Retouradres: Postbus 96864, 2509 JG Den Haag

Nuon Wind
T.a.v. de heer T. van Dortmont
Postbus 41920
1009 DC AMSTERDAM

Defensie & Veiligheid
Oude Waalsdorperweg 63
2597 AK Den Haag
Postbus 96864
2509 JG Den Haag

www.tno.nl

T +31 88 866 10 00

Datum
10 maart 2017

Onze referentie
DHW-TS-2017-0100304172

E-mail
onno.vangent@tno.nl

Doorkiesnummer
+31 88 866 40 25

Projectnummer
060.26816

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 verzoek zenden wij u deze toe.

Handelsregisternummer 27376655.

Onderwerp
Radarverstoringsonderzoek windpark Nieuwe Hemweg en uitbreiding windpark Havenwind op de militaire en civiele radars

Geachte heer van Dortmont,

Bijgaand ontvangt u onze rapportage aangaande het radarverstoringsonderzoek voor de windpark Nieuwe Hemweg en de uitbreiding op windpark Havenwind in de gemeente Amsterdam, Noord Holland.

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’. Voor de huidige aanvraag betreft dit de verwijdering van een 16 bestaande windturbines en de plaatsing van 10 nieuwe windturbines. De coördinaten van de geplaatste windturbines zijn verderop gegeven. Voor windpark Nieuwe Hemweg zal een keuze gemaakt worden uit aantal type windturbines. Op basis daarvan heeft TNO voor de berekeningen windturbine toegepast met 3 MW worst case afmetingen.
De afmetingen van de worst-case windturbine is samengesteld uit het op dit moment bij TNO beschikbare windturbinebestand met een opgewekt vermogen tussen de 2.5 en 3.4 MW. 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. Door maximale ashoogte en rotordiameter komt de worst-case turbine mogelijk boven de maximum toegestane tiphoogte, maar voor de daadwerkelijke te plaatsen windturbines is dit zeker niet het geval. De 3 MW worst case turbine is gebaseerd op de door de klant gewenste maximum rotordiameter en maximum ashoogte. Om deze twee parameters te bepalen zijn een aantal toe te passen turbines gebruikt. Een overzicht van de toe te passen windturbines en de daarvan afgeleide rotordiameters, ashoogtes en fundatiehoogtes zijn weergegeven in Tabel 1. Voor de uitbreiding van windpark Havenwind zijn deze gegevens weergeven in Tabel 2.

Tabel 1 Overzicht van de bij windpark Nieuwe Hemweg toe te passen windturbines en de daarvan afgeleide afmetingen van de windturbine met worst-case afmetingen.

Fabrikant	Type	Vermogen [MW]	Rotor diameter [m]	Ashoogte [m]	Tiphoogte [m]	Fundatiehoogte t.o.v. NAP [m]	Tiphoogte t.o.v. NAP [m]
Nordex	N100 Delta	3.3	99.8	100	149.9	1.2	151.1
GE Wind Energy	GE 3.2-103	3.2	103.2	98.3	149.9	1.2	151.1
Senvion	MM100	2.0	100	100	150	1.2	151.2
Lagerwey	L100	2.52	100	98	148	1.2	149.2
'TNO'	Worst-case	2.5-3.4	103.2	100	151.6	1.2	152.8

Tabel 2 Overzicht van de bij de uitbreiding windpark Havenwind toe te passen windturbines en de daarvan afgeleide afmetingen van de windturbine met worst-case afmetingen.

Fabrikant	Type	Vermogen [MW]	Rotor diameter [m]	Ashoogte [m]	Tiphoogte NAP [m]	Fundatiehoogte t.o.v. NAP [m]	Tiphoogte t.o.v. NAP [m]
Enercon	E82-E2	2.35	82	85	126	1.2	127.2
Enercon	E82 E4	3.0	82	84	125	1.2	126.2
Enercon	E92	2.35	92	98	144	1.2	145.2
Lagerwey	L93	2.6	93	90	136.5	1.2	137.7
Vestas	V90	2.0	90	95	140	1.2	141.2
Vestas	V100	2.0	100	95	145	1.2	146.2
'TNO'	Worst-case	2.5-3.4	100	98	148	1.2	149.2

Het eerste deel van deze rapportage is opgesteld voor het kunnen uitvoeren van een radarhindertoetsing voor defensie van haar militaire radarsystemen.
Het tweede deel is opgesteld voor Luchtverkeerleiding Nederland (LVNL).
Met deze informatie kunnen zij beoordelen wat de te verwachte effecten zullen zijn op haar radarsystemen nabij Schiphol.

De uitgevoerde berekeningen voor Defensie

Voor defensie heeft TNO de verstoring op de primaire radar als gevolg van radarreflectie en schaduweffect berekend met behulp van het radarhinder simulatiemodel PERSEUS, volgens de toetsingsmethode, die op 1 oktober 2012 is ingevoerd. Het bouwplan bevindt zich binnen de 75 cirkels van één van de het Military Approach Surveillance System (MASS) verkeersleidingsradars en binnen de 75 km cirkels rond de gevechtsleidingsradars Medium Power Radar (MPR) te Nieuw Milligen en de nieuwe locatie Herwijnen. De analyse is dan ook uitgevoerd voor een 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 TAR West verkeersleidingsradar te Schiphol. Het bestaande MASS radarnetwerk zal ook worden uitgebreid met een extra MASS radar op het Marine Vliegkamp De Kooy in Den Helder. Deze extra MASS radar biedt boven het bouwplan extra ondersteuning. Om deze reden is deze radar ook meegenomen in de berekeningen. De analyse is dan ook uitgevoerd voor een viertal situaties:
(1) Het Military Approach Surveillance System (MASS) radarnetwerk, bestaande uit een vijftal verkeersleidingsradarsystemen verspreid over Nederland aangevuld met de civiele Terminal Approach Radar (TAR) West bij Schiphol.
(2) Als bij punt (1), maar nu ook aangevuld met de nog te plaatsen extra MASS radar bij het Marine Vliegkamp De Kooy.
(3) De gevechtsleidingsradars Medium Power Radar (MPR) te Nieuw Milligen.
(4) De gevechtsleidingsradar op de nieuwe locatie te Herwijnen. Op deze nieuwe locatie zal over enige tijd de SMART-L EWC GB worden geplaatst ter vervanging van de MPR te Nieuw Milligen.

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^2. 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 91% ter hoogte of in de directe nabijheid van het bouwplan. Het bouwplan voldoet dus aan de thans gehanteerde 2017 norm.
2. Reductie van het maximum bereik ten gevolge van de schaduwwerking van het bouwplan:
   De MASS radars te Leeuwarden en Soesterberg en de TAR West ondersteunen elkaar volledig in de gebieden waar het verlies aan bereik kan ontstaan door de schaduwwerking van de windturbines. Na realisatie van het bouwplan is er op de toetsingshoogte van 1000 voet daardoor geen afname van het maximum bereik waarneembaar. Het bouwplan blijft daarmee binnen de thans gehanteerde 2017 norm.

Resultaten verkeersleidingsradarsystemen MASS en TAR West, aangevuld met de extra MASS radar te De Kooy
Het bestaande MASS radarnetwerk aangevuld met de TAR West wordt binnen afzienbare tijd verder uitgebreid met een extra MASS radar op Marine Vliegkamp De Kooy. Om die reden is onderzocht in hoeverre deze MASS radar extra ondersteunende dekking kan verlenen boven het bouwplan. Wederom zijn twee mogelijke optredende effecten 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 99% ter hoogte of in de directe nabijheid van het bouwplan. De minimale eis van 90% boven het park wordt dus niet overschreden.
2. Reductie van het maximum bereik ten gevolge van de schaduwwerking van het bouwplan:
   De MASS radars te De Kooy, Leeuwarden en Soesterberg en de TAR West ondersteunen elkaar volledig in de gebieden waar het verlies aan bereik kan ontstaan door de schaduwwerking van de windturbines. Na realisatie van het bouwplan is er op de toetsingshoogte van 1000 voet daardoor geen afname van het maximum bereik waarneembaar.

Resultaten gevechtsleidingsradar MPR te Nieuw Milligen
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. 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:
   Na realisatie van het bouwplan op de toetsingshoogte van 1000 voet wordt de thans gehanteerde 2017 norm overschreden.
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, blijft is na realisatie van het bouwplan binnen de thans gehanteerde 2017 norm.

Resultaten gevechtsleidingsradar op de nieuwe locatie te Herwijnen
Op deze nieuwe locatie zal over enige tijd de SMART-L EWC GB worden geplaatst ter vervanging van de MPR te Nieuw Milligen. Omdat TNO nog niet beschikt over een radarmodel van deze nieuwe radar, zijn de berekeningen nog uitgevoerd met de MPR radarinformatie. Zolang de SMART-L EWC GB nog niet wordt meegenomen in de PERSEUS berekeningen is de norm gebaseerd op de MPR radarinformatie. Verder is aangenomen dat het Ministerie van Defensie op de locatie van het windturbinepark ook voor de gevechtsleidingsradar te Herwijnen een detectiekans van minstens 90% eist.
Omdat de specificaties van deze radar eveneens gerubriceerd zijn, wordt de in de berekening gebruikte waarde van het radaroppervlak van het doel hier niet vermeld. 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 blijft na de realisatie van het bouwplan op de toetsingshoogte van 1000 voet binnen de thans gehanteerde 2017 norm.
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, blijft is na realisatie van het bouwplan binnen de thans gehanteerde 2017 norm.

Een vergelijkbare rapportage, echter met de resultaten van de gevechtsleidingsradar te Nieuw Milligen en Herwijnen 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.

De uitgevoerde berekeningen voor LVNL

Voor LVNL heeft TNO de verstoring op de primaire TAR West radar, inclusief het Wind Farm Filter (WFF), als gevolg van radarreflectie en schaduweffect berekend met behulp van het radarhinder simulatiemodel PERSEUS. Daarbij zijn dezelfde uitgangspunten, o.a. een doel met een radaroppervlak van 2 m^2, toegepast als bij defensie. De berekeningen voor LVNL zijn uitgevoerd voor de volgende radarcombinaties:

- TAR West met Wind Farm Filter (WFF);
- MASS Soesterberg
- TAR West met WFF gecombineerd met de MASS Soesterberg;
- TAR West met WFF gecombineerd met de MASS Soesterberg en aangevuld met de nog te plaatsen MASS radar De Kooy bij Den Helder.

De detectiekans is voor elke situatie bepaald voor een doelhoogte van zowel 500 als 1000 voet. Bij 1000 voet is een ruimtelijke middeling toegepast met en straal van 500 m. De resultaten zijn samengevat in de onderstaande tabel.

Radarcombinatie	Laagste radardetectiekans boven park		Maximaal verlies bereik
	500 voet	1000 voet	1000 voet
TAR West WFF	0%*	83%*	1000 m
MASS Soesterberg	1%*	59%*	1600 m
TAR West WFF & MASS Soesterberg	5%	91%	500 m (voor TAR West)
TAR West WFF & MASS- en Soesterberg & De Kooy	47%	99%	Geen

* Bij deze situatie is eveneens verlies aan detectie waarneembaar tot op circa 15 km direct achter de turbines ten gevolge van doorbraak van de ontvangen reflecties van de turbines via de tijdzijlussen.

Details vindt u in bijgaande documentatie.

Voor de achtergronden van de toegepaste rekenmethode wordt kortheidshalve 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

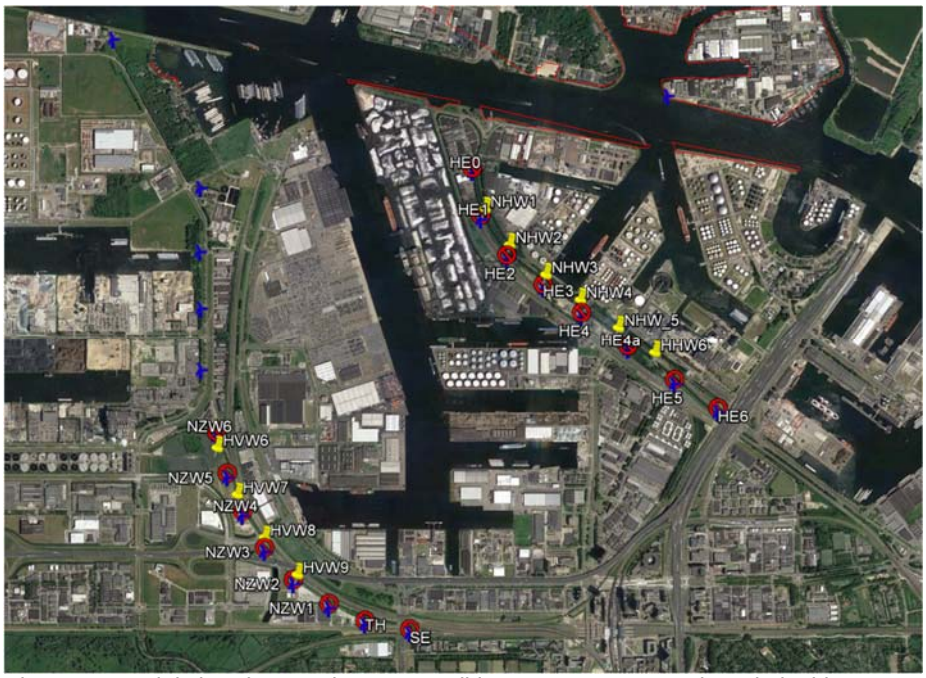
1 Locatie- en radargegevens

De locaties van de te toetsen windturbines van de windpark Nieuwe Hemweg (NHW) en de uitbreiding van windpark Havenwind (HVW) zijn weergegeven in Tabel 3. De weergegeven de coördinaten van de te verwijderen windturbines van de Noordzeeweg (NZW), Theemsweg TH, Seineweg (SE) en de Hemweg (HE) 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.

Tabel 3 Locatiegegevens van het bouwplan zoals opgegeven door de opdrachtgever.

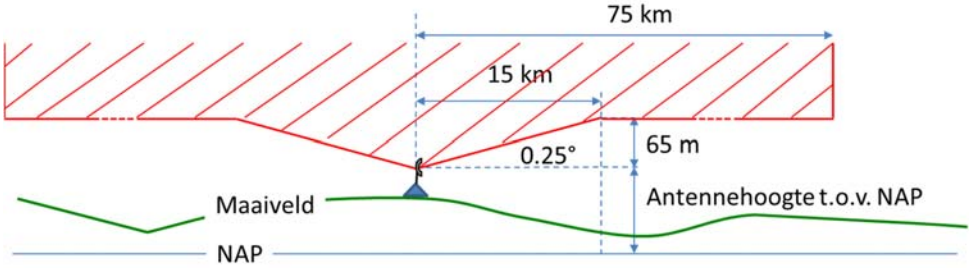
Nr.	ID	Rijksdriehoekstelsel		WGS 84 coördinaten		Fundatiehoogte
		X [m]	Y [m]	Latitude [º]	Longitude [º]	t.o.v. NAP [m]
Verwijderd:						n.v.t.
1	NZW1	115844	489352	52.39062	4.81200	n.v.t.
2	NZW2	115622	489504	52.39197	4.80872	n.v.t.
3	NZW3	115442	489706	52.39377	4.80605	n.v.t.
4	NZW4	115305	489934	52.39581	4.80401	n.v.t.
5	NZW5	115212	490174	52.39796	4.80261	n.v.t.
6	NZW6	115146	490434	52.40029	4.80161	n.v.t.
7	TH	116070	489245	52.38967	4.81533	n.v.t.
8	SE	116352	489188	52.38918	4.81948	n.v.t.
9	HE0	116768	492081	52.41521	4.82526	n.v.t.
10	HE1	116819	491786	52.41256	4.82604	n.v.t.
11	HE2	116981	491534	52.41031	4.82845	n.v.t.
12	HE3	117208	491348	52.40865	4.83181	n.v.t.
13	HE4	117447	491170	52.40707	4.83534	n.v.t.
14	HE4a	117738	490955	52.40516	4.83964	n.v.t.
15	HE5	118029	490739	52.40324	4.84394	n.v.t.
16	HE6	118301	490559	52.40164	4.84796	n.v.t.
Nieuw						
1	NHW1	116826	491763	52.41236	4.82615	1.2
2	NHW2	116980	491536	52.41033	4.82844	1.2
3	NHW3	117207	491348	52.40865	4.83179	1.2
4	NHW4	117423	491188	52.40723	4.83498	1.2
5	NHW5	117660	491012	52.40566	4.83849	1.2
6	NHW6	117889	490849	52.40421	4.84187	1.2
7	HVW6	115131	490273	52.39884	4.80141	1.2
8	HVW7	115254	489978	52.39620	4.80325	1.2
9	HVW8	115424	489707	52.39378	4.80578	1.2
10	HVW9	115629	489473	52.39169	4.80882	1.2

De locaties van de huidige te verwijderen 16 windturbines zijn weergegeven in Figuur 1. De windturbines zijn van het type V47 van Vestas en hebben elk een vermogen van 660 kW. De ashoogte en rotordiameter bedragen respectievelijk 47 m en 65 m.



