

Retouradres: Postbus 96864, 2509 JG Den Haag

Coöperatieve Windenergie Vereniging Zeeuwind U.A.  
T.a.v. de heer M. Spaans  
Postbus 5054  
4380 KB VLISSINGEN

**Onderwerp**

Radarverstoringsonderzoek twee typen windturbines windpark Krammer

Geachte heer Spaans,

Bijgaand ontvangt u onze rapportage aangaande het radarverstoringsonderzoek voor het windpark Krammer bij de Krammersluizen bestaande uit 38 windturbines. 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 jl. is ingevoerd. De analyse is uitgevoerd voor het Military Approach Surveillance System (MASS) radarnetwerk. Deze bestaat uit een vijftal verkeersleidingsradarsystemen verspreid over Nederland.

Voor de afmetingen van de windturbines is uitgegaan van de volgende gegevens:

- Siemens type SWT-3.0-113 met een ashoogte van 115 m en een rotordiameter van 113 m.
- REpower type 3.4M104 met een ashoogte van 128 m en een rotordiameter van 104 m.

De door het Ministerie van Defensie geëiste minimale detectiekans voor de primaire radar tegen een doel met een radaroppervlak van 2 m<sup>2</sup> 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 dat de detectiekans van een doel op een hoogte van 1000 voet boven en in de directe nabijheid van het windpark:
  - niet lager is dan 84%, indien de SWT-3.0-113 windturbines met een ashoogte van 115 m wordt toegepast.
  - niet lager is dan 79% indien de 3.4M104 windturbines met een ashoogte van 128 m wordt toegepast.

Naast de normhoogte van 1000 voet is in opdracht van Zeeuwind ook de detectiekans uitgerekend voor een doelshoogte van 1500 voet. Binnen het MASS verkeersleidingsradarnetwerk biedt de radar te Soesterberg op deze doelshoogte van 1500 voet extra ondersteuning. Hierdoor blijkt dat

**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**

19 maart 2013

**Onze referentie**

TNO-060-DHW-2013-00694

**E-mail**

onno.vangent@tno.nl

**Doorkiesnummer**

+31 88 866 40 25

**Doorkiesfax**

+31 88 866 65 75

**Projectnummer**

053.02838/05.01

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](http://www.tno.nl).  
Op verzoeken zenden wij u deze toe.

Handelsregisternummer 27376655

**Datum**  
19 maart 2013

**Onze referentie**  
TNO-060-DHW-2013-00694

**Blad**  
2/22

de detectiekans van een doel op die hoogte boven en in de directe nabijheid van het windpark:

- niet lager is dan 92%, indien de SWT-3.0-113 windturbines met een ashoogte van 115 m wordt toegepast.
- niet lager is dan 91%, indien de 3.4M104 windturbines met een ashoogte van 128 m wordt toegepast.

2. Verlies aan detectiekans ten gevolge van de schaduwwerking van de windturbines:

Voor het MASS verkeersleidingsradarnetwerk bedraagt het verlies aan maximum bereik in de sector waar het park zich in bevindt van een doel op een normhoogte 1000 voet voor:

- de SWT-3.0-113 windturbines met een ashoogte van 115 m, circa 11 km;
- de 3.4M104 windturbines met een ashoogte van 128 m, circa 13 km.

Op een doelshoogte van 1500 voet, dus 500 voet boven de normhoogte, biedt de radar te Soesterberg in dit schaduwgebied extra ondersteuning, waardoor de afname geringer is.

Details vindt u in bijgaande documentatie.

Hoogachtend,

Ing. O.J. van Gent  
Senior Research Medewerker

**Datum**  
19 maart 2013

**Onze referentie**  
TNO-060-DHW-2013-00694

**Blad**  
3/22

## 1 Locatie- en radargegevens

De locatie van het te toetsen bouwplan is weergegeven in Tabel 1. Ter oriëntatie zijn in Figuur 1 de locaties van de individuele windturbines weergegeven geprojecteerd in een Google Earth luchtfoto.

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	68586	408900	51.66224	4.13820	4.0
WT2	68596	408493	51.65859	4.13845	4.0
WT3	68889	408277	51.65669	4.14273	4.0
WT4	68956	409080	51.66392	4.14350	4.0
WT5	68995	408541	51.65908	4.14420	4.0
WT6	69239	408193	51.65599	4.14781	4.0
WT7	69324	409092	51.66408	4.14882	4.0
WT8	69394	408595	51.65963	4.14995	4.0
WT9	69677	408291	51.65694	4.15412	4.0
WT10	69673	409103	51.66424	4.15386	4.0
WT11	69794	408635	51.66005	4.15572	4.0
WT12	69957	407909	51.65355	4.15826	5.0
WT13	70024	409278	51.66586	4.15889	5.0
WT14	70019	408274	51.65684	4.15906	5.0
WT15	Vervallen				
WT16	70312	409014	51.66353	4.16312	3.5
WT17	70324	407656	51.65133	4.16362	5.0
WT18	70337	408522	51.65911	4.16360	3.5
WT19	70389	409415	51.66715	4.16413	6.0
WT21	70425	408113	51.65545	4.16497	3.5
WT22	70715	409138	51.66471	4.16891	3.5
WT23	70688	407405	51.64913	4.16894	5.0
WT24	70717	407822	51.65288	4.16926	3.5
WT25	70940	409460	51.66024	4.16969	3.5
WT26	71047	407250	51.66763	4.17208	5.0
WT27	71172	409153	51.64779	4.17416	3.5
WT28	71071	407638	51.66491	4.17551	3.5
WT29	71201	408614	51.65128	4.17442	3.5
WT30	71520	409062	51.66007	4.17606	3.5
WT31	71432	407452	51.66414	4.18056	3.5
WT32	71639	408660	51.64966	4.17968	3.5
WT33	68792	410719	51.66055	4.18238	2.5
WT34	69175	410719	51.67862	4.14073	2.5
WT35	69390	410396	51.67868	4.14627	4.0
WT36	69531	410878	51.67581	4.14945	2.5
WT37	69821	411148	51.68017	4.15137	3.5
WT38	69769	410441	51.68264	4.15550	3.5
WT39	69888	410799	51.67627	4.15492	3.5

