

4.3 Gevolgschade

4.3.1 Schade aan het schip

Voor de gevolgschade aan het schip worden drie types onderscheiden; schade aan het schip in het geval dat de gondel en mastdeel op het schip valt na de aanvaring, alleen schade aan de scheepshuid en geen schade. De frequentie van ieder type schade aan het schip is gegeven in Tabel A1-3 in de Appendix. De frequenties worden gegeven voor zeven verschillende scheepstypen.

De onderlinge vergelijking vindt plaats in 4.3.3 bij de behandeling van de bunker en olie-uitstroom.

4.3.2 Schade aan de windturbines

Voor de gevolgschade aan de windturbines worden vier typen onderscheiden; geen schade, de turbine kan scheef gaan staan, de turbine kan omvallen, de gondel en mast kunnen op het schip vallen. De frequentie van deze verschillende types voor het gehele windpark gesommeerd is gegeven in Tabel A1-4 in de Appendix.

Op basis van de gemiddelde massa van een bepaald scheepstype en scheepsgrootte en de gemiddelde snelheid kan de kinetische energie bepaald worden op het moment van "impact". De verdeling van de aanvaar/aandrijffrequenties voor de verschillende impactenergie niveau's zijn gegeven in Tabel A1-5. Uit Tabel A1-5 volgt dat de aanvaringen/aandrijvingen in de lagere energieniveau's voornamelijk veroorzaakt worden door niet-routegebonden verkeer. Figuur A1-2 bevat nogmaals de aanvaringsfrequenties. De grafiek moet als volgt worden afgelezen. Elk punt op een lijn geeft de frequentie per jaar (x-as) dat de kinetische energie hoger zal zijn dan een bepaalde waarde (y-as).

4.3.3 Milieuschade

De schade aan het milieu als gevolg van een aanvaring/aandrijving van een windturbine wordt bepaald door de hoeveelheid olie die uit een schip stroomt. Er worden twee hoofdtypen olie onderscheiden, bunkerolie en ladingolie. In Tabel A1-6 wordt de frequentie voor de uitstroom van bunkerolie gegeven voor verschillende uitstroom volumeklassen. In Tabel A1-7 wordt de frequentie van uitstroom van ladingolie gegeven. In Tabel A1-8 worden beide oliesoorten naast elkaar gezet.

De totale kans op een uitstroom van olie en de gemiddelde hoeveelheid uitstroom per jaar is voor de twee varianten in Tabel 4-10 gegeven. Op basis van de frequenties (bijvoorbeeld $0.002024+0.000541$ voor variant 3 MW) is de gemiddelde tijd tussen twee uitstromingen van olie bepaald. Deze bedraagt voor de variant 3 MW 390 jaar ($= 1/(0.002024+0.000541)$).

De gemiddelde uitstroom van afgerond 2.4 m^3 ladingolie voor de variant van 3 MW in Tabel 4-10 dient alleen als vergelijking. Een gemiddelde van afgerond 2.4 m^3 ieder jaar geeft een heel andere milieubelasting dan een uitstroom van 4440 m^3 eens in de 1850 jaar. In de Appendix is daarom de verdeling van de uitstroom over de verschillende volumeklassen gegeven.

Om een idee te krijgen van wat dit betekent is de uitstroom aan olie ten gevolge van een ongeval (alle verschillende typen) voor de gehele Exclusieve Economische Zone (EEZ) toegevoegd (uit [5]). In Tabel 4-11 zijn de waarden van Tabel 4-10 als percentage van het totaal in de EEZ gegeven. Voor bunkerolie en ladingolie samen is de kans op een uitstroom in de EEZ toegenomen met 0.51% ($= (0.002024+0.000541) / (0.353402+0.148723)$ in %) voor de variant 3 MW.

In Tabel 4-12 zijn de uitstroombreukfrequenties gegeven per MWh. De kans op een uitstroom omgerekend naar de frequentie per km² wordt gegeven in Tabel 4-13.

Variant Rijnveld Noord/Oost	Bunkerolie			Ladingolie			Totaal
	Frequentie	Eens in de ... jaar	Gemiddelde uitstroom per jaar in m ³	Frequentie	Eens in de ... jaar	Gemiddelde uitstroom per jaar in m ³	Eens in de ... jaar
3 MW	0.002024	494	0.896	0.000541	1850	2.350	390
4.5 MW	0.001362	734	0.601	0.000362	2762	1.569	580
EEZ	0.353402	2.8	68.04	0.148723	6.7	1499.5	2.0

Tabel 4-10 *Uitstroombreuk en hoeveelheid van bunkerolie en ladingolie*

Variant Rijnveld Noord/Oost	Bunkerolie		Ladingolie	
	Frequentie	Gemiddelde uitstroom per jaar in m ³	Frequentie	Gemiddelde uitstroom per jaar in m ³
3 MW	0.57%	1.32%	0.36%	0.16%
4.5 MW	0.39%	0.88%	0.24%	0.10%
EEZ	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%

Tabel 4-11 *Uitstroom van bunkerolie en ladingolie als percentage van de uitstroom op het EEZ*

Variant Rijnveld Noord/Oost	Energie- opbrengst [MWh]	Bunkerolie		Ladingolie	
		Frequentie per MWh	Gemiddelde uitstroom per jaar in m ³ per MWh	Frequentie per MWh	Gemiddelde uitstroom per jaar in m ³ per MWh
3 MW	837360	2.42E-09	1.07E-06	6.46E-10	2.81E-06
4.5 MW	893000	1.53E-09	6.73E-07	4.05E-10	1.76E-06

Tabel 4-12 *De uitstroom van bunkerolie en ladingolie per MWh*

Variant Rijnveld Noord/Oost	Oppervlakte [km ²]	Bunkerolie		Ladingolie	
		Frequentie per km ²	Gemiddelde uitstroom per jaar in m ³ per km ²	Frequentie per km ²	Gemiddelde uitstroom per jaar in m ³ per km ²
3 MW	25.14	0.000081	0.035640	0.000022	0.093477
4.5 MW	27.53	0.000049	0.021831	0.000013	0.056992

Tabel 4-13 *De uitstroom van bunkerolie en ladingolie per km²*

De uitstroom vertoont hetzelfde beeld als het aanvaar/aandrijfrisico. Per MWh is de milieuschade bij 4.5 MW turbines kleiner dan bij de 3 MW variant. Het gebruik van de 4.5 MW turbines is dan ook veel gunstiger en wordt nog gunstiger wanneer naar het economisch gebruik van de oppervlakte wordt gekeken.

Naast de uitstroom van olie is ook de uitstroom van chemicaliën een schade aan het milieu. Niet alle soorten chemicaliën zijn even schadelijk voor het milieu, de mate waarin een bepaalde stof schadelijk is wordt aangeduid met ecologisch risico. In Tabel A1-9 worden de frequenties gegeven van uitstroom van chemicaliën als gevolg van een aanvaring/aandrijving van een windturbine voor verschillend ecologisch risico. De uitstroom van chemicaliën geeft hetzelfde beeld als de uitstroom van olie.

4.3.4 Persoonlijk letstel

Persoonlijk letstel wordt veroorzaakt doordat de gondel en de mast op het dek van een schip vallen. In Tabel A1-10 is een overzicht gegeven van het aantal directe doden als gevolg van het op het dek vallen van de gondel en de mast. Ook wordt een indicatie gegeven van het groepsrisico. Bij het groepsrisico is de kans op een ramp met meer dan 10 dodelijke slachtoffers gegeven. Een dergelijke ramp doet zich alleen maar voor wanneer een chemicaliën tanker, een ferry of een gastanker de windturbine aanvaart, waarna deze knikt en op het dek terecht komt. Voor de frequenties wordt verwezen naar de detailtabellen in Appendix A.

Beoordeling van het risico

Er bestaan geen echte normen voor het risico op zee maar voor het afschatten van de externe veiligheid is aansluiting gezocht bij de risiconormering vervoer gevaarlijke stoffen, zoals beschreven in [6].

Voor een windpark liggen alle contouren voor het individuele risico op het water zodat altijd aan de (eventuele) norm voor het individueel risico wordt voldaan.

In [6] is een oriënterende waarde voor het groepsrisico gegeven van 10^{-4} per jaar per kilometer route (vaarweg) voor een ramp met minstens 10 slachtoffers. Het is overigens de vraag of deze norm toegepast mag worden, want het gaat hier om slachtoffers van de vervoerders (die het ongeval veroorzaken) en niet om slachtoffers in de directe omgeving van de route. Toch is deze oriënterende waarde gebruikt voor het beoordelen van het groepsrisico. Bij de 3 MW inrichtingsvariant is de kans op meer dan 10 doden (zie Tabel A1-10) gelijk aan $1/8281$ per jaar. Het windpark heeft een lengte van ongeveer dan 13 km, dus per km vaarweg is de kans van $9.3 \cdot 10^{-6}$. Gezien de "worst case" benaderingen mag geconcludeerd worden dat het overlijdensrisico geen echte rol speelt bij de keuze van de inrichtingsvariant.

Bij het gebruik van de 4.5 MW is het gemiddelde aantal doden per incident waarbij een dodelijk slachtoffer valt wel iets groter, namelijk 3.15 dodelijke slachtoffers tegenover 2.38 voor de 3 MW turbines. Dit verschil wordt veroorzaakt door het feit dat de 4.5 MW turbine groter is en dus een groter oppervlakte beslaat wanneer de turbine op het dek valt.

4.4 Effecten voor de scheepvaart

Tabel 4-14 geeft het effect van het windpark op de scheepvaartongevallen buiten het windpark, door de verandering van de vaarroutes. De tabel toont dat het effect verwaarloosbaar is.

Omschrijving	Eenheid	Resultaat voor hele EEZ na aanpassing van het verkeer bij Rijnveld Noord/Oost	Effect windpark t.o.v. autonome situatie	Relatieve effect van het windpark t.o.v. autonome situatie.
Algemeen				
Gemiddeld aantal aanwezige schepen:				
OBO's	aantal	1.257	0.0000	0.00%
Chemicaliën tankers	aantal	18.964	-0.0020	-0.01%
Olietankers	aantal	8.999	-0.0010	-0.01%
Gas tankers	aantal	5.791	0.0000	0.00%
Bulkers	aantal	26.833	-0.0010	0.00%
Unitised	aantal	84.000	-0.0070	-0.01%
General Dry Cargo	aantal	6.450	0.0000	0.00%
Passenger schepen + conv. ferries	aantal	1.088	0.0000	0.00%
High Speed Ferries	aantal	0.273	0.0000	0.00%
Overig	aantal	5.200	-0.0010	-0.02%
Totaal routegebonden	aantal	158.855	-0.0120	-0.01%
Totaal niet routegebonden	aantal	194.149	0.0000	0.00%
Veiligheid				
Aantal schepen betrokken bij een aanvaring	aantal/jaar	10.971	-0.0060	-0.05%
Stranding als gevolg van navigatiefout	aantal/jaar	6.277	0.0000	0.00%
Stranding als gevolg van motor storing	aantal/jaar	1.423	0.0001	0.01%
Rammen van platform na navigatiefout	aantal/jaar	0.267	-0.0024	-0.88%
Driften tegen platform na motorstoring	aantal/jaar	0.048	-0.0002	-0.40%
Zinken	aantal/jaar	1.432	-0.0001	0.00%
Gat in scheepshuid	aantal/jaar	0.000	0.0000	
Brand/Explosie	aantal/jaar	0.000	0.0000	
Totaal	aantal/jaar	20.418	-0.0085	-0.04%
Economische effect				
Kosten van afgelegde zeemijlen	M€ / year	1123.615	-0.0951	-0.01%

Tabel 4-14 Scoretabel voor de effecten van het windpark Rijnveld Noord/Oost voor de scheepvaart.

4.5 Het effect van het werkverkeer op het risico

De aanlegfase van een windpark duurt een jaar. In de periode van een half jaar varen dan dagelijks enkele schepen (maximaal vijf) van en naar het windpark. De meeste van deze vaarbewegingen worden uitgevoerd met normale snelheid en geven daardoor niet meer hinder voor de andere scheepvaart dan een normale scheepsbeweging. Het effect van deze scheepvaart op het totale risico in een gebied hangt af van de drukte in het gebied. In een gebied bij Rotterdam is het aandeel van 5 bewegingen op 100 vertrekkende schepen per dag kleiner dan voor een haven als IJmuiden/Amsterdam waar zo'n 25 schepen per dag vertrekken. Het relatieve effect op de scheepvaartveiligheid is dus bij Rotterdam kleiner dan bij IJmuiden, maar aan de andere kant is het absolute effect op de verkeersveiligheid bij Rotterdam weer groter. Deze vaarbewegingen moeten gezien worden als normale bedrijvigheid. Het verhoogde risico is van tijdelijke aard.

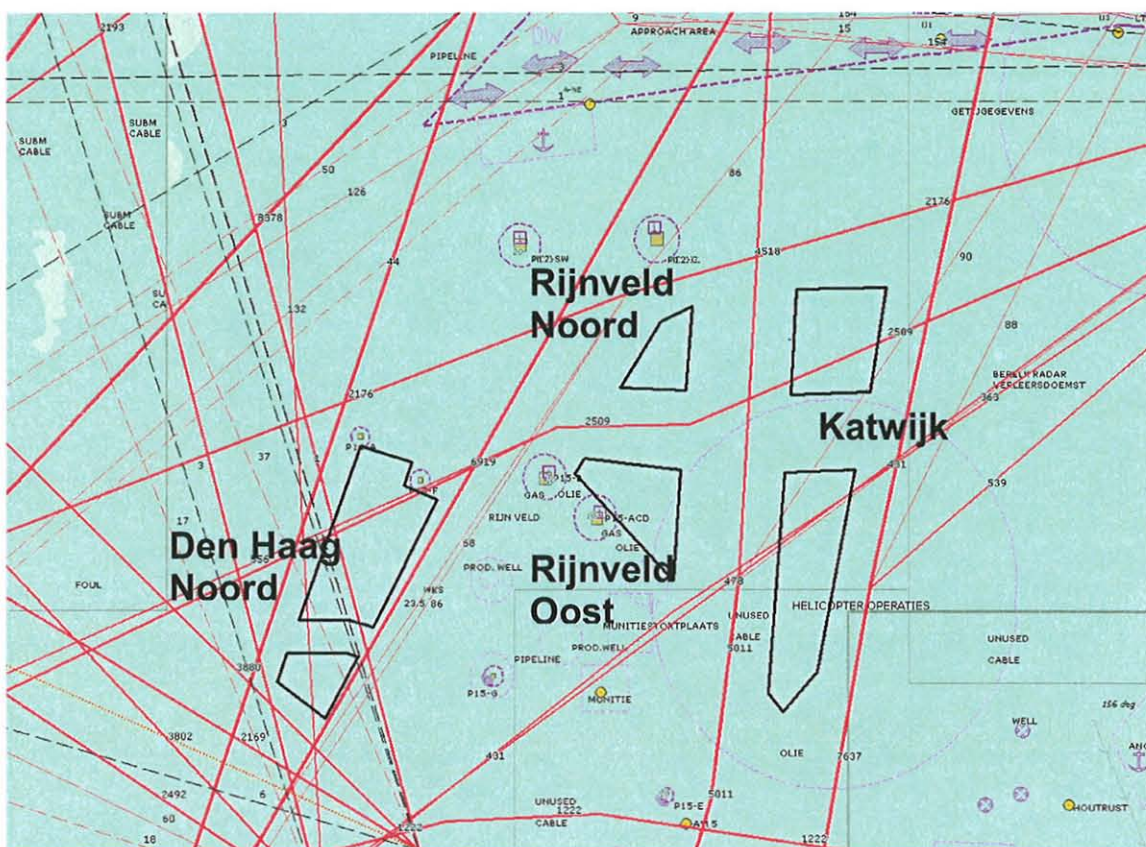
Vermoedelijk zal Rotterdam de uitvalsbasis voor het windpark Rijnveld Noord/Oost worden. Vanuit Rotterdam naar Rijnveld Noord/Oost is het ongeveer 2 uur varen. Voor alle bewegingen per jaar dus 2 (heen + terug) x 5 (reizen/dag) x 180 (periode van 6 maanden) x 2 uur varen = 3600 vaaruren voor de aanleg. Dit levert een verhoging van het gemiddelde aantal schepen op zee op van 0.4 schip (= 3600 vaaruren/(365 x 24 uren in een jaar)) op een totaal van 300 varende schepen. Aangezien de bouw maar een half jaar duurt, is de verhoging gedurende dit deel van het jaar 0.8 schip. In deze periode van een half jaar is de kans op een aanvaring tussen schepen door de verhoogde verkeersintensiteit 0.53% hoger dan normaal. De kans op een ander type scheepsongeval neemt in deze periode toe met 0.27 %.

4.6 Het cumulatieve effect

Het cumulatieve effect is bepaald volgens de richtlijnen en de aanpak beschreven in 3.6. Het cumulatieve effect is bepaald voor de twee inrichtingsvarianten van Rijnveld Noord/Oost gecombineerd met de minimumvariant en maximumvariant voor de dichtst bij gelegen windparken, zijnde Katwijk en Den Haag Noord.

Bij de berekening van het cumulatieve effect is gerekend met de volledige oppervlakte van de potentiële windparken Katwijk en Den Haag Noord. De contourlijnen, verbindinglijn van de uiterste coördinaten uit de startnotities zijn getekend in Figuur 4-3 met de verkeersdatabase waarbij Rijnveld Noord/Oost is vrijgemaakt.

De resultaten van het cumulatieve effect voor een variant van het windpark is weergegeven in drie tabellen voor de minimumvariant (Tabel A1-11, Tabel A1-12 en Tabel A1-13 voor de eerste variant van Rijnveld Noord/Oost) en drie tabellen voor de maximumvariant (Tabel A1-14, Tabel A1-15 en Tabel A1-16 voor de eerste variant van Rijnveld Noord/Oost). De tabellen voor de andere inrichtingsvariant van Rijnveld Noord/Oost worden gegeven in tabellen in Appendix A2.



Figuur 4-3 Rijnveld Noord/Oost (geclusterd scenario)

In de eerste van de drie tabellen voor iedere variant wordt voor ieder windpark het aantal windturbines, het totale vermogen en de kans op een aanvaring, aandrijving en kans op een uitstroom per jaar gegeven. In Tabel A1-12 worden de resultaten van Tabel A1-11 cumulatief weergegeven dus steeds is aan het eigen windpark een nieuw windpark toegevoegd. Tabel A1-13 geeft hetzelfde weer als Tabel A1-12, maar dan in de vorm van een optreden van de gebeurtenis eens in de zoveel jaar. Tabel A1-12 en Tabel A1-13 bevatten als laatste rij de risico's teruggerekend naar 1000 MW om vergelijking tussen de verschillende scenario's te vergemakkelijken. In de laatste kolom van alle tabellen is de kans op een uitstroom per 1000 MW weergegeven.

