



Openbaar eindrapport DEI+ pilotproject (DEI221015)



Pilot ontwikkeling van biocomposiet voor erosiewerend rifherstel (BIERI)

27 september 2023

Een DEI+ pilotproject voor de Topsector Energie van:

Bureau Waardenburg B.V.
(Waardenburg Ecology)

Varkensmarkt 9
4104 CK Culemborg

BESE B.V.

Varkensmarkt 9
4101 CK Culemborg

Dit onderzoek is uitgevoerd met Topsector Energiesubsidie van het Ministerie van Economische Zaken en Klimaat.

Gegevens project

TSE subsidieregeling:	Demonstratie energie- en klimaatinnovatie (DEI+)
Programmaliijn:	Circulaire Economie
Maatregel:	Biobased grondstoffen
Soort project:	Pilotproject
Referentienummer:	DEI221015
Projecttitel:	Pilot ontwikkeling van biocomposiet voor erosiewerend rifherstel [BIERI]
Penvoerder:	Bureau Waardenburg B.V. (Waardenburg Ecology)
Medeaanvragers:	BESE B.V.
Begin- en einddatum project:	1 september 2021 t/m 30 juni 2023

Uitgangspunten en doelstelling

Inleiding

Offshore windparken hebben effect op in zee levende of over zee trekkende dieren. Voor mariene diersoorten kunnen windparken echter ook positieve effecten hebben door het bieden van een nieuwe leefomgeving door middel van de introductie van hardsubstraat op funderingen van windmolens. Daarnaast mag er in en tussen windparken niet meer gevist worden met sleepnetten, waardoor de ecosystemen meer tijd krijgen om zich te ontwikkelen. Om de groei van ecosystemen te stimuleren, kunnen verschillende producten worden toegepast die het aantrekkelijk maken voor mariene diersoorten om zich te vestigen. Zo zijn er betonnen en stalen structuren ontworpen en in ontwikkeling die geplaatst kunnen worden op de fundering rondom windmolens. Deze structuren zijn echter niet duurzaam en kosten veel tijd en geld om weg te halen aan het einde van de levensduur van de windmolen.

Waardenburg Ecology en BESE hebben een circulair alternatief voor deze toepassing ontwikkeld, de BESE-reefpaste, welke volledig is gebaseerd op hernieuwbare grondstoffen. In onderhavig project hebben beide partners de receptuur van de rifpasta geoptimaliseerd en daarbij een ontwerp vormgegeven, de BESE-leaf, die toegepast kan worden in offshore windparken als add-on op de erosiebescherming.

Doelstelling

Het doel van dit pilotproject was het testen van een duurzaam en circulair biocomposiet dat stevig genoeg is voor mariene diersoorten (zoals krab, kreeft en vissen) om zich te nestelen en dat tegelijkertijd langzaam, biologisch afbreekt parallel aan de economische levensduur van de windmolen.

Behaalde resultaten, knelpunten en perspectief

Behaalde resultaten

Voor de receptuuroptimalisatie zijn verschillende biologische vezels en additieven getest op hun eigenschappen om de rifpasta te versterken dan wel het uitharden te versnellen. Hiervoor zijn proefstructuren in de Oosterschelde uitgeplaatst waar zowel de afbraak als aangroei is gemonitord. Vlasvezel bleek hiervoor het meest geschikt, aangezien het het materiaal versterkt en ook lokaal geogst kan worden van een hernieuwbare bron, zodat het eindproduct een duurzaam alternatief blijft ten opzichte van beton en/of metaalstructuren. Ook is het receptuur zelf verder onder de loep genomen en de verhouding schelpengruis:bindmiddel aangepast om een sterker eindproduct vorm te

geven. Hierdoor neemt de CO₂-emissie iets toe ten opzichte van het originele materiaal, maar blijft ver beneden vergelijkbare structuren van beton.

Bij het ontwerp en de productie is gekeken hoe het materiaal goed kan uitharden en grootschalig geproduceerd kan worden. Een eerste pilot voor grootschalige productie is opgezet voor windpark GEMINI, ten noorden van Schiermonnikoog. Hiervoor zijn met behulp van betonmolens 25 kuub zakken gevuld met schelpengruis en rifpasta en uitgeplaatst tussen de windmolens op zee. De dikte van het gegoten materiaal bleek in sterke mate het uitharden te beperken. Het duurde meer dan een jaar voordat de eerste kuubzakken echt goed uitgehard waren. Voor vervolgprojecten is het dan ook belangrijk dat de dikte beperkt wordt, of het materiaal in lagen opgebouwd wordt. Hiervoor is ook een ontwerp vormgegeven, de BESE-leaf. Deze structuur vormt in grote hoeveelheden een complex landschap, dat interessant is voor zeeleven en (in een tijdsbestek van weken) goed kan uitharden in een mal, waardoor het een grootschalig productieproces mogelijk maakt.