**Datum**  
19 maart 2013

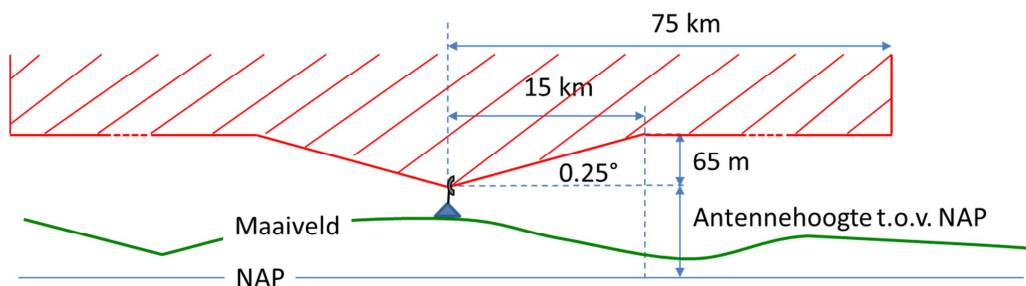
**Onze referentie**  
TNO-060-DHW-2013-00694

**Blad**  
4/22



*Figuur 1. De locaties van alle 38 windturbines geprojecteerd in een Google Earth luchtfoto.*

Het Ministerie van Defensie hanteert een zogenaamd toetsingsvolume dat reikt tot aan 75 km rondom de vijf radarsystemen. Het profiel van het toetsingsvolume is weergegeven in Figuur 2. 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 2. Het toetsingsprofiel (niet op schaal) zoals voorgenomen door het Ministerie van Defensie rondom elk van de vijf MASS radarsystemen.*

**Datum**  
19 maart 2013

**Onze referentie**  
TNO-060-DHW-2013-00694

**Blad**  
5/22

De locatiegegevens van de vijf MASS verkeersradarsystemen en van de gevechtsleidingsradars 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 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 km<sup>2</sup>. Het hoogtebestand is opgenomen in de periode tussen 1998 en 2003, dus veranderingen in bebouwing van na de opnamedatum 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 3.

**Datum**

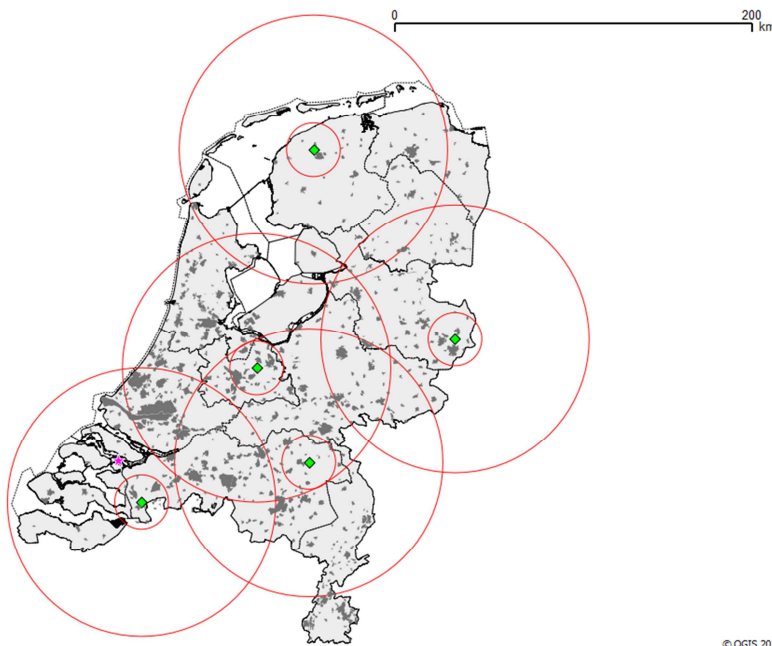
19 maart 2013

**Onze referentie**

TNO-060-DHW-2013-00694

**Blad**

6/22



*Figuur 3. 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 buiten de 15 km cirkel maar wel binnen de 75 km cirkel rond de MASS radar Woensdrecht. Daarnaast is de tiphoogte groter dan de in Figuur 2 aangegeven hoogte. Het onderhavige bouwplan dient derhalve getoetst te worden.

## 2 Rekenmethode MASS radarnetwerk

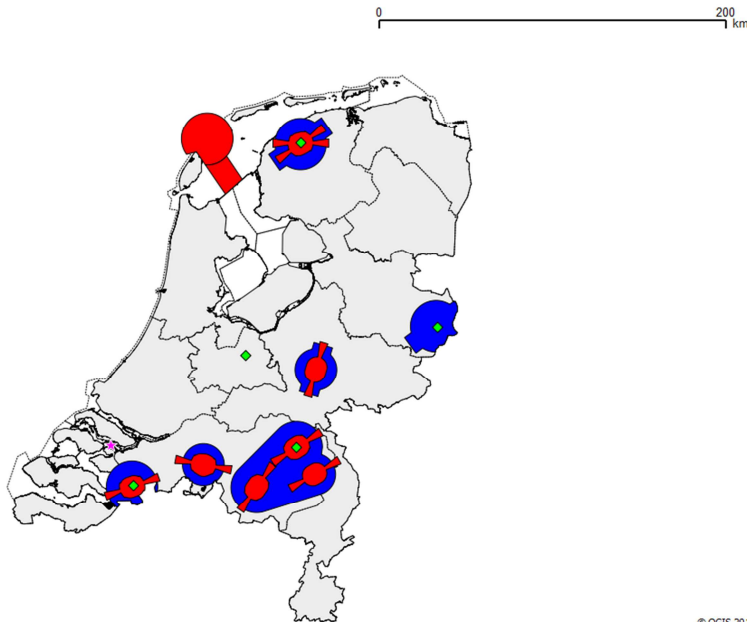
Het radarsimulatiemodel PERSEUS berekent voor elk radarsysteem de detectiekans van een doel met een radardoorsnede van  $2 \text{ m}^2$ , fluctuatiestatistiek Swerling case 1, en loos alarmkans  $1 \times 10^{-6}$ . Afhankelijk van de locatie van het bouwplan moet de detectiekans geëvalueerd worden op 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 4 worden de normhoogtegebieden getoond.

