



Eindrapportage KIMA Toegepast onderzoek 2018 - 2020

EcoShape

4 december 2020

Project	KIMA
Deelnemers	EcoShape
Document	Eindrapportage
Status	Draft
Datum	4 december 2020
Referentie	-

Projectleider	[Redacted]
Projectdirecteur	EcoShape

Auteur(s)	[Redacted]
Gecontroleerd door	[Redacted]
Goedgekeurd door	[Redacted]

INHOUDSOPGAVE

1	INLEIDING	4
1.1	Toegepast Onderzoek	4
1.2	Doel van dit Rapport	5
1.3	Interactie met het MEP	5
2	UITVOERING TOEGEPAST ONDERZOEK	6
2.1	Uitgevoerd onderzoek in relatie tot het plan	6
2.1.1	Thema 1 bouwen met slib en zand	6
2.1.2	Thema 2: Ecosysteem van waarde	7
2.1.3	Adaptieve governance	7
3	STAND VAN ZAKEN PER THEMA	8
3.1	Thema 1 - Bouwen met zand en slib	8
3.1.1	Werkpakket 1 slibgeul en luwte	8
3.1.2	Werkpakket 2 slibcompartimenten	9
3.1.3	Werkpakket 3 Zandige randen	11
3.2	Thema 2 - Ecosysteem van waarde	13
3.2.1	Werkpakket 4 Vis	13
3.2.2	Werkpakket 5 macrofauna voor de benthoseters	14
3.2.3	Werkpakket 6 plankton en luwte (helder-troebel plan)	15
3.3	Thema 3 – Governance	16
3.3.1	Activiteit 1 Desk research governance Marker Wadden	17
3.3.2	Activiteit 2 Serious game Archispel	17
3.3.3	Activiteit 3 Financiering, aanbesteding en contractvormen	18
3.3.4	Activiteit 4 Thematrekkerschap en disseminatie	18
3.4	Coördinatie	19
4	KENNISPRODUCTEN EN DISSEMINATIE	20
4.1	Kennisproducten	20
4.2	Kennisdisseminatie	22

1 INLEIDING

De water- en ecologische kwaliteit van het Markermeer is al jaren ondermaats vanwege de aanwezigheid van grote hoeveelheden slib en het ontbreken van moerassige land-water overgangen. Daarom hebben Natuurmonumenten en Rijkswaterstaat gezamenlijk het plan Marker Wadden ontwikkeld: een groep natuureilanden in het Markermeer aangelegd met gebiedseigen zand, slib en klei. De ontwikkeling van Marker Wadden wordt nauwkeurig gevolgd om kennis te ontwikkelen over bouwen met slib, zand en klei als vorm van Building with Nature en om te kijken in hoeverre Marker Wadden bijdragen aan de realisatie van een toekomstbestendig ecologisch systeem. Eerste fase Marker Wadden omvat de aanleg van vijf eilanden en een omringend onderwater landschap bestaande uit ondiep water, een slibgeul en enkele diepe (zandwin)putten.

In het kader van kennisontwikkeling over de ontwikkeling van Marker Wadden is het Kennis- en Innovatieprogramma Marker Wadden (KIMA) opgezet op 5 maart 2018. Partijen die de Intentieverklaring KIMA hebben ondertekend zijn Natuurmonumenten, RWS-WVL, EcoShape en Deltares. Het NIOO-KNAW (Nederlands instituut voor Ecologie) is toegevoegd sinds april 2019. Onderdeel van dit programma is het uitvoeren van zowel fundamenteel als toegepast onderzoek om kennis te ontwikkelen en deze te kunnen toepassen in toekomstige projecten. Het programma van KIMA beslaat drie thema's:

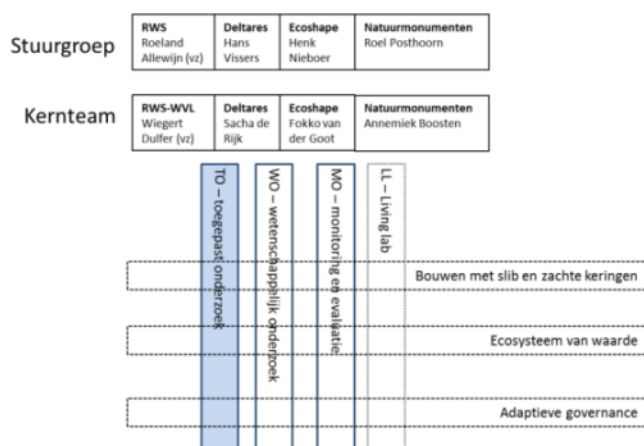
- 1 Bouwen met slib en zand;
- 2 Ecosysteem van waarde;
- 3 Adaptieve governance.

Dit onderzoeksprogramma maakt deel uit van het Nationaal Kennisprogramma Water en Klimaat (NKWK). In het onderzoeksprogramma worden vragen opgepakt vanuit het bedrijfsleven, kennisinstututen en Beheerders van de Marker Wadden en het omliggende systeem. De vragen over het effect van de Markerwadden op het totale ecosysteem van het Markermeer sluiten aan bij de kennisvragen die naar voren zijn gekomen in het proces van de Gebiedsagenda IJsselmeergebied 2050 en de Verkenning Grote Wateren. De kennis die wordt opgedaan zal gedeeld worden binnen de kenniscommunity die rond het IJsselmeergebied wordt opgebouwd bij de uitvoering van de Gebiedsagenda. In langer perspectief zou vandaaruit een IJsselmeeracademie kunnen ontstaan, die partijen binnen de kenniscommunity actiever met elkaar verbindt.

1.1 Toegepast Onderzoek

Het Toegepaste Onderzoek Plan KIMA, dat is opgesteld begin 2018 beschrijft het toegepaste onderzoek dat uitgevoerd wordt op de Marker Wadden en de interactie met de overige thema's (WO, MO en LL) (zie Afbeelding 1.1). Het detailleert de onderzoeksvragen voor de drie thema's, schetst de aanpak op hoofdlijnen en wie ervoor verantwoordelijk zijn. Daarnaast wordt de synergie met "Natuur in Productie" (PhD onderzoeken) beschreven en data gebruikt die verzameld wordt via het MEP (Monitoring en Evaluatie Plan). Er is ruimte om additioneel onderzoek toe te voegen in de vorm van het Living Lab wanneer dit verder ontwikkeld. Dit Plan is het resultaat van een aantal jaren aan kennisopbouw wat gedetailleerd staat in het document "Kennis- en Innovatieprogramma Marker Wadden (KIMA) 2018-2022".

Afbeelding 1.1 structuur KIMA



1.2 Doel van dit Rapport

De Stichting EcoShape staat aan de lat voor de uitvoering van het Toegepaste Onderzoek Plan. De EcoShape partners Wittveen+Bos, Arcadis, Deltares, Wageningen Environmental Research zijn hiervoor verantwoordelijk. Omdat de consortiumovereenkomst van EcoShape eind 2020 eindigt, is de rol van EcoShape en haar partners tot en met 2020 vastgelegd. Dit rapport heeft daarom als doel de uitgevoerde werkzaamheden en de stand van zaken met betrekking tot de resultaten vast te leggen ten behoeve van de afronding van het contract tussen EcoShape en RWS-WVL. Het overkoepelende KIMA programma zal, zoals is vastgelegd in de intentieverklaring, daar gaan tot en met 2022. Over voortzetting van het Toegepaste Onderzoek na 2020 binnen dit programma wordt apart plannen voor gemaakt. Dit valt buiten het doel van dit rapport. Wel wordt er per Werkpakket een doorkijk gegeven naar wat er nodig is om de betreffende onderzoeken tot een goed einde te brengen in 2022.

1.3 Interactie met het MEP

Dit rapport richt zich op de stand van zaken van het toegepast onderzoek. Hoewel over de voortgang binnen het MEP apart wordt gerapporteerd, is het TO sterk afhankelijk van de voortgang van het MEP. Het is daarom noodzakelijk dat bij de voortgangsbeschrijving ook de ontwikkeling binnen het MEP mee te nemen.

2 UITVOERING TOEGEPAST ONDERZOEK

2.1 Uitgevoerd onderzoek in relatie tot het plan

Toegepast onderzoek is aan verandering onderhevig. De wijze waarop het onderzoek plaats kan vinden hangt samen met (wijzigingen) in de bouw van het eiland, keuzes van het aanlegconsortium en het effect van het eiland op haar omgeving. Op hoofdlijnen is het onderzoek conform het plan uitgevoerd en wordt verwacht dat de eindrapportages antwoord zullen geven op de onderzoeksvragen. Deze paragraaf beschrijft hoe het uitgevoerde onderzoek zich verhoudt tot de oorspronkelijke opzet, of de onderzoeksvragen beantwoord kunnen worden en op welke termijn dit verwacht mag worden.

2.1.1 Thema 1 bouwen met slib en zand

Werkpakket 1 - Wat is het opvulpatroon, de vulsnelheid, consolidatie en biotische betekenis van de sediment invang in de slibgeul en hoe kan het ingevangen slib het beste worden getransporteerd?

Dit onderzoek verloopt conform het oorspronkelijke plan. De slibgeul en zandwinputten vullen zich, hoewel trager dan voorspeld, met slib. De meetcampagne levert inmiddels waardevolle informatie op over de vulsnelheid, consolidatie en bruikbaarheid van het slib. Het onderzoek loopt nog door tot 2022. De belangrijkste resultaten tot nu worden toegelicht in hoofdstuk 3.

Werkpakket 1 - Hoeveel slib wordt afgezet in de luwte van Markerwadden en wat is de invloed van de slibonttrekking door de aanleg en aanwezigheid van Markerwadden op de slibdynamiek en het onderwaterlichtklimaat?

Dit onderzoek verloopt ook conform het oorspronkelijke plan. De slibophoping en het onderwaterlichtklimaat worden gemeten middels monsternames, bathymetrische surveys en een meetframe. Ook dit onderzoek loopt nog door. In ieder geval tot en met 2021. De resultaten tot nu toe geven al inzicht in de effecten van de Marker Wadden. De belangrijkste bevindingen worden in hoofdstuk 3 toegelicht.

Werkpakket 2 - De slibcompartimenten. Wat is invloed van de vul- of opbouwmethode, dichtheid en samenstelling en vegetatieontwikkeling op de consolidatie en draagkrachtontwikkeling van het slib?

