



## Duurzame dijkbekleding Zetsteen van baggerspecie

Waterschap Scheldestromen is onder andere verantwoordelijk voor de veiligheid van alle dijken en duinen in Zeeland. Om haar kerntaken duurzamer en slimmer uit te voeren is Scheldestromen continu op zoek naar innovatie-partners. Momenteel bereidt het waterschap een dijkverzwaring voor bij het dorp Hansweert. Binnen dit project onderzoekt Scheldestromen, samen met innovatiepartner NETICS, een manier om de benodigde nieuwe steenbekleding van de dijken te verduurzamen door deze van baggerspecie te maken.

Waterschap Scheldestromen beheert 424 km aan primaire waterkeringen. Momenteel wordt de veiligheid van deze keringen beoordeeld aan de hand van de nieuwe normering WBI2017. Het primaire dijktracé Westerscheldedijk rond Hansweert met een lengte van 4,5 km moet volgens deze wettelijke normering extra veilig zijn, gezien de lage ligging van het dorp in een kleine kom. Zodoende bleek na het berekenen en controleren van de dijk dat hier een versterkingsopgave wacht om deze dijk toekomstbestendig te maken.

De dijk bij Hansweert is opgenomen in het Hoogwaterbeschermingsprogramma (HWBP). Binnen deze alliantie van de waterschappen en Rijkswaterstaat wordt gewerkt aan de versterking van de primaire waterkeringen zodat deze in 2050 voldoen aan de wettelijke normen vastgelegd in de Waterwet. Naast het 'gewone' werk stimuleert het Hoogwaterbeschermingsprogramma (HWBP) dat waterschappen innoveren. Daarmee hoopt

het kosten te verminderen van de enorme opgave die Nederland te wachten staat: circa 1100 km dijken versterken tot 2050. Scheldestromen heeft voor Dijkverzwaring Hansweert een innovatieprogramma opgezet, voor zowel proces- als technische innovaties.

### **Volledig circulair**

Waterschap Scheldestromen heeft als doelstelling om in 2025 volledig energieneutraal te zijn en in 2050 volledig circulair. De productie en het transport van zetsteen voor dijken is daarbij een aandachtspunt. Voorheen kwamen deze stenen uit groeves op honderden tot duizenden kilometers afstand. De laatste decennia worden de blokken vooral in betoncentrales geproduceerd. Eén van de technische innovaties die Scheldestromen in het programma van Hansweert oppakt is het toepassen van het afvalmateriaal bagger bij de productie van zetsteen voor de dijkbekleding. Door baggerspecie te gebruiken



als bouw materiaal hoeft geen beton meer te worden geproduceerd en getransporteerd. Met de NETICS innovatie 'GEOWALL Zetsteen van baggerspecie', wordt de grondstof gewonnen uit de directe omgeving en zal zo een belangrijke bijdrage leveren aan minder CO<sub>2</sub>-uitstoot. De zetsteen is eenvoudig her te gebruiken doordat de baggerspecie met technieken weer is terug te winnen. Dit zorgt voor meer circulariteit, niet alleen in Zeeland maar wereldwijd.

