

Retouradres: Postbus 96864, 2509 JG Den Haag

Gemeente Bergen
T.a.v. mevrouw M.E. Gijpmans
Postbus 140
5854 ZJ BERGEN

**Onderwerp**

Radarhindertoetsing Energielandgoed Wells Meer in Bergen, Limburg

Geachte mevrouw Gijpmans,

Bijgaand ontvangt u onze rapportage aangaande het radarverstoringsonderzoek voor het windpark Energielandgoed Wells Meer, gelegen in de gemeente Bergen, Limburg.

De berekeningen zijn gebaseerd op het PERSEUS ASR-M radarmodel versie 20201021, welke door de fabrikant is geaccordeerd. Verder is er van uitgegaan dat de Vertical Clutter Cancellation (VCC) functionaliteit boven de windturbines van dit bouwplan door de fabrikant van de radar niet hoeft te worden geactiveerd. Verder is bij de berekeningen uitgegaan van de definitieve radarantenne locatie en antennehoogte.

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'. De huidige aanvraag betreft de plaatsing van vier nieuwe windturbines. Aangezien er in dit stadium van het project nog geen keuze is gemaakt voor een definitieve opstelling van de turbines worden er twee varianten getoetst. Daarnaast is er ook nog keuze gemaakt voor een specifiek windturbinetype. Daarom is voor de afmetingen van de windturbines uitgegaan van een windturbine uit de 4 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 3.5 en 4.4 MW, een maximale ashoogte van 150 m en een maximale rotordiameter van 140 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.

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

24 november 2020

Onze referentie

DHW-2020-RT-100336192

E-mail

onno.vangent@tno.nl

Doorkiesnummer

+31888664025

Projectnummer

060.42771/01.25.01

Op opdrachten aan TNO zijn de Algemene Voorwaarden voor opdrachten aan TNO, zoals gedeponneerd bij de Griffie van de Rechtbank Den Haag en de Kamer van Koophandel Den Haag van toepassing. Deze algemene voorwaarden kunt u tevens vinden op www.tno.nl.
Op verzoek zenden wij u deze toe.

Handelsregisternummer 27376655.

Datum

24 november 2020

Onze referentie

DHW-2020-RT-100336192

Blad

2/27

De uitgevoerde berekeningen

TNO heeft de verstoring op de primaire radar als gevolg van radarreflectie en schaduw effect berekend met behulp van het radarhinder simulatiemodel PERSEUS, volgens de toetsingsmethode, die op 1 oktober 2012 is ingevoerd. Het bouwplan bevindt zich binnen de 75 km cirkels van één van de Military Approach Surveillance System (MASS) verkeersleidingsradars en buiten de 75 km cirkels rond zowel de huidige gevechtsleidingsradars te Nieuw Milligen en Wier als de nieuwe locatie van de gevechtsleidingsradar te Herwijnen die op termijn de locatie bij Nieuw Milligen gaat vervangen. De analyse is dan ook uitgevoerd voor alleen het primaire verkeersleidingsradarnetwerk, bestaande uit een zestal MASS verkeersleidingsradarsystemen verspreid over Nederland, aangevuld met de Terminal Approach radar (TAR) West bij Schiphol en de infill radar bij Wemeldinge.

Defensie heeft concrete plannen om de nieuwe ASR-M verkeersleidingsradar, gelegen op de militaire Belgische Luchtmacht basis Kleine Brogel, op te gaan nemen in het huidige Nederlandse verkeersleidingsradarnetwerk. Aangezien het bouwplan binnen de radardekking ligt van deze radar, is deze eveneens meegenomen in de berekeningen. Aangezien in deze fase nog geen definitieve versie van de PERSEUS radardefinitie van deze radar beschikbaar is, zijn de berekeningen uitgevoerd met een nog voorlopige versie van de ASR-M van Kleine Brogel, versie 20201021 en op de definitieve locatie en hoogte van de radarantenne.

Resultaten primaire verkeersleidingsradarnetwerk

Op de locatie van de windturbines eist het Ministerie van Defensie voor het verkeersleidingsradarnetwerk een minimale detectiekans van 90% voor een doel met een radaroppervlak van 2 m². 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 vermindering van de detectiekans geconstateerd ter hoogte of in de directe nabijheid van het bouwplan tot 89%.
Het bouwplan voldoet dus niet aan de thans gehanteerde 2020 norm.
2. Reductie van het maximum bereik ten gevolge van de schaduwwerking van het bouwplan:
De MASS radar te Volkel ondervindt door de schaduwwerking na realisatie van het bouwplan een verlies aan bereik van maximaal circa 1.5 km.
Het verlies valt echter volledig buiten de landsgrenzen waardoor de 1000 voet normlijn niet wordt overschreden. Het bouwplan voldoet dus aan de thans gehanteerde 2020 norm.

Resultaten primaire verkeersleidingsradarnetwerk aangevuld met de Belgische verkeersleidingsradar bij Kleine Brogel

De Belgische overheid gaat een nieuwe ASR-M radar plaatsen bij op de luchtmachtbasis Kleine Brogel van de firma Intersoft-Electronics. De Nederlandse overheid heeft besloten deze nieuwe radar op te nemen in het Nederlandse verkeersleidingsradarnetwerk, voor een verdere ondersteuning van de primaire verkeersleidingsradardekking in Zuidoost Nederland. Om die reden is in tweede instantie een extra berekening uitgevoerd met deze nieuwe ASR-M radar. Bij de

Datum

24 november 2020

Onze referentie

DHW-2020-RT-100336192

Blad

3/27

berekening is er van uitgegaan dat de Vertical Clutter Cancellation (VCC) functionaliteit boven de windturbines van dit bouwplan **niet** is geactiveerd. 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 is de kleinst berekende radardetectiekans ter hoogte of in de directe nabijheid van windpark 93%. Dus met de extra ondersteuning van de ASR-M radar van Kleine Brogel en nog zonder de activering van de VCC, voldoet het bouwplan wel aan de thans gehanteerde norm van 2020.
2. Reductie van het maximum bereik ten gevolge van de schaduwwerking van het bouwplan:
De radar bij Kleine Brogel is niet in staat is de MASS radar bij Volkel te ondersteunen in de sector waar door de schaduwwerking van de windturbines een verlies aan bereik kan ontstaan. Het verlies aan bereik blijft daardoor overeenkomstig de situatie zonder de ondersteuning van de ASR-M. Het maximaal verlies is dus 1.5 km. Maar omdat dit verlies buiten de landsgrenzen valt, voldoet het bouwplan aan de thans gehanteerde norm van 2020.

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
24 november 2020

Onze referentie
DHW-2020-RT-100336192

Blad
4/27

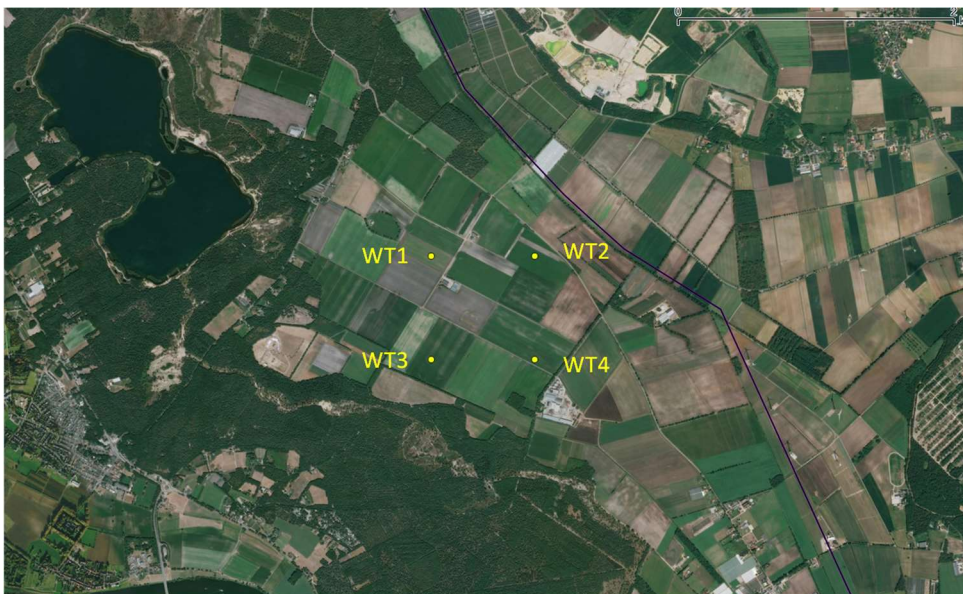
1 Locatie- en radargegevens

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

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

Nr	ID	Rijksdriehoekstelsel		WGS 84 coördinaten		Fundatie- hoogte
		X [m]	Y [m]	Latitude [°]	Longitude [°]	t.o.v. NAP [m]
1	WT1	206280	398184	51.57024	6.12687	18.1
2	WT2	207030	398184	51.57017	6.13769	18.6
3	WT3	206280	397434	51.56350	6.12676	17.7
4	WT4	207030	397434	51.56343	6.13758	18.3

De locaties van de te plaatsen windturbines zijn weergegeven in Figuur 1.



Figuur 1 De gele stippen geven de locaties aan van de nieuwe windturbines [Bing].

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.

