



001982 1998 PZDT-R-98346 ontw
Ontwerprnota Molen-Kievitpolder

DIJKVERBETERING MOLENPOLDER EN KIEVITPOLDER

Ontwerpnota

Versie 3

JULI 1998

doc.nr. PZDT-R-98346

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. ONTWERP-CONDITIES	6
3.1 Uitgangspunten	6
3.2 Randvoorwaarden	6
3.2.1 Waterstanden	6
3.2.2 Golfvandvoorwaarden	7
3.2.3 Ecologische randvoorwaarden	8
4. TOETSING	9
4.1 Algemeen	9
4.2 Toetsing toplaag	9
4.2.1 Granietblokken	10
4.2.2 Koperslakblokken	10
4.2.3 Doornikse blokken	11
4.2.4 Basaltzuilen	12
4.2.5 Vlakke betonblokken	12
4.2.6 Grasbekleding bovenbeloop	13
4.3 Toetsing reststerkte bekleding	13
4.4 Conclusie	14
5. KEUZE BEKLEDING	15
5.1 Voorselectie	15
5.2 Beschikbaarheid	15
5.3 Constructieve toepasbaarheid	16
5.3.1 Invoerparameters	17
5.3.2 Betonzuilen	18
5.3.3 Betonblokken	18
5.3.4 Basaltzuilen	20
5.4 Ecologische toepasbaarheid	20
5.5 Afweging	21
5.6 Gekozen bekleding	24
6. DIMENSIONERING	25
6.1 Kreukelberm	25
6.1.1 Toplaag	25
6.1.2 Geokunststof	25
6.2 Teenconstructie	26
6.3 Bekleding	26
6.3.1 Toplaag	27

6.3.2 Uitvullaag	30
6.3.3 Geokunststof	30
6.3.4 Basismateriaal	31
6.4 Overgangsconstructie	32
6.5 Overgang boventafel-berm	32
6.6 Berm	33

FIGUREN
LITERATUUR
BIJLAGEN

SAMENVATTING

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 wordt, in samenwerking met de Zeeuwse Waterschappen en de Provincie Zeeland, de taludbekleding van de primaire waterkeringen in Zeeland zodanig verbeterd dat ze voldoet aan de wettelijke eisen.

Voor uitvoering in 1999 zijn vooralsnog zeven dijkvakken langs de Westerschelde uitgekozen; één van deze zeven dijkvakken is het vak van de Molenpolder en Kievitpolder. Het ontwerp van dit dijkvak 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 voor alle werken in 1999 gelden worden beschreven in een Algemene Nota [1], terwijl de specifieke aspecten voor elk dijkvak in aparte ontwerpnota's worden vastgelegd. De voorliggende nota is de specifieke ontwerpnota voor de Molenpolder en Kievitpolder.

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 Molenpolder en Kievitpolder;
- toetsings- en 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 dijkvak beschreven. Hoofdstuk 3 beschrijft de ontwerp-uitgangspunten en de randvoorwaarden. In Hoofdstuk 4 komt de toetsing van de huidige bekleding aan de orde en wordt geconcludeerd welke delen wel en 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 dijkvak dat moet worden verbeterd. In Hoofdstuk 6 tenslotte wordt de dimensionering van de bekledingen beschreven.

2. SITUATIEBESCHRIJVING

2.1 Locatie projectgebied

Het dijkvak van de Molenpolder en Kievitpolder ligt in Zeeuws-Vlaanderen, in het beheersgebied van het Waterschap Hulster Ambacht, nabij Kloosterzande. De locatie is weergegeven in Figuur 1. Het gedeelte dat is geselecteerd voor verbetering heeft een lengte van ongeveer 1625 m en ligt tussen dp 281,88 (oostgrens) en dp 298,12 (westgrens). Het vak van de Kievitpolder betreft het oostelijke gedeelte (dp 281,88 - dp 284,64), het vak van de Molenpolder is het westelijke deel (dp 284,64 - dp 298,12). Het dijkvak wordt in deze Nota besproken in volgorde van de dijkpaalnummering, in dit geval dus van oost naar west.

De aangrenzende dijkvakken (ten westen Nijspolder en ten oosten Perkpolder-west), worden in het kader van Project Zeeweringen geïnventariseerd en komen na 1999 in uitvoering.

2.2 Geometrie en bekleding

De geometrie van de bestaande glooiing van het dijkvak kan globaal worden beschreven door twee karakteristieke dwarsprofielen. Deze zijn weergegeven in Figuur 2a en Figuur 2b.

Voor een schematische weergave van de bekleding van het gehele dijkvak wordt verwezen naar Figuur 3a.

Het interessegebied strekt zich uit vanaf de teen tot aan het bovenbeloop. Van belang voor het ontwerp zijn de kern van de dijk en de bekleding van de dijk (toplaag, granulaire onderlaag en basismateriaal). Ten behoeve van toetsing en ontwerp is de situatie van de glooiingen geïnventariseerd.

De opbouw van de kern van de dijk varieert: in de Molenpolder wordt de basis van de dijk gevormd door de oude dijk, zodat de kern tot aan het niveau van de berm uit klei bestaat. Voor de Kievitpolder geldt, dat de kern is opgebouwd uit zand.

Verticaal gezien bestaat de bekleding uit vijf relevante gedeelten: teen, ondertafel, boventafel, berm en bovenbeloop.

In het oostelijke gedeelte, in de Kievitpolder, ligt de **teen** rond het niveau NAP+1 m. In het westelijke deel varieert het niveau van de teen tussen ongeveer NAP en NAP-1,0 m. Lokaal bevindt zich enige bestorting. Alleen in de Kievitpolder is de teen aangezand tot ongeveer NAP+1 m.

De bekleding wordt in tweeën gedeeld door een overgang. Het niveau van de overgang verloopt van NAP+3,2 m in de Kievitpolder tot NAP+3,0 m in de Molenpolder; dit is ongeveer 0,7 m boven Gemiddeld hoogwater (GHW).

Het gedeelte van de steenbekleding vanaf de teen tot aan de overgang wordt de **ondertafel** genoemd. De taludhelling van de ondertafel varieert tussen 1:4 (in de Kievitpolder) en 1:2,5 (in het westelijke deel van de Molenpolder). De bekleding bestaat (globaal van onder naar boven) uit granietblokken, koperslakblokken, Doornikse blokken en basaltzuilen. Onder de toplaag ligt een granulaire laag met een dikte en samenstelling die verschilt per type toplaag. Het basismateriaal van de ondertafel bestaat uit mijnsteen op het gedeelte van de Kievitpolder en uit klei in de Molenpolder.

Het bovenste gedeelte, tussen de overgang en de berm (rond NAP+6,0 m), wordt de **boventafel** genoemd. De taludhelling is circa 1:4,0, de bekleding bestaat uit betonblokken van 0,50 m bij 0,50 m met een dikte van 0,20 m. Het basismateriaal van de boventafel bestaat uit klei; op het gedeelte van de Kievitpolder betreft het een afdekkende laag met een dikte van 0,6 à 0,7 m, op de rest van het dijkvak ligt onder de glooiing de kleikern van de oude dijk, aansluitend op de bekleding.

Op de **berm** ligt een onderhoudsstrook van betonblokken, met een breedte van 5 blokken. De rest van de berm en het **bovenbeloop** tussen berm en kruin hebben een bekleding van gras op klei.

3. ONTWERP-CONDITIES

3.1 Uitgangspunten

In de Algemene Nota voor de dijkvakken van 1999 wordt een beschrijving gegeven van uitgangspunten die in het algemeen gelden voor dijkversterking en van de uitgangspunten die in het bijzonder gelden voor de werken die in 1999 worden uitgevoerd. Op grond hiervan zijn de volgende technische uitgangspunten voor het ontwerp vastgesteld:

- de gehele bekleding moet sterk genoeg zijn om niet te bezwijken tot aan de ontwerp-omstandigheden met een gemiddelde overschrijdingsfrequentie van 1/4000 per jaar;
- het ontwerp moet goed uitvoerbaar zijn en goede voorwaarden scheppen voor beheer en onderhoud;
- bij het ontwerp moet rekening worden gehouden met de omgeving (waaronder landschap, natuur, cultuurhistorie, recreatie, woon- en leefmilieu); met betrekking tot natuurwaarden geldt, dat het ontwerp moet leiden tot behoud en waar mogelijk tot verbetering van de natuurwaarden;
- er wordt gestreefd naar optimaal hergebruik van aanwezige materialen; dit geldt in de eerste plaats binnen het dijkvak zelf, en indien dat niet mogelijk is binnen het Project Zeeweringen als geheel;
- vertragingen in ontwerp, procedures en uitvoering moeten worden vermeden; dit betekent onder meer dat er naar gestreefd wordt alleen oplossingen toe te passen die in de praktijk bewezen zijn.

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 Gemiddeld Hoogwater is gebaseerd op de Inventarisatie door Grondmechanica Delft [2], het Ontwerppeil 2050 is gebaseerd op de nota 'De basispeilen langs de Nederlandse kust' [3]. Voor de bepaling van het Ontwerppeil is een zeespiegelrijzing voor de duur van 65 jaar opgeteld bij de vastgestelde basispeilen voor 1985.

Dijkvaknr.	Locatie [dp]	Gemiddeld Hoogwater [m t.o.v. NAP]	Ontwerppeil 2050 [m t.o.v. NAP]
95, 96	281,88-290	2,40	6,25
97	290-298,12	2,40	6,20

Tabel 3.1: Karakteristieke waterstanden

Bij de berekeningen is gewerkt met een Ontwerppeil 2050 van NAP + 6,26 m, op basis van eerdere berekeningen.

3.2.2 Golfrandvoorwaarden

De golfrandvoorwaarden voor het ontwerp worden bepaald door het gekozen uitgangspunt dat de dijk sterk genoeg moet zijn om veiligheid tegen overstroming te bieden tot aan een hoogste hoogwaterstand met een gemiddelde overschrijdingskans van 1/4000 per jaar. De maatgevende golfgegevens bij verschillende waterstanden zijn met behulp van modelberekeningen vastgesteld door RIKZ [4]. De resultaten van de berekeningen zijn weergegeven in Tabel 3.2. De aangegeven golfrichting betreft de hoek ten opzichte van het noorden die hoort bij de gegeven maatgevende golfbelasting.

dijkvaknr.	locatie [dp]	golfrichting [°]	waterstand NAP + 6 m		waterstand NAP + 4 m		waterstand NAP + 2 m	
			H_s	T_p	H_s	T_p	H_s	T_p
95 -94 (95a)	281,88- 283,70	20	1,9	5,7	1,6	5,7	0,9	4,8
95 -96 (95b)	283,70- 285,60	20	2,1	5,7	1,9	5,7	1,5	4,8
96 -95 (96a)	285,60-287,0	360	2,1	5,7	1,9	5,7	1,5	4,8
96 -97 (96b)	287,0-290,0	360	2,0	5,7	1,8	5,7	1,5	4,8
97	290,0-298,12	360	2,0	5,7	1,9	5,7	1,5	4,8

Tabel 3.2: Golfrandvoorwaarden

Voor de golfrandvoorwaarden bij tussenliggende waterstanden wordt lineair geïnterpoleerd. Bij waterstanden lager dan NAP + 2 m wordt de golfhoogte bij de waterstand NAP + 2 m aangehouden, tenzij deze groter is dan 70 % van de waterdiepte. Voor de golfrandvoorwaarden bij waterstanden hoger dan NAP + 6 m wordt lineair geëxtrapoleerd.

In Tabel 3.3 is apart weergegeven welke golfrandvoorwaarden horen bij het Ontwerppeil van NAP + 6,26 m zoals dat in de berekeningen is toegepast.

dijkvaknr.	locatie [dp]	Ontwerppeil 2050 [m t.o.v. NAP]	golfrichting [°]	golfparameters	
				H_s	T_p
95 -94 (95a)	281,88- 283,70	6,26	20	1,93	5,7
95 -96 (95b)	283,70- 285,60	6,26	20	2,12	5,7
96 -95 (96a)	285,60-287,0	6,26	360	2,12	5,7
96 -97 (96b)	287,0-290,0	6,26	360	2,02	5,7
97	290,0-298,12	6,26	360	2,01	5,7

Tabel 3.3: Golfrandvoorwaarden bij Ontwerppeil

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. Bovendien zijn alle relevante bekledingstypen op grond van hun ecologische kenmerken verdeeld in categorieën. Voor elk gedeelte van het dijkvak is vervolgens vastgesteld welke categorie bekledingstype minimaal moet worden toegepast om de natuurwaarden respectievelijk te herstellen en te verbeteren. Voor de indeling van de bekledingstypen in categorieën wordt verwezen naar de Milieu-inventarisatie [5] en naar de Algemene Nota [1].

Binnen het dijkvak wordt onderscheid gemaakt tussen twee gedeelten. De resultaten zijn weergegeven in Tabel 3.4.

dijkvaknr.	locatie [dp]	getijdezone		boven GHW	
		<i>herstel</i>	<i>verbetering</i>	<i>herstel</i>	<i>verbetering</i>
95	281,88- 284,64	matig	matig	geen voorkeur	geen voorkeur
96, 97	284,64- 298,12	matig	goed	geen voorkeur	geen voorkeur

Tabel 3.4: Minimaal benodigd type dijkbekleding

4. TOETSING

4.1 Algemeen

In 1996 heeft Grondmechanica Delft de toestand van de bekledingen van de glooiingen geïnteriseerd [2]. Deze inventarisatie was de directe aanleiding tot het Project Zeeweringen. Ook de bekleding van het dijkvak van de Molenpolder en Kievitpolder is in dat kader globaal getoetst aan de hand van de Leidraad Toetsen op Veiligheid [6]; de hele bekleding van de boventafel van het dijkvak is daarbij beoordeeld als 'onvoldoende', de beoordeling van de ondertafel is afwisselend 'voldoende', 'nader onderzoek' en 'onvoldoende'. 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 de verbeterde gegevens (zie Hoofdstuk 2) en de verbeterde golfrandvoorwaarden (zie § 3.2) zijn nieuwe toetsingsberekeningen uitgevoerd. De gevolgde methodiek is weergegeven in de Handleiding Toetsen [7] en is direct gebaseerd op de Leidraad [6]. Deze toetsing wordt in dit Hoofdstuk beschreven.

Bij toetsing moeten de volgende aspecten stapsgewijs worden behandeld:

- schade-ervaring beheerder;
- afschuiving;
- materiaaltransport;
- stabiliteit toplaag;
- reststerkte.

De toetsing van de toplaag en van de reststerkte van de bekleding worden in de volgende paragrafen apart behandeld. Aansluitend wordt het eindresultaat van de toetsing vastgesteld, op grond waarvan wordt geconcludeerd welke delen van de bekleding moeten worden verbeterd.

4.2 Toetsing toplaag

De toetsing wordt beschreven per bekledingstype en globaal van onder naar boven.

Op de ondertafel van het dijkvak liggen bekledingen van:

- granietblokken;
- koperslakblokken;
- Doornikse blokken;
- basaltzuilen.

Al deze bekledingen liggen op een granulaire laag van mijnsteen of puin.

De gehele boventafel is bekleed met betonblokken op klei.

Meer gedetailleerde informatie over de uitgevoerde stabiliteitsberekeningen is opgenomen in Bijlage 1. De toetsing is uitgevoerd voor 5 afzonderlijke gedeelten van het dijkvak; in de Bijlage zijn deze gedeelten apart opgenomen. Het voorblad van Bijlage 1 bevat een inhoudsopgave.

