

# Onderzoek effecten van windturbines langs het Hartelkanaal op de scheepsradarpresentatie

Rotterdam 20 Oktober 2021

Opdrachtgever: HVC Landwind b.v.

Voor bespreking 6.0

## Versiebeheer

Versie	Omschrijving	Datum	Auteur
0.0 – 5.0	Intern concept	10-10-2021	
6.0	Voor bespreking	15-10-2021	

Voor bespreking 6.0

Voor bespreking 6.0

## Contents

1	Aanleiding.....	6
2	Aanpak .....	9
2.1	Beschrijving van het bestaande windpark Hartelbrug II .....	9
3	Hypothese radarpresentatie turbines op scheepsradar .....	11
3.1	Algemeen.....	11
3.2	Mast, gondel en fundatie.....	11
3.3	Rotorbladen .....	11
4	Onderzoek met vaartuig op het Hartel kanaal (detectievaart) .....	14
5	Bevindingen detectievaart .....	16
5.1	Situatie 1 .....	16
5.2	Situatie 2 .....	17
5.3	Situatie 3 .....	18
5.4	Situatie 4 .....	19
6	Beschouwing detectieresultaten Windpark Hartelbrug II.....	20
7	Verwachte effecten beoogd windpark Brielse Maasdijk .....	21
8	Overwegingen m.b.t. lokale omstandigheden .....	21
9	Conclusie .....	23
10	Advies.....	24
	Figuur 1 Typische vormgeving en oppervlak van een rotorblad .....	10
	Figuur 2 Schematisch oppervlakte verloop windturbine rotorblad .....	12
	Figuur 3 Hebo cat 7 .....	14
	Figuur 4 weergave drie windturbines Hartelbrug II - rivierradar .....	16
	Figuur 5 Opeenvolgende radarscans rivierradar met beeld van turbinepositie op 600 meter afstand .....	17
	Figuur 6 posities zichtbaar op de scheepsradar opeenvolgende scans .....	18
	Figuur 7 duweenheid met 4 bakken - open beun op 700 meter.....	19
	Figuur 8 Beoogde posities windturbines.....	22
	Tabel 1 specificatie Hebo cat 7.....	14
	Tabel 2 instellingen JMA 10 rivierradar tijdens detectievaart .....	15

## Leeswijzer

INA-MEC<sup>1</sup> heeft op verzoek van HVC een beoordeling uitgevoerd op de effecten van windturbines op scheepsradar ten behoeve van de ontwikkeling van windpark Brielse Maasdijk.

Hoofdstuk 1 van dit rapport beschrijft de aanleiding en achtergronden van het onderzoek. Vanuit de vergunningverlener en wettelijke adviseurs zijn kaders en wensen aangegeven. In hoofdstuk 2 wordt de aanpak beschreven. Om te kunnen vaststellen welke effecten kunnen worden verwacht is een detectievaart georganiseerd om inzicht te krijgen in effecten die in de praktijk optreden. In hoofdstuk 3 zijn de tijdens de detectievaart te verwachten waarnemingen beschreven in een hypothese. Vervolgens is in hoofdstuk 4 een beschrijving gegeven van het schip en het radarsysteem dat gebruik is voor de detectievaart. Hoofdstuk 5 beschrijft de bevindingen die gedaan zijn tijdens de detectievaart. Hoofdstuk 6 bevat een beschouwing van de detectieresultaten. Vervolgens is in hoofdstuk 7 een beschrijving gegeven van de te verwachten effecten voor het beoogde windpark Brielse Maasdijk. In hoofdstuk 8 wordt ingegaan op relevante lokale omstandigheden. De conclusies die verbonden aan de voorgaande hoofdstukken zijn opgenomen in hoofdstuk 9. Tot slot bevat hoofdstuk 10 een advies van INA-MEC aan de opdrachtgever.

---

<sup>1</sup> Zie bijlage 10 voor informatie over INA-MEC

## 1 Aanleiding

De HVC Groep is voornemens Windturbines te gaan plaatsen langs het Hartelkanaal op de Brielse Maasdijk (verder 'het Project).

Voor plaatsing van windturbines langs vaarwegen zijn Beleidsregels<sup>2</sup> van Rijkswaterstaat van toepassing (verder: de Beleidsregel). Daarnaast zijn er Richtlijnen voor Vaarwegen van Rijkswaterstaat<sup>3</sup> (verder: de Richtlijn).

### Beleidsregel

Volgens de Beleidsregel moeten windmolens 50 m uit de rand van de vaarweg geplaatst worden om hinder en storingen op radar- en communicatieapparatuur te voorkomen.

Binnen 50 m uit de rand van de vaarweg is plaatsing slechts toegestaan als uit aanvullend onderzoek blijkt, dat geen sprake is van hinder. De minimale afstand tot de vaarwegbegrenzing moet tenminste de helft van de rotordiameter zijn. De normen voor windturbines maken geen onderscheid naar vaarwegklasse. Windmolens mogen niet in de onmiddellijke nabijheid van overnachtingsplaatsen en wachtplaatsen voor schepen staan.

Het Hartelkanaal is een hoofdvaarweg. De vigerende Beleidsregel is leidend voor de toetsing van windturbines langs hoofdvaarwegen in Nederland.

### Richtlijn

Als gevolg van de toename van de gemiddelde rotordiameter van windturbines is een aanpassing van de Beleidsregel in voorbereiding, gebaseerd op TNO-onderzoek dat een afstand uit de rand van de vaarweg aanbeveelt van een halve rotordiameter plus 30 meter. De voorgenomen aanpassing komt voort uit de veronderstelling dat de in de Beleidsregel genoemde en thans van toepassing zijnde regel voor de minimumafstand tussen het hart van de mast van de windturbine en de begrenzing van de vaarweg, niet groot genoeg is om hinder voor scheepsradar te vermijden.

De genoemde aanpassing is (nog) niet doorgevoerd in de Beleidsregel maar wordt genoemd in de Richtlijn. Er is geen duidelijkheid of en wanneer de Beleidsregel op het onderdeel 'afstand tot de vaarweg' daadwerkelijk aangepast zal gaan worden. Het genoemde advies van TNO dateert van 18 juli 2016.

