

Versterkte baggerspecie, een nieuwe innovatieve bouwstof

Versterkte baggerspecie is een innovatieve, ter plaatse maakbare en daardoor direct toepasbare bouwstof voor bijvoorbeeld waterkeringen, wegen, oever- en onderwaterbodemconstructies en kribben. Dit artikel beschrijft hoe de bouwstof wordt gemaakt, gaat in op reeds verricht onderzoek en geeft een doorkijk naar aankomende pilot-projecten.

Hans van de Velde, Frans van den Berg, Kim Janssen-Roelofs, Cor Zwanenburg, Dianne den Hamer, Joop Harmsen en Willem van der Zon



Ing. J.L. van de Velde
Deltares



Ing. F.P.W. van den Berg
Deltares



ir. K. Janssen-Roelofs
Deltares



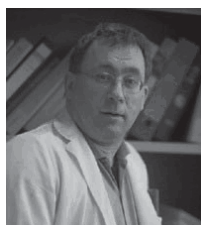
dr. ir. C. Zwanenburg
Deltares



ing. D.A. den Hamer
Deltares



dr. J. Harmsen
Alterra-WUR



ing. W. van der Zon
Royal Vopak
Nederland NV

WAT IS VERSTERKTE BAGGERSPECIE?

Versterkte baggerspecie wordt in één procesgang uit sediment gemaakt door de grove delen eruit te zeven, te mengen met grondstoffen en het mengsel met een verharder in het werk, bijvoorbeeld in een waterkering (figuur 1), aan te brengen. Het unieke is de 'directheid'. Er is geen overbodig transport en ruimtebeslag. Een paar uur na verwerking is de bouwstof reeds beloopbaar.

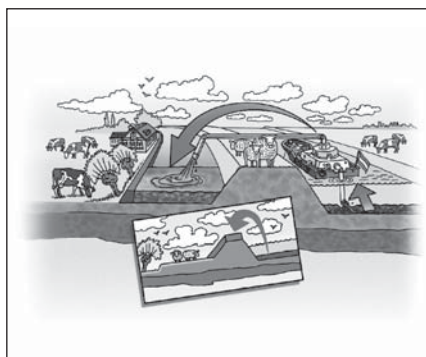
Versterkte baggerspecie is geheel maakbaar: een bouwstof op bestelling. Door te variëren met de hoeveelheden en soorten grondstoffen kan de bouwstof licht tot zwaar, zacht tot stijf, doorlatend tot ondoorlatend worden gemaakt, gelijk een klei- of steenachtig materiaal. De functionele eigenschappen die vanuit een werk worden gesteld zijn geheel instelbaar. Diverse grondstoffen kunnen worden gebruikt om deze eigenschappen te verkrijgen, bijvoorbeeld vliegias en cement als bindmiddelen, een vertrager/verdunder voor de verwerkbaarheid, waterglas als verharder en zand als verzwaringsmiddel.

Voor toepassing in waterkeringen is een mengsel van baggerspecie (1000 liter), vliegias (tientallen kilogram) en waterglas (tientallen kilogram) toereikend om aan de functionele eisen te kunnen beantwoorden. Hiermee wordt voldoende sterkte (30 tot 200 kPa en hoger), dichtheid (veelal rond de 12 kN/m³) en ondoorlatendheid (< 10⁻⁸ m/s) behaald. Een lage dichtheid is uitstekend geschikt voor versterking van (veen)kaden en de aanleg van wegen in weinig draagkrachtige gebieden: door het lage gewicht van de bouwstof zullen de zettingen gering zijn en daardoor de onderhoudskosten structureel dalen.

Versterkte baggerspecie als onderwatertoevoeging bestaat uit baggerspecie, cement, bentocryl als verdunder, waterglas en eventueel ook zand en lijkt in die zin op beton. Aanpassing van het volume van de grondstoffen leidt tot meer of minder sterkte en gewicht. De stromings- en golfcondities van het water zijn hierbij maatgevend.

