

Unieke toepassing dijkstabilisatie met ankers en geotextielen

ing. P. van Duijnen
GeoTec Solutions



ing. C. Brok
Huesker B.V.



Inleiding

In Nederland zijn er veel oude woningen nabij dijken aanwezig welke als gevolg van de aanpassingen in de loop van de jaren problemen krijgen. Deze oude dijkwoningen zijn vaak op staal gefundeerd en ingebouwd in een oud dijklichaam. De veranderingen die tot problemen leiden zijn vooral de uitgevoerde dijkverzwaringen en -verbredingen, en de hogere verkeersbelastingen. Een locatie van een dergelijke situatie is Maasdijk 22 te Aalst. Direct achter de dijk is een woning gelegen. De helling van het binnentalud was circa 40 graden (talud 1 op 1,2). In 2013 is ter plaatse al een afschuiving opgetreden welke de gevel van het huis vors beschadigd heeft (zie figuur 1). In het najaar 2015 is ter plaatse wederom een geringe afschuiving opgetreden, zodat per direct stabiliserende maatregelen moesten worden getroffen. Figuur 2 geeft de locatie van de dijkwoning weer; figuur 3 de situatie nadat de calamiteit 2015 is opgetreden en de eerste noodmaatregel is getroffen.

Het Waterschap Rivierenland heeft aannemersbedrijf Gebroeders Verhoeven opdracht gegeven voor het uitvoeren van herstelwerkzaamheden aan de Maasdijk 22 te Aalst.

In een samenwerking tussen Gebroeders Verhoeven, Voets Gewapende Grond, Waterschap Rivierenland, Gemeente Aalst, Huesker B.V. en GeoTec Solutions is in diverse overleggen een oplossing uitgewerkt om de stabiliteit van het binnentalud sterk te verhogen.

Randvoorwaarden

Zoals op figuur 2 te zien is, is aan de andere zijde van de dijk een bedrijventerrein. De weg op de dijk is de ontsluitingsroute van dit terrein. Dat betekent dat de oplossing niet mag leiden dat gedurende de uitvoering de dijk langdurig wordt afgesloten. Verkeer moet altijd doorgang kunnen vinden.

De oude gerestaureerde woning is op staal ge-

fundeerd. De oplossing mag geen hinder of schade opleveren aan de bestaande woning.

Extra complicatie tijdens de uitvoering is de beperkte beschikbare ruimte tussen de woning en de dijk. Het installeren van b.v. nagels vanaf de binnenzijde moet over de kop vanaf de dijk gebeuren, waarbij de ankerstang in segmenten moet worden ingebracht.

Gezien de instabiliteit in een natte periode gaat de voorkeur uit naar het uitvoeren van de oplossing gedurende een droge periode. Echter, gezien de uitvoeringsduur van alle werkzaamheden heeft de uitvoering moeten plaatsvinden in een natte periode, namelijk december 2015.

Grondonderzoek

Door Waterschap Rivierenland is het bodemonderzoek, de database met grondparameters en door het waterschap in het verleden uitgevoerde analyses, beschikbaar gesteld. Al snel was duidelijk dat lokaal weinig bekend was van de bodemopbouw en zijn er ter plaatse 4 sonderingen met kleef en waterspanning uitgevoerd.

De dijk is een kleidijk, opgebouwd uit zandige klei. Vanaf de teen van de dijk worden relatief slappe kleilagen met een totale dikte van 6 m aangetroffen.

De berekende stabiliteit van het binnentalud was rekenkundig precies in evenwicht. Bij een



Figuur 1

Samenvatting

In Nederland zijn er veel dijkwoningen waar rondom veel stabiliteitsproblemen zijn met de belendende dijken. Dergelijke situaties zijn vaak complex waardoor direct gerichte oplossingen vaak niet worden uitgevoerd en meer aan symptoom bestrijding wordt gedaan. Er ontstaat steeds een

repetierend probleem dat zich langzaam voortsleept in de tijd. Bij het dijkhuisje aan Maasdijk 22 te Aalst is het uitgangspunt geweest om nu voor eens en voor altijd het probleem op te lossen. In deze oplossing is het gebruik van geotextielen verwerkt.



Figuur 2



Figuur 3

kleine verandering van bijvoorbeeld de verzadigingsgraad van de grond is er een reële kans op afschuiving.

Brainsstormsessies

Tijdens twee brainsstormsessies is gezocht naar een efficiënte oplossing. In de eerste sessie is gezocht naar de meest geëigende oplossing. Gezien de randvoorwaarden (beschikbaarheid) was het afgraven van de dijk geen reële optie. Gezocht moest worden naar oplossingen die stabiliteit aan de dijk toevoegen, met een minimaal grondverzet. Oplossingen als injecteren zijn overwogen maar snel verworpen. Met injecteren van klei was binnen het team geen ervaring en er werd zeer getwijfeld of dit tot een oplossing zou leiden.

