

Notitie / Memo

HaskoningDHV Nederland B.V.
Water & Maritime

Aan: Rijkswaterstaat Zee & Delta
Van: Camiel Schreuder
Datum: 31 januari 2025
Kopie:
Ons kenmerk: BK2098-RHD-ME-0001
Classificatie: Open
Gecontroleerd door Wim Klomp

**Onderwerp: Managementsamenvatting Verkenning locaties en randvoorwaarden
Laadinfrastructuur op Zee**

Voor distributie

Introductie

In het Nederlandse deel van de Noordzee komen er tot en met 2031 nog circa 1.500 windturbines bij. Uit onderzoek blijkt dat de kans op aanvaringen tussen schepen en windturbines aanzienlijk toeneemt met de komst van nieuwe windparken. De Rijksrederij is voornemens de huidige vloot van Emergency Response Towing Vessels (ERTV's) uit te breiden en emissievrije schepen te ontwikkelen die voor 90% elektrisch varen. Momenteel zijn er drie schepen als ERTV actief. Dit is in samenhang met de toekomstig geplande offshore windparken te weinig om de scheepvaartveiligheid te garanderen.

Om deze 90% emissieloze doelstelling te behalen is laadinfrastructuur nodig, zowel onshore als offshore. Rijkswaterstaat heeft daarom Royal HaskoningDHV opdracht geven een verkenning uit te voeren naar mogelijke locaties en randvoorwaarden voor de laadinfrastructuur op Zee. In deze verkenning wordt onderzocht waar locaties van laadinfrastructuur voor nieuwe hybride ERTVs mogelijk zijn en welke relevante randvoorwaarden daarbij gelden.

Het plan van aanpak voor dit project is gebaseerd op een pragmatische benadering en bestaat uit vier stappen:

1. **Inventarisatie data en rapporten:** Relevante rapporten en data zijn verzameld en gebruikt als basis voor de verkenning van laadinfrastructuur op zee.
2. **Interviews:** Stakeholders zijn geïnterviewd over technische mogelijkheden, veiligheidsaspecten, locatievoorwaarden, beschikbaarheid, tijdsbestek, omgevings- en duurzaamheidsaspecten, kosten, en juridische aspecten.
3. **Analyse locaties en randvoorwaarden:** De verzamelde informatie is geanalyseerd om potentiële locaties en randvoorwaarden te identificeren. Een trechtermethodiek is gebruikt om de beste locaties te bepalen op basis van kwaliteitsaspecten en kosten.
4. **Rapportage:** De resultaten van de voorgaande stappen zijn gerapporteerd, inclusief een overzicht van mogelijkheden en randvoorwaarden, vijf werkgebieden en varianten, een scoring van varianten en een indicatieve kostenraming.

Deze aanpak zorgt voor een gestructureerde en gedetailleerde verkenning van de mogelijkheden voor laadinfrastructuur op zee.

Inventarisatie data en rapporten

De inventarisatie van data en rapporten voor de Noordzee omvat verschillende bronnen, zowel van RWS als intern binnen RHDHV. De verzamelde rapporten en gegevens dienen als uitgangspunten voor het afwegingskader. Belangrijke rapporten zijn onder andere het ERTV Concept operationeel profiel & energie consumptie studie, het ERTV Concept Ontwerp rapportage, en de risico-indicatoren

scheepvaartveiligheid van MOSWOZ. De verzamelde gegevens omvatten GIS kaarten van bestaande en toekomstige windparken, scheepvaartroutes, militaire gebieden, en risicogebieden. Daarnaast zijn er verkeersdichtheid kaarten en metocean data verzameld.