Datum

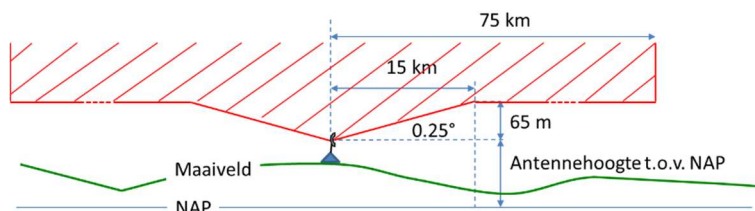
24 november 2020

Onze referentie

DHW-2020-RT-100336192

Blad

5/27



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 is de nieuwe Terminal Approach Radar, TAR West bij Schiphol operationeel geworden en 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 windturbines rond deze radar zijn vastgelegd in het Luchtvaart Inpassingsbesluit (LIB) van Schiphol. Tot slot is in 2019 het verkeersleidingsradarnetwerk verder uitgebreid worden met een extra Hensoldt ASR-NG MASS radar op het Marinevliegveld De Kooy bij Den Helder, die dan ook per 1 januari 2019 eveneens opgenomen is in de Rarro en in 2020 de Scanter 4002 infill radar bij Wemeldinge. De locatiegegevens van de verkeersleidingsradars en de gevechtsleidingsradars worden weergegeven in Tabel 2. In deze tabel zijn zowel de antennehoogtes aangegeven die aangehouden worden voor de bepaling van het toetsingsprofiel als ook de feitelijke antennehoogtes van de primaire radarantenne, toegepast in de detectiekansberekeningen.

Tabel 2 Locatiegegevens van de zes MASS radars, de TAR West, de infill radar en de gevechtsleidingsradars te Nieuw Milligen en Wier, de aangehouden antennehoogte voor het toetsingsprofiel en de toegepaste feitelijke hoogte van de primaire radarantenne. De gevechtsleidingsradars zullen 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
De Kooy	113911	548781	27	27.1
TAR West Schiphol	109603	482283	n.v.t.*	34.0
Scanter Wemeldinge	059912	392950	30	30.4
Nieuw Milligen (MPR)	179258	471774	53	Gerubriceerd**
Wier (SMART-L)	170513	585673	24	Gerubriceerd**
Herwijnen (SMART-L)	137106	427741	25	Gerubriceerd**

* Deze radar zijn niet opgenomen in de Rarro en heeft dus geen toetsingsprofiel.

** Deze gegevens zijn bekend bij defensie.

Datum

24 november 2020

Onze referentie

DHW-2020-RT-100336192

Blad

6/27

Aangezien er nog geen volledige zekerheid is over de plaatsing van de gevechtsleidingsradar op de beoogde locatie Herwijnen, is een onderzoek uitgevoerd naar alternatieve locaties. Daar zijn drie locaties uitgekomen die in deze rapportage eveneens worden getoetst. De coördinaten van deze drie locaties is opgenomen in Tabel 3.

Tabel 3 Locatiegegevens van de drie alternatieve locaties voor de SMART-L radar te Herwijnen.

SMART-L radar	Coördinaten Rijksdriehoekstelsel		Antennehoogte t.o.v. NAP [m]
	X [m]	Y [m]	
Goudriaan	121286	436321	Gerubriceerd*
Meerkerk	126684	437319	Gerubriceerd*
Nieuwpoort	121789	438142	Gerubriceerd*

** Deze gegevens zijn bekend bij defensie.

Variaties in de hoogte van het terrein worden bepaald uit het Actueel Hoogtebestand Nederland (AHN-2) en AHN3 voor alleen Friesland, Zeeland en delen van Zuid-Holland. In dit bestand bevindt zich bebouwing zoals aanwezig tijdens de opnames tussen 2007 en 2012 voor AHN2 en 2014 voor AHN3. Naast dit hoogtebestand met bebouwing hanteert TNO eveneens een bestand voor het maaiveld bepaald met alleen het AHN2 bestand. Beide bestanden bezitten een ruimtelijke resolutie van 10 m. Buiten Nederland gebruikt TNO terreinhoogtegegevens afkomstig van de NASA Shuttle Radar Topography Mission (SRTM1) met een resolutie van 1 boogseconde (ongeveer 30 m langs een meridiaan). Het kan voorkomen dat een deel van het bouwplan wordt afgeschermd door het tussenliggende terrein of door bebouwing 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 3. De 15 en 75 km cirkels rond de gevechtsleidingsradars en de stedelijke gebieden volgens het AHN-1 bestand zijn weergegeven in Figuur 4 en van de drie alternatieve locaties voor gevechtsleidingsradar in Herwijnen in Figuur 5.

Datum

24 november 2020

Onze referentie

DHW-2020-RT-100336192

Blad

7/27



Figuur 3 Locaties van de zes MASS verkeersleidingsradarsystemen (groene ruit) met daaromheen de 15 en 75 km cirkels. De TAR West radar bij Schiphol is aangegeven met een oranje ruit en de infill radar te Wemeldinge met een paarse ruit. De oranje vlakken zijn de in de AHN-1 gedefinieerde stedelijke gebieden. De ligging van de nieuwe radar bij Kleine Brogel is aangegeven met een rode ruit en het te toetsen bouwplan met een roze ster.

Datum

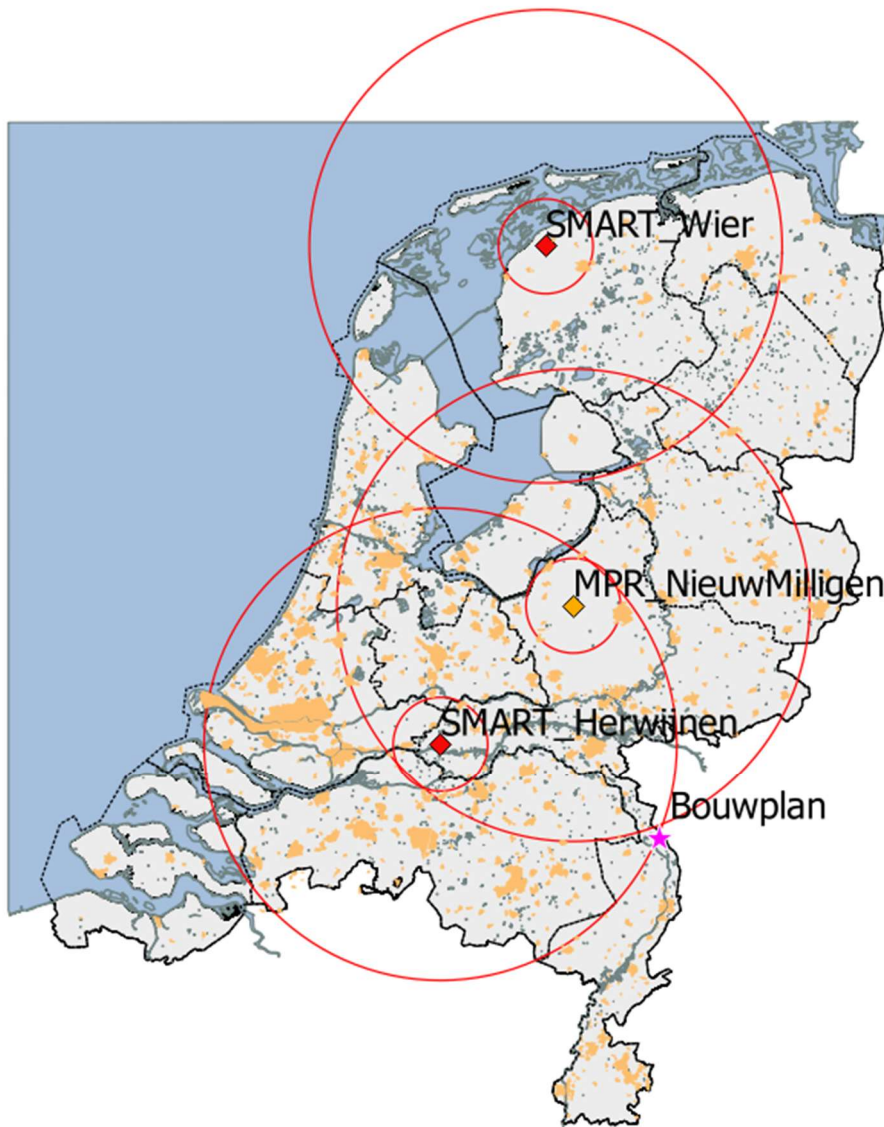
24 november 2020

Onze referentie

DHW-2020-RT-100336192

Blad

8/27



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

Datum

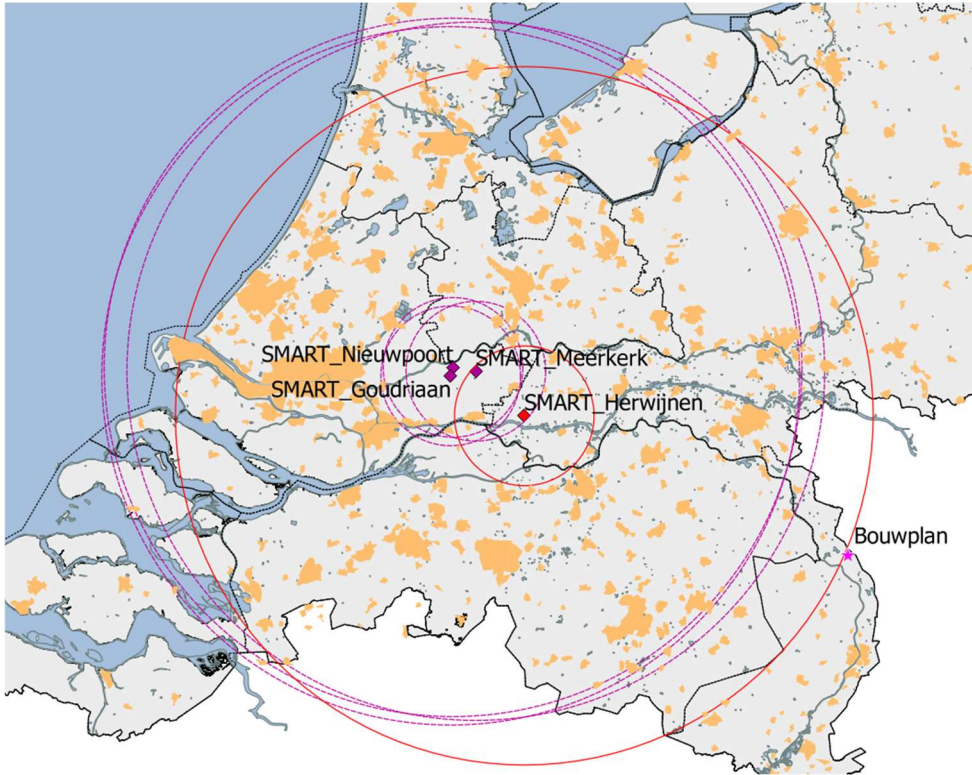
24 november 2020

Onze referentie

DHW-2020-RT-100336192

Blad

9/27



Figuur 5 Locaties van de drie alternatieve locaties Goudriaan, Meerkerk en Nieuwpoort (paarse ruit) voor de nieuwe SMART-L EWC GB gevechtsleidingsradar te Herwijnen (rode ruit). De oranje 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 Volkel en buiten de 75 km cirkels rond de gevechtsleidingsradars van Wier, Nieuw Milligen en Herwijnen en de drie alternatieve locaties voor Herwijnen, te weten, Goudriaan, Meerkerk en Nieuwpoort. Daarnaast zijn de tiphoogtes van alle te toetsen windturbines groter dan de in Figuur 2 aangegeven hoogte. Het onderhavige bouwplan dient derhalve getoetst te worden voor alleen het primaire MASS verkeersleidingsradarnetwerk.

