

BIJLAGE VI RADARVERSTORINGSONDERZOEK TNO, TWEE BRIEVEN

Retouradres: Postbus 96864, 2509 JG Den Haag

Eneco Wind
T.a.v. de heer J. Bosch
Postbus 19020
3001 BA ROTTERDAM

**Onderwerp**

Radarverstoringsonderzoek windturbinepark Slufter Maasvlakte Rotterdam

Geachte heer Bosch,

Bijgaand ontvangt u onze rapportage aangaande het radarverstoringsonderzoek voor windturbinepark Slufter op de Maasvlakte. TNO heeft de verstoring op de primaire radar als gevolg van radarreflectie en schaduw effect berekend met behulp van het radarhinder simulatiemodel PERSEUS volgens een nieuwe toetsingsmethode die op 1 oktober 2012 is ingevoerd. De analyse is uitgevoerd voor het Military Approach Surveillance System (MASS) radarnetwerk. Deze bestaat uit een vijftal verkeersleidings-radarsystemen verspreid over Nederland. Bijgaand vindt u de resultaten van deze toetsing.

De analyse is uitgevoerd voor de volgende drie varianten:

- Variant 'Klein'
Deze variant bestaat uit 16 windturbines, allen van het type "TNO worst-case 3 MW". Alle windturbines hebben een ashoogte van 90 m en een rotordiameter van 90 m.
- Variant 'Basis'
Deze variant bestaat uit in totaal 14 windturbines, allen van het type "TNO worst-case 3 MW". Van de 14 windturbines zijn er 13 gemodelleerd met een ashoogte van 100 m en een rotordiameter van 115 m. De laatste windturbine is gemodelleerd met een ashoogte van 90 m en een rotordiameter van 90 m.
- Variant 'Groot'
Deze variant bevat 12 windturbines van twee verschillende typen. De afmetingen van 11 turbines zijn afgeleid van de REPower 6M met een vermogen van 6 MW, rotordiameter 130 m en ashoogte 100 m. De twaalfde windturbine is een TNO worst-case windturbine met een ashoogte van 90 m en een rotordiameter van 90 m.

De door het Ministerie van Defensie geëiste minimale detectiekans voor de primaire radar van een doel op een hoogte van 1000 voet en een radaroppervlak van 2 m² bedraagt op deze locatie 90%. Twee mogelijk optredende effecten zijn onderzocht:

Technical Sciences

Oude Waalsdorperweg 63
2597 AK Den Haag
Postbus 96864
2509 JG Den Haag

www.tno.nl

T +31 88 866 10 00
F +31 70 328 09 61
infodesk@tno.nl

Datum

27 mei 2013

Onze referentie

TNO-060-DHW-2013-01244

E-mail

onno.vangent@tno.nl

Doorkiesnummer

+31 88 866 40 25

Doorkiesfax

+31 88 866 65 75

Projectnummer

053.02838/20.01

Op opdrachten aan TNO zijn de Algemene Voorwaarden voor opdrachten aan TNO, zoals gedeponeerd bij de Griffie van de Rechtbank Den Haag en de Kamer van Koophandel Den Haag van toepassing. Deze algemene voorwaarden kunt u tevens vinden op www.tno.nl.
Op verzoeken zenden wij u deze toe.

Handelsregisternummer 27376655.

Datum
27 mei 2013

Onze referentie
TNO-060-DHW-2013-01244

Blad
2/24

1. *Verlies aan detectiekans ter hoogte van de turbines*

De minimale detectiekans van een doel op een hoogte van 1000 voet voor het MASS verkeersleidingsradarnetwerk bedraagt voor de varianten 'Klein', 'Basis' en 'Groot' respectievelijk **75%**, **64%** en **73%**. De minimale detectiekans die door het Ministerie van Defensie op deze locatie wordt geëist bedraagt 90%.

2. *Verlies aan detectiekans ten gevolge van de schaduwwerking van de turbines*

Voor de drie varianten geldt dat in het gebied achter de turbines, gezien vanuit de MASS radar te Woensdrecht, er enige schaduwwerking optreedt op de toetsingshoogte van 1000 voet. De maximale detectieafstand van de MASS radar te Woensdrecht neemt af voor de varianten 'Klein', 'Basis' en 'Groot' met respectievelijk **2.5**, **2.0** en **2.0** kilometer.

Details vindt u in bijgaande documentatie.

Hoogachtend,



Ing. O.J. van Gent
Senior Research Medewerker

Datum
27 mei 2013

Onze referentie
TNO-060-DHW-2013-01244

Blad
3/24

1 Locatie- en radargegevens

Het radarverstoringsonderzoek is uitgevoerd voor drie verschillende windturbineconfiguraties: Variant 'Klein', 'Basis' en 'Groot'. De locaties van de te toetsen windturbines in de drie varianten zijn weergegeven in Tabel 1, 2 en 3.

Tabel 1 Locatiegegevens van het bouwplan, Variant 'Klein', zoals opgegeven door de opdrachtgever.

Nr.	Rijksdriehoekstelsel		WGS 84 coördinaten		Maaiveldhoogte t.o.v. NAP [m]
	X [m]	Y [m]	Latitude [°]	Longitude [°]	
WTG-01	59640	439277	51.93377	4.00056	23
WTG-02	59430	438985	51.93111	3.99759	23
WTG-03	59226	438690	51.92842	3.99471	23
WTG-04	59021	438394	51.92573	3.99181	21.7
WTG-05	58938	438059	51.92270	3.99070	23
WTG-06	59055	437727	51.91974	3.99249	23
WTG-07	59347	437525	51.91798	3.99679	23.5
WTG-08	59754	437520	51.91800	4.00271	24
WTG-09	60177	437663	51.91936	4.00882	24
WTG-10	60571	437820	51.92084	4.01450	24
WTG-11	60761	438139	51.92373	4.01717	24
WTG-12	60756	438556	51.92748	4.01699	23
WTG-13	60747	438891	51.93049	4.01676	23
WTG-14	60482	439099	51.93231	4.01285	20
WTG-15	60134	439227	51.93340	4.00776	20
WTG-16	61104	437937	51.92198	4.02221	17

Tabel 2 Locatiegegevens van het bouwplan, Variant 'Basis', zoals opgegeven door de opdrachtgever.

Nr.	Rijksdriehoekstelsel		WGS 84 coördinaten		Maaiveldhoogte t.o.v. NAP [m]
	X [m]	Y [m]	Latitude [°]	Longitude [°]	
WTG-01	59659	439319	51.93415	4.00083	16
WTG-02	59425	438982	51.93108	3.99752	22
WTG-03	59181	438621	51.92780	3.99408	22.5
WTG-04	58981	438269	51.92460	3.99127	24
WTG-05	58976	437884	51.92114	3.99130	24
WTG-06	59248	437569	51.91835	3.99534	23.5
WTG-07	59660	437498	51.91779	4.00135	24
WTG-08	60083	437627	51.91902	4.00746	22
WTG-09	60505	437781	51.92047	4.01355	22.5
WTG-10	60764	438135	51.92370	4.01722	24
WTG-11	60754	438567	51.92758	4.01695	23
WTG-12	60715	438956	51.93107	4.01628	23
WTG-13	60236	439188	51.93307	4.00925	21
WTG-14	61117	437943	51.92203	4.02240	17

Datum
27 mei 2013

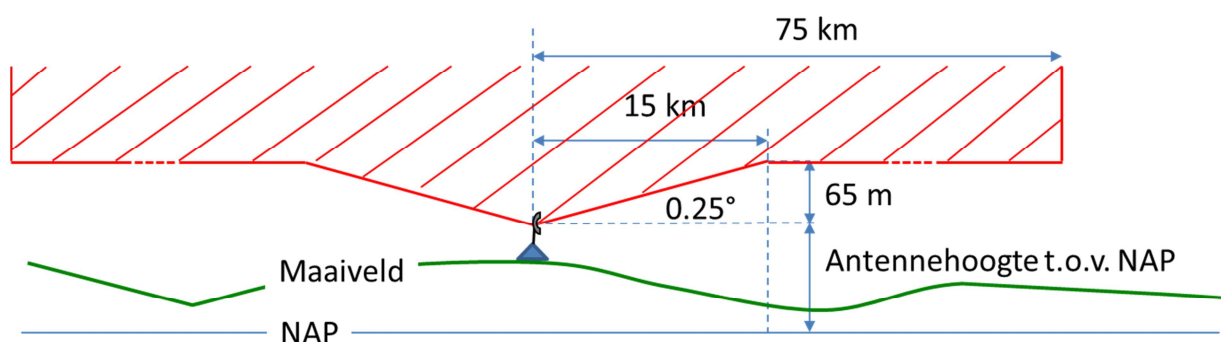
Onze referentie
TNO-060-DHW-2013-01244

Tabel 3 Locatiegegevens van het bouwplan, Variant 'Groot', zoals opgegeven door de opdrachtgever.

Nr.	Rijksdriehoekstelsel		WGS 84 coördinaten		Maaiveldhoogte t.o.v. NAP [m]
	X [m]	Y [m]	Latitude [°]	Longitude [°]	
WTG-01	59659	439319	51.93415	4.00083	16
WTG-02	59316	438822	51.92962	3.99598	24
WTG-03	59015	438346	51.92530	3.99174	24
WTG-04	58977	437895	51.92124	3.99131	24
WTG-05	59305	437538	51.91808	3.99618	24
WTG-06	59804	437536	51.91815	4.00343	23.8
WTG-07	60284	437697	51.91968	4.01036	23.5
WTG-08	60723	437940	51.92194	4.01667	24
WTG-09	60755	438470	51.92671	4.01699	23
WTG-10	60736	438904	51.93060	4.01660	23
WTG-11	61303	438008	51.92265	4.02509	17
WTG-12	60239	439185	51.93304	4.00930	18.5

Blad
4/24

Het Ministerie van Defensie hanteert een zogenaamd toetsingsvolume dat reikt tot aan 75 km rondom de vijf MASS verkeersleidingsradars en de twee gevechtsleidingsradars. Het profiel van het toetsingsvolume is weergegeven in Figuur 1. Er dient getoetst te worden indien de tip van de wiek hoger is dan de rode lijn. Bouwplannen die verder verwijderd zijn dan 75 km kunnen zondermeer geplaatst worden.



Figuur 1. Het toetsingsprofiel (niet op schaal) zoals voorgenomen door het Ministerie van Defensie rondom elk van de vijf MASS radarsystemen.

Datum
27 mei 2013

Onze referentie
TNO-060-DHW-2013-01244

Blad
5/24

De locatiegegevens van de vijf MASS verkeersleidingsradarsystemen en de gevechtsleidingsradar te Nieuw Milligen en Wier worden weergegeven in Tabel 2. In deze tabel zijn zowel de antennehoogtes aangegeven die aangehouden worden voor de bepaling van het toetsingsprofiel als ook de feitelijke antennehoogtes van de primaire radarantenne, toegepast in de detectiekansberekeningen.

Tabel 4 Locatiegegevens van de vijf MASS radars en de gevechtsleidingsradars te Nieuw Milligen en Wier, de aangehouden antennehoogte voor het toetsingsprofiel en de toepaste feitelijke hoogte van de primaire radarantenne.

Radar	Coördinaten Rijksdriehoekstelsel		Antennehoogte voor toetsingsprofiel ten opzichte van NAP [m]	Feitelijke antennehoogte ten opzichte van NAP [m]
	X [m]	Y [m]		
Leeuwarden	179139	582794	30	27.3
Twente	258306	477021	71	68.8
Soesterberg	147393	460816	63	60.2
Volkel	176525	407965	49	46.9
Woensdrecht	083081	385868	48	45.2
Nieuw Milligen	179258	471774	53	Gerubriceerd*
Wier	170509	585730	24	Gerubriceerd*

* Deze gegevens zijn bekend bij defensie.

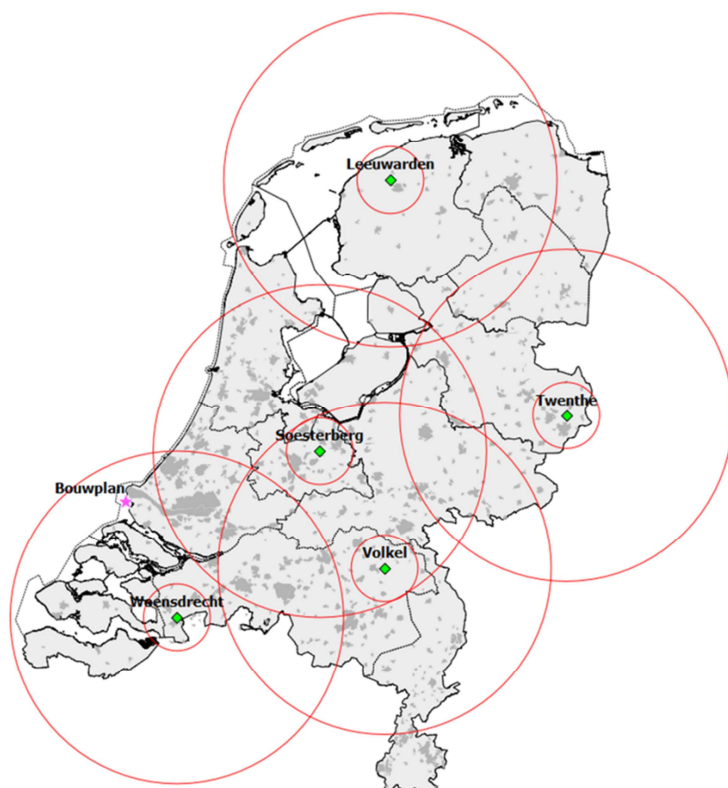
Variaties in de hoogte van het terrein worden bepaald uit het Actueel Hoogtebestand Nederland (AHN-1) met een spatiële resolutie van 10 m. In dit bestand bevindt zich bebouwing van de stedelijke gebieden mits de aaneengesloten bebouwing een oppervlakte beslaat die groter is dan 1 km². Het hoogtebestand is opgenomen in de periode tussen 1998 en 2003, dus veranderingen in bebouwing van na die datum worden in het model niet meegenomen. Buiten deze gebieden is de hoogte gelijk aan het maaiveld. Buiten Nederland gebruikt TNO terreinhoogtegegevens afkomstig van de NASA Shuttle Radar Topography Mission (SRTM) met een resolutie van 3 boogseconde (ongeveer 90 m langs een meridiaan). Als een deel van het bouwplan wordt afgeschermd door het tussenliggende terrein of door bebouwing in een stedelijk gebied en dus niet wordt belicht door de radar, dan wordt dit deel van het bouwplan niet betrokken in de berekening.

De 15 km en 75 km cirkels rond de vijf MASS radars en de stedelijke gebieden volgens het AHN-1 bestand zijn weergegeven in Figuur 2.

Datum
27 mei 2013

Onze referentie
TNO-060-DHW-2013-01244

Blad
6/24



Figuur 2. Locaties van de vijf MASS radarsystemen (groene ruit) met daaromheen 15 km en 75 km cirkels. De ligging van het te toetsen bouwplan is aangegeven met een roze ster. De donkergrijze vlakken zijn de in de AHN-1 gedefinieerde stedelijke gebieden.

Het bouwplan ligt binnen de 75 km cirkel rond de MASS radar Woensdrecht. Daarnaast is de tiphoogte groter dan de in Figuur 1 aangegeven hoogte. Het onderhavige bouwplan dient derhalve getoetst te worden.

Datum
27 mei 2013

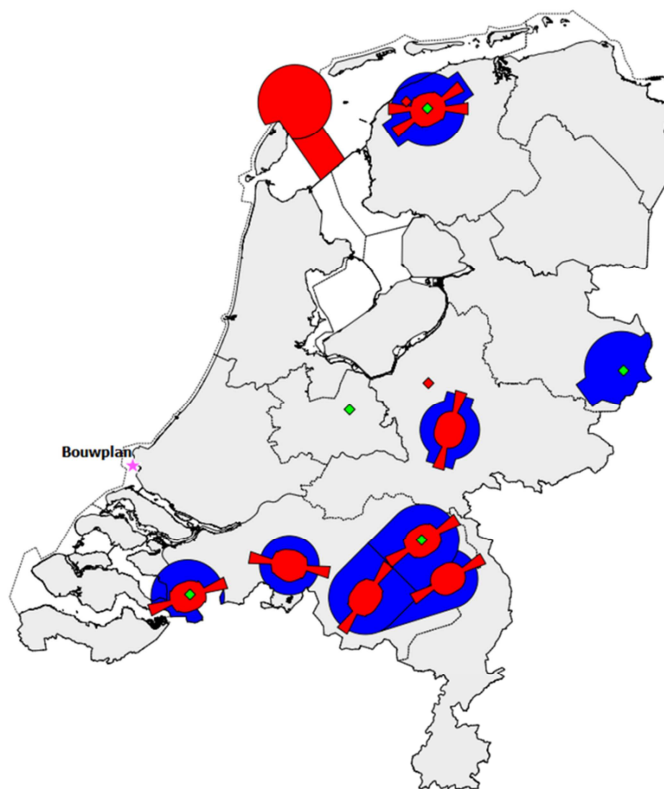
Onze referentie
TNO-060-DHW-2013-01244

Blad
7/24

2 Rekenmethode MASS radarnetwerk

Het radarsimulatiemodel PERSEUS berekent voor elk radarsysteem de detectiekans van een doel met een radardoorsnede van 2 m^2 , fluctuatiestatistiek Swerling case 1, en loos alarmkans 1×10^{-6} . Afhankelijk van de locatie van het bouwplan moet de detectiekans geëvalueerd worden op een normhoogte van 300, 500 of 1000 voet ten opzichte van het maaiveld. Indien op 1000 voet geëvalueerd wordt, zal middeling van detectiekansen binnen een cirkel met een straal van 500 m toegepast worden. De 300 en 500 voet normhoogtes liggen over het algemeen rond de verschillende vliegvelden in Nederland. Op een hoogte van 1000 voet dient er, met enige uitzonderingen, landelijke dekking te zijn. In Figuur 3 worden de normhoogtegebieden getoond.

Het bouwplan valt binnen de normhoogte van 1000 voet. De detectiekans boven het bouwplan zal voor deze hoogte worden berekend.



