

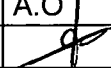


DIJKVERBETERING

Ellewoutsdijkpolder (Fort en Haven)

Ontwerpnota

Projectbureau Zeeweringen Dijkverbetering Ellewoutsdijkpolder (Fort en Haven) Ontwerpnota				
Auteur: M.D. Groenewoud	controle	Intern	Toetsgroep	A.O.
Versie: 4	Paraaf			
Datum: 25-8-2005	d.d.	21/8/05	19/8/05	19/8/05
Documentnummer:PZDT-R-05008ontw				



009326 2005 PZDT-R-05008 ontw

2004 Ontwerpnota Ellewoutsdijkpolder (Fort en Haven)

INHOUDSOPGAVE

SAMENVATTING		1
1. INLEIDING		3
1.1	Achtergrond	3
1.2	Doelstelling Ontwerprnota	3
1.3	Leeswijzer	4
2. SITUATIEBESCHRIJVING		5
2.1	Locatie projectgebied	5
2.2	Geometrie en bekleding	5
2.3	Ontwerffilosofie Traject Fort	7
3. ONTWERPCONDITIONS		9
3.1	Uitgangspunten	9
3.2	Randvoorwaarden	9
3.2.1	Waterstanden	9
3.2.2	Golven	9
3.2.3	Golfaanval op de landwaartse dijk	10
3.2.4	Ecologische randvoorwaarden	10
3.3	Landschapsvisie	11
4. TOETSING		13
4.1	Algemeen	13
4.2	Toetsing toplaag	13
4.3	Conclusies	14
5. KEUZE BEKLEDING: ALGEMEEN		15
5.1	Inleiding	15
5.2	Beschikbaarheid	15
5.3	Voorselectie	16
6. TRAJECT HAVEN: KEUZE BEKLEDING EN DIMENSIONERING		18
6.1	Inleiding	18
6.2	Technische toepasbaarheid	18
6.2.1	Alternatief 'havendam'	18
6.2.2	Alternatief 'damwand'	18
6.3	Afweging alternatieven	19
6.4	Keuze alternatief	20
6.5	Dimensionering	21
6.6	Overgangsconstructies	22
7. TRAJECT FORT: KEUZE BEKLEDING EN DIMENSIONERING		24
7.1	Inleiding	24
7.2	Technische Toepasbaarheid	24
7.2.1	Buitenbeloop zeewaartse dijk	24
7.2.2	Kruin zeewaartse dijk	27
7.2.3	Binnenbeloop zeewaartse dijk	27
7.2.4	Buitentalud landwaartse dijk	29
7.3	Afweging en keuze alternatief	31

7.4	Grondmechanische stabiliteit	31
7.5	Golfoploop	32
7.6	Dimensionering	32
7.6.1	Zeewaartse dijk	32
7.6.2	Landwaartse dijk	35
7.7	Overgangsconstructies	35
8.	AANDACHTSPUNTEN VOOR BESTEK EN UITVOERING	37
9.	LITERATUUR	38

FIGUREN
BIJLAGEN

SAMENVATTING

Deze ontwerpnota, opgesteld in het kader van Project Zeeweringen van Rijkswaterstaat, betreft het ontwerp van de nieuwe dijkbekleding voor het dijktraject langs de Ellewoutsdijkpolder (deels). Dit dijktraject (zie Figuur 1 en Figuur 2), vallend onder het beheer van het Waterschap Zeeuwse Eilanden, ligt op Zuid-Beveland, in de gemeente Borsele, en heeft een lengte van ruim 500 m (dp 467+70 m - dp473-12m). Binnen het dijktraject wordt onderscheid gemaakt tussen een tweetal deeltrajecten die qua opbouw sterk verschillen:

- **Traject Haven:** Het haventje van Ellewoutsdijk (ter hoogte van dp 468) bestaat uit een tweetal havendammen die hoofdzakelijk bekleed zijn met Doornikse steen, basalt, basalt met asfalt, Vilvoordse steen, Vilvoordse steen met asfalt en Vilvoordse steen met beton. De binnenzijde bestaat uit een betonnen damwandconstructie met trekankers.
- **Traject Fort:** Dit traject loopt langs Fort Ellewoutsdijk (dp 468 – dp 473–12m) en is bijzonder omdat het hier gaat om een stelsel van twee min of meer parallel liggende dijken die gezamenlijk de veiligheid van het achterliggende gebied moeten waarborgen. Het Fort Ellewoutsdijk ligt tussen deze beide dijken in. De oude, aan de buitenzijde liggende waterkering vervult nu tijdens extreme omstandigheden de rol van golfbreker, omdat de kruin op ca. ontwerppeil ligt. De landwaarts van het fort gelegen dijk is hoger en dient om het water te keren. De zeewaartse dijk is in de ondertafel opgebouwd uit doornikse steen en basalt (grotendeels gepenetreerd met asfalt). Nabij de havendammen bevindt zich nog een gedeelte bestaande uit met asfalt gepenetreerde betonzuilen. In de boventafel bevinden zich Haringmanblokken. Op de kruin bevinden zich over een breedte van 3m betonblokken. Het binnentalud is onbeschermd. De landwaartse dijk heeft een kleibekleding.

Uit de toetsing is gebleken dat de bestaande bekledingen van de twee trajecten niet voldoen onder maatgevende omstandigheden.

De mogelijke nieuwe bekledingen zijn bepaald rekening houdend met het eventuele hergebruik van materiaal, de technische en de ecologische toepasbaarheid, de inpasbaarheid in het landschap, de uitvoerings- en beheersaspecten en de kosten. Voor elk deeltraject is gekeken welke mogelijkheden er zijn. Er is een keuze gemaakt, waarna nadere dimensionering heeft plaatsgevonden. De uiteindelijke keuzes zijn hieronder verwoord.

- **Traject Haven**
Bij de haven zullen stalen damwanden aan weerszijden van de bestaande betonnen wand geplaatst worden, die aansluiten op de glooiing oostelijk en westelijk van het haventje. Aan de havendammen zal niets veranderen. Landwaarts van de damwandconstructie zal op de toegangsweg waterbouwasfaltbeton toegepast worden. Op de glooiing daarboven worden betonzuilen toegepast.
- **Traject Fort**
Het Traject Fort is bijzonder omdat het hier een stelsel van twee dijken betreft. De keuze is gemaakt om het stelsel van twee dijken, die gezamenlijk de primaire waterkering vormen, te handhaven. Bij de zeewaartse dijk zal niet alleen de buitenzijde (opnieuw) bekleed worden (zoals gebruikelijk), maar zal aan de

binnenzijde ook een bekleding worden aangebracht. De bekleding aan de binnenzijde dient ter bescherming tegen overslaand water. Het gebied tussen de twee dijken zal gemiddeld eens in de tientallen jaren onder water komen te staan. De bekleding van de ondertafel van de buitenste dijk zal overlaagd worden met vol-en-zat gepenetreerde breuksteen (5-40 kg). Er zal een kreukelberm van met stroken gepenetreerde breuksteen (40-200 kg) aangelegd worden. In de boventafel zullen betonzuilen toegepast worden. Op de kruin wordt waterbouwasfaltbeton toegepast. De binnenzijde van de dijk wordt overslagbestendig gemaakt d.m.v. een laag open steenasfalt die afgedekt wordt met grond.

Tijdens ontwerpomstandigheden komt het gebied tussen de twee dijken vol te staan met water. Golven die over de zeewaartse dijk slaan, belasten ook de landwaartse dijk, zij het in geringere mate. Het gedeelte van de landwaartse dijk westelijk van het fort wordt vanaf de bestaande Haringmanblokken t/m de berm op ontwerppeil bekleed met open steenasfalt, bedekt met een laag grond en ingezaaid met een graszaadmengsel.

1. INLEIDING

1.1 Achtergrond

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

Voor de uitvoering in 2006/2007 zijn meerdere dijktrajecten langs de Westerschelde en de Oosterschelde uitgekozen, waaronder het traject van Ellewoutsdijkpolder met een lengte van ongeveer 500 m (dp 467+70m - dp 473-12m).

Dit traject Ellewoutsdijkpolder maakte in eerste instantie deel uit van een groter traject genaamd Ellewoutsdijk-, Van Hattum- en Everingepolder met een totale lengte van 2600 m. Voor dit gehele traject is één voorontwerpdocument geschreven [1]. Ingeschat werd dat de discussie rond de oplossingsrichting voor de dijkverbetering bij de Van Hattum- en Everingepolder langer zal gaan duren dan voorzien (gezien de complexe situatie). Om het overige gedeelte, langs de Ellewoutsdijkpolder, hiervan geen vertraging te laten ondervinden, is tijdens de behandeling van dit voorontwerpdocument in het Projectbureau Zeeweringen-overleg besloten het totale traject in tweeën te delen, namelijk:

- Ellewoutsdijkpolder (Fort en Haven: dp 467+70m - dp 473-12m)
- Van Hattum- en Everingepolder (Zuidgors): dp 442- 467+70m)

Beide trajecten zullen elk in een aparte ontwerpnota behandeld worden.

In de voorliggende ontwerpnota worden van het traject Ellewoutsdijkpolder (Fort en Haven) verschillende mogelijke ontwerpen voor dijkbekledingen uitgewerkt en afgewogen. Daarbij worden er twee deeltrajecten onderscheiden, namelijk Traject Haven (ter hoogte van dp 468) en Traject Fort (dp 469 – 473-12m).

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

Bij het traject bij Fort Ellewoutsdijk zal gezien het stelsel van twee dijken een aangepaste aanpak gevolgd worden.

1.2 Doelstelling Ontwerpnota

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

Ten behoeve van de helderheid is besloten om de ontwerpnota's op te splitsen. De algemene aspecten die gelden voor dit werk zijn beschreven in de Algemene Nota 2003 [2], terwijl de specifieke aspecten in deze ontwerpnota worden vastgelegd.

Voor de ontwerpnota kan de volgende doelstelling worden geformuleerd: de nota moet een beschrijving geven van:

- de specifieke aspecten die van belang zijn voor het ontwerp van de taludbekleding op de dijk van Ellewoutsdijkpolder (Fort en Haven)
- het toetsresultaat en de ontwerpberekeningen
- het resulterend ontwerp

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

1.3 Leeswijzer

In hoofdstuk 2 wordt de huidige situatie van het dijktraject beschreven. Hoofdstuk 3 beschrijft de uitgangspunten en de randvoorwaarden. Hoofdstuk 4 behandelt de toetsing van de huidige bekleding en in hoofdstuk 4 wordt geconcludeerd welke delen binnen het Project Zeeweringen moeten worden verbeterd. In hoofdstuk 5 volgen algemene uitgangspunten en randvoorwaarden voor de keuze van de nieuwe bekleding.

Het gehele dijktraject is in twee stukken verdeeld qua ontwerp. Hoofdstuk 6 en 7 behandelen respectievelijk Traject Haven en Traject Fort wat betreft de keuze van de bekleding en de verdere dimensionering. In hoofdstuk 8 volgen aandachtspunten voor bestek en uitvoering. Hoofdstuk 9 bevat een literatuuroverzicht.

2. SITUATIEBESCHRIJVING

2.1 Locatie projectgebied

Het dijkgedeelte ligt aan de noordoever van de Westerschelde (Zuid-Beveland) bij Ellewoutsdijk en valt onder het beheer van het Waterschap Zeeuwse Eilanden. De locatie is weergegeven in Figuur 1 en Figuur 2. Het gedeelte dat is geselecteerd voor verbetering ligt tussen dp 467+70 m en dp 473 -12m (van oost naar west) en in de (hydraulische) randvoorwaardenvakken 32b en 32a (van oost naar west), in het vervolg aangeduid met de dijkvakken 32b en 32a, en heeft een lengte van ruim 500 m.

Het ontwerp van de dijkverbetering van het aangrenzende traject aan de oostzijde, dat langs de Ellewoutsdijkpolder (deels), Van Hattum- en Everingepolder (deels) ligt, moet nog worden gemaakt.

De dijkverbetering van het aangrenzende traject aan de westzijde, dat langs het westelijk deel van Ellewoutsdijkpolder ligt, is gereedgekomen in 1999. In de ondertafel zijn betonzuilen toegepast (0,45m / 2500kg/m³). In de boventafel zijn betonzuilen met een eco-toplaag toegepast (0,45m / 2700kg/m³). De bekleding is daar reeds verbeterd tot aan dp 473 -12 m.

2.2 Geometrie en bekleding

Bij het maken van een ontwerp zijn de bekleding en de kern van de dijk van belang (toplaag, granulaire onderlaag en basismateriaal). Het profiel van de dijk bestaat in het algemeen uit de teen, de ondertafel, de boventafel, de berm en het bovenbeloop. De grens tussen de ondertafel en de boventafel ligt op het niveau van het gemiddelde hoogwater.

Voor een schematische weergave van de bestaande bekledingen van het volledige dijktraject wordt verwezen naar Figuur 3.

Indeling in deeltrajecten

In deze ontwerpnota wordt onderscheid gemaakt tussen twee deeltrajecten die onderling sterk verschillen van opbouw, namelijk:

1. Traject Haven
2. Traject Fort

Ad 1. Traject Haven

Traject Haven omvat de dijk ter hoogte van het haventje van Ellewoutsdijk (ter hoogte van dp 468) inclusief de havendammen (Figuur 2). Dit jachthaventje wordt op diepte gehouden door de spuiboezem van gemaal Ellewoutsdijk; het overtollig oppervlaktewater wordt geloosd in de Westerschelde. Watersportvereniging Ellewoutsdijk heeft daar haar thuisbasis. Het haventje moet regelmatig uitgebaggerd worden.

De westelijke havendam (zie Figuur 3) is bekleed met Doornikse steen, basalt, basalt met asfalt, Vilvoordse steen met beton, Vilvoordse steen met asfalt, asfalt en betonklinkers. Bij de oostelijke dam bevindt zich stortsteen aan de teen en de dam is verder bekleed met Doornikse steen en Vilvoordse steen, Vilvoordse steen met beton, Vilvoordse steen met asfalt en asfalt.

Halverwege tussen de havendammen bevinden zich twee dwarsdammetjes die de havenmond verkleinen.

De kruinhoogte van de havendammen varieert van ongeveer NAP +3,5 m aan de wortelzijde tot NAP +3,0 m aan de kop.

Aan de oostzijde van de haven bevindt zich een plateau in het verlengde van de oostelijke havendam dat fungeert als parkeerplaats en waarop het clubgebouw van de watersportvereniging staat.

Het haventje wordt tegen de twee havendammen en tegen de dijk begrensd door betonnen damwanden die verankerd zijn. In het midden daarvan bevindt zich de uitwateringsluis.

In de boventafel, landwaarts van de dammen en de betonnen damwand bevinden zich Haringmanblokken en vlakke betonblokken.

Ad 2. Traject Fort

Traject Fort omvat het tracé bij Fort Ellewoutsdijk (dp 469 – dp 473-12m) westelijk van de haven (Figuur 2). Dit tracé is bijzonder omdat het hier gaat om een stelsel van twee min of meer parallel liggende dijken die gezamenlijk de veiligheid van het achterliggende gebied moeten waarborgen. Het Fort Ellewoutsdijk ligt tussen deze beide dijken in. De oude, zeewaarts liggende dijk vervult nu tijdens extreme omstandigheden de rol van golfbreker. Er mag dan water over de dijk heen slaan, waardoor het gebied rondom het fort (tussen beide dijken) onder water komt te staan. De landwaarts gelegen dijk is hoger dan de zeewaartse dijk en zorgt ervoor dat het achtergelegen gebied droge voeten houdt (zie onderstaande schets).

Om verwarring te voorkomen, zullen de dijken als volgt worden aangeduid:

- Zeewaartse dijk
- Landwaartse dijk



Schets tandemdijkprincipe

Buitenbeloop zeewaartse dijk

Het bestaande buitenbeloop bestaat uit Doornikse steen vanaf de teen (zie Figuur 3, Figuur 8 en Figuur 9). Het huidige niveau van de teen van Doornikse varieert tussen NAP -0,4 m en NAP -1,6 m en de Doornikse is gedeeltelijk bedekt met stortsteen van de kreukelberm. In 2005 is een vooroeverbestorting aangebracht (beneden NAP -2,0 m) om de onderwatertaluds te verflauwen (tot talud1:3) en te stabiliseren. Boven de Doornikse zit basalt dat grotendeels is gepenetreerd met asfalt. In de boventafel, vanaf circa NAP +3,0 m tot aan de kruin op circa NAP +6,0 m, zitten Haringmanblokken. De Haringmanblokken in het westelijk gedeelte zijn 25 cm dik, de Haringmanblokken in het oostelijk gedeelte zijn 20 cm dik. Er is geen berm aanwezig. De taludhellingen variëren van 1:3,2 tot 1:3,6.

Kruin zeewaartse dijk

De kruin van de dijk ligt relatief laag (NAP + 6,0 m) en fungeert als onderhoudspad. Het ontwerppeil ligt zelfs hoger, op NAP +6,2 m. Er zal tijdens ontwerpomstandigheden dus water over de kruin stromen. Op de kruin bevinden zich aan de zeewaartse zijde vlakke blokken (3 m breed) en de landwaartse zijde is begroeid met gras.

Binnenbeloop zeewaartse dijk

Het binnenbeloop van de zeewaartse dijk is begroeid met gras. De taluds zijn steil opgezet. Ter hoogte van dp 472 wordt zelfs een talud van 1:1,7 gemeten.

Landwaartse dijk

De landwaartse dijk (zie Figuur 2 en Figuur 10) wordt gedeeltelijk afgeschermd door de aanwezigheid van het fort. De kruin ligt op circa NAP +10,5 m. De kern van de dijk bestaat uit zand en is afgedekt met 80 cm klei aan de buitenzijde en op de kruin en 60 cm klei aan de binnenzijde. Aan weerszijden van het fort zijn kleine waterpartijen die grenzen aan de teen van de landwaartse dijk. Rond het waterpeil van deze waterpartijen bevinden zich Haringmanblokken op de glooiing van de landwaartse dijk. De rest van de glooiing en de kruin zijn begroeid met gras.

2.3 Ontwerphilosofie Traject Fort

De situatie rond het fort is bijzonder. Een stelsel van twee dijken zorgt voor de veiligheid van het achterliggende gebied. Nu er ingrijpende werkzaamheden aan de dijk gepland zijn, kan de keuze voor een systeem van twee dijken opnieuw tegen het licht gehouden worden. Het is namelijk ook mogelijk om d.m.v. één dijk de veiligheid te waarborgen. Feitelijk zijn er een drietal opties.

1. veiligheid d.m.v. zeewaartse dijk waarborgen
2. veiligheid d.m.v. landwaartse dijk waarborgen
3. veiligheid d.m.v. stelsel twee dijken waarborgen

Ad 1. De eerste optie heeft als voordeel hebben dat het fort geen natte voeten meer zal krijgen. De ruimte ontbreekt echter om deze optie te verwezenlijken. Om de dijk als primaire waterkering te laten fungeren moet deze met zeker 4m verhoogd moeten worden, waardoor de breedte van de dijk ook fors zal toenemen. Vanwege de steile vooroever is uitbreiding in zeewaartse richting technisch erg problematisch en zou zeer hoge kosten met zich meebrengen. Uitbreiding in landwaartse richting is niet mogelijk vanwege de ligging van het fort. Deze optie is hierdoor niet realistisch.

Ad 2. Versterking van de landwaartse dijk zou inhouden dat de dijk geheel bekleed zou moeten worden. De aansluitingen op het fort en de glooiingen aan weerszijden van dit traject zijn complex. Tijdens maatgevende condities mag niet op de aanwezigheid van de zeewaartse dijk gerekend worden, aangezien deze niet gedimensioneerd is op deze condities (zie Hoofdstuk 4: Toetsing). Het gevaar bestaat dat onherstelbare schade aan het fort zou kunnen optreden.

Ad 3. Bij deze optie blijft het systeem van twee dijken als primaire waterkering gehandhaafd. Gemiddeld eens in de tientallen jaren zal het fort natte voeten krijgen door overslaand water (zie Bijlage 9). Qua te treffen maatregelen komt het er op

neer dat de bekleding van de zeewaartse dijk aan de buitenzijde moet worden verbeterd. Daarnaast zal ook de binnenzijde van de zeewaartse dijk bekleed moeten worden, hetgeen nu niet het geval is. De bekleding aan de binnenzijde moet goed bestand zijn tegen overslaand water. De landwaartse dijk zal gedeeltelijk moeten worden verbeterd vanwege de belasting door transmissiegolven over de zeewaartse dijk.

Keuze ontwerpfilosofie

Gezien de bovenstaande overwegingen is voor de laatste optie gekozen: het handhaven van het stelsel van twee dijken als primaire waterkering. Dit is in het projectbureauoverleg van Projectbureau Zeeweringen van 10 maart 2004 besloten [3].

3. ONTWERPCONDITIES

3.1 Uitgangspunten

Voor de uitgangspunten wordt verwezen naar de Algemene Nota 2003 [2].

3.2 Randvoorwaarden

3.2.1 Waterstanden

De karakteristieke waterstanden, die van belang zijn voor het ontwerp, zijn weergegeven in Tabel 3.1 [4,5]. De locaties van de verschillende randvoorwaardevakken staan afgebeeld in Figuur 2. Het Ontwerppeil is gebaseerd op de nota 'De basispeilen langs de Nederlandse kust' [6]. Voor de bepaling van het Ontwerppeil is een zeespiegelrijzing van 0,60 m bij Ellewoutsdijk, voor de duur van 75 jaar, opgeteld bij het vastgestelde ontwerppeil voor 1985.

Tabel 3.1 Karakteristieke waterstanden [4,5]

Locatie	Dijkvak	Gemiddeld Hoogwater [NAP + m]	Ontwerppeil 2060 [NAP + m]
dp 467+70 – dp 470*	32b	2,25	6,20
dp 470 – dp 473–12m	32a	2,25	6,20
Gemiddeld laagwater Terneuzen (NAP + m) [5]		-1,90	

*Opmerking: De oorspronkelijke oostelijke begrenzing van randvoorwaardevak 32b (dp468) is vanuit praktische redenen 30m oostelijk opgeschoven (tot dp467+70m) tot aan het einde van het projectgebied. Aangezien de golfrandvoorwaarden van het aangrenzende randvoorwaardevak (33a) veel lichter zijn, is dit een veilige benadering.

3.2.2 Golven

Voor verschillende waterstanden zijn de maatgevende golfrandvoorwaarden berekend door het RIKZ [5,6]. De startnotitie randvoorwaarden [7] wordt normaal gesproken als maatgevend beschouwd. Tijdens het ontwerpproces zijn de randvoorwaarden geactualiseerd [8]. De geactualiseerde randvoorwaarden staan weergegeven in Tabel 3.2.

Tabel 3.2 Golfrandvoorwaarden [8]

Dijkvak	Golfrichtingsband [°]	Waterstand					
		NAP + 2 m		NAP + 4 m		NAP + 6 m	
		H_s [m]	$T_{p(m)}$ [s]	H_s [m]	$T_{p(m)}$ [s]	H_s [m]	$T_{p(m)}$ [s]
32b	212-260	2,0	5,5	2,3	5,8	2,6	6,3
32a	223-273	2,5	5,8	2,8	6,2	3,1	6,7

Voor de golfrandvoorwaarden bij tussenliggende waterstanden wordt lineair geïnterpoleerd. Bij lagere en hogere waterstanden wordt lineair geëxtrapoleerd. In Tabel 3.3 zijn de (geëxtrapoleerde) golfrandvoorwaarden behorend bij het Ontwerppeil 2060 gegeven.

Tabel 3.3 Golfrandvoorwaarden bij Ontwerppeil 2060

Dijkvak	Ontwerppeil 2060 [NAP + m]	Golffparameters	
		H_s [m]	T_p [s]
32b	6,20	2,63	6,35
32a	6,20	3,13	6,75

3.2.3 Golfaanval op de landwaartse dijk

Tijdens ontwerpomstandigheden zal het gebied rondom het fort vol komen te staan met water. De waterstand aan de buitenzijde is dan gelijk aan de kruinhoogte van de zeewaartse dijk en aan het waterpeil rondom het fort. De golfaanval op de landwaartse dijk zal dan bestaan uit transmissiegolven (over de zeewaartse dijk) en lokaal opgewekte golfenergie.

In de rapportage 'Maatgevende golfrandvoorwaarden Fort Ellewoutsdijk' (zie Bijlage 8), is onderzocht welke golfbelasting er zal optreden op de landwaartse dijk. De resultaten van dit onderzoek staan vermeld in Tabel 3.4.

Tabel 3.4 Golfrandvoorwaarden landwaartse dijk bij Ontwerppeil 2060

Dijkvak	Golffparameters	
	H_s [m]	T_p [s]
Westelijk van fort	1,15	4,92
Oostelijk van fort	0,66	4,15

3.2.4 Ecologische randvoorwaarden

In de Milieu-inventarisatie [10] is voor het onderhavige dijktraject een inventarisatie gemaakt van de huidige natuurwaarden en van de potenties voor natuurontwikkeling. Alle relevante bekleedingsstypen zijn op grond van hun ecologische kenmerken ingedeeld in categorieën. Voor elk gedeelte van het dijktraject is vastgesteld welke categorieën minimaal moeten worden toegepast om de natuurwaarden te herstellen of te verbeteren. Binnen een traject wordt onderscheid gemaakt in de getijdenzone en de zone boven gemiddeld hoogwater (GHW). De resultaten zijn weergegeven in Tabel 3.5. Voor de indeling van de bekleedingsstypen in categorieën wordt verwezen naar de Milieu-inventarisatie en naar de Algemene Nota [2].

Tabel 3.5 Minimaal benodigde categorie van type dijkbekleding conform de Milieu-inventarisatie [10]

Dijkvak	Getijdenzone		Boven GHW	
	Herstel	Verbetering	Herstel	Verbetering
32a,b	geen voorkeur	geen voorkeur	redelijk goed/voldoende	redelijk goed

Aanvullend op de Milieu-inventarisatie heeft de Meetdienst Zeeland in juni 2001 een meer gedetailleerd onderzoek uitgevoerd naar de vegetatie van het dijktraject langs het Zuidgors (dp 442 – 468), hetgeen geresulteerd heeft in een Detailadvies [11].

De omgeving van het fort en de haven is toen niet meegenomen. Daarom is in mei 2004 de omgeving van het fort en de jachthaven apart geïnspecteerd en is er een aanvullend detailadvies geschreven. Dit 'Aanvullend Detailadvies natuurwaarden zeewering Van Hattumpolder' [12] is opgenomen in Bijlage 3. Het resultaat van dit detailadvies is samengevat in Tabel 3.6. In het algemeen wordt het (aanvullend) Detailadvies opgevolgd omdat dit gebaseerd is op een recent vegetatieonderzoek.

Tabel 3.6 Minimaal benodigde categorie van type dijkbekleding conform Aanvullend detailadvies (Bijlage 3)

In dijkvak	Getijdenzone		Boven GHW	
	Herstel	Verbetering	Herstel	Verbetering
Traject Haven	(Redelijk) goed	Goed (ecozuilen)	Redelijk goed	Redelijk goed
Traject Fort	Geen voorkeur	Geen voorkeur	Redelijk goed	Redelijk goed

Omgeving fort

Vanwege de mogelijke werkzaamheden rondom het fort is deze omgeving ook onderzocht. Het fort valt onder de vogel- en habitatrichtlijn. Uit de inventarisatie is gebleken dat er geen kwalificerend habitat voorkomt rond het fort. Er zijn ook geen Flora en Fauna Wet beschermde plantensoorten aangetroffen. Het fort is in beheer bij Natuurmonumenten.

3.3 Landschapsvisie

In de Algemene Nota [2] is verwoord dat nadrukkelijk rekening moet worden gehouden met de wensen uit de Landschapsvisie Zeeweringen Westerschelde [13]. Een aanvulling hierop is het advies van de Dienst Landelijk Gebied (zie Bijlage 4), dat hieronder is verwoord.

Traject Fort

Het advies is om in de voorliggende dijk donker gekleurde materialen te gebruiken in de ondertafel en licht gekleurde materialen te gebruiken in de boventafel, de kruin en de binnenzijde van de dijk. Het heeft sterk de voorkeur de achterliggende dijk een groene dijk te laten.

Traject Haven

Bij het haventje van Ellewoutsdijk is het advies om de glooiing als een blinde glooiing achter de havendammen langs te trekken. De bekleding van de havendammen kan dan met rust gelaten worden en gespaard blijven. Indien de havendammen wel onderdeel blijven uitmaken van de primaire waterkering is hiervoor aanvullend advies nodig. Voor de bekleding van de dijk gelden de algemene uitgangspunten van een donker gekleurde ondertafel (betonzuil met basaltsplit) en een licht gekleurde boventafel (betonzuil). Gezien de cultuurhistorische waarde en recreatieve aantrekkingskracht is het van belang om zoveel mogelijk aan deze uitgangspunten te voldoen.

De gekozen bekleding voor het onderhavige dijktraject moet, vanuit een landschappelijk oogpunt, aansluiten op de aangrenzende dijktrajecten. Het aangrenzende dijkvak aan de oostzijde moet nog worden verbeterd. Er is daar

nog geen ontwerp van beschikbaar.

Aan de westzijde ligt het reeds verbeterde gedeelte langs Ellewoutsdijkpolder. Daar zijn in de ondertafel (tot NAP +2,7m) 'gewone' betonzuilen toegepast. In de boventafel zijn betonzuilen voorzien van eco-top toegepast.

4. TOETSING

4.1 Algemeen

In 1996 heeft Grondmechanica Delft gerapporteerd over de toestand van de dijkbekledingen in Zeeland [14]. Een globale toetsing is uitgevoerd aan de hand van de 'Leidraad toetsen op veiligheid' [15]. Aangezien uit de toetsresultaten is gebleken dat een groot aantal van de bekledingen niet voldoende sterk is, is het Project Zeeweringen gestart. Binnen dit project worden de bekledingen opnieuw getoetst, met verbeterde gegevens en golfrandvoorwaarden. Ook het dijktraject Ellewoutsdijkpolder (Haven en Fort) is getoetst met nieuwe berekeningen, gebruikmakend van de randvoorwaarden uit paragraaf 3.2. Ten tijde van de toetsing maakte dit dijktraject deel uit van een groter dijktraject (Ellewoutsdijk-, Van Hattum- en Everingepolder), dat nu dus is opgesplitst in twee delen.

4.2 Toetsing toplaag

In 1999 heeft het Waterschap Zeeuwse Eilanden in het kader van de inventarisatie steenzettingen Zeeland reeds toetsingen uitgevoerd.

In verband met het in voorbereiding nemen van het ontwerp van dit dijktraject en vanwege geconstateerde afwijkingen in het veld heeft het waterschap de toetsing geactualiseerd. Door PBZ is een controle uitgevoerd op de actualisatie.

De uiteindelijke controle door PBZ van de toetsing van het dijktraject heeft plaatsgevonden in 2004. De daarbij behorende glooiingskaart met toetsresultaten is opgenomen in Figuur 4.

Het vrijgavedocument van de toetsing [16] beschrijft in het kort de toetsgeschiedenis en verwijst ook naar de speciale situatie bij het fort, waar de primaire waterkering bestaat uit een systeem van twee dijken. Uitgangspunt bij de aanleg van dat stelsel is geweest dat de zeewaartse dijk de golven breekt en de landwaartse dijk de hoge waterstand keert. Nu de steenbekleding van de voorliggende dijk onvoldoende blijkt te zijn, kan opnieuw een keuze worden gemaakt door

- a. de bestaande bekleding te vernieuwen en zoals nu wateroverlast bij het fort te accepteren, of
- b. de bestaande bekleding niet te vervangen, maar de achterliggende dijk ook met steen te bekleden.

In 2000 is in het kader van een afstudeeropdracht onderzoek gedaan naar de mogelijkheden van deze en andere varianten. Variant a kwam bij dat onderzoek als het meest reële uit de bus. Nadeel van variant b is voor de beheerder dat een schadegevoelige oude glooiing wordt gehandhaafd en voorts dat de landwaartse dijk aan twee kanten met een verborgen glooiing moet worden aangesloten op de aangrenzende dijktrajecten. Groot nadeel van variant b is ook dat het fort meer gevaar zal lopen wanneer de zeewaartse dijk niet wordt verbeterd.

Overigens geldt voor variant a dat extra kosten moeten worden gemaakt. Het is namelijk te verwachten dat, wil de zeewaartse dijk overloopbestendig zijn, ook het binnentalud bekleed zal moeten worden.

In het Projectbureau Overleg van 10 maart 2004 is deze keuze aan de orde geweest. Met het waterschap is daar besloten om de steenbekleding van de zeewaartse dijk te verbeteren en in principe niet die van de landwaartse.

Argumenten daarvoor waren: de huidige status van de voorliggende dijk, de risico's

van schade (dus onderhoudskosten) aan de glooiing bij niet verbeteren, de extra kosten die bij het bekleden van de achterliggende gemaakt moeten worden, o.a. omdat daarbij de doorgaande bekleding van de aansluitende dijken als verborgen glooiing moet worden aangesloten op de achterliggende dijk.

Toetsing landwaartse dijk

Tijdens het ontwerpproces bleek dat de golven die over de zeewaartse dijk heen slaan, ook nog wel eens voor problemen zouden kunnen zorgen op de landwaartse dijk aan weerszijden van het fort. De met gras beklede dijk is toen apart getoetst, zie [17]. Uit deze toetsing is gebleken dat, westelijk van het fort, het gedeelte tussen *ontwerppeil* en *ontwerppeil min max(Hs of ys)* "onvoldoende" is. Het gedeelte oostelijk van het fort, dat minder zwaar wordt aangevallen, voldoet wel.

In het vrijgavedocument is ook aangegeven dat zal worden onderzocht in hoeverre dit dijktraject onderdeel uit kan maken van een Europees proefproject in het kader van het overslagbestendig maken van dijken. De Nederlandse benaming voor dit project is Dijk met Bereik; de internationale benaming is COMCOAST.

4.3 Conclusies

Zeewaartse dijk

Nagenoeg de gehele bekleding inclusief de havendammen heeft als toetsresultaat "onvoldoende". De betonnen damwand aan de achterzijde van de haven is op beheerdersoordeel goedgekeurd (zie Bijlage 10). De bekleding landwaarts van de betonnen damwand is wel afgekeurd.

Landwaartse dijk

Het gedeelte westelijk van het fort heeft als toetsresultaat "onvoldoende", het gedeelte oostelijk van het fort voldoet wel.

Er zal dus een volledig nieuw ontwerp gemaakt moeten worden, waarbij de bekleding van zowel de zeewaartse dijk als het westelijk deel van de landwaartse dijk verbeterd zal moeten worden.

5. KEUZE BEKLEDING: ALGEMEEN

5.1 Inleiding

Uit de toetsing is gebleken dat de gehele bekleding van de zeewaartse dijk en de havendammen moet worden verbeterd. Van de landwaartse dijk moet alleen het westelijk deel worden verbeterd. In dit hoofdstuk wordt bepaald welke nieuwe bekledingstypen op de zeewaartse dijk, het westelijk deel van de landwaartse dijk en de havendammen kunnen worden toegepast.

De volgende stappen worden gevolgd (zie hoofdstuk 7 van de Algemene Nota [2]):

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

5.2 Beschikbaarheid

In Tabel 5.1 zijn de hoeveelheden betonblokken weergegeven die vrijkomen bij het vernieuwen van de bekleding en die eventueel kunnen worden hergebruikt. De overige vrijkomende bekledingen zijn niet geschikt voor hergebruik en kunnen, mocht dit gewenst zijn, worden verwerkt in de kreukelberm. De hoeveelheden zijn bepaald aan de hand van de dwarsprofielen (om de 100m) en het vooraanzicht van de glooiing (zie Figuur 3).

Tabel 5.1 Vrijkomende hoeveelheden betonblokken

Toplaag	Afmetingen	Oppervlakte [m ²]	Oppervlakte gekanteld [m ²]
Haringmanblokken*	0,50 x 0,50 x 0,25 m ³	2500	1250
Haringmanblokken*	0,50 x 0,50 x 0,20 m ³	2250	900
vlakke betonblokken	0,50 x 0,50 x 0,20 m ³	1200	480

* In het westelijk gedeelte van de glooiing bij Traject Fort komen Haringmanblokken met een dikte van 25 cm voor. In het oostelijk gedeelte van de glooiing komen Haringmanblokken met een dikte van 20 cm voor. De overgang tussen beide zit bij dp470+60m (zie Figuur 11).

Materialen uit bestaande depots of uit een andere dijkverbetering

De verbetering van de dijkbekleding van Fort en Haven Ellewoutsdijk staat gepland voor 2006/2007. Het is in dit stadium niet te zeggen of er herbruikbare materialen beschikbaar zullen zijn of komen voor de uitvoering van dit werk. Daarom wordt als uitgangspunt voor het ontwerpwerk gesteld dat er geen herbruikbare materialen uit depots beschikbaar zijn.

Nieuwe materialen

Aanvoer van de volgende nieuwe materialen is mogelijk:

1. betonzuilen,
2. asfalt,

3. waterbouwasfaltbeton,
4. klei,
5. breuksteen, wel of niet gepenetreerd met asfalt of beton.

5.3 Voorselectie

In de Algemene Nota 2003 [2] worden de volgende mogelijke bekledingstypen genoemd:

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

Ad 1.

Uit de berekening van de technische toepasbaarheid moet blijken tot welke niveaus de beschikbare betonblokken (zowel Haringman- als vlakke blokken) onder de maatgevende golfcondities stabiel zijn.

Ad 2.

Bij een gepenetreerde bekleding in de getijdenzone wordt in het algemeen asfalt als penetratiemateriaal gebruikt, omdat een penetratie met colloïdaal beton moeilijker is uit te voeren en meer onderhoud vergt.

Ad 4.

Een overlaging wordt veelal toegepast wanneer een lager liggend deel van de ondertafel onvoldoende sterk is en een hoger liggend, aanmerkelijk groot deel kan worden gehandhaafd, of wanneer het deel, dat onvoldoende is, relatief diep ligt en moeilijk bereikbaar is.

Ad 5.

Aangezien de dijk zeewaarts van het fort geen voldoende hoog en stabiel voorland heeft, komt deze niet voor de toepassing van een kleidijk in aanmerking.

Tabel 5.2 geeft de voorkeuren voor de bekledingstypen volgend uit de Milieu-inventarisatie en het bijbehorende Detailadvies, rekening houdend met de beschikbaarheid en de mogelijke bekledingstypen uit de Algemene nota. Voor zover mogelijk, mag van deze voorkeuren worden afgeweken.

Tabel 5.2 Voorkeuren uit de Milieu-inventarisatie en het Detailadvies, rekening houdend met de beschikbaarheid en de Algemene nota

In dijkvak	Getijdenzone		Boven GHW	
	Herstel	Verbetering	Herstel	Verbetering
Traject Haven (haven-dammen) 32b	<ul style="list-style-type: none"> • Betonblokken • Haringmanblokken • Betonzuilen • Breuksteen gepenetreerd met asfalt, niet vol en zat en 'schone koppen' (overlagen) 	<ul style="list-style-type: none"> • betonzuilen met ecotoplaag 	<ul style="list-style-type: none"> • Betonblokken met tussenruimte • Haringmanblokken • Betonzuilen 	<ul style="list-style-type: none"> • Betonblokken met tussenruimte • Haringmanblokken • Betonzuilen
Traject Fort 32a/b (zeew. dijk)	<ul style="list-style-type: none"> • geen voorkeur 	<ul style="list-style-type: none"> • geen voorkeur 	<ul style="list-style-type: none"> • Betonblokken met tussenruimte • Haringmanblokken • Betonzuilen 	<ul style="list-style-type: none"> • Betonblokken met tussenruimte • Haringmanblokken • Betonzuilen
Traject Fort 32a/b (landw. dijk)	<ul style="list-style-type: none"> • Geen voorkeur 			

Uit Tabel 5.2 wordt geconcludeerd dat voor de havendammen van het Traject Haven voor de nieuwe bekledingen in de ondertafel betonzuilen, Haringmanblokken, vlakke betonblokken of ingegoten breuksteen moet worden gebruikt. In de boventafel en op de berm kunnen betonzuilen, Haringmanblokken en vlakke betonblokken worden toegepast.

Voor de zeewaartse dijk van het Traject Fort bestaat geen voorkeur voor de ondertafel, alle technisch toepasbare materialen mogen in principe gebruikt worden. In de boventafel en op de berm kunnen betonzuilen, Haringmanblokken en vlakke betonblokken worden toegepast.

Voor de landwaartse dijk van het Traject Fort bestaat er geen voorkeur.

In de volgende hoofdstukken wordt bepaald of de bovengenoemde bekledingen technisch toepasbaar zijn.

6. TRAJECT HAVEN: KEUZE BEKLEDING EN DIMENSIONERING

6.1 Inleiding

De toetsing van de bekledingen op de havendammen en de achterliggende dijk ter hoogte van het haventje Ellewoutsdijk heeft het resultaat 'onvoldoende' opgeleverd (zie Hoofdstuk 4). In paragraaf 6.2 wordt de technische toepasbaarheid van twee mogelijke alternatieven besproken. In paragraaf 6.3 volgt de afweging van de alternatieven. In paragraaf 6.4 volgt de keuze van het alternatief. De dimensionering van het ontwerp volgt in paragraaf 6.5. Paragraaf 6.6 behandelt de overgangsconstructies.

6.2 Technische toepasbaarheid

6.2.1 Alternatief 'havendam'

De bekledingen van de dammen kunnen zodanig aangepast worden, dat de dammen de ontwerpomstandigheden aan kunnen. Het voordeel hiervan is dat er geen verborgen glooiing behoeft te worden aangelegd. De golfreducerende werking van de dammen voor de landwaarts van de haven gelegen dijk, kan verwaarloosd worden. Dit wordt onderbouwd in Bijlage 6.

In Tabel 6.1 zijn de mogelijkheden vermeld die volgen uit de Milieu-inventarisatie en het Detailadvies, rekening houdend met de beschikbaarheid en de Algemene nota.

