

DIJKVERBETERING

KRUININGENPOLDER

Ontwerpnota

Versie 1
Definitief

28-11-2001

Projectbureau Zeeweringen Dijkverbetering Kruiningenpolder Ontwerpnota				
Auteur: W.C.D. Kortlever	controle	Intern	Toetsgrp	A.O.
Versie: 1 (Definitief)	paraaf	<i>W</i>	<i>YR</i>	<i>W</i>
Datum: 28-11-2001	d.d.	<i>28-11-01</i>	<i>28-11-01</i>	<i>28-11-01</i>
Documentnummer: PZDT-R-01312ontw				



005896 2001 PZDT-R-01312 ontw
Ontwerprnota Kruiningenpolder

DIJKVERBETERING

KRUININGENPOLDER

Ontwerpnota

Versie 1
Definitief

28-11-2001

Projectbureau Zeeweringen Dijkverbetering Kruiningenpolder Ontwerpnota				
Auteur: W.C.D. Kortlever	controle	Intern	Toetsgrp	A.O.
Versie: 1 (Definitief)	paraaf	<i>[Handwritten Signature]</i>	<i>[Handwritten Signature]</i>	<i>[Handwritten Signature]</i>
Datum: 28-11-2001	d.d.	<i>28-11-01</i>	<i>28-11-01</i>	<i>28-11-01</i>
Documentnummer: PZDT-R-01312ontw				

INHOUDSOPGAVE

SAMENVATTING	1
1. INLEIDING	2
1.1 Achtergrond	2
1.2 Doelstelling Ontwerpnota	2
1.3 Leeswijzer	3
2. SITUATIEBESCHRIJVING	4
2.1 Locatie projectgebied	4
2.2 Geometrie en bekleding	4
3. ONTWERPCONDITIONS	6
3.1 Uitgangspunten	6
3.2 Randvoorwaarden	6
3.2.1 Waterstanden	6
3.2.2 Golven	6
3.2.3 Ecologische randvoorwaarden	7
4. TOETSING	8
4.1 Algemeen	8
4.2 Toetsing toplaag	8
4.3 Toetsing reststerkte bekleding	9
4.4 Bermniveau en grasbekleding bovenbeloop	9
4.5 Conclusie	9
5. KEUZE BEKLEDING	10
5.1 Inleiding	10
5.2 Beschikbaarheid	10
5.3 Voorselectie	11
5.4 Technische toepasbaarheid zetsteenbekledingen	13
5.4.1 Inleiding	13
5.4.2 Bermniveau en taludhellingen	13
5.4.3 Betonzuilen	14
5.4.4 Gekantelde betonblokken	14
5.4.5 Basalt	15
5.4.6 Gepenetreerde overlagingen	15
5.5 Ecologische toepasbaarheid	16
5.6 Landschapsvisie	16
5.7 Afweging en keuze	17



6. DIMENSIONERING	20
6.1 Kreukelberm en teenconstructie	20
6.1.1 Toplaag	20
6.1.2 Geokunststof	20
6.1.3 Teenconstructie	21
6.2 Zetsteenbekleding	21
6.2.1 Toplaag van betonzuilen	21
6.2.2 Toplaag van gekantelde betonblokken	22
6.2.3 Uitvullaag	22
6.2.4 Geokunststof	23
6.2.5 Basismateriaal	23
6.3 Overlaging met patroonpenetratie	24
6.4 Overgangsconstructies	24
6.5 Overgang tussen boventafel en berm	24
6.6 Berm	25
7. AANDACHTSPUNTEN VOOR BESTEK EN UITVOERING	26

FIGUREN
LITERATUUR
BIJLAGEN



SAMENVATTING

Deze ontwerpnota, opgesteld in het kader van het Project Zeeweringen van Rijkswaterstaat, betreft het ontwerp van de nieuwe dijkbekleding voor dijkvak 49 bij Kruiningen. Het ontwerp gaat in op de aspecten die specifiek zijn voor dit dijkvak. Algemene aspecten, geldig voor alle dijkvakken die worden voorbereid in 2001, zijn beschreven in de Algemene ontwerpnota.

Het dijkvak Kruiningen, vallend onder het beheer van het Waterschap Zeeuwse Eilanden, ligt aan de noordzijde van de Westerschelde, ter hoogte van Kruiningen, tussen de Veerhaven en het kanaal door Zuid-Beveland, en heeft een lengte van ongeveer 1050 m.

Op de dijk van de Kruiningenpolder bevindt zich een 'lappendeken' van bekledingen. De ondertafel, ongeveer tussen NAP - 2 m en NAP + 2,8 m is hoofdzakelijk bekleed met Vilvoordse steen en basalt, die wel of niet zijn gepenetreerd. Op de boventafel, tot aan NAP + 4,7 m, zijn Haringmanblokken, basalt en een strook Vilvoordse steen aangebracht. Daarboven, tot aan de berm op NAP + 5,4 m, bevindt zich een grasbekleding, die is doorgezet op de berm en op het bovenbeloop. De kern onder de ondertafel van de dijk bestaat vermoedelijk uit klei. Het overige deel van de kern is uit zand opgebouwd.

Voor het beschouwde dijkvak gelden specifieke randvoorwaarden met betrekking tot de optredende golfaanval en de te handhaven natuurwaarden. Uitgaande van een zeespiegelrijzing van 0,60 m/eeuw, bedraagt de ontwerpwaterstand (ontwerppeil 2060) NAP + 6,65 m. De bijbehorende ontwerpwaarden voor de golfhoogte H_s en de golfperiode T_p zijn 2,5 m en 6,6 s. De randvoorwaarden met betrekking tot de natuurwaarden zijn geformuleerd als de bekledingscategorieën die minimaal nodig zijn voor herstel of verbetering van de huidige natuurwaarden. Meerdere toetsingen zijn uitgevoerd om vast te stellen welke delen van de huidige bekleding moeten worden verbeterd. Enkele vlakken basalt kunnen worden gehandhaafd. De Vilvoordse steen, de Haringmanblokken en een groot deel van de basaltbekledingen zijn als 'onvoldoende' beoordeeld.

De keuze van de nieuwe bekledingen wordt bepaald door de beschikbaarheid van materiaal, de technische en de ecologische toepasbaarheid, de inpassing in het landschap, hergebruik, uitvoerings- en beheersaspecten, en kosten.

Aan de hand van een voorselectie zijn voor de nieuwe bekleding drie alternatieven ontworpen, één met een beperkte overlaging en hergebruik van Haringmanblokken, één met alleen betonzuilen, en één met een overlaging op de gehele ondertafel.

Het eerste alternatief is gekozen als beste, met name vanwege de lage aanlegkosten en het hergebruik van de Haringmanblokken. Een overlaging is minder gunstig voor de ontwikkeling van de natuurwaarden. Het ontwerp van het eerste alternatief luidt:

- ondertafel:
 - gekantelde betonblokken en Haringmanblokken 0,20 m,
 - een overlaging met patroongepenetreerde breuksteen 10-60 kg,
 - betonzuilen 0,40 m / 2300 kg/m³;
- boventafel:
 - betonzuilen 0,50 m / 2300 kg/m³.

De patroonpenetratie wordt uitgevoerd in stroken, zodat de jongen van eventueel op het talud broedende plevieren de fourageerplaatsen op het slik kunnen bereiken. De kreukelbermen worden hersteld met breuksteen 60-300 kg.

Op de onderhoudsberm wordt een strook met grindasfaltbeton aangelegd.



1. INLEIDING

1.1 Achtergrond

Uit onderzoek van de Technische Adviescommissie voor de Waterkeringen (TAW) is gebleken dat een groot aantal van de taludbekledingen op de zeedijken in Zeeland niet sterk genoeg is. De belangrijkste problemen doen zich voor bij bekledingen van betonblokken, die direct op een onderlaag van klei zijn aangebracht. Rijkswaterstaat heeft het Project Zeeweringen opgestart om deze problemen op te lossen. In samenwerking met de Zeeuwse Waterschappen en de Provincie Zeeland, worden binnen dit project de taludbekledingen van de primaire waterkeringen in Zeeland verbeterd, zodanig dat ze voldoen aan de wettelijke eisen.

Voor de uitvoering in 2002 zijn vooralsnog vijf dijktrajecten langs de Westerschelde uitgekozen, waaronder het traject van de Kruiningenpolder, met een totale lengte van circa 1050 m. In de voorliggende nota worden van dit traject de nieuwe ontwerpen van de bekledingen uitgewerkt.

In de ontwerpen wordt alleen de bekleding van het buitentalud, vanaf de teen tot en met het bovenbehoop, beschouwd. Kruin, binnentalud, kern en ondergrond worden niet meegenomen. De berm wordt bij het ontwerp betrokken voor zover dat voor de uitvoering van de werken van belang is.

1.2 Doelstelling Ontwerpnota

De ontwerpen worden vastgelegd in ontwerpnota's, met onder meer een beschrijving van de uitgangspunten en randvoorwaarden, en van de keuzes die op grond hiervan worden gemaakt.

Ten behoeve van de helderheid is besloten om de ontwerpnota's te splitsen. Aspecten geldend voor alle werken die in 2001 worden voorbereid, worden beschreven in een Algemene nota [1], terwijl de specifieke aspecten van elk dijktraject in aparte ontwerpnota's worden vastgelegd. De voorliggende nota is de specifieke ontwerpnota voor het dijktraject van de Kruiningenpolder. Voor deze nota kan de volgende doelstelling worden geformuleerd: de nota moet een beschrijving geven van:

- de specifieke aspecten die van belang zijn voor het ontwerp van de taludbekleding op de dijk van de Kruiningenpolder;
- het toetsresultaat en de ontwerpberekeningen;
- het resulterend ontwerp.

Het resulterend ontwerp bestaat uit een overzicht van de ontwerpgegevens die moeten worden opgenomen in het systeem van leggers en beheersregisters van de waterschappen. De ontwerpnota vormt als zodanig een onderdeel van de documentatie die bij overdrachtsprotocol na het verstrijken van de onderhoudsperiode aan de beheerder wordt overgedragen.



1.3 Leeswijzer

In hoofdstuk 2 wordt de huidige situatie van het dijktraject beschreven. Hoofdstuk 3 beschrijft de uitgangspunten en de randvoorwaarden. In hoofdstuk 4 komt de toetsing van de huidige bekleding aan de orde en wordt geconcludeerd welke delen binnen het Project Zeeweringen moeten worden verbeterd. In hoofdstuk 5 wordt op basis van de vastgestelde uitgangspunten en randvoorwaarden een principe-oplossing gekozen voor elk gedeelte van het dijktraject dat moet worden verbeterd. In hoofdstuk 6 wordt de dimensionering van de bekledingen beschreven. Tenslotte wordt in hoofdstuk 7 een lijst gegeven met aandachtspunten voor het bestek en de uitvoering.



2. SITUATIEBESCHRIJVING

2.1 Locatie projectgebied

Het dijktraject van de Kruijningepolder, vallend onder het beheer van het Waterschap Zeeuwse Eilanden, ligt aan de noordzijde van de Westerschelde, ter hoogte van Kruijningen, tussen de Veerhaven en het kanaal door Zuid-Beveland. De locatie is weergegeven in figuur 1. Het gedeelte dat is geselecteerd voor verbetering betreft dijkvak 49 en heeft een lengte van ongeveer 1050 m. Uitgaande van de nieuwe dijkpaalnummering, ligt het traject tussen dp 215 (+50m) bij de Veerhaven en dp 226 bij het kanaal. In deze nota wordt het dijktraject behandeld in oplopende volgorde van de dijkpaalnummering, in dit geval van oost naar west. De aansluitende dammen, liggend voor de Veerhaven en de ingang van het kanaal, worden in een later stadium verbeterd.

2.2 Geometrie en bekleding

De geometrie van de bestaande glooiing van het dijktraject kan globaal worden beschreven door de karakteristieke dwarsprofielen die zijn weergegeven in figuur 6 t/m figuur 10. In deze paragraaf wordt volstaan met een korte beschrijving van de huidige bekleding. Voor meer informatie wordt verwezen naar de toetsdocumenten.

In 1999 heeft het Waterschap Zeeuwse Eilanden een gedetailleerde toetsing uitgevoerd [8], waaruit werd geconcludeerd dat een geavanceerde toetsing noodzakelijk was. Vervolgens heeft GeoDelft twee geavanceerde toetsingen uitgevoerd [9,10]. In 2001 heeft het waterschap de gedetailleerde toetsing herzien, aan de hand van nieuwe rekenprogrammatuur (Steentoets, versie 3.2) [11]. Het interessegebied strekt zich uit van de teen tot aan het bovenbeloop. Van belang voor het ontwerp zijn de bekleding en de kern van de dijk (toplaag, granulaire onderlaag en basismateriaal). In het algemeen is de bekleding opgebouwd uit de teen, de ondertafel, de boventafel, de berm en het bovenbeloop. De ondertafel is het gedeelte vanaf de teen tot aan het gemiddelde hoogwaterpeil. Op de grens tussen de ondertafel en de boventafel bevindt zich veelal een overgangsconstructie.

Op de dijk van Kruijningepolder bevindt zich een 'lappendeken' van bekledingen en zijn meerdere overgangsconstructies aanwezig.

Het niveau van de teen ligt op circa NAP - 0,5 à - 2 m. Tussen de teen en circa NAP + 1 m worden naast elkaar de volgende bekledingen aangetroffen: Vilvoordse steen, wel of niet gepenetreerd met beton, basalt, wel of niet gepenetreerd met asfalt, gebakken steen, betonzuilen (Basalton) en Doornikse steen. Daarboven bevindt zich in hoofdzaak basalt, wel of niet gepenetreerd met asfalt, met daartussen kleinere bekledingen van Petiet graniet en gestorte betonblokken. De bovengrens van deze bekledingen, die overwegend op circa NAP + 2,5 à 3 m ligt, wordt in het vervolg beschouwd als de bovengrens van de ondertafel. Ter plaatse van de ondertafel bevinden zich onder de toplaag een filterlaag van puin en/of één of twee vlijlagen. De helling van de ondertafel bedraagt gemiddeld circa 1:4.



Ook op de boventafel komen meerdere bekledingen voor. Tussen circa NAP + 2,5 à 3 m en circa NAP + 4 m ligt een strook Haringmanblokken, die tussen ongeveer dp 220 (+70m) en dp 222 (+70m) wordt onderbroken door (gepenetreerde) basalt en betonblokken. Vanaf circa NAP + 4 m tot aan circa NAP + 4,7 m ligt Vilvoordse steen. Daarboven, tot aan de buitenkniklijn van de berm op circa NAP + 5,4 m, bevindt zich een grasbekleding, die is doorgezet op de berm en op het bovenbeloop. De Haringmanblokken en de Vilvoordse steen op de boventafel zijn direct op de klei geplaatst. De basalt ligt op een filterlaag, met daaronder één of twee vlijlagen. De gemiddelde helling van de boventafel bedraagt circa 1:3,6.

Beneden de bekledingen op de ondertafel is vermoedelijk een kleikern aanwezig. Het overige deel van de kern van de dijk is uit zand opgebouwd.

Aan de teen van het talud is een strook stortsteen aangebracht, die gedeeltelijk op de bekleding van de ondertafel ligt. De bovengrens van deze stortsteen varieert van circa NAP - 1 m tot NAP.

In 1953 is het dijkvak Kruijningen doorgebroken tussen dp 221 en dp 223. Het ontstane gat is opgevuld met klei en steenslag.

Voor een schematische weergave van de bekleding van het gehele dijkvak wordt verwezen naar figuur 2.



3. ONTWERPCONDITIONES

3.1 Uitgangspunten

Voor de uitgangspunten wordt verwezen naar de Algemene nota voor de gloopingsverbeteringen die in 2001 worden voorbereid [1].

3.2 Randvoorwaarden

3.2.1 Waterstanden

De karakteristieke waterstanden, die van belang zijn voor het ontwerp, zijn weergegeven in tabel 3.1. De waarde voor het Gemiddeld Hoogwater is betrokken uit een gegevensbestand van het waterschap [2]. Het Ontwerppeil is gebaseerd op de nota 'De basispeilen langs de Nederlandse kust' [3]. Voor de bepaling van het Ontwerppeil 2060 is een zeespiegelstijging voor de duur van 75 jaar opgeteld bij de vastgestelde ontwerppeilen voor 1985 [4].

Tot juli 2001 heeft het Projectbureau Zeeweringen bij het bepalen van de ontwerppeilen rekening gehouden met een zeespiegelstijging volgens het scenario van 20 cm/eeuw. In de Derde Kustnota [17], die in maart 2001 is verschenen, is gesteld dat "... bij beslissingen met langere ontwerpduur (orde 50 - 100 jaar), grote investeringen en weinig flexibiliteit (dijken en stormvloedkeringen) uit moet worden gegaan van 60 cm/eeuw zeespiegelstijging...". In [18] zijn de gevolgen van deze beleidswijziging beschreven voor de nieuwe ontwerppeilen. In de voorliggende nota is het verhoogde ontwerppeil gehanteerd, rekening houdend met de hogere zeespiegelstijging.

Tabel 3.1 Karakteristieke waterstanden [2,4]

Dijkvak	Locatie	Gemiddeld Hoogwater [NAP + m]	Ontwerppeil 2060 [NAP + m]
49	dp 215 (+50m) - dp 226	2,47	6,65

3.2.2 Golven

De maatgevende golfgegevens bij verschillende waterstanden zijn door het RIKZ met behulp van modelberekeningen vastgesteld [4]. De resultaten zijn weergegeven in tabel 3.2. De golfrichtingsband betreft de voorkomende voortplantingsrichtingen van de maatgevende golven, gegeven in graden ten opzichte van het noorden.

Tabel 3.2 Golftrandvoorwaarden [4]

Dijkvak	Golfrichtingsband [°]	Waterstand					
		NAP + 2 m		NAP + 4 m		NAP + 6 m	
		H_s [m]	T_{pm} [s]	H_s [m]	T_{pm} [s]	H_s [m]	T_{pm} [s]
49	203 - 261	1,6	5,5	2,1	5,7	2,4	6,4



Voor de golftrandvoorwaarden bij tussenliggende waterstanden wordt lineair geïnterpoleerd. Bij lagere en hogere waterstanden wordt geëxtrapoleerd. In tabel 3.3 is weergegeven welke golftrandvoorwaarden horen bij het Ontwerppeil 2060.

Tabel 3.3 Golftrandvoorwaarden bij Ontwerppeil 2060

Dijkvak	Ontwerppeil 2060 [NAP + m]	Golfparameters	
		H_s [m]	T_p [s]
49	6,65	2,49	6,61

3.2.3 Ecologische randvoorwaarden

In de Milieu-inventarisatie [5] is voor het dijkvak een inventarisatie gemaakt van de huidige natuurwaarden en van de potenties voor natuurontwikkeling. Alle relevante bekledingstypen zijn op grond van hun ecologische kenmerken ingedeeld in categorieën. Voor elk gedeelte van het dijkvak is vastgesteld welke categorieën minimaal moeten worden toegepast om de natuurwaarden te herstellen of te verbeteren. Binnen een dijkvak wordt onderscheid gemaakt tussen de getijdezone en de zone boven GHW. De resultaten zijn weergegeven in tabel 3.4. Voor de indeling van de bekledingstypen in categorieën wordt verwezen naar de Milieu-inventarisatie en naar de Algemene nota [1]. Verder geeft de Milieu-inventarisatie aan dat de aanwezige gebakken blokken van cultuurhistorische waarde zijn. Bij het ontwerpen van nieuwe bekledingen moet rekening gehouden worden met de komst van broedende plevieren.