Dit onderzoek kijkt af van het oorspronkelijke plan. De slibvanggeul bleek niet voldoende materiaal in te vangen om de dun slib compartimenten te vullen. In 2018 was er nog onvoldoende slib in de geul om de dun slibcompartimenten te vullen. Er is overleg geweest met het bouwteam. Er is toen besloten om nog een jaar te wachten met vullen. In 2019 bleek er nog steeds onvoldoende slib te zijn voor het vullen van de compartimenten. Vervolgens is er onderzocht of het proces versneld kon worden (bijvoorbeeld door middel van water-injectie baggeren). Dit bleek financieel niet uit te kunnen binnen het budget voor het vullen van de compartimenten (stelpost 'dun slib'). Er is overleg geweest tussen het bouwteam en KIMA. KIMA wilde de ontwikkeling verder afwachten maar vanuit het bouwteam was het wenselijk om de compartimenten zo snel mogelijk te vullen om de erosie in de compartimenten te stoppen. De compartimenten waren immers niet ontworpen om dusdanig lang geen slib te bevatten. Het bouwteam heeft daarom besloten om de compartimenten te vullen met holoceen materiaal. KIMA heeft haar onderzoek aangepast om dit proces na vullen zo goed als mogelijk te volgen. Ze heeft echter geen sturende rol gehad in het type materiaal, de hoeveelheid en methode van aanbrengen. Er is gekomen tot een gewijzigd onderzoeksplan dat in overleg met KIMA, NM, RWS en Boskalis tot stand is gekomen (vastgesteld op 26 juni 2019). Het vullen van de compartimenten met holoceen materiaal in plaats van dun slib biedt echter ook kansen. Het wordt mogelijk om de ontwikkeling in de dun slib compartimenten te vergelijken met ontwikkelingen op de eilanden, zoals zetting, consolidatie en de invloed van vegetatieontwikkeling daarop. Voor de duurzame ontwikkeling van de Marker Wadden is dit waardevolle informatie.

Dit onderzoek loopt door tot en met 2022. Vanwege de korte meetreeks (1,5 jaar) en sterk gewijzigde uitvoeringsmethode in de dun slib compartimenten is het tot op heden niet mogelijk om conclusies te trekken.

Werkpakket 3 - De zandige randen. Wat kunnen we leren van de ontwikkeling van de zachte randen ten behoeve van opschaling/efficiënte aanleg van nieuwe MW-compartimenten en zandige versterkingen in algemene zin?

Het onderzoek is op grote lijnen conform plan verlopen. Daarnaast zijn er een aantal extra metingen uitgevoerd rondom stormen. Het onderzoek eindigt in 2020. Het eindrapport wordt aan het einde van dit jaar opgeleverd.

2.1.2 Thema 2: Ecosysteem van waarde

Werkpakket 4-6 - Wat is de bijdrage van de verschillende oppervlaktewater/wetland habitats op en binnen de Marker Wadden aan het voedselaanbod (kwaliteit en kwantiteit) voor vogels, en hoe, op welke schaal, met welk materiaalgebruik, en natuur- en waterbeheer kan deze bijdrage vergroot worden?

Dit onderzoek loopt tot en met 2022 en kent een sterke samenhang met het onderzoek binnen thema 1, het MEP en het onderzoeksprogramma Natuur in Productie. Het onderzoek verloopt in grote lijnen conform het oorspronkelijke plan. Het onderzoek naar vis (werkpakket 4) kent echter wel een wijziging. Een belangrijk deel van het onderzoek beslaat het onderzoek naar geschikt paaihabitat. Doordat de moerasontwikkeling op de Marker Wadden nog niet dusdanig ontwikkeld is dat deze habitats in verbinding gesteld kunnen worden met het Markermeer, kan er onvoldoende onderzoek verricht worden naar de geschiktheid (en daarmee bijdrage) van de ondiepe oeverzones aan het paai- en opgroeihabitat van vis. Op Trintelzand zijn deze habitats (hetzij geen rietmoerassen) al wel beschikbaar omdat daar gekozen is voor een andere aanlegstrategie. In 2020 heeft het onderzoek daarom op zowel de Marker Wadden als Trintelzand plaatsgevonden en is de inspanning over beide gebieden verdeeld. De resultaten van beide bemonsteringen worden met elkaar vergeleken.

Het onderzoek is nog niet afgerond. De afgelopen jaren stonden vooral in het teken van het verzamelen van data. Het onderzoek in het komende jaar staat in het teken van de effecten van de in verbinding stelling van de Marker Wadden met het Markermeer (de eerste eilanden zijn inmiddels in verbinding gesteld) en het verbinding van de onderzoeksresultaten met andere onderzoeken (o.a. thema 1, NiP programma en MEP). De resultaten worden in 2022 verwacht.

2.1.3 Adaptieve governance

Werkpakket 7 - Hoe kan een gezamenlijk financieringsmodel (overheid, maatschappij/NGO's, bedrijfsleven, kennisinstelling) worden vormgegeven? Met daarbij de Markerwadden als case. En hoe kan een adaptieve governance aanpak voor aanleg, ontwikkeling, uitbreiding en beheer en onderhoud de markerwadden worden vormgegeven?

Dit onderzoek is conform plan uitgevoerd. Het onderzoek is in 2020 afgerond en de rapporten zijn gepubliceerd. De belangrijkste bevindingen en opgeleverde producten worden toegelicht in hoofdstuk 3.

3

STAND VAN ZAKEN PER THEMA

In onderstaande paragrafen is de stand van zaken na 3 jaar Toegepast Onderzoek per Thema beschreven. De eindrapportage valt samen met de 6^e half jaarlijkse voortgangsrapportage. In onderstaande paragrafen wordt daarom achtereenvolgens ingegaan op:

- Het uitgevoerde onderzoek in de tweede helft van 2020;
- Belangrijkste bevindingen 2018-2020;
- Doorkijk naar resterend deel van KIMA programma 2021-2022.

3.1 Thema 1 - Bouwen met zand en slib

Het hoofddoel van het bouwen met slib bij Marker Wadden is niet het produceren van een bruikbare bouwstof maar het realiseren van zoveel mogelijk natuurwaarden. Het gaat er dus om te ontdekken welke consolidatie -en draagkrachtontwikkeling de meeste natuurwaarden opleveren.

De Marker Wadden wordt gebouwd met twee soorten 'slib'. Het zogenaamde 'dunne slib' en de holocene klei. Met het dunne slib wordt bedoeld op de mobiele, kleiige sliblaag die thans de bodem van het Markermeer bedekt en welke uiteindelijk deels in Marker Wadden opgeborgen moet gaan worden. Met het holocene materiaal wordt bedoeld op de vaste kleilaag daaronder gebruikt is voor de aanleg van de eerste eilanden. Het dunne slib kan mogelijk in de toekomst gebruikt worden voor de verdere bouw van de Marker Wadden. KIMA richt zich daarom primair op kennisleemten van het bouwen met dit dunne slib en in algemenere zin het bouwen met zachte materialen als slib, klei en zand in een meersysteem.

Het onderstaande overzicht geeft de stand van zaken weer van het onderzoek

3.1.1 Werkpakket 1 slibgeul en luwte

Dit werkpakket gaat over de hoeveelheid slib die wordt vastgelegd in de slibgeul, de putten en de luwte rondom Marker Wadden en wat dit betekent voor de beschikbaarheid van slib om mee te bouwen (zie werkpakket 2) en voor de troebelheid van het Markermeer.

De volgende metingen zijn uitgevoerd en geanalyseerd:

- scheepsmetingen naar bodemsamenstelling en sliblaagdikte;
- bodempeilingen t.b.v. de ontwikkeling van de bodemhoogte;
- metingen met meetframe en meetpaal m.b.t. troebelheid.

Werkzaamheden in de tweede helft van 2020

In de tweede helft van 2020 is een meetcampagne uitgevoerd rondom de Marker Wadden. Hierbij zijn de bodemhoogte, -samenstelling en dikte van de sliblaag in beeld gebracht. De gegevens zijn gecombineerd met de meetdata van onder andere de aanwezige meetpaal, het meetframe en remote sensing (uit MEP programma). De belangrijkste bevindingen zijn:

- De totale slibinvang in de zandwinputten en slibgeul 200 kiloton/jaar bedraagt. Deze hoeveelheid is in principe wel voldoende voor onderhoud van de Markerwadden maar niet om deze efficiënt verder uit te bouwen;
- De totale slibinvang van circa 200 kiloton/jaar is ongeveer gelijk aan de totale hoeveelheid slib dat rondzweeft in het Markermeer. Zeker lokaal is deze slibinvang van invloed op de slibbalans met een dempend effect op de troebelheid.

- De sliblaag aan oostzijde groeit met enkele centimeters per jaar.
- Ten westen van de Marker Wadden wordt de bodem geleidelijk zandiger. Dit lijkt niet te worden veroorzaakt door de erosie van de aanwezige sliblaag, maar door de afdekking met zand.

Er vindt uitwisseling plaats tussen thema 1 en 2 middels het Helder-Troebel plan (zie verder thema 2). Expertise vanuit thema 1 wordt voor het Helder Troebel Plan onder meer gebruikt via de inzet van het slibmodel in combinatie met remote sensing beelden die zijn bewerkt voor chlorofyl en zwevend stof. De verschillen daar tussen worden gebruikt voor kennisontwikkeling omtrent de sturende processen in het systeem en de manier waarop die kunnen worden gemanipuleerd ten behoeve van diversiteit, productie en veerkracht van het watersysteem. Tijdens de scheepsmetingen van 15-22 juni voor thema 1 zijn rond Marker Wadden opnieuw sedimentmonsters genomen waarin ook de dichtheid van zwavelbacteriën is vastgesteld (zie verder Helder Troebel Plan thema 2). Op slechts 2 van de 25 locaties werden de bacteriën niet aangetroffen. Op basis van tellingen onder de microscoop waren de dichtheden gemiddeld lager dan in 2019. Wel werden de bemonsteringen in 2019 later in het seizoen uitgevoerd, met gemiddeld hogere dichtheden in november dan in september. Ook de dichtheden die werden aangetroffen tijdens de twee vaartochten op 30 juli en 27 september waren het hoogst op de laatste datum. Zie verder onder thema 2.

