

DIJKVERBETERING

MOSSSELBANKEN

ONTWERPNOTA

Versie 1

7-8-2001

Projectbureau Zeeweringen Dijkverbetering Mosselbanken Ontwerppnota				
[REDACTED]	controle	Intern	Toetsgrp	A.O.
Versie: 1	paraaf	15-8-2001	31-7-'01	
Datum: 7-8-2001	d.d.	[Handwritten Signature]	7D	
Documentnummer: PZDT-R-01206-ontw				



005791 2001 PZDT-R-01206 ontw
Ontwerprnota Mosselbanken

INHOUDSOPGAVE

SAMENVATTING	1
1. INLEIDING	3
1.1 Achtergrond	3
1.2 Doelstelling Ontwerpnota	3
1.3 Leeswijzer	4
2. SITUATIEBESCHRIJVING	5
2.1 Locatie projectgebied	5
2.2 Geometrie en bekleding	5
3. ONTWERPCONDITIONS	7
3.1 Uitgangspunten	7
3.2 Randvoorwaarden	7
3.2.1 Waterstanden	7
3.2.2 Golfrandvoorwaarden	7
3.2.3 Ecologische randvoorwaarden	8
4. TOETSING	10
4.1 Algemeen	10
4.2 Toetsing toplaag	10
4.3 Toetsing reststerkte bekleding	11
4.4 Bermniveau en grasbekleding bovenloop	11
4.5 Conclusie	11
5. KEUZE BEKLEDING	12
5.1 Beschikbaarheid	12
5.2 Voorselectie	14
5.3 Technische toepasbaarheid zetsteenbekledingen	16
5.3.1 Inleiding	16
5.3.2 Bermniveau en taludhellingen	16
5.3.3 Betonzuilen	17
5.3.4 Gekantelde betonblokken	17
5.3.5 Graniet	18
5.3.6 Waterbouwasfaltbeton	18
5.4 Ecologische toepasbaarheid	18
5.5 Landschapsvisie	18
5.6 Afweging en keuze	19

6. DIMENSIONERING	22
6.1 Kreukelberm en teenschot	22
6.2 Zetsteenbekleding	22
6.2.1 Toplaag van betonzuilen	22
6.2.2 Toplaag van gekantelde betonblokken	24
6.2.3 Toplaag van graniet	24
6.2.4 Uitvullaag	24
6.2.5 Geokunststof	25
6.2.6 Basismateriaal	25
6.3 Overgangsconstructies	26
6.4 Overgang tussen boventafel en berm	26
6.5 Berm	27
7. AANDACHTSPUNTEN VOOR BESTEK EN UITVOERING	28

FIGUREN
LITERATUUR
BIJLAGEN

SAMENVATTING

Deze ontwerprapport betreft het ontwerp van de nieuwe dijkbekleding voor het dijktraject van de Mosselbanken dat in het kader van het project Zeeweringen is gemaakt. Het ontwerp behandelt de specifieke aspecten van dit dijktraject. Algemene aspecten, geldig voor alle dijkvakken die worden voorbereid in 2001, zijn beschreven in de Algemene Ontwerprapport [1].

Het traject van de Mosselbanken ligt aan de zuidzijde van de Westerschelde, ten westen van Terneuzen, en is in beheer bij het Waterschap Zeeuws-Vlaanderen. Het te verbeteren dijktraject heeft een lengte van circa 2900 m.

De kern van de dijk bestaat uit zand, dat tot een bepaalde hoogte is afgedekt met een laag mijnsteen, en daarboven met een kleilaag.

De ondertafel van het gehele traject, tussen circa NAP - 1 m en NAP + 3,8 m, is bekleed met granietblokken. Hierboven liggen vlakke betonblokken, tot aan de berm op NAP + 5,8 m en op een gedeelte van de berm. Op het resterende deel van de berm en het bovenbeloop bevindt zich een grasbekleding.

Voor het beschouwde traject gelden specifieke randvoorwaarden met betrekking tot de optredende golfaanval en de te handhaven natuurwaarden.

De ontwerpwaterstand (ontwerppeil 2060) is NAP + 5,9 m. De bijbehorende ontwerpwaarden voor de golfhoogte H_s en de golfperiode T_p variëren tussen 1,6 m en 2,4 m en tussen 7,0 s en 7,8 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.

Verschillende toetsingen zijn uitgevoerd om vast te stellen welke delen van de huidige bekleding moeten worden verbeterd. Conform de 'Leidraad Toetsen op Veiligheid' is hierbij rekening gehouden met de volgende aspecten: stabiliteit van de toplaag onder golfaanval, reststerkte, afschuiving, materiaaltransport en beheerdersoordeel. Hieruit heeft geresulteerd dat de graniet op de lagere delen van de glooiing gehandhaafd kan worden. De vlakke betonblokken op boventafel en berm zijn over het gehele dijktraject als 'onvoldoende' beoordeeld.

De keuze van het bekledingstype wordt bepaald door de beschikbaarheid van materiaal, de technische en de ecologische toepasbaarheid, uitvoeringsaspecten en kosten. Aan de hand van een voorselectie zijn de volgende drie alternatieven ontworpen voor de nieuw aan te brengen bekleding op de boventafel:

Alternatief 1:

- dijkvak 127a en dijkvak 127d: gekantelde blokken;
- dijkvak 127b en dijkvak 127c: betonzuilen;

Alternatief 2a/b:

- dijkvak 127a t/m dijkvak 127c: gekantelde blokken met daarboven betonzuilen;
- dijkvak 127d: betonzuilen of gekantelde blokken;

Alternatief 3a/b:

- dijkvak 127a, dijkvak 127b en dijkvak 127c tot dp 64: gekantelde blokken met daarboven waterbouwasfaltbeton;
- dijkvak 127c vanaf dp 64: gekantelde blokken met daarboven betonzuilen;
- dijkvak 127d: betonzuilen of gekantelde blokken.

Alternatief 1 is gekozen als beste alternatief en is verder uitgewerkt. Het ontwerp luidt als volgt:

- dijkvak 127a en dijkvak 127d: gekantelde blokken 0,20/0,25 m tot afronding naar berm, afronding met betonzuilen 0,40 m/2300 kg/m³;
- dijkvak 127b en 127c: betonzuilen 0,45 m/2300 kg/m³.

De onderhoudsstrook op de berm wordt aangelegd met de graniet die vrijkomt bij de aanleg van de nieuwe bekledingen.

1. INLEIDING

1.1 Achtergrond

Uit onderzoek van de Technische Adviescommissie voor de Waterkeringen (TAW) is gebleken dat een groot deel van de taludbekledingen van de glooiingen van zeedijken in Zeeland niet sterk genoeg is. De belangrijkste problemen doen zich voor bij bekledingen van betonblokken die direct op een onderlaag van klei liggen. Om dit probleem op te lossen is door Rijkswaterstaat het Project Zeeweringen opgestart. Binnen het Project Zeeweringen worden, in samenwerking met de Zeeuwse Waterschappen en de Provincie Zeeland, de taludbekledingen van de primaire waterkeringen in Zeeland zodanig verbeterd dat ze voldoen aan de wettelijke eisen.

Voor uitvoering in 2002 zijn vooralsnog zeven dijktrajecten langs de Westerschelde uitgekozen; één van deze zeven is het traject van de Mosselbanken, met een totale lengte van ca. 2900 m. Het ontwerp van de glooiingen in dit traject is het onderwerp van deze nota.

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

1.2 Doelstelling Ontwerpnota

De gemaakte ontwerpen worden formeel vastgelegd in ontwerpnota's. In deze nota's moet een inzichtelijke beschrijving worden gegeven van de uitgangspunten en van de ontwerpkeuzes die op grond daarvan worden gemaakt.

Ter verbetering van de helderheid is besloten om de ontwerpnota's te splitsen. Aspecten die gelden voor alle werken die in 2001 worden voorbereid, zijn beschreven in een Algemene Nota [1], terwijl de specifieke aspecten voor elk dijktraject in aparte ontwerpnota's worden vastgelegd. De voorliggende nota is de specifieke ontwerpnota voor het dijktraject van de Mosselbanken.

Voor deze specifieke 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 van de glooiing van de Mosselbanken;
- het toetsingsresultaat en de ontwerpberekeningen;
- het resulterend ontwerp.

Het resulterend ontwerp moet daarnaast zodanig worden beschreven dat het een overzicht geeft 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 afronding 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 ontwerpuitgangspunten en de randvoorwaarden. In Hoofdstuk 4 komt de toetsing van de huidige bekleding aan de orde en wordt geconcludeerd welke delen wel en welke niet 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. In hoofdstuk 7 tenslotte is een lijst opgenomen met aandachtspunten voor de uitvoering.

2. SITUATIEBESCHRIJVING

2.1 Locatie projectgebied

Het dijktraject van de Mosselbanken ligt aan de zuidzijde van de Westerschelde, ten westen van Terneuzen, en valt binnen het beheersgebied van het Waterschap Zeeuws-Vlaanderen. De locatie is weergegeven in figuur 1. Het gedeelte dat is geselecteerd voor verbetering heeft een lengte van ongeveer 2900 m. Uitgaande van de oude dijkpaalnummering, ligt het traject tussen dp 54 bij de Braakmanhaven (oostelijke begrenzing) en dp 81 (+207m) in de Paulinapolder (westelijke begrenzing). In deze nota wordt het dijktraject besproken in oplopende volgorde van de dijkpaalnummering, in dit geval van oost naar west.

In het kader van het Project Zeeweringen, zijn de aangrenzende dijktrajecten ten zuiden en ten oosten van de Braakmanhaven, behorend tot de Braakmanpolder en de Nieuw Neuzenpolder, verbeterd in 1999 en 2000.

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 9.

Het interessegebied strekt zich uit van de teen tot aan het bovenbeloop. Van belang voor het ontwerp zijn de kern en de bekleding (toplaag, granulaire onderlaag en basismateriaal) van de dijk.

Zowel een inventarisatie als een gedetailleerde toetsing zijn door het Waterschap Zeeuws-Vlaanderen uitgevoerd. Voorafgaande aan deze toetsing zijn een globale toetsing en een geavanceerde toetsing uitgevoerd door het Projectbureau Zeeweringen en Geodelft.

Naast een beknopte beschrijving van de huidige bekleding wordt in deze paragraaf volstaan met een korte beschrijving van die aspecten die mede voor het ontwerp van belang zijn. Voor meer informatie wordt verwezen naar de toetsdocumenten ([8], [9] en [9a]).

De bekleding is, vanaf beneden naar boven, opgebouwd uit de teen, de ondertafel, de boventafel, de berm en het bovenbeloop. Het niveau van de teen ligt op circa NAP - 1 m.

Het gedeelte van de steenbekleding vanaf de teen tot aan de overgangsconstructie wordt de ondertafel genoemd. De ondertafel bevindt zich in dit geval tussen circa NAP - 1 m en circa NAP + 3,8 m, heeft een gemiddelde helling van 1:3,8, en is bekleed met granietblokken. Deze granietblokken zijn geplaatst op een dunne laag fosforslakken, aangebracht op een basis van mijnsteen.

De boventafel, dat wil zeggen het gedeelte vanaf de overgangsconstructie tot aan de berm, met de buitenkniklijn van de berm op circa NAP + 5,8 m, is bekleed met vlakke betonblokken. De gemiddelde helling bedraagt hier 1:4,7. Ook op een gedeelte van de berm, tot circa NAP + 6,0 m, liggen vlakke betonblokken. De betonblokken zijn direct op de klei geplaatst.

Het resterende deel van de berm en het bovenbeloop zijn bekleed met een kleilaag met gras. De kern van de dijk is uit zand opgebouwd.

Aan de teen van de glooiing zijn kraagstukken met breuksteen 10-80 kg aangebracht. Langs het dijktraject varieert de breedte van deze kraagstukken van circa 5 tot 10 m.

Over het gehele dijktraject is op een gedeelte van de steenbekleding beneden de berm een hoeveelheid zand aanwezig. De bovenkant van dit zand, de zandlijn, varieert in hoogte. Vanaf dp 54 tot circa dp 72 ligt de zandlijn tussen NAP en bovengrens granietbekleding. Tussen circa dp 72 en circa dp 81 ligt de zandlijn op de vlakke betonblokken. Voorbij dp 81 zakt de zandlijn terug tot op de granietblokken.

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

3. ONTWERPCONDITIES

3.1 Uitgangspunten

Op deze plaats wordt verwezen naar de Algemene Nota voor de glooiingsverbeteringen die in 2001 worden voorbereid [1].

3.2 Randvoorwaarden

3.2.1 Waterstanden

De karakteristieke waterstanden die van belang kunnen zijn voor het ontwerp zijn weergegeven in tabel 3.1. De waarde voor het Gemiddeld Hoogwater is betrokken uit 'Getijtafels 2001' [2]. Het Ontwerppeil is gebaseerd op de nota 'De basispeilen langs de Nederlandse kust' [3]. Voor de bepaling van het Ontwerppeil 2060 is een zeespiegelrijzing voor de duur van 75 jaar opgeteld bij de vastgestelde ontwerppeilen voor 1985.

De dijkvakgrenzen verschillen van de grenzen van de randvoorwaardevakken; ten behoeve van de golfrandvoorwaarden is het dijkvak 127 in vier delen opgesplitst, 127a t/m 127d ([3a] en [4]).

Tabel 3.1 Karakteristieke waterstanden

Dijkvak	Locatie	Gemiddeld Hoogwater [NAP+m]	Ontwerppeil 2060 [NAP+m]
127a	dp 54 - dp 60 (+10m)	2,3	5,9
127b	dp 60 (+10m) - dp 62 (+35m)	2,3	5,9
127c	dp 62 (+35m) - dp 71	2,3	5,9
127d	dp 71 - dp 81 (+207m)	2,3	5,9

3.2.2 Golfrandvoorwaarden

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 Golfrandvoorwaarden

Dijkvak	Golfrichtingsband [°]	Waterstand					
		NAP + 2 m		NAP + 4 m		NAP + 6 m	
		H_s [m]	T_p [s]	H_s [m]	T_p [s]	H_s [m]	T_p [s]
127a	360 - 46	0,8	6,2	1,3	7,2	1,6	7,8
127b	348 - 359	1,2	6,1	1,8	6,6	2,4	7,2
127c	337 - 358	1,2	6,0	1,8	6,5	2,3	7,0
127d	340 - 359	0,3	5,7	1,1	6,1	1,8	7,0

Voor de golfrandvoorwaarden bij tussenliggende waterstanden wordt lineair geïnterpoleerd. Bij lagere en hogere waterstanden wordt geëxtrapoleerd. In tabel 3.3 is apart weergegeven welke golfrandvoorwaarden horen bij het Ontwerppeil 2060 zoals toegepast in de berekeningen (zie paragraaf 3.2.1).

Tabel 3.3 Golfrandvoorwaarden bij Ontwerppeil 2060

Dijkvak	Ontwerppeil 2060 [NAP + m]	golffparameters	
		H_s [m]	T_p [s]
127a	5,9	1,59	7,77
127b	5,9	2,37	7,17
127c	5,9	2,28	6,98
127d	5,9	1,77	6,96

3.2.3 Ecologische randvoorwaarden

In de Milieu-inventarisatie [5] is voor het betreffende 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 in de getijdzone 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 [5] en naar de Algemene Nota [1].

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

Dijkvak	Getijdzone		Boven GHW	
	<i>herstel</i>	<i>verbetering</i>	<i>herstel</i>	<i>verbetering</i>
127a t/m 127d	geen voorkeur	(redelijk) goed / voldoende	geen voorkeur	geen voorkeur

Verder geeft de Milieu-inventarisatie [5] aan dat het voorland een hoogwatervluchtplaats is voor vogels. Tussen dp 63 en de westelijke begrenzing ligt het dijktraject langs een integraal milieubeschermingsgebied (buitendijks).

