

## Notitie

Datum	4 juli 2016
Aan	Commissie voor de MER
Van	Martijn ten Klooster, Pondera Consult
Betreft	Aanvullende informatie MER Windpark Fryslân

De Commissie voor de MER (de commissie) heeft in haar eindadvies aangegeven dat het MER Windpark Fryslân alle informatie bevat die benodigd is voor de besluitvorming over het windpark. Daarbij wordt het bevoegd gezag geadviseerd om voor één soort, de topper een duikeend waarvoor een instandhoudingsdoelstelling is gesteld voor het Natura 2000-gebied IJsselmeer, aanvullende mitigerende maatregelen voor te schrijven ten einde significant negatieve effecten met zekerheid uit te kunnen sluiten.

In het overleg met de commissie is door de initiatiefnemer aangegeven de mitigatie graag te willen voorleggen aan de commissie. Deze aanvulling met bijbehorende bijlage betreft de betreffende aanvullende informatie. In de aanvulling wordt ingegaan op de situatie ten aanzien van cumulatie met de staand want visserij en de aanvullende mitigatie die de initiatiefnemer voorstaat.

### 1. Achtergrond mitigerende maatregel

De commissie plaatst in haar toetsingsadvies een aantal kanttekeningen in relatie tot rust- en foerageergebied voor de topper. Deze hebben met name betrekking op de omvang van de foerageercondities in het plangebied en de foerageermogelijkheden bij de natuurvoorziening. In de aanvullende mitigerende maatregel is hier aansluiting bij gezocht.

#### Mitigerende maatregel

In het MER met bijbehorende Passende Beoordeling (PB) en de aanvulling hierop zijn de potentiële effecten op watervogels, waaronder de topper, beschreven. Voor een aantal soorten watervogels, met name viseters, is de natuurvoorziening ontworpen. De natuurvoorziening is de permanente invulling van het werkeiland, waarmee een positieve bijdrage aan de draagkracht van het IJsselmeer voor de betreffende soorten wordt gerealiseerd. De topper foerageert op benthos (macrofauna zoals mosselen) en profiteert mee van de natuurvoorziening maar heeft bij het ontwerp niet centraal gestaan. Door een optimalisatie van de natuurvoorziening kan ook voor duikeenden, waaronder de topper, ten aanzien van de foerageercondities een positieve bijdrage aan de draagkracht van het IJsselmeer worden gegeven. Deze optimalisatie heeft de vorm in het maken van een

uitgebreide toevoeging van onderwatersubstraat ten behoeve van macrofauna. De mate waarin dit wordt toegevoegd is gekozen ten einde de optimalisatie robuust vorm te geven.

In de bijlage bij deze notitie is een beschrijving en beoordeling opgenomen van Bureau Waardenburg van de optimalisatie en het effect op de foerageermogelijkheden voor duikeenden waaronder de topper. Samengevat komt dit erop neer dat de natuurvoorziening geschikt rust- en foerageergebied kan bieden voor 100-den duikeenden. Gezien de aantrekkingskracht zullen de aantallen aanvaringslachtoffers in het windpark afnemen doordat individuen ervoor kiezen bij de natuurvoorziening te verblijven, die op ruime afstand van het windpark is gelegen.

De volgende ontwerpcriteria worden in aanvulling op hetgeen eerder is gesteld in het MER gehanteerd voor de natuurvoorziening om de optimalisatie te realiseren:

- Over de gehele lengte van de vooroever (1 km) wordt in een zone van ca. 100 meter breed een kunstrijf gecreëerd (totaal oppervlakte ca. 10 ha).
- Binnen de zone wordt een kunstrijf gecreëerd bestaande uit een combinatie van verschillende harde structuren, bijvoorbeeld rifballen, BESE elementen, dood hout, ..
- Het substraat wordt heterogeen over de gehele zone verspreid.
- Diepte: het substraat moet niet te diep aangebracht worden (richtlijn: tot maximaal 2-3 meter onder het wateroppervlak).
- De zone wordt evenwijdig aan het luwte element gepositioneerd.
- Bodem: de bodem in de omgeving van het kunstrijf wordt structureel gerealiseerd waarop mosselbroed op kan hechten

### **Monitoring**

De monitoring van de natuurvoorziening maakt op grond van de voorschriften van de Natuurbeschermingswet vergunning voor het windpark integraal onderdeel uit van het monitoringsprogramma. Monitoring van de fysieke kenmerken en het ecologisch functioneren staan daarbij centraal. Deze monitoring betreft een periode van minimaal 5 jaar. Aanvullende maatregelen, zoals het uitbreiden van het areaal aan onderwaterstructuren, kunnen op grond van de vergunning worden voorgeschreven naar aanleiding van de monitoring.

### **2. Cumulatie visserij**

In het eindadvies licht de commissie de cumulatie met de staand want visserij toe. Daarbij is aangegeven dat dit volgt uit de periodieke vergunningverlening aan de staand want visserij. Daarbij wordt bij de cumulatie worst case uitgegaan van de sterfte die is bepaald in een onderzoek uit 2002/2003.

Ter aanvulling op de informatie in de aanvulling op het MER is het volgende van toepassing, verzocht wordt dit te betrekken bij de advisering.

### **Periode**

De visserij met staand want heeft een vergunning op grond van de Natuurbeschermingswet 1998 voor de periode van 1 jaar. De vergunning is verleend op 18 maart 2016 en geldt tot 15 maart 2017. Het betreft een verlenging van de vergunning die in 2014 is verleend voor de periode van één jaar en in 2015 eveneens met één jaar is verlengd. Bij de verlening van deze vergunning op 16 maart jl is overwogen dat:

*‘Er is mijnerzijds niets gebleken van andere wijzigingen in de omstandigheden waaronder uw vergunning op 1 juli 2014 is verleend.’*

Voor het windpark geldt dat een besluit op grond van de Natuurbeschermingswet wordt verwacht in 2016. De realisatie van het windpark wordt verwacht in 2018 een aanvang te krijgen en gerealiseerd te zijn in 2020. Op het moment dat een besluit moet worden genomen ten aanzien van een vergunning op grond van de Natuurbeschermingswet voor de staand want visserij volgend op het huidige besluit, dus in 2017, zal opnieuw moeten worden overwogen of er omstandigheden zijn die relevant zijn. Voor de toekomstige situatie betreft dit de verleende vergunning voor het windpark waarmee de visserij-activiteiten dienen te worden gecumuleerd. Voor de beoordeling van het windpark geldt dat op het moment van besluitvorming geen vergunning op grond van de Natuurbeschermingswet is verleend voor deze activiteit voor de periode na 15 maart 2017 en is derhalve geen sprake van cumulatie.