Voor zo ver de Richtlijn voor dit Project leidend zou moeten zijn bij de bepaling van windturbineposities langs de vaarweg bevat de Richtlijn, analoog aan de Beleidsregel een mogelijkheid om af te wijken (1.2.2. van de Richtlijn).

---

<sup>2</sup> [RWS: Beleidsregel voor het plaatsen van windturbines op in of over rijkswaterstaatswerken](#)

<sup>3</sup> [RWS: Richtlijnen voor vaarwegen](#)

## 1.1 Verzoek vaarwegbeheerder

De verantwoordelijke vaarwegbeheerder voor het Hartelkanaal, de (Rijks-) Havenmeester van Rotterdam, heeft verzocht de in de Richtlijn genoemde aanbeveling als uitgangspunt te nemen voor het ontwerp en de effectbeoordeling van het beoogde Project.

Voor het Project wordt een milieueffectrapport opgesteld waarin de verwachte milieueffecten beoordeeld worden. Voor deze milieueffectbeoordeling zijn meerdere alternatieven onderzocht. Voor de toetsing of aan de aanbeveling van de Richtlijn kan worden voldaan is het zogenaamde scenario A in verschillende opstellingen het meest relevant. Voor een overzicht van de alternatieven in scenario A en de posities van de turbines wordt verwezen naar bijlage 8. Voor dit scenario wordt uitgegaan van een windturbine met een indicatieve tiphoogte van 230 meter en een rotordiameter van 163 meter. Daarbij moet worden opgemerkt dat bij de definitieve keuze van de turbines zowel de tiphoogte als de rotordiameter nog wat af kan wijken van de voor de milieubeoordeling gebruikte afmetingen.

## 1.2 Aanleiding voor opzet posities windturbines

Het College van B&W van de gemeente Nissewaard is bevoegd gezag voor de verlening van een omgevingsvergunning voor het Project. De wens van het College is om de beoogde op de Brielse Maasdijk te plaatsen windturbines zo ver mogelijk van de woonkern Spijkenisse en overige verspreid liggende woningen te plaatsen om zo de geluidshinder op woningen zo veel mogelijk te beperken. Daarnaast is de wens van het College om turbines in te zetten met een groot vermogen en een grote duurzame energieproductie. Het in de MER te onderzoeken scenario A is een invulling van groot vermogen en een hoge energieproductie. Het College heeft verzocht voornoemde wens als ontwerpuitgangspunt te nemen voor het ontwerp en de effectbeoordeling van het beoogde Project.

Het College zal overigens voor de verlening van de Omgevingsvergunning de (Rijks-) Havenmeester formeel om advies vragen.

## 1.3 Belangenafweging

Het Project kan voldoen aan de minimumafstand van de Vigerende Beleidsregel, dat wil zeggen  $\frac{1}{2}$  rotordiameter. De afstandsregel uit de Richtlijn (minimaal  $\frac{1}{2}$  rotordiameter + 30 meter) heeft geen formele status. De toepassing van de afstandsregel uit de Richtlijn brengt met zich mee dat de windturbines verder naar het zuiden zouden moeten komen dan in het geval de afstandsregel van de Beleidsregel moet worden gehanteerd. Voor twee windturbineposities 3 en 4A in scenario A (zie bijlage 8) is er onvoldoende ruimte naar het zuiden om te voldoen aan de afstandsregel van de Beleidsregel.

Om tegemoet te gekomen aan de wens van de Havenmeester en Het College om de relevante effecten te beoordelen moeten de daadwerkelijk te verwachten effecten worden beoordeeld.

Dit rapport voorziet in de beoordeling van het effect van windturbines op scheepvaartradar. Primair wordt beoogd een antwoord te geven op de vraag of en in hoeverre er voor dit Project en met het oog op mogelijke scheepsradarverstoring, volstaan kan worden met het hanteren van de minimumafstand uit de Beleidsregel dan wel dat op grond van te verwachten effecten uitgegaan zou moeten worden van de minimumafstand uit de Richtlijn.



## 1.4 TNO beoordeling - methode

TNO heeft op verzoek van de initiatiefnemer HVC een initiële beoordeling voor scenario A uitgevoerd waarbij de in de Richtlijn genoemde aanbeveling als uitgangspunt is genomen. Deze initiële beoordeling is verwerkt in een TNO-rapport<sup>4</sup>

Het TNO-document beschrijft in het rapport de theoretische principes die ten grondslag liggen aan de in de richtlijn genoemde aanbeveling (30 meter + halve rotordiameter) en verbindt hier een conclusie aan voor de beoordeelde turbineposities. Daarbij merkt TNO op dat voor zo ver er sprake is van ongewenste reflecties, ten gevolge van het niet kunnen voldoen aan de in de Richtlijn aanbevolen minimale afstand, zij niet over de expertise beschikt om te beoordelen of dat operationeel daadwerkelijk een ongewenste situatie oplevert.

Om te kunnen beoordelen of er sprake kan zijn van een operationeel ongewenste situatie is aan INA-MEC gevraagd een aanvullende beoordeling te doen. Met deze aanvullende beoordeling wordt beoogd inzicht te geven in hoeverre het niet kunnen voldoen aan de in de Richtlijn aanbevolen minimumafstand (30 meter + halve rotordiameter) tot het vaarwater Hartelkanaal al of niet daadwerkelijk leidt tot ongewenste situaties.

Het Voedingskanaal, dat ten zuiden van de Brielse Maasdijk ligt wordt voor radarverstoring niet als vaarwater beschouwd. De reden daarvoor is dat het nauwelijks voor beroepsvaart wordt gebruikt en er voor het bevaren geen verplichting is voor schepen om een radaruitrusting aan boord te hebben.

## 1.5 Onderzoeksvraag

In dit onderzoek wordt beoordeeld of het voldoen aan de Beleidsregel tot het vaarwater Hartelkanaal al of niet daadwerkelijk leidt tot hinderlijke effecten als bedoeld in de Beleidsregel.