Datum

24 november 2020

Onze referentie

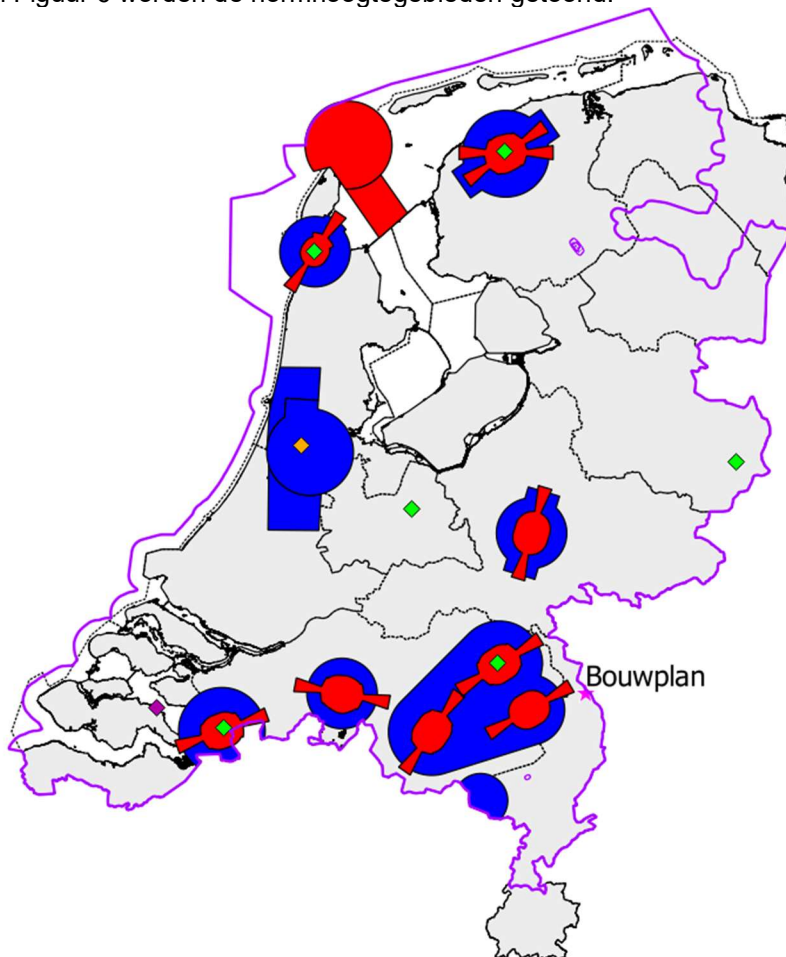
DHW-2020-RT-100336192

Blad

10/27

2 Rekenmethode primaire verkeersleidingsradarnetwerk

Het radarsimulatiemodel PERSEUS berekent voor elk radarsysteem de detectiekans van een doel met een radardoorsnede van 2 m^2 , fluctuatiestatistiek Swerling case 1, en loos alarmkans 1×10^{-6} . Afhankelijk van de locatie van het bouwplan moet de detectiekans geëvalueerd worden op een normhoogte van 300, 500 of 1000 voet ten opzichte van het maaiveld. Indien op 1000 voet geëvalueerd wordt, zal middeling van detectiekansen binnen een cirkel met een straal van 500 m toegepast worden. De 300 en 500 voet normhoogtes liggen over het algemeen rond de verschillende militaire vliegvelden in Nederland. Op een hoogte van 1000 voet dient er, met enige uitzonderingen, landelijke dekking te zijn. In Figuur 6 worden de normhoogtegebieden getoond.



Figuur 6 De ligging van het te toetsen bouwplan aangegeven met een ster en de ligging van de thans gehanteerde 2020 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 primaire verkeersleidingsradarnetwerk bestaande uit een zestal MASS radarsystemen en in oranje de TAR West radar te Schiphol en in paars de infill radar te Wemeldinge.

Het bouwplan valt binnen de normhoogte van 1000 voet.

De detectiekans van de zes MASS radarsystemen te Leeuwarden, Twenthe, Soesterberg, Volkel, Woensdrecht en De Kooy, aangevuld met de TAR West van Schiphol en de infill radar bij Wemeldinge 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 en het Wind Farm Filter (WFF) in de TAR West 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 2020, 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.

Datum

24 november 2020

Onze referentie

DHW-2020-RT-100336192

Blad

11/27

Datum
24 november 2020

Onze referentie
DHW-2020-RT-100336192

Blad
12/27

3 Gegevens windturbines

Voor de bepaling van de effecten op de radars is de *worst-case* windturbine uit de 4 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 3.5 en 4.4 MW, een maximale ashoogte van 150 m en een maximale rotordiameter van 140 m.

Bij toepassing van een specifieke windturbine met realistische afmetingen uit eenzelfde of lagere vermogensklasse en waarbij de maximaal getoetste ashoogte en rotordiameter niet wordt overschreden, 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 **Error! Reference source not found.** is de maatvoering weergegeven van de te toetsen windturbine, noodzakelijk voor de juiste modellering.

Tabel 4 De afmetingen [m] de windturbine die bij de berekeningen zijn toegepast.

Onderdeel	WC 4 MW
Ashoogte t.o.v. maaiveld	150.0
Tiphoogte t.o.v. maaiveld	220.0
Fund. hoogte t.o.v. maaiveld	0.0
Breedte gondel	5.4
Lengte gondel	19.0
Hoogte gondel	8.8
Diameter mast onder	11.9
Diameter mast boven	4.4
Lengte mast	145.6
Lengte wijk	70.0
Breedte wijk	3.8

Datum

24 november 2020

Onze referentie

DHW-2020-RT-100336192

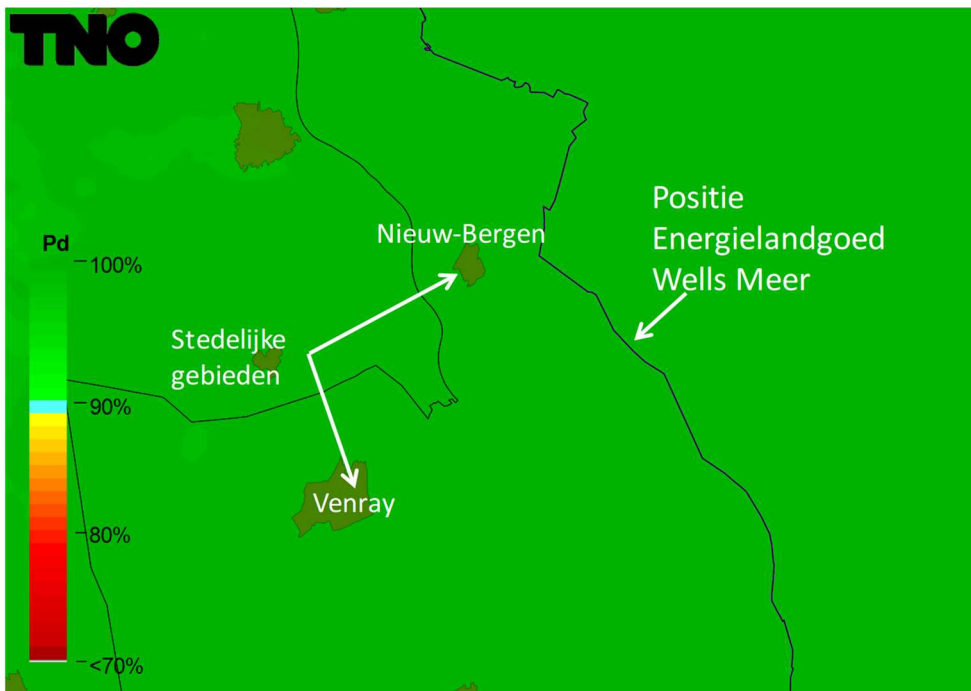
Blad

13/27

4 Berekeningen radardetectiekans diagrammen primaire verkeersleidingsradarnetwerk

Detectiekans in de directe nabijheid van het bouwplan

In Figuur 7 wordt de detectiekans van het 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 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 of in de directe nabijheid van de locatie van het bouwplan en binnen het 1000 voet normgebied is er een verlies van de radardetectiekans waarneembaar tot 89%. Daarnaast ten gevolge van tijdzijlussen een verlies aan detectie tot maximaal 98% zichtbaar, maar dat gebied ligt buiten de landsgrens. Het bouwplan voldoet daarmee dus niet aan de thans gehanteerde 2020 norm.