Op basis van deze rapporten en gegevens zijn de volgende conclusies getrokken met betrekking tot de locatie analyse:

- De windparken Borssele, HKZ, HKN en HKW hebben een hoog risicoprofiel. Daarnaast zijn er risico's geïdentificeerd bij de windparken TnvdW en Gemini, al zijn deze laag;
- Het is wenselijk om de afstand van de retourhaven tot aan het laadpunt binnen de elektrisch actieradius van de ERTV te laten vallen om niet over te hoeven schakelen naar methanol. Het bereik van de ERTV is nog niet vastgesteld. Vanuit de literatuur worden aannames gemaakt van 89km/48NM actieradius (18-20 MWh accupakket). In dit onderzoek zijn deze overgenomen. Deze aannames kunnen afwijken van het uiteindelijke ERTV ontwerp.
- Indien een kabeltracé en/of een aparte constructie geïnstalleerd moeten worden, zal onderzocht moeten worden wat de impact is op ecologie, daar de zeebodem hoerdoor verstoord zal worden. Hiervoor zal een Milieu effectrapportage noodzakelijk zijn.
- Qua nautische veiligheid wordt een responstijd van maximaal 2 uur aangehouden met een minimale vaarsnelheid van 15 knopen. In 2 uur moet de ERTV dus 30 NM kunnen overbruggen om ter plaatse te zijn bij een calamiteit;
- Het plaatsen van een laadpunt in een windpark brengt extra nautische risico's met zich mee. Er wordt in dit onderzoek aangenomen dat het omwille van nautische veiligheid gewenst is de laadinfra buiten een windpark te plaatsen;
- Als laadinfrastructuur binnen de contouren van een windpark komt te liggen kan worden meegelift op onderzoeken die voor het kavelbesluit zijn opgesteld;
- Bij zoekgebied 4, 6 en 7 zullen in de toekomst ook nautisch risico's te verwachten zijn, kijkend naar de verkeersdichtheid kaarten rond deze gebieden.

De volgende additionele technische eisen op de laadinfrastructuur zijn geïdentificeerd op basis van de eisen en wensen van gebruikers:

- Om 90% emissieloos te kunnen varen, moet de laadinfrastructuur bij maximaal 2,5m Hs aan de laadkabel kunnen koppelen. Daarnaast moet de laadinfrastructuur bij 3,0m Hs afgemeerd kunnen laden, en tot maximaal 4,5m Hs kunnen laden op Dynamic Positioning (DP).
- De constructie waar de laadinfrastructuur op geplaatst wordt moet bestand zijn tegen aanvaring van de ERTV met de constructie, met een nader te bepalen snelheid.
- De laadinfrastructuur moet verlicht en gemarkeerd worden volgens de IALA G1162 regelgeving. Een hazard warning signal (HWS) is een overweging om toe te voegen naast deze verlichting en markering.

Marktverkenning

Er zijn verschillende technische oplossingen mogelijk voor laadinfrastructuur op zee:

- Directe koppeling aan een WTG of Substation door middel van een hang-off systeem
- Koppeling door middel van een aparte boei-constructie
- Koppeling door middel van een monopile-constructie

Een overzicht van de voor- en nadelen van elke oplossing is te vinden in Tabel 0-1:

Tabel 0-1: Overzicht van de verschillende oplossingen voor laadinfrastructuur

Eigenschap	Hang-off	Laadboei	Monopile
Directe koppeling	Ja	Nee	Nee
Voordelen	• Directe koppeling, geen kabeltracé • Minder complex • Kosten	• Vrije weathervaning • Flexibiliteit in locatiekeuze • Toepassing bij bestaande windparken	• Vrije weathervaning • Flexibiliteit in locatiekeuze • Toepassing bij bestaande windparken
Nadelen	• Risico mbt aanvaring WTG of substation • Flexibiliteit locatie • Potentieel minder mogelijkheden voor weathervaning • Hoogstwaarschijnlijk alleen toepasbaar op toekomstige windparken	• Kabeltracé vereist • Bewegende constructie kan koppelen bemoeilijken, zeker in ruige omstandigheden • Inpassing transformator • Toepassing in <25 meter waterdiepte vereist robuuster ontwerp en wordt daardoor relatief duurder	• Kabeltracé vereist • Kosten toepassing in dieper water

