

Directoraat-Generaal Rijkswaterstaat

Dienst Weg- en Waterbouwkunde



Aan
 Projectbureau Zeeweringen
 t.a.v. ir. [REDACTED]
 Postbus 114
 4460 AC Goes

Contactpersoon

Datum
 19 mei 1998

Ons kenmerk

Doorkiesnummer

015-2 [REDACTED] 7

Bijlage(n)

3

Uw kenmerk

Onderwerp

Geavanceerde toetsing voorjaar 1998

Geachtē heer [REDACTED]

Hierbij doe ik u toekomen de rapportages ten aanzien van de uitgevoerde geavanceerde toetsingen van

- de Zimmermanpolder
- de Molen-Kievitpolder
- de Nieuw Neuzenpolder.

Tevens zend ik u hierbij een copie van de aanbiedingsbrief van deze rapportages van Grondmechanica Delft, waarin ook enige nagekomen opmerkingen zijn opgenomen met betrekking tot de Zimmermanpolder.

De rapportages zijn tot stand gekomen als gezamenlijke inspanning van de zijde van Grondmechanica Delft en het Waterloopkundig Laboratorium. Daarna zijn de resultaten in een gezamenlijk overleg besproken met vertegenwoordigers van de Dienst Weg- en Waterbouwkunde en de betrokken beheerders.

De rapportages, alsmede de aanbiedingsbrief van Grondmechanica Delft, zijn spoedheidshalve tevens separaat overhandigd aan de [REDACTED] van uw projectbureau.

| PROJECTBUREAU ZEEWERINGEN | DOOR | INFO |
|---------------------------|------|------|
| PROJECTLEIDER | | X |
| SECRETARESSE Ub | | X |
| PROJECTSECRETARIS Ub | | X |
| MEDWERKER FINANCIEN | | X |
| MEDWERKER KWALITEIT | | X |
| TEAMLEIDER ONTWERP S | | X |
| HOOFD UITVOERING | | |
| COÖRDINATOR / BESTENDE | | |
| [REDACTED] | | X |
| [REDACTED] | | X |
| [REDACTED] | | |
| [REDACTED] | | |
| ARCHIEF 201-B-9079 | | X |
| CIRCULATIE MAP | | |



001955 1998 PZDT-B-98319

29 GEAVANCEERDE TOETSING VOORJAAR 1998



Voorts heb ik de rapportages tevens verzonden aan de betrokken beheerders.

Het hoofd van de Werkgroep Kennis,

[Redacted signature]

ir. [Redacted name]



Rijkswaterstaat, Dienst Weg- en Waterbouwkunde

dhr. [REDACTED]
Postbus 5044
2600 GA Delft

Bijlagen:

Uw kenmerk:
bon 358020
Ons kenmerk:
CO-383430/4
Dict/type:
Std
Doorkiesnr.:
(015) 2 [REDACTED] 6
E-mail:
s [REDACTED] 1
Datum:
1998-05-18

Onderwerp:
Geavanceerde toetsing

Geachte heer [REDACTED],

Bijgaand ontvangt u de definitieve versie van de notities:

- Geavanceerde toetsing steenbekleding Nieuw Neuzenpolder
- Geavanceerde toetsing steenbekleding Molen-Kievitpolder
- Geavanceerde toetsing steenbekleding Zimmermanpolder.

Inmiddels is er met de heer [REDACTED] van het Waterschap de Zeeuwse Eilanden nog contact geweest over enkele vragen die na de bespreking van 14 mei jongstleden nog openstonden. In het kort komen de bevindingen hier op neer:

- de taludhelling in het vak waar getwijfeld werd of inderdaad een 1 : 3 talud aanwezig was is bezocht en dit blijkt toch aanwezig.
- de dijkpaalnummering voor de hydraulische randvoorwaarden is waarschijnlijk 150 meter verschoven ten opzichte van de dijkpaalnummering van de bekledingen. Volgens [REDACTED] maakt dit op de scores niet uit.
- in de niet gepenetreerde basalt in het vak waar de beheerder bedenkingen had ten aanzien van de goedkeuring die uit de berekeningen volgde zijn aanvullend twee gaten gemaakt. Er is nauwelijks sprake van een filterlaag, wel van zand, slib en dunne kleischijfjes onder de blokken, op twee respectievelijk vier vlijlagen. Het ontbreken van een filter van enige betekenis kan volgens hem aanleiding zijn voor verzakte blokken. Derhalve blijft men bij het oordeel dat dit vak aan verbetering toe is.



Wij vertrouwen er op u hiermede van dienst te zijn geweest.

Hoogachtend,
GRONDMECHANICA DELFT

[Redacted signature]

[Redacted name]

Senior projectleider

Geavanceerde toetsing steenbekleding Nieuw Neuzenpolder

1. Inleiding

In opdracht van Rijkswaterstaat, Projectbureau Zeeweringen, dient een geavanceerde toetsing van een aantal gedeelten van de steenzettingen van de Nieuw Neuzenpolder te worden uitgevoerd. Deze toetsing is uitgevoerd door het Waterloopkundig Laboratorium en Grondmechanica Delft. Het resultaat is besproken met Rijkswaterstaat, Dienst Weg- en Waterbouwkunde en de beheerder, het Waterschap De Drie Ambachten.

Bijlage 1 geeft een situatietekening van het te toetsen dijkvak, langs de Nieuw Neuzenpolder tussen dijkpaal -2 en dijkpaal 38. Het dijkvak loopt nog verder door, tot aan dijkpaal 53 langs de Braakmanpolder, maar de bekleding op dit gedeelte is reeds afgekeurd, zodat dit niet wordt meegenomen in de geavanceerde toetsing.

De steenbekledingen zoals deze momenteel aanwezig zijn bieden een vrij divers beeld. Achtereenvolgens komen op de ondertafels granietblokken, koperslakblokken, doornikse steen en basalt, allemaal op een filterlaag, voor. Alleen de basalt maakt deel uit van de geavanceerde toetsing. De overige steensoorten scoren onvoldoende in de globale toetsing. Boven circa NAP + 3 meter liggen betonblokken op klei. Deze zijn al afgekeurd en maken eveneens geen deel uit van de geavanceerde toetsing. De totale lengte van de onderzochte strekking bedraagt 4 km. In bijlage 2 is een overzicht van de bekledingen opgenomen.

Op 29 april 1998 is samen met Rijkswaterstaat en de beheerder een veldbezoek aan de locatie gebracht. In totaal is op 11 plaatsen de bekleding gelicht om de onderlagen te kunnen inspecteren.

In deze notitie wordt ingegaan op:

- informatie uit de door Rijkswaterstaat toegezonden stukken
- de bevindingen van het veldbezoek
- het uitvoeren van de toetsing.

Getracht is de informatie zo veel mogelijk per strekking te rangschikken.

2. Toegezonden informatie

2.1 Veldbezoek op 23-09-1997

Er is reeds eerder een veldbezoek door Rijkswaterstaat en de beheerder gebracht. Hierbij zijn ter plaatse van dp 0, 7, 15, 21 30 en 35 gaten in de bekleding gemaakt. De bevindingen worden hier kort geresumeerd.

Op één plek (bij dp 7 op NAP + 2 m) bleek dat de bekleding niet goed aansloot op de filterlaag. Op de andere opengebroken lokaties was dat wel het geval. Op dezelfde lokatie was de top laag niet ingewassen, terwijl dat op de andere lokaties wel het geval was.

De beheerder geeft aan dat er de laatste jaren nauwelijks schade is aan zijn bekledingen.

Ter plaatse van dp 0

De bekleding is geopend op een niveau van NAP + 2 m. Het filter is zandig en heeft een lage doorlatendheid. De basalt is gemiddeld 29 cm dik, minimum 22 cm, maximum 32 cm.

Ter plaatse van dp 7

De bekleding is geopend op een niveau van NAP + 3 m. Dit gedeelte is herzet op circa 5 cm dik steenslag. Het filter is goed doorlatend, de zaksnelheid bedraagt orde van grootte 1 cm/sec. De basaltzuilen zijn gemiddeld 27 cm dik, met een minimum van 22 cm en een maximum van 37 cm.

Ter plaatse van dp 15

De bekleding is geopend op een niveau van NAP + 2 m. De basalt is herzet op filter van steenslag 22/42, dikte 10 tot 20 cm. Het filter is goed doorlatend (orde-grootte van zaksnelheid 1 cm/sec). De gemiddelde dikte van de basaltzuilen bedraagt 29 cm, met een minimum waarde van 19 cm en een maximum van 35 cm.

Ter plaatse van dp 21

De bekleding is geopend op een niveau van NAP + 3 m. De filterlaag is erg zandig, en de doorlatendheid is laag. De basaltzuilen zijn gemiddeld 28 cm dik, minimum waarde 22 cm en maximum waarde 34 cm.

Ter plaatse van dp 30

De bekleding is geopend op een niveau van NAP + 2 m. Het filter is dichtgezend en ondoorlatend. De basaltzuilen zijn gemiddeld 25 cm dik, met een minimum van 23 cm en een maximum van 28 cm.

Ter plaatse van dp 35

De bekleding is geopend op een niveau van NAP + 3 m. De basalt ligt hier alleen beneden NAP + 1 meter. Op NAP + 3 m is de constructie (koperslabblokken) ingezand.

2.2 Globale en gedetailleerde toetsing

Door Rijkswaterstaat is globaal en gedetailleerd getoetst. Deze toetsing zal hier niet uitgebreid worden besproken. Van de globale toetsing is de dikte van de stenen en het type constructie gegeven. Voor de dikte van de doornikse steen en granietblokken is 0,20 m aangehouden, voor de koperslabblokken 0,25 meter en voor de basaltzuilen 0,28 m. Graniet wordt aangemerkt als een type 3c constructie, de overige bekledingen als type 3b.

In de globale toetsing scoren de granietblokken, de koperslabblokken en de doornikse steen onvoldoende en de basaltzuilen twijfelachtig of onvoldoende. Met de 1,5 maal D regel scoren de basaltzuilen twijfelachtig

Van ANAMOS berekeningen is in eerste instantie afgezien, omdat $H_s / \Delta D$ groter is dan $6\xi^{-2/3}$. In tweede instantie zijn wel ANAMOS berekeningen gedaan, echter deze vallen buiten het geldigheidsgebied.

2.3 Hydraulische randvoorwaarden

De golftrandvoorwaarden zijn bij 3 waterstanden gegeven: NAP + 2 m, NAP + 4 m en NAP + 6 m. Voor tussenliggende waterstanden wordt geïnterpoleerd. In tabel 2.1 zijn opgenomen:

- W_s : waterstand
- H_s : significante golfhoogte
- T_p : piekperiode
- β : hoek van golfinval

| Dijkvak | W_s [2 m+NAP] | | W_s [4 m + NAP] | | W_s [6 m + NAP] | | β [°] |
|-------------------|-----------------|-----------|-------------------|-----------|-------------------|-----------|---------------------|
| | H_s [m] | T_p [s] | H_s [m] | T_p [s] | H_s [m] | T_p [s] | |
| dp -2,2 – dp 2 | 1,6 | 5,7 | 1,9 | 6,2 | 2,3 | 6,8 | 15 |
| dp 2 – dp 11 | 1,4 | 5,7 | 1,9 | 6,2 | 2,2 | 6,8 | 15 |
| dp 11 – dp 25,8 | 1,9 | 6,2 | 2,2 | 6,2 | 2,5 | 6,8 | 0 |
| dp 25,8 – dp 29,1 | 2,0 | 6,2 | 2,4 | 6,2 | 2,8 | 6,8 | 45/90 ^{*)} |
| dp 29,1 – dp 31,9 | 2,0 | 6,2 | 2,4 | 6,2 | 2,7 | 6,8 | 30 |
| dp 31,9 – dp 37,8 | 2,0 | 6,2 | 2,3 | 6,2 | 2,6 | 6,8 | 30 |

Tabel 2.1 Hydraulische randvoorwaarden volgens RIKZ

^{*)} In dit dijkvak ligt een haakse bocht. Er is een deel van het dijkvak, juist om de bocht waarin de golven in plaats van min of meer loodrecht op de dijk evenwijdig aan de dijk in komen vallen. Het lijkt dat niet helemaal de juiste randvoorwaarde bij het juiste stuk dijk is genomen.

Gemiddeld hoogwater op deze lokatie is NAP + ^{2,29}~~2,23~~ m, hoogwater bij sprintij is NAP + ^{2,68}~~2,60~~ m (gegevens Terneuzen). De te toetsen bekledingen liggen alle beneden NAP + 3,3 m.

2.4 Indeling bekledingen

In de geleverde tabellen van de door Rijkswaterstaat uitgevoerde toetsing is uitgezocht welke bekledingen geavanceerd moeten worden getoetst. Er wordt gekomen tot de indeling die in tabel 2.2 is uitgewerkt.

| Vak | toplaag | niveau bovengrens [m+NAP] | niveau ondergrens [m+NAP] |
|-------------------|---------|---------------------------|---------------------------|
| dp -2 – dp 2 | basalt | 3,3 | 0,8 |
| dp 2 – dp 4,9 | basalt | 3,3 | 0,8 |
| dp 5,3 – dp 7,8 | basalt | 3,3 | 0,8 |
| dp 7,8 – dp 11 | basalt | 3,3 | 0,8 |
| dp 11 – dp 14,8 | basalt | 3,3 | 0,9 |
| dp 14,8 – dp 25,7 | basalt | 3,3 | 0,8 |
| dp 25,7 – dp 29,1 | basalt | 3,3 | 0,3 |
| dp 29,1 – dp 31,9 | basalt | 3,3 | 0,3 |
| dp 31,9 – dp 38 | basalt | 1,0 | 0,3 |

Tabel 2.2 Te toetsen bekledingen

De taludhelling bedraagt 1 : 3,1 of 1 : 3,2.

3. Veldbezoek d.d. 29 april 1998

Ter plaatse van dp 1

De bekleding bestaat bovenaan het talud uit basalt, ongeveer 35 cm dik. Volgens informatie van de beheerder is dit toevallig en komen allerlei maten voor. Tot bovenin zitten de spleten vol met schelpengruis, zand en slib tot op circa 10 cm vanaf de bovenkant van de zuil. Met een emmer is water in het gat gegoten. Het water blijft in het gat staan. Als er water over de toplaag wordt gegoten dan loopt dit over de spleetvulling weg. De zetting is volkomen waterondoorlatend geworden.

Onderin lijkt de sortering basalt van een kleinere maat. Daarom is hier een extra gat in de bekleding gemaakt. De zuildikte is hier 27 cm. Het oppervlak van het filter bestaat uit fijn slib.

Op de lokatie ligt een smal voorland. Dit voorland loopt door tot ongeveer dp 11.

Ter plaatse van dp 4

De bekleding bestaat bovenaan uit ingewassen basaltzuilen die naar het zich laat aanzien vrijwel direct op de vlijlagen zijn gezet. Volgens de beheerder lijkt het soms of de stenen vrijwel direct op de vlijlagen zijn gezet, maar dan kan het ook zijn dat kleinere zuilen op brokken baksteen zijn gezet. Onder de kleinere blokken kun je soms de vingers van 1 hand stoppen. De blokken zijn 20 à 22 cm dik. Op dit vak zitten, volgens enkele mensen die het gedeelte tussen dp 9 en dp 4 hebben gelopen, enkele 'rammelaars' (losse blokken).

Lager op het talud lijken de spleten niet ingewassen. Wel zitten de spleten soms tot de helft vol met gebroken schelpen en zand. Op dit gedeelte is een extra gat gemaakt. Ook de filterlaag is gevuld met fijngemalen schelpen en zand. Nadat er water in het gat is gezet, zakt de waterspiegel met ongeveer 1 cm in 30 seconden, ofwel minder dan 1 mm/sec. De zetting kan als dichtgeslibt worden aangemerkt. De dikte van de zuilen is 23 cm.

