

# **Meetplan video ten behoeve van monitoring hard substraat gemeenschappen offshore windparken**

MONS-project ID46 (Monitoringsplan benthische habitats  
offshore windparken)

**Sander Wijnhoven, Joop W.P. Coolen & Sander Glorius**



Project uitgevoerd door Ecoauthor in samenwerking met Wageningen Marine Research (WMR) in opdracht van het Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat (IenW)

Eindrapport, maart 2022

Ecoauthor Report Series 2022 - 02

**Ecoauthor**  
Scientific Writing & Ecological Expertise

KvK (CoC) number 65611330

[info@ecoauthor.net](mailto:info@ecoauthor.net)  
[www.ecoauthor.net](http://www.ecoauthor.net)

Leeuwerikhof 16,  
NL-4451 CW Heinkenszand,  
the Netherlands

## Dankwoord

De auteurs willen graag de opdrachtgevers bestaande uit medewerkers van het Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat (IenW) en Rijkswaterstaat RWS) bedanken voor het mogelijk maken en toekennen van de opdracht.

© Copyright, 2022. **Ecoauthor** – *Scientific Writing & Ecological Expertise*, Heinkenszand, the Netherlands.

This publication can be reproduced and/or printed or saved in a storage system, acknowledging the authors and/or Ecoauthor (preferably using the citation as suggested).

*Afbeelding voorkant: Zeeanjelieren (Metridium senile) op hard substraat in de Noordzee. Foto O.G. Bos, afkomstig uit de Wageningen University & Research – Image Collections.*

Report should be cited as:

*Wijnhoven, S., Coolen, J.W.P., Glorius, S.T. (2022). Meetplan video ten behoeve van monitoring hard substraat gemeenschappen offshore windparken. MONS-project ID46 (Monitoringsplan benthische habitats offshore windparken) uitgevoerd door Wageningen Marine Research (WMR) en Ecoauthor; Ecoauthor Report Series 2022 - 02, Heinkenszand, the Netherlands.*

## Index

Samenvatting.....	4
1 Algemene inleiding .....	6
2 Transect monitoring met video .....	8
2.1 Voorgestelde methodiek.....	8
2.2 Inrichting van de monitoring op meetpunt.....	9
2.3 Analyse videocamera beelden .....	12
2.3.1 Representatief beeld gemeenschappen per paal (analyse transecten):.....	12
2.3.2 Inzet automatische soortdetectie software .....	13
2.3.3 Toetsbare verschillen in gemeenschappen (analyse 'video-still' beelden):.....	14
2.4 Meetplan in tijd en ruimte .....	14
2.4.1 Vroege successie (ontwikkelingen korte termijn):.....	16
2.4.2 Late successie (ontwikkelingen lange termijn): .....	16
2.5 Meetinspanning .....	18
2.5.1 In relatie tot meetdoelen .....	18
2.5.2 Raming benodigd aantal transecten .....	19
2.5.3 Scenario's met verschillen in benodigde inspanning .....	20
2.5.4 Flexibel combineren van monitoringresultaten in relatie tot onderzoeksvragen.....	22
3 Tussentijdse evaluatie en eventuele bijstelling programma .....	24
4 Aanbevelingen .....	25
5 Literatuur.....	27
7 Bijlagen .....	29
7.1 Bijlage 1. Karakteristieken windmolenparken.....	30
7.2 Bijlage 2. Detailkaarten van windmolenparken met indicatie van de brede habitat types en de geselecteerde monitoringlocaties. ....	32
7.3 Bijlage 3: Lijst met voorgestelde monsterpunten op de verschillende locaties .....	40
7.4 Bijlage 4: Resultaten Power analyses .....	44
7.5 Bijlage 5: Grafieken met resultaten power analyses per soort/taxon.....	56

## Samenvatting

---

De ontwikkeling van windmolenparken op zee (en zo ook in de Nederlandse Noordzee) heeft de afgelopen jaren een enorme vlucht genomen. De afgelopen jaren zijn diverse parken aangelegd, de komende jaren worden meer parken ontwikkeld die ook groter zijn van omvang, en er wordt grootschalige uitbreiding voorzien in de toekomst. Dit betekent dat er in snel tempo (artificieel) hard substraat wordt aangebracht in de Noordzee, in gebieden en delen van de waterkolom waar dit geruime tijd heeft ontbroken of waar het nauwelijks aanwezig is geweest. Op dit hard substraat ontwikkelen benthische gemeenschappen die mede ook weer zorgen voor het aantrekken van andere organismen, naast dat de structuren ook effect hebben op de abiotische omstandigheden lokaal en daarnaast ook op grote schaal. Bij de grootschalige ontwikkeling van dit hard substraat blijft het inzicht in wat dit betekent voor de vestiging en verspreiding van soorten, de ontwikkeling van (nieuwe) gemeenschappen en wat dit betekent voor het ecologisch functioneren in het algemeen, voornamelijk achter. Het instellen van een specifieke monitoring van benthische gemeenschappen op hard substraat en hun ontwikkeling in bestaande en in aanleg zijnde windmolenparken, moet hier meer inzicht in geven. Aangezien op dit moment de monitoring met video het meest kostenefficiënt is, wordt hier een meetplan voor de periode 2022-2030 uitgewerkt en gepresenteerd dat deels voorziet in de databehoeftes zoals geformuleerd vanuit het Monitoring-Onderzoek-Natuurherstel-Soortbescherming (MONS) programma.

Onderdeel van de uitwerking van het meetplan is een onderbouwing van de benodigde inspanningen door middel van power analyses. Er is een meetplan uitgewerkt dat inzicht verschaft in de eventuele effecten van turbine en/of windpark karakteristieken, met betrekking tot type hard substraat en gebruikt materiaal (als fundering bescherming of constructiemateriaal turbines inclusief coating), omstandigheden (hydrodynamische condities, type sediment, ligging ten opzichte van kust) en specifieke inrichting als natuurversterkende maatregelen, op de ontwikkeling van de benthische gemeenschappen. In het monitoringplan wordt ook rekening gehouden met zonering (verticaal de afstand tot het gemiddelde zeeniveau en horizontaal de afstand tot de paal) en successie (ontwikkelingen in de tijd na aanleg van de constructie). Om te kunnen voorzien in de databehoeftes wordt ingezet op het onderscheiden van een ondiep en diep verticaal transectdeel en een nabij – en op afstand van de paal gelegen horizontaal transectdeel (beiden van de fundering bescherming). In ieder van de 4 zones wordt inventarisatie van 3 'video-still' beelden (plotjes) voorgesteld zodat kwantitatieve en in vergelijkingen testbare resultaten worden verkregen. Op basis van enkele testsets van Nederlandse monitoringdata, door middel van door duikers genomen schraapmonsters op hard substraat in windmolenparken verkregen, is voor een selectie aan potentiële indicatorsoorten bepaald hoeveel 'plotjes' naar verwachting benodigd zijn om een eventuele verdubbeling of halvering van de aantallen (dichtheden) of aanwezigheid (trekfrans per plot) met 80% betrouwbaarheid, significant ( $p=0,05$  tweezijdig) te kunnen detecteren. Potentiële indicatorsoorten (of andere taxonomisch niveaus) zijn geselecteerd uit een groot aantal taxa beoordeeld op verwachte detecteerbaarheid op basis van video en aanwezigheid op hard substraat in windmolenparken volgens inventarisaties Prinses Amalia Wind Park (Vanagt et al., 2013; Vanagt & Faasse, 2014), gas- en olieplatform inventarisaties (Coolen et al., 2020a) en fundering van voormalig gasplatform Halfweg (Coolen et al., 2020b). Hierbij is aangehouden dat ten minste voor enkele potentiële indicatorsoorten de genoemde verschillen detecteerbaar dienen te zijn in een vergelijking van situaties die op één van de te onderzoeken karakteristieken verschillen. Er zullen daarvoor met 5 meetlocaties en 3 plotjes per onderscheiden zone, 15 metingen beschikbaar zijn. Wanneer bepaalde omstandigheden als vergelijkbaar kunnen worden beschouwd (vergelijkbare gemeenschappen voor turbines of transecten met verschillende karakterisering of ligging) zijn al gauw 30 metingen beschikbaar per te vergelijken situatie, waarmee de genoemde verschillen voor een groot aantal indicatorsoorten kan worden gedetecteerd. Voldoende om inzicht te verkrijgen in de belangrijkste ontwikkelingen met betrekking tot aspecten van het ecosysteem functioneren en patronen in de ontwikkeling van de biodiversiteit. Daarnaast wordt voorzien dat de gehele transectdelen (en eventueel waarnemingen van de intertidale zone en het horizontale zachtsubstraat transect) inzicht kunnen verschaffen in de aanwezigheid van minder talrijke (maar daarmee niet minder interessante) soorten die wellicht op basis van aanwezigheid per turbine of type turbine/windpark kunnen worden vergeleken. In afwezigheid van geschikte gekwantificeerde monitoringdata kon dit niet specifiek worden getoetst; evaluatie op basis van de eerste monitoringresultaten dient hier duidelijkheid in te verschaffen.

Het voorstel is een monitoring met video op een ROV die een te inventariseren transect met een breedte van 30 centimeter bestrijkt. De monitoring van 7 windmolenparken wordt voorgesteld (variërend in leeftijd en karakteristieken) met ieder 10 meetlocaties (te monitoren turbines). Daarmee

is de verwachting dat minimaal een verdubbeling of halvering van de dichtheden (indien het geval) voor respectievelijk 20, 10, 10 en 9 potentiële indicatorsoorten voor respectievelijk de 'Verticaal Diep Substraat (VDS)', 'Horizontaal Hard substraat op Afstand van paal (HHA)', 'Horizontaal Hard substraat Rond de paal (HHR)' en 'Verticaal Ondiep Substraat (VOS)' transectdelen met een power van 80% en betrouwbaarheid van 90% kan worden gedetecteerd. Respectievelijk 100%, 75%, 75% en 50% van de vooraf geselecteerde potentiële indicatorsoorten in die transectdelen. Per windpark wordt er veelal onderscheid gemaakt in 5 turbines met natuurversterkende maatregelen en 5 referentie turbines, welke alle in de zomer bemonsterd worden. In sommige parken ligt de focus juist op abiotische aspecten. Per turbine vier transecten waarvan twee horizontale en twee verticale transecten (indicatief in de stroming en in de luwte van de paal). Windmolenparken worden niet allemaal jaarlijks bezocht (het zal veelal om 4 of soms minder dan 4 parken per jaar gaan); recente parken (vroeg ontwikkelingsgemeenschappen) worden frequenter (tot jaarlijks bezocht) terwijl de middellange en lange termijn ontwikkeling worden gevolgd door inventarisatie om de 2 tot 4 jaar. Naast dit voorstel worden er scenario's gepresenteerd waarmee de monitoringsinspanningen eventueel kunnen worden gereduceerd. Het wordt aanbevolen eerst enkele inventarisaties volgens het voorstel uit te voeren en eventuele reductie van het programma (na evaluatie) te baseren op de monitoringresultaten die een beter zicht kunnen geven op de te verwachten resultaten inclusief variatie volgens de huidige methodiek. Een reductie van de inspanningen heeft uiteraard consequenties met betrekking tot de vragen die met de resultaten van het programma kunnen worden beantwoord, en de eventuele verschillen die met een bepaalde betrouwbaarheid kunnen worden gedetecteerd. Consequenties worden inzichtelijk gemaakt.

Veelal wordt voor de analyse van de beelden de werkwijze volgens het Rijkswaterstaatvoorschrift 'RWSV 913.00.B090' gevolgd. Afwijkingen van het voorschrift, benodigd vanwege te verwachten slechter zicht en uitdagende condities rond (een deel van de) turbines, monitoring van verticale transecten en uitdagende condities met name in de ondiepe zone, zullen worden aangeduid.

Het huidige meetplan betreft een voorstel en is geen vastgesteld meetplan. Op basis van het voorstel kan de werkelijk uit te voeren monitoring worden bepaald.

# 1 Algemene inleiding

---

Met het Noordzeeakkoord (NZA) bereidt Nederland zich voor op de toekomst en worden de uitdagingen van veranderend gebruik van de Noordzee aangepakt. De uitdaging is om de intensivering van gebruik te laten passen binnen de ecologische draagkracht van het systeem, en door middel van maatregelen (in kader van Kaderrichtlijn Mariene Strategie – KRM, Natura 2000 en OSPAR afspraken) daarbij ook nog kwaliteitsverbetering te realiseren. Met name met betrekking tot het ecosysteem functioneren, de ecologische draagkracht van het systeem en de cumulatieve effecten van gebruiksfuncties op ecosystemendiensten en biodiversiteit en de rol van fysische, chemische en biologische factoren daarin, is de huidige kennis ontoereikend om de toekomstige ontwikkelingen te overzien. Zodoende is vanuit het NZA het programma Monitoring-Onderzoek-Natuurherstel-Soortbescherming (MONS) voortgekomen dat voorziet in de grote behoefte aan een integraal en systematisch onderzoeks- en monitoringsprogramma. Vanuit MONS worden de komende jaren een groot aantal onderzoeks- en monitoringsprojecten gegenereerd. In de huidige eerste fase worden vooral de plannen uitgewerkt die dienen te voorzien in de informatiebehoefte van andere projecten en richting de toekomst in het bijzonder. Het betreft hier vooral monitoringsactiviteiten die in een vroeg stadium dienen te worden gestart, zodat bv de uitgangssituatie kan worden meegenomen en/of omdat ten behoeve van het kunnen detecteren van (middel)lange termijn effecten ontwikkelingen een lange looptijd wordt gevraagd. Daarvoor dienen dan uiteraard optimale meettechnieken en monitoringsdesigns te worden geïdentificeerd of uitgewerkt, die kunnen voorzien in de gevarieerde databehoefte waarbij ook de uitvoerbaarheid (in termen van vergunningen, inspanningen en kosten) wordt meegewogen. Ook het gebruikmaken en/of aansluiten bij bestaande activiteiten wordt overwogen.

Zo ook is er behoefte aan een monitoringsplan dat voorziet in de databehoefte met betrekking tot de ontwikkeling van de benthische habitats, en de benthische gemeenschappen in het bijzonder, op hard substraat in offshore windparken. Hiervoor zou gebruik kunnen worden gemaakt van observaties met behulp van video, of het fysiek bemonsteren van het oppervlak met 'grab'-/schraapmonsters.

Het specifieke doel van de monitoring op hard substraat in windmolenparken, is:

Het verkrijgen van inzicht in de vestiging van soorten (inheems en niet-inheems) op dit nieuwe substraat en de successie van de gemeenschappen.

Tevens is het doel hiermee inzicht te verkrijgen in:

- de factoren op kleine (binnen het windpark) en op grote (connectiviteit van windparken) schaal die een rol spelen in het voorkomen van soorten en de ontwikkeling van de gemeenschappen.
- de betekenis van de hard substraat en windmolenpark gerelateerde gemeenschappen voor de ontwikkeling van gemeenschappen elders op het NCP.
- de betekenis van de gemeenschappen voor het voedselweb en de ecologische processen in het algemeen.
- op welke manier de specifieke inrichting van windmolenparken kan bijdragen aan het ontstaan van gemeenschappen met specifieke waarde in relatie tot natuurcompensatie en hoe de ontmanteling van windmolenparken vervolgens dient te worden gezien.

Aangezien de inzet van video potentieel direct uitvoerbaar lijkt te zijn, maar het fysiek bemonsteren nog specifieke methode-ontwikkeling vraagt, is gevraagd om voor de video, meetplannen volgens verschillende (keuze)scenario's uit te werken, maar voor de fysieke bemonstering eerst de mogelijkheden in een plan van aanpak uit te werken. Keuzes met betrekking tot toegepaste technieken en scenario's met betrekking tot inspanningen hebben uiteraard consequenties voor de hoeveelheid en het type informatie die wordt verzameld, alsmede de betrouwbaarheid van de resultaten en het bijbehorende kostenplaatje.

Het huidige rapport presenteert de opzet/omlijning van het meetplan en specifiek hoe de monitoring in te steken en uit te voeren. Als uitwerking van de scenario's is er gekozen voor een brede opzet gericht op de diverse aspecten die kunnen zorgen voor verschillen in ontwikkeling van benthische gemeenschappen op hard substraat in windmolenparken. Daarvoor is het voorstel om diverse parken

en omstandigheden te volgen en in te zetten op de monitoring van vroege, middellange, lange-termijn ontwikkeling van de gemeenschappen. De scenario's met betrekking tot reductie van de inspanningen zijn niet volledig uitgewerkt, maar eenvoudig toepasbaar/uitvoerbaar door specifieke aspecten (die in de eerste opzet onderdeel uitmaken van het programma) te schrappen of desgewenst uit te breiden. Te denken valt aan wel of geen focus op specifieke inrichtingsmaatregelen en/of de reductie van het aantal windmolenparken in het monitoringprogramma en/of het terugbrengen van het aantal specifieke momenten (jaren) dat bepaalde parken worden bezocht. Gezien de behoorlijke onzekerheden in de benodigde inspanningen op dit moment, hoofdzakelijk terug te brengen tot de geringe monitoring op hard substraat in windmolenparken tot dusver, en vooral de geringe ervaring met de inzet van video hiervoor, is de aanbeveling om de monitoring met name in de beginfase breed in te zetten. Op basis van de eerste resultaten kan evaluatie plaatsvinden en kunnen gegronde keuzes worden gemaakt, wanneer er meer inzicht is in de werkelijke power van de monitoringopzet, met betrekking tot de uitvoer van de monitoring in het vervolg van het meetprogramma. Belangrijk hierin is ook in welke mate videomonitoring kan voorzien in de data-inwinning voorheen op basis van fysieke bemonstering (zoals schraapmonsters genomen door duikers) uitgevoerd, en of nieuwe technieken (zoals inzet ROV's voor fysieke bemonstering; zie Coolen et al., 2022) in de toekomst, eventueel gecombineerd, wel inzetbaar zijn.



## 2 Transect monitoring met video

### 2.1 Voorgestelde methodiek

---

Het hier voorgestelde meetplan video voor de monitoring van hard substraat gemeenschappen in windmolenparken maakt gebruik van een onderwatervideosysteem bestaande uit een videocamera bevestigd op een ROV (Remotely Operated Vehicle). Hiervoor worden in principe de vereiste specificaties zoals opgenomen in RWSV 913.00.B090 (Analyse macrozoöbenthos, EUNIS habitat en antropogene materialen met behulp van een onderwatervideosysteem) aangehouden. Belangrijk hierbij zijn de resulterende beeldkwaliteit (voldoende resolutie van 4K of hoger) en voldoende hoge sluitertijd om gebruik van 'video-still' opnamen (stopgezet beeld) te faciliteren. Daarnaast is van belang dat het geïnventariseerd oppervlak (van lopende en stilstaande beelden) en transectlengtes (zowel horizontaal als verticaal/diepte) nauwkeurig kan worden bepaald, door middel van een meelopende afstandsmeting (en aanduiding breedte transect) in het beeld. Aanvullend op RWSV 913.00.B090, wordt de hellingshoek van het substraat (of oriëntatie gemeenschappen) bepaald. Hellingshoek wordt geregistreerd met dominante richting ten opzichte van horizontaal vlak ( $0^\circ$ ), exact verticale oriëntatie ( $90^\circ$ ) of oriëntatie horizontaal naar beneden ( $180^\circ$ ) en alles daar tussen in op  $\pm 10^\circ$  nauwkeurig voor transectdelen (voorgestelde zonering in verticaal ten opzichte van gemiddelde waterlijn en in horizontaal ten opzichte van paal; zie hoofdstuk 2.2) en individuele plotjes (video-still beelden).

Met betrekking tot de werkwijze wordt afgeweken van RWSV 913.00.B090 daar waar het de toepassing in het verticale (de monitoring van de gemeenschappen op de paal) betreft. Hiervoor dienen camera en belichting in een andere hoek (indicatief hoek van 40 graden t.o.v. een verticaal vlak en naar beneden gericht) te worden geplaatst. Optimale positie dient nog te worden vastgesteld tijdens een eerste inventarisatie (bij voorkeur tijdens testmetingen) en dan in het RWSV 913.00.B090 te worden vastgelegd als werkwijze verticaal. Daarnaast wordt uiteraard de positie t.o.v. het te inventariseren oppervlak (i.p.v. de bodem) in de 'overlay' van het videobeeld vastgelegd. In windmolenparken in de nabijheid van turbines zal voor zowel de horizontale als de verticale opnamen ('bemonstering') geen sprake zijn van invliegen tijdens varen maar op afstand bedienen van ROV vanaf een stilliggende boot. (Dit omdat de windmolenpark operator naar alle waarschijnlijkheid zal willen voorkomen dat de wieken dienen te worden stilgezet tijdens monitoring, zodat het schip ten alle tijden op ruime afstand -te overleggen met windmolenpark operator- van de palen dient te blijven).

Wat betreft de horizontale toepassing (monitoring funderingbescherming) wordt uiteraard het RWSV 913.00.B090 gevolgd. Afwijkingen zijn dat niet de voorgestelde positionering t.o.v. de stroming wordt aangehouden, en dat er geen sprake is van effectief kruisende transecten en dat andere transectlengtes worden aangehouden. Horizontale en verticale toepassing worden gescheiden uitgevoerd zoals elders beschreven.

Omdat met name richting de kust, maar in het algemeen rond objecten in zee de zichtcondities ten gevolge van stroming en turbulentie minder goed kunnen zijn dan in relatief open gebieden, wordt de kwaliteit van de videobeelden beoordeeld volgens RWSV 913.00.B090, maar worden beelden niet zo snel afgekeurd. Tijdens uitvoer dient te worden nagegaan of eventuele matige kwaliteit van opnamen het gevolg is van de wijze waarop beelden zijn gemaakt. Wanneer 50% van het betreffende horizontale of diepe verticale transectdeel onscherp is door schokken, snelle bewegingen, gebrekkige focus (en herhaling van het transect dus substantieel betere kwaliteit beelden kan opleveren); dient het transectdeel (dus enkel de specifieke zone) over te worden gedaan. Wanneer de matige beelden enkel het ondiepe sublitoraal of het intertidaal betreft is de verwachting dat de condities (met name golfslag) een grote rol spelen. Het is dan aan de uitvoerenden om in te schatten of de verwachting is dat wellicht toch betere opnames kunnen worden verwacht. Wanneer het voornamelijk de eerste turbines van een vaartocht betreft, bij niet substantieel veranderende omstandigheden, dienen de betreffende (ondiepe) transectdelen van die eerst gemonitorde turbines na monitoring van alle geselecteerde turbines van het windmolenpark, te worden herhaald. Wanneer er geen verloop in de resulterende beeldkwaliteit is geconstateerd kan worden geconcludeerd dat de omstandigheden beperkend zijn, en is het niet nodig transectdelen te herhalen (zal dan weinig opleveren). In geval van matige beeldkwaliteit door troebele condities (veel zwevend materiaal en of voorbij stromend sediment) voor enkele turbines wordt nagegaan in welke periode ten opzichte van de kentering is gewerkt. Is de meting niet in de periode 2 uur voor tot 2 uur na de kentering uitgevoerd dan wordt het transect van de betreffende turbine (met slecht beeld) herhaald op een moment dat wel in de aangeduide periode rond de kentering kan worden gewerkt.



De minimum eis is dat ten minste drie 'video-still' beelden van voldoende kwaliteit uit de opnamen per transectdeel kunnen worden betrokken (zie elders). De verwachting is dat dit voor de horizontale en de diepe verticale transectdelen geen probleem mag zijn, tenzij de zichtcondities bij bepaalde turbines altijd zeer slecht zijn (en dan bij andere turbines wel goede resultaten worden behaald). Voor ondiepe transectdelen is het mogelijk dat ook de minimum eisen (zelfs na herhaling indien zinvol bevonden) niet worden gehaald. Er dient dan te worden aangetekend in het logboek dat beelden mogelijk niet voldoende geschikt waren om een representatieve monitoring uit te voeren voor het gehele transect (of specifieke zones) voor de detectie van additionele soorten, en eventueel dat het gevraagde aantal 'video-still' beelden voor specifieke zones niet is gehaald.