#### Bouwen met bagger

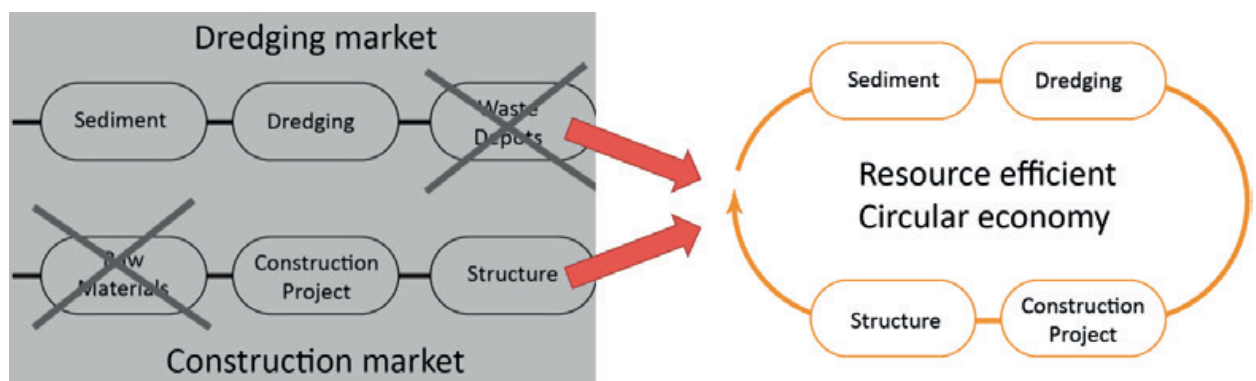
Samen met het Nederlandse ingenieursbureau NETICS, dat al verschillende innovaties binnen het thema 'bouwen met bagger' ontwikkelde, start Waterschap Scheldestromen in 2020 het onderzoek. Het idee werd eind 2019 al genomineerd voor de Waterinnovatieprijs in de categorie Waterveiligheid. De komende jaren wordt de techniek, maar ook het businessmodel verder uitgewerkt. De zetstenen van bagger zijn innovatieve blokken, die volgens de door NETICS gepatenteerde GEOWALL techniek\* zullen worden geproduceerd. Deze techniek maakt het mogelijk om hoogwaardige bouwelementen te ontwikkelen uit laagwaardige baggerspecie. Deze bouwelementen ontstaan door vermenging van natuurlijke binders met het gebaggerde sediment die vervolgens, door middel van een specialistische pers werkend onder zeer hoge druk, mechanisch gestabiliseerd worden tot blokken. Deze blokken kunnen in verschillende groottes, vormen en sterktes geproduceerd worden, afhankelijk van de gewenste toepassingseisen

en de randvoorwaarden die volgen uit het ontwerp van de constructie. De uitdaging hierbij is om met het specifieke basismateriaal, de unieke soort baggerspecie die lokaal gewonnen wordt, de gewenste producteigenschappen te verkrijgen. Voor verschillende toepassingen zijn er door NETICS in het verleden al diverse blokvormen van baggerspecie ontwikkeld, zoals de kloostermop (30 x 14 x 9 cm), breuksteen (40 x 40 x 40 cm) en megablokken (160 x 80 x 80 cm).

#### Gesloten keten

Door te bouwen met baggerspecie kan men binnen bouwprojecten gemakkelijk werk met werk maken doordat de afvoerketen van baggerspecie gekoppeld wordt aan de transportketen van grondstoffen. Hierdoor ontstaat een gesloten circulaire keten waarbij binnen projecten geen afval ontstaat en op een duurzamere manier kan worden gebouwd. Deze keten past naadloos in de doelstellingen van een circulaire economie.

Dankzij de GEOWALL-techniek hoeft baggerspecie niet langer als afval beschouwd te worden, maar juist als een gift van de natuur. Nu en in de toekomst kunnen veel primaire grondstoffen hierdoor vervangen worden in tal van constructies, waaronder dijken, oevers, dammen, golfbrekers, maar ook gebouwen, geluidsschermen, kabelgoten en infrastructuur. Elke toepassing stelt andere eisen aan de kwaliteit en vorm van het blok. In de afgelopen zeven jaar is techniek in de basis ontwikkeld en zijn de eerste eenvoudige blokken van baggerspecie





gemaakt. Zo zijn er inmiddels oevers, kademuren en kleine gebouwen met deze blokken gemaakt. De volgende stap is het geschikt maken van de blokken voor toepassingen in haven- en kustgebieden als duurzaam en goedkoper alternatief voor breuksteen of als afdeklaag van een dijk. Doordat de blokken moeten voldoen aan strenge wet- en regelgeving komt hier veel bij kijken en wordt tijdens de pilot in Hansweert uitgezocht en getest hoe de blokken hieraan kunnen voldoen.

