

DIJKVERBETERING ELLEWOUTSDIJKPOLDER

Ontwerpnota

Versie 2

25 SEPTEMBER 1998



002129 1998 PZDT-R-98494 ontw

Ontwerpnótá dijkverbeteringsvak Ellewoutsdijkpold



INHOUDSOPGAVE

SAMENVATTING	1
1. INLEIDING	4
1.1 Achtergrond	4
1.2 Doelstelling Ontwerpnota	4
1.3 Leeswijzer	5
2. SITUATIEBESCHRIJVING	6
2.1 Locatie projectgebied	6
2.2 Geometrie en bekleding	6
3. ONTWERP-CONDITIES	8
3.1 Uitgangspunten	8
3.2 Randvoorwaarden	8
3.2.1 Waterstanden	8
3.2.2 Golfvandvoorwaarden	9
3.2.3 Ecologische randvoorwaarden	10
4. TOETSING	11
4.1 Algemeen	11
4.2 Toetsing toplaag	11
4.2.1 Doornikse blokken	12
4.2.2 Overgoten basaltzuilen	12
4.2.3 Diaboolblokken	13
4.2.4 Petite graniet blokken	14
4.2.5 Betonzuilen	14
4.2.6 Betonblokken	15
4.2.7 Grasbekleding bovenbeloop	16
4.3 Toetsing reststerkte bekleding	16
4.4 Conclusie	16
5. KEUZE BEKLEDING	17
5.1 Voorselectie	17
5.2 Beschikbaarheid	17
5.3 Constructieve toepasbaarheid	18
5.3.1 Invoerparameters	19
5.3.2 Betonzuilen	19
5.3.3 Betonblokken	20
5.3.4 Basaltzuilen	20
5.4 Ecologische toepasbaarheid	21
5.5 Afweging	22
5.6 Gekozen bekleding	23
6. DIMENSIONERING	24
6.1 Kreukelberm	24
6.1.1 Toplaag	24
6.2 Teenconstructie	26
6.3 Zetsteenbekleding	26
6.3.1 Toplaag	26
6.3.2 Uitvullaag	29
6.3.3 Geokunststof	29
6.3.4 Basismateriaal	30
6.4 Overgangsconstructie	30
6.5 Overgang boventafel-berm	30
6.6 Berm	30

6.7 Macro-stabiliteit vooroever

31

FIGUREN
LITERATUUR
BIJLAGEN

SAMENVATTING

In deze nota wordt het ontwerp beschreven van de verbetering van de glooiing van het dijkvak van de Ellewoutsdijkpolder, in het kader van het Project Zeeweringen. Deze ontwerpnota behandelt de specifieke aspecten van dit dijkvak; algemene aspecten, geldig voor alle dijkvakken die worden voorbereid voor uitvoering in 1999, worden beschreven in een Algemene Ontwerpnota 1999.

Het dijkvak van de Ellewoutsdijkpolder is in beheer bij het Waterschap Zeeuwse Eilanden. De lengte van het vak is ongeveer 3,1 km. In de **bestaande situatie** bestaat de kern van de dijk tot ongeveer bermniveau uit klei. De ondertafel is bekleed met betonblokken op klei en verschillende soorten natuursteen, gezet op puin of een granulaire laag; de boventafel is bekleed met betonblokken en betonzuilen op klei. De berm en het bovenbeloop hebben een grasbekleding.

Voor de ontwerpen van de dijkvakken die worden voorbereid voor uitvoering in 1999 gelden de volgende algemene **uitgangspunten**:

- 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.

Voor het traject van de Ellewoutsdijkpolder gelden specifieke **randvoorwaarden** met betrekking tot de golfaanval en met betrekking tot de natuurwaarden. De ontwerpwaterstand varieert van NAP+5,8 tot NAP+5,9 m. Afhankelijk van de waterstand varieert de ontwerpwaarde van de golfhoogte H_s tussen 2,8 m en 3,0 m. De ontwerpwaarde van de periode T_p is 7,5 s. De randvoorwaarden met betrekking tot de natuurwaarden zijn geformuleerd als de bekledingscategorie die minimaal nodig is voor ofwel *herstel* van de huidige natuurwaarden, ofwel *verbetering* van de natuurwaarden (voor zover de natuurlijke omstandigheden van het dijkvak verbetering mogelijk maken). Voor *herstel* van de huidige natuurwaarden kan in dit dijkvak elk toepasbaar bekledingstype worden gebruikt. Voor *verbetering* van de natuurwaarden dienen in de zone boven GHW basaltzuilen of betonzuilen met eco-toplaag toegepast te worden.

Toetsing van de huidige bekleding van het dijkvak is nodig om vast te stellen welke delen van de bekleding moeten worden verbeterd. Deze toetsing is uitgevoerd conform de Leidraad Toetsen op Veiligheid. Daarbij is rekening gehouden met de aspecten beheerdersoordeel, afschuiving, materiaaltransport, stabiliteit toplaag onder golfaanval en reststerkte. De gehele bekleding is beoordeeld als 'onvoldoende' en moet dan ook worden verbeterd. Het bovenbeloop is als 'goed' beoordeeld.

De **keuze van het bekledingstype** wordt bepaald door de beschikbaarheid van materiaal, constructieve toepasbaarheid, ecologische toepasbaarheid, uitvoeringstechnische aspecten en kosten. Voor de verbetering van de bekledingen die als 'onvoldoende' zijn beoordeeld, worden binnen het project alleen bewezen bekledingstypen gebruikt, op grond van het uitgangspunt dat uitvoering in 1999 mogelijk moet zijn. Uit dat oogpunt zijn vier bekledingstypen mogelijk:

- nieuwe betonzuilen op een uitvullaag op een vlies;
- hergebruik van natuursteen op een uitvullaag op een vlies;
- hergebruik van betonblokken op een uitvullaag op een vlies;
- overlagen van de bestaande bekleding met breuksteen.

Binnen Project Zeeweringen geldt optimaal hergebruik van de bestaande bekledingsmaterialen als een belangrijk uitgangspunt. Voor dit dijkvak zijn de betonblokken uit de bestaande bekleding in gekantelde uitvoering constructief niet toepasbaar. Ten aanzien van natuursteen zijn de basaltzuilen uit de bestaande bekleding, die met asfalt gepenetreerd zijn, niet toepasbaar als nieuwe toplaag. Vanuit andere depots en dijkvakken zijn eventueel wel basaltzuilen voor deze toepassing beschikbaar, mits de zuilen voldoende dik zijn (afhankelijk van de locatie minimaal 30 à 40 cm). De met asfalt overgoten basalt uit de bestaande bekleding kan in een groot deel van het traject worden hergebruikt als toplaag van de nieuwe kreukelberm.

Voor het gehele traject geldt dat basaltzuilen van elders alleen in de ondertafels van de vakken 27 en 28 te overwegen zijn, gezien de benodigde grote afmetingen in de boventafels. Hoewel basalt esthetisch gezien in het voordeel is t.o.v. betonzuilen valt toch de toepassing van basaltzuilen af. Dit door het feit dat het zetten van basalt in de ondertafels (tijgebied), wat handmatig moet gebeuren, niet alleen kostbaar is, maar ook onpraktisch in combinatie met het machinaal zetten van de bekleding in de boventafel, waardoor de productiviteit laag zal zijn.

Een overlaging van de bestaande bekleding wordt niet toegepast, omdat er geen 'voldoende' getoetste middentafel kan worden gespaard.

Vanwege het afvallen van deze alternatieven zullen over het gehele traject (nieuwe) betonzuilen worden toegepast. In de boventafels bevatten ze een eco-toplaag.

Nadere uitwerking en dimensionering hebben geleid tot het volgende ontwerp, van onder naar boven:

- over het gehele traject een nieuwe teenconstructie bestaande uit betonbanden, ondersteund door azobépalen. In de vakken 27 t/m 30 op een niveau van NAP-0,50 m en in vak 31 op een niveau van NAP-0,25 m. De kreukelberm bestaat in de vakken 27 t/m 29 uit de vrijkomende basaltzuilen, die patroon gepenetreerd worden met asfalt. In vak 30 en 31 wordt nieuwe breuksteen toegepast met een sortering van 40-200 kg en een dichtheid van minimaal 2850 kg/m³. Ook de breuksteen wordt patroon gepenetreerd met asfalt.
- op de glooiing een bekleding van nieuwe betonzuilen op een granulaire uitvullaag op een vlies;
- tussen glooiing en berm een afgeronde overgang van de betonzuilen op een uitvullaag op een vlies;
- op de berm een onderhoudsstrook van slakken op een weefsel, af te werken met een laag asfaltbeton.

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 voornamelijk zeven dijkvakken langs de Westerschelde uitgekozen; één van deze zeven dijkvakken is het vak van de Ellewoutsdijkpolder. 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 Ellewoutsdijkpolder.

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 Ellewoutsdijkpolder;
- 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 de 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 Ellewoutsdijkpolder ligt in Zuid-Beveland, ten westen van Ellewoutsdijk, in het beheersgebied van het Waterschap Zeeuwse Eilanden. De locatie is weergegeven in Figuur 1. Het gedeelte dat is geselecteerd voor verbetering heeft een lengte van ca. 3100 m en ligt tussen dp 45+50 (oostgrens) en dp 76+50 (westgrens).

Oorspronkelijk was het de bedoeling om de oostgrens van het traject bij dp 41 te leggen. Echter, ongeveer vanaf dp 45+50 naar het oosten (tot aan dp 41) splitst de dijk zich; de golfbrekende dijk, met kruinniveau op ca. NAP+6,1 m (d.i. ongeveer het bermniveau van de aangrenzende dijk), loopt aan de Westerscheldezijde van fort Ellewoutsdijk. De hoogwaterkering loopt achterom het fort. Omdat nog niet bekend is of en hoe deze dijken met functiedeling aangepakt moeten worden, is met de dijkbeheerder besloten om het traject af te kappen bij dp 45+50. Het dijkvak wordt in deze Nota besproken in aflopende volgorde van de dijkpaalnummering, in dit geval dus van west naar oost.

2.2 Geometrie en bekleding

De geometrie van de bestaande glooiing van het dijkvak kan globaal worden beschreven door één karakteristiek dwarsprofiel. Dit is weergegeven in de Figuren 4 en 5.

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 basis van de dijk wordt in het hele dijkvak gevormd door de oude dijk, zodat de kern tot aan een bepaald niveau uit klei bestaat; het niveau van de bovenkant van de kleikern is nagenoeg constant en ligt op NAP+5,5 m.

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

Het niveau van de teen varieert tussen NAP-0,20 m (zeer lokaal bij dp 54) en NAP-1,4 m. Over de gehele lengte ligt onder de teen een bestorting.

De bekleding wordt in tweeën gedeeld door een overgang. Het niveau van de overgang is ongeveer NAP+3,0 m; dit is ongeveer 0,8 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 sterk over het dijkvak en per bekledingsvak en ligt tussen 1:2,7 en 1:5,7 (zeer lokaal). De bekleding bestaat voor het overgrote deel uit natuursteen; globaal van onder naar boven betreft het vakken van Doornikse bloksteen en overgoten basaltzuilen. Aan de westzijde van het dijkvak komen in de ondertafel ook betonblokken (dp 72 tot 73), petite graniet (dp 74+50 tot 75+50) en een diaboolglooiing (dp 69+30 tot 73) voor. Onder de Doornikse bloksteen en de diaboolglooiing ligt een granulaire laag. Onder de basaltzuilen en de petite graniet komt een puinlaag voor. Het basismateriaal van de ondertafel, onder de granulaire laag is klei.

