

Retouradres: Postbus 96864, 2509 JG Den Haag

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

**Onderwerp**

Radarverstoringsonderzoek windpark Oostpolder Eemshaven

Geachte heer Edink,

Bijgaand ontvangt u onze rapportage aangaande het radarverstoringsonderzoek voor het windpark Oostpolder, nabij de Eemshaven in de gemeente Eemsmond, Groningen.

*Het bouwplan*

Het bouwplan betreft alle wijzigingen ten opzichte van de huidige situatie die betrekking hebben op het te bouwen windturbinepark. In dit rapport zullen deze wijzigingen worden aangeduid als 'het bouwplan'. Aangezien er in dit stadium van de ontwikkeling nog geen definitieve keuze is gemaakt over de opstelling van de windturbine, zijn de berekeningen uitgevoerd voor twee voorkeursalternatieven: VKA1 bestaande uit in totaal 15 turbines en VKA2 bestaande uit in totaal 20 turbines. Bij VKA1 wordt tegelijkertijd één windturbine verwijderd en bij VKA2 worden 10 windturbines verwijderd. De coördinaten van de verwijderde en geplaatste windturbines zijn verderop gegeven. Omdat ook de keuze van het type windturbine nog niet bekend is, is voor de afmetingen van de windturbines uitgegaan van een windturbine uit de 5-6 MW klasse. Dit is een windturbine met worst-case afmetingen, samengesteld uit het op dit moment bij TNO beschikbare windturbinebestand met een opgewekt vermogen tussen de 4.5 en 6.4 MW, een ashoogte van 166 m en een rotordiameter van 145 m. De toepassing van een windturbine met worst case afmetingen houdt in dat de berekende effecten op de radars altijd minder zullen zijn, als bij de keuze van de specifieke windturbine het opgewekt vermogen, maximale ashoogte en rotordiameter niet wordt overschreden.

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.

**Defensie & Veiligheid**

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

[www.tno.nl](http://www.tno.nl)

T +31 88 866 10 00

**Datum**

27 maart 2017

**Onze referentie**

DHW-TS-2017-0100304491

**E-mail**

[onno.vangent@tno.nl](mailto:onno.vangent@tno.nl)

**Doorkiesnummer**

+31 88 866 40 25

**Projectnummer**

060.26471/01.09.01

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 verzoek zenden wij u deze toe.

Handelsregisternummer 27376655.

**Datum**  
27 maart 2017

**Onze referentie**  
DHW-TS-2017-0100304491

**Blad**  
2/20

De analyse is dan ook uitgevoerd voor het Military Approach Surveillance System (MASS) radarnetwerk, bestaande uit een vijftal verkeersleidingsradarsystemen verspreid over Nederland. Sinds 1 januari 2017 wordt dit MASS radarnetwerk aangevuld met de civiele Terminal Approach Radar (TAR) West verkeersleidingsradar te Schiphol. De analyse is uitgevoerd voor één situatie: (1) Het Military Approach Surveillance System (MASS) radarnetwerk, bestaande uit een vijftal verkeersleidingsradarsystemen verspreid over Nederland aangevuld met de civiele TAR West bij Schiphol.

**Resultaten verkeersleidingsradarsystemen MASS en TAR West**

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 m<sup>2</sup>. Twee mogelijke optredende effecten zijn onderzocht:

1. Reductie van de detectiekans ter hoogte van het bouwplan:

Na realisatie van het bouwplan is er op de toetsingshoogte van 1000 voet een de detectiekans geconstateerd van 96% ter hoogte of in de directe nabijheid van het bouwplan VKA1. Ter hoogte of in de directe nabijheid van het bouwplan VKA2 is er op de toetsingshoogte van 1000 voet een detectiekans geconstateerd van 97%. Beide bouwplannen voldoen dus aan de thans gehanteerde 2017 norm.

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

Voor de radar van Leeuwarden is er een afname van het maximum bereik door schaduw van zowel bouwplan VKA1 als bouwplan VKA2 van ca. 50 m. Deze afnames vinden plaats buiten het toetsingsgebied. Zowel bouwplan VKA1 als bouwplan VKA2 voldoet dus aan de thans gehanteerde 2017 norm.

Details vindt u in bijgaande documentatie.

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**  
27 maart 2017

**Onze referentie**  
DHW-TS-2017-0100304491

**Blad**  
3/20

## 1 Locatie- en radargegevens

De locaties van de te toetsen windturbines van de bouwplan VKA 1 zijn weergegeven in Tabel 1 en die van VKA2 in Tabel 2. De weergegeven coördinaten van de te verwijderen windturbines bij de Oostpolderweg (OP) zijn en windpark Westereems (WE) zijn eveneens opgenomen in de tabel en zijn afkomstig van het Windstats.nl bestand. De rijksdriehoek coördinaten en fundatiehoogtes van de te plaatsen windturbines zijn afkomstig van de opdrachtgever. De WGS 84 coördinaten zijn hiervan afgeleid. Voor de fundatiehoogte is ervan uitgegaan dat deze 1 m boven het maaiveld komt te liggen.

Tabel 1 Locatiegegevens van het bouwplan VKA1 zoals opgegeven door de opdrachtgever.

Nr	ID	Rijksdriehoekstelsel		WGS 84 coördinaten		Fundatiehoogte t.o.v. NAP [m]
		X [m]	Y [m]	Latitude [°]	Longitude [°]	
Verwijderd:						
1	OP1	251918	604799	53,42064	6,84502	0,3
Nieuw						
1	VKA1.1	251679	606481	53,43579	6,84194	2,9
2	VKA1.2	252191	606316	53,43421	6,84959	2,7
3	VKA1.3	252640	606079	53,43200	6,85627	2,6
4	VKA1.4	252891	605613	53,42777	6,85991	2,5
5	VKA1.5	247910	607020	53,44130	6,78540	2,5
6	VKA1.6	248500	606952	53,44058	6,79426	2,5
7	VKA1.7	249086	606838	53,43946	6,80304	2,4
8	VKA1.8	249597	606724	53,43834	6,81070	2,6
9	VKA1.9	250131	606584	53,43699	6,81869	2,4
10	VKA1.10	250661	606425	53,43547	6,82661	2,6
11	VKA1.11	251175	606238	53,43369	6,83429	2,3
12	VKA1.12	251655	606010	53,43156	6,84144	2,2
13	VKA1.13	252082	605684	53,42855	6,84776	1,9
14	VKA1.14	252404	605290	53,42495	6,85248	2,2
15	VKA1.15	251732	604852	53,42114	6,84224	2,5

**Datum**  
27 maart 2017

**Onze referentie**  
DHW-TS-2017-0100304491

**Blad**  
4/20

Tabel 2 Locatiegegevens van het bouwplan VKA2 zoals opgegeven door de opdrachtgever.