De belangrijkste uitkomsten van de interviews zijn hieronder beschreven:

1. Technisch zijn er veel mogelijkheden, maar bij bestaande windparken worden de oplossingen als extra complex en duur gezien.
 - a. Bij de bestaande 700MW substations wordt inpassen als erg complex gezien in verband met geen aanwezigheid van klantaansluitingen. Deze zullen door middel van retrofitting moeten worden ingepast. Hiervoor is eerst een verkennend onderzoek nodig.
 - b. Bij bestaande WTG's wordt het inpassen als erg complex gezien. Laadinfra zal ook hier door middel van retrofitting geïnstalleerd moeten worden. De mogelijkheden hiertoe zullen eerst onderzocht moeten worden. Bij windparken in ontwikkeling kan laadinfra in het ontwerp worden meegenomen
 - c. Indien er een aansluiting bij een WTG wordt gerealiseerd, zal dit aan het einde van een kabelstring gefaciliteerd moeten worden.
2. Vanuit een technisch aspect werden de volgende oplossingen als werkbaar gezien
 - a. Bij de 2GW substations van TenneT zijn klantaansluitingen standaard beschikbaar.
 - b. Bij de tweede generatie 2GW substations van TenneT is inpassing eventueel nog mogelijk
 - c. Bij windparken in ontwikkeling kan laadinfra op een WTG worden ingepast in het ontwerp
3. Voor de locatie ten opzichte van een windpark (upwind, downwind, in een park) zijn er meerdere afwegingen te nemen met betrekking tot nautische veiligheid. Bij bestaande windparken is de voorkeur om laadinfra buiten het windpark te bouwen vanwege de nautische risico's; er is bij het ontwerp van windpark geen rekening gehouden met de navigatie / laden van een ERTV in het windpark.
4. Vanuit de toezichthouder zijn gebieden aangewezen waar zij risico's zien met betrekking tot het beschermen van de windparken. Deze gebieden komen grotendeels overeen met de risico-hotspotkaart van MARIN.
5. Een kabeltracé brengt zowel complexiteit als kosten met zich mee. Voor een subsea kabel moet eerst bodemonderzoek plaatsvinden om zo de route van de kabel te bepalen. Er zal ook rekening gehouden moeten worden met bestaande kabels en leidingen, aangezien kruisingen van deze objecten extra kosten met zich meebrengen. Daarnaast wordt bij zowel de installatie van de subsea

kabel als de aparte constructie (boei of monopile) ecologische impact verwacht. Een MER zal hierbij meer duidelijkheid moeten geven of deze effecten acceptabel zijn of gemitigeerd moeten worden.

6. Indien laadinfra bij een bestaand windpark wordt geïnstalleerd is een monopile oplossing voor de Nederlandse windparken goedkoper dan een boei oplossing. Dit is project afhankelijk en wordt beïnvloedt door waterdiepte, bodemgesteldheid, weersomstandigheden, operationele eisen en specificaties.

Aan de hand van beschikbare data en rapporten en afgenomen interviews zijn potentiële werkgebieden en locaties gedefinieerd. Deze zijn door middel van kosten en kwaliteitscriteria beoordeeld.

Werkgebieden

De werkgebieden zijn in Figuur 0-1 indicatief op een kaart weergegeven. Een werkgebied representeert één of meerdere windparken. Op deze kaart staan de windparken, scheepvaartroutes, risico-hotspots (van geel naar rood in intensiteit) en afstand van 80km tot de retourhavens (blauwe cirkels). Hierbij zijn de uitkomsten van de interviews en de verschillende rapporten en data gebruikt om de werkgebieden te definiëren:

