Kunstmatige structuren als katalysator voor ecologie in het Markermeer-IJmeer

Consortium Kransmeer

13 juli 2012

Tauw posad LAgroup robusta technical fabrics tebezo GROND- WATER- EN WEGENBOUW

Kunstmatige structuren als katalysator voor ecologie in het Markermeer-IJmeer

Consortium Kransmeer

13 juli 2012

Verantwoording

Titel	Kunstmatige structuren als katalysator voor ecologie in het Markermeer-IJmeer
Opdrachtgever	Provincie Flevoland
Projectleider	Paul Stook
Auteur(s)	Inkie Goijer, Wietske Terpstra, Susan Sollie, Martin Kroes, Jerry Dam, Taco Kuijers (Posad), Han Dijk (Posad)
Projectnummer	1207446
Aantal pagina's	92 (exclusief bijlagen)
Datum	13 juli 2012
Handtekening	Ontbreekt in verband met digitale verwerking. Dit rapport is aantoonbaar vrijgegeven.

Colofon

Consortium Kransmeer: Tauw bv, Posad Spatial Strategies, LAgroup, Robusta, Tebezo

Tauw bv
BU Water
Handelskade 11
Postbus 133
7400 AC Deventer
Telefoon +31 57 06 99 91 1
Fax +31 57 06 99 66 6

Posad Spatial Strategies
Binckhorstlaan 36
2516 BE Den Haag
Telefoon +31 70 322 28 69

Dit document is eigendom van de opdrachtgever en mag door hem worden gebruikt voor het doel waarvoor het is vervaardigd met inachtneming van de rechten die voortvloeien uit de wetgeving op het gebied van het intellectuele eigendom.
De auteursrechten van dit document blijven berusten bij Tauw. Kwaliteit en verbetering van product en proces hebben bij Tauw hoge prioriteit. Tauw hanteert daartoe een managementsysteem dat is gecertificeerd dan wel geaccrediteerd volgens:

- NEN-EN-ISO 9001

Inhoud

Verantwoording en colofon **3**

Voorwoord **9**

1 Inleiding **11**

2 Kunstmatige waterplanten **13**
2.1 Ontwerp 14
2.1.1 Ecologisch concept 14
2.1.2 Ontwerpvariaties 16
2.1.3 Uitvoering van de maatregel 17
2.2 Materiaal 21
2.2.1 Toepassing kunststof 22
2.2.2 Materialen kunstmatige waterplanten 25
2.3 Ecologische effecten 26
2.3.1 De bijdrage aan Natura 2000 26
2.3.2 De bijdrage aan de vier ecologische vereisten 27
2.4 Milieubelasting 28
2.5 Risico's en kansen 28

3 (Moeras van) veenmatten **31**
3.1 Ontwerp 33
3.1.1 Ontwerpvariaties veenmatten 33
3.1.2 Aanleg 34
3.1.3 Versnelde opbouw van het moeras met slibvang en slibdepots 37
3.1.4 Locaties 39
3.2 Materiaal 39
3.3 Ecologische effecten 40
3.3.1 De bijdrage aan Natura 2000 40
3.3.2 De bijdrage aan de vier ecologische vereisten 42
3.4 Milieubelasting 43
3.5 Risico's en kansen 43

4 Vissen en vismigratie **45**
4.1 Ontwerp 47
4.1.1 Ontsluiten van binnendijkse land-waterzones 47

4.1.2 Volgermeerpolder ontsluiten als paai- opgroeigebied voor vissen 49
4.1.3 Effect op visstand 51
4.2 Ecologische effecten 52
4.2.1 De bijdrage aan Natura 2000 52
4.2.2 De bijdrage aan de vier ecologische vereisten 52
4.3 Risico's en kansen 53

5 Eilanden als stepping stones 55
5.1 Ontwerp 56
5.1.1 Ontwerpvariaties 57
5.1.2 Beleving 59
5.1.3 Aanleg 60
5.1.4 Materiaal 64
5.2 Ecologische effecten 65
5.2.1 De bijdrage aan Natura 2000 65
5.2.2 De bijdrage aan de vier ecologische vereisten 65
5.3 Milieubelasting 66
5.4 Risico's en kansen 67

6 Totaalontwerp 69
6.1 Ontwerp 70
6.2 Landschap 72
6.3 Recreatie 72
6.4 Aanlegperiode en fasering 73
6.4.1 Kunstmatige waterplanten 74
6.4.2 Veenmatten 75
6.4.3 Vismigratie 76
6.4.4 Stepping stones 76
6.5 Organisatie 79

7 Kosten- en opbrengstenraming 81
7.1 Kosten- en opbrengstenraming 81
7.2 Onderbouwing 85
7.3 Bandbreedtes 87

8 Aanbevelingen 89

Literatuur 91

Bijlage(n)

1. Toolbox kunstmatige waterplanten
2. Toolbox veenmatten
3. Toolbox vismigratie
4. Toolbox stepping stones
5. Soortenmatrix
6. Kostenraming

Figuren

Tauw: 1.1, 2.2, 2.3, 2.6, 2.7, 3.2, 3.3, 3.4, 3.5, 3.6, 3.7, 4.5, 6.5

Posad: 0.1, 2.1, 2.4, 2.5, 3.1, 3.8, 4.1, 4.4, 5.1, 5.2, 5.3, 5.4, 5.5, 5.6, 5.7, 6.1, 6.2, 6.3, 6.4, 6.6, 6.7, 6.8, figuren in de bijlagen

Robusta: 2.8

Voorwoord

In het voorjaar van 2012 heeft het consortium Kransmeer de opdracht verkregen om een alternatieve visie te geven op de maatregelen die nodig zijn voor een toekomstbestendig ecologisch systeem (TBES) van het Markermeer-IJmeer. Als randvoorwaarde werd gesteld dat deze visie zodanig dient te worden ontworpen en doorgerekend dat het resultaat een duidelijke reductie in de kosten zou bewerkstelligen. Door WMIJ[1] en RAAM[2] is het document 'Met minder geld komt de ambitie toch dichterbij' opgesteld, waarin urgentie en kostenreductie zijn uiteengezet. Tevens is de wens uitgesproken om de mogelijkheid te onderzoeken of er toch een moeras, liefst langs de Houtribdijk, kan worden gerealiseerd.

Tauw bv heeft in de afgelopen jaren veel ervaring opgedaan met het begrip 'Building with Nature' en hanteert bij haar ontwerp aanpak de stelling 'Do not engineer against nature, let nature work for you', een resultaat van het vorig jaar georganiseerde congres op de Volgermeerpolder bij Amsterdam. Dit heeft als basis gediend voor de aanpak van het consortium. We hebben in dat project geleerd dat toepassing van kunststoffen een katalyserende werking heeft in situaties waarbij de natuur het zelf niet op korte termijn meer aankan.

Bij de ontwerpkeuzen hebben we getracht zoveel mogelijk de belangen van alle betrokken partijen mee te nemen. De wens van de provincie Flevoland van een land-waterovergang nabij hun kust, wensen van de omwonenden om met 'low profile' technieken te werk te gaan waardoor overlast tot een minimum zal worden beperkt en natuurlijk de bovengenoemde opgave, het realiseren van een kosteneffectief TBES.
Toekomst bestendig betekent voor ons duurzaam ontwerpen. Technieken moeten ook op langere tijd goed blijven functioneren. We willen geen bijdrage leveren aan de soep van kunststofafval die in onze zeeën drijft, dus hebben we gezocht naar minimale inzet en maximale afbreekbaarheid van kunststoffen. Het bedrijfsleven is benaderd en bedrijven als Lankhorst Yarns, TenCate, de Suikerunie en consortiumpartner Robusta hebben open kaart gespeeld met de stand van zaken rond de ontwikkeling van afbreekbare kunststoffen.
We hebben gestreefd naar een hoog realiteitsgehalte in de gekozen oplossingen. Het is voorgelegd aan onze partners Tebezo en Robusta en er is met nadruk gekeken naar de maakbaarheid. Juist de diversiteit van de partners leverde waardevolle kennis op en versterkte elkaar in het denken en zoeken van oplossingen.

Al deze signalen hebben we getracht in te bouwen in deze voorliggende visie. Het resultaat ligt voor u. Paul Stook – Projectmanager Consortium Kransmeer

[1] Werkmaatschappij Markermeer-IJmeer
[2] Rijksbesluiten Amsterdam - Almere - Markermeer

Figuur 0.1 Totaalbeeld maatregelen

1 Inleiding

In deze rapportage is de visie van consortium Kransmeer op het toekomstbestendig ecologisch systeem van het Markermeer-IJmeer uitgewerkt.
De ideeën van het consortium zijn:

- Inzet van kunstmatige waterplanten en tijdelijk drijvende veenmatten als katalysator voor het herstel van het ecologische systeem langs de randen van het Markermeer
- Kostenefficiënte en innovatieve land-waterovergangen opgebouwd uit tijdelijk drijvende veenmatten, slibdepots en drijvende eilanden
- Stepping stones voor de Flevokust als ecologische verbinding en verbinding tussen mens en natuur

Slibproblematiek Markermeer-IJmeer

Het water in het Markermeer-IJmeer is erg vertroebeld door de aanwezigheid van grote hoeveelheden slib. Door de aanwezigheid van het slib krijgen waterplanten onvoldoende zonlicht om te groeien. Er zijn ook steeds minder driehoeksmosselen in het gebied te vinden. Zo'n 20 jaar geleden bestond er een grote populatie driehoeksmosselen in het Markermeer-IJmeer. Mosselen zorgen voor begroeide bodem, voedsel voor de vogels en eten de algen uit het water (http://www.youtube.com/watch?v=jpgWGWpznHU). De populatie is de afgelopen decennia echter aanzienlijk afgenomen. Momenteel zijn driehoeksmosselen vooral te vinden in het zuidelijk deel van het IJmeer en in het westelijke deel van het Markermeer. Driehoeksmosselen komen het best tot ontwikkeling in het open water, in de zone tussen 1 en 4 meter diepte. Ze hechten zich vast op een harde ondergrond zoals andere schelpen en zandbodems. De mosselen hebben zuurstof nodig. Op veel plekken zorgt slib voor een lage zuurstofconcentratie bij de bodem, waardoor de condities voor mosselen verslechteren. Ook is er weinig substraat waar ze zich aan kunnen hechten. In het Grevelingenmeer heeft de slibsedimentatie geleid tot een zuurstofloze laag waar zwavel wordt gevormd. (http://www.youtube.com/watch?feature=player_profilepage&v=b7Fi7XujBd8)

Figuur 1.1 Luchtfoto Houtribdijk juni 2012. Rechtsonder het Markermeer

Leeswijzer

Hoofdstuk 2 gaat in op de inzet van kunststof waterplanten worden besproken. In hoofdstuk 3 gaan we vervolgens in op de veenmatten, slibdepots en drijvende eilanden, waarmee het moeras en stepping stones worden opgebouwd. Hoofdstuk 4 gaat in op de vissen in het Markermeer en maatregelen die nodig zijn voor een goede visstand. De stepping stones worden beschreven in hoofdstuk 5. Dit leidt dan in hoofdstuk 6 tot een overzicht van ons totaalontwerp. In hoofdstuk 7 het kostenaspect besproken dat in de komende decennia zal worden besteed om het TBES te bereiken. In het laatste hoofdstuk 8 zijn tot slot enkele aanbevelingen gedaan.

2 Kunstmatige waterplanten

In het Markermeer-IJmeer is sprake van een sterke achteruitgang in de hoeveelheid waterplanten en waterfauna, zoals de driehoeksmossel. Om de natuur te versterken en het ecologisch evenwicht te herstellen, zullen we de natuur een handje moeten helpen. Door het aanbrengen van kunstmatige waterplanten creëren we een snelle omslag.

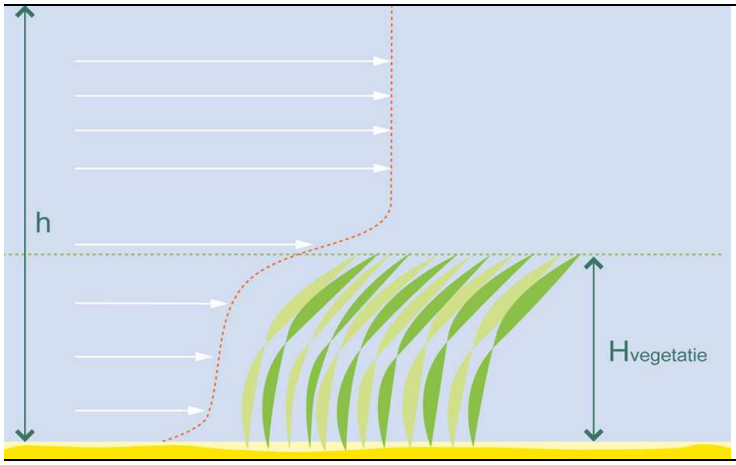
Figuur 2.1 Impressie van kunstmatige waterplanten aan de Noord-Hollandse kust in het Markermeer-IJmeer

Waterplanten spelen een belangrijke rol in natte ecosystemen. Ze vormen een belangrijk leefgebied voor plantminnende vissoorten, voor macrofauna en benthos. Tevens zijn ze een voedselbron voor waterplantetende vogels. Ze leggen de waterbodem vast waar ze zich vestigen, wat leidt tot helder water. Tot slot komen blauwalgen minder snel tot ontwikkeling omdat waterplanten de voedingsstoffen uit het water gebruiken. Waterplanten zijn voor hun groei aangewezen op zonlicht.

Door het zwevende slib in het Markermeer-IJmeer dringt zonlicht steeds minder ver door in het water. Hierdoor kunnen waterplanten onvoldoende ontwikkelen en zelfs verdwijnen, waardoor ook het dierenleven in het water afneemt. In het huidige ecosysteem van het Markermeer-IJmeer

komen waterplanten slechts op enkele plekken voor. Doordat er weinig waterplanten zijn, wervelt er extra slib op waarmee een vicieuze cirkel is ontstaan.

Deze vicieuze cirkel moet doorbroken worden. De aanwezigheid van structuur in de vorm van (kunstmatige) waterplanten zorgt voor rustig en daarmee helder water. Slib kan bezinken. Dit effect van waterplanten op stroomsnelheid en –richting in sedimentconcentratie is onder andere onderzocht door J.T. Dijkstra [2012]. Hieruit blijkt dat waterplanten het transport van sediment blokkeren doordat de stroomsnelheid op de bodem sterk wordt gereduceerd. Bij het aanbrengen van kunstmatige waterplanten worden deze eigenschappen van waterplanten gebruikt om het ecosysteem op orde te brengen. In figuur 2.2 is schematisch het principe getoond van vermindering van de stroomsnelheid en daardoor slibbezinking door de aanwezigheid van waterplanten.



Figuur 2.2 Stroomsnelheid (horizontale pijlen) in relatie tot de aanwezigheid van waterplanten

2.1 Ontwerp

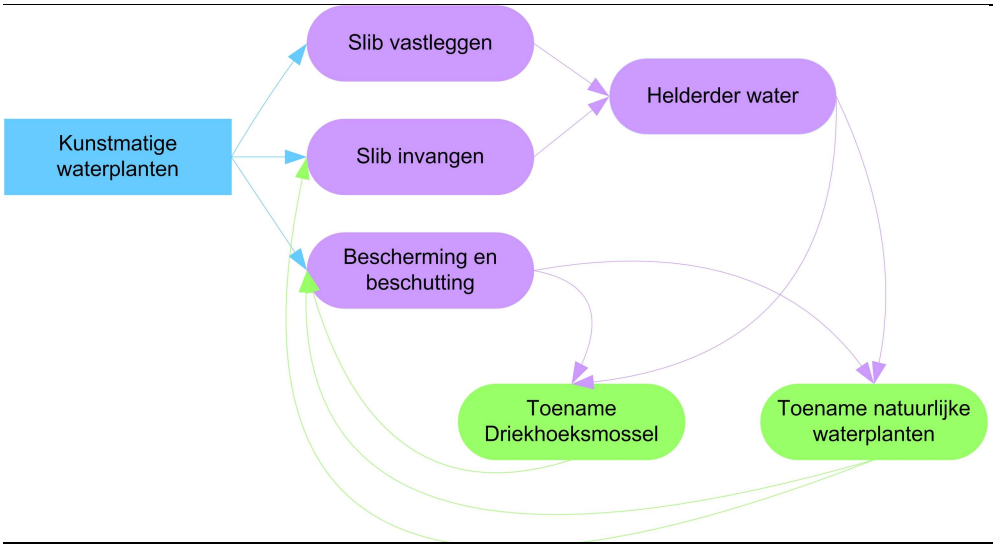
2.1.1 Ecologisch concept

Om een omslag te laten plaatsvinden van een slibgedomineerd systeem naar een systeem met ondergedoken waterplanten is een interventie (een katalysator) nodig. Dit kan door het plaatsen van kunstmatige waterplanten op strategische locaties. Door de kunstmatige waterplanten wordt het slib vastgelegd en bezinkt opgewerveld slib sneller. Ook zorgen ze voor meer rust in het water. Dit leidt tot helderder water, waardoor natuurlijke waterplanten en driehoeksmosselen zich kunnen ontwikkelen.

De kunstmatige waterplanten kunnen (tijdelijk) worden ingezet om de groei van waterplanten en mosselen op gang te brengen. De kunstmatige waterplanten zorgen voor bescherming, zodat de natuurlijke planten en benthos minder kwetsbaar zijn voor slecht weer. Direct na aanleg bieden de kunstmatige waterplanten al extra beschutting voor vissen (zie figuur 2.3). Dit leidt tot een evenwichtigere en gevarieerdere visstand. Samengevat levert een veld (kunstmatige) waterplanten verschillende ecosysteem diensten:

- Fysieke bescherming tegen stroming
- Invang van zwevend slib (en daarmee vergroot doorzicht)
- Verbetering van de waterkwaliteit
- Groei van natuurlijke waterplanten
- Aanhechtingsmogelijkheid voor mosselen
- Schuilgelegenheid voor vissen
- Habitat voor macrofauna

Deze concepten zijn ook allen beschreven in Scheffer [1998] en sommige processen zijn ook bekend uit onderzoek in de Veluwerandmeren [van den Berg & Coops, 1998; van den Berg et al., 2000].



Figuur 2.3 Katalysatorfunctie kunstmatige waterplanten

Aanvullend op de aanleg van kunstmatige waterplanten kunnen natuurlijke waterplanten worden geënt en driehoeksmosselen worden uitgezet. Echter, wij verwachten dat de natuur ook zelf zijn werk kan doen. Er zijn voldoende driehoeksmosselen en waterplanten aanwezig in het Markermeer-IJmeer die als zaadbron kunnen dienen voor de nieuwe gebieden. We hebben

daarom geen maatregelen opgenomen in ons TBES voor het enten van natuurlijke waterplanten of het uitzetten van driehoeksmosselen.

De kunstmatige waterplanten leveren niet alleen een bijdrage aan de ecologie van het meer, maar hebben ook een waterbouwkundig voordeel. Waterplanten zorgen voor rustiger water en dus tot een demping van de golven. Hierdoor worden de dijken minder belast en kan in de toekomst met lagere investeringen worden volstaan.

De positieve effecten van kunstmatige waterplanten kunnen worden versterkt door locaties strategisch te kiezen. In de delen waar het risico groot is dat door stroming of golven de waterplanten tijdens storm weg zullen slaan zorgen de kunstmatige planten voor een stabiele bodem en geven de wortels houvast.

2.1.2 Ontwerpvariaties

Het concept van de kunstmatige waterplanten kan op meerdere manieren uitgevoerd worden; er zijn talloze variaties mogelijk. Binnen dit project hebben wij echter alleen varianten met elkaar vergeleken die onderscheidend zijn voor de te behalen doelen.
Het gebruik van kunstmatige waterplanten heeft **ecologische doelen** (vissen, mosselen, macrofauna, vogels) en **fysische doelen** (doorzichtverbetering door slibinvang en ontwikkeling van waterplanten). Naast deze doelen zijn van de varianten ook de **kansen en risico's** in beeld gebracht. In een zogenaamde toolbox 'kunstmatige waterplanten' (bijlage 1) hebben wij op basis van expert judgement onderscheidende varianten uitgezet tegen deze doelen en kansen en risico's. In deze paragraaf beschrijven wij alleen de doelen. De kansen en risico's staan in paragraaf 2.5.

In de toolbox is te zien dat het gebruik van kunstmatige waterplanten een positief effect zal hebben op alle doelen, ongeacht welke variant wordt toegepast (alle varianten krijgen een kleine 'plus'). Van sommige varianten zullen deze effecten echter groter zijn. Deze zijn aangegeven met een grote 'plus'. Voor vogels staan de 'plussen' tussen haakjes omdat de positieve effecten voor vogels pas voor de lange termijn te verwachten zijn. Immers, de vogels profiteren niet direct van de kunstmatige planten, maar wel op langere termijn als er vis, mosselen en natuurlijke waterplanten in het gebied komen.

Wanneer we alleen naar de positieve effecten op de gestelde doelen kijken (en de kansen en risico's buiten beschouwing laten) lijken onderstaande varianten het meest kansrijk. Hierbij noemen wij alleen de variant die minimaal twee grote 'plussen' meer heeft dan zijn tegenhanger.

- **Planten in hoge dichtheid**. De dichtheid van de vegetatie bepaalt de mate van slibinvang. Wanneer stengels/vegetatie dichter op elkaar staat, is de invang groter en bovendien wervelt het slib minder snel weer op

- **Lange planten (> 0,5 keer de waterkolom)**. Lange planten bieden meer schuilgelegenheden voor vis, en het groter oppervlak biedt meer ruimte voor de hechting van mosselen
- **Matten aanleggen op 1-2 of 2-3 meter diepte.** Op deze diepte vestigen planten zich sneller, vanwege meer licht dat op de bodem komt in vergelijking met de diepere delen. Bovendien zijn de ondiepe zones een aanvullend vishabitat
- **Oppervlakte toepassing groot.** Hoe groter het oppervlak, hoe meer habitat
- **Gebruik van planten met bladeren**. Planten met bladeren hebben meer structuur, wat slibinvang bevordert en tevens zorgt voor meer diversiteit voor dieren
- **Matten in dambordpatroon**. Bij het dambordpatroon is de omtrek/inhoud verdeling van de matten gunstiger, waardoor het niet met matten bedekte oppervlak zo veel mogelijk wordt benut

De inzichten uit deze toolbox hebben wij gebruikt bij onderstaande beschrijving van de maatregel.

2.1.3 Uitvoering van de maatregel

Vorm

De mat hebben een oppervlakte van 40 m^2 (ongeveer 10 bij 4 meter) en bestaan uit geweven groene slierten, die waterplanten nabootsen. Vanuit het oogpunt van ecologie en slibinvang, hebben de kunstmatige waterplanten planten bij voorkeur een hoge dichtheid en grote lengte (tot meer dan 0,5 keer de waterkolom). We stellen een dichtheid van 4.000 slierten per vierkante meter met een lengte van 1-1,5 m voor. Het zoveel mogelijk nabootsen van de natuurlijke situatie zal de beste resultaten geven. Stugge stengels met bladeren is in dit opzicht ideaal (vergelijk fonteinkruiden).

Plaatsing

Het afrollen en plaatsen van de matten kan geschieden met vergelijkbare werktuigen zoals ingezet bij de Deltawerken. De matten worden gefixeerd met palen of grote stenen, zodat ze op de bodem blijven onder alle omstandigheden (wind, stroming, golfslag). Toepassing van grote stenen vergroot de kans dat ook mosselen zich kunnen hechten aan de stenen. Bij toepassing van palen is de zichtbaarheid groter, wat herkenbaarheid voor onder andere watersporters vergroot. Echter, palen vormen een barrière in het water en kunnen zorgen voor gevaarlijke situaties. Derhalve dient alles op een veilige diepte te worden afgewerkt. De zones waar matten worden aangelegd zullen duidelijk aangegeven, of zelfs afgescheiden, moeten worden van watersporters en vissers. De verankering onder water vraagt om een nadere uitwerking, die in het ontwerp niet is meegenomen. In eerste instantie gaat het om de ecologische effecten van de maatregel.

Locaties

De matten worden geplaatst op een diepte van 2-3 m en 3-4 m aan de Noord-Hollandse kust in het Markermeer-IJmeer (figuur 2.4 en figuur 2.5). In deze zones is de grootste kans op ontwikkeling van waterplanten. Wij werken hierbij wel met een zogenaamd ‘groeimodel’ (zie ook de fasering in paragraaf 6.4.1). In totaal wordt 105 ha bedekt met kunstmatige waterplanten.

De ondiepere zone van 0-2 m waterdiepte komt door de plaatsing van de kunstmatige waterplanten in de luwte te liggen. Daar zullen dan op een natuurlijke manier waterplanten groeien. Eventueel kan daar een structuur neergelegd worden die voorkomt dat aanwezig slib opwervelt. Dit kan middels kunststof matten met een grove raatstructuur, maar met veenmatten (zie ook hoofdstuk 3). Wij gaan uit van 7 ha veenmatten, die samen met de kunstmatige waterplanten in het diepere deel als katalysator dienen voor ontwikkeling van natuurlijke vegetaties in de zone van 0-2 m.

Figuur 2.4 Mogelijke locaties voor kunstmatige waterplanten (groen) en ontwikkeling van waterplanten (zwarte stippen)

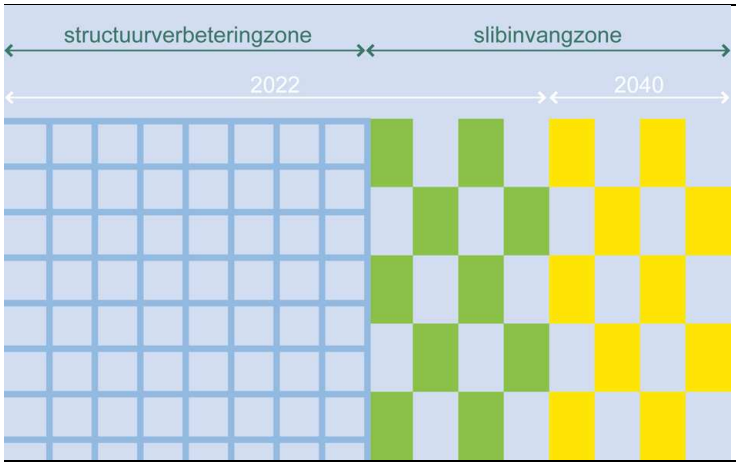
Figuur 2.5 De aanleg van kunstmatige waterplanten op een diepte van 2-3 meter. In de loop van de tijd groeien daar natuurlijke waterplanten tussen. In de ondiepere delen ontstaat een luwte waar waterplanten zich kunnen ontwikkelen. Wel is daar een structuur nodig om opwerveling van slib te voorkomen

Volgens de KRW is een bedekking van 30 tot 50 %, met onderwater vegetatie, van het begroeibare oppervlak (diepte onder de 4,51 m) nodig, om gekwalificeerd te worden als ‘goed’ (STOWA, 2007). Volgens de Natura 2000-doelstellingen moet er een oppervlakte van circa 5.000 ha in Nederland bedekt zijn met kranswieren. Hiervan dient het Markermeer & IJmeer een percentage van 15-30 % (750-1.500 ha) op zich te nemen. Uitgaande van een totaal oppervlak van 69.474 ha voor het Markermeer & IJmeer gebied zal dit uitkomen op een bedekking met kranswieren van 1.1 % - 2.2 %. In tabel 2.1 staan de oppervlaktes weergegeven van de verschillende diepteklassen aan de Noord-Hollandse kust. Het oppervlak van 0-4 meter beslaat bijna 28% van het totaal oppervlak. Van deze 28 % (19.349 ha) zou minimaal 30 % begroeid moeten zijn op basis van KRW-doelstellingen. Het gaat daarbij om 5.804 ha. Op basis van Natura 2000-doelstellingen moet 1.389 ha begroeid zijn met kranswieren.

Tabel 2.1 Oppervlak van verschillende diepteklassen van de ondiepe Noord-Hollandse kust ten opzichte van het oppervlak van het hele Markermeer-IJmeer

Totale oppervlakte Markermeer-IJmeer 69.474 ha		
Diepte	**Procentuele oppervlakten deelgebied t.o.v. totale oppervlakte:**	**Oppervlakte in ha**
0-1	0,10	70
1-2	0,92	639
2-3	6,93	4.815
3-4	19,9	13.825
Totaal	**27,85**	**19.349**

Het sediment van het Markermeer bestaat uit fijn sediment (30-40 % van het sediment is kleiner dan 16 µm), dat sedimenteert bij een stroomsnelheid van 0.009 cm/s [Vijverberg et al., 2010]. Voor het ontstaan van een ideale situatie moet dus de stroming in de waterkolom terug worden gebracht naar een snelheid van 0.009 cm/s voor deeltjes met de grote 7-18 µm. De grootste kans op sedimentatie is tussen de kunstmatige waterplanten. De mat is daarom bij voorkeur doorgroeibaar, dat betekent dat waterplanten tussen de mat moeten kunnen ontkiemen. Dit kan gerealiseerd worden door de mat niet aaneengesloten te maken, maar bijvoorbeeld vierkante of ronde uitsparingen op vaste afstand te kiezen. Hierdoor wordt niet de gehele bodem afgedekt met de mat en kunnen waterplanten ontkiemen tussen de gaten. Door de matten als een dambord neer te leggen, waarbij matten afgewisseld worden met natuurlijke bodem, krijgen natuurlijke waterplanten ook tussen de matten kans om te groeien (figuur 2.6).

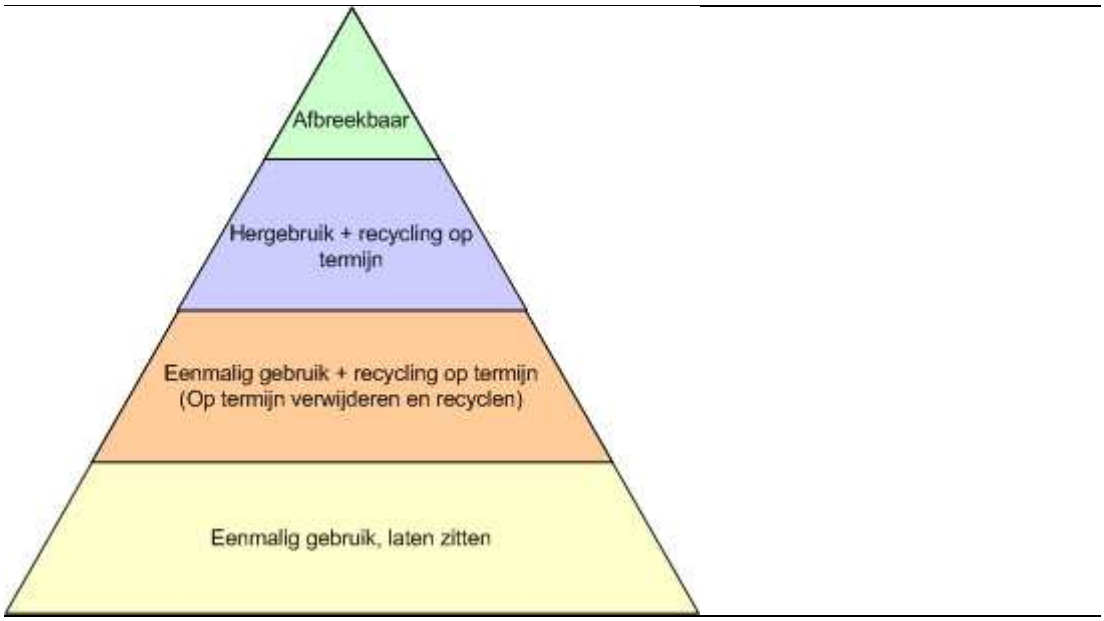


Figuur 2.6 Plaatsing van structuren in dambordvorm. Natuurlijke planten kunnen op en tussen de matten gaan groeien. De verschillende kleuren geven fasering in de tijd aan.