4.2.1 Granietblokken

De bekleding van granietblokken komt voor in een groot deel van het dijkvak, meestal onderin de ondertafel en op een klein gedeelte bovenin de ondertafel. In het oostelijk uiteinde bestaat de granulaire onderlaag uit mijnsteen, in de rest van het dijkvak uit puin.

De gebruikte gegevens en de basis voor de gekozen waarden worden weergegeven in Tabel 4.1.

parameter	waarde				basis
	95a	96a	96b	97	
bovengrens bekleding [m + NAP]	1,2	3,2	1,7	1,2	metingen
steilste taludhelling	1:3,9	1:3,7	1:2,9	1:2,6	metingen
gemiddelde steendikte [m]	0,20	0,20	0,20	0,20	metingen
soortelijke massa [kg/m ³]	2600	2600	2600	2600	aanname

Tabel 4.1: Gegevens toetsing granietblokken

Het beoordelingsresultaat is als volgt:

Beheerdersoordeel: weinig schade

Afschuiving: overal 'goed'

Materiaaltransport: overal 'goed'

Stabiliteit: voor vak 95a 'goed' op grond van de *gedetailleerde methode*, voor de overige vakken 'onvoldoende' op grond van de *eenvoudige methode*

De beoordeling van de stabiliteit is bepalend voor het resultaat: de bekleding van granietblokken in vak 95a wordt beoordeeld als 'goed', de overige bekledingen van granietblokken worden beoordeeld als 'onvoldoende'.

4.2.2 Koperslakblokken

De bekleding van koperslakblokken komt voor ten oosten van dp 286 in de Kievitpolder, in de ondertafel. De granulaire onderlaag van deze bekleding bestaat uit mijnsteen.

De gebruikte gegevens en de basis voor de gekozen waarden worden weergegeven in Tabel 4.2.

parameter	waarde		basis
	95a	95b	
bovengrens bekleding [m + NAP]	2,5	2,4	metingen
steilste taludhelling	1:3,6	1:3,8	metingen
gemiddelde steendikte [m]	0,20	0,20	metingen
soortelijke massa [kg/m ³]	2700	2700	aanname

Tabel 4.2: Gegevens toetsing koperslakblokken

Het beoordelingsresultaat is als volgt:

Beheerdersoordeel: weinig schade

Afschuiving: overal 'goed'

Materiaaltransport: overal 'goed'

Stabiliteit: overal 'goed' op grond van de *geavanceerde methode*. Verwezen wordt naar [8], waarin de bekleding van vak 95a wordt beoordeeld als 'goed'. Op grond van een nadere beschouwing door RIKZ van de randvoorwaarden is vervolgens vastgesteld dat ook de bekleding van vak 95b als 'goed' kan worden beoordeeld.

De beoordeling van de stabiliteit is bepalend voor het resultaat: de volledige bekleding van koperslakblokken wordt daarom beoordeeld als 'goed'.

4.2.3 Doornikse blokken

De bekleding van Doornikse blokken komt voor ten westen van dp 285,6, in de Molenpolder, onderin de ondertafel. De granulaire onderlaag van dit bekledingstype bestaat uit puin.

De gebruikte gegevens en de basis voor de gekozen waarden worden weergegeven in Tabel 4.3.

parameter	waarde			basis
	96a	96b	97	
bovengrens bekleding [m + NAP]	1,3	1,1	1,9	metingen
steilste taludhelling	1:3,3	1:3,1	1:2,9	metingen
gemiddelde steendikte [m]	0,22	0,22	0,22	metingen
soortelijke massa [kg/m ³]	2600	2600	2600	aanname

Tabel 4.3: Gegevens toetsing Doornikse blokken

Het beoordelingsresultaat is als volgt:

Beheerdersoordeel: weinig schade

Afschuiving: overal 'goed'

Materiaaltransport: overal 'goed'

Stabiliteit: overal 'onvoldoende' op grond van de *geavanceerde methode*.

De beoordeling van de stabiliteit is bepalend voor het resultaat: de gehele bekleding van Doornikse bloksteen wordt op grond daarvan beoordeeld als 'onvoldoende'.

4.2.4 Basaltzuilen

De bekleding van basaltzuilen komt voor in bijna het gehele dijkvak, bovenin de ondertafel. De granulaire onderlaag van dit bekledingstype bestaat uit puin en heeft een dikte van ongeveer 0,5 m.

De gebruikte gegevens en de basis voor de gekozen waarden worden weergegeven in Tabel 4.4.

parameter	waarde					basis
	95a	95b	96a	96b	97	
bovengrens bekleding [m + NAP]	3,2	3,1	3,1	2,9	2,9	metingen
steilste taludhelling	1:3,6	1:3,9	1:3,6	1:3,9	1:2,9	metingen
gemiddelde steendikte [m]	0,23	0,23	0,23	0,23	0,23	metingen
soortelijke massa [kg/m^3]	2900	2900	2900	2900	2900	aanname

Tabel 4.4: Gegevens toetsing basaltzuilen

Het beoordelingsresultaat is als volgt:

Beheerdersoordeel: weinig schade in de vakken 95a en 95b, 'onvoldoende' voor de vakken 96a, 96b en 97

Afschuiving: overal 'goed'

Materiaaltransport: overal 'goed'

Stabiliteit: overal 'goed' op grond van de *geavanceerde methode* (zie [8])

Het uiteindelijke advies van de geavanceerde toetsing [8] is in overeenstemming met het beheerdersoordeel: de basaltbekleding van vak 96 en 97 (ten westen van dp 286,6) wordt beoordeeld als 'onvoldoende'. De basaltbekleding van vak 95 (ten oosten van dp 285,6) wordt beoordeeld als 'goed'. Dit advies is overgenomen.

4.2.5 Vlakke betonblokken

De bekleding van vlakke betonblokken komt voor in het gehele dijkvak in de gehele boventafel.

De gebruikte gegevens en de basis voor de gekozen waarden worden weergegeven in Tabel 4.5.

parameter	waarde				basis
	95a	95b/96a	96b	97	
bovengrens bekleding [m + NAP]	6,0	6,0	6,0	6,0	metingen
steilste taludhelling	1:4,0	1:4,0	1:4,0	1:4,0	metingen
gemiddelde steendikte [m]	0,20	0,20	0,20	0,20	besteksgeg.
Soortelijke massa [kg/m ³]	2300	2300	2300	2300	aanname

Tabel 4.5: Gegevens toetsing vlakke betonblokken

Het beoordelingsresultaat is als volgt:

Beheerdersoordeel: weinig schade

Afschuiving: overal 'goed'

Materiaaltransport: overal 'goed'

Stabiliteit: overal 'onvoldoende' op grond van de *eenvoudige methode*.

De beoordeling van de stabiliteit is bepalend voor het resultaat: de gehele bekleding van vlakke betonblokken wordt beoordeeld als 'onvoldoende'.

4.2.6 Grasbekleding bovenbeloop

Het bovenbeloop ligt hoger dan de Maatgevende Hoogwaterstand en hoeft dus niet te worden ontworpen op golfbelasting. De functie van het bovenbeloop is het opvangen van de golfoploop: het bovenbeloop wordt dus wel belast door het water dat vanuit de golven naar boven en terug naar beneden stroomt.

De bestaande grasbekleding voldoet als de significante golfhoogte bij het ontwerppeil kleiner dan of gelijk aan 3,0 m is. Uit Tabel 3.3 blijkt dat dit voor de Molenpolder en Kievitpolder het geval is. De grasbekleding van het bovenbeloop wordt beoordeeld als 'goed'.

4.3 **Toetsing reststerkte bekleding**

Toetsing van de reststerkte is alleen relevant voor die vakken waarvan de toplaag is beoordeeld als 'onvoldoende'. Voor dit dijkvak is dat de gehele boventafel en het westelijke deel van de ondertafel.

Bij de toetsing van de reststerkte van de bekleding is de volgende werkwijze gevolgd: de reststerkte wordt slechts als 'voldoende' beoordeeld als

- de ontwerpgolfhoogte H_s 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.

Aan het eerste criterium wordt deels wel en deels niet voldaan: voor een groot deel van de boventafel is de ontwerpgolfhoogte groter dan 2 m (zie Tabel 3.3). Op de ondertafel en een klein deel van de boventafel is de ontwerpgolfhoogte wel kleiner dan 2 m.

In het gedeelte ten westen van dp 285,6 (Molenpolder) wordt de basis van de dijk gevormd door de oude dijk, zodat de kern tot aan het niveau van de berm uit klei bestaat. Alleen voor dit gedeelte is reststerkte relevant, mits kan worden aangetoond dat de klei van goede kwaliteit is. In het algemeen is er onvoldoende informatie over de niveaus van onder- en bovenkant van de kleikern en over de exacte opbouw en kwaliteit van de klei. Volgens de Leidraad wordt bij twijfel over de reststerkte van de bekleding een eindscore 'nader onderzoek' gegeven. In dit geval echter is nader onderzoek niet goed mogelijk: om een representatief en voldoende betrouwbaar beeld van de kleikern te krijgen zou het onderzoek zeer fijnmazig moeten zijn. Bovendien zou de opbouw van de klei juist door het onderzoek sterk worden verstoord.

Op grond van deze overwegingen wordt de reststerkte van het gehele vak als 'onvoldoende' beoordeeld.

4.4 Conclusie

Het eindresultaat van de toetsing is weergegeven in Tabel 4.6.

dijkvaknr.	locatie [dp]	toetsingsresultaat		
		ondertafel	boventafel	bovenbeloop
95a, 95b	281,88- 285,60	'goed'	'onvoldoende'	'goed'
96a	285,60-287,0	'onvoldoende'	'onvoldoende'	'goed'
96b	287,0-290,0	'onvoldoende'	'onvoldoende'	'goed'
97	290,0-298,12	'onvoldoende'	'onvoldoende'	'goed'

Tabel 4.6: Toetsingsresultaat

Het toetsingsresultaat wordt grafisch weergegeven in Figuur 3b.

5. KEUZE BEKLEDING

In dit Hoofdstuk wordt voor het hele dijkvak de keuze van het bekledingstype beschreven.

Het toetsingsresultaat is weergegeven in Tabel 4.6. De delen die zijn beoordeeld als 'onvoldoende' moeten worden verbeterd. Dit betreft een deel van de ondertafel en de gehele boventafel.

De keuze van het bekledingstype wordt beschreven aan de hand van de volgende stappen:

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

5.1 Voorselectie

In de Algemene Nota is op grond van de vastgestelde uitgangspunten geconcludeerd dat alleen de oplossingsrichting 'zetsteen op een uitvullaag op een vlies' beschikbaar is voor uitvoering in 1999. In principe zijn de volgende typen zetsteen mogelijk:

- betonzuilen (nieuw aan te voeren);
- natuursteen (hergebruik);
- betonblokken (hergebruik).

Naast de drie typen zetsteen is er een vierde optie: het overlagen van de bestaande bekleding met breuksteen. Dit is met name van belang in situaties waarin het onderste deel van de bekleding moet worden verbeterd, terwijl een hogergelegen deel kan worden gehandhaafd. Overlagen met breuksteen is in zo'n geval een alternatief voor het vervangen van zowel de 'onvoldoende' als de 'goede' bekleding door een nieuwe bekleding. Als door het overlagen niet een 'goede' middentafel kan worden gespaard, valt deze oplossingsrichting bij voorbaat af op grond van de hogere kosten en het nadeel van het uitstellen van de verbetering.

In dit dijkvak doet deze situatie zich niet voor. Overlagen met breuksteen wordt voor dit dijkvak dan ook niet als een oplossingsrichting beschouwd.

5.2 Beschikbaarheid

Aanvoer van nieuwe **betonzuilen** is in alle gevallen mogelijk.

Vanuit verschillende locaties zijn **betonblokken** beschikbaar voor hergebruik, namelijk uit de bestaande bekleding, uit depot van de werken die in 1997 en 1998 zijn of worden uitgevoerd en uit andere werken die in 1999 zullen worden uitgevoerd. Het uitgangspunt voor het project is, dat het bestaande bekledingsmateriaal optimaal moet worden hergebruikt. Ook aanvoer vanuit veraf gelegen depots of dijkvakken wordt dus in principe in de beschouwing betrokken.

Het meest in aanmerking komen de beschikbare betonblokken uit het dijkvak van de Molenpolder en Kievitpolder zelf en uit de Ser-Arendspolder, die in 1998 wordt uitgevoerd. Voor de Ser-Arendspolder geldt overigens, dat gekozen is voor de toepassing van betonzuilen omdat de betonblokken uit de bestaande glooiing gebruikt zouden kunnen worden voor de nieuwe bekleding van de Molenpolder en de Kievitpolder en voor de Noorddijkpolder, een ander werk dat wordt voorbereid voor uitvoering in 1999. In totaal zijn vanuit de bestaande bekleding en vanuit de Ser-Arendspolder ongeveer 189.000 blokken beschikbaar. De afmetingen van alle beschikbare blokken zijn 0,50 m × 0,50 m × 0,20 m. Behalve dit materiaal zijn vanuit Zeeuws-Vlaanderen geen betonblokken meer beschikbaar: alle verdere vrijgekomen blokken zijn hergebruikt. Betonblokken vanaf de noordzijde van de Westerschelde kunnen ook aan de noordzijde worden hergebruikt en hoeven dus niet in Zeeuws-Vlaanderen te worden toegepast.

Met betrekking tot **natuursteen** zijn voor dit dijkvak alleen basaltzuilen beschikbaar. De oppervlakte van de basaltbekleding in de bestaande glooiing is ongeveer 3.500 m². Dit materiaal heeft geen duidelijke sortering, de zuildikte varieert tussen 20 cm en 32 cm. Indien nodig zijn uit andere dijkvakken meer basaltzuilen van uiteenlopende afmetingen beschikbaar.

Over de her te gebruiken materialen wordt opgemerkt, dat wordt gestreefd naar optimaal hergebruik; dit houdt in dat de afweging moet worden uitgevoerd in combinatie met de andere werken die worden uitgevoerd of voorbereid, waar dit zelfde materiaal ook kan worden hergebruikt.

5.3 Constructieve toepasbaarheid

Een bekledingstype is toepasbaar in constructieve zin als een berekening met het rekenprogramma ANAMOS op basis van het Handboek [9] en met gebruikmaking van representatieve waarden voor de constructie en de randvoorwaarden dit aantoont. De uitgewerkte berekeningsmethodiek wordt beschreven in de Handleiding Ontwerpen [10]. Na een uiteenzetting over de invoerwaarden die voor deze berekeningen worden gebruikt, wordt voor alle beschikbare bekledingstypen aangegeven in hoeverre ze toepasbaar zijn.

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 en verder bij de dimensionering in Hoofdstuk 6. Met het bezwijkmechanisme 'materiaaltransport' wordt rekening gehouden bij het ontwerp van het geokunststof, zie ook Hoofdstuk 6.

Meer gedetailleerde informatie over de uitgevoerde stabiliteitsberekeningen is opgenomen in Bijlage 2.

5.3.1 Invoerparameters

Ten behoeve van de bepaling van de constructieve toepasbaarheid moeten enkele aannamen en schematisaties worden verricht. Het betreft met name de golfrandvoorwaarden en de taludhellingen.

Ten behoeve van het ontwerp is het dijkvak in drie stukken verdeeld: het bochtige gedeelte dp 284,4 - dp 287 en de twee rechte gedeeltes aan weerszijden.

