



Challenging wind and waves

Linking hydrodynamic research to the maritime industry

**VEILIGHEIDSSSTUDIE OFFSHORE WINDPARK Q4;
AANVULLENDE STUDIE**

Rapport Nr. : 20082.621/C1

Datum : 2 oktober 2006

Paraaf Management:



VEILIGHEIDSTUDIE OFFSHORE WINDPARK Q4; AANVULLENDE STUDIE

MARIN opdracht nr. : 20082.621

Opdrachtgever : E-Connection Project BV
ECO-KANTOOR
Postbus 101
3980 CC BUNNIK

Auteur : B. Beimers
Y. Koldenhof
C. van der Tak

INHOUDSOPGAVE

	Pagina
OVERZICHT VAN TABELLEN EN FIGUREN	3
1 INLEIDING	4
2 DOELSTELLING	5
3 WERKWIJZE	6
3.1 Kruisende scheepvaart	6
3.2 Tijdelijk onmanoeuvreerbare schepen	19
4 WINDPARK SPECIFIEK	22
4.1 Kruisende scheepvaart	22
4.1.1 Zicht bij gekozen inrichting	22
4.1.2 Extra aanvaringen	29
4.1.3 Mitigerende maatregelen	30
4.2 Tijdelijk onmanoeuvreerbare schepen	31
4.2.1 Extra aandrijvingen	31
4.2.2 Mitigerende maatregelen	32
REFERENTIES	33

OVERZICHT VAN TABELLEN EN FIGUREN

Tabellen:

Tabel 4-1	Risico en extra risico voor kruisend verkeer	30
Tabel 4-2	Verwachte aantal aanvaringen/aandrijvingen per jaar van [1] met de extra kans door tijdelijk onmanoeuvrerbare schepen	31
Tabel 4-3	Verwachte aantal aanvaringen/aandrijvingen per jaar voor de beschouwde inrichtingsvarianten	32

Figuren:

Figuur 3-1	Windpark gezien vanaf het eigen schip	7
Figuur 3-2	Windpark gezien vanaf het schip met een klein schip in het buitenbeeld	7
Figuur 3-3	Opstelling windturbines in vierkant evenwijdig aan vaarlinks	11
Figuur 3-4	Opstelling windturbines in dichte opstelling versprongen	11
Figuur 3-5	Opstelling versprongen maar net als II maar 90° gedraaid	12
Figuur 3-6	Opstelling vierkant als I maar dan 45° gedraaid	12
Figuur 3-7	Schaduwstukken > 10 m, > 20 m en > 30 m	13
Figuur 3-8	Schaduw > 30 m, > 40 m en maximale lengte van een schaduwstuk	14
Figuur 3-9	Opstelling windturbines in vierkant evenwijdig aan vaarlinks, vaarafstand 500 m	15
Figuur 3-10	Opstelling windturbines in vierkant evenwijdig aan vaarlinks, vaarafstand 1000 m	15
Figuur 3-11	Opstelling windturbines in vierkant evenwijdig aan vaarlinks, afstand tussen turbines 580 m en vaarafstand 500 m	16
Figuur 3-12	Schaduw > 10 m, > 20 m en > 30 m lengte van een schaduwstuk voor de gevoeligheidsanalyse	17
Figuur 3-13	Schaduw > 40 m, > 50 m en maximale lengte van een schaduwstuk voor de gevoeligheidsanalyse	18
Figuur 3-14	NUC-records met snelheid over de grond < 6 knopen en drifthoek > 30° (maart -december 2005)	19
Figuur 3-15	Aantal storingen op traject tot havenmond	20
Figuur 3-16	Aantal storingen op traject tot havenmond	21
Figuur 4-1	Traffic links in de buurt van het windpark Q4	22
Figuur 4-2	Routegebonden, 3 MW; zuidwesten-Den Helder/kustroute met verkeer van IJmond naar Texel-stelsel	23
Figuur 4-3	Routegebonden; aantal schaduwstukken > 10 m, > 20 m en > 30 m	24
Figuur 4-4	Routegebonden; aantal schaduwstukken > 40 m, > 50 m en maximale lengte van een schaduwstuk	25
Figuur 4-5	Niet routegebonden, 3 MW;	26
Figuur 4-6	Niet-routegebonden; aantal schaduwstukken > 10 m, > 20 m en > 30 m	27
Figuur 4-7	Niet-routegebonden; aantal schaduwstukken > 40 m, > 50 m en maximale lengte van een schaduwstuk	28

1 INLEIDING

In opdracht van E-Connection heeft MARIN een veiligheidsstudie voor het offshore windpark Q4-WP (hierna te noemen Q4) uitgevoerd, waarvan de resultaten zijn gerapporteerd in [1]. In het kader van het MER voor het windpark dienen twee aspecten nader onderzocht te worden, namelijk:

- het extra risico voor de kruisende scheepvaart in de buurt van het windpark;
- het extra risico van schepen die tijdelijk onmanoeuvrerbaar zijn.

Beide aspecten worden nader toegelicht.

Schepen die elkaar kruisen, dienen goed zicht op elkaar te hebben

Schepen die elkaar naderen met kruisende koersen, dienen tijdig vast te kunnen stellen of er gevaar voor aanvaring bestaat en dienen voldoende mogelijkheden cq ruimte te hebben om eventueel uit te kunnen wijken. Daartoe dient men goed zicht op elkaar te hebben, zowel visueel als via de radar. Windturbineparken belemmeren dit zicht. Zowel visueel (windturbines blokkeren zicht op de navigatielichten van het schip) als op de radar (afscherming, valse echo's, windturbines geven o.a. dikke echo's op het scherm). Dit geldt zeer zeker waar zich vele windturbines tussen de beide schepen bevinden, en in mindere mate waar zich enkele windturbines tussen beide schepen bevinden. Echter, op het punt dat zich nog maar enkele windturbines tussen beide schepen bevinden, zijn de schepen elkaar al dicht genaderd. De "Bepalingen ter voorkoming van aanvaring op zee", eisen dat men tijdig en duidelijk actie neemt op basis van betrouwbare informatie. Tijdig actie nemen op basis van betrouwbare informatie is niet mogelijk als er zich nog vele windturbines tussen beide schepen bevinden.

In het MARIN-rapport nr. 16498.620/2 'Effecten van ruimteclaims in de Noordzee op de scheepvaart', 30 november 2001 [2], staat; 'om het scheepvaartverkeer bij kruisende verkeerssituaties voldoende ruimte te geven, wordt aanbevolen om hiermee bij het plaatsingsbeleid van toekomstige obstakels rekening te houden door deze obstakels niet te dicht bij een kruising van verkeersstromen te plaatsen'.

Schepen die tijdelijk onmanoeuvrerbaar zijn

Bij nadering van een loodsstation (gelegen in een zgn. voorzorgsgebied), dient het schip van "zeesnelheid" over te gaan naar "manoeuvresnelheid". Dit betekent dat de hoofdmotor (die het schip voortstuwt) via een speciaal computerprogramma stapsgewijs in toerental verlaagd wordt, totdat het toerental is bereikt waarbij men zonder vertraging het toerental van de hoofdmotor kan regelen. Dit is nodig als men de loods aan boord wil laten komen, waarbij een bepaalde snelheid gewenst is. Tevens wordt een extra hulpmotor gestart die extra elektriciteit opwekt ingeval men een boeg-/ hekschroef wil gebruiken. Tijdens dit proces dient deze extra hulpmotor gesynchroniseerd te worden met de al draaiende hulpmotor, of met de (nog) draaiende as-generator (die gekoppeld is aan de hoofdmotor).

In het kort; de machinekamer gaat over van "zeestatus" naar "havenstatus" en dit dient te geschieden vóór aankomst in het voorzorgsgebied, daar het schip klaar dient te zijn om te manoeuvreren voordat men arriveert bij het loodsstation. Normaliter duurt dit alles ongeveer een half uur, wat neerkomt op een traject van ongeveer 10 zeemijl (1 zeemijl is 1.852 km).

Hetzelfde geldt voor vertrekkende schepen, maar dan vice versa uiteraard. Al deze handelingen gaan niet altijd foutloos, en kan resulteren in een tijdelijk onmanoeuvrerbaar schip. De kans hierop is in de hiervoor beschreven trajectfase uiteraard groter dan bij een schip dat van A naar B vaart zonder dat er iets verandert in

de machinekamerstatus. Als het schip tijdelijk onmanoeuvrerbaar is, zal het gaan drijven in de richting van de wind.

De opbouw van dit rapport is als volgt:

Hoofdstuk 2 bevat de doelstelling van deze studie. In hoofdstuk 3 wordt de methode geschetst op welke wijze invulling is gegeven aan de aanvullende vragen. Dit hoofdstuk is generiek voor alle windparken. In hoofdstuk 4 wordt windpark Q4 gekwantificeerd en wordt ingegaan op mogelijke mitigerende maatregelen.

2 DOELSTELLING

De doelstelling van dit aanvullende onderzoek is een nadere bestudering van de kruisende scheepvaart in de buurt van het windpark en het kwantificeren van het extra risico, door tijdelijk onmanoeuvrerbare schepen. Voor beide aspecten zal worden aangegeven welke mitigerende maatregelen mogelijk zijn.

3 WERKWIJZE

3.1 Kruisende scheepvaart

Schepen die elkaar naderen met kruisende koersen, dienen tijdig vast te kunnen stellen of er gevaar voor aanvaring bestaat en dienen voldoende mogelijkheden cq ruimte te hebben om een mogelijke aanvaring te voorkomen. Daartoe dient men goed zicht op elkaar te hebben, zowel visueel als via de radar. Windturbineparken belemmeren dit zicht. Zowel visueel (windturbines blokkeren zicht op de navigatielichten van het schip) als op de radar (afscherming, valse echo's, windturbines geven o.a. dikke echo's op het scherm). Dit geldt zeer zeker waar zich vele windturbines tussen de beide schepen bevinden, en in mindere mate waar zich enkele windturbines tussen beide schepen bevinden. Echter, op het punt dat zich nog maar enkele windturbines tussen beide schepen bevinden, kunnen de schepen elkaar al dicht genaderd zijn. De "Bepalingen ter voorkoming van aanvaring op zee", (artikel 8) eisen dat men tijdig en duidelijk actie neemt op basis van betrouwbare informatie.

In dit hoofdstuk wordt nagegaan in hoeverre het mogelijk is om tijdelijk actie te nemen op basis van betrouwbare informatie.

Om meer inzicht in de problematiek te verkrijgen is een windpark gebouwd (gemodelleerd) in het buitenbeeld van de full scale manoeuvreersimulator van het MARIN. In dit beeld zijn steeds twee kruisende schepen gemodelleerd. De navigator bestuurt het schip dat aan de westkant van het park van zuid naar noord vaart en een "collision avoidance manoeuvre" moet uitvoeren voor het andere schip, dat aan de noordkant van het park van oost naar west vaart (zie Figuur 3-3). De simulatorrun is zo samengesteld dat wanneer beide schepen niets zouden doen er een aanvaring zal plaatsvinden. Dit snijpunt van de kruisende koerslijnen wordt verder 'kruispunt' genoemd. De navigator heeft alle navigatiemiddelen (met uitzondering van AIS) ter beschikking. Het windpark en de verstoring van het windpark op achterliggende objecten, zijn gemodelleerd. De vraag is of de navigator in staat is om het andere kleine (om het probleem te vergroten) schip vroegtijdig te signaleren, de koers en snelheid van dit schip te bepalen en eventueel een manoeuvre in te zetten om de aanvaring te voorkomen.

