

Retouradres: Postbus 96864, 2509 JG Den Haag

Pondera Consult
T.a.v. de heer M. Edink
Nooitgedacht 2
3701 AN ZEIST



Onderwerp
Radarverstoringsonderzoek Windpark Fryslân

Geachte heer Edink,

Bijgaand ontvangt u onze rapportage aangaande het radarverstoringsonderzoek voor een windturbinepark Fryslân gelegen aan de Afsluitdijk, Friesland.

Het bouwplan

Het bouwplan betreft alle wijzigingen ten opzichte van de huidige situatie die betrekking hebben op het te bouwen windturbinepark. Voor de huidige aanvraag betreft dit een plaatsing van 89 nieuwe windturbines. De coördinaten van de betreffende windturbines zijn verderop gegeven. Voor de afmetingen van de windturbines is uitgegaan van een *worst-case* windturbine uit de 3 MW klasse met een ashoogte van 120 m en een rotordiameter van 130 m. In dit rapport zullen deze wijzigingen worden aangeduid als 'het bouwplan'.

De uitgevoerde berekeningen

TNO heeft de verstoring op de primaire radar als gevolg van radarreflectie en schaduw effect berekend met behulp van het radarhinder simulatiemodel PERSEUS, volgens de toetsingsmethode, die op 1 oktober 2012 is ingevoerd.

De analyse is uitgevoerd voor een tweetal radarsystemen:

- (1) Het Military Approach Surveillance System (MASS) radarnetwerk, bestaande uit een vijftal verkeersleidingsradarsystemen verspreid over Nederland.
- (2) De gevechtsleidingsradar Medium Power Radar (MPR) te Wier.

Aangezien uit eerdere voorlopige berekeningen reeds een significante overschrijding van de norm werd geconstateerd, zijn als mitigerende maatregel extra berekeningen uitgevoerd met een extra MASS radar gepositioneerd op de vliegbasis De Kooy nabij Den Helder. Deze berekeningen gaan uit van een aangenomen antennehoogte van 25 m ten opzichte van NAP. Aangezien voor deze antennehoogte het bestaande bestemmingplan aangepast moet worden zijn ook berekeningen uitgevoerd om een antennehoogte van 20.67 m ten opzichte van NAP. Deze hoogte is zonder aanpassing van het bestemmingsplan realiseerbaar.

Technical Sciences

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

www.tno.nl

T +31 88 866 10 00

Datum

15 juli 2015

Onze referentie

DHW-TS-2015-0100287567

E-mail

onno.vangent@tno.nl

Doorkiesnummer

+31 88 866 40 25

Projectnummer

060.14014/12.01

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

15 juli 2015

Onze referentie

DHW-TS-2015-0100287567

Blad

2/30

Resultaten verkeersleidingsradarsystemen MASS

Op de locatie van de windturbine eist het Ministerie van Defensie voor het verkeersleidingsradarnetwerk een minimale detectiekans van 90% voor een doel met een radaroppervlak van 2 m². In eerste instantie is alleen het bestaande verkeersleidingsradarnetwerk onderzocht. Daarna de uitbreiding van een MASS radar op vliegbasis De Kooy met een antennehoogte van 20.67 m en tot slot ook met een hoogte van 25 m ten opzichte van NAP. Voor elke combinatie zijn steeds twee mogelijke optredende effecten zijn onderzocht, t.w. reductie van de detectiekans ter hoogte van het bouwplan en reductie van het maximum bereik ten gevolge van de schaduwwerking van het bouwplan.

1. Alleen het MASS verkeersleidingsradarnetwerk:
 - a. Reductie van de detectiekans ter hoogte van het bouwplan:

Na realisatie van het bouwplan is er op de toetsingshoogte van 1000 voet een minimale detectiekans geconstateerd van 67% ter hoogte of in de directe nabijheid van het bouwplan. Het bouwplan voldoet dus niet aan de thans gehanteerde 2015 norm.
 - b. Reductie van het maximum bereik ten gevolge van de schaduwwerking van het bouwplan:

De radars te Leeuwarden en Soesterberg ondersteunen elkaar gedeeltelijk in de schaduwgebieden achter het bouwplan. Na realisatie van het bouwplan is er op de toetsingshoogte van 1000 voet geen afname van het maximum bereik waarneembaar. Maar door de schaduwwerking van het windpark op de radar te Leeuwarden ontstaat er echter wel een gebied van verminderde detectiekans boven de kop van Noord Holland. Het bouwplan voldoet wat dit aspect betreft dus niet aan de thans gehanteerde 2015 norm.
2. Het MASS verkeersleidingsradarnetwerk aangevuld met een MASS radar op vliegbasis De Kooy met de antenne op 20.67 m ten opzichte van NAP:
 - a. Reductie van de detectiekans ter hoogte van het bouwplan:

Na realisatie van het bouwplan is er op de toetsingshoogte van 1000 voet een minimale detectiekans geconstateerd van 84% ter hoogte of in de directe nabijheid van het bouwplan. Het bouwplan voldoet dus niet aan de thans gehanteerde 2015 norm.
 - b. Reductie van het maximum bereik ten gevolge van de schaduwwerking van het bouwplan:

De radars te Leeuwarden en Soesterberg en de extra MASS radar op vliegbasis De Kooy ondersteunen elkaar in de schaduwgebieden achter het bouwplan. Na realisatie van het bouwplan is er op de toetsingshoogte van 1000 voet geen afname van het maximum bereik waarneembaar en is het gebied met verminderde detectiekans boven de kop van Noord Holland niet meer aanwezig. Het bouwplan blijft daarmee binnen de thans gehanteerde 2015 norm.
3. Het MASS verkeersleidingsradarnetwerk aangevuld met een MASS radar op vliegbasis De Kooy met de antenne op 25 m ten opzichte van NAP:
 - a. Reductie van de detectiekans ter hoogte van het bouwplan:

Datum
15 juli 2015

Onze referentie
DHW-TS-2015-0100287567

Blad
3/30

Na realisatie van het bouwplan is er op de toetsingshoogte van 1000 voet een minimale detectiekans geconstateerd van 96% ter hoogte of in de directe nabijheid van het bouwplan. Het bouwplan voldoet dus aan de thans gehanteerde 2015 norm.

- b. Reductie van het maximum bereik ten gevolge van de schaduwwerking van het bouwplan:

De radars te Leeuwarden en Soesterberg en de extra MASS radar op vliegbasis De Kooy ondersteunen elkaar in de schaduwgebieden achter het bouwplan. Na realisatie van het bouwplan is er op de toetsingshoogte van 1000 voet dan ook geen afname van het maximum bereik waarneembaar en treedt het gebied met verminderde detectiekans boven de kop van Noord Holland niet meer op. Het bouwplan blijft daarmee binnen de thans gehanteerde 2015 norm.

Resultaten gevechtsleidingsradar MPR te Wier

Op de locatie van het windturbinepark eist het Ministerie van Defensie voor de gevechtsleidingsradar te Nieuw Milligen een detectiekans van minstens 90%. Omdat de specificaties van de MPR gerubriceerd zijn, wordt de in de berekening gebruikte waarde van het radaroppervlak van het doel hier niet vermeld. De resultaten van de radarhinderberekening voor de gevechtsleidingsradar te Wier zijn eveneens gerubriceerd en kunnen om die reden alleen rechtstreeks naar het ministerie van Defensie worden verstuurd. Dit gebeurt echter pas na toestemming van u. Wel mag in deze brief worden vermeld dat er twee mogelijke optredende effecten zijn onderzocht:

1. Reductie van de detectiekans ter hoogte van het bouwplan:
De detectiekans is realisatie van het bouwplan op de toetsingshoogte van 1000 voet binnen de thans gehanteerde 2015 norm gebleven.
2. Reductie van de detectiekans ten gevolge van de schaduwwerking van het bouwplan:
Het verlies aan maximum bereik van de radar op deze hoogte in de sector waarin schaduwwerking optreedt, overschrijdt na realisatie van het bouwplan de thans gehanteerde 2015 norm.

Details vindt u in bijgaande documentatie. Een vergelijkbare rapportage, echter met de resultaten van de MPR, wordt na toestemming uwerzijds eveneens verstuurd aan het Commando Luchtstrijdkrachten in Breda van Defensie en het Rijksvastgoedbedrijf Directie Vastgoedbeheer, Afdeling Expertise & Realisatie Defensie, Sectie Beheer & Omgevingsmanagement, Cluster Ruimte in Utrecht.

Voor de achtergronden van de toegepaste rekenmethode wordt korthedshalve verwezen naar de toelichting die is te downloaden van de TNO website:
<http://www.tno.nl/perseus>.

Hoogachtend,



Ing. O.J. van Gent
Senior Research Medewerker

Datum
15 juli 2015

Onze referentie
DHW-TS-2015-0100287567

Blad
4/30

1 Locatie- en radargegevens

De locaties van de te toetsen windturbines zijn weergegeven in Tabel 1.
De weergegeven rijkdriehoekcoördinaten en fundatiehoogtes zijn afkomstig van de opdrachtgever. De WGS 84 coördinaten zijn hiervan afgeleid.