Figuur 1 In rood de locaties van de 17 te verwijderen Vestas V47 660 kW windturbines. Op de in blauw gemarkeerde locaties komen overeen met de bestaande windturbines volgens het Windstats.nl bestand. De gele pins geven de locaties aan van de 10 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 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 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 2. De toetsingsplicht voor deze radar zijn vastgelegd in het Luchtvaart Inpassingsbesluit (LIB) van Schiphol. Speciaal voor deze toetsing is eveneens de extra MASS radar meegenomen die binnen afzienbare tijd zal worden geplaatst op het Marine Vliegkamp De Kooy bij Den Helder.
De locatiegegevens van de verkeersleidingsradarsystemen en de gevechtsleidingsradars worden weergegeven in Tabel 4. 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 4 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.

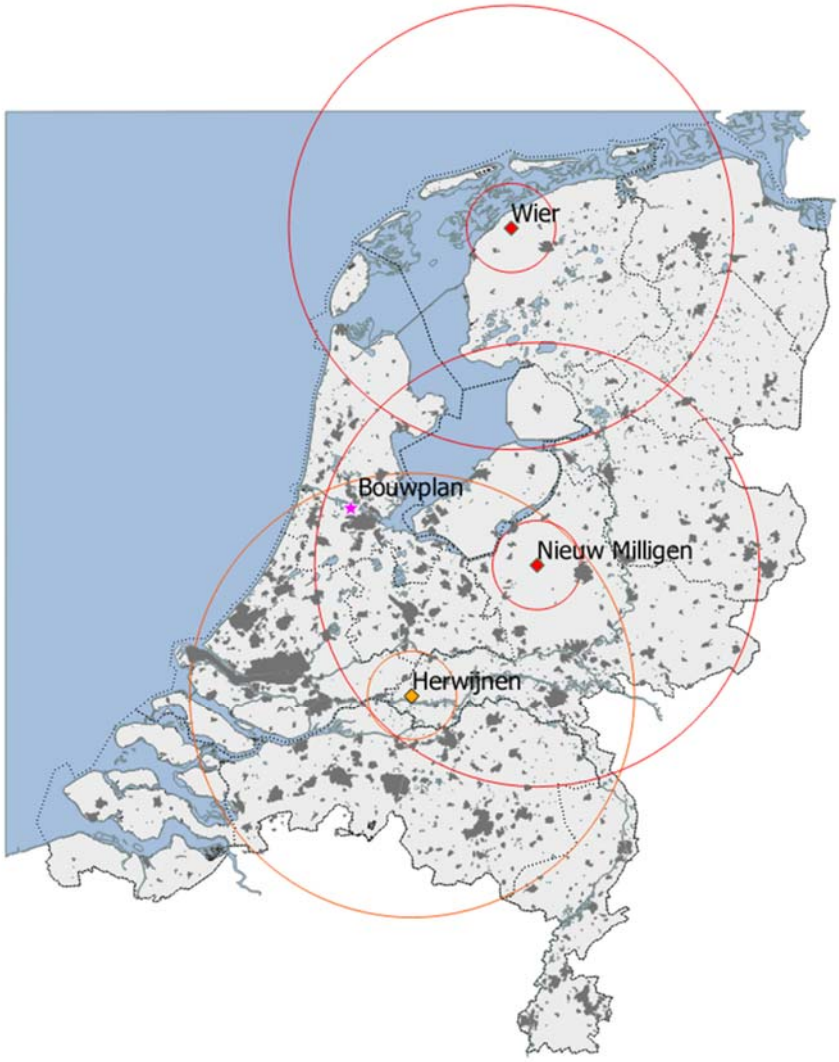
Radar	Coördinaten Rijksdriehoekstelsel		Antennehoogte toetsingsprofiel t.o.v. NAP	Feitelijke antennehoogte t.o.v. NAP
	X [m]	Y [m]	[m]	[m]
De Kooy	113911	548780	n.v.t.	25.0
Leeuwarden	179139	582794	30	27.3
Twenthe	258306	477021	71	68.8
Soesterberg	147393	460816	63	60.2
Volkel	176525	407965	49	46.9
Woensdrecht	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*

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^2.
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.
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 weergeven in Figuur 3. De 15 en 75 km cirkels rond de gevechtsleidingsradars en de stedelijke gebieden volgens het AHN-1 bestand zijn weergeven in Figuur 4.

Figuur 3. Locaties van de vijf MASS verkeersleidingsradarsystemen (groene ruit) met daaromheen de 15 en 75 km cirkels. De TAR West radar bij Schiphol en de extra MASS radar op De Kooy is aangegeven met een oranje ruit. 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.



Figuur 4. 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 binnen de 75 km cirkel rond de MASS radar van Soesterberg en binnen de 75 km cirkel rond de gevechtsleidingsradar locaties Nieuw Milligen en die van de nieuwe locatie Herwijnen. Daarnaast zijn de tiphoogte alle te toetsen windturbines groter dan de in Figuur 2 aangegeven hoogte. Het onderhavige bouwplan dient derhalve getoetst te worden voor zowel het verkeersleidingsradarnetwerk als de gevechtsleidingsradar te Nieuw Milligen en Herwijnen.

2 Gegevens windturbines

Voor de bepaling van de effecten op de radars is de *worst-case* windturbine uit de 3 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 2.5 en 3.4 MW. De turbines behorende bij de windpark Nieuwe Hemweg krijgen een ashoogte van 100 m en een rotordiameter van 103.2 m en de turbines behorende bij de uitbreiding van windpark Havenwind een ashoogte van 98 m en een rotordiameter van 100 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 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 5 is de maatvoering weergeven van de te toetsen windturbine, noodzakelijk voor de juiste modellering.

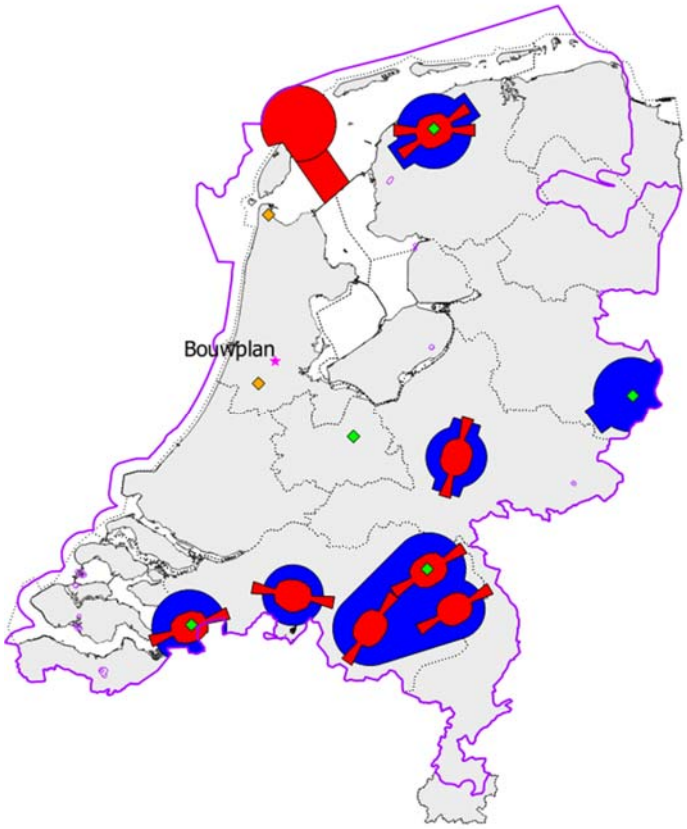
Tabel 5 De afmetingen van de 3 MW worst-case windturbine met een ashoogte van 100 m en een rotordiameter van 103.2 m voor de turbines behorende bij de windpark nieuwe Hemweg en met een ashoogte van 98 m en een rotordiameter van 100 m voor de turbines behorende bij de uitbreiding van windpark Havenwind.

Onderdeel	Afmeting [m] Nieuwe Hemweg	Afmeting [m] uitbreiding Havenwind
Ashoogte*	100.0	98.0
Tiphoogte*	151.6	148.0
Breedte gondel	4.3	4.3
Lengte gondel	17.5	17.5
Hoogte gondel	6.4	6.4
Diameter mast onder	7.8	7.6
Diameter mast boven	4.4	4.4
Lengte mast	96.8	94.8
Lengte wiek	51.6	50.0
Breedte wiek	3.8	3.8

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

3 Rekenmethode verkeersleidingsradarnetwerk voor defensie

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 4 worden de normhoogtegebieden getoond.



Figuur 5. De ligging van het te toetsen bouwplan 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 aangeven van het verkeersleidings-radarnetwerk bestaande uit een vijftal MASS radarsystemen en in oranje de TAR West radar te Schiphol en de extra MASS radar te De Kooy.

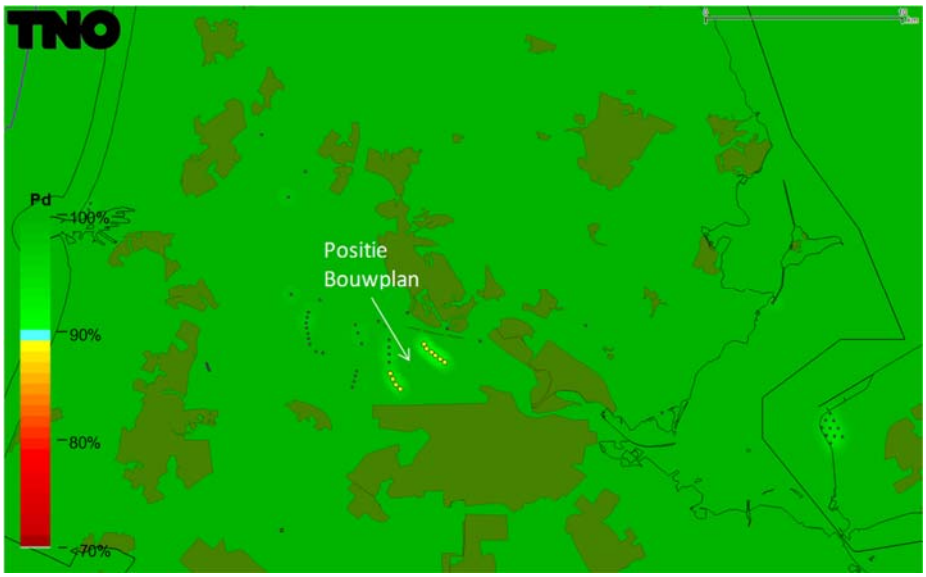
Het bouwplan ligt binnen het normgebied van 1000 voet.

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 radardoelen. 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.

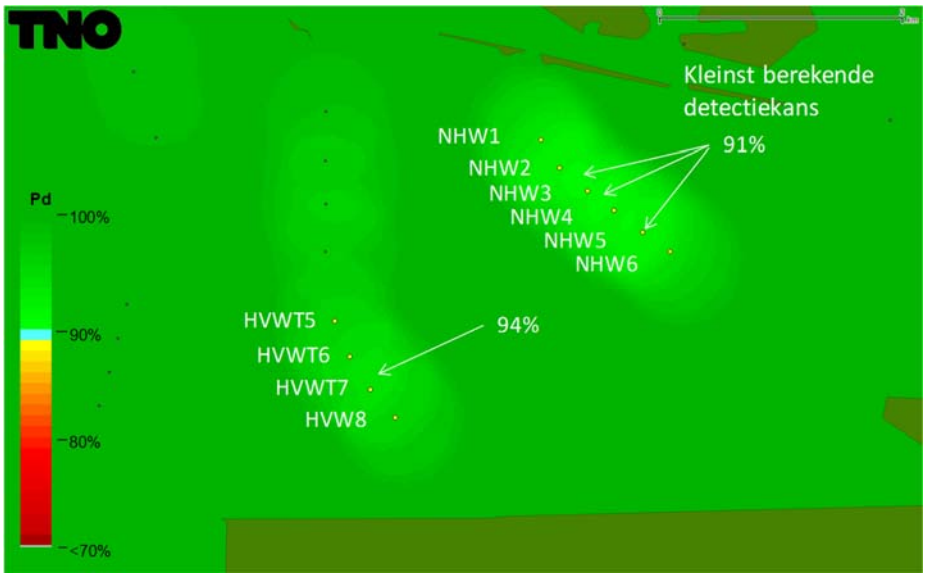
Detectiekans van het MASS en TAR West primaire verkeersleidingsradarnetwerk in de directe nabijheid van het bouwplan

In Figuur 6 wordt de detectiekans van het MASS en TAR West 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 is de kleinste berekende detectiekans 91%. Het bouwplan voldoet dus aan de thans gehanteerde 2017 norm.

Figuur 6 Detectiekans van het MASS en TAR West verkeersleidingsradarnetwerk op 1000 voet boven het bouwplan voordat dit is gerealiseerd (baseline). Op dit figuur is detectiekansmiddeling toegepast.



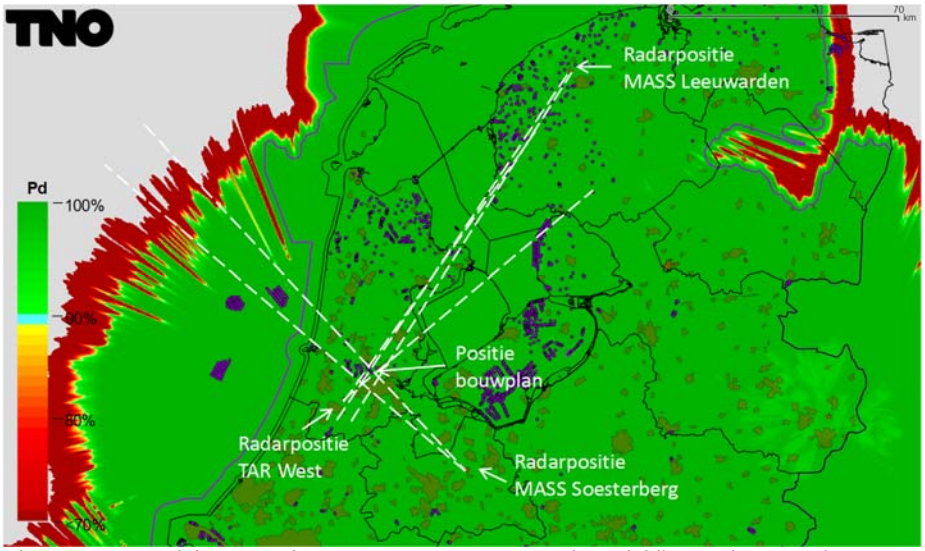
Figuur 7 Detectiekans van het MASS primaire verkeersleidingsradarnetwerk op 1000 voet boven het bouwplan nadat deze is gerealiseerd. De locaties van nieuwe windturbines zijn aangegeven met gele stippen. Op dit figuur is detectiekansmiddeling toegepast.



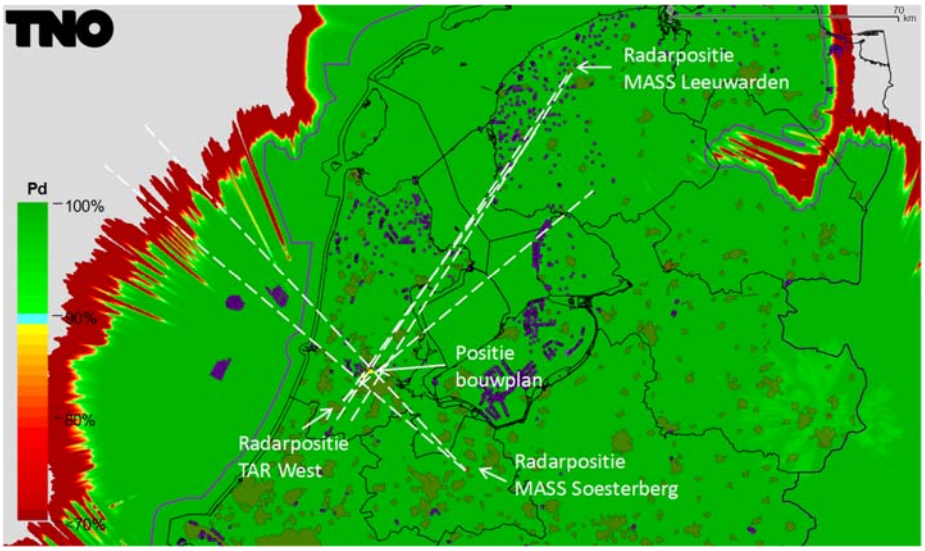
Figuur 8 Het gebied rond het bouwplan uit Figuur 7 groter weergegeven.