Het toepassen van de kunstmatige waterplanten met als doel om de waterkwaliteit te verbeteren door slibinvang, kan het beste toegepast worden in de buurt van reeds bestaande locaties met een hoge vegetatiebedekking. Dit past in het plaatje van een groeimodel (paragraaf 6.4.1). Toepassing van de kunstmatige waterplanten langs de Noord-Hollandse kust (Hoornse Hop en Gouwzee) is daarmee het meest kansrijk (figuur 2.4).

2.2 Materiaal

Voor het vervaardigen van de kunstmatige waterplanten, zal gebruik gemaakt worden van kunststof. Bij de toepassing van kunststof zijn er verschillende manieren en typen mogelijk, die ieder een andere impact hebben op het milieu (figuur 2.7).



Figuur 2.7 Mogelijkheden van toepassing van kunststof

Bij het op termijn verwijderen van een mat worden bodem, waterplanten, vissen en eventueel mosselen die zich hebben gevestigd verstoord. Een afbreekbare mat is derhalve wenselijker. De mat moet tenminste circa 2-3 jaar intact blijven, zodat waterplanten voldoende tijd hebben om zich te ontkiemen en de functie van de mat over te nemen.

Onderstaand is allereerste een toelichting gegeven op het toepassen van kunststof in het algemeen. Vervolgens gaan we nog kort in op het materiaal van de kunstmatige waterplanten in het bijzonder.

2.2.1 Toepassing kunststof

Toepassingsmogelijkheden

In de weg- en waterbouw wordt al veelvuldig gebruik gemaakt van kunststof en geotextielen, ook voor toepassing onder water. De ervaringen in de Nederlandse markt zijn vastgelegd in een 2-tal CUR[3] publicaties, namelijk de CUR-214 (CUR, 2004) en de CUR-217 (CUR, 2006):

- CUR-214 (Uitvoering van geotextiele zandelementen): betreft een beschrijving van de toepassing van geotextiele zandelementen in de waterbouw, zoals geobags, geomatten, geotextiele tubes en geotextiele containers

[3] CUR: Civieltechnisch Centrum Uitvoering Research en Regelgeving

- CUR-217 (Ontwerpen met geotextiele zandelementen): geeft ontwerprichtlijnen om deze elementen in te zetten in de waterbouw

Bij Geomatten gaat het in het algemeen om matten gemaakt van kunststoffen (polypropyleen (PP) of polyethyleen (PE)) die ter plaatse, hydraulisch worden gevuld met zand of grond. Toepassing is meestal een erosiebestendige, groene, doorgroeibare oever. De materialen die meestal zijn toegepast zijn polypropyleen in verband met de hoge sterkte, weinig rek (vormstabiel) in combinatie met een lange levensduur. De levensduur van Polypropyleen, afgedekt voor UV-licht is bijzonder hoog. Door toepassing van bepaalde additieven bij de productie van de garens, kan een levensduur verkregen worden van minimaal 200 jaar. Dit was een eis van RWS tijdens de bouw van de Oosterschelde werken in Zeeland.

Het toepassen van Polypropyleen maakt het mogelijk materialen met een hoge sterkte te produceren, die dus zwaar belast kunnen worden tijdens de installatiefase. Alternatieve kunststoffen die gebruikt kunnen worden zijn Polyethyleen (heeft een lagere sterkte), Polyester (heeft een hogere prijs) of Polyamide (heeft een hogere prijs en lagere sterkte).

Bioplastics en afbreekbaarheid
Voor afbreekbare materialen in de weg- en waterbouw wordt tegenwoordig nog teruggegrepen op de natuurlijke vezels, zoals Kokos, Sisal en Jute. Deze materialen hebben een ding met elkaar gemeen - een lage sterkte. Vooral in een waterig milieu neemt de sterkte snel af, waardoor het niet mogelijk is om de materialen in te zetten voor constructieve toepassingen. Onder invloed van water, lucht en bacteriën verdwijnen deze materialen in het milieu en is de geschatte levensduur tussen de 3-5 jaar. Dit is voldoende voor de gewenste levensduur (2-3 jaar).

Afbreekbare kunststoffen zijn inmiddels in diverse vormen op de markt, denk daarbij aan de verpakking van sommige groenten in de supermarkt of de biologisch afbreekbare compostzakken voor in je groenafvalbak. Ook zijn er bijvoorbeeld biologisch afbreekbare garens in de tuinbouwsector in gebruik, deze garens (voor bijvoorbeeld het opknopen van komkommerplanten) worden in een composteerinstallatie volledig afgebroken. Deze kunststoffen worden vervaardigd uit polymelkzuur (PLA) of biopolymeren uit plantaardig materiaal, zoals plantensuikers en zetmeel, en worden ook wel biobased plastics of bioplastics genoemd. Bioplastics zijn vervaardigd uit hernieuwbare grondstoffen, maar zijn niet per definitie biologisch afbreekbaar. Of een plastic product afbreekbaar is, hangt mede af van de chemische structuur en eventuele additieven. Afbreekbare plastics kunnen door micro-organisamen (bacteriën of schimmels) afgebroken worden tot water en kooldioxide (CO_2). Conventionele plastics bestaande uit polymeren zoals PP en PE bevatten alleen koolstof en waterstof en kunnen niet door bacteriën of schimmels worden afgebroken. [Biobased Plastics, 2012]

In onderstaand overzicht is een indeling gegeven van plastics op biologische afbreekbaarheid en oorsprong.

Tabel 2.2 indeling plastics naar afbreekbaarheid en oorsprong [Biobase Plastics, 2012]

	Petrochemisch	Gedeeltelijk biobased	Biobased
Niet biologisch afbreekbaar	PE	PET (biobased etheen)	PE
	PP	PTT (biobased 1,3-PDO)	Nylon 11
	PS	PUR (biobased polyolen)	Nylon 10,10
	PVC	Nylon 6,10	Natuur rubber
	PET		
	PUR		
Biologisch afbreekbaar	PBS	Zetmeel blends	PLA
	PCL		PHA's
	PBAT		TPS
			Gegenereerd cellulose

Toepassing van afbreekbare kunststoffen in de weg- en waterbouw is nog in ontwikkeling. Verschillende marktpartijen zijn momenteel nog op kleine schaal bezig met het ontwikkelen van nieuwe polymeren/co-polymeren die tegemoet moeten komen aan de eis dat de functionaliteit van het materiaal in de loop der tijd verdwijnt of wordt overgenomen door natuurlijke materialen (zoals plantenwortels et cetera.). Het doel is om grondstoffen te ontwikkelen die in het milieu afbreken na 10-20-50 jaar (na de gewenste levensduur), zonder sporen na te laten in het milieu. Het onderzoek naar deze gecontroleerde afbreekbaarheid (ook in waterige milieus) is nog in ontwikkeling en dient in de praktijk nog getest te worden. Resultaten zijn nog niet beschikbaar.

Toepassing van afbreekbaar kunststof heeft zeker een toekomst. De ontwikkelingen zijn momenteel echter nog niet zover dat dit al voor de gewenste doeleinden kan worden toegepast. Ook is de kostenverhouding momenteel nog ongunstig, afbreekbaar kunststof is globaal drie tot vijf maal duurder dan niet afbreekbaar kunststof. De prijzen van veel biobased grondstoffen zoals suikers zijn traditioneel aanzienlijk stabieler dan de olieprijzen en vertonen relatief weinig tot geen stijging. In de toekomst zal met het stijgen van de olieprijzen de prijsverhouding tussen afbreekbare en niet afbreekbare kunststoffen gunstiger worden.

Uit diverse onderzoeken van onder anders Wageningen UR blijkt dat voor het produceren van materialen op basis van biomassa is in alle gevallen de broeikasgasemissie positief.

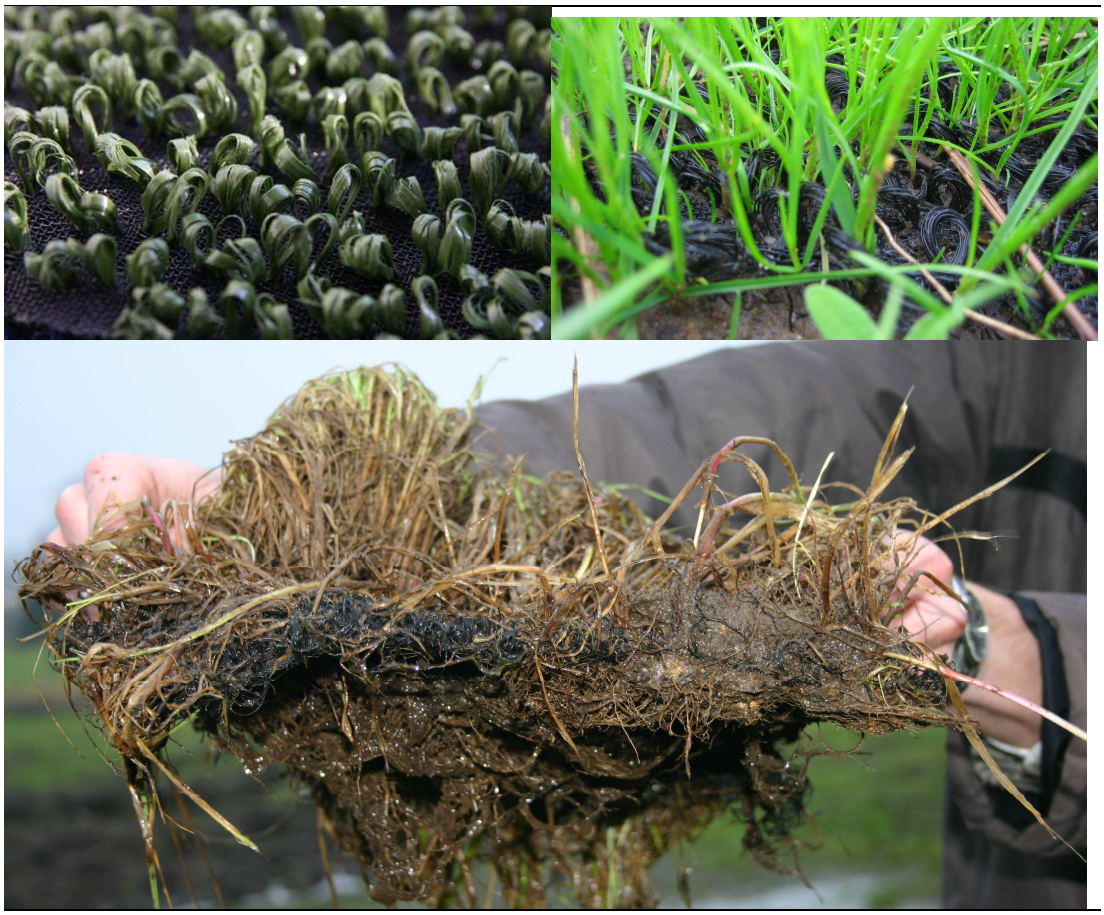
Ecologie
In de mosselindustrie wordt reeds kunststof toegepast voor de mosselkweek. De mosselen hechten zicht hier aan het kunststof. Uit ervaring in de Volgermeerpolder met toepassing van een grote opblaasbare bal ter afsluiting van een duiker, bleek dat na verwijdering van deze bal het oppervlak vol zal met mosseltjes. Aangenomen wordt dat daarmee de mosselen zich ook aan de kunststofwaterplanten en de veenmatten zullen hechten. Voorgesteld wordt om dit wel op kleine schaal in de praktijk eerst te testen.

Bij toepassing van afbreekbare materialen blijft in composteerinstallaties alleen water en CO_2 over. Hoe dit materiaal in waterige milieus afbreekt en of er dan sprake is van invloed op dieren en planten, dient nog onderzocht te worden.

2.2.2 Materialen kunstmatige waterplanten
In verband met de ongunstige kostenverhouding wordt voor de ontwerpoplossingen vooralsnog uitgegaan van toepassing van niet afbreekbaar materiaal. Over een termijn van vijf tot tien jaar zijn de ontwikkelingen op het gebied van afbreekbare kunststoffen mogelijk zover gevorderd dat ook afbreekbare kunststoffen kunnen worden toegepast.

Het streven is om zo min mogelijk kunststof toe te passen en de toepassing van kunststof alleen als een katalysator te beschouwen. Bij uitwerking van de ontwerpoplossingen dient vooralsnog bij toepassing van niet afbreekbaar materiaal, gezocht te worden naar recyclebaar materiaal dat weer teruggenomen kan worden uit de natuur of anders een zeer lange levensduur heeft.

Voor de kunstmatige waterplanten moet gedacht worden aan een soort kunstgrasmatten. Deze matten zijn voornamelijk bekend van de sportvelden, maar kunnen ook in een andere vorm en met langere vezellengtes geproduceerd worden en daarbij voor andere toepassingen gebruikt worden. In figuur 2.8 zijn enkele details van de toepassing van kunststof ter vervaardiging van kunstmatige waterplanten te zien. In de beelden is te zien dat tussen de kunststof vezels natuurlijke planten groeien.



Figuur 2.8 Detail kunststof vezels en toepassing als kunstmatige waterplanten

De kosten van de kunststof matten met ‘waterplanten’ bedragen circa EUR 10,- per m^2, voor het leggen van de mat moet aanvullend nog met circa EUR 6,- per m^2 rekening worden gehouden.

2.3 Ecologische effecten

2.3.1 De bijdrage aan Natura 2000

Het Markermeer-IJmeer is aangewezen als een Vogelrichtlijn- en Habitatrichtlijngebied. Het gebied is aangewezen voor het habitattype Kranswierwateren, en voor de habitatsoorten Rivierdonderpad en Meervleermuis. Vanuit de Vogelrichtlijn zijn 18 vogelsoorten aangewezen die zijn onder te verdelen in plant-, mossel- en viseters. Wij verwachten dat op lange termijn de aanleg van kunstmatige waterplanten een positief effect heeft op nagenoeg alle aangewezen doelsoorten en het doelhabitat. Vogels profiteren van aanwezige planten, vissen en mosselen. Kranswieren kunnen tot ontwikkeling komen in de luwe en heldere zones die ontstaan. Alleen de

meervleermuis zal geen extra impuls krijgen van deze ontwikkeling. Wij verwachten dat de plantetende vogels pas later een positief effect zullen ondervinden; mosselen en vis kunnen immers ook al in de kunstmatige planten ontwikkelen, terwijl de groei van natuurlijke planten wat langer op zich laten wachten. De rivierdonderpad kan gebruik maken van de ontstane mosselbedden, maar op middellange termijn is dit nog niet te verwachten.

Tabel 2.3 Verwachte bijdrage van kunstmatige waterplanten aan Natura 2000

	verwachte bijdrage van het nieuwe ontwerp aan Natura 2000	
	Middellange termijn (10 jaar)	Lange termijn (2040)
Habitats (kranswierwateren)	positief	positief
Doelsoorten (mosseletende vogels)	positief	positief
Doelsoorten (visetende vogels)	positief	positief
Doelsoorten (plantetende vogels)	neutraal	positief
Typische soort (rivierdonderpad)	neutraal	positief
Typische soort (meervleermuis)	neutraal	neutraal

2.3.2 De bijdrage aan de vier ecologische vereisten

Het gebruik van kunstmatige structuren om slib in te vangen en een natuurlijke vegetatie te stimuleren, heeft op lange termijn een positief effect op alle ecologische vereisten uit het PRA. Op middellange termijn verwachten wij al zoveel invang van slib dat er heldere randen ontstaan. Een uitbreiding van land-waterzones zijn nog niet te verwachten op middellange termijn, maar wel op lange termijn. Door het aanleggen van de kunstmatige waterplanten worden ecologische relaties met het ‘achterland’ (binnen- en buitendijks) versterkt, onder andere door paaiplaatsen voor vis en foerageergebied voor vogels.

In het PRA staat beschreven welke bijdrage de TBES-maatregelen leveren aan de vier ecologische vereisten. In tabel 2.4 is aangegeven hoe kunstmatige waterplanten scoren ten opzichte van de *luwtemaatregelen* in het PRA. Indien ze eenzelfde effect hebben is de score ‘neutraal’. Wanneer ze beter of slechter scoren, is respectievelijk ‘hoger’ of ‘lager’ aangegeven.

Tabel 2.4 verwachte bijdrage van het nieuwe ontwerp aan de ecologische vereisten uit het PRA t.o.v. het PRA

	Middellange termijn (10 jaar)	Lange termijn (2040)
Heldere randen langs de kust	neutraal	hoger
Een gradiënt in slib van helder naar troebel water	hoger	neutraal
Land-waterzones van formaat	neutraal	hoger
Versterken ecologische relaties	neutraal	neutraal

2.4 Milieubelasting

De milieubelasting wordt uitgedrukt in belasting op (water)bodem, water(kwaliteit), energieverbruik en emissies (klimaat) en ruimtebeslag. In vergelijking met de aanleg van luwtedammen, zoals gesteld in het PRA, is het effect van kunstmatige waterplanten op de bodem neutraal. Er wordt geen bodem ontgraven, en er worden geen vervuilende stoffen gebruikt. De waterkwaliteit profiteert meer van dit ontwerp. Door snellere stimulatie van natuurlijke waterplanten, verlaagt opname de concentraties aan N en P in de waterkolom. Wij verwachten geen verandering in emissie, maar het ruimtebeslag van deze maatregel is groter.

Tabel 2.5 Milieubelasting van kunstmatige waterplanten t.o.v. het PRA. Kleiner betekent minder belasting, groter betekent meer belasting

	Effecten van het ontwerp
Bodem	vergelijkbaar t.o.v. het PRA
Water(kwaliteit)	kleiner t.o.v. het PRA
Energieverbruik en emissies (klimaat)	vergelijkbaar t.o.v. het PRA
Ruimtebeslag	groter t.o.v. het PRA

2.5 Risico's en kansen

Kansen

- Kunstmatige waterplanten als katalysator: De kunstmatige waterplanten zorgen voor een geschikt milieu voor de ontwikkeling van natuurlijke waterplanten (helder water, luwtes). De natuurlijke waterplanten hebben hetzelfde effect, waardoor het areaal op natuurlijke wijze uitgebreid wordt. Door de kunstmatige waterplanten af te wisselen met natuurlijke (nu nog kale) bodem wordt de katalysatorfunctie optimaal ingezet

- Creëren van habitat voor mosselen en vis: Mosselen hechten zich aan de matten met kunstmatige waterplanten en vissen vinden er schuilgelegenheid (veilig voor predatie door andere vissen en visetende vogels). Deze kans kan optimaal benut worden door het ontwerp van de matten te richten op gebruik door mosselen en vogels
- De kunstmatige waterplanten kunnen gefaseerd worden toegepast. Dit biedt kansen voor het testen en ontwikkelen van materiaal en (plaatsing)techniek, onderzoek naar de effecten en zoeken naar de juiste locaties
- In het Markermeer-IJmeer zijn voldoende zaadbronnen voor natuurlijke waterplanten. Door toepassing van de kunstmatige waterplanten wordt het water helderder en krijgen de aanwezige zaden de kans te ontkiemen. Door plaatsing van de kunstmatige waterplanten nabij zaadbronnen wordt de kans van slagen groter
- Een visverbod bij de locaties met kunstmatige waterplanten heeft een dubbelfunctie: de matten worden beschermd tegen beschadiging en vissen worden beschermd tegen bevissing. Dit maakt het een nog interessanter habitat voor vis
- Het gebruik van kunstmatige waterplanten is niet nieuw. We moeten gebruik maken van de werkervaring bij andere projecten, zoals de off shore toepassing van kunstmatig zeewier waarmee kunstmatige zandbanken worden gecreëerd.

Risico's

Risico's bij toepassing van kunststoffen

- Bij afbraak van het materiaal komen stoffen vrij die het ecosysteem verstoren
  Beheersing: Bij toepassing van afbreekbaar kunststof, kunststof toepassen dat bij afbraak wordt omgezet in stoffen die al in het ecosysteem voorkomen, in dusdanige hoeveelheden dat het systeem niet verstoord wordt
- Vraat door vogels en andere dieren, waardoor kunststof in kleine deeltjes in de magen van de dieren en in het ecosysteem terecht komen. Dit effect staat in tegenstelling tot het positieve effect op plant, vis- en mosseletende vogels; wanneer deze vogels alleen de natuurlijke planten, vis en/of mosselen eten is er een positief effect, wanneer de kunststof binnen krijgen dan wordt het een negatief bijeffect.
  Beheersing: Materialen gebruiken die bestand zijn tegen vraat, niet afbreken en niet aantrekkelijk zijn om van te eten. Plaatsing van de kunstmatige waterplanten op een diepte van 2-3 meter
- Het gebruik van kunststof in een natuurlijk systeem valt slecht bij de omgeving
  Beheersing: In communicatie rekening houden met de gevoeligheden die het gebruik van niet-natuurlijke materialen met zich meebrengt. Het woord kunststof vermijden, spreek liever over kunstmatige waterplanten; Vertel het verhaal (katalysatorfunctie); Wijs op de maatregelen die genomen worden om negatieve effecten te voorkomen.

Overige risico's

- Foeragerende vogels raken verstrikt in de kunstmatige waterplanten
  Beheersing: Bij het ontwerp van de kunstmatige waterplanten hier rekening mee houden
- Het beoogde katalysatoreffect komt niet van de grond; de natuur neemt het niet over
  Meerdere factoren kunnen hiervoor zorgen, zoals het niet aanwezig zijn van (voldoende) zaad, te lage voedselrijkdom, onvoldoende doorzicht, te veel stroming, wind, golfslag
  Beheersing: Kunstmatige waterplanten toepassen op de meest geschikte locaties (nabij zaadbronnen, luwtes, in kunstmatige gecreëerde luwtes)
- Verdwijnen van bestaande driehoeksmosselbedden door plaatsing van de matten met kunstmatige waterplanten
  Beheersing: Onderzoek naar het voorkomen van driehoeksmosselen voor aanleg van de kunstmatige waterplanten.
- De ondergrond is te slap, waardoor de matten niet op hun plaats blijven liggen en beschadigd raken. Bij een ondergrond die te veel slib bevat kan het slib onder de mat in beweging komen
  Beheersing: Mobiel slib verwijderen of vastleggen met een constructie (bijvoorbeeld een constructie zoals voorgesteld als structuurverbetering in de zone van 0-2 meter)
- Het bodemleven verdwijnt onder de matten omdat het teveel afgesloten raakt en daardoor verstikt
  Beheersing: Afwisseling tussen bedekte en onbedekte bodem (het voorgestelde dambordpatroon) in combinatie met openingen in de matten (doorgroeibare matten)
- Bij het verwijderen van de matten wordt alle begroeiing mee verwijderd, waardoor er weer kale grond overblijft
  Beheersing: 1. Aanleg van de matten in dambordpatroon. De kale plekken raken snel begroeid vanuit de natuurlijke begroeiing die is ontstaan op de onbedekte grond. 2. Toepassen van afbreekbaar materiaal. Of 3. De matten voor verwijdering versnijden in smallere stroken en de stroken stapsgewijs verwijderen, zodat natuurlijke waterplanten kunnen gaan groeien in de delen waar stroken verwijderd zijn
- De kunstmatige waterplanten en/of de palen waarmee ze vastzitten komen tot aan of bij het oppervlak en zorgen daarmee voor hinder voor de recreatievaart, watersporters en vissers
  Beheersing: Alles op een veilige diepte afwerken De zones waar matten worden aangelegd duidelijk aangeven, of zelfs afscheiden van recreanten en vissers

3 (Moeras van) veenmatten

Het Markermeer-IJmeer kent scherpe land-waterovergangen. Onderdeel van het toekomst bestendig ecologisch systeem is het realiseren van geleidelijke overgangen tussen land en water. Kunstmatige structuren in de vorm van drijvende en afgezonken veenmatten geven op een snelle en goedkope manier invulling aan deze land-waterzones.

Figuur 3.1 Impressie van het moeras van veenmatten

De veenmat is een nieuw concept van Tauw, voor het eerst toegepast op de Volgermeerpolder (zie kader). De mat bestaat uit geotextiel, gevuld met organisch materiaal (veen), desgewenst kaal of begroeid. Door het veen blijft de mat (tijdelijk) drijven. Voor het Markermeer-IJmeer moet de mat begroeid zijn. Dit kan door in de mat zaadrijke grond te stoppen of rietstekken in de mat te steken. Als het riet voldoende is uitgegroeid kan vervolgens de mat worden belast, waardoor deze zal gaan afzinken. Ter plaatse is dan een kunstmatige bodembedekker gecreëerd waar natuurlijk riet uit groeit.

Veenmat op de Volgermeerpolder

Begin 2012 heeft Tauw op de Volgermeerpolder een nieuw concept uitgetest en toegepast. De veenmat. Het is een matconstructie van geotextiel met daarin een laag veen. Het veen had in dit geval tot doel om chemicaliën af te vangen. Bij het plaatsen van deze constructie op de bodem van een watergang van circa 1,8 m diepte kon de veenmat drijvend naar de bestemming worden gesleept. Er zijn uiteindelijk een groot aantal zakken zand op aangebracht om de veenmat op de bodem te fixeren.

Figuur 3.2 Veenmat, zoals toegepast op de Volgermeerpolder

De (tijdelijk) drijvende veenmatten hebben zowel in drijvende als gezonken toestand een positief effect op ecologische doelen. In drijvende toestand vangen veenmatten wind in, waardoor de golfslag achter de matten, en daarmee opwerveling van slib, wordt verminderd. De verwachting is dat door een verlaagde stroomsnelheid van het water, verminderde golfslag en slibopwerveling, onder en achter de veenmatten slib wordt ingevangen. De veenmatten werken dan als een drijvende vooroever. In drijvende toestand zullen vogels profiteren van het begroeide oppervlak als rust- of broedplaats, maar daar is wel een minimaal oppervlak voor nodig en werken grote oppervlakten beter dan kleine. Wanneer er structuur wordt aangebracht onder de drijvende matten, zal ten eerste de slibinvang nog beter zijn, maar kunnen tevens vissen, macrofauna en mosselen gebruik maken van deze habitat. Voor deze soortgroepen zijn meerdere kleine veenmatten meer optimaal dan één grote, vanwege het randeffect.

In gezonken toestand wordt nog steeds slib ingevangen, zowel tussen de rietstengels als achter de matten in de luwe zone. Vissen kunnen de matten als paaiplaats gaan gebruiken, en ook macrofauna zal nu bovenop de mat aanwezig zijn. In gezonken toestand heeft het riet de mogelijkheid om zich uit te breiden naar de zijkanten.

Veenmatten, slibdepots en drijvende eilanden

Alleen veenmatten zijn niet voldoende om 1.500 ha (minimale variant) of zelfs 4.500 ha (maximale variant) moeras te creëren. Wij stellen voor om het moeras op te bouwen middels

slibdepots, drijvende eilanden en veenmatten. In het nu nog diepe deel van het moeras worden slibdepots gemaakt die gevuld worden met slib dat elders in het Markermeer-IJmeer is ingevangen in diepe putten. Bovenop de slibdepots komen drijvende eilanden en bij de ondiepe delen van het moeras, zowel de natuurlijke ondieptes als de ondieptes die ontstaan door de slibdepots worden veenmatten toegepast.
In de paragrafen hieronder worden de verschillende onderdelen van het moeras uitgewerkt, waarbij de nadruk ligt op de toepassing van veenmatten.

3.1 Ontwerp

3.1.1 Ontwerpvariaties veenmatten

Het concept van de drijvende veenmatten kan op meerdere manieren uitgevoerd worden; er zijn talloze variaties mogelijk. Binnen dit project hebben wij echter alleen varianten met elkaar vergeleken die onderscheidend zijn voor de te behalen doelen. Het gebruik van drijvende veenmatten heeft **doelen voor beleving**, **ecologische doelen** (vissen, mosselen, macrofauna, vogels) en fysische doelen (doorzichtverbetering door slibinvang en ontwikkeling van waterplanten). Naast deze doelen zijn van de varianten ook de **kansen en risico's** in beeld gebracht. In de toolbox 'veenmatten' (bijlage 2) hebben wij onderscheidende varianten uitgezet tegen deze doelen en tegen kansen en risico's. In deze paragraaf beschrijven wij alleen de doelen. De kansen en risico's staan benoemd in paragraaf 3.5.

In de toolbox is te zien dat het gebruik van drijvende veenmatten een positief effect zal hebben op alle doelen, ongeacht welke variant wordt toegepast (alle varianten krijgen een kleine 'plus'). Van sommige varianten zullen deze effecten echter groter zijn. Deze zijn aangegeven met een grote 'plus'.

Wanneer we alleen naar de positieve effecten op de gestelde doelen kijken (en de kansen en risico's buiten beschouwing laten) lijken onderstaande varianten het meest kansrijk. Hierbij noemen wij alleen de variant die minimaal twee grote 'plussen' meer heeft dan zijn tegenhanger.

- Veenmatten inplanten met riet
- Structuur aanbrengen onder de veenmat

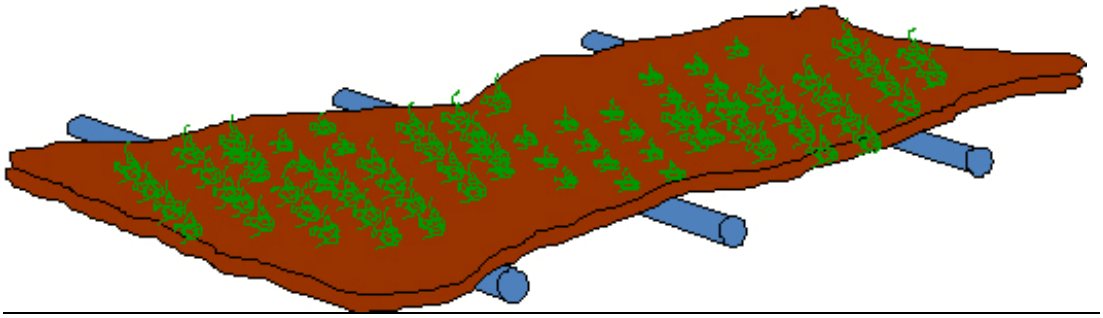
Let op dat structuur onder veenmat maar een tijdelijk effect heeft aangezien de veenmat in de loop van de tijd zal zinken.