Volgens het Detailadvies van de Meetinformatiedienst Zeeland (bijlage 3) moet het dijktraject, in afwijking van de Milieu-inventarisatie, in 4 vakken worden opgedeeld. De bijbehorende vakgrenzen wijken af van de vakindeling gebaseerd op de golfrandvoorwaarden. Het Detailadvies is in tabel 3.5 samengevat.

Tabel 3.5 Minimale categorie van benodigd type dijkbekleding conform het detailadvies

Locatie	Dijkvak	Getijdezone		Boven GHW	
		<i>herstel</i>	<i>verbetering</i>	<i>herstel</i>	<i>verbetering</i>
dp 54 - dp 62	127a, 127b	geen voorkeur	(redelijk) goed / voldoende	geen voorkeur	geen voorkeur
dp 62 - dp 64	127b, 127c	(redelijk) goed / voldoende	(redelijk) goed type 3	geen voorkeur	geen voorkeur
dp 64 - dp 71	127c	(redelijk) goed / voldoende	(redelijk) goed type 3	redelijk goed / voldoende	redelijk goed (6 soorten)
dp 71 - dp 81 (+207m)	127d	geen voorkeur	(redelijk) goed / voldoende	redelijk goed / voldoende	redelijk goed / voldoende

In zijn algemeenheid wordt het Detailadvies opgevolgd, omdat dit mede is gebaseerd op een recente inventarisatie van de flora langs het dijktraject. De mogelijkheid om de constructie af te dekken met grond wordt tijdens uitvoering nader bezien.

4. TOETSING

4.1 Algemeen

In 1996 heeft Grondmechanica Delft de toestand van de bekledingen van de glooiingen geïnventariseerd [7]. Dit was de directe aanleiding tot het Project Zeeweringen. Bij de inventarisatie is ook de bekleding van het dijktraject van de Mosselbanken globaal getoetst aan de hand van (de toen geldende versie van) de Leidraad Toetsen op Veiligheid (huidige versie [6]). Hierbij is de gehele bekleding van het dijktraject als 'onvoldoende' beoordeeld. In het inventarisatierapport is aangegeven dat de geldigheid van dit resultaat wordt beperkt doordat

- niet alle gegevens beschikbaar waren;
- de gebruikte golfrandvoorwaarden eigenlijk niet zijn bedoeld voor toetsing van bekledingen;
- de gebruikte rekenmethodes slechts indicatief zijn.

De uitgevoerde globale toetsing is dan ook niet geschikt als basis voor het ontwerp.

Op grond van verbeterde gegevens en golfrandvoorwaarden (zie paragraaf 3.2) zijn nieuwe toetsingsberekeningen uitgevoerd.

4.2 Toetsing toplaag

In 1998 heeft het Projectbureau Zeeweringen een globale toetsing uitgevoerd. Hierbij heeft het Projectbureau de vlakke betonblokken, zowel op de boventafel als op de berm, afgekeurd en geadviseerd de bekleding met graniet geavanceerd te toetsen. In 1999 heeft GeoDelft op het traject tussen dp 54 en dp 71 een geavanceerde toetsing uitgevoerd, bestaande uit een locatiebezoek, en de granietbekleding afgekeurd [8]. De graniet tussen dp 71 en dp 81 (+207m) is niet geavanceerd getoetst, omdat dit gedeelte onder een aanzanding ligt. Gesteld dat zowel de toplaag als het filter zijn ingezand, heeft dit graniet de toetsscore 'goed'. In 2001 hebben zowel het Projectbureau als het Waterschap Zeeuws-Vlaanderen een gedetailleerde toetsing uitgevoerd, gebruikmakend van de meest recente informatie over de onderhavige glooiingen. In tegenstelling tot bij de geavanceerde toets, heeft het Projectbureau het graniet op verschillende hoogtes op het talud getoetst, en niet alleen ter hoogte van de bovengrens. Hierbij is uitgegaan van een bovengrens aan de stabiliteit ($H_s/\Delta D$) die wordt bepaald door een combinatie van de $5\xi^{-1/3}$ -lijn en de $6\xi^{-2/3}$ -lijn. Bij ξ -waarden lager dan bij het snijpunt van beide lijnen wordt de $5\xi^{-1/3}$ -lijn aangehouden. Bij hogere waarden wordt de $6\xi^{-2/3}$ -lijn gehanteerd. Hieruit heeft geresulteerd dat de graniet tenminste op de lagere delen van de glooiingen gehandhaafd kan worden (zie figuur 3 en [9]).

4.3 Toetsing reststerkte bekleding

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

De reststerkte wordt slechts 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
 - er een laag van goede klei met voldoende dikte op de kern ligt.

Ter plaatse van de dijkvakken 127b en 127c wordt niet voldaan aan het eerste criterium; $H_s > 2$ m (zie tabel 3.3). De kern van de dijk bestaat voor het gehele dijktraject uit zand. Aan de reststerkte van de kleilaag wordt geen waarde gehecht. Het gehele dijktraject wordt daarom als 'onvoldoende' beoordeeld.

4.4 Bermniveau en grasbekleding bovenbeloop

Het niveau van de berm ter plaatse van de buitenknik ligt op circa NAP + 5,8 m. Dit is slechts 0,1 m beneden ontwerppeil. Volstaan kan worden met het doorzetten van de nieuwe bekleding op de boventafel tot minimaal ontwerppeil. De bestaande grasbekleding op de berm en 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 weergegeven in figuur 3. Voor de onderbouwing van de toetsing van de ondertafel wordt verwezen naar [9].

Tabel 4.1 Toetsingsresultaat

Locatie	Dijkvak	Toetsingsresultaat		
		Ondertafel	Boventafel	Bovenbeloop
dp 54 - dp 60 (+10m)	127a	voldoende tot NAP + 2,0 m	onvoldoende	geen aanpassing
dp 60 (+10m) - dp 62 (+35m)	127b	voldoende tot NAP + 1,2 m	onvoldoende	geen aanpassing
dp 62 (+35m) - dp 64	127c	voldoende tot NAP + 2,5 m	onvoldoende	geen aanpassing
dp 64 - dp 71	127c	voldoende tot NAP + 2,1 m	onvoldoende	geen aanpassing
dp 71 - dp 81 (+207m)	127d	voldoende	onvoldoende	geen aanpassing

Getracht wordt de bovengrens van de granietbekleding tussen dp 54 en dp 71 overal op NAP + 2,0 m te brengen. Aangezien de bestaande granietbekleding tussen dp 60 (+10m) en dp 62 (+35m), boven NAP + 1,2 m, is afgekeurd, wordt nagegaan in hoeverre zwaardere granietblokken die elders langs het dijktraject vrijkomen hier kunnen worden geplaatst.

5. KEUZE BEKLEDING

In dit hoofdstuk worden voor het gehele traject de toe te passen bekledingstypen gekozen.

Het toetsingsresultaat is weergegeven in paragraaf 4.5. De bekledingen die als 'onvoldoende' zijn beoordeeld moeten worden verbeterd. Dit betreft de gehele boventafel en delen van de granietbekleding aan de bovenzijde van de ondertafel.

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

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

5.1 Beschikbaarheid

Tabel 5.1 Vrijkomende hoeveelheden toplaag

Toplaag	Afmetingen	Oppervlakte [m ²]	Oppervlakte gekanteld [m ²]
Vlakke betonblokken	0,20 x 0,50 x 0,50 m ³	8.648	3.459
	0,25 x 0,50 x 0,50 m ³	28.552	14.276
Graniet 127a/127b	Gemiddelde dikte: 0,21 m 0,21 x 0,18 x 0,24 m ³	6.551	-
	Gemiddelde dikte: 0,27 m 0,27 x 0,23 x 0,25 m ³	1.781	-
127c	Gemiddelde dikte: 0,25 m 0,25 x 0,23 x 0,30 m ³	5.110	-

De vrijkomende vlakke betonblokken kunnen mogelijk toegepast worden in een nieuwe toplaag van gekantelde blokken. Het zwaardere graniet kan worden gebruikt om de bovengrens van de te handhaven granietbekleding voor het gehele dijktraject op hetzelfde niveau te brengen: Graniet kan ook worden toegepast als toplaag van de onderhoudsstrook.

Beschikbare materialen uit bestaande depots

Bij twee dijktrajecten, de Ser-Lippenspolder en de Perkpolder, die eerder zijn uitgevoerd, zijn vlakke betonblokken vrijgekomen en in depot opgeslagen. De opgeslagen hoeveelheden, die mogelijk bij de Mosselbanken kunnen worden gebruikt, zijn vermeld in tabel 5.2.

Tabel 5.2 Vlakke betonblokken uit bestaande depots

Polder	Afmetingen betonblokken [m ³]	Oppervlakte [m ²]	Oppervlakte gekanteld [m ²]
Ser-Lippenspolder	0,20 x 0,50 x 0,50	2.117	847
	0,25 x 0,50 x 0,50	3.000	1.500
Perkpolder	0,20 x 0,50 x 0,50	2.500	1.000

Vrijkomende, bruikbare materialen uit een gelijktijdig te verbeteren traject

Het dijktraject van de Mosselbanken wordt mogelijk gelijktijdig met één of meer van de volgende dijktrajecten uitgevoerd [1]:

1. Kruiningenspolder,
2. Lage-Tafel-Borsselepolder,
3. Everinge-/Zuid-/Baarlandpolder,
4. Hellegatpolder,
5. Reigerbergschepolder,
6. Zuidwatering.

Indien de vrijkomende vlakke betonblokken uit de Hellegatpolder, in Zeeuws-Vlaanderen, niet in dit traject zelf worden hergebruikt, kunnen de blokken bij de Mosselbanken worden toegepast.

Tabel 5.3 geeft de som van de vrijkomende hoeveelheid uit de bestaande bekleding en de hoeveelheden in depot.

Tabel 5.3 Totale hoeveelheid beschikbare betonblokken

Afmetingen betonblokken [m ³]	Oppervlakte [m ²]	Oppervlakte gekanteld [m ²]
0,20 x 0,50 x 0,50	13.265	5.306
0,25 x 0,50 x 0,50	31.552	15.776

Beschikbare 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 (afhankelijk van benodigde sortering, dichtheid en hoeveelheid).

5.2 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) koperslakblokken 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. overlaag-constructies:
 - 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 betonblokken vrij voor de toepassing van gekantelde blokken in de nieuwe bekleding. De gekantelde blokken worden direct tegen elkaar gezet, omdat de toepasbaarheid van blokken met relatief veel open ruimte niet is aangetoond.

Omdat in de bestaande bekleding geen basalt aanwezig is en bij andere werken geen basalt beschikbaar komt, wordt afgezien van de toepassing van basalt in de nieuwe bekleding. Er is een kleine hoeveelheid koperslakblokken beschikbaar. Toepassing van deze blokken op de berm bij de Hellegatpolder ligt meer voor de hand.

Bij het dorp Nummer Een ligt 10.000 m² graniet in depot, met aanzienlijk grotere afmetingen (0,50x0,40x0,30m³) dan de graniet aanwezig bij de Mosselbanken. Deze grotere blokken kunnen niet handmatig worden gezet en het is gebleken dat het uiterlijk van de aansluiting van het grotere graniet op het aanwezige graniet van slechte kwaliteit is. Omdat de blokken met gelijke bovenkant moeten worden gezet, dat wil zeggen met een ongelijk filter, moet rekening gehouden worden met een filterdikte van 0,30 m. Gelet op deze nadelen, wordt afgezien van hergebruik van de grotere granietblokken bij de Mosselbanken.

Ad 2.

Losse breuksteen op een kunststoffilterdoek wordt niet toegepast, omdat de benodigde steensortering bij de strengste randvoorwaarden minimaal 1-3 ton bedraagt.

Ad 3.

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

Ad 4.

Een overlaging wordt veelal toegepast wanneer de ondertafel onvoldoende sterk is en de middentafel kan worden gehandhaafd. Dit is bij de Mosselbanken niet het geval.

Tabel 5.4 geeft de voorkeuren voor de bekledingstypen die zijn opgenomen in de Milieu-inventarisatie en het bijbehorende Detailadvies (zie paragraaf 3.2.3). ('allen' staat voor alle bekledingstypen uit de hiervoor genoemde lijst uit de Algemene Ontwerpnota.) Deze voorkeuren zijn randvoorwaarden bij de voorselectie en bij het ontwerp, waarvan niet mag worden afgeweken.

Tabel 5.4 Voorkeuren uit de Milieu-inventarisatie en het Detailadvies

Locatie	Getijdzone		Boven GHW	
	herstel	verbetering	herstel	verbetering
dp 54 - dp 62	allen	allen m.u.v. gebroken blokken of breuksteen 'vol en zat' gepenetreerd met asfalt	allen	
dp 62 - dp 64	allen m.u.v. gebroken blokken of breuksteen 'vol en zat' gepenetreerd met asfalt	<ul style="list-style-type: none"> • betonzuilen • betonblokken • basaltzuilen • breuksteen gepenetreerd met beton (niet 'vol en zat') 	allen	
dp 64 - dp 71	allen m.u.v. gebroken blokken of breuksteen 'vol en zat' gepenetreerd met asfalt	<ul style="list-style-type: none"> • betonzuilen • betonblokken • basaltzuilen • breuksteen gepenetreerd met beton (niet 'vol en zat') 	allen m.u.v.: <ul style="list-style-type: none"> • waterbouwasfalt • overlagen met waterbouwasfalt • gebroken blokken of breuksteen 'vol en zat' gepenetreerd 	<ul style="list-style-type: none"> • groene dijk • basaltzuilen • betonblokken • betonzuilen
dp 71 - dp 81(+207m)	allen	allen m.u.v. gebroken blokken of breuksteen 'vol en zat' gepenetreerd met asfalt	allen m.u.v.: <ul style="list-style-type: none"> • waterbouwasfalt • overlagen met waterbouwasfalt • gebroken blokken of breuksteen 'vol en zat' gepenetreerd 	

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

• **Getijdzone (NAP + 2,0 m t/m NAP + 2,3 m)**

De bovengrens van de granietbekleding wordt tussen dp 54 en dp 71 overal op NAP + 2,0 m gebracht. Tussen dp 60 (+10m) en dp 62 (+35m) is de bestaande granietbekleding boven NAP + 1,2 m afgekeurd. De zwaardere graniet, die uit dijkvak 127c wordt verwijderd, wordt gebruikt om die bovengrens te verhogen tot NAP + 2,0 m. Voorbij dp 71 wordt de gehele granietbekleding gehandhaafd.

Voor het talud tussen NAP + 2,0 m en NAP + 2,3 m (circa 1,2 m gemeten langs talud) mag tussen dp 54 en dp 62 breuksteen worden toegepast, 'vol en zat' gepenetreerd met asfalt. Alternatieven voor het gehele traject tussen dp 54 en dp 71 zijn betonzuilen, gekantelde betonblokken, graniet en breuksteen, niet 'vol en zat' gepenetreerd.

- **Boven GHW**

Vanaf dp 54 tot dp 64 is toepassing van waterbouwasfaltbeton of breuksteen, 'vol en zat' gepenetreerd, toegestaan. Alternatieven voor het gehele dijktraject zijn betonzuilen, gekantelde betonblokken, graniet en breuksteen, niet 'vol en zat' gepenetreerd.

Resumerend moet de technische toepasbaarheid bepaald worden van:

1. betonzuilen, ter plaatse van de afgekeurde bekleding over het gehele dijktraject;
2. gekantelde betonblokken, ter plaatse van de afgekeurde bekleding over het gehele dijktraject;
3. graniet, tussen dp60 (+10m) en dp62 (+35m), tussen NAP+1,2m en NAP+2,0m;
4. waterbouwasfaltbeton, tussen dp 54 en dp 64, boven GHW.