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

In Figuur 9 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. Op deze resultaten is detectiekansmiddeling toegepast met een straal van 500 m. De stippellijnen afkomstig van de radar posities van Leeuwarden en Soesterberg en de TAR West, 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 er geen verlies aan maximum bereik is omdat de radars te Leeuwarden, Soesterberg en TAR West elkaar ondersteunen in eventuele schaduwgebieden. Het bouwplan voldoet dus aan de gehanteerde 2017 norm.



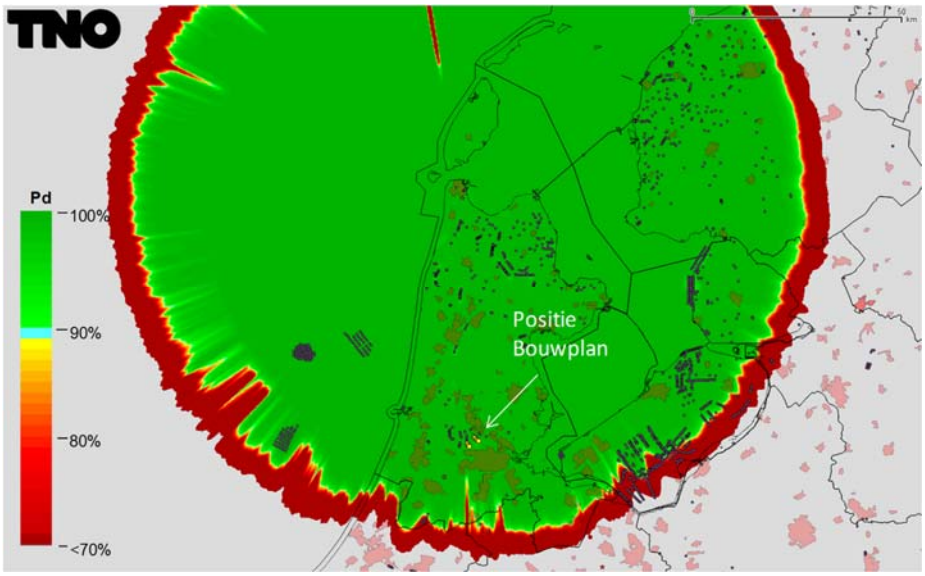
Figuur 9 *Detectiekans van het MASS en TAR West verkeersleidingsradarnetwerk op 1000 voet in het schaduwgebied van het bouwplan voordat deze is gerealiseerd (baseline). Op dit figuur is detectiekansmiddeling toegepast. De stippellijnen geven aan waar de schaduw kan gaan ontstaan.*



Figuur 10 Detectiekans van het MASS en TAR West 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.

Detectiekans van het MASS en TAR West primaire verkeersleidingsradarnetwerk, aangevuld met de extra MASS De Kooy, in de directe nabijheid van het bouwplan

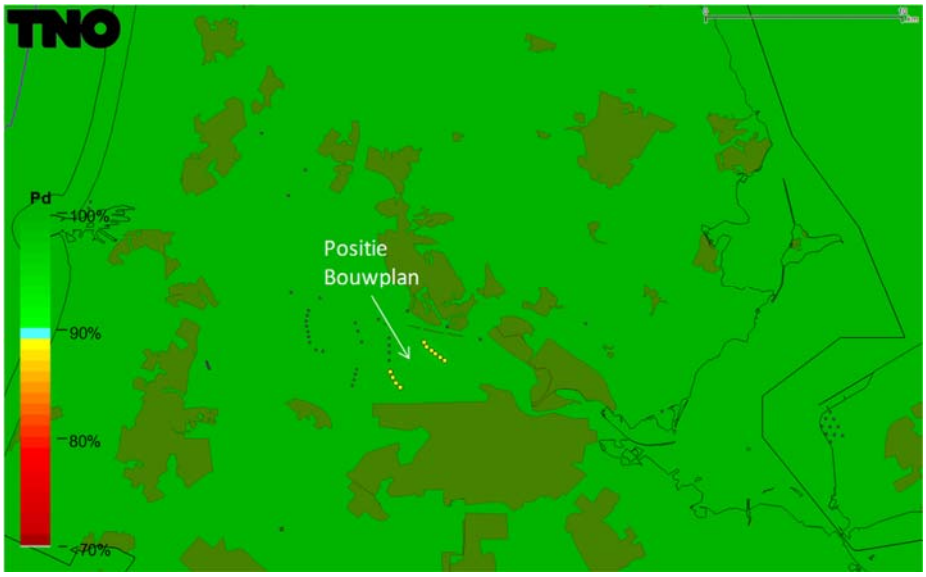
Het bestaande MASS radarnetwerk aangevuld met de TAR West wordt binnen afzienbare tijd verder uitgebreid met een extra MASS radar op Marine Vliegkamp De Kooy. In Figuur 11 wordt de detectiekans van de extra MASS radar op Marine Vliegkamp De Kooy op 1000 voet en het te realiseren bouwplan getoond. Hieruit blijkt, dat deze radar mogelijk ondersteunende dekking kan verlenen boven het bouwplan.



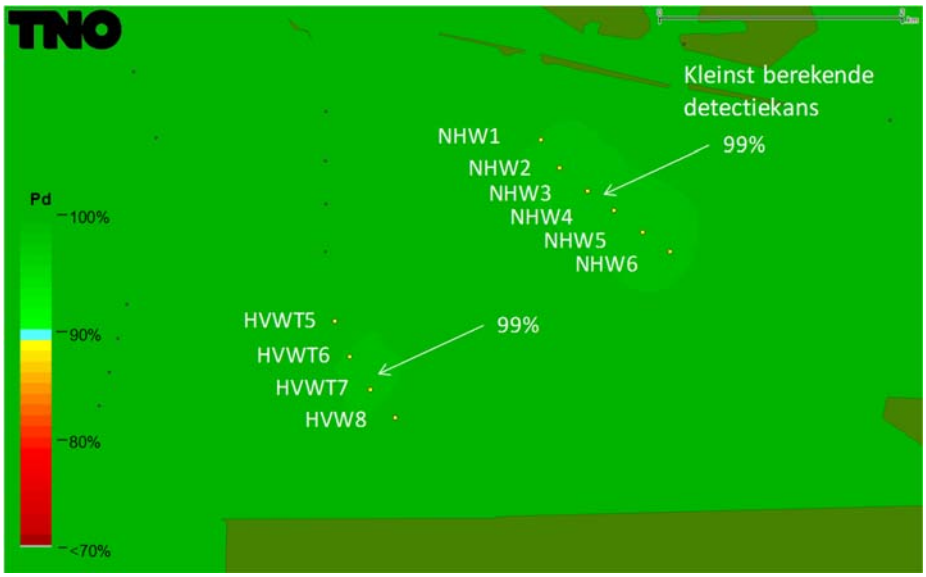
Figuur 11 Detectiekans van de extra MASS radar te De Kooy op 1000 voet boven het bouwplan. Op dit figuur is detectiekansmiddeling toegepast.

In Figuur 12 wordt de detectiekans van het MASS en TAR West primaire verkeersleidingsradarnetwerk, aangevuld met de extra MASS radar bij De Kooy, 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 13 toont de detectiekans voor hetzelfde gebied, na realisatie van het bouwplan. In Figuur 14 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 99%. De minimale eis van 90% boven het park wordt dus niet overschreden.

Figuur 12 Detectiekans van het MASS en TAR West verkeersleidingsradarnetwerk, aangevuld met de extra MASS radar te De Kooy, op 1000 voet boven het bouwplan voordat dit is gerealiseerd (baseline). Op dit figuur is detectiekansmiddeling toegepast.



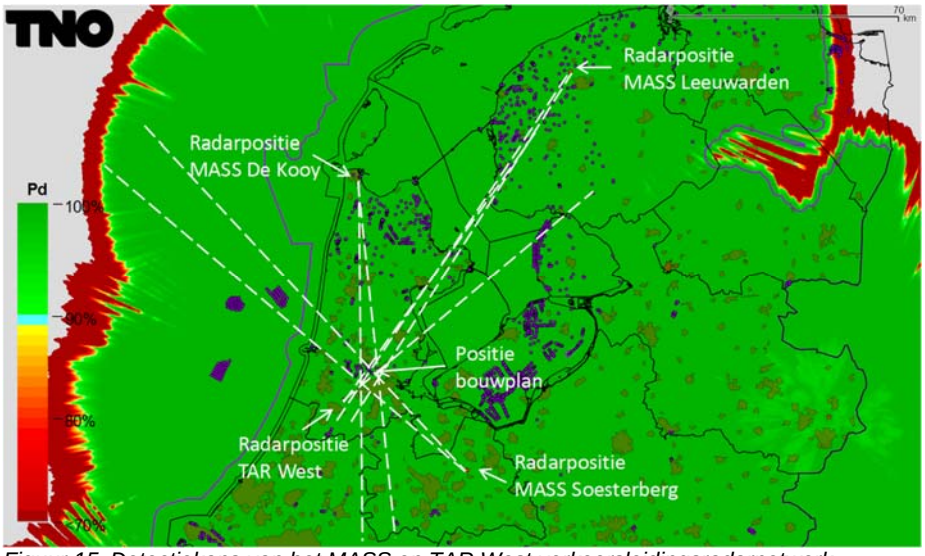
Figuur 13 Detectiekans van het MASS en TAR West verkeersleidingsradarnetwerk, aangevuld met de extra MASS radar te De Kooy, op 1000 voet boven het bouwplan nadat deze is gerealiseerd. De locaties van nieuwe windturbines zijn aangegeven met gele stippen. Op dit figuur is detectiekansmiddeling toegepast.



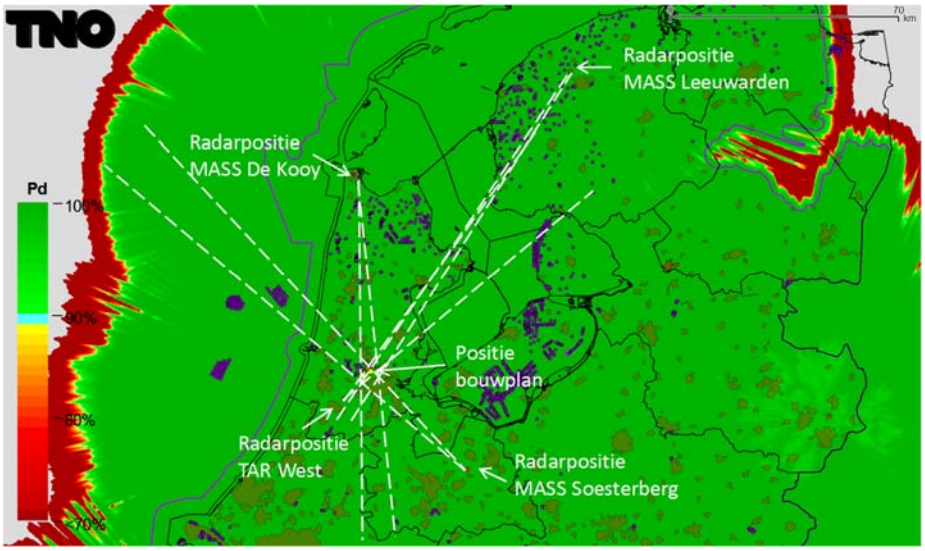
Figuur 14 Het gebied rond het bouwplan uit Figuur 13 groter weergegeven.

Detectiekans van het MASS en TAR West primaire verkeersleidingsradarnetwerk, aangevuld met de extra MASS De Kooy, in de schaduw van het bouwplan

In Figuur 15 is de detectiekans op 1000 voet van het MASS en TAR West primaire verkeersleidingsradarnetwerk, aangevuld met de extra MASS radar te De Kooy, 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 radar posities van Leeuwarden en Soesterberg, de TAR West en de extra MASS positie van De Kooy, lopend over het bouwplan, geven de zones aan waartussen een verminderde detectiekans zou kunnen ontstaan als gevolg van de schaduwwerking. In Figuur 16 is de detectiekans berekend voor hetzelfde gebied na realisatie van het bouwplan. De figuur toont aan dat er geen verlies aan radardekking is omdat de MASS radars te Leeuwarden, Soesterberg, de TAR West en de extra MASS radar bij De Kooy elkaar volledig ondersteunen in de eventuele schaduwgebieden.



Figuur 15 Detectiekans van het MASS en TAR West verkeersleidingsradarnetwerk, aangevuld met de extra MASS radar te De Kooy, 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.



Figuur 16 Detectiekans van het MASS en TAR West verkeersleidingsradarnetwerk, aangevuld met de extra MASS radar te De Kooy, 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.

Rekenmethode gevechtsleidingsradar Nieuw Milligen en Herwijnen

Een vergelijkbare methodiek als bij de MASS radarketen is toegepast bij de MPR te Nieuw Milligen. Op de nieuwe locatie te Herwijnen zal over enige tijd de SMART-L EWC GB worden geplaatst ter vervanging van de MPR te Nieuw Milligen. Omdat TNO nog niet beschikt over een radarmodel van deze nieuwe radar, zijn de berekeningen nog uitgevoerd met de MPR radarinformatie. Voor allen drie radars wordt één toetsingshoogte van 1000 voet aangehouden. Daarnaast wordt geen rekening gehouden met een eventuele ondersteunende dekking van de MPR radar te Wier.
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 2017 door Windstats.nl. 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.

Conclusies over de detectiekans van de MPR gevechtsleidingsradar te Nieuw Milligen en de nieuwe gevechtsleidingsradar te Herwijnen ten gevolge van het bouwplan

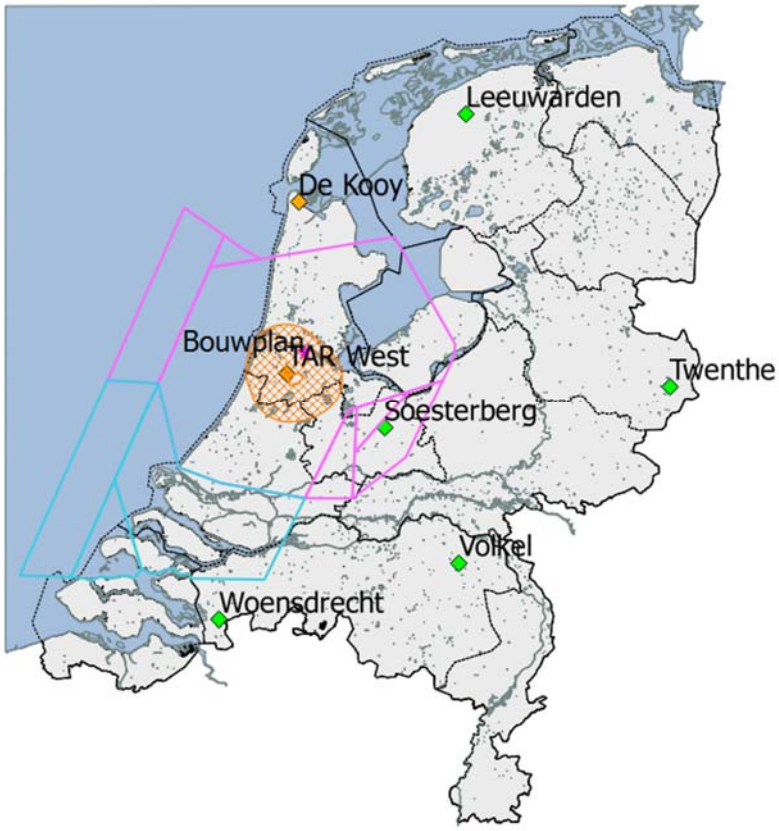
De resultaten van deze berekeningen kunnen niet worden overhandigd omdat deze gerubriceerd zijn.

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 voor de MPR te Nieuw Milligen niet binnen de thans gehanteerde 2017 norm gebleven. Voor de gevechtsleidingradar te Herwijnen is detectiekans is na realisatie van het bouwplan op de toetsingshoogte van 1000 voet wel binnen de thans gehanteerde 2017 norm gebleven.
2. Reductie van het maximum bereik op 1000 voet ten gevolge van de schaduwwerking van het bouwplan:
   Het maximum bereik van de radar op deze hoogte in de sector waarin schaduwwerking optreedt, blijft voor zowel de MPR te Nieuw Milligen als de gevechtsleidingsradar te Herwijnen na realisatie van het bouwplan binnen de thans gehanteerde 2017 norm.

4 Rekenmethode TAR West Schiphol voor LVNL

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}. Ten behoeve van de beoordeling van de effecten op de primaire radarsystemen die in gebruik zijn door LVNL, zijn door TNO een aantal extra berekeningen uitgevoerd voor een doelhoogte van zowel 500 als 1000 voet. Bij deze laatste hoogte is ruimtelijke middeling toegepast met een straal van 500 m. In Figuur 17 wordt de ligging van het bouwplan getoond ten opzichte van het gebied waarvoor volgens het Luchtvaart Inpassingsbesluit (LIB) van Schiphol een windturbine toetsingsplichtig is. Daarnaast zijn de *Terminal Manoeuvering Areas* (TMA) aangegeven van respectievelijk Schiphol en Rotterdam.



