



PORTFOLIOANALYSE PRIMAIRE GRONDSTOFFEN

Rapportage voor TKI Deltatechnologie

Auteurs:

Dr.ir Claudia Mc Leod
Lodewijk Schulte, MSc
Jan den Daas, MSc
Dr.ir. Maria Barciela-Rial
Dr.ir. Jeroen Rijke

Rapportnummer 2025.169
Definitieve versie, 26-3-2025

INHOUDSOPGAVE

VOORWOORD	4
1 INLEIDING	5
2 DUURZAME WINNING/ LANDSCHAPSONTWIKKELING	8
2.1 Recente ontwikkelingen	8
2.2 Overzicht van recente en lopende projecten	8
2.3 Kennis- en innovatiebehoefte	11
3 DIJKEN VAN GEBIEDSEIGEN GROND	13
3.1 Recente ontwikkelingen	13
3.2 Overzicht van recente en lopende projecten	13
3.3 Kennis- en innovatiebehoefte	14
4 SEDIMENT (SLIB) ALS BOUWMATERIAAL	16
4.1 Recente ontwikkelingen	16
4.2 Overzicht van recente en lopende projecten	16
4.3 Kennis- en innovatiebehoefte	18
5 COALITIEVORMING VOOR MISSIE 6B	19
5.1 Blinde vlekken analyse	19
5.2 Coalitievorming	1
6 REFERENTIELIJST	2
BIJLAGE A – DESKSTUDIE	4
Duurzame winning.....	4
Kust & Estuarium.....	4
Rivierengebied	10
Circulaire Bouwmaterialen (secundaire winning).....	11
Landschapsontwikkeling/ Sediment beheer in Rivieren.....	13
Bouwen met gebiedseigen grond.....	20
Sediment/slib als bouw materiaal.....	25
Bouwmaterialen van slib	25
Dijkversterking met slib	30

VOORWOORD

Dit rapport is opgesteld in opdracht van de TKI Deltatechnologie met als doel om het nationale projectportfolio en kansen voor nieuwe PPS-projecten op het gebied van “Verminderen gebruik primaire (bouw)grondstoffen” (KIA Landbouw, Water Voedsel, MMIP 6B) inzichtelijk te maken.

Het rapport is ingedeeld in vijf hoofdstukken. Hoofdstuk 1 geeft de opdrachtomschrijving en een uitleg van de aanpak. Hoofdstukken 2, 3 en 4 beschrijven de recente ontwikkelingen, recente en lopende projecten, en de actuele kennis- en innovatiebehoefte voor drie onderwerpen met elk verschillende netwerken: duurzame delfstoffenwinning en landschapsontwikkeling, dijken van gebiedseigen grond, en sediment (slib) als bouw materiaal. Ten slotte, worden in Hoofdstuk 6 een blinde vlekken analyse en kansrijke coalities voor innovatieve PPS-projecten beschreven.

1 INLEIDING

TKI Deltatechnologie heeft de Hogeschool van Arnhem en Nijmegen gevraagd om het nationale projectportfolio gericht op het verminderen van het gebruik van primaire (bouw)grondstoffen inzichtelijk te maken en kansen voor nieuwe publiek-private samenwerkingsprojecten (PPS) te identificeren. Deze opdracht sluit aan bij de doelstellingen van missie 6B van de Kennis- en Innovatieagenda Landbouw-Water-Voedsel (MMIP 6B): “Veilige en weerbare delta – Vermindering gebruik primaire (bouw)grondstoffen”. Het uiteindelijke doel van MMIP 6B is dat tegen 2030 het slimme en circulaire gebruik van (bouw)grondstoffen en een duurzame slibeconomie de vraag naar primaire abiotische (bouw)grondstoffen met 50% heeft verminderd. Ook zal de winning van deze grondstoffen verduurzaamd zijn. Om deze ambitie te verwezenlijken, zijn vier deelprogramma’s geïdentificeerd:

1. Slim ontwerpen
2. Circulair gebruik
3. Gezonde slibeconomie
4. Duurzame winning

Binnen dit onderzoek ligt de nadruk op deelprogramma’s 1, 2 en 4, gezien hun directe impact op de doelstellingen van missie 6B.

Het voorliggende rapport beoogt een overzicht te bieden van:

- De huidige en geplande initiatieven, inclusief recent afgeronde projecten en ontwikkelingen, met bijbehorende kennis- en innovatiebehoeften in de kaders van duurzame winning, landschapsontwikkeling, bouwen met gebiedseigen grond en sediment (slib) als bouw materiaal.
- De potentie voor opschaling en investeringsbereidheid van private partijen binnen innovatiethema’s als duurzame winning, landschapsontwikkeling, en het gebruik van gebiedseigen grondstoffen en sediment (zoals slib).
- Mogelijke consortiumpartners die een schaa sprong in toepassing kunnen realiseren en optimaal gebruik kunnen maken van bestaande kennis, expertise en middelen.

De aanpak bestaat uit een combinatie van:

- Deskstudies, waarbij relevante literatuur en projectrapportages worden geanalyseerd om een actueel en compleet beeld te verkrijgen van het nationale projectportfolio.
- Gesprekken met betrokken partijen, waaronder onderzoekers, beleidsmakers, bedrijven en andere stakeholders. Deze gesprekken bieden waardevolle inzichten in lopende initiatieven, ervaren uitdagingen, en kansen voor nieuwe PPS-projecten. Een overzicht van de gevoerde gesprekken is opgenomen in

- Tabel 1 en in Bijlage B.
- Brianstorm tijdens de eindbijeenkomst van project RAAK-publiek Rivierwerken over duurzaam grondverzet in het rivierengebied, met onderzoekers van de HAN en vertegenwoordigers van Fugro, NETICS, K3Delta, Van Oord, Rijkswaterstaat, Staatsbosbeheer, Provincie Gelderland, Waterschap Rijn & IJssel, Waterschap Limburg en Deltares.
- Ook hebben we geput uit de notulen van de workshops die zijn gehouden tijdens de Gouden Driehoekbijeenkomst/ Kennisdag Circulair Grondgebruik op 24 juni 2024.

Met deze aanpak biedt het eindrapport niet alleen een strategisch overzicht van de nationale inspanningen, maar identificeert het ook concrete investeringskansen voor PPS-projecten, waarmee stappen worden gezet richting een duurzamer gebruik van bouwgrondstoffen en een toekomstbestendige delta.

Tabel 1 – Gesprekkenlijst met organisaties

Organisatie	Type Organisatie
Cascade Zand & Grind	Privaat
Ecoshape	Privaat
Fugro	Privaat
GBN/ PIANOO Buyers Group Duurzaam Baggeren	Privaat
KNB-Keramiek	Privaat
WSP	Privaat
Deltaprogramma -Kennisprogramma Zeespiegelstijging	Publiek
Ministerie I&W, DGWB	Publiek
Rijkswaterstaat (PPO)	Publiek
Waterschap Limburg/ HWBP (Innovatieversneller)	Publiek
Deltares	Kennis

2 DUURZAME WINNING/ LANDSCHAPSONTWIKKELING

2.1 Recente ontwikkelingen

In Nederland zien we een sterke focus op duurzame winning van grondstoffen en landschapsontwikkeling, met nadruk op klimaatneutraliteit, biodiversiteit, en circulaire economie. Hier beschrijven we enkele trends en opvallende projecten. Voor een uitgebreider overzicht, zie Bijlage A.

Trends in duurzame winning en landschapsontwikkeling

- Circulaire economie: Steeds vaker wordt ingezet op hergebruik van grondstoffen om primaire extractie te verminderen. Dit sluit aan bij de bredere nationale en Europese doelstellingen voor duurzaamheid. Echter, het materiaal dat vrijkomt uit de sloop van gebouwen is slechts voldoende om in ongeveer 20% van de totale bouwgrondstoffenbehoefte te voorzien (TNO/EIB, 2018).
- Natuurinclusieve projecten: Delfstoffenwinning wordt gecombineerd met natuurontwikkeling, zoals bij het Grensmaas-project, waar natuurgebieden ontstaan door afgravingen.
- Meervoudig landgebruik: Nieuwe initiatieven koppelen grondwinning aan multifunctionele doelen, zoals waterveiligheid, recreatie, en energieopslag.
- De vergunningsverlening voor delfstoffenwinning loopt achter bij de bouwopgave. De brancheorganisatie van delfstoffenwinners Cascade verwacht dat de laatst vergeven vergunningen voor zand- en grindwinning in de komende jaren aflopen, terwijl het voorbereiden en verkrijgen van deze vergunningen gemiddeld 15 jaar duurt (Cascade 2024)).

Beleidsontwikkelingen

- Visie en roadmap circulariteit van grondverzet 2022. Roadmap “. Daarin wordt het transitiepad beschreven voor circulair omgaan met bagger en grond. Daarbij is een onderzoek opgesteld naar de optimalisering van bouwtransport (grond- en materiaalstromen). Daarvan worden de resultaten geïmplementeerd in 2024 - 2025. Hiervoor worden 3 doelen nagestreefd: verminderen van negatieve milieu-impact bij de winning van grondstoffen; beschermen van voorraden grondstoffen; het behoeve van waarde bij het gebruik van grondstoffen.
- De ministeries van VRO, Infrastructuur en Waterstaat (I&W), en Economische Zaken en Klimaat (EZK) ondertekenden samen met een grote groep brancheverenigingen en ketenvertegenwoordigers op 22 mei 2024 een samenwerkingsverklaring. In deze samenwerkingsverklaring spreken deze partijen af om inzichtelijk te maken welke randvoorwaarden nodig zijn om de verduurzaming te versnellen. Op basis hiervan zal er een bouwmaterialenakkoord komen, dat verduurzaming in stimuleert in de ketens van onder andere beton, staal, keramiek, isolatie, gips en hout.

2.2 Overzicht van recente en lopende projecten

De onderstaande tabellen biedt een overzicht van recente en lopende projecten binnen publiek-private samenwerkingen (PPS) gericht op duurzame sedimentwinning en/of landschapsontwikkeling.

Tabel 2 – Overzicht van recente en lopende studies voor duurzame winning

Naam project (looptijd)	Beschrijving	Type project	Betrokken partijen
Kust & Estuarium			
1. TKI PRISMA projecten	Het programma onderzoekt een techniek waarbij waterinjecties het sediment in suspensie brengen en het opgevangen kan worden op plekken waar het door de stroming terecht komt.	Realisatie/onderzoek	TU Delft, Deltares en MARIN, Havenbedrijf Rotterdam
Rivierengebied			
2. Pilot snelle rivierstof test (2023)	In dit onderzoek is enerzijds de toepassing van slib voor de keramische grondstof onderzocht en anderzijds de mogelijkheden voor het afvangen van zwevende stof voor kleiwinning in uiterwaarden.	Onderzoek	K3Delta Productie en Techniek, K3 Delgromij, K3Gebiedsontwikkeling, KNB, TNO, en Universiteit Utrecht.
3. PIANO Buyer Group – Duurzaam Baggeren	Buyer Group zet o.a. in op het opnemen van duurzame toepassingen van bagger in aanbestedingen zodat de transitie van duurzaam baggeren in gang wordt gezet in de private sector. Is sterk gerelateerd aan de doelen voor circulariteit van het Rijk.	Realisatie	Scala aan publieke partijen (Waterschappen, Provincies, RWS, Waternet etc.)
4. RAAK-publiek Rivierwerken WP1 (2020 – 2024)	Praktische handvatten voor realisatiestrategieën m.b.t. grondstoffenwinning volgens het DNA van de rivier	Onderzoek	HAN met een consortium van 22 partijen (publiek, privaat, kennis)
Circulaire Bouwmaterialen (secundaire winning)			
5. Rutte Groep	Rutte Groep heeft een machine ontwikkeld om slooppuin te recyclen naar grondstoffen voor circulair beton.	Realisatie	-
6. Dura Vermeer	Dura Vermeer is betrokken geweest bij de ontwikkeling van een machine om asfalt ter plekke te recyclen en opnieuw aan te brengen. Ook zijn ze initiatiefnemer van het concept waarbij aanleg, onderhoud en verwijdering van GWW-projecten integraal wordt georganiseerd om grondstof gebruik te beperken. Zie pilot Reconstructie Dr. J.P. Heijelaan .	Realisatie	-
7. Het Betonhuis	Het Betonhuis is een kennisplatform voor o.a. circulariteit van beton. Met het SlimBreker-concept wordt beton afval uit sloop verkleind en verwerkt. Zo wordt aankomende jaren wordt de fundering van 28 windmolens gemaakt van beton, uit 100% gerecycled grind en 50% gerecycled zand.	Onderzoek	Brancheorganisatie betonfabrieken

Tabel 3 – Overzicht van recente en lopende studies voor landschapontwikkeling

Naam project (looptijd)	Beschrijving	Type project	Betrokken partijen
8. Proeftuin Sediment Rijnmond (2024)	Pilot Kribvlak 9 Groene poort: ontwikkeling getijdennatuur door aanleg van een dam en het opspuiten van gebaggerd slib. Ontwerp in ontwikkeling voor tegengaan afkalving slikkige oevers Hoogezandse Gorzen.	Realisatie/onderzoek	Deltares, WUR, Havenbedrijf Rotterdam, DEME Environmental NL, RWS, WS Hollandse Delta, ARK Rewilding, Natuurmonumenten, TKI Deltatechnologie
9. Keteldelta – Drents Overijsselse Delta (2022 - doorlopend)	In de Keteldelta zijn planning in ontwikkeling om gebaggerd sediment in te zetten voor waterveiligheid, natuurontwikkeling en landbouw door een combinatie te leggen met hydromorfologische processen van het systeem	Concept-Ontwikkeling	Drents Overijsselse Delta
10. Living lab MUD EcoShape met meerdere pilots (2016 - doorlopend)	Ontwikkeling kennis duurzaam gebruik van sediment en slib zoals de Marker Wadden, Kwelderontwikkeling, Slibmotor en de kleirijperij.	Realisatie/Onderzoek	RWS, gemeente Dordrecht, Port of Rotterdam, Provincie Zuid-Holland, Unie van Waterschappen, Gemeente Harlingen, TU Delft.
11. Pilot Dubbele Dijken (2018 – 2025)	In de Eems Dollard is een pilot uitgevoerd met Dubbele Dijken concept. Daarbij wordt een waterkerend landschap gecreëerd waar het getij voor slibafzetting zorgt waardoor een waterveilig en natuurlijk landschap ontstaat. Het WWF onderzoekt de toepassing van dit concept ook voor de Zuidwestelijke delta en Noordelijke kust.	Realisatie/Onderzoek	Provincie Groningen, Waterschap Noorderzijlvest, HWBP, Waddenfonds, Europese Green Deals
12. Pilot Waddenslib voor zandgrondverbetering (2015 - 2022)	Pilot waarbij slib uit de Eemshaven ingezet wordt op landbouwgronden in de Veenkoloniën. Het doel was om de zandgrond te verbeteren door het toepassen van een laag slib. Er is onderzoek gedaan naar de bijdrage aan water- en voedingsstofcapaciteit van de bodem, en de opbrengsten voor boeren	Realisatie/Onderzoek	Groningen Seaports, Ringadvies, De Biogeoloog, Waddenfonds, en Ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit

13. Pilot Ophogen Landbouwgronden (POL) (2021 - 2025)	POL is een pilot waarbij slib uit de Eems Dollard wordt gebruikt om land op te hogen om bodemdaling tegen te gaan en de bodemkwaliteit te verbeteren.	Realisatie/ onderzoek	Waterschap Hunze en Aa's, Groningen Seaports, Provincie Groningen, Rijkswaterstaat.
14. MUDNET (2015 - doorlopend)	Mudnet is een onderzoekprogramma waarbij toepassingen van slib wordt onderzocht om het beheer van sedimenten in havens en waterwegen te verbeteren en gezonde ecosystemen in kleirijke omgevingen te bevorderen	Onderzoek	TU Delft, Port of Rotterdam, RWS< Deltares, GEOMAR< Hamburg Port Authority, WUR, Rocstock Port, Niedersachsen Ports, Bremerhaven.

Aansluiten bij bouwmaterialenakkoord voor reductie gebruik. Het Rijk werkt aan een bouwmaterialenakkoord voor de zomer van 2025. Daarbij werken verschillende partijen aan circulaire bouwmaterialen- en bouwmethoden door afspraken op ketenniveau. Het bouwmaterialenakkoord legt de basis voor een langdurige samenwerking. Daardoor kan de verduurzaming van materiaalketens in de bouw worden versneld. Wellicht dat er een mooie koppeling gelegd kan worden met innovatie en kennisontwikkelingen binnen duurzame omgang met primaire grondstoffen.

2.3 Kennis- en innovatiebehoefte

De routekaart voor verbeteringen in het grondverzet en baggerbeheer richt zich onder andere op beleidsmatige verbeteringen voor:

- De regelgeving rond bagger en grond moet duidelijker, beter uitlegbaar en consistent worden toegepast. Dit zal de voorspelbaarheid van besluiten, het draagvlak voor gebruik van bagger als grondstof en de kwaliteit (circulariteit) van projecten verbeteren.
- Beleidsacties moeten gericht zijn op het minimaliseren van de impact van winning en strategisch beheer van de voorraad. Voor deze doelen is belangrijk dat milieueffecten van gebruik van grond/bagger zo goed mogelijk genormeerd worden. Kennis en innovatie op het gebied van verbeteren normstelling kan aan deze doelen bijdragen. Ook kan een nationale visie op winning van bouwgrondstoffen nodig zijn om toekomstig gebruik te garanderen.
- Er is behoefte aan een nationale visie op bouwgrondstoffen en betere normstellingen, ook in lijn met EU-initiatieven zoals "Zero Pollution".

Uit de studie naar Betekenis van circulaire economie voor de grondketen uit 2018, uitgevoerd door Tauw volgt de onderstaande innovatiebehoefte:

- Schaarre grondstoffen en natuurlijk kapitaal: Er is behoefte aan methoden om specifieke schaarre grondsoorten (zoals dijkklei) efficiënter te benutten en om ecosystemendiensten te herstellen.
- Waardecreatie en waardebehoud: Ontwikkeling van technieken en richtlijnen om zowel toepassingswaarde in werken als de natuurlijke waarde van grond beter te behouden.
- Minimalisatie van lekstromen en negatieve impact: Innovaties zijn nodig om vervuiling te verminderen en maatschappelijke meerwaarde (zoals CO2-reductie en biodiversiteit) te verhogen.

