



Uitbreiding Windpark Westereems Eemshaven

Studie effecten op nautische radarsystemen, zicht en communicatiesystemen

STC b.v.
Wilhelminakade 701
Postbus 51290
4007 GG Rotterdam

februari 2010

In opdracht van
Essent Wind BV Nederland



Inhoudsopgave

1	Probleemstelling	4
1.1	Omvang werkzaamheden	4
1.2	Methode	4
1.3	Beoogde ontwikkeling	4
1.4	Te beoordelen effecten	8
1.5	Uitgangsdokumentatie	8
1.6	Gevoeligheidsanalyse	10
2	Opzet van de studie	10
3	Uitgangspunten en randvoorwaarden	11
3.1	Beschrijving van de omgeving processen en functies	11
3.1.1	Algemene beschouwing	11
3.1.2	Beschouwing scheepvaarttypen	11
3.1.3	VTS systeem Groningen Seaports	12
3.1.4	Beschrijving van de radar- en radiosystemen	13
3.1.5	Bestaande bebouwing en obstakels	14
3.1.6	Scheepvaartverkeer	16
3.1.7	C2000 radio zend- ontvangstmast	16
3.1.8	Toekomstige ontwikkelingen	17
3.2	Gegevens van de windturbines	18
3.3	Radar karakteristieken	18
3.3.1	Walradar	18
3.3.2	Scheepsradar	19
3.4	Meteo / Hydro omstandigheden	20
3.4.1	Waterstanden	20
3.4.2	Windrichtingverdeling	20
4	Beoordeling van de varianten	23
4.1	Te beoordelen effecten voor (wal)radarprestatie	23
4.1.1	Plaats turbines ten opzichte van de vaarweg	23
4.1.2	Afscherming radar door bestaande objecten van het Dekkingsgebied:	23
4.1.3	Afscherming radar door de nieuwe windturbinemasten	24
4.1.4	Afscherming door rotors	24
4.1.5	Reflecties	25
4.1.6	Samenvattend overzicht	26
4.1.7	Scheepsradars	28
4.2	Visuele hinder van plaatsing van de windturbines	28
4.2.1	Visuele hinder voor scheepvaart	28
4.2.2	Visuele en radar hinder voor het VTS systeem Eemshave	28
4.3	Hinder elektromagnetische energie op radio en radar	30
5	Gevoeligheidsanalyse effecten	31
6	Conclusies	33
7	Aanbeveling	34
8	Literatuur	35
9	Verklarende woordenlijst	36



1 Probleemstelling

1.1 Omvang werkzaamheden

In opdracht van Essent Wind Nederland BV is een studie uitgevoerd naar de effecten op nautische radarsystemen, zicht en communicatiesystemen vanwege twee nieuw te bouwen en te exploiteren windturbines op de Eemshaven in de gemeente Eemmond. Het betreft twee turbines in de 6MW klasse, als uitbreiding van het bestaande windpark Westereems, aan de Noordzijde van de Emmahaven in het Eemshaven Complex, ter plaatse aangeduid als de 'Handelskade'.

1.2 Methode

De beoordeling heeft plaats gevonden volgens een door Rijkswaterstaat aanvaarde methode, zodanig dat voldaan wordt aan de toetsingsvereisten zoals beschreven in de beleidsregels van 15 mei 2002 HKW.R 2002 3641, voor zo ver deze ziet op beoordeling van hinder van wal- en scheepsradar, visuele hinder voor schippers en bedienend personeel van kunstwerken. Voor onderzoek van de effecten is, naast zeekaarten, gebruik gemaakt van Autocad detailtekeningen en plankaarten van het gebied. Daarnaast is ter plaatse een visuele opname gedaan. De beoordeling van effecten op communicatiesystemen, o.a. C2000, is uitgevoerd aan de hand van algemeen geldende uitgangspunten voor radio- en telefoonverkeer.

1.3 Beoogde ontwikkeling

De nieuw geplande windturbinelocaties zijn opgenomen in Tabel 1.3-1

De positie van de nieuwe windturbines is schematisch weergegeven in Figuur 1.3-2

Tabel 1.3-1

Locaties nieuwe windturbines					
Locatienrs	RD-X	RD-Y	Type	Eigenaar	
R36	250.194	607.795	E126 / R6M	Essent	
R37	250.760	607.657	E126 / R6M	Essent	

Turbine E126 is de referentieturbine voor deze studie. Om de effecten te kunnen bepalen van turbinetypen met andere afmetingen, o.a. type R6M, is t.a.v. van die afmetingen een gevoeligheidsanalyse in deze studie opgenomen.

De dimensies van de torens staan weergegeven in de tabel in bijlage 1. Een voorbeeld van de geplande toren staat in de 1.3-3 op de volgende pagina.



Figuur 1.3.1.1-2



Overzicht posities geplande windturbines R36 en R 37 bij de Eemshaven

Figuur 1.3-3



Voorbeeld 6MW windturbine



1.4 Te beoordelen effecten

De nieuw op te stellen windturbines worden beoordeeld op de volgende aspecten:

1. Toetsing positionering ten opzichte van de vaarweg aan beleidsregels voor de afstand van windturbine masten ten opzichte van de vaarweg. (zie 4.1.1);
2. afschermingseffecten voor wal- en scheepsradar Uitwerking in 4.1.2 t/m 4.1.4, reflecties voor de walradar in 4.1.5., overzicht in 4.1.6 en scheepsradars in 4.1.7. (conclusie in hfst 6);
3. effecten voor VTS bediening en scheepvaart (met name visuele effecten en afscherming en effecten van reflectie van elektromagnetische energie) in 4.2.;
4. effecten op communicatiemiddelen in de directe omgeving van de masten met name afscherming en effecten van 'hakselen' van elektromagnetische energie);
5. effecten voor communicatiemiddelen in de directe omgeving c.q. het havengebied.

De beoordeling van effecten is gebaseerd op rekenmodellen en praktijkervaring. Meer specifiek worden de volgende verschijnselen onderzocht:

1. radarreflectie door de mastconstructies;
2. radarafscherming van de vaarweg door de mastconstructies;
3. afscherming door de rotors en reflecties en valse echo's van de rotors.

Om de effecten te kunnen beoordelen zijn de volgende gegevens van belang:

1. opstellingsplaats van de bestaande bebouwing en obstakels (waaronder de bestaande turbines);
2. detail geografische kaarten van het omliggende gebied inclusief nautische en visuele kenmerken;
3. afmetingen en locatie van de nieuw op te stellen windturbines;
4. frequentieverdeling windroos;
5. specificaties van de bestaande en nieuw geplande radarsystemen.

