



Netherlands Enterprise Agency

Resultaten Pilot Radardetectiesystemen Proof of Concept Luchtvaartverlichting Windturbines

*>> Sustainable. Agricultural. Innovative.
International.*



717079
30 september 2018

Resultaten Pilot
Radardetectiesystemen
'Proof of concept'
Luchtvaartverlichting
Windturbines
Definitief





Duurzame oplossingen in
energie, klimaat en milieu

Postbus 579
7550 AN Hengelo
Telefoon (074) 248 99 40

Documenttitel	Resultaten Pilot Radardetectiesystemen 'Proof of concept' Luchtvaartverlichting Windturbines
Soort document	Definitief
Datum	30 september 2018
Projectnummer	717079
Auteurs	Martijn Edink, Pondera Consult Jorden Hoogeveen, Pondera Consult Martijn ten Klooster, Pondera Consult Onno van Gent, TNO Jeroen van der Zee, NLR
Vrijgave	Martijn ten Klooster, Pondera Consult

SAMENVATTING

Aanleiding

Windturbines met een minimale tiphoogte van 150 meter ten opzichte van maaiveld moeten in Nederland van luchtvaartverlichting worden voorzien om de luchtvaartveiligheid te waarborgen. Zorgen over de hinder voor de omgeving en het effect op natuurlijke en landschappelijke waarden als gevolg van het continu branden van luchtvaartverlichting op windturbines komen steeds vaker terug als thema bij windturbineprojecten. Het toepassen van een radardetectiesysteem waarbij de verlichting alleen aangaat op het moment dat er daadwerkelijk een luchtvaartuig op koers naar het windpark wordt gedetecteerd, biedt een mogelijke oplossing. Er bestaat echter geen kader in Nederland voor het toepassen van dergelijke systemen, waardoor dit nog niet wordt toegestaan. Om inzicht in de potentie van het toepassen van radarsystemen voor luchtvaartverlichting te verkrijgen is een pilot gestart om de goede werking van radarsystemen voor luchtvaartverlichting te testen, een zogeheten 'Proof of concept'.

De pilot is uitgevoerd door Pondera Consult in samenwerking met NLR en TNO. De pilot is uitgevoerd in opdracht van de Provincie Groningen, Provincie Zeeland, Windpark Krammer en de Rijksdienst voor ondernemend Nederland (RVO/ Min. EZK).

Opzet pilot

De Pilot bestaat uit onderstaande drie fasen. Dit rapport is het resultaat van stap 1 en 2. Stap 3 zal de komende maanden (eind 2018) worden uitgewerkt.

- Fase 1 – Opstellen Plan van Aanpak
- Fase 2 – Uitvoeren Pilot en rapporteren resultaten
- Fase 3 – Opstellen toetsings- / beleidskader

In het Plan van Aanpak is beschreven welk doel de pilot heeft, hoe dat doel wordt bereikt en op welke wijze de praktische uitvoering daarvan geschiedt. Het 'Plan van Aanpak' is voorafgaand aan de pilot gezamenlijk met overheden en marktpartijen vastgesteld (8 mei 2018).

Het doel van de pilot betreft:

1. Vaststellen of ten gevolge van de feitelijke werking van radar-gestuurde obstakelverlichting het gewenste luchtvaartveiligheidsniveau gewaarborgd blijft, terwijl de brandtijd wordt beperkt;
2. De informatie vergaren op basis waarvan een landelijk (toetsings-) kader voor de toepassing van radardetectiesystemen bij windprojecten kan worden opgesteld.

Om deze doelstelling te halen zijn verschillende onderzoeksvragen geformuleerd die doormiddel van het uitvoeren van de pilot beantwoord moeten worden. Voor een overzicht van de onderzoeksvragen wordt verwezen naar het Plan van Aanpak in bijlage 1.

Uitvoering Pilot

De pilot is uitgevoerd op 23 mei 2018 en bestond uit twee onderdelen, een vliegtest en een bedrijfsinstellingen-test. Een Scanterradar van Terma is gebruikt voor het uitvoeren van de pilot.

Op de pilotdag waren naast Pondera Consult en Terma, ook vertegenwoordigers van TNO, NLR, RVO en ministerie van EZK aanwezig.

Vliegtest

Voor de vliegtest is voorafgaand aan de proef, gezamenlijk met TNO, Terma en NLR een vliegplan opgezet, bestaande uit 8 vliegroutes (Runs) over het windpark. Deze runs zijn zo gekozen dat ze informatie opleveren over de werking van de radar onder verschillende, relevante situaties qua afstand, hoogte en vliegrichting. OP basis van het vliegplan heeft het vliegtuig tijdens de pilotdag over en rond het windpark gevlogen.

Voor het uitvoeren van de pilot is uitgegaan van een detectiezone (groene cirkel in figuur 1) en een warningzone (rode cirkel in figuur 1). De detectiezone betreft het gebied waarbinnen een object door de radar wordt gevolgd. Wanneer een luchtvaartuig zich binnen de warningzone bevindt, wordt de verlichting ingeschakeld. Voor de pilot is voor de warningzone uitgegaan van ca. 6.2 km. De detectiezone lag op ca. 8.2 km. In onderstaand figuur zijn de betreffende zones weergegeven. De witte lijn in de figuur betreft het gebied waarbinnen de radar objecten kan 'zien'. De afstand betreft 18,5 km (maar verschilt per radartype).

Figuur 1 Detection- en warningzone



Bron: Pondera Consult

Alle vluchten zijn doormiddel van GPS gevolgd en zijn door de radar opgenomen, zodat later alle situaties opnieuw gesimuleerd konden worden. Op basis daarvan is bepaald in hoeverre het systeem naar behoren werkt en waar eventuele zwakke punten zitten. Op basis van deze data heeft TNO een verificatie uitgevoerd van de conclusies van Terma.

Bedrijfsinstellingen

Voor de bedrijfstellingentest heeft Terma voorafgaand en tijdens de proef een aantal belangrijke elementen van de werking van het radarsysteem toegelicht en gedemonstreerd. Er is onder ander vastgesteld of het fail-safe systeem werkt, er een automatisch logboek wordt bijgehouden, er een automatisch testsignaal wordt afgegeven en of er sprake is van elektrische

monitoring (zie de rapportage voor een volledig overzicht). Op al deze elementen kan Terma aantonen dat het systeem naar behoren werkt.

Resultaten

Op basis van de verschillende runs is gebleken dat het detecteren van vliegtuigen (en andere objecten) naar behoren werkt en geen gebreken laat zien. In alle runs werd het vliegtuigje gedetecteerd en werd de verlichting conform criteria ingeschakeld. Interferentie met bestaande radarsystemen trad niet op. In de pilot zijn verschillende situaties getest/gesimuleerd en in alle situaties werd de verlichting tijdig aangezet. Ook bij de runs waar een gebrek werd gesimuleerd werd de track op tijd weer opgepakt of trad het fail-safe systeem in werking (de verlichting werd ingeschakeld). E.e.a. is tevens terug te vinden in de rapportage van NLR en ook de verificatie van TNO wijst uit dat het systeem naar behoren werkt in alle onderzochte scenario's. Ook de elementen uit de bedrijfsinstellingentest is naar voren gekomen dat de radarelementen naar behoren werken en voor voldoende vliegveiligheid zorgen. Voor een uitgebreide omschrijving per aspect wordt verwezen naar de volledige rapportage.

Op basis van de pilot komen een aantal aandachtspunten naar voren, die afhankelijk van het toe te passen radarsysteem aan de orde kunnen zijn. Deze aandachtspunten hebben met name te maken met de juiste positionering van de radar en zijn daarmee locatie specifiek op te lossen:

- Invloed van de windturbines op de dekking. Zowel Terma als TNO geven aan dat de windturbines een beperkte invloed kunnen hebben op dekking van de radar achter de turbines. In de praktijk is dit echter dusdanig beperkt dat dit niet van invloed is op de juiste werking van de radar / het wel/niet detecteren van objecten.
- De cone of silence. De cone of silence is een vlak direct boven de radar waarbinnen geen objecten gedetecteerd kunnen worden. Uit de pilot bleek inderdaad dat hier een aantal tracks werden verloren en weer werden opgepikt nadat de Cone of Silence weer was gepasseerd. Doormiddel van de juiste plaatsing van de radar is dit echter geen probleem.
- Instellingen van de radar. De instellingen van de radar zijn locatie-specifiek. Er zal dus per locatie gekeken moeten worden naar de juiste mate van filteren van overige objecten. Ook de afstanden tussen de warningzone en detectiezone zijn locatiespecifiek (afhankelijk van ruis van de ondergrond).
- Blinde sectoren. In gebieden waar veel ruis van de ondergrond optreedt, kan de radar mogelijk blinde vlekken in de dekking laten zien. Hier is in veel gevallen met de juiste plaatsing van de radar rekening mee te houden. Ook is het mogelijk een in-fill radar te gebruiken, een kleine radar om de dekking in bepaalde delen te verbeteren.

Toepasbaarheid radarsystemen

Op basis van de pilot is gebleken dat radarsystemen voor luchtvaartverlichting een effectieve toepassing zijn om de luchtvaartveiligheid te waarborgen en tegelijkertijd de brandtijd van de verlichting te reduceren. Om dergelijke systemen ook toe te kunnen staan is echter een kader nodig op basis waarvan radarsystemen voor luchtvaartverlichting toegepast mogen worden. Daarvoor is hieronder een voorzet gedaan en zal in fase 3 met de betrokken projectgroep getracht worden dit nader uit te werken.

Ten behoeve van de implementatie van de systemen voor de markt moet rekening worden gehouden met de benodigde investering en onderhoudskosten. Gemiddeld is een investering tussen de €500.000,- €750.000,- benodigd voor een 'geïnstalleerd' systeem. Voor de ontwikkeling van grote windprojecten is dit mogelijk financieel te dragen. Voor de kleinere projecten kan dit een flink deel van de totale businesscase bedragen. Om dergelijke systemen in Nederland ook financieel uitvoerbaar te maken is mogelijk noodzakelijk kostenreductie te realiseren (bijv. subsidie, afschrijving, gezamenlijk investeren).