### **Cumulatie**

Zoals in de aanvulling aangegeven is daarbij overigens relevant dat deze vergunning voor de visserij in combinatie met het windpark kan worden verleend aangezien de sterfte beperkt is en wordt door de vergunning die is verleend. In de overwegingen bij de vergunning die in 2014 is verleend wordt duidelijk dat deze gebaseerd is op het onderzoek van Bureau Waardenburg uit 2012/2013. Aangegeven is:

#### *‘A1.3. Relevante ecologische onderzoeken*

*U hebt voor de beoordeling van uw aanvraag geen nieuwe rapporten en tekeningen aangeboden. Op 28 augustus 2013 is het door de Provincies Fryslân en Flevoland en het Ministerie van Economische Zaken opgedragen onderzoek Bijvangst van vogels in staand want in het IJsselmeer en het Markermeer Winter 2012/2013 (Bureau Waardenburg rapport nr. 13-101) gereed gekomen.*

*In de gecontroleerde netten zijn zes vogels aangetroffen, waarvan vier op het IJsselmeer en twee op het Markermeer. Het betrof 3 futen, 1 topper, 1 grote zaagbek en 1 kuifeend. Omgerekend naar de totale visserij-inspanning in het seizoen 2012/2013 op het IJsselmeer en Markermeer, zijn dit 240 vogels op jaarbasis. Voor het IJsselmeer zijn dit naar schatting 160 vogels op jaarbasis, voor het Markermeer naar schatting 80 vogels op jaarbasis. De schatting in dit onderzoek van het aantal vogels dat op jaarbasis verstrikt raakt (240), is bijna een factor 10 lager dan verwacht (2.162).’*

Tevens is aangegeven onder A4 Vergunningplicht:

*'Op basis van de aanvraag en de daarbij behorende rapporten heb ik beoordeeld of het door u aangevraagde project en/of handeling schadelijke gevolgen kan hebben voor de natuurlijke kenmerken van het gebied, zoals beschreven in de instandhoudingsdoelstelling van dit Natura 2000-gebied.*

*Ik stel vast dat:*

*...*

*2. het onder A1. omschreven project en/of de handeling weliswaar gevolgen kan hebben voor het Natura 2000-gebied in de vorm van effecten op de populatie omvang van enkele soorten vogels. De omvang van dit effect is met de beschikbare kennis niet geheel te bepalen. Op grond van de rapportage Onderzoek Bijvangst vogels in staand Want, bureau Waardenburg, 28 augustus 2013, rapport nr. 13-101 mag worden aangenomen dat het effect beduidend kleiner (ca. 1/9) is dan hetgeen op basis van het eerdere onderzoek uit 2003 bij deze steekproefgrootte mocht worden verwacht;*

*3. Indien het effect uit de in de voorwaarden verplicht gestelde registratie en rapportage, op de naleving waarop streng zal worden toegezien, omvangrijker blijkt dan uit op grond van de steekproef mag worden verwacht en er van moet worden uit gegaan dat dit mogelijk nog langjarig kan voortduren, valt niet geheel op voor hand uit te sluiten dat staand wantvisserij de instandhoudingsdoelstelling voor de betreffende watervogels in gevaar kan brengen. De natuurlijk kenmerken van het systeem blijven evenwel intact, als tijdig wordt bijgesteld. Verdergaande passende maatregelen, mochten die al nodig zijn, zijn daarom in een later stadium nog uitvoerbaar;*

Dit leidt tot het volgende. De vergunning is verleend op basis van het onderzoek uit 2012/2013. Het bevat voorschriften om de sterfte te reduceren en mogelijkheden om aanvullend maatregelen voor te schrijven. De additionele sterfte, onder meer onder toppers, die maximaal toelaatbaar is op grond van de vergunning bedraagt niet meer dan in lijn met het onderzoek uit 2012/2013 verwacht mag worden. Dit is ook de basis voor de additionele sterfte die is betrokken in de aanvulling MER uit mei 2016.

Gegeven voorgaande geldt dat ook indien de visserij in cumulatie met de effecten van het windpark worden beoordeeld het in de rede ligt dat deze activiteit kan plaats vinden en kan worden vergund.



## NOTITIE

Pondera Consult B.V.  
Dhr. M. ten Klooster  
Postbus 579  
7550 AN, Hengelo (OV)

DATUM: 30 juni 2016  
ONS KENMERK: 15-183/16.04768/CamHe  
AUTEUR: ing. B. van den Boogaard & drs. C. Heunks  
PROJECTLEIDER: drs. C. Heunks  
STATUS: definitief  
CONTROLE: drs. A. Bak

### **Optimalisatie van de natuurvoorziening om de effecten van Windpark Fryslân op topper te mitigeren**

Windpark Fryslân B.V. heeft het voornemen om een windpark in het IJsselmeer te realiseren. Het windpark, genaamd Windpark Fryslân, ligt in het noordelijk deel van het IJsselmeer, nabij de Afsluitdijk in de gemeente Sudwest Fryslân (provincie Fryslân). Om het windpark te kunnen realiseren stellen de Ministers van Economische zaken en van Infrastructuur en Milieu een inpassingsplan op en zijn onder andere een omgevingsvergunning, waterwetvergunning, Flora- en faunawetontheffing en een vergunning Natuurbeschermingswet 1998 nodig. Ter ondersteuning van het besluitvormingsproces daarover is een Milieueffectrapport (MER) opgesteld.

In haar tussentijds advies, d.d. 14 juni 2016 heeft de Commissie aangegeven dat met het MER, voldoende informatie bevat voor besluitvorming. Echter, significante gevolgen voor de topper acht de Commissie alleen uit te sluiten met extra mitigerende maatregelen. In overleg met de Commissie (dd. 22 juni 2016) is aan de orde geweest in hoeverre de natuurvoorziening verder geoptimaliseerd kan worden ten einde significante gevolgen voor de topper uit te kunnen sluiten. Naar aanleiding daarvan worden in voorliggende notitie mogelijke aanvullende maatregelen gepresenteerd om de natuurvoorziening voor de topper te optimaliseren.