## 2.2 Inrichting van de monitoring op meetpunt

---

Een meetpunt betreft in dit geval uiteraard een windturbine, waarbij de situatie afhankelijk van het type paal (monopaal of 'suction bucket', jacket, tripod) in de praktijk nog iets kan verschillen. We gaan hier uit van een monopaal (dat is de situatie in Nederland voor alle reeds bestaande windmolenparken).

Rond iedere turbine worden vier transecten opgenomen/geïnterviewd. In principe wordt er gekozen voor een horizontaal noord- en horizontaal zuid-transect en een verticaal noord- en een verticaal zuidtransect (dus aan weerszijde van de turbine). We gaan er hiervan uit dat het wellicht gunstig is voor het maken van de opnamen en stabiel houden van de camera (met name verticaal) dat parallel aan de stroomrichting wordt gewerkt. Dit betekent dan een transect aan de kant waar exact de stroming op staat (op de stroming), en een transect exact achter de paal (in de luwte) vanuit het stromingsperspectief op dat moment. Uiteindelijk hoeft de actuele situatie tijdens meting natuurlijk niet overeen te komen met het netto stromingspatroon gedurende een etmaal, zodat we over een noord- en een zuid-transect zullen spreken, waarbij in de praktijk het ene transect mogelijk netto meer op de stroming ligt dan het andere (gezamenlijk en de resultaten van meerdere turbines gecombineerd geven zij naar verwachting een representatief beeld van de heersende stromingsomstandigheden en de relatieve blootstelling van gemeenschappen aan de heersende hydrodynamische condities). Hierbij is het dus mogelijk dat niet exact de noordkant en de zuidkant worden gekozen, maar dat dit in de praktijk eerder noordwest en zuidoost tot zelfs west en oost is. Dit kan steeds naar eigen inzicht op de locatie worden bepaald om de kans op bruikbare beelden zo groot mogelijk te houden, en daarbij is het niet nodig dat jaar-op-jaar exact dezelfde hoek (windrichting) wordt aangehouden. De windrichting (oriëntatie in verlengde horizontaal transect of loodrecht op verticaal transect) wordt genoteerd in graden ( $\pm 10^\circ$  nauwkeurig + aanduiding oriëntatie met N of Z).

Zoals aangegeven bestaat iedere meetlocatie uit twee horizontale (funderingsbeschermer) en twee verticale (paal) transecten. Horizontale en verticale transecten worden in de praktijk afzonderlijk opgenomen omdat camera en verlichting dienen te worden versteld.

Het horizontale transect wordt loodrecht op de paal genomen, startende op 75 meter ( $\pm 5$  meter) van de paal. Hiermee wordt een ruime afstand tot de aanvang van de funderingsbeschermer aangehouden, zodat het eerste deel van het horizontale transect hoogstwaarschijnlijk uit zacht substraat bestaat. Daarna volgt de overgang/rand van de funderingsbeschermer waarna het horizontale transect eindigt bij de paal.

Het verticale transect wordt opgenomen startende zo hoog mogelijk in de waterkolom. Afhankelijk van de omstandigheden (met name golfslag en getijde, maar ook stroming) start men intertidaal of in ondiep subtidaal. Het is de verwachting dat in de praktijk het intertidaal vrijwel nooit haalbaar zal zijn, en dat zelfs de eerste meters van het ondiep subtidaal een hele uitdaging wordt. Het streven is om in ieder geval een zo groot mogelijk deel van de zone gedomineerd door mosselen, eventueel met algengroei, karakteristiek voor ondiep subtidaal (en laag intertidaal) mee te nemen in het verticale transect. Vervolgens wordt het transect loodrecht naar beneden (toenemende diepte) uitkomend op het einde van het horizontale transect, gevolgd (zonering van de gemeenschappen verloopt hier wellicht meer geleidelijk).

Aangezien het verticale transect in principe de plaatselijke waterdiepte min de eerste meters betreft komt het totaal van een horizontaal – plus een verticaal transect aan één kant van een paal op om en nabij de 80 tot 115 meter.

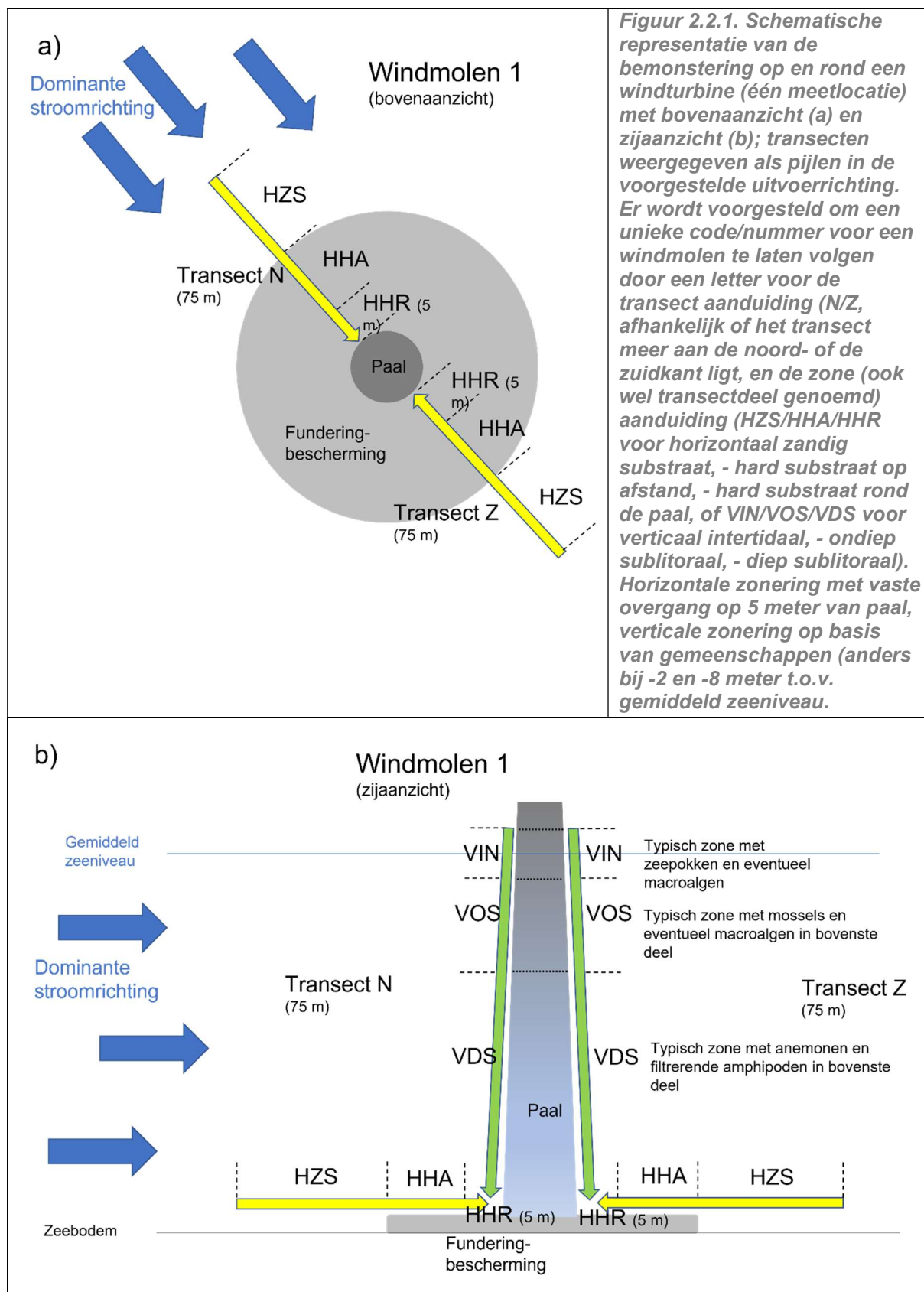
**Transect monitoring video op hard substraat per turbine samengevat:**

- *Monitoring met video op ROV volgens RWSV 913.00.B090.*
- *Twee horizontale en twee verticale transecten per (aan weerskanten van de) turbine (indicatief recht op de stroming).*
- *Horizontaal transect van 75 (± 5) meter; op te delen in zacht substraat gedomineerd (HZS), fundering bescherming van rand tot 5 meter voor paal (HHA), fundering bescherming 0-5 m tot paal (HHR); ROV vaarrichting naar paal toe.*
- *Verticaal dezelfde uitvoer en karakteristieken van goede opname transect als horizontaal (maar video en licht dient in hoek van 40° ten opzichte van verticaal te worden geplaatst); op te delen in intertidaal (VIN), ondiep sublitoraal (VOS) en diep sublitoraal (VDS) op basis van zonering gemeenschappen (anders grens op -2 en -8 meter onder gemiddeld zeeniveau); ROV vaarrichting van boven -zo hoog mogelijk starten- naar beneden.*
- *Ten minste 50% transectdeel van goede kwaliteit, anders herhaalde uitvoer voor de specifieke zone (indien matige kwaliteit beelden enkel in ondiep sublitoraal en intertidaal wordt inschatting gemaakt of herhaling transectdeel zinvol kan zijn; mede op basis van resultaten geheel aan locaties windmolenpark; minimum eis voor bruikbaarheid is dan ten minste 3 'video-still' beelden per transectdeel van bruikbare kwaliteit; eventueel herhaalde poging -2 tot +2 uur rond kentering).*

Gestreefd wordt naar een vaarsnelheid van het camerasysteem voor de verticale transecten tussen de 0,18 en 0,35 knopen (0,09 en 0,18 m/s), in overeenstemming met de horizontale transecten. Hoe lager de snelheid, hoe beter de beelden, maar ook hoe langer de opnametijd (en daarmee de analysetijd) zal zijn. Op dit moment wordt geen acceptatiegrens aan de snelheid van het camerasysteem gesteld, omdat nog ervaring dient te worden opgedaan wat het beste werkt en efficiëntste is in verticale richting. Bepaal continu de werkelijke snelheid en rapporteer de mediaan per transect.

Aangezien het verticale transect het meest afhankelijk is van de omstandigheden (en de grootste uitdaging betreft) is het wellicht raadzaam te starten met de verticale transecten voor de (of een deel van de) geselecteerde palen van het windmolenpark, wanneer de omstandigheden als voldoende worden ingeschat en er geen substantiële verbetering wordt verwacht. Aanbevolen wordt om verticale transecten bij voorkeur rond hoogtij uit te voeren. De omschakeling van verticaal naar horizontaal meten vraagt om aanpassing van de camera en verlichting. Het is bij te verwachten goede omstandigheden de vraag om tussentijds aanpassen camerapositie of twee keer varen van de routes tussen de geselecteerde palen het meest tijd- en kostenefficiënt is. De ROV dient in de praktijk in ieder geval aan boord te worden gehaald alvorens naar een andere paal kan worden gevaren. De uitvoer van de horizontale transecten is niet afhankelijk van tij en minder gevoelig voor omstandigheden en kan daarna (of afhankelijk van het tij voor en na de verticale transecten worden uitgevoerd).

In geval van aanwezigheid van een ander type paal wordt een transect bij één van de poten en een ander transect bij een andere poot gepositioneerd. Het horizontale transect kan dan worden doorgetrokken voorbij de poot tot (idealiter midden) onder de turbine zodat het noordelijke en het zuidelijke transect in één keer kunnen worden opgenomen (uitvoerbaarheid dient in de praktijk te worden bekeken).



*Figuur 2.2.1. Schematische representatie van de bemonstering op en rond een windturbine (één meetlocatie) met bovenaanzicht (a) en zijaanzicht (b); transecten weergegeven als pijlen in de voorgestelde uitvoerrichting. Er wordt voorgesteld om een unieke code/nummer voor een windmolen te laten volgen door een letter voor de transect aanduiding (N/Z, afhankelijk of het transect meer aan de noord- of de zuidkant ligt, en de zone (ook wel transectdeel genoemd) aanduiding (HZS/HHA/HHR voor horizontaal zandig substraat, - hard substraat op afstand, - hard substraat rond de paal, of VIN/VOS/VDS voor verticaal intertidaal, - ondiep sublitoraal, - diep sublitoraal). Horizontale zonering met vaste overgang op 5 meter van paal, verticale zonering op basis van gemeenschappen (anders bij -2 en -8 meter t.o.v. gemiddeld zeeniveau).*

## 2.3 Analyse videocamera beelden

### 2.3.1 Representatief beeld gemeenschappen per paal (analyse transecten):

Ook wat betreft de analyse van de camerabeelden wordt in principe RWSV 913.00.B090 gevolgd. Het is noodzakelijk dat de afgelegde afstand in het videobeeld meeloopt. Zodoende kan onder andere voor wat betreft het horizontale transect, de laatste vijf meter tot de paal (die de zone van het Horizontaal Hard substraat Rond de paal -HHR- vertegenwoordigd) worden onderscheiden. Uiteraard kan zo ook de totale transectlengte en de lengte van ieder van de zones voor zowel de horizontale als de verticale transecten worden bepaald. De drie horizontale zones (zie tevens Figuur 2.2.1) die onafhankelijk worden geanalyseerd zijn:

- Horizontaal transectdeel (overwegend) zacht substraat – HZS
- Horizontaal transectdeel op afstand van de paal – HHA
- Horizontaal transectdeel rond de paal – HHR

Ook het verticale transect wordt opgedeeld in 3 zones (Figuur 2.2.1.b). Afhankelijk van waar het transect is gestart is er eventueel sprake van een geringe zone intertidaal. De zone wordt op het oog onderscheiden als de zone boven de mosselen met eventuele aanwezigheid van groen- en bruinwieren en betreft in feite het hogere intertidaal (o.a. De Mesel et al., 2015). Dit stukje wordt indien aanwezig in de beelden, apart geanalyseerd. Indien niet te onderscheiden doordat begroeiing vrijwel ontbreekt wordt de lijn van -2 m ten opzichte van gemiddeld zeeniveau aangehouden.

De volgende zone is de ondiepe sublitorale zone, die veelal wordt gekenmerkt door een gemeenschap gedomineerd door mosselen (eventueel in combinatie met algen) (o.a. De Mesel et al., 2015; Coolen et al., 2020a). In de praktijk omvat deze zone ook het lage litoraal. Wanneer de zone niet te onderscheiden is omdat begroeiing grotendeels ontbreekt wordt de zone van -2 tot -8 ten opzichte van gemiddeld zeeniveau aangehouden (zodat ook in geval van weinig organismen, dit in ieder geval in de data voor iedere zone tot uitdrukking komt). Het grootste deel van de paal bestaat uit diep sublitoraal. Ook hierin zijn wellicht geleidelijke gemeenschapsovergangen te herkennen (Coolen et al., 2020a; Degraer et al., 2020), maar die gemeenschappen worden hier gezamenlijk geanalyseerd. Het betreft de gehele zone onder de mosselzone (of onder -8 t.o.v. gemiddeld zeeniveau bij ontbreken begroeiing) tot aan de voet van de paal. De transectlengte van de 3 afzonderlijke zones wordt bepaald en de 3 zones worden geanalyseerd (gegevens te rapporteren per zone):

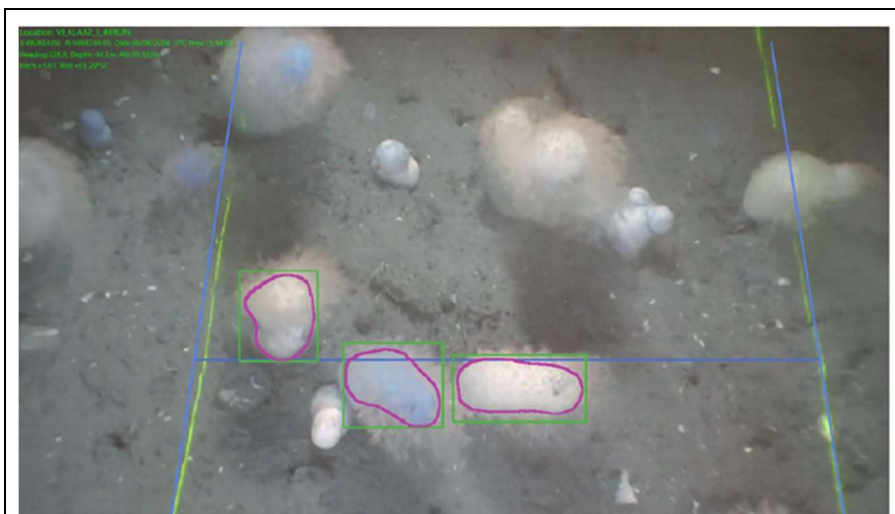
- Verticaal transectdeel intertidaal – VIN
- Verticaal transectdeel ondiep subtidaal – VOS
- Verticaal transectdeel diep subtidaal – VDS

Volgens RWSV 913.00.B090 wordt het (EUNIS) habitat type bepaald. Voor het zacht substraat betreft het een karakterisering van het sedimenttype en de eventuele aanwezigheid van harde elementen. Voor de zones van de horizontale transecten op de funderingbescherming gaat het om een karakterisering van het afdek materiaal en de eventuele aanwezigheid van sediment (zandgolven). Hierbij is het uiteraard mogelijk dat er verschillend materiaal en specifieke filter of beschermingslagen aanwezig zijn. (De karakteristieken van het hardsubstraat worden uiteraard genoteerd bij de analyse van de videobeelden, maar het is niet zo dat deze de voorgestelde transectindeling zoals hierboven beschreven bepaald (een transectdeel kan meerdere substraattypen bevatten die gezamenlijk worden geanalyseerd). Voor het verticale transect is het type paal en de coating (eenmalig opvragen) van belang.

De gemeenschappen worden volgens RWSV 913.00.B090 gebruikmakende van de SACFOR ('Superabundant, Abundant, Common, Frequent, Occasional and Rare' abundantie schaal'; o.a. Hiscock, 1990; Strong & Johnson, 2020) systematiek dan wel notitie van het aantal individuen per zone geïnventariseerd. Het percentage per zone dat eventueel niet voldoende zichtbaar is om taxa tot het gewenste niveau te onderscheiden wordt genoteerd (de kwaliteit van de beelden wordt bepaald volgens RWSV 913.00.B090, waarbij goede kwaliteit van 50% van het beeld voor een specifieke zone voldoende is. Voor de moeilijk bereikbare zones (intertidaal en mogelijk zelfs ondiep sublitoraal kan de conclusie zijn dat een percentage van 50% niet haalbaar is daar wordt gepoogd ten minste 3 geschikte video-still beelden te verkrijgen, maar ten minste wordt het analyseerbare deel van de zone geanalyseerd en bepaald welk deel van de zone per transect procentueel is geïnventariseerd.

### 2.3.2 Inzet automatische soortdetectie software

Het wordt aanbevolen om voor de registratie van ten minste enkele zeer talrijke organismen automatische soortherkenning ('machine learning') software in te zetten zodat op benodigde analysetijd bespaard kan worden en op eenduidige wijze detectie wordt uitgevoerd. En dergelijke techniek wordt reeds, voor een aantal taxa, ontwikkeld met ROV beelden opgenomen van de Klaverbankbodem. Het betreft bijvoorbeeld de detectie van dodemansduimkoloniën op videobeelden (zie Figuur 2.3.2). De detectie van aaneengesloten vlakken van biota, bijvoorbeeld aaneengesloten bedekking van mosselen die op de palen te verwachten zijn, is momenteel nog niet geïmplementeerd. In de detectietechniek zijn monitoringseisen, zoals onder andere de positie van individuen ten opzichte van op de ondergrond geprojecteerde laserlijnen (Daniels, in prep.) geïmplementeerd. Wanneer soortspecifieke eigenschappen niet te onderscheiden zijn worden identificaties op hoger taxonomisch niveau uitgevoerd. Uit de studie van Daniels (in prep.) blijkt dat door de automatische detectie van negen dominante taxa ongeveer een factor 3,5 in analysetijd besparing gehaald kan worden.



*Figuur 2.3.2. Automatische detectie van dodemansduimkoloniën die zich binnen de op de bodem geprojecteerde laserlijnen bevinden en een (denkbeeldige) horizontale lijn kruisen op 1/3 van het scherm.*

Afronding van de ontwikkeling van de software voor de inventarisatie van een negental soorten/taxa wordt voorzien voor begin 2022. Hiermee is voor de monitoring in de windmolenparken er reeds een eerste versie beschikbaar die operationeel en getoetst is en vooral toepasbaar zal zijn op de horizontale transecten. Omdat de dominante soorten in op de Klaverbank anders zullen zijn dan in de windmolenmonitoring is het de verwachting dat nog niet (alle) gewenste soorten reeds opgenomen zijn in de software. Door het aanleveren van trainings-data, door bijvoorbeeld een deel van de beelden handmatig te analyseren, kunnen deze relatief eenvoudig toegevoegd worden. Voor de verticale transecten is het de verwachting dat er patches van enkele soorten beeldvullend aanwezig kunnen zijn (mosselen of anjelieren bijvoorbeeld). Voor de detectie van dergelijke structuren dient de huidige software aangepast te worden.

Ecologen/beeldanalisten dienen, vooral in het begin, de automatisch uitgevoerde registraties enkel nog te controleren en kunnen zich verder concentreren op het voorkomen en onderscheiden van minder talrijke soorten die (nog) niet automatisch gedetecteerd worden. Eventuele afwijkingen die door uitvoering van controles naar voren komen kunnen, mits goed geregistreerd, gebruikt worden om het systeem te optimaliseren. Door heranalyse van oude beelden wordt een trendbreuk voorkomen. Het systeem kan worden uitgebreid met additionele soorten, soortgroepen en desgewenst met andere abiotische eigenschappen, zoals bv aanwezigheid van stenen. Het is de verwachting dat op den duur dit behoorlijke tijdswinst zal opleveren in het proces waarbij de taxonoom steeds meer een controlerende taak gaat krijgen.



### 2.3.3 Toetsbare verschillen in gemeenschappen (analyse ‘video-still’ beelden):

Het analyseren van zo compleet mogelijke transecten geeft een zo goed mogelijk beeld van de gemeenschappen en de soortensamenstelling van de desbetreffende turbines. In de praktijk is de variatie in transectlengtes (door variatie in paallengte en afdeklaag) maar vooral ook de variatie in wat wel en niet kan worden geïventariseerd door weersomstandigheden, golfslag, stroming, slecht zicht en daardoor matige beeldkwaliteit niet optimaal voor het vergelijken van windmolenparken met verschillende karakteristieken en/of windmolenparken in de tijd. Voor de toetsbaarheid is het wenselijk dat waarnemingen zoveel mogelijk worden gestandaardiseerd. Daarnaast is ook een uitbreiding van de steekproefgrootte gewenst om indien aanwezig eventuele verschillen ook (significant) te kunnen aantonen. Om dit te bereiken wordt er gebruik gemaakt van ‘video-still’ beelden; in feite bemonsterde standaard plots als tussenvorm tussen videotransecten en ‘grab’/schraap monsters.

Het analyseren van ‘video-still’ beelden wordt uitgevoerd voor de twee horizontale hard substraat zones (rond – en op afstand van de paal; HHR en HHA). Daarnaast voor de twee verticale sublitorale zones waarvoor de verwachting is dat daarvoor in ieder geval enige beelden beschikbaar kunnen zijn (ondiep en diep; VOS en VDS).

