

DIJKVERBETERING NIEUW-OTHENEPOLDER, MARGARETHAPOLDER EN  
EENDRAGTPOLDER

Ontwerpnota

Versie 3

MAART j j j

## INHOUDSOPGAVE

SAMENVATTING	1
1. INLEIDING	5
1.1 Achtergrond	5
1.2 Doelstelling Ontwerpnota	5
1.3 Leeswijzer	6
2. SITUATIEBESCHRIJVING	7
2.1 Locatie projectgebied	7
2.2 Geometrie en bekleding	7
3. ONTWERP-CONDITIES	9
3.1 Uitgangspunten	9
3.2 Randvoorwaarden	9
3.2.1 Waterstanden	9
3.2.2 Golftrandvoorwaarden	10
3.2.3 Ecologische randvoorwaarden	11
4. TOETSING	12
4.1 Algemeen	12
4.2 Toetsing toplaag	12
4.2.1 Doornikse bloksteen	13
4.2.2 Koperslakblokken	14
4.2.3 Basaltzuilen	15
4.2.4 Vlakke betonblokken	16
4.2.5 Diaboolblokken	17
4.2.6 Grasbekleding bovenbeloop	18
4.3 Toetsing reststerkte bekleding	19
4.4 Conclusie	20
5. KEUZE BEKLEDING	21
5.1 Voorselectie	21
5.2 Beschikbaarheid	22
5.3 Constructieve toepasbaarheid	23
5.3.1 Taludhelling	24
5.3.2 Betonzuilen	25
5.3.3 Betonblokken	25
5.3.4 Natuursteen	26
5.3.5 Overlagen met breuksteen	29
5.4 Ecologische toepasbaarheid	29
5.5 Afweging	30
5.5.1 Getijdezone	31
5.5.2 Zone boven GHW	34
5.5.3 Bovenbeloop	34
5.6 Gekozen bekleding	35
6. DIMENSIONERING	37
6.1 Kreukelberm	37
6.1.1 Toplaag	37
6.1.2 Geokunststof	38
6.2 Teenconstructie	38
6.3 Bekleding	39
6.3.1 Toplaag	39
6.3.2 Uitvullaag	42
6.3.3 Geokunststof	43

6.3.4 Basismateriaal	43
6.4 Overgangsconstructie	44
6.5 Overgang boventafel-berm	45
6.6 Berm	45
6.7 Bovenbeloop	45
6.8 Aansluiting havendam	46

FIGUREN  
LITERATUUR  
BIJLAGEN  
APPENDIX

## SAMENVATTING

In deze nota wordt het ontwerp beschreven van de verbetering van de glooiing van het dijkvak van de Nieuw-Othene-, Margaretha- en Eendragtspolder, in het kader van het Project Zeeweringen. Deze specifieke ontwerpnota behandelt de specifieke aspecten van dit dijkvak; algemene aspecten, geldig voor alle dijkvakken die worden voorbereid voor uitvoering in 1998, worden beschreven in een Algemene Ontwerpnota 1998.

Het dijkvak van de Nieuw-Othene-, Margaretha- en Eendragtspolder is in beheer bij het Waterschap De Drie Ambachten. Het bestaat uit een westelijk vak van 2650 m (een deel van de zeedijk van de Nieuw-Othenepolder en de gehele zeedijk van de Margarethapolder) en een oostelijk vak van ongeveer 2000 m (een deel van de zeedijk van de Eendragtspolder). Tussen deze twee vakken ligt het dijkvak van de Kleine Huissenspolder en de Eendragtspolder dat tot de werken van 1997 van Project Zeeweringen behoort.

De oude kleidijk maakt deel uit van de kern van de dijk; deze kleikern reikt voor een deel van het vak tot aan de berm en voor een ander deel tot een lager niveau. De huidige bekleding van de ondertafel bestaat van onder naar boven globaal uit Doornikse bloksteen, koperslakblokken en basaltzuilen, de boventafel is bekleed met betonblokken op klei. Voor een deel van het dijkvak is de berm bekleed met asfalt, voor een ander deel met betonblokken; de rest van de berm en het bovenbeloop boven de berm is bekleed met gras. In de glooiing van het dijkvak bevindt zich bovendien de aansluiting op de havendam van De Griete.

Voor de ontwerpen van de dijkvakken die worden voorbereid voor uitvoering in 1998 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.

Met betrekking tot het woon- en leefmilieu geldt voor het gedeelte Nieuw-Othenepolder een specifiek uitgangspunt. Op dit gedeelte wordt aan binnendijkse zijde tegen de dijk aan een appartementencomplex gebouwd; daarom moet de glooiing ter plaatse goed begaanbaar en visueel aantrekkelijk zijn.

Voor het vak van de Nieuw-Othene-, Margaretha- en Eendragtspolder gelden specifieke **randvoorwaarden** met betrekking tot de golfaanval en met betrekking tot de natuurwaarden. Afhankelijk van de waterstand varieert de golfhoogte  $H_s$  tussen 0,8 m en 2,7 m en de periode  $T_p$  tussen 5,7 s en 6,8 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 die mogelijk is, uitgaand van de natuurlijke omstandigheden van het dijkvak. Voor *herstel* van de huidige natuurwaarden kan in het hele dijkvak elk toepasbaar bekledingstype worden gebruikt. *Verbetering* van de natuurwaarden is alleen relevant voor de getijdzone van ongeveer 1/3 deel van het dijkvak, verdeeld over drie vakken. Op die vakken is *verbetering* van de natuurwaarden mogelijk door bepaalde bekledingstypen te kiezen. Voor de getijdzone van het overige 2/3 deel van het dijkvak en voor de zone boven Gemiddeld Hoogwater van het gehele dijkvak is *verbetering* van de natuurwaarden niet relevant.

**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 aanwezige bekledingen van Doornikse bloksteen zijn grotendeels als 'onvoldoende' beoordeeld en de bekledingen van koperslakblokken zijn geheel als 'onvoldoende' beoordeeld, alle op grond van de stabiliteit van de toplaag. De bekledingen van basaltzuilen, die zich bovenin de ondertafel bevinden, zijn voor de Nieuw-Othenepolder en voor een deel van de Eendragtspolder als 'onvoldoende' beoordeeld. Voor de Margarethapolder en het andere deel van de Eendragtspolder is de basaltbekleding als 'goed' beoordeeld. De gehele boventafel van betonblokken is beoordeeld als 'onvoldoende'. De grasbekleding in de onderste strook van het bovenbeloop wordt belast op stroming door golfoploop; de bestaande grasbekleding is voor een deel van de Eendragtspolder beoordeeld als 'goed', voor de rest van het dijkvak is de grasbekleding 'onvoldoende'.

Op de glooiing onder de aansluiting met de havendam wordt de bekleding van de ondertafel doorgetrokken. Dit is niet direct gebaseerd op toetsing, maar op de algemene lijn die op dit gebied binnen het Project Zeeweringen wordt gevolgd: voor het ontwerp wordt uitgegaan van de situatie waarin aansluitende havendammen niet meer aanwezig zijn.

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 1998 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;
- uitstellen van de verbetering en in later stadium overlagen van de bestaande bekleding met breuksteen.

Uiteindelijk is voor de volgende bekledingstypen gekozen:

- In de meest westelijke 100 m van het dijkvak, in de Nieuw-Othenepolder bij de sluis, wordt tot aan NAP+2 m een bekleding van basaltzuilen aangebracht, op grond van de specifieke wens dat de bekleding ter plaatse visueel aantrekkelijk moet zijn. Boven NAP+2 m worden betonzuilen (zonder ecotop) aangebracht. Een strook onderin het bovenbeloop wordt bekleed met liggende betonblokken, die kunnen worden hergebruikt uit de bestaande bekleding.
- In het resterende deel van de Nieuw-Othenepolder (ongeveer 600 m) wordt tot aan NAP+2 m een bekleding van gekantelde betonblokken aangebracht. De keuze is gebaseerd op het uitgangspunt van optimaal hergebruik. Ook op dit gedeelte worden daarboven betonzuilen (zonder ecotop) aangebracht. Een strook onderin het bovenbeloop wordt bekleed met liggende betonblokken.
- In de Margarethapolder (ongeveer 2 km) wordt de bekleding van de ondertafel vooralsnog gehandhaafd. De basaltbekleding bovenin de ondertafel is beoordeeld als 'goed'. Onderin de ondertafel bevinden zich lokaal bekledingen van Doornikse bloksteen en koperslakblokken die moeten worden verbeterd; dit zal in een later stadium door middel van overlaging met breuksteen worden gedaan. Voor de boventafel wordt ook hier gekozen voor betonzuilen (zonder ecotop). Een strook onderin het bovenbeloop wordt bekleed met liggende betonblokken.
- Voor de glooiing onder de aansluiting met de havendam van De Griete wordt gekozen voor een bekleding van basaltzuilen. De boventafel wordt hetzelfde behandeld als de rest van de Margarethapolder: betonzuilen (zonder ecotop). Een strook onderin het bovenbeloop wordt bekleed met liggende betonblokken.
- In het westelijke deel van de Eendragtspolder (voor zover die onder dit ontwerp valt), over een lengte van ongeveer 850 m, wordt tot aan het niveau NAP+1,3 m een bekleding van gekantelde betonblokken aangebracht. De keuze is gebaseerd op het uitgangspunt van optimaal hergebruik. Boven NAP+1,3 m wordt een bekleding van betonzuilen (zonder ecotop) aangebracht. Een strook onderin het bovenbeloop wordt bekleed met liggende betonblokken.
- In het meest oostelijke deel van het dijkvak, over ongeveer 2150 m in de Eendragtspolder, wordt de bestaande ondertafel vooralsnog gehandhaafd. De 'onvoldoende' bekleding van koperslakblokken die zich hier lokaal onderin de bekleding bevindt, zal later door middel van overlaging met breuksteen worden verbeterd. De bestaande grasbekleding op het bovenbeloop voldoet op dit gedeelte.

Het **detailontwerp** bestaat van onder naar boven uit de volgende onderdelen:

- voor de Nieuw-Othenepolder en een deel van de Eendragtspolder: een kreukelberm van breuksteen op een geokunststof met een rietmat. Daarboven een teenconstructie, bestaand uit een teenschot ondersteund door azobépalen. Ter plaatse van nieuwe bekledingen van gekantelde blokken wordt boven het teenschot een afgeschuinde betonband geplaatst om machinaal zetwerk mogelijk te maken;
- de nieuwe bekledingen bestaan alle uit een toplaag van zetsteen op een granulaire uitvullaag op een geokunststof:
  - voor de bekleding van basaltzuilen in het westelijke uiteinde van de Nieuw-Othenepolder: zuildikte minimaal 0,30 m;
  - voor de bekledingen van gekantelde betonblokken: onderin de Nieuw-Othenepolder en onderin het westelijke deel van de Eendragtspolder een blokbreedte (in gekantelde vorm) van 0,25 m, bovenin het oostelijke deel van de Eendragtspolder een blokbreedte van 0,20 m. Alle bekledingen van gekantelde betonblokken worden aangebracht met een langsspleet van 1,5 à 2,0 cm tussen de blokken;
  - voor de bekledingen van betonzuilen (zonder ecotop): in de Nieuw-Othenepolder worden zuilen met een dikte van 0,35 m en een soortelijke massa van  $2800 \text{ kg/m}^3$  aangebracht; voor de rest van het dijkvak volstaan zuilen van 0,35 m met een soortelijke massa van  $2700 \text{ kg/m}^3$ .
  - onafhankelijk van de toplaag bestaat de uitvullaag uit steenslag met een sortering van 14/32 mm en een laagdikte van 0,10 m. Het geokunststof onder de bekleding is steeds een vlies met een maximum maaswijdte  $O_{90}$  van  $100 \mu\text{m}$ .
  - In de Eendragtspolder wordt de kleilaag onder de nieuwe bekleding van de boventafel aangevuld tot een dikte van 0,80 m, in de rest van het dijkvak is dat niet nodig.
- overgangsconstructies bestaan uit betonbanden ondersteund door azobépalen; de overgangsconstructies worden ingegoten met asfalt;
- tussen glooiing en berm een afgeronde overgang van betonzuilen op een uitvullaag op een vlies;
- op de berm (voor zover nog niet aanwezig) een onderhoudsstrook van slakken op een weefsel, later af te werken met een laag asfaltbeton;
- op het bovenbeloop een strook liggende blokken ( $0,50 \text{ m} \times 0,50 \text{ m} \times 0,25 \text{ m}$ ) direct op de klei. Deze blokken worden ondersteund door twee rijen blokken op de berm.

Voor de glooiing onder de aansluiting met de havendam worden de beschikbare basaltzuilen gebruikt met een minimale dikte van 0,30 m, op dezelfde onderlagen als onder de overige nieuwe bekledingsgedeelten. Ook kreukelberm en teenconstructie zijn hetzelfde als onder de overige nieuwe bekledingsgedeelten. Over de nieuwe bekleding heen wordt de bestaande havendam hersteld, waarbij de bestaande bekleding van liggende betonblokken wordt herzet op nieuwe onderlagen, conform het ontwerp van de nieuwe bekledingsgedeelten.

## 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 1998 zijn zes dijkvakken langs de Westerschelde uitgekozen; één van deze zes dijkvakken is de Nieuw-Othene-, Margaretha- en Eendragtspolder. 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 1998 gelden worden beschreven in een Algemene Nota Fout! **Onbekende schakeloptie-instructie.**, terwijl de specifieke aspecten voor elk dijkvak in aparte ontwerpnota's worden vastgelegd. De voorliggende nota is de specifieke ontwerpnota voor de Nieuw-Othene-, Margaretha- en Eendragtspolder.

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 Nieuw-Othene-, Margaretha- en Eendragtspolder;
- 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.



### 1.3 **Leeswijzer**

In Hoofdstuk 2 wordt de huidige situatie van het dijkvak beschreven. Hoofdstuk 3 beschrijft de ontwerp-uitgangspunten en golfrandvoorwaarden. 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 golfrandvoorwaarden 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 Nieuw-Othenepolder, de Margarethapolder en de Eendragtspolder ligt in Zeeuws-Vlaanderen, in het Waterschap De Drie Ambachten, ten oosten van Terneuzen. De locatie is weergegeven in Figuur 1. Het gedeelte dat is geselecteerd voor verbetering bestaat uit twee afzonderlijke vakken: een westelijk vak dat een deel van de zeedijk van de Nieuw-Othenepolder en de gehele zeedijk van de Margarethapolder bevat en een oostelijk vak dat een deel van de zeedijk van de Eendragtspolder bevat. Tussen de twee vakken ligt het dijkvak van de Kleine Huissenspolder en de Eendragtspolder dat tot de werken van 1997 van Project Zeeweringen behoort.

De totale lengte van het dijkvak is ongeveer 4750 m.

Het **westelijke** vak heeft een lengte van ongeveer 2650 m en loopt vanaf dp 83,8 van de Nieuw-Othenepolder (westgrens) tot aan de aansluiting met het werk van 1997, op dp 0,58 van de Kleine Huissenspolder (oostgrens). De grens tussen de Nieuw-Othenepolder en de Margarethapolder ligt op dp 76,8 van de Nieuw-Othenepolder; op dat punt begint de dijkpaalnummering van de Margarethapolder bij dp 0. De grens tussen de Margarethapolder en de Kleine Huissenspolder ligt op dp 19,6 van de Margarethapolder; op dat punt begint de dijkpaalnummering van de Kleine Huissenspolder bij dp 0. Aan het oostelijke uiteinde van dit vak, bij de grens met de Kleine Huissenspolder, bevindt zich loodrecht op de dijk de havendam van De Griete, die aansluit op de ondertafel van de glooiing. De havendam zelf maakt geen deel uit van de waterkering: bij het bepalen van de Deltahoogte is er geen rekening mee gehouden.

Het **oostelijke** vak heeft een lengte van ongeveer 2 km en loopt vanaf de andere aansluiting met het werk van 1997, op dp 6 van de Eendragtspolder (westgrens), tot aan dp 26 van de Eendragtspolder (oostgrens).

### 2.2 Geometrie en bekleding

De geometrie van de glooiing van dit hele dijkvak kan globaal worden beschreven door één karakteristiek dwarsprofiel. Ter indicatie is een dwarsprofiel rond dp 17 van de Margarethapolder weergegeven in Figuur 2.

Voor een schematische weergave van de bekleding van het gehele dijkvak (het westelijke vak en het oostelijke vak) wordt verwezen naar respectievelijk Figuur 3a.1 en 3a.2.

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 geïventariseerd.

De opbouw van de kern van de dijk varieert: in het westelijke vak wordt de basis van de dijk gevormd door de oude dijk, zodat de kern minimaal tot aan de berm uit klei bestaat. In het oostelijke deel, de Eendragtspolder, is de situatie vergelijkbaar, maar ligt de kruin van de kleikern op een lager niveau, rond NAP+4 m.

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

Het niveau van de **teen** varieert van NAP-1,5 m (in de Margarethapolder) tot NAP+1,5 m (in de Eendragtspolder). Onderaan de bekleding is bijna overal een bestorting aanwezig, lokaal is de teen aangezand.

De bekleding wordt in tweeën gedeeld door een overgang rond NAP+3,0 à 3,6 m; dit is ongeveer 1 m boven Gemiddeld hoogwater (GHW).