KNB-Keramik heeft de volgende uitgangspunten opgenomen voor optimalisatie in circulaire omgang:

- Afvangen sediment
 - Optimalisatie sedimentatiesnelheid rivierklei bij inrichting gebied na kleiwinning (onderzoek naar mogelijkheden) > geen Reduce maar Increase van beschikbaarheid lokale primaire grondstof.
- Slimmer gebruik en slimmere productie
 - Dematerialisatie (slankere producten, gaten, frogs, steenstrips)
 - Toename gebruik van secundaire grondstoffen
 - Gebruik van reststoffen uit andere industrieën
- Hergebruik verbeteren
 - Toename gebruik van droogstapelsystemen voor gevels
 - Innovatieve bevestigingstechnieken (bijv. baksteenstrips)
 - Ontwikkeling en gebruik van losmaakbare mortels en lijmen
 - Opzet van terugnamesystemen (met restwaarde en retourname garantie)
- Materiaal nuttig toepassen
 - Recycling van keramische restmateriaal dat ontstaat tijdens de bouwfase
 - Recycling van post-consumer keramisch materiaal
 - Verbetering hergebruik en recycling van verpakkingen

3 DIJKEN VAN GEBIEDSEIGEN GROND

3.1 Recente ontwikkelingen

Het gebruik van gebiedseigen grond betekent milieuwinst door minder transportbewegingen en zorgt ook voor minder overlast in het gebied.

Trends in dijken van gebiedseigen grond

In Nederland is er een groeiende focus op het gebruik van gebiedseigen grond voor dijkenbouw. Dit concept draait om het benutten van lokaal aanwezige grond en materialen voor dijkversterking en, in sommige gevallen, landschapontwikkeling, wat transportbehoeften minimaliseert en CO₂-uitstoot vermindert. Er is ook een toenemende integratie van natuurontwikkeling bij dijkversterkingen, bijvoorbeeld door het herstel van bodems en het stimuleren van biodiversiteit binnen projecten. Verder verschuift het grondbeleid richting een actiever en maatschappelijker gerichte aanpak, waarbij meer nadruk ligt op circulaire principes en het gebruik van lokale grondstoffen om nieuwe ruimtelijke functies te realiseren, zoals groene woonwijken en waterberging.

3.2 Overzicht van recente en lopende projecten

De onderstaande tabel biedt een overzicht van recente en lopende projecten binnen publiek-private samenwerkingen (PPS) gericht op bouwen met gebiedseigen grond.

Tabel 4 – Overzicht van recente en lopende studies voor bouwen met gebiedseigen grond

Naam project (looptijd)	Beschrijving	Type project	Betrokken partijen
15. HWBP POV-DGG (2018 - 2023)	Projectoverstijgende verkenning voor dijkversterking met gebiedseigen grond. Ontwikkeling van de kansenscan en het technisch kader voor toepassing van de grond.	Concept-ontwikkeling	POV-DGG, Fugro, WSP (2020, 2021), WL
16. RAAK-publiek Rivierwerken WP2 (2020 - 2024)	Praktische handvatten voor het bruikbaar maken van sediment en gebiedseigen grond voor toepassing in de dijkenbouw (WP2).	Onderzoek	HAN met een consortium van 22 partijen (publiek, privaat, kennis)
17. RAAK-publiek Rivierwerken WP3 (2020 - 2024)	Verbeterde werkwijzen en tools voor het op rivierniveau afstemmen van vraag en aanbod van delfstoffen in natuur- en dijkversterkingsprojecten in het rivierengebied	Onderzoek	HAN met een consortium van 22 partijen (publiek, privaat, kennis)
18. Ooijen-Wanssum	In het project Ooijen-Wanssum speelt het gebruik van gebiedseigen grond een cruciale rol. Dit project combineert waterveiligheid, natuurontwikkeling en ruimtelijke kwaliteit.	Gerealiseerde dijkversterking	Rijkswaterstaat, Provincie Limburg, Waterschap Limburg, Gemeente Venray, Gemeente Horst en Maas, Waterschap Limburg, Dura Vermeer, Ploegam

19. Meanderende Maas	Het project Meanderende Maas versterkt de dijk tussen Ravenstein en Lith. Gebiedseigen grond wordt gebruikt voor een duurzame en landschappelijk geïntegreerde aanpak.	Realisatie dijkversterking	Gemeente Oss, Natuurmonumenten, Provincie Gelderland, Provincie Noord-Brabant, Waterschap Aa en Maas, Gemeente West Maas en Waal, Ministerie van I&W, Gemeente Wijchen, Waterschap Rivierenland, Rijkswaterstaat, HWBP, Boskalis
20. Dijkversterking Gorinchem-Waardenburg	Gorinchem - Waardenburg is de versterking van een traject van 23 kilometer met elektrisch materieel, gebruik van gebiedseigen grond en inzaaien van een gras kruidenmengsel.	Realisatie dijkversterking	WSRL, Graaf Reinald Alliantie
21. Zutphen-Den Elterweg	Zutphen-Den Elterweg richt zich op de versterking van de dijk langs de IJssel in Zutphen. Voor het project zijn de mogelijkheden voor gebiedseigen grond onderzocht.	Verkenning dijkversterking	WSP (2023b), WRIJ
22. Sprok-Sterreschans-Heteren	Sprok-Sterreschans-Heteren richt zich op de versterking van de dijken rond de Betuwekop, een traject van 34 kilometer. Voor het project zijn de mogelijkheden voor gebiedseigen grond onderzocht.	Verkenning dijkversterking	WSP (2023a), WSRL

3.3 Kennis- en innovatiebehoefte

- Inzicht in de hoeveelheid grond en sediment die duurzaam gewonnen kan worden uit uiterwaarden en het rivierbed, zodat de ruimtelijke kwaliteit van het rivierengebied kan worden versterkt voor de hele Nederlandse delta.
- Inzicht in uitvoerbaarheid van lange termijn klimaatadaptatiemaatregelen en woningbouwplannen door ruimtelijke scenario's voor het winnen en toepassen van sediment te ontwikkelen
- Inzicht in de maakbaarheid van het gebruik van sediment in de uitvoeringspraktijk van dijkversterkingen en de bouw.
- Inzicht in de effectiviteit en efficiëntie van verschillende processen (ontziltng, rijping) en bewerkingen (in-situ toepassing) van sediment, zodat de koppeling naar nuttige toepassing ervan in projecten kan worden gerealiseerd.
- Inzicht over de impact van mengen van kleien als grondbehandelingstechniek op lange termijn en de mogelijkheden voor klimaatneutraal en circulair ontwerpen.
- Bodemkwaliteitsbeheer: Praktische toepassingen voor het benutten van gebiedseigen grond en oplossingen voor diffuse verontreiniging.

- Technische verbeteringen: Onderzoek naar mengsels en technieken die de eigenschappen van bouw- en bodemmaterialen optimaliseren, zoals het gebruik van kalk en natuurlijke toevoegingen.
- Beleidsruimte: Het spanningsveld tussen oude en nieuwe wetgeving, zoals de Omgevingswet, creëert kansen voor innovatieve toepassingen en het verbeteren van processen.
- Grondstoffenbeschikbaarheid: Er is een dringende behoefte aan meer kennis over de beschikbaarheid van grondstoffen zoals zand, grind en klei, afkomstig uit kustgebieden, grote wateren en rivieren, evenals uit secundaire bronnen zoals sloopmateriaal. Vooral voor klei is er een significante kennislacune: er ontbreekt inzicht in wat er daadwerkelijk wordt geproduceerd en hoeveel ervan nodig is. Het opstellen van een duidelijke massabalans en het systematisch monitoren van productie en vraag zijn essentieel om dit kennishiaat te overbruggen.

4 SEDIMENT (SLIB) ALS BOUWMATERIAAL

4.1 Recente ontwikkelingen

Vanuit de praktijk zijn de afgelopen jaren meerdere internationale initiatieven gestart om nuttig hergebruik van sediment en grond aan te moedigen. In een verkenning van Rijkswaterstaat in 2018 naar circulariteit van grondverzet in Nederland wordt o.a. geconstateerd dat het grootste gedeelte van het 'gebruik' van bagger en grond in GWW toepassingen/werken beschikbaar blijft binnen de (bodem)voorraad. Het grondverzet in Nederland geeft reeds (een) invulling aan de 3 CE Doelen. Het grootste deel van de bagger/grondvoorraad kan worden hergebruikt. Slechts een relatief klein deel mag niet worden gebruikt en moet als afval verwerkt worden.

Het gaat dus al best goed, maar het kan altijd beter. Bijvoorbeeld als het gaat om het beschermen van de voorraad tegen nieuwe verontreinigingen. Verbetering is ook nodig omdat het (maatschappelijk) draagvlak voor het toepassen van verontreinigde bagger/grond (conform het normenbouwhuis Bbk), of bagger/grond-vervangende materialen afkomstig uit andere materiaalketens (TGG, Granuliet, AEC), kleiner lijkt te worden. Ook de zorgplicht die bij grondverzet voor PFAS in acht moet worden genomen heeft ertoe geleid dat de voorraad (her)bruikbare bagger/grond een stuk kleiner is geworden dan in 2018. Bovendien wordt het moeilijk door de KRW en andere ontwikkelingen om bagger kwijt te kunnen in diepe plassen, dus daarom is het extra belangrijk dat we die bagger ook kunnen gaan toepassen op alternatieve manieren.

Er zijn verschillende kennisnetwerken rondom het nuttig benutten van sediment, bijv.:

- Beneficial Reuse of Sediment working group van PIANC (Permanent International Commission for Navigation Congresses, i.e. het World Association for Waterborne Transport Infrastructure).
- Werkgroep Sediments in Circular Economy van Sednet. SedNet is een Europees netwerk gericht op het incorporeren van sedimentvraagstukken en kennis in Europese strategieën, met als doel de ondersteuning van het bereiken van een goede milieutoestand en het ontwikkelen van nieuwe instrumenten voor sedimentbeheer (<https://sednet.org/>).
- Samenwerking tussen de CEDA (Central Dredging Association) en IADC (International Association of Dredging Companies) heeft onder andere geleid tot het boek "Dredging for Sustainable Infrastructure" (Laboyrie et al., 2018). Dit is een leidraad voor ontwerp, uitvoering en beheer van waterinfrastructuurprojecten met een baggercomponent. De doelgroep bevat zowel eigenaren, toezichthouders, adviseurs als ontwerpers en aannemers.
- Mudnet, een netwerk waarvan de TU Delft de trekker is (<https://www.tudelft.nl/mudnet>). De deelnemers hieraan zijn de havenautoriteiten van de grotere Europese havens die te maken hebben met aanslibbingsproblemen (Rotterdam, Hamburg, Antwerpen, Emden).
- Beneficial Use of Sediment – EcoShape. De ambitie van deze werkgroep binnen EcoShape is om via het BwN mainstreaming te bevorderen en het nuttige (her)gebruik van sedimenten te maximaliseren naar 100% hergebruik. EcoShape is een multidisciplinair consortium van onder meer aannemers, adviseurs en kennisinstituten dat is gericht op het verder ontwikkelen en opschalen van Building with Nature.

4.2 Overzicht van recente en lopende projecten

De onderstaande tabel biedt een overzicht van recente en lopende projecten binnen publiek-private samenwerkingen (PPS) gericht op sediment (slib) als bouw materiaal.

Tabel 5 – Overzicht van recente en lopende studies voor sediment als bouw materiaal

Naam project (looptijd)	Beschrijving	Type project	Betrokken partijen
Bouwmaterialen van slib			
23. Pilot Persen Bouwelementen (2017 - 2018)	In deze pilot wordt baggerspecie geperst tot bouwmaterialen, zoals stenen en tegels. Er werd geëxperimenteerd met het toevoegen van stoffen aan het slib om sterke en duurzame bouwelementen te creëren. Daarnaast wordt een haalbaarheidsstudie gedaan van slib geperste bouwblokken.	Onderzoek	Waterschap Hunze en Aa's, Groningen Seaports, Provincie Groningen, Rijkswaterstaat, Netics en Royal IHC.
24. Pilot Rifblokken (2022 – 2026)	Met slib uit het Eems Dollard zijn bouwblokken geperst die op het wad worden geplaatst zodat schelpdieren zich op de blokken kunnen vestigen en een habitat wordt gecreëerd voor aquatische ecologie.	Onderzoek	Provincie Groningen, Netics, Van Oord, KWS, Waddenfonds, Waddenmozaïek en Groningen Seaports.
25. Netics - GEOwall	Netics is zeer actief op het gebied van innovatieve oplossingen voor het gebruik van slib. Daarbij wordt het slib met verschillende technieken ontwatert en in veel verschillende vormen bouwmaterialen omgezet kan worden.	Concept-ontwikkeling	
26. STOWA - Circulair baggerbeheer een toetsingsinstrument voor regionale bagger	Onderzoek circulair gebruik van baggerspecie bij de waterschappen.		
27. Circulair baggerbeheer: een toetsingsinstrument om circulair te gaan met regionale bagger	Heeft een instrument ontwikkeld om te kunnen toetsen op welke wijze bagger zo goed mogelijk circulair kan worden afgezet dan wel verwerkt. Dit geeft inzicht in de toepassing mogelijkheden voor fysisch en chemische verontreinigde bagger		Deltares, Netics,
28. Circulaire Bagger Consortium (2023 - doorlopend)	Het consortium zet in op ketensamenwerking voor duurzame verwerking en toepassing van baggerspecie in Zuid-Holland; transitie van pilots met duurzame toepassingen met bagger naar business as usual. Aan het consortium zitten meerdere bedrijven gekoppeld die technieken	Consortium	Provincie Zuid-Holland, Hoogheemraadschap - Schieland en Krimpenerwaard-Rijnland, Gemeente Rotterdam, Waterschap Hollandse Delta.

	voor duurzame toepassingen ontwikkelen		
Dijkversterking met slib			
29. Pilot Kleirijperij en Brede Groene Dijk (2018 - 2021 - 2024)	In de Kleirijperij wordt onderzocht hoe slib uit het Eems-Dollardgebied kan worden omgezet in klei. Hierbij is 70.000 m3 gerijpte klei gebruikt om 750 meter aan dijk te versterken.	Onderzoek	Ecoshape, Provincie Groningen, Waddenfonds, Rijkswaterstaat (Vogelbroedeiland), Waterschap Hunze en Aa's, Groningen Seaports, en Het Groninger Landschap (kleine polder).
30. Meegroeidijk (2023 – doorlopend 2028)	Met de meegroeidijk worden testen gedaan om lokaal ongerijpte baggerslib op een dijk toe te passen. Daarbij worden technieken ontwikkeld voor het aanbrengen van het slib en wordt de slibontwikkeling gemonitord.	Onderzoek	Waterschappen Noorderzijvest, Rijnland en Brabantse Delta

Momenteel werkt EcoShape aan verschillende nieuwe "cases"/projecten. Bijvoorbeeld het initiatief om gebaggerd sediment uit de havens van de Waddenzee te hergebruiken voor natuurontwikkeling of toepassingen op het land, of de Nederlandse Zandige Kust case, voor de recirculatie van sediment.

4.3 Kennis- en innovatiebehoefte

De kennisbehoeften die voortkomen uit de afgeronde projecten zijn als volgt:

- Er is behoefte aan langdurige monitoring van natuurlijke processen om meer inzicht te krijgen in hun werking en impact.
- Er bestaat een kloof tussen de materiaal- en toxicologie-eisen, de feitelijke toepassingen van deze materialen en de huidige bouwrichtlijnen. Dit vraagt om nader onderzoek en afstemming.
- Een dieper begrip van het gedrag en de eigenschappen van materialen is noodzakelijk om hun prestaties en toepassingen beter te kunnen voorspellen en optimaliseren.
- Het verminderen van transport en het verbeteren van circulariteit zijn belangrijke aandachtspunten om de milieubelasting te verlagen en de efficiëntie van materiaalgebruik te verhogen.
- Institutionele barrières belemmeren de toepassing van nature-based solutions (NBS's). De eisen zijn vaak te streng, waardoor innovatie wordt geremd. Het aanpassen van deze eisen aan specifieke technische behoeften zou bijdragen aan de mainstreaming van circulaire materiaalgebruik in de economie.
- Er is meer onderzoek nodig naar de duurzame toepassingen van licht-verontreinigd slib. Het is belangrijk om te begrijpen welke praktische en veilige toepassingen mogelijk zijn voor dit type materiaal.
- Daarnaast is het van belang om de financiële voordelen van het gebruik van licht-verontreinigd slib in kaart te brengen in vergelijking met schoon sediment. Dit kan inzicht bieden in kostenbesparingen en andere economische voordelen van hergebruik.

5 COALITIEVORMING VOOR MISSIE 6B

5.1 Blinde vlekken analyse

De transitie naar een circulaire bouwsector vraagt om innovatieve oplossingen die het gebruik van primaire (bouw)grondstoffen minimaliseren en hergebruik maximaliseren. Binnen TKI Delta Technologie Missie 6B worden verschillende aandachtsgebieden geïdentificeerd die bijdragen aan deze missie.

In de Hoofdstukken 2 t/m 4 is een overzicht gegeven van recente en lopende projecten. Deze projecten raken op verschillende manieren aan Missie 6B, zoals weergegeven in Figuur 1. Hieruit valt op te maken dat Missie 6B in de breedte wordt ingevuld, met het zwaartepunt op de submissies 6B.2 Circulair Gebruik en 6B.3 Gezonde Slibeconomie. Daarentegen blijft de invulling van Missies 6B.1 Slim ontwerpen en 6B.4 Duurzame Winning relatief achter.

Binnen Missie 6.b.1. Slim Ontwerpen ligt de focus op het ontwikkelen van een ketenaanpak voor circulaire bouwgrondstoffen. Dit onderzoek richt zich op het creëren van een schone bouwketen, waarin materialen aan het einde van hun levenscyclus maximaal en hoogwaardig worden hergebruikt. Een belangrijke uitkomst hiervan is een afwegingskader tussen slanke (minder homogeen) en robuuste (homogeen) bouwontwerpen.

Voor Missie 6.b.2. Circulair gebruik is de ontwikkeling van een kwaliteitsprotocol voor kleimengsels van cruciaal belang. Dit protocol, gebaseerd op eerdere toepassingen en wetenschappelijke inzichten, zal de toepassing van gebiedseigen grond vereenvoudigen en optimaliseren. Daarnaast is experimenteel onderzoek nodig naar de toepassingsmogelijkheden van licht verontreinigde grond, zoals baggerspecie met lichte PFAS-verontreiniging. Dit onderzoek moet praktische oplossingen en regelgeving verduidelijken, zodat het veilig en effectief kan worden hergebruikt.