Tabel 6.1 Voorkeuren uit de Milieu-inventarisatie en het Detailadvies, rekening houdend met de beschikbaarheid en de Algemene nota

In dijkvak	Getijdenzone		Boven GHW	
	Herstel	Verbetering	Herstel	Verbetering
Traject Haven 32b	<ul style="list-style-type: none"> • Betonblokken • Haringmanblokken • Betonzuilen • Breuksteen gepenetreerd met asfalt, niet vol en zat en 'schone koppen' (overlagen) 	<ul style="list-style-type: none"> • Ecozuilen 	<ul style="list-style-type: none"> • Betonblokken • Haringmanblokken • Betonzuilen 	<ul style="list-style-type: none"> • Betonblokken • Haringmanblokken • Betonzuilen

Gekantelde blokken blijken niet toepasbaar vanwege de zwaarte van de hydraulische randvoorwaarden.

Betonzuilen zijn technisch toepasbaar in de getijdenzone en boven GHW (zie Bijlage 1). Vanwege het milieuvan advies komen betonzuilen als enig alternatief in aanmerking voor de zone boven GHW.

6.2.2 Alternatief 'damwand'

I.p.v. de dammen te versterken, kan ook de dijk achter de haven dusdanig aangepast worden dat deze voldoet aan de veiligheidseisen. Bij dit alternatief wordt er van uitgegaan dat tijdens ontwerpomstandigheden de havendammen volledig verdwenen zijn en geen bescherming voor de achtergelegen dijk bieden. Dit alternatief betekent niet dat er geen onderhoud aan de dammen meer zal plaatsvinden en dat schades niet gerepareerd worden. De dammen maken echter

geen onderdeel meer uit van de primaire waterkering. Door het niet aanpassen van de dammen wordt er een grotere kans op schade aan de dammen geaccepteerd dan 1/4000.

Uitgangspunt voor de beheerder is dat de betonnen damwand in de haven voldoet aan de veiligheidseisen. Aan weerszijden van de betonnen damwand wordt een stalen damwand geplaatst die aansluit op de glooiing oostelijk en westelijk van de haven (zie Figuur 6). De dammen kunnen volledig intact gelaten worden. De aansluiting op de betonnen damwand dient nader te worden gedetailleerd. Van de damwand is normaal gesproken niets te zien. De damwand zal zijn functie pas vervullen wanneer tijdens extreme omstandigheden de havendammen weggeslagen zouden zijn.

Opmerking: Er is ook overwogen om i.p.v. een damwandconstructie een verborgen glooiing inclusief kreukelberm aan te leggen. Dit is uitvoeringstechnisch erg lastig omdat er in de bestaande damwanden trekankers zijn aangebracht. Ook de aansluiting op de uitwateringskoker is lastig. Verder zou er veel grondverzet plaats moeten plaatsvinden. Gezien het voorgaande is dit alternatief niet verder in beschouwing genomen.

6.3 Afweging alternatieven

Constructie

De damwandoplossing is constructief gezien een goede oplossing. De versterking van de havendammen is constructief gezien ook een goede oplossing.

Op het gebied van flexibiliteit (het volgen van zettingen) zijn beide alternatieven gelijkwaardig. Wat betreft de overgangen worden geen problemen verwacht. De overgang tussen damwand en aansluitende glooiing aan westelijke zijde wordt gerealiseerd door de overlaging door de bocht door te zetten, zodat er voldoende overlap is (zie paragraaf 7.7).

Constructief gezien bestaat er daarom geen voorkeur.

Uitvoering

Het damwandalternatief zal veel minder tijd in beslag nemen dan het havendamalternatief. Bij de verbetering van de havendammen moet sterk rekening gehouden worden met het getij. Het damwandalternatief is minder gevoelig voor tijwerkzaamheden. Ook de vele krommingen in de dammen maken het werk er niet eenvoudiger op, toleranties moeten worden beperkt. Zowel qua tijd als qua moeilijkheidsgraad scoort het havendamalternatief minder dan het damwandalternatief.

Hergebruik

Bij het damwandalternatief komen nauwelijks of geen materialen vrij. Wel scoort een damwand laag als het gaat om de LCA waarde (Life Cycle Analysis).

Bij het havendamalternatief komen veel materialen vrij die kunnen worden hergebruikt als stortmateriaal. Dit is geen echte benodigde bouwstof. Bovendien moeten er veel nieuwe materialen (betonzuilen, breuksteen) worden aangevoerd. Qua hergebruik zijn de alternatieven niet onderscheidend.

Onderhoud

Het damwandalternatief vergt meer onderhoud aan de havendammen, omdat deze

niet versterkt zijn. De damwand zelf zal nagenoeg onderhoudsvrij zijn. Zowel bij het havendamalternatief als bij het damwandalternatief zal opgetreden schade goed zichtbaar zijn.

Landschap

Een onder normale omstandigheden onzichtbare damwand voldoet aan het detailadvies landschapsvisie, waarin een duidelijke voorkeur wordt uitgesproken voor handhaving van de bestaande dammetjes.

Natuur

Vanuit milieuoogpunt heeft de damwandoplossing geen enkel effect, noch negatief noch positief.

De aanpassing van de havendammen d.m.v. (eco)zuilen zou de natuur kans geven op herstel/verbetering. In vergelijking met het andere alternatief worden wel eerst natuurwaarden verstoord door ontmanteling van de huidige bekleding.

Kosten

Vanwege het feit dat de golfreducerende werking van de havendammen wordt verwaarloosd, moet de bekleding van de dijk landwaarts van de damwand bij beide alternatieven nagenoeg hetzelfde zijn. In de onderstaande kostenbepaling wordt daarom alleen gekeken naar de onderdelen die van elkaar verschillen bij de alternatieven.

- *Alternatief 'havendam'*

Gezien het milieuadvies (zie Tabel 3.6 en Tabel 5.2) blijven er weinig materialen over om toe te passen. Uit berekeningen blijkt dat onder maatgevende omstandigheden blokken niet meer toepasbaar zijn, zuilen blijken wel toepasbaar (zie Bijlage 1).

Om tot een eerste schatting van de kosten te komen is bepaald hoeveel m² aan zuilen zal moeten worden toegepast ter verbetering van de dammen. De benodigde oppervlakte bedraagt ongeveer 4.500 m² (zie Bijlage 5). Wanneer we voor de levering en verwerking van de zuilen een eenheidsprijs van € 90/m² aanhouden, komen we op een totaal van € 405.000,-.

- *Alternatief 'damwand'*

De totale benodigde damwandlengte bedraagt ongeveer 70 m. Voor de diepte van de damwand is 12 m aangehouden (uitgaande van 2/3 deel onder de grond, 1/3 deel kerend lijkt dit ruim voldoende).

Als eenheidsprijs van een damwand van de middenklasse (levering en plaatsing) wordt € 175 /m² aangehouden. De kosten bedragen dan $70 \times 12 \times € 175 \approx € 150.000,-$. Rekening houdend met de kosten voor de aansluitingen op de betonnen wand en de glooiingen aan weerszijden en post onvoorzien (schatting € 150.000), komen we op een totaalbedrag van € 300.000,-

- *Vergelijking kosten*

De damwandalternatief is daarmee iets goedkoper dan het alternatief waarbij de bekleding van de havendammen moet worden aangepast.

6.4 Keuze alternatief

Het damwandalternatief scoort op een aantal punten beter dan het

havendamalternatief en met name op het gebied van de uitvoering en landschap. Voordeel van het havendamalternatief zit juist in het verminderde onderhoud aan de dammen. Alhoewel deze dammen geen onderdeel meer uitmaken van de primaire waterkering, zullen ze toch onderhouden moeten blijven. De kosten van het damwandalternatief worden lager ingeschat dan een verbetering van de havendammen. De criteria en de beoordeling zijn op een rijtje gezet m.b.v. de keuze matrix (zie Tabel 6.2). De keuze valt op het damwandalternatief (Zie Figuur 6).

6.5 Dimensionering

Damwand

Er is een ontwerp gemaakt van de damwand waarvan een separaat ontwerpdocument is opgesteld (zie Bijlage 7). Maatgevende situatie voor de dimensionering van de damwand blijkt te zijn wanneer de havendammen volledig weggeslagen zijn, de achterliggende dijk deels verzadigd is en de buitenwaterstand laag is. Concreet zijn de volgende aannamen gedaan voor de dimensionering van de damwand:

- Waterstand in de dijk bedraagt NAP +3,5 m
- Maaiveldniveau zeewaarts van de damwand bedraagt NAP 0,0 m.
- Waterstand zeewaarts van de damwand bedraagt NAP -1,90 m (= GLW).

De damwand heeft een lengte van 10 m (van NAP +3,45 m tot aan NAP - 6,55m). Op NAP 2,0 m zullen groutankers worden toegepast. De groutankers hebben een lengte van 24,5 m, waarvan 6 m groutlichaam. De groutankers worden onder een hoek van 20° aangebracht met een h.o.h. afstand van 2,52 m. Het gekozen damwandtype is een AZ18. In de besteksfase zullen de aansluitingen op de glooiing en de betonnen damwand nader gedimensioneerd worden. Voor verdere details wordt verwezen naar het separate ontwerpdocument (zie Bijlage 7).

Glooiing landwaarts van betonnen en stalen damwand

Landwaarts van de damwanden zal op het horizontale gedeelte waterbouwasfaltbeton toegepast worden (vanwege de functie als toegangsweg tot de haven). Het waterbouwasfaltbeton (laagdikte 0,20 m) wordt op een laag fosforslakkenmengsel (laagdikte 0,40 m) en een geotextiel (type 2) aangebracht. In Figuur 7 is een dwarsprofiel met de bestaande en de nieuwe situatie weergegeven. Figuur 11 bevat een bovenaanzicht van het ontwerp.

In de boventafel worden betonzoulen (50 cm/2500 kg/m³) toegepast. De keuze en dimensionering van dit type bekleding hebben mede te maken met de keuzes die voor de glooiing van het Traject Fort zijn gemaakt. Hiervoor wordt verwezen naar hoofdstuk 7 en specifiek naar paragraaf 7.6.

Berm landwaarts van betonnen en stalen damwand

Landwaarts van de haven begint de bestaande berm op circa NAP +5,30 m. De berm zal zoals gebruikelijk op ontwerppeil worden gebracht. Op de berm wordt een onderhoudsstrook aangelegd. De toplaag wordt uitgevoerd in grindasfaltbeton of dicht asfaltbeton, en voorzien van een lichtgrijze slijtlaag. De breedte van de onderhoudsstrook is 3,0 m. Tijdens de uitvoering bestaat de strook uit een 0,4 m dikke laag fosforslakken, van de sortering 0/40 mm, op een geokunststof (type 2). De eigenschappen van dit standaardweefsel staan vermeld in Tabel 6.1. De strook

van fosforslakken wordt na de uitvoering niet verwijderd, maar afgedekt met asfalt. Gegeven een verdichte fundering van fosforslakken, stelt het toekomstige gebruik van de onderhoudsstrook geen aanvullende sterkte-eisen.

Tabel 6.1 Eisen geokunststof type 2

Eigenschap	Waarde
Treksterkte	> 50 kN/m (ketting en inslag)
rek bij breuk	< 20 % (ketting en inslag)
doorstromingsweerstand	$V_{I_{H50}}$ -index ≥ 15 mm/s
poriegrootte O_{90}	< 350 μ m
Levensduurverwachting	type B (NEN 5132)
Sterkte naaiaad	> 50 % van breuksterkte geokunststof

6.6 Overgangsconstructies

De overgang van de damwand op de glooiing ten westen evenals landwaarts van de damwand (Traject Fort) wordt behandeld in hoofdstuk 7. De overgang aan oostelijke zijde hangt af van het ontwerp dat daar nog voor gemaakt moet worden. De aansluiting van de stalen damwand op de bestaande damwand zal in de besteksfase nader gedimensioneerd worden.

Tabel 6.2 Keuzemodel Haven

Keuzemodel - 21/2 mei 2003 - Minimaal 2 varianten doorrekenen. De waarden zijn relatief.

Polder:

Criteria	Constructie	Uitvoering	Hergebruik	Onderhoud	Landschap	Natuur	Totaal (1)	Wegingsfactor
Constructie (flexibiliteit/overgangen)	0	3	3	2	3	2	13	21,7
Uitvoering	1	0	2	1	2	1	7	11,7
Hergebruik	1	2	0	1	2	1	7	11,7
Onderhoud	2	3	3	0	3	2	13	21,7
Landschap	1	2	2	1	0	1	7	11,7
Natuur	2	3	3	2	3	0	13	21,7
Totaal (2)							60	100,0

Criteria >	Constructie		Uitvoering			Hergebruik		Onderhoud			Landschap	Natuur	
Subcriteria >	flexibiliteit	overgangen	tijd	moelijkheidsgraad	toleranties	hergebruik	LCA	duurzaamheid	zichtbaarheid	tijd		natuurwaarden	vogels
Weging subcriteria >	50	50	33	33	33	50	50	33	33	33	100	50	50
Scoretabel													
Havendam alternatief	2	2	1	1	1	1	2	3	2	3	1	2	2
Damwand alternatief	2	2	3	3	3	2	2	1	2	2	3	3	3

Gewogen score	Constructie	Uitvoering	Hergebruik	Onderhoud	Landschap	Natuur	Totaal	Kosten	Score/kosten
Havendam alternatief	14,4	3,9	5,8	19,3	3,9	14,4	61,8	1,0	61,76
Damwand alternatief	14,4	11,7	7,8	12,0	11,7	21,7	79,3	0,7	113,23

Opmerkingen:
 TOELICHTING OP INGEVULDE SCORES
 score 3 is goed
 score 2 is neutraal
 score 1 is slecht

7. TRAJECT FORT: KEUZE BEKLEDING EN DIMENSIONERING

7.1 Inleiding

Gezien het stelsel van twee dijken is een enigszins aangepaste aanpak nodig. In paragraaf 7.2 wordt de technische toepasbaarheid besproken van diverse bekledingen op de verschillende onderdelen van de twee dijken. Een afweging van de alternatieven en een keuze volgt in paragraaf 7.3. In paragraaf 7.4 wordt verslag gedaan van een onderzoek naar de grondmechanische stabiliteit. In paragraaf 7.6 wordt de dimensionering van het gekozen ontwerp behandeld. Paragraaf 7.7 behandelt de overgangsconstructies.

7.2 Technische Toepasbaarheid

7.2.1 Buitenbeloop zeewaartse dijk

In Tabel 7.1 staan de mogelijkheden vermeld die volgen uit de Milieu-inventarisatie en het Detailadvies, rekening houdend met de beschikbaarheid en de Algemene nota. Voor de getijdenzone bestaat geen voorkeur, voor het gedeelte boven GHW wel.

Tabel 7.1 Voorkeuren uit de Milieu-inventarisatie en het Detailadvies, rekening houdend met de beschikbaarheid en de Algemene nota

In dijkvak	Getijdenzone		Boven GHW	
	Herstel	Verbetering	Herstel	Verbetering
Traject Fort 32a/b	<ul style="list-style-type: none"> • Geen voorkeur 	<ul style="list-style-type: none"> • geen voorkeur 	<ul style="list-style-type: none"> • Betonblokken met tussenruimte • Haringmanblokken • Betonzuilen 	<ul style="list-style-type: none"> • Betonblokken met tussenruimte • Haringmanblokken • Betonzuilen

Zetsteenbekledingen

De technische toepasbaarheid van een bekleding met zetsteen moet worden aangetoond met het rekenprogramma ANAMOS, met inachtneming van het Technische Rapport Steenzettingen [19], en uitgaande van de representatieve waarden voor de constructie en de randvoorwaarden. De rekenmethodiek wordt beschreven in de Handleiding Ontwerpen [20].

De berekeningen betreffen alleen het bezwijkmechanisme 'instabiliteit van de toplaag'. Met het bezwijkmechanisme 'afschuiving' wordt rekening gehouden door te werken met hellingen flauwer dan of gelijk aan 1:3,1 (rekenwaarde ondertafel flauwer dan of gelijk aan 1:2,7). Steilere hellingen worden alleen toegelaten wanneer het niet anders kan, bijv. bij de aansluiting op een gemaal of sluis. In paragraaf 7.4 worden de uitkomsten van extra onderzoek naar de grondmechanische stabiliteit nader toegelicht.

Met het bezwijkmechanisme 'materiaaltransport' wordt rekening gehouden bij het ontwerp van het geokunststof (zie paragraaf 7.6).

Talud

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

De huidige taludhellingen staan weergegeven in Tabel 7.2. Een tweetal dwarsprofielen (dp 471 en dp 472) staat afgebeeld in Figuur 8 en Figuur 9. Voor de locatie van de dwarsdoorsnedes wordt verwezen naar het bovenaanzicht in Figuur 11.

Rekening houdend met uitvoeringstoleranties en tonrondte, wordt in de berekeningen een taludhelling ingevoerd die in het onderste 2/3 deel van het talud 0,4 steiler en in het bovenste 1/3 deel 0,2 steiler is [20].

Tabel 7.2 Bestaande gemiddelde taludhellingen buitentalud

Locatie dwarsprofiel	Taludhelling [1:]
469	3.2
470	3.3
471	3.4
472	3.4
473	3.6

Betonzuilen

De stabiliteit van de zwaarste zuilen, met een dichtheid van 2900 kg/m³ en een dikte van 0,50 m, is berekend bij de zwaarste randvoorwaarden uit randvoorwaardenvak 32a en een taludhelling van 1:2,8 (rekenwaarde). Hieruit blijkt dat toepassing van betonzuilen langs het gehele Traject Fort mogelijk is. De berekening is opgenomen in Bijlage 1.

Haringman en vlakke blokken

De maximale toepassingsniveaus van Haringmanblokken en vlakke betonblokken, met blokbreedtes (gekanteld) van 0,20 m, zijn berekend, uitgaande van gekantelde toepassing, zonder tussenruimte. Hierbij is uitgegaan van het steilste talud binnen ieder randvoorwaardenvak. De golfvandvoorwaarden zijn dermate zwaar dat gekantelde blokken zowel in de getijdenzone als boven GHW niet toepasbaar zijn (zie Bijlage 1).

Basaltzuilen

Het basalt dat eventueel vrijkomt bij het werk (afhankelijk van gekozen oplossing), is gepenetreerd met asfalt en is daarom niet geschikt voor hergebruik. Deze mogelijkheid is verder niet onderzocht.

Samenvattend voor zone boven GHW

Voor de zone boven GHW komen alleen betonzuilen in aanmerking (rekening houdend met het Milieuadvies).

Overige bekledingstypen getijdenzone

Voor de getijdenzone komen in principe alle technische mogelijkheden in aanmerking.

Breksteen

Vanwege het feit dat 'boven GHW' alleen betonzuilen kunnen worden toegepast, valt een oplossing met breksteen af, omdat het bovenbeloop daar niet goed op kan steunen.

Overlaging met breksteen

In principe zijn er drie typen overlagingen mogelijk

- Losse breksteen
- Patroon-gepenetreerde breksteen
- Vol-en-zat gepenetreerde breksteen

Deze oplossingen zijn wel mogelijk, omdat de boventafel dan steunt op de onderliggende basaltzuilen, die dan overlaagd zijn.

- *Overlaging losse breksteen*

De maatgevende waterstand, m.a.w. het niveau voor de maatgevende randvoorwaarden voor een overlaging met bovengenoemde varianten is gelijk aan het topniveau van de bekleding (hoogste niveau langs het talud gemeten waar de laagdikte nog gelijk is aan 2*Dn50) vermeerderd met de dikte ervan, met als maximum het ontwerppeil. Als praktische waarde wordt in dit stadium 1,0 m laagdikte aangehouden. In Bijlage 1 staan de berekeningen met behulp van de 'spreadsheets breksteen' weergegeven. Uit de berekeningen blijkt dat de benodigde steensortering 3000 – 6000 kg bedraagt. Aan een dergelijke sortering kleven grote nadelen, zoals een slechte toegankelijkheid en grote laagdiktes (de Dn50 van een 3-6 ton sortering bedraagt 1,19 m). De minimum laagdikte bedraagt 2*Dn50 dus 2,38 m. Vanwege de praktische bezwaren tegen een dergelijke grote laagdikte is dit alternatief niet verder onderzocht.

- *Overlaging patroon-gepenetreerde breksteen*

Met behulp van dezelfde 'spreadsheets breksteen' behorend bij de Handleiding Ontwerp is bepaald dat bij een overlaging met patroon-gepenetreerde breksteen met **stippen** een sortering benodigd is van 1000-3000 kg. De daarbij behorende Dn50 bedraagt 0,91m. De minimale laagdikte bedraagt dan 1,82 m (2*dn50). Vanwege de grote benodigde laagdikte is dit alternatief niet verder onderzocht.

Een overlaging met patroon gepenetreerde breksteen met **stroken** levert een benodigde sortering op van 300-1000 kg. De daarbij behorende Dn50 bedraagt 0,63 m. De minimale laagdikte bedraagt dan 1.26m (2*dn50). Vanwege de grote benodigde laagdikte is dit alternatief niet verder onderzocht.

- *Overlaging vol-en-zat gepenetreerde breksteen*

Vol en zat gepenetreerde breksteen kan op basis van veel kleinere sortering gemaakt worden (5-40 kg) (conform de richtlijnen uit de ontwerphandleiding). De bijbehorende laagdikte bedraagt 0,40 m, hetgeen in de praktijk uitstekend mogelijk

is.

Samenvattend voor getijdenzone

In ondertafel zijn twee alternatieven mogelijk, namelijk betonzuilen en een overlaging met vol-en-zat gepenetreerde breuksteen.

Voor de ondertafel is er een voorkeur voor een overlaging om een aantal redenen. In het verleden is er een ernstige verzakking in de glooiing geweest. Nadat daar ter plekke met asfalt was ingegoten is er geen verdere verzakking op getreden.

Ook het steile talud onder de teen (veroorzaakt door de diepe geul) geeft in de praktijk niet of nauwelijks de ruimte om daar een teenconstructie voor een nieuwe glooiing te maken. In 2005 is reeds een bestorting van de vooroever aangebracht (zie paragraaf 2.2). Een overlaging met vol-en-zat gepenetreerde breuksteen is daarom het enige alternatief dat in aanmerking komt.

7.2.2 Kruin zeewaartse dijk

Tijdens ontwerpomstandigheden staat het water tot aan de kruin (NAP +6,20 m). Voor de dimensionering van de kruin worden de rekenregels voor havendammen gehanteerd. Er wordt gebruik gemaakt van de 'spreadsheet havendammen' behorend bij de 'Handleiding Ontwerp'.

Zetsteen

Uit de berekeningen (zie Bijlage 1) volgt dat er bij toepassing van betonzuilen met een hoge dichtheid (2900 kg/m³) een zuilhoogte van 60 cm benodigd is.

Momenteel is de maximaal beschikbare zuilhoogte 50 cm. Zetsteen komt daarom niet in aanmerking.

Waterbouwasfaltbeton

Aangezien de kruin ook gebruikt wordt als onderhoudsweg en ook een recreatieve functie heeft (uitzicht op fort en over Westerschelde), is waterbouwasfaltbeton ook een goed alternatief. Uit de spreadsheet asfaltbekledingen volgt een benodigde laagdikte van 0,25 m (zie Bijlage 1).

Om aan het landschappelijk advies te voldoen (lichtgekleurd boven GHW), kan de toplaag afgestrooid worden met split.

Met asfalt gepenetreerde breuksteen

Met asfalt gepenetreerde breuksteen is constructief gezien een goede oplossing. Gezien de functie van onderhoudsweg en de recreatieve functie, is een oneffen oppervlak niet gewenst. Daarom ligt deze constructievorm niet voor de hand en kan beter waterbouwasfaltbeton worden gebruikt.

Conclusie kruin

Waterbouwasfaltbeton komt het beste in aanmerking als bekleding voor de kruin. De minimaal benodigde dikte bedraagt 0,25 m.

7.2.3 Binnenbeloop zeewaartse dijk

Talud

Het binnenbeloop van de zeewaartse dijk is zeer steil opgezet. Ter hoogte van dp 472 wordt zelfs een taludhelling gemeten van 1:1,7 (zie Tabel 7.3). Het gevaar bestaat voor afschuiving. De meest kritieke situaties zijn wanneer de dijk verzadigd

is met water, de waterstand aan de zeewaartse zijde hoog is en aan de landwaartse zijde laag. Echter het omgekeerde kan ook voorkomen, een hoge waterstand aan de binnenzijde en een lage waterstand aan de buitenzijde (eb). De hoge waterstand aan de binnenzijde kan voorkomen wanneer de het gebied tussen de dijken door overslag is volgelopen en het peil in de Westerschelde weer daalt.

Om het gevaar van afschuiving kleiner te maken is het zaak het talud te verflauwen. Taludverflauwing valt niet mee, want aan de binnenzijde loopt een asfaltweg naar het fort, die bij voorkeur gespaard dient te blijven. Wanneer het binnentalud verflauwd wordt tot aan de asfaltweg (waar nodig), kunnen taludhellingen van 1:2.7 of flauwer worden bereikt (zie Tabel 7.4).

Tabel 7.3 Bestaande taludhellingen binnentalud

Locatie dwarsprofiel	Taludhelling [1:]
469	Nvt
470	2.0
471	2.1
472	1.7
473	nvt

Tabel 7.4 Mogelijke taludhellingen binnentalud

Locatie dwarsprofiel	Taludhelling [1:]
469	Nvt
470	3.2
471	3.1
472	2.7
473	nvt

Zetsteenbekledingen

Voor zetsteenbekledingen worden er geen taluds steiler dan 3.1 toegepast i.v.m. het gevaar voor afschuiving. Een verflauwing van het talud van 2.7 naar 3.1 komt in deze situatie overeen met een extra horizontaal ruimtebeslag van ongeveer 1,25 m. Er zijn twee mogelijkheden om toch een helling van 3.1 te bewerkstelligen; of de kruin minder breed maken, of een gedeelte van de asfaltweg beslaan en de asfaltweg iets landwaarts verplaatsen.

Het inkorten van de kruin gaat ten koste van de robuustheid van de dijk en wordt derhalve afgeraden. Ook het verplaatsen van de asfaltweg naar het fort in combinatie met het aanpassen van de taluds is ongewenst. Een alternatief met zetsteenbekleding heeft daarom niet de voorkeur.

Overige bekledingstypen

Groen binnentalud

Momenteel is de dijk aan de binnenzijde bekleed met gras. Tijdens ontwerpomstandigheden zal de dijk aan de binnenzijde belast worden door het overslaande water. Een groene dijk bestaande uit grasbekleding is onvoldoende

sterk en is geen geschikt alternatief.

Open steenasfalt (met grasmatten als toplaag)

De ervaringen met open steenasfalt aan de buitenzijde van de dijk zijn in Zeeland niet goed. Dit komt o.a. doordat de dagelijkse golfwerking allerlei materiaal (veek) op het talud op en neer spoelt, hetgeen een erosieve werking heeft op het open steenasfalt. Ook UV-straling vermindert de hechtende werking van de bitumen. Het binnentalud van de zeevaartse dijk bij het fort zal echter zelden belast worden door stroming, maar is wel goed bestand tegen deze stroomsnelheden. Er bestaan geen standaard rekenregels voor open steenasfalt op een binnentalud. In dit specifieke geval heeft de beheerder (WZE) het ontwerp op basis van een beheerdersoordeel voorgeschreven (zie Bijlage 1). In deze notitie staat dat op basis van ervaring een laagdikte van 0,20 m voldoende geacht. In België zijn in overstromingsgebieden laagdiktes van 0,10 m toegepast die zich gedurende de afgelopen tien jaar prima hebben gedragen. Onder de open steenasfalt wordt een geotextiel type 2 aangebracht. Wel zullen de taludhellingen aangepast worden, aangezien een talud van 1:1,7 te steil is. Een taludhelling van 1:2,5 is voldoende flauw voor de toepassing van open steenasfalt. Het is daarom niet nodig de weg naar het fort te verplaatsen. Daar waar het talud steiler is dan 1:2,5 zal het talud worden verflauwd tot aan 1:2,5.

De teen van het talud moet ook beschermd worden tegen overstromend water. Daar waar aangesloten wordt op het min of meer horizontale maaiveld zal de laag open steenasfalt 3,0 m horizontaal worden doorgezet.

Uit landschappelijke overwegingen bestaat de voorkeur het open steenasfalt af te strooien met 10 cm grond, zodat daar begroeiing op kan plaatsvinden. Ook de negatieve effecten van direct zonlicht (UV straling) op de kwaliteit van het asfalt worden hierdoor vermeden. Het open steenasfalt kan zowel met gladgestreken als met ruw oppervlak aangebracht worden. Het afstrooien van de dijk met grond kan het beste gebeuren op een ruw oppervlak. Het open steenasfalt zal om deze redenen ruw afgewerkt worden.

Conclusie binnentalud zeevaartse dijk

Gezien de geringere kosten en de mogelijkheid voor toepassing op relatief steile taluds (1:2,5), bestaat er voorkeur voor de toepassing van open steenasfalt afgedekt met een laag grond. Zulen zijn niet stabiel bij deze taludsteilheden.

7.2.4 Buitentalud landwaartse dijk

Het buitentalud van de landwaartse dijk zal zeer zelden belast worden. Pas tijdens extreme omstandigheden die in de buurt komen van de ontwerpomstandigheden zal er dermate veel water over de dijk slaan dat het gebied tussen de twee dijken langzaam maar zeker gevuld wordt met water. De zwaarste golfbelasting voor de landwaartse dijk zal optreden wanneer de kom volledig gevuld is met water en het waterniveau op het ontwerppeil staat (NAP+6,20 NAP). De zeevaartse dijk fungeert dan als golfbreker. In paragraaf 3.2.3 staan de maatgevende golfbrandvoorwaarden voor de landwaartse dijk weergegeven.

Gedeelte oostelijk van het fort

Uit de toetsing (zie Hoofdstuk 4) is gebleken dat het gedeelte oostelijk van het fort voldoet.

Gedeelte westelijk van het fort

Het bestaande grastalud aan de westelijke zijde is niet bestand tegen de daarvoor geldende maatgevende golfrandvoorwaarden ($H_s=1,15\text{m}$; $T_p=4,92\text{s}$). Volgens de toetsing [17] voldoet een grasbekleding niet boven een niveau van (ontwerppeil minus $\max(H_s, y_s)$), hetgeen er op neer komt dat een grasbekleding boven een hoogte van NAP +5,10 m niet meer voldoet. Er zal een ander type bekleding moeten worden toegepast.

Uit het Detailadvies Milieu is gebleken dat er geen kwalificerend habitat voorkomt rondom het fort. Er zijn ook geen Flora en Faunawet beschermde plantensoorten aangetroffen. Vanuit milieuoogpunt is er dus geen voorkeur.

Vanwege de bijzondere situatie zal een aangepaste afweging worden gemaakt. De dijk zal zeer zelden door golven belast worden. De landschappelijke waarde van de dijk in combinatie met het fort is van groot belang. De dijk is nu groen en zal groen moeten blijven, tenzij niet anders mogelijk is. Dit is mogelijk door een verborgen glooiing toe te passen. Het uiterlijk van de dijk dient zo min mogelijk te veranderen. Hieronder passeert een aantal mogelijke constructies de revue.

- Kleidijk

Gezien de grootte golfbelasting zou een kleidijk mogelijk zijn. Er kleven echter een aantal nadelen aan een kleidijk. Er is veel grondverzet nodig omdat de dikte van de huidige kleilaag (0,8 m) onvoldoende is. Verder zal tijdens ontwerpomstandigheden er een stagnant peil zijn in het gebied tussen de dijken, zodat de golfaanval telkens op het hetzelfde niveau plaatsvindt. De toepassing van een kleidijk is daarom niet verder overwogen.

- Open steenasfalt (met grasmat als toplaag)

Een bekleding van open steenasfalt, zoals ook op het binnentalud van de zeevaartse dijk is toegepast, ligt voor de hand. Open steenasfalt is goed doorlaatbaar en vormt daarmee een goede ondergrond voor een grasmat.

- Betonblokken op zijn kant

Gezien de geringe golfbelasting zouden betonblokken op zijn kant ook goed mogelijk zijn. Daar kleeft echter een belangrijk nadeel aan. Ten eerste is een glooiing van blokken slecht doorlaatbaar, waardoor de grasmat ten tijden van langdurige droogte het loodje zou kunnen leggen. Ten tijde van nattigheid gebeurt het tegenovergestelde. Om uitdroging of oververzadiging met water te voorkomen zou een grote laagdikte moeten worden toegepast (minimaal 30 à 40 cm). Onder de betonblokken moet ook nog een filter aangebracht worden. Aangezien de huidige kleibekleding van de dijk (dik 80 cm) het liefst gespaard moet blijven, zou de totale laagdikte ordegrrootte een meter toenemen. Dit zou ook het aanzicht van het fort schaden. Dit alternatief is daarom verder niet uitgewerkt.

Keuze bekleding

Om de bovengenoemde redenen is er op beheerdersoordeel (zie Bijlage 1) de landwaartse dijk met een laag open steenasfalt te bekleden en deze te bedekken met een laagje grond zodat er visueel niets van zichtbaar is. Dit sluit ook goed aan op de bekleding van het binnentalud van de zeevaartse dijk.

Opmerking: Momenteel bevinden zich op het buitentalud van de landwaartse dijk Haringmanblokken langs de waterpartijen op waterpeilniveau. Deze blokken dienen

als beschoeiing en voorkomen erosie van het talud door de dagelijkse werking van kleine windgolfjes. Deze blokken moeten dus gewoon gehandhaafd blijven.

7.3 Afweging en keuze alternatief

In voorgaande paragrafen zijn reeds conclusies getrokken over de typen bekleding die de voorkeur hebben op de verschillende onderdelen van de dijk. Telkens voldeed er maar één bekledingstype aan de randvoorwaarden. Zodoende heeft de combinatie van die verschillende onderdelen automatisch geleid tot een voorkeursalternatief. Zonder af te wijken van de randvoorwaarden zijn er geen andere alternatieven mogelijk. Er is daarom besloten de matrix van het keuzemodel niet in te vullen, aangezien dit geen toegevoegde waarde heeft.

Zeewaartse dijk

In de ondertafel zal een overlaging met vol-en-zat gepenetreerde breuksteen toegepast worden. Op de boventafel (vanaf NAP +3,0 m) zullen zuilen toegepast worden. Op de kruin zal waterbouwasfaltbeton toegepast worden in een laagdikte van 0,25 m. Aan de binnenzijde van de dijk zal open steenasfalt met een laagdikte van 0,20 m toegepast worden.

Landwaartse dijk

De landwaartse dijk zal bekleed worden met open steenasfalt. Het open steenasfalt zal worden bedekt met een laagje grond dat ingezaaid zal worden met een graszaadmengsel.

7.4 Grondmechanische stabiliteit

Vanwege de speciale situatie rondom het fort is er extra onderzoek uitgevoerd naar de grondmechanische stabiliteit van zowel de landwaartse als de zeewaartse dijk.

Zeewaartse dijk

Wanneer tijdens extreme omstandigheden het gebied rondom het fort vol met water komt te staan, zal er in de periode daarna een negatief verval ontstaan over de dijk. Er moet rekening mee worden gehouden dat het gebied rondom het fort na een extreme storm niet op korte termijn geleegd zal kunnen worden. Het waterschap heeft een viertal noodpompen ter beschikking, maar het is de vraag of die niet elders ingezet moeten worden na zo'n extreme storm.

Wanneer de waterstand op de Westerschelde zakt, kan er bij eb een waterstandsverschil van wel ruim 7 m kunnen optreden. Dit zou kunnen leiden tot het afdrukken van de buitenbekleding door de eventuele opbouw van waterdruk in de dijk (micro-instabiliteit). Ook zou het gevaar kunnen bestaan dat een deel van de dijk afschuift (macro-instabiliteit).

Uit aanvullend grondonderzoek [21] en bestudering van historische gegevens is gebleken dat de kern van de dijk uit klei bestaat. Aanvullende analyses en berekeningen [22] hebben aangetoond dat er geen gevaar voor micro- of macro-instabiliteit van de zeewaartse dijk bestaat.

Landwaartse dijk

Er is ook onderzocht of de stabiliteit van de landwaartse dijk voldoende is, wanneer het gebied rondom het fort gedurende langere periode onder water staat. Hieruit is gebleken dat er geen gevaar voor stabiliteitsverlies is [22].

7.5 Golfoploop

De golfoploop zou kunnen veranderen door een wijziging in de taluds. De taludsteilheden van de zeewaartse dijk veranderen niet, op het gedeelte bij de haven na, waar de berm op ontwerppeil wordt gelegd.

Bij de landwaartse dijk zal de berm ook iets verhoogd worden tot ontwerppeil (alleen westelijk van het fort). Het effect op de golfoploop staat voor de gewijzigde taluds weergegeven in Tabel 7.5. Hieruit blijkt dat de golfoploop vermindert, hetgeen veroorzaakt wordt doordat de berm op een hoger peil komt.

Tabel 7.5 Effect op golfoploop

Lokatie	Traject Haven Dwarsprofiel 1	Traject Fort (landwaartse dijk) Dwarsprofiel 4
Toename golfoploop (vergrotingsfactor)	0,92	0,95

7.6 Dimensionering

7.6.1 Zeewaartse dijk

Kreukelberm

In het algemeen bestaat de kreukelberm uit een toplaag van breuksteen, met daaronder een geokunststof met een 'nonwoven'. De kreukelberm moet de teen van de bekleding tegen erosie beschermen en de bekleding ondersteunen. De gehele kreukelberm van het onderhavige dijktraject moet worden vernieuwd of versterkt.

Er is voor gekozen om de bestaande kreukelberm uit te vlakken en te overlagen met patroon-gepenetreerde breuksteen (in stroken) met een sortering 40-200 kg (zie berekeningen in Bijlage 2). Dit heeft de voorkeur boven een kreukelberm van losse breuksteen of een kreukelberm van breuksteen patroon-penetratie met stippen, die zwaardere sorteringen behoeven (respectievelijk 300-1000 kg en 60-300 kg).

De kreukelberm zal worden aangesloten op de vooroeverbestorting die in 2005 is uitgevoerd. Dit houdt dat de breedte van de aan te brengen stortsteen enigszins zal variëren. Alleen de eerste 5 m kreukelberm (vanuit de teen gemeten) zal in stroken worden gepenetreerd. Het niveau van de bovenkant van de nieuwe kreukelberm ligt op ongeveer NAP 0,0 m (zie Figuur 9).

Op de gedeelten waar de kreukelberm nu (nagenoeg) verdwenen is, zal een geokunststof (zgn. 'type 2') worden toegepast. De eigenschappen van dit standaardweefsel zijn vermeld in Tabel 6.1.

Op het geokunststof wordt een 'nonwoven' aangebracht, ter bescherming van het geotextiel tijdens het storten van de steen. Het verdient aanbeveling voorafgaande aan het storten van de toplaag van 40-200 kg een laag van fijnere breuksteen of fijner vrijkomend materiaal aan te brengen, eveneens ter bescherming van het geokunststof.

Teenverschuiving

Er zal geen teenverschuiving plaatsvinden.

Ondertafel

In de ondertafel zal een overlaging met vol-en-zat gepenetreerde breuksteen met gietasfalt toegepast worden met een dikte van 0,4 m (5-40 kg) (zie Figuur 5, Figuur 8, Figuur 9 en Figuur 11). De bovenkant van de kreukelberm is gelijk aan de bovenkant van de overlaging.

De aansluiting van de aan te brengen overlaging op de nieuw aan te brengen betonzuilen zal worden uitgevoerd middels een overgangsconstructie en tevens waterslot welke wordt doorgezet tot in de kleilaag. De zuilen welke aansluiten op de watersloten zullen ook worden ingegoten.

Boventafel

Op de boventafel (vanaf NAP + 3,2 m) zullen zuilen toegepast worden. Voor de boventafel zijn de bestaande taluds bepaald (zie Tabel 7.6). Deze taluds zullen worden gehandhaafd.

Tabel 7.6 Taludhellingen boventafel buitentalud

Randvoorwaardevak	Locatie dwarsprofiel	Taludhelling [1:]
32 b	469	3.5
	470	3.6
32a	471	3.6
	472	3.6
	473	3.6

Standaard wordt bij de berekeningen uitgegaan van een versteiling van het talud met 0,4 in het onderste 2/3 deel van de totale glooiing i.v.m. tonronde en uitvoeringstolerantie. Echter bij de overlaging zal geen tonronde worden toegepast. In de boventafel zal ook geen tonronde worden toegepast.

Sinds 2004 wordt een aanvullende marge van 2 cm op het resultaat van de stabiliteitsberekeningen gezet. Uit de toetsing van eerder uitgevoerde verbeteringswerken is immers gebleken dat de voorheen aangehouden marges op betonzuilen niet altijd voldoende zijn om onvoorziene wijzigingen in bijv. de hydraulische randvoorwaarden te compenseren.

In het randvoorwaardenvak met de zwaarste randvoorwaarden (32a) blijken er tot een niveau bovengrens van NAP +6,20 m en bij een taludhelling van 1:3,6 (bestekswaarde, dus rekenwaarde 1:3,4) drie mogelijkheden te zijn (zie Bijlage 2).

- Zuilen met dichtheid van 2500 kg/m³, hoogte 50 cm
- Zuilen met dichtheid van 2700 kg/m³, hoogte 45 cm
- Zuilen met dichtheid van 2900 kg/m³, hoogte 40 cm

Kleidikte

De daarbij behorende kleidikte is ongeveer 1,0 m (zie Bijlage 2). Uit een viertal recentelijke kleiboringen is gebleken dat minimaal 1,40 m klei aanwezig is, hetgeen ruim voldoende is.

In het randvoorwaardenvak met de lichtere randvoorwaarden (32b) blijken er bij een taludhelling van 1:3,5 (bestekswaarde, dus rekenwaarde 1:3,3) twee mogelijkheden te zijn.

- Zuilen met dichtheid van 2400 kg/m³, hoogte 50 cm
 - Zuilen met dichtheid van 2500 kg/m³, hoogte 45 cm
- (Kleinere zuilen met nog hogere dichtheid zouden mogelijk zijn, maar er bestaat voorkeur om de dichtheid zo laag mogelijk te houden).

Gezien het geringe verschil met randvoorwaardevak 32a is het verstandiger om overall dezelfde zuilen toe te passen. Randvoorwaardevak 32a is in dit geval maatgevend. De voorkeur bestaat voor zuilen met een hoogte van 50 cm en een dichtheid van 2500 kg/m³. De toplaag zal worden ingewassen met gebroken materiaal (85 kg/m²). De sortering van dit inwasmateriaal is afhankelijk van het type zuil (met betrekking tot de vorm) dat zal worden toegepast.