Figuur 17. De ligging van het te toetsen bouwplan aangegeven met een ster en de ligging van het gebied (oranje) waarvoor een toetsingsplicht voor windturbines geldt volgens het LIB. Tevens zijn op deze kaart met een groene markering de locaties aangeven van het MASS verkeersleidingsradarnetwerk bestaande uit een vijftal radarsystemen. En met een oranje markering de extra MASS radar bij De Kooy en de TAR West bij Schiphol. Tot slot zijn in roze en lichtblauw de Terminal Manoeuvering Areas (TMA) aangegeven van respectievelijk Schiphol en Rotterdam.

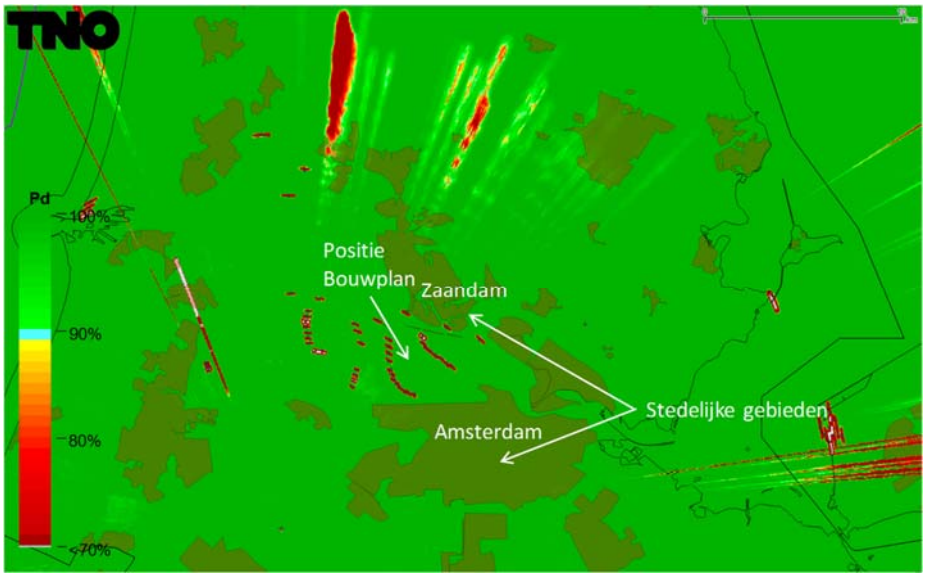
Het bouwplan ligt dus binnen het, volgens het LIB, te toetsen gebied.
De berekeningen voor LVNL zijn uitgevoerd voor de volgende verkeersleidingsradar-combinaties:

- TAR West met Wind Farm Filter (WFF);
- MASS Soesterberg
- TAR West met WFF gecombineerd met de MASS Soesterberg;
- TAR West met WFF gecombineerd met de MASS Soesterberg en aangevuld met de nog te plaatsen MASS radar De Kooy bij Den Helder.

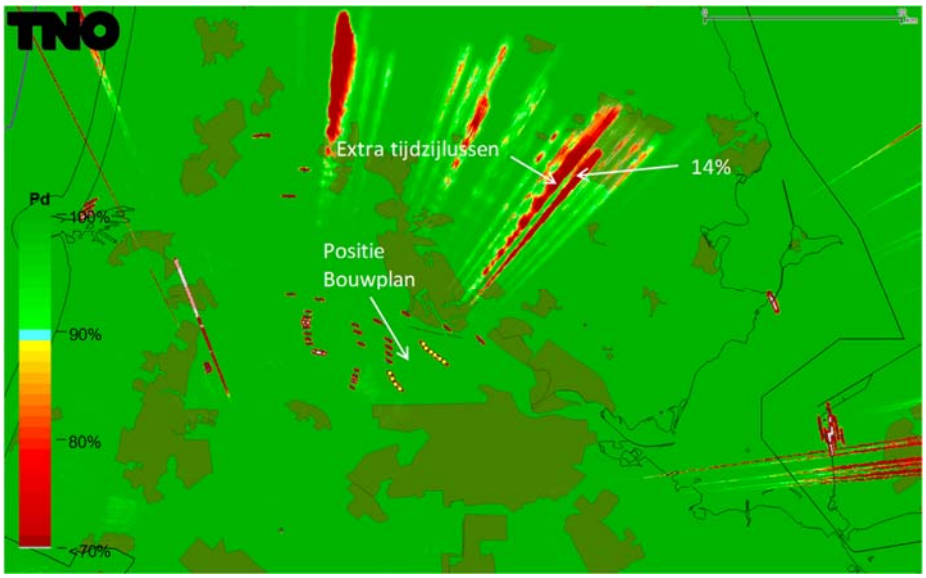
Als referentie zijn ook de radardetectiekansdiagrammen berekend voor de zogenaamde baseline situatie, dat wil zeggen, rekening houdend met alle bestaande windturbines en dus voor realisatie van het bouwplan. Het baseline-bestand van windturbines geeft de situatie aan binnen Nederland, vastgelegd in begin januari 2017 door Windstats.nl. 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.
In tegenstelling tot Defensie hanteert LVNL geen absolute goed- of afkeur criteria, maar worden de resultaten uit de PERSEUS berekeningen beoordeeld op basis van operationele uitgangspunten.

Detectiekans van de TAR West verkeersleidingsradar met WFF in de directe nabijheid van het bouwplan voor een doelhoogte van 500 en 1000 voet.

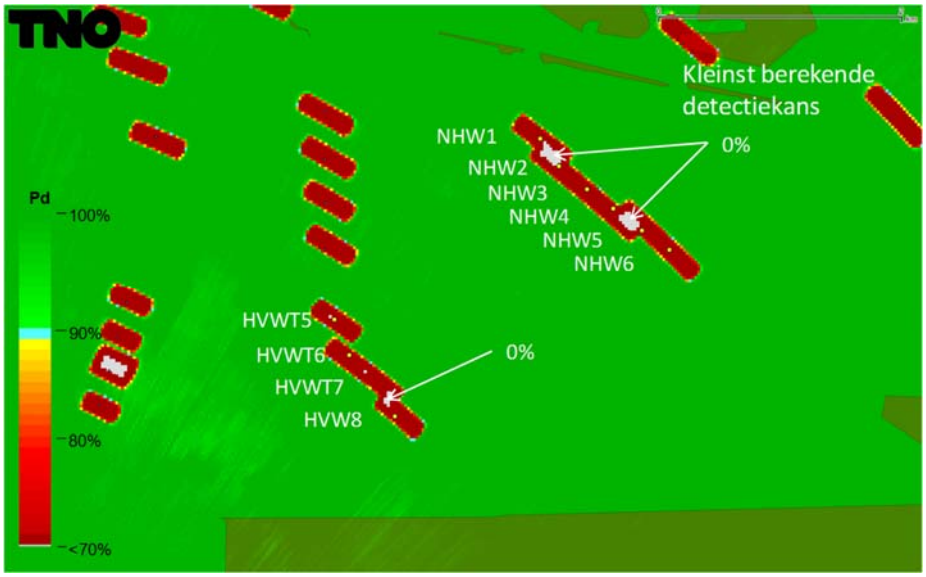
In Figuur 18 wordt de detectiekans van de TAR West verkeersleidingsradar met Wind Farm Filter (WFF) van de baseline op 500 voet getoond rond het nog te realiseren bouwplan. Figuur 19 toont de detectiekans voor hetzelfde gebied, na realisatie van het bouwplan. In Figuur 20 is het gebied vergroot weergegeven. In Figuur 21 wordt de detectiekans van de TAR West verkeersleidingsradar met Wind Farm Filter (WFF) 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 22toont de detectiekans voor hetzelfde gebied, na realisatie van het bouwplan. In Figuur 23is het gebied vergroot weergegeven. In de groen gekleurde gebieden is de detectiekans groter of gelijk aan 90%. Ter hoogte van de locatie van het bouwplan en op een doelhoogte van 500 voet is de kleinste berekende detectiekans 0%. Op een doelhoogte van 1000 voet, inclusief ruimtelijke middeling is kleinste berekende detectiekans 83%. Naast het verlies aan radardekking direct boven het bouwplan is er tot op een afstand van circa 15 km van het bouwplan eveneens verlies aan radardekking zichtbaar ten gevolge van doorbraak via de tijdzijlussen. Op een doelhoogte van 500 m neemt de minimale berekende detectiekans af tot 14%. Op een doelhoogte van 1000 m bedraagt dit 88%.



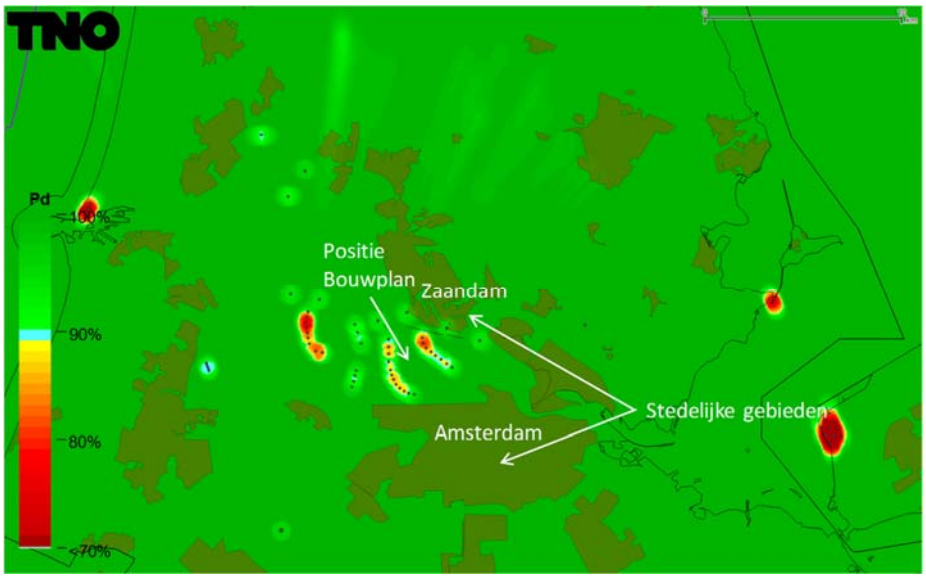
Figuur 18 Detectiekans van de TAR West verkeersleidingsradar met WFF op 500 voet boven het bouwplan voordat dit is gerealiseerd (baseline).



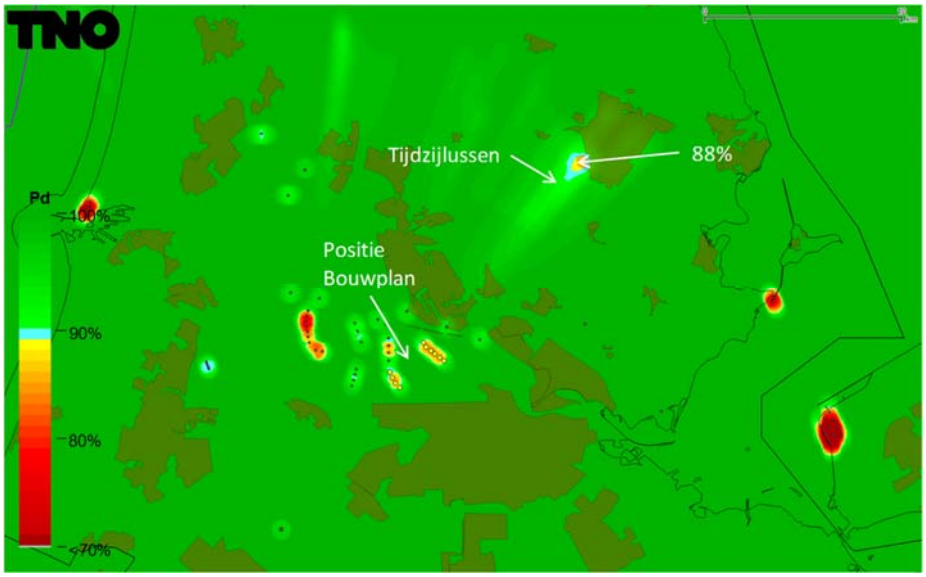
Figuur 19 Detectiekans van TAR West verkeersleidingsradar met WFF op 500 voet boven het bouwplan nadat deze is gerealiseerd. De locaties van de nieuwe windturbines zijn aangegeven met gele stippen.



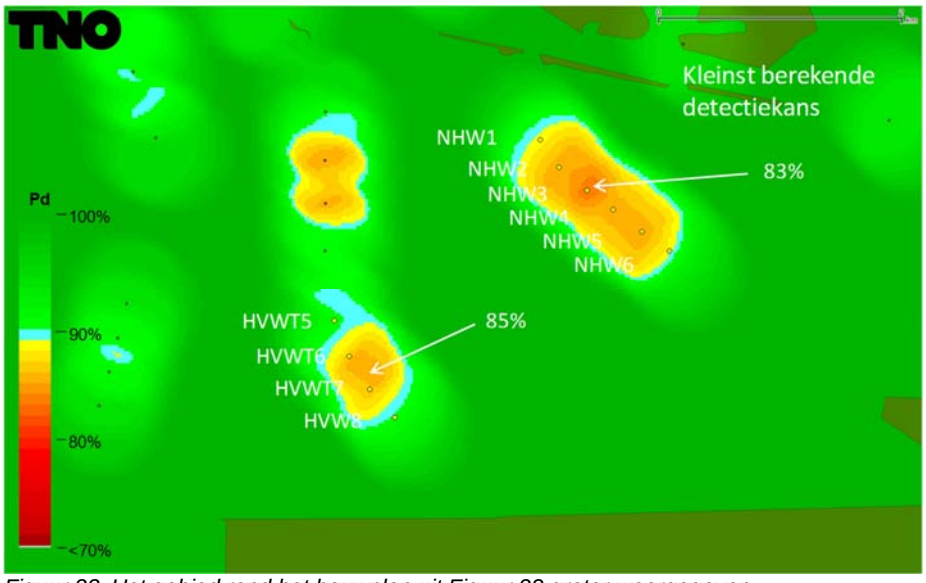
Figuur 20 Het gebied rond het bouwplan uit Figuur 19 groter weergegeven.



Figuur 21 Detectiekans van de TAR West verkeersleidingsradar met WFF op 1000 voet boven het bouwplan voordat dit is gerealiseerd (baseline). Op dit figuur is detectiekansmiddeling toegepast.



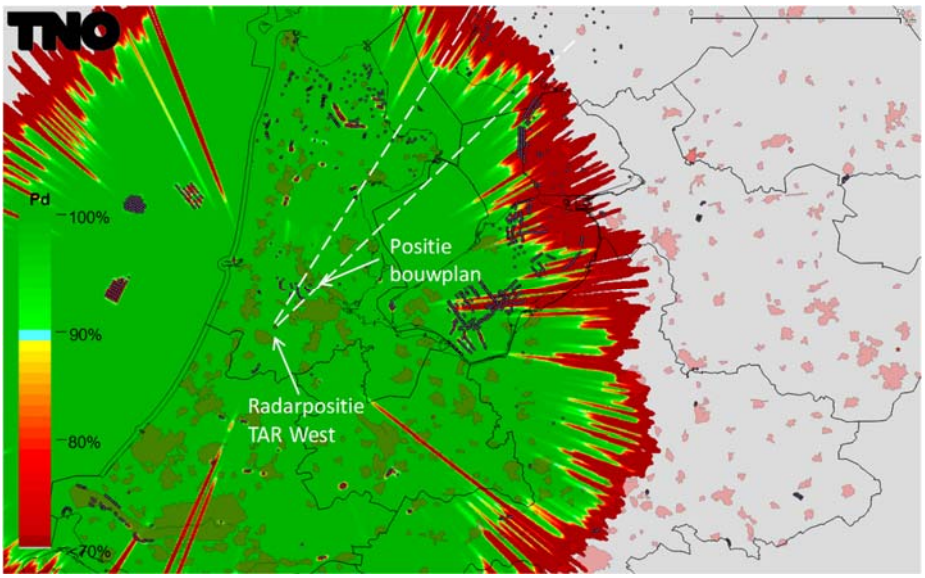
Figuur 22 Detectiekans van TAR West verkeersleidingsradar met WFF op 1000 voet boven het bouwplan nadat deze is gerealiseerd. De locaties van de nieuwe windturbines zijn aangegeven met gele stippen. Op dit figuur is detectiekansmiddeling toegepast.