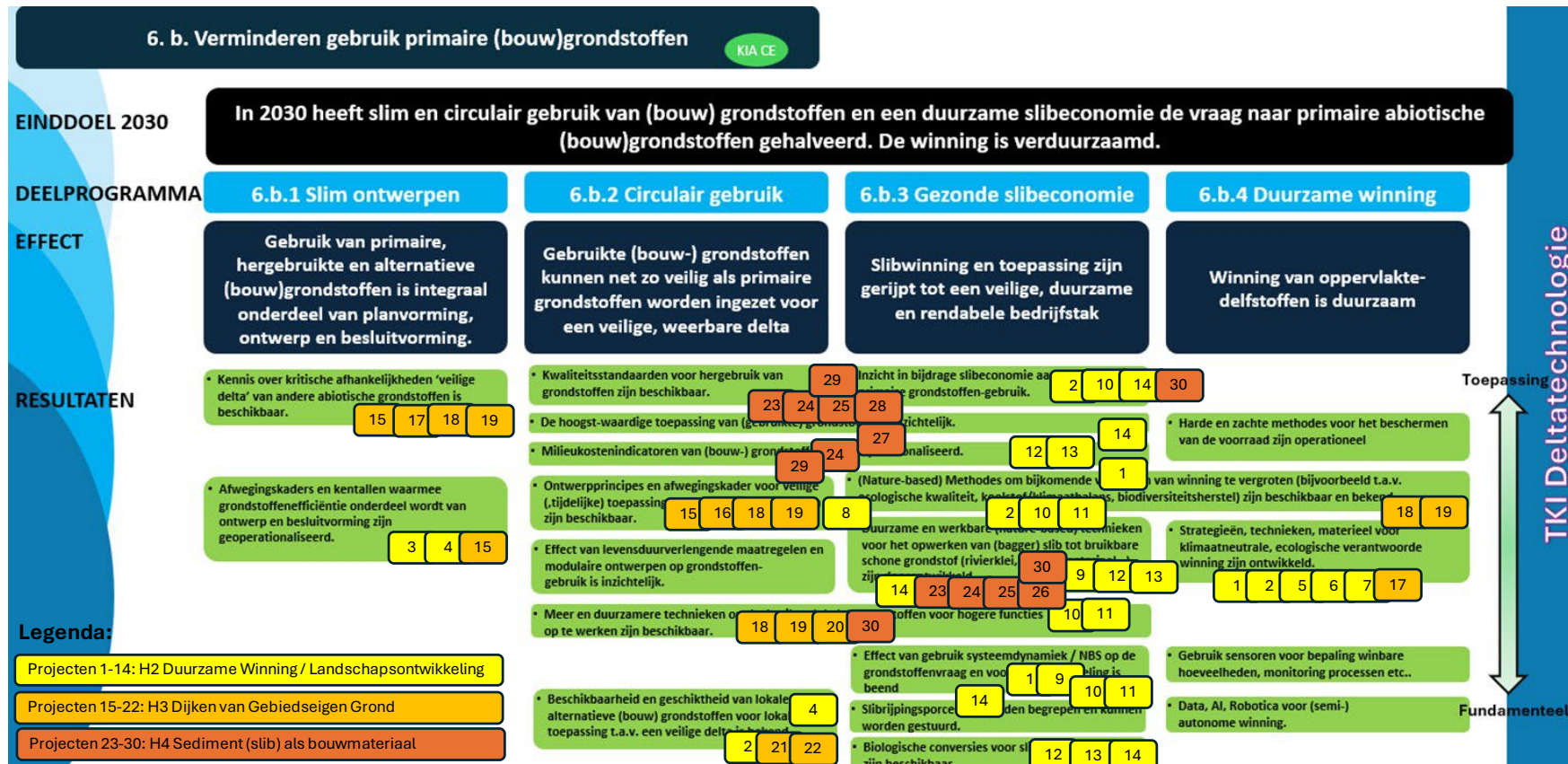
Binnen Missie 6.b.3. Gezonde slibecconomie wordt voortgebouwd op eerdere pilots voor het nuttig gebruik van baggerspecie. HAN heeft al ervaring opgedaan met initiatieven zoals de Kleirijperij, Pilot Ophogen Landbouwgronden (POL), Sea Silt Ceramics en de Meegroei-dijk. Verschillende geïnterviewden benadrukten de noodzaak om op deze projecten voort te bouwen, maar een concrete uitwerking ontbreekt nog.

Tot slot is binnen Missie 6.b.4. Duurzame winning een monitoringstool voor grondstoffenbeschikbaarheid essentieel. Een nationale massabalans en monitoring van vraag en aanbod van grind, zand en klei zijn noodzakelijk om strategische keuzes te ondersteunen en de winning van deze grondstoffen zo duurzaam mogelijk te laten verlopen.

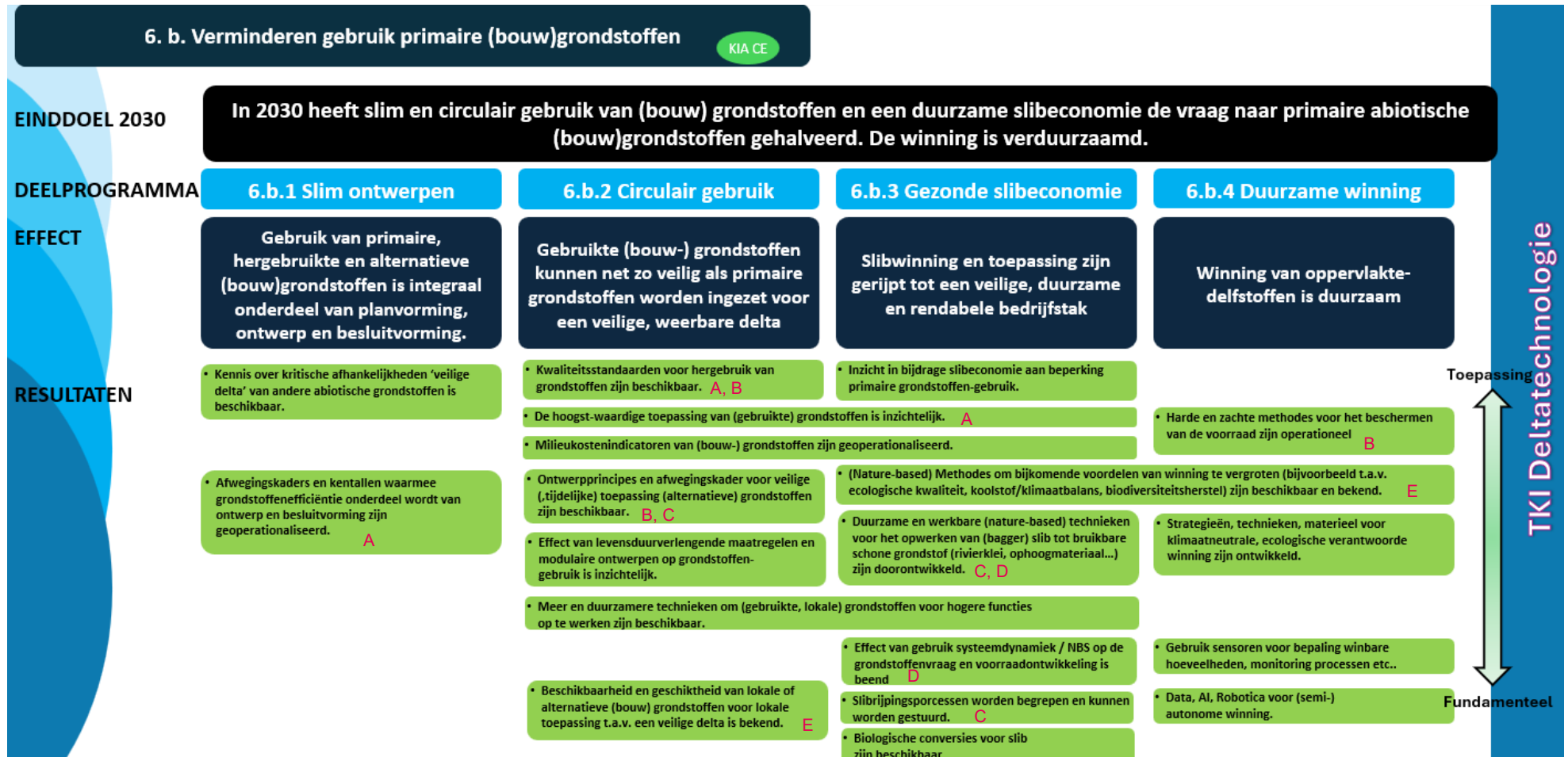
Deze projectideeën bieden concrete oplossingen voor de uitdagingen binnen Missie 6B en helpen bij de ontwikkeling van een duurzamer, circulair grondstoffenbeleid. Door samenwerking en innovatie kunnen we de transitie naar een circulaire economie versnellen en tegelijkertijd bijdragen aan een schonere en efficiëntere bouwsector.

Tabel 6 – Aansluiting projectideeën bij Missie 6B deelprogramma

Projectidee	Beschrijving	Missie 6B
A. Ketenaanpak circulaire bouwgrondstoffen	Onderzoek naar aanknopingspunten voor een schone bouwketen, zodat aan het eind van de levenscyclus maximaal en hoogwaardig kan worden hergebruikt. Dit zou bij moeten dragen aan een afwegingskader tussen slanke (minder homogeen) en robuuste (homogeen) bouwontwerpen.	6.b.1
B. Kwaliteitsprotocol beoordeling kleimengen	Het opstellen van een kwaliteitsprotocol voor de beoordeling van kleimengen op basis van eerdere toepassingen en gepubliceerde onderzoeksresultaten, zodat de toepassing van gebiedseigen grond vereenvoudigd kan worden.	6.b.2
C. Toepassingsmogelijkheden licht verontreinigde grond	Experimenteel onderzoek en praktische oplossingen naar de toepassingsmogelijkheden en regelgeving m.b.t. licht verontreinigde baggerspecie (bijv. met PFAS-verontreiniging vergelijkbaar met tuingrond).	6.b.2
D. Pilots Nuttig gebruik van baggerspecie	HAN is betrokken geweest bij verschillende pilots waarin baggerspecie is toegepast, zoals de Kleirijperij, Pilot Ophogen Landbouwgronden (POL), Sea Silt Ceramics, Meegroeiendijk. Voortbouwen op deze pilots is genoemd door verschillende geïnterviewden, zonder dat dit concreet uitgewerkt werd.	6.b.3
E. Monitoringstool grondstoffenbeschikbaarheid	Een nationale massabalans en monitoring van vraag en aanbod van grind, zand en klei wordt noodzakelijk geacht om strategische keuzes rondom grondstoffenbeschikbaarheid te ondersteunen en winning zo duurzaam mogelijk te laten verlopen.	6.b.4



Figuur 1 – Overlap van geïdentificeerde projecten met KIA-LWV MMIP6B.



Figuur 2 – Aansluiting projectideeën bij Missie 6B deelprogramma

5.2 Coalitievorming

Op basis van onze verkenning van het actuele portfolio betreffende Missie 6B Verminderen gebruik (primaire) grondstoffen en de gerelateerde kennis- en innovatiebehoefte zijn de volgende organisaties geïdentificeerd als veelbelovende projectpartners in een nieuw te vormen TKI-project. Op basis van de gesprekken en workshops hebben we verschillende projectideeën geïdentificeerd:

Tabel 7 – Vergelijkende analyse van projectideeën

Projectidee	Mogelijk consortium	Concreetheid/ financieringsbereidheid	Potentiële impact
A. Ketenaanpak circulaire bouwgrondstoffen	Cascade Zand & Grind, NVTB, aannemers, ingenieursbureaus, TNO.	Consortium minder concreet, investeringsbereidheid onzeker.	++
B. Kwaliteitsprotocol beoordeling kleimengen	Fugro, Ploegam, K3Delta, Dekker Groep, GBN, Rijkswaterstaat, Waterschap Rivierenland, Waterschap Limburg, Deltares, TUD, HAN.	++	++
C. Toepassingsmogelijkheden licht verontreinigde grond	Rijkswaterstaat, Cascade, Fugro, GBN, DGWB, RIVM, Deltares, HAN.	+	++
D. Pilots Nuttig gebruik van baggerspecie	via EcoShape.	Consortium minder concreet, investeringsbereidheid onzeker.	+
E. Monitoringstool grondstoffen-beschikbaarheid	GBN, Cascade, EcoShape, DGWB, Rijkswaterstaat, Deltares, HAN.	Investeringsbereidheid vanuit private sector onzeker, zoeken naar ander financieringsinstrument.	++

Op basis van bovenstaande vergelijking, concluderen we dat het meest zinvol lijkt om projectideeën A, B en C nader uit te werken met de geïdentificeerde partijen. Dit zou een impuls geven aan deelprogramma 2 van MMIP 6B. Dit is tijdens de bijeenkomst van het kernteam/programmacommissie van de TKI Deltatechnologie op 7 maart 2025 door de aanwezigen onderschreven. Daarbij werd de voorkeur uitgesproken om projectidee B als eerste uit te werken.

6 REFERENTIELIJST

- Barciela-Rial, M. & McLeod, C. (2023). Inventarisatie Grondbehandelingstechnieken: Een gedetailleerde review in het kader van het Rivierwerken project.
- Barciela-Rial, M., Alhijawt, L., Flessati, L., Mungale, A. & Muraro, S. (2024). Gebiedseigen grond verbeteren door het mengen van kleien: Een onderzoek naar menguniformiteit en mechanische eigenschappen. *GEOWater*.
- Baptist, M. J., Gerkema, T., Van Prooijen, B. C., Van Maren, D. S., van Regteren, M., Schulz, K., & Willemsen, P. (2019). Beneficial use of dredged sediment to enhance salt marsh development by applying a 'Mud Motor'. *Ecological Engineering*, 127, 312-323.
- Besseling, E., Sittoni, L., Janssen, S. (2019). Onderzoek circulair gebruik van baggerspecie bij de waterschappen. Nederland.
- Besseling, E., de Haan, F., Volbeda, E., Koster, J., van Zelst, V., & Sittoni, L. (2021) Assessing circularity of inland dredging activities: a new tool for the Dutch Water Authorities to pave the way towards a circular economy of dredge sediments.
- Den Daas, J.H., Barciela-Rial, M. Schurink, E., Rijke, J. Soil based programming of river dike reinforcement. *Proceedings Riverflow 2024*.
- De Wit, L. & van Rees, F. (2022). Deltares TKI PRISMA II - Overview report. Report number: 11206938-000-ZKS-0002.
- De Wit, L. (2024). PRISMA 3 - Programma Innovatief Sediment Management voor Havens. Verkrijgbaar vanaf: <https://publicwiki.deltares.nl/display/TKIP/DEL162+-+PRISMA+3>.
- Doornebal, P., Gamberoni, S., Talmon, A., Barciela-Rial, M., McLeod, C., Cazemier, D., van Pruijzenbroek, M. (2023). TKI – report Meegroeiendijk Lauwersoog.
- EcoShape. (2021). *Meegroeiendijk uitvoerings- en opschalingsplan*. <https://www.ecoshape.org/en/>
- EcoShape. (2023). *Pilot Kleirijperij: van slib tot dijk. WP 5.1 Eindrapportage Kleirijperij*. <https://www.ecoshape.org/en/>
- Eemsdolland2050.nl <https://eemsdollard2050.nl/project/>
- Grondstoffenakkoord. (2017). Rijksoverheid rapport 24-01-2017. Intentieovereenkomst om te komen tot transitieagenda's voor de Circulaire Economie. Verkrijgbaar vanaf: <https://www.rijksoverheid.nl/documenten/rapporten/2017/01/24/grondstoffenakkoord-intentieovereenkomst-om-te-komen-tot-transitieagenda-s-voor-de-circulaire-economie>
- Kirichek, A., Cronin, K., de Wit, L., Meshkati, E., van Keulen, D. & Terwindt, J. (2021). Deltares TKI PRISMA I - Final report. Report number: 11203928-000-ZKS-0004.
- Laboyrie, P., Van Koningsveld, M., Aarninkhof, S., Van Parys, M., Lee, M., Jensen, A. & Kolman, R. (2018). Dredging for sustainable infrastructure. CEDA/IADC.

Netics <https://www.netics.nl/bouwen-met-bagger/>

Rijke, J. Podt, M. (2023) Meusepark Ooijen-Wanssum: Lessons from a NBS Benchmark Project in the Netherlands. Proceedings of the 40th IAHR World Congress (Vienna, 2023)

Reerink, I., de Weger, W., Mooiman, A., et al. (2023). Snelle rivierstof test – Hernieuwbare Klei. Rapportage van K3Delta.

Stowa. (2021). Circulair baggerbeheer - Een toetsingsinstrument voor regionale bagger. Rapport 40. ISBN 978.90.5773.951.4.

Van Veelen, P., Van Driel, I., Becker, A., & Sloff, K. (2024, april). *Atlas Sediment Rijnmond: Aanbod, kwaliteit en toepassing van gebaggerd sediment*. Proeftuin Sediment Rijnmond.

WSP. (2020). QuickScan gebiedseigen grond langs de Waal en Nederrijn-Lek.

WSP. (2021). Quickscan gebiedseigen grond langs de Maas en de Lob van Genneep.

WSP. (2023a). Kansenscan dijkversterking met gebiedseigen grond Sprok – Sterrenschans – Heteren.

WSP. (2023b). Toepassing gebiedseigen grond voor de dijkversterking Den Elterweg-Zutphen.