5.3 Technische toepasbaarheid zetsteenbekledingen

5.3.1 Inleiding

Een bekledingstype van zetsteen is toepasbaar in technische zin als een berekening met het rekenprogramma ANAMOS dit aantoon, op basis van het Handboek [10], en uitgaande van de representatieve waarden voor de constructie en de randvoorwaarden. De berekeningsmethodiek wordt beschreven in de Handleiding Ontwerpen [11].

De berekeningen betreffen alleen het bezwijkmechanisme 'verlies van toplaagstabiliteit'. Met het bezwijkmechanisme 'afschuiving' wordt rekening gehouden door niet te werken met steilere hellingen 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).

5.3.2 Bermniveau en taludhellingen

Een belangrijk aspect in de berekening van de technische toepasbaarheid is de taludhelling. Binnen bepaalde grenzen bestaat er in het ontwerp vrijheid in 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 echter een nieuwe bekleding worden ingepast tussen de bestaande teen en de bestaande berm en zal de bekleding vanwege minimaal grondverzet zoveel mogelijk worden aangepast aan de bestaande taludhelling. Daarnaast geldt soms de eis dat een bepaalde dikte van de kleilaag moet worden gehandhaafd, met name als het een kleilaag op zand betreft. Ook dit kan de keuze van de taludhelling beïnvloeden.

In het beschouwde traject ligt het niveau van de buitenkniklijn van de huidige berm op circa NAP + 5,8 m, dat wil zeggen 0,1 m onder ontwerppeil. Strevend naar minimaal grondverzet wordt de berm in de nieuwe situatie verhoogd naar NAP+ 6 m over het gehele dijktraject. De resulterende taludhellingen zijn gegeven in tabel 5.5.

Tabel 5.5 Nieuwe taludhellingen

Dwarsprofiel/ dijkvak	Helling onder NAP + 3 m 1:	Helling boven NAP + 3 m 1:
1 / 127a	4,1/4,2	4,1/4,2
2 / 127b	4,1/4,2	4,1/4,2
3 / 127c	4,1/4,2	4,1/4,2
4 / 127d	n.v.t.	4,2

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 [11].

5.3.3 Betonzuilen

De technische toepasbaarheid van betonzuilen voor het gehele traject kan worden aangetoond door deze te bepalen voor het zwaarste type zuil bij de zwaarste randvoorwaarden. De momenteel zwaarste betonzuilen, die leverbaar zijn, hebben een dichtheid van 2900 kg/m³ en een dikte van 0,50 m. Uit berekeningen blijkt dat toepassing van betonzuilen in het hele beschouwde traject mogelijk is. Bij de zwaarste randvoorwaarden uit tabel 3.3 (dijkvak 127b) is de betonzuil nog ruimschoots mogelijk, gelet op toplaagstabiliteit bij de steilste mogelijke taludhelling van 1:4,1 (bestekswaarde). Zie bijlage 1.1.

Voor zover wordt gekozen voor toepassing van betonzuilen, zal het optimale zuiltype worden bepaald in Hoofdstuk 6.

5.3.4 Gekantelde betonblokken

Uit paragraaf 5.1 blijkt, dat voor dit bestek vlakke blokken van zowel 0,20 m breedte als 0,25 m breedte (gekanteld) beschikbaar zijn. Uitgegaan wordt van gekantelde toepassing tegen elkaar aan, met een theoretische spleetbreedte van 1 mm. Voor de dijkvakken zijn de maximale toepassingsniveaus op de glooiing bepaald. De resultaten staan in tabel 5.6.

Tabel 5.6 Maximale toepassingsniveaus gekantelde betonblokken

Dijkvak	Breedte [cm]	Max. toepassingsniveau onder NAP + 3 m [NAP + m]	Max. toepassingsniveau boven NAP + 3 m [NAP + m]
127a	20	3	6
	25	3	6
127b	20	3	3,6
	25	2,9	3,3
127c	20	3	3,9
	25	3	3,5
127d	20	n.v.t.	6
	25	n.v.t.	6

Voor nadere informatie wordt verwezen naar bijlage 1.2.

5.3.5 Graniet

Uit een berekening met ANAMOS blijkt dat de zwaardere granietblokken, met een minimale dikte van 0,33 m (bestekswaarde), die vrijkomen uit de bocht in dijkvak 127c, kunnen worden aangebracht in vak 127b tot aan de gewenste bovengrens van NAP + 2,0 m. Lichtere blokken zijn niet stabiel onder de maatgevende golfaanval. De in- en uitvoer van de berekening is opgenomen in bijlage 1.3. In afwijking van tabel 5.5 is voor de graniet uitgegaan van de bestaande helling van 1:3,7 en is alleen een uitvoeringstolerantie van 0,2 in rekening gebracht, omdat de hoogte op het talud van de nieuwe granietbekleding relatief beperkt is.

5.3.6 Waterbouwasfaltbeton

De waterbouwasfaltbeton wordt direct op klei of op mijnsteen aangebracht. Aangezien voor de toepassing op mijnsteen geen juiste rekenregels beschikbaar waren, heeft het Projectbureau ten behoeve van de dijkverbetering langs de Paviljoenpolder een onderzoek laten uitvoeren [14]. Op basis van dit onderzoek en de ontwerpfiguur in figuur 14 is de benodigde dikte vastgesteld op 20 cm. Hierbij is rekening gehouden met eisen ten aanzien van de berijdbaarheid ten behoeve van onderhoud en eventuele reparaties door de beheerder.

5.4 Ecologische toepasbaarheid

De ecologische toepasbaarheid is een randvoorwaarde bij de voorselectie.

5.5 Landschapsvisie

In de Algemene nota [1] is aangegeven dat nadrukkelijk rekening gehouden moet worden met de Landschapsvisie Westerschelde [13]. Dit houdt voor het ontwerp het volgende in:

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 toepassen van donkere materialen in de ondertafel en lichte materialen in de boventafel. Indien waterbouwasfaltbeton wordt toegepast, is het aanbrengen van een grijze slijtlaag op de waterbouwasfaltbeton gewenst. Hetzelfde geldt voor een onderhoudsstrook van grindasfaltbeton.
3. Verticale overgangen zo min mogelijk in de boven- en ondertafel laten samenvallen;
4. Toepassen van een onderhoudsstrook met een doorgroeibare verharding, bijvoorbeeld door gebruik van het vrijkomende graniet
5. Bij voorkeur de bovenzijde van de boventafel bestrooien met grond en eventueel met graszaad. Hierbij de aansluiting met eventueel aanwezig voorland meenemen. De breedte van de in te strooien strook wordt afhankelijk gesteld van de golfoploop onder gemiddelde getijomstandigheden.

Het dijktraject van de Mosselbanken grenst aan de westzijde aan het traject van de Paulinapolder. De gekozen bekledingen in dijkvak 127d van de Mosselbanken, op de boventafel en de berm, moeten bij de verbetering van de dijken van de Paulinapolder als alternatieven in de afweging worden meegenomen. Het detailadvies van de Dienst Landelijk Gebied is opgenomen in bijlage 4.

5.6 Afweging en keuze

In tabel 5.7 zijn de gekozen alternatieven gegeven voor de nieuw aan te brengen bekleding over het gehele dijktraject van de Mosselbanken. Een bovenaanzicht van de alternatieven is gegeven in figuur 4.

Tabel 5.7 Alternatieven voor het gehele dijktraject

Dijkvak	Bekleding	Ondergrens [NAP + m]	Bovengrens [NAP + m]
Alternatief 1			
127a	<ul style="list-style-type: none"> • gekantelde betonblokken • betonzuilen 	2 6 -	6 - ¹⁾ 6 ¹⁾
127b	<ul style="list-style-type: none"> • hergebruik graniet 0,33 m • betonzuilen 	1,2 2	2 6
127c	<ul style="list-style-type: none"> • betonzuilen 	2	6
127d	<ul style="list-style-type: none"> • gekantelde betonblokken • betonzuilen 	3,7 6 -	6 - 6
Alternatief 2			
127a	<ul style="list-style-type: none"> • gekantelde betonblokken • betonzuilen 	2 3,6	3,6 6
127b	<ul style="list-style-type: none"> • hergebruik graniet 0,33 m • gekantelde betonblokken • betonzuilen 	1,2 2 3,6	2 3,6 6
127c	<ul style="list-style-type: none"> • gekantelde betonblokken • betonzuilen 	2 3,6	3,6 6
127d Variant 2a	<ul style="list-style-type: none"> • betonzuilen 	3,7	6
127d Variant 2b	<ul style="list-style-type: none"> • gekantelde betonblokken • betonzuilen 	3,7 6 -	6 - 6
Alternatief 3			
127a	<ul style="list-style-type: none"> • gekantelde betonblokken • waterbouwasfaltbeton 	2 3,6	3,6 6
127b	<ul style="list-style-type: none"> • hergebruik graniet 0,33 m • gekantelde betonblokken • waterbouwasfaltbeton 	1,2 2 3,6	2 3,6 6
127c tot dp 64	<ul style="list-style-type: none"> • gekantelde betonblokken • waterbouwasfaltbeton 	2 3,6	3,6 6
127c na dp 64	<ul style="list-style-type: none"> • gekantelde betonblokken • betonzuilen 	2 3,6	3,6 6
127d Variant 3a	<ul style="list-style-type: none"> • betonzuilen 	3,7	6
127d Variant 3b	<ul style="list-style-type: none"> • gekantelde betonblokken • betonzuilen 	3,7 6 -	6 - 6

¹⁾ 6- = net onder de berm, 6 = tot op de berm

De alternatieven zijn op de volgende aspecten tegen elkaar afgewogen:

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

Uitvoering

Alternatief 1 scoort het beste op uitvoering, omdat tegelijkertijd betonzuilen en gekantelde blokken kunnen worden aangebracht en omdat, afhankelijk van de beschikbare hoeveelheid betonblokken, met de verticale grens tussen dijkvak a en dijkvak b kan worden gevarieerd.

Bij Alternatief 3 moet extra aandacht worden besteed aan de aansluiting van de waterbouwasfaltbeton op de gekantelde blokken en op de onderliggende kleilaag.

Hergebruik

Bij de alternatieven 1, 2b en 3b wordt een grotere hoeveelheid betonblokken hergebruikt.

Milieu, landschap en beheer

Alleen in dijkvak c van de alternatieven 2 en 3 is sprake van de herstel van natuurwaarden (gekantelde blokken). In de overige dijkvakken en bij Alternatief 1 is sprake van verbetering.

Landschappelijk gezien, scoort Alternatief 1 het hoogst, omdat de bekleding goed aansluit op dijkvak 126 en het aantal verschillende bekledingen wordt beperkt. Waterbouwasfalt en versnippering scoren laag bij beheer. Uitgaande van bestaande plannen om nieuwe steigers en remmingwerken langs de glooiing te bouwen en/of de containerterminal aan de Braakmanhaven uit te breiden, is een beperking van het aantal voorkomende bekledingstypen gewenst. Bij een uniforme bekleding kunnen de aansluitingen tussen de steigers en remmingwerken en de bekledingsconstructie overal gelijk worden uitgevoerd.

Kosten

De kosten zijn het laagst bij de alternatieven met het meeste hergebruik. Daarnaast is waterbouwasfaltbeton goedkoper dan betonzuilen. Alternatief 3b is de goedkoopste oplossing.

In tabel 5.8 is de afweging samengevat. In de laatste kolom wordt het voorkeursalternatief gekozen, dat in hoofdstuk 6 wordt uitgewerkt.

Er zijn geen alternatieven uitgewerkt met patroongepentreeerde of 'vol en zat' gepentreeerde breuksteen, omdat deze in vergelijking met de bekledingen uit tabel 5.7 minder aantrekkelijk zijn, wat betreft hergebruik, milieu, landschap, beheer en kosten.

Tabel 5.8 Afweging alternatieven

Alternatief	Uitvoering	Hergebruik	Milieu	Landschap	Beheer	Kosten ²⁾ (mln)	Voorkeur
1	+ ¹⁾	++	0	++	+	1,0	X
2a	-	--	-	+	0	2,1	
2b	--	++	-	+	-	1,1	
3a	--	--	-	--	--	0,9	
3b	--	++	-	--	--	0	

- 1)
 ++ = zeer goed
 + = goed
 0 = neutraal
 - = slecht
 -- = zeer slecht

- 2) Dit is het kostenverschil met het goedkoopste alternatief, dat wil zeggen 3b.

Onderhoudsstrook

Voor de onderhoudsstrook bestaan twee alternatieven: een strook opgebouwd uit grindasfaltbeton en een strook opgebouwd uit de vrijkomende graniet (zie figuur 15). Een strook van grindasfaltbeton is technisch eenvoudiger uit te voeren dan een strook van graniet. Bij granietblokken, die worden gezet, moet rekening gehouden worden met de variërende dikte van de blokken en de opsluiting.

Een strook van graniet scoort beter op hergebruik en op landschap en milieu. Dit laatste omdat begroeiing mogelijk is. Voor het beheer bestaat geen voorkeur.

Verwacht wordt dat de totale kosten van een strook met graniet gelijk zijn aan of enigszins hoger liggen dan die van grindasfaltbeton.

In de dimensionering wordt gekozen voor een granietbekleding.

6. DIMENSIONERING

Uitgaande van de bekledingstypen volgens tabel 5.7, is het ontwerp van Alternatief 1 in detail uitgewerkt. Een glooiingskaart van het resulterend ontwerp van het dijkvak is weergegeven in figuur 5. De resulterende dwarsprofielen zijn weergegeven in de figuren 10 t/m 13. In dit hoofdstuk wordt de dimensionering beschreven per constructie-onderdeel, in de richting van de kreukelberm naar het bovenbeloop. Voor achtergrondinformatie wordt verwezen naar de Handleiding Ontwerpen [11].

6.1 Kreukelberm en teenschot

Over het gehele traject blijft de onderste zone van de ondertafel gehandhaafd, dat wil zeggen dat geen nieuwe kreukelberm en teenconstructie hoeven te worden aangebracht.

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 uitvullaag. Voor afschuiving is van belang dat de dikte van de gehele bekleding, inclusief onderliggende kleilaag, voldoende groot is. De weerstand van de bekleding tegen materiaaltransport wordt verkregen door het geokunststof dat onder de bekleding wordt aangebracht.

6.2.1 Toplaag van betonzuilen

In paragraaf 5.3.3 is vastgesteld dat betonzuilen in constructieve zin ruimschoots toepasbaar zijn in het hele dijktraject dat is beschouwd. Voor die delen waar betonzuilen worden aangebracht (zie tabel 5.7) 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/m^3 . De uiteindelijke keuze wordt bepaald door overwegingen van kosten, uitvoeringstechniek en beheersaspecten. Ten behoeve van de detaillering worden daarom per dijkvak de lichtst mogelijke, praktisch leverbare zuiltypen vastgesteld.

De resultaten staan in tabel 6.1.

Tabel 6.1 Mogelijke typen betonzuilen

Dwarsprofiel/dijkvak	Helling	Type betonzuil onder NAP + 3 m [m] / [kg]	Type betonzuil boven NAP + 3 m [m] / [kg]
1 / 127a	1:4,1	0,35 / 2300 0,30 / 2400 0,25 / 2700	0,40 / 2300 0,35 / 2400 0,30 / 2600 0,25 / 2900
2 / 127b	1:4,1	0,40 / 2300 0,35 / 2400 0,30 / 2700	0,45 / 2300 0,40 / 2500 0,35 / 2700 0,30 / 2900
3 / 127c	1:4,1	0,40 / 2300 0,35 / 2400 0,30 / 2600 0,25 / 2900	0,45 / 2300 0,40 / 2400 0,35 / 2600 0,30 / 2800
4 / 127d	1:4,1	n.v.t.	0,40 / 2300 0,35 / 2400 0,30 / 2600 0,25 / 2900

Rekening houdend met kostenverschillen, wordt in principe voor de lichtste zuil gekozen. Gelet op beheer, is het ongewenst dat visueel identieke zuilen, met dezelfde hoogte en verschillende dichtheden in één profiel (onder elkaar) worden toegepast. Het naast elkaar toepassen van deze zuilen kan, indien zo de dikte van de uitvulling kan worden gehandhaafd (gelijke constructiehoogte). De uiteindelijk gekozen zuiltypen staan in tabel 6.2.