Glooiing landwaarts van damwand bij haven

De zuilen van 50 cm en 2500kg/m³ zullen ook toegepast worden op de glooiing landwaarts van de damwand (zie paragraaf 6.5). Berekeningen (zie Bijlage 2) tonen aan dat deze zuilen daar ook voldoen. De aanwezige kleidikte (1,40 m) is voldoende; er is 1,14 m benodigd.

Uitvullaag

De granulaire uitvullaag onder de toplaag is voornamelijk van belang voor de uitvoering. Gelet op stabiliteit en uitvoering, moet het materiaal in deze uitvullaag zo fijn mogelijk zijn. Het materiaal mag echter niet zo fijn zijn dat het tussen de elementen van de toplaag door kan wegspoelen. De fijnste sortering die uit dat oogpunt voor betonzuilen mogelijk is, bedraagt 16/32 mm. De sortering 16/32 mm dient in het bestek te worden voorgeschreven. In de ontwerpberekeningen wordt uitgegaan van een bijbehorende D₁₅ van 20 mm. Dit is een conservatieve benadering. De werkelijke waarde van de D₁₅ is circa 17 mm.

De minimale laagdikte waarin steenslag van bovengenoemde sortering, in uitvoeringstechnisch opzicht, kan worden aangebracht, is 0,10 m. Deze waarde voor de laagdikte wordt voorgeschreven in het bestek. In de ontwerpberekeningen wordt een laagdikte van 0,15 m ingevoerd, rekening houdend met een uitvoeringsmarge van 0,05 m.

Geokunststof

Het geokunststof onderin de bekleding wordt in het bestek en in het vervolg van deze ontwerpnota 'type 1' genoemd. De belangrijkste eis aan dit geokunststof is het voorkomen van uitspoeling van het basismateriaal door de toplaag heen.

Maatgevend voor dit verschijnsel is de poriegrootte O₉₀. Conform de eerder uitgevoerde dijkvakken van 1997-2003 wordt gekozen voor een vlies met een gegarandeerde maximum maaswijdte (O₉₀) van 100 µm, omdat de zanddoorlatendheid van nog fijnere materialen niet goed te testen is en fijnere materialen niet standaard leverbaar zijn. Bovendien is met proeven aangetoond dat de werkelijke doorlatendheid van het gekozen materiaal kleiner is dan 64 µm. Het geokunststof type 1 moet voldoen aan de eisen uit

Tabel 7.7.

Tabel 7.7 Eisen geokunststof type 1

Eigenschap	Waarde
Treksterkte	≥ 20 kN/m
rek bij breuk	< 60 %
Doordrukkracht	> 3500 N
poriegrootte O_{90}	< 100 μm

De levensduur van het geokunststof moet minimaal 50 jaar bedragen. In het bestek is voorgeschreven aan welke eisen het geokunststof in dat geval moet voldoen. Aan de onderzijde wordt het geokunststof aangesloten op de teen- of overgangsconstructie. Aan de bovenzijde wordt het geokunststof doorgetrokken tot onder de eventuele onderhoudsstrook, met een overlapping van minimaal 1 m met het geokunststof onder de onderhoudsstrook. De overlapping met de naastliggende banen geokunststof moet minimaal 0,5 m breed zijn.

Kruin

Op de kruin zal waterbouwasfaltbeton toegepast worden in een laagdikte van 0,25 m. Het waterbouwasfaltbeton wordt direct op de klei aangebracht. Om een goede overgang te bewerkstelligen op het binnen- en buitentalud wordt het waterbouwasfaltbeton 1,0 m doorgezet op het talud.

Binnentalud

Aan de binnenzijde van de dijk wordt open steenasfalt met een laagdikte van 0,20 m toegepast. De laagdikte is bepaald op beheerdersoordeel (zie Bijlage 1). Onder de open steenasfalt wordt een geokunststof aangebracht (type 1). Er wordt klei gebruikt om de rest van de aanvulling te maken.

7.6.2 Landwaartse dijk

De landwaartse dijk zal bekleed worden met een laag open steenasfalt (zie Figuur 10). Uit berekeningen blijkt dat de benodigde dikte van de open steenasfalt minimaal 0,13 m bedraagt (zie Bijlage 1). Er is voor gekozen een laagdikte van 0,20 m toe te passen. De laag open steenasfalt wordt afgedekt met een laag grond van 0,10 m die ingezaaid zal worden met een graszaadmengsel. Onder de laag open steenasfalt wordt een geokunststof type 1 aangebracht.

Dit geheel wordt op de bestaande dijk aangebracht, zodat dit niet ten koste van de aanwezige kleidikte zal gaan. Ook de huidige berm zal op deze wijze bekleed worden. De huidige hoogte van de berm begint bij NAP +5,85 m. De nieuwe berm zal iets opgehoogd worden zodat deze op ontwerppeil komt (NAP +6,20m). (De dikte van de grondlaag wordt niet in rekening gebracht omdat hier geen sterkte aan wordt toegekend).

7.7 Overgangsconstructies

De overgang van de damwand westelijk van de haven op de nieuwe glooiing bij Traject Fort, bestaat uit het doorzetten door de bocht heen van de overlaging (zie Figuur 6). Er is dan voldoende overlap tussen damwand en aangrenzende glooiing.

Landwaarts van de damwand zal er een overgangsconstructie tussen het waterbouwasfaltbeton en de betonzuilen gemaakt worden. De kieren worden

ingegoten met asfaltmastiek. De overgang tussen de boventafel en de berm wordt uitgevoerd door de betonzuilen aan te brengen met een afronding, waarvan de kromtestraal (R) 10 m bedraagt. De betonzuilen worden over een lengte van 1 m op de berm doorgezet.

Aan de oostzijde van de haven wordt het traject beëindigd aan het einde van de damwand. Het traject oostelijk daarvan moet nog worden verbeterd. Het wordt aanbevolen de ondertafel van dat traject 15 m parallel aan de damwand door te laten lopen zodat er een overlap ontstaat.

Aan de westelijke zijde van het Traject Fort kan de glooiing aangesloten worden op de reeds verbeterde glooiing van het dijkvak Ellewoutsdijk, die bestaat uit betonzuilen in de ondertafel en betonzuilen met ecotop in de boventafel. De overlaging van traject Fort zal d.m.v. inkassing worden aangesloten op het reeds verbeterde traject. In de boventafel kunnen de zuilen naadloos worden aangesloten op de reeds verbeterde glooiing. Te grote kieren zullen worden gepenetreerd met asfaltmastiek.

8. AANDACHTSPUNTEN VOOR BESTEK EN UITVOERING

- De uitlaat van het gemaal van het poldertje rondom het fort zal opnieuw aangelegd moeten worden. Dit zal in de besteksfase nader vormgegeven worden.
- De nieuwe bekledingen van betonzuilen op de zeewaartse dijk (boven de overlaging) moeten zonder tonronde worden aangebracht.
- Er zal op het werk of in de directe omgeving een depotruimte moeten komen voor de vrijgekomen betonblokken.
- Afhankelijk van de staat van de bestaande kreukelberm moet worden besloten of de toepassing van een geokunststof onder de nieuwe kreukelberm noodzakelijk is.
- De damwandconstructie moet een lekvrije aansluiting krijgen op de bestaande betonnen damwand.
- De kreukelberm dient aan te sluiten op de vooroeverbesteding welke in 2005 is uitgevoerd. De vooroeverbesteding eindigt op NAP -2,0m.
- Voldoende aandacht besteden aan de details (overgangen e.d.).
- In het westelijk gedeelte van de glooiing komen Haringmanblokken met een dikte van 0,25 m voor. In het oostelijk gedeelte zitten Haringmanblokken met een dikte van 0,20 m. De overgang tussen beide zit bij dp470+60m.
- Wanneer het nodig blijkt dat zwaar vrachtverkeer het trace van de uitwateringssluis moet kunnen passeren, dan zullen hiervoor maatregelen moeten worden getroffen.
- Voorafgaande aan het aanbrengen van de overlagingen van gepenetreerde breuksteen moeten de onderliggende lagen worden schoongemaakt. Er mogen geen algen, en geen zand - en slibresten aanwezig zijn. Er moet rekening gehouden worden met de invloed van de getijbeweging op de kwaliteit van de penetratie. Aanvoer van sediment heeft, indien voorafgaand aan de penetratie, een verminderde sterkte tot gevolg door de slechtere hechting van de gepenetreerde asfalt aan de breuksteen. Het heeft de voorkeur de breuksteen aan te brengen en te penetreren tijdens hetzelfde laagwater. Wanneer dit niet mogelijk is, dient een pomp met spuitlans aanwezig te zijn, zodat de breuksteen voorafgaande aan het penetreren schoon kan worden gespoten. Voorkomen moet worden dat de gietasfalt kort voor en tijdens het aanbrengen te veel afkoelt. De toplaag van de overlaging moet bij de aansluiting op de kreukelberm samenvallen met de toplaag van de kreukelberm (geen vrij liggende stenen).
- Tijdens de uitvoering moet het waterbeheer rond het fort gecontinueerd worden. Hiervoor zal tijdens de besteksfase een adequate oplossing voor worden gezocht.

9. LITERATUUR

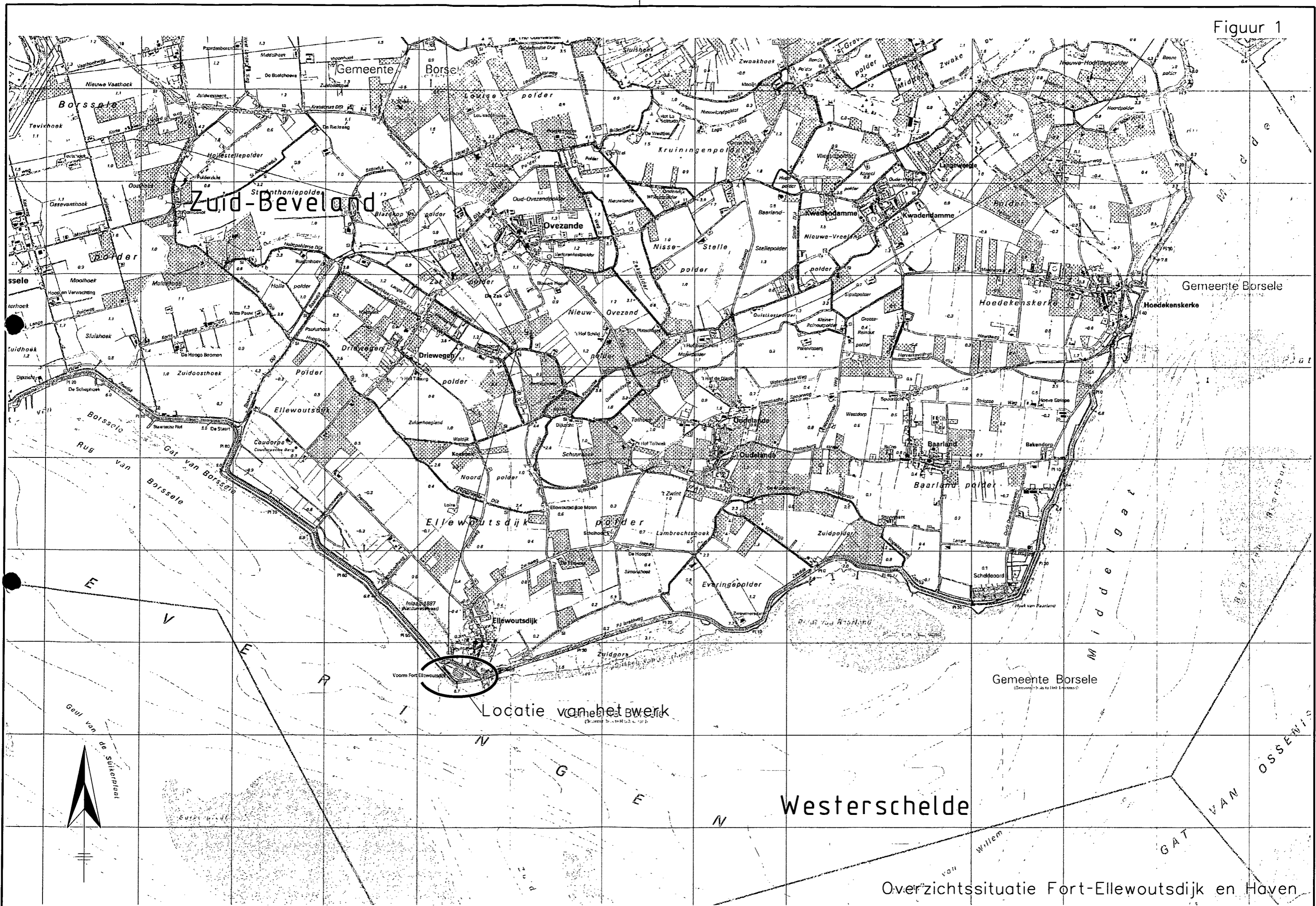
- 1 Voorontwerpdokument Dijkverbetering Ellewoutsdijk-, Van Hattum- en Everingepolder Groenewoud, M.D., Projectbureau Zeeweringen, Versie 3, 7-12-2004
- 2 Voorbereiding dijkverbeteringen 2003, algemene ontwerpnota Dorst, C.J. en Kortlever, W., Projectbureau Zeeweringen, Versie 4, Goes, 18-07-2003. PZDT-N-03.043ontw
- 3 Verslag Projectbureauoverleg van 10 maart 2004 Projectbureau Zeeweringen, PZPB-V-04014
- 4 Bijlagen bij 'Handleidingen Toetsen en Ontwerpen van dijkbekledingen' Werkgroep Kennis, Versie 8.1, 30-07-2003. PZDT-R-02.074ken
- 5 Gemiddelde getijkromme 1991.0 Rijksinstituut voor Kust en Zee, 1994.
- 6 De basispeilen langs de Nederlandse kust Rijksinstituut voor Kust en Zee, mei 1995 RIKZ-95.008
- 7 Startnotitie Van Hattum-, Everinge- en Ellewoutsdijkpolder Jacobse, S., Projectbureau Zeeweringen, Werkgroep Kennis, juli 2004. K-04-08-22
- 8 Golfcondities van Hattumpolder en Everingenpolder bij een 1/4000^{ste} windsnelheid J.J. Jacobse, RIKZ\OS-2004.152W, december 2004
- 9 Maatgevende golfrandvoorwaarden Fort Ellewoutsdijk, INFRAM, mei 2005
- 10 Milieu-inventarisatie Zeeweringen Westerschelde Boetzelaer, M.E., en Bartels, A.F.X., Bouwdienst Rijkswaterstaat, Hoofdafdeling Waterbouw, Utrecht, versie 17 (definitief), mei 2001. PZDT-R-01144-inv
- 11 Detailadvies dijkvak van Hattum polder/Everingenpolder R. Jentink/C.Joose, Meetinformatiedienst Zeeland RWS, maart 2004
- 12 Aanvullend detailadvies natuurwaarden zeewering Van Hattumpolder R. Jentink/C.Joose, Meetinformatiedienst Zeeland RWS, juli 2004
- 13 Landschapsvisie Zeeweringen Westerschelde Dienst Landelijk Gebied - Zeeland, juli 2001.
- 14 Inventarisatie sterkte gezette talusbekledingen in Zeeland Grondmechanica Delft, Delft, januari 1997. Kenmerk 362070/46

- 15 Leidraad toetsen op veiligheid, LTV, augustus 1999.
- 16 Vrijgave toetsing Everinge-(deels), Van Hattum- en Ellewoutsdijkpolder (deels)
P. Hengst, Projectbureau Zeeweringen, 1-03-2004
PZDT-M-04051
- 17 Toetsing grasbekleding deltadijk Fort Ellewoutsdijk,
Projectbureau Zeeweringen, 2005, K-05-05-20
- 18 Ontwerp damwandconstructie Haven Ellewoutsdijk
Projectbureau Zeeweringen, 2005, PZDT-r-05198ontw
- 19 Technisch Rapport Steenzettingen
TAW-rapport, december 2003
DWW-2003-097
- 20 Handleiding Ontwerpen Dijkbekledingen, Technische werkwijze van het Projectbureau
Zeeweringen
Werkgroep Kennis, Versie 8, 13-05-2003.
PZDT-R-02.066ken
- 21 Rapport Grondonderzoek (Plaats: Ellewoutsdijk)
Van der Straaten aannemingsmaatschappij BV, april 2005-05-12
PZDB-R-05047
- 22 Grondmechanische stabiliteit Ellewoutsdijk
Werkgroep Kennis, mei 2005, K-05-05-17
- 23 Verslag voorontwerpoverleg Ellewoutsdijk-, Van Hattum- en Everingepolder
M.D. Groenewoud, Projectbureau Zeeweringen
PZDT-V-04225ontw

FIGUREN

- Figuur 1 Overzichtssituatie**
- Figuur 2 Projectgebied**
- Figuur 3 Gloomingskaart huidige situatie**
- Figuur 4 Gloomingskaart eindbeoordeling toetsing**
- Figuur 5 Gloomingskaart nieuwe situatie**
- Figuur 6 Traject Haven: Damwandalternatief**
- Figuur 7 Traject Haven: Dwarsprofiel 1 (DP 468 +17m)**
- Figuur 8 Traject Fort: Dwarsprofiel 2 (DP 471)**
- Figuur 9 Traject Fort: Dwarsprofiel 3 (DP 472)**
- Figuur 10 Traject Fort: Dwarsprofiel 4: (Landwaartse dijk dp 472)**
- Figuur 11 Bovenaanzicht nieuwe situatie**

Figuur 1

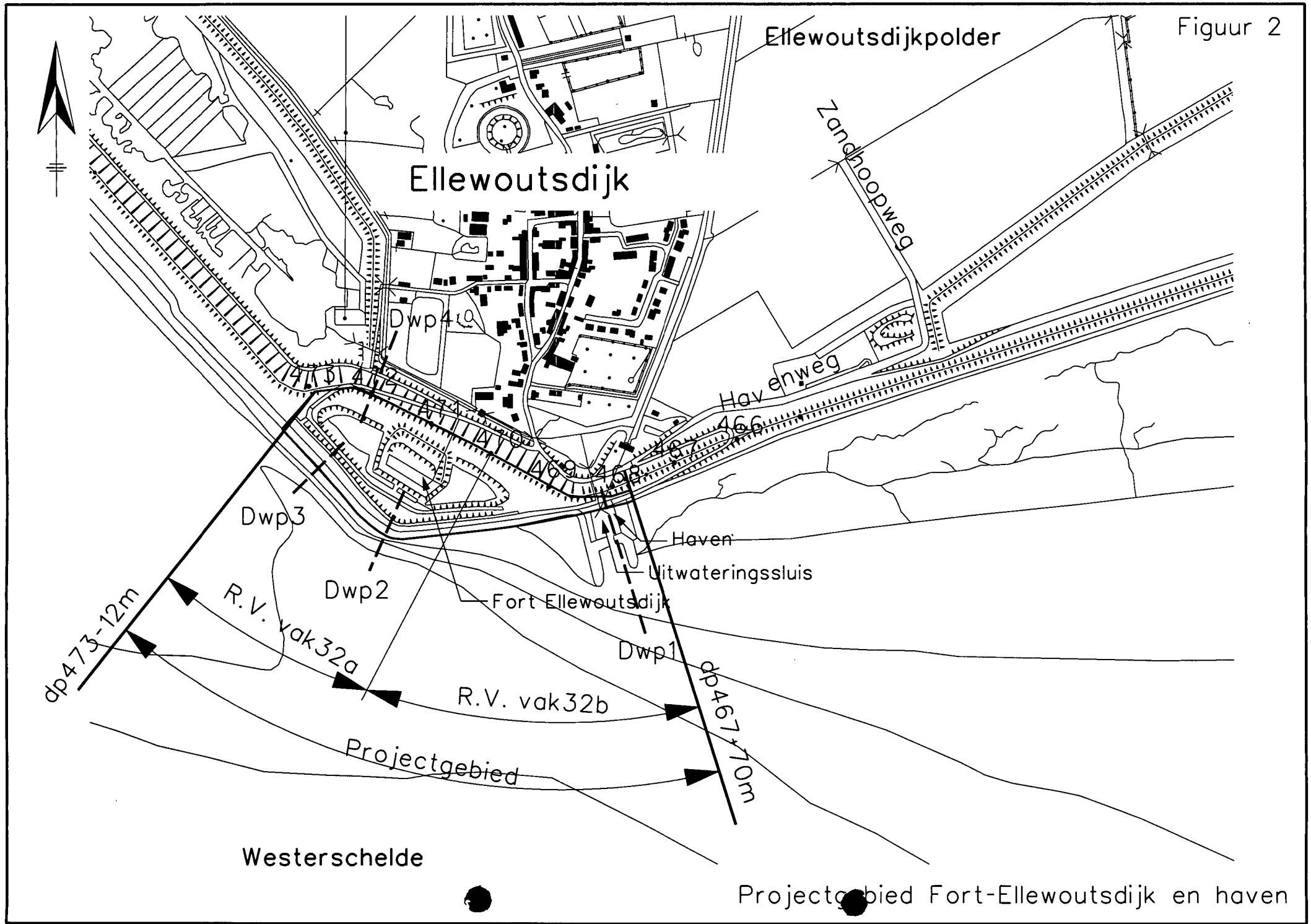


Locatie van het netwerk

Westerschelde

Overzichtssituatie Fort-Ellewoutsdijk en Haven

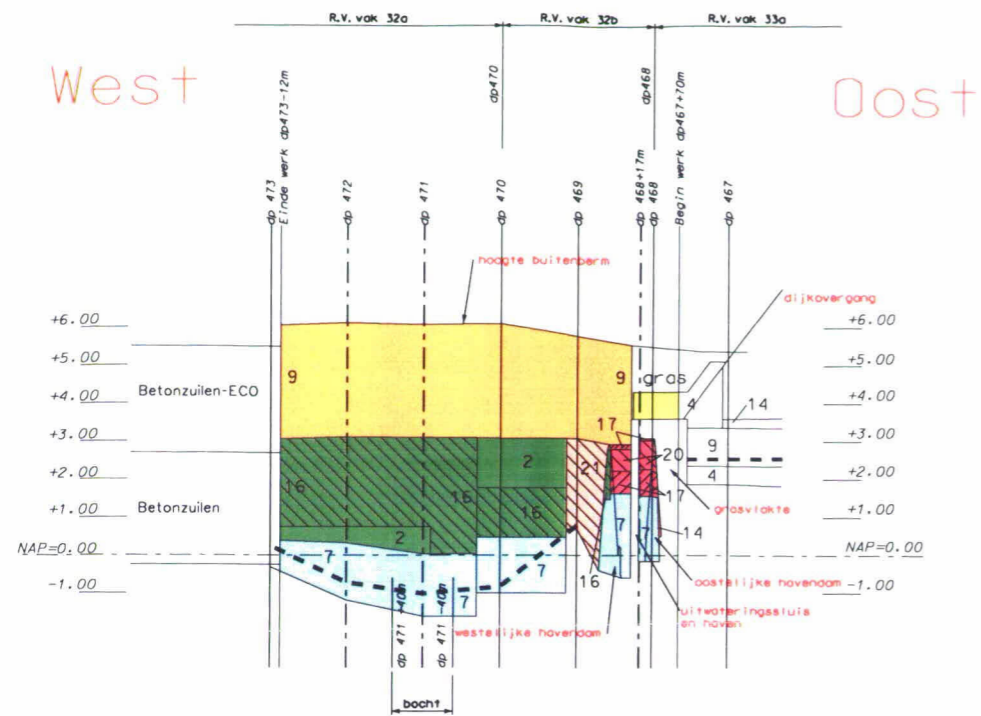
Topografische ondergrond: (c) Topografische Dienst Kadaster



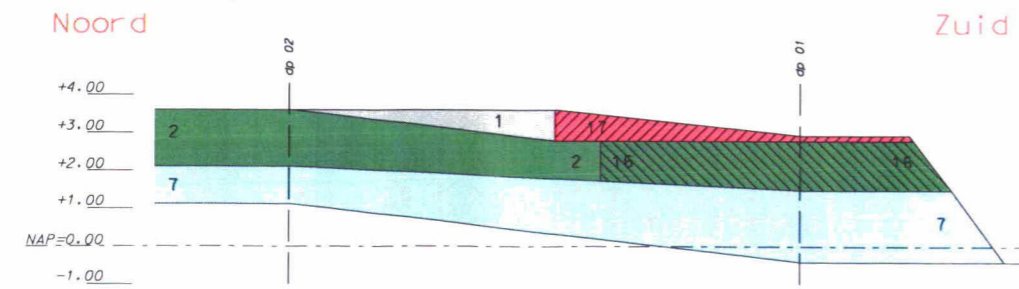
Westerschelde

Projectgebied Fort-Ellewoutsdijk en haven

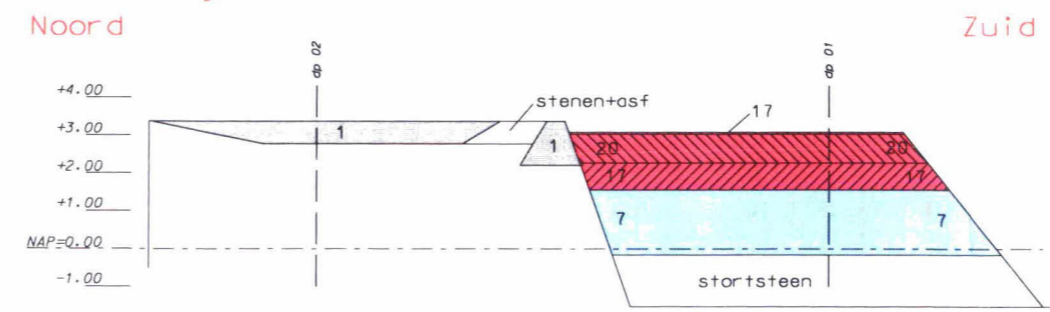
Fort-Ellewoutsdijk en haven



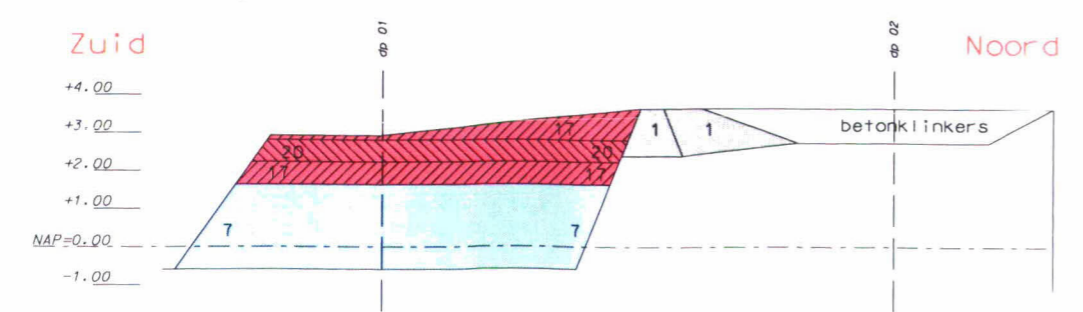
Westelijke havendam westzijde



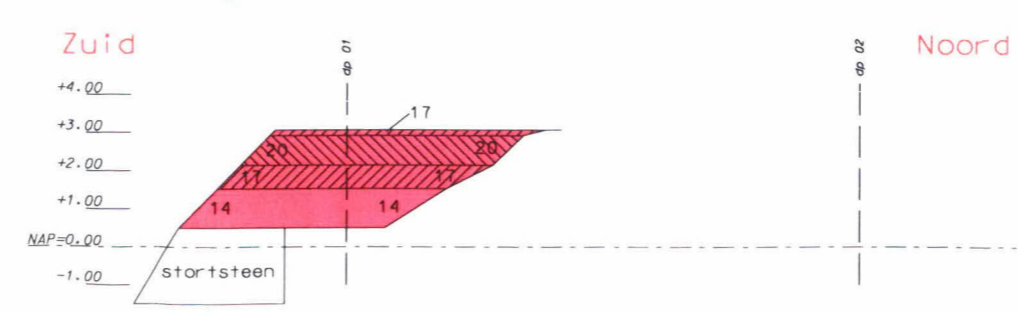
Oostelijke havendam westzijde



oostzijde

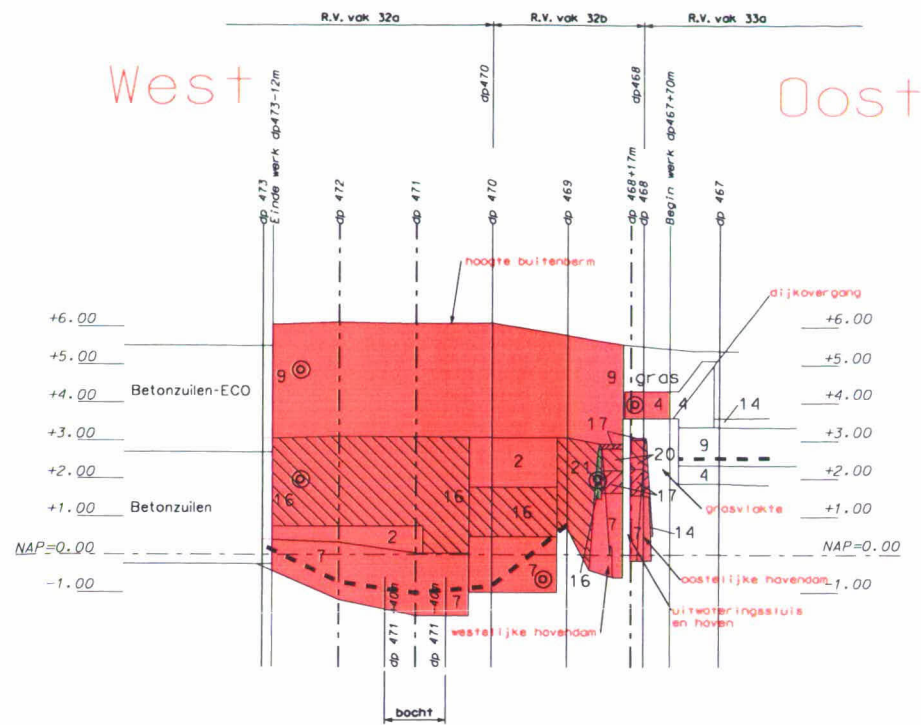


oostzijde

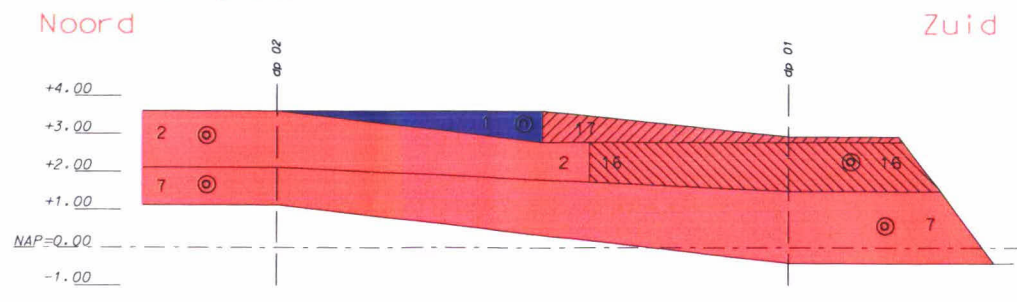


Figuur 3
Glooiingskaart
huidige situatie

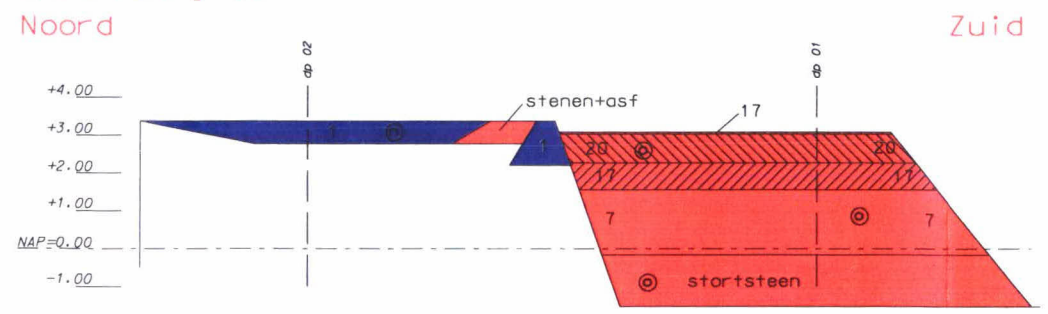
- Legenda
- 1 asfalt
 - 2 basalt
 - 3 betonzuilen
 - 4 betonblokken
 - 5 diaaboogblooiing
 - 6 doorgroei stenen
 - 7 doornikse steen
 - 8 poels graniet
 - 9 haringmanblokken
 - 10 hydroblokken
 - 11 koperslakblokken
 - 12 lessenisse steen
 - 13 petite graniet
 - 14 viltvoordse steen
 - 15 granietblokken
 - 16 basalt met asfalt
 - 17 viltvoordse steen met beton
 - 18 basalt met beton
 - 19 kreukelberm
 - 20 viltvoordse steen met asfalt
 - 21 betonzuilen met asfalt
 - - - zandlijn



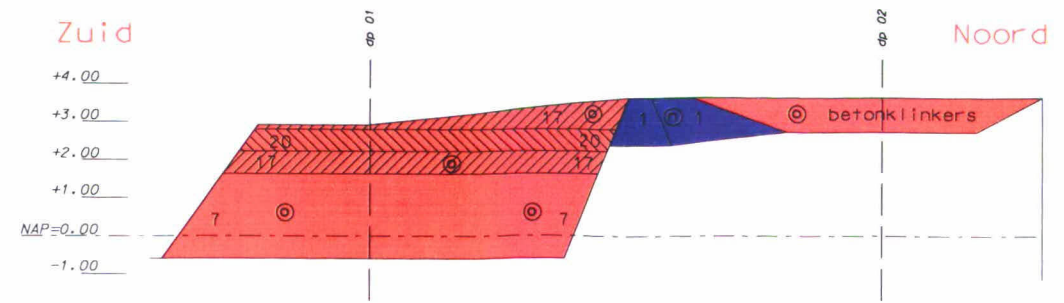
Westelijke havendam westzijde



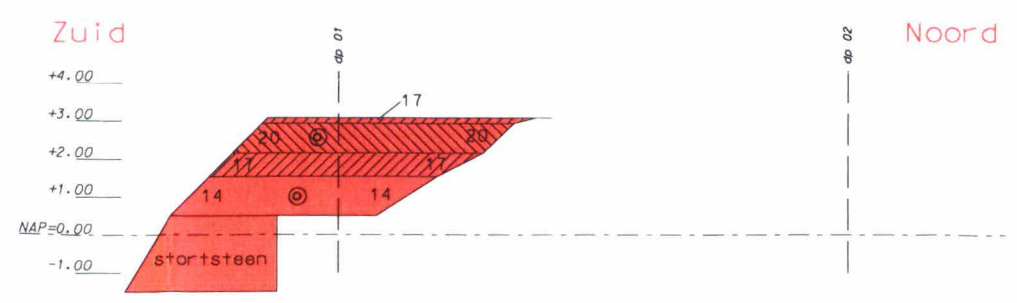
Oostelijke havendam westzijde



oostzijde



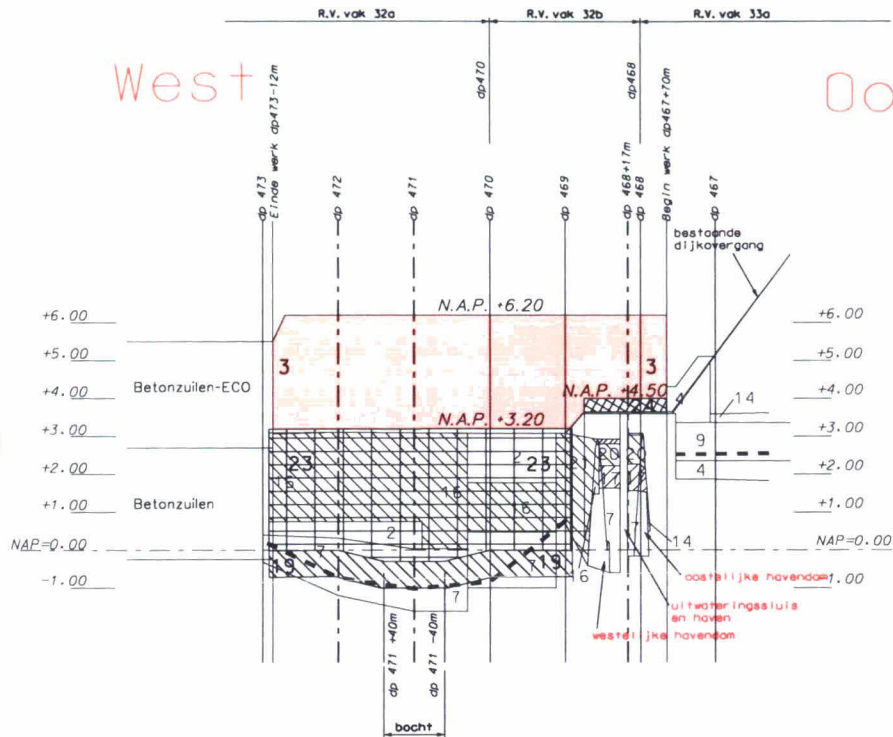
oostzijde



Figuur 4
eindbeoordeling
toetsing

- legenda
- ⊙ goed
 - ⊗ onvoldoende
 - ⊖ niet beoordeeld

Fort-Ellewoutsdijk en haven



Figuur 5
Glooiingskaart
ontwerp

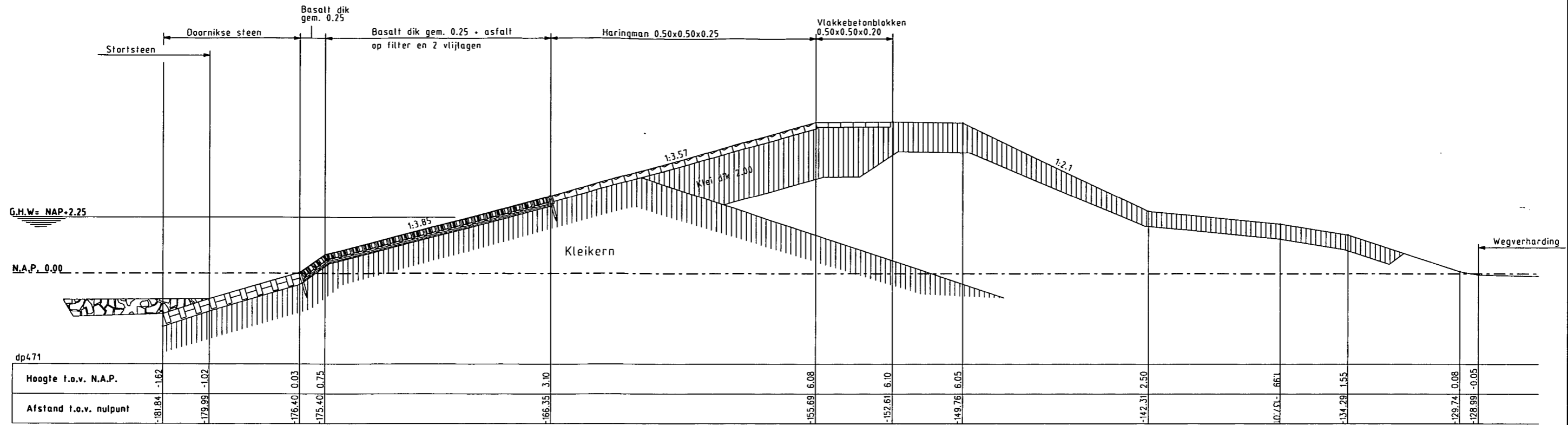
Legenda

- 1 asfalt
- 2 basalt
- 3 betonzuilen
- 4 betonblokken
- 5 diaboolglooiing
- 6 doorgroei stenen
- 7 doornikse steen
- 8 poels graniet
- 9 haringmanblokken
- 10 hydroblokken
- 11 koperslakblokken
- 12 lessenisse steen
- 13 petite graniet
- 14 vilvoordse steen
- 15 granietblokken
- 16 basalt met asfalt
- 17 vilvoordse steen met beton
- 18 basalt met beton
- 19 kreukelberm
- 20 vilvoordse steen met asfalt
- 21 betonzuilen met asfalt
- 22 onderhandsstrook (asfalt)
- 23 overlaging
- 24 waterbouw-asfalt
- - - zandlijn