BIJLAGE A – DESKSTUDIE

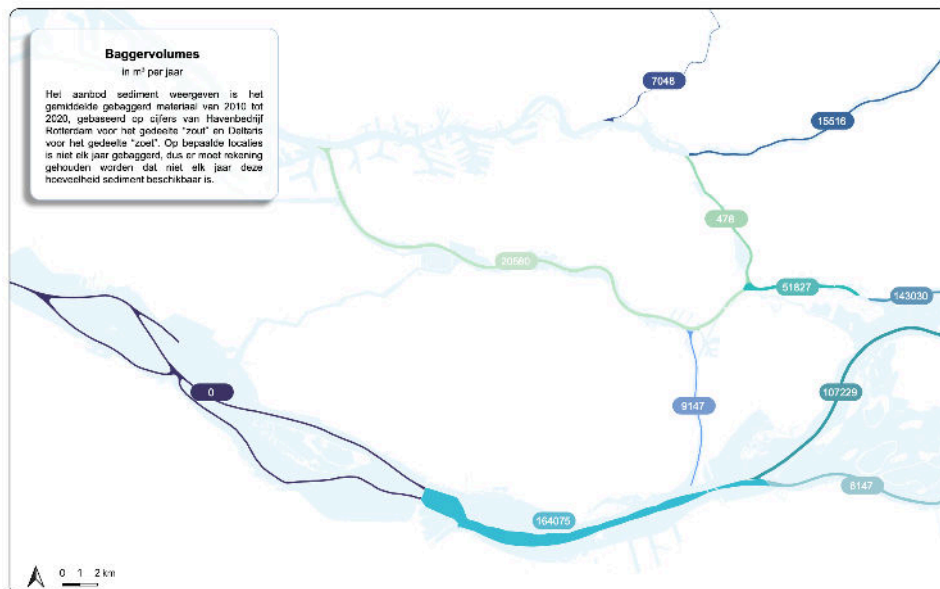
Duurzame winning



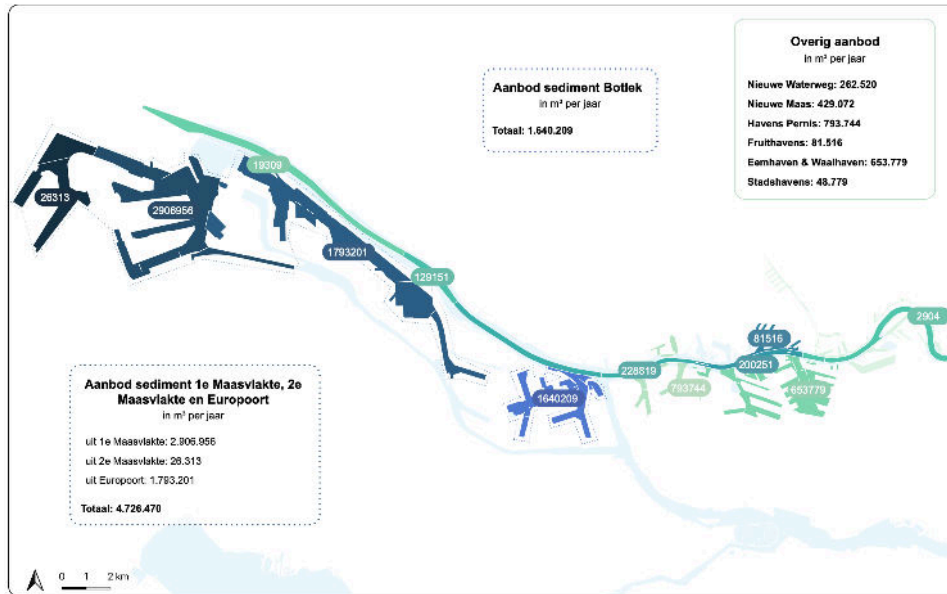
Kust & Estuarium

Proeftuin Sediment Rijnmond (2024)

In 2024 zijn de resultaten gedeeld van het TKI-samenwerkingsproject Proeftuin Sediment Rijnmond. De Atlas Sediment Rijnmond brengt het aanbod en vraag naar gebaggerd sediment van de Delta in kaart. Figuur 1 en 2 geven het gebaggerde volume weer. Ongeveer 60% van het gebaggerde materiaal komt uit de havens, 30% Nieuwe Waterweg en 10% uit de rest van de waterlopen (van Veelen et al. 2024). Het gebaggerd materiaal uit de havens is voornamelijk slib en uit de Merwedes komt voornamelijk zand.

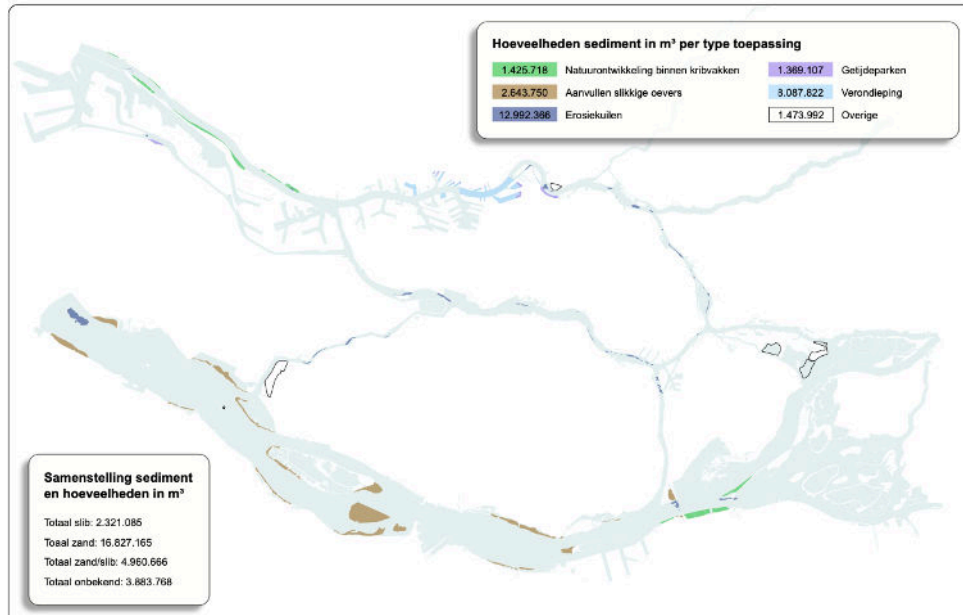


Figuur 3. Baggervolumes Biesbosch Rijn- Maasmondung. Bron: Van Veelen et al. (2024)



Figuur 4. Baggervolumes havenbekkens. Bron: Van Veelen et al. (2024)

In de Sedimentatlas is ook een inventarisatie uitgevoerd naar mogelijke toepassingen van het gebaggerde materiaal (Figuur 3). Daarbij staat de proeftuin zeer open voor nieuwe pilot locaties. Met name vergunningverlening en stakeholder management maken nieuwe toepassingen complex.



Figuur 5. Mogelijke toepassingslocaties gebaggerd volume. Bron: Van Veelen et al. (2024)

Sedimentbehoefte kust

Vanaf 2020 suppleert Rijkswaterstaat jaarlijks gemiddeld 10 Mm³ per jaar om de kustlijn op de vastgestelde lijn te houden. Ook in het suppletieprogramma van 2024-2027 bedraagt de jaarlijkse hoeveelheid 10.1 Mm³ per jaar (Deltakust 2,2, Hollandse Kust 3,1 en Wadden 4.8). In 2021 werd met de Kustgenese 2.0 de toename in sedimentbehoefte door zeespiegelstijging bepaald voor 2035 (zie Tabel 6). Echter, door de nieuwe klimaatscenario's valt deze sedimentbehoefte naar alle waarschijnlijkheid hoger uit dan ingeschat Ook bepalingen van RWS tussen 2015-2020 van 12,6 en 15,2 mm³ per jaar zijn een onderschatting (Oeveren, 2020). Er wordt ook een doorkijk gegeven naar de sedimentbehoefte tot 2100 op basis van de verschillende zeespiegelstijging scenario's. In het extreemste scenario is sedimentbehoefte voor het kustfundament in 2100 35,5 mln. m³/jaar. Dat is een toename van 25 mln. m³/jaar t.o.v. de huidige behoefte. Het sediment dat hiervoor wordt gebruikt is afkomstig van de Noordzee.

Tabel 6. Sedimentbehoefte kustlijn zorg tot 2035

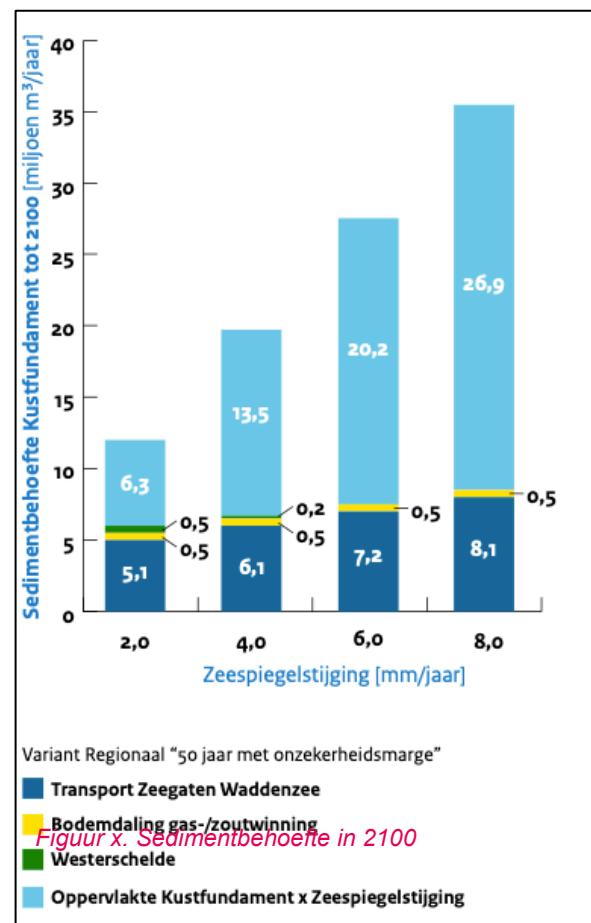
Volumes in miljoen m ³ /jaar	
Waddenkust	9,1
Hollandse kust	1,6
Deltakust	2,6
Totaal	13,3

Zandwinstrategie IJsselmeer 2025 – 2050

Het programma Zandwinning IJsselmeer gebied 2025 – 2050 gaat over het toekomstig beleid van de winning van bouwgrondstoffen uit het IJsselmeer. Momenteel is het nieuwe beleid voor de winning nog in ontwikkeling. Ter indicatie: de huidige winning ligt tussen de 12 - 16 mln. m³/jaar. Het bepalen van nieuwe winningen uit het IJsselmeer is alleen in 2024 gepauzeerd omdat het afhankelijk is van het landelijk beeld van de winning van bouwgrondstoffen dat ministerie Inw. aan het ontwikkelen is. Dit duurt tot zeker eind 2025.

Landelijk beeld winning bouwgrondstoffen I&W

Het ministerie van I&W heeft onderzoek uitgevoerd naar hoe de landelijke vraag naar zand en grind zich richting 2050 gaat ontwikkelen. Monitoringsgegevens over de huidige winning en de grondstoffenbehoefte in de toekomst zijn in kaart gebracht. Op basis van deze gegevens en verschillende 'winningscenario's wordt een integrale landelijke afweging gemaakt voor (bouw)grondstoffenwinning voor de wingebieden (het rivierengebied, het IJsselmeergebied en de Noordzee). De winning van de oppervlakedelfstoffen vraagt om ingrepen in de leefomgeving en raakt het ruimtelijke inrichtingsvraagstuk. Dit maakt beleidsvorming complex. In het aankomende jaar zullen de uitkomsten perspectief geven voor de bouwgrondstoffen winning.



Afname winning bouwgrondstoffen onderzoek Berenschot in opdracht van Cascade

De winning van zand en grind zal tot 2030 door aflopende vergunningen afnemen. Echter, de vraag naar deze grondstoffen neemt naar verwachting niet af. Adviesbureau Berenschot onderzocht het toekomstperspectief zand- en grindwinning in Nederland. De afname in winning vergunningen zal tot een daling van zandwinning leiden van meer dan 44%. Voor grind loopt de grootste winningslocatie naar verwachting eind 2025 af. De productie van grind daalt tot 2030 met meer dan 91%. Cascade voorziet mogelijke knelpunten omtrent het opvangen van het te kort aan grondstoffen in de toekomst. Volgens Cascade bieden gerecycled en biobased materialen kansen maar kunnen de primaire grondstoffen slechts deels vervangen. Ook uit de sloop komt te weinig materiaal voort om de behoefte in te vullen. Uit bagger komt veel materiaal vrij maar dat is door de normeringen niet voor toepassing beperkt. Ongecontroleerde tekorten kunnen worden voorkomen wanneer het beleidsdoel van 50% minder primaire grondstoffen in 2030 gehaald wordt. Echter, volgens Cascade zal grondstoffenbehoefte zal onverminderd doorgaan en zal zelfs groeien door de dringende noodzaak van woningbouw, de versterking van dijken en andere infrastructurele projecten. Dit onderstreept de noodzaak voor circulariteit en reductie in het gebruik.

Grondstofgebruik in 2019 primaire grondstoffen (Witteveen& Bos, EIB-rapport)

In 2023 is het rapport, uitgevoerd door Witteveen+Bos en EIB (economisch instituut voor de Bouw) over de prognose voor de vraag naar bouwgrondstoffen in 2030 en 2050 uitgebracht. Daarbij is de huidige winning gemonitord voor de periode 2019-2022 en de toekomstige grondstoffenbehoefte bepaald. Het grootste deel van de winningen betreft ophoogzand (Figuur 4). Voor de winning van de andere primaire grondstoffen geeft het onderstaande inzicht:

- Beton- en metselzand winning: ±16000 mln. kg in 2021
- Grindwinning: ±5000 kg mln. in 2021 waarvan 4300 kg mln. uit Limburg
- Klei winning: 1900 kg mln. in 2021 waarvan 1500 kg mln. uit het de Waal

Winning van ophoogzand in Rijkswateren

	2017	2018	2019	2020	2021
<i>mln kg</i>					
IJsselmeer + randmeren	7431	10097	16103	13714	15215
Benedenrivier	448	482	482	446	409
Bovenrivier	439	318	206	270	331
Overig rijkswateren	8342	0	0	0	918
Waddenzee	1159	1080	510	323	177
Westerschelde/delta	283	401	242	242	481
Noordzee	14125	15130	14056	20114	12811
Domeinvrij ^{1,2,3}	2063	328	291	n.b.	2346
Reguliere winning	34290	27837	31888	35108	32688
Noordzee kustverdediging	19377	21036	20666	18256	31577
Noordzee landaanwinning					

Figuur 6. Winning ophoogzand Rijkswateren 2017-2021. Bron: CBS Winning oppervlaktedelfstoffen Nederland 2024

Verwachte verandering gebruik primaire grondstoffen tot 2050

De verwachte verandering in gebruik van primaire grondstoffen tot 2050 is in kaart gebracht. Deze studie dient als input voor de integrale afweging van het landelijke beeld voor grondstoffenwinning door het ministerie van I&W. Het toekomsite gebruik van primaire grondstoffen is sterk afhankelijk voor verschillende maatschappelijke ontwikkelingen, factoren zoals zeespiegelstijging en potentie van hergebruik en alternatieve bouwmaterialen. De vraag naar ophoogzand en rivierklei zal tot 2050 door kustbescherming en dijkversterkingen stijgen tot 2050. Grondstoffen als grind, beton- en metselzand nemen lichtelijk af.

Sedimentbehoefte Nederlands kuststelsel bij toegenomen zeespiegelstijging

Geschreven in opdracht van Rijkswaterstaat WVL voor het Kennisprogramma Zeespiegelstijging.

Rapportage: Deltares: **Taal, M; Quataert, E; van der Spek, A; Huisman, B; Elias, E; Wang, Z; Vermeer, N. Maart 2023. Sedimentbehoefte Nederlands kuststelsel bij toegenomen zeespiegelstijging - Rapportnummer: 11207897-002-ZKS-0004.**

Havenbedrijf Rotterdam en TKI PRISMA 1 & 2 (2018 – 2020 & 2021 - 2022)

PRISMA staat voor Programma Innovatie Sediment Management. Het is een programma van het Havenbedrijf Rotterdam dat mogelijkheden onderzoekt om de baggerwerkzaamheden te innoveren en de karakteristieken van slib beter te definiëren. Het PRISMA-onderzoek wordt samen met onderzoeksinstituten zoals TU Delft, Deltares en MARIN uitgevoerd. Waterinjectie-baggeren wordt gezien als dé toekomst op het gebied van onderhoud-baggeren van schoon slib op ligplaatsen en vaarwegen. Er wordt water in de bodem van het te baggeren gebied geïnjecteerd. Op deze manier ontstaat een homogeen mengsel van water en sediment. Dit homogeen mengsel zal onder invloed van de zwaartekracht en/of stroming wegstromen in een bepaalde richting.

Proef: Waterinjectie-baggeren is de afgelopen twee jaar (2018 – 2020) getest in het Calandkanaal. Hier is een slibvang gemaakt en door het slib hier eens in de 6-8 weken te injecteren in plaats van het door een sleepopperzuiger te verwijderen wordt bespaard op baggerkosten. Tevens wordt waterinjectie toegepast op moeilijk te bereiken locaties in de haven en op drukbezette ligplaatsen. Hierdoor hebben de klanten in de haven minder last van ondiepe ligplaatsen of van baggeroperaties die overslag in de weg zitten.

Het doel van PRISMA 1 is gericht op het ontwikkelen van nieuwe kennis en tools die mogelijk WID (Water Injection Dredging) in havens en waterwegen met ernstige vervuilingproblemen kunnen vergemakkelijken (Kirichek et al., 2021). Het doel van WP1 is het genereren van nieuwe kennis over vloeibare slibafzettingen via in-situ monitoringonderzoeken in de haven van Rotterdam. Bijzonder wordt gekeken naar de ruimtelijke en temporele variaties van slibeigenschappen (korrelgrootte, dichtheid, sterkte, organisch stofgehalte, etc.). WP2 richt zich op de validatie van recent ontwikkelde in-situ tools (Graviprobe en Rheotune), die gebruikt kunnen worden voor het meten van de dikte, dichtheid en sterkte van vloeibare sliblagen voor het toepassen van het nautische bodemconcept. WP3 heeft als doel het verder ontwikkelen en testen van een fijn sediment/slib transportmodel met hoge resolutie voor de Maasmond en havenbekkens. Het model kan helpen om de verplaatsing van de WID-pluim op lange afstand na WID te voorspellen. Ten slotte wordt binnen WP4 het gedrag van WID-pluimen in het nabije veld onderzocht.

Het doel van PRISMA 2 is om de kosten en emissies (waaronder broeikasgasemissies) van onderhoudsbaggerwerk te verminderen (de Wit & van Rees, 2022). Binnen TKI Prisma 2 is onderzoek uitgevoerd door Deltares in drie werkpakketten:

- Monitoring en modellering van Water Injection Dredging (WID).
- Grootschalige experimenten in de water-grondgoot van Deltares.
- Data-analyse voor het optimaliseren van baggerwerkzaamheden.