Het bovenste gedeelte, tussen de overgang en de berm (rond NAP+5,5 m), wordt de **boventafel** genoemd. De taludhelling varieert sterk over het dijkvak en ligt tussen 1:3,2 en 1:4,5. De bekleding bestaat voornamelijk uit Haringmanblokken met afmetingen 0,50x0,50x0,25 (van dp 45+50 tot ongeveer dp 61+70) en 0,50x0,50x0,20 (van dp 61+70 tot 76+50) op een onderlaag van klei. Van dp 47+50 tot 48 bestaat de toplaag uit ingegoten betonzuilen met een hoogte van 0,25 m, op een onderlaag van granulair materiaal. Vanaf dp 48 tot 76+50 bestaat het hoogste niveau van de toplaag (de rand van de berm) uit twee rijen betonblokken met afmeting: 0,50x0,50x0,20 m op een onderlaag van klei.

Verwezen wordt naar Figuur 2.

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]
27	76,50 - 72,45	2,20	5,8
28 - 30	72,45 - 57,55	2,20	5,85
31	57,55 - 41	2,20 - 2,25	5,9

Tabel 3.1: Karakteristieke waterstanden

Bij de toetsings-berekeningen is uitgegaan van een Ontwerppeil 2050 van NAP+5,85 m voor vak 27, dit om ter vereenvoudiging de toetsing van dit vak samen te kunnen trekken met vak 28. Ten behoeve van het ontwerp is gewerkt met de waarden uit tabel 3.1.

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]. Voor de golfrandvoorwaarde bij de waterstand van NAP+6 m voor vak 31 is een separate notitie van het RIKZ [13] bepalend. 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
27 - 28	76,50 - 66,40	250	2,8	7,5	2,4	6,2	2,0	5,7
29	66,40 - 63,50	250	2,8	7,5	2,5	6,2	2,1	5,7
30	63,50 - 57,55	260	2,9	7,5	2,6	6,2	2,3	6,2
31	57,55 - 45,50	260	3,0	7,5	2,8	6,8	2,5	6,8

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.

In Tabel 3.3 is apart weergegeven welke golfrandvoorwaarden horen bij de Ontwerppeilen van NAP+5,85 m en NAP+5,9 m zoals die in de berekeningen zijn toegepast.

dijkvaknr.	Locatie [dp]	Ontwerppeil 2050 [m t.o.v. NAP]	golfparameters	
			H_s	T_p
27 - 28	76,50 - 66,40	5,85	2,76	7,37
29	66,40 - 63,50	5,85	2,77	7,37
30	63,50 - 57,55	5,85	2,87	7,37
31	57,55 - 41	5,90	2,99	7,47

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 vijf 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>
27	76,50 - 72,45	geen voorkeur	matig	matig *	goed
28	72,45 - 66,40	geen voorkeur	matig	geen voorkeur	goed
29	66,40 - 63,50	geen voorkeur	matig	geen voorkeur	goed
30	63,50 - 57,55	geen voorkeur	matig	geen voorkeur	goed
31	57,55 - 45,50	geen voorkeur	matig	geen voorkeur	geen voorkeur

* : alleen losse elementen

Tabel 3.4: Minimaal benodigd type dijkbekleding

Bovendien geeft de milieu-inventarisatie aan dat de boventafel van de Ellewoutsdijkpolder belangrijke potenties voor natuurontwikkeling heeft.

4. TOETSING

4.1 Algemeen

In 1996 heeft Grondmechanica Delft de toestand van de bekledingen van de glooiingen geïnventariseerd [2]. Deze inventarisatie was de directe aanleiding tot het Project Zeeweringen. Ook de bekleding van het dijkvak van de Ellewoutsdijkpolder is in dat kader globaal getoetst aan de hand van de Leidraad Toetsen op Veiligheid; de hele bekleding vanaf dp 76+50 tot aan dp 44 is daarbij beoordeeld als 'onvoldoende'; de bekleding vanaf dp 44 tot aan dp 41 is als 'nader onderzoek' 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 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 Toetsen op Veiligheid [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:

- Doornikse blokken;
- overgoten basaltzuilen;
- betonblokken;
- diaboolblokken;
- overgoten petite graniet blokken.

De Doornikse blokken en de diaboolblokken zijn geplaatst op een granulaire laag; de basaltzuilen en de petite graniet blokken op een puinlaag; de betonblokken op klei.

Op de boventafel liggen bekledingen van:

- betonblokken op klei;
- betonzuilen op een granulaire laag.

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

4.2.1 Doornikse blokken

De bekleding van Doornikse blokken komt in het gehele traject in alle vijf de vakken voor, onderin de ondertafel. De onderlaag van dit bekledingstype bestaat uit ingezand granulair materiaal.

De toetsing van de Doornikse blokken is uitgevoerd voor 4 maatgevende dwarsprofielen. Ter indicatie worden de gebruikte gegevens en de basis voor de gekozen waarden weergegeven in Tabel 4.1.

parameter	waarde				basis
	27/28	29	30	31	
dijkvak	27/28	29	30	31	
locatie [dp]	70/72	66	62	52	
bovengrens bekleding [m+NAP]	0,4	0,8	0,35	1,0	besteksgeg.
steilste taludhelling (cotan)	3,2	4,0	3,6	2,7	besteksgeg.
Gemiddelde steendikte [m]	0,20	0,20	0,20	0,20	besteksgeg.
soortelijke massa [kg/m ³]	2600	2600	2600	2600	aanname

Tabel 4.1: Gegevens toetsing Doornikse blokken

Het beoordelingsresultaat is als volgt:

Beheerdersoordeel: niet relevant: uit de verdere toetsing volgt een eenduidige beoordeling, er is geen formeel beheerdersoordeel opgevraagd.

Afschuiving: In vak 27, 28 29 en 30: 'goed'; in vak 31: 'twijfel'.

Materiaaltransport: overal 'goed'

Stabiliteit: voor alle getoetste vakken 'onvoldoende' op grond van de *eenvoudige methode*.

De beoordeling van de stabiliteit is in dit geval bepalend voor het resultaat: de bekledingen van Doornikse blokken in alle vakken worden beoordeeld als 'onvoldoende'.

4.2.2 Overgoten basaltzuilen

De bekleding van basaltzuilen, overgoten met asfalt, komt in het gehele traject in alle vijf de vakken voor. De onderlaag bestaat uit ingezand puin.

De toetsing van de basaltzuilen is uitgevoerd voor 4 maatgevende dwarsprofielen. Ter indicatie worden de gebruikte gegevens en de basis voor de gekozen waarden weergegeven in Tabel 4.2.

parameter	waarde				basis
	27/28	29	30	31	
dijkvak	27/28	29	30	31	
locatie [dp]	76	65	62	52	
bovengrens bekleding [m+NAP]	3,2	3,3	3,35	2,5	besteksgeg.
steilste taludhelling (cotan)	3,2	3,4	3,2	3,5	besteksgeg.
Gemiddelde steendikte [m]	0,27	0,27	0,27	0,27	metingen.
soortelijke massa [kg/m ³]	2900	2900	2900	2900	aanname

Tabel 4.2: Gegevens toetsing basaltzuilen

Het beoordelingsresultaat is als volgt:

Beheerdersoordeel: niet relevant: uit de verdere toetsing volgt een eenduidige beoordeling, er is geen formeel beheerdersoordeel opgevraagd.

Afschuiving: overal 'goed'.

Materiaaltransport: overal 'slecht'.

Stabiliteit: voor alle getoetste vakken 'onvoldoende' op grond van de *eenvoudige methode*.

De beoordeling van de stabiliteit is in dit geval bepalend voor het resultaat: de bekledingen van basaltzuilen in alle vakken worden beoordeeld als 'onvoldoende'.

4.2.3 Diaboolblokken

De bekleding van diaboolblokken komt voor in dijkvak 27 en 28, van dp 73 tot 69+30, bovenin de ondertafel. De onderlaag van dit bekledingstype bestaat uit ingezand granulair materiaal.

De toetsing van de diaboolblokken is uitgevoerd voor 1 maatgevend dwarsprofiel. Ter indicatie worden de gebruikte gegevens en de basis voor de gekozen waarden weergegeven in Tabel 4.3.

parameter	waarde	basis
dijkvak	27/28	
locatie [dp]	70	
bovengrens bekleding [m+NAP]	3,2	besteksgegevens
steilste taludhelling (cotan)	3,8	besteksgegevens
Gemiddelde steendikte [m]	0,30	besteksgegevens
soortelijke massa [kg/m ³]	2300	aanname

Tabel 4.3: Gegevens toetsing diaboolblokken

Het beoordelingsresultaat is als volgt:

Beheerdersoordeel: 'onvoldoende' vanwege opgetreden zakkingen onder de toplaag.

Afschuiving: 'goed'.

Materiaaltransport: 'slecht'.

Stabiliteit: 'twijfel' op grond van de *eenvoudige methode*.

De beoordeling van het materiaaltransport (ook het beheerdersoordeel) is in dit geval bepalend voor het resultaat: de bekleding van diaboolblokken wordt beoordeeld als 'onvoldoende'.

4.2.4 Petite graniet blokken

De bekleding van de petite graniet blokken ligt in de ondertafel in vak 27, van dp 75+50 tot 74+50. De blokken liggen op een ingezande puinlaag.

De toetsing van de petite graniet blokken is uitgevoerd voor 1 maatgevend dwarsprofiel. Ter indicatie worden de gebruikte gegevens en de basis voor de gekozen waarden weergegeven in Tabel 4.4.

parameter	waarde	basis
dijkvak	27/28	
locatie [dp]	74 (bij gebrek aan een dw.prof. ter plaatse).	
bovengrens bekleding [m+NAP]	3,2	besteksgegevens
steilste taludhelling (cotan)	3,9	besteksgegevens
Gemiddelde steendikte [m]	0,20	besteksgegevens
soortelijke massa [kg/m ³]	2600	aanname

Tabel 4.4: Gegevens toetsing petite graniet blokken

Het beoordelingsresultaat is als volgt:

Beheerdersoordeel: niet relevant: uit de verdere toetsing volgt een eenduidige beoordeling, er is geen formeel beheerdersoordeel opgevraagd.

Afschuiving: 'goed'.

Materiaaltransport: 'slecht'.

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

De gehele bekleding van petite graniet blokken wordt beoordeeld als 'onvoldoende'.

4.2.5 Betonzuilen

De bekleding van betonzuilen komt voor in de boventafel in vak 31, van dp 48 tot 47+50, op een granulaire onderlaag.

De toetsing van de betonzuilen is uitgevoerd voor 1 maatgevend dwarsprofiel. Ter indicatie worden de gebruikte gegevens en de basis voor de gekozen waarden weergegeven in Tabel 4.5.

parameter	waarde	basis
dijkvak	31	
locatie [dp]	46 (bij gebrek aan een dw.prof. ter plaatse).	
bovengrens bekleding [m+NAP]	5,5	besteksgegevens
steilste taludhelling (cotan)	3,6	besteksgegevens
Gemiddelde steendikte [m]	0,25	besteksgegevens
soortelijke massa [kg/m ³]	2300	aanname

Tabel 4.5: Gegevens toetsing betonzuilen

Beheerdersoordeel: niet relevant: uit de verdere toetsing volgt een eenduidige beoordeling, er is geen formeel beheerdersoordeel opgevraagd

Afschuiving: 'goed'.

Materiaaltransport: 'goed'.

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

De gehele bekleding van betonzuilen wordt beoordeeld als 'onvoldoende'.

4.2.6 Betonblokken

De bekleding van betonblokken (Haringman) komt in al de vakken van het gehele traject in de boventafel voor. In vak 27/28 komt een vakje vlakke betonblokken in de ondertafel voor, van dp 73 tot 72. De blokken liggen op een onderlaag van klei.

De toetsing van de betonblokken is uitgevoerd voor 5 maatgevende dwarsprofielen. Ter indicatie worden de gebruikte gegevens en de basis voor de gekozen waarden weergegeven in Tabel 4.6.

parameter	waarde					
	27/28	27/28	29	30	31	
dijkvak						
locatie [dp]	70	72	66	60	54	
bovengrens bekleding [m+NAP]	5,5	1,8	5,5	5,5	5,5	besteksgeg.
steilste taludhelling (cotan)	4,1	3,4	3,7	3,8	3,6	besteksgeg.
Gemiddelde steendikte [m]	0,20	0,20	0,20	0,25/0,20	0,25	besteksgeg.
Soortelijke massa [kg/m ³]	2300	2300	2300	2300	2300	aanname

Tabel 4.6: Gegevens toetsing betonblokken

Beheerdersoordeel: niet relevant: uit de verdere toetsing volgt een eenduidige beoordeling, er is geen formeel beheerdersoordeel opgevraagd

Afschuiving: 'goed'.