Als uitgangspunt voor deze beoordeling is aangenomen dat de volgende vragen cumulatief met 'ja' moeten kunnen worden beantwoord:

- 1) zal de aanwezigheid van de ecoverbreiding<sup>5</sup> van de radarecho van de windturbines en de spookbeelden in de radarpresentatie, varend op het Hartelkanaal, voor een schipper in de praktijk als zodanig in voldoende mate kunnen worden herkend en geïnterpreteerd;
- 2) is het aannemelijk dat een schipper daarmee nog steeds in voldoende mate de werkelijke situatie op de vaarweg kan beoordelen en;
- 3) zal de waarnemings situatie en de veiligheidssituatie voor het scheepvaartverkeer op het Hartelkanaal ter plaatse van het beoogde windpark in algemene zin niet afnemen ten opzichte van de bestaande situatie.

---

<sup>4</sup> TNO: Radarhinderstudie effecten windturbines op scheepsradars

<sup>5</sup> Ecoverbreiding betekent dat windturbines in radarpresentatie door een ecoverbreiding groter zullen worden weergegeven dan ze in werkelijkheid zijn en soms een spookdoel kunnen veroorzaken (zie paragraaf 3.1 voor nadere uitleg).

## 2 Aanpak

Om een goede indruk te kunnen krijgen van de werkelijke effecten van een windturbine op het radardetectiebeeld is eerst een detectieanalyse gedaan bij windpark Hartelbrug II ter hoogte van Geervliet. Dit is gedaan door met een schip met een standaard rivieradaruitrusting een detectievaart te doen langs windpark Hartelbrug II.

Voor de windturbines van Hartelbrug II kan worden aangenomen dat zij, op basis van de theoretische uitgangspunten die TNO hanteert, een representatieve reflectie zullen geven op de radarpresentatie bij scheepsradars van de schepen die toegelaten zijn op het Hartelkanaal (d.w.z. dat zij de voor het Hartelkanaal minimum vereiste radarsystemen operationeel aan boord hebben).

De wijze waarop de turbines op de radarverbeelding naar verwachting zichtbaar zullen zijn is beschreven en getoetst aan de waarneming die heeft plaatsgevonden tijdens de detectievaart. De bevindingen zijn samengevat en vervolgens vertaald naar te verwachte effecten van het beoogde Windpark Brielse Maasdijk.

### 2.1 Beschrijving van het bestaande windpark Hartelbrug II

Het windpark Hartelbrug II bestaat uit 8 windturbines met een ashoogte van circa 99 meter en een rotordiameter van 101 meter. De turbines staan aan de rand van het water (nb: de grens van de vaarweg is niet gelijk aan de scheiding land / water) en zijn waterzijdig voorzien van damwandomkastingen waarin de fundaties van de turbines zijn gebouwd. Bijlage 1 is een weergave van de opstelling, bijlage 2 toont de damwandbekistingsconstructie. De onderlinge afstand van de windturbines is wisselend tussen ongeveer 300 en 600 meter.

Ter plaatse van de windturbines ligt de vaarweg gemiddeld circa 15 meter uit het middelpunt van de windturbines.

De afmetingen van de turbines van Hartelbrug II blijken uit bijlage 3 en bijlage 4.

De afmetingen en de vorm van de rotorbladen worden getoond in bijlage 5. Het aantal bladen per windturbine is drie. Kenmerkend voor de rotorbladen is dat ze geen echte vlakke delen hebben die een 'goede' reflectie van een radarsignaal zullen geven.



*Figuur 1 Typische vormgeving en oppervlak van een rotorblad*

De bladen van de windturbines worden daarnaast afhankelijk van de windsterkte verdraaid om zo veel mogelijk energie uit de wind te halen. Dit is relevant omdat daarmee het reflecterend rotorblad oppervlak ten opzichte van de scheepsradarantenne wijzigt. De stand van de rotoren ten opzichte van het kanaal is afhankelijk van de heersende windrichting. Ook dit is relevant voor het reflecterend oppervlak dat wordt waargenomen door de radarantenne.

Tijdens de detectievaart kon vanuit verschillende invalshoeken het effect van de rotorstand op het radarbeeld worden bekeken.



*Afbeelding 1 oriëntatie rotoren tijdens detectievaart*

## 3 Hypothese radarpresentatie turbines op scheepsradar

### 3.1 Algemeen

Uit het TNO rapport DHW-2021-RT-100341332 van 24 augustus 2021 'Radarhinderstudie effecten windturbines op scheepsradars' (verder: het TNO rapport) blijkt dat windturbines in radarpresentatie door de echoverbreding groter zullen worden weergegeven dan ze in werkelijkheid zijn en soms een spookdoel kunnen veroorzaken. Uit het TNO rapport blijkt verder dat spookdoelen geen probleem vormen omdat ze als zodanig herkenbaar zijn. Het fenomeen van echoverbreding kan echter in sommige gevallen een verbreding van de radarecho's veroorzaken. Dit kan een probleem zijn als die echoverbreding als het ware over het vaarwater heen gaat waardoor de indruk kan ontstaan dat er iets op het vaarwater is wat er in werkelijkheid niet is. Als schippers een dergelijk beeld op de radar krijgen en zij kunnen niet vaststellen of het om een echoverbreding gaat moeten zij aannemen dat er iets op de vaarweg is en daarop acteren.

Uit het TNO rapport figuren 8 en 9 blijkt hoe het fenomeen van echoverbreding werkt. Figuur 10 van het TNO rapport illustreert het effect van deze echoverbreding. Figuur 10 geeft echter, zo duidt het TNO rapport, geen representatief beeld voor wat men normaal gesproken op een radarweergave ziet omdat de zgn. afterglow in eenzelfde kleur als de primaire echo van het betreffende radarsysteem aan staat. Daardoor lopen beelden van meerdere omwentelingen van de radarantenne over elkaar heen. Het gebruik van de afterglow modus kan worden beschouwd als goed en common practice voor de riviervaart mits deze in een andere kleur plaatsvindt. Daarnaast laten figuur 9 en 10 een statische weergave zien wat ook niet de werkelijkheid presenteert.

### 3.2 Mast, gondel en fundatie

De mast en gondel van de turbines van Hartelbrug II bevinden zich evident buiten de begrenzing van het vaarwater. De fundatiebekisting ligt wel relatief dicht bij de vaarwaterbegrenzing en heeft rechte vlakken met een damwandprofiel die veel reflectie geven. De verwachting is dat de fundatiebekisting zeer goed zichtbaar zal zijn op de radarweergave. De mast en de gondel zullen waarschijnlijk minder goed zichtbaar zijn. De reflectie van de mast zal naar verwachting overschaduw worden door de reflectie van de fundatiebekisting. De gondel zal vermoedelijk door de hoogte waarop die zich bevindt in de radarpresentatie zichtbaar zijn achter de reflectie van de fundatiebekisting.