TKI PRISMA 3 (2023 - 2024)

PRISMA 3 bouwt voort op het werk dat is uitgevoerd in de voorgangerprojecten Prisma 1 en Prisma 2. Dit project wordt uitgevoerd in een consortium bestaande uit meerdere onderzoekspartners: Deltares, Havenbedrijf Rotterdam, Rijkswaterstaat, Van Oord Nederland, Boskalis Nederland en Baggermaatschappij van der Kamp. In TKI PRISMA 3 wordt onderzoek gedaan naar innovatieve

baggerstrategieën voor het beheer van het watersysteem van de Rotterdamse haven om zo de toegang tot en bevaarbaarheid van de haven op een duurzame manier in stand te kunnen houden met een reductie in CO₂ uitstoot en reductie in kosten. Het doel is om stappen te zetten richting energieneutraal baggeren, circulariteit en duurzaam sedimentbeheer (de Wit, 2024). TKI Prisma3 bestaat uit vier afzonderlijke werkpakketten die elk een deel van de puzzel bijdragen aan het verbeteren van sedimentbeheer:

1. Gebruik van getijden- en rivierdynamiek voor het eindtransport van gebaggerd sediment naar zee.

Proef: In juni 2024 wordt een pilot uitgevoerd waarbij sediment wordt vrijgelaten op een locatie in het hoogenergetische deel van 'het Scheur', met als doel de vaartafstand aanzienlijk te verkorten. Het vrijgelaten sediment en de natuurlijke sedimentdynamiek worden uitgebreid gemonitord door een combinatie van metingen van pluimen en stromingen langs varende transecten met behulp van ADCP, OBS en CTD. Daarnaast zijn framemetingen met ADCP, OBS en CTD uitgevoerd om op de langere termijn gegevens te verzamelen over de achtergrondconcentratie en hydrodynamica. De verzamelde data wordt geanalyseerd in de tweede helft van 2024.

2. Optimalisatie van inname en afvoer van sediment door gebruik te maken van een sedimenttransportmodel.

De belangrijkste onderzoeksvragen van dit werkpakket zijn: Hoeveel reductie in onderhoudsbaggerwerk kan worden bereikt door sediment te transporteren via pijpleidingen? Wat zijn de optimale zuig- en loslocaties en de geometrie van zo'n pijpleidingentransportsysteem? Hoeveel reductie in emissies en kosten kan worden gerealiseerd met pijpleidingentransport van baggerslib in vergelijking met regulier baggeren en het transporteren naar zee met baggerschepen? Er is een analyse gemaakt om de maximale pijplengte te bepalen waarover transport van modderig baggerslib nog haalbaar is. Op basis van energieoverwegingen ligt het omslagpunt waarbij pijpleidingentransport voordeliger is dan regulier transport en storting met een sleehopperzuiger op ongeveer 1.5 – 3.5 km. De volgende stap is het uitvoeren van simulaties van verplaatsing op lange afstand voor verschillende stortafstanden om de terugstroom van vrijgelaten sediment naar de haven te onderzoeken.

3. Grootschalig hergebruik van gebaggerd sediment op een nuttige manier.

Laboratoriumexperimenten zijn uitgevoerd met zeewormen om hun invloed op het versnellen van de consolidatie en rijping van vloeibare (gebaggerde) slib te testen. De tests toonden veelbelovende resultaten. Zeewormen kunnen het ontwateren van gebaggerd slib met maanden versnellen, wat de toepasbaarheid van hergebruik van gebaggerd sediment aanzienlijk zou kunnen verbeteren, omdat meer sediment in een kortere tijd behandeld kan worden.

Een afstudeerstudent bij Deltares werkt aan het vergelijken van verschillende strategieën voor het nuttig hergebruik van gebaggerd sediment om de strategie met het hoogste potentieel te vinden.

4. Datawetenschap voor efficiëntere baggerreizen.

In dit werkpakket wordt een data-analyse uitgevoerd op de reizen in deze database om te onderzoeken of er trends en correlaties kunnen worden waargenomen die gebruikt kunnen worden om baggerwerkzaamheden te verbeteren, zowel qua locaties als momenten waarop gebaggerd wordt. Een stagiair bij Deltares analyseert historische baggerdata en correleert deze met oceanische omstandigheden, zoals rivierafvoer, golfcondities en getijden, om de verbanden tussen baggerinspanningen en de drijvende krachten in verschillende havengebieden te onderzoeken.

Rivierengebied

K3Delta

K3Delta past duurzame winning van primaire grondstoffen toe door het te combineren met natuurgebiedsontwikkeling. Ze richten zich op het minimaliseren van de ecologische impact van hun activiteiten, waarbij ze na de winning natuurgebieden herstellen en de biodiversiteit bevorderen. Deze aanpak zorgt voor een balans tussen de extractie van grondstoffen en de bescherming en ontwikkeling van natuurlijke gebieden, wat bijdraagt aan zowel hun bedrijfsdoelen als aan de ecologische duurzaamheid (<https://www.k3delta.nl/>). Recente projecten waar K3Delta aan heeft gewerkt zijn:

- Reconstructie en zanddepot Markelo: de voormalige zandwinplas Domelaar is in opdracht van Gebr. van der Heiden Zandwinning BV na geruimd. Hierbij is 220 000 m³ gespoten in een zanddepot en oeverreconstructie.
- Oeveraanvulling en aanleg natuureiland Maaspark Well: in opdracht van Kampergeul BV is voor het project Maaspark Well zuigwerk uitgevoerd voor een oeverreconstructie. Bovendien is in het gebied een natuureiland aangelegd.
- Zanddepot van 25 meter in Hoogersmilde: zand zuigen tot 50 m diepte en zanddepots opspuiten tot wel 25 m. Dat doen we in Hoogersmilde in opdracht van Calduran Kalkzandsteen.
- Voeding installatie en verbetering visvijver: in Venray hebben we in opdracht van Maessen BV ca. 50 000 m³ toutvenant gezogen en in de zandverwerkingsinstallatie gespoten. Vanuit dezelfde winput is voedselrijke specie gewonnen en overgespoten naar de visvijver van HSV "Het Alvertje" waardoor de visstand is toegenomen.

Pilot snelle rivierstof test (2023)

Op basis van de theoretische haalbaarheid van hernieuwbare klei is onderzocht of regeneratief slib of hernieuwbare klei direct bruikbaar is als keramische grondstof. Om deze vraag te beantwoorden, werd rivierstof en slib uit rivierwater gewonnen. Dit bood tevens de mogelijkheid om de haalbaarheid en parameterisering van het winnen van zwevend rivierstof te onderzoeken. In het kader van het onderzoek zijn twee proefopstellingen ontwikkeld waarmee de mogelijkheden tot het afvangen van zwevend stof zijn getest. Indien het gewonnen slib geschikt blijkt voor keramische toepassingen, kan in een vervolgonderzoek worden onderzocht of en hoe uiterwaarden optimaal kunnen worden ingericht om efficiënt en versneld klei te winnen. Projectpartners: K3Delta Productie en Techniek, K3 Delgromij, K3 Gebiedsontwikkeling, KNB, TNO, en Universiteit Utrecht.

K3 heeft eenvoudige proefopstellingen gerealiseerd om met weinig inspanning slib te winnen en te onderzoeken op keramische toepasbaarheid. Dit maakt onderzoek naar de praktische bruikbaarheid van afgezet rivierklei mogelijk. Door de complexiteit van sedimentatieprocessen worden niet alle variabelen afzonderlijk gemodelleerd. In plaats daarvan worden met de proefopstellingen relevante parameters geobserveerd, wat een pragmatische aanpak biedt voor het uitvoeren van vervolgonderzoek. De bevinding dat een regeneratief systeem denkbaar is, opent perspectieven voor het duurzaam beheren van rivierklei als grondstof, mits er aandacht wordt besteed aan sedimentatiesnelheid en winstrategieën. Sedimentatie wordt beïnvloed door een groot aantal factoren, zoals weer, seizoenen, rivierdebiet, locatie en fysische/chemische eigenschappen van het sediment. Dit maakt het lastig om consistente conclusies te trekken zonder diepgaande en langdurige analyses (Reerink et al., 2023).

Wetering

Wetering draagt bij aan de duurzame winning van grondstoffen, met name klei, door haar activiteiten af te stemmen op natuurontwikkelingsdoelen. Ze proberen de milieueffecten van kleiwinning te combineren met ecologische voordelen. Een voorbeeld hiervan is de transformatie van landbouwgronden naar natuurreservaten, waarbij ze vaak samenwerken met natuurorganisaties zoals Natuurmonumenten en Staatsbosbeheer. Dit helpt niet alleen de biodiversiteit te beschermen en te herstellen, maar creëert ook meer ruimte voor rivieren, waardoor de waterafvoer verbetert en het risico op overstromingen vermindert.

Daarnaast bevordert Wetering circulariteit in operaties door materialen die vrijkomen tijdens de winning opnieuw te gebruiken, zodat deze weer in lokale ecosystemen terecht komen of gebruikt worden in andere bouwprojecten (<https://wetering.nl/expertises/>). Hun projecten dragen ook bij aan de opslag van kooldioxide door verhoogde vegetatiegroei en helpen bij het behalen van specifieke milieudoelen, zoals de reductie van stikstof en ammoniak in de bodem en lucht. Recente projecten waar Wetering aan heeft gewerkt zijn: Dijkversterking Belfeld, Gebiedsontwikkeling Belfeld, Herstel Natte Natuurparel Broekhuizerbroek, Inrichting Landgoed Luchtenburg, Natuurherstel Binnenveld, Herinrichting Huilbeek, Aanleg park Lingezegen, Hoogveenherstel Leegveld, Gebiedsontwikkeling Demen Dieden, Herinrichting Millingerwaard.

PIANOO Buyer Group – Duurzaam Baggeren

De Buyer Group Duurzaam Baggeren heeft als doel de uitstoot van broeikasgassen en stikstof tijdens het baggeren te verminderen en bagger als grondstof op een verantwoorde wijze in te zetten, met een zo hoog mogelijke maatschappelijke waarde. Dit betreft niet alleen de inzet van het materieel, maar ook de broeikasgassen die vrijkomen uit de bagger zelf. Daarnaast is het voorkomen van de noodzaak tot baggeren een belangrijk aandachtspunt. Het verduurzamen van baggeren beoogt de Buyer Group te bereiken door zoveel mogelijk in te zetten op een gezamenlijke werkwijze om de ambities via aanbestedingen te realiseren. Dit creëert een steeds grotere markt voor duurzaam baggeren, wat leidt tot een vliegwieleffect. Vanuit deze optiek heeft de aanpak ook een sterke relatie met het transitiepad van het Rijksprogramma Klimaatneutrale en Circulaire Infrastructuur (KCI). Binnen het kader van KCI is de ambitie om in 2030 volledig klimaatneutraal en circulair te werken in de Grond-, Weg- en Waterbouw (GWW). Hiervoor zijn onder andere de transitiepaden 'Kustlijnzorg en Vaargeulonderhoud' (TPKV) en 'Weg, Dijk en Spooormaterieel' (WDSM) ontwikkeld. De provincies en waterschappen hebben zich hierbij aangesloten en op 28 juni 2023 gezamenlijke samenwerkingsafspraken met het ministerie van Infrastructuur en Waterstaat (I&W) ondertekend.

Waterbeheerders zijn marktbepalend en kunnen, door samenwerking met elkaar en marktpartijen, zorgen voor een gestructureerde, kosteneffectieve transitie naar klimaatneutraal en circulair baggerwerk. De Marktvisie en Inkoopstrategie (M&I) van de Buyer Group biedt waterbeheerders duidelijke handvatten om in hun aanbestedingsbeleid resultaten te behalen op het gebied van de reductie van broeikasgasemissies. De focus ligt hierbij op kleinschalig en middelgroot baggerwerk in zoete wateren, zowel in stedelijk als landelijk gebied. De M&I geeft aan wat er al mogelijk is, maar biedt ook een overzicht van de ontwikkelingen die de komende jaren nodig zijn om baggerwerk nog meer circulair en klimaatbewuster te maken. (<https://www.pianoo.nl/nl/themas/maatschappelijk-verantwoord-inkopen/buyer-groups/gww/buyer-group-duurzaam-baggeren>)

RAAK – Publiek Rivierwerken (WP1) – (2020 - 2024)

Het net afgeronde onderzoeksproject Rivierwerken (RAAK-Publiek; met HAN Lectoraat SRM als penvoerder) heeft een belangrijke bijdrage geleverd aan het inzicht in en de praktische toepassing van het gebruik van gebiedseigen grond voor dijkversterking in Nederland. Het project richtte zich op het verduurzamen en optimaliseren van dijkversterkingsprojecten door gebiedseigen grond te gebruiken, met als belangrijkste doel het verminderen van de milieu-impact, kosten en complexiteit die gepaard gaan met traditionelere methoden van grondverwerving en transport.

Circulaire Bouwmaterialen (secundaire winning)

Rutte Groep

De Rutte Groep richt zich op circulaire bouw, waaronder het recyclen van beton. Ze ontwikkelden de 'Smart Liberator' om cement uit sloopbeton te halen, dat vervolgens wordt hergebruikt voor de productie van 'Freement' gerecycled cement. Dit initiatief vermindert de afhankelijkheid van primaire grondstoffen

zoals zand en grind. Rutte maakt ook deel uit van het Urban Mining Collective, gericht op het hergebruiken van sloopmaterialen voor bouwdoeleinden, en pleit voor meer gebruik van gerecycled beton, ondanks uitdagingen zoals hogere kosten en marktvraag (<https://www.ruttegroep.nl/project/eigen-duurzame-energiebronnen/>).

Dura Vermeer

Dura Vermeer richt zich op circulaire bouw, waaronder het recyclen van asfalt. Dura Vermeer werkt aan circulaire asfaltmengsels, met als doel in 2030 volledig circulair te zijn. Een belangrijk project is de ontwikkeling van een 100% circulaire asfaltmengsel, getest in samenwerking met de gemeente Haarlemmermeer. Ze richten zich ook op duurzame "as-a-service" infrastructuur, waarbij het bedrijf de materialen op lange termijn behoudt, zoals in projecten zoals de N739 in Overijssel. Ze werken samen met Roof2Road om bitumen van oude daken te recyclen voor nieuw asfalt (<https://www.duravermeer.nl/over-dura-vermeer/duurzaamheid/>).

Het betonhuis

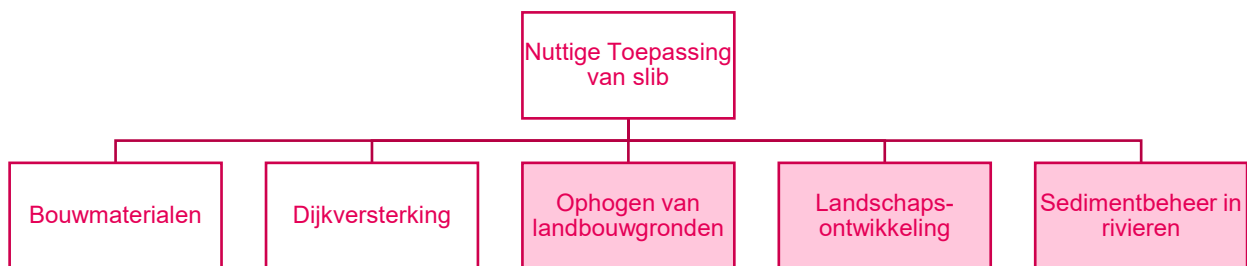
Het betonhuis is een kennisplatform voor het duurzame en technische kennisvlak van beton en bindmiddelen. Daarmee proberen ze beton te koppelen aan andere opgave om het gebruik van de grondstof zo optimaal te benutten. Ook circulariteit is een thema binnen. Zo heeft het betonhuis bijgedragen aan de totstandkoming van een leidraad die het circulair inkopen van bouwmaterialen beter mogelijk maken. Interessant is ook de kennisontwikkeling op het gebied van Beton recycling. Momenteel wordt 10% van het beton gerecycled. Met technieken door het beton slim af te breken en de keten schoon te houden kan er veel winst behaald worden. Aankomende jaren wordt de fundering van 28 windmolens gemaakt van beton, uit 100% gerecycled grind en 50% gerecycled zand. Het SlimBreker-concept wordt hiervoor toegepast, waarbij betonafval uit sloop wordt verkleind en verwerkt.

Het Cement & Beton Centrum

Het Cement & Beton Centrum (CBC) is de brancheorganisatie van de cementindustrie van Nederland en fungeert als het kenniscentrum voor cement en beton in de bouw. Het CBC informeert over meerdere initiatieven voor duurzame toepassingen van cement en beton. Zoals het breken van cement om het op te splitsen in zand, grind en cementsteen en de beleidsaanpassingen voor de normering om te mogen bouwen met *Cement with recycled building materials*. Ook 'korrelverpakking' kan bijdragen aan minder grote cementbehoefte. Bij deze techniek worden de ruimtes tussen zand en grind met een droog toeslagmateriaal met een nog kleinere korrelgrootte opgevuld. Hierdoor is minder cementlijm nodig en mindere sediment omdat het cement met minder materiaal dezelfde sterkte kan bereiken.

Landschapontwikkeling/ Sediment beheer in Rivieren

Het gebruik van slib en het juiste beheer van sediment in rivieren kan op verschillende manieren bijdragen aan landschapontwikkeling. Allereerst kan sedimentmanagement helpen bij het herstellen en verbeteren van ecosystemen langs rivieren, zoals het creëren of herstellen van wetlands en moerasgebieden, die belangrijke habitatten zijn voor flora en fauna. Door slib gecontroleerd in te zetten, kan land worden aangewonnen, waardoor nieuwe, vruchtbare gronden ontstaan die geschikt zijn voor landbouw of natuurontwikkeling. In deze sectie "Landschapontwikkeling" wordt verder ingegaan op zowel lopende als afgeronde studies en initiatieven voor het gebruik van slib in ophoging van landbouwgronden en landschapontwikkeling. Ook wordt er ingegaan op het beheer van sediment in riviergebieden.