Tabel 3.4 Minimale categorie van benodigd type dijkbekleding conform de Milieu-inventarisatie [5]

Dijkvak	Getijdezone		Boven GHW	
	<i>herstel</i>	<i>verbetering</i>	<i>herstel</i>	<i>verbetering</i>
49	(redelijk) goed / voldoende	(redelijk) goed	redelijk goed	redelijk goed

Aanvullend heeft de Meetinformatiedienst Zeeland een meer gedetailleerd onderzoek uitgevoerd naar de vegetatie in het dijkvak, boven GHW. Hieruit blijkt dat het oostelijk deel, vanaf de Veerhaven tot ongeveer dp 217 (+20m) (dp 14 volgens oude nummering), het meest waardevol is. Het Detailadvies, opgenomen in bijlage 3, wijkt niet af van de Milieu-inventarisatie. In het algemeen wordt het Detailadvies opgevolgd omdat dit is gebaseerd op een recent vegetatieonderzoek.



4. TOETSING

4.1 Algemeen

In 1996 heeft Grondmechanica Delft de toestand van de dijkbekledingen in Zeeland geïnventariseerd [6]. Een globale toetsing is uitgevoerd aan de hand van de 'Leidraad toetsen op veiligheid' [7]. Aangezien uit de toetsresultaten is gebleken dat een groot aantal van de bekledingen niet voldoende sterk is, is het Project Zeeweringen gestart.

Binnen dit project worden de bekledingen opnieuw getoetst, met verbeterde gegevens en golfvandvoorwaarden. Ook het dijkvak Kruiningen, dat geen deel uitmaakte van de globale toetsing, is met nieuwe berekeningen getoetst, gebruikmakend van de randvoorwaarden uit paragraaf 3.2.

4.2 Toetsing toplaag

In 1999 heeft het Waterschap Zeeuwse Eilanden het dijkvak Kruiningenpolder gedetailleerd getoetst [8]. Een groot deel van het dijkvak is onvoldoende gebleken. Aangezien daarnaast meerdere bekledingen als 'twijfelachtig' of 'geavanceerd' zijn beoordeeld, is besloten twee geavanceerde toetsingen te laten uitvoeren door GeoDelft [9, 10].

In 1999 is de eerste geavanceerde toets uitgevoerd, bestaande uit een getij- en een stormproef ter plaatse van km 222,23 [10]. Het doel van deze proef was het kunnen beschrijven van het gedrag en de stabiliteit van een overgoten en ondoorlatende steenzetting, in dit geval van basalt dat met asfalt is overgoten. Tijdens de proeven zijn de waterspanningen in het filter onder de toplaag gemeten, onder invloed van het getij en tijdens stormcondities. Deze gemeten waterspanningen zijn ingevoerd in een rekenmodel om een schatting te maken van de doorlatendheden van het filter en de toplaag.

Gebruikmakend van de geschatte doorlatendheden van de bekleding is een voorspelling gedaan van de stabiliteit van de toplaag tijdens maatgevende hydraulische condities. Aangezien de drukken onder de basaltzuilen plaatselijk kritisch zijn bij belasting door het maatgevend getij, is de combinatie van maatgevend getij met golven voldoende voor het laten bezwijken van delen van de basaltbekleding. Een gedeelte van het vlak met gepenetreerde basalt is afgekeurd. De tweede geavanceerde toets, bestaande uit een bezoek aan het dijkvak en een hierop gefundeerde beoordeling, heeft eind 2000 plaatsgevonden [9].

In 2001 heeft het waterschap opnieuw een gedetailleerde toets uitgevoerd, met een vernieuwde versie van de rekenprogrammatuur (Steentoets versie 3.2) [11].

De eindbeoordeling van de toetsing is weergegeven in figuur 3 [12,13]. De enkele als 'goed' beoordeelde vlakken bestaan uit basalt, wel of niet gepenetreerd met asfalt, basalt en Doornikse steen.



4.3 Toetsing reststerkte bekleding

Toetsing van de reststerkte is relevant voor die vakken waarvan de toplaag onvoldoende stabiel is. De reststerkte wordt als 'voldoende' beoordeeld als

- de ontwerpgolfhoogte (H_s bij Ontwerppeil 2060) kleiner is dan 2 m, én
 - de kern van de dijk tot voldoende hoogte uit goede klei bestaat, of
 - op de kern een laag van goede klei ligt, met voldoende dikte.

Bij dijkvak 49 wordt niet voldaan aan de eerste eis. De ontwerpgolfhoogte is hoger dan 2 m.

4.4 Bermniveau en grasbekleding bovenbeloop

Het niveau van de buitenknik van de berm ligt op circa NAP + 5,4 m, dat wil zeggen op meer dan 1 m beneden het ontwerppeil. Dit betekent dat de berm moet worden opgehoogd tot minimaal 0,30 m onder het ontwerppeil, of dat op de berm en op een deel van het bovenbeloop een bekleding moet worden aangebracht.

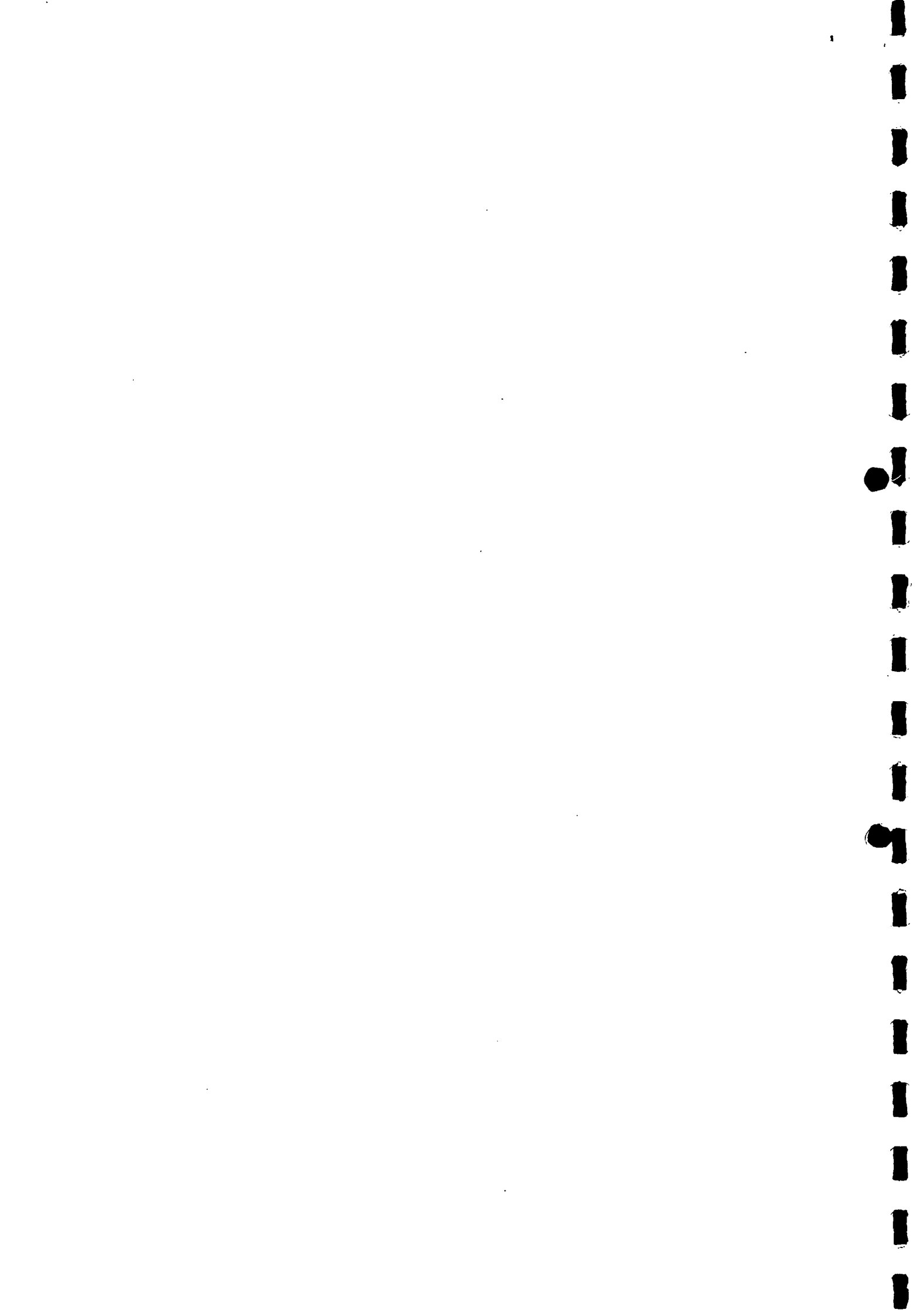
Gekozen is voor het ophogen van de berm, omdat dit in het algemeen goedkoper is. Hierbij wordt de nieuwe bekleding van de boventafel over 1 m op de berm doorgezet, dat wil zeggen tot aan de onderhoudsstrook. De grasbekleding op de berm en op het bovenbeloop hoeft niet te worden aangepast, omdat de significante golfhoogte bij het ontwerppeil kleiner is dan 3,0 m.

4.5 Conclusie

Het eindresultaat van de toetsing is samengevat in tabel 4.1 en in figuur 3.

Tabel 4.1 Toetsresultaat

Locatie	Toetsingsresultaat		
	Ondertafel	Boventafel	Berm en bovenbeloop
dp 215 (+50m) - dp 221 (+5m)	goed: • Doornikse steen tussen dp 215 (+50m) en dp 216 (+90m) • basalt bij dp 220, niet geopenetreerd • Basalton bij dp 221 beneden NAP - 0,6 m overigens onvoldoende	onvoldoende	berm ophogen tot NAP + 6,65 m geen aanpassing van bovenbeloop
dp 221 (+5m) - dp 222 (+65m)	goed: • basalt beneden NAP - 0,4 m, niet geopenetreerd overigens onvoldoende	goed: • basalt, wel of niet geopenetreerd overigens onvoldoende	
dp 222 (+65m) - dp 226	goed: • basalt, wel of niet geopenetreerd overigens onvoldoende	onvoldoende	



5. KEUZE BEKLEDING

5.1. Inleiding

In dit hoofdstuk worden voor het gehele dijkvak de toe te passen bekledingstypen gekozen. Het toetsresultaat is weergegeven in paragraaf 4.5. De bekledingen, die als 'onvoldoende' zijn beoordeeld, moeten worden verbeterd. Dit betreft nagenoeg de gehele boventafel en een groot deel van de ondertafel. Enkele vlakken met basalt, Doornikse steen en Basalton zijn goedgekeurd.

De keuze van het nieuwe bekledingstype wordt in de volgende paragrafen beschreven aan de hand van de volgende stappen (zie hoofdstuk 7 van de Algemene nota [1]):

- beschikbaarheid;
- voorselectie;
- technische toepasbaarheid;
- ecologische toepasbaarheid;
- landschapsvisie;
- afweging en keuze.

5.2 Beschikbaarheid

In tabel 5.1 zijn de globale hoeveelheden weergegeven van de toplaagelementen die bij de vernieuwing van de bekleding vrijkomen en die eventueel kunnen worden hergebruikt.

Tabel 5.1 Vrijkomende hoeveelheden toplaag

Toplaag	Afmetingen	Oppervlakte [m ²]	Oppervlakte gekanteld [m ²]
Haringmanblokken	0,20 x 0,50 x 0,50 m ³	ca. 4.200	ca. 1.680
betonblokken	0,20 x 0,50 x 0,50 m ³	ca. 200	ca. 80
Basalt	0,23 m 0,25 m	ca. 350 ca. 300	- -
Basalt, gepenetreerd met asfalt	0,23 m	ca. 3.400	-
Basalton	0,25 m	ca. 370	-

De vrijkomende Haringmanblokken en betonblokken kunnen worden toegepast in een nieuwe toplaag van gekantelde blokken. De hoeveelheid van de basaltzuilen, die niet zijn gepenetreerd, is te klein voor de aanleg van een nieuwe steenzetting van basalt op de ondertafel of in de toplaag van de onderhoudsstrook. De gepenetreerde basalt is mogelijk geschikt te maken voor hergebruik in een gepenetreerde bestorting. De vrijkomende Vilvoordse steen, Doornikse steen en Petiet graniet kunnen worden verwerkt in de kreukelberm. De gebakken steen en de Basalton kunnen voor hergebruik in depot worden gezet.



Materialen in bestaande depots

In de bestaande depots is een kleine hoeveelheid Haringmanblokken en vlakke betonblokken beschikbaar.

Materialen uit een ander dijktraject

Van de werken, die in 2000 zijn uitgevoerd, zijn nog vrijgekomen materialen beschikbaar, die voor de Kruijningepolder mogen worden gebruikt. De materialen, die vrijkomen bij de in 2001 te verbeteren dijktrajecten, zijn niet beschikbaar voor Kruijningepolder.

In 2002 komt bij de uitvoering van het dijktraject Zuidwatering een aanzienlijke hoeveelheid basalt 20/30 cm vrij. Aangezien Zuidwatering en Kruijningepolder mogelijk gelijktijdig worden uitgevoerd, kan gebruik van de basalt uit Zuidwatering in het dijkvak Kruijningepolder leiden tot vertragingen in de uitvoering. Daarom wordt van gebruik van deze basalt afgezien.

Nieuwe materialen

Aanvoer van de volgende nieuwe materialen is in principe mogelijk:

1. betonzuilen,
2. asfalt,
3. waterbouwasfaltbeton,
4. klei (min of meer afhankelijk van geëiste kwaliteit),
5. breuksteen (wel of niet gepenetreerd met asfalt of beton).

5.3 Voorselectie

In de Algemene nota [1] worden de volgende mogelijke bekledingstypen genoemd:

1. zetsteen op uitvullaag:
 - a) (gekantelde) betonblokken op uitvullaag,
 - b) (gekantelde) granietblokken op uitvullaag,
 - c) (gekantelde) koperslabblokken op uitvullaag,
 - d) basaltzuilen op uitvullaag,
 - e) betonzuilen op uitvullaag;
2. breuksteen op filter of geotextiel:
 - a) losse breuksteen,
 - b) patroon- of 'vol en zat' gepenetreerde breuksteen of vrijkomend materiaal (eventueel gebroken) met asfalt of dicht colloïdaal beton; de 'vol en zat'-variant kan ook in de categorie 'plaatconstructie' vallen;
3. plaatconstructie:
 - a) waterbouwasfaltbeton boven GHW,
 - b) open steenasfalt boven GHW;
4. overlaagconstructies:
 - a) losse breuksteen,
 - b) patroon- of 'vol en zat' gepenetreerde breuksteen of vrijkomend materiaal (eventueel gebroken) met asfalt of dicht colloïdaal beton; de 'vol en zat'-variant kan ook in de categorie 'plaatconstructie' vallen;
5. gras.

Ad 1.

Uit de bestaande bekleding komen voldoende Haringmanblokken vrij voor de toepassing van gekantelde blokken in de nieuwe bekleding. De hoeveelheid vrijkomende basaltzuilen, die niet zijn gepenetreerd, is zeer beperkt en de afmetingen van deze zuilen zijn, naar verwachting, te klein voor hergebruik. Aangezien ook elders geen geschikte basalt voor Kruijningepolder beschikbaar komt, wordt geen nieuwe bekleding met basalt aangebracht.



Ad 2.

Losse breuksteen op een kunststoffilterdoek wordt niet toegepast, omdat de benodigde steensortering minimaal 300-1000 kg bedraagt, afhankelijk van de maatgevende golfrandvoorwaarden. Deze zware sortering is niet acceptabel voor het waterschap.

Ad 3.

Open steenasfalt wordt niet toegepast, omdat de vereiste sterkte en duurzaamheid van dit bekledingstype nog moeten worden aangetoond.

Ad 4.

Een overlaging wordt veelal toegepast wanneer een lager deel van de ondertafel onvoldoende sterk is en een hoger deel kan worden gehandhaafd. Dit treedt op tussen dp 221 (+5m) en dp 226.

Tabel 5.2 geeft de voorkeuren voor de bekledingstypen die zijn opgenomen in de Milieu-inventarisatie en het bijbehorende Detailadvies (zie paragraaf 3.2.3). Deze voorkeuren zijn randvoorwaarden bij de voorselectie en bij het ontwerp, waarvan niet mag worden afgeweken. In de tabel staat 'alle' voor alle bekledingstypen genoemd in de Algemene ontwerpnota [1].

Tabel 5.2 Voorkeuren uit de Milieu-inventarisatie en het Detailadvies

Dijkvak	Getijdezone		Boven GHW	
	<i>herstel</i>	<i>verbetering</i>	<i>herstel</i>	<i>verbetering</i>
49	alle m.u.v. gebroken blokken en breuksteen patroon- of 'vol en zat' gepenetreerd met asfalt	<ul style="list-style-type: none"> • betonzuilen • betonblokken • Haringman gekanteld zonder open ruimte • basaltzuilen • breuksteen gepenetreerd met beton (niet 'vol en zat') 	<ul style="list-style-type: none"> • basaltzuilen • betonblokken met veel open ruimte • betonzuilen • Haringman gekanteld zonder open ruimte 	<ul style="list-style-type: none"> • basaltzuilen • betonblokken met veel open ruimte • betonzuilen • Haringman gekanteld zonder open ruimte

In de voorselectie spelen, naast de Milieu-inventarisatie, de eerder genoemde beschikbaarheid, de uitvoeringstechnische eisen en de beheerderswens een belangrijke rol. Voor de opbouw resteren de volgende alternatieven:

Getijdezone (tot NAP + 2,5 m)

De bekledingen in de getijdezone zijn geheel of gedeeltelijk afgekeurd. Alternatieven voor de nieuwe bekledingen zijn betonzuilen, gekantelde Haringmanblokken, basaltzuilen, en patroon- of 'vol en zat' gepenetreerde breuksteen (penetratie met asfalt bestrooien met steenslag).

Tussen dp 221 (+5m) en dp 222 (+65m) is de basalt tussen circa NAP - 0,4 m en circa NAP + 2,6 m afgekeurd, en tussen dp 222 (+65m) en dp 226 zijn de bekledingen beneden circa NAP + 0,4 m afgekeurd. De bovenliggende basaltbekledingen zijn goedgekeurd. Voor beide trajecten is daarom onderzocht of een overlaging van gepenetreerde breuksteen mogelijk is.



Boven GHW

Op de boventafel zijn alleen de vlakken met basalt, tussen dp 221 (+5m) en dp 222 (+65m), goedgekeurd.

