



Nieuwe methoden dijkversterking in praktijk beproefd

Innovatie is zaak van lange adem



Boorinstallatie voor de 27 m lange dijkdeuvels.

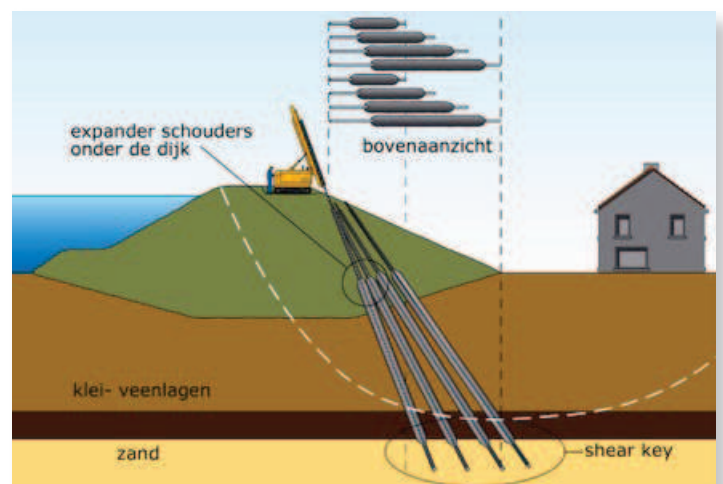
Foto: Daan Eijlmaal

Vanaf 2001 is een consortium van aannemers en ingenieursbureaus bezig met de ontwikkeling van de dijkdeuvel; een innovatieve manier van dijkversterken. In opdracht van het Waterschap Rivierenland is dit jaar een praktijkproef op ware grootte uitgevoerd. De betrokkenen kijken alvast vooruit naar de volgende stap. 'Nederland als proeftuin voor innovatieve delta-technieken.'

In 2001 startte Rijkswaterstaat samen met CUR Bouw & Infra het project INSIDE. Met dit initiatief wilde men marktpartijen aansporen innovatieve, ruimtebesparende en kostenbewuste methoden te ontwikkelen voor dijkversterking. Een door Rijkswaterstaat opge-

zette prijsvraag leverde achttien inzendingen en uiteindelijk drie winnaars op. Eén daarvan was een concept 'expanding columns', later omgedoopt tot 'dijkdeuvels', van het consortium Δ -Dike. Deze groep bestond uit de aannemingsbedrijven GMB, Van Oord Nederland en BAM Grondtechniek, en de ingenieursbureaus Arcadis, DHV en Fugro. Inmiddels gaan de marktpartijen verder onder de naam Dijkdeuvel VOF.

Het Waterschap Rivierenland beheert de dijkkring rond de Alblaserswaard en Vijfheerenlanden, waar onder andere de Lekdijk deel van uitmaakt. Over een traject van 12 km (van Kinderdijk naar het Schoonhovense Veer) is het gevaar van afschuiving door opdrijven hier



Artist impression van de boring van dijkdeuvels.

reëel. Als de ondergrond van een dijk bestaat uit een dikke deklaag van veen en lichte klei op de pleistocene zandlaag, kan door een hogere waterstand in de rivier de opwaartse druk van het grondwa-

