

Projectvoorstel RAAK Publiek

Low cost monitoren met high tech innovatoren



Penvoerder: HZ University of Applied Sciences

Consortium

HZ University of Applied Sciences
Provincie Zeeland
Rijkswaterstaat Zee en Delta
Wageningen Marine Research
NIOZ

*HZ University of Applied Sciences
Delta Applied Research Centre
Vlissingen, 22 juni 2017*

Inhoudsopgave

1. Samenvatting	3
2. Inleiding	4
3. Vraagarticulatie	6
3.1 Proces van vraagarticulatie.....	6
3.2 Aansluiting roadmap en kennis- en innovatieagenda van de Topsector Water	7
4. Netwerkvorming	8
4.1 Samenstelling van het consortium en de keuze voor eventuele andere betrokken partijen	8
4.2 Aansluiting van het consortium op regionale speerpunten en landelijke innovatiethema's.....	8
5. Onderzoeksplan	12
5.1 Weergave state of the art kennis in onderzoek en praktijk	12
5.1.1 Het functioneren van intergetijden ecosystemen (biologisch en fysisch).....	12
5.1.2 Beheermaatregelen gericht op herstel	13
5.1.3 Huidige monitoringstechnieken voor slikken en platen	14
5.2 Onderzoeksvraag	15
Centrale onderzoeksvraag.....	15
Deelvragen.....	15
5.4 Een activiteitenplan	17
5.4.1. Voorbereidingsfase.....	17
5.4.2. Uitvoeringsfase.....	22
5.4.4. Ontwikkelfase	26
6. Projectorganisatie en management	29
6.1 Projectorganisatie	29
6.2 Beoogde projectbemensing, vakkennis en werkervaring.....	30
6.3 Projectplanning	31
6.4 Projectadministratie.....	31
6.5 SWOT-analyse en maatregelen	31
7. Datamanagement	33
7.1 Dataopslag	33
7.2 Lange termijnopslag en beschikbaarheid.....	33
7.3 Opslagvoorzieningen	34
8. Presentatie-indicatoren RAAK- publiek	35
Referenties	36

1. Samenvatting

Nederland heeft in het Natura 2000 Beheerplan Deltawateren richtlijnen vastgelegd voor natuurbehoud en biodiversiteit. De Nederlandse wateren en de deltagebieden maken tweederde uit van de Natura 2000 gebieden en vormen een belangrijk leefgebied voor kustbroedvogels en zijn voor trekvogels onmisbaar als rustgebied en plek om te foerageren. Om natuurbeheer effectiever te kunnen laten verlopen, is monitoring van de dynamiek van estuariene natuur in de deltabeheercyclus van groot belang. Het biedt publieke professionals mogelijkheden om systeemontwerpen en/of systeeminterventies (tijdig) aan te passen.

Voor projectmonitoring wordt gebruik gemaakt van conventionele meettechnieken die veelal arbeidsintensief en dus kostbaar zijn. Doel van dit project is te onderzoeken of het monitoren van natuurherstelprojecten efficiënter kan. Kernvraag is of door de inzet van nieuwe meettechnieken meer of andersoortige data tegen lagere kosten, over grotere arealen en met betere temporele resoluties kan worden vergaard. Oftewel meer systeembegrip.

Op drie locaties in de Westerschelde (Baalhoek, Knuitershoek en Perkpolder) wordt geëxperimenteerd met innovatieve meettechnieken om beter inzicht te krijgen op factoren die van invloed zijn op het functioneren van getijdenecosystemen. Data van negen kernparameters wordt ingewonnen: (1) vogelaantallen, (2) benthos als vogelvoedsel, (3) benthos als bioturbator, (4) middelgrootte schaal morfologie, (5) grootschalige morfologie, (6) korte termijn (dagelijkse) veranderingen in sedimenthoogte, (7) bodemdichtheid, (8) hydrodynamiek: stroming /golven en (9) sedimentconcentraties in water.

Het activiteitenplan bestaat uit zes werkpakketten: (1) het fysiek inrichten van de meetlocaties, (2) data-acquisitie op zowel conventionele- als innovatieve wijze, (3) data-analyse door vergelijkend onderzoek, (4) het ontwikkelen van een afwegingskader voor publieke professionals, (5) een plan van doorwerking en (6) projectmanagement.

Na afronding van elke meetcampagne worden data geanalyseerd en vergeleken met modellen en kennis die tot dan toe bekend is. Kennis en expertise wordt op de DeltaExpertise-site (HZ Body of Knowledge) gestructureerd en ontsloten met behulp van de Expertise Management Methodologie en de Soft Systems Methodologie.

2. Inleiding

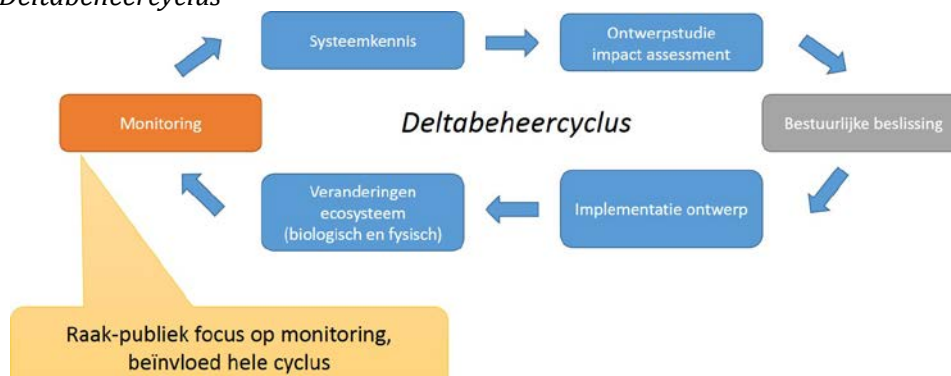
Behoren rubberbootjes, waadpakken en monsternames in natuurbeheerprojecten nu definitief tot het verleden als gevolg van allerlei nieuwe low cost technische mogelijkheden óf wegen de vermeende opbrengsten daarvan niet op tegen de kosten en uitgaven? Kunnen door de inzet van nieuwe technologie grotere arealen worden gemonitord, betere temporele resoluties worden verkregen of goedkoper worden gemonitord? Kan nieuwe data worden vergaard over de interactie tussen biologische en fysische processen zodat meer kennis ontstaat over de werking van intergetijdengebieden? Dit zijn de vragen van professionals voor natuurbeheer die op zoek zijn naar slimme, duurzame en efficiënte meettechnieken in de Zeeuwse Delta.

Omdat de biodiversiteit wereldwijd al decennia terug loopt¹, wordt bescherming en duurzaam gebruik van de natuur steeds belangrijker. Op Europees niveau zijn richtlijnen en verdragen opgesteld waarin is vastgelegd dat er gezamenlijk wordt toegewerkt naar behoud en versterking van natuurwaarden. Het meest grootschalige en ambitieuze project dat alle EU-lidstaten hebben goedgekeurd, is het in 1992 ondertekende Natura 2000. Natura 2000 bestaat uit een Europees netwerk van beschermde natuurgebieden binnen de lidstaten, waaraan Nederland bijdraagt met 166 natuurgebieden van in totaal circa 1,1 miljoen hectaren². Deze gebieden worden behouden met gebruik van de Natura 2000 doelen, te weten: het zorgen voor een gunstige staat van instandhouding en herstel van te beschermen planten- en diersoorten en habitattypen.

Nederland heeft in voornoemd kader eigen richtlijnen vastgelegd in het beleid voor natuur en biodiversiteit. Voortbordurend op Natura 2000 is het Natuurnetwerk Nederland opgesteld, die in combinatie met Natura 2000 zorgt voor bescherming van de Nederlandse natuurgebieden. De Nederlandse wateren en de deltagebieden maken tweederde uit van de Nederlandse Natura 2000 gebieden en zijn van grote internationale betekenis voor vogels.

De deltagebieden vormen een belangrijk leefgebied voor kustbroedvogels en zijn voor trekvogels onmisbaar als rustgebied en plek om te foerageren. Daarom heeft Rijkswaterstaat in 2016 (conform de Natuurbeschermingswet, artikel 19 a/b Nb-wet 1998) in opdracht van het Ministerie van Infrastructuur en Milieu, het Natura 2000 Beheerplan Deltawateren opgesteld. Dit plan is specifiek gericht op maatregelen die nodig zijn om het deltagebied van Zeeland, Zuid-Holland en Noord-Brabant te beschermen en ervoor te zorgen dat deze blijven bestaan. Om natuurherstel in intergetijdengebieden effectiever te kunnen laten verlopen, is monitoring van de dynamiek van de estuariene natuur in de deltabeheercyclus (figuur 1) van groot belang.

Figuur 1. Deltabeheercyclus



¹ Factsheet Natura 2000 en biodiversiteit

² Natura 2000 doelendocument; natura 2000 beheerplan voordelta

Figuur 1 laat zien dat monitoring onlosmakelijk verbonden is met natuurbeheer en dat het professionals mogelijkheden biedt om systeemontwerpen en/of systeemingrepen te evalueren en indien nodig aan te passen. Ook biedt het inzicht in de realisatie van (Europese) natuurdoelstellingen. Voor monitoring van natuurherstel kan onderscheid worden gemaakt in kortlopende projectmonitoring en langlopende gebiedsdekkende monitoring (MWT³-monitoring). Dit project beperkt zich tot uitsluitend **projectmonitoring** in de Zeeuwse Delta.

Voor projectmonitoring wordt thans gebruik gemaakt van mainstream monitorings- en meettechnieken die weliswaar betrouwbaar doch vaak arbeids- en tijdsintensief en dus kostbaar zijn. Daardoor is er vrijwel altijd sprake van een compromis tussen enerzijds de gewenste hoeveelheid data die nodig is om te kunnen sturen op genomen maatregelen en anderzijds de kosten die dat met zich meebrengt. Datasets die tijdens traditionele monitoringsplannen worden opgebouwd, zijn hierdoor vaak gefragmenteerd en eerder beperkt in waarde.

Dergelijke compromissen moeten de Provincie Zeeland en Rijkswaterstaat ook maken voor natuurherstelprojecten zoals het Natuurpakket Westerschelde (NPW) op onder andere de locaties Baalhoek, Knuitershoek en Perkpolder. Op deze locaties worden herstelmaatregelen uitgevoerd en wordt er gemonitord met behulp van de meest recente (bestaande) meettechnieken zoals bathymetrie en multibeam peilingen.

Bij Baalhoek en Knuitershoek (Westerschelde) heeft Provincie Zeeland als natuurherstelmaatregel vijf strekdammen laten aanleggen (realisatie in zomer 2017) welke moeten leiden tot een laagdynamisch zandig tot matig slibrijk gebied. Op de locatie Perkpolder heeft Rijkswaterstaat natuurherstelmaatregelen getroffen die bijdragen aan de ontwikkeling van een laagdynamisch getijdenmilieu in een voormalig landbouwgebied. Op deze drie locaties worden in opdracht van de Provincie Zeeland en Rijkswaterstaat thans monitoringsprojecten uitgevoerd.

Met het voorliggende project wil het consortium onderzoeken of het monitoren van natuurherstelprojecten efficiënter kan. Hierbij is de vraag of door de inzet van nieuwe meettechnieken meer of andersoortige data tegen lagere kosten, over grotere arealen en met betere temporele resoluties kan worden vergaard.

³ Monitoring Waterstaatkundige Toestand des Lands

3. Vraagarticulatie

3.1 Proces van vraagarticulatie

De HZ is met haar partners van het Centre of Expertise Delta Technology (CoE-DT) actief in het onderzoeken en monitoren van de gevolgen van menselijke ingrepen binnen de Nederlandse delta's. Vrijwel alle monitoringprogramma's worden door de Provincie Zeeland, Rijkswaterstaat en het Waterschap Scheldestromen uitbesteed. In voornoemd kader is het CoE-DT gevraagd om de effecten van natuurherstelmaatregelen bij Baalhoek, Knuitershoek en Perkpolder te monitoren.