Alternatieven voor de nieuwe bekledingen zijn betonzuilen, gekantelde Haringmanblokken en basaltzuilen.

Resumerend, moet de technische toepasbaarheid bepaald worden van:

1. betonzuilen,
2. gekantelde Haringmanblokken,
3. basaltzuilen,
4. gepenetreerde overlagingen.

5.4 Technische toepasbaarheid zetsteenbekledingen

5.4.1 Inleiding

De technische toepasbaarheid van een bekleding met zetsteen moet worden aangetoond met het rekenprogramma ANAMOS, met inachtneming van het Handboek [14], en uitgaande van de representatieve waarden voor de constructie en de randvoorwaarden. De rekenmethodiek wordt beschreven in de Handleiding Ontwerpen [15].

De berekeningen betreffen alleen het bezwijkmechanisme 'instabiliteit van de toplaag'. Met het bezwijkmechanisme 'afschuiving' wordt rekening gehouden door te werken met hellingen flauwer dan 1:3 (tenzij het niet anders kan, zoals lokaal bij de aansluiting bij sluisjes e.d.). Met het bezwijkmechanisme 'materiaaltransport' wordt rekening gehouden bij het ontwerp van het geokunststof (zie hoofdstuk 6).

5.4.2 Bermniveau en taludhellingen

Een belangrijk aspect in de berekening van de technische toepasbaarheid is de taludhelling. Binnen bepaalde grenzen biedt het ontwerp de mogelijkheid tot het kiezen van de taludhelling. Het is in principe mogelijk om de taludhelling zo flauw te kiezen dat elk bekledingstype toepasbaar is. In het algemeen moet een nieuwe bekleding worden aangelegd tussen de bestaande teen en de bestaande berm, en zoveel mogelijk worden aangepast aan de bestaande taludhelling, ter beperking van het benodigde grondverzet. Daarnaast kan worden geëist dat een bepaalde dikte van de kleilaag wordt gehandhaafd, met name als het een kleilaag op zand betreft. Ook dit kan de keuze van de taludhelling beïnvloeden.

Het niveau van de buitenknik van de huidige berm ligt op circa NAP + 5,4 m, dat wil zeggen op meer dan 1 m beneden het ontwerppeil. De nieuwe berm wordt opgehoogd tot aan het ontwerppeil. De resulterende taludhellingen zijn gegeven in tabel 5.3, waarbij onderscheid is gemaakt tussen de karakteristieke dwarsprofielen.



Tabel 5.3 Nieuwe taludhellingen

Dwarsprofiel	Locatie	Nieuwe taludhelling
1a	dp 215 (+50m) - dp 216 (+90m)	1:3,8
1b	dp 216 (+90m) - dp 220 (+55m)	1:4
1c	dp 220 (+55m) - dp 221 (+5m)	1:4,0 - 1:3,8
2	dp 221 (+5m) - dp 222 (+65m)	1:3,8
3	dp 222 (+65m) - dp 226	1:3,8

Rekening houdend met uitvoeringstolerantie en tonrondte, wordt in de berekeningen een taludhelling ingevoerd die boven NAP + 3 m 0,2 steiler en onder NAP + 3 m 0,4 steiler is [15].

5.4.3 Betonzuilen

De technische toepasbaarheid van betonzuilen voor het hele dijkvak kan aangetoond worden door een stabiliteitsberekening van de zwaarste zuilen bij de zwaarste randvoorwaarden. De momenteel zwaarste betonzuilen, die leverbaar zijn, hebben een dichtheid van 2900 kg/m^3 en een dikte van 0,50 m. Uit de berekening blijkt dat toepassing van betonzuilen in het hele dijkvak mogelijk is. Bij de zwaarste randvoorwaarden uit tabel 3.3 is de betonzuil nog ruimschoots mogelijk, gelet op toplaagstabiliteit bij de steilste mogelijke taludhelling van 1:3,8 (bestekswaarde). De berekening is opgenomen in bijlage 1.1. Voor zover wordt gekozen voor de toepassing van betonzuilen, zal het optimale zuiltype worden bepaald in hoofdstuk 6.

5.4.4 Gekantelde betonblokken

Uit paragraaf 5.2 blijkt dat uit het onderhavige dijkvak circa 1.680 m^2 Haringmanblokken en circa 80 m^2 vlakke betonblokken vrijkomen, beide typen met een blokbreedte (gekanteld) van 0,20 m. Ook in de depots is een beperkte hoeveelheid van deze blokken aanwezig.

Uitgegaan wordt van gekantelde toepassing direct tegen elkaar aan, met een theoretische spleetbreedte van 1 mm. De maximale toepassingsniveaus op het talud, bepaald voor de voorkomende taludhellingen, zijn vermeld in tabel 5.4. Aangezien een correctie van 0,4 op de helling is toegepast (uitvoeringstolerantie en tonrondte), zijn de gepresenteerde niveaus geldig voor het gebied beneden NAP + 3 m. De Haringmanblokken zijn te licht voor toepassing boven NAP + 3 m. De vlakke betonblokken kunnen over een beperkte hoogte ook boven NAP + 3 m worden aangebracht.



Tabel 5.4 Maximale toepassingsniveaus gekantelde betonblokken

Type bekleding	Breedte [m]	Maximaal toepassingsniveau beneden NAP + 3 m [NAP + m]	
		1:3,8	1:4
Haringmanblokken	0,20	0,4	0,7
Vlakke betonblokken	0,20	2,7	3

Voor nadere informatie wordt verwezen naar bijlage 1.2.

5.4.5 Basalt

Indien basalt beschikbaar komt, dan kunnen de maximale niveaus uit tabel 5.5 worden gehanteerd. De stabiliteitsberekening van de basaltzuilen met een dikte van 0,25 m is opgenomen bijlage 1.3.

Tabel 5.5 Maximale toepassingsniveaus basalt

Laagdikte Basalt bestekswaarde ¹⁾ [m]	Maximaal toepassingsniveau [NAP + m]	
	1:3,8	1:4
0,25	1,7	2,1
0,30	4,3	4,7
0,35	6,65	6,65

¹⁾ De rekenwaarde is 3 cm lager dan de bestekswaarde.

5.4.6 Gepenetreerde overlagingen

Tussen dp 221 (+5m) en dp 222 (+65m) is de gepenetreerde basalt tussen circa NAP - 0,4 m en circa NAP + 2,6 m afgekeurd. Het is niet mogelijk deze bekleding geheel te overlagen, omdat dan de waterdruk in het filter zo hoog kan oplopen, dat de bekleding van het talud wordt gedrukt, gelet op de zwaarte van de gangbare overlagingen [10]. Aangezien de afgekeurde basalt is gepenetreerd, dat wil zeggen waterdicht is, geldt dit voor zowel een 'vol en zat' gepenetreerde als een patroongepenetreerde overlaging. De maximaal toepasbare hoogte van de overlaging wordt bepaald door het gewicht van de overlaging en het gewicht van de afgekeurde, gepenetreerde bekleding onder de overlaging. Aan de bovenzijde van de overlaging moet een 'waterslot' worden aangebracht om te hoge waterdrukken te voorkomen.

Tussen dp 222 (+65m) en dp 226 zijn de bekledingen beneden circa NAP + 0,4 m afgekeurd. Het ligt voor de hand het hogere deel van de ondertafel te handhaven en het lagere deel te overlagen met gepenetreerde breuksteen. Het is niet mogelijk deze breuksteen 'vol en zat' te penetreren, omdat dan te grote waterdrukken optreden onder de gehandhaafde basalt. Tussen dp 225 en dp 226 ligt de bovengrens van de afgekeurde bekledingen op circa NAP + 1,5 m. Dit betekent dat hier de bovengrens van de penetratie hoger komt te liggen.



Geadviseerd wordt te kiezen voor een patroonpenetratie in stroken, omdat deze een grotere sterkte heeft dan een patroonpenetratie in stippen. Rekening houdend met de komst van broedende plevieren, moeten enkele relatief brede stroken worden aangelegd (h.o.h. circa 80 m), loodrecht op de lengte-as van de dijk, waarlangs de jonge plevieren de fourageerplaatsen op het slik kunnen bereiken. Hiervoor is een strookbreedte van ongeveer 3 m voldoende. De maximale strookbreedte, die wordt bepaald door de toelaatbare overdrukken onder de stroken en de aangrenzende bekleding, bedraagt circa 5 m.

Ook tussen dp 215 (+50m) en dp 221 (+5m) kan op een gedeelte van de afgekeurde bekleding een gepenetreerde overlaging worden toegepast. Ook hier kan 'waterslot' aan de bovenzijde van de overlaging noodzakelijk zijn.

5.5 Ecologische toepasbaarheid

De ecologische toepasbaarheid is een randvoorwaarde bij de voorselectie. Benadrukt wordt dat het dijkvak Kruijningen in de toekomst een geschikte broedplaats kan zijn voor plevieren. Het toepassen van overlagingen met zwaardere breuksteen of het bestrooien met grond maakt de dijk ongeschikt als broedplaats. Breuksteen, dat patroon- of 'vol en zat' is gepenetreerd met asfalt, moet worden afgewerkt met steenslag, bijvoorbeeld lavasplit.

5.6 Landschapsvisie

In de Algemene nota [1] is verwoord dat nadrukkelijk rekening moet worden gehouden met de Landschapsvisie Westerschelde [16]. Dit betekent voor het ontwerp het volgende:

1. Benadrukken van de horizontale opbouw door in de ondertafel een ander materiaal toe te passen dan in de boventafel;
2. Voorkeur geven aan het gebruik van donkere materialen in de ondertafel en lichte materialen in de boventafel. Het is gewenst om in de ondertafel aan te sluiten op de te handhaven basalt, bijvoorbeeld met nieuwe basalt of met betonzuilen waarop basaltsplit is aangebracht;
3. Verticale overgangen zo min mogelijk in de boven- en de ondertafel laten samenvallen;
4. Toepassen van een onderhoudsstrook met doorgroeibare verharding;
5. Bij voorkeur de bovenzijde van de boventafel bestrooien met grond en eventueel met graszaad. De breedte van de in te strooien strook wordt afhankelijk gesteld van de golfoploop onder gemiddelde getijomstandigheden;
6. Benadrukken van de dijkdoorbraak uit 1953 door op de plaats van de doorbraak, op zowel de onder- als de boventafel, basalt of betonzuilen met basaltsplit aan te brengen.

Het detailadvies van de Dienst Landelijk Gebied is opgenomen in bijlage 4.



5.7 Afweging en keuze

In tabel 5.6 zijn de gekozen alternatieven gegeven voor de nieuw aan te brengen bekleding over het gehele dijkvak van de Kruiningenpolder. Een bovenaanzicht van de alternatieven is gegeven in figuur 4.

Tabel 5.6 Alternatieven voor de bekleding van het gehele dijkvak

Dwarsprofiel \ locatie	Bekleding	Ondergrens [NAP + m]	Bovengrens [NAP + m]
Alternatief 1			
1a \ dp 215(+50m) - dp 216(+90m)	<ul style="list-style-type: none"> • kreukelberm • gekantelde blokken (Haringman, vlak) • betonzuilen 	- -0,2 0,4	-0,2 0,4 6,65
1b \ dp 216(+90m) - dp 220(+55m)	<ul style="list-style-type: none"> • kreukelberm • gekantelde blokken (Haringman, vlak) • betonzuilen 	- -1,0 0,4	-1,0 0,4 6,65
1c \ dp 220(+55m) - dp 221(+5m)	<ul style="list-style-type: none"> • kreukelberm • handhaven Basalton • gekantelde blokken (Haringman, vlak) • betonzuilen 	- - -0,55 0,4	-0,55 -0,55 0,4 6,65
2 \ dp 221(+5m) - dp 222(+65m)	<ul style="list-style-type: none"> • kreukelberm • handhaven basalt • gekantelde blokken (Haringman, vlak) • betonzuilen ¹⁾ 	- - -0,55 0,4	-0,55 -0,55 0,4 6,65
3 \ dp 222(+65m) - dp 226	<ul style="list-style-type: none"> • kreukelberm • handhaven tot en met basalt • overlaging patroonpenetratie met asfalt • betonzuilen 	- - -0,4 2,75	-0,4 2,75 1,3 6,65
Alternatief 2			
1a	<ul style="list-style-type: none"> • handhaven kreukelberm en Doornikse • betonzuilen 	- -0,2	-0,2 6,65
1b	<ul style="list-style-type: none"> • kreukelberm • betonzuilen 	- -1,0	-1,0 6,65
1c	<ul style="list-style-type: none"> • handhaven kreukelberm en basalt • betonzuilen 	- -0,55	-0,55 6,65
2	<ul style="list-style-type: none"> • handhaven basalt • betonzuilen ¹⁾ 	- -0,4	-0,4 6,65
3	<ul style="list-style-type: none"> • kreukelberm • betonzuilen 	- -1,0	-1,0 6,65

¹⁾ De dijkdoorbraak uit 1953 kan worden benadrukt door op de plaats van de doorbraak, op zowel de onder- als de boventafel, betonzuilen met basaltspilt aan te brengen. Dit is echter in strijd met de voorkeur vanuit landschappelijk oogpunt voor een donkere ondertafel en een lichte boventafel.

²⁾ De penetratie met asfalt voldoet aan de gestelde milieu-eisen, wanneer deze wordt bestrooid met steenslag.



Tabel 5.6 (vervolg) Alternatieven voor de bekleding van het gehele dijkvak

Dwarsprofiel \ locatie	Bekleding	Ondergrens [NAP + m]	Bovengrens [NAP + m]
Alternatief 3			
1a	<ul style="list-style-type: none"> • kreukelberm • handhaven ondertafel • overlaging 'vol en zat' met asfalt ²⁾ • betonzuilen 	- - -0,2 3,15	-0,2 2,75 3,15 6,65
1b	<ul style="list-style-type: none"> • kreukelberm • handhaven ondertafel • overlaging 'vol en zat' met asfalt ²⁾ • betonzuilen 	- - -1,0 3,15	-1,0 2,75 3,15 6,65
1c	<ul style="list-style-type: none"> • handhaven kreukelberm en ondertafel • overlaging 'vol en zat' met asfalt ²⁾ • betonzuilen 	- -0,55 3,15	2,75 3,15 6,65
2	<ul style="list-style-type: none"> • kreukelberm • handhaven ondertafel • overlaging 'vol en zat' met asfalt ²⁾ • betonzuilen ¹⁾ 	- - -0,4 3,15	-0,4 2,75 3,15 6,65
3	• zie alternatief 1		

De alternatieven zijn op de volgende aspecten tegen elkaar afgewogen:

- uitvoering,
- hergebruik,
- milieu,
- landschap,
- beheer,
- kosten.

Uitvoering

De hoeveelheid betonblokken, die nodig is bij alternatief 1, als aanvulling op de vrijkomende blokken uit het dijkvak zelf, is zo gering dat geen vertraging wordt verwacht bij de aanvoer hiervan.

Bij de alternatieven 1 en 2 moet een gedeelte van de huidige bekleding tot aan de teen worden verwijderd. Het aanbrengen van een nieuwe filterlaag en een nieuwe bekleding van gekantelde blokken of betonzuilen vlak boven de teen kan worden gehinderd door de getijbeweging. Aangezien overlagingen op de huidige bekleding worden aangebracht, ligt de onderkant van deze bekleding bij de teen minder diep en is er minder hinder van het stijgende water.

Bij de overlagingen moet rekening gehouden worden met de invloed van de getijbeweging op de kwaliteit van de penetratie. Aanvoer van sediment heeft, indien voorafgaand aan de penetratie, een verminderde sterkte tot gevolg door de slechtere hechting van de geopenetreerde asfalt aan de breuksteen.

Hergebruik

Bij alternatief 1 worden de vrijkomende Haringmanblokken opnieuw gebruikt, in gekantelde opstelling. Daarnaast wordt een gedeelte van de ondertafel overlaagd. Bij alternatief 2 is geen sprake van hergebruik van vrijkomende materialen. Bij alternatief 3 kan de bestaande ondertafel dankzij de overlagingen worden gehandhaafd. De overlagingen bestaan echter uit nieuwe materialen.



Milieu, landschap en beheer

Bij de overlagingen van de alternatieven 1 en 3 is sprake van herstel van de huidige natuurwaarden. Bij de gekantelde blokken in alternatief 1 en de betonzuilen in alle alternatieven is een verbetering van natuurwaarden mogelijk.

Landschappelijk gezien, scoort alternatief 3 het hoogst, omdat de ondertafel dankzij de penetratie gedeeltelijk donker van kleur is.

Ten aanzien van beheer zijn de verschillen klein. Het is wenselijk het aantal verschillende soorten bekledingen te beperken, zoals bij alternatief 2. Gekantelde blokken en betonzuilen, zoals bij alternatief 1, scoren beter dan overlagingen.

Kosten

De kosten van alternatief 1 zijn het laagst, dankzij het hergebruik van de blokken.

In tabel 5.7 is de afweging samengevat. Alternatief 1 is het voorkeursalternatief, omdat dit alternatief beter scoort op hergebruik en kosten dan alternatief 2 en beter scoort op hergebruik, milieu en kosten dan alternatief 3. Het voorkeursalternatief wordt uitgewerkt in hoofdstuk 6.

Tabel 5.7 Afweging alternatieven

Alternatief	Uitvoering	Hergebruik	Milieu	Landschap	Beheer	Kosten	Voorkeur
1	0	+	0	0	0	+	X
2	0	0	+	0	+	0	
3	+	0	- ¹⁾	+	0	0	

Legenda: + = goed
 0 = neutraal
 - = slecht

¹⁾ De nieuwe bekleding voldoet wel aan de Milieu-inventarisatie en het Detailadvies

Onderhoudsstrook

Het ligt in bedoeling de toplaag van de onderhoudsstrook aan te leggen met grindasfaltbeton, omdat het waterschap de dijk wil openstellen voor recreatief gebruik en omdat elders geen andere materialen beschikbaar komen voor hergebruik.



6. DIMENSIONERING

In dit hoofdstuk wordt het ontwerp van alternatief 1 in detail uitgewerkt, uitgaande van de bekledingstypen volgens tabel 5.6. In figuur 5 is een glooiingskaart gegeven van dit ontwerp, voor het gehele dijkvak. De uitgewerkte dwarsprofielen zijn weergegeven in de figuren 11 t/m 15. De dimensionering wordt beschreven per constructieonderdeel, vanaf de kreukelberm tot aan het bovenbeloop. Voor achtergrondinformatie wordt verwezen naar de Handleiding Ontwerpen [15].

6.1 Kreukelberm en teenconstructie

De kreukelberm, die dient ter ondersteuning van de bovenliggende taludbekleding, bestaat in het algemeen uit een toplaag van breuksteen, met daaronder een geokunststof met een opgestikte rietmat of 'nonwoven' (kunststof vlies). Langs nagenoeg het gehele dijkvak worden de kreukelbermen hersteld of vernieuwd. Tussen dp 216 (+90m) en dp 220 (+55m) wordt ook een nieuwe teenconstructie geplaatst.

