

# Demonstraties van innovatieve dijkversterking

tekst Gerard Haverkamp

fotografie BVF/Leonard Davids, INSIDE/CUR

Op 8 september jl. werden twee innovatieve dijkversterkingstechnieken gedemonstreerd in de Diefdijk bij Leerdam. Dit gebeurde in het kader van het project INSIDE, waarin de Bouwdienst en de Dienst Weg- en Waterbouwkunde van Rijkswaterstaat samenwerken met marktpartijen, provincies en waterschappen. Vorig jaar werd ook al een praktijktest uitgevoerd met de zogenoemde Mixed in place-techniek, langs de Nederlek bij Lekkerkerk. Nu zijn Dijkvernageling en Expanding Columns aan de beurt. Het motto van INSIDE is luctor et innovo: een dijk van innovatie maakt sterk van binnenuit.

INSIDE is een gezamenlijk project van Rijkswaterstaat en marktpartijen, dat drie innovatieve methoden van dijkversterking moet opleveren. Traditionele dijkversterkingen vragen veel ruimte, waartegen in de afgelopen decennia veel verzet groeide. De kunst bij INSIDE is om bestaande dijken te versterken, zonder dat die hoeven te worden opgehoogd of verbreed. Sinds de start van het project zijn verschillende methoden ontwikkeld, waarvan er drie in de praktijk mochten worden beproefd.

## Lange adem

Roy Stroeve van de Bouwdienst en Alessandra Bizzarri van de Dienst Weg- en Waterbouwkunde, namens Rijkswaterstaat de leden van het kernteam van INSIDE, zijn blij dat er in tijden van financiële krapte toch budget is voor de ontwikkeling van dijkinnovaties. "Innoveren is altijd een kwestie van lange adem. Het duurt enkele jaren voordat innovaties stapje voor stapje worden geaccepteerd en daadwerkelijk kunnen worden geïmplementeerd," zeggen zij. Met INSIDE wil Rijkswaterstaat beter gesteld staan voor ontwikkelingen in de nabije toekomst. Toenemende aanvoer van rivierwater en een stijgende zeespiegel verhogen de waterstanden van de rivieren aanmerkelijk. Dijken kunnen daardoor instabieler worden. Bovendien klinken veel bestaande dijken en hun ondergrond sterk in. De kruinhoogte van dijken kan hierdoor soms met wel enkele decimeters per eeuw zakken.

"Er zijn in de afgelopen jaren meer manieren bedacht om de voorspelde stijgingen van de waterstand in te dammen. Denk met name aan de rivierverruimende maatregelen, zoals het afgraven van uiterwaarden of het aanleggen van nevengeulen en overloopgebieden. Desondanks kunnen op langere termijn extra dijkversterkingen niet volledig worden voorkomen," zegt Stroeve.

Om dijklichamen volgens traditionele manieren te versterken, bijvoorbeeld door ze te verbreden, ontbreekt het op veel plaatsen aan voldoende ruimte. Het is ook maatschappelijk ongewenst. "Te brede dijken verpesten het landschap. Daarom zijn wij met INSIDE op zoek gegaan naar nieuwe methoden.

We schatten dat in de komende decennia enkele tientallen kilometers primaire waterkeringen een hoogte- en/of stabiliteitsprobleem krijgt, in combinatie met een gebrek aan ruimte."

## Prijsvraag

In 2001 schreef het Civieltechnisch Centrum Uitvoering Research en Regelgeving (CUR) samen met Rijkswaterstaat een prijsvraag uit. Zie het CUR als een kennisnetwerk van deskundigen, afkomstig uit het bedrijfsleven (markt), kennisinstellingen, maatschappelijke instellingen en overheid. Daarnaast is GeoDelft bij INSIDE betrokken als geotechnisch adviseur. Uit de inzendingen werden er drie geselecteerd voor nadere uitwerking. Ze heten *Mixed in place*, *Expanding columns* en *Dijkvernageling*. "Het zijn oplossingen om dijken van binnenuit te versterken, zonder extra ruimte in beslag te nemen," vertelt Alessandra Bizzarri. "Ze geven dijken meer ruggengraat. De technieken voorkomen dat grote delen van het binnentalud van dijken gemakkelijk kunnen afschuiven, zodat ze ook bij extreem hoge waterstanden stabiel blijven." De drie nieuwe technieken zijn op alle dijkvormen toepasbaar en zorgen bij realisatie voor minimale overlast voor de omgeving.