Al snel werd in de richting van vernageling gedacht. Ook bij een vernagelingsoplossing moesten diverse hobbels worden overwonnen, welke hierna aan de orde komen.

Installatie nagels

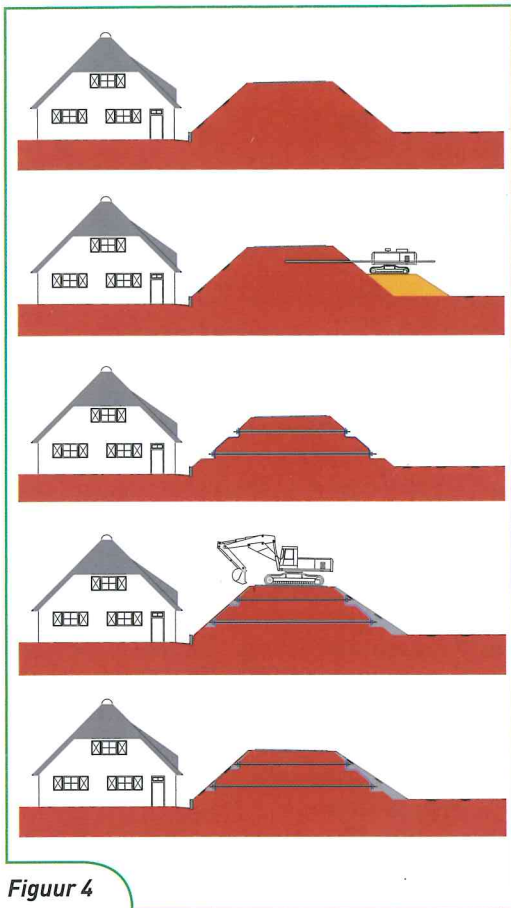
Resteert de vraag, hoe breng je nagels aan in het binnentalud binnen de beperkte ruimte zonder de woning te beschadigen? Het antwoord op deze vraag was al even eenvoudig als innovatief: boor tegengesteld, dus vanaf het ankerlichaam naar de ankerkop toe. Aan de buitenzijde van de dijk was voldoende ruimte beschikbaar voor het opstellen van een boorstelling.

Voor de uitvoering is dit natuurlijk een bijzonder gewenste oplossing, maar geeft het ook de gewenste stabiliteitsverhoging.

Voor de installatie van de trekstangen kan gekozen worden tussen diverse inbrengsystemen. Uiteindelijk is gekozen voor een horizontaal gestuurde boring. De keuze is hierop gevallen vanwege de kosten, de beschikbaarheid van de stelling en de hoge nauwkeurigheid van het uittrede punt, de ankerkop.

Vastleggen talud

De volgende uitdaging is hoe de kracht van het afschuivende talud over te brengen naar de ankerstang. Gekozen is voor ankerschotten bestaande uit gordingen (2 x HE 140 A). Gekozen is voor deze oplossingen omdat er dan een gording ontstaat met een hoogte van $2 \times 140 + 40 = 320$ mm. Om de grond tussen de ankerschotten op te



Figuur 4

vangen is er een geogrid toegevoegd. Deze sluit het talud op en hiermee is de globale macrostabiliteit verzekerd.

Het geogrid heeft echter ook een nadeel, bij onjuiste installatie ontstaat er een verticale component op de ankerstangen wat buiging en dwarskracht tot gevolg heeft.

Microstabiliteit

Voorgaande maatregelen zijn bedoeld om de macrostabiliteit van de dijk te verzekeren. Het geogrid en de ankerschotten worden echter afgedekt met een laag klei. De laatste uitdaging waar het team voor stond is hoe afschuiving van deze afdek laag te voorkomen. Gekozen is voor het zoveel mogelijk verflauwen van het talud. Vervolgens wordt op de aangebrachte klei een 3D geogrid gespannen welke aan de onder- en bovenzijde van de dijk met een kielspit is ingegraven. Dit 3D geogrid is vervolgens met haringen verder verankerd.

Risico's

Bouwen in november en december brengt behoorlijke risico's met zich mee qua weersomstandigheden. Het grootste risico was de weersgesteldheid tijdens de uitvoering. Het aanbermen van een kleidijk met klei tijdens de uitvoering is een grote uitdaging. Mitigerende



Figuur 5



Figuur 6

maatregelen zijn er niet genomen, hooguit dat de kleidijk afgedekt kon worden met een folie, om verweking van de toplaag te voorkomen.

Het tweede grote risico is beheersing van de microstabiliteit. Het 3D geogrid stabiliseert de deklaag. Het 3D geogrid is echter waterdoorlatend en sluit verweking direct onder het geogrid niet uit. Pas als het talud met gras begroeid is, is de microstabiliteit gewaarborgd. Dit betekent dat in de eerste maanden na oplevering er een verhoogd risico is op uitspoeling. Het afdekken van het talud met een waterdichtfolie sluit gelijktijdig het groeien van gras uit. Gezien de zachte nazomer is gekozen om dit risico te accepteren en het gras zo snel mogelijk te laten groeien.