Nr	ID	Rijksdriehoekstelsel		WGS 84 coördinaten		Fundatiehoogte t.o.v. NAP [m]
		X [m]	Y [m]	Latitude [°]	Longitude [°]	
Verwijderd:						
1	OP1	251918	604799	53,42064	6,84502	0,3
2	WE52	251272	606963	53,44019	6,83597	-0,8
3	WE54	250558	607136	53,44188	6,82528	-0,7
4	WE55	250212	607201	53,44252	6,82009	-0,6
5	WE56	249862	607251	53,44303	6,81484	-0,6
6	WE57	249509	607302	53,44355	6,80954	-0,7
7	WE58	249206	607349	53,44403	6,80500	-0,7
8	WE59	248840	607403	53,44458	6,79951	-0,7
9	WE60	248443	607404	53,44466	6,79354	-0,7
10	WE61	248126	607371	53,44442	6,78876	-0,9
Nieuw:						
1	VKA1.1	250680	606491	53,43606	6,82692	2,4
2	VKA1.2	251196	606296	53,43421	6,83462	2,3
3	VKA1.3	251688	606042	53,43184	6,84194	2,6
4	VKA1.4	252082	605684	53,42855	6,84776	2,7
5	VKA1.5	252427	605295	53,42500	6,85283	2,6
6	VKA1.6	251732	604852	53,42114	6,84224	2,8
7	VKA1.7	249594	606725	53,43835	6,81065	2,5
8	VKA1.8	250121	606623	53,43734	6,81855	2,7
9	VKA1.9	251706	606570	53,43658	6,84237	2,6
10	VKA1.10	252197	606333	53,43436	6,84969	2,3
11	VKA1.11	252625	606025	53,43152	6,85603	3,5
12	VKA1.12	251157	606782	53,43858	6,83418	2,5
13	VKA1.13	247827	606909	53,44032	6,78412	2,7
14	VKA1.14	248126	607315	53,44391	6,78874	2,5
15	VKA1.15	248805	607337	53,44399	6,79896	2,7
16	VKA1.16	248451	606902	53,44014	6,79351	2,3
17	VKA1.17	249437	607239	53,44300	6,80844	2,3
18	VKA1.18	249064	606819	53,43929	6,80271	2,2
19	VKA1.19	250512	607025	53,44088	6,82455	2,3
20	VKA1.20	249999	607151	53,44211	6,81687	2,6

De locatie van de te verwijderen windturbine voor VKA1 is weergegeven in Figuur 1. De windturbine is van het type V47 van Vestas en heeft een vermogen van 660 kW. De ashoogte en rotordiameter bedragen respectievelijk 40 m en 47 m.

De locatie van de te verwijderen windturbines voor VKA2 zijn weergegeven in Figuur 2. De windturbines zijn van het type E-82 van Enercon en hebben elk een vermogen van 3 MW. De ashoogte en rotordiameter bedragen respectievelijk 98 m en 82 m.

**Datum**

27 maart 2017

**Onze referentie**

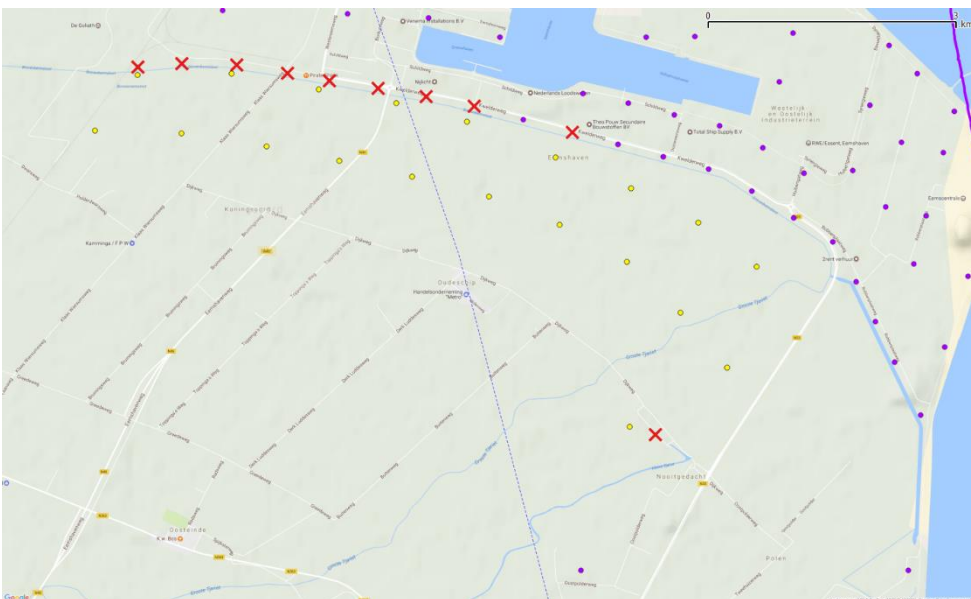
DHW-TS-2017-0100304491

**Blad**

5/20



*Figuur 1 De bij VKA1 te verwijderen windturbine V47 660 kW windturbine is gemarkeerd met een rood kruis. De in paars gemarkeerde locaties komen overeen met de bestaande windturbines volgens het Windstats.nl bestand. De gele stippen geven de VKA1 locaties aan van de 15 nieuwe windturbines. [Google Earth]*



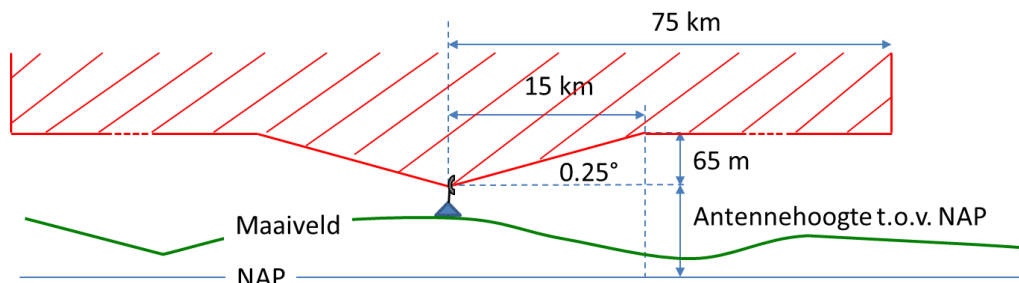
*Figuur 2 De 10 bij VKA2 te verwijderen E-82 3 MW windturbines zijn gemarkeerd met een rood kruis. De paars gemarkeerde locaties komen overeen met de bestaande windturbines volgens het Windstats.nl bestand. De gele stippen geven de VKA2 locaties aan van de 20 nieuwe windturbines [Google Earth].*

Het Ministerie van Defensie hanteert een zogenaamd toetsingsvolume dat reikt tot aan 75 km rondom de verkeersleidingsradars en de gevechtsleidingsradars. Het profiel van het toetsingsvolume is weergegeven in Figuur 3. 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**  
27 maart 2017

**Onze referentie**  
DHW-TS-2017-0100304491

**Blad**  
6/20



*Figuur 3. Het toetsingsprofiel (niet op schaal) zoals gehanteerd door het Ministerie van Defensie rondom elk van de militaire radarsystemen.*

De gevechtsleidingsradars zullen binnenkort worden vervangen, waarbij de radarlocatie Nieuw Milligen wordt verplaatst naar Herwijnen. Deze nieuwe locatie is per 1 juli 2016 in de Rarro opgenomen en is dan ook meegenomen in deze toetsing. Begin 2017 zal de nieuwe Terminal Approach Radar, TAR West bij Schiphol operationeel worden. Per 1 januari 2017 is deze radar opgenomen in het MASS verkeersleidingsradarnetwerk. Omdat het geen militaire radar is, geldt er rond deze radar geen toetsingsprofiel zoals weergegeven in Figuur 3. De toetsingsplicht voor deze radar zijn vastgelegd in het Luchtvaart Inpassingsbesluit (LIB) van Schiphol. De locatiegegevens van de verkeersleidingsradarsystemen en de gevechtsleidingsradars worden weergegeven in Tabel 3. In deze tabel zijn zowel de antennehoogtes aangegeven die aangehouden worden voor de bepaling van het toetsingsprofiel als ook de feitelijke antennehoogtes van de primaire radarantenne, toegepast in de detectiekansberekeningen.