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

ID	Rijkdriehoekstelsel		WGS 84 coördinaten		Fundatiehoogte t.o.v. NAP [m]
	X [m]	Y [m]	Latitude [°]	Longitude [°]	
WT1	145300	560218	53.02879	5.24263	0.0
WT2	146037	560080	53.02756	5.25362	0.0
WT3	146554	560513	53.03146	5.26131	0.0
WT4	146784	559958	53.02648	5.26475	0.0
WT5	147296	560393	53.03039	5.27237	0.0
WT6	147533	559813	53.02519	5.27592	0.0
WT7	148022	560243	53.02906	5.28320	0.0
WT8	148293	559641	53.02365	5.28725	0.0
WT9	148748	560060	53.02742	5.29402	0.0
WT10	149001	559454	53.02198	5.29781	0.0
WT11	144787	559750	53.02457	5.23500	0.0
WT12	145512	559637	53.02357	5.24581	0.0
WT13	146255	559512	53.02246	5.25688	0.0
WT14	147013	559364	53.02114	5.26818	0.0
WT15	147789	559193	53.01962	5.27975	0.0
WT16	148542	559008	53.01796	5.29098	0.0
WT17	149230	558808	53.01618	5.30123	0.0
WT18	144263	559266	53.02022	5.22720	0.0
WT19	144982	559162	53.01929	5.23792	0.0
WT20	145722	559038	53.01819	5.24895	0.0
WT21	146485	558893	53.01690	5.26033	0.0
WT22	147272	558725	53.01541	5.27206	0.0
WT23	148052	558539	53.01374	5.28368	0.0
WT24	148803	558342	53.01198	5.29488	0.0
WT25	149465	558142	53.01019	5.30474	0.0
WT26	143754	558761	53.01567	5.21964	0.0
WT27	144443	558646	53.01465	5.22991	0.0
WT28	145168	558518	53.01351	5.24071	0.0
WT29	145926	558373	53.01222	5.25201	0.0
WT30	146717	558210	53.01077	5.26380	0.0
WT31	147523	558032	53.00918	5.27581	0.0
WT32	148314	557845	53.00751	5.28760	0.0
WT33	149041	557662	53.00588	5.29844	0.0
WT34	149697	557487	53.00431	5.30821	0.0
WT35	143295	558266	53.01121	5.21281	0.0
WT36	143945	558138	53.01007	5.22250	0.0
WT37	144642	557997	53.00882	5.23289	0.0
WT38	145380	557845	53.00747	5.24389	0.0
WT39	146159	557680	53.00600	5.25550	0.0

Datum
15 juli 2015

Onze referentie
DHW-TS-2015-0100287567

Blad
5/30

ID	Rijksdriehoekstelsel		WGS 84 coördinaten		Fundatiehoogte t.o.v. NAP [m]
	X [m]	Y [m]	Latitude [°]	Longitude [°]	
WT40	146972	557503	53.00442	5.26762	0.0
WT41	147788	557321	53.00280	5.27978	0.0
WT42	148549	557148	53.00125	5.29112	0.0
WT43	149236	556987	52.99981	5.30135	0.0
WT44	149899	556829	52.99840	5.31123	0.0
WT45	143478	557631	53.00551	5.21556	0.0
WT46	144141	557474	53.00411	5.22544	0.0
WT47	144849	557310	53.00265	5.23600	0.0
WT48	145602	557138	53.00112	5.24722	0.0
WT49	146405	556959	52.99952	5.25918	0.0
WT50	147230	556779	52.99792	5.27148	0.0
WT51	148015	556612	52.99643	5.28317	0.0
WT52	148726	556463	52.99510	5.29377	0.0
WT53	149423	556320	52.99382	5.30415	0.0
WT54	150090	556186	52.99262	5.31409	0.0
WT55	143684	556972	52.99959	5.21865	0.0
WT56	144352	556790	52.99797	5.22861	0.0
WT57	145067	556605	52.99632	5.23927	0.0
WT58	145841	556417	52.99464	5.25080	0.0
WT59	146654	556234	52.99301	5.26291	0.0
WT60	147447	556067	52.99152	5.27473	0.0
WT61	148177	555926	52.99027	5.28560	0.0
WT62	148903	555795	52.98910	5.29641	0.0
WT63	149607	555679	52.98806	5.30690	0.0
WT64	143906	556307	52.99362	5.22198	0.0
WT65	144583	556113	52.99189	5.23207	0.0
WT66	145320	555918	52.99015	5.24305	0.0
WT67	146108	555729	52.98846	5.25479	0.0
WT68	146895	555560	52.98696	5.26652	0.0
WT69	147632	555419	52.98570	5.27750	0.0
WT70	148377	555294	52.98459	5.28859	0.0
WT71	149105	555188	52.98364	5.29943	0.0
WT72	144128	555640	52.98763	5.22531	0.0
WT73	144829	555445	52.98589	5.23576	0.0
WT74	145584	555256	52.98421	5.24700	0.0
WT75	146356	555085	52.98268	5.25850	0.0
WT76	147093	554942	52.98141	5.26948	0.0
WT77	147847	554815	52.98028	5.28071	0.0
WT78	148581	554711	52.97935	5.29164	0.0
WT79	144367	555000	52.98188	5.22889	0.0
WT80	145084	554814	52.98022	5.23957	0.0
WT81	145832	554642	52.97869	5.25071	0.0
WT82	146564	554494	52.97737	5.26162	0.0
WT83	147318	554364	52.97622	5.27285	0.0
WT84	148048	554249	52.97519	5.28372	0.0
WT85	144600	554366	52.97619	5.23238	0.0
WT86	145316	554192	52.97464	5.24305	0.0

Datum
15 juli 2015

Onze referentie
DHW-TS-2015-0100287567

Blad
6/30

ID	Rijksdriehoekstelsel		WGS 84 coördinaten		Fundatiehoogte t.o.v. NAP [m]
	X [m]	Y [m]	Latitude [°]	Longitude [°]	
WT87	146040	554042	52.97330	5.25383	0.0
WT88	146795	553911	52.97214	5.26507	0.0
WT89	147521	553797	52.97112	5.27588	0.0

Het Ministerie van Defensie hanteert een zogenaamd toetsingsvolume dat reikt tot aan 75 km rondom de vijf *Military Approach and Surveillance System (MASS)* verkeersleidingsradars (zie Figuur 1) en de twee *Medium Power Radar (MPR)* gevechtsleidingsradars.



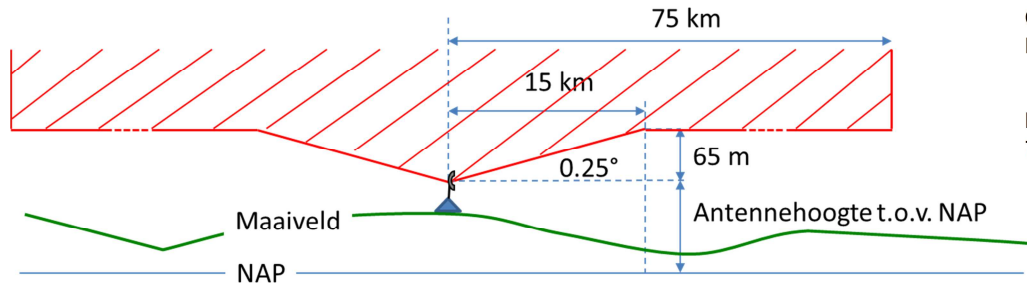
Figuur 1. De MASS primaire verkeersleidingsradar met daarbovenop de antenne van de secundaire radar.

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.

Datum
15 juli 2015

Onze referentie
DHW-TS-2015-0100287567

Blad
7/30



Figuur 2. Het toetsingsprofiel (niet op schaal) zoals gehanteerd door het Ministerie van Defensie rondom elk van de militaire radarsystemen.

De locatiegegevens van de vijf MASS verkeersleidingsradarsystemen en 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.

Radar	Coördinaten Rijksdriehoekstelsel		Antennehoogte toetsingsprofiel t.o.v. NAP [m]	Feitelijke antennehoogte t.o.v. 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 (MPR)	179258	471774	53	Gerubriceerd*
Wier (MPR)	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 ruimtelijke 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 zijn 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). De 15 en 75 km cirkels rond de MASS radarsystemen en de stedelijke gebieden volgens het AHN-1 bestand zijn weergegeven in Figuur 3. De 15 en 75 km cirkels rond de MPR gevechtsleidingsradars en de stedelijke gebieden volgens het AHN-1 bestand zijn weergegeven in Figuur 4.

Datum

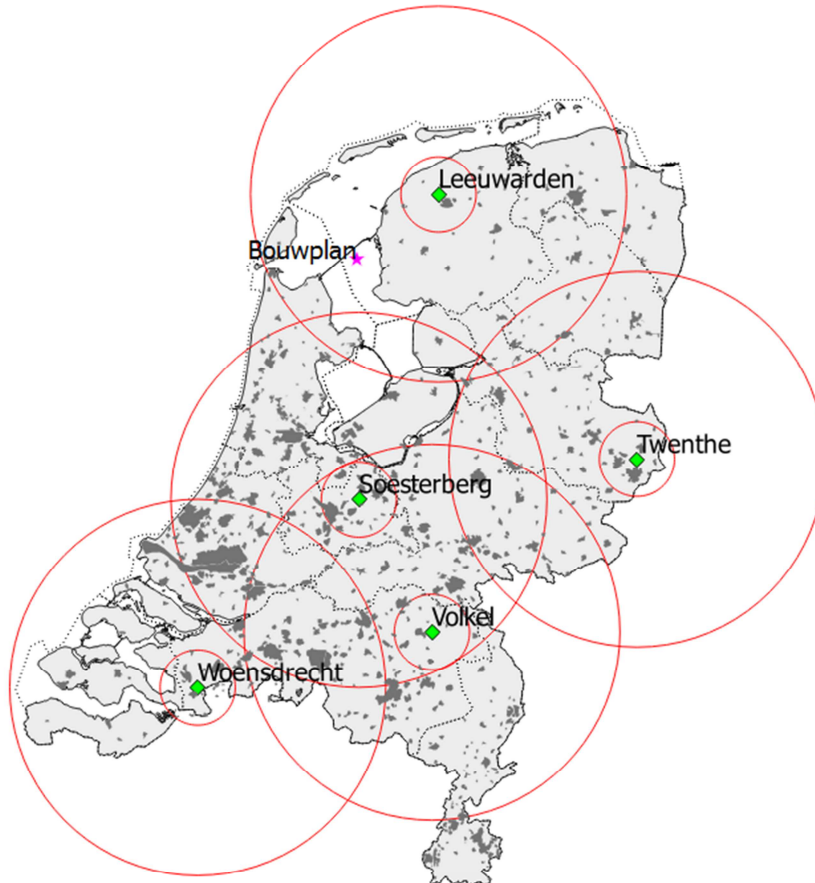
15 juli 2015

Onze referentie

DHW-TS-2015-0100287567

Blad

8/30



Figuur 3. Locaties van de vijf MASS verkeersleidingsradarsystemen (groene ruit) met daaromheen de 15 en 75 km cirkels. De donkergrijze vlakken zijn de in de AHN-1 gedefinieerde stedelijke gebieden. De ligging van het te toetsen bouwplan is aangegeven met een roze ster.