Het bouwplan valt buiten de normhoogtes van 300 en 500 voet. De detectiekans boven het bouwplan zal dan ook voor een hoogte van 1000 voet worden berekend. Naast de normhoogte van 1000 voet is in opdracht van Zeeuwind ook de detectiekans uitgerekend voor een doelshoogte van 1500 voet. Binnen het MASS verkeersleidingsradarnetwerk biedt de radar te Soesterberg op deze doelshoogte van 1500 voet extra ondersteuning.

**Datum**  
19 maart 2013

**Onze referentie**  
TNO-060-DHW-2013-00694

**Blad**  
7/22



*Figuur 4. 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 radardoelen. 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 Nieuws<sup>1</sup>. Opgemerkt dient te worden dat de berekeningen voor de SWT-3.0-104 turbines eind vorig jaar hebben plaatsgevonden met gebruikmaking van het toen actuele baseline-bestand van windturbines vastgelegd in maart 2012, eveneens door Windenergie Nieuws. In het huidige bestand van begin januari 2013 hebben zich rond het voorgenomen bouwplan geen veranderingen voorgedaan ten opzichte van het oudere bestand. Om die reden zijn de berekeningen van vorig jaar niet meer herhaald. 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.

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

**Datum**  
19 maart 2013

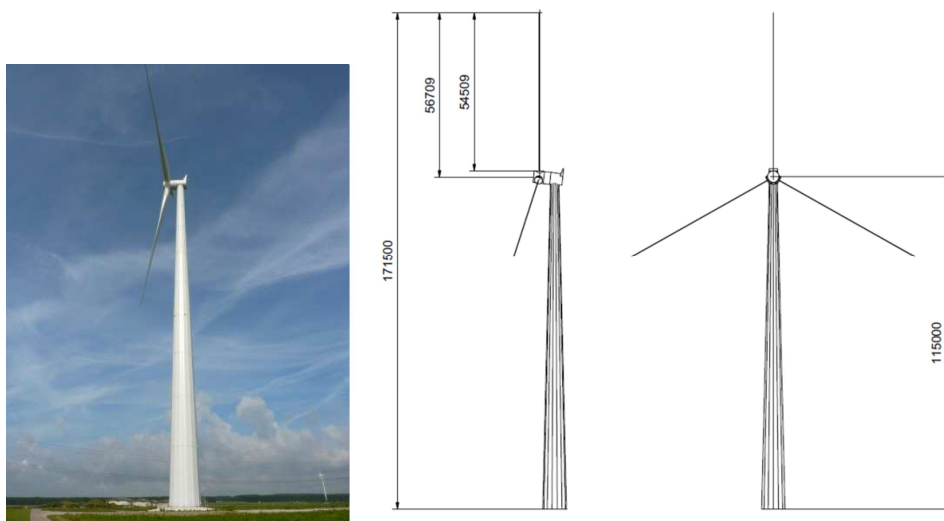
**Onze referentie**  
TNO-060-DHW-2013-00694

**Blad**  
8/22

## Berekeningen windturbine SWT-3.0-113, ashoogte 115 m en rotordiameter 113 m

### Gegevens windturbine

Voor de bepaling van de windturbine afmetingen is een Siemens SWT-3.0-113 als uitgangspunt genomen met een ashoogte van 115 m en een rotordiameter van 113 m, zie Figuur 5. De vorm van de wieken is commercieel vertrouwelijk. Om die reden zijn die uit de tekening weggelaten.



*Figuur 5 Tekeningen van de Siemens SWT- 3.0-113 met een ashoogte van 115 m en een rotordiameter van 113 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 de Siemens 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*	115.0
Tiphoogte*	171.5
Breedte gondel	4.1
Lengte gondel	10.0
Hoogte gondel	5.0
Diameter mast onder	8.2
Diameter mast boven	2.9
Lengte mast	112.1
Lengte wiek	56.3
Breedte wiek	2.8

\* Deze gegevens zijn gebaseerd op fabriekswaarden.

**Datum**

19 maart 2013

**Onze referentie**

TNO-060-DHW-2013-00694

**Blad**

9/22

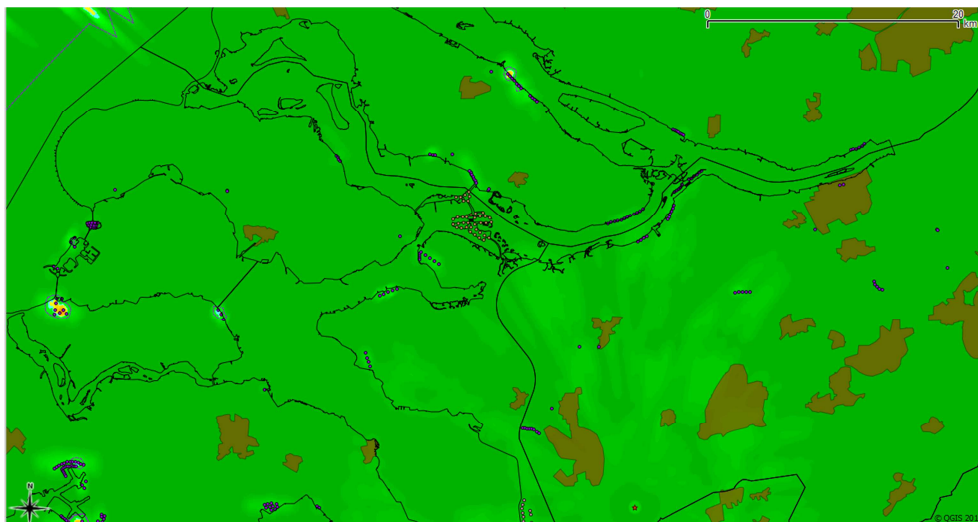
**Datum**  
19 maart 2013

**Onze referentie**  
TNO-060-DHW-2013-00694

**Blad**  
10/22

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

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. In Figuur 8 is het gebied vergroot weergegeven. Tot slot wordt in Figuur 9 de detectiekans op 1500 voet met toepassing van de middeling met een straal van 500 m weergegeven. De minimale detectiekans die door het Ministerie van Defensie wordt geëist bedraagt 90%. In de groen gekleurde gebieden wordt aan deze eis voldaan. Voor een doelshoogte van 1000 voet neemt, ter hoogte van de locatie van het windpark, de detectiekans af tot minimaal 84%. Voor de doelshoogte van 1500 voet biedt de radar te Soesterberg extra ondersteuning. Om die reden wordt de minimale detectiekans boven het park op deze hoogte niet lager dan 92%.