Bij de start van het natuurherstelproject Perkpolder in 2015 is in overleg met professionals van Rijkswaterstaat besloten dat de biologische en fysische veranderingen gemonitord worden met behulp van mainstream meettechnieken in combinatie met resultaten van het MWTL-programma. Ook bij Baalhoek en Knuitershoek zijn de gekozen meetmethoden vastgesteld. In voornoemde projecten worden steeds de biologische- en fysische processen van natuurherstel gemonitord met daarvoor geschikte (traditionele) meettechnieken. De huidige kennis is echter ontoereikend om goed te kunnen voorspellen wat de effecten van ingrepen zijn en waarop moet worden gestuurd.

“De morfologische ontwikkeling van slikken en platen laten zich moeilijk voorspellen. De interactie tussen hydrodynamische krachten, sedimenteigenschappen en bodemdierengemeenschappen (benthos) is lastig te monitoren en bovendien kostbaar. Om effecten van menselijk ingrijpen (interventies) goed te kunnen begrijpen, is een geïntegreerde aanpak nodig. Dat kan met de huidige meetmethoden zeer moeilijk. Zijn er 'low cost' technologieën waarmee dat wel kan?” (Professional Rijkswaterstaat).

Begin september 2016 heeft een eerste overleg plaatsgevonden tussen de HZ, Rijkswaterstaat en de Provincie Zeeland waarin is gebrainstormd over de mogelijkheid om nieuwe technologieën in te zetten op de locaties die zijn aangewezen als natuurherstelgebieden. In de daaropvolgende gesprekken is deze gedachte verder uitgediept. Wat naast de argumenten van tijd en geld verder naar voren kwam, is de beperkte dekking van de huidige monitoringactiviteiten en de beperkte verantwoordingsinformatie die wordt opgeleverd om andere stakeholders (burgers, vissers en EU) antwoord te kunnen geven op het verloop en de doelen van natuurherstelprogramma's.

“Ondanks de beschikbaarheid van meetgegevens uit projectmonitoring, zijn we niet in staat om de gevolgen van ons ingrijpen ten behoeve van gepland natuurherstel te overzien. We hebben nog steeds geen methode(n) die de nadelen van ruimtelijke en temporele variatie in natuurgebieden kunnen ondervangen (Professional Provincie Zeeland).

Begin februari 2017 heeft op de HZ een bijeenkomst plaatsgevonden waarin is besloten om de monitoringvraagstukken voor natuurherstelprojecten uit te werken tot voorliggend project. Daarna heeft op 23 maart jl. opnieuw een plenaire meeting plaatsgevonden bij het Waterschap Scheldestromen te Middelburg. Daarin werd verder bevestigd dat er weliswaar al veel wordt gemeten, maar dat er nog een wereld aan kennis te winnen is als het gaat over het begrijpen van (alle) factoren die van invloed zijn op het herstel van intergetijdengebieden.

In de kern komt de praktijkvraag van de professionals voor natuurbeheer erop neer dat ze sneller, meer en nieuwe data willen om de interactie tussen biologische- en fysische processen in getijdenecosystemen beter te kunnen begrijpen zodat op basis daarvan tijdig en meer gericht kan worden bijgestuurd bij ingrepen in natuurgebieden.

3.2 Aansluiting roadmap en kennis- en innovatieagenda van de Topsector Water

Dit project sluit aan op de deelsector Deltatechnologie van de Topsector Water. Het Topconsortium voor Kennis en Innovatie - Deltatechnologie (TKI-DT) stimuleert publiek-private samenwerkingen op onder meer de thema's:

1. Water en ICT: met als opgave de toenemende hoeveelheid data, modellen, tools en informatie ten behoeve van het waterbeheer (monitoring, sturing en besluitvorming) tussen overheden, bedrijven en kennisinstellingen beter te delen.
2. Eco-engineering & nature based solutions: door gebruik te maken van processen in de natuur als alternatieve oplossing om gevolgen van klimaatverandering en biodiversiteit afname in delta's te reduceren en de kwaliteit van de leefomgeving voor mensen, flora en fauna te verhogen. Eén van de K&I-vragen is gericht op het optimaliseren van technieken en kosten voor de aanleg en het beheer in relatie tot natuurwaarden.
3. Duurzaam functioneren van watersystemen: door inzicht te creëren in de lange termijn ontwikkeling van watersystemen (integraal: morfologie, waterkwaliteit en ecologie) in interactie met veranderingen in het gebruik en welke maatregelen mogelijk zijn om deze systemen duurzaam te gebruiken. Eén van de K&I-vragen in dit cluster gaat specifiek over de stabiliteit van geulen en banken in Zeeuwse estuaria onder invloed van klimaatverandering en zeespiegelstijging alsook over de effecten die dat heeft op de natuurwaarden.

4. Netwerkvorming

4.1 Samenstelling van het consortium en de keuze voor eventuele andere betrokken partijen

Het consortium bestaat uit:

1. Penvoerder: HZ University of Applied Sciences
2. Consortiumpartners: (1) Rijkswaterstaat, (2) Provincie Zeeland
3. Kennisinstellingen: (3) NIOZ, (4) Wageningen Marine Research

4.2 Aansluiting van het consortium op regionale speerpunten en landelijke innovatiethema's

Het project is regionaal ingebed en sluit aan op:

1. Het *'Omgevingsplan Zeeland 2012-2018'* dat zich richt op een krachtig Zeeland, waarbij onder meer wordt ingezet op (verbetering van) de kwaliteit van het water en landelijke gebieden. Het beschermen, beheren en ontwikkelen van typisch Zeeuwse natuurwaarden maakt deel uit van voornoemd omgevingsplan.
2. De *'Natuurvisie Zeeland 2016-2022'* die zich richt op de bescherming van het Natuurnetwerk Zeeland en de Zeeuwse Natura-2000 gebieden en waarin de Wet Natuurbescherming wordt gelinkt aan de soortenbescherming. In het wild levende vogels, andere dieren en planten worden onder de Vogel- en Habitatrichtlijn wettelijk beschermd. Het monitoren van menselijk ingrijpen in natuurgebieden geeft beter inzicht in de realisatie van de natuurvisie.
3. Het *'Deltaprogramma Zuidwestelijke Delta'* waarin de Provincie Zeeland, het Rijk, regionale overheden, ondernemers en maatschappelijke partijen samen werken aan een ecologisch veerkrachtig deltagebied. In 2016 zijn binnen het programma de eerste hoofdlijnen uitgewerkt voor het systematisch meten, weten en handelen binnen de Zeeuwse Delta zodat voortdurend kan worden bijgestuurd en geleerd.

Landelijk sluit het project aan op:

1. *De Strategische onderzoekagenda HBO 2016-2020, 'Onderzoek met impact' op de thema's:*
 - a. 'Slimme technologie en materialen' omdat via digitalisering, koppeling van intelligente systemen en de toepassing van nieuwe technologieën kennis over ecosystemen, effecten van interventies en natuurbeheer in de Zeeuwse Delta wordt verbeterd.
 - b. 'Duurzame landbouw, water en voedselvoorziening', omdat de kwaliteit van water en het stimuleren van biodiversiteit van levensbelang voor voedselkringloop en (duurzame) voedselvoorziening. Innovaties op het gebied van ICT kunnen bijdragen aan het optimaal laten functioneren van (estuariene) ecosystemen.
2. *De NWA 'blauwe route: water als weg naar innovatieve en duurzame groei'* waarin onder meer wordt ingegaan op clustervragen (1) Wat is het belang van biodiversiteit en hoe behouden we deze? (2) Hoe functioneren ecosystemen en hoe gevoelig zijn zij voor milieu-invloeden?
3. *De NWA-route 'Kwaliteit van de omgeving: de waarden van natuur, landschap, bodem, klimaat, water en milieu'* waarin onder meer wordt ingegaan op de clustervragen (1) Wat betekenen mens en natuur voor elkaar en wat is de optimale relatie tussen beide? (2) Wat is het belang van biodiversiteit en hoe behouden we deze? (3) Hoe functioneren ecosystemen en hoe gevoelig zijn zij voor milieu-invloeden?

4. 'Het Natura 2000 beheerplan voor de Deltawateren 2016 - 2022' beschrijft de maatregelen die nodig zijn om de Natura 2000 doelstellingen voor de aangewezen gebieden te halen, de partijen die hiervoor verantwoordelijk zijn en scheidt duidelijkheid over welke activiteiten zijn toegestaan en onder welke voorwaarden.

4.3 Beschrijving hoe het consortium verbonden is met de topsector

Het project is verbonden met de Topsector Water (zie 3.2) en de twee 'knooppunten' in het TKI Deltatechnologie-netwerk die nauwe banden hebben met het TKI Deltatechnologie en door het Kernteam Deltatechnologie en de Topsector Water worden ondersteund, te weten:

1. Het Nationaal kennis- en innovatieprogramma 'Water en Klimaat' (NKWK) dat zorgt voor de uitvoering van de innovatie-agenda van het TKI Deltatechnologie.
2. De Taskforce Deltatechnologie (TFDT) die zorgt voor marktwerking binnen de topsector alsook voor kenniscirculatie.

Namens de deelnemende kennisinstellingen maakt de HZ (Willem den Ouden) deel uit van de programmacommissie Deltatechnologie en wordt de overheid vertegenwoordigd door Rijkswaterstaat. Dit draagt positief bij aan het plan van doorwerking (netwerkontwikkeling en kennisverspreiding).

4.4 Koppeling met zwaartepunt Centre of Expertise

Het project sluit aan bij het Centre of Expertise Delta Technology dat bestaat uit HZ University of Applied Sciences (penvoerder), Hogeschool Rotterdam en Hogeschool Van Hall Larenstein en waarin via het Delta Platform wordt samengewerkt om nationale- en internationale onderzoeksprojecten in delta's te faciliteren. Zout-zoetwaterovergangen is één van concrete cases waar het Delta Platform aan werkt en waar verbindingen liggen met het monitoringproject bij Perkpolder. Het project 'Efficiëntie in projectmonitoring' sluit aan bij de ambities en activiteiten van het CoE-DT om belangrijke bijdragen te leveren aan de human capital agenda; het hoogwaardig opleiden van brede delprofessionals. Resultaten uit het project worden geborgd in het onderwijs en versterken de onderzoekspraktijk.

4.5 Ambities en doelstellingen van het consortium

Het is de ambitie van het consortium om innovatieve en flexibel toepasbare programma's te ontwikkelen, te testen en beschikbaar te maken om (ingrepen in) natuurherstelprogramma's te kunnen monitoren en bijsturen. Ingrepen in estuaria kunnen negatieve gevolgen hebben voor flora en fauna.

Het doel is om in een periode van twee jaar op drie locaties in de Westerschelde te experimenteren met innovatieve monitoringtechnieken om beter inzicht te krijgen in factoren die van invloed zijn op functioneren van intergetijden ecosystemen alsook op het realiseren (creëren en/of herstellen) daarvan. Het is de verwachting dat met nieuwe monitoringtechnieken kwalitatief betere en kwantitatief meer data kan worden ingewonnen over de onderliggende mechanismen voor de vorming en instandhouding van getijdenplaten (schorren en slikken).

Verdeling van de belangen binnen het consortium

De Rijksoverheid legt vast welke natuurgebieden worden aangewezen als Natura 2000-gebied en welke natuurdoelen hiervoor gelden. De Provincie Zeeland maakt samen met belanghebbenden zoals gemeenten, het Waterschap Scheldestromen, ondernemers en milieuorganisaties een beheerplan voor provinciale Natura 2000-gebieden en stelt deze vast.

Rijkswaterstaat is voortouwnemer voor het opstellen van de N2000 beheerplannen en is verantwoordelijk voor de uitvoering van de maatregelen.