6.1.1 Toplaag

De benodigde sortering van de toplaag wordt bepaald aan de hand van de significante golfhogte bij NAP + 6 m [15], die bij Kruiningen 2,4 m bedraagt. De benodigde sortering is 60-300 kg en de bijbehorende laagdikte is 0,8 m. Deze laag kan niet direct op het geotextiel worden aangebracht. Aanbevolen wordt onder de 60-300 kg een circa 0,20 m dikke laag van vrijkomend materiaal toe te passen, bijvoorbeeld Vilvoordse steen.

6.1.2 Geokunststof

Bij de nieuwe teenconstructie wordt onder de toplaag en de onderlaag een geokunststof aangebracht, in het vervolg aangeduid met 'type 2', dat hetzelfde is als het geokunststof onder de onderhoudsstrook. De eigenschappen van dit standaard weefsel zijn vermeld in tabel 6.1.

Tabel 6.1 Eisen geokunststof type 2

eigenschap	waarde
treksterkte	≥ 50 kN/m (ketting en inslag)
rek bij breuk	≤ 20 % (ketting en inslag)
doorstromingsweerstand Δh_s	≤ 30 mm (bij filtersneldheid 10 mm/s)
poriegrootte O_{90}	≤ 350 μ m
levensduurverwachting	type B (NEN 5132)
sterkte naaiaad	≥ 50 % van breuksterkte geokunststof

Op het geokunststof wordt een 'nonwoven' aangebracht, ter bescherming van het geotextiel tijdens het storten van de breuksteen. Het geokunststof moet aansluiten op de buitenkant van de teenconstructie.



6.1.3 Teenconstructie

Tussen dp 216 (+90m) en dp 220 (+55m) wordt een nieuwe teenconstructie geplaatst op NAP - 1 m. Deze teenconstructie bestaat uit een teenschot van 3 planken met een hoogte van 0,20 m, en wordt gesteund door palen, h.o.h. 0,20 m, met een lengte van 1,80 m (FSC-hout, duurzaamheidsklasse 1). Boven het teenschot wordt een afgeschuinde betonband aangebracht, zodat betonzuilen of gekantelde blokken machinaal kunnen worden gezet. Indien aanwezig en van voldoende kwaliteit, worden de betonbanden uit de bestaande bekleding zoveel mogelijk opnieuw gebruikt.

6.2 Zetsteenbekleding

In hoofdstuk 5 is vastgesteld welke bekledingstypen zullen worden aangebracht. De zetsteenbekleding moet voldoen aan de eisen ten aanzien van toplaagstabiliteit, afschuiving en materiaaltransport.

De eisen ten aanzien van toplaagstabiliteit bepalen de dimensionering van de toplaag en de uitvulling. Voor afschuiving is van belang dat de dikte van de gehele bekleding, inclusief onderliggende kleilaag, voldoende groot is. Het materiaaltransport door de bekleding moet worden voorkomen door het geokunststof dat onder de bekleding wordt aangebracht.

6.2.1 Toplaag van betonzuilen

In paragraaf 5.4.3 is vastgesteld dat betonzuilen in technische zin ruimschoots toepasbaar zijn in het gehele dijkvak. Voor die delen waar betonzuilen worden aangebracht (zie tabel 5.6) is een nadere dimensionering uitgevoerd. Uit stabiliteitsberekeningen volgt een aantal praktisch leverbare combinaties van dikte en dichtheid. De dikte wordt daarbij afgerond op 5 cm en de dichtheid op 100 kg/m³. De uiteindelijke keuze wordt bepaald door overwegingen ten aanzien van kosten, uitvoeringstechniek en beheer. Daarom wordt het best leverbare zuiltype, met de meest gangbare betonsamenstelling, toegepast. De keuze staat vermeld in tabel 6.2.

Tabel 6.2 Mogelijke typen betonzuilen

Helling 1:	Dwarsprofiel	Type betonzuil onder NAP + 3 m [m] / [kg/m ³]	Type betonzuil boven NAP + 3 m [m] / [kg/m ³]
3,8	1a / 1c / 2 / 3	0,40 / 2300	0,50 / 2300
		0,35 / 2500	0,45 / 2400
		0,30 / 2700	0,40 / 2500
			0,35 / 2700
4	1b	0,40 / 2300	0,45 / 2300
		0,35 / 2400	0,40 / 2500
		0,30 / 2600	0,35 / 2700
		0,25 / 2900	0,30 / 2900



Gelet op kostenverschillen, wordt voor de lichtste zuil gekozen. Rekening houdend met beheer, is het ongewenst dat twee zuiltypen met dezelfde hoogte en verschillende dichtheden in één profiel (onder elkaar) worden toegepast. Deze zuilen kunnen naast elkaar worden toegepast, indien dit voorkomt dat de dikte van de uitvullaag moet worden gewijzigd (gelijke constructiehoogte). De uiteindelijk gekozen zuiltypen zijn vermeld in tabel 6.3.

Tabel 6.3 Gekozen typen betonzuilen

Helling	Dwarsprofiel	Type betonzuil onder NAP + 3 m [m] / [kg/m ³]	Type betonzuil boven NAP + 3 m [m] / [kg/m ³]
3,8	1a / 1c / 2 / 3	0,40 / 2300	0,50 / 2300
4	1b	0,40 / 2300	0,50 / 2300

De toplaag van betonzuilen zal worden ingewassen met ongeveer 50 kg/m² gebroken materiaal. De sortering van dit inwasmateriaal is afhankelijk van het type zuil (met betrekking tot de vorm) dat zal worden toegepast. Meer informatie over de stabiliteitsberekeningen is opgenomen in bijlage 2.

6.2.2 Toplaag van gekantelde betonblokken

Uitgaande van alternatief 1 worden gekantelde Haringmanblokken en gekantelde vlakke betonblokken toegepast tussen dp 215 (+50m) en dp 222 (+65m). In de ontwerpberekeningen is uitgegaan van plaatsing tegen elkaar aan op een fijnkorrelige uitvullaag. De maximale toepassingsniveaus van de vrijkomende blokken zijn weergegeven in tabel 5.4. De Haringmanblokken, met een dikte van 0,20 m, kunnen worden aangebracht tot NAP + 0,4 m (1:3,8) of NAP + 0,7 m (1:4). De beschikbare hoeveelheid blokken is groter of gelijk aan de hoeveelheid die nodig is om tot aan NAP + 0,4 m gekantelde blokken toe te passen.

6.2.3 Uitvullaag

De granulaire uitvullaag onder de toplaag is voornamelijk van belang voor de uitvoering. Gelet op stabiliteit en uitvoering, moet het materiaal in deze uitvullaag zo fijn mogelijk zijn. Het materiaal mag echter niet zo fijn zijn dat het tussen de elementen van de toplaag door kan wegspoelen. De fijnste sortering die uit dat oogpunt voor betonzuilen mogelijk is, bedraagt 16/32 mm.

De sortering 16/32 mm dient in het bestek te worden voorgeschreven. In de ontwerpberekeningen wordt uitgegaan van een bijbehorende D₁₅ van 20 mm. Dit is een conservatieve benadering. De werkelijke waarde van de D₁₅ is circa 17 mm. Bij de plaatsing van gekantelde blokken wordt een sortering van 4/20 mm toegepast, met een D₁₅ van circa 5 mm.

De minimale laagdikte, waarin steenslag van bovengenoemde sorteringen, in uitvoeringstechnisch opzicht, kan worden aangebracht is 0,1 m. Deze waarde voor de laagdikte wordt voorgeschreven in het bestek. In de ontwerpberekeningen wordt een laagdikte van 0,15 m ingevoerd, rekening houdend met een uitvoeringsmarge van 0,05 m.



6.2.4 Geokunststof

Het geokunststof onder de bekleding wordt in het bestek en in het vervolg van deze ontwerpdata 'type 1' genoemd.

De belangrijkste eis aan dit geokunststof is het voorkomen van uitspoeling van het basismateriaal door de toplaag heen. Maatgevend voor uitspoeling is de poriegrootte O_{90} . Conform de eerder uitgevoerde dijkvakken van 1997-2001, wordt gekozen voor een vlies met een gegarandeerde maximum maaswijdte (O_{90}) van 100 μm , omdat de zanddoorlatendheid van nog fijnere materialen niet goed te testen is en fijnere materialen niet standaard leverbaar zijn. Bovendien is met proeven aangetoond dat de werkelijke doorlatendheid van het gekozen materiaal kleiner is dan 64 μm .

Het geokunststof type 1 moet voldoen aan de eisen uit tabel 6.4.

Tabel 6.4 Eisen geokunststof type 1

Eigenschap	Waarde
treksterkte	$\geq 20 \text{ kN/m}$
rek bij breuk	$\leq 60 \%$
doordrukkracht	$\geq 3500 \text{ N}$
poriegrootte O_{90}	$\leq 100 \mu\text{m}$

De levensduur van het geokunststof moet minimaal 50 jaar bedragen.

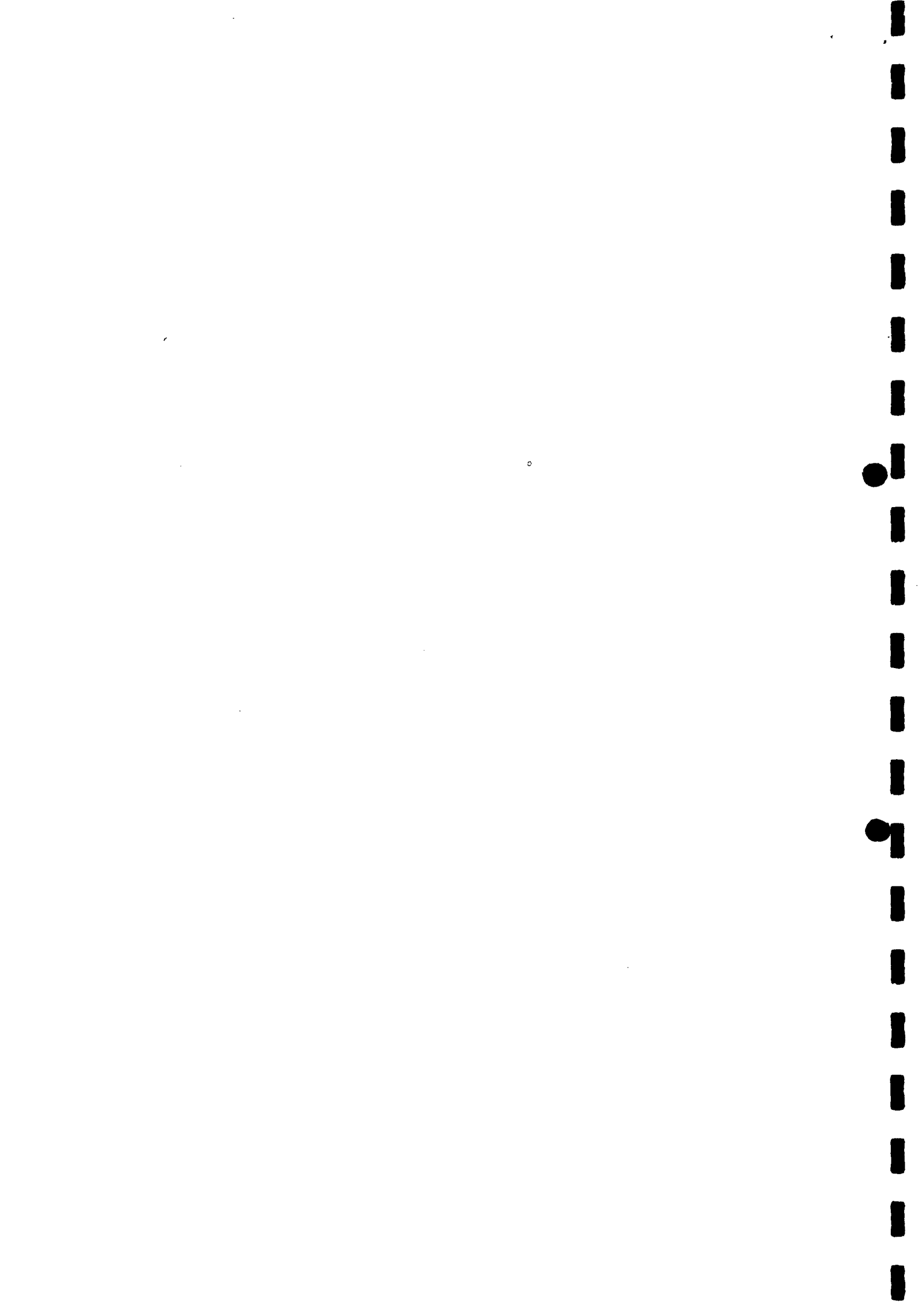
Aan de onderzijde wordt het geokunststof aangesloten op de teen- of overgangsconstructie. Aan de bovenzijde wordt het geokunststof doorgetrokken tot onder de weg, met een overlapping van minimaal 1 m met het geokunststof onder de onderhoudsstrook.

6.2.5 Basismateriaal

De totale dikte van de bekleding, bestaande uit de toplaag, de uitvullaag en de onderliggende kleilaag, moet voldoende groot zijn om afschuiving van dit pakket te voorkomen. De vereiste dikte wordt onder meer bepaald door de taludhelling.

Wanneer de taludhelling kleiner is dan 1:4, is de weerstand tegen afschuiving veelal voldoende. Op de boventafel bedraagt de minimaal vereiste dikte van de kleilaag 0,69 m bij de betonzuilen $0,40\text{m}/2300\text{kg/m}^3$, en 0,59 m bij de betonzuilen $0,50\text{m}/2300\text{kg/m}^3$. Gesteld dat zich onder de ondertafel een kleikern bevindt, is de kleilaagdikte hier voldoende.

Voordat de betonzuilen op de boventafel worden aangebracht, wordt een deel van de bestaande kleilaag afgegraven. Na afgraving zal de kleilaag niet overal voldoende dik zal zijn. Geadviseerd wordt de dikte van de kleilaag op te meten. Indien de laagdikte te gering is, moet de kleilaag worden aangevuld (verwijderen kleilaag, ontgraven zandpakket, aanbrengen nieuwe kleilaag). Uitgaande van gangbare diktes, moet de dikte van de laag klei na aanvullen minimaal 0,80 m bedragen.



6.3 Overlaging met patroonpenetratie

Tussen dp 222 (+65m) en dp 226 worden de afgekeurde Vilvoordse steen en de gebakken blokken overlaagd met patroongepetreeerde breuksteen. De bovengrens van deze overlaging ligt tot dp 225 op NAP + 1,3 m. Tussen dp 225 en dp 226 wordt de overlaging doorgezet tot NAP + 1,9 m, omdat de onderrand van de goedgekeurde basaltzuilen hier hoger ligt.

Uitgaande van penetraties in stroken en breuksteen 10-60 kg, moet de dichtheid van de breuksteen minimaal 2800 kg/m^3 bedragen (zie bijlage 2.2). De laagdikte van de bestorting is minimaal 0,48 m ($2 \cdot D_n$).

De bovenrand van de overlaging moet 'vol en zat' worden gepenetreerd, om hier verplaatsing van stenen te voorkomen. De verticale beëindiging van de overlaging moet bestaan uit een driehoekige overlapping van de naastliggende bekleding. Aan de bovenrand van de overlaging heeft de overlapping een breedte van 5 m, en aan de onderrand, bij de kreukelberm een breedte van 10 m.

De bekleding moet worden afgewerkt met lavasplit.

6.4 Overgangsconstructies

In het ontwerp van de nieuwe glooiingen kunnen de volgende horizontale overgangen worden onderscheiden:

1. Gekantelde betonblokken boven basalt, Doornikse steen of basalt (dwarsprofiel 1a, dwarsprofiel 1c, dwarsprofiel 2);
2. Betonzuilen boven gekantelde betonblokken (dwarsprofielen 1a t/m 1c);
3. Betonzuilen boven basaltzuilen (dwarsprofielen 2 en 3).

Bij de overgangen tussen de gekantelde betonblokken en de onderliggende bekledingen en tussen de betonzuilen en de basaltbekledingen moeten overgangsconstructies worden geplaatst. Betonzuilen kunnen zonder overgangsconstructie op een bekleding van gekantelde betonblokken worden aangesloten. Hetzelfde geldt voor de aansluiting van de overlaging op de kreukelberm.

De volgende verticale overgangen zijn onderscheiden:

1. Gekantelde blokken naast gebakken steen (dp 222 (+65m));
2. Betonzuilen naast gepenetreerde basalt (dp 222 (+65m)).

De bekledingen worden zo goed mogelijk tegen elkaar aangesloten. Te grote kieren moeten worden gepenetreerd met asfalt.

6.5 Overgang tussen boventafel en berm

De overgang wordt uitgevoerd door de bekleding aan te brengen met een afronding, waarvan de kromtestraal (R) 10 m bedraagt. De betonzuilen worden over een lengte van 1 m op de berm doorgezet. Met betrekking tot de uitvullaag en de geokunststof wordt aangesloten bij de constructie volgens paragraaf 6.2.



6.6 **Berm**

Aansluitend op de beschreven bekleding van betonzuilen wordt op de berm een onderhoudsstrook, met een breedte van 3,0 m, aangebracht. Voor het ontwerp van deze strook is in eerste instantie het verkeer in de uitvoeringsfase maatgevend. Tijdens de uitvoering bestaat de strook uit een 0,4 m dikke laag fosforslakken, van de sortering 0/40 mm, op een geokunststof volgens type 2 (zie tabel 6.1). Deze strook wordt na de uitvoering niet verwijderd, maar afgewerkt tot een definitieve onderhoudsstrook. De toplaag van de definitieve strook wordt uitgevoerd in grindasfaltbeton. Gegeven een verdichte fundering van fosforslakken, stelt het toekomstige gebruik van de onderhoudsstrook geen aanvullende sterkte-eisen.



7. AANDACHTSPUNTEN VOOR BESTEK EN UITVOERING

- De dubbele bocht ter hoogte van dp 225 (+30m) moet worden verflauwd.
- De te verwijderen basaltzuilen moeten tot beneden de afgekeurde niveaus worden verwijderd.
- Voorafgaande aan het aanbrengen van de overlagingen moeten de onderliggende bekledingen worden schoongemaakt. Er mogen geen algen, en zand- en slibresten aanwezig zijn. Er dient zich geen water op de bekleding te bevinden. Ook moet rekening gehouden worden met de invloed van de getijbeweging op de kwaliteit van de penetratie. Sediment heeft, indien voorafgaand aan de penetratie, een verminderde sterkte tot gevolg door de slechtere hechting van de gepenetreerde asfalt aan de breuksteen. Voorkomen moet worden dat de gietasfalt kort voor en tijdens het aanbrengen te veel afkoelt.
De bovenrand van de patroongepenetreerde overlagingen moet 'vol en zat' worden gepenetreerd, om hier verplaatsing van stenen te voorkomen. De verticale beëindiging van de overlaging moet bestaan uit een driehoekige overlapping van de naastliggende bekleding.
Om aan de milieu-eisen te voldoen, moeten de gepenetreerde bestortingen worden afgewerkt met een laag lavasplit.
- Het gat van de dijkdoorbraak is opgevuld met klei en steenslag. Tijdens de uitvoering moet worden gecontroleerd of de ondergrond hier voldoet aan de eisen ten aanzien van de stabiliteit. Onder de aan te brengen bekleding moet een voldoende dikke kleilaag aanwezig zijn.
- Indien aanwezig en van voldoende kwaliteit, moeten de betonbanden uit de bestaande bekleding opnieuw worden gebruikt.
- De vrijkomende gebakken blokken kunnen worden bestemd voor de museumglooiing op Neeltje Jans.