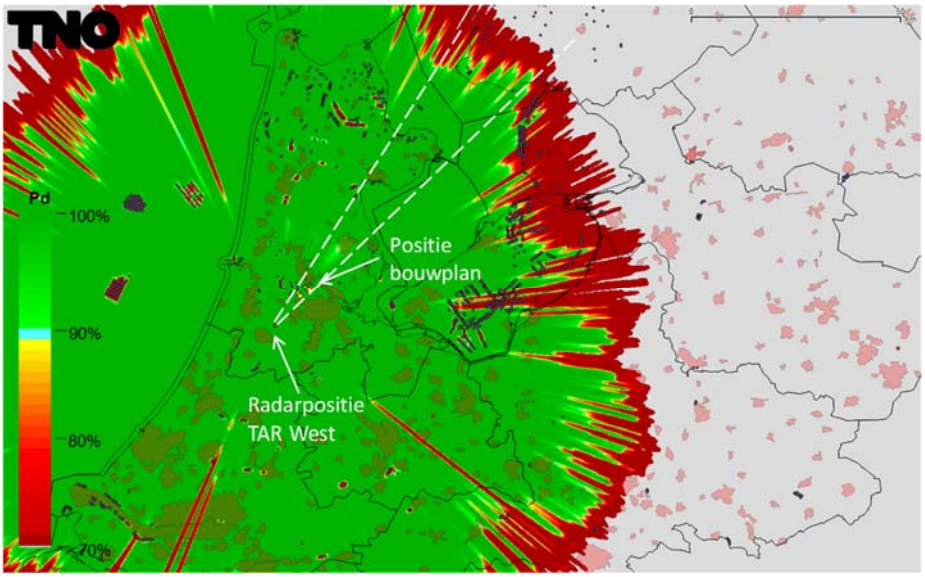
Figuur 23 Het gebied rond het bouwplan uit Figuur 22 groter weergegeven.

Detectiekans van de TAR West verkeersleidingsradar met Wind Farm Filter (WFF) in de schaduw van het bouwplan

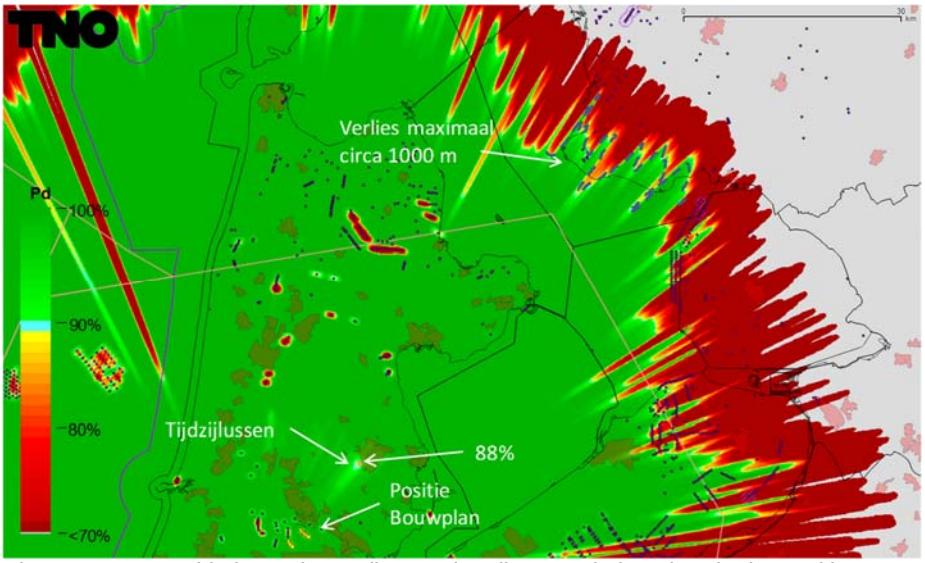
In Figuur 24 is de detectiekans op 1000 voet van de TAR West verkeersleidingsradar met WFF uitgerekend voor de gebieden waar schaduw kan ontstaan ten gevolge van het nog te realiseren bouwplan. De stippellijnen afkomstig van de TAR West positie, lopend over het bouwplan, geeft de zone aan waartussen 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. In Figuur 26 is het gebied waar het verlies aan bereik optreedt vergroot weergegeven. De figuren tonen aan dat er op een doelhoogte van 1000 voet ten gevolge van de schaduwwerking van het bouwplan een verlies aan maximum bereik ontstaat van circa 1000 m.



Figuur 24 Detectiekans van de TAR West verkeersleidingsradar met WFF 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.



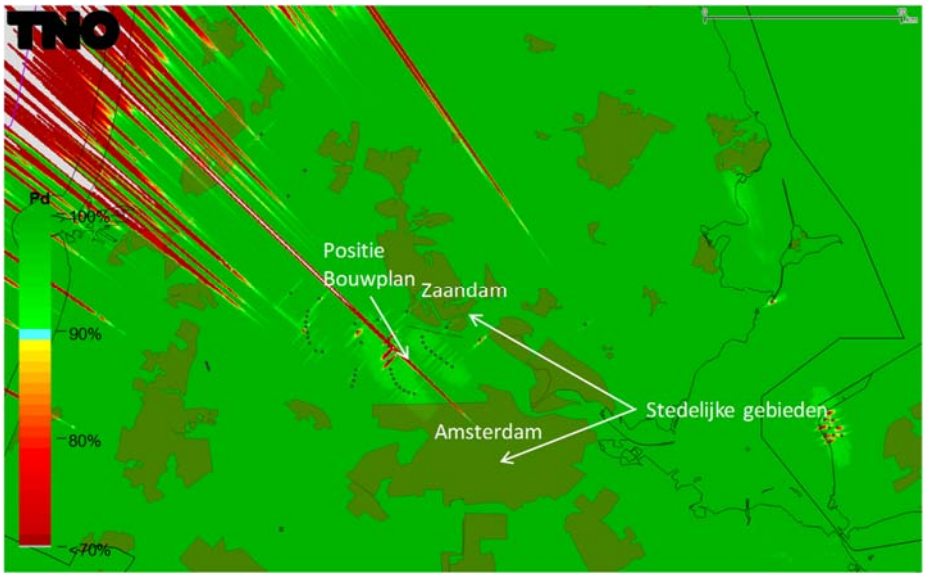
Figuur 25 Detectiekans van de TAR West verkeersleidingsradar met WFF berekend op 1000 voet in het schaduwgebied van het bouwplan nadat deze is gerealiseerd. De stippellijnen geven aan waar de schaduw kan ontstaan.



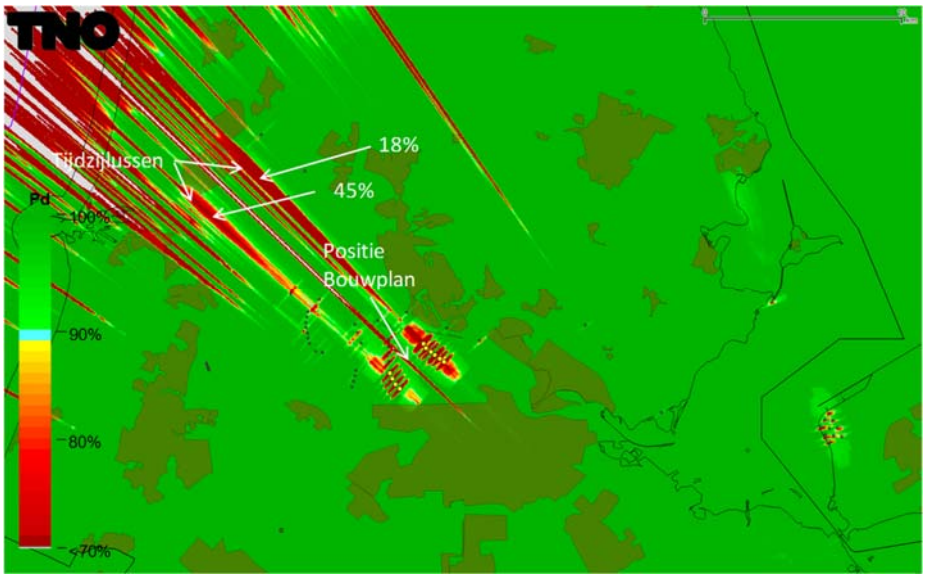
Figuur 26 Het gebied waar het verlies aan bereik optreedt door de schaduwwerking van het bouwplan uit Figuur 25 groter weergegeven. De zwarte stippellijn geeft het oorspronkelijke bereik aan zonder bouwplan.

Detectiekans van de MASS Soesterberg verkeersleidingsradar in de directe nabijheid van het bouwplan voor een doelhoogte van 500 en 1000 voet.

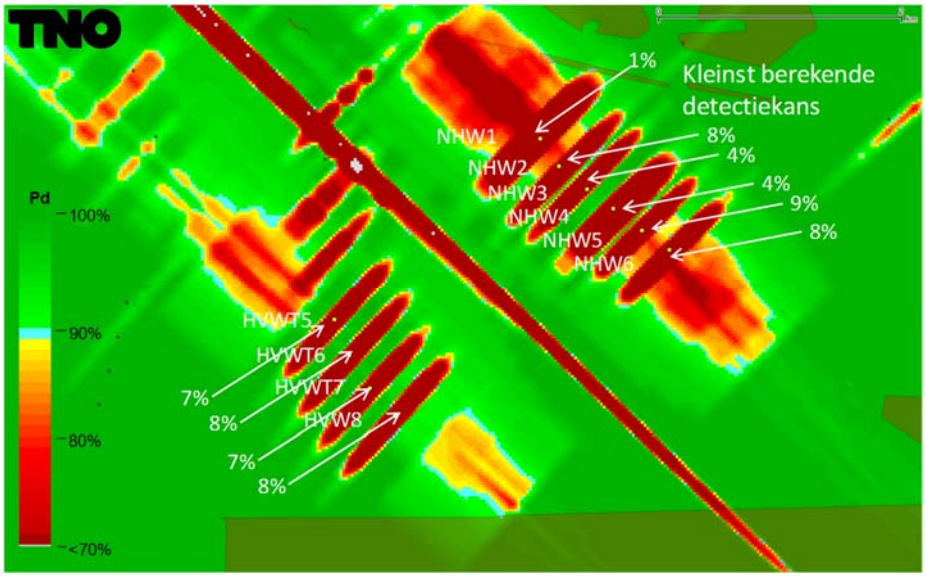
In Figuur 27 wordt de detectiekans van de MASS Soesterberg verkeersleidingsradar van de baseline op 500 voet getoond rond het nog te realiseren bouwplan. Figuur 28toont de detectiekans voor hetzelfde gebied, na realisatie van het bouwplan. In Figuur 20 is het gebied vergroot weergegeven. In Figuur 24 wordt de detectiekans van de MASS Soesterberg verkeersleidingsradar 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 25 toont de detectiekans voor hetzelfde gebied, na realisatie van het bouwplan. In Figuur 39 is het gebied vergroot weergegeven. In de groen gekleurde gebieden is de detectiekans groter of gelijk aan 90%. Ter hoogte van de locatie van het bouwplan en op een doelhoogte van 500 voet is de kleinste berekende detectiekans 1%. Op een doelhoogte van 1000 voet, inclusief ruimtelijke middeling is kleinste berekende detectiekans 59%. Naast het verlies aan radardekking direct boven het bouwplan is er tot op een afstand van circa 15 km van het bouwplan eveneens verlies aan radardekking zichtbaar ten gevolge van doorbraak via de tijdzijlussen. Op een doelhoogte van 500 m neemt de minimale berekende detectiekans af tot 18%. Op een doelhoogte van 1000 m bedraagt dit 88%.



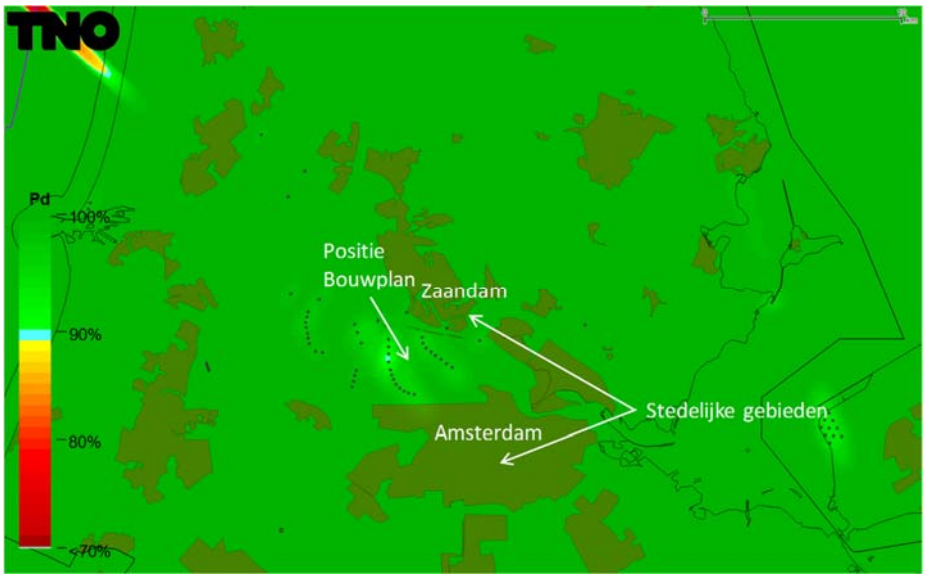
Figuur 27 Detectiekans van de MASS Soesterberg verkeersleidingsradar op 500 voet boven het bouwplan voordat dit is gerealiseerd (baseline).



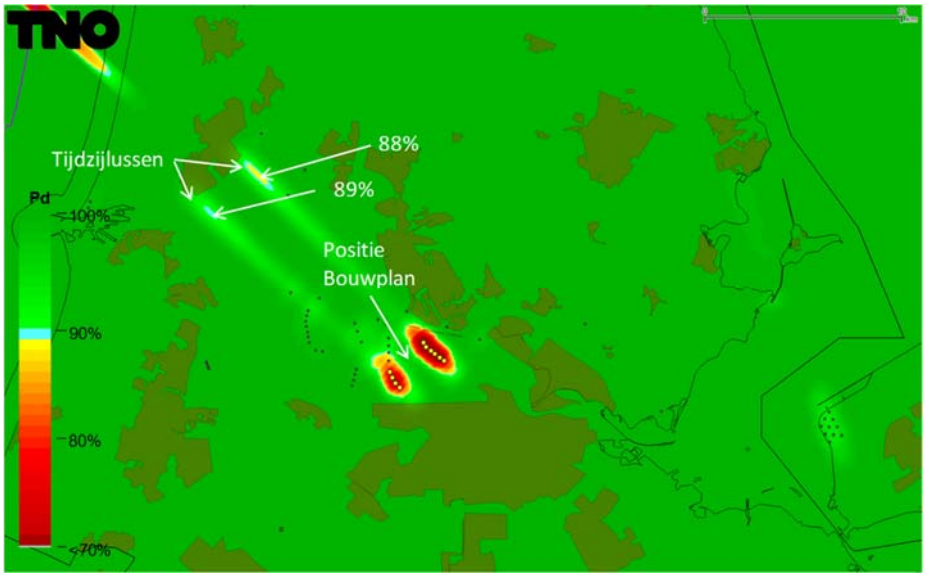
Figuur 28 Detectiekans van de MASS Soesterberg verkeersleidingsradar op 500 voet boven het bouwplan nadat deze is gerealiseerd. De locaties van de nieuwe windturbines zijn aangegeven met gele stippen.



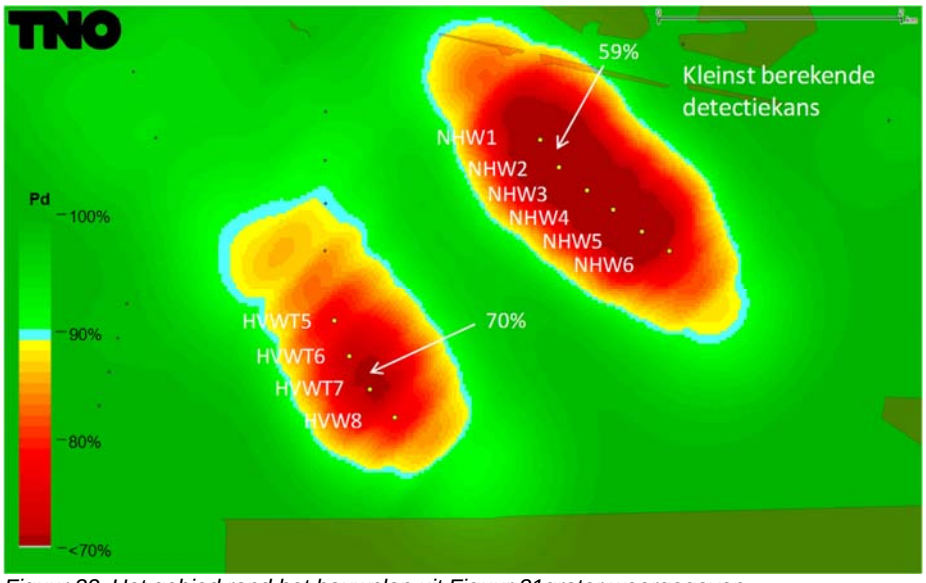
Figuur 29 Het gebied rond het bouwplan uit Figuur 22 groter weergegeven.