### **Functie en oorspronkelijk ontwerp natuurvoorziening**

De natuurvoorziening die Windpark Fryslân beoogd is in de eerste plaats bedoeld om negatieve effecten van windpark Fryslân voor grote zaagbek, fuut, dwergmeeuw en zwarte stern te mitigeren. Andere soorten, waaronder de topper, profiteren hiervan mee.

De aanleg van een werkeiland (vooroever) voor de Afsluitdijk betekent een kwaliteitsimpuls voor het leefgebied van de grote zaagbek, fuut, dwergmeeuw en zwarte stern. Dit draagt bij aan een hogere draagkracht van het IJsselmeer en de Waddenzee voor de betreffende vogelsoorten. De vogels zullen hierdoor in een betere conditie verkeren waardoor de overleving en/of reproductie toeneemt en daarmee de populatieomvang.

#### *Natuurvoorziening voor de topper*

Het aantal toppers in het plangebied is laag ten opzichte van andere delen van het IJsselmeer omdat het aanbod aan zoetwatermosselen in het plangebied relatief laag is. De aantasting van het leefgebied voor de topper in het plangebied is dan ook zeer gering en verwaarloosbaar ten opzichte van het gehele IJsselmeer. De soort kan echter wel mee profiteren van de natuurvoorziening. Door de aanleg van een ondiepe luwtezone zullen zich waterplanten ontwikkelen. Tussen deze waterplanten kan een gevarieerde macrofauna- en visgemeenschap tot ontwikkeling komen. Het stortsteen van het luwte element biedt vestigingsmogelijkheden voor benthos. Voor duikeenden zal de natuurvoorziening een functie als foerageer- en rustgebied vervullen. Duikeenden prefereren luwte als rustgebied en foerageren op benthos en overige macrofauna. Door de aanleg van een vooroever met een luwtegebied verbeteren de rust- en foerageerfuncties voor duikeenden. Hierdoor zal de draagkracht van het IJsselmeer voor toppers in termen van voedsel en rust toenemen. Een deel van de duikeenden die in de huidige situatie op dagrustplaatsen tussen de Afsluitdijk en het geplande windpark verblijven, zal de vooroever als nieuwe dagrustplaats gaan gebruiken. Door deze verschuiving naar dagrustplaatsen die op grotere afstand van het geplande windpark liggen (ruim 4 kilometer), zullen duikeenden die 's nachts vanaf de nieuwe dagrustplaats het IJsselmeer opvliegen een kleiner risico hebben om in aanvaring te komen met de geplande windturbines. Deze mitigerende maatregel betekent voor duikeenden daarom niet alleen een verbetering van leefgebied, maar ook een reductie van de sterfte die voor Windpark Fryslân voorzien is.

### **Optimalisatie natuurvoorziening in de vorm van een kunstrif**

De natuurvoorziening kan voor de topper geoptimaliseerd worden door de foerageermogelijkheden te verbeteren. De topper foerageert op ongewervelde dieren die op de bodem leven (benthos) zoals mosselen. Het aanbod (biovolume) *Dreissena* mosselen in het noordoostelijk deel van het IJsselmeer is relatief laag (Bij de Vaate, 2012). Dit heeft alles te maken met een gebrek aan geschikt aanhechtingssubstraat (Bij de Vaate, 2012). Door extra substraat te creëren voor deze voedselbronnen verbeteren de foerageeromstandigheden voor de topper. Aan de buitenzijde van de natuurvoorziening wordt al extra substraat gecreëerd door de aanleg van een stortstenen luwte element (dam). Aan de binnenzijde van de natuurvoorziening kan extra substraat gecreëerd worden door de aanleg van een kunstrif. Uitgangspunt hierbij is dat de

optimalisatie (het kunstrif) niet conflicteert met de andere functies van de natuurvoorziening. Dit betekent dat het onwenselijk is als extra substraat voor benthos ten koste gaat van de ruimte voor planten en vissen. Dit kan door structuren aan te leggen met een hard oppervlak, die relatief weinig bodemoppervlak bedekken, omdat ze boven de waterbodem uitsteken en/of veel holtes / gaten hebben, zoals bijvoorbeeld:

1. betonnen rifballen
2. biologisch afbreekbare BESE elementen
3. dood hout
4. leeg schelpmateriaal, gebroken betonpuin etc..

De achtergrond en het principe van punt 1&2 zijn in bijlage 1 van deze notitie nader belicht. Experimenten laten zien dat beide technieken succesvol zijn voor de kolonisatie van tweekleppigen en tevens schuilmogelijkheden voor vissen en ruimte voor planten bieden. De bodem tussen de aangebrachte structuren kan door mosselen ook gekoloniseerd worden wanneer hier aanhechtingssubstraat aanwezig is. Benthos op de bodem kan door duikeenden geëxploiteerd worden.

Een combinatie van rifballen en BESE-element is ook mogelijk. De BESE-elementen liggen op en direct boven het bodemoppervlak. Van nature komen er soms zuurstofloze condities voor direct boven het bodemoppervlak (in warme jaren), waardoor massa mortaliteit van mosselen kan optreden. De rifballen reiken tot 0,90m boven het bodemoppervlak (bijlage 1), waardoor risico's op massa mortaliteit door zuurstofloze condities veel kleiner zijn. De rifballen zijn in tegenstelling tot de BESE elementen bovendien beter bestand tegen golfslag en waterstroming. De mosselen op de rifballen fungeren dan als refugium, waarvandaan de waterbodem weer gekoloniseerd kan worden. Met de BESE-elementen kunnen horizontaal gepositioneerde mosselbanken worden gecreëerd. Indien deze op niet te grote diepte worden aangelegd (2-3m), dan vormt dit ideaal voedsel voor duikeenden, waaronder topper.

Uit experimenten met het aanbrengen van dood hout achter vooroevers in rivieren is gebleken, dat dergelijke structuren geschikt schuil-, opgroei en foerageergebied vormt voor diverse inheemse vissoorten (Dorenbosch et al, 2015). Dit hout ligt nu (2016) voor het derde jaar in het water, en recent is waargenomen dat er mosselbroed op is gaan groeien. Kolonisatie begint nu dus vorm te krijgen.