VERRICHT ONDERZOEK

In 2004 hebben Boskalis Dolman en Deltares in het kader van het Rijkswaterstaat Innovatieprogramma Wegen naar de Toekomst een civieltechnisch gezien succesvol pilot-project te Beesd uitgevoerd⁴. Los van de hiermee opgebouwde expertise is door Deltares een aantal bureaustudies uitgevoerd¹⁻³ en is een levenscyclusanalyse uitgevoerd¹⁰. De eerste studie betreft een algemene studie naar de mogelijkheden en kennislacunes van het toepassen van Versterkte baggerspecie in boezemkaden. Hierbij is aandacht gegeven aan onder andere civiel-technische, ecologische en economische aspecten en zijn witte



FIGUUR 1: AANBRENGEN VERSTERKTE BAGGERSPECIE IN WATERKERINGEN

vlekken geadresseerd voor wat betreft de ecologie (overgroei- en uitloogbaarheid) en de duurzaamheid op langere termijn. Zo'n tachtig procent van de baggerspecie in Nederland is onder de huidige regelgeving zonder meer herbruikbaar en wordt overigens alleen maar schoner. Van dit relatief schone sediment kan Versterkte baggerspecie worden gemaakt. Verontreinigde baggerspecie kan echter ook als Versterkte baggerspecie worden herbruikt. Verontreinigingen zitten in baggerspecie, omdat ze hierin slecht uitloogbaar zijn. Omdat Versterkte baggerspecie een koud chemisch immobilisat is, worden verontreinigingen sterker vastgelegd.

Versterkte baggerspecie moet voldoen aan het Besluit bodemkwaliteit (Bbk). In overleg met Bodem+ is bepaald dat Versterkte baggerspecie onder de categorie niet-duurzaam vormvaste bouwstoffen valt en de uitlooging moet worden beoordeeld. Door de ontwikkelde slechte doorlatendheid van Versterkte baggerspecie zal al snel aan de emissie-eisen worden voldaan. Verspreiding van verontreinigingen kan ook door diffusie plaats vinden. Daarom worden ook diffusieproeven uitgevoerd.

Niet alleen het product, maar ook de grondstoffen moeten voldoen aan de samenstellings- en emissie-eisen. De voor Versterkte baggerspecie geselecteerde vliegash heeft een bouwstoffenkeuring ondergaan, voldeed en is geclassificeerd als een categorie 1 bouwstof.

ECOLOGIE

Ecologische eisen worden gesteld voor behoud van het huidige gebruik van bijvoorbeeld een waterkering en in de flora en fauna wet. De omgeving van een waterkering wordt gebruikt voor bewoning, land- en tuinbouw en recreatie. Toepassing van Versterkte baggerspecie mag hierin geen verandering brengen. Door rekening te houden met ecologische eisen, zoals overgroeibaarheid, zal de acceptatie van omwonenden en boeren groter zijn. Zo dient het mogelijk te zijn dat een variëteit aan grassoorten op de waterkering kan groeien, vee veilig kan grazen en er geen beperkingen voor de mens zijn.

Direct na het maken van Versterkte baggerspecie heeft de zuurgraad (pH) een waarde van ongeveer 12. Een paar dagen na verharding is deze al terug gelopen onder de 10^3 . Dit is vermoedelijk nog steeds een te hoge pH voor goede vegetatiegroei. Voor de langere termijn is ook het bufferend vermogen (mol zuur/kg om te neutraliseren naar pH 7) van belang. Het bufferend vermogen van Versterkte baggerspecie afkomstig van de Kromme Mijdrecht met een eigen pH van 11,4

was $0,75 \text{ mol/kg}^3$. Ter vergelijking: beton heeft een bufferend vermogen van bijna 5 mol per kg en betonnen constructies, zoals sluizen, aquaducten, landhoofden en dergelijke, worden in vele watergangen toegepast.