Het derde risico is de nauwkeurigheid van de boringen. Tussen iedere twee ankers wordt een ankerschot aangebracht. Als de afstand tussen de twee ankerstangen veel afwijkt, past het ankerschot niet meer. Als mitigerende maatregel is gekozen om de ankers in te boren, de afstand

tussen de ankerstangen in te meten en vervolgens voor ieder paar ankerstangen een ankerschot te realiseren.

Uitvoering

De uitvoering is verzorgd door Gebroeders Verhoeven en Voets Gewapende Grond, waarbij veel stappen zijn doorlopen. Figuur 4 geeft de diverse bouwfaseringsstappen weer welke hieronder stap voor stap worden beschreven.

Stap 1:

Gestart is met het maken van proefsleuven om de aanwezige kabels en leidingen vast te leggen. Buitendijks, in de zuidoost hoek, is een laagspanningskabel aanwezig loodrecht op het talud van de dijk, van de teen naar de kruin. Deze kabel ligt veel ondieper dan verwacht, waardoor een aanpassing van het ankerschot noodzakelijk was.

In de kruin van de dijk is een ruim 1 m dikke laag asfalt aanwezig. Deze is in blokken gezaagd en afgevoerd.



Figuur 7



Figuur 8

Stap 2:

Buitendijks is een werkplateau van gebroken puin tegen de dijk aangebracht. Vanaf dit plateau zijn 6 horizontaal geschuurde boringen uitgevoerd. Door de boorbuis is een stalen GEWI staaf rond 25 mm ingebracht. Het boorgat is afgegrout. Het werkplateau is ontgraven en is zijn de onderste 6 trekstangen ingeboord en afgegrout. Figuur 5 geeft de installatie van de trekstangen weer.

Stap 3:

Ter hoogte van de ankerstangen is de dijk ingekast (trap treden). Vervolgens wordt op het talud en de traptreden een hoge sterkte geogrid uitgerold en dubbel geslagen om 2 wapeningsstaven rond 16 mm. De ankerschotten worden over de ankerstangen geplaatst. Als laatste worden de trekstangen voorgespannen, om nazakking van het talud te voorkomen. Figuur 6 geeft het plaatsen van de ankerschotten weer.

Stap 4:

De traptreden zijn vervolgens goed aangevuld en onder een helling afgewerkt. Aan de boven- en onderzijde is een kielspit gemaakt. Het 3D geogrid is vervolgens op het talud gelegd en verankerd met nagels. Figuur 7 geeft de situatie weer direct na het aanbrengen van het 3D geogrid.



Figuur 9

En wat hebben we geleerd?

In het najaar regent het veel, dus natuurlijk ook tijdens de uitvoering van de dijkstabilisatie. Tussen de buien door is het talud ontgraven en regelmatig afgedekt. Als het ontgravingsvlak in contact komt met regenwater ontstaat al snel verweking en oppervlakkige glijvlakken. Dit maakt het aanhelen van het talud tot een uitdaging voor het grondverzet. Uitvoering in de zomer met droge omstandigheden is zeer wenselijk voor de gekozen uitvoeringswijze. In figuur 8 is waarneembaar wat regen doet met de oppervlakkige stabiliteit van het talud.

het laatste weekeinde van januari 2016 is in een korte periode 20 mm neerslag gevallen in de regio Aalst. Het wortellende gras is weggespoeld en er zijn oppervlakkige uitspoelingen opgetreden (zie figuur 9). Direct zijn er maatregelen genomen tot het vergroten van de microstabiliteit door het aanbrengen van extra nagels.

Een ontwerptechnische les is de bevestiging tussen het geogrid en de ankerschotten. Gekozen was voor een omslag om een wapeningstaaf welke door wrijving op zijn plek wordt gehouden. Hierbij is geen rekening gehouden met het moment van aanspannen, waarbij tijdens het aanspannen van de ankerstangen er nog onvoldoende normaalspanning wordt uitgeoefend op

het geogrid. Gevolg was dat het strak opspannen van het geogrid groter vakmanschap vereiste. Een volgende keer wordt op het ankerschot een voorziening getroffen om het geogrid vast te maken aan het ankerschot.

Bij dit soort projecten is het erg handig om gebruik te maken van elkaars expertises. Het uitvoeren van dijkstabilisatie voor kleidijken is compleet anders dan het maken van een verticale wand van geogrids. Het succes van een dergelijk project is geheel afhankelijk van de betrokken vakmensen, van ontwerp tot oplevering. En, misschien nog wel belangrijker is het onderlinge noodzakelijke vertrouwen tussen de opdrachtgever, de ontwerpers en de uitvoering.