*Tabel 3 Locatiegegevens van de vijf MASS radars, de TAR west en de gevechtsleidingsradars te Nieuw Milligen en Wier, de aangehouden antennehoogte voor het toetsingsprofiel en de toepaste feitelijke hoogte van de primaire radarantenne. De gevechtsleidingsradars zullen binnenkort worden vervangen, waarbij de radarpositie Nieuw Milligen wordt verplaatst naar Herwijnen.*

Radar	Coördinaten Rijksdriehoekstelsel		Antennehoogte toetsingsprofiel t.o.v. NAP	Feitelijke antennehoogte t.o.v. NAP
	X [m]	Y [m]	[m]	[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
TAR West Schiphol	109603	482283	n.v.t.	34.0
Nieuw Milligen (MPR)	179258	471774	53	Gerubriceerd*
Wier (MPR)	170509	585730	24	Gerubriceerd*
Herwijnen (MPR)	137106	427741	25	Gerubriceerd*

\* deze gegevens zijn bekend bij defensie

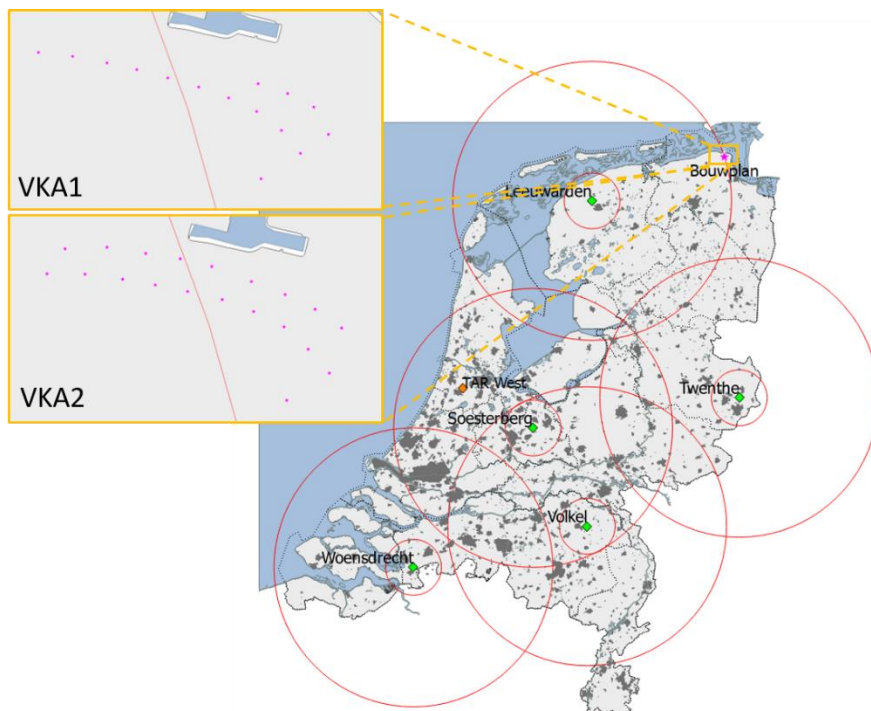
**Datum**  
27 maart 2017

**Onze referentie**  
DHW-TS-2017-0100304491

**Blad**  
7/20

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 km<sup>2</sup>. Buiten deze gebieden is de hoogte gelijk aan het maaiveld. 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. Een uitzondering hierop vormt het gebied rondom Schiphol, inclusief de Zuidas van Amsterdam. In dit gebied is het hoogtebestand aangevuld met het de AHN-2 data en bevat de bebouwing tot 2010. 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). Het kan voorkomen dat 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. In dat geval wordt dit deel van het bouwplan niet meegenomen in de berekening.

De 15 en 75 km cirkels rond de MASS radarsystemen en de stedelijke gebieden volgens het AHN-1 bestand zijn weergegeven in Figuur 4. De 15 en 75 km cirkels rond de gevechtsleidingsradars en de stedelijke gebieden volgens het AHN-1 bestand zijn weergegeven in Figuur 5.

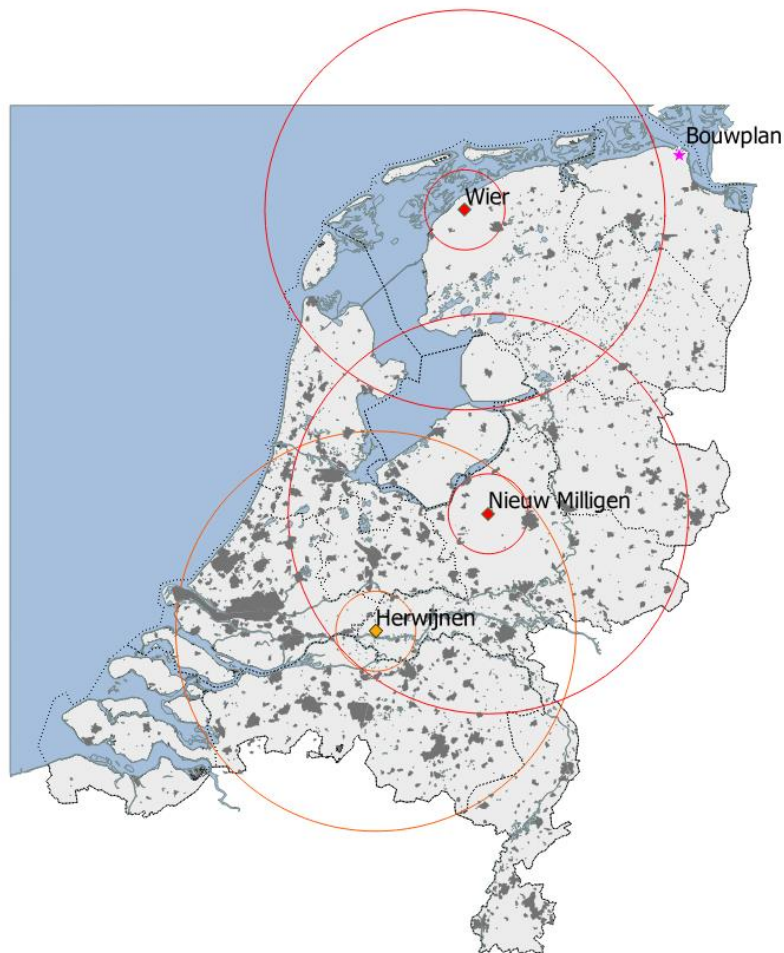


*Figuur 4. Locaties van de vijf MASS verkeersleidingsradarsystemen (groene ruit) met daaromheen de 15 en 75 km cirkels. De TAR West radar bij Schiphol is aangegeven met een oranje ruit. De donkergrijze vlakken zijn de in de AHN-1 gedefinieerde stedelijke gebieden. De ligging van de te toetsen bouwplannen is aangegeven met een roze ster.*

**Datum**  
27 maart 2017

**Onze referentie**  
DHW-TS-2017-0100304491

**Blad**  
8/20



*Figuur 5. Locaties van de twee MPR gevechtsleidingsradars (rode ruit) en de nieuwe locatie Herwijnen (oranje 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 gedeeltelijk binnen de 75 km cirkel rond de MASS radar van Leeuwarden en buiten de 75 km cirkels rond de gevechtsleidingsradar locaties Wier, Nieuw Milligen en de nieuwe locatie Herwijnen. Daarnaast zijn de tiphoogtes van alle te toetsen windturbines groter dan de in Figuur 3 aangegeven hoogte. Het onderhavige bouwplan dient derhalve getoetst te worden voor alleen het verkeersleidingsradarnetwerk.