Richting een toetsingskader

Op basis van de pilot zijn een aantal elementen gedefinieerd die van belang zijn voor het al dan niet toestaan van radarsystemen. In grote lijnen wordt geadviseerd het toetsingskader in twee stappen in te delen.

1. Een algemene toestemming (license to operate) van IL&T op basis van een aanvraag(formulier) waar de locatie, het type, het veiligheidsniveau, de instellingen worden onderbouwd. Dit kan op basis van productspecificaties, certificaten, protocollen, simulaties en (eerdere) testresultaten/toestemmingen internationaal.
2. Een nadere onderbouwing van de goede werking van het systeem op locatie en een specificatie/optimalisatie van de on-site instellingen op basis van een praktijktest. Onderdeel hiervan kan een vliegtest zijn om de juiste kalibratie van het systeem te verifiëren. Een survey report kan ter goedkeuring aan IL&T worden voorgelegd. Dit is in feite een verificatie van de toestemming die in stap 1 is afgegeven.

Zoals aangegeven vindt in fase 3 van de pilot (de komende maanden) het inrichten van een kader plaats, met als doel het kunnen toepassen van radarsystemen voor luchtvaartverlichting in Nederland.

INHOUDSOPGAVE

1	Inleiding	1
1.1	Aanleiding	1
1.2	Opzet Pilot	1
1.3	Organisatie	2
1.4	Terugblik Plan van Aanpak (fase 1)	3
1.5	Leeswijzer	4
2	Beschrijving uitvoering Pilot	5
2.1	Inleiding	5
2.2	Vliegtest	5
2.3	Bedrijfsinstellingen-test	11
3	Resultaten pilot	13
3.1	Vliegtest	13
3.2	Bedrijfsinstellingentest	16
3.3	Overig	17
4	Conclusie en discussie	19
4.1	Beantwoording deelvragen	19
4.2	Beantwoording hoofdvraag	23
5	Richting een toetsingskader	25
5.1	Relevante elementen	25

Bijlagen

Bijlage 1.0:	Plan van Aanpak Pilot
Bijlage 2.0:	Rapportage Terma
Bijlage 3.0:	Evaluatierapport NLR
Bijlage 4.0:	Verificatierapport TNO

1 INLEIDING

1.1 Aanleiding

Windturbines met een minimale tiphoogte van 150 meter ten opzichte van maaiveld moeten zowel internationaal als in Nederland van luchtvaartverlichting worden voorzien. De lampen dienen vast te branden of continu knipperend te branden ten behoeve van de luchtvaartveiligheid. Zorgen over de hinder voor de omgeving en het effect op natuurlijke en landschappelijke waarden als gevolg van het continu branden van luchtvaartverlichting op windturbines komen steeds vaker terug als thema bij windturbineprojecten. Het toepassen van een radardetectiesysteem waarbij de verlichting alleen aangaat op het moment dat er daadwerkelijk een luchtvaartuig op koers naar het windpark wordt gedetecteerd, biedt een mogelijke oplossing. Met een dergelijk systeem kan een belangrijke bijdrage worden geleverd aan het verminderen en voorkomen van effecten op en bezwaren van de omgeving terwijl het gewenste veiligheidsniveau voor de luchtvaart gehandhaafd blijft.

Op dit moment is het toepassen van dergelijke systemen in Nederland niet toegestaan, aangezien hier geen specifiek kader voor beschikbaar is. Aandachtspunt hierbij zijn tevens de kosten voor het toepassen van een radarsysteem. De urgentie voor het toepassen van dergelijke systemen wordt inmiddels onderschreven door zowel overheid als marktpartijen. Dat heeft ertoe geleid dat er een pilot is gestart waarin radardetectiesystemen voor luchtvaartverlichting zijn getest. De pilot is uitgevoerd door Pondera Consult in samenwerking met TNO en NLR. De pilot is uitgevoerd in opdracht van de Provincie Groningen, Provincie Zeeland, Windpark Krammer en de Rijksdienst voor ondernemend Nederland (RVO/ Min. EZK).

In onderhavig document worden de resultaten van de pilot gerapporteerd. In dit hoofdstuk wordt achtereenvolgens ingegaan op de opzet van de pilot, de probleem- en doelstelling van de pilot en de onderzoeksvragen die met de pilot beantwoord dienen te worden. Vervolgens wordt globaal een beschrijving van de aanpak gegeven op basis van het 'definitieve plan van aanpak Pilot radardetectiesystemen luchtvaartverlichting (08-05-2018). Ten slotte wordt in de leeswijzer de overige delen van deze rapportage toegelicht.

1.2 Opzet Pilot

De pilot bestaat uit drie afzonderlijke fasen. Deze rapportage heeft betrekking op fase 2. Fase 1 en 2 zijn uitgevoerd door Pondera Consult in samenwerking met TNO en NLR. In fase 2 is radarfabrikant Terma eveneens betrokken geweest.

- Fase 1 – Opstellen Plan van Aanpak
- Fase 2 – Uitvoeren Pilot en rapporteren resultaten
- Fase 3 – Opstellen toetsings- / beleidskader

Fase 1 – Plan van Aanpak

Ten behoeve van het uitvoeren van de pilot is in fase 1 een 'Plan van Aanpak' opgesteld waarin is beschreven welk doel de pilot heeft, hoe dat doel wordt bereikt en op welke wijze de praktische uitvoering daarvan geschiedt. Het 'Plan van Aanpak' is voorafgaand aan de pilot gezamenlijk met overheden en marktpartijen vastgesteld (8 mei 2018) en is als bijlage 1 bij

deze rapportage opgenomen. In deze paragraaf zal nogmaals kort worden ingegaan op de probleem- en doelstelling en de onderzoeksvragen die in het 'Plan van Aanpak' zijn gedefinieerd. Voor een uitgebreide beschrijving van de opzet van de pilot wordt verwezen naar het 'Plan van Aanpak' in bijlage 1.

Fase 2 – uitvoeren Pilot en rapporteren resultaten

In fase 2 is de pilot uitgevoerd op basis van het plan van aanpak en worden de resultaten van de proef gerapporteerd. De pilot is uitgevoerd op 23 mei j.l. In onderhavige rapportage worden de resultaten gerapporteerd.

Fase 3 – Opstellingen toetsings- / beleidskader

In fase 3 wordt op basis van de resultaten een toetsings- / beleidskader geformuleerd op basis waarvan de radardetectiesystemen voor luchtvaartverlichting beoordeeld en toegestaan kunnen worden. Deze fase vindt naar verwachting in het najaar van 2018 plaats.

1.3 Organisatie

De pilot is opgezet en uitgevoerd door Pondera Consult in samenwerking met TNO en NLR. Pondera Consult is hierbij verantwoordelijk voor het opstellen van het Plan van Aanpak (fase 1) en het uitvoeren/ coördineren van en het rapporteren over de pilot conform het plan van aanpak (fase 2). TNO levert hierbij de benodigde input op het gebied van radartechniek en valideert de resultaten van de pilot. NLR is verantwoordelijk voor het opstellen van het vliegplan en het uitvoeren van de vluchten tijdens de vliegtest.

De pilot is uitgevoerd in opdracht van de provincie Groningen, provincie Zeeland, Windpark Krammer en de Rijksdienst voor ondernemend Nederland (RVO/ Min. EZK). Pondera Consult (en TNO/NLR) worden aangestuurd door een projectgroep waarin de volgende partijen vertegenwoordigd zijn:

- Provincie Groningen;
- Provincie Zeeland;
- Windpark Krammer;
- Rijksdienst voor ondernemend Nederland (RVO);
- Inspectie Leefomgeving en Transport (IL&T);
- Luchtverkeersleiding Nederland (LVNL);
- Ministerie van Economische Zaken en Klimaat (EZK);
- Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat (IenW);
- Ministerie van Defensie (Def);
- Agentschap Telecom.

Periodiek vindt overleg met de projectgroep plaats om de status en vervolgstappen van de pilot te bespreken. De projectgroep opereert binnen de landelijke afstemming die plaatsvindt in de landelijke 'Projectgroep Obstakelverlichting'.

1.4 Terugblik Plan van Aanpak (fase 1)

In deze paragraaf wordt kort teruggeblikt op de probleem- en doelstelling van de pilot en de vragen die door middel van de pilot beantwoord dienen te worden. Voor het onderzoekskader en de (praktische) opzet van de pilot wordt verwezen naar het Plan van Aanpak in bijlage 1.

1.4.1 Probleemstelling

De probleemstelling is tweeledig:

1. De luchtvaartverlichting moet conform huidige richtlijnen continu branden (al dan niet knipperend), waardoor hinder voor de omgeving wordt veroorzaakt;
2. Op basis van de huidige regelgeving zijn radardetectiesystemen om de verlichting te activeren slechts toegestaan als de luchtvaartveiligheid niet in het geding komt en die wordt aangetoond met een aeronautische studie. Er is op dit moment echter geen landelijk kader op basis waarvan een radardetectiesysteem kan worden beoordeeld.

1.4.2 Doelstelling

De doelstelling van de pilot is daarmee eveneens tweeledig:

3. Vaststellen of ten gevolge van de feitelijke werking van radar-gestuurde obstakelverlichting het gewenste luchtvaartveiligheidsniveau gewaarborgd blijft, terwijl de brandtijd wordt beperkt;
4. De informatie vergaren op basis waarvan een landelijk (toetsings-) kader voor de toepassing van radardetectiesystemen bij windprojecten kan worden opgesteld.

1.4.3 Onderzoeksvragen

Op basis van de geformuleerde probleem en doelstelling is een hoofdvraag gedefinieerd die door middel van de pilot beantwoord moet worden. Ten einde de hoofdvraag te beantwoorden zijn meerdere deelvragen bepaald. In hoofdstuk 5 worden de vragen op basis van de resultaten van de pilot beantwoord.

Hoofdvraag:

Kan de gewenste brandtijd van luchtvaartverlichting door middel van radardetectiesystemen worden beperkt, terwijl een gelijk luchtvaartveiligheidsniveau gewaarborgd blijft en welke elementen zijn van belang om een landelijk toetsingskader te kunnen opstellen die zowel het reduceren van de brandtijd als het borgen van een gelijke mate van luchtvaartveiligheid kan beoordelen.