4.6 Per instelling een beschrijving welke expertise wordt ingebracht en waarom deze expertise van belang is voor het projectvoorstel

Consortiumpartner	Expertise	Belang
HZ (penvoerder)	Building with Nature-oplossingen, ecosysteem resilience, ecosysteem diensten, ecosysteem restauratie	Opbouwen kennis over monitoringtechnologieën en meetstrategieën
Provincie Zeeland	Kennis over beheerplannen Natura 2000 gebieden en gebiedsdoelen Kennis over het ontwikkelen en realiseren van maatregelen in het kader van het Natuurpakket Westerschelde en daartoe aangewezen monitoring.	Bevorderen biodiversiteit in Zeeuwse Delta Toets op doelmatigheid van maatregelen en efficiëntie van monitoring
Rijkswaterstaat	Kennis over (effecten van) interventies binnen natuurherstelprogramma's	Efficiënte monitoring van natuurgebieden
NIOZ	Kennis over ecologische effecten van ingrepen in estuariene natuur (systeem ecologie)	Experimenteren met nieuwe technologieën
Wageningen Marine Research	Ecologische kennis van estuariene natuur, ecomorfologie, natuurherstel, Natura 2000	Beter begrip van ecosysteemdiensten, opbouwen kennis t.a.v. natuurherstel estuariene natuur

4.7 Bijdrage aan de strategische doelstellingen van de deelnemende hogeschool met betrekking tot het betreffende vakgebied

HZ heeft gekozen voor een profiel dat volledig aansluit bij het DNA van Zuidwest Nederland (Prestatieafspraken OCW, juni 2012). In het Delta Academy Applied Research Centre (ARC) zijn vier onderzoeksgroepen gebundeld die allen praktijkgericht onderzoek verrichten op het gebied van deltatechnologie. Het ARC ontwikkelt in samenwerking met nationale- en internationale partners, nieuwe kennis die bijdraagt aan het oplossen van mondiale vraagstukken binnen deltagebieden op de profielthema's: Water & Land, Toerisme & Business en Industrie & Logistiek. Het projectvoorstel draagt bij aan het profielthema Water & Land.

Binnen het Lectoraat Building with Nature wordt gewerkt aan de implementatie van Building with Nature-oplossingen, ecosysteem resilience, ecosysteem diensten, ecosysteem restauratie en de wisselwerking tussen substraat types (zand, slib, hard substraat). Met het project 'Efficiëntie in projectmonitoring' wordt getracht het zelf Herstellend vermogen van het estuariene ecosysteem in de Westerschelde beter te begrijpen en deze kennis te borgen in twee HZ Academies, te weten: Techniek & Innovatie en de Delta Academy. Hiervoor zijn experimenten met nieuwe technologieën gewenst.

4.8 Beoogde wijze van borging van de duurzaamheid en uitbreiding van het consortium

Consortiumpartners Provincie Zeeland en Rijkswaterstaat zijn met de kennispartners Wageningen Marine Research en NIOZ al langere tijd met elkaar verbonden in één of meerdere RAAK PRO's (Building for Nature en Meerwaarde met Mosselen) en/of door het Centre of Expertise (mede) gefinancierde projecten van de onderzoeksgroep Building with Nature in de regio Zeeland. HZ is steeds één van de kennispartners voor dit netwerk op het gebied van deltatechnologie alsook vertegenwoordiger van alle kennisinstellingen in de programmacommissie van de Topsector Water.

In het eerder genoemde Delta Platform participeren o.a. Wageningen Universiteit, Wageningen Marine Research, NIOZ, Rijkswaterstaat, Provincie Zeeland en Waterschap Scheldestromen om in een integrale aanpak innovatieve (kennis) oplossingen te vinden voor complexe delta vraagstukken en deze te realiseren. Kennis wordt geborgd in het onderwijs door een onderzoekminor, stages, afstudeermogelijkheden, cases studies en nieuwe syllabi te ontwikkelen.

5. Onderzoeksplan

5.1 Weergave state of the art kennis in onderzoek en praktijk

De Delta Academy van de HZ, tezamen met de kennispartners WMR en NIOZ, heeft expertise en een 'body of knowledge' opgebouwd op het gebied van deltatechnologie en het monitoren van natuurwaarden en natuurherstel. Het praktijkvraagstuk dat nu voorligt, is hoe de effecten van natuurherstelmaatregelen op het getijdenecosysteem zo (kosten)efficiënt als mogelijk kunnen worden gemonitord en hoe de verkregen data kan worden ingezet voor beheerdoeleinden. Voor dit vraagstuk is de volgende kennis van belang:

1. Het functioneren van getijdenecosystemen en in het bijzonder de interactie tussen:
 - a. biologische parameters: vogels (aantallen, verspreiding) en benthos (diversiteit, biomassa)
 - b. fysische parameters (hydrodynamiek, sedimentconcentraties, korrelgrootte, bodemdichtheid, korte termijn veranderingen in sedimenthoogte, middelgrote schaal morfologie en grootschalige morfologie).
2. Beheermaatregelen gericht op herstel.
3. Monitoringstechnieken voor intertidale slikken en platen.

5.1.1 Het functioneren van intergetijden ecosystemen (biologisch en fysisch)

Intergetijdengebieden zijn unieke natuurgebieden, bestaande uit lager gelegen onbegroeide (slibrijke) slikken en (zandige) platen alsook hoger gelegen begroeide schorren (in het Waddengebied wadden en kwelders genoemd). Deze gebieden gaan met het opkomen van de vloed onder water en vallen gedurende de eb-periode droog, waarbij de exacte overstromings- en droogvalduur afhangt van de hoogteligging van het gebied en de aanwezige getijdeamplitude (verschil tussen hoog- en laagwater). De intergetijdengebieden zijn belangrijke natuurgebieden en bieden een habitat voor een groot aantal unieke soorten. Op de schorren groeien unieke plantensoorten welke zijn aangepast aan zowel regelmatig overstroming als het leven in een zoute omgeving. Deze unieke vegetatie kan een grote bijdrage leveren aan de overstromingsveiligheid, maar dat laten we voor dit onderzoek buiten beschouwing. We richten ons in dit onderzoek op de onbegroeide slikken en platen. Dit zijn zeer productieve systemen, waar veel bodemdieren leven die het voedsel vormen voor foeragerende vogels en vissen. Slikken en platen zijn ook belangrijk voor de kringloop van water, sediment en voedingsstoffen. Slikken dienen ook als natuurlijk voorland dat de golven breekt, waardoor de golfbelasting op de dijk verminderd wordt. Daarmee leveren deze getijdenecosystemen belangrijke ecosysteemdiensten.

Vogels zoals steltlopers (bijv. scholekster, kanoet, rosse grutto) en bepaalde eendachtigen (bijv. bergeend) zijn gespecialiseerd om hun voedsel te zoeken op de droogvallende slikken en platen. Het gaat hierbij zowel om soorten die het jaar rond in Nederland verblijven als ook om soorten die de Nederlandse intergetijdengebieden kort bezoeken als onderdeel van hun globale trek gedrag. Hoewel de duur dat trekvogels tijdens hun migratie in Nederland verblijven relatief kort is, maakt dit het belang van deze gebieden niet kleiner: tijdens hun stop moeten ze voldoende voedsel tot zich nemen om de volgende plek van hun trekroute te kunnen bereiken. Dit geldt ook voor vogels die hier overwinteren en vooral tijdens koude periodes voldoende voedsel nodig hebben. Hiervoor is het belangrijk dat het voedselaanbod zowel voldoende is in omvang (aantal bodemdieren), in toegankelijkheid (niet onder water) als in kwaliteit (soorten). Een goed kwalitatief en kwantitatief beeld van bodemdierengemeenschappen die als voedsel dienen voor vogels is essentieel om aan de instandhoudingsdoelstellingen voor steltlopers te kunnen voldoen.

De op de slikken en platen levende gemeenschappen van bodemdieren vervullen een aantal belangrijke functies in het ecosysteem: ze vervullen een sleutelrol in het voedselweb als “vogelvoer” zoals hierboven aangegeven; ze zijn belangrijke indicatorsoorten voor de waterkwaliteit; ze beïnvloeden de chemische omzettingen in de overgang van water naar de vaste bodem in estuaria; en ze beïnvloeden de erodeerbaarheid van de intergetijdengebieden door enerzijds het sediment los te maken (bioturberende soorten) en anderzijds de bodem te stabiliseren (rifvormende soorten zoals oesters en mosselen).

Al deze processen hangen af van de samenstelling van de bodemdierengemeenschap in kwalitatieve (welke soorten) en kwantitatieve (aantal organismen en biomassa) termen. Er is dan ook al veel bekend over de factoren die de samenstelling van de bodemdierengemeenschap in zowel kwalitatieve als in kwantitatieve termen bepalen. Bekend is dat factoren als droogvalduur, stroming en golven, evenals de korrelgrootte van het sediment sturend zijn voor de bodemgemeenschappen die zich in een intergetijdengebied ontwikkelen. Dit biedt ook de mogelijkheid om met modellen voorspellingen te doen over (ontwikkelingen in) de te verwachten bodemgemeenschappen. Deze zijn echter onvoldoende voor natuurbeheerdoeleinden, gezien de ruimtelijke en temporele variatie in kwaliteit en kwantiteit.

5.1.2 Beheermaatregelen gericht op herstel

Door het zeer intensieve menselijk gebruik van deltagebieden, is over de hele wereld veel intergetijdengebied verloren gegaan. De Zeeuwse delta is hier een duidelijk voorbeeld van. Door eeuwen lang inpolderen, is het oppervlak van slikken en platen sterk afgenomen. Na de aanleg van de Deltawerken zijn alleen in de Westerschelde (estuarium) en Oosterschelde (zeearm) nog intergetijdengebieden met grote slikken en platen aanwezig. Ingrepen zoals het verdiepen van de vaargeul in de Westerschelde ten behoeve van de toegang tot de haven van Antwerpen en de aanleg van de stormvloedkering in de Oosterschelde, heeft ervoor gezorgd dat naast een afname in areaal ook de ecologische kwaliteit (zeker gezien vanuit Natura 2000) van de resterende platen en slikken is verminderd.

De morfologische ontwikkeling van slikken en platen in de Westerschelde, onder andere veroorzaakt door de verdieping van de vaargeul en eerdere inpolderingen, zorgt voor steilere plaatranden en een verhoging van de platen. Platen die steeds hoger komen te liggen raken op den duur begroeid en ontwikkelen zich tot schorren. De morfologische ontwikkeling van slikken en platen in de Oosterschelde, veroorzaakt door de Deltawerken, zorgt ervoor dat deze in hoogte afnemen en geleidelijk aan weg eroderen. Er worden op dit moment daarom maatregelen uitgevoerd door de Provincie Zeeland en Rijkswaterstaat, met als doel:

- 1) het areaal van bestaande slikken en platen te behouden in de Oosterschelde (bijvoorbeeld de zandsuppletie bij de Oesterdam en het gebruik van kunstmatige oesterriffen)
- 2) het areaal van slikken en platen door ingrepen te vergroten (bijvoorbeeld de ontpoldering van Rammegors, Perkpolder en Hedwige-Prosper-Polder)
- 3) de kwaliteit van bestaande slikken en platen te verhogen (de projecten bij Baalhoek en Knuitershoek van Provincie Zeeland en de suppletie op de Roggeplaat).

Hoewel de doelstellingen helder zijn te formuleren, maakt de interactie tussen biologische- en fysische processen het zeer complex te voorspellen hoe gerichte ingrepen en het beheer ervan leiden tot de gewenste kwaliteitsimpuls.

De morfologische ontwikkeling van slikken en platen is moeilijk te voorspellen. De hydrodynamische krachten bepalen primair hoe sediment wordt verplaatst en verdeeld. De eigenschappen van het sediment (korrelgrootte, dichtheid, sediment stabiliteit, etc.) bepalen welke soorten bodemdieren zich op de slikken en platen kunnen vestigen en in welke getale. Echter, door zich op een slik of zandplaat te vestigen, beïnvloeden deze bodemdieren ook de sedimenteigenschappen en dus ook de erodeerbaarheid.