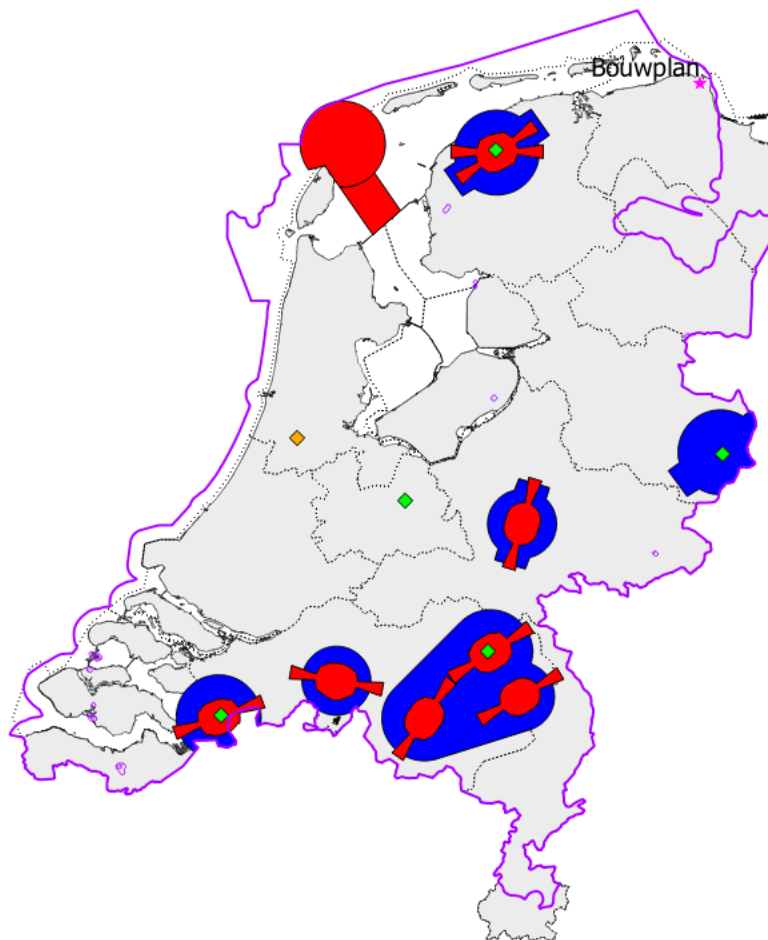
**Datum**  
27 maart 2017

**Onze referentie**  
DHW-TS-2017-0100304491

**Blad**  
9/20

## 2 Rekenmethode verkeersleidingsradarnetwerk voor defensie

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 militaire vliegvelden in Nederland. Op een hoogte van 1000 voet dient er, met enige uitzonderingen, landelijke dekking te zijn. In Figuur 6 worden de normhoogtegebieden getoond.



*Figuur 6. De ligging van de te toetsen bouwplannen is aangegeven met een ster en de ligging van de thans gehanteerde 2017 normhoogtes op 300 voet (rood) en 500 voet (blauw). Op 1000 voet (paars) dient het verkeersleidingsradarnetwerk, op enkele uitzonderingen na, een landelijke dekking te hebben. Tevens zijn op deze kaart met een groene markering de locaties aangegeven van het verkeersleidingsradarnetwerk bestaande uit een vijftal MASS radarsystemen en in oranje de TAR West radar te Schiphol.*

Het bouwplan ligt binnen het normgebied van 1000 voet.

De detectiekans van de vijf radarsystemen te Leeuwarden, Twenthe, Soesterberg, Volkel en Woensdrecht, aangevuld met de TAR West van Schiphol is conform de met Defensie overeengekomen rekenmethode gesimuleerd in één radarnetwerk, waarbij de radars elkaar eventueel ondersteuning kunnen bieden bij de detectie van radarobjecten. Daarbij wordt 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 2017, door Windstats. 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.

**Datum**

27 maart 2017

**Onze referentie**

DHW-TS-2017-0100304491

**Blad**

10/20

**Datum**  
27 maart 2017

**Onze referentie**  
DHW-TS-2017-0100304491

**Blad**  
11/20

### 3 Berekeningen radardetectiekans diagrammen

#### Gegevens windturbine

Voor de bepaling van de effecten op de radars is de *worst-case* windturbine uit de 5-6 MW klasse genomen. TNO heeft deze windturbine met *worst-case* afmetingen gedefinieerd uit de reeks turbines die TNO thans in haar bestand heeft op basis van het opgewekt vermogen tussen de 4.5 en 6.4 MW en de door de opdrachtgever opgegeven ashoogte van 166 m en rotordiameter van 145 m. Bij toepassing van een specifieke windturbine met realistische afmetingen uit een zelfde of lagere vermogensklasse en waarbij de maximaal getoetste ashoogte en rotordiameter niet wordt overgeschreden, zullen de berekende effecten op de radars geringer zijn.

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 4 is de maatvoering weergegeven van de te toetsen windturbine, noodzakelijk voor de juiste modellering.

*Tabel 4 De afmetingen van de 5-6 MW worst-case windturbine met een ashoogte van 166 m en een rotordiameter van 145 m.*

Onderdeel	Afmeting [m]
Ashoogte*	166,0
Tiphoogte*	238,5
Breedte gondel	6,0
Lengte gondel	24,1
Hoogte gondel	8,8
Diameter mast onder	15,5
Diameter mast boven	5,4
Lengte mast	161,6
Lengte wijk	72,5
Breedte wijk	3,8

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

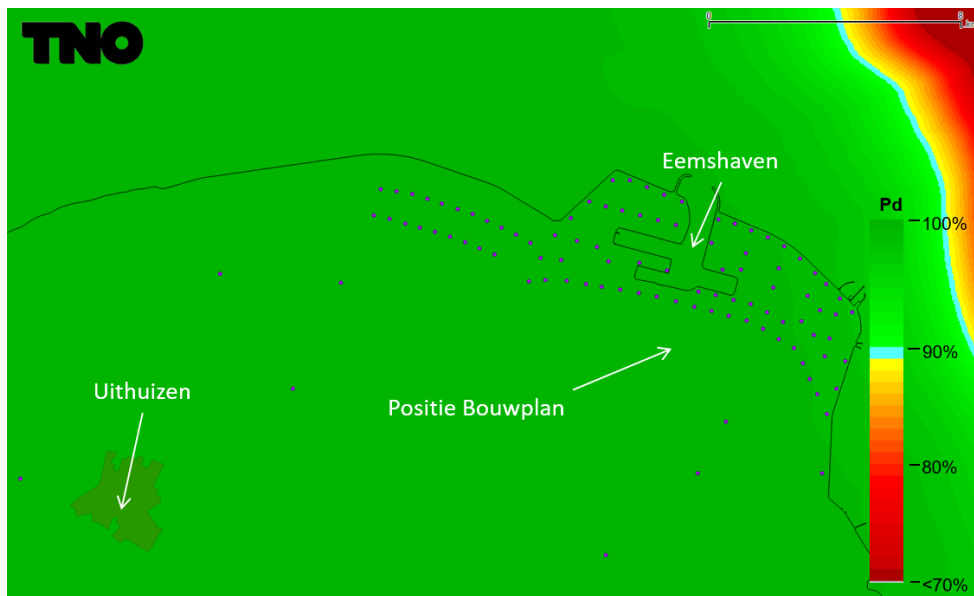
**Datum**  
27 maart 2017

**Onze referentie**  
DHW-TS-2017-0100304491

**Blad**  
12/20

Detectiekans van het MASS en TAR West primaire verkeersleidingsradarnetwerk in de directe nabijheid van het bouwplan VKA1