- **Werkgebied 1 – Borssele:** Dit gebied is dichtbij drukke scheepvaartroutes met gevaarlijke lading en ankergebieden. Daarnaast is er veel niet-route gebonden verkeer aanwezig. Het werkgebied is een relatief afgelegen plek ten opzichte van andere windparken, waardoor het minder snel te bereiken is vanaf andere potentiële ERTV-locaties. Een van de huidige ERTVs patrouilleert hier ook al.
- **Werkgebied 2 – HKZ & HKN:** Dit gebied bevindt zich dicht bij de aanloop naar de haven van IJmuiden, drukbevaren routes, er wordt snel gevaren en er bevinden zich LPG/LNG schepen en olietankers. Ook vaart de ferry van IJmuiden naar Newcastle langs deze parken. Verder is ook hier relatief veel niet-route gebonden verkeer en liggen er 3 O&G platforms binnen het park HKN. Momenteel is hier al een ERTV aanwezig om te patrouilleren.
- **Werkgebied 3 – HKW & IJmuiden Ver:** HKW wordt omgeven door drukke routes, er varen grote schepen en snel varende schepen (>14 knopen, met een Gross Tonnage (GT) van meer dan 30000, zie MARIN rapport). Ook liggen er twee O&G platforms in het park. Daarnaast wordt het park ingesloten tussen kruispunten van scheepvaartroutes. Bij IJmuiden Ver is dit ook het geval, naast het feit dat er een offshore gasplatform in het park ligt. Bij beide parken vaart de ferry van IJmuiden naar Newcastle.
- **Werkgebied 4 – DDW, TnvdW, Gemini:** Deze windparken liggen vrij afgelegen, ook van drukke verkeersroutes. Voor het windpark DDW ligt ten westen ervan een drukke verkeersroute. De parken bevinden zich dichtbij een Natura2000 gebied. Momenteel is hier geen ERTV aanwezig, maar door de komst van nieuwe windparken is dat wel wenselijk. Het grootste deel van dit gebied ligt buiten het bereik van een retourhaven indien deze afstand elektrisch wordt afgelegd.
- **Werkgebied 5 – Zoekgebied 6 & 7:** Zoekgebied 6 & 7 zijn gebieden waar zich ten oosten een drukbevaren route bevindt. Indien deze windparken gebouwd worden zal hier waarschijnlijk een ERTV gestationeerd moeten worden. Wel ligt dit gebied buiten het bereik van een retourhaven indien deze afstand elektrisch afgelegd wordt.

Uit het interview met de kustwacht werden de windparken Nederwiek en Lagelandier niet als risicogebied gezien met betrekking tot scheepvaartveiligheid. Dit is ook zo geconcludeerd aan de hand van de aangeleverde scheepvaartdichtheidskaarten. Hierdoor zijn deze windparken niet als werkgebied aangemerkt. Werkgebied 3 zou daarnaast kunnen fungeren als uitvalsbasis voor deze windparken, aangezien deze binnen het aangenomen bereik van de ERTV liggen.

Varianten

Per werkgebied zijn varianten gedefinieerd op basis van de uitgangspunten, als volgt:

- Locatie ten opzichte van het windpark:
 - Upwind: Ligging laadinfrastructuur in de richting van waaruit de wind komt ten opzichte van het windpark
 - Downwind: Ligging laadinfrastructuur in de richting waarin de wind waait ten opzichte van het windpark
 - In een windpark: Midden in het windpark ongeacht de windrichting
- Type aansluiting:
 - Aansluiting aan een WTG
 - Aansluiting aan een Substation

Scoring varianten

Op basis van de uitgevoerde analyse op de interviews en relevante rapporten en data zijn 5 kwaliteitscriteria opgesteld op basis van het type mogelijke aansluiting, de afstand tot de retourhaven, de lengte van het kabeltracé, de nautische veiligheid en mogelijkheid tot uniformiteit van afspraken. Daarnaast zijn kostencriteria opgesteld aan de hand van de mogelijkheden tot een klantaansluiting en de lengte van het kabeltracé.