Datum

15 juli 2015

Onze referentie

DHW-TS-2015-0100287567

Blad

9/30



Figuur 4. Locaties van de twee MPR gevechtsleidingsradars (rode ruit) met daaromheen de 15 en 75 km cirkels. De donkergrijze vlakken zijn de in de AHN-1 gedefinieerde stedelijke gebieden. De ligging van het te toetsen bouwplan is aangegeven met een roze ster.

Het bouwplan ligt binnen de 75 km cirkel rond de MASS radar van Leeuwarden en binnen de 75 km cirkel rond de MPR te Wier. Daarnaast zijn de tiphoogtes van alle te toetsen windturbines groter dan de in Figuur 2 aangegeven hoogte. Het onderhavige bouwplan dient derhalve getoetst te worden voor zowel het MASS verkeersleidingsradarnetwerk als de MPR gevechtsleidingsradar te Wier.

Datum

15 juli 2015

Onze referentie

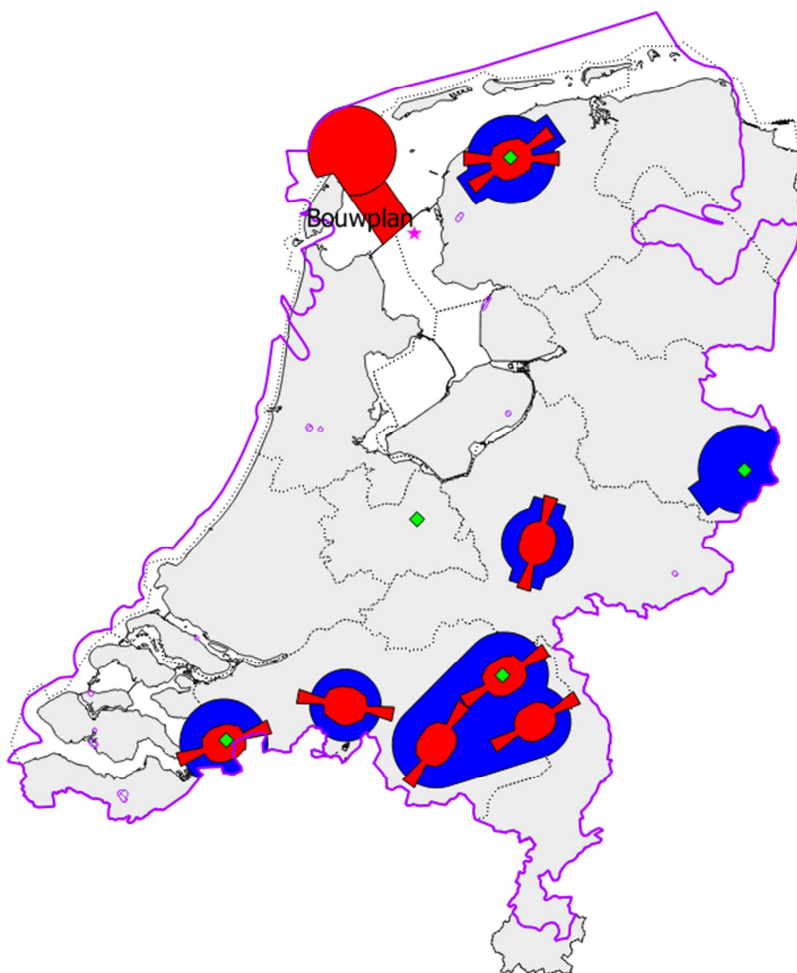
DHW-TS-2015-0100287567

Blad

10/30

2 Rekenmethode MASS verkeersleidingsradarnetwerk

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 militaire vliegvelden in Nederland. Op een hoogte van 1000 voet dient er, met enige uitzonderingen, landelijke dekking te zijn. In Figuur 5 worden de normhoogtegebieden getoond.



Figuur 5. De ligging van het te toetsen bouwplan aangegeven met een ster en de ligging van de thans gehanteerde 2015 normhoogtes op 300 voet (rood) en 500 voet (blauw). Op 1000 voet (paars) dient het MASS radarnetwerk, op enkele uitzonderingen na, een landelijke dekking te hebben. Tevens zijn op deze kaart met een groene markering de locaties aangeven van het MASS verkeersleidingsradarnetwerk bestaande uit een vijftal radarsystemen.

Datum

15 juli 2015

Onze referentie

DHW-TS-2015-0100287567

Blad

11/30

Het bouwplan valt binnen de normhoogte van 1000 voet.

De detectiekans van de vijf radarsystemen te Leeuwarden, Twente, Soesterberg, Volkel en Woensdrecht is conform de nieuwe rekenmethode gesimuleerd in één radarnetwerk, waarbij de radars elkaar eventueel ondersteuning kunnen bieden bij de detectie van radardoelen. Daarbij is rekening gehouden met de 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, rekening houdend met alle bestaande windturbines en dus voor realisatie van het bouwplan. Het baseline-bestand van windturbines geeft de situatie aan binnen Nederland, vastgelegd in het begin van januari 2015, door Windstats¹. 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. Het bouwplan wordt daar vervolgens aan toegevoegd en voor beide situaties (baseline en baseline met bouwplan) worden detectiediagrammen berekend. Door een vergelijking van beide diagrammen kan het detectieverlies worden vastgesteld in de directe nabijheid van het bouwplan veroorzaakt door reflecties van het bouwplan en het eventuele verlies aan radarbereik ten gevolge van de schaduwwerking van het bouwplan.

¹ Voor meer informatie, zie <http://www.windstats.nl/>



Datum
15 juli 2015**Onze referentie**
DHW-TS-2015-0100287567**Blad**
12/30

3 Gegevens windturbine

Voor de bepaling van de effecten op de radars is de 3 MW *worst-case* windturbine als uitgangspunt genomen met een ashoogte van 120 m en een rotordiameter van 130 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 wijk is gedefinieerd als de halve diameter van de rotor. De breedte van de wijk wordt afgeleid van het frontaal oppervlak van de wijk.

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

Tabel 3 De afmetingen van de 3 MW klasse worst-case windturbine met een ashoogte van 120 m en een rotordiameter van 130 m.

Onderdeel	Afmeting [m]
Ashoogte*	120.0
Tiphoogte	185.0
Breedte gondel	4.2
Lengte gondel	17.5
Hoogte gondel	6.1
Diameter mast onder	9.5
Diameter mast boven	3.3
Lengte mast	116.9
Lengte wijk*	65.0
Breedte wijk	3.8

* Deze gegevens zijn gebaseerd op afmetingen opgegeven door de opdrachtgever.

Datum
15 juli 2015

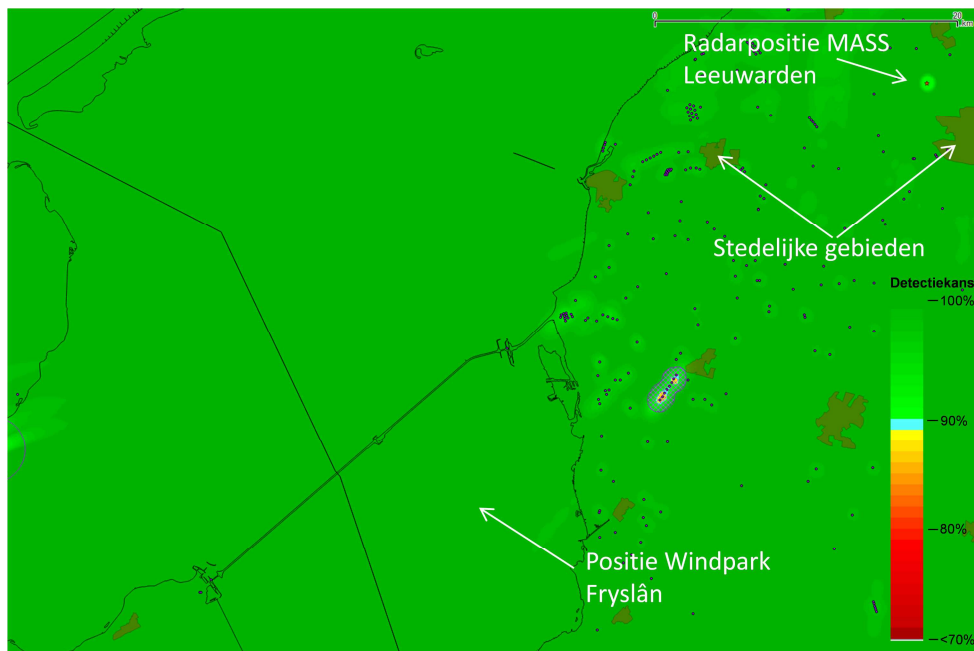
Onze referentie
DHW-TS-2015-0100287567

Blad
13/30

4 Berekeningen MASS primaire verkeersleidingsradarnetwerk

Detectiekans in de directe nabijheid van het bouwplan

In Figuur 6 wordt de detectiekans van het MASS primaire verkeersleidingsradarnetwerk van de baseline op 1000 voet getoond rond het nog te realiseren bouwplan. Op deze resultaten is detectiekansmiddeling toegepast met een straal van 500 m. Figuur 7 toont de detectiekans voor hetzelfde gebied, na realisatie van het bouwplan. In Figuur 8 is het gebied vergroot weergegeven. De minimale detectiekans die door het Ministerie van Defensie wordt geëist bedraagt 90%. In groen gekleurde gebieden wordt aan deze eis voldaan. Ter hoogte van de locatie van het bouwplan en binnen het 1000 voet normgebied bedraagt de laagst waargenomen detectiekans 67%. Het bouwplan voldoet dus niet aan de thans gehanteerde 2015 norm.