De inzichten uit deze toolbox hebben wij gebruikt bij onderstaande beschrijving van de maatregel. Hierbij zijn wij vrij van kansen en risico's te werk gegaan. Het kan zijn dat een ecologische zeer kansrijke variant niet haalbaar is vanwege bijvoorbeeld hoge kosten.

3.1.2 Aanleg

Vorm

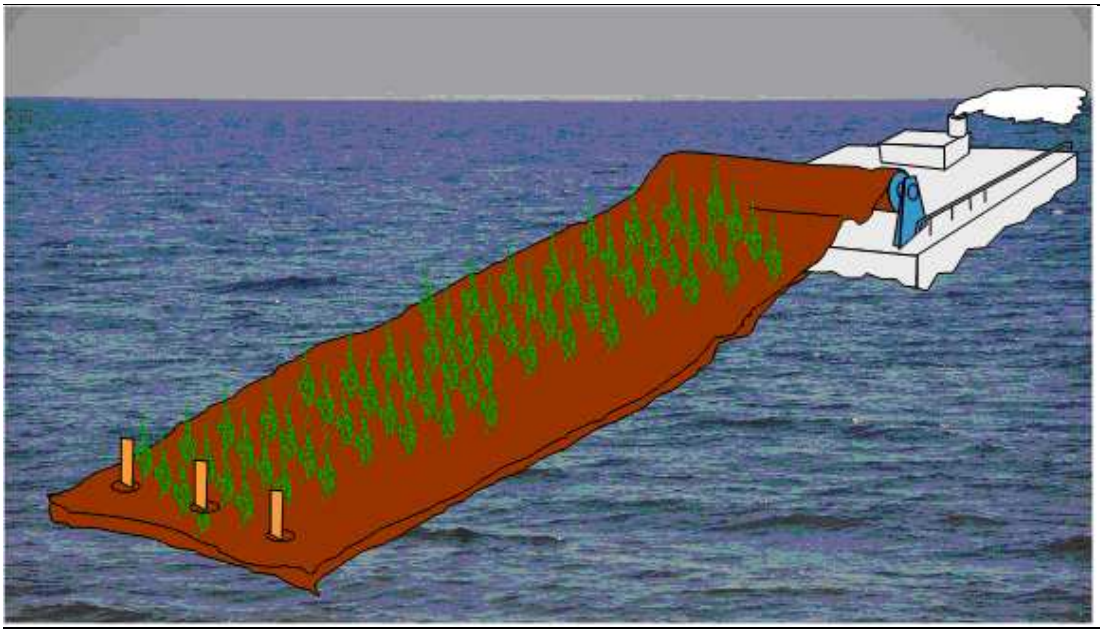
De mat bestaat uit geotextiel, gevuld met organisch materiaal (veen), begroeid met riet. Afhankelijk van de grondsoort (organisch materiaal) blijft de mat zelf drijven of moet het geholpen worden met drijvers (figuur 3.3). Bij alleen een veenvulling blijft de mat zeker enkele maanden uit zichzelf drijven. Onder de veenmatten kan een structuur aangebracht worden om sedimentatie van slib te bevorderen.



Figuur 3.3 Veenmat met drijvers

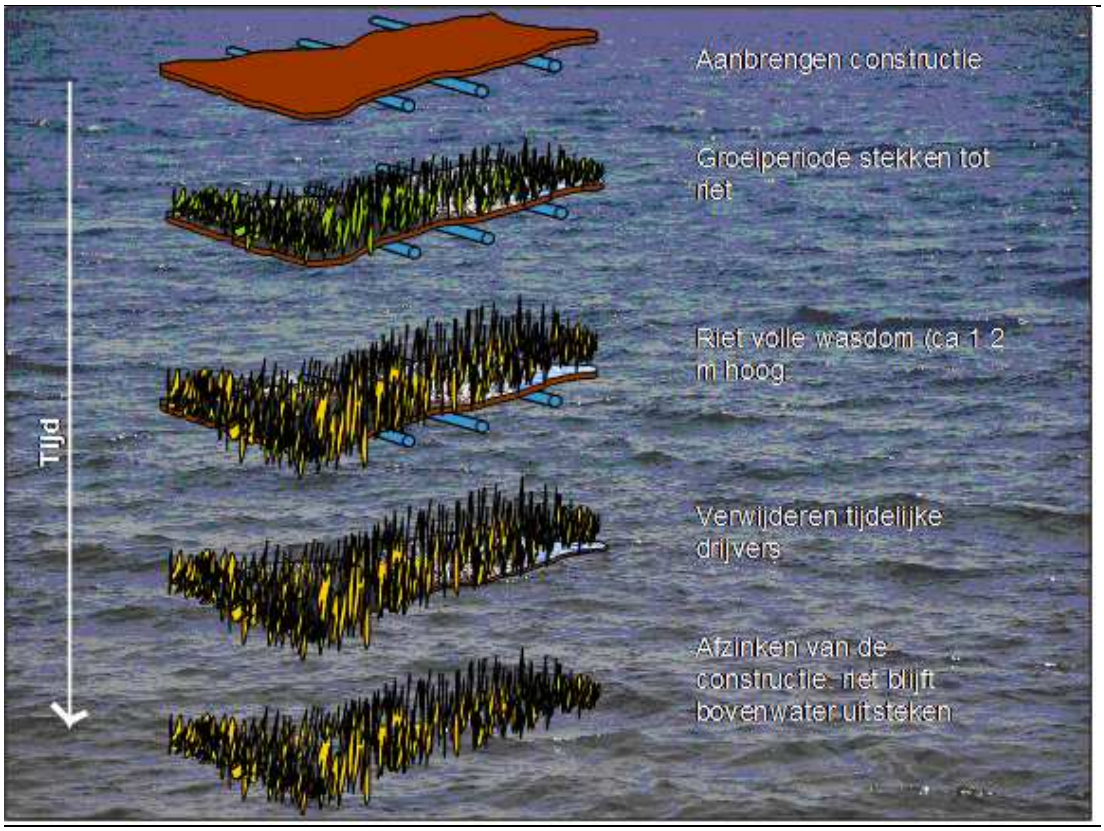
Plaatsing

De mat zal op rol moeten worden vervaardigd en in stukken worden verwerkt. Het afrollen en plaatsen van de matten kan geschieden met vergelijkbare werktuigen zoals ingezet bij de Deltawerken. De onderstaande figuur geeft een impressie van hoe deze wordt afgerold op de gewenste locatie.



Figuur 3.4 Afrollen van de veenmat

De mat kan eventueel eerst in een luw gedeelte gaan groeien en ontwikkelen. Bij voldoende ontwikkeling kan de mat vervolgens naar de plaats ven bestemming worden gesleept. Op de plaats van bestemming kan de mat verder door ontwikkelen en als deze voldoende sterk is geworden zal de mat worden afgezonken tot een diepte van 0-1 meter (figuur 3.5). De eventueel toegepaste tijdelijke drijvers zijn dan verwijderd en de mat is extra geballast tegen opdrijven. Na het afzinken zal het riet slib invangen, waarin nieuwe waterplanten gaan groeien. Deze vangen weer slib in, et cetera. Op deze manier neemt de natuur het over en ontstaan natuurlijke land-waterzones (katalysatorfunctie).



Figuur 3.5 Levensloop van een veenmat

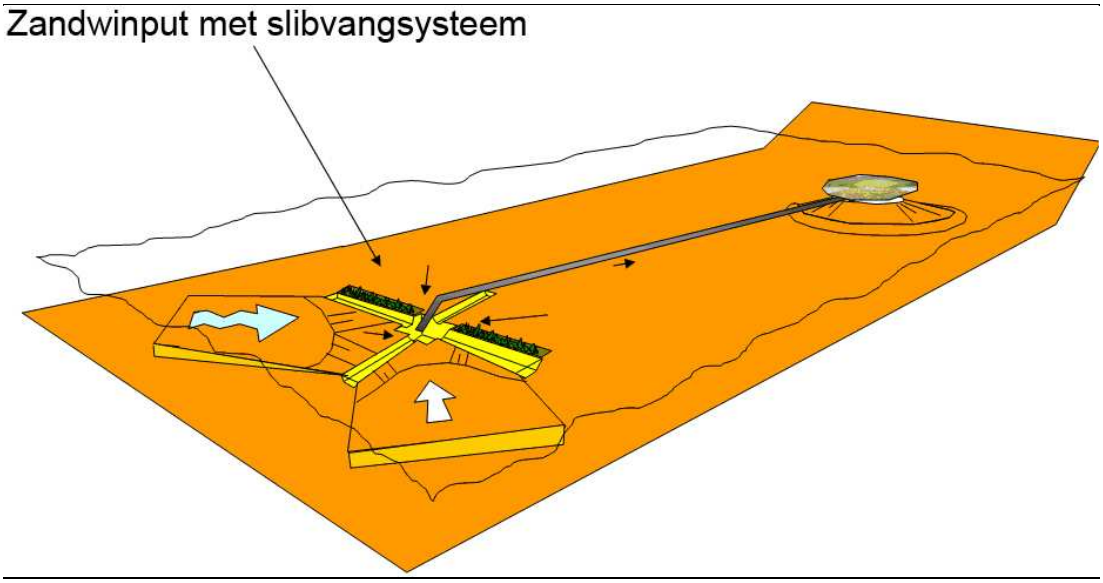
3.1.3 Versnelde opbouw van het moeras met slibvang en slibdepots

Alleen veenmatten zijn niet voldoende om 1.500 ha (minimale variant) of zelfs 4.500 ha (maximale variant) moeras te creëren. Wij stellen voor om het moeras op te bouwen middels slibdepots, drijvende eilanden en veenmatten. In het nu nog diepe deel van het moeras worden slibdepots gemaakt die gevuld worden met slib dat elders in het Markermeer-IJmeer is ingevangen in diepe putten. Bovenop de slibdepots komen drijvende eilanden en bij de ondiepe delen van het moeras, zowel de natuurlijke ondieptes als de ondieptes die ontstaan door de slibdepots worden veenmatten toegepast.

Slibvang

Slib voor de opbouw van het moeras kan in het Markermeer-IJmeer zelf worden gewonnen, bij voorkeur op de plaatsen waar het TBES helder water beoogd (middels zandwinputten in de ondiepere delen van het Markermeer-IJmeer), en uit de vaargeulen van het Markermeer.

Slib bezinkt in rustig water, buiten de invloed van de wind. Uit onderzoek blijkt dat dit het geval is tussen vegetatie en op diepten van meer dan 7 meter [onder andere Deltares, 2010]. Dergelijke grote waterdieptes vinden we in de vaarwegen en kunnen gecreëerd worden met zandwinputten. De vormgeving van de zandwinputten heeft invloed op de snelheid van slibvang. Door geulen te baggeren haaks op de stromingsrichting van het slib is versnelde slibvang mogelijk (figuur 3.6).



Figuur 3.6 Schets van de slibvang en de transportroute naar het moeras. De zandwinput heeft extra armen om slib uit het gebied te verzamelen

Transport

Om het slib te kunnen gebruiken voor de opbouw van het moeras moet het uit de zandwinputten en vaargeulen gebaggerd worden en getransporteerd naar het moeras. Dit kan het beste door regelmatig (bijvoorbeeld jaarlijks) te baggeren en de bagger te transporteren naar de slibdepots in het moeras.

Slibdepots

Als slib zich maar lang genoeg in een luwte bevindt zal het langzaam maar zeker gaan stabiliseren en uiteindelijke weer vaste bodem gaan vormen. Samen met de firma TenCate heeft Tauw een nieuw concept uitgewerkt, de slibdepots.
Een slibdepot bestaat uit één in een ronding gelegde geotube, met daaraan gekoppeld een constructie die een luwtegebied creëert. Het verzamelde slib wordt in dit luwtegebied gepompt waar het buiten de invloed komt van stroming en wind. Het slib zal daar bezinken en in de tijd een massieve grondlaag gaan vormen.

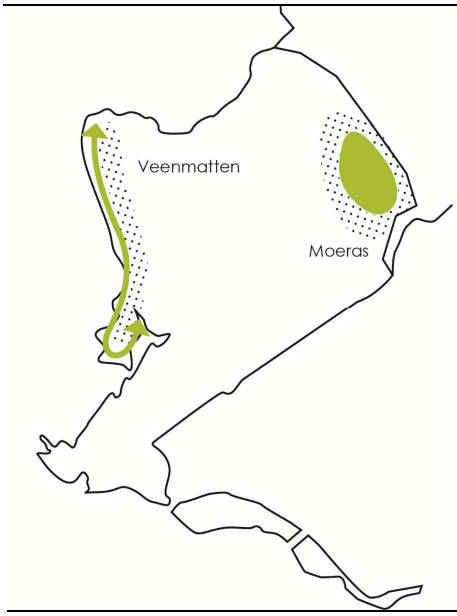
Figuur 3.7 Voorbeeld van een slibdepot, bestaande uit een geotube op de bodem en drijvers rondom de opening. Aan de binnenzijde ontstaat een luwtegebied. (inhoud bij 4 meter diepte ca. 55.000 m^3)

Boven de opening van het slibdepot liggen een of meerdere drijvende eilanden, die een drijvend moeras vormen. Als het depot op hoogte is wordt het eiland verplaatst naar een volgend depot. Wanneer het drijvend eiland verplaatst wordt blijft een ondiepte achter, die op natuurlijke wijze begroeid raakt (eventueel na afdekking met klei of opgespoten zand).

De snelheid van opbouw is afhankelijk van de gebruikte slibsoort en de korrelgrootte. Hoe grover het materiaal, hoe sneller het opbouwt. Maar het duurt in elk geval enkele jaren. Door de toepassing van de drijvende eilanden is dat echter in de beleving niet storend. Het drijvend eiland kan direct na aanleg van het depot al worden aangebracht en door de vogels in gebruik worden genomen.
Boven water zie je dus niets anders dan een eiland, maar onder water wordt langzaam maar zeker het mobiele slib in definitieve depots opgeslagen, waardoor op termijn er een duurzame en toekomstbestendige oplossing komt voor het ecosysteem.

3.1.4 Locaties

De gezonken veenmat is onderdeel van de oeverzone en zorgt voor een geleidelijke landwaterovergang. De veenmatten kunnen worden toegepast in het moeras maar ook langs delen van onder andere de Noord-Hollandse kust (in combinatie met de kunstmatige waterplanten). Wij gaan uit van 7 ha veenmatten aan de Noord-Hollandse kust en 129 ha bij het moeras (als onderdeel van de minimumvariant waarbij 1.500 ha moeras wordt gecreëerd). Aangezien de veenmatten als katalysator dienen ontstaat door de aanleg van 129 ha veenmat meer hectares aan moeras. Wij schatten in dat hiermee in 2040 minimaal 300 ha moeras is ontstaan. De overige 1.200 ha wordt gemaakt middels slibdepots en drijvende eilanden.
In de maximale variant, waarbij 4.500 ha moeras wordt gecreëerd, wordt 387 ha veenmatten geplaatst en 3.600 ha opgevuld met slibdepots en drijvende eilanden.



Figuur 3.8 Mogelijke locaties voor de veenmatten bij de Noord-Hollandse kust (groene lijn), het moeras (groene vlek) en ontwikkeling van oevervegetatie (zwarte stippen)

3.2 Materiaal

Veenmatten

Zoals reeds aangegeven zijn de veenmatten opgebouwd uit matten gevuld met venig materiaal. Het basismateriaal van de matten bestaat vooralsnog uit een kunststof geotextiel. Voor informatie over dergelijke kunststof materialen wordt verwezen naar paragraaf 2.2.1. In navolging op wat bij toepassing van kunststof ter vervaardiging van kunstmatige waterplanten is aangegeven, geldt

ook bij de kunststof matten gevuld met veen vooralsnog wordt uitgegaan van toepassing van niet afbreekbaar materiaal. Als afbreekbare alternatieven beschikbaar komen in de gewenste hoeveelheden kan daarop worden overgestapt.

Voor het vulmateriaal wordt uitgegaan van veen of een ander organisch materiaal (zoals bijvoorbeeld compost) dat als voedingsbodem kan dienen voor de groei van vegetatie zoals rietplanten. Om introductie van ongewenste soorten te voorkomen heeft lokaal materiaal of steriel materiaal de voorkeur.

Er is beperkte ervaring met matten van geotextiel gevuld met bijvoorbeeld veen om drijfvermogen te creëren. De haalbaarheid van het concept in relatie tot de benodigde schaalgrootte zal nog nader onderzocht en getest moeten worden.

Slibdepots
De slibdepots bestaan uit Geolon-materiaal, hetzelfde materiaal waar nu geotubes van worden gemaakt. Het is een polyethyleen. De hoeveelheid materiaal is tot een minimum beperkt door de wijze van construeren.

Drijvende eilanden
De drijvende eilanden dienen een lange levensduur te hebben. Daarom is gekozen voor materialen die momenteel ook worden gebruikt voor het bouwen van drijvende huizen, namelijk tempex, met daaromheen HDPE 2 mm gespannen. Het dient namelijk knaagbestendig te zijn en een lange levensduur te hebben. HDPE heeft zich in de afgelopen decennia bewezen als een kunststof die hieraan voldoet. Het is goed verkrijgbaar en aan het eind van de levensduur goed recyclebaar. Tenslotte is het eiland zodanig ontworpen dat het bestand is tegen kruiend ijs en golfslag.

3.3 Ecologische effecten

3.3.1 De bijdrage aan Natura 2000

Voor de ecologische effecten is onderscheid gemaakt in veenmatten die drijven (de begintoestand) en veenmatten die zijn gezonken (eindtoestand). Dit is gefaseerd naar middellange en lange termijn. De gezonken veenmat is onderdeel van de oeverzone en zorgt voor een geleidelijke landwaterovergang.

De KRW stelt dat voor een goede ecologische toestand van het Markermeer (M21 grote diepe gebufferde meren) tenminste 60 % van het begroeibare oppervlak met oevervegetatie moet zijn begroeid [Van der Molen & Pot, 2007]. De oevervegetatie is gedefinieerd als de zone tussen de gemiddelde hoog- en laagwaterlijn. De veenmatten gaan dienen als katalysator voor de ontwikkeling van oevervegetatie (en waterriet), waardoor het areaal aan oevervegetatie

aanzienlijk zal toenemen. Langs de kust van Noord-Holland is wel van belang dat ontwikkeling van oevervegetatie qua ondergrond mogelijk is. Het plaatselijk verwijderen van stortstenen kan hiervoor noodzakelijk zijn. Overige zaken die mogelijk een rol spelen bij de ontwikkeling van oevervegetatie en waterriet zijn het peilbeheer, helling van de oever en mate van begrazing.

De veenmatten dragen bij aan een toename in watergebonden vegetatie (onder andere Waterriet) als oevervegetatie. Voor vissen is de watergebonden vegetatie (en tijdelijk geïnundeerde oevervegetatie) van belang als paai- en opgroeigebied. Dit leidt tot een verhoging van de visproductie van het Markermeer, wat gunstig is voor visetende vogelsoorten. Een toename in oever- en watervegetatie zal ook bijdragen in slibinvang en het helderder worden van het water. Onderwaterplanten (onder andere kranswieren) krijgen hierdoor betere ontwikkelingsmogelijkheden. Ook zijn er betere ontwikkelingsmogelijkheden voor driehoeksmosselen vanwege aanhechting en minder slibopwerveling. Dit is gunstig voor het habitattype Kranswierwateren en voor planten- en mosseletende vogels. Kortom, voor alle Natura 2000-soorten is de aanleg van veenmatten positief, met uitzondering van de Rivierdonderpad (stenig habitat) en Meervleermuis (gebruikt geen land-waterovergangen).

Op de middellange termijn (2013-2022) wordt in totaal 136 ha veenmat aangelegd (zie de fasering in paragraaf 6.4.2), wat overeenkomt met 1 % van het totale oppervlak van het Markermeer-IJmeer. In deze periode komen de veenmatten zowel in gezonken als in drijvende toestand voor. De matten worden op strategische plekken geplaatst, vanwaar uit er een verdere uitbreiding van oever- en watervegetatie kan plaatsvinden. In totaal is 69 ha aanwezig van 0-1 m waterdiepte langs de kust van Noord-Holland (deelgebied Hoornse Hop en Gouwzee). Deze zone is potentieel begroeibaar voor de oevervegetatie / het waterriet. Met de veenmatten kan een aanzienlijk deel worden begroeid. Het merendeel van de matten wordt ingezet voor het grootschalige moeras nabij de Houtribdijk.

Het effect op de Natura 2000-soorten is afhankelijk van de snelheid waarmee het riet zich gaat ontwikkelen (op het land en in het water). Het areaal van oever- en watervegetatie wat door uitbreiding (katalysatorfunctie) ontstaat wordt op de middellange termijn nog niet zo groot verwacht. Voor plantenetende vogels en Kranswieren is de bijdrage daarom op neutraal gesteld. Naar verwachting draagt de mat bij aan structuur voor vissen en mosselen, waardoor er op de middellange termijn een positief effect wordt verwacht op mossel- en visetende vogels. Op de lange termijn (< 2040) zullen de matten in hoofdzaak in gezonken toestand voorkomen en is het effect positief.

Tabel 3.1 verwachte bijdrage van het moeras aan Natura 2000

	verwachte bijdrage van het nieuwe ontwerp aan Natura 2000	
	Middellange termijn (drijvende/zinkende toestand; 10 jaar)	**Lange termijn (gezonken toestand; 2040)**
Habitats (kranswierwateren)	Neutraal	Positief
Doelsoorten (mosseletende vogels)	Positief	Positief
Doelsoorten (visetende vogels)	Positief	Positief
Doelsoorten (plantetende vogels)	Neutraal	Positief
Typische soort (rivierdonderpad)	Neutraal	Neutraal
Typische soort (meervleermuis)	Neutraal	Neutraal

3.3.2 De bijdrage aan de vier ecologische vereisten

Het realiseren van zachte land-waterovergangen (rietvegetaties) met behulp van de veenmatten draagt op de lange termijn bij aan alle ecologische vereisten. Op de middellange termijn is er daar waar veenmatten zijn aangelegd en vegetatie is ontwikkeld plaatselijk een toename van heldere randen. Dit komt door de sedimentatie van slib en het filteren van de mosselen die zich kunnen hechten aan de matten. Plaatselijk is er daardoor een gradiënt van slib richting de diepere delen en zijn ecologische relaties versterkt (onder andere door extra paai- en opgroeigebied vissen). Gezien de omvang van de maatregel en de tijd die het in beslag neemt voor rietvegetatie om zich te ontwikkelen, is er nog geen sprake van land-waterovergangen van formaat.

In het PRA staat beschreven welke bijdrage de TBES-maatregelen leveren aan de vier ecologische vereisten. In tabel 3.2 is aangegeven hoe veenmatten scoren ten opzichte van het *moeras* in het PRA. Indien ze eenzelfde effect hebben is de score ‘neutraal’. Wanneer ze beter of slechter scoren, is respectievelijk ‘hoger’ of ‘lager’ aangegeven.

Tabel 3.2 Verwachte bijdrage van het nieuwe ontwerp aan de ecologische vereisten uit het PRA t.o.v. het PRA

	verwachte bijdrage van het nieuwe ontwerp aan de ecologische vereisten uit het PRA	
	Middellange termijn (10 jaar)	Lange termijn (2040)
Heldere randen langs de kust	Vergelijkbaar	Vergelijkbaar
Een gradiënt in slib van helder naar troebel water	Vergelijkbaar	Vergelijkbaar
Land-waterzones van formaat	Vergelijkbaar	Hoger
Versterken ecologische relaties	Hoger	Hoger

3.4 Milieubelasting

De milieubelasting wordt uitgedrukt in belasting op (water)bodem, water(kwaliteit), energieverbruik en emissies (klimaat) en ruimtebeslag. In vergelijking met de aanleg van het moeras, zoals gesteld in het PRA, is het effect van veenmatten op de bodem neutraal. Er wordt geen bodem ontgraven, en er worden geen vervuilende stoffen gebruikt. De waterkwaliteit profiteert meer van dit ontwerp. Door snellere stimulatie van natuurlijke water- en oeverplanten, verlaagt opname de concentraties aan N en P in de waterkolom. Wij verwachten geen verandering in emissie, maar het ruimtebeslag van deze maatregel is groter.

Tabel 3.3 Milieubelasting van het moeras t.o.v. het PRA. Kleiner betekent minder belasting, groter betekent meer belasting

	Effecten van het ontwerp
Bodem	vergelijkbaar t.o.v. het PRA
Water(kwaliteit)	kleiner t.o.v. het PRA
Energieverbruik en emissies (klimaat)	vergelijkbaar t.o.v. het PRA
Ruimtebeslag	groter t.o.v. het PRA

3.5 Risico's en kansen

Kansen

- De veenmatten werken als katalysator: Ze zorgen voor een geschikt milieu voor snelle ontwikkeling natuur (voedingsbodem, dicht bij het licht)
- Creëren van habitat voor mosselen en vis: Mosselen hechten zich aan de matten met kunstmatige waterplanten en vissen vinden er schuilgelegenheid (Veilig voor predatie door

andere vissen en visetende vogels). Deze kans kan optimaal benut worden door het ontwerp van de matten te richten op gebruik door mosselen en vogels
- De kunstmatige waterplanten kunnen gefaseerd worden toegepast. Dit biedt kansen voor het testen en ontwikkelen van materiaal en (plaatsings)techniek, onderzoek naar de effecten en zoeken naar de juiste locaties
- De veenmatten zijn flexibel: Ze zijn plaatsbaar op plekken waar door natuurlijke omstandigheden (te veel slib, wind, troebel water), rietvegetatie maar niet wil aanslaan
- Vergroting natuurbeleving en toeristische mogelijkheden: doordat de zichtbaarheid van natuur vergroot wordt en het gebied een eigen karakter krijgt, zal er meer betrokkenheid zijn bij het gebied

Risico's

Risico's bij toepassing van kunststoffen
Zie onder 'Kunstmatige waterplanten' (paragraaf 2.5).

Overige risico's
- Onder de veenmatten ontstaat een milieu met weinig leven: het is donker, er ontstaat een zuurstofarme omgeving waar wel vertering optreedt, waardoor extra fosfaat vrijkomt (met als afgeleid risico algenbloei)
  Beheersing: Of dit risico optreedt is afhankelijk van de grootte van de veenmatten: bij kleine of smalle matten zal het risico klein of zelfs afwezig zijn.
- De veenmatten worden instabiel, slaan mogelijk op drift, gaan zinken of vallen uit elkaar. Dit risico kan ontstaan door een ongeschikte constructie of onvoldoende onderhoud. Het idee van drijvende veenmatten is nog zo nieuw en de techniek onvoldoende ontwikkeld, dat de kans op dit risico groot is
  Beheersing: Klein beginnen. Goed doordachte constructies eerst in het klein testen en aanpassen, voor ze in het groot toe te passen.
- Afgezonken veenmatten zijn slecht zichtbaar en vormen een gevaar voor de (recreatie)vaart
  Beheersing: Markeren van de locaties van de matten, aangeven op hydrografische kaarten.

4 Vissen en vismigratie

Vissen hebben land-waterzones met begroeiing nodig als paai- en opgroeiplaats. Deze zones zijn in het Markermeer-IJmeer vrijwel niet aanwezig. Door ontsluiting van de binnendijkse land-waterzones komen meer paai- en opgroeiplaatsen beschikbaar. Ook vindt er uitwisseling van populaties plaats tussen het Markermeer-IJmeer en deze gebieden. Dit draagt bij aan versterking van ecologische relaties.

Figuur 4.1 Impressie van paai-en oproeiplaatsen voor vis in het Markermeer-IJmeer

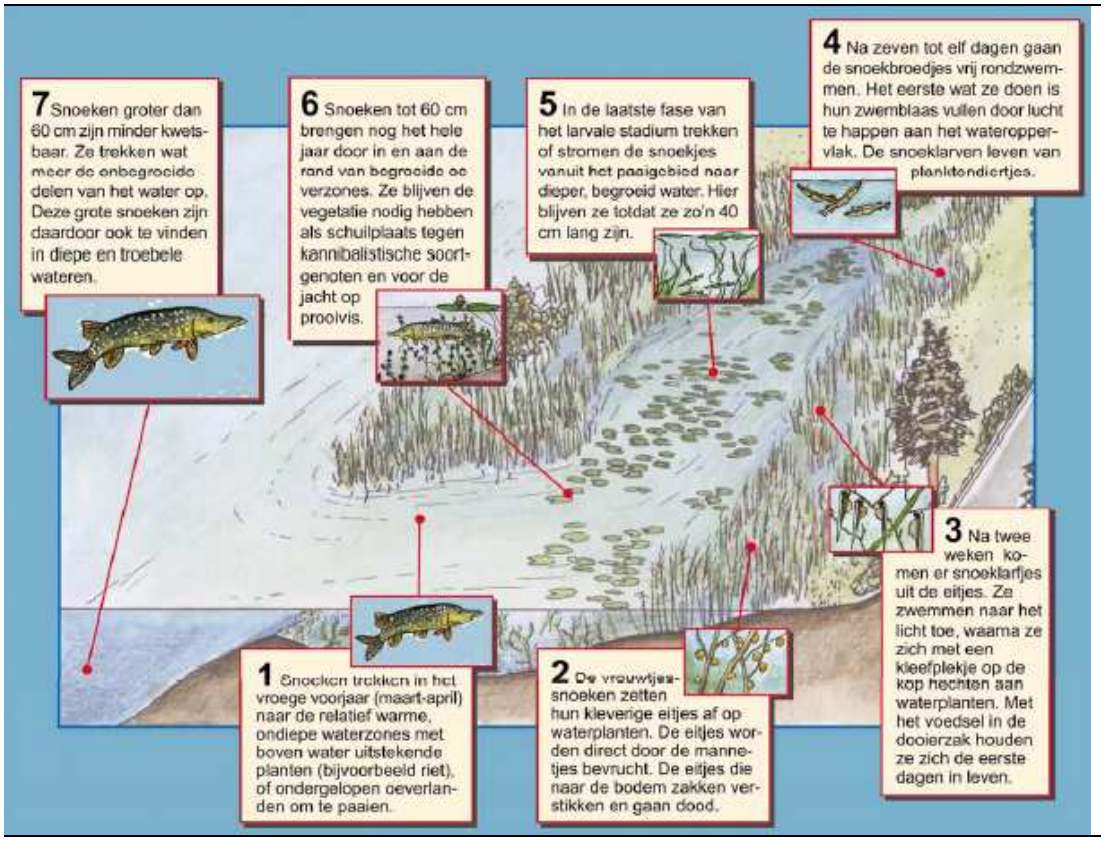
Vis en vishabitat in het Markermeer-IJmeer

Het Markermeer heeft hoofdzakelijk harde oevers en weinig geleidelijke land-waterovergangen. Deze oevergebieden zijn van belang voor veel diersoorten en zeldzame plantengemeenschappen [Remmelzwaal, 2007; Iedema, 1996]. Door het geringe voorkomen van moerasvegetaties en waterplanten, ontbreken er paai- en opgroeigebieden voor vissoorten van helder en plantenrijk water (onder andere Snoek, Kleine Modderkruiper en Ruisvoorn) of zuurstoftolerante vissoorten (Zeelt en Kroeskarper). Er is sprake van een onnatuurlijke soortensamenstelling en leeftijdsopbouw van de vispopulatie in het Markermeer-IJmeer [Noordhuis & Van Schie, 2007].