Materiaaltransport: 'goed'.

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

De gehele bekleding van betonblokken wordt beoordeeld als 'onvoldoende'.

4.2.7 Grasbekleding bovenbeloop

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 Ellewoutsdijkpolder 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 boven- en 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 zandkern ligt.

Voor alle op reststerkte te toetsen bekledingen is de ontwerpgolfhoogte H_s groter dan 2 m (zie Tabel 3.3), zodat aan het eerste criterium al niet wordt voldaan.

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

4.4 **Conclusie**

Het eindresultaat van de toetsing is weergegeven in Tabel 4.7.

dijkvaknr.	Locatie [dp]	toetsingsresultaat		
		ondertafel	boventafel	bovenbeloop
27	76,50 - 72,45	onvoldoende	onvoldoende	goed
28	72,45 - 66,40	onvoldoende	onvoldoende	goed
29	66,40 - 63,50	onvoldoende	onvoldoende	goed
30	63,50 - 57,55	onvoldoende	onvoldoende	goed
31	57,55 - 45,50	onvoldoende	onvoldoende	goed

Tabel 4.7: Toetsingsresultaat

5. KEUZE BEKLEDING

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

Het toetsingsresultaat is weergegeven in Tabel 4.7. De delen die zijn beoordeeld als 'onvoldoende' moeten worden verbeterd. Het betreft de volledige bekleding van de boventafels en ondertafels.

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.

In het onderhavige traject van de Ellewoutsdijk is de gehele bekleding als 'onvoldoende' beoordeeld; overlagen met breuksteen wordt daarom niet beschouwd als een oplossingsrichting.

5.2 Beschikbaarheid

Aanvoer van nieuwe betonzuilen is in alle gevallen mogelijk.

Vanuit verschillende locaties zijn betonblokken en basaltzuilen 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. Voor zowel betonblokken als basaltzuilen wordt in dit geval echter alleen uitgegaan van de beschikbare materialen uit het werk zelf: beschikbare materialen uit andere bronnen worden in andere dijkvakken verwerkt.

De beschikbare **betonblokken** vanuit de bestaande bekleding zijn Haringmanblokken (0,50 m × 0,50 m × 0,20 m, 40.584 stuks en 0,50 m × 0,50 m × 0,25 m, 81.552 stuks) en vlakke betonblokken (0,50 m × 0,50 m × 0,20 m, 12.800 stuks). Met deze blokken kan, indien ze gekanteld worden, een oppervlakte van ongeveer 15.500 m² worden bekleed. Behalve dit materiaal kunnen eventueel nog betonblokken van elders worden aangevoerd.

De oppervlakte van de vrijkomende **basaltbekleding** is ongeveer 7000 m², de dikte van de zuilen varieert rond 27 cm. Echter, deze basaltzuilen zijn alle overgoten met asfalt en daarom niet als toplaagbekleding her te gebruiken. Indien nodig zijn uit andere dijkvakken basaltzuilen van uiteenlopende afmetingen beschikbaar. Hergebruik van de vrijkomende petite granietblokken, Doornikse blokken, diaboolblokken en betonzuilen als zetsteen wordt voor dit dijkvak niet overwogen.

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

Breuksteen ten behoeve van een eventueel nieuw aan te leggen kreukelberm kan nieuw worden aangevoerd en is dus zeker beschikbaar.

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 aantoot. De uitgewerkte berekeningsmethodiek wordt beschreven in de Handleiding Ontwerpen [10]. Na een uiteenzetting over de taludhelling die voor deze berekening moet 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. Voor dit traject betreft het met name de taludhellingen.

5.3.1.1 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.

Op basis van de bestaande taludhellingen en de inpassing is uitgegaan van één taludhelling voor het ontwerp van 1:3,7. Om rekening te houden met uitvoeringstolerantie wordt in de berekeningen gewerkt met een taludhelling die 2/10 steiler is (dus 1:3,5 in plaats van 1:3,7).

Benadrukt wordt, dat deze helling niet noodzakelijk de ontwerphelling hoeft te zijn: deze helling wordt 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/m^3 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 toplaagstabiliteit een taludhelling van 1:3,5 nog 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

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 uitgegaan moet worden van blokken met de afmetingen 0,50 m × 0,50 m × 0,20 m en 0,50 m × 0,50 m × 0,25 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 getijdzone een extra marge wordt aangehouden ten aanzien van de filterdikte (zie § 6.3.2).

Berekend is tot welk niveau gekantelde blokken kunnen worden toegepast uit het oogpunt van stabiliteit. Echter, zelfs tot een niveau van NAP+0,5 m blijkt de bekleding van gekantelde blokken instabiel. De conclusie van deze berekeningen is dat gekantelde blokken op het gehele traject niet gebruikt kunnen worden.

Verwezen wordt naar bijlage 2.2.

5.3.4 Basaltzuilen

Zoals reeds genoemd zijn de basaltzuilen uit het eigen werk vervuld met asfalt en derhalve niet als toplaagbekleding her te gebruiken. Echter, uitgaand van de vastgestelde randvoorwaarden en taludhellingen (zie § 5.3.1) kan worden vastgesteld tot welke toepassingsniveaus zuilen met verschillende hoogtes gezet kunnen worden, uit het oogpunt van toplaagstabiliteit. Vervolgens kan besloten worden of het mogelijk en zinnig is om basaltzuilen met deze diktes van elders aan te voeren.

Besloten is voor de basaltzuilen met hoogtes van 0,17, 0,22, 0,27, 0,32 en 0,37 m de maximale toepassingsniveaus te berekenen. (In het bestek zullen de hoogtes afgerond worden op resp. 0,20, 0,25, 0,30, 0,35 en 0,40 m). (Zie ook [14]).

In tabel 5.1 worden de resultaten gepresenteerd.

dijkvak	locatie [dp]	Maximaal toepassingsniveau [m t.o.v. NAP]				
		d = 0,17 m	d = 0,22 m	d = 0,27 m	d = 0,32 m	d = 0,37 m
27	76,50 - 72,45	-	-	2,3	3,6	5,5
28	72,45 - 66,40	-	-	2,3	3,6	5,5
29	66,40 - 63,50	-	-	2,0	3,5	5,5
30	63,50 - 57,55	-	-	0,7	3,3	5,5
31	57,55 - 45,50	-	-	-	1,8	4,0

Tabel 5.1: Maximale toepassingsniveaus basaltzuilen

Geconcludeerd wordt, dat alleen toepassing van basaltzuilen groter dan 30 cm toepasbaar zijn.

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"> • betonzuilen (evt. met ecotoplaag)
matig	<ul style="list-style-type: none"> • betonzuilen zonder ecotoplaag • overlagen met breuksteen • basaltzuilen • betonblokken 	<ul style="list-style-type: none"> • gekantelde betonblokken • breuksteen

Tabel 5.2: Waardering toepasbare bekledingstypen

Omdat de Milieu-Inventarisatie [5] aangeeft dat de boventafel van de Ellewoutsdijkpolder belangrijke potenties voor natuurontwikkeling heeft, moeten de betonzuilen in de zone boven GHW bij een 'goede' waardering worden uitgevoerd met een eco-top (het 'eventuele' verdwijnt).

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	
		herstel	verbetering	herstel	verbetering
27	76,50 - 72,45	geen voorkeur	matig	matig *	goed
28	72,45 - 66,40	geen voorkeur	matig	geen voorkeur	goed
29	66,40 - 63,50	geen voorkeur	matig	geen voorkeur	goed
30	63,50 - 57,55	geen voorkeur	matig	geen voorkeur	goed
31	57,55 - 45,50	geen voorkeur	matig	geen voorkeur	geen voorkeur

* : alleen losse elementen

Tabel 3.4: Minimaal benodigd type dijkbekleding

Geconcludeerd wordt, dat in de getijdezone alle beschikbare bekledingstypen uit ecologisch oogpunt toepasbaar zijn en dat in de zone boven GHW in de dijkvakken 27 t/m 30 slechts betonzuilen met een eco-toplaag mogelijk zijn, indien voor verbetering van natuurwaarden wordt gekozen.

5.5 Afweging

In Tabel 5.3 wordt samengevat welke bekledingstypen kunnen worden toegepast, uitgaand van beschikbaarheid, constructieve toepasbaarheid en ecologische toepasbaarheid.

dijkvak	locatie [dp]	getijzone		zone boven GHW	
		herstel	verbetering	herstel	verbetering
27	76,50 - 72,45	-basalt (>27) -betonzuilen	-basalt (>27) -betonzuilen	-basalt (tot d=37) -betonzuilen	-basalt (d=37) -betonzuilen met ecotop
28	72,45 - 66,40	-basalt (>27) -betonzuilen	-basalt (>27) -betonzuilen	-basalt (>37) -betonzuilen	-basalt (d=37) -betonzuilen met ecotop
29	66,40 - 63,50	-basalt (>32) -betonzuilen	-basalt (>32) -betonzuilen	-basalt (>37) -betonzuilen	-basalt (d=37) -betonzuilen met ecotop
30	63,50 - 57,55	-basalt (>32) -betonzuilen	-basalt (>32) -betonzuilen	-basalt (>37) -betonzuilen	-basalt (d=37) -betonzuilen met ecotop
31	57,55 - 45,50	-basalt (>37) -betonzuilen	-basalt (>37) -betonzuilen	-betonzuilen	-betonzuilen

* toepasbaarheid basaltzuilen afhankelijk van beschikbaarheid van elders.

Tabel 5.3: Mogelijke bekledingstypen

Voor het gehele traject geldt dat basaltzuilen alleen in de ondertafels van de vakken 27 en 28 te overwegen zijn, gezien de benodigde grote afmetingen in de boventafels. Hoewel basalt esthetisch gezien in het voordeel is t.o.v. betonzuilen valt toch de toepassing van basaltzuilen af. Dit door het feit dat het zetten van basalt in de ondertafels (getijgebied), wat handmatig moet gebeuren, niet alleen kostbaar is, maar ook onpraktisch in combinatie met het machinaal zetten van de bekleding in de boventafel, waardoor de productiviteit laag zal zijn. Bovendien wordt door het wisselende getij de basaltzetting regelmatig aan het oog onttrokken, waardoor het esthetische voordeel deels verdwijnt.

Voor het gehele traject blijft de toepassing van betonzuilen, eventueel uitgevoerd met eco-top, als enige mogelijkheid over.

5.6 Gekozen bekleding

Voor het gehele traject zullen in de onder- en boventafels betonzuilen worden toegepast.

6. DIMENSIONERING

Op basis van de gekozen bekledingstypen volgens paragraaf 5.6 is het ontwerp in detail uitgewerkt. Een glooiingskaart van het resulterend ontwerp van het dijkvak is weergegeven in Figuur 3, samen met de bestaande situatie (Figuur 2). Twee maatgevende dwarsprofielen van de oude en nieuwe situatie zijn gegeven in figuren 4 t/m 7. De constructieve uitwerking wordt in dit hoofdstuk beschreven per constructie-onderdeel, vanaf de kreukelberm richting het bovenbeloop. In paragraaf 6.7 wordt het resultaat beschreven van het onderzoek naar de macrostabiliteit van de vooroever. Voor achtergrondinformatie wordt verwezen naar de Handleiding Ontwerpen [10].

6.1 Kreukelberm

Over het gehele traject wordt een nieuwe kreukelberm aangebracht, vanwege het feit dat ook de teenconstructie over het gehele traject vernieuwd wordt (Zie paragraaf 6.2). De kreukelberm dient ter ondersteuning van de teenconstructie.