Bij begroeiing op Versterkte baggerspecie moet tevens gedacht worden aan opname van eventueel aanwezige verontreinigingen door planten die door grazende dieren in de voedselketen terecht kunnen komen. In Nederland wordt hiervoor in het Bbk onderscheid gemaakt tussen ecotoxicologische, landbouw en humane risico's. De concentraties van de verontreinigingen in de meeste baggerspecies zullen plantengroei niet in de weg staan. Het enige wat dus van belang kan zijn is de opname van verontreinigingen. Hierbij speelt de beschikbaarheid een rol. De beschikbaarheid van zware metalen als cadmium, zink, koper en lood is relatief laag bij een pH van 7 à 8. Onder meer zure omstandigheden neemt de beschikbaarheid en daardoor opname in gewassen toe⁷. Het sterker alkalisch traject (pH>9) komt niet voor in de normale Nederlandse gronden. Onderzoek naar afvalstoffen⁸ laat zien dat bij een hogere pH de beschikbaarheid weer toeneemt door een grotere oplosbaarheid van opgeloste organische koolstof (DOC, dissolved organic carbon) gevolgd door complexering van zware metalen. Dit DOC-gebonden metaal is beschikbaar voor uitspoeling. De oplosbaarheid van organische verontreinigingen in baggerspecie kan ook worden verhoogd door het opgeloste organisch koolstof. Versterkte baggerspecie kan zowel onder als boven water worden gebruikt. Dit heeft bij gebruik van verontreinigde baggerspecie invloed op de eventuele uitlooging van verontreinigingen. In baggerspecie zijn metalen veelal aanwezig als sulfiden, welke in een bovenwatertoepassing kunnen worden geoxideerd en daardoor mobieler worden. Specifieke aandacht moet hierbij worden besteed aan stoffen zoals arseen, molybdeen, antimoon en chroom, welke verder kunnen worden geoxideerd tot mobiele anionen en ook hierbij speelt de pH een rol. Uit pilotonderzoek moet blijken of aanwezigheid van deze stoffen aanleiding is voor aanvullende criteria voor de te gebruiken baggerspecie.

Alles overziend wordt bij een goed ontwikkelde receptuur de doorlaatbaarheid voor water in Versterkte baggerspecie kleiner, waardoor de hoeveelheid verontreinigingen, die in vergelijking met de natuurlijke omstandigheden kan uitloggen, verder wordt beperkt. Het is nodig inzicht te hebben in bovengenoemde proces-

sen, bij verschillende locatiespecifieke omstandigheden en in combinatie met de doorlatendheid, om goed te kunnen kwantificeren of de nalevering van verontreinigingen uit de Versterkte baggerspecie kan leiden tot ongewenste situaties. Hiertoe zal een speciaal pilot-project worden uitgevoerd.

Om risico's verder te minimaliseren kan ook worden gedacht aan toepassing van black carbon⁹ om de mobiliteit van organische verontreinigingen te beperken [STW-onderzoek Wageningen Universiteit].

LEVENSDUUR

Een belangrijke eis aan het product is de duurzaamheid. Ook hier moet weer onderscheid worden gemaakt in boven- en onderwatertoepassingen. De bouwstof moet gedurende de levensduur van het werk zijn functie behouden. Hierbij valt te denken aan mogelijke materiaalveranderingen en veranderingen in de civiel-technische eigenschappen door vorst - dooi, zout - nat - droog en krimp - zwel aspecten, alsmede door cyclische belasting. Daarnaast zijn de erosiebestendigheid en de oxidatiesnelheid, vooral bij sediment met een hoog organisch stofgehalte, van belang. Er is echter nog niet veel bekend over het gedrag van Versterkte baggerspecie op lange termijn.

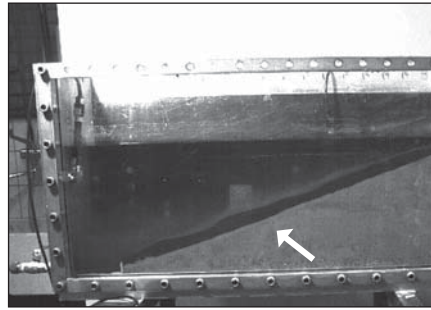
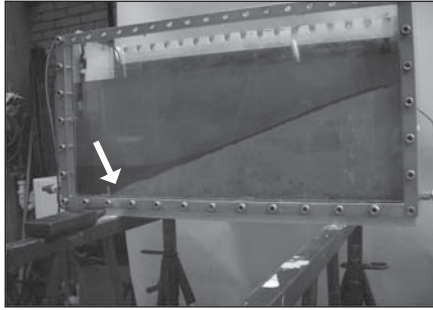
Het gedrag van klei wordt onder andere beïnvloed door vorst en verdroging, maar zodra de omstandigheden weer normaal zijn, vloeit de klei weer samen (zelfhelende eigenschap). Deze eigenschap is ook wenselijk voor Versterkte baggerspecie. De aanhechting van Versterkte baggerspecie aan de ondergrond is hierbij ook van belang, vooral in het geval van een talud. Hierbij mag geen glijvlak en/of kwelweg ontstaan.