Habitateisen

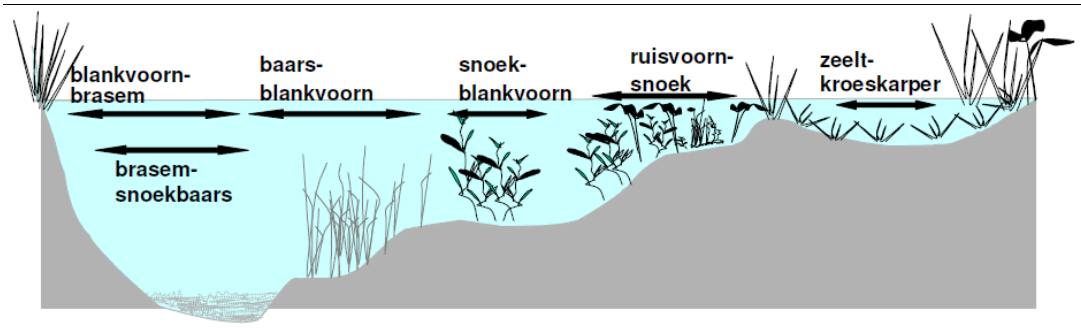
Habitateisen van vissoorten verschillen doorgaans per levensstadium. Naarmate deze verder uit elkaar liggen, worden vissen gedwongen om te migreren. De onderstaande figuur geeft een

impressie van de migratie van de verschillende levensstadia van Snoek tussen uiteenlopende habitat in een natuurlijk laaglandmeer.



Figuur 4.2 Impressie van de migratie van de verschillende levensstadia van Snoek tussen uiteenlopende habitat in een natuurlijk laaglandmeer

Het gewenste habitat sluit bij voorkeur goed op elkaar aan, zodat er een geleidelijke overgangszone ontstaat van oevervegetatie (moeras) naar open water. Figuur 4.3 geeft schematisch de habitats en bijbehorende kenmerkende combinaties van vissoorten (visgemeenschappen) in een natuurlijk meer. De visgemeenschap van het IJsselmeer en Markermeer-IJmeer is die van het Blankvoorn-Brasem / Snoekbaars-Brasemtype (de eerste twee zones). Door verbinding van vegetatierijke gebieden achter de dijk of door aanleg van een oevervegetatie ontstaat tevens habitat met kenmerkende visgemeenschappen van het Snoek-Blankvoorn type tot Zeelt-Kroeskarpertype.

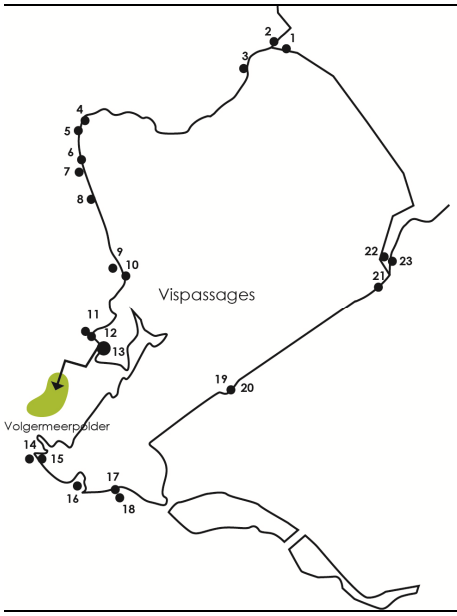


Figuur 4.3 Visgemeenschappen behorend bij de verschillende zones in een natuurlijk laaglandmeer

4.1 Ontwerp

4.1.1 Ontsluiten van binnendijkse land-waterzones

Door aanleg van vispassages kunnen vegetatierijke gebieden achter de dijk worden ontsloten voor het Markermeer-IJmeer. Dit kan op circa 20 locaties kunnen dergelijke ecologische verbindingen worden gemaakt (zie figuur 4.4 en tabel 4.1). Om voldoende paai- en opgroeigronden te ontsluiten is het voldoende om 10 van de aangegeven kunstwerken passeerbaar te maken.



Figuur 4.4 Kansrijke locaties voor het ontsluiten van binnendijkse land-waterzones door het passeerbaar maken van kunstwerken

Tabel 4.1 Kunstwerken die vispasseerbaar gemaakt kunnen worden voor ontsluiting van binnendijkse land-waterzones

Vismigratiebarriere	Type kunstwer	Nr.	Beheerder
Houtribdijk Krabbergatssluizen	Spuisluis	1	Rijkswaterstaat IJsselmeergebied
Naviduct Enkhuizen	Schutsluis	2	Rijkswaterstaat IJsselmeergebied
Gemaal de Drieban	Gemaal	3	Hoogheemraadschap Hollands Noorderkwartier
Inlaat Westerkogge	Inlaat	4	Hoogheemraadschap Hollands Noorderkwartier
Gemaal Westerkogge 2	Gemaal	5	Hoogheemraadschap Hollands Noorderkwartier
Inlaat Schardam	Inlaat	6	Hoogheemraadschap Hollands Noorderkwartier
Inlaat Lutjeschardam	Inlaat	7	Hoogheemraadschap Hollands Noorderkwartier
Gemaal Warder	Gemaal	8	Hoogheemraadschap Hollands Noorderkwartier
Zeesluis Edam	Schutsluis	9	Hoogheemraadschap Hollands Noorderkwartier
Gemaal Volendam	Gemaal	10	Hoogheemraadschap Hollands Noorderkwartier
Inlaat Monnickendam	Inlaat	11	Hoogheemraadschap Hollands Noorderkwartier
Grafelijkheidssluis	Schutsluis	12	Hoogheemraadschap Hollands Noorderkwartier
Gemaal de Poel	Gemaal	13	Hoogheemraadschap Hollands Noorderkwartier
Ipenslotersluis	Schutsluis	14	Hoogheemraadschap Amstel, Gooi en Vecht
Prinses Irene sluis	Schutsluis	15	Rijkswaterstaat Utrecht
Diemerdammersluis	Schutsluis	16	Hoogheemraadschap Amstel, Gooi en Vecht
Steenen Beer	Schutsluis	17	Hoogheemraadschap Amstel, Gooi en Vecht
Zeesluis Muiden	Schutsluis	18	Hoogheemraadschap Amstel, Gooi en Vecht
Gemaal Blocq van kuffeler hoog	Gemaal	19	Waterschap Zuiderzeeland
Gemaal Blocq van kuffeler laag	Gemaal	20	Waterschap Zuiderzeeland
Gemaal Wortman	Gemaal	21	Waterschap Zuiderzeeland
Houtribdijk Houtribsluizen	Spuisluis	22	Rijkswaterstaat IJsselmeergebied
Houtrib sluizen	Schutsluis	23	Rijkswaterstaat IJsselmeergebied

Bij de aanleg van vispassages ligt de nadruk ligt op het verbinden van geschikt habitat voor doelsoorten. Bijlage 3 geeft hiervoor een toolbox. In hoofdzaak betreft het uitgestekte moerasgebieden die kunnen dienen als paai- en opgroeiplaats. Dit zijn bij voorkeur gebieden die direct aan het Markermeer-IJmeer grenzen, omdat er dan minder barrières hoeven te worden opgelost.

4.1.2 Volgermeerpolder ontsluiten als paai- opgroeigebied voor vissen

Een voorbeeld van ecologische verbinding voor vis wordt hieronder uitgewerkt voor de verbinding tussen Volgermeerpolder en Markermeer-IJmeer. De boezem van Hoogheemraadschap Hollands Noorderkwartier, maakt onderdeel uit van deze verbindingszone. Onderstaande figuur en figuur 4.4 geeft een impressie van deze migratieroute.

Figuur 4.5 Vismigratieroute tussen Markermeer-IJmeer (linksonder) en Volgermeerpolder (rechtsboven en inzet)

De Volgermeerpolder ligt in de gemeente Amsterdam aan de uiterste noordgrens tegen Broek in Waterland. De Volgermeerpolder is een voormalige stortplaats dat sinds vorige jaar na sanering weer toegankelijk is. Vervuilde grond is niet afgegraven maar afgedekt. Het gebied bestaat uit 59 waterplassen, zogeheten ‘sawa’s’. Deze zijn gevuld met regenwater en hebben geen directe verbinding met de omgeving. Dit betekent dat er grootschalige proeven kunnen worden gedaan, mits niet conflicterend met de doelstellingen van het gebied. De waterpeilen kunnen fluctueren, maar alleen na instemming met de beheerder. Als het heldere water eenmaal begroeit is met moerasvegetatie en waterplanten en beschikt over uiteenlopende diepten is het bij uitstek geschikt als paai- en opgroeigebied voor plantminnende vissoorten als Snoek, Ruisvoorn en Bittervoorn. Dit zijn soorten die kenmerkend zijn voor de heldere randen van het Markermeer-IJmeer.

De kenmerken van het gebieden maken het tevens bij uitstek geschikt als testgebied voor drijvende matten en kunstmatige waterplanten, onder andere als leefgebied voor vissen. Kunststof structuren kunnen eenvoudig worden aangebracht en getest op het visgedrag. De omstandigheden zijn realistischer dan het laboratorium, maar het doel is uiteindelijk dat het Markermeer zelf weer geschikt wordt als paaiplaats.

Mogelijkheden voor ontsluiten Volgermeerpolder (vispassage)
Er is geen sprake van een open verbinding tussen Markermeer-IJmeer en de polder. Uitgangspunt is wel dat vis op eigen kracht het gebied in en uit kan zwemmen. Uitzetten en overzetten is geen onderdeel van de maatregel. Om de Volgermeerpolder te ontsluiten moeten meerdere vispassages worden aangelegd. De toegang tot het gebied verloopt via de hoofdwatergang in de polder. Deze wordt gekenmerkt door helder water met waterplanten is geschikt als opgroeigebied voor juveniele vis (onder andere Snoek). Het in verbinding stellen van de sawa's is echter geen optie. Het aanbrengen van duikers in het gebied om sawa's te ontsluiten en water verlies ten behoeve van vispassage is niet mogelijk. Wel kan de hoofdwatergang hiervoor worden ingezet.

Het waterpeil van de Volgermeerpolder ligt hoger dan dat van de boezem van Hoogheemraadschap Hollands Noorderkwartier). Omdat het verval te hoog is nabij het afwaterend kunstwerk van de hoofdwatergang op de boezem moet een verbinding worden gerealiseerd met een vispassage. Dit kan bijvoorbeeld met een zogenaamde De Witvispassage. Het sparen van water in de voortplantingsperiode van doelvissen (februari-juni) is noodzakelijk voor het laten functioneren van de vispassage (50-75 l/s) in de hoofdwatergang.

Er is geen open verbinding tussen Markermeer en de boezem van Hollands Noorderkwartier. Ook is er geen peilscheidend kunstwerk aanwezig tussen beide waterlichamen anders dan een zeedijk. De natuurlijke intrekroute richting de boezem is die via gemaal de Poel. Deze watert het overtollige boezemwater af op de Gouwzee en is een barrière voor vis die de boezem wil optrekken. Vis die gemotiveerd is om de boezem op te trekken vanuit het Markermeer zal zich hier verzamelen. Het gemaal veroorzaakt visschade aan vis die het gemaal met de stroming mee richting Markermeer wil. Hierover zijn geen gegevens bekend. De mogelijkheden voor een vispassage zijn divers, onder andere via een inlaat in de nabijheid van het gemaal, een vispassage met een opvangbak, een hevelvispassage et cetera. De mogelijkheden hiervoor moeten verder worden onderzocht. In onderstaande figuur staat de ligging van gemaal de Poel.

Figuur 4.6 Vismigratieknelpunt gemaal de Poel (rode vis en inzet) [vismigratie.nl]

4.1.3 Effect op visstand

Het effect op de visstand zal zich manifesteren in een toename van productie van vissoorten, zoals Snoek. Een soort die momenteel sporadisch voorkomt in het meer. Van belang is dat de overgang van Volgermeerpolder naar Markermeer zo natuurlijk mogelijk is. Voor juveniele Snoek is het essentieel dat er beschutting in de vorm van waterplanten aanwezig is in de Noord-Hollandse boezem en aangrenzend water en in het Markermeer. Bij afwezigheid van beschutting zal juveniele Snoek snel ten prooi vallen, onder andere aan soortgenoten. Het water van de Noord-Hollandse boezem in de migratieroute verdient in dit opzicht een betere inrichting, bijvoorbeeld door aanleg van natuur(vriende)lijke oevers. In de Gouwzee van het Markermeer zijn wel grote hoeveelheden waterplanten aanwezig. Naar verwachting zijn hier geen aanvullende maatregelen noodzakelijk. Indien waterplantenbedekking hier is afgenomen of aanwezig is in de nabijheid van het gemaal, kan ook met kunstmatige waterplanten tijdelijk beschutting worden geboden. Deze kunnen tevens in de Noord-Hollandse boezem worden aangelegd in de oeverzone.

In hoeverre vis daadwerkelijk de afstand overbrugt van gemaal de Poel tot aan Volgermeerpolder is niet te zeggen. Hier speelt de aantrekkingskracht van het poldergebied een grote rol. Het is niet ondenkbaar dat het Vogelmeergebied op korte termijn alleen als paaiplaats voor vissen uit de Noord-Hollandse boezem wordt benut. Als de visstand in de Noord-Hollandse boezem zich verbeterd, zal dit ook zijn weerslag hebben op het Markermeer.

Bij een verbetering van de Snoekstand, wordt een herstel van de visstand verondersteld. Snoek is in staat om de witvisstand in toom te houden, waaronder soorten als Brasem.

4.2 Ecologische effecten

4.2.1 De bijdrage aan Natura 2000

Op de middellange termijn worden 10 vispassages aangelegd. Het aantakken van vegetatierijke gebieden achter de dijk op de middellange termijn draagt bij aan extra paai- en opgroeigebied. Hiermee wordt de productie van het Markermeer vergroot. Een verbeterde productie van de visstand draagt bij aan een grotere voedselbeschikbaarheid van visetende vogels. Daarnaast is er sprake van een toename van plantminnende vissoorten in het Markermeer-IJmeer, mits er ook sprake is van aanwezigheid van geschikt leefgebied (waterplanten) in het Markermeer-IJmeer. Op de lange termijn zijn de effecten op habitat en soorten hetzelfde.

De watergangen in de Volgermeerpolder zijn geschikt als paai- en opgroeigebied voor plantminnende vissoorten, soorten die kenmerkend zijn voor heldere randen. De omvang van het gebied is echter gering. De aangrenzende Noord-Hollandse boezem heeft weliswaar een veel grotere omvang, echter het areaal aan geschikt habitat (waterplanten, rietvegetatie) is in de huidige situatie naar verwachting gering voor plantminnende vissoorten. Voor andere gebieden die grenzen aan het Markermeer-IJmeer is de omvang en kwaliteit van het habitat onbekend. In het onderstaande schema is de verwachte bijdrage van het verbinden van 10 gebieden weergegeven aan Natura 2000 doelstellingen. Hierbij is er gemakshalve vanuit gegaan dat de gebieden van voldoende kwaliteit en omvang zijn.

Tabel 4.2 Verwachte bijdrage van ontsluiting van binnendijkse land-waterzones aan Natura 2000

	verwachte bijdrage van het nieuwe ontwerp aan Natura 2000	
	Middellange termijn (10 jaar)	**Lange termijn (2040)**
Habitats	Hoger	Hoger
Doelsoorten (visetende vogels)	Hoger	Hoger
Typische soorten (Snoek, Ruisvoorn, Bittervoorn). Voor Rivierdonderpad (Natura 2000 soort) is er geen effect te verwachten	Hoger	Hoger

4.2.2 De bijdrage aan de vier ecologische vereisten

Het realiseren van 10 ecologische verbindingen tussen Markermeer-IJmeer en achter de dijk in de regionale wateren) gelegen vegetatierijke gebieden draagt op de middellange termijn bij aan een toename van ecologische relaties. Ecologische relaties worden versterkt omdat er uitwisselingsmogelijkheden komen tussen Markermeer-IJmeer en de aangrenzende regionale wateren. Regionale wateren bestaan in hoofdzaak uit smalle lijnvormige watergangen. Het areaal

aan randlengte is hier verhoudingsgewijs erg groot, waardoor er wordt bijgedragen aan paai- en opgroeigebied voor vissen.

In het PRA staat beschreven welke bijdrage de TBES-maatregelen leveren aan de vier ecologische vereisten. In tabel 4.3 is aangegeven hoe vispassages scoren ten opzichte van de *vispassages* in het PRA. Indien ze eenzelfde effect hebben is de score ‘neutraal’. Wanneer ze beter of slechter scoren, is respectievelijk ‘hoger’ of ‘lager’ aangegeven.

Tabel 4.3 Verwachte bijdrage van het nieuwe ontwerp aan de ecologische vereisten uit het PRA t.o.v. het PRA

	verwachte bijdrage van het nieuwe ontwerp aan de ecologische vereisten uit het PRA	
	Middellange termijn (10 jaar)	**Lange termijn (2040)**
Heldere randen langs de kust	Gelijk	Gelijk
Een gradiënt in slib van helder naar troebel water	Gelijk	Gelijk
Land-waterzones van formaat	Gelijk	Gelijk
Versterken ecologische relaties	Gelijk	Gelijk

4.3 Risico’s en kansen

Kansen

- Inzet van de Volgermeerpolder als paaiplaats vergroot de robuustheid van het systeem van het Markermeer-IJmeer. De vissen krijgen beschikking over een groter leefgebied en een groter gebied met geschikte schuil- en paaiplaatsen
- De inzet van de Volgermeerpolder is een voorbeeld voor meer van dezelfde mogelijkheden rond het Markermeer-IJmeer
- De Volgermeerpolder is geschikt als testlocatie: Het is een kunstmatig systeem dat in ontwikkeling is, waar autoriteiten open staan voor experimenten

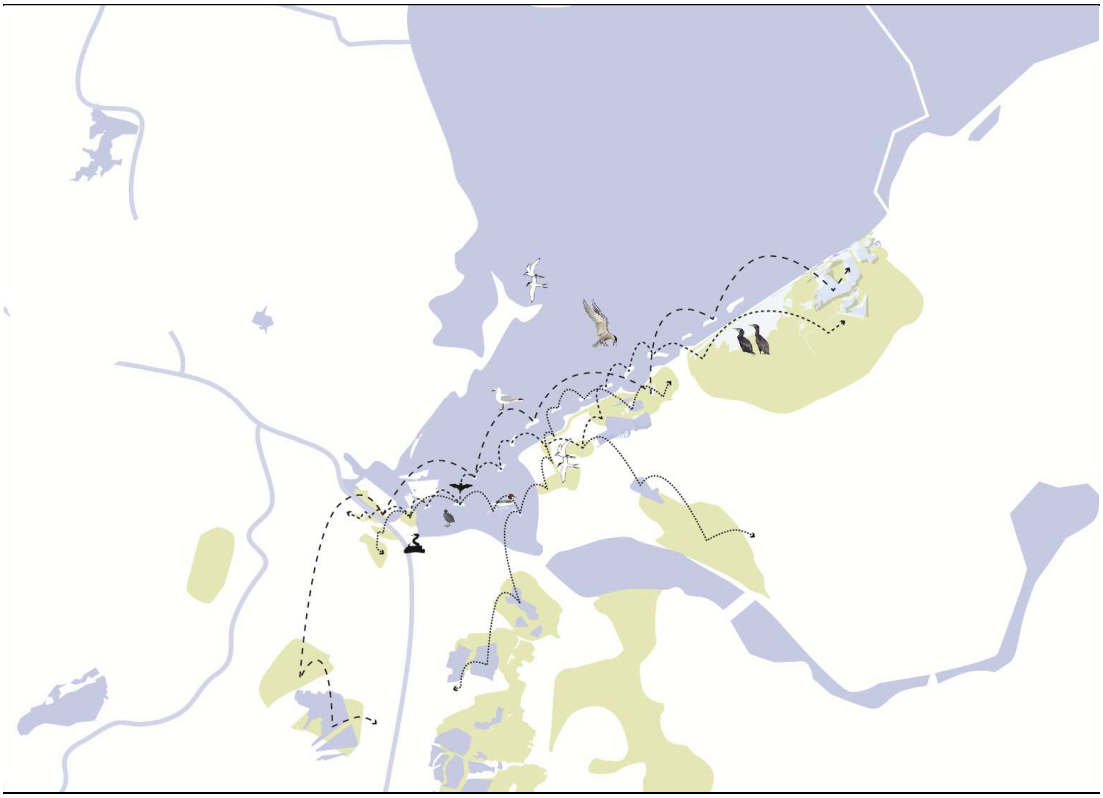
Risico’s

- Investeren in iets dat later overbodig is: als het moeras ontwikkeld is, kan dit de functie van paaiplaats overnemen en is de migratie naar de Volgermeer niet meer nodig voor de visstand in het Markermeer-IJmeer. Eventueel kan ook Pampushaven als opgroeiplaats dienen Beheersing: Afweging tussen korte termijn en lange termijn is hier belangrijk. De Volgermeerpolder kan een oplossing zijn voor de korte termijn, op de lange termijn zijn er meer mogelijkheden. Het een hoeft het ander niet te bijten

- Te weinig water en te veel peilverschillen om een goede lokstroom op gang te brengen. De Volgermeerpolder heeft een peil van +0,7 m NAP, de omliggende polders -1,5 m NAP, Het IJmeer +0,2 m NAP. De Volgermeerpolder wordt met regenwater gevoed. Bij het creëren van een lokstroom zal de polder ‘leeglopen’ en dat strookt niet met de doelstellingen van de Volgermeerpolder
  Beheersing: Om de peilverschillen te overbruggen op de overgang Volgermeerpolder-polders en polder-IJmeer kunnen vispassages worden geplaatst (bijvoorbeeld een visvriendelijk gemaal). Om voldoende water op de Volgermeerpolder te hebben voor de lokstroom is het nodig om extra water op de Volgermeerpolder te bufferen. Voorlopig is dat daar nog geen optie. Ook is inlaten van water vanuit het boezem ongewenst, omdat deze kwaliteit niet geschikt is voor de doelstelling van de Volgermeerpolder, namelijk veen vorming

5 Eilanden als stepping stones

Het ecologische systeem van het Markermeer-IJmeer is sterk verbonden met de omliggende gebieden. Eilanden in het Markermeer, nabij de Flevokust, zorgen voor een geleidelijke overgang tussen land en water. Zij functioneren als ecologische stepping stones en versterken de beleving van het Markermeer-IJmeer.



Figuur 5.1 De ecologische *stepping stones* voor de kust van Flevoland zorgen voor betere relaties tussen land en water. Dit versterkt het ecologisch systeem omdat veel diersoorten voor hun voedsel, rust en voortplanting afhankelijk van zowel het open water als de landschappen achter de dijken.

Het ecologisch systeem van het Markermeer-IJmeer staat niet op zichzelf. Er liggen directe ecologische relaties met de waterrijke landschappen achter de dijken, zoals Waterland, de Lepelaarplassen en de Oostvaardersplassen.
Deze relaties zijn voor een toekomstbestendig ecologisch systeem van groot belang. Veel diersoorten zijn namelijk voor hun voedsel, rust en voortplanting afhankelijk van zowel het open water als de landschappen achter de dijken.

In deze overgangsgebieden tussen foerageren, rust en voortplanting liggen veel kansen tot verbetering. Zo zijn er bijvoorbeeld voor de vogels uit de Lepelaarplassen onvoldoende plekken om te foerageren net over de dijk in het Markermeer-IJmeer. Dit heeft onder andere met de waterdiepte en het ontbreken van rustplaatsen en beschutting te maken.

Naast verbeteringen in de overgangsgebieden zijn er ook verbeteringen gewenst die de schakel vormen in regionale en soms nationale ecologische systemen. Het Markermeer-IJmeer heeft een rol in de uitwisseling van planten en dieren tussen de grote natuur- en landschapsgebieden in Nederland. De meren zijn een schakel in de ‘groenblauwe ruggengraat’, die onder meer de Waddenzee, de Friese Meren, de Vechtstreek, de Biesbosch en de Zeeuwse Delta verbindt. Onderlinge uitwisseling bevordert de soortenrijkdom en de vitaliteit van elk van deze gebieden.

Om deze onderlinge uitwisseling te bevorderen en zo de habitat diversiteit te versterken, verbeteren we niet alleen de waterkwaliteit in het Markermeer-IJmeer door eerder genoemde maatregelen (kunstmatige waterplanten, vispassages en moeras) maar verkorten we ook de afstanden tussen afzonderlijke gebieden met specifieke habitats. De zogenaamde *‘stepping stones’.* Uitwisseling tussen gebieden wordt zo gemakkelijker.

Deze stepping stones zijn rust-, broed-, en foerageerplaatsen voor vogels. Tegelijkertijd zorgen de verschillende kleinere gebieden voor rustiger en helderder water met meer variatie in waterdiepte net naast de dijk wat tot gevolg heeft dat hier ook voor de vissen goede habitats ontstaan.

Op de langere termijn, wanneer meer stepping stones zijn aangelegd, zouden deze kleinere gebieden ook gebruikt kunnen worden door zoogdieren als de otter, die dan via deze stepping stones tussen het grootschalig moeras en Lepelaarplassen of zelfs de Vechtstreek kan migreren.

De nabijheid van de stedelijke gebieden kan een bedreiging vormen voor het gebied, maar zou ook grote kansen kunnen bieden. Om het ecologisch systeem werkelijk toekomstbestendig te maken, dient er ook aandacht te zijn voor de relatie tussen het TBES en haar ruimtelijke omgeving en de wederzijdse beïnvloeding. Zo is de natuur ook belevingsnatuur voor de mens en zorgt het contact met de natuur het maatschappelijk draagvlak voor de investeringen in het ecologische systeem. Daarnaast dragen de twee aaneengesloten meren en hun oevers bij aan de leefkwaliteit en het vestigingsmilieu in de Metropoolregio Amsterdam.

5.1 Ontwerp

Het Markermeer-IJmeer heeft hoofdzakelijk harde oevers en weinig geleidelijke land-waterovergangen. Juist deze overgangsgebieden zijn van belang voor veel dier- en plantensoorten. Alleen achter de dijken van het Markermeer-IJmeer bevinden zich momenteel deze land-waterzones.

De uitwisseling tussen deze gebieden en het Markermeer-IJmeer kan echter verbeterd worden. Om deze uitwisseling te vergroten worden voor de kust van de Lepelaarplassen meerdere kleinere eilanden aangelegd, gecombineerd met vooroevers, ondieptes en hard substraat.

De stepping stones voor de Lepelaarplassen zorgen voor een versterking van habitatdiversiteit en sterkere ecologische verbindingen tussen Markermeer-IJmeer en het land net achter de dijk. De verschillende vogels in het Lepelaarplassen krijgen zo een foerageer- en rustgelegenheid in het Markermeer-IJmeer gebied tot hun beschikking. Diersoorten met een groot leefgebied kunnen, indien voldoende stepping stones aanwezig zijn, migreren tussen bijvoorbeeld het moeras en de Lepelaarplassen.

De uitgangspunten van het ontwerp zijn om voor een zo laag mogelijk investeringsbedrag een zo groot mogelijke bijdrage te leveren aan een toekomstbestendig ecologisch systeem. Er is een analyse gemaakt van de doelsoorten. Dit zijn soorten waarmee het slechter gaat in het gebied door gebrek aan foerageer en voortplantingsplekken. Daarnaast is er geanalyseerd welke soorten gebruik maken van de overgangsgebieden.

De stepping stones zijn ontworpen aan de hand van de eisen die deze soorten stellen aan hun leefomgeving. Dit betekent dat er rekening gehouden wordt met hun eisen aan broedplekken, en foerageer mogelijkheden. Zo is bijvoorbeeld de verstoring door boten en verkeer voor elke soort verschillend. Er is in de dimensionering van de drijvende eilanden getracht deze verstoring zo min mogelijk te laten zijn. Daarnaast speelt het ontwerp zo goed mogelijk in op het creëren van habitats voor de soorten in de voedselketen van de doelsoorten; het maken van gradiënten in waterdiepten en diverse plekken van beschutting voor vis- en insectensoorten.
Bij de verschillende ontwerpkeuzen is ook steeds gekeken naar de financiële optimalisatie, naast de wensen van de diverse soorten aan hun leefomgeving.

Samenvattend leveren de stepping stones verschillende ecosysteem diensten:
- Fysieke bescherming tegen stroming
- Verbetering van de waterkwaliteit
- Aanhechtingsmogelijkheid voor driehoeksmosselen (luwtedam)
- Schuilgelegenheid voor vissen
- Habitat voor vogels en macrofauna
- Versterken ecologische verbindingen

5.1.1 Ontwerpvariaties

Voor afweging van de ontwerpvariaties is gebruik gemaakt van een toolbox, waar de technische mogelijkheden en doelen van de stepping stones voor de Lepelaarplassen gescoord zijn op verschillende factoren zoals de effecten voor fauna doelsoorten, recreatie, duurzaamheid, kosten en maakbaarheid (bijlage 4). Deze toolbox kan in combinatie gebruikt worden met de soortenmatrix (bijlage 5) zodat er voor specifieke soorten habitats ontworpen kunnen worden.