Ter plaatse van dp 9

Bovenin staat de basalt naar het zich laat aanzien vrijwel direct op de vlijlaag. Op de foto is vooral de steenslag die tussen de blokken is uitgevallen te zien, en niet het filter. Onder sommige blokken zit meer dan 2 centimeter ruimte. De stenen zijn 26 tot 30 centimeter dik.

Lager op het talud is geen inwassing meer te zien. De zetting is ook niet ingezand, hoewel er op dit gedeelte een voorland aanwezig is. Het lijkt alsof de open ruimtes dusdanig zijn dat zand hier niet tussen blijft zitten.

Er is een extra gat gemaakt om na te gaan of het filter evenmin is ingezand. Het filter blijkt uit zeer grof puin te bestaan (halve bakstenen) en is niet ingezand.

Op dit gedeelte is een foto gemaakt van een plaats waar de toplaag over circa 1 m² is verzakt.

Ter plaatse van dp 13

De basalt bovenaan het talud is goed ingewassen met steenslag en staat naar het zich laar aanzien vrijwel direct op de vlijlagen. De dikte van de stenen varieert van 28 tot 32 cm. Het gat zit ongeveer 2 meter boven de hoogwaterlijn (langs het talud gemeten). Water stroomt snel weg uit het gat.

Lager op het talud (ongeveer beneden de hoogwaterlijn) is de zetting ingezand en blijft het water op het talud staan.

Ter plaatse van dp 18

De basaltbekleding is tot aan de overgang naar de betonblokken volledig ingezand. De blokken zijn 26 à 27 cm dik. Er is slechts een heel dun filterlaagje van puin aanwezig, hieronder liggen vlijlagen. De zaksnelheid van water dat in het gat is gegoten, ongeveer op een niveau van NAP + 3 meter, is minder dan 1 mm/sec.

Ter plaatse van dp 23

Basalt boven aan talud is 24 à 27 cm dik en ligt op een 10/15 cm dik steenslagfilter. De constructie is op dit niveau open en doorlatend. De basalt is ingewassen met steenslag.

Ongeveer op de hoogwaterlijn is de zetting dichtgeslibd; als er water over de toplaag wordt gegoten loopt dit, zonder in het talud te dringen, over de toplaag naar beneden. Tussen de spleten blijft het water staan. Boven de hoogwaterlijn loopt het water snel weg het talud in.

Lager op het talud is eveneens een basaltzuil gelicht. De basalt is hier 24 tot 27 cm dik, de toplaag is tot 10 cm vanaf de bovenkant van de zuil dichtgeslibd. Het filter bestaat uit steenslag, D15 ongeveer 10 mm.

Volgens de beheerder is er bij storm continu bewaking. Soms is er sprake van hier en daar een losse zuil in de basalt. Deze wordt dan terug gezet in de bekleding en opgestopt. De grootste golfaanval vindt volgens de beheerder plaats op de hoek bij dp 27. Op het gedeelte dp 13 tot dp 27 zijn echter langere golven.

Ter plaatse van dp 27

De basalt is bovenin goed ingewassen. De bovenste 5 cm is uitgespoeld. De dikte van de blokken bedraagt 26 à 32 cm. Het filter is open met een klein beetje slib erin, met een korreldiameter van 15 à 40 mm. Als er water in het gat wordt gezet dan loopt dit snel weg. De bovenste 2 meter van de onderglooiing gerekend vanaf de overgang naar de betonblokken is na 1953 herzet.

Lager op het talud blijft het water in de spleten staan. Op circa 2 meter boven de overgang naar de doornikse steen is een zuil gelicht. De toplaag en de filterlaag zijn volledig dichtgeslibd. Het water in het gat loopt nauwelijks weg.

Ter plaatse van dp 30

De basalt is goed ingewassen. Er is een gat op circa NAP + 3 m gemaakt. In het filter zitten wat schelpjes, maar het filter is niet dichtgeslibd. Het filter is 5 à 10 cm dik en bestaat uit stenen met een korreldiameter van 20-30 mm. Het water loopt vrij snel uit het gat weg. De basaltzuilen zijn 23 à 25 cm dik.

Ter plaatse van dp 35

De basalt ligt hier lager op het talud dan op de overige strekkingen. Boven de basalt liggen nog koperslakblokken, op de overige strekkingen is de basalt doorgezet tot aan de overgang naar betonblokken op klei.

De spleten tussen de basaltzuilen zijn gevuld met inwasmateriaal en schelpen. In het filter zit wat slib, de toplaag is vrij open. Nadat er water in het gat is gegoten blijkt dit vrij snel weg te lopen. De zetting is dus niet geheel dichtgeslibd.

De basalt is gezet op een dunne laag puin. De dikte van de zuilen bedraagt 22 à 25 cm.

4. Geavanceerde toetsing

Er is sprake van een geavanceerde toetsing van de basaltbekleding. Per vak zijn hierbij op basis van onze bevindingen de volgende keuzes gemaakt:

- a. van dp -2 tot dp 11. De toplaagdikte bedraagt gemiddeld 22 cm. Dit is de kleinste gemiddelde blokdikte zoals die bij het openen van de bekledingen op dit traject is gevonden. Het lijkt wellicht conservatief om van dit kleinste gemiddelde uit te gaan, echter vooralsnog moet er van uit worden gegaan dat deze blokdikte op meerdere plaatsen binnen dit dijkvak aanwezig kan zijn.
- b. van dp 11 tot dp 38. De toplaagdikte bedraagt gemiddeld 25 cm.

Voor het open oppervlak van de zettingen is uitgegaan van 10 %. Het filter (zowel ingezand als niet ingezand) bestaat uit een gemiddeld 10 cm dikke laag met een D15 van de steen van 30 mm. Volgens de beheerder is voor het filter doornikse steenslag 22/42 toegepast, maar het filter bestaat op sommige plaatsen ook nog uit een oude puinlaag. Weliswaar is gebleken dat er in het algemeen sprake is van een ingezande bekleding lager op het talud tot circa de hoogwaterlijn en een open constructie hierboven, maar naar de ervaring van het veldbezoek kan ook beneden de hoogwaterlijn een open constructie worden aangetroffen. Bovendien is de ervaring van de beheerder dat er bij storm incidenteel een zuil omhoog kan komen aanleiding geen te optimistische aannames te doen.

De voornaamste referentie voor de ingezande/dichtgeslibde natuursteenglooingen zijn de recente Deltagootproeven waarbij dichtgeslibde granietblokken zijn gesimuleerd. Uit de proefresultaten van series 4a en 4d bleek schade op te treden bij $H_s/\Delta D$ verhoudingen die op de lijn $6,28 \xi^{-2/3}$ respectievelijk $7,26 \xi^{-2/3}$ lagen. Hieruit wordt voorlopig de voorzichtige conclusie getrokken dat bekledingen die boven de lijn $6 \xi^{-2/3}$ uitkomen wel erg aan de grens van onze kennis raken, en derhalve niet goedgekeurd kunnen worden. Wellicht is na de analyse van de metingen een andere conclusie mogelijk.

Omdat de bekleding over een vrij grote hoogte voorkomt (van NAP + 3,3 m tot NAP + 0,8 m) is getracht aan te geven, tot welke hoogte de bekleding kan worden gehandhaafd, als de zwaarste golfaanval niet kan worden weerstaan.

Ten aanzien van de gehanteerde golfrandvoorwaarden is een iets andere formulering voor de aan te houden schadediepte gehanteerd als in de tabellen van Rijkswaterstaat gebruikelijk is. Per saldo zijn deze verschillen niet heel groot.

In tabelvorm zijn de volgende resultaten gevonden:

| Vakgrenzen | | Niveau | | $H_s/\Delta D * \xi^{2/3}$ [-] | Score ANAMOS | Eindscore |
|-------------|-------------|----------------------|----------------------|-----------------------------------|-----------------|-----------------------|
| van [dp] | tot [dp] | onderkant [m+NAP] | bovenkant [m+NAP] | | | |
| -2 | 2 | 0,8 | 3,3 | 7,36 | goed | onvold. ¹⁾ |
| 2 | 7,8 | 0,8 | 3,3 | 7,28 | goed | onvold. ²⁾ |
| 7,8 | 11 | 0,8 | 3,3 | 7,28 | goed | onvold. ²⁾ |
| 11 | 14,8 | 0,9 | 3,3 | 7,05 | goed | onvold. ³⁾ |
| 14,8 | 25,7 | 0,8 | 3,3 | 7,05 | goed | onvold. ³⁾ |
| 25,7 | 29,1 | 0,3 | 3,3 | 7,54 | goed | onvold. ³⁾ |
| 29,1 | 31,9 | 0,3 | 3,3 | 7,47 | goed | onvold. ³⁾ |
| 31,9 | 38 | 0,3 | 1,0 | 6,91 | goed | onvold. ³⁾ |

Tabel 4.1 Resultaten geavanceerde toetsing

Toelichting op de eindscore:

- 1) de bekleding voldoet niet. Indien de bovenkant van de bekleding wordt verlaagd tot NAP + 1,20 m is de bekleding net te handhaven.
- 2) de bekleding voldoet niet. Indien de bovenkant van de bekleding wordt verlaagd tot NAP + 1,60 m is de bekleding net te handhaven.
- 3) de bekledingen voldoen niet aan de criteria. De score is onvoldoende. Het verlagen van de bovenkant van de bekleding biedt in deze gevallen geen uitkomst.

De bekleding in de zwaarst aangevallen zone is onvoldoende. Met de gehanteerde aannames, met name ten aanzien van de blokdikte, is tot dp 11 een smalle strook basalt te handhaven. De onderkant van de bekleding zit echter op NAP + 0,8 m, zodat dit maar een smalle strook betreft. Omdat de bekleding hieronder en hierboven moet worden opgenomen lijkt het weinig praktisch om deze smalle strook te handhaven.

In het overleg tussen Rijkswaterstaat, beheerder, Waterloopkundig Laboratorium en Grondmechanica Delft is een discussie gevoerd over de vraag of al dan niet een blokdikte van 22 cm als maatgevend voor het gehele dijkvak van dp -2 tot dp 11 moet worden beschouwd. Om deze invloed aan te geven, is voor drie gevallen in tabel 4.2 weergegeven welke blokdikte benodigd is om de bekleding te handhaven tot een niveau van respectievelijk NAP + 2,50 m, NAP + 3 m en NAP + 3,30 m (bovenkant bekleding).

Indien de indruk bestaat dat op bepaalde strekkingen een grotere laagdikte aanwezig is, dan kan de bekleding tot een grotere hoogte worden gehandhaafd. Hieraan wordt wel als voorwaarde gesteld dat deze laagdikte wordt aangetoond door een statistisch gezien relevante hoeveelheid bepalingen van de gemiddelde blokdikte. De indruk bestaat dat dit nauwelijks zinvol is als de benodigde blokdikte meer dan 25 cm (gedeelte tot dp 11) à 28 cm (gedeelte van dp 11 tot dp 38) is.

| Vakgrenzen | | Bekleding handhaven tot | | |
|------------|----------|-------------------------|--------------|--------------|
| van [dp] | tot [dp] | NAP + 2,50 m | NAP + 3,00 m | NAP + 3,30 m |
| - 2 | 2 | 0,25 | 0,27 | 0,28 |
| 2 | 7,8 | 0,25 | 0,27 | 0,28 |
| 7,8 | 11 | 0,25 | 0,27 | 0,28 |
| 11 | 14,8 | 0,28 | 0,29 | 0,30 |
| 14,8 | 25,7 | 0,28 | 0,29 | 0,30 |
| 25,7 | 29,1 | 0,30 | 0,32 | 0,32 |
| 29,1 | 31,9 | 0,30 | 0,32 | 0,32 |

Tabel 4.2 Benodigde blokdikte om de bekleding tot een aangegeven niveau te kunnen handhaven

5. Conclusies en aanbevelingen

Het is nauwelijks vastgelegd waaruit een geavanceerde toetsing precies zou moeten bestaan. In de praktijk bestaat er naar onze bevinding de nodige onduidelijkheid. Het feit dat er geen vastomlijnde procedure voor een geavanceerde toetsing is echter niet zonder reden. Een geavanceerde toetsing kan onder meer bestaan uit:

- het toepassen van de meest geavanceerde rekenmodellen, zoals STEENZET, grondwaterstromingsmodellen of het doorrekenen van golfrandvoorwaarden naar de teen van de dijk
- het uitvoeren van veldmetingen, trekproeven, doorlatendheidsmetingen, etcetera
- het ontwikkelen van nieuwe technieken, rekenmethoden of het uitvoeren van modelproeven als blijkt dat de kennis ontoereikend is.

Het is echter ook mogelijk dat een geavanceerde toetsing helemaal niet zo hoogdravend is, maar dat snel tot een conclusie wordt gekomen op basis van een deskundig oordeel. Het is zelfs zo dat in sommige gevallen het deskundige oordeel de voornaamste ingang is om te kunnen toetsen. Dit is van geval tot geval verschillend.

Het is daarom de voor de hand liggende conclusie dat de crux van de geavanceerde toetsing niet is gelegen in het gebruik van geavanceerde technieken, maar in de toegevoegde deskundigheid. Met deze expertise kunnen simpele methoden zowel als geavanceerde technieken doelmatig worden ingezet en alleen zo kan een 'best mogelijke oordeel' worden verkregen.

In dit specifieke geval is sprake van een situatie waarin door externe tijdsdruk een periode van krap twee weken ter beschikking stond voor het uitvoeren van de geavanceerde toetsing van drie dijkvakken. Deze periode is dusdanig kort dat alleen al uit oogpunt van tijd de mogelijkheden sterk zijn beperkt. Van een normale situatie waarbij een gewogen oordeel in rust tot stand komt na uitvoering van alle onderdelen die het specifieke geval vereist is hier geen sprake.

Er wordt daarom voor gepleit om:

- in de toekomst een andere werkwijze te kiezen, waarbij de geavanceerde toetsing niet als sluitstuk van de planning wordt gezien
- ook als dit niet meer van belang is voor de bekledingen van de Nieuw Neuzenpolder toch naar aanleiding van de bevindingen vervolgonderzoek uit te voeren, zodat de gang van zaken, de witte vlekken en hoe daar mee om te gaan, de tijd krijgen om zich verder uit te kristalliseren ten behoeve van toekomstige geavanceerde toetsingen.

Deze aanbeveling is te meer van belang omdat naar het zich laat aanzien dit jaar grote strekkingen van een gedetailleerd oordeel zullen worden voorzien, en vervolgens voor een aanzienlijk deel in de categorie 'geavanceerde toetsen' terecht kunnen komen. Als volgend jaar tot de ontdekking wordt gekomen dat er een stuk kennisontwikkeling nodig is dan is dat (net als dit jaar) te laat.