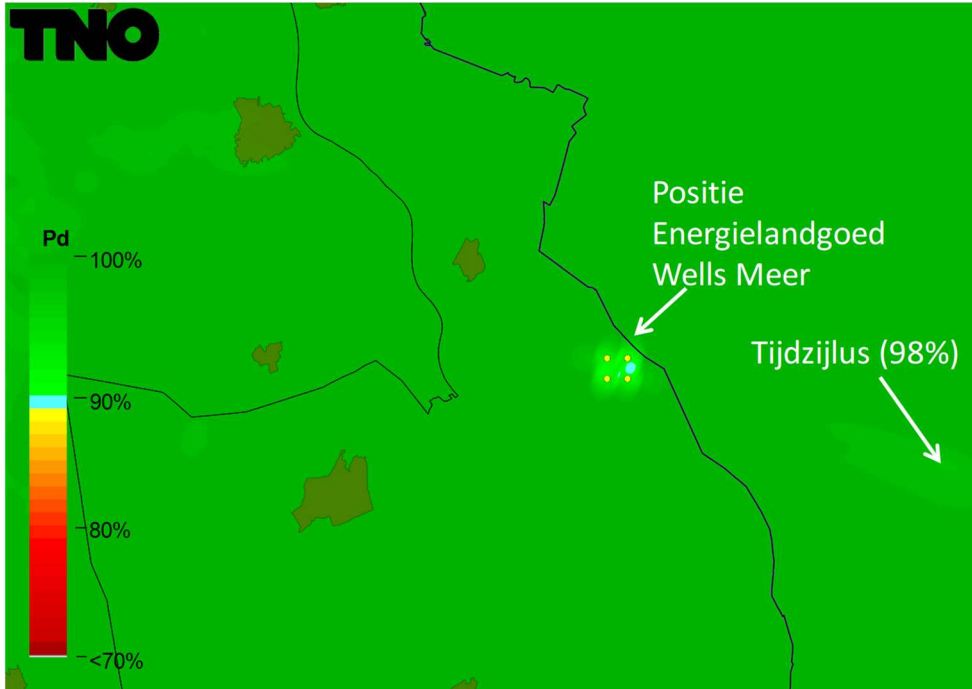


Figuur 7 Detectiekans van het primaire verkeersleidingsradarnetwerk op 1000 voet boven het bouwplan voordat dit is gerealiseerd (baseline).

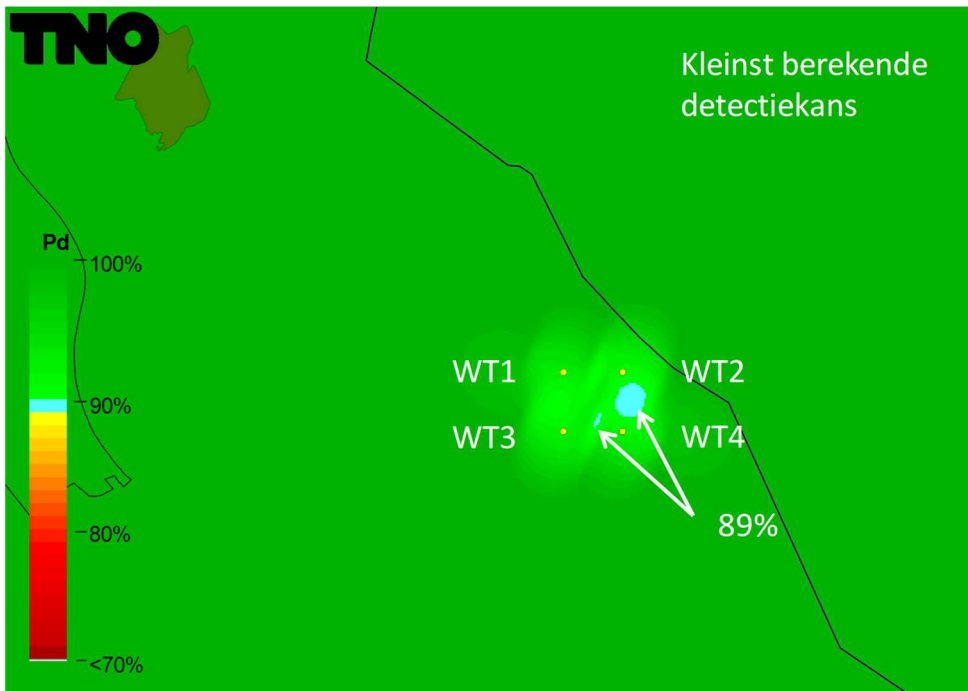
Datum
24 november 2020

Onze referentie
DHW-2020-RT-100336192

Blad
14/27



Figuur 8 Detectiekans van het primaire verkeersleidingsradarnetwerk op 1000 voet boven het bouwplan nadat deze is gerealiseerd. De locaties van de nieuwe windturbines zijn aangegeven met gele stippen.



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

Datum

24 november 2020

Onze referentie

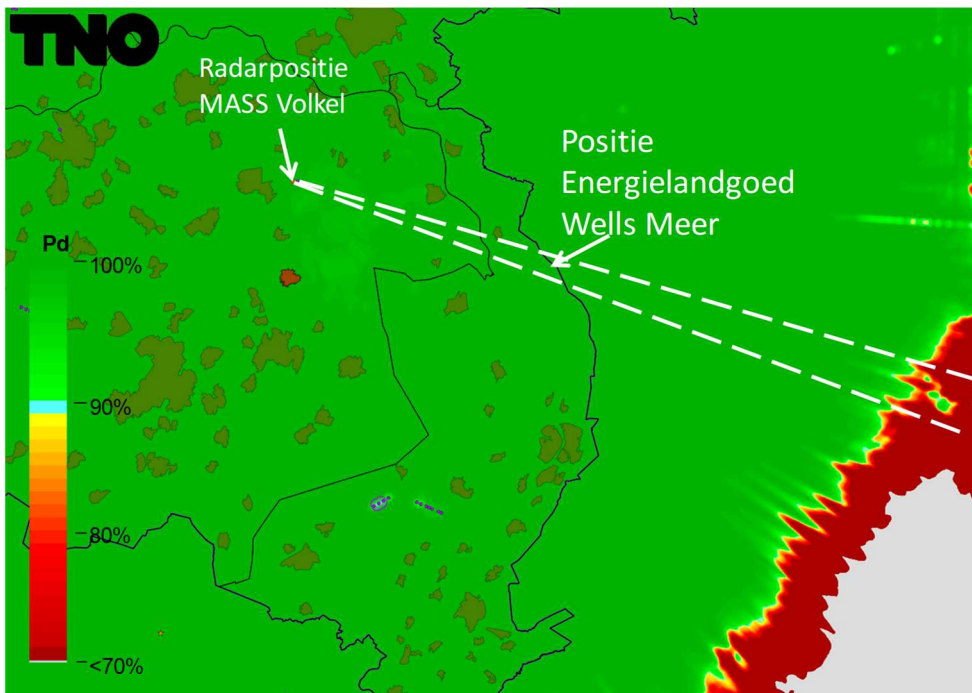
DHW-2020-RT-100336192

Blad

15/27

Detectiekans in de schaduw van het bouwplan

In Figuur 10 is de detectiekans op 1000 voet van het primaire verkeersleidingsradarnetwerk uitgerekend voor de gebieden waar schaduw kan ontstaan ten gevolge van het nog te realiseren bouwplan. Op deze resultaten is detectiekansmiddeling toegepast met een straal van 500 m. De stippellijnen afkomstig van de MASS positie bij Volkel, lopend over het bouwplan, geeft 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. In Figuur 12 wordt het verlies aan bereik in detail weergegeven. De figuur toont aan dat er een maximaal verlies ontstaat van circa 1.5 km. Dit verlies valt achter volledig buiten de landsgrenzen. Het bouwplan voldoet dus aan de thans gehanteerde 2020 norm.

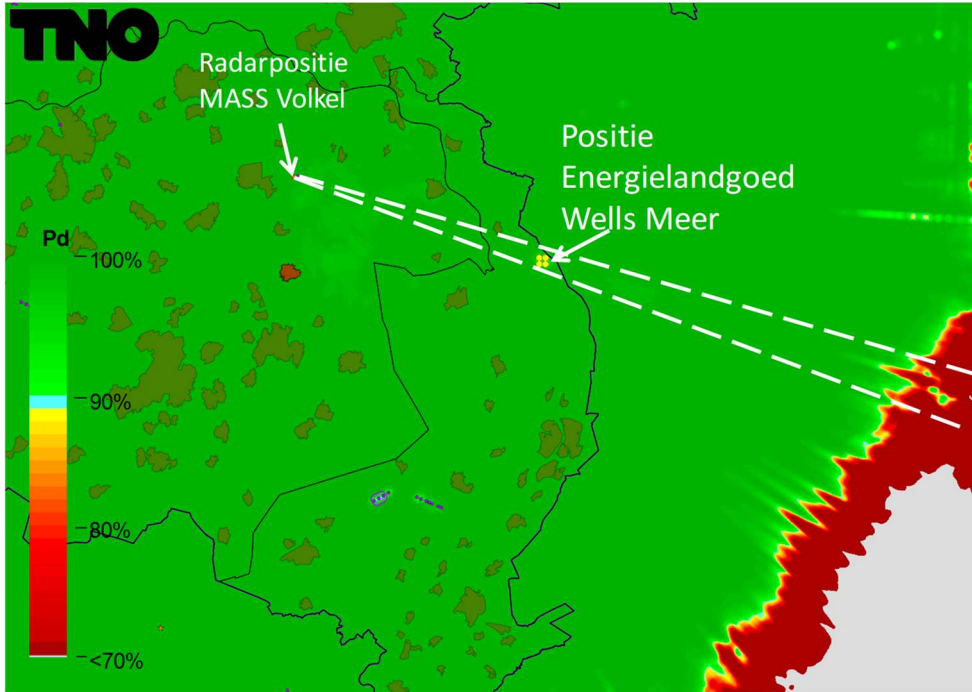


Figuur 10 Detectiekans van het primaire verkeersleidingsradarnetwerk op 1000 voet in het schaduwgebied van het bouwplan voordat deze is gerealiseerd (baseline). Op dit figuur is detectiekansmiddeling toegepast. De stippellijnen geven aan waar de schaduw kan gaan ontstaan.