Het gedeelte van de steenbekleding vanaf de teen tot aan de overgang wordt de **ondertafel** genoemd. De taludhelling varieert tussen 1:3,0 (in de Nieuw-Othenepolder) tot 1:4,2 (plaatselijk in de Margarethapolder). Globaal bestaat de bekleding van onder naar boven uit Doornikse blokken (onder NAP+0,5 m, plaatselijk), koperslakblokken (onder NAP+2 m, ook plaatselijk) en basaltzuilen (tot aan de overgang, bijna overal). De toplaag ligt grotendeels op een granulaire laag van Nederlandse steenslag (sortering 15/30 mm), met daaronder twee vlijlagen. Het basismateriaal van de ondertafel bestaat uit klei en lokaal in de Margarethapolder en in de Nieuw-Othenepolder uit mijnsteen.

Het bovenste gedeelte, tussen de overgang en de berm (rond NAP+5,7 m), wordt de **boventafel** genoemd. De taludhelling is circa 1:4, de bekleding bestaat uit betonblokken van 0,5 m bij 0,5 m. De dikte is op het grootste deel van het vak 0,25 m; alleen ten oosten van dp 12,3 van de Eendragtspolder liggen blokken met een dikte van 0,20 m. Op twee gedeelten ligt een andere bekleding: ten westen van dp 82,15 in de Nieuw-Othenepolder liggen geen vlakke betonblokken maar deels diaboolblokken en deels basaltzuilen, en in de bocht bij dp 13 in de Margarethapolder is de bekleding van basaltzuilen doorgetrokken tot aan de berm. Het basismateriaal van de boventafel bestaat uit klei. Alleen in de Eendragtspolder ligt direct onder de kleilaag zand; de dikte van de kleilaag is daar 0,8 m.

In de Nieuw-Othenepolder ligt op de **berm** een onderhoudsstrook bekleed met asfalt. Ter plaatse van de Margarethapolder en van de Eendragtspolder ligt een onderhoudsstrook bekleed met betonblokken van 0,5 m × 0,5 m × 0,20 m. De rest van de berm en het **bovenbeloop** tussen berm en kruin hebben een bekleding van gras op klei.

Bij het oostelijk uiteinde van het westelijke vak, tussen dp 19,2 van de Margarethapolder en dp 0,58 van de Kleine Huissenspolder, bevindt zich loodrecht op de dijk de havendam van De Griete. De basis van de dam is ongeveer 50 m breed en de kruin ligt rond NAP+5,3 m. De dam is opgebouwd uit klei en bekleed met betonblokken.

### 3. ONTWERP-CONDITIES

#### 3.1 Uitgangspunten

In de Algemene Nota voor de dijkvakken van 1998 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 1998 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.

Met betrekking tot het woon- en leefmilieu geldt voor het gedeelte Nieuw-Othenepolder een specifiek uitgangspunt. Op dit gedeelte wordt aan binnendijkse zijde tegen de dijk aan een appartementencomplex gebouwd. Op grond hiervan is vastgesteld dat de glooiing ter plaatse van de gehele Nieuw-Othenepolder goed begaanbaar en visueel aantrekkelijk moet zijn.

#### 3.2 Randvoorwaarden

##### 3.2.1 Waterstanden

De karakteristieke waterstanden die van belang kunnen zijn voor het ontwerp zijn weergegeven in Fout! **Onbekende schakeloptie-instructie**.. De waarde voor Gemiddeld Hoogwater is gebaseerd op de Inventarisatie door Grondmechanica Delft Fout! **Onbekende schakeloptie-instructie**., het Toetspeil 2000.0 is gebaseerd op het Randvoorwaardenboek Fout! **Onbekende schakeloptie-instructie**., het Ontwerppeil 2050 is gebaseerd op de nota 'De basispeilen langs de Nederlandse kust' Fout! **Onbekende schakeloptie-instructie**.. Voor de bepaling van dit ontwerppeil is een zeespiegelrijzing voor de duur van 65 jaar opgeteld bij de vastgestelde basispeilen voor 1985.

dijkvak [volgens [1]]	locatie [dp]	Gemiddeld Hoogwater	Toetspeil 2000.0	Ontwerppeil 2050
<b>westelijk deel</b>				
113	83,8-76,8	2,30	5,85	6,00
112	0-8	2,30	5,45	6,00
111	8-10	2,30	5,45	6,00
	10-12	2,30	5,45	6,05
110	12-16,8	2,30	5,45	6,05
109	16,8-0,58	2,30	5,85	6,05
<b>oostelijk deel</b>				
104	6-14,4	2,40	5,65	6,10
103	14,4-23	2,40	5,65	6,10
102	23-26	2,40	5,50	6,10

**Tabel 3.**Fout! Onbekende schakeloptie-instructie.: **Karakteristieke waterstanden**

### 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 Fout! **Onbekende schakeloptie-instructie..** De resultaten van de berekeningen zijn weergegeven in Fout! **Onbekende schakeloptie-instructie..** De aangegeven golfrichting betreft de hoek ten opzichte van het noorden die hoort bij de gegeven maatgevende golfbelasting.

Dijkvak [volgens [1]]	locatie [dp]	golfrichting [°]	waterstand NAP+6 m		waterstand NAP+4 m		waterstand NAP+2 m	
			$H_s$	$T_p$	$H_s$	$T_p$	$H_s$	$T_p$
<b>westelijk deel</b>								
113	83,8-76,8	360	2,3	6,8	1,8	6,2	1,3	5,7
112	0-8	340	2,4	6,8	1,7	6,8	0,8	5,7
111	8-10	340	2,5	6,8	2,1	6,2	1,6	5,7
	10-12	340	2,5	6,8	2,1	6,2	1,6	5,7
110	12-16,8	350	2,7	6,8	2,4	6,2	2,1	5,7
109	16,8-0,58	350	2,5	6,8	2,3	6,2	2,0	5,7
<b>oostelijk deel</b>								
104	6-14,4	350	2,5	6,8	2,2	6,8	1,8	6,2
103 - 102	14,4-26	350	2,2	6,8	1,9	6,8	1,3	6,2

**Tabel 3.**Fout! Onbekende schakeloptie-instructie.: **Golfrandvoorwaarden**

Voor de golfrandvoorwaarden bij tussenliggende waterstanden wordt lineair geïnterpoleerd. Bij waterstanden lager dan NAP+2 m is de maximale golfhoogte gelijk aan 70 % van de waterdiepte ( $H_s = 0,7 \times d$ ).

### 3.2.3 Ecologische randvoorwaarden

In de Milieu-inventarisatie Fout! **Onbekende schakeloptie-instructie.** 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 Fout! **Onbekende schakeloptie-instructie.** en naar de Algemene Nota Fout! **Onbekende schakeloptie-instructie..** Binnen het dijkvak wordt onderscheid gemaakt tussen zes gedeelten. De resultaten zijn weergegeven in Fout! **Onbekende schakeloptie-instructie..**

dijkvak [volgens [1]]	locatie [dp]	getijdezone		boven GHW	
		<i>herstel</i>	<i>verbetering</i>	<i>herstel</i>	<i>verbetering</i>
<b>westelijk deel</b>					
113	83,8-76,8	matig	goed	geen voorkeur	geen voorkeur
112	0-8	geen voorkeur	matig	geen voorkeur	geen voorkeur
111	8-12,2	matig	goed	geen voorkeur	geen voorkeur
110	12,2-16,8	geen voorkeur	matig	geen voorkeur	geen voorkeur
109	16,8-0,58	matig	goed	geen voorkeur	geen voorkeur
<b>oostelijk deel</b>					
104-102	6-26	geen voorkeur	matig	geen voorkeur	geen voorkeur

**Tabel 3.**Fout! Onbekende schakeloptie-instructie.: **Minimaal benodigd type dijkbekleding**

## 4. TOETSING

### 4.1 Algemeen

In 1996 heeft Grondmechanica Delft de toestand van de bekledingen van de glooiingen geïnventariseerd Fout! **Onbekende schakeloptie-instructie..** Deze inventarisatie was de directe aanleiding tot het Project Zeeweringen. Ook de bekleding van het dijkvak van de Nieuw-Othene-, Margaretha- en Eendragtspolder is in dat kader globaal getoetst aan de hand van de Leidraad Toetsen op Veiligheid; de gehele getoetste bekleding van het dijkvak is daarbij beoordeeld als '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. Wederom is gewerkt volgens de Leidraad Fout! **Onbekende schakeloptie-instructie..** Deze toetsing wordt in dit Hoofdstuk beschreven.

Een korte beschrijving en een schematische weergave van het toetsingsproces zijn opgenomen in Appendix A. Uit de figuur in de Appendix volgt, dat bij toetsing de volgende aspecten stapsgewijs moeten 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.

In de ondertafel van het dijkvak liggen bekledingen van:

- Doornikse bloksteen;
- koperslakblokken
- basaltzuilen.

Al deze bekledingen liggen op een granulaire onderlaag.

Op de boventafel liggen drie soorten bekleding:

- betonblokken op klei

- diabooblokken op klei
- basaltzuilen op een granulaire onderlaag.

Meer gedetailleerde informatie over de uitgevoerde stabiliteitsberekeningen is opgenomen in Bijlage 1. Voor de verschillende dijkvakken is in de Bijlage een aparte bladzijde opgenomen. Het voorblad van Bijlage 1 bevat een inhoudsopgave.

#### 4.2.1 Doornikse bloksteen

Dit bekledingstype komt voor op de volgende locaties:

- Nieuw-Othenepolder: klein vakje rond dp 78
- Margarethapolder:
  - dp 11,0 - dp 13,2;
  - dp 14,6 - dp 16;
  - dp 16,8 - dp 19;
- Eendragtspolder: dp 6 - dp 14,4.

Al deze vakken bevinden zich onderin de bekleding.

De gebruikte gegevens en de basis voor de gekozen waarden worden weergegeven in Fout! **Onbekende schakeloptie-instructie..**

Parameter	waarde					basis
	vak 113 (78)	vak 111 (11-12)	vak 110 (12-13,2/14,6-16)	vak 109 (16,8-19)	vak 104 (6-12,2)	
bovengrens bekleding [m+NAP]	1,1	0,1	0,1	0,6	0,1	metingen
steilste taludhelling	1:3,8	1:4,1	1:4,1	1:3,6	1:3,6	metingen
gemiddelde steendikte [m]	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	besteksgegevens
soortelijke massa [kg/m <sup>3</sup> ]	2600	2600	2600	2600	2600	aanname

**Tabel 4.**Fout! **Onbekende schakeloptie-instructie.: Gegevens toetsing Doornikse bloksteen**

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': de taludhelling is flauwer dan 1:3 en vanwege de aanwezigheid van een kleikern is de laagdikte van de bekleding groter dan 1,2 m. Dit geldt overigens voor alle bekledingen in de ondertafel.

**Materiaaltransport:** overal 'goed'

**Stabiliteit:** vak 113 en vak 111: 'goed' op grond van gedetailleerde methode, vak 110, 109 en 104 'onvoldoende' op grond van *eenvoudige* of *gedetailleerde methode*.



De Doornikse bloksteen onderin de bekleding rond dp 78 van de Nieuw-Othenepolder en op het gedeelte dp 11 - dp 12 van de Margarethapolder wordt beoordeeld als 'goed', de overige vakken met Doornikse bloksteen worden beoordeeld als 'onvoldoende' op grond van de 'onvoldoende' beoordeling van de stabiliteit. Opgemerkt wordt, dat beide als 'goed' beoordeelde vakken erg kleine afmetingen hebben. In de praktijk zullen deze bekledingen in het ontwerp op dezelfde manier worden behandeld als de omliggende bekledingstypen. Beide bekledingen worden daarom niet apart in de beoordelingstabel (Fout! **Onbekende schakeloptie-instructie.**) opgenomen.

#### 4.2.2 Koperslakblokken

Dit bekledingstype komt voor op de volgende locaties:

- Nieuw-Othenepolder: dp 82,2 - dp 77,2;
- Margarethapolder: dp 0,5 - dp 7,5;
- Eendragtspolder:
  - dp 6,0 - dp 12,2;
  - dp 14,4 - dp 16,9;
  - dp 23,0 - dp 26,0.

Deze vakken bevinden zich steeds onder bekledingen van basaltzuilen. In sommige gevallen betreft het de onderste bekleding, in andere gevallen bevindt zich onder de koperslakblokken nog een bekleding van Doornikse bloksteen.

De gebruikte gegevens en de basis voor de gekozen waarden worden weergegeven in Fout! **Onbekende schakeloptie-instructie.**

Parameter	waarde					basis
	vak 113 (82,2-77,2)	vak 112 (0,5-7,5)	vak 104 (6,0-12,2)	vak 103 (14,4-16,9)	vak 103 (23,9-26)	
bovengrens bekleding [m+NAP]	1,2	2,0	1,3	0,1	1,6	metingen
steilste taludhelling	1:3,1	1:3,7	1:3,6	1:3,3	1:3,6	metingen
gemiddelde steendikte [m]	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	besteks- gegevens
soortelijke massa [kg/m <sup>3</sup> ]	2700	2700	2700	2700	2700	aanname

**Tabel 4.**Fout! Onbekende schakeloptie-instructie.: **Gegevens toetsing koperslakblokken**

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 'goed'

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

Op grond van de 'onvoldoende' beoordeling van de stabiliteit, wordt de toplaag van koperslakblokken beoordeeld als 'onvoldoende'.

#### 4.2.3 Basaltzuilen

Dit bekledingstype komt in het gehele dijkvak voor, in het algemeen bovenin de ondertafel. In sommige gevallen betreft het tevens de onderste bekleding, in andere gevallen bevindt zich onder de basaltzuilen nog een bekleding van koperslakblokken of Doornikse bloksteen. Op twee locaties is de bekleding van basaltzuilen doorgetrokken tot aan de berm: aan het westelijk uiteinde van de Nieuw-Othenepolder (het gedeelte dp 83,8 - dp 83,4) en in de Margarethapolder rond de bocht bij dp 13.

De gebruikte gegevens en de basis voor de gekozen waarden worden voor de drie polders afzonderlijk weergegeven in Fout! **Onbekende schakeloptie-instructie.**, Fout! **Onbekende schakeloptie-instructie.** en Fout! **Onbekende schakeloptie-instructie.**

Parameter	waarde			basis
	vak 113 (83,8-83,3)	vak 113 (83,3-82,25)	vak 113 (82,25-77,2)	
bovengrens bekleding [m+NAP]	5,7	3,6	3,6	metingen
steilste taludhelling	1:3,0	1:3,0	1:3,0	metingen
gemiddelde steendikte [m]	0,28	0,28	0,26	metingen
soortelijke massa [kg/m <sup>3</sup> ]	2900	2900	2900	aanname

**Tabel 4.Fout! Onbekende schakeloptie-instructie.: Gegevens toetsing basaltzuilen Nieuw-Othenepolder**

Parameter	waarde						basis
	vak 112 (0,5-8,0)	vak 111 (8,0-12,0)	vak 110 (12,0-12,8)	vak 110 (12,8)	vak 110 (12,8-16,8)	vak 109 (16,8-19,2)	
bovengrens bekleding [m+NAP]	3,4	2,9	2,8	6,0	2,9	2,9	metingen
steilste taludhelling	1:3,7	1:4,2	1:4,1	1:4,1	1:3,8	1:3,5	metingen
gemiddelde steendikte [m]	0,30	0,30	0,30	0,23	0,30	0,30	metingen
soortelijke massa [kg/m <sup>3</sup> ]	2900	2900	2900	2900	2900	2900	aanname

**Tabel 4.Fout! Onbekende schakeloptie-instructie.: Gegevens toetsing basaltzuilen Margarethapolder**

Parameter	waarde					basis
	vak 104 (6,0-12,2)	vak 104 (12,2-14,4)	vak 103 (14,4-16,9)	vak 103 (16,9-23,9)	vak 103 (23,9-26)	
bovengrens bekleding [m+NAP]	3,1	3,1	3,1	3,1	3,2	metingen
steilste taludhelling	1:3,6	1:3,3	1:3,3	1:3,4	1:3,8	metingen
gemiddelde steendikte [m]	0,28	0,28	0,28	0,28	0,28	metingen
soortelijke massa [kg/m <sup>3</sup> ]	2900	2900	2900	2900	2900	aanname

**Tabel 4.**Fout! Onbekende schakeloptie-instructie.: **Gegevens toetsing basaltzuilen Eendragtspolder**

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 'goed'

**Stabiliteit:**

- Nieuw-Othenepolder: alles 'onvoldoende' op grond van *eenvoudige methode*
- Margarethapolder: alles 'goed' op grond van *gedetailleerde methode*
- Eendragtspolder:
  - dp 6 - dp 12,2: alles 'onvoldoende' op grond van *gedetailleerde methode*
  - dp 12,2 - dp 14,4: alles 'onvoldoende' op grond van *eenvoudige methode*
  - dp 14,4 - dp 26: alles 'goed' op grond van *gedetailleerde methode*.

De eindbeoordeling van de bekleding wordt bepaald door de beoordeling van de stabiliteit.

#### 4.2.4 Vlakke betonblokken

In het dijkvak komt dit bekledingstype voor in de gehele boventafel, behalve op het gedeelte dp 83,8 - dp 82,25 in de Nieuw-Othenepolder en bij dp 13 in de Margarethapolder.