Deze feedbackinteractie tussen hydrodynamische krachten, sediment- en bodemeigenschappen en de bodemgemeenschap, maakt het lastig om de effecten van bestaand beheer en nieuwe maatregelen op de kwaliteit van slikken en platen te voorspellen. Dit maakt het noodzakelijk dat er geïntegreerde fysische en biologische monitoring nodig is om beter begrip en inzicht te krijgen van het 'systeem'.

5.1.3 Huidige monitoringstechnieken voor slikken en platen

De huidige monitoringstechnieken die binnen Rijkswaterstaat worden toegepast gaan uit van bestaande monitoringsprogramma's waaronder het MWTL (Monitoring Waterstaatskundige Toestand des Lands); de zogenaamde **stelselmonitoring**. Hierop komt afhankelijk van de informatiebehoefte een pakket aan **projectmonitoring** dat op specifieke locaties met vaak hogere inwintfrequentie en ruimtelijke dichtheid gedurende een gedefinieerde projectperiode wordt uitgevoerd. Daarnaast kan afhankelijk van (onderzoeks)vragen ook onderzoeksmonitoring worden uitgevoerd. Hierbij worden dan of nieuwe technieken onderzocht of worden parameters gemeten die niet in de twee andere pakketten zijn voorzien (te denken valt aan de onderzoeksmonitoring van primaire productie op de Westerschelde).

Het huidige wettelijke monitoringsprogramma (MWTL-monitoring) is relatief arbeidsintensief en daardoor kostbaar. Hierdoor is het tijdsinterval waarmee de monitoring plaatsvindt tamelijk laag, maar het heeft dan ook als doel om een landelijk beeld te verkrijgen. De huidige standaard van gebiedsdekkende monitoring omvat bijvoorbeeld 1x per 3 jaar hoogtemetingen van de intergetijdengebieden met een LiDAR opnames vanuit een vliegtuig. Daarnaast worden er vogeltellingen uitgevoerd, het benthos in kaart gebracht, waterkwaliteitsmetingen uitgevoerd, etc. Bij het uitvoeren van natuurherstelprojecten met als doel het areaal ofwel de kwaliteit van de slikken en platen te vergroten, worden (periodiek) de volgende parameters gemonitord (meegenomen parameters kunnen verschillen van project tot project):

1. vogel tellingen (vogels per soort tellen in vastgesteld areaal)
2. bodemdieren
 - a. kwantitatieve ontwikkeling van bodemdierengemeenschappen (nemen van bodemcores op een aantal vaste meetpunten en deze kwantitatief uitzoeken en determineren op soort in het lab) – 1-2 x per jaar
 - b. kwalitatieve ontwikkeling van bodemdierengemeenschappen (snelle tellingen in het veld; geen biomassametingen en soortendeterminatie in het lab) – 1-2 x per jaar
3. de morfologische ontwikkeling
 - a. de hoogteligging in het getijdengebied wordt gemeten door daarin te lopen met een dGPS (1-4 x per jaar). Note: met dGPS meten we alleen de lange termijn trends; de korte termijn (dagelijkse) sedimentdynamiek wordt niet gemeten. Recent studies geven echter aan dat deze dynamiek zeer groot kan zijn en bepalend is voor de biologische ontwikkeling van een gebied.
4. bodemeigenschappen:

- a. korrelgrootteverdeling (wordt meestal tegelijkertijd gemeten met kwalitatieve metingen benthos) – 1-2 x per jaar.
5. hydrodynamica:
 - a. stroomsnelheid en stroomrichting gemeten met akoestische meetinstrumenten (meestal alleen gemeten gedurende een 1-2 weken durende meetcampagne) binnen een raai bestaande uit een aantal punten. RWS meet stroomsnelheid in intergetijdengebieden standaard over een periode van 4 weken. Apparatuur wordt op raaien uitgezet, maar binnen meetcampagnes worden meerdere raaien geplaatst. Dit afhankelijk van de vraag en het gebied. Ter illustratie: Hooge Platen Noord wordt standaard gemeten op raaien met in totaal 16 stuks apparatuur.
 - b. golfhogte en golflengte gemeten met druksensoren (gemeten gedurende een vier weken durende meetcampagne) binnen een raai bestaande uit een aantal (4-6) punten.
 - c. sedimenttransport gemeten met akoestische- of optische meetinstrumenten (gemeten gedurende een meetcampagne van vier weken) op een raai met 4-6 meetpunten.

5.2 Onderzoeksvraag

Op basis van de 'state of the art' kennis in binnen- en buitenland over monitoringtechnieken in intergetijdengebieden, de voorheen in projecten opgebouwde expertise van de consortiumpartners en de ingebrachte kennis en ervaringen van de publieke professionals van de Provincie Zeeland en Rijkswaterstaat is de centrale onderzoeksvraag geformuleerd:

Centrale onderzoeksvraag

Hoe kunnen biologische- en fysische effecten van natuurherstelmaatregelen op het getijden-ecosysteem zo efficiënt als mogelijk worden gemonitord en hoe kan deze kennis worden ingezet voor de deltabeheercyclus?

Voor wat wordt bedoeld met de deltabeheercyclus verwijzen we gemakshalve naar figuur 1 op pagina 4 van dit voorstel.

Deelvragen

1. Welke methoden en technieken zijn het meest geschikt om de kernparameters die van invloed zijn op het functioneren van getijde-ecosystemen te meten en te monitoren?
2. Hoe verlopen de biologische- en fysische processen in de getijde-ecosystemen waarvoor natuurherstelmaatregelen zijn genomen?
3. Hoe ziet een efficiënt monitoringsprogramma voor natuurbeheer eruit?

Deze deelvragen worden beantwoord door de opzet, inrichting en uitvoering van separate deelonderzoeken op basis waarvan de centrale onderzoeksvraag na afloop van het project kan worden beantwoord.

5.3 Een beschrijving en onderbouwing van de voorgestelde methoden en analysetechnieken waarmee de onderzoeksvraag wordt beantwoord

Innovatieve monitoringstechnieken voor slikken en platen:

Om de monitoring van natuurherstelprojecten meer (kosten) effectief te maken, wordt onderzoek verricht naar de mogelijkheden om (1) doelmatiger en gericht te meten alsook door (2) gebruik te maken van nieuwe meettechnieken. Hierdoor maken we het mogelijk om een beter inzicht te verkrijgen in de interactie van biologische- en fysische processen op getijdenplaten. Zie hieronder voor een verdere uitwerking:

1. Doelgericht meten: de rol van benthos als “vogelvoer” in het voedselweb

We gaan de bestaande kwalitatieve monitoring uitbreiden met een kwantitatieve benadering voor de dominante soorten (DQ-methode: dominant quantities). Dit biedt een alternatief voor de arbeidsintensieve kwantitatieve methode en heeft als doel om beter inzicht te krijgen in de rol van benthos als voedsel voor vogels. Rationale: alleen de dominante soorten zijn belangrijk in de voedselketen en dienen dus kwantitatief te worden bemeten. Dit bespaart heel veel werk in vergelijking met de klassieke kwantitatieve meting. Het is echter onduidelijk hoeveel soorten we op deze manier gaan missen en of we daarmee het risico lopen trends in soorten verschuiving te laat op te merken. Dit dient nader onderzocht te worden. Voor bepaalde vraagstellingen zal de kwantitatieve methode nodig blijven.

2. Nieuwe meettechnieken

- Vogeltellingen: we zullen de handmatige tellingen vervangen door drone opnamen.
Rationale: voorlopige testen in de Waddenzee door de Universiteit Groningen, geven aan dat drone tellingen accurater zijn en de verstoringkans lager is indien de tellingen met behulp van een 30 meter boven de grond vliegende drone plaatsvindt. Dit moet echter nader onderzocht worden.
- De rol van benthos als ‘bioturbators’ die het sediment van zuurstof voorzien & het sediment los maken: Rationale: het is belangrijk om de benthos niet alleen als vogelvoer te zien, maar ook andere belangrijke ecosysteemfuncties mee te nemen zoals aeratie en de kringloop van voedingsstoffen. De aeratie van het sediment is belangrijk om te weten welke chemische processen er in het sediment plaatsvinden zoals nitrificatie-denitrificatie processen. We gaan deze reacties meten middels een nieuw samen te stellen cameracore met geïntegreerde redox sensor. We meten de effecten van de benthos op de sedimentstabiliteit middels een pocket vane tester. Beide metingen zijn zeer snel en daarmee goed te combineren met de DQ-methode.
- Grootschalige morfologische ontwikkeling: we willen de verandering van de morfologie gaan meten middels de combinatie van 2 innovatieve meetmethoden:
 1. we willen met een standaard drone bepalen welke hoogteveranderingen we kunnen waarnemen als we de structure for motion techniek toepassen, waarbij we een raster van met de dGPS ingemeten vliedschijven gebruiken als referentie-objecten.
 2. we willen testen in hoeverre we een remote controlled bootje kunnen gebruiken om de sedimenthoogte te meten, door het bootje uit te rusten met een akoestische SED-sensor (zie onder) in combinatie met een GPS-positielogger.Rationale: beide technieken zijn vandaag de dag tegen lage kosten beschikbaar. De uitdaging is door een goede verwerking van de grote datasets die worden verkregen en het combineren van beide technieken, de resolutie naar een voldoende hoog detectieniveau te tillen: door middel van de cm-schaal. We zien een resolutie op de cm-schaal als voldoende, omdat we door de lage kosten frequent kunnen meten én omdat we de metingen koppelen aan continue monitoring (zie onder; akoestische SED-sensor).

- Bodemdichtheid (= bulk-density) middels een akoestische SED-sensor. *Rationale:* de bodemdichtheid is sterk van invloed op zowel de erodeerbaarheid van de bodem en de ecologische ontwikkeling van de bodem. Er is echter weinig informatie bekend over hoe de bodemdichtheid zich in restauratie-sites door de tijd ontwikkelt en hoe dit samenhangt met de korte termijn (dagelijkse) sediment dynamiek.
- De korte termijn (dagelijkse) veranderingen in sedimenthoogte middels een nieuwe akoestische SED-sensor. *Rationale:* Het is recentelijk aangetoond dat korte termijn (dagelijkse) veranderingen in sedimenthoogte een belangrijke sturende parameter is voor de ecologische ontwikkeling (dus de ecologische kwaliteit) van getijde platen. Deze parameter kon tot voor kort in zijn geheel niet gemeten worden. NIOZ heeft recentelijk een optische SED-sensor ontwikkeld, waarmee belangrijke nieuwe inzichten zijn verkregen. Deze optische SED-sensor meet de sedimenthoogte gedurende laag water. Er is nu een akoestische SED-sensor ontwikkeld, die (1) aanzienlijk goedkoper is en (2) onder water kan meten. Door onder water te meten, valt de sedimentdynamiek procesmatig beter te begrijpen.
- Hydrodynamiek – stroming & golven. *Rationale:* de mogelijkheid om stroming en golfhoogtes te meten, is zeer beperkt door de hoge kosten van de benodigde instrumenten. We zullen een aantal low-cost nieuwe sensoren testen die golven en stroomsnelheid meten. Door de lage kosten kunnen deze sensoren op grote(re) schaal worden ingezet, waardoor ruimtelijke patronen kunnen worden gemeten.
- Sedimentconcentraties in het water. *Rationale:* de sedimentconcentratie in het water is een belangrijke sturende parameter voor de morfologische ontwikkeling van intertidale slikken en platen. Ruimtelijke metingen zijn zeer beperkt mogelijk door de hoge kosten die de inzet van bestaande meetinstrumenten met zich meebrengt. We zullen een aantal low-cost nieuwe sensoren testen waardoor deze op grote schaal kunnen worden ingezet om ruimtelijke patronen te meten.