Tabel 6.2 Gekozen typen betonzuilen

Dwarsprofiel/dijkvak	Helling	Type betonzuil onder NAP + 3 m [m] / [kg]	Type betonzuil boven NAP + 3 m [m] / [kg]
1 / 127a	1:4,1	0,35 / 2300	0,40 / 2300
2 / 127b	1:4,1	0,40 / 2300	0,45 / 2300
3 / 127c	1:4,1	0,40 / 2300	0,45 / 2300
4 / 127d	1:4,1	n.v.t.	0,40 / 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 gedetailleerde informatie over de uitgevoerde stabiliteitsberekeningen is opgenomen in bijlage 2.

6.2.2 Toplaag van gekantelde betonblokken

Uitgaande van Alternatief 1 worden gekantelde betonblokken toegepast in vak 127a en vak 127d volgens tabel 5.7.

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 5.6. In zowel dijkvak 127a als 127d kunnen beide diktes van de vrijkomende betonblokken (0,20m/0,25m) over het gehele dwarsprofiel worden aangebracht.

6.2.3 Toplaag van graniet

Uit berekeningen met ANAMOS blijkt dat de zwaardere granietblokken, met een dikte van 0,33 m (bestekswaarde), die vrijkomen uit de bocht in dijkvak 127c, kunnen worden aangebracht in vak 127b tot aan de gewenste bovengrens van NAP + 2,0 m. In deze berekeningen is de bestaande taludhelling aangehouden van 1:3,7 en is alleen een correctie van 0,2 voor de uitvoeringstolerantie in rekening gebracht.

6.2.4 Uitvullaag

De granulaire uitvullaag onder de toplaag is voornamelijk van belang voor de uitvoering. Gelet op stabiliteit en uitvoering, moet het materiaal van 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. Dezelfde sortering wordt aanbevolen voor de granietblokken.

De sortering 16/32 mm dient in het bestek te worden voorgeschreven. In de ontwerpberekeningen wordt uitgegaan van een bijbehorende waarde voor de D_{15} van 20 mm. Dit is een conservatieve benadering. De werkelijke waarde van de D_{15} is circa 17 mm.

Bij de plaatsing van gekantelde blokken wordt een sortering van 4/20 mm toegepast. De bijbehorende waarde voor D_{15} is circa 5 mm.

De minimale laagdikte waarin steenslag van bovengenoemde sorteringen kan worden aangebracht, in uitvoeringstechnisch opzicht, 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.

6.2.5 Geokunststof

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

De belangrijkste eis aan het geokunststof op deze locatie is het voorkomen van uitspoeling van het basismateriaal door de toplaag heen. Maatgevend voor dit verschijnsel is de poriegrootte O_{90} . Conform de eerder uitgevoerde dijkvakken van 1997-2000 wordt gekozen voor een vlies met een gegarandeerde maximum maaswijdte (O_{90}) van $100 \mu\text{m}$, op grond van de overweging dat de zanddoorlatendheid van nog fijnere materialen niet goed te testen is en omdat fijnere materialen niet standaard leverbaar zijn. Bovendien is met proeven aangetoond dat de werkelijke doorlatendheid van het gekozen materiaal kleiner dan $64 \mu\text{m}$ is.

Het geokunststof type 1 moet voldoen aan de eisen uit tabel 6.3.

Tabel 6.3 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 de 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, waardoor een overlap van minimaal 1 m ontstaat met het geokunststof onder de werk- en onderhoudsstrook.

6.2.6 Basismateriaal

De totale dikte van het pakket, 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. De minimaal vereiste diktes die zijn berekend voor de nieuw aan te brengen bekledingen, zijn gegeven in tabel 6.4.

In het onderhavige geval wordt een relatief dunne bekleding van betonblokken en graniet vervangen door gekantelde blokken en betonzuilen. Dit heeft tot gevolg dat een deel van de onderliggende lagen klei en mijnsteen wordt afgegraven. Het is aannemelijk dat de kleilaag op het overgrote deel van de boventafel, ter plaatse van de gekantelde blokken en de betonzuilen, niet voldoende dik zal zijn, na afgraving. Geadviseerd wordt de dikte van de kleilaag op te meten, wanneer deze niet bekend is. Indien de aangetroffen 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 of mijnsteen na aanvullen minimaal 0,80 m bedragen.

Tabel 6.4 Minimale laagdiktes klei/mijnsteen

Dijkvak	Toplaag	Minimale laagdikte klei/mijnsteen [m]
127a	gekantelde blokken	0,50
	betonzuilen 0,40/2300	0,69
127b	granietblokken	0,62
	betonzuilen 0,45/2300	0,64
127c	betonzuilen 0,45/2300	0,64
127d	gekantelde blokken	0,50
	betonzuilen 0,40/2300	0,69

6.3 Overgangsconstructies

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

1. Gekantelde betonblokken boven granietblokken (vak 127a, vak 127d);
2. Betonzuilen boven gekantelde betonblokken (vak 127a, vak 127d);
3. Betonzuilen boven (herzette) granietblokken (vak 127b, vak 127c).

Bij de overgang tussen de gekantelde betonblokken of betonzuilen en de onderliggende granietblokken moet een overgangsconstructie wordt aangebracht. Een bekleding van betonzuilen kan zonder overgangsconstructie op een bekleding van gekantelde betonblokken worden aangesloten.

Ook zijn de volgende verticale overgangen te onderscheiden:

1. Betonzuilen naast gekantelde blokken (dp 60(+10m), dp 71);
2. Betonzuilen naast graniet (dp 71).

De bekledingen worden zo goed mogelijk tegen elkaar aangesloten. Eventueel worden te grote kieren gepenetreerd met beton.

6.4 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 bekleding wordt over een lengte van 1 m op de berm doorgezet.

De gekozen bekledingstypen voor deze overgang zijn in de vorige hoofdstukken reeds besproken. Met betrekking tot de uitvullaag en de geokunststof wordt aangesloten bij de constructie volgens paragraaf 6.2.

6.5 **Berm**

Aansluitend op de beschreven bekleding van betonzuilen wordt op de berm een onderhoudstrook, 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 6.5). Deze strook wordt na de uitvoering niet verwijderd, maar afgewerkt tot een definitieve onderhoudstrook.

Tabel 6.5 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 filtersnelheid 10 mm/s)
poriegrootte O_{90}	≤ 350 μ m
levensduurverwachting	type B (NEN 5132)
sterkte naaiaad	≥ 50 % van breuksterkte geokunststof

De toplaag van de definitieve strook wordt opgebouwd uit de granietblokken, die zijn vrijgekomen op het talud (of aanwezig zijn in depot). Deze blokken moeten stabiel zijn onder de maatgevende hydraulische belastingen. De vereiste minimale dikte van de blokken bedraagt 0,20 m (zie bijlage 2.2). Onder de blokken wordt een filterlaag aangebracht van 0,10 m steenslag 16/32 mm.

Gegeven een verdichte fundering van fosforslakken, stelt het toekomstige gebruik van de onderhoudstrook geen aanvullende sterkte-eisen. De onderhoudstrook zal niet toegankelijk zijn voor fietsers.

Aan de randen van de granietbekleding worden betonbanden toegepast, ten behoeve van een rechte afwerking en ter voorkoming van het uitspoelen van de onderliggende steenslag. De ruimte tussen de betonband en de aansluitende taludbekleding van betonzuilen dient met beton te worden gepenetreerd.

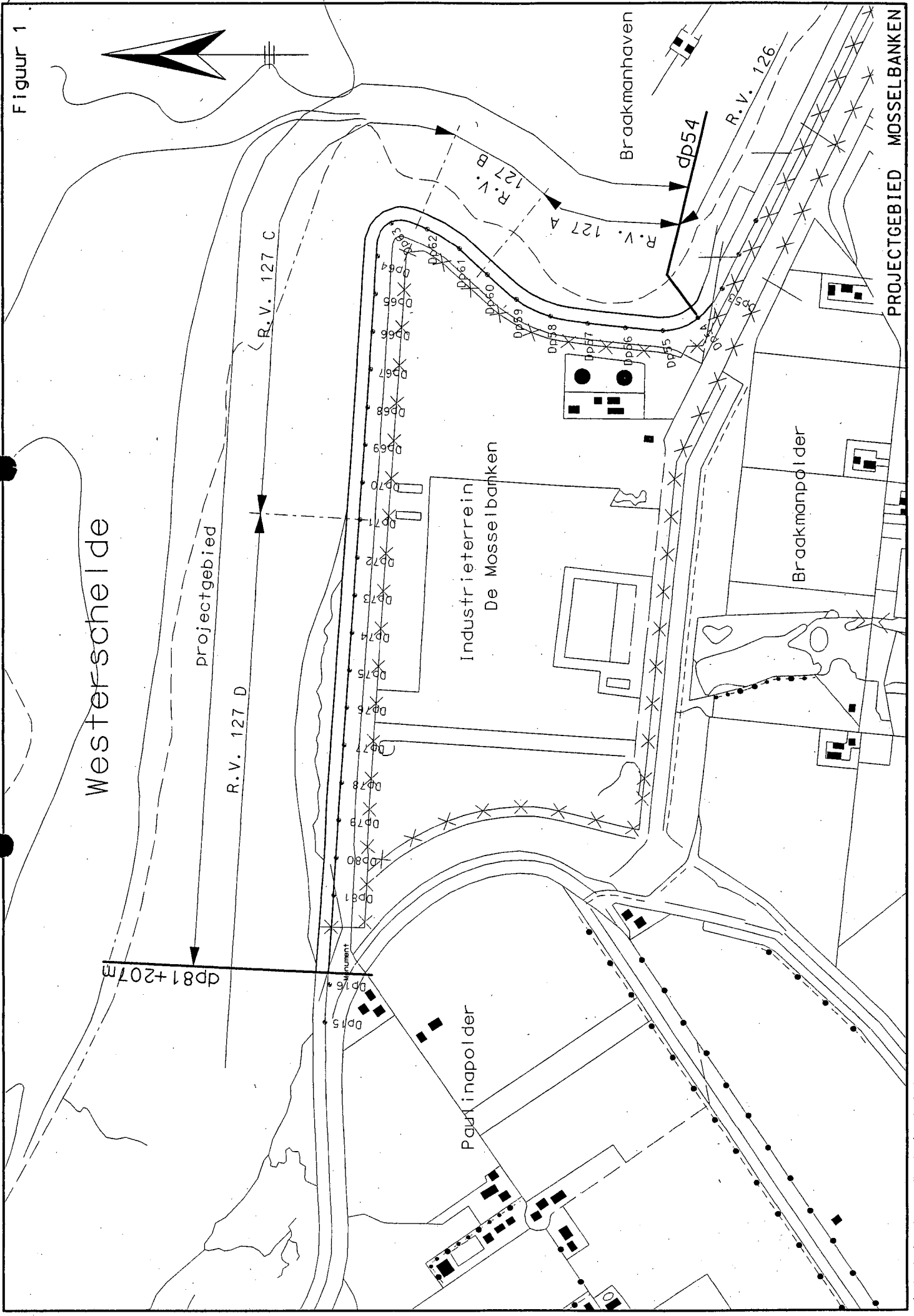
7. **AANDACHTSPUNTEN VOOR BESTEK EN UITVOERING**

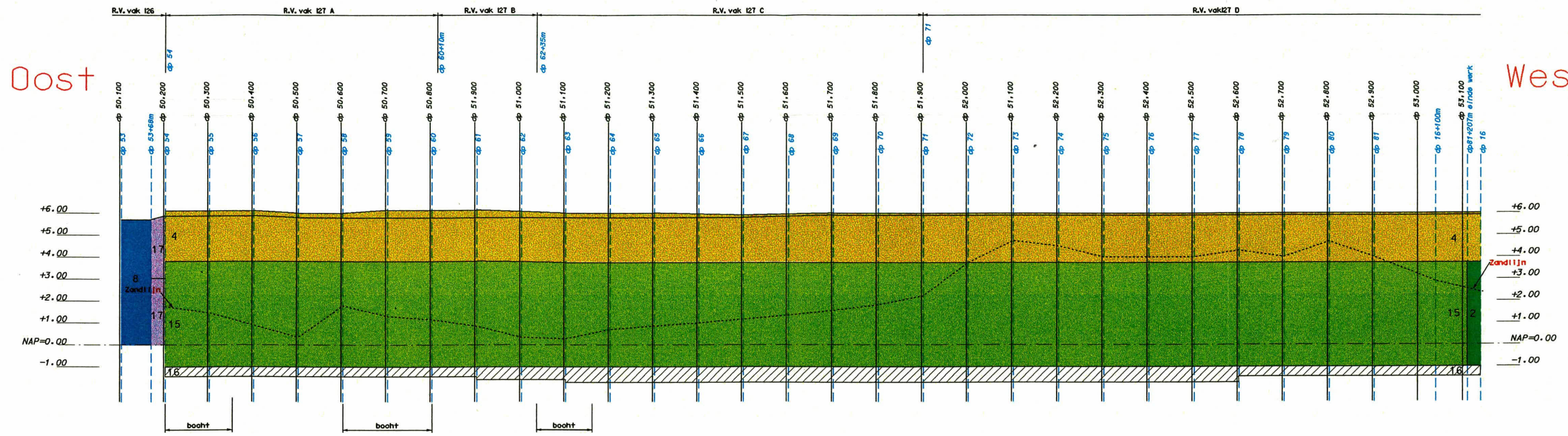
- Aangezien de granietblokken in de ondertafel van 127a als 'voldoende' zijn beoordeeld tot NAP + 2,0 m, en niet hoger, moeten de bovenliggende granietblokken minimaal tot NAP + 2,0 m worden verwijderd.
- Ten behoeve van het herstel van de granietbekleding in dijkvak 127b, tot aan NAP + 2,0 m, moeten de zwaardere blokken worden gebruikt die vrijkomen uit de bocht in dijkvak 127c (bestekswaarde steendikte: 0,33 m).
- De ronding tussen de boventafel en de berm wordt volgens het ontwerp uitgevoerd in betonzuilen. Wanneer feitelijk voldoende betonblokken beschikbaar zijn, moet deze ronding met gekantelde blokken worden uitgevoerd.
- Het verdient de voorkeur de overgangsconstructie tussen de graniet en de gekantelde blokken of betonzuilen te penetreren met beton, en niet met asfalt, om kleurverschillen te voorkomen.
- Aanbevolen wordt de vrijkomende schuine betonbanden uit de bestaande overgangsconstructie op NAP + 3,7 m opnieuw te gebruiken in de nieuwe overgangsconstructie.