De gebruikte gegevens en de basis voor de gekozen waarden worden voor de drie polders afzonderlijk weergegeven in Fout! **Onbekende schakeloptie-instructie.** en Fout! **Onbekende schakeloptie-instructie..**

Parameter	waarde						basis
	vak 113 (82,25-76,8)	vak 112 (0,0-8,0)	vak 111 (8,0-12,0)	vak 110 (12,0-12,8)	vak 110 (12,8-16,8)	vak 109 (16,8-0,6)	
bovengrens bekleding [m+NAP]	5,7	5,6	5,6	5,9	5,6	5,6	metingen
steilste taludhelling	1:4,0	1:4,0	1:4,1	1:4,0	1:4,1	1:4,0	metingen
gemiddelde steendikte [m]	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	besteks-gegevens
soortelijke massa [kg/m <sup>3</sup> ]	2300	2300	2300	2300	2300	2300	aanname

**Tabel 4.**Fout! Onbekende schakeloptie-instructie.: **Gegevens toetsing vlakke betonblokken Nieuw-Othenepolder en Margarethapolder**

Parameter	waarde					basis
	vak 104 (6,0-12,2)	vak 104 (12,2-14,4)	vak 103 (14,4-16,9)	vak 103 (16,9-23,9)	vak 103 (23,9-26)	
bovengrens bekleding [m+NAP]	5,7	5,7	5,7	5,6	5,6	metingen
steilste taludhelling	1:4,1	1:4,0	1:4,1	1:4,2	1:4,2	metingen
gemiddelde steendikte [m]	0,25	0,25	0,20	0,20	0,20	besteks-gegevens
soortelijke massa [kg/m <sup>3</sup> ]	2300	2300	2300	2300	2300	aanname

**Tabel 4.**Fout! Onbekende schakeloptie-instructie.: **Gegevens toetsing vlakke betonblokken Eendragtpolder**

Het beoordelingsresultaat is als volgt:

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

**Afschuiving:** twijfelachtig

**Materiaaltransport:** niet specifiek getoetst, waarschijnlijk 'onvoldoende'

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

Op grond van de 'onvoldoende' beoordeling van de stabiliteit wordt de toplaag van vlakke betonblokken beoordeeld als 'onvoldoende'.

#### 4.2.5 Diaboolblokken

Dit bekledingstype komt voor in de boventafel, in de Nieuw-Othenepolder op het gedeelte dp 83,3 - dp 82,25.

Dit bekledingstype wordt in overleg met de beheerder als 'onvoldoende' beoordeeld op grond van de overweging dat diaboolblokken ongunstig zijn uit het oogpunt van beheer. Door de onderlinge samenhang van de blokken zakt de toplaag niet als er uitspoeling van filtermateriaal optreedt: deze vorm van schade is dan niet waarneembaar.

Op grond van het beheerdersoordeel wordt de toplaag als 'onvoldoende' beoordeeld.

#### 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.

Er bestaat voor dit aspect geen in detail uitgewerkte toetsingsmethode. In het kader van het Project Zeeweringen is een analyse gemaakt van het onderzoek dat in het verleden naar dit aspect is uitgevoerd. Op grond daarvan is vastgesteld dat toetsing op dit aspect nodig is tot aan het niveau van de Maatgevende Hoogwaterstand plus de helft van de bijbehorende ontwerp golfhoogte  $H_s$ . Uit Fout! **Onbekende schakeloptie-instructie.** en Fout! **Onbekende schakeloptie-instructie.** kunnen voor dit dijkvak de volgende (globale) niveaus worden afgeleid:

- Nieuw-Othenepolder: NAP+7,15 m;
- Margarethapolder: NAP+7,4 m;
- Eendragtspolder: NAP+7,4 m.

Verder is vastgesteld welke golfhoogten zeker door een grasbekleding kunnen worden weerstaan, afhankelijk van de taludhelling. De gevonden waarden, die gelden voor de zone boven de berm, zijn weergegeven in Fout! **Onbekende schakeloptie-instructie.**

taludhelling	maximale $H_s$ [m]
1:3,5	2,3
1:7,0	2,9

**Tabel 4.**Fout! **Onbekende schakeloptie-instructie.:** **Toetsing grasbekleding bovenbeloop**

Tussen de gegeven taludhellingen moet lineair worden geïnterpoleerd. Als de golfhoogte de gegeven grenswaarde overstijgt, bestaan twee mogelijkheden:

- afkeuren;
- onderzoek plegen waarmee mogelijk kan worden bewezen dat de aanwezige grasmat sterk genoeg is.

In de praktijk wordt in zo'n geval uitgegaan van een conservatieve benadering en wordt de grasmat als 'onvoldoende' beoordeeld.

Voor de Nieuw-Othene-, Margaretha- en Eendragtspolder geldt, dat de taludhelling van het bovenbeloop ongeveer 1:3,5 is. De grenswaarde van de golfhoogte  $H_s$  bedraagt daarom 2,3 m. Alleen in het gedeelte dp 14,4 - dp 26 van de Eendragtspolder is de Maatgevende Golfhoogte lager dan deze grenswaarde (zie Fout! **Onbekende schakeloptie-instructie.**). Op dat gedeelte wordt de bekleding van het bovenbeloop als 'goed' beoordeeld, in de rest van het dijkvak is de bestaande grasbekleding ter plaatse 'onvoldoende'.

#### 4.3 Toetsing reststerkte bekleding

Toetsing van de reststerkte is alleen relevant voor die vakken waarvan de toplaa is beoordeeld als 'onvoldoende'. Voor dit dijkvak is dat de gehele boventafel en een 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  $H_s$  duidelijk 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.

Voor het grootste deel van de bekledingen is de ontwerpgolfhoogte  $H_s$  groter dan 2 m; de beoordeling van de reststerkte is daarom direct 'onvoldoende'.

Alleen in het onderste deel van de vakken 113, 112 en 103/102 is  $H_s$  duidelijk kleiner dan 2 m: voor dit gedeelte zou de reststerkte een rol kunnen spelen. Zoals aangegeven in Hoofdstuk 2 bestaat de kern van de dijk uit zand, maar ligt onder de glooiing van een groot deel van het dijkvak de oude kleikern, tot aan het niveau NAP+4 m à +6 m. Er bestaan echter enkele bezwaren tegen het in rekening brengen van reststerkte: 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.

Overigens wordt opgemerkt, dat bij een beroep op de reststerkte van de ondertafel er toch een keuze zou moeten worden gemaakt tussen enerzijds het aanbrengen van een extra sterke overgangsconstructie ter ondersteuning van de nieuwe bekleding van de boventafel, en anderzijds het alsnog verbeteren van de (op zich 'onvoldoende') bekleding van de ondertafel.

#### 4.4 Conclusie

Het eindresultaat van de toetsing is weergegeven in Fout! **Onbekende schakeloptie-instructie..**

dijkvak	locatie [dp]	toetsingsresultaat		
		ondertafel	boventafel	bovenbeloop
113	83,8-83,3	onvoldoende	onvoldoende	onvoldoende
	83,3-82,25	onvoldoende	onvoldoende	onvoldoende
	82,25-76,8	onvoldoende	onvoldoende	onvoldoende
112	0,0-8,0	onder NAP+2 m onvoldoende, daarboven goed	onvoldoende	onvoldoende
111	8,0-12,0	goed	onvoldoende	onvoldoende
110	12-12,8	onder NAP onvoldoende, daarboven goed	onvoldoende	onvoldoende
	12,8	n.v.t.	onvoldoende	onvoldoende
	12,8-16,8	goed	onvoldoende	onvoldoende
109	16,8-0,58	onder NAP+0,6 m onvoldoende, daarboven goed	onvoldoende	onvoldoende
104	6,0-12,2	onvoldoende	onvoldoende	onvoldoende
	12,2-14,4	onvoldoende	onvoldoende	onvoldoende
103 - 102	14,4-16,9	onder NAP onvoldoende, daarboven goed	onvoldoende	goed
	16,9-23,9	goed	onvoldoende	goed
	23,9-26,0	onder NAP+1,6 m onvoldoende, daarboven goed	onvoldoende	goed

**Tabel 4.**Fout! Onbekende schakeloptie-instructie.: **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 Fout! **Onbekende schakeloptie-instructie**.. De delen die zijn beoordeeld als 'onvoldoende' moeten worden verbeterd. Dit betreft een deel van de ondertafel, de gehele boventafel en een deel van het bovenbeloop.

Daarnaast moet speciale aandacht worden besteed aan de glooiing onder de aansluiting met de havendam van De Griete. Binnen het Project Zeeweringen wordt met betrekking tot aansluitende dammen uitgegaan van de situatie waarin deze niet meer aanwezig zijn. In het ontwerp wordt daarom de lijn gevolgd, dat de bekleding van de glooiing in principe onder de aansluiting met de dammen wordt doorgetrokken. Dit houdt in dat de dam bij de aansluiting tijdelijk wordt verwijderd om een bekleding aan te brengen, waarna de dam weer wordt aangesloten op de glooiing. In de detaillering van het ontwerp wordt in beperkte mate rekening gehouden met de beschermende werking van de havendam. Dit wordt nader uitgewerkt in § 6.8.

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 uitvulling op een vlies' beschikbaar is voor uitvoering in 1998. In principe zijn de volgende typen zetsteen mogelijk:

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

Hergebruik van natuursteen heeft belangrijke uitvoeringstechnische nadelen. Het herzetten van natuursteen wordt daarom in het Project vooralsnog niet nader beschouwd tenzij hiervoor bijzondere redenen zijn (esthetiek, inpassing, etc.) of het kleine hoeveelheden betreft. Voor het grootste deel van dit dijkvak gelden deze uitzonderingen niet en wordt het herzetten van natuursteen niet beschouwd als een oplossingsrichting. Een uitzondering wordt gemaakt voor twee delen: de aansluiting met de uitwateringssluis aan het westelijke uiteinde van de Nieuw-Othenepolder (het gedeelte dp 83,3 - dp 82,8) en de aansluiting met de havendam van De Griete aan het oostelijk uiteinde van de Margarethapolder.



Voor het westelijk uiteinde van de Nieuw-Othenepolder heeft de beheerder aangegeven veel belang te hechten aan de toepassing van basaltzuilen, uit het oogpunt van esthetische en landschappelijke inpassing en omdat achter de zeedijk een nieuwe woonwijk wordt gebouwd. Omdat het bovendien een kleine hoeveelheid betreft, wegen uitvoeringstechnische nadelen minder zwaar en is toepassing mogelijk.

Voor de glooiing onder de aansluiting met de havendam geldt, dat toepassing mogelijk is omdat het een apart gedeelte met kleine afmetingen betreft, waardoor uitvoeringstechnische nadelen ook hier minder zwaar wegen.

Natuursteen dat verder vrijkomt wordt deels in depot gezet en deels verwerkt in de kreukelberm. Van de drie genoemde typen zetsteen worden dus voor het grootste deel van het dijkvak alleen nieuw aan te voeren betonzuilen en hergebruikte betonblokken beschouwd als mogelijke bekledingstypen.

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 kan voor overlagen worden gekozen op de volgende gedeelten:

- Margarethapolder:
  - dp 0,5 - dp 7,5;
  - dp 11,0 - dp 13,2;
  - dp 14,6 - dp 16,0;
  - dp 16,8 - dp 19;
- Eendragtspolder:
  - dp 14,4 - dp 16,9;
  - dp 23,9 - dp 26,0.

Opgemerkt wordt, dat deze eventuele maatregel in principe zal worden uitgevoerd in een apart bestortingenbestek, conform de werkwijze voor het dijkvak Borsselepolder-oost in 1997. De beschikbare dimensioneringsregels zijn waarschijnlijk conservatief; verwacht wordt dat meer kennis over de dimensionering beschikbaar zal komen op grond van de modelproeven die aan het einde van 1997 zijn uitgevoerd.

## 5.2 Beschikbaarheid

Aanvoer van nieuwe **betonzuilen** en van **breuksteen** voor overlaging is in alle gevallen mogelijk.

Vanuit verschillende locaties zijn **betonblokken** beschikbaar voor hergebruik, namelijk uit de huidige bekleding, uit depot van de werken die in 1997 zijn uitgevoerd en uit andere werken die in 1998 zullen worden uitgevoerd. Het uitgangspunt voor het project is, dat het huidige bekledingsmateriaal optimaal moet worden hergebruikt. Ook aanvoer vanuit veraf gelegen depots of dijkvakken wordt dus in principe in de beschouwing betrokken. Voor dit dijkvak geldt echter, dat meer dan voldoende betonblokken beschikbaar zijn voor toepassing in gekantelde vorm in de nieuwe bekleding vanuit de huidige bekleding en vanuit de bekleding van het nabijgelegen dijkvak Kleine Huissens- en Eendragtspolder. Het betreft blokken met een lengte en dikte (in gekantelde vorm) van 0,50 m en een breedte (in gekantelde vorm) van 0,20 m en 0,25 m. Eventueel beschikbare blokken uit verder verwijderde depots of bestaande bekledingen worden voor dit dijkvak niet in de beschouwing betrokken.

Met betrekking tot her te gebruiken **natuursteen** zijn vooral basaltzuilen van belang: deze komen vrij uit de bestaande bekleding van dit dijkvak en bovendien uit het tussenliggende dijkvak van de Kleine Huissens- en Eendragtspolder. Uit de Nieuw-Othenepolder komt een oppervlakte van ongeveer 9.500 m<sup>2</sup> vrij. De zuilafmetingen zijn op vier locaties gemeten en variëren sterk per locatie. Het gemiddelde van de metingen is 27,3 cm, maar lokaal is 19 cm gemeten. Uit het gedeelte dp 6 - dp 14,4 in de Eendragtspolder komt ongeveer 6.800 m<sup>2</sup> vrij. De gemiddelde zuildikte is 29,1 cm, het minimum is 25 cm. Daarnaast is een hoeveelheid basaltzuilen beschikbaar die is vrijgekomen uit het tussenliggende dijkvak van de Kleine Huissens- en Eendragtspolder, waarvan de uitvoering in 1998 zal worden afgerond. Vanwege onduidelijkheid over de beschikbaarheid voor hergebruik is hiermee vooralsnog geen rekening gehouden.

Van de andere soorten natuursteen uit de bestaande bekledingen is verder met name graniet her te gebruiken als zetsteen. Graniet is niet beschikbaar uit de bestaande bekleding of uit de bekleding van de Kleine Huissens- en Eendragtspolder: het dichtstbijzijnde depot is dat van de Hans van Kruiningenpolder. Vanwege de grotere afstand, de ruime beschikbaarheid van basalt en de kleine hoeveelheid natuursteen die voor dit dijkvak eventueel benodigd is, wordt hergebruik van graniet voor dit dijkvak niet verder beschouwd.

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 Fout! **Onbekende schakeloptie-instructie.** en met gebruikmaking van representatieve waarden voor de constructie en de randvoorwaarden dit aantoonst. 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 berekeningsresultaten zijn weergegeven in Bijlage 2.

### 5.3.1 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 beïnvloedt de keuze van de taludhelling.

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

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

Voor deze beschouwing zal een indicatie van de constructieve toepasbaarheid worden bepaald voor de twee huidige hellingen van ondertafel en boventafel. Dit zijn in de praktijk ongeveer de uiterste waarden die voorkomen, zodat hierdoor een goede indicatie wordt verkregen. De bestaande taludhelling per vak, gebaseerd op recente metingen die zijn verricht ten behoeve van dit ontwerp, zijn weergegeven in Fout! **Onbekende schakeloptie-instructie..**

Dijkvak	locatie [dp]	taludhelling	
		ondertafel	boventafel
113	83,3-76,8	1:3,0	1:4
112	0-8	1:3,7	1:4
111	8-12	1:4	1:4
110	12-16,8	1:3,8	1:4
109	16,8-0,58	1:3,5	1:4
104	6-14,4	1:3,3	1:4
103-102	14,4-26	1:3,3	1:4

**Tabel 5.**Fout! **Onbekende schakeloptie-instructie.:** **Bestaande taludhellingen**

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  $2900 \text{ kg/m}^3$  en een dikte van 0,40 m. Overigens is de verwachting, dat medio 1998 ook zuilen met grotere afmetingen dan 0,40 m leverbaar zullen zijn.

Uit de verrichte berekeningen blijkt, dat toepassing van betonzuilen in het hele dijkvak mogelijk is. Ter indicatie: bij de zwaarste randvoorwaarden uit Fout! **Onbekende schakeloptie-instructie.** is nog een taludhelling van 1:2,7 mogelijk. Voor die gedeelten waar wordt gekozen voor toepassing van betonzuilen, zal het optimale zuiltype worden bepaald in Hoofdstuk 6.

### 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. In § 5.2 is aangegeven dat twee soorten blokken beschikbaar zijn. In gekantelde vorm is de dikte van de blokken 0,50 m, de lengte (evenwijdig aan de dijkas) is ook 0,50 m. De breedte (langs het talud) is deels 0,25 m en deels 0,20 m. De constructieve toepasbaarheid van deze twee soorten moet apart worden bepaald: in gekantelde vorm is het relatieve open oppervlak in geval van een breedte van 0,20 m groter dan in geval van een breedte van 0,25 m. De doorlatendheid van de toplaag is dus groter, en daarmee ook de stabiliteit. Voor de filterlaag wordt in de berekeningen gebruik gemaakt van de ontwerpwaarden (zie Hoofdstuk 6).

