

Bouwen met *levende* natuur

Toegepast onderzoek op het grensvlak van ecologie, civiele techniek en watermanagement ten behoeve van de ontwikkeling van duurzame multifunctionele oplossingen waarbij waterveiligheid in Delta regio's gewaarborgd is

Een samenwerkingsverband tussen:

- Hogeschool Zeeland
- Deltares
- Rijkswaterstaat
- Projectbureau Zeeweringen
- Ecoshape
- Waterschap Scheldestromen

SIA RAAK Pro aanvraag

Herziene versie

Datum: 24 juni 2010

Auteurs: Jouke Heringa, Mindert de Vries en Wouter van Zandbrink

Startdatum: 1/9/2010

Samenvatting

De klimaatverandering heeft grote consequenties voor het kustbeheer. In Nederland heeft de Deltacommissie daarvoor de uitdagingen op een rij gezet. Eén daarvan is robuuste innovatieve oplossingen te ontwikkelen die duurzame waterveiligheid op een kosten effectieve en duurzame wijze combineren met versterken van andere functies als natuur en recreatie.

Inmiddels weten de professionele kustbeheerders dat de huidige wijze van 'harde' kustverdediging niet duurzaam is. Daarom wordt door hen gezocht naar oplossingen waarbij 'met de natuur wordt meegewerkt'. Building with Nature oplossingen voor kustveiligheid richten zich op het inzetten van in eerste instantie natuurlijke materialen als zand en slib. In toenemende mate wordt de levende natuur, zoals schelpdieren en vegetatie, ingezet voor (voor)oeverversteving, opslibbing en golfremming. Dit onderdeel van Building with Nature wordt in dit voorstel aangeduid als Building with Living Nature.

In Nederland en elders in de wereld wordt hier sinds enige tijd onderzoek naar gedaan. De kennis vanuit deze onderzoeken vraagt om toepassing, testen en toetsen. Immers, waterveiligheid vraagt proven technology, voordat het op grote schaal kan worden toegepast. Kustbeheerders (Rijkswaterstaat, waterschappen) en haar opdrachtnemers (marktpartijen als ingenieursbureaus en aannemers) vragen dan ook doorontwikkeling van deze kennis naar toepasbare producten. Niet alleen voor toepassing in Nederland, maar ook in het buitenland, waar het de concurrentiepositie van het Nederlandse delta-bedrijfsleven verder kan versterken.

Deltares dé kennisinstelling op het gebied van Building with Nature concepten en de Delta Academy van Hogeschool Zeeland erkennen deze problematiek en uitdagingen en slaan met het werkveld (Rijkswaterstaat, waterschappen, Ecoshape) de handen ineen om een onderzoeksstructuur voor praktijkgericht onderzoek op dit kennisgebied te ontwikkelen. Dit onderzoeksproject legt daarvoor de basis.

In dit onderzoeksproject is de klimaatprobleemstelling en -uitdaging tot productontwikkeling omgezet in de onderzoeksvraag *Hoe kan de kennis van 'Building with Living Nature' toepasbaar worden gemaakt voor de professional?*

De onderzoeksvraag is nader gespecificeerd in vier deelvragen:

1. Welke 'Building with Living Nature' *concepten* zijn beschikbaar in relatie tot waterveiligheid, wat is hun onderbouwing, wat ontbreekt daarin voor toepassing in de werkpraktijk?
2. Welke eisen en wensen stellen professionals (uitvoerders en kustbeheerders) aan waterbouwkundige oplossingen en hoe kunnen deze worden omgevormd tot een bruikbaar *toetsingskader* voor analyse van Building with Nature concepten, plannen en bestekken? Hoe kan vanuit het toetsingskader een *aanbestedingskader* worden opgesteld?
3. Welke *praktijkproeven* van toepassing van Building with Living Nature zijn bekend, wat is hun onderbouwing, wat ontbreekt daarin voor toepassing in de werkpraktijk? Welke aanvullende gegevens zijn nodig om de praktijkproeven op te waarderen tot proven technology?
4. Hoe kan de kennis en ervaring over de concepten, de praktijkproeven, het toetsingskader en het aanbestedingskader ontsloten worden, beschikbaar gemaakt worden en gebruikt worden door (toekomstige) professionals. Wat is hiervoor een bruikbaar instrumentarium ('*toolbox*') en hoe gaan professionals deze gebruiken?

Praktijkproeven vormen de verbinding tussen de concepten van Building with Living Nature en de toepassing ervan. In een aantal onderzoekscycli worden hieruit valide en bruikbare resultaten gegenereerd die antwoord geven op de onderzoeksvragen. Het onderzoek aan de deelvragen wordt uitgevoerd in vier onderzoeksteams die gecoördineerd worden door een programmteam – onder voorzitterschap van de lector - en een consortium onder voorzitterschap van Rijkswaterstaat. In de afzonderlijke onderzoeksteams participeren Deltares, Delta Academy (lector, docent-onderzoekers

en studenten) en natuurlijk ook het werkveld, zodat de onderzoeksinspanningen voortdurend bijgestuurd kunnen worden vanuit de vraag vanuit het werkveld. De uitgebouwde onderzoeksstructuur biedt de basis om na afloop van dit project nieuwe praktijkgerichte onderzoeksvragen van professionals, bedrijven, kennisinstellingen uit te voeren en die vervolgens kunnen worden geïmplementeerd in het werkveld. Deze verankering is in dit projectvoorstel uitgewerkt.

De doorwerking naar het onderwijs voor de toekomstige professionals, met lector en docent onderzoekers, is een onderdeel van dit projectvoorstel, waarmee het onderzoek een bijdrage levert aan de ambitie van de Delta Academy om toonaangevend te zijn in het delta beroepsonderwijs en praktijkgericht onderzoek met als speerpunt 'Bouwen met *levende* natuur'.

INHOUDSOPGAVE

Samenvatting.....	i
1. Inleiding en probleemstelling.....	1
1.1 Aanleiding.....	1
1.2 Beroepenveldperspectief.....	2
1.3 Onderzoeksperspectief.....	2
1.4 Onderwijsinstelling perspectief.....	3
1.5 Probleemstelling en doelstellingen.....	5
2. Onderzoeksprogramma.....	7
2.1 Onderzoekskader en (inter) nationaal referentiekader:.....	7
2.1.1 Probleemanalyse en scoping.....	7
2.1.2 Omschrijving van de belangrijkste begrippen.....	8
2.1.3 Relevante praktijk en/of theorie(en).....	9
2.1.4 Uitgangspunten en veronderstellingen.....	10
2.1.5 Positie van de aanvraag binnen huidige (inter)nationale theorie en praktijk.....	11
2.2 Centrale onderzoeksvraag en deelvragen.....	12
2.3 Onderzoeksstrategie en – design.....	12
2.4 Onderzoeksopzet.....	14
2.4.1 Werkpakket 1: Concepten.....	14
2.4.2 Werkpakket 2: Toetsingskader.....	15
2.4.3 Werkpakket 3: Praktijkproeven.....	17
2.4.4 Werkpakket 4: Kennismanagement.....	18
2.4.5 Kwaliteitsborging.....	20
2.4.6 Risicomanagement.....	20
2.4.7 Kostenbegroting.....	21
3. Onderzoeksorganisatie.....	22
3.2. Consortium.....	22
3.3. Programmteam.....	23
3.3 Onderzoeksteams.....	24
3.4 Rollen onderzoekspartners.....	24
4. Implementatieplan.....	25
4.1 Plan voor Implementatie in de Beroepspraktijk.....	25
4.2 Plan voor Implementatie in de Onderwijspraktijk.....	25
5. Duurzame Doorwerking.....	27
5.1 Duurzame doorwerking naar het Beroepenveld.....	27
5.2 Duurzame Doorwerking naar het Onderwijs.....	27
5.3 Duurzame Doorwerking van de Kennisontwikkeling.....	28
6. Disseminatie van de resultaten van het onderzoek.....	30
7. Financiële Onderbouwing.....	31
8. Bijlagen.....	32
Bijlage 1: Samenstelling Onderzoeksteams.....	32
Bijlage 2: Literatuurreferenties concepten Building with Nature.....	34
Bijlage 3. Ecoshape.....	35

1. Inleiding en probleemstelling

1.1 Aanleiding

De klimaatverandering zal in de 21^e eeuw leiden tot een verdere zeespiegelstijging van 50cm tot meer dan een meter (rapport van de Deltacommissie, 2009). Deze verwachte zeespiegelstijging heeft grote consequenties voor de kustveiligheid en het beheer van kustgebieden.

De tweede Deltacommissie daagt ons uit om op zoek te gaan naar robuuste innovatieve oplossingen die handhaven van waterveiligheid op een kosten effectieve wijze combineren met versterken van functies, zoals natuur en recreatie.

Naar het oordeel van beleidsmakers, kustbeheerders en wetenschappers leiden de oplossingen die thans toegepast worden - de z.g. harde oplossingen - tot hoge kosten en negatieve gevolgen voor mens en milieu. De ervaring leert dat deze harde verdedigingen en harde barrières tussen verschillende watersystemen op lange termijn niet optimaal voldoen en nieuwe problemen kunnen veroorzaken. Zo hebben de Deltawerken, de compartimentering van de verschillende bekkens in de Zuidwestelijke Delta, tot allerlei beheer- en waterkwaliteitsproblemen geleid.

Gezocht wordt naar bruikbare innovatieve oplossingen voor handhaven van waterveiligheid onder andere gebruik van natuurlijke processen, zoals golfgedreven transport van zand en eco-engineering capaciteiten van schelpdieren en vegetatie, die ook landschappelijke meerwaarde en waarde voor natuur en economische activiteiten leveren. Voorbeelden zijn werken met zand, inzetten van organismen voor stabilisatie van sediment en golfremming en maatregelen om harde structuren zoals dijken een meerwaarde te geven voor ecosysteem functioneren. Deze concepten worden de noemer van 'Building with Nature' (BwN) geschaard: *mee bewegen met het water en benutten van de natuurlijke en ecologische processen in kust- en deltagebieden*. Het Building with Nature concept is vooral in Nederland ontwikkeld om, in onze dichtbevolkte delta, multifunctionele oplossingen te vinden die veiligheid waarborgen en tegelijkertijd een meerwaarde bieden voor natuur en economische ontwikkelingen op het grensvlak van land en water. Een sprekend voorbeeld is de handhaving van de veilige Hollandse kust met behulp van zand, waarbij de natuur- en recreatiewaarden behouden blijven en economische ontwikkelingen worden gefaciliteerd (R.E. Waterman, 2008).

Professionals (kustbeheerders en marktpartijen) zien dit type oplossingen als kansrijk voor toepassing - in het perspectief van de klimaatadaptatie - in de Deltawateren en daarbuiten, in Nederland en in het buitenland. Nederlandse waterbouwbedrijven hebben internationaal een sterke positie en willen deze versterken door dit soort concepten als BwN toe te passen.

Het beroepenveld in kustbeheer en -ontwikkeling staat daarmee voor grote uitdagingen. Veel dijkvakken in de Zuidwestelijke Delta moeten verder versterkt worden om klimaatbestendig te zijn. De Zuidwestelijke delta bestaat uit een mozaïek van verschillende watersystemen, met ieder zijn eigen specifieke kenmerken. De daadwerkelijke implementatie van nieuwe concepten in kustbeheer en beleid wordt vertraagd door gebrek aan wetenschappelijke onderbouwing van de BwN-concepten, door gebrek aan ervaring met praktische toepassing, door ontbreken van een objectief gevalideerd toetsingskader en daardoor geringe kennis van en vertrouwen in de bruikbaarheid van de BwN-concepten. De interactie van BwN oplossingen met het omliggende natuurlijke systeem resulteert in kansen en beperkingen voor ontwerp en beheer die verder gaan dan wat nu bij traditionele oplossingen gekend en geregeld is. Verandering in zoutgehalte van een systeem kan bijvoorbeeld leiden tot soortverschuivingen, waardoor de stabiliteit van een gekozen BwN oplossing

kan worden aangetast of waarbij juist meerwaarde kan ontstaan. Grondige kennis van de fysica, chemie en biologie van lokale ecosysteem, regionale watersystemen en aangrenzende kust- en zeebodem is daarom een must voor succesvolle toepassing van BwN oplossingen.

Bij het in praktijk brengen van BwN-concepten is het uitgangspunt dat uitwisseling van kennis en ervaring tussen kennisinstituten, kustbeheerders en (regionale) marktpartijen gestructureerd wordt in een vorm waarin de zich ontwikkelende inzichten, methoden, oplossingen en praktische kennis samen bedacht, samen gedaan en samen gedeeld wordt.

1.2 Beroepenveldperspectief

Professionals (kustbeheerders en uitvoerders) in de Zuidwestelijke Delta voeren de kustherstel- en ontwikkelingsprojecten uit. Deze projecten zijn gelokaliseerd in de verschillende watersystemen (Zuidwestelijke Delta en daarbuiten) en zijn in een aantal gevallen reeds in uitvoering genomen of in andere gevallen nog in de planfase. De uitvoerders/kustbeheerders (Rijkswaterstaat, de waterschappen Hollandse Delta, Brabantse Delta en Scheldestromen, de provincies Zeeland, Brabant en Zuid Holland, Projectbureau Zeeweringen) en marktpartijen zien BwLN als kansrijk voor een effectieve en duurzame toepassing. Echter, een verdere doorontwikkeling van de concepten en een vertaling naar daadwerkelijke toepassing is noodzakelijk en komt nog onvoldoende van de grond. De betrokkenen stellen vast dat daarmee een gat ligt tussen de intentie van de Deltacommissie en de daadwerkelijke uitvoering cq. toepassing ervan.

Voor daadwerkelijk toepassing van BwN staan de volgende blokkades in de weg:

- concepten hebben zich onvoldoende bewezen, effecten van demonstratie-projecten zijn niet voldoende geanalyseerd ('proven technology')
- onvoldoende kennis van mogelijke oplossingen (bij kustbeheerders en uitvoerders) voor concrete gebiedssituaties (context afhankelijk)
- onvoldoende draagvlak bij beslissers: 'is het wel bewezen dat het werkt?'
- onvoldoende duidelijkheid over de effecten op ecologie en duurzaamheid gewogen tegen de kosten
- veel betrokken partijen, waardoor afstemming niet eenvoudig is: Rijkswaterstaat: verantwoordelijk voor de deltawateren tot aan laagwaterlijn, Projectbureau Zeeweringen: laagwaterlijn tot aan kruin dijk, Waterschap en Provincie: beheer en beleid kruin dijk naar achterland
- marktpartijen willen innoveren maar worden afgeremd door gebrek aan experts met de juiste achtergrond en gebrek aan vraag vanuit kustbeleid en -beheer
- nieuw aanbestedingsbeleid van de overheid (Economisch Meest Voordeling Inschrijving en Design& Construct contracten) compliceert in praktijk brengen van innovaties
- op dit moment zijn er onvoldoende gediplomeerden met kennis op het gebied van integrale kustontwikkeling en BwN.