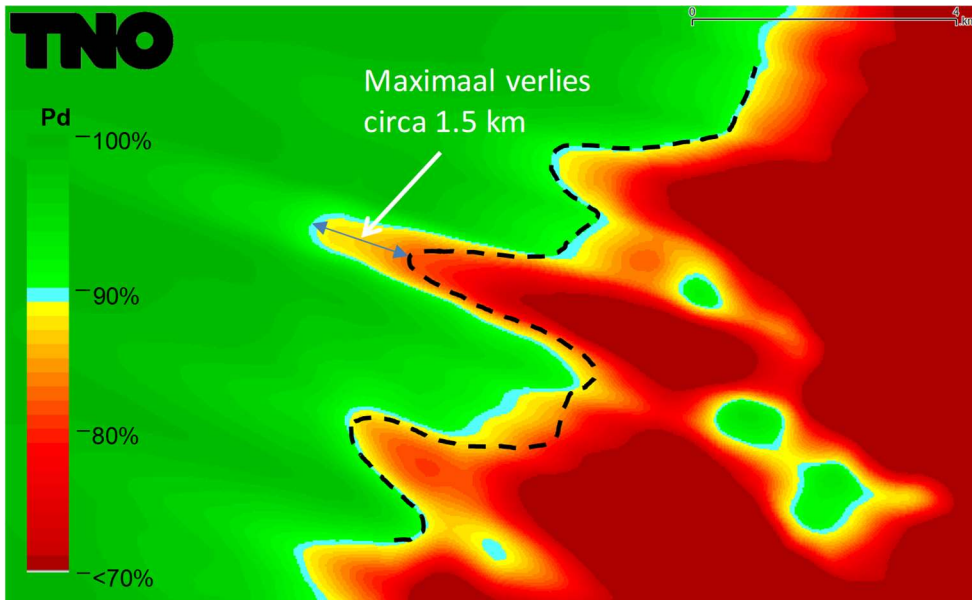
Datum
24 november 2020

Onze referentie
DHW-2020-RT-100336192

Blad
16/27



Figuur 11 Detectiekans van het primaire 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.



Figuur 12 Een detail van het verlies aan bereik ten gevolge van de schaduwwerking van het bouwplan. De zwarte stippellijn toont het bereik aan zonder het bouwplan. Op dit figuur is detectiekansmiddeling toegepast.

5 Berekeningen radardetectiekans diagrammen primaire verkeersleidingsradarnetwerk aangevuld met de verkeersleidingsradar Kleine Brogel

Datum

24 november 2020

Onze referentie

DHW-2020-RT-100336192

Blad

17/27

De Belgische overheid gaat een nieuwe ASR-M radar plaatsen bij op de luchtmachtbasis Kleine Brogel van de firma Intersoft-Electronics. Deze radar gaat binnenkort de huidige TA-10M radar op deze luchtmachtbasis vervangen, zie Figuur 13. De Nederlandse overheid heeft besloten deze nieuwe radar op te nemen in het Nederlandse verkeersleidingsradarnetwerk, voor een verdere ondersteuning van de primaire verkeersleidingsradardekking in Zuidoost Nederland. Om die reden is in tweede instantie een extra berekening uitgevoerd met deze nieuwe ASR-M radar. Bij de berekening is er van uitgegaan dat de Vertical Clutter Cancellation (VCC) functionaliteit boven de windturbines van dit bouwplan door de fabrikant van de radar **niet** is geactiveerd. Het gedrag van de radardetectie boven een windturbine is in dat geval overeenkomstig een radar met conventionele CAGO (Cell-Averaging, Greatest Of) CFAR (Constant False Alarm Rate).



Figuur 13 De locatie van de huidige TA-10M radar op de Belgische Militaire Luchtmachtbasis Kleine Brogel. De ASR-M radar komt circa 20 m ten noorden hiervan te staan. [Google Earth].

Aangezien de resultaten voor het huidige verkeersleidingsradarnetwerk een overschrijding van de norm vertonen, zijn in deze paragraaf de resultaten weergegeven voor het geval dit radarnetwerk wordt aangevuld met een ASR-M radar bij Kleine Brogel. De berekeningen zijn gebaseerd op het PERSEUS ASR-M radarmodel versie 20201021, welke door de fabrikant is geaccordeerd. De definitieve locatie en antennehoogte van de radar zijn weergegeven in Tabel 5 de maaiveldhoogte is gebaseerd op het SRTM1 hoogtebestand.

Datum

24 november 2020

Onze referentie

DHW-2020-RT-100336192

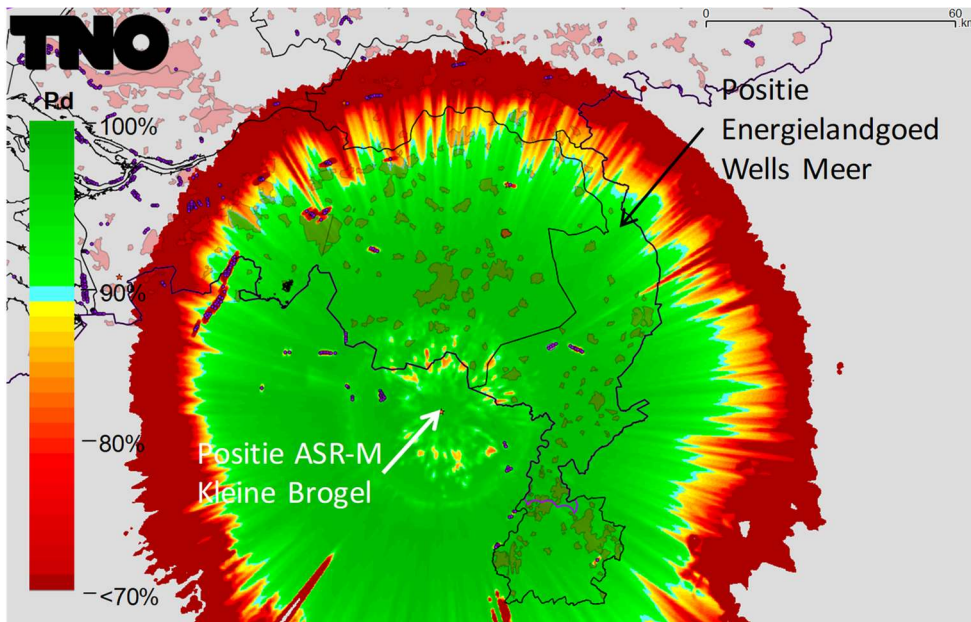
Blad

18/27

Tabel 5 De voorlopige positiegegevens van de ASR-M radar op Kleine Brogel zoals toegepast bij de berekeningen.

Radar	WGS 84 coördinaten		Maaiveld- hoogte t.o.v NAP [m]	Antennehoogte t.o.v. NAP [m]
	Latitude [°]	Longitude [°]		
ASR-M radar	51.1706	5.46465	54.0	84.0

In Figuur 14 is het berekende radarbereik weergegeven van de ASR-M radar te Kleine Brogel op een doelhoogte van 1000 voet voor de baseline 2020 windturbineconfiguratie. Daarbij is te zien dat deze radar in principe ondersteunende radardekking kan verlenen boven het onderhavige bouwplan.



Figuur 14 Het berekende radarbereik van de ASR-M radar te Kleine Brogel op een doelhoogte van 1000 voet voor de baseline 2020 windturbineconfiguratie.

In de volgende paragrafen zijn de resultaten weergegeven van het bouwplan voor alleen de ASR-M radar te Kleine Brogel en vervolgens van het primaire verkeersradarnetwerk aangevuld met deze radar.

Datum

24 november 2020

Onze referentie

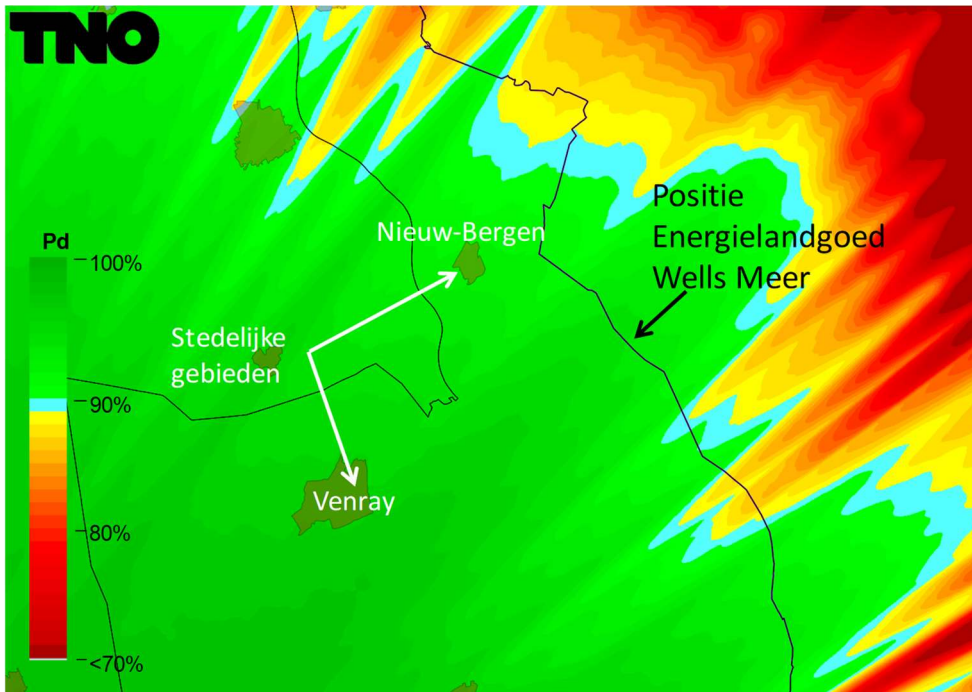
DHW-2020-RT-100336192

Blad

19/27

Detectiekans voor de ASR-M radar te Kleine Brogel in de directe nabijheid van het bouwplan.