De berekening is uitgevoerd voor alle zeven vakken waarvoor verschillende golfstandvoorwaarden gelden (zie Fout! **Onbekende schakeloptie-instructie.**), en daarbinnen voor blokken met een breedte van 0,20 m en 0,25 m en voor toepassing met de twee uiterste taludhellingen uit Fout! **Onbekende schakeloptie-instructie.** De maximale hoogte tot waar de gekantelde betonblokken in de zeven afzonderlijke vakken kunnen worden toegepast is weergegeven in de volgende tabel.

Dijkvak	locatie [dp]	maximaal topniveau [m+NAP]			
		breedte 0,20 m		breedte 0,25 m	
		steil talud	flauw talud	steil talud	flauw talud
113	83,8-76,8	2,3	6	1,9	3,8
112	0-8	3,3	3,7	2,9	3,4
111	8-12	3,3	3,3	2,9	2,9
110	12-16,8	2,3	2,8	0,9	1,9
109	16,8-0,58	1,8	3,3	0,5	2,8
104	6-14,4	0,8	2,8	0,4	1,9
103-102	14,4-26	1,9	6	1,9	3,8

**Tabel 5.**Fout! Onbekende schakeloptie-instructie.: **Constructieve toepasbaarheid gekantelde blokken**

Geconcludeerd wordt, dat de beschikbare blokken met een breedte van 0,20 m kunnen worden toegepast in de gehele boventafel van de Nieuw-Othenepolder en van het oostelijke deel van de Eendragtspolder, mits de huidige taludhelling van de boventafel gehandhaafd wordt. Daarnaast kunnen deze blokken gedeeltelijk in de ondertafel worden toegepast. De blokken met een breedte van 0,25 m kunnen nauwelijks in de boventafel, maar wel gedeeltelijk in de ondertafel worden toegepast.

Met het oog op beschikbaarheid en toepasbaarheid van de beschikbare blokken wordt uitgegaan van de volgende lijn: bij toepassing van gekantelde blokken in een strook onderin de ondertafel wordt in principe gekozen voor blokken met een breedte van 0,25 m. In principe kunnen blokken van 0,20 m tot een hoger niveau worden aangebracht, omdat die constructief sterker zijn. In het algemeen geldt echter, dat blokken van 0,25 m op minder locaties in de boventafel toepasbaar zijn. Verwacht wordt daarom dat er een overschot aan blokken van 0,25 m zal ontstaan. Op grond daarvan wordt voor de ondertafel zoveel mogelijk toepassing van blokken van 0,25 m nagestreefd.

#### 5.3.4 Natuursteen

Zoals besproken is hergebruik van natuursteen alleen van belang voor het westelijk uiteinde van de Nieuw-Othenepolder (dp 83,8 - dp 82,8) en voor de glooiing onder de aansluiting met de havendam De Griete bij het oostelijk uiteinde van de Margarethapolder. Alleen hergebruik van basalt wordt beschouwd.

De afmetingen van de beschikbare basaltzuilen zijn (binnen bepaalde marges) allemaal verschillend en bovendien niet precies bekend: er is alleen een indruk op grond van de uitgevoerde steekproeven (§ 5.2). Bij de afweging over hergebruik van de beschikbare basaltzuilen moet rekening worden gehouden met de mogelijkheid van het sorteren van het beschikbare materiaal. Voor de bepaling van de constructieve toepasbaarheid bestaan daardoor drie mogelijke vrijheidsgraden: sortering/zuuldikte, topniveau en taludhelling. Voor twee van deze drie parameters moet een aanname worden gedaan om voor de resterende parameter een waarde te kunnen berekenen.

De constructieve toepasbaarheid van basaltzuilen voor beide gedeelten wordt beschreven in aparte subparagrafen.

#### 5.3.4.1 Westelijk uiteinde Nieuw-Othenepolder

Voor het gedeelte dp 83,8 - dp 82,8 geldt, dat in principe hergebruik gewenst is tot een zo hoog mogelijk niveau. Op dit gedeelte moet de gehele bekleding worden verbeterd. Met betrekking tot de taludhelling bestaan dus twee mogelijkheden: ofwel handhaving van het steile ondertalud en het flauwe boventalud, ofwel egaliseren van de taludhelling tot (grosfweg) de gemiddelde helling. Beide situaties worden apart beschreven.

Als wordt gekozen voor het **handhaven** van de bestaande taluds, moeten de onder- en boventafel apart worden beschouwd.

Voor de ondertafel zijn twee berekeningen van belang:

- tot welk niveau kan een bekleding van de beschikbare zuilen worden aangebracht, waarbij niet of nauwelijks hoeft te worden gesorteerd;
- welke zuildikte is nodig om de gehele ondertafel met basaltzuilen te bekleden.

Voor beide berekeningen wordt uitgegaan van de bestaande taludhelling met een marge van 2/10 (1:2,8; zie Fout! **Onbekende schakeloptie-instructie.**). Voor de eerste berekening wordt uitgegaan van een zuildikte van 25 cm (zie § 5.2). Uit de ANAMOS-berekening volgt dan een maximaal topniveau van NAP+1,5 m. Voor de tweede berekening wordt uitgegaan van een topniveau van NAP+3,6 m. Uit de ANAMOS-berekening volgt dan een benodigde zuildikte van 34 cm. Geconcludeerd wordt, dat het met de bestaande taludhelling en de beschikbare basaltzuilen niet mogelijk is om de gehele ondertafel te bekleden met basaltzuilen, maar dat toepassing tot een bepaald niveau van de beschikbare basaltzuilen wel mogelijk is.

Voor de boventafel is slechts van belang, welke zuildikte nodig is bij de zwaarste randvoorwaarden, horend bij de waterstand NAP+6 m. Uitgaand van de bestaande taludhelling met een marge van 2/10 (1:3,8, zie Fout! **Onbekende schakeloptie-instructie.**) volgt uit ANAMOS een minimale zuildikte van 28 cm. Rekening houdend met een marge van ongeveer 5 cm in de zuildikte voor sorteeronnauwkeurigheid kan worden geconcludeerd, dat toepassing van basaltzuilen in de boventafel niet mogelijk is.

De andere mogelijkheid is, dat wordt gekozen voor het aanbrengen van **één gemiddelde taludhelling**. In dat geval zijn twee berekeningen van belang:

- tot welk niveau kan een bekleding van de beschikbare zuilen worden aangebracht, waarbij niet of nauwelijks hoeft te worden gesorteerd;
- welke zuildikte is nodig om de gehele glooiing met basaltzuilen te bekleden.

Voor beide berekeningen wordt uitgegaan van de gemiddelde taludhelling met een marge van 2/10 (1:3,3). Voor de eerste berekening wordt uitgegaan van een zuildikte van 25 cm (zie § 5.2). Uit de ANAMOS-berekening volgt dan een maximaal topniveau van NAP+2,4 m. Voor de tweede berekening wordt uitgegaan van een topniveau van NAP+5,6 m. Uit de ANAMOS-berekening volgt dan een benodigde zuildikte van 30 cm. Geconcludeerd wordt, dat het met één gemiddelde taludhelling en de beschikbare basaltzuilen niet mogelijk is om de gehele glooiing te bekleden met basaltzuilen. Wel is het mogelijk om de beschikbare basaltzuilen tot een bepaald niveau toe te passen.

De conclusie met betrekking tot hergebruik van basaltzuilen op het gedeelte dp 83,8 - dp 82,8 van de Nieuw-Othenepolder is onafhankelijk van de gekozen oplossing met betrekking tot het talud: toepassing van de beschikbare basaltzuilen is in beide situaties mogelijk tot aan een beperkt niveau in de ondertafel. Het precieze niveau hangt af van de ontwerptaludhelling en van de minimale zuildikte waarop wordt gesorteerd. Deze detaillering wordt beschreven in Hoofdstuk 6.

#### 5.3.4.2 Oostelijk uiteinde Margarethapolder (havendam)

Voor de glooiing onder de aansluiting met de **havendam** wordt een afwijkende redenering gevolgd. In ontwerpberoeeningen van nieuwe bekledingen van natuursteen wordt in het algemeen uitgegaan van de minimale zuildikte: de berekende vereiste zuildikte wordt gezien als de vereiste minimale zuildikte. Voor de uitvoering wordt bovendien rekening gehouden met een extra sorteer marge van ongeveer 5 cm. Bij toetsing daarentegen wordt uitgegaan van de gemiddelde zuildikte; op die manier wordt rekening gehouden met de onderlinge wrijving en de inzanding van het filter die in de loop van de tijd zijn ontstaan: beide verschijnselen vergroten de stabiliteit van de toplaag. Voor het ontwerp van de bekleding onder de aansluiting met de havendam is een vergelijkbare redenering gevolgd.

Weliswaar wordt uitgegaan van de situatie waarin de havendam bezweken is, maar verondersteld wordt dat in die situatie het filter zeker is ingezand door materiaal vanuit het damlichaam. Bovendien kan worden gesteld dat een deel van de maatgevende stormduur al is verstreken voordat de havendam zover verdwenen is dat de bekleding wordt belast. Vanwege deze twee punten wordt in de ontwerpberoeeningen voor dit gedeelte uitgegaan van de gemiddelde zuildikte. Tenslotte zijn de afmetingen van dit vak zo klein dat het in de uitvoering mogelijk wordt geacht om extra nauwkeurig te sorteren: het is daarom mogelijk om uit te gaan van een kleinere sorteer marge.

Topniveau en taludhelling voor de bekleding onder de aansluiting met de havendam zijn bekend. Hiervoor worden dezelfde waarden gekozen als die van de aansluitende bekleding: de bovenkant van het te bekleden vak ligt op NAP+3,0 m en de taludhelling is 1:3,5. Toepassing van basaltzuilen op deze locatie is alleen zinnig als het hele vak ermee kan worden bekleed. Uitgaand van de vastliggende waarden kan worden bepaald wat de vereiste gemiddelde zuildikte is; uit een ANAMOS-berekening volgt een dikte van 0,30 m. Als rekening wordt gehouden met een beperkte sorteermarge kan bijvoorbeeld een standaard-basaltzuilensortering van 28-35 cm worden toegepast. Dit materiaal is beschikbaar: toepassing van basaltzuilen onder de aansluiting met de havendam is dus in constructief opzicht mogelijk.

### 5.3.5 Overlagen met breuksteen

Om overlagen van de ondertafel met breuksteen in de afweging mee te kunnen nemen, moet worden gezien of wordt voldaan aan de volgende twee constructieve voorwaarden:

- aanwezigheid van voorland met een stabiele grondslag;
- de overlaging moet vanaf het water kunnen worden uitgevoerd.

Zoals besproken in § 5.1 wordt overlagen met breuksteen alleen als oplossingsrichting beschouwd voor enkele delen van de Margarethapolder en van de Eendragtspolder. Op deze gedeelten wordt voldaan aan de twee gestelde voorwaarden. Overlagen van de ondertafel met breuksteen is dus in constructief opzicht mogelijk op de locaties waar het relevant is.

Zoals vermeld in § 5.1 zal de uitvoering van dit bekledingstype worden uitgesteld totdat meer kennis beschikbaar is met betrekking tot de dimensionering op grond van de resultaten van de modelproeven van eind 1997.

## 5.4 **Ecologische toepasbaarheid**

Voor de ecologische toepasbaarheid wordt gebruik gemaakt van de informatie uit de Milieu-inventarisatie Fout! **Onbekende schakeloptie-instructie..** 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"> <li>• basaltzuilen</li> <li>• betonzuilen met ecotoplaag</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• betonzuilen</li> </ul>
matig	<ul style="list-style-type: none"> <li>• gekantelde betonblokken</li> <li>• betonzuilen zonder ecotoplaag</li> <li>• overlagen met breuksteen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• gekantelde betonblokken</li> </ul>

**Tabel 5.**Fout! **Onbekende schakeloptie-instructie.:** **Waardering toepasbare bekledingstypen**



In Fout! **Onbekende schakeloptie-instructie.** van deze nota zijn de minimaal vereiste bekledingstypen voor het dijkvak opgenomen. Deze tabel wordt hier ter verduidelijking herhaald.

dijkvak [volgens [1]]	locatie [dp]	getijdezone		boven GHW	
		<i>herstel</i>	<i>verbetering</i>	<i>herstel</i>	<i>verbetering</i>
<b>westelijk deel</b>					
113	83,8-76,8	matig	goed	geen voorkeur	geen voorkeur
112	0-8	geen voorkeur	matig	geen voorkeur	geen voorkeur
111	8-12,2	matig	goed	geen voorkeur	geen voorkeur
110	12,2-16,8	geen voorkeur	matig	geen voorkeur	geen voorkeur
109	16,8-0,58	matig	goed	geen voorkeur	geen voorkeur
<b>oostelijk deel</b>					
104-102	6-26	geen voorkeur	matig	geen voorkeur	geen voorkeur

**Tabel 3.3: Minimaal benodigd type dijkbekleding**

Voor de getijdezone kunnen twee soorten vakken worden onderscheiden. Voor drie van de zes vakken geldt, dat zowel voor *herstel* als voor *verbetering* van natuurwaarden alle bekledingstypen voldoen. Voor de andere drie vakken geldt, dat bij *herstel* ook alle bekledingstypen voldoen, maar dat voor *verbetering* basaltzuilen en betonzuilen met ecotoplaag nodig zijn.

Voor de zone boven GHW zijn zowel voor *herstel* van natuurwaarden als voor *verbetering* van natuurwaarden alle bekledingstypen toepasbaar.

## 5.5 Afweging

In Fout! **Onbekende schakeloptie-instructie.** wordt samengevat welke bekledingstypen kunnen worden toegepast, uitgaand van beschikbaarheid, constructieve toepasbaarheid en ecologische toepasbaarheid.

Dijkvak [volgens [1]]	locatie [dp]	getijdezone		boven GHW	
		<i>herstel</i>	<i>verbetering</i>	<i>herstel</i>	<i>verbetering</i>
<b>Nieuw-Othenepolder</b>		<i>herstel</i>	<i>verbetering</i>	<i>herstel</i>	<i>verbetering</i>
113	83,8-82,8	betonzuilen betonbl.* basaltzuilen**	ecozuilen basaltzuilen**	betonzuilen betonbl. 0,20	betonzuilen betonbl. 0,20
	82,8-76,8	betonzuilen betonbl.*	ecozuilen	betonzuilen betonbl. 0,20	betonzuilen betonbl. 0,20
<b>Margarethapolder</b>		<i>herstel</i>	<i>verbetering</i>	<i>herstel</i>	<i>verbetering</i>
112	0-8	betonzuilen betonbl.* overlagen	betonzuilen betonbl.* overlagen	betonzuilen	betonzuilen
111	8-12	betonzuilen betonbl.* overlagen	ecozuilen	betonzuilen	betonzuilen
110	12-16,8	betonzuilen betonbl.* overlagen	betonzuilen betonbl.* overlagen	betonzuilen	betonzuilen
109	16,8-19,2	betonzuilen betonbl.* overlagen	ecozuilen	betonzuilen	betonzuilen
	19,2-0,58 (havendam)	betonzuilen betonbl.* basaltzuilen	n.v.t.	betonzuilen	betonzuilen
<b>Eendragtspolder</b>		<i>herstel</i>	<i>verbetering</i>	<i>herstel</i>	<i>verbetering</i>
104	6-14,4	betonzuilen betonbl.*	betonzuilen betonbl.*	betonzuilen	betonzuilen
103 - 102	14,4-26	betonzuilen betonbl.* overlagen	betonzuilen betonbl.* overlagen	betonzuilen betonbl. 0,20	betonzuilen betonbl. 0,20

\*gekantelde betonblokken uit constructief oogpunt tot beperkte hoogte toepasbaar (zie Fout! **Onbekende schakeloptie-instructie.**);

\*\*basaltzuilen uit constructief oogpunt tot beperkte hoogte toepasbaar (zie § 5.3.4.1), toepasbaarheid afhankelijk van gekozen zuilsortering

**Tabel 5.Fout! Onbekende schakeloptie-instructie.: Bekledingstypen voor herstel of verbetering**

De afweging wordt apart gemaakt voor de getijdezone en voor de zone boven GHW.

5.5.1 Getijdezone

De getijdezone is de strook tussen de teen en ongeveer NAP+2,35 m. De afweging wordt besproken van west naar oost, conform de indeling van Fout! **Onbekende schakeloptie-instructie.**

Op het gedeelte **dp 83,8 - dp 82,8 van de Nieuw-Othenepolder** moet de gehele bekleding worden verbeterd. Voor dit gedeelte is gekozen voor het handhaven van de huidige taluds, om een goede aansluiting op de sluis te krijgen. Hierdoor geldt voor de getijdezone de relatief steile ontwerptaludhelling van 1:3,1. Er moet een afweging worden gemaakt tussen gekantelde betonblokken, basaltzuilen (beide tot zo hoog mogelijk niveau) en betonzuilen. Gekozen wordt voor toepassing van basaltzuilen tot een zo hoog mogelijk niveau, zodat tegemoet wordt gekomen aan de specifieke wens met betrekking tot visuele inpassing. Hiermee wordt tevens *verbetering* van de natuurwaarden bereikt.

