



Samenvatting

De traditionele verhardingen die worden toegepast op waterkeringen zijn doorgaans gebaseerd op aardolieproducten. Dit brengt de nodige milieukundige problemen met zich mee. Het chemieconcern BASF heeft, op zoek naar een duurzaam alternatief, Elastocoast ontwikkeld. Deze polyurethaan gebonden dijkbekleding heeft naast milieutechnische voordelen, ook een aantal unieke civieltechnische eigenschappen. Het afgelopen stormseizoen is het Elastocoast-concept onder begeleiding van de specialisten van ARCADIS getest op de Nederlandse kust.

Figuur 1 De twee Elastocoast componenten die samen het polyurethaan vormen worden eerst met elkaar gemengd (l), en dat mengsel wordt vervolgens met de kalksteen (20/40) gemengd (r).

Polyurethaan gebonden dijkbekleding getest en goed bevonden op Nederlandse dijken

Elastocoast biedt civieltechnisch en ecologisch perspectief

Elastocoast kenmerkt zich door een zeer open structuur. Deze open structuur biedt voordelen bij belasting door golven. De structuur vormt namelijk een ruw en poreus oppervlak. Dit zorgt voor een effectieve reductie van hydraulische belastingen, zoals de golfploophoogte.

De invloedsfactor voor ruwheid op het talud ligt voor Elastocoast rond de 0,7-0,9 (Gu, 2007b). Ook zorgt de open structuur voor een hoge waterdoorlatendheid, zodat er geen overdrukken zullen ontstaan, die de bekleding zouden kunnen opdrukken. Bovendien wordt de energie van de golfklap gedissipeerd in het materiaal. Tot slot zorgen de holtes in het materiaal voor een grote variëteit aan microhabitats, hetgeen de biodiversiteit ten goede komt.

In het Noord-Duitse waddengebied vinden al vanaf 2004 prototype proeven plaats op een aantal waterkeringen. Een totale oppervlakte van 5500 m² Elastocoast is hier aangelegd. In Nederland zijn in het najaar van 2007 de eerste praktijk-tests met Elastocoast gedaan (Bijlsma, 2008). Een totale oppervlakte van 875 m² Elastocoast is aangelegd op de helling van een dijk in de Oosterschelde bij Ouwkerk en op de kop van een strandhoofd in de Noordzee bij Petten.

Het maken en aanbrengen van Elastocoast op het dijktaalud gaat snel en eenvoudig. Als basis-materiaal wordt mineraal aggregaat gebruikt met een onregelmatige gradering. Dit aggregaat wordt in een conventionele betonmixer vermengd met het bindmiddel polyurethaanhars. Het bindmiddel omhult het mineraal aggregaat, bindt de korrels aan elkaar en houdt de natuurlijke holle ruimte tussen de korrels in stand. Het eindproduct krijgt daardoor een open structuur met een hoog holle ruimte gehalte van ongeveer 50%. Het onverharde mengsel wordt op de dijk aangebracht, waar het in circa 20 minuten uithardt.

Eenmaal uitgehard, vormt Elastocoast een duurzame en stijve toplaag die goed bestand is tegen hydraulische belastingen als golfklappen. De stijfheid van het mengsel ligt rond de 2500 MPa en de buigtreksterkte rond 2,0-3,0 MPa (Gu, 2007a). De buigtreksterkte is daarmee enkele malen hoger dan die van het bitumen-gebonden open steenasfalt. In tegenstelling tot open steenasfalt, gedraagt Elastocoast zich nauwelijks viskeus. Er is dan ook geen gevaar voor vermoeiing van het materiaal bij langdurige belasting. De individuele stenen zijn zodanig sterk verbonden met de omliggende stenen,

dat erosie door steenverlies verwaarloosbaar klein is. Dit is bevestigd in prototype proeven.

Gedurende het stormseizoen van 2007-2008 is de schadeontwikkeling op de beide testplaatsen gevolgd. Het was een zeer onstuimig seizoen met meerdere stormachtige perioden.

De teststrip bij Ouwkerk kreeg maar liefst zes stormperiodes te voortduren, met een lokale maximum significante golfhoogte van 1,4 m. Op het dijktaalud met een helling van 1:3-1:4 resulteerde dit in brekende golven van het type 'plunging' en 'collapsing'. Dit soort golven geven een zeer ongunstige vorm van golfbelasting.