In Figuur 15 wordt de detectiekans van de ASR-M radar 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 16 toont de detectiekans voor hetzelfde gebied, na realisatie van het bouwplan. In Figuur 17 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 kleinst berekende radardetectiekans ter hoogte of in de directe nabijheid van het bouwplan 56%.

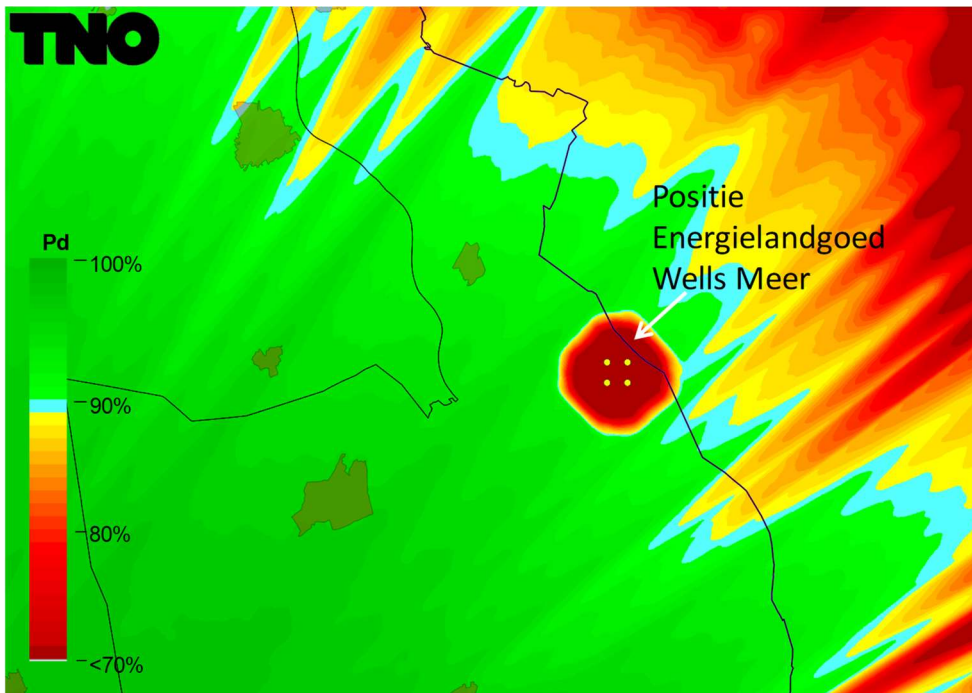


Figuur 15 Detectiekans van de ASR-M radar te Kleine Brogel op 1000 voet boven het bouwplan voordat dit is gerealiseerd (baseline).

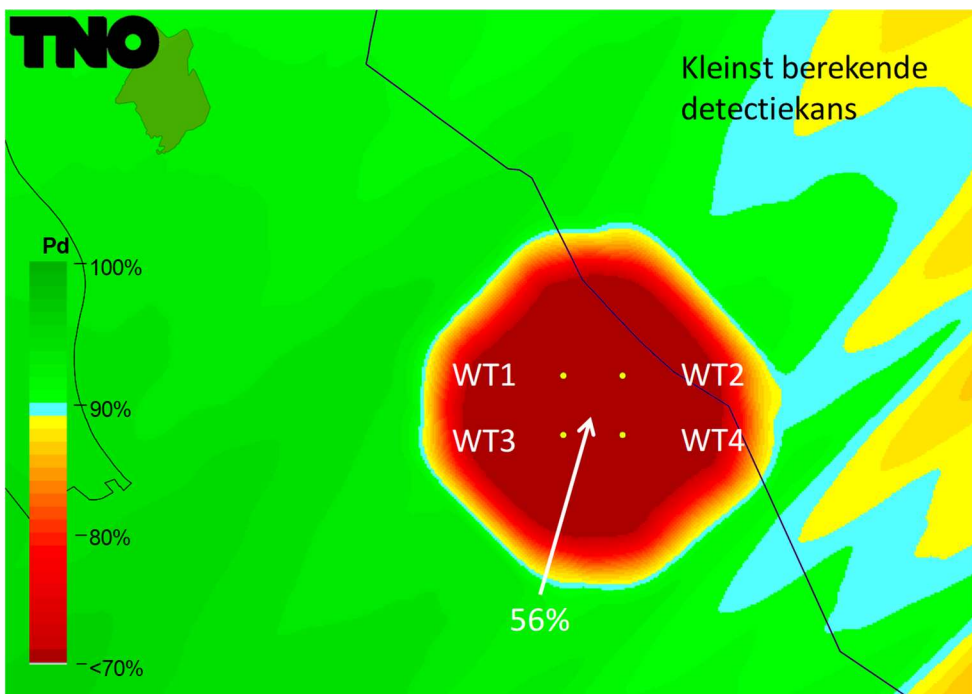
Datum
24 november 2020

Onze referentie
DHW-2020-RT-100336192

Blad
20/27



Figuur 16 Detectiekans van de ASR-M radar te Kleine Brogel op 1000 voet boven het bouwplan nadat deze is gerealiseerd. De locaties van de nieuwe windturbines zijn aangegeven met blauwe stippen.



Figuur 17 Het gebied rond het bouwplan uit Figuur 16 groter weergegeven.

Datum

24 november 2020

Onze referentie

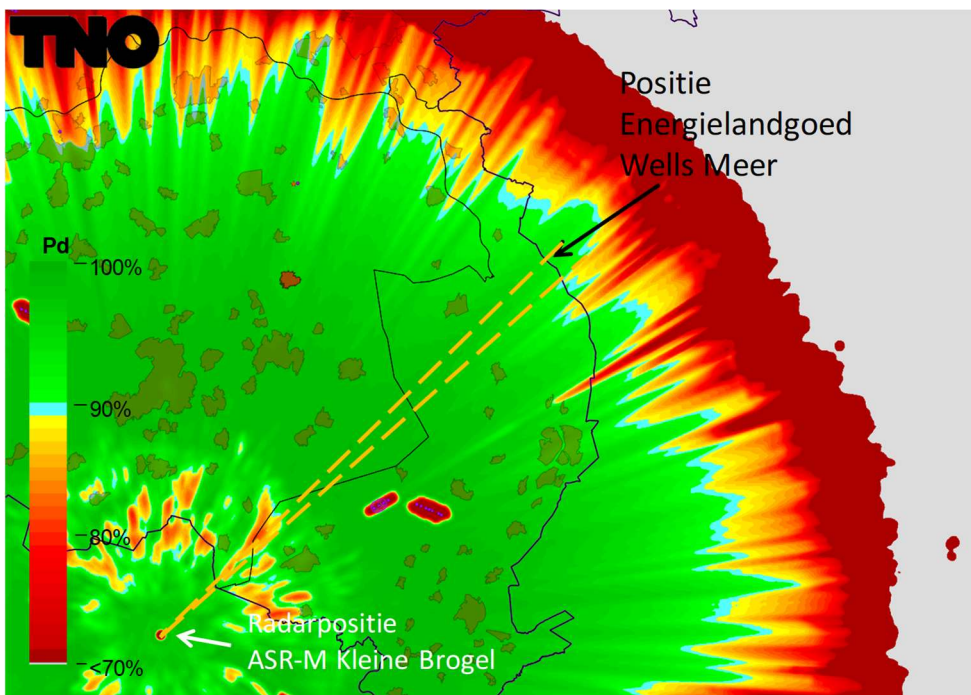
DHW-2020-RT-100336192

Blad

21/27

Detectiekans voor de ASR-M radar te Kleine Brogel in de schaduw van het bouwplan

In Figuur 18 is de detectiekans op 1000 voet van de ASR-M radar te Kleine Brogel 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 ASR-M radar positie bij Kleine Brogel, geven de zones aan waartussen een verminderde detectiekans zou kunnen ontstaan als gevolg van de schaduwwerking. In Figuur 19 is de detectiekans berekend voor hetzelfde gebied na realisatie van het bouwplan. In Figuur 20 is het gebied waar het verlies aan maximum bereik vergroot weergegeven. De figuur toont aan dat er door de schaduwwerking van de nieuwe windturbines een verlies aan bereik optreedt van maximaal circa 6.5 km.

