

Retouradres: Postbus 96864, 2509 JG Den Haag

Advies- en Ingenieursbureau Oranjewoud
T.a.v. S. Zondervan
Postbus 40
4900 AA OOSTERHOUT

**Onderwerp**

Radarverstoringsonderzoek windpark Nieuw Reijerwaard Ridderkerk

Geachte heer Zondervan,

Bijgaand ontvangt u onze rapportage aangaande het radarverstoringsonderzoek voor een windturbinepark Nieuw Reijerwaard ter hoogte van Ridderkerk bestaande uit in totaal drie turbines. TNO heeft de verstoring op de primaire radar als gevolg van radarreflectie en schaduweffect berekend met behulp van het radarhinder simulatiemodel PERSEUS, volgens de nieuwe toetsingsmethode, die op 1 oktober jl. is ingevoerd. De analyse is uitgevoerd voor het Military Approach Surveillance System (MASS) radarnetwerk. Deze bestaat uit een vijftal verkeersleidingsradarsystemen verspreid over Nederland.

Aangezien er nog geen specifiek type turbine is geselecteerd, is door TNO een worst-case turbine samengesteld uit het bestand van windturbines waar TNO op dit moment over kan beschikken. Uitgangspunten daarbij zijn een opgewekt vermogen van 3 MW, een ashoogte van 100 m en een rotordiameter van 100 m.

De door het Ministerie van Defensie geëiste minimale detectiekans voor de primaire radar tegen een doel met een radardoorsnede van 2 m² bedraagt op deze locatie 90%. Twee mogelijke optredende effecten zijn onderzocht:

1. Verlies aan detectiekans ter hoogte van de turbines:
Voor het MASS verkeersleidingsradarnetwerk blijkt de detectiekans van een doel op een hoogte van 1000 voet boven en in de directe nabijheid van het bouwplan 95% of hoger te bedragen.
2. Verlies aan detectiekans ten gevolge van de schaduwwerking van de turbines:
De zones waarin schaduwwerking kan optreden op de toetsingshoogte van 1000 voet, liggen in het overlapgebied waar de radars van Soesterberg en Woensdrecht elkaar ondersteunen. Hierdoor is er geen detectieverlies waarneembaar.

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

7 maart 2013

Onze referentie

TNO-060-DHW-2013-00564

E-mail

onno.vangent@tno.nl

Doorkiesnummer

+31 88 866 40 25

Doorkiesfax

+31 88 866 65 75

Projectnummer

053.02838/14.01

Op opdrachten aan TNO zijn de Algemene Voorwaarden voor opdrachten aan TNO, zoals gedeponeed 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

7 maart 2013

Onze referentie

TNO-060-DHW-2013-00564

Blad

2/13

Tevens wil ik u opmerkzaam maken van het feit dat de locatie van de windturbine zich binnen het Controle (CTR) gebied van Vliegveld Rotterdam-The Hague bevindt. Hierdoor kunnen mogelijk extra beperkingen worden opgelegd door de civiele Nederlandse luchtverkeersleiding, LVNL. Om deze reden wordt geadviseerd contact met deze organisatie op te nemen. De contactpersoon is hiervoor is mevrouw D. Matakaena (D.Matakaena@lvnl.nl).

Details vindt u in bijgaande documentatie.

Hoogachtend,



Ing. O.J. van Gent
Senior Research Medewerker

Datum

7 maart 2013

Onze referentie

TNO-060-DHW-2013-00564

Blad

3/13

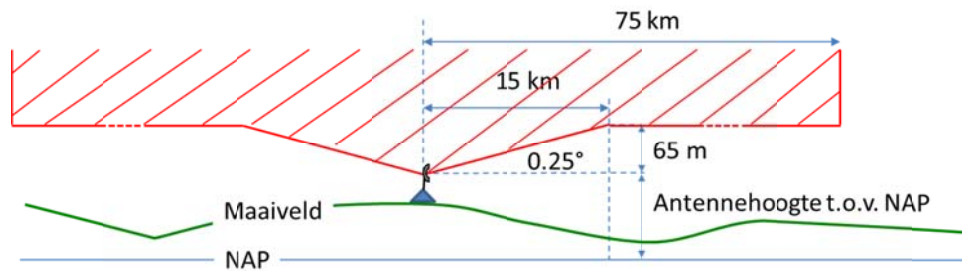
1 Locatie- en radargegevens

De locatie van het te toetsen bouwplan is weergegeven in Tabel 1.

Tabel 1 Locatiegegevens van het bouwplan zoals opgegeven door de opdrachtgever.