Bij de beoordeling van de varianten is het type deeloplossing, indien het om een monopile of boei constructie gaat, niet meegenomen. Voor het bepalen van de afweging voor een monopile versus een boei oplossing is meer informatie nodig dan wat er nu beschikbaar was; bodemgesteldheid, specifieke waterdiepte en weersomstandigheden spelen hier een grote rol in.

Kosten

Voor de verschillende deeloplossingen is een kostenraming opgesteld. De raming is gemaakt volgens het meest recente SSK-2018 rekenmodel van het CROW. Dit houdt in dat de raming in een voorgeschreven stramien is uitgewerkt en dat bij deze raming een dossier is opgebouwd om daarmee scope en raming eenduidig vast te leggen. Bij de totstandkoming van de kosten is gebruik gemaakt van de beschikbare literatuur en referentieprojecten.

Tabel 0-2: Uitkomsten kostenraming op 30m waterdiepte

Kosten Componenten	Algemene kosten (CMS) (hangoff) [MEUR]	Boei oplossing 30m WD [MEUR]	Monopile 30m WD [MEUR]
Bouwkosten	4,9	5,9	2,9
Engineering-kosten	0,73	0,93	0,46
Overige bijkomende kosten	0,51	0,66	0,33
Totale investeringskosten, exclusief BTW	6,1	7,5	3,69
Totale investeringskosten inclusief algemene kosten, excl. BTW	6,1	13,64 (7,5+6,1)	9,79 (3,69+6,1)

Conclusies

De scores van deze kosten en kwaliteitsaspecten zijn verwerkt in kosten-kwaliteitsdiagrammen en getoetst op gevoeligheid. De scores zijn gebaseerd op de beschikbare literatuur en de interviews met

relevante stakeholders. Hierdoor zijn de varianten zo objectief mogelijk bepaald. De hoogst scorende varianten zijn in Tabel 10-1 en Figuur 0-1 hieronder weergegeven:

Tabel 0-3: Overzicht hoogst scorende varianten

Werkgebied	Variant(en) met hoogste scores	Ligging tov windpark	Type aansluiting	Inpassing	Windpark
1	A (kwaliteit)	Upwind	Substation	Retrofit	Borssele
	B (kwaliteit)	Upwind	WTG	Retrofit	Borssele
	C (kosten)	Downwind	Substation	Retrofit	Borssele
2	G (kosten)	Downwind	Substation*	Retrofit	HKN
	C (kwaliteit)	Downwind	Substation	Retrofit	HKZ
3	J	Downwind	WTG	Inpassing**	IJVer III/IV
4	L	Downwind	WTG	Inpassing	TnvdW
	B	Upwind	WTG	Inpassing	DDW
	K	Downwind	Substation*	Inpassing***	TnvdW
5	A	Upwind	Substation*	Inpassing	ZG6+7
	B	Upwind	WTG	Inpassing	ZG6+7