Bevindingen 2018 - 2020

De belangrijkste bevindingen zijn:

- In de slibgeul groeit de sliblaag aan met circa 40 cm per jaar, in de zandwinputten zelfs met circa 80 cm per jaar. De bulkdichtheid van het sediment is echter gering, zo'n 1100 kg/m³. Dit betekent dat de sedimentatieflux circa 50 kg/m²/jaar bedraagt. In de luwte ten oosten van Markerwadden groeit de sliblaag jaarlijks met enkele centimeters aan. De totale slibinvang is circa 200 kiloton/jaar. Deze hoeveelheid is in principe wel voldoende voor onderhoud van de Markerwadden (compensatie van nazetting), want verspreid over ca. 600 ha is dit na consolidatie een laagdikte van circa 5 cm/jaar. Deze slibinvang is echter onvoldoende om de Markerwadden verder uit te bouwen. Uitgaande van een benodigde laagdikte van 4 m zouden de Markerwadden met slechts met 7.5 ha per jaar kunnen worden uitgebouwd.
- De sliblaag ten oosten van Markerwadden groeit aan met enkele centimeters per jaar. Hoewel dit veel minder is dan in de slibgeul en zandwinputten, gaat het door het grote oppervlakte toch om een vergelijkbare hoeveelheid slib als die wordt ingevangen in de slibgeul en in de zandwinputten.
- Ten westen van Markerwadden wordt de bodem geleidelijk zandiger. Dit lijkt niet te worden veroorzaakt door de erosie van de aanwezige sliblaag, maar door de afdekking met zand. Een hypothese is dat deze afdekking afkomstig is van erosie van de zandige randen van Markerwadden. Hierdoor vermindert de opwerveling van slib en kan de troebelheid lokaal afnemen.
- De totale slibinvang van circa 200 kiloton/jaar is ongeveer gelijk aan de totale hoeveelheid slib dat rondzweeft in het Markermeer. Doordat in de bodem nog veel meer slib aanwezig is, is het zeker niet zo het Markermeer al na een jaar helder is, maar zeker lokaal is deze slibinvang van invloed op de slibbalans met een dempend effect op de troebelheid. Het is te vroeg om dit effect op de troebelheid al met zekerheid vast te stellen, hiervoor is de meetreeks van de troebelheid nog te kort. Behalve door Markerwadden varieert de troebelheid ook in sterke mate door de sterk variabele winddynamiek. Om deze effecten te kunnen onderscheiden zal ook een slibmodel worden ingezet waarin voor gelijke winddynamiek scenario's met en zonder Markerwadden kunnen worden berekend. Deze analyses lopen volgend jaar nog door.

Doorkijk 2021-2022

In 2021 worden de metingen in doorgezet. Er wordt verwacht dat het meetframe na april 2021 niet meer nodig zal zijn omdat er een voldoende lange meetreeks is om conclusies te trekken. Voor de bodempellen en scheepsmetingen wordt geadviseerd om de metingen in 2021-2022 door te zetten maar is financiering hiervoor is nog niet zeker. De jaren 2021 en 2022 staan in het teken van uitbreiding van de meetreeksen en het opstellen van een eindrapportage.

3.1.2 Werkpakket 2 slibcompartimenten

Dit werkpakket gaat over bouwen met slib. De volgende metingen zijn uitgevoerd en geanalyseerd:

- monitoring in dunslibcompartimenten voorjaar 2020;
- monitoring in dunslibcompartimenten najaar 2020.

De dunslibcompartimenten zijn in 2019 gevuld en in de winter van 2020 heeft een tweede vulslag plaatsgevonden. In juli 2020 is een deel van de compartimenten ingezaaid of aangeplant. Het doel van de metingen in de slibcompartimenten is om vast te stellen hoe de dikte en sterkte van de sliblaag zich na vulling ontwikkelt als functie van vulhoogte, begindichtheid en -samenstelling, peilbeheer (i.v.m. onderscheid gedrag onder en boven water) en invloed van vegetatie. De volgende parameters wordt gemeten op een tiental locaties in de slibcompartimenten:

- laagdikte;
- zetting ondergrond;
- waterspanning (continu);
- in-situ sterkteprofielen (met handvane) en sterkte- en dichtheidsprofielen (met Rheotune);
- vegetatieontwikkeling.

Op deze locaties zijn tijdens iedere campagne verticale profielen bemonsterd (lengte 4x 1 m), hieruit zijn in het lab deelmonsters genomen om de volgende parameters te bepalen:

- dichtheid en watergehalte;
- organisch gehalte;
- korrelgrootteverdeling;
- chemische samenstelling poriewater;
- Atterbergse grenzen.

De monitoringsactiviteiten zelf hebben grotendeels plaatsgevonden op het budget van het MEP, de analyse van de metingen op het budget van EcoShape aangevuld met SO-budget van Deltares en KPP-budget van RWS.

Werkzaamheden in de tweede helft van 2020

In de tweede helft van 2020 is gebruikt om 2 meetcampagnes uit te voeren. In de tweede helft van 2020 wordt tweemaal de kostvorming, consolidatie en dichtheid gemeten in de slibcompartimenten. Ook zijn de compartimenten in deze periode ingezaaid met riet en zijn er wortelstokken ingeplant. Ook zijn er nadere afspraken gemaakt met RWS, NM en Boskalis over het gebruik (en financiering) van de dun slibcompartimenten in de komende twee jaar.

Hiernaast is er ook tijd besteed aan meer algemene activiteiten zoals de afstemming met Natuurmonumenten en Rijkswaterstaat, peilbeheer, afstemming met andere KIMA-thema's bijdrage aan de KIMA conferentie.

Bevindingen 2018 - 2020

Belangrijkste bevindingen tot nu toe:

- Holocene materiaal in de dun slib compartimenten:
 - de ondergrond is sinds vulling met ca. 13 cm gezakt;
 - de dikte van de sliblaag is sinds de 0-monitoring enkele weken na de eerste vulslag tot wel 50 cm afgenomen, dit varieert van plaats tot plaats;
 - na vulling is een duidelijke gradiënt in de korrelgrootteverdeling ontstaan; vlakbij de vulpijp is met materiaal het meest zandig en achterin de compartimenten het meest slibrijk
 - de sterkte van de sliblaag is in een jaar flink toegenomen;
 - in het tweede en met name het derde compartiment is de laagdikte kleiner dan beoogt, zodat het lastig zal zijn om d.m.v. peilbeheer de beoogde 2/3 droogval te realiseren. Doordat de dun slib compartimenten gevuld zijn met holocene klei (net zoals de rest van het eiland) in plaats van met dun slib wordt het mogelijk om de ontwikkelingen in het dun slibcompartimenten te koppelen aan de ontwikkelingen op het eiland. De hogere meetintensiteit op het dun slibcompartiment maakt het mogelijk om grip te krijgen op de sturende processen op de eilanden. Er wordt daarom geadviseerd om beschikbaar (komend) budget in te zetten op het parallel volgen van de ontwikkeling op de hoofdeilanden en deze te koppelen aan de resultaten van de dun slibcompartimenten. Het uitvoeren

van een historische reconstructie van hoogte- en vegetatieontwikkeling op de hoofdeilanden kan bijdragen aan het vergroten van de kennis over de invloed van vegetatie.

- Onderzoek naar fysische en biologische eigenschappen van het dun slib. In 2018 is er dun slib en holoceen materiaal gewonnen in de noordelijke zandwinput. Dit omdat er in de dun slib geul nog onvoldoende materiaal aanwezig was om effectieve winning mogelijk te maken. Middels een kasexperiment van 100 dagen is de geschiktheid van dit slib voor vegetatieontwikkeling en de invloed van vegetatie op consolidatie onderzocht. Uit dit onderzoek bleek dat:
 - er bij het dunne slib in een korte tijd een groot volumeverlies optrad (circa 65%);
 - het volumeverlies van het holoceen materiaal aanzienlijk kleiner was dan bij het dunne slib;
 - er geen significante invloed bleek te zijn van vegetatie op het consolidatieproces;
 - zowel het dunne slib als het holoceen materiaal geschikt zijn voor de kieming en groei van helofyten.

Doorkijk 2021 - 2022

Om de onderzoeksvragen te kunnen beantwoorden, zal de monitoring moeten worden voortgezet en de waargenomen zettingen nagerekend met een gecombineerd consolidatie- en korstvormingsmodel om de gevoeligheid voor bovengenoemde parameters beter te kwantificeren en de kennis- en ontwerpregels voor bouwen met slib te verbeteren. Daarnaast zal moeten worden verkend wat de mogelijkheden zijn om het onderzoek in de dun slib compartimenten te koppelen aan de ontwikkelingen op het eiland.

Het plan is om de monitoring voortgezet in 2021 en de waargenomen zettingen nagerekend met een gecombineerd consolidatie- en korstvormingsmodel om de gevoeligheid voor bovengenoemde parameters beter te kwantificeren en de kennis- en ontwerpregels voor bouwen met slib te verbeteren.

3.1.3 Werkpakket 3 Zandige randen

Het onderzoek binnen werkpakket richtte zich op de zandige randen van de Marker Wadden en had ten doel antwoord te geven op de volgende onderzoeksvraag: "Wat kunnen we leren van de ontwikkeling van de zachte randen ten behoeve van opschaling/efficiënte aanleg van nieuwe MW-compartimenten en zandige versterkingen in algemene zin?" Binnen dit subthema zijn in relatie met deze hoofdvraag, tijdens de opstart van het project reeds een viertal onderzoeksvragen gedefinieerd. Deze hebben betrekking op de volgende onderwerpen: 1) de dwarsprofielen, 2) de ontwikkeling van de zuidwestelijke open rand, 3) de effecten van vegetatieontwikkeling en 4) de ontwikkeling van de washover-locaties.

Werkzaamheden tweede helft van 2020

In de eerste helft van 2020 is naast de twee reguliere metingen ook een additionele meting uitgevoerd rond de storm Ciara. Deze data is in de tweede helft uitgebreid met een op 13 juli 2020 uitgevoerde laatste, achtste inmeting. De reden voor het beëindigen van de meetreeks was tweeledig, namelijk het feit dat op de relevante onderzoekslocaties een grote onderhoudssuppletie was voorzien waardoor de meetreeks zou worden verstoord. Een bijkomende reden was ook dat de financiering van het onderzoeksprogramma tot een einde zou komen.

Voor de tweede helft van het jaar heeft de aandacht dan ook gelegen op het uitvoeren van de eindanalyse van de ingewonnen data. Daarbij is naast de resultaten van de standaard peil- en windstations, ook gebruik gemaakt van de speciaal in het kader van het LakeSide-project geïnstalleerde meetapparatuur. Het gaat daarbij om de meetpalen FL65 ter plaatse van het zuidstrand en FL66 bij het noordstrand.