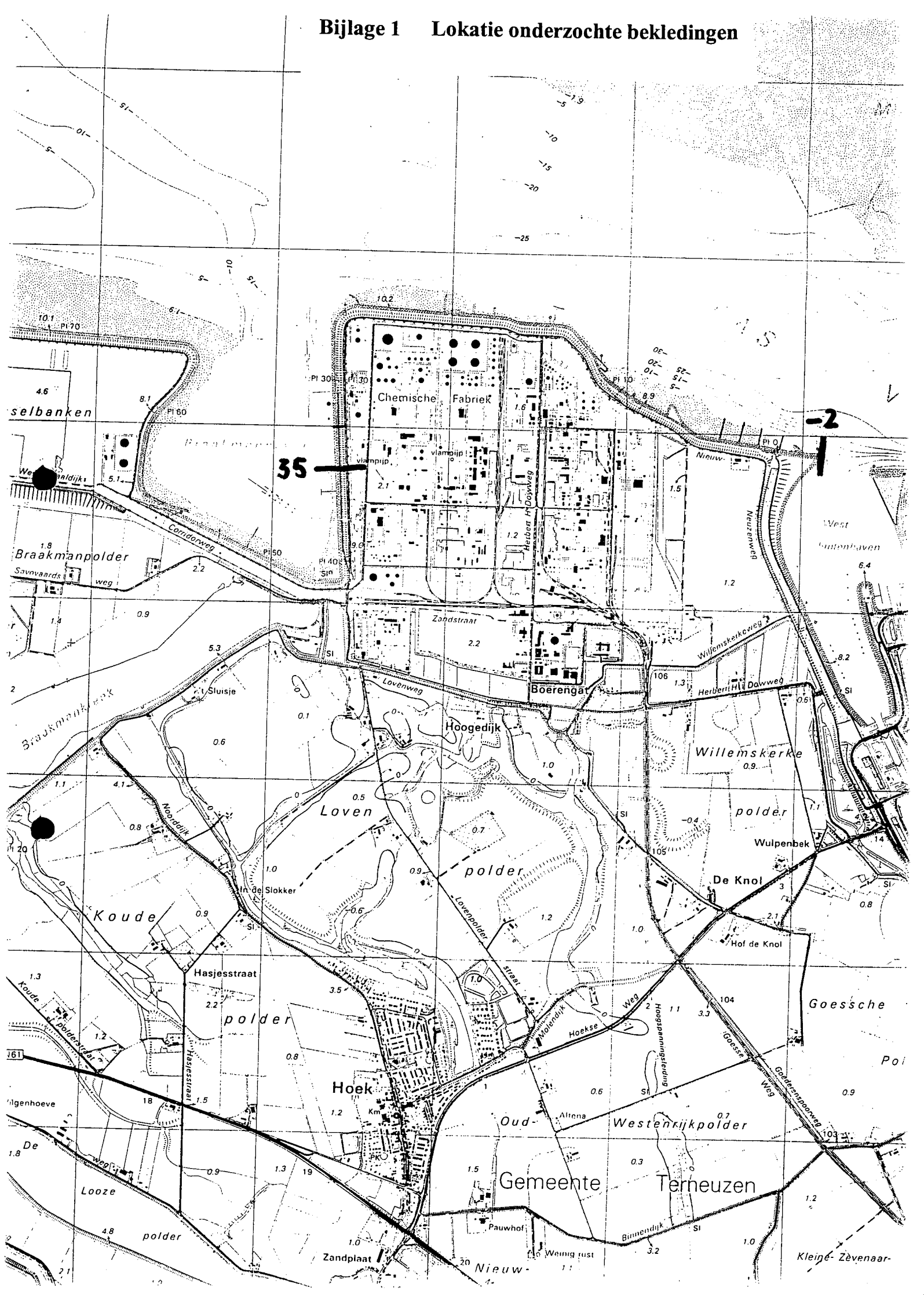
In zijn algemeenheid wordt bij de geavanceerde toetsing ondervonden dat het algemene gevoel dat ingezande bekledingen stabiel zijn dan niet ingezande bekledingen met de huidige kennis nog niet onderbouwd kan worden. Dat is teleurstellend. Gezien de omvang van deze problematiek wordt in overweging gegeven dat een uiterste onderzoeksinspanning om deze witte vlek beter in kaart te brengen gerechtvaardigd lijkt.

Naast fundamenteel onderzoek, waarvan de resultaten geruime tijd op zich zullen laten wachten kan hier ook aan kortere termijnen worden gedacht. Uit de Deltagootproeven op ingezande bekledingen blijkt dat ingezande graniet een hogere stabiliteit heeft dan ingezande betonblokken. Het lijkt uitermate nuttig de sterkte van ingezande basaltbekledingen eveneens beter te onderbouwen door proeven met ingezande basaltblokken uit te voeren als onderdeel van de huidige serie Deltagootproeven. Het lijkt niet onmogelijk dat hieruit een nog hogere stabiliteit volgt, en deze wetenschap kan van groot belang zijn voor verdere toetsingen.

In dit kader wordt tevens gewezen op de nieuw gezette en (kunstmatig) ingezande betonblokken op de Oesterdam. Uit trekproeven bleek dat de toename van de sterkte door de inzanding beperkt was (misschien 20 % toename in treksterkte). De bekleding ligt er nu circa anderhalf jaar. Een herhaling van de trekproeven kan meer inzicht geven in de vraag of de sterkte na verloop van tijd is toegenomen.

Bij de volledig ingezande cq. ingegoten en overgoten constructies kan het een belangrijke vraag zijn in welke mate de freatische lijn onder de toplaag kan stijgen. Daarom is een exercitie waarbij de freatische lijn bij springtij of stormopzet wordt gemeten (voor deze lokatie of meer in zijn algemeenheid) en vervolgens wordt geextrapoleerd naar maatgevende omstandigheden voor een aantal constructies uit de praktijk van belang. Als de freatische lijn belangrijk achterblijft bij de hoogste waterstand tijdens maatgevende omstandigheden, dan is dat van grote invloed op de stabiliteit.

Bijlage 1 Lokatie onderzochte bekledingen



Bijlage 2 Overzicht van de aanwezige bekledingen

braakman/neuzenpolder

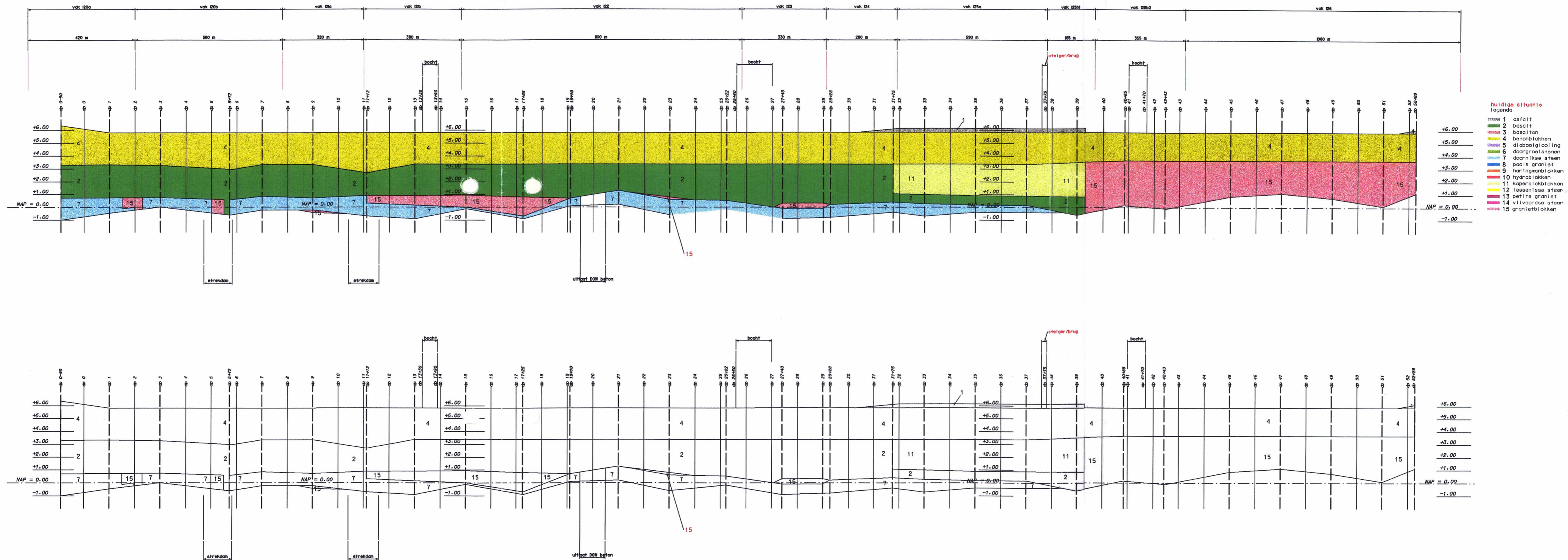




Foto 1

Overzicht van de lokatie, ongeveer bij dp 10.



Foto 2

Hoog op het talud zijn de toplaag en filterlaag over het algemeen niet ingezand.

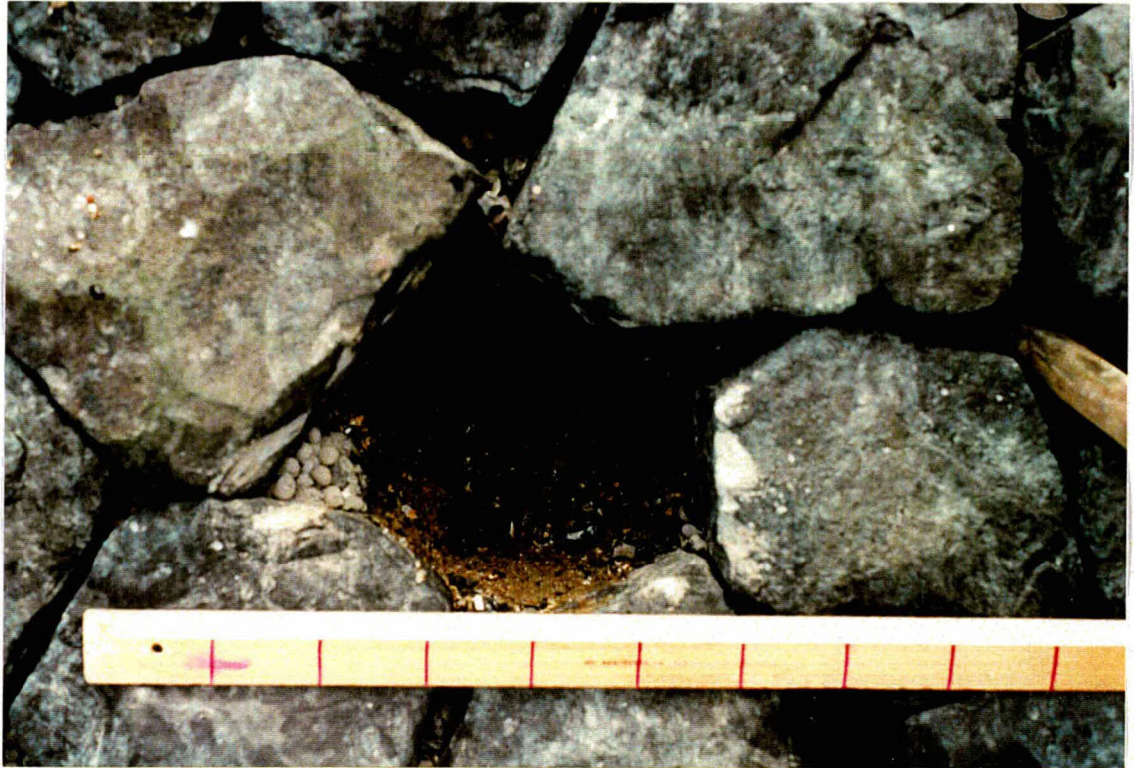


Foto 3

Op dezelfde lokatie als foto 2 wordt lager op het talud een volledig ingezande zetting gevonden.



Foto 4

Voorbeeld van inzanding in de spleten tussen de blokken. De inzanding is ongeveer aanwezig over de halve blokdikte.

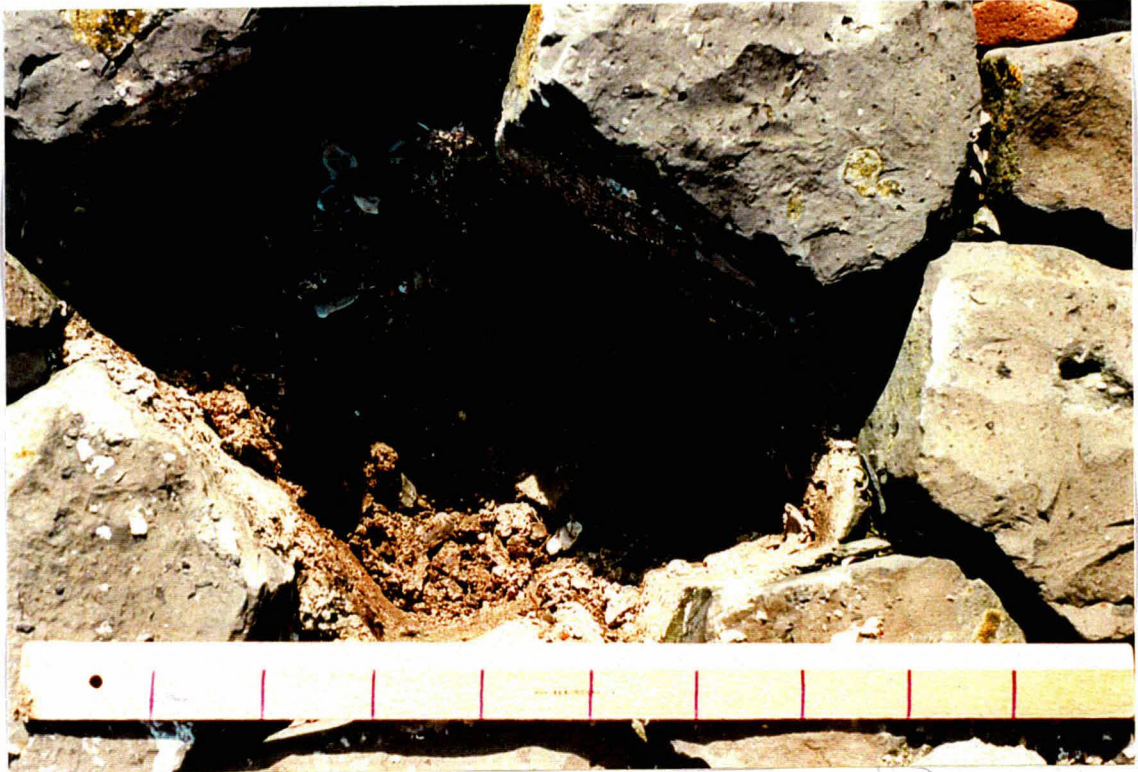


Foto 5 Dijkpaal 4: in het filter zit zand en tussen de spleten van de blokken zitten schelpen. Dit gat zet beneden de hoogwaterlijn.



Foto 6 Voorbeeld van een lokatie waar de stenen wat verzakt lijken.



Foto 7

Dijkpaal 9: laag op het talud is de zetting niet ingewassen, er zit geen zand tussen de spleten. Het filter bestaat uit grof puin. Het filter is evenmin ingezand.



Foto 8

In het gat ligt de steenslag die tussen de zuilen heeft gezeten. Hieronder is een puinlaag/vlijlaag te zien.

Geavanceerde toetsing steenbekleding Molen-Kievitpolder

1. Inleiding

In opdracht van Rijkswaterstaat, Projectbureau Zeeweringen, dient een geavanceerde toetsing van een aantal gedeelten van de steenzettingen van de Molen-Kievitpolder te worden uitgevoerd. Deze toetsing is uitgevoerd door het Waterloopkundig Laboratorium en Grondmechanica Delft. Het resultaat is besproken met Rijkswaterstaat, Dienst Weg- en Waterbouwkunde en de beheerder, het Waterschap Hulster Ambacht.

Bijlage 1 geeft een situatietekening van het te toetsen dijkvak, langs de Molenpolder en de Kievitpolder tussen dijkpaal 281+88 en dijkpaal 298+12.

