

Retouradres: Postbus 96864, 2509 JG Den Haag

Gemeente Deventer
Team Vastgoed, Milieu en Gegevensbeheer
T.a.v. de heer G. Modderkolk
Postbus 5000
7400 GC DEVENTER

**Onderwerp**

Indicatief radarverstoringsonderzoek Windplan Deventer

Geachte heer Modderkolk,

Bijgaand ontvangt u onze rapportage aangaande het indicatief radarverstoringsonderzoek voor Windplan Deventer bestaande uit twee windturbines. TNO heeft de verstoring op de primaire radar als gevolg van radarreflectie en schaduweffect berekend met behulp van het radarhinder simulatiemodel PERSEUS volgens een nieuwe toetsingsmethode, die het Ministerie van Defensie nog dit jaar wenst in te voeren. In eerste instantie is de analyse uitgevoerd voor de Military Approach Surveillance System (MASS) radarketen. Deze bestaat uit een vijftal verkeersleidingsradarsystemen verspreid over Nederland. Omdat de geplande windturbines zich eveneens binnen een straal bevinden van 75 km vanaf de primaire radar van de gevechtsleiding te Nieuw Milligen, is ook radarverstoring voor deze radar bepaald. Aangezien in deze fase van het plan nog geen windturbintype bekend is, zijn de afmetingen van de turbines bepaald met de volgende uitgangspunten:

- Opgewekt vermogen, 3 MW, ashoogte 90 m en rotordiameter 117 m.

De door het Ministerie van Defensie geëiste detectiekans voor de primaire radar tegen een doel met een radaroppervlak van 2m² bedraagt naar verwachting 90%.

De detectiekans ter hoogte van de turbines:

Voor de MASS verkeersleidingsradarketen bedraagt de detectiekans van een doel op een hoogte van 1000 voet boven één van de westelijk turbine, nagenoeg 100%. Voor de oostelijke turbine is dit eveneens het geval.

Verlies aan detectiekans ten gevolge van de schaduwwerking van de turbines:
Voor beide typen windturbines geldt dat in het gebied achter de turbines er enige schaduwwerking optreedt op de toetsingshoogte van 1000 voet. Het gebied waarin schaduwwerking optreedt, bevindt zich in een overlap gebied waar ook andere primaire MASS radars dekking bieden. Hierdoor vertoont het gefuseerde radarbeeld geen vermindering van de detectiekans ten gevolge van de schaduwwerking van beide turbines.

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

30 augustus 2012

Onze referentie

TNO-060-DHW-2012-03258

E-mail

onno.vangent@tno.nl

Doorkiesnummer

+31 88 866 40 25

Doorkiesfax

+31 88 866 65 75

Projectnummer

032.18900

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
25 juli 2012

Onze referentie
TNO-060-DHW-2012-02876

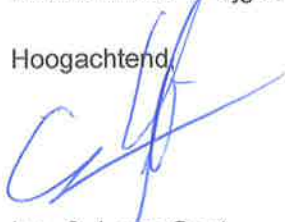
Blad
2/12

De resultaten van de radarhinder berekening voor de gevechtsleidingsradar te Nieuw Milligen zijn gerubriceerd en worden om die reden rechtstreeks en alleen naar het ministerie van Defensie verstuurd. Wel mag in deze brief worden vermeld dat de er geen vermindering is geconstateerd van de detectiekans ter hoogte van de windturbines ten gevolge van de plaatsing van beide turbines. Ten gevolge van de schaduwwerking van de turbines neemt het maximum bereik voor een doel op 1000 voet in zeer geringe mate af.

Door het op dit moment nog ontbreken van een definitieve regelgeving zijn de resultaten indicatief zodat er geen rechten aan ontleend kunnen worden.

Details vindt u in bijgaande documentatie.