1.5 Uitgangsdokumentatie

De volgende uitgangsdokumentatie is gebruikt voor de studie.

Tabel 1.5-1

Uitgangsdokumentatie			
Bijlage nr.	Omschrijving	Versie	Herkomst
1	Situatie beheersgebied Eemshaven no 04 12822	0	Essent
2	Expansion WP Westereems-basis-kaart		Essent
3	Windroos Windpro version 2.6.1.252	Jan. 2009	Essent
4	Hoofdafmetingen en materialen bestaande en nieuw te plaatsen windturbines	n.v.t.	Essent
5	Bijlage tabel afmetingen windturbines	n.v.t.	Essent
6	Zeekaart Eemshaven /Delfzijl	n.v.t.	Hydrografie

Daarnaast is gebruik gemaakt van diverse literatuur en documentatie van de windturbines. Een lijst hiervan is opgenomen in hoofdstuk 8.



1.6 Gevoeligheidsanalyse

De beoordeling vindt plaats op basis van de informatie genoemd in paragraaf 1.5. Daarnaast wordt, voor zo ver mogelijk, de gevoeligheid van de conclusies onderzocht met betrekking tot:

1. hoogte van de turbinemast;
2. positie van de turbinemast;
3. aantal omwentelingen van de turbinerotor;
4. diameter van de turbinemast;
5. diameter van de turbinerotor;
6. afmeting van de turbinegondel.

De gevoeligheidsanalyse is opgenomen in hoofdstuk 5 van deze studie.

2 Opzet van de studie

De opzet van de studie is als volgt:

1. verzamelen informatie bij opdrachtgever en Groningen Seaports;
2. uitvoeren deskstudie;
3. visueel onderzoek op locatie ter verificatie van bevindingen en verwerken eventuele nadere bevindingen;
4. bespreken concept desk studierapport met opdrachtgever;
5. afronden rapportage.



3 Uitgangspunten en randvoorwaarden

In dit hoofdstuk zijn de uitgangspunten en randvoorwaarden voor het onderzoek beschreven.

3.1 Beschrijving van de omgeving processen en functies

3.1.1 Algemene beschouwing

De hinder die wordt ondervonden door radar en communicatiemiddelen wordt vooral veroorzaakt door verstoring van het zend- en ontvangpad. Hinder van de twee windturbines is te verwachten in gebieden in en vlakbij de Eemshaven, inclusief de ingang van de Eemshaven, Doeksegatkanaal, Julianahaven en Emmahaven.

3.1.2 Beschouwing scheepvaarttypen

De schepen die in de Eemshaven komen zijn op hoofdlijnen te onderscheiden in zeevrachtschepen, binnenvaart / kustvaart vrachtschepen en passagiersschepen. De lengte van de schepen kan oplopen tot 200 meter of meer. Het grootste deel van de passagiersvaart betreft veerdiensten naar Borkum. Daarnaast komen incidenteel grote passagiersschepen in de haven voor afbouw- of onderhoudswerkzaamheden. Er zijn dan geen passagiers aan boord.

Tabel 3.1.2-1 bevat de scheepvaartbewegingen over het jaar 2008 die de Groningen Seaports havens van Delfzijl en Eemshaven aandeden. Hiervan gaat circa 30% naar de Eemshaven.

Tabel 3.1.2-1

Scheepvaartbewegingen 2008 GSP	
Type	Aantal
Zeevaart	3.816
Binnenvaart	4.884
Passagiersvaart	1.553
Totaal	10.253
Bron: Groningen Seaports	

3.1.3 VTS systeem Groningen Seaports

Het Eemshavencomplex en aanloop wordt gedekt door een havenradar / VTS systeem. Observatie vindt plaats in de centrale te Delfzijl. Het systeem bestaat uit:

1. Een radar op de strekdam / havendam te Delfzijl
2. Een radar bij de Eemshaven
3. Camera's in het gehele havengebied
4. Marifooninstallatie met zend / ontvangmasten te Delfzijl en Eemshaven

De aanloop van de Eemshaven wordt eveneens gedekt door de radar van de radarpost Oude Schild van Rijkswaterstaat.



3.1.4 Beschrijving van de radar- en radiosystemen

In het gebied waar de windturbines zullen worden geplaatst zijn de navolgende radar / communicatiesystemen en zender- ontvanger inrichtingen in bedrijf:

1. radarstation Oude schip-2 (RWS);
2. nieuw geplande radarinstallatie van Groningen Seaports tevens marifoon kanaal 1;
3. bestaande radar Eemshaven van Groningen Seaports tevens marifoon kanaal 1;
4. nieuw geplande radarinstallatie van de Groningen Seaports;
5. radarstation Oude schip -1 (RWS);
6. marifoon kanaal 66;
7. UHF link op het dak van Holland Malt t.b.v. DGPS systeem RWS;
8. KNRM marifoonkanalen;
9. zendmast ITO/C2000 mobilfoon frequenties;
10. Eemshaven Service center UHF.

Tabel 3.1.4-1 bevat een overzicht van de gebruikte frequenties van de radar en communicatiesystemen.

Tabel 3.1.4-1

Gebruikte frequenties in het Eemshavengebied		
Locatie	Omschrijving	Frequentie
A	Radarpost "RS 6	9375 Mhz
B	Radarpost EMSH 1	9375 Mhz 160,650/156,05 (VHF kan 1)
C	Radarpost EMSH 1	9375 Mhz 160,650/156,05 (VHF kan 1)
D	Radarpost EMSH 2	9375 Mhz
E	Radarpost "Oude Schip"	9375 Mhz
F	Marifoon post	160,925/156,325 (VHF kan 66)

Daarnaast zijn er een tweetal camerasystemen in het gebied, (Bosch type G4 dome met Zoom) voor visuele observatie van de havenbekkens op de volgende locaties:

1. Op de loods van Wagenborg
2. Op het gebouw van Holland Malt

3.1.5 Bestaande bebouwing en obstakels

De bestaande bebouwing op de Handelskade betreft loodsen van Wagenborg en Sealane, en enkele relatief kleinere kantoorgebouwen. De grootste hoogte van de gebouwen is 10 tot 15 meter. Op de plaats waar turbine 36 is gepland stond een loods. Deze is afgebrand en wordt niet herbouwd. Van relatief recentere datum is de hoge bebouwing van Holland Malt ten noorden van de Julianahaven. De hoogte van dit gebouw is circa 25 meter. Verder is er bebouwing van Bio Value, eveneens ten noorden van de Julianahaven.

