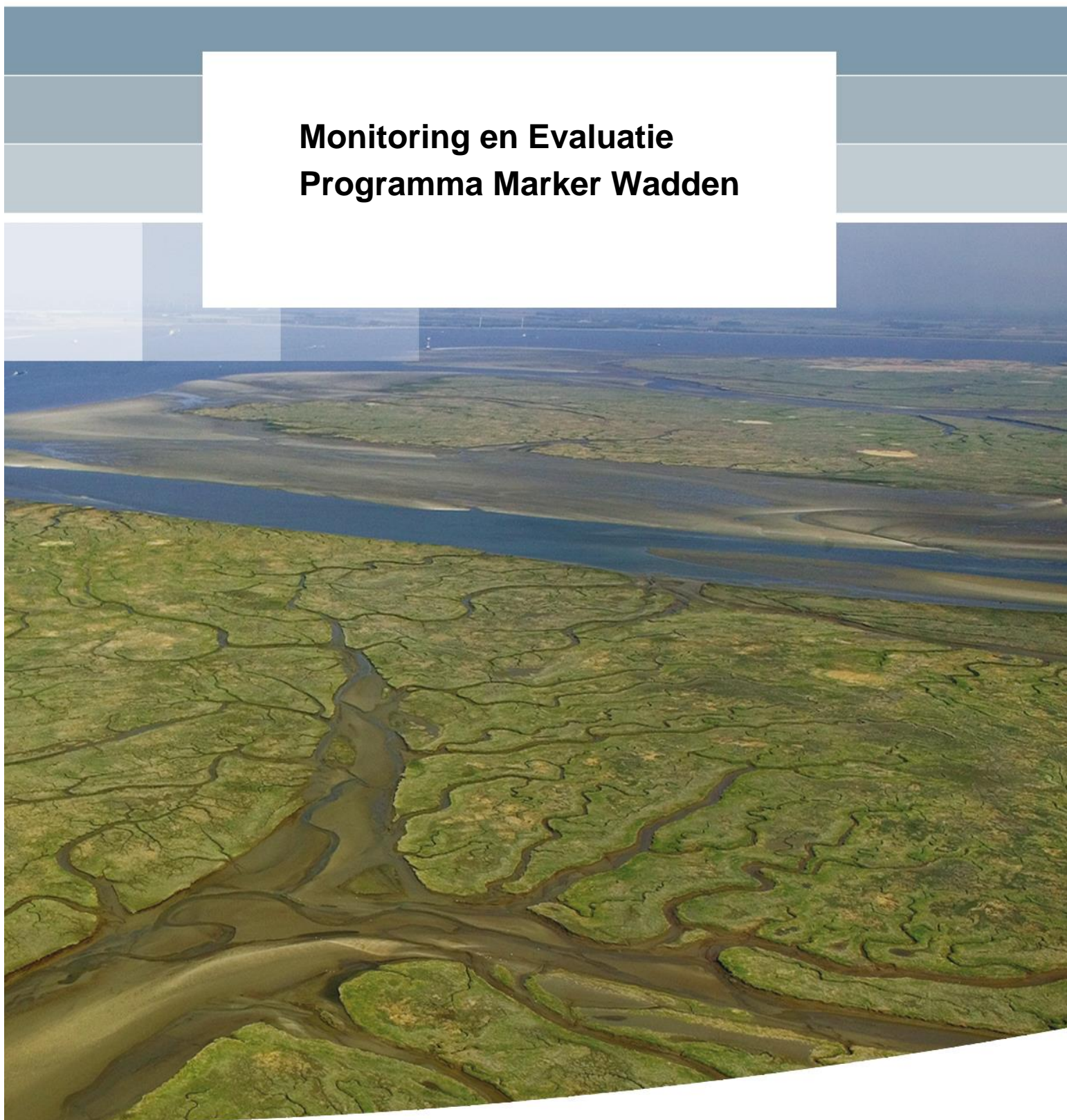


**Monitoring en Evaluatie  
Programma Marker Wadden**





# **Monitoring en Evaluatie Programma Marker Wadden**

Sacha de Rijk  
Ruurd Noordhuis  
Thijs van Kessel  
Gerald Jan Ellen

11201465-000



**Titel**

Monitoring en Evaluatie Programma Marker Wadden

**Opdrachtgever**

RWS-WVL

**Project**

11201465-000

**Kenmerk**

11201465-000-ZWS-0004

**Pagina's**

46

**Trefwoorden**

Marker Wadden, KIMA, Markermeer, ecologie, slib, governance, monitoring

**Samenvatting**

PM

**Referenties**

Zie Hoofdstuk 6

**Status**

definitief





## INHOUDSOPGAVE

<b>1</b>	<b>Inleiding</b>	<b>1</b>
<b>2</b>	<b>Informatie behoefte</b>	<b>5</b>
2.1	Beleidsdoelen van Marker Wadden	5
2.1.1	TBES doelen	5
2.1.2	Het Vogelparadijs	6
2.1.3	Leren en innoveren	6
2.2	Onderzoeks- en systeemvragen	7
2.2.1	Slibdynamiek Markermeer	7
2.2.2	Bouwen met slib en zachte keringen Marker Wadden	8
2.2.3	Ruimtelijke kwaliteit en ecologische processen	9
2.2.4	Governance	10
2.2.5	Gebruik	11
<b>3</b>	<b>Indicatoren en prioriteren</b>	<b>13</b>
<b>4</b>	<b>Huidig meetnet</b>	<b>19</b>
4.1	Bestaande meetnetten	19
4.1.1	Biologische en chemische meetnet MWTL	19
4.1.2	Meetpaal TBES	20
4.1.3	Inspectievluchten	20
4.1.4	Vogeltellingen vanuit vliegtuig	20
4.1.5	Aanvullende vogel monitoring	21
4.1.6	Bemonstering visbestanden	21
4.1.7	Scheepsbewegingen	21
4.1.8	Belevingsonderzoek	22
4.2	Metingen door aanleg Consortium	22
4.3	Lopende projecten en onderzoeken	22
4.3.1	Remote sensing binnen CIP	22
4.3.2	Monitoringimpuls Markermeer	23
4.3.3	Versterking Houtribdijk	23
4.3.4	Natuur in productie	23
4.3.5	SMART Ecosystems	24
4.3.6	Onderzoek UvA rond primaire productie	24
4.3.7	Zandwinning Markerzand	24
4.3.8	Pilot kleirijperij	24
<b>5</b>	<b>De MEP-agenda</b>	<b>27</b>
5.1	Afsluitende opmerkingen	27
5.1.1	Natuurthermometer	27
5.1.2	Jaarlijkse MEP evaluatie	28
5.1.3	Data uitwisseling en management	28
<b>6</b>	<b>Referenties</b>	<b>29</b>

## Bijlage(n)

<b>A Toelichting bij MEP-agenda</b>	<b>A-1</b>
A.1 Thema Bouwen met Slib	A-2
A.2 Thema Ecosysteem van Waarde	A-4
A.2.1 Indicatoren soortmonitoring	A-5
A.2.2 Waterkwaliteit	A-12
A.2.3 Ruimtelijke parameters	A-16



## 1 Inleiding

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. De ruwbouw van de vijf eilanden en de slibgeul zijn naar verwachting medio 2018 gereed. Op 1 januari 2021 is het moment van oplevering van de eerste fase Marker Wadden. Marker Wadden is daarmee een icoon van de Nederlandse waterbouw en biedt ruimte voor het genereren van kennis en innovatie op het gebied van onder meer bouwen met slib, zandige keringen, ecologie en governance.

Het Kennis en Innovatie programma Marker Wadden (KIMA) is door vier partijen opgericht om kennis en innovaties te ontwikkelen en te presenteren. Partijen die de Intentieverklaring KIMA hebben ondertekend (7 maart 2018) zijn Natuurmonumenten, RWS-WVL, Ecoshape en Deltares. Het doel van KIMA is om de maatschappelijke meerwaarde van de Marker Wadden te vergroten en daarmee de toonaangevende positie van Nederland op het gebied van ecologie, waterbouw en watergovernance te behouden en te versterken bij bedrijven, onderzoeksinstituten, overheden en NGO's.

Het voorliggend Monitoring en Evaluatieprogramma (MEP) is onder de vlag van KIMA opgesteld. De Stuurgroep van KIMA stelt het MEP vast. Het MEP geeft aan welke parameters gemeten moeten worden om in staat te zijn om in 2022 de geformuleerde doelstellingen van beleid en onderzoek te kunnen evalueren. Voor de beleidsdoelen gaan we uit van de doelen van de aanleggende partijen: Rijk, provincies en Natuurmonumenten. De evaluatie zal dus gebaseerd zijn op monitoringsdata van vier jaar (2018 t/m 2021) aangevuld met externe informatie. Monitoren is één manier om vragen te beantwoorden, veldexperimenten en modellen komen hier nog bovenop. Bij het opstellen van het MEP is hier natuurlijk rekening mee gehouden.

Het MEP heeft een optimale synergie met de doelen van het meerjarig onderzoeksprogramma van KIMA. De KIMA onderzoeksresultaten zullen daarom ook bijdragen aan de evaluatie. Voor een goede evaluatie heb je monitoring en onderzoek nodig en zijn monitoring en onderzoek daarmee complementair.

Het MEP is afgestemd met bestaande (project) monitoringsactiviteiten rond Marker Wadden. Binnen KIMA – op initiatief van Natuurmonumenten - is in 2017 een rapportage opgesteld met een overzicht van de lopende programma's. Dit rapport (van der Winden 2017) geeft ook de mogelijk gewenste monitoring op de Marker Wadden en vormt belangrijke input voor dit plan. In het MEP komt geen plan over datamanagement, maar zal toeleveren aan en participeren in het data management programma dat binnen NKWK in ontwikkeling is (Taskforce datamanagement o.l.v. J. Schobben).

Op 27 september 2017 is een start workshop gehouden. Doel was om een goed beeld te krijgen van de lopende en voorgenomen monitoring en onderzoek die mogelijk relevant is voor het MEP. Daarnaast is input verzameld van de wensen van de deelnemers.

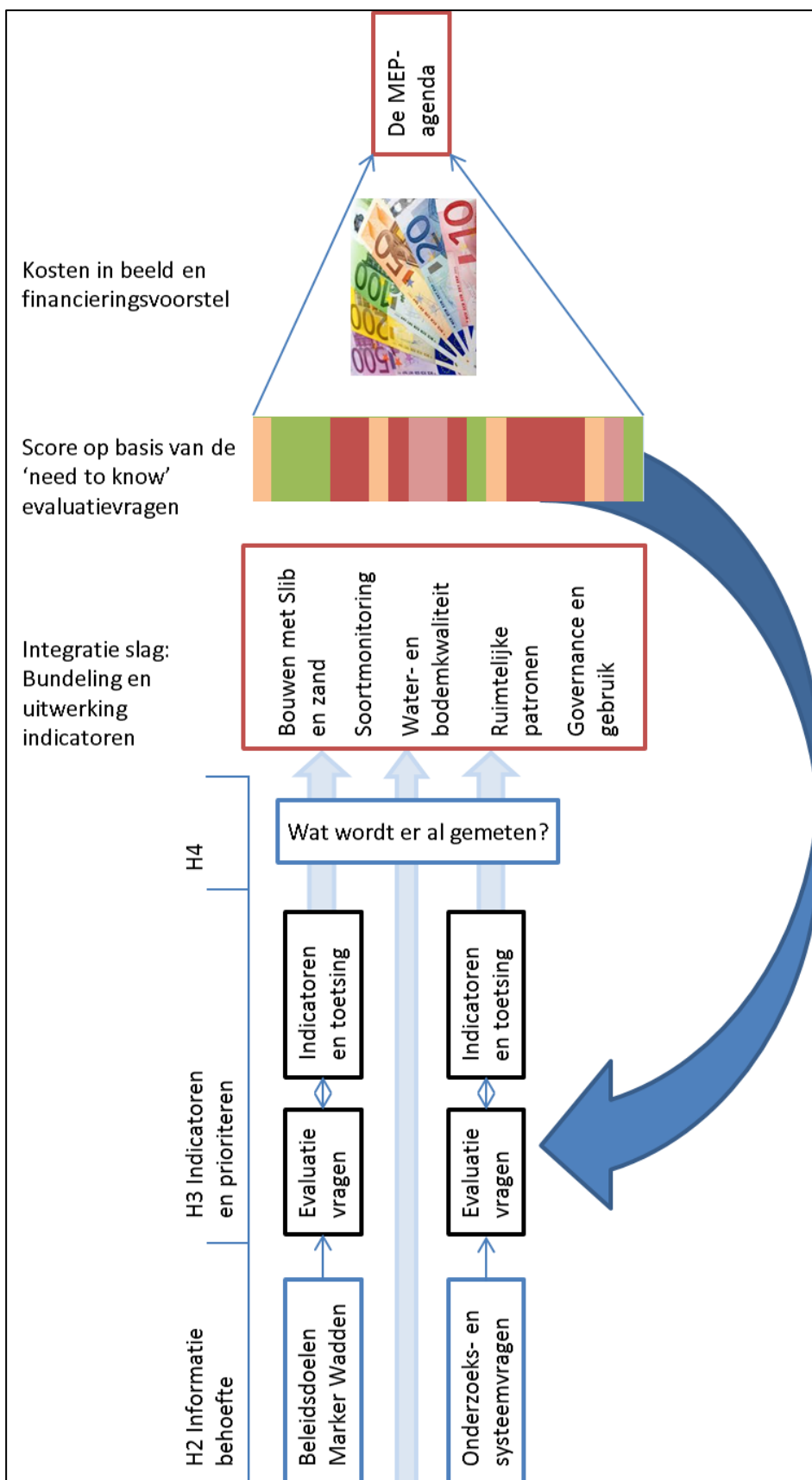
De aanpak om tot het huidige MEP te komen bestaat uit vier stappen (Figuur 1.1). Bij de eerste stap wordt de informatiebehoefte en bijbehorende evaluatievragen geformuleerd (Hoofdstuk 2). De informatie behoefte kijkt naar twee onderdelen: de beleidsdoelen van Marker Wadden (2.1) en daarnaast naar onderzoeks- en systeemvragen (2.2). De evaluatievragen verschillen in beide onderdelen, maar om goede antwoorden te geven zijn veelal dezelfde monitoringsdata nodig. Deze integratieslag vindt in Hoofdstuk 5 plaats.

Hoofdstuk 3 voegt aan de evaluatievragen indicatoren toe en geeft aan welke vorm van toetsing relevant is. In dit hoofdstuk wordt ook de eerste prioriteringslag gedaan. De prioritering van de beleidsdoelen is gedaan tijdens de consultatie workshop van 24 november 2017. De prioritering van de onderzoeks- en systeemvragen is gedaan door de KIMA thematrekkers. Deze eerste prioritering is op basis van welke informatie 'need to know' en welke 'nice to know' is.

Hoofdstuk 4 spiegelt de informatiebehoefte tegen bestaande metingen. Er is gekeken naar bestaande meetnetten (bv MWTL), monitoring door het Aanleg Consortium, monitoring bij lopende projecten in nabijheid van Marker Wadden (bijv. versterking Houtribdijk) en wat er gebeurt in qua inhoud gerelateerde projecten elders zoals de Kleirijperij. Het MEP vult zo de witte vlekken in en zorgt er op deze manier voor dat de belangrijkste evaluatievragen beantwoord worden.

In het laatste hoofdstuk wordt alle informatie geïntegreerd. De integratieslag resulteert in de agenda van het MEP. In de agenda wordt de link gelegd tussen de te meten parameters en de te beantwoorden evaluatievragen. Alleen die indicatoren die duidelijk bijdragen aan het beantwoorden van de vragen zijn in de agenda opgenomen. De kosten – indien van toepassing - worden geschat voor elke indicator in samenspraak met experts of zoals bij uitbreiding van bestaande netwerken, de coördinatoren van de bestaande meetnetten. De MEP-agenda is dus zo opgezet dat dit het uitgangspunt vormt om de uitvoering van de monitoring in werking te zetten.