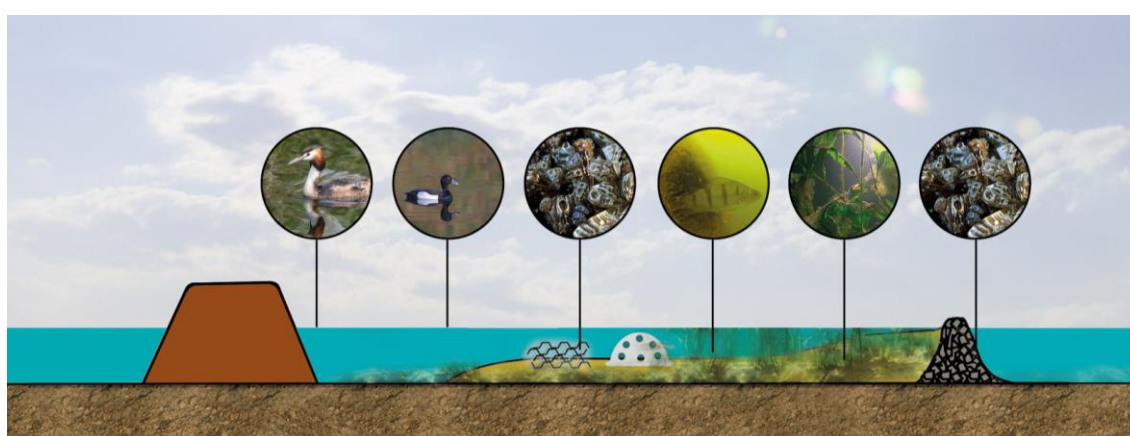
Het aanbrengen van een rif in de vorm van los hard substraat, zoals schelpmateriaal, puin e.d., is onder andere toegepast in het Volkerak en het IJmeer. Belangrijke voorwaarde voor de duurzame ontwikkeling van Dreissena-mosselen is dat op dergelijke plekken geen grote slibaanwas aanwezig is, zodat geen zuurstofloosheid in de mosselbank optreedt (Dorenbosch et al., 2014; Bak & Schouten, 2004).

## **Ontwerp**

De exacte uitwerking voor een dergelijke optimalisatie binnen de natuurvoorziening dient nader uitgewerkt te worden. Op grond van bovenstaande en de bevindingen in bijlage 1 komen we in de natuurvoorziening tot het volgende richtlijnen voor optimalisatie van de natuurvoorziening (zie ook figuur 1 ter visualisatie):

- Over de gehele lengte van de vooroever (1 km) wordt in een zone van ca. 100 meter breed een kunstrif gecreëerd (totaal oppervlakte ca. 10 ha).

- Binnen de zone wordt een kunstrif gecreëerd bestaande uit een combinatie van verschillende harde structuren, bijvoorbeeld rifballen, BESE elementen, dood hout,..
- Het substraat wordt heterogeen, *patchy*, over de gehele zone verspreid.
- diepte: het substraat moet niet te diep aangebracht worden (richtlijn: tot maximaal 2-3 meter onder het wateroppervlak<sup>1</sup>).
- De zone wordt evenwijdig aan het luwte element gepositioneerd.
- bodem: voor de kolonisatie van de omgeving wordt het kunstrif bij voorkeur aangelegd op een structuurrijke bodem, waarop mosselbroed op kan hechten. Op een zandige bodem kan aanhechtingssubstraat in de vorm van schelpen aangebracht worden.



Figuur 1 Visualisatie van de natuurvoorziening met optimalisatie in de vorm van een kunstrif (rifballen en BESE elementen).

### Wat levert een kunstrif op?

Op basis van bijlage 1 en verschillende bronnen is in tabel 1 een samenvatting gegeven van het aanbod aan Dreissenamosselen (uitgedrukt als gemiddeld biovolume) op verschillende substraten en groeiplekken. Dit geeft een indicatie van de verschillen in biovolumes tussen het natuurlijk substraat in het IJsselmeer nabij het plangebied, en 3 kunstmatige substraten.

Tabel 1. Gemiddeld biovolume Dreissenamosselen op verschillende substraten.

Substraat	Biovolume (ml/m <sup>2</sup> )	Bron
IJsselmeer bodem (plangebied e.o.)	0,4 - 20	Bij de Vaate, 2012
Stortsteen (luwte dam)	6.000	Bergsma <i>et al.</i> , 2013
Rifballen	600 *	Bak <i>et al.</i> , 2014
BESE-elementen	8.000	ongepubliceerd (pilots)

- de rifballen zijn na plaatsing 3 jaar gemonitord, het is vrijwel zeker dat de biovolumes beduidend hoger zijn in opvolgende jaren (vergelijkbaar met stortsteen of BESE-elementen).

<sup>1</sup> Voor duikeenden is duiken vanuit energetisch perspectief een kostbare manier van voedsel zoeken (De Leeuw 1997). Omdat de zuurstof opslag in het lichaam (bij vogels) beperkt is moeten duikeenden voortdurend heen en weer pendelen tussen wateroppervlakte en de bodem om te ademen. Met name tijdens de diepere duiken (>5m) zijn de duikeenden de helft van de tijd kwijt aan het duiken (De Leeuw 1997).



Stortsteen, rifballen en BESE-elements zorgen direct voor heel geschikt aanhechtingssubstraat. Toepassing van een (combinatie) van deze substraten achter een luwte-element nabij de Afsluitdijk zal er toe leiden dat er beduidend meer Dreissenamosselen gaan groeien dan nu het geval is.

### Effect optimalisatie natuurvoorziening

Schattingen van totale biovolumes kunnen berekend worden zodra het ontwerp van een kunstrijf bekend is. Het aanbod aan Dreissenamosselen binnen dit kustrif is afhankelijk van het aanbod aan substraat. Hoe meer geschikt substraat wordt aangebracht des te groter het effect van optimalisatie. Om een indruk te krijgen van de orde grootte van het aanbod aan driehoeksmosselen op een dergelijke kunstrijf wordt in tabel 2 het effect van een mogelijk ontwerp gekwantificeerd.