Tabel A1-12 geeft voor 1000 MW geïnstalleerd vermogen een kans op een aanvaring of aandrijving van 0.3194 dus eens in de 3.1 jaar (zie Tabel A1-13) en een kans op een uitstroom van lading of bunkerolie van 0.0122, dus eens in de 81.7 jaar.

De resultaten van alle cumulatieve berekeningen zijn samengevoegd in Tabel 4-15 waarbij de risico's voor 1000 MW geïnstalleerd vermogen uit de tabellen van de Appendix zijn overgenomen.

Cumulatief 1000 MW		Aantal aanvaringen (rammen) per jaar		Aantal aandrijvingen (driften) per jaar		Totaal per jaar	Kans op uitstroom per jaar
Variant voor Rijnveld Noord/Oost	Andere parken	R-schepen	N-schepen	R-schepen	N-schepen		
3 MW	3 MW	0.0981	0.0205	0.1864	0.0145	0.3194	0.0122
4.5 MW	3 MW	0.0978	0.0201	0.1810	0.0140	0.3129	0.0119
3 MW	5 MW	0.0643	0.0150	0.1232	0.0098	0.2123	0.0081
4.5 MW	5 MW	0.0635	0.0146	0.1168	0.0093	0.2041	0.0077

Tabel 4-15 Cumulatieve effect voor Rijnveld Noord/Oost met Bruine Bank en Horizon

De tabel toont duidelijk dat de risico's bij het gebruik van 5 MW turbines (maximumvariant) lager liggen (orde grootte 0.21 versus 0.31), voornamelijk doordat er minder windturbines nodig zijn. De 5 MW turbine geeft door de afmetingen wel een iets groter risico dan een 3 MW turbine maar dit is veel minder dan de 67% meer vermogen per windturbine.

De verschillen tussen de varianten van het eigen park zijn kleiner omdat deze verschillen worden genivelleerd door de andere parken. De effecten van de inrichting van het eigen park op de scheepvaartveiligheid zijn beschreven in hoofdstuk 4.2.

De uitstroomkansen voor 1000 MW worden vergeleken met de uitstroomkansen in de hele EEZ, zijnde een gemiddelde van eens in de 2.8 jaar voor bunkerolie en eens in de 6.7 jaar voor ladingolie, dus samen een uitstroomkans van $(1/2.8 + 1/6.7) = 0.50$ per jaar. De cumulatieve uitstroomkans voor olie (teruggerekend voor 1000 MW) voor de minimumvariant bedraagt gemiddeld 0.0120 (zie Tabel 4-15) per jaar en voor de maximumvariant 0.0079 per jaar, dus ongeveer 2.4% bij gebruik van 3 MW windturbines en 1.6% bij gebruik van 5 MW turbines.

Door andere maatregelen, zoals de inzet van De Waker en/of andere sleepboten (zie hoofdstuk 5.2) kan 49% van het aantal aandrijvingen worden voorkomen en worden de percentages dus 1.2% en 0.8%.

Wanneer er, door de energie die de windparken opleveren, minder transport van olie over zee hoeft plaats te vinden, dan leidt de bouw van windparken ook tot een lagere kans op een olie-uitstroom in de EEZ. Dit is als volgt gekwantificeerd. Uitgaande van 1000 MW geïnstalleerd vermogen en $34\%^2$ rendement is de totale energie opbrengst geschat op $0.34 * 365 * 24 * 1000 \text{ MW} / 1000 = 2978 \text{ GWh}$ per jaar. Het olie equivalent van 2978 GWh is 0.26 miljoen ton olie. In Rotterdam wordt ongeveer 100 miljoen ton olie aangevoerd. Wanneer de olie op weg naar/van Rotterdam 50% is van het totale transport in de EEZ, dan is de vermindering van het olietransport 0.13%, dus 0.13% minder kans op een olie-uitstroom door een ander incident. Dit weegt nog niet op tegen de hierboven genoemde toename van 1.6-2.4% zonder De Waker en 0.8-1.2% met De Waker.

Verder is de kans op een uitstroom een worst case benadering. Daar het percentage olietankers met een dubbele huid steeds groter wordt, is de kans op een uitstroom van ladingolie kleiner dan gemodelleerd, zoals in 5.3 wordt uitgelegd.

² Het rendement voor de verschillende initiatiefnemers varieert van 28% tot 50%. Voor de berekening is gekozen een rendement van 34%.

Kwalitatief

Voor de scheepvaartveiligheid betekent een aaneenschakeling van windparken dat het totale risico over het algemeen minder is dan de som van de risico's van de individuele parken, waarmee nu gerekend is. Dit komt omdat over het algemeen schepen door een ander park eerder verder weg van het eigen park zullen worden geleid dan dichterbij.

Ook het risico voor Rijnveld Noord/Oost zal door de aanwezigheid van de beide andere parken afnemen (zie Figuur 4-3). De schepen naar Amsterdam die nu door de opening tussen de twee delen van windpark Rijnveld Noord/Oost varen, gaan wanneer windpark Den Haag Noord ook gebouwd wordt, ten noorden van Rijnveld Noord langs. Ook de route aan de zuidkant van Rijnveld Oost zal verder naar het zuiden verschuiven door de aanwezigheid van Katwijk. Dit zou in beide gevallen er toe leiden dat de afstand tussen de scheepvaart en het windpark Rijnveld Noord/Oost vergroot wordt en dus het risico verkleind wordt.

Dus over het algemeen kan gesteld worden dat door de aanwezigheid van de beide andere parken het totale risico voor de drie parken niet veel zal afwijken van de som van het risico van de individuele parken.

Bij een geclusterd aantal windparken is de totale omweg meer dan de omweg van de individuele windparken. Echter, door het vrijhouden van de clearways en het vroegtijdig anticiperen op de locatie van de windparken zijn de extra af te leggen zeemijlen verwaarloosbaar klein [4]. Alleen voor sommige niet-routegebonden schepen die een missie/visgrond hebben vlak achter een windpark, kan een windpark hinderlijk in de weg liggen. Voor Rijnveld Noord/Oost kan geconcludeerd worden dat de extra toename van de omweg door de andere windparken in de cluster nihil is.

4.7 Radardekking naar de Nederlandse havens

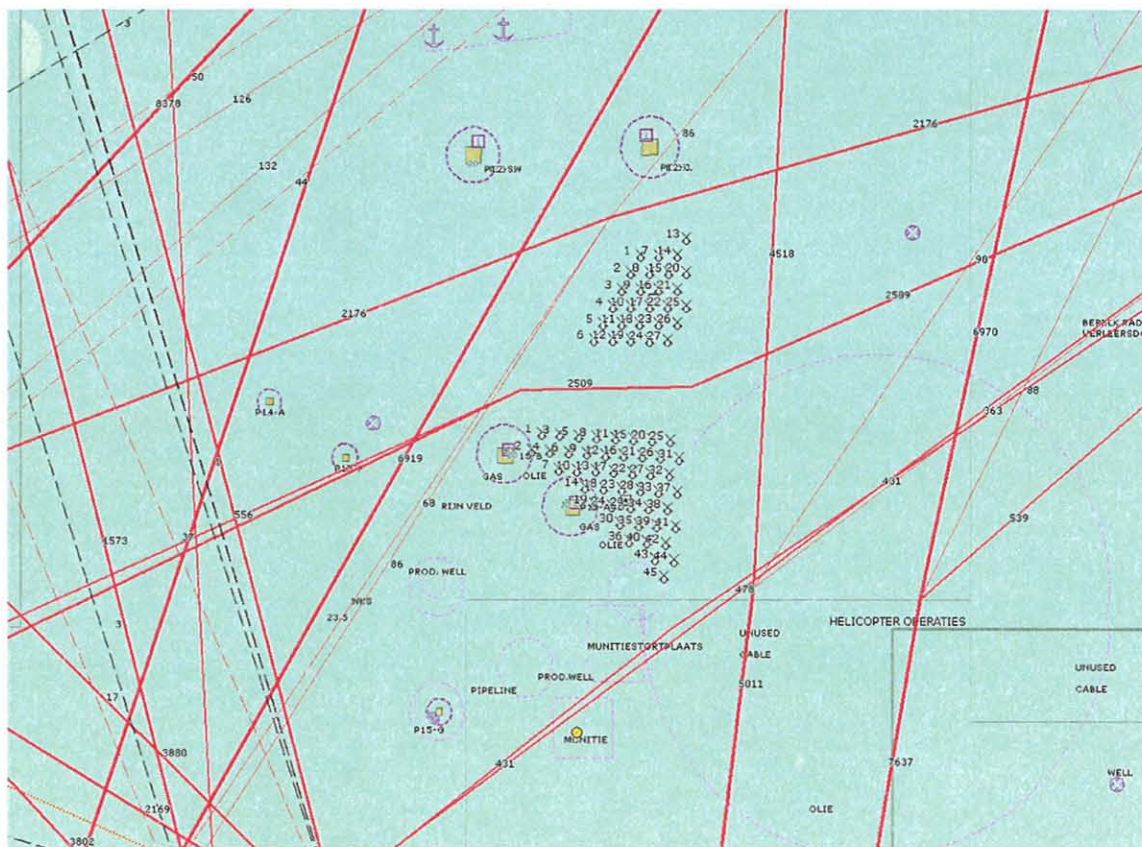
Windpark Rijnveld Noord/Oost valt buiten de radardekking naar een Nederlandse haven. Zowel de radar van IJmuiden, Rotterdam en Scheveningen bereiken het windpark niet.

4.8 Kruisende scheepvaart

In 4.8.1 zijn voor alle inrichtingsvarianten de figuren opgemaakt die aangeven hoeveel schaduwstukken van een bepaalde grootte optreden op het traject van 8 nm tot aan het kruispunt. In 4.8.2 is het extra aantal aanvaringen geschat, veroorzaakt door de zichtbelemmering door het windpark.

4.8.1 Vergelijking opstellingen voor de varianten

Figuur 4-4 toont de scheepvaartlinks in de buurt van het windpark Rijnveld Noord/Oost waarbij het windpark vrijgemaakt is. De meest kritische ontmoetingen vinden plaats aan de oostkant van het windpark. Hier ontmoet het oost gaande verkeer dat vanuit ZO-Engeland naar Amsterdam vaart ("door" het park) het zuid gaande verkeer dat richting Rotterdam vaart. Het verkeer dat zich "tussen" beide parken bevindt kan moeilijk uitwijken, niet naar stuurboordzijde, maar ook niet naar bakboordzijde als dit noodzakelijk zou zijn.

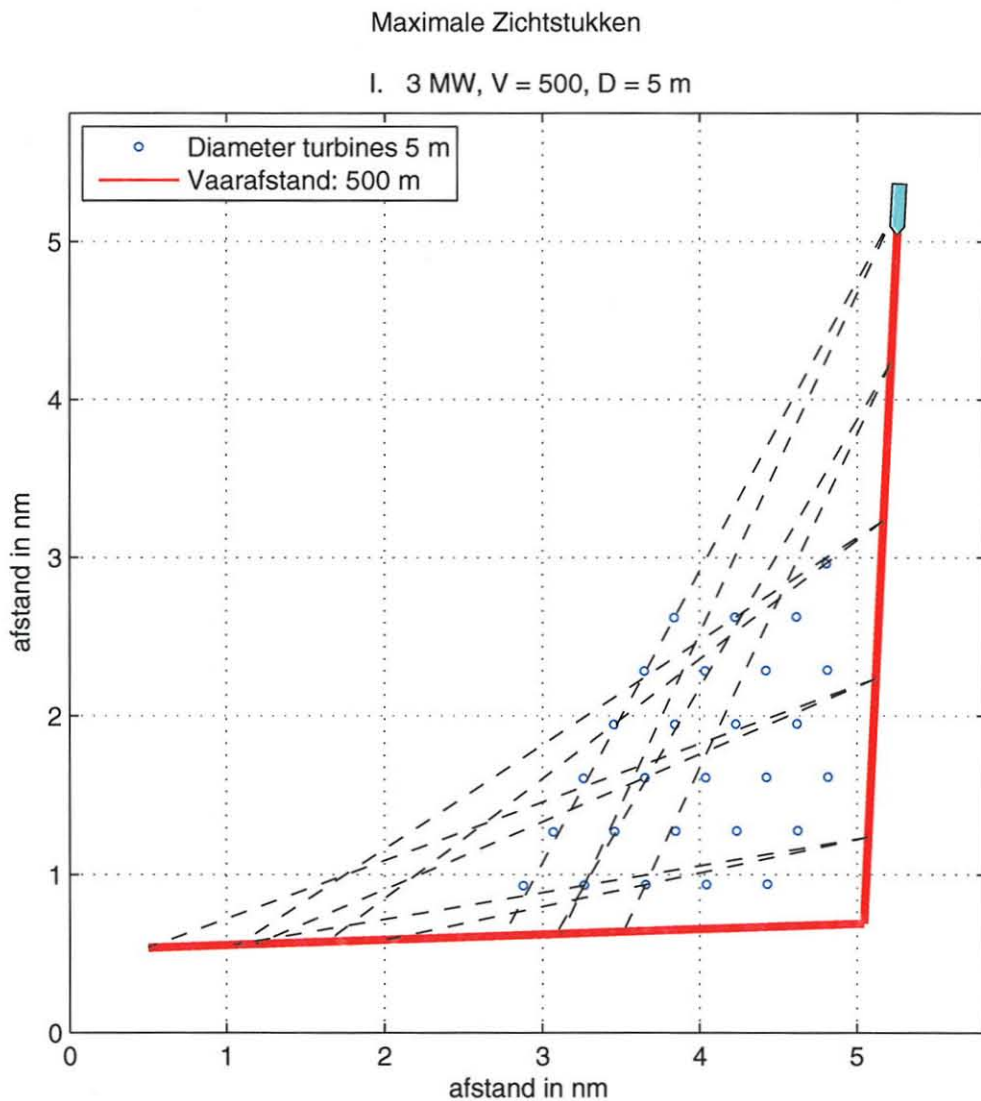


Figuur 4-4 Verkeersafwikkeling bij Rijnveld Noord/Oost

Voor deze situatie zijn voor de twee inrichtingsvarianten de schaduwstukken bepaald, voor het geval de twee schepen 500m van het park varen met de meest waarschijnlijk koersen. De resultaten hiervan zijn weergegeven in Figuur 4-5 tot en met Figuur 4-8 voor het blauwe schip dat langs de rode track vaart.

De 4.5 MW variant geeft iets meer grotere schaduwstukken, met name op grotere afstand, dit wordt voornamelijk veroorzaakt door de grotere diameter van de palen. Uit de figuren volgt dat het verschil tussen de beide inrichtingsvarianten relatief klein is. De 3 MW variant geeft de minste schaduwstukken en lijkt wat dit betreft de beste optie.

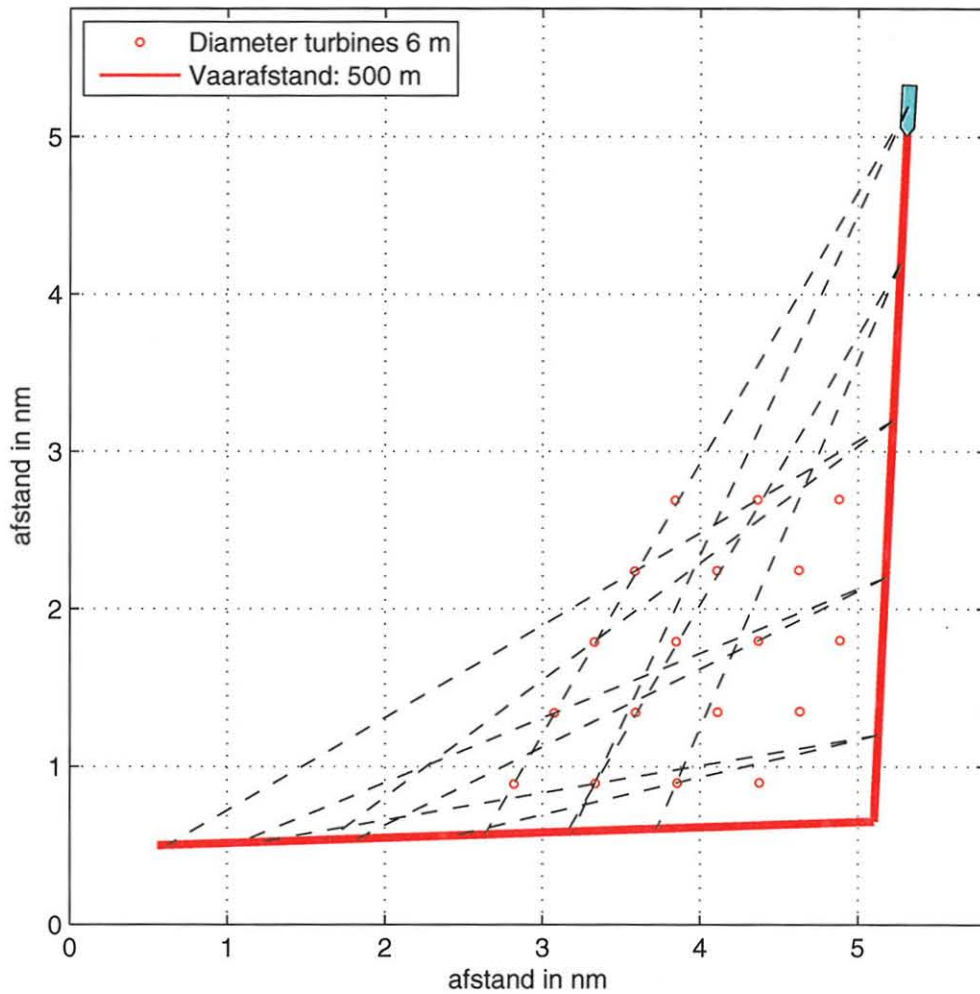
In 4.8.2 wordt aangegeven wat de orde van grootte is van de extra kans op een aanvaring door de zichtbelemmering.