Uit het gehele proces is wel gebleken dat de rifpasta zelf niet ter vervanging kan dienen voor de erosiebescherming van windmolens zelf. In afstemming met de windparksector is gebleken dat het bioafbreekbare karakter van het materiaal niet gewenst is voor een dermate belangrijke functie. Wel is het materiaal zeer geschikt als ecologische add-on, wat bij de nieuwste windkavels ook een verplicht onderdeel is geworden in de aanbesteding. Gesprekken zijn gaande om te kijken of rifpasta en de BESE-leaf hiervoor ingepast kan worden.



Figuur 1: BESE-leaf

Opschalingsmogelijkheden

Voor de opschaling van de productie van structuren uit rifpasta is het van belang dat:

- mallen geproduceerd kunnen worden op grote schaal (van relatief goedkoop materiaal) om zo gelijktijdig vele structuren te kunnen laten drogen. Vooralsnog lijkt hiervoor een houten frame met gaas constructie het meest geschikt. Optioneel zouden deze mallen zelfs gemaakt kunnen worden door mensen met een afstand tot de arbeidsmarkt, omdat het maakproces van de mal relatief simpel is.
- de droogcapaciteit opgeschaald wordt. De rifpastastructuren hebben droogtijd nodig, bij voorkeur in een ruimte met een lage luchtvochtigheid en kamertemperatuur (of buiten bij droog weer). Hiervoor is ruimte nodig. Tot nog toe zijn alle structuren geproduceerd en gedroogd in de loods van Waardenburg Ecology, maar bij het GEMINI pilotproject bleek al dat het uitharden van grote hoeveelheden over lange periodes veel oppervlakte vraagt. Daarom zal moeten worden gezocht naar een andere locatie, die geschikt is voor opschaling van de droogcapaciteit.

- de grondstoffen voor de rifpasta te verkrijgen zijn in grote hoeveelheden (100-200 ton schelpengruis per jaar), nu vooral nog afkomstig van de schelpdierkweekindustrie. Echter zijn projecten op zee van dermate grote omvang dat voor een enkel project al 100-200 ton schelpengruis benodigd is. Mede hierdoor zijn ook andere productiemethoden voor het verkrijgen van schelpengruis verkend. In samenwerking met een traditionele Nederlandse kalkmolen en de schelpdiersector is gekeken of we schelpenmateriaal lokaal kunnen vergruizen. Over deze samenwerking is ook een radio-item opgenomen voor Vroege Vogels ([link](#)).

Conclusies en aanbevelingen

De volgende conclusies konden worden getrokken naar aanleiding van dit pilotproject:

Receptuuroptimalisatie:

- Hennep en vlasvezel zijn het meest geschikt om de BESE-reefpaste te versterken.
- Vlasvezel is het meest geschikt om de BESE-reefpaste te versterken en te zorgen voor aangroei op het substraat.
- Optimalisatie van de basisreceptuur van schelpengruis bindmiddel zorgt voor betere binding en een harder/sterker eindproduct.

Ontwerp- productieoptimalisatie:

- Het materiaal moet niet te dik worden vormgegeven, omdat de droogtijd dan teveel toeneemt met het risico dat het niet goed kan uitharden omdat er geen lucht bij kan komen.
- Voor grootschalige productie kan gewerkt worden met (grote) betonmolens die het productieproces significant versnellen.
- Materiaal is na 1 jaar opnieuw waargenomen in het windpark tijdens monitoring in 2023. Het ligt stabiel op de zeebodem. Dit blijkt ook vanuit stroomgootproeven.
- De BESE-leaf is een ontwerp om grootschalig uitplaatsen bij windparken op zee op een efficiënte wijze mogelijk te maken.

Daarnaast is in afstemming met de windparksector de conclusie gevormd dat rifpasta niet geschikt is om een filterlaag te vervangen. Aangezien het bioafbreekbare karakter van het materiaal niet gewenst is en vanuit BESE geen mogelijkheden worden gezien om dit aan te passen. Wel kan het materiaal als add-on in een windpark toegepast worden en daarover zijn ook al verschillende gesprekken geweest met windparkeigenaren/ontwikkelaars.

Knelpunten

Gedurende het project zijn verschillende knelpunten ontstaan (tabel 1). Omdat BESE en Waardenburg Ecology veel expertise hebben op het gebied van Ecologie maar minder in materiaalontwikkeling, is er samenwerking gezocht met Universiteiten en Hogescholen die dergelijke kennis waar nodig konden aanvullen en inbrengen.

Tabel 1: Technische en organisatorische knelpunten

Knelpunt	Technisch/ organisatorisch	Oplossing
(chemische) Optimalisatie receptuur	Technisch	- Samenwerking met de afdeling chemische technologie van Hall Larenstein en NHL Stenden. - Uitgebreide (interne) literatuurstudie verricht.
Ontwerp, visualisaties, krachtmetingen	Technisch	- Samenwerking met AERES Hogeschool en Universiteit Twente. - Uitgebreide (interne) tests intern om ervaring op te doen.

**Veel onderzoeklijnen –
structuur aanbrengen bleek
een uitdaging**

Organisatorisch

Het team van BESE is uitgebreid zodat de praktijktesten en het projectmanagement door verschillende medewerkers konden worden geleid.