*Tabel 2      Inschatting van de orde grootte van het aanbod aan driehoeksmosselen op een kunstrijf. Uitgangspunten zijn fictief om een indruk te krijgen van de orde grootte. Het kunstmatige substraat wordt heterogeen, patchy, over de gehele zone verspreid.*

Substraat	Uitgangspunt	Omvang substraat (ha)	Biovolume (ml) per m <sup>2</sup>	Totaal biovolume (miljoen ml)
Stortsteen (luwte dam)	1 km lengte, 5 meter breed talud onderwater	0,5	6.000	30
Rifballen	140 stuks	0,1	6.000	6
BESE-elements	4 lagen à 10.000 stuks	0,5	8.000	40
Totaal		1,1		76

Ter vergelijking: in de gebruiksfase van windpark Fryslân wordt het leefgebied van duikeenden als gevolg van de windturbines in een straal van maximaal 150 meter rondom ieder turbine minder geschikt (afname 80%). Omgerekend per turbine betekent dit een aantasting van leefgebied van 5 à 6 ha en voor het gehele windpark ca. 500 ha. In dit leefgebied zijn de biovolumes laag (0,4-20ml/m<sup>2</sup>). Uitgaande van een gemiddeld biovolume van 10 ml/m<sup>2</sup> in de huidige situatie bedraagt het totale verlies aan biovolume ca. 50 miljoen ml.

Dit betekent dat een kunstrijf volgens bovenstaande richtlijnen een mogelijkheid biedt om de aantasting van het leefgebied als gevolg van windpark Fryslân te mitigeren. Volgens het ontwerp in tabel 2 kan de natuurvoorziening zelfs netto in een toename van geschikt foerageergebied resulteren. Temeer omdat de dichtheden ter plaatse in de natuurvoorziening veel hoger zijn dan in het plangebied en omdat de foerageercondities in de natuurvoorziening gunstiger zijn vanwege de diepte (kleiner) en de luwte.

Omgerekend voor de gehele natuurvoorziening (25 ha) kan het biovolume aan *Driesena* mosselen gemiddeld 300 ml/m<sup>2</sup> bedragen. Dit komt overeen met de beschikbaarheid in het Noordwestelijke deel van het IJsselmeer (max. 200-500 ml, cf. Bij de Vaate 2014). In dit deel van het IJsselmeer verblijven in de winter veel grotere aantallen toppers dan in het plangebied.

Om een indruk te krijgen van het (orde grootte) aantal duikeenden dat in de winter kan foerageren in de natuurvoorziening kan een rekensom op basis van de dagelijkse energiebehoefte van duikeenden en vogeldagen gemaakt worden. De dagelijkse energiebehoefte van toppers in het IJsselmeer bedraagt ca. 3.600 gr (versgewicht benthos) (De Leeuw 1997). Volgens Van Noord (2016) komt dit, omgerekend, overeen met een biovolume van ca. 2.930 ml. Dit betekent dat het aanbod aan *Dreissena* mosselen op het kunstrijf (cf. tabel 2) kan voorzien in de benodigde energiebehoefte van ca. 26.000 vogeldagen. Omgerekend betekent dit dat het kunstrijf in de winter (december t/m februari) kan voorzien in de totale energiebehoefte van ca. 300 duikeenden.

Op basis hiervan en een deskundigenoordeel schatten wij in dat de natuurvoorziening in de geoptimaliseerde vorm in de winter, afhankelijk van het definitieve ontwerp, geschikt foerageer- en rustgebied kan bieden voor enkele 100-den duikeenden.

Omdat de natuurvoorziening met een dergelijke optimalisatie voor duikeenden een grotere aantrekkingskracht heeft, zal ook het risico op aanvaringen met het geplande windpark afnemen.

## **Bijlage 1: kunstmatige substraten**

In deze bijlage wordt het principe en het ontwerp van twee kunstmatige substraten beschreven: rifballen (§1.1) en BESE elements (§1.2). Voor beide toepassingen worden de resultaten van experimenten en pilot studies gepresenteerd.

### **1.1 Rifballen**

In het IJsselmeer en Markermeer hebben in de afgelopen 20 jaar enkele negatieve ecologische ontwikkelingen plaatsgevonden. Eén daarvan is de sterke afname van de dichtheden van driehoeksmosselen begin jaren negentig in het Markermeer. Dit resulteerde in een afname van de helderheid van het water (minder filtering) en van de voedselbeschikbaarheid voor watervogels (Noordhuis, 2010). Deze verslechtering is mogelijk veroorzaakt door een combinatie van een hoge sliblast, de afname van de voedselrijkdom (minder algen ofwel mosselvoedsel) en de opwarming van het water in het Markermeer (Noordhuis 2010). Het onderzoeksprogramma “Natuurlijker Markermeer-IJmeer 2009-2015” (NMIJ) had als doel meer inzicht te krijgen in de oorzaken van de negatieve trends en de herstelmogelijkheden van het watersysteem. Hoofdvraag was: “Welke maatregelen zijn het meest kansrijk voor de ontwikkeling van een robuust ecologisch systeem en een klimaatbestendig watersysteem in het Markermeer en IJmeer”.

Het onderzoeksprogramma had een drietal thema's, te weten:

- verminderen van het slibgehalte;
- vergroten van habitatdiversiteit en dynamiek;
- verbinden van systemen.

Onder deze thema's zijn 118 onderzoeksvragen gedefinieerd. Voor het beantwoorden van de onderzoeksvragen wordt onder andere gebruik gemaakt van veldexperimenten. Naast de grotere experimenten (slibschermen en pilot oermoeras) worden innovatieve technieken beproefd in de zogenaamde “Waterproeftuin”.

Bureau Waardenburg b.v. is de initiatiefnemer van het rifballen experiment. Het experiment betreft de aanleg van een natuurrif bestaande uit zogenaamde “rifballen” (zie figuren 1, 2 en 3). Op de betonnen rifballen kunnen zich driehoeksmosselen vestigen en zich ontwikkelen tot mosselbanken. De mosselen filteren algen uit het water. Lokaal rondom de rifballen kan het doorzicht aanzienlijk toenemen, waardoor waterplantenontwikkeling op gang kan komen. In en om de rifballen en tussen de waterplanten kunnen jonge vissen zich verschuilen. De mosselen, vissen en waterplanten vormen voedselbronnen voor diverse soorten watervogels.