Het terrein van Theo Pouw secundaire bouwstoffen BV aan de zuidkant van de Eemshaven kenmerkt zich door vrij hoge bergen met afvalstoffen (>10 meter). De bestaande bebouwing in de omgeving heeft een maximale hoogte van circa 30 meter boven maaiveld / kadehoogte.



In de periode 2008-2009 zijn, ter vervanging van 144 kleine windturbines, 88 nieuwe windturbines opgericht. Het betreft turbines in de 3MW klasse. Van deze turbines zijn er 68 gesitueerd in het Eemshaven gebied. De bestaande turbinelocaties zijn, verdeeld naar eigenaar en type, opgenomen in Tabel 3.1.5-1. De andere 20 turbines, welke zich aan de zuid zijde van het Eemshavencomplex bevinden hebben geen impact op radar- en communicatie in het Eemshaven complex gebied. In de onderhavige beschouwing wordt met name gekeken naar het effect dat de hier beschouwde windturbines hebben op radar en communicatie.

R37 en R36 hebben vooral invloed op de radardekking en verminderen het zicht in de Emmahaven en het Doeksegatkanaal.

De communicatie kan invloed onder vinden in met name Emma -en Julianahaven en Doeksegatkanaal. Invloed op communicatie in de aanloop van de Eemshaven van deze twee Opstellingen valt minder te verwachten. Indien hinder wordt onder vonden zal dit eerder worden veroorzaakt door de locaties R4 tot en met R16.

Tabel 3.1.5-1

Bestaande turbinelocaties					
Locatiens	Aantal	Locatie	Type	Eigenaar	Bijzonderheden
R1 t/m R9	9	Westlob	E82	Essent	
R10 t/m R18	9	Oostlob	E82	Essent	
R19 t/m 35	17	Kwelderdijk	E82	Essent	
M1 t/m M5	5	Binnenterrein-west	V90	Growind	
M 6 t/m M21	12	Binnenterrein-oost	V90	Growind	Locaties M9, M11, M13 en M15 zijn vervallen
B1 t/m B3	3	Kwelderdijk oost	E82	Bakker	
E1 t/m E9	9	Electrabelterrein	E82	Electrabel	
P1 t/m P11 P15 t/m P20	17	Emmapolder	E82	Essent	
P12,P13,P14	3	Emmapolder	V90	agrariërs	
A1,A2,A4 en A5	4	Binnenterrein-west	V90	Growind	Vervanging van resp.M9, M11, M13 en M15

3.1.6 *Scheepvaartverkeer*

De te verwachten maximale scheepsgrootte is 220 tot 250 meter lengte met een brughoogte van 25 tot 45 meter ten behoeve van aanvoer van kolen voor de in aanbouw zijnde energiecentrales en de aanvoer naar het nieuw geplande tankpark van Vopak.

3.1.7 *C2000 radio zend- ontvangstmast*

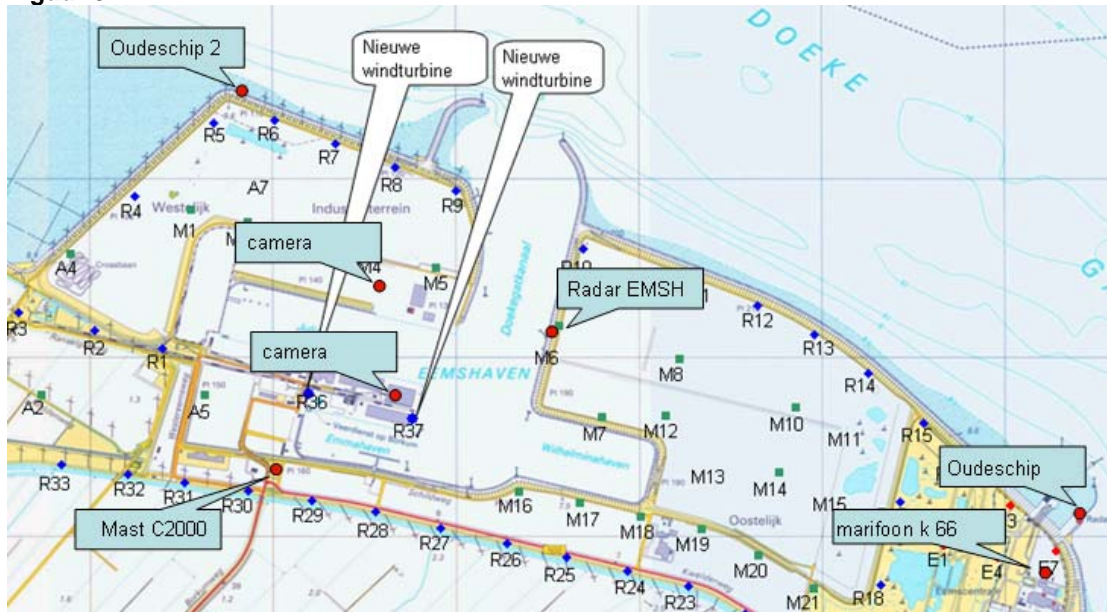
In het gebied is een C2000 zend- ontvangstmast opgesteld. De invloed van het plaatsen van de windturbines R6 en R37 op de prestatie van deze zend- ontvangstinstallatie is moeilijk vast te stellen. De reden hiervoor is dat er meerdere objecten, waar onder de bestaande windturbines in het gebied aanwezig zijn die een effect kunnen hebben op de werking van het C2000 systeem.

In praktijk worden netwerken als C2000 uitgerold op basis van berekeningen en veldsterktemetingen. Indien in de praktijk blijkt dat er dekkingshiaten zijn dan kan dit op worden gelost door het lokaal bijplaatsen van repeaters. Het beheer van het C2000 systeem is in handen van Unit Meldkamer Systemen (UMS) van de organisatie 'Voorziening tot samenwerking Politie Nederland (vtsPN)¹.