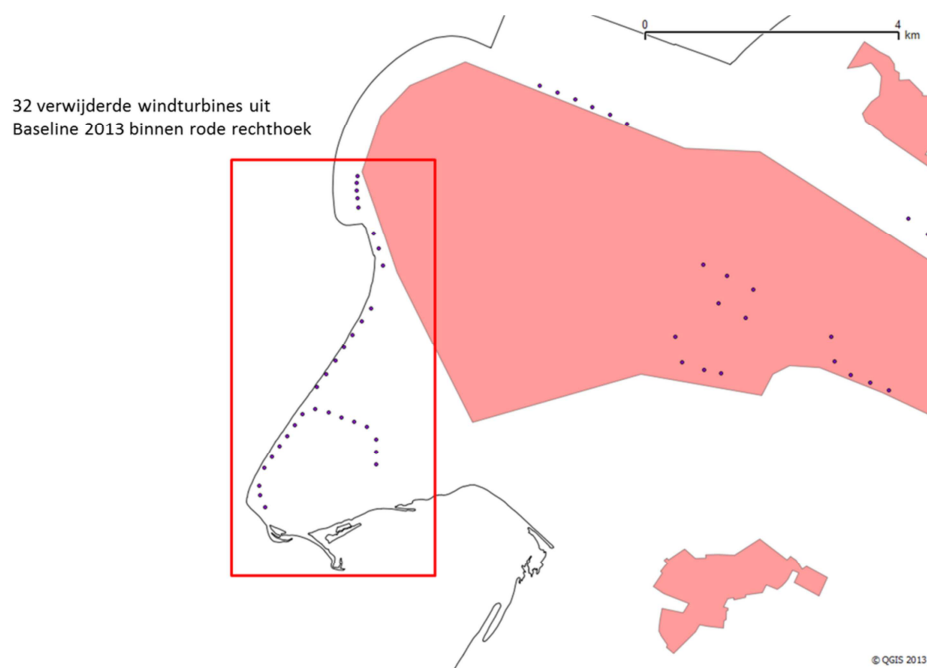
Figuur 3. De ligging van het te toetsen bouwplan aangegeven met een ster en de voorlopige ligging van de normhoogtes op 300 voet (rood) en 500 voet (blauw). Op 1000 voet dient het MASS radarnetwerk, op enige uitzonderingen na, een landelijke dekking te hebben. Tevens zijn op deze kaart met een groene markering de locaties aangegeven van het MASS radarnetwerk bestaande uit een vijftal radarsystemen.

De detectiekans van de vijf radarsystemen te Leeuwarden, Twente, Soesterberg, Volkel en Woensdrecht is conform de nieuwe rekenmethode gesimuleerd in één radarnetwerk, waarbij zij elkaar eventueel ondersteuning kunnen bieden bij de

Datum
27 mei 2013**Onze referentie**
TNO-060-DHW-2013-01244**Blad**
8/24

detectie van radar doelen. Daarbij wordt rekening gehouden met de aanstaande upgrade van de MASS primaire radar, zoals TNO die op dit moment in PERSEUS gemodelleerd heeft.

Als referentie zijn ook de radardetectiekansdiagrammen berekend voor de zogenaamde baseline situatie, dat wil zeggen, zonder het bouwplan. Het baseline-bestand van windturbines geeft de situatie aan binnen Nederland, vastgelegd in begin januari 2013, door Windenergie Nieuws¹. De voor de simulatie noodzakelijke afmetingen van de windturbines zijn afgeleid van de in dit bestand opgenomen gegevens, zijnde fabrikant, opgewekt vermogen, ashoogte en rotordiameter. Door een vergelijking van beide diagrammen kan het detectieverlies worden vastgesteld in de directe nabijheid van de windturbines veroorzaakt door reflecties van de turbines en het eventuele verlies aan radarbereik ten gevolge van de schaduwwerking van het bouwplan. Rondom en op de locatie van het geplande windpark staan in het baseline-bestand 32 windturbines, die voor de aanleg van het nieuwe park, vervangen of verwijderd zullen worden. Deze turbines zijn ten behoeve van de radarhinderberekening verwijderd uit het baseline-bestand. De locaties van de windturbines zijn in Figuur 4 weergegeven.



Figuur 4. Locaties van de 32 windturbines die voor de radarhinderberekening uit het baseline 2013 bestand zijn verwijderd. De verwijderde turbines bevinden zich binnen de rode rechthoek.

¹ Voor meer informatie, zie <http://www.windenergie-nieuws.nl/>

Datum
27 mei 2013

Onze referentie
TNO-060-DHW-2013-01244

Blad
9/24

3 Berekeningen Variant 'Klein'

Gegevens windturbine

De windturbines in de Variant 'Klein' zijn zogenaamde worst-case windturbines. De afmetingen van deze turbines zijn afgeleid van het thans bij TNO beschikbare bestand van 3 MW turbines. Alle turbines in deze variant hebben een ashoogte van 90 m en een rotordiameter van 90 m. Zie Figuur 5.

Variant: KLEIN

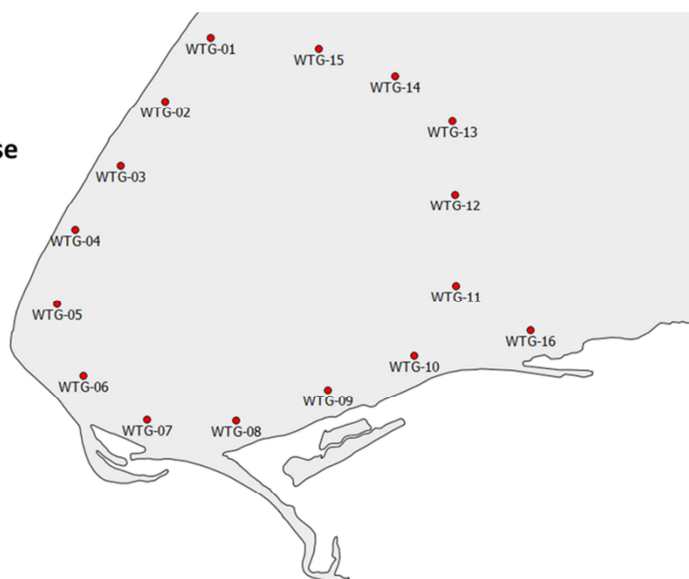
16 windturbines

Type: TNO 3MW Worst-case

Rotordiameter: 90 m

Ashoogte: 90 m

Tiphoogte: 135 m



Figuur 5. Locaties windturbines bij Variant 'Klein'

In Tabel 5 is de maatvoering weergegeven van de te toetsen windturbine, noodzakelijk voor de juiste modellering. De lengte van de gondel is gedefinieerd als de afstand van de 'hub' tot aan de achterzijde van de gondel in het verlengde van de as. De hoogte en breedte van de gondel zijn gebaseerd op het effectieve oppervlak van de voor- en zijkant van de gondel en kunnen dus iets afwijken van de feitelijke afmetingen. De lengte van de wijk is gedefinieerd als de halve diameter van de rotor. De breedte van de wijk wordt afgeleid van het frontaal oppervlak van de wijk.

Tabel 5 De afmetingen van de worst-case 3 MW windturbine in variant Klein.

Onderdeel	Afmeting [m]
Ashoogte	90
Tiphoogte	135
Breedte gondel	4.5
Lengte gondel	17.5
Hoogte gondel	6.1
Diameter mast onder	7.1
Diameter mast boven	3.3
Lengte mast	86.9
Lengte wijk	45.0
Breedte wijk	3.8

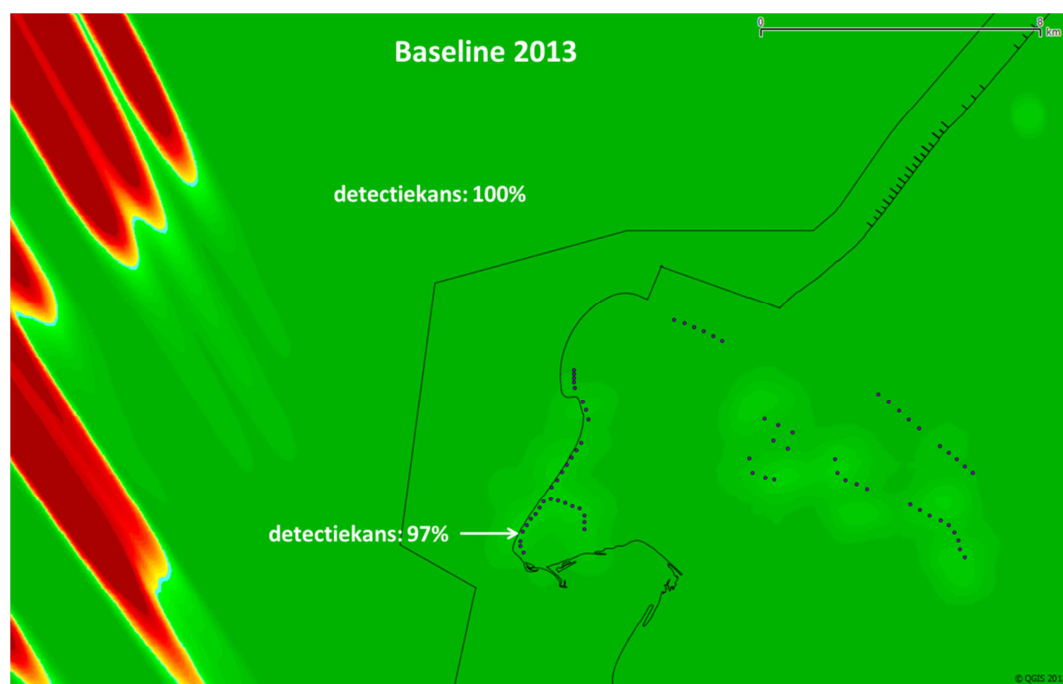
Datum
27 mei 2013

Onze referentie
TNO-060-DHW-2013-01244

Blad
10/24

Detectiekans van het MASS primaire verkeersleidingsradarnetwerk in de directe nabijheid van het bouwplan Variant 'Klein'

In Figuur 6 wordt de detectiekans van het MASS primaire verkeersleidingsradarnetwerk getoond van de baseline voor het gebied rond het nog te realiseren bouwplan. Zoals hierboven gesteld bevindt dit gebied zich in een 1000 voet normhoogtevlak. Figuur 7 toont de detectiekans voor hetzelfde gebied, na realisatie van het bouwplan. Op deze resultaten is detectiekansmiddeling toegepast met een straal van 500 m. De minimale detectiekans die door het Ministerie van Defensie wordt geëist bedraagt 90%. In de groen gekleurde gebieden wordt aan deze eis voldaan. Ter hoogte van de locatie van het windpark neemt de detectiekans af tot minimaal 75%.

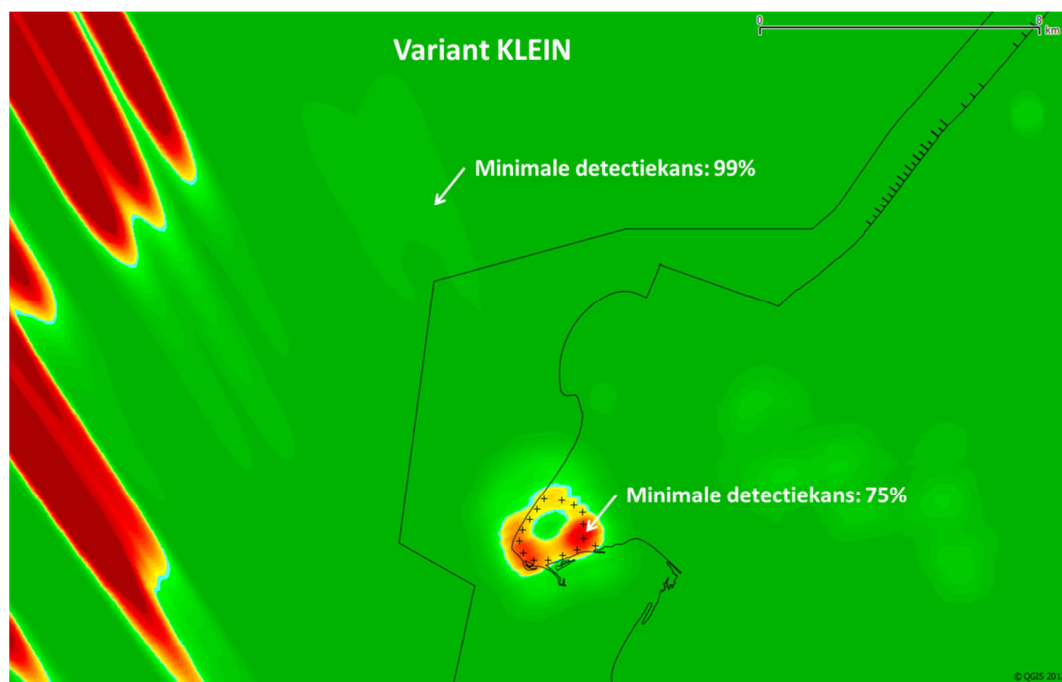


Figuur 6 Detectiekans van het MASS primaire verkeersleidingsradarnetwerk op 1000 voet boven en in de nabijheid van het bouwplan voordat deze is gerealiseerd (baseline). De stippen geven de locaties aan van de huidige windturbines.

Datum
27 mei 2013

Onze referentie
TNO-060-DHW-2013-01244

Blad
11/24



Figuur 7 Detectiekans van het MASS primaire verkeersleidingsradarnetwerk op 1000 voet boven en in de nabijheid van het bouwplan nadat Variant 'Klein' is gerealiseerd. De minimale detectiekans direct boven het windpark bedraagt 75%. Op dit figuur is detectiekansmiddeling toegepast.

Datum
27 mei 2013

Onze referentie
TNO-060-DHW-2013-01244

Blad
12/24

Detectiekans van het MASS primaire verkeersleidingsradarnetwerk in de schaduw van het bouwplan Variant 'Klein'

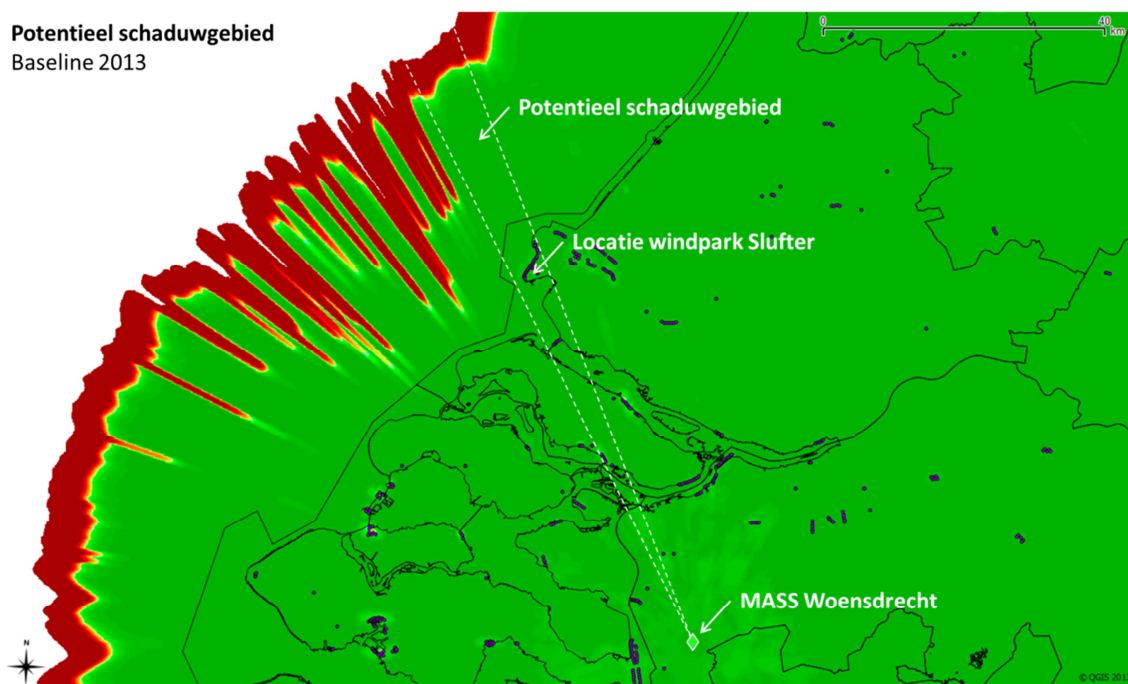
In Figuur 8 is het gebied aangegeven waar mogelijk schaduwwerking kan optreden als gevolg van de plaatsing van de windturbines. De schaduwwerking heeft als gevolg dat het maximaal bereik van de radar achter het turbinepark afneemt. Het potentieel schaduwgebied bevindt zich achter de locatie van het windpark, gezien vanuit de positie van de MASS radar Woensdrecht. In dit gebied is geen ondersteunende dekking van andere radars.

In Figuur 9 is het bereik van de MASS radar Woensdrecht achter het windpark vergroot weergegeven voor de Baseline 2013. Het maximaal bereik van de radar is met een zwarte stippellijn aangegeven.

In Figuur 10 is het maximaal bereik van de radar weergegeven na plaatsing van de windturbines in variant Klein. De stippellijn uit Figuur 9 is ook hier weergegeven, zodat de afname van het bereik van de radar zichtbaar wordt. De maximale afname van het bereik van de radar bedraagt ongeveer 2.5 kilometer.

Op alle figuren is detectiekansmiddeling toegepast met een straal van 500 m

Potentieel schaduwgebied
Baseline 2013



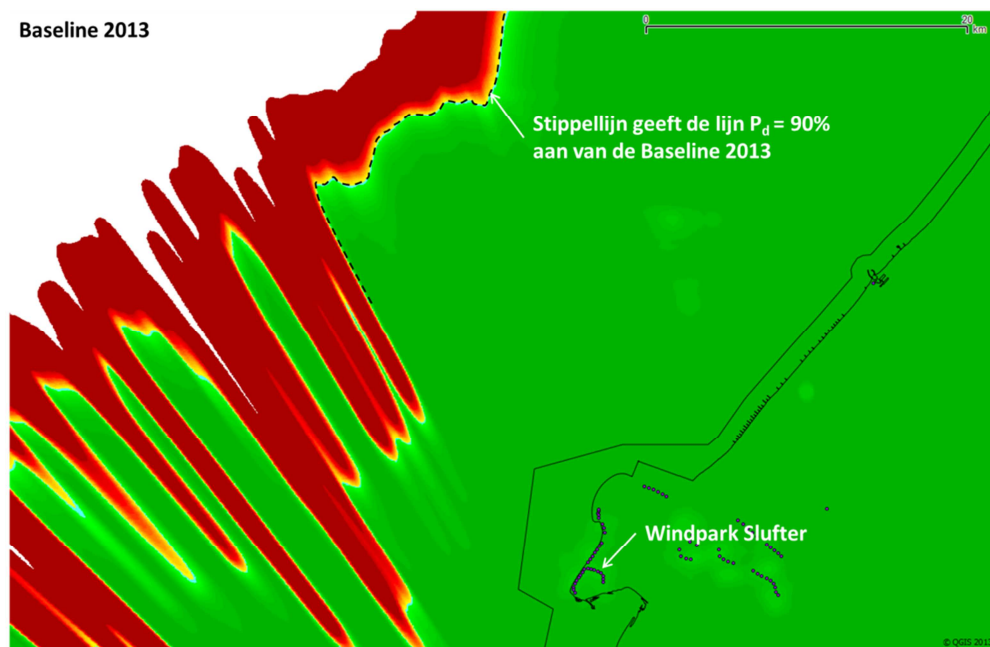
Figuur 8 Het potentieel schaduwgebied achter de windturbines, gezien vanuit de MASS radar te Woensdrecht. De schaduwwerking heeft als gevolg dat het maximaal bereik van de radar achter het turbinepark afneemt.