Proeftuin Sediment Rijnmond als onderdeel van Living Lab Building with Sediment in de Rijn-Maasmonding (2020-2024)

Het Living Lab Building with Sediment in de Rijn-Maasmonding richt zich op het duurzaam hergebruik van sediment. De kennis- en innovatiebehoefte omvat onder andere het ontwikkelen van nieuwe Building with Nature-concepten, zoals zand- en slibmotoren, wisselpolders en biobouwers. Er is een sterke behoefte aan onderzoek naar het grootschalig hergebruik van sediment in stedelijke en estuariëne contexten, en het door ontwikkelen van technieken zoals geotextieloplossingen om sediment vast te houden en de sedimentatie te sturen. De Proeftuin Sediment Rijnmond heeft meerdere pilots gerealiseerd om de concepten en innovatieve methoden voor duurzame toepassingen van gebaggerd sediment te testen en te demonstreren in praktijk. Er zijn twee pilots in uitvoering gebracht. Namelijk het opspuiten van gebaggerd slib achter een dam voor ecologische getijdennatuur ontwikkelingen in de Groene Poort langs de Nieuwe Waterweg. Ook zijn zandsuppleties uitgevoerd in de Oude maas voor het tegengaan van erosie. Voor de Hoogezandse gorzen is een verkenning uitgevoerd naar oever herstel met gebaggerd sediment. De proeftuin loopt in 2024 ten einde. Op de Proeftuin Sediment Rijnmond bijeenkomst op 8 november 24 werd de wens uitgesproken vervolg te geven aan dit thema en een nieuw project te ontwikkelen.

Het living lab is een initiatief van het Wereld Natuur Fonds, de TU Delft en het Delta Platform. Ondersteund door Wageningen Marine Research, Erasmus Universiteit, Deltares, de Hogeschool Zeeland, de Hogeschool Rotterdam, het Havenbedrijf Rotterdam, Rijkswaterstaat, EcoShape, TAUW en de gemeenten Rotterdam en Dordrecht.

- Sediment mag binnen het systeem op de oevers gegooid worden mits het niet viezer is dan het materiaal. Wanneer het materiaal uit het systeem wordt gehaald moet het als grondstof behandeld worden en gelden weer andere normeringen en eisen.
- RWS gaat 3km oever opvullen langs de Nieuwe Waterweg. De pilot bij kribvlak 9 was goed bevallen maar het ontwerp kan nog geoptimaliseerd worden

Keteldelta – Drents Overijsselse Delta (2022 - doorlopend)

Keteldelta biedt een oplossing voor meerdere problemen die nu en in de toekomst spelen in de monding van de IJssel en de Vecht. De meest gevreesde zijn de watersnoodrampen voor de steden Kampen en Zwolle. Bij noordwester storm vanuit het IJsselmeer lopen Kampen en Zwolle gevaar als de IJssel hoog staat. Keteldelta heeft een dempende invloed op de golfslag vanuit het IJsselmeer. Dat vergroot de veiligheid van de Hanzesteden. Bovendien zijn minder hoge dijken nodig rond het Ketelmeer als het een ondiepe delta wordt. Dat bespaart kosten van het Hoogwaterbeschermingsprogramma. Het concept van Keteldelta biedt een innovatieve benadering van deltavorming, waarbij het natuurlijke water- en bodemsysteem actief wordt aangestuurd om een toekomstbestendige regio te creëren. In de context van kennis- en innovatiebehoefte richt het zich op het gebruik van sediment en natuurlijke processen voor waterveiligheid, natuurontwikkeling en landbouw. Er is behoefte aan technologieën die sedimentverwerking efficiënter maken en mogelijkheden voor duurzame toepassingen in de regio uitbreiden.

Living lab MUD (2016 - doorlopend)

Het Living lab MUD verbindt vijf EcoShape pilots: de slibmotor bij Harlingen, de Marconi kwelderontwikkeling in de buurt van Delfzijl, de Kleirijperij, Building with nature Indonesië en de Marker Wadden KIMA. Binnen EcoShape werkt Deltares samen met Wetlands International, Wageningen University and Research, adviesbureaus als Adaelta, Witteveen+Bos, Arcadis, Royal HaskoningDHV, HKV Lijn in Water, Sweco, aannemers als Boskalis, Van Oord en het architectenbureau One Architecture.architectenbureaus. Vanuit het netwerk denken de volgende overheden mee Rijkswaterstaat, gemeente Dordrecht, Port of Rotterdam, Provincie Zuid-Holland, Unie van Waterschappen, Gemeente Harlingen, Europese Unie, US Army Corps of Engineers, verschillende universiteiten als TUDelft, Universiteit Twente, Oxford University (Nature Based solutions Initiative), het kennisinstituut NIOZ, It Fryske Gea en Natuurlijke Klimaatbuffers.

- Slibmotor bij Harlingen (2016 - doorlopend)

Het "Slibmotor"-project in Harlingen richt zich op het gebruik van baggerslib om de groei van kwelders te stimuleren. Dit project maakt deel uit van de "Building with Nature"-benadering en heeft tot doel het sediment uit de haven van Harlingen te hergebruiken voor het verbeteren van kustecosystemen, wat zowel ecologische voordelen biedt als bijdraagt aan de oplossing van sedimentbeheerproblemen. Een belangrijk aspect van dit project is het herdistribueren van sediment om de natuurlijke ontwikkeling van kwelders te bevorderen. Het initiatief heeft verschillende kennis- en innovatiebehoefte blootgelegd, met name op het gebied van sedimenttransport, de dynamiek van kustecosystemen en hoe de effecten van sedimentafzetting op de groei van kwelders voorspeld en gemeten kunnen worden. Onderzoek heeft aangetoond dat hoewel het sediment bijdraagt aan de verhoging van kweldergebieden, er nog steeds uitdagingen zijn, zoals de impact van stormen die een deel van het afgelegde materiaal kunnen weghalen. Om het succes van de Slibmotor-aanpak te maximaliseren, is verdere ontwikkeling nodig in:

- Inzicht in de rol van kwelders als tussenstation in slibtransportketens en hoe locaties aan het einde van dergelijke ketens effectiever kunnen functioneren voor slibmotoren.
- Kennis over de invloed van de zoet-zoutgradiënt op slibtransport en sedimentatie, en hoe dit kan worden meegenomen bij de planning van slibverspreiding.
- Ontwikkeling van criteria voor de verspreiding van slib, inclusief locatiekeuze, praktische uitvoering en technische haalbaarheid van slibmotoren.
- Verdere monitoring en analyse van kweldergroei, zowel zonder als met verspreiding van slib, om het effect van interventies beter te begrijpen.

- Marconi kwelderontwikkeling in de buurt van Delfzijl (2018 - 2021)

De Marconi kwelderontwikkeling bij Delfzijl is een belangrijk project in het kader van de zogenaamde "Building with Nature"-benadering, uitgevoerd door het kennisconsortium EcoShape in samenwerking

met de Provincie Groningen, Noorderzijlvest, Rijkswaterstaat (Vogelbroedeiland), Het Groninger Landschap (kleine polder) en Gemeente Eemsdelta. Dit project richt zich op het herstellen en ontwikkelen van kwelders in de kustzone, wat bijdraagt aan de verbetering van de ecologische kwaliteit, kustveiligheid en waterkwaliteit. De kwelders worden ontwikkeld met behulp van slib en zand, en er wordt geëxperimenteerd met het zaaien van zeekraal om de vegetatie te bevorderen.

Wat betreft kennis- en innovatiebehoefte, het project heeft zich gefocust op de optimale manieren om sediment (zoals slib) te gebruiken voor kwelderontwikkeling. Er is behoefte aan verder onderzoek naar de beste mengverhoudingen van zand en slib, evenals de effectiviteit van het inzaaien van zeekraal voor een succesvolle kweldergroei. Daarnaast worden er gedetailleerde metingen verricht om de morfologische en ecologische ontwikkelingen te monitoren, wat waardevolle kennis oplevert over de aanleg van kwelders in diverse omstandigheden. Deze kennis is niet alleen toepasbaar op de regio Delfzijl, maar kan ook breder ingezet worden in andere kust- en deltagebieden wereldwijd. Innovaties op het gebied van natuurherstel, de circulaire toepassing van sedimenten en het ontwikkelen van veerkrachtige ecosystemen zullen naar verwachting een belangrijke rol spelen in de verdere uitrol van dit type projecten.



Figuur 7. Pionierkwelder Marconi Buitendijks November 2020 (Foto: EcoShape)

- Marker Wadden Kennis- en Innovatieprogramma (2017 - 2022)

Het Marker Wadden-project, specifiek onder het Kennis- en Innovatieprogramma (KIMA), richt zich op het aanpakken van belangrijke kennis- en innovatiebehoefte met betrekking tot het duurzame gebruik van fijn sediment voor ecosysteemherstel. De belangrijkste kenniskloven in dit gebied betreffen het effectief beheren van slibstromen tussen de eilanden en het omliggende Markermeer. Het doel is om beter te begrijpen hoe de waterkwaliteit en de ecologische productiviteit van het meer kunnen worden verbeterd, terwijl sediment wordt ingezet als hulpbron voor natuurontwikkeling.

Het onderzoek van KIMA richt zich op verschillende aspecten, waaronder het gebruik van slib om de stabiliteit van de eilanden te behouden en duurzame rietmoerassen te creëren. Een belangrijk onderzoeksgebied is de rol van sedimentstromen in het vormgeven van het ecosysteem, zoals het verbeteren van voedselwebben en de verdeling van nutriënten zoals koolstof en fosfaten. Daarnaast

onderzoekt het project "langzaam baggeren" technieken voor het verplaatsen van sediment, gericht op emissievrije, vegetatie-vriendelijke methoden die op grote schaal toepasbaar zijn. Andere belangrijke kennisgebieden zijn de ecologische processen rond de eilanden, zoals hoe verschillende waterpeilbeheerpraktijken de biologische productie en biodiversiteit in het gebied beïnvloeden, vooral met betrekking tot vis- en vogelpopulaties.



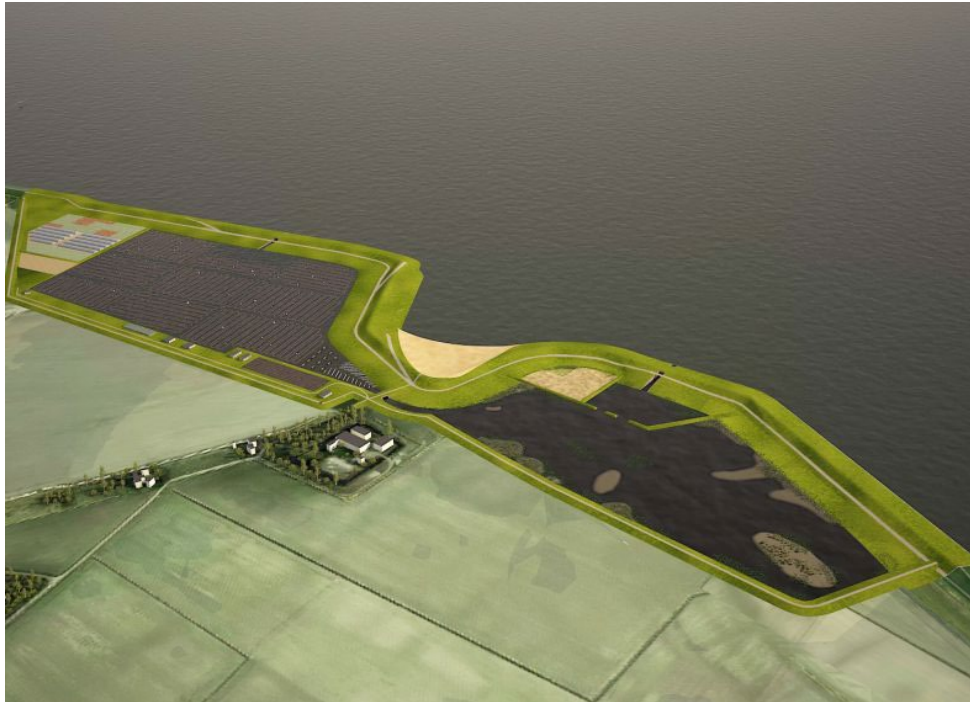
Figuur 8. Marker Wadden (Foto: EcoShape)

- [KIMA 2.0 \(2023 - 2026\)](#)

De bevindingen van KIMA 2.0, die voortbouwen op het vorige programma, worden verwacht waardevolle inzichten te bieden over hoe sedimentbeheer en het onderhoud van eilanden geoptimaliseerd kunnen worden voor langdurige ecologische voordelen.

[Pilot Dubbele Dijken \(2018 – 2025\)](#)

Het Dubbele Dijken project is een innovatief initiatief in de provincie Groningen, specifiek in het gebied Eemshaven-Delfzijl, dat meerdere doelen combineert: waterveiligheid, natuurontwikkeling, landbouwinnovatie en recreatie. Het project wordt geleid door de provincie Groningen in samenwerking met Waterschap Noorderzijlvest, het Hoogwaterbeschermingsprogramma (HWBP), en ondersteund door fondsen zoals het Waddenfonds en Europese Green Deals. De primaire zeedijk is versterkt (2018-2019), en er is een tweede, lagere dijk landinwaarts aangelegd. Dit creëert een bufferzone van ongeveer 50 hectare. In 2023 startte de bouw van een getijdenduiker, een betonnen doorgang die getijdewerking tussen de dijken mogelijk maakt. Hiermee wordt slib vastgehouden en ontstaat een uniek brakwatergebied voor natuurherstel en zilte landbouw. De voltooiing wordt verwacht in 2025. De Dubbele Dijken bieden een voorbeeld van "bouwen met de natuur" en worden als pilotproject gezien voor andere kustgebieden in Nederland. Dit project speelt ook een belangrijke rol in het bredere Programma Eems-Dollard 2050.



Figuur 9. Dubbele Dijk impressie (eemsdollard2050.nl)

Pilot Waddenslib voor zandgrondverbetering (2015 - 2022)

Het Pilot Waddenslib voor Zandgrondverbetering richtte zich op het onderzoeken van de technische, financiële en juridische haalbaarheid van het gebruik van slib uit de Eemshaven voor de verbetering van landbouwgronden in de Veenkoloniën. Het doel was om de zandgrond te verbeteren door het toepassen van een laag slib, wat zou bijdragen aan de water- en voedingsstofcapaciteit van de bodem, evenals de opbrengsten voor boeren. De betrokken partijen in deze project waren Groningen Seaports, Ringadvies, De Biogeoloog, Waddenfonds, en Ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit. De kennis- en innovatiebehoefte in dit project richt zich op verschillende aspecten. Er is behoefte aan efficiënte methoden voor het winnen, opslaan, transporteren en toepassen van slib op landbouwgronden, waarbij de nadruk ligt op het optimaliseren van deze processen voor grootschalig gebruik. Daarnaast is er een behoefte aan inzicht in de meerwaarde van het toepassen van slib voor boeren, zoals verbeterde waterretentie, hogere opbrengsten en verminderde grondverstuiving. Verder is het van belang om de wet- en regelgeving rondom het gebruik van slib op landbouwgrond verder te ontwikkelen, vooral wanneer het op grotere schaal wordt toegepast. Ook is er een noodzaak voor een haalbaarheidsonderzoek naar de economische voordelen van slib als landbouwverbeteraar. Tot slot is de betrokkenheid van marktpartijen essentieel om het concept verder op te schalen en commercieel succesvol te maken.

De Pilot Ophoging van Landbouwgronden (POL) (2021 - 2025)

De Pilot Ophoging van Landbouwgronden (POL) is onderdeel van het Eems-Dollard 2050-programma en richt zich op het ophogen van landbouwgronden om bodemdaling tegen te gaan. De betrokken partijen in dit project is Waterschap Hunze en Aa's, Groningen Seaports, Provincie Groningen, Rijkswaterstaat. In de POL wordt baggerspecie gebruikt om het land te verhogen, wat zowel de landbouwproductiviteit verbetert als bodemdaling tegengaat als gevolg van veen-oxidatie. Het POL project richt zich op het toepassen van opgedane ervaringen uit eerdere ophogingsprojecten in Duitsland en de Kleirijperij. Om het zoute slib bruikbaar te maken als landbouwgrond is het na het baggeren eerst ontzilt en dan via een lange buis (persleiding) op het perceel gebracht boven op de bestaande veengrond. De kennis- en innovatiebehoefte die uit dit project voortkomt, omvat het ontwikkelen van efficiënte methoden voor

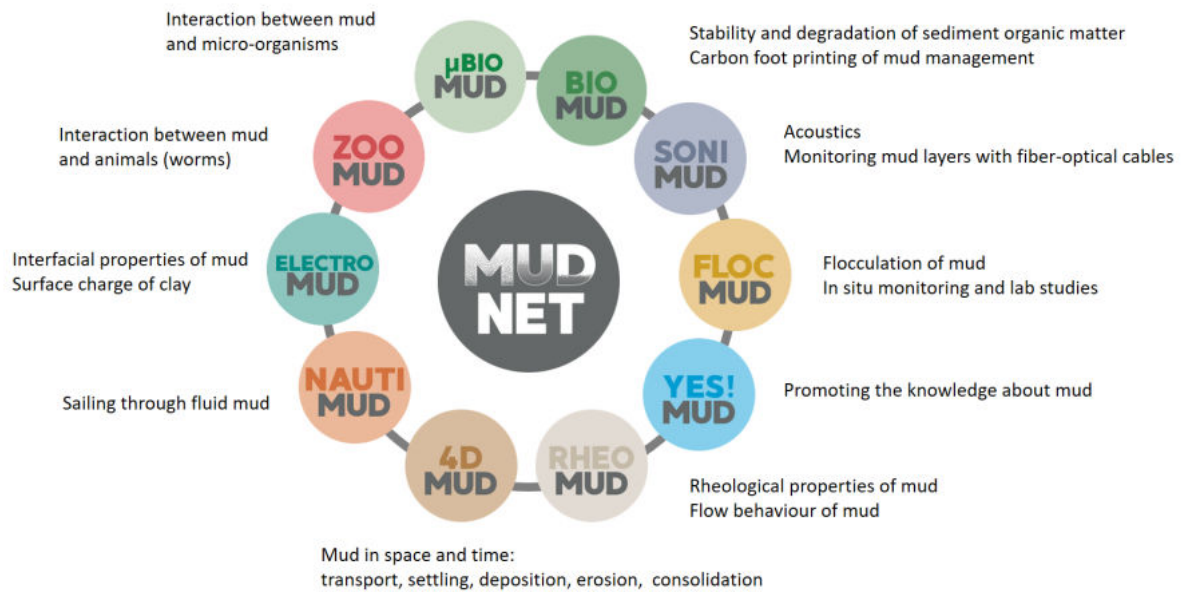
sedimentbeheer, het begrijpen van de lange termijneffecten op bodemgezondheid, en het verbeteren van ophogingstechnieken die ecologische en agrarische doelen ondersteunen. Er wordt onderzocht of het mogelijk is om deze technieken op grotere schaal toe te passen in het Groningse veengebied, waarbij technische (transport, inrichting en rijping), financiële (kosten en baten) en juridische (ruimte in wetgeving) uitdagingen aangepakt moeten worden om de effectiviteit en duurzaamheid van de ophoging te waarborgen.