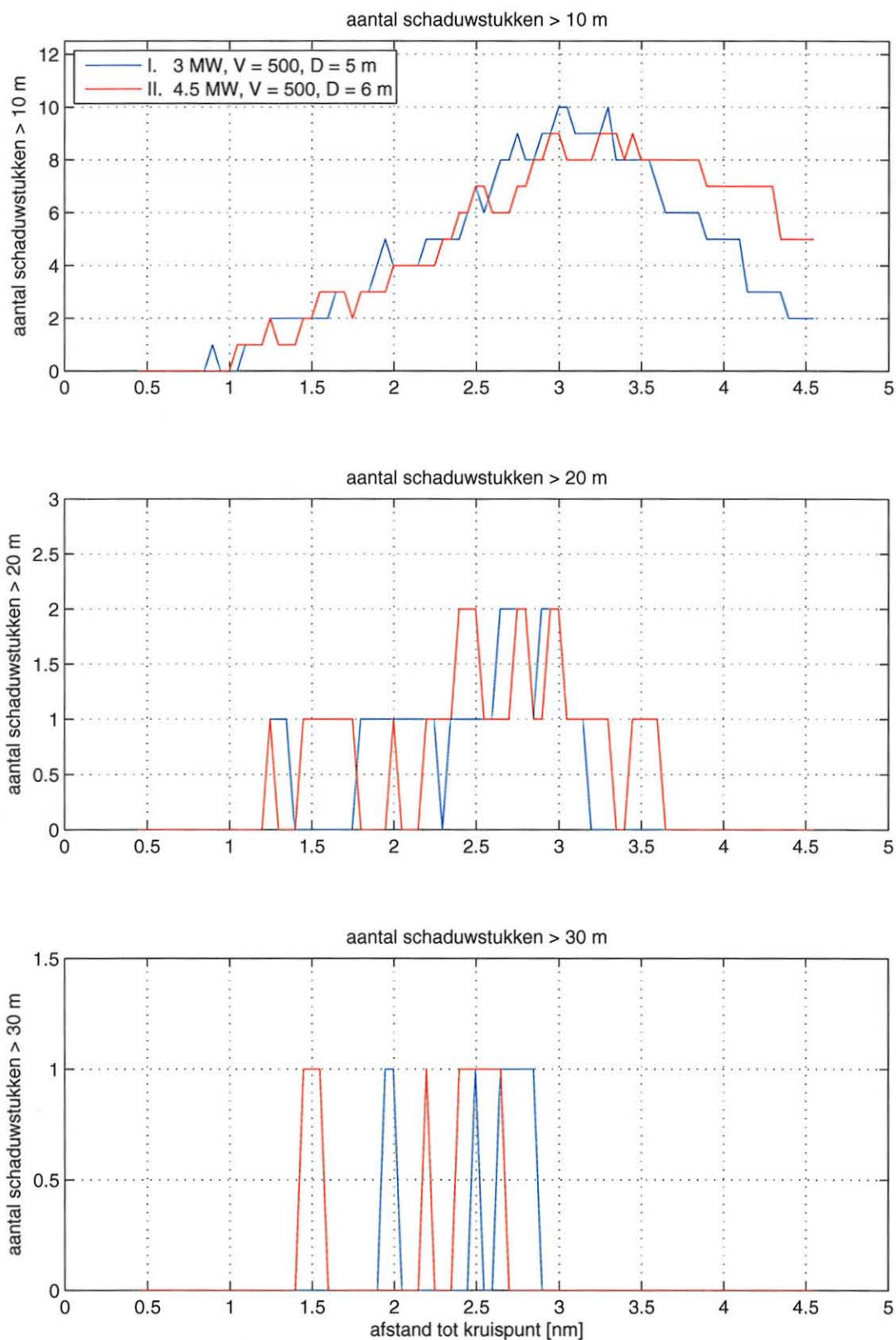
Figuur 4-5 **Routegebonden 3 MW; Verkeer richting Rotterdam in zuidelijke richting met verkeer in oostelijke richting naar Amsterdam**

Maximale Zichtstukken

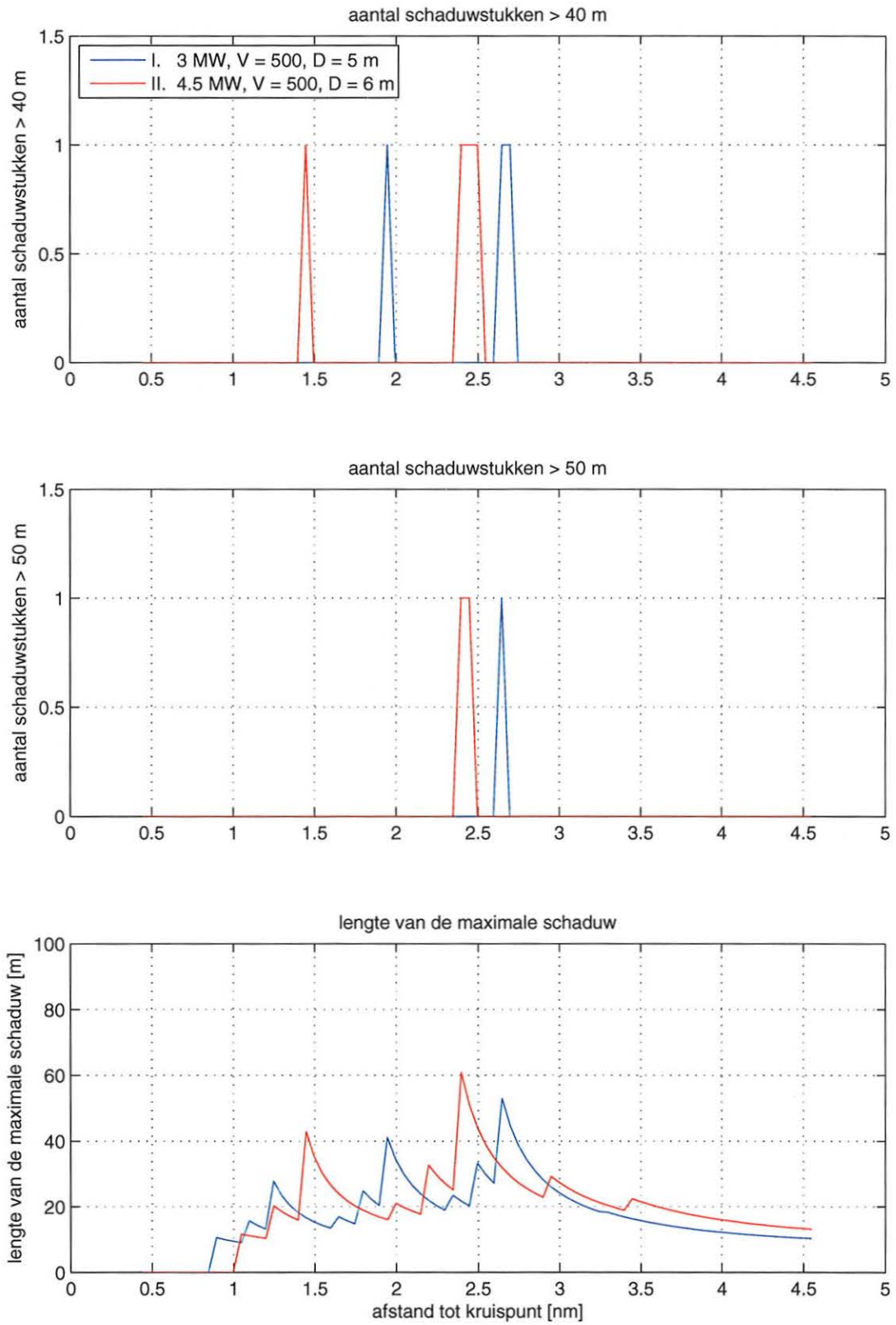
II. 4.5 MW, V = 500, D = 6 m



Figuur 4-6 **Routegebonden 4.5 MW, Verkeer richting Rotterdam in zuidelijke richting met verkeer in oostelijke richting naar Amsterdam**

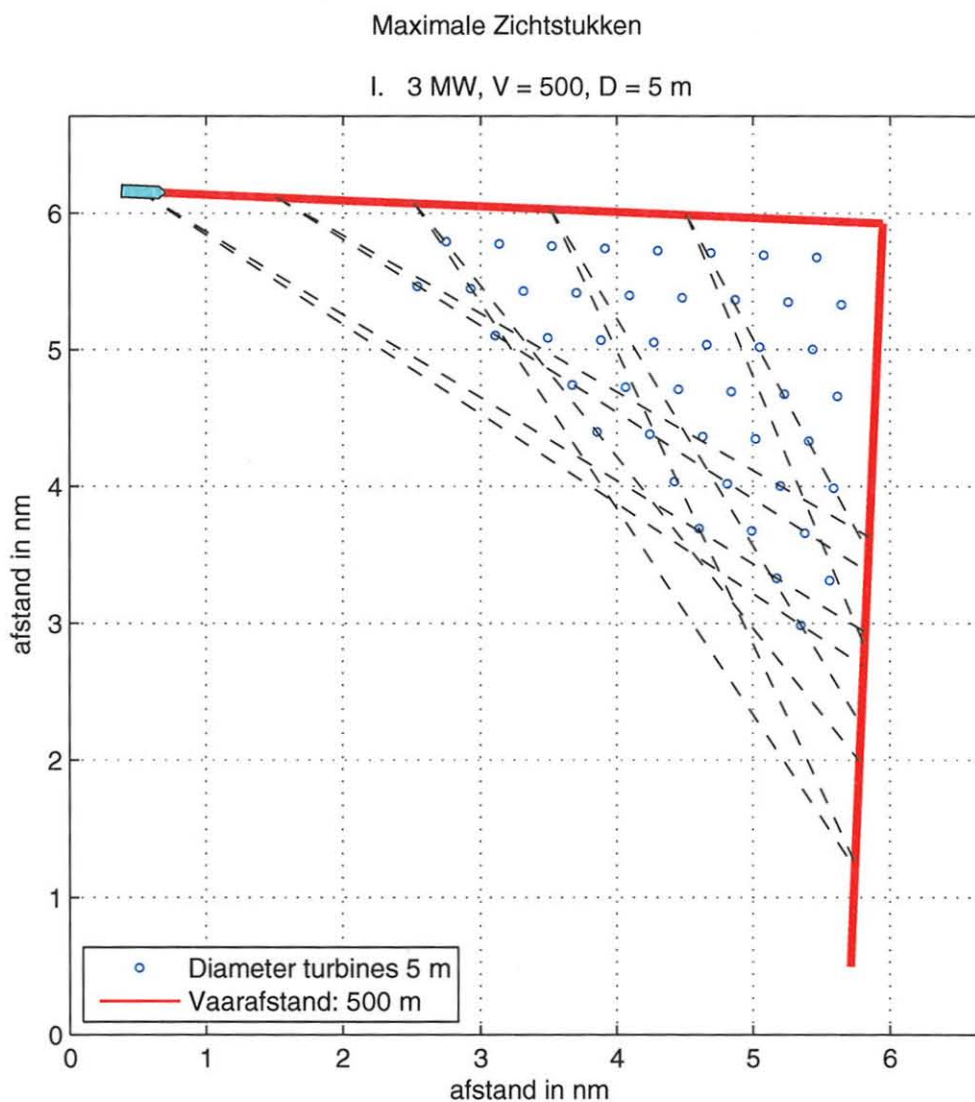


Figuur 4-7 **Routegebonden met niet-routegebonden; aantal schaduwstukken >10m, >20m en 30m**



Figuur 4-8 Routegebonden met niet-routegebonden; aantal schaduwstukken >40m, >50m en maximale lengte van een schaduwstuk

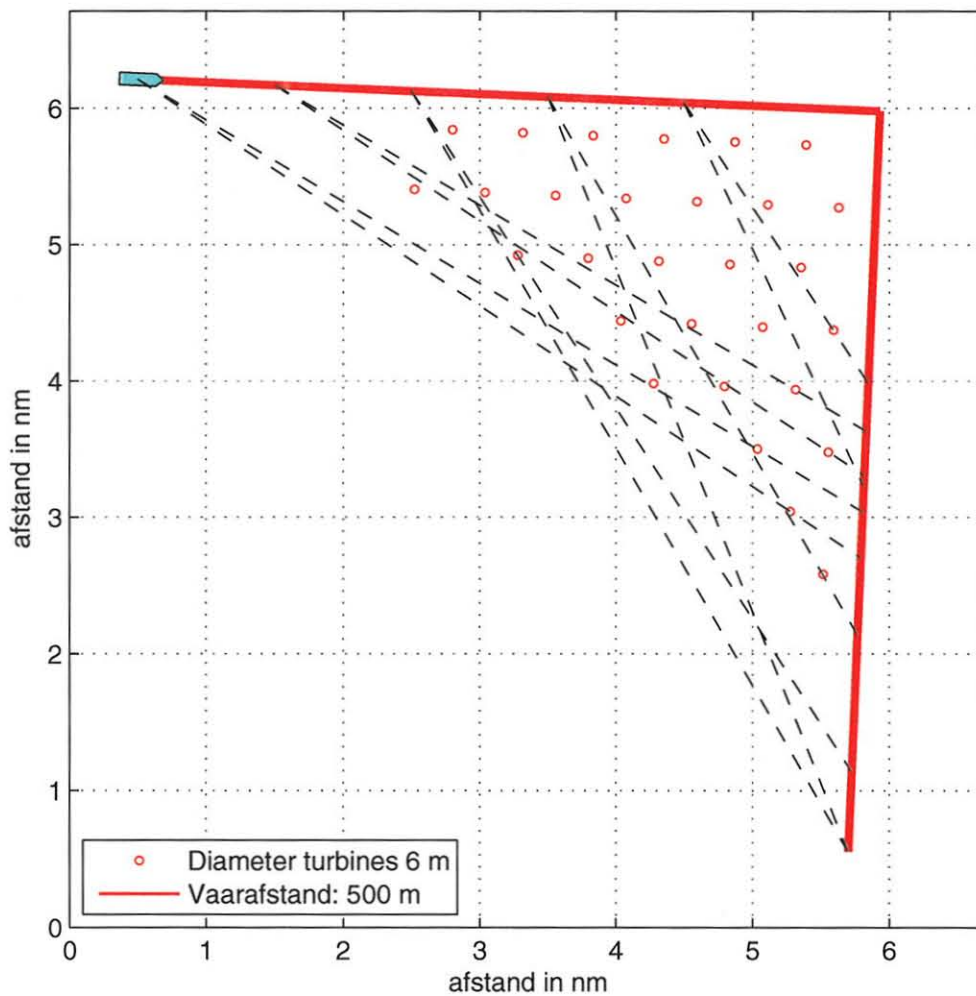
In Figuur 4-9 tot en met Figuur 4-12 zijn de figuren gemaakt voor het niet-routegebonden verkeer voor het windpark Rijnveld Oost. In Figuur 4-13 tot en met Figuur 4-16 wordt de situatie voor Rijnveld Noord weergegeven. Voor dit verkeer is aangenomen dat het naar dezelfde moeilijke hoek vaart. Voor deze schepen is aangenomen dat ze vlak langs het park op een afstand van 500 m varen. Doordat er vlak langs het park gevaren wordt zijn de schaduwstukken groter, maar binnen een afstand van 2 nm van het kruispunt worden de schaduwstukken niet groter dan 40 m. Op basis van de figuren kan geconcludeerd worden dat er geen significant verschil is in zichtbelemmering tussen de beide inrichtingsvarianten.



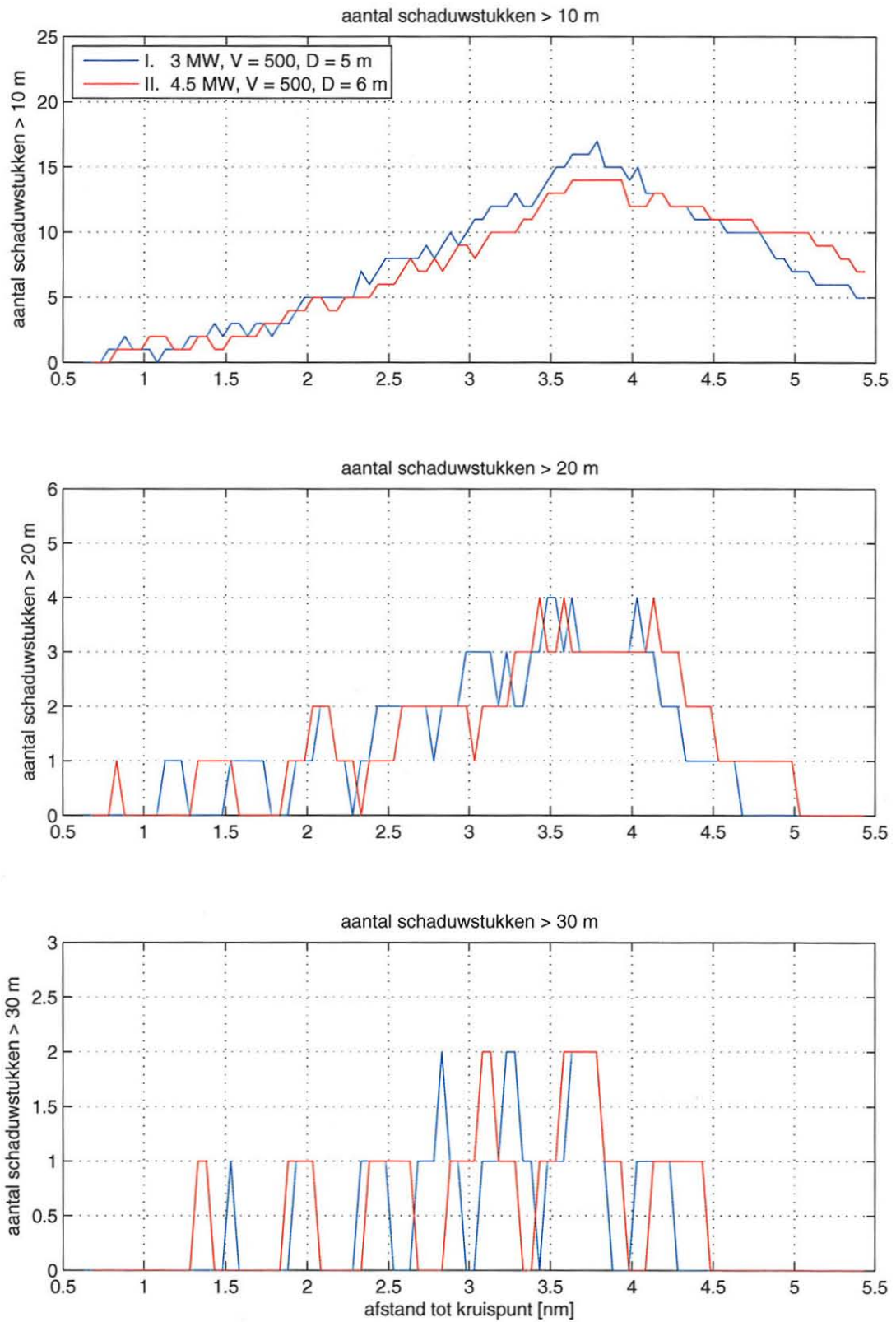
Figuur 4-9 Niet-routegebonden; Rijnveld Oost, 3 MW