Nr.	Rijksdriehoekstelsel		WGS 84 coördinaten		Maaiveldhoogte t.o.v. NAP [m]
	X [m]	Y [m]	Latitude [°]	Longitude [°]	
WT1	98389.36	431166.30	51.86617	4.56528	-1.0
WT2	98762.53	431188.34	51.86640	4.57070	-1.0
WT3	99135.69	431210.37	51.86664	4.57611	-1.0

Het Ministerie van Defensie heeft hanteert een zogenaamd toetsingsvolume dat reikt tot aan 75 km rondom de vijf radarsystemen. 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 verkeersradarsystemen 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.

Datum

7 maart 2013

Onze referentie

TNO-060-DHW-2013-00564

Blad

4/13

Tabel 2 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.

MASS 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 bij 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

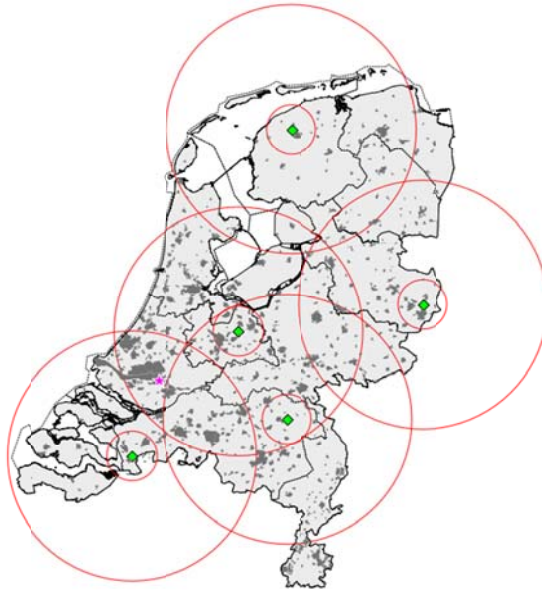
7 maart 2013

Onze referentie

TNO-060-DHW-2013-00564

Blad

5/13



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 van zowel Woensdrecht als Soesterberg. 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 niet binnen de normhoogtes van 300 en 500 voet. De detectiekans boven het bouwplan zal dan ook alleen voor een hoogte van 1000 voet worden berekend.

Datum

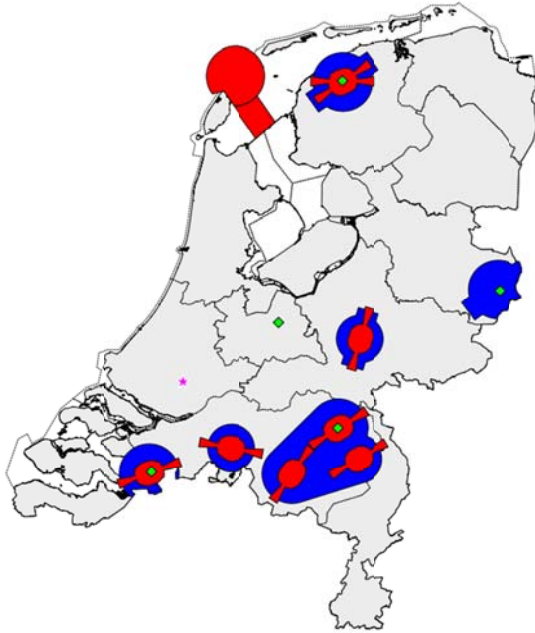
7 maart 2013

Onze referentie

TNO-060-DHW-2013-00564

Blad

6/13



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 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 baselinebestand 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.

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

Datum

7 maart 2013

Onze referentie

TNO-060-DHW-2013-00564

Blad

7/13

Berekeningen worst-case 3 MW, ashoogte 100 m, rotordiameter 100 mGegevens windturbine

Voor de bepaling van de windturbine afmetingen is uitgegaan van worst-case afmetingen die is samengesteld uit het thans bij TNO beschikbare bestand van 3 MW windturbines. De turbine krijgt een ashoogte van 100 m en een rotordiameter van 100 m.

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.

In Tabel 3 is de maatvoering weergegeven van windturbine, noodzakelijk voor de juiste modellering.

Tabel 3 De afmetingen van de windturbine zoals afgeleid van de informatie ontvangen van de opdrachtgever.