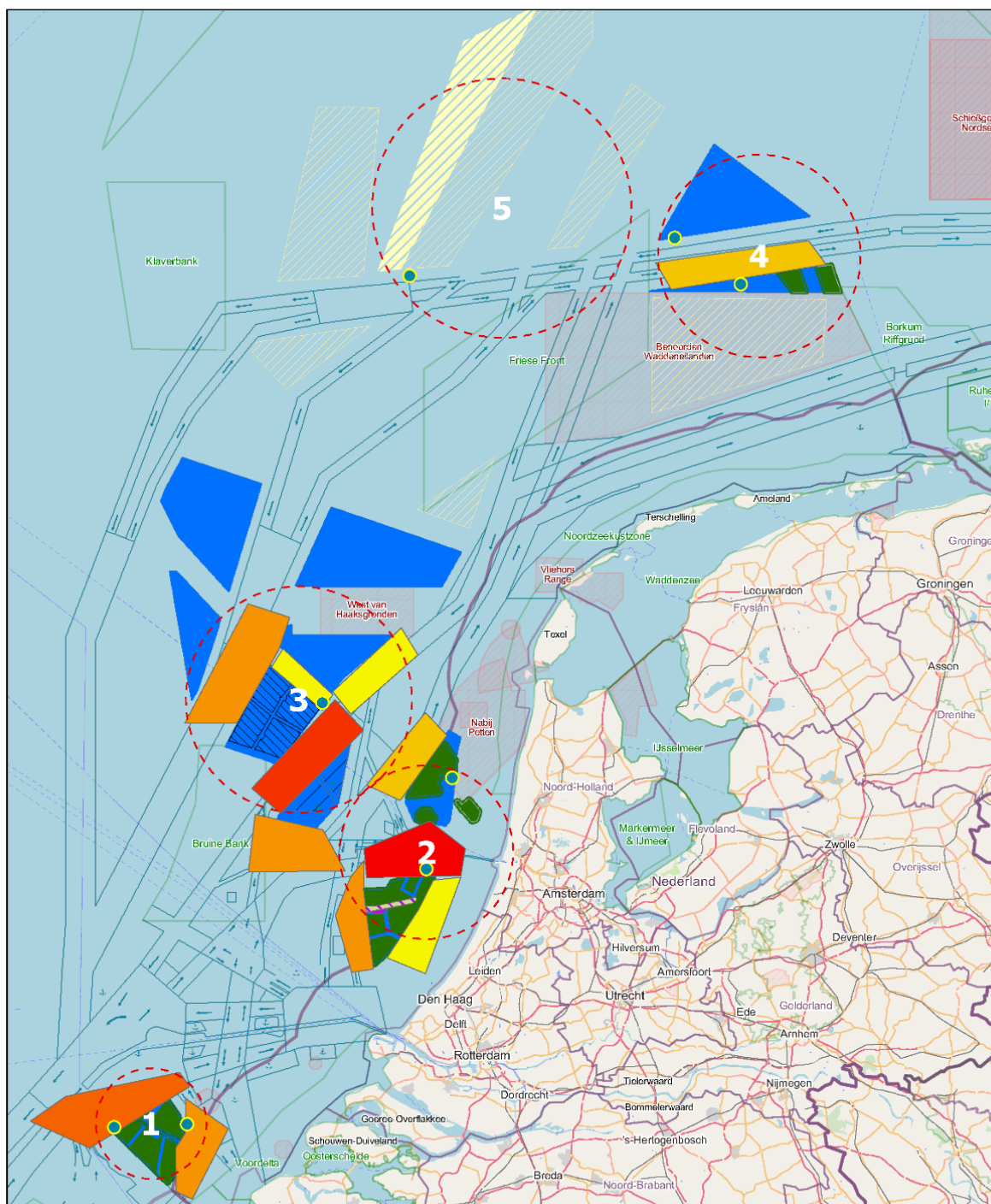
*Bij deze substations is een standaard klantaansluiting aanwezig

**IJmuiden Ver III/IV is nu in ontwikkeling, inpassing is afhankelijk van tijdsplanning

***Afhankelijk van mogelijkheden in ontwikkeling bij TenneT

Prioritering van locaties: Uit de varianten met de hoogste score valt een prioritering aan te brengen waar RWS hun focus op kan leggen met betrekking tot de ontwikkeling van laadinfrastructuur.