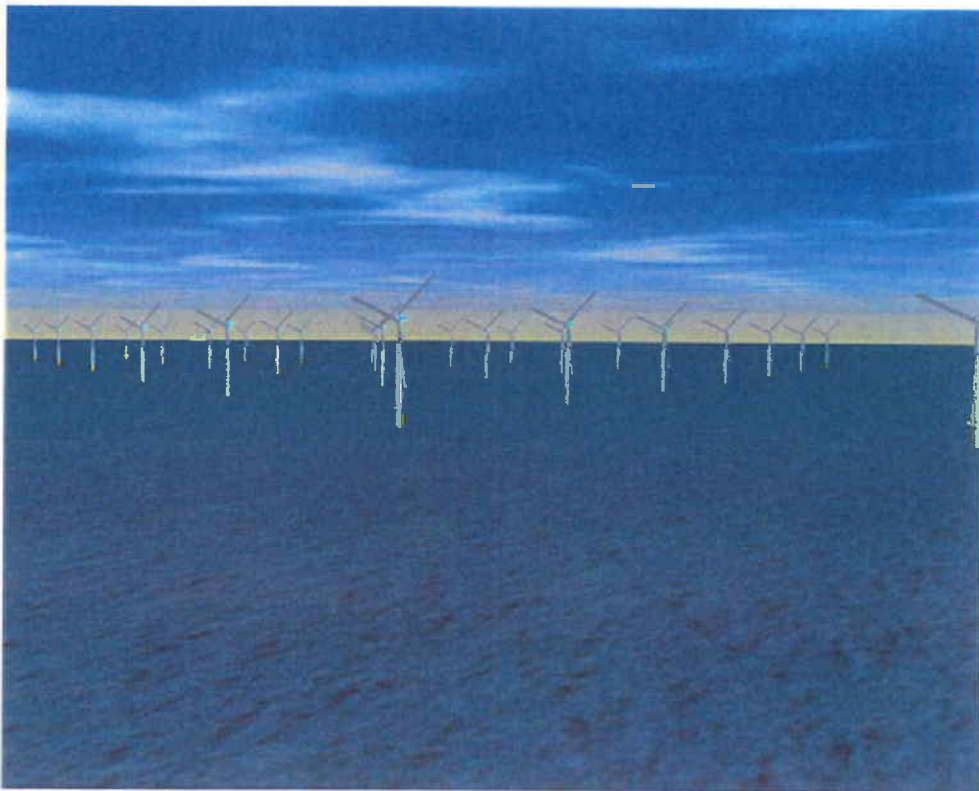
Er is specifiek voor dit "worst case" scenario gekozen omdat een schip in de ontmoetingssituatie, om een aanvaring te voorkomen, in eerste instantie naar stuurboord zal uitwijken. Hier doet zich dan een probleem voor omdat het windpark zich aan deze kant bevindt. Figuur 3-1 en Figuur 3-2 zijn twee opnames van wat men kan zien vanaf de brug van het eigen schip. Het eigen schip is het schip waarvoor in de simulator het buitenbeeld wordt geprojecteerd en dat bedienbaar is. In Figuur 3-1 is nog geen tweede schip te zien en in Figuur 3-2 is het tweede schip wel aanwezig. Het feit dat het tweede schip slecht te zien is, komt meer door de foto dan door de verstoring van de windturbines.

Voor dit scenario zijn de volgende parameters gevarieerd:

- Dag en nacht;
- Configuratie van het windpark;
- Afstand tot het windpark.

Op de simulator zijn drie windparken gemodelleerd:

1. een windpark met de windturbines op de hoekpunten van vierkanten;
2. een windpark met een versprongen opstelling;
3. een windpark zoals in de eerste optie, maar dan met een scherpe punt van 45°.



Figuur 3-1 Windpark gezien vanaf het eigen schip



Figuur 3-2 Windpark gezien vanaf het schip met een klein schip in het buitenbeeld

De runs zijn uitgevoerd voor een passageafstand van 500 meter en 1000 meter voor beide schepen. In de vele runs die uitgevoerd zijn op de simulator, kon het schip steeds tijdig gesignaleerd worden, zowel visueel als op de radar. Dit geeft echter geen garantie voor de praktijk. In de praktijk kunnen er meer schepen varen die de uitwijkmanoeuvre kunnen bemoeilijken. Op de simulator is bekend dat er een schip achter het windpark vaart, waardoor men beter oplet en eerder reageert dan in de praktijk. Verder dient wel opgemerkt te worden dat, hoewel de wettige passeerafstand 500 meter is, men in de praktijk op grotere afstand langs het windpark zal varen, juist om ervoor te zorgen dat men naar stuurboord kan uitwijken. ("Preparedness" is een belangrijke eigenschap voor goed zeemannschap). Dit zal zeker worden gedaan door moeilijk manoeuvreerbare schepen. Bovendien komt de situatie zoals hier beschreven lang niet bij ieder windpark voor. Bij veel parken zorgt de normale scheepsafwikkeling, gegeven de herkomst en bestemming, vaak voor grotere afstanden tot het windpark dan de 500 en 1000 m die in de simulatorruns zijn gebruikt. Op de specifieke aspecten voor een windpark wordt in hoofdstuk 4 ingegaan.

Met behulp van een simulatorstudie kunnen kwalitatieve uitspraken worden gedaan, maar is het onmogelijk om een bepaald risico te kwantificeren. De simulatorstudie heeft aangetoond dat de verstoring van het zicht en het radarbeeld niet zo groot is dat dit direct tot onoverkomelijke problemen zal leiden.

Als vervolg op de simulatorstudie is gezocht naar een methode om de mate van zicht en radarverstoring op een andere manier te kwantificeren. Met andere woorden, een methode waarmee in ieder geval de grootteorde van het probleem kan worden gekwantificeerd, die gebruikt kan worden om verschillende windparken onderling op doorzichtbaarheid te vergelijken. De methode is opgezet voor zichtlijnen, maar het resultaat hiervan geldt tevens voor de radar. Met de radar kan zelfs iets achter het object worden gekeken, maar een radar heeft als nadeel dat er meer verstoringen optreden. De resultaten voor ieder windpark worden gegeven door een aantal kenmerken over schaduwstukken en zichtstukken in figuren weer te geven. In dit hoofdstuk worden drie generieke configuraties van het windpark beschouwd. In hoofdstuk 4 worden voor de opstellingen van het eigen windpark dezelfde figuren gemaakt.

Het presenteren van het zicht, of eigenlijk de ondoorzichtbaarheid, is lastig. Wanneer men nog op grote afstand van het ontmoetingspunt zit, is men niet geïnteresseerd in de schepen die al vlakbij het kruispunt varen, omdat deze allang gepasseerd zijn op het tijdstip dat het eigen schip het kruispunt passeert. Evenzo is men vlakbij het kruispunt niet geïnteresseerd in schepen op grote afstand. Deze constatering is belangrijk bij het kwantificeren van de (on)doorzichtbaarheid. Dit betekent dat vooral doorzichtbaarheid is gewenst in het gebied dat zich op dezelfde afstand van het kruispunt bevindt. Natuurlijk is dit weer niet precies die afstand omdat de snelheden van beide schepen verschillen, maar over het algemeen kan worden gezegd dat dit het belangrijkste gebied is.

De berekeningen in dit generieke stuk zijn gemaakt voor vier opstellingen zoals weergegeven in Figuur 3-3, Figuur 3-4, Figuur 3-5 en Figuur 3-6, welke als representatief beschouwd kunnen worden voor een windpark met 3 MW windturbines. Het effect van de opstelling is nagegaan voor deze opstellingen waarbij de kruisende schepen op een afstand van 500 m van het windpark varen.

Niet de doorzichtbaarheid is weergegeven maar juist de ondoorzichtbaarheid is weergegeven, omdat dit beter aangeeft of een schip door het windpark gezien kan worden. De ondoorzichtbaarheid kan aangegeven worden in het aantal schaduwstukken van een zekere lengte. Een schip van 40 m kan altijd geheel of gedeeltelijk gezien worden wanneer de schaduwgrootte kleiner dan 40 m blijft en kan dus soms wegvallen bij grotere schaduwstukken. De schaduwstukken bewegen met het schip mee. Een schip zal daarom nooit constant in de schaduw blijven, maar het is duidelijk dat de kans om niet gezien te worden toeneemt met het aantal schaduwstukken, en groter wordt wanneer de schaduwstukken groter worden. Daarom is onderzocht hoe de frequentie van de schaduwstukken groter dan een bepaalde lengte verloopt. Voor de vier opstellingen zijn de schaduwstukken berekend, in stapjes van 0.1 nm op de aanvaarroute (van zuid naar noord) waarvan de resultaten worden getoond in Figuur 3-7 en in Figuur 3-8. Boven de plaatjes staat steeds wat wordt afgebeeld (y-as) als functie van de nog af te leggen weg van het schip tot aan het kruispunt (x-as, zie onderste plaatje). Deze figuren tonen het aantal schaduwstukken groter dan 10 m voor een bepaalde afstand x van het kruispunt voor het eigen schip op de vaarlijn van het andere schip op een even groot traject van x vanaf het kruispunt. Deze zelfde afstand x , waarvoor de schaduw bepaald wordt, is gekozen omdat de schaduwstukken op grote afstand niet meer belangrijk zijn wanneer het schip het kruispunt nadert. Wanneer de figuren doorlopen worden, dan kan voor een afstand op 4 nm van het ontmoetingspunt gezegd worden, dat het traject van het ander schip van 0 tot 4 nm voor het kruispunt:

- 40 schaduwstukken groter dan 10 m bevat;
- waarvan 10 schaduwstukken groter dan 20 m;
- waarvan 5 groter dan 30 m;
- waarvan 2 groter dan 40 m;
- een enkele schaduw groter dan 50 m;
- en de maximale schaduw ongeveer 70 m bedraagt.

De schaduwgroottes zijn berekend in stapjes van 0.1 nm op de aanvaarroute (van zuid naar noord). Het springen in de grafieken wordt veroorzaakt door deze discretisatie. Er kan geconcludeerd worden dat vanaf 4 nm voor het kruispunt schaduwen groter dan 50 m praktisch niet voorkomen. Ook het aantal schaduwen groter dan 40 m en groter dan 30 m blijft beperkt. Gezien ook nog de wisselingen in de posities van de schaduwen kan geconcludeerd worden dat een oplettende uitkijk ook een klein schip op tijd kan waarnemen. Er is zeker geen sprake van een blokkade van het zicht door het windpark vanaf deze afstand.

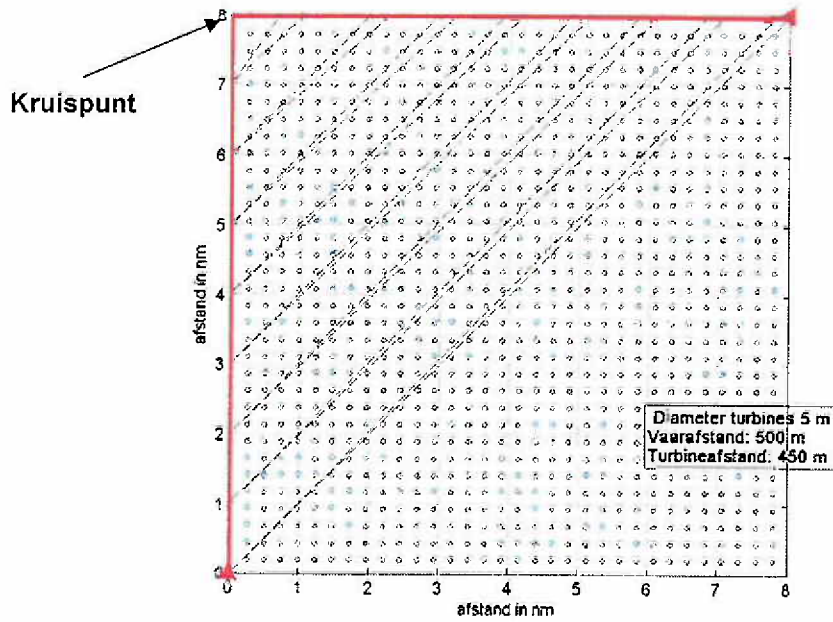
De figuren tonen dat er geen groot verschil is in de doorzichtbaarheid van de hier beschouwde opstellingen voor de windparken.