### 3.3 Rotorbladen

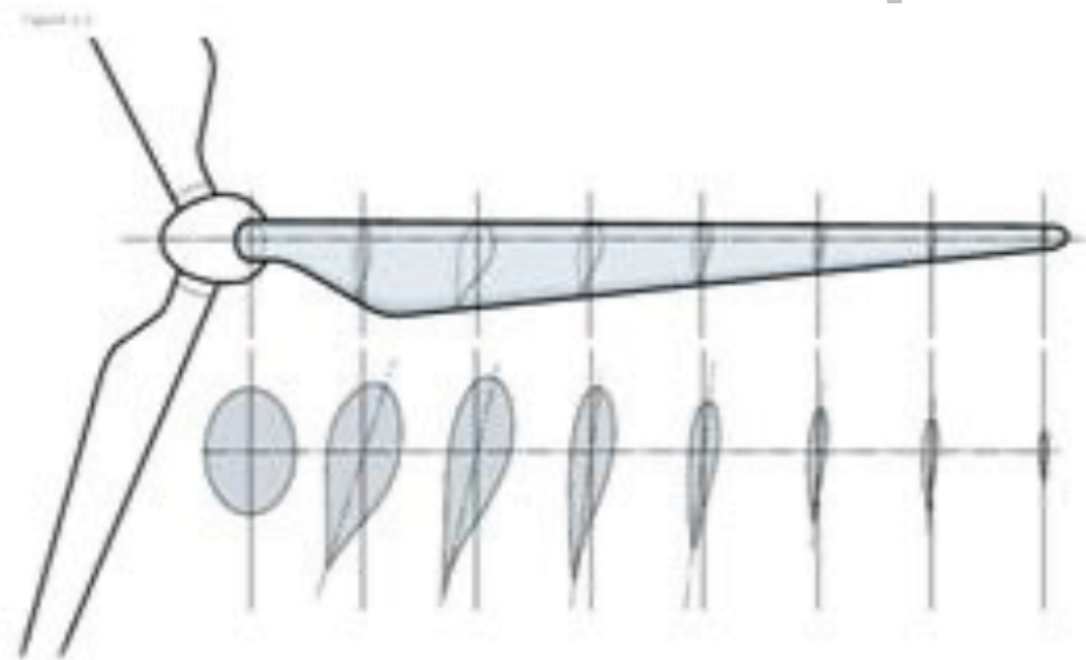
Voor de vraag of de rotorbladen een hinderlijke reflectie en/of echoverbreding kunnen geven is de aard en de intensiteit van de reflectie een belangrijke factor. De mate van reflectie wordt mede bepaald door de stand van het te detecteren voorwerp ten opzichte van de radarantenne. Hoe meer het te detecteren voorwerp een vlak loodrecht naar de radarantenne gericht heeft, hoe groter de reflectie van dat voorwerp zal zijn.

Een bijzonderheid bij windpark Hartelburg II is dat de turbines zeer dicht bij de vaarwegbegrenzing staan. De rotoren gaan afhankelijk van de windrichting over de vaarwegbegrenzing heen en zullen dan in de radarbundel zijn.

Bijlage 6 is de windverdeling ter plaatse van de Brielse Maasdijk. Wanneer de wind uit sectoren zuid-zuid-west (SSW), zuid (S) en zuid-zuid-oost (SSO) en uit sectoren noord-noord-oost (NNE), noord (N)

en noord-noord-west (NNW) komt zullen de rotorbladen meer zichtbaar zijn omdat dan haaks of bijna haaks in de radarbundel aanwezig zijn. Dit gaat om ongeveer 50% van de tijd.

De vorm van de rotorbladen speelt verder een rol voor de mate waarin reflectie werkelijk optreedt. De rotorbladen verlopen vanaf het hart van de windturbinerotor naar de tip van breed naar smal en verlopen enigzinds getordeerd. Door de combinatie van de stand van de rotorbladen en de stand van de rotor als geheel zal er alleen een zichtbare weergave op het radarscherm zijn als een rotorbladdeel met een vlak deel loodrecht gericht zijn op de op de aanstraalrichting van de scheepsradarantenne.



*Figuur 2 Schematisch oppervlakte verloop windturbine rotorblad*

Door de vorm van de rotorbladen zullen de bladen verder, als geheel ten opzichte van de positie van een radarantenne, niet op hetzelfde moment een zichtbare reflectie geven over het gehele oppervlak. M.a.w., er zal dus altijd maar een deel van de rotorbladen 'zichtbaar' zijn op een radarweergavescherm. De delen die ten opzichte van de radarantenne het meest loodrecht gericht zijn zullen de meeste reflectie geven. De delen die niet loodrecht op de radarantenne gericht zijn zullen in veel mindere mate of zelfs geen reflectie geven.

Daarnaast zal de reflectie van het uiteinde van de rotorbladen, richting de tip minder reflectie geven. De verklaring hiervoor is dat het oppervlak van het rotorblad richting de tip significant afneemt. Ook hier geldt daarnaast dat naarmate het oppervlak minder loodrecht op het signaal van de radarantenne staat, de reflectie nog verder zal afnemen.

Verder is voor de detectie van invloed dat de radarantenne zelf ronddraait met een zekere frequentie. Deze frequentie kan per radarsysteem wat verschillend zijn (tussen de 24 en 28 omwentelingen per minuut voor een normale rivierradar). De kans dat de radarantenne met exact

dezelfde frequentie draait als de rotor van een gedetecteerde windturbine is zeer klein. De kans dat de rotatie van de radarantenne en de windturbinerotor synchroon lopen is nog kleiner. Per definitie kan er daarom vanuit gegaan worden dat de radarantenne en de rotor van de windturbine niet synchroon zullen lopen.