Belangrijke ecologische problemen van het Markermeer zijn onder andere te weinig driehoeksmosselen voor waterzuivering en vogelvoedsel, onvoldoende doorzicht voor de ontwikkeling van waterplanten en een te beperkte beschikbaarheid van schuilplaatsen en habitatdiversiteit voor vis. Het natuurrif van rifballen draagt potentiële oplossingen aan voor elk van deze kernproblemen. De inzet van rifballen kan mogelijkheden bieden voor vissen, driehoeksmosselen en afhankelijk van de locatie ook voor waterplanten. Deze drie

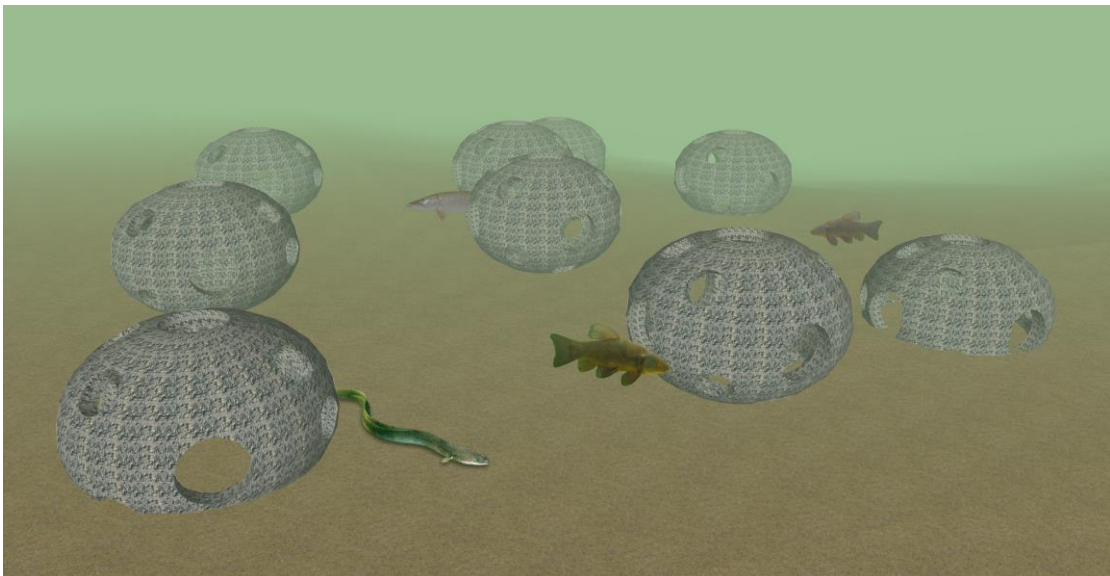
groepen vormen belangrijke voedselbronnen voor verschillende vogelsoorten waarvoor het IJsslemeer is aangewezen.

### Ontwerp

De rifballen zijn hol van binnen en de buitenkant is voorzien van enkele grote gaten met een diameter van circa 20 cm (figuur 1). De ballen hebben een diameter van circa 1,0 meter. In tabel 1 zijn nadere specificaties weergegeven.

*Tabel 1 Specificaties rifballen die in het Markermeer zijn uitgelegd in het kader van Natuurlijk Markermeer Waterproeftuin.*

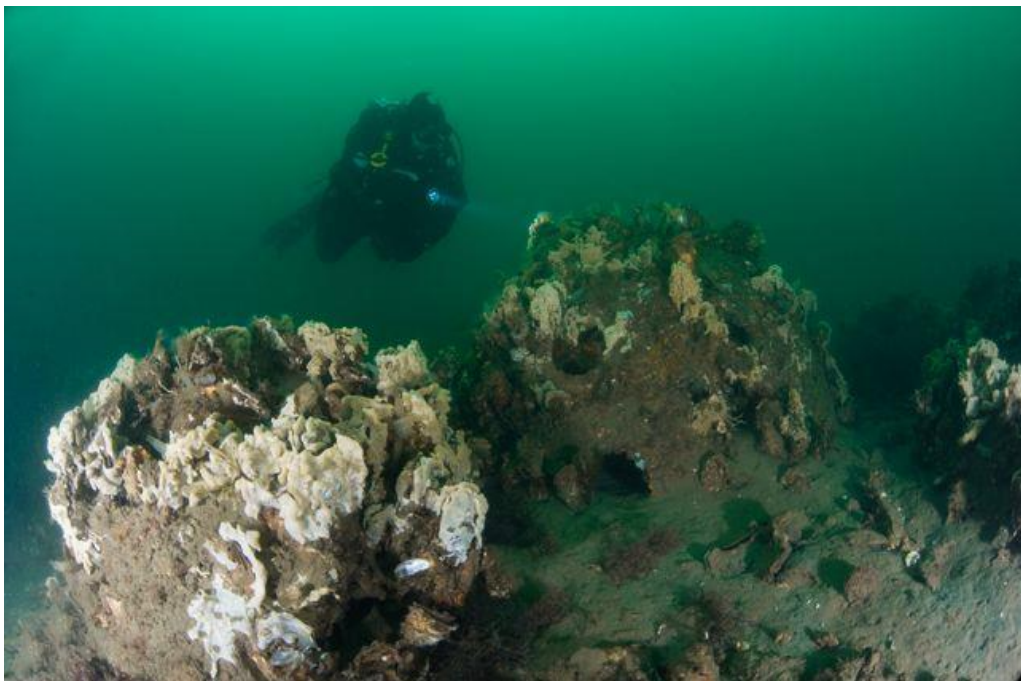
	Breedte	Hoogte	Gewicht	Volume	Opp. buitenkant	# gaten
Rifbal	1,20 m	0,90 m	680-1000 kg	0,25 m <sup>3</sup>	7,0 m <sup>2</sup>	17 - 24



Figuur 1 Impressie van een ontwerp voor verbetering van het onderwatermilieu opgebouwd uit kunstmatige rifballen.



Figuur 2. Betonnen rifballen; gebruikt in het experiment Waterproeftuin Natuurlijker Markermeer en IJmeer.



Figuur 3. Rifballen in de Grevelingen met aangroei van zoutwater organismen.