Omdat Marker Wadden een innovatief project is, is het belangrijk dat we niet alleen bepalen of de waargenomen effecten bijdragen aan beleidsdoelen en ambities, maar ook hoe deze effecten optreden. Kortom, we willen leren én verantwoorden of doelen zijn bereikt.



Figuur 1.1 Schematische weergave van de vier stappen van het MEP



## 2 Informatie behoefte

### 2.1 Beleidsdoelen van Marker Wadden

De eerste fase van Marker Wadden wordt uitgevoerd door een samenwerkingsverband van Rijk, provincie Flevoland en Natuurmonumenten. In een aantal documenten zijn de doelstellingen vastgelegd. Het MEP moet vaststellen welke informatie nodig is om de doelen van het samenwerkingsverband te kunnen evalueren. De drie hoofddoelstellingen zijn:

1. Verbeteren van de ecologische kwaliteiten en recreatieve gebruiksmogelijkheden van het Markermeer en daarmee een stap richting het Toekomstbestendig Ecologisch Systeem, TBES. (RRAAM en Samenwerkingsovereenkomst eerste fase Marker Wadden )
2. Vogelparadijs met een optimale bijdrage aan de N2000-doelstellingen voor het Markermeer en Nederland. (Samenwerkingsovereenkomst eerste fase Marker Wadden\* en Beheervisie Marker Wadden, 2016)
3. Leren, monitoren van effecten, en innoveren. (Samenwerkingsovereenkomst eerste fase Marker Wadden, Intentieverklaring KIMA)

#### 2.1.1 TBES doelen

Voor het Markermeer-IJmeer is het toekomstperspectief een Toekomstbestendig Ecologisch Systeem (TBES): een ecologisch systeem dat vitaal, gevarieerd en robuust is, en dat juridische ruimte biedt om de gewenste (grootschalige) ruimtelijke en recreatieve ontwikkelingen mogelijk te maken. De eerste fase Marker Wadden wordt in het RRAAM als belangrijke stap gezien ter verbetering van de ecologische kwaliteit en recreatieve mogelijkheden en dus het bereiken van het TBES. De vier ecologische condities – vaak pijlers genoemd - om toekomst bestendig te zijn, zijn:

- Zones met helder water langs de Noord-Hollandse kust
- Slibgradiënt; van helder in het westen tot troebel in het oosten
- Overgangszones tussen land en water
- Versterken ecologische relaties tussen binnen- en buitendijkse natuurontwikkeling

De Stuurgroep Markermeer-IJmeer (<http://www.markermeerijmeer.nl>) staat aan de lat voor de realisatie van TBES. De Stuurgroep heeft de beelden die bij het TBES horen verder uitgewerkt in een ontwerpend onderzoek. De voorlopige resultaten zijn gepubliceerd op 9 november 2017 als het Panorama Markermeer-IJmeer. De vier pijlers van het TBES zijn hierdoor duidelijker verbeeld gebruikmakend van de nieuwste inzichten en passend bij de wensen van de omgeving.

De opgave volgens het Panorama is meer gericht op het verbeteren van de habitatdiversiteit en productiviteit van het systeem. Een TBES zal daarom gericht moeten zijn op het ontwikkelen van meer diversiteit. Het Panorama geeft aan dat meer ondiepe oevers, luwte en doorzicht de drie sleutelfactoren zijn om de basis te leggen voor meer diversiteit. Daarnaast is het verhogen van de productiviteit essentieel, dit kan door het verbeteren van de beschikbaarheid van voedingsstoffen in bodem en waterkolom.

Evaluatie vragen die relevant zijn voor de doelen van het TBES zijn:

1. Levert Marker Wadden een bijdrage aan het behalen van de voor het systeem en heel Nederland gestelde ecologische doelen? Zijnde de N2000 en KRW doelen.
2. Levert Marker Wadden een bijdrage aan de productiviteit van het Markermeer-IJmeer?
3. Heeft de aanleg van Marker Wadden geleid tot een gewenste omzetting van slib in een stabiel substraat geschikt voor ontwikkeling van een hogere diversiteit in habitats voor flora en fauna?
4. Heeft de aanleg geleid tot meer diversiteit van het onderwaterlandschap en tot hoever reikt die invloed? bijvoorbeeld een grotere ruimtelijke variatie van het mobiel slib in de waterkolom en veranderingen van de zachte flufflaag op de bodem van het Markermeer?
5. In hoeverre creëert de aanleg van Marker Wadden (juridische) ruimte voor ruimtelijke ontwikkelingen (doelstellingen RRAAM)? En in welke mate beperkt Marker Wadden dit (potentiele) ruimte gebruik (invloed cirkels rondom Marker Wadden)?
6. In hoeverre worden doelen rond medegebruik van Marker Wadden en Markermeer gehaald (recreatie, visserij, scheepvaart)?

Voor het bepalen van de juridische ruimte voor ruimtelijke ontwikkelingen (evaluatievraag 5) gaat de Natuurthermometer een rol spelen (Mouissi, 2015). De Natuurthermometer wordt gevoed door informatie over N2000 en KRW doelen en de TBES condities. Het MEP zal informatie leveren over deze aspecten omdat deze ook nodig zijn om de bovenstaande evaluatievragen te beantwoorden. In de MEP-agenda is aangegeven welke indicatoren. Belangrijk is dat KIMA op de hoogte blijft van de verdere ontwikkeling van de Natuurthermometer.

### 2.1.2 Het Vogelparadijs

Marker Wadden wordt een grootschalig moeras met grote diversiteit aan rust- en foerageer plekken voor vogels. Het voornemen is dertien verschillende habitats te creëren voor flora en fauna (Beheervisie Marker Wadden, 2016). Om de gewenste diversiteit te krijgen is verhogen van voedselbeschikbaarheid nodig. Daarnaast is het doel om behoud van de N2000 doelsoorten en het omkeren van de negatieve trend. Mogelijk kan Marker Wadden ook bijdragen aan het herbergen van landelijk relevante N2000 vogel soorten. Voor de monitoring is gekozen is om – m.u.v. de N2000 en KRW doelen - geen andere kwantitatieve doelen te stellen op soort niveau.

De relevante evaluatie vraag voor het creëren van een Vogelparadijs is:

1. Ontwikkelen de Marker Wadden zich tot een productief en duurzaam ecosysteem voor moeras- en watervogels?
2. Wordt Marker Wadden door publiek ervaren als een vogelparadijs?

### 2.1.3 Leren en innoveren

Het gehele gebied Marker Wadden is een Living Lab, waar onderzoek en experimenten kunnen worden uitgevoerd door overheid, maatschappelijke organisaties, kennisinstututen en bedrijfsleven (Gouden Vierhoek). Een Living Lab nodigt uit om onderzoek te doen, innovaties te ontwikkelen en kennis ten toon te spreiden voor belangstellenden uit binnen- en buitenland. Door Marker Wadden als Living Lab te presenteren is de bedoeling meer kennis te generen en te verspreiden.

De evaluatievragen die we ons kunnen stellen op basis van de eerste fase Marker Wadden zijn;

1. Wat willen we leren van de aanleg?
2. Hoe moet het geleerde 'doorstromen' naar de wetenschap en praktijk?

Het beantwoorden van deze twee evaluatievragen kan plaatsvinden binnen KIMA. KIMA speelt namelijk een belangrijke rol in kennisontwikkeling en kennisdisseminatie. De SG KIMA kan het kernteam opdracht geven om dit verder uit te werken.

## 2.2 Onderzoeks- en systeemvragen

Naast de beleidsvragen van 2.1 heeft KIMA als doel te leren van de aanleg en zodoende kennis toe te voegen. Het gaat hierbij zowel om de effecten op Marker Wadden zelf als de effecten van de eilanden op het Markermeer en daarbuiten. Het onderzoeksprogramma van het KIMA bestaat uit drie thema's: *i)* Bouwen met slib en zacht sediment, *ii)* ecosysteem van waarde en *iii)* adaptieve governance. Elk thema heeft eigen ambities op het vlak van kennisontwikkeling:

Thema 1: Bouwen met slib en zachte keringen

- Het onderzoek van de aanleg van Marker Wadden heeft tot doel om een beter begrip te ontwikkelen van de omzetting van slib in een stabiel substraat geschikt voor ecologische ontwikkeling, de productie en vastlegging van mobiel slib in de waterkolom en als zachte flufflaag en de werking van de zachte keringen.
- Deze kennistoename dient te resulteren in betere ontwerpregels voor bouwen met slib en een afname van de onzekerheid bij het ontwerp.

Thema 2: Ecosysteem van waarde

- Is de kennis over ontwikkeling van habitats in het ecosysteem vergroot?
- Is de kennis over de relatie tussen ontwerp en een veerkrachtig systeem vergroot?

Thema 3: Adaptieve Governance

- In hoeverre verloopt uitvoering en beheer zoals afgesproken in de contracten, wat leren we hiervan?
- In hoeverre verloopt de samenwerking zodanig dat kennis, en innovatie optimaal doorwerken zodat opschaling mogelijk is? Wat leren we hiervan?

In de volgende vijf paragrafen zijn evaluatievragen opgenomen die voor de KIMA thema's van groot belang zijn om kennis te ontwikkelen.

### 2.2.1 Slibdynamiek Markermeer

De bestaande kennis van de slibdynamiek is vrij goed ontwikkeld waar het gaat om de dynamiek in de waterkolom op een tijdschaal van enkele jaren. De waargenomen grote variatie van de slibconcentratie in ruimte en tijd kan redelijk goed worden verklaard door de sterke wind gedreven stroming en golven. Het bestaande slibmodel is destijds succesvol gevalideerd met hoogfrequente metingen van de slibconcentratie middenin het Markermeer (2007-2008) en met satellietwaarnemingen van het jaar 2006 (van Kessel et al., 2009).

Uit de kennis van de afgelopen jaren (Noordhuis et al., 2014, RWS, 2015) is gebleken dat de kalibratie van het bestaande slibmodel mogelijk niet langer geldig is voor de huidige en toekomstige situatie. Zonder een validatie en mogelijke herkalibratie van het model voor de huidige situatie is de toepassing van het model voor de beoordeling van de effecten van Marker Wadden op het Markermeer (te) onzeker.

De verwachting is dat Marker Wadden leidt tot een afname van de hoeveelheid mobiel slib in het Markermeer. Maar om deze afname goed te kunnen kwantificeren moeten ook de andere factoren beter bekend zijn, anders wordt het effect van Marker Wadden mogelijk over- of onderschat. Zonder slibmodel zou de monitoringinspanning vele malen groter moeten zijn om de evaluatievragen te kunnen beantwoorden.

Gebruik van het huidige slibmodel betekent dat dezelfde winddynamiek nu, 10 of 20 jaar geleden resulteert in dezelfde slibconcentratie en troebelheid. Er zijn echter sterke aanwijzingen dat zowel de hoeveelheid mobiel slib als de eigenschappen ervan anders zijn dan in het verleden.

De kennis over de sedimentatie van slib in geulen en putten in het Markermeer is beperkt. Hierdoor zijn ook de modeluitkomsten m.b.t. sedimentatiesnelheid onzeker en zijn metingen nodig voor begripsvorming en modelvalidatie.

De evaluatievragen zijn:

1. Hoe gaat de invang van slib in geulen en putten?
2. Wat is de invloed van Marker Wadden op de slibdynamiek van het Markermeer?
3. Kunnen we met de monitoringsgegevens het huidige slibmodel kalibreren?

De informatiebehoefte voor dit onderdeel kan als volgt op hoofdlijnen worden samengevat:

- Hydrodynamica: waterstand, stroomsnelheid en –richting, golfhoogte
- Slibdynamica: slibconcentratie in waterkolom, lichtklimaat, sedimentatie en bodemsamenstelling (o.a. dikte flufflaag)
- Slibsedimentatie in geulen en putten: sedimentatiesnelheid als functie van hydrodynamica en slibconcentratie, dichtheid van afzetting
- Slibeigenschappen: o.a. valsnelheid, korrelgrootteverdeling, organisch gehalte

Deze meetgegevens zijn niet alleen nodig om het systeem te karakteriseren, maar ook als informatiebron voor de kalibratie en validatie van satellietwaarnemingen van de slibconcentratie en het lichtklimaat en van het hydrodynamische en slibmodel.

### 2.2.2 Bouwen met slib en zachte keringen Marker Wadden

Voor bouwen met slib is de hoofdvraag hoe het proces verloopt van de consolidatie en rijping van slib tot een stabiel substraat met voldoende draagkracht voor een aantal van de gewenste habitats. Het gaat dan om de volgende habitats VIII, XI, X, XII, XIII en VIII (zie tabel 3.3 van de Beheervisie Marker Wadden, 2016). In het begin is zwaartekracht dominant (consolidatie) en later, als de sliblaag boven water uitkomt, verdamping (rijping). Hierop hebben ook vegetatieontwikkeling en chemische processen invloed. Deze kennis is nodig om goede ontwerpregels te kunnen opstellen.



Voor de zachte keringen is de hoofdvraag hoe de dwars- en langsprofielen zich na aanleg ontwikkelen onder invloed van de lokale hydrodynamische belasting (stroming en golven). Naarmate het aanlegprofiel sterker afwijkt van het evenwichtsprofiel, is een sterkere morfologische ontwikkeling te verwachten. Met name bij vrije randen (d.w.z. niet ingesloten door een harde kering) is het evenwichtsprofiel als functie van de hydrodynamische belasting, oriëntatie en sedimentsamenstelling nog onzeker en daarmee ook het optimale ontwerp.

De evaluatievragen zijn:

1. Hoe kunnen we met voldoende zekerheid en kosteneffectiviteit een stabiel substraat creëren met slib?
2. Hoe werken de zachte keringen onder invloed van stroming en golven in het meer?

### 2.2.3 Ruimtelijke kwaliteit en ecologische processen

Uit de systeemkennis die in de loop der jaren is opgedaan (Noordhuis et al., 2014, RWS, 2015) blijkt dat ruimtelijke diversiteit en gradiënten, dynamiek, waterbodem interactie en vooral de interactie tussen slib en biota (bodemfauna en algen) van groot belang zijn voor het functioneren van het Markermeer. Het succes van de inrichtingsprojecten als Marker Wadden en Houtribdijk hangt af van hun rol in het optimaliseren van deze aspecten binnen het Markermeer.

De circulatie van voedingsstoffen in het open water is verzwakt, en de voedselketens van de oevergebonden habitats (via waterplanten en moeras) zijn momenteel nauwelijks in beeld. Hetzelfde geldt voor gradiënten en ruimtelijke patronen in waterkwaliteit. Om het succes van Marker Wadden ten aanzien van een duurzaam, productief en flexibel ecosysteem te kunnen evalueren wordt daarom geadviseerd aanvullende aandacht te besteden aan: water- en bodemkwaliteit in de omgeving van de Marker Wadden en de ruimtelijke ontwikkeling van habitats.

Naast trends in waterkwaliteit en ecologie moet het MEP ook die aspecten van dynamiek en processen in beeld brengen die informatie geven over de sturingsmogelijkheden van het systeem. Van belang zijn daarbij:

- De rol van de interactie tussen slib en biota, vooral in de vorm van bioturbatie door bodemfauna en vlokvorming van algen met zwevend slib. Daartoe is informatie over de soortensamenstelling van enerzijds bodemfauna, anderzijds fytoplankton van belang.
- De structuur en het functioneren van het voedselweb onder invloed van factoren als licht en sedimentatie in relatie tot vlokvorming en de voedingswaarde van de primaire producenten. Dit vraagt monitoring van primaire productie en van de conditie van secundaire producenten zoals mosselen en watervlooien (herinvoering van zoöplankton monitoring) als basis voor het onderzoek naar productie en draagkracht voor bodemfauna, vissen en vogels.
- Concentraties van voedingsstoffen en elementen zoals ijzer en zwavel in het sediment met het oog op circulatie van voedingsstoffen (nalevering), beschikbaarheid voor planten en de mogelijkheden voor de vorming van voedselrijke moerassen. Daartoe is informatie over de bodemchemie en de ontwikkeling van de moerasvegetatie van belang.