In Figuur 7 wordt de detectiekans van het MASS en TAR West primaire verkeersleidingsradarnetwerk van de baseline op 1000 voet getoond rond het nog te realiseren bouwplan VKA1. Op deze resultaten is detectiekansmiddeling toegepast met een straal van 500 m. Figuur 8 toont de detectiekans voor hetzelfde gebied, na realisatie van het bouwplan. In Figuur 9 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 de kleinste berekende detectiekans 96%. Het bouwplan voldoet dus aan de thans gehanteerde 2017 norm.

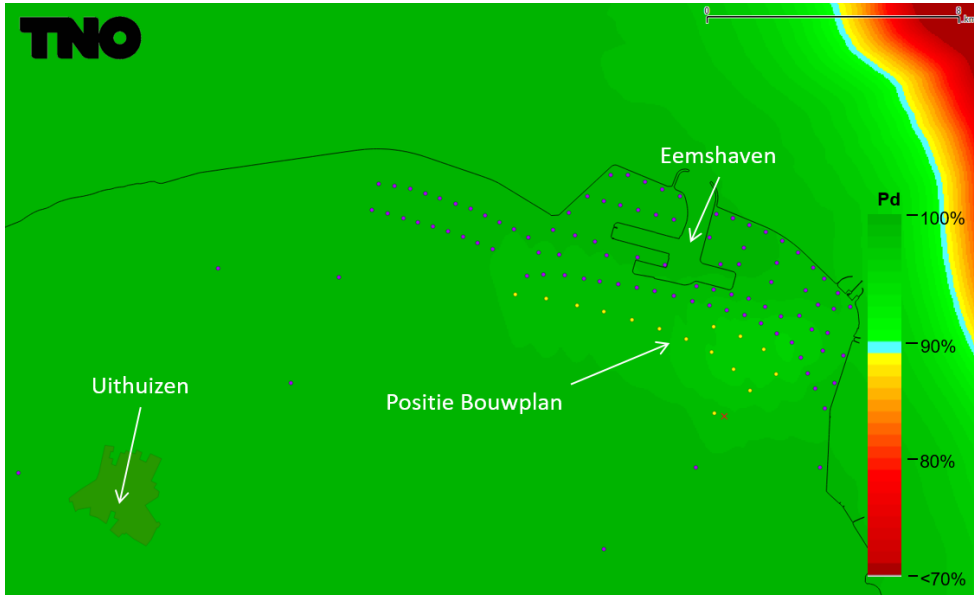


*Figuur 7 Detectiekans van het MASS en TAR West verkeersleidingsradarnetwerk op 1000 voet boven het bouwplan voordat deze is gerealiseerd (baseline). Op deze figuur is detectiekansmiddeling toegepast.*

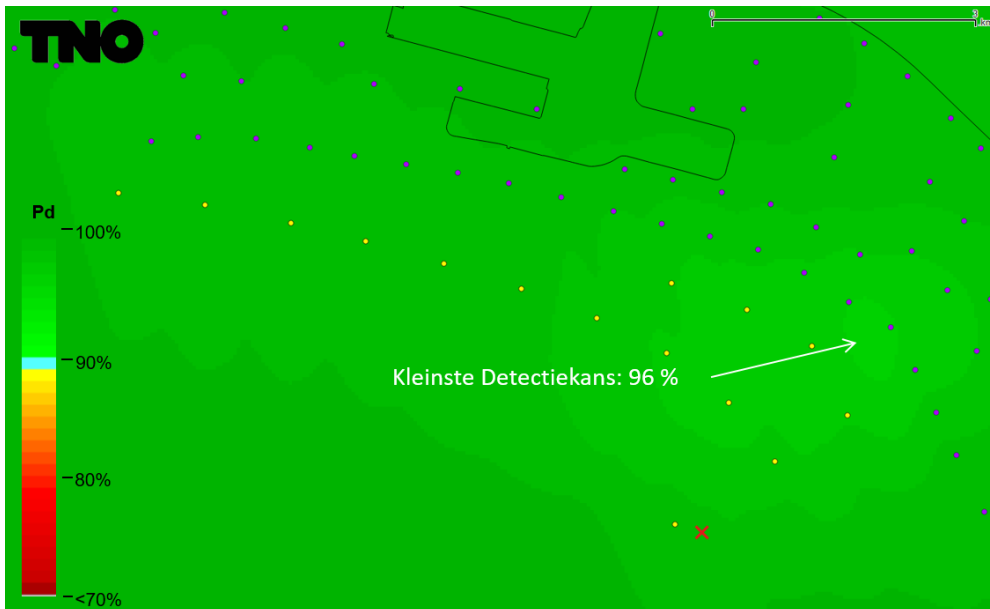
**Datum**  
27 maart 2017

**Onze referentie**  
DHW-TS-2017-0100304491

**Blad**  
13/20



**Figuur 8** Detectiekans van het MASS primaire verkeersleidingsradarnetwerk op 1000 voet boven het bouwplan nadat deze is gerealiseerd. De locaties van nieuwe windturbines zijn aangegeven met gele stippen. De verwijderde turbine is weergegeven met een rood kruis en reeds bestaande turbines met paarse stippen. Op deze figuur is detectiekansmiddeling toegepast.



**Figuur 9** Het gebied rond het bouwplan uit Figuur 8 groter weergegeven.

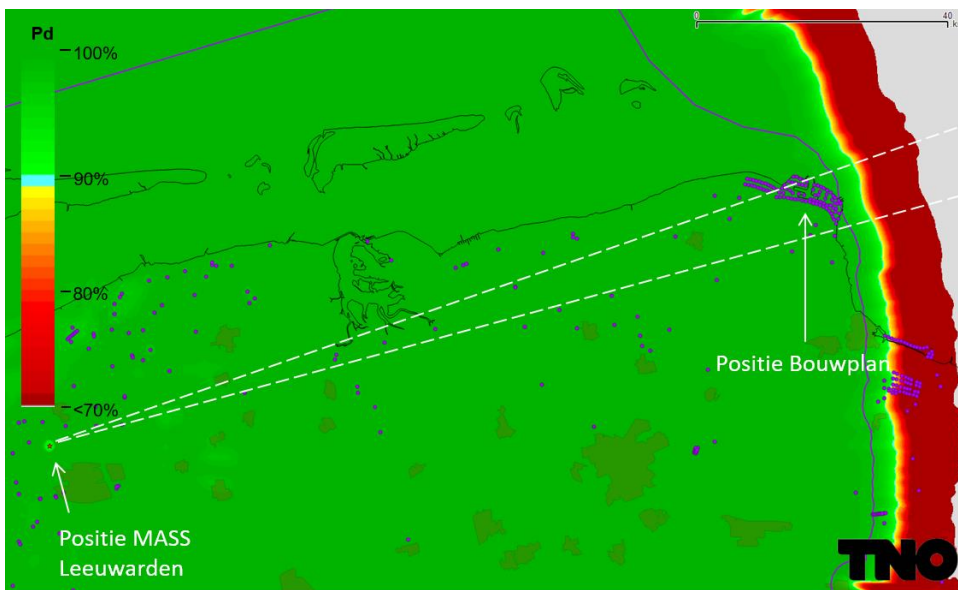
**Datum**  
27 maart 2017

**Onze referentie**  
DHW-TS-2017-0100304491

**Blad**  
14/20

Detectiekans van het MASS en TAR West primaire verkeersleidingsradarnetwerk in de schaduw van het bouwplan VKA1