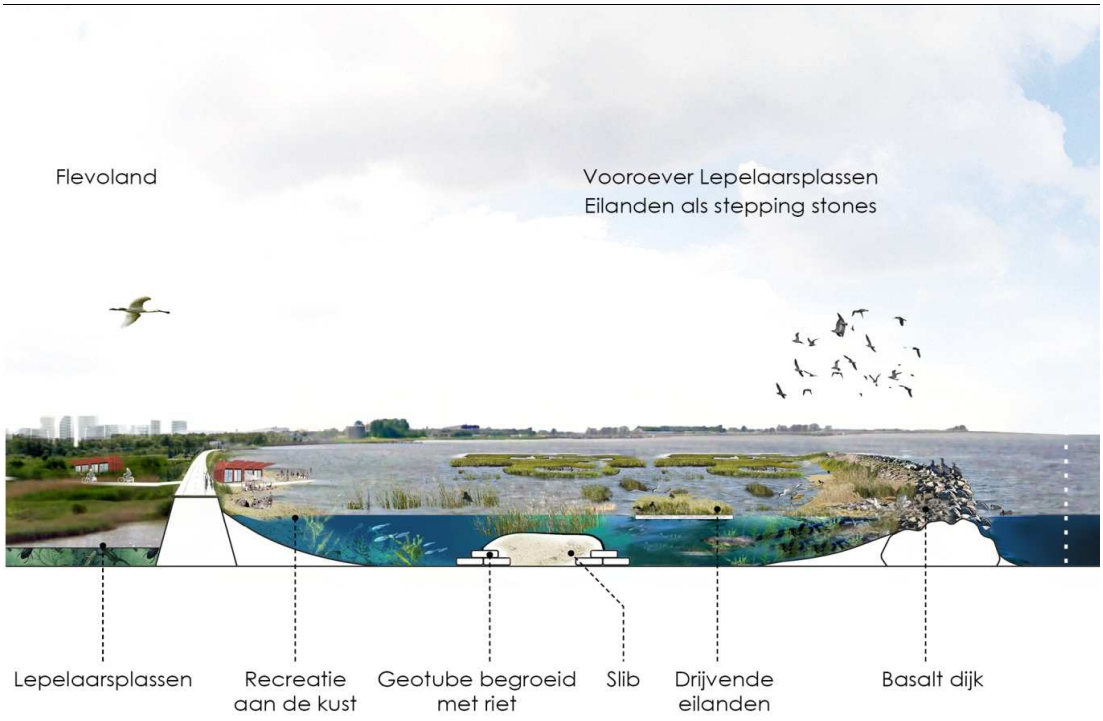
Deze toolbox kan in een vervolgtraject ook ingezet worden om voor andere soorten en andere plekken ontwerpvoorstellen te ontwikkelen voor drijvende eilanden.
Voor een toekomstbestendig ecologisch systeem is het in eerste instantie van belang dat de neerwaartse spiraal wordt omgebogen in een opwaartse beweging. Dit betekent snel zorg dagen voor nieuwe land-waterzones en het versterken ecologische verbindingen.

Zo is te zien dat het toepassen van eilanden als stepping stones een positief effect heeft op de doelen, ongeacht welke variant wordt toegepast. Sommige varianten hebben echter meer positieve effecten dan andere.

Wanneer we dit allemaal combineren lijkt een combinatie van onderstaande varianten kansrijk.

- Drijvende eilanden (niet betreedbaar voor mens, wel belevingswaarde)
- Gecombineerd met luwtedam van hard substraat (bescherming eilanden en aanhechting mosselen)
- Alleen lage begroeiing zoals riet
- Combineren met maatregelen als vooroevers

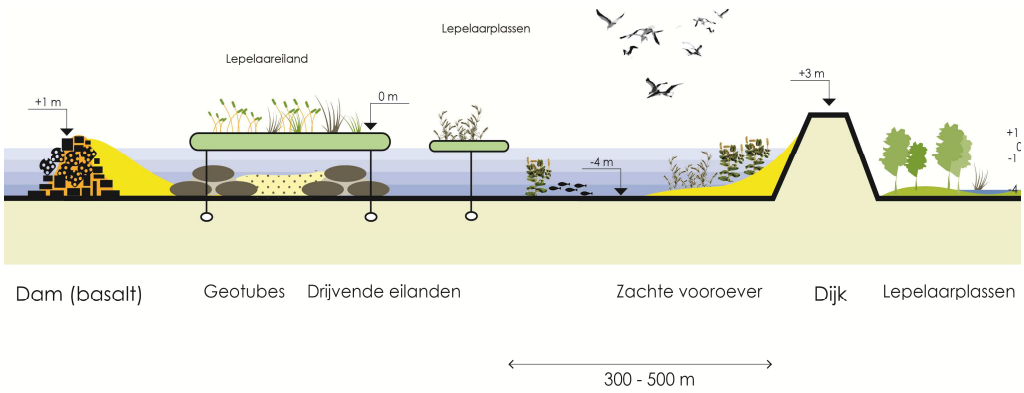
Figuur 5.2 Stepping stones als verbindend element tussen de verschillende habitats



Figuur 5.3 Doorsnede over dijk Flevoland en vooroever Lepelaarplassen

5.1.2 Beleving

Doordat deze stepping stones direct voor de kust van Flevoland bij de Lepelaarplassen worden gerealiseerd betekent dit dat ze vanaf de dijk daar goed zichtbaar zullen zijn. Dit draagt bij aan de belevingswaarde van de natuur. Tevens worden voor de dijk ook vooroevers gecreëerd met kleine strandjes voor recreatie. De vogeleilanden worden op gepaste afstand hiervan gerealiseerd en zullen dus geen of minimaal last hebben van verstoring.
Zo wordt niet alleen de natuurkwaliteit maar ook de leefkwaliteit rondom het meer vergroot.



Figuur 5.4 Schematische doorsnede van de stepping stones, met een mogelijkheid om op een van de eilanden een uitkijktoren te realiseren

Juist hier ontstaan ook (kleinschalige) mogelijkheden voor recreatie. In de directe nabijheid van de wijk Noorderplassen en het nog te ontwikkelen Almere Pampus is naast binnendijkse natuur bij de Lepelaarplassen nu ook een buitendijks natuurgebied, de vooroever Lepelaarplassen als stepping stones. Deze drijvende eilanden zelf zijn niet betreedbaar voor de mens en dus ongeschikt voor recreatie. Wel kan het water tussen de stepping stones en de dijk worden benut voor kleine recreatievaart, zeker gezien het relatief luwe water daar. Aan de dijk zelf bij de kleine strandjes is plaats voor kleinschalige Horeca en eventueel aanlegplaatsen.

De stepping stones kunnen worden uitgebreid in de richting van Almere Pampus. Hier zijn mogelijkheden om verschillende vormen van overnachtingen aan te bieden in omgevingen die als natuurgebied ontwikkeld worden in de vorm van wetlands. Deze ‘eco-resorts’ kunnen niet alleen mensen aantrekken uit het omliggende gebied, ze kunnen ook aantrekkelijk zijn voor bezoekers van ver buiten de regio, omdat er juist veel andere aantrekkelijke bestemmingen zeer nabij liggen, zoals de havensteden van Noord-Holland of de stad Amsterdam als toeristische bestemming.

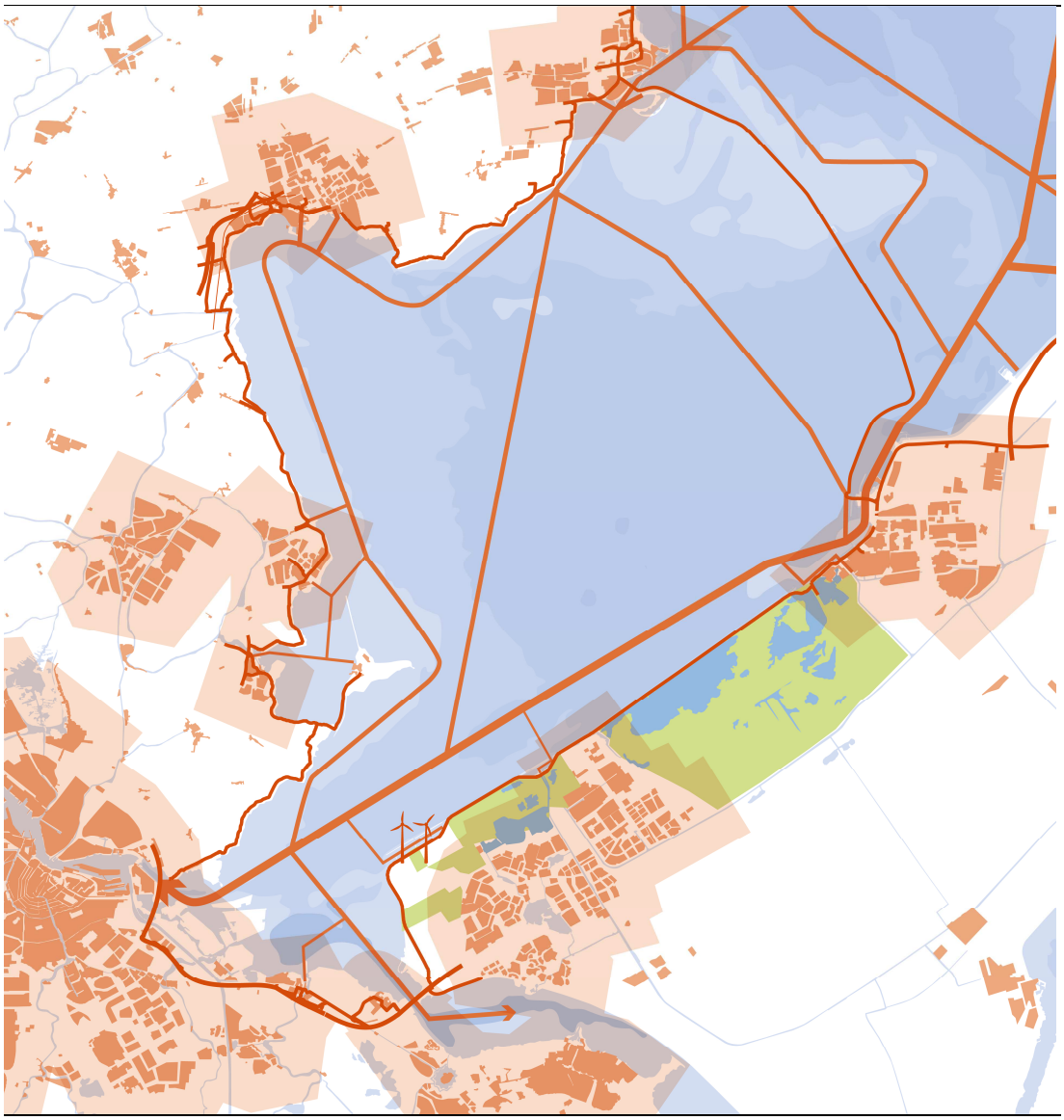
5.1.3 Aanleg

In eerste instantie worden de stepping stones ontwikkeld als vooroever van de Lepelaarplassen en zullen deze dus tussen de vaargeul en de dijk ter plaatse van de Lepelaarplassen gerealiseerd worden. In ons ontwerp voor de stepping stones gaan we uit van enkel buitendijkse maatregelen in de vorm van meerdere kleinere (drijvende) eilanden en slibdepots. Juist hier is het water nu (te) diep en komt momenteel (te) veel slib voor. Tegelijkertijd zijn nu meerdere diersoorten uit de Lepelaarplassen omsloten door enerzijds woonwijken en anderzijds (te diep en onbeschut) open

water. Daarom is de locatie voor de Lepelaarplassen een ideale plaats om de eerste stepping stones aan te leggen.

In verband met eventuele verstoring voor met name vogels is er een afstand van minimaal 300 m aangehouden tussen de archipel van drijvende eilanden en de vaargeul dan wel de kust van Flevoland.

Tussen de stepping stones en Flevoland wordt een afstand aangehouden van maximaal 500 m om ook dit gebied golfluw te maken en hier zo helderder water te laten ontstaan.



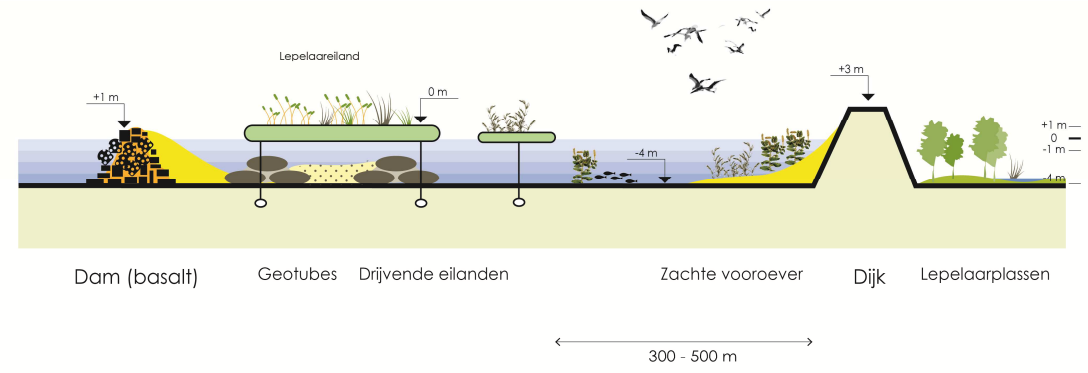
Figuur 5.5 Natuurbelemmeringen door verstoring van vaarroutes, wegen en bebouwing

Om deze drijvende eilanden te beschermen voor weersinvloeden zoals wind wordt aan de westzijde hiervan een luwtedam gerealiseerd.

Het effect van de eilanden zal groter worden naarmate deze eilanden meer oppervlakte hebben. Echter een groep van meerdere kleinere eilanden kan hetzelfde effect hebben.
De afzonderlijke drijvende constructies zullen in verband met de maakbaarheid wisselend tussen de 0,5 en 2,5 ha groot worden.

De drijvende constructies kunnen in de Pampushaven gemaakt worden en vervolgens naar hun plaats verscheept en verankerd worden.

Figuur 5.6 Schematische kaart van de archipel van drijvende eilanden achter een luwtedam



Figuur 5.7 Schematische doorsnede van de stepping stones bij de Lepelaarplassen

5.1.4 Materiaal

De eilanden zullen op de kortere termijn bestaan uit drijvende constructies. De eilanden zijn bedoeld als verblijfplaats van vogels en zullen dus vrij licht kunnen worden geconstrueerd. De eilanden zijn in eerste instantie ook enkel bedoeld voor vogels. Dat garandeert daarmee dus een rustige omgeving voor rustende, broedende of foeragerende vogels. Deze drijvende eilanden worden vervaardigd uit natuurlijke en recyclebare materialen met hierop een natuurlijke laag van aarde en rietvegetatie. Ankers zorgen ervoor dat ze niet wegdrijven en op hun plaats blijven. De opbouw van deze eilanden is bestand tegen de effecten van kruiend ijs.
De eilanden hebben een levensduur van 50 jaar.

Onder deze eilanden worden slibdepots aangelegd (hoofdstuk 3). De hierboven drijvende eilanden zorgen voor rustiger water zodat het slib in het depot goed kan inklinken. Wanneer het in de slibdepots verzamelde slib voldoende is ingeklonken neemt dit nieuwe (slib)eiland de functie van het drijvende eiland over.

Het drijvende eiland is vanaf dan inzetbaar op een andere plaats of kan ingezet worden als permanente toplaag, rustend op het slibdepot. De verwachte tijd voor dit proces is minimaal enkele jaren. Dit is echter geen probleem aangezien in beginsel al een drijvend eiland aanwezig is dat enerzijds bijdraagt aan het TBES maar ook al direct een meerwaarde creëert voor de beleving. Dit betekent dat je boven water altijd een eiland zal zien maar onderwater wordt ondertussen slib opgevangen wat op den duur leidt tot een duurzaam en toekomstbestendige oplossing voor het ecosysteem.

Om te bepalen wat voor begroeiing er op deze eilanden aanwezig moet zijn is er gekeken naar de habitat van de verschillende Natura 2000 diersoorten voor zowel het Markermeer-IJmeer als de Lepelaarplassen. (zie soortenmatrix)
Aangezien de meeste diersoorten hier een voorkeur geven aan relatief kale eilanden en de eilanden een beperkt drijfvermogen hebben zullen deze eilanden niet veel begroeiing krijgen. Tevens kunnen delen van deze eilanden (tijdelijk) onder water komen te staan.

Naast de drijvende eilanden wordt aan de vaargeulzijde een luwtedam van hard substraat zoals basalt aangelegd. Deze zorgt voor bescherming van de hierachter liggende eilanden en is een ideale ondergrond voor de driehoeksmossel, die voor veel soorten weer een belangrijke voedselbron is.

5.2 Ecologische effecten

5.2.1 De bijdrage aan Natura 2000

De stepping stones dragen bij aan rustgebied voor vogels en vissen (schuilgebied). De eilanden leveren niet alleen positieve bijdragen aan de soorten in het Markermeer-IJmeer maar komen ook de soorten van het Natura 2000-gebied de Lepelaarplassen ten goede. Voor de ecologische effecten is onderscheid gemaakt in drijvende eilanden en slibeilanden die na verloop van tijd zijn ontstaan (eindtoestand). Dit is gefaseerd naar middellange en lange termijn. De slibeilanden zijn onderdeel van de oeverzone en zorgen voor een geleidelijke landwaterovergang. De drijvende eilanden bieden een habitat voor vis en mosselen. Vogels die deze soortgroepen eten, zullen dan ook direct na aanleg kunnen profiteren van de eilanden. Het water blijft echter te diep voor de groei van onderwaterplanten. Pas wanneer voldoende slib is ingevangen, en de waterdiepte is afgenomen (lange termijn), dan kunnen kranswieren groeien in de luwe zones en komen er foerageermogelijkheden voor vogels die planten eten. De Rivierdonderpad kan alleen profiteren indien er hard substraat aanwezig is (steenstort). Het ontwerp gaat voorlopig alleen uit van zachte materialen, zodat deze soort niet specifiek kan profiteren van deze eilanden. De meervleermuis zal kunnen profiteren van de luwere omstandigheden binnen de vooroever. Minder golfslag levert meer voedsel (insecten) op.

Tabel 5.1 Verwachte bijdrage van de stepping stones aan Natura 2000

	verwachte bijdrage van het nieuwe ontwerp aan Natura 2000	
	Middellange termijn (drijvend eiland; 10 jaar)	**Lange termijn (slibeiland; 2040)**
Habitats (kranswierwateren)	Neutraal	Positief
Doelsoorten (mosseletende vogels)	Positief	Positief
Doelsoorten (visetende vogels)	Positief	Positief
Doelsoorten (plantenetende vogels)	Neutraal	Positief
Typische soorten (rivierdonderpad)	Neutraal	Neutraal
Typische soorten (meervleermuis)	Positief	Positief

5.2.2 De bijdrage aan de vier ecologische vereisten

Het realiseren van ecologische verbindingen tussen Markermeer-IJmeer en achter de dijk gelegen moerasgebieden draagt op de middellange termijn bij aan alle ecologische vereisten uit het PRA. Op lange termijn verwachten wij al zoveel invang van slib dat er heldere randen ontstaan. Een uitbreiding van land-waterzones zijn nog niet te verwachten op middellange termijn, maar wel op lange termijn, wanneer slibeilanden zijn ontstaan. Deze maatregel zal duidelijk de ecologische relaties met het ‘achterland’ (binnen- en buitendijks) versterken, onder andere door paaiplaatsen voor vis en foerageergebied voor vogels.

In het PRA staat beschreven welke bijdrage de TBES-maatregelen leveren aan de vier ecologische vereisten. In tabel 5.2 is aangegeven hoe de stepping stones scoren ten opzichte van de vooroever Lepelaarplassen in het PRA. Indien ze eenzelfde effect hebben is de score ‘neutraal’. Wanneer ze beter of slechter scoren, is respectievelijk ‘hoger’ of ‘lager’ aangegeven.

De eilanden scoren beter dan de vooroever in het PRA bij het versterken van ecologische relaties en bij gradiënt in slib. In tegenstelling tot de vooroever vangen de eilanden meer slib in, en zijn ze specifiek ingericht om habitat te bieden voor (foeragerende en broedende) vogels.

Tabel 5.2 verwachte bijdrage van het nieuwe ontwerp aan de ecologische vereisten uit het PRA t.o.v. het PRA

	verwachte bijdrage van het nieuwe ontwerp aan de ecologische vereisten uit het PRA	
	Middellange termijn (10 jaar)	**Lange termijn (2040)**
Heldere randen langs de kust	Vergelijkbaar	Vergelijkbaar
Een gradiënt in slib van helder naar troebel water	Vergelijkbaar	Hoger
Land-waterzones van formaat	Vergelijkbaar	Vergelijkbaar
Versterken ecologische relaties	Hoger	Hoger

5.3 Milieubelasting

De milieubelasting wordt uitgedrukt in belasting op (water)bodem, water(kwaliteit), energieverbruik en emissies (klimaat) en ruimtebeslag. In vergelijking met de aanleg van de vooroever aan de Lepelaarplassen, zoals gesteld in het PRA, is het effect van stepping stones op de bodem neutraal. Er wordt geen bodem ontgraven, en er worden geen vervuilende stoffen gebruikt. Ook de waterkwaliteit zal van dit ontwerp niet meer profiteren. Wij verwachten geen verandering in emissie, en het ruimtebeslag van deze maatregel is vergelijkbaar met die in het PRA.

Tabel 5.3 Milieubelasting van stepping stones t.o.v. het PRA. Kleiner betekent minder belasting, groter betekent meer belasting

	Effecten van het ontwerp
Bodem	vergelijkbaar t.o.v. het PRA
Water(kwaliteit)	vergelijkbaar t.o.v. het PRA
Energieverbruik en emissies (klimaat)	vergelijkbaar t.o.v. het PRA
Ruimtebeslag	~300 ha. (waarvan ~100 ha. drijvende eilanden) = gelijk aan PRA

5.4 Risico's en kansen

Kansen

- De eilanden zijn stepping stones voor natuur, ze vormen een verbinding tussen natuurgebieden
- Katalysatorfunctie: De eilanden creëren rust in het water door vermindering van strijklengte (beperking golfhoogte), waardoor slib neerslaat, het water helderder wordt en kansen voor ontwikkeling van natuur vergroot worden
- Natuurbeleving vergroot draagvlak. Met de eilanden creëren we zichtbare natuur, vanaf land en vanaf het water. Ook betreding is (beperkt) toegestaan
- Veelzijdigheid: Eilanden kunnen op verschillende manieren worden gemaakt en ingericht. Het geeft de mogelijkheid verschillende habitats te creëren. De eilanden zijn goed te combineren met andere technieken en doelen, zoals kunstmatige waterplanten, veenmatten en slibvang
- Bij toepassing van drijvende eilanden: goedkoop op korte termijn, in diepere delen goed mogelijk

Risico's

- Als er geen verbinding met het achterland is (wegen, fietsroutes) zal de meerwaarde voor de natuurbeleving beperkt zijn
  Beheersing: Inrichting van het achterland richten op beleving van de natuur / de eilanden in het Markermeer-IJmeer.
- De drijvende eilanden worden instabiel, raken los, gaan zinken of vallen uit elkaar. Dit risico kan ontstaan door een ongeschikte constructie of onvoldoende onderhoud. De sterke krachten die op het Markermeer spelen (wind, golfslag, peilfluctuaties, kruiend ijs) versterken dit risico. Het idee van drijvende eilanden is nog zo nieuw en de technieken onvoldoende ontwikkeld, dat de kans op dit risico groot is
  Beheersing: 1. Klein beginnen. Goed doordachte constructies eerst in het klein testen en aanpassen, voor ze in het groot toe te passen. 2. Constructies aanpassen aan de krachten die het moet weerstaan.

- Verstoring van vogels: De eilanden zijn in eerste instantie bedoeld als stepping stones voor vogels. Verkeerde afmetingen, ongeschikte locatie en mensen op korte afstand kunnen zorgen voor verstoring
  Beheersing: Afmetingen en locatie (inclusief afstand tot verstoringsfactoren) bepalen aan de hand van de eisen vanuit ecologie.
- Schaduwwerking onder eilanden
  Beheersing: aangezien de eilanden drijven en een beetje kunnen verplaatsen zal het niet altijd overal donker zijn onder deze eilanden. Ook worden de afzonderlijke eilanden niet van dusdanig formaat dat we hiermee problemen verwachten.

6 Totaalontwerp

Figuur 6.1 Totaalbeeld maatregelen

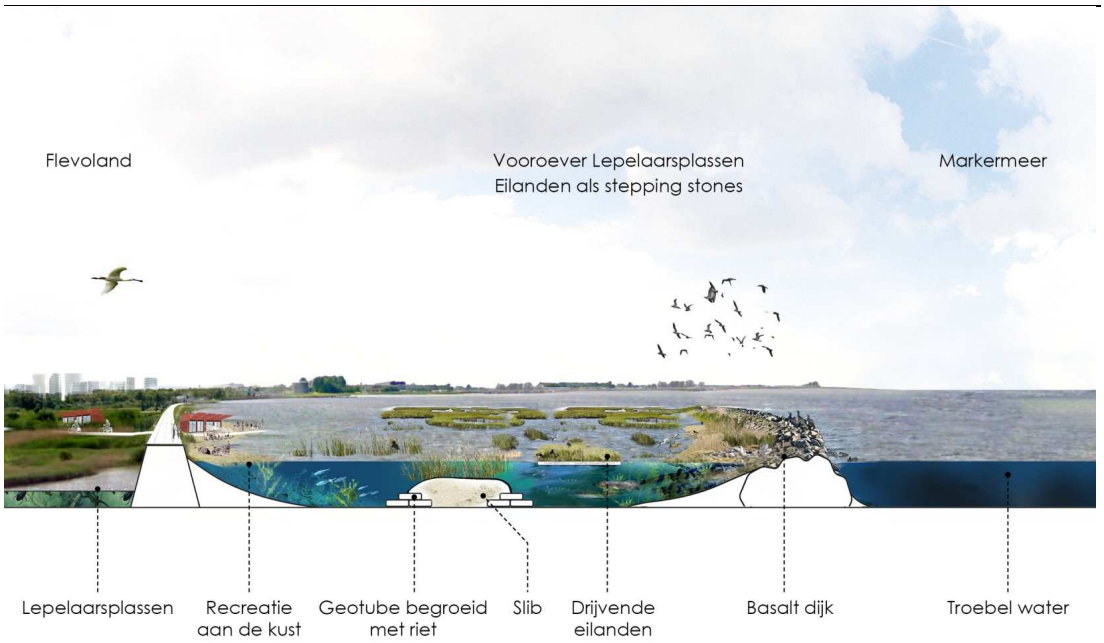
6.1 Ontwerp

Het totaalontwerp van consortium Kransmeer bestaat uit 105 ha kunstmatige waterplanten en 7 ha veenmatten langs de Noord-Hollandse kust, 10 vispassages, minimaal 1.500 ha en maximaal 4.500 ha moeras van veenmatten in combinatie met slibdepots aan de Houtribdijk en 36 ha eilanden als stepping stones langs de kust van de Flevopolder (Lepelaarplassen).

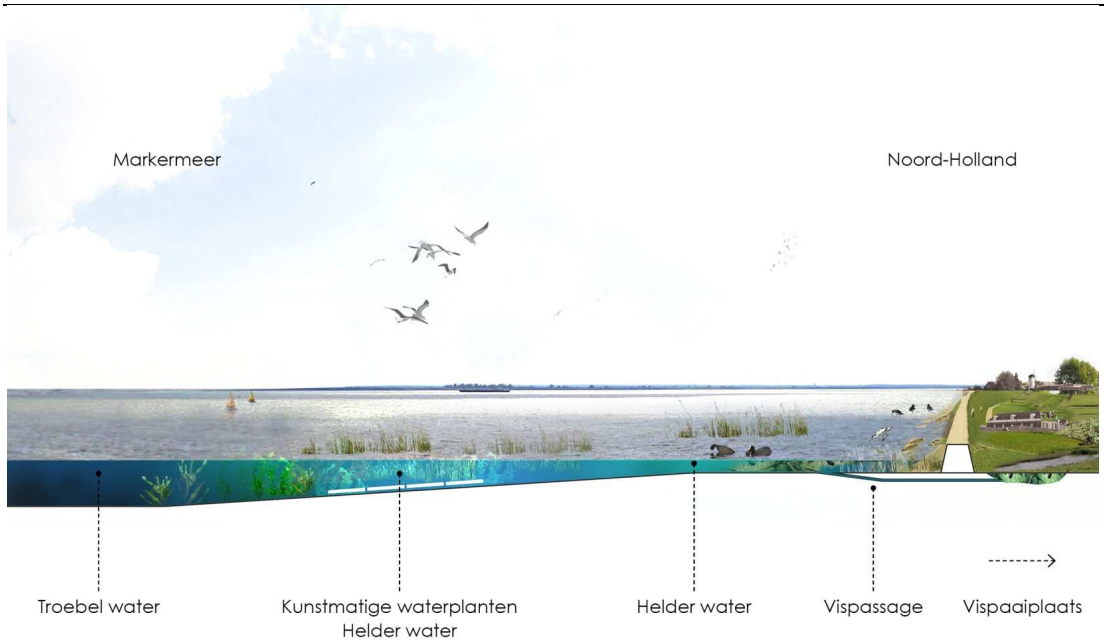
De veenmatten en kunstmatige waterplanten worden ingezet als luwtemaatregelen. Deze hebben een katalyserende werking voor de ontwikkeling van respectievelijk oevervegetatie en waterplanten. Met de vispassages worden de ecologische relaties met het land achter de dijken versterkt.

Het totaalontwerp gaat uit van een moeras van 1.500 ha dat binnen 40 jaar wordt gerealiseerd in de minimumvariant. In de maximale variant wordt 4.500 ha moeras binnen 60 jaar gerealiseerd. Samen met de eilanden als stepping stones langs de Flevokunst ontstaan land-waterzones van formaat. Het moeras zal geleidelijk worden opgebouwd met veenmatten en slib afkomstig uit het Markermeer-IJmeer zelf. Dit slib zal worden verzameld in diepe putten en getransporteerd (per boot) naar de locatie van het moeras. Figuur 6.1 geeft een overzicht van waar de maatregelen zijn voorzien. De figuren hieronder geven impressies van de verschillende maatregelen.

Figuur 6.2 Doorsnede van de luwtedam met drijvende eilanden. Er ontstaan nieuwe broedplekken en luwtes voor vissen en talloze foerageer- en broedplaatsen voor vogels



Figuur 6.3 Doorsnede van de stepping stones en de dijk bij de Lepelaarplassen, waarin de verschillende maatregelen en effecten zichtbaar zijn



Figuur 6.4 Doorsnede van de Noord-Hollandse kust. De kunstmatige waterplanten, veenmatten voor land-water overgangen en de vispassage zijn hierin zichtbaar

6.2 Landschap

De verschillende ingrepen hebben allemaal hun eigen invloed en effect op het landschap en op de recreatie in het gebied. Voor het landschap gaat hierbij om zichtbaarheid van de maatregelen vanaf kust en water, maar ook om de effecten op de cultuurhistorische waarden.