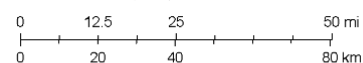
1. Werkgebied 3: Er is potentieel de mogelijkheid om bij windpark IJmuiden Ver de laadinfrastructuur in de constructie van een WTG in te passen. Hier zal zo snel mogelijk contact moeten worden opgenomen met de relevante partijen, aangezien deze parken al in de ontwerpfasen zijn aanbested.
2. Werkgebied 2: Bij het substation van windpark HKN is momenteel nog een klantaansluiting beschikbaar. Deze zou gebruikt kunnen worden om laadinfrastructuur op aan te sluiten. Dit zal hoogstwaarschijnlijk wel met een aparte constructie moeten worden gebouwd.
3. Werkgebied 4: In 2026/2027 (indicatief) zullen windpark TnvdW en DDW getenderd worden. De eis van inpassing van laadinfrastructuur zou eventueel opgenomen kunnen worden in de tendercriteria.
4. Werkgebied 1: Bij windpark Borssele is geen mogelijkheid tot inpassing. Laadinfrastructuur zal hoe dan ook door middel van retrofitting moeten plaatsvinden. Echter is wel geïdentificeerd dat hier sowieso een ERTV gestationeerd zal moeten worden.
5. Werkgebied 5: Zoekgebieden 6 en 7 zijn nog in volle ontwikkeling. Er is nog geen tenderdatum voor deze zoekgebieden bekend. Geadviseerd wordt om de inpassing van laadinfrastructuur mee te nemen in de ontwikkeling van deze gebieden, bij voorkeur aan het substation voor dit werkgebied..



12/23/2024



1:1,803,515



Map data © OpenStreetMap contributors, Microsoft, Facebook, Inc. and its affiliates, Esri Community Maps contributors, Map layer by Esri

Figuur 0-1: Gekozen werkgebieden (rode omcirkelingen) en hoog scorende varianten (blauw)

De scores van de varianten per werkgebied liggen dicht bij elkaar, waardoor deze met verder ontwikkelingen in locatiekeuzes en eisen kunnen veranderen. Hierdoor kunnen alternatieve varianten eventueel beter uit de analyse komen. Wij adviseren om per gedefinieerd werkgebied met de relevante stakeholders om tafel te zitten en de varianten te bespreken.

Aannames zoals de actieradius van de ERTV zijn nog niet definitief en kan de komende jaren zich verder ontwikkelen. Daarnaast wordt vanuit de interviews duidelijk dat de gewenste laadeisen met betrekking tot golfhoogtes als ambitieus worden beoordeeld. Uiteindelijk is het aan een kapitein om een beslissing te maken om zijn of haar schip te koppelen aan de laadinfrastructuur. Dit kan van invloed zijn op de 90% emissieloos eis die is gesteld.

Kosten: De kosten voor deze laadinfrastructuur zijn conceptueel beoordeeld en zullen per locatie afhankelijk zijn van het type oplossing en mogelijkheden tot aansluiting en inpassing in een windpark. Kabeltracés en retrofit aanpassingen zullen naar verwachting aanzienlijke kostenposten vormen.

Contractuele Afspraken: Het is essentieel om contractuele afspraken te maken over de interface tussen de laadinfra en het substation of de windturbinegenerator (WTG). Dit omvat ook afspraken over de kosten van energie, inclusief de mogelijkheid van teruglevering vanaf land en eventuele gebruikersfees.

Veiligheidseisen: Er wordt geadviseerd om nautische veiligheidseisen op te nemen in de vergunningsverlening voor de laadinfrastructuurfabrikanten. Vanuit de industrie wordt nu een industry practice van 500m als veiligheidszone aangehouden om hun WTGs en substations. Deze 500 m zou ook als veiligheidszone rond laadinfrastructuur kunnen worden aangehouden, nader onderzoek en overleg met stakeholders zou tot een betere onderbouwing van de 500 m kunnen leiden of tot een verkleining van de 500 m.

Stakeholder Betrokkenheid: Het is belangrijk om zo snel mogelijk contact op te nemen met relevante partijen, zoals netbeheerders en windparkexploitanten, om de mogelijkheden voor het inpassen van laadinfrastructuur in het ontwerp van de windparken te bespreken. Enkele parken zijn momenteel in ontwikkeling, hier zou potentieel laadinfrastructuur op een WTG ingepast kunnen worden, afhankelijk van de fase van de planning.

Verdiepend Onderzoek: Zodra de locaties voor de laadinfrastructuur zijn gekozen, moet er verdiepend onderzoek worden gedaan naar de mogelijkheden voor inpassing in het windpark en het type oplossing dat het meest geschikt is voor die specifieke locatie.