¹ Bron: www.c2000.nl



Figuur 3.1.7-1



Overzicht huidige situatie radarsystemen, communicatiesystemen en camerasystemen Eemshaven

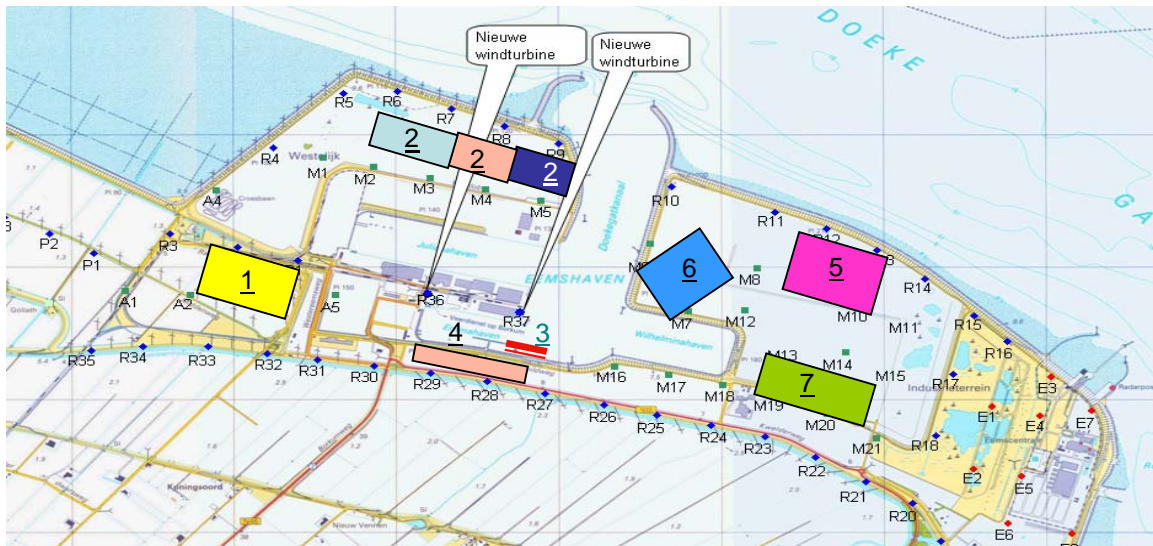
3.1.8 Toekomstige ontwikkelingen

Thans (december 2009) is bekend dat de volgende ontwikkelingen in het Eemshavengebied zijn te verwachten:

1. opslagterminal van VOPAK ten zuidwesten van de handelskade (geel)
2. Verlenging Beatrixhaven Fase 2 (in aanleg) en fase 3 en 4 (donkerblauw, lichtroze en lichtblauw)
3. Verlenging drijvende steiger in de Emma-haven (rood)
4. Kantoorgebouwen langs de Schildweg (lichtroze)
5. In ontwikkeling zijnde centrales van NUON en RWE (donkerroze)
6. Aanleg nieuwe haven voor Nuon (blauw)
7. Toekomstige verlenging Wilhelmina haven (groen)



Figuur 3.1.8-1



Ontwikkelingen Eemshaven

3.2 Gegevens van de windturbines

De voor de studie relevante gegevens van de bestaande en de nieuw geplande windturbine zijn opgenomen in bijlage 1 van deze studie.

3.3 Radar karakteristieken

3.3.1 Walradar

De radarinstallatie welke "zicht" heeft op de ingang van de Eemshaven en de havenbekkens heeft de navolgende karakteristieken:

1. Radaropstelling Eemshaven (18 voet radar installatie)
2. Radarantenne horizontale openingshoek – 3 dB punten 0,45 graden
3. Radarantenne verticale openingshoek – 3 dB punten 20,0 graden
4. Puls Herhalingsfrequentie maximaal 3000 Hz bij korte puls (50 nanoseconde)
5. Antenne omwentelingssnelheid 20 RPM
6. Vermogen van de radarzender / ontvanger maximaal 25 kW bij een ontvangstgevoeligheid van 5 dB
7. Opstel hoogte ca 20 meter plus maaiveld

3.3.2 Scheepsradar

In het gebied varen vooral zeeschepen en binnenvaartschepen. De radar karakteristieken van de scheepsradars aan boord van deze schepen zijn als volgt:

1. Radarantenne (4 a 9 voet) horizontale openingshoek – 3 dB punten 0,8 a 1,2 graden
2. Radarantenne verticale openingshoek – 3 dB punten 23,0 graden
3. Puls Herhalingsfrequentie maximaal 3000 Hz bij korte puls (50 a 80 nanoseconde) Minimaal 800 Hz.
4. Antenne omwenteling snelheid 24 a 28 RPM (high speed 45 RPM)
5. Vermogen van de radarzender / ontvanger maximaal 25 kW minimaal 3 kW bij een ontvangstgevoeligheid van 5 a 7 dB
6. Opstel hoogte gemiddeld 8 a 10 meter plus water niveau voor binnenvaart en 25 meter tot 40 meter voor zeeschepen

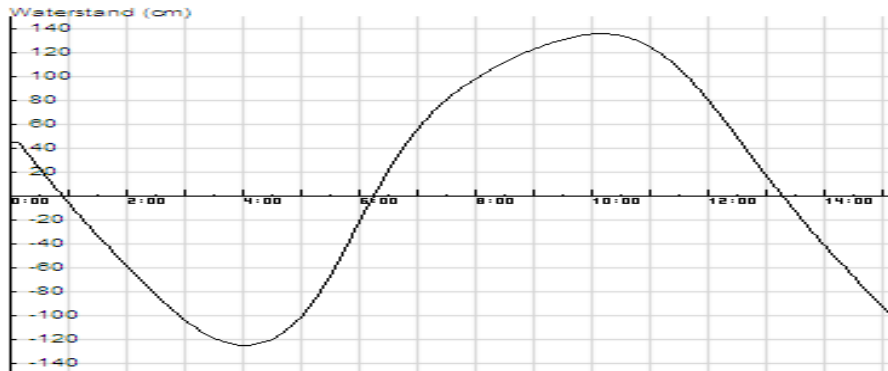


3.4 Meteo / Hydro omstandigheden

3.4.1 Waterstanden

De gemiddelde waterstanden Waddenzee nabij Eemshaven zijn tussen 1.40 meter - NAP en 1,40 meter + NAP. Zie hiervoor Figuur 3.4.1-1.

Figuur 3.4.1-1

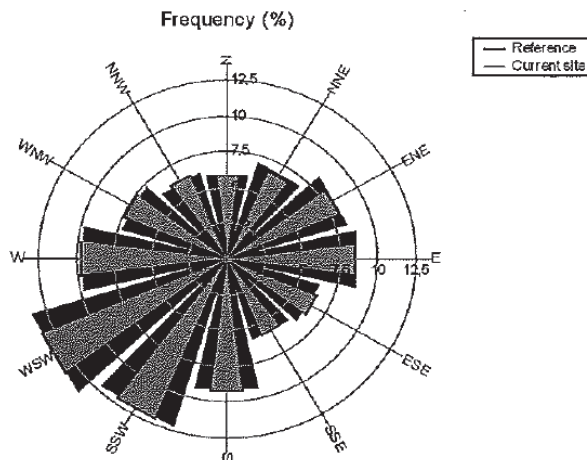


Verticaal getij Waddenzee ter plaatse van de Eemshaven

3.4.2 Windrichtingverdeling

De windrichtingverdeling is weergegeven in de Windroos [Figuur 3.4.2-1](#) en de grafiek [Figuur 3.4.2-2](#)