De doorzichtbaarheid verandert als de afstand tot het windpark groter wordt en ook wanneer de afstand tussen de windturbines anders wordt. Om dit te onderzoeken zijn er nog drie opstellingen met elkaar vergeleken, maar dan alleen voor de eerste opstelling met de windturbines in een vierkant. De eerste opstelling in Figuur 3-9 is gelijk aan die van Figuur 3-3. Figuur 3-10 bevat dezelfde opstelling maar dan voor een vaarafstand van 1000 m en Figuur 3-11 toont de opstelling die representatief is voor een windpark met 5 MW turbines met een afstand van 580 m en een diameter van 6 m. De plaatjes met de schaduw lengtes worden gegeven in Figuur 3-12 en Figuur 3-13. Hieruit is duidelijk te halen dat de rode lijn het beste is met de minste schaduwstukken, dus dat de vaarafstand een belangrijke factor is. De groene lijn ligt ook meestal onder de blauwe lijn, wat betekent dat een windpark met 5 MW turbines beter is dan een 3 MW park maar dat door de toegenomen diameter een deel van het voordeel wordt weggenomen. Ook leidt de toegenomen diameter tot een iets grotere maximale schaduw.

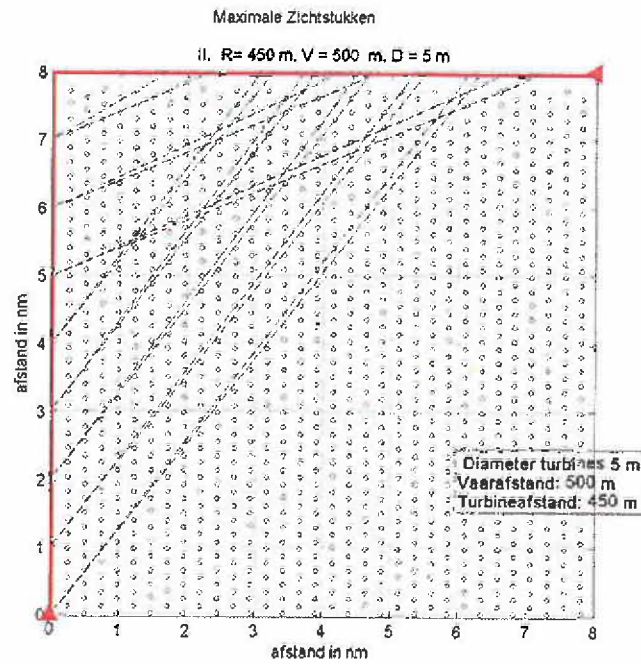
Conclusie

Uit het voorgaande kunnen de volgende conclusies worden getrokken:

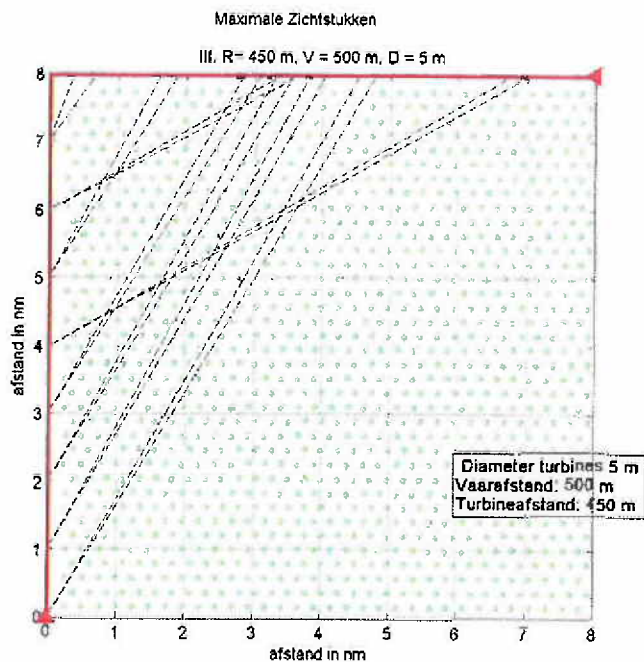
- De ondoorzichtbaarheid van een windpark is niet erg gevoelig voor de opstelling van de windturbines, mits regelmatig opgesteld in rijen, de versprongen opstelling heeft wel als voordeel dat er meer turbines op dezelfde oppervlakte kunnen worden geplaatst;
- De ondoorzichtbaarheid wordt bij langs varen kleiner wanneer de afstand tot het park groter wordt;
- De ondoorzichtbaarheid van een windpark met 5 MW turbines is iets minder groot, maar het voordeel van de groter afstand tussen de windturbines wordt deels tenietgedaan door de groter diameter van de windturbine.



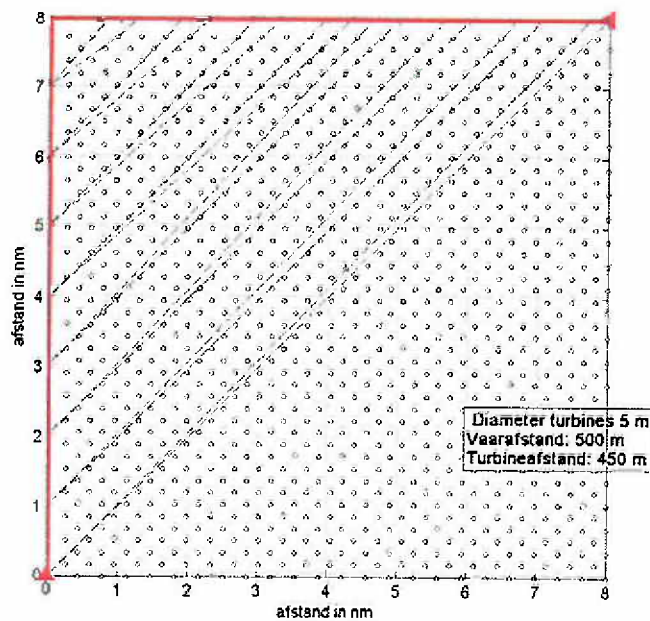
Figuur 3-3 Opstelling windturbines in vierkant evenwijdig aan vaarlinks.



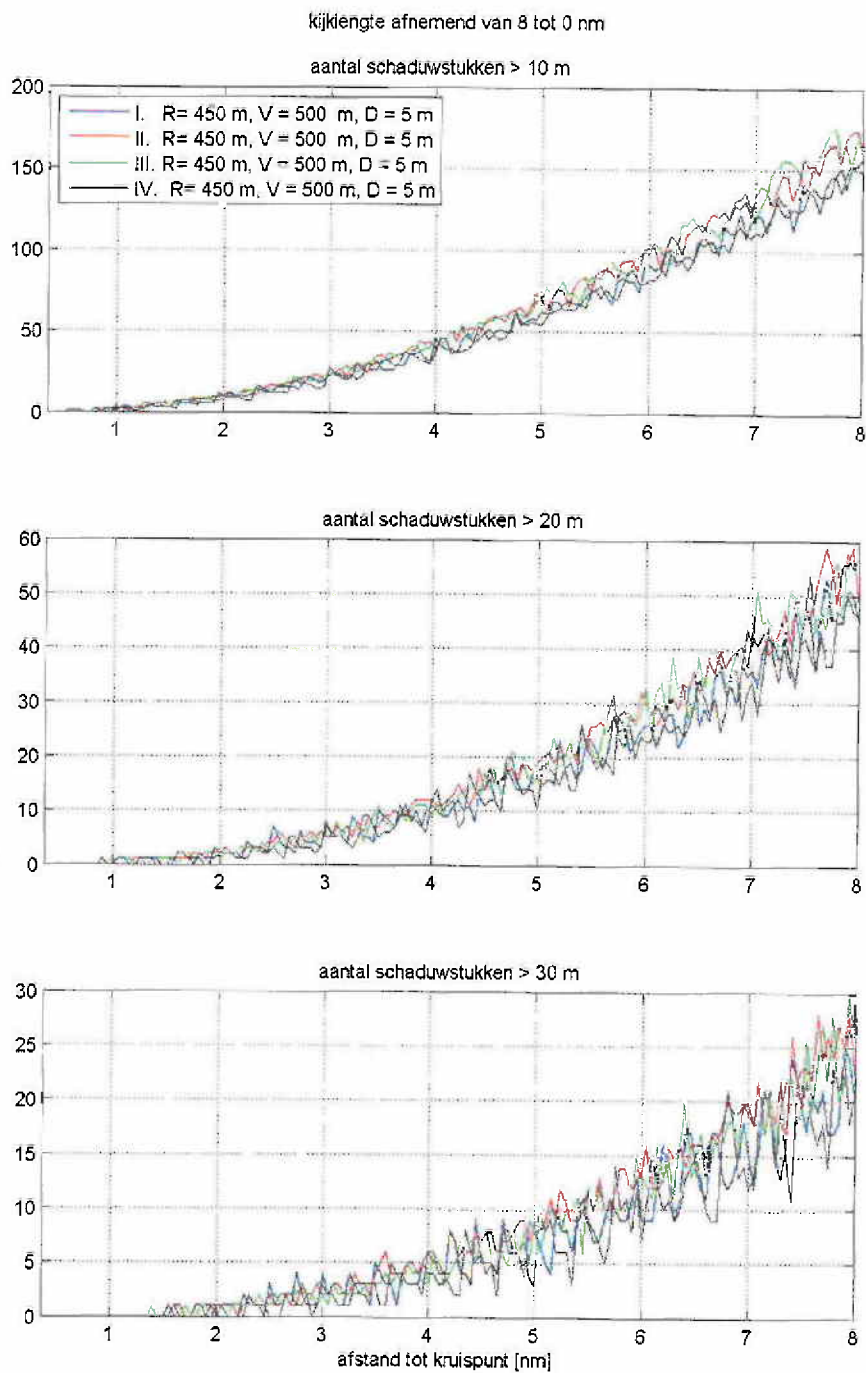
Figuur 3-4 Opstelling windturbines in dichte opstelling versprongen