De **kunstmatige waterplanten** zullen in eerste instantie het landschap niet direct beïnvloeden. De maatregelen zijn boven het water niet zichtbaar. Echter in de toekomst zal het water helderder worden en zullen hier de effecten van ook zichtbaar zijn. Dit gaat dan voornamelijk om de zichtbaarheid van vogels, de gebruikers in het landschap.

Het **moeras** zal geen andere effecten hebben op het landschap dan een opgespoten moeras. Het moeras zal zichtbaar zijn vanaf de Houtribdijk en het open water. Een voordeel van de veenmatten en drijvende eilanden is echter wel dat ze nog geruime tijd mobiel zijn en bij een duidelijke visuele verstoring nog verplaatst kunnen worden naar een betere positie.

De **vispassages** (waaronder de passages tussen de Volgermeerpolder en het Markermeer) zullen geen nadelige effecten hebben op het landschap. De ingreep zal voornamelijk onder het water oppervlak en ondergronds zijn, hierdoor zijn er wel de ecologische voordelen, maar geen landschappelijke nadelen.

Voor de **stepping stones** gelden praktisch dezelfde effecten als bij het moeras, echter liggen de stepping stones voor de Flevokust. Hierdoor zijn de effecten voor het wijdse uitzicht vanaf de dijk negatief. Dit uitzicht zal onderbroken worden door de drijvende eilanden. Er wordt met de positionering echter wel rekening mee gehouden dat er verre doorzichten over het Markermeer blijven bestaan. De Flevopolderkust heeft op dit moment een zeer ‘man made’ karakter. De dijk en polders krijgen door de eilanden en lage begroeiing een natuurlijker karaker waarbij de natuur zoals deze nu in de Lepelaarplassen en de Oostvaardersplassen aanwezig is ook aan de andere kant van de dijk te zien zal zijn.

De veenmatten die aan de kust van Noord-Holland toegepast worden, zullen er voor zorgen dat er meer natuurlijke land-water overgangen ontstaan. Dit is niet alleen goed voor de ecologie in het gebied, maar zal ook voor een aantrekkelijk ogende natuurlijke oever zorgen.

6.3 Recreatie

Het Markermeer-IJmeer als ecologisch systeem staat niet op zichzelf. Het meer ligt in de directe nabijheid van grootstedelijk gebied. De nabijheid van de stedelijke gebieden vormt aan de ene kant een bedreiging voor het gebied, maar zou ook grote kansen kunnen bieden. Door het toegankelijk maken van de groengebieden is de bevolking zich bewust van de waarde die de aanwezige natuur heeft voor de stad. De verschillende ingrepen hebben hun effecten op de

recreatie in het gebied. Sommige van deze nieuwe mogelijkheden kunnen ook bijdragen aan de bekostiging van de verschillende ingrepen. Anderen zullen geen directe opbrengsten genereren, of nieuwe recreatie creëren, maar enkele effect hebben op de bestaande recreatie mogelijkheden.

De **kunstmatige waterplanten** dragen niet direct bij aan een vergroting van de recreatiemogelijkheden. De effecten van een helderder water in het Markermeer zullen er wel aan bijdragen dat de fauna in het gebied meer en beter aanwezig zal zijn. Dit zal extra mogelijkheden genereren voor de ornithologische recreatie.

Het **moeras** zal ook bijdragen aan de foerageer- en broedplaatsen van vogels. Deze bieden ook kansen voor de vogelspotters en de ornithologische recreatie.

De **vispassages** zullen een positief effect hebben op de visstand van het gebied. Dit zal positieve effecten opleveren voor hengelsport mogelijkheden.

De **stepping stones** bieden luwte aan de verschillende dier- en plantensoorten, maar daarnaast bieden ze ook luwte voor verschillende vormen van watersport. Op dit moment is het Markermeer te wijds en wild voor veel vormen van watersport zoals, kano's, roeiboten en kleine zeilbootjes. Op de luwtedam is het mogelijk een uitkijktoren te realiseren die een goede spotplaats is voor vogels.

6.4 Aanlegperiode en fasering

Alle voorgestelde maatregelen worden gefaseerd uitgevoerd. In de volgende paragrafen wordt per onderdeel aangegeven welke fasering wordt aangehouden voor het realiseren van de maatregelen.

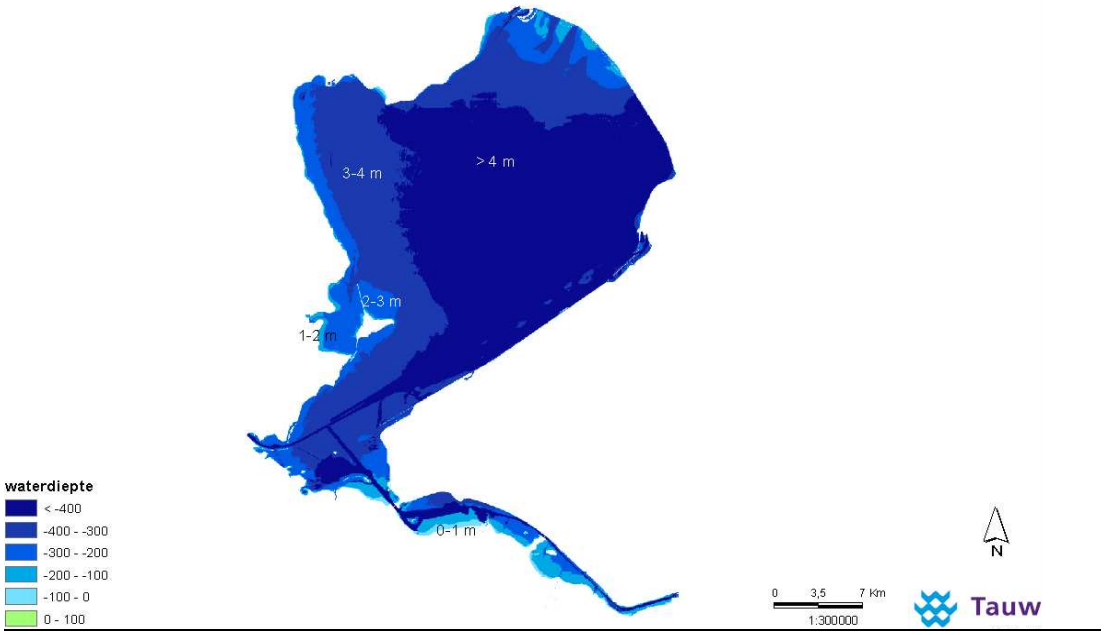
Tabel 6.1 Fasering maatregelen consortium Kransmeer

	Periode 2013-2022	Periode 2022-2040	Resultaat
Luwtes Noord-Hollandse kust			*min. 550 ha begroeid*
Kunstmatige waterplanten	53 ha	52 ha	
Veenmatten	7 ha	-	
Moeras			*1.500 ha moeras*
Veenmatten	129 ha	-	
Slibdepots en drijvende eilanden	600 ha	600 ha	
Vissen en vismigratie			*10 vispassages*
Vispassages	10	-	
Stepping stones			*36 ha stepping stones*
Slibdepots en drijvende eilanden	18 ha	18 ha	

6.4.1 Kunstmatige waterplanten

Groeimodel

Doelstelling is om voor 2040 een bedekking met kranswieren te krijgen van 2 % in het Markermeer-IJmeer, en 30 % van het begroeibaar areaal met waterplanten (zie paragraaf 2.1.3). Voor 2022 wordt de helft van deze bedekking verkregen. De huidige bedekking is onbekend. Wel is er een afnemende trend waarneembaar van zowel kranswieren als andere waterplanten in 2007 ten opzichte van 2004. Diepte is bepalend voor het voorkomen van waterplanten. In het Markermeer-IJmeer groeien waterplanten / kranswieren uitsluitend in de zone tot 2-3 m waterdiepte, merendeels in de zone tot 2,5 m. In figuur 6.5 zijn de verschillende zones in het Markermeer-IJmeer duidelijk te onderscheiden. Verder is er een vermoeden dat de ontkiemende waterplanten onvoldoende houvast hebben in de sliblaag op de bodem. Bij storm woelt de laag op en is de samenhang verdwenen.



Figuur 6.5 Verdeling van de waterdiepte

Het toepassen van de kunstmatige waterplanten volgens een groeimodel zal het meest efficiënt en kostenbesparend zijn. Het idee achter het groeimodel is dat niet alle structuren tegelijk worden aangelegd, maar dat dit gefaseerd gebeurt. Niet alleen in tijd, maar ook in ruimte/diepte. Door te beginnen met de aanleg op een diepte van 2-3 meter kan de zone van 0-3 meter zich ontwikkelen in de eerste jaren. Wanneer in die zone voldoende bedekking van natuurlijke waterplanten is gerealiseerd, zijn de structuren eventueel toe te passen op grotere diepte (3-4 m). Naast een

groei van het areaal de diepte in, houdt het groeimodel ook in, dat we structuren bij kunnen plaatsen op locaties waar de natuurlijke vegetatie goed aanslaat. Een uitbreiding in de lengte van de oever wordt daarmee gerealiseerd. Zo ontstaat er door de tijd heen een waterplantenvegetatie die zich als een olievlek uitbreidt. Van kranswieren is bekend dat de oosporen zich 500-1.000 m kunnen verspreiden. De maximale groei van een kranswierveld ligt dus op 1 km per jaar [Van den Berg en Coops, 1998].

Een bijkomend voordeel van het groeimodel is dat er geen onnodige energie gestoken hoeft te worden in de locaties waar de natuurlijke vegetatie niet aanslaat. We bouwen steeds voort op de locaties die zich goed ontwikkelen.

Fasering

Periode 2013-2022
De aanleg van kunstmatige waterplanten geschiedt in de zone van 2-3 m waterdiepte. In de kansrijke gebieden, in de omgeving van de Hoornse Hop en de Gouwzee, worden in meerdere clusters **53 ha kunstmatige waterplanten** aangelegd.
Wij verwachten dat, bij een verhouding van 20 % matbedekking – 80 % leeglaten, de bodem volledig bedekt wordt met waterplanten. De 53 ha aan kunstmatige waterplanten resulteert dus in **265 ha begroeiing**, wat overeen komt met 0,38% bedekking van het gehele Markermeer-IJmeer en met **1,37 % van het begroeibaar areaal**.

Hoe groot het totaal begroeide areaal wordt is onbekend, omdat er geen gegevens zijn over de huidige bedekkinggraad. Daarnaast is de katalysatorfunctie van de kunstmatige waterplanten niet gekwantificeerd en zal nader onderzocht moeten worden in bijvoorbeeld de Waterproeftuin.
In totaal moet 5.804 ha begroeid moeten raken met waterplanten. Met het groeimodel gaan wij er vanuit dat de vegetatieontwikkeling zich als een olievlek zal uitbreiden en dat op korte termijn aanleggen van duizenden hectares aan matten niet nodig, en bovendien erg kostbaar, is.

Periode 2022-2040
Kunstmatige waterplanten worden aangelegd in de zone van 3-4 m waterdiepte. Het doel is om een verdere uitbreiding te realiseren van waterplantenontwikkeling naar de diepere zone. In deze fase wordt **52 ha kunstmatige waterplanten** aangelegd, wat, net als in fase 1, overeenkomt met een uitbreiding van 0.38 % bedekking van het gehele Markermeer-IJmeer en met een uitbreiding van **1,37 % van het begroeibaar areaal**.

6.4.2 Veenmatten

Periode 2013-2022
De drijvende veenmatten worden aangelegd langs de Noord-Hollandse kust, vóór de zone met kunstmatige waterplanten en voor het moeras, op een waterdiepte van 0-1 meter. Een areaal van 136 ha wordt in zijn geheel voor 2022 gerealiseerd. Hiervan wordt 7 ha aangelegd voor de Noord-Hollandse kust en 129 ha bij het moeras.

Voor 2040 zijn de matten gezonken en vormen ze een zachte landwaterovergang die geleidelijk overgaat in waterplanten. Wij schatten in dat 1 ha veenmat dankzij de katalysatorfunctie resulteert in minimaal 3 ha begroeide land-waterovergang.

Versnelde groei van riet bereiken we door het inplanten van riet in de veenmat. In het Drontermeer bleek dat na 1-3 jaar een hogere betrekkingsgraad en rietlengte werd bereikt dan door inzaaien [Remmelzwaal & Verheule, 1999]. In een periode van 1-2 jaar verwachten we dat de veenmat volledig is begroeid met riet.

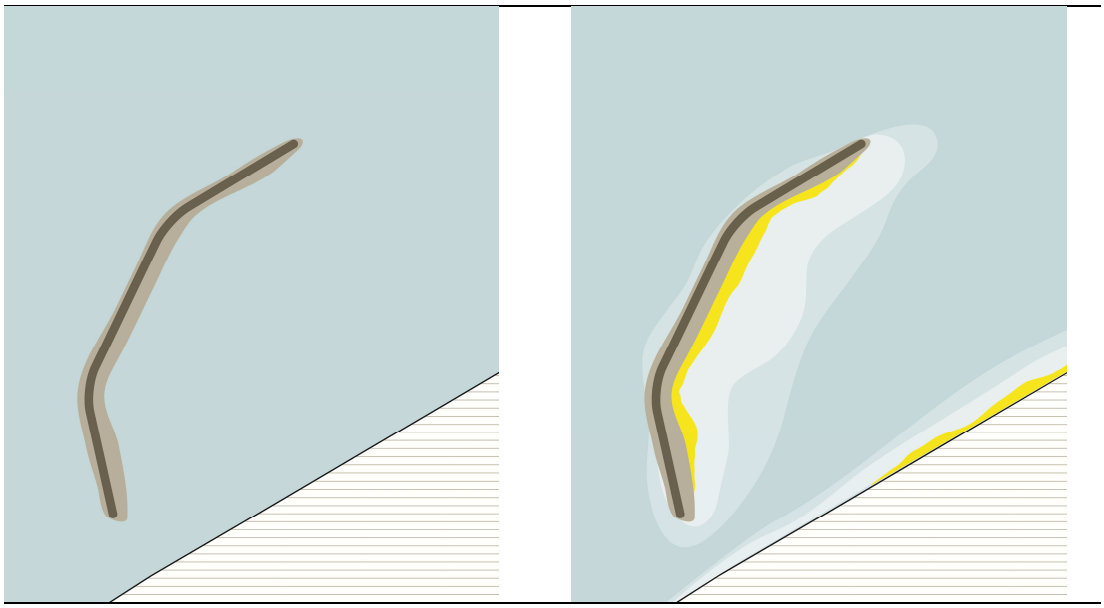
6.4.3 Vismigratie

Periode 2013-2022
Idealiter vindt vismigratie vooral binnen het gebied plaats. Land-waterovergangen zijn op lange termijn alom aanwezig. Op de middellange termijn worden 10 verbindingen gerealiseerd voor uitwisseling met achter de dijk gelegen gebieden. Indien verbindingen met het achterland worden gerealiseerd is het van belang om na te gaan of geschikte habitats aanwezig zijn en goed op elkaar aansluiten. Daarnaast moet worden onderzocht welke soorten daadwerkelijk gebruik maken van inlaten/vispassage op overgangen tussen Markermeer en regionaal water en in hoeverre dit overeenkomt met de doelstellingen van de betrokken waterbeheerder.

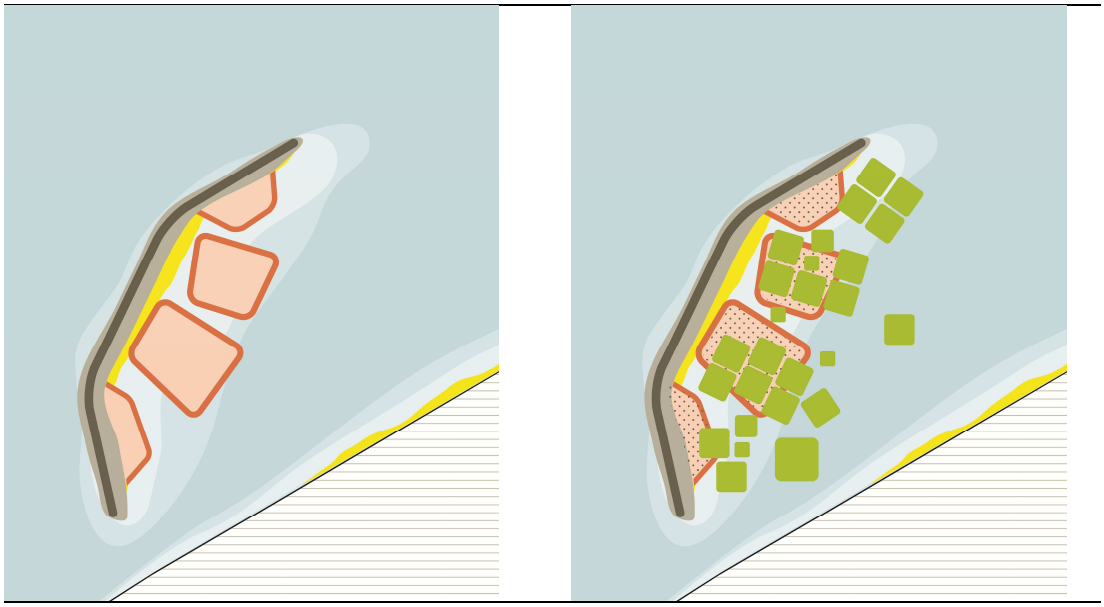
6.4.4 Stepping stones

De stepping stones zijn ontbrekende schakels tussen de gebieden voor en achter de dijk en zijn schakels tussen grote ecologische gebieden. De vooroever van de Lepelaarplassen is voor beide schakelsystemen de beste plek om met de aanleg te beginnen. Bij een succes kan daarna op verschillende andere plekken langs de dijk van de Flevopolder meer stepping stones worden aangelegd. Door een optimale afstand tussen de stepping stones aan te houden zal het ecologisch effect optimaal zijn en zal daarnaast het IJmeer-Markermeer nog steeds de kenmerkende vergezichten behouden. Aangezien de eilanden verplaatsbaar zijn, zou bij een versnelde inklinking van slibdepots, met dezelfde drijvende eilanden op een andere plek gewerkt kunnen worden. Het eiland, indien natuurlijk vervaardigt, kan echter ook als ‘deksel’ van het slibdepot, tot een permanent eiland verworden.

Periode 2013-2022 (Fase 1)
Als we de fasering van een losse stepping stone onder de loep nemen, zal begonnen moeten worden met de aanleg van de luwtedam van basalt (fase 1a). Deze biedt de nodige beschutting tegen wind en golfslag. Hiertegen aan en aan de Flevolandse kust worden nu zachte vooroevers gerealiseerd (fase 1b). Vervolgens kan het slibdepot aangelegd worden aan de binnen kant van de luwtedam (fase 1c). De eilanden kunnen hierna in het luwere water achter de dam opgebouwd worden (fase 1d), echter de drijvende eilanden kunnen om het traject te versnellen ook op een andere plek opgebouwd worden en vervolgens naar hun plek gesleept worden. Hier zou ook voor gekozen kunnen worden omdat dan de grassen, riet en lage begroeiing alvast tot de gewenste hoogte te laten groeien.



Figuur 6.6 Fase 1a en 1b



Figuur 6.7 Fase 1c en 1d

Periode 2022-2040 (Fase 2)

Op de locaties voor fase 2 worden net als in fase 1 de luwtemaatregelen en de vooroevers gecreëerd. Ook de slibdepots worden hier net als in fase 1 weer aangelegd. Vervolgens kunnen de drijvende eilanden die in fase 1 gebruikt zijn hier opnieuw gebruikt worden. De plaatsen waar ze in fase 1 vandaan komen zijn nu door echte eilanden (van slib) ingenomen. In totaal denken we de drijvende eilanden vijf keer te kunnen (her)gebruiken.

Figuur 6.8 Fase 2

6.5 Organisatie

Rolverdeling
Het Markermeer en IJmeer valt onder de verantwoordelijkheid van de overheid. De aanpak van de slibproblematiek en het verbeteren van en ecologisch potentieel in het Markermeer en IJmeer is een taak van de centrale overheid. Rijkswaterstaat is daarvoor de eerst aangewezen partij. Ook de provincies Flevoland en Noord-Holland hebben er duidelijk belang bij een gezonde ecologie. En dat geldt ook voor de waterschappen.
Vooralsnog zal daarom de overheid (Rijkswaterstaat) moeten optreden als trekker in het proces om te komen tot een toekomstbestendig ecologisch systeem. Afhankelijk van de aard van de maatregelen – wie heeft er baat bij? – kunnen bij de uiteindelijke uitvoering van de maatregelen ook andere partijen betrokken worden of als opdrachtgever optreden. De overheid zal in dat laatste geval wel als toezichthouder moeten blijven optreden.

Als het bijvoorbeeld gaat om zandwinning ten behoeve van slibopvang, is Domeinen (ministerie van EL&I) verantwoordelijk. Het bedrijfsleven, in dit geval zandwinbedrijven, beroepsvisserij en toerisme hebben echter ook belangen bij deze maatregelen. Daarom zou PPS (publiek private samenwerking) zeker een optie zijn.

Daar waar sprake is van recreatief medegebruik, is er mogelijk ook een belangrijke rol weggelegd voor partijen als recreatieschappen en private ondernemers. Horeca en verblijfsrecreatie kunnen zich ontwikkelen, waarbij ze beheer- en onderhoudskosten voor de openbare ruimte en natuurinrichting gaan dekken. Het recreatieschap en de private partijen kunnen samen het ‘park’beheer voor hun rekening nemen, via pachtconstructies of afdracht van toeristenbelasting. De eerste optie achten wij het meest kansrijk omdat de betrokkenheid van de ondernemers dan het grootst is. In de andere gevallen kan een recreatieschap de rol als beheerder vervullen.

Tot slot kunnen ook de omliggende gemeenten een belang hebben bij de maatregelen in het kader van natuurcompensatie. Gemeenten met grote ontwikkelopgaven, zoals Amsterdam, Almere en Lelystad, kunnen baat hebben bij herstel van natuur in de directe omgeving van het stedelijk gebied. Ook kan binnendijkse natuur uitgebreid worden met nieuwe natuur in samenhang met de stedelijke ontwikkelingen.

Betrekken belanghebbenden
Voor het slagen van de plannen is het noodzakelijk om belanghebbende partijen te betrekken bij het uitdenken van de plannen en mee te nemen in het proces van gedachten- en besluitvorming. Daarbij moet bijvoorbeeld gedacht worden aan de omliggende gemeenten, maar ook aan partijen als Natuurmonumenten, de visserijbond en de watersportbond.

Daar waar bij de realisatie van maatregelen het bestemmingsplan gewijzigd moet worden, zal een formele procedure gevolgd moeten worden. Daarbij kunnen alle belanghebbenden inspreken. Om een bestemmingsplanprocedure soepel te laten verlopen is het belangrijk om de belanghebbenden tijdig te betrekken en in te lichten. Ook indien geen formele procedure gevolgd hoeft te worden, is het voor het slagen van de plannen wel noodzakelijk om alle belanghebbende partijen tijdig te betrekken.

Bij een formele bestemmingsplanprocedure zullen provinciale en lokale overheden moeten instemmen met de plannen.

Samenhang met andere projecten en functies
Zoals al aangegeven is er een sterke samenhang tussen de verbetering van de ecologische toestand in het Markermeer en IJmeer en de stedelijke en recreatieve ontwikkelingen in en om het gebied. Daarnaast heeft ook de noodzakelijke versterking van de Houtribdijk een directe link met het project. Maatregelen ter verbetering van de ecologie kunnen ook een positieve invloed hebben op de sterkte van de Houtribdijk, er zal dan sprake zijn van een ‘win-win’-situatie.

7 Kosten- en opbrengstenraming

Voor uitvoering van de ideeën van consortium Kransmeer is een investering van EUR 274 miljoen nodig. Dit levert een besparing van EUR 357 miljoen op ten opzichte van het PRA. In dit hoofdstuk wordt de opbouw van de kosten en de omvang van de besparing verder toegelicht.

Bij het opstellen van de begroting is nadrukkelijk gekeken naar het PRA en de kostenraming zoals opgesteld door Ecorys in 2008 en de Actualisatie Kostenraming van 2011. In deze documenten zijn uitgangspunten benoemd en eenheidstarieven gebruikt. De uitgangspunten zijn kritisch tegen het licht gehouden en daar waar mogelijk aangepast. De eenheidstarieven zijn voor een groot deel overgenomen. Dit bevordert de herkenbaarheid van het geheel.
Onze opdracht was om een visie document op te stellen die een Toekomst Bestendig Ecologisch systeem mogelijk maakt. Dit betekent dat maatregelen de tand des tijds moeten doorstaan. Maar het moet ook nog eens tegen een scherpe prijs. Daarbij is rekening gehouden met de wensen van de WMIJ zoals de stepping stones voor Flevoland, de aanleg van een 1.500 ha – 4.500 ha groot moeras en de katalyserende werking van maatregelen die nodig zijn om de ecologie weer op orde te krijgen.

In bijlage 6 is de opbouw van de kosten weergegeven. In de paragrafen hieronder wordt een en ander verder toegelicht.

7.1 Kosten- en opbrengstenraming

Het te bouwen moeras wordt opgebouwd uit slib en bestaat uit eilanden waaronder gemodificeerde geotubes zijn geplaatst welke het slib vasthouden. Omdat het slib dat gebruikt wordt om het moeras te bouwen uit het Markermeer zelf komt is er in de kostenbegroting een periode van 60 jaar aangenomen in plaats van 40 jaar. Dit komt doordat het vangen van slib en het stabiliseren van slib tijd kost. Er worden tevens kansen gezien op de besparing van onderhoudsbaggerwerken van de vaargeulen in het Markermeer door de omstandigheden beter te organiseren. Door de nieuwe slibopslag mogelijkheid in de vorm van het moeras is het niet meer noodzakelijk om het gebaggerde slib over een grote afstand te vervoeren. Dit bespaart een bedrag van enkele euro's per kubieke meter. Bij grove benadering liggen de huidige onderhoudskosten van deze werkzaamheden op EUR 6,00/m³ exclusief stortkosten. In de PRA van Ecorys uit 2008 is een bedrag van EUR 2,69 / m^3 aangehouden. Dit zal betekenen dat de besparingen op deze onderhoudswerkzaamheden nog hoger liggen dan in deze kostenraming is doorgerekend.

De zandwinning levert inkomsten op. Hoe meer zandwinputten er in deze 60 jaar worden aangelegd hoe meer diepte er ontstaat in het Markermeer. En hoe meer slib er zal worden vastgelegd. De PRA heeft daar ook al naar gekeken. Ze gingen er echter vanuit dat de zandwinput eenmalig weer volloopt met slib. Tauw heeft daar een alternatief op bedacht in de vorm van onder water slib depots ter plaatse van het moeras.

Tevens heeft men in de PRA bij die berekeningen maatregelen genomen om ter plaatse de slib problematiek tegen te gaan, door het aanbrengen van een laag zand boven op het slib. Dat levert veel kosten op en een reductie van inkomsten doordat slechts de helft van het zand kan worden verkocht. Door samen met de leverancier van de Geotubes na te denken over modificaties zijn er onderwater slibdepots ontwikkeld die het overtollige slib kunnen gaan bergen. Op termijn zullen die depots eilanden gaan vormen.

De bouw van nog meer zandwinputten en daarmee slibvang putten lijkt een lucratieve batenpost. Het is echter niet reëel om nog meer zand te gaan winnen om het gehele project te financieren. Meer zand opbrengsten zal leiden tot een te groot aanbod van zand ten opzichte van de vraag waardoor de zandprijs zal dalen. Bij de doorrekening naar een moeras van 4.500 Ha is naar rato gerekend met zandwinning. Er is dan ook voor een langere periode voor realisatie gekozen.

Bij de bouw van het moeras in onze visie is in eerste instantie uitgegaan van een moeras van 1.500 ha. (oppervlakte van de 2^{e} maasvlakte) hierdoor zou circa 20 % van ‘de mobiele slibbodem’ [4] worden verbeterd. Dit is volgens de presentatie van Royal Haskoning voldoende om de TBES-doelstellingen (helder water) te bereiken. Op verzoek van de WMIJ is echter doorgerekend met een moeras van 4.500 ha. Het laten uitgroeien van het moeras van 1.500 ha. naar 4.500 ha. over een periode langer dan 40 jaar kan wenselijk zijn. Het aanvoeren van slib vanuit rivieren naar het Markermeer zal niet stoppen en dit zal het TBES op de lange termijn blijven bedreigen. Het continu vangen van slib kan deze bedreiging verkleinen.

Een groot verschil tussen onze visie en het PRA is dat het slib niet meer wordt gezien als een afvalproduct maar verandert in een grondstof. Het gevangen slib zal een nieuwe voedselrijke bodem gaan vormen in het te bouwen moeras. Door slib langere tijd in een luwtegebeid te houden (het depot) zal het gaan stabiliseren en weer vaste bodem gaan vormen.
Tevens geldt voor het afvoeren van het slib dat vrijkomt uit onderhoudswerkzaamheden dat dit hoge kosten met zich meebracht. Door het slib te hergebruiken in de nabijheid van de winlocatie kan er op deze kosten worden bespaard. Rijkswaterstaat bespaart enerzijds op haar transportkosten van het slib naar een vergelegen locatie en anderzijds wordt er bespaard op de

[4] De waterbodem in het markermeer bevat heel veel slib. Een deel daarvan is mobiel en zal bij sterke wind en storm in beweging komen en niet alleen het water vertroebelen, maar ook de fragiele planten die in deze laag wortelen weer doen verdwijnen. Door deze ‘mobiele laag’ slib, die zich gedraagt als een soort yoghurt af te vangen wordt het gehele systeem verbeterd. We hebben gerekend met een laagdikte van 0,5 meter mobiel slib.

stortkosten van het slib in die baggerdepots. Het consequent vangen van slib in het Markermeer kan er op termijn toe leiden dat er minder gebaggerd hoeft te worden in de vaargeulen van het Markermeer. De hoeveelheid slib in het Markermeer wordt immers teruggedrongen. Dit kan leiden tot een minder intensief onderhoudsprogramma voor Rijkswaterstaat.

De hierboven beschreven aanpak heeft geleid tot de volgende twee kosten overzichten. Allereerst is de minimale variant berekend. Deze variant komt uit op een bedrag van EUR 274 miljoen exclusief BTW. Dit is inclusief de inkomsten zoals hierboven is aangegeven.
Op verzoek van de WMIJ is er ook een kosten indicatie gegeven voor de maximale variant, namelijk de bouw van het moeras van 4.500 Ha tegen de Houtribdijk aan. Deze variant is in feite een schaalvergroting van de eerdergenoemde variant. Deze komt neer op een bedrag van EUR 543 miljoen exclusief BTW.