Door het uitvoeren van pilot-projecten zal op termijn inzicht worden verkregen in de genoemde duurzaamheidsaspecten.

ONDERWATERTOEPASSING

Versterkte baggerspecie kan een goed alternatief zijn voor stortsteen wat uit het buitenland moet worden geïmporteerd om in onderwaterconstructies te worden toegepast. Hierbij zal de erosiebestendigheid van de bouwstof een belangrijk aandachtspunt zijn. De eerste resultaten van recent uitgevoerd laboratorium-erosieonderzoek geven aan dat de bouwstof erosiebestendig kan worden gemaakt.

In een aquarium-bak is Versterkte baggerspecie onderwater op een zandtalud met helling van circa 1:3 aangebracht. Doel van de proef was om na te gaan of het versterkte sediment onderwater, op een stabiele wijze en als een homogene laag



FIGUUR 2 EN 3: KIJKPROEF MET NIET-VERSTERKTE BAGGERSPECIE (LINKS) EN VERSTERKTE BAGGERSPECIE (RECHTS)

op het talud kan worden aangebracht en daarop ook blijft liggen. Naast de proef met de Versterkte baggerspecie is tevens een proef met gewone baggerspecie uitgevoerd².

Figuur 2 toont de resultaten van de proef met niet-versterkte baggerspecie. Zoals was te verwachten ontstond geen stabiele situatie en stroomde de specie het talud af met achterlating van een dun laagje slib van enige millimeters dik op het talud. Aan het einde van de proef was het water troebel.

Figuur 3 toont duidelijk dat de Versterkte baggerspecie een (snel uithardende) continue laag op het talud heeft gevormd, niet van het talud is afgestroomd en het water niet heeft vertroebeld.

De effecten op de kwaliteit van het water waren beperkt. De gewone baggerspecie (pH 7,4) verlaagde de pH van het water van 8,4 tot 8,2. De hoge pH (11,7, nog zonder waterglas) van de Versterkte baggerspecie had nauwelijks effect op het water; het zuurstofgehalte fluctueerde tussen 8.85 en 8.59 mg/l en het elektrische geleidingsvermogen nam niet toe, hetgeen aantoont dat geen zouten (en vermoedelijk ook geen verontreinigingen) aan het water zijn afgestaan.

Figuur 4 toont 2 stukjes van de Versterkte baggerspecie. Eén dag na de proefuitvoering bedroeg de dichtheid van de specie 12.0 kN/m³ en de sterkte 150 tot 250 kPa.



FIGUUR 4: STUKJES VERSTERKTE BAGGERSPECIE AFGE-BROKEN VAN DE CONTINUE LAAG 1 DAG NA DE LABORATORIUMPROEF

Negentig uur na proefuitvoering was de sterkte 150 tot 375 kPa. Klei heeft gewoonlijk een lagere sterkte (> 25 kPa⁵).

GROVE KOSTENANALYSE

De kosten van een kadeversterking met Versterkte baggerspecie (dus zowel voor baggeren als voor kadeversterking) bedragen € 25 - 45/m³. Dit is veelal concurrerend ten opzichte van de traditionele aanpak, waarbij kadeversterking in klei en baggeren van de boezem apart van elkaar worden uitgevoerd. Voor de onderwatertoepassing van Versterkte baggerspecie worden de kosten geschat op € 30 - 50/m³, hetgeen concurrerend is ten opzichte van de traditionele aanpak met stortsteen op een kraagstuk.