Gekozen wordt om de overgangsconstructie bovenaan de basaltzuilen op het niveau NAP+2 m aan te leggen, om een goede aansluiting te verkrijgen met de overgang in het aangrenzende gedeelte dp 82,8 - dp 76,8 (zie verderop in deze paragraaf). Het topniveau van de basaltzuilen is in dat geval ongeveer NAP+1,9 m, zodat de minimaal benodigde zuildikte 0,25 m bedraagt (bij de berekening is rekening gehouden met een uitvoeringsmarge van 2/10 in de taludhelling). De berekeningsgegevens zijn opgenomen in Bijlage 2.3. De verdere detaillering wordt beschreven in Hoofdstuk 6.

De breedte van de resterende strook boven deze overgangsconstructie tot aan GHW is ongeveer 1 m. Op deze strook zijn alleen betonzuilen toepasbaar. De toevoeging van een ecotop aan de nieuwe zuilen heeft weliswaar ecologische meerwaarde, maar uit kosten oogpunt en uit het oogpunt van uitvoeringstechniek (omdat op de boventafel van dit vak zeker geen ecozuilen worden toegepast, zou een erg smalle aparte strook met ecozuilen moeten worden aangebracht) wordt gekozen voor een bekleding van betonzuilen zonder ecotoplaag.

Op het gedeelte **dp 82,8 - dp 76,8 van de Nieuw-Othenepolder** moet de gehele bekleding worden verbeterd. Voor dit gedeelte is gekozen voor het aanbrengen van één constante taludhelling over de gehele glooiing, zodat de ontwerptaludhelling 1:3,5 bedraagt. Er moet een afweging worden gemaakt tussen gekantelde betonblokken (tot zo hoog mogelijk niveau) en betonzuilen. Op grond van het uitgangspunt van optimaal hergebruik wordt gekozen voor toepassing van gekantelde blokken tot een zo hoog mogelijk niveau. Uit een berekening met ANAMOS blijkt, dat het maximale topniveau NAP+2,0 m bedraagt (bij de berekening is rekening gehouden met een uitvoeringsmarge van 2/10 in de taludhelling). De berekeningsgegevens zijn opgenomen in Bijlage 2.2. Ook hier geldt, dat het bovenste deel van de getijdezone alleen met betonzuilen kan worden bekleed. Wederom wordt op grond van uitvoeringstechnische overwegingen niet gekozen voor toepassing van een ecotop op de smalle resterende strook van de ondertafel.

Voor de gehele **Margarethapolder** geldt, dat (minimaal) het bovenste deel van de ondertafel (namelijk de bekleding van basaltzuilen) beoordeeld is als 'goed' en kan worden gehandhaafd. In uitvoeringstechnisch opzicht is het moeilijk om een onderliggende bekleding te vervangen terwijl een bovenliggende bekleding wordt gehandhaafd. Voor dit probleem bestaan vier oplossingen:

- vervanging van de onderliggende ('onvoldoende') bekleding, gecombineerd met herzetten van de bovenliggende ('goede') bekleding;
- vervanging van de onderliggende bekleding, gecombineerd met ondersteuning van de bovenliggende bekleding door een tijdelijke constructie;
- handhaven van de gehele bekleding, later verbeteren van 'onvoldoende' gedeelte, bijvoorbeeld door overlaging met breuksteen;
- vervanging van de gehele bekleding, inclusief 'goed'-getoetste bovenliggende bekleding.

Uit het oogpunt van kosten en van uitvoeringstechniek gaat de voorkeur uit naar de derde oplossing, het uitstellen van de verbetering om later te overlagen met breuksteen. Deze oplossing wordt dan ook gekozen voor de Margarethapolder,

Voor de bekleding onder de aansluiting met de **havendam** moet worden gekozen tussen drie bekledingstypen. Omdat de nieuwe bekleding na de uitvoering weer wordt afgedekt door de havendam spelen ecologische overwegingen geen rol in de keuze. Uit het oogpunt van optimaal hergebruik en van kosten wordt niet gekozen voor een bekleding van betonzuilen. De glooiing aan de westzijde van de havendam bestaat uit basalt; uit het oogpunt van de algemene lijn dat de aangrenzende bekleding onder de aansluiting met de havendam moet worden doorgetrokken, heeft een bekleding van basalt de voorkeur boven een bekleding van gekantelde blokken. Bovendien wordt in de andere delen van het dijkvak het grootste deel van de beschikbare betonblokken hergebruikt, terwijl er wel voldoende basaltzuilen beschikbaar zijn. Op grond daarvan wordt gekozen voor toepassing van basaltzuilen.

Op het gedeelte **dp 6 - dp 14,4 van de Eendragtspolder** moet de gehele bekleding worden verbeterd. Conform het oostelijke deel van de Nieuw-Othenepolder (dp 82,8 - dp 76,8) moet worden gekozen tussen toepassing van gekantelde betonblokken en betonzuilen. Op grond van het uitgangspunt van optimaal hergebruik wordt gekozen voor toepassing van gekantelde blokken tot een zo hoog mogelijk niveau. Uit een berekening met ANAMOS blijkt, dat het maximale topniveau NAP+1,3 m bedraagt (bij de berekening is rekening gehouden met een uitvoeringsmarge van 2/10 in de taludhelling). De berekeningsgegevens zijn opgenomen in Bijlage 2.2.

Ook hier geldt, dat het bovenste deel van de getijdezone alleen met betonzuilen kan worden bekleed. Voor dit vak heeft de toepassing van ecotops geen meerwaarde; uit het oogpunt van kosten wordt gekozen voor toepassing van betonzuilen zonder ecotops.

Van het **gedeelte dp 14,4 - dp 26,0 van de Eendragtspolder** is de afweging voor de getijdezone vergelijkbaar met die van de Margarethapolder. Ook voor dit gedeelte wordt gekozen om de bestaande bekleding vooralsnog te handhaven, om de onvoldoende delen later te overlagen met breuksteen.

### 5.5.2 Zone boven GHW

Deze zone betreft de strook boven ongeveer NAP+2,35 m.

Voor de **Nieuw-Othenepolder** moet een keuze worden gemaakt tussen gekantelde betonblokken (met breedte 0,20 m) en betonzuilen. Voor dit gedeelte is de keuze gemaakt om betonzuilen toe te passen, op grond van het specifieke uitgangspunt dat de bekleding visueel aantrekkelijk en geschikt voor recreatief medegebruik moet zijn (vanwege het feit dat achter de dijk een nieuwe stadswijk van Terneuzen wordt gebouwd, zodat de glooiing mede wandel- en gebruiksgebied van de bewoners wordt, zie § 3.1). Een bekleding van nieuwe betonzuilen heeft daarom de voorkeur boven een bekleding van gekantelde betonblokken. De toevoeging van ecotops aan de zuilen is duurder, levert op deze locatie geen ecologische meerwaarde op en vermindert bovendien de begaanbaarheid van de glooiing. Op grond van deze punten wordt gekozen voor een bekleding van betonzuilen zonder ecotoplaag.

Voor de gehele **Margarethapolder** (inclusief de glooiing onder de aansluiting met de havendam) en voor het gedeelte **dp 6 - dp 14,4 van de Eendragtspolder** geldt, dat alleen betonzuilen kunnen worden toegepast. Omdat de toevoeging van ecotops op deze locaties geen ecologische meerwaarde oplevert, wordt uit het oogpunt van kosten gekozen voor een bekleding van betonzuilen zonder ecotoplaag.

Voor het **gedeelte dp 14,4 - dp 26 van de Eendragtspolder** geldt, dat een afweging moet worden gemaakt tussen een bekleding van gekantelde blokken (met breedte 0,20 m) en betonzuilen. In tegenstelling tot in de Nieuw-Othenepolder geldt hier niet het specifieke uitgangspunt met betrekking tot visuele aantrekkelijkheid en begaanbaarheid. Toepassing van gekantelde blokken komt tegemoet aan het uitgangspunt van maximaal hergebruik; bovendien zijn de kosten lager. Op grond van het uitgangspunt van hergebruik wordt gekozen voor toepassing van gekantelde blokken met een breedte van 0,20 m.

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 aan het niveau NAP+5,5 m, daarboven worden betonzuilen toegepast. Toevoeging van een ecotop heeft geen ecologische meerwaarde, zodat uit kostenpunt wordt gekozen voor betonzuilen zonder ecotop.

### 5.5.3 Bovenbeloop

De toplaag van het bovenbeloop wordt alleen belast door stromend water. Voor het hele dijkvak, met uitzondering van het gedeelte dp 14,4 - dp 26,0 van de Eendragtspolder, moet de bekleding van het bovenbeloop worden verbeterd tot aan een niveau dat varieert van NAP+7,15 m tot NAP+7,4 m (zie § 4.2.6).

In principe moet eerst een keuze worden gemaakt tussen het verbeteren van de grasbekleding en het aanbrengen van een nieuwe bekleding. In de praktijk is het niet goed mogelijk om een grasmat met een bepaalde minimale sterkte te ontwerpen. Gekozen wordt dus voor een nieuwe bekleding.

De vereiste sterkte is zeer beperkt: aangenomen kan worden dat zowel de lichtst mogelijke betonzuilen als (liggende) betonblokken in dat opzicht voldoen. Naast de sterkte is de begroeibaarheid van belang. In de praktijk blijkt, dat zelfs op een bekleding van liggende betonblokken op het bovenbeloop een grasbekleding ontstaat. Op grond van het uitgangspunt van optimaal hergebruik en het uitgangspunt van kosten wordt gekozen voor hergebruik van liggende betonblokken op het bovenbeloop.

De afmetingen van de toe te passen betonblokken worden bepaald door de beschikbaarheid. In § 5.2 is aangegeven dat vanuit de bestaande bekleding en vanuit het nabijgelegen depot blokken van 0,50 m bij 0,50 m beschikbaar zijn met diktes van 0,20 m en 0,25 m. In de nieuwe bekleding wordt een groot deel van de beschikbare blokken van 0,20 m gebruikt, terwijl nog wel blokken van 0,25 m beschikbaar zijn. Voor de bekleding van het bovenbeloop wordt dan ook voor blokken van 0,25 m gekozen.

## 5.6 Gekozen bekleding

De gekozen bekleding is samengevat in Fout! **Onbekende schakeloptie-instructie..**

Dijkvak	locatie [dp]	gekozen bekleding		
		ondertafel	boventafel	bovenbeloop
Nieuw-Othene 113	83,8-82,8	basaltzuilen (d>25 cm) tot NAP+1,9 m, daarboven betonzuilen (zonder ecotop)	betonzuilen (zonder ecotop)	liggende betonblokken
Nieuw-Othene 113	82,8-76,8	gekantelde betonblokken (0,25 m) tot NAP+2 m, daarboven betonzuilen (zonder ecotop)	betonzuilen (zonder ecotop)	liggende betonblokken
Margaretha 112-109	0-19,2	voor zover onvoldoende overlagen met breuksteen in apart bestortingenbestek	betonzuilen (zonder ecotop)	liggende betonblokken
onder havendam	19,2-0,58	basalt (d>30 cm)	betonzuilen (zonder ecotop)	liggende betonblokken
Eendragt 104	6-14,4	gekantelde betonblokken (0,25 m) tot NAP+1,3 m, daarboven betonzuilen (zonder ecotop)	betonzuilen (zonder ecotop)	liggende betonblokken
Eendragt 103-102	14,4-26	voor zover onvoldoende overlagen met breuksteen in apart bestortingenbestek	gekantelde betonblokken (0,20 m) tot NAP+5,5 m, daarboven betonzuilen (zonder ecotop)	geen nieuwe bekleding

**Tabel 5.**Fout! Onbekende schakeloptie-instructie.: **Gekozen bekleding**

## 6. DIMENSIONERING

Op basis van de gekozen bekledingstypen volgens Fout! **Onbekende schakeloptie-instructie.** is het ontwerp in detail uitgewerkt. Gloopingskaarten van het resulterend ontwerp voor beide delen van het dijkvak zijn weergegeven in Figuur 4.1 en 4.2, samen met de huidige situatie. De resulterende dwarsprofielen zijn grafisch weergegeven in Figuur 5 tot en met 9. De constructieve uitwerking wordt in dit hoofdstuk beschreven per constructie-onderdeel, vanaf de kreukelberm richting het bovenbeloop. Tenslotte wordt de aansluiting op de havendam van De Griete apart besproken. Deze is weergegeven in Figuur 10.

### 6.1 Kreukelberm

Onderaan de bekleding wordt een nieuwe kreukelberm aangebracht op de gedeelten waar ook de teenconstructie wordt vernieuwd. Dit betreft het gehele vak van de Nieuw-Othenepolder en het gedeelte dp 6,0 - dp 14,4 van de Eendragtspolder. 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 toplaag is voorlopig gedimensioneerd met het programma BREAKWAT. Opgemerkt wordt, dat een berekening met dit programma leidt tot een overschatting van de vereiste steensortering, onder meer doordat alleen berekeningen met taluds mogelijk zijn. In het kader van het Project Zeeweringen wordt gewerkt aan geschikte en toepasbare dimensioneringsregels. Eventueel zullen de nieuwe inzichten nog in dit ontwerp worden verwerkt in een later stadium.

Om de maatgevende golfparameters te bepalen, is vastgesteld wat de maximale waterstand is waarbij de golven de kreukelberm belasten. De relevante algemene invoerwaarden en hun basis zijn opgenomen in Fout! **Onbekende schakeloptie-instructie.**

parameter	waarde	basis
schadegetal [-]	3	aanname (begin van beweging)
aantal golven [-]	5000	aanname (stormduur 7 uur)
soortelijke massa [ $\text{kg/m}^3$ ]	2650	aanname
taludhelling	1:7	toepassingsgrens
doorlatendheid P	0,1	toepassingsgrens

**Tabel 6.**Fout! Onbekende schakeloptie-instructie.: **Gegevens ontwerp toplaag kreukelberm**



De invoer en uitvoer van de berekeningen zijn opgenomen in Bijlage 3.1. De vereiste sortering van de toplaag is 40-200 kg in de Nieuw-Othenepolder en 60-300 kg op het gedeelte dp 6,0 - dp 14,4 van de Eendragtspolder.

De laagdikte van de toplaag bedraagt  $2 \times D_n$ . Voor de lichtere sortering van 40-200 kg komt dit neer op een laagdikte van 0,7 m, voor de zwaardere sortering (van 60-300 kg) op 0,8 m. De breedte van de kreukelberm (vanaf de teen) bedraagt 5 m. De toplaag van dit materiaal kan rechtstreeks op de rietmat op het geokunststof worden aangebracht.

### 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	$\geq 50$ kN/m (ketting en inslag)
rek bij breuk	$\leq 20$ % (ketting en inslag)
doorstromingsweerstand $\Delta h_s$	$\leq 30$ mm (bij filtersnelheid 10 mm/s)
poriegrootte $O_{90}$	$\leq 350$ $\mu\text{m}$
levensduurverwachting	type B (NEN 5132)
sterkte naaiaad	$\geq 50$ % van breuksterkte geokunststof

**Tabel 6.**Fout! Onbekende schakeloptie-instructie.: **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 gehele vak van de Nieuw-Othenepolder en het gedeelte dp 6,0 - dp 14,4 van de Eendragtspolder. De teenconstructie dient ter ondersteuning van de nieuwe bekleding; op het gedeelte dp 83,8 - dp 82,8 van de Nieuw-Othenepolder betreft dit een bekleding van basaltzuilen, op de gedeelten dp 82,8 - dp 76,8 van de Nieuw-Othenepolder en dp 6,0 - dp 14,4 van de Eendragtspolder bestaat de nieuwe bekleding uit gekantelde blokken.

De nieuwe bekleding van basaltzuilen wordt ondersteund door een teenschot, dat is opgebouwd uit 3 planken van ieder 0,20 m hoog. Het teenschot wordt ondersteund door azobépalen (lengte 1,50 m, h.o.h. 0,20 m). Voor de nieuwe bekleding van gekantelde betonblokken wordt dezelfde constructie toegepast, met toevoeging van een afgeschuinde betonband boven het teenschot om machinaal zetwerk van de betonblokken 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-0,5 m in de Nieuw-Othenepolder en NAP in het gedeelte dp 6,0 - dp 14,4 van de Eendragtspolder.

### 6.3 **Bekleding**

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

De overgang tussen glooiing en berm wordt apart besproken in § 6.5.

#### 6.3.1 Toplaag

De dimensionering van de toplaag van de drie gekozen bekledingstypen wordt apart beschreven.

##### 6.3.1.1 Basaltzuilen

In het gedeelte dp 83,8 - dp 82,8 wordt de onderste strook van de ondertafel bekleed met basaltzuilen. De benodigde dikte, de ontwerphellingen en het topniveau zijn al bepaald in § 5.5, bij de afweging van de bekledingstypen: de ontwerp-taludhelling is 1:3,1, het topniveau van de bekleding ligt op NAP+1,9 m en de benodigde zuildikte is 0,25 m. Ten behoeve van het sorteren is in het ontwerp een marge van ongeveer 5 cm gewenst. In het bestek is voor de zuildikte dan ook een minimale waarde van 0,30 m opgenomen.

In Bijlage 3 zijn geen invoergegevens van de ontwerpberekeningen van de basaltzuilen opgenomen: die zijn namelijk hetzelfde als de berekeningen van de constructieve toepasbaarheid, zoals beschreven in Hoofdstuk 5. Verwezen wordt daarom naar Bijlage 2.3.