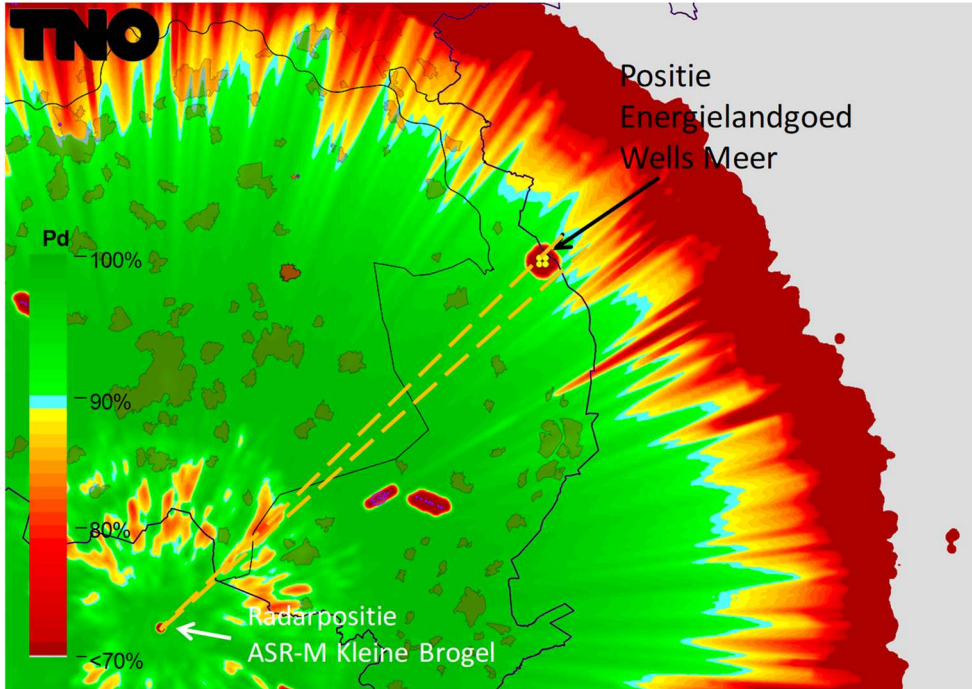


Figuur 18 Detectiekans van de ASR-M radar te Kleine Brogel op 1000 voet in het schaduwgebied van het bouwplan voordat deze is gerealiseerd (baseline). Op dit figuur is detectiekansmiddeling toegepast. De stippellijnen geven aan waar de schaduw kan gaan ontstaan.

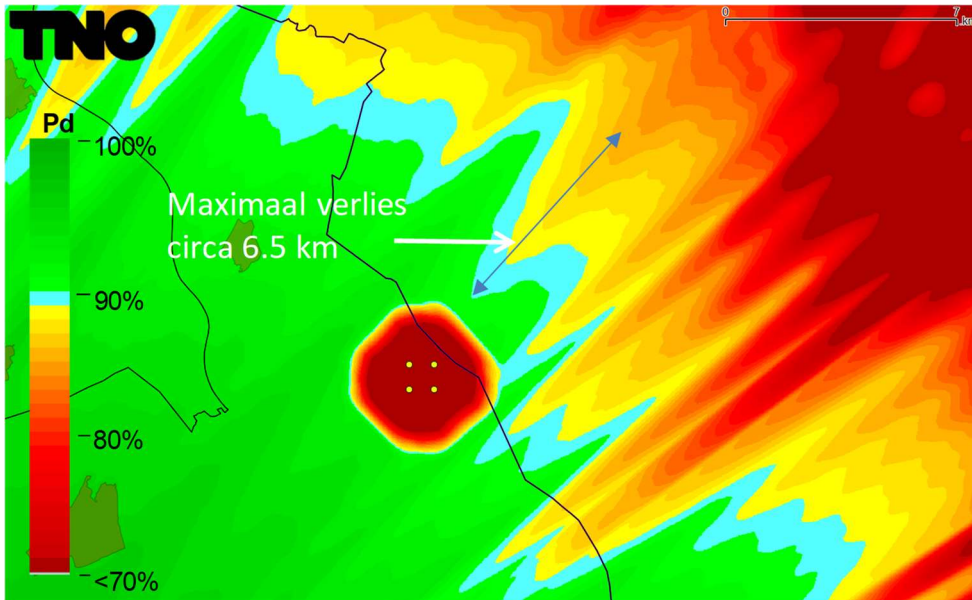
Datum
24 november 2020

Onze referentie
DHW-2020-RT-100336192

Blad
22/27



Figuur 19 Detectiekans van de ASR-M radar te Kleine Brogel 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.



Figuur 20 Het gebied waar het verlies aan maximum bereik uit Figuur 19 vergroot weergegeven. De zwarte stippellijn geeft het bereik aan zonder het bouwplan.

Datum

24 november 2020

Onze referentie

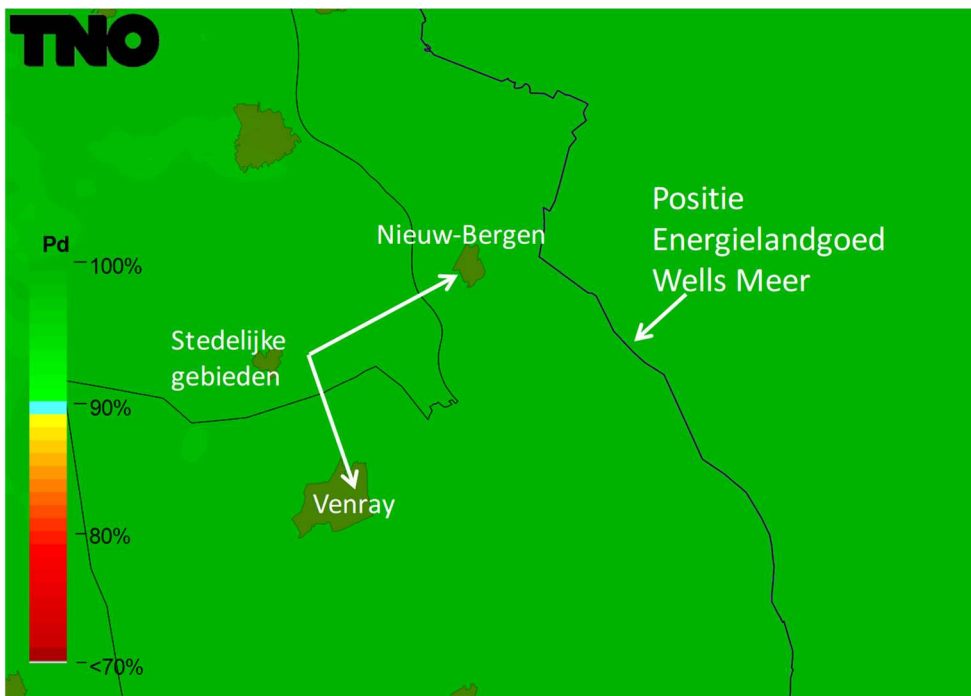
DHW-2020-RT-100336192

Blad

23/27

Detectiekans voor het primaire verkeersleidingsradarnetwerk aangevuld met de ASR-M radar te Kleine Brogel in de directe nabijheid van het bouwplan.

In Figuur 21 wordt de detectiekans van het primaire verkeersleidingsradarnetwerk, aangevuld met de ASR-M radar te Kleine Brogel, 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 22 toont de detectiekans voor hetzelfde gebied, na realisatie van het bouwplan. In Figuur 23 is het gebied vergroot weergegeven. De minimale detectiekans die door het Ministerie van Defensie wordt geëist bedraagt 90%. In groen gekleurde gebieden wordt aan deze eis voldaan. Ter hoogte van de locatie van het bouwplan en binnen het 1000 voet normgebied is de kleinst berekende radardetectiekans ter hoogte of in de directe nabijheid van het bouwplan 93%. Dus met de extra ondersteuning van de ASR-M radar van Kleine Brogel en nog zonder de activering van de VCC, voldoet het bouwplan wel aan de thans gehanteerde norm van 2020.

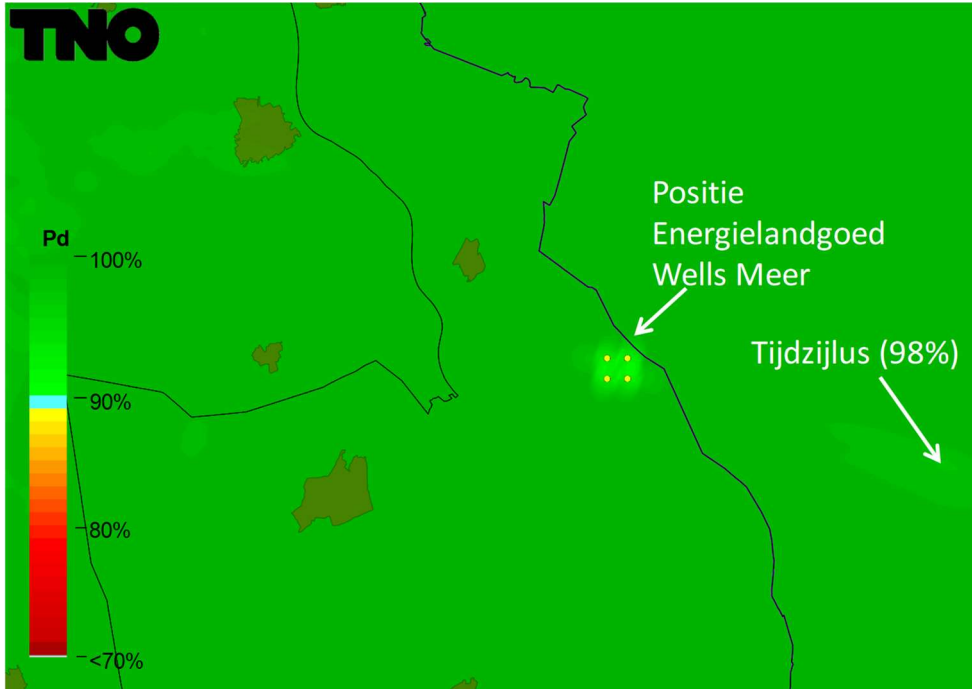


Figuur 21 Detectiekans van het primaire verkeersleidingsradarnetwerk, aangevuld met de ASR-M radar te Kleine Brogel, op 1000 voet boven het bouwplan voordat dit is gerealiseerd (baseline).