5.3.1.1 Golfrandvoorwaarden

Voor deze toepasbaarheidsberekeningen is geen rekening gehouden met de variërende golfrandvoorwaarden: alle berekeningen zijn uitgevoerd met de golfrandvoorwaarden van vak 95b/96a, die het zwaarste zijn binnen dit dijkvak, zie Tabel 3.2 en Tabel 3.3.

5.3.1.2 Taludhelling

Een belangrijk aspect van de berekening van de constructieve 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 de praktijk moet 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.

Afhankelijk van de vraag of de gehele bekleding moet worden vervangen of niet zijn in principe twee oplossingen beschikbaar:

- handhaven van de bestaande taludhellingen;
- aanbrengen van één constante, nieuwe taludhelling.

Voorafgaand aan de constructieve uitwerking is voor dit dijkvak bepaald wat de optimale taludhelling is per vak, uitgaand van de geometrie van de dwarsprofielen. Deze hellingen zijn weergegeven in Tabel 5.1.

dijkvaknr.	locatie [dp]	taludhelling
95	281,88-285,6 (boventafel)	1:4
95,96	285,6-287	1:3,8
96,97	287-298,12	1:3,5

Tabel 5.1: Optimale taludhellingen

Om rekening te houden met uitvoeringstolerantie wordt in de berekeningen gewerkt met een taludhelling die 2/10 steiler is (bijv. 1:3,8 in plaats van 1:4). Benadrukt wordt, dat deze hellingen niet noodzakelijk de ontwerphellingen hoeven te zijn: deze hellingen worden gebruikt voor het verkrijgen van een goede indicatie van de constructieve toepasbaarheid. De resultaten worden gebruikt als eerste indicatie voor het ontwerp, maar voor het uiteindelijke ontwerp worden in principe aparte berekeningen gemaakt. Dit wordt beschreven in Hoofdstuk 6.

5.3.2 Betonzuilen

De insteek met betrekking tot bekledingen van betonzuilen is, dat ze sterk genoeg moeten zijn voor toepassing op het zwaarst belaste gedeelte, omdat betonzuilen op dit moment het sterkste bekledingsmateriaal vormen. Het is daarom van belang dat de toepasbaarheid van betonzuilen wordt geverifieerd door middel van een berekening van de toepasbaarheid van het zwaarste type zuil bij de zwaarste randvoorwaarden. De zwaarste betonzuilen die momenteel leverbaar zijn, hebben een soortelijke massa van 2900 kg/m³ en een dikte van 0,50 m.

Uit de verrichte berekeningen blijkt, dat toepassing van betonzuilen in het hele dijkvak mogelijk is. Bij de zwaarste randvoorwaarden uit Tabel 3.3 is uit het oogpunt van top laagstabiliteit een taludhelling van 1:3,0 (de steilste praktisch toepasbare taludhelling) nog ruimschoots mogelijk. Voor die gedeelten waar wordt gekozen voor toepassing van betonzuilen, zal het optimale zuiltype worden bepaald in Hoofdstuk 6.

Verwezen wordt naar Bijlage 2.1.

5.3.3 Betonblokken

Dit bekledingstype wordt alleen beschouwd voor de twee rechte gedeelten: voor het bochtige gedeelte dp 284,4 - dp 287 geldt, dat plaatsing van betonblokken moeilijk en ongewenst is uit uitvoeringstechnisch oogpunt.

De insteek met betrekking tot gekantelde betonblokken is het maximaliseren van hergebruik (rekening houdend met andere toepassingsmogelijkheden). Het is daarom van belang om alle locaties in beeld te krijgen waar hergebruik van gekantelde blokken technisch mogelijk is.

De afmetingen van de betonblokken staan vast. Hierdoor kan worden bepaald waar gekantelde betonblokken wel en niet toepasbaar zijn, uitgaand van een bepaalde taludhelling. Uit § 5.2 blijkt, dat voor dit bestek alleen uit hoeft te worden gegaan van blokken met de afmetingen 0,50 m × 0,50 m × 0,20 m. Uitgegaan wordt van gekantelde toepassing tegen elkaar aan, met een spleetbreedte van 1 mm. Voor de filterlaag wordt in de berekeningen gebruik gemaakt van ontwerpwaarden, waarbij voor de getijdezone een extra marge wordt aangehouden ten aanzien van de filterdikte (zie § 6.3.2). De uiteindelijke plaatsingsmethode van de gekantelde blokken wordt nader uitgewerkt in § 6.3.1.2.

Berekend is tot welk niveau gekantelde betonblokken kunnen worden toegepast uit het oogpunt van stabiliteit. De toepasbaarheid is weergegeven in Tabel 5.2.

dijkvaknr.	locatie [dp]	maximaal topniveau [m + NAP]	
		onder GHW	boven GHW
95	281,88-284,4 (boventafel)	niet relevant	6,26 (berm)
96,97	287-298,12	1,79	6,26 (berm)

Tabel 5.2: Maximaal topniveau gekantelde betonblokken

Gekantelde betonblokken zijn toepasbaar in de gehele boventafel van beide vakken en in het onderste deel van de ondertafel van het gedeelte dp 287 - dp 298,12. Op het eerste gezicht lijkt het vreemd dat betonblokken wel toepasbaar zijn in de boventafel en niet bovenin de ondertafel. Dit wordt veroorzaakt doordat voor de filterdikte in de ondertafel met een grotere uitvoeringsmarge rekening wordt gehouden.

Voor dit specifieke dijkvak (de ondertafel van het gedeelte dp 287 - dp 298,12) is nader bekeken wat de toepasbaarheid is als wordt gerekend met dezelfde filterdikte als die van de boventafel. In dat geval kan de gehele glooiing worden bekleed met gekantelde betonblokken. Dit is alleen mogelijk als in de uitvoering extra zorgvuldig met de filterdikte wordt omgegaan. De resulterende, gecorrigeerde toepasbaarheid is weergegeven in Tabel 5.3.

dijkvaknr.	locatie [dp]	maximaal topniveau [m + NAP]	
		onder GHW	boven GHW
95	281,88-284,4 (boventafel)	niet relevant	6,26 (berm)
96,97	287-298,12	2,4 (GHW)	6,26 (berm)

Tabel 5.3: Gecorrigeerd maximaal topniveau gekantelde betonblokken

Verwezen wordt naar Bijlage 2.2.

5.3.4 Basaltzuilen

De dikte van de beschikbare basalt varieert tussen 20 cm en 32 cm. Uitgaand van de vastgestelde randvoorwaarden en taludhellingen (zie § 5.3.1) kan worden vastgesteld welke zuildikte minimaal nodig is uit het oogpunt van toplaagstabiliteit. Vervolgens kan besloten worden of het mogelijk en zinnig is om materiaal met deze dikte te sorteren uit het beschikbare materiaal.

Besloten is om aparte berekeningen te maken voor de ondertafel (tot aan NAP+3 m) en de boventafel. Dit komt ongeveer overeen met de scheiding tussen de getijdezone en de zone boven GHW.

dijkvaknr.	locatie [dp]	vereiste zuildikte [m]	
		ondertafel	boventafel
95	281,88-285,6 (boventafel)	niet relevant	0,23
95,96	285,6-287	0,23	0,24
96,97	287-298,12	0,24	0,26

Tabel 5.4: Vereiste dikte basaltzuilen

Geconcludeerd wordt, dat toepassing van de beschikbare basaltzuilen mogelijk is mits er wordt gesorteerd.

Verwezen wordt naar Bijlage 2.3.

5.4 Ecologische toepasbaarheid

Voor de ecologische toepasbaarheid wordt gebruik gemaakt van de informatie uit de Milieu-inventarisatie [5]. De waardering van de verschillende beschikbare bekledingstypen per bekledingszone is weergegeven in de volgende tabel.

Waardering	getijdezone	boven GHW
goed	<ul style="list-style-type: none"> • basaltzuilen • betonzuilen met ecotoplaag 	<ul style="list-style-type: none"> • basaltzuilen • betonzuilen
matig	<ul style="list-style-type: none"> • gekantelde betonblokken • betonzuilen zonder ecotoplaag 	<ul style="list-style-type: none"> • gekantelde betonblokken

Tabel 5.5: Waardering toepasbare bekledingstypen

In Tabel 3.4 zijn de minimaal vereiste bekledingstypen voor het dijkvak opgenomen. Deze tabel wordt hier ter verduidelijking herhaald.

Dijkvaknr.	locatie [dp]	getijdezone		boven GHW	
		<i>herstel</i>	<i>verbetering</i>	<i>herstel</i>	<i>verbetering</i>
95	281,88-284,64	matig	matig	geen voorkeur	geen voorkeur
96, 97	284,64-298,12	matig	goed	geen voorkeur	geen voorkeur

Tabel 3.4: Minimaal benodigd type dijkbekleding

Voor de getijdezone van het grootste deel van het dijkvak geldt, dat alle beschikbare bekledingstypen volstaan voor *herstel*, terwijl voor *verbetering* basaltzuilen of betonzuilen met ecotop moeten worden gekozen. Van het overige deel, vak 95, wordt de bekleding van de ondertafel gehandhaafd.

Voor de zone boven GHW geldt dat alle toepasbare bekledingstypen voldoen voor zowel *herstel* als *verbetering*.

5.5 Afweging

In Tabel 5.6 wordt samengevat welke bekledingstypen kunnen worden toegepast, uitgaand van beschikbaarheid, constructieve toepasbaarheid en ecologische toepasbaarheid.

dijkvaknr.	locatie [dp]	getijdezone		boven GHW	
		<i>herstel</i>	<i>verbetering</i>	<i>herstel</i>	<i>verbetering</i>
95	281,88-284,4	handhaven bestaande bekleding		betonzuilen betonblokken basaltzuilen*	betonzuilen betonblokken basaltzuilen*
95,96	284,4-285,6	handhaven bestaande bekleding		betonzuilen basaltzuilen*	betonzuilen basaltzuilen*
96	285,6-287	betonzuilen basaltzuilen*	ecozuilen basaltzuilen*	betonzuilen basaltzuilen*	betonzuilen basaltzuilen*
96,97	287-298,12	betonzuilen betonblokken* * basaltzuilen*	ecozuilen basaltzuilen*	betonzuilen betonblokken basaltzuilen*	betonzuilen betonblokken basaltzuilen*

* toepasbaarheid basaltzuilen afhankelijk van topniveau en sortering, zie § 5.3.4

** toepasbaarheid betonblokken afhankelijk van filterdikte, zie § 5.3.3

Tabel 5.6: Bekledingstypen voor herstel of verbetering

De afweging wordt beschreven per gedeelte van oost naar west.

Voor het **gedeelte dp 281,88 - dp 285,6** is alleen het gedeelte boven NAP + 3 m van belang: de bekleding daaronder wordt gehandhaafd. Er moet een keuze worden gemaakt tussen betonzuilen, betonblokken en basaltzuilen. Toepassing van gekantelde betonblokken is in dit gedeelte (voor een deel) wel mogelijk, maar niet gewenst: het dijklichaam bestaat op dit gedeelte uit een zandkern met een afdekkende kleilaag. De toplaag van een bekleding van betonblokken is relatief dik; om de kleilaag in het ontwerp voldoende dik te laten zijn, zouden extra voorzieningen nodig zijn, zoals het verhogen van de berm of het aanvullen van de kleilaag aan de onderzijde. Gecombineerd met de overweging dat de beschikbare betonblokken in een ander gedeelte allemaal kunnen worden toegepast, wordt voor dit gedeelte niet gekozen voor betonblokken.

Bij een keuze tussen basaltzuilen en betonzuilen bestaat in principe een voorkeur voor basaltzuilen: gestreefd wordt naar zoveel mogelijk hergebruik, de kosten zijn lager en als de basaltzuilen tot aan de berm worden toegepast zijn de uitvoeringstechnische nadelen beperkt. Zoals aangegeven in Tabel 5.4 is de minimale basaltzuildikte voor dit gedeelte 0,23 m. Het is echter nog niet precies bekend hoeveel basaltzuilen met voldoende dikte beschikbaar zijn: enerzijds zal slechts een deel van de zuilen uit de Molenpolder en Kievitpolder zelf voldoende dik zijn, anderzijds zijn mogelijk nog basaltzuilen beschikbaar vanuit andere locaties. Gekozen wordt voor toepassing van basaltzuilen in de gehele boventafel, voor zover beschikbaar; daarbij wordt begonnen aan de westelijke rand (dp 285,6), om aan te sluiten bij het naastliggende vak (zie verderop in deze paragraaf). Voor zover niet genoeg basaltzuilen beschikbaar zijn wordt gekozen voor toepassing van betonzuilen. Toepassing van ecotops op deze eventuele betonzuilen heeft geen meerwaarde en wordt daarom niet gekozen.

Op het **gedeelte dp 285,6 - dp 287** moet de gehele bekleding worden verbeterd. Vanwege de ligging in een bocht is toepassing van gekantelde betonblokken niet mogelijk: gekozen moet worden tussen betonzuilen en basaltzuilen. Ook hier geldt dat toepassing van basaltzuilen in principe de voorkeur heeft. Behalve de aspecten hergebruik en kosten heeft toepassing van basalt op dit gedeelte twee voordelen: vanwege de ligging in een bocht is ook de toepassing van betonzuilen uitvoeringstechnisch minder gunstig en daarnaast leidt in de getijdzone de toepassing van basaltzuilen tot *verbetering* van de natuurwaarden. Ook voor dit gedeelte wordt daarom gekozen voor toepassing van basaltzuilen voor zover beschikbaar. Met name in de getijdzone zijn basaltzuilen gewenst, maar vanwege de uitvoeringstechniek en de voorkeur van de beheerder is gekozen voor toepassing in vakken. Vanwege de genoemde bijkomende voordelen heeft dit gedeelte de prioriteit boven het besproken gedeelte dp 281,88 - dp 285,6.

De uiteindelijke keuze voor het gedeelte dp 281,88 - dp 287 kan als volgt worden samengevat: de beschikbare basaltzuilen met voldoende dikte worden op het gehele dwarsprofiel toegepast vanaf dp 287 in oostelijke richting, waarbij vanaf dp 285,6 alleen de bekleding boven NAP + 3 m hoeft te worden verbeterd. Het resterende gedeelte tot aan dp 281,88 wordt bekleed met betonzuilen.

De (eventuele) betonzuilen op dit gedeelte worden uitgevoerd zonder ecotop. Op het gedeelte dp 287 - dp 285,6 is in de getijdezone verbetering van natuurwaarden mogelijk. In overleg met RIKZ is echter besloten dat toepassing van ecotops op deze locatie niet zinnig is, omdat de natuurlijke omstandigheden ter plaatse de hoogst mogelijke natuurwaarde limiteren. Deze keuze is mede gebaseerd op de overweging dat het vervangen van de bestaande bekleding door betonzuilen feitelijk al een meerwaarde heeft voor de natuur.

Op het resterende **gedeelte dp 287 - dp 298,12** moet worden gekozen tussen betonzuilen, betonblokken en basaltzuilen. Uitgaand van de beschikbare hoeveelheid basaltzuilen zoals besproken in § 5.2 en rekening houdend met de besproken toepassing van basaltzuilen op het oostelijke deel, zijn geen basaltzuilen beschikbaar voor dit gedeelte. Het dijklichaam bestaat op dit gedeelte uit klei; toepassing van gekantelde blokken leidt hier dus niet tot problemen met inpassing in het dwarsprofiel. Uit het oogpunt van optimaal hergebruik en kosten heeft toepassing van betonblokken de voorkeur boven toepassing van betonzuilen. Gekozen wordt daarom voor toepassing van betonblokken voor zover beschikbaar; voor zover geen betonblokken beschikbaar zijn worden betonzuilen toegepast. Zoals besproken in § 5.3.3 moet in de getijdezone van dit gedeelte in de uitvoering extra aandacht worden besteed aan de filterdikte.