5.4 Een activiteitenplan

Het project wordt uitgevoerd als een multiple case studie. De locaties waar wordt gemeten en gemonitord (Baalhoek, Knuitershoek en Perkpolder) worden gezien als afzonderlijke cases waar telkens dezelfde kernparameters met dezelfde (innovatieve) technieken worden gemeten en nadien bestudeerd en ook vergeleken met de traditionele (klassieke) meettechnieken. Door de resultaten van de cases onderling te vergelijken, kan worden onderzocht in hoeverre bepaalde bevindingen ten aanzien van de gekozen kernparameters case overstijgend zijn. Door het stapelen van de bevindingen uit de cases, kunnen enerzijds betere conclusies worden gefundeerd ten aanzien van factoren die met elkaar van invloed zijn op de ontwikkeling dan wel erosie van getijdenplaten als ecosystemen. Anderzijds kan worden vastgesteld welke monitoringstechnieken de beste resultaten opleveren, gegeven de vaak beperkte middelen en tijd. Dit activiteitenplan kent vier fases die elk bestaan uit een aantal werkpakketten die navolgend worden uitgewerkt.

5.4.1. Voorbereidingsfase

In de voorbereidingsfase worden de monitoringlocaties geanalyseerd met het oog op de temporele en ruimtelijke variaties die zich daarbinnen kunnen voordoen ten aanzien van de kernvariabelen die worden gemonitord. Er wordt een meetstrategie bepaald, apparatuur wordt verworven, de natuurgebieden technisch ingericht en de infrastructuur getest en gekalibreerd. Na inrichting van de locaties start de uitvoeringsfase. De activiteiten die in deze fase worden uitgevoerd, zijn hieronder opgenomen als werkpakket 1.

Werkpakket 1: Inrichten monitoringslocaties

Doel

Het doel van dit werkpakket is het inrichten van de meetlocaties voor Baalhoek, Knuitershoek en Perkpolder om op basis daarvan de drie cases zowel ruimtelijk als temporaal verantwoord te kunnen inrichten en bemeten. Alle locaties worden gemonitord op basis van de 9 kernparameters die in tabel 1 zijn opgenomen.

Omdat we - naast het willen begrijpen van de biologische en fysische processen in het getijdenecosystemen - tegelijkertijd onderzoek doen naar de effectiviteit van meettechnieken voor natuurherstelprojecten, wordt vergelijkend onderzoek uitgevoerd naar (data) opbrengsten van conventionele (klassieke) en nieuwe (innovatieve) meet- en monitoringstechnieken. Alle negen kernparameters worden op alle locaties dus dubbel gemeten, behalve als het een nieuwe meettechniek bevat, welke niet is opgenomen in de conventionele monitoring.

Tabel 1

SUBSYSTEMEN	KERNPARAMETERS	KLASSIEKE MONITORING	NIEUWE MONITORING
Biologisch	Vogelaantallen	Handmatige tellingen	Drone
	Benthos als vogelvoedsel	Handmatige tellingen & soortendeterminatie	DQ-method (dominant quantities)
	Benthos als bioturbator	n.v.t.	Camera-redox core
Fysisch	Hydrodynamiek (stroming & golven)	Korte meetcampagnes met weinig meetpunten aan het begin	Goedkope innovatieve stand-alone sensoren voor continue ruimtelijke dekking
	Sedimentconcentraties in water	Korte meetcampagnes met weinig meetpunten aan het begin	Goedkope innovatieve stand-alone sensoren voor continue ruimtelijke dekking
	Bodemdichtheid (Engels: bulk-density)	n.v.t.	Akoestische SED-sensor
	Korte termijn (dagelijkse) veranderingen in sediment hoogte	n.v.t.	Akoestische SED-sensor
	Middelgrootte schaal morfologie	Inlopen transecten met RTK-dGPS	Drone technieken
	Grootschalige morfologie	1 x per jaar LIDAR vlucht, of 1 x per 3 jaar ⁴	Drone technieken

⁴ Het MWTL programma voorziet in 1 x per 3 jaar een opname. Daarnaast zijn er nog Rijksprogramma's (MONEOS, Kustlijnzorg) die jaarlijks een LiDAR opname maken.

Aanpak

Analyse van de temporele en ruimtelijke variaties in de monitoringsgebieden

Alle monitoringslocaties worden geanalyseerd op temporele en ruimtelijke variaties om er zeker van te zijn dat er voldoende spreiding is in het aantal meetpunten en meetopbrengsten.

De variaties die van invloed zijn op de **biologische parameters** worden als volgt geanalyseerd:

- er wordt deskresearch verricht op basis van de RWS hoogwatertelling om de monitoringsmomenten voor vogelaantallen vast te stellen (mei/september).
- aanvullend wordt er een analyse uitgevoerd om de meest optimale locaties te bepalen voor de handmatige vogeltellingen alsook voor de drone-tellingen.
- de (hoeveelheid) meetpunten (maximaal 20) voor het monitoren van benthos, worden bepaald aan de hand van een veldonderzoek. Dit wordt uitgevoerd door WMR. Rekening moet worden gehouden met hoogteligging, ruimtelijke spreiding en permanent water om tot een dekkend monitoringsgebied te komen.

De locatiekeuze voor het monitoren van **fysische parameters** (bodemdichtheid, korrelgrootte, golven en stroming en sedimentconcentratie) is nagenoeg gelijk aan de raaien van de morfologische monitoring. De reden hiervoor is dat deze monitoring tegelijk wordt uitgevoerd met de morfologische monitoring, maar ook zodat resultaten later goed zijn te koppelen. Om deze reden hoeft er geen aanvullende analyse te worden gemaakt om de fysische monitoring in te passen.

- de morfologische parameters worden gemonitord via inlopen met een dGPS (en grootschalige veranderingen met gebruik van een vliegtuig). Als voorbereiding op deze parameters worden raaien uitgezet waarlangs tijdens dit project wordt gemeten.

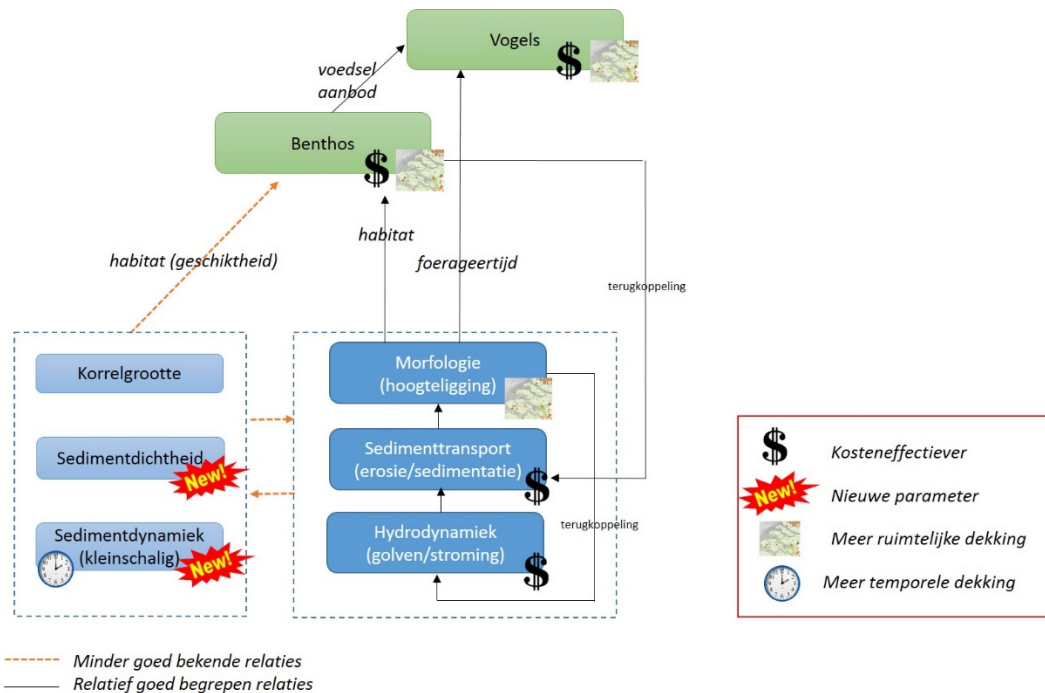
Bepalen van de meetstrategie

Als de temporele- en ruimtelijke variaties per casus zijn vastgesteld, kan een concept meetstrategie worden ontwikkeld. Bij de inzet van klassieke meet- en monitoringsmethoden staat vaak al vast hoe vaak er doorgaans binnen een budget kan worden gemeten (zie tabel 2). Immers het budget is bekend, de tijdsspanne waarbinnen het moet plaatsvinden en daarmee ook de maximale inzet voor monitoring. Voor de innovatieve meet- en monitoringstechnieken ligt dat anders. Door meer geavanceerde en waarschijnlijk ook goedkopere technieken (camera en sensoren) kan vaak continu en op meerdere plekken tegelijk worden gemeten (zie tabel 2: innovatieve monitoring). Tevens kan voor het eerst data worden ingewonnen over de werking van subsystemen (processen) die nu nog niet (zo goed) bekend zijn.

Tabel 2

Parameter	Klassieke monitoring						Innovatieve monitoring		
	Perkpoeder			Baalhoek/knuisterhoek			Alle locaties		
	Methode	Metingen (per jaar)	Onderzoeker	Methode	Metingen (per jaar)	Onderzoeker	Methode	Metingen (per jaar)	Onderzoeker
Vogelaantallen	tellen	2x	WMR	tellen	2x	WMR	Drone	2x	NIOZ/WMR
Benthos	sediment core	2x (Mei/Sept)	WMR	sediment core	1x (aug-sept)	WMR	DQ methode	2x	WMR
Benthos als bioturbator	n.v.t.			n.v.t.			Camera-redox core	continu	WMR
Middel Morfologie (hoogte)	RTK-DGPS	2x	HZ	RTK-DGPS	4x	HZ	Drone	2x	HZ
Grote Morfologie	LIDAR	min. 1x	RWS	LIDAR	min. 1x	RWS	Drone	2x	NIOZ/HZ
Korte termijn hoogtemetingen	n.v.t.			SED-sensoren	constant	NIOZ	Akoestische SED-sensor	continu	NIOZ/HZ
Bulk density (bodemdichtheid)	Sediment monster	2x (Mei/Sept)	NIOZ	sediment monster	1x (aug-sept)	NIOZ	Akoestische SED-sensor	continu	NIOZ/HZ
Stroming / Golven	Aquadopps	1x meetcamp.	RWS	8 wave-sensoren	constant	NIOZ	stand-alone sensor	continu	NIOZ/HZ
Sedimentconcentratie	n.v.t.			n.v.t.			stand-alone sensor	continu	NIOZ/HZ

Figuur 2: De wisselwerking tussen biologische en fysische processen op een getijdenecosysteem. Symbolen geven een vergelijking weer tussen de traditionele en boogde innovatieve monitoring.



Bovenstaande figuur laat zien hoe de vermeende wisselwerking is tussen (kern)parameter van de aangegeven subsystemen (biologisch (groen)- en fysisch (blauw)). De gestippelde lijnen laten zien welke kennis ontbreekt om het ontstaan én erosie van een getijdenecosysteem goed te kunnen begrijpen. Kennis die we nodig hebben om te kunnen sturen op ingrepen die worden gedaan voor natuurherstelgebieden zoals in onze 3 cases.

De effecten van korrelgrootte op benthos is zeer goed bekend. De effecten van sedimentdichtheid en sedimentdynamiek op benthos zijn daarentegen niet bekend. Zo weten we dat hydrodynamica van invloed is op de sedimentsamenstelling, maar we weten zeer weinig over hoe dit van invloed is op het sedimenttransport en de bodemdichtheid. Tevens is nog weinig bekend over hoe sedimentdynamiek de dichtheid van het sediment beïnvloed.