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 1 bestaande situatie, dp 57
Figuur 7	Dwarsprofiel 2 bestaande situatie, dp 61
Figuur 8	Dwarsprofiel 3 bestaande situatie, dp 67
Figuur 9	Dwarsprofiel 4 bestaande situatie, dp 77
Figuur 10	Dwarsprofiel 1 nieuwe situatie, dp 57
Figuur 11	Dwarsprofiel 2 nieuwe situatie, dp 61
Figuur 12	Dwarsprofiel 3 nieuwe situatie, dp 67
Figuur 13	Dwarsprofiel 4 nieuwe situatie, dp 77
Figuur 14	Ontwerpgrafiek voor waterbouwasfaltbeton
Figuur 15	Detail onderhoudsstrook

Figuur 1





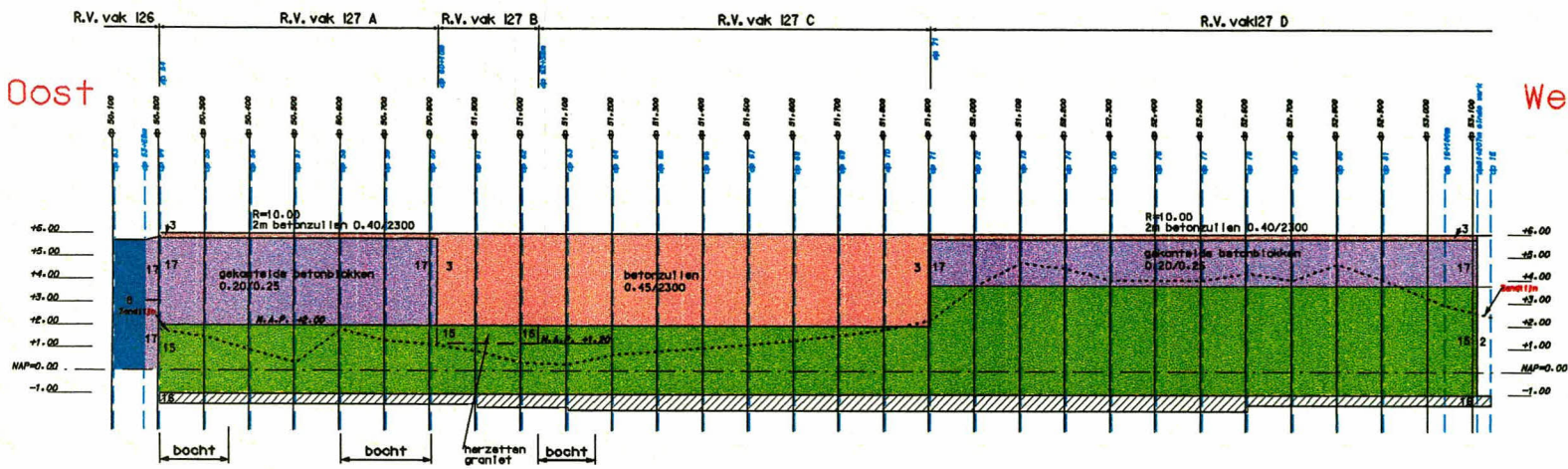
Figuur 2
Glooiingskaart
huidige situatie

- Legenda
- 1 asphalt
 - 2 basalt
 - 3 betonzuilen
 - 4 betonblokken
 - 5 diaboolglooiing
 - 6 doorgroei stenen
 - 7 doornikse steen
 - 8 graniet op gelijk filter
 - 9 haringmanblokken
 - 10 hydroblokken
 - 11 koperslakblokken
 - 12 lessinische steen
 - 13 petite graniet
 - 14 vilvoordse steen
 - 15 granietblokken
 - 16 stortsteen
 - 17 blokken op z'n kant
 - zandlijn
 - - - dp = dp nieuw
 - dp = dp oud

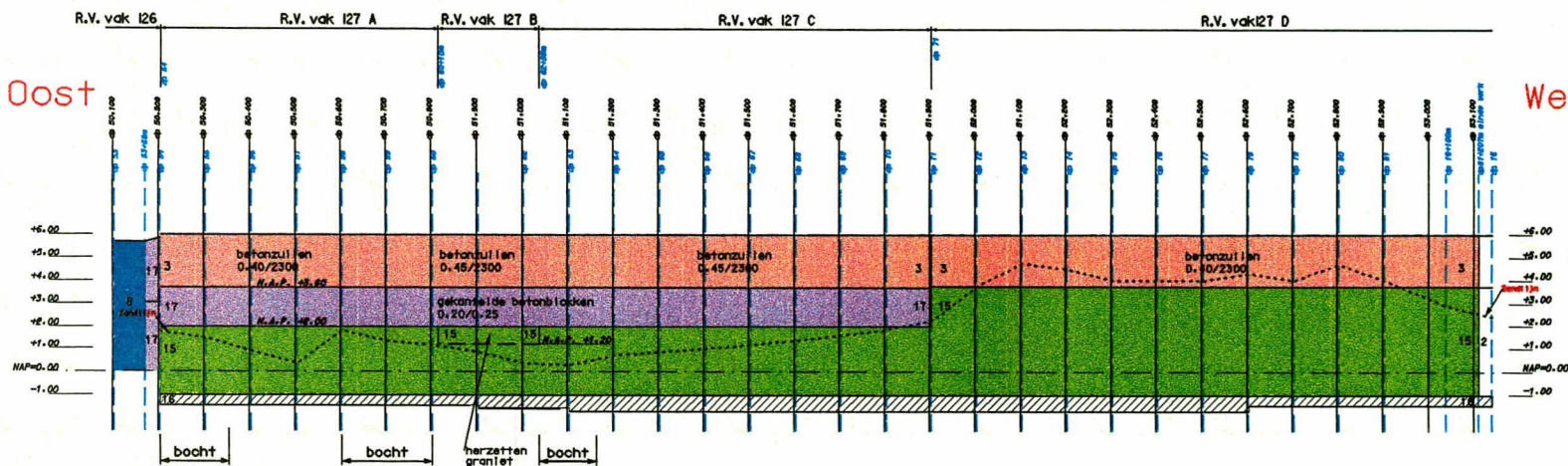
Mosselbanken

Figuur 4

Glooiingskaart ontwerp 1

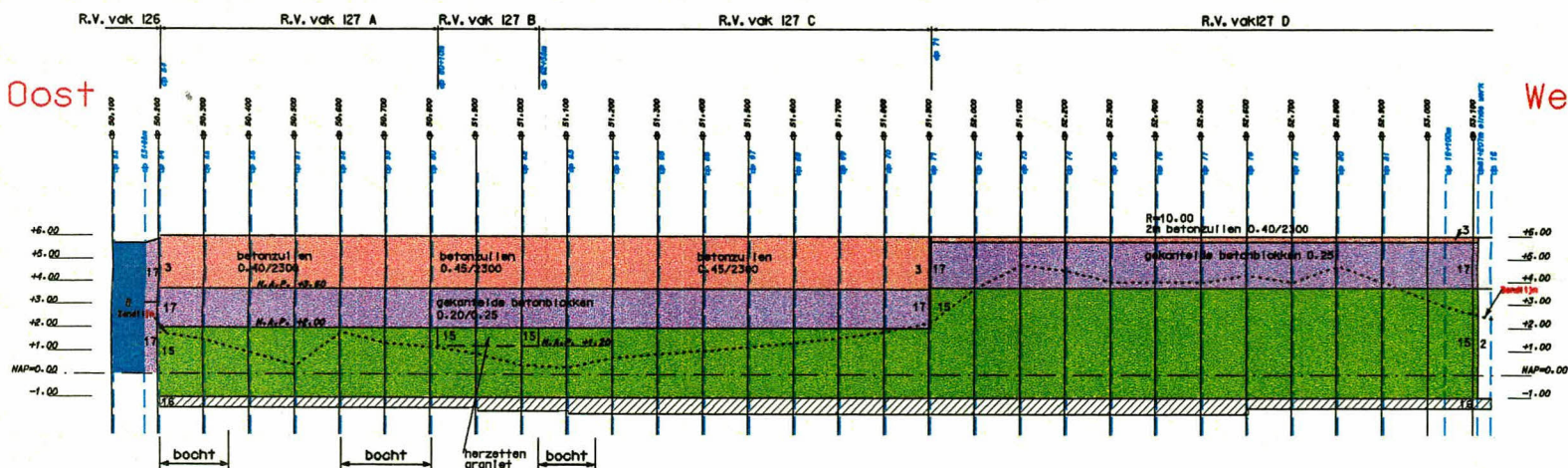


West



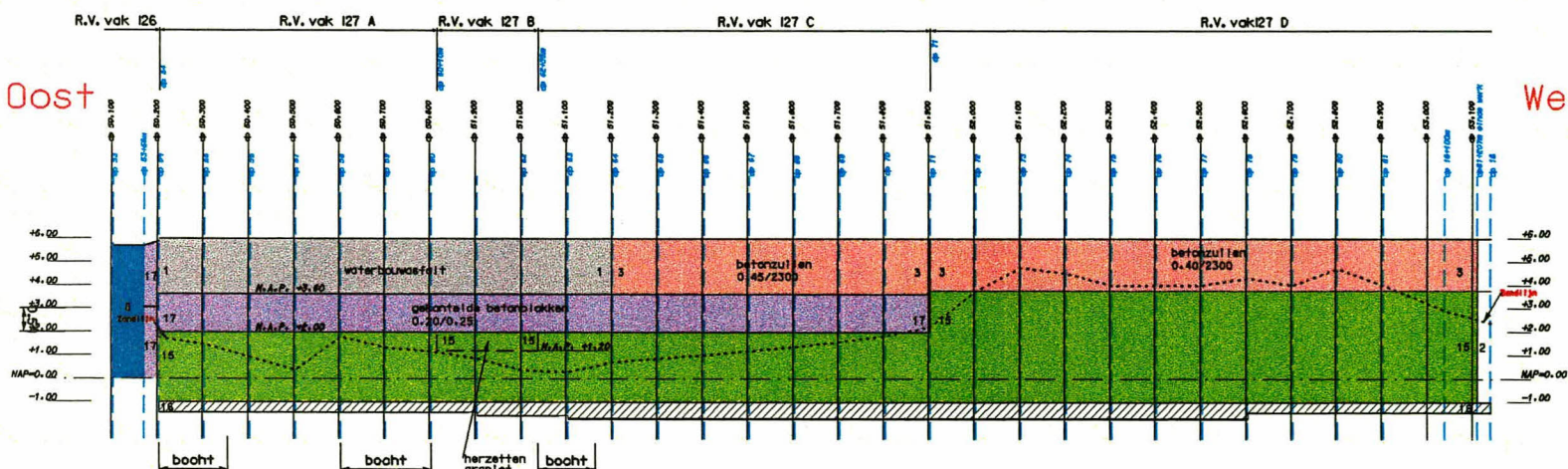
West

Glooiingskaart ontwerp 2A



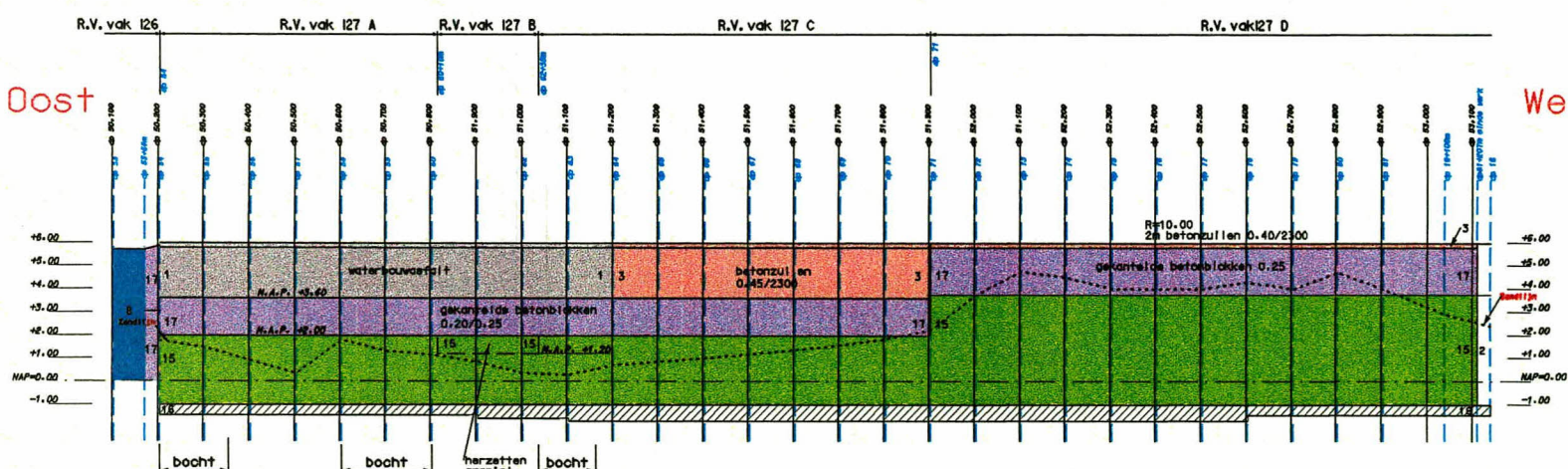
West

Glooiingskaart ontwerp 2B



West

Glooiingskaart ontwerp 3A



West

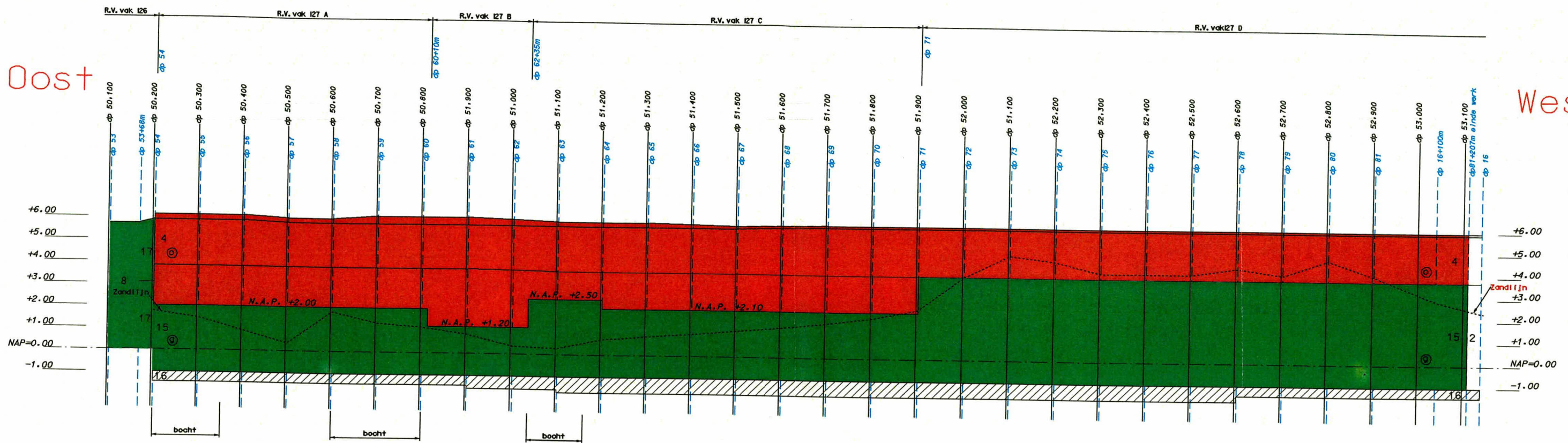
Glooiingskaart ontwerp 3B

- legenda
- 1 asfalt
 - 2 basalt
 - 3 betonzuilen
 - 4 betonblokken
 - 5 diaboolglooiing
 - 6 doorgroei stenen
 - 7 doornikse steen
 - 8 graniet op gelijk filter
 - 9 haringmanblokken
 - 10 hydroblokken
 - 11 koperslakblokken
 - 12 lessinische steen
 - 13 petite graniet
 - 14 vilvoordse steen
 - 15 granietblokken
 - 16 startsteen
 - 17 blokken op z'n kant
 - zandlijn
 - dp = dp nieuw
 - dp = dp oud

