

Geavanceerde toetsing van de Kruispolder

GeoDelft en WL Delft Hydraulics

Oktober 1999

1. Inleiding

Door Rijkswaterstaat, Projectbureau Zeeweringen, is aan GeoDelft en WL Delft Hydraulics opdracht verleend om Fase 1 van een geavanceerde toetsing van de bekleding op de dijk aan de Westerschelde langs de Kruispolder uit te voeren. Deze Fase 1 van de geavanceerde toetsing bestaat uit:

- het bestuderen van de door Rijkswaterstaat en de beheerder ter beschikking gestelde stukken
- het ten behoeve van het locatiebezoek aangeven of, en zo ja waar, er gaten in de bekleding gemaakt dienen te worden
- het uitvoeren van een locatiebezoek
- het opstellen van een notitie met de bevindingen en de voorlopige conclusies
- het bespreken van deze conclusies met het Projectbureau Zeeweringen, de Dienst Weg- en Waterbouwkunde, en de beheerder, het Waterschap Zeeuws Vlaanderen.

Afhankelijk van de uitkomst van de bespreking wordt de geavanceerde toetsing afgesloten met een rapportage (de uitslag is dan al duidelijk, of er is geen tijd voor verdere studie) of er wordt een vervolgonderzoek opgestart, waarin ook veldmetingen worden uitgevoerd.

Deze notitie geeft de bevindingen van het bestuderen van de gegevens en het locatiebezoek weer. In de conclusies wordt het nut en de noodzaak van verder onderzoek afgewogen.

2. Algemene beschrijving op basis van ter beschikking gestelde gegevens

De dijk langs de Kruispolder ligt ten oosten van Walsoorden. Ten oosten van het dijkvak ligt het Verdrongen Land van Saefthinghe. De bekleding, die in deze notitie nader wordt behandeld, is gelegen tussen dp 200 en dp 205+37,5 m, en maakt deel uit van het dijkvak Wilhelmus-Kruispolder die loopt van dp 192 tot dp 214. Voor de ligging wordt verwezen naar bijlage 1. Een overzicht van de in dit dijkvak aanwezige bekledingen is gegeven in bijlage 2.

Tussen dp 200 en dp 205+37,5 m bestaat de bekleding uit:

- Doornikse steen, gepenetreerd met asfalt, globaal gelegen tussen NAP + 1 m en NAP + 2 m onder een taludhelling van 1 : 3,1
- Basalt tussen NAP + 2 m en NAP + 3 m
- Betonblokken op z'n kant tussen NAP + 3 m en NAP + 6 meter.

Onderwerp van de geavanceerde toetsing is de strook gepenetreerde Doornikse steen. Een dwarsdoorsnede is gegeven in bijlage 3. Hierin is ook een principe-oplossing gegeven voor het geval de Doornikse steen niet voldoet. Deze oplossing bestaat uit een overlaging met stortsteen. De totale oppervlakte van de bekleding van Doornikse steen is circa 1500 m². Dit is een beperkte oppervlakte. Er zijn twee redenen aan te geven om deze beperkte oppervlakte toch nader te beschouwen:

- het feit dat gepenetreerde bekledingen al vrij snel worden doorverwezen naar de geavanceerde toetsing.



004440 1999 PZTG-R-99033

Geavanceerde toetsing van de Kruispolder Geol

3x -kleuren-

copie Regier

Vestla / Pict

HAB M R/vu

- De wens van het waterschap om zo min mogelijk overlagingen met stortsteen toe te passen.

Uit de ter beschikking gestelde gegevens blijkt dat de dikte van de Doornikse steen gemiddeld 23 cm is, met een minimum maat van 18 cm en een maximum maat van 29 cm. De lengte en breedte van de blokken varieëren, maar het zijn forse afmetingen, bijvoorbeeld 47 x 48 cm of 60 x 40 cm. De dichtheid van de blokken is aangenomen op 2600 kg/m³. Onder de blokken zitten veelal 3 à 4 vlijlagen. Of er tussen de blokken en de vlijlagen een filterlaag aanwezig is, valt niet op te maken uit de gegevens. Onder de vlijlagen zit het oude dijklichaam.