Om de hoofdvraag goed te kunnen beantwoorden zijn deelvragen (en sub-vragen per deelvraag) geformuleerd. De beantwoording van de deelvragen levert de informatie om de hoofdvraag te kunnen beantwoorden en daarmee de doelstelling te kunnen behalen.

Deelvragen:

Deelvraag 1

Hoe wordt de veiligheid en betrouwbaarheid van het radarsysteem gewaarborgd?

- *Is er een fail-safe systeem en hoe werkt dat?*
- *Is er sprake van een continue elektrische monitoring?*
- *Waar gaan foutmeldingen heen en wat zijn dan de acties?*
- *Hoe en door wie wordt het systeem onderhouden?*

Deelvraag 2

Hoe werkt het radarsysteem en functioneert het systeem conform specificaties?

- *Detecteert het radarsysteem alle (relevante) luchtvaartuigen?*
- *Kan het systeem overige objecten en niet relevante luchtvaartuigen filteren?*
- *Biedt de werking van een radar met afstandscriterium voldoende zekerheid?*
- *Worden alle relevante luchtvaartuigen op tijd gedetecteerd?*
- *Op welk afstand moeten luchtvaartuigen worden gedetecteerd om eenzelfde veiligheidsniveau te behalen en is dit per luchtvaartuigtype verschillend?*
- *Werkt het systeem onder alle (weers-)omstandigheden?*
- *In hoeverre treedt er interferentie op met overige radarsystemen?*
- *In hoeverre treedt er interferentie op met de windturbines zelf en overige objecten in de omgeving?*

1.5 Leeswijzer

In dit inleidende hoofdstuk 1 is een inleiding gegeven op de pilot en de vragen die met de pilot beantwoord dienen te worden. Hoofdstuk 2 geeft een beschrijving van de pilotdag zelf. De resultaten van de pilot worden in hoofdstuk 3 uiteengezet. Hoofdstuk 4 geeft de beantwoording van de onderzoeksvraag, conclusie van de pilot en eventuele discussie die de pilot naar voren brengt. Hoofdstuk 5 geeft een aanzet tot een mogelijk vervolg (fase 3).

2 BESCHRIJVING UITVOERING PILOT

2.1 Inleiding

De pilot is uitgevoerd op 23 mei 2018 en bestond uit twee onderdelen, een vliegtest en een bedrijfsinstellingen-test (zie hoofdstuk 1). In dit hoofdstuk wordt een beschrijving gegeven van de wijze waarop de pilotdag is verlopen. In het volgende hoofdstuk 3 worden de resultaten van de pilot besproken. De beschrijving in dit hoofdstuk is gebaseerd op:

- de monitoring on site door Pondera Consult;
- de monitoring on site door TNO;
- het draaiboek i.c.m. de checklist Pondera Consult;
- de evaluatiebespreking met Terma;
- de logdata van Terma;
- het evaluatieverslag van NLR;
- de logdata van NLR.

2.2 Vliegtest

2.2.1 Specificaties vliegtest

In onderstaande tabel is een overzicht gegeven van de belangrijkste specificaties van de pilot. Op pagina 5 wordt een korte toelichting gegeven.

Tabel 2.1 Specs Pilotdag

Aspect	Specificatie
Datum	23 mei 2018
Starttijd	9.00 uur
Eindtijd	14.41 uur
Locatie	Krammersweg ten zuiden van WP Krammer
Weer	Bewolkt met zon (voorafgaand aan pilot regen en wind)
Windpark	Windpark Krammer
Turbines draaiend	10
Turbines gebouwd	20

Datum & tijd

De pilot vond plaats op 23 mei 2018 van 9.00 tot 14.41 uur.

Locatie

De vliegtest vond plaats bij Windpark Krammer. De radar was ten zuiden van het windpark op de dijk langs de Krammersweg gepositioneerd. De locatie is gezamenlijk met Terma bepaald op basis van de afstand tot het windpark en de 'line of sight' van de radar in relatie tot de pilot. In figuur 2.1 is de locatie van de radar weergegeven.

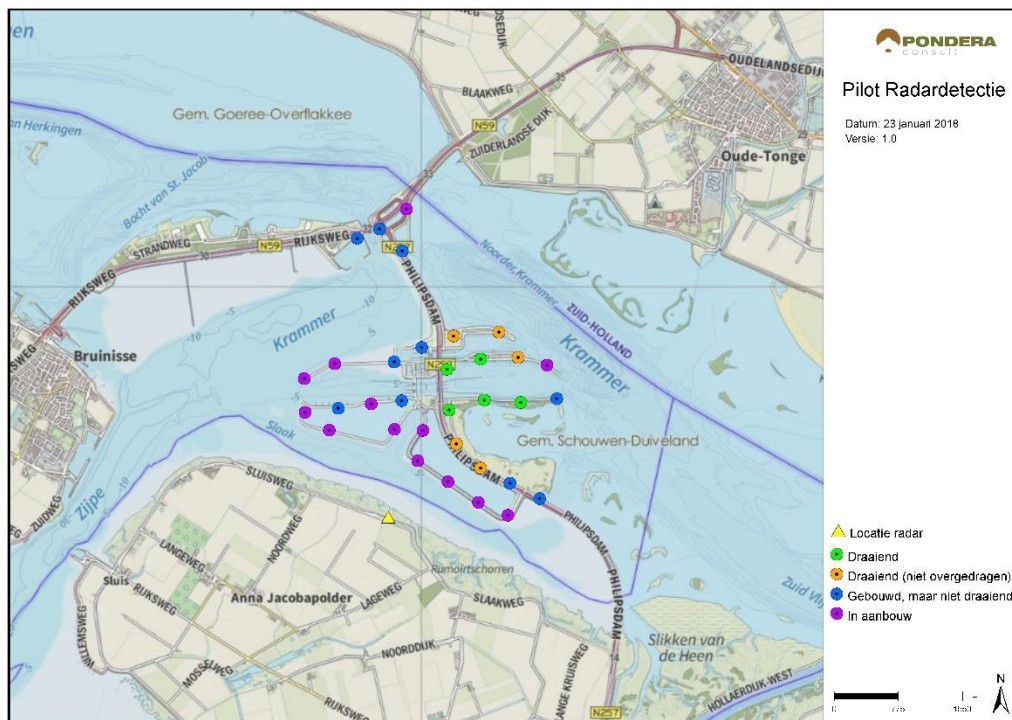
Windpark Krammer

In onderstaande figuur zijn de turbines van Windpark Krammer weergegeven onderverdeeld in:

- de turbines die in bedrijf waren;
- De turbines die gereed waren, maar nog niet waren overgedragen (draaiden wel);
- De turbines die gereed waren, maar nog niet draaide;
- De turbines die nog in aanbouw waren.

Daarnaast is de locatie van de radar weergegeven.

Figuur 2.1 Windturbines WP Kramer & locatie radar op 23 mei 2018



Bron: Pondera Consult

Scanter Radar (Terma)

Terma is een gerenommeerd fabrikant van radarsystemen voor zowel civiele als militaire toepassingen. Het systeem is onder andere DFS (Duitsland) en FAA (USA) gecertificeerd in 2015 en 2016. Terma maakt gebruik van de Scanter 5000 serie X-Band solid state radar die in de nabijheid van één of meerdere windparken kan worden geplaatst. De testradar van Terma bestaat uit een container waar de radar op wordt geplaatst. Binnen in de container is alle benodigde apparatuur aanwezig om de radar te laten draaien en de data op een goede wijze te kunnen loggen. In figuur 2.2. is een weergave van de testradar op de betreffende locatie weergegeven.

De radar wordt normaal gesproken aangesloten op het SCADA systeem van de windturbines om de verlichting te kunnen sturen. Bij de uitvoering van de test is het technisch gezien lastig een snelle verbinding te leggen om de verbinding te leggen tussen de verlichting en de radar. Voor de uitvoering van de proef is gekozen om een klein schaalmodel van de turbine verlicht aan te sturen met een vergelijkbare interface. De keuze voor een Scanter Radar van Terma is nader toegelicht in het plan van aanpak in bijlage 1.

Figuur 2.2 Testradar Terma



Bron: Pondera Consult

Bij het uitvoeren van de pilot is uitgegaan van een detectiezone en een warningzone. De detectiezone betreft het gebied waarbinnen een object door de radar wordt gevolgd. Wanneer een luchtvaartuig zich binnen de warningzone bevindt, wordt de verlichting ingeschakeld. De afstand tussen de detectiezone en de warningzone is benodigd voor de radar om te bepalen of een object een 'relevant' object betreft (of het een vliegtuig is). Deze afstand kan variëren, afhankelijk van locatie specifieke omstandigheden (verstoringen als gevolg van ondergrond). Voor de pilot is voor de warningzone uitgegaan van ca. 6.2 km. De detectiezone lag op ca. 8.2 km. In onderstaand figuur zijn de betreffende zones weergegeven. De witte lijn in de figuur betreft het gebied waarbinnen de radar objecten kan 'zien'. De afstand betreft 18,5 km.

Figuur 2.3 Detection- en warningzone



Bron: Pondera Consult

In onderstaande tabel zijn de instellingen van de radar ten behoeve van de pilot weergegeven. Naast de genoemde zones in afstanden is het bereik in hoogte relevant. De radar kijkt vanaf 500 ft tot een hoogte van 2.000ft. Daarnaast zijn objecten met een snelheid tot 300 knp voor de radar zichtbaar. Voor al deze instellingen geldt dat deze zijn aan te passen afhankelijk van de locatie en vereisten.

Tabel 2.2 Instellingen radar t.b.v. pilot

Aspect	Specificatie
Detection range	18,5 km
Detection zone	8,2 km
Warning zone	6,2 km
Detectiehoogte	500 ft
Detectie laagte	2.000 ft
Detectie van snelheden	Tot 300 knp

Vluchtplan

Ten behoeve van de vliegtest is door NLR een vluchtplan opgesteld dat voorafgaand aan de pilot door de projectgroep is goedgekeurd. In het vluchtplan is aangegeven welke 'runs' (vliegroutes) ten behoeve van welk scenario zijn uitgevoerd en onder welke omstandigheden en voorwaarden. Het vluchtplan is als bijlage bij dit rapport opgenomen.