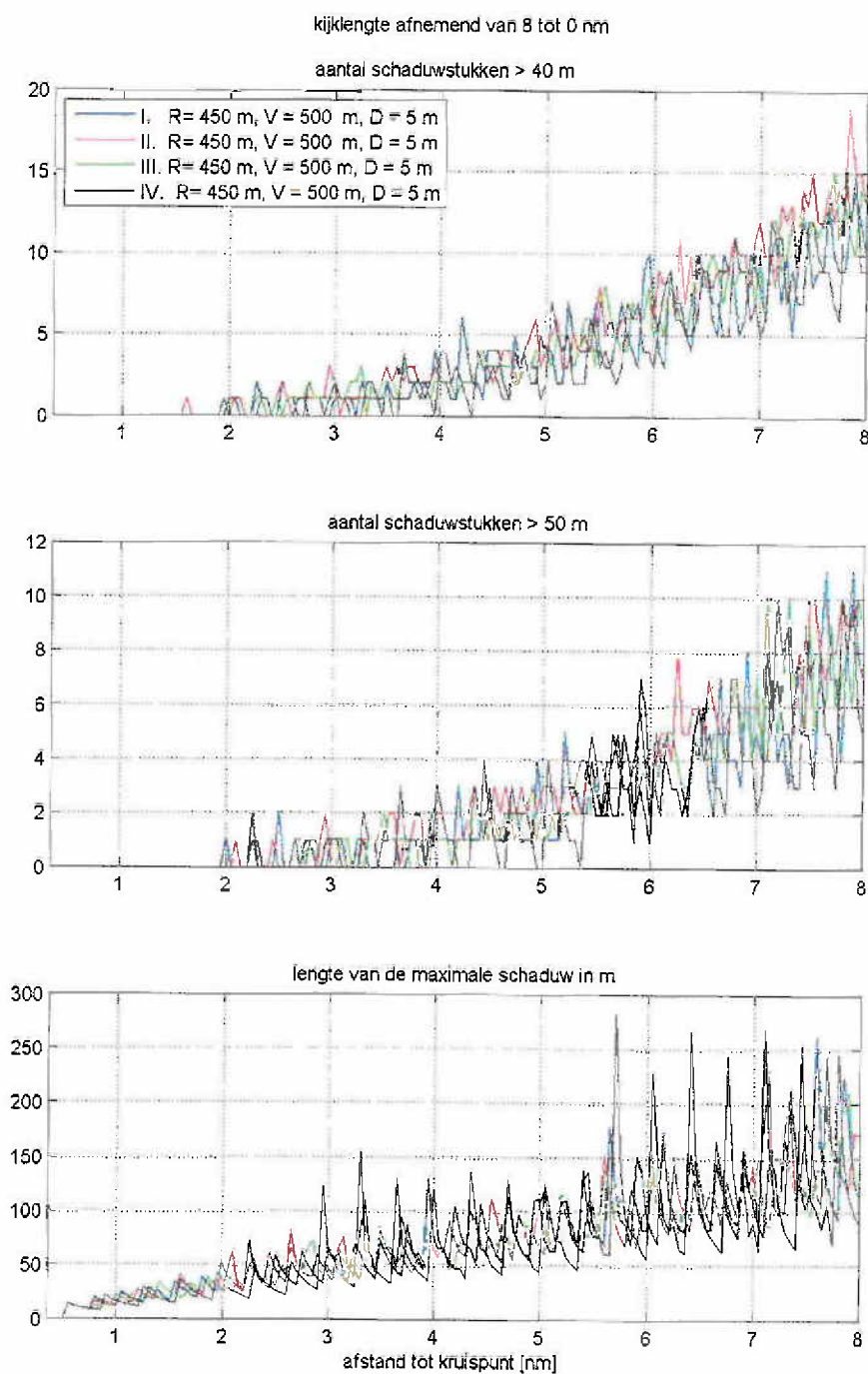
Figuur 3-5 Opstelling versprongen maar net als II maar 90° gedraaid



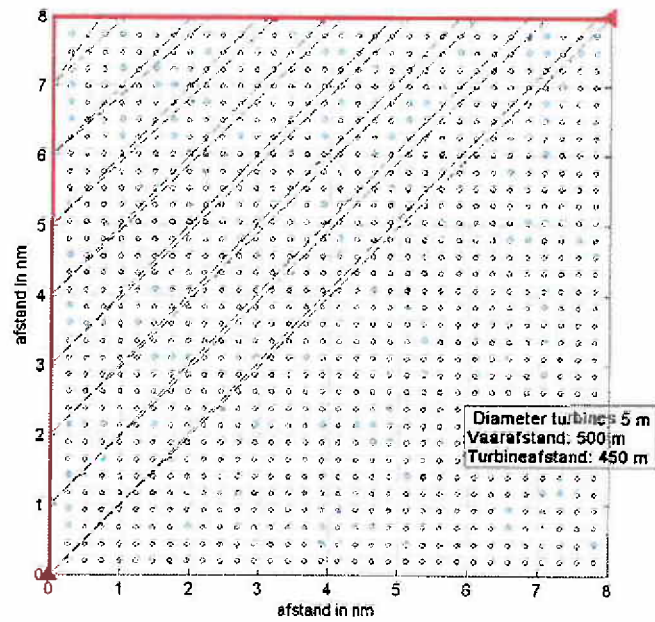
Figuur 3-6 Opstelling vierkant als I maar dan 45° gedraaid



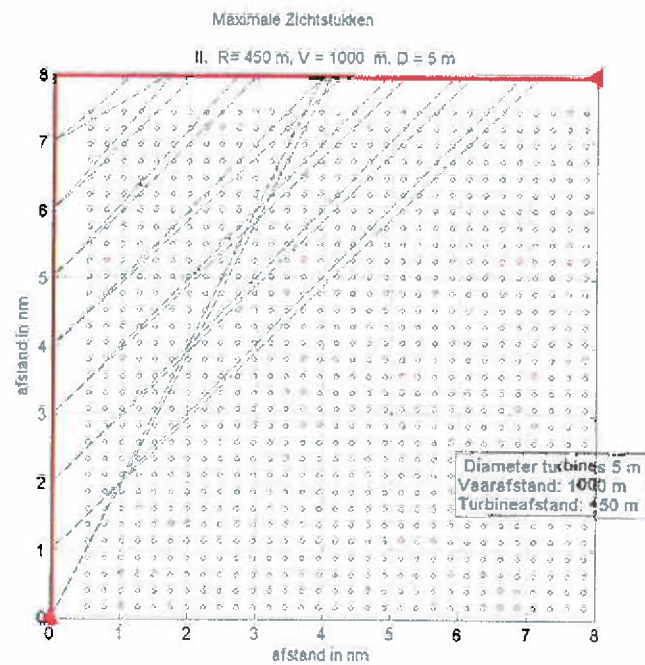
Figuur 3-7 Schaduwstukken > 10 m, > 20 m en > 30 m



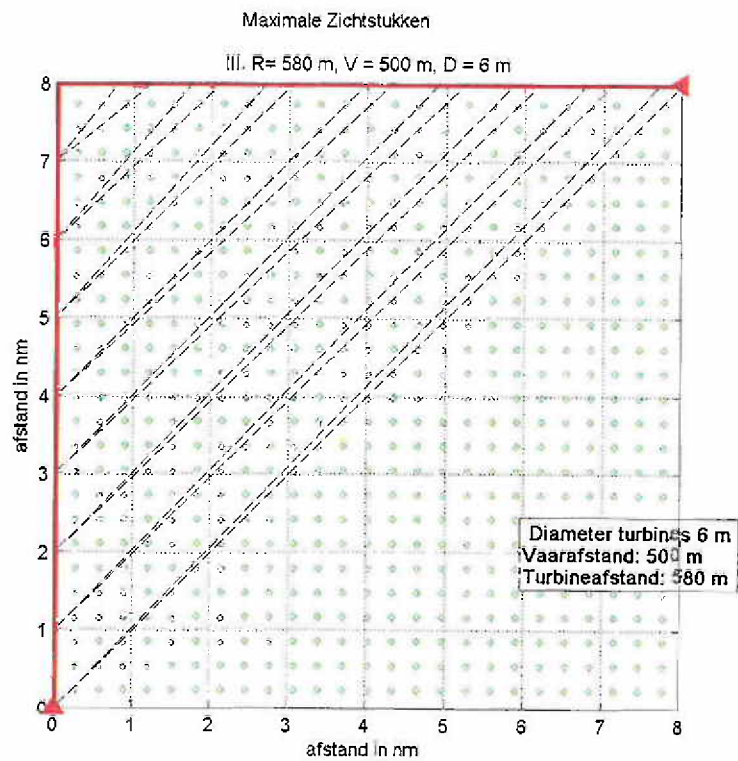
Figuur 3-8 Schaduw > 30 m, > 40 m en maximale lengte van een schaduwstuk



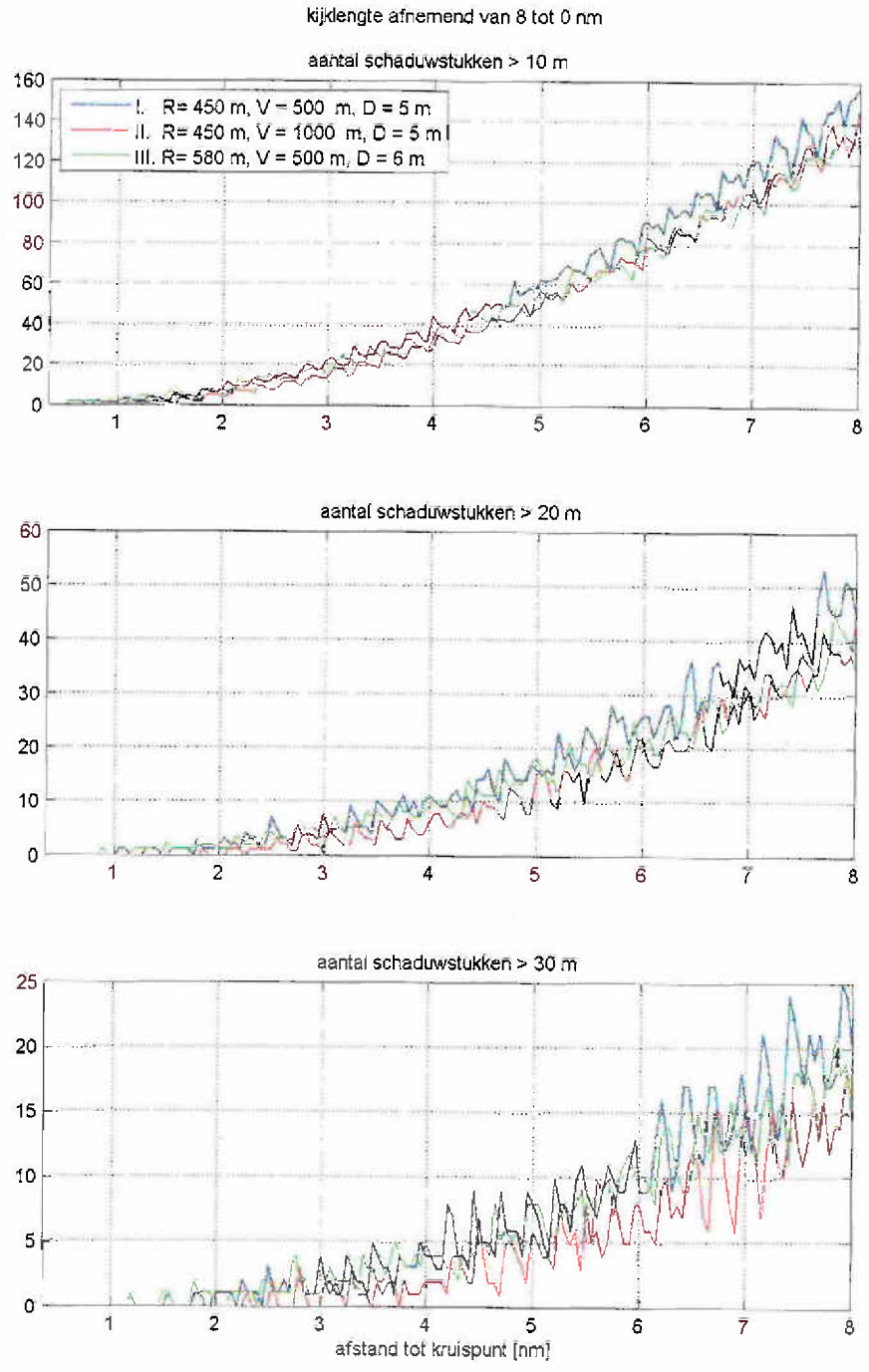
Figuur 3-9 Opstelling windturbines in vierkant evenwijdig aan vaarlinks, vaarafstand 500 m