Datum
27 mei 2013

Onze referentie
TNO-060-DHW-2013-01244

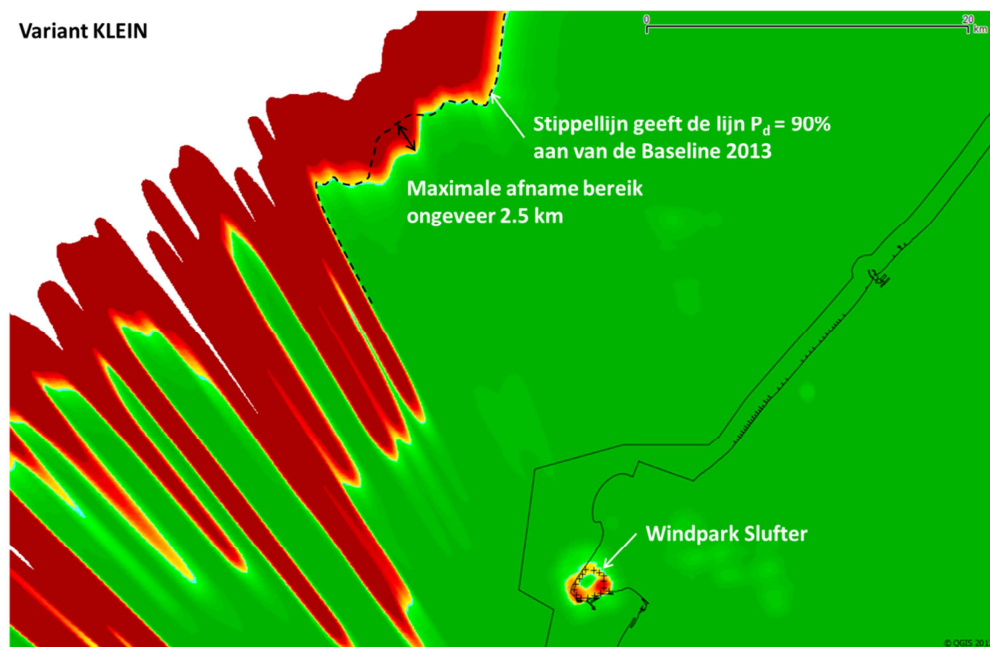
Blad
13/24

Baseline 2013



Figuur 9 Het maximaal bereik van de MASS radar Woensdrecht in het potentieel schaduwgebied op een hoogte van 1000 voet voor de Baseline 2013. Het maximaal bereik is aangegeven met een zwarte stippellijn. Op dit figuur is detectiekansmiddeling toegepast met een straal van 500 m.

Variant KLEIN



Figuur 10 Detectiekans van het MASS verkeersleidingsradarnetwerk berekend op 1000 voet in het schaduwgebied van het bouwplan nadat Variant 'Klein' is gerealiseerd. Het maximum bereik van de radar neemt door schaduwwerking met ongeveer 2.5 km af ten opzichte van de Baseline 2013. Op dit figuur is detectiekansmiddeling toegepast met een straal van 500 m.

Datum
27 mei 2013

Onze referentie
TNO-060-DHW-2013-01244

Blad
14/24

4 Berekeningen Variant 'Basis'

Gegevens windturbine

De windturbines in Variant 'Basis' zijn zogenaamde worst-case windturbines.

De afmetingen van deze turbines zijn afgeleid van het thans bij TNO beschikbare bestand van 3 MW turbines. Windturbines 1 t/m 12 en 14 in deze variant hebben een ashoogte van 100 m en een rotordiameter van 115 m. Windturbine 13 heeft een ashoogte van 90 m en een rotordiameter van 90 m. Zie Figuur 11.

Variant: BASIS

14 windturbines

Type 1: TNO 3MW Worst-case

Rotordiameter: 115 m

Ashoogte: 100 m

Tiphoogte: 157.5 m

Turbine 1 t/m 12, 14

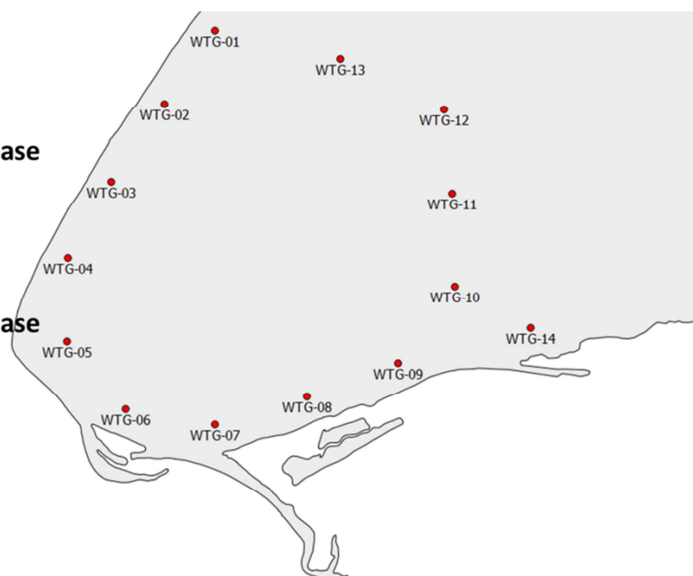
Type 2: TNO 3MW Worst-case

Rotordiameter: 90 m

Ashoogte: 90 m

Tiphoogte: 135 m

Turbine 13



Figuur 11. Locaties van de windturbines in Variant 'Basis'

In Tabel 6 en Tabel 7 is de maatvoering weergegeven van de te toetsen windturbines, noodzakelijk voor de juiste modellering. De lengte van de gondel is gedefinieerd als de afstand van de 'hub' tot aan de achterzijde van de gondel in het verlengde van de as. De hoogte en breedte van de gondel zijn gebaseerd op het effectieve oppervlak van de voor- en zijkant van de gondel en kunnen dus iets afwijken van de feitelijke afmetingen. De lengte van de wiek is gedefinieerd als de halve diameter van de rotor. De breedte van de wiek wordt afgeleid van het frontaal oppervlak van de wiek.

Datum
27 mei 2013

Onze referentie
TNO-060-DHW-2013-01244

Blad
15/24

Tabel 6 De afmetingen van de worst-case 3 MW windturbines 1 t/m 12 en 14 Variant 'Basis'.

Onderdeel	Afmeting [m]
Ashoogte	100
Tiphoogte	157.5
Breedte gondel	4.5
Lengte gondel	17.5
Hoogte gondel	6.1
Diameter mast onder	7.9
Diameter mast boven	3.3
Lengte mast	96.9
Lengte wiek	57.5
Breedte wiek	3.8

Tabel 7 De afmetingen van de worst-case 3 MW windturbine 13 Variant 'Basis'.

Onderdeel	Afmeting [m]
Ashoogte	90
Tiphoogte	135
Breedte gondel	4.5
Lengte gondel	17.5
Hoogte gondel	6.1
Diameter mast onder	7.1
Diameter mast boven	3.3
Lengte mast	86.9
Lengte wiek	45.0
Breedte wiek	3.8

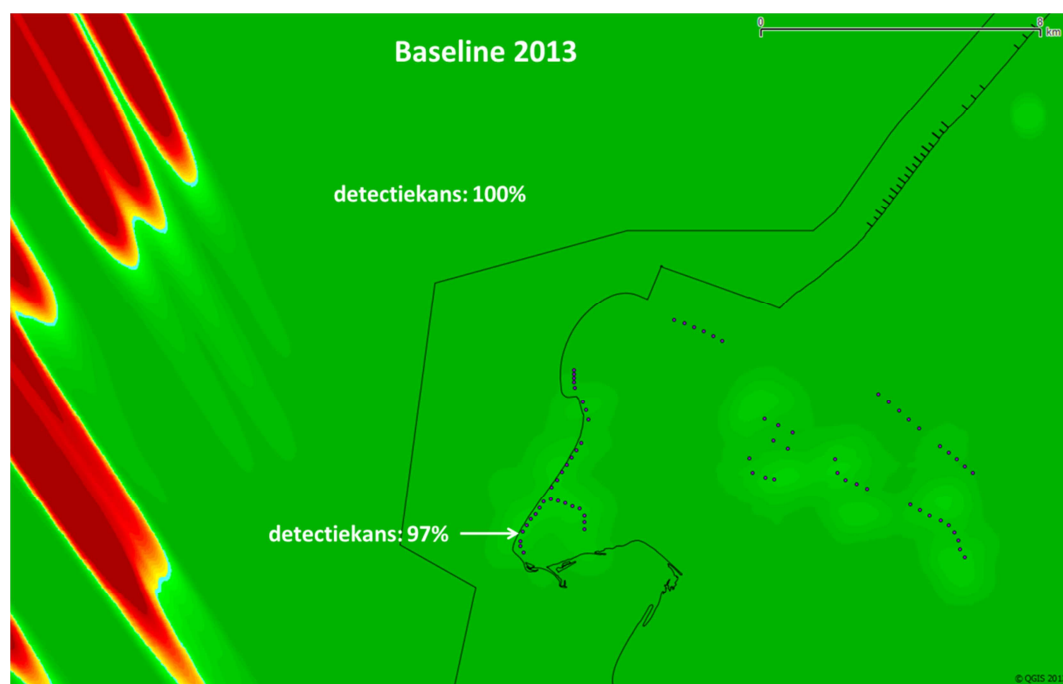
Datum
27 mei 2013

Onze referentie
TNO-060-DHW-2013-01244

Blad
16/24

Detectiekans van het MASS primaire verkeersleidingsradarnetwerk in de directe nabijheid van het bouwplan Variant 'Basis'

In Figuur 12 wordt de detectiekans van het MASS primaire verkeersleidingsradarnetwerk getoond van de baseline voor het gebied rond het nog te realiseren bouwplan. Zoals hierboven gesteld bevindt dit gebied zich in een 1000 voet normhoogtevlak. Figuur 13 toont de detectiekans voor hetzelfde gebied, na realisatie van het windpark variant Basis. Op deze resultaten is detectiekansmiddeling toegepast met een straal van 500 m. De minimale detectiekans die door het Ministerie van Defensie wordt geëist bedraagt 90%. In de groen gekleurde gebieden wordt aan deze eis voldaan. Ter hoogte van de locatie van het windpark neemt de detectiekans af tot een minimum van 64%.

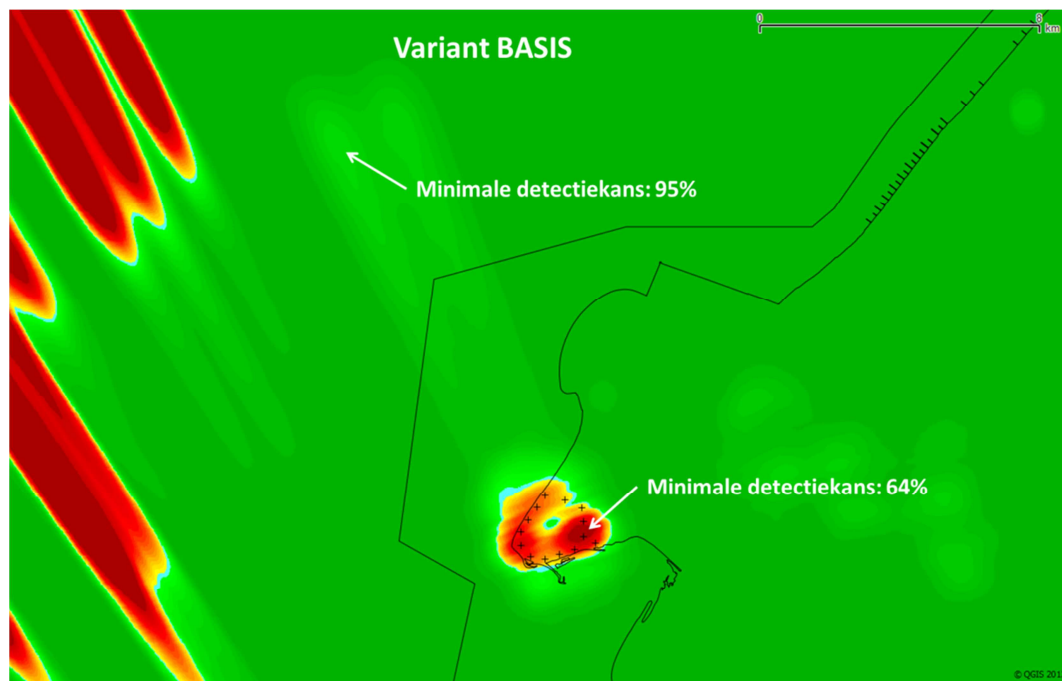


Figuur 12 Detectiekans van het MASS primaire verkeersleidingsradarnetwerk op 1000 voet boven en in de nabijheid van het bouwplan voordat deze is gerealiseerd (baseline). De stippen geven de locaties aan van de huidige windturbines.

Datum
27 mei 2013

Onze referentie
TNO-060-DHW-2013-01244

Blad
17/24



Figuur 13 Detectiekans van het MASS primaire verkeersleidingsradarnetwerk op 1000 voet boven en in de nabijheid van het bouwplan nadat Variant 'Basis' is gerealiseerd. De minimale detectiekans direct boven het windpark bedraagt 64%. Op dit figuur is detectiekansmiddeling toegepast.

Datum
27 mei 2013

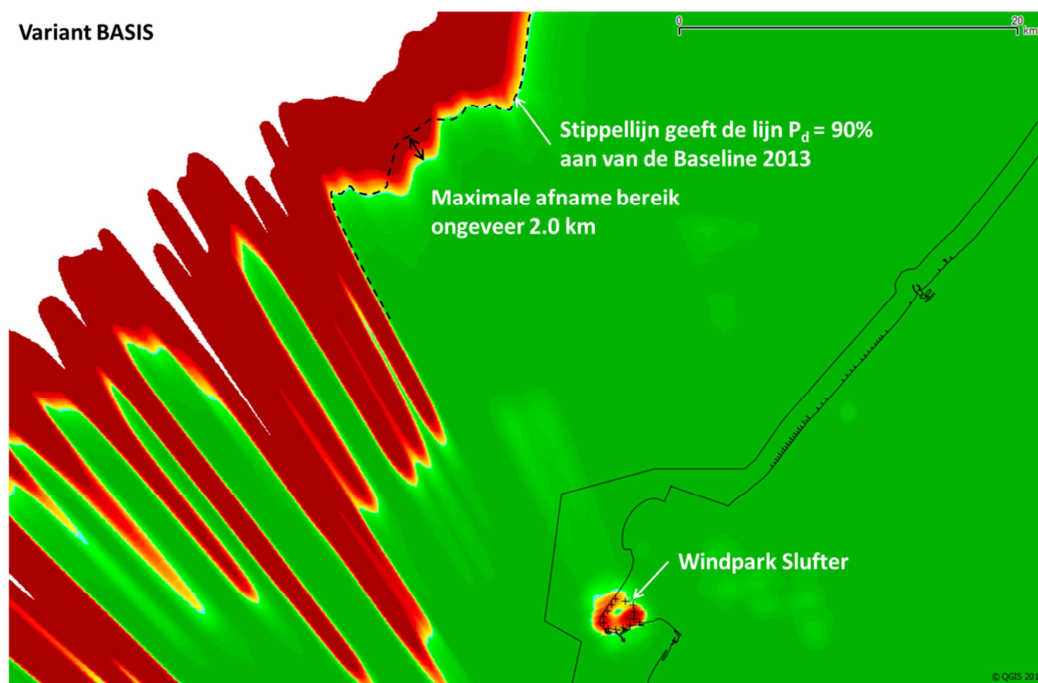
Detectiekans van het MASS primaire verkeersleidingsradarnetwerk in de schaduw van het bouwplan Variant 'Basis'

Onze referentie
TNO-060-DHW-2013-01244

Blad
18/24

In Figuur 14 is het maximaal bereik van de radar weergegeven na plaatsing van de windturbines in variant Basis. De stippellijn uit Figuur 9 is ook hier weergegeven, zodat de afname van het bereik van de radar ten opzichte van de baseline zichtbaar wordt. De maximale afname van het bereik van de radar bedraagt ongeveer 2 kilometer.

Op Figuur 14 is detectiekansmiddeling toegepast met een straal van 500 m.



Figuur 14 Detectiekans van het MASS verkeersleidingsradarnetwerk berekend op 1000 voet in het schaduwgebied van het bouwplan nadat Variant 'Basis' is gerealiseerd. Het maximum bereik van de radar neemt door schaduwwerking met ongeveer 2 km af ten opzichte van de Baseline 2013. Op dit figuur is detectiekansmiddeling toegepast met een straal van 500 m.

Datum
27 mei 2013

Onze referentie
TNO-060-DHW-2013-01244

Blad
19/24

5 Berekeningen Variant 'Groot'

Gegevens windturbine

De windturbines in Variant 'Groot' bestaan uit twee verschillende typen.

De afmetingen van windturbine 1 t/m 11 zijn afgeleid van de REPower 6M met een vermogen van 6 MW. De windturbine heeft een ashoogte van 100 m en een rotordiameter van 130 m. Windturbine 12 is een zogenaamde worst-case windturbine met een vermogen van 3 MW. De afmetingen van deze turbine is afgeleid van het thans bij TNO beschikbare bestand van 3 MW turbines.

De windturbine heeft een ashoogte van 90 m en een rotordiameter van 90 m.

Zie Figuur 15.

Variant: GROOT

12 windturbines

Type 1: REPower 6M

Rotordiameter: 130 m

Ashoogte: 100 m

Tiphoogte: 165 m

Turbine 1 t/m 11

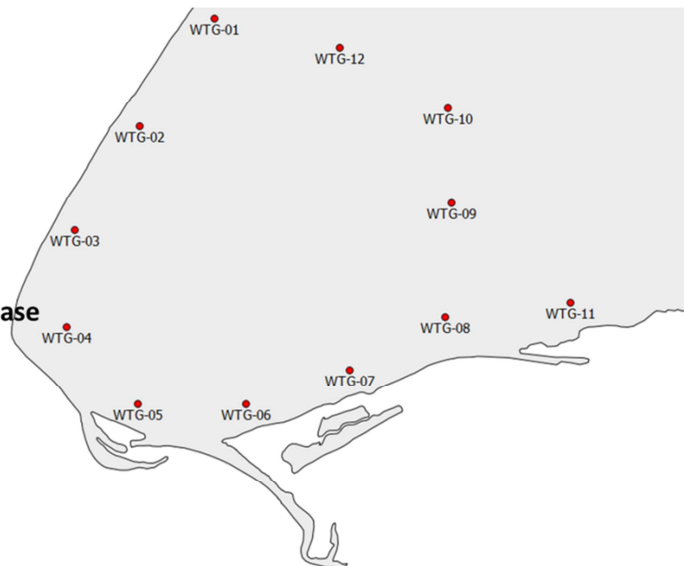
Type 2: TNO 3MW Worst-case

Rotordiameter: 90 m

Ashoogte: 90 m

Tiphoogte: 135 m

Turbine 12



Figuur 15. Locaties windturbines bij variant 'Groot'

In Tabel 8 en Tabel 9 is de maatvoering weergegeven van de te toetsen windturbines, noodzakelijk voor de juiste modellering. De lengte van de gondel is gedefinieerd als de afstand van de 'hub' tot aan de achterzijde van de gondel in het verlengde van de as. De hoogte en breedte van de gondel zijn gebaseerd op het effectieve oppervlak van de voor- en zijkant van de gondel en kunnen dus iets afwijken van de feitelijke afmetingen. De lengte van de wijk is gedefinieerd als de halve diameter van de rotor. De breedte van de wijk wordt afgeleid van het frontaal oppervlak van de wijk.

Datum
27 mei 2013

Onze referentie
TNO-060-DHW-2013-01244

Blad
20/24

Tabel 8 De afmetingen van de 6 MW windturbines 1 t/m 11 Variant 'Groot'. De afmetingen van deze turbine zijn afgeleid van de REPower 6M.