Tabel 7.1 Kostenraming minimale variant van consortium Kransmeer vergeleken met het PRA

Minimumvariant consortium Kransmeer			**PRA**		
		Kosten (miljoenen Euro's)			Kosten (miljoenen Euro's)
Moeras	1.500 ha	186	Moeras	4.500 ha	518
Luwtemaatregelen: - Kunstmatige waterplanten - Veenmatten	105 ha 7 ha	36	Luwtemaatregelen	golfbrekers	17
Diepe putten	7	*	Diepe putten	Geen	0
Stepping stones	36 ha	7	Vooroever Lepelaarplassen	300 ha	60
Vispassages	KRW (8)	10	Vispassages	KRW (8)	1
Recreatief medegebruik	Vaardoelen/ stranden	23	Recreatief medegebruik	Vaardoelen/ stranden	23
Monitoring en onvoorzien	Systematisch	12	Monitoring en onvoorzien	Systematisch	12
Totaal		**274**	**Totaal**		**631**

Tabel 7.2 Kostenraming maximale variant van consortium Kransmeer vergeleken met het PRA

Maximumvariant consortium Kransmeer			**PRA**		
		Kosten (miljoenen Euro's)			Kosten (miljoenen Euro's)
Moeras	4.500 ha	461	Moeras	4.500 ha	518
Luwtemaatregelen: - Kunstmatige waterplanten - Veenmatten	105 ha 7 ha	36	Luwtemaatregelen	golfbrekers	17
Diepe putten	7	*	Diepe putten	Geen	0
Stepping stones	36 ha	7	Vooroever Lepelaarplassen	300 ha	60
Vispassages	KRW (8)	10	Vispassages	KRW (8)	1
Recreatief medegebruik	Vaardoelen/ stranden	23	Recreatief medegebruik	Vaardoelen/ stranden	23
Monitoring en onvoorzien	Systematisch	12	Monitoring en onvoorzien	Systematisch	12
Totaal		**549**	**Totaal**		**631**

7.2 Onderbouwing

Opbouw van de kosten van investering per maatregel

Zoals aangegeven zijn we ervan uitgegaan dat het grootste probleem van het Markermeer-IJmeer de slib vracht is. We hebben ervoor gekozen om het overtollige slib te verzamelen en vervolgens te gebruiken voor de opbouw van het moeras. Dit resulteert in een moeras met een totale omvang van 1.500 ha tot 4.500 ha en een gebied in het Markermeer van 20 % dat door deze maatregelen verlost wordt van het aanwezige mobiele slib.

Het vastleggen van het mobiele slib zorgt voor een duurzaam karakter van de TBES-maatregelen. Het slib wordt in onderwater depots geplaatst, alwaar het in de loop der tijd zal gaan stabiliseren en zal omvormen in vaste bodem. Het moeras en de stepping stones zijn in feite gelijk in opbouw, qua kosten en gebruikte technieken. Boven de depots zullen drijvende eilanden aanwezig zijn die voor luwte zorgen in deze depots. Maar tevens zullen deze eilanden al snel een zichtbaar natuurlijke uitstraling hebben. Het zijn vogeleilanden. De eilanden zullen worden verplaatst naar het volgende depot, zodra het huidige depot vol raakt. Het depot wordt vervolgens afgewerkt met een laag klei of grond en zal boven water uitsteken. Een natuurlijk eiland is ontstaan. De laatste afwerkstap zijn de veenmatten.

De drijvende eilanden zullen 5 keer worden gebruikt alvorens een grote revisie noodzakelijk is. Met deze revisie is in de begroting geen rekening gehouden. Indien het eiland afgeschreven is, zal het worden gerecycled.

Ten opzichte van de PRA betekent dit dat ervoor is gekozen om geen gebruik te maken van gronden afkomstig van ruimte voor de rivier projecten, maar van materialen uit het eigen gebied. Door slib niet te zien als een last is tevens voorkomen dat veel kostbaar zand moet worden gebruikt om slib af te dekken. In de begroting van Ecorys waren de kosten hiervoor aanzienlijk. Dat komt dus te vervallen.

Opbouw van de opbrengsten

De opbrengsten binnen het project van Tauw bestaan uit de inkomsten die worden verkregen door de verkoop van zand dat vrijkomt bij het creëren van de slibvangputten. Bij het berekenen van de opbrengsten uit de slibputten is gerekend met dezelfde uitgangspunten die zijn opgenomen in het PRA (bladzijde 16 paragraaf 2.2 van de kostenmodule toekomst Markermeer/IJmeer, Eindrapport 3 september 2008, rapportnummer BW/AMV//II17982, van Ecorys Research and consulting. Kortweg de PRA). Hierin wordt gesteld dat het winnen van 1 miljoen kuub zand een investering van 4 miljoen euro vergt. De opbrengsten van 1 miljoen kuub zand worden in diezelfde paragraaf op EUR 5 miljoen gesteld. Dit betekent dus een opbrengst van EUR 1 miljoen per miljoen kubieke meter zand. Het veranderen van kostenpost in het PRA naar een batenpost in het plan van Tauw komt door de keuze om de gehele zandopbrengst te gaan verkopen en niet een deel te gebruiken om slib vast te leggen. Het slib wordt in dit plan immers gevangen in de te graven putten en vervoerd naar het te creëren moeras.

De opbrengsten bestaan in deze begroting uit de inkomsten uit de exploitatie van zand. De 7 zandwinputten van de PRA kunnen volledig worden gebruikt voor de verkoop van zand, hetgeen bij een in de PRA gehanteerde prijs van 5 euro/m^3 EUR 350.000.000,- oplevert in de komende 40 jaar.
Daarnaast wordt slib niet als kostenpost gezien, maar als opbrengst. Rijkswaterstaat is momenteel veel geld kwijt aan het vrijhouden van de vaargeulen. Hoe meer slib er permanent kan worden vastgelegd in de depots, hoe lager de kosten van RW. De exacte kosten voor verwerking van slib door RW zijn nog niet bekend, maar er is in de begroting gerekend met een bedrag van EUR 2,69, voor transport van slib naar de depots. De verwachting is dat dit bedrag qua opbrengsten gunstiger zal gaan uitpakken, aangezien RW nu het slib buiten het Markermeer gebied zal afzetten. Het levert een extra besparing op. In de begroting als volgt gerekend.
Het moeras groot 1500 Ha wordt voor ¾ deel gevuld met slib uit het Markermeer. Dit is bij een diepte van 4 meter 45 miljoen m3 slib. Bij een prijs voor transport en verwerking (bron Ecorys PRA 2008) van EUR 2,69 komt dit neer op EUR 121.000.000,-. aan verwerkingskosten.
Momenteel kost zo een hoeveelheid verwijderen ex stortgeld nog EUR 45 miljoen x EUR 6,00 = EUR 270 miljoen. In dat geval is de besparing dan 270 – 121 = EUR 149 miljoen over 40 jaar. Echter, omdat er nog een aantal zaken nader dienen te worden doorgerekend en geoptimaliseerd blijven we aan de veilige kant zitten en beschouwen we de besparing voor Rijkswaterstaat op onderhoudsbaggerwerk op het bedrag gelijk aan de kosten, namelijk EUR 121 miljoen exclusief BTW.
Door slib uit het eigen gebied te gebruiken is inkoop van elders niet noodzakelijk. De kosten voor aanvoer van materiaal voor de bouw van het moeras van de ruimte voor de rivier projecten lopen dan terug tot het materiaal dat benodigd is voor de kleiig / grondige afdeklaag. Hierbij is gerekend met een bedrag van EUR 13,00/m^3. Daar bovenop komen dan de veenmatten. Die zijn apart doorgerekend en in de begroting weergegeven. De aanleg van een moeras is daarmee financieel haalbaar.
Voor een moeras van 4.500 Ha is de zelfde opzet aangehouden, maar is de tijd voor de opbouw verlengd naar 60 jaar.

Opbouw van de kosten voor beheer en onderhoud
Voor het beheer zijn de kosten van de PRA van Ecorys aangehouden. Het berekende oppervlak betreft de 1.500 ha - 4.500 ha, bestaande uit het moeras en de stepping stones. Gerekend is met EUR 340,00 per ha/jaar, wat overeenkomt met de bedragen uit de PRA.

Onderbouwing van de posten
De onderbouwing van de diverse posten moet worden gezien als bouwstenen voor het TBES. Elk van de bouwstenen draagt bij aan dit doel. Globaal gezien is het beheersbaar krijgen van de slibvracht de grootste opgave. Enkel de inzet van een van de bouwstenen leidt tot frustratie. Op de lange termijn kan dit leiden tot het met slib vollopen van de matten met kunststof waterplanten,

waardoor deze hun functie verliezen. Ook enkel helder water exact ter plaatse van die kunststof plant is niet gewenst. Om overall het benodigde percentage water weer helder te krijgen is per situatie een maatwerk scenario noodzakelijk.
Voor de begroting is teruggerekend naar de benodigde hoeveelheid slib voor de realisatie van 1.500 moeras. Dit levert een oppervlakte van 20 % helder water op, uitgaande van 0,5 m mobiel slib verwijdering. Dat is meer dan noodzakelijk is (zie voorgaande hoofdstukken) voor de TBES-maatregelen.
In de begroting zijn dan ook posten opgenomen die als bouwstenen kunnen worden gezien. Voor de hoeveelheid inzet van elke bouwsteen kan in de tijd variëren. Door de planning te volgen en gelijktijdig de effecten op het TBES te monitoren kan op een gegeven moment besloten worden om een post niet langer te gebruiken, of juist te intensiveren.
Voor het totaal kostenplaatje is echter zoveel als mogelijk rekening gehouden met de geformuleerde doelstellingen, waaronder helder en een moeras in 2040.

Gehanteerde eenheidsprijzen
Voor de berekening van de eenheidsprijzen wordt verwezen naar de bijlagen.

Gehanteerde calculatiemethode
Voor de calculatie is gebruik gemaakt van de getallen van Ecorys [2008 en 2011], Witteveen+Bos [2006] en de ervaringsgetallen van Tauw. Voor vatkosten is 10 % aangehouden. Voor algemene kosten winst en risico is 6 en 7 % aangehouden. Dit zijn standaard percentages.

7.3 Bandbreedtes

In onze aanpak is het nodige aan innovatie ingebouwd. ´Nieuwe vaten voor oude wijn´ is misschien een betere benadering. Vele zaken zijn eigenlijk niet nieuw. Wat nieuw is, is de combinatie van onderwerpen, die gezamenlijk moeten leiden tot het TBES. Zo is het uitwerken van drijvende eilanden altijd gezien in combinatie met het ontstaan van reductie van licht intreding in het water. Een nadeel dus, maar door er onder een depotruimte te maken voor slib is dit nadeel komen te vervallen. Sterker nog, het slibdepot krijgt een luwte waardoor het beter kan bezinken, er zal geen CO_2-uitstoot plaatsvinden door opslag op land, ruimtegebruik wordt optimaal benut, voor de omwonende is meteen een meerwaarde ontstaan doordat ze geen depot zien, maar een vogeleiland en tenslotte kunnen vogels al gebruik maken van het gebied terwijl het depot nog in ontwikkeling is.
In onze begroting is dus uitgegaan van maakbare technieken en onderwerpen. We houden in de begroting de aangegeven marges aan zoals ook in het PRA is gebruikt. Bandbreedte kostenraming: betrouwbaarheidsmarge van 30 % bij een betrouwbaarheid van 70 %.

8 Aanbevelingen

Zoals aangegeven hebben we in deze rapportage een aantal zaken als uitgangspunt benaderd. Het is van belang om deze uitgangspunten gezamenlijk door te nemen en daar waar onenigheid over bestaat dit nader te onderzoeken. De begroting laat zien dat onze aanpak een aanzienlijke kostenbesparing met zich mee brengt. Het is dus zeker rendabel om verder te gaan met onderzoek. In het navolgende zullen een aantal zaken worden opgesomd die deze aandacht verdienen.

- Slib problematiek:
  - In onze aanbieding hebben we aangegeven dat samenwerking met Deltares noodzakelijk is om een beter beeld te krijgen van de slib problematiek. Het is erg belangrijk dat dit een vervolg krijgt. Onze ideeën en de kennis van Deltares vormen de sleutel tot succes. Daarbij dient opgemerkt te worden dat de aanwezige sliblaag wel eens een belangrijke scheidende laag kan zijn voor het Markermeer. Bureau Waardenburg heeft in de Grevelingen onderzoek gedaan naar de waterkwaliteit en is tot de ontdekking gekomen dat de afsluiting van de Grevelingen door de Grevelingendam catastrofaal is voor de ecologie. Er is een duidelijke vergelijking tussen de Grevelingen en het Markermeer-IJmeer. Onderzoek is dus noodzakelijk. Overigens is in ons concept uitgegaan van het vastleggen van de mobiele fractie en niet de gehele sliblaag. Slib is vruchtbaar en dus geschikt als bodem materiaal, zolang het maar stabiel blijft liggen

- Slib kwaliteitsonderzoek:
  - De Milieuhygiënische kwaliteit van slib in het Markermeer dient te worden onderzocht. Slepen met slib kan alleen als daar meer over bekend is

- Natuurlijk Markermeer-IJmeer:
  - Een aantal innovatieve zaken die in deze visie staan vermeld dienen nader te worden onderzocht. Het NMIJ traject is daar voor bedoeld. Wij hebben ons aangemeld en organisaties als Alterra, WUR, UvA en Deltares hebben aangegeven daar graag in mee te gaan. Door de beperkte bestedingsruimte van de NMIJ kunnen slechts enkele zaken worden aangeboden. Toch zullen ook wij gaan zoeken aan andere financiers voor deze onderwerpen. Te denken valt aan het Floating Life programma, innovatieprogramma's van het ministerie van ELenI en IenM en HHnK. Allen hebben grote belangen. Zo heeft HHnK al aangegeven zeer geïnteresseerd te zijn in het onder water depot voor slib opslag. Mogelijk leidt dat tot een grootschalige proef dit najaar

- Synergie:
  - Onze aanpak is erop gericht om zoveel als mogelijk synergie te verkrijgen tussen de verschillende belanghebbenden. We hebben ervoor gekozen om een moeras en stepping stones aan te leggen waar Flevoland en de ministeries dat graag willen. De voordelen voor de Houtribdijk zijn evident. Onderhoudsbaggerwerk van RWS is verdisconteerd in de aanpak. Door niet te veel obstakels aan het oppervlak te creëren is de verwachting dat de omwonenden en de visserij mee zullen gaan werken. De ideeën van Natuurmonumenten sluiten naadloos aan op deze insteek. Steden als Almere en Amsterdam kunnen compensatiegelden beter besteden aan opstart van dit project dan aan nieuwe gebieden om te zetten in natuur. Het is belangrijk dat alle betrokken partijen een gevoel krijgen dat ze ermee verder kunnen. Synergie is dan ook de sleutel tot succes. Het kan het startkapitaal bijeen brengen dat benodigd is voor het TBES

- Drijvende eilanden:
  - Wetende dat West Nederland langzaam maar zeker onder water zal verdwijnen, maakt drijvend bouwen, wonen en recreëren steeds urgenter. Alleen al om deze reden zou een pilot voor drijvende natuur een kans moeten krijgen. Het zou internationaal een doorbraak betekenen als het Markermeer-IJmeer de primeur krijgt
  - Het zou de scepsis van drijvend bouwen en wonen bij de bevolking kunnen wegnemen, waardoor Waterschappen en Hoogheemraadschappen anders kunnen omgaan met hun nu nog noodgedwongen versnipperde poldergemaal oplossingen

- De neergaande trend:
  - We dienen ons te realiseren dat de slib vracht in de afgelopen 40 jaar door het afsluiten door de Houtribdijk aanzienlijk is geworden. Het is een van de belangrijkste oorzaken van de neergaande trend. Als we dit niet aanpakken bestaat het risico dat op termijn het Markermeer-IJmeer veranderd in een stinkende modderpoel vol met algen. Het is dus helemaal niet een luxe probleem om het TBES door te zetten, maar een bittere noodzaak

Literatuur

Berg, M.S. van den & Coops, H. (1998) Kranswieren: waardevol voor waterbeheer. RIZA rapport98.030.

Berg, M. van den, Jans, L., Noordhuis, R., Platteeuw, M., Rijsdorp, A., Beintema, A., Kouwenhoven, E. (2000) Ecologische effecten Inrichtingsplan Veluwerandmeren, Waterkwaliteit, Waterplanten,Watervogels en Moerasvogels. RIZA werkdocument 2000.076x.

Biobased Plastics (2012) uitgave in de reeks ‘Groene Grondstoffen’

CUR (2004) Geotextiele zandelementen. www.cur.nl

CUR (2006) Ontwerpen met geotextiele zandelementen. www.cur.nl

Dijkstra, J. (2012) Macrophytes in eastuarine gradients - Flow trough flexible vegetation. Proefschrift. Technische Universiteit Delft.

Deltares (2010) Aanslibgedrag vaargeul Amsterdam-Lelystad. Project 1202714-000. Kenmerk 1202714-000-ZWS-0006. In opdracht van Rijkswaterstaat.

Iedema, W., M. Platteeuw, A. Rijsdorp (1996) Natuur in het Natte Hart. Een verkenning van de kansen voor natuurontwikkeling in het IJsselmeergebied. RWS IJG, RIZA, MinLNV

Noordhuis, R. & J. van Schie (2007) Vooroevers Houtribdijk: toestand ecologie en waterkwaliteit 2006, RWS RIZA 2007.006

Remmelzwaal, A. & R. Verheule (1999) De Vestiging van Riet in de Randmeren. De Levende Natuur. 100ste jrg. Nr. 2 Februari 1999. Themanummer over Riet.

Remmelzwaal (2007) Een ecologisch perspectief voor het IJsselmeergebied, RWS RIZA rapport 2007.008

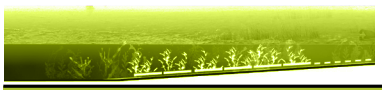
Scheffer, M. (1998) Ecology of shallow lakes. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, Boston, London.

STOWA (2007) Referenties en maatlatten voor natuurlijke watertypen voor de KaderrichtlijnWater. STOWA-rapport 2007-32.

Vijverberg, T., J. Christian Winterwerp, S.G.J.A. Aarninkhof & Hans Drost (2010) Fine sediment dynamics in a shallow lake and implication for design of hydraulic works. Ocean Dynamics (2011) 61:187–202 DOI 10.1007/s10236-010-0322-2.

Bijlage

1 Toolbox kunstmatige waterplanten



Doelen

Kansen en risico's

KUNSTMATIGE WATERPLANTEN

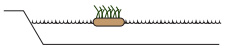
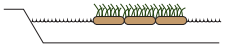
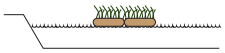
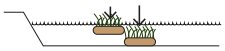
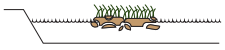
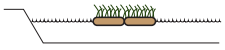
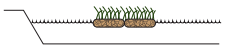
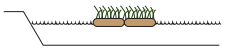
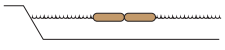
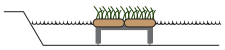
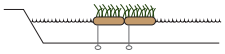
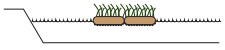
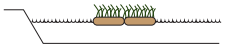
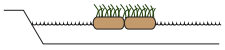
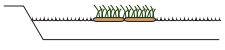
	Beleving	Recreatie			Ecologie				Doorzicht		Kansen en risico's				
	Natuur beleving	Scheepvaart	Bezoek	Onder water	Vogels	Vissen	Mosselen	Macrofauna	Slibretentie	Ontwikkeling waterplanten	Duurzaam	Milieu vriendelijk	Dier vriendelijk	Kosten	Acceptatie
Planten met een hoge dichtheid	+	−	+	−	(+)	+	+	+	+	+			−	−	
Planten met een lage dichtheid	+	+	+	+	(+)	+	+	+	+	+			+	+	
Lange planten	+	+	+	+	(+)	+	+	+	+	+			−	−	
Korte planten	+				(+)	+	+	+	+	+			+	+	
Plantenmat met stenen verankeren	+				(+)	+	+	+	+	+				−	
Plantenmat met palen verankeren	+				(+)	+	+	+	+	+				+	
Matten aanleggen op diepte van 2-3m	+		+		(+)	+	+	+	+	+			+		+
Matten aanleggen op diepte van 3-4m	+	+		+	(+)	+	+	+	+	+			+		+
Brede stroken plantenmat	+				(+)	+	+	+	+	+					
Smalle stroken plantenmat	+	+			(+)	+	+	+	+	+					
Oppervlakte toepassing klein	+				(+)	+	+	+	+	+				+	
Oppervlakte toepassing groot	+	+	+	+	(+)	+	+	+	+	+				−	
Plantenmat met plantenzaad geïntegreerd (afbreekbaar)	+				(+)	+	+	+	+	+			−		
Plantenmat zonder plantenzaad geïntegreerd	+				(+)	+	+	+	+	+			+		
Plantenmat met zadenbronnen tussen de matten (afbreekbaar)	+				(+)	+	+	+	+	+			−		
Stugge planten stengels	+				(+)	+	+	+	+	+				−	
Flexibele planten stengels	+	+	+	+	(+)	+	+	+	+	+				+	
Planten met bladeren	+			+	(+)	+	+	+	+	+				−	
Planten zonder bladeren	+				(+)	+	+	+	+	+				+	
Plantenmat die afbreekbaar is	+				(+)	+	+	+	+	+	−	+	−	−	+
Plantenmat die niet afbreekbaar is	+				(+)	+	+	+	+	+	+	−	+	+	−
Plantenmatten parallel aan elkaar gelegen	+				(+)	+	+	+	+	+					
Plantenmatten schaakbord patroon	+				(+)	+	+	+	+	+					

Bijlage

2

Toolbox veenmatten

VEENMATTEN

	Doelen: Beleving	Doelen: Recreatie			Doelen: Ecologie				Doelen: Doorzicht		Kansen en risico's			
	Natuur beleving	Scheepvaart	Bezoek	Onder water	Vogels	Vissen	Mosselen	Macrofauna	Slibretentie	Ontwikkeling waterplanten	Duurzaam	Milieu vriendelijk	Kosten	Acceptatie
 Klein	+	+	−	+	+	+	+	+	+	+			−	
 Groot	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+			+	
 Drijvend	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+				
 Zinkend	+	−	−	+	+	+	+	+	+	+				
 Afbreekbaar	+	+	−	+	+	+	+	+	+		−	+		+
 Niet afbreekbaar	+	+	+	+	+	+	+	+	+		+	−		−
 Met veen gevuld	+				+	+	+	+	+		−			
Met slib gevuld	+				+	+	+	+	+		+			
 Met rietstekken ingeplant	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+				
 Zonder rietstekken ingeplant	+	+	+	+	+	+	+	+	+					
 Vast via palen	+	+	+	+	+	+	+	+	+					−
 Vast via verankering	+	+	+	+	+	+	+	+	+					+
 Structuur onder de veenmat	+	+	+	+	+	+	+	+	+			−	−	
 Geen structuur onder de veenmat	+				+	+	+	+	+			+	+	
 Dikke veenmat (betreedbaar)	+	+	+	+	+	+	+	+	+				+	
 Dunne veenmat (niet betreedbaar)	+	+	+	+	+	+	+	+	+				−	

Bijlage

3

Toolbox vismigratie

Doelen

Snoek

Snoekbaars

Dd stekelbaars

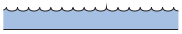
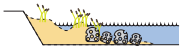
Ruisvoorn

Bittervoorn

Beschikbare habitats

Volgermeerpolder | Holysloot | Overgangszone Markermeer

VISPASSAGES

Habitat	Snoek Ei/larve	Snoek Juveniel	Snoek Adult	Snoekbaars Ei/larve	Snoekbaars Juveniel	Snoekbaars Adult	Dd stekelbaars Ei/larve	Dd stekelbaars Juveniel	Dd stekelbaars Adult	Ruisvoorn Ei/larve	Ruisvoorn Juveniel	Ruisvoorn Adult	Bittervoorn Ei/larve	Bittervoorn Juveniel	Bittervoorn Adult	Volgermeerpolder	Holysloot	Overgangszone Markermeer
Moeras / (Geinundeerde) vegetatie	+	+	−	+	−	−	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	−
Submerse vegetatie / (Waterplanten)	+	+	+	−	−	−	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	−	−
 Open water	−	−	+	−	+	+	−	−	+	−	−	+	−	−	+	−	+	+
 Zand / Stenen in oever	−	−	−	+	+	+	−	−	+	−	−	−	−	−	−	−	+	+

Bijlage

4

Toolbox stepping stones

STEPPING STONES

	Doelen										Kansen en risico's			
	Beleving	Recreatie			Ecologie				Doorzicht					
	Natuur beleving	Scheepvaart	Bezoek	Onder water	Vogels	Vissen	Mosselen	Macrofauna	Slibretentie	Ontwikkeling waterplanten	Duurzaam	Milieu vriendelijk	Kosten	Acceptatie
Drijvend verankerd (PLA omhulsel)	+	+			+	+	+	+					+	
Drijvend los (PLA omhulsel)	+	+			+	+	+	+				+	+	
Drijvend los (PLA omhulsel) met nylon hula's	+	+			+	+	+	+	+			+		
Drijvend verankerd (PLA opvulling met luchtkamers)	+	+			+	+	+	+	+			+		
Drijvend permanent (PE)	+	+	+		+	+	+	+			+	−		
Drijvend, langzaam zinkend (Rietachtig)	+	+			+	+	+	+			−	+	+	
Dynamisch, eg. totora riet achtig	+	+	+		+	+		+				+		
Eilandgroepen in afgebakend gebied	+	+			+	+	+	+	+	+		+	+	
Drijvend met vaste onderdelen	+	+	+	+	+	+	+	+	+		+			+
Bovenop hergebruikt boorplatform, treinstel, scheepswrak	+	+	+	+	+	+	+	+	+		+	+		+
Drijvend als deksel, vulling met zand vaargeul of slib	+	+			+	+	+	+	+	+	+	+		
Aangroeiend, slib vangend	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+		−	+
Bovenop betonnen elementen, restproducten, bouwafval	+	+	+	+	+	+	+	+	+		+	−	−	+
Vast	+	+	+	+	+	+	+	+	+		+	+	−	+
Vast en groeiend	+	+	+	+	+	+	+	+	+		+	+	−	+
Zachte brede vooroever	+	+	+		+	+	+	+	+	+	+	+		+
Zachte brede vooroever met golfbreker	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+		+
Onderwatereiland	+	+			+	+		+	+	+		+	−	+
Onderwatereiland Drijvend verankerd (PLA omhulsel)	+	+			+	+		+	+	+		+	−	+

Bijlage

5

Soortenmatrix

SOORT	NATURA 2000 DOELSTELLING	TREND (binnen MIJ)	HABITATEISEN (binnen MIJ)	VOEDSELBRON	PERIODE VAN VOORKOMEN (Voorjaar / Zomer / Najaar / Winter)	PREFERENTE LOCATIE MIJ	UITWISSELING MET ANDERE NATURA 2000-GEBIEDEN (NIET UITPUTTEND)	VOORGESTELDE MAATREGELEN
BASIS VAN VOEDSELPIRAMIDE								
WATERPLANTEN	nvt			nvt				
MOSSELEN (BENTHOS)	nvt		hard substraat, slibarm, tussen de 2 en 5 meter diep	algen				
SPIERING	nvt		grote open wateren, relatief weinig zicht, hard substraat voor paaien	plankton, kleine vis				
NATURA 2000-DOELSTELLINGEN								
HABITATRICHTLIJN								
HABITATTYPEN								
KRANSWIERWATEREN	behoud van oppervlakte en kwaliteit	onbekend	helder water, doorzicht > ½ x diepte, goede waterkwaliteit, bedekking minimaal 30%				nvt	
HABITATSOORTEN								
RIVIERDONDERPAD	behoud van omvang en kwaliteit van leefgebied	onbekend	stenig substraat (basalt, driehoeksmosselen)	kleine waterbodemfauna			nvt	
MEERVLEERMUIS	behoud van omvang en kwaliteit van leefgebied	onbekend	foerageert boven grote open wateren en langs oevers	insecten			nvt	
VOGELRICHTLIJN								
BROEDPERIODE								
AALSCHOLVER	**8000** broedpaar Regio IJsselmeergebied	onbekend	eilanden en moerassen	grote vis			Oostvaarderplassen, Lepelaarplassen, Naardermeer, IJsselmeer, en andere	
VISDIEF	**630** broedpaar	→	eilanden met kale bodems	spiering			IJsselmeer	
NIET BROEDPERIODE								
FUUT	**170** individuen *foerageren*	↘	doorzicht tot 4m, voorkeur voor water met weinig planten (4 meter)	spiering			nvt	
AALSCHOLVER	**2600** individuen *foerageren en slapen*	↗	duiken in 1-3 m diep water	grote vis			Oostvaarderplassen, Lepelaarplassen, IJsselmeer	
LEPELAAR	**2** individuen *foerageren*	↗	Slikken, helder ondiep water	vis / kleine waterbodemfauna	tot augustus-september		Oostvaarderplassen, Lepelaarplassen, IJsselmeer	
GRAUWE GANS	**510** individuen *foerageren en slapen*	↗	rietzomen, moeras, agrarisch gebied	gras, riet			?	
BRANDGANS	**160** individuen *foerageren en slapen*	↗	graslanden	gras			Polder Zeevang	
SMIENT	**15.600** individuen *slapen*	↗	natte graslanden	gras	tot april / vanaf oktober		Polder Zeevang	
KRAKEEND	**90** individuen *foerageren*	onbekend	zoekt voedsel in ondiep zoet water langs oevers	algen			nvt	
SLOBEEND	**20** individuen *foerageren*	onbekend	zoetwatermoerassen en natte natuurgebieden	kleine waterfauna			nvt	
KROONEEND	onbekend aantal *foerageren*	onbekend	kranswierwateren	waterplanten: kranswier			nvt	
TAFELEEND	**3200** individuen *foerageren*	↘	Dagrustplaatsen in de beschutting van dijken of eilanden, duiken tot op 4 m diepte	waterplanten, mosselen	tot maart / vanaf september		Oostvaarderplassen, Lepelaarplassen, IJsselmeer	
KUIFEEND	**18.800** individuen *foerageren*	→	Dagrustplaatsen in de beschutting van dijken of eilanden	mosselen	niet in in mei/juni / vooral november-april		Oostvaarderplassen, IJsselmeer	
TOPPER	**70** individuen *foerageren*	↘	Minder dan 15 m diepe wateren, rijk aan schelpdieren, duiken tot op 5 m diepte	mosselen	vooral februari/maart		IJsselmeer	
BRILDUIKER	**170** individuen *foerageren*	↘	Nachtrustplaatsen in rustige beschutte wateren	mosselen	tot maart / vanaf november		IJsselmeer	
NONNETJE	**80** individuen *foerageren*	↘	Open landschap, goed doorzicht water maar ook gering doorzicht (jaagt dan in groepen), visrijk	spiering	december-maart		Oostvaarderplassen	
GROTE ZAAGBEK	**40** individuen *foerageren*	↘	Kwaliteit a la randmeren	spiering	november-maart		?	
MEERKOET	**4500** individuen *foerageren*	onbekend	Wateren rijk aan waterplanten, bodemfauna; duiken in 3 meters;	waterplanten, gras, mosselen	vooral september-november		nvt	
DWERGMEEUW	onbekend aantal *foerageren*	onbekend	Waterscheidingen, (overwinterd bij IJsselmeer)	spiering	augustus-september	goed verspreid	nvt	
ZWARTE STERN	onbekend aantal *foerageren en slapen*	onbekend	Nesten drijvende waterplanten; houdt van schaars begroeide kwelders	insecten, vis: spiering	juli-september	onbekend	(voorm. Oostvaardersplassen), IJsselmeer	

Bijlage

6

Kostenraming

In de bijlage van deze gedrukte rapportage is een volledige onderbouwing van de kosten opgenomen. Omdat het Consortium Kransmeer recentelijk is verzocht een aanbieding uit te brengen voor de derde tranche van Natuurlijk(er) Markermeer, IJmeer (NMIJ), willen wij u verzoeken deze informatie vertrouwelijk te behandelen. In de digitale versie is de bijlage om deze reden achterwege gelaten. Hij is natuurlijk op verzoek in te zien, na toestemming van de projectmanager van het consortium, Paul Stook (paul.stook@tauw.nl).