De gekozen opzet van het INSIDE-project bracht vragers en aanbieders van kennis samen. "De innovatieve kracht van de aanbieders (ingenieursbureaus, aannemers, kennisinstututen) werd afgestemd op de wensen van de vragers, zoals waterschappen en de Waterstaat. In 2002 zijn de drie kansrijkste opties in theorie



V.l.n.r. Alessandra Bizzarri (RWS DWW), Roy Stroeve (RWS Bouwdienst) en Marjolein Lippe (CUR) van INSIDE werken aan serieuze alternatieven voor dijkversterking.

## 'Innoveren is altijd een kwestie van lange adem'

uitgewerkt, waarna de praktijkproeven konden worden gehouden," vervolgt Stroeve. Maar op dat moment werd uit financieel oogpunt de rem op het project gezet. Achteraf kan worden gezegd, dat dit weinig pijn heeft gedaan. Stroeve: "Er kwamen veel reacties van partijen, die stelden dat het heel slecht was om met INSIDE te stoppen. Er gingen allemaal brieven naar ons hoofdkantoor, waaruit de directie kon opmaken hoe gewenst het project eigenlijk was. In diezelfde periode startte RWS onder de naam WINN (Water Innovatiebron) het innovatieprogramma voor de natte infrastructuur. INSIDE paste perfect in de filosofie van WINN. Er kwam extra geld, waardoor ons project uiteindelijk slechts een jaar heeft stil gestaan."

### Technische en emotionele kant

In 2004 is gestart met de validatie van de technieken in de praktijk. Bizzarri: "Het doel is om aan te tonen, dat alles wat op papier is ontwikkeld, ook haalbare technieken zijn in laboratorium-opstellingen en in de praktijk. Kloppen alle aannames? Kloppen de theoretische en rekenmodellen? Met andere woorden: werken de technieken zoals we die bedacht hebben ook écht?" Behalve een technische kant, zit er ook een 'emotionele' kant aan de innovatieve dijkversterkingmethoden. "Hoe kan je dijken versterken zonder ze te verbreden? Dat is een andere manier om met dijken om te gaan dan we altijd gewend zijn geweest."

"Dit raakt ook aan hoe mensen veiligheid beleven," haakt communicatieadviseur Marjolein Lippe van het CUR in. "Kunnen we de waterwereld overtuigen van het feit dat er andere manieren zijn om inwoners van een gebied tegen overstromingsgevaar te beveiligen? Wie durft dat te geloven, wie durft op nieuwe technieken te vertrouwen? Dit kan je bereiken door enerzijds een gedegen technische onderbouwing te maken voor het feit dat de vereiste stabiliteit wordt gehaald. Anderzijds willen we in de praktijk laten zien hoe deze technieken werken. Met de praktijkdemonstraties maken we duidelijk hoe allerlei partijen – zowel aanbieders als vragers van kennis – serieus met elkaar samenwerken: aan duurzame oplossingen die bovendien niet duurder zijn dan andere, bestaande methoden van dijkversterking."

### Proeven

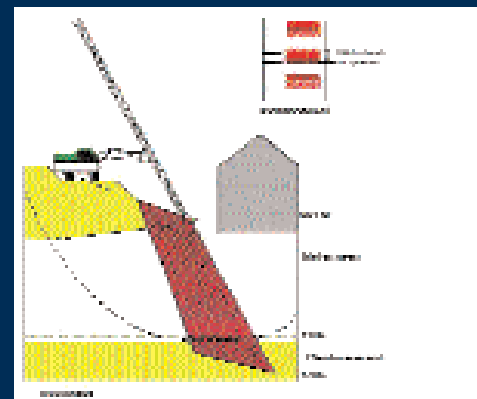
Het projectteam maakte als eerste werk van de praktijkproef *Mixed in place*. Die ging vorig jaar september van start op een dijk bij Lekkerkerk. Binnenkort worden de resultaten officieel bekend. Hoewel er nog geen definitieve toezegging is, lijken nu alle seinen op groen te staan om de *Mixed in place*-techniek volgend jaar daadwerkelijk toe te passen. Het Hoogheemraadschap van Schieland en de Krimpenerwaard wil met deze techniek 290 meter dijkversterking langs de Nederlek realiseren.