Vergunningen en toestemming

Ten behoeve van het uitvoeren van de pilot waren de volgende toestemmingen gegeven:

- Vergunning van Agentschap Telecom voor het gebruik van de frequenties
- Toestemming van het Waterschap voor het tijdelijk gebruiken van de radarlocatie (dijk)

Aanwezigen

Vanuit de projectgroep zijn er verschillende mensen tijdens de pilot aanwezig geweest. De aanwezigen bij de pilot zijn in onderstaande tabel weergegeven.

Tabel 2.3 Aanwezigen tijdens pilot

Organisatie	Aanwezigen
Terma	Henrik Bendix Nielsen (Terma) Lars Norregaard (Terma) Michael Lyster Sonne (Terma)
Pondera Consult	Martijn Edink (Pondera Consult) Jorden Hoogeveen (Pondera Consult)
TNO	Onno van Gent (TNO) Arne van Theil (TNO)
RVO	Bart Hingst (RVO) Johannes van Steenis (RVO)
EZK	Jos Wigger (EZK)
NLR	Harry Smit (NLR) (Pilot) (Waarnemer vliegtuig)

2.2.2 Vluchtverloop

Globaal overzicht

9.30 uur - Go/no go

De pilot startte met een algemene check van de systemen en een controle van alle instellingen. Daarnaast werd met de piloot gecheckt of de weersomstandigheden voldoende waren voor het uitvoeren van de vliegtest (dit was ook op de dag ervoor gedaan). Op basis daarvan is een 'go' op de pilot gegeven.

9.45 uur - Check interferentie

Voorafgaand aan de testvluchten is met het controlecentrum van Rijkswaterstaat contact gelegd om te kijken of bij het inschakelen van de radar interferentie optrad met de radarsystemen van de Krammersluizen. Dat bleek niet het geval. Ook vanuit Rijkswaterstaat werd een akkoord gegeven op het uitvoeren van de pilot.

10.00 uur – Bedrijfsinstellingen-test

Voorafgaand aan de daadwerkelijke vliegtest is een bedrijfsinstellingen-test uitgevoerd. Zie paragraaf 2.3 voor een nadere beschrijving.

10.41 uur – Vertrek vliegtuig

Het vliegtuig had lichte vertraging op vertrekpunt Schiphol vanwege slecht weer en drukte op de luchthaven en steeg om die reden op 10.15 uur op, 15 minuten later dan gepland.

11.04 uur – Start geplande vliegroutes

Om 11.04 uur werd run 1 ingezet, achtereenvolgens werden de rest van de 8 runs gevlogen, zonder vertragingen. In onderstaande tabel zijn per run de tijden weergegeven waarop en tot wanneer de radar het vliegtuig is gaan tracken.

Tabel 2.4 Start- & eindtijden runs

Run	Start	Eind
Run 1	11.04 uur	11.12
Run 2	11.13 uur	11.21
Run 3	11.22 uur	11.42
Run 4	11.43 uur	11.54
Run 5	11.55 uur	12.07
Run 6	12.08 uur	12.19
Run 7	12.20 uur	12.36
Run 8	12.37 uur	12.49

12.49 uur – Eind geplande vliegroutes

De geplande 8 runs waren om 12.49 afgerond. Dat betekent dat het vliegtuig op dat tijdstip uit de detectiezone is gevlogen en op dat moment ook niet langer door de radar is getracked.

In onderstaand figuur zijn de verschillende GPS-loggings van de testvluchten weergegeven.

Figuur 2.4 GPS loggings van de runs



Bron: Terma (ondergrond Google Earth)

14.15 uur – Start aanvullende vliegroutes

Na run 8 is het vliegtuig gaan tanken op het vliegveld Midden Zeeland (nabij Arnemuiden) ten zuidwesten van Windpark Krammer. Het vliegtuig landde daar om ca. 13.00 uur. Na afloop heeft het vliegtuig drie aanvullende runs gevlogen om een tweede radar van Terma te testen. De tweede radar is een kleinere uitvoering van de 'standaard' radar. Doel van de tweede radar was het testen of deze kleinere radar voor specifieke toepassingen rondom luchtvaartverlichting kan worden ingezet (bijvoorbeeld het opvullen van 'blinde vlekken'). De radar die voor de 'standaard' 8 runs is toegepast, is niet gebruikt bij de aanvullende runs. De inzet van de eerste aanvullende run was om 14.15 uur.

1. Een herhaling van run 6 (over het windpark op 500ft);
2. Een fly-over van de radar 1.000 ft;
3. Een halve cirkel op 1.000 ft binnen de detectiezone van de radar.

14.41 uur – Eind aanvullende vliegroutes

De twee aanvullende runs werden om 14.41 uur afgerond. Vervolgens is het vliegtuig teruggevlogen naar eindpunt Schiphol.

Onvoorziene situaties

Turbines uitgeschakeld

Om 11.55 uur werden de turbines plotseling stilgezet, vanwege het voorbij vliegen van een zeearend (waarvoor een stilstandvoorziening is getroffen). De turbines gingen om 12.00 uur weer aan. Op de radarbeelden was zichtbaar dat er geen bewegende delen waren op dat moment.

Overige luchtvaartuigen

Tijdens de pilot waren er verschillende luchtvaartuigen in de nabijheid van het windpark aanwezig. Voorafgaand aan de runs werd duidelijk dat de radar deze vliegtuigen (wanneer

binnen warning-zone) 'zag' en de verlichting op basis daarvan aanzette. Tijdens de pilot zijn deze vliegtuigen gefilterd, waardoor de verlichting alleen werd ingeschakeld naar aanleiding van het vliegtuig dat ten behoeve van de pilot is ingezet. Wanneer het vliegtuig niet in de buurt was, werd de filter uitgezet en was te zien dat de radar de luchtvaartuigen zag en volgde en dat de verlichting werd ingeschakeld.

Storing marifoons scheepvaart

Tijdens de pilot (run 2b) werd vanuit RWS bericht dat er 2 meldingen binnen waren gekomen van storingen bij marifoons van scheepvaart in de nabijheid van de sluisen. De frequenties van de marifoons zijn naderhand opgevraagd en bleken in een andere bandbreedte als de radarfrequenties te vallen. Hierdoor is geconcludeerd dat de storingen door een andere oorzaak dan de radar zijn veroorzaakt. RWS geeft aan dat dit inderdaad zeer waarschijnlijk is.

2.3 Bedrijfsinstellingen-test

Toelichting werking systeem

Voorafgaand aan de vliegtest is een bedrijfsinstellingentest uitgevoerd. Hieronder wordt kort toegelicht welke elementen daar onderdeel van uitmaakten. Op de resultaten wordt in het volgende hoofdstuk ingegaan. De bedrijfsinstellingentest begon met een algemene toelichting op de werking van het systeem. Hierbij werd onder andere toegelicht dat het systeem gebruik maakt van een detectie en een warningzone en dat de afstanden, zoals de detectiezone zijn in te stellen afhankelijk van de locatie specifieke omstandigheden.

Demo logboek

Onderdeel van de bedrijfsinstellingentest is een demonstratie van de werking van het logboek. Door Terma is ter plaatse laten zien dat het systeem alle data logt. Dit komt tevens is de documentatie van het radarsysteem terug.

Demo testsignaal elke x uur

Daarnaast werd gedemonstreerd dat het systeem een signaal uitstuurt om te testen of het systeem nog naar behoren werkt. Dit gebeurt automatisch op ingestelde tijden. Op het moment dat er iets niet klopt, wordt dat geregistreerd en gaat de verlichting automatisch aan. Terma heeft softwarematig laten zien hoe dit in zijn werk gaat en het systeem is tevens in de productdocumentatie terug te vinden.

Demo elektrische monitoring

Om ervoor te zorgen dat het systeem niet zonder elektriciteit komt te zitten, vindt er continue elektrische monitoring plaats. Door Terma is ter plaatse laten zien dat deze check softwarematig wordt gedaan, door een controlesignaal af te geven. Wanneer dit signaal niet kan worden afgegeven (als de stroom eraf is), treedt het fail-safe systeem in werking en schakelt de verlichting aan.

Demo fail safe – geen connectie tussen lamp en systeem

Om de vliegveiligheid te garanderen heeft het radarsysteem een fail-safe systeem, waarbij de verlichting automatisch wordt ingeschakeld op het moment dat er een defect of onzekere situatie voordoet. Dit scenario is door Terma laten zien door de connectie tussen de lamp en het radarsysteem te verwijderen. Dit scenario is tevens beschreven in de productdocumentatie.

Weersomstandigheden

Naast de documentatie van de radar over de prestaties onder verschillende weersomstandigheden, hebben we dit ook in de praktijk kunnen testen. Een uur voorafgaand aan de pilot zelf was het weer vrij slecht (veel regen en wind). Op dat moment is besloten de radar aan te zetten om te testen of hij ook onder dergelijke omstandigheden naar behoren functioneert.

3 RESULTATEN PILOT

In dit hoofdstuk wordt een overzicht gegeven van de resultaten van de pilot en de conclusies die daaraan kunnen worden verbonden. In bijlage 1 zijn de 'Pilot test-results' van Terma gerapporteerd en in bijlage 2 de evaluatie van NLR. Deze rapportages en de loggings die daaraan ten grondslag liggen zijn vervolgens door TNO geverifieerd. TNO heeft de 'runs' virtueel 'nagespeeld' en gekeken of de resultaten overeenkomen met die van Terma. De bevindingen van TNO zijn opgenomen in bijlage 3.

3.1 Vliegtest

3.1.1 Detectie prestaties

Basisfuncties

Op basis van de verschillende runs is gebleken dat het detecteren van vliegtuigen (en andere objecten) naar behoren werkt en geen gebreken laat zien. In alle runs werd het vliegtuigje gedetecteerd en werd de verlichting conform criteria ingeschakeld. In de pilot zijn verschillende situaties getest/gesimuleerd en in alle situaties werd de verlichting tijdig aangezet. Ook bij de runs waar een gebrek werd gesimuleerd werd de track op tijd weer opgepakt of trad het fail-safe systeem in werking (de verlichting werd ingeschakeld). E.e.a. is tevens terug te vinden in de rapportage van NLR en ook de verificatie van TNO wijst uit dat het systeem naar behoren werkt in alle onderzochte scenario's. Beide partijen hebben voorafgaand aan het vaststellen van de runs meegedacht over het vliegplan.