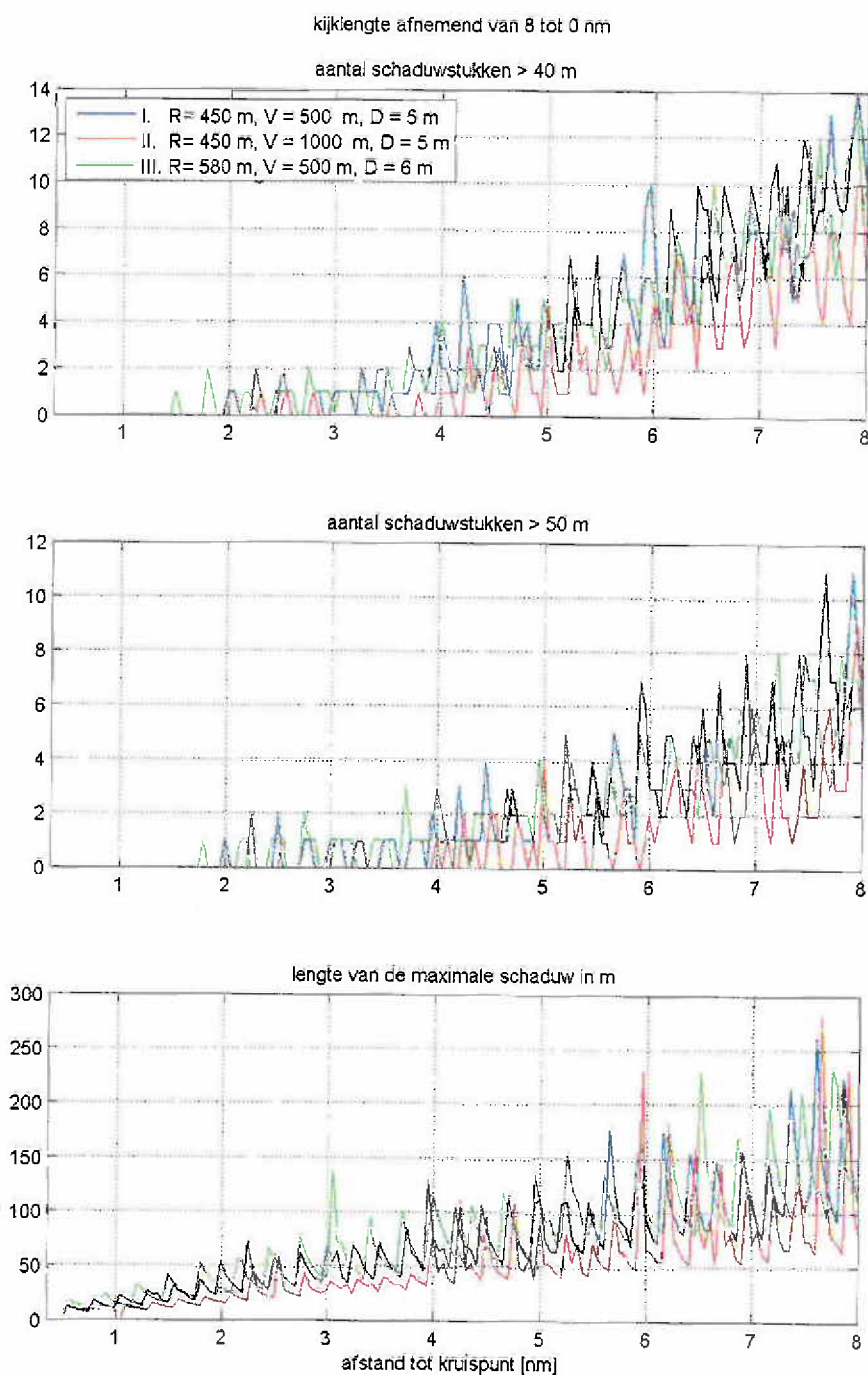
Figuur 3-10 Opstelling windturbines in vierkant evenwijdig aan vaarlinks, vaarafstand 1000 m



Figuur 3-11 Opstelling windturbines in vierkant evenwijdig aan vaarlinks, afstand tussen turbines 580 m en vaarafstand 500 m



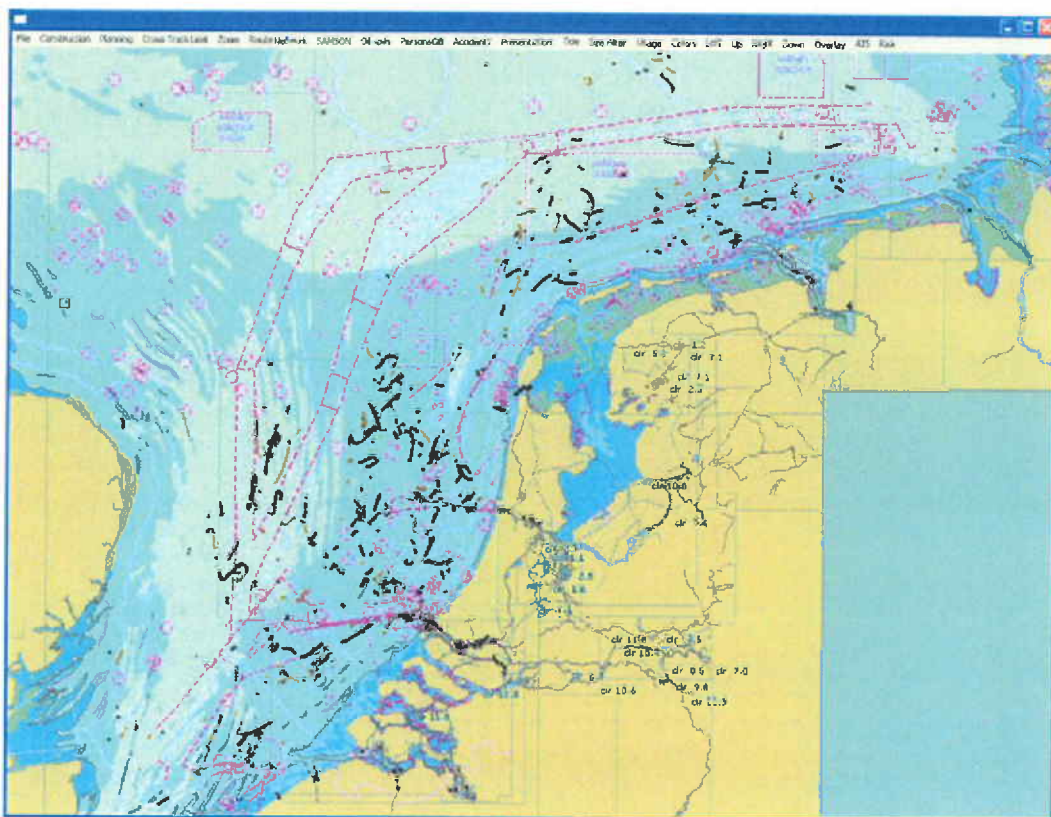
Figuur 3-12 *Schaduw > 10 m, > 20 m en > 30 m lengte van een schaduwstuk voor de gevoeligheidsanalyse*



Figuur 3-13 *Schaduw > 40 m, > 50 m en maximale lengte van een schaduwstuk voor de gevoeligheidsanalyse*

3.2 Tijdelijk onmanoeuvrerbare schepen

Op dit moment voert MARIN een studie uit voor DGTL naar het aantal drifters op de Noordzee, die aan het eind van dit jaar wordt afgerond. Hierin valt een analyse van de AIS-data van de kustwacht van 1 maart 2005 – 31 december 2005. Deze dataset bevat alle vaarbewegingen van de schepen met AIS aan boord, die zijn ontvangen door de AIS-basestations langs de Nederlandse kust. Deze set dekt een strook langs de Nederlandse kust. De records zijn onderzocht op de navigatiestatus "Not under command" (verder aangeduid met NUC-records), wat wil zeggen dat ze op dat moment niet in staat zijn om de normale uitwijkregels in acht te nemen. Alle drifters zouden dat moeten uitzenden. De dataset is niet volmaakt en daarom zijn er een aantal filters toegepast om de waarschijnlijke drifters over te houden. In Figuur 3-14 zijn de waarschijnlijke drifters geplot. De zwarte lijnen geven een koers over de grond tussen 0° en 180° aan en de bruine lijnen een koers groter dan 180°.



Figuur 3-14 NUC-records met snelheid over de grond < 6 knopen en drifthoek > 30° (maart - december 2005)

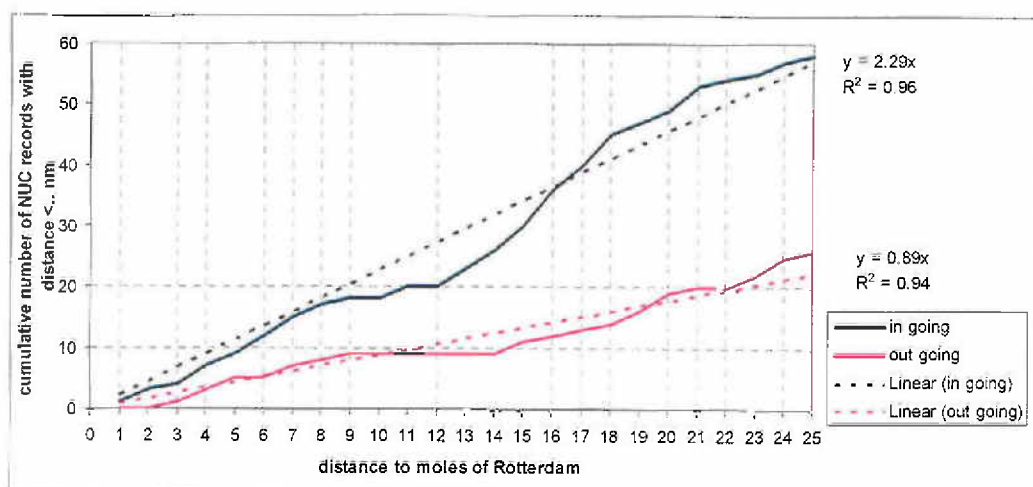
De data van 10 maanden is ook geanalyseerd om na te gaan of er een verhoogde kans is op een drifter nabij de haven en wat de orde van grootte van deze extra kans is. In dit rapport wordt niet in detail op deze analyse ingegaan maar worden de resultaten van de analyse voor wat betreft de onmanoeuvrerbare schepen nabij havens gepresenteerd.

Figuur 3-14 laat zien dat bij het inkomende verkeer door Maas West meer storingen voorkomen dan bij het uitgaande verkeer door Maas West. Dit wordt onder andere veroorzaakt door het overgaan van zeebedrijf naar havenbedrijf, waarbij de kans op een storing groter is, maar ook door het vaart verminderen voor het oppakken van de loods.