Maximale Zichtstukken

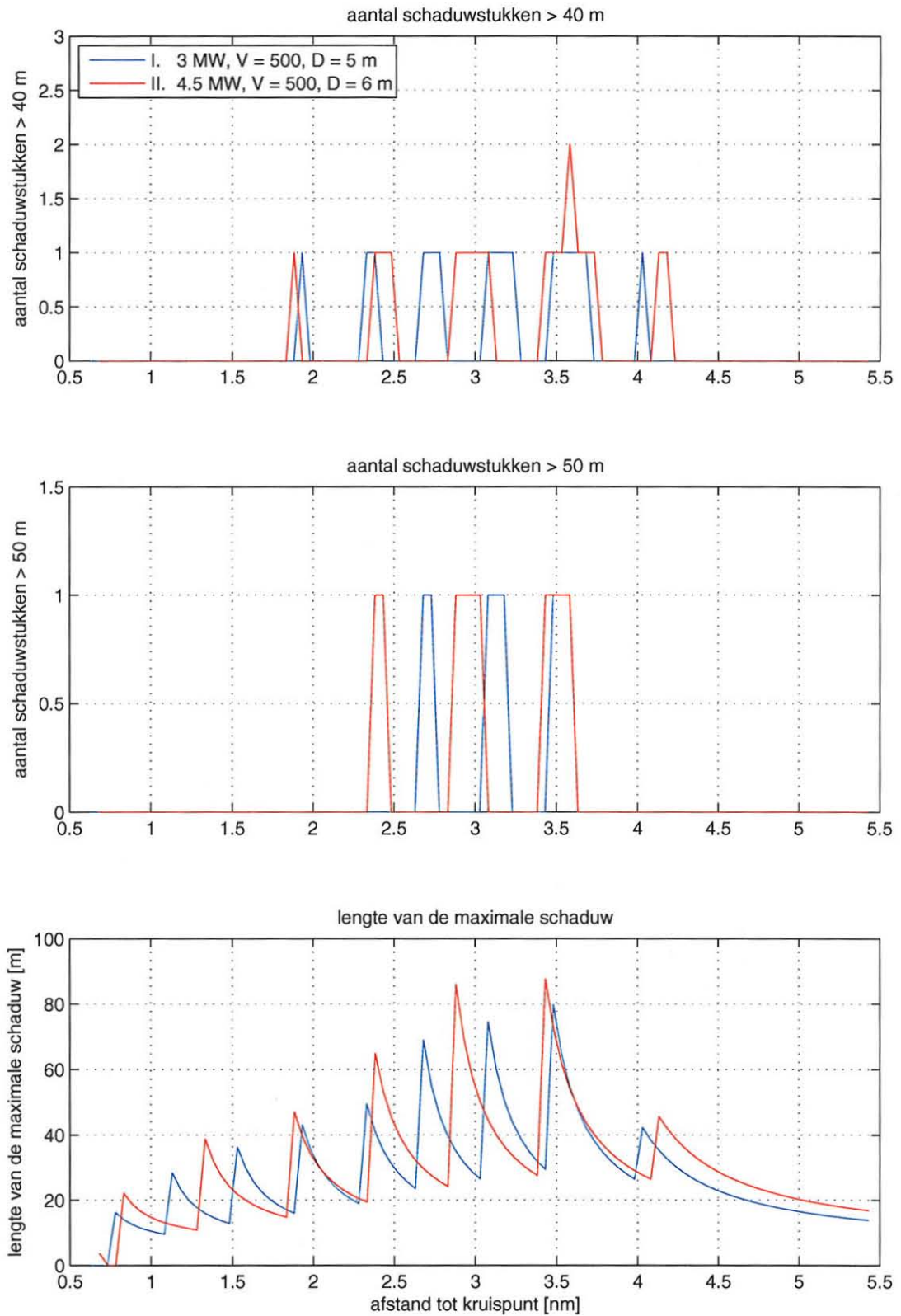
II. 4.5 MW, V = 500, D = 6 m



Figuur 4-10 Niet-routegebonden; Rijnveld Oost, 4.5 MW;



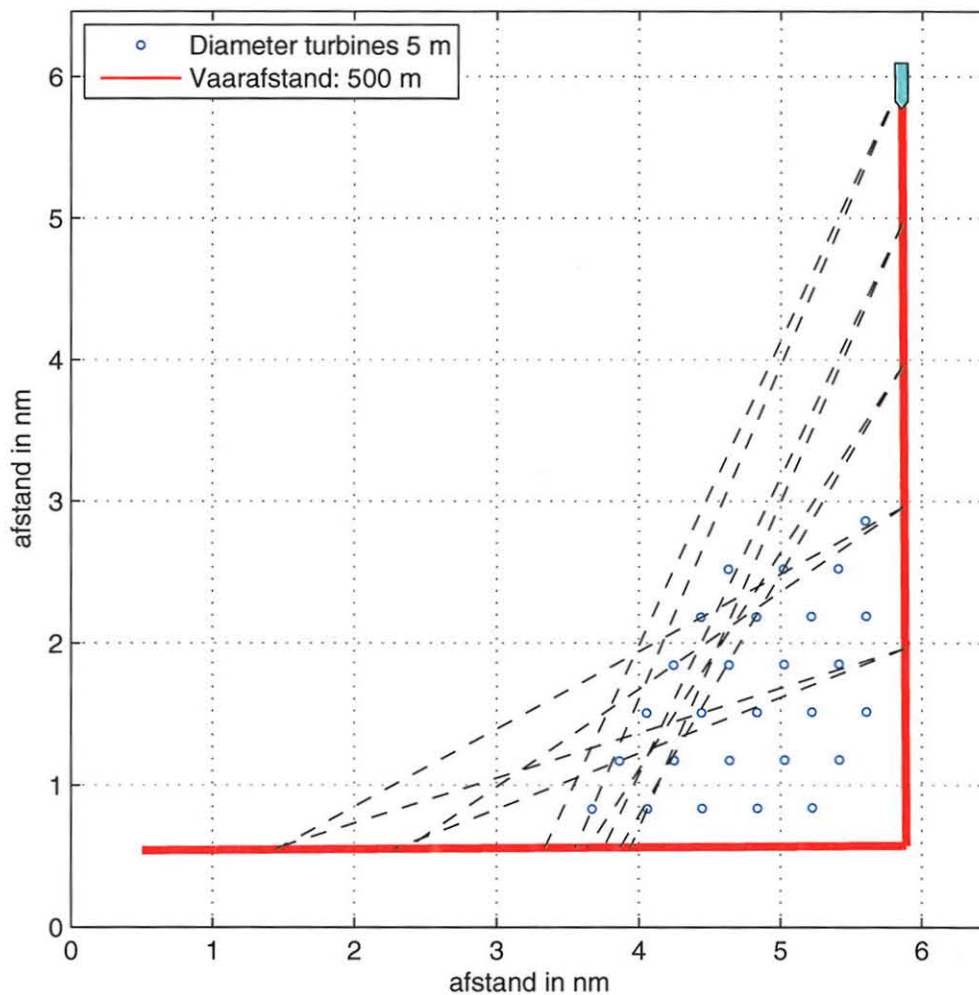
Figuur 4-11 Niet-routegebonden Rijnveld Oost; aantal schaduwstukken >10m, >20m en 30m



Figuur 4-12 Niet-routegebonden Rijnveld Oost; aantal schaduwstukken >40m, >50m en maximale lengte van een schaduwstuk

Maximale Zichtstukken

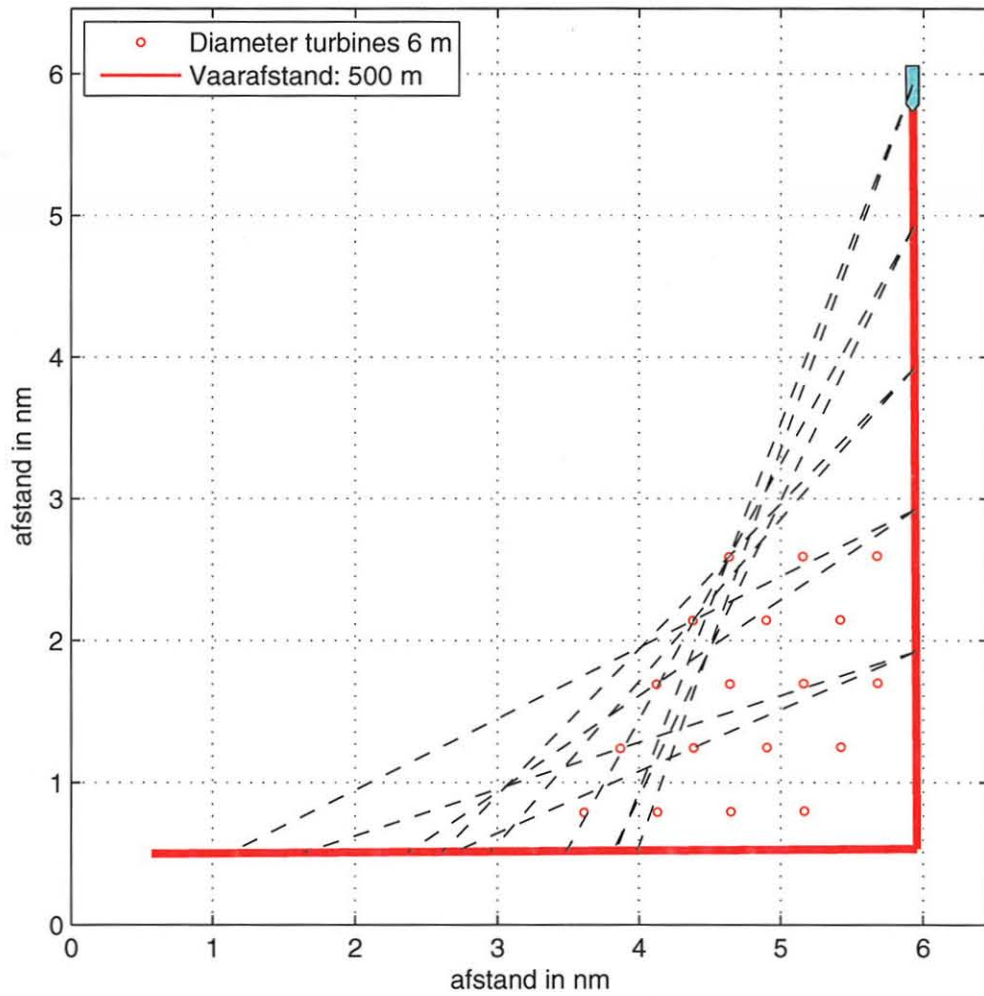
I. 3 MW, V = 500, D = 5 m



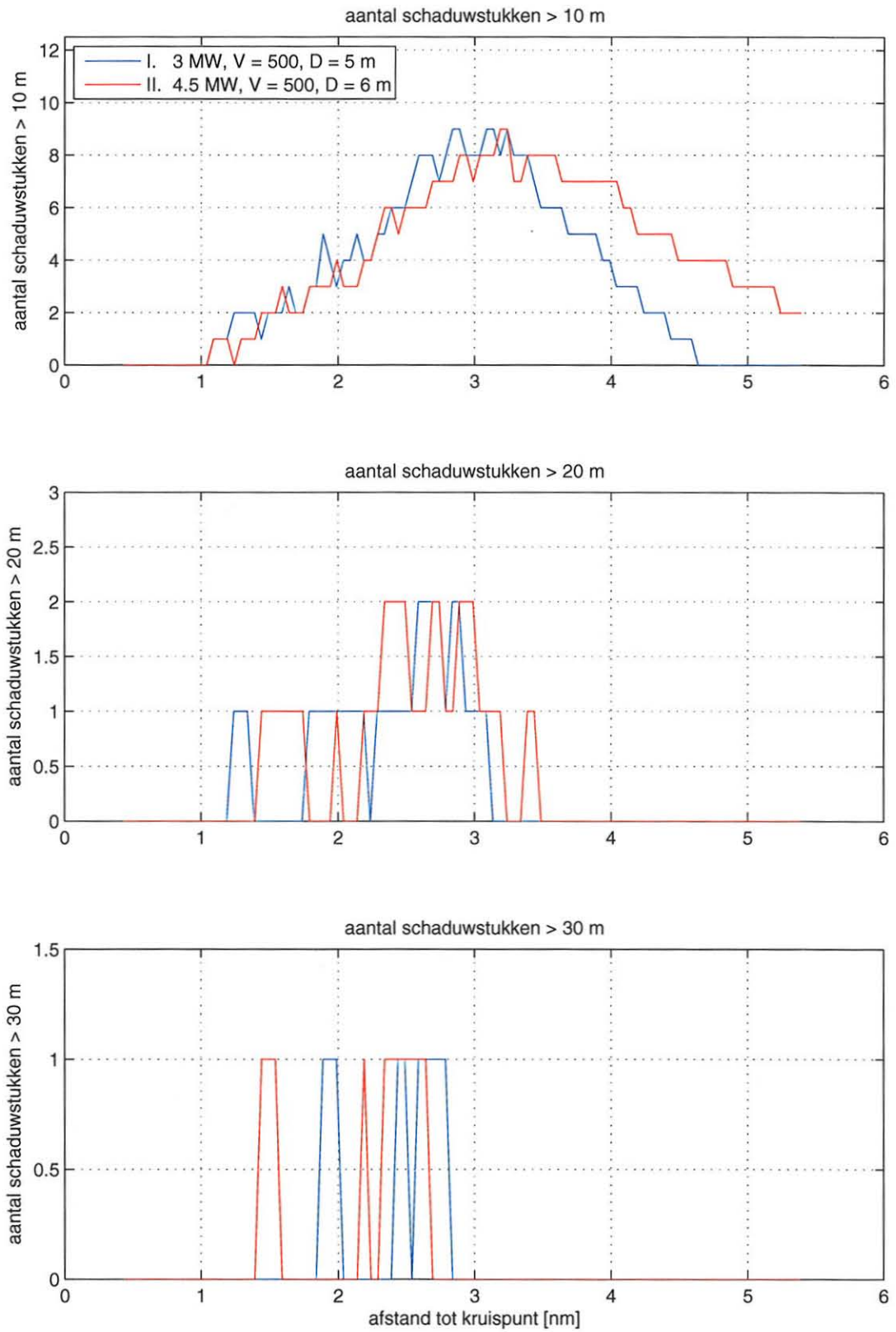
Figuur 4-13 Niet-routegebonden; Rijnveld Noord, 3 MW

Maximale Zichtstukken

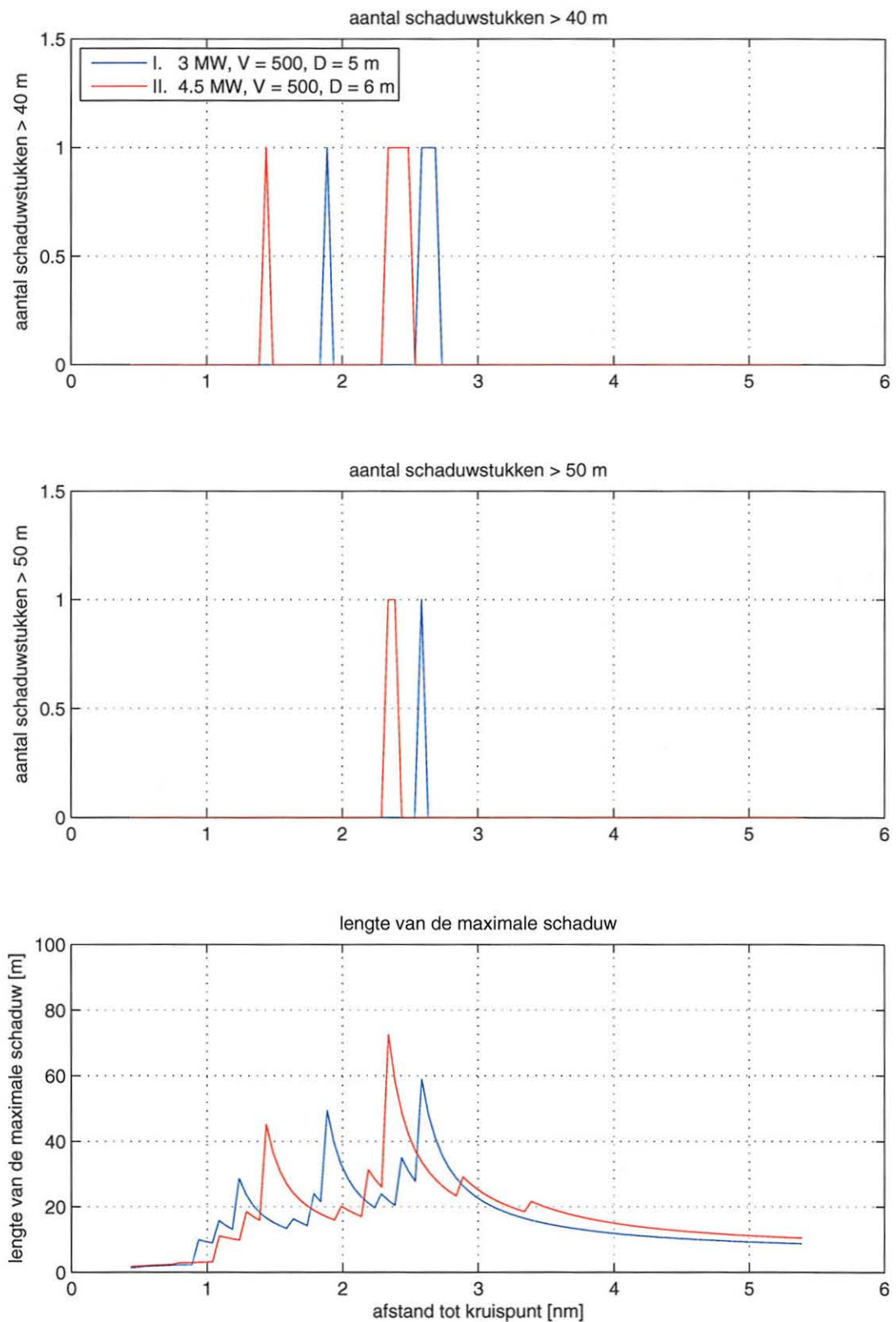
II. 4.5 MW, V = 500, D = 6 m



Figuur 4-14 Niet-routegebonden; Rijnveld Noord, 4.5 MW;



Figuur 4-15 Niet-routegebonden Rijnveld Noord; aantal schaduwstukken >10m, >20m en 30m



Figuur 4-16 Niet-routegebonden Rijnveld Noord; aantal schaduwstukken >40m, >50m en maximale lengte van een schaduwstuk

4.8.2 Extra aanvaringen door zichtbelemmering

In Figuur 4-4 is de verkeersafwikkeling voor de locatie Rijnveld Noord/Oost gegeven. De meest kritische situatie zal zich voordoen aan de westkant van het windpark. In de figuren zijn de verkeersstromen voor het routegebonden verkeer getekend, maar een moeilijke ontmoetingssituatie kan zich ook voordoen tussen een routegebonden schip (koopvaardij) en een niet-routegebonden schip (meestal visser) of tussen twee niet-routegebonden schepen. Voor een niet-routegebonden schip is de zichtkwesitie wel hetzelfde, maar een visser heeft veel minder ruimte nodig om een aanvaring te voorkomen. De verplichte 500 m afstand is ruim voldoende voor een noodmanoeuvre, welke natuurlijk zoveel mogelijk voorkomen moet worden.