Per radarantenne omwenteling zal, voor zover er reflectie van de rotorbladen is, die reflectie steeds op een andere plaats liggen en steeds een andere sterkte hebben. Tot slot beweegt het schip waarop de radarantenne staat zich vooruit. Hierdoor verandert niet alleen de afstand maar ook aanstralingsrichting tot de windturbine continue. De rotoren zullen daardoor op de scheepsradar soms zichtbaar zijn maar wel telkens op een andere plaats. Bij een goed ingesteld radarsysteem (o.a. afterglow niet aangeschakeld, of afterglow met eenzelfde kleur als de primaire echo) zal de optredende reflectie grotendeels uitgefilterd worden.

De verwachting is dat dit alles op het radarscherm een, in de tijd gezien, snel wisselend beeld presenteert dat kan worden herkend en worden geïdentificeerd als iets dat zich niet in het vaarwater kan bevinden.

voor bespreking 60

#### 4 Onderzoek met vaartuig op het Hartelkanaal (detectievaart)

Op 9 september 2021 van 08:00 uur tot 11:00 uur is een detectievaart uitgevoerd met het vaartuig Hebo Cat 7. Dit vaartuig is uitgerust met een JMA10 rivierradar en een Consilium Selesmar zeeradar. De radardetectieproef is uitgevoerd met gebruikmaking van de rivierradar.

De vaarrichting voor alle opnamen was westelijk vanaf de kruising Hartelkanaal met de Oude Maas tot aan de

oostelijke invaart van de scheepvaartsluis Hartel tot aan de Rozenburg sluis invaart en terug. Varend vanaf de oude Maas werden de windturbines van windpark Hartelbrug II op de radarweergave zichtbaar na passage van de Hartelkering.

De windrichting tijdens de detectievaart was zuidelijk ruimend naar het westen. De oriëntatie van de rotors van de windturbines was bijna parallel aan het kanaal tot ongeveer 45 graden in de bocht van het Hartelkanaal nabij de Rozenburgsluis.



Figuur 3 Hebo cat 7

Afmetingen schip 51,25 x 11.8 x 2.20 diepgang 2,50 m
Hoogte antenne 6,5 meter boven waternivo
Consilium Selesmar zeeradar 9 voet
JMA 10 rivierradar 7 voet

Tabel 1 specificatie Hebo cat 7

<b>Instellingen radar JMA:</b>
Bereik 1200 meter off centered kwart naar beneden
Range Ring afstand 200 meter
Tune 100%
Gain 50%
Rain 15%
Sea 10%
Afterglow Off

*Tabel 2 instellingen JMA 10 rivierradar tijdens detectievaart*

De voornoemde instellingen worden representatief geacht voor wat te doen gebruikelijk is voor rivierradars op schepen.

voor bespreking 6.0



## 5 Bevindingen detectievaart

Dit hoofdstuk bevat de bevindingen van een aantal representatieve situaties die relevant zijn voor de beantwoording de onderzoeksvraag genoemd in paragraaf 1.5. Voor de in dit hoofdstuk berekende waarden is gebruik gemaakt van de rekenmethode genoemd in bijlage 7.

### 5.1 Situatie 1



Afstand in meters (bij benadering)	Breedte berekend in meters (bij benadering)	Breedte gemeten in meters (bij benadering)
450	37	30
700	41	35
1050	50	50

#### Belangrijkste bevindingen

1. Windturbines zichtbaar op de rivierradar op respectievelijk 450 meter, 700 meter en 1050 meter.
2. Alleen fundatie en masten zichtbaar, geen rotoren

Figuur 4 weergave drie windturbines Hartelbrug II - rivierradar

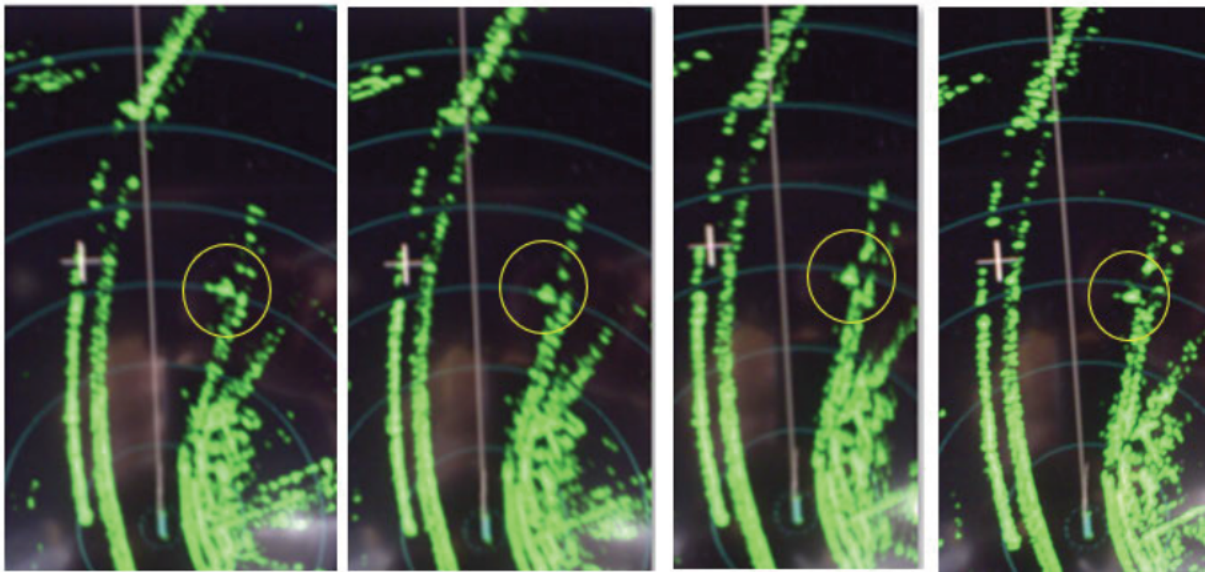
Voor situatie 1 valt op dat de fundatiebekistingen en de basis van de torens een goed zichtbare stabiele echo geven op de werkelijke locaties. De echo's van de fundatiebekistingen zijn daarbij veel sterker dan die van de masten. Dit wordt veroorzaakt door de vlakke / hoekige vorm van de

fundatiebekistingen<sup>6</sup>. Het gehele beeld komt overeen met de verwachting beschreven in hoofdstuk 3.