In aanvulling op de analyses van de profielvormen zijn ook de ontwikkelingen van de op het zuidstrand gelegen washovers en de ontwikkelingen van de zuidoostkop beschouwd en is een samenvattende eindrapportage opgesteld.

Bevindingen 2018 - 2020

Deze eerste onderzoeksvraag aangaande de dwarsprofielen richtte zich op het effect van locatie en oriëntatie op de dynamische dwarsprofielvorm en hoe deze kennis kon worden vertaald naar een algemeen toepasbaar recept voor beoordeling en ontwerp van een zandige waterkering in specifiek een meeromgeving. Van belang hierbij is dat er een wezenlijk verschil aanwezig is tussen de situatie aan de verschillende zijden van de Marker Wadden. Per zijde is er immers niet alleen sprake van een ander golfklimaat, maar ook van een afwijkende correlatie tussen lokale waterstand als gevolg van op- of afwaaiing, en golfhoogte. De monitoring richtte zich dan ook primair op een drietal specifiek geselecteerde

vakken aan deze randen. Daarbij was ook voorzien dat er informatie beschikbaar kwam over de lokaal aanwezige hydraulische belasting.

De voor de inwinning te gebruiken methode bestond uit een reguliere opname van de onderwaterprofielen in combinatie met inmeting via een drone van het bovenwaterdeel. Aandachtspunt daarbij was de aansluiting tussen de onderwater- en bovenwatermetingen, waartoe steeds een GPS-inmeting heeft plaatsgevonden. De frequentie van deze metingen was eens per kwartaal.

Ten tijde van de opstelling van deze rapportage is deze analyse nog niet definitief afgerond, maar kunnen wel voorlopige conclusies worden getrokken. De eerste belangrijke conclusie is dat de initiële aanleg vorm van de dwarsprofielen geen effect heeft op de uiteindelijke vorm van het profiel boven het niveau waar de golfwerking dominant is. Onder dit niveau, dat rond de NAP-1 m is gelegen, is de profielvorm afhankelijk van zowel de initiële profielvorm als de netto aan- of afvoer van materiaal. Afhankelijk van de locatie hangt deze laatste ook samen met de aanwezigheid van langtransport. De uiteindelijke profielvorm lijkt qua steilheid afhankelijk van de lokaal aanwezige sedimentkarakteristieken en de grootte van de dominante golfaanval. Deze beide componenten lijken het aanwezige verschil in profielvorm tussen de ZW- en NW-stranden te verklaren.

Voor de duiding van de hydraulische condities is naast de resultaten van de standaard peil- en windstations, ook gebruik gemaakt van de speciaal in het kader van het LakeSide-project geïnstalleerde meetapparatuur. Het gaat daarbij om de meetpalen FL65 ter plaatse van het zuidstrand en FL66 bij het noordstrand. Via genoemd project is ook veel informatie uitgewisseld en wordt een meerwaarde gegeven aan het onderzoek dat bij de Houtribdijk wordt uitgevoerd. Dit resultaat is niet alleen van belang voor inrichting van vervolgfases van de Marker Wadden zelf (en zullen daar ook in worden betrokken), maar ook voor HWBP-projecten. In dit verband kan de Marker Wadden ook als een proeftuin dienen voor het definiëren van het effectief ontwerp en onderhoud/beheerkwesties (Living Lab-gedachte). De gedetailleerde onderzoeksresultaten zullen ook worden gebruikt in een vervolgfase van het thans opgestart BOI-ontwikkelingstraject waarbij de beoordeling en het ontwerp van zandige keringen zal worden gebaseerd op de resultaten van het met het XBeach model berekende profielontwikkeling. De huidige fase concentreert zich echter nog op toepassingen voor de Noordzeekust. De uitbreiding naar toepassingen in de meeromgeving is voorzien vanaf 2023.

De uitwerkingen richten zich dus primair op de vorm van het dwarsprofiel en niet op de morfologische ontwikkeling van de buitencontour. Een dergelijke meer op volumes gerichte uitwerking maakt deel uit van het in opdracht van de aannemer onderzoek. Wel is de in KIMA-kader opgedane kennis tijdens verschillende overleg met aannemer, RWS en Natuurmonumenten gedeeld.

Het tweede deel van het onderzoek richtte zich op de ontwikkeling en optimale vormgeving van specifieke zandige overgangen zoals die ter plaatse van de open rand aan de zuidoostzijde van de Marker Wadden. Vraag was wat de optimale vormgeving zou zijn en met welke verliezen er rekening zou moeten worden gehouden. Voor de beantwoording van deze vraag was inzicht nodig in de bodemligging ter plaatse van deze open rand. Op basis hiervan is vervolgens de ontwikkeling van de positie van de waterlijn worden afgeleid. Bij de analyses is onderscheid gemaakt tussen de periode voor de uitvoering van de in de zomer van 2019 aangebrachte suppletie, en de periode er na. In eerste instantie vindt een natuurlijke ontwikkeling van de kop plaats waarbij er zich aan de zuidoostzijde zich een zogenaamde spit vormt. Door het aanbrengen van de onderhoudssuppletie wordt deze ontwikkeling verstoord. Ook heeft deze suppletie effect gehad op de ontwikkeling van het westelijke deel van dit strand. Deze inzichten zijn ingebracht in de discussies over nut en vormgeving van de in de afgelopen zomer uitgevoerde grootschaliger suppletie.

De derde onderzoeksvraag gaat over is de invloed van vegetatie ontwikkeling op de morfologische activiteit van de zachte randen, ten aanzien van het vasthouden van deze randen, het tegengaan van verstuing en zelfs het invangen sediment. Uiteindelijk is deze onderzoeksvraag niet opgepakt, te meer omdat er binnen de tijdsduur van het onderzoek geen echt effect van de vegetatie te verwachten was.

Langs het zuidwestelijke strand van de Marker Wadden bevinden zich een drietal zogenaamde washover-locaties. De onderzoeksvraag hierbij richt zich op de werking van de aangebrachte lage drempels (washover

locaties). Ook was de vraag wat het effect is van het aanlegniveau. Deze laatste informatie is in een latere fase van het project ook van belang voor het openzetten van de slibcompartimenten. Ten tijde van de opstelling van deze rapportage was de eindanalyse van deze data echter nog niet afgerond.

Doorkijk 2021-2022

Dit thema wordt dit jaar afgerond. Er is vooralsnog geen zicht op nader onderzoek in de komende jaren.

3.2 Thema 2 - Ecosysteem van waarde

De aanleg van Marker Wadden heeft als doel om een zo dynamisch mogelijk wetland ecosysteem te creëren met verschillende lokale gradiënten in waterniveaus, topografie, sedimentsamenstelling en voedselrijkdom. In thema 2 'Ecosysteem van Waarde' staat de vraag centraal in hoeverre Marker Wadden kan bijdragen aan verhoging van het voedselaanbod in het gehele Markermeer voor vogels en vissen. Of neemt alleen lokaal het voedselaanbod toe? Daarbij staan de volgende 3 onderwerpen centraal:

- 1 de ontwikkeling van een productief en biodivers ecosysteem in en op de Marker Wadden; [NetK]
- 2 de bijdrage van de Marker Wadden aan een toekomstbestendig ecosysteem in het Markermeer door het bijdragen aan het versterken van de draagkracht en de ecologische veerkracht, en
- 3 de vormgeving van een robuust beheer & onderhoud van de eilanden met economische meerwaarde en ruimte voor beleving.

Het volgende overzicht geeft de stand van zaken weer van het onderzoek naar deze vragen.

3.2.1 Werkpakket 4 Vis

In het kader van 'vis voor vogels' is onderzocht hoe de nieuw gevormde habitats op en rond Marker Wadden worden benut als paai- en opgroeigebieden voor jonge vis en op die manier bijdragen aan de visproductie en voedselbasis voor visetende watervogels.

Werkzaamheden in de tweede helft van 2020

De waarde van de nieuwe gevormde habitats op de Marker Wadden is onderzocht door middel van intensieve bemonsteringen naar het voorkomen en de abundantie van vislarven en jonge vis in het voorjaar en de zomer (april-september) van 2019 (eerste eiland) en 2020 (alle eilanden). Ook is er een bemonstering uitgevoerd op Trintelzand. In 2020 zijn de bemonsteringen in samenwerking met Natuur in Productie (NiP) uitgevoerd ([redacted], NIOO). Determinatie van jonge vis gebeurde grotendeels in het veld. 10.2.e Kleine larven werden verzameld op formol voor nadere identificatie in het lab (microscoop). Vanwege Covid-19-maatregelen was de toegang tot laboratoria zeer beperkt wat vertraging opleverde waardoor alle resultaten pas aan het eind van 2020 beschikbaar zullen zijn. De meeste monsters zijn inmiddels echter al geanalyseerd. In 2018 is ook het voorkomen van vis in fonteinkruidvelden in het westelijk Markermeer onderzocht, een type habitat waarvan we verwachten dat deze zich spoedig verder zal ontwikkelen in en rond Marker Wadden.

Daarnaast is onderzocht hoe individuele (grote) vissen gebruik maken van de habitats in en rond Marker Wadden in samenwerking met NiP. Hiervoor zijn verschillende soorten vissen van VEMCO-zenders voorzien en is een uitgebreid netwerk van ontvangststations in en rond Marker Wadden geïnstalleerd.

Aanvullend is in de zomer van 2020 onderzoek verricht naar foerageergebieden en prooikeuze van visdieven die broeden op Marker Wadden op beter inzicht te krijgen in de beschikbaarheid van vis als voedsel voor visdieven en hoe dit het broedsucces van visdieven kan bepalen. Hiertoe zijn vanuit een vliegtuig foerageergebieden in kaart gebracht rond Marker Wadden (oostelijk Markermeer en zuidwestelijk IJsselmeer) en werden tegelijkertijd visbemonsteringen uitgevoerd om de beschikbaarheid van prooivis te bepalen. Tegelijkertijd werd de prooikeuze van visdieven op de bemonsteringslocaties bepaald aan de hand van foto's van foeragerende visdieven en visdieven die met prooi richting de broedkolonies vlogen.