Professionals hebben daarmee onvoldoende inzicht en handvatten om de effectiviteit en gevolgen van BwN maatregelen in concrete gebiedssituatie te beoordelen en toe te passen. Kennis en ervaring (theorieën en praktijkervaringen) voor BwN oplossingen zijn onvoldoende gestructureerd beschikbaar en bovendien onvoldoende getest voor grootschalige toepassing in de praktijk.

1.3 Onderzoeksperspectief

De beïnvloeding van het milieu door levende organismen wordt ecosystem engineering (of eco-engineering) genoemd. Eco-engineering biedt veelbelovende mogelijkheden om te worden ingepast in de huidige benadering van duurzame waterveiligheid. Benutten van 'eco-engineers' in robuuste, zelfregulerende en zelfversterkende 'meegroeïende' eenheden, levert duurzame oplossingen die naast voldoende veiligheid ook nog meerwaarde voor natuur, landschap en economische functies

genereren. Deze 'eco-engineers' worden ook wel biobouwers genoemd. Vanuit het veld is overigens al eeuwen lang bekend dat biologische componenten van kustecosystemen en estuaria de stabiliteit van de kust kunnen vergroten. Bekende voorbeelden hiervan zijn de zeereep als kustverdediging en landaanwinning met behulp van kwelderwerken.

In het afgelopen decennium is door een netwerk van universiteiten en kennisinstellingen, gestimuleerd door Nederlands Centrum voor Kustonderzoek en Rijkswaterstaat, eco-engineering onderzoek van de grond gekomen. Eén van de vruchten hiervan is een intensieve samenwerking tussen waterbouwbedrijfsleven en kennisinstellingen in Stichting Ecoshape Building with Nature. Hierin wordt aan het onderzoekthema Building with Nature gewerkt gericht op de interactie van organismen met stroming, golven en sedimenttransport (zie bijlage 3). Hiernaar wordt gerefereerd met de term Building with Living Nature (BwLN). Onderbouwing van deze innovatieve deltatechnologie wordt al enige jaren intensief ondersteund door veldonderzoek, experimentele faciliteiten bij Deltares en door ontwikkeling en toepassing van numerieke modellen.

Belangrijke BwLN concepten in het onderzoek van universiteiten en kennisinstellingen zijn:

- a) interactie van organismen met fysische omgeving en
- b) interactie tussen ruimte- en tijdschalen.

Het onderzoek bij het netwerk van universiteiten en kennisinstellingen is veelal opgedeeld in afzonderlijke projecten. Samenhang en ordening van de diverse BwLN concepten ontbreken grotendeels. Ook is het wenselijk dat meer getest wordt in de praktijk.

De Zuidwestelijk Delta is een uitermate geschikte proeftuin om de bruikbaarheid van concepten van 'Building with Living Nature' nader te onderzoeken, vanwege de aanwezigheid van geïnteresseerde partijen en aanwezigheid van een omgeving met een breed scala aan verschillende ecosystemen, de Deltawateren en Deltadijken die in de komende jaren en decennia onderwerp zijn van nieuwe insteek in kustbeleid, kustbeheer en kust- en oeverontwikkeling, mede in het licht van het Hoogwaterbeschermingsprogramma (HWBP) en klimaatbeleid en adviezen van de tweede Deltacommissie.

Een verbeterde samenhang tussen en verdieping van concepten, de geleerde lessen uit de praktijkproeven in de Zuidwestelijke Delta en de daaruit voortvloeiende opzet van een 'toolbox' met werkende BwLN oplossingen zijn een belangrijke input voor de toepassing van BwLN in andere Deltagebieden in de wereld door Nederlandse bedrijven.

De in dit project participerende kustbeheerders en bedrijven vinden daarom van groot belang dat de Delta Academy voorop gaat in onderzoek naar daadwerkelijke toepassing van innovatieve technieken en daarmee samenhangend, een belangrijke rol speelt in de relevante netwerken van overheid, kennis en markt en in de opleiding en scholing van toekomstige professionals.

1.4 Onderwijsinstelling perspectief

Hogeschool Zeeland (HZ) is een middelgrote hogeschool met een sterk regionale verankering (zuid west Nederland), en een internationale oriëntatie. In het Instellingsplan 2009-2012 is water als één van de speerpunten van de HZ geformuleerd. Hiertoe is o.a. in 2009 de Delta Academy opgericht waar via een drietal opleidingen Aquatische Ecotechnologie, Civiele Techniek en Delta Management deltawerkers van de toekomst worden opgeleid. Belangrijk uitgangspunt van de Delta Academy is de nauwe samenwerking met kennisinstellingen en het beroepenveld bij het ontwikkelen van het curriculum, het verzorgen van gastcolleges, het aanbieden van duale trajecten aan studenten, aanbieden van training voor huidig personeel en via participatie in onderzoeksprojecten.

De missie van de Delta Academy is als volgt geformuleerd:

"De Delta Academy streeft ernaar het Nederlandse bedrijfsleven en de overheidsorganisatie in de deltatechnologie te voorzien van voldoende en hooggekwalificeerd personeel door onderwijs van topkwaliteit aan te bieden aan initiële studenten, docenten in het hoger beroepsonderwijs en medewerkers van bedrijven en overheden."

Daarnaast werkt de Delta Academy nauw samen met een groep kennisinstellingen, bedrijven en overheidsinstellingen onder de naam Dutch Delta Academy: Hogeschool Zeeland, Hogeschool Rotterdam, Van Hall Larenstein, Wageningen UR, TU-Delft, Deltares, Grontmij, Royal Haskoning, Oranjewoud, Tauw, Rijkswaterstaat, Unie van Waterschappen, NLingenieurs, Vereniging van Waterbouwers.

Binnen de Delta Academy is de thematiek van 'Building with Living Nature' als één van de speerpunten geformuleerd, maar wordt tegelijkertijd onderkend dat er thans onvoldoende kennis van deze concepten is om de studenten tijdens de opleiding op een goede wijze kennis te laten nemen van deze concepten die ze vervolgens bij de uitoefening van hun toekomstig beroep kunnen toepassen wanneer ze voor een vraagstuk op het gebied van kustverdediging c.q. kustontwikkeling staan. Zo blijkt bijvoorbeeld ook dat kennis van het functioneren van ecosystemen een belangrijke voorwaarde is bij de keuze van een BwLN- concept en dat de "traditionele" Civiele Techniek hierover (nog) niet beschikt.

Kijkend naar haar missie ziet de Delta Academy het daarentegen wel als haar taak om toekomstige deltawerkers op te leiden met de nieuwste kennis op dit vlak en biedt de samenwerking met kustbeheerders en Deltares op het gebied van onderzoek in dit project dé mogelijkheid om hier invulling aan te geven. De basis hiervoor ligt bij de twee opleidingen Civiele Techniek en Aquatische Ecotechnologie (AET) die al enkele jaren als beste worden beoordeeld in de HBO Keuze monitor. De kennis van beide opleidingen komt hier samen wanneer het gaat over de randvoorwaarde kennis van het ecosysteem.

Op het gebied van vraaggericht met het werkveld praktijkgericht onderzoek uitvoeren staat de werkwijze en expertise van het Lectoraat Duurzaamheid & Water model. Deze onderzoeksgroep heeft zich ontwikkeld tot een gerenommeerde kennisspeler op het gebied van aquacultures en heeft met bedrijven, overheden en kennisinstellingen een "body of knowledge" opgebouwd die zijn vertaling heeft gekregen in het curriculum van de opleiding AET. Uiteraard participeren studenten en docenten via onderzoeksminor en/of afstudeerstages in deze onderzoeksprojecten.

Doordat docenten/docentonderzoekers en studenten participeren in de onderzoeksteams in dit onderzoeksproject krijgen zij allereerst een reëel beeld van de problematiek in de praktijk BwLN concepten te kunnen implementeren. Verder verkrijgen ze direct toegang tot nieuw ontwikkelde kennis (als resultaat van het onderzoek) en doen ze tegelijkertijd onderzoeksvaardigheden op. Tenslotte is samenwerking met Deltares, dat door de Delta Academy wordt gezien als dé kennisinstelling en partner op het gebied van BwLN -concepten voor toekomstige beroepsbeoefenaars een zeer relevante leerervaring. De resultaten van de verschillende onderzoeken uit het project zullen steeds worden vertaald in het curriculum, hetzij via aanpassing van courses, hetzij door het ontwikkelen van nieuwe courses en één of meerdere minors. Op deze wijze worden deltawerkers van de toekomst opgeleid die beschikken over de nieuwste kennis en die daarmee meerwaarde opleveren voor hun toekomstige werkgever en tevens bijdragen aan het innovatievermogen van hun werkgever.

Uit de samenwerking met bedrijven en overheidsorganisaties is eveneens gebleken dat de ontwikkelde kennis bij kennisinstellingen slecht is ontsloten. De Delta Academy ziet het als een logisch vervolg dit aspect mee te nemen in dit onderzoeksvoorstel. De verwachting is eveneens dat dit zal leiden tot nieuwe kennisvragen van betrokkenen en beter zicht zal geven op de praktijk/praktijksituaties waardoor er sprake is van heuse win-win situaties op het gebied van kennisontwikkeling en kennisverspreiding. Op deze wijze bouwt de Delta Academy samen met haar partners via onderwijs en praktijkgericht onderzoek praktisch toepasbare kennis op van Building with Living Nature concepten en sluit het project aan bij de missie van de Delta Academy. De Delta Academy wil zich verder ontwikkelen tot een gerenommeerd kenniscentrum op het gebied van Deltatechnologie met als speerpunt Building with Living Nature.

Waar het gaat om het op een innovatieve manier kunnen ontsluiten van ontwikkelde kennis naar kustbeheerders en ook marktpartijen zal de samenwerking gezocht worden met het lectoraat ICT van de HZ dat kennismanagement als een van de speerpunten heeft geformuleerd. Op deze manier wordt eveneens invulling gegeven aan de wens van de HZ om bij onderzoeksprojecten zoveel mogelijk multidisciplinair te werken zoals opgenomen in het Lectorenstatuut van de HZ.

1.5 Probleemstelling en doelstellingen

Centrale probleemstelling

Hoe kunnen de concepten van 'Building with Living Nature' verder ontwikkeld worden tot een goed gefundeerd en praktisch instrumentarium voor uitvoerders, kustbeheerders en marktpartijen, zodat Building with Living Nature een onderdeel gaat vormen van oplossingen in kust- en deltaontwikkeling gegeven de nieuwe uitdagingen die de 21^e eeuw biedt om de Delta's klimaatbestendig, veilig, ecologisch veerkrachtig en economisch vitaal te maken?

Het onderzoeksproject heeft als doel om op grond van analyse van BwLN concepten, ondersteund door praktijkonderzoek, een toolbox met concepten en onderbouwde BwLN praktijkoplossingen en een toetsingskader op te stellen die professionals ondersteunt in hun werk aan de kust en het selecteren van de juiste gebiedsspecifieke oplossingen. De toolbox faciliteert de opschaling van concepten via praktijkproeven naar de werkelijke schaal van de kust- en deltaproblematiek en de landing van 'know-how' in kustbeleid en -beheer.

Het onderzoek omvat, naast een verdere analyse en verdieping van BwLN concepten en oplossingen, ook verbetering van het traditionele ontwerp- en implementatie proces. Immers, natuurlijke systemen zijn gevoelig voor abiotische forcering en verstoring en vragen om gebiedsspecifieke oplossing. In de Zuidwestelijke Delta staan grote aanpassingen op stapel in ruimtelijke inrichting en waterbeheer, die erop gericht zijn om functioneren van het ecosysteem te verbeteren en veiligheid op lange termijn te waarborgen. Deze ingrepen, zoals bijv. verzouting van Volkerak-Zoommeer, bieden volop kansen voor ontwikkeling en toepassing van Building with Living Nature oplossingen voor een divers scala aan ecosystemen.

Doelstellingen per perspectief

Beroepenveld

Het doel van het project is een bruikbaar en goed gefundeerd instrumentarium voor de werkprijktijk van de professional te ontwikkelen met daarin een toetsingskader, een theoretische en praktische onderbouwing en getoetste BwLN - praktijkvoorbeelden. Het toetsingskader bestaat uit een eisen en wensen onderdeel en is bruikbaar om haalbaarheid en risico's van (nieuwe) BwLN oplossingen vast te stellen (eis) en om meerwaarde voor andere functies dan waterveiligheid te benoemen (wens). Ook wordt in dit onderzoek de theorie van BwLN oplossingen vertaald naar praktische en bruikbare concepten voor professionals en wordt een duurzame doorwerking van de resultaten naar beroepsuitvoering georganiseerd.

Onderzoek

Na afronding van het project is een samenhangende en evenwichtige kennisbasis ontstaan van bruikbare BwLN concepten, vanuit het perspectief van generieke en gebiedsspecifieke toepasbaarheid, met voldoende kennisverdieping om een betrouwbaar beeld te geven van

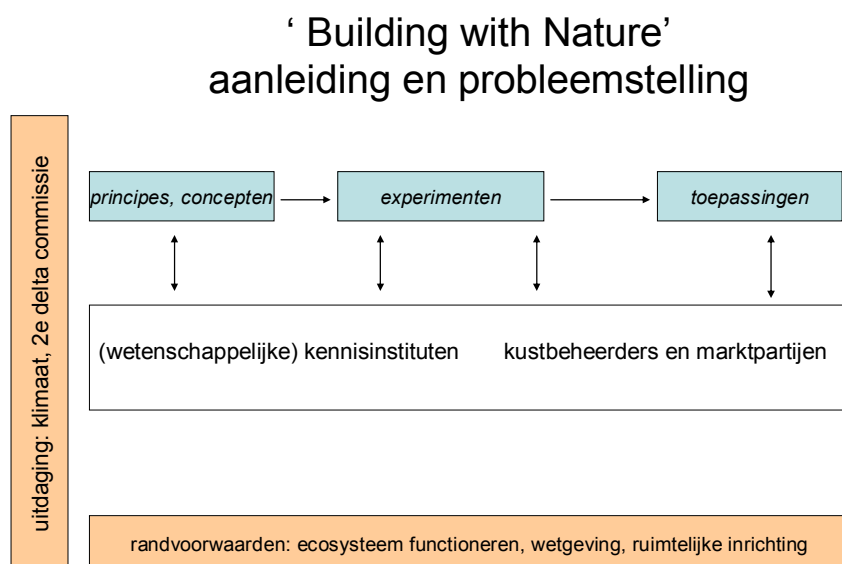
mogelijkheden en risico's. Er is inzicht verkregen in kennislacunes, er is verdiepend onderzoek geïnitieerd en er zijn initiatieven voor de toepassing van BwLN-concepten in Delta's in andere delen in Nederland en in de wereld.