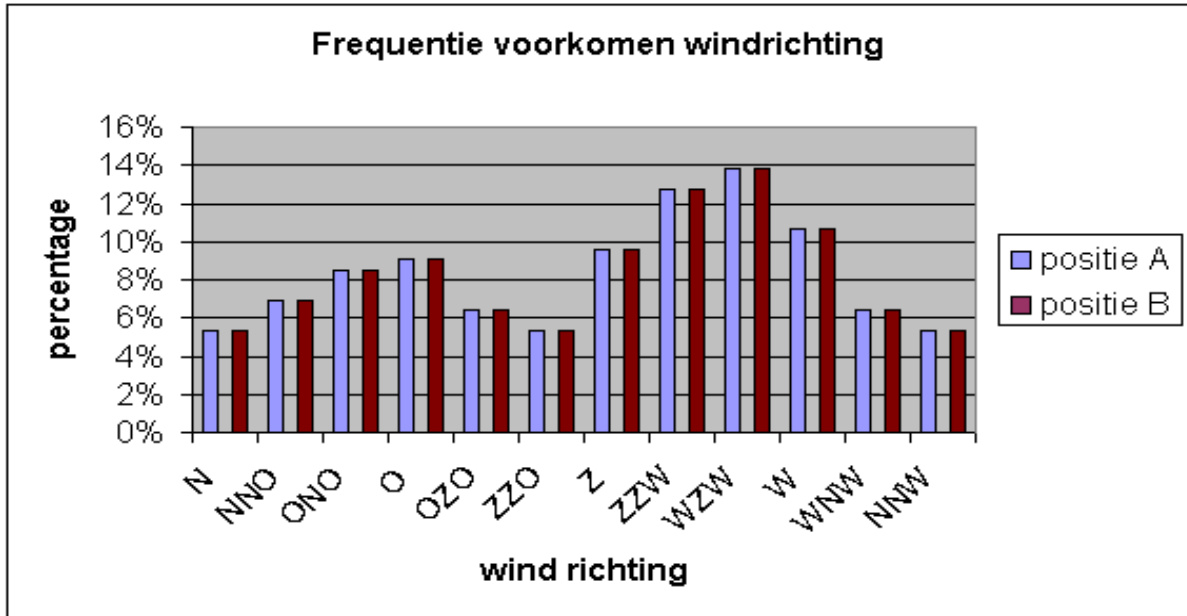
Figuur 3.4.2-1



Wind rozet met frequentie van voorkomen Eemshaven



Figuur 3.4.2-2



Windrichtingverdeling Eemshaven

Uit Figuur 3.4.2-2 blijkt dat de overheersende windrichting zuidwestelijk is. Deze vaststelling is van belang bij de beoordeling van effecten van de rotorpositie ten opzichte van de radarpost. Er is geen sprake van een echte dominante windrichting omdat in de tijd gezien van alle kanten wind voorkomt.

Voor de afscherming is van belang de windrichting waarbij de rotors loodrecht staan op de zicht lijn van de radar.(zuidwest en noordoost).

De meeste hinder is dan ook te verwachten als de rotoren loodrecht staan op de kijk richting vanuit de radar post EMSH.

In iets mindere mate kan hinder worden onder vonden wanneer reflecties van het Rotor vlak in de havens of vaarweg kunnen vallen.

De minste mate wanneer het rotor vlak evenwijdig staat aan de kijkrichting vanaf de radar post EMSH. (zuidoost en noordwest)



4 Beoordeling van de varianten

4.1 Te beoordelen effecten voor (wal)radarprestatie

De plaatsing van de nieuwe windturbines kan effecten veroorzaken voor de prestatie van de (wal)radarsystemen. Beoordeeld worden de effecten ten aanzien van:

1. plaats ten opzichte van het observatie gebied;
2. de huidige (al bestaande) afscherming door objecten (gebouwen, windturbine masten², loodsen en bomenrijen);
3. afscherming door windturbinemasten van het dekingsgebied;
4. afscherming door rotors van de windturbines richting observatie gebied/vaarweg;
5. reflecties door rotors richting vaarweg en observatie gebied;
6. hinder op het beeld van de scheepsradar van (langs varende) schepen;
7. visuele hinder van de plaatsing van de masten voor het VTS systeem;
8. visuele hinder van de plaatsing van de masten voor de scheepvaart.

4.1.1 Plaats turbines ten opzichte van de vaarweg

De positie van turbinemasten ten opzichte van de gemarkeerde/ betonde vaarweg is beoordeeld. De beleidsregel van RWS schrijft voor dat de mast van een windturbine ten minste 50 meter vanaf de gemarkeerde vaarweg moet staan. Indien de vaarweg niet is gemarkeerd wordt aangenomen dat de rand van de vaarweg gelijk loopt met de oever. Beide posities bevinden zich op een afstand groter dan 50 meter vanaf de gemarkeerde vaarweg / oever.

De posities voldoen daarmee aan de beleidsregel van RWS ten aanzien van afstand tot de vaarweg.

4.1.2 Afscherming radar door bestaande objecten van het Dekkingsgebied:

De mate waarin het plaatsen van de beoogde nieuwe turbines nog bijdragen aan afscherming van het door de radar gedekte deel van de vaarweg is mede afhankelijk van de reeds bestaande afscherming door aanwezige gebouwen en obstakels. Om deze reden wordt eerst de bestaande afscherming beoordeeld.

De bestaande gebouwen en obstakels schermen het door de radar te dekken deel van de Emmahaven voor een groot deel af.

In de huidige situatie, dus zonder de nieuw te bouwen windturbines, wordt alleen de invaart van de Emmahaven door de radar waargenomen. Van belang is te onderkennen dat de afscherming nog groter was ten tijde van het bestaan van de loods op de zuidoostelijke punt van de Handelskade. Deze loods is in 2006 afgebrand en niet herbouwd.

De bestaande turbines staan zodanig ten opzichte van de radarpost dat zij een geringe toename van de afscherming van de radar observatie in de Emma haven veroorzaken.

4.1.3 Afscherming radar door de nieuwe windturbinemasten

De afscherming van de mastconstructies van de nieuw te plaatsen masten is gelet op de "relatief" slanke constructie beperkt en valt samen met de afscherming van de bestaande bebouwing.

² De bestaande windturbines zijn alleen relevant om de bestaande situatie te kunnen beschrijven en vervolgens te kunnen gebruiken als uitgangspunt voor de nieuwe situatie.



Binnen het vaargebied is geen afscherming te verwachten van de nieuw te plaatsen windturbine masten.