Hoogachtend,



Ing. O.J. van Gent
Senior Research Medewerker

Datum
25 juli 2012

Onze referentie
TNO-060-DHW-2012-02876

Blad
3/12

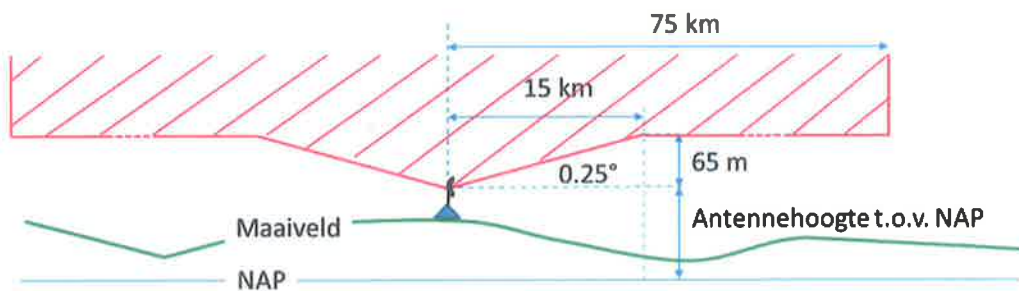
1 Locatie- en radargegevens

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 [°]	
1 (west)	209442.40	472289.82	52.23598	6.18420	+8.5
2 (oost)	210405.13	472303.91	52.23601	6.19830	+8.5

Het Ministerie van Defensie heeft het voornemen een zogenaamd toetsingsvolume te hanteren 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 voorgenumen door het Ministerie van Defensie rondom elk van de vijf MASS radarsystemen.

De locatiegegevens van de vijf MASS verkeersradarsystemen en de gevechtsvuurleidingsradar 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 gevechtsvuurleidingsradar 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
Twenthe	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*

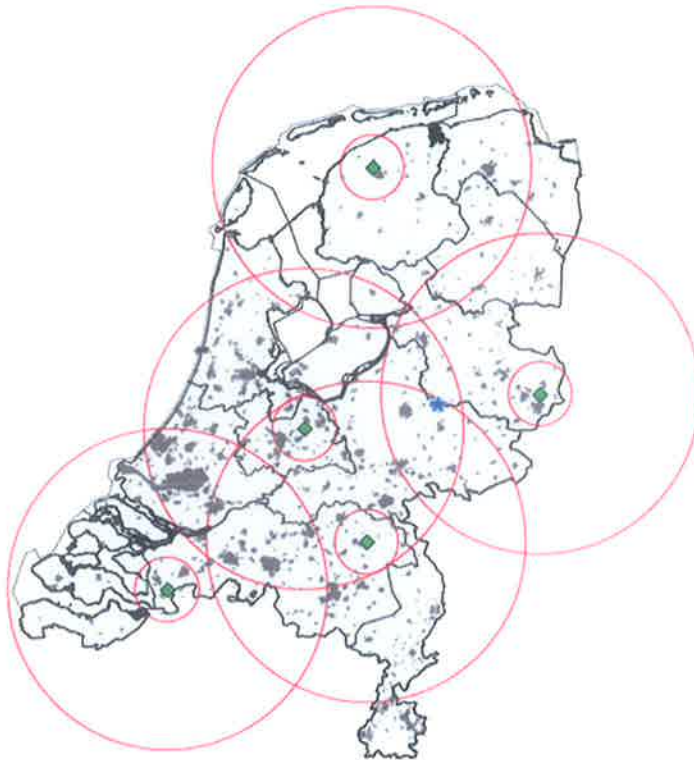
* Deze gegevens zijn bekend bij defensie.

Datum
25 juli 2012

Onze referentie
TNO-060-DHW-2012-02876

Blad
4/12

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.



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 blauwe ster. De donkergrijze vlakken zijn de in de AHN-1 gedefinieerde stedelijke gebieden.