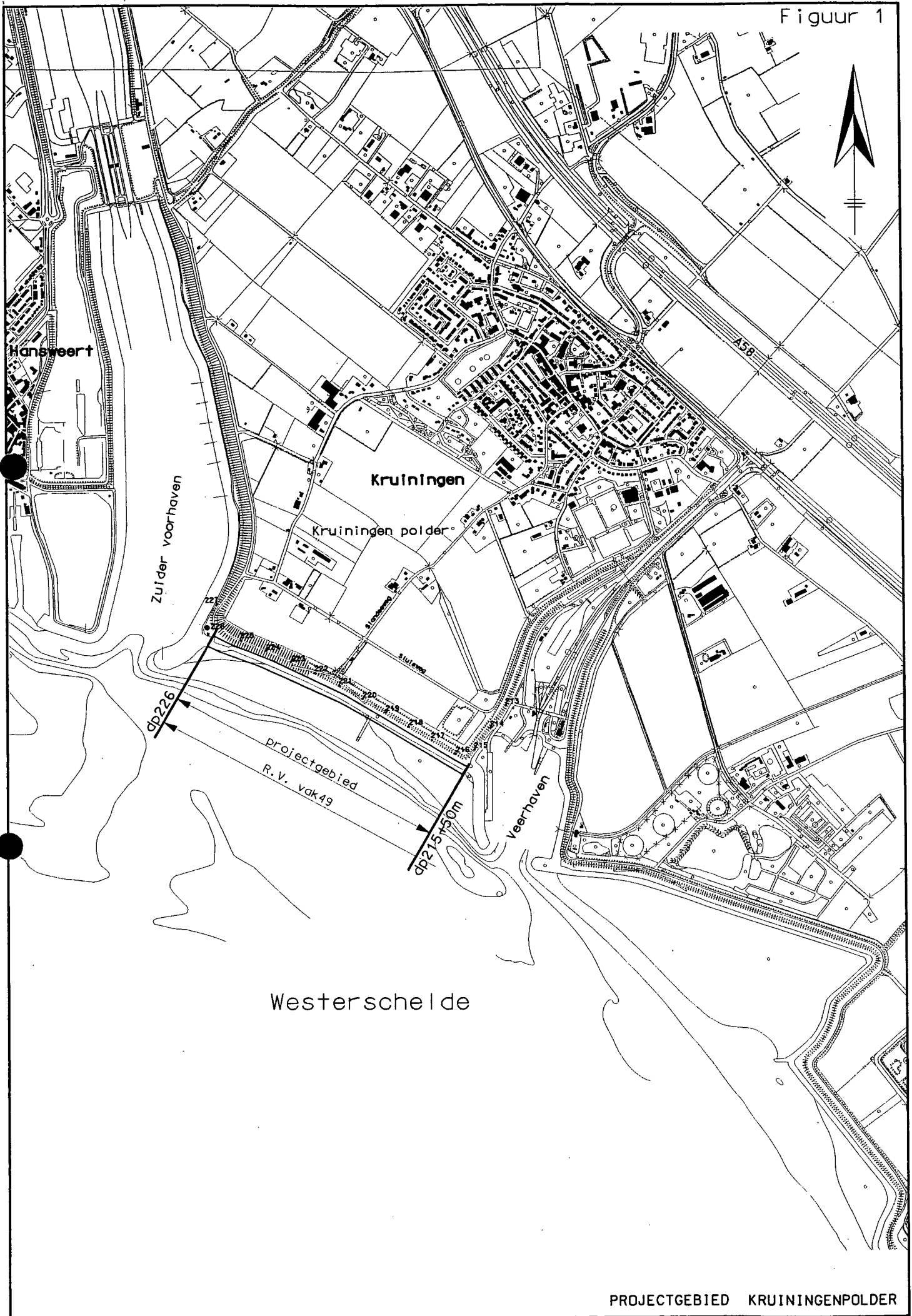


FIGUREN

Figuur 1	Locatie projectgebied
Figuur 2	Glooiingskaart huidige situatie
Figuur 3	Glooiingskaart eindbeoordeling toetsing
Figuur 4	Glooiingskaarten ontwerpalternatieven
Figuur 5	Glooiingskaart definitief ontwerp
Figuur 6	Dwarsprofiel 1a bestaande situatie, dp 216
Figuur 7	Dwarsprofiel 1b bestaande situatie, dp 219
Figuur 8	Dwarsprofiel 1c bestaande situatie, dp 221
Figuur 9	Dwarsprofiel 2 bestaande situatie, dp 222
Figuur 10	Dwarsprofiel 3 bestaande situatie, dp 224
Figuur 11	Dwarsprofiel 1a nieuwe situatie, dp 215 (+50m) - dp 216 (+90m)
Figuur 12	Dwarsprofiel 1b nieuwe situatie, dp 216 (+90m) - dp 220 (+55m)
Figuur 13	Dwarsprofiel 1c nieuwe situatie, dp 220 (+55m) - dp 221 (+5m)
Figuur 14	Dwarsprofiel 2 nieuwe situatie, dp 221 (+5m) - dp 222 (+65m)
Figuur 15	Dwarsprofiel 3 nieuwe situatie, dp 222 (+65m) - dp 226



Figuur 1



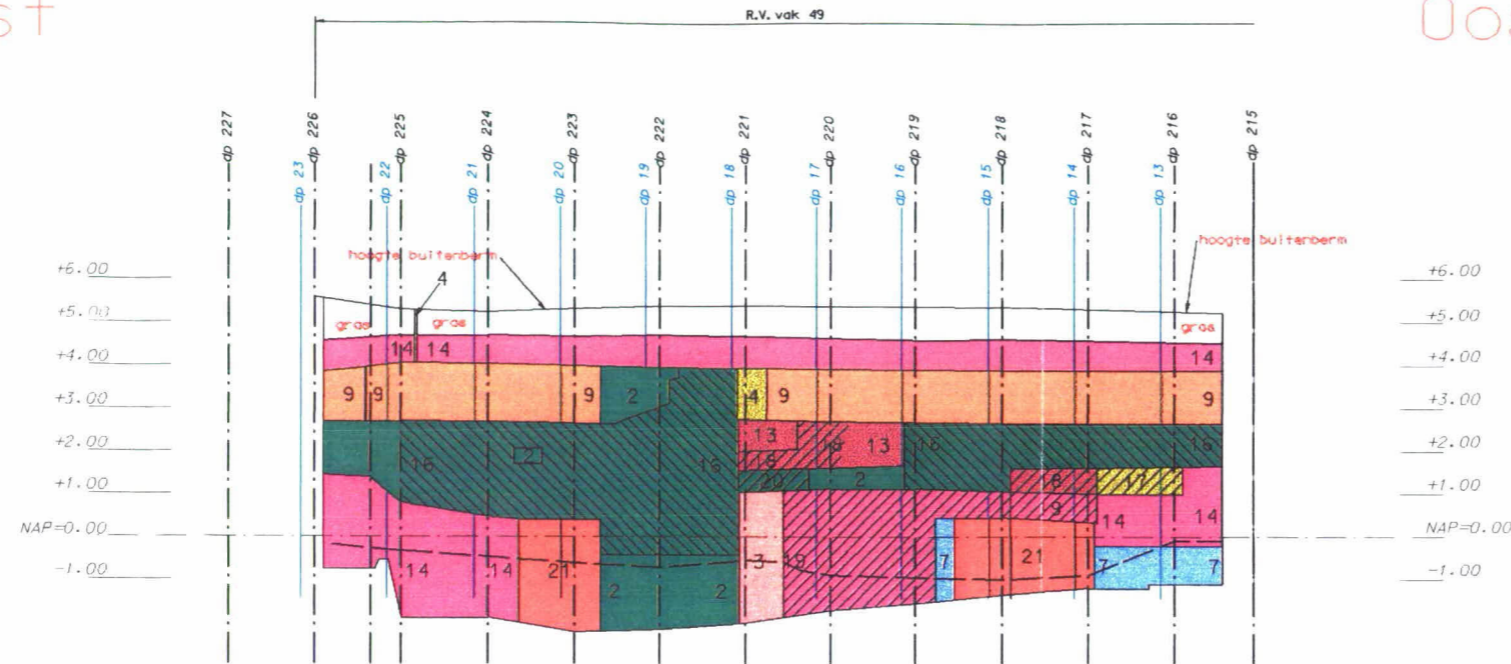
PROJECTGEBIED KRUININGENPOLDER



Kruiningenpolder

West

Oost



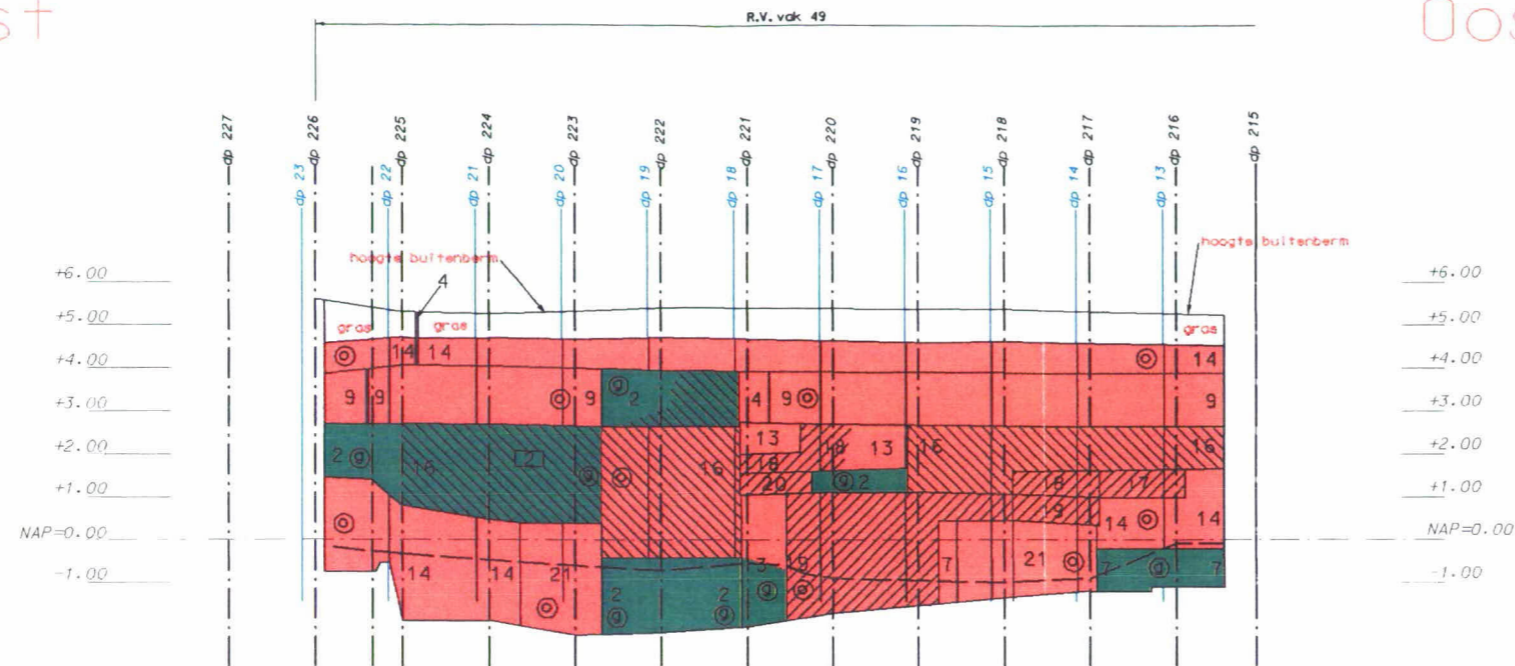
Figuur 2
Glooiingskaart
huidige situatie

Legenda

- 1 asphalt
- 2 basalt
- 3 betonzuilen
- 4 betonblokken
- 5 diaboolglooiing
- 6 doorgroei stenen
- 7 doornikke steen
- 8 pools graniet
- 9 haringmanblokken
- 10 hydroblokken
- 11 koperstakblokken
- 12 lessenisse steen
- 13 petite graniet
- 14 vilvoordse steen
- 15 granietblokken
- 16 basalt met asphalt
- 17 betonblokken in het werk gestort
- 18 petite graniet met beton
- 19 vilvoordse steen met beton
- 20 basalt met beton
- 21 gebakken steen
- bestortingslijn
- dp = dp nieuw
- dp = dp oud