Onderwijs

Delta Academy staat voor toonaangevend en aantrekkelijk onderwijs op het vlak van deltatechnologie. Daarbij gaat het niet alleen om cursorisch onderwijs. Nadrukkelijk gaat het ook om probleemgericht onderwijs, waaronder praktijkgericht onderzoek met (potentieel) toekomstige werkgevers. Dit wordt programmatisch opgepakt en gestalte gegeven in het Delta-kenniscentrum. Hiermee is de Delta Academy een belangrijke partner in een netwerk van professionals en kennisinstellingen. Onderwijs, kennisuitwisseling en praktijkgericht onderzoek over kustontwikkeling met BwLN-concepten zijn hierbinnen een wezenlijk aspect.

Gedreven door de waterveiligheidsuitdaging van de 21^e eeuw is een volgende stap nodig in het toepasbaar maken van BwLN-concepten. Er is een noodzaak voor versterking van samenhang en verdere verdieping van BwLN-concepten en de toepasbaarheid van BwLN gedreven door de eisen en wensen van professionals op basis van analyse en toetsing van bestaande experimenten en pilots. Belangrijke randvoorwaarden voor gebiedsspecifieke toepassing, ecosysteem functioneren en ruimtelijke inrichting worden expliciet benoemd en gekwantificeerd.

In het onderstaande figuur is de aanleiding en probleemstelling schematisch samengevat.



2. Onderzoeksprogramma

2.1 Onderzoekskader en (inter) nationaal referentiekader:

2.1.1 Probleemanalyse en scoping

Het is reeds eeuwen bekend dat biogene elementen langs onze kust, zoals schelpenbanken, schorren en kwelders, maar ook langs de rivieren, zoals vloedbossen, de dijken en de vooroever beschermen tegen harde stroming, golfaanval en erosie. Ook nu zien we dat achter stabiele schorren dijken soms in klei en gras worden uitgevoerd, met als tegenhanger meer hard uitgevoerde ontwerpen in aangrenzende dijkvakken. Ook het benutten van vegetatie zoals helmgras en Engels slijkgras voor stabiliseren van zandduinen en versneld invangen van slib in de kwelders en schorren is hier onderdeel van. In de afgelopen eeuw is het Nederlandse beleid voor handhaving van waterveiligheid gefocust geweest op constructie van vooral harde infrastructuur. Vanaf de jaren 90 is zachte verdediging weer meer toegepast in de vorm van zandsuppleties langs de Nederlandse kust. Veel wetenschappelijk en toegepast onderzoek is in gang gezet om deze methodiek te onderbouwen. Het principe 'Building with Nature' als basis van kustbeheer en kustontwikkeling werd geïntroduceerd en onderbouwd (zie Waterman, 2008). Deze concepten grijpen terug op de lange historie van bouwen met biogene elementen, maar mogelijke toepassingen zijn nog weinig onderbouwd met onderzoekresultaten. Het zich ontwikkelende vakgebied van de biogeomorfologie levert wetenschappelijke onderbouwing op maar is nog onvoldoende gefocust op ontwikkeling van goed onderbouwde toepasbare ontwerpen.

Belangrijke limiterende factoren voor daadwerkelijke toepassing op effectieve schaal zijn:

- De wetenschappelijke verzamelde BwLN - kennis is fragmentarisch, niet compleet en onvoldoende geordend.
- De wetenschappelijke verzamelde kennis over BwLN is nog te weinig omgezet in toegepast onderzoek en bijbehorende pilots, waardoor gevraagde proven technology ontbreekt.
- Het toetsingskader waterveiligheid waarmee de professional in de praktijk werkt, is vooral gebaseerd op gebruik van niet levende materialen en biedt vooralsnog onvoldoende mogelijkheden om BwLN oplossingen als standaard voldoende te toetsen.
- Het juridische kader. BwLN oplossingen noodzaken in sommige gevallen aanpassingen van vergunningverlening. Gebrek aan eerdere toepassingen en moeilijke inpasbaarheid in procedures is soms een obstakel.
- Het aanbestedingsbeleid. Door gebrek aan proven technology en een niet toereikend toetsingskader worden BwLN oplossingen niet standaard gevraagd en aangeboden.
- Kostenverdeling. BwLN oplossingen hebben een andere opbouw van kosten dan traditionele waterbouwkundige werken. Gebouwde natuur vergt onderhoud en dit past slecht in financiële kaders en organisatorische structuur van opdrachtgevers zoals Rijkswaterstaat en Waterschappen.

Een belangrijk kenmerk van BwLN is dat de mogelijkheden van toepassing van maatregelen, in belangrijke mate gebiedsspecifiek (maatwerk) is. Gebiedseigenschappen (de lokale situaties) bepalen mede de mogelijke BwLN maatregelen. In de Zuidwestelijke Delta treffen we veel verschillende onderscheidende lokale situaties aan, die bijvoorbeeld van elkaar afwijken in fysische eigenschappen als dynamiek in zout, getij, slib en zand en stroming. Een tweede kenmerk is dat BwLN oplossingen kansen voor medegebruik bieden en dus mogelijkheden scheppen voor

ecologische en economische ontwikkelingen. In het gebied van de Zuidwestelijke Delta staan verschillende kleine en grootschalige ingrepen op stapel die huidige kustbeheer- en inrichtingproblemen het hoofd moeten bieden. Dit maakt de Zuidwestelijke Delta een proeftuin bij uitstek om concepten van BwLN in praktijksituaties te testen.

De professional die de BwLN kennis wil toepassen kan dit slechts gemankeerd doen: De kennis is nog in ontwikkeling en versnipperd over kennisinstellingen, de ontsluiting ervan is gebrekkig, het begrippenkader is verschillend. Daarmee is een grote drempel om BwLN concepten daadwerkelijk te gebruiken voor de professionals. Temeer ook omdat er grote veiligheidsbelangen en economische belangen spelen. Informatie en kennis moet daartoe ook op de juiste wijze gemanaged worden.

2.1.2 Omschrijving van de belangrijkste begrippen

Kustbeleid en kustontwikkeling

Het kustbeleid en de kustontwikkeling in Nederland wordt gekenmerkt door de trefwoorden: veilig, integraal, multifunctioneel, flexibel, duurzaam, in onderlinge samenhang, met meerwaarde voor mens, milieu en economie

Building with nature;

Het toepassen van natuurlijke processen bij veilig maken en houden van mensen, land en materiaal tegen overstromingen vanuit de zee en rivieren en in het algemeen bij het aanleggen van civieltechnische werken in rivieren, delta's en estuaria. In dit onderzoeksproject gaat het daarbinnen in het bijzonder om het toepassen van levend materiaal als schelpen en vegetatie (bouwen met *levende* natuur, BwLN).

BwN – Concept

Een set aan maatregelen die voldoen aan BwN uitgangspunten en die op basis van theoretische aannames effectief worden verondersteld.

Praktijkproef

Een praktijksituatie in een specifieke gebiedscontext waarin toepassing van BwN concepten wordt overwogen of BwN concepten zijn aangelegd/uitgevoerd en wordt gemonitord.

Waterveiligheid

Waterveiligheid is het beperken van een overstromingsrisico tot de wettelijk vastgelegde kans op overstroming door zee of rivierwater. Voor Nederland zijn er twee normen voor beveiliging tegen de zee, te weten 1 op 10.000 jaar (Randstad) en 1 op 4000 jaar (overige Nederland bedreigd door zeel) en de normen 1 op 2000 en 1 op 1250 voor de rivieren.

Toetsingskader waterveiligheid

De door Rijkswaterstaat vastgestelde set aan criteria die gebruikt wordt bij het beoordelen van plannen en bestekken op

- Wettelijke normen als waterveiligheid, Natura 2000 en Kaderrichtlijn Water (kwaliteit).
- Bestuurlijke, beleidsmatige en maatschappelijke wensen als recreatief medegebruik, landschappelijke inpassing, natuurwaarde etc.
- De kosten van het maken en de kosten van het onderhoud.

Voor wat betreft waterveiligheid is dit uitgewerkt in ondermeer voorschriften voor toetsen op veiligheid (onderdeel van de waterwet), technische rapporten en leidraden van ministerie Verkeer en Waterstaat.

Aanbestedingsbeleid

Het opstellen en uitvoeren van plannen voor het realiseren van waterveiligheid doet Rijkswaterstaat in toenemende mate niet zelf. Zij besteedt dat uit en stelt per situatie een opdracht op (de z.g. Uitvraag). Opdracht en toetsingskader zijn coherent. De vorm van de aanbesteding is verschillend, van gedetailleerde beschrijvingen tot globale randvoorwaarden met scherpe resultaatformulering. In het laatste geval heeft de opdrachtnemer de ruimte om zelf binnen de randvoorwaarden de waterveiligheid vorm te geven.

Proven technology

Het toepassen van nieuwe ideeën, vormen en concepten voor waterveiligheid in de werkpraktijk kan pas nadat het idee zich heeft bewezen. Dit werkt via een opschaling van veronderstelde eigenschappen van waterveiligheid op papier, naar gemeten eigenschappen op lab-schaal en vervolgens naar kleinschalige (en veilige) praktijkproeven. Pas wanneer het in de praktijk voldoende bewezen is, verkrijgt het idee, de vorm/ het concept de classificatie 'proven technology' door Expertise Netwerk Waterveiligheid. Op basis van deze classificatie kan het breed worden toegepast in de werkpraktijk van de professionals.

Kennismanagement

Het inrichten van een organisatie met werkprocessen zodat kennis optimaal kan worden benut. Het gaat zowel om het vastleggen van kennis in de vorm van informatie die voor derden beschikbaar is, als om het beheren ervan.

Professionals (in kader van dit project)

Personen werkzaam in beleid, beheer en ontwikkeling van kusten en delta's.

2.1.3 Relevante praktijk en/of theorie(en)

Voortbouwend op decennialange ervaring met BwN langs de Hollandse kusten door kustverbreding met duinen en stranden op basis van zandsuppleties wordt bouwen met *levende* natuur op kleine schaal beproefd in natte ecosystemen. Recent is een aantal praktijkproeven in uitvoering genomen en er is een aantal gepland. Hierbij kunnen worden genoemd:

- Aanleg van schelpenbanken als golfremmend en sediment stabiliserend werk (Oosterschelde, geïnitieerd door Ecoshape consortium).
- Aanleg van vloedbos (wilgengriend) als golfremmend werk (aanleg vanaf 2011 nabij Werkendam, Ruimte voor de Rivier programma).
- Concept veilige brede dijk, brede duinen en stranden met toepassing van onder meer vegetatie (Afsluitdijk, Friese IJsselmeerkust, Schermdijk Delfzijl).
- Aanleg geoptimaliseerde dijktafsluitingen met maximalisatie van biomassa en biodiversiteit (projectbureau Zeeweringen, Rijkswaterstaat langs de hele Nederlandse kust, havenbedrijf Rotterdam, aannemerij).
- Herstel en inrichting van schorren en slikken (intergetigebied) als natuurlijke kustverdediging (Wallasea, oostkust UK) en in de Mississippi delta (Louisiana).

Internationaal wordt kustverbreding door duinen en stranden met als effect netto natuurwinst geregeld toegepast. BwLN concepten worden bijvoorbeeld benut voor bouwen van kunstriffen langs vele kusten als drager van economische- en natuurfuncties.

Praktijkproeven leveren nuttige resultaten die in combinatie met andere kennisbronnen kunnen worden benut voor verdiepend onderzoek. Het gaat er om zicht te krijgen op (functionele en afgeleide) effecten van interventies onder verschillende condities, om daaruit engineeringkennis te halen. Centraal thema in dit onderzoek is de invloed van organismen op hun fysische omgeving en de relatie met regionale en locale eigenschappen van de fysisch-chemische omgeving. Immers, we

willen weten waar organismen kunnen voorkomen en hoe we organismen kunnen benutten om bepaalde fysische eigenschappen van het natuurlijke systeem te beïnvloeden, waardoor wenselijke functies worden versterkt. Het gaat daarbij in relatie tot waterveiligheid om de volgende aspecten:

1. Benutting van (harde) substraten door organismen
2. Invloed van natuurlijke dynamische processen op verschillende tijd- en ruimteschalen
3. Beïnvloeding van stroming en golven
4. (De)stabilisatie van bodems
5. Stabiliteit op lange termijn onder veranderende regionale omstandigheden.

In het vakgebied biogeomorfologie worden deze aspecten onderzocht. Hier wordt een link gelegd tussen hydrodynamica, geomorfologie, geohydrologie en biologie. Kennisontwikkeling ondersteund door veldonderzoek, experimentele faciliteiten en door ontwikkeling en toepassing van numerieke modellen. Deze studies hebben geresulteerd in verschillende publicaties op deelgebieden. In bijlage 2 is daarvan een overzicht toegevoegd.

Belangrijke vraagstukken van onderzoek waar nog onvoldoende kennis beschikbaar is zijn de dynamiek en stabiliteit van moerassen, grienden, schorren en kwelders en riffen onder grootschalige invloed van klimaatverandering en zeespiegelrijzing in relatie met wellicht toenemende golfbelasting, veranderend sediment aanbod, getijslag en saliniteit. Op wat kleinere schaal is het van belang de invloed van menselijke activiteiten zoals baggeren en storten, maar ook zandsuppleties te leren kennen. Tenslotte op de schaal van een daadwerkelijke toepassing van een BwLN concept is nog weinig bekend over de invloed van beheer op stabiliteit en effectiviteit en de optimale ruimte- en tijdschaal voor toepassing. Van uit de optiek van daadwerkelijke toepassing ontbreekt kennis over risico's, kosten van aanleg, beheer en monitoring en relatie met ruimtelijke ordening en wetgeving.

2.1.4 Uitgangspunten en veronderstellingen

- Het onderzoek is beperkt tot ingrepen die de veiligheidsfunctie, naast andere functies, versterken en daarbinnen tot de technische aspecten, niet de aspecten die te maken hebben met risicoperceptie, draagvlak en bestuur.
- De praktijkgerichtheid betekent dat de professionals van de uitvoerings- en beheerspraktijk betrokken zijn bij het opstellen van dit onderzoeksplan, participeren in elk onderzoeksteam en in de aansturing van dit onderzoeksproject en dat zij participeren in het vervolg waarin de onderzoeksorganisatie een permanente vorm krijgt.
- Het onderzoek richt zich primair op de interactie van organismen, krachten en materialen en de betekenis van BwLN oplossingen als meerwaarde voor locale en regionale economische en ecologische functies op korte en lange termijn.
- De functionele inzet van soorten in een ecosysteem gaat uit van een aantal concepten uit de eco-engineering die verschillen van de gangbare waterbouwkunde. Er kan grofweg gezegd worden dat 'harde' materialen een stabiele (of gefixeerde) context vereisen, terwijl 'zachte' (levende) materialen met de context mee kunnen veranderen (meegroeien).
- Kenmerken van eco-engineering zijn dat er niet alleen voldaan moet worden aan biotische en abiotische condities, maar ook dat er ingegrepen wordt in ecosystemen die een natuurlijke complexiteit en dynamiek bezitten en dat de te verwachten effecten dus ook een ontwikkeling in de tijd vertonen. Interventies moeten een open oplossing bieden: reversibel of voldoende ruimte gevend aan aanpassing. De mogelijkheden voor bijsturing zijn daarmee object van onderzoek.
- Hiermee in verband staan ecologische begrippen als evenwicht, verstoring, veerkracht en kanteling, maar praktisch gesproken gaat het ook om aspecten als vestiging (van een soort), verspreiding, groei, levenscyclus, successie en dominantie. Als gevolg van deze ecologische dynamiek kan het veiligheidsrisico veranderen.