Omdat de nieuwe teenconstructie op een hoger niveau dan de huidige teen zal worden aangelegd, ligt de nieuwe kreukelberm gedeeltelijk over de bestaande bekleding, over de oude teen en over de bestaande bestorting die onder de oude teenconstructie ligt. Om deze reden is er geen geokunststof nodig onder de laag breuksteen.

6.1.1 Toplaag

De benodigde sortering breuksteen is hier bepaald met de ontwerpregels voor een overlagingconstructie. De vigerende ontwerpregels voor een kreukelberm gaan uit van een (ondiep) voorland (waar de mogelijkheid tot het ontstaan van een evenwichtsprofiel aanwezig is) en zijn vanwege de aanwezigheid van een steil onderwatertalud en een diepe geul langs de voet van de dijk hier niet toepasbaar.

De benodigde sortering van de toplaag hangt in belangrijke mate af van de significante golfhoogte en de piekperiode bij het bovenste niveau van beëindiging van de kreukelberm + 1 m. In onderstaande tabel zijn de berekeningsresultaten opgenomen waarbij de dichtheid van de breuksteen gevarieerd is om een optimale keuze te maken uit de mogelijkheden.

dijkvak	H _s [m]	T _p [s]	ρ _s [ton/m ³]	losgestort D _{n50} [m]	sortering [kg]	patroon penetratie D _{n50} [m]	sortering [kg]
27/28	1,7	5,5	2,5	0,50	300-1000	0,30	40-200
27/28	1,7	5,5	2,65	0,45	300-1000	0,27	40-200
27/28	1,7	5,5	2,85	0,40	60-300	0,24	10-60
27/28	1,7	5,5	2,9	0,39	60-300	0,24	10-60
29	1,8	5,5	2,5	0,52	300-1000	0,31	40-200
29	1,8	5,5	2,6	0,47	300-1000	0,29	40-200
29	1,8	5,5	2,85	0,42	300-1000	0,25	10-60
29	1,8	5,5	2,9	0,41	300-1000	0,25	10-60
30	2,1	6,2	2,5	0,62	300-1000	0,38	60-300
30	2,1	6,2	2,65	0,56	300-1000	0,34	40-200
30	2,1	6,2	2,85	0,50	300-1000	0,30	40-200
31	2,3	6,8	2,5	0,69	1-3 ton	0,42	300-1000
31	2,3	6,8	2,65	0,63	300-1000	0,39	60-300
31	2,3	6,8	2,6	0,65	1-3 ton	0,40	60-300
31	2,3	6,8	2,85	0,56	300-1000	0,34	40-200

Tabel 6.1: Mogelijke sorteringen voor de kreukelberm

Verwezen wordt naar bijlage 3.1.

Afweging.

In het algemeen bestaat de voorkeur voor de (patroon) gepenetreerde kreukelbermconstructie, mits het prijsverschil niet te groot is.

Voor vak 27, 28 en 29 wordt gekozen voor een gepenetreerde kreukelbermconstructie, waarbij de vrijkomende (met asfaltpenetratie vervuilde) basaltzuilen hergebruikt worden. Ondanks dat asfalt gekocht en aangebracht moet worden is dit goedkoper dan een losgestorte kreukelberm waarbij (nieuwe) breuksteen aangeschaft moet worden. Bovendien legt het hergebruik een belangrijk gewicht in de schaal.

Voor vak 31 wordt gekozen voor nieuwe breuksteen met een dichtheid van 2,85 ton per m³, om de te penetreren sortering en daarmee de laagdikte zo klein mogelijk te houden. Los gestorte breuksteen blijkt qua kosten te concurreren met de patroon gepenetreerde breuksteen. Naast het voordeel van de dunnere laag heeft de beheerder voorkeur voor de patroon gepenetreerde breuksteen ten behoeve van de begaanbaarheid van de kreukelberm voor vissers.

In vak 30 wordt dezelfde oplossing met dezelfde breuksteen toegepast als in vak 31, ter beperking van het aantal verschillende soorten aan te schaffen breuksteen.

Opmerking:

Aangezien de overlappingsregels voor gepenetreerde breuksteen uitgaan van een patroon-penetratie, zal een dergelijke constructie, mits ook zo uitgevoerd, geen probleem opleveren met betrekking tot overdrukken a.g.v. uittreidend water bij de teen: de gepenetreerde constructie blijft immers doorlatend.

6.2 Teenconstructie

De teenconstructie dient ter ondersteuning van de nieuwe bekleding van betonzuilen. De oude teenconstructie is van dien aard dat deze ongeschikt is voor de nieuwe bekleding. Onderaan de bekleding wordt over het gehele traject een nieuwe teenconstructie aangebracht met de bovenkant op een niveau van NAP-0,5 m voor de vakken 27 t/m 30 en op NAP-0,25 m voor vak 31. Deze teen wordt in het overgrote deel van het traject aangebracht boven het niveau van de oude teenconstructie zodat niet ter plaatse van de oude teen de grond in beroering gebracht behoeft te worden, wat vanwege gevaar voor verlies aan macro-stabiliteit problematisch kan zijn; dit in verband met de aanwezigheid van een steile vooroever.

De nieuwe bekleding van betonzuilen wordt ondersteund door een teenschot, dat is opgebouwd uit 3 planken van ieder 0,20 m hoog. Het teenschot wordt ondersteund door azobépalen (lengte 1,80 m, h.o.h. 0,20 m). Om machinaal zetwerk van de betonzuilen tegen de teenconstructie aan mogelijk te maken wordt een afgeschuinde betonband aangebracht boven het teenschot. De betonbanden worden voor zover beschikbaar hergebruikt uit de bestaande bekleding en anders nieuw aangevoerd.

6.3 Zetsteenbekleding

Over het gehele traject bestaat de bekleding uit de 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

In Hoofdstuk 5 is vastgesteld welke bekledingstypen zullen worden aangebracht. Het betreft over het gehele traject betonzuilen.

Ten aanzien van de taludhelling wordt opgemerkt, dat de indicatieve helling zoals gebruikt voor de bepaling van de constructieve toepasbaarheid (§ 5.3) gelijk is aan de definitieve ontwerphellingen (1:3,5 voor het gehele dijkvak).

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.

In onderstaande tabel worden alle mogelijk toepasbare betonzuilen gepresenteerd.

dijkvak	ondertafel tot NAP+3,0	ondertafel tot NAP+2,7	boventafel
27	35/2700	30/2900	40/2800
	40/2500	35/2600	45/2600
	45/2400	40/2400	50/2400
	50/2300	45/2300	
28	35/2700	30/2900	40/2800
	40/2500	35/2600	45/2600
	45/2400	40/2400	50/2400
	50/2300	45/2300	
29	35/2800	30/2900	40/2800
	40/2500	35/2700	45/2600
	45/2400	40/2500	50/2400
	50/2300	45/2300	
30	35/2800	35/2700	40/2800
	40/2600	40/2500	45/2600
	45/2400	45/2400	50/2500
	50/2300	50/2300	
31	40/2800	35/2900	40/2900
	45/2600	40/2700	45/2700
	50/2400	45/2500	50/2500
		50/2400	

Tabel 6.2: Betonzuilen: mogelijke combinaties dikte en soortelijke massa

Indien een eco-top (5 cm dik) wordt toegepast is de maximaal te gebruiken dikte 0,45 m.

De invoergegevens van de berekeningen zijn weergegeven in Bijlage 3.2.

Keuze.

In onderstaande tabel wordt de uiteindelijke keuze voor de toe te passen betonzuil gepresenteerd.

dijkvak	ondertafel tot NAP+2,7 m [cm / kg/m ³]	boventafel [cm / kg/m ³]
27	45/2300	45/2600 + eco-top
28	45/2300	45/2600 + eco-top
29	45/2300	45/2600 + eco-top
30	45/2500	45/2700 + eco-top
31	45/2500	45/2700 + eco-top

Tabel 6.3: Uiteindelijke keuze toe te passen betonzuilen

Afweging.

De grens tussen onder- en boventafel is gelegd op NAP+2,7 m. Hierdoor kan in de gehele ondertafel een kortere zuil met dezelfde dichtheid worden toegepast (in vergelijking met de benodigde zuil als de grens op NAP + 3.0 zou worden gelegd).

Op advies van RIKZ [15] (detail-advies, wat tot stand is gekomen na veldonderzoek) wordt voor het gehele beschouwde traject in de boventafel voor verbetering van milieu-waarden gekozen. Hierdoor worden de zuilen in de boventafel uitgevoerd met eco-top. Consequentie hiervan is dat een zuil van 0,5 m hoogte in de boventafel als optie vervalt. Verder is een zuil van 45/2600 goedkoper dan een zuil van 40/2800. Dat in de boventafel van vak 30 een keuze gemaakt is voor 45/2700 i.p.v. 45/2600 komt doordat het aantal verschillende zuilen zo gering mogelijk gehouden wordt. De boventafels van vak 30 en 31 krijgen nu dezelfde zuil.

In de ondertafels van het gehele traject is steeds op basis van kosten gekozen voor de lichtste zuil (kleinste dichtheid). Behalve in vak 30, waar wederom dezelfde zuil gekozen is als voor de ondertafel van vak 31, om het aantal verschillende zuilen te reduceren.

Algemeen moet vermeden worden dat in een bepaald dwarsprofiel op onder- en boventafel betonzuilen met dezelfde hoogtes, maar verschillende dichtheden worden toegepast, gelet op eventuele reparaties na schade. Echter, het is aanvaardbaar dat de zuilen in de ondertafels dezelfde hoogtes krijgen als de zuilen in de boventafels, omdat het visuele verschil wordt gecreëerd doordat de zuilen in de boventafel worden voorzien van een eco-toplaag.

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.

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 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.

De minimale laagdikte waarin steenslag van deze sortering in uitvoeringstechnisch opzicht kan worden aangebracht, is 0,1 m. Deze waarde voor de laagdikte wordt voorgeschreven in het bestek; in de ontwerpberekeningen wordt echter 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.

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	$\geq 3 \text{ mm}$
treksterkte	$\geq 20 \text{ kN/m}$
rek bij breuk	$\leq 60 \%$
doordrukkracht	$\geq 3000 \text{ N}$
poriegrootte O_{90}	$\leq 100 \mu\text{m}$
permittiviteit	$\leq 70 \text{ l/m}^2/\text{s}$

Tabel 6.4: 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 deze 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 gehele traject geldt, dat de kern tot aan het niveau van de berm uit klei bestaat. Ook onderin de dijk is een voldoende dikke laag van goede klei aangetroffen. Verder is de ontwerp taludhelling flauwer dan 1:3. Hiermee voldoet het ontwerp aan het afschuivingscriterium.

6.4 **Overgangsconstructie**

Het ontwerp van de glooiing van deze dijk bevat geen overgangsconstructies.

6.5 **Overgang boventafel-berm**

De gehele boventafel wordt bekleed met betonzuilen en kan worden doorgetrokken tot aan de berm.

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.

Voor de overgang wordt overal hetzelfde zuiltype als in de boventafel gebruikt. Deze zuilen voldoen aan de stabiliteitseis (Verwezen wordt naar [10] hoofdstuk 6).