*Figuur 6 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**

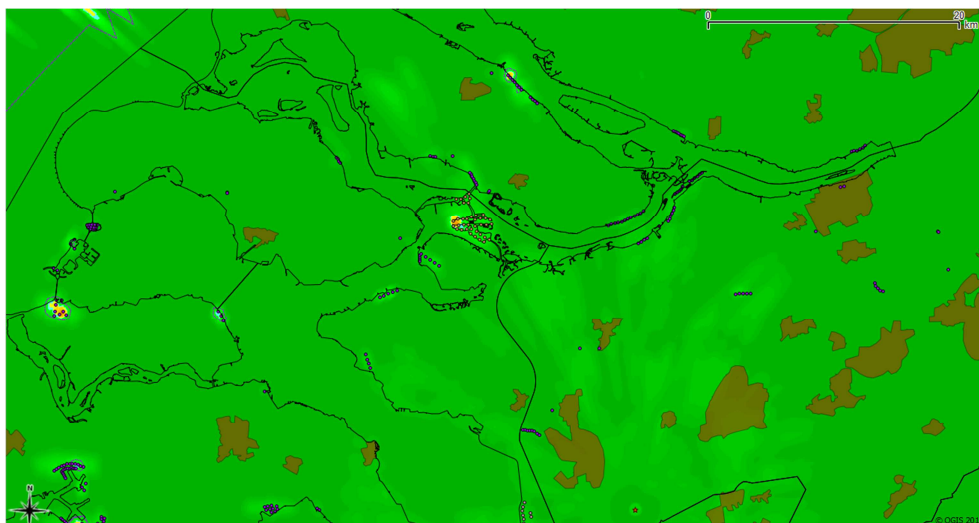
19 maart 2013

**Onze referentie**

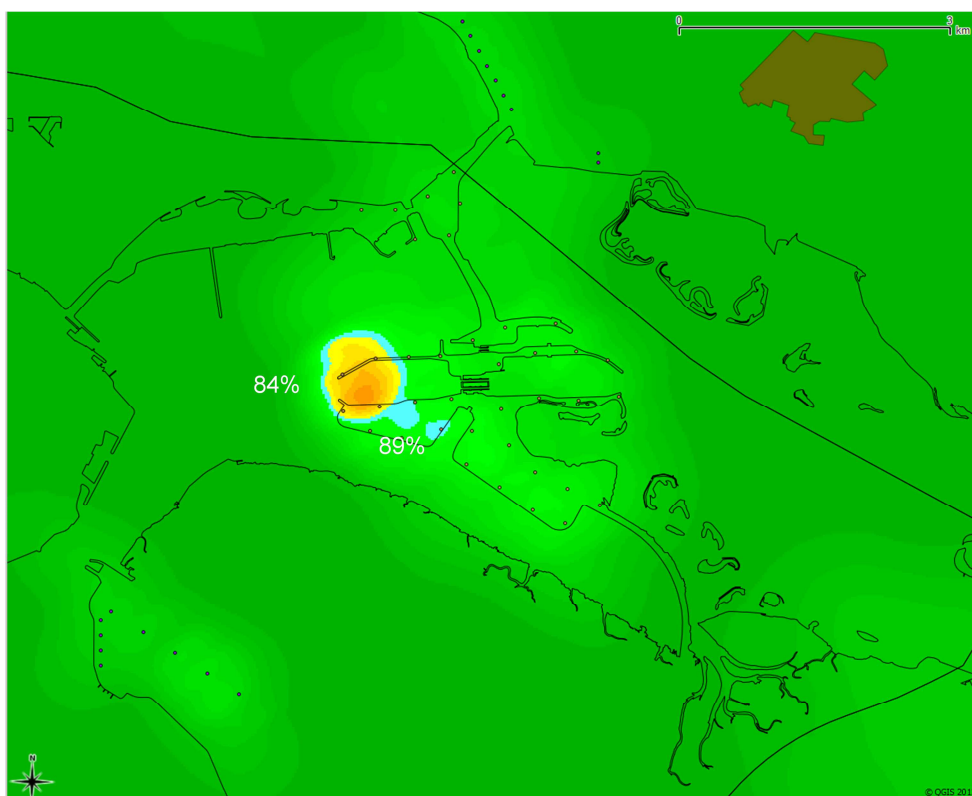
TNO-060-DHW-2013-00694

**Blad**

11/22



*Figuur 7 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 8 Het gebied rond de turbines uit Figuur 7 groter weergegeven. De minimum detectiewaarden zijn in de figuur aangegeven.*