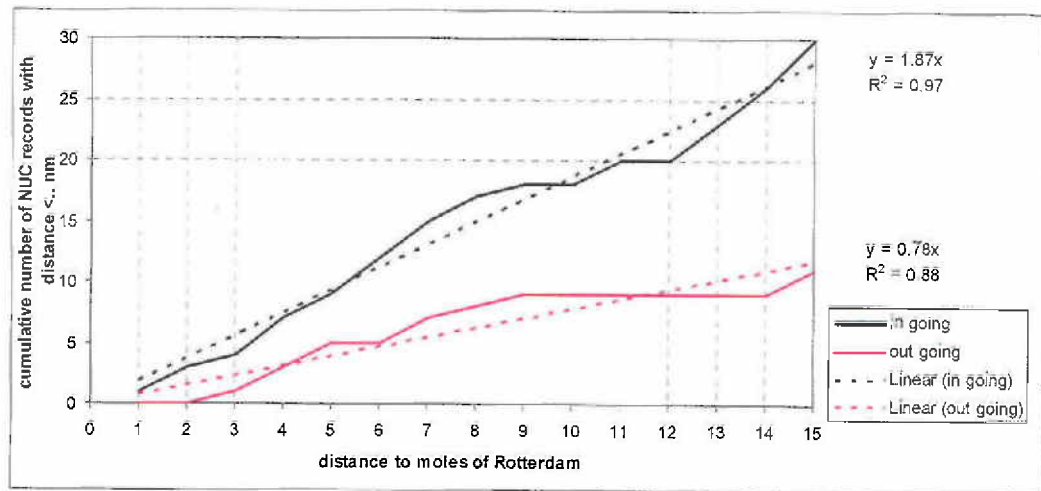
Om dit verschil te kwantificeren is voor alle NUC-records op zee de afstand tot de havenmond bepaald. Gerekend is met de kortste afstand, dus niet helemaal gelijk aan de vaarafstand, maar dat heeft geen effect op de resultaten van deze analyse. Vervolgens is een tabel gemaakt met het aantal NUC records per mijl. Hierbij is een splitsing gemaakt tussen de inkomende schepen (bestemming Rotterdam, Moerdijk etc.) en de uitgaande schepen. De schepen zonder bestemming zijn niet behandeld. De resultaten worden getoond in Figuur 3-15. Uit de figuur blijkt dat het aantal NUC-records inkomend, groter is dan uitgaand, wat de grotere kans op een storing bij inkomende schepen bevestigt. Figuur 3-15 dient als volgt gelezen te worden. Er zijn 30 inkomende schepen die NUC-records hebben verzonden binnen een afstand van 15 mijl tot de havenmond van Rotterdam. Voor uitgaande schepen bedraagt dit aantal 11. Voor de grotere afstanden tot Rotterdam neemt het aantal voor uitgaande schepen relatief meer toe. De reden is dat deze schepen niet allemaal uit Rotterdam zijn vertrokken, maar bijvoorbeeld uit Hamburg met bestemming Antwerpen. Alleen voor schepen met een afstand kleiner dan 15 zeemijl van de havenmond van Rotterdam en bestemming buiten Rotterdam kan worden aangenomen dat ze uit Rotterdam vertrokken zijn. Om deze reden is Figuur 3-16 toegevoegd, waarbij de afstand en de regressielijnen zijn bepaald voor het traject tot 15 mijl voor Rotterdam. Op dit traject is de kans op een NUC $1.87/0.78 = 2.4$ keer zo groot.

Voor de berekeningen in hoofdstuk 4.2 wordt met deze factor van 2.4 gewerkt om het extra risico voor tijdelijk niet manoeuvreerbare schepen te kwantificeren. Hierbij wordt dan aangenomen dat bij deze schepen dezelfde storingsduur optreedt als gemiddeld op de Noordzee, wat vermoedelijk een overschatting van het probleem is omdat de storingen elders op zee eerder het gevolg zijn van een defecte machine en dus waarschijnlijk langer duren dan de storingen door het overgaan van zeestatus naar havenstatus.

Voor het kwantificeren van de extra aandrijfkans voor een windpark is een extra verkeersdatabase aangemaakt die alleen de ingaande links naar een haven bevatten. Er is verondersteld dat de extra storingskans optreedt op een traject van 10 zeemijl, voordat het loodsstation wordt bereikt vanuit alle richtingen voor de bestemmingen in de Rijnmond, IJmond, Den Helder, Harlingen en de Eemsmond.



Figuur 3-15 Aantal storingen op traject tot havenmond



Figuur 3-16 Aantal storingen op traject tot havenmond

4 WINDPARK SPECIFIEK

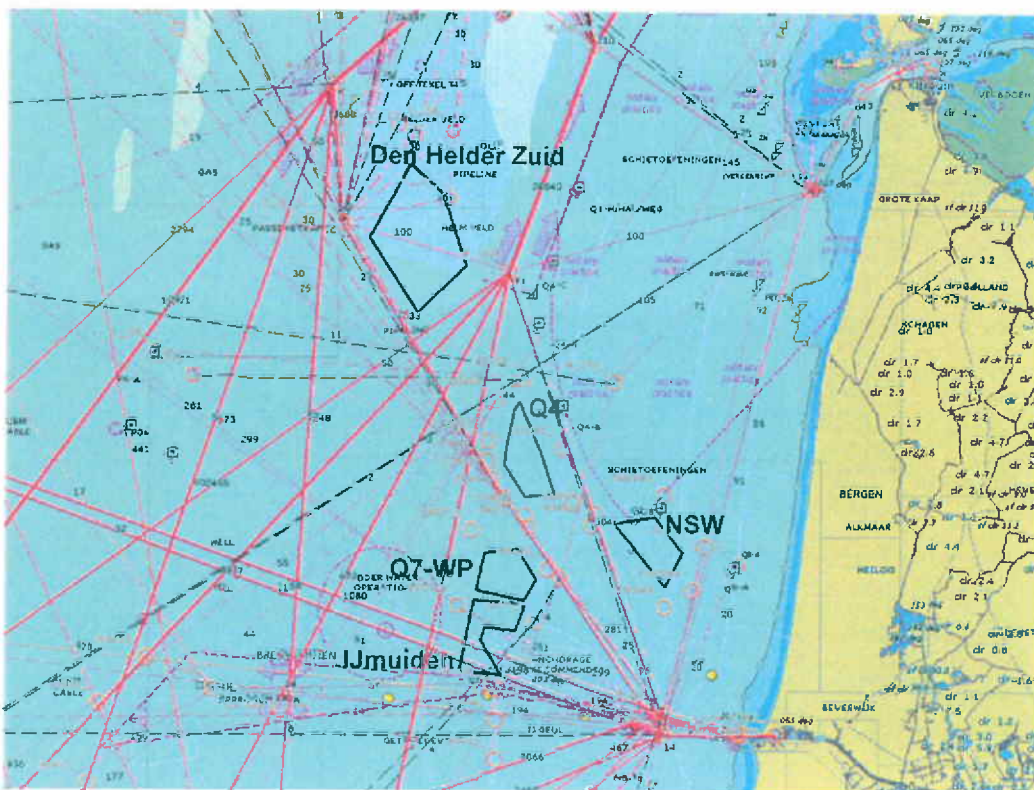
In 4.1 wordt het extra risico voor het kruisende verkeer geschat en in 4.2 het extra risico door tijdelijk onmanoeuvrereerbare schepen bij het aanlopen van een haven.

4.1 Kruisende scheepvaart

In 4.1.1 worden 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 4.1.2 is het extra aantal aanvaringen geschat door de zichtbelemmering door het windpark.

4.1.1 Zicht bij gekozen inrichting

In Figuur 4-1 is de verkeersafwikkeling bij het windpark Q4.

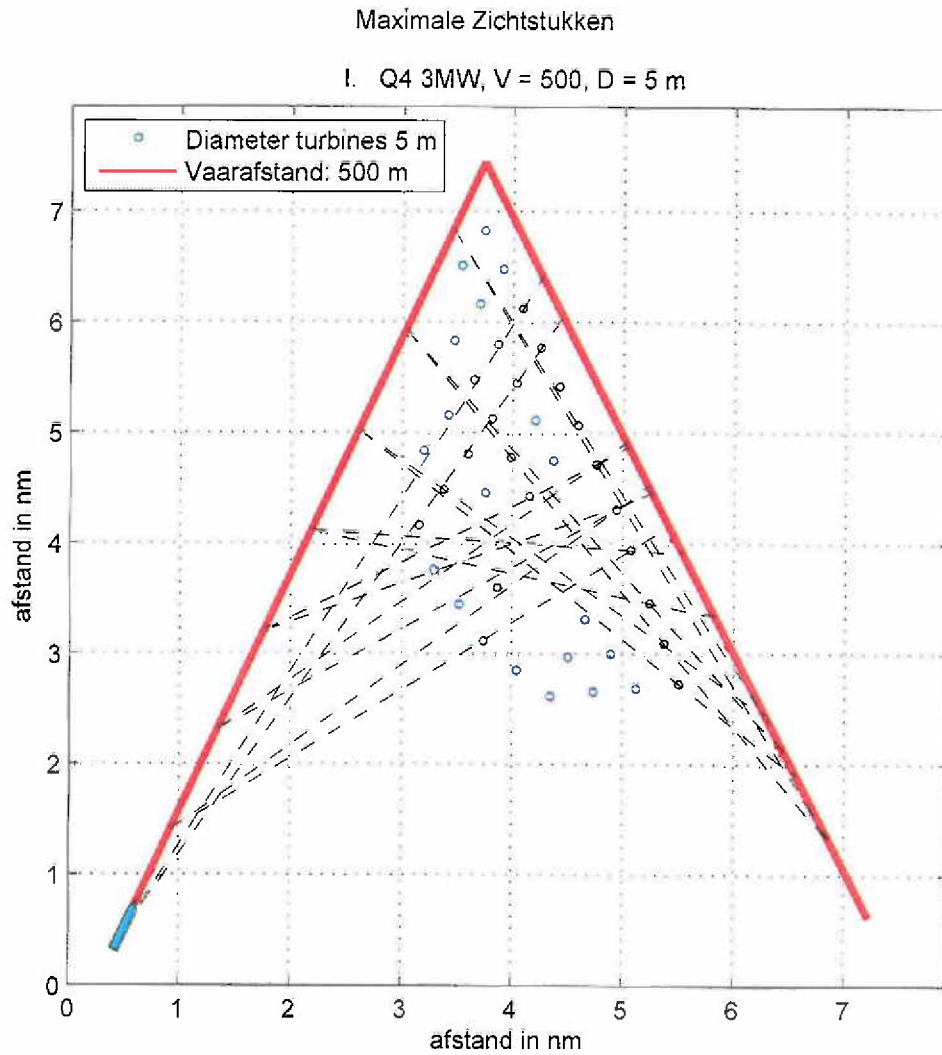


Figuur 4-1 Traffic links in de buurt van het windpark Q4

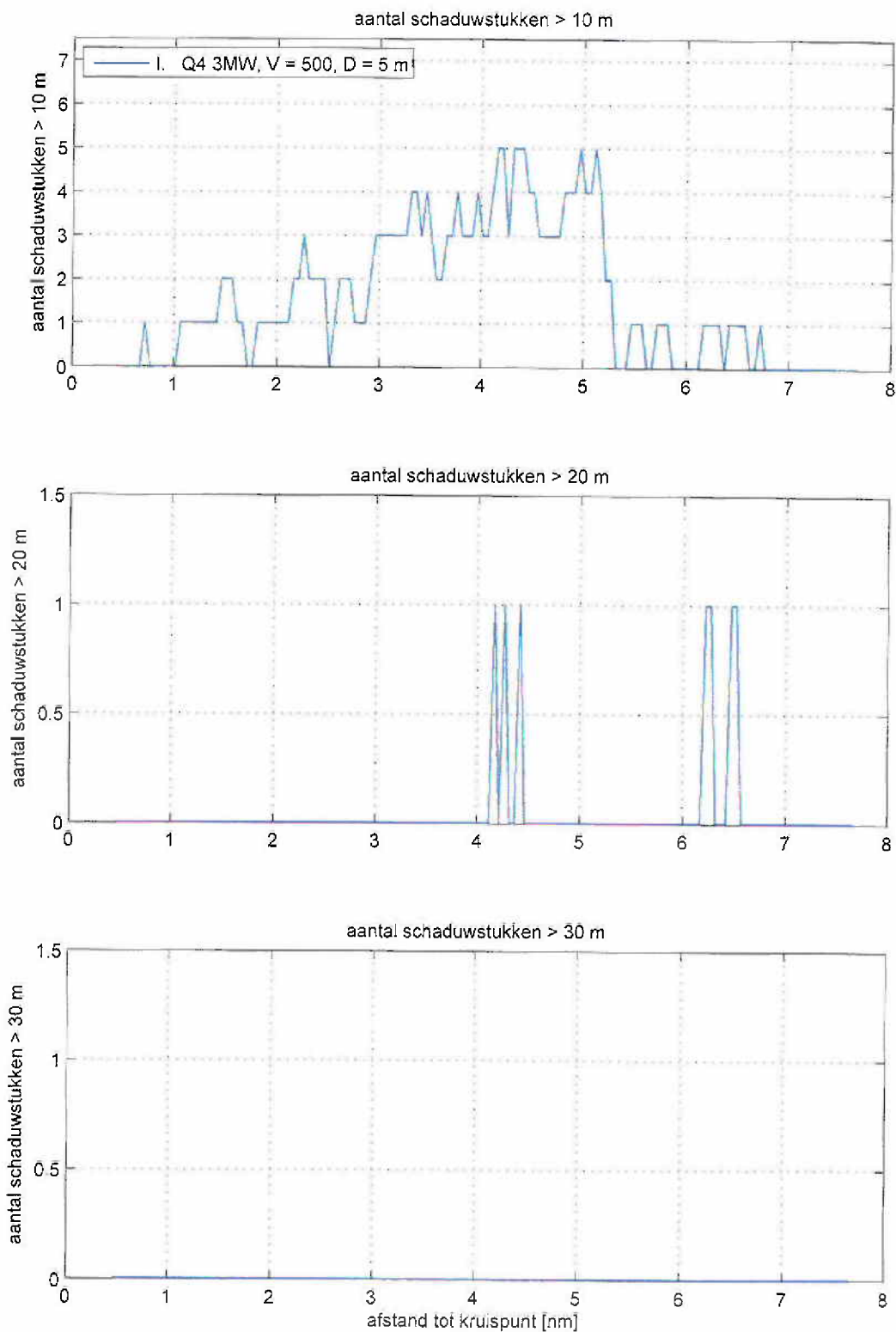
Met alleen Q4 zijn er eigenlijk geen zichtproblemen. De vaarrichting in de grote verkeersstromen met routegebonden verkeer is steeds zo dat er een open hoek, dus niet belemmerd door het windpark, aanwezig is met de kruisende verkeersstroom. Er is alleen een zeer kleine verkeersstroom vanuit het zuidwesten naar Den Helder of kustroute die de schepen uit de IJmond op weg naar het Texelstelsei kruist.