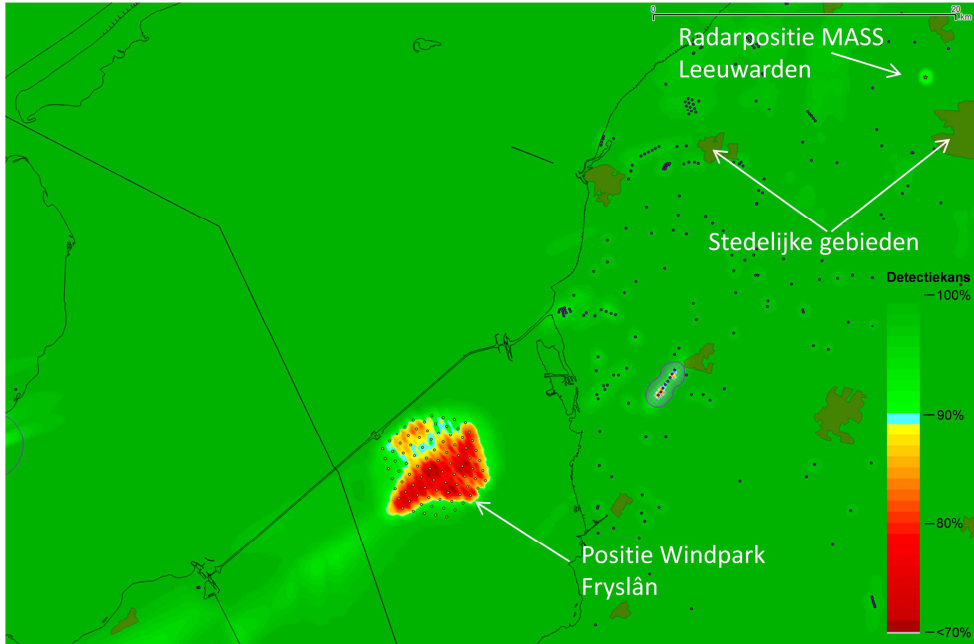


Figuur 6 Detectiekans van het MASS primaire verkeersleidingsradarnetwerk op 1000 voet boven het bouwplan voordat dit is gerealiseerd (baseline).

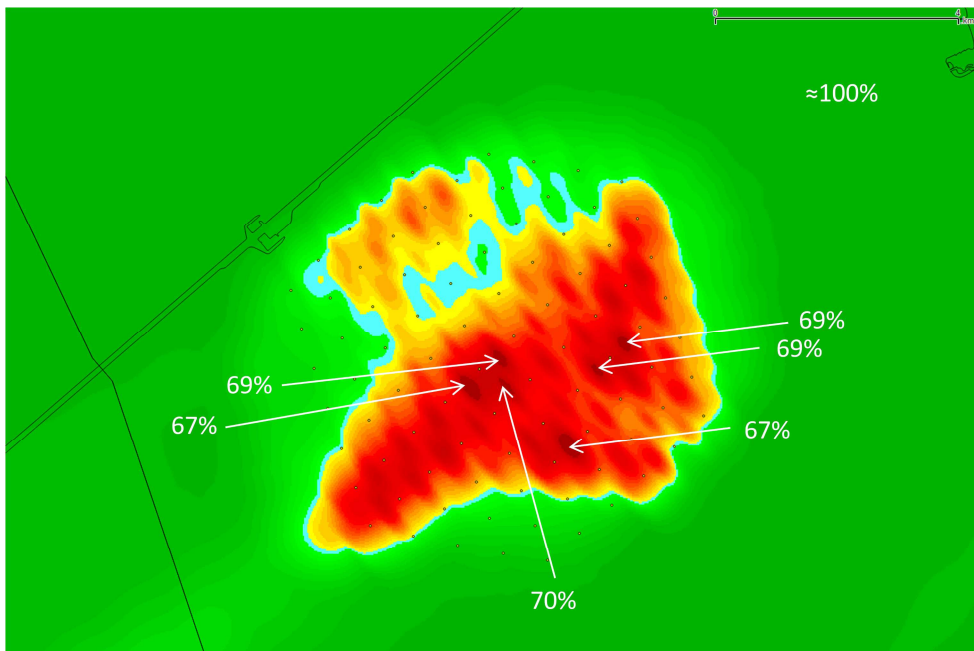
Datum
15 juli 2015

Onze referentie
DHW-TS-2015-0100287567

Blad
14/30



Figuur 7 Detectiekans van het MASS primaire verkeersleidingsradarnetwerk op 1000 voet boven het bouwplan nadat deze is gerealiseerd. De locaties van de windturbines zijn aangegeven met gele stippen.



Figuur 8 Het gebied rond de turbines uit Figuur 7 groter weergegeven.

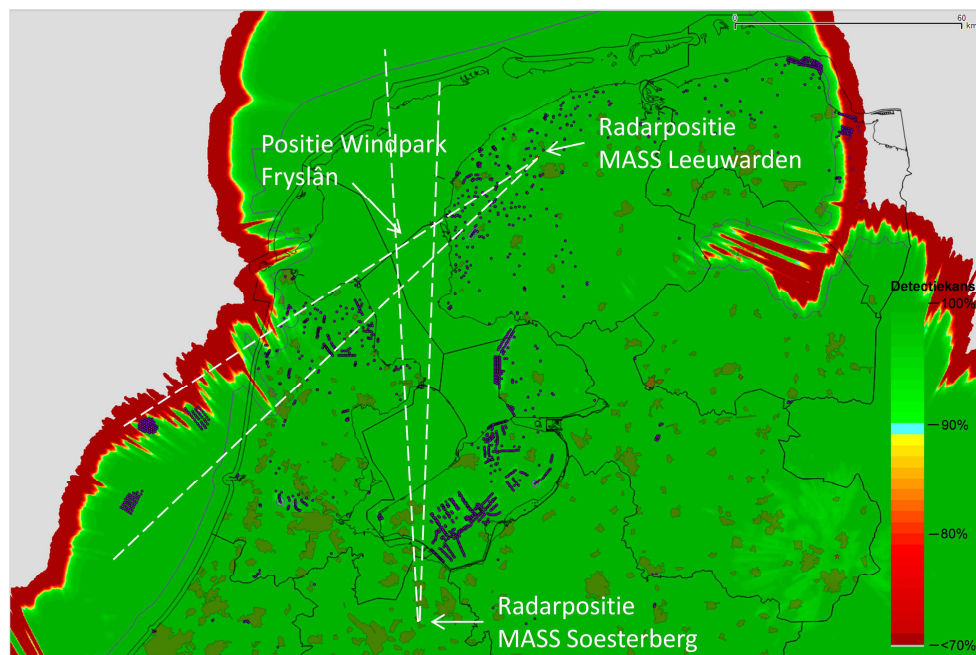
Datum
15 juli 2015

Onze referentie
DHW-TS-2015-0100287567

Blad
15/30

Detectiekans in de schaduw van het bouwplan

In Figuur 9 is de detectiekans op 1000 voet van het MASS primaire verkeersleidingsradarnetwerk uitgerekend voor de gebieden waar schaduw kan ontstaan ten gevolge van het nog te realiseren bouwplan. Op deze resultaten is detectiekansmiddeling toegepast met een straal van 500 m. De stippellijnen afkomstig van de MASS posities van Leeuwarden en Soesterberg, lopend over het bouwplan, geven de zones aan waartussen een verminderde detectiekans zou kunnen ontstaan als gevolg van de schaduwwerking. In Figuur 10 is de detectiekans berekend voor hetzelfde gebied na realisatie van het bouwplan. De figuur toont aan dat in de schaduw van het windpark de radars te Leeuwarden en Soesterberg elkaar gedeeltelijk ondersteunen. Er is geen verlies aan maximum bereik waarneembaar. Maar door de schaduwwerking van het windpark op de radar te Leeuwarden ontstaat er echter wel een gebied van verminderde detectiekans boven de kop van Noord Holland. Het bouwplan voldoet dus niet aan de thans gehanteerde 2015 norm.



Figuur 9 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 stippellijnen geven aan waar de schaduw kan gaan ontstaan.

Datum

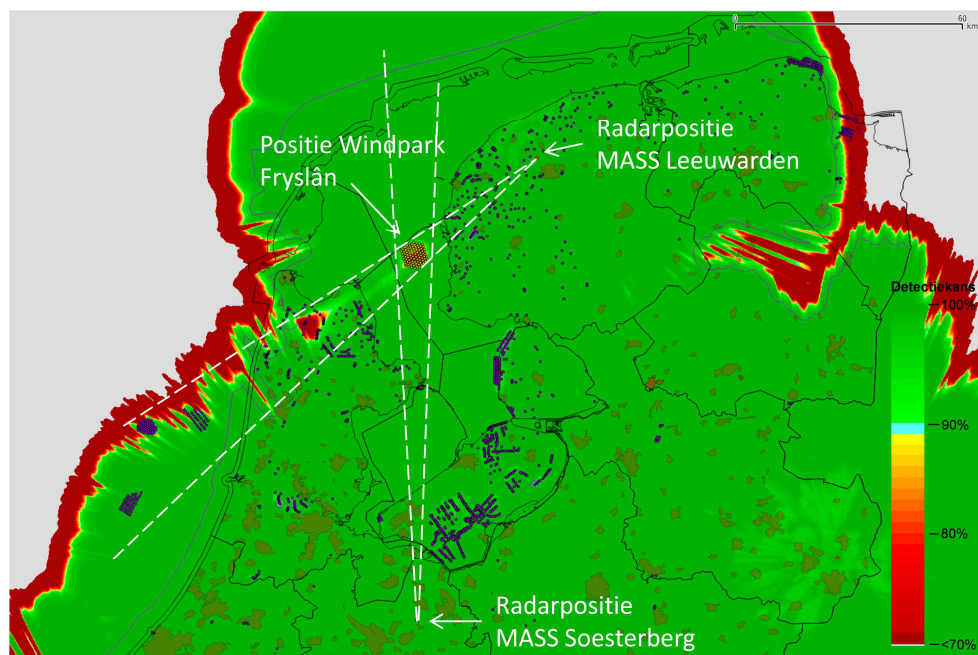
15 juli 2015

Onze referentie

DHW-TS-2015-0100287567

Blad

16/30



Figuur 10 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 stippellijnen geven aan waar de schaduw kan ontstaan.