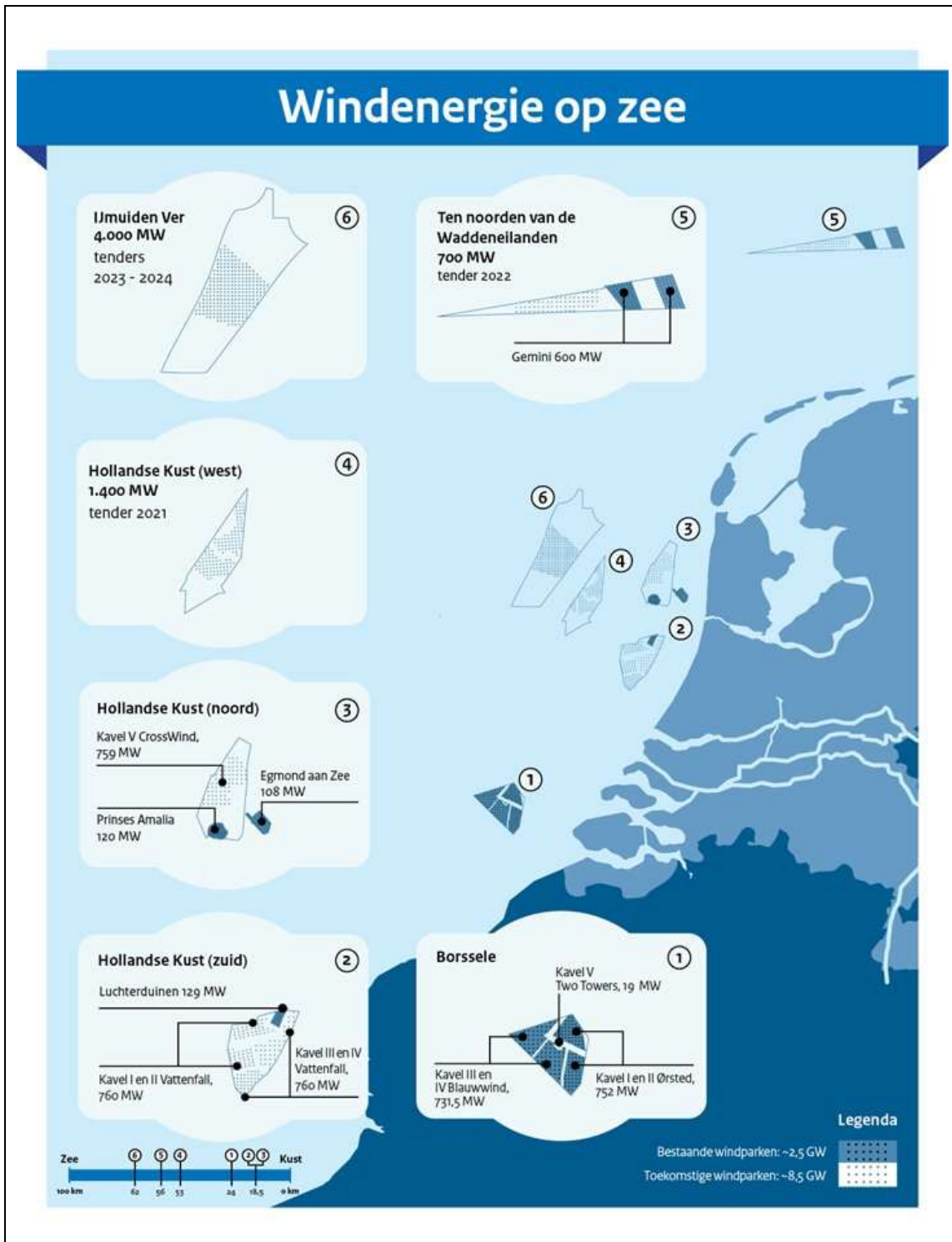
Per transect worden in ieder van de 4 zones 3 random ‘video-still’ beelden geselecteerd. Het is raadzaam om bij de transect-analyse reeds te noteren van welk tijdstip tot welk tijdstip de beelden van goede (of ten minste redelijke wanneer geen alternatief) kwaliteit zijn. Met behulp van een ‘random value generator’ (optie in diverse programma’s zoals bv Excel) kan een tijdstip uit het beschikbare goed beeld interval worden geselecteerd. (Optie om indien toch niet bruikbaar altemnerend het eerste goede beeld voor en na het verkregen tijdstip te selecteren voor gebruik). De 3 ‘video-still’ beelden worden afzonderlijk zoals voor de transecten geanalyseerd, maar leveren nu naast optimaal vergelijkbare resultaten, ook zicht op de variatie (zeker wanneer blijkt dat bepaalde situaties weinig verschil opleveren en gezamenlijk ten opzichte van andere situaties (in karakteristieken, ruimtelijke patronen of in de tijd) kunnen worden vergeleken. Randomisatie dient te voorkomen dat bias optreedt vanwege de selectie van beelden met de beste kwaliteit, hetgeen gerelateerd kan zijn aan specifieke condities op kenmerkende plekken in de transectdelen die echter kunnen verschillen tussen turbines en parken. Een analyse van de representativiteit van de opnamen per transectdeel (per paal n/of windpark) is wel aan te raden, omdat enige selectie op basis van beeldkwaliteit niet is uit te sluiten omdat (consequent) slechte opnamen niet (kunnen) worden gebruikt. Zo ook dient een mogelijke relatie van bevindingen met timing monitoring te worden gecontroleerd en bij voorkeur te worden uitgesloten.

De voorgestelde codering is een combinatie van de unieke windmolencode/nummer, transectaanduiding, zone-aanduiding en plotnummer (1-3) of ‘T’ voor gehele transectdeel steeds gescheiden door streepjes. Een voorbeeld aansluitend bij figuur 2.2.1 is dan: ‘1-N-VOS-1’ of ‘1-Z-HZS-T’, waarbij een iets uitgebreidere code voor de windmolen (i.p.v. ‘1’) is aan te raden.

## 2.4 Meetplan in tijd en ruimte

---

Bijlage 1 geeft een overzicht van de huidige en toekomstige windmolenparken met een aantal karakteristieken voor zover bekend. Om een representatief beeld te krijgen van de rol van hard substraat in windmolenparken in het ecologisch functioneren en de biodiversiteitsontwikkeling in het algemeen is het zaak om de range aan factoren die variëren in het geheel aan windmolenparken mee te nemen in de monitoring. Relevante variabelen zijn de ligging en inrichting van windmolenparken maar ook individuele turbines binnen windmolenparken.



*Figuur 2.4.1. Kaart met locaties van windenergiegebieden van de Rijksoverheid en karakteristieken betreffende de windmolenparken, zoals beschikbaar via: <https://windopzee.nl/onderwerpen/wind-zee/waar/>. De windenergiegebieden Borsele (1), Hollandse Kust Zuid met aandacht voor Luchterduinen en recente kavels (2), Hollandse Kust Noord met aandacht voor het Prinses Amalia Wind Park en kavels in aanleg (3), Hollandse Kust West (4) en Ten Noorden van de Wadden, specifiek de Gemini kavels (5) maken onderdeel uit van het huidige meetplan.*

De monitoring dient ook inzicht te verschaffen in de ontwikkeling van gemeenschappen in de tijd. Zodoende is het voorstel zowel nieuwe als oude windturbines mee te nemen in de monitoring.



Daarnaast zal het volgen van de successie op locaties, onderdeel zijn van het meetplan. Ook is er de specifieke wens om inzicht te verkrijgen in de effectiviteit en bijdragen van natuurontwikkelingsinitiatieven aan de lokale biodiversiteit. In een aantal gevallen is er al aandacht voor het volgen van de ontwikkeling van gemeenschappen op locaties met natuurversterkende maatregelen (en bijbehorende referentielocaties) georganiseerd vanuit parkbeheerders, zodat dit eventueel mogelijkheden geeft voor het combineren van monitoring en/of vaartochten naar windmolenparken.

We gaan ervan uit dat een eerste monitoring in 2023 kan plaatsvinden. Er is gekozen voor de monitoring van de (vroege) ontwikkeling van de gemeenschappen in 4 recente en toekomstige windmolenparken. Daarnaast wordt ingezet op de monitoring van de ontwikkelingen op de lange termijn in 3 bestaande ('oude') windparken (2 van die parken liggen in feite geïntegreerd als kavels in de toekomstige windparken).

#### 2.4.1 Vroege successie (ontwikkelingen korte termijn):

In het Windenergiegebied **Borssele** wordt ingezet op het monitoren van de successie van de recent gevestigde gemeenschappen tot de middellange termijn. Monitoring in 2023 betreft de situatie van ongeveer 3 jaar na bouw turbines, waarna de ontwikkelingen met een interval van eens in de twee jaar worden gevolgd. Borssele wordt gekarakteriseerd door een relatief diepe ligging op enige afstand uit de kust, gelegen in een overwegend zandig habitatype (enkele locaties slibrijk) met een gematigde hydrodynamiek. De monitoring zal hier eveneens inzetten op de vergelijking van meetlocaties met (o.a. oesterherstel en kunstmatige rif-elementen) en zonder natuurversterkende maatregelen. In het windenergiegebied loopt reeds een monitoring op basis van video op ROV (Blauwwind, Van Oord) die is gestart in 2021 (met voorgenomen bemonsteringen in 2022, 2024 en 2029) zodat er ook informatie beschikbaar is met betrekking tot de eerste vestiging van soorten. Zodoende zijn er mogelijkheden om datasets te vergelijken of te combineren om meetfrequentie en/of aantal meetlocaties uit te breiden, en eventueel om gezamenlijke monitoringactiviteiten te ondernemen.

In het windenergiegebied **Hollandse Kust Zuid** (ondieper gelegen dan Borssele, gekarakteriseerd door (fijn) zandig substraat, maar met een grotere hydrodynamiek) bestaat de mogelijkheid om met de monitoring direct op de bouw van de turbines aan te sluiten. Het park wordt in 2023 opgeleverd, dus dan kan in 2024 de monitoring 1 jaar na aanleg starten. Er wordt hier ingezet op een jaarlijkse monitoring gedurende de eerste 3 jaar en daarna om het jaar om een goed beeld te krijgen van de vroege successie. Het voorstel is om hier meetlocaties met (blokken op de erosiebescherming) en zonder natuurversterkende maatregelen te vergelijken.

De turbines van **Hollandse Kust Noord** zullen naar verwachting in 2024 geplaatst worden/zijn, zodat hier de monitoring in 2025 met de T1 kan starten. De omstandigheden zijn redelijk vergelijkbaar (overwegend fijn – en slibbig zand als substraat in de omgeving bij hoogenergetische condities; zie tevens 7.1 Bijlage 1) met Hollandse Kust Zuid, zodat het interessant is om eventuele effecten van kleinere verschillen in de oplevering van de windparken te vergelijken, en te kunnen analyseren of jaar-tot-jaar verschillen kunnen leiden tot variatie in de successie van gemeenschappen (doordat hier de vestiging van gemeenschappen een jaar later is gestart). Ook hier het plan om locaties met en zonder natuurversterkende maatregelen (te nemen maatregelen worden nog uitgewerkt) te vergelijken.

Vanaf 2025 (1 jaar na aanleg) is er de mogelijkheid om een vergelijking te gaan maken met de vroege successie van gemeenschappen in windmolenparken verder uit de kust in **Hollandse Kust West**. In tegenstelling tot de twee eerder genoemde parken voor de Hollandse kust (met een diepte in de range van 18-24 meter), bevat het park overwegend dieper gelegen locaties (tot 32 meter) op een wederom overwegend zandig substraat, maar hier eerder overgaand naar grof sediment. Ook in dit park zullen natuurversterkende maatregelen worden genomen zodat betreffende locaties kunnen worden vergeleken met vergelijkbare locaties zonder maatregelen. Ook hier in principe het voorstel om eerst jaarlijks en na 3 jaar om de twee jaar te bemonsteren. De monitoring van het park is eveneens van belang gezien de plannen om steeds verder uit de kust te gaan bouwen.

#### 2.4.2 Late successie (ontwikkelingen lange termijn):

Wat betreft de ontwikkeling van gemeenschappen op hard substraat in windmolenparken op de langere termijn, is het voorstel om in de parken **Luchterduinen** en **Gemini** als voorbeelden van nabij de kust gelegen (vergelijkbaar met Hollandse Kust Zuid) ondiep met hoge hydrodynamiek en verder uit de kust en iets dieper gelegen parken eens in de 3 jaar te monitoren. In beide gevallen is 2023

ongeveer 8 jaar naar aanleg. In beide parken worden ook proeven met oesterherstel (in Luchterduinen sinds 2018 in combinatie met artificiële rifstructuren) uitgevoerd. Het betreft echter slechts twee locaties in park Gemini waarbij platte oesters zijn uitgezet (2018/2019) in de nabijheid van turbines, maar daar wel ook tot op de fundering bescherming zijn uitgezet. Vanaf april/mei 2022 zullen er ook platte oesters worden geplaatst op de fundering bescherming van 4 turbines in Luchterduinen. Zodoende kan hierbij worden aangesloten en de situatie op en rond turbines waar oesterherstel plaatsvindt worden vergeleken met vergelijkbare meetlocaties zonder specifieke maatregelen. Voorstel om te Luchterduinen te starten met twee jaar achter elkaar monitoren (om zicht te krijgen op eventuele jaar-op-jaar variatie op de lange termijn), alvorens om de 3 jaar te meten.

Hetzelfde wordt voorgesteld voor het **Prinses Amalia Windpark (PAWP)**, waar de twee opeenvolgende jaren met monitoring de gemeenschappen na 15 en 16 jaar na aanleg betreffen. De lange termijn ontwikkeling in het PAWP is tot op zekere hoogte vergelijkbaar met de korte termijn ontwikkeling in Hollandse Kust Noord. In vergelijking tot de twee eerder genoemde oude windparken bestaat de steenbestorting uit overwegend grotere stenen en ligt dieper verzonken in de bodem, wat vergelijking weer interessant maakt. Daarnaast geeft eerdere monitoring door middel van nemen schraapmonsters in combinatie met video opnamen door duikers, inzicht in de vroege successie (3 en 5 jaar na aanleg; Van Agt et al., 2013; Van Agt & Faasse, 2014). Voorstel om in ieder geval ook dezelfde turbines mee te nemen in de monitoring. Daarnaast het voorstel om na de T15/T16 ook een monitoring na het maximaal aantal jaar na aanleg wat mogelijk is uit te voeren. Dit is nu een T20 omdat de kans bestaat dat turbines in PAWP na 2028 worden ontmanteld.

**Tabel 2.4.2. Overzicht meetplan met in welk jaar in welk park video monitoring (indicatie aantal jaar na aanleg) wordt voorgesteld.**

Windpark/jaar	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
Borssele	T3		T5		T7		T9	
Hollandse Kust Zuid		T1	T2	T3		T5		T7
Hollandse Kust Noord			T1	T2	T3		T5	
Hollandse Kust West			T1	T2	T3		T5	
Luchterduinen	T8	T9			T12			T15
Prinses Amalia	T15	T16				T20		
Gemini	T8			T11			T14	
Aantal meetlocaties*	40	30	40	40	40	20	40	20

\*Er wordt uitgegaan van 10 meetlocaties (1 meetlocatie bevat 2 transecten) per windmolenpark. Op basis van de resultaten van het eerste jaar kan eventueel een betere inschatting worden gemaakt van het naar verwachting benodigde aantal meetlocaties per situatie.

De voorgestelde periode van uitvoer is de zomer, indicatief van mei t/m september. In deze periode is de bedekking van de soorten die seizoenvariatie laten zien (zoals hydropliepen en algen) over het algemeen maximaal, en kunnen ook de meeste vrij bewegende (vagiële) soorten worden aangetroffen. De keuze van de zomer is ook optimaal voor de vergelijking met de gemeenschappen op natuurlijk hard substraat (o.a. Klaverbank en monitoring Habitatrictlijn habitatype H1170 'Riffen van open zee') en heeft als bijkomstig voordeel dat de kans op geschikte weersomstandigheden voor het werken met de video op een ROV het grootste is. De kans op goede weersomstandigheden neemt van het voorjaar naar de zomer nog toe, maar het is ook zaak om de voorgestelde periode van uitvoer niet te beperkt te maken om enige mate van flexibiliteit in de planning te waarborgen.

## 2.5 Meetinspanning

---

### 2.5.1 In relatie tot meetdoelen

De benodigde meetinspanning is in principe afhankelijk van de meetdoelen die volgen uit de vragen waar de monitoring van het hard substraat in windmolenparken inzicht in dienen te geven of waar de verzamelde informatie (additioneel) inzicht in kan verschaffen.

Eenzijds zijn er de beperkingen van observatie met behulp van video, waardoor slechts een deel van de organismen tot op een bepaald taxonomisch niveau kan worden gedetecteerd. Kleine organismen, overgroeide organismen kunnen niet worden gedetecteerd (tenzij ze kolonievormend of zeer abundant zijn). Enkel op details te onderscheiden organismen kunnen niet tot op soort worden gedetecteerd (vaak zijn organismen wel terug te brengen tot een taxonomische groep (bv familie, klasse of fylum) en is een link te leggen naar een functionele groep. Naast dat de beeldkwaliteit beïnvloed door de omstandigheden niet altijd dezelfde of voldoende is (eerder aangegeven hoe hiermee om te gaan), is wellicht een grote beperking van de methodiek ook dat de gemeenschappen van de intertidale zone waarschijnlijk niet of nauwelijks kunnen worden meegenomen.

Enkele van de meetdoelen betreffen:

**Biodiversiteit** – Hoewel de totale diversiteit niet in beeld kan worden gebracht is wel de verwachting dat de diversiteit op basis van de te detecteren organismen een goede afspiegeling is van de totale diversiteit (dus dat er een directe relatie bestaat). Om zoveel mogelijk van die diversiteit waar te nemen is het zaak zo'n groot mogelijk oppervlak en de diverse microhabitats die er zijn in de monitoring mee te nemen. Hierin voorzien de transecten in de diverse situaties. Voor de vergelijkbaarheid (en doorberekening naar andere parken, situaties, etc.) is het zaak om de monitoring zo veel mogelijk te standaardiseren. Hiervoor wordt de analyse van 'video-still' beelden ingezet. In de praktijk worden met die geïnventariseerde plotjes dus meer soorten over het hoofd gezien, maar kunnen wel eenvoudig gemiddelden en variaties worden bepaald en getoetst ten opzichte van andere situaties.

**Voorkomen specifieke soorten** – Voor diverse grotere soorten en groepen is ook de video zeer geschikt (en kan zelfs eventueel autodetectie software worden ingezet). Het is wel altijd de vraag of de te detecteren soorten voldoende inzicht verschaffen in bijvoorbeeld de kwaliteitstoestand, stadium van ontwikkeling of afgeleide ecologische functies. Voor bepaalde wensen lijkt de methodiek minder geschikt, zoals de monitoring van exoten. Veel van de exoten blijven klein (worden niet gedetecteerd), starten klein (en worden pas opgemerkt wanneer ze talrijk en mogelijk in potentieel problematische abundanties aanwezig zijn). Wanneer men de beperkingen voor lief neemt, kan video informatie met betrekking tot potentieel dominante en talrijke exoten opleveren. Bovenal dient echter wel te worden bedacht dat een deel van de exoten zich voornamelijk ophoudt in de intertidale zone (die grotendeels buiten beeld blijft); wellicht omdat dit habitatype van nature niet of nauwelijks voorkomt in de offshore en daardoor inheemse 'species pools' niet domineren.

**Biomassa** – biomassa bepalingen zullen berusten op inschattingen op basis van soortensamenstelling, grootte en bedekking. Daarvoor is het dan nodig dat grootte-biomassa voor de betreffende soorten/groepen bekend zijn (en die komen uiteraard uit fysieke bemonstering, eventueel uit het verleden). Grootste probleem is wellicht dat de onderliggende lagen aan organismen (bij overgroei) verborgen blijven en dat de dikte van de laag van aangroei niet direct uit video af te leiden is, maar met behulp van ROV of duikers dient te worden bepaald. De dikte zegt dan vervolgens nog niets over de soortensamenstelling van de onderliggende lagen. De combinatie met fysieke bemonstering lijkt essentieel.

Daarentegen kunnen bedekking, dominante groepen en specifieke met name grotere soorten prima worden gemonitord met behulp van video (op ROV). Resultaten zijn (wellicht) goed te relateren aan diverse aspecten van het ecologisch functioneren en de kwaliteitstoestand van de gemeenschappen doordat indicatorsoorten (-groepen) gevoelig voor specifieke verstoringen kunnen worden geïnventariseerd. Daarnaast geven de resultaten zicht op de snelheid van ontwikkeling/successie onder verschillende omstandigheden doordat gemeenschappen kenmerkend voor verschillende ontwikkelingsstadia kunnen worden herkend.

Monitoring op basis van video (volgens het voorgestelde meetplan) kan ten deel antwoord geven op de volgende specifieke onderzoeksvragen uit het MONS rapport (Asjes et al., 2021):

- 'Welke soorten koloniseren hard substraat en omliggend zacht substraat?'

Kan deels worden beantwoord. Een groot aantal kleinere en minder goed te onderscheiden soorten kan niet op basis van video worden gedetecteerd (of valt in de resultaten binnen een groep op een hoger taxonomisch niveau). Voor een completer antwoord is fysieke bemonstering onontbeerlijk.

- 'Wat zijn de factoren die de successie van gemeenschappen op hard substraat bepaald?'

De monitoring op basis van video kan hier ten minste ten deel antwoord op geven. Het is daarbij zaak om zoveel mogelijk verschillende situaties (type substraat en inrichting windmolenparken, omgevingsvariabelen, verschillen in species pools en connectiviteit) in de monitoring mee te nemen en zowel de korte als de middellange en lange termijn mee te nemen, waarbij onderscheid kan worden gemaakt in natuurlijke variatie in gemeenschappen en ontwikkeling/successie in een bepaalde richting. Het meetplan is hier volledig op ingericht, met hooguit de beperking dat er omwille van de benodigde inspanningen keuzes zijn gemaakt in de verschillende typen variabelen/windmolenparken/meetlocaties.

- 'Is successie van benthische hard substraat gemeenschappen afhankelijk van de aanwezigheid van diverse windmolenparken (als 'stepping stones') en de mogelijk uitbreidende 'species pool'?

Deze vraag kan slechts gedeeltelijk worden beantwoord met de te verwachten resultaten. We zullen zien of successie in nieuwe windmolenparken (in de nabijheid van bestaande parken) anders/sneller zal gaan verlopen. We dienen er echter wel rekening mee te houden dat de omstandigheden tussen parken zullen verschillen (o.a. tendens om verder uit de kust en dieper te gaan bouwen). We verwachten een eventuele rol van parken als 'stepping stones' vooral voor 'kust gebonden' soorten die voornamelijk in het intertidaal en het ondiepe sublitoraal te vinden zijn. De bovenste waterlaag omvat nu net de zones waar met behulp van de video minder goed of misschien wel geen zicht kan worden verkregen. Met betrekking tot deze vraag is het uiteraard ook goed om zicht te hebben op het aanbod en de rol van olie- en gasplatforms en de rol van scheepswrakken. Voor hard substraat gerelateerde soorten van het diepere sublitoraal is de aanwezigheid van hard substraat door de genoemde structuren (inclusief leiding bestortingen en uiteraard natuurlijk hard substraat) mogelijk minder beperkend. Wel zouden veranderingen in bootbewegingen zoals een frequenter aanbod van vaartuigen (met aangroei) die ook vaker in de buurt van hard substraat gaan ankeren, de verspreiding van hard substraat gerelateerde soorten nog kunnen versnellen.

## 2.5.2 Raming benodigd aantal transecten

Rekening houdende met te verwachten natuurlijke variatie in gemeenschappen op hard substraat van hetzelfde type binnen hetzelfde windmolenpark kan worden gesteld dat een 4- a 5-tal transecten waarvan de gemeenschappen van dezelfde zone worden vergeleken, het minimum is, om iets te kunnen zeggen over eventuele verschillen. Voor een groot aantal meetdoelen of indicatoren zijn meer metingen van hetzelfde type nodig, gezien de natuurlijke variatie. Voor specifieke soorten/taxa die niet zeer algemeen zijn, of kolonievormend zodat individuen moeilijk te onderscheiden zijn, is met name de trefkans van belang.