LEVENSZYCLUSANALYSE (LCA)

Een recent uitgevoerde, verkennende LCA-studie¹⁰ - met bijzondere aandacht voor CO₂-emissie - geeft aan dat Versterkte baggerspecie als onderwatertoepassing in vergelijking met traditionele technieken, ondanks het gebruik van cement en waterglas, een beter milieuprofiel kan hebben. Voor toepassing in boezemkaden is het milieuprofiel van Versterkte baggerspecie nog niet goed genoeg, waartoe in de studie verbeteringsmogelijkheden zijn aangegeven. In de studie zijn naast het broeikas effect milieu-effecten beoordeeld als abiotische uitputting, ozonlaag aantasting, humane en ecotoxiciteit, fotochemische oxidantvorming en het vrijkomen van al dan niet gevaarlijk afval.

CONCLUSIES EN KENNISLACUNES

Bij het uitgevoerde onderzoek is aan veel aspecten aandacht gegeven. Op technisch en ecologisch gebied kunnen echter nog geen definitieve 'lange termijn' conclusies worden getrokken over de uitloogbaarheid van eventuele aanwezige verontreinigingen in en de duurzaamheid en overgroeibaarheid van Versterkte baggerspecie. Deze belangrijke aspecten zullen tussen 2009-2013 in pilot-projecten bij diverse water- en hoogheemraadschappen onder werkelijke klimatologische omstandigheden worden onderzocht. Daarnaast zal voor de onderwatertoepassing van Versterkte

baggerspecie de erosiebestendigheid ervan onder de stromings- en golfcondities van de grote rivieren worden bepaald. Tenslotte zal in overleg met leveranciers van grondstoffen een beter milieuprofiel voor de toepassing in waterkeringen worden ontwikkeld.

De verwachting is dat de technische, economische en milieuprestaties van Versterkte baggerspecie goed (zullen) zijn en dat er potentie bestaat van een nuttige bouwstof bruikbaar voor vele toepassingen in de grond-, weg- en waterbouw.

LITERATUUR

- 1 Versterkte baggerspecie als bouwstof in boezemkaden, verkenning innovatieve toepassing, kenmerk 422770-0002 versie 08 definitief dd. maart 2008, opdrachtgever Deltares
- 2 Het toepassen van versterkte baggerspecie op een onderwatertalud, verslag van de kijkproef, kenmerk 12510-0037 versie 01 concept dd. december 2007, opdrachtgever Deltares
- 3 Waterdicht maken kade Kromme Mijdrecht met behulp van versterkte baggerspecie, kenmerk 389490.649.1185 versie 03 definitief dd. februari 2008, opdrachtgever Waternet
- 4 De Baggerspeciematras, kenmerk 412941.0105 versie 03 definitief dd. juni 2007, opdrachtgever RWS Wegen naar de Toekomst
- 5 TAW (1996) Technisch Rapport Klei voor dijken, Technische Adviescommissie voor de Waterkeringen, rapport nr TR 17
- 6 K. Janssen-Roelofs, F.P.W. van den Berg, J.L. van de Velde en C. Zwanenburg. Strengthened sludge through geo-polymerization as aid against floods in view of climate change, BioGeoCivil Engineering Conference, 23-25 June 2008, Delft
- 7 P.F.A.M. Römkens, J.E. Groenenberg, R.P.J.J. Rietra, J.E. Groenenberg en W. de Vries. 2007. Onderbouwing LAC2006-waarden en overzicht van bodem-plant relaties ten behoeve van de Risicotoolbox; een overzicht van gebruikte data en toegepaste methoden. Wageningen, Alterra
- 8 Sloot, H. van der, 2002. Harmonisation of leaching/extraction procedures for sludge, compost, soil and sediment analyses.: In: Ph. Quevauviller (Ed). Single and Sequential Extraction Procedures for Soil and Sediment Fractionation Studies. Royal Society of Chemistry, 142-174
- 9 Koelmans A.A., M.T.O. Jonker, G. Cornelissen, T.D. Bucheli, P.C.M. Van Noort and Ö. Gustafsson. 2006. Black Carbon: The Reverse of its Dark Side. Chemosphere, 63: 365-377
- 10 Levenscyclusanalyse van twee toepassingen van Versterkte baggerspecie met bijzondere aandacht voor CO₂, kenmerk A844600 dd. 17 december 2008, INTRON-rapport, opdrachtgever Rijkswaterstaat Waterdienst.

De rapporten 1,2,3 en 10 zijn op te vragen bij Sabine.vanBleijswijk@deltares.nl. Voor vragen kan contact worden opgenomen met Hans.vandeVelde@deltares.nl.