Datum
25 juli 2012

Onze referentie
TNO-060-DHW-2012-02876

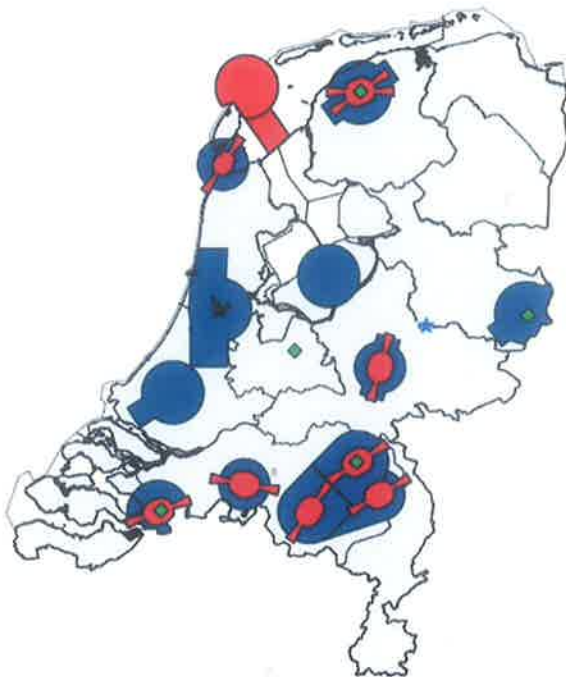
Blad
5/12

Het bouwplan ligt binnen de 75 km cirkel rond de MASS radar van zowel Twenthe, Soesterberg als Volkel. Daarnaast is de tiphoogte groter dan de in Figuur 1 aangegeven hoogte. Het onderhavige bouwplan dient derhalve getoetst te worden.

2 Rekenmethode

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. Opgemerkt wordt dat de ligging en vorm van de 300- en 500-voetsgebieden op dit moment nog 'voorlopig' zijn. In Figuur 3 worden de normhoogtegebieden getoond.

Het bouwplan valt binnen de normhoogte van 1000 voet. De detectiekans boven het bouwplan zal dan ook 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 de MASS radarketen, op enige uitzonderingen na, een landelijke dekking te hebben. Tevens zijn op deze kaart met een groene markering de locaties aangegeven van de MASS radarketen bestaande uit een vijftal radarsystemen.

Datum

25 juli 2012

Onze referentie

TNO-060-DHW-2012-02876

Blad

6/12

De detectiekans van de vijf radar systemen te Leeuwarden, Twenthe, Soesterberg, Volkel en Woensdrecht zal conform de nieuwe rekenmethode worden gesimuleerd in één radarnetwerk, waarbij zij elkaar eventueel ondersteuning kunnen bieden bij de detectie van radardoelen. Daarbij wordt rekening wordt 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 eind maart 2012, door Windenergie Nieuws¹. De voor de simulatie noodzakelijke afmetingen van de windturbines zijn afgeleid van de in dit bestand opgenomen gegevens, zijnde 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
25 juli 2012