Voor meetdoelen en indicatoren als bedekkingsgraad en mate van dominantie van zeer algemene soorten, of 'soorten'-rijkdom in de gevallen dat grote verschillen te verwachten zijn, is de verwachting dat een aantal metingen van 5 tot 10 per meetjaar kan volstaan. Aangezien de meetdoelen ook diverse indicatorsoorten voor een goede kwaliteitstoestand van het harde substraat betreffen, al dan niet afzonderlijk of gezamenlijk als samengestelde indicator (bv de Benthische Indicator Soorten Index – BISI) geanalyseerd, die van nature niet zeer talrijk zijn, vraagt dit al gauw in de orde van een 15 tot 30-tal metingen. Dit geldt zeker ook voor het kunnen detecteren van exoten. Om inzicht te verkrijgen in de benodigde meetinspanningen om ontwikkelingen in indicatorsoorten met redelijke betrouwbaarheid te kunnen detecteren, zijn power berekeningen uitgevoerd gebruikmakende van de resultaten van monitoring volgens het nemen van schraapmonsters (met eventueel gebruik van air lift methodiek) in een 3-tal Nederlandse projecten gericht op hard substraat monitoring in windmolenparken en rond olie & gas platforms. De meetresultaten zijn afkomstig uit een internationale database (die op dit moment wordt samengesteld om te worden gepubliceerd) en zijn door WMR voor de huidige analyses beschikbaar gesteld. De gebruikte monitoringdata betreffen de resultaten van

monitoring in het Prinses Amalia Wind Park zoals uitgevoerd in 2011 en 2013 (zie tevens Vanagt et al., 2013 en Vanagt & Faasse, 2014), de 'Biodiversity Offshore Hard substrate' monitoring rond olie en gas platforms waarvan uiteindelijk de resultaten van L10 platforms zoals bemonsterd in 2014 en 2015 geschikt zijn bevonden en zijn gebruikt (zie tevens Coolen et al., 2020a), en de 'Petrogas Halfweg' monitoring resultaten met betrekking tot het gedeeltelijk ontmantelde gasplatform 'Halfweg' zoals bemonsterd in 2019 (zie tevens Coolen et al., 2020b). Hiervoor is een groot aantal potentiële indicatorsoorten overwogen. Met indicatorsoorten worden dan niet noodzakelijkerwijs soorten bedoeld die indicatief zijn voor een goede kwaliteitstoestand (hoewel die er ook bij zijn), maar ook soorten indicatief voor een bepaalde zone of een stadium in de ontwikkeling van de gemeenschappen. Het betreft dan ook soorten die naar verwachting een hoge bedekking kunnen halen of talrijk aanwezig kunnen zijn, en soorten met potentieel een belangrijke bijdrage aan verschillende aspecten van het ecologisch functioneren, lokaal in en in de omgeving van windparken en/of op grotere schaal. Daarnaast zijn soorten die indicatief kunnen zijn voor de biodiversiteit in het algemeen overwogen. Aangezien het daar ook vaak minder talrijk aanwezige soorten betreft, zal wat betreft die soorten de analyse van gehele transect(delen) worden gevraagd, en is de aan-/afwezigheid van specifieke soorten of een range van soorten via soortenrijkdom wellicht een geschikte te evalueren parameter (om niet alleen indicaties van eventuele verschillen te verkrijgen, maar deze ook werkelijk significant te kunnen detecteren). Dit zal echter ook dienen te blijken na evaluatie van de eerste monitoringresultaten. Dit geldt ook voor het kunnen detecteren van ontwikkelingspatronen voor verschillende exoten, omdat die soorten vooral verwacht worden in de op basis van video moeilijk te monitoren zones (intertidaal en ondiep sublitoraal). Zie voor details rond selectie te gebruiken data en werkwijze power berekening: Bijlage 4.

De resultaten wijzen uit dat op basis van een 30-tal metingen (uitgaande van 'video-still' beelden van 0,09 m<sup>2</sup>) per zone per windpark voor een substantieel aantal afzonderlijke potentiële indicatorsoorten en/of taxa, ten minste verschillen in dichtheden en/of ruimtelijk voorkomen tussen situaties (zones, parken, meetjaren, specifieke inrichting) kunnen worden gedetecteerd, in geval van verdubbeling of halvering van die dichtheden of trefkans (verschil <100%), waarbij de betrouwbaarheid ten minste 90% is (tweezijdige overschrijdingskans) met in niet meer dan 10% van de gevallen een onterecht gedetecteerd significant verschil. Uitgaande van 3 plotjes (video-still beelden) per zone wordt dit aantal bereikt wanneer de resultaten van de twee voorgestelde transecten (op stroming en in luwte paal) worden samengevoegd bij het monitoren van 5 palen (waar mogelijk) per situatie. Het is reëel om uit te gaan van het combineren van de data van de twee transecten per paal omdat ook de testset observaties van verschillende kanten van bouwwerken bevat. Het onderscheiden van de kanten zal naar verwachting de variatie (per situatie) reduceren en kan er wellicht voor zorgen dat voor enkele soorten/taxa ook een vergelijking van 15 plotjes per situatie volstaat.

### 2.5.3 Scenario's met verschillen in benodigde inspanning

Tabel 2.5.1 laat zien dat de beoordeling op basis van aan-/afwezigheid data ten opzichte van dichtheden wat betreft de power van de vergelijkingen niet veel winst geeft. Voor specifieke afzonderlijke soorten/taxa kan het wel wat winst opleveren, maar zeker niet voor alle soorten. Daarbij komt dat voor enkele soorten/taxa, enkel de aanwezigheid wordt geregistreerd. De reductie van het aantal potentiële indicatorsoorten waarvoor men ten minste significante verschillen (verdubbeling/halvering voorkomen te detecteren met power van 80% en betrouwbaarheid van 90%) wenst te detecteren (indien aanwezig) levert wel wat winst op met betrekking tot het benodigde aantal plotjes, maar het betreft geen grote verschuivingen. Zeker op het niveau van te monitoren palen (wanneer men er toch al is, is het relatief weinig moeite om 2 transecten (Noord en Zuid) in plaats van één uit te voeren) zijn de verschillen beperkt en in de orde van 4 tot 6 palen. De monitoring van 5 palen per situatie (specifieke inrichting binnen windpark) wordt dan ook aanbevolen. Daarmee is de verwachting dat minimaal een verdubbeling of halvering van de dichtheden (indien het geval) voor de helft van de geselecteerde potentiële indicatorsoorten in transectdeel VOS (9 soorten), 75% van de geselecteerde potentiële indicatorsoorten in HHA en HHR (10 soorten) en alle geselecteerde potentiële indicatorsoorten in VDS (20 soorten) met een power van 80% en betrouwbaarheid van 90% gedetecteerd kan worden. Wanneer je zicht zou willen hebben op dergelijke verschillen voor alle geselecteerde indicatorsoorten voor ieder van de 4 transectdelen dan dienen 6 palen per situatie (= 12 palen per windmolenpark) in de monitoring te worden meegenomen. Er kan wel overwogen om voor die parken waar geen specifieke maatregelen worden genomen het aantal palen te reduceren (met een totaal van 5 à 6 palen is er in die parken wellicht een representatief beeld voor het park) ervan uitgaande dat de abiotische omstandigheden binnen het park relatief vergelijkbaar zijn.



Wanneer de wens is om juist zicht te krijgen op invloeden van abiotiek op relatief geringe schaal (binnen een windpark) wordt wel weer een vergelijking gecreëerd waarvoor indicatief ten minste 2 x 5 te monitoren palen benodigd zijn voor twee duidelijk te onderscheiden condities. Wanneer niet specifiek de wens is om de effectiviteit van natuurversterkende maatregelen te toetsen maar vooral de gemiddelde bijdrage van windparken aan het ecologisch functioneren het doel is, kan worden overwogen niet specifiek turbines met maatregelen mee te nemen, maar de monitoring een afspiegeling van het totale park te laten zijn (random selectie turbines naar verwachting de verscheidenheid aan condities reflecterend). In dat geval is een aantal van <10 en mogelijk zelfs in de richting van 5 palen per park toereikend. Meest voor de hand liggend is om wanneer inspanningsreductie gewenst is, het aantal mee te nemen windmolenparken en/of meetmomenten te reduceren (Tabel 2.4.2). Te denken valt aan daar waar blijkt dat gemeenschappen grote overeenkomsten vertonen tussen parken de monitoring in één van de parken achterwegen te laten. Vergelijkbaar, wanneer jaar-tot-jaar verschillen beperkt zijn en/of ontwikkelingen vrij voorspelbaar blijken te verlopen, kan het aantal (opeenvolgende) meetmomenten worden gereduceerd. Voor het maken van dergelijke keuzes wordt aangeraden eerst een aantal inventarisaties uit te voeren, en dergelijke keuzes af te laten hangen van tussentijdse evaluaties op basis van de data waarvan duidelijk is dat ze een grote representativiteit hebben voor de waarnemingen en bijbehorende variatie volgens de hier voorgestelde monitoring.

Het inventariseren van extra plotjes op basis van verkregen monitoringdata voor transectdelen is altijd een optie wanneer voldoende geschikte beelden beschikbaar zijn. Wat betreft de monitoring is daar geen extra tijd mee gemoeid (enkel extra analyse). Voor wat betreft het verkrijgen van een representatief beeld op het niveau van windmolenparken kunnen extra plotjes in hetzelfde transect niet de monitoring rond andere palen vervangen. Eventueel kan het analyseren van meer plotjes betekenis hebben voor de vergelijking van de situatie voor specifieke palen in de tijd, of het vergelijken van transectdelen van dezelfde paal (onderscheiden gemeenschappen).

**Tabel 2.5.1. Vergelijking scenario's benodigd aantal metingen (plotjes, vertaald in transecten en te monitoren palen uitgaande van 2 transecten per paal en 3 plotjes per transect) voor de genoemde transectdelen. Weergegeven is het totaal aantal potentiële indicatorsoorten geselecteerd per transectdeel voor evaluatie op basis van dichtheden (D) of aan-/afwezigheid (A). Resultaten betreffen de benodigde aantallen voor het kunnen detecteren van ten minste verdubbeling/halvering voorkomen alle (100%), 75% of 50% van de potentiële indicatorsoorten per transectdeel met een power van 80% en een betrouwbaarheid van 90% (zie Bijlage 4).**

Transectdeel	Totaal indicator soorten (n)		Kunnen detecteren verschillen voor alle soorten (100%)			Kunnen detecteren verschillen voor 75% soorten			Kunnen detecteren verschillen voor 50% soorten					
			Plotjes		Transecten	Palen	Plotjes		Transecten	Palen	Plotjes		Transecten	Palen
	D	A	D	A			D	A			D	A		
Verticaal ondiep (VOS)	17	20	34	34	12	6	32	32	11	6	28	28	10	5
Verticaal Diep (VDS)	20	21	28	28	10	5	25	24	9	5	21	21	7	4
Horizontaal (HHA/HHR)	13	13	34	34	12	6	26	25	9	5	25	23	9	5

Transectdelen: VOS = Verticaal Ondiep Substraat; VDS = Verticaal Diep Substraat; HHA= Horizontaal Hard substraat op afstand van de paal; HHR = Horizontaal Hard substraat rond de paal

We gaan in het huidige voorstel uit van het vergelijken van twee typen turbines per windpark waar mogelijk (het onderscheid is veelal de inrichting van de funderingbescherming die wel of niet natuur-inclusief is); hetgeen het aantal te monitoren turbines op 10 per park brengt. Indien geen 5 palen voor een specifieke situatie beschikbaar zijn, wordt er in eerste instantie voor gezorgd dat het totaal aantal meetlocaties per windmolenpark wel op 10 komt.

Wanneer de invloed van inrichting beperkt blijkt te zijn (hetgeen niet ondenkbaar is voor specifieke zones zoals de verticale zonering) dan kunnen resultaten eventueel gezamenlijk worden vergeleken met andere situaties waarmee de sample-grootte kan worden verdubbeld; zie ook hoofdstuk 3 voor tussentijdse evaluatie en eventuele bijstelling programma. Daar waar geen sprake is van natuurversterkende maatregelen (PAWP) of het aantal locaties met maatregelen beperkt (GEMINI) wordt in eerste instantie toch voorgesteld te werken met 10 turbines, zodat de verwachting is dat de databeschikbaarheid in ieder geval ook daar voldoende is voor diverse potentiële indicatorsoorten en/of samengestelde indicatoren. Ook kan in deze parken de focus wellicht worden gelegd op het vergelijken van abiotische omstandigheden binnen het park (zoals verschil in energie condities rond de palen). Wanneer na evaluatie van de eerste bevindingen blijkt dat met de monitoring van een geringer aantal palen kan worden volstaan, kunnen wellicht met name in de parken zonder verschil in inrichting, de te monitoren aantallen voor vervolgjaren worden gereduceerd. Dit uiteraard wanneer voldoende inzichten zijn verkregen in de effecten van abiotische omstandigheden op de benthische ontwikkeling, of wanneer dergelijke effecten gering blijken te zijn.

Waar de plotjes kunnen voorzien in een kwantitatieve vergelijking van situaties en vergroting van het inzicht in de ontwikkeling van de gemeenschappen op artificiële hard substraat structuren, kan het analyseren van de transecten inzicht geven in het voorkomen van zeldzamere en wellicht grotere soorten. Hierbij dient te worden bedacht dat het geïnventariseerde oppervlak per situatie zal verschillen, de vergelijking op basis van trefkans of aantallen per turbine zeker kan worden gemaakt, en de doorvertaling naar een grotere schaal (gehele windmolenpark of deel van Noordzee), op basis van die resultaten kan worden gemaakt. De detecteerbaarheid van eventuele verschillen dient te worden beoordeeld op basis van de eerste resultaten van windmolenparken gemonitord volgens de hier voorgestelde manier. Het is namelijk de verwachting dat beschikbare resultaten van natuurlijk hard substraat (bv. referentiedichtheden voor indicatorsoorten zoals gegevens in Wijnhoven, 2020, voor de Klaverbank) weinig representatief zullen zijn (gezien het 'patchy' voorkomen van het hard substraat) voor de situatie op de funderingbescherming rond de turbines.

#### 2.5.4 Flexibel combineren van monitoringresultaten in relatie tot onderzoeksvragen

Het huidige monitoringplan is zo ingestoken dat wanneer de gemeenschappen van bepaalde typen transecten aantoonbaar geen (of nauwelijks) verschillen vertonen, dezen eventueel gezamenlijk kunnen worden vergeleken ten behoeve van het onderscheiden van gemeenschappen gerelateerd aan andere variabelen. Mogelijkheden daarvoor liggen in de gezamenlijke analyse van de 'noord' en 'zuid' gepositioneerde transecten (ook aan te duiden als transecten op de stroming en in de luwte van de paal). Dit verdubbelt het aantal metingen per situatie maar eventueel ook de variatie tenzij de positionering op de paal weinig invloed heeft op de gemeenschappen (dat kan afhankelijk van de te toetsen indicator zijn). Andere opties zijn het samenvoegen van de transecten voor meetlocaties met natuurversterkende maatregelen en die waar geen extra maatregelen zijn genomen. Gezien het doel van de maatregelen wordt natuurlijk verwacht/gehoopt dat er wel verschillen worden gevonden, maar het is de vraag of dit doorwerkt in iedere zone (is het bv ook nog meetbaar op de paal?). Andere opties voor samenvoeging betreffen verschillende meetjaren (eerste jaren worden vergeleken met latere jaren of het betreft een vergelijking van trends). Het analyseren wat nu werkelijk onderscheidende factoren zijn, kan ook in één keer, gebruikmakende van multivariate analysestechnieken (bv Multi-dimensional Scaling – MDS).

**Tabel 2.5.2. Voorgestelde aantal transecten.**

Aantallen	Typen inrichting	Meetlocaties/turbines		Transecten (horizontaal en verticaal)	
Per windmolenpark	2	x 5	= 10	x 4	= 40
Tot 4 parken per jaar			= 40		= 160



Zoals aangegeven is het voorstel om de vergelijkbaarheid tussen situaties te optimaliseren door naast de inventarisatie van transecten te werken met gestandaardiseerde opnames in de vorm van 'video-still' beelden. Het voorstel is te werken met 3 beelden per zone, zodat er dan per te vergelijken situatie in feiten 15 opnames zijn. Wanneer noord- en zuid-transecten kunnen worden samengevoegd zelfs 30. Hiermee bereiken we voor een aantal indicatoren een grotere power, maar we dienen ons wel te realiseren dat de trefkans voor relatief zeldzame soorten/groepen met de focus op plotjes van 0,3 x 0,3 meter drastisch afneemt.

### 3 Tussentijdse evaluatie en eventuele bijstelling programma

---

Op dit moment is het lastig een inschatting te maken van de benodigde tijd voor het monitoren van de transecten. Uiteraard zal dit sterk afhankelijk zijn van de omstandigheden op zee, en het ligt voor de hand dat het in eerste instantie meer tijd zal vragen dan wanneer er al veel ervaring is opgedaan met de gevraagde technieken. We gaan hier uit van 2 uur benodigd voor de monitoring rond één turbine (inclusief vaarbewegingen tussen turbines in een park). Daarbij is het wellicht vanuit praktisch oogpunt aan te bevelen om eerst voor een deel van de palen (of alle meetlocaties van een park) de verticale transecten uit te voeren en daarna de horizontale transecten (of *vice versa*). De monitoring van hard substraat met video binnen één park zal dus pakweg 4 dagen (20 uur en daarbij opgeteld de tijd voor vaarbewegingen van en naar het park) vragen.

Hierbij zal ook de praktische uitvoerbaarheid een rol spelen. Er dient nog ervaring te worden opgedaan wat betreft de haalbaarheid van de uitvoer van met name het inmeten van verticale transectdelen en de ondiepe (en eventueel intertidale) delen in het bijzonder, in relatie tot specifieke omstandigheden zoals stroming en golfslag. Wanneer het tijdframe met geschikte condities (zoals enkel uitvoerbaar rond de kentering of bij windstille condities en hoog tij) zeer beperkt is voor specifieke transectdelen, kan worden overwogen deze delen buiten beschouwing te laten (en geen onderdeel te laten zijn van de monitoring). Het gevolg kan dan wel zijn dat een deel van de te verwachten biodiversiteit (en met name de soorten potentieel gerelateerd aan in de offshore zeldzame en ongebruikelijke condities; ondiep en intertidaal permanent aanwezig hard substraat) buiten de monitoring valt. Dit kan potentieel ook een aantal exoten betreffen waarvan kan worden verwacht dat ze juist gebruik zouden kunnen maken van dit 'ongebruikelijke' aanbod van hard substraat (De Mesel et al., 2015)

Volgens meetplan wordt voorgesteld om ongeveer 4 parken per jaar te bezoeken, wat de gevraagde inspanningen tot 16 dagen brengt (mocht alles voortvarend verlopen en de omstandigheden meewerken). De huidige opzet van de voorgestelde monitoring is zeer geschikt (en bedoeld) voor tussentijdse bijstelling na analyse van de eerste monitoringdata. Na het eerste jaar kan worden geëvalueerd of het aantal transecten per windmolenpark, of in specifieke windmolenparken kan worden bijgesteld (teruggebracht). Er wordt hier voorgesteld om op basis van de resultaten van het eerste jaar of de eerste jaren, opnieuw power analyses uit te voeren om na te gaan of de actuele power van het design overeenkomt met de hier berekende/geraamde power. Ook kan worden nagegaan wat de detecteerbaarheid van minder talrijke soorten is op basis van volledige transectdelen (en of dit voldoet aan de doelstellingen en wensen vanuit MONS). Daarnaast bestaat er de mogelijkheid om na te gaan of er werkelijk verschillen te vinden zijn tussen omstandigheden die nu als aparte situaties worden onderscheiden (bv transect-oriëntatie, inrichtingsmaatregelen, abiotische omstandigheden binnen parken, meenemen van verschillende parken en de meetfrequentie). Wellicht dat er in de loop van het programma mogelijkheden zijn om een bepaalde type inspanning te reduceren, of ontstaat er de wens om juist andere aspecten aan de monitoring toe te voegen.

## 4 Aanbevelingen

---

Naast de aanbeveling om op basis van de (eerste) resultaten te evalueren of inspanningen passen bij de doelstellingen zijn er een aantal aanbevelingen met betrekking tot uitvoer en planning.

Eerste aanbeveling is om in een vroeg stadium in overleg te gaan met parkeigenaren om de monitoringplannen en voorgestelde uitvoer te bespreken in verband met toestemming, eventuele bijkomende wensen en/of eisen met betrekking tot de uitvoer, planning in relatie tot andere activiteiten in de parken (zoals onderhoud en werkzaamheden) en mogelijkheden voor het combineren van activiteiten en/of gezamenlijke uitvoer. Het laatste kan een goede optie zijn aangezien er al verschillende meetprogramma's, met name rond natuurversterkende maatregelen, lopen in de parken en diverse betrokkenen al hebben aangegeven dat ze geïnteresseerd zijn in gezamenlijk optrekken en/of uitwisselen van resultaten en ervaringen. Daarnaast vindt frequent video-monitoring ten behoeve van technische inspectie plaats. De specificaties waaraan transecten en videobeelden dienen te voldoen, zijn in dit rapport (en de het Rijkswaterstaatvoorschrift RWSV 913.00.B090) beschreven. In de praktijk liggen de reeds toegepaste en voorgestelde methodiek niet zo ver uit elkaar, en is wellicht gezamenlijke uitvoer (voor beide toepassingen; zowel technische inspectie als ecologische monitoring) mogelijk. Daar waar de monitoring niet specifiek de vergelijking van natuurversterkende maatregelen ten opzichte van reguliere inrichting betreft, kan in principe ook een random monitoring van palen in een park worden overwogen (aansluitend bij inspectieschema waarbij naar verwachting steeds verschillende palen om de zoveel tijd worden bezocht). Het streven zou dan zijn om in ieder geval in de aangegeven jaren (zie Tabel 2.4.2) aan het voorgestelde aantal palen (indicatief 10) te komen.

Een nauwe samenwerking met Wind Park Operators is sowieso gewenst en noodzakelijk. Het is zodoende voor de hand liggend om windparkeigenaren bij de praktische uitvoer van de monitoring te betrekken en/of eventueel de volledige monitoring aan hen uit te besteden.

Een monitoring die wellicht minder inspanningen vraagt en daardoor wellicht nog beter te combineren valt met technische inspecties, is de focus op het verkrijgen van voldoende 'video-still' beelden in de voorgestelde transectdelen. Daarvoor is het aan te raden om eerst een analyse van bestaande beelden (van technische inspecties) uit te voeren die voor verschillende parken rijkelijk aanwezig zijn. Op basis van zo'n analyse van bestaande beelden dient inzichtelijk te worden gemaakt, welk percentage van de opnames 'video-still' beelden van voldoende kwaliteit bevat (ten minste 3 beelden van goede kwaliteit), waarbij onderscheid wordt gemaakt in de voorgestelde transectdelen. Hiermee zou in potentie een rijke bron voor de kwantitatieve beoordeling van hard substraat in windmolenparken aanwezig kunnen zijn, ten minste voor bepaalde transectdelen. Afhankelijk van de resultaten kan worden overwogen om in bepaalde parken enkel beelden van (in combinatie met) inspecties voor te stellen, of de video-monitoring zoals in het huidige meetplan voorgesteld te focussen op bepaalde transectdelen die grotendeels buiten beschouwing blijven bij de inspecties. Dat zouden bijvoorbeeld horizontale transectdelen kunnen zijn, en wellicht monitoring rond turbines met natuurversterkende maatregelen wanneer die anders grotendeels buiten beschouwing blijven. Daarbij is het dan ook zaak om voldoende vergelijkbare referentie-opnamen te verkrijgen van turbines zonder specifieke natuurversterkende maatregelen. Er dient te worden bedacht dat de aanwezigheid van in lagere dichtheden voorkomende soorten (voornamelijk te volgen op basis van voorkomen in gehele transectdelen, waarvoor gestandaardiseerde opnamen van overwegend goede kwaliteit beschikbaar dienen te zijn om het voorkomen te kunnen relateren aan geïnventariseerd oppervlak en/of transectlengte) niet kan worden gemonitord met enkel technische video's, verder niet afgestemd op de vereisten voor ecologische monitoring. Er kan hooguit een aanwezigheid van soorten worden aangetoond, wanneer in beeld, maar dichtheden of vermoedelijke afwezigheid gerelateerd aan trefkans is niet mogelijk.