In Figuur 10 is de detectiekans op 1000 voet van het MASS en TAR West primaire verkeersleidingsradarnetwerk uitgerekend voor de gebieden waar schaduw kan ontstaan ten gevolge van het nog te realiseren bouwplan VKA1. Op deze resultaten is detectiekansmiddeling toegepast met een straal van 500 m. De stippellijnen afkomstig van de radar positie van Leeuwarden, lopend over het bouwplan, geven de zone aan waartussen een verminderde detectiekans zou kunnen ontstaan als gevolg van de schaduwwerking. In Figuur 11 is de detectiekans berekend voor hetzelfde gebied na realisatie van het bouwplan. De figuur toont aan dat er slechts een zeer beperkt verlies aan maximum bereik is. In Figuur 12 is het gebied waar het verlies optreedt vergroot weergegeven. Er is sprake van een afname van maximum bereik door schaduw van het park van circa 50 m. Het bouwplan voldoet dus aan de thans gehanteerde 2017 norm.

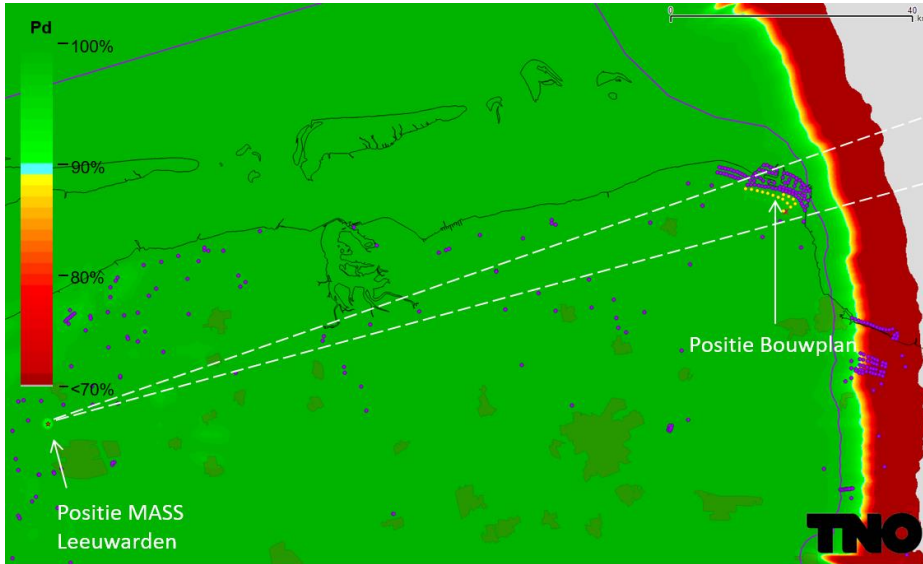


*Figuur 10 Detectiekans van het MASS en TAR West verkeersleidingsradarnetwerk op 1000 voet in het schaduwgebied van het bouwplan VKA1 voordat deze is gerealiseerd (baseline). Op dit figuur is detectiekansmiddeling toegepast. De stippellijnen geven aan waar de schaduw kan gaan ontstaan.*

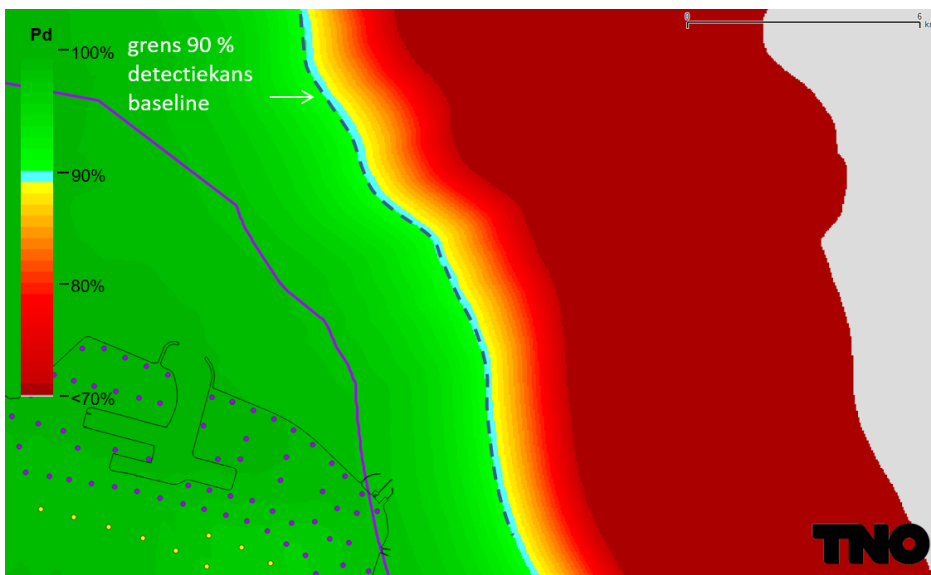
**Datum**  
27 maart 2017

**Onze referentie**  
DHW-TS-2017-0100304491

**Blad**  
15/20



*Figuur 11 Detectiekans van het MASS en TAR West verkeersleidingsradarnetwerk berekend op 1000 voet in het schaduwgebied van het bouwplan VKA1 nadat deze is gerealiseerd. Op dit figuur is detectiekansmiddeling toegepast. De stippellijnen geven aan waar de schaduw kan ontstaan.*



*Figuur 12 Detectiekans van het MASS verkeersleidingsradarnetwerk berekend op 1000 voet in het ingezoomde schaduwgebied van het bouwplan VKA1 nadat deze is gerealiseerd. Op dit figuur is detectiekansmiddeling toegepast. De stippellijn geeft het bereik in de baseline weer.*

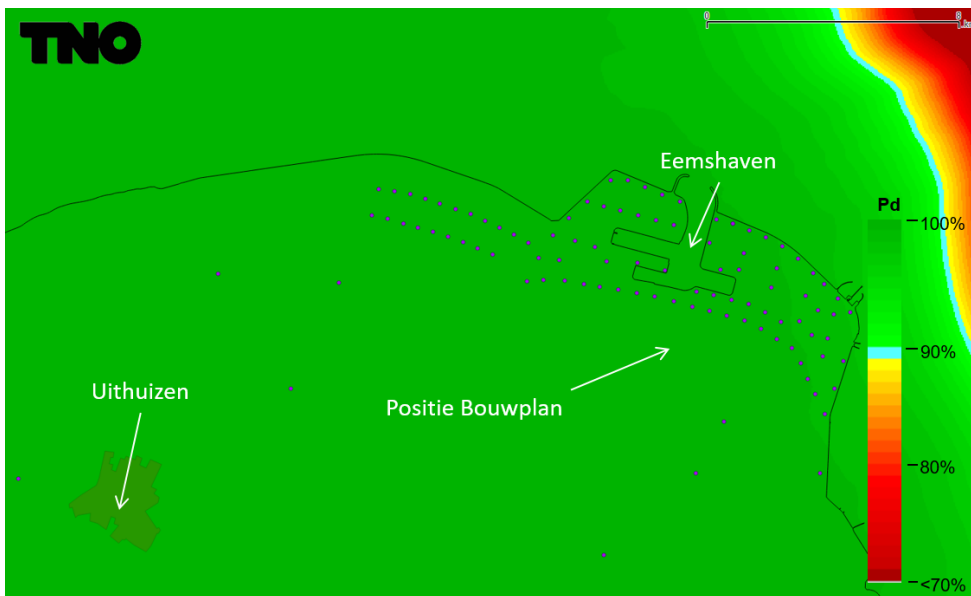
**Datum**  
27 maart 2017

**Onze referentie**  
DHW-TS-2017-0100304491

**Blad**  
16/20

Detectiekans van het MASS en TAR West primaire verkeersleidingsradarnetwerk in de directe nabijheid van het bouwplan VKA2