De toplaag van basaltzuilen wordt na het aanbrengen ingewassen met 50 kg/m<sup>2</sup> steenslag van sortering 5/32 mm.

### 6.3.1.2 Gekantelde betonblokken

In het ontwerp bevinden zich drie vakken met een toplaag van gekantelde betonblokken. In twee daarvan (dp 82,8 - dp 76,8 van de Nieuw-Othenepolder en dp 6,0 - dp 14,4 van de Eendragtspolder) gaat het om blokken met een breedte (in gekantelde vorm) van 0,25 m onderin de ondertafel, in het andere deel (dp 14,4 - dp 26,0 van de Eendragtspolder) gaat het om blokken met een breedte van 0,20 m in de boventafel.

Voor de twee bekledingen in de ondertafel zijn de ontwerphellingen en -topniveaus al bepaald in § 5.5, bij de afweging van de bekledingstypen. In het vak van de Nieuw-Othenepolder is de taludhelling 1:3,5 en het topniveau NAP+2,0 m, in het gedeelte dp 6,0 - dp 14,4 van de Eendragtspolder is de taludhelling 1:3,8 en het topniveau NAP+1,3 m. Voor de bekleding in de boventafel van het gedeelte dp 14,4 - dp 26,0 van de Eendragtspolder is in § 5.3.3 vastgesteld, dat toepassing van blokken met een breedte van 0,20 m in de gehele boventafel mogelijk is. In het ontwerp is gekozen voor een taludhelling van 1:4,1: dit is flauwer dan de vereiste helling, zodat de bekleding van gekantelde blokken voldoet.

In Bijlage 3 zijn geen invoergegevens van de ontwerpberekeningen 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.

Over de veiligheidsmarge in de berekeningen wordt nog het volgende opgemerkt. Bij de berekeningen is uitgegaan van plaatsing tegen elkaar aan, zoals toegepast in de werken van 1997. In de berekening is daarom uitgegaan van een spleetbreedte tussen de blokken van 1 mm. Binnen het Project Zeeweringen is besloten, om bij de uitvoering van de werken van 1998 tussen de gekantelde blokken een spleet in langsrichting met een breedte van 1,5 à 2,0 cm aan te brengen door middel van een nader uit te werken systeem van afstandhouders. De relatieve open oppervlakte van de toplaag wordt hierdoor vergroot, wat een positief effect heeft op de stabiliteit van de toplaag. Anderzijds moet een grover filter worden toegepast, wat een negatief effect heeft op de stabiliteit van de toplaag. Het resulterend effect van de grotere spleetbreedte en het grovere filter op de stabiliteit van de toplaag is echter positief. Het is daarom veilig om in het ontwerp uit te gaan van de taludhellingen waarmee in Hoofdstuk 5 is gerekend.

De toplaag van gekantelde betonblokken wordt na het aanbrengen ingewassen met steenslag van sortering 4/14 mm. Bij blokken van 0,20 m wordt ongeveer 65 kg/m<sup>2</sup> aangebracht, bij blokken van 0,25 m is dit ongeveer 50 kg/m<sup>2</sup>.

### 6.3.1.3 Betonzuilen

Betonzuilen worden toegepast op de volgende plaatsen:

- Nieuw-Othenepolder, boven NAP+2 m;
- Margarethapolder, boven NAP+3 m;
- dp 6,0 - dp 14,4 van de Eendragtspolder, boven NAP+1,3 m;
- dp 14,4 - dp 26,0 van de Eendragtspolder, boven NAP+5,5 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.

Bij de detaillering van het ontwerp wordt de volgende werkwijze gehanteerd.

- Ten eerste wordt bepaald hoe de nieuwe bekleding kan worden ingepast in het talud, rekening houdend met eventuele vaste punten bij de teen en bij de berm en minimaal grondverzet nastrevend. Hieruit volgt een taludhelling voor het ontwerp. Om rekening te houden met onnauwkeurigheid in de uitvoering wordt in de berekeningen gewerkt met een taludhelling die 2/10 steiler is (bijv. 1:3,8 in plaats van 1:4,0).
- Verder wordt uitgegaan van de zwaarste golfrandvoorwaarden uit Fout! **Onbekende schakeloptie-instructie.**, ofwel die bij een waterstand van NAP+6 m. Voor de filterlaag wordt gebruik gemaakt van de ontwerpwaarden van de uitvulling, zoals verderop in deze paragraaf wordt besproken. Voor de soortelijke massa van de betonzuilen wordt rekening gehouden met een marge van 2 à 3 % vanwege het verschil tussen de soortelijke massa van droge en van natte zuilen. Deze marge wordt niet in de invoer van de berekeningen aangebracht: na de berekening wordt gecontroleerd of voldoende marge in de soortelijke massa aanwezig is.
- Door middel van berekeningen met ANAMOS wordt daarna bepaald wat de lichtst mogelijke zuiltypen zijn. Hierbij wordt voor de dikte een interval van 5 cm en voor de soortelijke massa van 100 kg/m<sup>3</sup> aangehouden. Dit resulteert in één of meer combinaties van dikte en soortelijke massa; uit deze combinaties wordt vervolgens een keuze gemaakt op basis van kosten en uitvoeringsaspecten.
- De resulterende constructie wordt gecontroleerd op het bezwijkmechanisme afschuiving. Als de totale dikte van de toplaag te klein is, moet dit worden opgelost door het kiezen van een andere zuildikte of door het dikker maken van de kleilaag onder het geokunststof.

Voor een nadere beschrijving van de berekeningsmethode wordt verwezen naar Appendix A en naar het Handboek Fout! **Onbekende schakeloptie-instructie.** Opgemerkt wordt, dat de weerstand van de bekleding tegen het bezwijkmechanisme materiaaltransport verkregen wordt door het geokunststof dat onder de bekleding wordt aangebracht.

Voor de zes afzonderlijke vakken is in Fout! **Onbekende schakeloptie-instructie.** aangegeven wat de ontwerpwaarde van de taludhelling is en wat de bijbehorende mogelijke combinaties zijn.

dijkvak [volgens [1]]	locatie [dp]	taludhellin g	mogelijke zuiltypen
113	83,8-76,8	1:3,3	0,35 m / 2800 kg/m <sup>3</sup> 0,40 m / 2500 kg/m <sup>3</sup>
112	0-8	1:3,9	0,30 m / 2900 kg/m <sup>3</sup> 0,35 m / 2600 kg/m <sup>3</sup> 0,40 m / 2400 kg/m <sup>3</sup>
111	8-12	1:3,9	0,30 m / 2900 kg/m <sup>3</sup> 0,35 m / 2700 kg/m <sup>3</sup> 0,40 m / 2500 kg/m <sup>3</sup>
110	12-16,8	1:3,9	0,35 m / 2700 kg/m <sup>3</sup> 0,40 m / 2500 kg/m <sup>3</sup>
109	16,8-0,58	1:3,9	0,30 m / 2900 kg/m <sup>3</sup> 0,35 m / 2700 kg/m <sup>3</sup> 0,40 m / 2500 kg/m <sup>3</sup>
104	6-14,4	1:3,6	0,35 m / 2700 kg/m <sup>3</sup> 0,40 m / 2500 kg/m <sup>3</sup>

**Tabel 6.**Fout! Onbekende schakeloptie-instructie.: **Betonzuilen: mogelijke combinaties dikte en soortelijke massa**

De invoergegevens van de berekeningen zijn weergegeven in Bijlage 3.1. In Fout! **Onbekende schakeloptie-instructie.** staan de lichtste zuiltypen waarbij de marge in de soortelijke massa groter is dan 3 %. Voor de Nieuw-Othenepolder is gekozen voor toepassing van zuilen van 0,35 m / 2800 kg/m<sup>3</sup>, voor de andere gedeelten voor zuilen van 0,35 m / 2700 kg/m<sup>3</sup>.

De toplaag van betonzuilen zal worden ingewassen met ongeveer 50 kg/m<sup>2</sup> 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 alle drie de bekledingstypen mogelijk is, is 14/32 mm. Deze waarde wordt voorgeschreven in het bestek. In de ontwerpberekeningen wordt uitgegaan van een waarde voor de D<sub>15</sub> van 20 mm; hierdoor wordt een conservatieve benadering bereikt: de werkelijke waarde van de D<sub>15</sub> 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 van 5 cm: er wordt gerekend met een laagdikte van 0,15 m.

### 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 wordt gekozen voor een vlies met een gegarandeerde maximum maaswijdte ( $O_{90}$ ) van  $100 \mu\text{m}$ , op grond van de overweging dat de zanddoorlatendheid van nog fijnere materialen niet goed te testen is en omdat fijnere materialen niet standaard leverbaar zijn. Bovendien is met proeven aangetoond dat de werkelijke doorlatendheid van het gekozen materiaal kleiner dan  $64 \mu\text{m}$  is. Ten opzichte van de werken van 1997 wordt wel gekozen voor een vlies met een grotere massa, dikte en sterkte.

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

eigenschap	waarde
massa	$\geq 350 \text{ g/m}^2$
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.**Fout! Onbekende schakeloptie-instructie.: **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 totale dikte van toplaag, uitvullaag, geokunststof en kleilaag moet in het ontwerp minimaal 1,20 m zijn. Als de nieuwe constructie hieraan niet voldoet, moet de kleilaag aan de onderzijde aangevuld worden (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 **westelijk deel** 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 meer dan 1,20 m (zie Figuur 5, 6 en 7).

Voor de **Eendragtspolder** geldt, dat de kruin van de kleikern lager ligt; de bestaande bekleding ligt op een 0,8 m dikke kleilaag, tussen die kleilaag en de kleikern ligt een zandlens. In de nieuwe constructie ligt de bovenkant van de toplaag globaal op hetzelfde niveau; op een groot deel van de boventafel is dus aanvulling van de kleilaag nodig. In de dwarsprofielen (Figuur 8 en 9) is de benodigde aanvulling aangegeven.

#### 6.4 Overgangsconstructie

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

- tussen een nieuwe bekleding van basaltzuilen en betonzuilen: Nieuw-Othenepolder, dp 83,8 - dp 82,8 rond NAP+2 m;
- tussen gekantelde blokken en betonzuilen:
  - Nieuw-Othenepolder, dp 82,8 - dp 76,8 rond NAP+2 m;
  - Eendragtspolder, dp 6,0 - dp 14,0 rond NAP+1,3 m;
  - Eendragtspolder, dp 14,4 - dp 26,0 rond NAP+5,5 m;
- tussen gehandhaafde basaltzuilen en betonzuilen: Margarethapolder, rond NAP+3 m;
- tussen gehandhaafde basaltzuilen en gekantelde blokken: Eendragtspolder, dp 14,4 - dp 26,0, rond NAP+3 m.

Op de overgang tussen een **nieuwe bekleding van basaltzuilen** en van **betonzuilen** wordt een constructie aangebracht van betonbanden (0,40 m × 0,12 m × 1,0 m), ondersteund door azobépalen (lengte 1,50 m, h.o.h. 0,33 m). De overgangsconstructie wordt ingegoten met asfalt.

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

De twee soorten overgangen waarbij de **onderste bekleding** uit **gehandhaafde basaltzuilen** bestaat, worden op dezelfde manier aangepakt. Op de overgang wordt een constructie aangebracht van betonbanden (0,40 m × 0,12 m × 1,0 m), ondersteund door azobépalen (lengte 1,50 m, h.o.h. 0,33 m), net als boven de nieuwe bekleding van basaltzuilen. Voor het aanbrengen van de overgangsconstructie wordt de bestaande bekleding over een breedte van 0,5 m opgenomen en herzet. De overgangsconstructie wordt ingegoten met asfalt.

## 6.5 Overgang boventafel-berm

De overgang van het relatief steile talud van de glooiing naar het relatief flauwe talud van de berm wordt uitgevoerd in betonzuilen, zoals beschreven in § 5.5.2. Dit geldt voor het gehele dijkvak, dus ook voor het gedeelte waar de boventafel wordt bekleed met gekantelde betonblokken. 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 14,4 - dp 26 van de Eendragtspolder, waar de boventafel wordt bekleed met gekantelde blokken, wordt gebruik gemaakt van zuilen van 0,35 m / 2700 kg/m<sup>3</sup>, in aansluiting op de bekleding van dezelfde zuilen op het gedeelte dp 6 - dp 14,4 van de Eendragtspolder. Dit zuiltype voldoet zeker, vanwege de lichtere ontwerpomstandigheden, zie Fout! **Onbekende schakeloptie-instructie..**

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

## 6.6 Berm

In de Nieuw-Othenepolder ligt op de berm reeds een onderhoudsstrook bekleed met asfalt. Deze wordt gehandhaafd.

In de rest van het dijkvak wordt, aansluitend op de beschreven bekleding van betonzuilen, 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 Fout! **Onbekende schakeloptie-instructie.**). 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 Bovenbeloop

Op het onderste deel van het bovenbeloop wordt een bekleding van liggende betonblokken (dikte 0,25 m) aangebracht. Dit geldt voor het hele dijkvak, met uitzondering van het gedeelte dp 14,4 - dp 26,0 van de Eendragtspolder.

Het niveau op het bovenbeloop tot waar een bekleding nodig is, is bepaald in § 4.2.6:

- Nieuw-Othenepolder: NAP+7,15 m;
- Margarethapolder: NAP+7,4 m;
- Eendragtspolder (dp 6,0 - dp 14,4): NAP+7,4 m.



De bekleding van het bovenbeloop moet worden ondersteund. Hiertoe worden twee rijen liggende blokken aangebracht op de berm, tegen de knik aan.

## 6.8 Aansluiting havendam

Zoals aangegeven in Hoofdstuk 5 wordt bij aansluitende dammen in principe de bekleding onder de aansluiting doorgetrokken. Dit houdt in dat de aansluiting eerst tijdelijk wordt verwijderd, zodat de bekleding op de glooiing kan worden aangebracht, waarna de aansluiting wordt hersteld. In de eindsituatie ligt de nieuwe bekleding daardoor onder de dam.

In de detaillering is op bepaalde punten rekening gehouden met de overweging, dat de constructie de ontwerpbelasting waarschijnlijk niet zal ondervinden zolang de havendam aanwezig is. Als de ontwerpomstandigheden zich voordoen zal de havendam eerst bezwijken. Tegen de tijd dat het materiaal van de havendam zover verwijderd is dat de onderliggende glooiing zwaar wordt belast, is de maatgevende stormduur al verstreken.

De lengte van het vak is ongeveer 90 m, het niveau van de teen is NAP-0,5 m, de bovenkant van de bekleding van basaltzuilen valt samen met de onderkant van de nieuwe bekleding van de boventafel, op NAP+3,0 m. De constructie wordt besproken vanaf de teen in opwaartse richting.

Ter ondersteuning van de constructie wordt onderaan de teen een **kreukelberm** aangebracht met een breedte van 3 m. Hiervoor is de methodiek gevolgd zoals beschreven in § 6.1.1. De berekeningsgegevens zijn opgenomen in Bijlage 3.1. De theoretisch vereiste sortering bedraagt 60-300 kg. Er is echter gekozen voor de sortering 40-200 kg. De kreukelberm van de Nieuw-Othenepolder zal waarschijnlijk door dezelfde aannemer worden uitgevoerd en het is in uitvoeringstechnisch opzicht ongunstig om apart een kleine hoeveelheid van een andere sortering in het bestek op te nemen. Deze keuze is constructief verantwoord vanwege de beschermende werking van de havendam. De bijbehorende laagdikte van de kreukelberm is 0,7 m. Onder de bestorting wordt een geokunststof type 2 aangebracht, zoals besproken in § 6.1.

De **teenconstructie** wordt uitgevoerd conform de andere nieuw ontworpen teenconstructies. De teenconstructie bestaat uit een teenschot, dat is opgebouwd uit 3 planken van ieder 0,20 m hoog. Het teenschot wordt ondersteund door azobépalen (lengte 1,50 m, h.o.h. 0,20 m).

