



Bindmiddel polyurethaan geeft stevige dijkbekleding

De nieuwe dijkbekleding Elastocoast bestaat uit een laag breuksteen die is gebonden met tweecomponenten polyurethaanhars. Laboratoriumproeven laten goede civieltechnische en ecologische eigenschappen zien. Het materiaal wordt al toegepast op de Zeeuwse Oesterdam.

IR. E. BIJLSMA / DR. K. LAZONDER

Bekledingen vervullen een essentiële rol in de bouw van waterkerende grondconstructies. Ze beschermen de dijk tegen erosie door stroming en golfaanval. Op plaatsen waar een grasbekleding niet voldoende is, worden harde constructies aangebracht. Voorbeelden zijn stortsteen, (beton)blokken en diverse asfaltproducten, zoals open steenasfalt. Bij open steenasfalt worden losse stenen met bitumen verbonden, zodat een stevige, samenhangende laag ontstaat. De laatste jaren zijn er echter steeds meer problemen met asfaltbekledingen, die in toenemende mate verouderingsverschijnselen vertonen onder invloed van uv-straling en chemische aantasting. Recent is een nieuw bindmateriaal geïntroduceerd in waterbouwkundige constructies dat beter tegen deze invloeden bestand is: poly-

urethaan. De eerste commerciële toepassing ervan is de dijkbekleding Elastocoast van chemiebedrijf BASF.

Simpel productieproces

Het productieproces is erg eenvoudig. Een mengsel polyurethaan en breuksteen wordt in situ op het dijkoppervlak aangebracht, waar het uithardt tot een zeer sterke, erosiebestendige en duurzame bekleding. Doordat de ruimte tussen de stenen leeg blijft, heeft de bekleding een zeer open structuur. Deze open structuur zorgt ervoor dat de energie van inslaande golven snel dissipeert en dat de golven hun snelheid verliezen. Hierdoor wordt de golfklap opgevangen en de golfloop over het dijktalud sterk geremd.

Het toepassingsgebied is min of meer gelijk aan dat van open steenasfalt. Het kan met een laag geotextiel worden toegepast op grond, maar is ook erg geschikt voor overlagingen van een bestaande steenbekleding. Het materiaal is zeer overslagbestendig en daarom ook geschikt voor toepassing op het binnentalud.

Elastocoast is in Duitsland ontwikkeld; deze polyurethaan werd speciaal voor toepassing in de waterbouw geoptimaliseerd. Ingenieursadviesbureau Arcadis heeft het chemiebedrijf bijgestaan bij het uitvoeren van praktijkproeven op de Nederlandse kust en het schrijven van een ontwerphandleiding.

Het materiaal is getest op uiteenlopende as-

pecten. Naast de gebruikelijke civieltechnische tests, zoals trek- en buigproeven, slijtage testen, (uv-)verouderingstests, golfklapexperimenten en golfloopmetingen zijn de ecologische eigenschappen onder de loep genomen. In laboratoriumproeven en bij praktijktests zijn de uitloging en de aangroei van organismen nauwkeurig bekeken.

Ecologische eigenschappen

Het blijkt dat de met polyurethaan bedekte steenslag een prima ondergrond is voor de vestiging en ontwikkeling van algen en wieren. De holle ruimten tussen de stenen vormen bovendien een fijne schuilplaats voor schelpen, slakken en andere kleine organismen. Laboratoriumonderzoek aan de Universiteit van Amsterdam en waarnemingen op twee proeflocaties bevestigen dit. Bovendien loogt het materiaal niet of nauwelijks uit.

Het is dus een serieus alternatief voor bestaande bekledingen. Het innovatieve materiaal is momenteel per eenheid weliswaar iets duurder dan conventionele oplossingen zoals open steenasfalt, maar de grote sterkte maakt reductie van de laagdikte mogelijk, zodat men voor ongeveer dezelfde prijzen per vierkante meter kan werken. De meerwaarde bestaat uit de sterke erosiebestendigheid, golfremmende eigenschappen en de ecologische en esthetische waarden.

Een belangrijk voordeel is de eenvoudige manier van aanbrengen en daarmee ook de reparatie en onderhoud van het materiaal. Mocht er een gat, scheur of overmatige slijtage van de bekleding optreden, dan is dit binnen een dag te repareren zonder dat hiervoor zware apparatuur nodig is. Een lading steenslag, een paar emmers van de tweecomponentenhars en een kleine betonmixer zijn voldoende.

Op dit moment zijn wereldwijd tientallen

Mengen en aanbrengen: voorbereiden tweecomponenten polyurethaanhars, mengen met stenen, aanbrengen op het dijkoppervlak, gladstrijken en afstrooien met zand.

commerciële projecten met Elastocoast gerealiiseerd. Het grootste project is de overlaging van de Oesterdam van 12.000 m². De verwachting is dat bij grootschaliger projecten nog prijsvoordeel is te behalen door verdere optimalisatie van het productieproces op de bouwplaats.

Ontwerphandleiding

De ontwerphandleiding sluit zoveel mogelijk aan op de behoeften van de dijkbeheerder. Een dijkbeheerder kan een bekleding pas toepassen op een waterkering als de ontwikkelaar heeft aangetoond dat aan een aantal eisen wordt voldaan, bijvoorbeeld die in de Waterwet en het besluit Bodemkwaliteit. In opdracht van de Waterdienst zijn deze wettelijke eisen aan de primaire en secundaire functies van de waterkering vertaald naar een set eisen waaraan dijkbekledingen moeten voldoen. De ontwerphandleiding geeft ruim aandacht aan de aspecten waar deze eisen voor gelden. Het Expertise Netwerk Waterveiligheid (ENW) heeft de ontwerphandleiding van commentaar voorzien.