Bevindingen 2018-2020

Belangrijke habitats voor productie van jonge vis blijken – zoals verwacht – ondiepe oeverzones te zijn, met name zones met een combinatie van oever- (riet en moerasandijvie) en onderwatervegetatie (fonteinkruid,

kranswier), terwijl kale zand en sliboevers weinig te bieden hebben voor jonge vis voor de meeste soorten. De hoogste dichtheden vislarven werden waargenomen langs rietoevers, maar dit vegetatietype komt slechts weinig voor in Marker Wadden in zones die in open verbinding met het Markermeer staan en toegankelijk zijn voor vissen die op zoek zijn naar paaihabitat. Een belangrijke (zij het voorlopige) conclusie lijkt dat vooral een mozaïek van vegetatierijke oeverzones voor paai met in de directe omgeving ondiepe baaien met ondergedoken vegetatie als fonteinkruid van groot belang zijn voor de productie van jonge vis. De situatie op Trintelzand bleek vergelijkbaar wat betreft vislarven met Marker Wadden. Het grote beschutte areaal zal naar verwachting in de toekomst van grote waarde zijn voor vislarven. Dit wordt in 2021 nader onderzocht.

Eerste resultaten laten van het onderzoek met zenders laten zien dat grotere vissen vaak (zeer) mobiel zijn en zich veelvuldig verplaatsen over een groter gebied in en rond Marker Wadden en dagelijkse verplaatsingen in de ordegrrootte van kilometers gewoon zijn. Ook blijkt dat grotere vis graag gebruik maakt van diepere delen zoals de haven en zandwinputten en dat veelvuldig verplaatsingen daartussen plaatsvinden. Daarnaast werden ook verplaatsingen op de schaal van het hele Markermeer en IJsselmeer waargenomen.

Het is belangrijk hierbij te noteren dat het tot dusver gaat om pionierssituaties: moerasandijvelden zullen naar verwachting geleidelijk aan plaats gaan maken voor rietstroken- of rietmoerassen en zandwinputten zullen geleidelijk aan gaan dichtslibben. Dit zijn langjarige processen waarbij verschillende vormen van beheer denkbaar zijn die uiteindelijk zullen bepalen welke visproductie gerealiseerd kan worden.

Uit het aanvullende onderzoek naar de beschikbaarheid van vis als voedsel voor visdieven en hun kuikens bleek dat visdieven die broedden op Marker Wadden naast het Markermeer veelvuldig gebruik maken van het zuidwestelijk IJsselmeer als foerageergebied. Omdat visdieven alleen voedsel van wateroppervlak kunnen bemachtigen is het voorkomen van kleine (prooi)vis aan het oppervlak essentieel. Het lijkt erop dat foeragerende aalscholvers, futen en roofvis van groot belang zijn omdat die vis naar het oppervlak kunnen jagen. Ook zijn er signalen dat visdieven veelvuldig kleine vis in bijvangst van aalfuiken benutten als voedselbron voor hun jongen.

Doorkijk 2021-2022

Het onderzoek wordt de komende jaren voortgezet. De inspanning en totale doorlooptijd is nog onzeker en afhankelijk van de financiering van het onderzoek. Het jaar 2021 zal in ieder geval in het teken staan van analyse van de resultaten en mogelijk het bestuderen van de effecten van de in verbinding stelling van een deel van de Marker Wadden met het Markermeer. Een intensieve samenwerking met de andere werkpakketten en het onderzoek van [REDACTED] (NiP) staat hierin centraal. 10.2.e

3.2.2 Werkpakket 5 macrofauna voor de benthoseters

Om de bijdrage van de verschillende oppervlaktewater- en wetland-habitats rond, op en binnen Marker Wadden aan het voedselaanbod (kwaliteit en kwantiteit) voor vogel te bepalen is het macrobenthos onderzocht. Hierbij stonden twee vragen centraal:

- 1 Wat is de macrofaunaontwikkeling op Marker Wadden en hoe draagt dit bij aan de ecologische kwaliteit van het Markermeer?
- 2 Welke rol speelt de macrofauna in de uitwisseling tussen Marker Wadden en het Markermeer?

Werkzaamheden in de tweede helft van 2020 In 2020 is trajectbemonstering uitgevoerd langs de ecologische gradiënt van beschut naar onbeschut m.a.w. 'Marker Wadden naar Markermeer'. De binnenwateren staan in verbinding met het meer via open buizen onder de aanlegdijken naar een (droogvallende) binnenbaai die weer uitstroomt in een grote binnengeul welke in open verbinding staat met het Markermeer. Per gradiënt zijn steeds vergelijkbare typen locaties bemonsterd op macrobenthos en belangrijke milieuv variabelen, onderverdeeld naar:

- binnenwater/beschut water
- kom binnenbaai
- midden binnenbaai

- uitstroom binnenbaai/binnengeul

Een aantal binnenwateren staan niet in verbinding met het meer. Om de macrofauna ontwikkeling en bijdrage van deze, veelal tijdelijke, plassen te onderzoeken is op deze locaties *multiplate* bemonstering toegepast. Deze trajectbemonstering sluit aan op de *random* bemonsteringen van 2018 en 2019 waarmee de kolonisatie en vroege ontwikkelingen van het macrobenthos zijn vastgelegd. In 2020 zijn deze monsters uitgezocht maar nog niet gedetermineerd.

Om een beeld te krijgen van de verspreiding van draadvormende zwavelbacteriën zijn hiervan tijdens de bemonsteringen speciale deelmonsters genomen. Aanpalend is in opdracht van RWS een literatuurstudie uitgevoerd naar de kennis over en de rol van draadvormende zwavelbacteriën in het benthisch deel van het voedselweb van het Markermeer.

Bevindingen 2018-2020

Het beeld van het macrobenthos in het Markermeer, de omgeving van de Marker Wadden, wordt afgeleid uit de omvangrijke monstercampagne van 2016. Hiertoe is in 2020 de 5de serie van 88 monsters verspreid over het gehele meer geanalyseerd. Op basis van de eerste 4 series is een artikel geschreven in Landschap.

Doorkijk 2021-2022

Het onderzoek wordt voortgezet in de komende jaren. De omvang is afhankelijk van de financiering. Het komende jaar zal in ieder geval in het teken staan van analyseren en rapporteren van de resultaten.

3.2.3 Werkpakket 6 plankton en luwte (helder-troebel plan)

Dit spoor is gericht op de basis voor ontwikkeling van productieve vis- en macrofaunagemeenschappen in het water; de primaire productie door algen en waterplanten en de habitatontwikkeling via waterplanten en de secundaire productie door zoöplankton, macrofauna en vis. Onderzoek naar de rol van luwte tussen en rond de eilanden van Marker Wadden bij het verbeteren van de productieketens in het voedselweb.

Werkzaamheden in de tweede helft van 2020 en bevindingen 2018-2020

Werkpakket 6 bestaat uit vele deelonderzoeken. Hieronder zijn de werkzaamheden in de tweede helft van 2020 en eventuele bevindingen per deelonderzoek weergegeven.

Remote sensing en slibmodellering

De relatie tussen slib en biota is in 2020 verder uitgewerkt met behulp van een nieuwe selectie van remote sensing beelden voor chlorofyl, zwevend stof en lichtbeschikbaarheid (Kd). Hiermee worden chlorofyl / zwevend stof ratiokaarten gemaakt en verschilkaarten tussen zwevend stof remote sensing beelden en beelden uit slibmodellering.

Productiemetingen

Daarnaast zijn met nieuwe apparatuur van CIV (flowcytometer en FRRF, fast repetition rate fluorometer) metingen gedaan vanaf juni 2020 tijdens de vierwekelijkse MWTL waterkwaliteitsrondes en twee afzonderlijke KIMA vaartochten, aan te vullen met continuummetingen (4x per dag) aan de permanente meetboei bij Marker Wadden. Met behulp van de gegevens van deze twee apparaten wordt de primaire productie berekend. Deze wordt vergeleken met modelberekeningen van primaire productie die in het kader van Levend Markermeer worden uitgevoerd.

Ratiokaarten en productiemetingen

Tijdens de vaartochten kan met de flowcytometer en de FRRF eveneens continu, al varende worden gemeten zodat ruimtelijke patronen in beeld komen, inclusief verschuivingen in de verhouding van verschillende groepen algen. De chlorofyl / zwevend stof ratiokaarten zullen worden gekoppeld aan de bevindingen van de productiemetingen voor inzicht in de mogelijkheden van de aanleg van luwtegebieden voor stimuleren van productie van algen die goed beschikbaar zijn voor het voedselweb.

Verschilkaarten

Gezien de ervaringen uit 2019 ligt het accent bij de verwerking van de verschilkaarten niet meer op factoren als mosselfiltratie en de aanwezigheid van planten, maar op de effecten van de werkzaamheden op opwerveling en verspreiding van slib. De karteringen in 2019 wezen op verhoogde voedselrijkdom, productie (zuurstofverbruik) en activiteit in het midden van het Markermeer, waar ook het bij de werkzaamheden opgewervelde slib in de waterkolom zich concentreerde.

Zwavelbacteriën

In dit gebied werden ook de hoogste dichtheden van zwavelbacteriën (*Thioploca*) gevonden. Dit beeld is in 2020 bevestigd door middel van bacteriemonsters die genomen zijn tijdens de twee productievaartochten voor KIMA (30 juli en 27 september). Deze monsters hebben ook meer betrouwbare biomassagetallen opgeleverd voor modellering van het voedselweb (tot 87 gram drooggewicht per m² in het midden van het Markermeer) door gebruik van een boxcorer, waardoor aanzienlijk grotere oppervlakten konden worden verzameld dan met de Uwitec steekbuizen van 2019. Dergelijke biomassagetallen bevestigen de conclusie uit 2019, dat *Thioploca* in grote delen van het meer een belangrijke speler in het voedselweb is, die door de grote abundantie effect kan hebben op allerlei processen op het grensvlak van water en bodem. De relatie met bodemfauna en vis wordt verder onderzocht in een literatuurscan voor Levend Markermeer (WUR). De rol van de werkzaamheden als oorzaak van het ruimtelijke patroon met verhoogde dichtheden in het midden van het Markermeer is ook bevestigd door een analyse van de aanwezigheid van *Thioploca* draden in de monsters van de macrofaunakartering van najaar 2016 door de WUR (■■■■■ WEnR). Daarbij bleek 10.2.e dat destijds, kort na de start van de aanleg van Marker Wadden, met nog relatief plaatselijke effecten van opwerveling, de dichtheid van de bacteriën juist relatief laag was in het midden van het meer, en hoger in de westelijke delen van het meer. In 2021 zal een nieuwe bacteriekartering worden uitgevoerd om te zien of het beeld weer "terug" verandert als de werkzaamheden sterk zijn verminderd. Op de helft van de monsters uit 2016 wordt tevens een DNA analyse uitgevoerd, waardoor ook meer duidelijkheid ontstaat over de relatie tussen *Thioploca* en andere typen bacteriën die in de meerbodem actief zijn.