Daarnaast geeft ook de gondel een duidelijke radarecho die, afhankelijk van de afstand tot de respectievelijke turbinelocaties, zichtbaar wordt op 10 tot 20 meter achter de echo van de fundatie (gevolg van 'slant range').

De radarafbeelding van de rotoren is bij een goed ingestelde radar (met name Rain en Gain) niet of bijna nooit zichtbaar, voor de hier onderzochte windrichtingen uit zuidelijke richting. Dit wil zeggen parallel aan de kanaaldijken tot onder 45 graden met de kanaaldijk.

## 5.2 Situatie 2



Figuur 5 Opeenvolgende radarscans rivierradar met beeld van turbinepositie op 600 meter afstand

Het tijdsinterval van de weergave in Figuur 5 is ongeveer 2,5 seconden per weergave. Met deze dynamische weergave wordt beoogd inzicht te geven in het verschil tussen het wel of niet ingeschakeld hebben van de afterglow (of presentatie van afterglow in eenzelfde kleur als de primaire echo). Het TNO-rapport toont in figuur 10 een statisch radarbeeld met de afterglow ingeschakeld in eenzelfde kleur als de primaire echo. Daardoor lopen beelden van meerdere omwentelingen van de radarantenne over elkaar heen in dezelfde kleur.

De opeenvolgende scans in Figuur 5 tonen de variatie van de echo met afterglow uitgeschakeld. De breedte van de echo op een afstand van 600 meter varieert van respectievelijk circa 60 meter naar circa 40 meter, naar circa 40 meter naar circa 50 meter. De rotordiameter van de turbines is ongeveer 100 meter.

De echobreedte van deze turbinepositie zijn berekend<sup>7</sup>:

<sup>6</sup> Radar Cross Section (RCS) van windturbine bedraagt ca 170.000 m<sup>2</sup>. Voor de bladen alleen zal dit rond 10.000m<sup>2</sup> liggen (zie TNO-rapport). RCS van de fundatiebekisting met damwand bedraagt ca 140.000.000 m<sup>2</sup>. Dit laatste is dus circa 820 maal groter dan de RCS van de windturbine zonder rotoren.

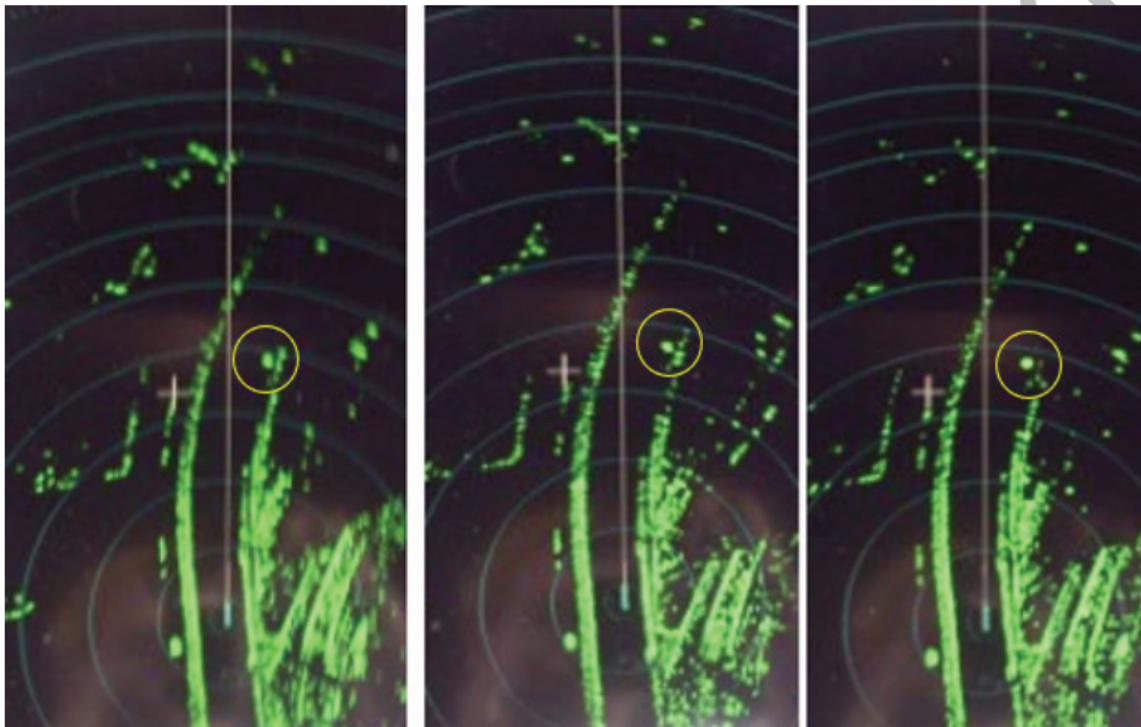
<sup>7</sup> Voor de toegepaste berekening methode zie voorbeeldberekening in de bijlagen

1. echo breedte fundatie circa 26 meter. De werkelijke breedte van de fundatie is ongeveer 25 meter
2. echo mast circa 15 meter, De werkelijke diameter van de mast is ongeveer 3,4 meter
3. echo rotor circa 40 meter, De werkelijke diameter van de rotor is circa 101 meter. De halve rotordiameter is dan in werkelijkheid ongeveer 50 meter.

Deze berekende waarden worden bevestigd door de radarafbeeldingen.

### 5.3 Situatie 3

#### Situatie 3



*Figuur 6 posities zichtbaar op de scheepsradar opeenvolgende scans*

Het tijdsinterval van de weergave in Figuur 6 is ongeveer 2,5 seconden per weergave. Deze situatie is vergelijkbaar met de situatie 2. Met deze dynamische weergave wordt beoogd te tonen dat de rotorbladen niet in alle gevallen zichtbaar zullen zijn, zelfs als ze nabij of over de vaarweggrens draaien. De echobreedte in de opeenvolgende radarscans variëren op 800 meter afstand van 25 tot 35 meter. De rotoren draaiden tijdens deze opname deels over de waterweg maar niet loodrecht op het radarsignaal. De rotoren zijn niet zichtbaar.