Hierop aansluitend lijkt het een goed idee om een gemeenschap van wetenschappers, ecologisch adviseurs, windmolenpark beheerders, uitvoerenden/coördinerenden van de voorgestelde monitoring en wellicht datagebruikers vanuit MONS en anderzijds betrokkenen bij de monitoring van hard substraat in windmolenparken op te richten. Een dergelijke groep zou periodiek de diverse monitoringactiviteiten, uitvoeringsplannen en nieuwe inzichten en inrichtingsplannen en maatregelen kunnen bespreken om te komen tot samenwerking waar mogelijk, en wellicht betere/verdere afstemming en kennisuitwisseling.

Aangezien er nog niet heel veel ervaring is opgedaan met de voorgestelde methodiek, en met name de toepassing in verticale transecten, is het aan te raden om los van het hier voorgestelde

meetprogramma een paar testdagen of testmetingen in te plannen. Idealiter vindt het testen al in 2022 plaats (en dat hoeft niet noodzakelijkwijs de zomer te zijn), zodat ervaring kan worden opgedaan met afstelling apparatuur, manoeuvreren schip, benodigde tijd voor planning en uitvoer, ervaring onder verschillende omstandigheden, en de effecten op beeldkwaliteit.

Naast dat evaluatie van het meetprogramma video wordt voorgesteld, is het aan te bevelen de ontwikkeling van alternatieve of aanvullende methodieken (zoals de fysieke bemonstering met een ROV), in het oog te houden. Ook kunnen er ontwikkelingen zijn waardoor duikend werk in windmolenparken weer een optie wordt. Ook duikend onderzoek op achtergebleven delen na de ontmanteling van windmolens kan wellicht (in de toekomst) een mooie aanvulling worden. De combinatie van methodieken kan winst opleveren met betrekking tot de resultaten en de bruikbaarheid van de data, en kan wellicht een reductie van de video monitoring toelaten of juist om een andere insteek vragen.

## 5 Literatuur

---

- Bureau Waardenburg (2020). Analyserapport ROV Klaverbank 2018. Analyserapport Bureau Waardenburg, Eurofins Aquasense & Wageningen Marine Research, rapportnummer en versie 1.3 (definitief), Bureau Waardenburg, Culemborg.
- Coolen, J.W.P., Van der Weide, B., Cuperus, J., Blomberg, M., Van Moorsel, G.W.N.M., Faasse, M.A., Bos, O.G., Degraer, S., Lindeboom, H.J. (2020a). Benthic biodiversity on old platforms, young wind farms, and rocky reefs. *ICES Journal of Marine Science* 77, 1250–1265.
- Coolen, J.W.P., Bittner, O., Driessen, F.M.F., Van Dongen, U., Siahayaa, M.S., De Groot, W. Mavrakia, N., Bolam, S.G., Van der Weide, B. (2020b). Ecological implications of removing a concrete gas platform in the North Sea. *Journal of Sea Research* 166, 101968.
- Coolen, J.W.P., Wijnhoven, S., Bergsma, J., Mavraki, N. (2022). Sampling hard substrates in Dutch offshore wind farms; Work plan towards an offshore wind farm hard substrate sampling & monitoring programme in the Netherlands (MONS-project ID46). Wageningen Marine Research Report C003/22. <https://doi.org/10.18174/563568>.
- Degraer, S., Carey, D.A., Coolen, J.W.P., Hutchison, Z.L., Kerckhof, F., Rumes, B., Vanaverbeke, J. (2020). Offshore wind farm artificial reefs affect ecosystem structure and functioning: A synthesis. *Oceanography* 33(4):48–57, <https://doi.org/10.5670/oceanog.2020.405>.
- De Mesel, I., Kerckhof, F., Norro, A., Rumes, B., Degraer, S. (2015). Succession and seasonal dynamics of the epifauna community on offshore wind farm foundations and their role as stepping stones for non-indigenous species. *Hydrobiologia*, 14 p., <https://doi.org/10.1007/s10750-014-2157-1>.
- Daniels, F., Michiels, R., Glorius, S. (in prep.). Designing and evaluating a deep learning based automated video survey approach for underwater biodiversity monitoring. Wageningen Food & Biobased Research, Wageningen Marine Research.
- Hiscock, K. (1990). Marine Nature Conservation Review: methods. Joint Nature Conservation Committee, Peterborough, Nature Conservancy Council, CSD Report, No. 1072., Marine Nature Conservation Review Report, No. MNCR/OR/5.
- RWSV 913.00.B090 v1. Analyse macrozoöbenthos met behulp van een onderwatervideosysteem / Advies en overlegorgaan: MT-IGA, 17-08-2020. Beschikbaar via: <http://publicaties.minienm.nl/documenten/de-rijkswaterstaat-standaard-voor-de-inwinning-verwerking-en-uitgifte-van-biologische-gegevens>.
- Strong, J.A., Johnson, M. (2020). Converting SACFOR data for statistical analysis: validation, demonstration and further possibilities. *Marine Biodiversity Records* 13(2), 18 p., <https://doi.org/10.1186/s41200-020-0184-3>.
- Vanagt T., Van de Moortel, L., Faasse, M. (2013). Development of hard substrate fauna in the Princess Amalia Wind Farm. Monitoring 3.5 years after construction. eCOAST report 2011036.
- Vanagt, T., Faasse, M. (2014). Development of hard substratum fauna in the Princess Amalia Wind Farm. Monitoring six years after construction. eCOAST report 2013009.
- Van den Oever, E.A., Verduin, E., Van Lil, R. (2018). Memo beslisboom en habitattypenkaart Klaverbank. Periplus Group projectnummer 17C031-01. Memo Periplus Group & Eurofins AquaSense, Amsterdam.
- Wijnhoven, S., Bos, O.G. (2017). Nationale Benthos Indicator Noordzee: Proces van ontwikkeling en het protocol van de 'Benthische Indicator Soorten Index (BISI)'. Ecoauthor Report Series 2017 - 02, Heinkenszand, the Netherlands.
- Wijnhoven, S. (2017). Actualisatie meetplan KRM-benthosmonitoring. Monsterlocaties ter evaluatie gesloten gebieden Friese Front en Centrale Oestergronden en aanpassingen Klaverbank en Doggersbank. Rapport Ecoauthor & Wageningen Marine Research. Ecoauthor Report Series 2017 - 03, Heinkenszand, the Netherlands.

- Wijnhoven, S. (2018). T0 beoordeling kwaliteitstoestand NCP op basis van de Benthische Indicator Soorten Index (BISI). Toestand en ontwikkelingen van benthische habitats en KRM gebieden op de Noordzee in en voorafgaand aan 2015. Rapport Ecoauthor & Wageningen Marine Research. Ecoauthor Report Series 2018 - 01, Heinkenszand, the Netherlands.
- Wijnhoven, S. (2020). Analyse consequenties van splitten Hamon monsters Klaverbank voor kwaliteitsbeoordeling inclusief aanbevelingen voor toekomstige werkwijze. Ecoauthor Report Series 2020 - 01, Heinkenszand, the Netherlands.

## **7 Bijlagen**

---



## 7.1 Bijlage 1. Karakteristieken windmolenparken

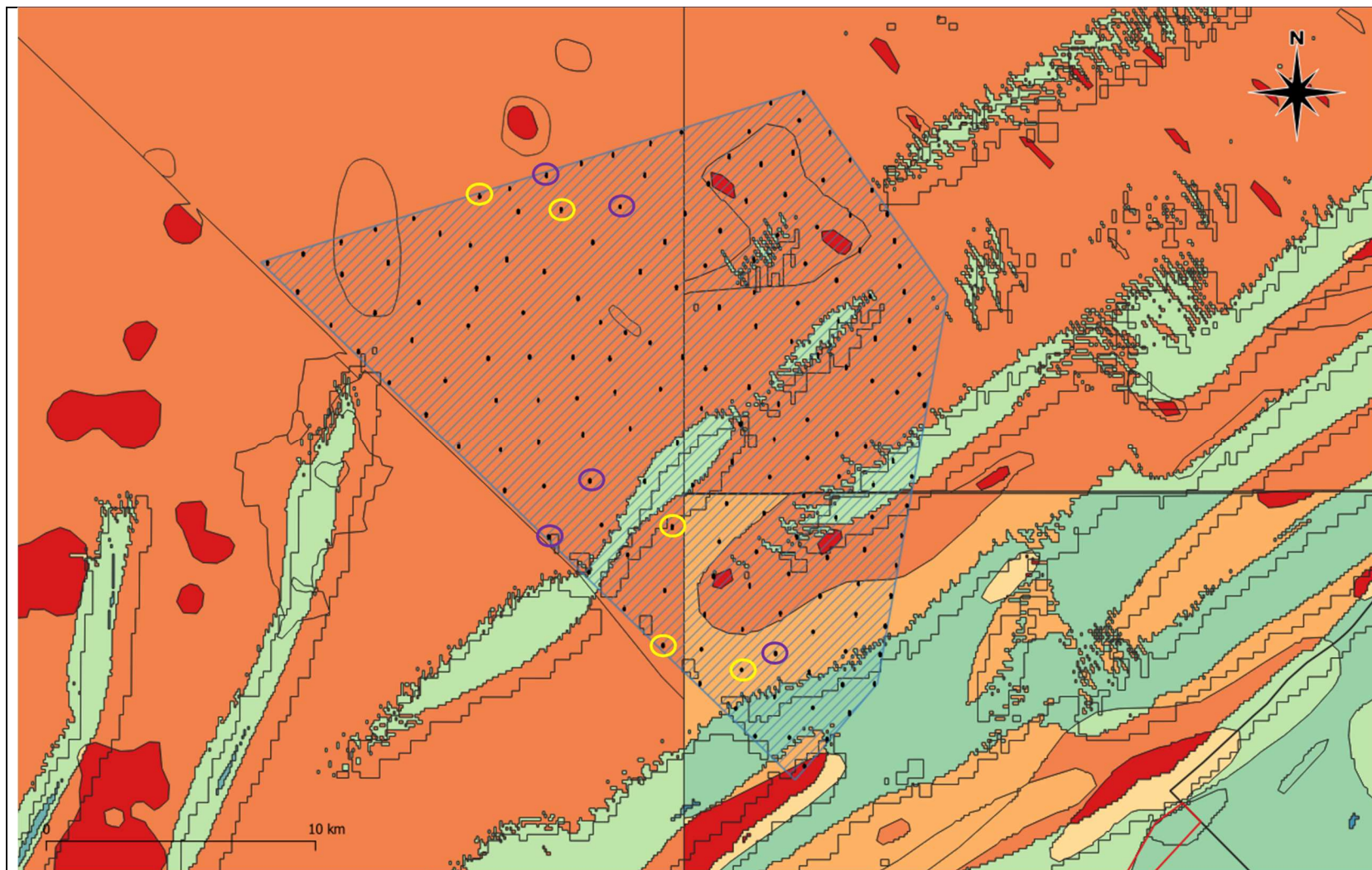
Park	Kavel	Aanleg	Gebruik tot	Afstand kust (km)	Eigenaar	Diepte (m)	Breed habitat type	Hydro-dynamiek	Bodem-wrijving (Newton /m2)	Habitat gedetailleerd	Gemiddelde wind (m/s)	Fundering-bescherming /karakteristieken paal	Bijzonderheden	Bodem-dynamiek	Fundering-bescherming diameter (m)
OWEZ	nvt	2006-2007	2027	10	Shell Noordzee-wind	20-24	Ondiep zand	Hoge energie	6,7	Fijn - of slibbig zand	9,6-9,8			Nauwelijks sprake van zandgolven	25
Borssele	I	2019-2020	2046	27	Ørsted	22-38	Diep zand	Gematigde energie	3,4	Zand (gedeeltelijk ook ondiep)	9,6-9,8				
	II	2019-2020	2046	24	Ørsted	17-32	Diep slibrijk	Gematigde energie	3,4	Zandig slib (gedeeltelijk ook ondiep en hoekje grof sediment)	9,6-9,8				
	III	2019-2020	2046	31	Blauwwind	22-34	Diep zand	Gematigde energie	3,4	Zand (gedeeltelijk ook ondiep)	9,6-9,8		Oesterproeven ROV surveys		
	IV	2019-2020	2046	39	Blauwwind	28-38	Diep zand	Gematigde energie	3,4	Zand	9,6-9,8		Oesterproeven + kunstmatig rif ROV surveys		
	V	2019-2020	2046	32	Two Towers Tennet	30-31	Diep zand	Gematigde energie	3,4	Zand	9,6-9,8				
Hollandse Kust Zuid	Luchterduinen	2014-2015	2034	24	Eneco	18-22	Ondiep zand	Hoge energie	6	Fijn - of slibbig zand	9,6-9,8		Pilot oesterherstel buiten palen sinds 2018; vanaf 2022 ook op erosiebescherming	Bedekt met zandgolven	
	I	2021-2022	2049	24	Vattenfall	19-24	Ondiep zand	Hoge energie (westelijke deel gematigd)	6	Fijn - of slibbig zand	9,6-9,8	Graniet 3-9 inch; reguliere coating paal	Blokken op erosiebescherming 9 locaties (monitoring op 4 + 4 referenties)		
	II	2021-2022	2049	26	Vattenfall	21-25	Ondiep zand	Hoge tot gematigde energie	6	Fijn - of slibbig zand	9,6-9,8	Graniet 3-9 inch; reguliere coating paal			

	III	2022-2023	2049	18,5	Vattenfall	20-24	Ondiep zand	Hoge tot gematigde energie	6	Fijn - of slibbig zand	9,6-9,8	Graniet 3-9 inch; reguliere coating paal	(Natuur-inclusief gevraagd)		
	IV	2022-2023	2049	18,5	Vattenfall	19-22	Ondiep zand	Hoge energie	6	Fijn - of slibbig zand	9,6-9,8	Graniet 3-9 inch; reguliere coating paal	(Natuur-inclusief gevraagd)		
Hollandse Kust Noord	Prinses Amalia	2007-2008	2028	22	Eneco	19-24	Ondiep zand	Hoge energie (her en der gematigd)	6,7	Fijn - of slibbig zand	9,6-9,8	Hempathane topcoat (geen anti-fouling)	Steenbestorting diverse afmetingen (groter dan andere bestaande parken)	2 delen met zandgolven; rest vrij	15 (ligt meer beschermt; aangebracht in schuurgat)
	V	2022-2023	2050	18,5	Crosswind	20-26	Ondiep zand	Hoge energie (her en der gematigd)	6,7	Fijn - of slibbig zand	9,6-9,8		(Natuur-inclusief gevraagd)		
Hollandse Kust West	VI	2023-2024	2054	52		25-30	Diep en ondiep zand en grof sediment	Gematigde energie	5,6		9,8-10		(Natuur-inclusief gevraagd)		
	VII	2024-2025	2054	52		22-31	Diep en ondiep zand	Gematigde energie (in oosten stukje hoog)	5,6		9,8-10		(Natuur-inclusief gevraagd)		
Ten Noorden van de Waddeneilanden	Gemini	2014-2015	2036	56	Gemini / Northland Power	28-36	Diep en ondiep zand	Gematigde tot hoge energie	5,6	Fijn - of slibbig zand tot zand	10,2-10,4	Ongecoate monopole	Oesterproeven (wel binnen park maar buiten de palen)	Relatief stabiel	
	I	2025-2026	2056	56		34-39	Diep zand en slib	Gematigde tot hoge energie	5,6	Slibbig zand en zand	10,2-10,4		(Natuur-inclusief gevraagd)		
IJmuiden Ver	I-IV	2025-2030	2057	63		24-42	Diep en ondiep zand en beetje grof sediment	Gematigde tot hoge energie	5,2	Fijn - of slibbig zand tot zand en grof sediment	9,8-10,2		(Natuur-inclusief gevraagd)		

## **7.2 Bijlage 2. Detailkaarten van windmolenparken met indicatie van de brede habitat types en de geselecteerde monitoringlocaties.**

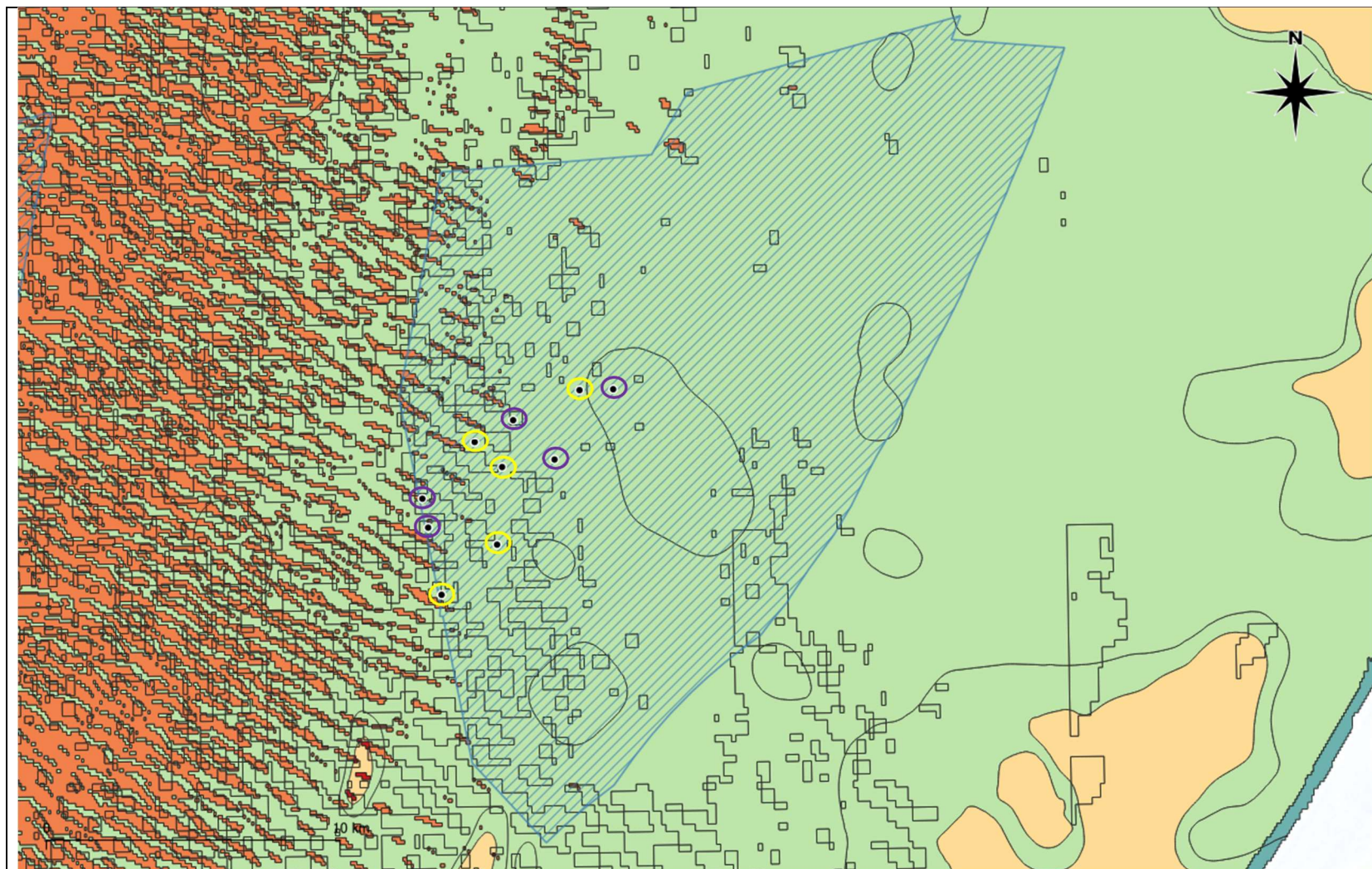
---

Contouren van windmolenparken zijn geprojecteerd op een achtergrond met indicatie van de brede habitat types (MFSD Broad habitat types = EUNIS niveau 3; EMODnet, 2018). Hierbij is er onderscheid in 'ondiep' en 'diep' en de substraat types 'slibrijk', 'zandig' en 'grof sediment' (Populus et al., 2018). Uiteraard is er werkelijkheid sprake van artificieel hard substraat rond de turbines, maar geven de brede habitat types een indicatie van de heersende omstandigheden (in relatie tot de hydrodynamiek en de dominante aanwezige sedimentfracties voorafgaand aan de bouw van het windmolenpark.