De steenbekledingen zoals deze momenteel aanwezig zijn bieden een vrij divers beeld. Achtereenvolgens komen op de ondertafels granietblokken, Pools graniet, koperslakblokken, doornikse steen en basalt, allemaal op een filterlaag, voor. Deze maken in principe allemaal deel uit van de geavanceerde toetsing. Boven circa NAP + 3 meter liggen betonblokken op klei. Deze zijn al afgekeurd en maken geen deel uit van de geavanceerde toetsing. De totale lengte van de onderzochte strekking bedraagt 1,6 km. In bijlage 2 is een overzicht van de bekledingen opgenomen.

Op 28 april 1998 is samen met Rijkswaterstaat en de beheerder een veldbezoek aan de locatie gebracht. In totaal is op 11 plaatsen de bekleding gelicht om de onderlagen te kunnen inspecteren. Het bleek niet mogelijk op die datum gaten in de doornikse steen te maken: deze bleek te zijn gevuld met een gietasfalt/teermengsel.

In deze notitie wordt ingegaan op:

- informatie uit de door Rijkswaterstaat toegezonden stukken
- de bevindingen van het veldbezoek
- het uitvoeren van de toetsing.

Getracht is de informatie zo veel mogelijk per strekking te rangschikken.

2. Toegezonden informatie

2.1 Veldbezoek op 24 juni 1997

Er is reeds eerder een veldbezoek door Rijkswaterstaat en de beheerder gebracht. Hierbij zijn ter plaatse van dp 282, 294 en 296 gaten in de bekleding gemaakt. De bevindingen worden hier kort geresumeerd.

Ter hoogte van dp 282

De bekleding bestaat uit basalt, koperslakblokken en graniet. In de basalt is een gat gemaakt. Er zijn zes zuilen gelicht. De zuildikte is gemiddeld 29 cm, de minimum dikte van 10 stenen was 26 cm, de maximum dikte 33 cm.

In het gat werd water gezet dat met een snelheid kleiner dan 1 mm/sec zakte. De bekleding is derhalve ingezand.

Onder de basaltzuilen is een 25 cm dikke filterlaag (stellaag) die de indruk maakt van een fijne sortering te zijn geweest. Onder de filterlaag zit mijnsteen met een dikte van 0,8 à 1 meter. Het gedeelte van de waterkering langs de Kievitpolder is destijds nieuw aangelegd. De mijnsteen is gebruikt als perskade, en de kern van de dijk bestaat uit zand.

De afmeting van de koperslabblokken bedraagt 27/28 bij 24 cm. De dikte is niet vastgesteld.

Ter hoogte van dp 294

De bekleding is opgebouwd uit basalt, doornikse steen en graniet.

De granietblokken zijn ongeveer 35/40 cm lang, 22/25 cm breed en 20 tot 22 cm dik.

De doornikse blokken zijn 22 tot 25 cm dik, de lengte en breedte zijn variabel.

In de basaltbekleding is een gat gemaakt. Er zijn 4 zuilen gelicht. De gemiddelde dikte van 12 stenen bedraagt 27 cm, met een minimum van 18 (!) cm en een maximum van 33 cm.

Ook hier is water in het gat gezet. Dit verdwijnt even snel in het talud als het kan worden aangevoerd. De zetting is zeer doorlatend.

Tussen de blokken zitten waarschijnlijk staalslakken. Onder de basaltzuilen ligt een 30 cm dikke laag van grof puin op klei.

Opvallend is dat de grotere basaltzuilen direkt op de puinlaag staan, terwijl de kleinere zuilen hier door klemkracht tussen hangen en niet op de puinlaag staan. Het is mogelijk bij de kleinere basaltzuilen een hand onder de zuil te steken.

Ter hoogte van dp 296

De bekleding is opgebouwd uit basalt, en doornikse steen (deels gepenetreerd).

Tussen de basaltzuilen zitten staalslakken, die door 'hydraulische werking' aan elkaar zijn gekit. De toplaag is open: als er water over de bekleding wordt gegoten loopt dit tussen de blokken door weg.

Er zijn vier zuilen uit de bekleding gelicht. De gemiddelde dikte van 13 blokken bedraagt 23 cm, de minimum maat is 21 cm, de maximum maat 27 cm.

In het gat is water gezet. Dit stroomt snel weg over de bovenkant van de onderliggende laag. Onder de basaltzuilen ligt een laag puin van 50 cm dik op klei. De puin is erg grof en erg open.

2.2 Globale en gedetailleerde toetsing

Door Rijkswaterstaat is een globale en een gedetailleerde toetsing uitgevoerd. Deze zal hier niet uitgebreid worden besproken. Voor het resultaat wordt verwezen naar bijlage 2. De globale toetsing is goed gedocumenteerd. Van de uitgevoerde ANAMOS berekeningen ontbreken het percentage open oppervlak van de toplaag, of er gerekend is met inwassing en de korreldiameter en porositeit van de filterlaag.

In de globale toetsing scoren de basaltzuilen, de koperslabblokken en de doornikse steen twijfelachtig. ANAMOS geeft aan dat de zetting instabiel is, en bovendien is het resultaat van de berekening vaak niet geldig omdat boven de $6\xi^{-2/3}$ lijn wordt uitgekomen. Wordt de laagdikte met een factor 1,5 vermenigvuldigd dan is het resultaat kennelijk een stabiele zetting. De factor 1,5 wordt kennelijk toegepast om de mogelijke invloed van inzanding aan te geven, en derhalve wordt tot een geavanceerde toetsing van de ingezande zettingen besloten.

De granietblokken worden, behoudens een smalle strook tussen dp 282 en dp 283, al in de globale toetsing onvoldoende getoetst. Als de graniet is ingezand, dan mag de lijn tussen twijfelachtige en goede bekleding met een factor 1,5 omhoog worden getrokken, en dan wordt de bekleding twijfelachtig.

NB: uit de geleverde tabellen lijkt het of de granietblokken zelfs bij 1,5*D volgens ANAMOS nog instabiel zijn: dan heeft geavanceerd toetsen niet veel zin ?!

2.3 Hydraulische randvoorwaarden

De golfrandvoorwaarden zijn bij 3 waterstanden gegeven: NAP + 2 m, NAP + 4 m en NAP + 6 m. Voor tussenliggende waterstanden wordt geïnterpoleerd. In tabel 2.1 zijn opgenomen:

- W_s : waterstand
- H_s : significante golfhoogte
- T_p : piekperiode

| Dijkvak | W_s NAP + 2 m | | W_s NAP + 4 m | | W_s NAP + 6 m | |
|----------------------|-----------------|-----------|-----------------|-----------|-----------------|-----------|
| | H_s [m] | T_p [s] | H_s [m] | T_p [s] | H_s [m] | T_p [s] |
| dp 281+ 88 –283 + 70 | 0,9 | 4,8 | 1,6 | 5,7 | 1,9 | 5,7 |
| dp 283 + 70 –287 | 1,5 | 4,8 | 1,9 | 5,7 | 2,1 | 5,7 |
| dp 287 –290 | 1,5 | 4,8 | 1,8 | 5,7 | 2,0 | 5,7 |
| dp 290 –298 + 12 | 1,5 | 4,8 | 1,9 | 5,7 | 2,0 | 5,7 |

Tabel 2.1 Hydraulische randvoorwaarden volgens RIKZ

Gemiddeld hoogwater op deze lokatie is NAP + ^{2,35}2,35 m, hoogwater bij sprintij is NAP + ^{2,68}2,68 m (gegevens Hansweert). De te toetsen bekledingen liggen alle beneden NAP + 3,23 m.

2.4 Indeling bekledingen

In de geleverde tabellen van de door Rijkswaterstaat uitgevoerde toetsing is uitgezocht welke bekledingen geavanceerd moeten worden getoetst. Er wordt gekomen tot de indeling die in tabel 2.2 is uitgewerkt.

| Vak | toplaag | niveau bovengrens [m+NAP] | niveau ondergrens [m+NAP] |
|---------------------------|-----------|------------------------------|------------------------------|
| dp 281 + 88 – dp 283 + 70 | koperslak | 2,5 | 1,17 |
| dp 281 + 88 – dp 283 + 70 | basalt | 3,17 | 2,5 |
| dp 283 + 70 – dp 285 + 60 | koperslak | 2,4 | 1,19 |
| dp 283 + 70 – dp 285 + 60 | basalt | 3,05 | 2,4 |
| dp 285 + 60 – dp 286 + 80 | graniet | 3,23 | 1,97 |
| dp 285 + 60 – dp 287 | doornikse | 1,34 | 0,69 |
| dp 286 + 80 – dp 287 + 50 | basalt | 3,05 | 1 |
| dp 287 – dp 289 + 10 | doornikse | 1,06 | -0,75 |
| dp 287 + 50 – dp 290 | graniet | 1,72 | 1,06 |
| dp 287 + 50 – dp 290 | basalt | 2,94 | 1,72 |
| dp 290 – dp 298 + 12 | basalt | 2,87 | 1,86 |
| dp 290 – dp 294 + 20 | graniet | 1,15 | 0,3 |
| dp 294 + 20 – dp 298 + 12 | doornikse | 1,86 | -0,5 |

Tabel 2.2 Te toetsen bekledingen

3. Veldbezoek d.d. 28 april 1998

De beheerder heeft als ervaring dat het gedeelte met voorland (dp 281 + 88 tot circa dp 286) geen schade te zien geeft, maar het rechte stuk van het dijkvak geeft wel af een toe een zuil of natuursteen blok dat los komt bij storm. Tot enkele jaren geleden werden de basaltzettingen gestopt en niet ingewassen. Deze zettingen bleken niet in te zanden. Op de overgang met de betonband bleken in de basaltglooiing verzakkingen op te treden doordat er materiaal onder de blokken vandaan spoelde. Sinds er gewerkt wordt met inwassing treedt er meer inzanding op.

Ter plaatse van dp 282,5

De bekleding bestaat uit basalt, koperslakblokken en graniet. De graniet is in de globale toetsing goedgekeurd en valt derhalve buiten de geavanceerde toetsing.

Op de lokatie ligt ongeveer op NAP + 1 m een voorland. Dit gedeelte is na 1953 nieuw aangelegd en de kern van de dijk bestaat uit zand. Dit betekent dat er niet gerekend kan worden op reststerkte, met mogelijke uitzondering van een mogelijk aanwezige perskade van mijnsteen.

Op enige afstand voor de kust liggen zandbanken (de Platen van Ossensisse) die bij eb droog vallen. Naar aangenomen mag worden is de invloed van deze zandbanken al in de hydraulische randvoorwaarden verwerkt.

Onder de ingezande koperslakblokken, 20 cm dik, zit een dun uitvullaagje dat volledig is ingezand. Hieronder bevindt zich mijnsteen dat op het oog aan de oppervlakte eveneens is ingezand.

Boven is de toplaag van basalt eveneens volledig dichtgeslibd. De zuilen zijn 23 tot 28 cm dik. De basalt staat op een dun uitvullaagje cq. direct op de vlijlagen. Onder de vlijlagen zal zich naar verwachting een kleilaag bevinden.

Ter plaatse van dp 285

Van dp 281+88 tot circa dp 286,25 ligt een voorland op circa NAP + 1 meter. De bekleding bestaat uit basalt en koperslabblokken. (Foto met scheepje)

De gehele bekleding is ingezand. Er staat water in de spleten (foto). De inzanding zit tot ongeveer 10 cm vanaf de bovenkant van de basaltzuilen in de spleten.

Ter plaatse van dp 286,25

Dijkpaal 286,25 ligt in de bocht. Ongeveer tot dit punt is het voorland aanwezig. De bekleding bestaat uit granietblokken van 25 cm dik. Deze bekleding is volledig ingezand, ook de spleten tussen de blokken.

Ter plaatse van dp 288

De bekleding bestaat uit basalt, granietblokken en doornikse steen. De doornikse steen is ingegoten.

De granietblokken liggen op een redelijk open granulaire filter. In het filter liggen grotere stenen die kennelijk zijn gebruikt om hoogteverschillen af te vlakken. Als er iets dieper wordt gegraven in de filterlaag blijkt het filter zandiger te worden. Op ongeveer 15 à 20 cm diepte vanaf de bovenkant van de filterlaag worden vlijlagen aangetroffen.

De toplaag van basalt is ingewassen, maar niet ingezand. (foto) De inwassing is erg mager: op veel plaatsen kan een lineaal 30 cm diep in de spleten tussen de blokken worden gestoken. De basaltzuilen zijn 24 tot 30 cm dik. Het filter is wel volledig ingezand.

Net voorbij de bocht bij dp 287 zijn meerdere basaltzuilen verzakt of afgebroken. (Foto).

Ter plaatse van dp 289,5

De bekleding bestaat uit basalt en graniet.

Onder de granietblokken is het filter volledig ingezand, zelfs dusdanig dat in het gemaakte gat water staat, ook al is het getij reeds enige uren van het talud verdwenen. Het steenslagfilter is meer dan 20 cm dik. (foto)

In de basalt is in de buurt van deze lokatie een oppervlak van ongeveer 1 m² verzakt. Dit is op meer plaatsen langs de Molenpolder geconstateerd.

Ter plaatse van dp 291,5

De bekleding bestaat uit basalt, doornikse steen en graniet.

De basaltzuilen zijn 25 tot 30 cm dik. De spleten zitten hoog op het talud halfvol met inwasmateriaal, maar niet met zand, schelpen of klei. De zuilen staan op een dunne (hooguit enkele centimeters) uitvulling die geheel gevuld zijn siltig of kleiig materiaal. Hieronder zitten drie vlijlagen waarvan de spleten eveneens gevuld zijn met grond.

De bovenste rand, ongeveer een halve tot een hele meter gerekend van de overgang naar de betonblokken op klei, is ingegoten. Dit is bij de aanleg gedaan, waarbij ook de filterlaag is gevuld.

Op dit gedeelte zijn enkele verzakte of afgebroken basaltzuilen aanwezig. Ook is op 1 of 2 plaatsen circa 1 m² basalt verzakt. Verder zijn hier en daar de basaltzuilen sterk 'gekant'.

Beneden de basalt ligt doornikse steen. Hieraan ontstond regelmatig schade. Daarom is de doornikse steen op alle lokaties ingegoten. Hierna zijn geen nieuwe schades ontstaan. Er kon geen gat in de bekleding worden gemaakt.

Onderaan het talud liggen granietblokken. De spleten zijn volledig ingezand, evenals de filterlaag. Het filter is 10 tot 20 cm dik.

De granietblokken en de doornikse steen zijn geheel overgroeid met blaaswier.

Ter plaatse van dp 296

De bekleding bestaat uit basalt en doornikse steen.

De basaltbekleding wordt gekenmerkt door een open toplaag en een dichtgeslibd filter. De basalt is ingewassen met slakken. De kleinere zuilen zijn gezet op brokken puin. Opvallend zijn de open ruimtes onder de blokken die hiervan het gevolg zijn. De kleinste zuilen zijn slechts 20 cm hoog. Volgens de beheerder is dat afhankelijk van de stenen die toevallig voor zo'n stuk zijn uitgevoerd, en kunnen deze kleinere zuilen verspreid over het gehele dijkvak worden aangetroffen.

De doornikse steen is met vloeibare teer tot in de filterlaag gepenetreerd. Het is niet gelukt hierin met handkracht een gat te maken.

De toplaag van doornikse steen is volledig overgroeid met blaaswier. (foto).