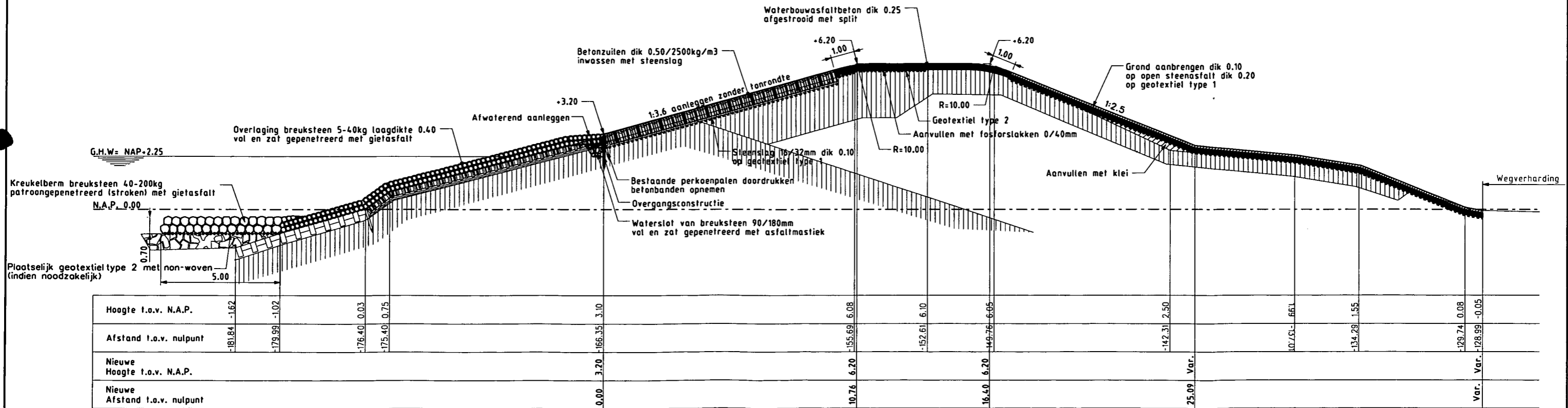


Waterschap Zeeuwse Eilanden

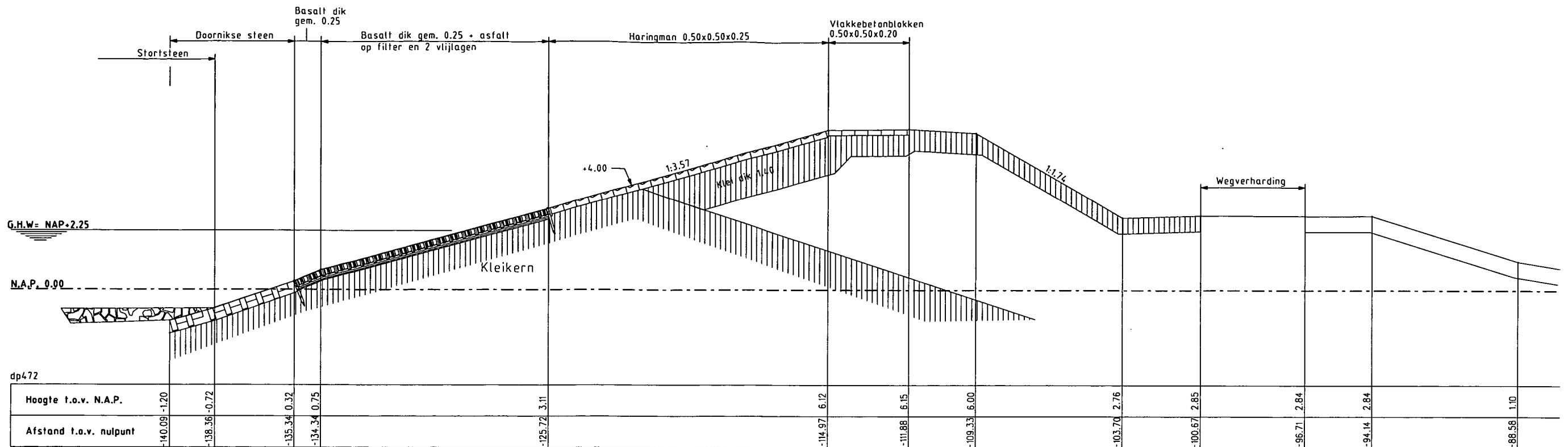
Datum: 25-08-2005



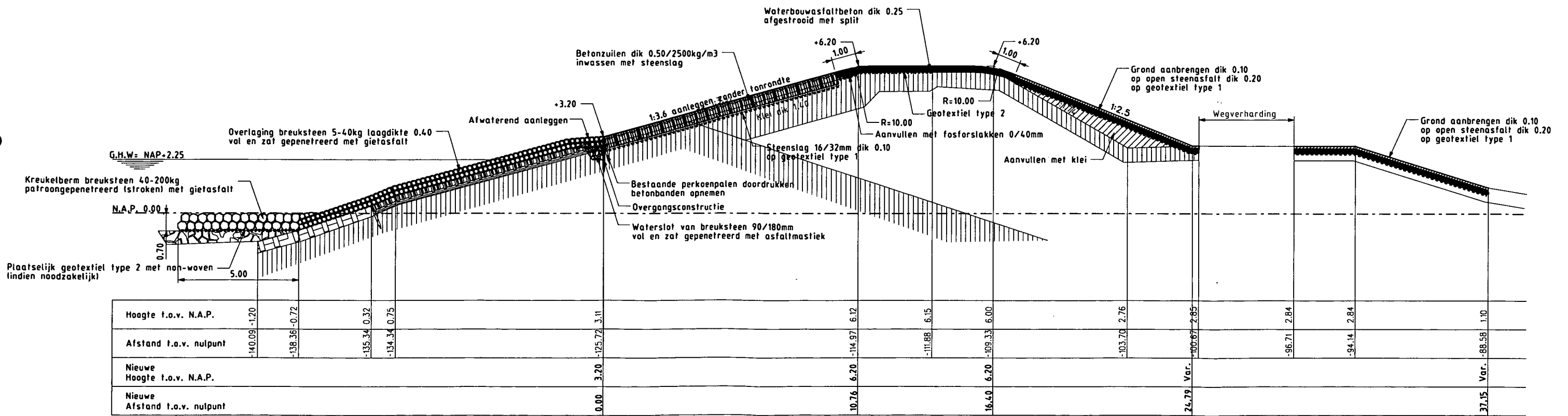
Dwarsprofiel 2 bestaand



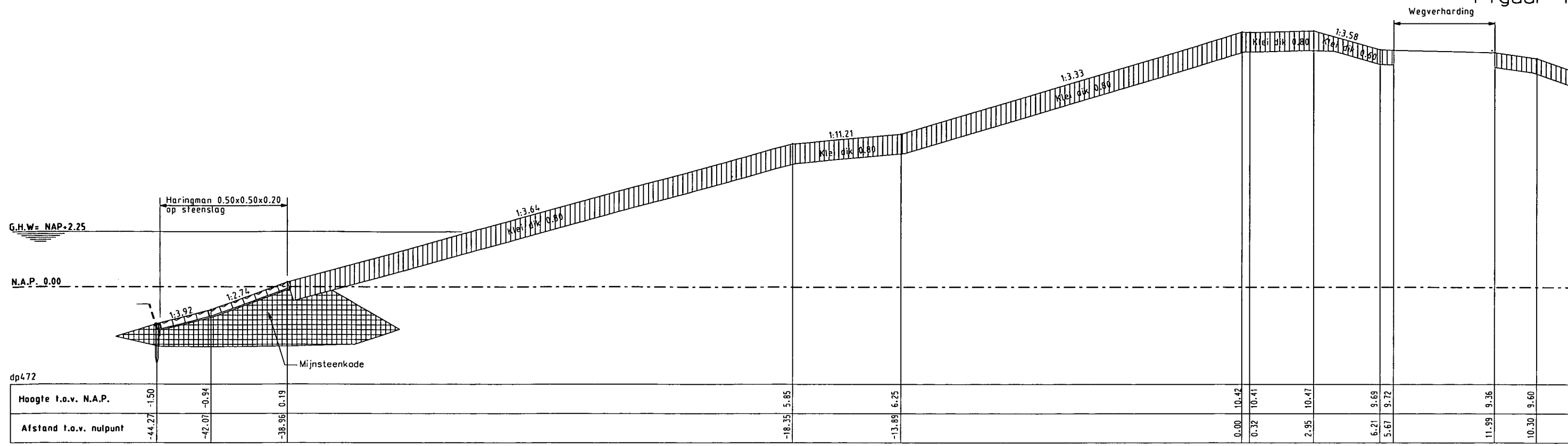
Dwarsprofiel 2 nieuw



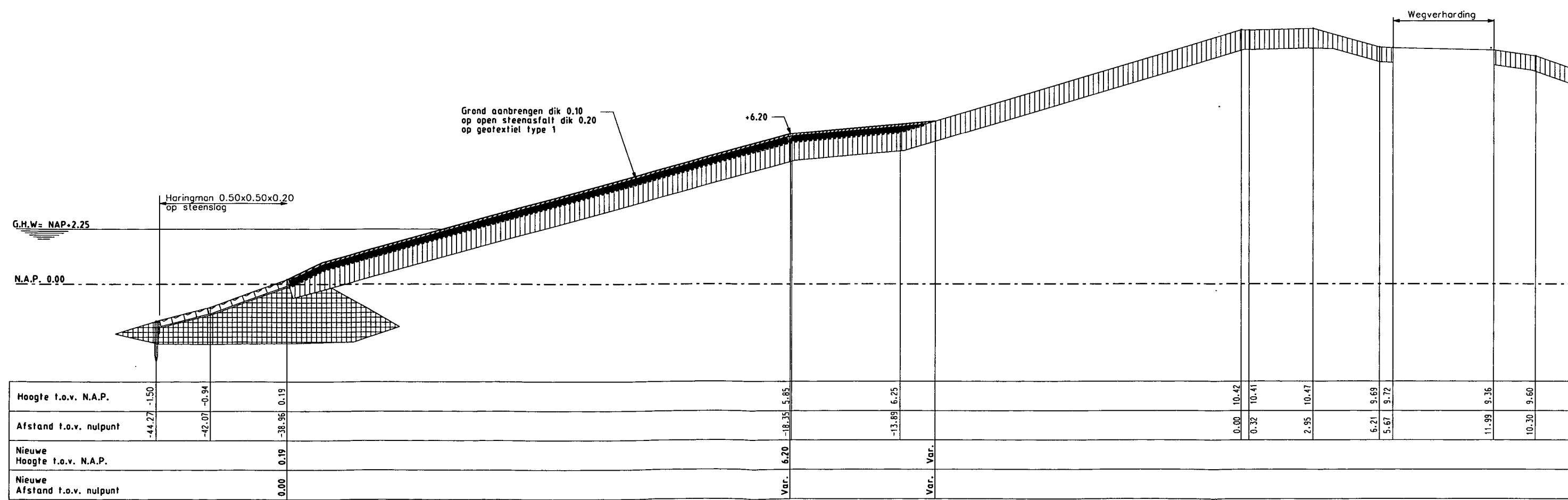
Dwarsprofiel 3 bestaand



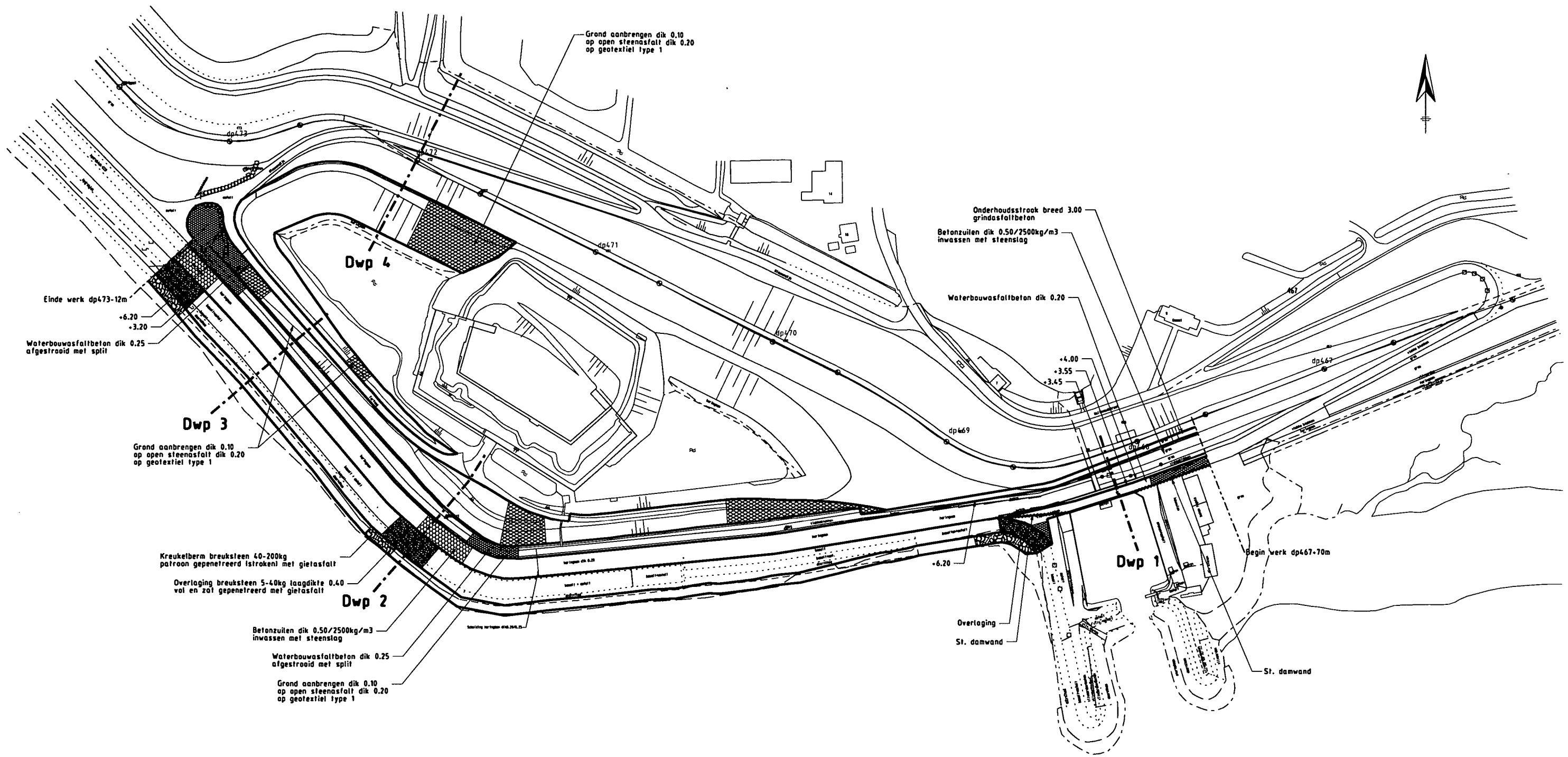
Dwarsprofiel 3 nieuw



Dwarsprofiel 4 bestaand (binnendijk Fort Ellewoutsdijk)



Dwarsprofiel 4 nieuw (binnendijk Fort Ellewoutsdijk)



LEGENDA

Maten in meters tenzij anders aangegeven
 Hoogtematen in meters t.o.v. NAP

- oude situatie
- nieuwe situatie
- Waterbouwasfaltbeton
- Open steenasfalt
- Betonzuilen
- Overlaging
- Kreukelborm

Fort-Ellewoutsdijk en haven
 Schaal 1:1000

BIJLAGEN

Bijlage 1 Technische toepasbaarheid

Bijlage 1.1	Traject Haven: betonzuilen
Bijlage 1.2	Traject Haven: betonblokken
Bijlage 1.3	Traject Fort: betonzuilen (buitentalud zeewaartse dijk)
Bijlage 1.4	Traject Fort: betonblokken (buitentalud zeewaartse dijk)
Bijlage 1.5	Traject Fort: overlaging (buitentalud zeewaartse dijk)
Bijlage 1.6	Traject Fort: betonzuilen (kruin zeewaartse dijk)
Bijlage 1.7	Traject Fort: asfaltbeton (kruin zeewaartse dijk)
Bijlage 1.8	Traject Fort: open steenasfalt (binnentalud zeewaartse dijk)
Bijlage 1.9	Traject Fort: open steenasfalt (landwaartse dijk)

Bijlage 2 Dimensionering

Bijlage 2.1	Traject Fort: Betonzuilen (buitentalud)
Bijlage 2.2	Traject Haven: Betonzuilen op dijk
Bijlage 2.3	Berekeningen kreukelberm

Bijlage 3 Aanvullend Detailadvies Natuurwaarden

Bijlage 4 Detailadvies landschapsvisie

Bijlage 5 Traject Haven: Berekening oppervlakte havendammen

Bijlage 6 Golfreducerende werking havendammen

Bijlage 7 Ontwerp damwandconstructie Haven Ellewoutsdijk

Bijlage 8 Maatgevende golfrandvoorwaarden Fort Ellewoutsdijk

Bijlage 9 Overslaggebieden bij Fort Ellewoutsdijk

Bijlage 10 Beheerdersoordeel betonnen damwand

BIJLAGEN

Bijlage 1 Technische toepasbaarheid

Bijlage 1.1 Traject Haven: betonzuilen

(10U&18C&k10.7H&126A&15E&a5L&a0R&a0C
ANAMOS 2.21 PROJECT: zuilencot2.8 rvw32a Y. Provoost Projectbur.
Zeeweringen

WAARSCHUWING (EN) :
AAAAAAAAAAAAAAAA

Met het oog op de geringe toplaagdikte, de steile taludhelling en de kleine korreldiameter wordt aanbevolen de grondmechanische stabiliteit nader te controleren.

Vanwege de kleine lek lengte is de stabiliteit van de toplaag en het grensvlak met benaderende formules berekend. Voor het verloop van de stijghoogte moet gebruik gemaakt worden van een ander programma (zoals bijvoorbeeld STEENZET).

In verband hiermee kunnen de stijghoogte verlopen langs het talud niet grafisch weergegeven worden.

INVOERGEGEVENS
AAAAAAAAAAAAAAAA

GOLVEN

Significante golfhoogte	:	Hs	=	3.130 m
Periode (van piek spectrum)	:	Tp	=	6.200 s
Waterstand tov. de teen	:	h1	=	6.000 m
Soortelijke massa water	:	rw	=	1025.0 kg/m3

TALUD

Helling	:	cot (à)	=	2.800 -
Wrijvingscoeff. toplaag/ondergr:	:	ft	=	.500 -
Nivo ondergrens zetting	:	h2	=	.000 m
Nivo bovengrens zetting	:	h3	=	10.000 m

CONSTRUCTIETYPE

niet ingewassen zuilen
=====
filter
=====
basis

ZUILEN

Gemiddeld zuiloppervlak	:	Az	=	.090 m2
Relatief open oppervlak	:	Azo	=	10.000 %
Dikte	:	Dz	=	.480 m
Soortelijke massa	:	sm	=	2813.0 kg/m3
Klemfactor	:	G	=	1.000 -

FILTER

Laagdikte	:	b	=	.150 m
Karakteristieke korreldiameter	:	D15	=	20.000 mm
Porositeit	:	n	=	.350 -

Zie volgende bladzijde

ANAMOS 2.21 PROJECT: zuilencot2.8 rvw32a Y. Provoost Projectbur.
Zeeweringen□□□□□□□□□□□□□□□□

VERVOLG INVOERGEDEVENS
AAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAA□□□□□□□□

BASIS

Karakteristieke korreldiameter	:	D50	=	.150 mm
	:	D90	=	.250 mm
Porositeit	:	nb	=	.350 -

ANAMOS 2.21 PROJECT: zuilencot2.8 rvw32a Y. Provoost Projectbur.
 Zeeweringen

TUSSENRESULTATEN
 AAAAAAAAAAAAAAAAAA

CONSTRUCTIE

	Forchheimer coëfficiënten		doorlatendheid
	a (s/m)	b (s ² /m ²)	k (m/s)
Toplaag	.033	.086*10 ³	.1078
Filter	.482	91.535	.1823
Leklengte	:	LAMBDA	= .349 m
Lekhoogte	:	lambda	= .117 m

BELASTING

Golfsteilheid	:	Hs/Lo	= .052 -
Brekerparameter	:	ksi-o	= 1.563 -
Belastingsparameter	:	Hs/(delta*D)	= 3.738 -
Stabiliteitsparameter	:	F	= 5.035 -

Voor de berekening van de blokbeweging wordt in dit geval gerekend met Hs. De bijbehorende belastingparameters zijn:

Hoogte stijghoogtefront	:	èb	= 2.947 m
Helling stijghoogtefront	:	tan(á)	= .744 -
Diepte zwaarste golfaanval tov. SWL	:	ds	= 1.604 m
Hoogte freatische lijn	:	zf	= 1.344 m
Maximaal stijghoogteverschil toplaag	:	èw	= .561 m
Invloedsfactor wrijving	:	âs1	= 1.179 -
Invloedsfactor massastraagheid	:	â2	= .000 -
Invloedsfactor toestroming	:	â3	= .000 -

ANAMOS 2.21 PROJECT: zuilencot2.8 rvw32a Y. Provoost Projectbur.
Zeekeringen□□□□□□□□□□□□□□□□

EINDRESULTATEN
AAAAAAAAAAAAAAAA

STABILITEIT TOPLAAG

Belasting	:	S	=	.561 m
Sterkte	:	R	=	.929 m
Blokbeweging	:	Y	=	.000 m

Conclusie:
De constructie is STABIEL.
H = Hs is maatgevend.

STABILITEIT TEGEN AFSCHUIVING

Het verloop van het stijghoogteverschil kan bij deze invoergegevens niet worden berekend. Daardoor kan ook de stabiliteit van de constructie ten aanzien van afschuiving niet bepaald worden.

STABILITEIT GRENSVLAK BASIS-FILTER

Kritiek neerwaarts verhang	:	icr_ne	=	.018 -
Kritiek opwaarts verhang	:	icr_op	=	.032 -
Maximaal optredend neerwaarts verhang	:	imax_ne	=	.336 -
Maximaal optredend opwaarts verhang	:	imax_op	=	1.215 -

Conclusie:
Het grensvlak is INSTABIEL, want $icr < imax$

ANAMOS 2.21 PROJECT: zuilencot2.8 rvw32a Y. Provoost Projectbur.
Zeeeringen□□□□□□□□□□□□□□□□

GEVOELIGHEID VAN DE RESULTATEN
AAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAA

DE WAARDE VAN DE INVOERPARAMETERS

In onderstaande tabel worden de eindresultaten gegeven behorende bij de invoergegevens die alleen verschillen in de waarde van de parameter in de eerste kolom. Deze parameter is in de nieuwe berekening 10% groter gekozen dan in de oorspronkelijke invoer.

		TOPLAAG		GRENSVLAK
		R/S	Y/D	icr/imax
Oorspronkelijke resultaten:	*	1.66	.00	.03
10% verhoogde invoerparameter:				
Golfhoogte	Hs	* 1.59	.00	.02
Golfperiode	Tp	* 1.59	.00	.03
Taludhelling	cot(à)	* 1.65	.00	.03
Waterdiepte	h1	* 1.66	.00	.03
Blokdikte	D	* 1.81	.00	.03
Zuiloppervlak	Az	* 1.65	.00	.03
Rel. open opp.	Azo	* 1.67	.00	.03
Filterlaagdikte	bf	* 1.63	.00	.03
Filterkorrel	Df15	* 1.65	.00	.02

Betekenis '*': Er treden waarschuwing(en) bij op.

□E

Bijlage 1.2 Traject Haven: betonblokken

(10U&18C&k10.7H&126A&15E&a5L&a0R&a0C
ANAMOS 2.21 PROJECT: rvw 32a blok fort Y. Provoost Projectbur.
Zeekeringen

INVOERGEGEVENS
AAAAAAAAAAAA

GOLVEN

Significante golfhoogte : Hs = 1.900 m
Periode (van piek spectrum) : Tp = 5.400 s
Waterstand tov. de teen : h1 = 6.000 m
Soortelijke massa water : rw = 1025.0 kg/m3

TALUD

Helling : cot(α) = 2.800 -
Wrijvingscoëff. toplaag/ondergr: ft = .500 -
Nivo ondergrens zetting : h2 = .000 m
Nivo bovengrens zetting : h3 = 10.000 m

CONSTRUCTIETYPE

niet ingewassen dichte blokken
=====
filter
=====
basis

DICHTE BLOKKEN

Breedte (langs het talud) : B = .200 m
Lengte (evenwijdig dijkas) : L = .500 m
Dikte : D = .480 m
Spleetbreedte : s = 1.000 mm
Soortelijke massa : sm = 2300.0 kg/m3
Klemfactor : G = 1.000 -

FILTER

Laagdikte : b = .150 m
Karakteristieke korreldiameter : D15 = 5.000 mm
Porositeit : n = .350 -

BASIS

Karakteristieke korreldiameter : D50 = .150 mm
: D90 = .250 mm
Porositeit : nb = .350 -

ANAMOS 2.21 PROJECT: rvw 32a blok fort Y. Provoost Projectbur.
Zeeeringen

TUSSENRESULTATEN
AAAAAAAAAAAAAAAA

CONSTRUCTIE

	Forchheimer coefficienten		doorlatendheid
	a (s/m)	b (s ² /m ²)	k (m/s)
Toplaag	212.268	10.317*10 ³	.0040
Filter	7.715	366.140	.0666
Leklengte	:	LAMBDA	= 1.101 m
Lekhoogte	:	lambda	= .370 m

BELASTING

Golfsteilheid	:	Hs/Lo	= .042 -
Brekerparameter	:	ksi-o	= 1.748 -
Belastingsparameter	:	Hs/(delta*D)	= 3.182 -
Stabiliteitsparameter	:	F	= 4.617 -

Voor de berekening van de blokbeweging wordt in dit geval gerekend met Hs. De bijbehorende belastingparameters zijn:

Hoogte stijghoogtefront	:	èb	= 2.000 m
Helling stijghoogtefront	:	tan(á)	= .832 -
Diepte zwaarste golfaanval tov. SWL	:	ds	= 1.163 m
Hoogte freatische lijn	:	zf	= .837 m
Maximaal stijghoogteverschil topplaat	:	èw	= .683 m
Invloedsfactor wrijving	:	âs1	= 1.179 -
Invloedsfactor massastraagheid	:	â2	= .007 -
Invloedsfactor toestroming	:	â3	= .025 -

ANAMOS 2.21 PROJECT: rvw 32a blok fort Y. Provoost Projectbur.
Zeeweringen□□□□□□□□□□□□□□□□

EINDRESULTATEN
AAAAAAAAAAAAAAAA

STABILITEIT TOPLAAG

Belasting	:	S	=	.666 m
Sterkte	:	R	=	.666 m
Blokbeweging	:	Y	=	.004 m

Conclusie:
De constructie is INSTABIEL.
H = Hs is maatgevend.

STABILITEIT TEGEN AFSCHUIVING

Stabiliteitsfactor	:	\hat{a}_a	=	1.363 -
Kracht op teen	:	Fteen	=	.00 kN/m'

STABILITEIT GRENSVLAK BASIS-FILTER

Kritiek neerwaarts verhang	:	icr_ne	=	.088 -
Kritiek opwaarts verhang	:	icr_op	=	.136 -
Maximaal optredend neerwaarts verhang:		imax_ne	=	.351 -
Maximaal optredend opwaarts verhang :		imax_op	=	.588 -

Conclusie:
Het grensvlak is INSTABIEL, want icr < imax

**Bijlage 1.3 Traject Fort: betonzuilen (buitentalud
zeewaartse dijk)**

(10U&18C&k10.7H&126A&15E&a5L&a0R&a0C
ANAMOS 2.21 PROJECT: zuilencot2.8 rvw32a Y. Provoost Projectbur.
Zeeweringen

WAARSCHUWING (EN) :
AAAAAAAAAAAAAAAAAAAA

Met het oog op de geringe toplaagdikte, de steile taludhelling en de kleine korreldiameter wordt aanbevolen de grondmechanische stabiliteit nader te controleren.

Vanwege de kleine lek lengte is de stabiliteit van de toplaag en het grensvlak met benaderende formules berekend. Voor het verloop van de stijghoogte moet gebruik gemaakt worden van een ander programma (zoals bijvoorbeeld STEENZET).

In verband hiermee kunnen de stijghoogte verlopen langs het talud niet grafisch weergegeven worden.

INVOERGEGEVENS
AAAAAAAAAAAAAAAAAAAA

GOLVEN

Significante golfhoogte	:	Hs	=	3.130 m
Periode (van piek spectrum)	:	Tp	=	6.750 s
Waterstand tov. de teen	:	h1	=	6.000 m
Soortelijke massa water	:	rw	=	1025.0 kg/m3

TALUD

Helling	:	cot(à)	=	2.800 -
Wrijvingscoeff. toplaag/ondergr	:	ft	=	.500 -
Nivo ondergrens zetting	:	h2	=	.000 m
Nivo bovengrens zetting	:	h3	=	10.000 m

CONSTRUCTIETYPE

niet ingewassen zuilen
=====
filter
=====
basis

ZUILEN

Gemiddeld zuiloppervlak	:	Az	=	.090 m2
Relatief open oppervlak	:	Azo	=	10.000 %
Dikte	:	Dz	=	.480 m
Soortelijke massa	:	sm	=	2813.0 kg/m3
Klemfactor	:	G	=	1.000 -

FILTER

Laagdikte	:	b	=	.150 m
Karakteristieke korreldiameter	:	D15	=	20.000 mm
Porositeit	:	n	=	.350 -

Zie volgende bladzijde

ANAMOS 2.21 PROJECT: zuilencot2.8 rvw32a Y. Provoost Projectbur.
Zeeweringen□□□□□□□□□□□□□□□□

VERVOLG INVOERGEGEVENS
AAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAA□□□□□□□□

BASIS

Karakteristieke korreldiameter :	D50	=	.150 mm
	: D90	=	.250 mm
Porositeit	: nb	=	.350 -

ANAMOS 2.21 PROJECT: zuilencot2.8 rvw32a Y. Provoost Projectbur.
Zeekeringen

TUSSENRESULTATEN
AAAAAAAAAAAAAAAA

CONSTRUCTIE

	Forchheimer coëfficiënten		doorlatendheid
	a (s/m)	b (s ² /m ²)	k (m/s)
Toplaag	.033	.086*10 ³	.1078
Filter	.482	91.535	.1823
Leklengte		: LAMBDA	= .349 m
Lekhoogte		: lambda	= .117 m

BELASTING

Golfsteilheid	: Hs/Lo	= .044 -
Brekerparameter	: ksi-o	= 1.702 -
Belastingsparameter	: Hs/(delta*D)	= 3.738 -
Stabiliteitsparameter	: F	= 5.329 -

Voor de berekening van de blokbeweging wordt in dit geval gerekend met Hs. De bijbehorende belastingparameters zijn:

Hoogte stijghoogtefront	: èb	= 3.209 m
Helling stijghoogtefront	: tan(á)	= .810 -
Diepte zwaarste golfaanval tov. SWL	: ds	= 1.837 m
Hoogte freatische lijn	: zf	= 1.372 m
Maximaal stijghoogteverschil topplaat	: èw	= .583 m
Invloedsfactor wrijving	: âs1	= 1.179 -
Invloedsfactor massatraagheid	: â2	= .000 -
Invloedsfactor toestroming	: â3	= .000 -

ANAMOS 2.21 PROJECT: zuilencot2.8 rvw32a Y. Provoost Projectbur.
Zeeweringen□□□□□□□□□□□□□□□□

EINDRESULTATEN
AAAAAAAAAAAAAAAA

STABILITEIT TOPLAAG

Belasting	:	S	=	.583 m
Sterkte	:	R	=	.929 m
Blokbeweging	:	Y	=	.000 m

Conclusie:
De constructie is STABIEL.
H = Hs is maatgevend.

STABILITEIT TEGEN AFSCHUIVING

Het verloop van het stijghoogteverschil kan bij deze invoergegevens niet worden berekend. Daardoor kan ook de stabiliteit van de constructie ten aanzien van afschuiving niet bepaald worden.

STABILITEIT GRENSVLAK BASIS-FILTER

Kritiek neerwaarts verhang	:	icr_ne	=	.018 -
Kritiek opwaarts verhang	:	icr_op	=	.032 -
Maximaal optredend neerwaarts verhang:		imax_ne	=	.336 -
Maximaal optredend opwaarts verhang	:	imax_op	=	1.137 -

Conclusie:
Het grensvlak is INSTABIEL, want $icr < imax$

ANAMOS 2.21 PROJECT: zuilencot2.8 rvw32a Y. Provoost Projectbur.
 Zeeweringen

GEVOELIGHEID VAN DE RESULTATEN
 AAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAA

DE WAARDE VAN DE INVOERPARAMETERS

In onderstaande tabel worden de eindresultaten gegeven behorende bij de invoergegevens die alleen verschillen in de waarde van de parameter in de eerste kolom. Deze parameter is in de nieuwe berekening 10% groter gekozen dan in de oorspronkelijke invoer.

		TOPLAAG		GRENSVLAK	
		R/S	Y/D	icr/imax	
Oorspronkelijke resultaten:		*	1.59	.00	.03
10% verhoogde invoerparameter:					
Golfhoogte	Hs	*	1.53	.00	.03
Golfperiode	Tp	*	1.53	.00	.03
Taludhelling	cot (à)	*	1.59	.00	.03
Waterdiepte	h1	*	1.59	.00	.03
Blokdikte	D	*	1.74	.00	.03
Zuiloppervlak	Az	*	1.59	.00	.03
Rel. open opp.	Azo	*	1.61	.00	.03
Filterlaagdikte	bf	*	1.57	.00	.03
Filterkorrel	Df15	*	1.59	.00	.03

Betekenis '*': Er treden waarschuwing(en) bij op.

□E

**Bijlage 1.4 Traject Fort: betonblokken (buitentalud
zeewaartse dijk)**

(10U&l8C&k10.7H&l26A&l5E&a5L&a0R&a0C
ANAMOS 2.21 PROJECT: rvw 32a blok fort Y. Provoost Projectbur.
Zeeweringen

INVOERGEGEVENS
AAAAAAAAAAAAAAAA

GOLVEN

Significante golfhoogte : Hs = 1.900 m
Periode (van piek spectrum) : Tp = 5.400 s
Waterstand tov. de teen : h1 = 6.000 m
Soortelijke massa water : rw = 1025.0 kg/m3

TALUD

Helling : cot(à) = 2.800 -
Wrijvingscoeff. toplaag/ondergr: ft = .500 -
Nivo ondergrens zetting : h2 = .000 m
Nivo bovengrens zetting : h3 = 10.000 m

CONSTRUCTIETYPE

niet ingewassen dichte blokken
=====

filter
=====

basis

DICHTE BLOKKEN

Breedte (langs het talud) : B = .200 m
Lengte (evenwijdig dijkas) : L = .500 m
Dikte : D = .480 m
Spleetbreedte : s = 1.000 mm
Soortelijke massa : sm = 2300.0 kg/m3
Klemfactor : G = 1.000 -

FILTER

Laagdikte : b = .150 m
Karakteristieke korreldiameter : D15 = 5.000 mm
Porositeit : n = .350 -

BASIS

Karakteristieke korreldiameter : D50 = .150 mm
: D90 = .250 mm
Porositeit : nb = .350 -

ANAMOS 2.21 PROJECT: rvw 32a blok fort Y. Provoost Projectbur.
 Zeeweringen□□□□□□□□□□□□□□□□

TUSSENRESULTATEN
 AAAAAAAAAAAAAAAAAA

CONSTRUCTIE

	Forchheimer coëfficiënten		doorlatendheid
	a (s/m)	b (s ² /m ²)	k (m/s)
Toplaag	212.268	10.317*10 ³	.0040
Filter	7.715	366.140	.0666
Leklengte	:	LAMBDA	= 1.101 m
Lekhoogte	:	lambda	= .370 m

BELASTING

Golfsteilheid	:	Hs/Lo	= .042 -
Brekerparameter	:	ksi-o	= 1.748 -
Belastingsparameter	:	Hs/(delta*D)	= 3.182 -
Stabiliteitsparameter	:	F	= 4.617 -

Voor de berekening van de blokbeweging wordt in dit geval gerekend met Hs. De bijbehorende belastingparameters zijn:

Hoogte stijghoogtefront	:	èb	= 2.000 m
Helling stijghoogtefront	:	tan(á)	= .832 -
Diepte zwaarste golfaanval tov. SWL	:	ds	= 1.163 m
Hoogte freatische lijn	:	zf	= .837 m
Maximaal stijghoogteverschil toplaag	:	èw	= .683 m
Invloedsfactor wrijving	:	âs1	= 1.179 -
Invloedsfactor massatraagheid	:	â2	= .007 -
Invloedsfactor toestroming	:	â3	= .025 -

ANAMOS 2.21 PROJECT: rvw 32a blok fort
Zeeweringen

Y. Provoost Projectbur.

EINDRESULTATEN
AAAAAAAAAAAAAA

STABILITEIT TOPLAAG

Belasting	:	S	=	.666 m
Sterkte	:	R	=	.666 m
Blokbeving	:	Y	=	.004 m

Conclusie:

De constructie is INSTABIEL.
H = Hs is maatgevend.

STABILITEIT TEGEN AFSCHUIVING

Stabiliteitsfactor	:	\hat{a}_a	=	1.363 -
Kracht op teen	:	Fteen	=	.00 kN/m'

STABILITEIT GRENSVLAK BASIS-FILTER

Kritiek neerwaarts verhang	:	icr_ne	=	.088 -
Kritiek opwaarts verhang	:	icr_op	=	.136 -
Maximaal optredend neerwaarts verhang:	:	imax_ne	=	.351 -
Maximaal optredend opwaarts verhang	:	imax_op	=	.588 -

Conclusie:

Het grensvlak is INSTABIEL, want $icr < imax$

GEVOELIGHEID VAN DE RESULTATEN
AAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAA

DE WAARDE VAN DE INVOERPARAMETERS

In onderstaande tabel worden de eindresultaten gegeven behorende bij de invoergegevens die alleen verschillen in de waarde van de parameter in de eerste kolom. Deze parameter is in de nieuwe berekening 10% groter gekozen dan in de oorspronkelijke invoer.

		TOPLAAG		GRENSVLAK
		R/S	Y/D	icr/imax
Oorspronkelijke resultaten:		1.00	.01	.23
10% verhoogde invoerparameter:				
Golfhoogte	Hs	1.00	.02	.22
Golfperiode	Tp	1.00	.01	.24
Taludhelling	cot (à)	1.00	.01	.24
Waterdiepte	h1	1.00	.01	.23
Blokdikte	D	1.04	.00	.24
Blokoppervlak	B*L	1.00	.01	.24
Spleetbreedte	s	1.04	.00	.23
Filterlaagdikte	bf	1.00	.02	.24
Filterkorrel	Df15	1.00	.02	.21

Betekenis '*': Er treden waarschuwing(en) bij op.

□E

**Bijlage 1.5 Traject Fort: overlaging (buitentalud
zeewaartse dijk)**

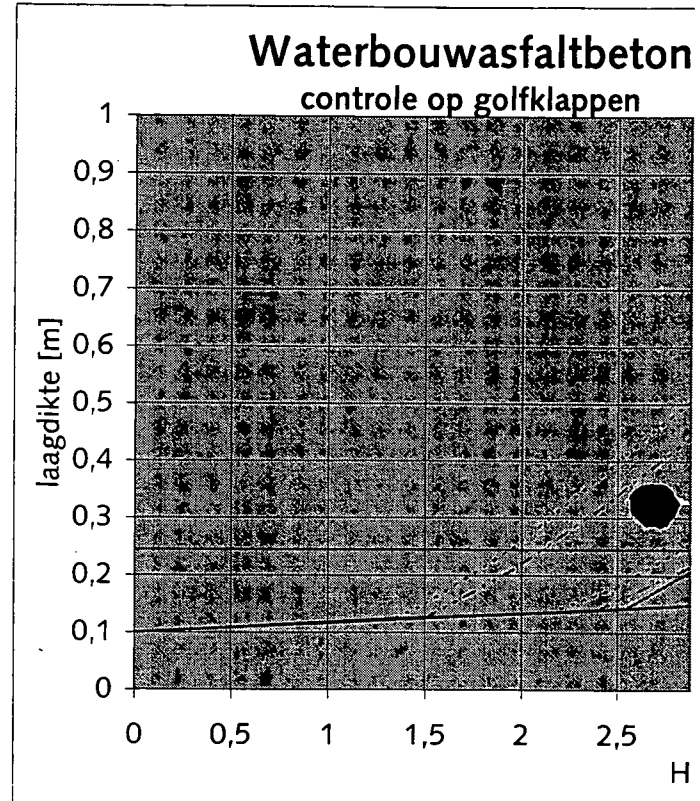
Bijlage 1.6 Traject Fort: betonzuilen (kruin zeevaartse dijk)

Toetsing steenbekleding kruin dam											Categorie 3		
Locatie			Dijkprofiel buitentalud		Bekleding							Hydraulische	
dijkvak/ profiel	van	tot	talud cotan	kruinhoogte	type	dikte D	soortelijke massa	filter- dikte	rand afgerond/ingegoten?	kruin-talud	ΔD [-]	waterstand: hc/Hs = 0 [m tov NAP]	
	[hm/dp/km]	[hm/dp/km]	[-]	[m tov NAP]	[-]	[m]	[kg/m ³]	[m]	[l/n]				
32a			3,4	6,2	27,30	0,58	2813	0,15	j		1,01	6,2	
32a			3,4	6,2	27,30	0,48	2813	0,15	j		0,84	6,2	
											0,00	0	
											0,00	0	
											0,00	0	
											0,00	0	
Vul ook de tabel op werkblad Randvoorwaarden in													

**Bijlage 1.7 Traject Fort: asfaltbeton (kruin zeevaartse
dijk)**

POLDER	Bijlage 1.7 Ellewoutsdijk
DIJKVAKNR	rvw32a

Waterbouwasfaltbeton boven GHW		
INVOER		
parameter	eenheid	
niveau onderkant bekleding	[m t.o.v. NAP]	6
ontwerpeel	[m t.o.v. NAP]	6,2
golfhoogte	[m]	3,13
cot α	[°]	3,4
breedte gesloten teen	[m]	0
lengte damwandscherm	[m]	0
ondergrond	klei/zand/mijnsteen	k
dikte kleilaag	[m]	0,8
ρ_w	[ton/m ³]	1,025
$\rho_{\text{waterbouwasfaltbeton}}$	[ton/m ³]	2,2
$\rho_{\text{open steenasfalt}}$	[ton/m ³]	1,6
ρ_{klei}	[ton/m ³]	2
α_n	[°]	1,06
R_w	[°]	1
UITVOER overdrukken		
r	[m]	0,00
q	[m]	0,00
z+q of z+r	[m]	-2,90
D_{min} waterbouwasfaltbeton	[m]	0,00
UITVOER golfklappen		
D_{min} waterbouwasfaltbeton	[m]	0,25
UITVOER TOTAAL		
D_{min} waterbouwasfaltbeton	[m]	0,25

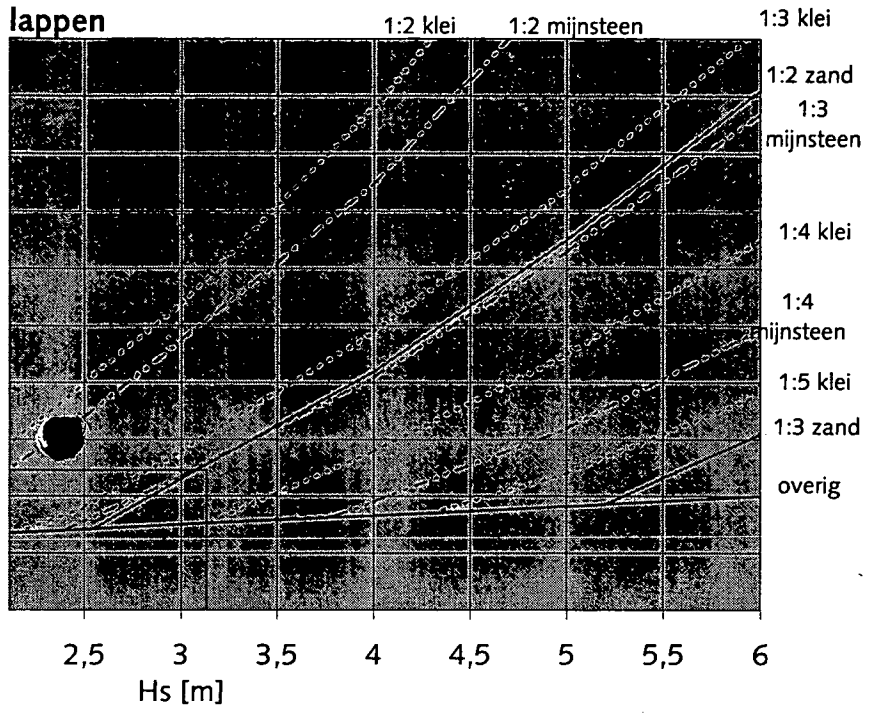


Voor asfalt als overlaging dient te worden uitgegaan van de lijntjes voor zand

Ruimte voor opmerkingen:

ultbeton

lappen



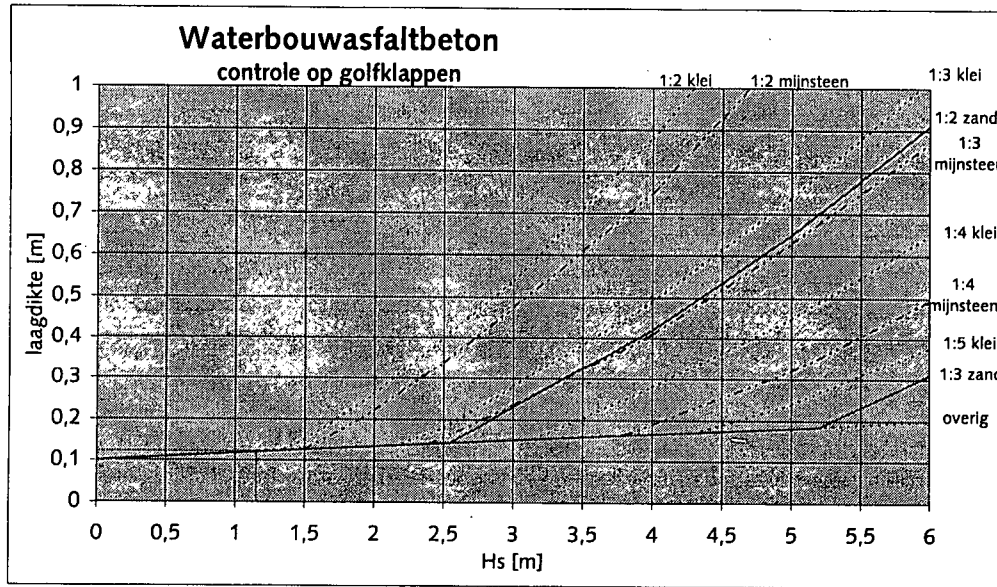
**Bijlage 1.8 Traject Fort: open steenasfalt (binnentalud
zeewaartse dijk)**

P.M.