Een belangrijk deel van de ontwerphandleiding bestaat uit regels voor dimensionering van de laagdikte van de bekleding. Om de mechanische eigenschappen en duurzaamheid te bepalen, is het materiaal in de laboratoria van de ontwikkelaar uitgebreid beproefd. Ook de TU Delft heeft de polyurethaangebonden bekleding onderworpen aan studies en schaaltests. Deze studies vormen de basis voor de mechanische mo-

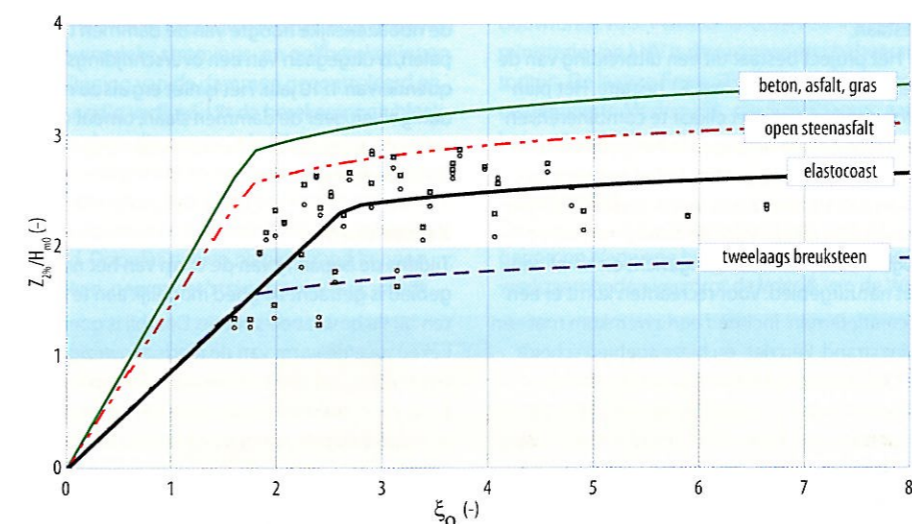
dellen die in het ontwerp worden gehanteerd.

De sterkte van de verlijmd steenslag laat zich echter moeilijk schalen. Daarom zijn in 2009 in de golfgoot van het Leichtweiß-Institut in Hannover tests op ware schaal uitgevoerd. In de golfgoot met een lengte van 300 meter, een breedte van 5 meter en een diepte van 7 meter is een dijk bekleed met een 0,15 meter dikke laag Elastocoast en continu bestookt met golven met een golfhoogte van circa 1,5 meter. De resultaten bieden waardevolle inzichten in het mechanisch gedrag van de bekleding en de ondergrond onder golfaanval, en andere hydraulische aspecten zoals golfloop. De golfloop wordt met 25 tot 50 procent gereduceerd vergeleken met een gladde bekleding.

Proeflocaties

Naast het laboratoriumonderzoek is de polyurethaangebonden steenslag in de praktijk getest op proeflocaties. Twee hiervan zijn in 2007 aangelegd langs de Nederlandse kust, in de Noordzee bij Petten en in de Oosterschelde bij Ouwkerk. Het gedrag van de bekledingen is nauwlettend in de gaten gehouden en diverse stormen zijn in detail geanalyseerd. Daarnaast zijn in 2008 proeven uitgevoerd in de levensgrote golfoverslagsimulator van Infram op een dijk in Zeeland. Hierbij wist de bekleding debieten van 125 l/s/m zonder enige schade te weerstaan. Bij de toetsing van primaire waterkeringen is momenteel een overslag van 0,1-10 l/s/m de norm. De bekleding heeft in de praktijk boven verwachtingen gepresteerd, met een hoge weerstand tegen erosie en een snel herstel van de ecologische habitat.

Egon Bijlsma is specialist waterkeringen bij Arcadis, Kees Lazonder is projectleider water bij Arcadis.



REDUCTIEFACTOR

De golfloop op een dijktalud wordt mede bepaald door de ruwheid van de bekleding. De relatieve golfloop wordt uitgedrukt in $z_{2\%}/H_{m0}$. Hierin is $z_{2\%}$ het golfloopniveau, verticaal gemeten vanaf de stilwaterlijn, dat door 2 procent van de inkomende golven wordt overschreden. H_{m0} is de significante hoogte van de inkomende golf. De relatieve golfloop wordt gegeven als een functie van de zogenaamde brekerparameter. De grafiek geeft de proefresultaten (LWI, Hannover) weer, vergeleken met de golfloop over standaardbekledingen. Elastocoast presteert beter dan open steenasfalt en benadert, bij lage brekerparameters, het effect van losse breuksteen.



In de Zeelandse Bathpolder is 12.000 m² Elastocoast aangebracht (2009) ter vervanging van Haringmanblokken (onder in de foto). Het verschil in golfloopreducerende werking is goed zichtbaar in de veekrand (de rand met rommel die het hoogwater achterlaat).



TEST

Om het product te testen simuleerde Rijkswaterstaat een noodscenario door met een kraan over de nieuwe dijkbekleding te rijden. Normaal gesproken wordt dan eerst zand op het talud aangebracht om schade te voorkomen, maar tijdens een ramp is daar natuurlijk geen tijd voor. De 23 ton zware rupskraan maakte een grote indruk op de aanwezigen. Het gevaarte reed op en neer over de vers aangebrachte laag. Daarna deed de machinist de twist, waarbij de kraan met veel kabaal naar twee kanten om zijn as draaide. Hierbij kwam wat steenslag los, die echter gemakkelijk kon worden opgeraapt en met een emmer polyurethaanlijm weer worden teruggeplaatst. De volgende dag was aan bekleding niet meer zien waar de test was gehouden.