Figuur 30 Detectiekans van de MASS Soesterberg verkeersleidingsradar op 1000 voet boven het bouwplan voordat dit is gerealiseerd (baseline). Op dit figuur is detectiekansmiddeling toegepast.



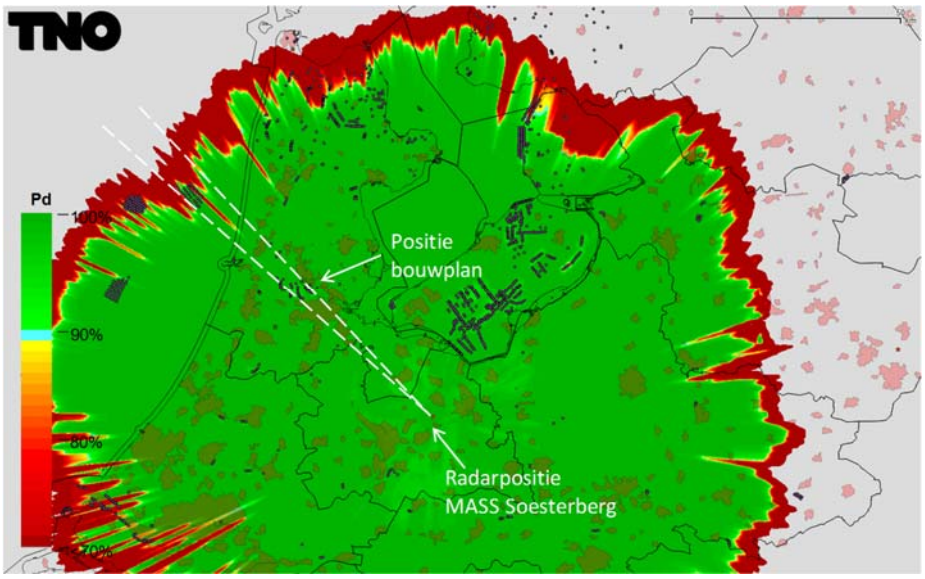
Figuur 31 Detectiekans van de MASS Soesterberg verkeersleidingsradar op 1000 voet boven het bouwplan nadat deze is gerealiseerd. De locaties van de nieuwe windturbines zijn aangegeven met gele stippen. Op dit figuur is detectiekansmiddeling toegepast.



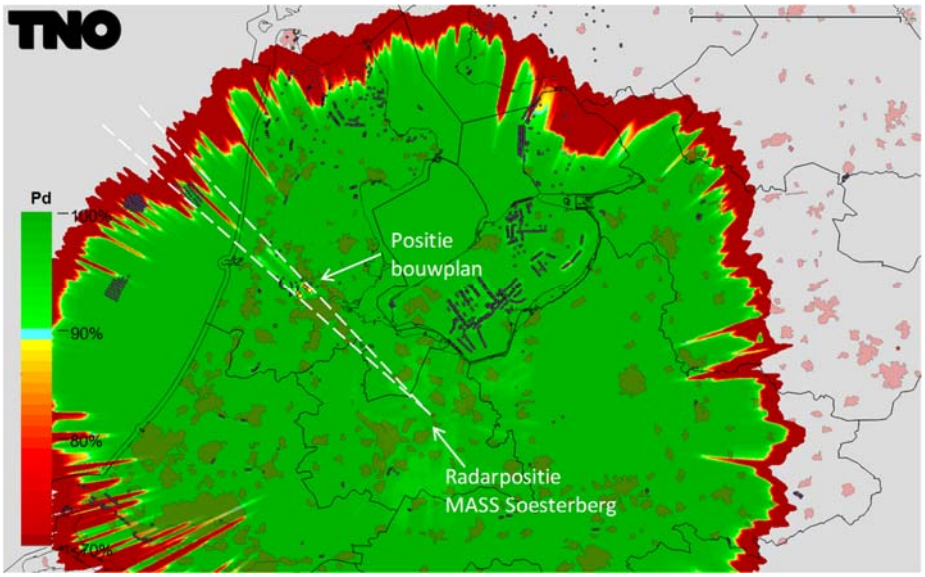
Figuur 32 Het gebied rond het bouwplan uit Figuur 31groter weergegeven.

Detectiekans van de MASS Soesterberg verkeersleidingsradar in de schaduw van het bouwplan

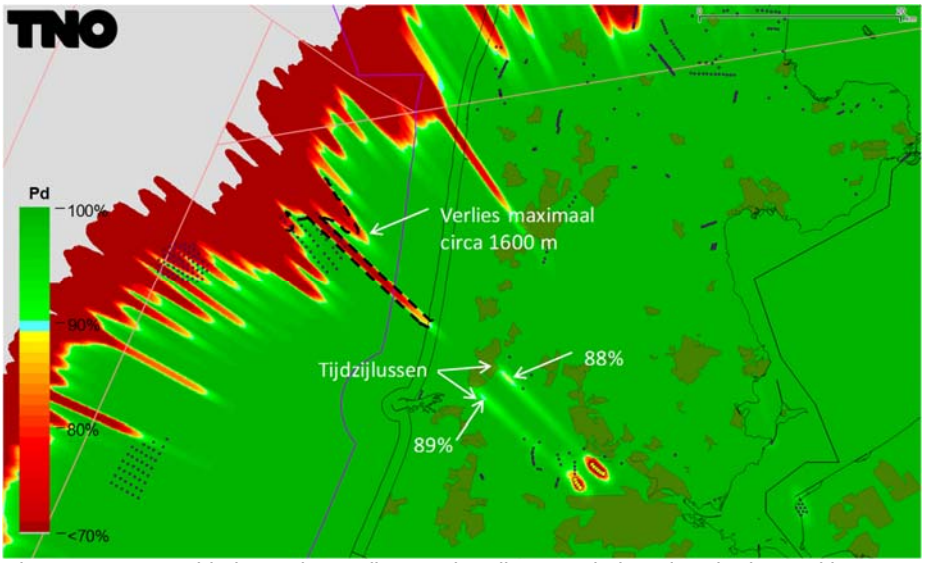
In Figuur 33is de detectiekans op 1000 voet van de MASS Soesterberg verkeersleidingsradar uitgerekend voor de gebieden waar schaduw kan ontstaan ten gevolge van het nog te realiseren bouwplan. De stippellijnen afkomstig van de MASS Soesterberg positie, lopend over het bouwplan, geeft de zone aan waartussen 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. In Figuur 26 is het gebied waar het verlies aan bereik optreedt vergroot weergegeven. De figuren tonen aan dat er op een doelhoogte van 1000 voet ten gevolge van de schaduwwerking van het bouwplan een verlies aan maximum bereik ontstaat van circa 1600 m.



Figuur 33 Detectiekans van de MASS Soesterberg verkeersleidingsradar 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.



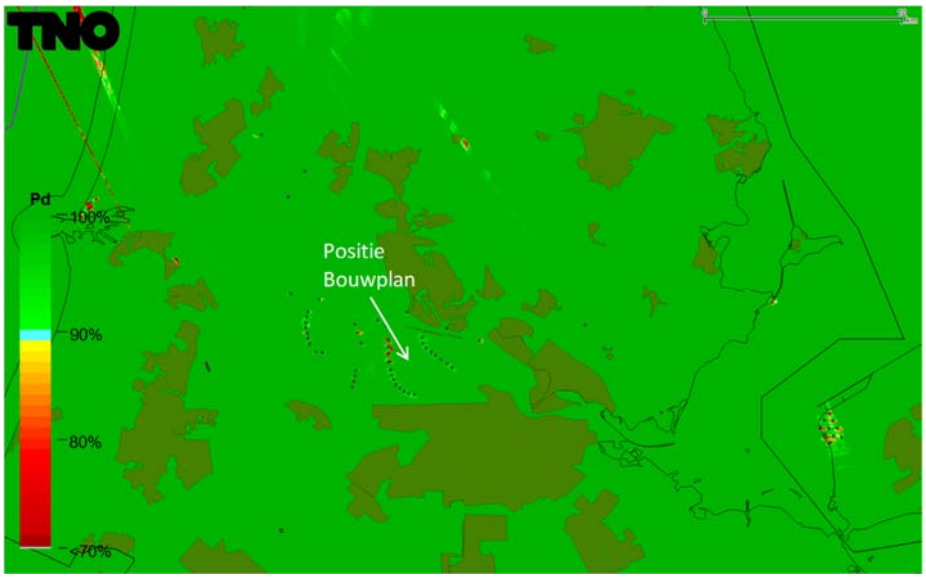
Figuur 34 Detectiekans van de MASS Soesterberg verkeersleidingsradar berekend op 1000 voet in het schaduwgebied van het bouwplan nadat deze is gerealiseerd. De stippellijnen geven aan waar de schaduw kan ontstaan.



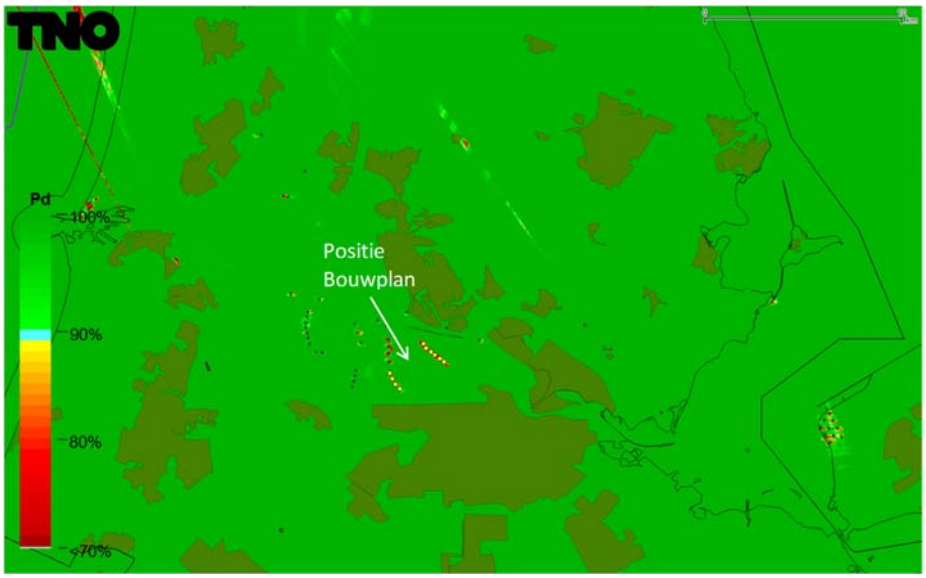
Figuur 35 Het gebied waar het verlies aan bereik optreedt door de schaduwwerking van het bouwplan uit Figuur 34 groter weergegeven. De zwarte stippellijn geeft het oorspronkelijke bereik aan zonder bouwplan.

Detectiekans van de TAR West met WFF, aangevuld met de MASS Soesterberg verkeersleidingsradar, in de directe nabijheid van het bouwplan

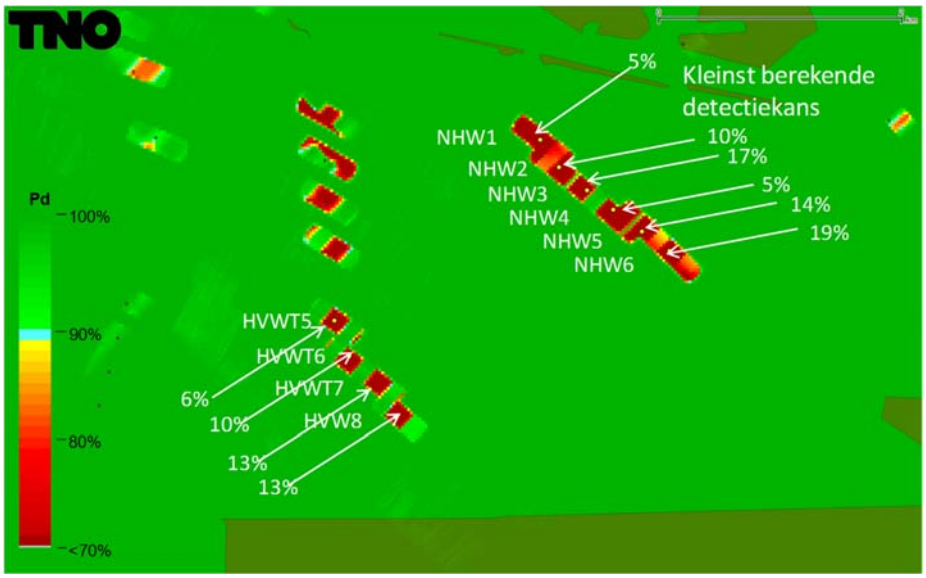
In Figuur 36 wordt de detectiekans van de TAR West verkeersleidingsradar met WFF, aangevuld met de MASS Soesterberg verkeersleidingsradar, van de baseline op 500 voet getoond rond het nog te realiseren bouwplan. Figuur 37 toont de detectiekans voor hetzelfde gebied, na realisatie van het bouwplan.
In Figuur 38 is het gebied vergroot weergegeven.
In Figuur 39 wordt de detectiekans van de TAR West verkeersleidingsradar met WFF, aangevuld met de MASS Soesterberg verkeersleidingsradar, 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 40 toont de detectiekans voor hetzelfde gebied, na realisatie van het bouwplan. In Figuur 41 is het gebied vergroot weergegeven.
In de groen gekleurde gebieden is de detectiekans groter of gelijk aan 90%.
Ter hoogte van de locatie van het bouwplan en op een doelhoogte van 500 voet is de kleinste berekende detectiekans 5%. Op een doelhoogte van 1000 voet, inclusief ruimtelijke middeling is kleinste berekende detectiekans 91%.



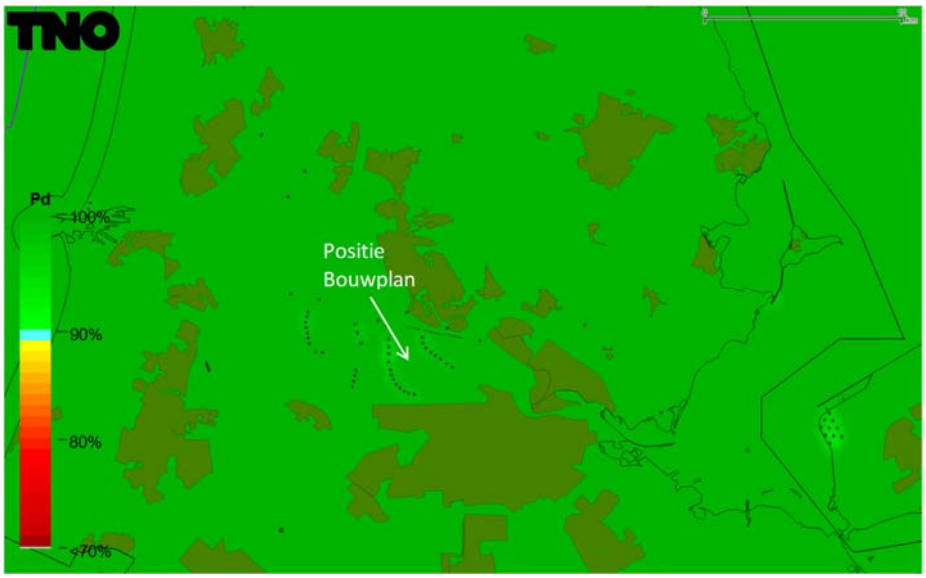
Figuur 36 Detectiekans van de TAR West verkeersleidingsradar met WFF, aangevuld met de MASS Soesterberg verkeersleidingsradar, op 500 voet boven het bouwplan voordat dit is gerealiseerd (baseline).