Onderdeel	Afmeting [m]
Ashoogte	100
Tiphoogte	165
Breedte gondel	6.7
Lengte gondel	24.3
Hoogte gondel	7.3
Diameter mast onder	6.2
Diameter mast boven	5.4
Lengte mast	96.4
Lengte wiek	65.0
Breedte wiek	3.9

Tabel 9 De afmetingen van de worst-case 3 MW windturbine 12 Variant 'Groot'.

Onderdeel	Afmeting [m]
Ashoogte	90
Tiphoogte	135
Breedte gondel	4.5
Lengte gondel	17.5
Hoogte gondel	6.1
Diameter mast onder	7.1
Diameter mast boven	3.3
Lengte mast	86.9
Lengte wiek	45.0
Breedte wiek	3.8

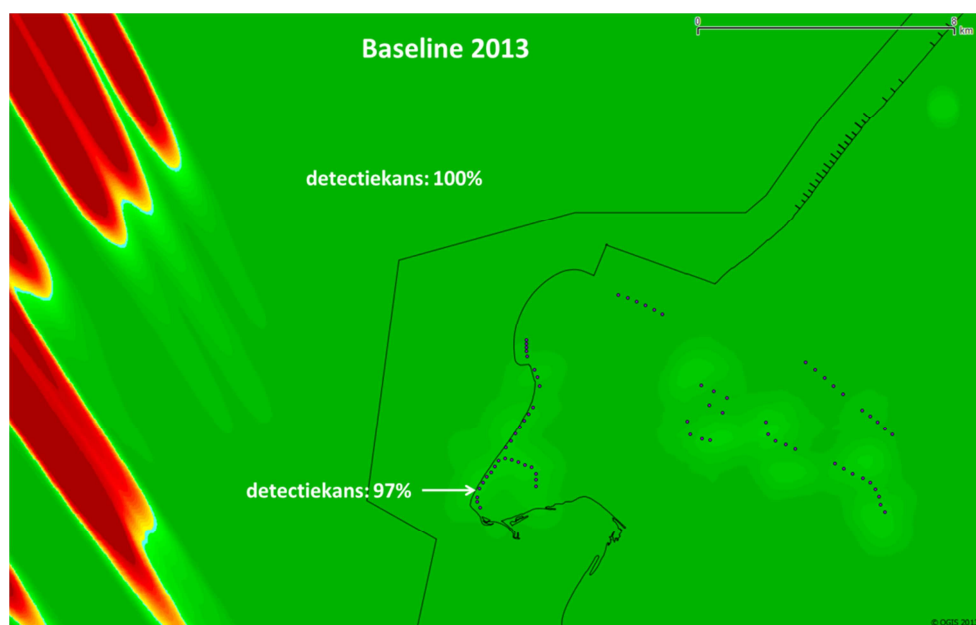
Datum
27 mei 2013

Onze referentie
TNO-060-DHW-2013-01244

Blad
21/24

Detectiekans van het MASS primaire verkeersleidingsradarnetwerk in de directe nabijheid van het bouwplan Variant 'Groot'

In Figuur 16 wordt de detectiekans van het MASS primaire verkeersleidingsradarnetwerk getoond van de baseline voor het gebied rond het nog te realiseren bouwplan. Zoals hierboven gesteld bevindt dit gebied zich in een 1000 voet normhoogtevlak. Figuur 17 toont de detectiekans voor hetzelfde gebied, na realisatie van het windpark variant Groot. Op deze resultaten is detectiekansmiddeling toegepast met een straal van 500 m. De minimale detectiekans die door het Ministerie van Defensie wordt geëist bedraagt 90%. In de groen gekleurde gebieden wordt aan deze eis voldaan. Ter hoogte van de locatie van het windpark neemt de detectiekans af tot een minimum van 73%.

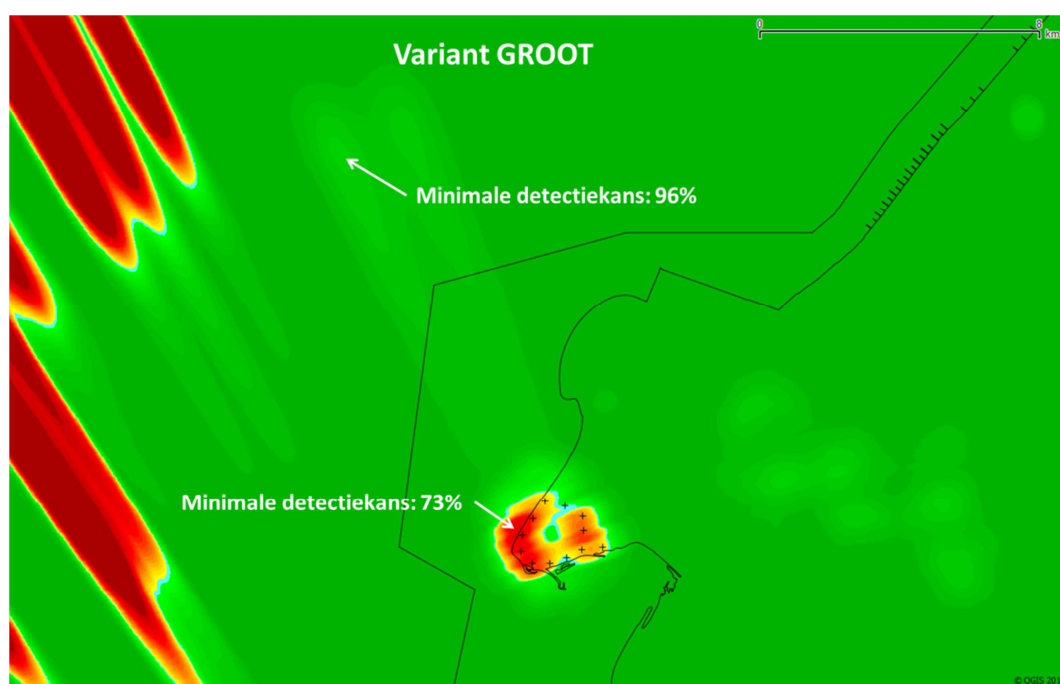


Figuur 16 Detectiekans van het MASS primaire verkeersleidingsradarnetwerk op 1000 voet boven en in de nabijheid van het bouwplan voordat deze is gerealiseerd (baseline). De stippen geven de locaties aan van de huidige windturbines.

Datum
27 mei 2013

Onze referentie
TNO-060-DHW-2013-01244

Blad
22/24



Figuur 17 Detectiekans van het MASS primaire verkeersleidingsradarnetwerk op 1000 voet boven en in de nabijheid van het bouwplan nadat Variant 'Groot' is gerealiseerd. De minimale detectiekans boven het windpark bedraagt 73%. Op dit figuur is detectiekansmiddeling toegepast.

Datum
27 mei 2013

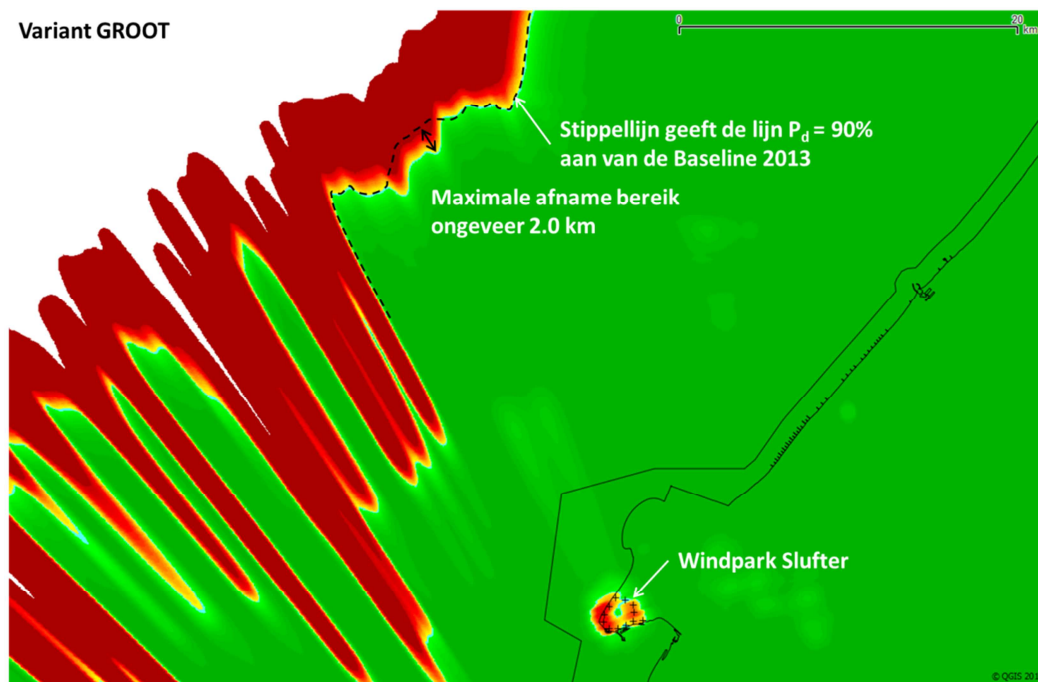
Onze referentie
TNO-060-DHW-2013-01244

Blad
23/24

Detectiekans van het MASS primaire verkeersleidingsradarnetwerk in de schaduw van het bouwplan Variant 'Groot'

In Figuur 18 is het maximaal bereik van de radar weergegeven na plaatsing van de windturbines in variant Groot. De stippellijn uit Figuur 9 is ook hier weergegeven, zodat de afname van het bereik van de radar ten opzichte van de baseline zichtbaar wordt. De maximale afname van het bereik van de radar bedraagt ongeveer 2 kilometer.

Op Figuur 14 is detectiekansmiddeling toegepast met een straal van 500 m.



Figuur 18 Detectiekans van het MASS verkeersleidingsradarnetwerk berekend op 1000 voet in het schaduwgebied van het bouwplan nadat Variant 'Groot' is gerealiseerd. Het maximum bereik van de radar neemt door schaduwwerking met ongeveer 2 km af ten opzichte van de Baseline 2013. Op dit figuur is detectiekansmiddeling toegepast met een straal van 500 m.

Datum
27 mei 2013

Onze referentie
TNO-060-DHW-2013-01244

Blad
24/24

6 Afkortingen

AHN	Actueel Hoogtebestand Nederland
MASS	Military Approach Surveillance System
MPR	Medium Power Radar
NAP	Normaal Amsterdams Peil
NASA	National Aeronautics and Space Administration
PSR	Primary Surveillance Radar
RDS	Rijksdriehoekstelsel
SRTM	Shuttle Radar Topography Mission

Retouradres: Postbus 96864, 2509 JG Den Haag

Eneco Wind
T.a.v. de heer J. Bosch
Postbus 19020
3001 BA ROTTERDAM



Onderwerp

Radarverstoringsonderzoek windturbinepark Slufter Maasvlakte Rotterdam

Geachte heer Bosch,

Bijgaand ontvangt u onze rapportage aangaande het radarverstoringsonderzoek voor windturbinepark Slufter op de Maasvlakte. TNO heeft de verstoring op de primaire radar als gevolg van radarreflectie en schaduw effect berekend met behulp van het radarhinder simulatiemodel PERSEUS volgens een nieuwe toetsingsmethode, die op 1 oktober 2012 is ingevoerd. In de brief TNO-060-DHW-2012-3997 van 23 oktober 2012 zijn de resultaten weergegeven van de toetsing op basis van het verkeersleidingsradarnetwerk bestaande uit vijf Military Approach Surveillance System (MASS) radars rekening houdend met de standaard doelshoogte van 1000 voet. Het document toonde een overschrijding van de norm. In overleg met het Ministerie van Defensie is toen echter besloten om extra berekeningen uit te voeren op doelshoogten van 1500 en 2000 m. Tevens zou bij deze extra berekeningen worden onderzocht in hoeverre radarfusie met de Terminal Approach Radar (TAR4) van Schiphol binnen het MASS radarnetwerk soelaas zou kunnen bieden. Bijgaand vindt u de resultaten van deze berekeningen.

De analyse is uitgevoerd voor de volgende twee varianten:

- Variant 'Klein'
Deze variant bestaat uit zestien windturbines, alle van het type "TNO worst-case 3 MW". Alle windturbines hebben een ashoogte van 90 m en een rotordiameter van 90 m.
- Variant 'Groot'
Deze variant bevat twaalf windturbines van twee verschillende typen. De afmetingen van elf turbines zijn afgeleid van de REPower 6M met een vermogen van 6 MW, rotordiameter 130 m en ashoogte 100 m. De twaalfde windturbine is een TNO worst-case windturbine met een ashoogte van 90 m en een rotordiameter van 90 m.

Technical Sciences

Oude Waalsdorperweg 63
2597 AK Den Haag
Postbus 96864
2509 JG Den Haag

www.tno.nl

T +31 88 866 10 00
F +31 70 328 09 61
infodesk@tno.nl

Datum

10 september 2013

Onze referentie

TNO-060-DHW-2013-02253

E-mail

onno.vangent@tno.nl

Doorkiesnummer

+31 88 866 40 25

Doorkiesfax

+31 88 866 65 75

Projectnummer

053.02838/26.01

Op opdrachten aan TNO zijn de Algemene Voorwaarden voor opdrachten aan TNO, zoals gedeponeerd bij de Griffie van de Rechtbank Den Haag en de Kamer van Koophandel Den Haag van toepassing. Deze algemene voorwaarden kunt u tevens vinden op www.tno.nl.
Op verzoek zenden wij u deze toe.

Handelsregisternummer 27376655.

Datum

10 september 2013

Onze referentie

TNO-060-DHW-2013-02253

Blad

2/34

De door het Ministerie van Defensie geëiste minimale detectiekans voor de primaire radar van een doel op een hoogte van 1000 voet en een radaroppervlak van 2 m² bedraagt op deze locatie 90%. Twee mogelijk optredende effecten zijn onderzocht:

1. *Verlies aan detectiekans ter hoogte van de turbines*

De minimale detectiekans van een doel op een hoogte van 1000 voet voor het MASS verkeersleidingsradarnetwerk bedraagt voor de varianten 'Klein' en 'Groot' respectievelijk **75%** en **69%**. De minimale detectiekans die door het Ministerie van Defensie op deze locatie en op deze normhoogte wordt geëist bedraagt 90%. Bij een hogere doelshoogte van 1500 voet bedraagt de minimale detectiekans voor de variant 'Klein' 79% en voor een doelshoogte van 2000 voet 99%. Voor de variant 'Groot' zijn de minimale detectiekansen 75% voor 1500 voet en 99% voor 2000 voet.

2. *Verlies aan detectiekans ten gevolge van de schaduwwerking van de turbines*

Voor de twee varianten geldt dat in het gebied achter de turbines, gezien vanuit de MASS radar te Woensdrecht, er enige schaduwwerking optreedt op de toetsingshoogte van 1000 voet. De maximale detectieafstand van de MASS radar te Woensdrecht neemt af voor de varianten 'Klein' en 'Groot' met respectievelijk **2.5** en **2.0** kilometer.

Uit de bovenstaande getallen gelden voor alleen het militaire MASS verkeersleidingsradarnetwerk, bestaande uit vijf primaire radarsystemen. Als dit radarnetwerk wordt gecombineerd met de primaire verkeersradar, TAR4 van Schiphol, dan worden de bovenstaande getallen als volgt:

3. *Verlies aan detectiekans, inclusief de TAR4 radar, ter hoogte van de turbines*

De minimale detectiekans van een doel op een hoogte van 1000 voet voor het MASS verkeersleidingsradarnetwerk bedraagt voor de varianten 'Klein' en 'Groot' respectievelijk **75%** en vrijwel **100%**. De minimale detectiekans die door het Ministerie van Defensie op deze locatie en op deze normhoogte wordt geëist bedraagt 90%. Bij een hogere doelshoogte van 1500 voet bedraagt de minimale detectiekans voor de variant 'Klein' vrijwel 100% en voor een doelshoogte van 2000 voet eveneens vrijwel 100%. Voor de variant 'Groot' zijn de minimale detectiekansen 99% voor zowel 1500 als 2000 voet.

4. *Verlies aan detectiekans inclusief de TAR4 radar, ten gevolge van de schaduwwerking van de turbines*

Voor de twee varianten geldt dat in het gebied achter de turbines, gezien vanuit de MASS radar te Woensdrecht, er enige schaduwwerking optreedt op de toetsingshoogte van 1000 voet, maar dat deze volledig wordt gecompenseerd door de ondersteunende dekking van de TAR4 in dit gebied. De gecombineerde maximale detectieafstand neemt daarom voor zowel de variant 'Klein' als 'Groot' niet af na realisatie van het bouwplan.

Details vindt u in bijgaande documentatie.

Hoogachtend,



Ing. O.J. van Gent
Senior Research Medewerker

Datum

10 september 2013

Onze referentie

TNO-060-DHW-2013-02253

Blad

3/34

Datum

10 september 2013

Onze referentie

TNO-060-DHW-2013-02253

Blad

4/34

1 Locatie- en radargegevens

Het radarverstoringsonderzoek is uitgevoerd voor twee verschillende windturbineconfiguraties: Variant 'Klein' en 'Groot'. De locaties van de te toetsen windturbines in de drie varianten zijn weergegeven in Tabel 1 en Tabel 2.

Tabel 1 Locatiegegevens van het bouwplan, Variant 'Klein', zoals opgegeven door de opdrachtgever.

Nr.	Rijksdriehoekstelsel		WGS 84 coördinaten		Maaiveldhoogte t.o.v. NAP [m]
	X [m]	Y [m]	Latitude [°]	Longitude [°]	
WTG-01	59640	439277	51.93377	4.00056	23
WTG-02	59430	438985	51.93111	3.99759	23
WTG-03	59226	438690	51.92842	3.99471	23
WTG-04	59021	438394	51.92573	3.99181	21.7
WTG-05	58938	438059	51.92270	3.99070	23
WTG-06*	59119	437664	51.91919	3.99344	23
WTG-07*	59436	437505	51.91781	3.99809	23.5
WTG-08*	59791	437534	51.91813	4.00324	24
WTG-09	60177	437663	51.91936	4.00882	24
WTG-10	60571	437820	51.92084	4.01450	24
WTG-11	60761	438139	51.92373	4.01717	24
WTG-12	60756	438556	51.92748	4.01699	23
WTG-13	60747	438891	51.93049	4.01676	23
WTG-14	60482	439099	51.93231	4.01285	20
WTG-15	60134	439227	51.93340	4.00776	20
WTG-16	61104	437937	51.92198	4.02221	17

* De posities van WTG 6 t/m WTG8 zijn licht verschoven ten opzichte van de configuratie die eerder is getoetst

Tabel 2 Locatiegegevens van het bouwplan, Variant 'Groot', zoals opgegeven door de opdrachtgever.