Uit de ter beschikking gestelde ontwerpnota zijn verder de volgende relevante kenmerken voor de bekleding gehaald:

- golfrichting 345 à 355°
- Bij een waterstand van NAP + 6m: $H_s = 2,1$ m en $T_p = 6,2$ s.
- Bij een waterstand van NAP + 4m: $H_s = 1,7$ m en $T_p = 5,7$ s.
- Bij een waterstand van NAP + 2m: $H_s = 1,2$ m en $T_p = 5,7$ s.
- Gemiddeld hoog water is NAP + 2,5 m
- De basaltbekleding krijgt de score 'goed'.

De boventafel is inmiddels gerenoveerd.

3. Locatiebezoek

Op 11 oktober 1999 is een locatiebezoek afgelegd. Vertegenwoordigd waren Rijkswaterstaat, Waterschap Zeeuws Vlaanderen, GeoDelft en WL Delft Hydraulics. Onderstaand worden de bevindingen weergegeven.

Er zijn twee gaten in de bekleding gemaakt: bij dp 201,5 en bij dp 203,5.

Het gat bij dp 203,5 (zie foto 1) laat zien dat de blokken vrijwel direct op de vlijlagen zijn gezet. Voor zover er sprake is van filtermateriaal is dit een dun laagje ingeslibd en schelpachtig materiaal. Het is echter ook mogelijk dat de blokken daadwerkelijk direct op de vlijlagen zijn gezet en dat hieronder wat materiaal is gespoeld als de blokken niet goed aansloten op de bovenste vlijlaag. Er is water in dit gat in de bekleding gezet. Dit water stroomt vrijwel niet weg.

Het oppervlak van de zetting oogt onregelmatig (foto 2, oostelijke richting). Ook per steen kan al een redelijk verschil in dikte zitten.

De penetratie met gietasfalt lijkt vrij diep te zitten, tot 15 à 18 cm diep. Onderin is de penetratie minder, en op veel plaatsen zelfs afwezig (foto 3). Wel zitten hier steentjes in de spleten tussen de blokken. Opvallend is verder dat hier nauwelijks inslibbing tussen zichtbaar is, ondanks de aanwezigheid van een voorland en het feit dat de bekleding iedere dag onder water staat. Het 'filter' of de ruimte tussen de blokken en de vlijlagen is wel gevuld met slibachtig materiaal. Ook de basalt boven de Doornikse steen vertoont geen tekenen van inzanding (foto 4). Deze basaltbekleding ligt nog deels beneden het niveau van gemiddeld hoogwater. Als op deze locatie weinig inzanding in de getijzone plaatsvindt, kan dit verklaren dat de penetratie redelijk succesvol lijkt: dat kan alleen als de spleten ten tijde van de penetratie vrij schoon geweest zijn.

Om de paar meter vertoont de bekleding vochtige plekken, waar blaaswier groeit (foto 1 en 8). Veel van deze plekken ontstaan ter plaatse van de overgang tussen Doornikse steen en basalt. De basalt is hier over een strook van ongeveer een meter gepenetreerd. Op sommige

plaatsen stroomt er water uit het talud (zie foto 5). Ook boven de overgang staat op enkele plaatsen water. De overgang lijkt betrekkelijk waterdicht. Het feit dat er bij laagwater nog water uit de bekleding stroomt betekent ook dat er een vrij hoge freatische lijn in de dijk aanwezig moet zijn.

De rechthoekige blokken op z'n kant lijken verzakt (foto 6). Dit is volgens de beheerder al tijdens de uitvoering gebeurd. Dit is één van de eerste vakken met blokken op z'n kant, en een kleine afwijking bij de overgang zet zich in versterkte mate voort naar boven toe.

Bovendien zijn de blokken niet echt goed schoon gemaakt.

Het gat ter plaatse van dp 201,5 staat nog vol met water. Het is moeilijk onderscheid te maken in slib, blokken, penetratie en filter. De penetratie lijkt ook hier succesvol: de penetratie is doorgedrongen tot onder de blokken (foto 7). Een overzicht van de locatie is gegeven op foto 8.