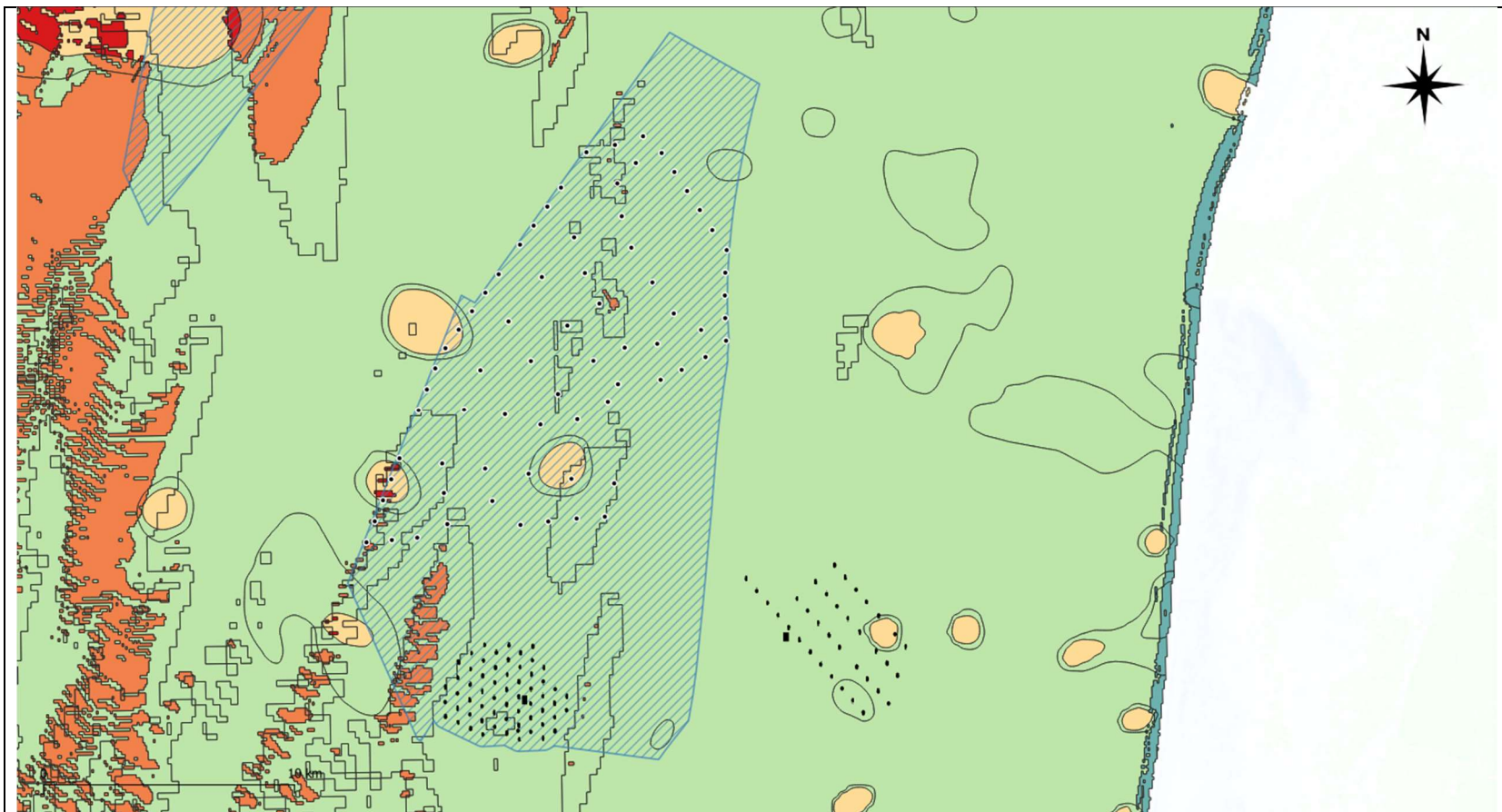


*Figuur 7.2.1. Windmolenpark Borsselle: Turbines onderdeel van het monitoringplan zijn omcirkeld; Locaties met natuurversterkende maatregelen in geel; Locaties zonder specifieke maatregelen in paars.*





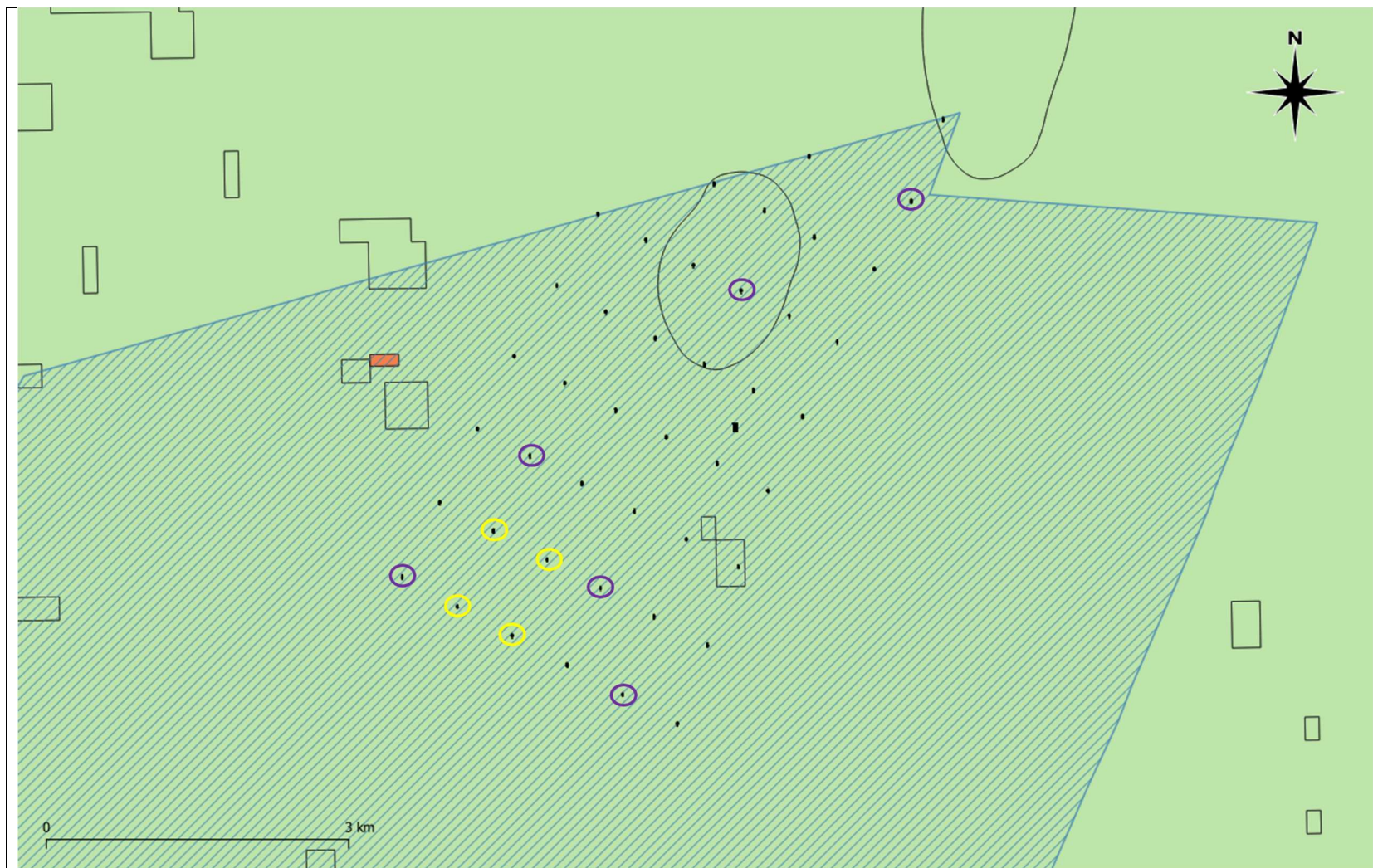
Figuur 7.2.2. Windmolenpark Hollandse Kust Zuid: Turbines onderdeel van het monitoringplan zijn omcirkeld; Locaties met natuurversterkende maatregelen in geel; Locaties zonder specifieke maatregelen in paars. Wanneer beschikbaar kunnen hier de positioneringen van alle turbines met aanduiding van de locaties met natuurversterkende maatregelen en geselecteerde referenties als onderdeel van monitoring zoals gecoördineerd/uitgevoerd door Vattenfall, worden toegevoegd.



*Figuur 7.2.3. Windmolenpark Hollandse Kust Noord. De te nemen natuurversterkende maatregelen worden op dit moment nog uitgewerkt door het Crosswind consortium. Wanneer plannen bekend zijn kunnen 5 locaties met natuurversterkende maatregelen en 5 referentielocaties worden geselecteerd en kan de kaart worden ingevoegd. De turbines in hogere dichtheden betreffen het Princes Amalia Wind Park (PAWP; zie voor verdere details en selectie turbines als onderdeel van monitoring Fig. 7.2.6) binnen het Windgebied Hollandse Kust Noord, en Offshore Windpark Egmond aan Zee (OWEZ) ten oosten van Hollandse Kust Noord.*

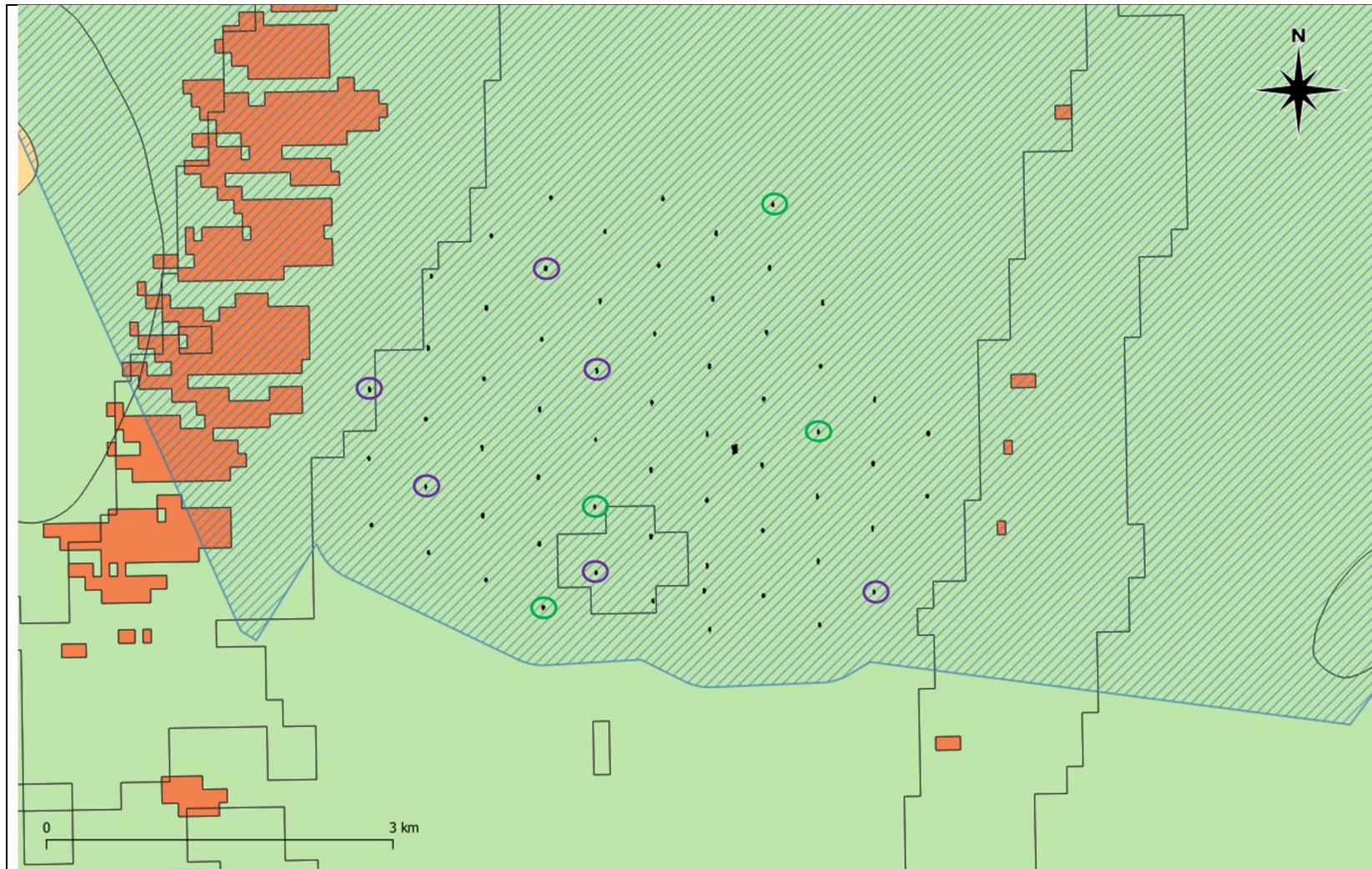
*Figuur 7.2.4. Windmolenpark Hollandse Kust West. De plannen met betrekking tot dit windpark en de betrokkenen zijn op dit moment nog onbekend. Wel zullen ook hier natuurversterkende maatregelen worden genomen. Wanneer informatie beschikbaar komt kunnen monitoringlocaties (5 natuurversterkende - en 5 referentielocaties) worden geselecteerd en kan hier een kaart worden ingevoegd.*





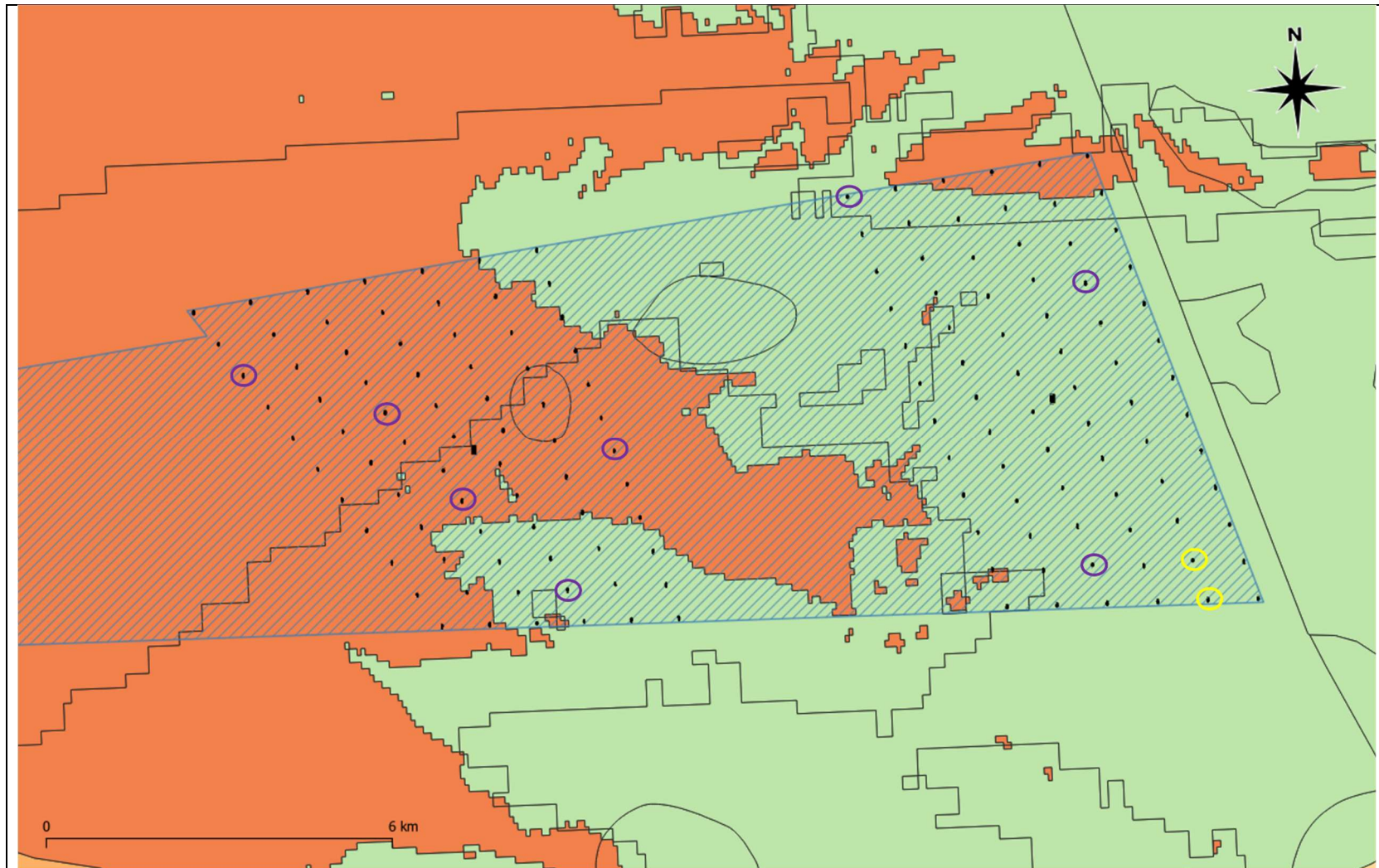
Figuur 7.2.5. Windmolenpark Luchterduinen. Turbines onderdeel van het monitoringplan zijn omcirkeld; Locaties met voorgenomen natuurversterkende maatregelen (vanaf april/mei 2022) in geel; Locaties zonder specifieke maatregelen in paars.





*Figuur 7.2.6. Prinses Amalia Wind Park (PAWP): Turbines onderdeel van het monitoringplan zijn omcirkeld; Locaties reeds in 2011 en 2013 bemonsterd door eCOAST (Vanagt et al., 2013; Vanagt & Faasse, 2014) in groen; Nieuwe locaties in paars; Er zijn geen specifieke natuurversterkende maatregelen genomen in dit park.*





*Figuur 7.2.7. GEMINI windmolenpark: Turbines onderdeel van het monitoringplan zijn omcirkeld; Locaties met natuurversterkende maatregelen (plaatsing van platte oesters ten behoeve van oesterherstel tot op de erosiebescherming) in geel; Locaties zonder specifieke maatregelen in paars. Ook zijn er elders in het park (niet in de omgeving van palen) experimenten rond oesterherstel.*

## 7.3 Bijlage 3: Lijst met voorgestelde monsterpunten op de verschillende locaties

ID	Code MONS	UTM_X	UTM_Y	NAAM	STATUS TURBINE	GE-BIED NR	TURBI -NE NR	EIGENAAR	Inrichting	Breed habitat type	Overige condities
<b>Windmolenpark Borssele:</b>											
323	B327	499122,36	5718232,37	Borssele III	In gebruik	3	B327	MHI Vestas Offshore wind A/S	Natuurinclusief	Diep zand	Matige energie
330	B334	499452,60	5722627,46	Borssele III	In gebruik	3	B334	MHI Vestas Offshore wind A/S	Natuurinclusief	Diep zand	Matige energie
334	B401	492300,09	5734916,86	Borssele IV	In gebruik	4	B401	MHI Vestas Offshore wind A/S	Natuurinclusief	Diep zand	Matige energie
345	B412	495332,37	5734422,56	Borssele IV	In gebruik	4	B412	MHI Vestas Offshore wind A/S	Natuurinclusief	Diep zand	Matige energie
469	B2L08	502024,20	5717331,77	Borssele II	In gebruik	2	L08	Siemens Gamesa Renewable Energy (SGRE)	Natuurinclusief	Diep slibrijk	Matige energie
309	B313	494877,32	5722262,30	Borssele III	In gebruik	3	B313	MHI Vestas Offshore wind A/S		Diep zand	Matige energie
336	B403	494782,16	5735692,56	Borssele IV	In gebruik	4	B403	MHI Vestas Offshore wind A/S		Diep zand	Matige energie
342	B409	497517,45	5734537,43	Borssele IV	In gebruik	4	B409	MHI Vestas Offshore wind A/S		Diep zand	Matige energie
310	B314	496392,53	5724332,49	Borssele III	In gebruik	3	B314	MHI Vestas Offshore wind A/S		Diep zand	Matige energie
458	B2K05	503297,60	5717944,56	Borssele II	In gebruik	2	K05	Siemens Gamesa Renewable Energy (SGRE)		Diep slibrijk	Matige energie
<b>Windmolenpark Hollandse Kust Zuid:</b>											
74	HZG2	569125,00	5796974,00	Hollandse Kust Zuid	Oplevering 2023	2	G2	Vattenfall	Natuurinclusief	Ondiep zand	Hoge energie
75	HZG1	570270,87	5797005,13	Hollandse Kust Zuid	Oplevering 2023		G1	Vattenfall		Ondiep zand	Hoge energie
63	HZH2	565555,00	5795180,00	Hollandse Kust Zuid	Oplevering 2023	2	H2	Vattenfall	Natuurinclusief	Ondiep zand	Hoge energie
68	HZH1	566865,00	5795951,00	Hollandse Kust Zuid	Oplevering 2023	2	H1	Vattenfall		Ondiep zand	Hoge energie

39	HZK6	564428,98	5789990,95	Hollandse Kust Zuid	Oplevering 2023	2	K6	Vattenfall	Natuurinclusief	Ondiep zand	Hoge energie
49	HZJ4	563971,57	5792273,16	Hollandse Kust Zuid	Oplevering 2023	2	J4	Vattenfall		Ondiep zand	Hoge energie
46	HZK3	566319,83	5791695,01	Hollandse Kust Zuid	Oplevering 2023	2	K3	Vattenfall	Natuurinclusief	Ondiep zand	Hoge energie
61	HZK2	568274,91	5794585,07	Hollandse Kust Zuid	Oplevering 2023	2	K2	Vattenfall		Ondiep zand	Hoge energie
60	HZJ2	566490,00	5794330,00	Hollandse Kust Zuid	Oplevering 2023	2	J2	Vattenfall	Natuurinclusief	Ondiep zand	Hoge energie
54	HZJ5	563774,98	5793254,06	Hollandse Kust Zuid	Oplevering 2023	2	J5	Vattenfall		Ondiep zand	Hoge energie
<b>Windmolenpark Hollandse Kust Noord:</b>											
Het park (de turbines) zijn momenteel in aanleg. De positionering van de turbines is wel bekend (zie Fig. 7.2.3), maar de locaties waar natuurversterkende maatregelen worden genomen worden nog geselecteerd. Wanneer beschikbaar kunnen hier 5 locaties met natuurversterkende maatregelen en 5 vergelijkbare referentielocaties worden geselecteerd.											
<b>Windmolenpark Hollandse Kust West:</b>											
De plannen met betrekking tot dit windpark en de betrokkenen zijn op dit moment nog onbekend. Wel zullen ook hier natuurversterkende maatregelen worden genomen. Wanneer informatie beschikbaar komt kunnen monitoringlocaties (5 natuurversterkende - en 5 referentielocaties) worden geselecteerd en kunnen hier de meetlocaties worden toegevoegd.											
<b>Windmolenpark Luchterduinen:</b>											
244	LD04	577646,00	5804529,29	Luchterduinen	In gebruik	9	4	Luchterduinen: Q10 Offshore Wind BV.	Natuurinclusief	Ondiep zand	Hoge energie
245	LD05	577101,00	5804819,28	Luchterduinen	In gebruik	9	5	Luchterduinen: Q10 Offshore Wind BV.	Natuurinclusief	Ondiep zand	Hoge energie
250	LD10	577991,00	5805283,28	Luchterduinen	In gebruik	9	10	Luchterduinen: Q10 Offshore Wind BV.	Natuurinclusief	Ondiep zand	Hoge energie
251	LD11	577459,00	5805566,28	Luchterduinen	In gebruik	9	11	Luchterduinen: Q10 Offshore Wind BV.	Natuurinclusief	Ondiep zand	Hoge energie
242	LD02	578737,99	5803948,29	Luchterduinen	In gebruik	9	2	Luchterduinen: Q10 Offshore Wind BV.		Ondiep zand	Hoge energie
246	LD06	576555,01	5805110,28	Luchterduinen	In gebruik	9	6	Luchterduinen: Q10 Offshore Wind BV.		Ondiep zand	Hoge energie
249	LD09	578521,99	5805000,28	Luchterduinen	In gebruik	9	9	Luchterduinen: Q10 Offshore Wind BV.		Ondiep zand	Hoge energie
257	LD17	577821,00	5806312,27	Luchterduinen	In gebruik	9	17	Luchterduinen: Q10 Offshore Wind BV.		Ondiep zand	Hoge energie
4	LD33	579917,98	5807955,26	Luchterduinen	In gebruik	9	33	Luchterduinen: Q10 Offshore Wind BV.		Ondiep zand	Hoge energie

12	LD41	581601,97	5808840,25	Luchterduinen	In gebruik	9	41	Luchterduinen: Q10 Offshore Wind BV.		Ondiep zand	Hoge energie
<b>Prinses Amalia Wind Park:</b>											
16	PA01	584023,96	5829007,12	Prinses Amalia Wind Park	In gebruik	2	1	PAWP: Eneco Windmolens Offshore BV.	Monitoring 2011 & 2013	Ondiep zand	Hoge energie
40	PA20	584419,95	5827041,12	Prinses Amalia Wind Park	In gebruik	2	20	PAWP: Eneco Windmolens Offshore BV.	Monitoring 2011 & 2013	Ondiep zand	Hoge energie
219	PA45	582482,97	5826385,13	Prinses Amalia Wind Park	In gebruik	2	45	PAWP: Eneco Windmolens Offshore BV.	Monitoring 2011 & 2013	Ondiep zand	Hoge energie
217	PA60	582036,97	5825515,13	Prinses Amalia Wind Park	In gebruik	2	60	PAWP: Eneco Windmolens Offshore BV.	Monitoring 2011 & 2013	Ondiep zand	Hoge energie
276	PA41	580532,98	5827405,12	Prinses Amalia Wind Park	In gebruik	2	41	PAWP: Eneco Windmolens Offshore BV.		Ondiep zand	Matige energie
225	PA51	581020,98	5826556,12	Prinses Amalia Wind Park	In gebruik	2	51	PAWP: Eneco Windmolens Offshore BV.		Ondiep zand	Hoge energie
35	PA15	582058,97	5828452,11	Prinses Amalia Wind Park	In gebruik	2	15	PAWP: Eneco Windmolens Offshore BV.		Ondiep zand	Hoge energie
236	PA26	582501,97	5827566,12	Prinses Amalia Wind Park	In gebruik	2	26	PAWP: Eneco Windmolens Offshore BV.		Ondiep zand	Hoge energie
228	PA54	582495,97	5825818,13	Prinses Amalia Wind Park	In gebruik	2	54	PAWP: Eneco Windmolens Offshore BV.		Ondiep zand	Matige energie
275	PA40	584901,95	5825651,13	Prinses Amalia Wind Park	In gebruik	2	40	PAWP: Eneco Windmolens Offshore BV.		Ondiep zand	Hoge energie
<b>Windmolenpark Gemini:</b>											
113	G1Q7	695634,06	5995405,22	Buitengaats / Gemini I	In gebruik	12	Q7	Gemini Buitengaats		Ondiep zand	Matige energie
131	G1T3	699758,69	5993907,90	Buitengaats / Gemini I	In gebruik	12	T3	Gemini Buitengaats		Ondiep zand	Hoge energie
191	G1W6	701882,19	5988414,73	Buitengaats / Gemini I	In gebruik	12	W6	Gemini Buitengaats	Natuurinclusief	Ondiep zand	Hoge energie

197	G1X5	699878,09	5989020,90	Buitengaats / Gemini I	In gebruik	12	X5	Gemini Buitengaats		Ondiep zand	Hoge energie
190	G1W5	701616,97	5989100,58	Buitengaats / Gemini I	In gebruik	12	W5	Gemini Buitengaats	Natuurinclusief	Ondiep zand	Hoge energie
290	G2A5	685153,79	5992310,52	ZeeEnergie / Gemini II	In gebruik	14	A5	Gemini ZeeEnergie		Diep zand	Hoge energie
293	G2B1	687617,36	5991668,17	ZeeEnergie / Gemini II	In gebruik	14	B1	Gemini ZeeEnergie		Diep zand	Hoge energie
90	G2J1	688946,88	5990129,94	ZeeEnergie / Gemini II	In gebruik	14	J1	Gemini ZeeEnergie		Diep zand	Matige energie
70	G2F2	691588,06	5990998,88	ZeeEnergie / Gemini II	In gebruik	14	F2	Gemini ZeeEnergie		Diep zand	Matige energie
87	G2H4	690774,12	5988588,01	ZeeEnergie / Gemini II	In gebruik	14	H4	Gemini ZeeEnergie		Ondiep zand	Matige energie



## 7.4 Bijlage 4: Resultaten Power analyses

Tabel 7.4.1. Overzicht resultaten power analyses met aanduiding benodigd aantal monsters (geinventariseerde video-still beelden van een plotje van 0,3 x 0,3 = 0,09 m<sup>2</sup>) voor het significant kunnen detecteren van enerzijds verschillen kleiner dan 100% (verdubbeling of halvering dichtheden of trefkans), waarbij anderzijds in meer dan 90% van de gevallen geen onterecht significante verschillen worden aangetroffen ( $\alpha=0,1$ ) en de power van het design rond de 80% ligt, voor een selectie aan potentiële indicatorsoorten en -taxa.