In Tabel 4-16 is de extra kans op een aanvaring door de belemmering van het zicht bepaald op basis van berekeningen en een aantal aannames. In het linkerdeel staat het resultaat van de modelberekening zonder de zichtbeperking door het windpark mee te nemen. De tabel geeft dat er 0.0243 aanvaringen tussen kruisend verkeer per jaar verwacht worden, ofwel een aanvaring eens in de 41 jaar. De "overtaking" en "head-on" aanvaringen zijn hier buiten beschouwing gelaten omdat voor dit type aanvaring geen extra risico door het park optreedt. De tabel geeft ook aan tussen welke scheepstypen deze aanvaring verwacht wordt. Voor de niet-routegebonden vaart is aangenomen dat de dichtheid rondom het park twee keer zo groot wordt omdat deze schepen dicht langs het park zullen varen.

In het rechterdeel van de tabel wordt het extra aantal aanvaringen als volgt geschat. Alleen de ontmoetingen tussen kruisende schepen waarbij het windpark zich tussen de schepen bevindt zijn extra gevaarlijk. Dit percentage is voor iedere gridcel geschat, zie Tabel 4-16 in de kolom "fractie moeilijk door windpark". Aan de westkant van het windpark Rijnveld Noord/Oost is er voor de noord gaande verkeersstromen geen probleem omdat er steeds een open hoek met het kruisende verkeer is, dus 0% van de ontmoetingen vindt plaats met een verhoogd risico door de zichtbeperking van het park. Alleen voor een verkeersstroom richting Rotterdam en een verkeersstroom "door" het park in oostelijke richting wordt het zicht belemmerd. Aangenomen wordt dat 10% dicht langs het park vaart en in moeilijkheden kan komen.

Voor de niet-routegebonden schepen wordt aangenomen dat 25% elkaar onder een moeilijke hoek ontmoet en dat (20%) vlak langs het park vaart omdat het windpark voor deze schepen meer een obstakel vormt welke ze op zo kort mogelijke afstand willen passeren.

Er wordt een factor toegepast om de extra ongevalsgevoeligheid, gegeven een moeilijke ontmoeting, mee te nemen. Deze factor is 3 voor een ontmoeting tussen twee routegebonden schepen, 2.25 voor een ontmoeting tussen een routegebonden schip en een niet-routegebonden schip en 1.5 voor een ontmoeting tussen twee niet-routegebonden schepen. Feitelijk zou deze factor moeten variëren met de inrichtingsvariant, maar gezien de resultaten van 4.8.1 is het verschil tussen de inrichtingsvarianten minimaal.

Type aanvaring	zonder extra factor voor moeilijk kruisend verkeer				toegepaste factoren			extra aantal aanvaringen door windpark eens in de .. jaar
	R-schepen	N-schepen	aantal aanvaringen per jaar	aanvaringen eens in de .. Jaar	fractie moeilijk door wind-park	fractie met kleine afstand	extra factor voor kans op aanvaring gegeven een ontmoeting	
Tussen twee routegebond en schepen	0.0198	0	0.0099	101	0% (W) 100% (O)	10%	3	847
Een routegebonden schip met een niet-routegebonden schip	0.0102	0.0102	0.0102	98	25%	20%	2.25	1572
Tussen twee niet-routegebonden schepen	0	0.0086	0.0043	234	25%	20%	1.5	9348
Totaal			0.0243	41				520

Tabel 4-16 *Risico en extra risico voor kruisend verkeer*

Conclusie

De schatting resulteert in een extra aanvaring door het windpark eens in de 520 jaar. De betrouwbaarheid van dit resultaat is niet groot omdat de gebruikte factoren en aannames arbitrair zijn, maar het toont wel aan dat de extra kans op een aanvaring klein is.

5 MAATREGELEN

5.1 Gebruik van AIS

Sinds 1 januari 2005 hebben alle schepen boven 300 GT (ongeveer 55 m) een AIS-transponder (Automatic Identification System), die de positie van het schip continu uitzendt. In de buurt varende schepen kunnen deze signalen ontvangen en hiermee is de positie, koers en snelheid van het andere schip bekend.

AIS, mits geïntegreerd in de navigatiehulpmiddelen op de scheepsbrug, biedt dan ook extra mogelijkheden om het kruisende schip vroegtijdig te zien. Te meer daar AIS niet verstoord wordt door het windpark. De verwachting is dat AIS, vooral wanneer AIS wordt geïntegreerd in de navigatiehulpmiddelen op de scheepsbrug de veiligheid op zee zal bevorderen. De verwachting is dat daardoor de kans dat een schip tegen een windturbine aanvaart (rammen) zal afnemen met 20%. Deze reductie volgt uit het SAFESHIP-project en de harmonisatie van de aannamen ten behoeve van veiligheidsstudies voor windparken voor de Duitse autoriteiten.

Het is de verwachting dat in de toekomst steeds meer kleinere schepen, waaronder vissers, met een AIS-transponder gaan varen, waardoor het probleem van kruisende scheepvaart steeds minder groot wordt.

Door AIS zal de kans op een aandrijving niet veranderen. Een hele kleine (eerder theoretische) reductie wordt verwacht doordat een te hulp geroepen sleepboot de positie van de drifter beter kent en ook doordat men met de AIS-data sneller in staat is de dichtstbijzijnde sleepboot naar de drifter te sturen.

5.2 Inzet van De Waker

Zoals uit de berekeningen volgt, geeft aandrijven het grootste risico. Een aandrijving, als gevolg van een storing in de voortstuwing, wordt voorkomen wanneer het schip voor anker kan gaan of de storing op tijd verholpen wordt. Met deze processen is in de berekening rekening gehouden.

Een derde mogelijkheid waardoor de storing niet tot een aandrijving leidt is wanneer de drifter vroegtijdig wordt opgevangen door een sleepboot. De Waker is een sleepboot van de overheid die naar een drifter wordt gestuurd zodra er een melding binnenkomt bij de Kustwacht. De Waker kan dus een aandrijving voorkomen wanneer het schip de drifter kan bereiken voordat een windturbine wordt geraakt. De reductie van het aantal aandrijvingen hangt sterk af van de positie van De Waker op het moment van de melding. De thuishaven van de Waker is Den Helder en bij windkracht vanaf 5 Beaufort ligt de Waker op wacht in het Texel verkeersscheidingsstelsel.

De plaats van De Waker bij het verkeersscheidingsstelsel is echter gebaseerd op het huidige gevaar van een drifter met het oog op de offshore olie- en gasplatforms. Wanneer er veel windparken gebouwd gaan worden zou de positie van De Waker bij slecht weer kunnen veranderen. Om deze reden is De Waker niet in de standaardberekening opgenomen.

Om een inschatting te maken van het effect van de aanwezigheid van De Waker op de aanvaarfrequenties van het windpark, is een korte aanvullende berekening gemaakt waarbij de inzet van De Waker vanuit Den Helder (bij 0-4 Bft) of het verkeersscheidingsstelsel (vanaf 5 Bft) is meegenomen. De Waker reduceert alleen het

aantal aandrijvingen. In Tabel 5-1 zijn de aandrijffrequenties met en zonder De Waker naast elkaar gezet.

	aandrijffrequentie		Procentuele verandering als gevolg van de aanwezigheid waker
	Zonder de Waker	Met de Waker	
3 MW	0.042149	0.020964	-50.26%
4.5 MW	0.028414	0.014198	-50.03%

Tabel 5-1 Aandrijffrequenties voor het windpark met en zonder de inzet van De Waker.

De Waker reduceert het aantal aandrijvingen met ruim 50%. Deze 50% loopt op tot 70% voor een windpark vlakbij de positie van De Waker bij een windkracht vanaf 5 Beaufort.

Wanneer zeer veel windparken op de Noordzee gebouwd gaan worden zal de meest gunstige locatie voor De Waker waarschijnlijk opnieuw bepaald worden, waardoor de berekende reductie zou kunnen veranderen. Ook is het mogelijk dat meerdere ETV's (Emergency Towing Vessels) zullen worden ingezet.

5.3 Autonome ontwikkeling uitstroom van olie

Voor het bepalen van de kans op een uitstroom van olie is gebruik gemaakt van de schadematrix die is samengesteld uit het onderzoek uitgevoerd voor het Near Shore Windpark. Dit is een "worst case" benadering. Wanneer nu de kans op een olie-uitstroom en de hoeveelheid uitstroom een belemmering zou vormen voor het al dan niet bouwen van offshore windparken dan verdient deze schadematrix verdere aandacht.

De volgende kanttekeningen kunnen bij deze modellering worden gemaakt:

- De uitstroom van ladingolie en bunkerolie kan optreden nadat een schip groter dan 1000 GT tegen een windturbine aandrijft en er een gat in de scheepshuid wordt aangenomen. In de praktijk zal de windturbine niet vol (centraal) geraakt worden maar met de voor- of achterkant van het schip, waardoor een deel van de botsingsenergie wordt omgezet in een rotatie van het schip.
- Het gebruik van een monopaal zonder uitsteeksels (een aanvaringsvriendelijke monopaal) zal minder vaak tot een gat in de scheepshuid leiden dan een tripod of een monopaal met een platform met andere attributen.
- Bij het bepalen van de uitstroom van ladingolie is uitgegaan van enkelwandige olietankers. De praktijk, autonome ontwikkeling, is dat deze enkelwandige olietankers uitgefaseerd worden en worden vervangen door dubbelwandige tankers. De kans dat er een gat in een ladingtank zal ontstaan bij een aandrijving van een windturbine is bij een dubbelwandige tanker kleiner. Dit betoog gaat niet op voor de kans op een uitstroom van bunkerolie omdat de meeste andere schepen niet dubbelwandig zijn uitgevoerd en de brandstoftank dus meestal enkelwandig is uitgevoerd. Dit betekent dat vooral de kans en hoeveelheid uitstroom van ladingolie minder zal zijn dan met het huidige model wordt berekend. De frequentie voor de uitstroom van bunkerolie zal niet veel afnemen.

In studies voor Duitse en Deense windparken wordt door de Germanischer Lloyd AG aangenomen dat iedere aandrijving en aanvaring leidt tot een gat in de scheepshuid met daaruit mogelijk een uitstroom. Det Norske Veritas veronderstelt alleen een mogelijke uitstroom na een aandrijving, maar laat niet iedere aandrijving tot een uitstroom leiden. Dit lijkt op de aanname zoals in de NSW-schadematrix (Tabel 3-1) is verwerkt, waarin iedere aandrijving van een schip boven 1000 GT tot een gat leidt, maar of dit vervolgens ook tot een uitstroom leidt hangt af van waar het schip wordt geraakt, of het een lading of ballasttank betreft en of het schip geladen is.

Door de technische universiteit Hamburg-Harburg zijn er ook berekeningen uitgevoerd waarbij is aangetoond dat er geen gat zal ontstaan in de ladingtank bij een dubbelwandig schip.

Conclusie

Gezien de ontbrekende praktijkgevallen blijft een conservatieve benadering van de olie-uitstroom gewenst. Wel mag geconcludeerd worden dat de uitstroom van ladingolie door de invoering van de dubbelwandige tankers bij aandrijvingen van windturbines beduidend minder kan zijn dan met de huidige worst case NSW-schadematrix wordt berekend.

5.4 Mitigerende maatregelen bij kruisend verkeer

Afstand vergroten

De meest effectieve maatregel is om de afstand van het passerende verkeer tot het windpark te vergroten. De wettelijke afstand is 500 meter. Het plaatsen van een boei op grotere afstand helpt niet, omdat de scheepvaart in de praktijk aan weerszijden van een boei passeert indien er niet werkelijk gevaar dreigt. Een andere manier om de afstand tot het passerende verkeer te vergroten is:

- het park kleiner te maken;
- het instellen van "traffic lanes" (verkeersstelsels) bij het windpark.

De eerste maatregel helpt alleen wanneer het verkeer door de meest waarschijnlijke verkeersafwikkeling op basis van herkomst en bestemming dan verder van het windpark passeert, maar niet wanneer het verkeer met een kleiner wordend windpark mee schuift. Voor Rijnveld Noord/Oost betekent dit dat de eerste optie beperkt helpt, omdat een deel van de verkeersstromen mee schuiven wanneer er aan de noordzijde een rij turbines wordt gehaald. De maatregel helpt wel wanneer aan de oostzijde een rij turbines wordt weggehaald, omdat de zuid gaande verkeersstroom aan de oostzijde van het park, die aansluit op het verkeersscheidingsstelsel bij Rotterdam, niet zal veranderen door het weghalen van de rij turbines. De maatregel geldt minder voor niet-routegebonden schepen die vlak langs het park zullen blijven varen.

Voor de tweede optie zal niet zo gauw gekozen worden omdat men internationaal het aantal verplichte verkeersstelsels zo klein mogelijk wil houden. Er moet dus een goede reden zijn om ergens een stelsel in te voeren om het bij de IMO te kunnen verantwoorden. Het instellen van een verplicht stelsel nabij een windpark lijkt daarom geen reële optie.

6 CONCLUSIES

Tabel 6-1 is het meest illustratief voor de keuze van de variant. De variant met de 4.5 MW turbines is het meest gunstig. Om een zo hoog mogelijk rendement per oppervlakte te behalen is een inrichting met zoveel mogelijk 4.5 MW turbines het meest aantrekkelijk.

Bij de keuze van zoveel mogelijk 4.5 MW turbines in Rijnveld Noord/Oost of een andere locatie moet de absolute veiligheid of de veiligheid per MWh voor Rijnveld Noord/Oost vergeleken worden met die van andere locaties (met behulp van Tabel 6-2)

Inrichtingsvariant Rijnveld Noord + Rijnveld Oost	Oppervlakte [km ²]	Energie opbrengst [MWh]	Aantal turbines	Aantal aanvaringen (rammen) per jaar		Aantal aandrijvingen (driften) per jaar		Totaal aantal per jaar
				R- schepen	N- schepen	R- schepen	N- schepen	
3 MW	25.14	837360	72	0.011148	0.004636	0.038915	0.003234	0.057933
4.5 MW	27.53	893000	47	0.008309	0.003563	0.026193	0.002221	0.040286

Tabel 6-1 *Verwachte aantal aanvaringen/aandrijvingen per jaar voor de beschouwde inrichtingsvarianten*

Inrichtingsvariant Rijnveld Noord + Rijnveld Oost	Oppervlakte [km ²]	Energie opbrengst [MWh]	Aantal turbines	Aantal aanvaringen (rammen) per jaar / MWh		Aantal aandrijvingen (driften) per jaar / MWh		Totaal per jaar / MWh
				R- schepen	N- schepen	R- schepen	N- schepen	
3 MW	25.14	837360	72	1.33E-08	5.54E-09	4.65E-08	3.86E-09	6.92E-08
4.5 MW	27.53	893000	47	9.30E-09	3.99E-09	2.93E-08	2.49E-09	4.51E-08

Tabel 6-2 *Verwachte aantal aanvaringen/aandrijvingen per jaar per MWh voor de beschouwde inrichtingsvarianten*

De kans op persoonlijk letsel bij een aanvaring en aandrijving is bijzonder klein. Er wordt dan ook ruimschoots aan de criteria voor het extern risico, zowel het individueel als het groepsrisico, voldaan.

Voor bunkerolie en ladingolie samen is de kans op een uitstroom in de EEZ toegenomen met 0.51% voor de 3 MW variant.

De sleepboot De Waker kan een deel van de aandrijvingen voorkomen. Voor de huidige locatie op zee van De Waker nabij het Texel-verkeersscheidingsstelsel bij windkracht vanaf 5 Bft kan 50% van het aantal aandrijvingen worden voorkomen.

De gemodelleerde uitstroom van olie is een worst case benadering. Doordat het percentage tankers met een dubbele huid toeneemt, zal de kans op een uitstroom van olie na een aandrijving met een windturbine afnemen.