Opgemerkt wordt, dat de betonzuilen in het ontwerp van dit gedeelte mogelijk worden vervangen door basaltzuilen, als in een later stadium meer basaltzuilen beschikbaar blijken dan verwacht.

Uitgaand van de beschikbare hoeveelheid van 189.000 blokken moet worden gekozen tussen een strook over de gehele lengte met een breedte van 17 m of een vak over de gehele breedte met een lengte van 850 m; op grond van de voorkeur van de beheerder wordt gekozen voor toepassing in een strook. Vervolgens moet worden gekozen of de betonblokken onderin of bovenin de bekleding worden toegepast. De mogelijkheden voor natuurwaarden liggen vooral in de getijdezone: voor *verbetering* van de natuurwaarden zou in de getijdezone zelfs de toepassing van ecotops of basaltzuilen gewenst zijn. In overleg met RIKZ is besloten om de strook betonblokken bovenin de bekleding toe te passen, zodat tot aan NAP+1,25 m betonzuilen kunnen worden toegepast. Ook voor deze smalle strook geldt, dat toepassing van ecotops niet zinnig is vanwege de natuurlijke omstandigheden ter plaatse.

Het is niet mogelijk om een afgeronde overgang van glooiing naar berm uit te voeren in gekantelde betonblokken: voor dit gedeelte van de glooiing moeten alsnog betonzuilen worden gebruikt. De gekantelde betonblokken worden daarom toegepast tot ongeveer NAP+6 m, daarboven worden betonzuilen toegepast. Toevoeging van een ecotop heeft geen ecologische meerwaarde, zodat uit kostenoogpunt wordt gekozen voor betonzuilen zonder ecotop.

Ook voor dit gedeelte geldt, dat de betonzuilen in het ontwerp van dit gedeelte mogelijk worden vervangen door basaltzuilen, als in een later stadium meer basaltzuilen beschikbaar blijken dan verwacht.

5.6 Gekozen bekleding

De gekozen bekleding is samengevat in Tabel 5.7.

dijkvaknr.	locatie [dp]	gekozen bekleding
95,96	281,88-285,6	<ul style="list-style-type: none"> • onder NAP + 3 m bestaande bekleding handhaven • boven NAP + 3 m voor zover beschikbaar basalt vanaf westrand, verder betonzuilen (zonder ecotop)
96	285,6-287	<ul style="list-style-type: none"> • voor zover beschikbaar basalt vanaf westrand, verder betonzuilen (zonder ecotop)
96,97	287-298,12	<ul style="list-style-type: none"> • onder NAP + 1,25 m betonzuilen (zonder ecotop) • boven NAP + 1,25 m gekantelde betonblokken • boven NAP + 6 m betonzuilen (zonder ecotop)

Tabel 5.7: Gekozen bekleding

In § 5.5 is aangegeven dat op het gedeelte dp 287 - dp 298,12 eventueel basaltzuilen in plaats van de betonzuilen zullen worden toegepast, in het geval dat de beschikbare hoeveelheid basaltzuilen groter blijkt dan verwacht. Deze mogelijkheid is niet in deze tabel opgenomen en wordt in deze nota niet verder uitgewerkt.

6. DIMENSIONERING

Op basis van de gekozen bekledingstypen volgens Tabel 5.7 is het ontwerp in detail uitgewerkt. Gloomingskaarten van het resulterend ontwerp van het dijkvak zijn weergegeven in Figuur 4, samen met de bestaande situatie. De resulterende dwarsprofielen zijn grafisch weergegeven in Figuur 5 tot en met 7. De constructieve uitwerking wordt in dit hoofdstuk beschreven per constructieonderdeel, vanaf de kreukelberm richting het bovenbeloop. Voor achtergrondinformatie wordt verwezen naar de Handleiding Ontwerpen [10].

6.1 Kreukelberm

Onderaan de bekleding wordt een nieuwe kreukelberm aangebracht op de gedeelten waar ook de teenconstructie wordt vernieuwd. Dit betreft het gedeelte dp 285,6 - dp 298,12. De kreukelberm dient ter ondersteuning van de teenconstructie.

De kreukelberm bestaat uit een toplaag van breuksteen (voor stabiliteit onder de golfaanval), met daaronder een geokunststof (voor het voorkomen van uitspoeling van het bodemmateriaal). Op het geokunststof wordt een rietmat aangebracht om het doek te beschermen tegen de breuksteen.

6.1.1 Toplaag

De benodigde sortering van de toplaag hangt af van de significante golfhoogte bij het ontwerppeil. In dit dijkvak is deze kleiner dan 2,4 m; de bijbehorende sortering is 10-60 kg. Voor een onderbouwing van de methodiek wordt verwezen naar [11].

6.1.2 Geokunststof

Onder de kreukelberm wordt een geokunststof aangebracht. De dimensionering van dit geokunststof wordt mede bepaald door de wens, om voor deze toepassing hetzelfde materiaal te gebruiken als onder de onderhoudsstrook op de berm. Dit geokunststof wordt in het bestek en het vervolg van deze ontwerpnota 'type 2' genoemd.

Gekozen wordt voor een standaard-weefsel van polypropyleen met de volgende minimale eigenschappen:

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

Tabel 6.8: Eisen geokunststof type 2

De besproken bescherming met een rietmat is eveneens een standaard-constructie. Het geokunststof wordt aangebracht onder de gehele bestorting en wordt aangesloten op de buitenkant van de teenconstructie.

6.2 Teenconstructie

De teenconstructie maakt alleen deel uit van het ontwerp op dat deel van het dijkvak waar de bekleding van de ondertafel wordt vervangen. Net als voor de kreukelberm betreft dit het gedeelte dp 285,6 - dp 298,12. De teenconstructie dient ter ondersteuning van de nieuwe bekleding; op het gedeelte dp 285,6 - dp 287 betreft dit een bekleding van basaltzuilen of betonzuilen, op het gedeelte dp 287 - dp 298,12 bestaat de nieuwe bekleding uit betonzuilen.

De nieuwe bekleding van basaltzuilen wordt ondersteund door een teenschot, dat is opgebouwd uit 2 à 3 planken van ieder 0,20 m hoog (het aantal planken wordt nog nader gedetailleerd). Het teenschot wordt ondersteund door azobepalen (lengte 1,80 m, h.o.h. 0,20 m). Voor de nieuwe bekleding van betonzuilen wordt dezelfde constructie toegepast, met toevoeging van een afgeschuinde betonband boven het teenschot om machinaal zetwerk van de betonzuilen tegen de teenconstructie aan mogelijk te maken. De betonbanden worden voor zover beschikbaar hergebruikt uit de bestaande bekleding en anders nieuw aangevoerd.

Het niveau van de bovenkant van de teenconstructie is NAP+1,0 m op het gedeelte dp 285,6 - dp 287 en NAP-0,7 m op het gedeelte dp 287 - dp 298,12.

6.3 Bekleding

In Hoofdstuk 5 is vastgesteld welke bekledingstypen zullen worden aangebracht. Het betreft deels betonzuilen (zonder ecotop), deels gekantelde betonblokken en deels basaltzuilen. In alle gevallen bestaat de bekleding uit de betreffende toplaag, met daaronder een uitvullaag van granulair materiaal en daaronder een geokunststof.

De bekleding 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.

6.3.1 Toplaag

De dimensionering van de toplaag van de drie gekozen bekledingstypen wordt apart beschreven. Opgemerkt wordt, dat voor de dimensioneringsberekeningen gewerkt is met gedeeltelijk herziene randvoorwaarden ten opzichte van Tabel 3.2: zoals besproken in § 4.2.2 heeft RIKZ op grond van een nadere beschouwing vastgesteld dat de randvoorwaarden van vak 95a ook geldig zijn voor vak 95b.

Ten aanzien van de taludhelling wordt opgemerkt, dat de indicatieve hellingen zoals gebruikt voor de bepaling van de constructieve toepasbaarheid (§ 5.3, Tabel 5.1) gelijk zijn aan de definitieve ontwerphellingen.

Meer gedetailleerde informatie over de uitgevoerde stabiliteitsberekeningen is opgenomen in Bijlage 3.

6.3.1.1 Betonzuilen

Betonzuilen worden (mogelijk) toegepast op de volgende plaatsen:

- dp 281,88 - dp 285,6, boven NAP+3 m;
- dp 285,6 - dp 287, gehele glooiing;
- dp 287 - dp 298,11, onder NAP+1,25 m;
- dp 287 - dp 298,11, boven NAP+6 m, in de afgeronde overgang tussen de bekleding van gekantelde betonblokken en de berm; dit gedeelte wordt apart besproken in § 6.5.

In § 5.3.2 is vastgesteld dat betonzuilen in constructieve zin ruimschoots toepasbaar zijn in het gehele dijkvak. De uiteindelijk toe te passen zuil moet in de eerste plaats voldoende zwaar zijn; uit stabiliteitsberekeningen volgt een aantal praktisch leverbare combinaties van dikte en soortelijke massa. De dikte wordt daarbij afgerond op 5 cm en de soortelijke massa op 100 kg/m³. De uiteindelijke keuze wordt bepaald door overwegingen van kosten en uitvoeringstechniek. Ten behoeve van de detaillering wordt daarom per vak vastgesteld wat de lichtst mogelijke praktisch leverbare zuiltypen zijn.

dijkvaknr.	locatie [dp]	optimale taludhelling	mogelijke zuiltypen
95	281,88-285,6 boven NAP + 3 m	1:4,0	0,25 m / 2800 kg/m ³ 0,30 m / 2500 kg/m ³ 0,35 m / 2300 kg/m ³
96	285,6-287 onder NAP + 3 m	1:3,8	0,25 m / 2900 kg/m ³ 0,30 m / 2600 kg/m ³ 0,35 m / 2400 kg/m ³ 0,40 m / 2300 kg/m ³
	285,6-287 boven NAP + 3 m	1:3,8	0,25 m / 2900 kg/m ³ 0,30 m / 2600 kg/m ³ 0,35 m / 2400 kg/m ³ 0,40 m / 2300 kg/m ³
96,97	287-298,12 onder NAP + 1,25 m	1:3,5	0,25 m / 2900 kg/m ³ 0,30 m / 2600 kg/m ³ 0,35 m / 2300 kg/m ³
96,97	287-298,12 boven NAP + 6 m	1:3,5	0,30 m / 2700 kg/m ³ 0,35 m / 2400 kg/m ³ 0,40 m / 2300 kg/m ³

Tabel 6.9: Betonzuilen: mogelijke combinaties dikte en soortelijke massa

In deze tabel zijn ook de waarden opgenomen voor de afgeronde overgang tussen de bekleding van gekantelde betonblokken en de berm op het gedeelte dp 287 - dp 298,11; zie verder § 6.5.

Voor alle vakken wordt gekozen voor het zuiltype uit Tabel 6.9 met een soortelijke massa van 2300 kg/m³: zuilen met deze soortelijke massa zijn relatief duidelijk goedkoper omdat hiervoor geen bijzondere toeslagmaterialen nodig zijn en hebben de voorkeur van de beheerder. Voor de beheerder is het bovendien van belang dat alle toegepaste betonzuilen dezelfde soortelijke massa hebben, zodat verwarring bij eventueel herzetten wordt voorkomen.

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.

Verwezen wordt naar Bijlage 3.1.

6.3.1.2 Gekantelde betonblokken

Gekantelde blokken worden toegepast op het gedeelte dp 287 - dp 298,12, boven het niveau NAP + 1,25 m. Zoals besproken in § 5.3, bij de afweging van de bekledingstypen, is de ontwerphelling bepaald op 1:3,5 en is de toepasbaarheid op dit gedeelte aangetoond, mits in de uitvoering extra aandacht wordt besteed aan de filterdikte, zie § 6.3.2.

Over de uiteindelijke plaatsingsmethode wordt het volgende opgemerkt. In de ontwerpberoeeningen is uitgegaan van plaatsing tegen elkaar aan op een fijn filter. Een andere mogelijkheid is het plaatsen van de blokken met meer tussenruimte. Deze tussenruimte kan bestaan uit langsvoegen (in dat geval zijn afstandhouders nodig) of uit stootvoegen. Als gekozen wordt voor meer tussenruimte is een grover filtermateriaal nodig. Bovendien kan de tussenruimte al dan niet worden ingewassen met steenslag. In een later stadium, voordat het bestek wordt afgerond, zal aan de hand van de resultaten van de uitgevoerde golfgootproeven worden bezien welke plaatsingsmethode uit constructief oogpunt het gunstigst is.

In Bijlage 3 zijn geen invoergegevens van de ontwerpberoeeningen van de gekantelde blokken opgenomen: die zijn namelijk hetzelfde als de berekeningen van de constructieve toepasbaarheid, zoals beschreven in Hoofdstuk 5. Verwezen wordt daarom naar Bijlage 2.2.

6.3.1.3 Basaltzuilen

Vanaf dp 287 in oostelijke richting wordt het gehele dwarsprofiel bekleed met basaltzuilen, voor zover zuilen met voldoende dikte beschikbaar zijn.

De benodigde dikte is in § 5.3.4 indicatief bepaald, uitgaand van de zwaarste randvoorwaarden in het vak (zie Tabel 5.4). Met de werkelijke golftrandvoorwaarden (zie Tabel 3.2) en met de werkelijke ontwerpwaarde voor de dikte van de uitvullaag (zie § 6.3.2), veranderen de vereiste zuildikten enigszins: ten westen van dp 285,6 is de minimale zuildikte 0,24 m (in plaats van deels 0,23 m, deels 0,24 m), ten oosten van dp 285,6 is de benodigde zuildikte 0,22 m (in plaats van 0,23 m).

Ten behoeve van het sorteren is in het ontwerp een zekere marge gewenst en in het bestek wordt een op 5 cm afgeronde waarde opgenomen. De resulterende bestekswaarde bedraagt 0,30 m ten westen van dp 285,6 en 0,25 m ten oosten van dp 285,6.

De toplaag van basaltzuilen wordt na het aanbrengen ingewassen met 50 kg/m² steenslag van sortering 5/32 mm.

Verwezen wordt naar Bijlage 3.2.

6.3.2 Uitvullaag

De granulaire uitvullaag onder de toplaag is voornamelijk van belang voor de uitvoering. Uit het oogpunt van stabiliteit en uitvoering moet het materiaal zo fijn mogelijk zijn, maar het mag niet zo fijn zijn dat het tussen de elementen van de toplaag door uit kan spoelen. De fijnste sortering die uit dat oogpunt voor betonzuilen, basaltzuilen en gekantelde betonblokken met tussenruimte mogelijk is, is 14/32 mm. Deze waarde wordt voorgeschreven in het bestek. In de ontwerpberekeningen wordt uitgegaan van een waarde voor de D_{15} van 20 mm; hierdoor wordt een conservatieve benadering bereikt: de werkelijke waarde van de D_{15} van de gekozen sortering van 14/32 mm is ongeveer 17 mm.

Als wordt gekozen voor plaatsing van gekantelde betonblokken tegen elkaar aan, wordt een sortering van 4/14 mm toegepast. De bijbehorende waarde voor de D_{15} is 5 mm.

De minimale laagdikte waarin steenslag van deze sortering in uitvoeringstechnisch opzicht kan worden aangebracht, is 0,1 m. Voor het grootste deel van het dijkvak wordt deze waarde voor de laagdikte voorgeschreven in het bestek. Voor het gedeelte dp 285,6 - dp 287 geldt echter, dat voor de inpassing van het nieuwe dwarsprofiel onder de laagste bekleding enige aanvulling met granulair materiaal nodig is. Voor dit gedeelte wordt een laagdikte van 0,30 m voorgeschreven in het bestek.