In Figuur 11 t/m Figuur 13 is het gebied van verminderde detectiekans boven de kop van Noord Holland verder uitgelicht. Figuur 11 toont de sector aan van de radar van Soesterberg waar het maximum bereik verminderd. Dit is een gevolg van een verhoging van het terrein in de zichtlijn van de radar ter hoogte van Het Gooi. In Figuur 12 is het verlies aan bereik zichtbaar van de radar van Leeuwarden als gevolg van de schaduwwerking van Windpark Fryslân. Tot slot toont Figuur 13 de radardetectiekansdiagrammen van beide radars. Door in de figuur het diagram van de radar van Soesterberg gedeeltelijk doorzichtig maken, wordt het gebied met verminderde dekking boven de kop van Noord Holland duidelijk zichtbaar.

Datum

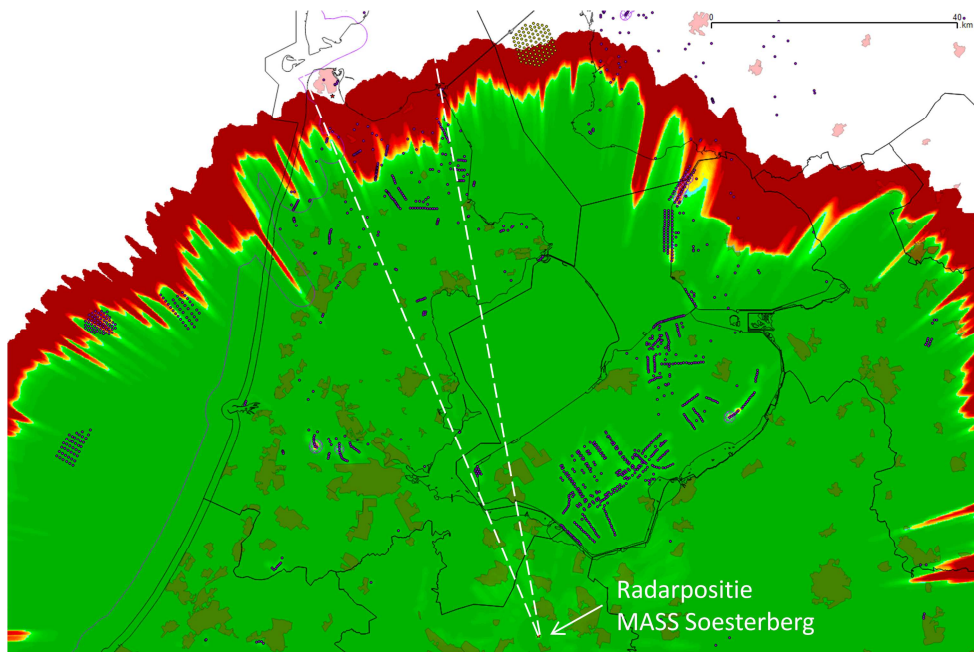
15 juli 2015

Onze referentie

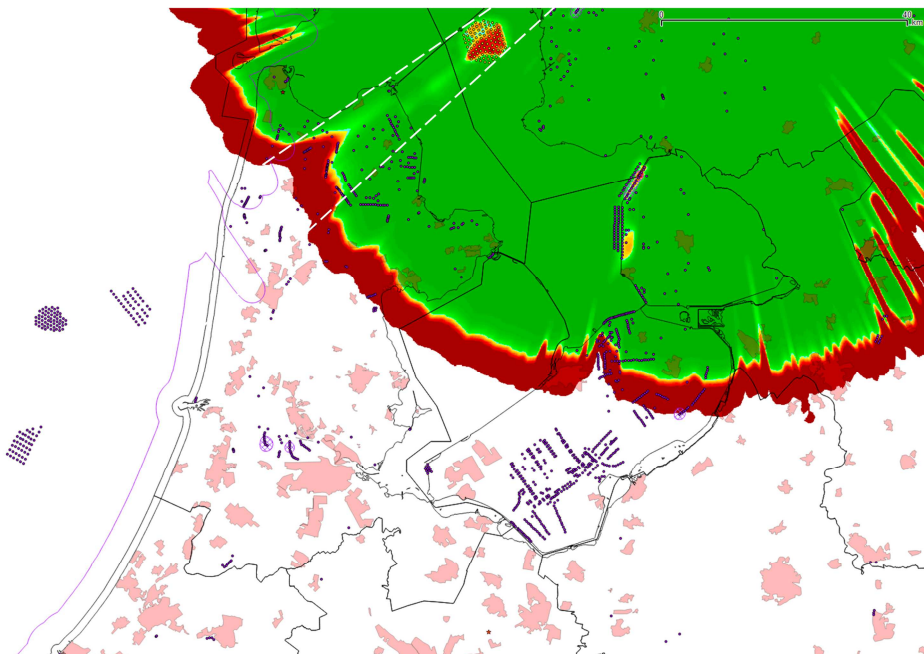
DHW-TS-2015-0100287567

Blad

17/30



Figuur 11 Detectiekans van alleen de MASS radar van Soesterberg berekend op 1000 voet in het schaduwgebied van het bouwplan nadat deze is gerealiseerd. Op dit figuur is detectiekansmiddeling toegepast. De stippellijnen geeft de sector aan met verminderd bereik.



Figuur 12 Detectiekans van alleen de MASS radar van Leeuwarden berekend op 1000 voet in het schaduwgebied van het bouwplan nadat deze is gerealiseerd. Op dit figuur is detectiekansmiddeling toegepast. De stippellijnen geeft de sector aan met verminderd bereik ten gevolge van de schaduwwerking van het Windpark Fryslân.

Datum

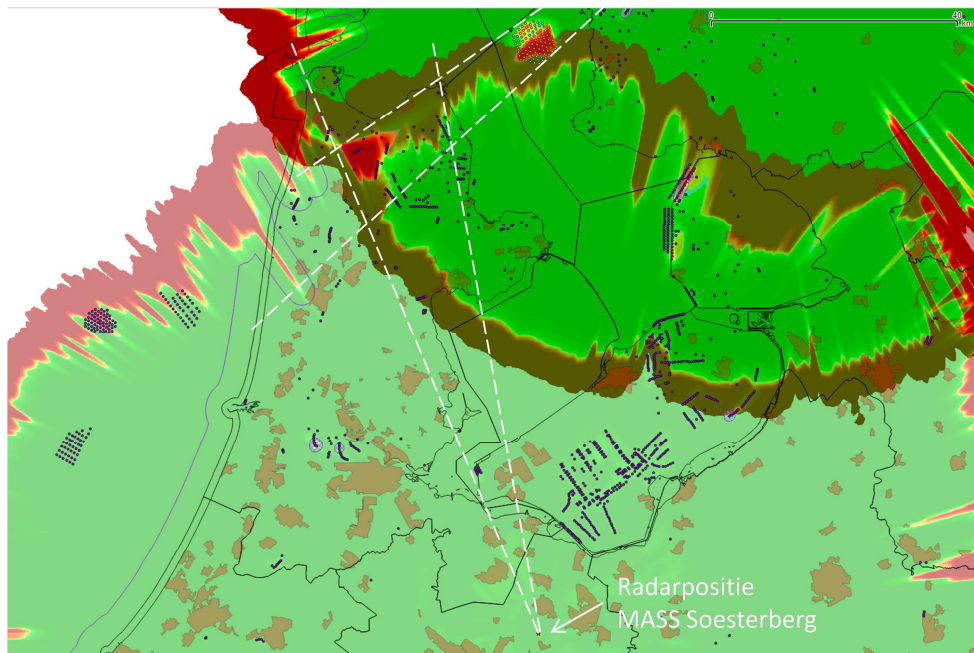
15 juli 2015

Onze referentie

DHW-TS-2015-0100287567

Blad

18/30



Figuur 13 Detectiekans van zowel de MASS radar van Soesterberg als Leeuwarden berekend op 1000 voet in het schaduwgebied van het bouwplan nadat deze is gerealiseerd. Op dit figuur is detectiekansmiddeling toegepast. Door het diagram van de radar van Soesterberg gedeeltelijk doorzichtig maken, wordt het gebied met verminderde dekking boven de kop van Noord Holland duidelijk zichtbaar.

Datum
15 juli 2015

Onze referentie
DHW-TS-2015-0100287567

Blad
19/30

5 Berekeningen MASS primaire verkeersleidingsradarnetwerk aangevuld met extra MASS radar De Kooy met de antenne op 20.67 m NAP.

Zoals uit de resultaten van de vorige paragraaf blijkt, ontstaat er na de realisatie van het bouwplan een significante overschrijding van de huidige 2015 norm. Om die reden wordt in deze paragraaf weergegeven in hoeverre een extra MASS radar ter hoogte van vliegbasis De Kooy voldoende mitigerend werkt, zie Figuur 14.



Figuur 14. De locaties van de bestaande vijf MASS verkeersleidingsradars (groene ruit) aangevuld met een extra MASS radar bij de Kooy (oranje ruit).

Voor de locatie is uitgegaan van de positie van de huidige secundaire radar op De Kooy, zie Figuur 15. Deze radar is eigendom van de Luchtverkeersleiding Nederland (LVNL) en staat op de nominatie om te worden verwijderd.

Datum

15 juli 2015

Onze referentie

DHW-TS-2015-0100287567

Blad

20/30



Figuur 15 De huidige secundaire radar op vliegbasis De Kooy in Den Helder.

De toegepaste locatiegegevens zijn als volgt (WGS 84):

- Latitude : 52.92468° N
- Longitude: 4.77623° O

De antennehoogte van de huidige secundaire radarantenne bedraagt 23.17 m ten opzichte van NAP. De antenneconfiguratie van een MASS radar bestaat uit een primaire radarantenne met daarbovenop een secundaire radarantenne, zie Figuur 1. Om de bestaande bouwhoogte niet te overschrijden is aangenomen dat de secundaire radar van de MASS radar niet hoger komt dan de huidige secundaire radarantenne. Het hoogteverschil tussen de primaire en secundaire radarantenne van de MASS is 2.5 m. Dit houdt in dat de hoogte van de primaire radarantenne niet hoger dan 20.67 m kan bedragen.