In Figuur 13 wordt de detectiekans van het MASS en TAR West primaire verkeersleidingsradarnetwerk van de baseline op 1000 voet getoond rond het nog te realiseren bouwplan VKA2. Op deze resultaten is detectiekansmiddeling toegepast met een straal van 500 m. Figuur 14 toont de detectiekans voor hetzelfde gebied, na realisatie van het bouwplan. In Figuur 15 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 de kleinste berekende detectiekans 97%. De minimale eis van 90% boven het park wordt dus niet overschreden.



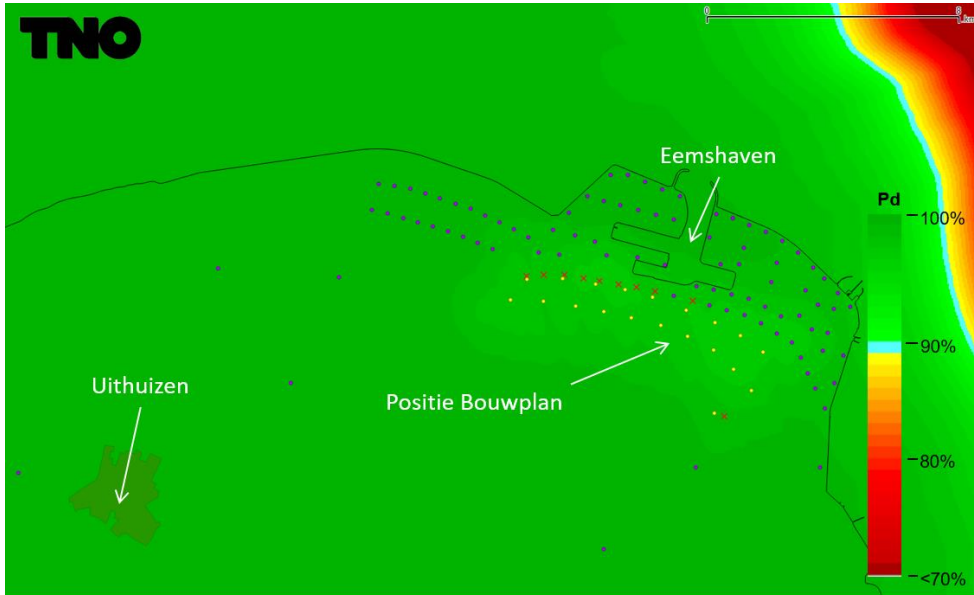
*Figuur 13 Detectiekans van het MASS en TAR West verkeersleidingsradarnetwerk op 1000 voet boven het bouwplan VKA2 voordat deze is gerealiseerd (baseline). Op deze figuur is detectiekansmiddeling toegepast.*



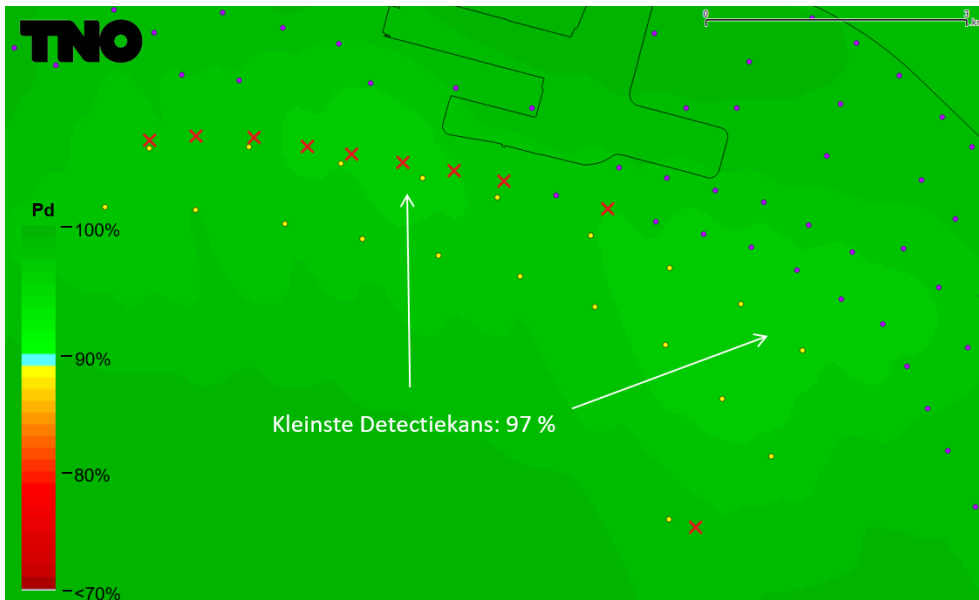
**Datum**  
27 maart 2017

**Onze referentie**  
DHW-TS-2017-0100304491

**Blad**  
17/20



*Figuur 14 Detectiekans van het MASS en TAR West verkeersleidingsradarnetwerk op 1000 voet boven het bouwplan VKA2 nadat deze is gerealiseerd. De locaties van nieuwe windturbines zijn aangegeven met gele stippen. Verwijderde turbines zijn weergegeven met een rood kruis en reeds bestaande turbines met paarse stippen. Op deze figuur is detectiekansmiddeling toegepast.*



*Figuur 15 Het gebied rond het bouwplan uit Figuur 14 groter weergegeven.*

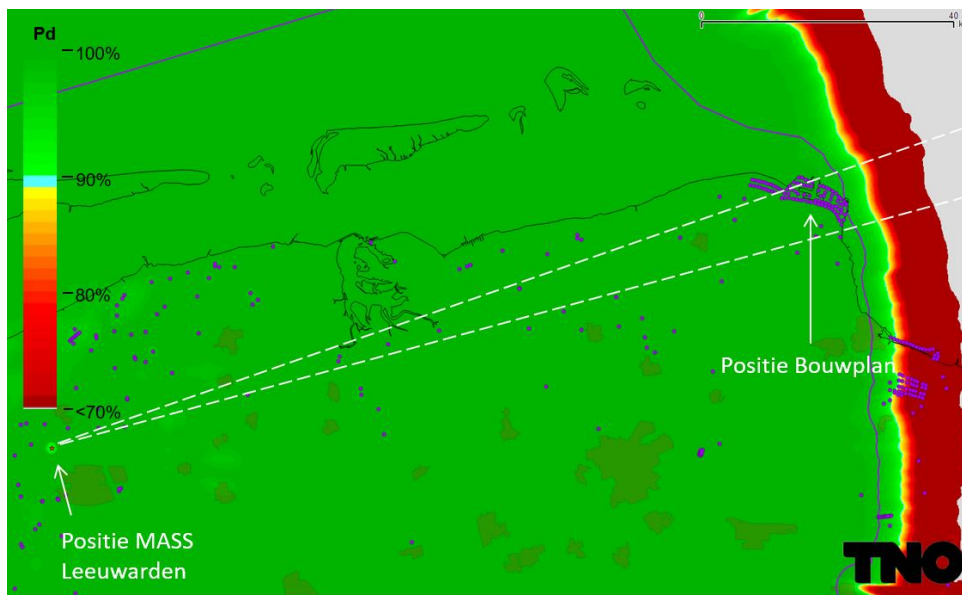
**Datum**  
27 maart 2017

**Onze referentie**  
DHW-TS-2017-0100304491

**Blad**  
18/20

Detectiekans van het MASS en TAR West primaire verkeersleidingsradarnetwerk in de schaduw van het bouwplan VKA2