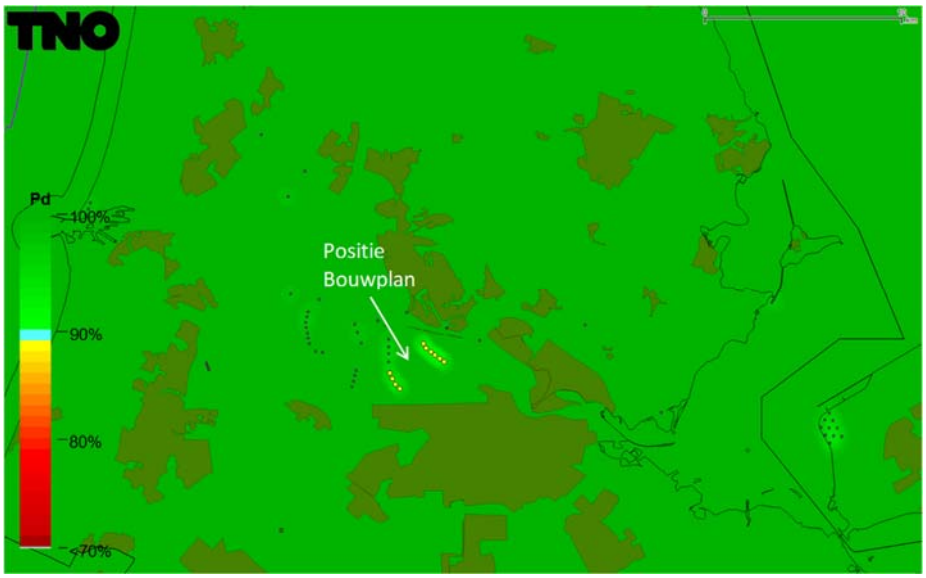
Figuur 37 Detectiekans van TAR West verkeersleidingsradar met WFF aangevuld met de MASS Soesterberg verkeersleidingsradar, op 500 voet boven het bouwplan nadat deze is gerealiseerd. De locaties van de nieuwe windturbines zijn aangegeven met gele stippen.



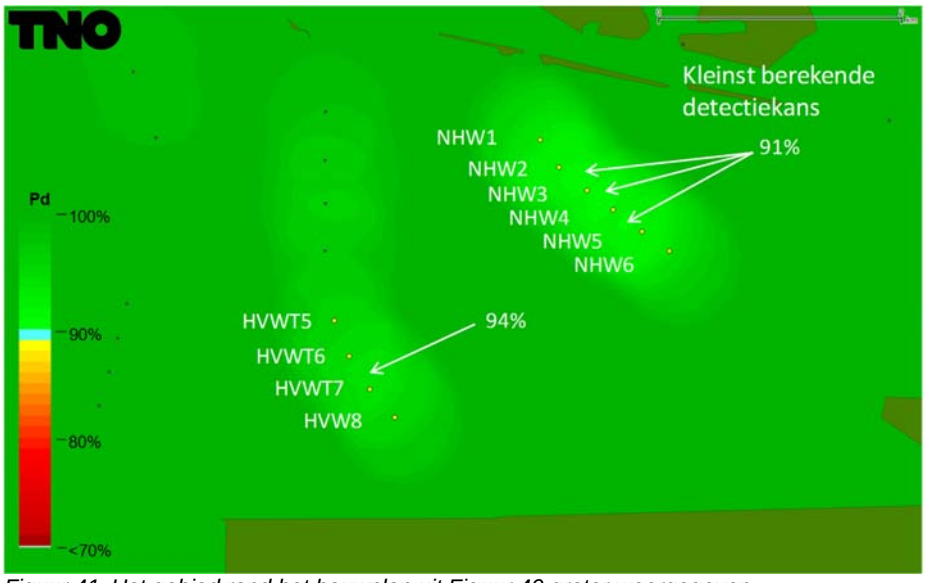
Figuur 38 Het gebied rond het bouwplan uit Figuur 37 groter weergegeven.



Figuur 39 Detectiekans van de TAR West verkeersleidingsradar met WFF, aangevuld met de MASS Soesterberg verkeersleidingsradar, op 1000 voet boven het bouwplan voordat dit is gerealiseerd (baseline). Op dit figuur is detectiekansmiddeling toegepast.



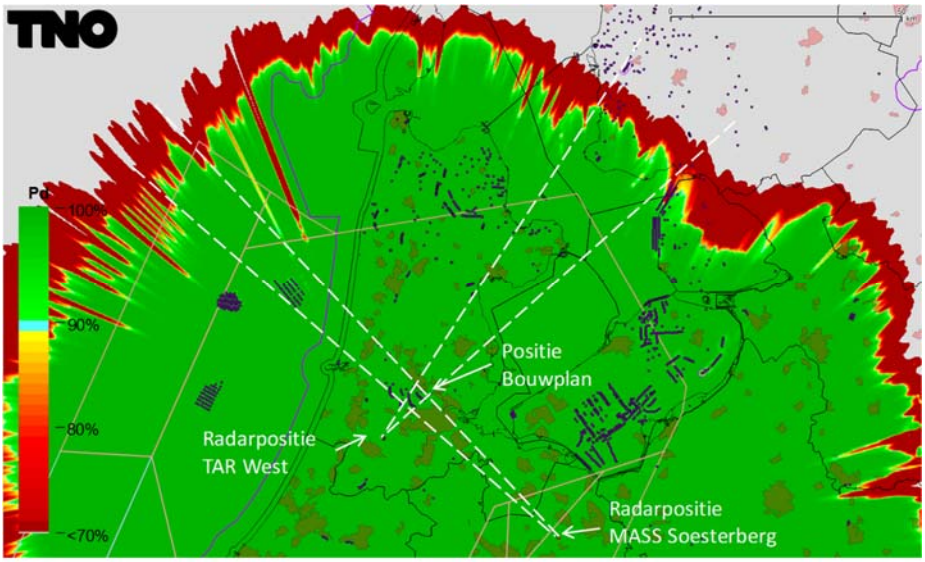
Figuur 40 Detectiekans van TAR West verkeersleidingsradar met WFF, aangevuld met de MASS Soesterberg verkeersleidingsradar, op 1000 voet boven het bouwplan nadat deze is gerealiseerd. De locaties van de nieuwe windturbines zijn aangegeven met gele stippen. Op dit figuur is detectiekansmiddeling toegepast.



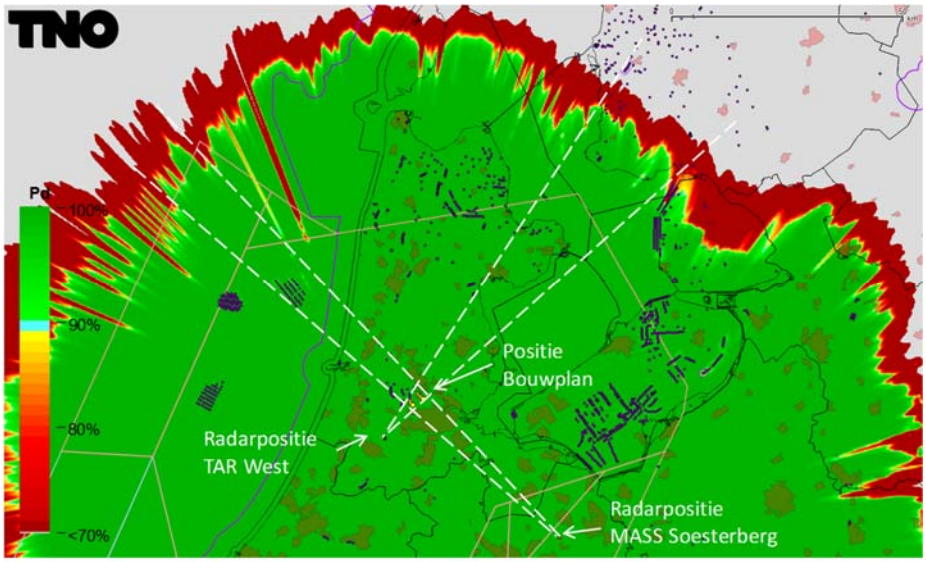
Figuur 41 Het gebied rond het bouwplan uit Figuur 40 groter weergegeven.

Detectiekans van de TAR West met WFF, aangevuld met de MASS Soesterberg verkeersleidingsradar, in de schaduw van het bouwplan

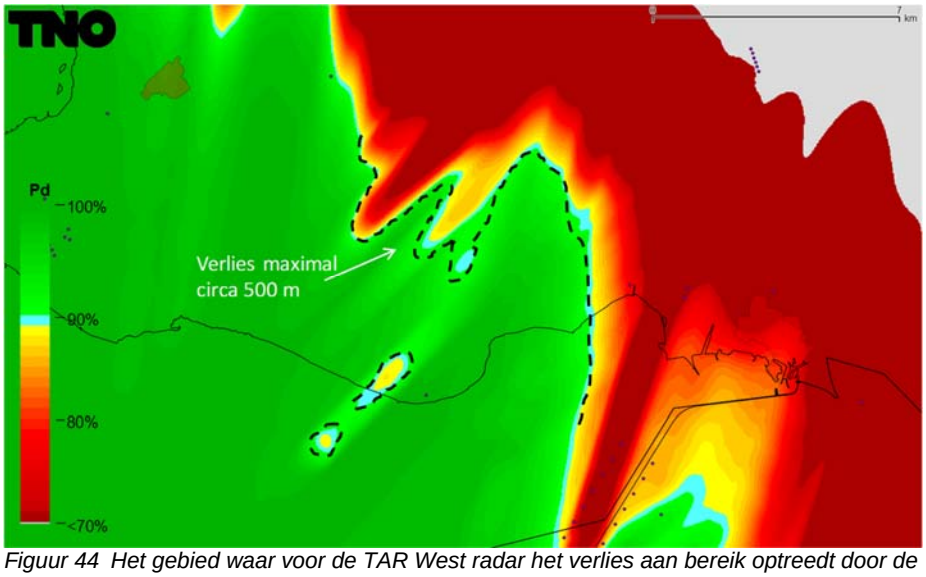
In Figuur 42 is de detectiekans op 1000 voet van de TAR West verkeersleidings-radar met WFF, aangevuld met de MASS Soesterberg verkeersleidingsradar, uitgerekend voor de gebieden waar schaduw kan ontstaan ten gevolge van het nog te realiseren bouwplan. Op deze resultaten is detectiekansmiddeling toegepast met een straal van 500 m. De stippellijnen afkomstig van de TAR West positie en de MASS positie van Soesterberg, lopend over het bouwplan, geven de zones aan waartussen een verlies aan detectiebereik zou kunnen ontstaan als gevolg van de schaduwwerking. In Figuur 43 is de detectiekans berekend voor hetzelfde gebied na realisatie van het bouwplan. In Figuur 44 is het gebied waar het verlies aan bereik optreedt vergroot weergegeven.
De figuren tonen aan dat er een verlies is aan maximum bereik voor alleen de TAR West op een doelhoogte van 1000 voet van circa 500 m. De radar van Soesterberg vertoont geen verlies aan bereik, aangezien deze in het gebied waar de schaduw optreedt volledig wordt ondersteund door de TAR West.



Figuur 42 Detectiekans van de TAR West verkeersleidingsradar met WFF, aangevuld met de MASS Soesterberg verkeersleidingsradar op 1000 voet in het schaduwgebied van het bouwplan voordat deze is gerealiseerd (baseline). Op deze resultaten is detectiekansmiddeling toegepast met een straal van 500 m. De stippellijnen geven aan waar de schaduw kan gaan ontstaan.



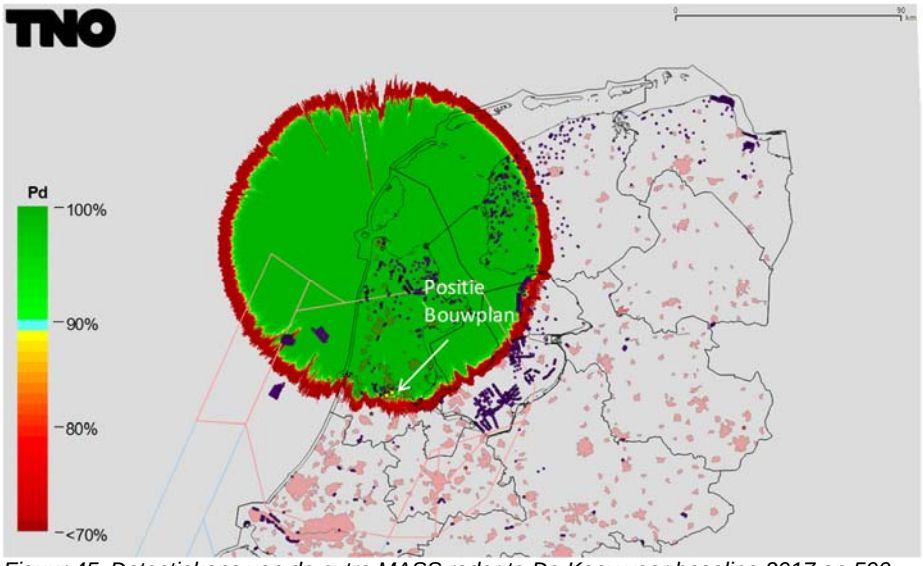
Figuur 43 *Detectiekans van de TAR West verkeersleidingsradar met WFF, aangevuld met de MASS Soesterberg verkeersleidingsradar, berekend op 1000 voet in het schaduwgebied van het bouwplan nadat deze is gerealiseerd. De stippellijnen geven aan waar de schaduw kan ontstaan. Voor de TAR West radar treedt dit daadwekelijk op in de sector rechtsboven.*



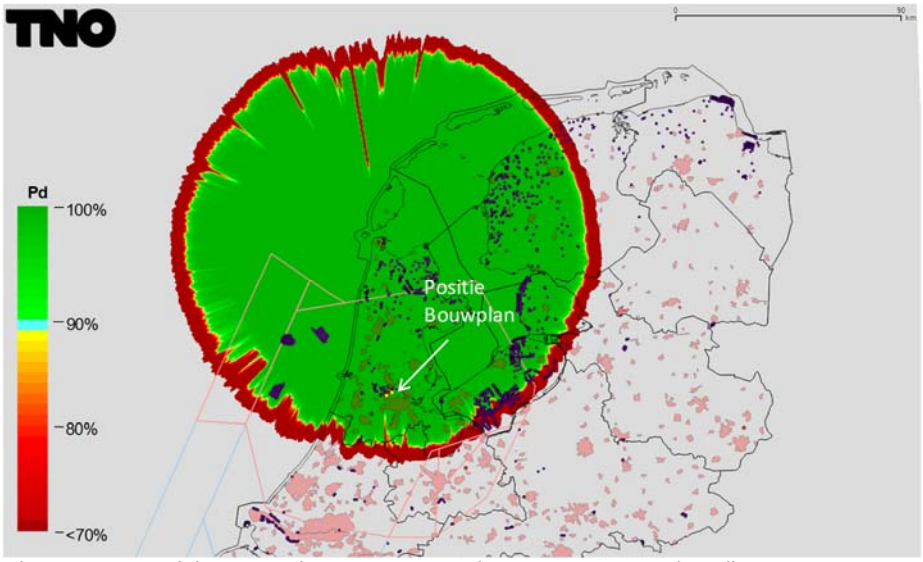
Figuur 44 *Het gebied waar voor de TAR West radar het verlies aan bereik optreedt door de schaduwwerking van het bouwplan uit Figuur 43 groter weergegeven. De zwarte stippellijn geeft het oorspronkelijke bereik aan zonder bouwplan.*

Detectiekans van de TAR West met WFF, aangevuld met de MASS Soesterberg verkeersleidingsradar en de extra MASS bij De Kooy, in de directe nabijheid van het bouwplan

Het MASS radarnetwerk wordt in de toekomst uitbreid met een extra radar op Marine Vliegkamp De Kooy bij Den Helder. In Figuur 45 wordt de detectiekans van deze extra MASS radar na realisatie van het bouwplan getoond op een doelhoogte van 500 voet en in Figuur 46 voor een doelhoogte van 1000 voet, inclusief ruimtelijke middeling met een straal van 500 m. Hieruit blijkt, dat deze radar op beide doelhoogtes mogelijk ondersteunende dekking kan verlenen boven het bouwplan.

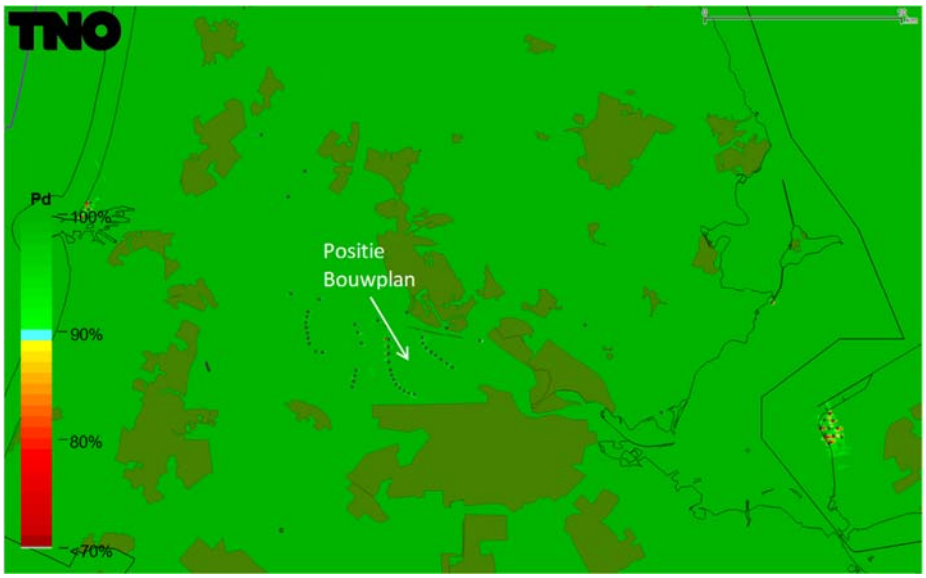


Figuur 45 Detectiekans van de extra MASS radar te De Kooy voor baseline 2017 op 500 voet boven het bouwplan.