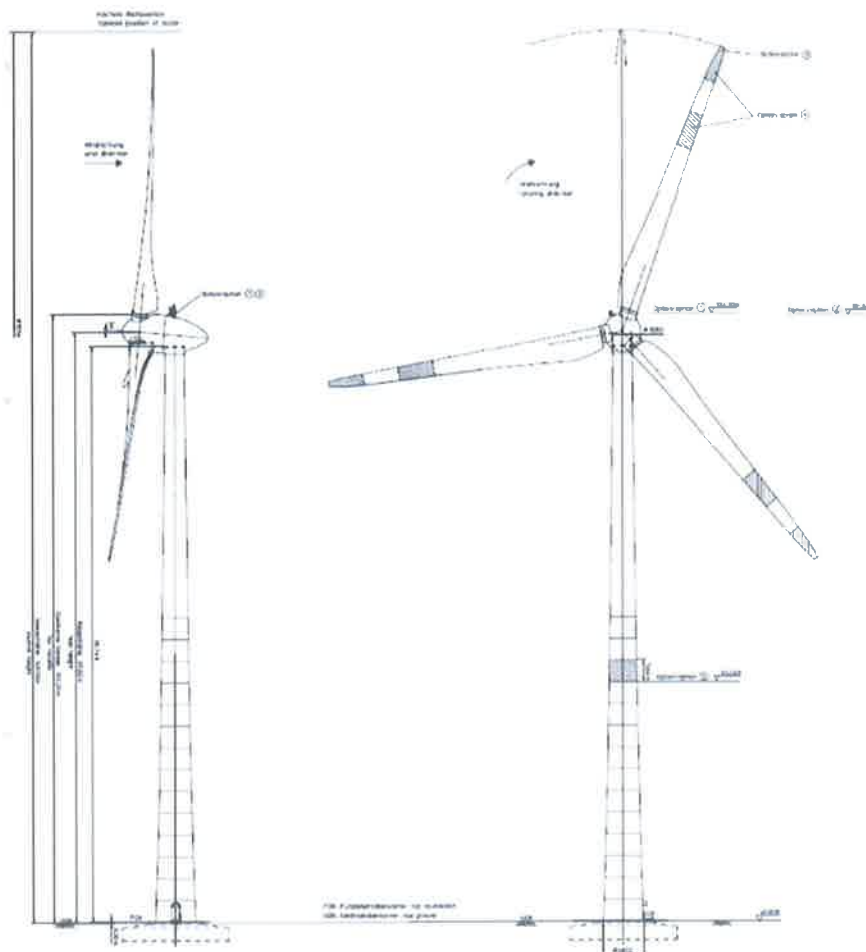
Onze referentie
TNO-060-DHW-2012-02876

Blad
7/12

Berekeningen windturbine, ashoogte 90 m, rotordiameter 117 m

Gegevens windturbine

Aangezien er in deze fase van het Windplan Deventer nog geen specifiek windturbine type is geselecteerd, is bij het modelleren van de radarreflectie en schaduwwerking gebruik gemaakt van fictieve windturbine van 3 MW met worst-case afmetingen. Voor de bepaling van de windturbine afmetingen is een Enercon E101 als uitgangspunt genomen, zie Figuur 4.



Figuur 4 Tekeningen van de Enercon E-101 met een ashoogte van 99 m en een rotordiameter van 101 m van waaruit de worst-case afmetingen zijn afgeleid.

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. Voor het verkrijgen van een worst-case 3 MW windturbine die voldoet aan de eisen van een ashoogte van 90 m en een rotordiameter van 117 m, zijn een aantal afmetingen van de E101 aangepast:

Datum
25 juli 2012

Onze referentie
TNO-060-DHW-2012-02876

Blad
8/12

- Ashoogte: Was 99 m en wordt met 9 m ingekort tot 90 m
- Lengte wiek: Was 50.5 m en wordt verlengd tot $\frac{1}{2}$ 117 m (rotor diameter) = 58.5 m
- Tiphoogte: Was 149.5 m en wordt door het verlagen van de ashoogte met 9 m en het verlengen van de wieklengte 148.5 m
- Lengte mast: Was 95.3 m en wordt met 9 m ingekort. wordt 86.3 m
- Diameter mast onder: Was 6.9 m en wordt door het inkorten van de mast met 9 m aan de onderzijde 6.3 m.

De uiteindelijke maatvoering windturbine, noodzakelijk voor de juiste modellering, zijn weergegeven in Tabel 3.

*Tabel 3 De afmetingen van de windturbine zoals afgeleid van de informatie ontvangen van de opdrachtgever. De met een * aangegeven parameters zijn voor deze specifieke toepassing aangepast tot de vereiste afmetingen.*

Onderdeel	Afmeting [m]
Ashoogte*	90
Tiphoogte*	148.5
Breedte gondel	6.65
Lengte gondel	14.7
Hoogte gondel	6.1
Diameter mast onder*	6.3
Diameter mast boven	3.3
Lengte mast*	86.7
Lengte wiek*	58.5
Breedte wiek	3.3

Datum
25 juli 2012

Onze referentie
TNO-060-DHW-2012-02876

Blad
9/12

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

In Figuur 5 wordt de detectiekans van de MASS primaire verkeersleidingsradarketen met toepassing van de middeling 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 6 is de detectiekans met toepassing van de middeling berekend voor hetzelfde gebied, na realisatie van het bouwplan. In Figuur 7 is het gebied vergroot weergegeven. De nog voorlopige minimale detectiekans die door het Ministerie van Defensie wordt geëist bedraagt naar verwachting 90%. In de groen gekleurde gebieden wordt aan deze eis voldaan. Ter hoogte van de locatie van de turbines is er geen afname te constateren van detectiekans.