**Datum**

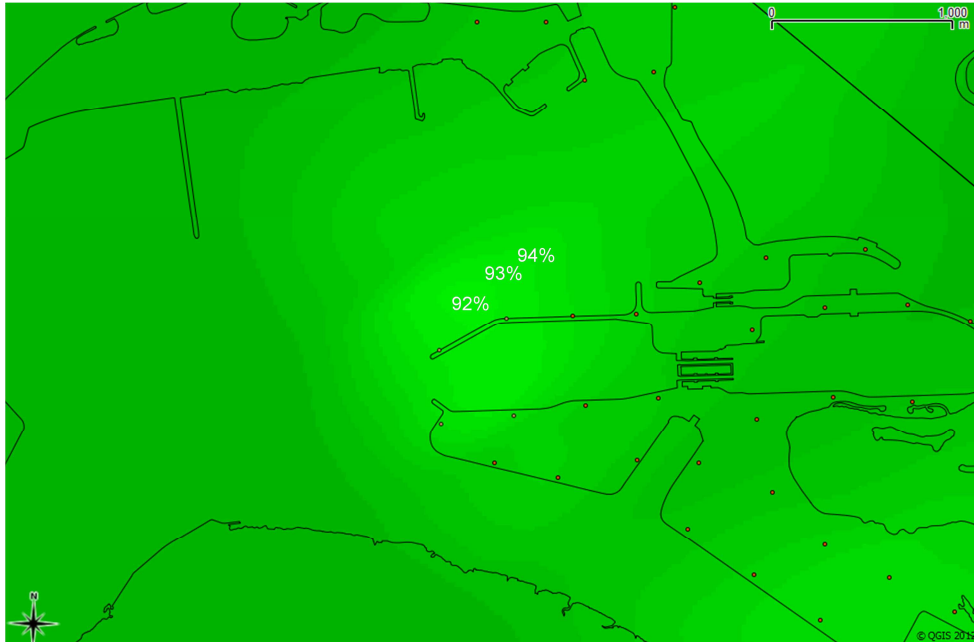
19 maart 2013

**Onze referentie**

TNO-060-DHW-2013-00694

**Blad**

12/22



*Figuur 9 Detectiekans van het MASS primaire verkeersleidingsradarnetwerk op 1500 voet boven en in de nabijheid van het bouwplan nadat deze is gerealiseerd. Op dit figuur is detectiekansmiddeling toegepast.*

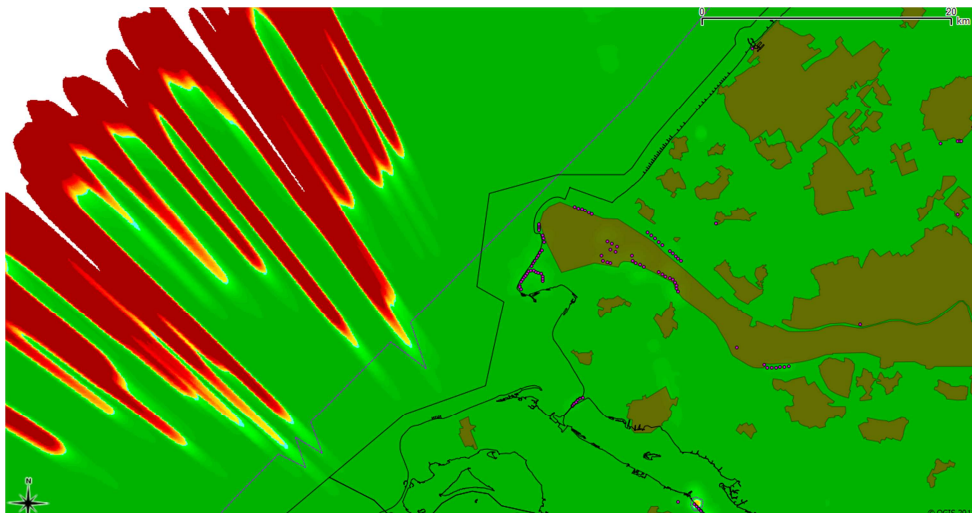
**Datum**  
19 maart 2013

**Onze referentie**  
TNO-060-DHW-2013-00694

**Blad**  
13/22

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

In Figuur 10 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% in geheel Nederland met enige uitzonderingen. In Figuur 11 is de detectiekans voor een doelshoogte van 1000 voet berekend voor hetzelfde gebied na realisatie van het bouwplan. In Figuur 12 wordt voor hetzelfde gebied de detectiekans getoond maar nu berekend voor een doelshoogte van 1500 voet. Uit de figuren blijkt dat voor een doelshoogte van 1000 voet ten gevolge van de schaduwwerking het maximum bereik afneemt met circa 11 km. Op een doelshoogte van 1500 voet biedt de radar te Soesterberg in dit schaduwgebied extra ondersteuning, waardoor de afname geringer is.



*Figuur 10 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.*

**Datum**

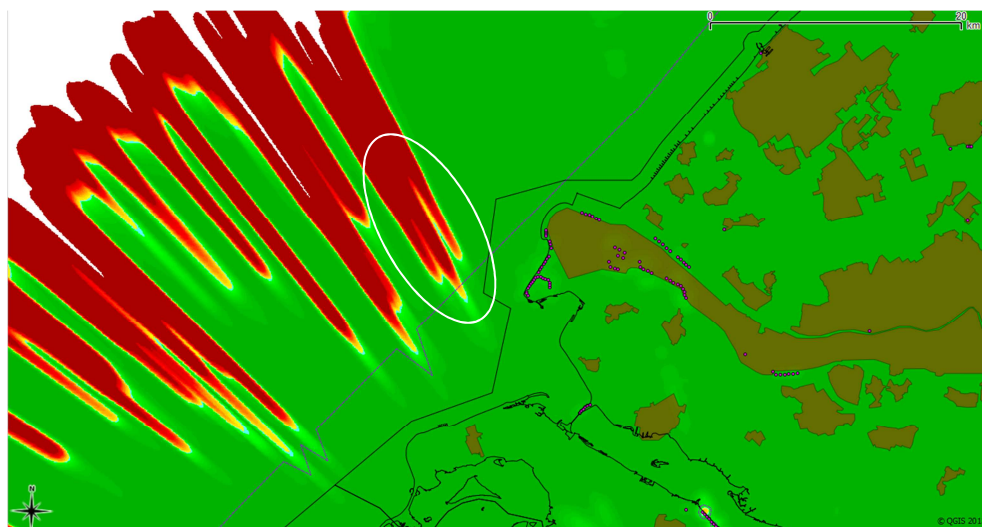
19 maart 2013

**Onze referentie**

TNO-060-DHW-2013-00694

**Blad**

14/22



*Figuur 11 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 ellips geeft de locatie aan van de schaduw.*