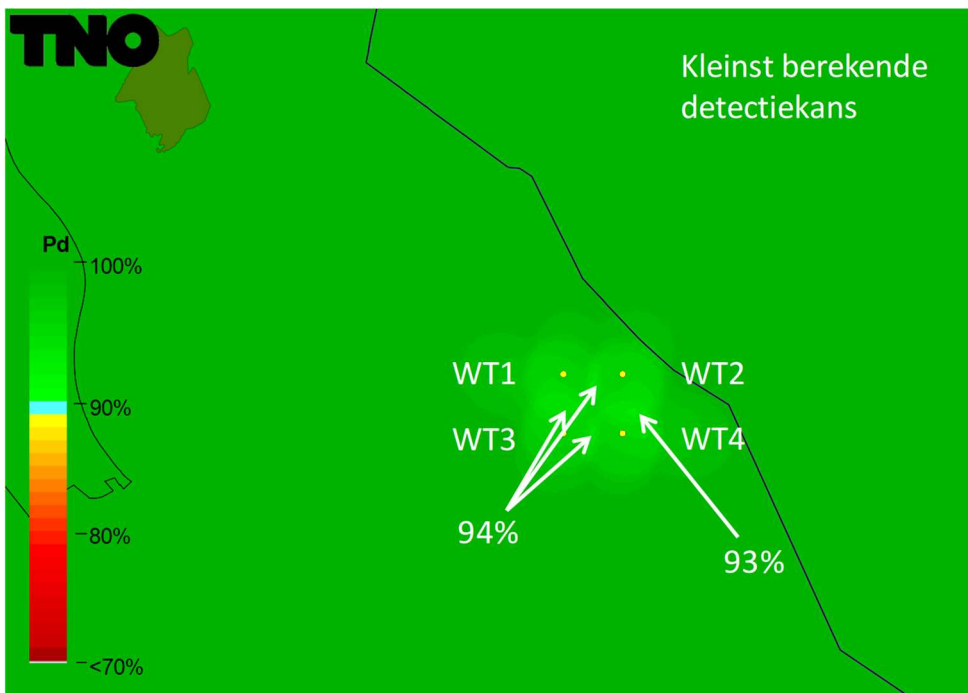
Datum
24 november 2020

Onze referentie
DHW-2020-RT-100336192

Blad
24/27



Figuur 22 Detectiekans van het primaire verkeersleidingsradarnetwerk, aangevuld met de ASR-M radar te Kleine Brogel, op 1000 voet boven het bouwplan nadat deze is gerealiseerd. De locatie van de nieuwe windturbines is aangegeven met blauw stippen.



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

Datum

24 november 2020

Onze referentie

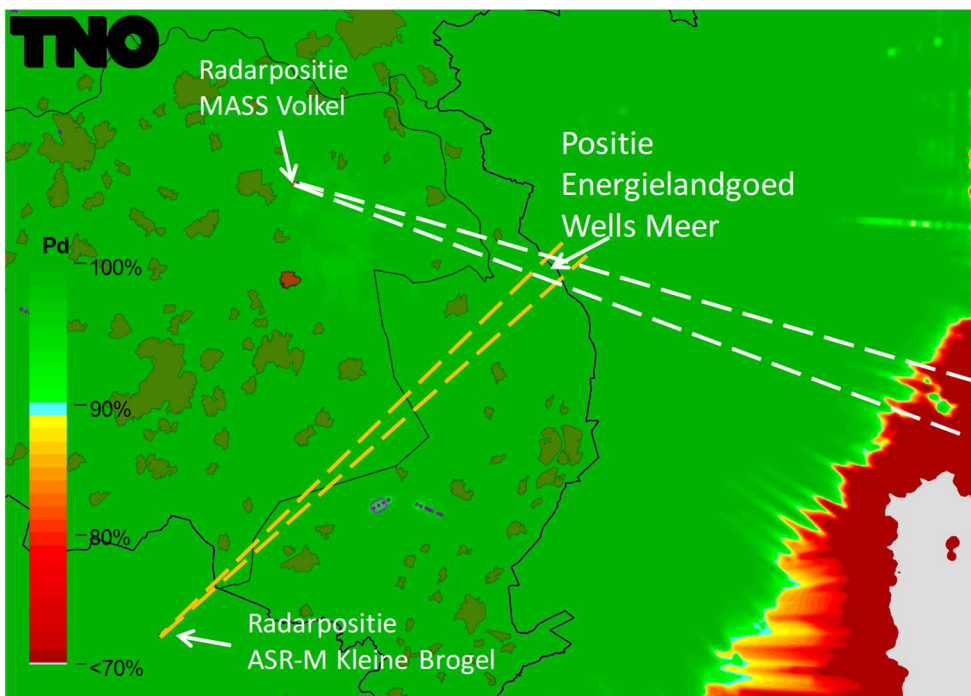
DHW-2020-RT-100336192

Blad

25/27

Detectiekans voor het primaire verkeersleidingsradarnetwerk aangevuld met de ASR-M radar te Kleine Brogel in de schaduw van het bouwplan

In Figuur 24 is de detectiekans op 1000 voet van het primaire verkeersleidingsradarnetwerk, aangevuld met de ASR-M radar te Kleine Brogel, uitgerekend voor de gebieden waar schaduw kan ontstaan ten gevolge van het nog te realiseren bouwplan. Op deze resultaten is detectiekansmiddeling toegepast met een straal van 500 m. De stippellijnen afkomstig van de MASS positie van Volkel (wit) en de ASR-M radar Kleine Brogel (oranje), lopend over het bouwplan, geven de zones aan waartussen een verminderde detectiekans zou kunnen ontstaan als gevolg van de schaduwwerking. In Figuur 25 is de detectiekans berekend voor hetzelfde gebied na realisatie van het bouwplan. Uit de figuren blijkt dat de radar bij Kleine Brogel, niet in staat is de MASS radar bij Volkel te ondersteunen in de sector waar door de schaduwwerking van de windturbines een verlies aan bereik kan ontstaan. Het verlies aan bereik blijft daardoor overeenkomstig de situatie zonder de ondersteuning van de ASR-M. Het maximaal verlies is dus 1.5 km. Maar omdat dit verlies buiten de landsgrenzen valt, voldoet het bouwplan aan de thans gehanteerde norm van 2020.

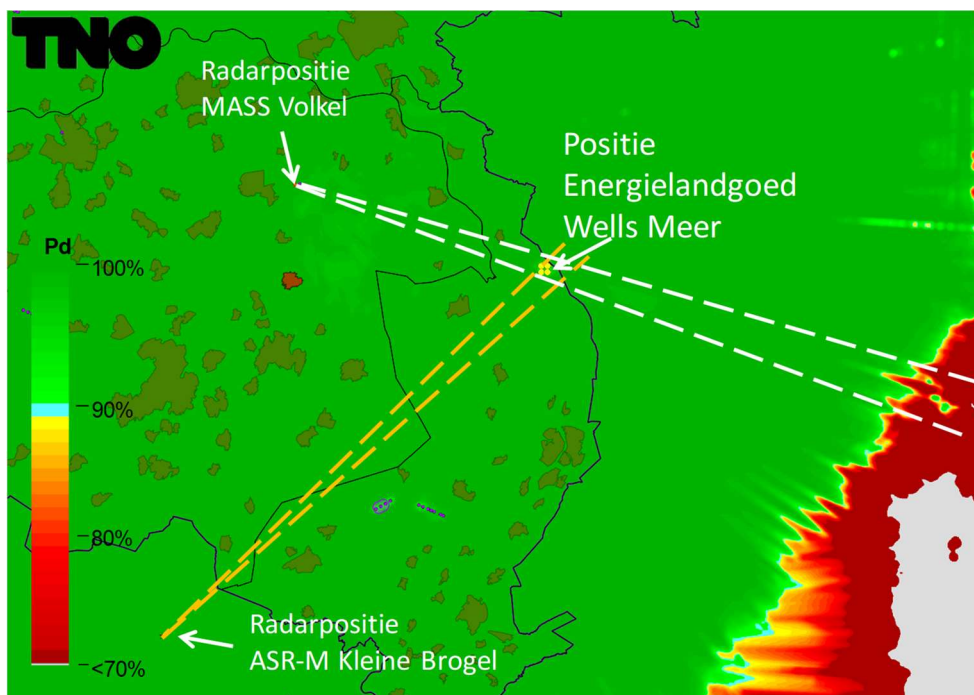


Figuur 24 Detectiekans van het primaire verkeersleidingsradarnetwerk op 1000 voet in het schaduwgebied van het bouwplan voordat deze is gerealiseerd (baseline). Op dit figuur is detectiekansmiddeling toegepast. De stippellijnen geven aan waar de schaduw kan gaan ontstaan voor de MASS radar van Volkel (wit) of e ASR-M radar bij Kleine Brogel (oranje).

Datum
24 november 2020

Onze referentie
DHW-2020-RT-100336192

Blad
26/27



Figuur 25 Detectiekans van het primaire 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 gaan ontstaan voor de MASS radar van Volkel (wit) of de ASR-M radar bij Kleine Brogel (oranje).

Datum

24 november 2020

Onze referentie

DHW-2020-RT-100336192

Blad

27/27

6 Afkortingen

AHN	Actueel Hoogtebestand Nederland
CAGO	Cell-Averaging Greatest of
CFAR	Constant False Alarm Rate
CTR	Controlled Traffic Region
EWC GB	Early Warning Capability Ground Based
LIB	Luchtvaart Inpassingsbesluit
MASS	Military Approach Surveillance System
MPR	Medium Power Radar
NAP	Normaal Amsterdams Peil
NASA	National Aeronautics and Space Administration
PSR	Primary Surveillance Radar
Rarro	Regeling algemene regels ruimtelijke ordening
RDS	Rijksdriehoekstelsel
SMART-L	Signaal Multibeam Acquisition Radar for Tracking, L band
SRTM	Shuttle Radar Topography Mission
TAR	Terminal Approach Radar
VCC	Vertical Clutter Cancellation
WFF	Wind Farm Filter