REFERENTIES

- [1] C. van der Tak, J.H. de Jong
Safety Management Assessment Ranking Tool (SMART)
8th International Symposium on Vessel Traffic Services 1996

- [2] W.E. Walker, M. Pöyhönen, C. van der Tak, J.H. de Jong
POLSSS - Policy for Sea Shipping Safety, Executive Summary
RAND Europe and MARIN, December 1998

- [3] J. Barentse
Nadere toelichting: Gevolgen van aanvaringen door de windturbine-installatie
Jacobs Comprimo Nederland, juli 2000

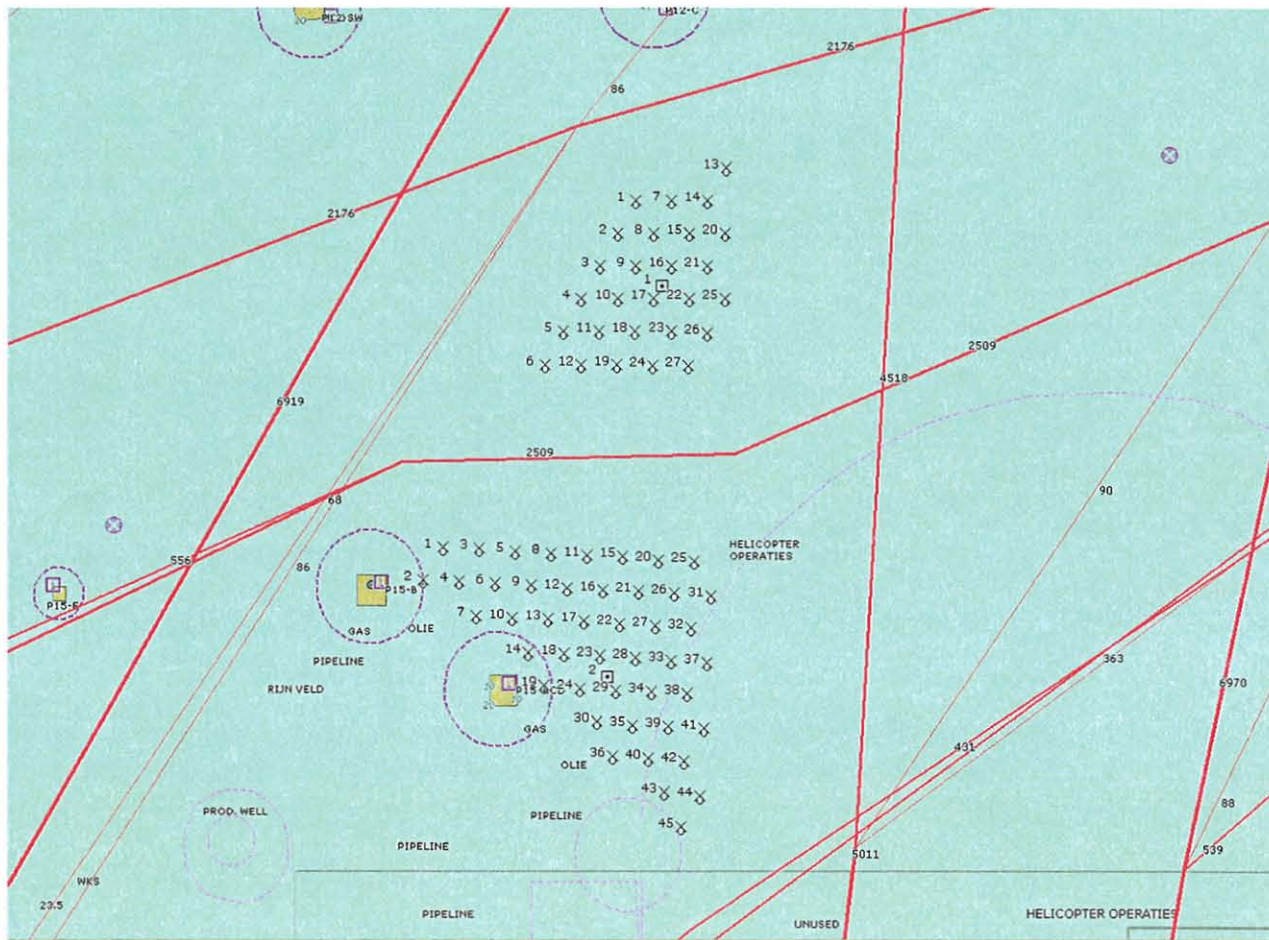
- [4] C. van der Tak
Effecten van ruimteclaims in de Noordzee op de scheepvaart
MARIN, nr 16498.620/2, november 2001

- [5] Y. Koldenhof, C. van der Tak
Risico vervoer (milieu)gevaarlijke stoffen op zee
MARIN, juli 2004

- [6] Kamerstuk 24611; vergaderjaar 1995-1996
Risico-normering vervoer gevaarlijke stoffen

APPENDIX A1:

Resultaten windpark Rijnveld Noord/Oost; 27 turbines van 3 MW in Rijnveld Noord en 45 windturbines van 3 MW in Rijnveld Oost (+ 2 High Voltage Stations)



Figuur A1-1 Windpark Rijnveld Noord/Oost, basis variant met 72 windturbines van 3 MW

Windturbine	Positie		Rammen		Driften		Totaal	Eens in de ... jaar
	Easting	Northing	R-schepen	N-schepen	R-schepen	N-schepen		
001.RV_N_3.0MW	5222.3	351.3	0.000343	0.000082	0.000592	0.000046	0.001063	941
002.RV_N_3.0MW	5222.0	351.0	0.000312	0.000082	0.000589	0.000045	0.001028	972
003.RV_N_3.0MW	5221.7	350.7	0.000332	0.000082	0.000587	0.000044	0.001044	958
004.RV_N_3.0MW	5221.3	350.3	0.000318	0.000080	0.000590	0.000043	0.001031	970
005.RV_N_3.0MW	5221.0	350.0	0.000327	0.000082	0.000600	0.000043	0.001052	951
006.RV_N_3.0MW	5220.7	349.7	0.000352	0.000083	0.000607	0.000042	0.001083	923
007.RV_N_3.0MW	5222.3	352.0	0.000229	0.000064	0.000572	0.000045	0.000909	1100
008.RV_N_3.0MW	5222.0	351.6	0.000155	0.000032	0.000560	0.000042	0.000789	1268
009.RV_N_3.0MW	5221.7	351.3	0.000143	0.000030	0.000557	0.000042	0.000772	1295
010.RV_N_3.0MW	5221.3	351.0	0.000144	0.000028	0.000558	0.000042	0.000772	1295
011.RV_N_3.0MW	5221.0	350.6	0.000118	0.000028	0.000559	0.000041	0.000746	1340
012.RV_N_3.0MW	5220.7	350.3	0.000279	0.000081	0.000583	0.000042	0.000986	1015
013.RV_N_3.0MW	5222.7	352.9	0.000341	0.000135	0.000575	0.000047	0.001098	911
014.RV_N_3.0MW	5222.3	352.6	0.000198	0.000067	0.000560	0.000045	0.000869	1151
015.RV_N_3.0MW	5222.0	352.3	0.000139	0.000034	0.000549	0.000043	0.000766	1306
016.RV_N_3.0MW	5221.7	352.0	0.000092	0.000017	0.000543	0.000042	0.000694	1440
017.RV_N_3.0MW	5221.3	351.6	0.000082	0.000012	0.000537	0.000041	0.000672	1489
018.RV_N_3.0MW	5221.0	351.3	0.000130	0.000030	0.000550	0.000042	0.000751	1331
019.RV_N_3.0MW	5220.7	351.0	0.000265	0.000084	0.000564	0.000043	0.000956	1046
020.RV_N_3.0MW	5222.0	352.9	0.000266	0.000134	0.000563	0.000047	0.001010	990
021.RV_N_3.0MW	5221.7	352.6	0.000184	0.000067	0.000551	0.000045	0.000846	1182
022.RV_N_3.0MW	5221.3	352.3	0.000138	0.000040	0.000545	0.000043	0.000767	1304
023.RV_N_3.0MW	5221.0	352.0	0.000128	0.000036	0.000544	0.000042	0.000751	1331
024.RV_N_3.0MW	5220.7	351.6	0.000230	0.000087	0.000560	0.000044	0.000920	1087
025.RV_N_3.0MW	5221.3	352.9	0.000276	0.000134	0.000567	0.000047	0.001024	976
026.RV_N_3.0MW	5221.0	352.6	0.000294	0.000119	0.000568	0.000046	0.001027	974
027.RV_N_3.0MW	5220.6	352.3	0.000311	0.000104	0.000567	0.000045	0.001027	974
OHVS 1.RV_N_3.0	5221.5	351.8	0.000130	0.000042	0.000651	0.000069	0.000891	1122
001.RV_O_3.0MW	5218.8	347.9	0.000331	0.000088	0.000609	0.000039	0.001066	938
002.RV_O_3.0MW	5218.5	347.6	0.000288	0.000087	0.000604	0.000039	0.001018	982
003.RV_O_3.0MW	5218.8	348.5	0.000230	0.000087	0.000576	0.000039	0.000933	1072
004.RV_O_3.0MW	5218.5	348.2	0.000125	0.000041	0.000559	0.000039	0.000763	1311
005.RV_O_3.0MW	5218.8	349.2	0.000200	0.000089	0.000552	0.000040	0.000880	1136
006.RV_O_3.0MW	5218.4	348.8	0.000078	0.000030	0.000533	0.000038	0.000677	1476
007.RV_O_3.0MW	5218.1	348.5	0.000081	0.000064	0.000532	0.000039	0.000716	1396
008.RV_O_3.0MW	5218.7	349.8	0.000217	0.000089	0.000538	0.000041	0.000884	1131
009.RV_O_3.0MW	5218.4	349.5	0.000055	0.000030	0.000516	0.000039	0.000640	1563
010.RV_O_3.0MW	5218.1	349.1	0.000042	0.000029	0.000510	0.000039	0.000620	1614
011.RV_O_3.0MW	5218.7	350.5	0.000181	0.000088	0.000526	0.000041	0.000837	1195
012.RV_O_3.0MW	5218.4	350.1	0.000063	0.000030	0.000504	0.000039	0.000636	1571
013.RV_O_3.0MW	5218.1	349.7	0.000027	0.000012	0.000493	0.000039	0.000571	1752
014.RV_O_3.0MW	5217.7	349.4	0.000028	0.000046	0.000489	0.000040	0.000602	1661
015.RV_O_3.0MW	5218.7	351.1	0.000191	0.000089	0.000520	0.000042	0.000842	1187
016.RV_O_3.0MW	5218.4	350.8	0.000062	0.000031	0.000498	0.000040	0.000631	1585
017.RV_O_3.0MW	5218.1	350.4	0.000024	0.000009	0.000486	0.000040	0.000558	1792
018.RV_O_3.0MW	5217.7	350.0	0.000023	0.000020	0.000480	0.000041	0.000564	1774
019.RV_O_3.0MW	5217.4	349.7	0.000015	0.000074	0.000475	0.000043	0.000606	1649
020.RV_O_3.0MW	5218.7	351.7	0.000210	0.000093	0.000514	0.000043	0.000860	1163
021.RV_O_3.0MW	5218.4	351.4	0.000089	0.000033	0.000493	0.000041	0.000657	1522
022.RV_O_3.0MW	5218.0	351.0	0.000036	0.000010	0.000476	0.000040	0.000563	1777
023.RV_O_3.0MW	5217.7	350.7	0.000024	0.000009	0.000473	0.000041	0.000546	1831
024.RV_O_3.0MW	5217.4	350.3	0.000019	0.000033	0.000470	0.000041	0.000563	1776
025.RV_O_3.0MW	5218.7	352.3	0.000291	0.000115	0.000515	0.000045	0.000966	1036
026.RV_O_3.0MW	5218.3	352.0	0.000107	0.000038	0.000488	0.000043	0.000676	1479
027.RV_O_3.0MW	5218.0	351.7	0.000049	0.000017	0.000473	0.000041	0.000581	1723
028.RV_O_3.0MW	5217.7	351.3	0.000029	0.000009	0.000466	0.000041	0.000545	1835
029.RV_O_3.0MW	5217.4	350.9	0.000025	0.000015	0.000462	0.000042	0.000544	1837
030.RV_O_3.0MW	5217.0	350.6	0.000022	0.000054	0.000461	0.000044	0.000582	1719
031.RV_O_3.0MW	5218.3	352.6	0.000265	0.000123	0.000507	0.000046	0.000940	1064
032.RV_O_3.0MW	5218.0	352.3	0.000122	0.000062	0.000481	0.000044	0.000710	1409

Windturbine	Positie		Rammen		Driften		Totaal	Eens in de ... jaar
	Easting	Northing	R-schepen	N-schepen	R-schepen	N-schepen		
033.RV_O_3.0MW	5217.7	352.0	0.000066	0.000032	0.000470	0.000044	0.000613	1632
034.RV_O_3.0MW	5217.3	351.6	0.000037	0.000017	0.000461	0.000043	0.000558	1792
035.RV_O_3.0MW	5217.0	351.2	0.000034	0.000027	0.000459	0.000044	0.000564	1774
036.RV_O_3.0MW	5216.7	350.9	0.000038	0.000091	0.000455	0.000047	0.000631	1585
037.RV_O_3.0MW	5217.6	352.6	0.000183	0.000121	0.000483	0.000047	0.000834	1199
038.RV_O_3.0MW	5217.3	352.2	0.000097	0.000062	0.000475	0.000045	0.000678	1474
039.RV_O_3.0MW	5217.0	351.9	0.000057	0.000034	0.000463	0.000045	0.000599	1669
040.RV_O_3.0MW	5216.7	351.5	0.000054	0.000045	0.000459	0.000046	0.000605	1653
041.RV_O_3.0MW	5217.0	352.5	0.000178	0.000120	0.000482	0.000048	0.000828	1207
042.RV_O_3.0MW	5216.6	352.1	0.000101	0.000067	0.000473	0.000048	0.000689	1452
043.RV_O_3.0MW	5216.3	351.8	0.000092	0.000098	0.000471	0.000050	0.000711	1407
044.RV_O_3.0MW	5216.3	352.4	0.000203	0.000145	0.000492	0.000051	0.000891	1122
045.RV_O_3.0MW	5216.0	352.1	0.000165	0.000200	0.000486	0.000053	0.000903	1107
OHVS 1.RV_O_3.0	5217.5	350.8	0.000039	0.000039	0.000562	0.000068	0.000709	1411
Totaal per jaar			0.011148	0.004636	0.038915	0.003234	0.057933	17
Dit is eens in .. jaar			90	216	26	309	17	
Rijnveld Noord								
Totaal per jaar			0.006255	0.001898	0.015944	0.001248	0.025345	39
Dit is eens in .. jaar			160	527	63	801	39	
Rijnveld Oost								
Totaal per jaar			0.004893	0.002738	0.022971	0.001986	0.032588	31
Dit is eens in .. jaar			204	365	44	503	31	

Tabel A1-1

Locatie met aanvaar/aandrijfkans per turbine (incl. High Voltage Station)

Scheepstype	Rammen		Driften		Totaal	
	Aantal per jaar	Eens in de ... jaar	Aantal per jaar	Eens in de ... jaar	Aantal per jaar	Eens in de ... jaar
Routegebonden	0.011140	90	0.038920	26	0.050060	20
Niet-routegebonden	0.004636	216	0.003234	309	0.007870	127
Totaal	0.015776	63	0.042154	24	0.057930	17

Tabel A1-2 Totaal aantal aanvaringen/aandrijvingen voor Rijnveld Noord/Oost, 3 MW variant (incl High Voltage Station).

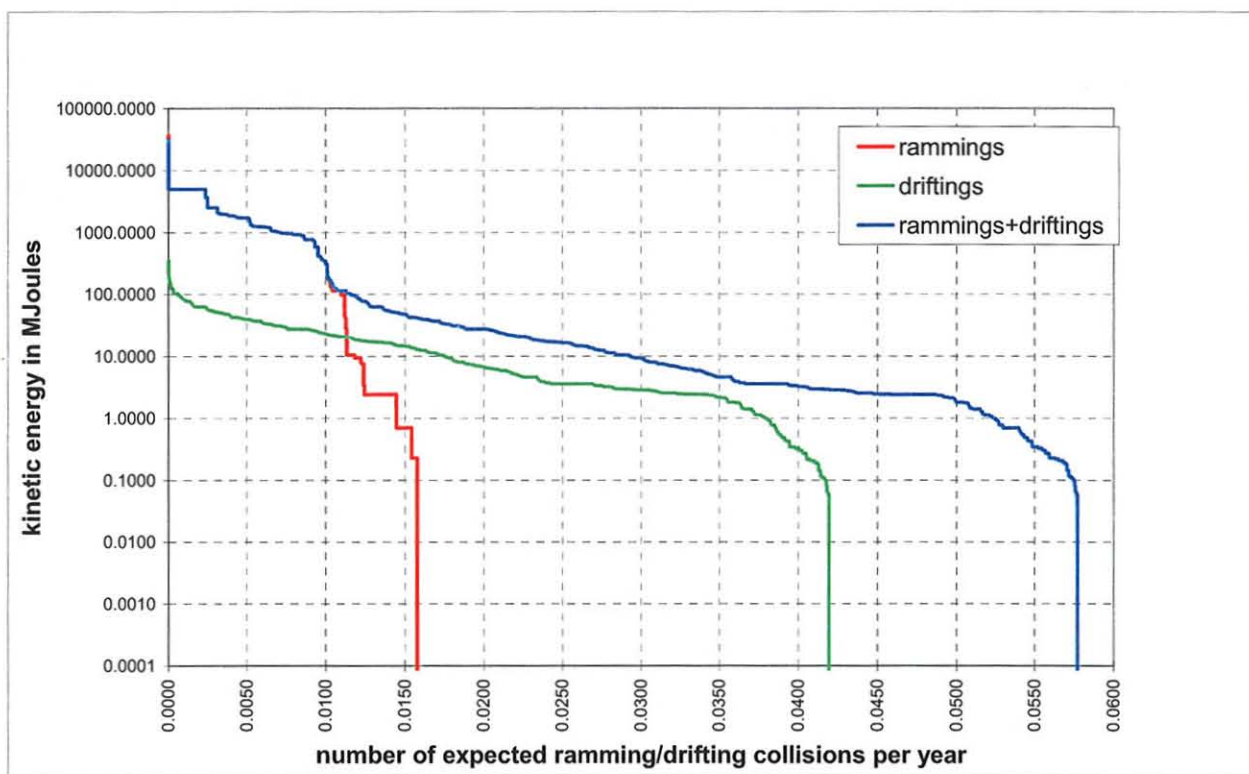
Scheepstype	Soort schade			Totaal
	GosMos ³	schade aan scheepshuid	geen schade	
Olietanker	0.000066	0.002815	0.000684	0.003565
Chemicaliën tanker	0.000093	0.005060	0.001007	0.006160
Gastanker	0.000006	0.000870	0.000073	0.000949
Container+ RoRo	0.000452	0.010192	0.004221	0.014865
Ferry	0.000022	0.000224	0.000251	0.000497
Overige R-schepen	0.000385	0.018642	0.004998	0.024024
N-schepen	0.000006	0.000015	0.007849	0.007870
Totaal	0.001029	0.037818	0.019083	0.057930

Tabel A1-3 Kans op een bepaalde schade soort veroorzaakt door de verschillende scheepstypen.

Schade aan turbine	Rammen				Driften		Totaal		Aantal per jaar	Eens in de ... jaar
	frontaal		Schampen		R-schepen	N-schepen	R-schepen	N-schepen		
	R-schepen	N-schepen	R-schepen	N-schepen						
Geen	0.000000	0.000428	0.000000	0.004023	0.003714	0.003219	0.003714	0.007670	0.011384	88
Scheef	0.000001	0.000019	0.000065	0.000051	0.018829	0.000015	0.018894	0.000085	0.018980	53
Omvallen	0.001003	0.000015	0.009050	0.000093	0.016372	0.000000	0.026426	0.000108	0.026534	38
GosMos ¹	0.000111	0.000001	0.000913	0.000005	0.000000	0.000000	0.001024	0.000006	0.001030	971
Totaal	0.001115	0.000464	0.010028	0.004172	0.038915	0.003234	0.050058	0.007870	0.057928	17

Tabel A1-4 Schade aan het totale windpark.