Voor deze situatie zijn voor de inrichting van Q4 de schaduwstukken bepaald voor het geval de twee schepen op 500 m van het windpark varen met de meest waarschijnlijke koersen. De resultaten hiervan zijn weergegeven in Figuur 4-2 tot en met Figuur 4-4

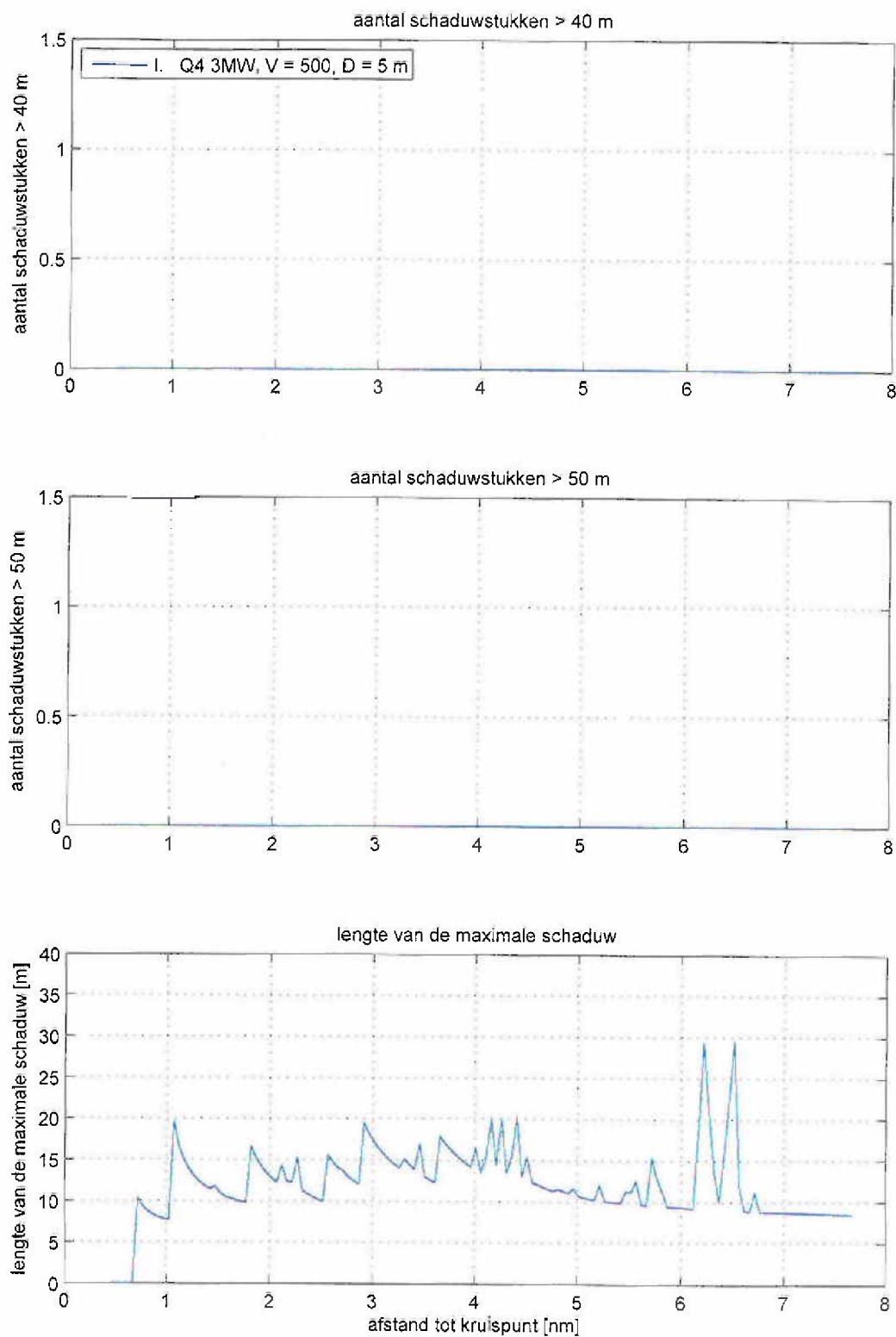
voor het blauwe schip dat langs de rode track vaart. De figuren tonen aan dat de schaduw bijna overal beneden de 30 m blijft en op een afstand minder dan 3 nm van het kruispunt zelfs beneden 20 m. Deze zichtbelemmering zal niet tot grote problemen leiden.



Figuur 4-2 Routegebonden, 3 MW; zuidwesten-Den Helder/kustroute met verkeer van IJmond naar Texel-stelsel