4.1.4 Afscherming door rotors

Uit de radargegevens (RPM 20; 0,43 graden horizontale openingshoek en PRF 3000 Hz) valt te berekenen dat voor de radarpuls het aantal hits 10,7 per seconde bedraagt per target. Totaal dus voor de rotorbladen is het aantal hits maximaal $3 \times 10,7 = 32,1$ per windturbine. Bij de bestaande windturbines bedraagt dit $2 \times 12,9 = 25,8$ hits per windturbine.

De rotoren van de nieuwe turbines maken minimaal 5 en maximaal 12 omwentelingen per minuut. Voor de nieuwe windturbines geldt dat het aantal hits per windturbine in orde van grootte ongeveer hetzelfde is als het aantal hits van de huidige windturbines. Bij het gegeven aantal rotoromwentelingen van de nieuwe windturbines (5 tot 12 RPM) zal de radar niet elke antenneomwenteling een hit van de rotorbladen ontvangen.

De radarfrequentie en de rotorfrequentie kunnen in principe niet met elkaar in fase komen. Voor de radar is de draaiende windturbinerotor te beschouwen als een "semi gesloten" object ter grootte van de rotordiameter. Het rotorbladoppervlak van de nieuwe windturbines is ten opzichte van de bestaande windturbines een factor vijf maal groter. Hierdoor wordt, ten opzichte van een bestaande windturbine, meer energie gereflecteerd / afgeschermd door de rotorbladen.

Radar havendam

Beschouwen we windrichting en positie van de windturbines dan blijkt dat de nieuwe windturbines in potentie de meeste hinder kunnen veroorzaken bij wind uit de zuidwestelijke richtingen. Dit geldt ook voor de bestaande windturbines. Op deze locatie komt de wind ongeveer 36% van de tijd uit de zuidwestelijke sector. Aangezien de bestaande windturbines thans, voor zo ver is na te gaan, geen hinder veroorzaken voor de radarsystemen, is het aannemelijk dat de nieuwe turbines feitelijk geen hinder zullen veroorzaken voor de radarsystemen.

Het plaatsen van de nieuwe turbines op de beoogde posities zal geen onaanvaardbare hinder veroorzaken voor de walradarsystemen in het gebied.

4.1.5 Reflecties

Voor de beoordeling van reflecties van de mast wordt er vanuit gegaan dat de mastconstructie een conische buismast met een voetdiameter van circa 14 meter is zoals aangeven in bijlage 1 en er zijn geen vlakken loodrecht op de radaraanstraling staan. Onder deze omstandigheden is het aannemelijk dat reflecties veroorzaakt door de mastconstructie zeer gering en zeker niet onaanvaardbaar zullen zijn.

Voor de radar Eemshaven kan in het bijzonder een stand corresponderend met een Noordelijke en een Zuidelijke richting reflecties geven welke in het observatie gebied voor de radar vallen, voornamelijk Noord en Zuid van de haven invaart.

Reflecties van de rotorbladen van windturbines zijn wat lastiger te voorspellen omdat de stand van de rotorbladen hiervoor mede bepalend is. De stand van de rotorbladen is op haar beurt afhankelijk is van de windrichting. Omdat de omwentelingssnelheid van de rotorbladen in het algemeen niet in fase is met de radar antenne omwentelingssnelheid is de kans op hits (reflecties) klein.



Gezien bovendien het feit dat de rotoren zijn vervaardigd van slecht reflecterend composiet en daardoor alleen enige reflecties kunnen voorkomen als de rotorbladen nat zijn, zijn reflecties hiervan niet te verwachten. Natte bladen komen namelijk vooral voor indien de rotorbladen stilstaan een conditie die niet veel optreedt. Als de bladen draaien blijft het water er minder goed op "hechten" zodat het reflecterend vermogen minder zal zijn.

De kans op hinderlijke reflecties van de rotoren in het radar observatie gebied van de radar Eemshaven ten gevolge van de plaatsing van R 36 en R 37 is klein.

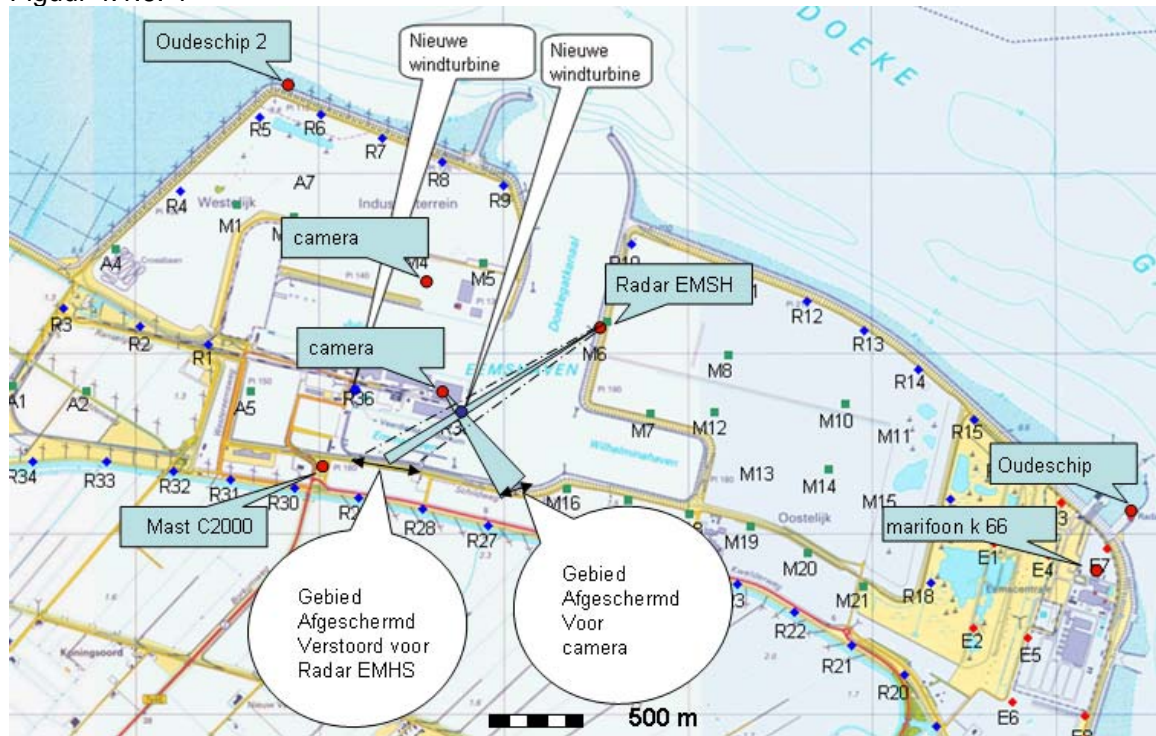
De te verwachten reflecties van de rotors zullen meest niet in fase zijn met de radarantenne omwentelingssnelheid en min of meer random. Mochten reflecties optreden - dit met name bij de grootste blad afmetingen van de rotors - dan kan het vermogen van de radar worden geoptimaliseerd en zo de effecten worden geminimaliseerd c.q. weg gefilterd.