Kader 3.1 Verificatie TNO

Door TNO is een verificatie van de resultaten van de pilot uitgevoerd op basis van de data die door Terma en NLR zijn aangeleverd. TNO concludeert dat het systeem naar behoren werkt, goed toepasbaar is voor het beoogde doel en dat de conclusies van Terma juist zijn. TNO benoemt een aantal aandachtspunten voor het locatie specifiek toepassen van dergelijke systemen:

- Invloed van windturbines op de dekking;
- Cone of Silence en de situering van de radar;
- Loze meldingen / het instellen van de clutter-filter.

Deze aandachtspunten zijn locatie specifiek en met een goede plaatsing van de radar en instellen/kalibreren van de radar te mitigeren. Ten aanzien van de invloed van de turbines op de dekking van de radar geeft Terma aan dat dit dusdanig minimaal is, dat dit niet tot problemen in de praktijk leidt (zoals ook in de proef bleek). De instelling van de clutter-filter (filteren van de ruis vanaf de grond) zorgde er op enkele momenten voor dat een track werd verloren. Dit had te maken met de voorbereidingstijd en is goed op te lossen door een volledige kalibratie van de radar.

In bijlage 1 is het test-report van Terma weergegeven, in bijlage 2 de rapportage van NLR. De verificatie door TNO is in bijlage 3 opgenomen.

Verliezen van een 'track'

Tijdens de pilot is getest wat er gebeurt wanneer de radar een track verliest. Dit is gesimuleerd door de track op de rand van de detectiezone te verwijderen. In testrun 2 is getest of de tijd tussen de detectiezone en de warningzone voldoende was om een verloren track op tijd weer

automatisch op te pikken. Dit was het geval. De track werd verwijderd op de rand van de detectiezone en werd weer opgepikt voordat de rand van de warningzone was bereikt. De verlichting ging aan vanaf het moment dat het vliegtuig de warningzone binnenvloog.

Te hoge snelheid

Daarnaast heeft de radar een vliegtuig richting Rotterdam The Hague Airport gedetecteerd en gevolgd, maar halverwege de warningzone verloor de radar de track, omdat de snelheid van het vliegtuig groter dan 300 knp werd en de radar daar niet op was ingesteld (t.b.v de pilot). De status veranderde in 'detection uncertain', wat betekent dat de verlichting aanbleef, maar het vliegtuig niet langer werd gevolgd. Later verminderde het vliegtuig haar snelheid en op het moment dat deze langzamer dan 300 knp vloog, kon de radar het vliegtuig weer detecteren. De verlichting bleef al die tijd ingeschakeld. In bijlage 1 is dit onderdeel van test 4.

Vliegen haaks op radarsignaal

In run 7 vloog het vliegtuig min of meer exact haaks op het radarsignaal. Uit de radarbeelden wordt geconcludeerd dat er in deze situatie een verminderde detectie optreedt. Uit analyse bleek dat dit ontstond vanwege 'Area Masking', een instelling waarmee bepaalde delen geblindeerd kunnen worden. Het vliegtuig is door de radar gezien en getrackt, maar op een aantal punten was de track voor enkele seconden verloren (vanwege de instelling). Dit resulteerde in een verandering in de status van de radar (in 'detection uncertain'). Als gevolg hiervan is de verlichting ingeschakeld. Geconcludeerd wordt dat de verminderde detectie niet leidt tot een onveilige situatie t.a.v. luchtvaartveiligheid.

'Blind spot'

In run 8 is een blinde vlek in het zichtveld van de radar gesimuleerd door een sector af te dekken, waardoor de radar niet in die betreffende hoek kan 'kijken'. Op basis daarvan is getest wat er gebeurt wanneer een vliegtuig via die hoek de detectionzone binnen vliegt. De pilot wijst uit dat het vliegtuig in dat betreffende gebied inderdaad niet werd opgepikt, maar dat het vliegtuig, zodra het buiten de 'blind spot' kwam, direct werd opgepikt en de verlichting aanging op het moment dat hij de warningzone binnen vloog.

Op het moment dat de blind-spot ervoor zorgt dat een vliegtuig volledig ongezien de warningzone binnen kan vliegen, zal dit bij het positioneren van de radar (bepalen locatie) naar voren moeten komen. Het bepalen van blind spots in de voorbereidingsfase kan eventuele risico's vermijden.

Andere objecten

De radar is in staat om objecten met een zeer klein radaroppervlak (waaronder vogels) en weinig reflecterend materiaal (bijvoorbeeld kunststof) te detecteren. Om te zorgen dat de verlichting niet onnodig wordt geactiveerd, werden de voor deze situatie niet relevante objecten (o.a. vogels, overige voertuigen etc.) gefilterd. Zo werden de voertuigen over de wegen binnen de detectiezone en de vaartuigen binnen het gebied gefilterd, zodat deze de verlichting niet zouden activeren. Zowel in de bedrijfsinstellingentest als tijdens de vliegttest werd de verlichting niet geactiveerd door overige objecten in de omgeving, behalve door vliegtuigen binnen de warningzone.

Andere luchtvaartuigen

Het systeem kon naast het testvliegtuig ook de overige vliegtuigen in de omgeving zien. Wanneer een vliegtuig binnen de detectiezone kwam werd deze gevolgd en de verlichting ging automatisch aan wanneer een vliegtuig binnen de warningzone kwam. Ook wanneer het testvliegtuig uit de warningzone vloog en er tegelijkertijd een ander vliegtuig binnen de warningzone vloog, bleef de verlichting branden. Een aantal instellingen van de radar die t.b.v. de pilot waren geïnitieerd, zorgde ervoor dat een track van een ander vliegtuig (tijdelijk) werd verloren, bijvoorbeeld omdat de snelheid van het vliegtuig te hoog was of het vliegtuig hoger ging vliegen dan de ingestelde 2000ft. De vliegtuigen die laag en langzaam door het gebied vlogen werden wel opgepakt door de radar, maar ten behoeve van de proef handmatig verwijderd. De pilot liet echter duidelijk zien dat de radar alle vliegtuigen detecteerde en waar nodig de verlichting inschakelde. Geconcludeerd wordt dat de instellingen van de radar bepalend zijn en per radarlocatie specifiek moeten worden bepaald.

Draaiende turbines

Op de radarbeelden zijn de draaiende delen van windturbines zichtbaar en goed te onderscheiden van overige objecten. Het verlies aan zichtbaarheid is echter niet op de radarbeelden te zien. Dat verlies heeft echter geen invloed gehad op de mate van detecteren van vliegtuigen 'achter' het windpark, ook niet op relatief lage hoogte. Zowel op 1.000 ft als op 500ft had de radar geen moeite met het detecteren en tracken van het vliegtuig. Overigens is lager ook mogelijk, afhankelijk van de instelling. In Nederland is vliegen op een hoogte lager dan 500 ft echter niet toegestaan.

Weersomstandigheden

Terma garandeert dat het systeem onder alle weersomstandigheden werkt. Tussen ca. 9.00 en 10.00 uur (voorafgaand aan de proef) was er veel wind en regen. Daarna trok het langzaam open en was er overwegend bewolking, afgewisseld met zon. Tijdens de pilot waren de weersomstandigheden redelijk goed (zonnig/ licht bewolkt), met een zicht van 8 tot > 10 kilometer. Ook tijdens het eerste uur werkte de radar naar behoren. Alle luchtvaartuigen binnen de detectiezone werden getrackt en de verlichting werd conform criteria ingeschakeld.

Interferentie

Radarsystemen

Interferentie met anders radarsystemen moet zoveel mogelijk worden voorkomen om de goede werking van alle systemen te waarborgen. Ook voor het veilig uitvoeren van de pilot is het noodzakelijk om de interferentie met andere systemen te checken. De potentiële interferentie met de radarsystemen van Rijkswaterstaat nabij de Krammer-sluizen is getest. Dit is voorafgaand aan de pilot gedaan in samenwerking met Rijkswaterstaat. Op het moment dat de radar gereed was voor de pilot, is er direct contact opgenomen met de site-manager van Windpark Krammer die op het besturingscentrum van Rijkswaterstaat bij de Krammer-sluizen aanwezig was. De coördinator on-site stond in direct (telefonisch) contact met de site-manager op het moment dat de radar aan werd gezet. De site-manager en medewerkers van RWS konden direct op de (scheeps-) radarschermen kijken of er veranderingen als gevolg van de luchtvaartradar optraden. Dat was niet het geval. Ook gedurende de pilot-dag is er meermaals contact geweest met de site-manager. Er hebben zich gedurende de dag geen problemen voorgedaan bij de radarsystemen van RWS. In onderstaand figuur zijn twee screenshot van het

besturingscentrum en het radarbeeld weergegeven op het moment dat de luchtvaarradar werd aangezet. Er zijn geen afwijkingen waargenomen.

Figuur 3.1 radarbeelden RWS scheepsradar op moment van start pilot



Bron: RWS/ WP Krammer (23-05-2018)

Marifoon

Tijdens de pilot (run 2b) werd vanuit RWS bericht dat er 2 meldingen binnen waren gekomen van storingen bij marifoons van scheepvaart in de nabijheid van de sluisen. De frequenties van de marifoons zijn naderhand opgevraagd en bleken in een andere bandbreedte als de radarfrequenties te vallen. Hierdoor is geconcludeerd dat de storingen door een andere oorzaak dan de radar zijn veroorzaakt. RWS geeft aan dat dit inderdaad zeer waarschijnlijk is.

Verder zijn er gedurende de pilotdag (en de tests daarvoor) geen meldingen gedaan van storingen.

3.2 Bedrijfsinstellingentest

Toelichting werking systeem

Demo logboek

Terma liet ter plaatse en middels productdocumentatie zien dat alle data wordt gelogd. De gelogde data is inclusief de data, tijd en duur van het activeren/deactiveren van de verlichting, de tracks van luchtvaartuigen, systeem en operationeel falen etc. De gelogde data is na afloop gedeeld en ligt ten grondslag aan de resultaten in deze rapportage.