Evaluatievragen voor het ecologische onderzoek zijn gericht op de ruimtelijke ontwikkeling, de processen en de beoogde ecologische doelen. Het zijn:

1. Kan een natuurlijk voedselrijk moeras zich ontwikkelen en duurzaam in stand houden? Het gaat hierbij om het ontstaan van gradiënten in bodemsamenstelling en productiviteit, groei van water- en moerasplanten, de samenstelling en dichtheid van macrofauna en vis. Wat is de invloed van de inrichting hierbij?
2. Wat is de rol van de bodemfauna voor het verhogen van de productiviteit? Ontwikkelingen in ruimtelijke patronen in water- bodem interactie (circulatie van voedingsstoffen vanuit de bodem) in relatie tot samenstelling en kwaliteit (voedingswaarde) van de bodemfauna, inrichting (strijk lengte, diepte en voedselbeschikbaarheid vanuit Marker Wadden) en de watervegetatie.
3. Hoe ontwikkelt MW zich t.o.v. van bestaande luwe gebieden in het MM? Rol plankton in voedselweb Ontwikkelingen in ruimtelijke patronen in slib (zwevend stof), helderheid en plankton (chlorofyl, primaire productie en soort samenstelling fyto- en zoöplankton) en hun onderlinge processen (vlok vorming, sedimentatie/resuspensie evenwicht en effect op secundaire producenten) in relatie tot inrichting (luwte, strijk lengte).

#### 2.2.4 Governance

In tegenstelling tot de KRW en N2000 doelen zijn er voor governance geen kwantitatieve 'beleidsdoelen' benoemd. Om de 'governance' doelen van Marker Wadden toch zo goed mogelijk in beeld te krijgen en te operationaliseren hebben we gekeken naar de formele doelen die zijn vastgelegd in de afspraken en contracten rond Marker Wadden. Daarnaast is ook gekeken tijdens een werksessie met verschillende actoren (27 september) naar doelen die niet zijn opgenomen maar wel expliciete of impliciete onderleggers zijn van governance ten aanzien van beleid, onderzoek en beheer van Marker Wadden.

De volgende overeenkomsten en formele (beleids)documenten zijn bekeken:

- Samenwerkingsovereenkomst eerste fase Marker Wadden (2014).
- Erfpachtovereenkomst tussen het ministerie van BZK (Rijksvastgoedbedrijf) en Natuurmonumenten;
- Kaderovereenkomst tussen de Staat der Nederlanden, Natuurmonumenten, provincie Flevoland en stichting Groenfonds;
- Uitvoeringsovereenkomst tussen Natuurmonumenten en ministerie van I&M/Rijkswaterstaat;
- Milieu Effect Rapport 'Eerste Fase Marker Wadden' (2014);
- RRAAM: Rijksstructuurvisie Amsterdam, Almere, Markermeer;
- Kennis en Innovatieprogramma Marker Wadden (KIMA) programma als deel van het kernteam Deltatechnologie van Topsector Water en het Nationaal Kennis en Innovatieprogramma Water en Klimaat (NKWK).

Evaluatievragen rond het thema governance zijn gericht op interactie met betrokken partijen. Het zijn:

- 1 Hoe worden de continuïteit in relatie tot beleidsdoelen, uitvoering, beheer geborgd?
- 2 Is het aanleg- en onderzoeksprogramma rond Marker Wadden adaptief en hoe blijft dit?
- 3 Verbetert onze kennispositie dankzij de aanleg Marker Wadden en welke aspecten zijn daarbij belangrijk?
- 4 Hoe heeft de samenwerking in het 'gouden vierkant' (overheid, bedrijfsleven, maatschappelijke organisatie en kennis instellingen) gewerkt?

### 2.2.5 Gebruik

Bij gebruik gaat om zowel fysieke aspecten van gebruik van Marker Wadden en het Markermeer als om perceptie, zijnde de beleving van landschap en natuur door gebruikers. Bij het opstellen van de gebruiksdoelstellingen en de informatiebehoefte is gedacht vanuit ruimtelijke kwaliteit. Er is daarom een onderscheid gemaakt naar economisch, maatschappelijk en landschappelijk belang.

#### Economisch belang

- Stedelijk en bereikbaarheidsambities (RRAAM)
- Beroepsvisserij
- Duurzame energievoorziening (Energieverkenning IJsselmeergebied, 2017)
- Recreatie, o.a. watersport, natuurrecreatie en sportvisserij
- Mobiliteit, (beroeps) scheepvaart door het Markermeer
  - Innovaties

#### Maatschappelijk belang

- Toegankelijkheid. Denk hierbij aan: wandelruimte, ontmoetingsplaats, rust etc.
- Educatie: inzet van Marker Wadden als educatief project

#### Landschappelijk belang

- Openheid en schaal van het landschap. Openheid is een kernkwaliteit van de Nederlandse grote wateren.
- Archeologie. Markermeer is een archeologisch aandachtsgebied.

De informatie behoefte is grotendeels gedekt door bestaande trajecten. Het gaat dan om scheepsbewegingen (RWS) en verschillende belevingsonderzoeken (Natuurmonumenten, provincies Flevoland en Noord Holland). Dezelfde informatiebehoefte rond gebruik komt ook terug onder het TBES doel (paragraaf 2.1.1).



### 3 Indicatoren en prioriteren

Onderstaande tabellen 3.1 en 3.2 bevatten de doelen en evaluatievragen uit Hoofdstuk 2. De eerste tabel bevat de beleidsdoelstellingen van paragraaf 2.1 en de tweede tabel de onderzoek- en systeemvragen van paragraaf 2.2. Elke vraag is aangevuld met de belangrijkste indicatoren en de manier waarop de toetsing kan plaatsvinden.

In de 'need of nice to know' kolom is aangegeven welke informatie opgenomen zou moeten worden in de uitvoeringsagenda van het MEP. De keuzes in deze kolom zijn voor wat betreft de hoofddoelstellingen gebaseerd op de uitkomsten van de consultatie workshop van 24 november 2017. Deelnemers aan de consultatie workshop waren vertegenwoordigers van Natuurmonumenten (R. Posthoorn), Rijkswaterstaat Midden Nederland (T. Garritsen), Min EZ (I. Hoogerbrugge), Min I&W (P. den Besten) en RWS-WVL (W. Dulfer en J. Postema). De prioritering in 'nice of need to know' voor de onderzoeksvragen zijn door de KIMA thematrekkers gemaakt.

De keuzes en prioritering van tabel 2.2 van onderzoeks- en systeem vragen is gedaan door de auteurs van dit rapport in overleg met het KIMA kernteam en de overige trekkers van de drie KIMA thema's.



Tabel 2.1 Prioritering van indicatoren voor evaluatie van de beleidsdoelen. Een groen vinkje is 'need to know' en een oranje smiley is 'nice to know'.

Beleidsdoel	Evaluatie-vraag	Indicator	Toetsing	Need - of nice to know
<b>TBES (§2.1.1)</b>	1 KRW doelen	Vissen	KRW systematiek	✓
		Macrofauna	KRW systematiek	✓
		Waterplanten	KRW systematiek	✓
	1 Natura 2000	Aantallen vogels	N2000 systematiek	✓
		Landelijk relevant soorten	N2000 systematiek	✓
	2 Productiviteit	Beschikbare voedingsstoffen in bodem en water	Toename	✓
		Bodemleven Markermeer	Toename	✓
		Bodemleven Marker Wadden	Toename	✓
	3 Stabiel substraat	Moerashabitats (habitats VIII, XI, X, XII, XIII en VIII)	Toename areaal	✓
	4 Meer diversiteit onderwaterlandschap	Ruimtelijke verdeling van mobiel slib in het water en op de bodem van het Markermeer	Afname areaal flufflaag Toename areaal ondiep luw water. Toename gradiënten slib en doorzicht	✓
5 Juridische ruimte	Compensatie mogelijkheden		😊	
6 Mede gebruik	Aantal bezoekers, vrijwilligers, type recreanten, km strand, aantal boten	Toename	😊	
	Invloedsfeer Marker Wadden op andere gebruikers	Veranderingen	😊	
<b>Vogel-paradijs (§2.1.2)</b>	1 productief systeem	Aanwezigheid van de dertien habitats (ontwikkeling bodemhoogte in tijd)	Arealen en aanwezigheid	✓
		Biomassa macrofauna Marker Wadden	Toename	✓
		Biomassa vis Marker Wadden	Trend	✓
		Biomassa waterplanten Marker Wadden	Trend	✓

<b>Beleidsdoel</b>	<b>Evaluatie-vraag</b>	<b>Indicator</b>	<b>Toetsing</b>	<b>Need - of nice to know</b>
		Biodiversiteit vogels	Trend	✓
		Broedsucces	Toename	✓
	2 ervaring	Beleving	Enquête resultaten	✓
<b>Leren &amp; Innoveren</b> <b>(\$2.1.3)</b>	1 Kennisontwikkeling	Publicaties binnen KIMA thema's	Aantal en kwaliteit	✓
		Succes concept van Living Lab	Aantal partijen die een participatieovereenkomst sluiten	✓
		Verrassingen	Aantal	😊
	2 Kennis-disseminatie	Participatie in KIMA workshops of bijeenkomsten door adviesbureaus en aannemers	Aanwezigheid	✓
		Gezamenlijke publicaties of rapporten door overheid, bedrijfsleven en kennisinstellingen	Aantal	✓
		Adviezen gegeven op basis van ervaringen met bouwen en slib en zachte keringen	Aantal (is afhankelijk van vraag)	✓
		Projecten of mensen geïnspireerd door Marker Wadden	Aantal	✓



Tabel .2.2 Prioritering van indicatoren voor evaluatie van de onderzoeks- en systeemvragen.

Onderzoeks- en systeemvragen	Evaluatie-vraag	Indicator	Toetsing	Need - of nice to know
<b>Slib-dynamiek (§2.2.1)</b>	1 Invang van slib	Slibconcentratie, bodemsamenstelling	Volume en dichtheid	✓
	2 Invloed Marker Wadden op Markermeer	Slibconcentratie, bodemsamenstelling	arealen	✓
	3 Kalibratie slibmodel	Waterstanden, golfhoogte, slibconcentratie	nvt	✓
<b>Bouwen met slib &amp; zachte keringen (§2.2.2)</b>	1 Bouwen met slib	Ontwikkeling bodemhoogte, dichtheid, sterkte	geschikt habitat	✓
	2 Beter begrip werking zachte keringen	Waterstanden, golfhoogte,	Profielontwikkeling	✓
<b>Ruimtelijke kwaliteit en ecologische processen (§2.2.3)</b>	1 duurzaam voedselrijk moeras	Macrofauna op Marker Wadden	Aanwezigheid Marker Wadden	✓
		Vis Marker Wadden	Aanwezigheid jonge vis	✓
		Waterplanten en moerasplanten Marker Wadden	Arealen op Marker Wadden	✓
		Bodemchemie Marker Wadden: beschikbare voedingsstoffen in de bodem: (ijzer en zwavel)	Concentraties	✓
		Grote insecten	Aanwezigheid	😊
	2 bodemfauna en productiviteit	Idem als voor vraag hierboven m.u.v. moerasplanten en grote insecten	idem	✓
	3 bestaande luwe gebieden	Veldmetingen chlorofyl, zwevend stof, primaire productie, doorzicht, soortsamenstelling fytoplankton	Concentraties	✓
<b>Governance (§2.2.4)</b>	1 Voortgang en draagvlak	Interactie met partijen en evaluatie		✓
	2 Adaptiviteit governance	Interactie met partijen en evaluatie		✓

<b>Onderzoeks- en systeemvragen</b>	<b>Evaluatie-vraag</b>	<b>Indicator</b>	<b>Toetsing</b>	<b>Need - of nice to know</b>
	3 Kennispositie	Zie (§2.1.3)		✓
	4 Effectiviteit governance	Interactie met partijen en evaluatie		✓
<b>Gebruik (§2.2.5)</b>	1 Gebruik en perceptie	Aantal bezoekers, vrijwilligers, type recreanten, km strand, aantal boten	toename	✓
		Invloedsfeer Marker Wadden op andere gebruikers	Veranderingen	✓

## 4 Huidig meetnet

Bestaande monitoringsprogramma's en onderzoeksprogramma's worden in dit hoofdstuk bekeken. Het kan namelijk zijn dat deze programma's parameters meten die iets op leveren voor de indicatoren zoals vastgesteld in Hoofdstuk 3. Het kan ook zijn dat een aanpassing van het bestaande monitoringsprogramma nodig is. Denkbaar is extra parameter(s), hogere frequentie of een aanvullende locatie.

Voor wat betreft onderzoeksprogramma gaan we uit van wat er op dit moment bekend is. Het kan zijn dat er gedurende de uitvoering van MEP onderzoeken starten die ook nog aanvullend wensen voor monitoring kunnen opleveren.

### 4.1 Bestaande meetnetten

#### 4.1.1 Biologische en chemische meetnet MWTL

Een onderdeel van het biologische monitoringsprogramma van MWTL (Monitoring Waterstaatkundige Toestand des Lands) is de ecotopen kartering. Deze kartering wordt op basis van luchtfoto's 1 maal in de 6 jaar uitgevoerd gebaseerd op de KRW verplichtingen. Laatste kartering van het Markermeer was in 2016, de volgende staat gepland in 2022.

**Bruikbaar?** Nee. De geplande ecotopen kartering in 2022 valt buiten de tijdsspanne van de evaluatie.

Voor MWTL zijn in het Markermeer vijf meetpunten ingericht voor het chemische en biologische meetnet. Metingen van parameters worden 4 wekelijks gedaan (Jan van der Winden, 2017; Noordhuis en Blaas, 2016). Fytoplankton wordt op 1 locatie gemeten, de locatie Markermeer Midden. Voor zoöplankton is nog geen definitief programma. Op de centrale meetpunten per waterlichaam, waaronder Markermeer Midden, wordt in 2018 echter bemonstering volgens het programma van voor 2006 uitgevoerd met het oog op mogelijke herinvoering. Een belangrijke ontwikkeling voor het MEP.

**Bruikbaar?** De huidige locaties kunnen gezien hun ligging niet direct aan Marker Wadden gerelateerd worden. De gemeten parameters en de frequentie zijn echter wel relevant om iets te kunnen zeggen over de waterkwaliteit. Ons voorstel is dan ook om een locatie t.b.v. Marker Wadden toe te voegen.

In 2016 is in het Markermeer gekarteerd voor mosselen en waterplanten. De nu nog afzonderlijke mosselkartering wordt naar verwachting onderdeel van MWTL. Over drie jaar wordt de waterplantenkartering herhaald en in 2022 wordt zowel de mosselen als de waterplanten weer gekarteerd. De karteringen geven een goed beeld van de effecten van de Marker Wadden op waterplanten en mosselen in het Markermeer.

**Bruikbaar?** Gedeeltelijk. Voor de geplande waterplanten kartering kan in 2019 een nieuw karteringsvak rond Marker Wadden aangewezen worden. De geplande mossel kartering in 2022 valt buiten de tijdsspanne van de evaluatie.

MWTL is in hoge mate afgestemd op toepassing van de KRW maatlatten voor EKR berekening. Naast een aantal waterkwaliteitsparameters gaat het om de ecologische kwaliteitselementen vis, macrofauna en waterplanten.

**Bruikbaar?** Ja, essentieel voor toetsing van de effecten van Marker Wadden aan de KRW doelen.

Het is cruciaal dat locaties rond Marker Wadden aan deze meetnetten worden toegevoegd (jaarlijkse oevermonitoring vis, KRW locaties waterplanten, tegenwoordig apart gelabelde locaties op het driejaarlijkse karteringsgrid, en jaarlijkse biotoopbemonstering macrofauna).