datum: 07-08-2001

Oost

West

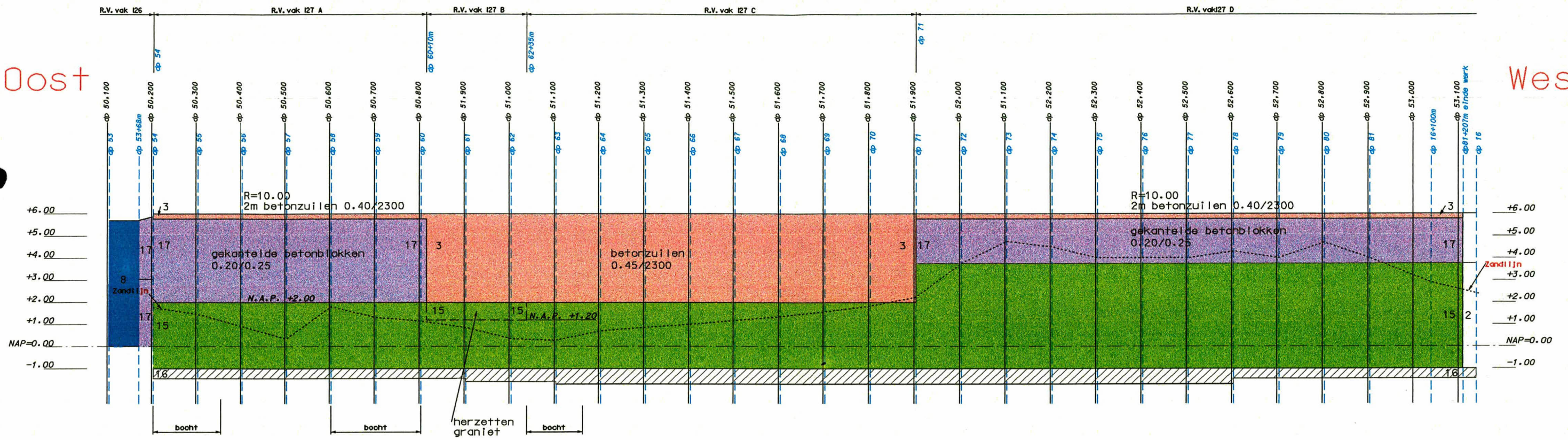


Figuur 3
eindbeoordeling
toetsing

- legenda
- ⓪ goed
 - Ⓢ onvoldoende

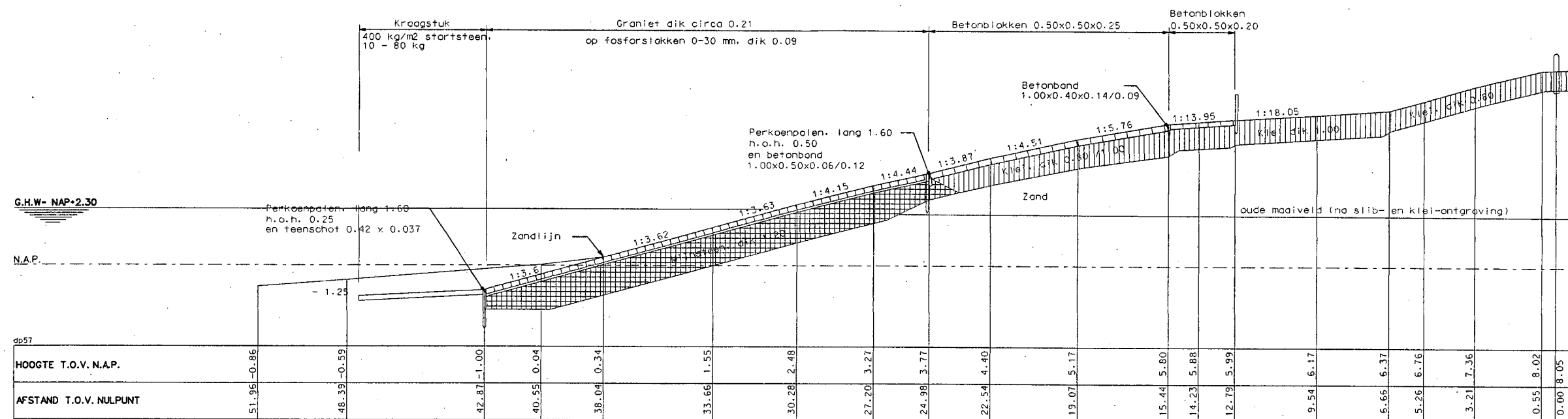
Oost

West

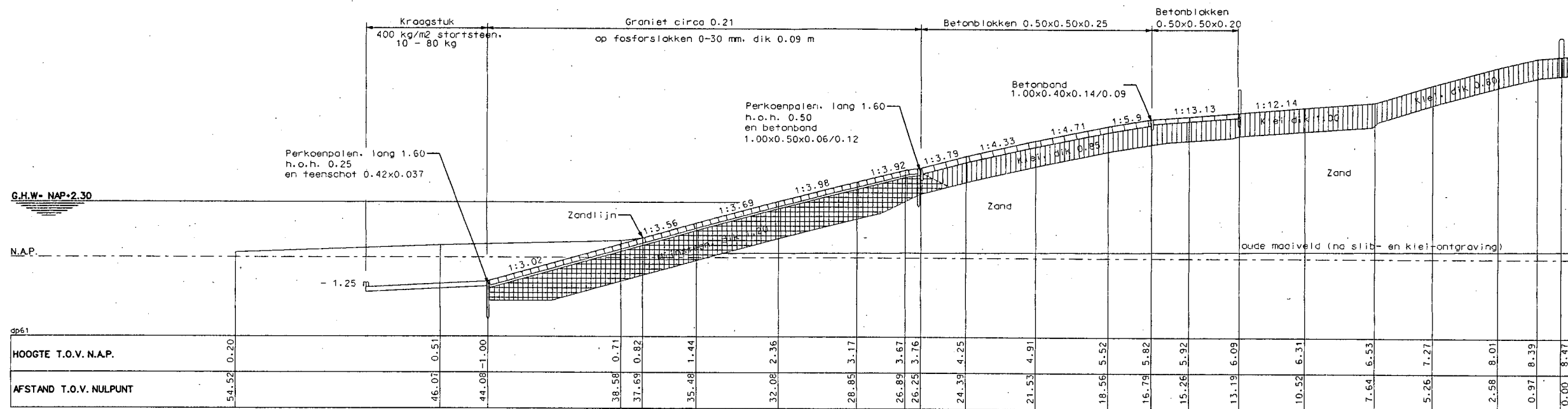


Figuur 5
Glooiingskaart
ontwerp

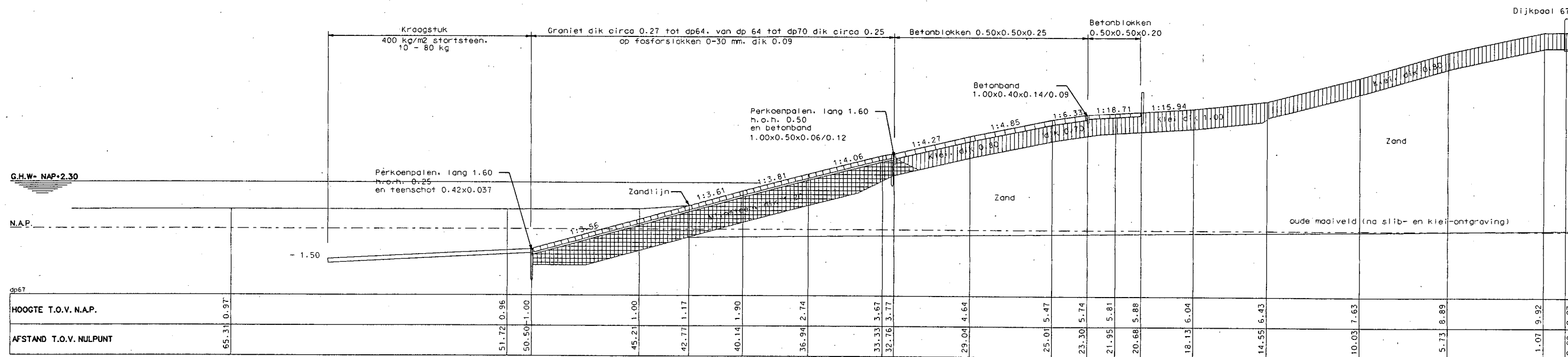
- legenda
- 1 asfalt
 - 2 basalt
 - 3 betonzuilen
 - 4 betonblokken
 - 5 diaboolglooiing
 - 6 doorgroelstenen
 - 7 doornikse steen
 - 8 graniet op gelijk filter
 - 9 haringmanblokken
 - 10 hydraulblokken
 - 11 koperslakblokken
 - 12 lessinische steen
 - 13 petite graniet
 - 14 vilvoordse steen
 - 15 granietblokken
 - 16 stortsteen
 - 17 blokken op z'n kant
 - zandlijn
 - - - dp = dp nieuw
 - dp = dp oud