Demo testsignaal

Terma liet ter plaatse en middels productdocumentatie zien dat het systeem 1x in de (in dit geval) 2 uur (kan ook vaker of minder vaak) een signaal verstuurd ter verificatie van de goede werking van het systeem. Wanneer dit niet gebeurt op het daarvoor gestelde tijdstip, treedt het fail-safe systeem in werking. Ook dat is software matig aangetoond tijdens de pilotdag.

Demo elektrische monitoring

Door Terma is ter plaatse laten zien dat er gemonitord wordt of er voldoende elektrische voeding is, door een controlesignaal af te geven. Wanneer dit signaal niet kan worden afgegeven (als de stroom eraf is), treedt het fail-safe systeem in werking. Tijdens de test is laten

zien wat er gebeurt wanneer de radar geen stroom meer heeft. De waarnemers bevestigen dat het signaal werd onderbroken op het moment dat de stroom werd uitgeschakeld waardoor de verlichting automatisch werd ingeschakeld.

Demo fail-safe – geen connectie tussen lamp en systeem

Om te testen of het fail-safe systeem in werking treedt wanneer een situatie zich voordoet dat een van de componenten van het systeem (verlichting + radar) faalt is ter plaatse de situatie getest waarbij er geen connectie tussen de lamp en het radarsysteem was.

De waarnemers ter plaatse bevestigen dat op het moment dat een individueel component connectie met het radarsysteem verloor, de verlichting automatisch aanging. Daarmee werd aangetoond dat de verlichting los van het radarsysteem werkt. De verlichting bleef aan tot het moment dat de connectie tussen verlichting en het systeem weer werd gelegd (draden weer verbonden). Op het moment dat het systeem verifieerde dat de connectie was hersteld (en er geen vliegtuig binnen de warning-zone vloog) werd de verlichting automatisch uitgezet.

Weersomstandigheden

Een radarsysteem dient onder alle weersomstandigheden te functioneren. Terma garandeert dat het systeem onder alle weersomstandigheden werkt. Tijdens de pilot zijn verschillende weersomstandigheden opgetreden, waardoor het systeem onder meerdere omstandigheden is getest. Tussen ca. 9.00 en 10.00 uur (voorafgaand aan de pilot) was er wind en regen. Daarna trok het langzaam open en was het zonnig met een aantal wolken. Ook tijdens het eerste uur werkte de radar naar behoren. Alle luchtvaartuigen in de nabijheid werden getrackt en de verlichting ging op de gewenste momenten aan. In onderstaande tabel zijn de specificaties van het weer *tijdens* de pilot weergegeven.

Tabel 3.1 Specificaties weer tijdens pilot

Aspect	info
Weertype	Zonnig met aantal wolken
Windrichting	Noordoost
Windsnelheid	6 m/s
Barometer	1019 mbar
Zicht	8 – 10 kilometer

3.3 Overig

Verantwoordelijkheden

Bij het toepassen voor (systemen t.b.v.) luchtvaartverlichting voor windturbines is het van belang duidelijkheid te hebben over de verantwoordelijkheden en rolverdeling op het moment dat er zich een calamiteit voordoet. De verantwoordelijkheid bij het toepassen van het systeem in andere landen ligt in eerste instantie bij de windparkexploitanten (tenzij het systeem naar behoren heeft gewerkt, dan is de piloot aansprakelijk). Voor het kunnen verlenen van toestemming voor toepassing van een radarsysteem, is het van belang om duidelijke vereisten op te nemen over de verantwoordelijkheden en aansprakelijkheden per scenario ten aanzien van het inzetten van het systeem.

Investeringsen

Een radarsysteem voor luchtvaartverlichting op windturbines vraagt om een investering. Gemiddeld is een investering tussen de €500.000,- €750.000,- benodigd voor een 'geïnstalleerd' systeem. Voor de ontwikkeling van grote windprojecten is dit mogelijk financieel te dragen. Voor de kleinere projecten kan dit een flink deel van de totale businesscase bedragen. Om dergelijke systemen in Nederland ook financieel uitvoerbaar te maken is mogelijk noodzakelijk kostenreductie te realiseren (bijv. subsidie, afschrijving).

Operation and maintenance (O&M)

Het onderhoud van de radar is van belang voor de goede werking ervan en daarmee voor de luchtvaartveiligheid. Er zal contractueel worden vastgelegd (doorgaans met de leverancier) dat er periodiek onderhoud wordt uitgevoerd, waarbij alle onderdelen worden gecheckt, zowel technisch als softwarematig. Kleine aanpassingen zullen ter plaatse worden gerepareerd, eventuele grotere reparaties zullen worden ingepland.

Op basis van documentatie en toelichting van Terma wordt geconcludeerd dat wanneer de radar om wat voor reden dan ook niet (naar behoren) werkt, het fail-safe mechanisme in werking treedt en wordt er via SCADA een melding gemaakt bij het controlecentrum. In de meeste gevallen zal dat het controlecentrum van het windpark zijn, maar dit kan ook een derde partij zijn. Op basis van de melding kan een onderhoudsteam worden ingezet om het defect te verhelpen. In landen waar radarsystemen zijn toegepast, wordt een maximale periode van 24 uur gehanteerd, waarbinnen een onderhoudsteam ter plaatse moet zijn. Daarmee wordt voldoende veiligheid voor de luchtvaart gegarandeerd, alsmede de hinder voor de omgeving zo beperkt mogelijk gehouden.

Test tweede radar

Naast de Scanter 5200 radar van Terma is door Terma een tweede radar getest. Dit was mogelijk doordat het vliegtuig op de terugweg naar Schiphol nogmaals over het windpark moest vliegen. De tweede radar is een kleinere radar van Terma die mogelijk ingezet kan worden voor het opvullen van gaten in de dekking van de grotere radar, op locaties waar die nodig is. De radar bleek inderdaad geschikt te zijn voor detectie binnen een kleinere range. De radar is echter geen vervanging van de grotere versie.

4 CONCLUSIE EN DISCUSSIE

In dit hoofdstuk wordt op basis van de pilot een conclusie getrokken over de werking en toepasbaarheid van radarsystemen voor luchtvaartverlichting. Allereerst wordt antwoord gegeven op de geformuleerde deelvragen en hoofdvraag. Op basis daarvan wordt inzicht verkregen in de discussie ten behoeve van het toetsingskader.

4.1 Beantwoording deelvragen

Deelvraag 1

1. Hoe wordt de veiligheid en betrouwbaarheid van het radarsysteem gewaarborgd?

De veiligheid en betrouwbaarheid van een radardetectiesysteem worden doormiddel van verschillende mechanismen gewaarborgd. Allereerst toont de pilot aan dat het detecteren van het systeem zeer nauwkeurig werkt.

Daarnaast is een radardetectiesysteem ontworpen om ten alle tijden goed te functioneren, maar mocht er om wat voor reden dan ook een defect of een onzekerheid in detectie optreden, treedt het fail-safe systeem in werking. Dit systeem zorgt ervoor dat de verlichting altijd automatisch aangaat als er 'iets' niet in orde is (zie ook beantwoording van de subvragen). Naast het fail-safe systeem wordt er continue elektrische monitoring toegepast. Ook hier geldt dat als het systeem niet langer van elektriciteit wordt voorzien, het fail-safe systeem in werking treedt.

Het systeem zal periodiek worden onderhouden en worden gecontroleerd. Daarnaast zal in geval van een defect een melding aan het controlecentrum worden gestuurd op basis waarvan een onderhoudsteam kan worden ingeschakeld. Dit team moet in principe binnen 24 uur ter plaatse zijn om het defect te verhelpen. Gedurende die tijd zal de verlichting continu. Hoe eerdere het onderhoudsteam aanwezig is hoe verder de brandtijd te reduceren is.

Door middel van het fail-safe systeem zal de verlichting altijd aangaan, wanneer er iets niet naar behoren werkt. Daardoor kan de luchtvaartveiligheid bij toepassing van het radarsysteem gewaarborgd worden.

Subvragen bij deelvraag 1

1.1 Is er een fail-safe systeem en hoe werkt dat?

Het radarsysteem is, net als elk ander radarsysteem voor deze toepassing uitgerust met een fail-safe systeem. Tijdens de proef is aangetoond dat het fail-safe systeem werkt en de verlichting aanzet op het moment dat er een defect of onzekere situatie is met de (werking van) de radar. Het fail-safe systeem bestaat uit een signaal naar het verlichtingsmechanisme dat continu aangeeft dat de verlichting uit moet zijn. Wanneer er iets mis is met de radar treedt het fail-safe systeem automatisch in werking en wordt het signaal niet langer uitgezonden en schiet de verlichting aan. Een signaal betekent dus: verlichting uit, geen signaal betekent: verlichting aan.

1.2 Is er sprake van een continue elektrische monitoring?

De elektrische voeding van het radarsysteem wordt continu gemonitord. Wanneer het systeem geen elektriciteit meer ontvangt, treedt het fail-safe systeem in werking.

1.3 Waar gaan foutmeldingen heen en wat zijn dan de acties?

Wanneer het systeem niet naar behoren werkt treedt het fail-safe systeem in werking en wordt er via SCADA een melding gestuurd naar het controlecentrum. Dit zal doorgaans het controlecentrum van het windpark zelf zijn, maar dat kan ook een derde partij zijn. Op basis van de melding wordt, afhankelijk van het defect, een onderhoudsteam ingezet dat binnen 24 uur ter plaatse moet zijn. Tijdens de pilot is aangetoond dat het fail-safe systeem naar behoren werkt.

1.4 Hoe en door wie wordt het systeem onderhouden?

Er worden afspraken gemaakt tussen de radarfabrikant en de windturbine-exploitant over het onderhoud aan de radar. In deze afspraken zal worden vastgelegd dat er periodiek onderhoud (& controle van de goede werking) zal plaatsvinden om de goede werking van de radar te garanderen. Daarnaast worden er afspraken gemaakt dat er in geval van een defectmelding een onderhoudsteam binnen (doorgaans) 24 uur na de melding ter plaatse zal zijn om het defect te verhelpen.

Deelvraag 2

2. (Hoe) werkt het radarsysteem en functioneert het systeem conform specificaties?