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

6.6 **Berm**

Aansluitend op de beschreven bekleding van betonzuilen 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. 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 μm
levensduurverwachting	type B (NEN 5132)
sterkte naaanaad	≥ 50 % van breuksterkte geokunststof

Tabel 6.5: Eisen geokunststof type 2

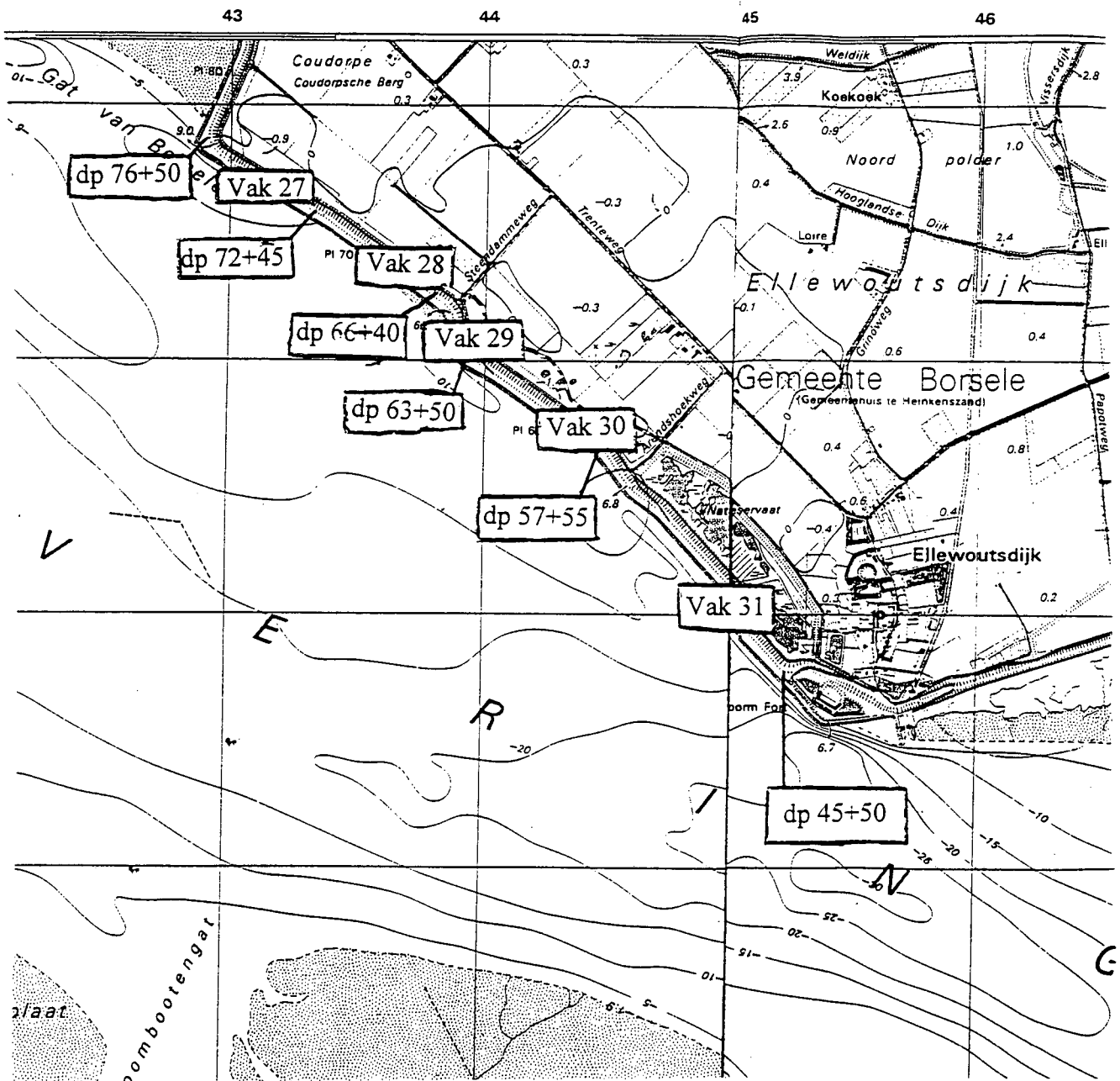
De strook wordt na de uitvoering niet verwijderd, maar zo aangepast dat deze dienst kan doen als onderhoudsstrook. Daartoe wordt de strook afgewerkt met 60 mm dik grindasfaltbeton.

6.7 Macro-stabiliteit vooroever

Langs de voet van de dijk loopt een diepe geul, waardoor het onderwatertalud vrij steil is (ca. 1:2,5). Voor een maatgevend dwarsprofiel (dp 74) is onderzocht of dit problemen t.a.v. verlies aan macro-stabiliteit oplevert voor het gekozen ontwerp. Het rapport van DWW is nog niet binnen, maar de conclusie is dat onvoldoende macro-stabiliteit geen probleem is. Een uitgebreidere omschrijving met literatuurverwijzing wordt in een volgende versie van deze nota opgenomen.

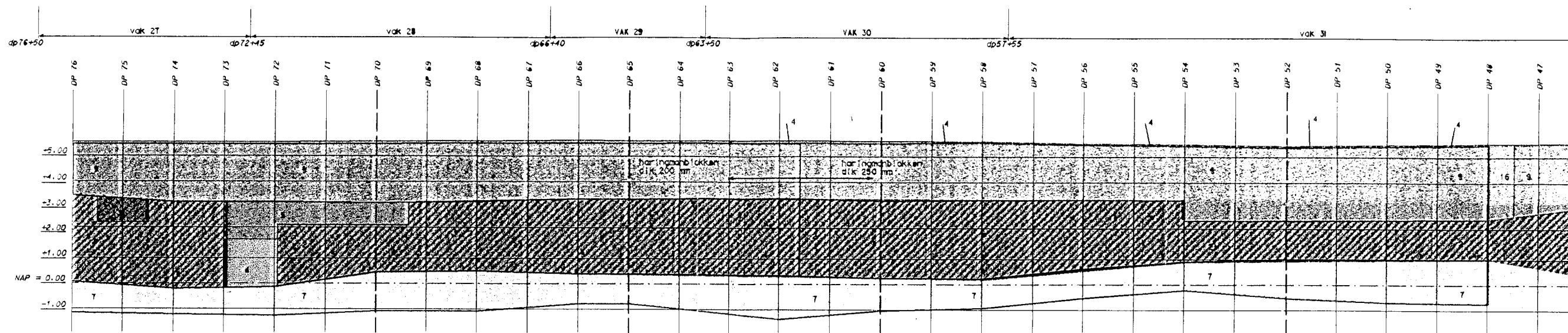
FIGUREN

- Figuur 1: Locatie projectgebied
- Figuur 2: Gloomingskaart bestaande situatie
- Figuur 3: Gloomingskaart ontwerp
- Figuur 4: Dwarsprofiel huidige situatie dp 63+50-76+50 (vakken 27, 28 en 29)
- Figuur 5: Dwarsprofiel huidige situatie dp 45+50-63+50 (vak 30 en 31)
- Figuur 6: Dwarsprofiel nieuwe situatie dp 63+50-76+50 (vakken 27, 28 en 29)
- Figuur 7: Dwarsprofiel nieuwe situatie dp 45+50-63+50 (vak 30 en 31)

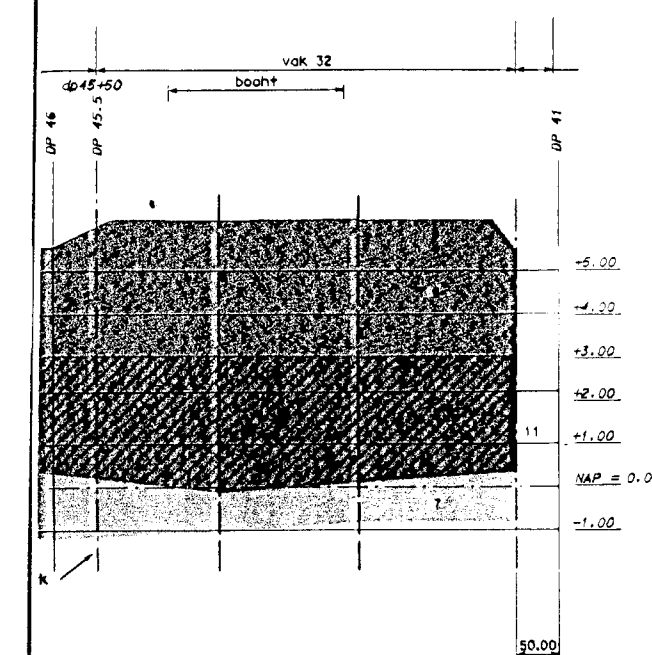


Figuur 1: Locatie projectgebied

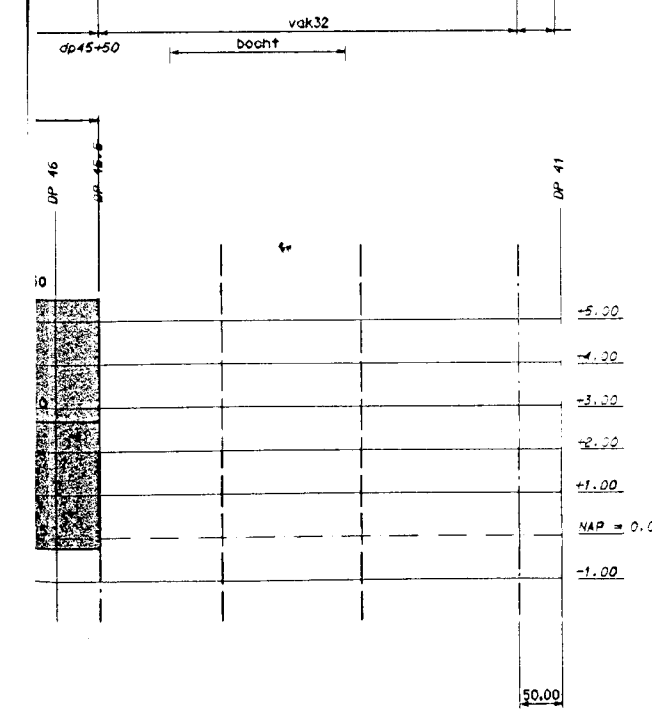
Ellewoutsdijkpolder



Figuur 2

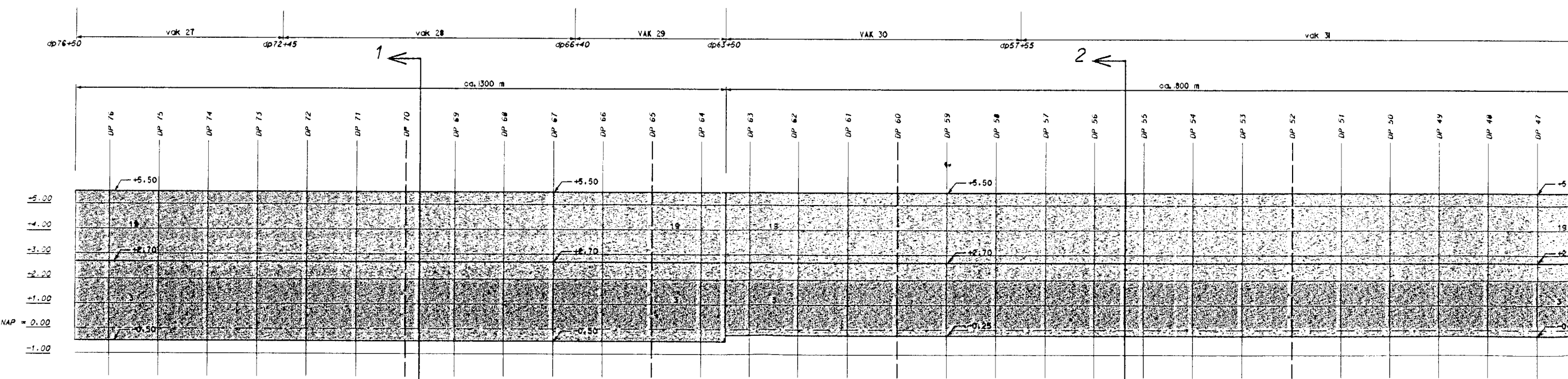


- huidige situatie
legenda
- 1 asfalt
 - 2 basalt
 - 3 betonzuilen
 - 4 betoneblokken
 - 5 diobaloblokken
 - 6 doorgroefstenen
 - 7 doornikse steen
 - 8 poel's graniet
 - 9 haringsblokken
 - 10 hydroblokken
 - 11 kobens blokken
 - 12 kesselsse steen
 - 13 beil's graniet
 - 14 vli' voorste steen
 - 15 granietblokken
 - 16 betonzuilen