West

Oost



Figuur 3
eindbeoordeling
toetsing

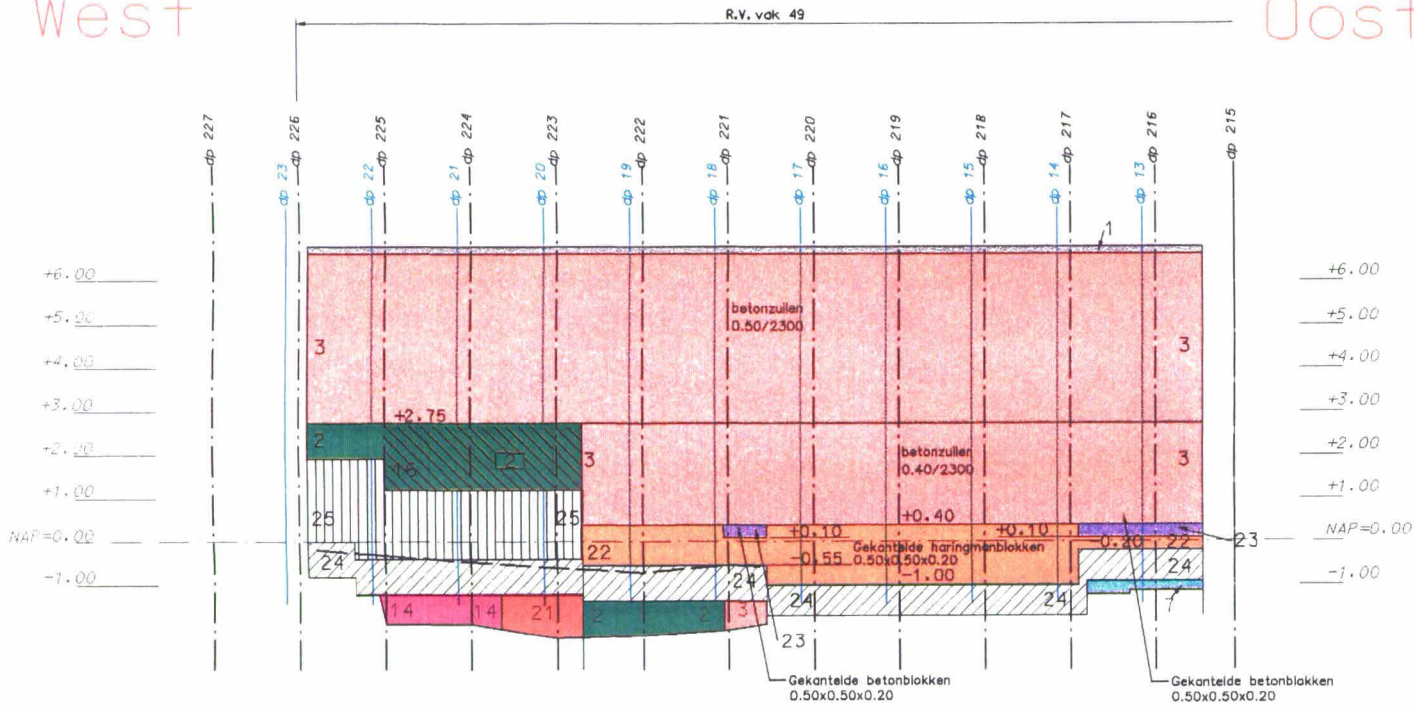
Legenda
 ● goed
 ● onvoldoende



Kruiningenpolder

West

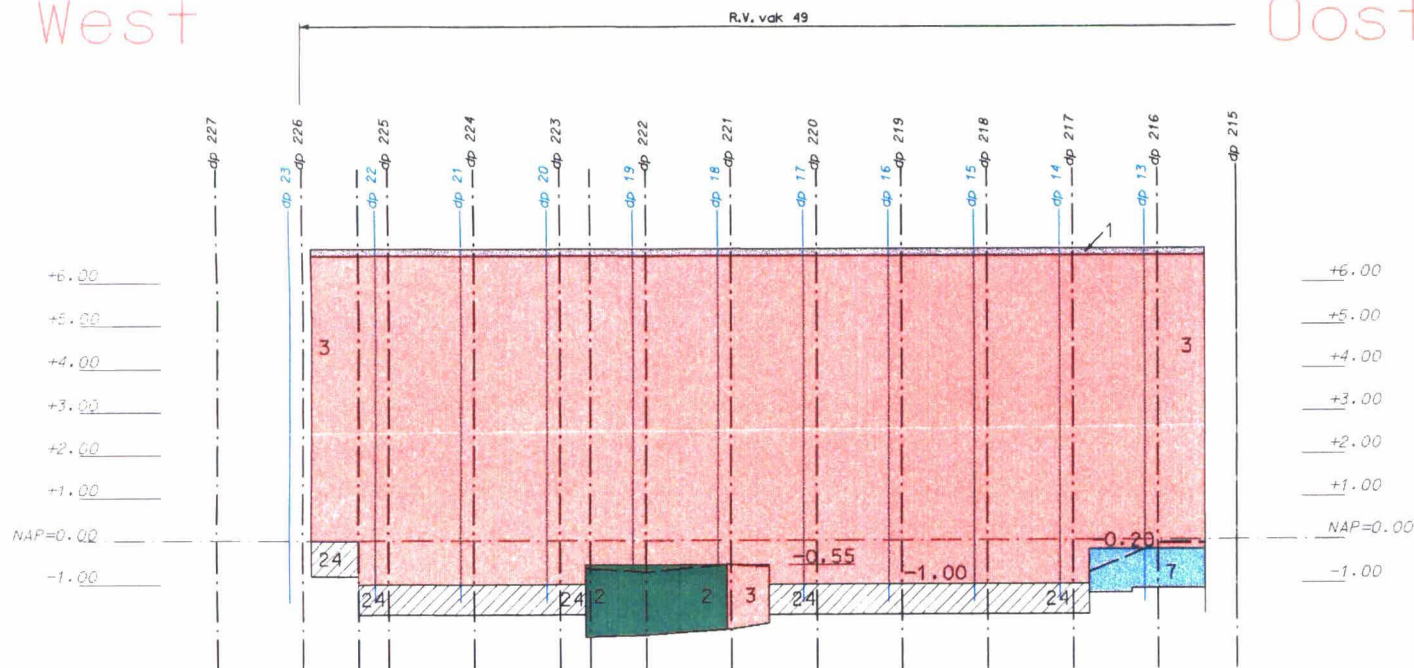
Oost



Alternatief 1

West

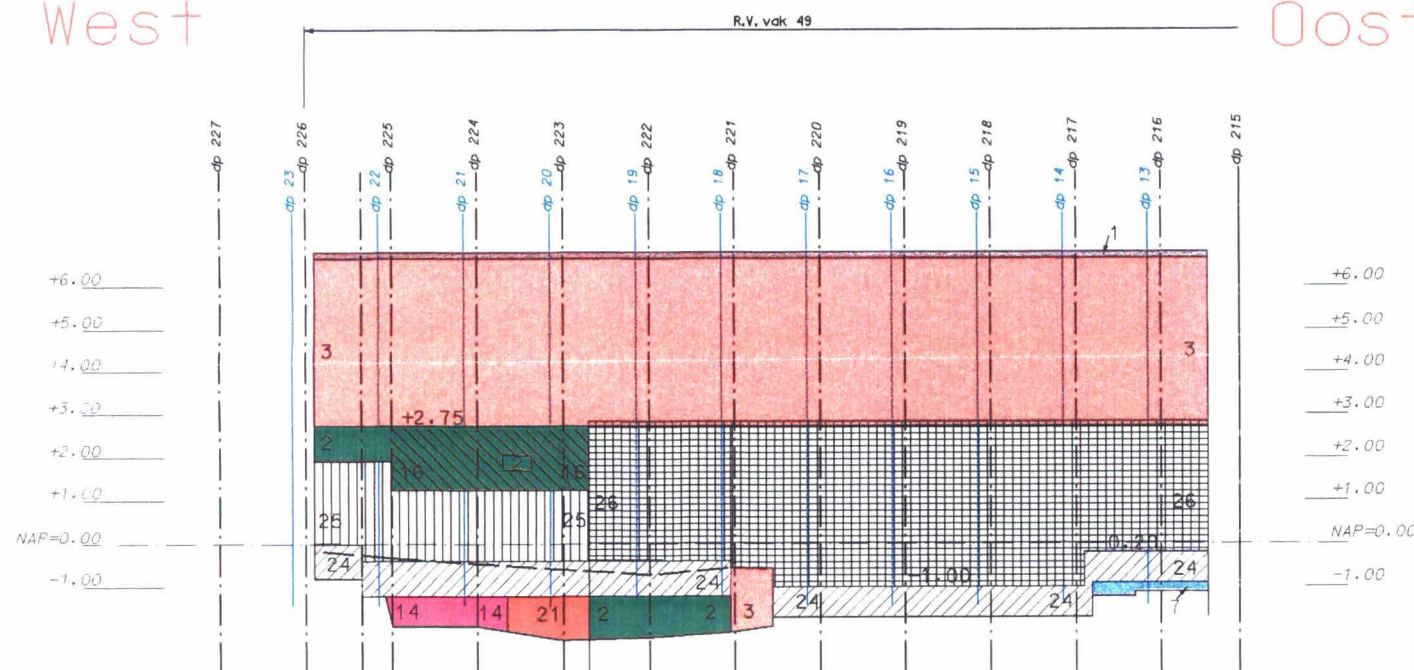
Oost



Alternatief 2

West

Oost



Alternatief 3

Figuur 4
Glooiingskaart
ontwerp

Legenda

- 1 asfalt
- 2 basalt
- 3 betonzuilen
- 4 betonblokken
- 5 diaboolglooiing
- 6 doorgroei steen
- 7 doornikse steen
- 8 pools graniet
- 9 haringmanblokken
- 10 hydroblokken
- 11 koperslakblokken
- 12 iessenisse steen
- 13 petite graniet
- 14 vilvoordse steen
- 15 granietblokken
- 16 basalt met asfalt
- 17 betonblokken in het werk gestort
- 18 petite graniet met beton
- 19 vilvoordse steen met beton
- 20 basalt met beton
- 21 gebakken steen
- 22 gekantele haringmanblokken
- 23 blokken op z'n kant
- 24 kreukelborm
- 25 overlaging met patroon penetratie
- 26 overlaging vol en zat
- bestortingslijn
- dp = dp nieuw
- dp = dp oud

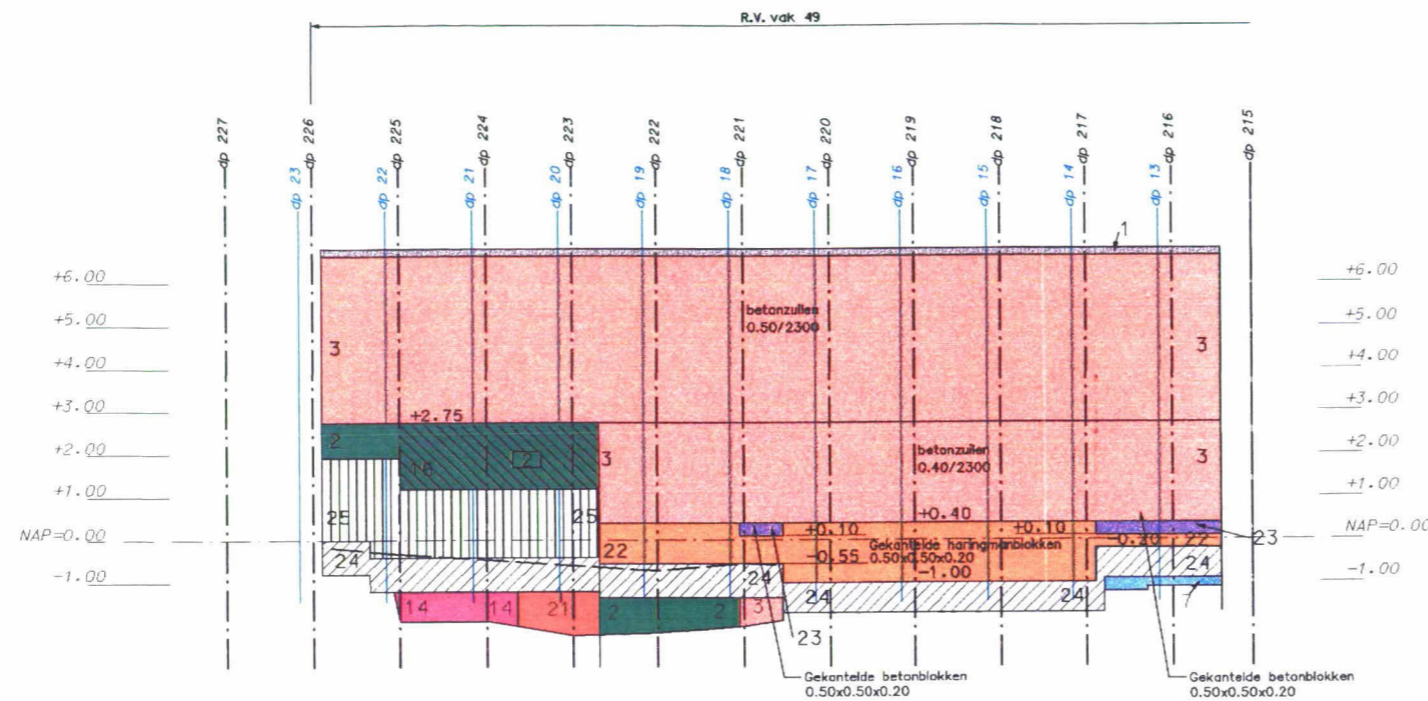


Kruiningenpolder

West

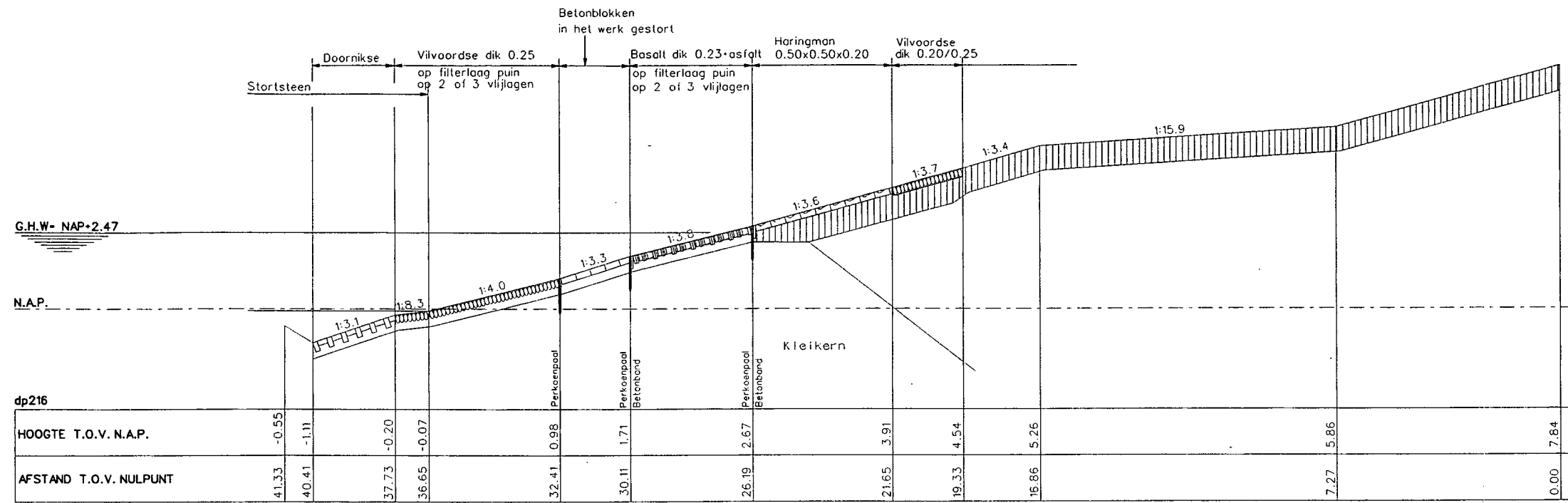
Oost

Figuur 5
Glooiingskaart
ontwerp

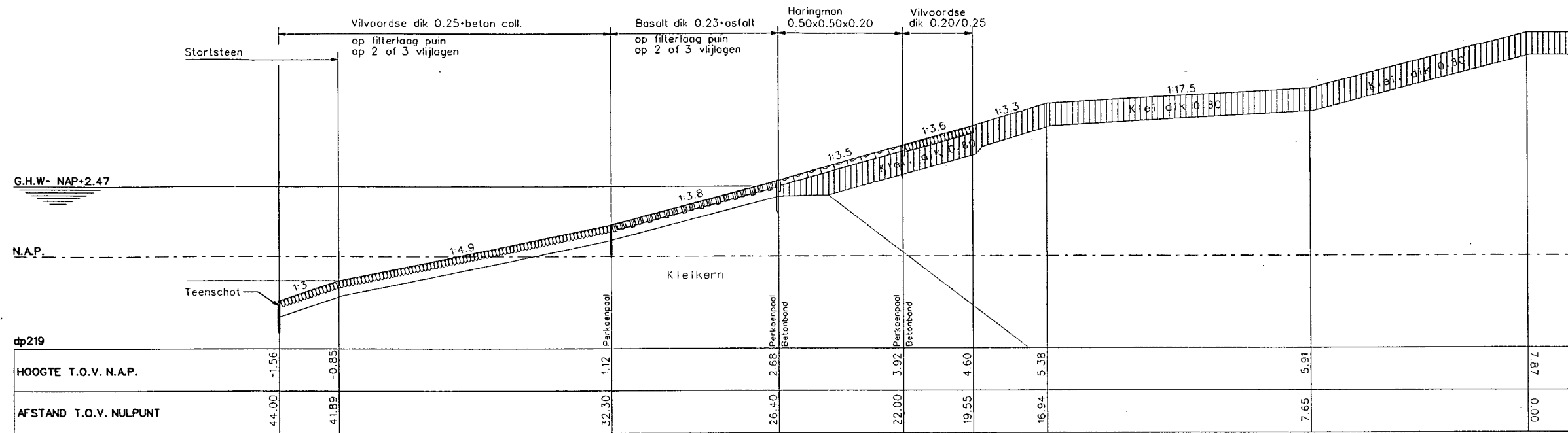


Legenda

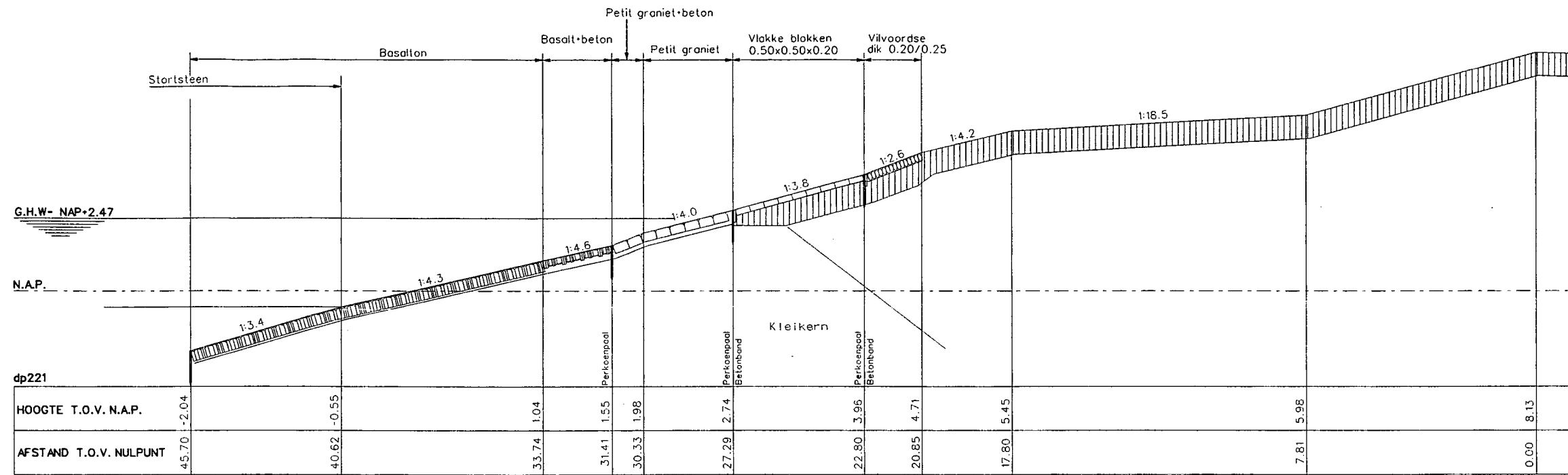
- 1 asphalt
 - 2 basalt
 - 3 betonzullen
 - 4 betonblokken
 - 5 diaboolglooiing
 - 6 doorgroei steen
 - 7 doornikse steen
 - 8 pools graniet
 - 9 haringsmanblokken
 - 10 hydroblokken
 - 11 koperlakkblokken
 - 12 lessensisse steen
 - 13 petite graniet
 - 14 vilvoordse steen
 - 15 granietblokken
 - 16 basalt met asphalt
 - 17 betonblokken in het werk gestort
 - 18 petite graniet met beton
 - 19 vilvoordse steen met beton
 - 20 basalt met beton
 - 21 gebakken steen
 - 22 gekantelde haringsmanblokken
 - 23 blokken op z'n kant
 - 24 kreukelberm
 - 25 overlaging met patroon penetratie
- bestortingslijn
- dp = dp nieuw
- dp = dp oud