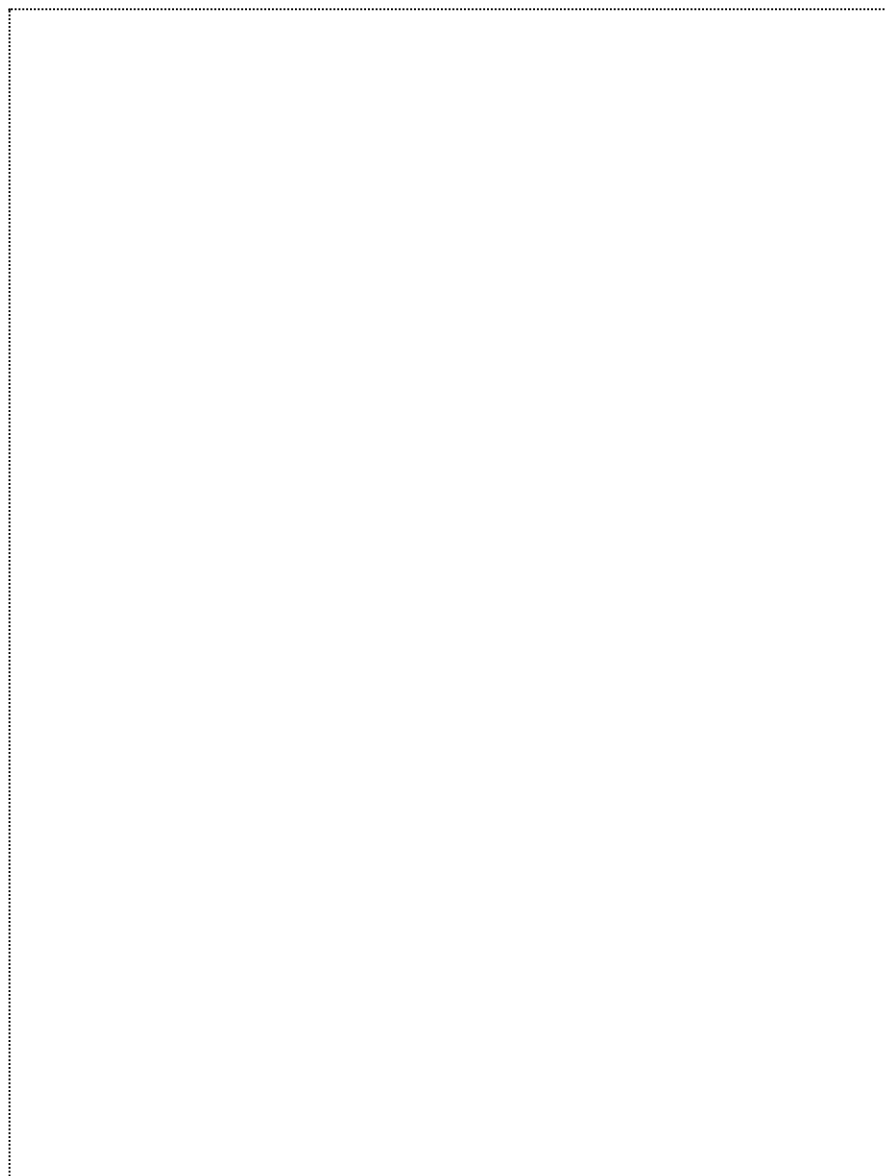
De constructieve eisen aan de **toplaag** zijn besproken in § 5.3.4. Vastgesteld is, dat voor basaltzuilen een blokdikte van 0,30 m vereist is. Voor het ontwerp wordt op grond van de afmetingen van het beschikbare materiaal gekozen voor een sorteergrens van 0,30 m, met de opmerking dat tijdens de uitvoering extra aandacht moet worden besteed aan deze minimale maat. De **uitvullaag** is 0,10 m dik en bestaat uit granulair materiaal met sortering 14/32 mm, voor het **geokunststof** wordt type 1 toegepast, zoals besproken in § 6.3.3. Opgemerkt wordt, dat deze constructie is gebruikt voor de berekeningen in § 5.3.4. Voor de ontwerpberekening wordt daarom verwezen naar Bijlage 2.

Bovenaan de bekleding van basaltzuilen is een **overgangsconstructie** nodig, ter ondersteuning van de nieuwe bekleding van betonzuilen op de boventafel. Hiervoor wordt dezelfde constructie toegepast als besproken voor soortgelijke overgangen in § 6.4: een constructie van betonbanden (0,40 m × 0,12 m × 1,0 m), ondersteund door azobépalen (lengte 1,50 m, h.o.h. 0,33 m). De overgangsconstructie wordt ingegoten met asfalt.

Het afgegraven materiaal van de **havendam** wordt vervolgens over de nieuwe glooiing heen aangebracht, tot aan het niveau NAP+5,6 m. De tijdelijk verwijderde betonblokken worden herzet op nieuwe onderlagen conform de overige nieuwe bekledingen: een granulaire uitvullaag (dikte 0,10 m, sortering 14/32 mm) en een geokunststof type 1. De kruin van de dam wordt aangesloten op de onderhoudsstrook die op de berm ligt.

## FIGUREN

- Figuur 1: Locatie projectgebied
- Figuur 2: Algemene dwarsprofielen
- Figuur 3a.1: Gloomingskaart huidige situatie Nieuw-Othene-/Margarethapolder
- Figuur 3b.1: Eindbeoordeling toetsing Nieuw-Othene-/Margarethapolder
- Figuur 3a.2: Gloomingskaart huidige situatie Eendragtpolder
- Figuur 3b.2: Eindbeoordeling toetsing Eendragtpolder
- Figuur 4.1: Gloomingskaart ontwerp Nieuw-Othene-/Margarethapolder
- Figuur 4.2: Gloomingskaart ontwerp Eendragtpolder
- Figuur 5: Nieuw-Othenepolder, dp 83,8 - dp 82,8
- Figuur 6: Nieuw-Othenepolder, dp 82,8 - dp 76,8
- Figuur 7: Margarethapolder, dp 0 - dp 19,2
- Figuur 8: Eendragtpolder, dp 6,0 - dp 14,4
- Figuur 9: Eendragtpolder, dp 14,4 - dp 26,0
- Figuur 10: Aansluiting havendam



Figuur 1: Locatie projectgebied

## LITERATUUR

- [1] Algemene nota dijkvakken 1998 (concept), Projectbureau Zeeweringen, Goes, september 1997
- [2] Inventarisatie sterkte gezette taludbekledingen in Zeeland, Grondmechanica Delft, kenmerk 362070/46, Delft, januari 1997
- [3] Hydraulische randvoorwaarden voor primaire waterkeringen, Rijkswaterstaat, Delft, september 1996
- [4] De basispeilen langs de Nederlandse kust, Rijksinstituut voor Kust en Zee, rapportnummer RIKZ-95.008, mei 1995
- [5] Golfrandvoorwaarden op de Westerschelde gegeven een 1/4000 windsnelheid, Rijksinstituut voor Kust en Zee, rapportnummer RIKZ-97.046, Middelburg, november 1997
- [6] Milieu-inventarisatie zeeweringen Westerschelde, Bouwdienst Rijkswaterstaat, documentnummer ZEEW-R-97013, Utrecht, augustus 1997
- [7] Leidraad Toetsen op Veiligheid, Groene versie, TAW, Delft, augustus 1996
- [8] Rapport 155, Handboek voor dimensionering van gezette taludbekledingen, CUR Gouda, maart 1992
- [9] 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 113 (Nieuw-Othenepolder)
- vak 112 (Margarethapolder, dp 0-8)
- vak 111 (Margarethapolder, dp 8-12)
- vak 110 (Margarethapolder, dp 12-16,8)
- vak 109 (Margarethapolder, dp 16,8-0,58)
- vak 104 (Eendragtpolder, dp 6-14,4)
- vak 103 (Eendragtpolder, dp 14,4-26)

## **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 steilste mogelijke taludhelling bij toepassing van de zwaarst mogelijke betonzuilen onder de zwaarste randvoorwaarden (vak 110) is bepaald. De volgende ANAMOS-berekening is de berekening met de steilste mogelijke helling.

### INVOERGEGEVENS

<b>PARAMETER / BEREKENING</b>	vak 110 dp 12-16,8
<b>Golven</b>	
H <sub>s</sub> [m]	2,7
T <sub>p</sub> [s]	6,8
h1 [m+NAP]	6,0
<b>Talud</b>	
cot(α) [-]	2,7
ft [-]	0,5
h2 [m]	0,0
h3 [m]	6,0
<b>Constructietype</b>	
niet ingewassen zuilen	
filter	
geotextiel	
basis	
<b>Zuilen</b>	
Az [m <sup>2</sup> ]	0,09
Azo [%]	10
Dz [m]	0,40
sm [kg/m <sup>3</sup> ]	2900
fwz [-]	0,5
<b>Filter</b>	
b [m]	0,15
D <sub>15</sub> [mm]	20
n [-]	0,35

### EINDRESULTATEN

<b>Stabiliteit toplaag</b>	
conclusie ANAMOS	De constructie is stabiel

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

## **Bijlage 2.2: Keuze bekleding: toepasbaarheid gekantelde betonblokken**

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

De niveaus tot waar de twee beschikbare typen gekantelde blokken kunnen worden toegepast bij een maximale en een minimale taludhelling zijn voor de zeven afzonderlijke vakken bepaald; in totaal betreft het 28 berekeningen. Op de volgende 4 bladzijden zijn de resultaten weergegeven voor de vier mogelijke combinaties van blokafmetingen en taludhelling. Op de laatste bladzij van deze Bijlage 2.2 staan twee 'dimensionerings'-berekeningen van maximale topniveaus van bekledingen met gekantelde blokken (Nieuw-Othenepolder en Eendragtspolder) die zijn uitgevoerd in het kader van de afweging tussen bekledingstypen, zoals beschreven in § 5.5.1. In totaal bevat deze Bijlage 2.2 dus de volgende vijf tabellen:

1. Gekantelde betonblokken, breedte 0,20 m, steil talud;
2. Gekantelde betonblokken, breedte 0,20 m, flauw talud;
3. Gekantelde betonblokken, breedte 0,25 m, steil talud;
4. Gekantelde betonblokken, breedte 0,25 m, flauw talud;
5. Gekantelde blokken, bepaling topniveau ontwerp situatie.

Het resultaat van deze ANAMOS-berekeningen is de waterstand  $h_1$ ; het maximale topniveau volgt uit een berekening van de verticale afstand  $y_s$  tussen waterstand ( $h_1$ ) en zwaarst belaste locatie. Deze verticale afstand  $y_s$  en het maximale topniveau zijn apart weergegeven onderin de tabel. Het resulterende topniveau wordt naar beneden afgerond op hele decimeters ten opzichte van NAP.

**Bijlage 2.2: Gekantelde betonblokken, breedte 0,20 m, steil talud**

**INVOERGEGEVENS**

PARAMETER/ BEREKENING	vak 113	vak 112	vak 111	vak 110	vak 109	vak 104	vak 103/102
<b>Golven</b>							
H <sub>s</sub> [m]	1,8	2,05	2,3	2,4	2,23	1,9	1,75
T <sub>p</sub> [s]	6,2	6,8	6,5	6,2	6,08	6,35	6,65
h1 [m+NAP]	4,0	5,0	5,0	4,0	3,5	2,5	3,5
<b>Talud</b>							
cot(α) [-]	1:3,0	1:3,7	1:4,0	1:3,8	1:3,5	1:3,3	1:3,3
ft [-]	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
h2 [m+NAP]	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
h3 [m+NAP]	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0
<b>Constructietype</b>							
niet ingewassen dichte blokken							
filter							
geotextiel							
basis							
<b>Blokken</b>							
B [m]	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20
L [m]	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50
D [m]	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50
s [mm]	1	1	1	1	1	1	1
sm [kg/m <sup>3</sup> ]	2300	2300	2300	2300	2300	2300	2300
fwz [-]	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
<b>Filter</b>							
b [m]	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15
D <sub>15</sub> [mm]	5	5	5	5	5	5	5
n [-]	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35

**EINDRESULTATEN**

<b>Stabiliteit toplaag</b>							
conclusie ANAMOS	De con- structie is stabiel	De con- structie is stabiel	De con- structie is stabiel	De con- structie is stabiel	De con- structie is stabiel	De con- structie is stabiel	De con- structie is stabiel
<b>Maximaal topniveau</b>							
ys [m]	1,62	1,67	1,64	1,67	1,65	1,61	1,60
topniveau [m+NAP]	2,3	3,3	3,3	2,3	1,8	0,8	1,9

**Bijlage 2.2: Gekantelde betonblokken, breedte 0,20 m, flauw talud**

**INVOERGEGEVENS**

PARAMETER/ BEREKENING	vak 113	vak 112	vak 111	vak 110	vak 109	vak 104	vak 103/102
<b>Golven</b>							
H <sub>s</sub> [m]	2,3	2,23	2,3	2,48	2,4	2,28	2,2
T <sub>p</sub> [s]	6,8	6,8	6,5	6,35	6,5	6,8	6,8
h1 [m+NAP]	6,0	5,5	5,0	4,5	5,0	4,5	6,0
<b>Talud</b>							
cot(α) [-]	1:4,0	1:4,0	1:4,0	1:4,0	1:4,0	1:4,0	1:4,0
ft [-]	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
h2 [m+NAP]	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
h3 [m+NAP]	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0
<b>Constructietype</b>							
niet ingewassen dichte blokken							
filter							
geotextiel							
basis							
<b>Blokken</b>							
B [m]	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20
L [m]	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50
D [m]	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50
s [mm]	1	1	1	1	1	1	1
sm [kg/m <sup>3</sup> ]	2300	2300	2300	2300	2300	2300	2300
fwz [-]	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
<b>Filter</b>							
b [m]	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15
D <sub>15</sub> [mm]	5	5	5	5	5	5	5
n [-]	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35

**EINDRESULTATEN**

<b>Stabiliteit toplaag</b>							
conclusie ANAMOS	De constructie is stabiel	De constructie is stabiel	De constructie is stabiel	De constructie is stabiel	De constructie is stabiel	De constructie is stabiel	De constructie is stabiel
<b>Maximaal topniveau</b>							
ys [m]	n.v.t.	1,75	1,64	1,68	1,68	1,70	n.v.t.
topniveau [m+NAP]	6,0	3,7	3,3	2,8	3,3	2,8	6,0

**Bijlage 2.2: Gekantelde betonblokken, breedte 0,25 m, steil talud**

**INVOERGEGEVENS**

PARAMETER/ BEREKENING	vak 113	vak 112	vak 111	vak 110	vak 109	vak 104	vak 103/102
<b>Golven</b>							
H <sub>s</sub> [m]	1,68	1,88	2,2	2,18	2,0	1,8	1,75
T <sub>p</sub> [s]	6,08	6,8	6,35	5,83	5,7	6,2	6,65
h1 [m+NAP]	3,5	4,5	4,5	2,5	2,0	2,0	3,5
<b>Talud</b>							
cot(α) [-]	1:3,0	1:3,7	1:4,0	1:3,8	1:3,5	1:3,3	1:3,3
ft [-]	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
h2 [m+NAP]	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
h3 [m+NAP]	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0
<b>Constructietype</b>							
niet ingewassen dichte blokken							
filter							
geotextiel							
basis							
<b>Blokken</b>							
B [m]	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25
L [m]	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50
D [m]	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50
s [mm]	1	1	1	1	1	1	1
sm [kg/m <sup>3</sup> ]	2300	2300	2300	2300	2300	2300	2300
fwz [-]	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
<b>Filter</b>							
b [m]	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15
D <sub>15</sub> [mm]	5	5	5	5	5	5	5
n [-]	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35

**EINDRESULTATEN**

<b>Stabiliteit toplaag</b>							
conclusie ANAMOS	De constructie is stabiel	De constructie is stabiel	De constructie is stabiel	De constructie is stabiel	De constructie is stabiel	De constructie is stabiel	De constructie is stabiel
<b>Maximaal topniveau</b>							
ys [m]	1,53	1,58	1,57	1,51	1,47	1,53	1,60
topniveau [m+NAP]	1,9	2,9	2,9	0,9	0,5	0,4	1,9

**Bijlage 2.2: Gekantelde betonblokken, breedte 0,25 m, flauw talud**

**INVOERGEGEVENS**

PARAMETER/ BEREKENING	vak 113	vak 112	vak 111	vak 110	vak 109	vak 104	vak 103/102
<b>Golven</b>							
H <sub>s</sub> [m]	2,18	2,05	2,2	2,33	2,35	2,1	2,13
T <sub>p</sub> [s]	6,65	6,8	6,35	6,08	6,35	6,65	6,8
h1 [m+NAP]	5,5	5,0	4,5	3,5	4,5	3,5	5,5
<b>Talud</b>							
cot(α) [-]	1:4,0	1:4,0	1:4,0	1:4,0	1:4,0	1:4,0	1:4,0
ft [-]	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
h2 [m+NAP]	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
h3 [m+NAP]	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0
<b>Constructietype</b>							
niet ingewassen dichte blokken							
filter							
geotextiel							
basis							
<b>Blokken</b>							
B [m]	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25
L [m]	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50
D [m]	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50
s [mm]	1	1	1	1	1	1	1
sm [kg/m <sup>3</sup> ]	2300	2300	2300	2300	2300	2300	2300
fwz [-]	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
<b>Filter</b>							
b [m]	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15
D <sub>15</sub> [mm]	5	5	5	5	5	5	5
n [-]	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35

**EINDRESULTATEN**

<b>Stabiliteit toplaag</b>							
conclusie ANAMOS	De constructie is stabiel	De constructie is stabiel	De constructie is stabiel	De constructie is stabiel	De constructie is stabiel	De constructie is stabiel	De constructie is stabiel
<b>Maximaal topniveau</b>							
ys [m]	1,62	1,60	1,57	1,57	1,64	1,59	1,63
topniveau [m+NAP]	3,8	3,4	2,9	1,9	2,8	1,9	3,8

## Bijlage 2.2: Gekantelde blokken, bepaling topniveau ontwerpsituatie

### INVOERGEGEVENS

PARAMETER/ BEREKENING	vak 113	vak 104
<b>Golven</b>		
$H_s$ [m]	1,68	2,0
$T_p$ [s]	6,08	6,5
$h_1$ [m+NAP]	3,5	3,0
<b>Talud</b>		
$\cot(\alpha)$ [-]	1:3,3	1:3,6
$f_t$ [-]	0,5	0,5
$h_2$ [m+NAP]	0,0	0,0
$h_3$ [m+NAP]	6,0	6,0
<b>Constructietype</b>		
niet ingewassen dichte blokken		
filter		
geotextiel		
basis		
<b>Blokken</b>		
$B$ [m]	0,25	0,25
$L$ [m]	0,50	0,50
$D$ [m]	0,50	0,50
$s$ [mm]	1	1
$sm$ [kg/m <sup>3</sup> ]	2300	2300
$fwz$ [-]	0,5	0,5
<b>Filter</b>		
$b$ [m]	0,15	0,15
$D_{15}$ [mm]	5	5
$n$ [-]	0,35	0,35

### EINDRESULTATEN

<b>Stabiliteit toplaag</b>		
conclusie ANAMOS	De con- structie is stabiel	De con- structie is stabiel
<b>Maximaal topniveau</b>		
$y_s$ [m]	1,45	1,61
topniveau [m+NAP]	2,0	1,3

**Bijlage 2.3: Keuze bekleding: toepasbaarheid natuursteen**

De constructieve toepasbaarheid van basaltzuilen wordt beschreven in § 5.3.4. Voor het gedeelte dp 83,8 - dp 82,8 van de Nieuw-Othenepolder zijn 5 indicatieve berekeningen gemaakt. Deze zijn in de tabel opgenomen in de volgorde waarin ze worden besproken in § 5.3.4.1. Voor de glooiing onder de havendam bij het oostelijk uiteinde van de Margarethapolder is 1 berekening gemaakt. Tenslotte is bij de afweging (§ 5.5.1) het topniveau van de basaltbekleding in de Nieuw-Othenepolder bepaald voor de ontwerpsituatie; deze berekening is weergegeven in de laatste kolom van de tabel.