### Techniek

Het ontwikkelen van de zetsteen klinkt misschien als een eenvoudige klus, maar schijn bedriegt. Er schuilt een hoop wetenschap en kunde achter het opwerken van slappe bagger tot een hoogwaardig bouwelement. De toepasbaarheid van baggerspecie hangt namelijk sterk samen met de milieukundige en geofysische kwaliteit van het materiaal. De milieukundige kwaliteit van baggerspecie wordt gekenmerkt door de mate van verontreinigingen en bepaalt of de wetgeving toestaat dat deze baggerspecie ergens mag worden toegepast. De geofysische kwaliteit anderzijds is bepalend voor de verwerkbaarheid van de bagger en is dus een maat voor de potentie van baggerspecie om hergebruikt te worden als bouwstof.

Om van natte baggerspecie naar sterke en duurzame blokken te gaan, dient in elk geval de geofysische kwaliteit aanzienlijk verbeterd te worden. Hiervoor zijn verschillende opwerkingstechnieken beschikbaar welke grofweg zijn onder te verdelen in vier hoofdmethoden:

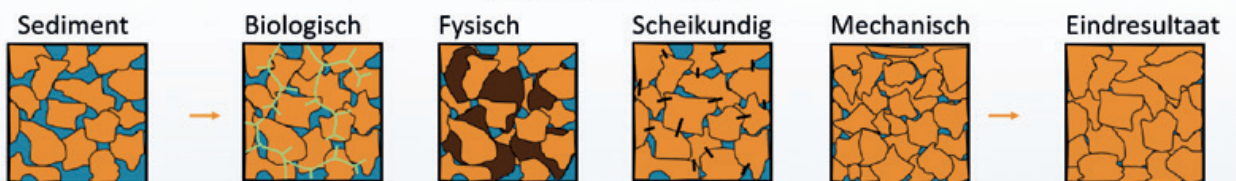


Naast het stabiliseren van de baggerspecie tot blok zijn ook de juiste dimensies en vormen van belang. Grote blokken zijn lastiger te maken, doordat ook de kern van het blok gestabiliseerd moet worden. Daarnaast is het geven van een vorm aan een blok cruciaal om bijvoorbeeld dijkbekleding te kunnen maken, maar geeft dit tegelijkertijd ook een enorme uitdaging in het productieproces.

### Pilot zetsteen Hansweert

Voor de innovatie 'Zetsteen van baggerspecie' zal er zowel een laboratoriumonderzoek als praktijktest worden uitgevoerd. Dit betekent dat eerst onderzocht wordt hoe de baggerspecie maximaal kan worden gestabiliseerd om aan de eisen te voldoen. Vervolgens wordt deze stabilisatiemethode opgeschaald en getoetst in zowel een proefopstelling op schaal alsook in een

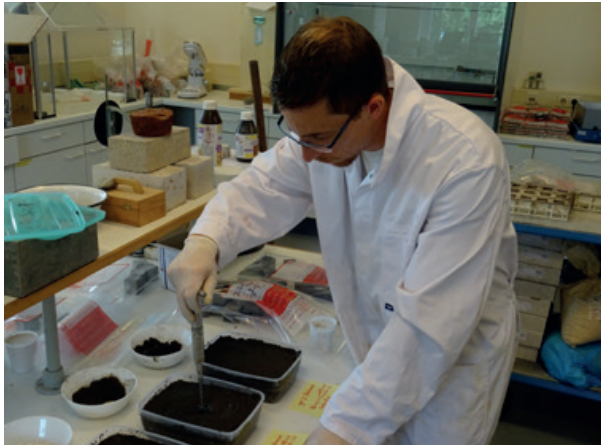
### Stabilisatiemethoden:



