

Polyurethaangebonden dijkbekleding in opmars

Het innovatieve polyurethaangebonden dijkbekledingsmateriaal (PBA) begint steeds meer ingeburgerd te raken in de wereld van waterkeringen. Het materiaal is in 2007 in Nederland geïntroduceerd door chemiebedrijf BASF onder de naam Elastocoast. Sindsdien vorderen de ontwikkelingen rondom dit duurzame en erosiebestendige dijkbekledingsmateriaal gestaag.

IR M.C. KRUIS / IR E. BIJLSMA

Na de zesjaarlijkse toetsing op veiligheid van de waterkeringen onthulde Minister Schultz begin vorig jaar dat een derde van de waterkeringen niet voldoet aan de gestelde norm en zal moeten worden aangepakt.

Door de omvang van deze operatie en de vele vierkante kilometers van de Nederlandse dijken die versterkt moeten worden, is er vraag naar efficiënte en innovatieve oplossingen voor verbetering. Bekledingen vervullen een essentiële rol in de bescherming van een waterkering tegen erosie. Het merendeel van de huidige Nederlandse zeedijken hebben een bekleding van asfalt of gezette steen. Veel van deze bekledingen zijn afgekeurd in de toetsing en moeten worden versterkt. Hier ligt een belangrijk toepassingsgebied voor polyurethaangebonden breuksteen, dat als overlaging bovenop een bestaande bekleding kan worden toegepast.

IN 'T KORT - NIEUWE DIJKBEKLEDING

Polyurethaangebonden dijkbekledingsmateriaal (PBA) wordt steeds vaker toegepast

PBA is een duurzaam en erosiebestendig dijkbekledingsmateriaal

PBA heeft in ecologisch opzicht toegevoegde waarde als schuilplaats voor kleine organismen

PBA is tegenwoordig een volwaardig alternatief voor conventionele dijkbekledingsmethoden



De holle ruimten tussen de stenen vormen een fijne schuilplaats voor wieren, schelpen, slakken en andere kleine organismen.

Dijkverbeteringen

In 2009 is 12.000 m² PBA (Elastocoast) aangelegd in de Zeelandse Bathpolder, ter vervanging van afgekeurde Haringmanblokken. In dit project is veel ervaring opgedaan met de toe te passen mengverhoudingen en eisen waaraan de verwerking moet voldoen om tot een sterke, erosiebestendige bekleding te komen. Een andere toepassing was op de rivierdijk bij Hardinxveld onder beheer van Waterschap Rivierenland. Hier is PBA (Elastocoast) in de nazomer van 2012 aangebracht als erosiebestendig overgangsmateriaal tussen het fietspad op de buitenberm van de rivierdijk en de bovenliggende basalt-ecozulen. Het materiaal kon gemakkelijk rondom het aanwezig dijkmeubilair worden ingepast. In de Zeelandse delta wordt het Volkerak-Zoommeer tussen 2013 en eind 2015 geschikt gemaakt voor tijdelijke waterberging. Bij inzet van de berging neemt de waterstand in het meer in korte tijd flink toe. Om de toekomstige condities te weerstaan, zijn onder andere stabiliteitsmaatregelen en een nieuwe dijkbekleding nodig. Over een lengte van circa 6 km worden Haringmanblokken schoongespoten en overlaagd met PBA.

Ook in het noorden van het land wordt de toe-



Het aanbrengen van polyurethaangebonden bekleding.

passing van PBA voorzien. Delen van de Friese Waddenzeedijk zijn bekleed met (afgekeurde) gezette steen. Op het moment van schrijven heeft Wetterskip Fryslân PBA voorzien als voorkeursalternatief voor de verbetering van vier trajecten ten westen van Holwerd en tussen Holwerd en Wierum. Hiervoor zal ongeveer 36.000 m² PBA worden aangebracht over een lengte van ongeveer 9,5 km.

Feest voor kustvogels

PBA is primair ontwikkeld voor het versterken van dijken maar heeft in ecologisch opzicht ook



Pba biedt een interessant civieltechnisch en ecologisch perspectief en heeft een vaste plaats gevonden tussen meer conventionele dijkbekledingsmethoden.

een toegevoegde waarde. De holle ruimten tussen de stenen vormen namelijk een fijne schuilplaats voor wieren, schelpen, slakken en andere kleine organismen. Dit is goed nieuws voor kustvogels die van deze organismen afhankelijk zijn voor voedsel. Dit is een eigenschap waarvan het Hoogheemraadschap Hollands Noorderkwartier gebruik heeft gemaakt bij de versterking van de laatste Zwakke Schakel van de Noordzeekust, de Hondsbossche- en Pettemer-Zeewering. In de zomer van 2013 is PBA (Elastocoast) aangebracht op een zestiental strandhoofden bij Groote Keeten over een oppervlakte van circa 6.500 m². Hier heeft het Elastocoast voornamelijk een ecologische functie ter compensatie van een verloren foerageergebied bij de dijkversterking. De ervaringen waren zodanig goed dat het hoogheemraadschap en Rijkswaterstaat hebben besloten de verlijmdde breuksteen in 2014 aan te brengen op nog eens vijftien strandhoofden tussen Sint Maartenszee en Callantsoog.