Nieuwe technologieën maken het mogelijk om deze relaties te bestuderen en nieuwe data te vergaren en daarover kennis op te doen. De akoestische SED-sensoren die door NIOZ zijn ontwikkeld, zijn nog nooit eerder voor een project ingezet. Dat geldt ook voor de camera-redox core die nog door WMR moet worden gebouwd. Voor dit project is de inzet van deze technologieën een primeur. Van de relatief goed begrepen relaties kan door de inzet van nieuwe technologieën de kwaliteit van de data worden verbeterd.

Fysiek inrichten en testen meetopstellingen

Zoals uit tabel 2 valt op te maken, wordt met de klassieke meetmethoden weinig instrumentarium ingezet. **Biologische parameters** worden klassiek gemonitord via handmatige tellingen, aangevuld met laboratoriumonderzoek. Deze methoden zorgen ervoor dat er op locatie geen voorbereidende inrichting hoeft plaats te vinden. De raaien zijn in dit stadium voorshands al bepaald.

Voor de innovatieve meetmethoden wordt gebruik gemaakt van voornoemde sensoren en camera die continu meten. In de voorbereidingsfase worden de meetinstrumenten geplaatst op de eerder vastgestelde meetpunten en vervolgens gekalibreerd. De drones worden pas ingezet op de dag van de meting. De **fysische parameters** hebben bij de traditionele techniek, op de locatie- en momentbepaling na, geen fysieke inrichting nodig. Dit omdat het monitoren plaatsvindt via monsters die handmatig worden genomen.

Inrichten processen voor dataopslag

Er wordt op drie locaties gemeten. Per locatie worden de kernparameters op traditionele wijze gemeten alsook met de inzet van nieuwe technologieën. Daarnaast zijn er verschillende kennisinstellingen (HZ, NIOZ, WMR) die (specifieke) delen van de meetcampagnes uitvoeren en RWS alsook de Provincie Zeeland die bestaande gegevens inbrengen. Zo zal NIOZ vooral meten met behulp van haar nieuwe sensoren en WMR vooral haar nieuwe camera inzetten. Dit betekent dat er meerdere datasets worden gecreëerd die – om de samenhang ertussen te kunnen begrijpen – moeten worden samengevoegd tot één centraal datasysteem. Deze data wordt in werkpakket 3 geanalyseerd.

Data worden niet op afstand (via Internet) verzameld, maar in het veld uitgelezen op basis van lokale opslag. Er wordt een protocol ontwikkeld waaraan alle consortiumpartners zich dienen te houden om data-analyse mogelijk te maken. Tegelijkertijd wordt onderling vastgesteld waar data wordt opgeslagen, wie toegang heeft en wat publiekelijk wordt gemaakt.

Opbrengsten

1. Een meetstrategie en de operationalisering ervan per casus
2. Gekalibreerde en gevalideerde meetinstrumenten
3. Ingerichte projectsites
4. Een protocol voor dataverzameling en centrale opslag.

5.4.2. Uitvoeringsfase

Om meet- en monitoringgegevens, verkregen door de inzet van innovatieve meet- en monitoringmethoden (zie paragraaf 5.3) te kunnen vergelijken met bestaande data verkregen op basis van bestaande technieken (zie paragraaf 5.1.3), wordt een tweesporen aanpak gehanteerd. Op alle drie voornoemde locaties worden de benoemde (negen) parameters traditioneel gemeten alsook op basis van innovatieve technieken. Het verschil in omvang en kwaliteit van de vergaarde data zegt iets over de doelmatigheid en doeltreffendheid van de gebruikte technieken in beide campagnes.

Na afronding van de uitvoeringsfase (studie naar voor- en nadelen alsook opbrengsten en kosten van meet- en monitoringtechnieken) - kan antwoord worden gegeven op deelvraag 1: *Welke methoden en technieken zijn het meest geschikt om de kernparameters die van invloed zijn op het functioneren van getijde-ecosystemen te meten en te monitoren?* De activiteiten die in deze fase worden uitgevoerd, zijn hieronder opgenomen als werkpakket 2.

Werkpakket 2: Data-acquisitie

Doel

Doel van dit werkpakket is om langs twee separate monitoringcampagnes op drie verschillende locaties de gekozen kernparameters te meten die van invloed zijn op het functioneren van het getijdenecosystemen. Doordat er langs twee sporen wordt gemeten, kunnen de gegevens voortdurend met elkaar worden vergeleken en kan na afloop van het project worden onderbouwd welke meettechnieken onder welke omstandigheden (temporeel / ruimtelijk) het meest (kosten)efficiënt zijn.

Aanpak

De negen kernparameters die op elkaar inwerken in het getijdenecosysteem alsook van invloed zijn op de ontwikkeling van de beoogde slikken op de locaties Baalhoek, Knuitershoek en Perkpolder, worden zowel op conventionele als innovatieve wijze gemeten en gemonitord. Per locatie worden aldus twee identieke campagnes opgezet doch verschillend uitgevoerd.

Campagnes

Om de campagnes te kunnen uitvoeren, worden er veldteams samengesteld die telkens bestaan uit circa 2 tot 4 studenten en 2 docentonderzoekers (of medewerkers van de kennisinstellingen). Vooraf wordt de meetcampagne besproken met één professional van een kennisinstelling. Met het oog op de efficiëntie worden conventionele en innovatieve meetmethoden tegelijkertijd uitgevoerd. Het veldteam is ook verantwoordelijk voor de dataopslag.

De traditionele meetcampagne(s) kennen een vaste doorlooptijd van 2 dagen en worden halfjaarlijks uitgevoerd. Op voorhand worden de veldteams geïnstrueerd over het type kernparameter (vogelsoorten, benthos, morfologie, hydrodynamica, sedimenttransport / dichtheid), hoe deze moeten worden gemeten en hoe data moet worden verwerkt en opgeslagen. Specifiek voor het benthos en de bodemdichtheid worden (per meetpunt) samples genomen (sediment core) die nadien in het laboratorium worden geanalyseerd (aard en samenstelling van de dan aanwezige bodemdierengemeenschap).

De innovatieve meetactiviteiten zijn (deels) minder intensief ten opzichte van de conventionele meetactiviteiten. De locaties worden conform de meetstrategie éénmalig ingericht met akoestische LED-sensoren, (goedkope) stand alone sensoren alsook camera's (voor het meten

van 'bioturbators' in benthos) en daarna tweemaandelijks uitgelezen. Activiteiten betreffen het onderhoud aan en het (wellicht opnieuw) kalibreren van de sensoren alsook de vogeltellingen die plaatsvinden met drones. Voor het uitlezen van sensoren wordt een dagdeel gerekend alsook voor het tellen van vogels met behulp van een drone. Voor de drie monitoringlocaties worden de campagnes als volgt uitgevoerd (zie tabel 3):

Tabel 3

	Campagnes Baalhoek	Campagnes Knuitershoek	Campagnes Perkpolder	Aantal datasets
Traditioneel (veldwerk)	Halfjaarlijks 2 dagen per keer 4 campagnes	Idem	Idem	12 datasets
Traditioneel (labwerk)	Halfjaarlijks volgend op veldwerk	Idem	Idem	
Innovatief (veldwerk)	Halfjaarlijks 2 dagen per keer 4 campagnes	Idem	Idem	12 datasets

Samenhang van werkpakket 2 met werkpakket 3

Na uitvoering van de campagnes worden resultaten geanalyseerd (werkpakket 3) en halfjaarlijks teruggekoppeld naar de consortiumpartners. Het verzamelen van data met de innovatieve meetmethoden vindt ook halfjaarlijks plaats. We veronderstellen dat door deze metingen kennis over de interactie **tussen biologische- en fysische** processen in het getijdenecosysteem toeneemt en leidt tot aanpassingen van de meetconfiguratie. Waar we starten met 20 meetpunten in een uitgezet areaal moet proefondervindelijk worden onderzocht hoe groot de ruimtelijk variatie is van de nieuwe sensoren en welke vlak maximaal kan worden gemonitord. Ook zal moeten blijken of er (geen) fouling optreedt hetgeen de dataverzameling beïnvloed. Indien dat het geval is zal meer onderhoud moeten plaatsvinden aan de meetconfiguratie. Dat heeft een negatief effect op de meet- en monitoringkosten.

Het zonder meerkosten kunnen vergroten van het meetoppervlak is een belangrijke meerwaarde van de nieuwe sensoren. Immers: hoe meer data over grotere arealen kan worden verkregen, hoe meer inzicht wordt vergaard in de werking / interactie van biologische / fysische processen op de gewenste getijdeplaten. Dit is echter nog een aanname, want de praktijk zal weerbarstiger blijken. Besluiten over aanpassingen in de opzet van de meetcampagnes (ruimtelijk, temporeel, instrumentarium) worden halfjaarlijks door de consortiumpartners genomen.

Dataverzameling en registratie

Zoals uit tabel 3 blijkt, worden in een periode van 2 jaar in totaal 24 verschillende datasets verzameld. Deze uit het veldwerk verkregen datasets, worden centraal ondergebracht bij HZ en dienen als basis voor analyses (werkpakket 3). Alle uitvoerende veldteams zijn verantwoordelijk voor het tijdig, juist en volledig verzamelen van alle data. Hiervoor is een protocol opgesteld.

Opbrengsten

Klassieke aanpak

- Inzicht in het minimaal aantal benodigde campagnes
- Inzicht in de kosten voor mandagen per campagne
- Inzicht in kosten en uitgaven voor (de inzet van) het benodigde instrumentarium
- Inzicht in kosten voor datamanagement

Innovatieve aanpak

- Inzicht in het minimaal aantal benodigde campagnes
- Inzicht in de kosten voor mandagen per campagne
- Inzicht in kosten en uitgaven voor (de inzet van) het benodigde instrumentarium
- Inzicht in kosten voor datamanagement

5.4.3. Analysefase

De data die tijdens de meetcampagnes (uitvoeringsfase) wordt vergaard, moet meer en beter inzicht bieden in de interactie van (factoren die van invloed zijn op) biologische- en fysische processen in getijdenecosystemen. Alleen als dat fundamentele inzicht wordt verkregen, kunnen uitspraken worden gedaan over de effectiviteit van getroffen maatregelen die het natuurherstel (vorming van getijdenecosystemen) op gang moeten brengen.

Na afronding van de analysefase (studie naar de werking van het getijdenecosysteem), kan antwoord worden gegeven op deelvraag 2: *Hoe verlopen de biologische en fysische processen in de getijdenecosystemen waarvoor natuurherstelmaatregelen zijn genomen?* De activiteiten die in deze fase worden uitgevoerd, zijn hieronder opgenomen als werkpakket 3.

Werkpakket 3: Data-analyse

Doel

Doel van dit werkpakket is het verkrijgen van betere kennis over de werking van het getijdenecosysteem. Betere kennis over het 'systeem' leidt immers tot betere (ontwerpen voor) ingrepen in natuurherstelgebieden en betere dataverzameling technieken leiden tot kwalitatief betere en meer data.

Aanpak

In de kern genomen, wordt er thans op basis van de traditionele meettechnieken te weinig geleerd over de werking van het 'systeem'. Bepaalde relaties tussen kernparameters in de subsystemen alsook tussen de subsystemen onderling zijn niet of onvoldoende bekend. Dat maakt sturen op 'interventies' voor natuurbeheerders lastig en onvoorspelbaar. In werkpakket 1 is uitvoerig beschreven welke data per locatie wordt verzameld en welke relaties op basis van de nieuwe technieken kunnen worden onderzocht. Systeemkennis is aldus nodig om te kunnen '*Efficiëntie in projectmonitoring*'.

De vragen vanuit Rijkswaterstaat en de Provincie Zeeland over de effectiviteit van hun ingrepen voor natuurherstel, maken deel uit van een de deltabeheercyclus (figuur 1) waarin (het ontwerp

en realisatie) van de ingreep (interventie) moet worden gemonitord om nadien iets te kunnen zeggen over de effectiviteit ervan.