4. Geavanceerde toetsing

Er is sprake van een aantal typen bekleding die getoetst dient te worden. Per bekleding zijn hierbij de volgende keuzes gemaakt:

- a. basaltbekleding. Er is een scheiding gemaakt in de situatie in dijkvakken dp 281 + 88 tot dp 290, waar sprake is van ingezande zettingen en de zetting tussen dp 290 tot 298 + 12, waar de bekleding een meer open karakter vertoont. Voor de ingezande zettingen is aangenomen dat de dikte van de zuilen 25 cm bedraagt, met 10 % open oppervlak en zijn gezet op een filter van 10 cm dik met een D15 van 20 mm. De niet ingezande zettingen zijn beschouwd met een laagdikte van 23 cm, een open oppervlak van 10 % op een filter met een laagdikte van 30 cm en een D15 van 30 mm. Deze aannames zijn bewust aan de conservatieve kant, omdat gebleken is dat de kleinere zuilen zijn gezet op brokken puin, en dat er soms grotere ruimtes onder de blokken aanwezig kunnen zijn.
- b. koperslakblokken. De koperslakblokken zijn berekend met een toplaagdikte van 0,2 m en een open oppervlak van 3 % (bij het veldbezoek is de breedte van de spleten geschat op 4 mm). De koperslakblokken liggen op een ingezand filter of op een uitvullaag op (ingezand) mijnsteen. Hiervoor is aangenomen dat dit gemodelleerd kan worden door een 10 cm dik filter met een D15 van 20 mm toe te passen.
- c. granietblokken. De granietblokken komen als zeer ongunstig uit de globale toetsing. Het veldbezoek heeft geen aanleiding gegeven om dit oordeel te herzien. Na onderling overleg is geconcludeerd dat een meer geavanceerde rekenmethode evenmin tot een goede score zal leiden. De graniet wordt afgekeurd.
- d. ingegoten doornikse steen. Er kan gesteld worden dat de bekleding door het ingieten van de spleten van de blokken waterondoorlatend is geworden. Volgens de beheerder is de penetratie volledig tot in de filterlaag doorgedrongen. Toch kan hieraan worden getwijfeld. Immers, de penetratie is geruime tijd na aanleg gepleegd, en dus kan het filter al in ruime mate zijn ingezand. Dan is volledige penetratie onwaarschijnlijk.

Voorts is de penetratie gebeurd door het mengsel door de spleten tussen de (grote) blokken te gieten. Er moet dan een zeer ruime hoeveelheid van het mengsel door deze spleten worden gegoten om alle ruimte in het filter onder de blokken te vullen en dat moet dan overal kunnen worden gegarandeerd. In hoeverre dit werkelijk is gelukt kan alleen worden aangetoond door op enkele plaatsen de bekleding open te breken. Voorts moet, wil de bekleding als asfaltbekleding kunnen worden getoetst, worden onderzocht of de hechting tussen de blokken en de voegvulling inderdaad van dien aard is dat dit gerechtvaardigd is. Vooralsnog wordt gesteld dat de top laag is gepenetreerd maar de filterlaag niet. Dit betekent dat de bekleding getoetst moet worden op statische overdrukken als gevolg van een wisselende waterstand. Voor de beoordeling van de top laag stabiliteit wordt geen rekening gehouden met plaatwerking.

De voornaamste referentie voor de ingezande/dichtgeslibde natuursteenglooingen zijn de recente Deltagootproeven waarbij dichtgeslibde granietblokken zijn gesimuleerd. Uit de proefresultaten van series 4a en 4d bleek schade op te treden bij $H_s/\Delta D$ verhoudingen die op de lijn $6,28 \xi^{-2/3}$ respectievelijk $7,26 \xi^{-2/3}$ lagen. Hieruit wordt voorlopig de voorzichtige conclusie getrokken dat bekledingen die boven de lijn $6 \xi^{-2/3}$ uitkomen wel erg aan de grens van onze kennis raken, en derhalve niet goedgekeurd kunnen worden. Wellicht is na de analyse van de metingen een andere conclusie mogelijk.

De beste referentie voor 'overgoten' bekledingen (dus niet 'volledig ingegoten' bekledingen) zijn de resultaten op een dergelijke constructie die in 1997 in de Deltagoot is beproefd. De verhouding $(H_s/\Delta D) * \xi^{2/3}$ van deze proef bleek 4,5 bij het ontstaan van schade.

De beoordeling is uitgevoerd met de hierboven aangegeven waarden en aannames. De vakindeling is nog iets verfijnd doordat gebleken is dat binnen de aangegeven vakken de taludhelling nogal kan variëren. Dit kan invloed hebben op het resultaat van de toetsing. Ten aanzien van de gehanteerde golfrandvoorwaarden is een iets andere formulering voor de aan te houden schadepdiepte gehanteerd als in de tabellen van Rijkswaterstaat gebruikelijk is. Per saldo zijn deze verschillen niet heel groot.

De bekleding van de Molen-Kievitpolder is vrij divers. Hierdoor is het mogelijk dat in één dwarsdoorsnede drie of vier typen bekleding worden aangetroffen. Uit de toetsing kan volgen dat hiervan een smalle strook bekleding wordt goedgekeurd en de bekleding hieronder en hierboven afgekeurd. Uit uitvoeringstechnische redenen kan het dan beter zijn ook de goedgekeurde bekledingen op te nemen.

In tabelvorm zijn de volgende resultaten gevonden:

| Vakgrenzen | | Niveau | | Statische overdruk | $(H_s/\Delta D) * \xi^{2/3}$ [-] | Score ANAMOS | Eindscore |
|------------|----------|-------------------|-------------------|--------------------|-------------------------------------|--------------|-----------------------|
| van [dp] | tot [dp] | onderkant [m+NAP] | bovenkant [m+NAP] | | | | |
| 281,9 | 283,7 | 1,17 | 2,5 | n.v.t | 5,82 | goed | goed ¹⁾ |
| 283,7 | 285,6 | 1,19 | 2,4 | n.v.t | 6,52 | goed | onvold. ¹⁾ |
| 281,9 | 283,7 | 2,5 | 3,17 | n.v.t | 4,76 | goed | goed. ²⁾ |
| 283,7 | 285,6 | 2,4 | 3,05 | n.v.t | 5,01 | goed | goed. ²⁾ |
| 286,6 | 287 | 2,4 | 3,05 | n.v.t | 5,33 | goed | onvold. ³⁾ |
| 287 | 290 | 1,72 | 2,94 | n.v.t | 5,85 | goed | onvold. ³⁾ |
| 290 | 298,1 | 1,86 | 2,87 | n.v.t | 6,78 | goed | onvold. ⁴⁾ |
| 285,6 | 287 | 0,69 | 1,34 | voldoet | > 4,5 | n.v.t. | onvold. ⁵⁾ |
| 287 | 289,1 | -0,75 | 1,06 | onvold. | n.v.t. | n.v.t. | onvold. ⁵⁾ |
| 290,2 | 294,2 | 1,15 | 1,86 | voldoet | > 4,5 | n.v.t. | onvold. ⁵⁾ |
| 294,2 | 298,1 | -0,5 | 1,86 | onvold. | n.v.t | n.v.t. | onvold. ⁵⁾ |
| 285,6 | 286,8 | 1,97 | 3,23 | n.v.t | > 6 | - | onvold. ⁶⁾ |
| 287,5 | 290 | 1,06 | 1,92 | n.v.t | > 6 | - | onvold. ⁶⁾ |
| 290 | 294,2 | 0,3 | 1,15 | n.v.t | > 6 | - | onvold. ⁶⁾ |

Tabel 4.1 Resultaten geavanceerde toetsing

Toelichting op de eindscore:

- 1) deze bekledingen zijn de koperslakblokken. De eerste bekleding ligt redelijk in de luwte achter een voorland. Vanaf de eerste bocht gerekend vanaf de oostelijke zijde van het dijkvak neemt de golfaanval toe. Daarom scoren de koperslakblokken in het eerste vak goed en in het tweede onvoldoende.
- 2) deze bekledingen bestaan uit de basaltzuilen op het gedeelte waar de golfaanval iets kleiner is ten gevolge van de aanwezigheid van een voorland. De bekleding voldoet.
- 3) dit betreft een tweetal basaltbekledingen net in of net voorbij de bocht. Er is hier nauwelijks meer sprake van voorland. Volgens de berekeningen en beschouwingen voldoet de bekleding. Er is echter sprake van de ervaring van de beheerder die in de glooiingen af en toe een losse zuil vindt nadat er storm is geweest. Met dit beheerdersoordeel kan niet tot goedkeuring van de bekleding worden overgegaan en volgt de score 'onvoldoende'. Dit is tevens een aanduiding dat de $6 \xi^{-2/3}$ regel mogelijk zelfs nog te optimistisch kan zijn.
- 4) de ANAMOS berekeningen geven in alle gevallen aan dat de basaltbekleding in dit vak voldoet. Er wordt echter een grens getrokken bij een waarde voor $H_s/\Delta D * \xi^{2/3}$ die groter is dan 6. Daardoor krijgt het laatste vak basalt de score onvoldoende.
- 5) deze bekledingen bestaan uit ingegoten/overgoten doornikse steen. Een deel van de bekledingen wordt direct afgekeurd vanwege het criterium voor statische overdruk. Een deel voldoet weliswaar aan dit criterium, maar dan is de waarde voor $H_s/\Delta D * \xi^{2/3}$

groter dan 4,5. Hier kan vooralsnog geen goedkeuring aan worden verleend. De score is onvoldoende. Wellicht kunnen metingen van de freatische lijn onder de blokken bij springtij worden uitgevoerd en door grondwaterstromingsberekeningen worden geextrapoleerd naar maatgevende omstandigheden. De bekleding als zodanig scoort echter dusdanig ongunstig ten aanzien van de top laagstabiliteit bij golfaanval dat de kans op uiteindelijke goedkeuring beperkt moet worden geacht.

- 6) deze bekledingen zijn de granieten blokken. Deze blijken bij een globale beoordeling dusdanig ongunstig uit te vallen, dat een onvoldoende score onvermijdelijk is.

5. Aanbevelingen

Het is nauwelijks vastgelegd waaruit een geavanceerde toetsing precies zou moeten bestaan. In de praktijk bestaat er naar onze bevinding de nodige onduidelijkheid. Het feit dat er geen vastomlijnde procedure voor een geavanceerde toetsing is echter niet zonder reden. Een geavanceerde toetsing kan onder meer bestaan uit:

- het toepassen van de meest geavanceerde rekenmodellen, zoals STEENZET, grondwaterstromingsmodellen of het doorrekenen van golfrandvoorwaarden naar de teen van de dijk
- het uitvoeren van veldmetingen, trekproeven, doorlatendheidsmetingen, etcetera
- het ontwikkelen van nieuwe technieken, rekenmethoden of het uitvoeren van modelproeven als blijkt dat de kennis ontoereikend is.

Het is echter ook mogelijk dat een geavanceerde toetsing helemaal niet zo hoogdravend is, maar dat snel tot een conclusie wordt gekomen op basis van een deskundig oordeel. Het is zelfs zo dat in sommige gevallen het deskundige oordeel de voornaamste ingang is om te kunnen toetsen. Dit is van geval tot geval verschillend.

Het is daarom de voor de hand liggende conclusie dat de crux van de geavanceerde toetsing niet is gelegen in het gebruik van geavanceerde technieken, maar in de toegevoegde deskundigheid. Met deze expertise kunnen simpele methoden zowel als geavanceerde technieken doelmatig worden ingezet en alleen zo kan een 'best mogelijke oordeel' worden verkregen.

In dit specifieke geval is sprake van een situatie waarin door externe tijdsdruk een periode van krap twee weken ter beschikking stond voor het uitvoeren van de geavanceerde toetsing van drie dijkvakken. Deze periode is dusdanig kort dat alleen al uit oogpunt van tijd de mogelijkheden sterk zijn beperkt. Van een normale situatie waarbij een gewogen oordeel in rust tot stand komt na uitvoering van alle onderdelen die het specifieke geval vereist is hier geen sprake.

Er wordt daarom voor gepleit om:

- in de toekomst een andere werkwijze te kiezen, waarbij de geavanceerde toetsing niet als sluitstuk van de planning wordt gezien
- ook als dit niet meer van belang is voor de Molen-Kievitpolder, toch naar aanleiding van de bevindingen nader onderzoek uit te voeren, zodat de huidige toetsing voort te zetten om de gang van zaken, de witte vlekken en hoe daar mee om te gaan, de tijd krijgen om zich verder uit te kristalliseren ten behoeve van toekomstige geavanceerde toetsingen.

Deze aanbeveling is te meer van belang omdat naar het zich laat aanzien dit jaar grote strekkingen van een gedetailleerd oordeel zullen worden voorzien, en vervolgens voor een

aanzienlijk deel in de categorie 'geavanceerde toetsen' terecht kunnen komen. Als volgend jaar tot de ontdekking wordt gekomen dat er een stuk kennisontwikkeling nodig is dan is dat (net als dit jaar) te laat.

In zijn algemeenheid wordt bij de geavanceerde toetsing ondervonden dat het algemene gevoel dat ingezande bekledingen stabiel zijn dan niet ingezande bekledingen met de huidige kennis nog niet onderbouwd kan worden. Dat is teleurstellend. Gezien de omvang van deze problematiek wordt in overweging gegeven dat een uiterste onderzoeksinspanning om deze witte vlek beter in kaart te brengen gerechtvaardigd lijkt.

Naast fundamenteel onderzoek, waarvan de resultaten geruime tijd op zich zullen laten wachten kan hier ook aan kortere termijnen worden gedacht. Uit de Deltagootproeven op ingezande bekledingen blijkt dat ingezande graniet een hogere stabiliteit heeft dan ingezande betonblokken. Het lijkt uitermate nuttig de sterkte van ingezande basaltbekledingen eveneens beter te onderbouwen door proeven met ingezande basaltblokken uit te voeren als onderdeel van de huidige serie Deltagootproeven. Het lijkt niet onmogelijk dat hieruit een nog hogere stabiliteit volgt, en deze wetenschap kan van groot belang zijn voor verdere toetsingen.

In dit kader wordt tevens gewezen op de nieuw gezette en (kunstmatig) ingezande betonblokken op de Oesterdam. Uit trekproeven bleek dat de toename van de sterkte door de inzanding beperkt was (misschien 20 % toename in treksterkte). De bekleding ligt er nu circa anderhalf jaar. Een herhaling van de trekproeven kan meer inzicht geven in de vraag of de sterkte na verloop van tijd is toegenomen.

Ten aanzien van de overgoten en ingegoten bekledingen is de conclusie gerechtvaardigd dat toetsingsmethoden hiervoor grotendeels ontbreken. Er wordt gewerkt aan ad hoc oplossingen, maar ook hier kan worden voorzien dat er nog kennisontwikkeling noodzakelijk zal zijn. Bij voorkeur zal hier een mix van veldwaarnemingen, theorievorming en modelverificatie aan ten grondslag liggen.

Bij de volledig ingezande cq. ingegoten en overgoten constructies kan het een belangrijke vraag zijn in welke mate de freatische lijn onder de toplaag kan stijgen. Daarom is een exercitie waarbij de freatische lijn bij springtij of stormopzet wordt gemeten (voor deze lokatie of meer in zijn algemeenheid) en vervolgens wordt geëxtrapoleerd naar maatgevende omstandigheden voor een aantal constructies uit de praktijk van belang. Als de freatische lijn belangrijk achterblijft bij de hoogste waterstand tijdens maatgevende omstandigheden, dan is dat van grote invloed op de stabiliteit.