Ook ervaringen met andere walradar/sluisradarsystemen met windturbines laten zien dat de reflecties niet hinderlijk aanwezig zijn c.q. worden weg gefilterd van het radar beeld.

Mocht dit niet afdoende zijn wat overigens niet valt te verwachten dan kan ook nog worden weg gefilterd na realisatie van een dubbel radardekking c.q. het bij plaatsen van radarsensor(en).

4.1.6 Samenvattend overzicht

Figuur 4.1.6.-1



Radar en camera afscherming Eemshaven

NB De hier gegeven conclusies gelden ten aanzien van de hier beschouwde wal radarsystemen en zijn als zodanig dan ook niet direct van toepassing op andere radarsystemen



4.1.7 *Scheepsradars*

De voorschriften die door RWS worden gehanteerd gaan er vanuit dat indien de windturbines meer dan 50 meter landinwaarts staan ten opzichte van de scheepsradar c.q. buiten de vaarwegbegrenzing, er geen hinder optreedt voor scheepsradarwaarnemingen in het vaargebied. De beoogde locaties van de nieuwe windturbines bevinden zich, zoals ook blijkt uit de analyse onder paragraaf 4.1.1, meer dan 50 meter vanaf de vaarweg.

Aannemelijk is dat de nieuwe windturbines geen onaanvaardbare hinder zullen veroorzaken voor de scheepsradarwaarnemingen in het gebied.

4.2 *Visuele hinder van plaatsing van de windturbines*

4.2.1 *Visuele hinder voor scheepvaart*

Uit de analyse onder paragraaf 4.1.1 blijkt dat de afstand van de nieuwe windturbines tot de vaarweg meer dan 50 meter bedraagt. Op grond hiervan kan worden vastgesteld dat visuele hinder voor de scheepvaart gering en daarmee goed aanvaardbaar is. T.a.v. de kleurstelling van de windturbines (lichtgrijs) en ervaringen met huidige turbines is ook op dit punt geen hinder te verwachten.

In de huidige situatie ondervindt scheepvaart uitvarende vanuit de Emmahaven beperkt zicht ten gevolge van bestaande bebouwing. De plaatsing van de meest oostelijk geprojecteerde windturbine (R37) zal het visuele zicht mogelijk in geringe mate hinderen. Deze toename zal echter in geen geval beperkingen opleveren voor het zicht op de nautisch markeringen, de vaarweg en andere vaartuigen op die vaarweg

Aangezien de invaart van de Eemshavens wel goed door radar gedekt wordt kan bij in- en uitvaren zonodig het havenkantoor / VTS centrum per VHF worden geraadpleegd voor instructies / informatie.

Aannemelijk is dat de nieuwe windturbines geen onaanvaardbare visuele hinder zullen veroorzaken voor de scheepvaart.

4.2.2 *Visuele en radar hinder voor het VTS systeem Eemshaven*

Ten behoeve van de waarneming van de ligplaatsen aan de zuidelijke oever van de Emmahaven bevinden zich op het dak van Holland Malt een CCTV camera waarvan de beelden worden weergegeven in het havenkantoor te Delfzijl.

Door plaatsing van de wind turbine met nam R37 wordt het zicht van deze camera op een deel van de ligplaatsen (drijvende steiger) afgeschermd.

Het zicht van de camera op het gebouw van Holland Malt wordt door plaatsing van de windturbine R 37 beperkt.



4.3 Hinder elektromagnetische energie op radio en radar

Door het haspelen van elektromagnetische energie door de rotorbladen binnen een zekere afstand van de sensor kan verstoring optreden van het verzonden en ontvangen signaal. Dit geldt voor radar en radio communicatie. Dit is ondermeer gebleken n.a.v. een onderzoek te Zeebrugge in opdracht van het BET SRK. Door de vorm en materiaal keuze en de afstand van de radarsensor en radio antennes worden hiervan geen hinderlijke c.q. niet uit te filteren effecten verwacht.

Er worden dan ook geen hinderlijke effecten verwacht van elektromagnetische energie op radio en radar.

Eventueel kunnen nadere metingen ter plekke meer duidelijkheid hierover verstrekken. Gelet op de vele windturbines in het gebied, zal echter indien er effecten op treden, het moeilijk vast te stellen zijn welke turbines dit veroorzaken.



5 Gevoeligheidsanalyse effecten

In de onderstaande tabel is aangegeven in hoeverre de keuze van de diverse mast typen, generatoren, rotors en posities de conclusies gegeven in dit rapport kunnen beïnvloeden.

Effect op walradars			
Aanpassing	Verbetering t.o.v. conclusie	Geen wijziging op conclusie	(mogelijk) verslechtering t.o.v. conclusie
Hoogte masten groter dan beoordeeld	Geen	Masthoogte heeft op scheeps -en walradar geen nadelige invloed ³	Geen
Andere positie dan beoordeeld	Geen	Als nieuwe positie niet dichterbij vaarweg	Als nieuwe positie dichterbij vaarweg dan huidig geplande en >50 m
Afwijking van de beoordeelde rotorsnelheid	Rotorsnelheid lager dan 16 RPM en groter dan 3 RPM	Rotorsnelheid niet groter dan 16 en kleiner dan 30 RPM (geen 20 of 28)	Rotorsnelheid niet groter dan 30 RPM en/of gelijk aan radar(20RPM)
Afwijking van de beoordeelde mastdiameters	Mastdiameters kleiner dan onderzochte	Mastdiameters gelijk aan onderzochte	Groter dan nu onderzochte max. 14 m aan de voet.
Afwijking van de beoordeelde masttypes	Conische buismast diameters kleiner dan onderzochte	Conische buismast diameters gelijk aan onderzochte	Conische buismast groter dan nu onderzochte max. 14m aan de voet en andere mast types
Afwijking van de beoordeelde gondelafmetingen	Ronde vormen gondel met zelfde afmetingen	Groter dan nu onderzocht maar ronde vormen	Groter dan nu onderzocht
Afwijking beoordeelde rotor afmetingen		Rotordiameter en bladgrootte niet groter dan nu onderzochte	Bij grotere rotors dan nu onderzochte
Afwijkende materiaal keuze	Slecht reflecterend materiaal	Totaal reflectie effect van keuze materiaal en afmetingen	Beter refelecterend materiaal