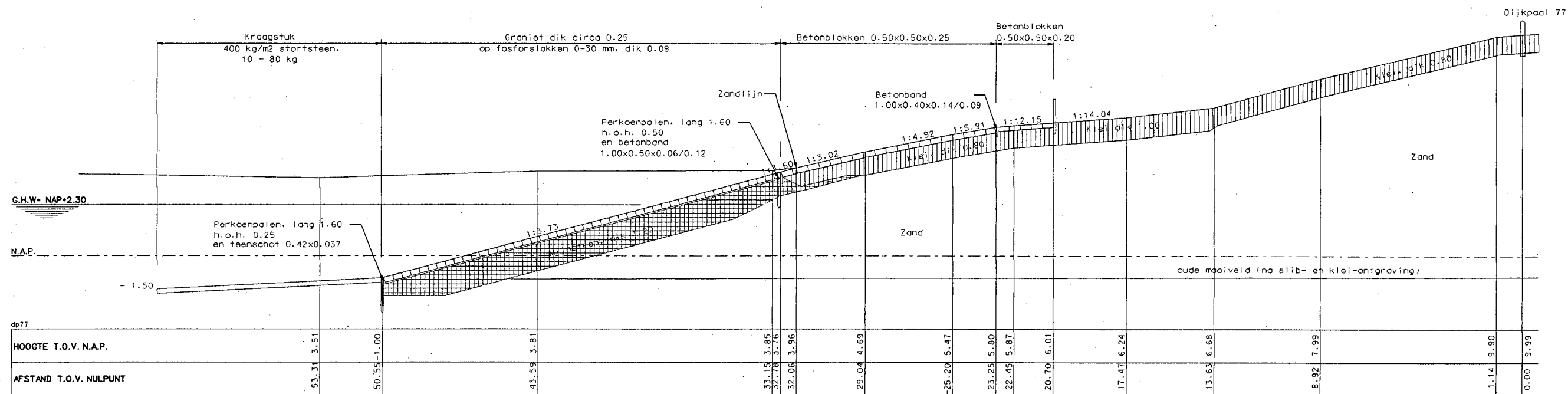
Dwarsprofiel 1 bestaand



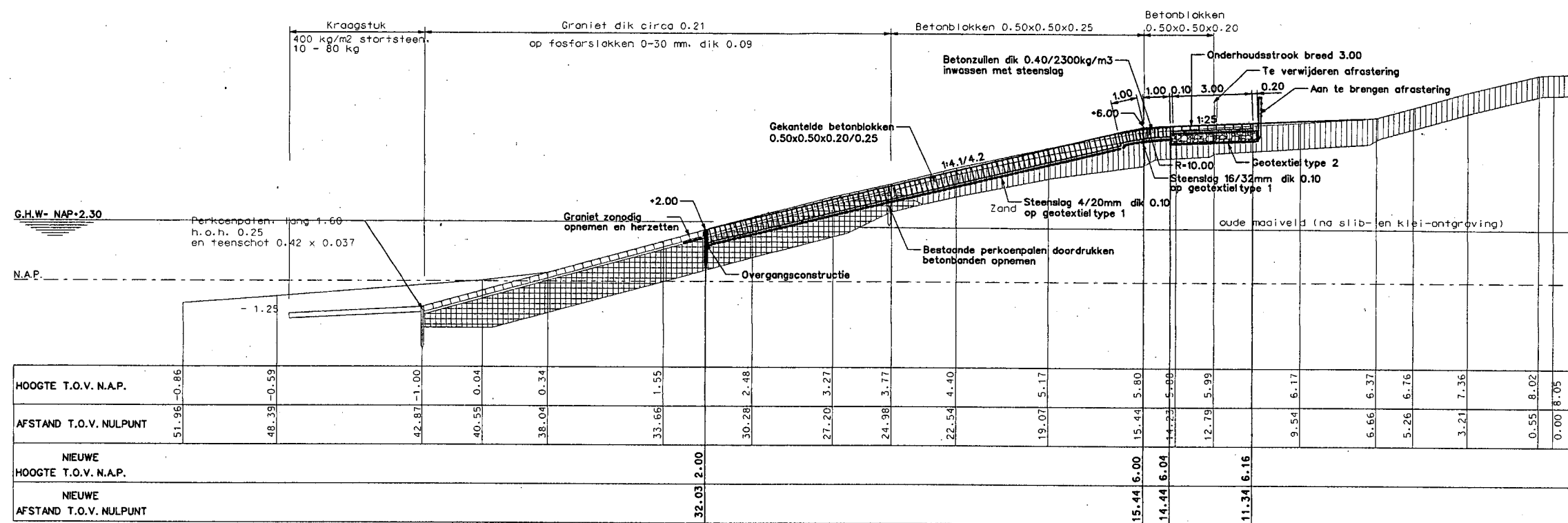
Dwarsprofiel 2 bestaand



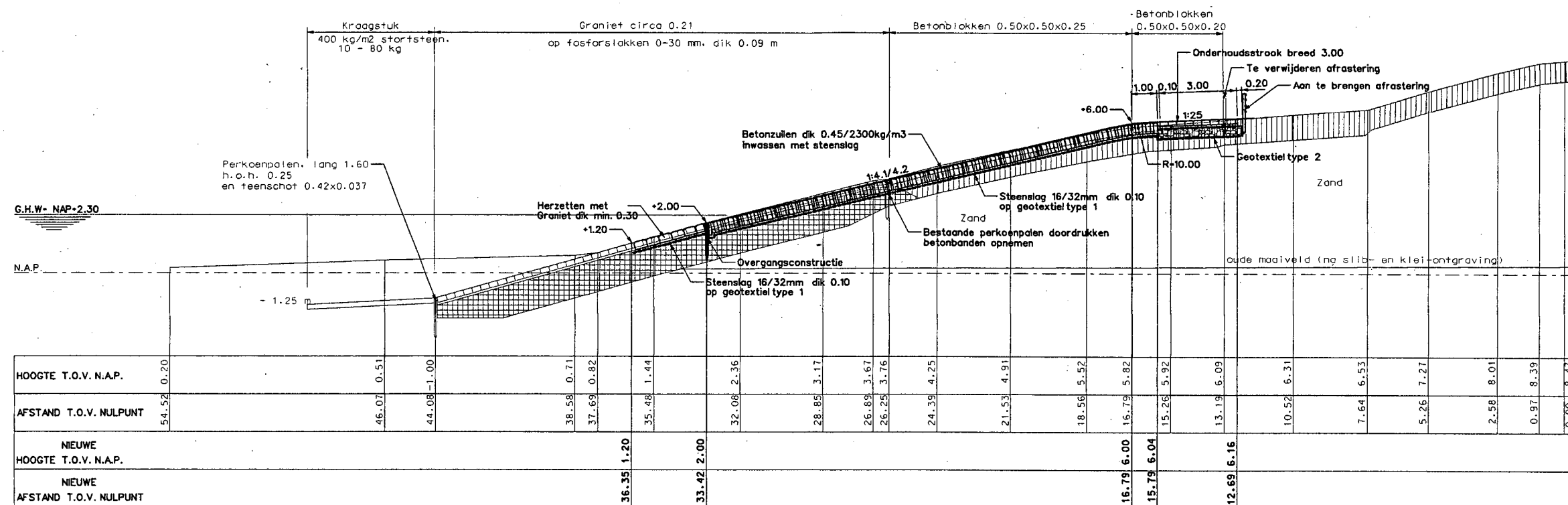
Dwarsprofiel 3 bestand



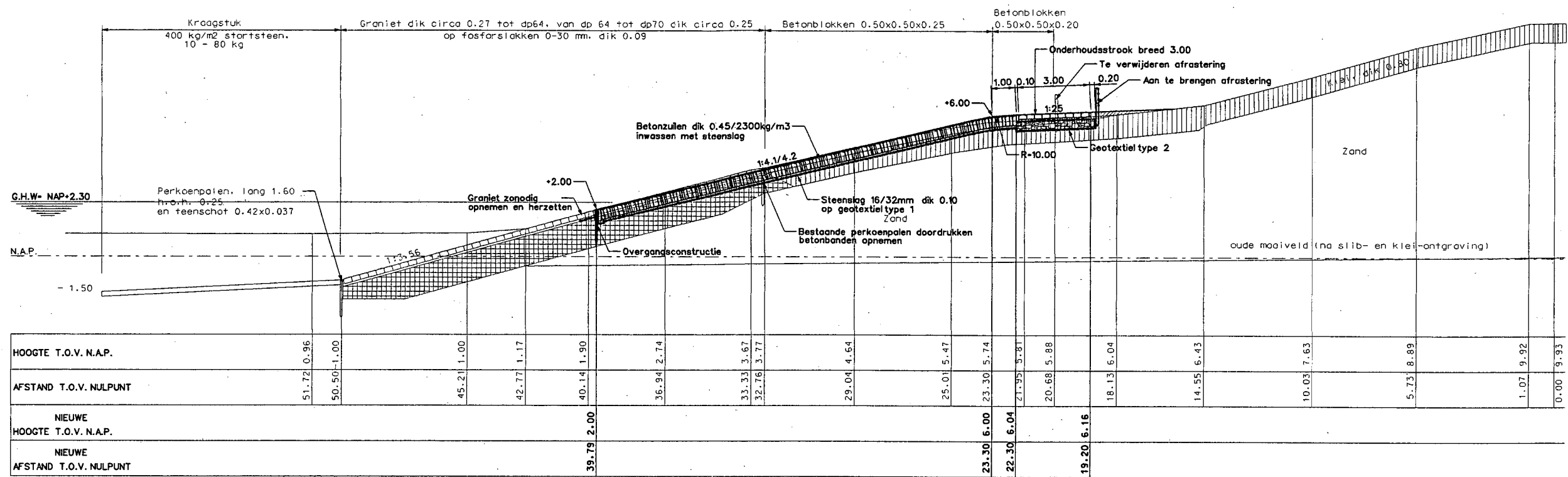
Dwarsprofiel 4 bestand



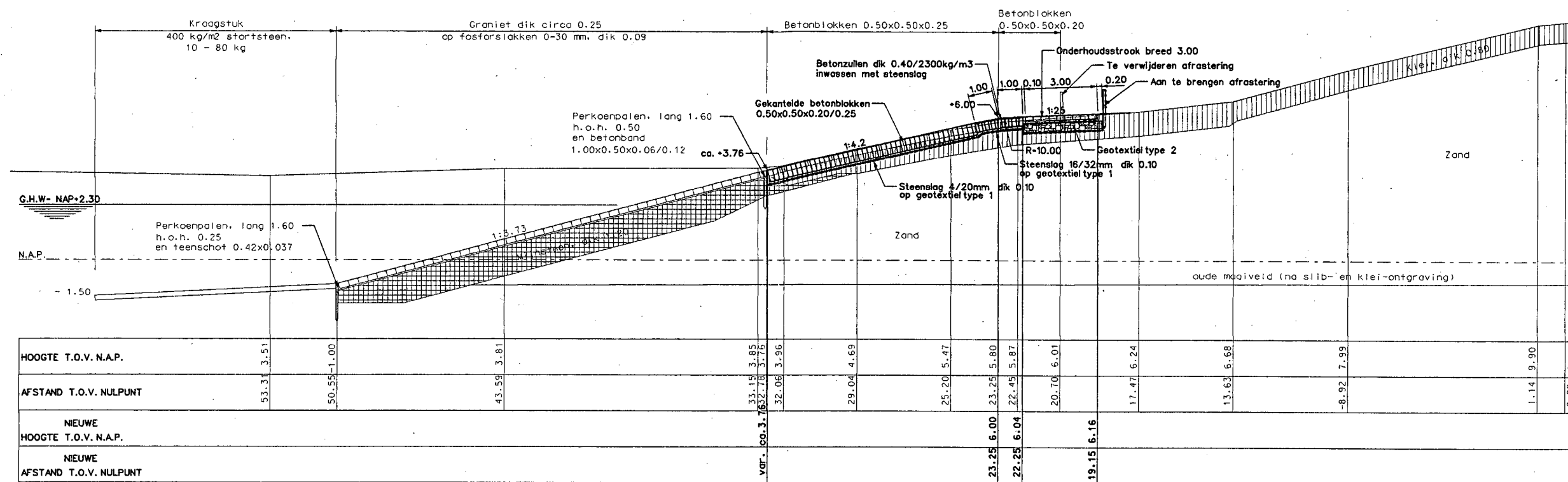
Dwarsprofiel 1 nieuw dp54 tot dp60+10m



Dwarsprofiel 2 nieuw dp60+10m tot dp62+35m

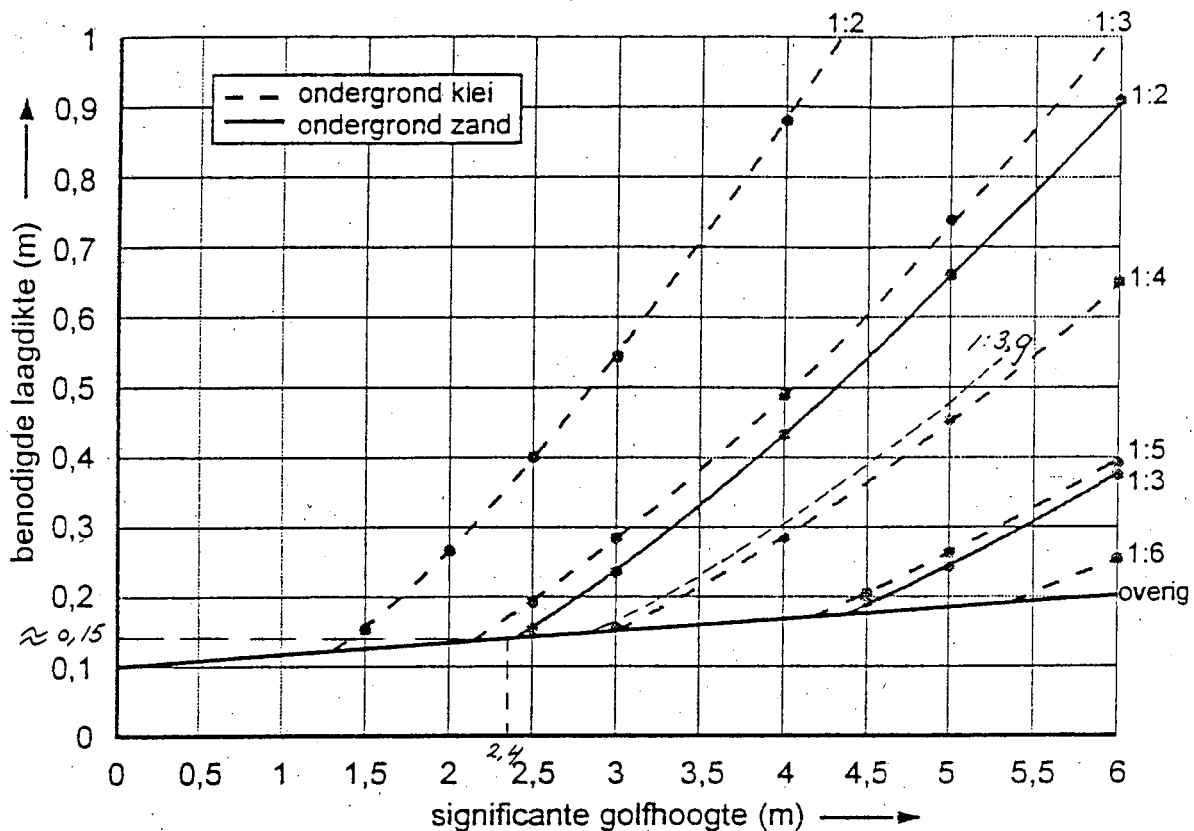


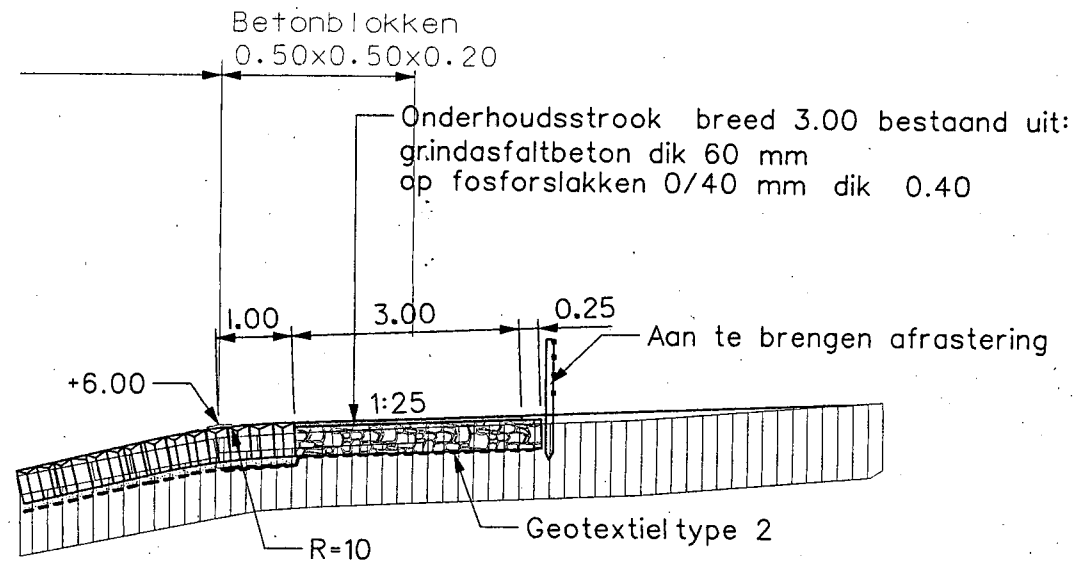
Dwarsprofiel 3 nieuw dp62+35m tot dp71



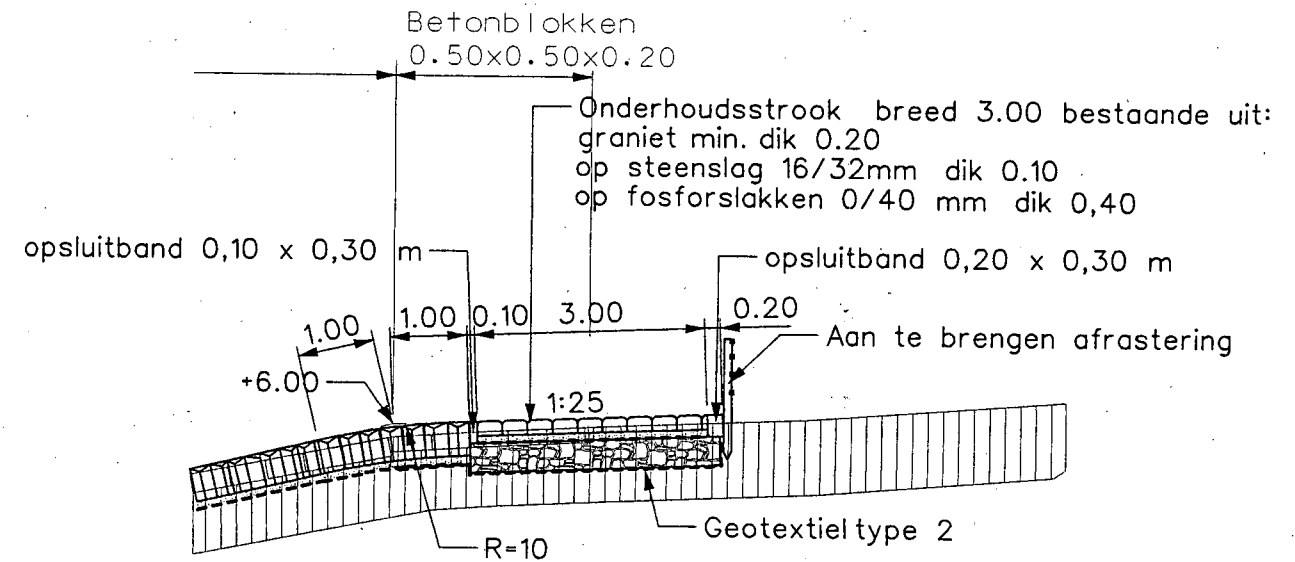
Dwarsprofiel 4 nieuw dp71 tot dp81+207m

Figuur 14 Ontwerpgrafiek waterbouwasfaltbeton





Onderhoudstrook alternatief 1
schaal 1:100



Onderhoudstrook alternatief 2
schaal 1:100

LITERATUUR

- [1] Algemene nota van de werken die in 2001 voorbereid worden
Projectbureau Zeeweringen, Goes, Versie 2, 25-04-2001.
PZDT-R-01.095ontw

- [2] Getijtafels voor Nederland 2001
RIKZ, 2000.

- [3] De basispeilen langs de Nederlandse kust
Rijksinstituut voor Kust en Zee, mei 1995.
RIKZ-95.008

- [3a] Hydraulische randvoorwaarden voor primaire waterkeringen
RIKZ, RIZA, DWW, september 1996.

- [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 (exclusief Walcheren)
Bouwdienst Rijkswaterstaat, Hoofdafdeling Waterbouw, Utrecht,
Versie 17, concept, 23 mei 2001.
PZDT-R-01144-inv

- [6] Leidraad Toetsen op Veiligheid
TAW, Delft, augustus 1999.

- [7] Inventarisatie sterkte gezette taludbekledingen in Zeeland
Grondmechanica Delft, Delft, januari 1997.
Kenmerk 362070/46

- [8] Geavanceerde toetsing Mosselbanken, Fase 1
Geodelft, versie 1, december 2000.
CO-386350/21

- [9] Oplegnotitie toetsing Mosselbanken
Projectbureau Zeeweringen, mei 2001.
PZDT-M-01133-ontw

- [9a] Vrijgavedocument toetsing Mosselbanken
Projectbureau Zeeweringen, juli 2001.
PZDT-M-01211ken

- [10] Rapport 155, Handboek voor dimensionering van gezette taludbekledingen
CUR Gouda, maart 1992.

- [11] Handleiding Ontwerpen Dijkbekledingen, Technische werkwijze van het Projectbureau
Zeeweringen
Werkgroep Kennis, Versie 6, 30-01-2001.
PZDT-R-01.001ken

- [12] Achtergrond bij 'Handleidingen Toetsen en Ontwerpen van Dijkbekledingen'
Werkgroep Kennis, Versie 5, 16-02-2000.
PZDT-R-99479ken
- [13] Landschapsvisie Zeeweringen Westerschelde
Dienst Landelijk Gebied - Zeeland, juli 2001.
- [14] Conceptrapport Ontwerp dijkbekleding Paviljoenpolder
Netherlands Pavement Consultants, 16 juni 2000.
PZDT-B-00170

BIJLAGEN

Bijlage 1	Technische toepasbaarheid
Bijlage 1.1	Betonzuilen
Bijlage 1.2	Gekantelde betonblokken
Bijlage 1.3	Granietblokken
Bijlage 2	Dimensionering
Bijlage 2.1	Betonzuilen
Bijlage 2.2	Granietblokken op berm
Bijlage 3	Detailadvies natuurwaarden
Bijlage 4	Detailadvies landschapsvisie

BIJLAGE 1 TECHNISCHE TOEPASBAARHEID**Bijlage 1.1 Betonzuilen**

De technische toepasbaarheid van betonzuilen wordt beschreven in paragraaf 5.3.3.

Bij de steilst mogelijke ontwerp-taludhelling van 1:4,1 en bij de zwaarste randvoorwaarden (vak 127b) is gecontroleerd of de zwaarst mogelijke betonzuil nog stabiel is.