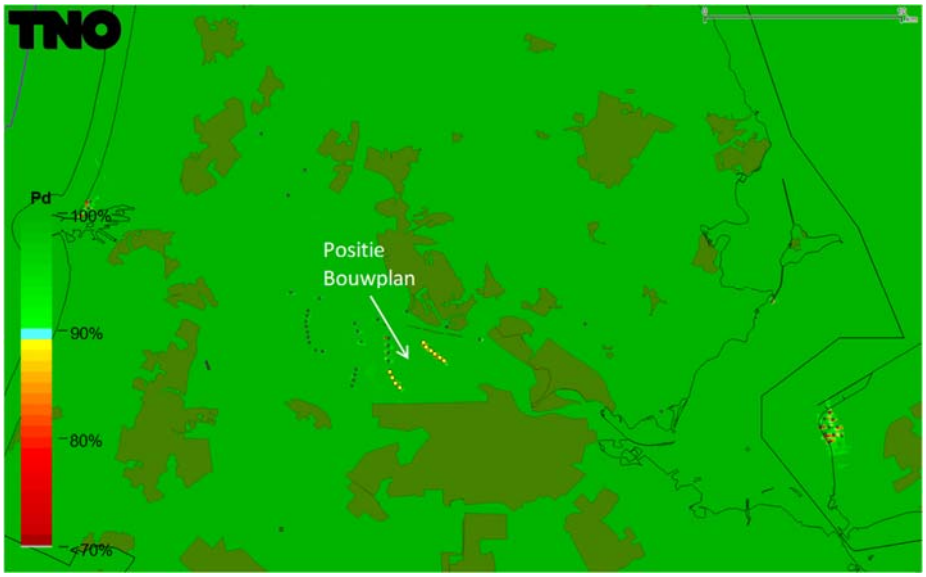


Figuur 46 Detectiekans van de extra MASS radar te De Kooy voor baseline 2017 op 1000 voet boven het bouwplan, inclusief ruimtelijk middeling.

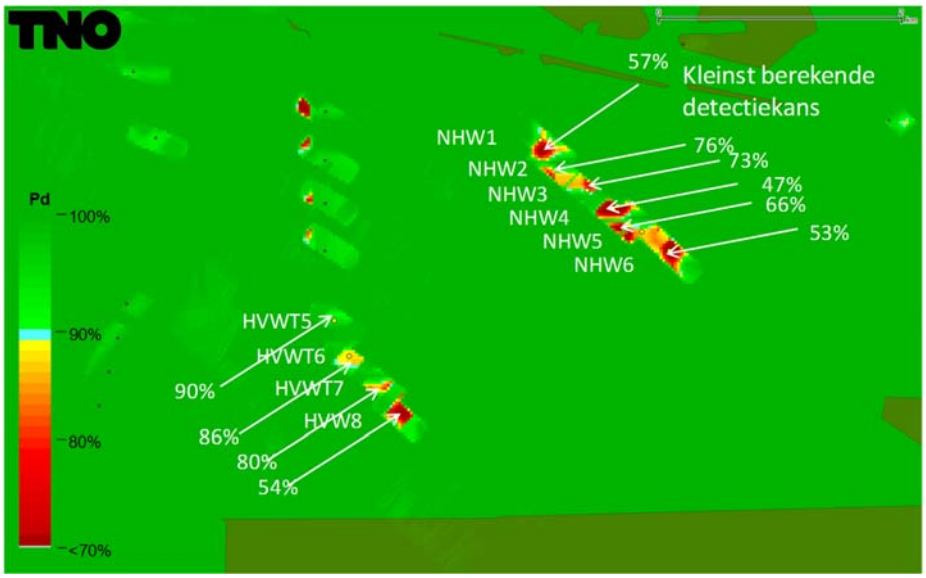
In Figuur 47 wordt de detectiekans van de TAR West verkeersleidingsradar met WFF, aangevuld met de MASS Soesterberg verkeersleidingsradar en de extra MASS bij De Kooy, van de baseline op 500 voet getoond rond het nog te realiseren bouwplan. Figuur 48 toont de detectiekans voor hetzelfde gebied, na realisatie van het bouwplan. In Figuur 49 is het gebied vergroot weergegeven.
In Figuur 50 wordt de detectiekans van de TAR West verkeersleidingsradar met WFF, aangevuld met de MASS Soesterberg verkeersleidingsradar en de extra MASS bij De Kooy, 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 51 toont de detectiekans voor hetzelfde gebied, na realisatie van het bouwplan. In Figuur 52 is het gebied vergroot weergegeven.
In de groen gekleurde gebieden is de detectiekans groter of gelijk aan 90%. Ter hoogte van de locatie van het bouwplan en op een doelhoogte van 500 voet is de kleinste berekende detectiekans 47%. Op een doelhoogte van 1000 voet, inclusief ruimtelijke middeling is kleinste berekende detectiekans 99%.



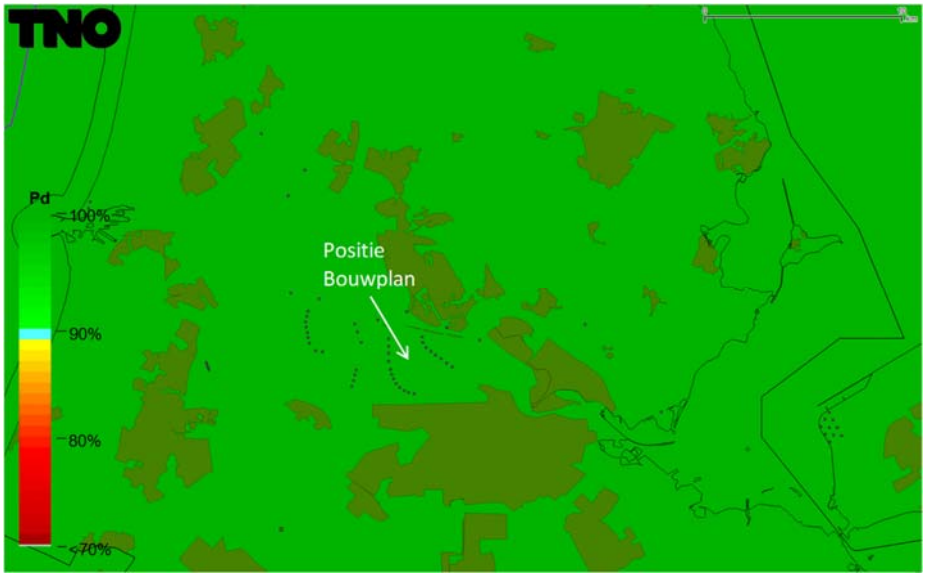
Figuur 47 Detectiekans van de TAR West verkeersleidingsradar met WFF, aangevuld met de MASS Soesterberg verkeersleidingsradar en de extra MASS bij De Kooy, op 500 voet boven het bouwplan voordat dit is gerealiseerd (baseline).



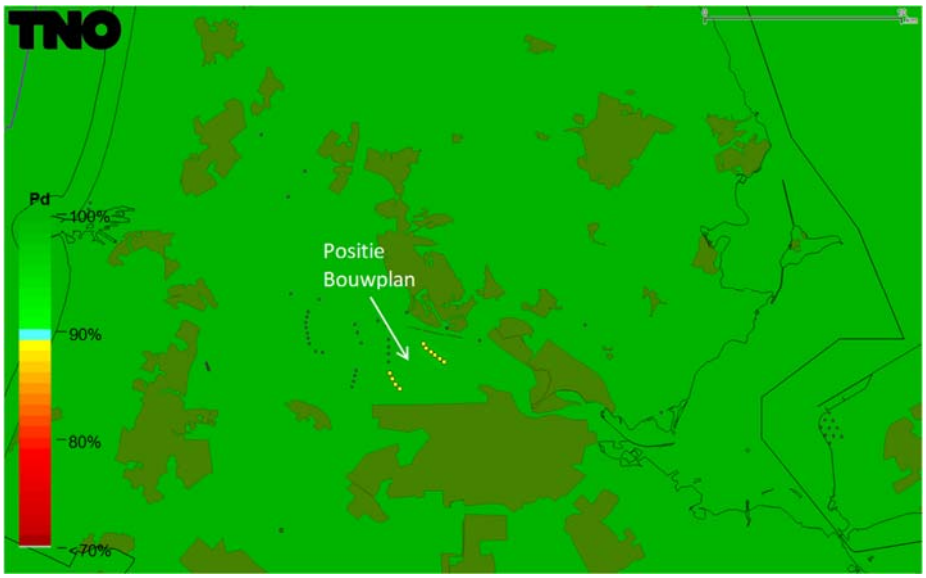
Figuur 48 Detectiekans van TAR West verkeersleidingsradar met WFF, aangevuld met de MASS Soesterberg verkeersleidingsradar en de extra MASS bij De Kooy, op 500 voet boven het bouwplan nadat deze is gerealiseerd. De locaties van de nieuwe windturbines zijn aangegeven met gele stippen.



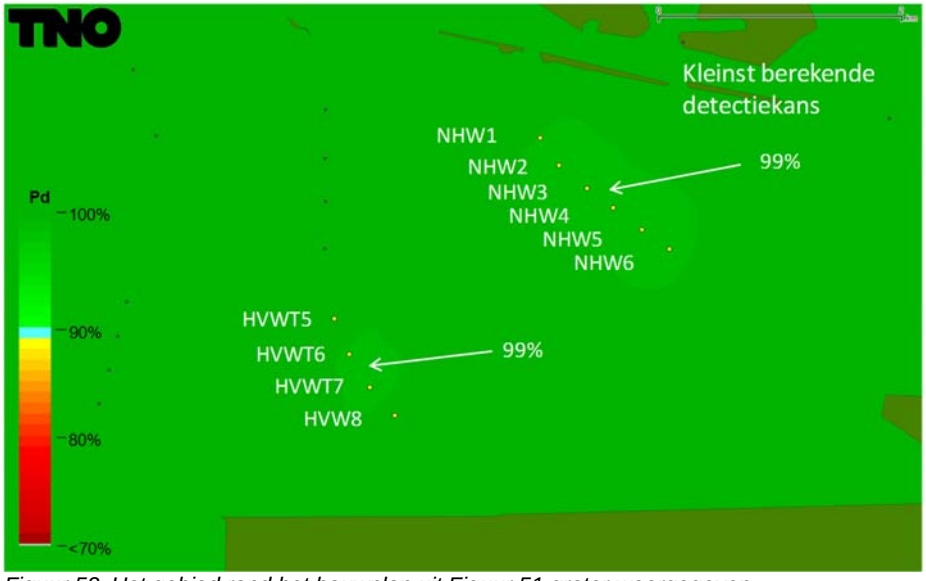
Figuur 49 Het gebied rond het bouwplan uit Figuur 48 groter weergegeven.



Figuur 50 Detectiekans van de TAR West verkeersleidingsradar met WFF, aangevuld met de MASS Soesterberg verkeersleidingsradar en de extra MASS bij De Kooy, op 1000 voet boven het bouwplan voordat dit is gerealiseerd (baseline). Op dit figuur is detectiekansmiddeling toegepast.



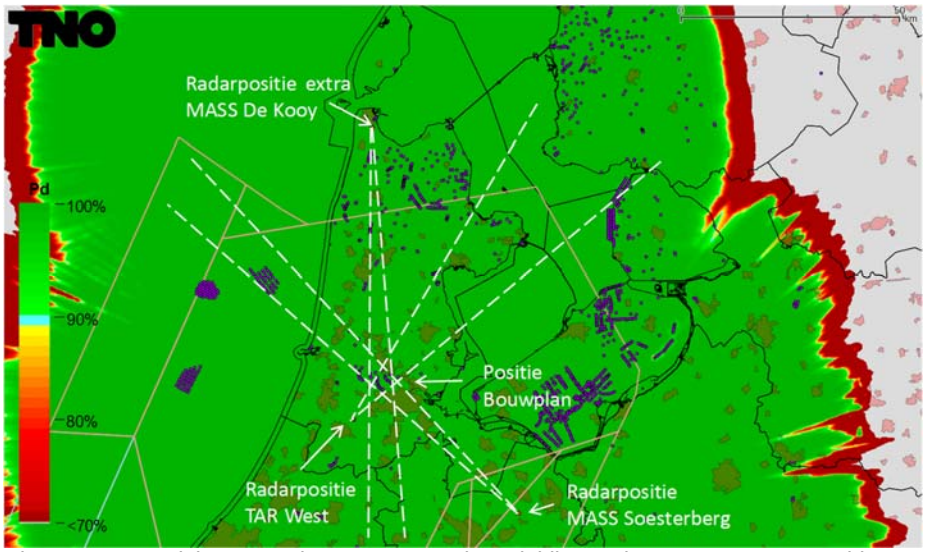
Figuur 51 Detectiekans van TAR West verkeersleidingsradar met WFF, aangevuld met de MASS Soesterberg verkeersleidingsradar en de extra MASS bij De Kooy, op 1000 voet boven het bouwplan nadat deze is gerealiseerd. Op dit figuur is detectiekansmiddeling toegepast. De locaties van de nieuwe windturbines zijn aangegeven met gele stippen.



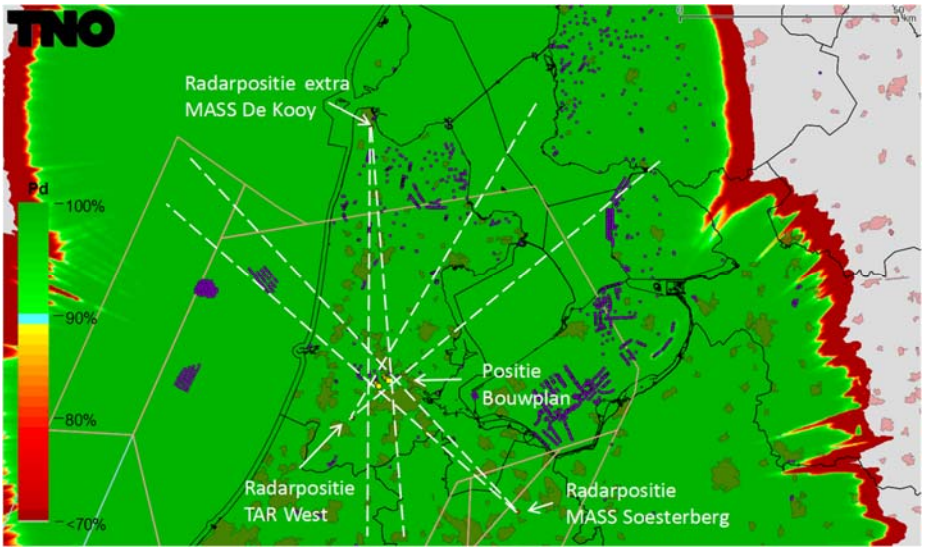
Figuur 52 Het gebied rond het bouwplan uit Figuur 51 groter weergegeven.

Detectiekans van de TAR West met WFF aangevuld met de MASS Soesterberg verkeersleidingsradar en de extra MASS bij De Kooy in de schaduw van het bouwplan

In Figuur 53 is de detectiekans op 1000 voet van de TAR West verkeersleidingsradar met WFF, aangevuld met de MASS Soesterberg verkeersleidingsradar en de extra MASS bij De Kooy, 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 TAR West positie en de MASS positie van Soesterberg en De Kooy, lopend over het bouwplan, geven de zones aan waartussen een verminderde detectiekans zou kunnen ontstaan als gevolg van de schaduwwerking. De figuren tonen aan dat er op de doelhoogte van 1000 voet geen verlies aan bereik is omdat alle drie radars elkaar volledig ondersteunen in elkaars eventuele schaduwgebieden.



Figuur 53 Detectiekans van de TAR West verkeersleidingsradar met WFF, aangevuld met de MASS Soesterberg verkeersleidingsradar en de extra MASS bij De Kooy, op 1000 voet in het schaduwgebied van het bouwplan voordat deze is gerealiseerd (baseline). De stippellijnen geven aan waar de schaduw kan gaan ontstaan.



Figuur 54 Detectiekans van de TAR West verkeersleidingsradar met WFF, aangevuld met de MASS Soesterberg verkeersleidingsradar en de extra MASS bij De Kooy, berekend op 1000 voet in het schaduwgebied van het bouwplan nadat deze is gerealiseerd. De stippellijnen geven aan waar de schaduw kan ontstaan.

5 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 Manoeuvering Area
WFF	Wind Farm Filter