

# Duurzame grondverbetering voor dijken

**Afgelopen jaar heeft projectbureau Zeeeringen een mix-in-place-grondverbetering uitgevoerd bij een Zeeuwse dijkversterking. Op zich niets nieuws. Maar de schaal, de omstandigheden (een dijk in getijdengebied) en het bijzondere materieel (klein en wendbaar) maakten dit toch een bijzonder project.**

Sinds 1997 zijn jaarlijks vele kilometers Zeeuwse dijk versterkt. Eerder dit jaar was dijktraject Sint Pieterspolder bij Yerseke aan de beurt. Het dijktraject was door beheerder waterschap Scheldestromen afgekeurd op stabiliteit van de bekleding en op de kleilaag onder de bekleding.

Eerdere dijkversterkingen in de directe omgeving hadden uitgewezen dat de draagkracht van de onderlaag zo slecht was, dat vóór het aanbrengen van de nieuwe dijkbekleding grondverbetering nodig zou zijn. In het ontwerp werd dan ook – behalve de nieuwe bekleding van betonzuilen op een filterlaag – voorzien in een nieuwe laag klei ter vervanging van de slechte kleilaag. Standaard wordt gekozen voor het ontgraven van zo'n 80 cm van de ondergrond en het aanbrengen van 0-40 mm hydraulische slak. De nieuwe laag moet waterremmend zijn en enige vorm van samenhang en draagkracht vertonen; het materiaal moet wat eigenschappen betreft lijken op klei.

## IN 'T KORT - Dijkversterking

Bij een Zeeuwse dijkversterking is een mix-in-place-grondverbetering uitgevoerd. De geprefabriceerde mix werd uitgereden met een rupskraan met doseerunit

Ruim 30.000 ton slechte klei werd omgezet in een draagkrachtige ondergrond

De aanvoer was met 91 ladingen een fractie van de gebruikelijke transporten



Luchtfoto van het dijktraject Sint Pieterspolder bij Yerseke.

## Alternatief

Begin 2015 werd dijkversterking Sint Pieterspolder gegund aan aannemingsbedrijf F.L. Liebrechts. Bij aanvang van het werk diende de aannemer een alternatief in voor de grondverbetering. Het voorstel was om een mix-in-place-grondverbetering toe te passen, gebaseerd op ervaringen van een proefproject uit 2010 op enkele kilometers afstand van dit dijktraject. Voor de grondverbetering werd gekozen om een laag van 50 cm te verbeteren met GeoCrete en cement. GeoCrete is een toeslagstof die bestaat uit natuurlijke grondstoffen en mineralen die kan worden vermengd met cement en de aanwezige grond. Eerder was bij twee andere dijkversterkingen al aangetoond dat deze oplossing werkte onder zoute omstandigheden.

Voor versterking van de ondergrond bij de teen van de dijk werd gekozen voor de traditionele grondverbetering. Door de lage ligging van de teen was er relatief weinig werktijd. Bovendien was dit een moeilijke plaats om te mengen en te frezen. Ook moest de teconconstructie worden vernieuwd en de verwachting was dat dit in een uitgeharde grondverbetering wellicht tot problemen zou leiden.

De samenstelling van het toe te passen mengsel werd afgestemd met de onderaannemer, Terrastab. De nieuwe laag moest voldoende draagkracht bieden voor de zware kranen,

Om eventueel verloop van sterkte en doorlatendheid te kunnen bepalen, werden stalen buizen (50 cm, 200 mm diameter) in de grondverbetering aangebracht en ingemeten. De monstern in deze buizen kunnen op een later moment uit de dijk gehaald worden voor onderzoek. Deze gegevens kan de beheerder dan ook gebruiken voor de wettelijke toetsing van de dijk. De waterdoorlatendheid van het materiaal werd getest met de Falling Head methode. Uit deze proeven kwam een doorlatendheid van ongeveer 10-8 m/s, laag genoeg om in dit geval als waterremmend te gelden. De sterkte van het materiaal werd afgestemd op de berijdbaarheid met het materieel van de aannemer.