Figuur 10. Pilot ophogen landbouwgrond met slib uit de Eems Dollard 1.

MUDNET (2015 - doorlopend)

Mudnet werkt nauw samen met industriële partners aan vraagstukken rond sediment en slib om het beheer van sedimenten in havens en waterwegen te verbeteren en gezonde ecosystemen in kleirijke omgevingen te bevorderen. Mudnet en de partners streven ernaar om de perceptie van slib te veranderen van afval naar een waardevolle grondstof. Lopend onderzoek omvat sedimentdynamica en duurzame toepassingen. Er is behoefte aan protocollen en tools voor hergebruik van sediment en een beter begrip van slibgedrag over tijd en ruimte. Hiervoor ontwikkelen ze voorspellende modellen en protocollen, gebaseerd op in-situ monitoring en aanvullende laboratoriumanalyses. Eindgebruikers leveren waardevolle input door hun veldkennis te delen en monitoring ter plaatse te faciliteren.



Figuur 11. De MUDNET-onderwerpen in een notendop

Bouwen met gebiedseigen grond



Dijkversterking met Gebiedseigen Grond (2018 - 2024)

Binnen het HWBP lopen verschillende Project Overstijgende Verkenningen (POV's). Eén van deze POV's gaat over duurzaam grondverzet: POV Dijkversterking met Gebiedseigen Grond (POV-DGG). Het gebruik van gebiedseigen grond betekent milieuwinst door minder transportbewegingen. De afname van transportbewegingen zorgt ook voor minder overlast in het gebied. Vroeger was bouwen met lokaal beschikbare grond normaal, maar om de kwaliteit van dijken te borgen zijn er strenge regels opgesteld. Lokale grond voldoet vaak niet aan de strenge regels. Het vraagt vakmanschap en grondkennis om toch een veilige dijk te realiseren van lokale grond (POV-DGG, 2022). In deze POV is tussen 2018 en 2024 gewerkt aan verschillende onderzoeken en tools, zoals hieronder zijn beschreven. Werken met gebiedseigen grond is echter nog geen standaardpraktijk in het HWBP, en zelfs geen standaard overweging in dijkversterkingsprojecten.

Karteren van beschikbare grond

Ten behoeve van grondgestuurd ontwerpen moet beter worden vastgelegd waar welk type grond aanwezig en beschikbaar is. Dit leidt tot meer ontwerpruimte omdat al ruim voor de uitvoeringsfase de materiaaleigenschappen van gebiedseigen grond grofweg bekend zijn en er geen ruimteclaims of gedetailleerde afspraken met de omgeving zijn gemaakt. Verdieping in de technische eigenschappen van en mogelijkheden met verschillende soort materialen is dus een dringend onderzoeksonderwerp. De samenstelling van grond en de mechanische eigenschappen ervan variëren sterk in de natuur (e.g. Barciela-Rial, 2020) en ook in de loop van de tijd (tijdens en na uitvoering; e.g. RPS, 2020).

Belangrijk daarbij is om ook de hoeveelheid beschikbare grond nauwkeuriger in kaart te brengen, om onzekerheden in hoeveelhedenramingen weg te nemen en te streven naar een grondbalans. Door Fugro (2021) wordt aanbevolen om na elk dijkversterkingsproject minimaal één, algemeen beschikbaar en door een onafhankelijke partij opgesteld, evaluatierapport op te leveren.

Op weg naar een 'kansenscan-tool'

De afgelopen jaren zijn er een aantal lokale initiatieven geweest om te starten met het schetsen van een zogenaamde kansenscantool of tool die helpt om aanbod te koppelen aan vraag naar bodem. Deze worden gepresenteerd in deze paragraaf. WSP heeft voor verschillende waterschappen een kansenscan uitgevoerd voor een specifieke dijkversterking. Dit zijn dijkversterkingsprojecten Lob van Genneep voor Waterschap Limburg, Sprok-Sterreschans-Heteren voor Waterschap Rivierenland en Zutphen-Den Elterweg voor Waterschap Rijn en IJssel.

Netics en Deltares hebben een tool ontwikkeld voor waterschappen (Besseling et al., 2021). Deze tool beoordeelt het niveau van circulariteit, gebaseerd op vier criteriagroepen: kosten en toegevoegde waarde, volumes, emissies en systeemimpact. De tool bevat bijv. uitstoot door baggermachines en transport, maar ook broeikasgas (BKG)-emissies door rijping van sedimenten. De tool kent een score toe (vergelijkbaar met een energie label) naar mogelijke paden op basis van gebruikersinvoer. Echter is deze

tool beperkt tot de dijk als “ontvanger” van sediment en de onderhoudswerken van waterschappen, zoals het baggeren van dijksloten, als bronnen van sediment.

Uit deze verschillende pilot kansenscantoos kan worden geconcludeerd dat de aanpak voor de kansenscantoos tot nu toe vrij lokaal en sectoraal is geweest: elke verschillende organisatie (e.g. waterschap of Rijkswaterstaat) heeft verschillende kansenscantoos in gebruik genomen.

Aanbevelingen voor verbetering:

- Uitvoeren van onafhankelijke evaluaties na elk project.
- Verdieping in technische eigenschappen van lokale grond.
- Ontwikkelen van strategieën voor grondgestuurde ontwerpen.

Kansenscan-tool:

- Ontwikkeling van tools om bodemaanbod te koppelen aan vraag.
- Voorbeelden:
 - Tools van Netics en Deltares beoordelen circulariteit op basis van criteria zoals kosten, emissies en impact.
 - Huidige tools zijn lokaal en beperkt in schaal en toepassing.
- Verdere standaardisatie en nationalisering van tools en bijbehorend beleid zijn nodig.

RAAK – Publiek Rivierwerken (WP2) – GrondBehandelingsTechnieken (2020 - 2024)

Het gebruik van lokaal beschikbare grond voor dijkversterking is een effectieve manier om de stabiliteit en duurzaamheid van dijkversterkingsprojecten te verbeteren. Als de grond niet aan de eisen voldoet, kunnen grondbehandelings technieken worden ingezet om de eigenschappen aan te passen. In Nederland wordt klei veel gebruikt voor dijken vanwege de erosiebestendigheid en waterdichtheid. Een techniek uit de keramische industrie, waarbij klei met andere grondsoorten wordt gemengd, helpt om de eigenschappen van de grond voor dijkenbouw te verbeteren. Binnen het project Rivierwerken is in 2023 een rapportage over grondbehandelings technieken samengesteld, bedoeld voor praktisch gebruik, met daarbij casestudy's (Barciela-Rial & McLeod, 2023). Verder waren experimentele studies uitgevoerd om het mechanische gedrag en de homogeniteit van kleimengsels in dijken te onderzoeken. Dit heeft inzichtelijk gemaakt dat het mengen van verschillende kleisoorten in de praktijk van dijkenbouw als een effectieve behandelingstechniek kan worden beschouwd (Barciela-Rial & McLeod, 2023; Barciela-Rial, et al., 2024). Deze bevindingen ondersteunen het gebruik van nieuwe materialen in dijkversterkingsprojecten, helpen bij het aanpakken van de schaarste aan bouwmaterialen en bevorderen de duurzaamheid van projecten door de uitstoot te verminderen en ongerepte minerale bronnen te sparen.



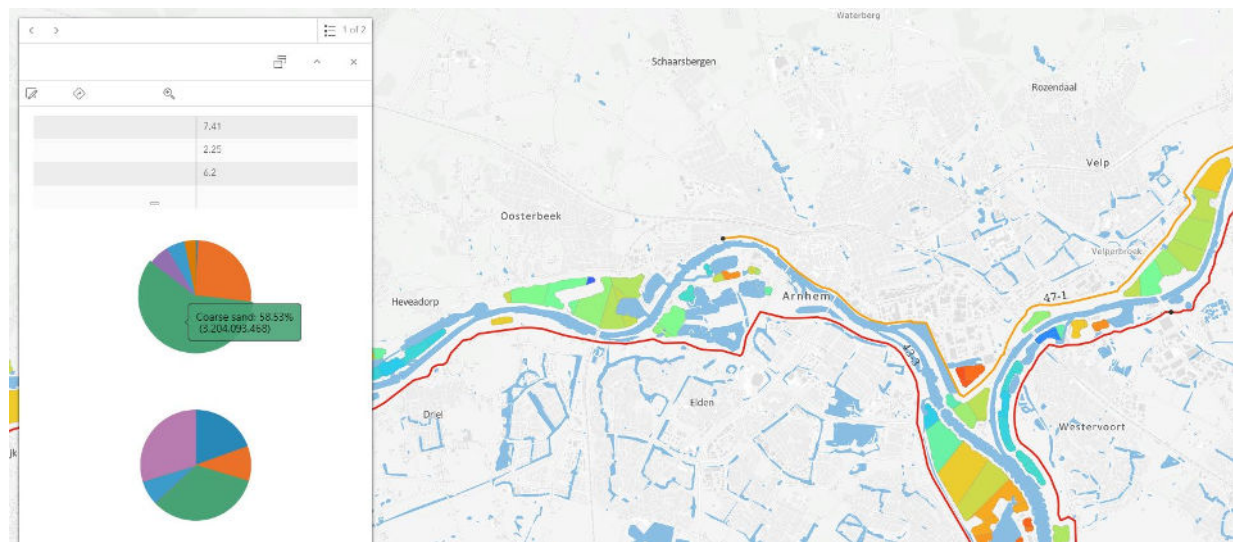
Figuur 12. Menging van kleien techniek vanuit de keramische industrie

Verdere experimenten kunnen het effect van veroudering van deze kleimengsels onderzoeken door ongestoorde buismonsters te nemen en hun eigenschappen te testen. Met verdere bemonstering in het

veld en laboratoriumtests kan het effect van veroudering in gemengde klei worden geëvalueerd. Dit zal waardevolle inzichten bieden in de invloed van tijd op de mechanische eigenschappen van kleimengsels en een schatting geven van de levensduur van dijken die met deze methode zijn gebouwd.

RAAK – Publiek Rivierwerken (WP3) – (2020 - 2024)

De verkenning van organisatorische uitdagingen bij grondgestuurde rivierprojecten die is uitgevoerd als onderdeel van Rivierwerken laat zien dat beleidscomplexiteit, onduidelijke planning, communicatieproblemen en tijdsdruk effectieve samenwerking in de weg staan. Aanbevolen wordt om informatie-uitwisseling, risicomanagement en innovatieve contractvormen in te zetten om transparantie en efficiëntie te verbeteren. Daarnaast benadrukt het onderzoek de noodzaak van een digitaal samenwerkingsinstrument gericht op data-integratie en duurzaamheid. Een GIS-webapplicatie (figuur 7) ondersteunt dit proces door beschikbaarheid van grond en ontgravingslocaties in kaart te brengen voor dijkversterking. De applicatie koppelt grondontgravingen aan dijksectoren en levert waardevolle gegevens voor planning en transport. Het onderzoek pleit voor verdere ontwikkeling van grondgestuurde ontwerpstrategieën en samenwerking. Een nationale database zou hierbij een belangrijke stap zijn voor waterveiligheid, natuurbescherming en de circulaire economie. Verdere validatie is nodig om de aanpak in verschillende regio's en projecten toe te passen.



Figuur 13 GIS-tool gebruikt om de beschikbaarheid van grond langs de uiterwaarden van de Rijnzrijrivieren te kwantificeren (gegevens van WSP 2020, Den Daas et al., 2024).

Andere resultaten van rivierwerken (WP1 & WP3)

Verminderde milieu-impact, kosten en complexiteit door gebruik van gebiedseigen grond.

- Aanbevelingen:
 - Verbeterde communicatie, risicomanagement en innovatieve contracten.
 - Gebruik van GIS-tools om grondlocaties te koppelen aan dijkprojecten.
 - Nationale database voor grondgegevens om duurzaamheid en samenwerking te bevorderen.
- Toekomstige stappen:
 - Valideren en uitbreiden van aanpak in verschillende regio's en projecten.
 - Ontwikkeling van een grondbalans en verdere data-integratie.

Ooijen-Wansum (2006 - 2021)

Ooijen-Wanssum toont hoe een integrale benadering van waterbeheer kan leiden tot duurzame oplossingen met brede maatschappelijke impact (Rijke & Podt, 2023). Het project realiseerde een piekafvoerverlaging van 35 cm en versterkte de regionale natuur met een aaneengesloten natuurgebied van 540 hectare. Tegelijkertijd werden economische kansen gecreëerd door de aanleg van een nieuwe rondweg, havenontwikkeling in Wanssum en het reactiveren van oude Maasgeulen en zijgeulen.

Deze gecombineerde maatregelen leverden niet alleen waterveiligheid op, maar gaven ook een impuls aan landschapskwaliteit en innovatie. De succesvolle afronding binnen budget en vóór de geplande opleverdatum onderstreept het efficiënte projectmanagement. Bovendien bewees het project zijn robuustheid tijdens de hoogwaters van 2021, waarmee het een krachtig voorbeeld biedt van toekomstbestendig waterbeheer.

Ooijen-Wanssum is een inspirerend model voor hoe Nature based Solutions kunnen bijdragen aan zowel milieudoelen als economische ontwikkeling. Het dient als een waardevolle blauwdruk voor soortgelijke projecten in andere regio's.

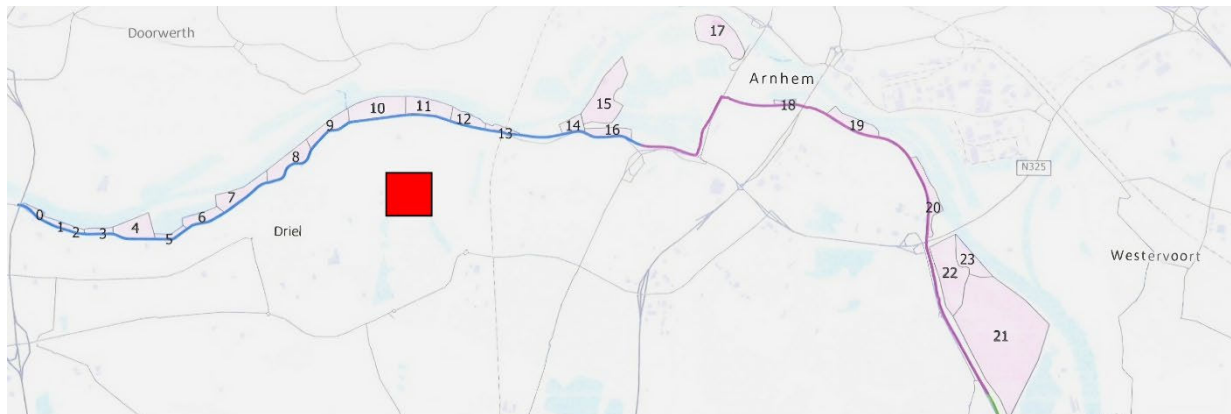


Figuur 14. Ooijen-Wanssum in uitvoering. (Foto: Fugro)

Sprok-Sterreschans-Heteren (2022-2023)

Het rapport van WSP (2023a) biedt waardevolle inzichten in de toepassing van grondgestuurd ontwerp voor dijkversterking in het projectgebied Kop van de Betuwe. Door lokaal beschikbare grondbronnen te identificeren en te beoordelen op aantrekkelijkheid, haalbaarheid en duurzaamheid, toont het onderzoek aan dat er voldoende grond beschikbaar is om deze aanpak succesvol te implementeren. Dit biedt niet alleen kansen voor waterveiligheid, maar versterkt ook de natuur, recreatie en circulaire economie in de regio. Een belangrijk aandachtspunt uit het rapport is dat een deel van de grondbronnen zich bevindt in

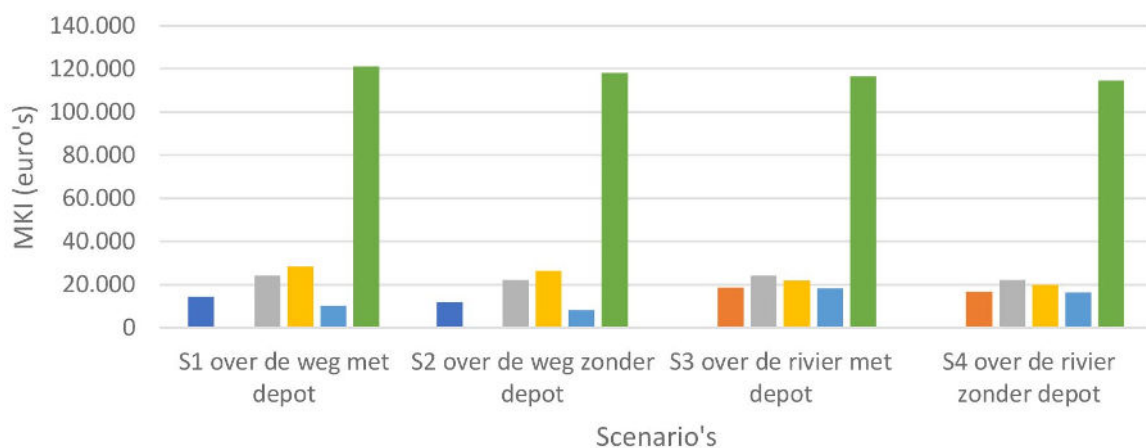
gebieden die reeds door commerciële partijen zijn geclaimd. Om deze uitdaging aan te pakken, wordt in het rapport een duidelijke roadmap voorgesteld. Deze omvat stappen zoals het controleren van de grondkwaliteit, het betrekken van belanghebbenden en het verkrijgen van vergunningen.



Figuur 15. Oppervlakte van de uitgraving (rood vierkant, 32 ha bij 1 m diep) die nodig is voor de gehele dijkverbetering naast potentiële uiterwaarden (WSP 2023a).