Versterkt sediment

Een innovatieve bouwstof voor de gww-sector en voor hoogwaterveiligheid in het bijzonder.

Maatschappelijke context

Mondiale klimaatverandering

Het klimaat verandert: de zeespiegel stijgt, de neerslag neemt toe terwijl bovendien perioden van langdurige droogten zullen voorkomen. Verder daalt de bodem in de deltagebieden met een slappe ondergrond. Er wordt volop gebouwd in overstromingsgevoelige gebieden. Het belang van hoogwaterveiligheid zal dientengevolge toenemen. De kosten van maatregelen voor bescherming tegen overstromen zullen blijven stijgen.

Hoogwaterveiligheid in en buiten Nederland

De afgelopen decennia zijn er vele voorbeelden geweest van ernstige tot calamiteuze wateroverlast dan wel droogteproblematiek, waarbij de hoogwaterveiligheid in het geding is geweest. In Nederland kunnen worden genoemd de overstromingsramp van 1953, de hoogwatersituaties van de Rijn en de Maas in 1993 en 1995 en diverse kadedoorbraken als gevolg van de droogte in 2003. Als gevolg hiervan zijn en worden miljarden euro's geïnvesteerd in versterking van de waterkeringen (zie ook Commissie Veerman, 100 miljard euro in 100 jaar). Zo is het 2,1 miljard euro kostende project "Ruimte voor de Rivier" gestart. Bij dit alles dienen grote hoeveelheden primaire bouwstoffen (klei, zand, grind, stortsteen, etc.) te worden gewonnen, dan wel komen miljoenen m³ (deels verontreinigde) sediment en grond vrij. Buiten Nederland staan nog duidelijk op het netvlies de overstromingsrampen in bijvoorbeeld Hongarije, Tsjechië, Duitsland, Polen, Engeland, Roemenië, Thailand, Bangladesh en Indonesië, waarbij voor miljarden euro's schade is aangericht en van grote sociale ontredde sprake is geweest. Al deze rampen hebben duizenden mensen het leven gekost.

De baggerproblematiek

Bij de baggerproblematiek gaat het om een ander maatschappelijk probleem waar ook grote economische belangen en veiligheidsaspecten mee zijn gemoeid. Regelmatig baggeren is noodzakelijk voor het waarborgen van de aan- en afvoer van water, de vaarweg en/of natuurfunctie van de wateren en om de bevolking te beschermen tegen verontreiniging (volksgezondheid) of tegen wateroverlast (leefbaarheid, veiligheid). In dit laatste geval zorgt baggeren indirect ook voor hoogwaterbescherming. Sediment of bagger wordt in zijn algemeenheid als afval, een negatief product, ervaren.

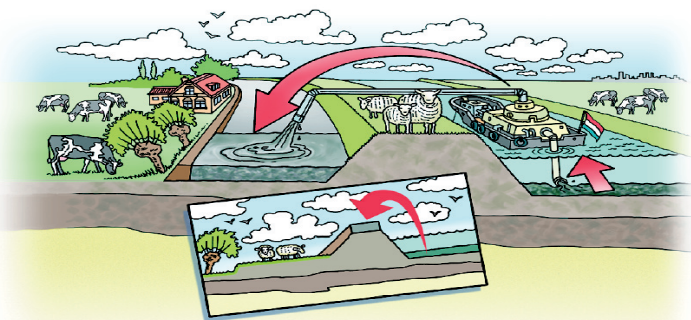
In Nederland is sprake van structureel achterstallig baggeronderhoud. Diverse overheden zijn bezig met een honderden miljoenen euro's kostende inhaalslag. Daarnaast worden de jaarlijkse baggerbudgetten met tientallen miljoenen euro's verhoogd. In Nederland komt jaarlijks meer dan 20 miljoen m³ (deels vervuild) sediment vrij, dat in potentie als bouwstof geschikt kan worden gemaakt. Andere landen hebben vergelijkbare problemen.

Versterkt sediment als logische koppeling van baggerproblematiek aan hoogwaterveiligheid

Wat is versterkt sediment?