Taxon	Scientific name	Nederlandse naam	Dichtheden (Aanwezigheid)	BISI H1170	Verticaal ondiep		Verticaal diep		Verticaal diep		Fundering-bescherming	
					PAWP (T4 en T6) n=47		PAWP (T4 en T6) n=32		L10 platforms (T30-T43) n=32		Halfweg GBS (T24) n=39	
					verschil <100%	p > 0,1	verschil <100%	p > 0,1	verschil <100%	p > 0,1	verschil <100%	p > 0,1
Species	<i>Alcyonium digitatum</i>	Dodemansduim	x (x)	x	24 (24)	34 (34)	19 (20)	28 (28)	16 (7)	15 (12)		
Species	<i>Amphipholis squamata</i>	Levendbarende slangster	x						16	10	22	34
Species	<i>Asterias rubens</i>	Gewone zeester	x		14	34	18	18	19	27		
Species	<i>Cancer pagurus</i>	Noordzeekrab	x		11	28	13	21	17	15	18	22
Species	<i>Crossaster papposus</i>	Gestekelde zonnester	x									
Species	<i>Diadumene cincta</i>	Golfbrekeranemoon	x (x)		24 (24)	32 (34)	19 (14)	20 (9)	19 (14)	26 (20)		
Species	<i>Diplosoma listerianum</i>	Grijze korstzakpijp	x (x)		(13)	(28)	(9)	(3)	15 (9)	15 (4)	20 (8)	26 (<3)
Species	<i>Halichondria (Halichondria) panicea</i>	Gewone broodspons	x (x)						19 (16)	26 (23)	17 (10)	27 (<3)
Species	<i>Magallana gigas</i>	Japanse oester	x (x)		(<3)	(26)						
Species	<i>Metridium senile</i>	Zeeanjelier	x		13	22	17	24	11	<3	9	10
Species	<i>Mytilus edulis</i>	Gewone mossel	x		12	8	10	8	10	9	17	29
Species	<i>Ophiothrix fragilis</i>	Brokkelster	x		24	32	19	21	16	8	21	26
Species	<i>Pilumnus hirtellus</i>	Harig - of Ruig krabbetje	x		5	10	14	27	19	18	16	25
Species	<i>Sagartiogeton undatus</i>	Wedueroos	x		24	32	18	24				
Species	<i>Urticina felina</i>	Zeedahlia	x	x	17	24	16	10	19	21		

Genus	<i>Alcyonidium</i>	Zeevinger	(x)		(<3)	(34)	(17)	(16)	(19)	(21)		
Genus	<i>Jassa</i>	Gemarmerde slijkgarnaal	x		7	19	9	12	12	11	14	4
Genus	<i>Sagartia</i>	Slibanemoon	x		16	34	12	21	18	20		
Genus	<i>Spirobranchus</i>	Driekantige kalkkokerworm	x	x								
Family	Anomiidae	Dekschelp of Zadeloester	x	x	14	32	18	21	10	12	21	24
Family	Balanidae	Gekerfde - of Gekartelde zeepok	x		3	26	19	17	18	25	16	23
Order	Nudibranchia	Naaktslakken	x (x)		16 (7)	18 (16)	16 (14)	25 (3)	17(16)	18 (23)		
Class	Ophiuroidea	Kleine slangster	x		24	32	19	21	18	22	20	25
Phylum	Porifera	Sponzen	x (x)	x	16 (8)	32 (18)	17 (15)	15 (10)	17 (13)	21 (12)	16 (12)	26 (10)

Verschil<100% = Benodigd aantal monsters voor het kunnen detecteren van verschillen kleiner dan 100% (verdubbeling of halvering dichtheden of trefkans)

$p > 0,1$  = Benodigd aantal monsters om onterecht significante verschillen in meer dan 90% van de gevallen te voorkomen en een power van rond de 80% te behalen

Aantallen in paars overschrijden de 30 zodat een scenario met 3 plotjes per zone, 2 transecten per windmolen, 5 windmolens per inrichtingstype en 2 types inrichting per windmolenpark waarschijnlijk niet volstaat om de soort/het taxon individueel te evalueren (waarbij er al vanuit wordt gegaan dat 2 behandelingen kunnen worden samengevoegd in de analyse).

Aantallen in rood benaderen de omvang van de testset hetgeen voor extra onzekerheid rond het geraamde benodigde aantal monsters zorgt, zodat het benodigde aantallen in werkelijkheid ook hoger zouden kunnen uitvallen.

## Methodiek power analyses

### Data selectie

In afwezigheid van kwantitatieve data voor video-monitoring van artificieel hard substraat (en windmolenparken in het bijzonder), volgens de hier voorgestelde methodiek, is er gezocht naar geschikte data die inzicht geven in de te verwachten dichtheden en ruimtelijke spreiding en de te verwachten 'natuurlijke' variatie daarin, van potentiële benthische indicatorsoorten die inzicht kunnen verschaffen in de ontwikkeling en (kwaliteit)toestand van de benthische gemeenschappen en diverse aspecten van het ecologisch functioneren in het bijzonder. Het natuurlijke hard substraat dat in de Nederlandse Noordzee wordt gemonitord met video (met name HR habitatype H1170, zoals aanwezig op de Klaverbank; Bureau Waardenburg, 2020; Wijnhoven, 2017, 2020), is naar verwachting weinig representatief voor wat te verwachten in de windmolenparken, aangezien hard substraat elementen verspreid voorkomen in een grotendeels zacht substraat matrix (Van den Oever et al., 2018). Hierdoor zijn de resulterende dichtheden en referentiedichtheden zoals gebruikt in bv de benthisch habitatkwaliteit beoordelingsmethodiek BISI (Wijnhoven & Bos, 2017; Wijnhoven, 2018) naar verwachting lager dan wat in windmolenparken kan worden verwacht, en is de variatie binnen de waarnemingen van hetzelfde type naar verwachting veel hoger op het natuurlijke hard substraat en is de representativiteit laag voor met name de verticale transectdelen. Data met betrekking tot specifieke analyse van strikt de hard substraat elementen, zoals blokken, zou een beeld kunnen geven van hetgeen te verwachten in met name de horizontale transectdelen, maar we beschikken op dit moment niet over kant-en-klare data uitgewerkt op deze wijze.

Tot op zekere hoogte vergelijkbaar zijn de schraapmonsters genomen (al dan niet gebruikmakende van air lift methodiek) op de artificiële hard substraat structuren in windmolenparken en op en rond (voormalige) olie- en gasplatforms door duikers. Het betreft hier inventarisaties van de aanwezige soorten en aantallen binnen een vastgesteld/gestandaardiseerd oppervlak. Wel dienen we er rekening mee te houden dat met name kleine organismen niet met video kunnen worden gedetecteerd, en dat ook bepaalde delen van de gemeenschappen buiten beeld blijven met video doordat organismen elkaar kunnen overwoekeren en dieren kunnen wegkruipen in holtes in en tussen andere organismen. De verschillen in methodiek met consequenties voor de resultaten in ogenschouw nemende, kunnen we op basis van de resultaten van schraapbemonstering wel iets zeggen over de te verwachten dichtheden en de variatie van benthische soorten in de verschillende te onderscheiden zones aanwezig op en rond windturbines.

Vanuit WMR is een internationale (Nederlandse, Belgische, Duitse en Deense data) database met monitoringdata op basis van 'schraap'-bemonstering van met name artificieel hard substraat in en rond windmolenparken en olie- en gasinstallaties beschikbaar gesteld die wordt voorbereid ter publicatie. Datasets voor power analyses zijn geselecteerd op basis van vergelijkbaarheid van omstandigheden met de locaties waar nu monitoring op basis van video wordt overwogen, het feit of aantallen direct te relateren zijn aan geïnventariseerd oppervlak, dat voor een groot aantal soorten/taxa aantallen (en niet enkel aanwezigheid) zijn bepaald, er data beschikbaar zijn voor verschillende te onderscheiden zones (horizontale of verticale structuur, ondiep of diep), en er voldoende monsters beschikbaar zijn van een vergelijkbaar type, zodat random selecties kunnen worden genomen (zonder terugleggen) op basis waarvan de gewenste benodigde inspanning kan worden bepaald.

Omwille van de vergelijkbaarheid, en in overeenstemming met het voorgenomen bemonsteringsdesign, zijn potentiële te gebruiken monsters ingedeeld op basis van type ondergrond: het verticale transect met monsters van de paal of mantel, en het in principe grotendeels horizontale transect met monsters van de funderingsbescherming. De 'paal'-monsters zijn opgedeeld in diepe en ondiepe monsters waarbij een grens van 8 meter is aangehouden. Verder onderscheid in mogelijk intertidale en subtidale monsters is niet aangebracht om de omvang van de datasets niet te veel te reduceren. Ook is er geen onderscheid gemaakt in ligging ten opzichte van de stroming of geografische oriëntatie en afstand tot de paal wat betreft funderingsbescherming monsters, aangezien de betreffende informatie veelal niet beschikbaar was.

De geselecteerde datasets zijn:

- Monitoringdata voor het Prinses Amalia Wind Park (PAWP) zoals uitgevoerd in 2011 en 2013 (zie tevens Vanagt et al., 2013 en Vanagt & Faasse, 2014). Ten behoeve van de power analyses zijn de data van de twee jaren samengevoegd tot één set en kunnen de gemeenschappen worden beschouwd als de situatie 3,5 en 6 jaar (verder aangeduid als T4 en T6) na aanleg van de turbines. De monsters betreffen de resultaten van plotjes met een oppervlak van 0,056 m<sup>2</sup>. Zodoende was er

een set van 47 'verticale ondiepe monsters' en een set van 2 'verticale diepe' monsters beschikbaar voor de power analyses.

- Monitoringdata aangeduid als 'Biodiversity Offshore Hard substrate' rond olie en gas platforms waarvan uiteindelijk de resultaten van vier L10 (L10-AD, L10-AP, L10-AR, L10-G) platforms zoals bemonsterd in 2014 en 2015 geschikt en vergelijkbaar zijn bevonden om te combineren tot een set. Het betreffende project bevatte ook data van 3 andere platforms, die echter in andere delen van de Nederlandse Noordzee gelegen zijn, en door de andere abiotische omstandigheden grote verschillen in de gemeenschappen laten zien, maar het aantal beschikbare monsters niet afdoende werd bevonden om als aparte sets in de power analyses mee te nemen. De geselecteerde dataset bestaat uit 'air lift samples' met een bemonsterd oppervlak van 0,05 m<sup>2</sup> en representeert de situatie respectievelijk 43, 40, 39 en 30 jaar na aanleg van de constructies. De geselecteerde platforms liggen ten zuidwesten van het Friese Front op pakweg 62 km uit de kust. Voor verdere details rond de bemonstering zie tevens Coolen et al. (2020a). De geselecteerde dataset betreft 32 diepe monsters van de verticale structuren.

- Monitoringdata van de 'Petrogas Halfweg' bemonstering met betrekking tot het gedeeltelijk ontmantelde gasplatform 'Halfweg' zoals bemonsterd in 2019. De bemonstering omvat 'air lift' samples met een bemonsterd oppervlak van 0,05 m<sup>2</sup>, van de achtergebleven funderingbescherming en betonvoet inclusief afgezaagde metaalstructuren. De monsters kunnen grotendeels als representatief voor het horizontale transect worden beschouwd, hoewel de betonvoet ook verticale delen bevat (maar ook steenbestorting in windmolenparken zal blokken met vlakken in diverse richtingen bevatten). De dataset bestaat uit 37 monsters genomen in 2019, zodat het de toestand na 24 jaar na constructie betreft. De locatie ligt 26 km uit de kust van Noord-Holland. Voor details locatie en monsternamen zie tevens Coolen et al. (2020b).

## Databewerking

Taxonomische standaardisatie door gebruik wetenschappelijke taxon-naam volgens WoRMS (<https://www.marinespecies.org/>); invulling taxonomische boom op ieder van de niveaus Phylum, Klasse, Orde, Familie, Geslacht, Soort-aanduiding, zodat resultaten in alle gevallen op hogere taxonomische niveaus voor analyse kunnen worden geaggregeerd (daar waar taxonomische naamgeving ontbreekt wordt standaard aanduiding op hoger bekend niveau overgenomen; bv 'INFRAORDER-Brachyura' als aanduiding voor Familie of 'CLASS-Gastropoda' als aanduiding voor Orde voor diverse Gastropoda families.

Voor verschillende soorten of taxa wordt enkel de aan-/afwezigheid genoteerd (frequent voorkomend voor kolonievormende soorten), maar voor diverse soorten worden ook ofwel aantallen ofwel de aanwezigheid genoteerd, en is dit niet altijd gestandaardiseerd. Voor soorten waar in de meeste gevallen 'aantallen' zijn gerapporteerd, worden 'aantallen' gebruikt (en de monsters met enkel 'aanwezigheid' gerapporteerd, niet meegewogen). Wel zijn alle gegevens tevens omgezet naar aan-/afwezigheid per monster, zodat analyse op zowel het niveau van aantallen als aanwezigheid kan plaatsvinden. Voor de taxa waarvoor aantallen slechts in beperkte mate worden gerapporteerd, wordt altijd enkel de aanwezigheid als parameter voor de potentiële indicatorsoort (of taxon) overwogen. In het geval van rapportage van aantal 0 (onderdelen zonder kop of slot) is hiervoor het taxon als wel 'aanwezig' doorgevoerd in de database.

De in de database gerapporteerde aantallen zijn omgerekend naar het te verwachten aantal per standaard plotje ('video-still' beeld) van 0,09 m<sup>2</sup>, zodat gemiddeld ( $\pm$  standaard deviatie) aantal per standaard plotje voor ieder van de testsets representatief voor een bepaalde zone, voor de power analyses is berekend.

## Potentiële indicatorsoort selectie

In eerste instantie is een lijst opgesteld met soorten/taxa waarvan de verwachting is dat ze onder 'redelijke' kwaliteitstoestand in behoorlijke aantallen aanwezig kunnen zijn in specifieke of verschillende zones van het voorgestelde hard substraat transect. Hierbij is een inschatting gemaakt of de betreffende soorten geschikt/zichtbaar zijn voor monitoring op basis van video, is geschat of soorten typisch zijn voor het verticale of het horizontale transectdeel of beiden, is nagegaan of de soorten daadwerkelijk in de Nederlandse datasets (zijnde de hierboven geselecteerde datasets inclusief de data van 3 extra platforms die op basis van beperkte databeschikbaarheid en minder

grote relevantie gezien de ligging in gebieden waar de komende jaren nog geen windmolenparken worden voorzien, zijn afgefallen, en de data van geselecteerde platforms in zones waarvoor de databeschikbaarheid beperkt is, zijnde ondiepe monsters voor enkele L10 platforms) zijn aangetroffen. Onder andere de indicatorsoorten voor H1170 zoals gebruikt voor evaluatie op basis van de BISI (Wijnhoven & Bos, 2017; Wijnhoven, 2018) zijn in overweging genomen, waarbij zacht substraat gerelateerde soorten zijn afgefallen. Voor de potentiële indicatorsoorten is nagegaan of power analyse op basis van aantallen of beter op basis van aan-/afwezigheid mogelijk is, en er is voor de minder talrijke soorten overwogen of evaluatie op hoger taxonomisch niveau wellicht wel mogelijk of beter is.

### Power analyses en berekeningen

Zoals aangegeven zijn de (te verwachten) aantallen per standaard plot van 0,09 m<sup>2</sup> berekend per meegenomen schraapmonster per geselecteerde soort/taxon. Voor een aantal taxa betreft het enkel of ook de aanwezigheid als een '1' ten opzichte van een '0' voor afwezigheid. Voor ieder van de 4 aangeduide testsets is het gemiddelde en de standaarddeviatie per indicatorsoort bepaald als afspiegeling van het te verwachten voorkomen en de te verwachten (natuurlijke) variatie. De 4 testsets zijn afzonderlijk doorgerekend, en het te verwachten benodigde aantal monsters is bepaald voor ieder van de aanwezige indicatorsoorten (op basis van aantallen en/of trefkans).

Vanuit een testset wordt een random selectie aan monsters getrokken zonder terugleggen waarvoor per indicatorsoort het gemiddelde, de standaarddeviatie, de samengestelde ('pooled') standaarddeviatie ten opzichte van de volledige testset, de berekende t-statistiek ('computed t-statistic') voor de vergelijking van de subselectie ten opzichte van de volledige testset, de kritische t-waarde ('critical value of t'), de waarschijnlijkheid van de berekende t-waarde ('probability of computed t') met bijbehorende indicatie van significantie, en het berekende significant detecteerbare verschil. Zodoende wordt een reeks opgesteld van subsets van aflopende omvang, waarbij iedere random selectie opnieuw is bepaald. (Bv uit testset met n=32 wordt achtereenvolgens een reeks aan random subsets met n=30 t/m n=3 getrokken en doorgerekend).

Uitgaande van testset met aantal monsters van n<sub>1</sub> en gemiddelde avg<sub>1</sub> en standaarddeviatie stdev<sub>1</sub> en subset met n<sub>2</sub>, avg<sub>2</sub> en stdev<sub>2</sub>:

- Samengestelde standaarddeviatie:

$$\text{Pooled stdev} = \sqrt{((n_2-1) \cdot (\text{stdev}_2^2) + ((n_1-1) \cdot (\text{stdev}_1^2))) / ((n_2-1) + (n_1-1))}$$

- Berekende t-statistiek:

$$\text{Computed t-statistic (t}_{\text{stat}}) = (\text{avg}_2 - \text{avg}_1) / \sqrt{((\text{avg}_2^2) / n_2) + (\text{avg}_1^2) / n_1)}$$

- Kritische t-waarde:

$$\text{Critical t-value (t}_{\text{crit}}) = \text{TINV}(0,05; n_2 + n_1 - 2)$$

- Waarschijnlijkheid berekende t-waarde:

$$\text{Probability of computed t (p)} = \text{TDIST}(\text{ABS}(t_{\text{stat}}); n_2 + n_1 - 2; 1)$$

- Berekende significant detecteerbare verschil:

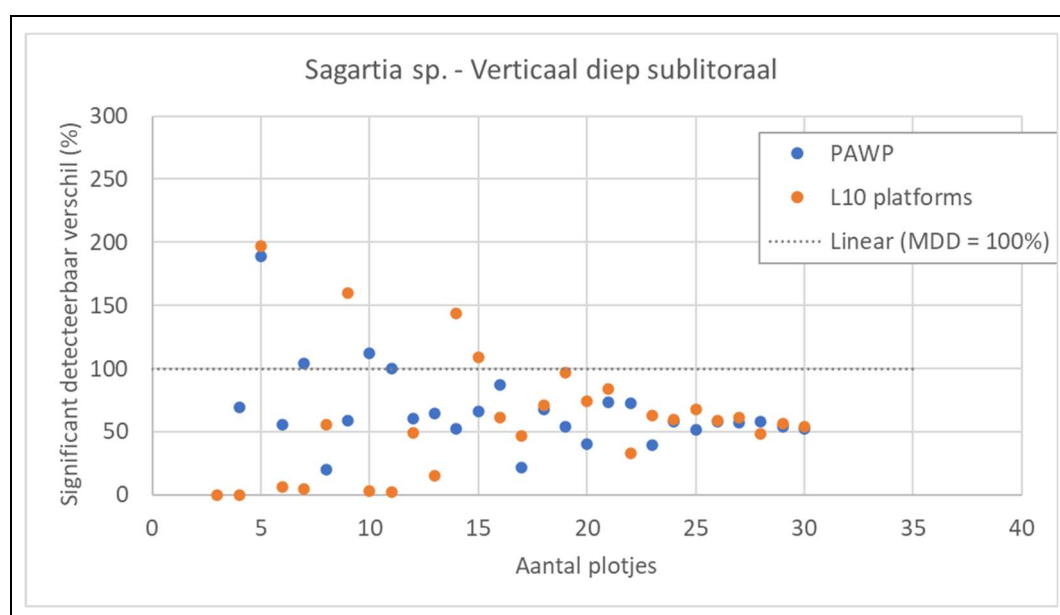
$$\text{Sign detectable diff (SDD \%)} = \text{ABS}(t_{\text{crit}} / t_{\text{comp}} / (100 \cdot (\text{avg}_1 - \text{avg}_2) / \text{avg}_1))$$

De waarschijnlijkheid van de berekende t-waarde geeft de overschrijdingskans van een gekozen p-waarde (hier p < 0,1 die ook wel de  $\alpha$  wordt genoemd), of de grens die wordt aangehouden wat betreft de kans op een type I fout; het onterecht waarnemen van een significant verschil, omdat de steekproefgrootte ontoereikend is. In feite wordt hier de representativiteit van de subset voor de testset getoetst. We houden aan dat het gewenst is dat de power van het meetprogramma ongeveer 80% is, waarmee wordt aangegeven dat wanneer significante verschillen worden gevonden deze in 80% van de gevallen inderdaad significante effecten zullen zijn, en niet toevallige afwijkingen van het te verwachten. Door de gevonden p-waarden uit te zetten tegen de steekproefgrootte kan worden bepaald waar de  $\alpha$ -waarde (p=0,1) wordt overschreden. Omdat we een power van 80% nastreven mogen maximaal 2 op de 10 gevonden p-waarden in de significantie-range vallen (aangezien we weten dat we een steekproef van een populatie beoordelen en er dus in werkelijkheid geen

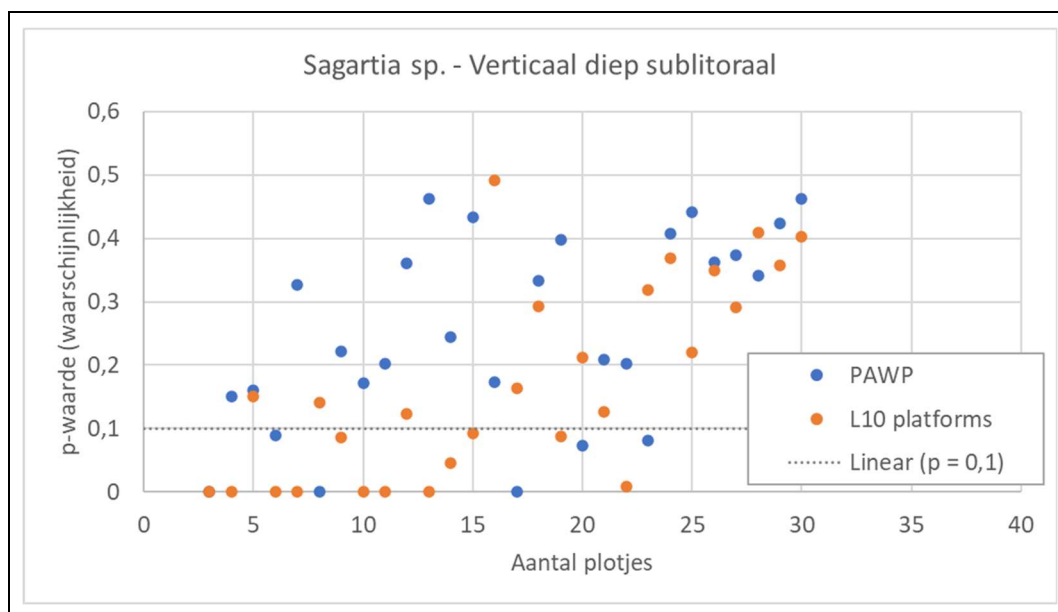
significante verschillen zouden moeten zijn). Zodoende kunnen we een benodigd aantal monsters aanhouden dat net groter is dan daar waar bij aflopen steekproefgrootte voor de tweede maal een  $p < 0,1$  wordt waargenomen.