Kennisontwikkeling

Het overlagen van zetsteenbekledingen blijkt een belangrijke toepassing te zijn voor polyurethaangebonden breuksteen. In 2014 heeft ingenieursbureau Arcadis in samenwerking met de Technische Universiteit Delft onderzoek uitgevoerd, specifiek naar het constructieve gedrag van PBA wanneer het wordt toegepast als overlaging. Zetsteenbekledingen falen voornamelijk door wateroverdrukken. Een belangrijke factor in de stabiliteit van de stenen is het steengewicht. Conventionele versterkingsmethodes zijn daarom vooral gericht op het vergroten van het eigen gewicht van de toplaag. Dit resulteert vaak in overlaging met zware breukstenen, die soms ook nog moeten worden vastgelegd met asfalt. In andere gevallen wordt de steenbekleding direct overlaagd met asfalt. Een nadeel hiervan is dat dit vaak ten koste gaat van de doorlatendheid van de bekleding. Hierdoor neemt de belas-

ting door wateroverdrukken juist toe, wat een deel van het aangebracht gewicht weer teniet doet.

Doel van het onderzoek was dan ook om vast te stellen welke maatregel het meest efficiënt is; overlagen met een zwaar, maar ondoorlatend materiaal; of met een licht, maar doorlatend materiaal, zoals PBA. PBA heeft met 1.400 kg/m³ namelijk een lagere dichtheid dan open steenasfalt met 1.900 kg/m³ en levert daardoor minder weerstand tegen wateroverdrukken. Daarentegen heeft PBA een veel grotere doorlatendheid, waardoor de opbouw van wateroverdrukken vermindert. De vraag is welke van de twee eigenschappen een groter effect heeft.

Gedrag vergeleken

Het gedrag van het samengestelde systeem van steenzetting en overlaging is zowel met een analytisch model als met de eindige elementen methode (EEM) nagebootst. Belangrijke aspecten van het analytisch model waren het gedrag van de toplaag (PBA+steenzetting), de ondergrond (elastische ondersteuning volgens het Winklermodel) en de schematisering van de wateroverdrukken (Wolsink-leklengte model). Vervolgens werd het samengestelde systeem volgens de eindige elementen methode in een computermodel gevat en het gedrag vergeleken met de analytische benadering. De modellen bleken goed overeen te komen. Het constructieve gedrag van de overlaging van een steenzetting is goed analytisch te benaderen volgens de buigliggeraanname. Uit het onderzoek kan geconcludeerd worden dat het effectiever is om een lichter maar doorlatend materiaal toe te passen als overlaging van een zetsteenbekleding. Met PBA kan een efficiënte overlaging worden gerealiseerd met een kleinere laagdikte dan open steenasfalt.

Daarnaast wijzen de resultaten er op dat de aanwezigheid van hechting tussen het overlagingss-

POLYURETHAAN EN BREUKSTEEN

Polyurethaangebonden bekleding ontstaat door breuksteen (typisch 20-40 mm) zo aan elkaar te lijmen dat er na uitharding een zeer open structuur ontstaat. De open ruimte draagt circa 50 procent, wat twee keer groter is dan die van open steenasfalt. Door deze eigenschap vermindert het materiaal de mate van golfloop op de dijk sterk. Het materiaal is bovendien zeer erosiebestendig.

Een andere meerwaarde is het eenvoudige productieproces. Het mengsel van polyurethaan en breuksteen wordt in-situ op het dijkoppervlak aangebracht, waar het uithardt tot een sterke en duurzame bekleding. Mocht er na aanleg slijtage of schade optreden, dan is dit snel en eenvoudig te repareren zonder zwaar materieel.

materiaal en de elementen van de steenbekleding positief bijdraagt aan de efficiëntie van het geheel. Over dit laatste aspect is echter nog geen consensus en moet nog nader worden onderzocht.

Ontwikkeling toetsmethode

Vanuit diverse wetgeving worden eisen aan bekledingen op een waterkering gesteld. Een dijkbeheerder kan een bekleding op een waterkering pas toepassen wanneer er aangetoond wordt dat de bekleding voldoet aan de veiligheidsnorm. Tevens geldt dat er een methode beschikbaar moet zijn om de periodieke toetsing uit te kunnen voeren. Door deze genoemde voorgenomen toepassing van PBA ter versterking van huidige steenbekledingen op de Waddenzeedijken, heeft Arcadis in opdracht van Wetterskip Fryslân een toetsmethode opgesteld, gericht op de toetsing van polyurethaangebonden breuksteenbekledingen. Hiermee wordt verzekerd dat toepassingen met het innovatieve materiaal ook in de toekomst binnen de huidige toetsingssystematiek kunnen worden beoordeeld.

De ontwikkelde methode is door het Expertise Netwerk Waterveiligheid (ENW) goedgekeurd voor toepassing op de Waddenzeedijk en doorloopt momenteel een proces voor goedkeuring voor algemene toepassing. Op deze manier wordt PBA toegevoegd aan de toetsingssystematiek voor de beoordeling van de veiligheid van de Nederlandse primaire waterkeringen. Deze stap draagt bij aan de acceptatie van het innovatieve en duurzame polyurethaangebonden breuksteen als een serieus alternatief voor het versterken van bestaande dijkbekledingen. Terugkijkend op de bevindingen van de afgelopen zeven jaar kan men concluderen dat PBA een interessant civieltechnisch en ecologisch perspectief biedt en een vaste plaats heeft gevonden tussen meer conventionele dijkbekledingsmethoden.

Marc Kruis en Egon Bijlsma zijn beiden werkzaam bij adviesbureau Arcadis.