In de ontwerpberekeningen wordt rekening gehouden met een uitvoeringsmarge: voor de getijdezone wordt gerekend met een uitvullaag die 0,1 m dikker is, voor de zone boven GHW met een uitvullaag die 0,05 m dikker is.

Voor de strook gekantelde betonblokken onder GHW op het gedeelte dp 287 - dp 298,12 is een uitzondering gemaakt: hiervoor is gerekend met een laagdikte van 0,15 m, dus met een marge van 0,05 m. Ook voor dit gedeelte wordt een laagdikte van 0,10 m in het bestek opgenomen, en in de uitvoering moet voor dit gedeelte extra aandacht worden besteed aan de filterdikte.

6.3.3 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 dijkvakken van 1997 en 1998 wordt gekozen voor een vlies met een gegarandeerde maximum maaswijdte (O_{90}) van 100 μm , 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 μm is.

Het geokunststof type 1 moet verder voldoen aan de volgende eisen:

eigenschap	waarde
dikte	≥ 3 mm
treksterkte	≥ 20 kN/m
rek bij breuk	≤ 60 %
doordrukkracht	≥ 3000 N
poriegrootte O_{90}	≤ 100 μ m
permittiviteit	≤ 70 l/m ² /s

Tabel 6.10: Eisen geokunststof type 1

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.

6.3.4 Basismateriaal

Met betrekking tot de dikte van de kleilaag onder de bekleding wordt binnen het Project Zeeweringen de volgende lijn aangehouden. De nieuwe bekleding moet voldoen aan de eisen ten aanzien van afschuiving; deze eisen betreffen de totale laagdikte van toplaag, uitvullaag en onderliggende kleilaag en zijn mede afhankelijk van de taludhelling en de golfsteilheid. Als niet aan de eisen wordt voldaan, moet de kleilaag aan de onderzijde worden aangevuld (verwijderen kleilaag, ontgraven zandpakket, aanbrengen nieuwe kleilaag). Als deze aanvulling nodig is, wordt in alle gevallen een kleilaagdikte van minimaal 0,80 m aangebracht; deze maat is gebaseerd op de gebruikelijke dikte van afdekkende kleilagen.

Voor het **gedeelte dp 285,6 - dp 298,12** van dit dijkvak geldt, dat de kern tot aan het niveau van de berm uit klei bestaat: de dikte van de bekleding is dus in alle gevallen groot genoeg om te voldoen aan de eisen ten aanzien van afschuiving (zie Figuur 6 en Figuur 7).

Voor het **gedeelte dp 281,88 - dp 285,6** geldt, dat de bestaande bekleding op een kleilaag ligt met daaronder zand. De dikte van de kleilaag is gemeten en bedraagt 0,6 à 0,7 m. Op dit gedeelte voldoet de nieuwe constructie niet aan de eisen ten aanzien van afschuiving. Er zal een nieuwe kleilaag met een minimale dikte van 0,8 m worden aangebracht (zie Figuur 5).

6.4 Overgangsconstructie

In het ontwerp van de glooiing van dit dijkvak kunnen vier soorten verticale overgangen worden onderscheiden:

- tussen gehandhaafde basaltzuilen en van elders aangevoerde basaltzuilen: dp 281,88 - dp 285,6 rond NAP + 3 m;
- tussen gehandhaafde basaltzuilen en betonzuilen: dp 281,88 - dp 285,6 rond NAP + 3 m (eventueel);
- tussen nieuwe betonzuilen en gekantelde blokken: dp 287 - dp 298,11 rond NAP + 1,25 m;
- tussen gekantelde blokken en nieuwe betonzuilen: dp 287 - dp 298,11 rond NAP + 6 m.

Op de overgang tussen **gehandhaafde en van elders aangevoerde basaltzuilen** hoeft geen overgangsconstructie te worden aangebracht. Om een goede aansluiting te kunnen maken worden de bovenste aanwezige basaltzuilen over beperkte breedte herzet.

De eventuele overgang tussen **gehandhaafde basaltzuilen en nieuwe betonzuilen** ligt in hetzelfde gedeelte. In dit geval is wel een overgangsconstructie nodig, van betonbanden (0,40 m × 0,12 m × 1,0 m), ondersteund door azobépalen (lengte 1,50 m, h.o.h. 0,33 m). Om een goede aansluiting te kunnen maken worden de bovenste aanwezige basaltzuilen over beperkte breedte herzet. De herzette basaltzuilen en de overgangsconstructie worden ingegoten met asfalt.

Op de overgang tussen **gekantelde betonblokken en betonzuilen** hoeft geen overgangsconstructie te worden aangebracht, omdat de bovenkant van de blokkenbekleding een rechte lijn vormt waar de betonzuilen machinaal tegenaan kunnen worden geplaatst.

6.5 Overgang boventafel-berm

Voor zover de boventafel wordt bekleed met betonzuilen of basaltzuilen wordt deze bekleding doorgetrokken tot aan de berm. Op het gedeelte waar de boventafel wordt bekleed met gekantelde betonblokken (dp 287 - dp 298,12), wordt de overgang uitgevoerd in betonzuilen, zoals beschreven in § 5.5.

De overgang wordt uitgevoerd door de bekleding aan te brengen met een ronding, waarvan de bochtstraal (R) 10 m bedraagt. Boven de afronding wordt de bekleding nog 1 m op de berm doorgetrokken.

Op de delen waar de boventafel met betonzuilen wordt bekleed, wordt voor de overgang hetzelfde zuiltype gebruikt: deze zuiltypen voldoen zeker, omdat de ontwerpomstandigheden hetzelfde zijn als voor de boventafel, terwijl de taludhelling flauwer is. Voor het gedeelte dp 287 - dp 298,12, waar de boventafel wordt bekleed met gekantelde blokken, wordt gebruik gemaakt van zuilen van 0,40 m met een soortelijke massa van 2300 kg/m³ (zie § 6.3.1.1 voor berekening en afweging).

Met betrekking tot uitvullaag en geokunststof wordt aangesloten bij de constructie volgens § 6.3.

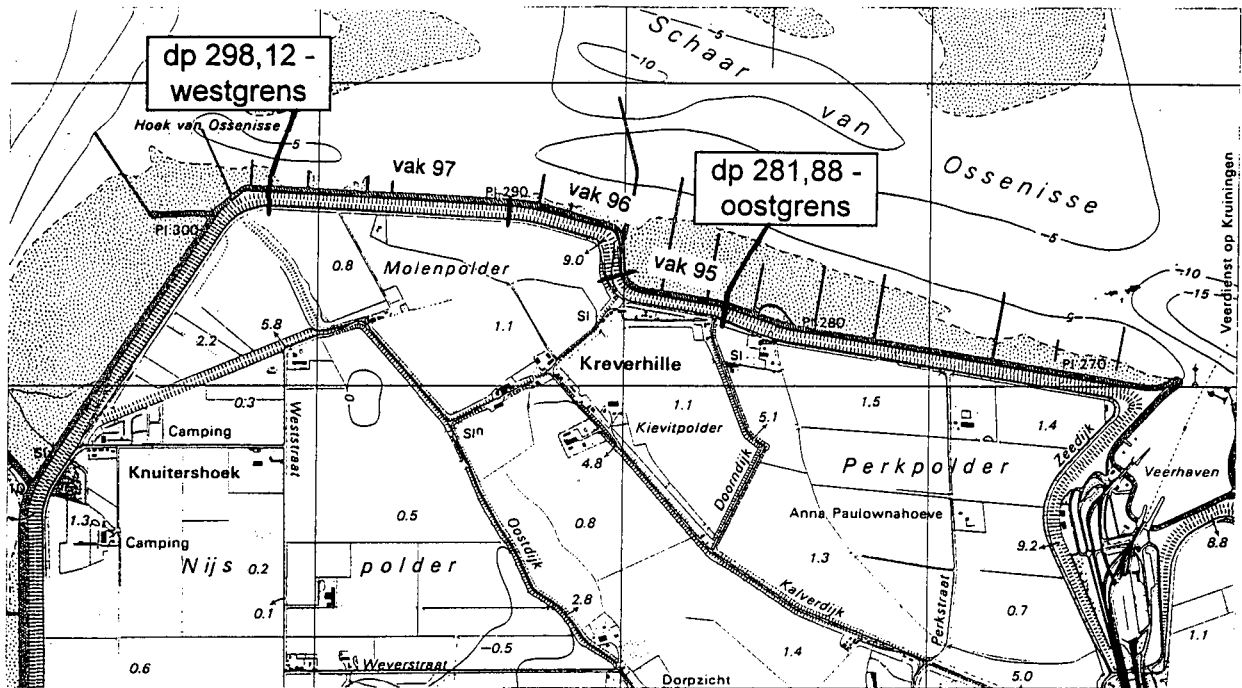
6.6 **Berm**

Aansluitend op de beschreven bekleding van betonzuilen of basaltzuilen wordt op de berm een onderhoudsstrook aangebracht. Voor het ontwerp daarvan is het verkeer in de uitvoeringsfase maatgevend. De breedte van de strook is 3,0 m, de strook is opgebouwd uit een 0,4 m dikke laag fosforslakken met sortering 0/40 mm op een geokunststof type 2 (zie Tabel 6.8). De strook wordt na de uitvoering niet verwijderd, maar zo aangepast dat deze dienst kan doen als onderhoudsstrook. De berm is op dit moment in beperkte mate in gebruik als fietspad, maar omdat een toename van gebruik door fietsers zou leiden tot mogelijke verstoring van de aanwezige vogels, wordt de onderhoudsstrook fiets-onvriendelijk afgewerkt. Deze afwerking wordt nog nader uitgewerkt.

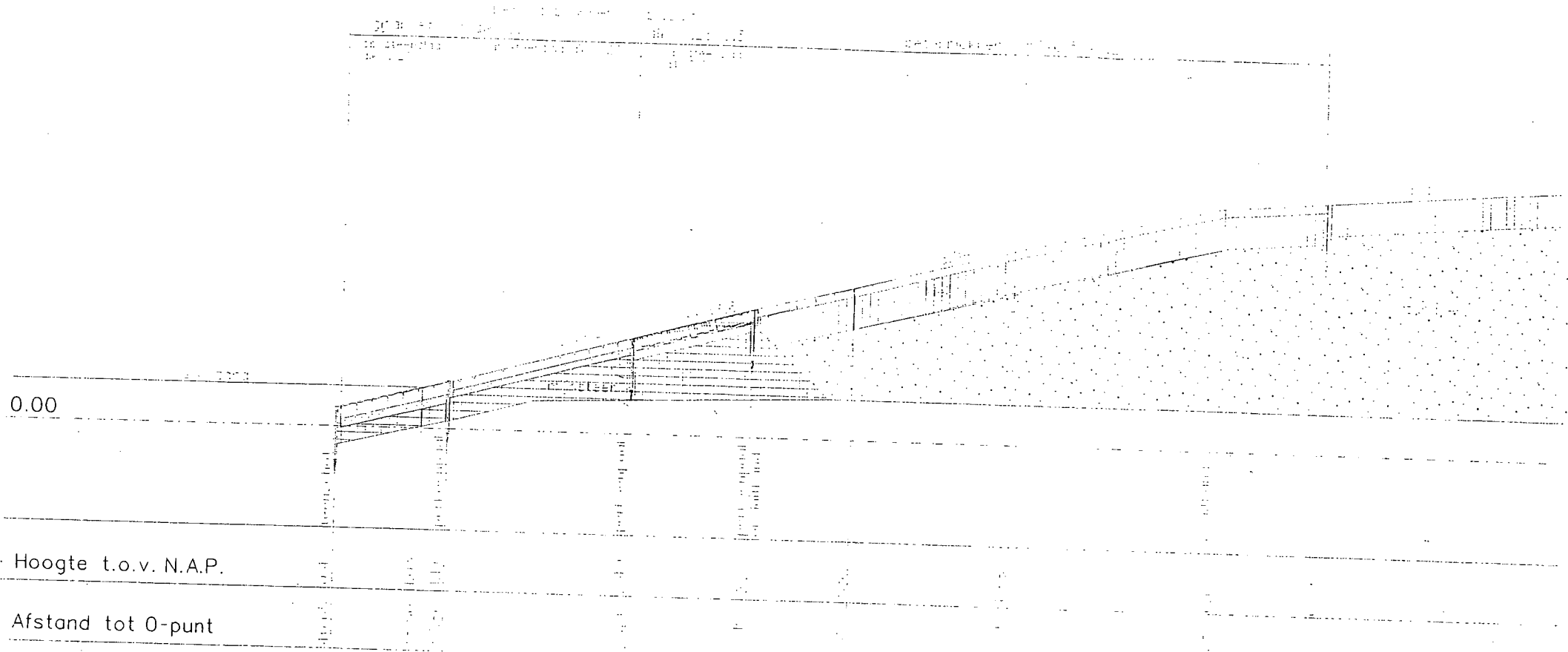
FIGUREN

- Figuur 1: Locatie projectgebied
- Figuur 2a: Bestaand dwarsprofiel dp 281,88 - dp 285,60
- Figuur 2b: Bestaand dwarsprofiel dp 285,60 - dp 298,12
- Figuur 3a: Gloomingskaart bestaande situatie
- Figuur 3b: Eindbeoordeling toetsing
- Figuur 4: Gloomingskaart ontwerp
- Figuur 5: Nieuw dwarsprofiel dp 281,88 - dp 285,60
- Figuur 6: Nieuw dwarsprofiel dp 285,60 - dp 287,00
- Figuur 7: Nieuw dwarsprofiel dp 287,00 - dp 298,12]