³ Hogere masten zullen in het algemeen een grotere diameter hebben.
Radarhinder windgeneratoren Eemshaven vs 3 7



6 Conclusies

Uit het onderhavige onderzoek komen de navolgende conclusies naar voren:

1. Van de onderzochte opstellingen R36 en R37 is bekeken of deze meer dan 50 meter uit de vaarweg staan. Dit is voor alle posities het geval, de posities voldoen daarmee aan de beleidsregels van RWS ten aanzien van afstand tot de vaarweg;
2. De bestaande gebouwen en obstakels schermen het door de radar te dekken deel van de Emmahaven voor een groot deel af. De bestaande turbines staan zodanig ten opzichte van de radarpost dat deze een geringe toename van de afscherming van de radar observatie in de Emma haven veroorzaken.
3. Verder is ook binnen het vaargebied geen afscherming te verwachten van de nieuw te plaatsen windturbine masten.
4. Voor de nieuwe windturbines geldt dat het aantal hits per windturbine in orde van grootte ongeveer hetzelfde is als het aantal hits van de huidige windturbines. De kans op hinderlijke reflecties van de roteren in het radar observatie gebied van de radar Eemshaven ten gevolge van de plaatsing van R36 en R37 is klein.
5. Het plaatsen van de nieuwe turbines op de beoogde posities zal geen onaanvaardbare hinder veroorzaken voor de walradarsystemen in het gebied.
6. Aannemelijk is dat de nieuwe windturbines geen onaanvaardbare hinder zullen veroorzaken voor de scheepsradarwaarnemingen in het gebied.
7. Aannemelijk is dat de nieuwe windturbines geen onaanvaardbare visuele hinder zullen veroorzaken voor de scheepvaart. De visuele afscherming van een klein stuk achterin de Emmahaven zal ten opzichte van de huidige situatie in geringe mate toenemen.
8. Het zicht van de camera op het gebouw van Holland Malt wordt door plaatsing van de windturbine R37 beperkt.



7 Aanbeveling

Op grond van het onderzochte wordt aanbevolen:

1. de windturbines zodanig te plaatsen dat alleen de ronde delen zichtbaar zijn voor de wal- en scheepsradars. De huidige constructievorm van de masten voldoet hieraan. Eventuele buitenkasten dienen zodanig te worden geplaatst dat deze voor de radars niet zichtbaar zijn;
2. voor de radar zichtbare delen dienen rond van vorm te zijn of in elk geval geen vlakken te hebben die loodrecht op de radarzichtlijn staan, gezien vanaf de op de walkant opgestelde radars;
3. waar mogelijk slecht reflecterende materialen toepassen voor constructies en rotors;
4. bij voorkeur conische buismasten toe te passen aangezien deze minimale reflectie energie retour geven richting vaarwater.
5. Het aantal omwentelingen van de windturbinerotor die bij voorkeur zodanig te zijn dat deze uit fase is met de radarantenne omwentelingssnelheid van de op de wal geplaatste radars van 20 RPM c.q. de scheepsradars met 24 a 28 RPM.
6. Ter compensatie van het deels afschermen van de camera op het dak van Holland Malt zal er een camera aan de windgenerator mast dienen te worden gemonteerd van een gelijke kwaliteit als de huidige met beeld overdracht en presentatie en bediening in het havenkantoor te Delfzijl.



8 Literatuur

Voor deze studie is gebruik gemaakt van de volgende literatuur en algemene referentiedocumenten.

1. Beleidsregels voor het plaatsen van windturbines op, in of over rijkswaterstaatswerken
2. Wet beheer Rijkswaterstaat werken / Waterwet
3. Tekening windturbinepark Eemshaven spuikanaal 040549 d.d. 10-07-2008
4. Wind turbines and radar: Operational experience and mitigation measures Report to a consortium of wind energy companies December 2001
5. Radar obstruction and Windturbines TNO-FEL /Senter Novem juli 2004
6. Radarhinder van windmolens, G. ter Horst en W. Meijers, Christiaan Huygens lab, 1988



9 Verklarende woordenlijst

No.	Afkorting	Verklaring
1.	AGI	Advies Dienst Geo informatie van RWS
2.	dB	Decibel
3.	GBKN	Grote Basis Kaart van Nederland
4.	Hz	Hertz
5.	kW	Kilo watt
6.	MV	Maaiveld
7.	NAP	Normaal Amsterdams Peil
8.	PRF	Pulse Repetition Frequency
9.	RCS	Radar Cross section reflecting Surface
10.	RDM	Rijksdriehoek meting.
11.	RPM	Rotation Per Minute
12.	RWS	Rijkswaterstaat
13.	WTG	Wind Turbine Generator

Bijlage 1

Bestaand / Nieuw	Turbinaam	Rotordiameter (m)	As hoogte (m)	Tiphoogte (m)	Grootste breedte wortel zijde(m)	Tip-breedte (m)	Mastdia onder (m)	Mastdiameter boven (m)	Gondelmodel	Gondel lengte(m)	Gondelbreedte (m)	Gondelhoogte (m)	Omwentelingen /minuut	Materiaal mast	Materiaal bladen	Materiaal gondel
B1	V90	90	105	140	3,51	0,39	4,2	2,3	Doos	10	4	4	6-20	staal	Glass Fibre Reinforced /carbon fiber	Polyester met stalen frame
B2	E82	82	98	139	3,51	0,39	7,5	2,0	Ei	Ca 10	Ca 4	Ca 4	6-20	beton / top staal	Glass Fibre Reinforced /carbon fiber	Staal / Aluminium
N1	E126	126	135	198	7	1	14	4	Ei	15	12	12	5-12	beton / topdeel staal	1/3 aluminium, 2/3 Glass Fibre Reinforced /carbon fiber	Aluminium
N2	R6M	126	117	180	7	1	6	5,5	Doos	22,6	6	6,8	5-12	Staal	Glass Fibre Reinforced /carbon fiber	Polyester met stalen frame

Overzichts tabel afmetingen windturbines

Toelichting:

- Afmetingen in meters, afgerond naar boven.
- B1 en B2 zijn de bestaande turbines in het Eemshavengebied.
- N1 is de referentie turbine voor de studie
- N2 is een alternatieve turbine
- Turbines N1 en N2 zijn beide kandidaat voor plaatsing op de beoogde locaties in het Eemshavengebied op de Handelskade Het is ook mogelijk dat van ieder één turbine zal worden geplaatst.