- De eco-interventies moeten robuust zijn. De oplossingen moeten werken onder sterk wisselende (dynamische) omstandigheden. Vanwege de veiligheidsfunctie is ook het gedrag onder extreme omstandigheden object van onderzoek. Dat geldt ook voor het herstel na een extreme gebeurtenis.
- Er wordt uitgegaan van de vigerende Nederlandse veiligheidsnormen, van de gangbare technische eisen aan de fysieke waterveiligheid en van de bestaande kennis met betrekking tot de mechanismen daarin.
- Het onderzoek zal in de eerste fase geografisch zich met name richten op de Zuidwestelijke Delta, maar in een vervolgfase op delta's in andere delen in Nederland en de wereld.
- Elk praktijkproef kent een specifieke en een veranderlijke context. Dat heeft gevolgen voor de opzet van het onderzoek, voor het (cyclisch) te ontwikkelen toetsingskader en ook voor de uitvoering- en beheerspraktijk.
- Ecologische processen zijn vaak langdurig en geleidelijk terwijl het onderzoek slechts 4 jaar duurt. Om die reden worden praktijkproeven in verschillende fasen van hun ontwikkeling geselecteerd. In andere gevallen moeten ontwikkelingen geëxtrapoleerd worden.

2.1.5 Positie van de aanvraag binnen huidige (inter)nationale theorie en praktijk (state-of-the-art)

Biogeomorfologisch onderzoek wordt uitgevoerd in verschillende instituten binnen Nederland en daarbuiten.

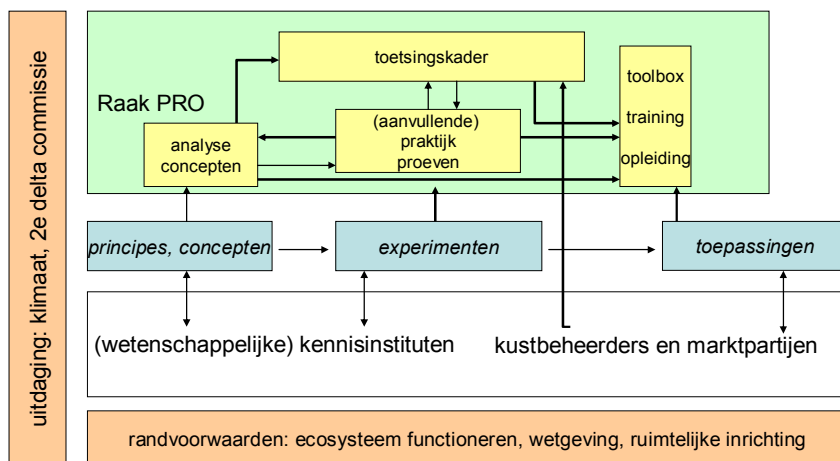
- Binnen Technische Universiteit Delft, Universiteit Twente, Universiteit Nijmegen zijn meerdere promovendi actief die relatie tussen fysische parameters en organismen bestuderen. Het betreft hier vooral werk in het kader van Technologiestichting STW, gefocust op interactie van vegetatie, stroming en golven.
- Binnen Ecoshape consortium zijn promovendi actief die op verschillende schalen zand- en slibtransport analyseren. Op het kleinste schaalniveau wordt de invloed van bodem-organismen op sedimenttransport beschouwd.
- Promovendi van NIOO-CEME en Universiteit Groningen werken aan dynamiek van kwelders en schorren in relatie tot fysische forcering en klimaatverandering.
- Aan de Universiteit van Utrecht werkt men samen met Imares aan dynamiek van schelpenbanken. Deze studies worden vooral uitgevoerd als praktijkproeven in combinatie met numerieke analyses.

Hiernaast zijn er internationale onderzoekslijnen waarin samengewerkt wordt rond invloed van vegetatie, stroming en golven. Deltares speelt hierin een belangrijke rol.

Dit onderzoeksproject is complementair aan bovenstaande activiteiten waar de focus vooral ligt op verdiepen van kennis en parameterisatie ten behoeve van inzicht en voorspelkracht door numerieke modellering. De focus in dit onderzoeksproject ligt vooral op versterking van praktijkgerichte kennisbasis voor daadwerkelijke toepassing door professionals, voortbouwend op praktijkproeven. Dit onderzoeksproject realiseert vooral aanvullende kennis en samenhang gericht op toepassing door professionals in specifieke ecosystemen.

In de onderstaande figuur is de positie van dit onderzoeksproject en de scope schematisch weergegeven.

RAAK-PRO onderzoek 'Bouwen met levende Natuur'



2.2 Centrale onderzoeksvraag en deelvragen

Centrale onderzoeksvraag: Hoe kan de kennis van 'Building with Living Nature' toepasbaar worden gemaakt voor de professional ?

De centrale onderzoeksvraag wordt nader gespecificeerd in de volgende deelvragen:

1. Welke 'Building with Living Nature' *concepten* zijn beschikbaar in relatie tot handhaving van waterveiligheid en versterking van andere functies, wat is hun onderbouwing, wat ontbreekt daarin voor toepassing in de werkpraktijk? Welk aanvullend onderzoek is nodig om hierin te voorzien?
2. Welke eisen en wensen stellen professionals (uitvoerders, beheerders, ontwikkelaars) aan waterbouwkundige oplossingen en hoe kunnen deze worden omgevormd tot een bruikbaar *toetsingskader* voor analyse van Building with Living Nature concepten, plannen en bestekken? Hoe kan vanuit het toetsingskader een *aanbestedingskader* worden opgesteld?
3. Welke *praktijkproeven* van toepassing van Building with Living Nature zijn bekend, wat is hun onderbouwing, wat ontbreekt daarin voor toepassing in de werkpraktijk? Welke aanvullende gegevens zijn nodig om de praktijkproeven op te waarderen tot standaard toepasbare methoden en technieken?
4. Hoe kan de kennis en ervaring over de concepten, de praktijkproeven, het toetsingskader en het aanbestedingskader ontsloten worden, beschikbaar gemaakt worden en gebruikt worden door (toekomstige) professionals. Wat is hiervoor een bruikbaar instrumentarium ('*toolbox*') en hoe gaan professionals deze gebruiken?

2.3 Onderzoeksstrategie en - design

Praktijkproeven vormen de verbindende schakel tussen de concepten en het toetsingskader voor toepassing van levend materiaal als robuuste veiligheidsoplossingen. Het onderzoek begint met de inventarisatie van de relevante concepten, de eisen en wensen aan waterbouwkundige oplossingen en de opbouw van een eerste versie van het toetsingskader. De te onderzoeken praktijkgevallen

liggen in eerste instantie in, maar zijn niet noodzakelijkerwijze beperkt tot, de Zuidwestelijke Delta en hebben elk hun specifieke dynamische context.

In het complex van te onderzoeken variabelen worden keuzes gemaakt op basis van het toetsingskader. Per praktijkproef wordt daarmee het doel vastgesteld en welke verbindingen (vergelijkbaarheid) er zijn met andere praktijkproeven. Vervolgens verloopt het onderzoek naar de praktijkproeven cyclisch, waarbij per cyclus 6 stappen worden doorlopen. Het voorgenomen aantal cycli in de onderzoeksperiode van vier jaar is tenminste 2, waarbij tussen de verschillende praktijkproeven faseverschillen kunnen bestaan.

De stappen in de **cyclus** zijn:

1. Inventarisatie beschikbare praktijkproeven

Het gaat om voorbeelden van operationele of geplande praktijkproeven in zoute watersystemen (schorren, slikken; slijkgras), in brakke en zoete watersystemen (biezen, wilgen, riet), in duinen (helmgras), met schelpdieren (banken/riffen, met palenconstructies/mandjes/schermen) en met vegetaties als wierenvelden en zeegrasvelden. Beschikbare praktijkproeven kunnen ook gevonden worden in gebiedsspecifieke plannen of historische ingrepen. In alle gevallen is beschrijving van de context noodzakelijk.

2. Toetsingskader: operationalisering van de toetsfactoren

Voor de relevante factoren uit het toetsingskader wordt vastgesteld welke factoren prioriteit hebben in het onderzoek, en vervolgens bij welke factoren daarvan kennislacunes liggen. Tot slot wordt uitgewerkt hoe deze ontbrekende kennis en met welk type onderzoek het meest adequaat aangevuld kan worden.

3. Analyse praktijkproeven

Van de beschikbare praktijkproeven wordt de context beschreven en worden de relevante concepten en adequate onderzoeksmogelijkheden voor de prioritaire factoren uit het toetsingskader geïnventariseerd.

4. Matching praktijkproeven met prioritaire factoren uit toetsingskader

Op basis van het toetsingskader wordt de onderzoeksvraag van te matchen praktijkproef en prioritaire factoren vastgesteld. Op basis van de analyse van beschikbare praktijkproeven wordt gezocht naar onderlinge vergelijkingsmogelijkheden om tegelijkertijd de toepassingsrange (van een ingreep) te kunnen onderzoeken. Vastgesteld wordt welke variabelen op welke wijze en over welke periode in de praktijkproef gemeten worden.

5. Uitvoering praktijkproeven

Het veldonderzoek wordt (waar gewenst) aangevuld met onderzoek uit de literatuur, kleinschalige laboratoriumexperimenten en modelstudies. De veldproeven en bureaustudies worden primair uitgevoerd door de onderzoeksteams. Het model- en labonderzoek wordt grotendeels door (toegepast) wetenschappelijke kennisinstellingen uitgevoerd. Gemiddelde duur van deze stap in de cyclus is 1,5 jaar.

6. Analyse en evaluatie praktijkproeven

In deze stap worden de onderzoeksresultaten getoetst op validiteit, zodat vastgesteld kan worden welke praktijkproeven mogelijk herhaald of opgeschaald worden. De uitkomsten van de onderzoeken worden gekoppeld aan het toetsingskader en de BwLN-concepten en dat geeft inzicht in de kennis en lacunes in kennis over concepten en toetsingskader. Dit kan leiden tot bijvoorbeeld een heroverweging van de toetsingsfactoren c.q. het toetsingskader of aanpassingen in het ontwerp van de praktijkproef in dezelfde of gewijzigde context (eventueel buiten de Zuidwestelijke Delta). Nieuwe praktijkproeven wijken op een aantal variabelen af van de eerder onderzochte variabelen. Onderzoeksresultaten van nieuwe praktijkproeven kunnen daarmee kennis opleveren over de robuustheid van de ingreep, de benodigde aanpassingen aan het ontwerp en de mogelijkheden voor opschaling. Dat kan ook leiden tot extrapolatie naar andere contexten.

Hiermee start een *tweede cyclus*.

Het inbouwen van iteraties (cycli) in dit onderzoek en de tussentijdse evaluaties van onderzoeksresultaten en daaruit voortvloeiende bijstellingen van het onderzoek leidt tot validering van de onderzoeksresultaten. Het onderzoek leidt tot een bruikbaar generiek toetsingskader. De succesvolle toepassing van wetenschappelijke kennis in praktijksituaties leidt tot een verdere validering van die kennis.

2.4 Onderzoeksopzet

In dit project wordt inhoud gegeven aan de, in de paragraaf 2.2 genoemde, vier deelvragen door middel van vier daarbij aansluitende werkpakketten. Opzet, methode en invulling wordt uitgewerkt per werkpakket.

Het onderzoek wordt opgedeeld in een aantal fasen/iteraties. In tijd gezien volgen de iteraties de semesterstructuur van de Hogeschool Zeeland (een studiejaar bestaat uit twee semesters) met als doel de integratie tussen onderwijs en onderzoek zo goed mogelijk te faciliteren. Dit onderzoek heeft een looptijd van vier jaar met een tussentijdse evaluatie na twee jaar.

2.4.1 Werkpakket 1: Concepten

Dit werkpakket heeft als doel een samenhangend overzicht te maken van bestaande BwLN concepten om op basis daarvan middels analyse inzicht te verkrijgen in toepasbare en ontbrekende kennis, kijkend vanuit het perspectief van toepassing van BwLN oplossingen op effectieve schaal in de context van waterveiligheidsuitdaging van de 21^e eeuw door professionals. In het werkpakket wordt vervolgens verdiepend en aanvullend onderzoek gedefinieerd en uitgevoerd.

deel vraag	jaar1-semester 1	1-s2	2-s1	2-s2	3-s1	3-s2	4-s1	4-s2	
Concepten	Overzicht, samenhang, analyse toepasbaarheid en kennislacunes, definitie verdiepend onderzoek <i>(desk research, beschrijvend en explorerend onderzoek)</i>		Verdiepend onderzoek <i>(desk research, num. modellen, beschrijvend en explorerend onderzoek)</i>				Publicatie	Documentatie voor toolbox	

Activiteiten

- Maken van samenhangend overzicht BwLN concepten en analyse van toepasbaarheid in de praktijk en kennislacunes
- Definitie aanvullend/verdiepend onderzoek
- Uitvoering aanvullend/verdiepend onderzoek
- Schrijven van publicaties en voor professionals toegankelijke documentatie
- Kennismanagement

Werkwijze

ad a. het verkrijgen van overzicht en het doen van analyse is gebaseerd op een desk study, ondersteund door interviews met experts in het veld van BwLN. Samenhang wordt gezocht door op zoek te gaan naar verbindende principes, zoals effectiviteit op verschillende ruimte- en tijdschalen en toepasbaarheid in verschillende ecosysteemtypen en bruikbaarheid voor combinatie van meerdere functies. Door middel van workshops wordt toepasbaarheid gevalideerd door professionals
Ad b. Door middel van workshops wordt toepasbaarheid beoordeeld door professionals en worden kennislacunes geïdentificeerd en aanvullend/verdiepend onderzoek gedefinieerd. Focus ligt op

reducen van onzekerheden rond effectiviteit, stabiliteit, dynamiek, methode van aanleg, beheer en monitoring.