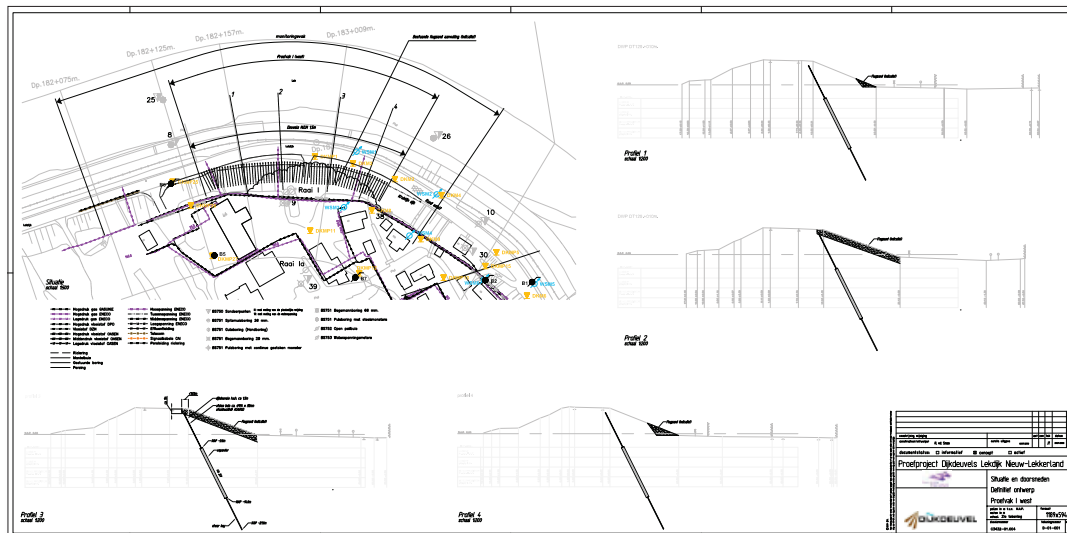
ter vanuit het diepe zand op de bovenliggende deklaag zo hoog worden, dat de veen- en kleilaag worden opgedrukt. De dijk verliest dan zijn steun en kan onderuit schuiven.

Innovatieve methoden

De Lekdijk bij Nieuw-Lekkerland is grotendeels nog wel hoog genoeg, maar de stabiliteit ervan voldoet niet aan de nieuwste veiligheids-eisen. Hoofd projectbureau van Waterschap Rivierenland, Frans van den Berg, legt uit hoe men dit wilde aanpakken: 'De normale reactie bij dit soort zaken is de aanleg van een brede en dikke steunberm langs de dijk. Door het gewicht van deze berm wordt opdrijven voorkomen. Deze methode heeft enkele nadelen: je hebt binnendijs ruimte nodig, waardoor er vaak huizen moeten worden onteigend en gesloopt. Verder duurt de uitvoering circa vijf jaar en het zettingproces zelfs nog langer. Al met al dus een flinke en zeer langdurige ingreep met hoge kosten en veel maatschappelijke gevolgen. In dit geval hebben we langs het betrokken traject te maken met zo'n 450 huizen, waaronder eeuwenoude, beeldbepalende boerderijen. Nu bestaan er natuurlijk alternatieven voor dijkverzwaring, zoals stalen damwanden of diepwanden. Maar ook die oplossing kan redelijk complex zijn en is niet altijd even duurzaam en uitbreidbaar. Toen we dus nog wat verder gingen kijken, kwamen we de innovatieve methode uit het INSIDE-traject tegen.'

ENW-goedkeuring

Adjunct-directeur Jan van Dijk van GMB en Werner Halter, projectleider van Fugro, vertellen hoe hun concept tot ontwikkeling is geko-



Overzicht van het proefvak in de lekdijk.



V.l.n.r.: Werner Halter (Fugro), Frans van den Berg (Rivierenland) en Jan van Dijk (GMB).

men. Van Dijk: 'Je bent bij dijkversterking bezig met de veiligheid

van honderdduizenden mensen, dus we nemen geen enkel risico. Nadat wij de initiële INSIDE-prijsvraag hadden gewonnen, zijn wij ons concept verder gaan doorontwikkelen. De betrokken ingenieursbureaus, waaronder Fugro, hebben bijvoorbeeld uitgebreid zaken als de stabiliteit van de dijk, de vervorming van de ondergrond rondom de 'expander' en de weerstand van de dijkdeuvels berekend. De aannemingsbedrijven hebben de afzonderlijke componenten van de dijkdeuvel met praktijkproeven getest. Rijkswaterstaat had daarbij via ENW een adviserende rol, waarbij zij een begeleidings-

commissie van CUR Bouw & Infra aanstelde voor het volgen van de vorderingen.'