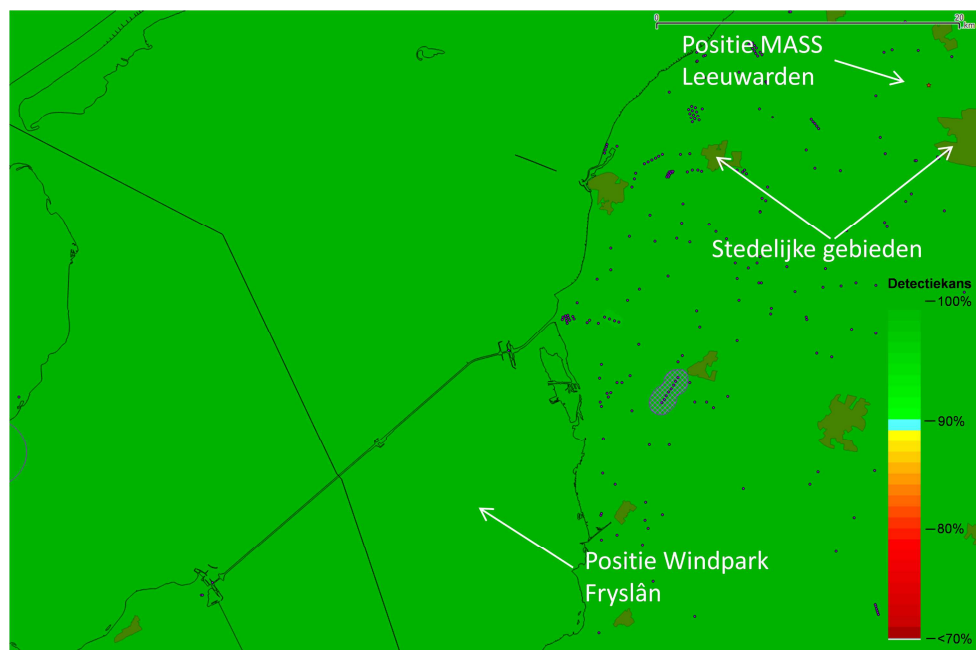
Datum
15 juli 2015

Onze referentie
DHW-TS-2015-0100287567

Blad
21/30

Detectiekans in de directe nabijheid van het bouwplan

In Figuur 16 wordt de detectiekans van het MASS primaire verkeersleidingsradarnetwerk van de baseline op 1000 voet getoond rond het nog te realiseren bouwplan. Het bestaande MASS radarnetwerk is aangevuld met een extra MASS radar op de vliegbasis De Kooy met een antennehoogte van 20.67 m NAP. Op deze resultaten is detectiekansmiddeling toegepast met een straal van 500 m. Figuur 17 toont de detectiekans voor hetzelfde gebied, na realisatie van het bouwplan. In Figuur 18 is het gebied vergroot weergegeven. De minimale detectiekans die door het Ministerie van Defensie wordt geëist bedraagt 90%. In groen gekleurde gebieden wordt aan deze eis voldaan. Ter hoogte van de locatie van het bouwplan en binnen het 1000 voet normgebied bedraagt de laagst waargenomen detectiekans 84%. Het bouwplan voldoet dus niet aan de thans gehanteerde 2015 norm.

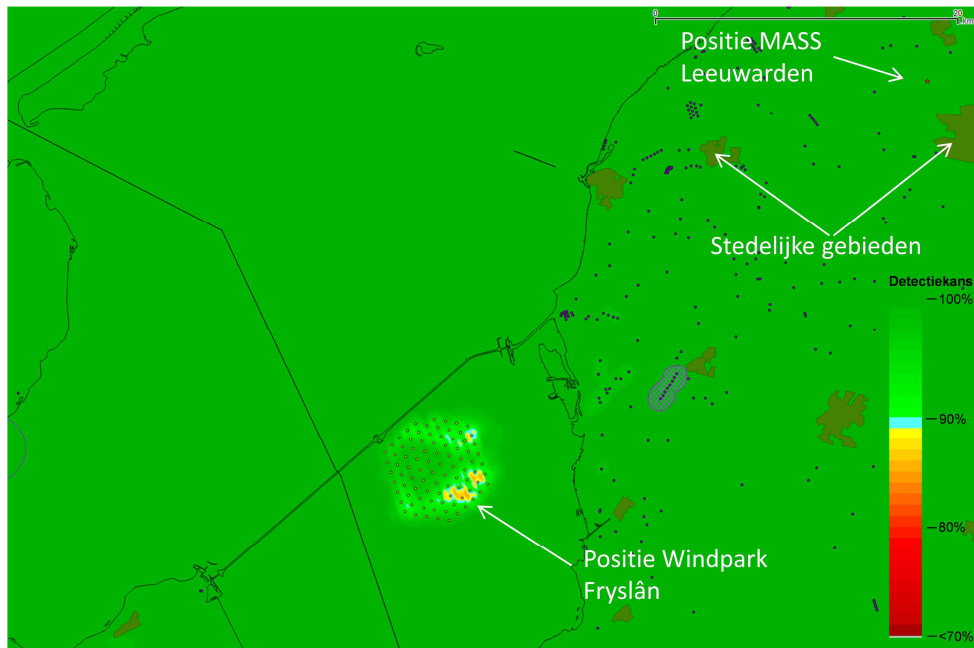


Figuur 16 Detectiekans van het MASS primaire verkeersleidingsradarnetwerk aangevuld met een extra radar op vliegbasis De Kooy op een antennehoogte van 20.67 m NAP op 1000 voet boven het bouwplan voordat dit is gerealiseerd (baseline).

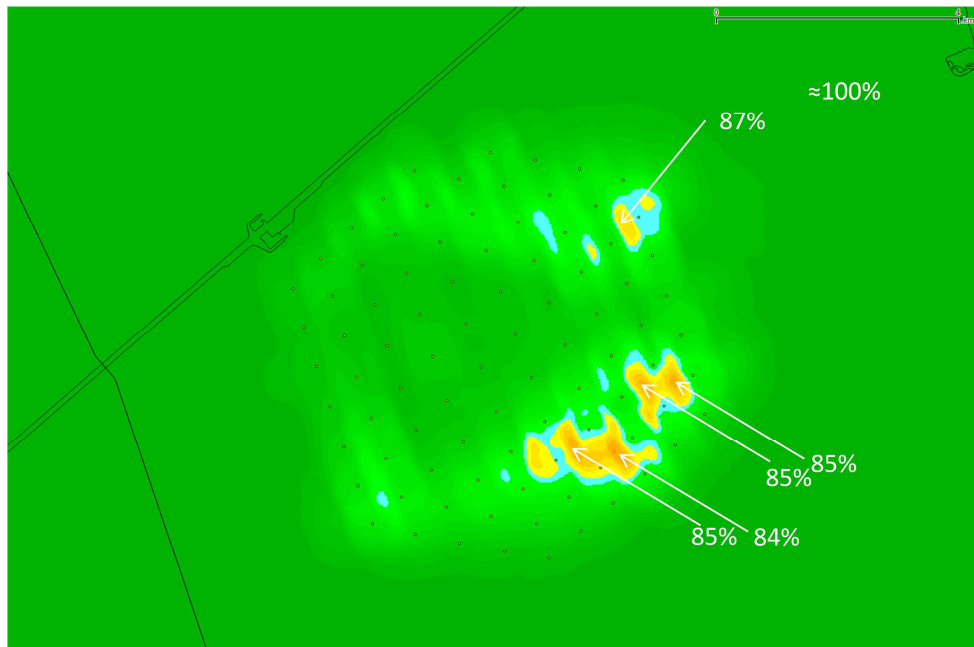
Datum
15 juli 2015

Onze referentie
DHW-TS-2015-0100287567

Blad
22/30



Figuur 17 Detectiekans van het MASS primaire verkeersleidingsradarnetwerk aangevuld met een extra radar op vliegbasis De Kooy op een antennehoogte van 20.67 m NAP op 1000 voet boven het bouwplan nadat deze is gerealiseerd. De locaties van de windturbines zijn aangegeven met gele stippen.



Figuur 18 Het gebied rond de turbines uit Figuur 17 groter weergegeven.

Datum
15 juli 2015

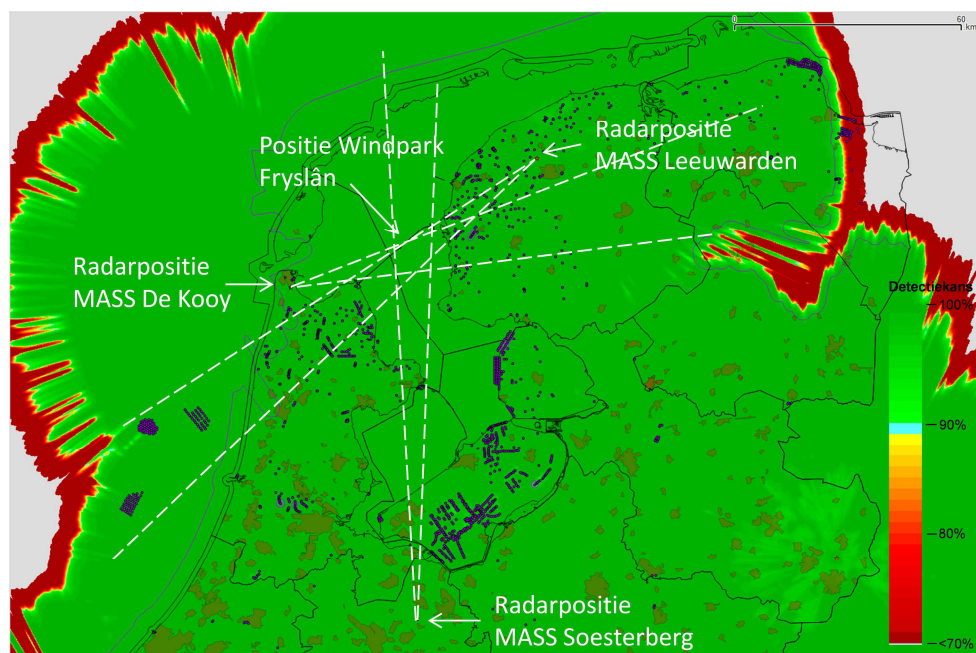
Onze referentie
DHW-TS-2015-0100287567

Blad
23/30

Detectiekans in de schaduw van het bouwplan

In Figuur 19 is de detectiekans op 1000 voet van het MASS primaire verkeersleidingsradarnetwerk uitgerekend voor de gebieden waar schaduw kan ontstaan ten gevolge van het nog te realiseren bouwplan. Het bestaande MASS radarnetwerk is aangevuld met een extra MASS radar op de vliegbasis De Kooy met een antennehoogte van 20.67 m NAP. Op deze resultaten is detectiekansmiddeling toegepast met een straal van 500 m. De stippellijnen afkomstig van de MASS posities van Leeuwarden, Soesterberg en De Kooy, lopend over het bouwplan, geven de zones aan waartussen een verminderde detectiekans zou kunnen ontstaan als gevolg van de schaduwwerking.