Ad c. Aanvullend/verdiepend onderzoek maakt gebruik van en onderbouwt data-analyse uit praktijkproeven. Onderzoek is vooral desk research in combinatie met toepassing van mathematische of statistische tools. Focus ligt op kwantitatieve onderbouwing van effectiviteit van locatie specifieke BwLN ontwerpen. Aanvullende data-behoefte wordt in workshops afgestemd met activiteiten in werkpakket 3.

Ad d. Publicatie in wetenschappelijk tijdschrift (bijvoorbeeld Ecological Engineering), waarin gefocust wordt op generieke aspecten van verdiepend onderzoek. Publicatie in technische toegepaste tijdschriften om specifieke op toepassing gefocuste aspecten toe te lichten.

Ad e. Voorbereiden en realiseren van documentatiemateriaal ten behoeve van toolbox en netwerk.

Organisatie

Dit werkpakket wordt gestuurd en uitgevoerd vanuit het eigen onderzoeksteam. Het onderzoeksteam wordt geleid door de (beoogd) lector van de Delta Academy. In het team zijn verder vertegenwoordigd RWS en Ecoshape en vanuit de onderzoeksinstellingen in elk geval Deltares, maar mogelijk ook NIOO en Imares. Voorts maakt een docentonderzoeker van de Delta Academy deel uit van het team. De voorstellen voor gewenst aanvullend onderzoek wordt voorgelegd aan het programmteam, die van de andere onderzoeksteams ook verzoeken om aanvullend onderzoek verwacht. Het programmteam stelt hierbij prioriteiten. Deze worden voorgelegd aan het consortium ter vaststelling. Bij de prioriteitstelling zal mede bepaald worden door het onderzoeksprogramma bij Deltares. Verwacht wordt dat een deel van het gewenste aanvullend onderzoek past in het onderzoeksprogramma van Deltares etc.

Resultaten

- Overzicht van en samenhang tussen BwLN concepten
- Analyse van praktisch toepasbare (elementen van) BwLN concepten
- Aanvulling en verdieping BwLN concepten
- Publicaties en documentatiemateriaal voor professionals.

2.4.2 Werkpakket 2: Toetsingskader

Inleiding

In de werkpraktijk wordt bij uitvoering van waterbouwkundige ontwikkelingsprojecten gewerkt met een toetsingskader waarin de randvoorwaarden en toetscriteria zijn vastgelegd. Behalve over veiligheid gaat dit over wettelijke voorwaarden als Natura 2000 en Kader Richtlijn Water en over beleidswensen als rekening houden met recreatie, visserij, natuur etc. etc. Dit toetsingskader vormt ook de basis voor het aanbestedingsbeleid.

Beiden hebben zich uitontwikkeld in de civieltechnische omgeving. Met BwLN is het noodzakelijk dit door te vertalen naar criteria die gebruikt kunnen worden voor levend materiaal als schelpen, vegetatie etc. Dit werkpakket is daarop gericht.

deel vraag	jaar1-s1	1-s2	2-s1	2-s2	3-s1	3-s2	4-s1	4-s2	
Toetsing kader	eisen en wensen uitwerken en vertalen naar levend materiaal. Test 1 ^e toetsingskader op concepten-praktijkproeven (desk research, interview en workshops)		Opstellen toetsings- en aanbestedingskaders o.b.v. test praktijkgevallen (desk research, beschrijvend en explorerend onderzoek)		idem Toepassing voor D&C uitvraag en EMVI (desk research, workshops, beschrijvend en explorerend onderzoek)		vraagarticulatie Toolbox vullen (desk & interviews, workshops)	Documentatie voor toolbox	

Activiteiten

- a. opstellen van pakket van eisen en wensen voor bedoeld toetsingskader vanuit beperkingen en mogelijkheden, aangetroffen in primaire proces van RWS; lacunes in kennis benoemen
- b. opstellen van toetsingskader waterveiligheid voor levend materiaal; lacunes in kennis benoemen
- c. toepassen toetsingskader op geanalyseerde concepten (zie werkpakket concepten) en toepassen op een beperkt aantal praktijkproeven (zie hieronder werkpakket praktijkproeven) middels desk study; lacunes in kennis benoemen
- d. opstellen aanbestedingskader waterveiligheid voor levend materiaal; lacunes in kennis benoemen
- e. toepassen op een beperkt aantal praktijkproeven (zie hieronder werkpakket praktijkproeven) middels deskstudy; lacunes in kennis benoemen
- f. aanpak kennislacunes a. tot e. en adresseren naar Deltares, Imares, NIOO, Rijkswaterstaat, aannemers c.q. zelf een aanvullend onderzoek formuleren voor deskresearch, lab – en of veldonderzoek
- g. optimaliseren van toetsing- en aanbestedingskader (versie 2.0) op basis van aanpak kennislacunes
- h. toepassen toetsingskader en aanbestedingskader op een tiental praktijkproeven en de uitgewerkte concepten.
- i. toepassing voor Design & Construct uit-vraag en Economisch Meest Voordeling Inschrijving
- j. opstellen definitief toetsing en aanbestedingskader.

Werkwijze

Bij a. b. en d. wordt na een korte desk study, gevolgd door interviews, een concept lijst opgesteld. Vervolgens wordt middels een aantal workshops met RWS, waterschap, Deltares en mogelijk Ecoshape (onderzoekers en bedrijven), Imares en NIOO de analyse gemaakt van het verzamelde materiaal, de uitbreiding hiervan van naar bouwen met levend materiaal vorm gegeven. Dit levert een eerste concept toetsing- en aanbestedingskader (versie 1.0). Ook worden voortdurend de lacunes in kennis benoemd en een voorstel voor adressering ervan gemaakt.

Het eerste concept toetsing- en aanbestedingskader wordt toegepast met explorierend onderzoek. Onderzoeksresultaat wordt besproken in een workshop met dezelfde partijen, evenals het benoemen en adresseren van kennislacunes.

Per kennislacunes wordt een korte onderzoeksopzet gemaakt samen met de geadresseerde partij. Het kan gaan om desk study, labonderzoek of praktijkonderzoek.

Organisatie

Dit werkpakket heeft een eigen onderzoeksteam bestaande uit een vertegenwoordiger van RWS, Waterschap, bureau Zeeweringen, Deltares. Per workshop wordt bepaald welke partijen buiten het onderzoeksteam deelnemen, zoals Imares, TU Delft, NIOO en aannemers. Het onderzoeksteam wordt geleid door een docentonderzoeker van de Delta Academy.

De voorstellen voor gewenst aanvullend onderzoek wordt voorgelegd aan het programmateam, die van de andere onderzoeksteams ook verzoeken om aanvullend onderzoek verwacht. Het programmateam stelt hierbij prioriteiten. Deze worden voorgelegd aan het consortium voor instemming. Bij de prioriteitstelling zal mede bepaald worden door het onderzoeksprogramma bij Deltares. Verwacht wordt dat een deel van het gewenste aanvullend onderzoek past in het onderzoeksprogramma van Deltares etc.

Resultaten

- Onderbouwd en getest toetsingskader waterveiligheid voor toepassing van levende natuur
- Onderbouwd en getest aanbestedingskader voor toepassing bouwen met levende natuur
- Getoetste praktijkproeven / proven technology.

2.4.3 Werkpakket 3: Praktijkproeven

Inleiding

In dit werkpakket staat het praktijkgericht onderzoek in zogenaamde praktijkproeven centraal. De praktijkproeven vormen de toetssteen van de zich ontwikkelende concepten en toetsingskader en vervullen bovendien een belangrijke demonstratiefunctie.

Het onderzoek in de praktijkproeven richt zich op de volgende aspecten en omvat de volgende activiteiten.

deel vraag	jaar1-semester 1	1-s2	2-s1	2-s2	3-s1	3-s2	4-s1	4-s2	
Praktijk proeven	Quick scan bekende praktijkgevallen (beschrijvend onderzoek)	Data-analyse 3 praktijkgevallen o.b.v. toetsingskader (Field research, o.a. monitoring, lab onderzoek en desk research)		Aanvullende data-analyse tenminste 8 praktijkgevallen o.b.v. verbeterd toetsingskader (Field research, o.a. monitoring, lab onderzoek en desk research)				Documentatie voor toolbox	

Activiteiten

- inventarisatie beschikbare praktijkproeven in de Zuidwestelijke Delta (en indien relevant daarbuiten), analyse en selectie praktijkproeven o.b.v. doel ingreep, typering in gebiedsspecifieke kenmerken op grove ruimtelijke schaal als ligging en omvang van de gerealiseerde of geplande ingreep/werk, dynamiek in zout, getij, slib/zand en voedingstoffen en betrokken organisaties;
- voor drie praktijkproeven: beschrijving gebiedsspecifieke kenmerken (plaatselijke dynamiek in zout, getij, slib/zand en voedingstoffen)d.m.v. van desk research (beschikbare veld en monitoringsdata) en aanvullende veldmetingen;
- voor drie praktijkproeven focus op kosten en meerwaarde voor ecologie en economie: kosten/baten analyse aanleg, onderhoud, meerwaarde meekoppelende functies, lokaal en regionaal d.m.v. van desk research
- testen/proefdraaien met beoordeling ervan aan specifieke toetsingsaspecten uit toetsingskader;
- Identificeren van kennislacunes in toetsingskader of parametersetting voor de concrete praktijksituaties (zie werkpakket 2 Toetsingskader);
- aanvullende analyse van acht (aanvullende) praktijkproeven
 - aanvullende data verzameling en data analyse voor praktijkproeven op relevante parameters en ruimtelijke en temporele schaal;
 - analyse en validatie van toetsingskader;
 - toepassing in toetsingskader voor aanvullende praktijkproeven. (zie werkpakket 2 Toetsingskader);
 - aanbestedingskader testen en proven technology vastleggen.

Werkwijze

Bij a. wordt na een korte desk study, gevolgd door een workshop, daarna beschrijvend onderzoek en vergelijkend onderzoek uitgevoerd. Bij b. tot d. wordt dit gevolgd door explorerend onderzoek met nadruk op veld- (en waar gewenst) labonderzoek.

Onderzoeksresultaten van de respectievelijke activiteiten worden besproken in een afsluitende workshop, evenals het benoemen en adresseren van kennislacunes.

Per kennislacunes wordt een korte onderzoeksopzet gemaakt samen met de geadresseerde partij.

Organisatie

Dit werkpakket heeft een eigen onderzoeksteam bestaande uit een vertegenwoordiger van RWS, Waterschap, bureau Zeeweringen, Deltares, Ecoshape en mogelijk Imares. Per workshop wordt bepaald welke partijen buiten het onderzoeksteam deelnemen. Het onderzoeksteam wordt geleid door een docentonderzoeker van de Delta Academy. De voorstellen voor gewenst aanvullend onderzoek wordt voorgelegd aan het programmateam, die van de andere onderzoeksteams ook verzoeken om aanvullend onderzoek verwacht. Het programmateam stelt hierbij prioriteiten. Deze worden voorgelegd aan het consortium voor instemming. Bij de prioriteitstelling zal mede bepaald worden door het onderzoeksprogramma bij Deltares. Verwacht wordt dat een deel van het gewenste aanvullend onderzoek past in het onderzoeksprogramma van Deltares etc..

Resultaten

- Onderbouwd en getest toetsingskader waterveiligheid voor toepassing van levende natuur
- Onderbouwd en getest aanbestedingskader voor toepassing van levende natuur
- Getoetste praktijkproeven / proeven technology.

2.4.4 Werkpakket 4: Kennismanagement

Inleiding

In dit werkpakket staat ontsluiting van de kennis opgedaan in het project centraal. Het ontsluiten en toegankelijk maken van beschikbare en opgedane kennis voor alle relevante actoren is essentieel voor het daadwerkelijk in praktijk brengen van BwLN. De vraag richt zich op de wijze waarop kennis kan worden geëxpliciteerd en ontsloten en de wijze waarop de inrichting van een netwerk organisatie daaraan bijdraagt en hoe de geëxpliciteerde kennis zo goed mogelijk kan worden beheerd. Dit sluit aan bij activiteiten van Ecoshape rond ontwikkeling van guidelines en manuals voor toepassing van Building with Nature. Hiermee wordt dan ook expliciet in gezamenlijk doorontwikkelde activiteiten en producten voorzien.

Door onderzoek van kennismanagement wordt kennisontsluiting versterkt. Onderbouwend onderzoek richt zich op de volgende deelvragen

- a. Op welke wijze kan (gedeelde) kennis in een netwerk van experts en organisaties effectief worden geëxpliciteerd en ontsloten?
- b. Hoe kunnen wetenschappelijke kennis, concepten en methodieken uit R&D worden ontsloten voor leer- en werkprocessen van professionals
- c. Hoe kan kennis(-ontwikkeling) worden gedeeld in netwerken? Hoe kunnen netwerken helpen in kennisdelen?
- d. Hoe kan kennismanagement en –ontsluiting worden gefaciliteerd door ICT?

Het lectoraat ICT – Business & System Integration verbonden aan de Hogeschool Zeeland verricht reeds enige tijd onderzoek naar bovenstaande kennismanagement vraagstukken. In het onderzoeksproject De Grijze Massa is een methode ontwikkeld voor het systematisch vastleggen van kennis van vertrekkende professionals: op zoek naar de onontdekte best practice en die verheffen

naar een best practice gedeeld onder professionals. Vervolgonderzoek in dit werkpakket richt zich op de toepasbaarheid van deze methodiek in relatie tot deelvragen.

In het onderzoeksproject Xenerix is een generiek content management systeem ontwikkeld. Xenerix biedt oplossingen voor fundamentele content management vraagstukken, waaronder content hergebruik en versiebeheer. In dit werkpakket wordt de toepasbaarheid van Xenerix getest in relatie tot deelvragen.

Dit werkpakket heeft als hoofddoel een toolbox van concrete richtlijnen en informatie over BwLN toepassingen op te leveren. In dit project fungeert de toolbox als informatie-‘hub’ zowel naar de beroepspraktijk als ook naar het onderwijs (zie &5.2). Ze is een ‘living document’ waarin de beschikbare en ontwikkelde kennis voortdurend verwerkt wordt en beschikbaar komt voor deelnemers, reviewers, docenten en studenten.

deel vraag	jaar1 -s1	1-s2	2-s1	2-s2	3-s1	3-s2	4-s1	4-s2	
Kennis management	Inventarisatie wensen Regionaal netwerk (desk+interviews, workshops)	Analyse en Opzetten netwerk desk+interviews, workshops)	Bouwen, Testen Digitale toolbox (desk+interviews, workshops)	Vullen Testen Digitale toolbox (desk+interviews, workshops)	Testen optimaliseren Toolbox Verder vullen (desk)		Plan van aanpak Naar Nationaal niveau (desk & workshops)	Completeren, training en overdracht naar professionals	

Activiteiten

- Inventarisatie (regionaal) netwerk en haar wensen. Dit netwerk omvat overheid, kustbeheerders, -ontwikkelaars en marktpartijen. Netwerk gaat een belangrijke aansturende rol spelen in de opbouw van (digitale) toolbox en in de landing van BwLN in de praktijk van professionals.
- Opzet netwerk en verdieping analyse van gewenste vorm, structuur, inhoud en beheer toolbox.
- Digitale Toolbox opbouwen en starten met vullen, testen en optimaliseren op basis van ervaringen en kennis van concepten (Werkpakket 1), toetsingskader (Werkpakket 2) en praktijkproeven (zie Werkpakket 3). Aansturing door wensen vanuit netwerk
- Aanpassing, optimalisatie en uitbreiding toolbox met nieuwe opgedane verdere. Landing van toolbox in netwerk.
- plan van aanpak voor duurzame doorwerking na einde project.