Op 9 november waren de waterstanden zelfs zo extreem, dat de stormvloedkering in de Oosterschelde preventief gesloten werd. Ter hoogte van de teststrip bij Petten werden ten minste vijf perioden met windsnelheden boven de 8 Bft gemeten. Hierbij trad een significante golfhoogte op van 3,5 m, voor een deel bij hoge waterstanden. Hierdoor werd de bekleding vooral belast door stromingen. Er werd op beide plaatsen een schadepercentage van onder de 0,4% gemeten. In de bepaling van dit percentage zijn alleen de bovenste twee lagen stenen meegenomen. Hierdoor is het schade-

percentage beter te vergelijken met dat van stortsteenbekledingen. Voor stortsteenbekledingen wordt een percentage van 0-5% beschouwd als 'geen schade'-conditie. Er zijn geen tekenen gevonden van progressieve schadeontwikkeling. De schadetoename per opeenvolgende stormperiode lijkt zelfs af te nemen (figuur 4). Dit duidt op een mogelijke burn-in tijd, waarna de toplaag niet verder zal eroderen, zolang er geen extremere golfcondities plaatsvinden. Er werden geen scheuren of vervormingen gevonden die zouden kunnen duiden op instabiliteit van de bekleding. In het voorjaar van 2008 zijn in opdracht van Rijkswaterstaat golfoverslagproeven gedaan, waarbij ook een stuk Elastocoast werd beproefd. Het materiaal weerstond zonder significante schade overslagvolumes van $125 \text{ l s}^{-1} \text{ m}^{-1}$, met stroomsnelheden van maar liefst $6\text{-}12 \text{ m s}^{-1}$.

Tijdens het stormseizoen is op de testlocaties ook de geschiktheid van Elastocoast als substraat voor de biologische groei onderzocht door het herstel van de biologische gemeenschap te meten (Lock, 2008). Hieruit blijkt dat het herstel

van met name de groenalg Klein Darmwier en de bruinalg Fucus Spiralis spoedig verloopt. Voor het herstel van deze algen is het vochtgehalte op de bekleding een cruciale factor. Op de teststrip bij Ouwerkerk is bijvoorbeeld een duidelijke ondergrens te zien, er is geen algengroei onder de gemiddeld hoogwaterlijn. Dit is typerend voor Klein Darmwier. Slakken, zoals Alikruikken grazen op Klein Darmwier, ze zijn dan ook in grote aantallen te vinden rond deze ondergrens.

Ook uit een laboratoriumonderzoek gedaan aan de Universiteit van Amsterdam met zoet water is gebleken dat Elastocoast een geschikt substraat vormt voor de aanhechting van zoetwater micro-algen. De samenstelling van de aangehechte algen is vergelijkbaar met de samenstelling op conventionele materialen voor dijkbekledingen zoals basalt. De poreuze structuur, die voor een divers microhabitat regime zorgt, is echter specifiek voor dit materiaal. Conclusies tot nu toe zijn dat Elastocoast het stormseizoen 2007/2008 zeer goed doorstaan

heeft. Op macroschaal is geen schade aangetroffen en de schade op microniveau is te verwaarlozen. Op biologisch gebied blijkt Elastocoast een geschikt substraat te zijn voor algengroei. ■

Referenties

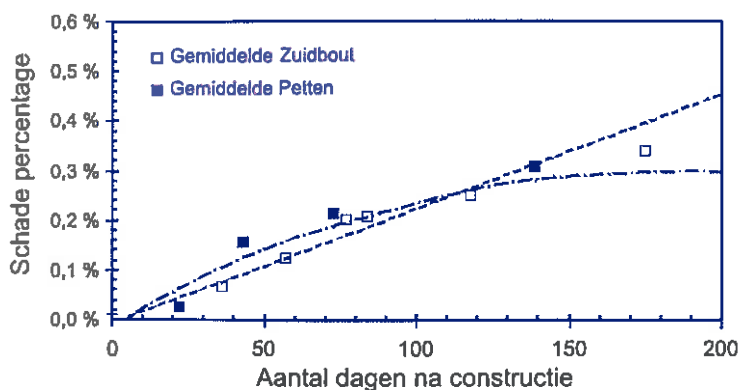
- GU, D., (2007a). *Some important mechanical properties of Elastocoast for safety investigation of dikes (VTV 2004)*. Minor Thesis, Delft University of Technology, Delft.
- GU, D., (2007b). *Hydraulic properties of PUR-revetments compared to those of open stone asphalt revetments*. MSc Thesis, Delft University of Technology, Delft.
- Bijlsma, E., et al., (2008). *Elastocoast pilots in the Netherlands, storm season 2007/2008*. 073890088:0.1, ARCADIS, Hoofddorp.
- Lock, M., et al., (2008). *Early Colonization of Littoral Communities on Polyurethane Coated Substrates*, 073890089:0.1, ARCADIS, Hoofddorp.



Figuur 2 Elastocoast dijkbekleding met aangroei van Klein Darmwier.



Figuur 3 De testlocatie bij Ouwerkerk bij rustig weer (l) en stormachtige omstandigheden (r).



Figuur 4 Het schadepercentage aan de Elastocoast, berekend over de bovenste twee lagen stenen tijdens het stormseizoen.



Figuur 5 Een overslagproef is uitgevoerd met Elastocoast, waarbij het materiaal overslagvolumes van $125 \text{ l s}^{-1} \text{ m}^{-1}$ doorstond, met stroomsnelheden van $6\text{-}12 \text{ m s}^{-1}$.