Bijlage 1 Lokatie onderzochte bekledingen

56

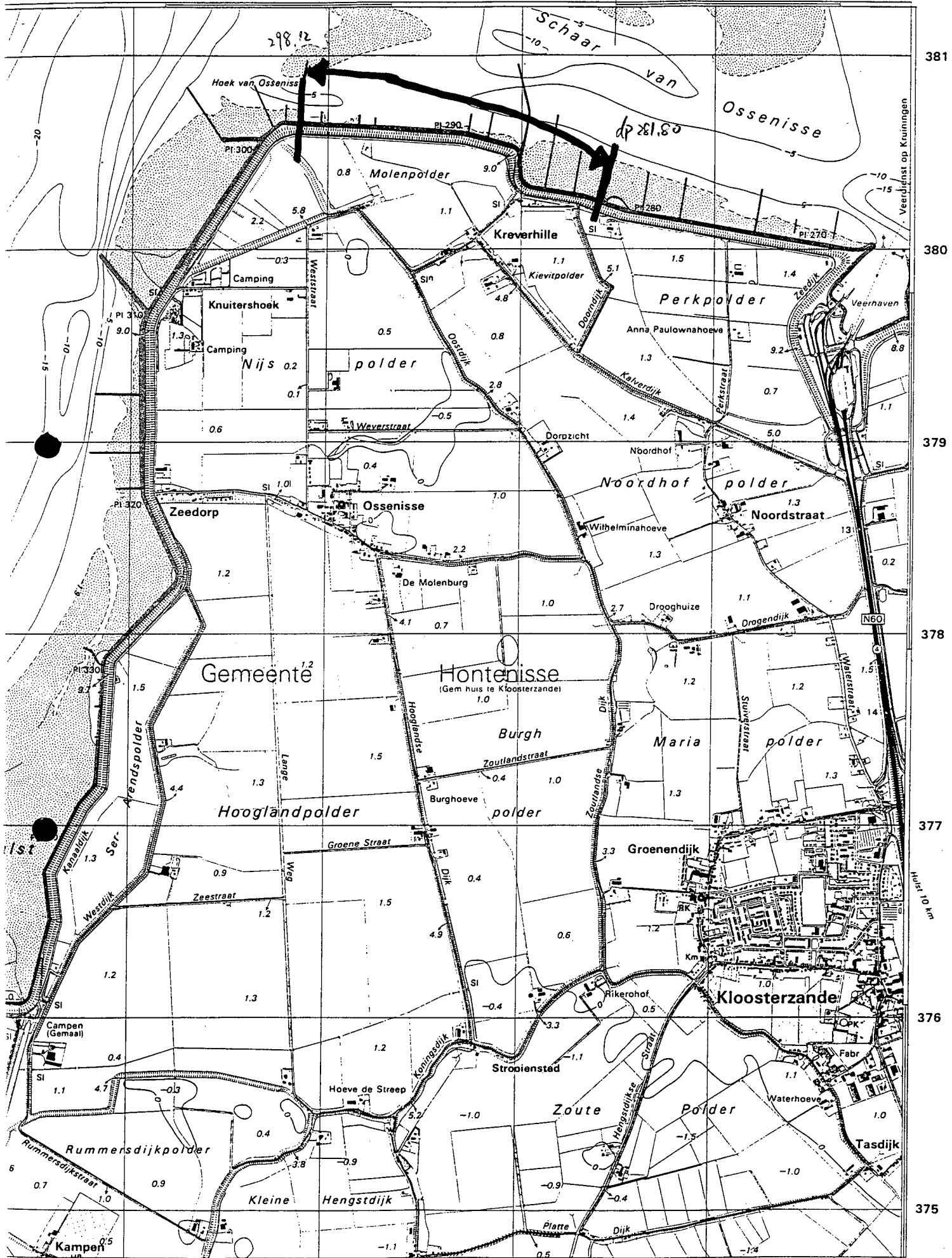
57

58

4°00'

59

60



56

57

58

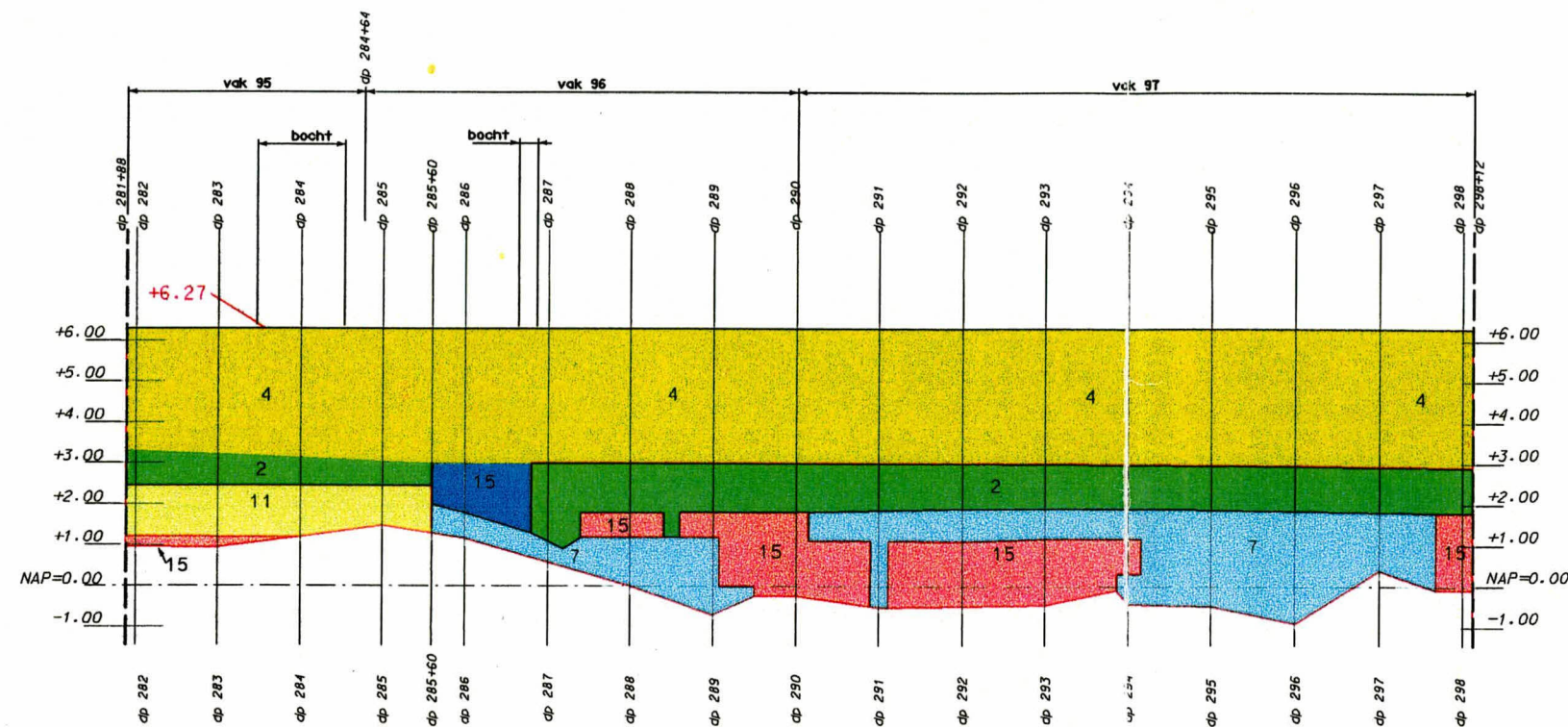
59

60

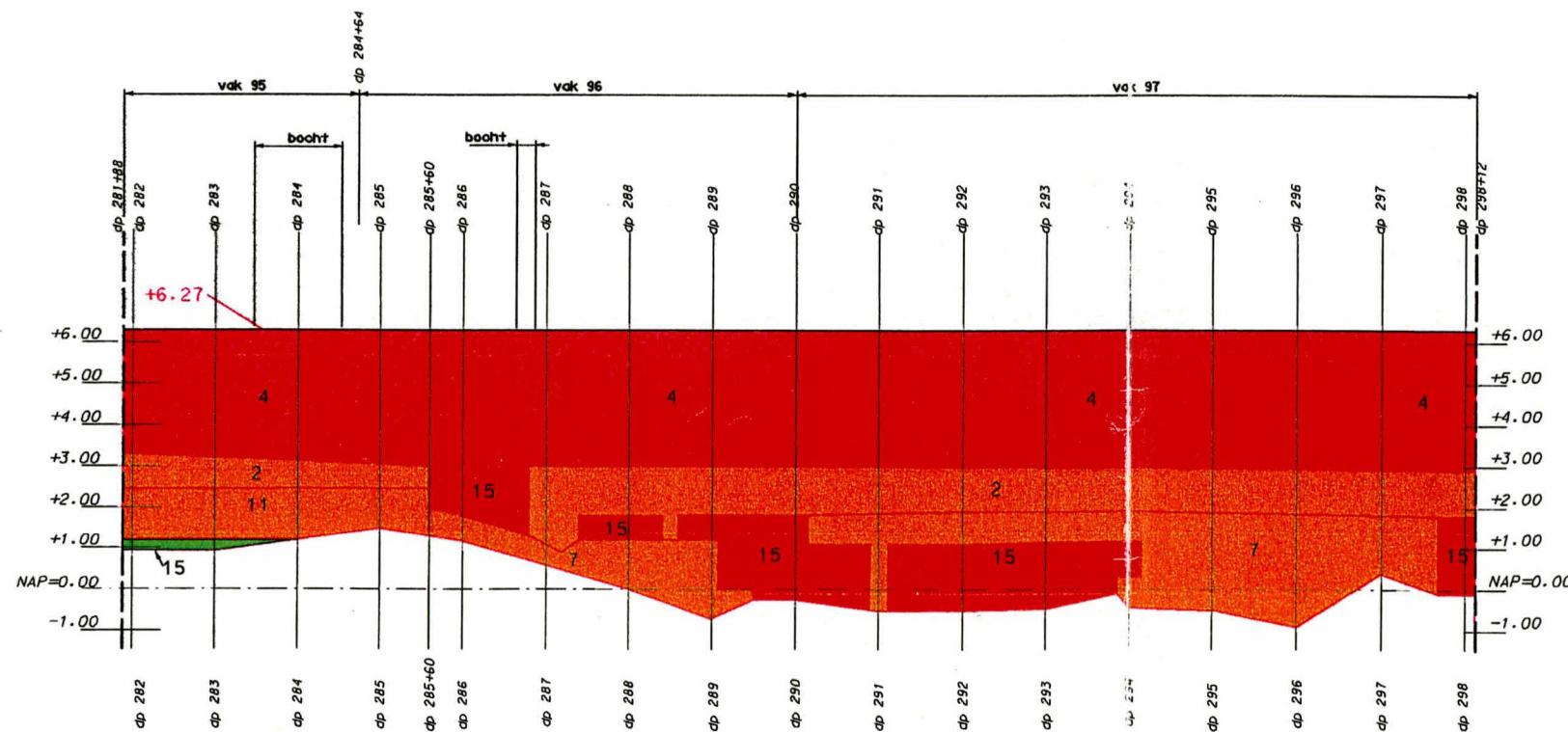
MK 980001

Bijlage 2 Overzicht van de aanwezige bekledingen

Molen-Kievitpolder



- huidige situatie**
legenda
- 1 asfalt
 - 2 basalt
 - 3 basaltan
 - 4 betonblokken
 - 5 diaboolglooiing
 - 6 doorgroei stenen
 - 7 doornikse steen
 - 8 pools graniet
 - 9 haringmanblokken
 - 10 hydroblokken
 - 11 koperslakblokken
 - 12 lessenisse steen
 - 13 petite graniet
 - 14 vilvoordse steen
 - 15 granietblokken
 - 16 onbekend



Figuur 3B
eindbeoordeling
toetsing

- eindbeoordeling**
toetsing
legenda
- g goed
 - v voldoende
 - no nader onderzoek
 - o onvoldoende

→ geavanceerd



Foto 1 Het begin van de strekking, het gedeelte met voorland.

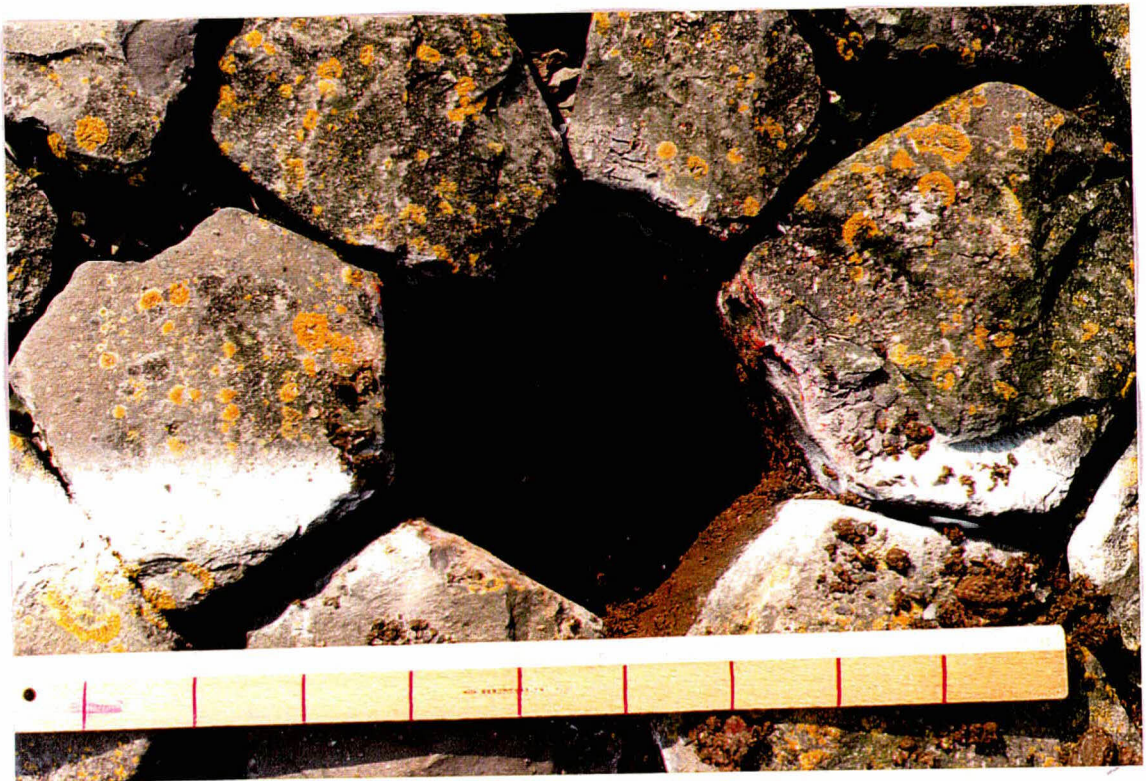


Foto 2 Voorbeeld van ingezande basalt. Op de blokken naast de lineaal ligt een klein beetje van het filtermateriaal.



Foto 3 Het einde van de onderzochte strekking. De ondertafel bestaat uit basalt en doornikse steen, die deels is overgroeid met blaaswier



Foto 4 Voorbeeld van een open toplaag van basalt, met een vrij open filter. Let ook op de grote brokken baksteen. Dit kan van de vlijlaag afkomstig zijn, maar de brokken kunnen ook gebruikt zijn om de kleinere zuilen op te zetten.



Foto 5 Voorbeeld van een plaats waar circa 1 m² zuilen zijn verzakt.



Foto 6 Voorbeeld van een lokatie waar de stenen wat verzakt lijken. Enkele zuilen zijn een flink stuk het talud ingezakt.



Foto 7

Dp 289,5. Onder de graniet toplaag zit een volledig dichtgeslibt filter. Er treedt water uit het talud. Dit water is er niet met de emmer ingegoten.



Foto 8

Dp 288. In tegenstelling met de voorgaande foto ligt de graniet hier op een vrij open filter.