Nu is de beurt aan *Expanding columns* en *Dijkvernageling* (zie kader), waarvoor de Diefdijk in de buurt van Leerdam dienst doet als praktijklocatie. In de Diefdijk wordt met name de uitvoering van deze twee methodes gedemonstreerd. Hierbij worden de effecten op de omgeving



*Mixed in place in de praktijk: een kraan vermengt droog bindmiddel met vochtige ondergrond. Na verharding ontstaat een gestabiliseerde grondkolom.*

### Mixed in place



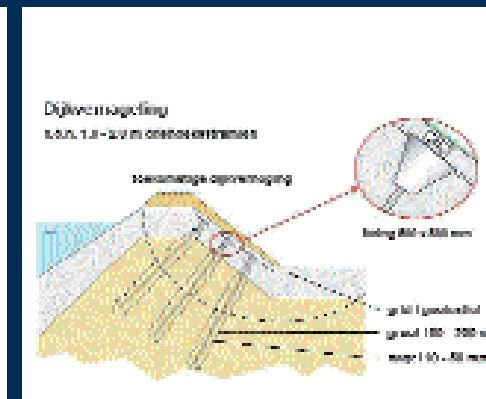
De Mixed in place-techniek is een methode van grondverbetering die reeds vele jaren wordt toegepast, bijvoorbeeld in Scandinavië en Japan. Een kraan met mengkop vermengt droog bindmiddel met vochtige ondergrond, waardoor na verharding gestabiliseerde grondkolommen ontstaan. De kolommen worden vanuit het binnentalud schuin aangebracht tot in de diepe zandlaag, wat de stabiliteit van het binnentalud vergroot.

De toepassing van deze techniek in dijken is erg effectief, omdat de oorspronkelijk zwakste plek van de dijk – de slappe grond onder de zogenoemde binnenteen – nu grote krachten kan opnemen.

*Een zogenoemde expander, een kous die vol wordt geperst met cement-bentoniet.*



### Expanding columns

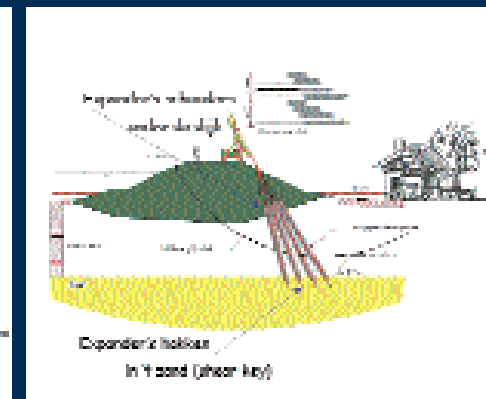


Bij deze techniek wordt een buis, voorzien van een omhullende kous, schuin in de slappe grond geplaatst, tot in de draagkrachtige Pleistoceen zandlaag. De kous wordt vervolgens vol geperst met cement-bentoniet. De 'schouder' van de buizen staan in de onderste lagen van het dijklichaam. Het uitzetten van de kous zorgt enerzijds voor het samendrukken van de omringende slappe grond, die daardoor sterker wordt. Dit voorkomt afschuiving. Anderzijds zorgt het onderste deel van de Expanding column (de *shear key* genoemd) voor een goede verankering van de dijk in de zandlaag.

*Resultaat van een laboratoriumproef met de Dijkvernageling-techniek.*



### Dijkvernageling



Dijkvernageling bestaat uit het verankeren van het binnendijkse grondmassief door toepassing van trekelementen. De nagels zijn stalen elementen met een cementen omhulling (grout), die volgens een bepaald stramien en onder een geschikte hoek in het binnendijkse talud worden ingebracht. Het gaat om stalen buisnagels met een lengte van circa veertien meter, die op een onderlinge afstand van zo'n twee meter komen. Deze techniek resulteert in een grotere afschuifsterkte tijdens hoogwater, als gevolg waarvan de weerstand tegen binnendijks afschuiven toeneemt. Hierdoor is geen binnendijkse teenverzwaring en dus geen verbreding van de dijk nodig.

ten aanzien van landschap, natuur en cultuur geanalyseerd. Voor de techniek *Expanding columns* worden aanvullende proeven verricht in de Diefdijk: in welke mate zetten de expanders uit en wat is het effect hiervan op de omringende grond? Voor de techniek *Dijkvernageling* worden afschuifproeven verricht in het laboratorium van GeoDelft. Het gaat dan om de vraag in welke mate de nagels instabiliteit van de dijk verhinderen.

"De praktijkdemonstratie bij de Diefdijk vormt een volgende stap in het innovatieproces," zeggen Bizzarri en Stroeve. Hun wens is uiteraard dat de twee gedemonstreerde technieken – net zoals *Mixed in place* – uiteindelijk worden geaccepteerd als serieuze alternatieven voor dijkversterking. □