Het systeem maakt gebruik van radarsignalen die continu binnen een bepaalde bandbreedte (frequenties) worden uitgezonden. Op basis daarvan worden de luchtvaartuigen in de omgeving van het windpark gedetecteerd. Wanneer de luchtvaartuigen binnen de detectiezone komen worden de luchtvaartuigen getrackt (gevolgd) en wordt bepaald of het een vliegtuig of een ander object is. Wanneer het luchtvaartuig binnen de warning-zone komt (en is bepaald dat het een vliegtuig is) wordt de luchtvaartverlichting automatisch aangezet. Dit gebeurt door een continu signaal van de radar naar het schakelsysteem van de verlichting te onderbreken (signaal = uit/ geen signaal = aan). Wanneer het vliegtuig de warning-zone heeft verlaten blijft de verlichting nog (standaard) 80 seconden branden. Daarna wordt het signaal vanuit de radar weer verstuurd en gaat de verlichting weer uit.

De pilot wijst uit dat het systeem naar behoren en conform specificaties functioneert en dat het doel (reductie brandtijd bij gelijk veiligheidsniveau) met toepassing van het systeem wordt bereikt. Alle luchtvaartuigen (zowel het testvliegtuig als overige luchtvaartuigen) werden door de radar opgepikt en de verlichting werd in alle gevallen tijdig aangezet. Dit is geconcludeerd in zowel de rapportage van Terma als van NLR en ook de verificatie van TNO ondersteunt deze conclusie.

Er zijn op basis van de pilot een aantal aandachtspunten te benoemen:

1. Verstoring draaiende windturbines locatie-specifiek;
2. Afstands- vs tijds criterium (i.r.t. straaljagers);
3. Instellingen radarsysteem locatie-specifiek;
4. Te veel tracks in een druk deel van Nederland, wat zorgt voor continu brandende luchtvaartverlichting.

Subvragen bij deelvraag 2

4.1 Detecteert het radarsysteem alle (relevante) luchtvaartuigen?

De pilot heeft aangetoond dat het systeem alle vliegtuigen detecteert binnen de gestelde grenzen. Niet alleen het testvliegtuig, maar ook alle andere vliegtuigen binnen de grenzen van

de pilot werden gedetecteerd en getrackt. Vliegtuigen binnen de cone-of-silence worden niet gedetecteerd, maar daar is rekening mee te houden in de voorbereidingsfase (zie 2.4). Vliegtuigen die haaks op het radarsignaal vlogen, leken moeilijk detecteerbaar, zoals ook TNO en NLR concluderen in hun rapportages. Na analyse blijkt de oorzaak echter te liggen in een onjuiste instelling (vanwege beperkte voorbereidingstijd onsite) van de clutter-filter op die locaties (de filter die overige ruis van wegen etc. filtert), waardoor vliegtuigen in een specifiek deel van de detectiezone en die exact haaks op de radar vlogen, onbedoeld gefilterd werden. Voor deze gevallen geldt dat het probleem met een volledige kalibratie van de radar verholpen zijn. Ten aanzien van blind spots (niet zichtbare delen vanwege verstoring) geldt dat dit goed mitigeerbaar is door goede plaatsing van de radar of een fill-in radar (om het zicht in blindspots te vergroten).

4.2 Kan het systeem overige objecten en niet relevante luchtvaartuigen filteren?

De pilot heeft aangetoond dat het systeem in staat is om de overige objecten en niet relevante vliegtuigen te filteren. Zo werd al het verkeer over de N-weg en al het vaarverkeer binnen de detectie- en warningzone gefilterd, zodat de verlichting niet onnodig werd geactiveerd. De pilot heeft uitgewezen dat het filteren nauwkeurig is en ervoor zorgt dat de verlichting alleen aangaat als dat ten behoeve van de vliegveiligheid noodzakelijk is.

4.3 Biedt de werking van een radar met afstandscriterium voldoende zekerheid?

De pilot wijst uit dat een afstandscriterium voldoende zekerheid biedt voor (in ieder geval) de reguliere luchtvaartuigen. Voor straaljagers is een afstandscriterium eveneens mogelijk, maar minder geschikt. Dit komt omdat de snelheid van deze luchtvaartuigen hoog is en daarmee tevens de afstand waarop de verlichting moet worden aangezet groter moet zijn. Dit betekent ook dat dat verlichting vaker onnodig wordt aangezet, bijvoorbeeld wanneer een langzamer luchtvaartuig de warning zone binnenvliegt. Daarmee kan het systeem zijn doel voorbij schieten (minimale reductie van de brandtijd). Voor gebieden waar straaljagers mogen vliegen is daarom een tijds criterium mogelijk beter toepasbaar. Daarmee wordt een reactietijd ingesteld op basis van de snelheid van luchtvaartuigen (bijvoorbeeld de verlichting aan 10 seconden voordat het luchtvaartuig het windpark bereikt). Dit systeem is echter niet getest binnen de pilot. Overigens is een afstandscriterium ook om te rekenen naar een tijds criterium bij bepaalde snelheden.

4.4 Worden alle relevante luchtvaartuigen op tijd gedetecteerd?

De pilot wees uit dat alle relevante vluchtvaartuigen werden gedetecteerd op het moment dat ze de buitenste grens van de detectiezone binnenvlogen, vervolgens werden de luchtvaartuigen getrackt en ging de verlichting aan op het moment dat deze de warningzone binnenvlogen. Op basis van de pilot kan met zekerheid worden gezegd dat de alle relevante luchtvaartuigen op tijd worden gedetecteerd.

Vliegtuigen die binnen de cone-of-silence vliegen worden niet door de radar gezien. Dit wijst de pilot ook uit. Om die reden moet bij het bepalen van de locatie van de radar rekening worden gehouden met de radarlocatie, grootte van de cone-of silence en moet op basis daarvan de warningzone en/ of detectiezone worden uitgebreid.

Ook straaljagers worden door de radar gedetecteerd. Voor straaljagers geldt dat echter dat een tijds criterium mogelijk meer geschikt is. Bij een afstandscriterium zou de detectie- en warningzone vergroot moeten worden om voldoende reactietijd te realiseren bij het activeren

van de verlichting. Dit leidt tot onnodige brandtijd bij kleinere vliegtuigen. Overigens zijn er ook systemen beschikbaar die snelheid van vliegtuigen kunnen meten en op basis daarvan een inschatting maken van wanneer de verlichting aan moet.

4.5 Op welk afstand moeten luchtvaartuigen worden gedetecteerd om eenzelfde veiligheidsniveau te behalen en is dit per luchtvaartuigtype verschillend?

Dit is per luchtvaartuig verschillend. Een straaljager vliegt sneller dan een sportvliegtuig en heeft daardoor, bij dezelfde afstand, minder reactietijd. Om die reden zal de afstand voor straaljagers groter moeten zijn. Voor gebieden waar dit relevant is zal hier dus rekening mee moeten worden gehouden. Voor de pilot bij Krammer bleek voor die situatie de afstand van 5,5 kilometer voldoende voor de vliegveiligheid. Dat is ook de afstand die internationaal veel wordt gehanteerd. Aangeraden wordt om de warningzone op deze afstand standaard toe te passen en na toestemming, on-site te bepalen wat de optimale afstand voor de detectiezone is. Dit is namelijk lastig te simuleren vanwege locatie-specifieke beïnvloedingen en kan beter worden vastgesteld op locatie zelf.

4.6 Werkt het systeem onder alle (weers-)omstandigheden?

Ja, het systeem werkt in principe onder alle weersomstandigheden. In de documentatie van de radar wordt dit als een van de specificaties genoemd. Daarnaast is er voorafgaand aan de pilot, tijdens slecht weer (veel regen en wind) eveneens gekeken naar de werking van de radar. De test wees uit dat de radar ook onder dergelijke omstandigheden functioneerde.

4.7 In hoeverre treedt er interferentie op met overige radarsystemen?

Het systeem veroorzaakt geen interferentie met andere radarsystemen. Tijdens de pilot is dit getest door mee te kijken bij de radarsystemen van RWS t.b.v. de Krammersluizen. Bij het aanzetten van de radar (en tijdens de pilot zelf) is er geen interferentie geconstateerd. Ook bij andere radarsystemen zal geen interferentie optreden, zolang ze niet in elkaars frequentie opereren. Hier is met het aanvragen van het gebruik van frequenties rekening mee te houden. Zelfs bij meerdere radars in eenzelfde gebied, zal interferentie niet tot nauwelijks aan de orde zijn. Het uitzenden van frequenties binnen frequentiebanden door meerdere radars, kan op elkaar af worden afgestemd.

4.8 In hoeverre treedt er interferentie op met de windturbines zelf en overige objecten in de omgeving?

Draaiende windturbines kunnen van invloed zijn op de dekking van de radar (achter het windpark), maar het verlies aan dekking zal in de praktijk niet leiden tot het niet kunnen detecteren van vliegtuigen. In de pilot zijn alle vliegtuigen achter het windpark gedetecteerd, ondanks de draaiende turbines en overige objecten in het gebied. Vliegtuigen die haaks op het radarsignaal vlogen, leken moeilijk detecteerbaar. Na analyse blijkt de oorzaak te liggen in een instelling van de radar, waardoor vliegtuigen in een specifiek deel van de detectiezone en die exact haaks op de radar vlogen, gefilterd werden. De oorzaak lag dus niet in verstoring als gevolg van de windturbines. In de praktijk zal de eventuele verstoring als gevolg van windturbines getest moeten worden. Mitigatie is eventueel mogelijk door het verplaatsen van de radar, het plaatsen van een tweede radar of het aanpassen van de detection- en warningzone.

Interferentie met overige objecten is afhankelijk van de locatie en afmetingen van het object. Het systeem is in staat om overige objecten te filteren, maar als er een flatgebouw in het 'zicht'

van de radar staat, zal de radar in principe niet 'doorheen' kunnen kijken, wat resulteert in interferentie (een blinde vlek). Hier zal met de plaatsing van radarsystemen rekening moeten worden gehouden.