Bijlage 1.9 Traject Fort: open steenasfalt (landwaartse dijk)

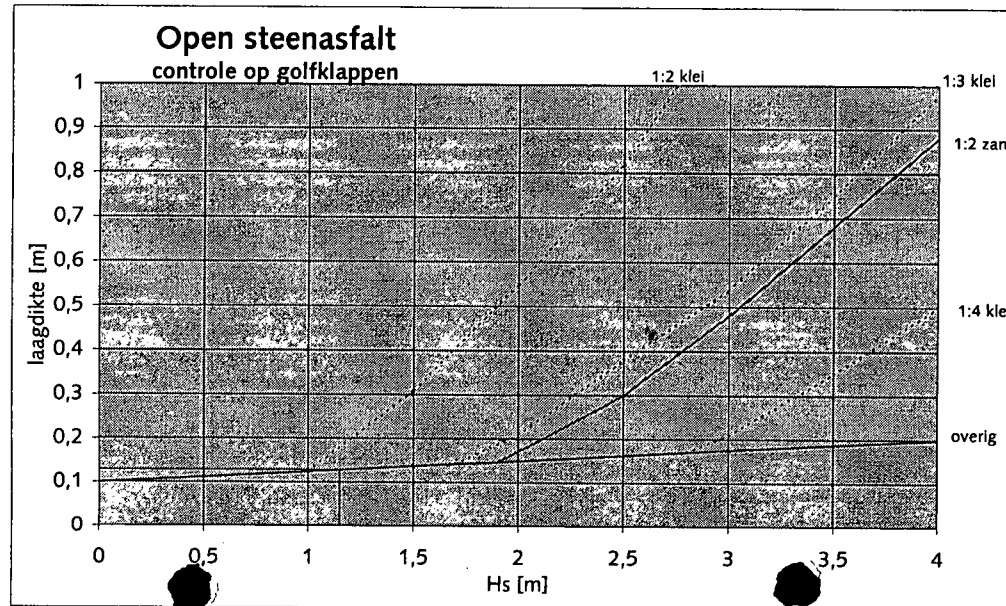
POLDER	
DIJKVAKNR	

Waterbouwasfaltbeton boven GHW		
INVOER		
parameter	eenheid	
niveau onderkant bekleding	[m t.o.v. NAP]	2
ontwerppeil	[m t.o.v. NAP]	6,2
golftoogte	[m]	1,15
cot α	[$^{\circ}$]	3,8
breedte gesloten teen	[m]	
lengte damwandscherm	[m]	
ondergrond	klei/zand/mijnsteen	k
dikte kleilaag	[m]	0,8
P_w	[ton/m ³]	1,025
$P_{waterbouwasfaltbeton}$	[ton/m ³]	2,2
$P_{open steenasfalt}$	[ton/m ³]	1,8
P_{stiel}	[ton/m ³]	2
Q_n	[$^{\circ}$]	1,06
R_w	[$^{\circ}$]	1
UITVOER overdrucken		
r	[m]	0,00
q	[m]	0,00
$Z+q$ of $Z+r$	[m]	1,10
$D_{min, waterbouwasfaltbeton}$	[m]	0,00
UITVOER golfklappen		
$D_{min, waterbouwasfaltbeton}$	[m]	0,12
UITVOER TOTAAL		
$D_{min, waterbouwasfaltbeton}$	[m]	0,12



Voor asfalt als overlaging dient te worden uitgegaan van de lijntjes voor zand

$D_{min, OSA}$	[m]	0,00
UITVOER golfklappen		
$D_{min, OSA}$	[m]	0,13
UITVOER TOTAAL		
$D_{min, OSA}$	[m]	0,13



Bijlage 2 Dimensionering

Bijlage 2.1 Traject Fort: Betonzuilen (buitentalud)

Wijzigingen t.o.v. v. 7.01: toetsen eruit, nieuwe ksi-lijnen erin, keuze bekleding via menu, standen ook OS
 Wijzigingen t.o.v. versie 8.0: controle kleilaagdikte ook gerelateerd aan Hs

POLDER:	Bijlage 2.1 Ellewoutsdijk
DIJKVAKNR:	rvw32a Fort

RANDVOORWAARDEN RIKZ			
W_p [m + NAP]	H_p [m]	T_p [s]	Dichtheid water [ton/m ³]
2	2,5	5,8	1,025
4	2,8	6,2	
6	3,1	6,7	
Ontwerppell:2060	6,2		

algemeen	soort bekleding	beton zullen	beton zullen	beton zullen	beton zullen	beton zullen	beton zullen
	nadere omschrijving vd bekleding						
	dijkpaalnummer						
	niveau bovengrens [m + NAP]	6,2	6,2	6,2	6,2	6,2	6,2
	niveau ondergrens [m + NAP]	0	0	0	0	0	0
	rekenwaarde helling [1: ?]	3,4	3,4	3,4	3,4	3,4	3,4
	T is bestekelling: 0,2 of: 0,4 [-0,2 of -0,4]	-0,2	-0,2	-0,2	-0,2	-0,2	-0,2
	bodemniveau op 50 m afstand [m + NAP]	-10	-10	-10	-10	-10	-10
toplaag	rekenwaarde steandikte [m]	0,48	0,48	0,43	0,43	0,38	0,38
	rekenwaarde soortelijke massa [(ton/m ³)]	2,425	2,328	2,619	2,522	2,813	2,716
	bij blokken: breedte [m]						
	bij blokken: lengte [m]						
onderlagen	rekenwaarde dikte filterlaag [m]	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15
	kleikern aanwezig (zonder zandscheg)? [ja/nee]	n	n	n	n	n	n
	bij kleikern: niveau kruin [m + NAP]						
	bij geen kleikern: dikte kleilaag [m]	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80
maatgevende condities	W_p [m + NAP]	6,20	6,20	6,20	6,20	6,20	6,20
	H_p [m]	3,13	3,13	3,13	3,13	3,13	3,13
	T_p [s]	6,75	6,75	6,75	6,75	6,75	6,75
	S_{op} [-]	1,40	1,40	1,40	1,40	1,40	1,40
	V_s [m]	1,57	1,57	1,57	1,57	1,57	1,57
	$H_p > 0,7 \cdot d$? [ja/nee]	nee	nee	nee	nee	nee	nee
	max. H_p [m]	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.
	T_p behorend bij max. H_p [s]	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.
	S_{op} behorend bij max. H_p en bijbehorende T_p [-]	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.
	stabiliteit	aanwezige $H_p/\Delta D$ [-]	4,77	5,13	4,68	4,98	4,72
$H_p/\Delta D$ max [-]		4,79	4,79	4,79	4,79	4,79	4,79
geldig? [geldig/ongeldig & ksi]		geldig 6ksi ² /2/3	ongeldig 6ksi ² /2/3	geldig 6ksi ² /2/3	ongeldig 6ksi ² /2/3	geldig 6ksi ² /2/3	ongeldig 6ksi ² /2/3
	resultaat ANAMOS [stabiel/instabiel]	stabiel		stabiel		stabiel	
afschuiving	min. benodigde onderlaagdikte (onder filterconstructie) [m]	1,04 (f)	1,08 (f)	1,03 (f)	1,07 (f)	1,03 (f)	1,07 (f)
	aanwezige onderlaag voldoende dik? [ja/nee]	nee	nee	nee	nee	nee	nee

Ruimte voor opmerkingen:

□(10U□&18C□&k10.7H□&126A□&15E□&a5L□&a0R□&a0C
ANAMOS 2.21 PROJECT: zuilencot3,4 rvw32a Y. Provoost Projectbur.
Zeeweringen□□□□□□□□□□□□□□□□

WAARSCHUWING (EN) :
AAAAAAAAAAAAAAAAAAAA

Met het oog op de geringe toplaagdikte, de steile taludhelling en de kleine korreldiameter wordt aanbevolen de grondmechanische stabiliteit nader te controleren.

Vanwege de kleine lek lengte is de stabiliteit van de toplaag en het grensvlak met benaderende formules berekend. Voor het verloop van de stijghoogte moet gebruik gemaakt worden van een ander programma (zoals bijvoorbeeld STEENZET).

In verband hiermee kunnen de stijghoogte verlopen langs het talud niet grafisch weergegeven worden.

INVOERGEGEVENS
AAAAAAAAAAAAAAAAAAAA

GOLVEN

Significante golfhoogte	:	Hs	=	3.130 m
Periode (van piek spectrum)	:	Tp	=	6.750 s
Waterstand tov. de teen	:	h1	=	6.000 m
Soortelijke massa water	:	rw	=	1025.0 kg/m3

TALUD

Helling	:	cot (à)	=	3.400 -
Wrijvingscoeff. toplaag/ondergr:	:	ft	=	.500 -
Nivo ondergrens zetting	:	h2	=	.000 m
Nivo bovengrens zetting	:	h3	=	10.000 m

CONSTRUCTIETYPE

niet ingewassen zuilen
=====

filter
=====

basis

ZUILEN

Gemiddeld zuiloppervlak	:	Az	=	.090 m2
Relatief open oppervlak	:	Azo	=	10.000 %
Dikte	:	Dz	=	.480 m
Soortelijke massa	:	sm	=	2425.0 kg/m3
Klemfactor	:	G	=	1.000 -

FILTER

Laagdikte	:	b	=	.150 m
Karakteristieke korreldiameter	:	D15	=	20.000 mm
Porositeit	:	n	=	.350 -

Zie volgende bladzijde

ANAMOS 2.21 PROJECT: zuilencot3,4 rvw32a Y. Provoost Projectbur.
Zeeweringen

VERVOLG INVOERGEDEVENS
AAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAA

BASIS

Karakteristieke korreldiameter	:	D50	=	.150 mm
	:	D90	=	.250 mm
Porositeit	:	nb	=	.350 -

ANAMOS 2.21 PROJECT: zuilencot3,4 rvw32a Y. Provoost Projectbur.
Zeeweringen

TUSSENRESULTATEN
AAAAAAAAAAAAAAAA

CONSTRUCTIE

	Forchheimer coëfficiënten		doorlatendheid
	a (s/m)	b (s ² /m ²)	k (m/s)
Toplaag	.033	.086*10 ³	.1078
Filter	.482	91.535	.1823
Leklengte		: LAMBDA	= .349 m
Lekhoogte		: lambda	= .098 m

BELASTING

Golfsteilheid	: Hs/Lo	= .044 -
Brekerparameter	: ksi-o	= 1.402 -
Belastingsparameter	: Hs/(delta*D)	= 4.774 -
Stabiliteitsparameter	: F	= 5.979 -

Voor de berekening van de blokbeweging wordt in dit geval gerekend met Hs. De bijbehorende belastingparameters zijn:

Hoogte stijghoogtefront	: èb	= 2.912 m
Helling stijghoogtefront	: tan(á)	= .810 -
Diepte zwaarste golfaanval tov. SWL	: ds	= 1.573 m
Hoogte freatische lijn	: zf	= 1.339 m
Maximaal stijghoogteverschil toplaag	: èw	= .539 m
Invloedsfactor wrijving	: âs1	= 1.147 -
Invloedsfactor massastraagheid	: â2	= .000 -
Invloedsfactor toestroming	: â3	= .000 -

ANAMOS 2.21 PROJECT: zuilencot3,4 rvw32a Y. Provoost Projectbur.
Zeeeringen□□□□□□□□□□□□□□□□

EINDRESULTATEN
AAAAAAAAAAAAAAAA

STABILITEIT TOPLAAG

Belasting	:	S	=	.539 m
Sterkte	:	R	=	.721 m
Blokbeweging	:	Y	=	.000 m

Conclusie:

De constructie is STABIEL.
H = Hs is maatgevend.

STABILITEIT TEGEN AFSCHUIVING

Het verloop van het stijghoogteverschil kan bij deze invoergegevens niet worden berekend. Daardoor kan ook de stabiliteit van de constructie ten aanzien van afschuiving niet bepaald worden.

STABILITEIT GRENSVLAK BASIS-FILTER

Kritiek neerwaarts verhang	:	icr_ne	=	.020 -
Kritiek opwaarts verhang	:	icr_op	=	.031 -
Maximaal optredend neerwaarts verhang:		imax_ne	=	.282 -
Maximaal optredend opwaarts verhang	:	imax_op	=	1.145 -

Conclusie:

Het grensvlak is INSTABIEL, want $icr < imax$

ANAMOS 2.21 PROJECT: zuilencot3,4 rvw32a Y. Provoost Projectbur.
Zeeweringen□□□□□□□□□□□□□□□□

GEVOELIGHEID VAN DE RESULTATEN
AAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAA

DE WAARDE VAN DE INVOERPARAMETERS

In onderstaande tabel worden de eindresultaten gegeven behorende bij de invoergegevens die alleen verschillen in de waarde van de parameter in de eerste kolom. Deze parameter is in de nieuwe berekening 10% groter gekozen dan in de oorspronkelijke invoer.

			TOPLAAG		GRENSVLAK
			R/S	Y/D	icr/imax
Oorspronkelijke resultaten:	*		1.34	.00	.03
10% verhoogde invoerparameter:					
Golfhoogte	Hs	*	1.28	.00	.03
Golfperiode	Tp	*	1.28	.00	.03
Taludhelling	cot (à)	*	1.34	.00	.03
Waterdiepte	h1	*	1.34	.00	.03
Blokdikte	D	*	1.46	.00	.03
Zuiloppervlak	Az	*	1.34	.00	.03
Rel. open opp.	Azo	*	1.35	.00	.03
Filterlaagdikte	bf	*	1.32	.00	.03
Filterkorrel	Df15	*	1.34	.00	.03

Betekenis '*': Er treden waarschuwing(en) bij op.

□E

(10U&l8C&k10.7H&l26A&l5E&a5L&a0R&a0C
ANAMOS 2.21 PROJECT: zuilencot3,4 rvw32a Y. Provoost Projectbur.
Zeeweringen

WAARSCHUWING (EN):
AAAAAAAAAAAAAAAAAA

Met het oog op de geringe toplaagdikte, de steile taludhelling en de kleine korreldiameter wordt aanbevolen de grondmechanische stabiliteit nader te controleren.

Vanwege de kleine lek lengte is de stabiliteit van de toplaag en het grensvlak met benaderende formules berekend. Voor het verloop van de stijghoogte moet gebruik gemaakt worden van een ander programma (zoals bijvoorbeeld STEENZET).

In verband hiermee kunnen de stijghoogte verlopen langs het talud niet grafisch weergegeven worden.

INVOERGEGEVENS
AAAAAAAAAAAAAAAAAA

GOLVEN

Significante golfhoogte	:	Hs	=	3.130 m
Periode (van piek spectrum)	:	Tp	=	6.750 s
Waterstand tov. de teen	:	h1	=	6.000 m
Soortelijke massa water	:	rw	=	1025.0 kg/m3

TALUD

Helling	:	cot(à)	=	3.400 -
Wrijvingscoeff. toplaag/ondergr	:	ft	=	.500 -
Nivo ondergrens zetting	:	h2	=	.000 m
Nivo bovengrens zetting	:	h3	=	10.000 m

CONSTRUCTIETYPE

niet ingewassen zuilen
=====
filter
=====
basis

ZUILEN

Gemiddeld zuiloppervlak	:	Az	=	.090 m2
Relatief open oppervlak	:	Azo	=	10.000 %
Dikte	:	Dz	=	.430 m
Soortelijke massa	:	sm	=	2619.0 kg/m3
Klemfactor	:	G	=	1.000 -

FILTER

Laagdikte	:	b	=	.150 m
Karakteristieke korreldiameter	:	D15	=	20.000 mm
Porositeit	:	n	=	.350 -

Zie volgende bladzijde

ANAMOS 2.21 PROJECT: zuilencot3,4 rvw32a Y. Provoost Projectbur.
Zeeweringen□□□□□□□□□□□□□□□□

VERVOLG INVOERGEGEVENS
AAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAA□□□□□□□□

BASIS
Karakteristieke korreldiameter : D50 = .150 mm
: D90 = .250 mm
Porositeit : nb = .350 -

ANAMOS 2.21 PROJECT: zuilencot3,4 rvw32a Y. Provoost Projectbur.
Zeeweringen□□□□□□□□□□□□□□□□

EINDRESULTATEN
AAAAAAAAAAAAAAAA

STABILITEIT TOPLAAG

Belasting	:	S	=	.533 m
Sterkte	:	R	=	.736 m
Blokbeweging	:	Y	=	.000 m

Conclusie:
De constructie is STABIEL.
H = Hs is maatgevend.

STABILITEIT TEGEN AFSCHUIVING

Het verloop van het stijghoogteverschil kan bij deze invoergegevens niet worden berekend. Daardoor kan ook de stabiliteit van de constructie ten aanzien van afschuiving niet bepaald worden.

STABILITEIT GRENSVLAK BASIS-FILTER

Kritiek neerwaarts verhang	:	icr_ne	=	.020 -
Kritiek opwaarts verhang	:	icr_op	=	.031 -
Maximaal optredend neerwaarts verhang:		imax_ne	=	.282 -
Maximaal optredend opwaarts verhang	:	imax_op	=	1.149 -

Conclusie:
Het grensvlak is INSTABIEL, want $icr < imax$

ANAMOS 2.21 PROJECT: zuilencot3,4 rvw32a Y. Provoost Projectbur.
 Zeeweringen□□□□□□□□□□□□□□□□

GEVOELIGHEID VAN DE RESULTATEN
 AAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAA

DE WAARDE VAN DE INVOERPARAMETERS

In onderstaande tabel worden de eindresultaten gegeven behorende bij de invoergegevens die alleen verschillen in de waarde van de parameter in de eerste kolom. Deze parameter is in de nieuwe berekening 10% groter gekozen dan in de oorspronkelijke invoer.

		TOPLAAG		GRENSVLAK
		R/S	Y/D	icr/imax
Oorspronkelijke resultaten:	*	1.38	.00	.03
10% verhoogde invoerparameter:				
Golfhoogte	Hs	*	1.32	.00
Golfperiode	Tp	*	1.32	.00
Taludhelling	cot(à)	*	1.38	.00
Waterdiepte	h1	*	1.38	.00
Blokdikte	D	*	1.51	.00
Zuiloppervlak	Az	*	1.37	.00
Rel. open opp.	Azo	*	1.39	.00
Filterlaagdikte	bf	*	1.36	.00
Filterkorrel	Df15	*	1.38	.00

Betekenis '*': Er treden waarschuwing(en) bij op.

□E

□(10U□&18C□&k10.7H□&126A□&15E□&a5L□&a0R□&a0C

ANAMOS 2.21 PROJECT: zuilencot3,4 rvw32a Y. Provoost Projectbur.

Zeeweringen□□□□□□□□□□□□□□□□

WAARSCHUWING (EN) :
AAAAAAAAAAAAAAAAAAAA

Met het oog op de geringe toplaagdikte, de steile taludhelling en de kleine korreldiameter wordt aanbevolen de grondmechanische stabiliteit nader te controleren.

Vanwege de kleine lek lengte is de stabiliteit van de toplaag en het grensvlak met benaderende formules berekend. Voor het verloop van de stijghoogte moet gebruik gemaakt worden van een ander programma (zoals bijvoorbeeld STEENZET).

In verband hiermee kunnen de stijghoogte verlopen langs het talud niet grafisch weergegeven worden.

INVOERGEGEVENS
AAAAAAAAAAAAAAAAAAAA

GOLVEN

Significante golfhoogte	:	Hs	=	3.130 m
Periode (van piek spectrum)	:	Tp	=	6.750 s
Waterstand tov. de teen	:	h1	=	6.000 m
Soortelijke massa water	:	rw	=	1025.0 kg/m3

TALUD

Helling	:	cot(à)	=	3.400 -
Wrijvingscoeff. toplaag/ondergr:	:	ft	=	.500 -
Nivo ondergrens zetting	:	h2	=	.000 m
Nivo bovengrens zetting	:	h3	=	10.000 m

CONSTRUCTIETYPE

niet ingewassen zuilen
=====

filter
=====

basis

ZUILEN

Gemiddeld zuiloppervlak	:	Az	=	.090 m2
Relatief open oppervlak	:	Azo	=	10.000 %
Dikte	:	Dz	=	.380 m
Soortelijke massa	:	sm	=	2831.0 kg/m3
Klemfactor	:	G	=	1.000 -

FILTER

Laagdikte	:	b	=	.150 m
Karakteristieke korreldiameter	:	D15	=	20.000 mm
Porositeit	:	n	=	.350 -

Zie volgende bladzijde

ANAMOS 2.21 PROJECT: zuilencot3,4 rvw32a Y. Provoost Projectbur.
Zeeweringen□□□□□□□□□□□□□□□□

VERVOLG INVOERGEDEVENS
AAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAA□□□□□□□□

BASIS

Karakteristieke korreldiameter :	D50	=	.150 mm
	:	D90	= .250 mm
Porositeit	:	nb	= .350 -

ANAMOS 2.21 PROJECT: zuilencot3,4 rvw32a Y. Provoost Projectbur.
 Zeeweringen

TUSSENRESULTATEN
 AAAAAAAAAAAAAAAAAA

CONSTRUCTIE

	Forchheimer coëfficiënten		doorlatendheid
	a (s/m)	b (s ² /m ²)	k (m/s)
Toplaag	.042	.106*10 ³	.0968
Filter	.482	91.535	.1823
Leklengte		: LAMBDA	= .328 m
Lekhoogte		: lambda	= .092 m

BELASTING

Golfsteilheid	: Hs/Lo	= .044 -
Brekerparameter	: ksi-o	= 1.402 -
Belastingsparameter	: Hs/(delta*D)	= 4.675 -
Stabiliteitsparameter	: F	= 5.855 -

Voor de berekening van de blokbeweging wordt in dit geval gerekend met Hs. De bijbehorende belastingparameters zijn:

Hoogte stijghoogtefront	: èb	= 2.912 m
Helling stijghoogtefront	: tan(á)	= .810 -
Diepte zwaarste golfaanval tov. SWL	: ds	= 1.573 m
Hoogte freatische lijn	: zf	= 1.339 m
Maximaal stijghoogteverschil toplaag	: èw	= .528 m
Invloedsfactor wrijving	: âs1	= 1.147 -
Invloedsfactor massatraagheid	: â2	= .000 -
Invloedsfactor toestroming	: â3	= .000 -

ANAMOS 2.21 PROJECT: zuilencot3,4 rvw32a Y. Provoost Projectbur.
Zeeeringen

EINDRESULTATEN
AAAAAAAAAAAAAA

STABILITEIT TOPLAAG

Belasting	:	S	=	.528 m
Sterkte	:	R	=	.737 m
Blokbeweging	:	Y	=	.000 m

Conclusie:

De constructie is STABIEL.

H = Hs is maatgevend.

STABILITEIT TEGEN AFSCHUIVING

Het verloop van het stijghoogteverschil kan bij deze invoergegevens niet worden berekend. Daardoor kan ook de stabiliteit van de constructie ten aanzien van afschuiving niet bepaald worden.

STABILITEIT GRENSVLAK BASIS-FILTER

Kritiek neerwaarts verhang	:	icr_ne	=	.020 -
Kritiek opwaarts verhang	:	icr_op	=	.031 -
Maximaal optredend neerwaarts verhang:		imax_ne	=	.282 -
Maximaal optredend opwaarts verhang	:	imax_op	=	1.153 -

Conclusie:

Het grensvlak is INSTABIEL, want $icr < imax$

ANAMOS 2.21 PROJECT: zuilencot3,4 rvw32a Y. Provoost Projectbur.
Zeeweringen□□□□□□□□□□□□□□□□

GEVOELIGHEID VAN DE RESULTATEN
AAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAA

DE WAARDE VAN DE INVOERPARAMETERS

In onderstaande tabel worden de eindresultaten gegeven behorende bij de invoergegevens die alleen verschillen in de waarde van de parameter in de eerste kolom. Deze parameter is in de nieuwe berekening 10% groter gekozen dan in de oorspronkelijke invoer.

		TOPLAAG		GREN SVLAK
		R/S	Y/D	icr/imax
Oorspronkelijke resultaten:	*	1.40	.00	.03
10% verhoogde invoerparameter:				
Golfhoogte	Hs *	1.34	.00	.03
Golfperiode	Tp *	1.34	.00	.03
Taludhelling	cot (à) *	1.39	.00	.03
Waterdiepte	h1 *	1.40	.00	.03
Blokdikte	D *	1.52	.00	.03
Zuiloppervlak	Az *	1.39	.00	.03
Rel. open opp.	Azo *	1.41	.00	.03
Filterlaagdikte	bf *	1.37	.00	.03
Filterkorrel	Df15 *	1.39	.00	.03

Betekenis '*': Er treden waarschuwing(en) bij op.

□E

Wijzigingen t.o.v. versie 7.01: toetsen eruit, nieuwe ksi-lijnen erin, keuze bekleding via menu, erstanden ook OS

Wijzigingen t.o.v. versie 8.0: controle kleilaagdikte ook gerelateerd aan Hs

POLDER	Bijlage 2.1 Ellewoutsdijk
DIJKVAKNR	rwv32b fort

RANDVOORWAARDEN RIKZ			
W_1 [m + NAP]	H_s [m]	T_p [s]	Dichtheid water [ton/m ³]
2	2	5,5	1,025
4	2,3	5,8	
6	2,6	6,3	
Ontwerppeil: 2050	6,2		

algemeen	soort bekleding	beton zuilen	beton zuilen	beton zuilen	beton zuilen				
	nadere omschrijving vd bekleding								
	dijkpaalnummer								
	niveau bovengrens [m + NAP]	6	6	6	6				
	niveau ondergrens [m + NAP]	0	0	0	0				
	rekenwaarde helling [1: ?]	3,3	3,3	3,3	3,3				
	L is bestekhelling - 0,2 of - 0,4 [-0,2 of -0,4]	-0,2	-0,2	-0,2	-0,2				
	bodemniveau op 50 m afstand [m + NAP]	-10	-10	-10	-10				
toplaag	rekenwaarde steëndikte [m]	0,48	0,48	0,43	0,43				
	rekenwaarde soortelijke massa [ton/m ³]	2,231	2,328	2,328	2,425				
	bij blokken: breedte [m]								
	bij blokken: lengte [m]								
onderlagen	rekenwaarde dikte filterlaag [m]	0,15	0,15	0,15	0,15				
	kleikern aanwezig (zonder zandscheg)? [ja/nee]	n	n	n	n				
	bij kleikern: niveau kruin [m + NAP]								
	bij geen kleikern: dikte kleilaag [m]	0,80	0,80	0,80	0,80				
maatgevende condities	W_1 [m + NAP]	6,20	6,20	6,20	6,20				
	H_s [m]	2,63	2,63	2,63	2,63				
	T_p [s]	6,35	6,35	6,35	6,35				
	ζ_{op} [-]	1,48	1,48	1,48	1,48				
	γ_s [m]	1,41	1,41	1,41	1,41				
	$H_s > 0,7 \cdot d$? [ja/nee]	nee	nee	nee	nee				
	max. H_s [m]	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.				
	T_p behorend bij max. H_s [s]	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.				
	ζ_{op} behorend bij max. H_s en bijbehorende T_p [-]	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.				
	stabiliteit	aanwezige $H_s/\Delta D$ [-]	4,68	4,31	4,81	4,48			
$H_s/\Delta D_{min}$ [-]		4,61	4,61	4,61	4,61				
geldig? [geldig/ongeldig & kw]		ongeldig 6ksi ² /2/3	geldig 6ksi ² /2/3	ongeldig 6ksi ² /2/3	geldig 6ksi ² /2/3				
resultaat ANAMOS [stabiel/instabiel]			stabiel		stabiel				
afschulping	min. benodigde onderlaagdikte (onder filterconstructie) [m]	0,94 (f)	0,9 (f)	0,96 (f)	0,92 (f)				
	aanwezige onderlaag voldoende dik? [ja/nee]	nee	nee	nee	nee				

Ruimte voor opmerkingen:

□(10U□&18C□&k10.7H□&126A□&15E□&a5L□&a0R□&a0C

ANAMOS 2.21 PROJECT: zuilencot3.3 r32b Y. Provoost Projectbur.
Zeeweringen□□□□□□□□□□□□□□□□

WAARSCHUWING (EN) :
AAAAAAAAAAAAAAAAAA

Met het oog op de geringe toplaagdikte, de steile taludhelling en de kleine korreldiameter wordt aanbevolen de grondmechanische stabiliteit nader te controleren.

Vanwege de kleine lek lengte is de stabiliteit van de toplaag en het grensvlak met benaderende formules berekend. Voor het verloop van de stijghoogte moet gebruik gemaakt worden van een ander programma (zoals bijvoorbeeld STEENZET).

In verband hiermee kunnen de stijghoogte verlopen langs het talud niet grafisch weergegeven worden.

INVOERGEGEVENS
AAAAAAAAAAAAAAAAAA

GOLVEN

Significante golfhoogte	:	Hs	=	2.630 m
Periode (van piek spectrum)	:	Tp	=	6.350 s
Waterstand tov. de teen	:	h1	=	6.000 m
Soortelijke massa water	:	rw	=	1025.0 kg/m3

TALUD

Helling	:	cot (à)	=	3.300 -
Wrijvingscoeff. toplaag/ondergr:	:	ft	=	.500 -
Nivo ondergrens zetting	:	h2	=	.000 m
Nivo bovengrens zetting	:	h3	=	10.000 m

CONSTRUCTIETYPE

niet ingewassen zuilen
=====

filter
=====

basis

ZUILEN

Gemiddeld zuiloppervlak	:	Az	=	.090 m2
Relatief open oppervlak	:	Azo	=	10.000 %
Dikte	:	Dz	=	.480 m
Soortelijke massa	:	sm	=	2328.0 kg/m3
Klemfactor	:	G	=	1.000 -

FILTER

Laagdikte	:	b	=	.150 m
Karakteristieke korreldiameter	:	D15	=	20.000 mm
Porositeit	:	n	=	.350 -

Zie volgende bladzijde

ANAMOS 2.21 PROJECT: zuilencot3.3 r32b
Zeeeringen□□□□□□□□□□□□□□□□

Y. Provoost Projectbur.

VERVOLG INVOERGEGEVENS

AAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAA□□□□□□□□

BASIS

Karakteristieke korreldiameter :	D50	=	.150 mm
	:	D90	= .250 mm
Porositeit	:	nb	= .350 -

ANAMOS 2.21 PROJECT: zuilencot3.3 r32b
Zeeeringen□□□□□□□□□□□□□□□□

Y. Provoost Projectbur.

EINDRESULTATEN
AAAAAAAAAAAAAAAA

STABILITEIT TOPLAAG

Belasting	:	S	=	.490 m
Sterkte	:	R	=	.672 m
Blokbeving	:	Y	=	.000 m

Conclusie:
De constructie is STABIEL.
H = Hs is maatgevend.

STABILITEIT TEGEN AFSCHUIVING

Het verloop van het stijghoogteverschil kan bij deze invoergegevens niet worden berekend. Daardoor kan ook de stabiliteit van de constructie ten aanzien van afschuiving niet bepaald worden.

STABILITEIT GRENSVLAK BASIS-FILTER

Kritiek neerwaarts verhang	:	icr_ne	=	.019 -
Kritiek opwaarts verhang	:	icr_op	=	.031 -
Maximaal optredend neerwaarts verhang	:	imax_ne	=	.290 -
Maximaal optredend opwaarts verhang	:	imax_op	=	1.097 -

Conclusie:
Het grensvlak is INSTABIEL, want $icr < imax$

ANAMOS 2.21 PROJECT: zuilencot3.3 r32b
Zeeeringen

Y. Provoost Projectbur.

GEVOELIGHEID VAN DE RESULTATEN
AAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAA

DE WAARDE VAN DE INVOERPARAMETERS

In onderstaande tabel worden de eindresultaten gegeven behorende bij de invoergegevens die alleen verschillen in de waarde van de parameter in de eerste kolom. Deze parameter is in de nieuwe berekening 10% groter gekozen dan in de oorspronkelijke invoer.

			TOPLAAG		GRENSVLAK
			R/S	Y/D	icr/imax
Oorspronkelijke resultaten:		*	1.37	.00	.03
10% verhoogde invoerparameter:					
Golfhoogte	Hs	*	1.31	.00	.03
Golfperiode	Tp	*	1.31	.00	.03
Taludhelling	cot (à)	*	1.37	.00	.03
Waterdiepte	h1	*	1.37	.00	.03
Blokdikte	D	*	1.50	.00	.03
Zuiloppervlak	Az	*	1.37	.00	.03
Rel. open opp.	Azo	*	1.38	.00	.03
Filterlaagdikte	bf	*	1.35	.00	.03
Filterkorrel	Df15	*	1.37	.00	.03

Betekenis '*': Er treden waarschuwing(en) bij op.

□E

□(10U□&18C□&k10.7H□&126A□&15E□&a5L□&a0R□&a0C

ANAMOS 2.21 PROJECT: zuilencot3.3 r32b Y. Provoost Projectbur.
Zeeweringen□□□□□□□□□□□□□□□□

WAARSCHUWING (EN) :
AAAAAAAAAAAAAAAAAAAA

Met het oog op de geringe toplaagdikte, de steile taludhelling en de kleine korreldiameter wordt aanbevolen de grondmechanische stabiliteit nader te controleren.

Vanwege de kleine lek lengte is de stabiliteit van de toplaag en het grensvlak met benaderende formules berekend. Voor het verloop van de stijghoogte moet gebruik gemaakt worden van een ander programma (zoals bijvoorbeeld STEENZET).

In verband hiermee kunnen de stijghoogte verlopen langs het talud niet grafisch weergegeven worden.

INVOERGEGEVENS
AAAAAAAAAAAAAAAAAAAA

GOLVEN

Significante golfhoogte	:	Hs	=	2.630 m
Periode (van piek spectrum)	:	Tp	=	6.350 s
Waterstand tov. de teen	:	h1	=	6.000 m
Soortelijke massa water	:	rw	=	1025.0 kg/m3

TALUD

Helling	:	cot (à)	=	3.300 -
Wrijvingscoeff. toplaag/ondergr:	:	ft	=	.500 -
Nivo ondergrens zetting	:	h2	=	.000 m
Nivo bovengrens zetting	:	h3	=	10.000 m

CONSTRUCTIETYPE

niet ingewassen zuilen
=====

filter
=====

basis

ZUILEN

Gemiddeld zuiloppervlak	:	Az	=	.090 m2
Relatief open oppervlak	:	Azo	=	10.000 %
Dikte	:	Dz	=	.430 m
Soortelijke massa	:	sm	=	2425.0 kg/m3
Klemfactor	:	G	=	1.000 -

FILTER

Laagdikte	:	b	=	.150 m
Karakteristieke korreldiameter	:	D15	=	20.000 mm
Porositeit	:	n	=	.350 -

Zie volgende bladzijde

ANAMOS 2.21 PROJECT: zuilencot3.3 r32b
Zeeeringen□□□□□□□□□□□□□□□□

Y. Provoost Projectbur.

VERVOLG INVOERGEGEVENS
AAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAA□□□□□□□□

BASIS

Karakteristieke korreldiameter :	D50	=	.150 mm
	:	D90	= .250 mm
Porositeit	:	nb	= .350 -

TUSSENRESULTATEN
AAAAAAAAAAAAAAAAAA

CONSTRUCTIE

	Forchheimer coëfficiënten		doorlatendheid
	a (s/m)	b (s ² /m ²)	k (m/s)
Toplaag	.037	.095*10 ³	.1025
Filter	.482	91.535	.1823
Leklengte		: LAMBDA	= .339 m
Lekhoogte		: lambda	= .098 m

BELASTING

Golfsteilheid	: Hs/Lo	= .042 -
Brekerparameter	: ksi-o	= 1.482 -
Belastingsparameter	: Hs/(delta*D)	= 4.478 -
Stabiliteitsparameter	: F	= 5.821 -

Voor de berekening van de blokbeweging wordt in dit geval gerekend met Hs. De bijbehorende belastingparameters zijn:

Hoogte stijghoogtefront	: èb	= 2.549 m
Helling stijghoogtefront	: tan(á)	= .831 -
Diepte zwaarste golfaanval tov. SWL	: ds	= 1.411 m
Hoogte freatische lijn	: zf	= 1.138 m
Maximaal stijghoogteverschil toplaag	: èw	= .486 m
Invloedsfactor wrijving	: âs1	= 1.152 -
Invloedsfactor massatraagheid	: â2	= .000 -
Invloedsfactor toestroming	: â3	= .000 -

ANAMOS 2.21 PROJECT: zuilencot3.3 r32b
Zeekeringen□□□□□□□□□□□□□□□□

Y. Provoost Projectbur.

EINDRESULTATEN
AAAAAAAAAAAAAAAA

STABILITEIT TOPLAAG

Belasting	:	S	=	.486 m
Sterkte	:	R	=	.647 m
Blokbeweging	:	Y	=	.000 m

Conclusie:

De constructie is STABIEL.
H = Hs is maatgevend.

STABILITEIT TEGEN AFSCHUIVING

Het verloop van het stijghoogteverschil kan bij deze invoergegevens niet worden berekend. Daardoor kan ook de stabiliteit van de constructie ten aanzien van afschuiving niet bepaald worden.

STABILITEIT GRENSVLAK BASIS-FILTER

Kritiek neerwaarts verhang	:	icr_ne	=	.019 -
Kritiek opwaarts verhang	:	icr_op	=	.031 -
Maximaal optredend neerwaarts verhang:		imax_ne	=	.290 -
Maximaal optredend opwaarts verhang :		imax_op	=	1.102 -

Conclusie:

Het grensvlak is INSTABIEL, want $icr < imax$

GEVOELIGHEID VAN DE RESULTATEN
AAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAA

DE WAARDE VAN DE INVOERPARAMETERS

In onderstaande tabel worden de eindresultaten gegeven behorende bij de invoergegevens die alleen verschillen in de waarde van de parameter in de eerste kolom. Deze parameter is in de nieuwe berekening 10% groter gekozen dan in de oorspronkelijke invoer.

		TOPLAAG		GRENSVLAK
		R/S	Y/D	icr/imax
Oorspronkelijke resultaten:	*	1.33	.00	.03
10% verhoogde invoerparameter:				
Golfhoogte	Hs	* 1.28	.00	.03
Golfperiode	Tp	* 1.28	.00	.03
Taludhelling	cot (à)	* 1.33	.00	.03
Waterdiepte	h1	* 1.33	.00	.03
Blokdikte	D	* 1.45	.00	.03
Zuiloppervlak	Az	* 1.33	.00	.03
Rel. open opp.	Azo	* 1.35	.00	.03
Filterlaagdikte	bf	* 1.31	.00	.03
Filterkorrel	Df15	* 1.33	.00	.03

Betekenis '*': Er treden waarschuwing(en) bij op.