Onderdeel	Afmeting [m]
Ashoogte	100.0
Tiphoogte	150.0
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	50.0
Breedte wiek	3.8

Datum

7 maart 2013

Onze referentie

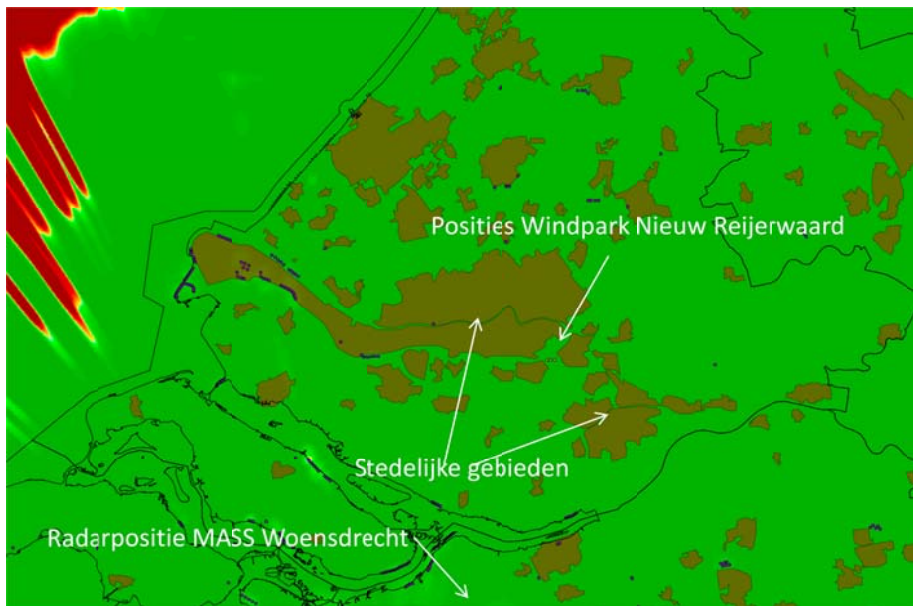
TNO-060-DHW-2013-00564

Blad

8/13

Detectiekans van het MASS primaire verkeersleidingsradarnetwerk in de directe nabijheid van het bouwplan

In Figuur 4 wordt de detectiekans van het MASS primaire verkeersleidingsradarnetwerk met toepassing van de middeling getoond van de baseline (zonder voorgenomen bouwplan) voor het gebied rond het nog te realiseren bouwplan. Zoals hierboven gesteld bevindt dit gebied zich in een 1000 voet normhoogtevlak. Tevens zal middeling van detectiekansen binnen een cirkel met een straal van 500 m toegepast worden. Figuur 5 toont de detectiekans voor hetzelfde gebied, na realisatie van het bouwplan. In Figuur 6 is het gebied vergroot weergegeven. 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 de windturbines neemt de detectiekans af tot minimaal 95%. Tot slot is in Figuur 7 ter informatie de locatie van de windturbine weergegeven ten opzichte van de ligging van het Controle (CTR) gebied van vliegveld Zestienhoven. Het feit dat de windturbine binnen deze CTR ligt kan mogelijk extra beperkingen die kunnen worden opgelegd door de civiele Nederlandse luchtverkeersleiding LVNL. Om deze reden wordt geadviseerd contact met deze organisatie op te nemen.



Figuur 4 Detectiekans van het MASS primaire verkeersleidingsradarnetwerk op 1000 voet boven en in de nabijheid van het bouwplan voordat deze is gerealiseerd (baseline). Op dit figuur is detectiekansmiddeling toegepast. De locatie van het bouwplan en de radarpositie zijn ook weergegeven. De paarse stippen geven de locaties aan van de huidige windturbines.