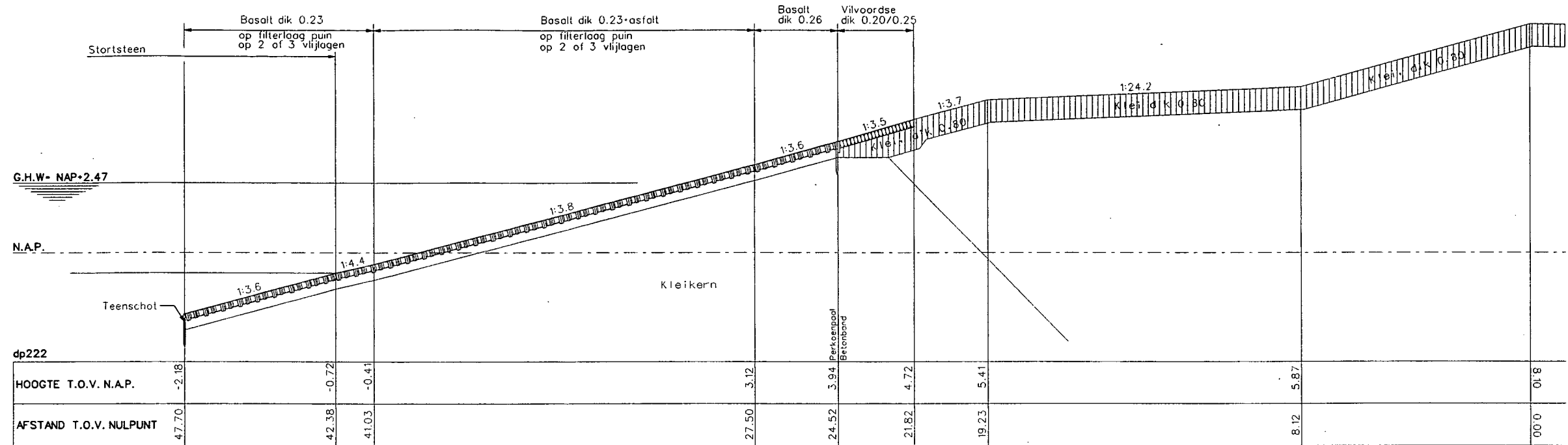
Dwarsprofiel 1A bestand



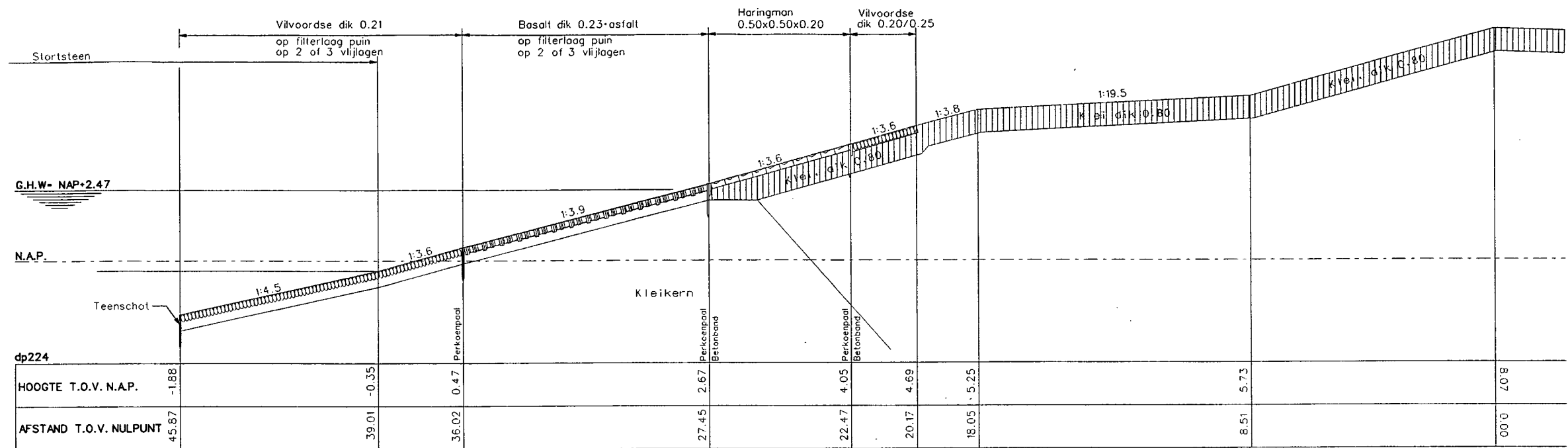
Dwarsprofiel 1B bestand



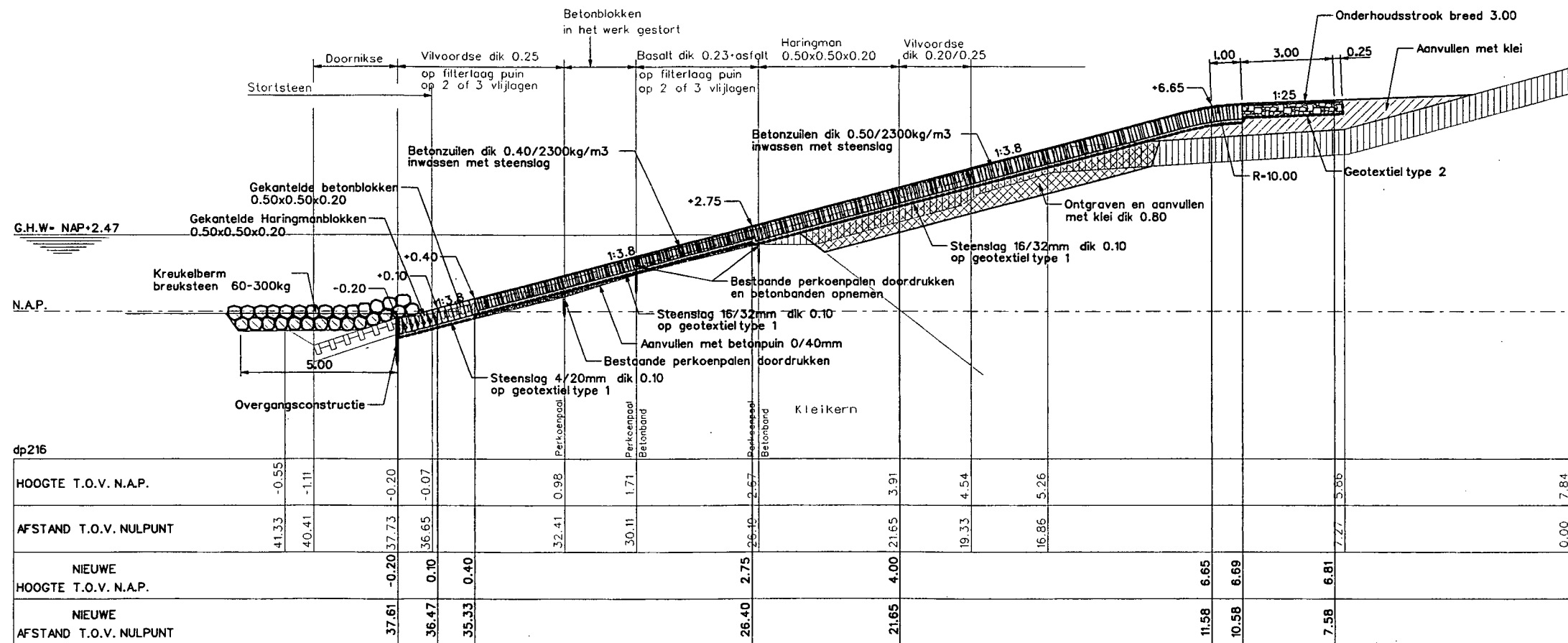
Dwarsprofiel 1C bestand



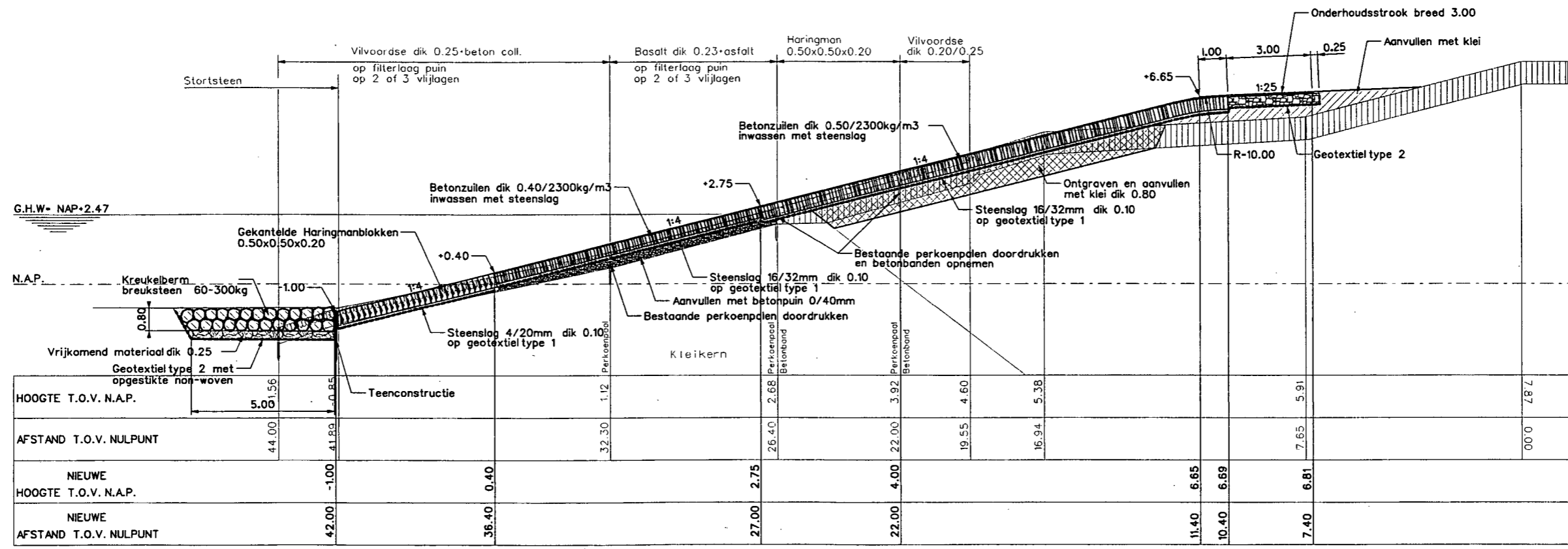
Dwarsprofiel 2 bestand



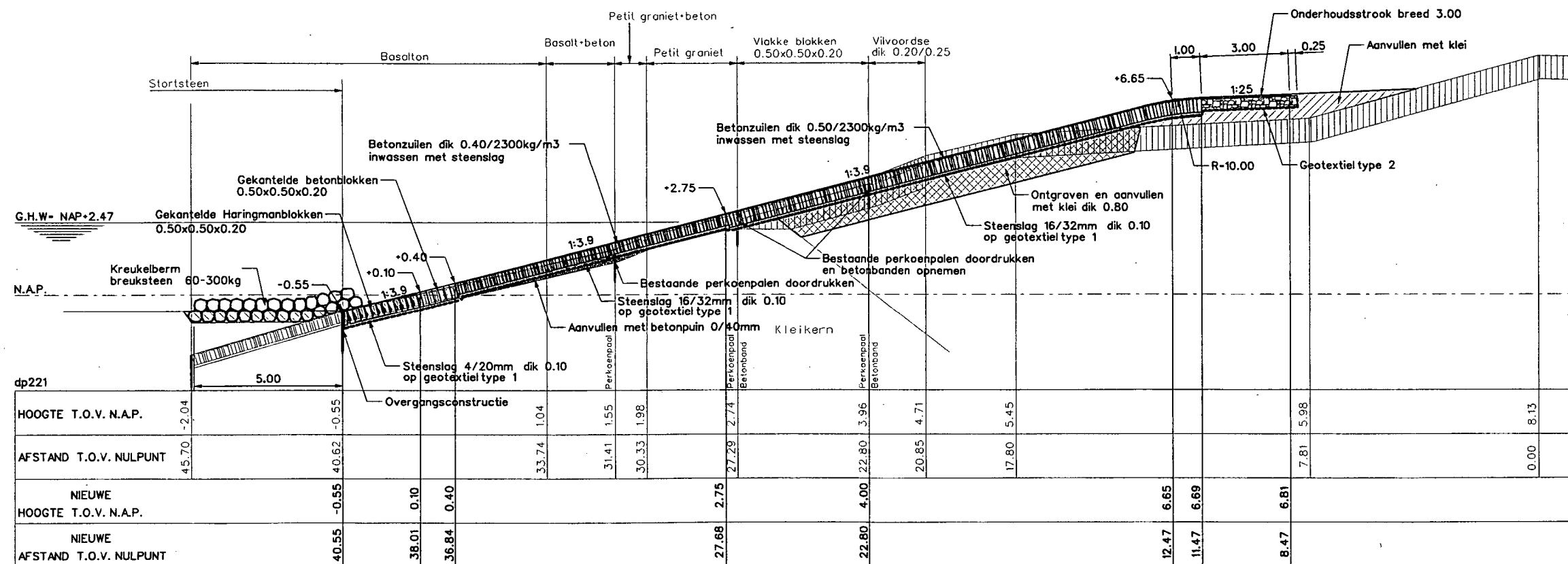
Dwarsprofiel 3 bestand



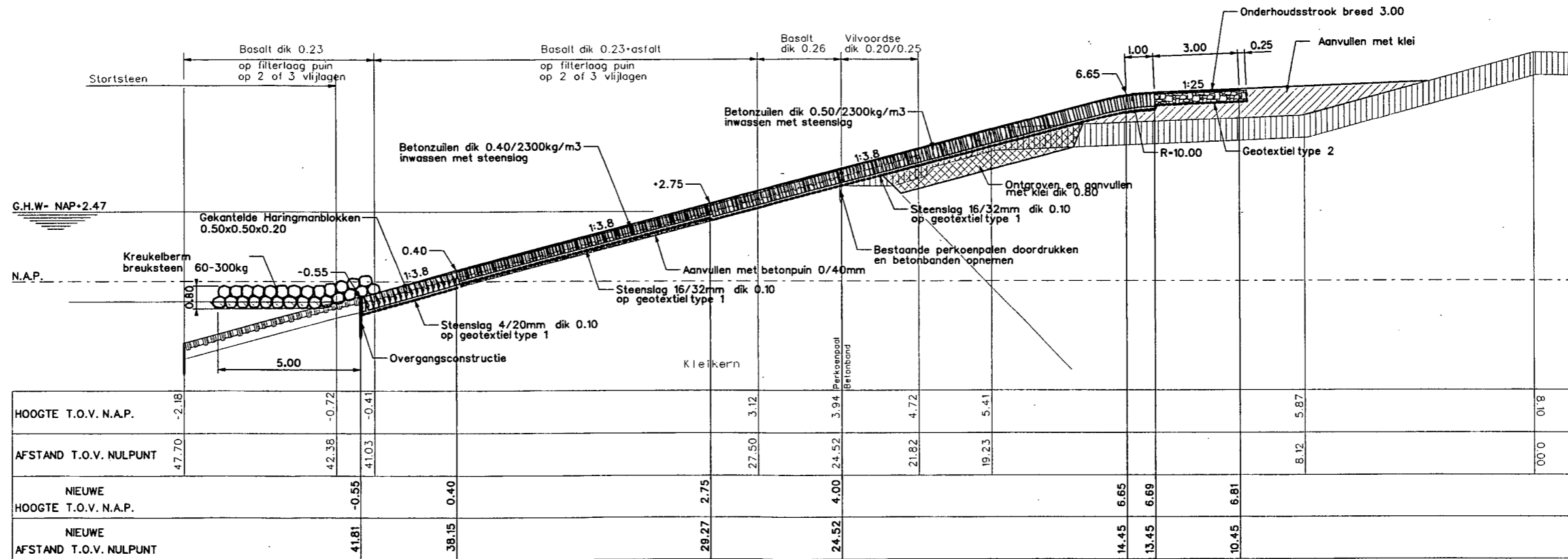
Dwarsprofiel 1A nieuw van dp215+50m tot dp216+90m



Dwarsprofiel 1B nieuw van dp216+90m tot dp220+55m

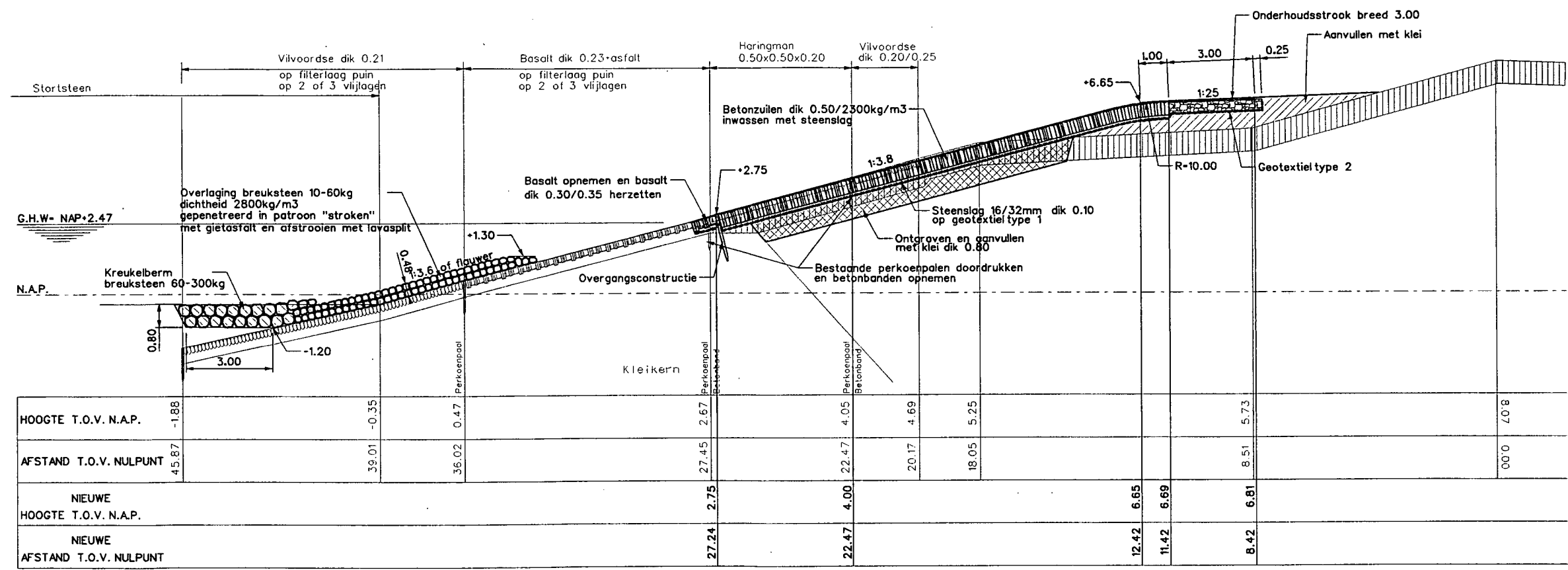


Dwarsprofiel 1C nieuw van dp220+55m tot dp221+5m



Dwarsprofiel 2 nieuw van dp221+5m tot dp222+65m





Dwarsprofiel 3 nieuw van dp222+65m tot dp226

LITERATUUR

- 1 Algemene ontwerpnota van de dijkverbeteringen die in 2001 worden voorbereid
Dorst, C.J., Projectbureau Zeeweringen, Versie 2, Goes, 25-04-2001.
PZDT-R-01.095ontw
- 2 Randvoorwaarden kruinhoogten, bijlage 2.1 uit gegevensbestand Steentoets,
Waterschap Zeeuwse Eilanden, Versie 4-9-2000.
- 3 De basispeilen langs de Nederlandse kust
Rijksinstituut voor Kust en Zee, mei 1995.
RIKZ-95.008
- 4 Bijlagen bij 'Handleidingen Toetsen en Ontwerpen van dijkbekledingen'
Werkgroep Kennis, Versie 6, 26-01-2001.
PZDT-R-01.002ken
- 5 Milieu-inventarisatie Zeeweringen Westerschelde
Bouwdienst Rijkswaterstaat, Hoofdafdeling Waterbouw, Utrecht,
Versie 17, concept, 23 mei 2001.
PZDT-R-01144-inv
- 6 Inventarisatie sterkte gezette taludbekledingen in Zeeland
Grondmechanica Delft, Delft, januari 1997.
Kenmerk 362070/46
- 7 Leidraad Toetsen op Veiligheid
TAW, Delft, augustus 1999.
- 8 Rapportage toetsing bekleding Kruijningepolder
Waterschap Zeeuwse Eilanden, versie 0.1, augustus 1999.
- 9 Geavanceerde toetsing Kruijningepolder, Fase 1
Geodelft/WL, versie 1, januari 2001.
CO-388710/91
- 10 Geavanceerde toetsing Kruijningepolder, getij- en stormmeting
Geodelft/WL, versie 1, juni 2001.
CO-386350.0023
- 11 Actualisatie toetsing bekleding,
ter voorbereiding op werken in het kader van het project Zeeweringen,
polder: Kruijningen
Waterschap Zeeuwse Eilanden, conceptversie 0.2, 24 juli 2001.
- 12 Oplegnotitie toetsing Kruijningepolder
Brasser S., Projectbureau Zeeweringen, 15 augustus 2001.
PZDT-N-0234ontw
- 13 Vrijgave toetsing Kruijningepolder
Hengst, P., Projectbureau Zeeweringen, 6 september 2001
PZDT-M-01261ken



- 14 Handboek voor dimensionering van gezette taludbekledingen, CUR 155
CUR Gouda, maart 1992.
- 15 Handleiding Ontwerpen Dijkbekledingen, Technische werkwijze van het Projectbureau
Zeeweringen
Werkgroep Kennis, Versie 6, 30-01-2001.
PZDT-R-01.001ken
- 16 Landschapsvisie Zeeweringen Westerschelde
Dienst Landelijk Gebied - Zeeland, juli 2001.
- 17 Derde Kustnota; tradities, trends en toekomst
Ministerie van V&W, december 2000 (verschenen in maart 2001)
- 18 Memo ontwerppeilen Westerschelde
Kamsteeg, A, en Vereeke, S., Werkgroep Kennis, maart 2001.
PZDT-M-01281ken



BIJLAGEN

Bijlage 1	Technische toepasbaarheid
Bijlage 1.1	Betonzuilen
Bijlage 1.2	Gekantelde betonblokken
Bijlage 1.3	Basaltzuilen
Bijlage 2	Dimensionering
Bijlage 2.1	Betonzuilen
Bijlage 2.2	Overlaging met patroonpenetratie
Bijlage 3	Detailadvies natuurwaarden
Bijlage 4	Detailadvies landschapsvisie



BIJLAGE 1 TECHNISCHE TOEPASBAARHEID**Bijlage 1.1 Betonzuilen**

De technische toepasbaarheid van betonzuilen is beschreven in paragraaf 5.4.3. Uitgaande van een taludhelling van 1:3,8, is gecontroleerd of de zwaarst mogelijke betonzuil stabiel is.