Perspectief en vervolgstappen

Doorontwikkelingen na afloop van dit project betreffen:

- Optimalisatie van de receptuur door het testen van nieuwe additieven.
- Het produceren van BESE-leafs (op grotere schaal) en het testen ervan in een pilot in de Voordelta, Bretagne (Frankrijk) en in Kenia, waardoor meer kennis wordt vergaard over het grootschaliger produceren, de mogelijkheden van transport en het uitplaatsen van het materiaal.
- Het versnellen van de droogtijd, door vorm- en materiaalkeuze van de mal te optimaliseren.

Bijdrage aan de doelstelling van de TSE-regeling

In de huidige industrie wordt voor erosiebescherming en de ecologische toplaag van windmolenparken en kabelkruisingen grote hoeveelheden verschillende steen- en betonstructuren gebruikt om een windmolen stevigheid te geven en de ruimte op de bodem leefbaar te maken voor marine diersoorten. Deze gebruikte materialen zijn van minerale oorsprong en uitputbaar. Daarnaast wordt beton geproduceerd met cement, een industrie die verantwoordelijk is voor 10% van de CO₂-emissies van menselijke oorsprong, waarvan 60% afkomstig van het chemische proces en 40% van het verbranden van fossiele brandstof.

Bij gebruik van de rifpasta wordt een hernieuwbare bron (schelpengruis) omgezet in een product geschikt om mariene soorten op en rondom windmolens aan te trekken. Het verkrijgen van schelpengruis kost energie door het transporteren en vermalen. Het is echter een afvalproduct uit de visserij uit de kweek van oesters en mosselen. Er wordt dus geen extra CO₂ uitgestoten tijdens de productie ervan waardoor de reef paste in de basis een zeer duurzaam materiaal is.

Door toevoegingen van vlasvezel en een andere verhouding is de GWP van het materiaal (door de optimalisaties in de receptuur) wel toegenomen, maar in vergelijking met betonnen structuren is deze nog steeds relatief laag en levert de BESE-reef paste nog immer een CO₂ emissiereductie op van 760,2 GWP kg CO₂ eq.

Spin-off mogelijkheden binnen en buiten de sector

Door het uitvoeren van het BIERI-project en het doorontwikkelen van de Rifpasta naar een geschikt eindproduct voor de offshore industrie zijn nieuwe spin-off mogelijkheden ontstaan:

- De leemstenen met coating, zoals gepilot in de Westerschelde, worden nu verder verkend voor gebruik in andere projecten in samenwerking met o.a. Van Oord en Netics.
- Ook wordt gekeken of de Rifpasta toegepast kan worden in aquacultuur sites op zee, om rifherstel onder de kweeklocatie te faciliteren in samenwerking met het ULTFarms project (<https://ultfarms.eu>).
- Daarnaast zijn we bezig om het materiaal te diversifiëren. Nu wordt het enkel ingezet voor oesterbankherstel, maar er liggen ook mogelijkheden voor koraalherstel, bijvoorbeeld wanneer het oestergruis wordt vervangen door koraalgruis in de receptuur. De eerst pilots hiervoor lopen (testproducten gemaakt) en in de winter wordt in Kenia samen met Reefolution (<https://reefolution.org>) een eerste pilot ingezet (mede mogelijk gemaakt door het Innofonds van het WNF).

- Tot slot gaat de Rifpasta mogelijk toegepast worden als coating in Venetië, Italië, om een oesterbank te creëren die ondersteunt in het versterken van de kustlijn tegen golfimpact. Dit betreft natuurlijk ook een mogelijkheid in Nederland langs de kustlijn.

Openbare publicaties over het project

Resultaten van de ontwikkeling van de Rifpasta zijn op de volgende kanalen gepresenteerd:

- Onderdeel Toolbox voor natuurinclusieve maatregelen wind op zee, initiatief van de Rijke Noordzee ** In aanmaak ** <https://www.derijkenoordzee.nl/onze-visie>
- Stand op Conference on Wind Energy and Wildlife Impacts - CWW 2022 <https://cww2022.org>
- Presentatie op de Ocean & North sea summit 2023 (Break-out sessie Energieparken) <https://oceannorthsea.nl/programma/>
- Vroege Vogels radio <https://www.bnnvara.nl/vroegevogels/artikelen/oesterschelpen-van-de-molen-naar-de-molen>
- BESE-website / LinkedIn <https://www.bese-products.com/article/offshore-wind-farm-pilot-with-bese-reef-paste/>
<https://www.bese-products.com/article/bese-products-solutions-in-offshore-wind-farms/>
<https://www.linkedin.com/company/64964815/admin/feed/posts/>
- In de toekomst – Stand op Waterbouwdag 2023

Voor meer informatie over dit project (en het eindrapport) kunt u contact opnemen met Malenthe Teunis (m.teunis@bese-products.com).

Dit onderzoek is uitgevoerd met Topsector Energiesubsidie van het Ministerie van Economische Zaken en Klimaat.