Waterplanten

In aanvulling op de reguliere, driejaarlijkse kartering van waterplanten in 2019 is in de tweede helft van juni 2020 een aanvullende, meer gedetailleerde kartering van waterplanten tussen en rond de eilanden van Marker Wadden uitgevoerd (448 locaties op basis van een 200 x 200 m grid; CIV en H. Coops, Scirpus Ecologisch Advies). Daaruit bleek dat de diversiteit met drie soorten oeverplanten, acht soorten hogere waterplanten en vier soorten kranswieren op dat moment al redelijk hoog was, maar dat de dichtheden in 2020 nog beperkt waren. Op 100 van de 448 punten werden waterplanten aangetroffen, maar slechts 9 punten hadden een bedekking van meer dan 5%. De kranswieren waren sterk geconcentreerd in het noorden van de centrale geul tussen de eilanden, waar ook Schedefonteinkruid het meest voorkwam. Waarschijnlijk is hier de kolonisatie gestimuleerd door het aanbrengen van grond uit gebieden met ondergedoken vegetatie. Het aantal soorten vertegenwoordigde een duidelijke toename ten opzichte van 2019, toen alleen vier soorten ondergedoken hogere waterplanten werden aangetroffen.

Doorkijk 2021-2022

Het onderzoek wordt voortgezet in de komende jaren. De omvang is afhankelijk van de financiering. Het komende jaar zal in ieder geval in het teken staan van analyseren en rapporteren van de resultaten.

3.3 Thema 3 – Governance

Marker Wadden heeft als ambitie een icoonproject te zijn dat nationaal en internationaal bekend staat om het creëren van een ecosysteem van waarde en technologische innovaties voor het bouwen met slib. Voor het realiseren van deze ambitie is kennis van governance onderwerpen: zoals gebruik van kennis in besluitvorming, ontwerpen van handelingsperspectieven, financiële constructies, samenwerkingsvormen, juridische aspecten en instituties onontbeerlijk gebleken. Vanwege de bijzondere situatie (publiek/privaat opdrachtgeverschap en financiering) heeft de eerste fase van de Marker Wadden heeft al veel innovaties op het gebied van governance opgeleverd o.a. werken buiten bestaande MIRT kaders, innovatief opdrachtgeverschap (natuurmonumenten-RWS).

Het thema Governance kent 1 werkpakket (werkpakket 7). Binnen dit werkpakket zijn de volgende onderzoeksvragen geformuleerd:

- 1 *Hoe kan een gezamenlijk financieringsmodel (overheid, maatschappij/NGO's, bedrijfsleven, kennisinstelling) worden vormgegeven? Met daarbij de Markerwadden als case.*
- 2 *Hoe kan een adaptieve governance aanpak voor aanleg, ontwikkeling, uitbreiding en beheer en onderhoud de markerwadden worden vormgegeven?*

Vanaf 2018 is gewerkt aan de beantwoording hiervan, in verschillende activiteiten. Daar zijn ook diverse producten uitgekomen. Het werk is verricht door Deltares, Wageningen University Research en later ook met Erasmus Universiteit (die laatste via een contract in het MEP-traject). Het onderzoek is in 2020 afgerond. Binnen werkpakket 7 zijn vier activiteiten te onderscheiden. In onderstaande paragrafen worden de werkzaamheden en bevindingen per activiteit beschreven.

3.3.1 Activiteit 1 Desk research governance Marker Wadden

Uitgevoerde werkzaamheden

Allereerst is er een uitgebreid literatuuronderzoek verricht naar de governance aspecten van de Marker Wadden. Er waren immers al meerdere (PhD) onderzoeken uitgevoerd naar de rollen van verschillende partijen in het project, de samenwerking en de beleidscontext. In deze 'deskstudie' is gericht onderzoek gedaan naar de beleidscontext en financiering van Marker Wadden, de publiek-private samenwerking, verschillende percepties over het project en welke kenmerken van adaptieve governance in het project terug komen. Onder het KIMA – MEP – governance onderzoek, is activiteit 1 verder uitgewerkt tot een uitgebreid onderzoek op basis van interviews.

Bevindingen

Ondanks de verschillen in ambities en probleempercepties van de betrokken partijen, zijn er drie verhaallijnen' (discoursen) te onderscheiden waarin de partijen zich kunnen vinden. Dit zijn Ecologie (WAT), Gebiedsontwikkeling (WAAROM) en Innovatie (HOE). Het discours Ecologie beschrijft de Marker Wadden als manier om een vogelparadijs te creëren en de doelen van het Toekomstbestendig Ecologisch Systeem (TBES), Natura2000 en Kaderrichtlijn Water te behalen. Het ruimtelijke discours van RRAAM en de Gebiedsagenda ziet de verbetering in ecologische kwaliteit vooral als manier om socio-economische ontwikkeling in het gebied mogelijk te maken. Het discours Innovatie ziet de Marker Wadden als innovatief project dat mogelijkheden biedt voor kennisontwikkeling en een internationale showcase vormt.

Het *framen* van project Marker Wadden als een multifunctioneel project, dat bijdraagt aan zowel ecologie als gebiedsontwikkeling en innovatie, heeft ervoor gezorgd dat de diverse groep partijen die zich aan het project verbonden hebben, zich erin konden vinden en bereid waren mee te financieren.

Doorkijk 2021-2022

Er zijn met betrekking tot dit thema geen werkzaamheden voorzien voor de resterende deel van het KIMA onderzoek.

3.3.2 Activiteit 2 Serious game Archispel

Uitgevoerde werkzaamheden

Met behulp van een groep trainees van het Nederlandse Water- en Bodemtraineeship, is een serious game ontwikkeld waarin de processen tussen stakeholders in de Marker Wadden beheerfase gesimuleerd kunnen worden. Het spel is gespeeld met het KIMA kernteam en is ook gepresenteerd op het Water Science 4 Impact Conference in 2018.

Bevindingen

Een serious game kan een goede vorm zijn, om de consequenties van diverse scenario's voor de verschillende stakeholders te 'belevén' en meer grip te krijgen op de consequenties hiervan. Daarnaast zijn positieve ervaringen opgedaan met het inzetten van diverse groep young professionals van het Nationale Water- en Bodemtraineeship.

Door het spelen van dit spel, wordt duidelijk dat ook in de beheerfase verschillende onverwachte gebeurtenissen kunnen voorkomen. Het wordt duidelijk dat de stakeholders hier dan samen uit moeten komen, wat niet altijd gemakkelijk gaat. Het is dus verstandig om vooraf een aantal scenario's uit te werken, en met de partijen te bespreken wie in dat geval verantwoordelijk is.

Doorkijk 2021-2022

Er zijn met betrekking tot dit thema geen werkzaamheden voorzien voor de resterende deel van het KIMA onderzoek.

3.3.3 Activiteit 3 Financiering, aanbesteding en contractvormen

Uitgevoerde werkzaamheden

Er is onderzoek gedaan naar de financiering, aanbestedingsvormen en contractvormen voor BwN projecten zoals Marker Wadden. Hiervoor is een literatuuronderzoek uitgevoerd naar de verschillende typen financiering, aanbestedingsvormen en contractvormen die gebruikelijk zijn in de waterinfrastructuur, wat de kenmerken zijn en onder welke omstandigheden die het beste kunnen worden ingezet. Vervolgens is voor project Marker Wadden een analyse uitgevoerd naar de doelen van het project o.b.v. het 'Financing Framework for Water Security'. De strategische doelen van publieke en private partners zijn vergeleken met de (ecosysteem)diensten van het project. Ook is een indicatie gegeven van de betrouwbaarheid van levering van deze diensten d.m.v. 'technological readiness levels'. Dit onderzoek is uitgevoerd door Deltares en er is ook een masterthesis over geschreven. Tevens is er een serious game uitgevoerd om informatie te verzamelen over elementen in de aanbestedingsprocedure die wel of juist niet geschikt zijn voor innovatieve projecten.

Bevindingen

Dit onderzoek i) toont het belang van het vooraf helder formuleren van de gewenste en verwachte diensten van het project, ii) bevestigt de behoefte aan een duidelijke hiërarchie in de geleverde diensten, om de 'trade-off' tussen de diensten te begrijpen en om tegengestelde belangen te voorkomen, en iii) benadrukt het nut om zicht te hebben op de onzekerheden in deze diensten, zodat risico's op een juiste manier gespreid kunnen worden tussen publieke en private partners.

Overheidsfinanciering was essentieel in de realisatie van Marker Wadden fase 1. Om dit concept op te kunnen schalen, kan een 'blended finance approach' worden toegepast om de schaarse publieke middelen strategisch toe te passen en aan te vullen met private financiering. Met deze aanpak zouden 'Public-Private Partnership contracten' van grote meerwaarde zijn. Deze inzichten zijn van nut voor het opschalen van Marker Wadden en andere Building with Nature projecten.

Doorkijk 2021-2022

Het onderzoek naar financiering, aanbesteding en contractvorming wordt onder het MEP voortgezet. Daarvoor wordt een serie interviews uitgevoerd, die de resultaten uit het literatuuronderzoek kunnen valideren en kunnen uitbreiden naar concrete lessen voor toekomstige projecten. De rapportage van dit vervolgonderzoek wordt begin 2021 verwacht.

3.3.4 Activiteit 4 Thematrekkerschap en disseminatie

Uitgevoerde werkzaamheden

Als onderdeel van het toegepast onderzoek wordt thematrekkerschap uitgevoerd. Dit houdt in het coördineren van de verschillende governance onderzoekstrajecten (in TO en MEP), en het afstemmen met andere thema's binnen het KIMA. Ook wordt er jaarlijks een presentatie gegeven op het KIMA congres en worden nieuwsberichten opgesteld voor communicatie via (sociale) media.