Met de data die periodiek wordt verzameld in meetcampagnes, kunnen analyses worden gemaakt van factoren die van invloed zijn op de biologische- en fysische processen. Hierdoor wordt meer systeembegrip verkregen. Na afronding van elke meetcampagne worden data geanalyseerd en vergeleken met modellen en kennis die tot dan toe bekend is. Met deze incrementele werkwijze wordt de 'Body of Knowledge' bij HZ en het CoE-DT stapsgewijs versterkt.

Activiteiten

We onderscheiden twee subsystemen die met elkaar interacteren en waarvan de negen kernparameters deel uitmaken. Dit zijn:

1. Het biologische subsysteem: vogels en benthos, en
2. Het fysische subsysteem: sedimenttransport, sedimentconcentraties, korrelgrootte, bodemdichtheid, hoogteligging (morfologie) en hydrodynamiek

Volledigheidshalve verwijzen wij naar figuur 2 waarin de relaties tussen de kernparameters zijn opgenomen: (1) vogelaantallen, (2) benthos als vogelvoedsel, (3) benthos als bioturbator, (4) middelgrootte schaal morfologie, (5) grootschalige morfologie, (6) korte termijn (dagelijkse) veranderingen in sedimenthoogte, (7) bodemdichtheid, (8) hydrodynamiek: stroming & golven en (9) sedimentconcentraties in water.

Per casus worden teams gevormd, bestaande uit studenten en (docent)onderzoekers, die de datasets analyseren en de onderlinge interactie van kernparameters in de subsystemen alsook de interactie tussen de subsystemen proberen te verklaren. In figuur 2 is aangegeven welke relaties bekend zijn en welke niet. Naar verwachting neemt door de inzet van innovatieve technieken vooral de kwaliteit van data over bekende relaties toe (bijvoorbeeld het effect van korrelgrootte op benthos) en wordt nieuwe data verkregen over relaties die nog niet bekend zijn (lees WP-1).

De activiteiten in werkpakket 3 lopen nagenoeg parallel aan de activiteiten in werkpakket 2. Op basis van resultaten van de data-analyses is het mogelijk dat meetopstellingen moeten worden gewijzigd dan wel dat datasaturatie optreedt en de meetstrategie moet worden herzien. Alle bevindingen die worden verkregen uit de analyses van de campagnes op de locaties Baalhoek, Knuitershoek en Perkpolder, worden onderling vergeleken en moeten leiden tot meer kennis over de werking van het 'systeem'. In totaal maken 24 datasets deel uit van de analysefase.

Opbrengsten

Klassieke aanpak

- Beter begrip van (gedrag / invloed / kenmerken) de negen kernparameters
- Beter begrip van de werking van de gedefinieerde subsystemen
- Beter begrip van de werking van een getijdenecosysteem
- Beter inzicht in de effectiviteit van gepleegde ingrepen in natuurherstelgebieden

Innovatieve aanpak

- Beter begrip van (gedrag / invloed / kenmerken) de negen kernparameters
- Beter begrip van de werking van de gedefinieerde subsystemen
- Beter begrip van de werking van een getijdenecosysteem
- Beter inzicht in de effectiviteit van gepleegde ingrepen in natuurherstelgebieden

5.4.4. Ontwikkelfase

Resultaten die zijn verkregen in werkpakket 2, leveren nieuwe kennis over de doelmatigheid en doeltreffendheid van meet- en monitoringstechnieken die kunnen worden ingezet voor beheer van getijdenecosystemen. Data die wordt vergaard in werkpakket 3, biedt nieuwe kennis over de interactie van biologische- en fysische processen in ecosystemen. De combinatie van deze nieuwe kennis maakt het mogelijk om menselijke ingrepen in natuur(herstel)gebieden meer effectief en beter gecontroleerd te laten plaatsvinden. Wat het meest kostenefficiënte monitoringprogramma is voor de professionals (natuurbeheerders) zal hoogstwaarschijnlijk afhangen van de temporele- en ruimtelijke variatie in het natuurgebied.

Na afronding van de ontwikkelfase (opbrengst: beheertool) kan antwoord worden gegeven op deelvraag 3: *Hoe ziet een efficiënt monitoringprogramma voor natuurbeheer eruit?* De activiteiten die in deze fase worden uitgevoerd, zijn hieronder opgenomen als werkpakket 4.

Werkpakket 4: Afwegingskader

Doel

Doel van dit werkpakket is het ontwikkelen van een afwegingskader dat beheerders inzicht biedt in de kosten en opbrengsten van verschillende monitoringopties voor natuurbeheerprojecten.

Aanpak

Analyse opbrengsten monitoringstechnieken

De opbrengsten uit werkpakket 2 worden onderling vergeleken. Op basis hiervan kunnen uitspraken worden gedaan over de kosteneffectiviteit van de uitgevoerde campagnes dan wel óf en zo ja, in welke mate de veronderstelde kostenbesparingen of beoogde opschalingen in areaal door de inzet van nieuwe technologieën mogelijk zijn. Het kostenaspect gerelateerd aan de monitoring van ingrepen, is mede bepalend voor de hoeveelheid data die - binnen gestelde budgetten en tijdsplannen voor campagnes - kan worden ingewonnen.

Analyse opbrengsten datasets

De opbrengsten die in werkpakket 3 zijn verkregen, worden in samenhang geanalyseerd. Onderzocht wordt of er causale relaties zijn te ontdekken tussen de (kernparameters in de) verschillende subsystemen en of deze bevindingen voldoende aanknopingsbieden voor sturingsmogelijkheden door beheerders. Van een aantal relaties tussen voornoemde kernparameters, wordt onderzocht of de ingewonnen datasets bijdragen aan de ontwikkeling van nieuwe kennis hierover.

Ontwikkeling trade-off matrix

De bevindingen en conclusies ten aanzien van de monitoringstechnieken en datasets worden met elkaar geconfronteerd in een zogeheten 'trade-off' matrix. Deze trade-off matrix biedt de

beheerders een overzicht van beschikbare meet- en monitoringstechnieken, gekoppeld aan de reikwijdte ervan, de mate van inzetbaarheid, operationele kosten en opbrengsten. De trade-off matrix biedt beheerders van natuurgebieden een gedegen afwegingskader voor het (laten) uitvoeren van (deels verplichte) al dan niet integrale monitoringprogramma's.

Ontwikkeling vindt plaats in een breed samengesteld team

Studenten, docentonderzoekers, medewerkers van WMR en NIOZ alsook van Rijkswaterstaat en de Provincie Zeeland werken in een team samen om de trade-off matrix te ontwikkelen en breed inzetbaar / toegankelijk te maken. Daarnaast worden richtlijnen opgesteld waarin kan worden nagegaan wat best practice is.

Opbrengsten

1. Een afwegingskader voor beheerders van natuurgebieden voor het (laten) monitoren van ingrepen daarin gebaseerd op de twee drivers campagnekosten vs. campagneopbrengsten.
2. Richtlijnen voor de inzet en het nut van de verschillende monitoringsopties.

Werkpakket 5: Plan van doorwerking

Doel

Dit werkpakket heeft tot doel de resultaten van het project te laten doorwerken in het onderwijs (Opleidingen: Aquatische Eco-technologie en Watermanagement), de onderzoekspraktijk van HZ (Delta Academy) en de beroepspraktijk van natuurbeheerders. Hoe we dat gaan doen, wordt navolgend uitgewerkt.

Beroepsonderwijs

1. Resultaten inbedden in de opleidingen Water Management en Aquatische Eco-technologie en Watermanagement en Deltamanagement door de ontwikkeling van nieuwe casus, syllabi, opdrachten, onderzoeksminor en afstudeerstages.
2. Inzet van diverse communicatiemiddelen (website, social media en delta expertise site) om studenten, docenten en lectoren van andere hogescholen (CoE-DT) te bereiken.
3. Het organiseren van expertmeetings en netwerkbijeenkomsten voor disseminatie van resultaten buiten het consortium en netwerkontwikkeling.

Onderzoekspraktijk

1. Initiëren van (internationaal) vervolgonderzoek.
2. Publiceren over integrale meettechnieken voor het monitoren van herstel van natuurgebieden in relatie tot natuuringrepen in vakbladen zoals 'Land + Water' en tijdschrift H2O.
3. Wetenschappelijke publicaties.
4. Adviseren van consortiumpartners bij het opzetten van monitoringsprogramma voor natuurherstel.
5. Versterken van de samenwerking met de andere CoE-DT hogescholen.

Beroepspraktijk

1. Trainingsdagen ten behoeve van implementatie van het monitoringprogramma in de dagelijkse beheerpraktijk.

2. Kennisuitwisseling tijdens netwerkbijeenkomsten en werkbezoeken met andere beheerders van natuurgebieden.
3. Netwerkontwikkeling voor vervolgonderzoek, nieuwe projecten en innovaties.

Werkpakket 6: Projectmanagement

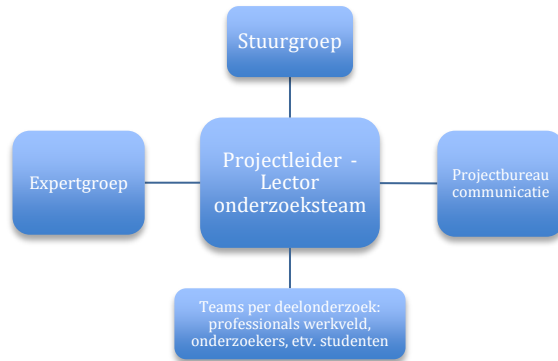
Nadat een positieve beschikking tot subsidieverlening is afgegeven door het NRPO SIA, wordt door de stuurgroep een startbijeenkomst belegd. In die bijeenkomst wordt de projectorganisatie verder geoperationaliseerd en worden taken, bevoegdheden en verantwoordelijkheden aan de betrokken consortiumpartners en personen gekoppeld. Gedurende deze bijeenkomsten worden ook afspraken gemaakt over de wijze waarop alle partners hun activiteiten moeten verantwoorden. Er wordt een centrale projectadministratie ingericht waarbij een procedure wordt beschreven voor de 'routing' en wijze van verantwoording (voornamelijk uren en de deling van data).

Managementinformatie wordt in het project verzameld en aangeleverd door het projectbureau dat informatie van de afzonderlijke werkgroepen consolideert tot bruikbare (sturings)informatie. De taken van het projectbureau zijn o.a. het voorbereiden van vergaderingen, versturen correspondentie, (deels) schrijven van rapportages en het onderhouden van contacten met NRPO-SIA. In het project worden de voortgangsrapportages met volgens het volgende ritme opgeleverd:

- Halfjaarlijkse managementrapportages (d.d.: 06-2018 / 01-2019 / 06-2019)
- Jaarrapportage (d.d.: 01-2019)
- Eindrapportage (d.d.: 12-2019)

6. Projectorganisatie en management

6.1 Projectorganisatie



Stuurgroep

De stuurgroep vertegenwoordigt het 'bestuurlijk niveau' en stuurt op het behalen van de doelstellingen en resultaten. De stuurgroep stuurt niet op activiteitsniveau. De stuurgroep bestaat uit een afvaardiging van de verschillende partijen (HZ, werkveld, kennisinstellingen):

- Willem den Ouden, Dean Delta Academy (HZ)
- Leo Adriaanse, Senior adviseur (Rijkswaterstaat)
- Jan Maljaars, senior ontwikkelmanager en programmamanager NPW (Provincie Zeeland)
- Klaas Timmermans, Head of Scientific Department (NIOZ)
- Nathalie Steins, Manager regio Yerseke (WMR)

Projectleider

Matthijs Boersema is de projectcoördinator. Hij heeft de dagelijkse leiding en coördineert de uitvoering van het project. Lector Tjeerd Bouma is inhoudelijk verantwoordelijk voor het onderzoek. Zij worden ondersteund door het HZ projectbureau. De belangrijkste taken van de projectleider zijn:

- het realiseren van de projectdoelstellingen;
- het oplossen van knelpunten / problemen die eindresultaten in de weg staan;
- de voortgangsbewaking van het project;
- het aansturen van de teams;
- het (laten) zorgen voor een adequate administratieve organisatie en het tijdig voldoen aan alle rapportageverplichtingen.