## Stapsgewijs

Vanwege de weinig draagkrachtige ondergrond en het werken in een getijdengebied, werd gekozen voor het stapsgewijs aanbrengen van de grondverbetering met relatief klein materieel. Nadat de oude bekleding grotendeels was verwijderd, werd de geprefabriceerde mix in banen over het talud uitgereden met een rupskraan met een doseerunit. Direct aansluitend werd de mix door de slappe kleilaag gefreesd waarbij ook resten van de oude onderlagen van de steenbekleding werden mee gefreesd. Het talud werd daarna direct onder profiel gebracht en uitgevlakt.

Om de verse grondverbetering te beschermen tegen hoogwater en golven, werd deze zo snel mogelijk afgedekt met de fundering van de nieuwe bekleding. De proef in 2010 had uitgeezen dat de verbeterde grond vrij snel redelijk erosiebestendig is. Alleen de bovenste paar centimeters van de laag eroderen enigszins onder invloed van golven en getij, waardoor een ruw oppervlak ontstaat. Dit maakt het aanbrengen van geotextiel lastiger.

Alle werkzaamheden konden vlot na elkaar



Rupskraan met doseerunit Terrastab.

plaatsvinden, doordat de ondergrond direct na het frezen een grotere draagkracht had. Er werd gekozen voor een geprefabriceerde mix in plaats van de losse componenten apart op de dijk uit te rijden. Zo viel onafhankelijk van weer en wind een constante verhouding en menging kwaliteits te waarborgen. Door intensief overleg tijdens de uitvoering waren de verschillende werkzaamheden steeds beter op elkaar af te stemmen. Ook het mengsel werd in de loop van het werk verder geoptimaliseerd.

In totaal werd op deze manier meer dan 30.000 ton slechte klei ter plekke in de dijk omgezet in een draagkrachtige ondergrond.

## Voordelen

Door het toepassen van het mix-in-place-principe was nagenoeg geen grondafvoer nodig en hoefden er geen vervangende materialen te worden aangevoerd en verwerkt. In principe is het mogelijk om de samenstelling van de grondverbetering tijdens de uitvoering aan te passen aan de omstandigheden (bijvoorbeeld andere samenstelling van de slechte laag of

meer gewenste draagkracht). In verband met de strakke planning (getijewerk en vergunningen) en de positieve ervaringen met de gekozen mix is hier in dit project geen gebruik van gemaakt. De overlast voor de omgeving – met name in de bebouwde kom – is minimaal door het uitblijven van de afvoer van oude klei en aanvoer van nieuw materiaal. De aanvoer van de geprefabriceerde mix was in dit geval 91 ladingen, een fractie van de gebruikelijke transporten.

Met het gekozen mengsel is onder alle omstandigheden een voor de opdrachtgever aanvaardbare en voor de aannemer bruikbare onderlaag te maken. Wanneer voldoende tijd beschikbaar is, kan tijdens de uitvoering de mengsamenstelling worden geoptimaliseerd.

*Yvo Provoost is adviseur waterbouw bij Rijkswaterstaat; Maarten Maas is directeur bij Terrastab Nederland; Martin Derksen is projectleider bij F.L. Liebrechts.*

## Mengsel

Er is een dosering van 8-8,5 procent geprefabriceerd mengsel gebruikt in verhouding tot het gewicht aan te behandelen klei. Dit komt neer op 65-70 kg mix/m<sup>2</sup>, in totaal ongeveer 2.500 ton. Alles bij elkaar is circa 39.000 m<sup>3</sup> behandeld. Het probleem van stabiliseren van natuurlijke bodems is voornamelijk de aanwezigheid humuszuren die vastzitten aan de organische stof. Die zuren in de bodem maken de werking van cement haast onmogelijk. De in dit project gebruikte mix is zo samengesteld dat (humus)zuren worden ingekapseld, zodat dat de cementhydratatie geen hinder ondervindt. Meer informatie op [www.zeeeringenwiki.nl](http://www.zeeeringenwiki.nl), [www.terrastab.nl](http://www.terrastab.nl) en [www.geocrete.net](http://www.geocrete.net).



Aanbrengen en frezen op het dijktraject dat grondverbetering nodig had.