Opmerking bij Versie 3: Figuur 2a tot en met Figuur 7 zijn in concept bijgevoegd

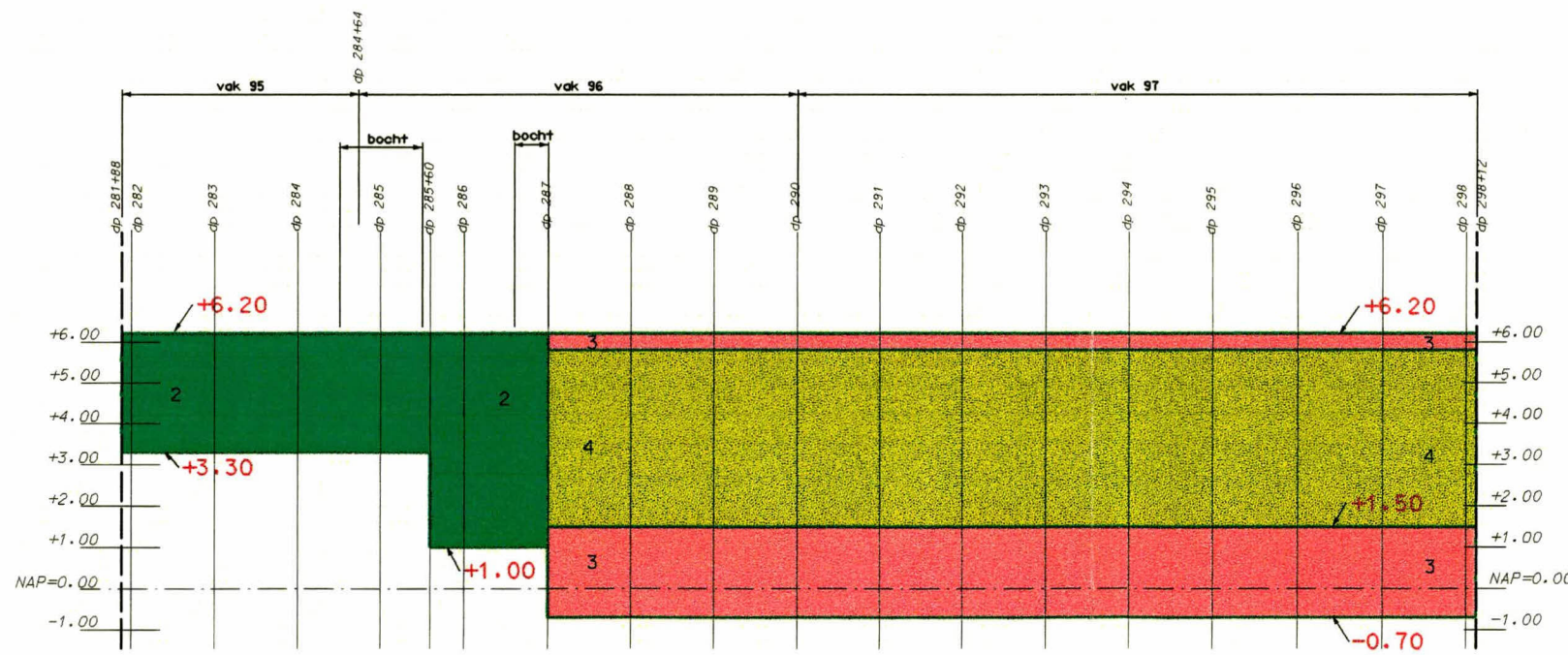
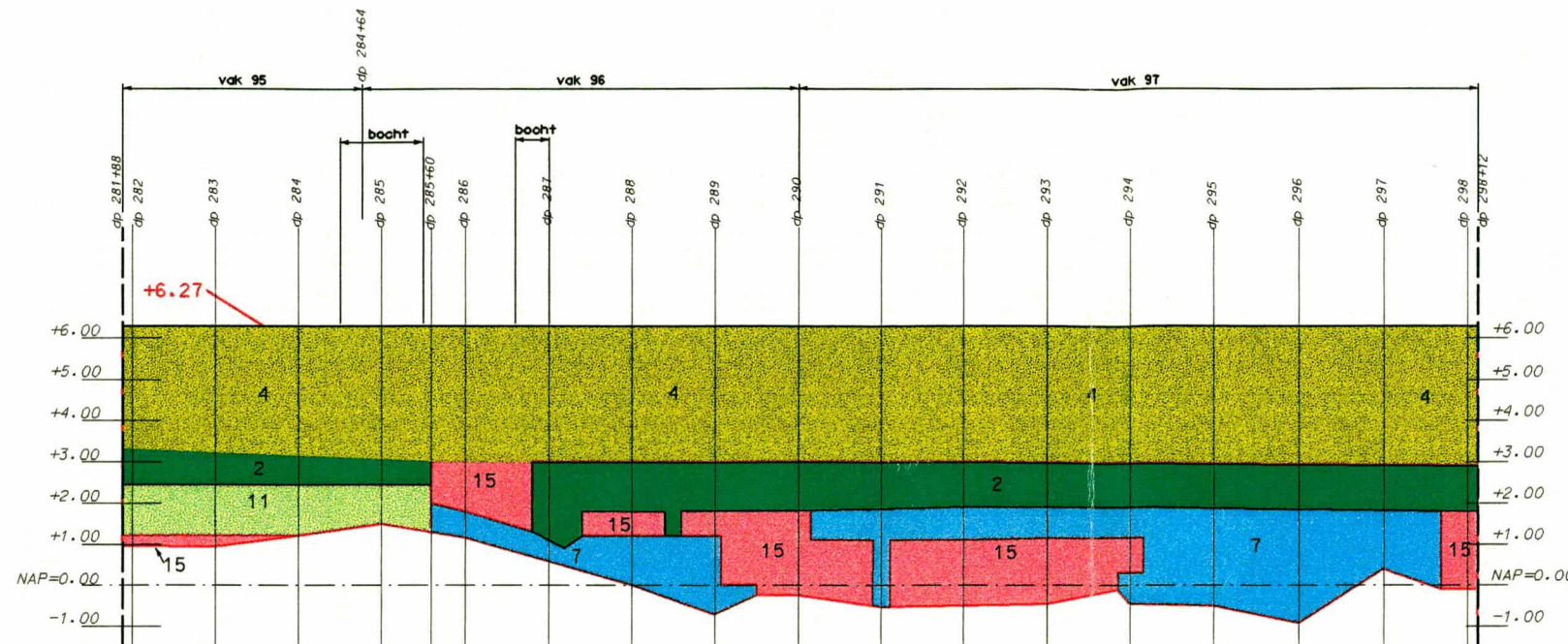


Figuur 1: Locatie projectgebied

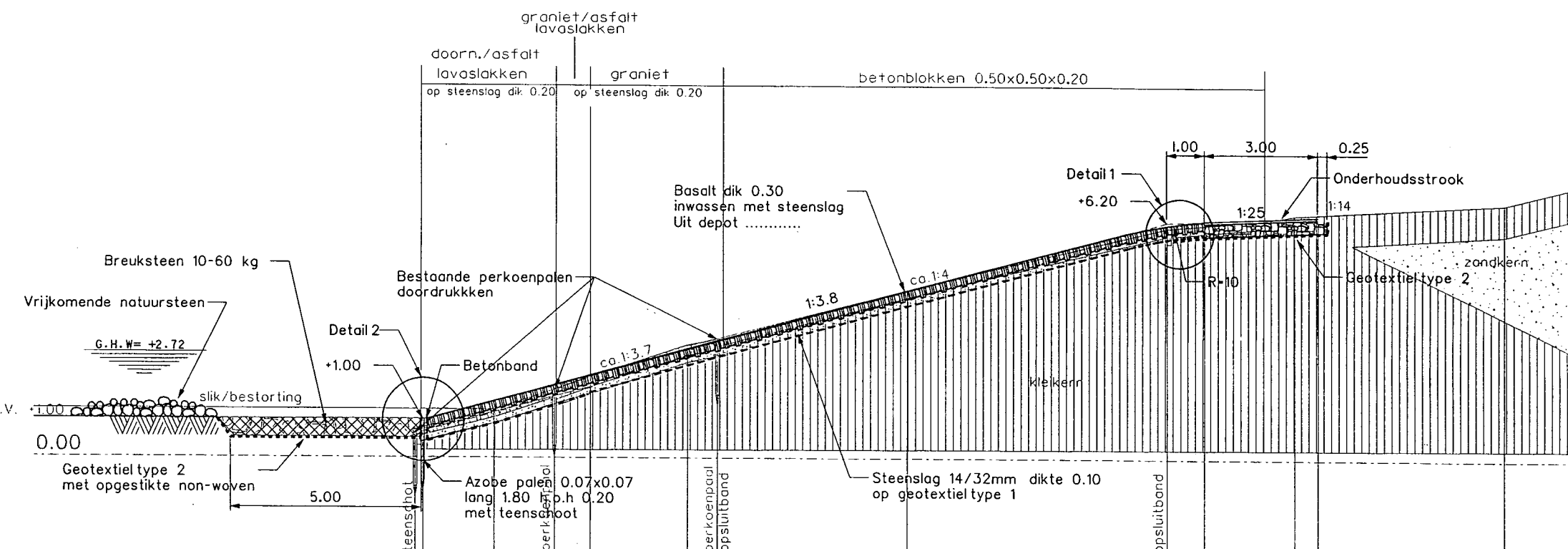


schaal 1:100 *Figuur 2a*
BESTAAND DWARSPROFIEL 1 dp281+88 - dp285+60

Molen-Kievitpolder



boven	basalt dik 0.25	basalt d-0.30	zuil 0.40/2300	gekantelede blokken
onder			zuil 0.35/2300	
teen		teen	teen	teen
kreukelberm		breuksteen 10-60 kg op geotextiel type 2 met opgestikte non-woven		



		teenschot	perkoenpaal	perkoenpaal	perkoenpaal	opsluitband	opsluitband						
Hoogte t.o.v. N.A.P.		0.72	1.25	1.77	2.11	2.94	3.10		4.39		6.04		6.67
Afstand tot 0-punt		42.91	40.81	39.21	38.25	35.66	34.63		29.59		22.72		13.92
Nieuwe Hoogte t.o.v. N.A.P.		1.00									6.20	6.34	
Nieuwe Afstand tot 0-punt		42.48									22.72	21.72	18.72

schaal 1:100 **Figuur 6**
NIEUW DWARSPROFIEL 2 dp285+60 - dp287

LITERATUUR

- [1] Algemene nota dijkvakken 1999 (concept), Projectbureau Zeeweringen, Goes, september 1997
- [2] Inventarisatie sterkte gezette taludbekledingen in Zeeland, Grondmechanica Delft, kenmerk 362070/46, Delft, januari 1997
- [3] De basispeilen langs de Nederlandse kust, Rijksinstituut voor Kust en Zee, rapportnummer RIKZ-95.008, mei 1995
- [4] Golfrandvoorwaarden op de Westerschelde gegeven een 1/4000 windsnelheid, Rijksinstituut voor Kust en Zee, rapportnummer RIKZ-97.046, Middelburg, november 1997
- [5] Milieu-inventarisatie zeeweringen Westerschelde, Bouwdienst Rijkswaterstaat, documentnummer ZEEW-R-97013, Utrecht, augustus 1997
- [6] Leidraad Toetsen op Veiligheid, Groene versie, TAW, Delft, augustus 1996
- [7] Handleiding toetsen dijkbekledingen, werkwijze op basis van Leidraad Toetsen op Veiligheid ten behoeve van Projectbureau Zeeweringen, versie 2.1, Werkgroep Kennis, 27 mei 1998
- [8] Geavanceerde toetsing steenbekleding Molen-Kievitpolder, notitie, Grondmechanica Delft, mei 1998
- [9] Rapport 155, Handboek voor dimensionering van gezette taludbekledingen, CUR Gouda, maart 1992
- [10] Handleiding ontwerpen dijkbekledingen, technische werkwijze ten behoeve van Projectbureau Zeeweringen, versie 2.1, Werkgroep Kennis, 27 mei 1998
- [11] Achtergrond bij handleiding toetsen en ontwerpen, PZDT-R-98232
- [12] Taludbekledingen van gezette steen, Vernieuwd Black-Box model, Waterloopkundig Laboratorium, kenmerk H1770, Delft, april 1994

BIJLAGEN

- Bijlage 1: Berekeningsresultaten toetsing
- Bijlage 2: Berekeningsresultaten keuze bekleding
- Bijlage 3: Berekeningsresultaten dimensionering

BIJLAGE 1: BEREKENINGSRESULTATEN TOETSING

- vak 95, dp 281,88 - dp 283,7
- vak 95-96(1), dp 283,7 - dp 285,6
- vak 95-96(2), dp 285,6 - dp 287,0
- vak 96-97, dp 287,0 - dp 290,0
- vak 97, dp 290,0 - dp 298,12

Spreadsheet versie 3, d.d. 16-04-1998.

Gepleegede aanpassingen t.o.v. versie 2: bepaling y_s , berekening D_{krit} , afschuivingscriterium.

TOETSING / ONTWERP

POLDER	Molen/kievitpolder
DIJKVAKNR	95(281,88--283,70)

RANDVOORWAARDEN RIKZ		
W_s	H_s	T_p
[m + NAP]	[m]	[s]
2	0,9	4,8
4	1,6	5,7
6	1,9	5,7

Ontwerpepeil:	6,26
---------------	------

algemeen	soort bekleding	Granietblokken	Koperslak	Koperslak(1,5°D)	Basalt	Basalt(1,5°D)	Betonblokken
	dijkpaalnummer	281,88-283,70	281,88-283,70	281,88-283,70	281,88-283,70	281,88-283,70	281,88-283,70
	niveau bovengrens [m + NAP]	1,19	2,5	2,5	3,17	3,17	6,01
	niveau ondergrens [m + NAP]	1,03	1,17	1,17	2,5	2,5	2,98
	helling [1 : ?]	3,9	3,6	3,6	3,6	3,6	4,1
	aanwezige/minimale helling	aanwezige	aanwezige	aanwezige	aanwezige	aanwezige	aanwezige
toplaag	steendikte [m]	0,20	0,20	0,30	0,23	0,35	0,20
	soortelijke massa [ton/m ³]	2,6	2,7	2,7	2,9	2,9	2,3
	bij blokken: breedte [m]	0,25	0,24	0,24	n.v.t	n.v.t	0,5
	bij blokken: lengte [m]	0,4	0,28	0,28	n.v.t	n.v.t	0,5
	toplaag gepenetreerd ? [ja/nee]	nee	nee	nee	nee	nee	nee
	aanwezige $H_s/\Delta D$ [-]	2,93	4,36	2,91	3,87	2,58	7,76
	D_{krit} (gepenetreerd of overgoten) [m]	0,03	0,21	0,21	0,10	0,10	0,63
onderlagen	filterdoortendheid [mm/s]	slecht(ingezand)	slecht(ingezand)	slecht(ingezand)	slecht(ingezand)	slecht(ingezand)	n.v.t
	dikte filterlaag [m]	0,1	0,1	0,1	0,5	0,5	n.v.t
	kleikern aanwezig ? [ja/nee]	nee	nee	nee	nee	nee	nee
	bij kleikern: niveau kruin [m + NAP]						
	bij geen kleikern: dikte kleilaag m	2,50	2,50	2,50	2,50	2,50	0,80
maatgevende condities	W_s [m + NAP]	2,00	3,50	3,50	4,20	4,20	6,26
	H_s [m]	0,90	1,43	1,43	1,63	1,63	1,93
	T_p [s]	4,80	5,48	5,48	5,70	5,70	5,70
	ξ [-]	1,62	1,59	1,59	1,55	1,55	1,25
	y_s [m]	0,64	0,92	0,92	1,01	1,01	0,94
globale toetsing	schade-ervaring beheerder ? [veel/weinig]	weinig	weinig		weinig		weinig
	aansluiting toplaag-filter ? [goed/slecht]	redelijk	redelijk		slecht		slecht
	zakkingen opgetreden ? [ja/nee]	nee	nee		nee		ja
	beoordeling afschuiving	goed	goed	goed	goed	goed	goed
	type bekleding Black Box	3b	3b		3b		2
	resultaat Black Box	twijfelachtig	twijfelachtig		twijfelachtig		onvoldoede
bij filter: Anamos	$H_s/\Delta D_{max}$ [-]	4,35	4,40	4,40	4,48	4,48	5,17
	geldig ?	geldig	geldig	geldig	geldig	geldig	ongeldig
	resultaat	stabiel	instabiel	Geavan.toetsing	instabiel	Geavan.toetsing	instabiel
	ontwerp: ondergrens bekleding [m + NAP]	1,05	2,12	2,12	2,69	2,69	4,85

1

2

3

4

5

6

Spreadsheet versie 3, d.d. 16-04-1998.

Gepleegde aanpassingen t.o.v. versie 2: bepaling y_s , berekening D_{krit} , afschuivingscriterium.