In Figuur 16 is de detectiekans op 1000 voet van het MASS en TAR West primaire verkeersleidingsradarnetwerk uitgerekend voor de gebieden waar schaduw kan ontstaan ten gevolge van het nog te realiseren bouwplan VKA2. Op deze resultaten is detectiekansmiddeling toegepast met een straal van 500 m. De stippellijnen afkomstig van de radar positie van Leeuwarden, lopend over het bouwplan, geven de zone aan waartussen een verminderde detectiekans zou kunnen ontstaan als gevolg van de schaduwwerking. In Figuur 17 is de detectiekans berekend voor hetzelfde gebied na realisatie van het bouwplan. pDe figuur toont aan dat er slechts een zeer beperkt verlies aan maximum bereik is. In Figuur 18 is het gebied waar het verlies optreedt vergroot weergegeven. Er is sprake van een afname van maximum bereik door schaduw van het park van circa 50 m. Het bouwplan voldoet dus aan de thans gehanteerde 2017 norm.

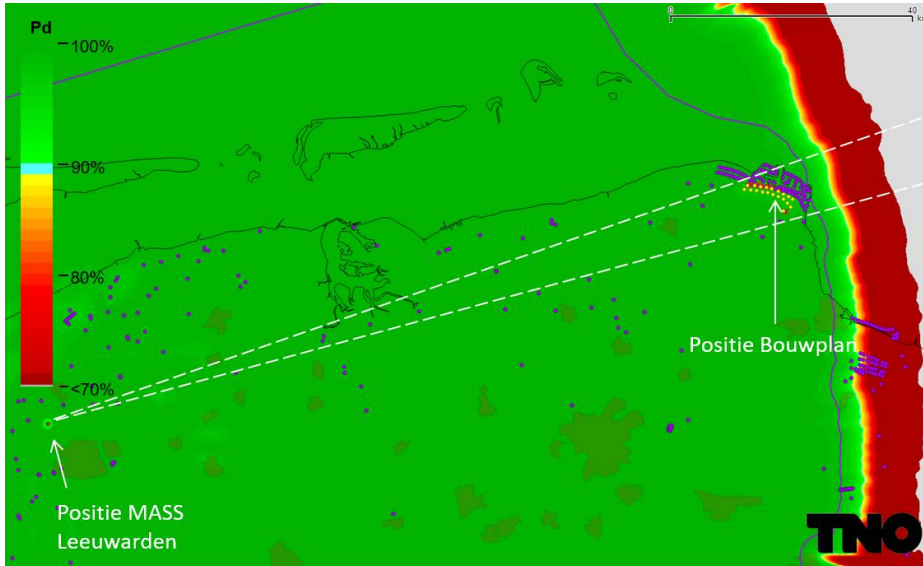


*Figuur 16 Detectiekans van het MASS en TAR West verkeersleidingsradarnetwerk op 1000 voet in het schaduwgebied van het bouwplan VKA2 voordat deze is gerealiseerd (baseline). Op dit figuur is detectiekansmiddeling toegepast. De stippellijnen geven aan waar de schaduw kan gaan ontstaan.*

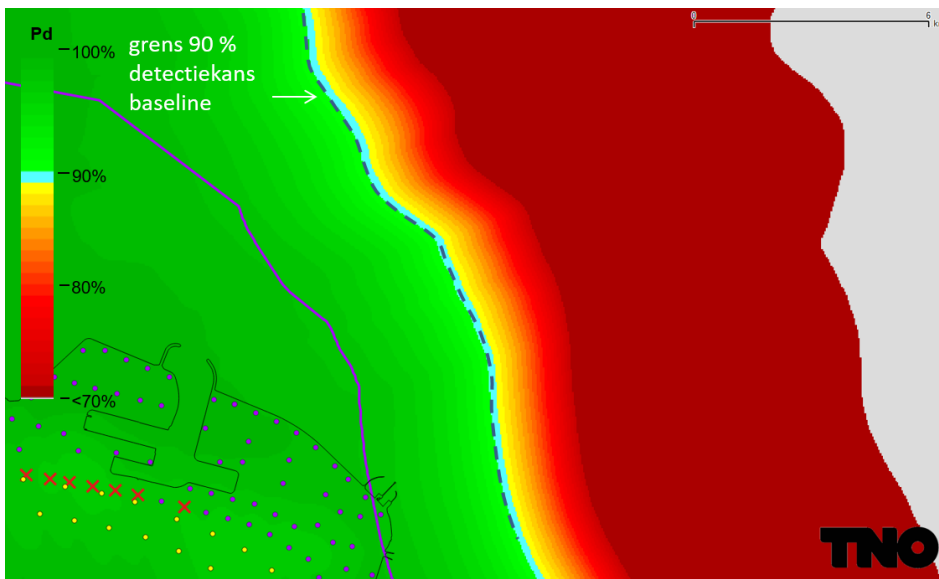
**Datum**  
27 maart 2017

**Onze referentie**  
DHW-TS-2017-0100304491

**Blad**  
19/20



*Figuur 17 Detectiekans van het MASS en TAR West verkeersleidingsradarnetwerk berekend op 1000 voet in het schaduwgebied van het bouwplan VKA2 nadat deze is gerealiseerd. Op dit figuur is detectiekansmiddeling toegepast. De stippellijnen geven aan waar schaduw kan ontstaan.*



*Figuur 18 Detectiekans van het MASS verkeersleidingsradarnetwerk berekend op 1000 voet in het ingezoomde schaduwgebied van het bouwplan VKA2 nadat deze is gerealiseerd. Op deze figuur is detectiekansmiddeling toegepast. De stippellijn geeft het bereik in de baseline weer.*

**Datum**

27 maart 2017

**Onze referentie**

DHW-TS-2017-0100304491

**Blad**

20/20

**4 Afkortingen**

AHN	Actueel Hoogtebestand Nederland
CTR	Controlled Traffic Region
EWC GB	Early Warning Capability Ground Based
LIB	Luchtvaart Inpassingsbesluit
LVNL	Luchtverkeersleiding Nederland
MASS	Military Approach Surveillance System
MPR	Medium Power Radar
NAP	Normaal Amsterdams Peil
NASA	National Aeronautics and Space Administration
PSR	Primary Surveillance Radar
RDS	Rijksdriehoekstelsel
SRTM	Shuttle Radar Topography Mission
TAR	Terminal Approach Radar
TMA	Terminal Manoeuvring Area
WFF	Wind Farm Filter