Halter vult aan: 'Binnen het INSIDE-project heeft ons concept tussen 2002 en 2005 allerlei test- en validatiefasen succesvol doorlopen. Dit mondde uit in een praktijkproef in de Diefdijk bij Leerdam in september 2005. In 2006 heeft een vakjury tijdens 'Nederland Innovatief' de dijkdeuvel benoemd tot uitvinding van het jaar. Met name de werkwijze en de technische uitvoeringsvorm werden als innovatief beschouwd. In 2007 volgde een positief CUR-



Foto's: Maas Communicatie



Dijkdeuvel

De dijkdeuvel is eigenlijk de grote broer van de houten deuvel van de bekende pen-en-gat-verbinding. Het concept bestaat uit een dikwandige stalen buis (200 mm doorsnee), verlengd met een indrukbuis. De lengte van de buis hangt af van de hoogte van de dijk en de diepteligging van de zandlaag. Bij de proef bij de Lekdijk waren de deuvels 27 m (!) lang. De buis is over het deel dat in de slappe klei- en veenlagen komt te zitten, voorzien van enkele gaten. Om dit deel van de buis zit aan de buitenzijde een niet-doorlatende kous van gewezen kunststof. De buis wordt door een relatief lichte machine de grond ingedrukt tot enkele meters in het zand. Daarna wordt van bovenaf bentoniet-cement in deze expander geïnjecteerd, waardoor de kous uitzet naargelang de weerstand die zij ondervindt van de grondlaag waarin ze zich bevindt. De uitgezette kous heeft een maximale doorsnee van 800 mm. Er ontstaat dus een ondergrondse, bobbelige plug, die met een stalen punt in de zandlaag onder de dijk is verankerd. Bovendien drukken de deuvels de omringende slappe grond ook nog samen, waardoor deze steviger wordt. Dit concept werkt actief: hoe meer druk erop komt, des te vaster hij komt te zitten. Door 50 tot 100 van deze deuvels per 100 strekkende meter dijk aan te brengen, wordt het risico van afschuiving tot binnen de vereiste grenzen teruggebracht.

rapport. Maar de grote doorbraak was de ENW-goedkeuring voor het dijkdeuvel-concept in 2008.'

Zekerheid

Het Expertise Netwerk Waterveiligheid (ENW), geleid door Rijkswaterstaat, heeft met een gedegen beoordeling aangetoond dat de dijkdeuvel een effectieve dijkversterkingmethode is, met name op plaatsen waar macro-instabiliteit van het binnentalud en ruimtegebruik een probleem zijn.

Van den Berg legt uit waarom men bij dit soort onderwerpen niet over een nacht ijs gaat: 'Het probleem bij een waterkering is dat hij zelden maximaal wordt belast: je ontwerpt hem voor een maatgevend hoogwater van één keer in de 2.000 jaar. En dan moet je wel zeker weten dat hij het ook doet, die ene keer. Je wilt geen enkel risico, dus de bestaande en bewezen techniek van dijkverbreding wordt vaak toegepast. Maar als waterschap willen we ook wat meer 'gereedschap' tot onze beschikking hebben, om maatwerk te kunnen leveren in bijzondere omstandigheden. Ook willen we meer concurrentie stimuleren, in het kader van de ontwikkelingen op het gebied van aanbesteden en soorten contracten, bijvoorbeeld 'design&construct'. Van oudsher werken waterschappen vooral met RAW-bestekken en naar verwachting zal dat in de toekomst toch gaan veranderen. Mede daarom zijn wij gaan kijken naar alternatieven, zoals de dijkdeuvels. We hebben toen drie consortia gevraagd



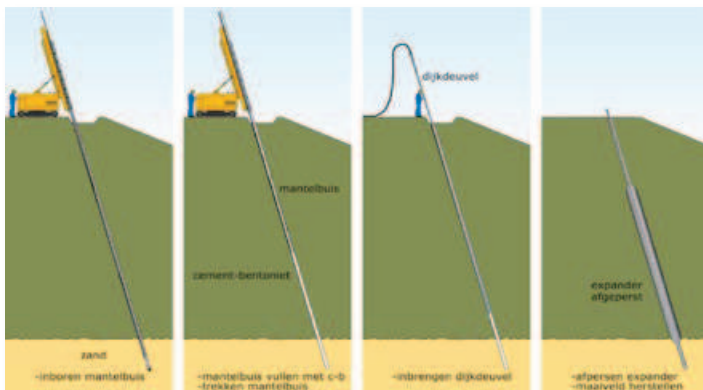
Jan van Dijk: 'Veiligheid van honderdduizenden mensen.'

een voorstel te doen om de stabiliteitsproblemen in verschillende proefvakken van onze Lekdijk aan te pakken.'