³ Gondel en mastdeel valt op schip na plastische vervorming



Figuur A1-2 Totale aanvaringsfrequentie per jaar boven een bepaald kinetisch energieniveau (routegebonden en niet-routegebonden verkeer)

Kinetische energie in MJ	Rammen			Driften			Totaal		
	R-schepen	N-schepen	Totaal	R-schepen	N-schepen	Totaal	R-schepen	N-schepen	Totaal
<1	0.0%	2.3%	2.3%	1.6%	5.5%	7.2%	1.6%	7.8%	9.5%
1-3	0.0%	3.5%	3.5%	15.1%	0.1%	15.2%	15.1%	3.6%	18.7%
3-5	0.0%	0.1%	0.1%	12.2%	0.0%	12.2%	12.2%	0.1%	12.3%
5-10	0.0%	0.9%	0.9%	7.9%	0.0%	7.9%	7.9%	0.9%	8.9%
10-15	0.0%	0.9%	0.9%	5.3%	0.0%	5.3%	5.3%	0.9%	6.1%
15-50	0.1%	0.1%	0.2%	19.1%	0.0%	19.1%	19.2%	0.1%	19.3%
50-100	0.4%	0.0%	0.4%	4.9%	0.0%	4.9%	5.3%	0.0%	5.3%
100-200	1.3%	0.2%	1.5%	1.0%	0.0%	1.0%	2.3%	0.2%	2.5%
>200	17.4%	0.0%	17.4%	0.0%	0.0%	0.0%	17.4%	0.0%	17.4%
Totaal	19.2%	8.0%	27.2%	67.2%	5.6%	72.8%	86.4%	13.6%	100.0%

Tabel A1-5 Verdeling aanvaar en aandrijfkansen over de scheepstypen en energieklassen voor alle windturbines.

Uitstroom van bunkerolie in m ³	Windpark Rijnveld Noord/Oost; inrichtingvariant 3 MW		
	Frequentie	Eens in de jaar	Gemiddelde uitstroom per jaar in m ³
0.01-20	0.000013	75619	0.000
20-150	0.000702	1425	0.056
150-750	0.000989	1011	0.363
750-3000	0.000314	3185	0.455
3000-10000	0.000006	165015	0.022
Totaal	0.002024	494	0.896

Tabel A1-6 Frequentie en volume van een uitstroom van bunkerolie als gevolg van een aandrijving van een windturbine.

Uitstroom van ladingolie in m ³	Windpark Rijnveld Noord/Oost; inrichtingvariant 3 MW		
	Frequentie	Eens in de jaar	Gemiddelde uitstroom per jaar in m ³
20-150	0.000000		0.000
150-750	0.000109	9143	0.056
750-3000	0.000128	7783	0.312
3000-10000	0.000267	3744	1.416
10000-30000	0.000035	28784	0.539
30000-100000	0.000001	1160571	0.027
Totaal	0.000541	1850	2.350

Tabel A1-7 Frequentie en volume van een uitstroom van ladingolie als gevolg van een aandrijving van een windturbine.

Windpark Rijnveld Noord/Oost; inrichtingvariant 3 MW	Bunkerolie			Ladingolie			Totaal
	Frequentie	Eens in de jaar	Gemiddelde uitstroom per jaar in m ³	Frequentie	Eens in de jaar	Gemiddelde uitstroom per jaar in m ³	Eens in de ... jaar
Verkeer 2004	0.002024	494	0.896	0.000541	1850	2.350	390

Tabel A1-8 Uitstroom van ladingolie en bunkerolie als gevolg van een aandrijving met een windturbine.

Ecologische risico-indicator	Verkeer 2004
Zeer hoog ecologisch risico	0.000051
Hoog ecologisch risico	0.000015
Gemiddeld ecologische risico	0.000029
Gering ecologisch risico	0.000086
Verwaarloosbaar ecologische risico	0.000166
Totaal	0.000347
Eens in de ... jaar	2880

Tabel A1-9 *Frequentie van uitstroom van chemicaliën als gevolg van een aandrijving van een windturbine.*

Scheepstype	Aanvaringstype Aantal per jaar		Samen eens in de ...jaar	Directe doden		Groepsrisico Eens in de ... jaar meer dan 10 doden
	Frontaal	Schampen		Gemiddeld aantal doden per keer	Gemiddeld aantal doden per jaar	
Olietanker	0.000007	0.000059	15264	0.83	0.000054	
Chemicaliën tanker	0.000010	0.000083	10741	0.89	0.000083	10741
Gastanker	0.000001	0.000005	167224	0.81	0.000005	167224
Container + RoRo	0.000047	0.000406	2210	3.00	0.001358	
Ferry	0.000002	0.000019	46136	29.50	0.000639	46136
Overige R-schepen	0.000044	0.000341	2601	0.79	0.000305	
N-schepen	0.000001	0.000005		0.00	0.000001	
Totaal	0.000112	0.000917	971	2.38	0.002445	8281

Tabel A1-10 *Overlijdensrisico bij aanvaren en aandrijven van een windturbine waarbij de mast met gondel op het schip valt.*

nr	Windpark	Aantal turbines	Totaal MW	Aantal aanvaringen (rammen) per jaar		Aantal aandrijvingen (driften) per jaar		Totaal per jaar	Kans op uitstroom per jaar	Kans op uitstroom per jaar per 1000 MW
				R-schepen	N-schepen	R-schepen	N-schepen			
1	3 MW	72	259	0.0111	0.0046	0.0389	0.0032	0.0579	0.0026	0.0099
2	Katwijk WEOM	240	720	0.0231	0.0181	0.1040	0.0118	0.1570	0.0070	0.0097
3	Den Haag Noord	189	567	0.1174	0.0089	0.1453	0.0073	0.2790	0.0094	0.0165

Tabel A1-11 *Totaal aantal aanvaringen/aandrijvingen voor het geclusterd scenario; andere parken ingericht met 3 MW turbines in compacte opstelling*

Windpark	Aantal turbines	Totaal MW	Aantal aanvaringen (rammen) per jaar		Aantal aandrijvingen (driften) per jaar		Totaal per jaar	Kans op uitstroom per jaar	Kans op uitstroom per jaar per 1000 MW
			R-schepen	N-schepen	R-schepen	N-schepen			
3 MW	72	259	0.0111	0.0046	0.0389	0.0032	0.0579	0.0026	0.0099
3 MW + Katwijk WEOM	312	979	0.0342	0.0227	0.1430	0.0150	0.2149	0.0096	0.0098
3 MW + Katwijk WEOM + Den Haag Noord	501	1546	0.1516	0.0316	0.2883	0.0224	0.4939	0.0189	0.0122
Gemiddeld per 1000 MW		1000	0.0981	0.0205	0.1864	0.0145	0.3194	0.0122	0.0122

Tabel A1-12 *Cumulatief aantal aanvaringen/aandrijvingen voor het geclusterd scenario; andere parken ingericht met 3 MW turbines in compacte opstelling*

Windpark	Aantal turbines	Totaal MW	Een aanvaring (rammen) eens in .. jaar		Een aandrijving (driften) eens in .. jaar		Totaal eens in .. jaar	Kans op uitstroom eens in .. jaar	Kans op uitstroom per 1000 MW eens in de ... jaar
			R-schepen	N-schepen	R-schepen	N-schepen			
3 MW	72	259	89.7	215.7	25.7	309.2	17.3	389.9	101.1
3 MW + Katwijk WEOM	312	979	29.2	44.1	7.0	66.7	4.7	104.5	102.3
3 MW + Katwijk WEOM + Den Haag Noord	501	1546	6.6	31.6	3.5	44.7	2.0	52.8	81.7
Gemiddeld per 1000 MW		1000	10.2	48.9	5.4	69.2	3.1	81.7	81.7

Tabel A1-13 *Cumulatief, kans op een aanvaring/aandrijving voor het geclusterd scenario in termen van eens in de zoveel jaar; andere parken ingericht met 3 MW turbines in compacte opstelling*

nr	Windpark	Aantal turbines	Totaal MW	Aantal aanvaringen (rammen) per jaar		Aantal aandrijvingen (driften) per jaar		Totaal per jaar	Kans op uitstroom per jaar	Kans op uitstroom per jaar per 1000 MW
				R-schepen	N-schepen	R-schepen	N-schepen			
1	3 MW	72	259	0.0111	0.0046	0.0389	0.0032	0.0579	0.0026	0.0099
2	Katwijk WEOM	144	720	0.0145	0.0125	0.0632	0.0074	0.0975	0.0043	0.0059
3	Den Haag Noord	114	570	0.0740	0.0062	0.0887	0.0046	0.1735	0.0057	0.0100

Tabel A1-14 Totaal aantal aanvaringen/aandrijvingen voor het geclusterd scenario; andere parken ingericht met 5 MW turbines in compacte opstelling

Windpark	Aantal turbines	Totaal MW	Aantal aanvaringen (rammen) per jaar		Aantal aandrijvingen (driften) per jaar		Totaal per jaar	Kans op uitstroom per jaar	Kans op uitstroom per jaar per 1000 MW
			R-schepen	N-schepen	R-schepen	N-schepen			
3 MW	72	259	0.0111	0.0046	0.0389	0.0032	0.0579	0.0026	0.0099
3 MW + Katwijk WEOM	216	979	0.0256	0.0171	0.1021	0.0106	0.1554	0.0068	0.0070
3 MW + Katwijk WEOM + Den Haag Noord	330	1549	0.0996	0.0233	0.1908	0.0152	0.3289	0.0125	0.0081
Gemiddeld per 1000 MW		1000	0.0643	0.0150	0.1232	0.0098	0.2123	0.0081	0.0081

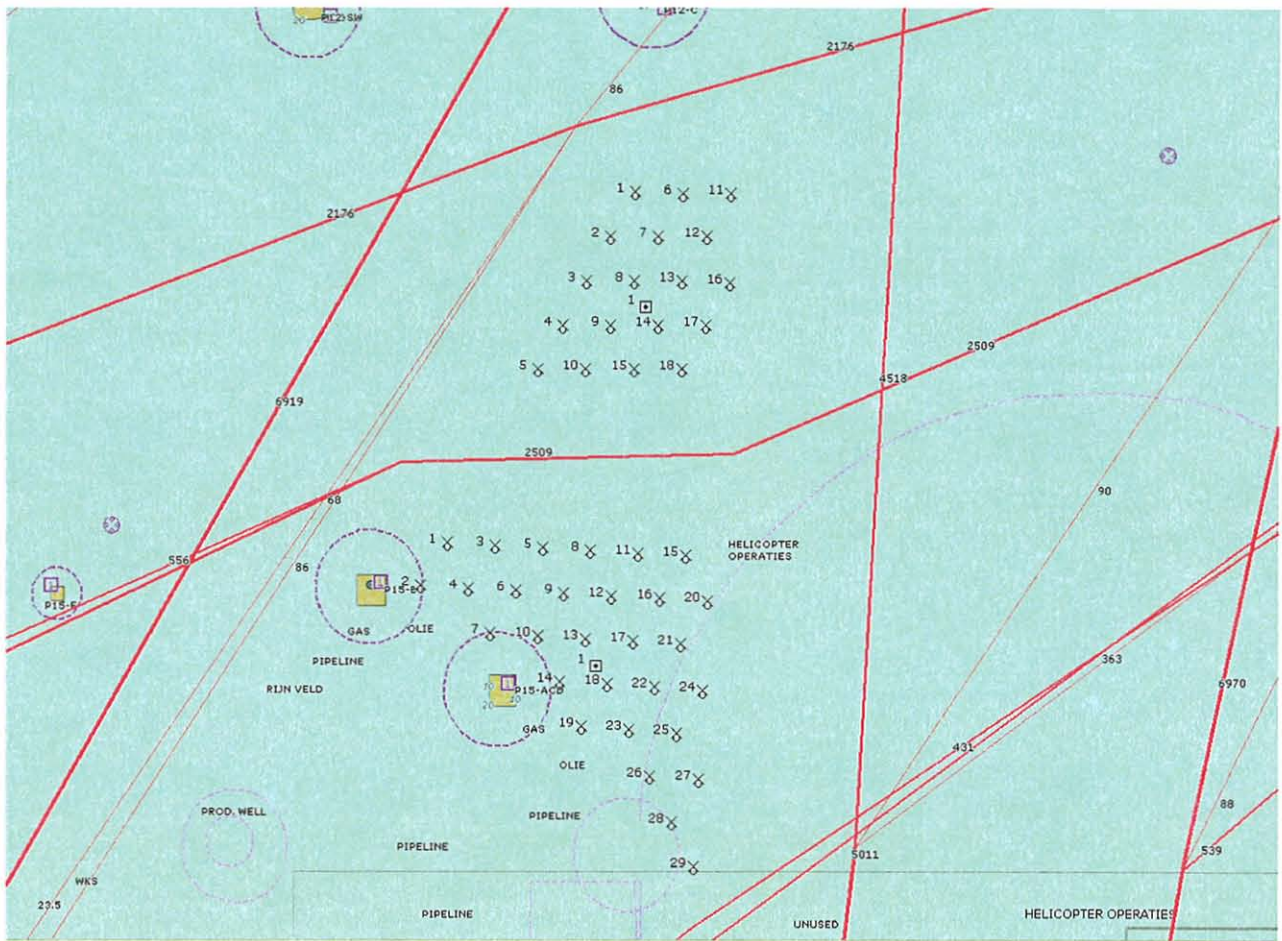
Tabel A1-15 Cumulatief aantal aanvaringen/aandrijvingen voor het geclusterd scenario; andere parken ingericht met 5 MW turbines in compacte opstelling

Windpark	Aantal turbines	Totaal MW	Een aanvaring (rammen) eens in .. jaar		Een aandrijving (driften) eens in .. jaar		Totaal eens in .. jaar	Kans op uitstroom eens in .. jaar	Kans op uitstroom per 1000 MW eens in de ... jaar
			R-schepen	N-schepen	R-schepen	N-schepen			
3 MW	72	259	89.7	215.7	25.7	309.2	17.3	389.9	101.1
3 MW + Katwijk WEOM	216	979	39.0	58.5	9.8	94.4	6.4	146.4	143.4
3 MW + Katwijk WEOM + Den Haag Noord	330	1549	10.0	42.9	5.2	65.7	3.0	79.7	123.5
Gemiddeld per 1000 MW		1000	15.6	66.5	8.1	101.9	4.7	123.5	123.5

Tabel A1-16 Cumulatief, kans op een aanvaring/aandrijving voor het geclusterd scenario in termen van eens in de zoveel jaar; andere parken ingericht met 5 MW turbines in compacte opstelling

APPENDIX A2:

Resultaten windpark Rijnveld Noord/Oost; 18 windturbines van 4.5 MW in Rijnveld Noord en 29 turbines in Rijnveld Oost (+ 2 High Voltage Stations)



Figuur A2-1 Windpark Rijnveld Noord/Oost, variant met 47 windturbines van 4.5 MW

Windturbine	Positie		Rammen		Driften		Totaal	Eens in ... de jaar
	Easting	Northing	R-schepen	N-schepen	R-schepen	N-schepen		
001.RV_N_4.5MW	5222.4	351.3	0.000354	0.000090	0.000598	0.000047	0.001089	918
002.RV_N_4.5MW	5222.0	350.9	0.000325	0.000089	0.000596	0.000046	0.001056	947
003.RV_N_4.5MW	5221.5	350.5	0.000333	0.000089	0.000595	0.000045	0.001063	941
004.RV_N_4.5MW	5221.1	350.0	0.000337	0.000089	0.000606	0.000044	0.001077	929
005.RV_N_4.5MW	5220.6	349.6	0.000369	0.000090	0.000613	0.000043	0.001115	897
006.RV_N_4.5MW	5222.4	352.1	0.000318	0.000108	0.000584	0.000047	0.001057	946
007.RV_N_4.5MW	5222.0	351.7	0.000127	0.000027	0.000557	0.000043	0.000753	1329
008.RV_N_4.5MW	5221.5	351.3	0.000112	0.000023	0.000555	0.000042	0.000733	1364
009.RV_N_4.5MW	5221.1	350.9	0.000106	0.000022	0.000553	0.000043	0.000723	1383
010.RV_N_4.5MW	5220.6	350.5	0.000274	0.000090	0.000583	0.000044	0.000992	1008
011.RV_N_4.5MW	5222.4	353.0	0.000333	0.000151	0.000578	0.000049	0.001112	900
012.RV_N_4.5MW	5221.9	352.6	0.000179	0.000060	0.000554	0.000046	0.000838	1193
013.RV_N_4.5MW	5221.5	352.1	0.000117	0.000030	0.000547	0.000043	0.000737	1357
014.RV_N_4.5MW	5221.1	351.7	0.000110	0.000027	0.000544	0.000043	0.000724	1382
015.RV_N_4.5MW	5220.6	351.3	0.000272	0.000091	0.000565	0.000045	0.000973	1027
016.RV_N_4.5MW	5221.5	353.0	0.000282	0.000151	0.000570	0.000048	0.001051	951
017.RV_N_4.5MW	5221.1	352.6	0.000289	0.000130	0.000571	0.000047	0.001036	965
018.RV_N_4.5MW	5220.6	352.1	0.000311	0.000109	0.000566	0.000046	0.001032	969
OHVS 1.RV_N_4.5	5221.3	351.5	0.000135	0.000038	0.000643	0.000067	0.000883	1133
001.RV_O_4.5MW	5218.9	348.0	0.000336	0.000095	0.000611	0.000039	0.001082	924
002.RV_O_4.5MW	5218.4	347.5	0.000280	0.000095	0.000605	0.000040	0.001020	980
003.RV_O_4.5MW	5218.8	348.8	0.000256	0.000097	0.000573	0.000040	0.000966	1035
004.RV_O_4.5MW	5218.4	348.4	0.000095	0.000032	0.000550	0.000039	0.000715	1398
005.RV_O_4.5MW	5218.8	349.7	0.000242	0.000097	0.000546	0.000041	0.000927	1079
006.RV_O_4.5MW	5218.4	349.2	0.000053	0.000022	0.000521	0.000039	0.000634	1576
007.RV_O_4.5MW	5217.9	348.8	0.000049	0.000056	0.000518	0.000040	0.000664	1506
008.RV_O_4.5MW	5218.8	350.5	0.000193	0.000097	0.000532	0.000042	0.000864	1157
009.RV_O_4.5MW	5218.3	350.1	0.000054	0.000022	0.000503	0.000041	0.000620	1612
010.RV_O_4.5MW	5217.9	349.6	0.000025	0.000018	0.000494	0.000041	0.000578	1730
011.RV_O_4.5MW	5218.8	351.4	0.000213	0.000099	0.000524	0.000043	0.000878	1139
012.RV_O_4.5MW	5218.3	350.9	0.000057	0.000024	0.000493	0.000042	0.000616	1625
013.RV_O_4.5MW	5217.9	350.5	0.000019	0.000005	0.000480	0.000041	0.000545	1835
014.RV_O_4.5MW	5217.4	350.0	0.000018	0.000033	0.000476	0.000042	0.000568	1760
015.RV_O_4.5MW	5218.7	352.2	0.000302	0.000116	0.000521	0.000045	0.000984	1016
016.RV_O_4.5MW	5218.3	351.8	0.000085	0.000028	0.000488	0.000043	0.000644	1553
017.RV_O_4.5MW	5217.9	351.3	0.000033	0.000009	0.000474	0.000042	0.000558	1792
018.RV_O_4.5MW	5217.4	350.8	0.000022	0.000011	0.000468	0.000042	0.000543	1842
019.RV_O_4.5MW	5217.0	350.4	0.000018	0.000061	0.000464	0.000046	0.000589	1699
020.RV_O_4.5MW	5218.3	352.6	0.000256	0.000133	0.000508	0.000047	0.000945	1058
021.RV_O_4.5MW	5217.8	352.1	0.000098	0.000055	0.000480	0.000046	0.000678	1475
022.RV_O_4.5MW	5217.4	351.7	0.000043	0.000023	0.000467	0.000044	0.000577	1735
023.RV_O_4.5MW	5217.0	351.2	0.000031	0.000022	0.000461	0.000045	0.000559	1788
024.RV_O_4.5MW	5217.4	352.5	0.000172	0.000130	0.000485	0.000048	0.000835	1197
025.RV_O_4.5MW	5216.9	352.1	0.000081	0.000056	0.000473	0.000047	0.000656	1523
026.RV_O_4.5MW	5216.5	351.6	0.000055	0.000046	0.000466	0.000048	0.000615	1625
027.RV_O_4.5MW	5216.5	352.4	0.000192	0.000145	0.000494	0.000052	0.000884	1132
028.RV_O_4.5MW	5216.0	352.0	0.000108	0.000125	0.000479	0.000053	0.000764	1308
029.RV_O_4.5MW	5215.6	352.4	0.000212	0.000282	0.000494	0.000059	0.001047	956
OHVS 1.RV_O_4.5	5217.7	350.6	0.000030	0.000023	0.000565	0.000068	0.000686	1459
Totaal per jaar			0.008309	0.003563	0.026193	0.002221	0.040286	25
Dit is eens in .. jaar			120	281	38	450	25	
Rijnveld Noord								
Totaal per jaar			0.004682	0.001505	0.010980	0.000877	0.018044	55
Dit is eens in .. jaar			214	665	91	1140	55	
Rijnveld Oost								
Totaal per jaar			0.003627	0.002058	0.015213	0.001344	0.022242	45
Dit is eens in .. jaar			276	486	66	744	45	