Doorkijk 2021-2022

Onder het MEP zijn nog andere onderzoekssporen, die lopen tot eind 2021. Er is hiervoor o.a. onderzoek uitgevoerd naar de kansen voor participatieve monitoring. Hiervoor zijn enquêtes uitgezet, en is door een

Rijkswaterstaat trainee een onderzoek verricht naar de kansen van participatieve monitoring voor Rijkswaterstaat met de Marker Wadden als casus.

In 2021 zal onderzoek worden uitgevoerd naar de lessen die geleerd kunnen worden het KIMA, als voorbeeld van een kennisprogramma. Zie voor meer informatie het MEP Plan van Aanpak (versie 5).

3.4 Coördinatie

De coördinatie van het onderzoek is in 2018 gestart. De coördinatie kostte zeker in het eerste jaar aanzienlijk veel inspanning. Dit had voornamelijk te maken met de afstemming van het MEP en de complexe en vernieuwende organisatiestructuur van KIMA. In 2019 nam de inspanning van de coördinerende werkzaamheden af. De onderzoekssporen liepen inmiddels en ook de afstemming met het MEP was grotendeels uitgekristalliseerd. De afstemming met het bouwteam inventariseerde in deze periode. Met name de afstemming met het bouwteam rondom het dun slib onderzoek was intensief. In 2019 verschoof de rol ook meer naar het ondersteunen van de thematrekkers bij het vertalen van de onderzoeksresultaten naar bruikbare guidelines en de data vast te leggen in het datamanagement systeem. In 2020 kwam de nadruk te liggen op het verbinden van de verschillende onderzoeken en afstemmingen met het bouwteam, afronding van onderzoeksprogramma's en doorkijk naar 2021/2022.

De coördinatie van het onderzoek was, zeker in het begin, intensief maar kreeg naarmate het onderzoek zich voortzette steeds meer een verbindende rol. Het EcoShape team is elkaar gaan vinden, waarderen en vertrouwen. Dit leidt tot individuele prestaties binnen de thema's maar ook tot een steeds intensievere kennisuitwisseling tussen thema's waardoor de kennisontwikkeling versnelt.

Ook is de afstemming met het bouwteam over de jaren heen sterk verbeterd. Het heeft veel tijd en begrip gekost om samen 'buiten' een werk te maken en te opereren binnen de kaders van een bouwproject. Dit proces hangt samen de organisatie van het werk (zoals het opstellen van veldwerkprotocollen) maar ook met de ervaring van mensen en hun netwerk. Het is van cruciaal belang gebleken om elkaar en elkaars wereld te begrijpen om samen te kunnen werken. Inmiddels is er sprake van een symbiose waarin elkaars kennis gewaardeerd en gebruikt wordt.

De organisatie van KIMA over de periode van 2021-2022 is nog niet bekend. Geadviseerd wordt om de structuren (en mensen) zo veel als mogelijk gelijk te houden zodat de gladgestreken plooiën zich niet opnieuw gaan vormen en we samen verder kunnen bouwen aan de kennisbasis.

4 KENNISPRODUCTEN EN DISSEMINATIE

Een belangrijk doel van het KIMA als geheel is het vastleggen van de specifiek opgedane kennis rondom de huidige aanleg in bruikbare producten en deze te vertalen naar generieke toepassingen zodat:

- 1 verdere uitbereiding van de Marker Wadden kan worden geoptimaliseerd m.b.t. het creëren van natuurwaarde d.m.v. bouwen met slib en zand; en
- 2 het concept van de Marker Wadden kan worden toegepast op andere locaties in Nederland als elders op de wereld.

In het oorspronkelijke Toegepast Onderzoek Plan stond vermeld dat er kennisdisseminatie en -valorisatie zou plaatsvinden. Hoewel dit zeker gedaan is gedurende het onderzoek, zijn er nog weinig eindproducten beschikbaar. Dit komt omdat bijna al het onderzoek nog gaande is met het vooruitzicht dat dit einde 2021 is afgerond waarnaar een jaar volgt waarin de verschillende eindproducten worden opgeleverd. Pas dan kunnen ook echte conclusies getrokken worden.

Desalniettemin zijn er binnen de Thema's al verschillende producten beschikbaar. Deze producten zijn voor elk werkpakket gelijk, maar krijgen een verschillende uitwerking per werkpakket.

4.1 Kennisproducten

Een deel van het onderzoek eindigt in 2020. Dit geldt voor werkpakket 3 (zandige randen) en werkpakket 7 (governance). **Deze werkpakketten leveren hun eindproducten in 2020 op.** Voor de overige werkpakketten geldt dat het onderzoek doorloopt tot en met 2022. Voor deze pakketten geldt dat de eindrapportages pas aan het einde van de looptijd van het onderzoek beschikbaar komen. In deze paragraaf wordt per thema reeds de beschikbare producten gepresenteerd.

Thema 1 - Zand en slib

Voor thema 1 zijn de volgende producten beschikbaar:

- Presentatie. [REDACTED] 2020. Bouwen met slib. Presentatie KIMA-conferentie 1 juli 2020, 10.2.e
Deltares, Delft
- Presentatie. [REDACTED]. Markerwadden Bouwen met Slib. Presentatie Bouwen 10.2.e
met slib 6 oktober.
- Presentatie. [REDACTED]. Science meeting Marker Wadden 8 februari 2019. Germination 10.2.e
and consolidation experiment with soft mud.
- Memo. [REDACTED] 2020. Monitoring slibbodem rondom Marker Wadden – 2020. Deltares 11203732-012- 10.2.e
ZWS-0002, Utrecht.

Thema 2 - Ecosysteem van waarde

Voor thema 2 zijn de volgende producten beschikbaar:

- Artikel. [REDACTED] 2020. Beschikbaarheid van vis voor visdieren 10.2.e
rond Marker Wadden in juli 2020. Wageningen Marine Research rapport C099/20.
<https://doi.org/10.18174/535076>
- Artikel. [REDACTED], 2019. Vis rond de Marker Wadden. Visionair 54: 18-21. 10.2.e
- Artikel. [REDACTED] (concept, verwacht januari 10.2.e
2021). Paai- en opgroei gebieden voor vis in en rond Marker Wadden. Wageningen Marine Research
rapport.
- Artikel. [REDACTED] 2020. Een robuust Markermeer. Vakblad Natuur, Bos en Landschap 166: 13- 10.2.e
15.
- Memo. [REDACTED] 2020. Bemonsteringen zwavelbacterien 2020. Deltares 11202559-013, Utrecht. 10.2.e
- Notitie. [REDACTED] (2020). Het 10.2.e
bodemvoedselweb in het Markermeer? Over de rol van zwavelbacteriën – wormen - brasem. Notitie
Zoetwaterecosystemen, Wageningen Environmental Research, Wageningen UR, Wageningen. 25 pp.

- Presentatie. ██████████ 2010. Visparadijs Marker Wadden. Presentatie en workshop KIMA-symposium 2020. 10.2.e
- Presentatie. ██████████ 2020. Het Helder – Troebel Plan. Invloed van biota op het gedrag van slib. Presentatie KIMA ecologendag, 7 februari, 's Graveland. 10.2.e
- Presentatie. ██████████ 2020. Krijgen we de primaire productie op gang? Presentatie KIMA congres 18 april 2019, UvA / Deltares, Delft. 10.2.e
- Rapport. ██████████ 2019. The Marker Wadden. Pioneering with fish spawning. Student trainee presentation/report, Wageningen University 10.2.e
- Rapport. ██████████ (2020) Systemanalyse van het IJsselmeergebied, een kennisinventarisatie. Notitie Zoetwatersystemen, Wageningen Environmental Research, Wageningen UR, Wageningen. 10.2.e

Daarnaast is begeleiding geleverd voor de volgende NEM producten:

- Rapport. ██████████ 2020. Visdieven en dwergsterns op Marker Wadden in 2020. Jaarrapport: aantallen, broedsucces en prooikeuze als indicatie van relatie tussen vis en vogels. Rapport 2020-06, ██████████ Ecology, Utrecht. 10.2.e
- Rapport. ██████████ 2020. Jaarrapportage van kluten op Marker Wadden in 2020: Aantallen, broedsucces en habitatgebruik van een indicatorsoort voor de draagkracht van Marker Wadden. Rapport xxx, ██████████ Amsterdam 10.2.e
- Rapport. ██████████ 2020. Waterplantenkartering Marker Wadden 2020. Logboek. Scirpus Ecologisch Advies. 10.2.e

Daarnaast is vanuit KIMA bijgedragen aan de volgende producten voor Werkgemeenschap Levend Markermeer:

- Memo. ██████████ 2020 (contactpersoon). Primaire productie berekeningen Markermeer. Memo Deltares, Delft. 10.2.e
- Memo. ██████████ Hypothese document Markermeer: abiotiek en primaire productie. Deltares, Delft / Utrecht. 10.2.e
- Rapport. ██████████ 2020. Het bodemvoedselweb in het Markermeer? Rol van zwavelbacteriën – wormen – brasem. Wageningen Environmental Research, Wageningen. 10.2.e

Thema 3 - Governance

Voor thema 3 zijn de volgende producten beschikbaar:

- Memo. ██████████ et al. (2018) Bestuurskundige beelden over een complex waterbouwkundig project. 10.2.e
- Memo. ██████████ et al. (2019) Serious game 'public-private partnership projects' of 17 Januari 2019 10.2.e
- Master thesis. ██████████ (2020) Economic valuation of Ecosystem Services. Case study Marker Wadden. Master thesis Vrije Universiteit Amsterdam. 10.2.e
- Memo. ██████████ (2019) Resultaten vragenlijst 1000-soortendag Marker Wadden 2019 10.2.e
- Poster. ██████████ et al. (2018) Poster 'ArchiSpel – Developing a Serious Game to increase awareness about adaptive governance in Building with Nature initiatives' 10.2.e
- Presentatie. Water Science 4 Impact Conference 2018 10.2.e
- Rapport. ██████████ et al. (2018) Lereren van Marker Wadden – Over het speelveld en governance opgaven van de nieuwe archipel. 10.2.e
- Spel. ██████████ et al. (2018) ArchiSpel. Verschillende onderdelen die horen bij de Serious Game (inclusief spelinstructies). 10.2.e
- Trainerrapport. ██████████ (2019) Citizen science op de Marker Wadden. Een onderzoek naar lessen en kansen. 10.2.e
- Werkdocument (concept rapport) ██████████ (2020) Marker Wadden: van pilot naar opschaling. Financierings- en inkoopstrategie voor de verbetering van ecologie en waterkwaliteit. Werkdocument. (Wordt begin 2021 onder MEP als rapportage afgerond). 10.2.e