*Figuur 12 Detectiekans van het MASS verkeersleidingsradarnetwerk berekend op 1500 voet in het schaduwgebied van het bouwplan nadat deze is gerealiseerd. Op dit figuur is detectiekansmiddeling toegepast. De ellips geeft de locatie aan van de schaduw.*

**Datum**

19 maart 2013

**Onze referentie**

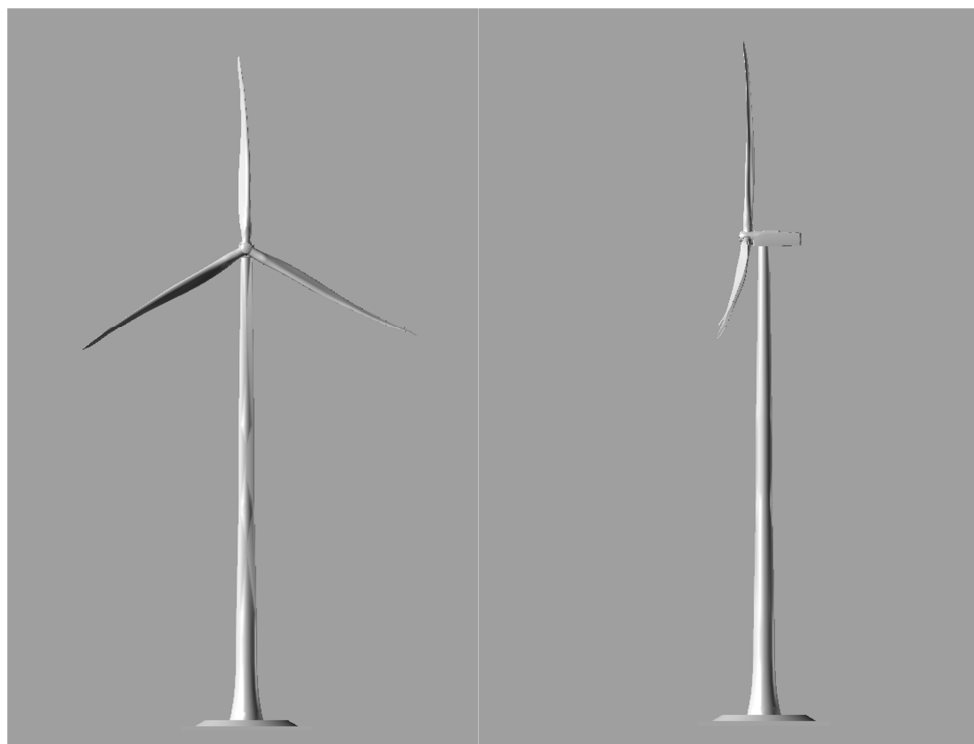
TNO-060-DHW-2013-00694

**Blad**

15/22

**Berekeningen windturbine 3.4M104, ashoogte 128 m, rotordiameter 104 m**Gegevens windturbine

Voor de bepaling van de windturbine afmetingen is een REpower 3.4M104 als uitgangspunt genomen met een ashoogte van 128 m en een rotordiameter van 104 m, zie Figuur 13.



*Figuur 13 Tekeningen van de REpower 3.4M104 met een ashoogte van 128 m en een rotordiameter van 104 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 4 is de maatvoering weergegeven van de REpower windturbine, noodzakelijk voor de juiste modellering.

*Tabel 4 De afmetingen van de windturbine zoals afgeleid van de informatie ontvangen van de opdrachtgever.*

Onderdeel	Afmeting [m]
Ashoogte*	128.0
Tiphoogte*	180.0
Breedte gondel	4.4
Lengte gondel	16.4
Hoogte gondel	4.9
Diameter mast onder	9.0
Diameter mast boven	3.0
Lengte mast	125.7
Lengte wiek	51.8
Breedte wiek	2.6

\* Deze gegevens zijn gebaseerd op fabriekswaarden.

**Datum**  
19 maart 2013

**Onze referentie**  
TNO-060-DHW-2013-00694

**Blad**  
16/22



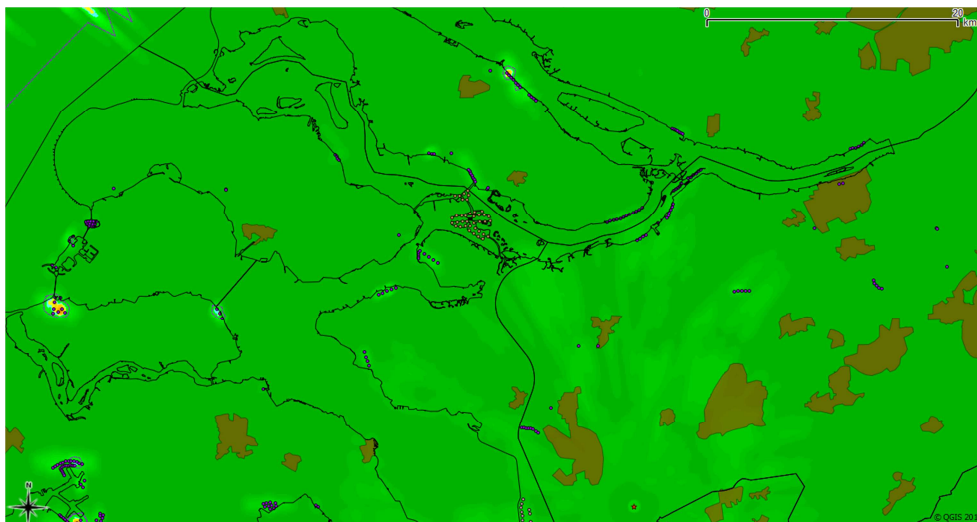
**Datum**  
19 maart 2013

**Onze referentie**  
TNO-060-DHW-2013-00694

**Blad**  
17/22

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

In Figuur 14 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. In Figuur 15 toont de detectiekans voor hetzelfde gebied, na realisatie van het bouwplan. In Figuur 16 is het gebied vergroot weergegeven. Tot slot wordt in Figuur 17 de detectiekans op 1500 voet met toepassing van de middeling weergegeven. De minimale detectiekans die door het Ministerie van Defensie wordt geëist bedraagt 90%. In de groen gekleurde gebieden wordt aan deze eis voldaan. Voor een doelshoogte van 1000 voet neemt, ter hoogte van de locatie van het windpark, de detectiekans af tot minimaal 79%. Voor de doelshoogte van 1500 voet biedt de radar te Soesterberg extra ondersteuning. Om die reden wordt de minimale detectiekans boven het park op deze hoogte niet lager dan 91%.