#### 4.1.2 Meetpaal TBES

Op dit moment staat er een meetpaal in het Markermeer. De meetpaal valt onder MWTL. Parameters die op deze paal gemeten worden zijn:

- slibconcentratie
- troebelheid
- chlorofyl
- blauwalg
- zuurstof
- pH
- temperatuur
- geleidbaarheid
- druk (waterstand, golfhoogte)

**Bruikbaar?** Ja, maar aanvullende metingen nodig aan de luwe zijde van Marker Wadden om effecten Marker Wadden op slibdynamiek te kunnen volgen en kalibratie van het slibmodel te kunnen verbeteren.

#### 4.1.3 Inspectievluchten

Inspectievluchten voor blauwalgenbloei worden wekelijks uitgevoerd over het Markermeer van begin juli tot half september. De rapportages worden gebruikt voor handhaving en zwemwater beoordeling (Noordhuis en Blaas, 2016).

**Bruikbaar?** Ja, voor het volgen van de ontwikkeling van lokale blauwalgen concentraties in de beschutte delen van Marker Wadden. Geen actie noodzakelijk.

#### 4.1.4 Vogeltellingen vanuit vliegtuig

Sinds 1975 worden maandelijks watervogels vanuit een vliegtuig geteld door RWS-WVL (en voorgangers).

**Bruikbaar?** Ja, Omdat de contouren van de eilanden van Marker Wadden fase 1 al zijn aangelegd, zijn de maandelijks vliegtuigtellingen van watervogels inmiddels al aangepast. De vogels in en rond Marker Wadden worden geteld in het verlengde van telvak 78, waarbinnen ook het proefeiland Ierst ligt. Daarbij is het gebied in acht eenheden verdeeld waarbinnen de aantallen afzonderlijk worden genoteerd. Dit blijkt tot nu toe mogelijk binnen dezelfde teldag als waarop de rest van het Markermeer en IJsselmeer wordt geteld. Wel benadert de benodigde periode van ongeveer zeven vlieguren steeds dichter de lengte van de daglichtperiode in de wintermaanden. In het voorjaar wordt ook het aantal broedparen in kolonies van onder meer Visdief en Aalscholver geteld. Tevens wordt informatie over waterkwaliteit (kleur) en gebruik (scheepvaart) vastgelegd.

(De maandelijks vogeltellingen zijn onderdeel van MWTL)

#### 4.1.5 Aanvullende vogel monitoring

Jaarlijks worden op en rondom het IJsselmeer diverse soorten vogels op slaapplekken geteld door vrijwilligers van Natuurmonumenten. De vrijwilligers monitoren ook moerasbroedvogels en kale grond broeders zoals kluten en plevieren. Doel is inzicht krijgen in de totale aantallen van N2000 soorten die vooral op het open water foerageren of in de (wijde) omgeving van het IJsselmeer. In 2016 zijn de Marker Wadden in dit kader ook twee keer geteld. Ook vindt jaarlijks onderzoek – deels door vrijwilligers van Natuurmonumenten - plaats naar broedsucces en voedselkeuze van viseters, met name Visdief en Aalscholver.

**Bruikbaar?** Ja, rust, broedsucces en voedselbeschikbaarheid worden meegenomen in de beoordeling van de N2000 staat van instandhouding en is relevant voor het bepalen van de duurzaamheid van populatie ontwikkelingen op Marker Wadden. Het is echter niet vastgelegd in het reguliere (MWTL) programma, maar wordt op vrijwillige basis uitgevoerd, deels vergoed. De continuïteit van het volgen van ontwikkelingen op Marker Wadden vergt dus enige zorg.

#### 4.1.6 Bemonstering visbestanden

Wageningen Marine Research (WMR) voert een vismonitoringsprogramma uit in het IJsselmeer en Markermeer in opdracht van het Ministerie van LNV en RWS. Sinds 2007 worden jaarlijks in de periode half augustus – half september de oevergebonden habitats steenoever, zandoever, rietoever en vooroever bemonsterd (van der Sluis et al. 2016). Daarvoor worden in het Markermeer ongeveer 50 locaties bemonsterd, grotendeels rietoevers en steenoevers.

De ongeveer 50 locaties in het Markermeer-IJmeer zijn verdeeld over zes clusters, gelegen bij Lelystad, Enkhuizen, Hoorn, Edam, Monnikendam en Muiden. Toevoegingen bij Marker Wadden en Houtribdijk zouden een zevende en eventueel een achtste cluster betekenen, een toename van 14-25%.

**Bruikbaar?** Ja, met name de oevermonitoring. Wenselijk is deze monitoring uit te breiden naar de oeverzones van de Marker Wadden. Ook wenselijk is een uitbreiding met een vijfde habitat voor vis, namelijk waterplanten. Dit vergt echter nog studie rond methodiek ontwikkeling.

De visbemonstering is ook onderdeel van MWTL.

#### 4.1.7 Scheepsbewegingen

Rijkswaterstaat publiceert jaarlijks een overzicht van de beschikbare gegevens op het gebied van scheepvaart en de hoofdvaarwegeninfrastructuur. De publicatie – Scheepvaartinformatie Hoofdvaarwegen - geeft een overzicht van het gebruik en de veiligheid van het hoofdvaarwegennet.

Daarnaast kan ook gebruik worden gemaakt van onderzoek/tellingen die zijn uitgevoerd in opdracht van Rijk en decentrale overheden. Deze zijn te vinden op diverse websites, zoals [www.waterrecreatieadvies.nl](http://www.waterrecreatieadvies.nl) of [www.binnenvaartcijfers.nl](http://www.binnenvaartcijfers.nl).

#### 4.1.8 Belevingsonderzoek

Zowel Natuurmonumenten als de provincies voeren diverse onderzoeken uit om zicht te krijgen hoe de natuur wordt beleefd. De bezoekers van Marker Wadden worden hier natuurlijk ook in mee genomen. De resultaten zullen binnen KIMA gebruikt gaan worden bij de beantwoording van de evaluatievragen rondom het Vogelparadijs, het gebruik en de perceptie.

### 4.2 Metingen door aanleg Consortium

Door het Aanlegconsortium worden parameters gemeten op en rondom de Marker Wadden. Dit zijn o.a.

- volume, dichtheid en samenstelling van het bronmateriaal per vulslag
- ruimtelijke opnamen van de hoogteligging van het sediment in de compartimenten
- bathymetrie (dwarsprofielen) van stranden en vooroevers
- bathymetrie van en dichtheidsprofielen in de slibgeul (i.v.m. aanslibbing)
- verticale profielen van dichtheid, waterspanning en sterkte

Details over dit meetprogramma zijn nog niet gedeeld buiten het Aanlegconsortium en dus niet bij de KIMA thematrekkers bekend. Niettemin is het zeer wenselijk dat deze meetgegevens geheel of gedeeltelijk op enig moment worden gedeeld met KIMA en dus ten gunste komen van het MEP. Uiteraard gaat dan ook gelden dat meetgegevens van het MEP beschikbaar worden gesteld aan het Aanlegconsortium. Op deze manier komt er meer data beschikbaar voor minder kosten. Over de data uitwisselingen moeten tussen de KIMA Stuurgroep en de Stuurgroep van het Aanlegconsortium nog afspraken worden gemaakt.

### 4.3 Lopende projecten en onderzoeken

#### 4.3.1 Remote sensing binnen CIP

Binnen het CIP (Corporate Innovatie Programma) van RWS loopt in 2018 een project dat kijkt naar het gebruik van satellietbeelden. Het doel is om waterkwaliteitskaarten toegankelijk en beschikbaar te maken voor monitoring van het Markermeer. De remote sensing is onderdeel van de TBES impuls (zie 4.3.2. Contactpersoon is C. Schmidt RWS-WVL). Ook start er binnen het CIP een pilot om vegetatie te monitoren met drones.

Binnen deze CIP projecten wordt voor KIMA relevante kennis ontwikkeld maar het is nog niet duidelijk wanneer het wat gaat opleveren voor waterkwaliteitsparameters in kwantitatieve zin. Wel is bekend dat de satellietbeelden al bruikbaar zijn voor het herkennen van ruimtelijke patronen en de validatie van het slibmodel (zie paragraaf 2.2.1). In het bijzonder voor de biologische karteringen zullen deze CIP projecten bijdragen om ruimtelijke informatie te verbeteren.

#### 4.3.2 Monitoringimpuls Markermeer

De Stuurgroep Markermeer-IJmeer SMIJ heeft een tijdelijke (2016-2018) intensivering van de inspanning op monitoring naar ontwikkelingen in het systeem afgesproken. In Hoofdstuk 5 is rekening gehouden met de, binnen dit project, aanvullende monitoring. Contactpersoon is T. Garritsen (RWS-MN). In de MEP-agenda is aangegeven welke activiteiten gerelateerd zijn aan deze Monitoringimpuls en die geheel of gedeeltelijk door de impuls worden gefinancierd.

#### 4.3.3 Versterking Houtribdijk

Rijkswaterstaat versterkt momenteel de dijk tussen Lelystad en Enkhuizen, de Houtribdijk. Een deel van de dijk met breuksteen en een ander deel van de dijk versterken ze met brede zandige oevers. Daarnaast wordt een nieuw natuurgebied 'Trintelzand' ontwikkeld. Trintelzand wordt een natuurgebied (270 ha) met zandplaten, slikvelden en rietoevers en biedt zo kansen voor meer variatie in de land-water overgangszones. Op dit moment is er nog geen ecologisch monitoringprogramma voor Trintelzand. Het voornemen is om water- en oevervegetatie te gaan monitoren in het kader van een promotietraject (A. Ton, TU-Delft). Afstemming met KIMA wordt in 2018 belangrijk en kan veel nieuwe informatie opleveren met name rond ecologische en hydrodynamische informatie.

Voor de kennisontwikkeling over de werking van zachte keringen zijn de resultaten van de pilot Houtribdijk van groot belang. De monitoring van de pilot zelf is afgerond en heeft geen consequenties voor het MEP.

#### 4.3.4 Natuur in productie

Het onderzoek "Natuur in productie" richt zich op de rol van water- en oeverplanten in de circulatie van voedingsstoffen (Utrecht, Nijmegen) en de doorkoppeling naar en terugkoppeling van de hogere trofische niveaus (Groningen). Binnen Natuur in productie zijn twee aio's (Y. Kahlert en M. van de Akker) werkzaam. Looptijd van het onderzoek is 2017 tot 2021. Een aantal leden van KIMA is door deelname in de begeleidingsgroep betrokken bij dit onderzoek.

Meer informatie is te vinden op: <http://gieskesstrijbisfonds.nl/projecten/ecologisch-onderzoeksplan-marker-wadden/>

Het project is al gestart met enkele vegetatie experimenten ('exclosures') op Marker Wadden. In het uitgewerkt onderzoeksprogramma is een voorstel opgenomen over een netwerk van kleine meetpalen die op en tussen de eilanden worden geplaatst. Aan elke paal wordt een waterdiepte meter en lichtdoorval meter bevestigd. De data kunnen aan seizoen, wind en ecologische ontwikkelingsstadium worden gerelateerd. Het netwerk verzamelt basisinformatie die voor verschillende onderzoeken van KIMA relevant is en is daarom opgenomen in het MEP.

#### 4.3.5 SMART Ecosystems

NWO, Boskalis, Van Oord, Royal Haskoning-DHV, Deltares, WeNR zijn sponsors van het SMART Ecosystems project (<http://www.markerscience.com/>). Binnen dit project werken twee aio's (R. Saalting en M. Barciela) en een postdoc (M. van Riel). Het project is in 2014 begonnen. Het onderzoek van de aio's richt zich op experimenteel werk om beter begrip te krijgen van consolidatie van slib en de rol en ontwikkeling van vegetatie. De postdoc heeft een uitgebreide analyse gedaan van de grijze literatuur (Van Riel et al., in prep) en focust op de governance van het aanleg project Marker Wadden.

De proefschriften (2018 en 2019) en papers van SMART Ecosystems leveren uiterst relevante informatie voor KIMA en de keuzes voor te monitoren indicatoren. Er wordt echter geen monitoring uitgevoerd op of rond de Marker Wadden vanuit dit project. Wel zijn laboratorium proeven uitgevoerd met slib uit het Markermeer naar consolidatie van slib en vegetatieontwikkeling die belangrijk zijn voor de begripsvorming.

#### 4.3.6 Onderzoek UvA rond primaire productie

Begrip van voedselrijkdom en productiviteit in het Markermeer is sterk verbeterd binnen het ANT programma (Noordhuis et al. 2014; De Lucas Pardo 2014). De Universiteit van Amsterdam heeft in samenwerking met Deltares vervolgonderzoek gedaan rond primaire productie (Brinkmann 2016; Woutersen 2017). De essentie van dit onderzoek heeft geleerd dat in luwe gebieden meer productie in het voedsel web mogelijk is. Betekenis voor het MEP is dat we nu willen meten in luwe gebieden in en rondom de Marker Wadden (paragraaf 2.2.2). Het onderzoek geeft aanleiding om primaire productie te meten en ook de samenstelling van fytoplankton en zoöplankton te bepalen op zowel luwe als geëxponeerde locaties.

#### 4.3.7 Zandwinning Markerzand

Markerzand wil in het Markermeer 65 miljoen kubieke meter zand winnen, vrijkomende waterbodem (baggerspecie) inzetten voor natuurbouw en bijdragen aan de waterkwaliteit van het Markermeer. Voor het winnen van het zand is nog geen vergunning en de winning is dan ook nog niet gestart.

Voor het MEP is dit een relevant project en de start moet dan ook goed in de gaten gehouden worden. Het gaat dan om afstemmen van de projectmonitoring en het monitoren van de effecten van de winning op het Markermeer. De effecten van de winning moeten onderscheidbaar blijven van de effecten van Marker Wadden.

#### 4.3.8 Pilot kleirijperij

In de Eems Dollard is te veel slib aanwezig. De waterkwaliteit is daardoor niet goed en de biodiversiteit neemt af. In de havens verzamelt zich veel slib waardoor regelmatig baggerwerkzaamheden nodig zijn. Aan de andere kant is er in het gebied behoefte aan klei om dijken te versterken en om landbouwgrond op te hogen. In de Pilot Kleirijperij onderzoeken Rijkswaterstaat, de provincie Groningen, Groningen Seaports, waterschap Hunze en Aa's, Het Groninger Landschap en EcoShape verschillende manieren om slib om te vormen tot klei. Onderzoekers van EcoShape voeren praktijkproeven uit om te kijken welke manier van rijpen het best werkt.



De pilot kleirijperij zal vooral bruikbare proces kennis opleveren m.b.t. de omzetting van slib in klei. Hierbij zijn er parallellen met de Markerwadden, maar ook verschillen. Zo is het beoogde eindproduct wezenlijk anders (voor dijkversterking bruikbare klei i.p.v. een moerashabitat) evenals de werkwijze (regelmatig omzetten i.p.v. natuurlijke consolidatie). Tenslotte is ook het uitgangsmateriaal anders (zout haven- en kwelderslib i.p.v. zoet slib met een hoger organisch gehalte). Consequenties voor het MEP zijn dat de bevindingen van beide projecten met elkaar moeten worden gedeeld en zo van elkaar kunnen leren. Maar monitoring in het kader van de kleirijperij is vanwege alle verschillen geen vervanging voor de monitoring in het kader van Markerwadden.



## 5 De MEP-agenda

De laatste stap van het MEP is de keuze van de werkelijk te meten indicatoren. Deze indicatoren staan in de MEP-agenda (Monitoring en Evaluatie agenda). De MEP-agenda bestaat uit een Excel tabel die digitaal is bijgevoegd. De agenda geeft de gekozen indicatoren die binnen de gestelde voorwaarden in 2022 de evaluatievragen kunnen beantwoorden.

De geprioriteerde evaluatievragen en indicatoren van Hoofdstuk 3 zijn verder uitgewerkt tot concreet en meetbare indicatoren. Bij de uitwerking van de indicatoren is rekening gehouden met de toetsing zoals genoemd in Hoofdstuk 3. De evaluatievragen worden gespiegeld tegen de indicatoren en gescoord – met kleuren - in hoeverre ze een bijdrage leveren aan het beantwoorden. Om het overzichtelijk te houden zijn de indicatoren gerangschikt in vijf categorieën: bouwen met slib en zand, soort monitoring, water- en bodemkwaliteit, ruimtelijke patronen, governance en gebruik.