Het berekende significant detecteerbare verschil geeft in feite aan wat voor verschillen (gezien de 'natuurlijke' variatie) tussen meetmomenten of metingen voor verschillende situaties, naar verwachting kunnen worden gedetecteerd. Daarbij houden we hier aan dat we ten minste verschillen van 100%, overeenkomend met een verdubbeling of halvering van de aantallen (of de trefkans in het geval van registratie aanwezigheid per plot) significant zouden willen kunnen detecteren. Hiermee wordt de steekproefgrootte passende bij het gewenste minimaal detecteerbare verschil (MDD) bepaald waarvoor we dus 100% aanhouden.

De resultaten per indicatorsoort voor ieder van de subsets kunnen worden uitgezet als een p-n grafiek en SDD-n grafiek. Voor de SDD-n grafiek wordt bepaald waar de kans reëel is dat de lijn SDD=100% wordt overschreden. Doordat we beschikken over een behoorlijke reeks aan subsets (meetwaarden) kunnen we bepalen waar naar verwachting de lijn wordt overschreden door een relatie door de hoogste SDD-waarden aan te houden (of de steekproefgrootte te nemen waar lijnen niet meer worden overschreden). Voor de p-n grafiek wordt bepaald bij welke waarde voor n de lijn  $p=0,1$  nog net niet tweemaal is overschreden door een lagere p-waarde, als benadering van een power van 80%. Met de p-n relatie beperken we de kans op een type I fout ( $\alpha$ ; foutief detecteren van significante verschillen) tot 10% en benaderen we een power van 80%. Met de SDD-n relatie zorgen we er zoveel mogelijk voor dat we minimaal bepaalde verschillen (verdubbeling of halvering populaties) als significant kunnen detecteren bij  $p < 0,05$ .







**Figuur 7.4.2. Voorbeeldberekening benodigd aantal monsters (video-still beelden) voor *Sagartia sp* (slibanemoon) voor wat betreft de diepe sublitorale zone (>8 meter diep). Resultaten voor berekend significant detecteerbaar verschil in procenten (a) en de waarschijnlijkheid (van de berekende t-waarde) als p-waarde tussen 0-1 weergegeven (b), op basis van random subsets voor zowel de testset van het Prinses Amalia Wind Park (PAWP) als de testset van de L10 olie- en gasplatforms. Het benodigde aantal monsters om minimaal verschillen van 100% te kunnen detecteren is voor *Sagartia sp*. in deze zone: 12 of 18 (afhankelijk van de testset), en 21 of 20 om de kans op type I fouten te minimaliseren en een power van rond de 80% te waarborgen. Een aantal van tegen de 20 monsters per situatie is dus gewenst voor de vergelijking van dichtheden aan slibanemonen in de diepe verticale zone, en bij voorkeur meer dan 20.**

De kwaliteit van power berekeningen is afhankelijk van de representativiteit van de testsets. Uiteraard gaan we er hiervan uit dat de testsets een goed beeld geven van wat te verwachten op hard substraat in windmolenparken. Hoewel we er vertrouwen in hebben dat de testsets hier een goed beeld geven dienen we te bedenken dat er diverse aspecten zijn die kunnen zorgen voor afwijkingen en/of effect kunnen hebben op het werkelijk benodigde aantal monsters. Een kleine opsomming van aspecten met mogelijke effecten op de berekening van benodigd aantal monsters:

- De bemonsteringsmethodiek voor de testsets is afwijkend van video-observatie en zodoende hebben we aannamen gedaan met betrekking tot te detecteren soorten en taxa. Daarbij hebben we geen correcties uitgevoerd voor kleine exemplaren of bedekte en weggekropen exemplaren die nu wel in de testsets zitten, maar op video niet zichtbaar of determineerbaar zullen zijn. Dit zal de trefkans en de aantallen zoals aanwezig in de testsets vergroten ten opzichte van de voorgestelde monitoring.
- Het bemonsterde oppervlak voor de testsets was 0,05 of 0,056 m<sup>2</sup> in plaats van de 0,09 m<sup>2</sup> zoals voorgesteld voor de 'video-still beelden'. Dit zal dan weer zorgen voor een lagere trefkans, hetgeen (met name voor minder talrijke soorten) kan leiden tot lagere geraamde aantallen dan te verwachten in een monitoring op basis van 0,09 m<sup>2</sup> plotjes.
- Uiteraard is altijd de vraag in welke mate de testsets representatief zijn voor de situaties die we gaan monitoren. Er spelen diverse variabelen die niet allemaal kunnen worden gepakt in de testsets, zoals abiotische condities, geografische ligging, variatie in het substraat, timing van de bemonstering, ouderdom van structuren, et cetera. Het ontbreken van monitoringdata voor ieder van de situaties die we willen gaan volgen benadrukt natuurlijk ook het belang van de voorgestelde monitoring.
- De omvang van de testsets dient voldoende groot te zijn om een representatief beeld te geven van de aan te treffen gemeenschappen. De aanname hier is dat geschikte indicatorsoorten in principe van

nature onder goede omstandigheden niet zeldzaam mogen zijn, want het monitoren van zeldzame soorten vraagt per definitie om grote monitoringsinspanningen (niet alleen voor het kunnen detecteren van verschillen). De verwachting is hier dat de testsets voldoende groot zijn voor de geselecteerde indicatorsoorten (enkel soorten regelmatig aangetroffen in schraapmonster database geselecteerd). We dienen wel een slag om de arm te houden met betrekking tot de potentiële indicatorsoorten waarvoor het berekende benodigde aantal monsters voor een bepaalde zone, de testset-grootte benaderd. Dus voor die soorten waar de benodigde aantallen de 30 benaderen in de verticale diepe zone, de 37 benaderen voor de fundering bescherming of de 45 benaderen voor de verticale ondiepe zone, is het mogelijk dat in werkelijkheid het genoemde aantal niet toereikend zal zijn om een power van rond de 80% te halen. Minder algemene soorten worden in principe niet op het niveau van videostill beelden, maar op basis van aan-/afwezigheid in complete transecten of per meetlocatie geëvalueerd. Het leggen van de relatie met geïnventariseerd oppervlak is wellicht lastiger omdat deze variabel is, maar wel is de verwachting dat een goed beeld kan worden verkregen van ontwikkelingen in de tijd, of de vergelijking van turbines van een bepaald type (bv zelfde type turbine met of zonder natuurversterkende maatregelen), zolang de condities voldoende zijn om een groot deel van het transectdeel te inventariseren. Het werken met samengestelde indicatoren zoals soortenrijkdom of -diversiteit (eventueel binnen specifieke groepen) kan er voor zorgen dat ook evaluatie van ontwikkeling voor groepen met minder algemene soorten mogelijk is.

- De interne variatie binnen de testset van met name de ondiepe verticale zone, en in mindere mate (maar mogelijk ook) de fundering bescherming, is groter dan te verwachten voor de analyses van de monitoring zoals voorgesteld, omdat beide zone in de huidige opzet zijn opgesplitst. Met name de inclusie van intergetijde monsters zal voor grotere variatie hebben gezorgd. We hebben echter geen afzonderlijke power berekeningen uitgevoerd voor de afzonderlijke (opgesplitste) zones zoals voorgesteld voor het monitoringplan, omdat databeschikbaarheid ontoereikend was, er geen onderscheid is gemaakt in wat inter- en wat subtidaal dient te worden beschouwd en wat de afstand van de monsters tot de paal is geweest. Zo ook bevat de testset voor de fundering bescherming een aantal monsters met verticale positionering en wellicht minder representatieve monsters (specifiek voor deze zone) van metalen onderdelen. Ook het onderscheiden van monsters met verschillende positionering ten opzichte van de stroming of geografische positie ten opzichte van de paal, kan de interne variabiliteit voor metingen iets reduceren, hetgeen een (geringe) reductie van het benodigde aantal monsters tot gevolg kan hebben.

We zien de huidige berekeningen van de benodigde aantallen monsters op basis van verschillende testsets en een tweetal indicatoren voor de power en voor een uitgebreide potentiële indicatorenlijst, als indicaties van de orde van grootte benodigd per zone. Uiteraard is het hierbij gewenst dat er voor diverse soorten betrouwbare representatieve resultaten kunnen worden verkregen. Omwille van de omvang zijn de resulterende grafieken van de power analyses per soort als een apart document (Bijlage 8) beschikbaar gesteld.

Het voorstel is om te werken met 3 plots per zone, 2 transecten per turbine en 5 turbines per te vergelijken situatie (park x specifieke inrichting). Wanneer alle genoemde aspecten substantiële invloed hebben op de ontwikkeling van de gemeenschappen, zullen slechts voor een beperkt aantal potentiële indicatorsoorten er significante verschillen in dichtheden (>100%) kunnen worden aangetoond indien aanwezig. Het dient te worden gezegd dat de analyse van enkel de aan- of afwezigheid voor diverse soorten dan wel mogelijkheden geeft (maar dat is van weinig betekenis van de dominante soorten die, wel afhankelijk van de zone, overal aanwezig zullen zijn). De verwachting is echter dat in de praktijk, verschillende situaties nauwelijks verschillen zullen opleveren zodat de resultaten kunnen worden gegroepeerd. Te denken valt aan de twee transecten per turbine, de inrichtingsmaatregelen per park (voor specifieke zones), het combineren van resultaten van verschillende parken en/of het combineren van bemonsteringsjaren om zo vroeg ontwikkeling te vergelijken met middellange en lange termijn. Daarmee kan het aantal metingen per situatie in de vergelijkingen al snel worden uitgebreid van 15 naar 30 of 60, waarmee al snel een groot deel van de hier geëvalueerde potentiële indicatorsoorten binnen bereik komt.

**Tabel 7.4.3. Overzicht potentiële indicatorsoorten met afweging selectie voor power analyses. De soorten/taxa aangeduid in de kolom 'Selectie' zijn gebruikt voor de power analyses met aanduiding of 'aantallen' of de 'aan-/afwezigheid' of beiden (in aparte analyses) is gebruikt in de power analyses. Indien soorten niet aanwezig zijn in de testsets voor Nederland zijn power analyses uiteraard niet mogelijk. Hun afwezigheid zal over het algemeen aanduiden dat de te verwachten dichtheden te laag zijn voor evaluatie op basis van 'video-still' beelden en dat ze voor dit type monitoring op hard substraat in windmolenparken geen goede indicatorsoorten. Wel kan de aanwezigheid (aan-/afwezigheid) van als potentiële indicator aangeduide soorten in transectdelen (zones) tot op zekere hoogte indicatief zijn voor de kwaliteitstoestand en ontwikkeling van de benthische habitats en kan wellicht vergelijking (wellicht zelfs van aantallen) op het niveau van windmolenparken (groep turbines met specifieke karakteristieken) plaatsvinden. We hebben echter geen geschikte data om dit nu te toetsen.**

**(HT = Horizontaal transect; VT = Verticaal transect). Voor verschillende soorten/taxa is het niet waarschijnlijk dat tot op het genoemde niveau op basis van videobeelden kan worden gedetermineerd; in die gevallen is een alternatief determinatieniveau aangegeven (waar verschillende soorten zoals aanwezig in de testsets op basis van schraapmonsters – aangeduid met 'toevoegen'- zijn ondergebracht).**

Species	Poten- tiële indicator video	BI- SI	HT	VT	Data- set NL	Reden geschikt / ongeschikt	Alternatief	NL naam	Toevoegen	Aan- tallen	Aan- wezig- heid	Taxono- misch niveau	Selectie power analyses
<i>Arcopagia crassa</i>	0	1						Stevige platschelp					
<i>Aequipecten opercularis</i>	1	1	1					Wijde mantel					
<i>Alcyonium digitatum</i>	1	1	1	1	1			Dodemensduim		x	x	Species	<i>Alcyonium digitatum</i>
<i>Aonides paucibranchiata</i>	0	1						'Spionide borstelworm'					
<i>Aporrhais pespelecani</i>	1	1	1					Pelikaansvoet					
<i>Arctica islandica</i>	1	1	1			Zacht substraat		Noordkromp					
<i>Buccinum undatum</i>	1	1	1					Wulk					
<i>Cerianthus lloydii</i>	1	1	1			Zacht substraat		Viltkokeranemoon					
<i>Chone duneri</i>	1	1				Zacht substraat	Sabellidae	'Sabellide borstelworm'					
<i>Dosinia exoleta</i>	0	1				Zacht substraat		Gewone artemisschelp					
<i>Echinocyamus pusillus</i>	0	1				Zacht substraat en te klein		Zeeboontje					
<i>Galathea intermedia</i>	0	1	1	1		Te klein		Rugstreep oprolkreeft					
<i>Goniadella bobrezkii</i>	0	1				Zacht substraat		'Goniade borstelworm'					
<i>Liocarcinus</i> sp.	1	1	1	1				Zwemkrab					
<i>Lithothamnion sonderi</i> & <i>Phymatolithon</i>	1	1					Corallinaceae	Korstvormende kalkroodwieren					

(encrusting calcareous red algae)													
Paguridae	1	1	1	1		Enkel grotere bewegende exemplaren		Heremietkreeften					
<i>Pagurus cuanensis</i>	0	1				Enkel grotere bewegende exemplaren	Paguridae	Heremietkreeft					
<i>Pododesmus</i> sp.	1	1	1	1	1			Dekschelp of Zadeloester (Monia sp.)	Anomiidae, <i>Heteranomia squamula</i>	x	x	Family	Anomiidae
<i>Politapes rhomboides</i>	0	1				Zacht substraat		Gevlamde tapijtschelp					
Porifera (large structure-forming species)	1	1	1	1	1			Sponzen	Diverse soorten aanwezig!	x	x	Phylum	Porifera
<i>Protodorvillea kefersteini</i>	0	1				Zacht substraat		'Dorvilleide borstelworm'					
<i>Sabellaria spinulosa</i>	1	1	1			Wanneer rifvormend		Gestekelde zandkokerworm					
<i>Simnia patula</i>	0	1	1	1		Te klein		Gestreepte pegelhoren of stiefelslak					
<i>Spiophanes kroyeri</i>	0	1				Zacht substraat		'Spionide borstelworm'					
<i>Spirobranchus triqueter</i>	1	1	1	1	1			Driekantige kalkkokerworm	<i>Spirobranchus lamarcki</i> , <i>Spirobranchus</i>	x		Genus	<i>Spirobranchus</i>
<i>Terebellides stroemii</i>	0	1				Zacht substraat		'Trichobranchide borstelworm'					
<i>Timoclea ovata</i>	0	1				Zacht substraat en te klein		Ovale venusschelp					
<i>Upogebia deltaura</i>	1	1	1			Enkel wanneer foeragerend en zacht substraat		Harige molkreeft					
<i>Urothoe marina</i>	0	1				Zacht substraat en te klein		'Vlokkreeftensoort'					
<i>Urticina</i> sp.	1	1	1	1	1			Zeedahlia	<i>Urticina felina</i>	x		Species	<i>Urticina felina</i>
<i>Metridium senile</i>	1		1	1	1			Zeeanjelier		x		Species	<i>Metridium senile</i>
<i>Lanice conchilega</i>	1		1			Wanneer rifvormend		Schelpkokerwormen					
<i>Asterias rubens</i>	1		1	1	1			Gewone zeester		x		Species	<i>Asterias rubens</i>
<i>Cancer pagurus</i>	1		1	1	1			Noordzeekrab		x		Species	<i>Cancer pagurus</i>

<i>Ophiothrix fragilis</i>	1		1	1	1			Brokkelster		x		Species	<i>Ophiothrix fragilis</i>
Facelinidae	1		1	1			Nudibranchia	Ringsprietslakken					
<i>Psammechinus miliaris</i>	1		1	1				Kleine zeeappel					
<i>Astropecten irregularis</i>	1		1	1				Gewone kamster					
<i>Sagartiogeton undatus</i>	1		1	1	1			Wedueroos		x		Species	<i>Sagartiogeton undatus</i>
<i>Homarus gammarus</i>	1		1					Noordzeekreeft					
<i>Crisularia plumosa</i>	1		1	1	1			Spiraalmosdierkje			x		
Cheilostomatida	1		1	1				'Kolonievormend mosdierkje'					
<i>Halecium halecinum</i>	1		1	1				Haringgraat (hydroïdpoliep)					
<i>Pentapora</i>	1		1	1				Zeeroos (Mosdierkje)					
<i>Ophiura albida</i>	1		1	1	1			Kleine slangster	Ophiuroidea, <i>Ophiura ophiura</i>	x	x	Class	Ophiuroidea
<i>Corystes cassivelaunus</i>	1		1	1				Helmkrab					
<i>Edmundsella pedata</i>	1		1	1			Nudibranchia	Paarse waaierslak					
<i>Aeolidia papillosa</i>	1		1	1	1		Nudibranchia	Vlokkige naaktslak	Aeolidiidae	PAWP	BOH		
<i>Amphipholis squamata</i>	1		1	1	1			Levendbarende slangster		x		Species	<i>Amphipholis squamata</i>
<i>Balanus crenatus</i>	1		1	1	1			Gekerfde zeepok of Gekartelde zeepok		x		Family	Balanidae
<i>Verruca stroemia</i>	1		1	1	1			Ritspok		x			
<i>Crossaster papposus</i>	1		1	1	1			Gestekelde zonnester		x		Species	<i>Crossaster papposus</i>
<i>Diadumene cincta</i>	1		1	1	1			Golfbrekeranemoon		x	x	Species	<i>Diadumene cincta</i>
<i>Diplosoma listerianum</i>	1		1	1	1			Grijze korstzakpijp		x	x	Species	<i>Diplosoma listerianum</i>
<i>Ectopleura larynx</i>	1		1	1	1			Gorgelpijppoliep			x		
<i>Electra pilosa</i>	1		1	1	1			Harig mosdierkje		x	x		
<i>Halichondria (Halichondria) panicea</i>	1		1	1	1			Gewone broodspons		x	x	Species	<i>Halichondria (Halichondria) panicea</i>
<i>Magallana gigas</i>	1		1	1	1			Japanse oester		x	x	Species	<i>Magallana gigas</i>

<i>Mytilus edulis</i>	1		1	1	1			Gewone mossel		x		Species	<i>Mytilus edulis</i>
<i>Jassa</i> sp.	1		1		1			Gemarmeerde slijkgarnaal		x		Genus	<i>Jassa</i>
<i>Pilumnus hirtellus</i>	1		1	1	1			Harig krabbetje of Ruig krabbetje		x		Species	<i>Pilumnus hirtellus</i>
<i>Sagartia</i> sp.	1		1	1	1			Slibanemoon (Cylista sp.)	<i>Sagartia troglodytes</i> , <i>Sagartia elegans</i>	x		Genus	<i>Sagartia</i>
<i>Tubularia indivisa</i>	1		1	1	1			Penneschaft (Hydroïdpoliep)	Tubulariidae		x		
<i>Didemnum vexillum</i>	1		1	1				Druipzakpijp					
<i>Alcyonidium</i> sp.	1			1	1			Zeevinger	<i>Alcyonidium condylocinereum</i> , <i>Alcyonidium mamillatum</i> , <i>Alcyonidium parasiticum</i>		x	Genus	Alcyonidium
Ascidiae								Zakpijpen					
Asteriidae								Zeesterren					
Brachyura								Krabben					
Nudibranchia								Naaktslakken	Diverse soorten aanwezig!			Order	Nudibranchia
Macropodia								Hooiwagenkrab					
Majoidea								Spinkrabben					



## 7.5 Bijlage 5: Grafieken met resultaten power analyses per soort/taxon

---

Grafieken met resultaten power analyses per soort/taxon zijn beschikbaar via <http://ecoauthor.net/wp-content/uploads/2022/03/Bijlage-5-grafieken-behorende-bij-Ecoauthor-Report-Series-2022-02.zip> (Paswoord: 'Bijlage5').

Het betreft de berekening benodigd aantal monsters ('video-still' beelden) voor de potentiële indicatorsoorten zoals verzameld per geëvalueerde zone (VDS = Verticaal Diep Sublitoraal; VOS = Verticaal Ondiep Sublitoraal; HH = Horizontaal Hard substraat). Resultaten voor berekend significant detecteerbaar verschil in procenten (SDD) en de waarschijnlijkheid (van de berekende t-waarde) als p-waarde tussen 0-1 weergegeven (p), op basis van random subsets voor zowel de testset van het Prinses Amalia Wind Park (PAWP) als de testset van de L10 olie- en gasplatforms (L10) voor het VDS, voor de testset van PAWP voor het VOS, en de testset van Petrogas Halfweg (PH) voor het HH.

De resultaten per indicatorsoort voor ieder van de subsets zijn uitgezet als een SDD-n en een p-n grafiek (genoemde parameter tegen aantal monsters n voor random selectie -zonder terugleggen-). Voor de SDD-n grafiek wordt bepaald waar de kans reëel is dat de lijn SDD=100% wordt overschreden. Doordat we beschikken over een behoorlijke reeks aan subsets (meetwaarden) kunnen we bepalen waar naar verwachting de lijn wordt overschreden door een relatie door de hoogste SDD-waarden aan te houden (of de steekproefgrootte te nemen waar lijnen niet meer worden overschreden). Voor de p-n grafiek wordt bepaald bij welke waarde voor n de lijn  $p=0,1$  nog net niet tweemaal is overschreden door een lagere p-waarde, als benadering van een power van 80%. Met de p-n relatie beperken we de kans op een type I fout ( $\alpha$ ; foutief detecteren van significante verschillen) tot 10% en benaderen we een power van 80%. Met de SDD-n relatie zorgen we er zoveel mogelijk voor dat we minimaal bepaalde verschillen (verdubbeling of halvering populaties) als significant kunnen detecteren bij  $p<0,05$ .