Nr.	Rijksdriehoekstelsel		WGS 84 coördinaten		Maaiveldhoogte t.o.v. NAP [m]
	X [m]	Y [m]	Latitude [°]	Longitude [°]	
WTG-01	59659	439319	51.93415	4.00083	16
WTG-02	59316	438822	51.92962	3.99598	24
WTG-03	59015	438346	51.92530	3.99174	24
WTG-04*	58966	437932	51.92157	3.99114	24
WTG-05	59305	437538	51.91808	3.99618	24
WTG-06	59804	437536	51.91815	4.00343	23.8
WTG-07	60284	437697	51.91968	4.01036	23.5
WTG-08	60723	437940	51.92194	4.01667	24
WTG-09	60755	438470	51.92671	4.01699	23
WTG-10	60736	438904	51.93060	4.01660	23
WTG-11	61303	438008	51.92265	4.02509	17
WTG-12	60239	439185	51.93304	4.00930	18.5

* De positie van WTG 4 is licht verschoven ten opzichte van de configuratie die eerder is getoetst

Datum

10 september 2013

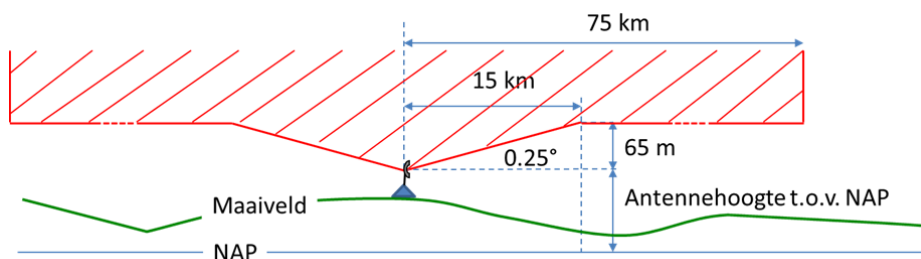
Onze referentie

TNO-060-DHW-2013-02253

Blad

5/34

Het Ministerie van Defensie hanteert een zogenaamd toetsingsvolume dat reikt tot aan 75 km rondom de vijf MASS verkeersleidingsradars en de twee gevechtsleidingsradars. Het profiel van het toetsingsvolume is weergegeven in Figuur 1. Er dient getoetst te worden indien de tip van de wiek hoger is dan de rode lijn. Bouwplannen die verder verwijderd zijn dan 75 km kunnen zondermeer geplaatst worden.



Figuur 1. Het toetsingsprofiel (niet op schaal) zoals gehanteerd door het Ministerie van Defensie rondom elk van de vijf MASS radarsystemen.

De locatiegegevens van de vijf MASS verkeersleidingsradarsystemen en de gevechtsleidingsradar te Nieuw Milligen en Wier worden weergegeven in Tabel 3. In deze tabel zijn zowel de antennehoogtes aangegeven die aangehouden worden voor de bepaling van het toetsingsprofiel als ook de feitelijke antennehoogtes van de primaire radarantenne, toegepast in de detectiekansberekeningen.

Tabel 3 Locatiegegevens van de vijf MASS radars en de gevechtsleidingsradars te Nieuw Milligen en Wier, de aangehouden antennehoogte voor het toetsingsprofiel en de toepaste feitelijke hoogte van de primaire radarantenne.

Radar	Coördinaten Rijksdriehoekstelsel		Antennehoogte voor toetsingsprofiel ten opzichte van NAP [m]	Feitelijke antennehoogte ten opzichte van NAP [m]
	X [m]	Y [m]		
Leeuwarden	179139	582794	30	27.3
Twente	258306	477021	71	68.8
Soesterberg	147393	460816	63	60.2
Volkel	176525	407965	49	46.9
Woensdrecht	083081	385868	48	45.2
Nieuw Milligen	179258	471774	53	Gerubriceerd*
Wier	170509	585730	24	Gerubriceerd*

* Deze gegevens zijn bekend bij defensie.

Variaties in de hoogte van het terrein worden bepaald uit het Actueel Hoogtebestand Nederland (AHN-1) met een spatiële resolutie van 10 m. In dit bestand bevindt zich bebouwing van de stedelijke gebieden mits de aaneengesloten bebouwing een oppervlakte beslaat die groter is dan 1 km². Het hoogtebestand is opgenomen in de periode tussen 1998 en 2003, dus veranderingen in bebouwing van na die datum worden in het model niet

Datum

10 september 2013

Onze referentie

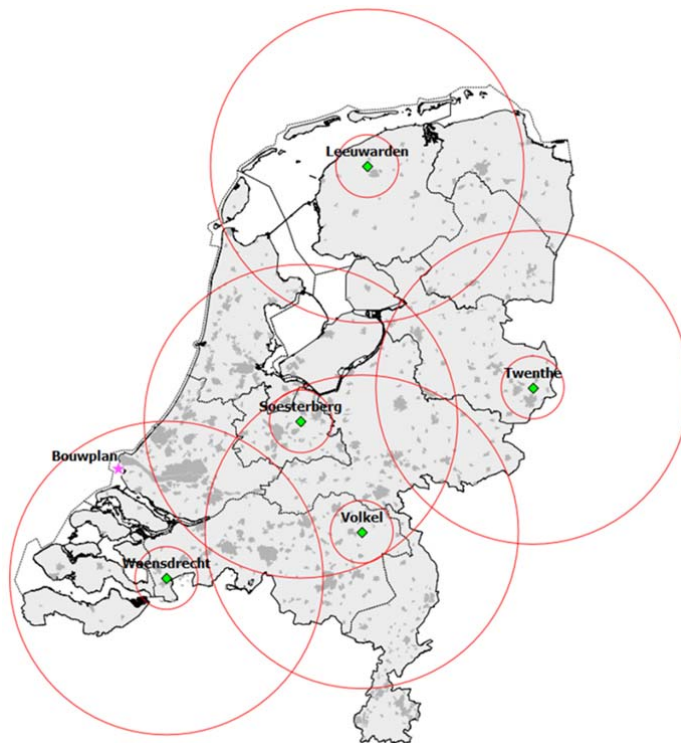
TNO-060-DHW-2013-02253

Blad

6/34

meegenomen. Buiten deze gebieden is de hoogte gelijk aan het maaiveld. Buiten Nederland gebruikt TNO terreinhoogtegegevens afkomstig van de NASA Shuttle Radar Topography Mission (SRTM) met een resolutie van 3 boogseconde (ongeveer 90 m langs een meridiaan). Als een deel van het bouwplan wordt afgeschermd door het tussenliggende terrein of door bebouwing in een stedelijk gebied en dus niet wordt belicht door de radar, dan wordt dit deel van het bouwplan niet betrokken in de berekening.

De 15 km en 75 km cirkels rond de vijf MASS radars en de stedelijke gebieden volgens het AHN-1 bestand zijn weergegeven in Figuur 2.



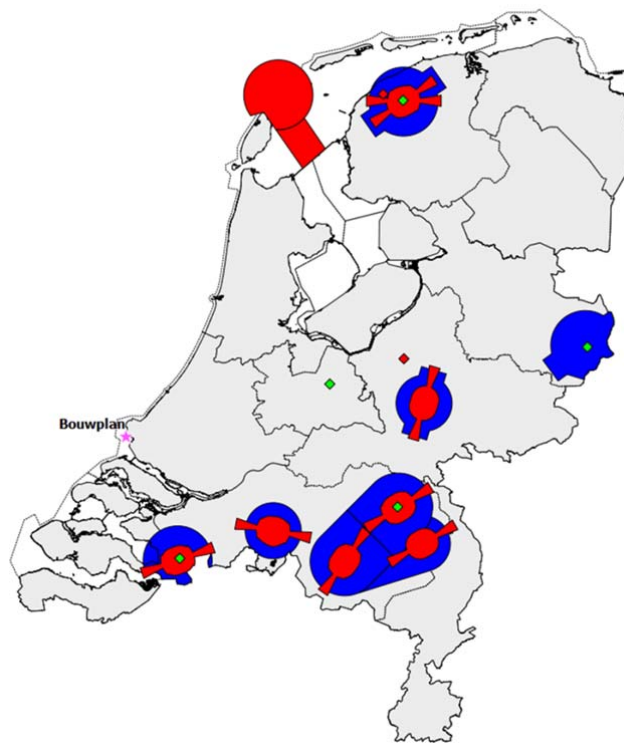
Figuur 2. Locaties van de vijf MASS radarsystemen (groene ruit) met daaromheen 15 km en 75 km cirkels. De ligging van het te toetsen bouwplan is aangegeven met een roze ster. De donkergrijze vlakken zijn de in de AHN-1 gedefinieerde stedelijke gebieden.

Het bouwplan ligt binnen de 75 km cirkel rond de MASS radar Woensdrecht. Daarnaast is de tiphoogte groter dan de in Figuur 1 aangegeven hoogte. Het onderhavige bouwplan dient derhalve getoetst te worden.

2 Rekenmethode MASS radarnetwerk

Het radarsimulatiemodel PERSEUS berekent voor elk radarsysteem de detectiekans van een doel met een radardoorsnede van 2 m^2 , fluctuatiestatistiek Swerling case 1, en loos alarmkans 1×10^{-6} . Afhankelijk van de locatie van het bouwplan moet de detectiekans geëvalueerd worden op een normhoogte van 300, 500 of 1000 voet ten opzichte van het maaiveld. Indien op 1000 voet geëvalueerd wordt, zal middeling van detectiekansen binnen een cirkel met een straal van 500 m toegepast worden. De 300 en 500 voet normhoogtes liggen over het algemeen rond de verschillende vliegvelden in Nederland. Op een hoogte van 1000 voet dient er, met enige uitzonderingen, landelijke dekking te zijn. In Figuur 3 worden de normhoogtegebieden getoond.

Het bouwplan valt binnen de normhoogte van 1000 voet. De detectiekans boven het bouwplan zal voor deze hoogte worden berekend.



Figuur 3. De ligging van het te toetsen bouwplan aangegeven met een ster en de voorlopige ligging van de normhoogtes op 300 voet (rood) en 500 voet (blauw). Op 1000 voet dient het MASS radarnetwerk, op enige uitzonderingen na, een landelijke dekking te hebben. Tevens zijn op deze kaart met een groene markering de locaties aangegeven van het MASS radarnetwerk bestaande uit een vijftal radarsystemen.

De detectiekans van de vijf radarsystemen te Leeuwarden, Twente, Soesterberg, Volkel en Woensdrecht is conform de nieuwe rekenmethode gesimuleerd in één radarnetwerk, waarbij zij elkaar eventueel ondersteuning kunnen bieden bij de

Datum

10 september 2013

Onze referentie

TNO-060-DHW-2013-02253

Blad

7/34

Datum

10 september 2013

Onze referentie

TNO-060-DHW-2013-02253

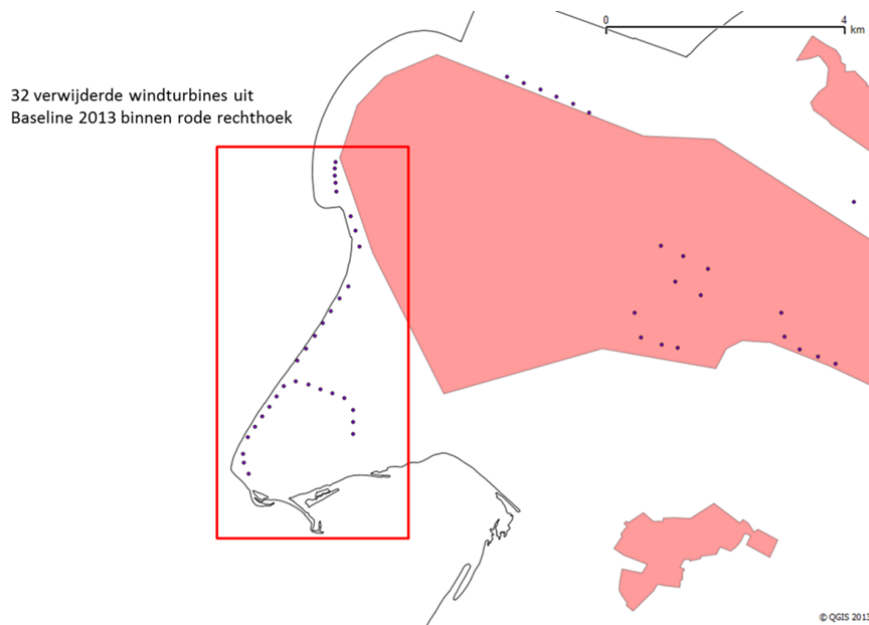
Blad

8/34

detectie van radarobjecten. Daarbij wordt rekening gehouden met de aanstaande upgrade van de MASS primaire radar, zoals TNO die op dit moment in PERSEUS gemodelleerd heeft.

Als referentie zijn ook de radardetectiekansdiagrammen berekend voor de zogenaamde baseline situatie, dat wil zeggen, zonder het bouwplan. Het baseline-bestand van windturbines geeft de situatie aan binnen Nederland, vastgelegd in begin januari 2013, door Windenergie Nieuws¹. De voor de simulatie noodzakelijke afmetingen van de windturbines zijn afgeleid van de in dit bestand opgenomen gegevens, zijnde fabrikant, opgewekt vermogen, ashoogte en rotordiameter. Door een vergelijking van beide diagrammen kan het detectieverlies worden vastgesteld in de directe nabijheid van de windturbines veroorzaakt door reflecties van de turbines en het eventuele verlies aan radarbereik ten gevolge van de schaduwwerking van het bouwplan.

Rondom en op de locatie van het geplande windpark staan in het baseline-bestand 32 windturbines, die voor de aanleg van het nieuwe park, vervangen of verwijderd zullen worden. Deze turbines zijn dan ook ten behoeve van de radarhinderberekening verwijderd uit het baseline-bestand. De locaties van de windturbines zijn in Figuur 4 weergegeven.



Figuur 4. Locaties van de 32 windturbines die voor de radarhinderberekening uit het baseline 2013 bestand zijn verwijderd. De verwijderde turbines bevinden zich binnen de rode rechthoek.

¹ Voor meer informatie, zie <http://www.windenergie-nieuws.nl/>

3 Berekeningen Variant 'Klein'

Gegevens windturbine

De windturbines in de Variant 'Klein' zijn zogenaamde worst-case windturbines. De afmetingen van deze turbines zijn afgeleid van het thans bij TNO beschikbare bestand van 3 MW turbines. Alle turbines in deze variant hebben een ashoogte van 90 m en een rotordiameter van 90 m. Zie Figuur 5.

Datum

10 september 2013

Onze referentie

TNO-060-DHW-2013-02253

Blad

9/34



Figuur 5. Locaties windturbines bij Variant 'Klein' [Google]

In Tabel 4 is de maatvoering weergegeven van de te toetsen windturbine, noodzakelijk voor de juiste modellering. De lengte van de gondel is gedefinieerd als de afstand van de 'hub' tot aan de achterzijde van de gondel in het verlengde van de as. De hoogte en breedte van de gondel zijn gebaseerd op het effectieve oppervlak van de voor- en zijkant van de gondel en kunnen dus iets afwijken van de feitelijke afmetingen. De lengte van de wiek is gedefinieerd als de halve diameter van de rotor. De breedte van de wiek wordt afgeleid van het frontaal oppervlak van de wiek.

Tabel 4 De afmetingen van de worst-case 3 MW windturbine in variant Klein.

Onderdeel	Afmeting [m]
Ashoogte	90
Tiphoogte	135
Breedte gondel	4.5
Lengte gondel	17.5
Hoogte gondel	6.1
Diameter mast onder	7.1
Diameter mast boven	3.3
Lengte mast	86.9
Lengte wiek	45.0
Breedte wiek	3.8

Datum

10 september 2013

Onze referentie

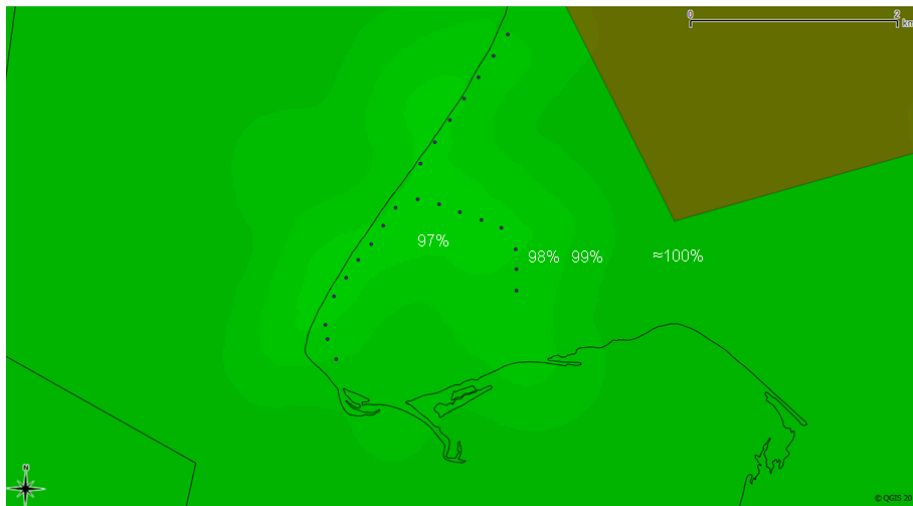
TNO-060-DHW-2013-02253

Blad

10/34

Detectiekans van het MASS primaire verkeersleidingsradarnetwerk in de directe nabijheid van het bouwplan Variant 'Klein'

In Figuur 6 wordt de detectiekans van het MASS primaire verkeersleidingsradarnetwerk getoond van de baseline voor het gebied rond het nog te realiseren bouwplan, dus nog inclusief de 32 bestaande windturbines. Zoals hierboven gesteld bevindt dit gebied zich in een 1000 voet normhoogtevlak. Figuur 7 toont de detectiekans voor hetzelfde gebied, na verwijdering van de 32 bestaande windturbines en realisatie van het bouwplan. De minimale detectiekans die door het Ministerie van Defensie wordt geëist bedraagt 90%. In de groen gekleurde gebieden wordt aan deze eis voldaan. Ter hoogte van de locatie van het windpark neemt de detectiekans af tot minimaal 75%. In Figuur 8 en Figuur 9 is dezelfde situatie weergegeven maar dan op een doelshoogte van respectievelijk 1500 en 2000 voet. Ter hoogte van de locatie van het windpark neemt de detectiekans af tot minimaal 79% voor een doelshoogte van 1500 voet. Voor een doelshoogte van 2000 voet is dit 99%. Voor alle figuren is detectiekansmiddeling toegepast met een straal van 500 m.



Figuur 6 Detectiekans van het MASS primaire verkeersleidingsradarnetwerk op 1000 voet boven en in de nabijheid van het bouwplan voordat deze is gerealiseerd (baseline). De stippen geven de locaties aan van de huidige windturbines. Detectiekansmiddeling is toegepast.