**INVOERGEGEVENS**

PARAMETER/ BEREKENING	vak 113 ber.1	vak 113 ber.2	vak 113 ber.3	vak 113 ber.4	vak 113 ber.5	vak 109 (havend.)	vak 113 ontwerp
<b>Golven</b>							
H <sub>s</sub> [m]	1,55	2,3	2,3	1,8	2,3	2,4	1,68
T <sub>p</sub> [s]	5,95	6,8	6,8	6,2	6,8	6,5	6,08
h1 [m+NAP]	3,0	6,0	6,0	4,0	6,0	5,0	3,5
<b>Talud</b>							
cot( $\alpha$ ) [-]	1:2,8	1:2,8	1:3,8	1:3,3	1:3,3	1:3,3	1:2,9
ft [-]	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
h2 [m+NAP]	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
h3 [m+NAP]	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0
<b>Constructietype</b>							
niet ingewassen zuilen							
filter							
geotextiel							
basis							
<b>Zuilen</b>							
Az [m <sup>2</sup> ]	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09
Azo [%]	10	10	10	10	10	10	10
Dz [m]	0,25	0,34	0,28	0,25	0,30	0,30	0,25
sm [kg/m <sup>3</sup> ]	2900	2900	2900	2900	2900	2900	2900
fwz [-]	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
<b>Filter</b>							
b [m]	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15
D <sub>15</sub> [mm]	20	20	20	20	20	20	20
n [-]	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35

**EINDRESULTATEN**

<b>Stabiliteit toplaag</b>							
conclusie ANAMOS	De constructie is stabiel	De constructie is stabiel	De constructie is stabiel	De constructie is stabiel	De constructie is stabiel	De constructie is stabiel	De constructie is stabiel
<b>Maximaal topniveau</b>							
ys [m]	1,50	2,11	n.v.t.	1,53	n.v.t.	1,89	1,56
topniveau	1,5	3,8	5,6	2,4	5,6	3,1	1,9



Dijkverbetering Nieuw-Othenepolder, Margarethapolder en Eendragtspolder - Ontwerpnota

[m+NAP]							
---------	--	--	--	--	--	--	--

### **BIJLAGE 3: BEREKENINGSRESULTATEN DIMENSIONERING**

- Bijlage 3.1: Toplaag kreukelberm
- Bijlage 3.2: Toplaag bekleding

### Bijlage 3.1: Dimensionering toplaag kreukelberm

Bij de vaststelling van de waterstand waarbij de maatgevende golfrandvoorwaarden voor de kreukelberm optreden, is gebruik gemaakt van dezelfde methode als voor het ontwerp van de steenzettingen. Hierbij wordt een verticale afstand  $y_s$  bepaald, die voor een bepaalde taludhelling en golfsteilheid aangeeft op welke diepte onder de stilwaterlijn de maximale golfbelasting optreedt. Uitgaand van een gegeven topniveau en van de golfrandvoorwaarden volgens Fout! **Onbekende schakeloptie-instructie.** kan op deze manier bepaald worden wat de maatgevende golfrandvoorwaarden zijn.

Uitgaand van deze golfrandvoorwaarden is met BREAKWAT berekend wat de vereiste steenmassa  $M_{50}$  is. Zowel voor de bepaling van de golfrandvoorwaarden als voor de berekening met BREAKWAT is uitgegaan van een conservatieve inschatting van de taludhelling, namelijk 1:7.

#### INVOERGEGEVENS

PARAMETER / BEREKENING	vak 113	vak 104	havendam vak 109
<b>BEPALING WATERSTAND</b>			
<b>Invoer</b>			
topniveau [m+NAP]	-0,5	0	-0,5
cot( $\alpha$ ) [-]	7,0	7,0	7,0
golfrandvoorwaarde n	Fout! <b>Onbekende schakeloptie -instructie.</b>	Fout! <b>Onbekende schakeloptie -instructie.</b>	Fout! <b>Onbekende schakeloptie -instructie.</b>
<b>Uitvoer</b>			
$W_s$ [m+NAP]	2,0	2,0	2,0
<b>BEPALING STEENAFMETINGEN</b>			
<b>Invoer</b>			
$H_s$ [m]	1,3	1,8	2,0
S [-]	3	3	3
$T_m$ [s]	4,28	4,65	4,28
N [-]	5000	5000	5000
$\rho$ -steen [kg/m <sup>3</sup> ]	2650	2650	2650
$\rho$ -water [kg/m <sup>3</sup> ]	1025	1025	1025
cot( $\alpha$ ) [-]	7,0	7,0	7,0
P [-]	0,1	0,1	0,1
$H_{2\%}/H_s$ [-]	1,3	1,3	1,3
<b>Uitvoer</b>			
$M_{50}$ [kg]	63	147	164

Met betrekking tot de golfperiode voor de bepaling van de steenafmetingen wordt opgemerkt, dat in BREAKWAT de periode  $T_m$  wordt gebruikt, terwijl in Fout! **Onbekende schakeloptie-instructie.** de piekperiode  $T_p$  is opgenomen. De relatie tussen deze twee periodes is als volgt:  $T_m = 0,75 \times T_p$ .

Aan de hand van de resulterende minimale massa wordt vervolgens bepaald welke standaardsoortering moet worden toegepast. Voor vak 113 moet worden gekozen voor de sortering 40-200 kg, voor vak 104 voor de sortering 60-300 kg. Ter plaatse

van de havendam is theoretisch een sortering 60-300 kg vereist; op grond van uitvoeringstechnische redenen en vanwege de beschermende werking van de havendam wordt echter gekozen voor een sortering 40-200 kg.

### **Bijlage 3.2: Dimensionering toplaag bekleding**

De dimensionering van de toplaag wordt beschreven in § 6.3.1. In deze paragraaf is aangegeven, dat voor de dimensionering van de bekledingen van basaltzuilen en gekantelde blokken geen aparte berekeningen zijn gemaakt, omdat de benodigde berekeningen al zijn beschreven in § 5.5. Verwezen wordt daarom naar Bijlage 2. Voor de dimensionering van betonzuilen zijn wel aparte berekeningen gemaakt; deze worden in deze bijlage beschreven.

Voor de zes vakken waarvoor een bekleding van betonzuilen is gekozen, is bepaald wat de lichtst mogelijke combinaties van zuildikte en soortelijke massa zijn. De combinaties in Fout! **Onbekende schakeloptie-instructie.** zijn bepaald door berekeningen met ANAMOS: het betreft 18 berekeningen, die zijn weergegeven op de volgende drie bladzijden. 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.

### Bijlage 3.2: Betonzuilen, dikte 0,30 m

#### INVOERGEGEVENS

PARAMETER/ BEREKENING	vak 113	vak 112	vak 111	vak 110	vak 109	vak 104
<b>Golven</b>						
$H_s$ [m]	2,3	2,4	2,5	2,7	2,5	2,5
$T_p$ [s]	6,8	6,8	6,8	6,8	6,8	6,8
$h_1$ [m+NAP]	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0
<b>Talud</b>						
$\cot(\alpha)$ [-]	1:3,3	1:3,9	1:3,9	1:3,9	1:3,9	1:3,6
$ft$ [-]	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
$h_2$ [m+NAP]	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
$h_3$ [m+NAP]	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0
<b>Constructietype</b>						
niet ingewassen zuilen						
filter						
geotextiel						
basis						
<b>Zuilen</b>						
$A_z$ [m <sup>2</sup> ]	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09
$A_{zo}$ [%]	10	10	10	10	10	10
$D_z$ [m]	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30
$sm$ [kg/m <sup>3</sup> ]	3000	2900	2900	3000	2900	3000
$fwz$ [-]	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
<b>Filter</b>						
$b$ [m]	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15
$D_{15}$ [mm]	20	20	20	20	20	20
$n$ [-]	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35

#### EINDRESULTATEN

Stabiliteit toplaag						
conclusie ANAMOS	De con- structie is stabiel	De con- structie is stabiel	De con- structie is stabiel	De con- structie is stabiel	De con- structie is stabiel	De con- structie is stabiel

De maximaal fabriceerbare soortelijke massa is 2900 kg/m<sup>3</sup>; waar een grotere soortelijke massa vereist is, kunnen zuilen met een dikte van 0,30 m niet worden toegepast.

### Bijlage 3.2 - Betonzuilen, dikte 0,35 m

#### INVOERGEGEVENS

PARAMETER/ BEREKENING	vak 113	vak 112	vak 111	vak 110	vak 109	vak 104
<b>Golven</b>						
H <sub>s</sub> [m]	2,3	2,4	2,5	2,7	2,5	2,5
T <sub>p</sub> [s]	6,8	6,8	6,8	6,8	6,8	6,8
h1 [m+NAP]	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0
<b>Talud</b>						
cot(α) [-]	1:3,3	1:3,9	1:3,9	1:3,9	1:3,9	1:3,6
ft [-]	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
h2 [m+NAP]	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
h3 [m+NAP]	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0
<b>Constructietype</b>						
niet ingewassen zuilen						
filter						
geotextiel						
basis						
<b>Zuilen</b>						
Az [m <sup>2</sup> ]	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09
Azo [%]	10	10	10	10	10	10
Dz [m]	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35
sm [kg/m <sup>3</sup> ]	2800	2600	2700	2700	2700	2700
fwz [-]	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
<b>Filter</b>						
b [m]	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15
D <sub>15</sub> [mm]	20	20	20	20	20	20
n [-]	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35

#### EINDRESULTATEN

Stabiliteit toplaag						
conclusie ANAMOS	De con- structie is stabiel	De con- structie is stabiel	De con- structie is stabiel	De con- structie is stabiel	De con- structie is stabiel	De con- structie is stabiel

**Bijlage 3.2 - Betonzuilen, dikte 0,40 m**

**INVOERGEGEVENS**

PARAMETER/ BEREKENING	vak 113	vak 112	vak 111	vak 110	vak 109	vak 104
<b>Golven</b>						
H <sub>s</sub> [m]	2,3	2,4	2,5	2,7	2,5	2,5
T <sub>p</sub> [s]	6,8	6,8	6,8	6,8	6,8	6,8
h1 [m+NAP]	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0
<b>Talud</b>						
cot(α) [-]	1:3,3	1:3,9	1:3,9	1:3,9	1:3,9	1:3,6
ft [-]	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
h2 [m+NAP]	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
h3 [m+NAP]	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0
<b>Constructietype</b>						
niet ingewassen zuilen						
filter						
geotextiel						
basis						
<b>Zuilen</b>						
Az [m <sup>2</sup> ]	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09
Azo [%]	10	10	10	10	10	10
Dz [m]	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40
sm [kg/m <sup>3</sup> ]	2500	2400	2500	2500	2500	2500
fwz [-]	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
<b>Filter</b>						
b [m]	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15
D <sub>15</sub> [mm]	20	20	20	20	20	20
n [-]	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35

**EINDRESULTATEN**

Stabiliteit toplaag						
conclusie ANAMOS	De con- structie is stabiel	De con- structie is stabiel	De con- structie is stabiel	De con- structie is stabiel	De con- structie is stabiel	De con- structie is stabiel



## APPENDIX A: METHODIEK TOETSING EN ONTWERP

De methodiek die binnen het Project Zeeweringen wordt gevolgd voor de toetsing van de bestaande bekleding en voor het ontwerp van de nieuwe bekleding, wordt beschreven in het interne document 'Kookboek voor de toetsing van de huidige en het ontwerp van de toekomstige dijkbekleding op veiligheid - Werkwijze op basis van Leidraad Toetsing op Veiligheid'. Het Kookboek is gebaseerd op de Leidraad Fout! **Onbekende schakeloptie-instructie.** en op het Handboek Fout! **Onbekende schakeloptie-instructie..** In deze Appendix wordt een korte samenvatting gegeven van de methodiek.

### *Toetsing*

In de Leidraad wordt het toetsingsproces schematisch weergegeven in Figuur 2.2.1.1. Die figuur is in deze Appendix opgenomen.

De toplaag van de bekleding wordt getoetst op vier aspecten:

- beheerdersoordeel;
- afschuiving;
- materiaaltransport;
- stabiliteitsverlies.

In het kort wordt voor deze vier aspecten aangegeven hoe de toetsing wordt uitgevoerd. Voor een meer gedetailleerde beschrijving wordt verwezen naar de paragraafnummers uit de Leidraad zoals ze in Figuur 2.2.1.1 zijn opgenomen.

De beschrijving van het **beheerdersoordeel** is in de praktijk alleen relevant voor zover de toetsing van de andere aspecten niet leidt tot een eenduidig toetsingsresultaat. Ongeacht het beheerdersoordeel wordt de bekleding overigens in principe altijd getoetst op de andere aspecten: bij een negatief oordeel is het immers ook van belang de oorzaak te kennen.

Voor de toetsing op **afschuiving** zijn de golfhoogte, de taludhelling en de totale dikte van de bekleding van belang. Afhankelijk van de taludhelling moet de bekleding dikker zijn dan een bepaalde grens. Dit wordt voor elke bekleding gecontroleerd.

De toetsing op **materiaaltransport** wordt voornamelijk uitgevoerd op basis van visuele inspectie van de bekleding en in nauw overleg met de beheerder. Van belang is voornamelijk of holtes of verzakkingen aanwezig zijn.

De **stabiliteit van de toplaag onder stromingsaanval** wordt niet voor elk dijkvak apart getoetst. In aanvullend onderzoek in het kader van Project Zeeweringen is vastgesteld dat de kritieke waarde voor de stroomsnelheid bij de lichtste bestaande bekleding 3,8 m/s bedraagt. Omdat deze snelheid nergens in het projectgebied wordt bereikt, zal het toetsingsresultaat voor dit aspect altijd 'goed' zijn.

Bij toetsing van de **stabiliteit van de toplaag onder golfaanval** volgens de Leidraad bestaan verschillende niveaus van detail. Als de ervaringsgegevens niet eenduidig wijzen op 'onvoldoende' stabiliteit, wordt de bekleding met de *eenvoudige methode* getoetst. Hierbij wordt gebruik gemaakt van het 'black-box'-model, gebaseerd op metingen uit modelproeven Fout! **Onbekende schakeloptie-instructie**.. Als deze eenvoudige toetsing tot een beoordeling 'goed' of 'onvoldoende' leidt, is dat tevens het eindresultaat. Als de bekleding volgens de eenvoudige toetsing 'twijfelachtig' is, moet indien mogelijk worden getoetst met de *gedetailleerde methode*, waarbij gebruik wordt gemaakt van het rekenprogramma ANAMOS. Dit programma geeft een meer fysische weergave van de werkelijkheid weer, waarbij onder meer de doorlatendheid van toplaag en filterlaag een rol spelen. Als deze toetsing nog niet tot een eindresultaat leidt, volgt *geavanceerde toetsing*. Daarbij wordt een eendoordeel uitgesproken op basis van expert judgement van de situatie ter plaatse.

### **Ontwerp**

Bij het ontwerp wordt rekening gehouden met dezelfde bezwijkmechanismen als bij de toetsing:

- afschuiving;
- materiaaltransport;
- stabiliteitsverlies onder golfaanval.

Met betrekking tot **afschuiving** wordt gebruik gemaakt van dezelfde formule als bij toetsing. In feite wordt het ontwerp, dat bepaald is op grond van de vereiste stabiliteit, getoetst op het aspect afschuiving. Het resultaat wordt bepaald door de golfhoogte, de taludhelling en de totale dikte van de bekleding.

De weerstand tegen **materiaaltransport** wordt in de ontwerpen verzorgd door het geokunststof (type 1) dat onder toplaag en uitvullaag wordt aangebracht. De eisen die aan dit geokunststof worden gesteld, zijn gebaseerd op dit aspect. Voor alle ontwerpen wordt gebruik gemaakt van één zelfde geokunststof.

Het aspect **stabiliteit van de toplaag onder golfaanval** is in de meeste gevallen bepalend voor het ontwerp. Voor de ontwerpberekeningen wordt gebruik gemaakt van het rekenprogramma ANAMOS.