Consortium Kransmeer

Kransmeer bestaat uit:

- Inzet van kunstmatige waterplanten en tijdelijk drijvende veenmatten als katalysator voor het herstel van het ecologische systeem langs de randen van het Markermeer
- Kostenefficiënte en innovatieve land-waterovergangen opgebouwd uit tijdelijk drijvende veenmatten, slibdepots en drijvende eilanden
- Stepping stones voor de Flevokust als ecologische verbinding en verbinding tussen mens en natuur.

De veenmatten en kunstmatige waterplanten worden ingezet als luwtemaatregelen. Deze hebben een katalyserende werking voor de ontwikkeling van respectievelijk oevervegetatie en waterplanten. Met de vispassages worden de ecologische relaties met het land achter de dijken versterkt.

Het totaalontwerp gaat uit van een moeras van 1.500 ha dat binnen 40 jaar wordt gerealiseerd in de minimumvariant. In de maximale variant wordt 4.500 ha moeras binnen 60 jaar gerealiseerd. Samen met de eilanden als stepping stones langs de Flevokunst ontstaan land-waterzones van formaat. Het moeras zal geleidelijk worden opgebouwd met veenmatten en slib afkomstig uit het Markermeer-IJmeer zelf. Dit slib zal worden verzameld in diepe putten en getransporteerd (per boot) naar de locatie van het moeras.

Aanlegperiode en fasering

Alle voorgestelde maatregelen worden gefaseerd uitgevoerd. In de volgende paragrafen wordt per onderdeel aangegeven welke fasering wordt aangehouden voor het realiseren van de maatregelen.

Fasering maatregelen consortium Kransmeer

	2013-2022	2022-2040	Resultaat
Luwtes Noord-Hollandse kust			min. 550 ha begroeid
Kunstmatige waterplanten	53 ha	52 ha	
Veenmatten	7 ha	-	
Moeras			1.500 ha moeras
Veenmatten	129 ha	-	
Slibdepots en drijvende eilanden	600 ha	600 ha	
Vissen en vismigratie			10 vispassages
Vispassages	10	-	
Stepping stones			36 ha stepping stones
slibdepots en drijvende eilanden	18ha	18ha	

Kosten

Voor uitvoering van de ideeën van consortium Kransmeer is een investering van 274 milioen euro nodig. Dit levert een besparing van 357 miljoen euro op ten opzichte van het PRA.

	Oppervlakte/aantal	kosten (miljoenen Euro's)
Moeras	1.500 ha	186
Luwtemaatregelen		36
-Kunstmatige waterplanten	105 ha	
-Veenmatten	7 ha	
Diepe putten	7	*
Stepping stones	36 ha	7
Vispassages	KRW (8)	10
Recreatief medegebruik	Vaardoelen/stranden	23
Monitoring en onvoorzien	Systematisch	12
Totaal		**274**

Tauw posad LAgroup robusta technical fabrics tebezo GROND- WATER- EN WEGENBOUW

contact: paul.stook@tauw.nl

Vissen en vismigratie

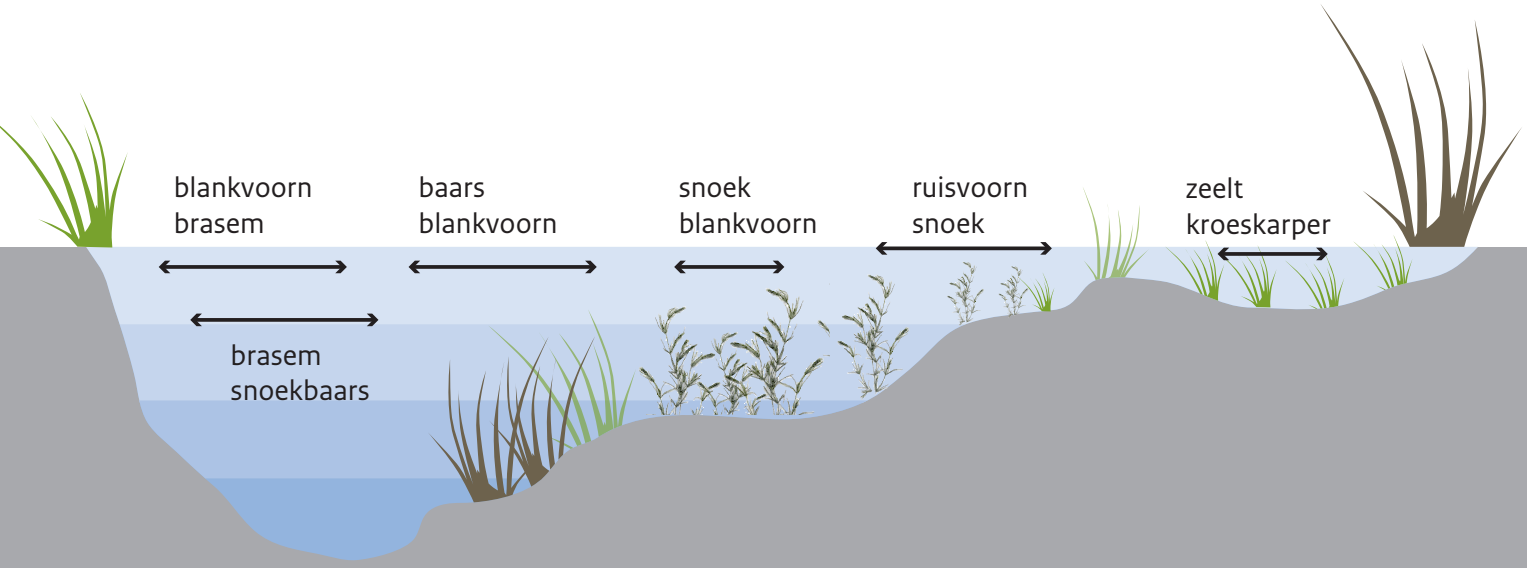
Vissen en vismigratie

Als maatregel voor het toekomstbestendig ecologisch systeem.

Vissen hebben land-waterzones met begroeiing nodig als paai- en opgroeiplaats. Deze zones zijn in het Markermeer-IJmeer vrijwel niet aanwezig. Door ontsluiting van de binnendijkse land-waterzones komen meer paai- en opgroeiplaatsen beschikbaar. Ook vindt er uitwisseling van populaties plaats tussen het Markermeer-IJmeer en deze gebieden. Dit draagt bij aan versterking van ecologische relaties.

Tauw posad LAgroup robusta technical fabrics tebezo GROND- WATER- EN WEGENBOUW

contact: paul.stook@tauw.nl



Vis en vishabitat in het Markermeer-IJmeer
Het Markermeer heeft hoofdzakelijk harde oevers en weinig geleidelijke land-waterovergangen. Deze oevergebieden zijn van belang voor veel diersoorten en zeldzame plantengemeenschappen. Door het geringe voorkomen van moerasvegetaties en waterplanten, ontbreken er paai- en opgroeigebieden voor vissoorten van helder en plantenrijk water (onder andere Snoek, Kleine Modderkruiper en Ruisvoorn) of zuurstoftolerante vissoorten (Zeelt en Kroeskarper). Er is sprake van een onnatuurlijke soortensamenstelling en leeftijdsopbouw van de vispopulatie in het Markermeer-IJmeer.

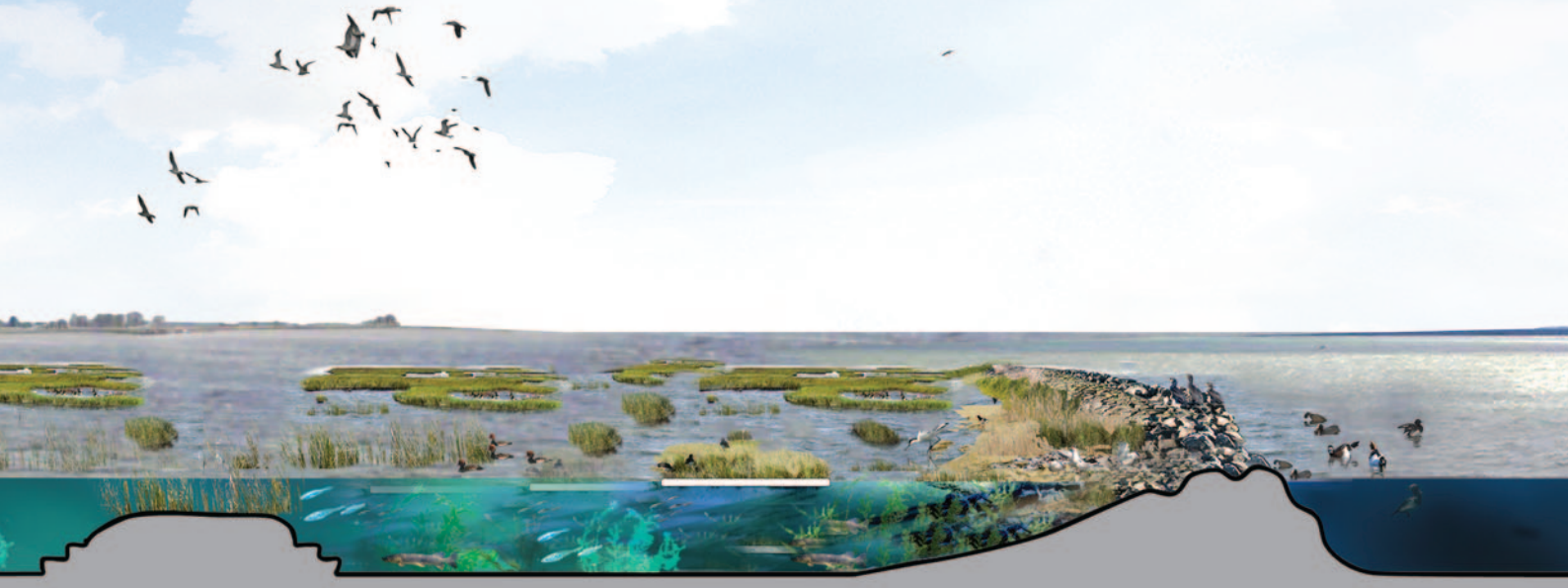
Ontsluiten van binnendijkse land-waterzones
Door aanleg van vispassages kunnen vegetatierijke gebieden achter de dijk worden ontsloten voor het Markermeer-IJmeer. Op ca. 20 locaties kunnen dergelijke ecologische verbindingen worden gemaakt. Om voldoende paai- en opgroeigronden te ontsluiten volstaat het om 10 van de aangegeven kunstwerken passeerbaar te maken.

Volgermeerpolder ontsluiten als paai-opgroeigebied voor vissen
Een voorbeeld van ecologische verbinding voor vis is uitgewerkt voor de verbinding tussen Volgermeerpolder en Markermeer-IJmeer. De boezem van Hoogheemraadschap Hollands Noorderkwartier, maakt onderdeel uit van deze verbindingszone.

Verwachte bijdrage van ontsluiting van binnendijkse land-waterzones aan Natura 2000

	Middellange termijn (10jaar)	Lange termijn (2040)
Habitats	hoger	hoger
Doelsoorten (visetende vogels	hoger	hoger
Doelsoorten (visetende vogels)		
Typische soorten (Snoek, Ruisvoorn, Bittervoorn). Voor Rivierdonderpad (Natura 2000 soort) is er geen effect te verwachten	hoger	hoger

Eilanden als stepping stones



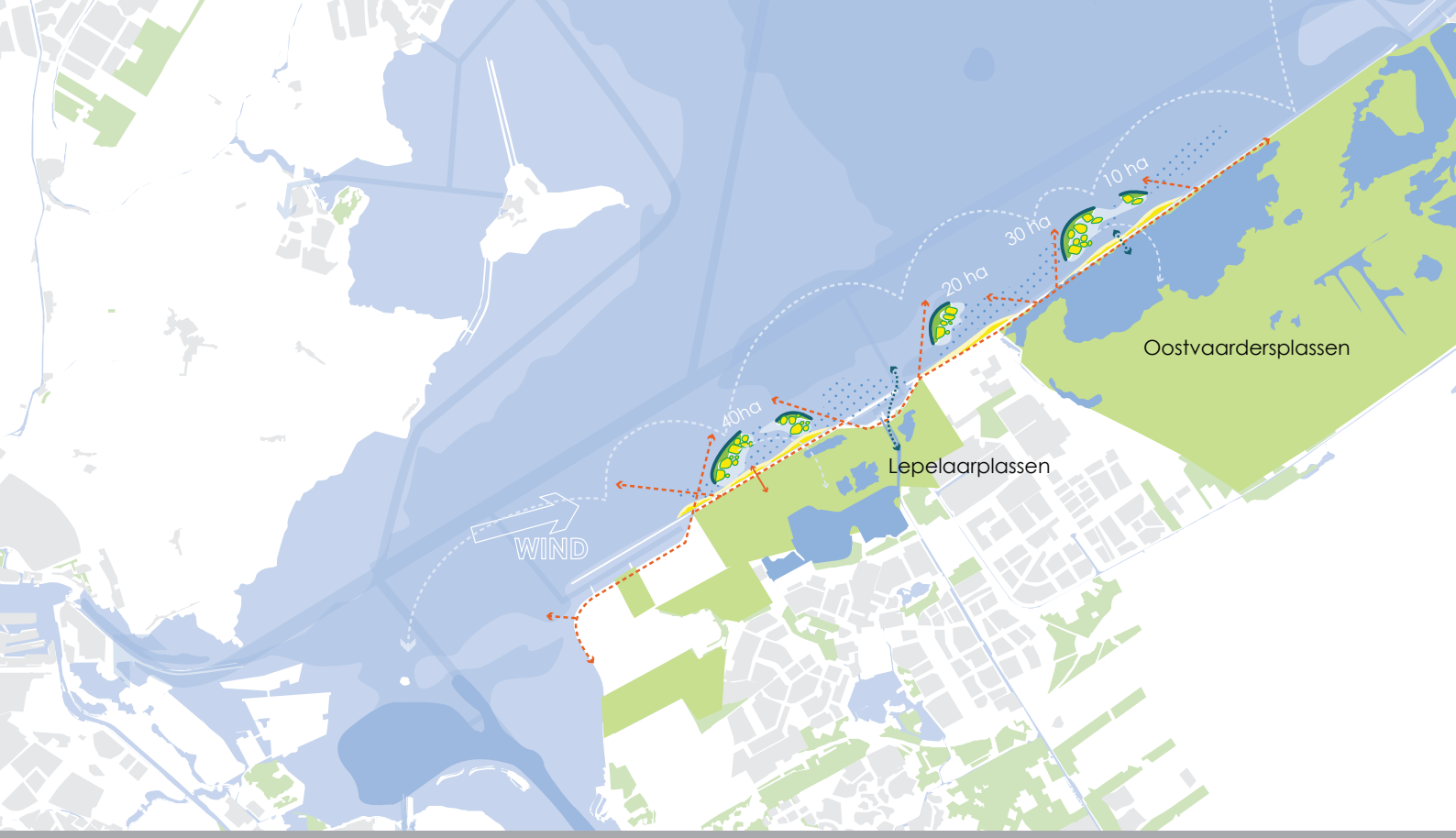
Eilanden als stepping stones

Als maatregel voor het toekomstbestendig ecologisch systeem.

Het ecologische systeem van het Markermeer-IJmeer is sterk verbonden met de omliggende gebieden. Eilanden in het Markermeer, nabij de Flevokust, zorgen voor een geleidelijke overgang tussen land en water. Zij functioneren als ecologische stepping stones en versterken de beleving van het Markermeer-IJmeer.

Tauw posad LAgroup robusta technical fabrics tebezo GROND- WATER- EN WEGENBOUW

contact: paul.stook@tauw.nl



Land-water overgangen
Het Markermeer-IJmeer heeft hoofdzakelijk harde oevers en weinig geleidelijke land-waterovergangen. Juist deze overgangsgebieden zijn van belang voor veel dier- en plantensoorten. Alleen achter de dijken van het Markermeer-IJmeer bevinden zich momenteel deze land-waterzones.

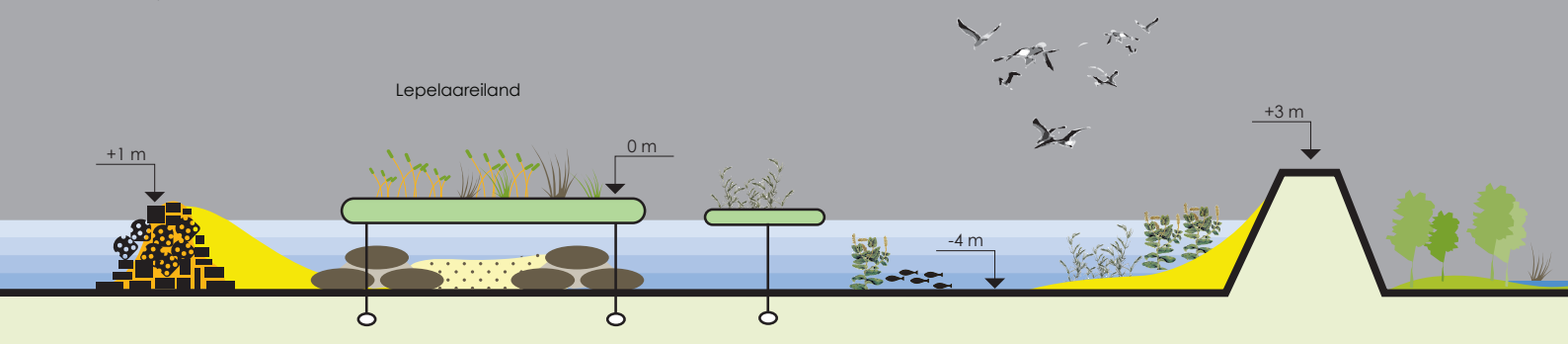
De uitwisseling tussen deze gebieden en het Markermeer-IJmeer kan echter verbeterd worden. Om deze uitwisseling te vergroten worden voor de kust van de Lepelaarplassen meerdere kleinere eilanden aangelegd, gecombineerd met vooroevers, ondieptes en hard substraat.

Eilanden als stepping stones
De stepping stones voor de Lepelaarplassen zorgen voor een versterking van habitat diversiteit en sterkere ecologische verbindingen tussen Markermeer-IJmeer en het land net achter de dijk.

Doordat deze stepping stones direct voor de kust van Flevoland bij de Lepelaarplassen worden gerealiseerd betekent dit dat ze vanaf de dijk goed zichtbaar zullen zijn. Dit draagt bij aan de belevingswaarde van de natuur. Tevens worden voor de dijk ook vooroevers gecreëerd met kleine strandjes voor recreatie op gepaste afstand van de vogeleilanden.

Verwachte bijdrage van de stepping stones aan Natura 2000

	Middellange termijn (drijvend eiland; 10 jaar)	Lange termijn (slibeiland; 2040)
Habitats (kranswierwateren)	neutraal	positief
Doelsoorten (mosseletende vogels)	positief	positief
Doelsoorten (visetende vogels)	positief	positief
Doelsoorten (plantetende vogels)	neutraal	positief
Typische soort (rivierdonderpad)	neutraal	neutraal
Typische soort (meervleermuis)	positief	positief



Kunstmatige waterplanten

Kunstmatige waterplanten

Als maatregel voor het toekomstbestendig ecologisch systeem.

In het Markermeer-IJmeer is sprake van een sterke achteruitgang in de hoeveelheid waterplanten en waterfauna, zoals de driehoeksmossel. Om de natuur te versterken en het ecologisch evenwicht te herstellen, zullen we de natuur een handje moeten helpen. Door het aanbrengen van kunstmatige waterplanten creëren we een snelle omslag.

Tauw posad LAgroup robusta technical fabrics tebezo GROND- WATER- EN WEGENBOUW

contact: paul.stook@tauw.nl

Om een omslag te laten plaatsvinden van een slibgedomineerd systeem naar een systeem met ondergedoken waterplanten is een interventie (een katalysator) nodig. Dit kan door het plaatsen van kunstmatige waterplanten op strategische locaties. Door de kunstmatige waterplanten wordt het slib vastgelegd en bezinkt opgewerveld slib sneller. Ook zorgen ze voor meer rust in het water. Dit leidt tot helderder water, waardoor natuurlijke waterplanten en driehoeksmosselen zich kunnen ontwikkelen.

De kunstmatige waterplanten kunnen (tijdelijk) worden ingezet om de groei van waterplanten en mosselen op gang te brengen. De kunstmatige waterplanten zorgen voor bescherming, zodat de natuurlijke planten en benthos minder kwetsbaar zijn voor slecht weer. Direct na aanleg bieden de kunstmatige waterplanten al extra beschutting voor vissen. Dit leidt tot een evenwichtigere en gevarieerdere visstand.

Locaties

De matten worden geplaatst op een diepte van 2-3 m en 3-4 m aan de Noord-Hollandse kust in het Markermeer-IJmeer . In deze zones is de grootste kans op ontwikkeling van waterplanten. Wij werken hierbij wel met een zogenaamd ‘groeimodel’. In totaal wordt 105 ha bedekt met kunstmatige waterplanten.

De ondiepere zone van 0-2 m waterdiepte komt door de plaatsing van de kunstmatige waterplanten in de luwte te liggen. Daar zullen dan op een natuurlijke manier waterplanten groeien. Eventueel kan daar een structuur neergelegd worden die voorkomt dat aanwezig slib opwervelt. Dit kan middels kunststof matten met een grove raatstructuur, maar ook met veenmatten. Wij gaan uit van 7 ha veenmatten, die samen met de kunstmatige waterplanten in het diepere deel als katalysator dienen voor ontwikkeling van natuurlijke vegetaties in de zone van 0-2 m.

Verwachte bijdrage van kunstmatige waterplanten aan Natura 2000

	Middellange termijn (10jaar)	Lange termijn (2040)
Habitats (kranswierwateren)	positief	positief
Doelsoorten (mosseletende vogels)	positief	positief
Doelsoorten (visetende vogels)	positief	positief
Doelsoorten (plantetende vogels)	neutraal	positief
Typische soort (rivierdonderpad)	neutraal	positief
Typische soort (meervleermuis)	neutraal	neutraal

Moeras

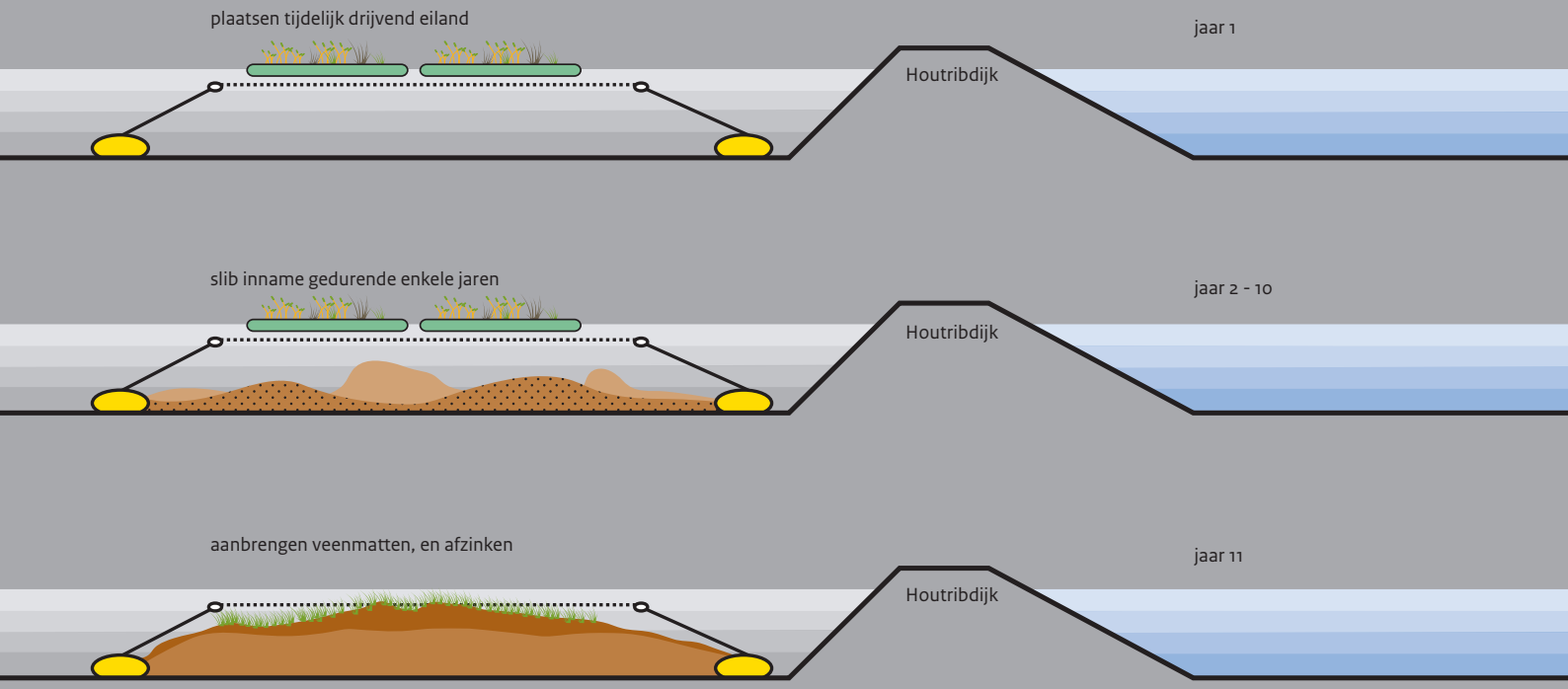
Moeras met veenmatten, slibdepots en drijvende eilanden

Als maatregel voor het toekomstbestendig ecologisch systeem.

Het Markermeer-IJmeer kent scherpe land-waterovergangen. Onderdeel van het toekomst bestendig ecologisch systeem is het realiseren van geleidelijke overgangen tussen land en water. Kunstmatige structuren in de vorm van drijvende en afgezonken veenmatten, slibdepots en drijvende eilanden geven op een snelle en goedkope manier invulling aan deze land-waterzones.

Tauw posad LAgroup robusta technical fabrics tebezo GROND- WATER- EN WEGENBOUW

contact: paul.stook@tauw.nl



Veenmatten
De veenmat is een nieuw concept van Tauw, voor het eerst toegepast op de Volgermeerpolder. De mat bestaat uit geotextiel, gevuld met organisch materiaal (veen), desgewenst kaal of begroeid. Door het veen blijft de mat (tijdelijk) drijven. Voor het Markermeer-IJmeer moet de mat begroeid zijn. Dit kan door in de mat zaadrijke grond te stoppen of rietstekken in de mat te steken. Als het riet voldoende is uitgegroeid kan vervolgens de mat worden belast, waardoor deze zal gaan afzinken. Ter plaatse is dan een kunstmatige bodembedekker gecreëerd waar natuurlijk riet uit groeit.

Versnelde opbouw van het moeras met slibvang en slibdepots
Alleen veenmatten zijn niet voldoende om 1500 ha (minimale variant) of zelfs 4500 ha (maximale variant) moeras te creeëren. Wij stellen voor om het moeras op te bouwen middels slibdepots, drijvende eilanden en veenmatten. In het nu nog diepe deel van het moeras worden slibdepots gemaakt die gevuld worden met slib dat elders in het Markermeer-IJmeer is ingevangen in diepe putten. Bovenop de slibdepots komen drijvende eilanden en bij de ondiepe delen van het moeras, zowel de natuurlijke ondieptes als de ondieptes die ontstaan door de slibdepots worden veenmatten toegepast.

Slibvang
Slib voor de opbouw van het moeras kan in het Markermeer-IJmeer zelf worden gewonnen, bij voorkeur op de plaatsen waar het TBES helder water beoogd (middels zandwinputten in de ondiepere delen van het Markermeer-IJmeer), en uit de vaargeulen van het Markermeer.

Slibdepots
Een slibdepot bestaat uit één in een ronding gelegde geotube, met daaraan gekoppeld een constructie die een luwtegebied creëert. Het verzamelde slib wordt in dit luwtegebied gepompt waar het buiten de invloed komt van stroming en wind. Het slib zal daar bezinken en in de tijd een massieve grondlaag gaan vormen. Boven de opening van het slibdepot liggen een of meerdere drijvende eilanden, die een drijvend moeras vormen. Als het depot op hoogte is wordt het eiland verplaatst naar een volgend depot. Wanneer het drijvend eiland verplaatst wordt blijft een ondiepte achter, die op natuurlijke wijze begroeid raakt (eventueel na afdekking met klei of opgespoten zand).

Verwachte bijdrage van het moeras van veenmatten aan Natura 2000

	Middellange termijn (drijvende/zinkende toestand; 10 jaar)	Lange termijn (gezonken toestand; 2040)
Habitats (kranswierwateren)	neutraal	positief
Doelsoorten (mosseletende vogels)	positief	positief
Doelsoorten (visetende vogels)	positief	positief
Doelsoorten (plantetende vogels)	neutraal	positief
Typische soort (rivierdonderpad)	neutraal	neutraal
Typische soort (meervleermuis)	neutraal	neutraal