De penetratie is volgens de beheerder ongeveer 10 jaar geleden aangebracht. Sindsdien zijn er geen problemen met de bekleding geweest. De blokken zijn niet herzet, maar er is asfalt over heen gegoten. Sommige blokken zijn schoon gespoeld: op het blok zit geen penetratie meer, maar in de voegen wel.

De basaltbekleding is geen onderdeel van deze geavanceerde toetsing. Wel wordt opgemerkt dat het zetwerk veelal erg ruim is. De inwassing is op veel plaatsen verdwenen. Op de locatie zijn twee losse zuilen gevonden. Verder zijn twee zuilen uit de bekleding verdwenen (foto 9 en 10). Het lijkt dus zaak om hier opnieuw in te wassen en de bekleding goed in de gaten te houden.

Een tweede opmerking die buiten het kader van deze geavanceerde toetsing valt is de afwerking van de gemaakte gaten. Deze zijn nu provisorisch opgevuld met enkele losse zuilen. Het lijkt verstandig deze gaten verder vast te leggen met penetratie.

4. Voorlopige conclusies

Stap 1 in de beoordeling is de vraag of de Doornikse steen is ingegoten of oppervlakkig is overgoten. Gezien de ervaringen tijdens het locatiebezoek en het feit dat ook de basalt geen tekenen van inzanding vertoont, lijkt de kans groot dat de bekleding als ingegoten kan worden beschouwd.

Voor ingegoten taludbekledingen geldt dat vooral de statische overdrukken een probleem kunnen vormen voor de stabiliteit. Voor het bepalen van de statische overdrukken is het nodig aannamen te doen met betrekking tot de doorlatendheid van de onderste en bovenste overgangsconstructie. Dit is nodig om te kunnen bepalen in hoeverre het water van bovenaf via de ondergrond kan toetreden en in hoeverre het water er van onderen weer uit kan. Het gaat hierbij om de verhouding tussen de doorlatendheid van een overgangsconstructie en de doorlatendheid van de vlijlagen onder de Doornikse steen. Gezien het feit dat de vlijlagen zijn dichtgeslibd, kan een overgangsconstructie al vrij snel 'open' genoemd worden.

Er zijn 3 reële mogelijkheden:

1. Doorlatende teen en doorlatende bovenste overgangsconstructie

In eerste instantie wordt hierbij uitgegaan van de benadering dat de grootte van de statische overdruk bepaald wordt door:

$$\phi_{\max} = (Z_{\text{boven}} - Z_{\text{onder}})/4$$

Hier geldt voor Z_{onder} het laagste niveau op de bekleding waar deze waterdicht is ingegoten of overgoten. Deze benadering geldt alleen als het water aan de onderzijde weg kan stromen.

2. Ondoorlatende teen en doorlatende bovenste overgangsconstructie

Als ook de overgang aan de onderzijde betrekkelijk waterdicht is, dan geldt als maximum waarde voor de statische overdruk:

$$\phi_{\max} = (z_{\text{boven}} - z_{\text{onder}})$$

3. Ondoorlatende teen en ondoorlatende bovenste overgangsconstructie

Het is zelfs denkbaar dat, als de overgang tussen de betrekkelijk open filterlaag onder de basalt en de onderliggende vlijlagen onder de Doornikse blokken geheel waterdicht is, de waterstand onder de Doornikse blokken onafhankelijk van het bovengelegen gedeelte functioneert. Dit zou dan wellicht ook tot een reductie van de optredende statische overdruk kunnen leiden.

De meest waarschijnlijke situatie ligt waarschijnlijk tussen 1 en 2 in, en waarschijnlijk veel dichter bij 1 dan bij 2, maar enige zekerheid is er op dit moment niet.