□E

Bijlage 2.2 Traject Haven: Betonzuilen op dijk

Wijzigingen t.o.v. v. 7.01: toetsen eruit, nieuwe ksi-lijnen erin, keuze bekleding via menu, standen ook OS
 Wijzigingen t.o.v. versie 8.0: controle klellaagdikte ook gerelateerd aan Hs

POLDER	Haven Ellewoutsdijk
DIJKVAKNR	32b

RANDVOORWAARDEN/RIKZ			
W_s (m + NAP)	H_s (m)	T_p (s)	Dichtheid water (ton/m ³)
2	2	5,5	1,025
4	2,3	5,8	
6	2,6	6,3	
Ontwerppeil: 2060	6.2		

algemeen	soort bekleding	beton zuilen																		
	nadere omschrijving vd bekleding																			
	dijkpaalnummer																			
	niveau bovengrens (m + NAP)	6,20																		
	niveau ondergrens (m + NAP)	3,00																		
	rekenwaarde helling (1:?)	2,80																		
	1: is bestekhelling: 0,2 of 0,4 [-0,2 of -0,4]	0,3																		
	bodemniveau op 50 m afstand (m + NAP)	0,00																		
toplaag	rekenwaarde steendikte (m)	0,48																		
	rekenwaarde soortelijke massa (ton/m ³)	2,425																		
	bij blokken: breedte (m)																			
	bij blokken: lengte (m)																			
onderlagen	rekenwaarde dikte filterlaag (m)	0,15																		
	kleikern aanwezig (zonder zandscheg)? [ja/nee]	nee																		
	bij kleikern: niveau kruin (m + NAP)																			
	bij geen kleikern: dikte klellaag (m)	0,80																		
maatgevende condities	W_s (m + NAP)	6,20																		
	H_s (m)	2,63																		
	T_p (s)	6,35																		
	E_{op} (t)	1,76																		
	y_s (m)	1,61																		
	$H_s > 0,7 d$? [ja/nee]	nee																		
	max. H_s (m)	n.v.t.																		
	T_p behorend bij max. H_s (s)	n.v.t.																		
	E_{op} behorend bij max. H_s en bijbehorende T_p (t)	n.v.t.																		
stabiliteit	aanwezige H_s/JAD (t)	4,01																		
	H_s/JAD_{max} (t)	4,14																		
	geeldig? [geeldig/ongeldig & kas]	geeldig 6ksi ² /3																		
	resultaat ANAMOS [stabiel/instabiel]	stabiel																		
afschulving	min. benodigde onderlaagdikte (onder filterconstructie) (m)	1,14 (f)																		
	aanwezige onderlaag: voldoende dik? [ja/nee]	nee																		

Ruimte voor opmerkingen:

WAARSCHUWING (EN) :
AAAAAAAAAAAAAAAAAAAA

Met het oog op de geringe topplagdikte, de steile taludhelling en de kleine korreldiameter wordt aanbevolen de grondmechanische stabiliteit nader te controleren.

Vanwege de kleine lek lengte is de stabiliteit van de topplaat en het grensvlak met benaderende formules berekend. Voor het verloop van de stijghoogte moet gebruik gemaakt worden van een ander programma (zoals bijvoorbeeld STEENZET).

In verband hiermee kunnen de stijghoogte verlopen langs het talud niet grafisch weergegeven worden.

INVOERGEGEVENS
AAAAAAAAAAAAAAAAAAAA

GOLVEN

Significante golfhoogte	:	Hs	=	2.630 m
Periode (van piek spectrum)	:	Tp	=	6.350 s
Waterstand tov. de teen	:	h1	=	6.000 m
Soortelijke massa water	:	rw	=	1025.0 kg/m3

TALUD

Helling	:	cot (à)	=	2.800 -
Wrijvingscoeff. topplaat/ondergr:	:	ft	=	.500 -
Nivo ondergrens zetting	:	h2	=	.000 m
Nivo bovengrens zetting	:	h3	=	10.000 m

CONSTRUCTIETYPE

niet ingewassen zuilen
 =====
 filter
 =====
 basis

ZUILEN

Gemiddeld zuiloppervlak	:	Az	=	.090 m2
Relatief open oppervlak	:	Azo	=	10.000 %
Dikte	:	Dz	=	.480 m
Soortelijke massa	:	sm	=	2425.0 kg/m3
Klemfactor	:	G	=	1.000 -

FILTER

Laagdikte	:	b	=	.150 m
Karakteristieke korreldiameter	:	D15	=	20.000 mm
Porositeit	:	n	=	.350 -

Zie volgende bladzijde

ANAMOS 2.21 PROJECT: zuilencot3.3 r32b
Zeeweringen

Y. Provoost Projectbur.

VERVOLG INVOERGEGEVENS

AAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAA

BASIS

Karakteristieke korreldiameter :	D50	=	.150 mm
	:	D90	= .250 mm
Porositeit	:	nb	= .350 -

ANAMOS 2.21 PROJECT: zuilencot3.3 r32b Y. Provoost Projectbur.
Zeekeringen□□□□□□□□□□□□□□□□

TUSSENRESULTATEN
AAAAAAAAAAAAAAAAAAAA

CONSTRUCTIE

	Forchheimer coëfficiënten		doorlatendheid
	a (s/m)	b (s ² /m ²)	k (m/s)
Toplaag	.033	.086*10 ³	.1078
Filter	.482	91.535	.1823
Leklengte		: LAMBDA	= .349 m
Lekhoogte		: lambda	= .117 m

BELASTING

Golfsteilheid	: Hs/Lo	= .042 -
Brekerparameter	: ksi-o	= 1.747 -
Belastingsparameter	: Hs/(delta*D)	= 4.012 -
Stabiliteitsparameter	: F	= 5.818 -

Voor de berekening van de blokbeweging wordt in dit geval gerekend met Hs. De bijbehorende belastingparameters zijn:

Hoogte stijghoogtefront	: èb	= 2.767 m
Helling stijghoogtefront	: tan(á)	= .831 -
Diepte zwaarste golfaanval tov. SWL	: ds	= 1.609 m
Hoogte freatische lijn	: zf	= 1.158 m
Maximaal stijghoogteverschil toplaag	: èw	= .525 m
Invloedsfactor wrijving	: âs1	= 1.179 -
Invloedsfactor massastraagheid	: â2	= .000 -
Invloedsfactor toestroming	: â3	= .000 -

EINDRESULTATEN
AAAAAAAAAAAAAAAA

STABILITEIT TOPLAAG

Belasting	:	S	=	.525 m
Sterkte	:	R	=	.728 m
Blokbeweging	:	Y	=	.000 m

Conclusie:
De constructie is STABIEL.
H = Hs is maatgevend.

STABILITEIT TEGEN AFSCHUIVING

Het verloop van het stijghoogteverschil kan bij deze invoergegevens niet worden berekend. Daardoor kan ook de stabiliteit van de constructie ten aanzien van afschuiving niet bepaald worden.

STABILITEIT GRENSVLAK BASIS-FILTER

Kritiek neerwaarts verhang	:	icr_ne	=	.018 -
Kritiek opwaarts verhang	:	icr_op	=	.032 -
Maximaal optredend neerwaarts verhang	:	imax_ne	=	.336 -
Maximaal optredend opwaarts verhang	:	imax_op	=	1.094 -

Conclusie:
Het grensvlak is INSTABIEL, want $icr < imax$

GEVOELIGHEID VAN DE RESULTATEN
AAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAA

DE WAARDE VAN DE INVOERPARAMETERS

In onderstaande tabel worden de eindresultaten gegeven behorende bij de invoergegevens die alleen verschillen in de waarde van de parameter in de eerste kolom. Deze parameter is in de nieuwe berekening 10% groter gekozen dan in de oorspronkelijke invoer.

		TOPLAAG		GRENSVLAK	
		R/S	Y/D	icr/imax	
Oorspronkelijke resultaten:	*	1.39	.00	.03	
10% verhoogde invoerparameter:					
Golfhoogte	Hs	*	1.33	.00	.03
Golfperiode	Tp	*	1.33	.00	.03
Taludhelling	cot(à)	*	1.38	.00	.03
Waterdiepte	h1	*	1.39	.00	.03
Blokdikte	D	*	1.51	.00	.03
Zuiloppervlak	Az	*	1.38	.00	.03
Rel. open opp.	Azo	*	1.40	.00	.03
Filterlaagdikte	bf	*	1.36	.00	.03
Filterkorrel	Df15	*	1.38	.00	.03

Betekenis '*': Er treden waarschuwing(en) bij op.

□E

Bijlage 2.3 Berekeningen kreukelberm

POLDER	Ellewoutdijk
DJKVAKNR	32a

Invoer Algemeen		
parameter	eenheid	waarde
Gebied	OS/W.S.	ws
Breuksteen als overlaging		
Breuksteen op geotextiel of klei/zand		
cot α	[°]	5,00
H _g	[m]	2,2
T _p	[s]	5,4
dikte kleilaag	[m]	0,3
T _p /T _m	[-]	1,7
Y	[°]	1,00
P	[°]	0,10
D ₉₀	[ton/m ³]	1,025
N	[°]	2000
S	[°]	2

Tussenresultaten losse breuksteen		
ε _{op}	[°]	0,91
ε _m	[°]	0,83
ε _{ms}	[°]	1,67
soort golf		plunging
ΔD ₉₀	[m]	0,91

Patroon penetraties		
Invoer		
parameter	eenheid	waarde
cot α	[°]	5
H _g	[m]	2,2
T _p	[s]	5,4
D ₉₀	[ton/m ³]	1,025
ψ _{st} (patroon-stippen)	[°]	3,4
ψ _{st} (patroon-stroken)	[°]	1,5
b	[°]	0,6
Tussenresultaten		
ε _{op}	[°]	0,91
ΔD ₉₀ stippen	[m]	0,62
ΔD ₉₀ stroken	[m]	0,42

Vol en zat penetratie met Dicht colloidaal beton		
Invoer		
holle ruimte percentage	[%]	5
cot α	[°]	5
H _g	[m]	2,2
T _p	[s]	5,4
D ₉₀	[ton/m ³]	1,025
D ₉₅	[ton/m ³]	2,25
Tussenresultaten		
ε _{op}	[°]	0,91

Vol en zat breuksteen op klei/zand		
Invoer		
parameter	eenheid	waarde
niveau onderkant bekleding	[m t.o.v. NAP]	
ontwerppeil	[m t.o.v. NAP]	
cot α	[°]	5
breedte gesloten teen	[m]	
lengte damwandscherm	[m]	
D ₉₀ patroon	[ton/m ³]	
holle ruimte percentage	[%]	
dikte kleilaag	[m]	0,3
D ₉₀ patroonmateriaal	[ton/m ³]	2,2
D ₉₀	[ton/m ³]	1,025
D ₉₅	[ton/m ³]	2
Q ₉₀	[°]	1
R ₉₀	[°]	1
Uitvoer		
D ₉₀ bekleding	[ton/m ³]	0
f	[m]	0,00
g	[m]	0,00
z ₁ of z ₂	[m]	0,00
d _{min}	[m]	0,29

OVERZICHT UITVOER							
Ontwerp op golfbelasting							
P _d (ton/m ³)	losse breuksteen			stippen		patroon penetratie	
	D ₉₀ (m)	M ₉₀ (kg)	sortering (kg)	D ₉₀ (m)	M ₉₀ (kg)	sortering (kg)	D ₉₀ (m)
2,5	0,632	630,76	300-1000	0,43	203,35	300-1000	0,29
2,55	0,61	582,15	300-1000	0,42	187,67	60-300	0,28
2,6	0,59	538,81	300-1000	0,41	173,70	60-300	0,28
2,65	0,57	500,02	300-1000	0,39	161,20	60-300	0,27
2,7	0,56	465,18	300-1000	0,38	149,97	60-300	0,26
2,75	0,54	433,78	300-1000	0,37	139,84	60-300	0,25
2,8	0,53	405,38	300-1000	0,36	130,69	60-300	0,24
2,85	0,51	379,63	300-1000	0,35	122,39	60-300	0,24
2,9	0,50	356,20	300-1000	0,34	114,83	40-200	0,23
2,95	0,48	334,84	300-1000	0,33	107,95	40-200	0,23
3	0,47	315,30	300-1000	0,32	101,65	40-200	0,22
3,05	0,46	297,39	300-1000	0,32	95,87	40-200	0,21
3,1	0,45	280,94	300-1000	0,31	90,57	40-200	0,21
3,15	0,44	265,79	300-1000	0,30	85,69	40-200	0,20
3,2	0,43	251,81	300-1000	0,29	81,18	40-200	0,20
3,25	0,42	238,89	300-1000	0,29	77,01	40-200	0,20
3,3	0,41	226,92	300-1000	0,28	73,16	40-200	0,19
3,35	0,40	215,81	300-1000	0,27	69,57	40-200	0,19
3,4	0,39	205,49	300-1000	0,27	66,25	40-200	0,18
3,45	0,38	195,88	300-1000	0,26	63,15	40-200	0,18
3,5	0,38	186,92	60-300	0,26	60,26	40-200	0,18

OVERZICHT UITVOER		
Ontwerp op golfbelasting		
P _d (ton/m ³)	vol en zat penetratie met dicht coll. beton	D ₉₀ (m)
2,5		
2,55		
2,6		
2,65		
2,7		
2,75		
2,8		
2,85		
2,9		
2,95		
3		
3,05		
3,1		
3,15		
3,2		
3,25		
3,3		
3,35		
3,4		
3,45		
3,5		

Ruimte voor opmerkingen.

Controle op afschulping		
Invoer		
parameter	eenheid	waarde
H _{sA,Op}	[°]	0,048
y ₁	[m]	0,75
Benodigde ΔD + klei	[m]	0,68
aanwezige ΔD + klei bij steen van 2,5 ton/m ³	[m]	2,12
Uitvoer		
controle op afschulping bij breuksteen direct op klei		
	tweifel/goed	goed

Bijbehorende range											
losse breuksteen						stippen			stroken		
M ₅₀ [kg]	sortering [kg]	AD ₅₀ [-]	D ₅₀ [m]	M ₅₀ [kg]	AD ₅₀ [-]	D ₅₀ [m]	M ₅₀ [kg]	AD ₅₀ [-]	D ₅₀ [m]	M ₅₀ [kg]	
63,94	40 - 200	0,963 - 1,045	0,61 - 0,66	594,00 - 759,00	0,963 - 1,045	0,61 - 0,66	594,00 - 759,00	0,517 - 0,592	0,33 - 0,37	92,00 - 138,00	
59,01	40 - 200	0,963 - 1,045	0,61 - 0,66	594,00 - 759,00	0,617 - 0,700	0,39 - 0,44	156,00 - 228,00	0,517 - 0,592	0,33 - 0,37	92,00 - 138,00	
54,62	40 - 200	0,963 - 1,045	0,61 - 0,66	594,00 - 759,00	0,617 - 0,700	0,39 - 0,44	156,00 - 228,00	0,517 - 0,592	0,33 - 0,37	92,00 - 138,00	
50,69	40 - 200	0,963 - 1,045	0,61 - 0,66	594,00 - 759,00	0,617 - 0,700	0,39 - 0,44	156,00 - 228,00	0,517 - 0,592	0,33 - 0,37	92,00 - 138,00	
47,15	40 - 200	0,963 - 1,045	0,61 - 0,66	594,00 - 759,00	0,617 - 0,700	0,39 - 0,44	156,00 - 228,00	0,517 - 0,592	0,33 - 0,37	92,00 - 138,00	
43,97	40 - 200	0,963 - 1,045	0,61 - 0,66	594,00 - 759,00	0,617 - 0,700	0,39 - 0,44	156,00 - 228,00	0,517 - 0,592	0,33 - 0,37	92,00 - 138,00	
41,09	40 - 200	0,963 - 1,045	0,61 - 0,66	594,00 - 759,00	0,617 - 0,700	0,39 - 0,44	156,00 - 228,00	0,517 - 0,592	0,33 - 0,37	92,00 - 138,00	
38,48	40 - 200	0,963 - 1,045	0,61 - 0,66	594,00 - 759,00	0,617 - 0,700	0,39 - 0,44	156,00 - 228,00	0,517 - 0,592	0,33 - 0,37	92,00 - 138,00	
36,11	40 - 200	0,963 - 1,045	0,61 - 0,66	594,00 - 759,00	0,517 - 0,592	0,33 - 0,37	92,00 - 138,00	0,517 - 0,592	0,33 - 0,37	92,00 - 138,00	
33,94	10 - 60	0,963 - 1,045	0,61 - 0,66	594,00 - 759,00	0,517 - 0,592	0,33 - 0,37	92,00 - 138,00	0,336 - 0,405	0,21 - 0,26	25,00 - 44,10	
31,96	10 - 60	0,963 - 1,045	0,61 - 0,66	594,00 - 759,00	0,517 - 0,592	0,33 - 0,37	92,00 - 138,00	0,336 - 0,405	0,21 - 0,26	25,00 - 44,10	
30,15	10 - 60	0,963 - 1,045	0,61 - 0,66	594,00 - 759,00	0,517 - 0,592	0,33 - 0,37	92,00 - 138,00	0,336 - 0,405	0,21 - 0,26	25,00 - 44,10	
28,48	10 - 60	0,963 - 1,045	0,61 - 0,66	594,00 - 759,00	0,517 - 0,592	0,33 - 0,37	92,00 - 138,00	0,336 - 0,405	0,21 - 0,26	25,00 - 44,10	
26,94	10 - 60	0,963 - 1,045	0,61 - 0,66	594,00 - 759,00	0,517 - 0,592	0,33 - 0,37	92,00 - 138,00	0,336 - 0,405	0,21 - 0,26	25,00 - 44,10	
25,53	10 - 60	0,963 - 1,045	0,61 - 0,66	594,00 - 759,00	0,517 - 0,592	0,33 - 0,37	92,00 - 138,00	0,336 - 0,405	0,21 - 0,26	25,00 - 44,10	
24,22	10 - 60	0,963 - 1,045	0,61 - 0,66	594,00 - 759,00	0,517 - 0,592	0,33 - 0,37	92,00 - 138,00	0,336 - 0,405	0,21 - 0,26	25,00 - 44,10	
23,00	10 - 60	0,963 - 1,045	0,61 - 0,66	594,00 - 759,00	0,517 - 0,592	0,33 - 0,37	92,00 - 138,00	0,336 - 0,405	0,21 - 0,26	25,00 - 44,10	
21,88	10 - 60	0,963 - 1,045	0,61 - 0,66	594,00 - 759,00	0,517 - 0,592	0,33 - 0,37	92,00 - 138,00	0,336 - 0,405	0,21 - 0,26	25,00 - 44,10	
20,83	10 - 60	0,963 - 1,045	0,61 - 0,66	594,00 - 759,00	0,517 - 0,592	0,33 - 0,37	92,00 - 138,00	0,336 - 0,405	0,21 - 0,26	25,00 - 44,10	
19,86	10 - 60	0,963 - 1,045	0,61 - 0,66	594,00 - 759,00	0,517 - 0,592	0,33 - 0,37	92,00 - 138,00	0,336 - 0,405	0,21 - 0,26	25,00 - 44,10	
18,95	10 - 60	0,617 - 0,700	0,39 - 0,44	156,00 - 228,00	0,517 - 0,592	0,33 - 0,37	92,00 - 138,00	0,336 - 0,405	0,21 - 0,26	25,00 - 44,10	

Bijlage 3

Aanvullend Detailadvies Natuurwaarden

-Aan
Projectbureau Zeeweringen

Contactpersoon
R. Jentink/C. Joosse
Datum

Doorkiesnummer
0118-422265/217
Bijlage(n)

Ons kenmerk
-

Uw kenmerk
-

Onderwerp
Aanvullend detailadvies natuurwaarden zeewering van Hattumpolder

In verband met de verbetering van de zeewering van hattumpolder is er een aanvullend detailadvies nodig. Dit aanvullende advies vloeit voort uit de Flora en Fauna wet en de Vogel en Habitat richtlijn. Dit is een aanvulling op het advies van 23-03-04 waarin over de te gebruiken steenbekledingen wordt geadviseerd. Deze aanvulling heeft betrekking op het voorland en op een stukje glooiing ter hoogte van het fort Ellewoutsdijk. Hier is de omgeving van het fort ook helemaal geïnventariseerd.

Glooiing Fort

De glooiing bij het fort loopt van de haven in het oosten tot aan de nieuwe glooiing in het westen. De glooiing bestaat uit haringmanblokken met daaronder basalt ongepenetreerd met asfalt. Er komen redelijk wat zoutplanten voor in een 6 meter brede strook beginnend 2 meter boven GHW. Er komen 8 echte zoutplanten voor, waarvan er drie een bedekking hebben van f en de rest een bedekking van r. Het gaat om de volgende soorten:

Soort	Bedekking	Zoutgetal	Latijnse naam
Gewone zoutmelde	r	4	<i>Atriplex portulacoides</i>
Gewoon kweldergras	r	4	<i>Puccinellia maritima</i>
Lamsoor	r	4	<i>Limonium vulgare</i>
Melkkruid	f	3	<i>Glaux maritima</i>
Smalle rolklaver	f	3	<i>Lotus corniculatus</i> ssp. <i>Tenuifolius</i>
Spiesmelde	r	1	<i>Atriplex prostrata</i>
Strandkweek	f/a	3	<i>Elymus athericus</i>
Zeeaster	r	4	<i>Aster tripolium</i>
Zeeweegbree	r	4	<i>Plantago maritima</i>
Zilte rus	f	3	<i>Juncus gerardi</i>
Zilte schijnspurrie	f	4	<i>Spergularia salina</i>

Deze vegetatie is een klasse 4b volgens de 'Classificatie van Zoutplanten'. Dit leidt tot een advies redelijk goed voor zowel herstel als verbetering.

In de Getijdzone komen hier geen bruinwieren voor het advies is dan ook conform de MI geen Voorkeur.

Jachthaven

Op beide havendammen van de jachthaven komen een groot aantal zoutplanten voor. In totaal zijn er tien echte zoutplanten aangetroffen, waarvan er één met een bedekking a en 5 met een bedekking f. De overige vier komen voor met een bedekking r. Het gaat om de volgende soorten.

Soort	Bedekking	Zoutgetal	Latijnse naam
Gewone zoutmelde	r	4	<i>Atriplex portulacoides</i>
Gewoon kweldergras	f	4	<i>Puccinellia maritima</i>
Lamsoor	r	4	<i>Limonium vulgare</i>
Melkkruid	f	3	<i>Glaux maritima</i>
Rood zwenkgras	f	2	<i>Festuca rubra</i> ssp. <i>Commutata</i>
Schorrezoutgras	r	4	<i>Triglochin maritima</i>
Strandkweek	a	3	<i>Elymus athericus</i>
Strandmelde	r	4	<i>Atriplex litoralis</i>
Zeealsem	a	3	<i>Artemisia maritima</i>
Zeeweegbree	f	4	<i>Plantago maritima</i>
Zilte rus	f	3	<i>Juncus gerardi</i>
Zilte schijnspurrie	f	4	<i>Spergularia salina</i>

Deze vegetatie is een klasse 4b volgens de 'Classificatie van Zoutplanten'. Dit leidt tot een advies redelijk goed voor zowel herstel als verbetering.

Getijdzone

De Getijdzone bij de haven is goed begroeid vooral de doornikse steen, de Vilvoordse steen gepenetreerd met asfalt begroeid minder. De aanwezige bruinwieren komen overeen met een type 3 wat een advies geeft voor herstel Redelijk goed en voor verbetering Goed (ecozuilen)

Flora en Faunawet

Het betreffende voorland en de omgeving van het fort zijn op 27 mei 2004 geïnventariseerd, door de Meetinformatiedienst. Bij deze inventarisatie zijn op de dijk en in het voorland, geen plantensoorten aangetroffen die volgens de Flora en Faunawet beschermt worden.

Nota soortenbeleid Provincie Zeeland

In de Nota Soortenbeleid worden een aantal aandachtsoorten genoemd. Op de zeeweringen kunnen vooral planten voorkomen uit de soortengroepen Aanspoelselplanten en Schorplanten. De soorten die tot deze soortengroep worden gerekend staan op pagina 38 van de Nota Soortenbeleid Provincie Zeeland. De volgende soorten van deze lijst zijn aangetroffen:

Glooiing fort

Soortgroep	Soort
Schorplanten	Gewone zoutmelde
	Lamsoor
	Zeeweegbree

Haven

Soortgroep	Soort
Aanspoelselplanten	Strandmelde
Schorplanten	Zeeweegbree
	Schorrezoutgras
	Zeealsem
	Lamsoor
	Gewone zoutmelde

Voorland

Soortgroep	Soort
Schorplanten	Zeeweegbree
	Schorrezoutgras
	Zeealsem
	Lamsoor
	Gewone zoutmelde

Doordat bij de werkzaamheden de steenbekleding vervangen wordt zal alle vegetatie die daar op groeit in eerst instantie verdwijnen. In het detailadvies wordt echter geadviseerd welke steenbekleding er weer toegepast moet worden om de vegetatie weer een kans te geven om terug te komen of mogelijk de omstandigheden te verbeteren. Dit detailadvies is richtinggevend bij het ontwerp van de nieuwe dijk. Hierdoor wordt verzekerd dat de groeimogelijkheden op de dijk weer worden hersteld en waar mogelijk verbeterd.

Habitattypen

Het grootste gedeelte van het voorland bestaat hier uit het kwalificerende habitatype 1330 Atlantisch schor. Het gaat hier om een goed ontwikkeld habitat, waarin de verschillende vormen (verbonden) zoals omschreven in het boek 'Habitattypen' van Janssen en Schaminée allemaal zijn aangetroffen. De habitatrictlijn stelt dat bij werkzaamheden in een kwalificerend habitat er geen blijvende significante effecten op mogen treden. Dit houdt in principe in dat het voorland door de werkzaamheden niet blijvend beschadigt mag worden. Momenteel wordt er door het RIKZ en de MID een onderzoek uitgevoerd naar het effect van de dijkwerkzaamheden op schorren en slikken. Uit dit onderzoek moet blijken of er blijvende effecten zijn opgetreden bij reeds uitgevoerde dijkwerkzaamheden en of deze effecten voorkomen hadden kunnen worden. Uit dit onderzoek komen aanbevelingen hoe effecten voorkomen of tot een minimum beperkt kunnen worden. De resultaten van dit onderzoek zullen half juli bekend zijn. Om de gevolgen te beperken is het in ieder geval van belang dat de werkstrook zo klein mogelijk wordt gehouden en dat verdere betreding van het voorland wordt voorkomen. Tevens is van belang dat het schor na de werkzaamheden weer in de oude staat wordt terug gebracht, dat wil zeggen op de zelfde hoogte afgewerkt, eventuele geultjes herstelt en geen stenen en grote hobbels aan de oppervlakte. De aanwezigheid van kleine geultjes in het schor is karakteristiek voor dit habitatype. Het is van groot belang dat geultjes in de buurt van de dijk openblijven en dat deze niet als gevolg van de werkzaamheden afgesloten raken.

Ten westen van de jachthaven bestaat het voorland uit het kwalificerende habitatype 1130 Estuaria. Daar waar droogvallend slik grenst aan de dijk kan verstoring plaats vinden van dit habitatype. Hier betreft dat de buitenzijde van de westelijke havendam en 150 meter dijk westelijk van de havendam. Het betreft hier een vrij hoog slik grotendeels tussen de 0,5 en de 1,5 meter boven NAP (zie kaart). In hoeverre de verstoring van het slik zich zal herstellen is onderzocht door het RIKZ en de MID. Medio juli zal hier een rapportage over komen. Wel is de verwachting dat hoe hoger het slik is des te langer het herstel zal duren. Een laag slik heeft een hogere dynamiek dan een hoog slik en zal daarom sneller herstellen.

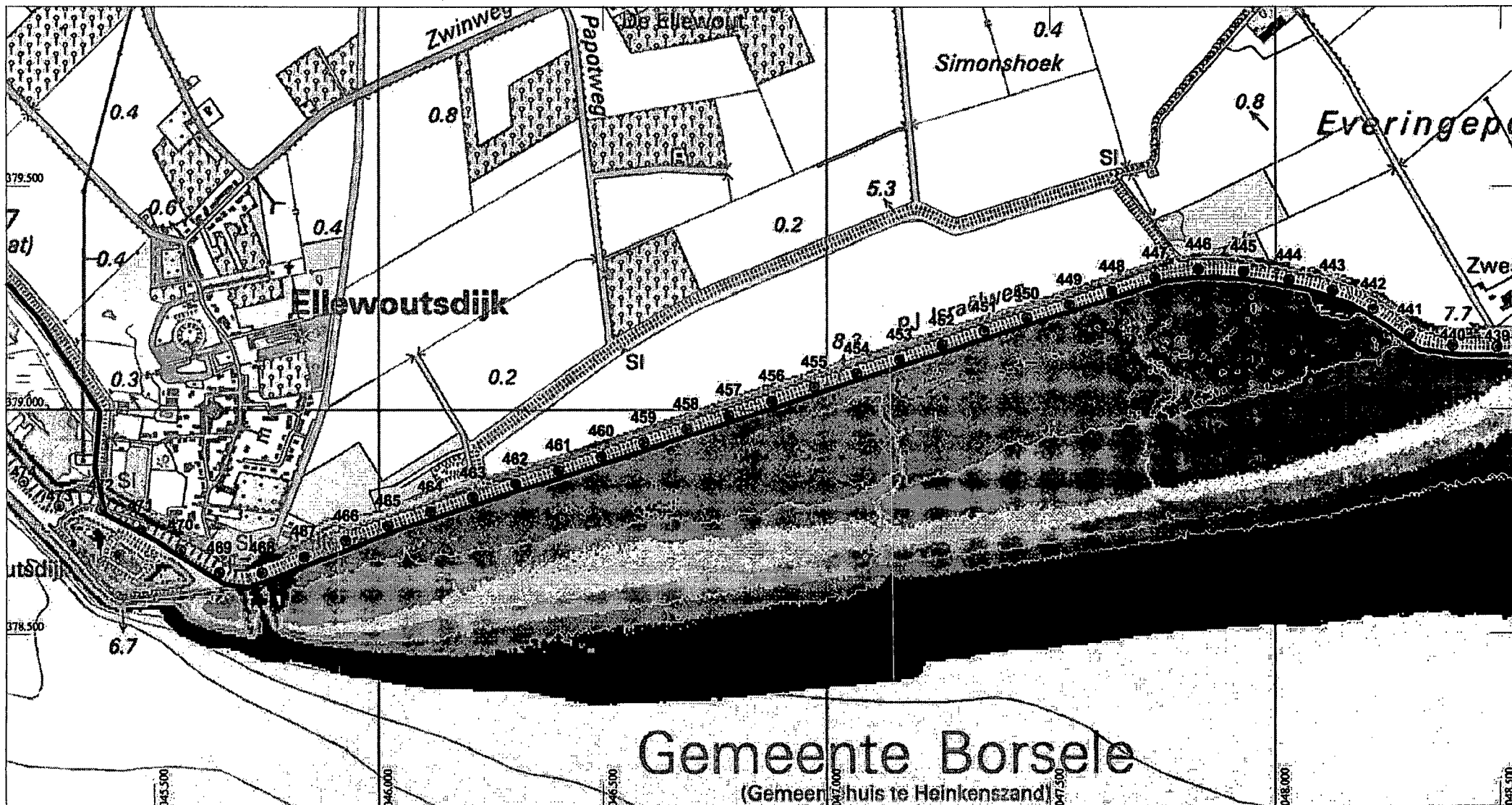
Om onnodige schade aan het slik te voorkomen dient de werkstrook op het slik zo klein mogelijk gehouden te worden. Na de werkzaamheden moet het uitgegraven slik weer op zijn oude hoogte terug gebracht worden. Er mogen hierbij geen stenen op het slik achterblijven, anders dan in de kreukelberm.

Fort Ellewoutsdijk

Speciaal punt van aandacht is het Fort Ellewoutsdijk. Mogelijk vind hier een proef plaats waardoor ook werkzaamheden plaats gaan vinden binnendijs rondom het fort. Hierbij dient er rekening mee gehouden te worden dat het fort binnen het vogel- en habitatrictlijngebied ligt. Uit de inventarisatie is wel gebleken dat er geen kwalificerend habitat voorkomt rondom het fort. Er zijn ook geen Flora en Faunawet beschermde plantensoorten aangetroffen. Wel kan het fort mogelijk de verblijfplaats zijn van meerdere vleermuissoorten die allemaal beschermd zijn. Hiermee dient bij de plannen en de uitvoering rekening gehouden te worden. Het fort is in beheer bij Natuurmonumenten.

Mochten er nog vragen zijn naar aanleiding van dit advies of behoefte aan nadere toelichting dan kunt u altijd contact opnemen.



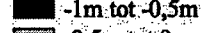


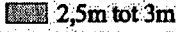



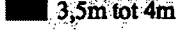

Robert Jentink



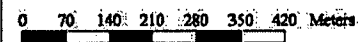
Ellewoutsdijk- van Hattum- Everingepolder

 Grens Vogel- en Habitatrichtlijngebied

Hoogte voorland in meters t.o.v. NAP

 lager dan -1m	 1,5m tot 2m
 -1m tot -0,5m	 2m tot 2,5m
 -0,5m tot 0m	 2,5m tot 3m
 0m tot 0,5m	 3m tot 3,5m
 0,5m tot 1m	 3,5m tot 4m
 1m tot 1,5m	

Datum : 7 juli 2004
 Referentie : k:\project\dijkpalen\detailadviesom.spr



Ministerie van Verkeer en Waterstaat
 Directoraat-Generaal Rijkswaterstaat
 Meetinformatiedienst Zeeland
 Kaartproductie: RWM Uitvoering



-Aan
Projectbureau Zeeweringen

Contactpersoon	Doorkiesnummer
R. Jentink/C. Joose	0118-422265/217
Datum	Bijlage(n)
08-07-2004	1
Ons kenmerk	Uw kenmerk
-	-
Onderwerp	
Aanvulling detailadvies ellewoutsdijk-, van Hattum- en Everingepolder	

In voorgaande detailadviezen is voor dit dijkgedeelte geen advies gegeven voor de ondertafel van dp 422 tot dp 468. Dit was niet van toepassing omdat deze niet aanwezig is i.v.m. het Zuidgors. Aangezien dit schor onder druk staat en in prognose wordt verwacht dat over 25 tot 50 jaar niet veel schor meer over zal zijn. (Gewikt en Gewogen, van Berchum, 2001) Om deze reden wordt de nieuwe dijk ontworpen als of er geen schor aanwezig is. Dit houdt in dat er dus wel een ondertafel wordt aangelegd. Hierbij een aanvullend advies voor deze ondertafel. Voor het hele traject geldt voor de ondertafel het zelfde advies als voor de boventafel. Zo vormt de dijk een geheel en biedt de ondertafel begroeiings mogelijkheden als deze vrij van het schor komt te liggen.

Vriendelijke groeten

Robert Jentink

Bijlage 4

Detailadvies landschapsvisie

Advies landschappelijke vormgeving Zeeweringen Westerschelde

Dijkvak: *Everinge-Van Hattum-Ellewoutsdijkpolder*

Datum: *26 april 2004*

Door: *P.Goossen, Dienst Landelijk Gebied*

Aanleiding

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

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

Landschapsvisie algemeen

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

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

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

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

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

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

Advies landschappelijke vormgeving Zeeweringen Westerschelde

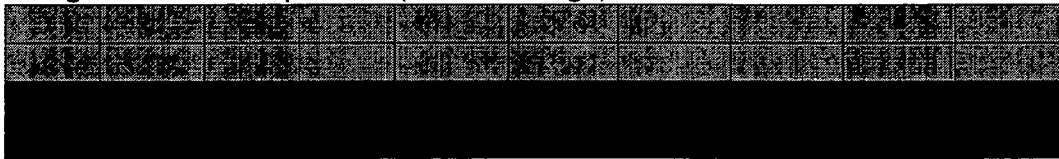
Dijkvak: *Everinge-Van Hattum-Ellewoutsdijkpolder*

Datum: *26 april 2004*

Door: *P.Goossen, Dienst Landelijk Gebied*

7. Het afstrooien van de bovenste 4 meter van de glooiing met grond voor de sneller vestiging van grassen.

Voorgesteld landschapsbeeld (vereenvoudigd)



Nadere uitwerking dijkvak Everinge-Van Hattum-Ellewoutsdijkpolder

Het dijkvak Everinge-Van Hattum-Ellewoutsdijkpolder bestaat achtereenvolgens uit Fort Ellewoutsdijk, het haventje van Ellewoutsdijk en dijkvakken met een hoog voorland. Ter hoogte van Fort Ellewoutsdijk wordt de primaire waterkering gevormd door twee achter elkaar liggende dijken. De voorliggende dijk is met basalt, Haringman en betonblokken bekleed en de achterliggende dijk is een groene dijk. Dit advies gaat uit van variant A conform vrijgave document van Projectbureau zeeweringen (d.d. 1 maart 2004, P. Hengst, kenmerk PZDT-M-04051). Verder wordt uitgegaan van een overstroombare waterkering. Het advies is om in de voorliggende dijk donker gekleurde materialen te gebruiken in de ondertafel en licht gekleurde materialen te gebruiken in de boventafel (betonzuilen), de berm (eventueel hergebruik Haringman) en de binnenzijde van de dijk (dat is aan de kant van het Fort; eventueel hergebruik Haringman). Het heeft sterk de voorkeur de achterliggende dijk een groen dijk te laten. Verder gaat dit advies uit van weinig ingrijpende profielwijzigingen en is nader overleg met de Stichting Cultureel Erfgoed Zeeland (SCEZ) nodig. Gezien de impact van de werkzaamheden in relatie tot het fort en de directe omgeving kan archeologisch of cultuurhistorisch onderzoek nodig blijken. Contactpersoon bij SCEZ is mevr. Miek Geerts (0118 - 631 881).

Bij het haventje van Ellewoutsdijk is het advies om de glooiing als een blinde glooiing achter de havendammen langs te trekken. De bekleding van de havendammen kan dan met rust gelaten worden en gespaard blijven. Indien de havendammen wel onderdeel blijven uitmaken van de primaire waterkering is hiervoor aanvullend advies nodig. Voor de bekleding van de dijk gelden de algemene uitgangspunten van een donker gekleurde ondertafel (betonzuil met basaltsplit) en een licht gekleurde boventafel (betonzuil). Gezien de cultuurhistorische waarde en recreatieve aantrekkingskracht is het van belang om zoveel mogelijk aan deze uitgangspunten te voldoen.

Bij het dijkvak met het voorland ligt de ondertafel volledig bedekt onder het voorland. Voor de bekleding van de ondertafel is de keuze van het materiaalgebruik in principe

Advies landschappelijke vormgeving Zeeweringen Westerschelde

Dijkvak: Everinge-Van Hattum-Ellewoutsdijkpolder

Datum: 26 april 2004

Door: P.Goossen, Dienst Landelijk Gebied

vrijblijvend. Dit geldt overigens alleen als het voorland in de toekomst niet verdwijnt. Voor de boventafel is gebruik van licht gekleurde materialen gewenst (betonzuilen).

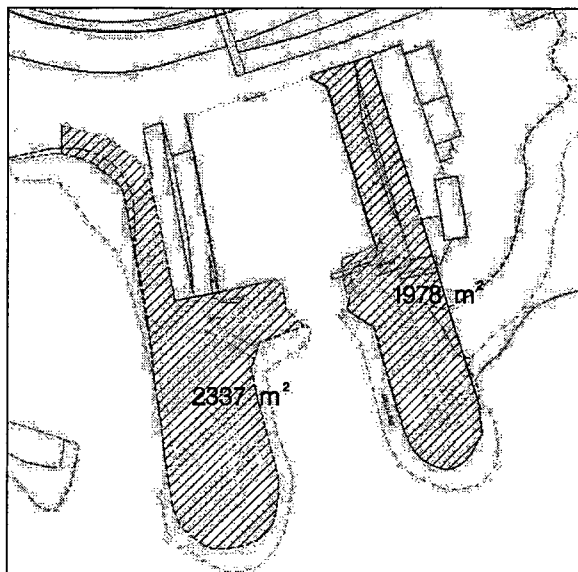
Tot slot kan het wenselijk zijn (o.a. vanuit ecologisch oogpunt) om de bovenste 4 meter van de glooiing af te strooien met grond voor de snellere vestiging van grassen.

Bijlage 5

Traject Haven: Berekening oppervlakte
havendammen

Bijlage 5 Oppervlakte havendammen

Met behulp van een GIS applicatie is de oppervlakte van de strekdammen benaderd (zie onderstaande figuur). Dit is echter de oppervlakte in een plat vlak en bedraagt bij benadering ongeveer 4300 m². De daadwerkelijke oppervlakte is groter omdat zich overal taluds bevinden. Er is daarom naar boven afgerond op 4500 m².



Bijlage 6

Golfreducerende werking havendammen

Bijlage 6 Golfreducerende werking havendammen

Door de golfreducerende werking van de havendammen zou de bekleding van de achterliggende dijk lichter kunnen worden uitgevoerd dan bij het damwandalternatief. Er zijn echter een aantal redenen om géén rekening te houden met deze golfreducerende werking.

- De golfreducerende werking is beperkt, omdat de kruin van de dammen relatief laag is t.o.v. het ontwerppeil. Op de glooiingskaart (zie Figuur 3 Ontwerpnota) staat het verloop van de hoogte van de westelijke dam weergegeven. De dam ligt aan het worteleind op maximaal NAP +3,70 m. Het ontwerppeil ligt op NAP +6,20 m. De waterstand (h) op de dam bedraagt dan $6,2 - 3,7 = 2,5$ m. De optredende golfhoogte bij ontwerppeil bedraagt ($H_s = 2,63$ m). In theorie zou dit tot (gedeeltelijke) breking van de golf leiden, aangezien $H_s/h > 0.7$. M.b.v. de Van der Meer formule voor golftransmissie over een lage dam kan worden aangetoond dat de getransmitteerde golfhoogte ongeveer 2,0 m bedraagt (zie onderstaande uitdraai van de berekening m.b.v. programma Cress). Er is dan een reductie in golfhoogte van 0,6 m bereikt.
- De golven worden alleen maximaal gereduceerd wanneer deze haaks op de havendammen lopen. Vanwege de schuine inval zal dus slechts sprake zijn van beperkte reductie.
- Het haventje is klein zodat de lengte van de dijk waarover golven gereduceerd worden, beperkt is.
- Golven die door de havenmond binnendringen worden wel enigszins gereduceerd door diffractie van golfenergie t.g.v. de vernauwing van de mond, maar zullen toch een aanzienlijk deel van de golfenergie behouden, omdat de dwarse dammetjes die voor de vernauwing zorgen relatief laag zijn.

Er zal vanwege deze redenen geen rekening met golfreductie door de havendammen worden gehouden.