Figuur 5 Detectiekans van de MASS primaire verkeersleidingsradarketen op 1000 voet boven en in de nabijheid van het bouwplan voordat deze is gerealiseerd (baseline). De locatie van het bouwplan en de radarpositie zijn ook weergegeven. Op dit figuur is detectiekansmiddeling toegepast.

Datum
25 juli 2012

Onze referentie
TNO-060-DHW-2012-02876

Blad
10/12



Figuur 6 Detectiekans MASS primaire verkeersleidingsradarketen op 1000 voet boven en in de nabijheid van het bouwplan nadat deze is gerealiseerd. Op dit figuur is detectiekansmiddeling toegepast.



Figuur 7 Het omcirkelde gebied uit Figuur 6 groter weergegeven. Ter hoogte van de twee turbines in het bouwplan, aangegeven door twee stippen, is geen afname van de detectiekans te zien.

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

In Figuur 8 is de detectiekans van de MASS primaire verkeersleidingsradarketen uitgerekend voor het gebied waar de schaduw kan ontstaan ten gevolge van het nog te realiseren bouwplan. De twee stippelijnen afkomstig van de MASS posities vanaf Soesterberg en Twenthe, lopend over de posities van beide turbines, geven de locaties aan waar 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 een mogelijke schaduw vanuit een van de radars volledig wordt afgedekt door de andere radar.

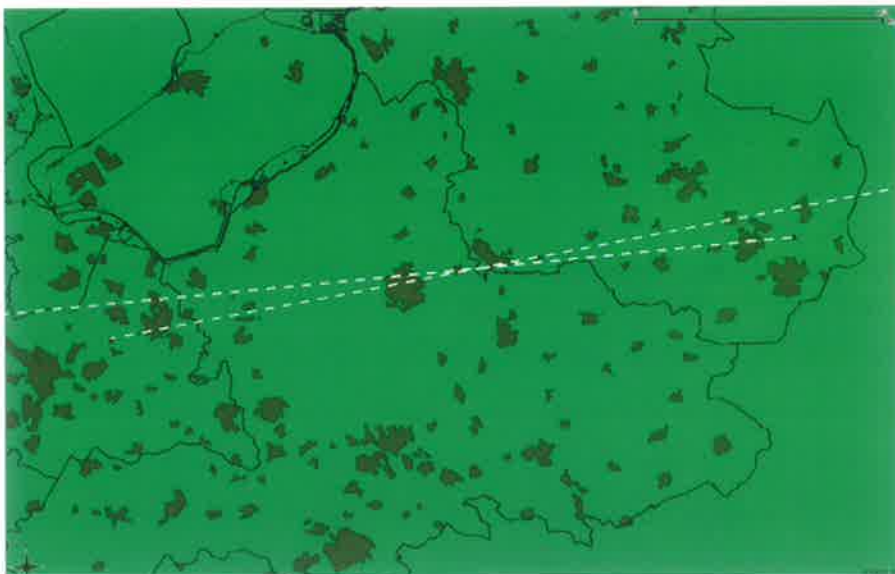
Datum
25 juli 2012

Onze referentie
TNO-060-DHW-2012-02876

Blad
11/12



Figuur 8 Detectiekans van de MASS verkeersleidingsradarketen op 1000 voet in het schaduwgebied van het bouwplan voordat deze is gerealiseerd (baseline).



Figuur 9 Detectiekans van de MASS verkeersleidingsradarketen berekend op 1000 voet in het schaduwgebied van het bouwplan nadat deze is gerealiseerd.

Datum

25 juli 2012

Onze referentie

TNO-060-DHW-2012-02876

Blad

12/12

3 Afkortingen

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