Werkwijze

Activiteit a. en b. deskresearch en interviews. Activiteit c en d. aangevuld met beschrijvend onderzoek, workshops.

Organisatie

De lector van het lectoraat ICT is de projectleider. Hij wordt geassisteerd door een docentonderzoeker van ICT en docentonderzoeker van de Delta Academy. In het onderzoeksteam is ook projectbureau Zeeweringen deelnemer.

Resultaat

- Beschrijving van netwerk (actoren, rollen en expertise gebieden)
- Raamwerk digitale toolbox (WIKI) en papieren versie
- Deels gevulde en gevalideerde Toolbox
- Plan van aanpak voor opschaling naar nationale schaal.

2.4.5 Kwaliteitsborging

Onderzoek aan de Hogeschool Zeeland voldoet aan het brancheprotocol voor onderzoek op hogescholen (Brancheprotocol Kwaliteitszorg Onderzoek (BKO)). Deze zijn doorvertaald naar een kwaliteitssysteem voor onderzoek. Facetten die aan de orde komen in het kwaliteitssysteem zijn onder andere:

- Cyclisch evalueren en verbeteren van het onderzoek;
- Gebruik maken van een kwaliteitsmeetsysteem (sci-Quest model).

Het kwaliteitssysteem zal worden gebruikt om dit onderzoeksproject te monitoren. Andersom zullen de bevindingen met praktijkgericht onderzoek in dit onderzoeksproject worden gebruikt om het kwaliteitssysteem aan te scherpen.

Het consortium is eindverantwoordelijk voor de kwaliteit van het onderzoek. Zij geeft daartoe cf. het HZ kwaliteitssysteem instructies over de werkwijze en ziet erop toe dat conform het kwaliteitssysteem wordt gewerkt. Een peer reviewer moet in staat zijn achteraf vast te stellen of de onderzoeksresultaten valide zijn. Bij de afronding van het onderzoeksproject zal rapporteren conform het protocol.

2.4.6 Risicomanagement

Risico	Kans (plus verklaring)	Correctieve actie
Resultaten worden niet op tijd worden gerealiseerd	Middel (Onderzoekers streven te grote diepgang na)	Consortium focust onderzoeksopdracht nader
Onderzoek levert geen resultaat op	Middel (levend onderzoeksmateriaal levert geen stabiele uitkomst)	Consortium focust onderzoeksopdracht op inhoudelijk deelaspect en start analyse risicomanagement levend materiaal
Er worden teveel kennislacunes gesignaleerd	Middel (relatief nieuw werkgebied)	Consortium prioriteert en stelt zonodig onderzoeksopdracht bij
Er is te weinig expertise	Laag (bij alle onderzoekspartners is voldoende kennis aanwezig)	Consortium organiseert kennis (vanuit buitenland)
Hoge eisen toetsingskader maken brede inzet van levend materiaal onmogelijk	Laag (levend materiaal wordt vaak gecombineerd met hard materiaal)	Consortium past opdracht aan
Stakeholders zien de relevantie van het onderzoek niet (meer)	Laag (dialoog met stakeholders is inherent aan onderzoeksopzet)	Proces van vraagarticulatie moet opnieuw worden uitgevoerd. Kan als resultaat hebben dat project wordt gestopt.
Te weinig expertise bij onderzoekers	Laag (bij alle onderzoekspartners is voldoende kennis aanwezig)	Ervaren onderzoekers ondersteunen actief juniors.

2.4.7 Kostenbegroting

De volgende uitgangspunten worden gehanteerd voor de kostenbegroting van het plan van onderzoek:

- Partners (buiten de HZ) die in het onderzoek participeren brengen cofinanciering grotendeels in uren in
- Inzet van Deltares m.b.t. werkpakket 1 valt op een aantal onderdelen buiten de begroting.

Periode	WP1 Concepten	WP2 Toetsingskader	WP3 Praktijkproeven	WP4 Kennismanagement
Jaar 1	0,3 fte	0,9 fte	0,5 fte	0,3 fte
Jaar 2	0,35 fte	1,0 fte	1,0 fte	0,3 fte
Jaar 3	0,2 fte	0,8 fte	0,8 fte	0,1 fte
Jaar 4	0,2 fte	0,5 fte	0,5 fte	0,1 fte
Totaal	1,05 fte	3,2 fte	2,8 fte	0,8 fte

3. **Onderzoeksorganisatie**

Leidend in de opzet van de organisatie is dat elke organisatie eenheid zowel vertegenwoordigers kent vanuit het werkveld, de professionals alsook vanuit de kennisinstellingen. Dit is de basis van de organisatie van de – voortdurende - vraagarticulatie. De organisatie kent een consortium dat eindverantwoordelijk is, een programmteam dat het onderzoek coördineert en de implementatie in den brede uitvoert en 4 onderzoeksteams die het onderzoek feitelijk uitvoeren.

3.2. **Consortium**

Het consortium is eindverantwoordelijk voor het onderzoek. Het stuurt erop dat de centrale onderzoeksvraag en deelvragen zoals verwoord in hoofdstuk 2 worden vertaald naar een onderzoeksplannen die effectief worden uitgevoerd conform de uitgangspunt van praktijkgericht onderzoek. Consortium geeft opdracht voor het opstellen van 4 onderzoeksplannen en vraagt semesterplannen en – rapportages.

Het programmteam zorgt voor de coördinatie van de uitvoering, planning en consolidatie van de onderzoeksplannen, semesterplannen en - rapportages .

Het consortium bestaat uit de vertegenwoordigers van de stakeholders in het kustbeheer vanuit het werkveld en vanuit de kennisinstellingen (zie Tabel 1). Voorzitter is HID Rijkswaterstaat.

De samenstelling van het consortium is gebaseerd op het volgend pakket van eisen:

- werkpraktijk: afnemers van het projectonderzoeksresultaat
- wetenschappelijke borging: kwaliteitsborging
- onderwijs: borging van de implementatie naar het onderwijs
- overheid en semi-overheid: afstemming beleid en innovatievermogen

Organisatie	Vertegenwoordiger	Functie	Ambitie	Taken en rollen
Rijkswaterstaat, Directie Zeeland	R. van der Kluit	Hoofd Ingenieur Directeur Rijkswaterstaat Zeeland	Toepassen Building with Nature in kustbeheer verruimen in Rijksbeleid en -kustbeheer	Brugfunctie naar het beroepenveld (kustbeherende nationale overheid) en naar het nationale beleid
Hogeschool Zeeland	P. v. Tilburg	Directeur Delta Academy Onderzoek en onderwijs	Het uitbouwen Delta kennisinstelling	Bewaking van de kwaliteit van het onderzoek. Brugfunctie tussen de lectoraten en de opleidingen
Deltares	J.A Twillert	Directeur kennis	Inbreng van wetenschappelijke theorieën, modellen en onderzoeksresultaten van Building With Nature	Brugfunctie naar internationale wetenschappelijke wereld op het gebied van 'Building with Nature'
Projectbureau Zeeweringen	B. Kortsmid	Projectmanager	Toepassen BwN bij uitvoeren zeeweringen en beschikbaar maken van praktijkkennis voor de werkpraktijk	Brugfunctie naar het beroepenveld (uitvoerende overheid)
Waterschap Scheldestromen	W. Velthuis	Directeur	Regionale toepassing BwN	Brugfunctie naar regionale kustbeheerders
Ecoshape	H. de Vriend	Directeur	Praktijkkennis BwN genereren.	Inbreng kennis (sen) vanuit onderzoeksprogramma building with nature.

Tabel 1, Samenstelling van het consortium

3.3. *Programmateam*

Het programmateam handelt in opdracht van het consortium en coördineert daarvoor de uitvoering van het onderzoeksprogramma. De vier deelonderzoeken worden uitgevoerd door de onderzoeksteams. Het programmateam geeft opdracht aan de vier onderzoeksteams voor het opstellen van een 4-jarig onderzoeksplan, de semesterplannen en – rapportages. Zij consolideert deze voor het consortium. Tweemaal per jaar wordt door het programmateam de resultaten van het onderzoek beschreven en voorstellen gedaan voor onderzoek in opvolgende iteraties. De bevindingen en voorstellen worden ter goedkeuring voorgelegd aan het consortium.

Het programmateam bevordert de noodzakelijke wisselwerking tussen de vier teams. De vier onderzoeksteams komen daartoe bij 4 maal per jaar bij elkaar met het programmateam, waarvan eenmaal met het consortium erbij. De bijeenkomsten zijn een wezenlijk platform om de opgedane kennis te delen (learning by doing) binnen het onderzoeksprogramma. Tegelijkertijd is het ook een netwerkbijeenkomst van de relevante partijen die toepassing van BwLN concepten in de praktijk bevorderen. Er zullen ook regelmatig sprekers van buiten worden uitgenodigd om hierop hun deskundigheid in te brengen. Tot slot heeft het programmateam zelf de verantwoordelijkheid voor de uitvoering van de implementatie in het onderwijs en de werkpraktijk (zie hoofdstuk 4). Aparte aandacht en organisatie vraagt het voortdurende management van kennislacunes. Verwacht wordt dat de wens voor aanvullend onderzoek groter zal zijn dan de mogelijkheid voor invulling ervan bij verschillende partijen. De onderzoeksleider van het gehele Raak PRO onderzoek prioriteert, overlegt met andere partijen welk onderzoek door hen wordt gedaan en maakt hierover afspraken en legt het consortium een voorstel voor welk aanvullend onderzoek de Delta Academy zelf doet, in het kader van dit onderzoeksproject.

Daarmee heeft het de volgende taken:

- dagelijkse leiding van de projecten: volgen, adviseren, initiëren en procesbewaking
- voorbereiden consortiumbijeenkomsten
- begeleiden en volgen van de implementatie in het onderwijs en de werkpraktijk.

Het programmeam wordt gevormd door de projectleiders van de vier onderzoeksteam, aangevuld met vertegenwoordiging vanuit het werkveld. De (beoogd) lector is voorzitter.

Organisatie	Vertegenwoordiger	Functie	Ambitie	Taken en rollen
Hogeschool Zeeland	M. de Vries	Programmaleider, beoogd lector 'Building with Living Nature'	toepassen wetenschappelijk kennis met praktijkgericht onderzoek voor werkveld	Programmaleider Stuurt, coördineert en ziet toe op de uitvoering van het programma. Voert blended learning uit (aanpassen courses). Projectleider werkpakket Concepten
Hogeschool Zeeland	H. de Bruin	Lector ICT	Gebruikersvriendelijk expliciteren kennis voor werkveld	Projectleider werkpakket Kennismanagement
Hogeschool Zeeland	H. Massink	docent Delta Academy	inbedding praktijkonderzoek in het onderwijs bij Delta Academy	Projectleider werkpakket 2 en 3
Rijkswaterstaat	L. Adriaanse	Vertegenwoordiger nationale kustbeheerder/-ontwikkelaar	toepassen Building with Nature in kustbeheer	Brugfunctie naar het beroepenveld
Projectbureau Zeeweringen Zeeland	Y. Provoost	Vertegenwoordiger regionale kustbeheerder/-ontwikkelaar	regionale toepassing Building with Nature in uitvoering kustprojecten	Brugfunctie naar het beroepenveld

Tabel 2, Samenstelling van het programmateam

3.3 Onderzoeksteams

Het praktijkgerichte onderzoek wordt uitgevoerd door een viertal onderzoeksteams die aansluiten op de deelvragen. De onderzoeksteams worden o.a. bemenst vanuit het beroepenveld zodat bij uitvoering van het onderzoek voortdurend de relevantie ervan wordt getoetst op toepasbaarheid in de werkpraktijk. De onderzoeksteams geven 'dagelijkse' sturing aan het onderzoek en dragen zorg voor de borging van de onderzoeksresultaten.

Het onderzoek zal plaatsvinden in het Delta Applied Research Centre van de Delta Academy waarvan het lectoraat 'Duurzaamheid en Water' onderdeel vanuit maakt. Daarnaast is het lectoraat ICT (voor het onderdeel kennismanagement) betrokken. Lectoren en associated lectoren van de lectoraten Duurzaamheid en Water en ICT sturen het onderzoek mede aan. Docentenonderzoekers (6) en studenten vanuit de opleidingen Civiele Techniek, Aquatische Ecotechnologie (en Delta Management en Design) en ICT worden ingezet bij dit onderzoek. Studenten van de vier opleidingen doen in hun derde of vierde jaar tenminste een ½ jaar onderzoek bij een van de onderzoekgebieden van het lectoraat. De docentenonderzoekers zijn een substantieel deel van hun tijd actief betrokken bij dit onderzoek. Een senior eco engineer van Deltares wordt voor 2 dagen per week gedurende de looptijd van het onderzoek ingezet in de verschillende deelonderzoeken. Daarnaast wordt (voor een kleinere omvang) de expertise bij de kennisinstellingen NIOO en Imares ingezet. Vertegenwoordigers van de kustbeheerders op regionaal en nationaal niveau participeren bij de uitvoering van het onderzoek (Rijkswaterstaat, Waterschap Zeeuwse Stroom, Projectbureau Zeeweringen en Provincie Zeeland) betrokken bij dit onderzoek. Ecoshape zal daarnaast participeren in de onderzoeksteams om kennis vanuit haar praktijksituaties toe te voegen en vanwege de betrokken bedrijven bij haar Ecoshape onderzoek.

3.4 Rollen onderzoekspartners

De rollen van de onderzoekspartners zijn:

- Hogeschool Zeeland: zorgt voor het ontwikkelen kennis en methoden op de werkpakketten. Zij voert het onderzoek uit en zorgt voor integratie in het onderwijs.
- Deltares: zorgt voor kwaliteitsbewaking, kennisontwikkeling en onderzoek, wisselwerking ontwikkeling van concepten 'Building with Nature' en praktijkgericht onderzoek in veld en faciliteiten, vertaling kennis naar andere Delta gebieden.
- Rijkswaterstaat: brengt praktijkkennis en -ervaring vanuit haar rol als nationale kustbeheerder en brengt haar kennis in vanuit nationaal perspectief
- Projectbureau Zeeweringen: brengt van praktijkkennis en -ervaring vanuit regionale kustprojecten Waterschap Scheldestromen: brengt van praktijkkennis en -ervaring in
- Provincie Zeeland: breng van praktijkkennis en -ervaring in op het gebied van toetsing en kennis van de kustgebieden.
- Ecoshape: maakt kennis vanuit het Ecoshape 'Building with Nature' programma toegankelijk en stelt haar netwerk van aangesloten organisaties (bedrijven) beschikbaar, zodat praktische toepasbaarheid voor aannemerij is geborgd.