Foto 9 Ingezande koperslakblokken

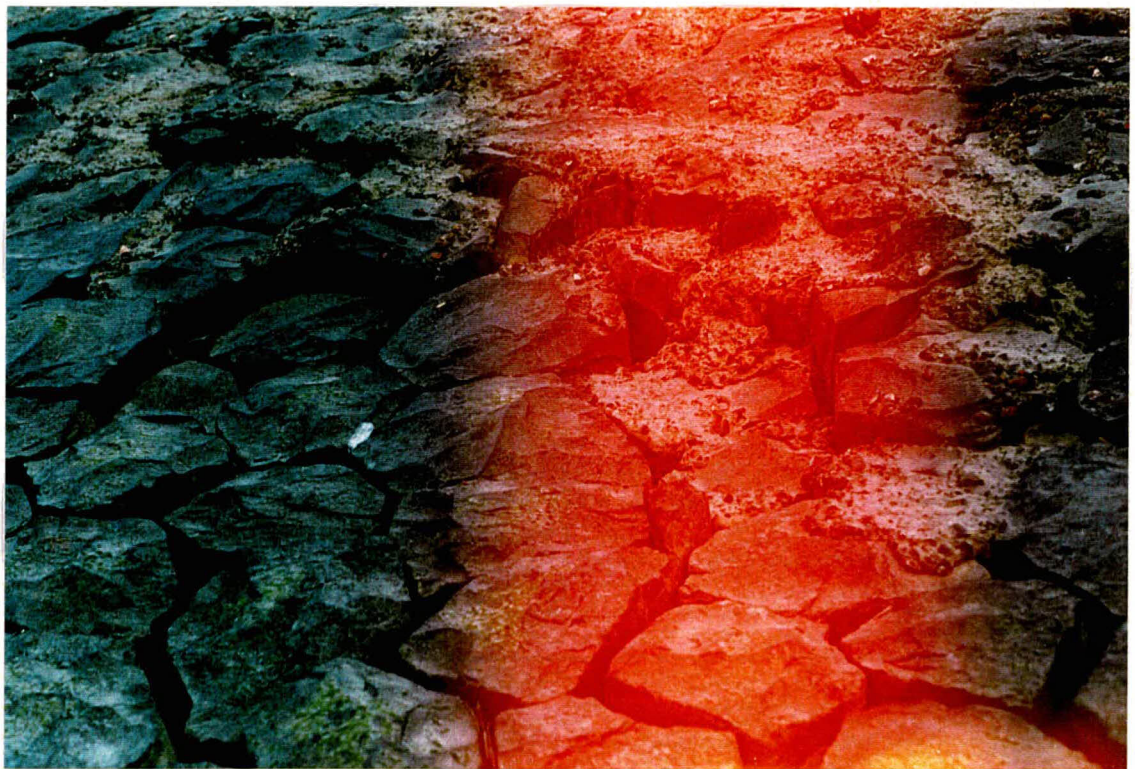


Foto 10 Voorbeeld van verzakte zuilen, kennelijk doordat er materiaal onder de zuilen vandaan kan spoelen. Dit is juist onder de (gepentreeerde) overgangsconstructie.

Geavanceerde toetsing steenbekleding Zimmermanpolder

1. Inleiding

In opdracht van Rijkswaterstaat, Projectbureau Zeeweringen, dient een geavanceerde toetsing van een aantal gedeelten van de steenzettingen van de Zimmermanpolder te worden uitgevoerd. Deze toetsing is uitgevoerd door het Waterloopkundig Laboratorium en Grondmechanica Delft. Het resultaat is besproken met Rijkswaterstaat, Dienst Weg- en Waterbouwkunde, en de beheerder, het Waterschap de Zeeuwse Eilanden.

Bijlage 1 geeft een situatietekening van het te toetsen dijkvak, langs de Zimmermanpolder tussen dijkpaal 18 en dijkpaal 41. De dijkpalnummering loopt op naar het westen.

De steenbekledingen op dit dijkvak bestaan grotendeels uit Haringmanblokken, betonblokken, basaltzuilen en ingegoten basalt, terwijl laag op het talud en deels of grotendeels onder de slikken verdwenen lessinise en doornikse steen voorkomt. Alleen de basaltzuilen en de ingegoten basalt maken deel uit van de geavanceerde toetsing.

In bijlage 2 is een overzicht van de bekledingen opgenomen.

Op 31 maart 1998 is de Zimmermanpolder bezocht, zij het niet in het kader van de geavanceerde toetsing, maar van het verzamelen van informatie voor de gedetailleerde toetsing (het project Landelijke Inventarisatie). Hierbij waren op een aantal plaatsen basaltzuilen uit de toplaag gelicht om de onderliggende lagen te kunnen inspecteren. De zogenaamde 'checklisten' met de bevindingen zijn door Rijkswaterstaat ter beschikking gesteld. Van een hernieuwd bezoek in het kader van de geavanceerde toetsing is afgezien.

In deze notitie wordt ingegaan op:

- informatie uit de door Rijkswaterstaat toegezonden stukken
- het uitvoeren van de toetsing.

Getracht is de informatie zo veel mogelijk per strekking te rangschikken.

2. Toegezonden informatie

2.1 Veldbezoek op 31 maart 1998

De gebruikte informatie is voor een groot deel overgenomen uit de geleverde gegevens van Rijkswaterstaat. De basaltzuilen bestaan volgens bestek uit basalt 20/30. De gemiddelde dikte zoals uit het veldonderzoek is bepaald was 23 a 24 cm. Over de gehele lengte was de filterlaagdikte klein: er is kennelijk vooral puin of steenslag gebruikt om hoogteverschillen uit te vlakken, verder zijn de zuilen direct op de vlijlagen geplaatst of met een dunne uitvullaag.

Ter plaatse van dp 21

Op NAP + 2,70 m is een gat gemaakt in de bekleding van gepenetreerde basalt. De penetratie zit tot in de vlijlagen. Er is niet te zien of een filter aanwezig was. De basaltzuilen zijn gemiddeld 26 cm dik, met een minimum dikte van 22 cm.

Ter plaatse van dp 25

Op NAP + 2,40 m is een basaltzuil gelicht. De glooiing is gezet op vlijlagen en een filter van doornikse steenslag 40/60 van 9 tot 15 dik. De filterlaag is volledig ingezand. De basalt is gemiddeld 22 cm dik. De minimum steendikte bedraagt 16 cm.

Op NAP + 2,70 m is de situatie hetzelfde. Het filter is hier 3 tot 8 cm dik.

Op NAP + 3,00 m is de basalt gepenetreerd. De basalt is gezet op een uitvullaag van slakken 0/40 mm. De penetratie is tot 10 cm onder de bovenkant van het blok doorgedrongen. De uitvullaag is niet gepenetreerd maar wel volledig ingezand. De basaltzuilen zijn gemiddeld 25 cm dik met een minimum van 20 cm. Als laagdikte voor het filter wordt 5 cm gegeven.

Ter plaatse van dp 27 + 58

Op NAP + 1,80 m is een ingezande basaltzetting aanwezig. De basalt is gezet op puin en vlijlagen. De gemiddelde dikte van de basaltzuilen is 25 cm. De minimum dikte bedraagt 23 cm.

Ter plaatse van dp 29 + 85

Op NAP + 2,30 m is de basalt toplaag gepenetreerd tot 10 cm vanaf de bovenkant van het blok. De penetratie is niet doorgedrongen tot uitvullaag en vlijlagen. De uitvullaag en vlijlagen zijn wel ingezand. De basalt is gemiddeld 25 cm dik en minimaal 20 cm.

Op NAP + 2,50 m is de penetratie wel doorgedrongen tot in de onderliggende vlijlaag. Gemiddeld zijn de basaltzuilen 25 cm dik, de minimum dikte bedraagt 20 cm.

Ter plaatse van dp 33

Op NAP + 2,40 m is de basalt gezet op circa 10 cm doornikse steenslag 40/60 op vlijlagen. Het filter en de vlijlagen zijn ingezand. De steendikte is gemiddeld 25 cm. De kleinste steendikte van 20 stenen is 30 mm.

Op NAP + 2,70 m wordt een identieke situatie aangetroffen.

Ter plaatse van dp 38 + 15

Op NAP + 2 m is de basalt gezet op puin op vlijlagen. De zetting is geheel ingezand. De steendikte is gemiddeld 25 cm.

Ter plaatse van dp 40

Op NAP + 3 m is gepenetreerde basalt aanwezig. De glooiing is gezet op puin en 7 (!) vlijlagen. De asfaltpenetratie is tot in de puinlaag doorgedrongen. Tussen de toplaag en vlijlaag is op enkele plaatsen ruimte. De steendikte bedraagt gemiddeld slechts 23 cm, de minimum steendikte is 18 cm.

Ter plaatse van dp 42 + 23

Er is een gat gemaakt op NAP + 3 m. De zetting is geheel ingezand. De onderlagen bestaan uit 5 cm 'klei met steenslag', 5 cm vlijlagen en 5 cm steenslag met klei. De zuilen zijn vrijwel direct op de vlijlaag gezet. De basalt is gemiddeld 23 cm dik, de minimum steendikte bedraagt 16 cm.

2.2 Globale en gedetailleerde toetsing

Er zijn geen gegevens van de uitgevoerde globale en gedetailleerde toetsing ontvangen.

2.3 Hydraulische randvoorwaarden

Door Rijkswaterstaat zijn tabellen met randvoorwaarden opgesteld. Uit de bespreking met de beheerder bleek dat het niet zeker is dat de door Rijkswaterstaat gehanteerde dijkspaalnummering precies klopt met de dijkspaalnummering zoals die op de tekening van bijlage 2 is weergegeven. Dit moet nog een keer worden nagekeken.

| Dijkvak | Ws NAP + 2 m | | Ws NAP + 4 m | | Ws NAP + 6 m | | Golfrichting |
|---------------|--------------|--------|--------------|--------|--------------|--------|--------------|
| | Hs [m] | Tp [s] | Hs [m] | Tp [s] | Hs [m] | Tp [s] | |
| dp 16,5 - 29 | 1,20 | 5,20 | 1,60 | 6,80 | 1,90 | 6,80 | 190 |
| dp 29 - 31,75 | 1,20 | 5,20 | 1,60 | 6,20 | 1,90 | 6,80 | 220 |
| dp 31,75 - 34 | 1,00 | 5,20 | 1,50 | 6,20 | 1,80 | 6,80 | 220 |
| dp 34 - 40 | 0,70 | 5,20 | 1,30 | 6,20 | 1,70 | 6,80 | 190 |
| dp 40 - 44 | 0,50 | 5,20 | 1,30 | 6,20 | 1,80 | 6,80 | 220 |

Tabel 2.1 Hydraulische randvoorwaarden

Het gemiddeld hoogwaterniveau is NAP + ^{2,72}~~2,19~~ m, het hoogwaterniveau bij springtij bedraagt NAP + 3,13 m (gegevens Bath). De te toetsen bekleding ligt beneden het niveau van circa NAP + 3,3 m.

2.4 Indeling bekledingen

Er kan een onderverdeling worden gemaakt in de toetsen bekleding. In grote lijnen is deze verdeling gegeven in tabel 2.2. Binnen deze onderverdeling kunnen onder- en bovengrens van de bekleding verlopen. Er is de hoogste en de laagste grens per vak uitgekozen.

In de aangeleverde gegevens zit een discrepantie: blijkens het veldbezoek bevindt zich bij dp 29 + 85 m overgoten basalt, echter in de tekening van bijlage 2 stopt deze bij dp 29. In het veld moet dit worden nagekeken.

| Vak | toplaag | niveau bovengrens [m+NAP] | niveau ondergrens [m+NAP] |
|-----------------|------------------|---------------------------|---------------------------|
| dp 18 - dp 22,5 | ingegoten basalt | 3,10 | 1,25 |
| dp 22,5 - dp 29 | ingegoten basalt | 3,10 | 2,40 |
| dp 22,5 - dp 29 | basalt | 2,40 | 1,00 |
| dp 29 – dp ?? | overgoten basalt | 3,3 | 2,40 ? |
| dp 29 – dp ?? | basalt | 2,40 ? | 0,80 |
| dp ?? - dp 33 | basalt | 3,3 | 0,80 |
| dp 33 - dp 37,5 | basalt | 2,0 | 1,50 |
| dp 37,5- dp 41 | basalt | 3,3 | 2,00 |

Tabel 2.2 Indeling bekledingen

3. Geavanceerde toetsing

In dwarsprofiel bezien is er sprake van een drietal mogelijke situaties in dit dijkvak:

- a. in variant a. is er overgoten en ingegoten basalt aanwezig tot aan de overgang met de betonblokken op klei. Dit wordt gevonden in het vak dp 18 tot dp 22,5. In dit vak is precies 1 gat in de bekleding gemaakt waarbij bleek dat de penetratie tot in de filterlaag aanwezig was. Dit is echter onvoldoende om aannemelijk te maken dat deze situatie binnen het gehele vak geldt. Derhalve wordt de constructie gedimensioneerd als een bekleding waarvan de toplaag is ingegoten maar de filterlaag niet. Dit betekent dat de toplaag als een asfaltbekleding wordt getoetst op golfklappen (en dan eenvoudig voldoet) maar tevens moet worden gedimensioneerd op statische overdrukken door een wisselende waterstand.
- b. in variant b. is sprake van een deel niet ingegoten basalt, met hierboven tot de overgang naar de betonblokken op klei, ingegoten basalt. Deze situatie is aanwezig in dijkvak dp 22,5 tot dp 29. Voor de laagdikte van de basalt wordt uitgegaan van een (gemiddelde) dikte van 22 cm. Er komt zowel overgoten als ingegoten basalt voor. Er wordt daarom uitgegaan van overgoten basalt. Het filter bestaat uit de extremen van 15 cm steenslag tot basalt die vrijwel direct op puin is gezet. Er wordt uitgegaan van de meest ongunstige situatie, te weten 15 cm dik steenslag. Het filter is zowel onder de overgoten basalt als onder de niet overgoten basalt volledig ingezand.
De niet overgoten basalt wordt als een gewone steenzetting getoetst. De overgoten basalt wordt als steenzetting getoetst op golfdrukken, maar moet tevens aan de eisen ten aanzien van statische overdruk veroorzaakt door een wisselende waterstand voldoen.
- c. variant c. bestaat uit basalt, (vrijwel) vanaf de teen tot aan de overgang naar de betonblokken op klei. Deze constructie kan als een gewone steenzetting worden getoetst. De constructie bevindt zich van dp 29 tot dp 41. De gegevens spreken zich deels tegen. Ter plaatse van dijkpaal 40 bevindt zich volgens het veldbezoek gepenetreerde basalt, volgens de overzichtstekening echter niet.
Als (gemiddelde) laagdikte van de basalt wordt 23 cm aangenomen: deze is op twee plaatsen aangetroffen. De filterlaag bestaat ofwel uit 10 cm steenslag of uit een dunne laag puin.

Aangenomen is een 10 cm dikke laag steenslag (waarschijnlijk herzet gedeelte) met een karakteristieke korreldiameter D15 van 30 mm. De zetting is volledig ingezand. Het feit dat op 1 lokatie ruimte tussen top laag en filter werd aangetroffen wordt toegeschreven aan het maken van het maken van het gat: door 1 geklemde steen omhoog te wrikken kunnen ook omliggende stenen omhoog komen. Het is niet voor de hand liggend dat het filter is ingezand maar een smalle spleet niet. Met de aard van het kleiige tot siltige materiaal van het voorland in gedachten is het aan te nemen dat ook zo'n smalle spleet volledig ingezand raakt. Met name op deze lokatie is de hoogte van het voorland, verlopend van NAP + 1 m tot NAP + 2,5 m, opvallend te noemen. Indien de bekleding niet voldoet en hiervoor de tijd en de middelen beschikbaar zouden zijn, kan het de moeite lonen om de golfrandvoorwaarde van circa 40 meter uit de kust door te rekenen naar de teen van de dijk.