PARAMTER/ BEREKENING	Helling 1:3,8
Golven	
H_s [m]	2,49
T_p [s]	6,61
Talud	
$\cot(\alpha)$ [-]	3,6
ft [-]	0,5
Constructietype	
niet ingewassen zuilen	
filter	
geotextiel	
basis	
ZUILEN	
A_z [m ²]	0,090
A_{z0} [%]	10
D_z [m]	0,50
s_m [kg/m ³]	2813
G [-]	1,0
Filter	
b [m]	0,15
D_{15} [mm]	20
n [-]	0,35

EINDRESULTATEN

Stabiliteit toplaag	
conclusie	De constructie is stabiel
ANAMOS	

Opgemerkt wordt dat de dimensionering van de betonzuilen in de praktijk wordt bepaald door het toepassingscriterium van ANAMOS ($H_s/\Delta D \leq 6\xi^{-2/3}$). Voor de berekening geldt dat aan deze voorwaarde is voldaan: ANAMOS is geldig.



Bijlage 1.2 Gekantelde betonblokken

De technische toepasbaarheid van de Haringmanblokken en de vlakke betonblokken, alle met een dikte van 0,20 m, is beschreven in paragraaf 5.4.4.

Haringman 0,20 m

PARAMETER/ BEREKENING	Helling 1:3,8 Beneden NAP + 3 m	Helling 1:4,0 Beneden NAP + 3 m
Golven		
H_s [m]	1,45	1,53
T_p [s]	5,44	5,47
Talud		
$\cot(\alpha)$ [-]	3,4	3,6
ft [-]	0,5	0,5
Constructietype		
niet ingewassen dichte blokken		
filter		
geotextiel		
basis		
Blokken		
B [m]	0,20	0,20
L [m]	0,50	0,50
D [m]	0,48	0,48
s [mm]	1,0	1,0
ρ_m [kg/m ³]	2150	2150
G [-]	1,0	1,0
Filter		
b [m]	0,15	0,15
D_{15} [mm]	5	5
n [-]	0,35	0,35

EINDRESULTATEN

Stabiliteit toplaag		
γ_s [m]	0,95	0,93
max. topniveau	NAP + 0,4 m	NAP + 0,7 m
conclusie ANAMOS	De constructie is stabiel	De constructie is stabiel



Vlakke blokken 0,20 m

PARAMETER/ BEREKENING	Helling 1:3,8 Beneden NAP + 3 m	Helling 1:4,0 Beneden NAP + 3 m
Golven		
H_s [m]	2,05	2,12
T_p [s]	5,68	5,74
Talud		
$\cot(\alpha)$ [-]	3,4	3,6
f_t [-]	0,5	0,5
Constructietype		
niet ingewassen dichte blokken		
filter		
geotextiel		
basis		
Blokken		
B [m]	0,20	0,20
L [m]	0,50	0,50
D [m]	0,48	0,48
s [mm]	1,0	1,0
s_m [kg/m ³]	2300	2300
G [-]	1,0	1,0
Filter		
b [m]	0,15	0,15
D_{15} [mm]	5	5
n [-]	0,35	0,35
EINDRESULTATEN		
Stabiliteit toplaag		
y_s [m]	1,10	1,07
max. topniveau	NAP + 2,7 m	NAP + 3,0 m
conclusie	De constructie is stabiel	De constructie is stabiel
ANAMOS		



Bijlage 1.3 Basaltzuilen

In deze bijlage is alleen de berekening opgenomen voor basaltzuilen met een dikte van 0,25 m.

PARAMETER/ BEREKENING	Basaltzuilen 0,25 m helling 1:3,8	Basaltzuilen 0,25 m helling 1:4,0
Golven		
H_s [m]	1,80	1,90
T_p [s]	5,58	5,62
Talud		
$\cot(\alpha)$ [-]	3,4	3,6
f_t [-]	0,5	0,5
Constructietype		
	niet ingewassen zuilen	
	filter	
	geotextiel	
	basis	
Zuilen		
A_z [m ²]	0,09	0,09
A_{z0} [%]	10	10
D_z [m]	0,22	0,22
s_m [kg/m ³]	2900	2900
G [-]	1,0	1,0
Filter		
b [m]	0,15	0,15
D_{15} [mm]	20	20
n [-]	0,35	0,35
EINDRESULTATEN		
Stabiliteit toplaag		
y_s [m]	1,04	1,01
max. topniveau	NAP + 1,7 m	NAP + 2,1 m
conclusie ANAMOS	De constructie is stabiel	De constructie is stabiel



BIJLAGE 2 DIMENSIONERING**Bijlage 2.1 Betonzuilen**

De dimensionering van de betonzuilen is beschreven in paragraaf 6.2.1. De lichtst mogelijke combinaties van zuildikte en dichtheid zijn bepaald, gebruikmakend van het toepassingscriterium van ANAMOS ($H_s/\Delta D \leq 6\xi^{-2/3}$), voor alle vakken waarin betonzuilen worden toegepast. Vervolgens zijn de gekozen zuilen gecontroleerd met ANAMOS. Deze controle, uitgevoerd voor de maatgevende helling van 1:3,8, is opgenomen in de onderstaande tabel.

PARAMETER/ BEREKENING	Helling 1:3,8 Beneden NAP + 3 m	Helling 1:3,8 Boven NAP + 3 m
Golven		
H_s [m]	2,13	2,49
T_p [s]	5,77	6,61
Talud		
$\cot(\alpha)$ [-]	3,4	3,6
ft [-]	0,5	0,5
Constructietype		
niet ingewassen zuilen		
filter		
geotextiel		
basis		
Zuilen		
A_z [m ²]	0,09	0,09
A_{z0} [%]	10	10
D_z [m]	0,40	0,50
s_m [kg/m ³]	2231	2231
G [-]	1,0	1,0
Filter		
b [m]	0,15	0,15
D_{15} [mm]	20	20
n [-]	0,35	0,35
EINDRESULTATEN		
Stabiliteit toplaag		
conclusie ANAMOS	De constructie is stabiel	De constructie is stabiel



Bijlage 2.2 Overlaging met betonpenetratie

De sortering en de dichtheid van de breuksteen in de overlaging is bepaald met de 'Spreadsheet overlagen' [15]. De berekening is opgenomen in deze bijlage.



POLDER	Kruiningenpolder
DIJKVAKNR	49

losse breuksteen		
Invoer		
parameter	eenheid	
cot α	[-]	3,9
H _s	[m]	1,6
T _p	[s]	5,5
Y	[-]	0,91
P	[-]	0,1
p _w	[ton/m ³]	1,025
N	[-]	2000
S	[-]	6
Uitvoer		
ε _{50p}	[-]	1,39
ε _{5m}	[-]	1,05
ε _{5mc}	[-]	2,01
soort golf		plunging
ΔD _{n50}	[m]	0,66

Patroon penetraties		
Invoer		
parameter	eenheid	
cot α	[-]	3,9
H _s	[m]	1,6
T _p	[s]	5,5
p _w	[ton/m ³]	1,025
φ _{ψ_u} (patroon-stippen)	[-]	3,4
φ _{ψ_u} (patroon-stroken)	[-]	5
b	[-]	0,6
Uitvoer		
ε _{50p}	[-]	1,39
ΔD _{n50} stippen	[m]	0,59
ΔD _{n50} stroken	[m]	0,40

Vol en zat penetratie		
Dicht colloidaal beton		
controle op golfklap		
INVOER		
holle ruimte percentage	[%]	
cot α	[-]	3,9
H _s	[m]	1,6
T _p	[s]	5,5
p _w	[ton/m ³]	1,025
p _b	[ton/m ³]	2,25
UITVOER		
ε _{50p}	[-]	1,39

OVERZICHT UITVOER											
ρ _s [ton/m ³]	losse breuksteen			patroon penetratie stippen			patroon penetratie stroken			vol en zat penetratie met dicht coll. beton	
	D _{n50} [m]	M ₅₀ [kg]	sortering [kg]	D _{n50} [m]	M ₅₀ [kg]	sortering [kg]	D _{n50} [m]	M ₅₀ [kg]	sortering [kg]	P _{bekl} [ton/m ³]	D _{min} [m]
	2,5	0,46	236,72		0,41	174,71		0,28	54,93		
2,55	0,44	218,47		0,40	161,24		0,27	50,70			
2,6	0,43	202,21		0,39	149,24		0,26	46,92			
2,65	0,41	187,65		0,37	138,49		0,25	43,55			
2,7	0,40	174,58		0,36	128,84		0,25	40,51			
2,75	0,39	162,79		0,35	120,15		0,24	37,78	40 - 200 kg		
2,8	0,38	152,14		0,34	112,28		0,23	35,30	10 - 60 kg		
2,85	0,37	142,47		0,33	105,15		0,23	33,06			
2,9	0,36	133,68		0,32	98,66		0,22	31,02			
2,95	0,35	125,66		0,32	92,74		0,21	29,16			
3	0,34	118,33		0,31	87,33		0,21	27,46			
3,05	0,33	111,61		0,30	82,37		0,20	25,90			
3,1	0,32	105,43		0,29	77,81		0,20	24,47			
3,15	0,32	99,75		0,29	73,62		0,19	23,15			
3,2	0,31	94,50		0,28	69,75		0,19	21,93			
3,25	0,30	89,65		0,27	66,17		0,19	20,80			
3,3	0,30	85,16		0,27	62,85		0,18	19,76	10 - 60 kg		
3,35	0,29	80,99		0,26	59,78		0,18	18,80	5 - 40 kg		
3,4	0,28	77,12		0,26	56,92		0,17	17,90			
3,45	0,28	73,51		0,25	54,25		0,17	17,06			
3,5	0,27	70,15		0,25	51,77		0,17	16,28			



BIJLAGE 3 DETAILADVIES NATUURWAARDEN







1 Methode van Tansley: r = rare (zeldzaam), o = occasional (weinig voorkomend),
fr = frequent (regelmatig voorkomend), a = abundant (grotere aantallen/bedekking),
d = dominant (overheersend in aantal/bedekking)

Echter deze zoutvegetatie komt grotendeels voor op het horizontaal plateau tussen boventalud Haringman (begroeid met strandkweek en ruigte) en ondertalud vlakke blokken (begroeid met bruinwieren) zodat verticale spreiding minimaal is. Dit is ook te verwachten in beschutte haven met weinig golfoploop.

Zowel voor herstel als verbetering conform MI cat. "geen voorkeur".

Koppen havendammen kennen geen begroeiing van zoutplanten en wieren.

Dijkvak 50 (oostelijke veerhavendam tot Kadijk).

Bovenstrook Haringmanblokken begroeid met strandkweek (fr/a), op de rest hiervan komen 2 soorten zoutplanten sporadisch voor en slechts 1 soort (zilte schijnspurrie) in redelijke bedekking (fr).

Ook vlgs MI zowel voor herstel als verbetering cat. "geen voorkeur"

Getijdenzone

Dijkvak 49. Ondertafel niet of nauwelijks begroeid, zelfs niet op Vilvoordse steen, behalve een strookje bij Dp15. Kartering Bureau Waardenburg 1990 geeft een zelfde beeld, Type 1 (soorten/begroeiing niet of nauwelijks). Conform MI, voor herstel "(red.) goed/voldoende".

Voor verbetering: "(red.) goed".

Dijkvak 49A (veerhaven) binnenzijde westelijke havendam zeer goed begroeid met bruinwieren, oostelijke havendam slechts spaarzaam begroeid. Waardenburg 1990 type 2 potentie type 3. Vlgs. MI, voor herstel "(red.) goed/voldoende". Voor verbetering: "(red.) goed". **Gezien de waardevolle bruinwierbegroeiing adviseer ik voor verbetering in cat. "(red.) goed"**. Als binnen de haven onderscheid gemaakt kan worden, is cat. "(red.) goed" bij oostelijke havendam niet noodzakelijk.

Dijkvak 50. Ondertafel niet of nauwelijks begroeid wat op de asphaltpenetratie niet verwonderlijk is, maar hier geven Doornikse-en Vilvoordse steen hetzelfde beeld (Waardenburg 1990 type 1).

Conform MI; Herstel: "geen voorkeur". Verbetering: "(red.) goed".

Ik ben uiteraard bereid dit advies toe te lichten.

Met vriendelijke groet,

Het Hoofd van de Meeteinformatiedienst Zeeland,

Wies Vonck



BIJLAGE 4 DETAILADVIES LANDSCHAPSVISIE



Advies landschappelijke vormgeving Zeeweringen Westerschelde

Dijkvak: *Kruiningenpolder*

Datum: *18 juni 2001*

Door: *A. Kruijshaar, Dienst Landelijk Gebied*

Aanleiding

In 1996 is een begin gemaakt met de versterking van de zeeweringen langs de Westerschelde. Door Rijkswaterstaat werd geconstateerd dat bij de werkzaamheden verschillen in de vormgeving optraden tussen de dijkvakken waaruit de zeewering bestaat. Daarom is aan de Dienst Landelijk Gebied (DLG) gevraagd een landschapsvisie op de zeeweringen van de Westerschelde op te stellen. Deze is in november 1998 vastgesteld door het projectbureau Zeeweringen.

Vanaf dit moment wordt bij elk op te stellen bestek voor de aanpassing van de zeeweringen van de Westerschelde rekening gehouden met de adviezen uit de landschapsvisie.

Landschapsvisie

Het landschap op en rond de zeewering wordt bepaald door de Westerschelde en door de zeewering zelf, die zich als een continu lijnvormig element door het landschap beweegt. Uit de landschapsvisie blijkt dat de continuïteit wordt bepaald door:

- *De waterdynamiek;*
- *De vegetatie;*
- *De historische dijkopbouw;*
- *De waterkerende functie.*

Het continue, lijnvormige kenmerk van de zeewering dreigt echter te verdwijnen. Op basis van technische randvoorwaarden, de (min of meer toevallige) beschikbaarheid van het materiaal en de aanwezige natuurwaarden en -potenties en administratieve grenzen worden verschillende typen bekledingsmaterialen toegepast. Hierdoor treden grote verschillen op binnen dijkvakken en tussen de dijkvakken onderling.

De landschapsvisie geeft aan hoe bij de aanpassingen van de glooiingen aantasting van het beeld voorkomen/beperkt kan worden. Het beeld bestaat uit een horizontale zonering van bekledingsmaterialen op het dijklichaam en is tot stand gekomen door het patroon van bekledingsmaterialen te laten 'reageren' op de eerder genoemde aspecten.

Het advies komt in het kort neer op de volgende punten:

1. Het benadrukken van de horizontale opbouw door het toepassen van verschillende materialen in de onder- en de boventafel;
2. Donkere materialen gebruiken in de ondertafel;
3. Lichte materialen gebruiken in de boventafel;
4. Verticale overgangen beperken en zo min mogelijk in de boven- en ondertafel laten samenvallen;
5. Onderhoudspad niet met asfalt verharderen, maar bijvoorbeeld met betonblokken, om zo min mogelijk de grasberm te onderbreken;
6. In de landschapsvisie genoemde cultuurhistorische en recreatieve elementen krijgen extra aandacht;
7. Het afstrooien van de bovenste 4 meter van de glooiing met grond voor de sneller vestiging van grassen;



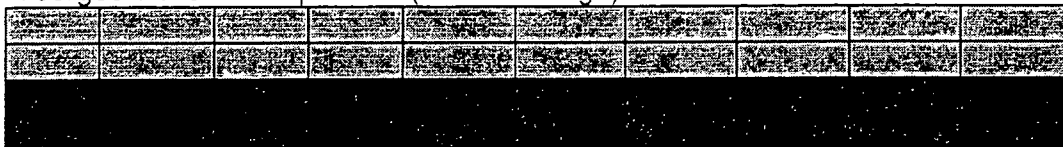
Advies landschappelijke vormgeving Zeeweringen Westerschelde

Dijkvak: *Kruiningenpolder*

Datum: *18 juni 2001*

Door: *A. Kruijshaar, Dienst Landelijk Gebied*

Voorgesteld landschapsbeeld (vereenvoudigd)



Dijkvak Kruiningenpolder

In het dijkvak Kruiningenpolder is een grote verscheidenheid aan materialen toegepast. Hiervan is het grootste deel afgekeurd. Naast deze verscheidenheid aan materialen is de oude doorbraak uit 1953 in dit dijkvak nog herkenbaar. Hier is over vrijwel de gehele onder- en boventafel basalt toegepast, al dan niet ingegoten met asfalt. Gezien de impact die de overstromingen uit 1953 nog hebben is het wenselijk deze doorbraak te accentueren.

Hierdoor gelden de volgende uitgangspunten, zoals (onder andere) in de landschapsvisie verwoord:

1. De horizontale opbouw benadrukken door het toepassen van verschillende materialen in de onder- en de boventafel;
2. Lichte bekleding voor de boventafel (betonzuilen of gekantelde betonblokken);
3. Donkere bekleding in de ondertafel. Hierbij is het belangrijk om op achterblijvende materialen aan te sluiten met basalt of betonzuilen met basaltsplit;
4. De verticale overgangen zo min mogelijk samen laten vallen in de onder- en de boventafel;
5. Het onderhoudspad toepassen met doorgroeibare verharding of bijvoorbeeld graniet;
6. Het af strooien van de bovenste vier meter van de glooiing met grond voor de sneller vestiging van grassen. Bij het voorland aansluiten met het instrooien op het voorland;
7. Het accentueren van de dijkdoorbraak uit 1953 door de toepassing van basalt of betonzuilen met basaltsplit in de boven en ondertafel.

Dit advies is verwerkt in de keuzetabel voor de glooiingsconstructies voor dit dijkvak.





Waterschap **Zeeuwse Eilanden**

Memo

Aan : PBZ
Van : Edwin Arens
Afschrift :
Datum : 23 oktober 2001
Betreft : Toetsrapportage Borsselepolder met oude en nieuwe randvoorwaarden

Hierbij de rapportage van de Borsselepolder (traject tussen dijkpaal 504 en 549 langs de Westerschelde). De toetsing die in februari 2001 is uitgevoerd, is in september 2001 herzien, waarbij gebruik is gemaakt van de nieuwe randvoorwaarden. Deel 1 van het rapport bevat de gegevens en resultaten van de toetsing van februari en deel 2 bevat de gegevens en resultaten van september.