TOETSING / ONTWERP

POLDER	Molen/kievitpolder
DIJKVAKNR	96 grenst aan 95(283,70-287)

RANDVOORWAARDEN RIKZ		
W_s [m + NAP]	H_s [m]	T_p [s]
2	1,5	4,8
4	1,9	5,7
6	2,1	5,7
Ontwerppeil : 6,26		

algemeen	soort bekleding	Koperlak	Koperlak(1,5°D)	Basalt	Basalt(1,5°D)
	dijkpaalnummer	283,70-285,60	283,70-285,60	283,70-285,60	283,70-285,60
	niveau bovengrens [m + NAP]	2,4	2,4	3,05	3,05
	niveau ondergrens [m + NAP]	1,19	1,19	2,4	2,4
	helling [1 : ?]	3,8	3,8	3,9	3,9
	aanwezige/minimale helling	aanwezige	aanwezige	aanwezige	aanwezige
toplaag	steendikte [m]	0,20	0,30	0,23	0,35
	soortelijke massa [ton/m ³]	2,7	2,7	2,9	2,9
	bij blokken: breedte [m]	0,24	0,24	n.v.t	n.v.t
	bij blokken: lengte [m]	0,28	0,28	n.v.t	n.v.t
	toplaag gepenetreerd ? [ja/nee]	nee	nee	nee	nee
	aanwezige $H_s/\Delta D$ [-]	5,39	3,59	4,54	3,03
	D_{krit} (gepenetreerd of overgoten) [m]	0,19	0,19	0,09	0,09
onderlagen	filterdoorlatendheid [mm/s]	slecht(ingezand)	slecht(ingezand)	slecht(ingezand)	slecht(ingezand)
	dikte filterlaag [m]	0,1	0,1	0,5	0,5
	kleikern aanwezig ? [ja/nee]	nee	nee	nee	nee
	bij kleikern: niveau kruin [m + NAP]				
	bij geen kleikern: dikte kleilaag m	2,50	2,50	2,50	2,50
maatgevende condities	W_s [m + NAP]	3,30	3,30	4,10	4,10
	H_s [m]	1,76	1,76	1,91	1,91
	T_p [s]	5,39	5,39	5,70	5,70
	ξ [-]	1,33	1,33	1,32	1,32
	y_s [m]	0,89	0,89	0,97	0,97
globale toetsing	schade-ervaring beheerder ? [veel/weinig]	weinig		weinig	
	aansluiting toplaag-filter ? [goed/slecht]	redelijk		slecht	
	zakkingen opgetreden ? [ja/nee]	nee		nee	
	beoordeling afschuiving	goed	goed	goed	goed
	type bekleding Black Box	3b		3b	
	resultaat Black Box	twijfelachtig		twijfelachtig	
bij filter: Anamos	$H_s/\Delta D_{max}$ [-]	4,95	4,95	4,98	4,98
	geldig ?	ongeldig	geldig	geldig	geldig
	resultaat	instabiel	Geavan.toetsing	instabiel	Geavan.toetsing
	ontwerp: ondergrens bekleding [m + NAP]	1,96	1,96	2,64	2,64

1 2 3 4

Spreadsheet versie 3, d.d. 16-04-1998.

Gepleegde aanpassingen t.o.v. versie 2: bepaling y_s , berekening D_{krit} , afschuivingscriterium.

TOETSING / ONTWERP

POLDER	Molen/kievitpolder
DIJKVAKNR	96 grenst aan 95(284,64-287)

RANDVOORWAARDEN RIKZ		
W_s	H_s	T_p
[m + NAP]	[m]	[s]
2	1,5	4,8
4	1,9	5,7
6	2,1	5,7

Ontwerppeil:	6,26
--------------	------

algemeen	soort bekleding	Grانيت	Grانيت(1,5°D)	Doornikse	Doornikse(1,5°D)	Basalt	Basalt(1,5°D)	Betonblokken
	dijkpaalnummer	285,60-286,80	285,60-286,80	285,60-287	285,60-287	286,60-287	286,60-287	283,70-287
	niveau bovengrens [m + NAP]	3,23	3,23	1,34	1,34	3,05	3,05	6,01
	niveau ondergrens [m + NAP]	1,97	1,97	0,69	0,69	2,4	2,4	2,98
	helling [1 : ?]	3,7	3,7	3,3	3,3	3,6	3,6	4,0
	aanwezige/minimale helling	aanwezige	aanwezige	aanwezige	aanwezige	aanwezige	aanwezige	aanwezige
toplaag	steendikte [m]	0,20	0,30	0,22	0,33	0,23	0,35	0,20
	soortelijke massa [ton/m ³]	2,6	2,6	2,6	2,6	2,9	2,9	2,3
	bij blokken: breedte [m]	0,25	0,25	0,25	0,25	n.v.t	n.v.t	0,5
	bij blokken: lengte [m]	0,4	0,4	0,4	0,4	n.v.t	n.v.t	0,5
	toplaag gepenetreerd ? [ja/nee]	nee	nee	nee	nee	nee	nee	nee
	aanwezige $H_s/\Delta D$ [-]	6,28	4,19	4,56	3,04	4,54	3,03	8,52
	D_{krit} (gepenetreerd of overgoten) [m]	0,21	0,21	0,11	0,11	0,09	0,09	0,63
onderlagen	filterdoortendheid [mnvs]	slecht(ingezand)	slecht(ingezand)	slecht(ingezand)	slecht(ingezand)	slecht(ingezand)	slecht(ingezand)	n.v.t.
	dikte filterlaag [m]	0,2	0,2	0,2	0,2	0,5	0,5	n.v.t.
	kleikern aanwezig ? [ja/nee]	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja
	bij kleikern: niveau kruin [m + NAP]	5,80	5,80	5,80	5,80	5,80	5,80	5,8
	bij geen kleikern: dikte kleilaag m							
maatgevende condities	W_s [m + NAP]	4,30	4,30	2,20	2,20	4,10	4,10	6,26
	H_s [m]	1,93	1,93	1,54	1,54	1,91	1,91	2,12
	T_p [s]	5,70	5,70	4,89	4,89	5,70	5,70	5,70
	ξ [-]	1,40	1,40	1,51	1,51	1,44	1,44	1,22
	y_s [m]	1,03	1,03	0,84	0,84	1,05	1,05	0,97
globale toetsing	schade-ervaring beheerder ? [veel/weinig]	weinig		weinig		weinig		weinig
	aansluiting toplaag-filter ? [goed/slecht]	redelijk		redelijk		slecht		slecht
	zakkingen opgetreden ? [ja/nee]	nee		nee		nee		ja
	beoordeling afschuiving	goed	goed	goed	goed	goed	goed	goed
	type bekleding Black Box	3b		3b		3b		2
	resultaat Black Box	twijfelachtig		twijfelachtig		twijfelachtig		onvoldoede
bij filter: Anamos	$H_s/\Delta D_{max}$ [-]	4,78	4,78	4,55	4,55	4,70	4,70	5,25
	geldig ?	ongeldig	geldig	ongeldig	geldig	geldig	geldig	ongeldig
	resultaat	instabiel	instabiel	instabiel	Geavan toetsing	instabiel	Geavan toetsing	instabiel
	ontwerp: ondergrens bekleding [m + NAP]	2,76	2,76	0,93	0,93	2,53	2,53	4,80

1 2 3 4 5 6 7

Spreadsheet versie 3, d.d. 16-04-1998.

Gepleegde aanpassingen t.o.v. versie 2: bepaling y_s , berekening D_{krit} , afschuivingscriterium.

TOETSING / ONTWERP

POLDER	Molen/kievitpolder
DIJKVAKNR	96 grenst aan 97(287--290)

RANDVOORWAARDEN RIKZ		
W_s [m + NAP]	H_s [m]	T_p [s]
2	1,5	4,8
4	1,8	5,7
8	2	5,7

Ontwerppeil: 6,26

algemeen	soort bekleding	Doomikse	Doomikse 1.5°D	Graniet	Graniet 1.5°D	Basalt	Basalt(1.5°D)	Betonblokken
	dijkpaalnummer	287-289,5	287-289,5	287,5-290	287,5-290	287-290	287-290	281,88-283,70
	niveau bovengrens [m + NAP]	1,06	1,06	1,72	1,72	2,94	2,94	6,01
	niveau ondergrens [m + NAP]	-0,75	-0,75	1,06	1,06	1,72	1,72	2,98
	helling [1 : ?]	3,1	3,1	2,9	2,9	3,0	3,0	4,0
	aanwezige/minimale helling	aanwezige	aanwezige	aanwezige	aanwezige	aanwezige	aanwezige	aanwezige
toplaag	steendikte [m]	0,22	0,33	0,20	0,30	0,23	0,35	0,20
	soortelijke massa [ton/m ³]	2,6	2,6	2,6	2,6	2,9	2,9	2,3
	bij blokken: breedte [m]	0,25	0,25	0,25	0,25	n.v.t	n.v.t	0,5
	bij blokken: lengte [m]	0,4	0,4	0,4	0,4	n.v.t	n.v.t	0,5
	toplaag gepenetreerd ? [ja/nee]	nee	nee	nee	nee	nee	nee	nee
	aanwezige $H_s/\Delta D$ [-]	4,44	2,96	5,27	3,51	4,33	2,84	8,12
	D_{krit} (gepenetreerd of overgoten) [m]	0,31	0,31	0,11	0,11	0,18	0,18	0,63
onderlagen	filterdoortendheid [mm/s]	slecht(ingezand)	slecht(ingezand)	slecht(ingezand)	slecht(ingezand)	slecht(ingezand)	slecht(ingezand)	n.v.t
	dikte filterlaag [m]	0,2	0,2	0,2	0,2	0,5	0,5	n.v.t
	kleikern aanwezig ? [ja/nee]	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja
	bij kleikern: niveau kruin [m + NAP]	5,80	5,80	5,80	5,80	5,80	5,80	5,8
	bij geen kleikern: dikte kleilaag [m]							
maatgevende condities	W_s [m + NAP]	2,00	2,00	2,80	2,80	4,20	4,20	6,26
	H_s [m]	1,50	1,50	1,62	1,62	1,82	1,82	2,02
	T_p [s]	4,80	4,80	5,16	5,16	5,70	5,70	5,70
	ξ [-]	1,58	1,58	1,77	1,77	1,79	1,79	1,25
	y_s [m]	0,85	0,85	1,03	1,03	1,21	1,21	0,97
						weinig		weinig
globale toetsing	schade-ervaring beheerder ? [veel/weinig]	weinig		weinig		weinig		weinig
	aansluiting toplaag-filter ? [goed/slecht]	redelijk		redelijk		slecht		slecht
	zakkingen opgetreden ? [ja/nee]	nee		nee		nee		ja
	beoordeling afschuiving	goed	goed	twijfel	twijfel	twijfel	twijfel	goed
	type bekleding Black Box	3b		3b		3b		2
	resultaat Black Box	twijfelachtig		twijfelachtig		twijfelachtig		onvoldoende
bij filter: Anamos	$H_s/\Delta D_{max}$ [-]	4,42	4,42	4,10	4,10	4,07	4,07	5,16
	geldig ?	ongeldig	geldig	ongeldig	geldig	ongeldig	geldig	ongeldig
	resultaat	instabiel	Geavan.toetsing	instabiel	instabiel	instabiel	Geavan.toetsing	instabiel
	ontwerp: ondergrens bekleding [m + NAP]	0,73	0,73	1,25	1,25	2,39	2,39	4,81

1 2 3 4 5 6 7

Ruimte voor opmerkingen:

Kolomnummer:	1	2	3	4	5	6	7
Meldt hier bij twijfelachtig resultaat van het afschuivingscriterium het oordeel van de Werkgroep Kennis:							
[goed/onvoldoende]							

Spreadsheet versie 3, d.d. 16-04-1998.

Gepleegde aanpassingen t.o.v. versie 2: bepaling y_s , berekening D_{krit} , afschuivingscriterium.

TOETSING / ONTWERP

POLDER	Molen/kievitpolder
DIJKVAKNR	97(290-298,12)

RANDVOORWAARDEN RIKZ		
W_s [m + NAP]	H_s [m]	T_p [s]
2	1,5	4,8
4	1,9	5,7
6	2	5,7

Ontwerpplaat:	6,26
---------------	------

algemeen	soort bekleding	Basalt	Basalt(1.5°D)	Graniet	Graniet 1.5°D	Doomikse	Doomikse 1.5°D	Graniet	Graniet 1.5°D	Betonblokken
	dijkpaalnummer	290-298,12	290-298,12	290-294,2	290-294,2	290,20-297,70	290,20-297,70	290-294,2	290-294,2	290-298,12
	niveau bovengrens [m + NAP]	2,87	2,87	1,15	1,15	1,86	1,86	1,76	1,76	6,01
	niveau ondergrens [m + NAP]	1,86	1,86	0,3	0,3	-0,5	-0,5	-0,12	-0,12	2,98
	helling [1 : ?]	2,8	2,8	2,6	2,6	2,9	2,9	3,0	3,0	4,0
	aanwezigeminimale helling	aanwezige	aanwezige	aanwezige	aanwezige	aanwezige	aanwezige	aanwezige	aanwezige	aanwezige
toplaag	steendikte [m]	0,23	0,35	0,20	0,30	0,22	0,33	0,20	0,30	0,20
	soortelijke massa [ton/m3]	2,9	2,9	2,6	2,6	2,6	2,9	2,6	2,6	2,3
	bij blokken: breedte [m]	n.v.t	n.v.t	0,25	0,25	alle maten	alle maten	0,25	0,25	0,5
	bij blokken: lengte [m]	n.v.t	n.v.t	0,4	0,4	alle maten	alle maten	0,4	0,4	0,5
	toplaag gepenetreerd ? [ja/nee]	nee	nee	nee	nee	nee	nee	nee	nee	nee
	aanwezige $H_s/\Delta D$ [-]	4,54	3,03	5,01	3,34	4,97	2,78	5,40	3,60	8,08
	D_{krit} (gepenetreerd of overgoten) [m]	0,15	0,15	0,15	0,15	0,41	0,34	0,32	0,32	0,63
onderlagen	filterdoorlatendheid [mm/s]	slecht(ingezand)	slecht(ingezand)	slecht(ingezand)	slecht(ingezand)	slecht(ingezand)	slecht(ingezand)	slecht(ingezand)	slecht(ingezand)	n.v.t
	dikte filterlaag [m]	0,5	0,5	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	n.v.t
	kleikem aanwezig ? [ja/nee]	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	nee
	bij kleikern: niveau kruin [m + NAP]	5,80	5,80	5,80	5,80	5,80	5,80	5,80	5,80	0,80
	bij geen kleikern: dikte kleilaag [m]									
maatgevende condities	W_s [m + NAP]	4,20	4,20	2,20	2,20	2,90	2,90	2,80	2,80	6,26
	H_s [m]	1,91	1,91	1,54	1,54	1,68	1,68	1,66	1,66	2,01
	T_p [s]	5,70	5,70	4,89	4,89	5,21	5,21	5,16	5,16	5,70
	ξ [-]	1,83	1,84	1,89	1,89	1,72	1,72	1,69	1,69	1,26
	y_s [m]	1,26	1,27	1,01	1,01	1,04	1,04	1,01	1,01	0,96
globale toetsing	schade-ervaring beheerder ? (veel/weinig)	weinig		weinig		weinig		weinig		weinig
	aansluiting toplaag-filter ? [goed/slecht]	slecht		redelijk		redelijk		redelijk		slecht
	zakkingen opgetreden ? [ja/nee]	nee		nee		nee		nee		ja
	beoordeling afschuiving	twijfel	twijfel	twijfel	twijfel	twijfel	twijfel	twijfel	twijfel	goed
	type bekleding Black Box	3b		3b		3b		3b		2
	resultaat Black Box	twijfelachtig		twijfelachtig		twijfelachtig		twijfelachtig		onvoldoende
bij filter: Anamos	$H_s/\Delta D_{max}$ [-]	4,01	4,00	3,92	3,93	4,17	4,17	4,23	4,23	5,15
	geldig ?	ongeldig	geldig	ongeldig	geldig	ongeldig	geldig	ongeldig	geldig	ongeldig
	resultaat	instabiel	Geavan toetsing	instabiel	instabiel	instabiel	Geavan toetsing	instabiel	instabiel	instabiel
	ontwerp: ondergrens bekleding [m + NAP]	2,31	2,30	0,69	0,69	1,34	1,34	1,29	1,29	4,81

1 2 3 4 5 6 7 8 9

Ruimte voor opmerkingen:

Kolomnummer:	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Meldt hier bij twijfelachtig resultaat van het afschuivingscriterium het oordeel van de Werkgroep Kennis:									
(goed/onvoldoende)									

BIJLAGE 2: BEREKENINGSRESULTATEN KEUZE BEKLEDING

- Bijlage 2.1: Toepasbaarheid betonzuilen
- Bijlage 2.2: Toepasbaarheid gekantelde betonblokken
- Bijlage 2.3: Toepasbaarheid natuursteen

Bijlage 2.1: Keuze bekleding: toepasbaarheid betonzuilen

De constructieve toepasbaarheid van betonzuilen wordt beschreven in § 5.3.2.