Datum

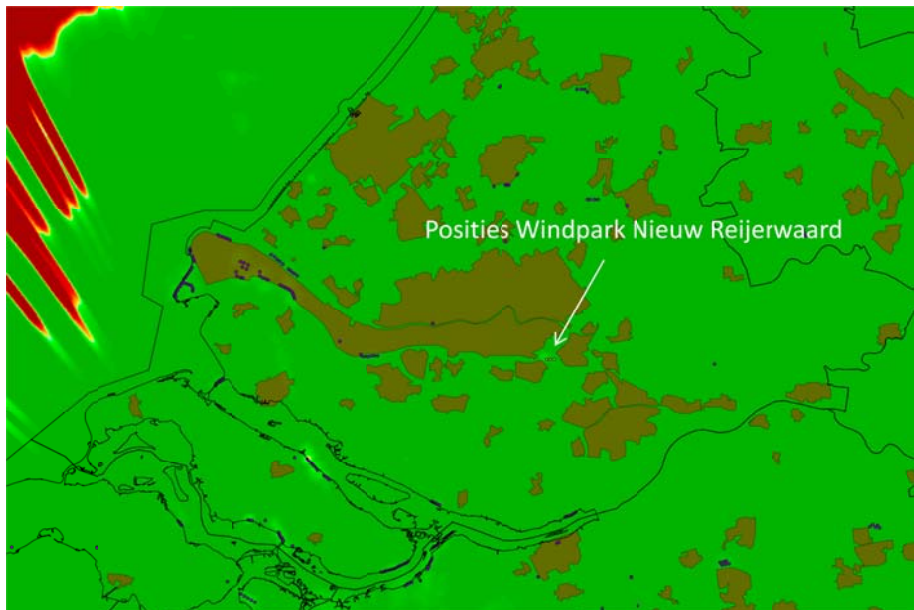
7 maart 2013

Onze referentie

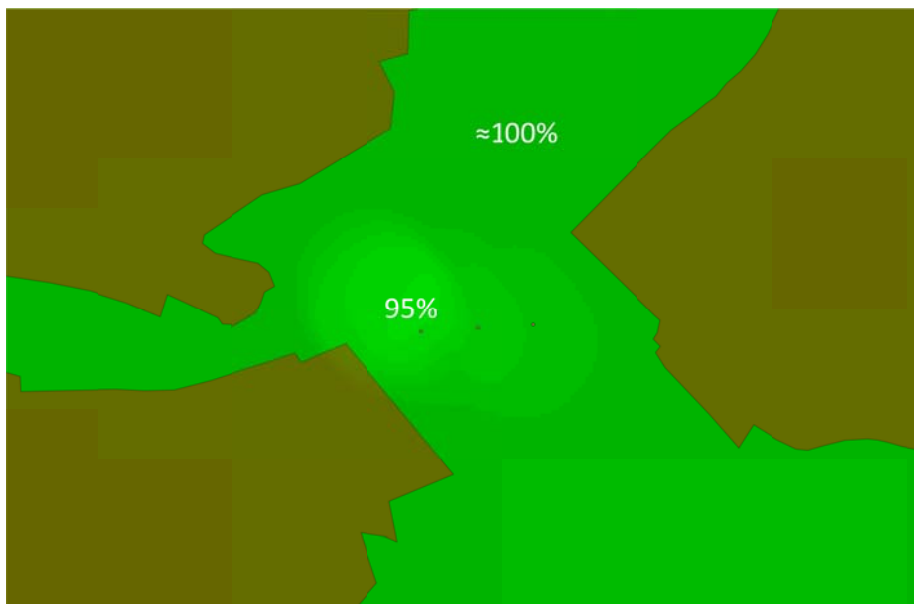
TNO-060-DHW-2013-00564

Blad

9/13



Figuur 5 Detectiekans van het MASS primaire verkeersleidingsradarnetwerk op 1000 voet boven en in de nabijheid van het bouwplan nadat deze is gerealiseerd. Op dit figuur is detectiekansmiddeling toegepast.



Figuur 6 Het gebied rond de turbines uit Figuur 6 groter weergegeven. De minimum detectiewaarden zijn in de figuur aangegeven.

Datum

7 maart 2013

Onze referentie

TNO-060-DHW-2013-00564

Blad

10/13



Figuur 7 De locatie van de windturbine ten opzichte van de ligging van het Controle (CTR) gebied van vliegveld Zestienhoven.