Deltares heeft reeds een aantal studies uitgevoerd om als innovatie versterkt sediment op een nuttige, veilige en duurzame wijze als bouwstof toe te passen in waterkeringen en wegen. In essentie komt de innovatie neer op een goedkope, eenvoudige en snel toepasbare techniek waarbij

opgebaggerd sediment direct met behulp van secundaire grondstoffen (bv. vliegas of cement en waterglas) wordt versterkt om hierna direct bijvoorbeeld waterkeringen te versterken (zie de illustratie). Het unieke is dat alles "direct" kan gebeuren (geen overbodig transport en ruimtebeslag): het sediment wordt ter plekke omgezet in een bouwstof die direct kan worden gebruikt. Een paar uur na verwerking is het versterkt sediment reeds beloopbaar. Het is duidelijk dat de combinatie van het verhogen van de veiligheid tegen overstromen en de baggerproblematiek een driedubbele winst oplevert: bijdrage aan hoogwaterveiligheid, kostenvoordeel én milieuvoordeel.



Toepassingen

Als voorbeeld komen de volgende (droge en natte) gww-toepassingen in aanmerking (aanleg van):

- waterkeringen, polder- en boezemkaden, compartimenteringsdijken
- kribben, strekdammen, golfbrekers en oever- en bodembeschermingen
- onder- en boven afdichtingen van (onderwater)depots
- wegen, geluidswallen
- golfterreinen, begraafplaatsen en andere grondconstructies
- natuurvriendelijke oevers, eilanden in plassen in kader van natuurontwikkeling.

Voor wat betreft onderwater toepassingen is een laboratoriumproef uitgevoerd, waarbij versterkt sediment met succes onder water is aangebracht. Dit om te beoordelen of met het product ook rivierregulerende maatregelen kunnen worden uitgevoerd.

Nader beschouwd is zowel sprake van een procesinnovatie (koppeling vraag en aanbod tussen partijen) als van een technische innovatie. De combinatie van baggeren en bijvoorbeeld de aanleg van een oeverbescherming, dus werk met werk maken, leidt hierbij tot kosten- én milieuvoordeel. Voor de implementatie van deze innovatie is het echter noodzakelijk om proefprojecten met diverse stakeholders en marktpartijen te starten, waarbij met diverse uitvoeringsaspecten, omgevings-situaties en verontreinigingssituaties ervaring wordt opgedaan. Kennisontwikkeling en kennisverspreiding tussen de betrokken partijen is hierbij essentieel.

Maatschappelijk toegevoegde waarde

Na succesvolle uitvoering van de proefprojecten kan door marktpartijen versterkt sediment als een nuttige, veilige en duurzame bouwstof in de (inter)nationale markt worden afgezet. De toegevoegde waarde is enorm. Het baggeren leidt tot schoner water en meer vaardiepte. Sediment wordt op een positieve wijze voor bijvoorbeeld hoogwaterveiligheid (of anderszins in de gww-sector) ingezet. Versterkt sediment geeft hierdoor een bijdrage in het voorkomen van overstromingen. In en buiten Europa moeten nu en in de toekomst naast rivierverruimende maatregelen honderden kilometers waterkering worden aangepakt om een antwoord te bieden aan de effecten van klimaatverandering. Inzet van versterkt sediment, ook onder water, leidt tot nuttig gebruik van secundaire grondstoffen en bespaart op het gebruik van primaire bouwstoffen, maar ook op kostbare opslag van verontreinigd sediment in depots. Hierdoor wordt tevens een bijdrage gegeven aan het verminderen van de CO₂-uitstoot. De milieuvoordelen zijn evident. Door koppeling van baggeronderhoud aan dijkversterkingsprogramma's zijn de kostenbesparingen op langere termijn structureel van karakter en belopen in de honderden miljoenen euro's. Werk met werk maken loont!

Samenwerking en informatie

Deltares zoekt samenwerking met partijen en overheden voor mogelijkheden om proefprojecten uit te voeren. Heeft u interesse neem dan contact op met Deltares:

Hans van de Velde :
hans.vandevelde@deltares.nl
of 0031(0)88 - 3357550

Dianne den Hamer :
dianne.denhamer@deltares.nl
of 0031(0)88 - 3357272