Bij monitoring t.b.v. bouwen met slib en zand gaat het om nieuw op te zetten monitoring. Bij de overige categorieën gaat het om een combinatie van nieuwe en bestaande monitoring, waarbij meetlocaties op en rond Marker Wadden kunnen worden toegevoegd om effecten lokaal, maar ook op systeemniveau te kunnen meten. De indicatoren die al gemeten worden in bestaande programma's of lopende projecten en bruikbaar zijn voor het beantwoorden van onze evaluatievragen zijn daarom ook in de tabel opgenomen.

De MEP-agenda is zo opgezet dat dit het uitgangspunt vormt om de nodige monitorings acties in werking te zetten. Bijlage A geeft een verdere detaillering van de indicatoren die in de MEP-agenda genoemd zijn. Bijlage A is daarom ook van groot belang bij het opzetten van de exacte meetplannen.

Het onderscheid tussen de beleidsdoelen en de onderzoeks- en systeemvragen is ook weer terug te vinden in de MEP-agenda. De laatste afstemming is gedaan tijdens een workshop op 19 januari met alle betrokken onderzoekers en monitorings experts.

Het monitoren van het beleidsdoel 'Leren en Innoveren' (§2.1.3) kan het beste plaatsvinden binnen KIMA. Gezien de aard van de indicatoren lijkt dat de beste plaats. De Stuurgroep van KIMA kan het KIMA kernteam hier opdracht voor geven.

### 5.1 Afsluitende opmerkingen

#### 5.1.1 Natuurthermometer

De vijfde TBES evaluatievraag (compensatie mogelijkheden) van paragraaf 2.1.1 hebben we niet geadresseerd omdat deze in de prioritering is weggefallen. Te verwachten is dat de Natuurthermometer hierbij een rol gaat spelen (Mouissi, 2015). De Natuurthermometer wordt gevoed door informatie over N2000 en KRW doelen en de TBES condities. Uitvoering van de MEP-agenda levert informatie voor deze aspecten. In de agenda is aangegeven welke indicatoren een bijdrage leveren voor de Natuurthermometer. Belangrijk is dat KIMA op de hoogte blijft van de verdere ontwikkeling van de Natuurthermometer en of er een juridisch instrument voor natuurcompensatie in het Markermeer wordt ontwikkeld.

## 5.1.2 Jaarlijkse MEP evaluatie

Een programma als KIMA is gebaseerd op het 'learning by doing' principe. Dit vraagt ook om een adaptieve inrichting van de monitoring activiteiten. De MEP-agenda biedt daarom ruimte voor monitoring die onvoorzien is en afhankelijk van de aanleg en tussentijdse resultaten. Een jaarlijkse rapportage met een heroverweging van het programma is een zinvolle actie.

## 5.1.3 Data uitwisseling en management

Bij het schrijven van dit MEP is er van uitgegaan dat er data wordt uitgewisseld tussen het Aanlegconsortium en KIMA. Er zijn echter nog geen duidelijke afspraken gemaakt over deze uitwisseling. Daarnaast is er nog geen datamanagement plan voor KIMA. Zoals gezegd in de Inleiding wil KIMA graag aansluiten bij de ontwikkelingen rond datamanagement binnen NKWK. Nu de monitoring gaat starten en de KIMA onderzoekers gestart zijn is, kan er niet langer gewacht worden en is de urgentie voor een plan hoog. Dit zijn aandachtspunten voor de Stuurgroep van KIMA.

## 6 Referenties

- Beheersvisie Marker Wadden. 2016. Natuurmonumenten.
- Brinkmann B. 2016. Benthic hotspots in the pelagic zone. Aggregation of microalgae to suspended particles in an oligotrophic delta lake. Masters Thesis UvA, Amsterdam.
- De Lucas Pardo M.A. 2014. Effect of biota on fine sediment transport processes. A study of Lake Markermeer. PhD thesis Delft Technical University, Delft.
- Energieverkenning IJsselmeergebied, 2017. Te vinden op <https://www.agendaijsselmeergebied2050.nl>
- Erfpachtovereenkomst. Rijksvastgoed- en ontwikkelingsbedrijf, Ministerie van Binnenlandse Zaken en Koninkrijksrelaties, Overeenkomst tot vestiging van erfpacht, *eerste fase Markerwadden*, d.d. 14-03-2014, contractnummer: F518/F518/31003058
- Kaderovereenkomst Eerste Fase Marker Wadden, Staatscourant NR. 34041, 28 november 2014.
- Milieu Effect Rapport Eerste fase Marker Wadden. 2014. Rijkswaterstaat Midden-Nederland, milieueffectrapport 'eerste fase Markerwadden', definitieve versie, 12 december 2014, kenmerk: MD-AF20141283
- Mouissie, A.M., 2015. Thermometer Markermeer-IJmeer. Stand 2014. Grontmij rapport, ref nr GM-0170328.
- Noordhuis R. & M. Blaas 2016. Monitoring van doorzicht en gerelateerde parameters in het Markermeer-IJmeer. Deltares rapport 1221256-000, Utrecht.
- Noordhuis R., S. Groot, M. Dionisio Pires & M. Maarse 2014. Wetenschappelijk eindadvies ANT-IJsselmeergebied. Vijf jaar studie naar kansen voor het ecosysteem van het IJsselmeer, Markermeer en IJmeer met het oog op de Natura-2000 doelen. Deltares rapport 1207767-000, Utrecht.
- Rijkswaterstaat 2015. Bureaustudie Natuurlijker Markermeer en IJmeer. Ecologische verbindingen en Habitatdiversiteit. Rijkswaterstaat, rapport 9V6742, Lelystad.
- RRAAM. 2015. Rijksstructuurvisie Amsterdam – Almere – Markermeer. Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat.
- Samenwerkingsovereenkomst eerste fase Marker Wadden. Staatscourant Nr. 34041 28 november 2014
- Uitvoeringsovereenkomst Eerste Fase Marker Wadden, Staatscourant Nr. 33971, 28 november 2014

- Van Kessel, T., G. de Boer en P. Boderie. 2009. Calibration suspended sediment model Markermeer. Report Q4612.
- Van Riel, M.C., R. Noordhuis, en P.F.M. Verdonschot. In preparation. Hypotheses on what processes degraded the lake Marken ecosystem. A historical review on the ecology of lake Marken.
- Van der Sluis M.T., N.S.H Tien, A.B. Griffioen, O.A. van Keeken, E. van Os-Koomen, K.E. van de Wolfshaar, J.A.M. Wiegerinck, M. Lohman 2016. Toestand vis en visserij in de zoete Rijkswateren 2015. Deel II: Methoden. Wageningen Marine Research, Research rapport C115/16, IJmuiden
- Van der Winden 2017. Monitoringsplan Marker Wadden 2017-2022. Opzet gewenste monitoring en onderzoeken en samenhang met bestaande programma's. Rapport 2017-01, Jan van de Winden Ecology, Utrecht.
- Woutersen A. 2017. The relation between turbidity and the phytoplankton community composition and the subsequent implications for the zooplankton community composition in lake Marker (the Netherlands). Masters Thesis UvA, Amsterdam.

## A Toelichting bij MEP-agenda

Deze bijlage geeft een toelichting op de tabel met de uitvoeringsagenda van het MEP, met eerst een algemene beschrijving van de tabel en vervolgens een nadere toelichting van de indicatoren van de KIMA thema's 1 en 2 in de eerste kolom. Voor beschrijving van de indicatoren van thema 3 wordt verwezen naar de hoofdtekst.

De tabel correspondeert met de indeling van het rapport. In de eerste kolom staan een opsomming van de indicatoren uit hoofdstuk 3, gebundeld en verdeeld in de drie KIMA thema's Bouwen met slib, Ecosysteem van waarde (onderverdeeld in 3 categorieën: soortmonitoring, water- en bodemkwaliteit, ruimtelijke indicatoren) en Adaptive governance.

Dan volgen twee blokken met kleuren (kolommen B-F en H-S). Die geven aan wat de uitvoering van de voorgestelde (aanvullingen op) monitoring zou bijdragen aan de invulling van de informatiebehoefte, verdeeld in de hoofddoelen uit paragraaf 2.1 en de onderzoek- en systeemvragen uit paragraaf 2.2.

Groen = geen bijdrage  
Oranje = kleine bijdrage  
Roze/licht rood = redelijke bijdrage  
Donker rood = grote bijdrage

Deze beoordeling is uitgevoerd voor alle evaluatievragen in de deelparagrafen van 2.1 en 2.2. Daarbij moet in aanmerking worden genomen dat sommige indicatoren gekoppeld zijn. Dat is bijvoorbeeld het geval bij de eerste zes indicatoren onder het thema slib, die alle worden gemeten met een meetpaal of meetframe, hier aangegeven met behulp van een kader.

Vervolgens van links naar rechts:

Kolom T verwijst naar het Programma Monitoringsimpuls Markermeer-IJmeer, de nummers verwijzen naar een lijst activiteiten van 4 mei 2017.

Kolom U geeft aan welke indicatoren toeleveren of zouden kunnen toeleveren (tussen haakjes) aan de berekeningen met de natuurthermometer.

Kolom V verwijst naar paragraaf 4.1 en geeft aan welke voorgestelde indicatoren en uitbreidingen betrekking hebben op de bestaande meetnetten en welke niet.

Kolom W verwijst naar paragraaf 4.2 en geeft aan welke indicatoren uit het thema slib door het consortium (zullen) worden gemonitord.

Kolom X verwijst naar paragraaf 4.3 en geeft aan welke indicatoren van belang zijn voor lopende projecten en onderzoeken.

Kolom Y geeft aan op welk gebied de monitoring van de betreffende indicator betrekking heeft, bijv. specifiek Marker Wadden (MW) of Markermeer-IJmeer als geheel (MIJM).

Kolommen Z, AA en AB geven de meetfrequentie, de timing in het seizoen en de duur van een afzonderlijke meetinspanning aan.

Kolom AC geeft waar relevant extra informatie over benodigde uitbreidingen op bestaande meetnetten.

Kolommen AD-AG geven een schatting van de kosten per jaar voor de periode 2018-2021. Bij bestaande monitoring betreft dit de meerkosten van voorgestelde aanvullingen. Het MEP richt zich op rapportage in 2022, de meetperiode beslaat 2018-2021. Omdat meerjarige karteringen van ecotopen, waterplanten en mosselen in 2022 grotendeels in de nazomer of herfst plaatsvinden, is opname in de rapportage niet goed mogelijk. Daarom zijn ook geen kosten voor 2022 ingevuld.

Vooraf bij het thema slib zijn sommige indicatoren gekoppeld. Dat is bij de meetpalen en meetframe met een kader aangegeven. In de eerste twee regels van dit cluster worden de kosten van een meetpaal resp. een meetframe weergegeven. Parameters weglaten levert nauwelijks besparing op, wel is er de keuze van meetpaal en/of meetframe.

In kolommen AJ-AP is een kostenverdeling voorgesteld over KIMA, MWTL, Natuurmonumenten, Aanlegconsortium, TBES en overige.

## A.1 Thema Bouwen met Slib

De hoofdbestanddelen van de monitoring zijn:

- één of meerdere vaste meetpalen die gedurende meerdere jaren continu meten
- één af meerdere verplaatsbare meetframes die gedurende kortere tijd op verschillende locaties inzetbaar zijn (in of bij geul, put of zachte kering en na opening ook in de ondiepe geulen van tussen de eilanden)
- scheep gebaseerde metingen in het Markermeer en in en rondom de slibgeul, winput en luwtezone in combinatie met monsternamen (meerdere campagnes)
- metingen op de Markerwadden in de slibcompartimenten en bij de zachte keringen
- remote sensing gegevens
- koppeling met en gebruik van gegevens van reguliere monitoring en monitoring in het kader van andere projecten

Deze onderdelen zijn in de onderstaande tabel verder gedetailleerd voor de taken 1 t/m 4:

Taak 1 = invloed Markerwadden op Markermeer

Taak 2 = invang van slib

Taak 3 = bouwen met slib.

Taak 4 = zachte keringen

Taak #	Parameter	Instrument	Drager
1,2	Aanslibbing	multibeam, dubbel echolood, steekmonsters	schip
1,2	Slibconcentratie	OBS	frame, paal, schip
1,2	Dichtheid	pycnometer, free-fall (e.g. dotoclean, stema)	lab, schip
1,2	Eigenschappen	deeltjesgrootte, valsnelheid, plasticiteitsgrenzen, organisch gehalte	lab
1,2	Bodemligging	multibeam, dubbel echolood	Schip
1,2	Waterstand		meetpaal, frame
1,2	Stroming	ADCP	meetpaal, frame



Taak #	Parameter	Instrument	Drager
1,2	Golven	ADV, stappenbaak	meetpaal, frame
1,2	zuurstofmetingen	Multi-sensor	meetpaal, frame
3	Dichtheid	Free-fall, uhcm, steekmonsters	Vanaf rand
3	Eigenschappen	Zie ad 1	Lab
3	Bodemligging	peiling, echo, laseraltimetrie (boven water)	Vanaf rand
3	Waterspanning	Druksensor	Vanaf rand
3	Sterkte	cone, steekmonsters	Vanaf rand
3	Vegetatie/biota	aantal, dichtheid, diepte wortels	Vanaf rand
3	Waterstand in compartimenten	Peilstok	Vanaf rand
3	Aanslibbing (na opening)	SED	Vanaf rand
4	Bodemligging	Peilstok, multibeam	Te voet of klein schip
4	Waterstand		meetpaal
4	Stroming	ADCP	Meetpaal, frame in inlaat
4	Golven	Stappenbaak, ADV	meetpaal, frame (lokaal)
4	Vegetatie/biota		beschrijvende waarnemingen

Het type metingen voor taak 1 en taak 2 komt sterk overeen, namelijk hydrodynamische condities, slibconcentratie in de waterkolom en (trends in) hoeveelheid slib op de bodem. Het verschil is dat voor taak 1 deze metingen in de directe nabijheid van Markerwadden plaatsvinden en voor taak 2 ook wat verder weg. Bij een mogelijke prioritering tussen beide taken gaat het er dus vooral om waar en hoe vaak of lang wordt gemeten en minder om welke parameters.

#### Kosten

De kosten van een volledig uitgeruste meetpaal zijn reeds gebudgetteerd (ca. 225 k€ eenmalig en 30 k€ jaarlijks).

De kosten van een meetframe bedragen circa 10 k€ voor het frame zelf en 40 k€ voor instrumentatie (vanzelfsprekend sterk afhankelijk van welke instrumenten worden gekozen). Hiernaast nog circa 2 dagen scheepstijd voor plaatsing en betonning. Jaarlijks is er circa 12x onderhoud en uitlezing nodig. De kosten hiervoor hangen sterk af van de beschikbare scheepstijd. Indien onderhoud met de meetpaal kan worden gecombineerd zijn de meerkosten beperkt. Stelpost: 20 k€/jaar.

Minimaal 1 frame naast de vaste meetpaal is essentieel. Dit frame kan in de loop der jaren op diverse posities worden ingezet (geulbodem, geulflank, luwte, bij zachte kering, in Markerwadden na opening randen).

De scheepskosten voor de scheepsgebaseerde metingen kunnen worden beperkt als gebruik kan worden van het schip van Natuurmonumenten of gecombineerd met het reguliere onderhoud van de meetpaal. Indien dit niet mogelijk is, zijn stelpost 3.5 k€/dag inclusief basisinstrumentatie (ADCP/OBS). Voor 1 week per jaar scheepstijd bedragen de kosten dan 17.5 k€/jaar.