Tabel A2-1

Locatie met aanvaar/aandrijfkans per turbine

Scheepstype	Rammen		Driften		Totaal	
	Aantal per jaar	Eens in de ... jaar	Aantal per jaar	Eens in de ... jaar	Aantal per jaar	Eens in de ... jaar
Routegebonden	0.008300	120	0.026189	38	0.034489	29
Niet-routegebonden	0.003563	281	0.002220	450	0.005783	173
Totaal	0.011863	84	0.028409	35	0.040272	25

Tabel A2-2 Totaal aantal aanvaringen/aandrijvingen voor Rijnveld Noord/Oost, 4.5MW variant (incl High Voltage Station).

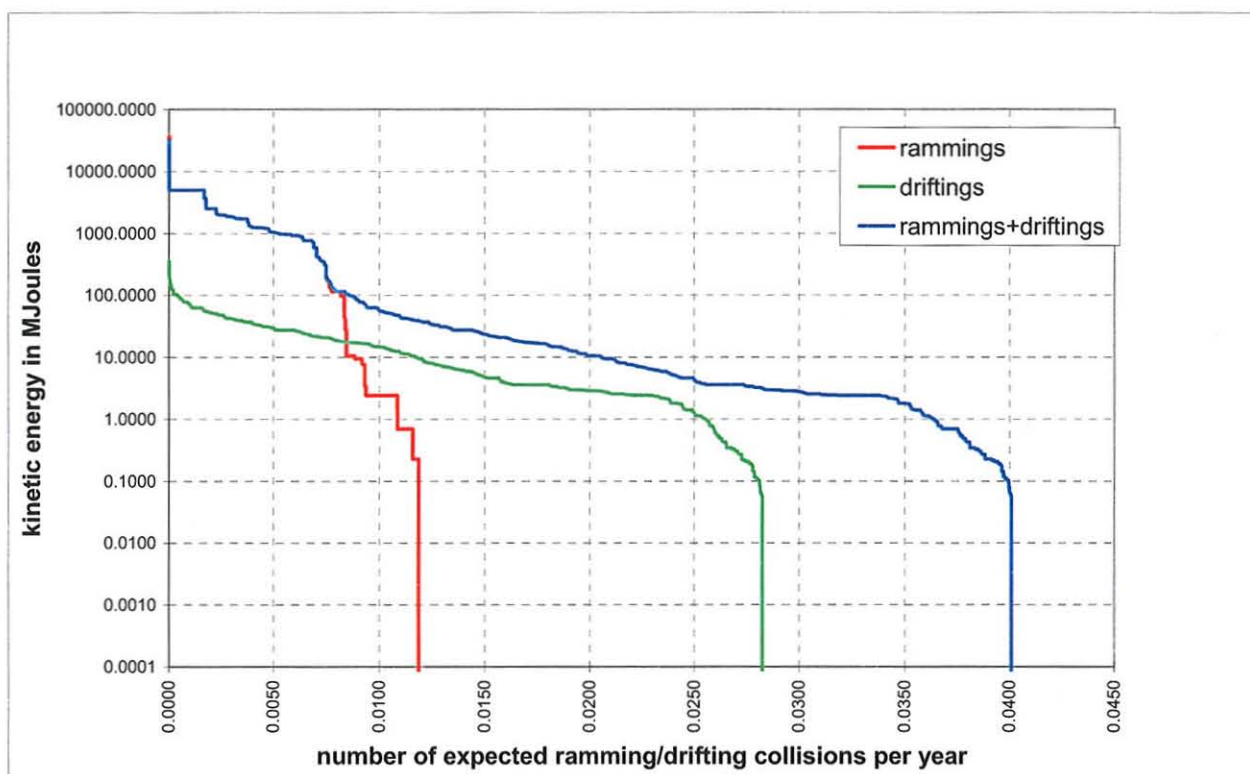
Scheepstype	Soort schade			Totaal
	GosMos ⁴	schade aan scheepshuid	geen schade	
Olietanker	0.000049	0.001885	0.000511	0.002445
Chemicaliën tanker	0.000070	0.003402	0.000759	0.004231
Gastanker	0.000005	0.000584	0.000060	0.000649
Container+ RoRo	0.000331	0.006832	0.003095	0.010258
Ferry	0.000016	0.000151	0.000185	0.000352
Overige R-schepen	0.000289	0.012570	0.003706	0.016565
N-schepen	0.000004	0.000010	0.005770	0.005784
Totaal	0.000764	0.025434	0.014086	0.040284

Tabel A2-3 Kans op een bepaalde schade soort veroorzaakt door de verschillende scheepstypen.

Schade aan turbine	Rammen				Driften		Totaal		Aantal per jaar	Eens in de ... jaar
	frontaal		Schampen		R-schepen	N-schepen	R-schepen	N-schepen		
	R-schepen	N-schepen	R-schepen	N-schepen						
Geen	0.000000	0.000330	0.000000	0.003101	0.002519	0.002210	0.002519	0.005642	0.008161	123
Scheef	0.000001	0.000014	0.000052	0.000037	0.012697	0.000010	0.012750	0.000061	0.012811	78
Omvallen	0.000748	0.000011	0.006743	0.000065	0.010977	0.000000	0.018468	0.000076	0.018544	54
GosMos ¹	0.000083	0.000001	0.000677	0.000003	0.000000	0.000000	0.000760	0.000004	0.000764	1308
Totaal	0.000831	0.000356	0.007473	0.003207	0.026193	0.002220	0.034497	0.005783	0.040280	25

Tabel A2-4 Schade aan het totale windpark.

⁴ Gondel en mastdeel valt op schip na plastische vervorming



Figuur A2-2 *Totale aanvaringsfrequentie per jaar boven een bepaald kinetisch energieniveau (routegebonden en niet-routegebonden verkeer)*

Kinetische energie in MJ	Rammen			Driften			Totaal		
	R-schepen	N-schepen	Totaal	R-schepen	N-schepen	Totaal	R-schepen	N-schepen	Totaal
<1	0.0%	2.6%	2.6%	1.6%	5.4%	7.0%	1.6%	8.0%	9.6%
1-3	0.0%	3.7%	3.7%	14.7%	0.1%	14.7%	14.7%	3.8%	18.5%
3-5	0.0%	0.1%	0.1%	11.8%	0.0%	11.8%	11.8%	0.1%	12.0%
5-10	0.0%	1.2%	1.2%	7.7%	0.0%	7.7%	7.7%	1.2%	8.8%
10-15	0.0%	1.0%	1.0%	5.1%	0.0%	5.1%	5.1%	1.0%	6.0%
15-50	0.1%	0.1%	0.2%	18.4%	0.0%	18.4%	18.6%	0.1%	18.7%
50-100	0.4%	0.0%	0.4%	4.7%	0.0%	4.7%	5.2%	0.0%	5.2%
100-200	1.5%	0.2%	1.7%	1.0%	0.0%	1.0%	2.5%	0.2%	2.7%
>200	18.6%	0.0%	18.6%	0.0%	0.0%	0.0%	18.6%	0.0%	18.6%
Totaal	20.6%	8.9%	29.5%	65.0%	5.5%	70.5%	85.6%	14.4%	100.0%

Tabel A2-5 *Verdeling aanvaar en aandrijfkansen over de scheepstypen en energieklassen voor alle windturbines.*

Uitstroom van bunkerolie in m ³	Windpark Rijnveld Noord/Oost; 4.5 MW variant		
	Frequentie	Eens in de jaar	Gemiddelde uitstroom per jaar in m ³
0.01-20	0.000009	111860	0.000
20-150	0.000474	2112	0.038
150-750	0.000665	1504	0.244
750-3000	0.000210	4759	0.304
3000-10000	0.000004	248228	0.014
Totaal	0.001362	734	0.601

Tabel A2-6 Frequentie en volume van een uitstroom van bunkerolie als gevolg van een aandrijving van een windturbine.

Uitstroom van ladingolie in m ³	Windpark Rijnveld Noord/Oost; 4.5 MW variant		
	Frequentie	Eens in de jaar	Gemiddelde uitstroom per jaar in m ³
20-150	0.000000		0.000
150-750	0.000074	13592	0.038
750-3000	0.000086	11589	0.209
3000-10000	0.000179	5602	0.946
10000-30000	0.000023	43290	0.358
30000-100000	0.000001	1745940	0.018
Totaal	0.000362	2762	1.569

Tabel A2-7 Frequentie en volume van een uitstroom van ladingolie als gevolg van een aandrijving van een windturbine.

Windpark Rijnveld Noord/Oost; 4.5 MW variant	Bunkerolie			Ladingolie			Totaal
	Frequentie	Eens in de jaar	Gemiddelde uitstroom per jaar in m ³	Frequentie	Eens in de jaar	Gemiddelde uitstroom per jaar in m ³	Eens in de ... jaar
Verkeer 2004	0.001362	734	0.601	0.000362	2762	1.569	580

Tabel A2-8 Uitstroom van ladingolie en bunkerolie als gevolg van een aandrijving met een windturbine.

Ecologische risico-indicator	Verkeer 2004
Zeer hoog ecologisch risico	0.000036
Hoog ecologisch risico	0.000011
Gemiddeld ecologische risico	0.000019
Gering ecologisch risico	0.000060
Verwaarloosbaar ecologische risico	0.000108
Totaal	0.000234
Eens in de ... jaar	4279

Tabel A2-9 *Frequentie van uitstroom van chemicaliën als gevolg van een aandrijving van een windturbine.*

Scheepstype	Aanvaringstype Aantal per jaar		Samen eens in de ...jaar	Directe doden		Groepsrisico Eens in de ... jaar meer dan 10 doden
	Frontaal	Schampen		Gemiddeld aantal doden per keer	Gemiddeld aantal doden per jaar	
Olietanker	0.000005	0.000044	20371	1.09	0.000054	
Chemicaliën tanker	0.000008	0.000063	14207	1.16	0.000082	14207
Gastanker	0.000001	0.000004	218103	0.99	0.000005	218103
Container + RoRo	0.000034	0.000297	3021	4.06	0.001345	
Ferry	0.000002	0.000014	62422	38.87	0.000623	62422
Overige R-schepen	0.000033	0.000255	3466	1.02	0.000295	
N-schepen	0.000001	0.000003		0.00	0.000001	
Totaal	0.000084	0.000680	1309	3.15	0.002403	10990

Tabel A2-10 *Overlijdensrisico bij aanvaren en aandrijven van een windturbine waarbij de mast met gondel op het schip valt.*

nr	Windpark	Aantal turbines	Totaal MW	Aantal aanvaringen (rammen) per jaar		Aantal aandrijvingen (driften) per jaar		Totaal per jaar	Kans op uitstroom per jaar	Kans op uitstroom per jaar per 1000 MW
				R-schepen	N-schepen	R-schepen	N-schepen			
1	4.5 MW	47	235	0.0083	0.0036	0.0262	0.0022	0.0403	0.0017	0.0073
2	Katwijk WEOM	240	720	0.0231	0.0181	0.1040	0.0118	0.1570	0.0070	0.0097
3	Den Haag Noord	189	567	0.1174	0.0089	0.1453	0.0073	0.2790	0.0094	0.0165

Tabel A2-11 Totaal aantal aanvaringen/aandrijvingen voor het geclusterd scenario; andere parken ingericht met 3 MW turbines in compacte opstelling

Windpark	Aantal turbines	Totaal MW	Aantal aanvaringen (rammen) per jaar		Aantal aandrijvingen (driften) per jaar		Totaal per jaar	Kans op uitstroom per jaar	Kans op uitstroom per jaar per 1000 MW
			R-schepen	N-schepen	R-schepen	N-schepen			
4.5 MW	47	235	0.0083	0.0036	0.0262	0.0022	0.0403	0.0017	0.0073
4.5 MW + Katwijk WEOM	287	955	0.0314	0.0216	0.1302	0.0140	0.1972	0.0087	0.0091
4.5 MW + Katwijk WEOM + Den Haag Noord	476	1522	0.1488	0.0306	0.2755	0.0213	0.4762	0.0181	0.0119
Gemiddeld per 1000 MW		1000	0.0978	0.0201	0.1810	0.0140	0.3129	0.0119	0.0119

Tabel A2-12 Cumulatief aantal aanvaringen/aandrijvingen voor het geclusterd scenario; andere parken ingericht met 3 MW turbines in compacte opstelling

Windpark	Aantal turbines	Totaal MW	Een aanvaring (rammen) eens in .. jaar		Een aandrijving (driften) eens in .. jaar		Totaal eens in .. jaar	Kans op uitstroom eens in .. jaar	Kans op uitstroom per 1000 MW eens in de ... jaar
			R-schepen	N-schepen	R-schepen	N-schepen			
4.5 MW	47	235	120.4	280.7	38.2	450.2	24.8	580.0	136.3
4.5 MW + Katwijk WEOM	287	955	31.8	46.3	7.7	71.5	5.1	114.5	109.4
4.5 MW + Katwijk WEOM + Den Haag Noord	476	1522	6.7	32.7	3.6	46.9	2.1	55.3	84.2
Gemiddeld per 1000 MW		1000	10.2	49.8	5.5	71.3	3.2	84.2	84.2

Tabel A2-13 Cumulatief, kans op een aanvaring/aandrijving voor het geclusterd scenario in termen van eens in de zoveel jaar; andere parken ingericht met 3 MW turbines in compacte opstelling

nr	Windpark	Aantal turbines	Totaal MW	Aantal aanvaringen (rammen) per jaar		Aantal aandrijvingen (driften) per jaar		Totaal per jaar	Kans op uitstroom per jaar	Kans op uitstroom per jaar per 1000 MW
				R-schepen	N-schepen	R-schepen	N-schepen			
1	4.5 MW	47	235	0.0083	0.0036	0.0262	0.0022	0.0403	0.0017	0.0073
2	Katwijk WEOM	144	720	0.0145	0.0125	0.0632	0.0074	0.0975	0.0043	0.0059
3	Den Haag Noord	114	570	0.0740	0.0062	0.0887	0.0046	0.1735	0.0057	0.0100

Tabel A2-14 Totaal aantal aanvaringen/aandrijvingen voor het geclusterd scenario; andere parken ingericht met 5 MW turbines in compacte opstelling

Windpark	Aantal turbines	Totaal MW	Aantal aanvaringen (rammen) per jaar		Aantal aandrijvingen (driften) per jaar		Totaal per jaar	Kans op uitstroom per jaar	Kans op uitstroom per jaar per 1000 MW
			R-schepen	N-schepen	R-schepen	N-schepen			
4.5 MW	47	235	0.0083	0.0036	0.0262	0.0022	0.0403	0.0017	0.0073
4.5 MW + Katwijk WEOM	191	955	0.0228	0.0160	0.0894	0.0096	0.1378	0.0060	0.0063
4.5 MW + Katwijk WEOM + Den Haag Noord	305	1525	0.0968	0.0222	0.1781	0.0142	0.3113	0.0117	0.0077
Gemiddeld per 1000 MW		1000	0.0635	0.0146	0.1168	0.0093	0.2041	0.0077	0.0077

Tabel A2-15 Cumulatief aantal aanvaringen/aandrijvingen voor het geclusterd scenario; andere parken ingericht met 5 MW turbines in compacte opstelling

Windpark	Aantal turbines	Totaal MW	Een aanvaring (rammen) eens in .. jaar		Een aandrijving (driften) eens in .. jaar		Totaal eens in .. jaar	Kans op uitstroom eens in .. jaar	Kans op uitstroom per 1000 MW eens in de ... jaar
			R-schepen	N-schepen	R-schepen	N-schepen			
4.5 MW	47	235	120.4	280.7	38.2	450.2	24.8	580.0	136.3
4.5 MW + Katwijk WEOM	191	955	43.9	62.4	11.2	104.4	7.3	167.0	159.5
4.5 MW + Katwijk WEOM + Den Haag Noord	305	1525	10.3	45.0	5.6	70.4	3.2	85.4	130.3
Gemiddeld per 1000 MW		1000	15.8	68.6	8.6	107.4	4.9	130.3	130.3

Tabel A2-16 Cumulatief, kans op een aanvaring/aandrijving voor het geclusterd scenario in termen van eens in de zoveel jaar; andere parken ingericht met 5 MW turbines in compacte opstelling.