Datum

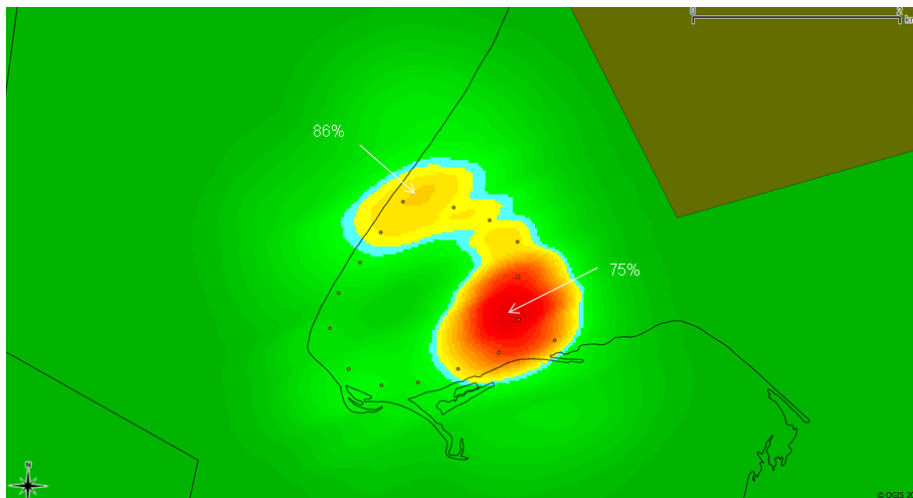
10 september 2013

Onze referentie

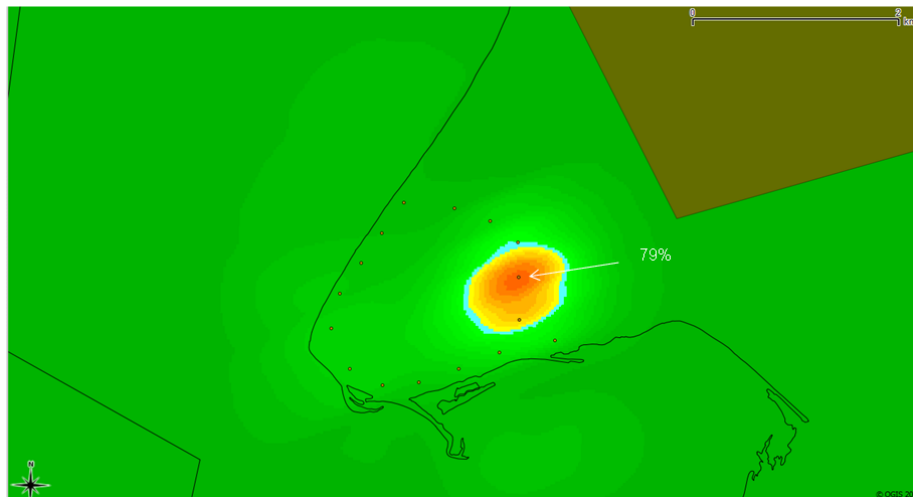
TNO-060-DHW-2013-02253

Blad

11/34



Figuur 7 Detectiekans van het MASS primaire verkeersleidingsradarnetwerk op 1000 voet boven en in de nabijheid van het bouwplan nadat Variant 'Klein' is gerealiseerd. De minimale detectiekans direct boven het windpark bedraagt 75%. Detectiekansmiddeling is toegepast.



Figuur 8 Detectiekans van het MASS primaire verkeersleidingsradarnetwerk op 1500 voet boven en in de nabijheid van het bouwplan nadat Variant 'Klein' is gerealiseerd. De minimale detectiekans direct boven het windpark bedraagt 79%. Detectiekansmiddeling is toegepast.

Datum

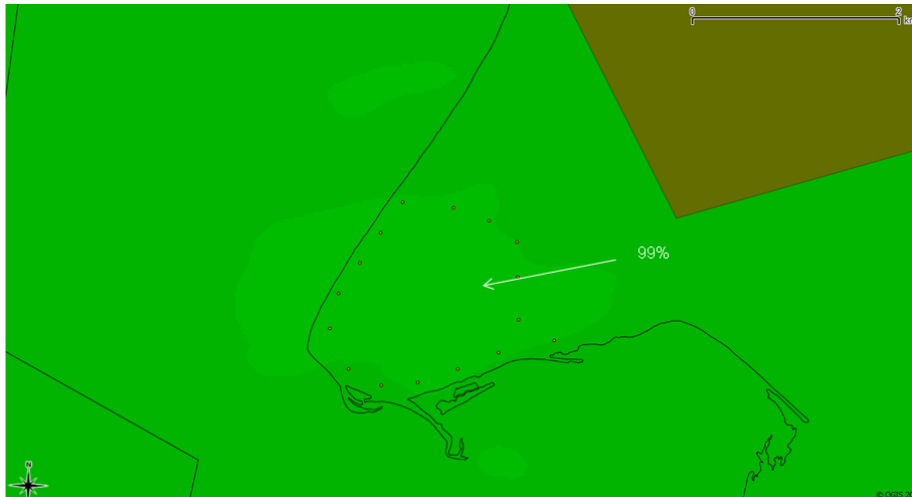
10 september 2013

Onze referentie

TNO-060-DHW-2013-02253

Blad

12/34



Figuur 9 Detectiekans van het MASS primaire verkeersleidingsradarnetwerk op 2000 voet boven en in de nabijheid van het bouwplan nadat Variant 'Klein' is gerealiseerd. De minimale detectiekans direct boven het windpark bedraagt 99%. Detectiekansmiddeling is toegepast.

Datum

10 september 2013

Onze referentie

TNO-060-DHW-2013-02253

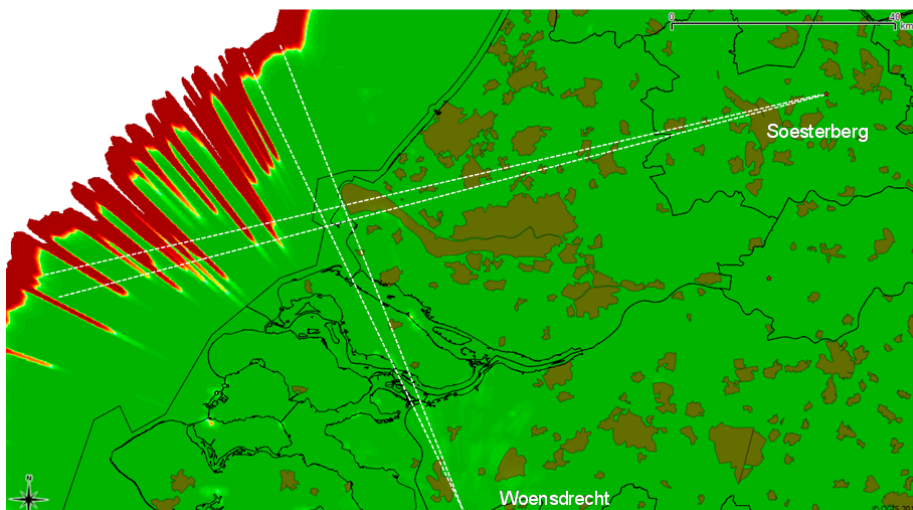
Blad

13/34

Detectiekans van het MASS primaire verkeersleidingsradarnetwerk in de schaduw van het bouwplan Variant 'Klein'

In Figuur 10 is het gebied aangegeven waar mogelijk schaduwwerking kan optreden als gevolg van de plaatsing van de windturbines. De schaduwwerking heeft als gevolg dat het maximaal bereik van de radar achter het turbinepark afneemt. Het potentieel schaduwgebied bevindt zich achter de locatie van het windpark, gezien vanuit de positie van de MASS radar Woensdrecht. In dit gebied is geen ondersteunende dekking van andere radars.

In Figuur 11 is het maximaal bereik van de radar weergegeven na verwijdering van de 32 bestaande windturbines en plaatsing van de windturbines in variant 'Klein'. De maximale afname van het bereik van de radar bedraagt ongeveer 2.5 kilometer. Het gebied waar door optreedt, is aangegeven met een oranje cirkel. Op alle figuren is detectiekansmiddeling toegepast met een straal van 500 m.



Figuur 10 Het potentieel schaduwgebied achter de windturbines, gezien vanuit de MASS radar te Woensdrecht. De schaduwwerking heeft als gevolg dat het maximaal bereik van de radar achter het turbinepark afneemt. Detectiekansmiddeling is toegepast.

Datum

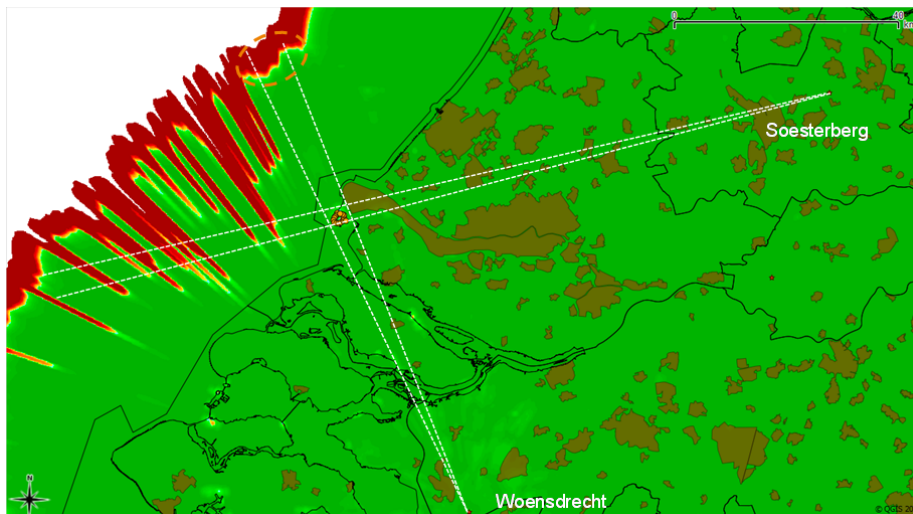
10 september 2013

Onze referentie

TNO-060-DHW-2013-02253

Blad

14/34



Figuur 11 Detectiekans van het MASS verkeersleidingsradarnetwerk berekend op 1000 voet in het schaduwgebied van het bouwplan nadat Variant 'Klein' is gerealiseerd. Het maximum bereik van de radar neemt door schaduwwerking met ongeveer 2.5 km af ten opzichte van de Baseline 2013. Het gebied waar dit optreedt, is aangegeven met een oranje cirkel. Detectiekansmiddeling is toegepast.

4 Berekeningen Variant 'Groot'

Gegevens windturbine

De windturbines in Variant 'Groot' bestaan uit twee verschillende typen. De afmetingen van windturbine 1 t/m 11 zijn afgeleid van de REPower 6M met een vermogen van 6 MW. Deze 6 MW windturbine heeft een ashoogte van 100 m en een rotordiameter van 130 m. Windturbine 12 is een zogenaamde worst-case windturbine met een vermogen van 3 MW. De afmetingen van deze 3MW turbine is afgeleid van het thans bij TNO beschikbare bestand van 3 MW turbines. De windturbine heeft een ashoogte van 90 m en een rotordiameter van 90 m. Zie Figuur 12.

Datum

10 september 2013

Onze referentie

TNO-060-DHW-2013-02253

Blad

15/34



Figuur 12. Locaties windturbines bij variant 'Groot' [Google]

In Tabel 5 en Tabel 6 is de maatvoering weergegeven van de te toetsen windturbines, noodzakelijk voor de juiste modellering. De lengte van de gondel is gedefinieerd als de afstand van de 'hub' tot aan de achterzijde van de gondel in het verlengde van de as. De hoogte en breedte van de gondel zijn gebaseerd op het effectieve oppervlak van de voor- en zijkant van de gondel en kunnen dus iets afwijken van de feitelijke afmetingen. De lengte van de wiek is gedefinieerd als de halve diameter van de rotor. De breedte van de wiek wordt afgeleid van het frontaal oppervlak van de wiek.

Datum

10 september 2013

Onze referentie

TNO-060-DHW-2013-02253

Blad

16/34

Tabel 5 De afmetingen van de 6 MW windturbines 1 t/m 11 Variant 'Groot'. De afmetingen van deze turbine zijn afgeleid van de REPower 6M.

Onderdeel	Afmeting [m]
Ashoogte	100
Tiphoogte	165
Breedte gondel	6.7
Lengte gondel	24.3
Hoogte gondel	7.3
Diameter mast onder	6.2
Diameter mast boven	5.4
Lengte mast	96.4
Lengte wiek	65.0
Breedte wiek	3.9

Tabel 6 De afmetingen van de worst-case 3 MW windturbine 12 Variant 'Groot'.

Onderdeel	Afmeting [m]
Ashoogte	90
Tiphoogte	135
Breedte gondel	4.5
Lengte gondel	17.5
Hoogte gondel	6.1
Diameter mast onder	7.1
Diameter mast boven	3.3
Lengte mast	86.9
Lengte wiek	45.0
Breedte wiek	3.8

Datum

10 september 2013

Onze referentie

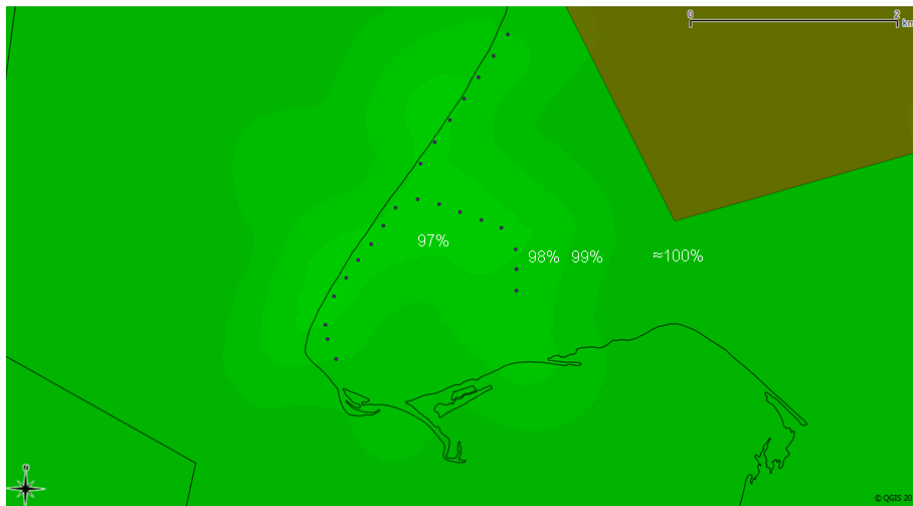
TNO-060-DHW-2013-02253

Blad

17/34

Detectiekans van het MASS primaire verkeersleidingsradarnetwerk in de directe nabijheid van het bouwplan Variant 'Groot'

In Figuur 13 wordt de detectiekans van het MASS primaire verkeersleidingsradarnetwerk getoond van de baseline voor het gebied rond het nog te realiseren bouwplan dus nog inclusief de 32 bestaande windturbines. Zoals al eerder gesteld bevindt dit gebied zich in een 1000 voet normhoogtevlak. Figuur 14 toont de detectiekans voor hetzelfde gebied, na verwijdering van de 32 bestaande windturbines en realisatie van het windpark variant Groot. De minimale detectiekans die door het Ministerie van Defensie wordt geëist bedraagt 90%. In de groen gekleurde gebieden wordt aan deze eis voldaan. Ter hoogte van de locatie van het windpark neemt de detectiekans af tot een minimum van 69%. In Figuur 14 en Figuur 15 is dezelfde situatie weergegeven maar dan op een doelshoogte van respectievelijk 1500 en 2000 voet. Ter hoogte van de locatie van het windpark neemt de detectiekans af tot minimaal 75% voor een doelshoogte van 1500 voet. Voor een doelshoogte van 2000 voet is dit 99%. Voor alle figuren is detectiekansmiddeling toegepast met een straal van 500 m.



Figuur 13 Detectiekans van het MASS primaire verkeersleidingsradarnetwerk op 1000 voet boven en in de nabijheid van het bouwplan voordat deze is gerealiseerd (baseline). De stippen geven de locaties aan van de huidige windturbines. Detectiekansmiddeling is toegepast.

Datum

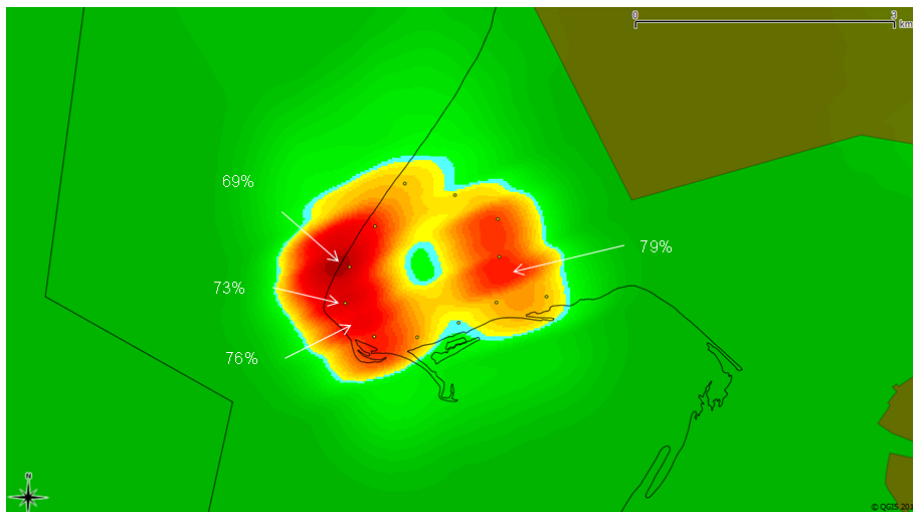
10 september 2013

Onze referentie

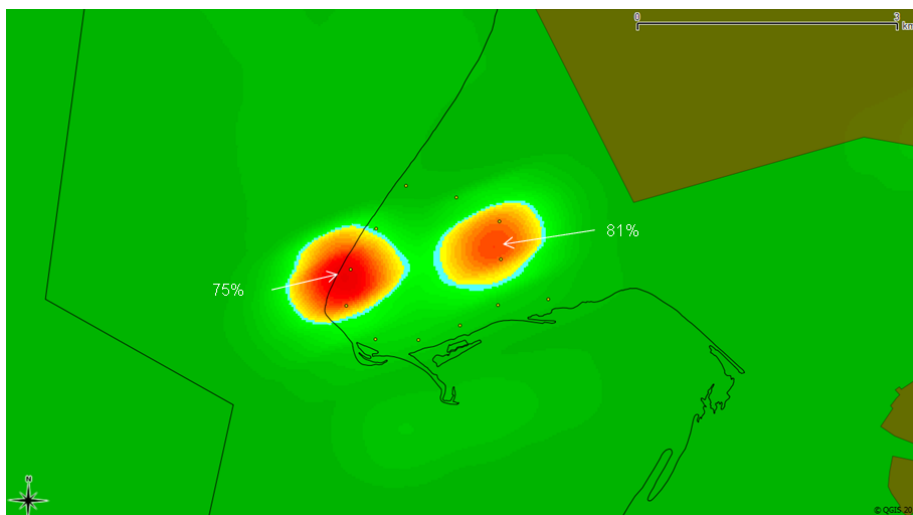
TNO-060-DHW-2013-02253

Blad

18/34



Figuur 14 Detectiekans van het MASS primaire verkeersleidingsradarnetwerk op 1000 voet boven en in de nabijheid van het bouwplan nadat Variant 'Groot' is gerealiseerd. De minimale detectiekans boven het windpark bedraagt 69%. Detectiekansmiddeling is toegepast.



Figuur 15 Detectiekans van het MASS primaire verkeersleidingsradarnetwerk op 1500 voet boven en in de nabijheid van het bouwplan nadat Variant 'Groot' is gerealiseerd. De minimale detectiekans boven het windpark bedraagt 75%. Detectiekansmiddeling is toegepast.