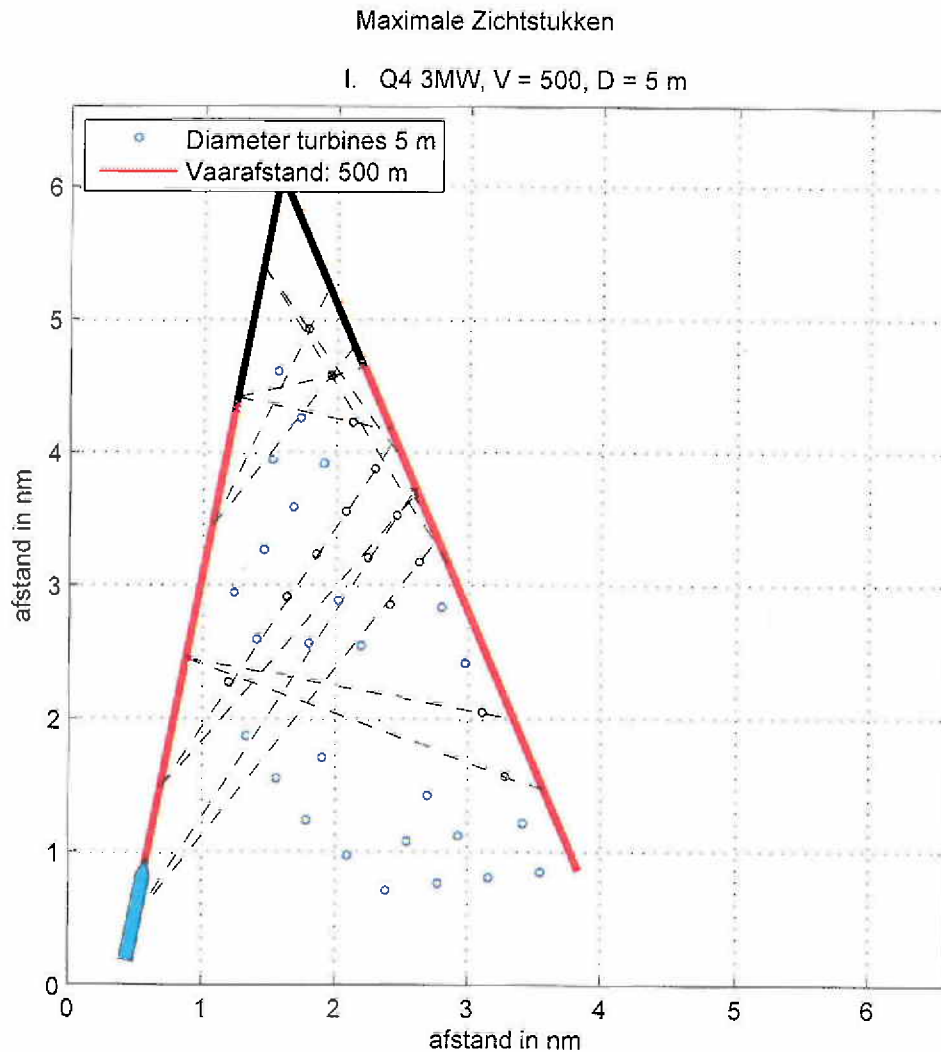


Figuur 4-3 Routegebonden; aantal schaduwstukken > 10 m, > 20 m en > 30 m

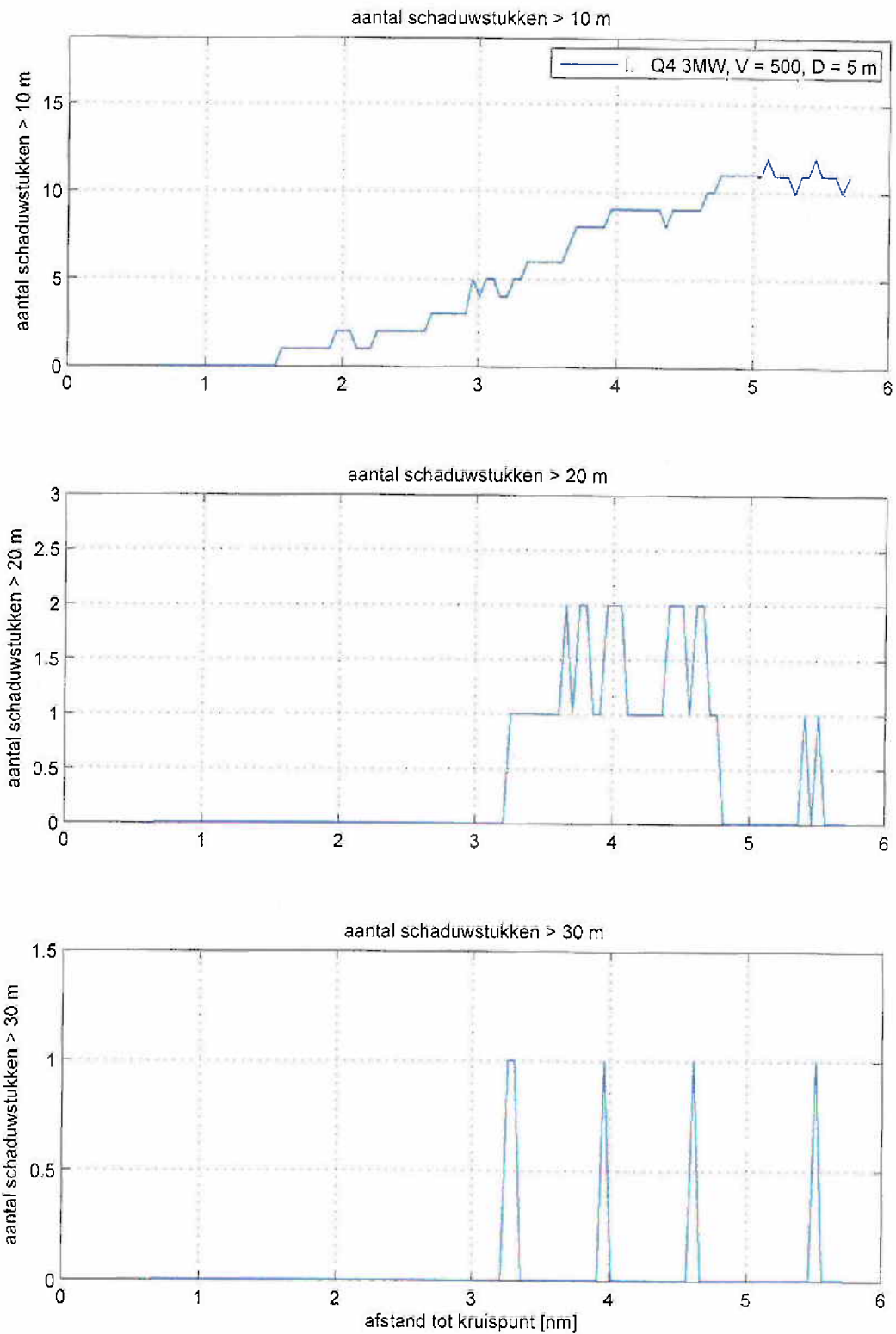


Figuur 4-4 Routegebonden; aantal schaduwstukken > 40 m, > 50 m en maximale lengte van een schaduwstuk

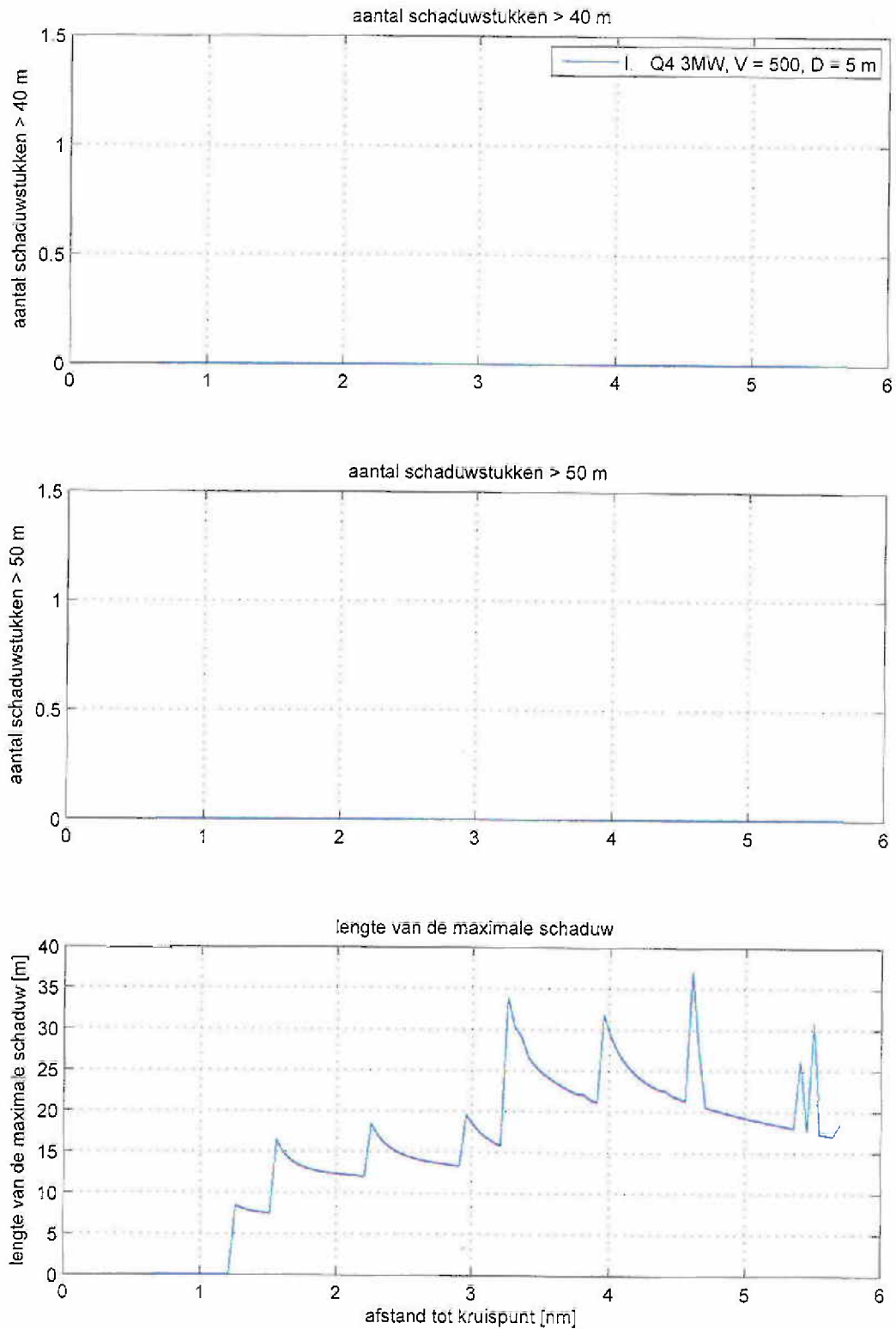
In Figuur 4-5 tot en met Figuur 4-7 zijn de figuren gemaakt voor het niet-routegebonden verkeer. Voor dit verkeer is aangenomen dat het naar dezelfde moeilijk hoek vaart. Voor deze schepen is aangenomen dat ze vlak langs het park op een afstand van 500 m varen. Doordat ze vlak langs het park varen zijn de schaduwstukken groter, maar binnen een afstand van 3 nm van het kruispunt worden de schaduwstukken niet groter meer dan 20 m. Evenals bij voor het routegebonden verkeer kan geconcludeerd worden dat deze zichtbelemmering acceptabel is.



Figuur 4-5 Niet routegebonden, 3 MW;



Figuur 4-6 Niet-routegebonden; aantal schaduwstukken > 10 m, > 20 m en > 30 m



Figuur 4-7 Niet-routegebonden; aantal schaduwstukken > 40 m, > 50 m en maximale lengte van een schaduwstuk

4.1.2 Extra aanvaringen

In Figuur 4-1 is de verkeersafwikkeling voor de locatie Q4 gegeven. De grote verkeersstromen langs het park kruisen andere grote verkeersstromen op behoorlijke afstand en bovendien wordt het zicht op deze kruisingen niet belemmerd door het windpark. De meest kritische situatie zal zich voordoen tussen het verkeer vanuit het zuidwesten richting Den Helder en de kustroute dat aan de noordzijde het verkeer uit de IJmond naar het Texelstelsel kruist, waarbij het kruispunt toch ook al ver van het windpark ligt.

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 uit te wijken. De verplichte 500 m afstand is ruim voldoende voor een noodmanoeuvre, welke natuurlijk zoveel mogelijk voorkomen moet worden.

In Tabel 4-1 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 0.0442 aanvaringen tussen kruisend verkeer per jaar verwacht worden ofwel een aanvaring eens in de 23 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 4-1 in de kolom "fractie moeilijk door windpark". Voor de zuidgaande stroom vanuit het noorden naar het Maas-Noord stelsel is er steeds een open hoek, geen zichtverstoring en dus 0% met verhoogt risico.

Voor de niet-routegebonden schepen wordt aangenomen dat er meer schepen (20%) vlak langs het park varen omdat het windpark voor deze schepen meer een obstakel vormt.

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 4.1.1 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 windpark	fractie met kleine afstand	extra factor voor kans op aanvaring gegeven een ontmoeting	
Tussen twee routegebond en schepen	0.0218	0	0.0109	92	0%- 5%	10%	3	827472
Een routegebonden schip met een niet-routegebonden schip	0.0164	0.0164	0.0164	61	25%	20%	2.25	974
Tussen twee niet-routegebonden schepen	0	0.0333	0.0167	60	25%	20%	1.5	2402
Totaal			0.0440	23				693

Tabel 4-1 Risico en extra risico voor kruisend verkeer

Conclusie

De schatting resulteert in een extra aanvaring door het windpark eens in de 693 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.

4.1.3 Mitigerende maatregelen

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.

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.

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 Q4 doen zich eigen nauwelijks kritische kruisingen tussen routegebonden verkeer voor, zodat de eerste optie niet veel effect heeft. Het weghalen van een rij windturbines is minder effectief voor niet-routegebonden schepen die voor een deel 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 wilt 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 Q4 lijkt daarom geen reële optie.

4.2 Tijdelijk onmanoeuvreerbare schepen

4.2.1 Extra aandrijvingen

In Tabel 4-2 is het resultaat van de berekening voor de extra kans op een aanvaring gegeven. De eerste rij bevat een herhaling van het aantal aanvaringen/aandrijvingen per jaar voor de eerste variant. In de regel daarna staat het resultaat van het extra aantal aandrijvingen wanneer met de verhoogde storingskans nabij de aanloop van een haven door tijdelijk onmanoeuvreerbare schepen wordt gerekend. Dit heeft alleen effect op de aandrijvingen van het routegebonden verkeer.

In de laatste rij van de tabel staat de verhoging uitgedrukt als percentage op de waarde gegeven in [1]. Door dit percentage opslag ook voor het aantal aandrijvingen voor de andere inrichtingsvarianten toe te passen is het aantal aanvaringen/aandrijvingen per jaar voor de inrichtingsvarianten inclusief het verhoogde risico door tijdelijk onmanoeuvreerbare schepen nabij de haven weergegeven in Tabel 4-3.

Inrichtingsvariant	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	
3.0 MW	17.9	465000	40	0.005878	0.012537	0.018757	0.002702	0.039874
extra door verhoogde kans door overgang zee naar havenstatus				0	0	0.001252	0	0.001252
Extra in %				0.0%	0.0%	6.7%	0.0%	3.1%

Tabel 4-2 Verwachte aantal aanvaringen/aandrijvingen per jaar van [1] met de extra kans door tijdelijk onmanoeuvreerbare schepen

Inrichtingsvariant	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	
3.0 MW	17.9	465000	40	0.005878	0.012537	0.020009	0.002702	0.041126

Tabel 4-3 *Verwachte aantal aanvaringen/aandrijvingen per jaar voor de beschouwde inrichtingsvarianten*

4.2.2 Mitigerende maatregelen

Inzet van sleepbootcapaciteit

De beste mitigerende maatregel om het aantal aandrijvingen te reduceren is het tijdig kunnen inroepen van voldoende sleepbootcapaciteit. Berekeningen hebben aangetoond dat sleepbootcapaciteit in de buurt van het windpark meer dan 50% van de aandrijvingen kan voorkomen. Tijdige sleepboothulp kan mogelijk door middel van contracten worden gewaarborgd.

Inrichting windpark

Gebruik van grotere turbines vermindert de kans op een extra aandrijving doordat er minder windturbines per oppervlakte-eenheid staan en het aandrijfrisico sterk gerelateerd is aan het aantal windturbines.

REFERENTIES

- [1] Y. Koldenhof, C. van der Tak
Veiligheidsstudie offshore windpark Q4-WP,
MARIN, nr. 20082.620/B3, 31 maart 2006

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