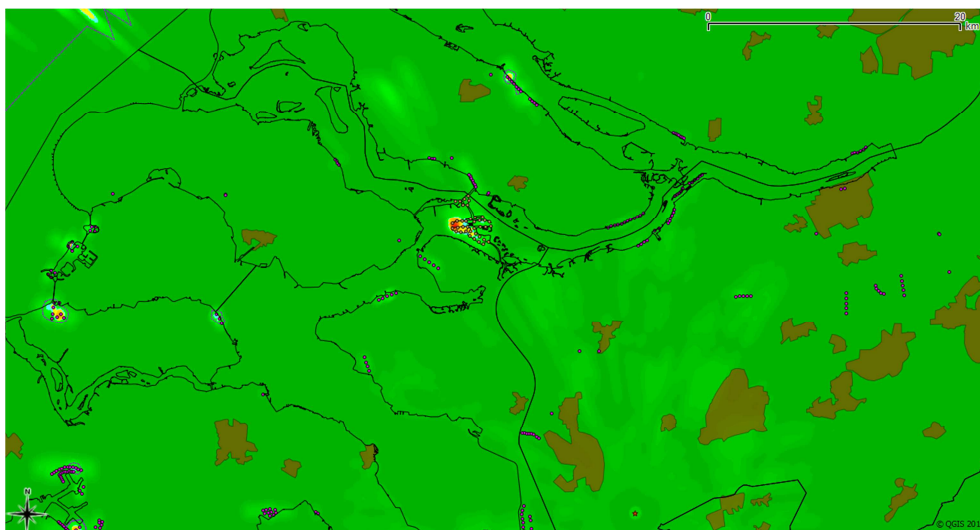


*Figuur 14 Detectiekans van het MASS primaire verkeersleidingsradarnetwerk op 1000 voet boven en in de nabijheid van het bouwplan voordat deze is gerealiseerd (baseline). Op dit figuur is detectiekansmiddeling toegepast. De locatie van het bouwplan en de radarpositie zijn ook weergegeven. De paarse stippen geven de locaties aan van de huidige windturbines.*

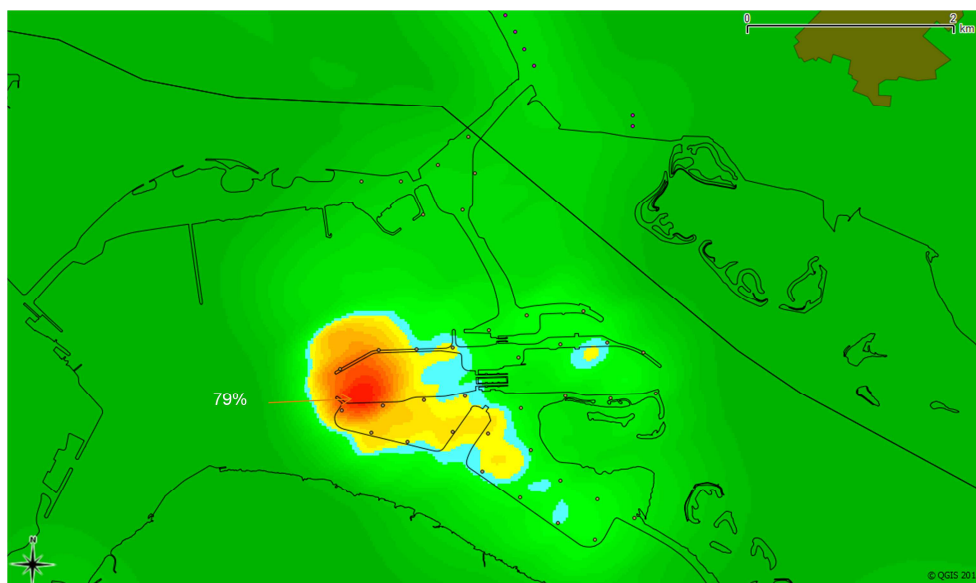
**Datum**  
19 maart 2013

**Onze referentie**  
TNO-060-DHW-2013-00694

**Blad**  
18/22



*Figuur 15 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 16 Het gebied rond de turbines uit Figuur 15 groter weergegeven. De minimum detectiewaarde is zijn in de figuur aangegeven.*

**Datum**

19 maart 2013

**Onze referentie**

TNO-060-DHW-2013-00694

**Blad**

19/22



*Figuur 17 Detectiekans van het MASS primaire verkeersleidingsradarnetwerk op 1500 voet boven en in de nabijheid van het bouwplan nadat deze is gerealiseerd. Op dit figuur is detectiekansmiddeling toegepast.*