Datum

7 maart 2013

Onze referentie

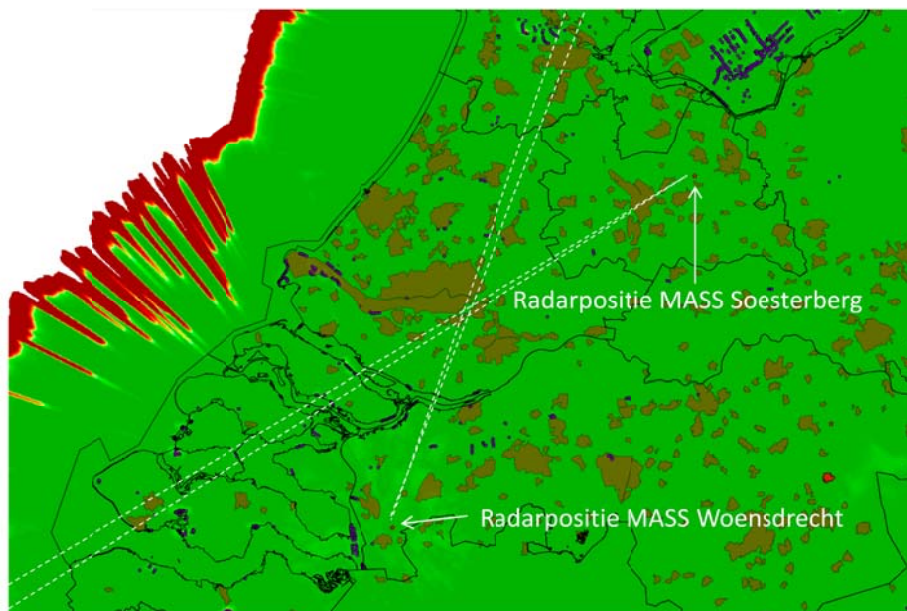
TNO-060-DHW-2013-00564

Blad

11/13

Detectiekans van het MASS primaire verkeersleidingsradarnetwerk in de schaduw van het bouwplan

In Figuur 8 is de detectiekans op 1000 voet van het MASS primaire verkeersleidingsradarnetwerk uitgerekend voor het gebied waar de schaduw kan ontstaan ten gevolge van het nog te realiseren bouwplan. Op deze resultaten is detectiekansmiddeling toegepast met een straal van 500 m. De minimale detectiekans die door het Ministerie van Defensie wordt geëist voor deze hoogte bedraagt 90% met enige uitzonderingen binnen Nederland. De stippellijnen afkomstig van de MASS posities van Woensdrecht en Soesterberg, lopend over de positie van de windturbines, geeft de zone aan waartussen een verminderde detectiekans zou kunnen ontstaan als gevolg van de schaduwwerking. In Figuur 9 is de detectiekans berekend voor hetzelfde gebied na realisatie van het bouwplan. Uit de figuur blijkt dat de zones waarin schaduwwerking kan optreden, in het overlapgebied ligt waar beide radars elkaar ondersteunen. Hierdoor is er geen detectieverlies waarneembaar.



Figuur 8 Detectiekans van het MASS verkeersleidingsradarnetwerk op 1000 voet in het schaduwgebied van het bouwplan voordat deze is gerealiseerd (baseline). Op dit figuur is detectiekansmiddeling toegepast. De stippellijn geeft aan waartussen de schaduw kan gaan ontstaan.

Datum

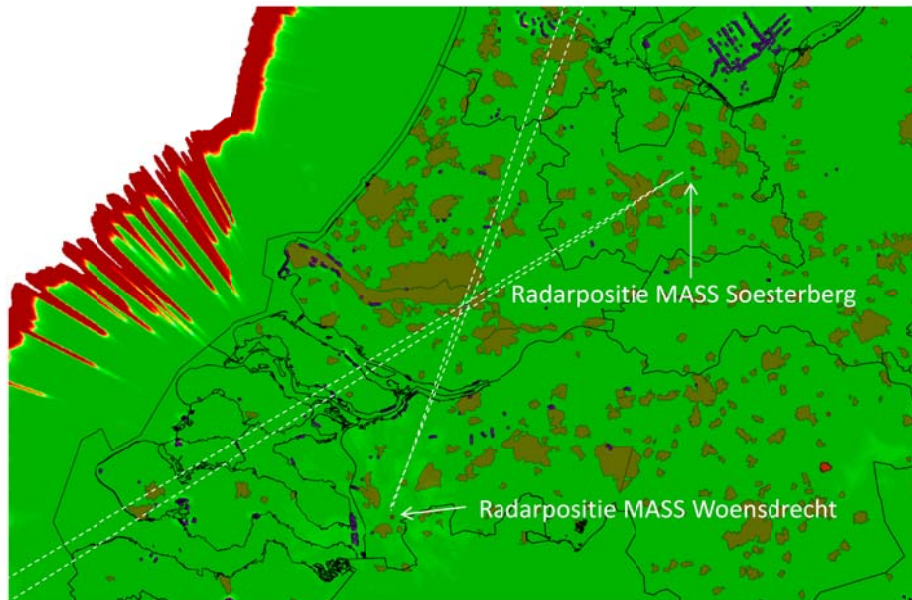
7 maart 2013

Onze referentie

TNO-060-DHW-2013-00564

Blad

12/13



Figuur 9 Detectiekans van het MASS verkeersleidingsradarnetwerk berekend op 1000 voet in het schaduwgebied van het bouwplan nadat deze is gerealiseerd. Op dit figuur is detectiekansmiddeling toegepast. De stippellijn geeft aan waartussen de schaduw ontstaat.

3 Afkortingen

AHN	Actueel Hoogtebestand Nederland
CTR	Control
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

Datum

7 maart 2013

Onze referentie

TNO-060-DHW-2013-00564

Blad

13/13