#### 5.4 Situatie 4

Tijdens de detectievaart zijn waarnemingen gedaan van onder meer echo's van schepen met een open beun, valse echo's van reflecties tussen schepen onderling en echo's van bruggen over de vaarweg. Dit soort echo's evenals echo's van meerdere naast elkaar gelegen bruggen over een vaarweg, hoogspanningsleidingen over een vaarweg komen op vaarwegen veelvuldig voor.

Figuur 7 is illustratief voor echo's van een open beun.



Figuur 7 duweenheid met 4 bakken - open beun op 700 meter

Dergelijke echo's kunnen voor een schipper lastig zijn te interpreteren en komen in de praktijk, zeker op een drukbevaren waterweg als het Hartelkanaal, veelvuldiger voor dan echoverbreding of andere hinderlijke echo's van rotorbladen van windturbines.

Deze effecten zijn bovendien meestal gedurende een langere tijd permanent aanwezig in tegenstelling tot de incidentele echo van rotorbladen.

## 6 Beschouwing detectieresultaten Windpark Hartelbrug II

1. Uit de radarweergaven blijkt dat de fundatiebekistingen dominant aanwezig zijn. Dit is te verklaren doordat ze direct aan het vaarwater grenzen en ook direct in de radarbundel liggen. Daarnaast heeft de hoekige vorm met damwandprofiel een groot effect op de reflectie-intensiteit;
2. De echobreedte van de reflectie van de masten is aanwezig maar in deze situatie nauwelijks te onderscheiden vanwege de dominante echo van de fundatiebekisting;
3. De gondels van de windturbines zijn in het algemeen goed te onderscheiden en worden door het 'slant range' effect als een echo achter (afstand afhankelijk van de afstand tot de WT) de echo van de fundatie en de mast weergegeven;
4. Doordat de windturbines dicht tegen het vaarwater aanliggen en gelet op de verdeling van de windrichtingsverdeling over het jaar, draaien de rotoren van de windturbines van windpark Hartelbrug II een belangrijk deel van de tijd (deels) over het vaarwater. De opgenomen radarweergave beelden tonen dat de rotoren desondanks lang niet in alle gevallen een echo geven. Als ze wel een echo geven zijn ze goed te onderscheiden, ook op grotere afstand, doordat ze steeds op een andere plek liggen en/of wisselend wel of niet getoond worden. Reflecties zijn vooral zichtbaar wanneer de wind uit sectoren zuid-zuid-west (SSW), zuid (S) en zuid-zuid-oost (SSO) en uit sectoren noord-noord-oost (NNE), noord (N) en noord-noord-west (NNW) komt. Dit is in ongeveer 50% van de tijd het geval. Als er een echo is blijkt uit de opnamen dat ze overeenkomt met de reflectie van een object dat niet groter is dan de rotordiameter. Het effect van echoverbreding blijkt daarmee in de praktijk niet groot te zijn, althans minder groot en ook minder zichtbaar op een radarscherm dan wordt aangenomen en beschreven in het TNO-rapport.

## 7 Verwachte effecten beoogd windpark Brielse Maasdijk

Op basis van voorgaande hoofdstukken kunnen de verwachte effecten voor Windpark Brielse Maasdijk worden beschreven.

1. Bijlage 8 toont de opstellingen die worden onderzocht voor de milieueffectrapportage die opgesteld wordt voor het beoogde windpark. De definitieve opstelling kan nog wijzigen. De windturbines voor Project Brielse Maasdijk worden geplaatst aan de Zuidzijde van de Brielse Maasdijk, nabij het voedingskanaal. Echo's veroorzaakt door een fundatiebekisting zoals die bij windpark Hartelbrug II zijn toegepast kunnen daardoor bij Windpark Brielse Maasdijk niet optreden.
2. Ter plaatse van de beoogde windturbines is de Brielse Maasdijk op het hoogste punt gemiddeld hoger dan 8 meter ten opzichte van NAP. De turbinemasten staan daarachter en op ruime afstand van het vaarwater van het Hartelkanaal. Eventuele echo's van de masten zullen daardoor met zekerheid duidelijk buiten het vaarwater liggen. De onderkant van de mast wordt geheel afgeschermd door de Brielse Maasdijk zelf en dus niet weergegeven.
3. De gondels van de windturbines zullen met zekerheid duidelijk zichtbaar zijn als een echo die achter de echo van de mast ligt door 'slant range' effect en zal ook duidelijk buiten het vaarwater liggen;
4. Bijlage 9 bevat de indicatieve turbineafmetingen voor het beoogde Windpark Brielse Maasdijk voor het alternatief met windturbines met een rotordiameter in de orde grootte 163 meter. Alhoewel die rotordiameter aanzienlijk groter is dan de rotordiameter van de windturbines van Hartelbrug II kan worden aangenomen dat de wijze waarop en de mate waarin de rotoren van de beoogde windturbines voor Brielse Maasdijk een echo geven, daarmee overeen zal komen. Daarbij is er sprake van eenzelfde windverdeling waardoor de mate waarin de rotorbladen daadwerkelijk haaks of bijna haaks op de radarbundel staan vergelijkbaar zal zijn. Gelet op de waarnemingen die gedaan zijn kan ook worden aangenomen dat de echo van de rotor ongeveer overeen zal komen met de rotordiameter en zeker niet veel groter zal zijn. Omdat de beoogde turbines op basis van de Beleidsregel altijd een halve rotordiameter van de vaarweg af moeten staan is het aannemelijk dat de echo van de rotor niet of nauwelijks over het vaarwater zal komen en daarmee ook geen hinderlijke effecten zal kunnen veroorzaken voor scheepsradars zoals bedoeld in de Beleidsregel. De aanvullende ontwerpregel genoemd in de Richtlijn ( $\frac{1}{2} R + 30$  meter) geeft in dit geval geen grotere zekerheid dat hinderlijke effecten nog verder kunnen worden vermeden.

## 8 Overwegingen m.b.t. lokale omstandigheden

Uit het TNO-rapport blijkt dat de afstandsregel die is opgenomen in de Richtlijn er onder meer vanuit gaat dat de zogenaamde maximale waarnemingsafstand 1.200 meter bedraagt. Deze afstand is gebaseerd op de veronderstelling dat schippers van schepen van een zekere omvang met een zekere snelheid ongeveer deze afstand nodig hebben om te reageren. De waarnemingskwaliteit wordt daarom getoetst op deze afstand, verondersteld wordt dat op deze afstand een ongestoorde en onvervormde radarwaarneming mogelijk moet zijn.