Naast het toegepaste onderzoek zijn er ook binnen het MEP een aantal producten opgeleverd. Deze betreffen:

- Artikel. ██████████ et al. (in review) The lifecycle of public value creation: eroding public values in the Dutch Marker Wadden project. Public Money & Management. 10.2.e

- Artikel. [redacted] et al. (in review) Governance van de Marker Wadden, Ervaring en lessen voor toekomstige projecten (werktitel). Landschap. 10.2.e
- Presentatie. [redacted] EcoShape webinar 'Institutional Embedding' 23 november 2020. Presentatie Marker Wadden governance. Opname beschikbaar op <https://www.ecoshape.org/en/webinar-series-about-enablers-for-building-with-nature/> 10.2.e
- Nieuwsbericht. [redacted] et al. (oktober 2020) 'Lessen van project Marker Wadden'. Gepubliceerd op diverse websites en sociale media. <https://kennismarkerwadden.nl/actueel/nieuws/2020/lessen-project-marker-wadden/> 10.2.e
- Rapport. [redacted] et al. (2020) Een uniek project, een unieke samenwerking. De governance van Marker Wadden ontleed. Rapportage KIMA governance. 10.2.e

4.2 Kennisdisseminatie

In algemene zin heeft Marker Wadden, mede door het werk van KIMA, zeer waardevolle kennis geleverd aan overkoepelde Building with Nature programma van EcoShape. Dit programma is in 2020 opgeleverd met verschillende kennisproducten. Prominente opname van Marker Wadden en KIMA in de disseminatie producten van EcoShape zoals ontwerp guidelines, Books Of Concepts, Business Cases.

In het recent door EcoShape ontwikkelde boek "Building with Nature: Creating, implementing and upscaling Nature-based Solutions" gaan experts en stakeholders met elkaar in gesprek om verschillende methodes en lessons learned over Building with Nature. te bespreken. Ook mogelijke barrières die toepassing in de weg staan en oplossingen komen aan de orde. Het illustreert aan de hand van verschillende landschappen welke concepten mogelijk zijn en verbindt deze met de aanwezige ecologische, economische en sociale systemen. Het boek is daarom meer dan handleiding; het laat de creatieve en inspirerende potentie van Building with Nature zien. Marker Wadden en KIMA als innovatie organisatiestructuur speelt een prominente rol in het boek (afbeelding .4.1).

Afbeelding 4.1: Screen shot van het Building with Nature boek met voorbeelden van Marker Wadden



Binnen het Building with Nature programma valt het werk onder KIMA binnen het 'living lab for Mud programma. In het Living Lab for Mud testen we via pilotprojecten vijf manieren om het overschot aan slib te verminderen en dit slib op een andere plek in te zetten als nuttige grondstof:

- 1 KLEIRIJPERIJ: We winnen slib uit het Eems Dollard estuarium en de haven. Dit drogen we op land in verschillende proefvakken om te testen welke manier van rijpen het best werkt. De klei gebruiken we om dijken te versterken of landbouwgrond mee op te hogen.
- 2 MARKER WADDEN: Slib wordt uit het Markermeer gehaald waardoor de waterkwaliteit verbetert. Het slib wordt gebruikt om natuureilanden aan te leggen. Door de betere waterkwaliteit keren naar verwachting vissen terug in het meer. De eilanden trekken vogels aan die er rusten en broeden, in het meer vinden ze weer voldoende vis. De ecologische kwaliteit van het gebied verbetert. 3 SLIBMOTOR: We brengen sediment uit de haven van Harlingen naar een plek voor de kust. De stroming neemt het mee naar

kwelders verderop bij aan de Friese kust bij Koehoal. We onderzoeken of kwelders op deze manier aangroeien. De aangegroeide kwelders betekenen een groter leefgebied voor planten en vogels. Bovendien remmen de kwelders de kracht van inkomende golven, waardoor de achterliggende dijk minder zwaar belast wordt.

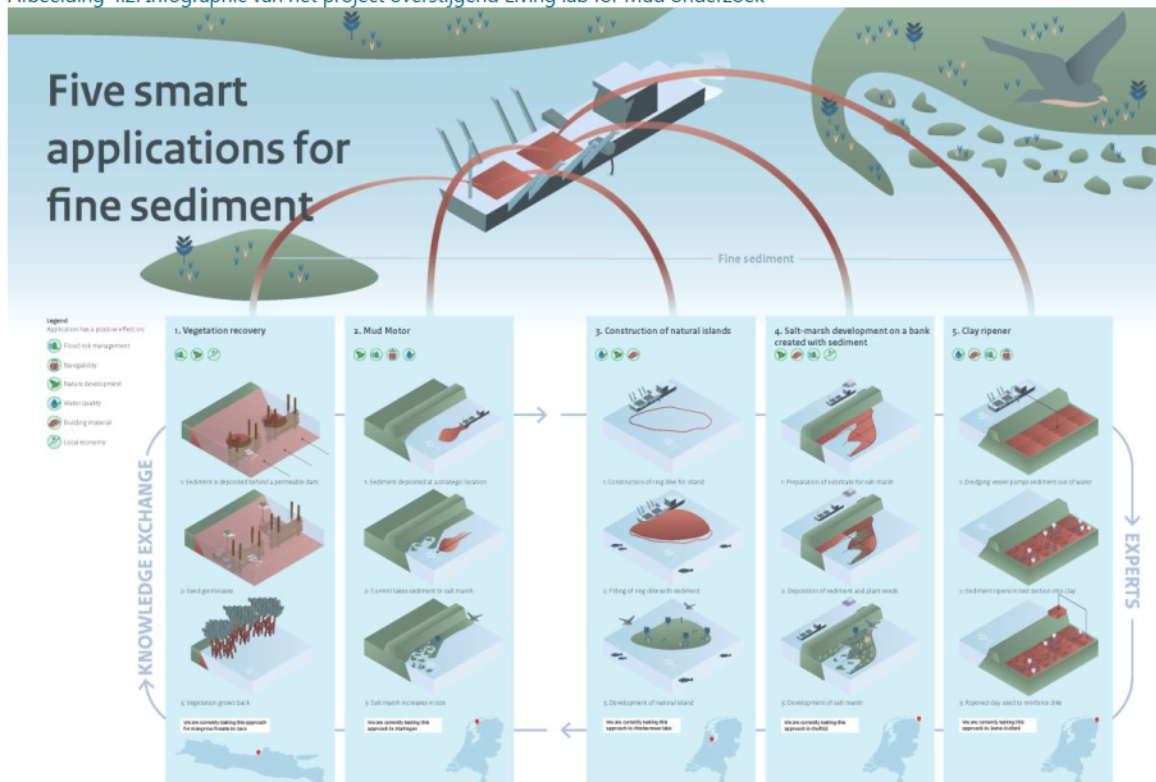
- 3 MARCONI KWELDERONTWIKKELING We brengen schoon slib uit de haven van Delfzijl direct aan op kwelders met de bedoeling dat de vegetatie ontwikkelt. We onderzoeken op welke manier we het slib moeten aanbrengen om het beste resultaat te bereiken. De uitgebreide kwelders zijn een leefgebied voor planten en vogels en remmen de kracht van inkomende golven, waardoor de achterliggende dijk minder zwaar belast wordt.
- 4 INDONESIA We bouwen voor de kust halfdoorlatende dammen waarachter slib bezinkt. In deze sliblaag ontkiemen mangrovezaden, die uiteindelijk uitgroeien tot een nieuw mangrovebos. Dit mangrovebos houdt slib vast en beschermt het achterliggende land tegen overstromingen.

In het Living Lab for Mud delen we kennis hoe we door te Bouwen met de Natuur het slib op een nuttige manier kunnen hergebruiken. Daarmee verbeteren we bijvoorbeeld waterkwaliteit, natuur en hoogwaterveiligheid. In het Living Lab ontwikkelen we kennis over:

- herstel van ecosystemen door het invangen van slib
- ontwikkeling van slib tot bouw materiaal
- slib als grondstof voor landaanwinning of kwelderontwikkeling
- het creëren van maatschappelijke voordelen en toegevoegde waarden uit slib Nederland kan deze kennis zowel nationaal als internationaal toepassen; ook estuaria elders in de wereld hebben te kampen met slibproblematiek.

Er vindt onder andere overkoepeld (TKI) onderzoek plaats naar het nuttig toepassen van slib als substraat voor natuurontwikkeling en bron voor klei: consolidatie- en rijpingsgedrag. De werkzaamheden gerelateerd aan deze opdracht lopen parallel aan en in verbinding met de Pilots Kleirijperij en KIMA Markerwadden. Alle werkzaamheden zullen de interactie met de activiteiten van deze pilots maximaliseren.

Afbeelding 4.2: Infographic van het project overstijgend Living lab for Mud onderzoek



EcoShape draagt regelmatig bij aan internationale event en kennisuitwisselingsprogramma's waarin Marker Wadden als innovatie project en KIMA als innovatieve organisatie wordt gepresenteerd. Voorbeelden zijn:

- Workshop "Accelerating Adaptation through Building with Nature: convening global leaders around an Asian challenge" (juli 2019): <https://www.wetlands.org/download/18320/>
- World Bank Tour (oktober 2019)- study tour rondom het thema Nature Based Solutions (NBS). Gedurende de week zullen we verschillende projecten bezoeken en presentaties krijgen over NBS in relatie tot kusten, rivieren en delta's. Case Marker Wadden gepresenteerd
- Webinar Building with Nature training for Asia (juli 2020) online webinar training voor 5 Aziatische landen waarin is ingegaan op de ontwerp principes van Building with Nature. Marker Wadden fungeerde als een van de cases
- Webinar serie EcoShape over enablers voor Building with Nature implementatie (November 2020) – onderwerp Institutional Embedding. Stephanie Ijf presenteert de governance structuur van Marker Wadden <https://www.ecoshape.org/en/webinar-series-about-enablers-for-building-with-nature/>

Daarnaast vindt er disseminatie per thema plaats. Deze disseminatie wordt verzorgd door middel van bijdragen aan:

- EcoShape (www.ecoshape.org)
- De Website van KIMA (<https://kennismarkerwadden.nl/>)
- Presentatie tijdens KIMA congres
- Nieuwsbrief KIMA en Ecoshape