De toepasbaarheid van de zwaarst mogelijke betonzuilen onder de zwaarste randvoorwaarden bij de steilste praktische taludhelling is bepaald. Daarmee wordt aangetoond dat het bekledingstype betonzuilen in het gehele dijkvak toepasbaar is.

INVOERGEGEVENS

PARAMETER / BEREKENING	vak 95b/96a dp 283,7-287,0
Golven	
H_s [m]	2,12
T_p [s]	5,7
h_1 [m+NAP]	6,26
Talud	
$\cot(\alpha)$ [-]	2,8
f_t [-]	0,5
h_2 [m]	0,0
h_3 [m]	6,0
Constructietype	
niet ingewassen zuilen	
filter	
basis	
Zuilen	
A_z [m ²]	0,09
A_{z0} [%]	10
D_z [m]	0,50
s_m [kg/m ³]	2813
f_{wz} [-]	0,5
Filter	
b [m]	0,20
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 meestal wordt bepaald door het toepassingscriterium van ANAMOS ($H_s/\Delta D \leq 6\xi^{2/3}$).

Bijlage 2.2: Keuze bekleding: toepasbaarheid gekantelde betonblokken

De constructieve toepasbaarheid van gekantelde betonblokken wordt beschreven in § 5.3.3. In de derde kolom staan de gegevens van de berekening voor toepasbaarheid in de getijdezone, als in de uitvoering extra aandacht wordt besteed aan de filterdikte.

PARAMETER/ BEREKENING	vak 95 b. 281,88-283,7	vak 96/97 o. 287-298,12	vak 96/97 o. 287-298,12	vak 96/97 b. 287-298,12
Golven				
H_s [m]	1,93	1,64	1,91	2,01
T_p [s]	5,70	5,12	5,70	5,70
h1 [m+NAP]	6,26	2,70	4,20	6,26
Talud				
cot(α) [-]	1:3,8	1:3,3	1:3,3	1:3,3
ft [-]	0,5	0,5	0,5	0,5
h2 [m+NAP]	0,0	0,0	0,0	0,0
h3 [m+NAP]	6,0	6,0	6,0	6,0
Constructietype				
niet ingewassen dichte blokken				
filter				
basis				
Blokken				
B [m]	0,20	0,20	0,20	0,20
L [m]	0,50	0,50	0,50	0,50
D [m]	0,50	0,50	0,50	0,50
s [mm]	1	1	1	1
sm [kg/m ³]	2300	2300	2300	2300
fwz [-]	0,5	0,5	0,5	0,5
Filter				
b [m]	0,15	0,20	0,15	0,15
D_{15} [mm]	5	5	5	5
n [-]	0,35	0,35	0,35	0,35

EINDRESULTATEN

Stabiliteit toplaag				
conclusie ANAMOS	De constructie is stabiel	De constructie is stabiel	De constructie is stabiel	De constructie is stabiel
Maximaal topniveau				
ys [m]	n.v.t.	0,91	1,11	n.v.t.
topniveau [m+NAP]	6,26	1,79	3,0	6,26

Bijlage 2.3: Keuze bekleding: toepasbaarheid natuursteen

De constructieve toepasbaarheid van basaltzuilen wordt beschreven in § 5.3.4.

Voor toepassing van basaltzuilen in de volledige onder- of boventafel is bepaald wat de minimaal benodigde zuildikte is voor toplaagstabiliteit.

PARAMETER/ BEREKENING	vak 95 b. 281,88-283,7	vak 95/96 o. 283,7-287	vak 95/96 b. 283,7-287	vak 96/97 o. 287-298,12	vak 96/97 b. 287-298,12
Golven					
H_s [m]	2,12	1,91	2,12	1,93	2,12
T_p [s]	5,7	5,7	5,7	5,7	5,7
h1 [m+NAP]	6,26	4,1	6,26	4,1	6,26
Talud					
$\cot(\alpha)$ [-]	1:3,8	1:3,6	1:3,6	1:3,3	1:3,3
ft [-]	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
h2 [m+NAP]	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
h3 [m+NAP]	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0
Constructietype					
niet ingewassen zuilen					
filter					
basis					
Zuilen					
A_z [m ²]	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09
A_{z0} [%]	10	10	10	10	10
D_z [m]	0,23	0,23	0,24	0,24	0,26
s_m [kg/m ³]	2900	2900	2900	2900	2900
fwz [-]	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
Filter					
b [m]	0,15	0,20	0,15	0,20	0,15
D_{15} [mm]	20	20	20	20	20
n [-]	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35

EINDRESULTATEN

Stabiliteit toplaag					
conclusie	De constructie	De constructie	De constructie	De constructie	De constructie
ANAMOS	is stabiel	is stabiel	is stabiel	is stabiel	is stabiel

Opgemerkt wordt, dat de dimensionering van de basaltzuilen in de praktijk meestal wordt bepaald door het toepassingscriterium van ANAMOS ($H_s/\Delta D \leq 6\xi^{2/3}$).

BIJLAGE 3: BEREKENINGSRESULTATEN DIMENSIONERING

- Bijlage 3.1: Dimensionering betonzuilen
- Bijlage 3.2: Dimensionering basaltzuilen

Bijlage 3.1: Dimensionering betonzuilen

De dimensionering van de betonzuilen wordt beschreven in § 6.3.1.1.

Voor de vijf vakken waarvoor een (mogelijke) bekleding van betonzuilen is gekozen, is bepaald wat de lichtst mogelijke combinaties van zuildikte en soortelijke massa zijn. De combinaties in Tabel 6.9 zijn bepaald door berekeningen met ANAMOS: de berekeningen zijn weergegeven op de volgende vijf bladzijden. Opgemerkt wordt, dat de dimensionering van de betonzuilen in de praktijk meestal wordt bepaald door het toepassingscriterium van ANAMOS ($H_s/\Delta D \leq 6\xi^{-2/3}$): de lichtst mogelijke zuiltypen zijn op basis van dat criterium bepaald en vervolgens gecontroleerd met ANAMOS.

Bijlage 3.1: Gedeelte dp 281,88 - dp 285,6, boven NAP + 3 m

PARAMETER/ BEREKENING	0,25 m / 2800 kg/m ³	0,30 m / 2500 kg/m ³	0,35 m / 2300 kg/m ³
Golven			
H _s [m]	1,93	1,93	1,93
T _p [s]	5,7	5,7	5,7
h1 [m+NAP]	6,26	6,26	6,26
Talud			
cot(α) [-]	1:3,8	1:3,8	1:3,8
ft [-]	0,5	0,5	0,5
h2 [m+NAP]	0,0	0,0	0,0
h3 [m+NAP]	6,0	6,0	6,0
Constructietype			
niet ingewassen zuilen			
filter			
basis			
Zuilen			
Az [m ²]	0,09	0,09	0,09
Azo [%]	10	10	10
Dz [m]	0,25	0,30	0,35
sm [kg/m ³]	2716	2425	2231
fwz [-]	0,5	0,5	0,5
Filter			
b [m]	0,15	0,15	0,15
D ₁₅ [mm]	20	20	20
n [-]	0,35	0,35	0,35

EINDRESULTATEN

Stabiliteit toplaag			
conclusie	De constructie	De constructie	De constructie
ANAMOS	is stabiel	is stabiel	is stabiel

Bijlage 3.1: Gedeelte dp 285,6 - dp 287, onder NAP+3 m

PARAMETER/ BEREKENING	0,25 m / 2900 kg/m ³	0,30 m / 2600 kg/m ³	0,35 m / 2400 kg/m ³	0,40 m / 2300 kg/m ³
Golven				
H _s [m]	1,91	1,91	1,91	1,91
T _p [s]	5,7	5,7	5,7	5,7
h1 [m+NAP]	4,10	4,10	4,10	4,10
Talud				
cot(α) [-]	1:3,6	1:3,6	1:3,6	1:3,6
ft [-]	0,5	0,5	0,5	0,5
h2 [m+NAP]	0,0	0,0	0,0	0,0
h3 [m+NAP]	6,0	6,0	6,0	6,0
Constructietype				
niet ingewassen zuilen				
filter				
basis				
Zuilen				
Az [m ²]	0,09	0,09	0,09	0,09
Azo [%]	10	10	10	10
Dz [m]	0,25	0,30	0,35	0,40
sm [kg/m ³]	2813	2522	2328	2231
fwz [-]	0,5	0,5	0,5	0,5
Filter				
b [m]	0,20	0,20	0,20	0,20
D ₁₅ [mm]	20	20	20	20
n [-]	0,35	0,35	0,35	0,35

EINDRESULTATEN

Stabiliteit toplaag				
conclusie	De constructie	De constructie	De constructie	De constructie
ANAMOS	is stabiel	is stabiel	is stabiel	is stabiel

Bijlage 3.1: Gedeelte dp 285,6 - dp 287, boven NAP + 3 m

PARAMETER/ BEREKENING	0,25 m / 2900 kg/m ³	0,30 m / 2600 kg/m ³	0,35 m / 2400 kg/m ³	0,40 m / 2300 kg/m ³
Golven				
H _s [m]	2,12	2,12	2,12	2,12
T _p [s]	5,7	5,7	5,7	5,7
h1 [m + NAP]	6,26	6,26	6,26	6,26
Talud				
cot(α) [-]	1:3,6	1:3,6	1:3,6	1:3,6
ft [-]	0,5	0,5	0,5	0,5
h2 [m + NAP]	0,0	0,0	0,0	0,0
h3 [m + NAP]	6,0	6,0	6,0	6,0
Constructietype				
niet ingewassen zuilen				
filter				
basis				
Zuilen				
Az [m ²]	0,09	0,09	0,09	0,09
Azo [%]	10	10	10	10
Dz [m]	0,25	0,30	0,35	0,40
sm [kg/m ³]	2813	2522	2328	2231
fwz [-]	0,5	0,5	0,5	0,5
Filter				
b [m]	0,15	0,15	0,15	0,15
D ₁₅ [mm]	20	20	20	20
n [-]	0,35	0,35	0,35	0,35

EINDRESULTATEN

Stabiliteit toplaag				
conclusie	De constructie	De constructie	De constructie	De constructie
ANAMOS	is stabiel	is stabiel	is stabiel	is stabiel

Bijlage 3.1: Gedeelte dp 287 - dp 298,12, onder NAP + 1,25 m

PARAMETER/ BEREKENING	0,25 m / 2900 kg/m ³	0,30 m / 2600 kg/m ³	0,35 m / 2300 kg/m ³
Golven			
H _s [m]	1,91	1,91	1,91
T _p [s]	5,7	5,7	5,7
h1 [m+NAP]	4,10	4,10	4,10
Talud			
cot(α) [-]	1:3,6	1:3,6	1:3,6
ft [-]	0,5	0,5	0,5
h2 [m+NAP]	0,0	0,0	0,0
h3 [m+NAP]	6,0	6,0	6,0
Constructietype			
niet ingewassen zuilen			
filter			
basis			
Zuilen			
Az [m ²]	0,09	0,09	0,09
Azo [%]	10	10	10
Dz [m]	0,25	0,30	0,35
sm [kg/m ³]	2813	2522	2231
fwz [-]	0,5	0,5	0,5
Filter			
b [m]	0,20	0,20	0,20
D ₁₅ [mm]	20	20	20
n [-]	0,35	0,35	0,35

EINDRESULTATEN

Stabiliteit toplaag			
conclusie	De constructie	De constructie	De constructie
ANAMOS	is stabiel	is stabiel	is stabiel

Bijlage 3.1: Gedeelte dp 287 - dp 298,12 boven NAP + 6 m

PARAMETER/ BEREKENING	0,30 m / 2700 kg/m ³	0,35 m / 2400 kg/m ³	0,40 m / 2300 kg/m ³
Golven			
H _s [m]	2,01	2,01	2,01
T _p [s]	5,7	5,7	5,7
h1 [m+NAP]	6,26	6,26	6,26
Talud			
cot(α) [-]	1:3,3	1:3,3	1:3,3
ft [-]	0,5	0,5	0,5
h2 [m+NAP]	0,0	0,0	0,0
h3 [m+NAP]	6,0	6,0	6,0
Constructietype			
niet ingewassen zuilen			
filter			
basis			
Zuilen			
Az [m ²]	0,09	0,09	0,09
Azo [%]	10	10	10
Dz [m]	0,30	0,35	0,40
sm [kg/m ³]	2619	2328	2231
fwz [-]	0,5	0,5	0,5
Filter			
b [m]	0,15	0,15	0,15
D ₁₅ [mm]	20	20	20
n [-]	0,35	0,35	0,35

EINDRESULTATEN

Stabiliteit toplaag			
conclusie	De constructie	De constructie	De constructie
ANAMOS	is stabiel	is stabiel	is stabiel

Bijlage 3.2: Dimensionering basaltzuilen

De dimensionering van de basaltzuilen wordt beschreven in § 6.3.1.3.

Zoals besproken zijn aanvullende berekeningen gemaakt met de golfrandvoorwaarden voor de afzonderlijke vakken, voor de gedeelten waar gekozen is voor toepassing van basaltzuilen.

PARAMETER/ BEREKENING	vak 95 b. 281,88-285,6	vak 95/96 o. 285,6-287	vak 95/96 b. 285,6-287
Golven			
H_s [m]	1,93	1,91	1,93
T_p [s]	5,7	5,7	5,7
h1 [m+NAP]	6,26	4,1	6,26
Talud			
$\cot(\alpha)$ [-]	1:3,8	1:3,6	1:3,6
ft [-]	0,5	0,5	0,5
h2 [m+NAP]	0,0	0,0	0,0
h3 [m+NAP]	6,0	6,0	6,0
Constructietype			
niet ingewassen zuilen			
filter			
basis			
Zuilen			
A_z [m ²]	0,09	0,09	0,09
A_{z0} [%]	10	10	10
D_z [m]	0,22	0,24	0,24
s_m [kg/m ³]	2900	2900	2900
fwz [-]	0,5	0,5	0,5
Filter			
b [m]	0,15	0,40	0,15
D_{15} [mm]	20	20	20
n [-]	0,35	0,35	0,35

EINDRESULTATEN

Stabiliteit toplaag			
conclusie	De constructie	De constructie	De constructie
ANAMOS	is stabiel	is stabiel	is stabiel