In Figuur 20 is de detectiekans berekend voor hetzelfde gebied na realisatie van het bouwplan. De figuur toont aan dat er geen verlies is aan maximum bereik en dat tevens het gebied boven de kop van Noord Holland met verminderde detectiekans niet meer aanwezig is. De radars te Leeuwarden en Soesterberg en de extra MASS radar op vliegbasis De Kooy ondersteunen elkaar dus in de schaduwgebieden. Het bouwplan voldoet daarmee nu wel aan de thans gehanteerde 2015 norm.



Figuur 19 Detectiekans van het MASS verkeersleidingsradarnetwerk aangevuld met een extra radar op vliegbasis De Kooy op een antennehoogte van 20.67 m NAP op 1000 voet in het schaduwgebied van het bouwplan voordat deze is gerealiseerd (baseline). Op dit figuur is detectiekansmiddeling toegepast. De stippellijnen geven aan waar de schaduw kan gaan ontstaan.

Datum

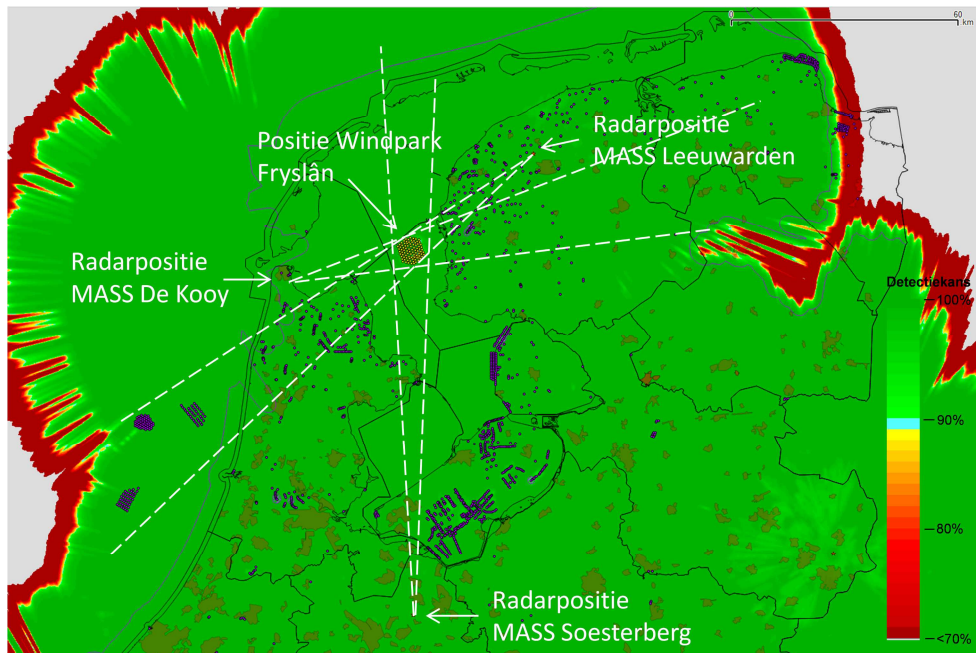
15 juli 2015

Onze referentie

DHW-TS-2015-0100287567

Blad

24/30



Figuur 20 Detectiekans van het MASS verkeersleidingsradarnetwerk aangevuld met een extra radar op vliegbasis De Kooy op een antennehoogte van 20.67 m NAP berekend op 1000 voet in het schaduwgebied van het bouwplan nadat deze is gerealiseerd. Op dit figuur is detectiekansmiddeling toegepast. De stippellijnen geven aan waar de schaduw kan ontstaan.

6 Berekeningen MASS primaire verkeersleidingsradarnetwerk aangevuld met extra MASS radar De Kooy met de antenne op 25 m NAP

Datum
15 juli 2015

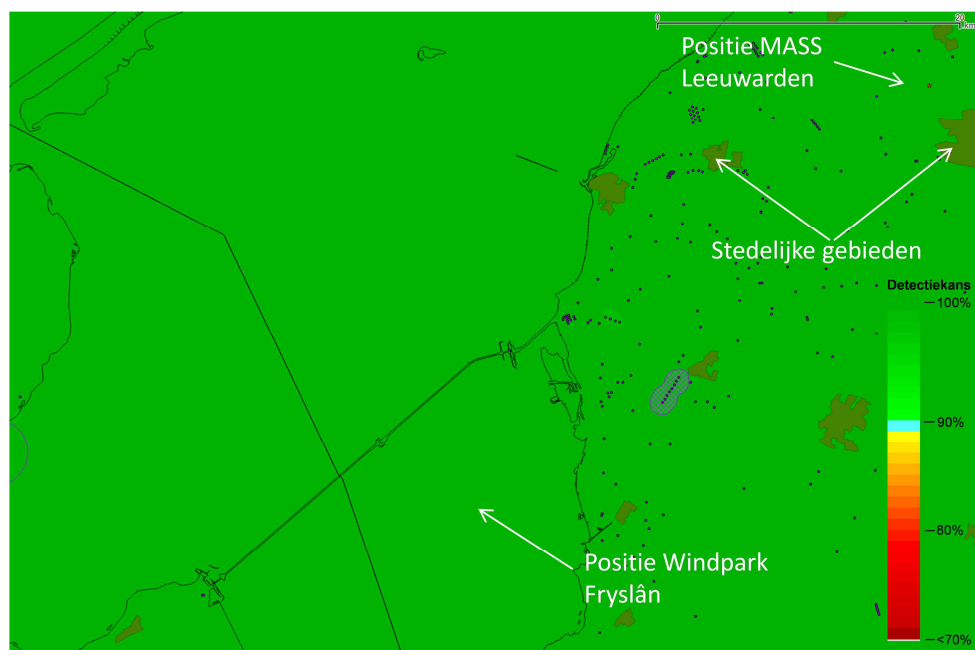
Onze referentie
DHW-TS-2015-0100287567

Blad
25/30

Uit de resultaten uit de vorige paragraaf blijkt dat het gebied met verminderde detectiekans boven de kop van Noord Holland is verdwenen door de ondersteuning van een extra MASS radar ter hoogte van vliegbasis De Kooy. De norm boven het windpark Fryslân wordt echter nog steeds overschreden. Om die reden is onderzocht in hoeverre een hogere antennepositie, in dit geval 25 m in plaats van 20.67 m ten opzichte van NAP, een betere dekking van de radar op De Kooy boven het park oplevert.

Detectiekans in de directe nabijheid van het bouwplan

In Figuur 21 wordt de detectiekans van het MASS primaire verkeersleidingsradarnetwerk van de baseline op 1000 voet getoond rond het nog te realiseren bouwplan. Het bestaande MASS radarnetwerk is aangevuld met een extra MASS radar op de vliegbasis De Kooy met een antennehoogte van 25 m NAP. Op deze resultaten is detectiekansmiddeling toegepast met een straal van 500 m. Figuur 22 toont de detectiekans voor hetzelfde gebied, na realisatie van het bouwplan. In Figuur 23 is het gebied vergroot weergegeven. De minimale detectiekans die door het Ministerie van Defensie wordt geëist bedraagt 90%. In groen gekleurde gebieden wordt aan deze eis voldaan. Ter hoogte van de locatie van het bouwplan en binnen het 1000 voet normgebied is er een detectiekans van 96% waarneembaar. Het bouwplan voldoet dus aan de thans gehanteerde 2015 norm.

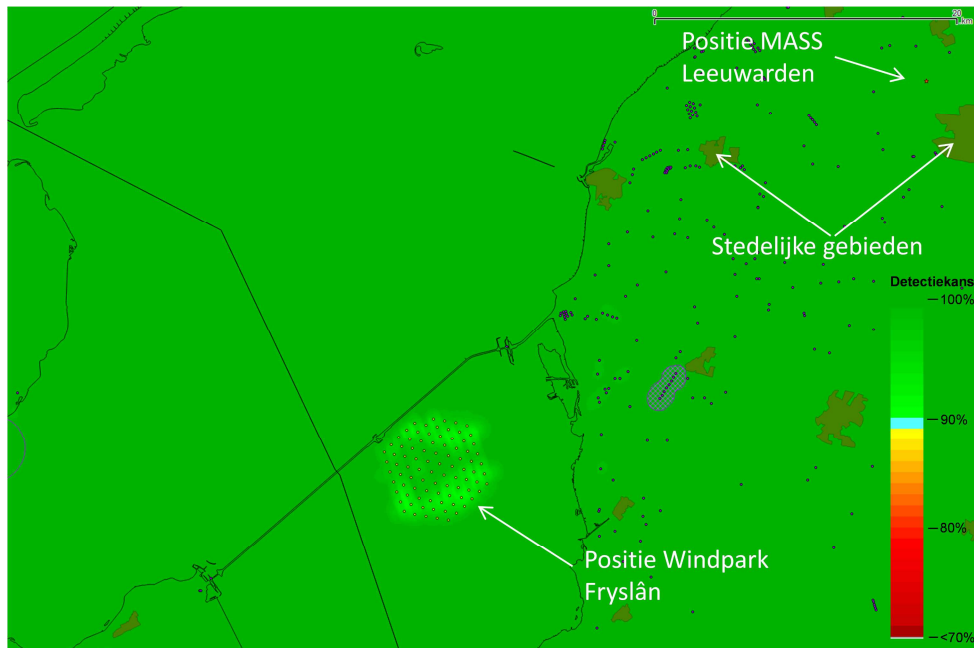


Figuur 21 Detectiekans van het MASS primaire verkeersleidingsradarnetwerk aangevuld met een extra radar op vliegbasis De Kooy op een antennehoogte van 25 m NAP op 1000 voet boven het bouwplan voordat dit is gerealiseerd (baseline).