De kosten voor metingen op de Markerwadden zelf hangen sterk af van wat al door het bouwconsortium wordt gemeten en gedeeld. Zo zullen de vulcondities, de ontwikkeling van de hoogte-, sterkte en waterspanningsprofielen en vegetatie onderdeel zijn van de basismonitoring. Als goodwill voor het delen van deze gegevens kunnen mogelijk extra metingen worden uitgevoerd op kosten van het MEP die ook ten goede komen aan het consortium. Denk bijvoorbeeld aan de monitoring van (extra) proefvakken. Hetzelfde geldt voor de monitoring van de zachte keringen. Bodemprofielen worden al door de aannemer gemeten. Deze metingen zijn echter essentieel voor het MEP, dus een goede coördinatie is geboden.

Na opening van de compartimenten kan sedimentatie worden gemeten met zogenaamde SED's. De eenmalige kosten hiervoor bedragen ca. 10 kE voor 10 stuks (dit aantal heb je ongeveer nodig om een redelijke ruimtelijke dekking te krijgen). Uitlezen 6x per jaar kost ca. 12 mandagen (md), uitwerken 6 md dus in totaal circa 20 kE/jaar.

Tenslotte zijn ook labmetingen nodig voor de karakterisering van de slibmonsters. Kosten zijn sterk afhankelijk van het aantal monsters en het aantal en type karakterisering. Denk aan circa 5 - 10 kE/jaar.

Uitwerking van de gegevens kan gedeeltelijk ook plaatsvinden in KIMA en m.b.t. de onderzoekscomponent ook door universiteiten. Dit komt dan niet ten laste van het MEP. Maar al het beschikbare budget inzetten voor monitoring in de veronderstelling dat de uitwerking volledig elders plaatsvindt, heeft het risico dat een deel van de metingen niet zal worden gebruikt. Dit is zeer onwenselijk, daarom kan deze optie alleen als uitwerking elders gegarandeerd is.

## A.2 Thema Ecosysteem van Waarde

Bij het onderdeel ecologie worden in de tabel drie typen indicatoren weergegeven:

1. Indicatoren die betrekking hebben op soorten en soortgroepen (planten, ongewervelden, vis en vogels, echter exclusief plankton)
2. Indicatoren die betrekking hebben op plankton en ondersteunende water- en bodemkwaliteit
3. Ruimtelijke indicatoren; habitats en ruimtelijke aspecten van waterkwaliteit

Binnen deze groepen zijn indicatoren te vinden die a) onderdeel uitmaken van bestaande monitoringsprogramma's (meestal MWTL) of daarin thuis horen (zoöplankton, primaire productie), b) min of meer regulier uitgevoerde aanvullingen daarop vormen en c) nieuw voorgestelde indicatoren. Bij de bestaande monitoring worden de eventueel gewenste aanvullingen benoemd. Hieronder volgt een nadere toelichting per cluster en per parametergroep, met waar relevant een nadere specificatie van de kostenschattingen.

Niet alle parametergroepen hoeven even frequent te worden bemonsterd. Het MWTL programma kent parameters die jaarlijks (eenmalig of bijv. maandelijks), driejaarlijks of zesjaarlijks worden opgenomen. De uitvoering is zodanig ingericht dat de drie- en zes jaarlijkse parameters samen vallen, waardoor eens in de zes jaar extra informatie over het ecosysteem wordt verzameld. Het jaar 2016 was zo'n jaar, waarin met name ruimtelijk gedetailleerde informatie in de vorm van een systeem brede mosselkartering, waterplanten kartering en ecotopenkartering is uitgevoerd. Daarnaast is een eenmalige kartering van bodemfauna uitgevoerd. Dit pakket vormt met de jaarlijks opgenomen parameters een uitgebreide beschrijving van het systeem bij de start van de aanleg van de eilanden van Marker Wadden. Helaas kan de ronde van 2022 niet meer worden meegenomen bij de

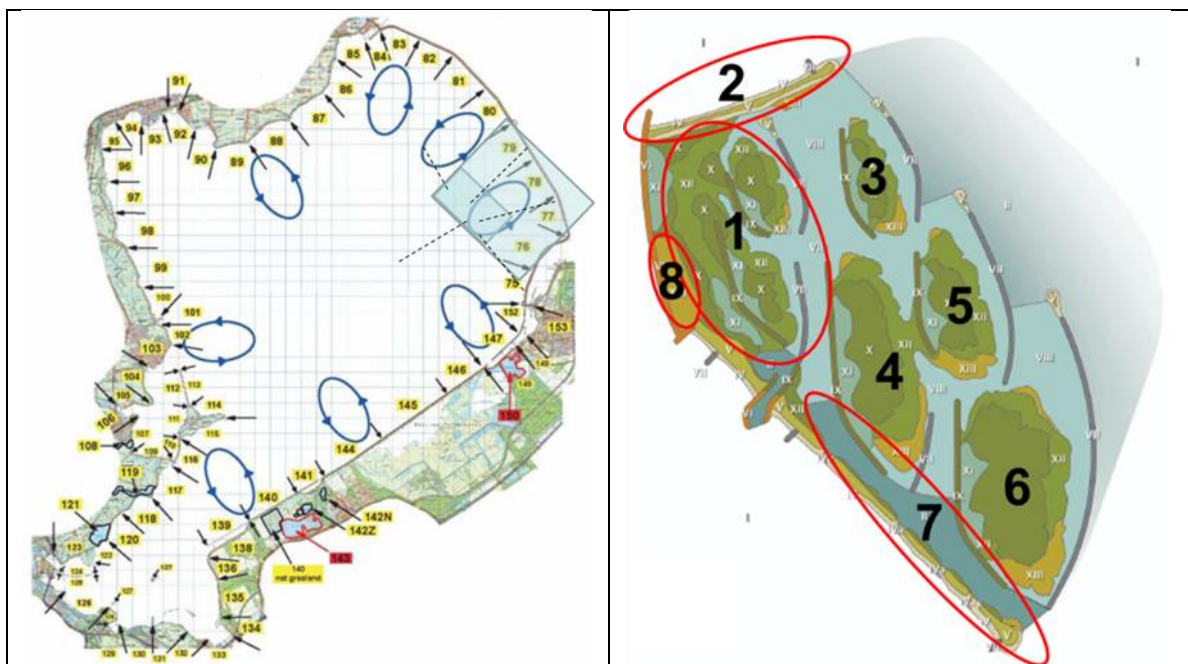
evaluatie die in dat jaar plaats vindt, vanwege de timing van de opnames en de verwerkingstijd van de monsters en de data.

### A.2.1 Indicatoren soortmonitoring

#### Vogels

**Watervogel tellingen** (maandelijks, IJsselmeer en Markermeer): Bestaand meetnet (sinds 1975), benodigde aanvulling is het definiëren van nieuwe telvakken voor Marker Wadden. Is reeds in uitvoering (figuur 1); kan binnen de huidige tijdsbesteding, Basismetnet MWTL, deel van landelijk meetnet maandelijkse wetland tellingen. Levert basisgegevens natuurthermometer. Te combineren met aanvullende waarnemingen met waarnemingen van o.a. waterkleur (spectraalmetingen in studie binnen Programma Monitoringsimpuls Markermeer-IJmeer) en verspreiding van vaartuigen.

*Meerkosten:* geen. (m.m.v. M. Roos, CIV en M. van Eerden, WVL).



Figuur 1 Links: Huidige telvakken voor de maandelijks vliegtuigtellingen van watervogels. Vogels worden geteld langs de kust in elk van de genummerde telvakken. Het open water wordt steekproefsgewijs geteld ter plaatse van de blauwe ovals. De twee lichtblauwe vierkanten en de zwarte onderbroken lijnen geven de locatie van Marker Wadden, het door Natuurmonumenten voorgestelde telgebied voor ruiende watervogels en raaien voor sediment en macrofauna weer. Rechts: Huidige indeling van telgebieden waarin Marker wadden is ingedeeld voor de maandelijkse vliegtuigtellingen van watervogels door WVL (pers. med. M. Roos).

**Watervogel slaapplaatsen** (c. 5x per jaar, betreft vooral sterns in nazomer, evt. meeuwen, ganzen in winter): gebeurt niet regulier, uit te voeren door vrijwilligers van Natuurmonumenten, mogelijk ook onderzoekers, Aanvullend op het basismeetnet.

*Kosten:* alleen vervoer / onkosten, gedekt door Natuurmonumenten.

**Broedvogels kolonies** (maandelijks broedseizoen, IJsselmeer en Markermeer): Bestaande tellingen /schattingen van aantal broedparen tijdens vliegtuigtellingen van watervogels in het broedseizoen (mei- juli). Benodigde aanvulling is het identificeren van nieuwe kolonies, Reeds in uitvoering. Basismeetnet MWTL. Daarnaast worden tellingen uitgevoerd door vrijwilligers van Natuurmonumenten. Te combineren met onderzoek Natuur in Productie en metingen broedsucces en voedselkeuze.

*Meerkosten:* geen.

**Broedvogels moeras** (5x per jaar in voorjaar, apr-juli): gebeurt nu niet, uit te voeren volgens Sovon richtlijnen voor broedvogelmonitoring op Marker Wadden, door vrijwilligers van Natuurmonumenten (afspraken met Vogelwerkgroep Almere). Aanvullend. Te combineren met onderzoek macrofauna Natuur in Productie.

*Kosten:* alleen vervoer / onkosten, gedekt door Natuurmonumenten.

**Broedsucces kolonievogels** (5 keer per jaar in juli-aug; betreft Visdief en Aalscholver); gebeurt nu jaarlijks in andere kolonies (Kreupel, Oostvaardersplassen, Lepelaarplassen, De Ven etc.), uitgevoerd door vrijwilligers en onderzoekers, gedeeltelijk betaald. Gecombineerd met ring- en voedselonderzoek. Uit te breiden naar nieuwe kolonies op Marker Wadden (en evt. Trintelzand en omgeving). Aanvullend meetnet, toeleverend aan de doelstellingen Marker Wadden, TBES en N2000. Te combineren met onderzoek Natuur in Productie.

*Kosten:* vervoer, onkosten (ring- en vangmateriaal etc.), uitwerken data. Geschat op 10 k€ per jaar voor KIMA, gebaseerd op 5 bezoeken en gedeeltelijke vergoeding dataverwerking en data-rapportage, in combinatie met voedselonderzoek.

**Voedselkeuze kolonievogels** (5-10 bezoeken per jaar, deels te combineren met bezoeken voor overige doelen; betreft Visdief en Aalscholver, evt. andere viseters): gebeurt nu jaarlijks in andere kolonies (Kreupel, Trintelhaven), uitgevoerd door vrijwilligers en onderzoekers, gedeeltelijk betaald. Uit te breiden naar nieuwe kolonies op Marker Wadden (en evt. Trintelzand en omgeving). Kosten vervoer, onkosten, uitwerken data. Aanvullend meetnet, van belang gezien de doelstellingen van Marker Wadden, TBES en N2000. Te combineren met onderzoek Natuur in Productie.

*Kosten:* Geschat op 10 k€ per jaar voor KIMA, gebaseerd op 5 bezoeken en gedeeltelijke vergoeding dataverwerking en data-rapportage, in combinatie met broedsucces.

**Ruimtegebruik watervogels** (3x per jaar een week waarnemingen voedsel- en ruimtegebruik, 1x per jaar 24u gedrag ruiende Futen en Kuifeenden). Is hier gezien als onderzoek.

*Kosten:* Voorstel is te verkennen of deze activiteiten zijn op te nemen in een onderzoeksprogramma en een vergoeding niet in het kader van het MEP te verlenen of te beperken tot onkosten (vervoer, materiaal).

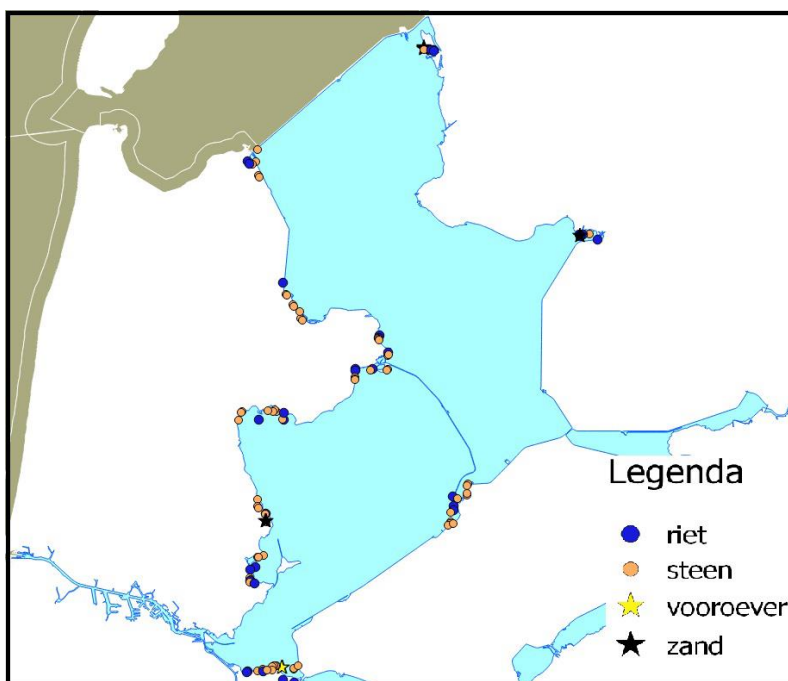
*Vissen*

**Vismonitoring open water** (jaarlijks): gebeurt reeds met voldoende ruimtelijke spreiding, geen aanvullingen noodzakelijk. MWTL basis meetnet.

*Meerkosten:* geen.

**Vismonitoring oeverzones** (jaarlijks in augustus- september): gebeurt reeds in vier habitats: rietoevers, vooroevers, steenoevers (elektrisch schepnet) en zandoevers (zegen). Gebruikt voor KRW EKR berekeningen. Zes clusters met locaties over Markermeer-IJmeer (Enkhuizen, Hoorn, Edam, Monnickendam, Muiden en Lelystad; figuur 2, tabel 1), aan te vullen met zevende cluster rond Marker Wadden (evt. Trintelhaven). Basismeetnet MWTL, tevens van belang gezien voedselvoorziening vogels en vertegenwoordiging ontwikkelingen in KRW vismaatlat.

**Meerkosten:** iets hoger dan proportie van het aantal clusters (c. 15% toename van huidige kosten van dit deelmeetnet voor Markermeer-IJmeer), omdat de bestaande clusters zijn gekoppeld aan trailerhellingen waardoor bemonstering binnen een dag per cluster mogelijk is. Voor een cluster Marker Wadden is vervoer en overnachting ter plaatse nodig, zodat een dag extra gerekend moet worden (m.m.v. I. de Boois, WMR). Meerkosten geschat op 5 k€ per jaar, waarschijnlijk door het ministerie van EZ.



Figuur 2 Bemonsterde locaties in 2015 van de oever-vismonitoring IJssel- en Markermeer met actieve vistuigen (zegen bij zandoevers, overige habitats elektrisch schepnet). Uit Van der Sluis et al. 2016.

Tabel 1 Aantal locaties voor oeverbemonsteringen van vis in het Markermeer-IJmeer per jaar (van der Sluis et al. 2016)

	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	gem.
rietoevers	20	20	20	20	17	18	19	14	17	18
steenoevers	28	28	28	25	25	28	29	33	44*	28
vooroevers	2	2	1	2	0	2	2	2	2	2
zandoevers	4	4	4	3	2	2	3	2	2	3

**Vismonitoring waterplanten** (jaarlijks in juli-augustus): gebeurt nu niet regulier, uit te voeren als een nieuw, vijfde habitat van de bovengenoemde vismonitoring oeverzones rond Marker Wadden, en ter vergelijking op locaties in drie van de bestaande clusters; Hoorn (Hoornsche Hop), Monnickendam (Gouwzee) en Muiden (IJmeer). Locaties Marker Wadden afhankelijk van ontwikkeling waterplanten. Toevoeging basismeetnet MWTL, toeleverend aan de doelstellingen van Marker Wadden, TBES en Natura2000. Te combineren met monitoring jonge vis ondiepten, met KIMA onderzoek en onderzoek Natuur in Productie.