PARAMETER/ BEREKENING	127b
Golven	
H_s [m]	2,37
T_p [s]	7,17
Talud	
$\cot(\alpha)$ [-]	3,7
f_t [-]	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 ANAMOS	De constructie is stabiel

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 betonblokken is beschreven in paragraaf 5.3.4.

Vlakke blokken 25 cm dik

PARAMETER/ BEREKENING	127a onder NAP + 3 m helling 1:4,1	127a boven NAP + 3 m helling 1:4,1
Golven		
H_s [m]	1,38	1,59
T_p [s]	7,35	7,77
Talud		
$\cot(\alpha)$ [-]	3,7	3,9
f_t [-]	0,5	0,5
Constructietype		
niet ingewassen dichte blokken		
filter		
geotextiel		
basis		
Blokken		
B [m]	0,25	0,25
L [m]	0,50	0,50
D [m]	0,48	0,48
s [mm]	1,0	1,0
ρ_{sm} [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		
γ_s [m]	1,43	1,54
max. topniveau	3,0	6,0
conclusie	De constructie is stabiel	De constructie is stabiel
ANAMOS		

Vlakke blokken 25 cm dik

PARAMETER/ BEREKENING	127b onder NAP + 3 m helling 1:4,1	127b boven NAP + 3 m helling 1:4,1
Golven		
H_s [m]	1,86	1,98
T_p [s]	6,66	6,78
Talud		
$\cot(\alpha)$ [-]	3,7	3,9
f_t [-]	0,5	0,5
Constructietype		
niet ingewassen dichte blokken		
filter		
geotextiel		
basis		
Blokken		
B [m]	0,25	0,25
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]	1,30	1,30
max. topniveau	2,9	3,3
conclusie ANAMOS	De constructie is stabiel	De constructie is stabiel

Vlakke blokken 25 cm dik

PARAMETER/ BEREKENING	127c onder NAP + 3 m helling 1:4,1	127c boven NAP + 3 m helling 1:4,1
Golven		
H_s [m]	1,88	2,00
T_p [s]	6,58	6,70
Talud		
$\cot(\alpha)$ [-]	3,7	3,9
f_t [-]	0,5	0,5
Constructietype		
niet ingewassen dichte blokken		
filter		
geotextiel		
basis		
Blokken		
B [m]	0,25	0,25
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]	1,27	1,27
max. topniveau	3,0	3,5
conclusie ANAMOS	De constructie is stabiel	De constructie is stabiel

Vlakke blokken 25 cm dik

PARAMETER/ BEREKENING	127d boven NAP + 3,7 m helling 1:4,1
Golven	
H_s [m]	1,77
T_p [s]	6,96
Talud	
$\cot(\alpha)$ [-]	3,9
f_t [-]	0,5
Constructietype	
niet ingewassen dichte blokken	
filter	
geotextiel	
basis	
Blokken	
B [m]	0,25
L [m]	0,50
D [m]	0,48
s [mm]	1,0
ρ_m [kg/m ³]	2300
G [-]	1,0
Filter	
b [m]	0,15
D_{15} [mm]	5
n [-]	0,35
EINDRESULTATEN	
Stabiliteit toplaag	
y_s [m]	1,32
max. topniveau	6,0
conclusie	De constructie is stabiel
ANAMOS	

Vlakke blokken 20 cm dik

PARAMETER/ BEREKENING	127a onder NAP + 3 m helling 1:4,1	127a boven NAP + 3 m helling 1:4,1
Golven		
H_s [m]	1,38	1,59
T_p [s]	7,35	7,77
Talud		
$\cot(\alpha)$ [-]	3,7	3,9
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
sm [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 top laag		
ys [m]	1,43	1,54
max. topniveau	3,0	6,0
conclusie	De constructie is stabiel	De constructie is stabiel
ANAMOS		

Vlakke blokken 20 cm dik

PARAMETER/ BEREKENING	127b onder NAP + 3 m helling 1:4,1	127b boven NAP + 3 m helling 1:4,1
Golven		
H_s [m]	1,92	2,10
T_p [s]	6,72	6,90
Talud		
$\cot(\alpha)$ [-]	3,7	3,9
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
sm [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 top laag		
ys [m]	1,32	1,35
max. topniveau	3,0	3,6
conclusie ANAMOS	De constructie is stabiel	De constructie is stabiel

Vlakke blokken 20 cm dik

PARAMETER/ BEREKENING	127c onder NAP + 3 m helling 1:4,1	127c boven NAP + 3 m helling 1:4,1
Golven		
H_s [m]	1,88	2,13
T_p [s]	6,58	6,83
Talud		
$\cot(\alpha)$ [-]	3,7	3,9
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]	1,27	1,33
max. topniveau	3	3,9
conclusie ANAMOS	De constructie is stabiel	De constructie is stabiel

Vlakke blokken 20 cm dik

PARAMETER/ BEREKENING	127d boven NAP + 3,7 m helling 1:4,1
Golven	
H_s [m]	1,77
T_p [s]	6,96
Talud	
$\cot(\alpha)$ [-]	3,9
ft [-]	0,5
Constructietype	
niet ingewassen dichte blokken	
filter	
geotextiel	
basis	
Blokken	
B [m]	0,20
L [m]	0,50
D [m]	0,48
s [mm]	1,0
sm [kg/m ³]	2300
G [-]	1,0
Filter	
b [m]	0,15
D_{15} [mm]	5
n [-]	0,35
EINDRESULTATEN	
Stabiliteit toplaag	
y_s [m]	1,32
max. topniveau	6,0
conclusie	De constructie is stabiel
ANAMOS	

Bijlage 1.3 Granietblokken

PARAMETER/ BEREKENING	127b van NAP + 1,2 m tot NAP + 2,0 m helling 1:3,7
Golven	
H_s [m]	1,59
T_p [s]	6,39
Talud	
$\cot(\alpha)$ [-]	3,5
ft [-]	0,5
Constructietype	
niet ingewassen dichte blokken	
filter	
geotextiel	
basis	
Blokken	
B [m]	0,23
L [m]	0,25
D [m]	0,31
s [mm]	3,0
sm [kg/m ³]	2600
G [-]	1,0
Filter	
b [m]	0,15
D_{15} [mm]	20
n [-]	0,35
EINDRESULTATEN	
Stabiliteit toplaag	
γ_s [m]	1,23
conclusie	De constructie is stabiel
ANAMOS	

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 is de gekozen zuil gecontroleerd met ANAMOS. Slechts de gekozen zuilen zijn in onderstaande tabellen opgenomen.

PARAMETER/ BEREKENING	127a onder NAP + 3 m helling 1:4,1	127a boven NAP + 3 m helling 1:4,1
Golven		
H_s [m]	1,38	1,59
T_p [s]	7,35	7,77
Talud		
$\cot(\alpha)$ [-]	3,7	3,9
ft [-]	0,5	0,5
Constructietype		
niet ingewassen zuilen		
filter		
geotextiel		
basis		
Zuilen		
A_z [m ²]	0,09	0,09
Azo [%]	10	10
D_z [m]	0,35	0,40
sm [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

PARAMETER/ BEREKENING	127b onder NAP + 3 m helling 1:4,1	127b boven NAP + 3 m helling 1:4,1
Golven		
H _s [m]	1,92	2,37
T _p [s]	6,72	7,17
Talud		
cot(α) [-]	3,7	3,9
ft [-]	0,5	0,5
Constructietype		
niet ingewassen zuilen		
filter		
geotextiel		
basis		
Zuilen		
Az [m ²]	0,09	0,09
Azo [%]	10	10
Dz [m]	0,40	0,45
sm [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

PARAMETER/ BEREKENING	127c onder NAP + 3 m helling 1:4,1	127c boven NAP + 3 m helling 1:4,1
Golven		
H_s [m]	1,88	2,28
T_p [s]	6,58	6,98
Talud		
$\cot(\alpha)$ [-]	3,7	3,9
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	0,45
sm [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

PARAMETER/ BEREKENING	127d boven NAP + 3,7 m helling 1:4,1
Golven	
H_s [m]	1,77
T_p [s]	6,96
Talud	
$\cot(\alpha)$ [-]	3,9
ft [-]	0,5
Constructietype	
niet ingewassen zuilen	
filter	
geotextiel	
basis	
Zuilen	
A_z [m ²]	0,09
A_{z0} [%]	10
D_z [m]	0,40
sm [kg/m ³]	2231
G [-]	1,0
Filter	
b [m]	0,15
D_{15} [mm]	20
n [-]	0,35
EINDRESULTATEN	
Stabiliteit toplaag	
conclusie ANAMOS	De constructie is stabiel

Bijlage 2.2 Granietblokken op berm

PARAMETER/ BEREKENING	randvoorwaarden uit 127b
Berm	
cot(α) fictief [-]	3,9
bermfactor [-]	0,51
Golven	
H_s [m]	2,37
T_p [s]	7,17
Talud	
cot(α) [-]	3,9
ft [-]	0,5
Constructietype	
niet ingewassen dichte blokken	
filter	
geotextiel	
basis	
Blokken	
B [m]	0,18
L [m]	0,24
D [m]	0,37
s [mm]	3,0
sm [kg/m ³]	2600
G [-]	1,0
Filter	
b [m]	0,15
D ₁₅ [mm]	20
n [-]	0,35
EINDRESULTATEN	
Anamos	Stabiel
Toplaag berm	
D [m]	0,19

BIJLAGE 3 DETAILADVIES NATUURWAARDEN



Aan
 Projectbureau Zeeweringen
 T.a.v. Dhr. R. den Hoed
 Postbus 114
 4460 AC GOES

21 JUN 2001

PROJECTBUREAU ZEEWERINGEN	ACTIE	INFO
PROJECTLEIDER		
SECRETARISSE		
PROJECTSECRETARIS		X
MEDEWERKER FINANCIËN		
MEDEWERKER KWALITEIT		
TEAMLEIDER ONTWERP		X
HCOFO UITVOERING		
COORDINATOR / BESTEKSCHRIJVER		
[Redacted]		X
[Redacted]		X
ARCHIEF P2DB-13-019a-b		X
CIRCULATIE MAP		

[Redacted]
 Datum
 19 JUN 2001
 Ons kenmerk
 010576
 Onderwerp

Doorkiesnummer
 0118-[Redacted]
 Bijlage(n)
 1
 Uw kenmerk

Detailadvies natuurwaarden Mosselbanken

Hierbij ontvangt u het detailadvies Natuurwaarden betreffende Mosselbanken en Braakmanhaven (west) meer bepaald als het dijkvak 127. Het dijkvak is door mij bezocht vorig jaar juli en onlangs nog tijdens het startoverleg. De begroeiing boven gemiddeld hoog water (GHW) is geïnventariseerd volgens de methode van Tansley¹. Voor de getijdenzone maak ik tevens gebruik van een inventarisatie uit 1990 (*rapport Waardenburg/Meyer*). Hiervan zijn de relevante gegevens opgenomen in de Milieu-Inventarisatie hierna MI genoemd.

Getijdenzone

M.I. kent voor natuurwaarden in het dijkvak type 1 toe (*Rapport Waardenburg/Meyer*) waarbij 1 laag en 4 hoog gewaardeerd is. Voor potentie type 1 en 2. Dit resulteert in 'geen voorkeur' voor herstel en voor verbetering een constructie-alternatief uit cat. "(red.)goed/voldoende". Tabel 8 kolom 4 en 5.

In de Braakmanhaven (dp54-dp62) is de ondertafel hier en daar begroeid met grote bruinwieren. Dit kan veel beter in beschutte havens zeker bij oostelijke expositie. MI volgen voor verbetering cat "(red.)goed/voldoende".

Van dp62 tot dp71 komen bruinwieren voor in zodanige dichtheid dat ze nu bijna type 3 vertegenwoordigen. MI tabel blz. 28 voor herstel "(red.)goed/voldoende" en voor verbetering (tabel blz.30) "(red.)goed".

Vanaf dp 71 tot Paulinaschor zit ondertafel ingepakt in duingebiedje. MI volgen voor herstel in "geen voorkeur".

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)



Boven GHW

In het gehele traject Braakmanhaven, dp54-dp64, groeit erg weinig in de voegen van de betonblokken. Ook volgens MI geen potentie voor zoutplanten (twee soorten sporadisch aangetroffen). Voor 'herstel' en 'verbetering' allebei "geen voorkeur".

Even na de bocht vanaf dp64-dp71 wordt het botanisch een stuk interessanter. Tussen de betonblokken en de bovenste twee meter graniet komen, hoewel in lage bedekkingen, toch nog 8 (acht) soorten zoutplanten voor t.w.

Soorten	bedekkingscode	max. zoutbehoefte
Salicornia europaea (Zeekraal)	r/o	4
Limonium vulgare (Lamsoor)	o	4
Triglochin maritima (Schorrezoutgras)	r/o	4
Cakile maritima (Zeeraket)	o	3
Atriplex littoralis (Strandmelde)	r/o	3
Elymus athericus (Strandkweek)	f	3
Atriplex prostrata (Spiesmelde)	f	2
Festuca rubra (Rood zwenkgras)	r/o	2

Hiervan zijn Strandkweek en Spiesmelde niet zo waardevol zodat er eigenlijk zes overblijven in vrij lage bedekking. Voor 'herstel' cat: "red.goed/voldoende". Voor 'verbetering' een constructie aanbevolen uit cat: "red.goed".

In het laatste gedeelte van dijkvak 127 (dp71-dp16) ligt een duingebiedje met strand tegen de betonblokken. Voor de geleidelijke overgang van de aanwezige duinvegetatie naar dijklichaam wordt een **doorwortelbare** constructie aanbevolen uit cat: "red.goed/voldoende". Dit geldt voor zowel 'herstel' als 'verbetering'.

Voor vragen over dit advies ben ik uiteraard beschikbaar.

Met vriendelijke groet,

Het Hoofd van de Meeteenformatiedienst Zeeland,

[Redacted signature block]

[Redacted contact information]

BIJLAGE 4 DETAILADVIES LANDSCHAPSVISIE

Advies landschappelijke vormgeving Zeeweringen Westerschelde**Dijkvak: Mosselbanken****Datum: 18 juni 2001****Door: [REDACTED] 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 verhard, 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;

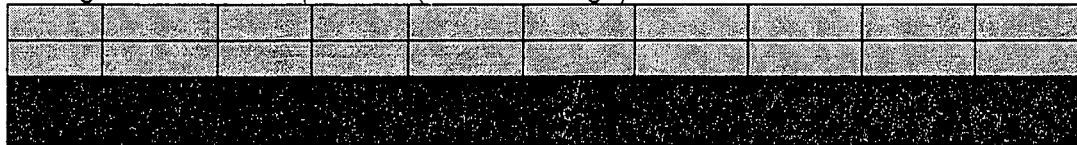
Advies landschappelijke vormgeving Zeeweringen Westerschelde

Dijkvak: Mosselbanken

Datum: 18 juni 2001

Door: [REDACTED] Dienst Landelijk Gebied

Voorgesteld landschapsbeeld (vereenvoudigd)



Dijkvak Mosselbanken

Het grootste deel van de ondertafel in het dijkvak Mosselbanken verdwijnt onder de aangrenzende zandplaat. Een groot deel van het niet overstoven deel is afgekeurd.

Belangrijk is om de grens tussen de boven- en de ondertafel recht te laten lopen.

Verspringingen in deze grens moeten zoveel mogelijk voorkomen worden. Indien mogelijk heeft het de voorkeur om deze overgang vloeiend te laten verlopen.

Aan de westzijde sluit dit dijkvak aan op het dijkvak Paulinapolder. De gekozen materialen in de boventafel van de Paulinapolder moeten zoveel mogelijk aansluiten op de materialen die in het dijkvak Mosselbanken worden toegepast.

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 graniet 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;

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