### Resultaten rifballen

Na plaatsing van de rifballen (mei 2012) in het Markermeer is in de daaropvolgende jaren monitoring uitgevoerd naar de effecten van de rifballen (Bak *et al.*, 2014). De centrale

vraag in het onderzoek was: “Ontstaan er betere mogelijkheden voor de ontwikkeling (habitat) voor driehoeksmosselen, waterplanten en vis indien deze maatregel wordt ingezet?”.

Hieronder is een samenvatting gegeven van de resultaten van de monitoring (Bak *et al.*, 2014). De uitkomsten van het onderzoek kunnen gebruikt worden om effecten van de rifballen in de natuurvoorziening van Windpark Fryslân te kwantificeren. Omdat het een experiment betreft, zal het effect van de rifballen ook moeten worden ingeschat met behulp van expert-judgement.

#### *Dreissena-mosselen en overige macrofauna*

Sinds de aanleg in mei 2012 zijn de rifballen gekoloniseerd door zowel driehoeksmosselen (*D. polymorpha*) als quaggamosselen (*D. bugensis*). De dichtheid en het biovolume van *Dreissena*-totaal, *D. polymorpha* en *D. bugensis* zijn op de rifballen significant hoger (in 2014: factor 100 – 800) dan die op de waterbodem tussen de rifballen en in de omgeving (referentiegebied). In 2014 was de dichtheid van *D. bugensis* op de waterbodem tussen de rifballen significant hoger dan in de omgeving. Een interessante visuele waarneming is de aanwezigheid van grote plekken met levende *Dreissena* op de waterbodem naast een aantal rifballen. Dit duidt op kolonisatie van de waterbodem door *Dreissena* afkomstig van de rifballen. Hoewel in najaar 2013 *D. polymorpha* nog dominant was op de rifballen en de waterbodem er omheen, was in najaar 2014 *D. bugensis* dominant (met een aandeelspercentage van 85% – 95%).

Naast *Dreissena*-mosselen zijn op de rifballen ook relatief hoge dichtheden aanwezig van andere waterinsecten met name vlokreeftjes en slijkgarnalen. De vlokreeftjes, maar ook de *Dreissena*-mosselen, fungeren als voedselbron voor diverse vissoorten.

#### *Vissen*

Middels onderwater camera's, echoscope en een schietfuikbemonstering is vastgesteld dat er in ieder geval zes soorten vis gebruik maken van de rifballen: pos, baars, zwartbekgrondel, snoekbaars, blankvoorn en spiering. Baars werd het meest waargenomen met de onderwater camera's. Tijdens de schietfuikbemonstering in het najaar van 2014 werd bij de rifballen het meest pos gevangen en in het referentiegebied het meest zwartbekgrondel. Er is geen verschil in soortenrijkdom tussen de rifballen en het referentiegebied. Wel is bij de rifballen twee maal zoveel vis gevangen als in het referentiegebied. Op de onderwaterbeelden is te zien dat vis de rifballen gebruikt als schuil-, opgroei- en foerageergebied. Zowel jonge als volwassen vissen zwemmen in en uit de rifballen en eten de waterinsecten die aanwezig zijn op het oppervlak van de rifballen. Bovendien is het mogelijk dat de rifballen nu of in de toekomst (gaan) fungeren als paaigebied voor diverse vissoorten, bijvoorbeeld snoekbaars.

#### *Waterplanten*

In de periode 2012 – 2014 is geen waterplantenontwikkeling op gang gekomen op de waterbodem tussen de rifballen (4 meter waterdiepte). Mogelijk was het doorzicht in het groeiseizoen nog onvoldoende als gevolg van veel opwerveling en sedimentatie van bodemsubstraat. Deze locatie nabij de Houtribdijk in het Markermeer is onderhevig aan

sterke wind- en golfwerking. Bij vestiging van mosselbanken op de waterbodem tussen de rifballen wordt waterplantenontwikkeling in de toekomst echter niet uitgesloten. Minder opwerveling van bodemsediment in combinatie met de filterende werking van de *Dreissena*-mosselen zou tot een groter doorzicht kunnen leiden.

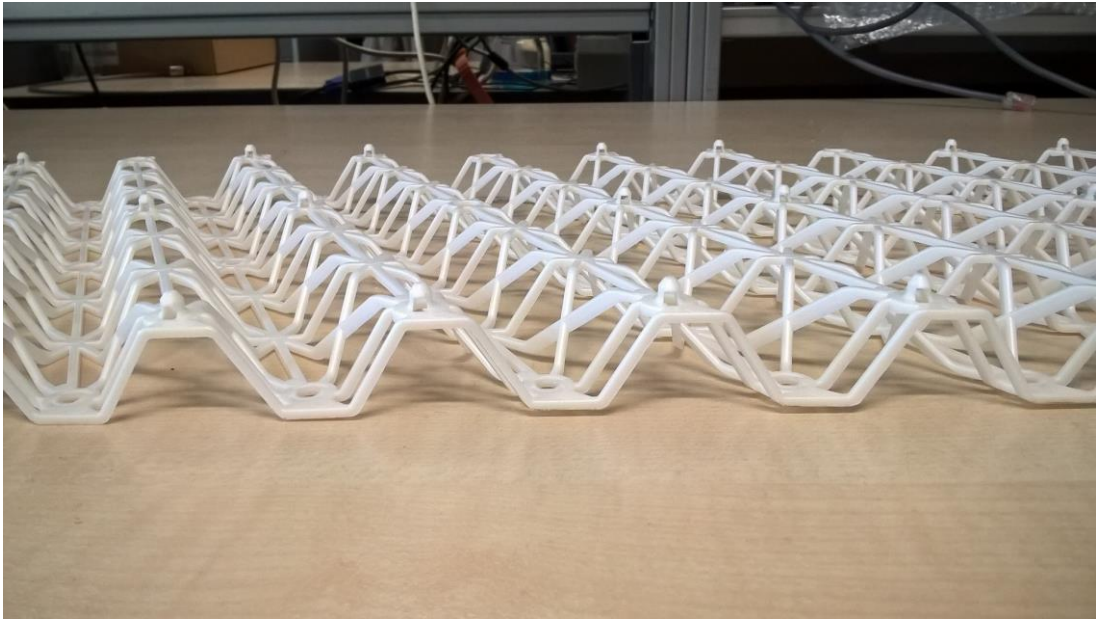
## 1.2 BESE-elements

BESE-elements is een biologisch afbreekbare structuur, gemaakt van teruggewonnen aardappelzetmeel uit de aardappelverwerkende industrie (figuur 4).