Uitdraai Cress

Rapport : Golfdoordringing over een lage dam
Versie : 1.0
Rekenregel : Rr_Z17_2
Datum : 9-3-2005

g : 9.81
H_i : 2.63
T : 6.35
h : 10
F : -2.5
b : 5
n : 3
P : 50
H_{tm} : 1.95980081313682

ratio : 0.0953353413936577
H_{thh} : 0
H_{tp} : 0.101622882604563
H_{tg} : 0.343686997081515

Bijlage 7

Ontwerp damwandconstructie Haven
Ellewoutsdijk

Ministerie van Verkeer en Waterstaat

Directoraat-Generaal Rijkswaterstaat

Ontwerp damwand Ellewoutsdijk

PZDT-r-05265 ontw

16 augustus 2005

.....

Colofon

Uitgegeven door: Projectbureau Zeeweringen

Informatie: E.Fiktorie
Telefoon: 0118-621442
Fax: 0118-621993

Uitgevoerd door: E.Fiktorie

Opmaak: E.Fiktorie

Datum: 16 augustus 2005

Status: Definitief

Versienummer: 03

Inhoudsopgave

1	Inleiding 5
1.1	Inleiding 5
2	Randvoorwaarden 6
2.1	Hydraulische Randvoorwaarden 6
2.2	Grondopbouw 6
3	Ontwerp 8
3.1	Uitgangspunten 8
3.2	Berekeningen 8
3.3	Conclusies 8
4	Referentielijst 9

1 Inleiding

1.1 Inleiding

De damwandconstructies sluiten aan westelijke en aan oostelijke zijde aan op de bestaande glooiing.

Dit rapport gaat in op het gemaakte ontwerp voor de stalen damwandconstructie ter plaatse van de haven van Ellewoutsdijk en fungeert als ontwerpbijslage bij de Ontwerpnota Ellewoutsdijk (Fort en Haven) [1].

De betreffende damwandconstructie is ontworpen volgens de CUR166 [1]. De aangehouden veiligheidsklasse is III.

2 Randvoorwaarden

2.1 Hydraulische Randvoorwaarden

Golven

Bij dit ontwerp wordt geen rekening gehouden met golven voor de damwand aangezien de lage waterstand onder het lage maaiveld ligt.

Waterstanden

De maatgevende situatie voor de damwandconstructie ontstaat wanneer na opgetreden ontwerpomstandigheden de waterstand aan de buitenzijde van de constructie snel daalt. Uitgangspunt is dat de havendammen na het optreden van de ontwerpomstandigheden niet meer aanwezig zijn. Hierdoor ontstaat de situatie met een laag maaiveld aan de waterzijde van de damwand, en het originele dijkprofiel aan de landzijde. De maatgevende situatie zoals deze in Msheet is ingevoerd staat weergegeven in bijlage 3.

De ontwerpwaterstand voor de damwandconstructie is NAP+3,45 m. Deze waterstand is gelijk aan het niveau van de kop van damwand.

Voor het lage maaiveld is een hoogte van NAP ±0,00 m aangenomen (de dammen worden verondersteld volledig te zijn weggeslagen). Na verrekening van de partiële veiligheidsfactoren betekent dit een rekenwaarde van NAP-0,35 m.

Wanneer aan de zeewaartse zijde het waterpeil gezakt is ontstaat er een negatief verval. Als maatgevend laagwater wordt uitgegaan van GLW. Het GLW ligt hier op NAP-1,90 m. Na verrekening van de partiële veiligheidsfactor komt de rekenwaarde te liggen op NAP-2,15 m. Aangezien dit GLW onder het lage maaiveld ligt hoeft geen rekening te worden gehouden met een extra waterstandverlaging of drukverschillen als gevolg eventuele golven. Reden hiervoor is dat geen golven kunnen optreden bij de damwand. In de gebruikstoestand geldt hetzelfde aangezien dan de strekdammen nog aanwezig zijn.

2.2 Grondopbouw

Rondom de plek van de aan te brengen damwanden zijn enkele sonderingen en boringen uitgevoerd. Sondering twee (zie bijlage 1) is als maatgevend getypeerd. Op basis van deze sondering is de volgende grondopbouw gemaakt (zie tabel 2-1 en bijlage 2).

Tabel 2-1
Grondopbouw Ellewoutsdijk

Grondsoort	Bovenkant laag [NAP+...m]	γ [kN/m ³]	γ_{sat} [kN/m ³]	ϕ [°]	c' [kN/m ²]
Dijklichaam	maaiveld	18	20	25	0,0
Klei	3,45	15	15	17,5	1,0
Veen	-2,25	12	13	15,0	7,5
Klei	-3,75	19	20	20,0	5,0
Zand	-4,75	18	20	32,5	0,0
Klei	-8,50	19	20	20,0	5,0
Zand	-9,50	20	22	32,5	0,0
Klei	-11,50	20	20	25,0	5,0
Zand	-12,50	20	22	32,5	0,0

3 Ontwerp

3.1 Uitgangspunten

Voor het maken van het ontwerp zijn de volgende uitgangspunten aangehouden:

- Stalen damwandprofiel, bij voorkeur Z-profiel;
- Indien geen Z-profiel wordt toegepast reduceren sterkte voor scheve buiging;
- Verankering toepasbaar;
- Veiligheidsklasse III, primaire waterkering;
- Bestaande sonderingen geven voldoende informatie;
- Maximaal 100 mm verplaatsing.

3.2 Berekeningen

De ontwerpberekeningen zijn gemaakt met het computerprogramma MSheet 5.4 (zie bijlage 3). De toetsing van de berekeningen is gedaan aan de hand van een toetsingsspreadsheet (zie bijlage 4).

Uit de berekeningen is gebleken dat een verankering toegepast moet worden. Een onverankerde damwand geeft teveel verplaatsing, afgezien van het feit dat zeer stijve damwandplanken moeten worden toegepast. Bij voorkeur dient dit een groutanker te zijn. Bij deze verankering is vervolgens de juiste gording ontworpen.

3.3 Conclusies

Na een iteratief proces van ontwerpen en toetsen is een definitief ontwerp gemaakt. De damwandconstructie heeft de volgende eigenschappen:

- Profiel = AZ18
- Lengte damwand = 10m
- Verankering = Leeuwanker, type L80
- Lengte anker = 24,5 m, waarvan 6 m groutlichaam
- Hart op hart afstand = 2,52 m
- Verankeringsniveau = NAP+2,00 m
- Gording = HEB240

4 Referentielijst

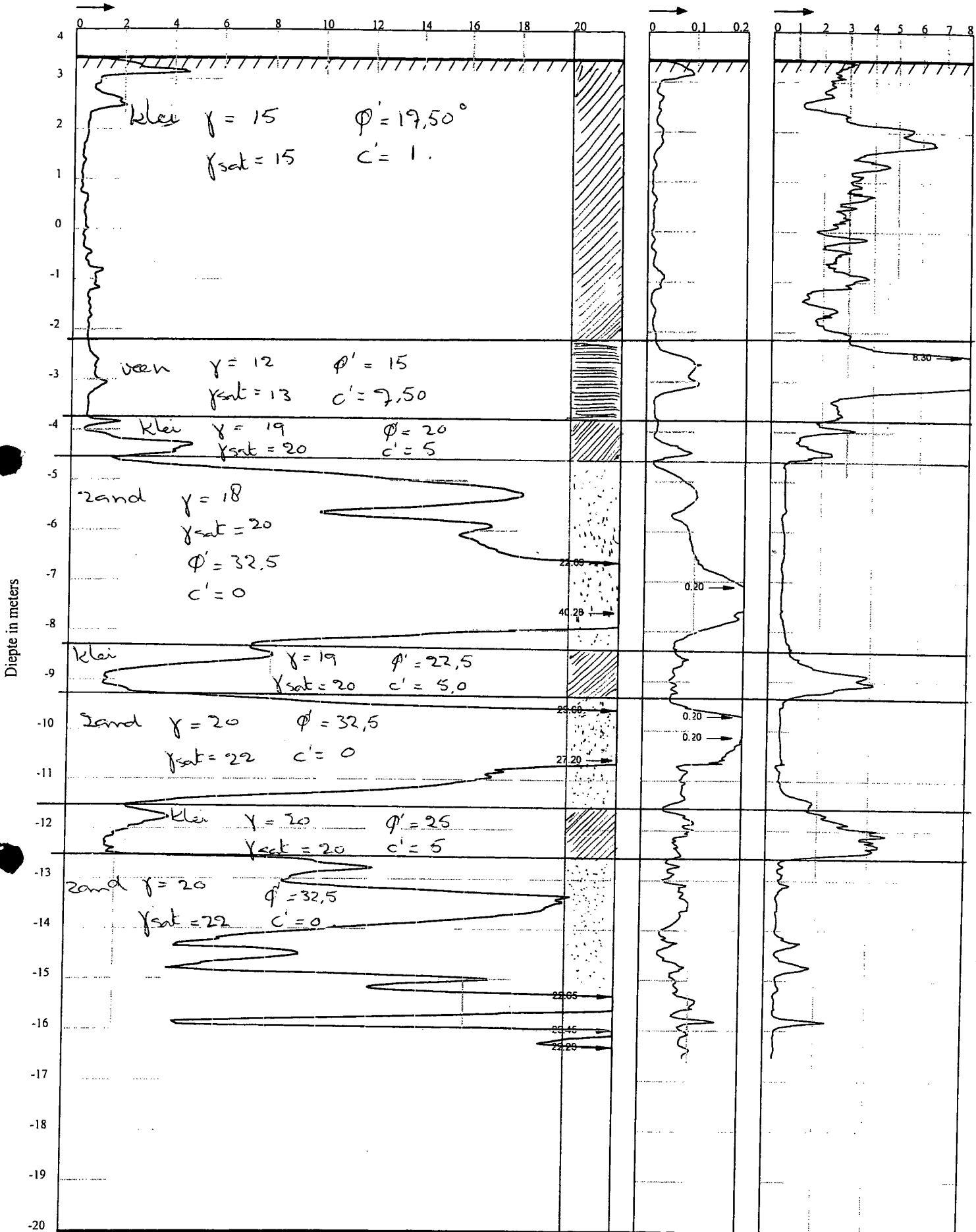
1. Ontwerpnota Ellewoutsdijk (Fort en Haven)
M.D. Groenewoud, Projectbureau Zeeweringen, Versie 4,
PZDT-R-05008ontw
2. CUR166, 3^{de} druk, maart 1997.

Bijlage 1, Sondering

Conusweerstand (MPa)

Plaatselijke
wrijving (MPa)

Wrijvingsgetal (%) (W/C x 100)



VAN DER STRAATEN
AANNEMINGSMAATSCHAPPIJ B.V.

Postbus 5
4417 ZG Hansweert

Telefoon 0113-382510
Telefax 0113-383404

E-mail : info@vd-straaten.nl
Internet : www.vd-straaten.nl

PLAATS : ELLEWOUTSDIJK
LOCATIE : FORT+HAVENTJE
OPDRACHTGEVER : WATERSCHAP ZEEUWSE EILANDEN
WERKNUMMER : 050176
SONDERING NR. : 2

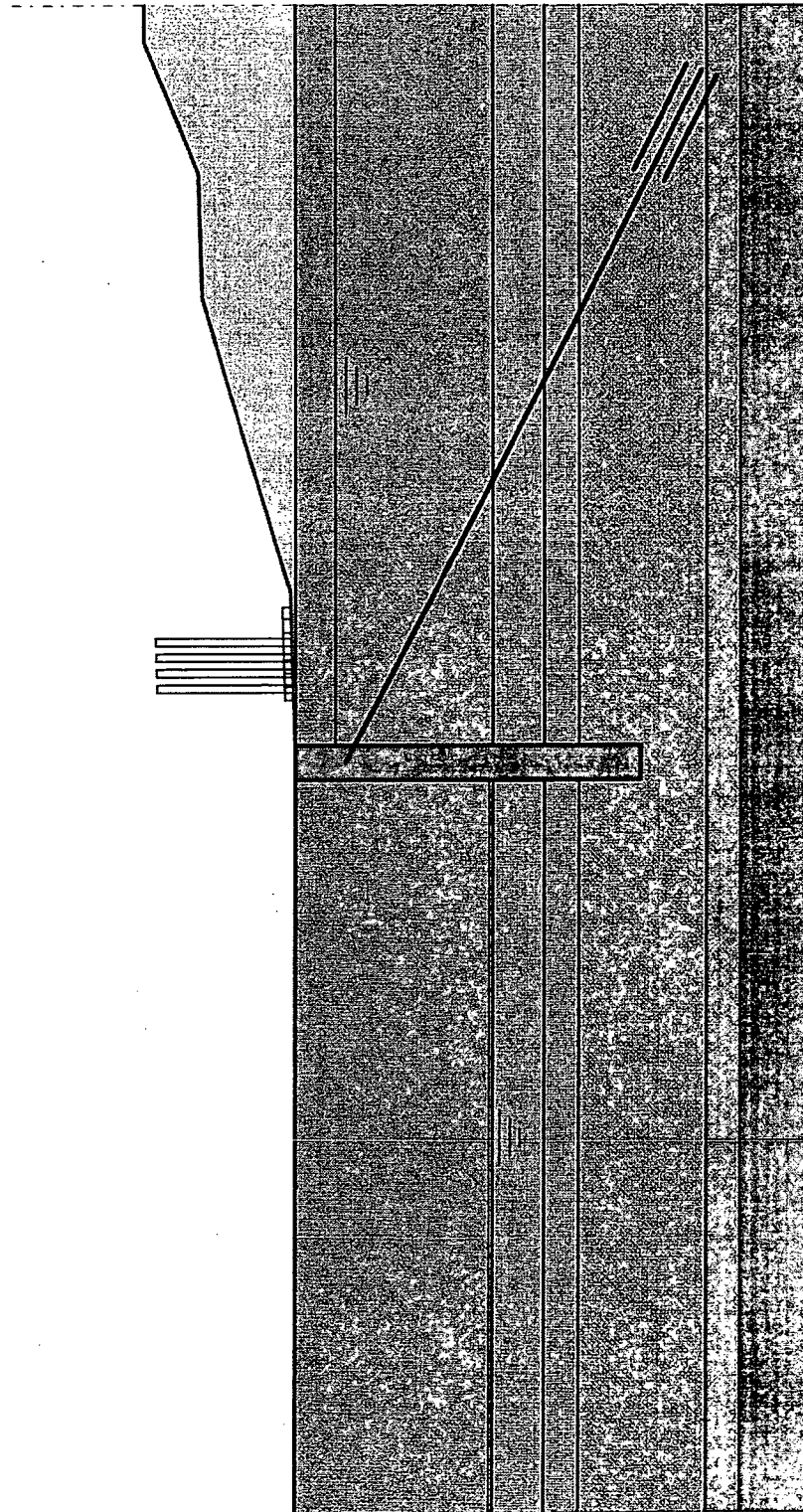
HOOGTE MAAVELD : 3.46 ml T.O.V. N.A.P.
GRONDWATERSTAND : ml- MAAVELD
DATUM : 13-4-2005
TIJD : 11:05

CONUS TYPE : CF-15
CONUS NR. : 050101
SONDERING VOLGENS



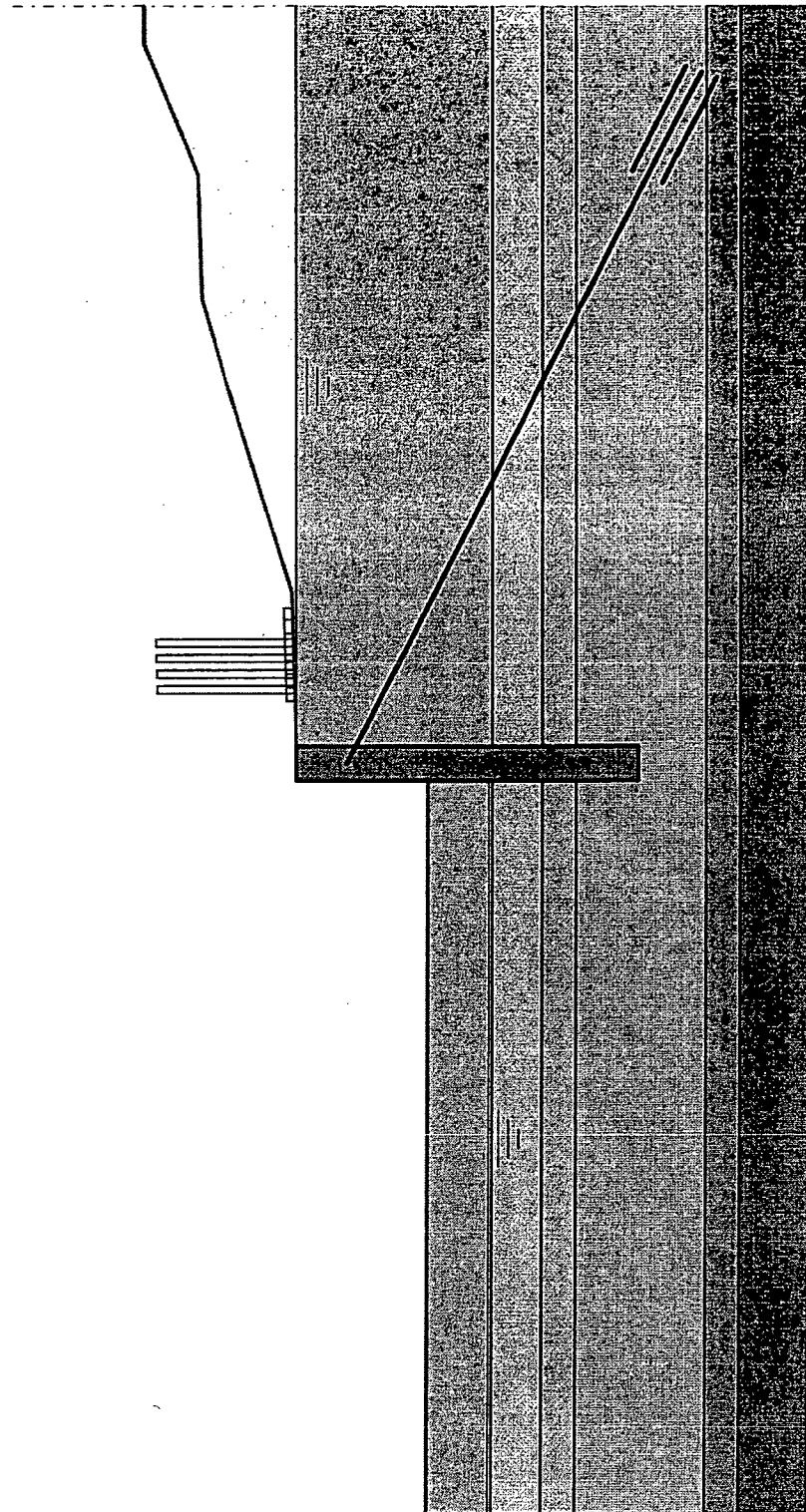
Bijlage 2, Grondopbouw

Overzicht - Bouwfase: Hoog water, bgt



Tel Fax	datum 11-8-2005	get. EF
Ellewoutsdijk, voorontwerp AZ18, lage bedd., groutanker, l=24.5, a=-25°	-	ctr.
MSheet 5.4 : Haven-bedding-laag-reken.shi	Bijl.	form. A4

Overzicht - Bouwfase: Hoog water, ugt



<p>Tel Fax</p>	<p>datum 11-8-2005</p>	<p>get. EF</p>
<p>Ellewoutsdijk, voorontwerp AZ18, lage bedd., groutanker, l=24.5, a=-25°</p>	<p>-</p>	<p>cr.</p>
<p>MSheet 5.4 : Haven-bedding-laag-reken.shi</p>	<p>Bijl.</p>	<p>form. A4</p>

MSheet 5.4

Programma: MSheet
 Versie : 5.4.8.2
 Licentie : 040
 Bedrijf : GeoDelft

Probleemidentificatie : Ellewoutsdijk, voorontwerp
 : AZ18, lage bedd., groutanker, l=24.5, a=-25°

Datum: 11-8-2005
 Tijd : 15:11:53

Uitvoerbestand : P:\..\Haven-bedding-laag-reken.sho
 Invoerbestand : P:\..\Haven-bedding-laag-reken.shi
 Tekengegevensbestand : P:\..\Haven-bedding-laag-reken.shd

WEERGAVE VAN DE ALGEMENE INVOER

Aantal takken van de veer karakteristiek : 3
 Ontlasttak van de veer karakteristiek : Nee
 Aantal bouwfases : 2
 Soortelijk gewicht van water : 9.81 [kN/m3]

Damwandeigenschappen

Lengte : 10.00 [m]
 Topniveau : 3.45 [m]
 Nummer sectie : 1

Sectie no	Van [m]	Tot [m]	Stijfheid EI [kNm2/m ²]	Werkende breedte [m]
1	3.45	-6.55	7.182E+0004	1.00

Grondlaageigenschappen: Dijklichaam

Droog soortelijk gew.	: 18.00 [kN/m3]	Ka	: 0.37	
Nat	: 20.00 [kN/m3]	Ko	: 0.58	
Cohesie	: 0.00 [kN/m2]	Kp	: 3.09	
Schachtwrijving delta	: 8.33 [graden]			
Phi	: 25.00 [graden]			
Beddingsconstante [kN/m3]		Nr	Boven	Onder
		K[1]	20000.00	20000.00
		K[2]	5455.00	5455.00
		K[3]	1667.00	1667.00
K1 (% van Kp)	: 50.00 [%]			
K2 (% van Kp)	: 80.00 [%]			

Grondlaageigenschappen: Klei, zwak zandig, slap

Droog soortelijk gew.	: 15.00 [kN/m3]	Ka	: 0.60	
Nat	: 15.00 [kN/m3]	Ko	: 0.75	
Cohesie	: 0.91 [kN/m2]	Kp	: 1.67	
Schachtwrijving delta	: 0.00 [graden]			
Phi	: 14.58 [graden]			
Beddingsconstante [kN/m3]		Nr	Boven	Onder
		K[1]	2000.00	2000.00
		K[2]	400.00	400.00
		K[3]	200.00	200.00
K1 (% van Kp)	: 50.00 [%]			
K2 (% van Kp)	: 80.00 [%]			

Grondlaageigenschappen: Veen, matig voorbelast, m

Droog soortelijk gew.	: 12.00 [kN/m3]	Ka	: 0.57	
Nat	: 13.00 [kN/m3]	Ko	: 0.75	
Cohesie	: 6.82 [kN/m2]	Kp	: 1.83	
Schachtwrijving delta	: 4.13 [graden]			
Phi	: 14.58 [graden]			
Beddingsconstante [kN/m3]		Nr	Boven	Onder
		K[1]	2000.00	2000.00
		K[2]	400.00	400.00
		K[3]	200.00	200.00
K1 (% van Kp)	: 50.00 [%]			
K2 (% van Kp)	: 80.00 [%]			

Grondlaageigenschappen: Klei, schoon, vast, 1

```

-----
Droog soortelijk gew. : 19.00 [kN/m3]      Ka      : 0.55
Nat                   : 20.00 [kN/m3]      Ko      : 0.71
Cohesie               : 4.55 [kN/m2]      Kp      : 1.80
Schachtwrijving delta : 0.00 [graden]
Phi                   : 16.67 [graden]
Beddingsconstante    : Nr      Boven      Onder
[kN/m3]              K[1]      6000.00    6000.00
                    K[2]      2571.00    2571.00
                    K[3]      666.70     666.70
K1 (% van Kp)        : 50.00 [%]
K2 (% van Kp)        : 80.00 [%]

```

Grondlaaigeenschappen: Zand, schoon, matig, 1

```

-----
Droog soortelijk gew. : 18.00 [kN/m3]      Ka      : 0.34
Nat                   : 20.00 [kN/m3]      Ko      : 0.54
Cohesie               : 0.00 [kN/m2]      Kp      : 3.45
Schachtwrijving delta : 8.94 [graden]
Phi                   : 27.08 [graden]
Beddingsconstante    : Nr      Boven      Onder
[kN/m3]              K[1]      20000.00  20000.00
                    K[2]      5455.00   5455.00
                    K[3]      1667.00   1667.00
K1 (% van Kp)        : 50.00 [%]
K2 (% van Kp)        : 80.00 [%]

```

Grondlaaigeenschappen: Klei, schoon, vast, 2

```

-----
Droog soortelijk gew. : 19.00 [kN/m3]      Ka      : 0.51
Nat                   : 20.00 [kN/m3]      Ko      : 0.68
Cohesie               : 4.55 [kN/m2]      Kp      : 1.95
Schachtwrijving delta : 0.00 [graden]
Phi                   : 18.75 [graden]
Beddingsconstante    : Nr      Boven      Onder
[kN/m3]              K[1]      6000.00    6000.00
                    K[2]      2571.00    2571.00
                    K[3]      666.70     666.70
K1 (% van Kp)        : 50.00 [%]
K2 (% van Kp)        : 80.00 [%]

```

Grondlaaigeenschappen: Zand, schoon, vast

```

-----
Droog soortelijk gew. : 20.00 [kN/m3]      Ka      : 0.34
Nat                   : 22.00 [kN/m3]      Ko      : 0.54
Cohesie               : 0.00 [kN/m2]      Kp      : 3.45
Schachtwrijving delta : 8.94 [graden]
Phi                   : 27.08 [graden]
Beddingsconstante    : Nr      Boven      Onder
[kN/m3]              K[1]      40000.00  40000.00
                    K[2]      10900.00  10900.00
                    K[3]      3333.00   3333.00
K1 (% van Kp)        : 50.00 [%]
K2 (% van Kp)        : 80.00 [%]

```

 B O U W F A S E 1

Echo van de bouwfasegegevens

Maaiveld LINKS : (Maaiveld no. 3)

Maaiveld RECHTS : (Maaiveld no. 6)

```

-----
Punt  X-coördinaat  Y-coördinaat  Punt  X-coördinaat  Y-coördinaat
no.   [m] van PAAL  [m] van niveau no.   [m] van PAAL  [m] van niveau
  1           0.00      3.45      1           0.00      3.45
  2          10.00      3.45      2           5.52      3.60
                                     3           14.94      6.20
                                     4           15.94      6.24
                                     5           18.94      6.32
                                     6           23.12      7.90

```

Waterspiegel links / rechts : -2.15 / 2.30 [m]

Grondparameters LINKS: (Grondprofiel WS)

Laag no	Naam grondlaag	Niveau bovenkant grondlaag [m]	Wosp-T [kN/m2]	Wosp-B [kN/m2]	
1	Klei, zwak zandig, slap		3.45	0.00	0.00
2	Veen, matig voorbelast, m		-2.25	0.00	0.00
3	Klei, schoon, vast, 1		-3.75	0.00	0.00
4	Zand, schoon, matig, 1		-4.75	0.00	0.00
5	Klei, schoon, vast, 2		-8.50	0.00	0.00
6	Zand, schoon, vast		-9.50	0.00	0.00

Grondparameters RECHTS: (Grondprofiel Dijk)

Laag no	Naam grondlaag	Niveau bovenkant grondlaag [m]	Wosp-T [kN/m2]	Wosp-B [kN/m2]	
1	Dijklichaam	7.90	0.00	0.00	
2	Klei, zwak zandig, slap		3.45	0.00	0.00
3	Veen, matig voorbelast, m		-2.25	0.00	0.00
4	Klei, schoon, vast, 1		-3.75	0.00	0.00
5	Zand, schoon, matig, 1		-4.75	0.00	0.00
6	Klei, schoon, vast, 2		-8.50	0.00	0.00
7	Zand, schoon, vast		-9.50	0.00	0.00

Gebruikte methode aan de linkerkant van de damwand: c,phi,delta
 Gebruikte methode aan de rechterkant van de damwand: c,phi,delta

Anker 1 ligt rechts van de damwand.

Niveau positie	:	2.00 [m]	Veerstijfheid	:	1.011E+0004 [kN/m/m ³]
Doorsnede	:	1.180E-0003 [m ²]	Vloeikracht	:	440.48 [kN/m ²]
Lengte	:	24.50 [m]	Voorspankracht	:	0.00 [kN/m ²]
Hoek	:	-25.00			

Bovenbelasting 1 aan de rechterkant van de damwand.

Punt no.	X-coördinaat [m] tot DAMWAND	Q [kN/m ²]
1	2.00	12.00
2	5.00	12.00

Bovenbelasting 2 aan de rechterkant van de damwand.

Punt no.	X-coördinaat [m] tot DAMWAND	Q [kN/m ²]
1	2.25	200.00
2	2.50	200.00
3	2.51	0.00
4	2.75	0.00
5	2.76	200.00
6	3.00	200.00
7	3.01	0.00
8	3.25	0.00
9	3.26	200.00
10	3.50	200.00
11	3.51	0.00
12	3.75	0.00
13	3.76	200.00
14	4.00	200.00

linkerkant

Segment no	Niveau [m] midden	horiz.druk. op paal actief [kN/m ²]	horiz.druk. op paal passief [kN/m ²]	Ka fictief	Ko fictief	Kp fictief
1	3.26	0.31	7.16	0.11	0.75	2.49
2	2.88	3.75	16.78	0.43	0.75	1.95
3	2.49	7.19	26.40	0.50	0.75	1.84
4	2.15	10.25	34.98	0.53	0.75	1.79
5	1.77	13.70	44.64	0.54	0.75	1.77
6	1.30	17.92	56.43	0.55	0.75	1.75
7	0.83	22.13	68.22	0.56	0.75	1.73
8	0.36	26.34	80.02	0.57	0.75	1.72
9	-0.12	30.56	91.81	0.57	0.75	1.72
10	-0.57	34.68	103.35	0.57	0.75	1.71
11	-1.02	38.72	114.65	0.58	0.75	1.71
12	-1.48	42.75	125.94	0.58	0.75	1.70
13	-1.92	46.79	137.23	0.58	0.75	1.70
14	-2.20	48.96	143.31	0.58	0.75	1.70
15	-2.44	38.22	176.25	0.45	0.75	2.07
16	-2.81	38.90	178.29	0.45	0.75	2.07
17	-3.19	39.58	180.05	0.45	0.75	2.06
18	-3.56	40.26	182.22	0.45	0.75	2.05
19	-3.92	43.62	176.47	0.48	0.71	1.94

20	-4.25	45.50	182.60	0.48	0.71	1.93
21	-4.58	47.38	188.73	0.48	0.71	1.93
22	-4.97	34.43	381.58	0.34	0.54	3.75
23	-5.42	36.15	382.47	0.34	0.54	3.60
24	-5.88	37.75	392.74	0.34	0.54	3.54
25	-6.33	39.31	405.23	0.34	0.54	3.51

rechterkant

Segment no	Niveau [m] midden	horiz.druk. op actief	paal [kN/m2] passief	Ka fictief	Ko fictief	Kp fictief
1	3.26	0.36	7.38	0.12	2.44	2.44
2	2.88	3.88	17.42	0.39	1.76	1.76
3	2.49	28.29	27.46	1.54	1.54	1.54
4	2.15	43.20	33.95	1.69	1.69	1.69
5	1.77	53.52	38.92	1.66	1.66	1.66
6	1.30	61.58	49.40	1.52	1.52	1.52
7	0.83	59.80	66.69	1.24	1.24	1.39
8	0.36	60.44	340.51	1.11	1.11	6.25
9	-0.12	57.43	153.77	0.96	0.96	2.56
10	-0.57	58.42	225.36	0.91	0.91	3.49
11	-1.02	55.54	108.07	0.81	0.81	1.58
12	-1.48	56.90	113.35	0.79	0.79	1.58
13	-1.92	51.84	119.16	0.69	0.70	1.60
14	-2.20	74.39	122.40	0.98	0.98	1.60
15	-2.44	39.46	149.69	0.51	0.69	1.94
16	-2.81	45.24	154.65	0.57	0.69	1.96
17	-3.19	36.81	159.90	0.46	0.68	2.00
18	-3.56	46.00	165.54	0.57	0.68	2.04
19	-3.92	43.63	164.21	0.52	0.66	1.96
20	-4.25	42.90	192.91	0.49	0.66	2.21
21	-4.58	43.75	195.05	0.48	0.66	2.15
22	-4.97	37.73	385.85	0.40	0.56	4.08
23	-5.42	38.30	408.39	0.39	0.56	4.12
24	-5.88	39.03	406.78	0.38	0.55	3.92
25	-6.33	39.58	432.18	0.37	0.55	3.99

Berekeningsresultaten van bouwfase : 1

Nummer van de iteratie : 4

Nd no	Niveau m	Verpl mm	Moment kNm/m"	Dwarsk kN/m"	Ef.Spa kN/m2	Stat %	Ef.Spa kN/m2	Stat %	WatStL kN/m2	WatStR kN/m2
1	3.45	-8.7	-0.0	0.0	0.00	P	0.00	A	0.00	0.00
2	3.07	-9.6	-0.1	-0.3	9.06	3 81	9.14	3	0.00	0.00
2	3.07	-9.6	-0.1	-0.3	9.06	3 81	9.14	3	0.00	0.00
3	2.68	-10.5	-0.0	1.1	14.88	2 66	22.41	3	0.00	0.00
3	2.68	-10.5	-0.0	1.1	14.38	2 68	21.45	A	0.00	0.00
4	2.30	-11.4	1.1	5.4	19.83	2 63	35.67	A	0.00	0.00
4	2.30	-11.4	1.1	5.4	19.54	2 63	39.04	A	0.00	0.00
5	2.00	-12.2	3.7	12.3	23.73	2 61	47.56	A	0.00	2.94
5	2.00	-12.2	3.7	-88.8	23.49	2 61	46.63	A	0.00	2.94
6	1.53	-13.3	-34.7	-73.8	29.97	2 59	60.43	A	0.00	7.55
6	1.53	-13.3	-34.7	-73.8	29.74	2 59	55.41	A	0.00	7.55
7	1.06	-14.3	-65.3	-55.7	36.13	2 58	67.45	A	0.00	12.16
7	1.06	-14.3	-65.3	-55.7	35.94	2 58	55.29	A 90	0.00	12.16
8	0.59	-15.1	-87.8	-39.2	42.21	2 57	63.99	A 90	0.00	16.78
8	0.59	-15.1	-87.8	-39.2	42.05	2 57	57.00	A 18	0.00	16.78
9	0.12	-15.7	-102.5	-23.0	48.19	2 56	63.60	A 18	0.00	21.39
9	0.12	-15.7	-102.5	-23.0	48.06	2 56	54.93	A 37	0.00	21.39
10	-0.35	-15.9	-110.0	-8.9	54.05	2 55	59.72	A 37	0.00	26.00
10	-0.35	-15.9	-110.0	-8.9	53.94	2 55	56.50	A 26	0.00	26.00
11	-0.80	-15.9	-111.1	4.5	59.53	2 55	60.20	A 26	0.00	30.41
11	-0.80	-15.9	-111.1	4.5	59.43	2 55	54.06	A 51	0.00	30.41
12	-1.25	-15.5	-106.4	16.2	64.90	2 54	56.94	A 51	0.00	34.83
12	-1.25	-15.5	-106.4	16.2	64.81	2 54	55.62	A 50	0.00	34.83
13	-1.70	-14.8	-96.5	28.1	70.14	2 53	58.11	A 50	0.00	39.24
13	-1.70	-14.8	-96.5	28.1	70.06	2 53	50.82	A	0.00	39.24
14	-2.15	-13.8	-81.8	37.4	75.28	2 53	52.81	A	0.00	43.65
14	-2.15	-13.8	-81.8	37.4	75.24	2 53	74.09	A 61	0.00	43.65
15	-2.25	-13.5	-77.9	41.6	75.57	2 53	74.69	A 61	0.98	44.64
15	-2.25	-13.5	-77.9	41.6	88.07	2 50	39.08	A	0.98	44.64
16	-2.63	-12.5	-62.6	39.6	88.83	2 50	39.82	A	4.66	48.31
16	-2.63	-12.5	-62.6	39.6	88.66	2 50	44.84	A	4.66	48.31
17	-3.00	-11.4	-47.8	39.8	87.80	1 49	45.63	A	8.34	51.99

MSheet 5.4

17	-3.00	-11.4	-47.8	39.8	87.80	1 49	36.51	A	8.34	51.99
18	-3.38	-10.1	-33.3	37.3	86.22	1 48	37.11	A	12.02	55.67
18	-3.38	-10.1	-33.3	37.3	86.22	1 48	45.64	A	12.02	55.67
19	-3.75	-8.8	-19.0	38.9	84.51	1 46	46.35	A	15.70	59.35
19	-3.75	-8.8	-19.0	38.9	99.51	2 57	42.74	A	15.70	59.35
20	-4.08	-7.7	-6.8	34.9	99.37	2 55	44.53	A	18.97	62.62
20	-4.08	-7.7	-6.8	34.9	99.24	2 55	42.06	A	18.97	62.62
21	-4.42	-6.5	4.2	30.7	99.07	2 53	43.74	A	22.24	65.89
21	-4.42	-6.5	4.2	30.7	98.95	2 53	42.92	A	22.24	65.89
22	-4.75	-5.3	13.7	26.9	98.79	2 51	44.57	A	25.51	69.16
22	-4.75	-5.3	13.7	26.9	159.37	1 43	36.81	A	25.51	69.16
23	-5.20	-3.7	18.9	-1.7	130.32	1 33	38.65	A	29.92	73.57
23	-5.20	-3.7	18.9	-1.7	130.32	1 35	37.41	A	29.92	73.57
24	-5.65	-2.2	14.2	-17.1	102.28	1 26	39.20	A	34.34	77.99
24	-5.65	-2.2	14.2	-17.1	102.28	1 27	38.16	A	34.34	77.99
25	-6.10	-0.7	5.4	-19.5	75.03	1 19	45.53	1	38.75	82.40
25	-6.10	-0.7	5.4	-19.6	75.03	1 19	45.38	1	38.75	82.40
26	-6.55	0.8	-0.0	-0.0	48.09	1	77.39	1 18	43.16	86.82

Maxima :	-15.9	-111.4	-88.8							

Ankergegevens aan het eind bouwfase : 1

Nr	Niveau [m]	Zijde positie	Knoop	Anker/Stempel kracht [kN/m ²]	Toestand	Anker of Stempel
1	2.00	Rechts	5	111.57	Elastisch	Anker

Horizontale gronddruk tegen de damwand [kN/m²]

	Links	Rechts
Effectief :	650.79	462.78
Water :	94.96	384.17
Totaal :	745.75	846.95

Beschouwd als passieve zijde	:	Left
Maximale passieve effectieve weerstand	:	1575.17 [kNm/m ²]
Gemobiliseerde passieve effectieve weerstand:	:	650.79 [kNm/m ²]
Percentage gemobiliseerde weerstand	:	41.3 [%]
Positie enkelvoudige ondersteuning	:	2.00 [m]
Maximale passieve moment	:	-8866.44 [kNm/m ²]
Gemobiliseerd passief moment	:	-3197.22 [kNm/m ²]
Percentage gemobiliseerd moment	:	36.1 [%]

Vertikaal evenwicht

Vertikale kracht actief	:	-17.07 [kN/m ²]
Vertikale anker kracht	:	-47.15 [kN/m ²]
Vertikale kracht passief	:	38.56 [kN/m ²]
Totaal verticale kracht (geen eigengewicht)	:	-25.66 [kN/m ²]

Vertikale kracht passief/actief is horizontale kracht passieve/actieve maal tanges(delta)
 Min betekent naar beneden gerichte kracht.

B O U W F A S E

2 -----

Echo van de bouwfasegegevens

Maaiveld LINKS : (Maaiveld no. 1)			Maaiveld RECHTS : (Maaiveld no. 6)		
Punt no.	X-coördinaat [m] van PAAL	Y-coördinaat [m] van niveau	Punt no.	X-coördinaat [m] van PAAL	Y-coördinaat [m] van niveau
1	0.00	-0.35	1	0.00	3.45
2	10.00	-0.35	2	5.52	3.60
			3	14.94	6.20
			4	15.94	6.24
			5	18.94	6.32

6 23.12 7.90

Waterspiegel links / rechts : -2.15 / 3.45 [m]

Grondparameters LINKS: (Grondprofiel WS)

Laag no	Naam grondlaag	Niveau bovenkant grondlaag [m]	Wosp-T [kN/m ²]	Wosp-B [kN/m ²]	
1	Klei, zwak zandig, slap		3.45	0.00	0.00
2	Veen, matig voorbelast, m		-2.25	0.00	0.00
3	Klei, schoon, vast, 1		-3.75	0.00	0.00
4	Zand, schoon, matig, 1		-4.75	0.00	0.00
5	Klei, schoon, vast, 2		-8.50	0.00	0.00
6	Zand, schoon, vast		-9.50	0.00	0.00

Grondparameters RECHTS: (Grondprofiel Dijk)

Laag no	Naam grondlaag	Niveau bovenkant grondlaag [m]	Wosp-T [kN/m ²]	Wosp-B [kN/m ²]	
1	Dijklichaam	7.90	0.00	0.00	
2	Klei, zwak zandig, slap		3.45	0.00	0.00
3	Veen, matig voorbelast, m		-2.25	0.00	0.00
4	Klei, schoon, vast, 1		-3.75	0.00	0.00
5	Zand, schoon, matig, 1		-4.75	0.00	0.00
6	Klei, schoon, vast, 2		-8.50	0.00	0.00
7	Zand, schoon, vast		-9.50	0.00	0.00

Gebruikte methode aan de linkerkant van de damwand: c,phi,delta
 Gebruikte methode aan de rechterkant van de damwand: c,phi,delta

Anker 1 ligt rechts van de damwand.

Niveau positie : 2.00 [m] Veerstijfheid : 1.011E+0004 [kN/m/m²]
 Doorsnede : 1.180E-0003 [m²] Vloeikracht : 440.48 [kN/m²]
 Lengte : 24.50 [m] Voorspankracht : 0.00 [kN/m²]
 Hoek : -25.00

Bovenbelasting 1 aan de rechterkant van de damwand.

Punt no.	X-coördinaat [m] tot DAMWAND	Q [kN/m ²]
1	2.00	12.00
2	5.00	12.00

Bovenbelasting 2 aan de rechterkant van de damwand.