De voornaamste referentie voor de ingezande/dichtgeslibde basaltglooiingen zijn de recente Deltagootproeven waarbij dichtgeslibde granietblokken zijn gesimuleerd. Uit de proefresultaten van series 4a en 4d bleek schade op te treden bij $H_g/\Delta D$ verhoudingen die op de lijn $6,28 \xi^{-2/3}$ respectievelijk $7,26 \xi^{-2/3}$ lagen. Hieruit wordt voorlopig de voorzichtige conclusie getrokken dat bekledingen die boven de lijn $6 \xi^{-2/3}$ uitkomen wel erg aan de grens van onze kennis raken, en derhalve niet goedgekeurd kunnen worden. Wellicht is na de analyse van de metingen een andere conclusie mogelijk.

De beste referentie voor 'overgoten' bekledingen (dus niet 'volledig ingegoten' bekledingen) zijn de resultaten op een dergelijke constructie die in 1997 in de Deltagoot is beproefd. De verhouding $H_g/\Delta D * \xi^{2/3}$ van deze proef bleek 4,5 bij het ontstaan van schade.

De beoordeling is uitgevoerd met de hierboven aangegeven waarden en aannames. De vakindeling is nog iets verfijnd doordat gebleken is dat binnen de aangegeven vakken de taludhelling nogal kan variëren. Dit kan invloed hebben op het resultaat van de toetsing.

Ten aanzien van de gehanteerde golfrandvoorwaarden is een iets andere formulering voor de aan te houden schadediepte gehanteerd als in de tabellen van Rijkswaterstaat gebruikelijk is. Per saldo zijn deze verschillen niet heel groot.

In tabelvorm zijn de volgende resultaten gevonden:

| Vakgrenzen | | Niveau | | Statische overdruk | $H_S/\Delta D * \xi^{2/3}$ [-] | Score ANAMOS | Eindscore |
|------------|----------|-------------------|-------------------|--------------------|-----------------------------------|--------------|------------------------|
| van [dp] | tot [dp] | onderkant [m+NAP] | bovenkant [m+NAP] | | | | |
| 18 | 22,5 | 1,25 | 3,1 | onvold. | n.v.t. | n.v.t. | onvold.1) |
| 22,5 | 26 | 2,4 | 3,1 | voldoet | 5,92 | goed | onvold.2) |
| 26 | 29 | 2,4 | 3,1 | voldoet | 6,61 | goed | onvold.2) |
| 18 | 26 | 1,0 | 2,4 | n.v.t. | 6,35 | goed | onvold.3) |
| 26 | 29 | 1,0 | 2,4 | n.v.t. | 5,3 | goed | goed ?4) |
| 29 | ?? | 3,3 | 2,4 ? | voldoet | 5,5 | goed | onvold.2) |
| 29 | 31,75 | 0,8 | 3,3 | n.v.t. | 5,5 | goed | goed ⁵⁾ |
| 31,75 | 33 | 0,8 | 3,3 | n.v.t. | 6,2 | goed | onvold ⁶⁾ . |
| 36,5 | 38 | 2,0 | 2,9 | n.v.t. | 5,72 | goed | goed ⁵⁾ |
| 38 | 40 | 2,2 | 3,2 | n.v.t. | 4,3 | goed | goed ⁵⁾ |
| 40 | 41 | 2,2 | 3,2 | n.v.t. | 4,31 | goed | goed ⁵⁾ |

Tabel 3.1 Resultaten geavanceerde toetsing

Toelichting op de eindscore:

- 1) de bekleding voldoet niet aan het criterium ten aanzien van statische overdruk. De score is daarom onvoldoende. Het lijkt mogelijk door een aantal gaten extra te maken vast te stellen of de penetratie overal tot in de vlijlagen is doorgedrongen. Het verschil tussen sterkte en belasting is dan van dien aard dat het mogelijk lijkt om middels metingen tijdens springtij op enkele plaatsen te bepalen hoever de freatische lijn onder de bekleding daadwerkelijk stijgt en deze metingen middels grondwaterstromingsberekeningen te extrapoleren naar maatgevende omstandigheden.
- 2) de bekleding voldoet aan het criterium ten aanzien van statische overdruk. De waarde voor $H_S/\Delta D * \xi^{2/3}$ is echter groter dan de waarde van 4,5 die voor overgoten constructies is gevonden in de Deltagoot. De bekledingen scoren onvoldoende.
- 3) de bekledingen voldoen weliswaar volgens ANAMOS, maar de waarde voor $H_S/\Delta D * \xi^{2/3}$ is groter dan 6. Hier kan voorsnog geen goedkeuring aan worden verleend. De score is onvoldoende.
- 4) in dit vak luidt het beheerdersoordeel anders dan de uitkomst van de toetsing. De bekleding scoort 'goed', maar volgens de beheerder zitten juist op dit stuk holle ruimtes onder de blokken, is er sprake van uitspoeling van materiaal onder de blokken vandaan en hangen blokken soms los van de ondergrond. Het is onvermijdelijk de lokatie nogmaals te bezoeken, enkele gaten te maken en te beoordelen of de bekleding inderdaad in slechte conditie is. In dat geval wordt de bekleding alsnog afgekeurd. Totdat hier duidelijkheid over is kan geen definitief oordeel worden gegeven.
- 5) de bekledingen voldoen aan alle criteria. De score is goed.

- 6) In dit vak is de taludhelling wat steiler dan in naastgelegen vakken. Er is echter alleen een meting aan één zijde van het vak, bij dp 33. De beheerder gaat nog na of deze taludhelling voor het gehele vak geldt.

Er is nog enige onduidelijkheid of de hydraulische randvoorwaarden aan de juiste dijkpaalnummering is gekoppeld (zie paragraaf 2.3).

4. Aanbevelingen

Het is nauwelijks vastgelegd waaruit een geavanceerde toetsing precies zou moeten bestaan. In de praktijk bestaat er naar onze bevinding de nodige onduidelijkheid. Het feit dat er geen vastomlijnde procedure voor een geavanceerde toetsing is echter niet zonder reden. Een geavanceerde toetsing kan onder meer bestaan uit:

- het toepassen van de meest geavanceerde rekenmodellen, zoals STEENZET, grondwaterstromingsmodellen of het doorrekenen van golfrandvoorwaarden naar de teen van de dijk
- het uitvoeren van veldmetingen, trekproeven, doorlatendheidsmetingen, etcetera
- het ontwikkelen van nieuwe technieken, rekenmethoden of het uitvoeren van modelproeven als blijkt dat de kennis ontoereikend is.

Het is echter ook mogelijk dat een geavanceerde toetsing helemaal niet zo hoogdravend is, maar dat snel tot een conclusie wordt gekomen op basis van een deskundig oordeel. Het is zelfs zo dat in sommige gevallen het deskundige oordeel de voornaamste ingang is om te kunnen toetsen. Dit is van geval tot geval verschillend.

Het is daarom de voor de hand liggende conclusie dat de crux van de geavanceerde toetsing niet is gelegen in het gebruik van geavanceerde technieken, maar in de toegevoegde deskundigheid. Met deze expertise kunnen simpele methoden zowel als geavanceerde technieken doelmatig worden ingezet en alleen zo kan een 'best mogelijke oordeel' worden verkregen.

In dit specifieke geval is sprake van een situatie waarin door externe tijdsdruk een periode van krap twee weken ter beschikking stond voor het uitvoeren van de geavanceerde toetsing van drie dijkvakken. Deze periode is dusdanig kort dat alleen al uit oogpunt van tijd de mogelijkheden sterk zijn beperkt. Van een normale situatie waarbij een gewogen oordeel in rust tot stand komt na uitvoering van alle onderdelen die het specifieke geval vereist is hier geen sprake.

Er wordt daarom voor gepleit om:

- in de toekomst een andere werkwijze te kiezen, waarbij de geavanceerde toetsing niet als sluitstuk van de planning wordt gezien
- ook als dit niet meer van belang is voor de bekledingen van Zimmermanpolder, toch naar aanleiding van de bevindingen vervolgonderzoek uit te voeren, zodat de gang van zaken, de witte vlekken en hoe daar mee om te gaan, de tijd krijgen om zich verder uit te kristalliseren ten behoeve van toekomstige geavanceerde toetsingen.

Deze aanbeveling is te meer van belang omdat naar het zich laat aanzien dit jaar grote strekkingen van een gedetailleerd oordeel zullen worden voorzien, en vervolgens voor een aanzienlijk deel in de categorie 'geavanceerde toetsen' terecht kunnen komen. Als volgend jaar tot de ontdekking wordt gekomen dat er een stuk kennisontwikkeling nodig is dan is dat (net als dit jaar) te laat.

In zijn algemeenheid wordt bij de geavanceerde toetsing ondervonden dat het algemene gevoel dat ingezande bekledingen stabiel zijn dan niet ingezande bekledingen met de huidige kennis nog niet

onderbouwd kan worden. Dat is teleurstellend. Gezien de omvang van deze problematiek wordt in overweging gegeven dat een uiterste onderzoeksinspanning om deze witte vlek beter in kaart te brengen gerechtvaardigd lijkt.

Naast fundamenteel onderzoek, waarvan de resultaten geruime tijd op zich zullen laten wachten kan hier ook aan kortere termijnen worden gedacht. Uit de Deltagootproeven op ingezande bekledingen blijkt dat ingezande graniet een hogere stabiliteit heeft dan ingezande betonblokken. Het lijkt uitermate nuttig de sterkte van ingezande basaltbekledingen eveneens beter te onderbouwen door proeven met ingezande basaltblokken uit te voeren als onderdeel van de huidige serie Deltagootproeven. Het lijkt niet onmogelijk dat hieruit een nog hogere stabiliteit volgt, en deze wetenschap kan van groot belang zijn voor verdere toetsingen.

In dit kader wordt tevens gewezen op de nieuw gezette en (kunstmatig) ingezande betonblokken op de Oesterdam. Uit trekproeven bleek dat de toename van de sterkte door de inzanding beperkt was (misschien 20 % toename in treksterkte). De bekleding ligt er nu circa anderhalf jaar. Een herhaling van de trekproeven kan meer inzicht geven in de vraag of de sterkte na verloop van tijd is toegenomen.

Ten aanzien van de overgoten en ingegoten bekledingen is de conclusie gerechtvaardigd dat toetsingsmethoden hiervoor grotendeels ontbreken. Er wordt gewerkt aan ad hoc oplossingen, maar ook hier kan worden voorzien dat er nog kennisontwikkeling noodzakelijk zal zijn. Bij voorkeur zal hier een mix van veldwaarnemingen, theorievorming en modelverificatie aan ten grondslag liggen.

Bij de volledig ingezande cq. ingegoten en overgoten constructies kan het een belangrijke vraag zijn in welke mate de freatische lijn onder de toplaag kan stijgen. Daarom is een exercitie waarbij de freatische lijn bij springtij of stormopzet wordt gemeten (voor deze lokatie of meer in zijn algemeenheid) en vervolgens wordt geëxtrapoleerd naar maatgevende omstandigheden voor een aantal constructies uit de praktijk van belang. Als de freatische lijn belangrijk achterblijft bij de hoogste waterstand tijdens maatgevende omstandigheden, dan is dat van grote invloed op de stabiliteit.

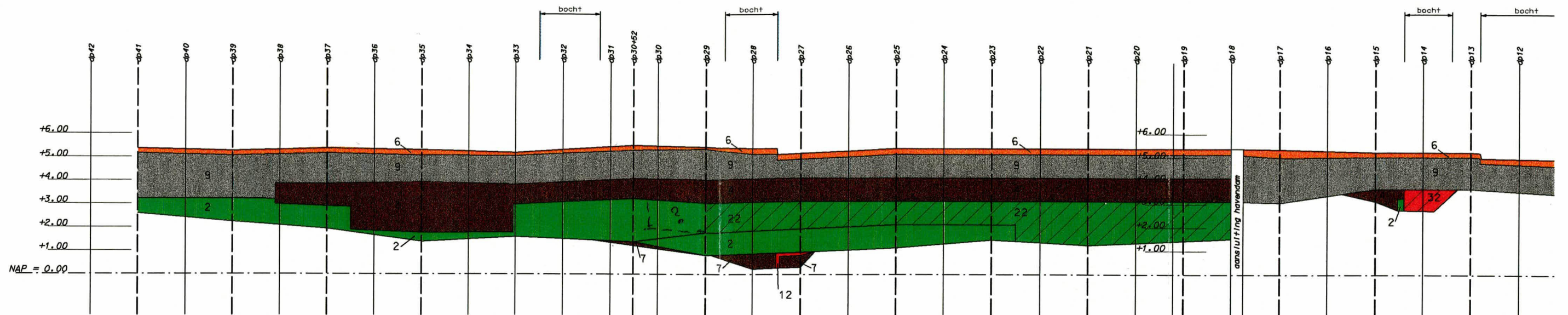
In de Deltagoot zijn alleen proeven uitgevoerd met een oppervlakkig overgoten constructie. Het lijkt zeker zinvol een volledig gepenetreerde zetting in de proevenserie op te nemen.

Bijlage 1 Lokatie onderzochte bekledingen



49D Rilland

Bijlage 2 Overzicht van de aanwezige bekledingen



Glooiingskaart huidige situatie

Legenda

- 1 asfalt
- 2 basalt
- 3 basalt
- 4 betonblokken
- 5 diaboolglooiing
- 6 doorgroei stenen
- 7 doornikse steen
- 8 pools graniet
- 9 haringmanblokken
- 10 hydrablokken
- 11 koperslablokken
- 12 lessenisse steen
- 13 petite graniet
- 14 vilvoordse steen
- 15 granietblokken
- 22 basalt ingegoten met asfalt of beton
- 32 lessenisse steen ingegoten met asfalt

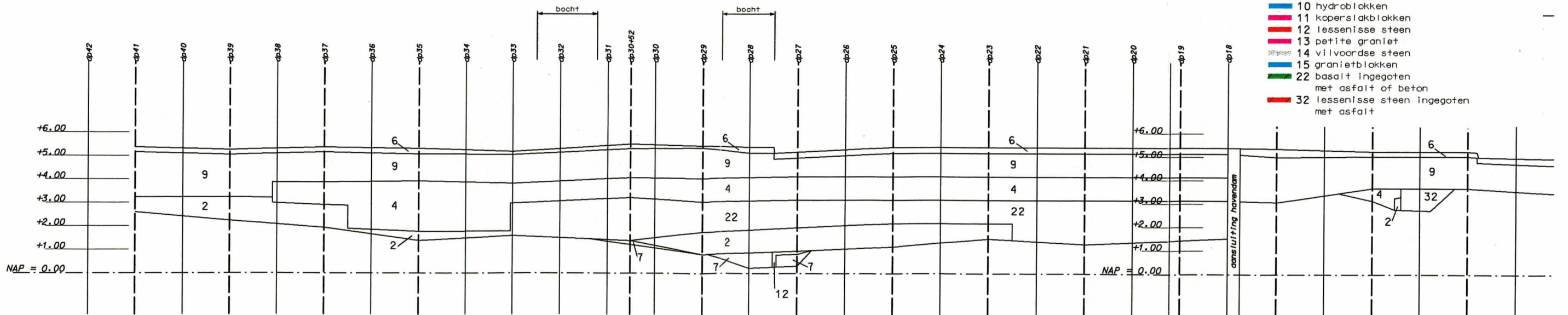




Foto 1 Overzicht van de lokatie, met onderin de basalt en hierboven de overgoten basalt



Foto 2 Overzicht van de lokatie: de basaltglooiing is vrijwel geheel onder het slik verdwenen.



Foto 3 Voorbeeld van een volledig ingezande basaltzetting gevonden.



Foto 4 Voorbeeld van overgoten basaltzetting. Het filter hieronder is ingezand. Onder de blokken en tussen de blokken lijkt nog wat holle ruimte te zitten.