4. Implementatieplan

4.1 Plan voor Implementatie in de Beroepspraktijk

De onderzoeksvragen zijn gebaseerd op vragen vanuit de beroepspraktijk. De uitvoering van het onderzoek vindt ook plaats met de professionals vanuit de werkpraktijk. In alle organisatie-eenheden van het onderzoek zijn zij betrokken. Met hen zullen dan ook de invulling van de afspraken gestalte krijgen over de implementatie van de onderzoeks(tussen) resultaten. Onderzoek en toepassing ervan in de praktijk is voor het beroepenveld geen algemene gebruik. Een goed doordacht disseminatieprogramma in verschillende fasen is daarom noodzakelijk.

Gedurende het hele project wordt (met een accent in de laatste jaren) gericht op disseminatie, het breed uitdragen van de opgedane kennis naar collega-professionals. Een belangrijk middel voor disseminatie is de ontwikkelde toolbox, maar ook de implementatie in lesstof voor toekomstige beroepsbeoefenaars opgeleid bij Hogescholen.

Rijkswaterstaat is dé opdrachtgever voor kustprojecten in Nederland. Zij heeft er alle belang bij dat de toekomstige opdrachtnemer de kennis uit dit praktijkonderzoek gebruikt bij de uitvoering van de projecten van Rijkswaterstaat. Rijkswaterstaat zal daartoe – ondersteunt vanuit de Delta academy – meerdere bijeenkomsten en in verschillende vormen (workshops, masterclasses) met deze opdrachtnemers organiseren. De opdrachtnemers zijn de ingenieursbureaus en de aannemerij. Deze marktpartijen kunnen vervolgens deze kennis inzetten in de opdrachten in Nederland, maar ook in de opdrachten in het buitenland. Zij kunnen daarbij gebruik maken van de ontwikkelde toolbox. Uiteraard worden de onderzoeksresultaten ook gedissemineerd middels publicaties in vaktijdschriften en media.

Daarnaast worden gedurende de looptijd van het onderzoek vier studiedagen georganiseerd waarbij professionals van. vanuit de kennisinstellingen en kustbeheerders en marktpartijen de methode, resultaten en toepassingen delen en bediscussieren.

Tabel 3, Overzicht kosten activiteiten implementatie beroepspraktijk

Periode	Activiteit	Aantal	Kosten in €	Cofinanciering in €
Jaar 1	Studiedag	1	5.000	3.000
Jaar 2	Studiedag	1	5.000	3.000
	Masterclasses	2	8.000	3.000
	Toolbox		5.000	
Jaar 3	Studiedag	1	5.000	3.000
	Masterclasses	2	8.000	
	Toolbox	div	5.000	
Jaar 4	Masterclasses	3	10.000	
	Eindcongres	1	10.000	8.750
	Oplevering toolbox	1	10.000	8.750
Totaal			71.000	29.500

4.2 Plan voor Implementatie in de Onderwijspraktijk

De relatie tussen dit onderzoeksprogramma en het onderwijs aan de Delta Academy loopt via een aantal lijnen en acties. Kustverdediging, kustontwikkeling en ecological engineering neemt in de curricula van de 3 opleidingen Civiele Techniek, Aquatische Ecotechnologie en Delta Management &

Design een belangrijke plaats in. Op basis van dit onderzoeksprogramma worden de relevante courses bij de 3 opleidingen aangepast. Resultaten uit het onderzoeksprogramma komen beschikbaar via de (digitale) Toolbox. In de courses wordt deze digitale Toolbox als de belangrijke leeromgeving gebruikt. De ontwikkelde modules zullen in het kader van het samenwerkingsverband Dutch Delta Academy beschikbaar worden gesteld aan alle hogescholen in Nederland. Gedurende de looptijd van het onderzoek zullen alle studenten worden betrokken bij de uitvoering middels de ruimte die in de huidige modules is gereserveerd voor kleine onderzoeksprojecten.

Daarnaast zullen de studenten van de Delta Academy tenminste een half jaar onderzoek bij de lectoraten doen. Dit half jaar kan een stage, minor of afstuderen betreffen. Op deze wijze wordt gegarandeerd dat er structureel 10 à 15 studenten per semester in (multi disciplinaire) onderzoeksteams meedraaien ook in dit onderzoeksprogramma. De studenten bij dit onderzoeksprogramma worden begeleid door docentonderzoekers die verbonden zijn aan het lectoraat en dit onderzoeksprogramma. Bij het onderzoek i.k.v. minor wordt aangesloten bij de opzet en structuur van de al bestaande onderzoeksminor van de Delta Academy. De docent onderzoekers betrokken bij dit onderzoeksprogramma en de minoren, stage en afstuderen hebben ervaring en expertise op de vakgebieden kustverdediging en ecologie.

De kritische succesfactoren van integratie van onderwijs en onderzoek zijn:

- De studentonderzoekopdrachten en dit onderzoeksprogrammamoeten op elkaar passen.
- Docenten moeten extra tijd vrij maken om dit onderzoek in een onderwijssetting (cursus) uit te voeren. Er is extra inspanning nodig om gericht nieuw cursusmateriaal te maken. Dit draagt ook bij aan de professionalisering van de docenten.

In Tabel 4 staan de onderwijseenheden vermeld die relevant zijn voor dit onderzoeksprogramma. Voor de inzet van menskracht zijn de volgende uitgangspunten gehanteerd:

- Begeleiding van een minorgroep is 80 uur, een lectoraatsstage is 40 uur en van lectoraatsafstuderen is 80 uur
- Met het ontwikkelen en vernieuwen van een cursus is 0.2 fte (300 uur) resp. 0,1 fte (150 uur) gemeoid
- Een deel van de inzet wordt gefinancierd.

Tabel 4, inzet onderwijs (fte)

Onderwijseenheid	Cursus-ontwikkeling, -vernieuwing	Onderwijs-uitvoering (extra)	Totaal
Cursus Deltagebieden	0.2	0.1	0.3
Cursus Kustverdediging en -ontwikkeling	0.1	0.1	0.2
Onderzoeksminor	0.2	0.1	0.3
Stage	0.1	0.1	0.2
Afstuderen	0.1	0.2	0.3
Totaal	0.7 fte	0,6	1.3

5. Duurzame Doorwerking

5.1 Duurzame doorwerking naar het Beroepenveld

De Delta Academy werkt in dit onderzoeksprogramma nauw samen met het beroepenveld. Deze samenwerking zal ook ná het onderzoeksprogramma structureel worden voortgezet. De Delta Academy bouwt thans aan een kenniscentrum waar praktijkgericht onderzoek wordt ondergebracht. Het in dit onderzoeksprogramma benoemde Consortium zal hierin een rol spelen: Zij zal bij toekomstige onderzoeksprogramma en op het gebied van kustontwikkeling en -beheer mede initiëren, de onderzoeksvraag formuleren en begeleiden. Wellicht dat dit nog een aanpassing in de samenstelling vraagt.

Verwacht wordt dat het onderzoeksprogramma de basis legt voor toekomstige onderzoeksvragen vanuit het werkveld. De clientbase van de hogeschool zal in de loop der tijd groeien vanuit de nauwe samenwerking in het onderzoeksprogramma met Deltares, Rijkswaterstaat, Projectbureau Zeeweringen, Waterschap Scheldestromen en Ecoshape. Via de, met name in onderzoeksjaar 4, actieve en regelmatige disseminatie van kennis (toolbox, werkconferenties, etc.) zullen onder andere opdrachtnemers van Rijkswaterstaat worden bereikt. Het betreft met name (grote) aannemers en ingenieursbureaus. De verwachting is dat dit zal leiden tot vervolgoopdrachten voor praktijkonderzoek en verdere kennisontwikkeling en kennisdeling (voor zover mogelijk en gewenst; er kunnen opdrachten vanuit commerciële bedrijven worden gegeven waarin kennisdeling uit concurrentieoverwegingen niet op alle onderdelen wenselijk is). Daardoor ontstaat een structuur waarin werkveld, Deltares en de Delta Academy duurzaam samenwerken. Er gaat een permanente vraag naar onderzoek ontstaan en de Delta Academy wordt een spin in het netwerk voor de ontwikkeling van praktijkkennis

Daarnaast zullen de producten van het onderzoeksprogramma om onderhoud vragen. Er zal voortdurend nieuwe kennis moeten worden toegevoegd. Verwacht wordt dat met het onderzoeksprogramma een basis is gelegd voor vervolgoopdrachten om ook dit onderhoud te doen. Dit vraagt uiteraard weer een projectteam met daarin een prominente plaats voor het werkveld. Financiering vindt plaats door de gebruikers van de Toolbox. Op deze manier dragen gebruikers bij aan het actueel en compleet houden van de Toolbox (revolving fund). Ook zal het in het vierde jaar van het onderzoeksprogramma georganiseerde conferentie voor opdrachtnemers in kustontwikkeling en beheer, op initiatief van Rijkswaterstaat – ondersteunt door de Delta Academy – jaarlijks plaatsvinden. Tot slot zal de kennis die opgedaan wordt in de onderzoeken beschikbaar komen voor disseminatie via het bedrijfsonderwijs naar het werkveld.

5.2 Duurzame Doorwerking naar het Onderwijs

De participatie van docenten in het feitelijke praktijkonderzoek vergroot hun kennis en stelt hen in staat om cursussen te vernieuwen en mogelijk nieuwe cursussen te ontwikkelen. De in het onderzoeksprogramma ontwikkelde kennis wordt reeds gedurende de looptijd omgezet in aanpassing van bestaande cursussen. Daarnaast zal een cursus Kustverdediging en –ontwikkeling en cursus Deltagebieden worden ontwikkeld. Uitgangspunt is dat deze cursussen onderdeel worden van het curriculum van alle drie de opleidingen van de Delta Academy (Aquatische Ecotechnologie, Civiele Techniek en Delta Management & Design). De basis hiervoor ligt bij de kennis die opgenomen zal worden in de toolbox. De toolbox is niet statisch, maar zal continu worden ge-update (living document).

Kijkend naar de verwachte instroom van 160 studenten in de opleidingen van de Delta Academy per 2013, is de verwachting dat een groot deel van de afgestudeerden beschikken over kennis van BwLN concepten en als toekomstige deltawerker bij een kustbeheerder of adviesbureau, aannemer aan de slag zullen gaan en hiermee een belangrijke meerwaarde leveren aan het innovatievermogen van hun werkgever.

De vernieuwde cursussen zijn overigens niet alleen beschikbaar voor de eigen studenten aan de Delta Academy, maar ook voor de 500 de studenten in het samenwerkingsverband van Dutch Delta Academy alsook voor de 2000 studenten van andere hogescholen in Nederland zoals vastgelegd met de partners in de Dutch Delta Academy. Het vernieuwde onderwijs wordt ook ingezet voor disseminatie naar het buitenland bijv. in het kader van het Nationaal Water Plan en de Delta Alliance, waar de Delta Academy op verzoek van het ministerie de Delta Academy bijdraagt in capacity building in de door haar geselecteerde landen.

Met de participatie in het onderzoeksprogramma ontwikkelt een docent zijn kennis en vaardigheid op het terrein van onderzoek en innovatie. Daarmee is de basis gelegd voor verdere professionalisering van het onderzoek aan de Delta Academy, als onderdeel van het onderwijs. Dit wordt mede geborgd door dat studenten minimaal 6 maanden voltijds participeren in een onderzoeksgroep van de Delta Academy. Dit beleid is eerder ingezet met diverse RAAK en andere projecten en heeft inmiddels zijn vruchten afgeworpen. Met dit RAAK Pro programma wordt hiermee een belangrijke volgende stap gezet die na afloop van het programma zal worden voortgezet. Naast verdere professionalisering van docenten, levert het onderzoeksprogramma kennis en vaardigheid op van een methodologie waarmee praktijkgericht, modus 2 type onderzoek verricht en vooral ook toegankelijk gemaakt kan worden.

De nauwe samenwerking met de bij het onderzoeksprogramma betrokken kennisinstellingen als Deltares, Imares, NIOO heeft een basis gelegd voor een structurele inbreng van (wetenschappelijke) kennis bij vervolgonderwijs en onderzoek aan de Delta Academy.

Tot slot heeft de Hogeschool Zeeland in haar personeelsbeleid opgenomen dat een deel van haar docenten aanspraak kan maken op faciliteiten om een wetenschappelijke promotie te kunnen realiseren. Jaarlijks stelt de hogeschool vijf promotieplaatsen beschikbaar, waarvan er minimaal één gebruikt kan worden door een medewerker van de Delta Academy. Beoogd wordt hierbij een combinatie te leggen met dit onderzoeksprogramma.

Hiermee versterkt het onderzoeksprogramma het professionaliseringsbeleid van de hogeschool en draagt het bij tot een vruchtbaar klimaat voor de verdere ontwikkeling van onderzoeksvaardigheid.

5.3. *Duurzame Doorwerking van de Kennisontwikkeling*

Zoals hierboven geschetst levert dit onderzoeksprogramma een duurzame bijdrage aan de kennisinfrastructuur aan de hogeschool en met name de Delta Academy. Water is speerpunt van de hogeschool, er wordt veel geïnvesteerd in de Delta Academy.

Met dit onderzoekprogramma wordt de bestaande kennisinfrastructuur op de Hogeschool Zeeland op het vlak van kustbeheer en -ontwikkeling uitgebouwd en kan hiermee de Delta Academy een belangrijke impuls geven in profilering bij studenten en beroepenveld.

Naast 'Bouwen met de Natuur' zal het onderzoek binnen de Delta Academy zich richten op Fysieke Veiligheid (onderdeel van het bestaand lectoraat Veiligheid), Watertechnologie (een onderzoeksgroep in oprichting; er loopt nu al een promotieonderzoek op dat terrein), Aquacultuur (een bestaande onderzoeksgroep binnen het bestaande lectoraat Duurzaamheid en Water) en Gebiedsontwikkeling in deltaregio's (een nog te formeren onderzoeksgroep). Deze onderzoeksprogramma's zullen alle focussen op problematiek in een deltaregio en in onderlinge samenhang vormen deze programma's een kenniscentrum voor de delta.

Voorts geeft het advies van de commissie Veerman alsook het Nationale Waterplan aan dat Bouwen met de Natuur een speerpunt is en dat we de Nederlandse deltakennis internationaal moeten vermarkten. Op verzoek van de staatssecretaris van Verkeer en Waterstaat neemt de Delta Academy deel aan internationale capacity building projecten in het kader van het Netherlands Water Partnership. Samenwerking tussen kennisinstellingen op de wereld zal worden gezocht via de Delta Alliance i.o.