Datum

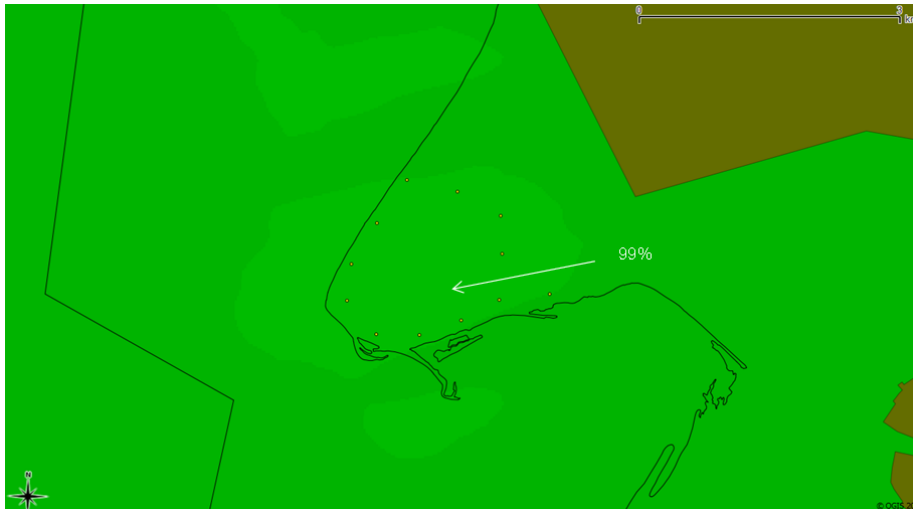
10 september 2013

Onze referentie

TNO-060-DHW-2013-02253

Blad

19/34



Figuur 16 Detectiekans van het MASS primaire verkeersleidingsradarnetwerk op 2000 voet boven en in de nabijheid van het bouwplan nadat Variant 'Groot' is gerealiseerd. De minimale detectiekans boven het windpark bedraagt 99%. Detectiekansmiddeling is toegepast.

Datum

10 september 2013

Onze referentie

TNO-060-DHW-2013-02253

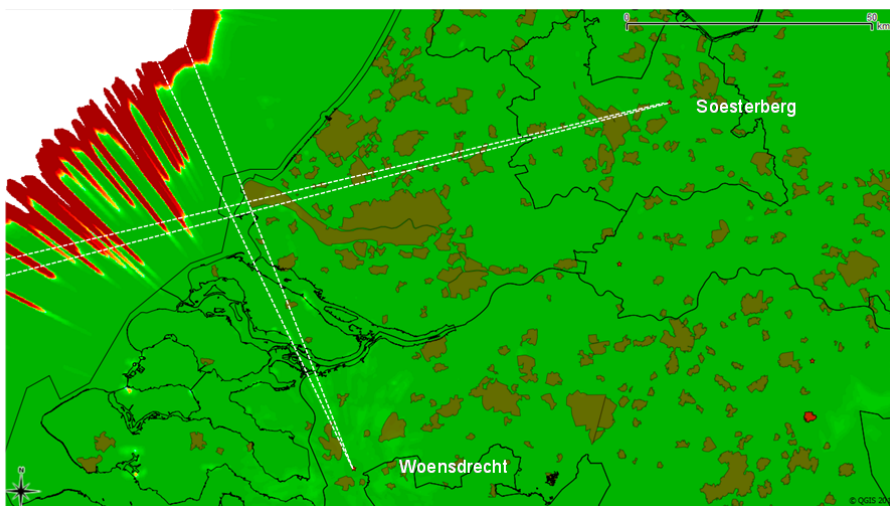
Blad

20/34

Detectiekans van het MASS primaire verkeersleidingsradarnetwerk in de schaduw van het bouwplan Variant 'Groot'

In Figuur 17 is het gebied aangegeven waar mogelijk schaduwwerking kan optreden als gevolg van de plaatsing van de windturbines. De schaduwwerking heeft als gevolg dat het maximaal bereik van de radar achter het turbinepark afneemt. Het potentieel schaduwgebied bevindt zich achter de locatie van het windpark, gezien vanuit de positie van de MASS radar Woensdrecht. In dit gebied is geen ondersteunende dekking van andere radars.

In Figuur 18 is het maximaal bereik van de radar weergegeven na verwijdering van de 32 bestaande windturbines en plaatsing van de windturbines in variant 'Groot'. De maximale afname van het bereik van de radar bedraagt ongeveer 2 kilometer. Het gebied waar dit optreedt, is aangegeven met een oranje cirkel. Op alle figuren is detectiekansmiddeling toegepast met een straal van 500 m.



Figuur 17 Het potentieel schaduwgebied achter de windturbines, gezien vanuit de MASS radar te Woensdrecht. De schaduwwerking heeft als gevolg dat het maximaal bereik van de radar achter het turbinepark afneemt. Detectiekansmiddeling is toegepast.

Datum

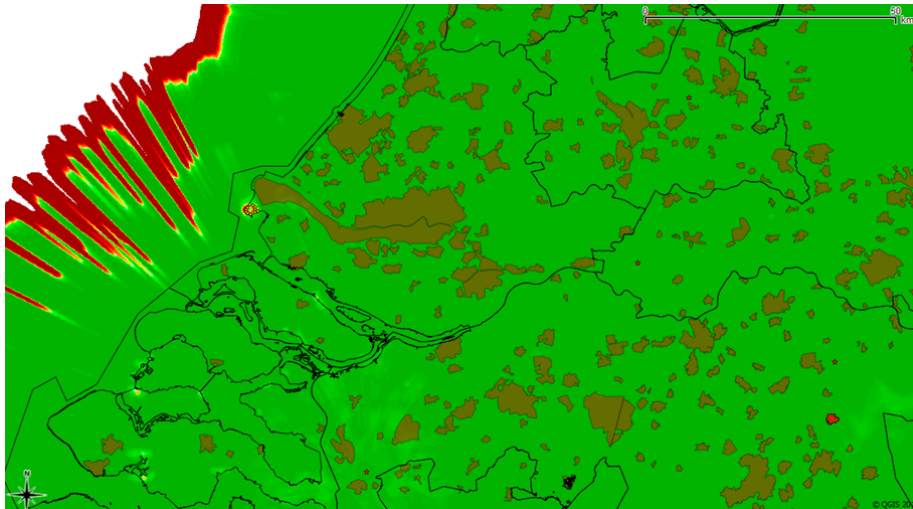
10 september 2013

Onze referentie

TNO-060-DHW-2013-02253

Blad

21/34



Figuur 18 Detectiekans van het MASS verkeersleidingsradarnetwerk berekend op 1000 voet in het schaduwgebied van het bouwplan nadat Variant 'Groot' is gerealiseerd. Het maximum bereik van de radar neemt door schaduwwerking met ongeveer 2 km af ten opzichte van de Baseline 2013. Het gebied waar dit optreedt, is aangegeven met een oranje cirkel. Detectiekansmiddeling is toegepast.

Datum

10 september 2013

Onze referentie

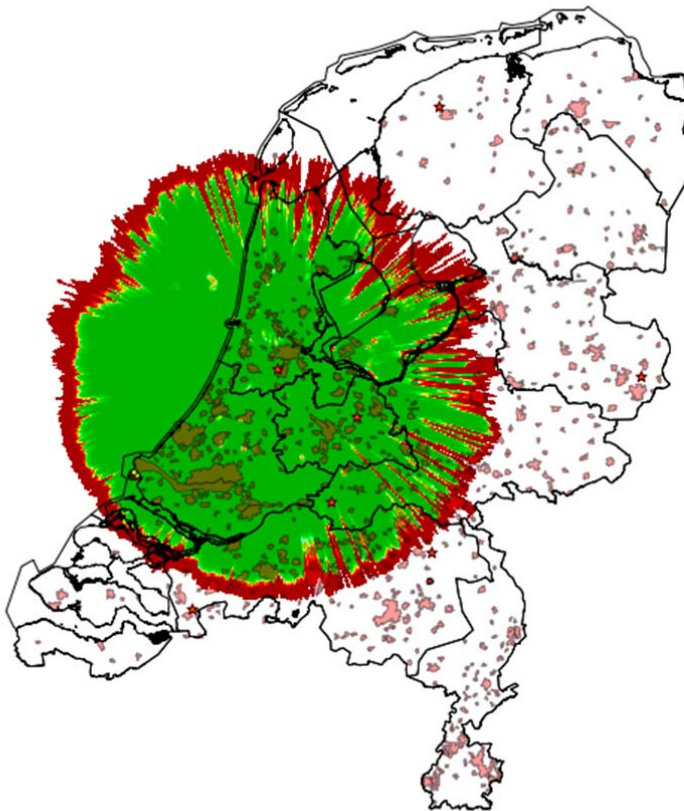
TNO-060-DHW-2013-02253

Blad

22/34

5 MASS radarnetwerk gecombineerd met de TAR4 van Schiphol

Op verzoek van defensie is een extra onderzoek uitgevoerd in hoeverre een radarfusie van de Terminal Area Radar (TAR4) van Schiphol met het MASS radarnetwerk een oplossing kan bieden voor een verbeterde gecombineerde dekking boven het windpark. De totale dekking van deze radar op een doelshoogte van 1000 voet is weergegeven in Figuur 19. Hieruit blijkt dat deze radar potentieel ondersteuning kan bieden boven het voorgenomen windpark.



Figuur 19 Detectiekans van de TAR4 primaire radar van Schiphol op 1000 voet. Op dit figuur is detectiekansmiddeling toegepast. De posities van de vijf MASS radars en de TAR4 radar bij Schiphol zijn aangegeven met een ster.

In Figuur 20 is de detectiekans van de TAR4 primaire radar weergegeven voor de variant met de hoogste windturbines, variant 'Groot'. Op deze figuur is goed te zien dat de TAR4 maar weinig interferentie ondervindt van de windturbines ter hoogte van de Slufter. Dit wordt veroorzaakt door het feit dat deze zich voor een

Datum

10 september 2013

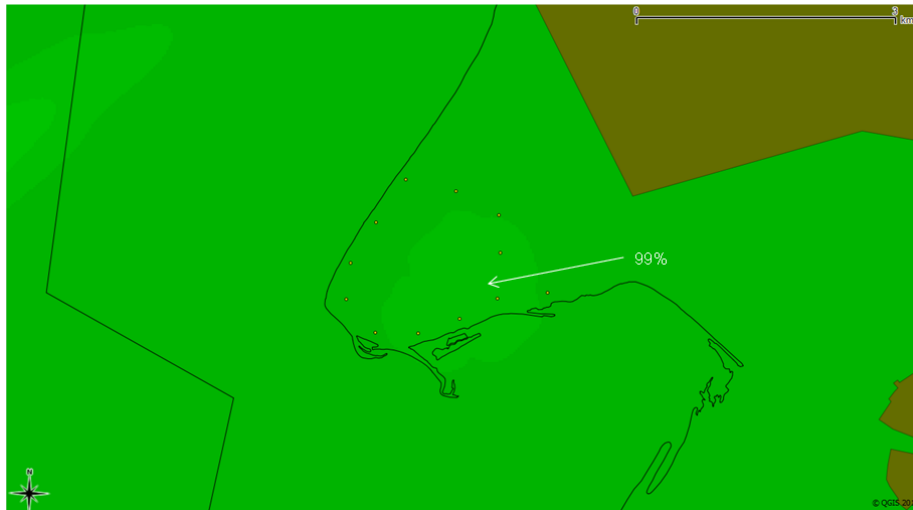
Onze referentie

TNO-060-DHW-2013-02253

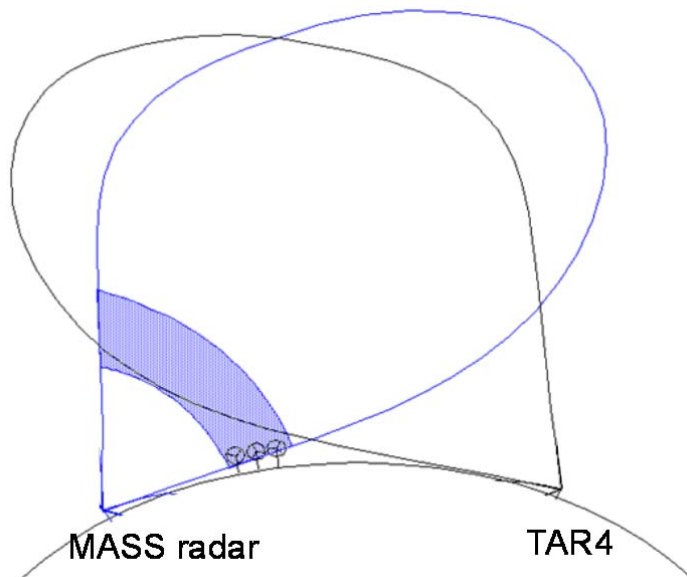
Blad

23/34

groot deel achter de horizon of achter bebouwing bevindt gezien vanuit de radar.
Dit effect is geschetst in Figuur 21.



Figuur 20 Detectiekans van de TAR4 primaire radar van Schiphol op 1000 voet bij variant 'Groot'. Detectiekansmiddeling is toegepast. De detectiekans boven het windturbinepark neemt niet verder af dan tot 99%.



Figuur 21 Een schets van de situatie zoals die optreedt boven het windpark Slufter. Links de MASS radar van Woensdrecht die interferentie ondervindt van de windturbines. De TAR4 radar rechts heeft geen zicht op de windturbines omdat deze voor hem achter de horizon zitten of omdat de turbines worden afgeschermd door één of meerdere obstakels zoals stedelijke bebouwing.

Datum

10 september 2013

Onze referentie

TNO-060-DHW-2013-02253

Blad

24/34

De gecombineerde detectiekans van de TAR4 en het MASS primaire verkeersleidingsradarnetwerk in de directe nabijheid van het bouwplan Variant 'Klein'

In Figuur 22 wordt de detectiekans van de TAR4 primaire radar getoond van de baseline voor het gebied na verwijdering van de 32 bestaande windturbines en realisatie van het windpark variant 'Klein'. Zoals al eerder gesteld bevindt dit gebied zich in een 1000 voet normhoogtevlak. De figuur toont aan dat er ter hoogte van de windturbines geen verlies aan detectiekans is voor de TAR4 radar. Figuur 23 toont de gecombineerde detectiekans van de TAR4 radar en het MASS radarnetwerk voor hetzelfde gebied. De minimale detectiekans die door het Ministerie van Defensie wordt geëist bedraagt 90%. In de groen gekleurde gebieden wordt aan deze eis voldaan. Ter hoogte van de locatie van het windpark is er door de extra ondersteuning van de TAR4 radar geen vermindering van de detectiekans waarneembaar. In Figuur 24 en Figuur 25 is dezelfde situatie weergegeven, maar dan voor een doelshoogte van respectievelijk 1500 en 2000 voet. Ter hoogte van de locatie van het windpark is op beide hoogtes geen vermindering van de detectiekans waarneembaar. Voor alle figuren is detectiekansmiddeling toegepast met een straal van 500 m.



Figuur 22 De detectiekans van de TAR4 op 1000 voet boven en in de nabijheid van het bouwplan na verwijdering van de 32 bestaande windturbines en realisatie van het windpark variant 'Klein'. De stippen geven de locaties aan van de nieuwe windturbines. Detectiekansmiddeling is toegepast.

Datum

10 september 2013

Onze referentie

TNO-060-DHW-2013-02253

Blad

25/34



Figuur 23 De gecombineerde detectiekans van de TAR4 en het MASS primaire verkeersleidingsradarnetwerk op 1000 voet boven en in de nabijheid van het bouwplan nadat Variant 'Klein' is gerealiseerd. De minimale detectiekans boven het windpark bedraagt ca. 100%. Detectiekansmiddeling is toegepast.



Figuur 24 De gecombineerde detectiekans van de TAR4 en het MASS primaire verkeersleidingsradarnetwerk op 1500 voet boven en in de nabijheid van het bouwplan nadat Variant 'Klein' is gerealiseerd. De minimale detectiekans boven het windpark bedraagt ca. 100%. Detectiekansmiddeling is toegepast.

Datum

10 september 2013

Onze referentie

TNO-060-DHW-2013-02253

Blad

26/34



Figuur 25 De gecombineerde detectiekans van de TAR4 en het MASS primaire verkeersleidingsradarnetwerk op 2000 voet boven en in de nabijheid van het bouwplan nadat Variant 'Klein' is gerealiseerd. De minimale detectiekans boven het windpark bedraagt ca. 100%. Detectiekansmiddeling is toegepast.

Datum

10 september 2013

Onze referentie

TNO-060-DHW-2013-02253

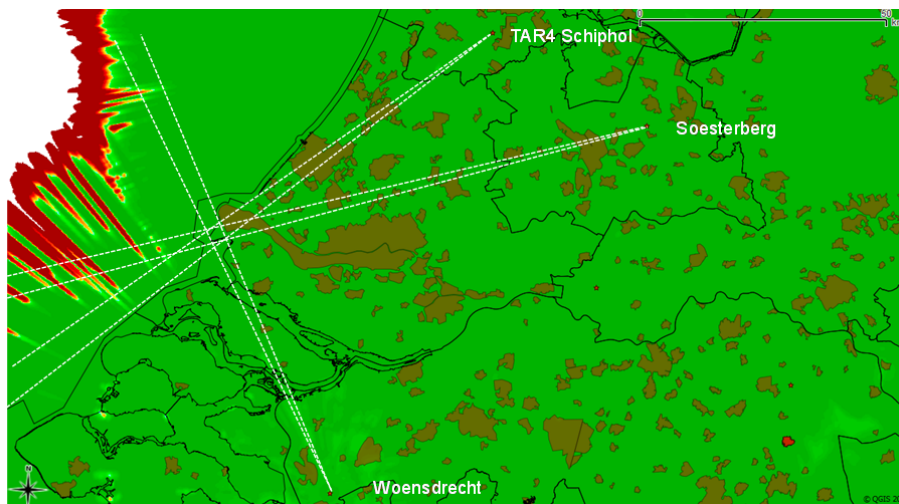
Blad

27/34

De gecombineerde detectiekans van de TAR4 en het MASS primaire verkeersleidingsradarnetwerk in de schaduw van het bouwplan Variant 'Klein'

In Figuur 26 is het gebied aangegeven waar mogelijk schaduwwerking kan optreden als gevolg van de plaatsing van de windturbines. De schaduwwerking heeft als gevolg dat het maximaal bereik van de radar achter het turbinepark afneemt. Het potentieel schaduwgebied bevindt zich achter de locatie van het windpark, gezien vanuit de positie van de MASS radar Woensdrecht. In tegenstelling tot bij de berekeningen met alleen het MASS radarnetwerk biedt de TAR4 in dit gebied wel ondersteunende dekking.

In Figuur 27 is het maximaal bereik van de radar weergegeven na verwijdering van de 32 bestaande windturbines en plaatsing van de windturbines in variant 'Klein'. Door de ondersteuning van de TAR4 radar is er nu geen afname van het bereik waarneembaar. Op alle figuren is detectiekansmiddeling toegepast met een straal van 500 m.



Figuur 26 Het potentieel schaduwgebied achter de windturbines, bij de gecombineerde detectiekans van de TAR4 en het MASS radarnetwerk, gezien vanuit de TAR4 en de MASS radars te Woensdrecht en Soesterberg. De schaduwwerking heeft als gevolg dat het maximaal bereik van de radar achter het turbinepark afneemt. Detectiekansmiddeling is toegepast.