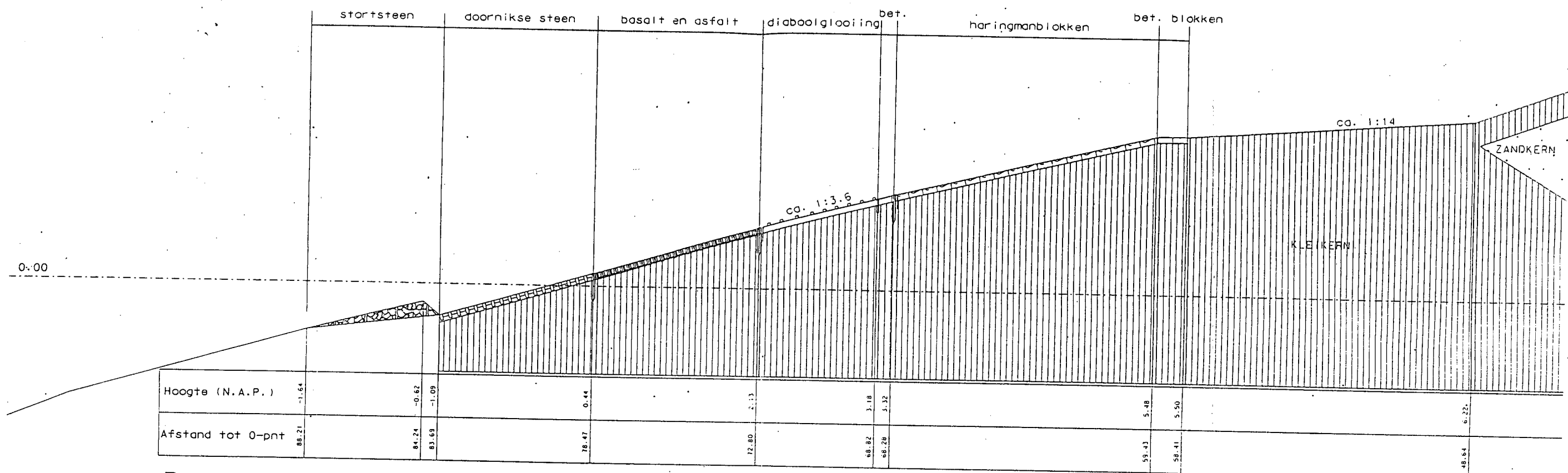
Glooiingskaart ontwerp

- legenda
- 1 asfalt
 - 2 basalt
 - 3 betonzuilen
 - 4 betoneblokken
 - 5 diobaloblokken
 - 6 doorgroefstenen
 - 7 doornikse steen
 - 8 poel's graniet
 - 9 haringsblokken
 - 10 hydroblokken
 - 11 kobens blokken
 - 12 kesselsse steen
 - 13 beil's graniet
 - 14 vli' voorste steen
 - 15 granietblokken
 - 16 onbekend
 - 17 bestorting
 - 18 blokken op z'n kant
 - 19 betonzuilen EOC



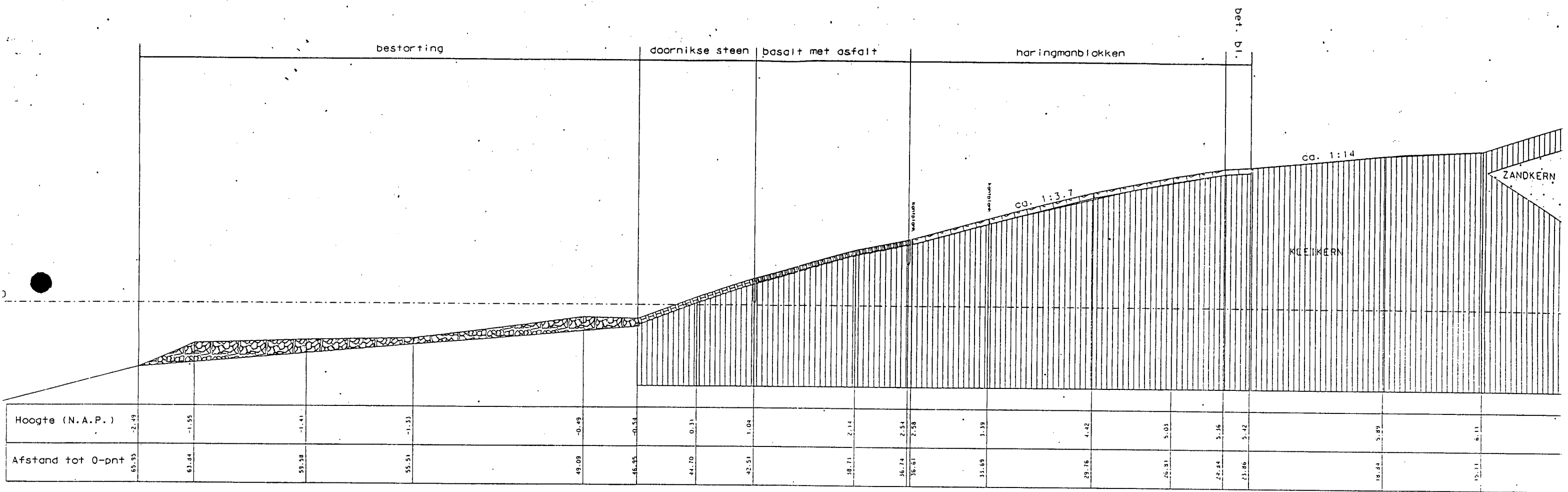
Figuur 3

boven	betonzuilen eca 0.45/2600	betonzuilen eca 0.45/2700
onder	betonzuilen 0.45/2300	betonzuilen 0.45/2500
teen	teen	teen
kraakelberm	basaltzuilen met patroonpenetratie met asfalt	bruiksteen 40-200 kg met patroonpenetratie met asfalt



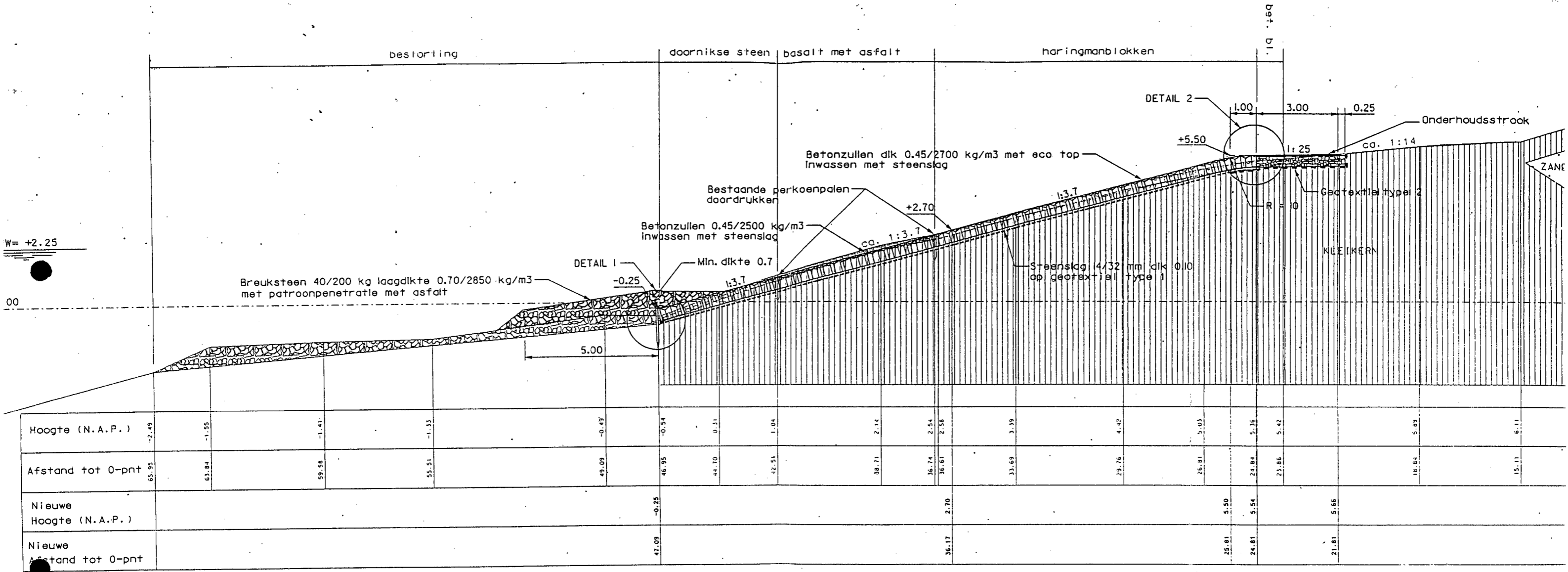
Bestaand dwarsprofiel 1 dp 63+50 - dp 76+50

Figuur 4



Bestaand dwarsprofiel 2 dp 45+50 - dp 63+50

Figuur 5



Nieuw dwarsprofiel 2 dp 45+50 - dp 63+50

Figuur 7

LITERATUUR

- [1] Algemene nota dijkvakken 1999 (concept), Projectbureau Zeeweringen, Goes, juni 1998
- [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. Versie 6. Utrecht, 29 september 1997. Documentnummer ZEEW-R-97013,
- [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
- [9] Achtergrond bij handleiding toetsen en ontwerpen, PZDT-R-98232
- [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
- [13] Golfrandvoorwaarden Ellewoutsdijk. Ard Kamsteeg, 29 juli 1998. PZDR-M-98073.
- [14] Berekeningsprocedure ontwerp. Ten behoeve van Projectbureau Zeeweringen. J.J. Flikweert en C.J. Dorst, 30 juni 1998. PZDT-R-98335.
- [15] Begroeiing dijkvakken Ellewoutsdijk. Ing. A. Van Berchum, 18 augustus 1998, Doc.nr. PZDT-M-98461inv.

BIJLAGEN

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

BIJLAGE 1: BEREKENINGSRESULTATEN TOETSING

- vakken 27/28, dp 76+50 - dp 66+40
- vak 29, dp 66+40 - dp 63+50
- vak 30, dp 63+50 - dp 57+55
- vak 31, dp 57+55 - dp 45+50

POLDER	Ellewoutsdijk
DIJKVAKNR	27 en 28

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

Ontwerpjaar: 5,85

algemeen	soort bekleding	Doornikse	Petite Graniet	Basalt	Diaboolblokken	Betonblokken	Betonblokken
	dijkpaalnummer	76+50 tot 66+40	75+50 tot 74+50	76+50 tot 66+40	73 tot 69+30	76+50 tot 66,40	73 tot 72
	niveau bovengrens [m + NAP]	0,4	3,2	3,2	3,2	5,5	1,8
	niveau ondergrens [m + NAP]	-1,25	2,2	0,4	1,8	3,2	-0,2
	helling [1 : ?]	3,2	3,9	3,2	3,8	4,1	3,4
	aanwezige/minimale helling	3,2	3,85	3,23	3,79	4,1	3,4
toplaag	steendikte [m]	0,20	0,20	0,27	0,30	0,20	0,20
	soortelijke massa [ton/m ³]	2,6	2,6	2,9	2,3	2,3	2,3
	bij blokken: breedte [m]	0,30			0,3	0,5	0,5
	bij blokken: lengte [m]	0,3			0,3	0,5	0,5
	toplaag gepenetreerd ? [ja/nee]	nee	ja	ja	nee	nee	nee
	aanwezige $H_s/\Delta D$ [-]	6,51	8,13	5,18	6,75	11,09	8,84
	D_{krit} (gepenetreerd of overgoten) [m]	0,28	0,17	0,40	0,29	0,48	0,42
onderlagen	filterdoorlatendheid [mmvs]	ondoorlatend	0,069	0,069	0,069		
	dikte filterlaag [m]	0,15	0,2	0,2	0,15		
	kleikern aanwezig ? [ja/nee]	ja	ja	ja	ja	ja	ja
	bij kleikern: niveau kruin [m + NAP]	5,50	5,5	5,5	5,5	5,5	5,5
	bij geen kleikern: dikte kleilaag m						
maatgevende condities	W_s [m + NAP]	2,00	4,50	4,80	4,60	5,85	3,00
	H_s [m]	2,00	2,50	2,56	2,52	2,76	2,20
	T_p [s]	5,70	6,53	6,72	6,59	7,37	5,95
	ξ [-]	1,57	1,32	1,64	1,37	1,35	1,47
	y_s [m]	1,15	1,28	1,57	1,33	1,52	1,20
globale toetsing	schade-ervaring beheerder ? [veel/wel/nlg]		veel	veel			
	aansluiting toplaag-filter ? [goed/slecht]		slecht	slecht	slecht		
	zakkingen opgetreden ? [ja/nee]		ja	ja	ja		
	beoordeling afschuiving	goed	goed	goed	goed	goed	goed
	type bekleding Black Box	3c (1,5 x 1/0)	3b	3b	3c (1,5 x 1/0)	2	2
	resultaat Black Box	onvoldoende	onvoldoende	onvoldoende	twijfel	onvoldoende	onvoldoende
bij filter: Anamos	$H_s/\Delta D_{max}$ [-]	4,43	4,98	4,31	4,88	4,91	4,63
	geldig ?	ongeldig	ongeldig	ongeldig	ongeldig	ongeldig	ongeldig
	resultaat						
	ontwerp: ondergrens bekleding [m + NAP]	0,27	2,59	2,44	2,61	3,57	1,20