Recent onderzoek van de Radboud Universiteit Nijmegen heeft aangetoond dat mossel recruitment grotendeels wordt gecontroleerd door een interactie tussen substraat stabiliteit en predatiedruk. Een pilot proefproject in de Waddenzee (figuur 5) suggereert dat een ruimtelijk complexe 3D-structuur kan bijdragen als aanhechtingssubstraat en de predatiedruk op jonge mosseltjes sterk vermindert. Andere pilots laten zien dat vraat van riet door watervogels kan worden uitgesloten met kunstmatige structuren. Omdat het vaak onwenselijk is om plastic of ander materiaal in het aquatisch milieu te plaatsen, is er recent een biologisch afbreekbare structuur van aardappelzetmeel ontwikkeld.

Dit substraat wordt op dit moment toegepast in diverse projecten gericht op ecosysteem herstel en aangewend voor groeisubstraat van (*Dreissena*)mosselen (figuur 6 & 7), bodembescherming, golfslagreductie en anti-predatie middel. Bureau Waardenburg is met partners betrokken bij het STW-project "Bridging Thresholds", waarin verschillende toepassingen van BESE-elements worden onderzocht.

Een BESE-element heeft een oppervlakte van 0,5 m<sup>2</sup>. De sheets (figuur 4) kunnen in elkaar geklikt worden tot elke gewenste dikte. Achter het luwte element (de stortstenen dam) volstaat waarschijnlijk een laag van 4-5 sheets. De BESE-elements komen op de waterbodem te liggen. Ze zijn zwaarder dan water, waardoor ze vanzelf naar de bodem zinken. Wel is het van belang een zodanig grid te ontwerpen dat risico's op wegspoelen wordt voorkomen. Hydrologische (stromings)berekeningen kunnen hierbij uitkomst bieden. Ook kunnen de BESE-elements eventueel verzwaard worden.



Figuur 4. Detail van BESE-element, gemaakt van aardappelzetmeel.



Figuur 5. BESE-elements toegepast in de Waddenzee, ten behoeve van herstel mosselbanken





Figuur 6. Detail BESE-elements, met mosselbroed



Figuur 6. Mosselkrat begroeid met zoetwatermosselen.

## Literatuur

- Bak A., B. van den Boogaard & K. Didderen, 2014. Onderwater natuurrijf van rifballen. Veldexperiment in de Waterproeftuin van het Markermeer in het kader van Onderzoeksprogramma Natuurlijk(er) Markermeer – IJmeer. Rapportnummer 14-216. Bureau Waardenburg, Cuemborg.
- Bak A. & P. Schouten, 2004. Eutrofiëring en blauwalgen: stimulering van driehoeksmosselen in het Volkerak-Zoommeer. H2O 9 (2004): 19 - 22.
- Bergsma J.H., P.B. Broeckx & J.L. Spier, 2014. Bodemfauna en visonderzoek Houtribdijk. Monitoring 2014. Rapportnummer 14-212. Bureau Waardenburg, Culemborg.
- Bij de Vaate, 2012. De dichtheid van driehoeks- en quaggamosselen in het IJsselmeer: resultaten van een gebiedsdekkende kartering uitgevoerd in 2012. Rapport nr: 2012/03. Lelystad.
- De Leeuw, J. (1997) Demanding divers. Ecological energetics of food exploitation by diving ducks. PhD Thesis, Rijksuniversiteit Groningen.
- Dorenbosch M., J.H. Bergsma & P.B. Broeckx, 2014. Driehoeksmosselen op een kunstmatig aangelegde bank bij IJburg. Resultaten 2014. Ontwikkelingsbedrijf Gemeente Amsterdam (OGA).
- Dorenbosch M., J.H. Bergsma & W.M. Liefveld, 2015. Functie van rivierhout voor vis. Monitoring pilotprojecten IJssel, Nederrijn, Lek 2015.
- Noordhuis, R. (red.), 2010. Ecosysteem IJsselmeergebied: nog altijd in ontwikkeling. Trends en ontwikkelingen in water en natuur van het Natte Hart van Nederland. Rijkswaterstaat, Lelystad.
- Noordhuis, R. & J. van Schie, 2007. Vooroevers Houtribdijk: toestand ecologie en waterkwaliteit 2006. Inventarisatie van waterplaten, watervogels, driehoeksmosselen, fysische en chemische parameters. RWS RIZA rapport 2007.006. Ministerie van Verkeer en Waterstaat. Rijkswaterstaat.
- Van Noord, A.M., 2016. Effecten van Dreissena mosselen op waterkwaliteit van afvalwater. Rapportnummer 16-012. Bureau Waardenburg bv, Culemborg.

Voor vragen over deze notitie kunt u contact opnemen met C. Heunks.

Akkoord voor uitgave: Teamleider Bureau Waardenburg  
drs. A. Bak



Paraaf:

Bureau Waardenburg bv is niet aansprakelijk voor gevolgschade, alsmede voor schade welke voortvloeit uit toepassingen van de resultaten van werkzaamheden of andere gegevens verkregen van Bureau Waardenburg bv; opdrachtgever vrijwaart Bureau Waardenburg bv voor aanspraken van derden in verband met deze toepassing.

© Bureau Waardenburg bv / Nuon Wind Development B.V.  
Dit rapport is vervaardigd op verzoek van opdrachtgever hierboven aangegeven en is zijn eigendom. Niets uit dit rapport mag worden veeelvoudigd en/of openbaar gemaakt worden d.m.v. druk, fotokopie, digitale kopie of op welke andere wijze dan ook, zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van de opdrachtgever hierboven aangegeven en Bureau Waardenburg bv, noch mag het zonder een dergelijke toestemming worden gebruikt voor enig ander werk dan waarvoor het is vervaardigd.

Het kwaliteitsmanagementsysteem van Bureau Waardenburg bv is door CERTIKED gecertificeerd overeenkomstig ISO 9001:2008.



**Bureau Waardenburg**  
Onderzoek en advies voor ecologie en landschap

Postbus 365 4100 AJ Culemborg  
Telefoon 0345 51 27 10  
info@buwa.nl www.buwa.nl