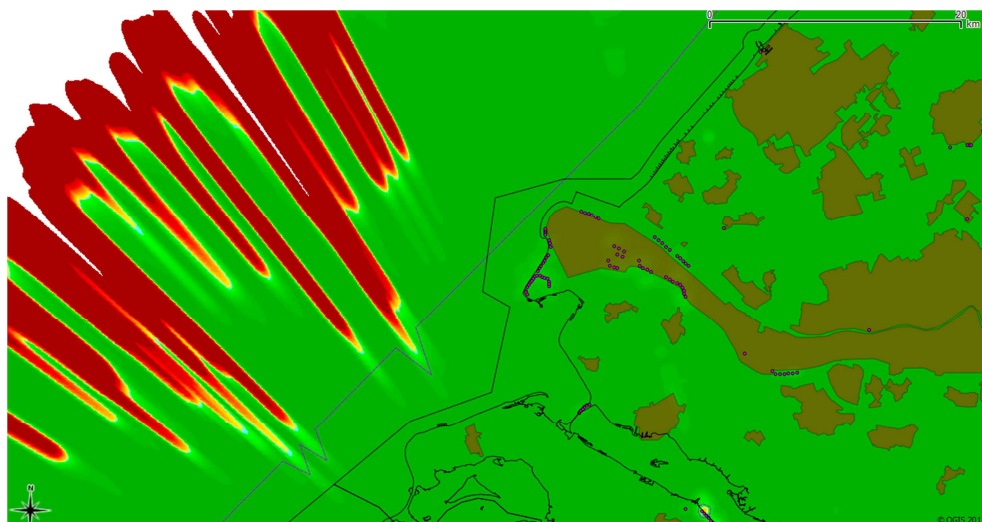
**Datum**  
19 maart 2013

**Onze referentie**  
TNO-060-DHW-2013-00694

**Blad**  
20/22

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

In Figuur 18 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 detectiemiddeling toegepast met een straal van 500 m. De minimale detectiekans die door het Ministerie van Defensie wordt geëist voor deze hoogte bedraagt 90% voor geheel Nederland met enige uitzonderingen. In Figuur 19 is de detectiekans berekend voor hetzelfde gebied na realisatie van het bouwplan. In Figuur 20 wordt de detectiekans getoond voor hetzelfde gebied maar nu berekend voor een doelshoogte van 1500 voet. Uit de figuren blijkt dat voor een doelshoogte van 1000 voet ten gevolge van de schaduwwerking het maximum bereik afneemt met circa 13 km. Op een doelshoogte van 1500 voet biedt de radar te Soesterberg in dit schaduwgebied extra ondersteuning, waardoor de afname geringer is.



*Figuur 18 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.*

**Datum**

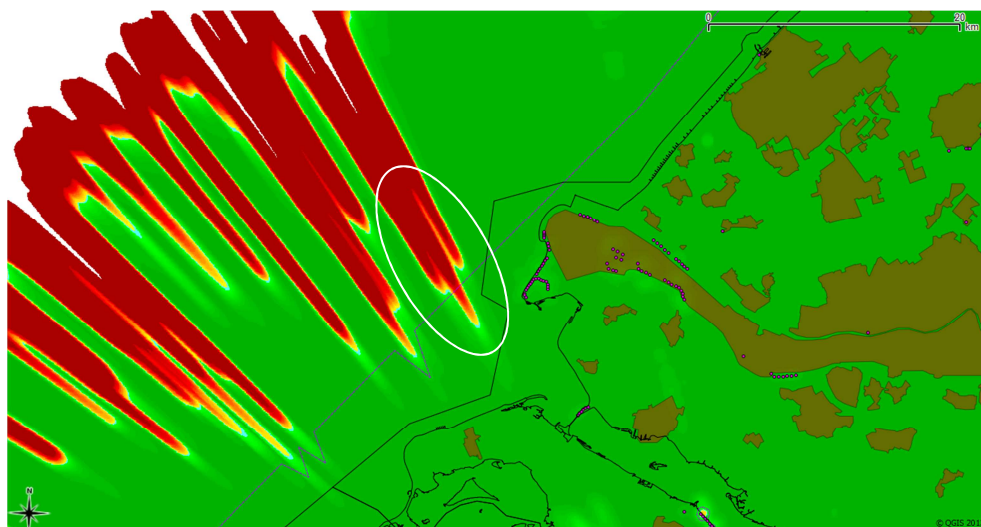
19 maart 2013

**Onze referentie**

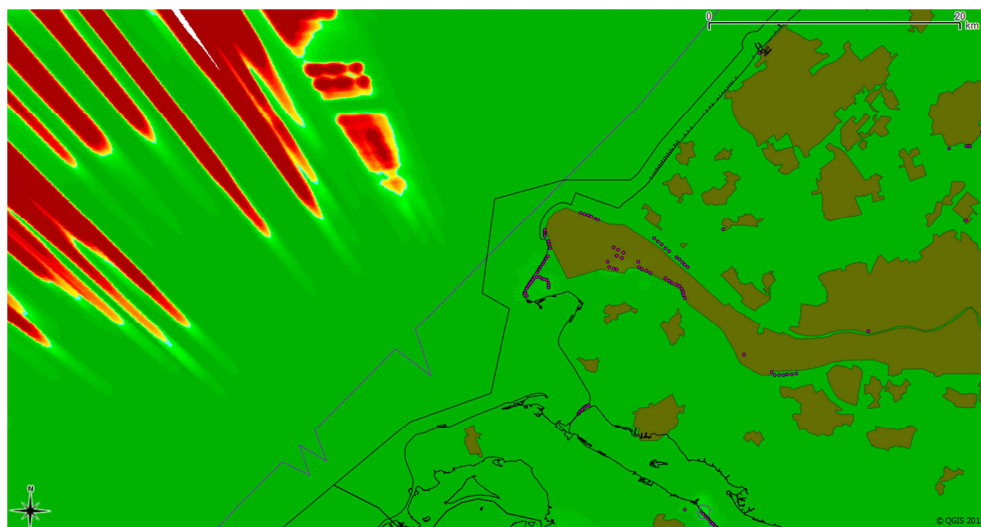
TNO-060-DHW-2013-00694

**Blad**

21/22



*Figuur 19 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 ellips geeft de locatie aan van de schaduw.*



*Figuur 20 Detectiekans van het MASS verkeersleidingsradarnetwerk berekend op 1500 voet in het schaduwgebied van het bouwplan nadat deze is gerealiseerd. Op dit figuur is detectiekansmiddeling toegepast. De ellips geeft de locatie aan van de schaduw.*

**Datum**

19 maart 2013

**Onze referentie**

TNO-060-DHW-2013-00694

**Blad**

22/22

**3 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