- Biologische stabilisatie = verbeteren structuur door natuurlijke rijping/landfarming
- Fysische stabilisatie = Verbeteren korrelverdeling door additie ander type grond
- Scheikundige stabilisatie = verhogen bindingskrachten door toevoeging vezels & binders
- Mechanische stabilisatie = verbeten pakkingsgraad onder invloed van compactie

werkelijk stuk dijkvak op ware grootte. Onderzocht wordt of de ontwikkelde techniek voldoet aan de randvoorwaarden en eisen. Door een continue monitoring wordt nagegaan hoe de zetstenen zich houden bij diverse type belastingen en onder wisselende weersinvloeden.

Tijdens de eerste fase wordt in het laboratorium de meest geschikte stabilisatiemethode bepaald. De nieuw



te ontwikkelen zetsteen zal grotendeels, voor naar schatting 80 procent, gemaakt worden van lokaal gebaggerd hoog organisch zout sediment. Om de stenen van elk type baggerspecie te kunnen produceren worden er unieke recepten ontwikkeld. Hierbij zijn toevoegingen mogelijk van primaire en secundaire binders. Ook de werking van puzzolanen, geopolymeren, vezels zoals cellulose en tal van andere beschikbare binders wordt onderzocht. Naast de scheikundige stabilisatie is ook de mechanische stabilisatie een essentieel onderdeel van het productieproces. Door de steen onder een hoge drukkracht samen te persen krijgt deze de juiste vorm, sterkte en duurzaamheid. Het bepalen van het juiste recept en de drukkracht gebeurt tijdens hoogwaardige praktijktests. Uiteindelijk wordt de zetsteen getest op sterkte, dichtheid, stabiliteit, erosiegevoeligheid, vervorming, structuur en uitloging. Ook wordt nagegaan of de ontwikkelde zetsteen geschikt is om op grote schaal, met de huidige uitvoeringstechnieken en machines, gebruiken.

De GEOWALL Zetsteen wordt ook buiten het laboratorium uitgebreid getest en onderzocht op eigenschappen als sterkte, duurzaamheid, fysische eigenschappen en vormvastheid. De pilotproef op werkelijke schaal is ook

van belang om te onderzoeken of de uitvoering haalbaar is en of de zetsteen geschikt is om alle optredende belastingen en klimaatschommelingen te kunnen doorstaan. Naast het onderzoeken van de uitvoering is het van belang om de ecologische waarde van de zetsteen van baggerspecie te onderzoeken. Zo zal er bijvoorbeeld op de zetstenen van baggerspecie algengroei en ontwikkeling van zeewier plaatsvinden, hetgeen ook gemonitord wordt. Naast dat dit in veel gevallen zorgt voor een esthetische meerwaarde, blijkt ook de ontwikkeling van unieke aquatische milieus voor een ecologische diversiteit te zorgen. Een goed voorbeeld van 'building with nature'.

In 2020 zetten NETICS en Waterschap Scheldestromen de eerste stappen om zetsteen voor dijken te produceren uit baggerspecie. Wanneer uit labonderzoek is bepaald hoe en waarmee het GEOWALL Zetsteen van baggerspecie het best geproduceerd kan worden, wordt in 2021 een proeflocatie op een bestaande dijkbekleding ingericht. Het doel is om al in het HWBP project Dijkversterking Hansweert, dat tussen 2022 - 2024 wordt uitgevoerd, profijt te hebben van deze innovatie. Na Hansweert kan men deze techniek toepassen in vele dijkverzwaringen in Nederland, maar ook daarbuiten. ●

ir. J.J. Pieterse (Waterschap Scheldestromen),  
ir. H.H.M. Ekkelenkamp (NETICS),  
drs. L.J. Kranenburg (NETICS)

\* GEOWALL® is een door NETICS gepatenteerde technologie (Europees octrooi EP 3137689 B1)