POLDER	Ellewoutsdijk
DIJKVAKNR	29

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

Ontwerpen : 5,85

algemeen	soort bekleding	Doornikse	Basalt	Betonblokken	
	dijkpaalnummer	66+40 tot 63+50	66+40 tot 63+50	66+40 tot 63+50	
niveau bovengrens	[m + NAP]	0,8	3,3	5,5	
niveau ondergrens	[m + NAP]	-0,8	0,8	3,3	
helling	[1 : ?]	4,0	3,4	3,7	
aanwezige/minimale helling		3,96	3,39	3,74	
toplaag	steendikte	[m]	0,20	0,27	0,20
	soortelijke massa	[ton/m ³]	2,6	2,9	2,3
	bij blokken: breedte	[m]	0,30	0,2	0,5
	bij blokken: lengte	[m]	0,3	0,2	0,5
	toplaag gepenetreerd ?	[ja/nee]	nee	ja	nee
	aanwezige $H_s/\Delta D$	[-]	6,83	5,34	11,13
	D_{krit} (gepenetreerd of overgoten)	[m]	0,27	0,36	0,46
onderlagen	filterdoorlatendheid	[mm/s]	ondoorlatend	0,069	
	dikte filterlaag	[m]	0,15	0,2	
	kleikern aanwezig ?	[ja/nee]	ja	ja	ja
	bij kleikern: niveau kruin	[m + NAP]	5,50	5,5	5,5
bij geen kleikern: dikte kleilaag	[m]				
maatgevende condities	W_s	[m + NAP]	2,00	4,90	5,85
	H_s	[m]	2,10	2,64	2,77
	T_p	[s]	5,70	6,79	7,37
	ξ	[-]	1,23	1,54	1,50
	y_s	[m]	0,97	1,53	1,65
globale toetsing	schade-ervaring beheerder ?	[veel/wenig]		veel	
	aansluiting toplaag-filter ?	[goed/slecht]		slecht	
	zakkingen opgetreden ?	[ja/nee]		ja	
	beoordeling afschuiving		goed	goed	goed
	type bekleding Black Box		3c (1,5 x 1/0)	3b	2
	resultaat Black Box		onvoldoende	onvoldoende	onvoldoende
bij filter: Anamos	$H_s/\Delta D_{max}$	[-]	5,23	4,51	4,59
	geldig ?		ongeldig	ongeldig	ongeldig
	resultaat				
	ontwerp: ondergrens bekleding	[m + NAP]	0,54	2,60	3,37

TOETSING / ONTWERP

POLDER	Ellewoutsdijk
DIJKVAKNR	30

RANDVOORWAARDEN RIKZ		
W_s [m + NAP]	H_s [m]	T_p [s]
2	2,3	6,2
4	2,6	6,2
6	2,9	7,5
Ontwerppell :	5,85	

algemeen	soort bekleding	Doornikse	Basalt	Betonblokken
	dijkpaalnummer	63+50 tot 57+55	63+50 tot 57+55	63+50 tot 57+55
niveau bovengrens [m + NAP]	0,35	3,35	5,5	
niveau ondergrens [m + NAP]	-1	0,35	3,35	
helling [1 : ?]	3,6	3,2	3,8	
aanwezige/minimale helling	3,58	3,24	3,78	
toplaag	steendikte [m]	0,20	0,27	0,25
	soortelijke massa [ton/m ³]	2,6	2,9	2,3
	bij blokken: breedte [m]	0,30	0,2	0,5
	bij blokken: lengte [m]	0,3	0,2	0,5
	toplaag gepenetreerd ? [ja/nee]	nee	ja	nee
	aanwezige $H_s/\Delta D$ [-]	7,48	5,57	9,23
D_{krit} (gepenetreerd of overgoten) [m]	0,23	0,43	0,45	
onderlagen	filterdoorlatendheid [mm/s]	ondoorlatend	0,069	
	dikte filterlaag [m]	0,15	0,2	
	kleikern aanwezig ? [ja/nee]	ja	ja	ja
	bij kleikern: niveau kruin [m + NAP]	5,50	5,5	5,5
bij geen kleikern: dikte kleilaag m				
maatgevende condities	W_s [m + NAP]	2,00	5,00	5,85
	H_s [m]	2,30	2,75	2,87
	T_p [s]	6,20	6,85	7,37
	ξ [-]	1,42	1,61	1,43
	Y_s [m]	1,23	1,65	1,63
globale toetsing	schade-ervaring beheerder ? [veel/weinig]		veel	
	aansluiting toplaag-filter ? [goed/slecht]		slecht	
	zakkingen opgetreden ? [ja/nee]		ja	
	beoordeling afschuiving	goed	goed	goed
	type bekleding Black Box	3c (1,5 x 1/0)	3b	2
	resultaat Black Box	onvoldoende	onvoldoende	onvoldoende
bij filter: Anamos	$H_s/\Delta D_{max}$ [-]	4,75	4,36	4,73
	geldig ?	ongeldig	ongeldig	ongeldig
	resultaat			
	ontwerp: ondergrens bekleding [m + NAP]	0,15	2,53	3,41

TOETSING / ONTWERP

POLDER	Ellewoutsdijk
DIJKVAKNR	31

RANDVOORWAARDEN RIKZ		
W_s [m + NAP]	H_s [m]	T_p [s]
2	2,5	6,8
4	2,8	6,8
6	3	7,5

Ontwerpen: 5,9

algemeen	soort bekleding	Doomikse	Basalt	Betonblokken	Betonzullen
	dijkpaalnummer	57+55-45+50	57+55 tot 45+50	57+55 tot 45+50	48 tot 47+50
	niveau bovengrens [m + NAP]	1	2,5	5,5	5,5
	niveau ondergrens [m + NAP]	-1	1	2,5	2,5
	helling [1 : ?]	2,7	3,5	3,6	3,6
	aanwezige/minimale helling	2,65	3,45	3,6	3,6
toplaag	steendikte [m]	0,20	0,27	0,25	0,25
	soortelijke massa [ton/m ³]	2,6	2,9	2,3	2,3
	bij blokken: breedte [m]	0,30	0,2	0,5	
	bij blokken: lengte [m]	0,3	0,2	0,5	
	toplaag gepenetreerd ? [ja/nee]	nee	ja	nee	ja
	aanwezige $H_s/\Delta D$ [-]	8,57	5,69	9,61	9,61
	D_{krit} (gepenetreerd of overgoten) [m]	0,35	0,21	0,63	0,63
onderlagen	filterdoorlatendheid [mm/s]	ondoorlatend	0,069		ondoorlatend
	dikte filterlaag [m]	0,15	0,2		0,15
	kleikern aanwezig ? [ja/nee]	ja	ja	ja	ja
	bij kleikern: niveau kruin [m + NAP]	5,50	5,5	5,5	5,5
	bij geen kleikern: dikte kleilaag [m]				
maatgevende condities	W_s [m + NAP]	2,90	4,10	5,90	5,90
	H_s [m]	2,64	2,81	2,99	2,99
	T_p [s]	6,80	6,84	7,47	7,47
	ξ [-]	1,94	1,46	1,50	1,50
	y_s [m]	1,85	1,53	1,75	1,75
globale toetsing	schade-ervaring beheerder ? [veel/weinig]		veel		
	aansluiting toplaag-filter ? [goed/slecht]		slecht		
	zakkingen opgetreden ? [ja/nee]		ja		
	beoordeling afschuiving	twijfel	goed	goed	goed
	type bekleding Black Box	3c (1,5 x 1/0)	3b	2	3b
	resultaat Black Box	onvoldoende	onvoldoende	onvoldoende	onvoldoende
bij filter: Anamos	$H_s/\Delta D_{max}$ [-]	3,86	4,67	4,58	4,58
	geldig ?	ongeldig	ongeldig	ongeldig	ongeldig
	resultaat				
	ontwerp: ondergrens bekleding [m + NAP]	0,13	1,80	3,28	3,28

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 paragraaf 5.3.2.

Bij de ontwerp-taludhelling en bij de zwaarste randvoorwaarden (vak 31) is gecontroleerd of de zwaarst mogelijke betonzuil nog stabiel is.

PARAMETER/ BEREKENING	vak 31
Golven	
H_s [m]	3,0
T_p [s]	7,47
h_1 [m+NAP]	6,0
Talud	
$\cot(\alpha)$ [-]	1:3,5
f_t [-]	0,5
h_2 [m+NAP]	0,0
h_3 [m+NAP]	6,0
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
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 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 2.2: Keuze bekleding: toepasbaarheid gekantelde betonblokken

De constructieve toepasbaarheid van gekantelde betonblokken wordt beschreven in paragraaf 5.3.3.

In het vak waar de lichtste randvoorwaarden gelden (vak 27) is het maximale toepassingsniveau berekend bij de ontwerphelling van 1:3,5. (Vanwege enerzijds het steile onderwatertalud en anderzijds de grote hoeveelheid grondverzet kan de helling niet flauwer worden gekozen. Zowel blokken met een dikte van 0,20 m als van 0,25 m zijn gecontroleerd. De bovengrens van de bekleding ligt op NAP+0,5 m.

PARAMETER/ BEREKENING	vak 27	vak 27	vak 27
Golven			
H_s [m]	2,0	2,0	2,0
T_p [s]	5,7	5,7	5,7
h_1 [m+NAP]	6,0	6,0	6,0
Talud			
$\cot(\alpha)$ [-]	1:3,5	1:3,5	1:3,5
f_t [-]	0,5	0,5	0,5
h_2 [m+NAP]	0,0	0,0	0,0
h_3 [m+NAP]	6,0	6,0	6,0
Constructietype			
niet ingewassen dichte blokken			
filter			
geotextiel			
basis			
Blokken			
B [m]	0,20	0,20	0,25
L [m]	0,50	0,50	0,50
D [m]	0,48	0,48	0,48
s [mm]	1	1	1
sm [kg/m ³]	2300	2150	2150
fwz [-]	0,5	0,5	0,5
Filter			
b [m]	0,20	0,20	0,20
D_{15} [mm]	5	5	5
n [-]	0,35	0,35	0,35

EINDRESULTATEN

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

Hoewel ANAMOS met bovenstaande invoerparameters wel geldig is resulteert de berekening in: **instabiel**. Het blijkt dus dat gekantelde betonblokken, zelfs tot een niveau van NAP+0,50 m niet toepasbaar zijn.

Bijlage 2.3: Keuze bekleding: toepasbaarheid natuursteen

De constructieve toepasbaarheid van basaltzuilen wordt beschreven in paragraaf 5.3.4.