Om in te schatten waarover wordt gesproken is in de onderstaande tabel toch een nadere uitwerking gegeven. De sterkte is gelijk aan de component haaks op het talud van het eigen gewicht van de bekleding per m²:

$$\phi_{\max} = \Delta D \cos \alpha$$

met: ϕ_{\max} = belasting (statisch stijghoogteverschil) (m)

D = dikte toplaag (m)

Δ = relatieve soortelijke massa van blokken (-)

Enkele berekeningen met $\Delta = 1,5$ en $\cos \alpha = 0,95$ geven:

$(z_{\text{boven}} - z_{\text{onder}})$	met aanname 1	met aanname 2
0,5 m	benodigde dikte = 0,09 m	benodigde dikte = 0,35 m
1,0 m	benodigde dikte = 0,18 m	benodigde dikte = 0,70 m
1,5 m	benodigde dikte = 0,26 m	benodigde dikte = 1,05 m

Het maximale hoogteverschil tussen de bovenkant en de onderkant van het gepenetreerde gedeelte ligt ongeveer op 1,10 m. De bekleding voldoet dan als de eerste aanname juist is, want de gemiddelde laagdikte is 23 cm. Voldoet echter de tweede aanname, dan is de bekleding véél te dun. Met de tweede aanname is het verschil zelfs zo groot dat ook het in rekening brengen van buigstijfheid geen goedkeuring oplevert.

Nu is de tweede aanname met grote waarschijnlijkheid fout: gezien het feit dat tijdens het locatiebezoek op veel plaatsen water uit het talud trad blijkt dat de freatische lijn onder de bekleding vrij hoog is, en toch blijft de bekleding gewoon liggen. Ook bij hogere waterstanden is geen schade opgetreden.

Er zijn drie manieren om hier mee om te gaan:

- door een getijmeting uit te voeren kan worden nagegaan welke overdrukken daadwerkelijk onder de bekleding op kunnen treden.
- door grondwaterstromingsberekeningen kan worden onderzocht in hoeverre grote overdrukken verwacht kunnen worden. Dat is echter, zonder verdere informatie en zonder ijking uiterst speculatief.
- door redenerenderwijs en met enkele eenvoudige berekeningen aan te tonen dat onder maatgevende omstandigheden geen grotere overdruk onder de bekleding kan ontstaan dan bij dagelijkse omstandigheden. Het is echter uitermate speculatief of dat lukt: de overdruk onder de bekleding is waarschijnlijk gekoppeld aan de freatische lijn in het dijklichaam. Deze komt slechts langzaam omhoog, maar zal bij langdurige waterstandsverhoging kort onder de oppervlakte wel stijgen. De maatgevende conditie is in dat geval iets slechter dan de dagelijkse en dus is 'bewezen sterkte' nauwelijks aan te tonen.

Op deze manier redenerend komt aan het licht dat vrijwel de enige manier om het gevoel te onderbouwen dat de bekleding waarschijnlijk gewoon goed is het uitvoeren van een getijmeting en deze doorvertalen naar maatgevende condities is. Indien hiervan wordt afgezien, dan rest alleen het oordeel dat de bekleding waarschijnlijk voldoet. De vraag is hoe sterk de wens is om dit gevoel te onderbouwen.



Foto 1 Gat bij dp 203,5



Foto 2 Overzicht van de bekledingen bij dp 203,5 in oostelijke richting



Foto 3 Plaatselijk is de penetratie afwezig maar zijn de spleten wel gevuld met steentjes



Foto 4 De basaltbekleding is niet dichtgeslibt. De basalt is ruim gezet.



Foto 7 Het gat bij dp 201,5. Onder het blok is de penetratie zichtbaar.



Foto 8 Overzicht van de locatie ter plaatse van dp 201,5 in oostelijke richting



Foto 9 Verdwenen basaltblok tussen dp 203 en 202.



Foto 10 Verdwenen basaltblok tussen dp 203 en 202.



Stieltjesweg 2, 2628 CK DELFT
Postbus 69, 2600 AB DELFT

Telefoon (015) 269 35 00
Telefax (015) 261 08 21

Homepage:
www.geodelft.nl

datum
Okt. 1999

get.
Std

Geavanceerde toetsing Kruispolder

CO-388710

gez.