*Meerkosten:* c. 20% toename van huidige kosten van dit deelmeetnet (vismonitoring oeverzones) voor Markermeer-IJmeer. Alvorens dit gerealiseerd kan worden is echter onderzoek nodig om een effectieve en representatieve bemonsteringsmethode te ontwikkelen (bij gebruik elektrisch schepnet blijven vissen hangen in de planten). Ontwikkeling van methodiek te combineren met projectmonitoring Marker Wadden, voor naar schatting 10 k€ per jaar (m.m.v. I. de Boois, WMR), mogelijk door het ministerie van EZ.

**Jonge vis ondiepten:** Aanvullende monitoring van nieuw ontwikkelde habitats rond Marker Wadden door Sportvisserij, om de opgroei van jonge vis te volgen. Twee keer per jaar (mei/juni en september), geconcentreerd rond het eerste eiland. Mogelijk de derde keer per seizoen (september) in samenhang met de WMR monitoring van oeverzones. Te combineren met vismonitoring oeverhabitats, vis in waterplanten en onderzoek KIMA en Natuur in Productie.

*Kosten:* Eigen budget van Sportvisserij Nederland.

**Gedrag Spiering** (jaarlijks tijdens hittegolven). Aanvullend meetnet, hier geïnterpreteerd als onderzoek. In diverse vormen eerder uitgevoerd (o.a. 1987, 2012, M. van Eerden). Mogelijk te combineren met ander visonderzoek, zoals ten behoeve van methodiek ontwikkeling voor monitoring van vis tussen planten en de functie van fonteinkruidklonen e.d.

*Kosten:* onderzoek te faciliteren door onkostenvergoeding veldwerk, waaronder boot huur voor 3 dagen x 1,5 k€ per dag en materiaalkosten, totaal 5 k€ per jaar. (m.m.v. M. van Eerden, WV). Mogelijk door het ministerie van EZ.

**Spieringsurvey:** Herhaling van een ruimtelijke survey in IJsselmeer en Markermeer die in augustus 2012 is uitgevoerd in het kader van het project ANT, in relatie tot ruimtelijke patronen in bodemtype en waterkwaliteit. Ook zoöplankton is hierbij in 2012 opgenomen. Wens van RWS. Meest zinvol na enkele jaren (2021), mogelijk in samenhang met activiteiten voor Natuur in Productie (aio's).

*Kosten:* geschat op 20 k€, mogelijk door het ministerie van EZ.

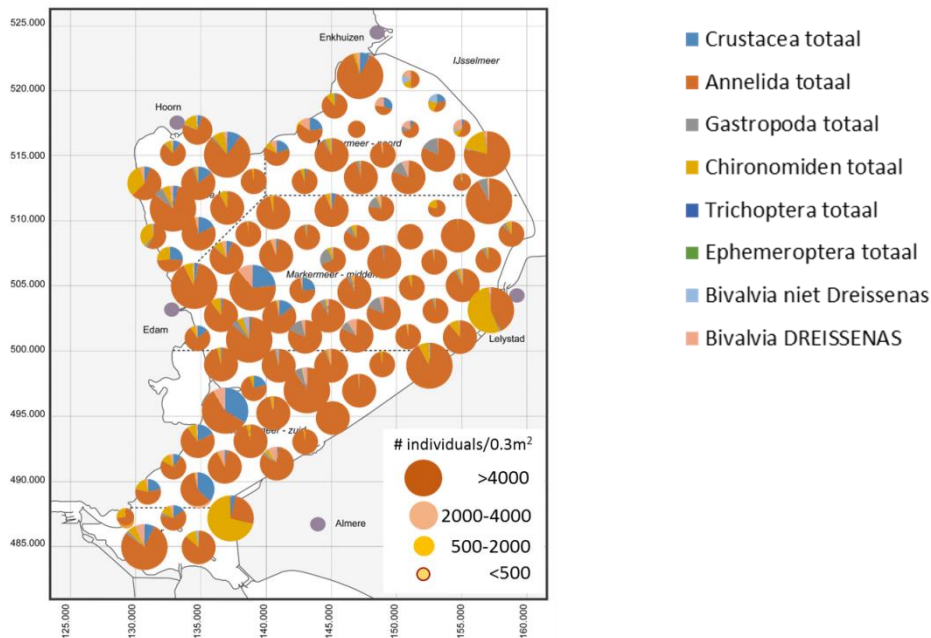
#### *Macrofauna (ongewervelden)*

**Mosselkartering** (driejaarlijks in oktober, gehele Markermeer-IJmeer): Uitgevoerd in 2016, opgenomen als zes jaarlijks terugkerend in het MWTL basisprogramma, opnieuw uit te voeren in 2022 (Monitoringsimpuls Markermeer-IJmeer), dus na de MEP veldperiode. Valt nog niet onder het basismeetnet MWTL, van belang gezien rol in het voedselweb en voor waterkwaliteit. Geen aanvullingen noodzakelijk. Te combineren met bodemfauna kartering. Van belang voor onder meer habitat beoordeling natuurthermometer.

*Meerkosten:* geen, uitgaande van reeds geregelde opname in MWTL of via de TBES monitoringsimpuls (kartering 2022).

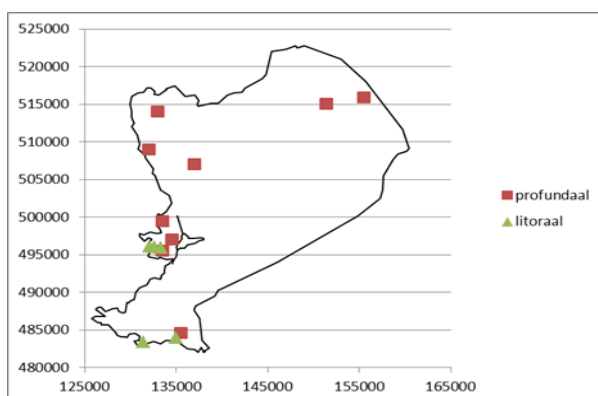
**Bodemfauna kartering** (zes jaarlijks in oktober, gehele Markermeer-IJmeer): Eenmalig uitgevoerd in 2016 (figuur 3). Aanvullend meetnet, van belang gezien te stimuleren rol in nutriënt circulatie en voedselvoorziening vogels. Niet opgenomen in het MEP basisprogramma vanwege de combinatie van hoge kosten en systeem-brede opzet. Vervangen door raaiopnamen of deelkarteringen (zie aldaar).

*Kosten:* Verdeeld in veldwerk (22,5 k€ minder bij combinatie met mosselkartering), data-rapportage (20 k€) en analyse van de monsters (1,8 k€ per monster zonder en 2,4 k€ met wormen). De totale kosten dus sterk afhankelijk van het aantal monsters dat wordt uitgewerkt en welke soortgroepen (tijd per monster; wel of geen soortnamenstelling wormen). Het mosselgrid, in 2016 gebruikt voor deze kartering, heeft 88 locaties, elk met 5 monsters. Kosten in de tabel gebaseerd op analyse van 5 deelmonsters van 88 locaties afzonderlijk, zonder soortnamenstelling wormen (c. 160 k€). (m.m.v. M. van Riel, WER). Mogelijk te realiseren binnen de TBES monitoringsimpuls.



Figuur 3. Resultaten van de door WER uitgevoerde bodemfaunakartering in het najaar van 2016, met gebruikmaking van het grid van de mosselkartering.

**Biotoop bemonstering** (jaarlijks in oktober, gehele Markermeer-IJmeer): Reeds in uitvoering, gebruikt voor de KRW EKR berekening. Aanvankelijk jaarlijks, vervolgens driejaarlijks, nu weer terug naar jaarlijks vanwege lage EKR score (A. Naber, CIV). In het Markermeer liggen nu 9 profundale (diepe) monsterlocaties, waarvan twee in de buurt van Trintelhaven en Marker Wadden, en 6 litorale (ondiepe) locaties, in de Gouwzee en in het IJmeer (figuur 4). Aan te vullen met 3 litorale locaties rond Marker Wadden en Trintelzand. MWTL basismetnet, van belang vanwege doelstellingen KRW, niet gedetailleerd genoeg voor evaluatie van de doelstellingen van Marker Wadden, en voedselvoorziening vogels. *Meerkosten:* Uitgaande van de mogelijkheid van opname in de route naar de profundale locaties bij Trintelhaven alleen aanvullende kosten analyse en data-rapportage, geschat op 10 k€ per jaar (mengmonsters van 3 locaties = 7,2 k€ + enig meerwerk data-rapportage). Niet in KIMA opgenomen onder de aanname van uitvoering van het hierna volgende voorstel.



Figuur 4. Huidige locaties van de MWTL (KRW) macrofauna bemonstering in het Markermeer-IJmeer. Profundaal = diepe locaties (bodemfauna), litoraal = ondiepe locaties (met waterplanten).

**Bodemfauna raaien** (jaarlijks in voor- en najaar rond Marker Wadden): Nieuw meetnet ten behoeve van ontwikkelingen en effecten Marker Wadden op de omgeving. Bemonstering met Van Veen happer; een startkartering rond Marker Wadden, daarna jaarlijks proefvlakbemonsteringen in voor- en najaar. Aanvullend meetnet, van belang gezien te stimuleren rol in nutriënt circulatie en voedselvoorziening vogels.

*Kosten:* indien drie keer per jaar vergelijkbaar met bodemkartering. Analysekosten mengmonsters op 25 locaties naar schatting 45 k€ per bemonstering (zonder soortsaanstelling wormen), bemonstering c. 20 k€ per keer, of 15 k€ als geen boot hoeft te worden gehuurd. In tabel / bijlage zijn de totale kosten geschat op 70 k€ per jaar, gebaseerd op één bemonstering per jaar (met boothuur en data-rapportage) over vier jaar (aansluitend op de kartering in 2022). Mogelijk te realiseren door het ministerie van EZ.

**Moeras macrofauna** (jaarlijks, zomer; Marker Wadden): Aanvullend meetnet in combinatie met KIMA onderzoek. Onderzoek binnen Natuur in Productie bedoeld als monitoring voedselvoorziening insectenetende moerasvogels. Aangevuld door waarnemingen van vrijwilligers Natuurmonumenten (vlinders, libellen). Aanvullende mogelijkheid is stimuleren van invoeren gegevens door vrijwilligers via website [www.waarneming.nl](http://www.waarneming.nl) via een app die deze site aan de veldlocatie koppelt (project Ketelmeer Vogelbescherming Nederland; Paul Rutten).

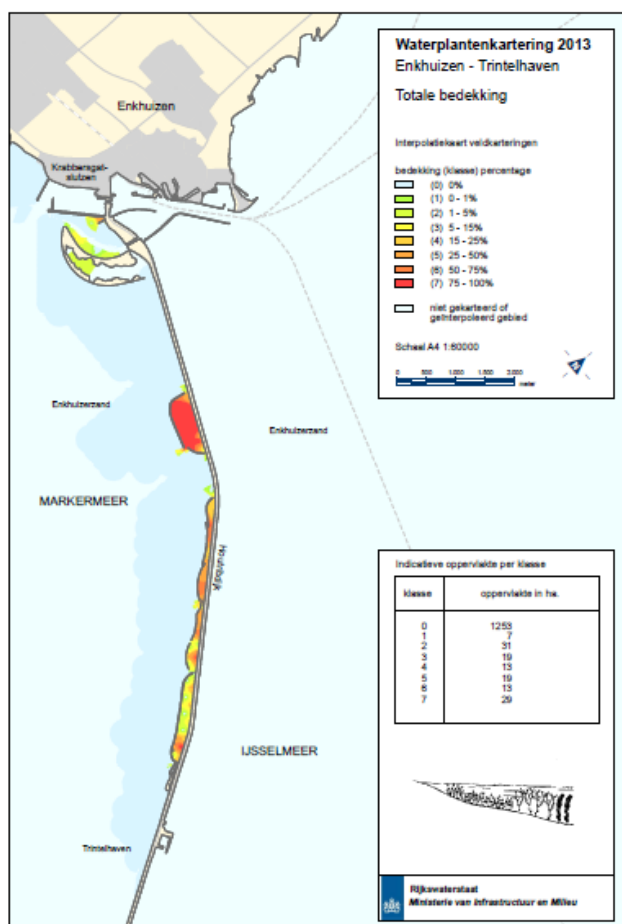
*Kosten:* voorziening voor vrijwilligers gedekt door Natuurmonumenten.

#### *Water- en moerasplanten*

**Waterplanten kartering** (driejaarlijks, zomer; gehele Markermeer-IJmeer): MWTL basismetnet, gecombineerd met KRW meetnet waterplanten. Regulier meetnet, uitgevoerd in 2016, opgenomen als driejaarlijks terugkerend in het MWTL basisprogramma, opnieuw uit te voeren in 2019 en 2022. Aan te vullen met nieuwe karteringsvakken rond Marker Wadden (Houtribdijk / Trintelzand reeds gedekt; figuur 5). Van belang gezien rol in de circulatie van voedingsstoffen, als voedselbron en als habitat voor vis en ongewervelden. Van belang voor onder meer natuurthermometer.

*Meerkosten:* naar schatting 7 k€ gebaseerd op 2-3 dagen extra veldwerk (nu totaal c. 15 dagen). Mogelijk zijn er in de praktijk nog aanvullende kosten, enerzijds omdat meer tijd nodig is voor de bemonstering van (schijnbaar) lege gebieden in geval van uitbreiding van de vegetatie (donkerblauw weergegeven gebied in figuur 5), anderzijds omdat kan blijken dat de ondiepten rond Marker Wadden wel belangrijk zijn voor waterplanten, maar niet bereikbaar met het vaartuig waarmee de kartering wordt uitgevoerd (m.m.v. X Udo, CIV en M. van Eerden, WVVL).



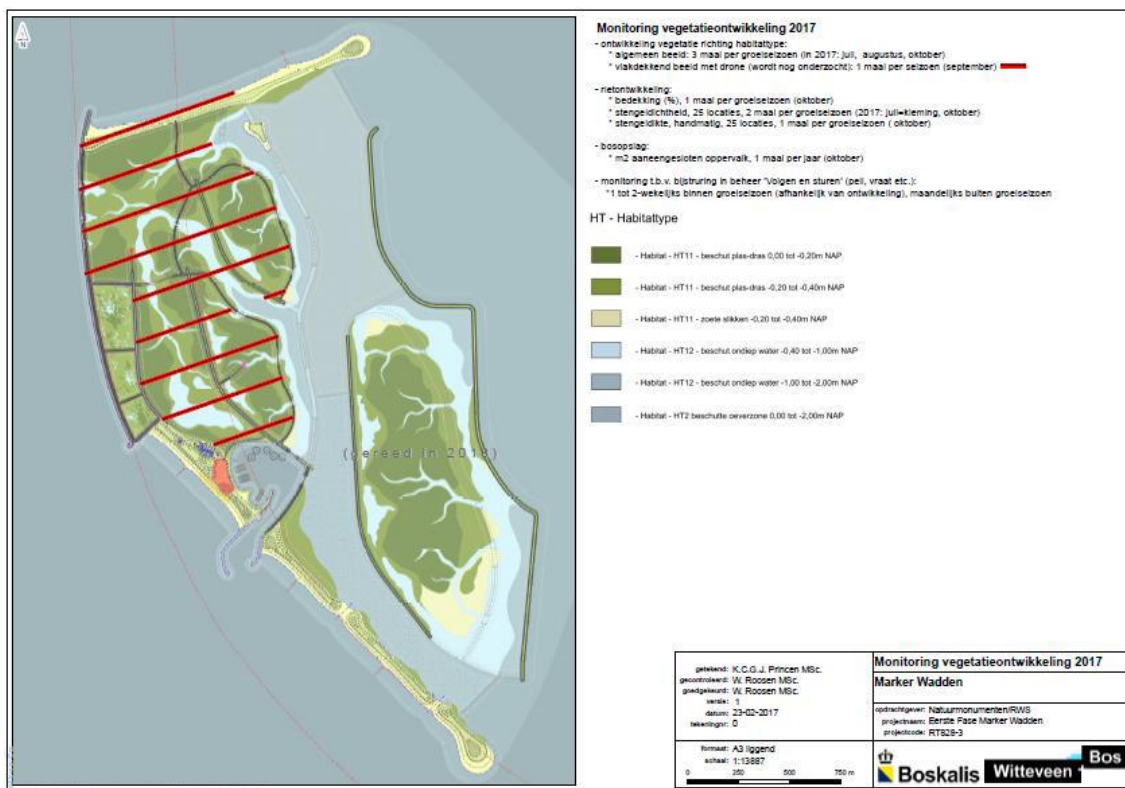


Figuur 5. Resultaten van de kartering van waterplanten tussen Enkhuizen en Trintelhaven in 2013. De overgang van donkerblauw naar lichtblauw is de begrenzing van het karteringsoppervak.