Zutphen-Den Elterweg (2023)

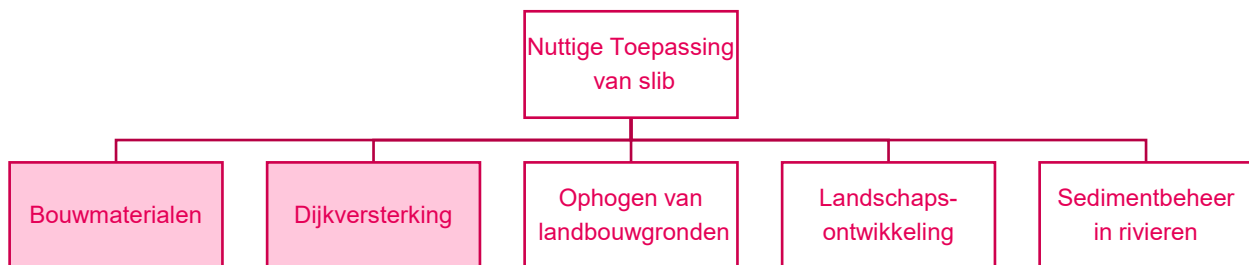
WSP (2023) onderzocht het gebruik van lokale grond uit rivierverbeteringsprojecten (KRW-maatregelen) voor dijkversterking in het Den Elterweg-Zutphen gebied, beheerd door waterschap Rijn en IJssel. Vergeleken met traditionele methoden bleek het gebruik van gebiedseigen grond 4 tot 12 keer duurzamer, voornamelijk door het verkorten van transportafstanden, wat ook stikstofdepositie in Natura 2000-gebieden vermindert. Het rapport benadrukt dat strategische coördinatie nodig is tussen projecten die kunnen doen als bron en de dijkversterking, vanwege risico's zoals bodemkwaliteit, tijdelijke opslag en juridische zorgen rond verontreinigd sediment. Het biedt nuttige inzichten om de milieu-impact van dijkversterkingsprojecten te minimaliseren.



Figuur 16. Vergelijking van milieukosten (MKI) tussen verschillende combinaties en scenario's van gebruik van lokale grond versus een referentiesituatie zonder (WSP 2023b).

Sediment/slib als bouw materiaal

Nuttige Toepassing van slib verwijst naar het nuttig inzetten van slib, waarbij het wordt omgezet van afval naar waardevolle grondstoffen. Dit kan onder meer het gebruik voor landaanwinning, bodemverbetering, dijkversterking of als bouw materiaal in de constructie omvatten. In deze sectie "Sediment/slib als bouw materiaal" wordt verder ingegaan op zowel lopende als afgeronde studies en initiatieven voor het gebruik van slib in de productie van bouw materialen en -elementen, evenals toepassingen voor dijkversterking.



Bouwmaterialen van slib

Pilot Persen bouwelementen (2017 - 2018)

Het Pilot Persen Bouwelementen project is onderdeel van het Eems-Dollard 2050-programma en onderzoekt de mogelijkheden om baggerspecie te persen tot bouw materialen, zoals stenen en tegels. Dit draagt bij aan circulaire bouwpraktijken door sediment als waardevolle grondstof te benutten. Er werd geëxperimenteerd met het toevoegen van stoffen aan het slib om sterke en duurzame bouwelementen te creëren. Daarnaast werden de prestaties van de bouwblokken in de praktijk getest en werd een haalbaarheidsonderzoek uitgevoerd naar de marktkansen, inclusief het persen van bouwblokken op grotere schaal. De betrokken partijen in deze project waren Waterschap Hunze en Aa's, Groningen Seaports, Provincie Groningen, Rijkswaterstaat, Netics en Royal IHC. De kennis- en innovatiebehoefte omvatten het verbeteren van de materiaaleigenschappen van geperste sedimenten, het optimaliseren van productieprocessen en het beoordelen van de lange termijn prestaties van dergelijke bouw materialen in de praktijk.



Figuur 17. Mixen van slib met andere stoffen (links) en geperste legoblokken (rechts), (Foto: eemsdollard2050.nl).

Pilot Rifblokken (2022 – 2026)

De pilot Rifblokken draagt bij aan het herstel van schelpdieren door het aanbieden van een harde ondergrond waaraan mosselen en oesters zich kunnen vastmaken. De rifblokken worden gemaakt van Eems-Dollardslib. Op de blokken kunnen schelpdieren een rif bouwen, waar kreeftachtigen, weekdieren en vissen kunnen leven. Met de proef met rifblokken wordt bijgedragen aan de kennisontwikkeling over

biobouwers. De betrokken partijen in deze project is Provincie Groningen, Netics, Van Oord, KWS, Waddenfonds, Waddenmozaiek en Groningen Seaports.



Figuur 18. Rifblokken bij Chemport Innovation Centre (links) en inspectie van rifblokken op het Wad (rechts), (Foto: eemsdollar2050.nl).

Netics

Netics werkt aan het gebruik van gebaggerd sediment voor de bouw van Geowalls en geotextiel. GEOWALL®-technologie is een door NETICS ontwikkelde techniek waarmee circulaire zetsteen kan worden gemaakt van gebiedseigen baggerspecie. De Geowall® is een veelzijdig bouw materiaal, bestaande uit 40% van baggerspecie, dat in alle vormen en maten kan worden toegepast voor diverse constructies, zoals keermuren, geluidsschermen, rioolsleuven en zelfs huizen. Het kan ook worden gebruikt voor onderwaterconstructies, zoals rifblokken die bijdragen aan de ecologie. Daarnaast is de Geowall® geschikt voor platte constructies, waaronder wandelpaden, parkeerplaatsen en wegebouw. Door het stabiliseren van baggerspecie tot bouwelementen biedt de Geowall® innovatieve oplossingen voor zowel land- als watergerelateerde projecten.

Het proces van ontwatering en rijping verlaagt het vochtgehalte van het sediment, waardoor het geleidelijk transformeert van een natte specie naar een stabiele, draagkrachtige grond. Bij het gebruik van baggertubes als bouwelementen wordt niet alleen de filterende functie van het geotextiel benut, maar ook de versterkende eigenschappen ervan (SBRCURnet, 2016). Dit maakt het mogelijk om baggerspecie te gebruiken in hoogwaardige constructieve toepassingen, zoals oeverbescherming of als kernmateriaal voor dammen, waarbij zowel stabiliteit als duurzaamheid worden gewaarborgd.



Figuur 19. Van bagger naar Bouwblok, Geowall zetsteen gebruikt als keermuur (Foto: Netics).

Andere Nationale Initiatieven:

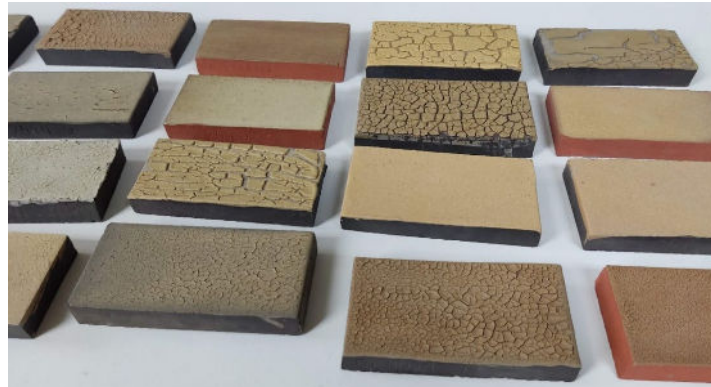
- STOWA: Circulair baggerbeheer (2019): Onderzoek naar het circulair omgaan met regionale baggerspecie bij de waterschappen. Dit project heeft geresulteerd in de publicatie *Onderzoek circulair gebruik van baggerspecie bij de waterschappen* (Besseling et al., 2019).

Circulair baggerbeheer (2020): Ontwikkeling van een toetsingsinstrument voor het circulair beheren van regionale baggerspecie. Dit instrument is ontworpen door NETICS en Deltares en gepubliceerd als *Circulair baggerbeheer: een toetsingsinstrument om circulair te gaan met regionale bagger* (Besseling et al., 2020).

Circulaire Bagger Consortium (2023 - doorlopend)

Sinds de oprichting in november 2023 is het Circulaire Bagger Consortium (CBC) (<https://www.circulairebaggerconsortium.nl/>) toegewijd aan het creëren van een systeem waarin baggerspecie wordt beschouwd als een waardevolle grondstof in plaats van afval. Het consortium richt zich op het aanpakken van het jaarlijkse Nederlandse baggeroverschot, en het omzetten hiervan in eindproducten zoals bouwmaterialen. CBC erkent dat circulaire producten niet binnen een lineair systeem kunnen worden ontwikkeld en gebruikt. Door de focus te verschuiven van kleinschalige pilots naar de ontwikkeling van een circulair ecosysteem, stimuleert CBC structurele samenwerking tussen start-ups, overheden en baggeraars. Deze aanpak benadrukt de noodzaak van ketensamenwerking voor duurzame verwerking en toepassing van baggerspecie in Zuid-Holland. Het consortium streeft naar een bredere impact, waarbij productontwikkeling wordt geïntegreerd in het bevorderen van een circulaire economie op grotere schaal. Partners binnen het consortium zijn: Provincie Zuid-Holland, Hoogheemraadschap van Schieland en de Krimpenerwaard, Waterschap Hollandse Delta, Hoogheemraadschap Rijnland, Gemeente Rotterdam, Unie van Waterschappen, Blue City, Heydra, Aqua Minerals, BaggerNet, Netics, Spaak, Rijkswaterstaat. Andere organisaties die betrokken zijn bij of contact hebben met het Circulaire Bagger Consortium (CBC), omvatten een mix van start-ups:

- HydrogeniumLab - werkt aan PFAS biofiltratie op basis van houtvezel om zo ook met verontreinigde baggerspecie te kunnen werken.
- Humade - werkt binnen het Waddenfondsproject "Sea Silt Ceramics" aan keramische producten met bagger uit de Waddenzee.

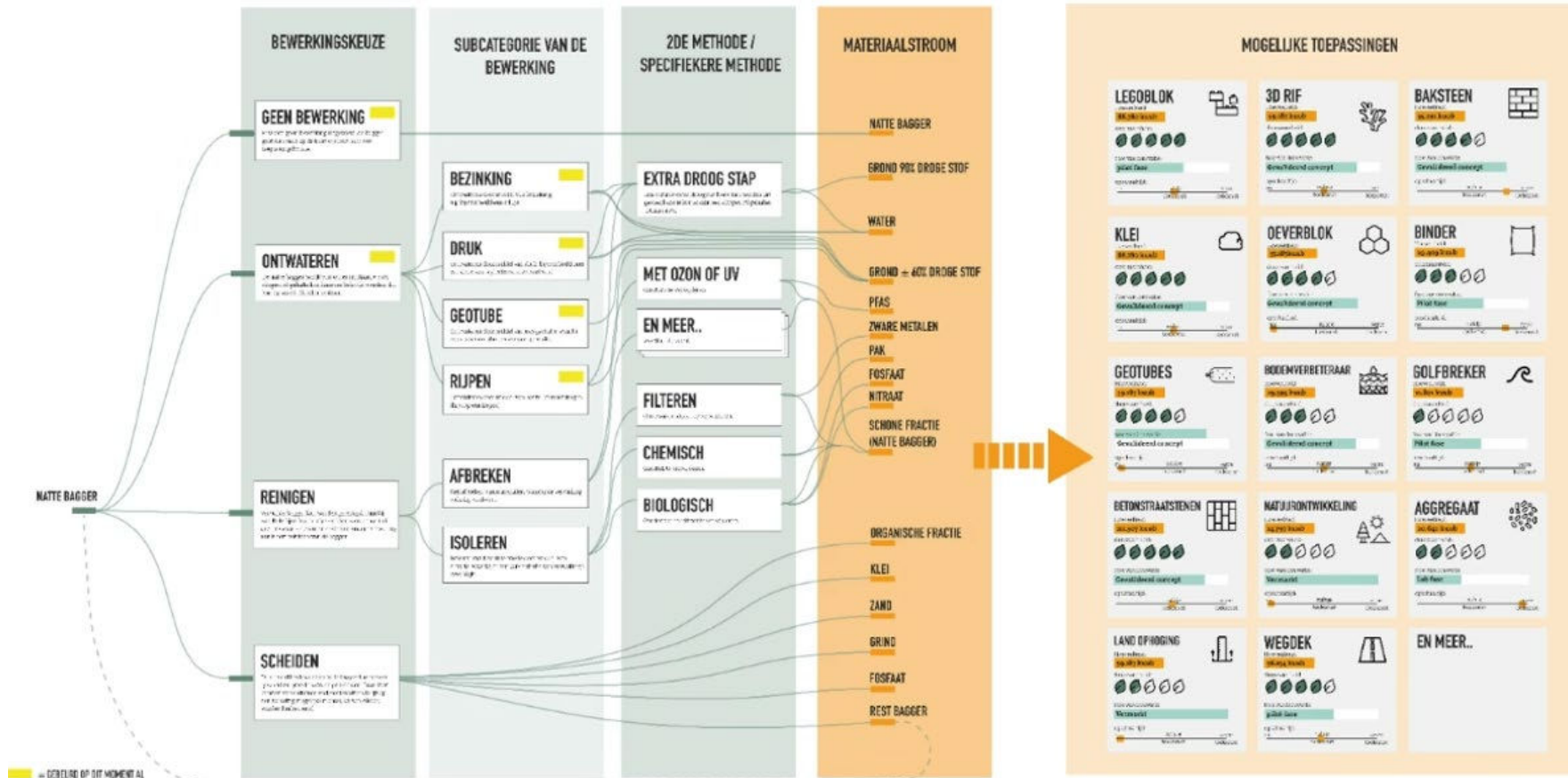


Figuur 20. Voorbeeld van tegels geproduceerd door gebruik van gebaggerde sediment uit de Eems-Dollard (Foto: HAN, 2024)

- Medina Engineering - zorgt doormiddel van wormen voor versnelde ontwatering van baggerspecie.
- GEOWALL - produceert bouwelementen uit baggerspecie en andere reststromen.
- Reefy - produceert artificiële golfbrekers die zowel de biodiversiteit stimuleren en kustbescherming bieden.
- Blauwe Bagger - werkt aan een scheidingstechniek om hoogwaardige halffabricaten te produceren uit baggerspecie.
- Waterweg – ontwikkelt sinds 2018 bestrating van baggerspecie. Deze is ontwikkeld op labschaal en getest in verschillende pilots. De tegels zijn de oplossing voor wateroverlast in de stad en zijn gemaakt van een reststroom die in overvloed is uit de Nederlandse rivieren en kanalen.



Figuur 21. Circulaire bestrating van baggerspecie (Foto: Waterweg, 2023)



Figuur 22. Flowchart bewerkingsmogelijkheden van gebaggerde sediment (Foto: CBC, 2024).

Dijkversterking met slib

[De Kleirijperij en Brede Groene Dijk \(2018 - 2021 - 2024\)](#)

De Kleirijperij en de Brede Groene Dijk zijn twee belangrijke initiatieven in Nederland die zich richten op de circulaire inzet van slib, met name in de context van dijkversterking en het verbeteren van kustbeheer. In de Kleirijperij wordt onderzocht hoe slib uit het Eems-Dollardgebied kan worden omgezet in klei, wat een duurzame oplossing biedt voor de schaarste aan geschikte dijkklei. Dit proces is essentieel voor het versterken van dijken, waarbij verschillende technieken worden getest, zoals ontwatering, ontziltling, en beplanting om het slib te rijpen. De betrokken partijen in dit project is Ecoshape, Provincie Groningen, Waddenfonds, Rijkswaterstaat (Vogelbroedeiland), Waterschap Hunze en Aa's, Groningen Seaports, en Het Groninger Landschap (kleine polder).

De kennis- en innovatiebehoefte die voortkomt uit deze projecten omvat onder andere:

- Verbetering van rijpingsmethoden: Er is behoefte aan verder onderzoek naar de meest kostenefficiënte en ecologische methoden om slib te rijpen tot hoogwaardige klei, met aandacht voor de verschillende factoren die de rijping beïnvloeden.
- Kwaliteit van de klei: De vraag hoe de kwaliteit van de geproduceerde klei kan worden geoptimaliseerd voor verschillende toepassingen, zoals dijkversterking, vormt een belangrijke onderzoeksvraag.
- Opschaling van het proces: Er is behoefte aan innovaties die het mogelijk maken om de techniek op grotere schaal toe te passen, zowel in Nederland als internationaal, aangezien andere gebieden wereldwijd met vergelijkbare slibproblemen kampen.
- Ecosysteemdiensten en ecologische monitoring: De effecten van het rijpen van slib op de lokale ecosystemen, evenals de gevolgen van klei-opbrengst voor het natuurbeheer, zijn ook belangrijke onderzoeksthema's



Figuur 23. Kleirijperij in Delfzijl (Foto: Ecoshape)



Figuur 24. De kleirijperij bij de Brede Groene Dijk (Foto: Ecoshape)

Meegroeidijk (2023 – doorlopend 2028)

Het Meegroeidijk project richt zich op het ontwikkelen en testen van een innovatief concept voor dijkversterking waarbij lokaal gewonnen slib hergebruikt kan worden. De belangrijkste kennis- en innovatiebehoefte zijn gericht op de volgende gebieden:

- Ontwikkeling van aanbrengtechnieken voor slib: Er is behoefte aan innovatieve methoden om slib in dunne lagen aan te brengen op dijken, waarbij de toepassing van lokaal slib cruciaal is voor het succes van dit concept.
- Monitoren van slibontwikkeling: Na de aanbrenging van slib is het essentieel om de transformatie van slib naar klei, de ontwikkeling van vegetatie, en de geotechnische eigenschappen van de dijk te monitoren. Dit vereist onderzoek naar de lange-termijn effecten van slib en de stabiliteit van de dijken.
- Analyse van faalmechanismen: Er is behoefte aan onderzoek naar de faalmechanismen van de slibaanbrenging, met name in verschillende omgevingen en onder verschillende omstandigheden. Dit betreft ook het inzicht in de invloed van slib op de waterveiligheid.
- Koppeling met andere initiatieven: Het project zoekt ook naar synergie met andere lopende projecten en innovatieve initiatieven, zoals de Kleirijperij en de Brede Groene Dijk, om gezamenlijk kennis op te bouwen en toepassingen te versnellen.
- Financiële en maatschappelijke haalbaarheid: Een belangrijke focus is het ontwikkelen van een business case die de voordelen van het hergebruik van slib aantoont, vooral in termen van kostenbesparingen voor dijkversterkingen en de vermindering van CO2-uitstoot.

Voor een succesvolle opschaling van dit concept is het noodzakelijk om de technische, ecologische en maatschappelijke aspecten grondig te onderzoeken en verder te ontwikkelen, waarbij het gehele proces van slibbeheer, dijkversterking en monitoring van cruciaal belang is.



Figuur 25. Schematisch overzicht van de Meegroeidijk (links), waarin de dijk, de anti-piping berm en de kweldijk worden geïllustreerd die geleidelijk groeien door herhaaldelijke toepassing van dunne lagen baggermateriaal (rechts), dat direct op de dijk rijpt tot klei (Fotos: EcoShape, 2021 en Doornebal et al., 2023).

OPEN UP
NEW **HAN_** UNIVERSITY
OF APPLIED SCIENCES
HORIZONS.