Datum

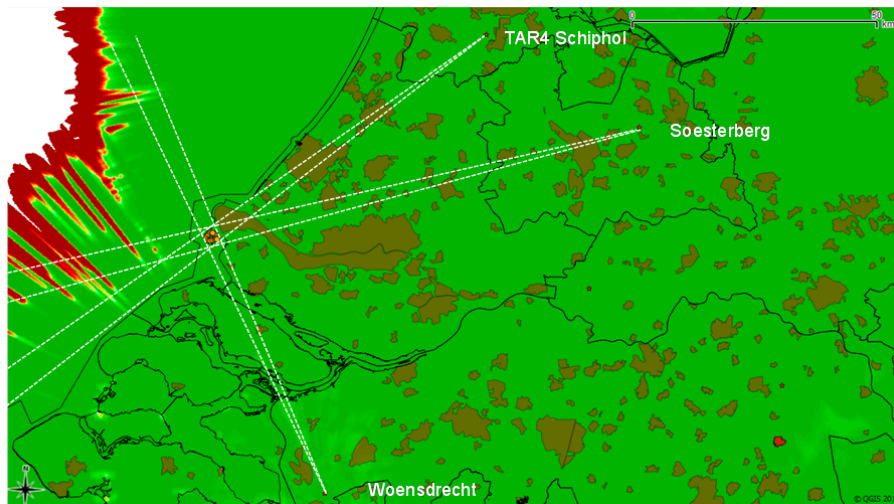
10 september 2013

Onze referentie

TNO-060-DHW-2013-02253

Blad

28/34



Figuur 27 De gecombineerde detectiekans van de TAR4 en het MASS radarnetwerk berekend op 1000 voet in het schaduwgebied van het bouwplan nadat Variant 'Klein' is gerealiseerd. Door ondersteuning door de TAR4 radar is er geen verlies van het maximum bereik van de radar bij Woensdrecht waarneembaar in de schaduw van de windturbines. Detectiekansmiddeling is toegepast.

Datum

10 september 2013

Onze referentie

TNO-060-DHW-2013-02253

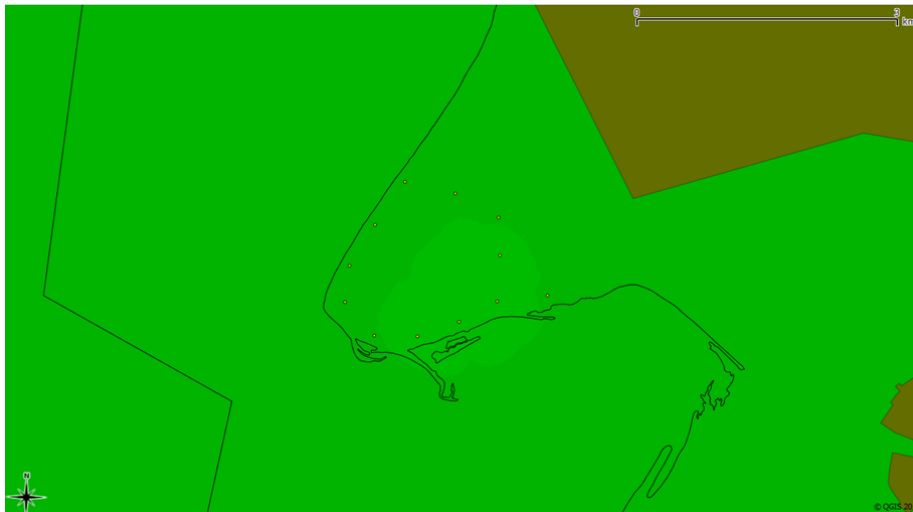
Blad

29/34

De gecombineerde detectiekans van de TAR4 en het MASS primaire verkeersleidingsradarnetwerk in de directe nabijheid van het bouwplan Variant 'Groot'

In

Figuur 28 wordt de detectiekans van de TAR4 primaire radar getoond van de baseline voor het gebied na realisatie van het bouwplan. Zoals al eerder gesteld bevindt dit gebied zich in een 1000 voet normhoogtevlak. De figuur toont aan dat er ter hoogte van de windturbines een klein verlies aan detectiekans is van de TAR4 tot 99%. *Figuur 29* toont de gecombineerde detectiekans van de TAR4 radar en het MASS radarnetwerk voor hetzelfde gebied. De minimale detectiekans die door het Ministerie van Defensie wordt geëist bedraagt 90%. In de groen gekleurde gebieden wordt aan deze eis voldaan. Ter hoogte van de locatie van het windpark is er door de extra ondersteuning van de TAR4 radar een vermindering van de detectiekans waarneembaar tot 99%. In *Figuur 30* en *Figuur 31* is dezelfde situatie weergegeven, maar dan op een doelshoogte van respectievelijk 1500 en 2000 voet. Ter hoogte van de locatie van het windpark is op beide hoogtes eveneens een vermindering van de detectiekans waarneembaar tot 99%. Alleen het gebied waar dit optreedt neemt af bij toenemende doelshoogte. Voor alle figuren is detectiekansmiddeling toegepast met een straal van 500 m.



Figuur 28 De detectiekans van de TAR4 op 1000 voet boven en in de nabijheid van het bouwplan na verwijdering van de 32 bestaande windturbines en realisatie van het windpark variant 'Groot'. De stippen geven de locaties aan van de nieuwe windturbines. Detectiekansmiddeling is toegepast.

Datum

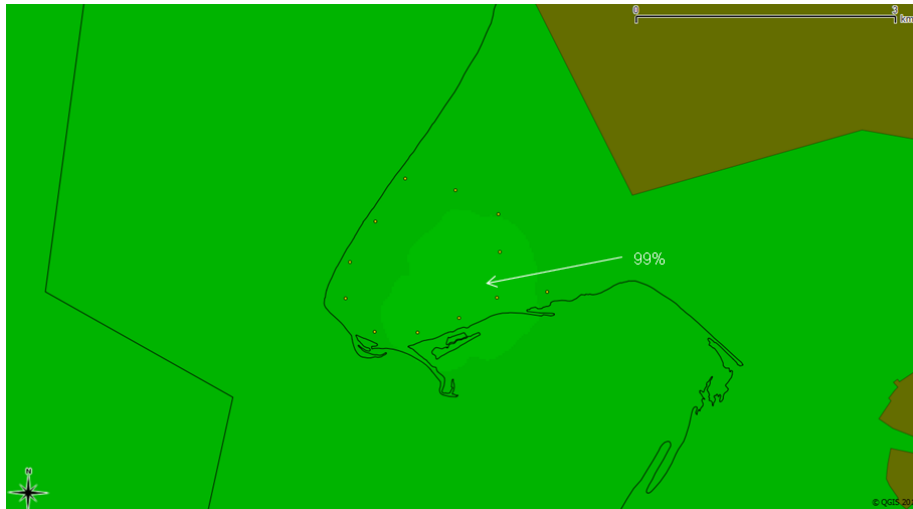
10 september 2013

Onze referentie

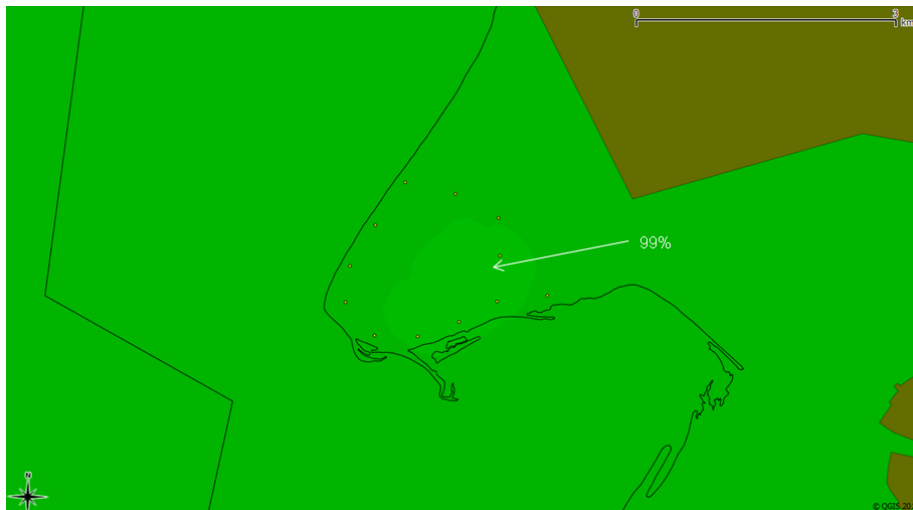
TNO-060-DHW-2013-02253

Blad

30/34



Figuur 29 De gecombineerde detectiekans van de TAR4 en het MASS primaire verkeersleidingsradarnetwerk op 1000 voet boven en in de nabijheid van het bouwplan nadat Variant 'Groot' is gerealiseerd. De minimale detectiekans boven het windpark bedraagt 99%. Detectiekansmiddeling is toegepast.



Figuur 30 De gecombineerde detectiekans van de TAR4 en het MASS primaire verkeersleidingsradarnetwerk op 1500 voet boven en in de nabijheid van het bouwplan nadat Variant 'Groot' is gerealiseerd. De minimale detectiekans boven het windpark bedraagt 99%. Detectiekansmiddeling is toegepast.

Datum

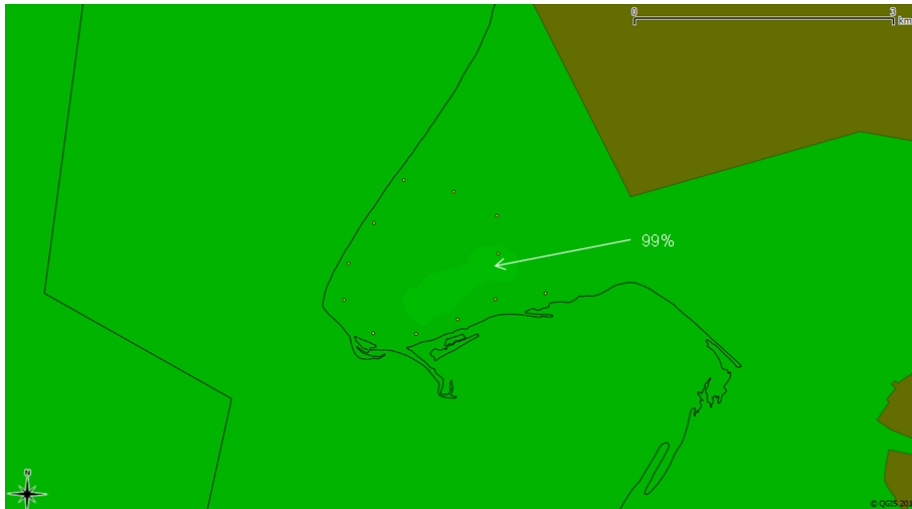
10 september 2013

Onze referentie

TNO-060-DHW-2013-02253

Blad

31/34



Figuur 31. De gecombineerde detectiekans van de TAR4 en het MASS primaire verkeersleidingsradarnetwerk op 2000 voet boven en in de nabijheid van het bouwplan nadat Variant 'Groot' is gerealiseerd. De minimale detectiekans boven het windpark bedraagt 99%. Detectiekansmiddeling is toegepast.

Datum

10 september 2013

Onze referentie

TNO-060-DHW-2013-02253

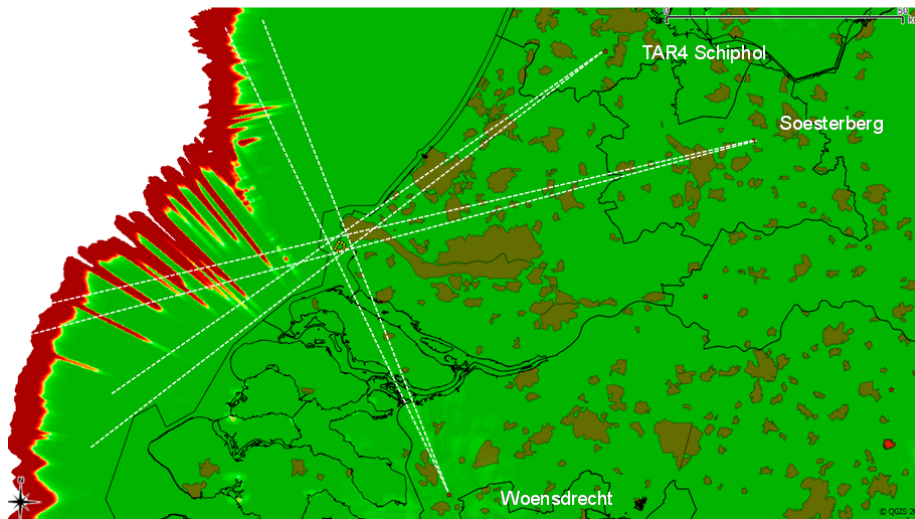
Blad

32/34

Detectiekans van de TAR4 en het MASS primaire verkeersleidingsradarnetwerk in de schaduw van het bouwplan Variant 'Groot'

In Figuur 32 is het gebied aangegeven waar mogelijk schaduwwerking kan optreden als gevolg van de plaatsing van de windturbines. De schaduwwerking heeft als gevolg dat het maximaal bereik van de radar achter het turbinepark afneemt. Het potentieel schaduwgebied bevindt zich achter de locatie van het windpark, gezien vanuit de positie van de MASS radar Woensdrecht. In tegenstelling tot bij de berekeningen met alleen het MASS radarnetwerk biedt de TAR4 in dit gebied wel ondersteunende dekking.

In Figuur 33 is het maximaal bereik van de radar weergegeven na verwijdering van de 32 bestaande windturbines en plaatsing van de windturbines in variant 'Groot'. Door ondersteuning door de TAR4 radar is er geen verlies van het maximum bereik van de radar bij Woensdrecht waarneembaar in de schaduw van de windturbines. Op alle figuren is detectiekansmiddeling toegepast met een straal van 500 m.



Figuur 32 Het potentieel schaduwgebied achter de windturbines, bij de gecombineerde detectiekans van de TAR4 en het MASS radarnetwerk, gezien vanuit de TAR4 en de MASS radars te Woensdrecht en Soesterberg. De schaduwwerking heeft als gevolg dat het maximaal bereik van de radar achter het turbinepark afneemt. Detectiekansmiddeling is toegepast.

Datum

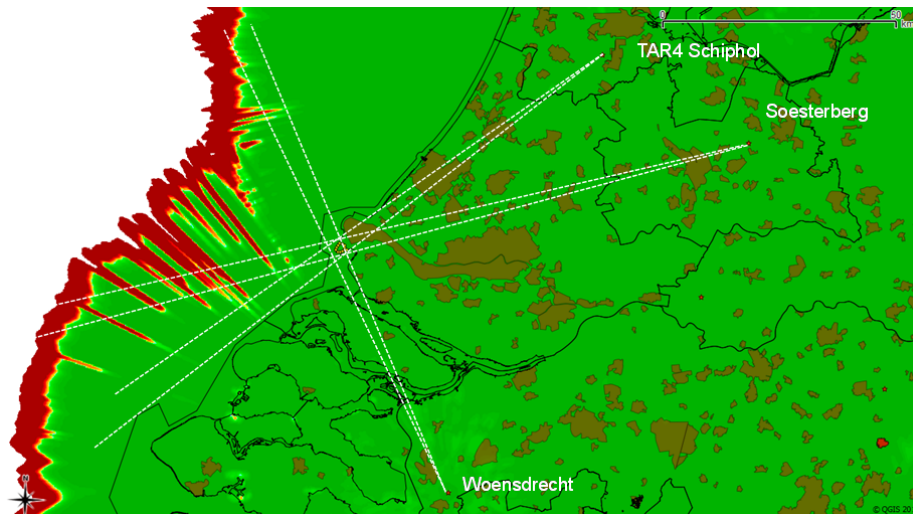
10 september 2013

Onze referentie

TNO-060-DHW-2013-02253

Blad

33/34



Figuur 33 De gecombineerde detectiekans van de TAR4 en het MASS radarnetwerk berekend op 1000 voet in het schaduwgebied van het bouwplan nadat Variant 'Groot' is gerealiseerd. Door ondersteuning door de TAR4 radar is er geen verlies van het maximum bereik van de radar bij Woensdrecht waarneembaar in de schaduw van de windturbines. Detectiekansmiddeling is toegepast.

Datum

10 september 2013

Onze referentie

TNO-060-DHW-2013-02253

Blad

34/34

6 Samenvatting resultaten

In de onderstaande tabel zijn de resultaten voor beide varianten, de verschillende doelshoogtes en de radarcombinaties samengevat.

Tabel 7 Samenvatting resultaten van berekeningen.

Radar configuratie	Variant	Doelshoogte	Laagste Pd boven park	Verlies aan max. bereik
Alleen MASS	'Klein'	1000	75%	2.5 km
Alleen MASS	'Klein'	1500	79%	--
Alleen MASS	'Klein'	2000	99%	--
Alleen MASS	'Groot'	1000	69%	2.0 km
Alleen MASS	'Groot'	1500	75%	--
Alleen MASS	'Groot'	2000	99%	--
MASS & TAR4	'Klein'	1000	≈100%	0 km
MASS & TAR4	'Klein'	1500	≈100%	--
MASS & TAR4	'Klein'	2000	≈100%	--
MASS & TAR4	'Groot'	1000	99%	0 km
MASS & TAR4	'Groot'	1500	99%	--
MASS & TAR4	'Groot'	2000	99%	--

7 Afkortingen

AHN	Actueel Hoogtebestand Nederland
MASS	Military Approach Surveillance System
MPR	Medium Power Radar
NAP	Normaal Amsterdams Peil
NASA	National Aeronautics and Space Administration
PSR	Primary Surveillance Radar
RDS	Rijksdriehoekstelsel
SRTM	Shuttle Radar Topography Mission
TAR	Terminal Approach Radar

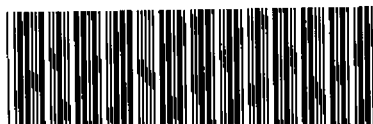
BIJLAGE VII BRIEF MINISTERIE VAN DEFENSIE MET BETREKKING TOT RADAR



Commando DienstenCentra
Ministerie van Defensie

> Retouradres Postbus 90004 3509 AA Utrecht

Eneco Wind
T.a.v. de heer J. Bosch
Postbus 19020
3001 BA ROTTERDAM



2013011404

Datum 14 november 2013
Onderwerp Radarhindertoetsing Windpark Slufter Maasvlakte Rotterdam



jaap.bosch@eneco.com

**Divisie Vastgoed &
Beveiliging**

Dienst Vastgoed defensie
Directie West
Ruimtelijke Ordening en Milieu

Herculeslaan 1
MPC 55 A
Postbus 90004
3509 AA Utrecht
www.defensie.nl/cdc

Contactpersoon

Dhr J. Huijgen
Adviseur Ruimtelijke Ordening
T 030 218 4798
Jr.huijgen@mindef.nl

Onze referentie

2013087595

*Bij beantwoording datum,
onze referentie en onderwerp
vermelden.*

Geachte heer Bosch,

Naar aanleiding van de door TNO uitgevoerde onderzoeken (TNO-060-DHW-2013-02253 en TNO-060-DHW-2013-01244) betreffende de radarverstoring van Windpark Slufter Maasvlakte Rotterdam kan ik u berichten dat alle drie de varianten (klein, basis en groot) voor het Ministerie van Defensie acceptabel zijn.

Ik wijs u er op dat de berekeningen hebben plaatsgevonden op basis van de door u aangeleverde informatie omtrent de locatie en de afmetingen van het geplande windpark. Indien ten aanzien hiervan wijzigingen plaatsvinden, dient er een nieuw radarverstoringsonderzoek te worden uitgevoerd.

Hoogachtend,

Wnd. Eerstaanwezend Ingenieur-Directeur
van de Dienst Vastgoed Defensie Directie West,

mr. drs. T.J.A. Zijlmans