Voor elk vak is het maximum toepassingsniveau bepaald van basaltzuilen met hoogtes gelijk aan 0,17, 0,22, 0,27, 0,32 en 0,37 m. In onderstaande tabellen worden slechts die berekeningen gepresenteerd waarin ANAMOS net geldig en stabiel is.

PARAMETER/ BEREKENING	vak 27/28	vak 27/28	vak 27/28
Golven			
H_s [m]	2,32	2,64	2,76
T_p [s]	6,1	6,98	7,37
h_1 [m+NAP]	6,0	6,0	6,0
Talud			
$\cot(\alpha)$ [-]	1:3,5	1:3,5	1:3,5
f_t [-]	0,5	0,5	0,5
h_2 [m+NAP]	0,0	0,0	0,0
h_3 [m+NAP]	6,0	6,0	6,0
Constructietype			
niet ingewassen zuilen			
filter			
geotextiel			
basis			
Zuilen			
A_z [m ²]	0,09	0,09	0,09
A_{z0} [%]	10	10	10
D_z [m]	0,27	0,32	0,37
s_m [kg/m ³]	2900	2900	2900
f_{wz} [-]	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 ANAMOS	De constructie is stabiel	De constructie is stabiel	De constructie is stabiel
Maximaal topniveau			
y_s [m]	1,23	1,57	1,72
topniveau [m+NAP]	2,3	3,6	6

PARAMETER/ BEREKENING	vak 29	vak 29	vak 29
Golven			
H _s [m]	2,36	2,67	2,77
T _p [s]	6,03	6,92	7,37
h1 [m+NAP]	6,0	6,0	6,0
Talud			
cot(α) [-]	1:3,5	1:3,5	1:3,5
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			
geotextiel			
basis			
Zuilen			
Az [m ²]	0,09	0,09	0,09
Azo [%]	10	10	10
Dz [m]	0,27	0,32	0,37
sm [kg/m ³]	2900	2900	2900
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 ANAMOS	De constructie is stabiel	De constructie is stabiel	De constructie is stabiel
Maximaal topniveau			
ys [m]	1,21	1,55	1,73
topniveau [m+NAP]	2,0	3,5	6

PARAMETER/ BEREKENING	vak 30	vak 30	vak 30
Golven			
H _s [m]	2,30	2,72	2,87
T _p [s]	6,2	6,72	7,37
h1 [m+NAP]	6,0	6,0	6,0
Talud			
cot(α) [-]	1:3,5	1:3,5	1:3,5
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			
geotextiel			
basis			
Zuilen			
Az [m ²]	0,09	0,09	0,09
Azo [%]	10	10	10
Dz [m]	0,27	0,32	0,37
sm [kg/m ³]	2900	2900	2900
fwz [-]	0,5	0,5	0,5
Filter			
b [m]	0,20	0,20	0,20
D15 [mm]	20	20	20
n [-]	0,35	0,35	0,35

EINDRESULTATEN

Stabiliteit toplaag			
conclusie ANAMOS	De constructie is stabiel	De constructie is stabiel	De constructie is stabiel
Maximaal topniveau			
ys [m]	1,26	1,48	1,74
topniveau [m+NAP]	0,7	3,3	6

PARAMETER/ BEREKENING	vak 31	vak 31
Golven		
H _s [m]	2,71	3,0
T _p [s]	6,8	7,43
h1 [m+NAP]	6,0	6,0
Talud		
cot(α) [-]	1:3,5	1:3,5
ft [-]	0,5	0,5
h2 [m+NAP]	0,0	0,0
h3 [m+NAP]	6,0	6,0
Constructietype		
niet ingewassen zuilen		
filter		
geotextiel		
basis		
Zuilen		
Az [m ²]	0,09	0,09
Azo [%]	10	10
Dz [m]	0,32	0,37
sm [kg/m ³]	2900	2900
fwz [-]	0,5	0,5
Filter		
b [m]	0,20	0,20
D ₁₅ [mm]	20	20
n [-]	0,35	0,35

EINDRESULTATEN

Stabiliteit toplaag		
conclusie ANAMOS	De constructie is stabiel	De constructie is stabiel
Maximaal topniveau		
ys [m]	1,51	1,79
topniveau [m+NAP]	1,8	4,0

BIJLAGE 3: BEREKENINGSRESULTATEN DIMENSIONERING

- Bijlage 3.1: Dimensionering toplaag kreukelberm
- Bijlage 3.2: Dimensionering toplaag bekleding

Bijlage 3.1: Dimensionering toplaag kreukelberm

De dimensionering van de kreukelberm is beschreven in paragraaf 6.1. Voor alle vijf de vakken is bepaald wat de mogelijke combinaties zijn van steendiameter en soortelijke massa. De combinaties in tabel 6.1 zijn bepaald door berekeningen met het spreadsheet 'overlagen versie 2'.

In deze bijlage worden slechts die berekeningsresultaten getoond die uiteindelijk gekozen zijn:

- vak 27: patroon penetratie van de vrijkomende basalt.
- vak 28: patroon penetratie van de vrijkomende basalt.
- vak 29: patroon penetratie van de vrijkomende basalt.
- vak 30: patroon penetratie van breuksteen 2850/40-200.
- vak 31: patroon penetratie van breuksteen 2850/40-200.

Vak 27/28.

INVOER			UITVOER		
cot α	[-]	3,7	<i>losgestort</i>		
P	[-]	0,1	D_{n50}	[m]	0,39
ρ_s	[ton/m ³]	2,9	sortering	[kg]	60 - 300
ρ_w	[ton/m ³]	1,025			
N	[-]	2000	<i>patroon penetratie</i>		
H_s	[m]	1,7	D_{n50}	[m]	0,24
T_p	[s]	5,5	sortering	[kg]	10 - 60
S	[-]	6			
γ	[-]	0,9			
ϕ	[-]	2			
ψ_u (asfalt)	[-]	2,5			
b	[-]	0,6			

Vak 29.

INVOER			UITVOER		
cot α	[-]	3,7	<i>losgestort</i>		
P	[-]	0,1	D_{n50}	[m]	0,41
ρ_s	[ton/m ³]	2,9	sortering	[kg]	60 - 300
ρ_w	[ton/m ³]	1,025			
N	[-]	2000	<i>patroon penetratie</i>		
H_s	[m]	1,8	D_{n50}	[m]	0,25
T_p	[s]	5,5	sortering	[kg]	10 - 60
S	[-]	6			
γ	[-]	0,9			
ϕ	[-]	2			
ψ_u (asfalt)	[-]	2,5			
b	[-]	0,6			

Vak 30.

INVOER			UITVOER		
cot α	[-]	3,7	<i>losgestort</i>		
P	[-]	0,1	D _{n50}	[m]	0,50
ρ_s	[ton/m ³]	2,85	sortering	[kg]	300 - 1000
ρ_w	[ton/m ³]	1,025			
N	[-]	2000	<i>patroon penetratie</i>		
H _s	[m]	2,1	D _{n50}	[m]	0,30
T _p	[s]	6,2	sortering	[kg]	40 - 200
S	[-]	6			
y	[-]	0,9			
ϕ	[-]	2			
ψ_u (asfalt)	[-]	2,5			
b	[-]	0,6			

Vak 31.

INVOER			UITVOER		
cot α	[-]	3,7	<i>losgestort</i>		
P	[-]	0,1	D _{n50}	[m]	0,56
ρ_s	[ton/m ³]	2,85	sortering	[kg]	300 - 1000
ρ_w	[ton/m ³]	1,025			
N	[-]	2000	<i>patroon penetratie</i>		
H _s	[m]	2,3	D _{n50}	[m]	0,34
T _p	[s]	6,8	sortering	[kg]	40 - 200
S	[-]	6			
y	[-]	0,9			
ϕ	[-]	2			
ψ_u (asfalt)	[-]	2,5			
b	[-]	0,6			

Bijlage 3.2: Dimensionering toplaag bekleding

De dimensionering van de toplaag is beschreven in paragraaf 6.1.

Voor alle vijf de vakken waar betonzuilen toegepast zullen worden, is bepaald wat de lichtst mogelijke combinaties van zuildikte en soortelijke massa zijn. De combinaties in tabel 6.2 zijn bepaald door berekeningen met ANAMOS. In onderstaande tabellen worden slechts die resultaten getoond, die uiteindelijk ook gekozen zijn:

- grens tussen onder- en boventafel op NAP+2,7 m.
- ondertafel van vak 27, 28 en 29: 45/2300.
- boventafel van vak 27, 28 en 29: 45/2600 + eco-top.
- ondertafel van vak 30 en 31: 45/2500.
- boventafel van vak 30 en 31: 45/2700 + eco-top.

Opgemerkt wordt dat de dimensionering van de betonzuilen in de praktijk wordt bepaald door het toepassingscriterium van ANAMOS ($H_s/\Delta D \leq 6\xi^{-2/3}$). De lichtst mogelijke zuiltypen zijn op basis van dat criterium bepaald en vervolgens gecontroleerd met ANAMOS.

PARAMETER/ BEREKENING	vak 27/28 ondertafel	vak 27/28 boventafel
Golven		
H _s [m]	2,40	2,76
T _p [s]	6,2	7,37
h1 [m+NAP]	6,0	6,0
Talud		
cot(α) [-]	1:3,5	1:3,5
ft [-]	0,5	0,5
h2 [m+NAP]	0,0	0,0
h3 [m+NAP]	6,0	6,0
Constructietype		
niet ingewassen zuilen		
filter		
geotextiel		
basis		
Zuilen		
Az [m ²]	0,09	0,09
Azo [%]	10	10
Dz [m]	0,45	0,45
sm [kg/m ³]	2231	2522
fwz [-]	0,5	0,5
Filter		
b [m]	0,20	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	vak 29 ondertafel	vak 29 boventafel
Golven		
H _s [m]	2,50	2,77
T _p [s]	6,2	7,37
h1 [m+NAP]	6,0	6,0
Talud		
cot(α) [-]	1:3,5	1:3,5
ft [-]	0,5	0,5
h2 [m+NAP]	0,0	0,0
h3 [m+NAP]	6,0	6,0
Constructietype		
niet ingewassen zuilen		
filter		
geotextiel		
basis		
Zuilen		
Az [m ²]	0,09	0,09
Azo [%]	10	10
Dz [m]	0,45	0,45
sm [kg/m ³]	2231	2522
fwz [-]	0,5	0,5
Filter		
b [m]	0,20	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	vak 30 ondertafel	vak 30 boventafel
Golven		
H _s [m]	2,60	2,87
T _p [s]	6,2	7,37
h1 [m+NAP]	6,0	6,0
Talud		
cot(α) [-]	1:3,5	1:3,5
ft [-]	0,5	0,5
h2 [m+NAP]	0,0	0,0
h3 [m+NAP]	6,0	6,0
Constructietype		
niet ingewassen zuilen		
filter		
geotextiel		
basis		
Zuilen		
Az [m ²]	0,09	0,09
Azo [%]	10	10
Dz [m]	0,45	0,45
sm [kg/m ³]	2328	2522
fwz [-]	0,5	0,5
Filter		
b [m]	0,20	0,15
D ₁₅ [mm]	20	20
n [-]	0,35	0,35

EINDRESULTATEN

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

PARAMETER/ BEREKENING	vak 31 ondertafel	vak 31 boventafel
Golven		
H _s [m]	2,83	2,99
T _p [s]	6,91	7,47
h1 [m+NAP]	6,0	6,0
Talud		
cot(α) [-]	1:3,5	1:3,5
ft [-]	0,5	0,5
h2 [m+NAP]	0,0	0,0
h3 [m+NAP]	6,0	6,0
Constructietype		
niet ingewassen zuilen		
filter		
geotextiel		
basis		
Zuilen		
Az [m ²]	0,09	0,09
Azo [%]	10	10
Dz [m]	0,45	0,45
sm [kg/m ³]	2425	2619
fwz [-]	0,5	0,5
Filter		
b [m]	0,20	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