Locatie

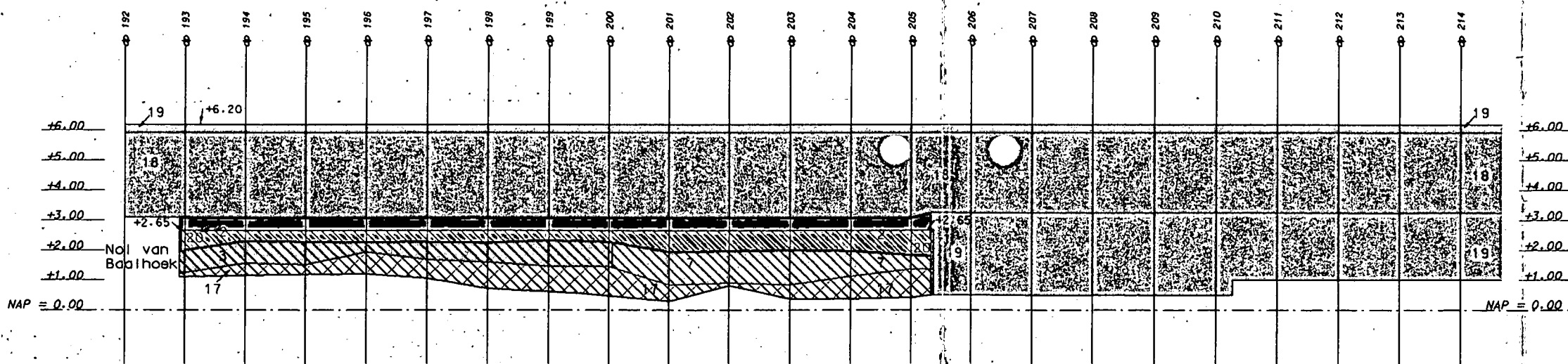
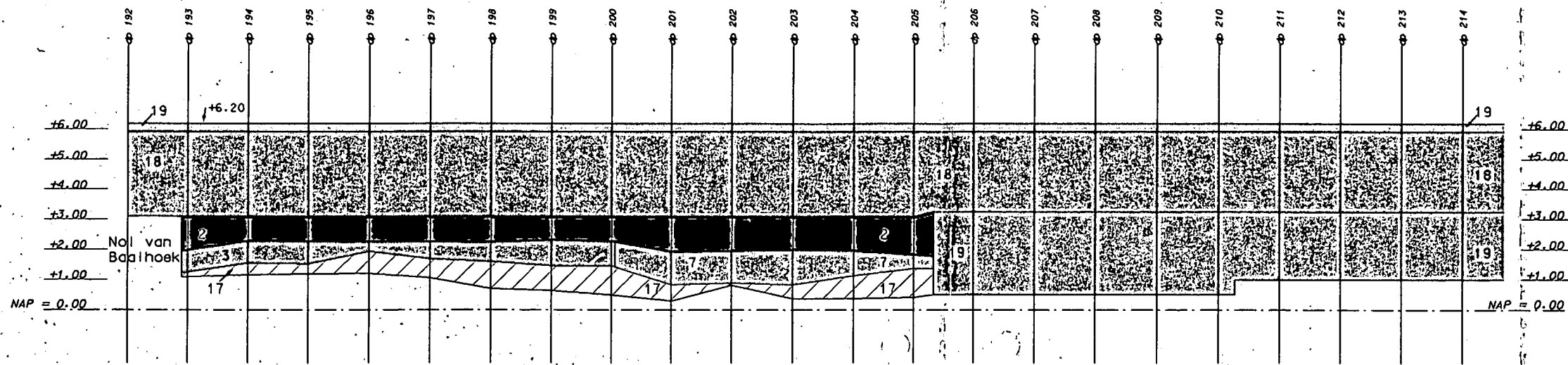
BIJL. 1