**Water- en oeverplanten KRW** (driejaarlijks, zomer; gehele Markermeer-IJmeer): MWTL basismetnet. Geen apart meetnet meer door uitvoering van jaarlijks naar driejaarlijks en opname in de karteringen. Locaties wel apart gelabeld i.v.m. enkele extra parameters. Binnen de nieuwe karteringsvakken rond Marker Wadden ook punten voor dit deelmeetnet te labelen i.v.m. toepassing van de KRW maatlatten voor waterplanten. Daarom van belang, maar geen meerkosten. Oeverplanten worden alleen meegenomen als ze in het water staan,

**Moerasvegetatie raaien** (jaarlijks, zomer; Marker Wadden): Nieuw, aanvullende meetnet, veldkartering langs raaien in combinatie met drone opnamen (cf. voorstel in figuur 6). Link met bewerkingen van satellietbeelden en ecotoopkarteringen (zes jaarlijks). Van belang gezien de doelstellingen van Marker Wadden en de benodigde informatie voor evt. bijsturing (suppletie, verwijderen bomen). Uit te breiden met metingen van o.a. bathymetrie.

**Kosten:** Geschat op 30 k€ per jaar op basis van twee opnames per seizoen, met voldoende detaillering voor onderscheid van de belangrijkste vegetatietypen, een eerste interpretatieslag en verkenning van mogelijkheden voor bijv. bathymetrie metingen.



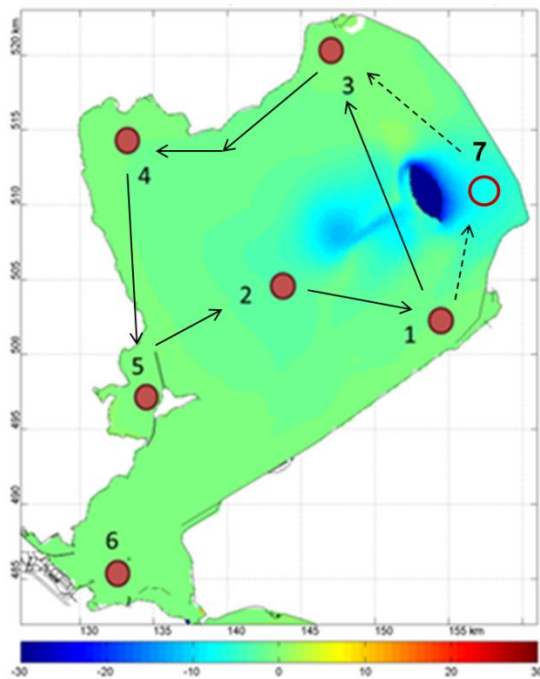
Figuur 6. Voorstel voor monitoring van vegetatie ontwikkeling met behulp van drone opnamen langs raaien voor het in 2017 voltooide deel van Marker Wadden, uit te breiden naar de overige eilanden.

**Flora:** Volgen van de ontwikkeling van de vegetatie aan de hand van soortenlijsten met waarnemingen van vrijwilligers van Natuurmonumenten.

**Kosten:** geen (faciliteiten Natuurmonumenten).

## A.2.2 Waterkwaliteit

**Waterkwaliteit veldmetingen** (vierwekelijks, geheel Markermeer-IJmeer): Bestaand basismetnet MWTL met vijf meetpunten Markermeer, bemonsterd op een of twee (eens per kwartaal) dagen, en een meetpunt IJmeer, bemonsterd op een andere dag (aansluitend op randmeren zuid). Alle meetpunten zijn ver van Marker Wadden verwijderd (figuur 7), om effecten te meten dient een locatie bij Marker Wadden te worden toegevoegd (te combineren met de extra meetpaal). In geval van de huidige eendaagse bemonsteringen kan dit (in combinatie met enkele aanvullende metingen hierna genoemd) niet meer op dezelfde dag. Bij 13 vier wekelijkse bemonsteringen, waarvan vier reeds twee dagen in beslag nemen (extra tijd voor centrifugeren) betekent dit 9 dagen veldwerk per jaar extra. Omdat schepen en bemanning reeds gereserveerd zijn betekent dit alleen voor uitbesteding van veldwerk (komende jaren waarschijnlijk 2/3 van de dagen een persoon inhuur) en analyse meerkosten. **Meerkosten:** 9 dagen extra inhuur kost c. 6 k€ per jaar. Extra analyse en dataverwerking is eveneens geschat op 6 k€ per jaar (o.a. 250 € x 13 bemonsteringen). (m.m.v. X. Udo, CIV en J. Postema, WV).



Figuur 7. Huidige meetlocaties voor waterkwaliteit en de gebruikelijke vaarroute vanuit Lelystad (Locatie 6 wordt op een andere dag bezocht). 1 = Lelystadhaven, 2 = Markermeer Midden, 3 = Broekerhaven, 4 = Hoornsche Hop, 5 = Gouzee, 6 = IJmeer Pampus Oost, 7 = voorgestelde locatie Marker Wadden. De kleuren van de achtergrond geven de verwachte afname (blauw) van zwevend stof weer als gevolg van de aanleg van Marker Wadden. De hier aangegeven route zal niet (meer) worden gevolgd omdat de duur van de bemonstering bij toevoeging van punt 7 waarschijnlijk naar twee dagen gaat.

**Trajectmetingen meetschip:** Verkenning naar de mogelijkheden metingen doen tijdens het varen van het ene MWTL meetpunt waterkwaliteit naar het volgende. Opgenomen in Programma Monitoringsimpuls Markermeer-IJmeer, moet nog starten.

**Mobiele metingen onder water:** geautomatiseerde metingen van o.a. troebelheid met onderwater drone (die een voorgeprogrammeerde route kan varen). Overwogen binnen Programma Monitoringsimpuls Markermeer-IJmeer, nog niet opgepakt. Natuurmonumenten is inmiddels in het bezit van een onderwater drone.

**Fytoplankton** (soortsamenstelling vierwekelijks van maart – september): Bestaand basismetnet MWTL nu echter alleen op locatie Markermeer Midden. Gezien het grote belang van de mogelijkheden de primaire productie beter ten goede te laten komen aan het voedselweb aanvulling met analyse van monsters van Hoornsche Hop en de nieuwe veldlocatie bij Marker Wadden. Inzet van flowcytometer kan worden verkend (Monitoringsimpuls Markermeer-IJmeer), maar verschillen op soortniveau lijken van belang.

**Meerkosten:** betreffen alleen analyse en data-rapportage, analyse naar schatting 0,2 k€ per monster x 8 bemonsteringen (maart – sept, maar vierwekelijks) voor twee locaties = 3,2 k€ per jaar, incl. basale rapportage 5 k€ per jaar (m.m.v. A. Veen, CIV).

**Zoöplankton** (soortsamenstelling vierwekelijks van maart – september): Nu niet in het meetnet als enige belangrijke schakel in het voedselweb. Monsternamen en analyse van soortsamenstelling en lengteverdeling (van *Daphnia*) wenselijk op de drie locaties waar ook fytoplankton gevraagd wordt: Markermeer Midden, Hoornsche Hop en Marker Wadden. Opgenomen in de wensenlijst van Monitoringsimpuls Markermeer-IJmeer, maar daar nog niet opgepakt. Laatste ontwikkeling is een voorstel voor herinvoering van zoöplankton monitoring door RWS Midden Nederland, op proef uit te voeren in het jaar 2018 in alle waterlichamen, met de methode van voor 2006. Dit betekent voor het Markermeer-IJmeer meetpunt Markermeer Midden. Hiervoor is budget (Ria Kamps, RWS Midden Nederland).

*Meerkosten:* betreffen alleen analyse, naar schatting 0,2 k€ per monster x 8 bemonsteringen (maart – sept, maar vierwekelijks) voor drie locaties = 5 k€ per jaar, incl. data-rapportage 7 k€ per jaar (m.m.v. A. Veen, CIV).

**Primaire productie** (vierwekelijks): Nu niet in het meetnet, wenselijk in combinatie met soortsamenstelling van fytoplankton en zoöplankton, dus op locaties Markermeer Midden, Hoornsche Hop en Marker Wadden. Ook in de wintermaanden of het vroege voorjaar vanwege het omgekeerde seizoenspatroon van chlorofyl (hogere concentraties in de winter door koppeling met windresuspensie). Van belang vanwege de slechte doorgave van primaire productie in het voedselweb. Meerkosten mogelijk uitbesteding metingen (aan boord reguliere schip) en analyse. Op termijn combinatie mogelijk met remote sensing (M. Eleveld, Deltares).

*Meerkosten:* betreft kosten van extra persoon voor bemonstering aan boord en twee dagen per bemonstering voor dataverwerking en data-rapportage, naar schatting 2,5 k€ x 8 bemonsteringen (maart – sept, maar vierwekelijks) voor drie locaties = 20 k€ per jaar (m.m.v. A. Veen, CIV). Wordt waarschijnlijk pas in 2019 gerealiseerd.

**Sedimentkwaliteit** (jaarlijks) Bedoeld als basis voor kennisontwikkeling over bodem-water interactie en het succes van Marker Wadden bij het versterken van deze interactie, in combinatie met de monitoring van bodemfauna. Het gaat om concentraties fosfaat, ijzer, zwavel, kalk etc. in de toplaag van het sediment. Aan te vullen op het veldmeetnet waterkwaliteit. Jaarlijks in oktober op de locaties waar ook plankton soortsamenstelling en productie gemeten gaat worden; Marker Wadden, Markermeer Midden en Hoornsche Hop, aangevuld met Lelystadhaven, vanwege de historische meetreeks van deze locatie (1993-2010).

*Kosten:* Gezien de overstap naar twee daagse bemonstering geen extra kosten voor schepen. Mogelijk ondersteuning monsternamen voor een mensdag per jaar, daarnaast analyse (0,4-0,5 k€ per monster), totaal geschat op 1 k€ per jaar.

**Blauwalgenbloei:** Wekelijkse vluchten van juli tot half september om blauwalgenbloei te signaleren. Recent ook over Marker Wadden. Mogelijkheden meekoppeling cf. watervogelvluchten nog te verkennen.

**Weerstation beheergebouw:** Enkele parameters (luchttemperatuur, wind) kunnen ook worden gemeten op de voorgestelde meetpaal bij Marker Wadden. Andere, zoals neerslag, kunnen voor ondersteuning van het onderzoek beter op de eilanden zelf gemeten worden. Daarnaast wordt de meetpaal in de wintermaanden verwijderd. Voorstel is daarom een klein weerstation te plaatsen bij het beheergebouw op Marker Wadden. Mogelijk ook te combineren met onderzoek aan verdamping (WUR aio F. Jansen).

*Kosten:* Alleen 2 k€ materiaalkosten opgevoerd in het eerste jaar, uitlezen en onderhoud uit te voeren door de beheerder.

**Mini-meetpalen Marker Wadden:** Netwerk van “mini-meetpalen” op een tiental locaties in de wateren op, tussen en rond de eilanden van Marker Wadden (figuur 7) voor basismonitoring van waterhoogte, lichtinval en watertemperatuur ter ondersteuning van het onderzoek van Natuur in Productie.

Op elke plek wordt een paal van 10-20 cm diameter in de bodem gezet, zodat deze 1 meter boven het wateroppervlak uit steekt. Aan elke paal wordt een waterdiepte logger en een lichtdoorval meter bevestigd. Beide worden bevestigd op aan een aparte dunnere paal op 1 m diep, zodat ze eenvoudig naar boven gehaald kunnen worden om uit te lezen. Elke 3 maanden worden vanuit een kleine motorboot of kano de loggers uitgelezen (maar worden zo ingesteld dat ze minimaal 6 maanden autonoom meten), met een frequentie van 1 x per kwartier. De data kunnen dan aan seizoen, wind en ecologisch ontwikkelingsstadium worden gerelateerd.

**Kosten:** De materiaalkosten zijn berekend op 9 k€ in het eerste jaar, aangevuld met 3 k€ per jaar voor plaatsing, verwijdering en onderhoud.



Figuur 8. Voorstel voor een netwerk van locaties met mini-meetpalen voor continue metingen van waterhoogte, lichtinval en watertemperatuur.

### A.2.3 Ruimtelijke parameters

**Ecotopenbemonstering** (zes jaarlijks): Eens per zes jaar uitgevoerd op basis van stereo luchtfoto's. Laatst uitgevoerd in 2016 dus niet meer uit te voeren in de veldjaren van het MEP. Desondanks uit te breiden met Marker Wadden. In 2016 zijn reeds foto's gemaakt op de locatie van Marker Wadden. Relevant voor o.a. natuurthermometer.

*Innovatie optie:* Op termijn mogelijk te vervangen (en mogelijk aan te vullen voor gebruik in de veldjaren van het MEP) door gebruik van remote sensing, naar voorbeeld van Vegetatie Signaalkaarten in het rivierengebied met behulp van Sentinel satellietbeelden en Google Earth. Oeverlijverschuivingen (afslag) kunnen worden gemonitord met behulp van radarbeelden, die eens per 5 dagen beschikbaar zijn.

*Meerkosten:* met betrekking tot de huidige kartering geen, in de veronderstelling dat ecotoop ontwikkeling binnen het waterlichaam binnen het reguliere programma wordt gevolgd, maar de kartering wordt niet uitgevoerd in de planperiode.

**Remote Sensing waterkwaliteit** Geschikt voor ruimtelijke patronen in chlorofyl, zwevend stof, primaire productie, doorzicht. Te koppelen aan veldmetingen (meetpaal). Nog geen onderdeel van monitoring, maar methodiek sterk in ontwikkeling, bepaalde toepassingen reeds goed mogelijk (ruimtelijke patronen in chlorofyl, zwevend stof en de relatie daar tussen).

*Kosten:* beelden met grove resolutie (300x300 m) gratis beschikbaar, beeldverwerking afhankelijk van vraag enkele tienduizenden euro's (M. Blaas, Noordhuis & Blaas 2016), voorlopig geschat op 30 k€ per jaar, inclusief ruimte voor aanschaf van beelden met hogere resolutie. Betreft niet alleen Marker Wadden maar het hele waterlichaam, mogelijk te realiseren binnen de TBES monitoringsimpuls.

**Spectraalmetingen:** Verkenning naar technische mogelijkheden om via airborne remote sensing apparatuur informatie uit waarnemingsvluchten van de vogeltellingen te kwantificeren en te objectiveren. Dergelijke waarnemingen (registratie van de kleur van het water als indicatie van slib en algenconcentraties) zijn al vele jaren verzameld. Wens binnen Monitoringsimpuls Markermeer-IJmeer, moet nog starten.

**Extrapolatie veldmetingen:** Enerzijds extrapolatie van veldmetingen tot ruimtelijke patronen, anderzijds modelgebruik bij het produceren van ruimtelijke beelden van waterkwaliteit met kalibratie en validatie met behulp van veld-, meetpaal- en remote sensing beelden. Wensen binnen Monitoringsimpuls Markermeer-IJmeer, gesprekken zijn gaande.

*Kosten:* Geschat op 20 k€ per jaar voor modelruns met hoge resolutie en kalibratie met behulp van veld- en meetpaalgegevens.