Onderzoeksteam

Het centrale onderzoeksteam bestaat uit:

- Tjeerd Bouma – Lector Building with Nature (projectleider), projectleider Baalhoek/Knuitershoek
- Matthijs Boersema – Coördinator onderzoeksgroep Building with Nature – projectleider Perkpolder – Onderzoeker morfologie en hydrodynamica
- Tom Ysebaert – Senior onderzoeker WMR, Senior onderzoeker Perkpolder en Baalhoek/Knuitershoek
- João Salvador de Paiva – Docent Civiele Techniek - Onderzoeker Perkpolder en Baalhoek/Knuitershoek

6.2 Beoogde projectbemensing, vakkennis en werkervaring

Per werkpakket wordt een team samengesteld bestaande uit professionals, onderzoekers van de HZ, WRM en NIOZ, docent-onderzoekers en studenten die samen het betreffende deelonderzoek uitvoeren. Onderstaand is de inzet van de projectpartners per werkpakket schematisch weergegeven.

Naam	Functie	Vakkennis / werkervaring	Werkpakket					
			1	2	3	4	5	6
Dr. T.J. Bouma	Lector Building with Nature (BwN)	BwN oplossingen Ecosysteemdiensten, restauratie en functioneren	x	x	x	x	x	x
Drs. M. P. Boersema	Coördinator BwN Onderzoeker morfologie en hydrodynamica	BwN oplossingen, morfologie en hydrodynamica	x	x	x	x	x	x
João Salvador de Paiva, MSc	Docent Civiele Techniek, onderzoeker BwN Perkpolder	Civiele Techniek en Aquatische ecotechnologie		x	x	x	x	
Drs. Paul Vader	Docent-onderzoeker Expertise and Valorisation Management	Contentmanager			x	x		
Miek Geerts	Projectleider Buitendijkse Maatregelen binnen het Natuurpakket Westerschelde	Begeleiden van (ontwerpen van) natuurherstelinterventies	x		x	x	x	
Eva Haverkorn	Projectleider Hedwigepolder en Zwin en coördinator monitoring Natuurpakket Westerschelde	Expertise planvorming natuurherstelprojecten; begeleiden van opstellen en uitvoeren van monitoringsplannen; juridische besluitvorming N2000	x		x	x	x	
Marian Pross	Beleidsmedewerker Natuur en Landschap at Provincie Zeeland	Natuur- en Landschapstechniek, betrokken bij Provinciaal Monitorings- plan (t/m 2021) en Provinciaal Monitoringsplan ANlb (t/m 2021)	x		x	x	x	
Leo Adriaanse	Senior adviseur Waterbeheer afdeling Netwerkontwikkeling en Visie	Watermanagement, Duurzame Gebiedsontwikkeling					x	x
Sylvana Ciarelli	(Senior) adviseur waterkwaliteit en ecologie	Waterkwaliteit, ecologie, monitoring	x	x	x	x	x	
Marco Schrijver	Adviseur/specialist hydrologie en morfologie	Hydrologie en morfologie bij natuurherstel	x	x	x	x	x	
NIOZ vacature	Technisch assistent / junior onderzoeker	Monitoring van ecologische effecten van ingrepen in estuariene natuur (ecologische en technische kennis)		x	x	x		
Dr. T.J.W. Ysebaert	Senior onderzoeker NIOZ Estuariene & Deltasystemen	Interacties tussen organismen en hun fysieke / chemische omgeving in estuaria en delta's; ecological engineering		x	x	x		

Werkpakket 1: Inrichten monitoringslocaties

Werkpakket 2: Data-acquisitie

Werkpakket 3: Data-analyse

Werkpakket 4: Afwegingskader

Werkpakket 5: Plan van doorwerking

Werkpakket 6: Projectmanagement

6.3 Projectplanning

Work MM	2018												2019												Nr.	Activiteiten
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12		
31-1-2018	■																								M1	Als de projectorganisatie is ingericht (projectmanagement)
28-2-2018	■	■																							P1	Als de drie lokaties voor monitoring zijn ingericht
30-6-2019			■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	P2	Als monitoringcampagnes zijn uitgevoerd
31-8-2019				■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	P3	Als meer inzicht is verkregen in intertidale ecosystemen
31-11-2019																						■	■	■	D1	Als een afwegingskader voor projectmonitoring is ontwikkeld
31-12-2019				■									■											■	P4	Als het plan van doorwerking is uitgevoerd
31-12-2019																									M2	Als het projectdossier is afgerond en evaluatie heeft plaatsgevonden

6.4 Projectadministratie

Het HZ-projectbureau werkt de administratie- en rapportagecriteria uit aan de hand van de te ontvangen subsidiebeschikking en legt deze vast in een project specifieke AO/IC. Vanuit eerdere RAAK-projecten is hier ruimschoots ervaring mee. Er worden aparte project specifieke kostenposten aangemaakt en een (integrale) urenregistratie gevoerd. Het project wordt per half jaar financieel gemonitord. De activiteiten in het projectvoorstel en daarbij opgegeven planning vormen hiervoor de basis: uitgevoerde taken, voortgang conform planning, realisatie versus begroting e.d.. De projectleider legt hierover verantwoording af aan de Academiedirecteur en de stuurgroep.

6.5 SWOT-analyse en maatregelen

<p><u>Sterktes</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Netwerk: relevante natuurbeheerders van de Zeeuwse Delta zijn betrokken en praktijkvraag wordt breed gedragen. - Veel expertise door koppeling HZ, WMR en NIOZ, inclusief beschikbare apparatuur. - Actueel en innovatief onderzoek welke aansluit op verschillende roadmaps en kennis- en innovatieagenda's van de Topsectoren. - Sterke koppeling met het onderwijs van de Delta Academy. 	<p><u>Zwaktes</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - De keuze van het aantal en positionering van de meetpunten is zeer bepalend voor de resultaten van de monitoringstechnieken. - DQ-monitoren van benthos als vogelvoer heeft het risico dat er soorten en trends worden gemist. - Beschikbare projectperiode van 2 jaar vraagt afbakening.
<p><u>Kansen</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Aansluiting bij verantwoording van (inter)nationale wet- en regelgeving m.b.t. natuurherstel. - Verbetering van het natuurherstel(beheer) op de drie projectlocaties. - Implementatie van projectopbrengsten bij andere (internationale) natuurherstel-monitoringprojecten. - Nieuwe samenwerkingen die ontstaan voor innovatie van onderwijs en onderzoekpraktijk. 	<p><u>Bedreigingen</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Weersinvloeden (het moment van meten) die invloed hebben op monitoringresultaten. - Meetapparatuur die niet werkt zoals verwacht - Kosten hoger dan verwacht

Beheermaatregelen

Risico's	Beheersmaatregel
Meetpuntkeuze	Ontwikkelen van meetstrategie en het uitvoeren van een testcampagne
Weersinvloeden	Bestudering van meteorologische gegevens voor timing meetcampagnes
DQ-methoden voor monitoring benthos	Op voorhand wordt er rekening mee gehouden dat voor bepaalde vraagstellingen conventionele methoden nodig blijven om alle soorten en trends te kunnen vergelijken.
Planningsproblemen of vertraging	Het opgestelde Milestoneplan en gebruik kwaliteitssystem van HZ geeft de projectleiding de mogelijkheid om afwijkingen snel te signaleren en tijdig maatregelen te treffen.

7. Datamanagement

Gedurende het project 'Low cost monitoren met high tech innovatoren' wordt veel (nieuwe) onderzoeksdata verzameld. HZ draagt er zorg voor dat deze data juist, tijdig en volledig wordt opgeslagen voor zowel het gebruik tijdens als na afloop van het onderzoek. Dit wordt uitgewerkt in een datamanagementplan aan het begin van de projectperiode.

7.1 Dataopslag

Waar worden de data gedurende het onderzoek opgeslagen?

Data verzameld tijdens het onderzoek wordt (in lijn met de *gedragscode praktijkgericht onderzoek voor het HBO (2010)*) opgeslagen op de DeltaExpertise-site, welke toegankelijk is voor een ieder met belangstelling voor de Zeeuwse Delta.

Middels de DeltaExpertise-site wordt de expertise met betrekking tot het leven in een Delta gebundeld en ontsloten. Kennis uit onderzoek wordt op die plek gedeeld, het onderwijs aan de HZ wordt ermee gevoed alsook belanghebbenden uit de beroepspraktijk. Met de DeltaExpertise-site wordt beoogd om bij te dragen aan een leefbare Delta, voor veilig wonen, werken en recreëren, zorgdragend voor en gebruikmakend van de natuur op duurzame wijze.

7.2 Lange termijnopslag en beschikbaarheid

Hoe worden de data na afloop van het project voor de lange termijn opgeslagen en voor hergebruik beschikbaar gesteld voor derden? Voor wie zijn de data toegankelijk?

Kennis en expertise wordt op de DeltaExpertise-site gestructureerd en ontsloten met behulp van de Expertise Management Methodologie (EMM) en de Soft Systems Methodologie (SSM). EMM en SSM vormen de basis van het Expertise Management op de HZ. De DeltaExpertise-site maakt voor de technische kant onder meer gebruik van Semantic MediaWiki. Dit is een vrije en gratis open-source uitbreiding voor MediaWiki waarmee data kan worden opgeslagen in en opgevraagd uit de wikipagina's. Semantic MediaWiki vormt ook een volledig framework. Samen met vele afgeleide extensies kan het een wiki veranderen in een krachtige en flexibele 'collaboratieve database'. Alle binnen Semantic MediaWiki gecreëerde gegevens kunnen eenvoudig worden gepubliceerd via het semantische web, waardoor andere systemen deze gegevens naadloos kunnen gebruiken.

Aan de DeltaExpertise-site nemen de volgende partijen deel: HZ University of Applied Sciences, waaronder de Delta Academy, Rijkswaterstaat, Projectbureau Zeeweringen, Provincie Zeeland, Waterschap Scheldestromen en Deltares.

7.3 Opslagvoorzieningen

Welke voorzieningen zijn naar verwachting nodig voor de opslag van data gedurende het onderzoek en na het onderzoek? Zijn deze beschikbaar?

De DeltaExpertise-site wordt namens de deelnemende partijen beheerd door de HZ University of Applied Sciences, gevestigd te Vlissingen. De binnen het domein deltaexpertise.nl opgenomen teksten en beelden zijn het eigendom van één of meer aan de DeltaExpertise-site deelnemende partijen, of zijn – waar van toepassing en mogelijk – gebruikt met toestemming van de rechthebbende.

Er is voldoende capaciteit voor dataopslag (server) en verwerking van nieuwe data door de contentmanager van HZ, wiens taak het is om kennis en expertise vast te leggen in de semantische wiki's van de verschillende onderzoeksgroepen. Specifieke capaciteit voor rekenkracht is niet voorzien in de DeltaExpertise-site en vooralsnog niet noodzakelijk.

8. Presentatie-indicatoren RAAK- publiek

Prestatie-indicatoren			
Netwerkvorming			
Type organisatie	Aantal	Waarvan consortiumpartner	Waarvan overige betrokken partijen
Hogeschool	1	1	
Mkb-onderneming	0	0	
Publieke instelling(en)	2	2	
Kennisinstelling	2	2	
Onderwijs			
Welke opleidingen zijn betrokken?	Deelname aantal studenten bij uitvoering	Deelname aantal docenten bij uitvoering	
Water Management en Aquatische Eco-technologie	24	6	
Watermanagement en Deltamanagement	24	6	

Referenties

CV en publicatie-overzicht betrokken hoofdonderzoeker en lector zijn als aparte bijlage opgenomen.