Delta Academy is intensieve samenwerking aangegaan met kennisinstellingen en werkgevers in de Dutch Delta Academy. De werkgevers in Dutch Delta Academy hebben de prioriteiten benoemd die

zij zien in de kennisontwikkeling van de Nederlandse deltasector. Het onderzoeksprogramma 'Bouwen met de Natuur' is daarbij prominent genoemd voor de komende periode.

6. Disseminatie van de resultaten van het onderzoek

Disseminatie van de resultaten van dit onderzoek vindt plaats op een aantal wijzen (zie ook hierboven bij 4.1, 4.2, 5.1 en 5.2). In het bijzonder wordt hieraan toegevoegd:

- Betrokken projectpartners (professionals) in dit onderzoek zijn vertegenwoordigd in verschillende netwerken en consortia, waarin ze opgedane kennis en ervaring (best practices) in BwLN verspreiden.
- Aan de studiedagen, workshops, masterclasses en congressen die in het kader van dit onderzoek (implementatie in de beroepspraktijk) worden georganiseerd zullen ook die professionals deelnemen die niet direct bij dit onderzoeksprogramma betrokken zijn, maar waarvoor de onderzoeksresultaten wel relevant zijn.
- Via o.a. publicaties en nieuwsbrieven zal het ontwikkelde instrumentarium voor kennisborging en ontsluiting (Wiki omgeving en toolbox) actief onder de aandacht gebracht worden bij nationaal en/of internationaal in kustbeheer actieve professionals.
- Via de Delta Alliance i.o. worden de onderzoeksresultaten relevant voor andere Deltagebieden in de wereld, verspreid.
- Toekomstige professionals vormen een belangrijke doelgroep voor de verspreiding van kennis. Studenten en docenten van de Civiele Techniek opleidingen en andere relevante wateropleidingen aan de hogescholen zijn de kustbeheerders van de toekomst. Middels afspraken in het kader van Dutch Delta Academy zullen modules/cursussen worden aangereikt waarin de nieuwste kennis is opgenomen.

7. Financiële Onderbouwing

Uitgangspunten begroting:

Er wordt gebruik gemaakt van een standaard uurtarief voor een lector van € 75,= en voor een docent van € 55,-.

Tabel 5. Begroting 'Bouwen met Levende Natuur'.

Begroting 'Bouwen met Levende natuur'	Programma management		Werkpakket				Implementatieplan voor	
	consortium	programmamanagement	Concepten	Toetsingskader	Praktijkproeven	Kennismanagement	Beroepspraktijk	Onderwijs
jaar 1	€ 12.000	€ 12.000	€ 27.225	€ 81.675	€ 45.375	€ 27.225	€ 5.000	€ 22.688
jaar 2	€ 12.000	€ 12.000	€ 31.763	€ 90.750	€ 90.750	€ 27.225	€ 18.000	€ 31.763
jaar 3	€ 12.000	€ 12.000	€ 18.150	€ 72.600	€ 72.600	€ 9.075	€ 18.000	€ 31.763
jaar 4	€ 12.000	€ 12.000	€ 18.150	€ 45.375	€ 45.375	€ 9.075	€ 30.000	€ 31.763
Totaal	€ 48.000	€ 48.000	€ 95.288	€ 290.400	€ 254.100	€ 72.600	€ 71.000	€ 117.975

Tabel 6. Financiering partners per fase

Financiering 'Bouwen met Levende natuur'

cofinanciering partners fase 1 (jaar 1 en 2)	Programma management	Werkpakketten	Implementatieplan voor		Totaal
			Beroepspraktijk	Onderwijs	
HZ	€ 20.000	€ 30.000	€ 3.000	€ 53.686	€ 106.686
Rijkswaterstaat	€ 4.000	€ 18.000	€ 3.000		€ 25.000
Ecoshape Projectbureau	€ 4.000				€ 4.000
Zeewering	€ 4.000	€ 22.000	€ 3.000		€ 29.000
Deltares	€ 8.000	€ 8.000			€ 16.000
Totaal	€ 40.000	€ 78.000	€ 9.000	€ 53.686	€ 180.686

cofinanciering partners fase 2 (jaar 3 en 4)	Programma management	Werkpakketten	Implementatieplan voor		Totaal
			Beroepspraktijk	Onderwijs	
HZ	€ 20.000	€ 30.000	€ 14.500	€ 11.746	€ 76.246
Rijkswaterstaat	€ 4.000	€ 18.000	€ 3.000		€ 25.000
Ecoshape Projectbureau	€ 4.000				€ 4.000
Zeewering	€ 4.000	€ 22.000	€ 3.000		€ 29.000
Deltares	€ 8.000	€ 8.000			€ 16.000
Totaal	€ 40.000	€ 78.000	€ 20.500	€ 11.746	€ 150.246

8. Bijlagen

Bijlage 1: Samenstelling Onderzoeksteams

De organisaties en vertegenwoordigers die zitting nemen (indicatie) in onderzoeksteams zijn weergegeven in de onderstaande tabellen.

Onderzoeksteam: Werkpakket Concepten

Organisatie	Vertegenwoordiger	Functie	Verantwoordelijkheid
Hogeschool Zeeland	M. de Vries	projectleid(beoogd) lector	Projectleider
Hogeschool Zeeland	R.de Boer	Docent-onderzoeker	Onderzoeker
Hogeschool Zeeland	A. Verkruijse	Docent-onderzoeker	onderzoeker historische ecologie
Rijkswaterstaat	D. de Jong	Ecoloog	Inbreng gebiedspecifiek ecologische kennis
Deltares	B. van Wesenbeek	Eco-engineer onderzoeker	inbreng overzicht en inzicht in BwN concepten
Ecoshape	A. Hibma	Eco-engineer onderzoeker	inbreng kennis praktijksituaties

Onderzoeksteam: Werkpakket Toetsingskader

Organisatie	Vertegenwoordiger	Functie	Verantwoordelijkheid
Hogeschool Zeeland	H. Massink	coördinator opleiding delta academy	Projectleider
Hogeschool Zeeland	H. Moelker	Docent-onderzoeker	Onderzoeker
Projectbureau Zeeweringen	Y. Provoost	Projectleider Zeeweringen	inbreng Kennis van aanbestedingen
Rijkswaterstaat	L. Adriaanse	senior adviseur waterbeheer	inbreng nationale kennis van toetsing
Provincie Zeeland	T. Blauw	Coördinator estuaria	regionale gebiedspecifieke kennis
Deltares	B. van Wesenbeek	Eco-engineer onderzoeker	inbreng kennis van eigenschappen levende natuur

Onderzoeksteam: Werkpakket Praktijkproeven

Organisatie	Vertegenwoordiger	Functie	Verantwoordelijkheid
Hogeschool Zeeland	H. Massink	Coördinator opleidingen Delta academy	Projectleider
Hogeschool Zeeland	H. Moelker	Docent-onderzoeker	Onderzoeker
Hogeschool Zeeland	R. de Boer	Docent-onderzoeker	Onderzoeker
Projectbureau Zeeweringen	Y.Provoost	Projectleider Zeeweringen	Identificeren en begeleiden praktijkproeven
Rijkswaterstaat	E. van Zanten	Projectleider Zandhonger	Identificeren en begeleiden praktijkproeven
Deltares	B. van Wesenbeek	Eco-engineer onderzoeker	Opzet en beoordeling praktijkproeven
Ecoshape	A. Hibma	Eco-engineer onderzoeker	Identificeren en begeleiden praktijkproeven

Onderzoeksteam: Werkpakket Kennismanagement

Organisatie	Vertegenwoordiger	Functie	Verantwoordelijkheid
Hogeschool Zeeland	H. de Bruin	Lector ICT	Projectleider
Hogeschool Zeeland	M.M. Lengton	Docent-onderzoeker	Onderzoeker
Projectbureau Zeeweringen	Y. Provoost	Projectleider Zeeweringen	Inbreng toekomstige regionale gebruiker
Rijkswaterstaat	L. Adriaanse	senior adviseur waterbeheer	Inbreng toekomstige nationale gebruiker

Bijlage 2: Literatuurreferenties concepten Building with Living Nature

- Borsje, B.W., M.B. de Vries, S.J.M.H. Hulscher, G.J. de Boer, 2008. Modeling large-scale cohesive sediment transport affected by small-scale biological activity *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, volume 78, issue 3, year 2008, pp. 468 – 480.
- Bouma, T.J., M.B. De Vries, E. Low, L. Kusters, P.M.J. Herman, I.C. Tanczos, S. Temmerman, A. Hesselink, P. Meire, S. Van Regenmortel. 2005. Flow hydrodynamics on a mudflat and in salt marsh vegetation: identifying general relationships for habitat characterisations. *Hydrobiologia* (540):259 - 274.
- Bouma, T.J., M. B. De Vries, E. Low, G. Peralta, I. C. Tanczos, J. Van De Koppel and P. M. J. Herman, 2005. Trade-Offs Related To Ecosystem Engineering: A Case Study On Stiffness Of Emerging Macrophytes. *Ecology*, 86(8), 2005, pp. 2187–2199.
- Paarlberg, A.J., M.A.F. Knaapen, M.B. De Vries, S.J.M.H. Hulscher, Z.B.Wang, 2005. Biological influences on morphology and bed composition of an intertidal flat. *Estuarine, Coastal and Shelf Science* volume 64, issue 4, year 2005, pp. 577 – 590.
- Temmerman, S., T.J. Bouma, J. Van de Koppel, D. Van der Wal, M.B. De Vries, P.M.J. Herman, 2007. Vegetation causes channel erosion in a tidal landscape. *GEOLOGY*, July 2007, no. 7; p. 631–634; doi: 10.1130/G23502A.1
- Temmerman, S., T. J. Bouma, G. Govers, Z. B. Wang, M. B. De Vries, P. M. J. Herman, 2005. Impact of vegetation on flow routing and sedimentation patterns: Three-dimensional modeling for a tidal marsh, *J. Geophys. Res.*, 110, F04019.
- Waterman, R.E., 2008, *Integrated Coastal Policy via Building with Nature*, ISBN 978-90-805222-3-7.

Bijlage 3. Ecoshape

Ecoshape is een samenwerkingsverband dat is ontstaan uit een initiatief van het bedrijfsleven in de waterbouw in Nederland. In het samenwerkingsverband voeren bedrijfsleven samen met kennisinstellingen een onderzoeksprogramma uit naar ecodynamisch ontwikkelen en ontwerpen van waterbouwkundige infrastructuur. Het onderzoek kent de praktijkprojecten die worden getest. Daarmee is Ecoshape een belangrijke bron voor praktijkkennis voor dit onderzoeksproject 'bouwen met levende natuur'. Ecoshape wil graag met Delta Academy samenwerken in dit onderzoeksproject omdat zij dit complementair is aan het onderzoek zoals dat door Ecoshape wordt uitgevoerd. Het ecoshape programma levert veel nieuwe kennis maar ontbeert met name productontwikkeling voor de werkpraktijk. Met name de in Ecoshape betrokken bedrijven hechten hieraan. Dit RAAKPro onderzoeksprogramma geeft hieraan invulling. De ambitie van de DeltaAcademy is met Ecoshape een structurele samenwerking aan te gaan om de complementariteit verder te versterken.

Bij Ecoshape zijn de volgende bedrijven en kennisinstellingen betrokken:

- Koninklijke Boskalis Westminster NV - International organisation with leading position in world dredging. Core activities are the construction and maintenance of ports and waterways, creating land in water, and protecting coasts and shores;
- Van Oord Dredging and Marine Contractors BV - Internationally operating company with leading position in world dredging. Core activities are land reclamation projects, construction and maintenance of ports and waterways, coastal protection activities and offshore rock supply and placement services;
- IHC Merwede - The world's largest designer and builder of dredging equipment and components; Underwater earth movers extraordinary with more specialist vessels, slurry pumps, cutter heads, and miles of delivery lines than any other;
- SHELL Global Solutions - Operating subsidiary of the world's leading raw materials extractor offers advisory and technology services for the development and upgrading of international petrochemical and process industries;
- Witteveen + Bos - Advisory and engineering consulting services for projects in the water, infrastructure, environment and construction sectors across the world;
- DHV - International advisory and engineering firm providing services and sustainable solutions to the construction, industrial, mobility, airport, spatial layout and environment, and water sectors;
- Royal Haskoning - Consultants, architects and engineers. Active worldwide in the broad field of sustainable interaction between man and his environment;
- Arcadis - An international company providing consultancy, design, engineering and management services in the field of infrastructure, water, environment and buildings;
- Astron (Lofar) - The national Foundation for Astronomical Research ASTRON, conducts a technological development programme aimed at supplying innovative instrumentation for applications in observation and signal processing;

- VBKO - The national Dutch Association of Water Builders in Dredging, Coastal and River Bank Structures, represents many of the interests of companies in hydraulic engineering;
- RWS-Bouwdienst, Rijkswaterstaat building division - For wet and dry infrastructure the Directorate's Civil Engineering Division is the primary service in building technology, purchase and project management;
- Deltares - A new independent institute for applied research and specialist consultancy on low-lying, densely populated delta areas; based at the heart of one of the world's centres of technological expertise and research, it encompasses the former institutes WL|Delft Hydraulics (hydraulics, water management, aquatic ecology), GeoDelft (soil mechanics, foundation engineering, geo-ecology), part of TNO Built Environment and Geosciences (shallow subsurface geology, groundwater, geo-ecology) and parts of the specialist departments of Rijkswaterstaat (Ministry of Transport, Public Works and Water Management);
- IMARES (Institute for Marine Research and Ecosystem Studies) - The Netherlands institute for applied and strategic marine research, providing scientific support to policies and innovation in marine environmental issues, fisheries, aquaculture and maritime developments;
- Technical University Delft - Water Research Centre, in particular coastal hydraulic engineering and dynamics, river hydraulics and morphology; source of advanced expertise on river behaviour;
- Wageningen University - In the field of life sciences: food, health, nature and the living environment, provides fundamental knowledge needed to understand ecosystems, water quality and environmental policy;
- University of Twente (UT) - The Centre for Clean Technology and Environmental Policy, Water Management;
- NIOZ - Royal Netherlands Institute for Sea Research; one of Europe's oldest Oceanographic institutions, targeting society-driven multidisciplinary marine research;
- NIOO-CEME - Centre for Estuary and Marine Ecology (CEME) in Yerseke; addresses ecosystem studies, marine microbiology, and spatial ecology;
- City of Dordrecht - Located in the Holland Delta, Dordrecht has close and long lasting relationships with water and the maritime sector. Building on this tradition and focusing on innovation, the city houses EcoShape - Building with Nature.