Praktijkproeven

Van Dijk vervolgt: 'Begin 2009 heeft het waterschap voor een praktijkproef de twee volgens haar meest kansrijke methoden aangewezen. Waaronder dus de dijkdeuvel. Vervolgens hebben de ingenieursbureaus nog de nodige

kous! Ook de diameter is bijna verdubbeld van 500 tot 800 mm. Dan kom je nieuwe problemen tegen waarvoor je weer nieuwe oplossingen moet verzinnen. Bovendien boorden we in de Diefdijk loodrecht naar beneden, en was het verzoek van Waterschap Rivierenland om schuin te boren. 'Oké', zegt de aannemer dan, maar dat moet vervolgens wel goed worden berekend. Fugro heeft de afgelopen jaren in de ontwerpfase vooral



Installatieprincipe van de deuvels.

berekeningen en onderzoeken uitgevoerd voor dit specifieke dijkstuk.'

Halter: 'Dat klopt. In vergelijking met de eerste proef in de Diefdijk hebben we de omvang van de deuvels flink opgeschaald. Toen hadden we palen van 14 m lengte met een expander (de kous) van 8 m, nu is dat 28,5 m paal en 12 m

meegedacht over de methodiek van het concept en veiligheidsfilosofie. Daarbij gaat het om de vraag hoe je aantoonde dat een dijkdeuvel veilig genoeg is en welke afmetingen hij moet hebben om de sterkte van de dijk voldoende te verhogen. In de laatste fase zitten we in het projectteam en zijn we verantwoordelijk voor de monitoring en het grondonderzoek.'



Foto: Daan Eijmaal



Werner Halter: 'Nadenken over veiligheidsfilosofie.'

Leerpunten

Van Dijk vat samen: 'Een belangrijk leerpunt voor ons bij dit traject is dat twee dingen onmisbaar zijn voor succes bij het ontwikkelen van innovatieve methoden. Ten eerste moet je zelf doorzetten,

ook als er een tijdje geen vooruitgang lijkt te zijn. Blijven praten en nadenken met je partners. Natuurlijk kom je problemen tegen, maar door die op te lossen kom je steeds verder. En je hebt opdrachtgevers nodig die lef tonen, zoals in dit geval het Waterschap Rivierenland.'

Van den Berg beaamt dat: 'Je hebt het over veiligheid, dus je kunt geen risico's nemen. Dit gebied – met momenteel 250.000 inwoners – heeft in de ons bekende geschiedenis 33 keer onder water gestaan. Vroeger gingen mensen daar anders mee om. De boerderijen stonden op terpen en hadden voorzieningen om het vee op zolder te stallen. Tegenwoordig accepteert men eigenlijk geen risico's meer. Je wilt als waterschap dus 100% zekerheid. We zijn tevreden met de gevolgde aanpak; de praktijkproef ziet er hoopgevend uit.



Frans van den Berg: '100% zekerheid.'

Het zou mooi zijn als binnenkort nog een hoog water optreedt, om wat extra extreme meetresultaten te hebben. En om het rekenmodel te controleren, zou een centrifugeproef ook nog wel handig zijn. Eind dit jaar gaan we de resultaten (waaronder het monitorings-

rapport) beoordelen en evalueren. Daar komen aanbevelingen en leermomenten uit. We verwachten daarna een besluit over de verdere dijkversterking te kunnen nemen.'

Internationale proeftuin

Van Dijk besluit: 'Je hebt met de dijkdeuvel een mooie duurzame methode in handen die met weinig materiaal en kleine machines – dus relatief goedkoop – een grote mate van veiligheid biedt. Dit concept is niet alleen prima toepasbaar in de rest van Nederland, maar ook in buitenlandse delta's zoals rondom New Orleans, bij Sacramento in Californië, in Egypte of Bangladesh. Wij verwachten er dan ook veel van, met name nu de staatssecretaris heeft aangegeven dat dit onderwerp hoog op haar agenda staat. Nederland wil op dit gebied de internationale proeftuin zijn, dus dat biedt ons voldoende kansen.'