

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 beliepbaar.

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 vliegas en cement als bindmiddelen, een vertrager/verdunder voor de verwerkbaarheid, waterglas als verharder en zand als verzwaringsmiddel.



FIGUUR 1: AANBRENGEN VERSTERKTE BAGGERSPECIE IN WATERKERINGEN

Voor toepassing in waterkeringen is een mengsel van baggerspecie (1000 liter), vliegas (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 verdunner, 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 civiel-technisch 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

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 immobilisatie 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 vliegas 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 10³. 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 mol/kg³. Ter vergelijking: beton heeft een bufferend vermogen van bijna 5 mol per kg en betonnen constructies, zoals sluisen, 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 bovenwatertoevoeging 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