Datum
15 juli 2015

Onze referentie
DHW-TS-2015-0100287567

Blad
26/30



Figuur 22 Detectiekans van het MASS primaire verkeersleidingsradarnetwerk aangevuld met een extra radar op vliegbasis De Kooy op een antennehoogte van 25 m NAP op 1000 voet boven het bouwplan nadat deze is gerealiseerd. De locaties van de windturbines zijn aangegeven met gele stippen.



Figuur 23 Het gebied rond de turbines uit Figuur 22 groter weergegeven.

Datum
15 juli 2015

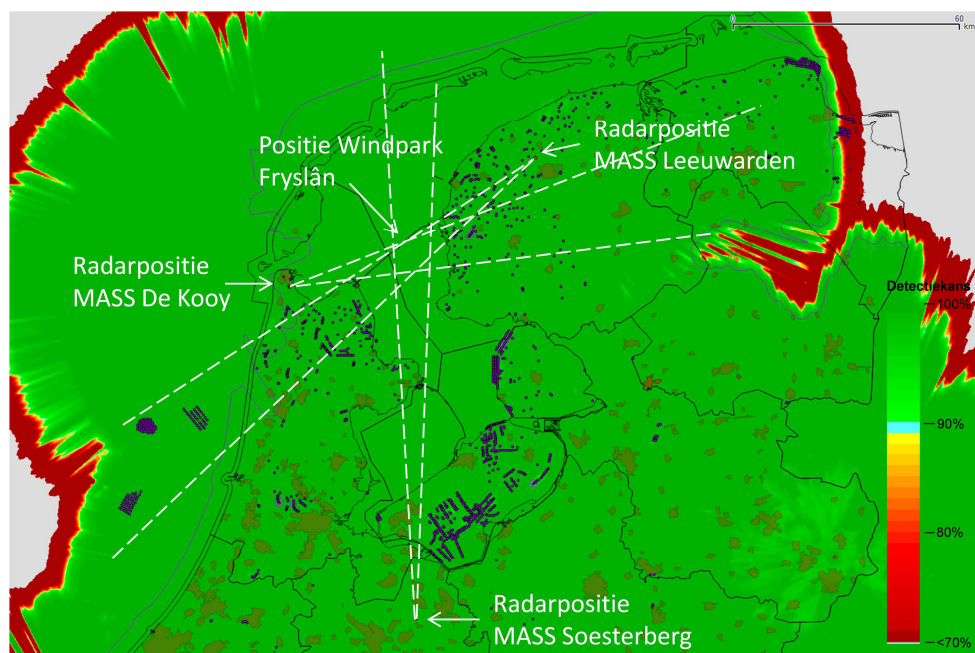
Onze referentie
DHW-TS-2015-0100287567

Blad
27/30

Detectiekans in de schaduw van het bouwplan

In Figuur 24 is de detectiekans op 1000 voet van het MASS primaire verkeersleidingsradarnetwerk uitgerekend voor de gebieden waar schaduw kan ontstaan ten gevolge van het nog te realiseren bouwplan. Het bestaande MASS radarnetwerk is aangevuld met een extra MASS radar op de vliegbasis De Kooy met een antennehoogte van 25 m NAP. Op deze resultaten is detectiekansmiddeling toegepast met een straal van 500 m. De stippellijnen afkomstig van de MASS posities van Leeuwarden, Soesterberg en De Kooy, lopend over het bouwplan, geven de zones aan waartussen een verminderde detectiekans zou kunnen ontstaan als gevolg van de schaduwwerking.

In Figuur 25 is de detectiekans berekend voor hetzelfde gebied na realisatie van het bouwplan. De figuur toont aan dat er geen verlies is aan maximum bereik en dat tevens het gebied boven de kop van Noord Holland met verminderde detectiekans niet meer aanwezig is. De radars te Leeuwarden en Soesterberg en de extra MASS radar opvliegbasis De Kooy ondersteunen elkaar in eventuele schaduwgebieden. Het bouwplan voldoet daarmee aan de thans gehanteerde 2015 norm.

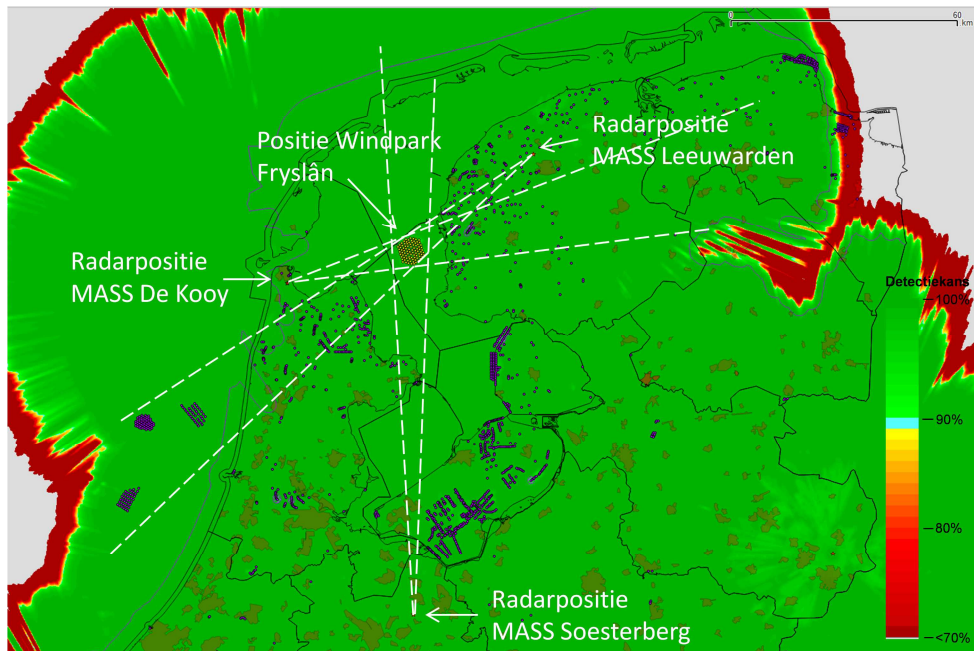


Figuur 24 Detectiekans van het MASS verkeersleidingsradarnetwerk aangevuld met een extra radar op vliegbasis De Kooy op een antennehoogte van 25 m NAP op 1000 voet in het schaduwgebied van het bouwplan voordat deze is gerealiseerd (baseline). Op dit figuur is detectiekansmiddeling toegepast. De stippellijnen geven aan waar de schaduw kan gaan ontstaan.

Datum
15 juli 2015

Onze referentie
DHW-TS-2015-0100287567

Blad
28/30



Figuur 25 Detectiekans van het MASS verkeersleidingsradarnetwerk aangevuld met een extra radar op vliegbasis De Kooy op een antennehoogte van 25 m NAP berekend op 1000 voet in het schaduwgebied van het bouwplan nadat deze is gerealiseerd. Op dit figuur is detectiekansmiddeling toegepast. De stippellijnen geven aan waar de schaduw kan ontstaan.

Datum

15 juli 2015

Onze referentie

DHW-TS-2015-0100287567

Blad

29/30

7 Rekenmethode MPR gevechtsleidingsradar Wier

Een vergelijkbare methodiek als bij de MASS radarketen is toegepast bij de MPR te Wier. Voor de radar wordt echter slechts één toetsingshoogte van 1000 voet aangehouden. Daarnaast wordt geen rekening gehouden met een eventuele ondersteunende dekking van de MPR radar te Nieuw Milligen.

Als referentie zijn ook de radardetectiekansdiagrammen berekend voor de zogenaamde baseline situatie, dat wil zeggen, rekening houdend met alle bestaande windturbines en dus voor realisatie van het bouwplan. Het baseline-bestand van windturbines geeft de situatie aan binnen Nederland, vastgelegd in begin januari 2015, door Windstats². 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. Het bouwplan wordt daar vervolgens aan toegevoegd en voor beide situaties (baseline en baseline met bouwplan) worden detectiediagrammen berekend. 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.

Conclusies over de detectiekans van de MPR gevechtsleidingsradar te Wier ten gevolge van het bouwplan

De resultaten van deze berekeningen kunnen niet worden overhandigd omdat deze gerubriceerd zijn.

Twee mogelijke optredende effecten zijn onderzocht, de conclusie van deze berekeningen is als volgt:

1. Reductie van de detectiekans ter hoogte van het bouwplan:
De detectiekans is na realisatie van het bouwplan op de toetsingshoogte van 1000 voet binnen de thans gehanteerde 2015 norm gebleven.
2. Reductie van het maximum bereik ten gevolge van de schaduwwerking van het bouwplan:
Het verlies aan maximum bereik van de radar op deze hoogte in de sector waarin schaduwwerking optreedt, overschrijdt na realisatie van het bouwplan de thans gehanteerde 2015 norm.

² Voor meer informatie, zie <http://www.windstats.nl/>



Datum

15 juli 2015

Onze referentie

DHW-TS-2015-0100287567

Blad

30/30

8 Afkortingen

AHN	Actueel Hoogtebestand Nederland
CTR	Controlled Traffic Region
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