4.2 Beantwoording hoofdvraag

Hoofdvraag:

Kan de gewenste brandtijd van luchtvaartverlichting door middel van radardetectiesystemen worden beperkt, terwijl een gelijk luchtvaartveiligheidsniveau gewaarborgd blijft en welke elementen zijn van belang om een landelijk toetsingskader te kunnen opstellen die zowel het reduceren van de brandtijd als het borgen van een gelijke mate van luchtvaartveiligheid kan beoordelen.

Beantwoording hoofdvraag

De pilot wijst uit dat het systeem goed werkt en goed toepasbaar is voor het doel dat wordt nagestreefd. De relevante luchtvaartuigen worden gedetecteerd en de luchtvaartverlichting gaat tijdig aan. Het systeem is in staat niet relevante objecten te filteren, waardoor de verlichting niet onnodig aangaat. Daarnaast biedt het fail-safe systeem, voldoende zekerheid voor de luchtvaartveiligheid in geval van defecten. Op basis van de pilot wordt geconcludeerd dat met toepassing van radarsystemen voor luchtvaartverlichting een reductie van de brandtijd van de luchtvaartverlichting gerealiseerd kan worden, terwijl een gelijk luchtvaartveiligheidsniveau gewaarborgd blijft.

Om op basis van een toetsingskader toestemming voor het toepassen van dergelijke systemen te kunnen verlenen, is het van belang om zowel de reductie van de brandtijd als de borging van de luchtvaartveiligheid bij toepassing van de systemen te kunnen beoordelen en zeker te kunnen stellen. Op basis van de pilot zijn een aantal elementen te definiëren die in dat kader van belang zijn (deze worden in hoofdstuk 5 verder uitgewerkt):

1. Goede werking systeem (locatie specifiek);
2. Type radarsysteem;
3. Afstandscriterium en tijds criterium;
4. Fail-safe voorzieningen;
5. Locatie van de radar;
6. Cone of silence;
7. Blind spots;
8. Frequentiegebruik en interferentie radarsystemen;
9. Monitoring en logging;
10. Weersomstandigheden;
11. Onderhoud en defecten.

Een aantal aan bovenstaande elementen gerelateerde aandachtspunten die uit de pilot naar voren komen betreffen:

1. Instelling van de radar ten aanzien van de snelheid/ hoogte/ laagte van objecten;
2. Verlies aan detectie in de 'Cone of silence' moet 'worden opgevangen', wanneer deze binnen de warningzone/ detectionzone valt;
3. Locatie van de radar (locatie specifiek);

4. Afstanden detectiezone en warningzone (locatie specifiek);
5. Mate van interferentie van windturbines (locatie specifiek);
6. Blinde sectoren opvangen;

In het volgende hoofdstuk wordt nader ingegaan op de relevante elementen in relatie tot het opstellen van een toetsingskader voor het toestaan van radarsystemen voor luchtvaartverlichting.

5 RICHTING EEN TOETSINGSKADER

Op basis van de elementen die uit de pilot naar voren zijn gekomen, wordt een voorzet gedaan voor het opstellen van een toetsingskader voor radardetectiesystemen voor luchtvaartverlichting op windturbines. Deze voorzet is bedoeld als opzet ten behoeve van de discussie met de betrokken autoriteiten en overige partijen. Het opstellen van een toetsingskader maakt geen onderdeel uit van de pilotresultaten (fase 2 van de pilot).

5.1 Relevante elementen

Op basis van de pilot zijn een aantal elementen gedefinieerd die van belang zijn voor het al dan niet toestaan van radarsystemen. Hieronder wordt per element een voorzet gedaan voor het opstellen van vereisten t.b.v. het toetsingskader voor radardetectiesystemen voor luchtvaartverlichting.

In grote lijnen wordt geadviseerd het toetsingskader in twee stappen in te delen.

3. Een algemene toestemming (license to operate) van IL&T op basis van een aanvraag(formulier) waar de locatie, het type, het veiligheidsniveau, de instellingen worden onderbouwd. Dit kan op basis van productspecificaties, certificaten, protocollen, simulaties en (eerdere) testresultaten/toestemmingen internationaal.
4. Een nadere onderbouwing van de goede werking van het systeem op locatie en een specificatie/optimalisatie van de on-site instellingen op basis van een praktijktest. Onderdeel hiervan kan een vliegtest zijn om de juiste kalibratie van het systeem te verifiëren. Een survey report kan ter goedkeuring aan IL&T worden voorgelegd. Dit is in feite een verificatie van de toestemming die in stap 1 is afgegeven.

Elementen die daarbij in ieder geval van belang zijn:

1. **Goede werking systeem (locatie specifiek)**
De aanvrager moet in stap 1 aantonen dat het toe te passen radarsysteem op de beoogde locatie naar behoren werkt op basis van documentatie en eventueel een simulatierapport. Hierbij wordt onder meer een onderbouwing gegeven van de toepassing van het systeem en de instellingen die daarvoor worden gebruikt in relatie tot het lokale luchtruim. In stap 2 kan dit vervolgens geverifieerd worden en eventueel geoptimaliseerd.
2. **Type radarsysteem**
De aanvrager moet aangeven welk type systeem wordt toegepast en aantonen dat het type radarsysteem toepasbaar is voor het specifieke windpark, doormiddel van documentatie van het systeem en een simulatie van de dekking van de radar.
3. **Afstandscriterium en tijds criterium**
De aanvrager moet aangeven of het systeem gebaseerd is op een afstandscriterium of een tijds criterium en deze keuze onderbouwen. Daarbij moeten ze tevens onderbouwen welke afstanden/ tijden worden gehanteerd. Hierbij moet rekening worden gehouden met het lokale luchtruim en met straaljagers.

De afstanden van de detectiezone kan pas specifiek worden bepaald wanneer de radar op de locatie wordt getest. In de aanvraag in stap 1 zal aangegeven moeten worden wat de afstand van de warningzone betreft (internationale standaard 5,5 km) en een range waarbinnen de detectiezone zich bevindt. In stap 2 zal deze zone specifiek worden bepaald en onderbouwd aan IL&T worden voorgelegd.

4. Fail-safe systeem

De aanvrager moet aantonen dat de radar een fail-safe voorziening bevat en moet tijdens de test onder punt 1 aantonen dat het systeem werkt.

5. Locatie van de radar

De aanvrager moet een onderbouwing geven van de locatie van de radar, ongeacht of dit een radar op het windpark of een radar op afstand betreft. Hierbij moeten lokale omstandigheden (obstakels, verstoring van de ondergrond) in ogenschouw worden genomen. In stap 2 zal de dekking van de radar geverifieerd moeten worden en de resultaten aan IL&T worden voorgelegd.

6. Cone of silence

Tevens van belang is de locatie van de radar in relatie tot de cone of silence. Wanneer de cone of silence (en dus de radar) zich op de rand van de detectie-/ warningzone bevindt, betekent dit een verlies aan dekking in de sector waar de radar zich bevindt. Dit is op te vangen door de afstand van de detectiezone in deze sector uit te breiden. Hier is voorafgaand aan de test en operationele periode rekening mee te houden bij het bepalen van de locatie van de radar. Dit moet bij de aanvraag in stap 1 nader onderbouwd worden.

7. Blind spots

Wanneer er 'blinde vlekken' in de dekking (het zicht) van de radar te verwachten zijn (op basis van simulatie) vanwege obstakels die 'in de weg' staan, moet hiervoor een passende maatregel worden voorgesteld, die in stap 2 als passende maatregel wordt geverifieerd.

8. Frequentiegebruik en interferentie radarsystemen

De aanvrager moet aangeven binnen welke frequentie-bandbreedte de radar uitzend en een aanvraag/ vergunning t.a.v. het gebruik van de frequenties kunnen overleggen. Daarnaast moet aangetoond worden welke andere radarsystemen in de omgeving opereren en of deze binnen dezelfde bandbreedte vallen als de detectieradar. Wanneer dat het geval is, moet worden aangetoond dat het uitzenden van de frequenties door de verschillende radars elkaar 'opvolgen'. Daarmee wordt interferentie voorkomen.

9. Monitoring en logging

De aanvrager moet aantonen dat de werking van het systeem wordt gemonitord (e.e.a in relatie tot fail-safe) en dat de activiteiten van de radar worden gelogd. Dit betreft onder meer de elektrische monitoring en het versturen van een testsignaal om de werking van het systeem te borgen. Het aantonen kan via documentatie in stap 1 en wordt na plaatsing in de praktijk (stap 2) geverifieerd.

10. Weersomstandigheden

De aanvrager moet aantonen dat het systeem onder verschillende weersomstandigheden werkt. Dit kan door middel van documentatie in stap 1.

11. Onderhoud en defecten

De aanvrager moet een onderhoudsprogramma overleggen waarin wordt aangegeven hoe er periodiek onderhoud wordt gepleegd en wie daarvoor verantwoordelijk is. Daarnaast moet worden aangetoond dat er in geval van een defect een signaal wordt verzonden, waar dat signaal heen gaat (wie is verantwoordelijk) en hoe er vervolgens wordt gehandeld. Vereiste zou kunnen zijn om binnen 24 uur een onderhoudsteam ter plaatse te hebben. Het onderhoudsplan kan bij de aanvraag in stap 1 worden ingediend.



The creative commons license terms 4.0 CC BY SA apply to this material. Please take notice of the general terms “Creative Commons Attribution 4.0 International public License” before starting to use the license. These terms can be accessed by clicking on this link <https://creativecommons.org/licenses/>

This investigation was carried out by Pondera Consult, commissioned by RVO.nl, an agency of the Ministry of Economic Affairs. Whilst a great deal of care has been taken in compiling the contents of this investigation, RVO.nl can not be held liable for any damages resulting from any inaccuracies and/or outdated information.

The information in this document is valid at the time of publishing (see month/year). Updates will be published on the website <https://offshorewind.rvo.nl/> at the relevant sitemap (Hollandse Kust (zuid)/Hollandse Kust (noord)/Hollandse Kust (west)), General Information, submap Revision Log and Q & A. In the Revision Log is indicated which versions are the latest and what the changes are in relation to previous versions. The documents can be found at the relevant sites, indicated in the Revision Log.

Contacts

Netherlands Enterprise Agency (RVO.nl)
Croeselaan 15 | 3521 BJ | Utrecht
P.O. Box 8242 | 3503 RE | Utrecht
www.rvo.nl / <http://english.rvo.nl>