form.
A4

Wilhelmus-Kruispolder

Oost

West



Stieltjesweg 2, 2628 CK DELFT
Postbus 69, 2600 AB DELFT

Telefoon (015) 269 35 00
Telefax (015) 261 08 21

Homepage:
www.geodelft.nl

datum
Okt. 1999

get.
Std

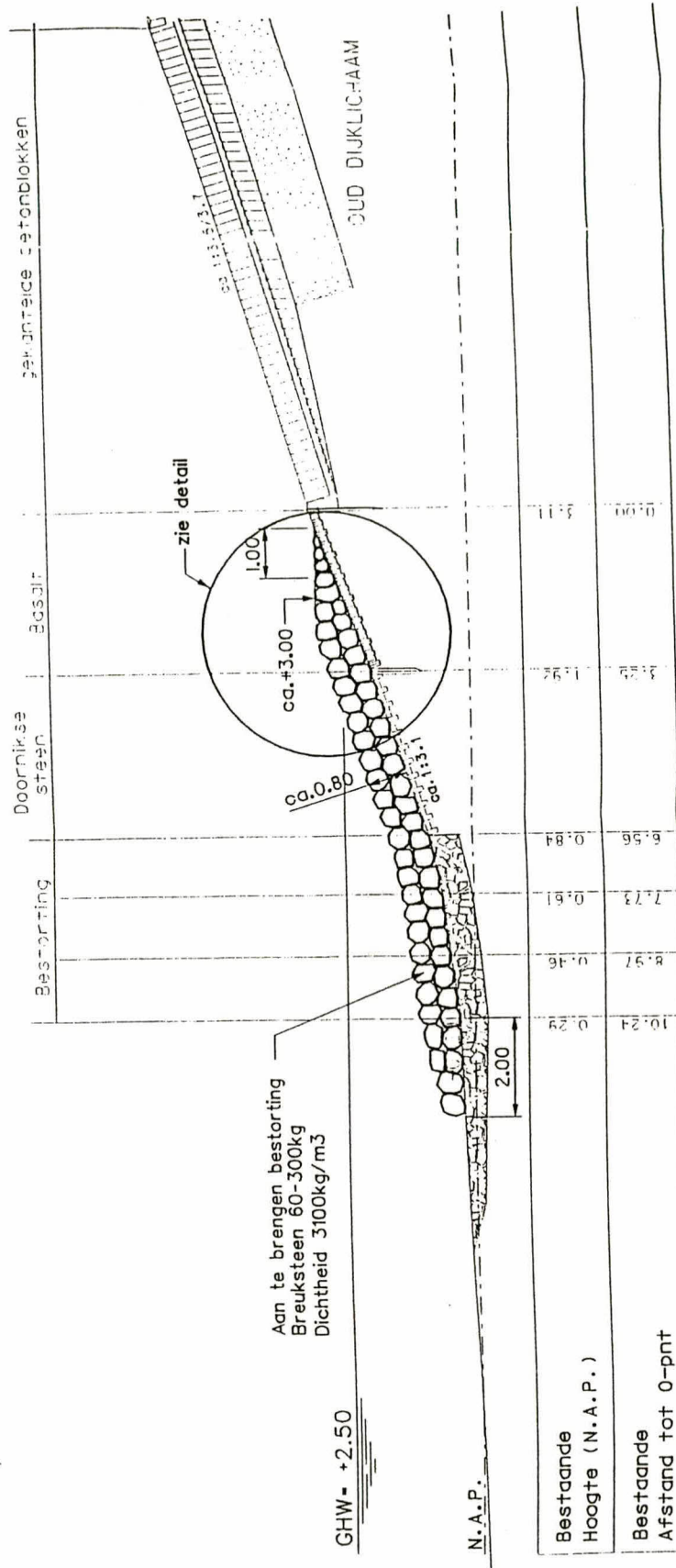
Geavanceerde toetsing Kruispolder

gez.
CO-388710

Overzicht bekledingen

form.
BIJL. 2

form.
A4



Dwarsprofiel 2 t.p.v. dp201



Stieltjesweg 2, 2628 CK DELFT
Postbus 69, 2600 AB DELFT

Telefoon (015) 269 35 00
Telefax (015) 261 08 21

Homepage:
www.geodelft.nl

datum
Okt. 1999

get.
Std

Geavanceerde toetsing Kruispolder

CO-388710

gez.

Dwarsdoorsnede

BIJL. 3

form.
A4