Afgezien van de bevindingen in dit INA-MEC rapport over de in de praktijk optredende echo's van de rotorbladen kan de vraag gesteld worden of de situatie op en in de nabijheid van de vaarweg

Hartelkanaal en de kruising met de Oude Maas de gewenste waarnemingsafstand van 1.200 meter in werkelijkheid toelaat. De aanwezige bruggen in de Oude Maas richting het zuiden en het noorden, het dijklichaam van de Brielse Maasdijk aan de zuidzijde en de NAM-installatie op de wal aan de noordzijde ontnemen immers het radarzicht op het kruispunt Hartelkanaal – Oude Maas in belangrijke mate. In het Hartelkanaal wordt de vrije waarneming verstoord door de aanwezigheid van de Hartelkering en de daaromheen liggende sluisinrichting en remwerken aan de noordzijde. Er zal daardoor in dit gebied nauwelijks sprake kunnen zijn van een onverstoord radarwaarneming zoals die wordt beoogd.

Mede om die reden en omdat schepen die het Hartelkanaal opvaren of afkomen ook nog een bocht moeten nemen zullen schepen op dit punt een lagere snelheid hebben dan de snelheid die wordt verondersteld voor de waarnemingsafstand van 1.200 meter. Voor schepen komend uit het westen varend richting de Hartelkering geldt ook dat zij in het algemeen een lagere snelheid hebben of in de aanloop naar de Hartelkering bezig zijn snelheid te minderen. Zij moeten immers onderdoor de Hartelkering, hebben geen zicht op de achterliggende vaarweg en moeten rekening houden met tegenliggend verkeer. Daarbij neemt het Hartelkanaal aan de westzijde richting de Hartelkering in breedte toe en blijft relatief breed ter plaatse van het beoogde windpark. De schepen varen daar aan de zuidzijde niet dicht langs de wal omdat de doorvaart onderdoor de Hartelkering en de Hartelbrug meer naar het centrum van het Hartelkanaal ligt.

Het is daarom aannemelijk dat de aanwezigheid van windturbines langs het Hartelkanaal op deze locatie geen onaanvaardbare wijzigingen van de waarnemings situatie met zich mee zullen brengen, ook niet als ervan uit wordt gegaan dat voor de afstand tot de vaarweg de Beleidsregel (1/2 rotordiameter) wordt aangehouden.



Figuur 8 Beoogde posities windturbines

## 9 Conclusie

Bij plaatsing van een windturbine langs een vaarweg wordt op grond van de van toepassing zijnde Beleidsregel aangenomen dat windturbines tenminste de halve rotordiameter van de vaarweg af moeten staan. Op basis van de Richtlijn moet deze afstand tenminste de halve rotordiameter + 30 meter zijn. Op basis van voorgaande hoofdstukken kan worden geconcludeerd dat toepassing van de afstandsregel zoals die is opgenomen in de Beleidsregel (minimaal  $\frac{1}{2}$  rotordiameter) voor de beoordeelde situatie in voldoende mate borgt dat windturbines geen hinderlijke effecten zullen veroorzaken op de radarweergave van de vaarweg op radars van schepen die gebruik maken van het Hartelkanaal. Gelet op de situatie ter plaatse is er ten aanzien van de in de Beleidsregel genoemde in acht te nemen afstand tot de vaarweg (minimaal  $\frac{1}{2}$  rotordiameter) verder geen aanleiding om gebruik te maken van de mogelijkheid om af te wijken van de Beleidsregel. Meer specifiek is de conclusie:

1. Schippers kunnen in voldoende mate de aanwezigheid van de radarecho van de windturbines en de echoverbreding daarvan en spookbeelden in de radarpresentatie herkennen en interpreteren<sup>8</sup> en;
2. een schipper kan nog steeds in voldoende mate de werkelijke situatie op de vaarweg beoordelen<sup>9</sup> doordat de theoretisch maximale echoverbreding in de praktijk bij rotorbladen van windturbines incidenteel optreedt. Deze maximale echoverbreding zal minder hinderlijk zijn voor een schipper dan meer voorkomende hinderlijke reflecties van schepen met een open beun, valse echo's reflecties tussen schepen onderling en hoogspanningsleidingen en bruggen over de vaarweg;
3. gelet op voorgaande kan worden aangenomen dat de waarnemingssituatie en de veiligheidssituatie voor het scheepvaartverkeer op het Hartelkanaal ter plaatse van het beoogde windpark in algemene zin niet zal afnemen ten opzichte van de bestaande situatie.
4. er is daarmee aangetoond dat de plaatsing van windturbines op een minimale afstand van de halve rotordiameter geen hinder zal opleveren zoals is bedoeld in de Beleidsregel. Hantering van de in de Richtlijn genoemde afstandseis van de halve rotordiameter + 30 meter geeft in dit geval geen grotere zekerheid dat hinderlijke effecten nog verder kunnen worden vermeden. Alle beoogde windturbineposities kunnen daarmee worden benut.

---

<sup>8</sup> T.a.v. van spookbeelden duidt het TNO-rapport dat die geen onwenselijke hinderlijke effecten opleveren op de vaarweg. Daarnaast wijst dit INA-MEC rapport uit dat de echo van rotoren van windturbines in de praktijk ongeveer overeenkomt met de rotordiameter.

<sup>9</sup> De theoretisch maximale echoverbreding treedt in de praktijk bij rotorbladen van windturbines incidenteel op en zal minder hinderlijk zijn voor een schipper dan meer voorkomende hinderlijke reflecties van schepen met een open beun, valse echo's reflecties tussen schepen onderling en hoogspanningsleidingen en bruggen over de vaarweg.



## 10 Advies

INA-MEC adviseert om dit rapport en de conclusies te bespreken met de vaarwegbeheerder van het Hartelkanaal, de (Rijks-) Havenmeester van de Haven van Rotterdam en de vergunningverlener voor het Project, het College van B&W van de gemeente Nissewaard.

Rotterdam, 14 oktober 2021

INA MEC

 MSc

Voor bespreking 6.0