Punt no.	X-coördinaat [m] tot DAMWAND	Q [kN/m ²]
1	2.25	200.00
2	2.50	200.00
3	2.51	0.00
4	2.75	0.00
5	2.76	200.00
6	3.00	200.00
7	3.01	0.00
8	3.25	0.00
9	3.26	200.00
10	3.50	200.00
11	3.51	0.00
12	3.75	0.00
13	3.76	200.00
14	4.00	200.00

linkerkant

Segment no	Niveau [m] midden	horiz.druk. op paal [kN/m ²]		Ka fictief	Ko fictief	Kp fictief
		actief	passief			
1	-0.57	0.61	8.00	0.18	0.75	2.37
2	-1.02	4.65	19.29	0.46	0.75	1.91
3	-1.48	8.68	30.58	0.51	0.75	1.81
4	-1.92	12.72	41.88	0.54	0.75	1.77
5	-2.20	14.89	47.96	0.55	0.75	1.76
6	-2.44	5.93	71.14	0.21	0.75	2.53
7	-2.81	6.61	73.20	0.23	0.75	2.50
8	-3.19	7.29	75.32	0.24	0.75	2.47
9	-3.56	7.97	77.48	0.25	0.75	2.44
10	-3.92	12.05	73.68	0.35	0.71	2.17
11	-4.25	13.93	79.81	0.37	0.71	2.13
12	-4.58	15.81	85.89	0.39	0.71	2.11
13	-4.97	15.21	165.51	0.34	0.54	3.70
14	-5.42	16.80	175.40	0.34	0.54	3.55

15	-5.88	18.39	189.26	0.34	0.54	3.51
16	-6.33	20.00	203.95	0.34	0.54	3.48

rechterkant

Segment no	Niveau [m] midden	horiz.druk. op paal [kN/m2] actief	horiz.druk. op paal [kN/m2] passief	Ka fictief	Ko fictief	Kp fictief
1	3.26	0.00	4.23	0.00	3.72	3.72
2	2.88	0.00	7.97	0.00	1.88	1.88
3	2.49	27.56	11.70	3.09	3.09	3.09
4	2.15	35.91	15.02	2.51	2.51	2.51
5	1.77	47.36	19.14	2.25	2.25	2.25
6	1.30	55.07	26.68	1.88	1.88	1.88
7	0.83	51.56	39.46	1.40	1.40	1.40
8	0.36	52.60	327.51	1.22	1.22	7.57
9	-0.12	49.68	126.12	1.02	1.02	2.59
10	-0.57	51.07	220.95	0.96	0.96	4.15
11	-1.02	48.39	90.27	0.85	0.85	1.58
12	-1.48	50.05	94.88	0.83	0.83	1.57
13	-1.92	45.16	100.96	0.71	0.71	1.59
14	-2.20	68.16	103.51	1.05	1.05	1.59
15	-2.44	33.63	129.13	0.51	0.68	1.95
16	-2.81	39.35	133.77	0.58	0.68	1.98
17	-3.19	31.67	138.66	0.46	0.67	2.02
18	-3.56	40.56	143.86	0.58	0.67	2.05
19	-3.92	38.48	142.59	0.53	0.65	1.97
20	-4.25	37.95	169.67	0.50	0.65	2.24
21	-4.58	39.03	175.64	0.49	0.65	2.22
22	-4.97	35.14	330.15	0.42	0.56	3.97
23	-5.42	35.93	360.11	0.41	0.56	4.10
24	-5.88	36.89	361.18	0.40	0.56	3.90
25	-6.33	37.70	389.98	0.39	0.55	4.01

Berekeningsresultaten van bouwfase : 2

Nummer van de iteratie : 6

Nd no	Niveau m	Verpl mm	Moment kNm/m"	Dwarsk kN/m"	Ef.Spa kN/m2	Stat %	Ef.Spa kN/m2	Stat %	WatStL kN/m2	WatStR kN/m2
1	3.45	-15.1	-0.0	0.0	0.00		0.00	A	0.00	0.00
2	3.07	-20.0	0.1	0.7	0.00		0.00	A	0.00	3.76
2	3.07	-20.0	0.1	0.7	0.00		0.00	A	0.00	3.76
3	2.68	-24.9	0.7	2.9	0.00		0.00	A	0.00	7.52
3	2.68	-24.9	0.7	2.9	0.00		19.69	A	0.00	7.52
4	2.30	-29.8	4.3	17.1	0.00		36.52	A	0.00	11.28
4	2.30	-29.8	4.3	17.1	0.00		29.73	A	0.00	11.28
5	2.00	-33.7	11.5	31.7	0.00		42.39	A	0.00	14.22
5	2.00	-33.7	11.5	-248.3	0.00		37.99	A	0.00	14.22
6	1.53	-39.7	-98.6	-218.3	0.00		56.75	A	0.00	18.84
6	1.53	-39.7	-98.6	-218.3	0.00		47.43	A	0.00	18.84
7	1.06	-45.5	-193.1	-182.5	0.00		62.35	A	0.00	23.45
7	1.06	-45.5	-193.1	-182.5	0.00		46.47	A	0.00	23.45
8	0.59	-50.6	-270.6	-146.2	0.00		56.28	A	0.00	28.06
8	0.59	-50.6	-270.6	-146.2	0.00		48.83	A 16	0.00	28.06
9	0.12	-54.9	-330.4	-107.2	0.00		56.06	A 16	0.00	32.67
9	0.12	-54.9	-330.4	-107.2	0.00		47.02	A 39	0.00	32.67
10	-0.35	-58.2	-371.6	-67.5	0.00		52.13	A 39	0.00	37.28
10	-0.35	-58.2	-371.6	-67.5	0.00	P	49.04	A 23	0.00	37.28
11	-0.80	-60.3	-393.5	-30.3	16.00	P	52.95	A 23	0.00	41.69
11	-0.80	-60.3	-393.5	-30.3	12.86	P	46.84	A 54	0.00	41.69
12	-1.25	-61.2	-399.7	2.5	25.72	P	49.85	A 54	0.00	46.11
12	-1.25	-61.2	-399.7	2.5	24.47	P	48.71	A 53	0.00	46.11
13	-1.70	-61.1	-391.6	33.0	36.70	P	51.32	A 53	0.00	50.52
13	-1.70	-61.1	-391.6	33.0	35.89	P	44.12	A 45	0.00	50.52
14	-2.15	-59.9	-370.9	58.7	44.67	3 93	46.16	A 45	0.00	54.94
14	-2.15	-59.9	-370.9	58.7	44.51	3 94	67.84	A 66	0.00	54.94
15	-2.25	-59.4	-364.7	66.5	45.00	3 93	68.47	A 66	0.98	55.92
15	-2.25	-59.4	-364.7	66.5	59.74	3 86	33.26	A	0.98	55.92
16	-2.63	-57.4	-337.7	77.1	61.13	3 84	34.00	A	4.66	59.60
16	-2.63	-57.4	-337.7	77.1	60.66	3 85	38.95	A	4.66	59.60
17	-3.00	-54.7	-306.5	89.6	61.12	3 82	39.75	A	8.34	63.27
17	-3.00	-54.7	-306.5	89.6	60.78	3 82	31.36	A	8.34	63.27
18	-3.38	-51.5	-271.1	99.3	60.09	2 78	31.96	A	12.02	66.95
18	-3.38	-51.5	-271.1	99.3	60.09	2 79	40.19	A	12.02	66.95
19	-3.75	-47.6	-231.3	113.1	57.38	2 73	40.92	A	15.70	70.63

MSheet 5.4

19	-3.75	-47.6	-231.3	113.1	70.00 P	37.57 A	15.70	70.63	
20	-4.08	-43.9	-192.5	119.6	77.36 P	39.39 A	18.97	73.90	
20	-4.08	-43.9	-192.5	119.6	76.19 P	37.10 A	18.97	73.90	
21	-4.42	-39.8	-151.8	124.0	83.44 P	38.81 A	22.24	77.17	
21	-4.42	-39.8	-151.8	124.0	82.32 P	38.18 A	22.24	77.17	
22	-4.75	-35.5	-110.0	126.7	88.25 3 99	39.87 A	25.51	80.44	
22	-4.75	-35.5	-110.0	126.7	157.04 P	34.17 A	25.51	80.44	
23	-5.20	-29.4	-60.3	93.0	169.92 3 98	36.12 A	29.92	84.86	
23	-5.20	-29.4	-60.3	93.0	166.18 3 99	34.98 A	29.92	84.86	
24	-5.65	-23.2	-26.0	60.1	163.36 3 89	36.87 A	34.34	89.27	
24	-5.65	-23.2	-26.0	60.1	161.81 3 89	35.96 A	34.34	89.27	
25	-6.10	-16.9	-6.0	28.5	162.21 3 82	37.81 A	38.75	93.69	
25	-6.10	-16.9	-6.0	28.4	161.32 3 82	36.80 A	38.75	93.69	
26	-6.55	-10.5	0.0	0.0	144.57 2 68	38.60 A	43.16	98.10	
Maxima :				-61.3	-399.7	-248.3			

Ankergegevens aan het eind bouwfase : 2

Nr	Niveau [m]	Zijde positie	Knoop	Anker/Stempel kracht [kN/m ²]	Toestand	Anker of Stempel
1	2.00	Rechts	5	309.02	Elastisch	Anker

Horizontale gronddruk tegen de damwand [kN/m²]

	Links	Rechts
Effectief :	509.94	394.64
Water :	94.96	490.50
Totaal :	604.90	885.14

Beschouwd als passieve zijde : Left
 Maximale passieve effectieve weerstand : 571.26 [kNm/m²]
 Gemobiliseerde passieve effectieve weerstand: 509.94 [kNm/m²]
 Percentage gemobiliseerde weerstand : 89.3 [%]

Positie enkelvoudige ondersteuning : 2.00 [m]
 Maximale passieve moment : -3778.71 [kNm/m²]
 Gemobiliseerd passief moment : -3349.17 [kNm/m²]
 Percentage gemobiliseerd moment : 88.6 [%]

Vertikaal evenwicht

Vertikale kracht actief : -14.24 [kN/m²]
 Vertikale anker kracht : -130.60 [kN/m²]
 Vertikale kracht passief : 52.30 [kN/m²]
 Totaal verticale kracht (geen eigengewicht) : -92.54 [kN/m²]

Vertikale kracht passief/actief is horizontale kracht passieve/actieve maal tanges(delta)
 Min betekent naar beneden gerichte kracht.

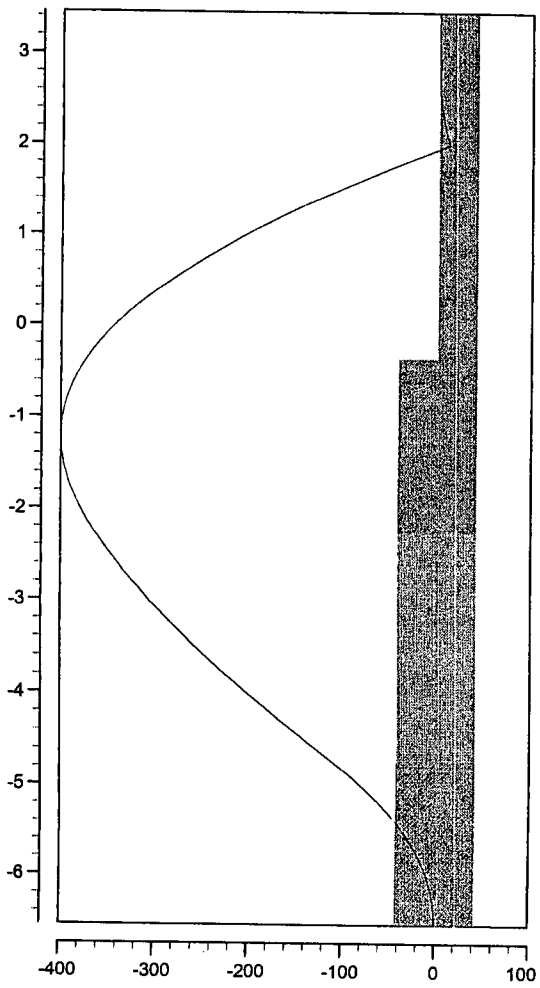
Maxima van alle bouwfasen

Verplaatsing : -61.3 [mm]
 Moment : -399.7 [kNm/m²]
 Schuifspanning: -248.3 [kN/m²]

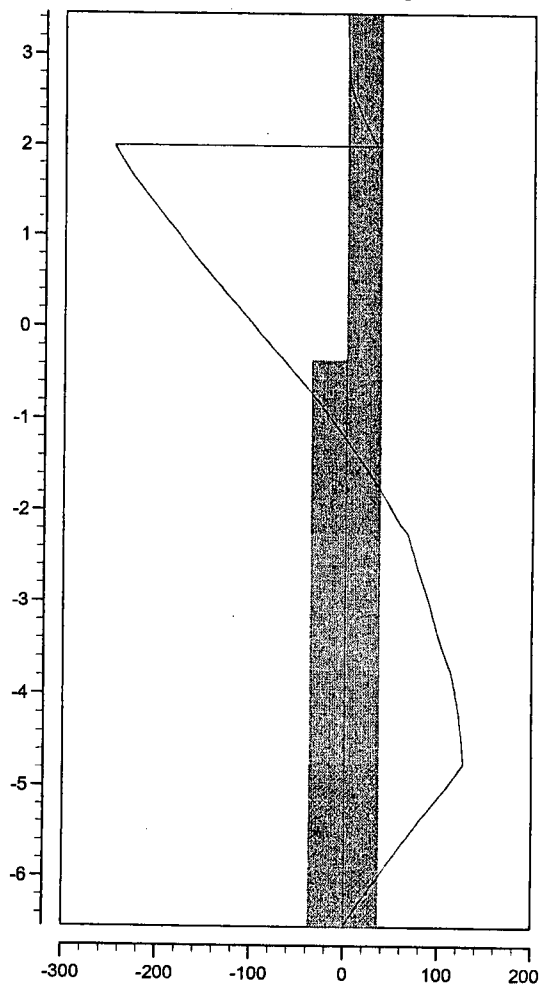
----- Einde MSheet uitvoerbestand -----

Krachten en Verplaatsingen - Bouwfase: Hoog water, ugt

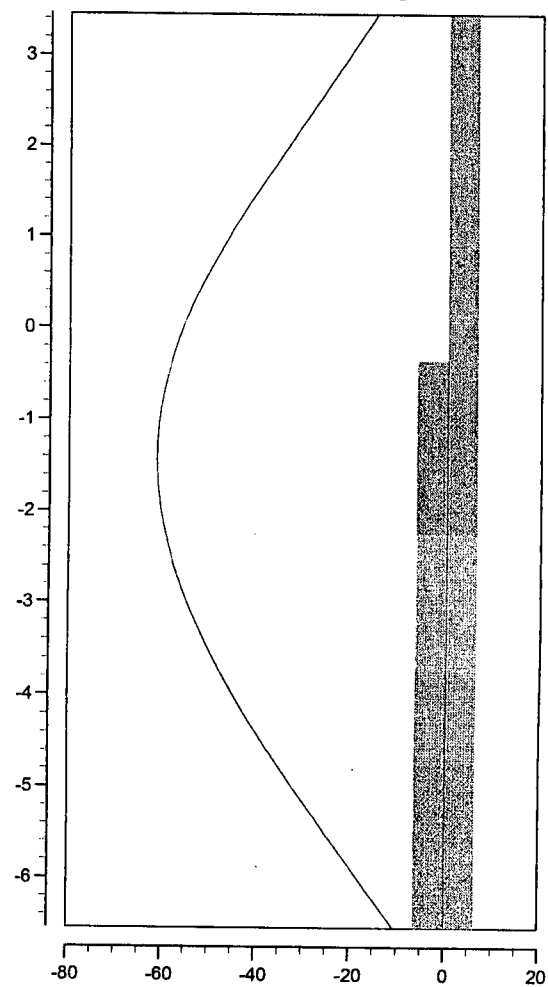
Bulgende momenten [kNm/m²]



Dwarskrachten [kN/m²]



Verplaatsingen [mm]



Tel

Fax

datum
11-8-2005

get.

EF

Ellewoutsdijk, voorontwerp

AZ18, lage bedd., groutanker, l=24.5, a=25°

MSheet 5.4 : Haven-bedding-laag-reken.shi

Bijl.

form.
A4

Verificatie Ankerkracht

MSheet versie 5.4

Datum: 11-8-2005

Tijd: 15:12:39

Probleemidentificatie

Ellewoutsdijk, voorontwerp

AZ18, lage bedd., groutanker, l=24.5, a=-25°

Fase 2: Hoog water, ugt

WAARSCHUWING De ankerschotlengte is te klein in verhouding tot de diepte.

berekening bij korte verankering (kranz) is zinvol als onderkant ankerschot boven onderkant damwand

ligt

Hoogte van het ankerschot	:	0,00	[m]
Onderkant ankerschot	:	-8,35	[m]
Bovenkant ankerschot	:	-8,35	[m]
Lengte van het anker	:	24,50	[m]
Doorsnede van het anker	:	1180,00	[mm ²]

Verankering is: korte verankering

Damwand actief, met belastingen (Ea)	:	394,689
Damwand actief, geen belastingen(Ea)	:	171,117
Horizontale kracht, met belastingen (Er)	:	-1544,106
Horizontale kracht, geen belastingen (Er)	:	-1398,206
Ankerschot actief (Eo)	:	695,426
Cohesie x lengte (Ec)	:	0,000
Factor t.g.v. hoek (Es)	:	1,261

Toegestane ankerkracht = $(Ea - (Er + Eo) + Ec) / Es$

Toegestane ankerkracht met belastingen: 985,807

Toegestane ankerkracht zonder belastingen : 692,870

Toegestane ankerkracht : 692,870

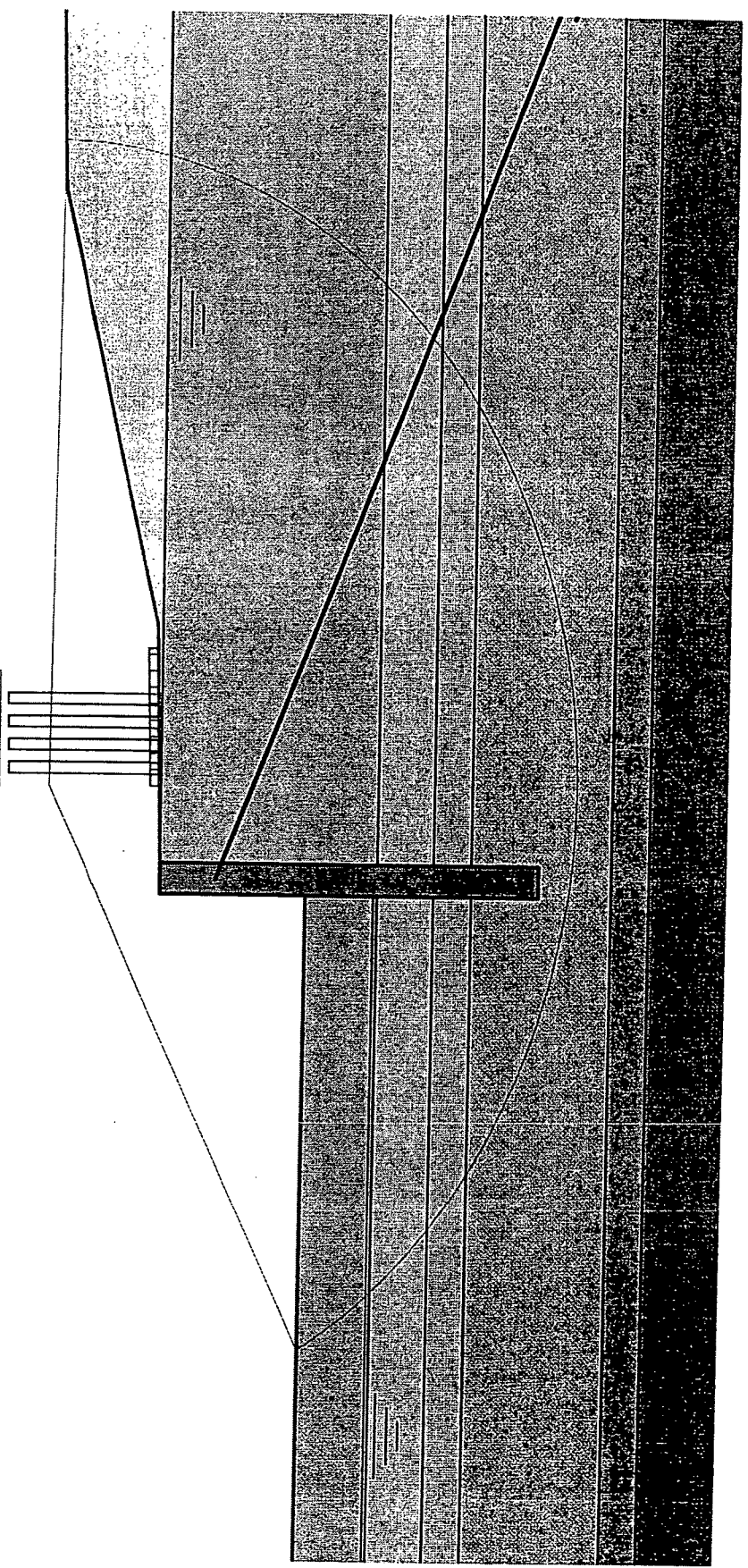
Ankerkracht is nog niet gecontroleerd

Ankerkracht in berekening is : 309,021

Einde Verificatie Ankerkracht

Totale stabiliteit - Bouwfase: Hoog water, ugt

Veiligheidsklasse: Representative
 Stabiliteitsfactor: 1,58



Tel Fax	datum 11-8-2005	get. EF
Ellewoutsdijk, voorontwerp AZ18, lage bedd., groutanker, l=24.5, a=-25°	-	cr.
MSheet 5.4 : Haven-bedding-laag-reken.shi	Bijl.	form. A4

MSheet 5.4

Programma: MSheet
 Versie : 5.4.8.2
 Licentie : 040
 Bedrijf : GeoDelft

Probleemidentificatie : Ellewoutsdijk, voorontwerp
 : AZ18, hoge bedd., groutanker, l=24.5, a=-25°

Datum: 11-8-2005
 Tijd : 15:20:32

Uitvoerbestand : P:\..\Haven-bedding-hoog-reken.sho
 Invoerbestand : P:\..\Haven-bedding-hoog-reken.shi
 Tekengegevensbestand : P:\..\Haven-bedding-hoog-reken.shd

WEERGAVE VAN DE ALGEMENE INVOER

Aantal takken van de veer karakteristiek : 3
 Ontlasttak van de veer karakteristiek : Nee
 Aantal bouwfases : 2
 Soortelijk gewicht van water : 9.81 [kN/m3]

Damwandeigenschappen

Lengte : 10.00 [m]
 Topniveau : 3.45 [m]
 Nummer sectie : 1

Sectie no	Van [m]	Tot [m]	Stijfheid EI [kNm2/m"]	Werkende breedte [m]
1	3.45	-6.55	7.182E+0004	1.00

Grondlaaigeigenschappen: Dijklichaam

Droog soortelijk gew. : 18.00 [kN/m3] Ka : 0.35
 Nat : 20.00 [kN/m3] Ko : 0.58
 Cohesie : 0.00 [kN/m2] Kp : 3.91
 Schachtwrijving delta : 16.67 [graden]
 Phi : 25.00 [graden]
 Beddingsconstante : Nr Boven Onder
 [kN/m3] K[1] 45000.00 45000.00
 K[2] 12270.00 12270.00
 K[3] 3750.00 3750.00
 K1 (% van Kp) : 50.00 [%]
 K2 (% van Kp) : 80.00 [%]

Grondlaaigeigenschappen: Klei, zwak zandig, slap

Droog soortelijk gew. : 15.00 [kN/m3] Ka : 0.60
 Nat : 15.00 [kN/m3] Ko : 0.75
 Cohesie : 0.91 [kN/m2] Kp : 1.67
 Schachtwrijving delta : 0.00 [graden]
 Phi : 14.58 [graden]
 Beddingsconstante : Nr Boven Onder
 [kN/m3] K[1] 4500.00 4500.00
 K[2] 900.00 900.00
 K[3] 450.00 450.00
 K1 (% van Kp) : 50.00 [%]
 K2 (% van Kp) : 80.00 [%]

Grondlaaigeigenschappen: Veen, matig voorbelast, m

Droog soortelijk gew. : 18.00 [kN/m3] Ka : 0.35
 Nat : 20.00 [kN/m3] Ko : 0.58
 Cohesie : 0.00 [kN/m2] Kp : 3.91
 Schachtwrijving delta : 16.67 [graden]
 Phi : 25.00 [graden]
 Beddingsconstante : Nr Boven Onder
 [kN/m3] K[1] 45000.00 45000.00
 K[2] 12270.00 12270.00
 K[3] 3750.00 3750.00
 K1 (% van Kp) : 50.00 [%]
 K2 (% van Kp) : 80.00 [%]

MSheet 5.4

Grondlaageigenschappen: Klei, schoon, vast, 1

Droog soortelijk gew. :	19.00 [kN/m3]	Ka	:	0.55
Nat :	20.00 [kN/m3]	Ko	:	0.71
Cohesie :	4.55 [kN/m2]	Kp	:	1.80
Schachtwrijving delta :	0.00 [graden]			
Phi :	16.67 [graden]			
Beddingsconstante :	Nr	Boven	Onder	
[kN/m3]	K[1]	13500.00	13500.00	
	K[2]	5786.00	5786.00	
	K[3]	1500.00	1500.00	
K1 (% van Kp) :	50.00 [%]			
K2 (% van Kp) :	80.00 [%]			

Grondlaageigenschappen: Zand, schoon, matig, 1

Droog soortelijk gew. :	18.00 [kN/m3]	Ka	:	0.34
Nat :	20.00 [kN/m3]	Ko	:	0.54
Cohesie :	0.00 [kN/m2]	Kp	:	3.45
Schachtwrijving delta :	8.94 [graden]			
Phi :	27.08 [graden]			
Beddingsconstante :	Nr	Boven	Onder	
[kN/m3]	K[1]	45000.00	45000.00	
	K[2]	12270.00	12270.00	
	K[3]	3750.00	3750.00	
K1 (% van Kp) :	50.00 [%]			
K2 (% van Kp) :	80.00 [%]			

Grondlaageigenschappen: Klei, schoon, vast, 2

Droog soortelijk gew. :	19.00 [kN/m3]	Ka	:	0.51
Nat :	20.00 [kN/m3]	Ko	:	0.68
Cohesie :	4.55 [kN/m2]	Kp	:	1.95
Schachtwrijving delta :	0.00 [graden]			
Phi :	18.75 [graden]			
Beddingsconstante :	Nr	Boven	Onder	
[kN/m3]	K[1]	13500.00	13500.00	
	K[2]	5786.00	5786.00	
	K[3]	1500.00	1500.00	
K1 (% van Kp) :	50.00 [%]			
K2 (% van Kp) :	80.00 [%]			

Grondlaageigenschappen: Zand, schoon, vast

Droog soortelijk gew. :	20.00 [kN/m3]	Ka	:	0.34
Nat :	22.00 [kN/m3]	Ko	:	0.54
Cohesie :	0.00 [kN/m2]	Kp	:	3.45
Schachtwrijving delta :	8.94 [graden]			
Phi :	27.08 [graden]			
Beddingsconstante :	Nr	Boven	Onder	
[kN/m3]	K[1]	90000.00	90000.00	
	K[2]	24550.00	24550.00	
	K[3]	7500.00	7500.00	
K1 (% van Kp) :	50.00 [%]			
K2 (% van Kp) :	80.00 [%]			

Grondlaageigenschappen: Klei, schoon, vast, 3

Droog soortelijk gew. :	20.00 [kN/m3]	Ka	:	0.48
Nat :	20.00 [kN/m3]	Ko	:	0.64
Cohesie :	4.55 [kN/m2]	Kp	:	2.10
Schachtwrijving delta :	0.00 [graden]			
Phi :	20.83 [graden]			
Beddingsconstante :	Nr	Boven	Onder	
[kN/m3]	K[1]	13500.00	13500.00	
	K[2]	5786.00	5786.00	
	K[3]	1500.00	1500.00	
K1 (% van Kp) :	50.00 [%]			
K2 (% van Kp) :	80.00 [%]			

Grondlaageigenschappen: Zand, schoon, matig, 2

Droog soortelijk gew. :	20.00 [kN/m3]	Ka	:	0.34
Nat :	22.00 [kN/m3]	Ko	:	0.54
Cohesie :	0.00 [kN/m2]	Kp	:	3.45
Schachtwrijving delta :	8.94 [graden]			
Phi :	27.08 [graden]			
Beddingsconstante :	Nr	Boven	Onder	

[kN/m3]	K[1]	45000.00	45000.00
	K[2]	12270.00	12270.00
	K[3]	3750.00	3750.00
K1 (% van Kp)	:	50.00 [%]	
K2 (% van Kp)	:	80.00 [%]	

 B O U W F A S E

1

Echo van de bouwfasegegevens

Maaiveld LINKS : (Maaiveld no. 3)

Maaiveld RECHTS : (Maaiveld no. 6)

Punt no.	X-coördinaat [m] van PAAL	Y-coördinaat [m] van niveau	Punt no.	X-coördinaat [m] van PAAL	Y-coördinaat [m] van niveau
1	0.00	3.45	1	0.00	3.45
2	10.00	3.45	2	5.52	3.60
			3	14.94	6.20
			4	15.94	6.24
			5	18.94	6.32
			6	23.12	7.90

Waterspiegel links / rechts : -2.15 / 2.30 [m]

Grondparameters LINKS: (Grondprofiel WS)

Laag no	Naam grondlaag	Niveau bovenkant grondlaag [m]	Wosp-T [kN/m2]	Wosp-B [kN/m2]	
1	Klei, zwak zandig, slap	3.45	3.45	0.00	0.00
2	Veen, matig voorbelast, m	-2.25	-2.25	0.00	0.00
3	Klei, schoon, vast, 1	-3.75	-3.75	0.00	0.00
4	Zand, schoon, matig, 1	-4.75	-4.75	0.00	0.00
5	Klei, schoon, vast, 2	-8.50	-8.50	0.00	0.00
6	Zand, schoon, vast	-9.50	-9.50	0.00	0.00
7	Klei, schoon, vast, 3	-11.50	-11.50	0.00	0.00
8	Zand, schoon, matig, 2	-12.50	-12.50	0.00	0.00

Grondparameters RECHTS: (Grondprofiel Dijk)

Laag no	Naam grondlaag	Niveau bovenkant grondlaag [m]	Wosp-T [kN/m2]	Wosp-B [kN/m2]	
1	Dijklichaam	7.90	0.00	0.00	0.00
2	Klei, zwak zandig, slap	3.45	3.45	0.00	0.00
3	Veen, matig voorbelast, m	-2.25	-2.25	0.00	0.00
4	Klei, schoon, vast, 1	-3.75	-3.75	0.00	0.00
5	Zand, schoon, matig, 1	-4.75	-4.75	0.00	0.00
6	Klei, schoon, vast, 2	-8.50	-8.50	0.00	0.00
7	Zand, schoon, vast	-9.50	-9.50	0.00	0.00
8	Klei, schoon, vast, 3	-11.50	-11.50	0.00	0.00
9	Zand, schoon, matig, 2	-12.50	-12.50	0.00	0.00

Gebruikte methode aan de linkerkant van de damwand: c,phi,delta
 Gebruikte methode aan de rechterkant van de damwand: c,phi,delta

Anker 1 ligt rechts van de damwand.

Niveau positie	:	2.00 [m]	Veerstijfheid	:	1.011E+0004 [kN/m/m ³]
Doorsnede	:	1.180E-0003 [m2]	Vloeikracht	:	440.48 [kN/m ²]
Lengte	:	24.50 [m]	Voorspankracht	:	0.00 [kN/m ²]
Hoek	:	-25.00			

Bovenbelasting 1 aan de rechterkant van de damwand.

Punt no.	X-coördinaat [m] tot DAMWAND	Q [kN/m2]
1	2.00	12.00
2	5.00	12.00

Bovenbelasting 2 aan de rechterkant van de damwand.

Punt no.	X-coördinaat [m] tot DAMWAND	Q [kN/m2]
1	2.25	200.00
2	2.50	200.00
3	2.51	0.00

4	2.75	0.00
5	2.76	200.00
6	3.00	200.00
7	3.01	0.00
8	3.25	0.00
9	3.26	200.00
10	3.50	200.00
11	3.51	0.00
12	3.75	0.00
13	3.76	200.00
14	4.00	200.00

linkerkant

Segment no	Niveau [m] midden	horiz.druk. op actief	paal [kN/m2] passief	Ka fictief	Ko fictief	Kp fictief
1	3.26	0.31	7.16	0.11	0.75	2.49
2	2.88	3.75	16.78	0.43	0.75	1.95
3	2.49	7.19	26.40	0.50	0.75	1.84
4	2.15	10.25	34.98	0.53	0.75	1.79
5	1.77	13.70	44.64	0.54	0.75	1.77
6	1.30	17.92	56.43	0.55	0.75	1.75
7	0.83	22.13	68.22	0.56	0.75	1.73
8	0.36	26.34	80.02	0.57	0.75	1.72
9	-0.12	30.56	91.81	0.57	0.75	1.72
10	-0.57	34.68	103.35	0.57	0.75	1.71
11	-1.02	38.72	114.65	0.58	0.75	1.71
12	-1.48	42.75	125.94	0.58	0.75	1.70
13	-1.92	46.79	137.23	0.58	0.75	1.70
14	-2.20	48.96	143.31	0.58	0.75	1.70
15	-2.44	29.85	395.92	0.35	0.58	4.58
16	-2.81	31.17	371.78	0.35	0.58	4.12
17	-3.19	32.50	378.47	0.35	0.58	4.02
18	-3.56	33.84	389.01	0.35	0.58	3.97
19	-3.92	49.47	207.54	0.49	0.71	2.04
20	-4.25	51.35	214.02	0.49	0.71	2.04
21	-4.58	53.24	218.65	0.49	0.71	2.02
22	-4.97	38.20	387.54	0.34	0.54	3.45
23	-5.42	39.76	403.37	0.34	0.54	3.45
24	-5.88	41.44	419.19	0.34	0.54	3.45
25	-6.33	43.06	435.02	0.34	0.54	3.45

rechterkant

Segment no	Niveau [m] midden	horiz.druk. op actief	paal [kN/m2] passief	Ka fictief	Ko fictief	Kp fictief
1	3.26	0.36	7.39	0.12	2.45	2.45
2	2.88	3.88	17.45	0.39	1.77	1.77
3	2.49	28.28	27.52	1.54	1.54	1.54
4	2.15	43.21	34.03	1.69	1.69	1.69
5	1.77	53.50	39.37	1.66	1.66	1.66
6	1.30	61.57	247.86	1.52	1.52	6.11
7	0.83	59.66	148.18	1.24	1.24	3.08
8	0.36	60.44	241.38	1.11	1.11	4.43
9	-0.12	57.12	100.44	0.95	0.95	1.67
10	-0.57	58.52	106.69	0.91	0.91	1.65
11	-1.02	55.19	113.45	0.81	0.81	1.66
12	-1.48	57.57	119.79	0.80	0.80	1.67
13	-1.92	51.83	128.41	0.69	0.70	1.72
14	-2.20	73.68	132.61	0.97	0.97	1.74
15	-2.44	39.82	311.91	0.51	0.60	3.97
16	-2.81	48.87	343.24	0.59	0.59	4.15
17	-3.19	38.70	376.55	0.45	0.59	4.35
18	-3.56	51.03	418.58	0.56	0.58	4.62
19	-3.92	49.95	456.31	0.53	0.67	4.85
20	-4.25	48.86	762.93	0.50	0.67	7.82
21	-4.58	49.66	685.67	0.49	0.67	6.79
22	-4.97	41.37	242.47	0.39	0.56	2.31
23	-5.42	41.89	208.56	0.38	0.56	1.90
24	-5.88	42.55	183.21	0.37	0.55	1.60
25	-6.33	43.02	425.62	0.36	0.55	3.58

Berekeningsresultaten van bouwfase : 1

Nummer van de iteratie : 4

Nd no	Niveau m	Verpl mm	Moment kNm/m"	Dwarsk kN/m"	Ef.Spa kN/m2	Stat %	Ef.Spa kN/m2	Stat %	WatStL kN/m2	WatStR kN/m2
1	3.45	-8.2	0.0	-0.0	0.00	P	0.00	A	0.00	0.00
2	3.07	-8.2	-0.3	-1.7	10.82	3 97	5.94	2	0.00	0.00
2	3.07	-8.2	-0.3	-1.7	10.82	3 97	5.94	2	0.00	0.00
3	2.68	-8.2	-1.1	-2.1	17.96	3 80	20.89	3	0.00	0.00
3	2.68	-8.2	-1.1	-2.1	17.21	3 81	21.44	A	0.00	0.00
4	2.30	-8.2	-1.4	1.1	22.61	2 71	35.65	A	0.00	0.00
4	2.30	-8.2	-1.4	1.1	22.31	2 72	39.05	A	0.00	0.00
5	2.00	-8.2	-0.2	7.3	26.21	2 67	47.57	A	0.00	2.94
5	2.00	-8.2	-0.2	-60.6	25.97	2 68	46.62	A	0.00	2.94
6	1.53	-8.1	-25.6	-46.6	31.98	2 63	60.41	A	0.00	7.55
6	1.53	-8.1	-25.6	-46.6	31.75	2 63	55.40	A 25	0.00	7.55
7	1.06	-8.0	-43.7	-29.3	37.64	2 60	67.44	A 25	0.00	12.16
7	1.06	-8.0	-43.7	-29.3	37.45	2 60	55.16	A 40	0.00	12.16
8	0.59	-7.8	-53.9	-13.5	43.18	2 58	63.84	A 40	0.00	16.78
8	0.59	-7.8	-53.9	-13.5	43.03	2 58	57.00	A 25	0.00	16.78
9	0.12	-7.4	-56.6	2.3	48.59	2 56	63.59	A 25	0.00	21.39
9	0.12	-7.4	-56.6	2.3	48.45	2 57	54.63	A 57	0.00	21.39
10	-0.35	-6.9	-52.3	16.3	53.84	2 55	59.40	A 57	0.00	26.00
10	-0.35	-6.9	-52.3	16.3	53.73	2 55	56.60	A 55	0.00	26.00
11	-0.80	-6.2	-41.9	30.0	58.74	2 54	60.30	A 55	0.00	30.41
11	-0.80	-6.2	-41.9	30.0	58.64	2 54	53.72	A 49	0.00	30.41
12	-1.25	-5.3	-25.8	42.0	63.53	2 53	56.58	A 49	0.00	34.83
12	-1.25	-5.3	-25.8	42.0	63.44	2 53	56.28	A 48	0.00	34.83
13	-1.70	-4.5	-4.0	54.9	68.26	2 52	58.80	A 48	0.00	39.24
13	-1.70	-4.5	-4.0	54.9	68.18	2 52	50.82	A	0.00	39.24
14	-2.15	-3.6	22.9	65.1	72.98	2 51	52.80	A	0.00	43.65
14	-2.15	-3.6	22.9	65.1	72.94	2 51	73.38	A 56	0.00	43.65
15	-2.25	-3.4	29.7	69.5	73.20	2 51	73.97	A 56	0.98	44.64
15	-2.25	-3.4	29.7	69.5	195.65	2 51	38.78	A	0.98	44.64
16	-2.63	-2.7	48.2	31.0	172.93	1 43	40.85	A	4.66	48.31
16	-2.63	-2.7	48.2	31.0	172.93	1 48	47.68	A	4.66	48.31
17	-3.00	-2.1	54.7	5.5	148.86	1 39	50.04	A	8.34	51.99
17	-3.00	-2.1	54.7	5.5	148.86	1 40	37.82	A	8.34	51.99
18	-3.38	-1.6	52.5	-15.7	129.55	1 34	39.57	A	12.02	55.67
18	-3.38	-1.6	52.5	-15.7	129.55	1 34	49.94	A	12.02	55.67
19	-3.75	-1.3	44.6	-25.9	114.83	1 29	52.13	A	15.70	59.35
19	-3.75	-1.3	44.6	-25.9	88.33	1 43	49.04	A	15.70	59.35
20	-4.08	-1.0	36.2	-23.9	87.24	1 41	50.86	A	18.97	62.62
20	-4.08	-1.0	36.2	-23.9	87.24	1 41	50.22	1	18.97	62.62
21	-4.42	-0.8	28.7	-20.8	86.90	1 40	55.26	1	22.24	65.89
21	-4.42	-0.8	28.7	-20.8	86.90	1 40	55.30	1	22.24	65.89
22	-4.75	-0.6	22.6	-16.0	87.16	1 39	59.73	1	25.51	69.16
22	-4.75	-0.6	22.6	-16.0	88.98	1 23	40.46	A	25.51	69.16
23	-5.20	-0.5	15.1	-16.6	84.18	1 21	42.28	A	29.92	73.57
23	-5.20	-0.5	15.1	-16.6	84.18	1 21	41.01	A	29.92	73.57
24	-5.65	-0.4	7.9	-15.0	81.30	1 20	45.80	1	34.34	77.99
24	-5.65	-0.4	7.9	-15.0	81.30	1 20	45.64	1	34.34	77.99
25	-6.10	-0.3	2.2	-9.3	79.43	1 19	52.57	1	38.75	82.40
25	-6.10	-0.3	2.2	-9.3	79.43	1 19	52.42	1	38.75	82.40
26	-6.55	-0.2	-0.0	-0.0	77.88	1 18	59.04	1	43.16	86.82

Maxima : -8.2 -56.6 69.5

Ankergegevens aan het eind bouwphase : 1

Nr	Niveau [m]	Zijde positie	Knoop	Anker/Stempel kracht [kN/m"]	Toestand	Anker of Stempel
1	2.00	Rechts	5	74.84	Elastisch	Anker

Horizontale gronddruk tegen de damwand [kN/m"]

	Links	Rechts
Effectief :	701.61	480.26
Water :	94.96	384.17
Totaal :	796.57	864.43

Beschouwd als passieve zijde : Left
 Maximale passieve effectieve weerstand : 1950.26 [kNm/m"]
 Gemobiliseerde passieve effectieve weerstand: 701.61 [kNm/m"]

MSheet 5.4

Percentage gemobiliseerde weerstand : 36.0 [%]
 Positie enkelvoudige ondersteuning : 2.00 [m]
 Maximale passieve moment : -10885.40 [kNm/m"]
 Gemobiliseerd passief moment : -3324.97 [kNm/m"]
 Percentage gemobiliseerd moment : 30.5 [%]

Vertikaal evenwicht

Vertikale kracht actief : -33.41 [kN/m"]
 Vertikale anker kracht : -31.63 [kN/m"]
 Vertikale kracht passief : 91.42 [kN/m"]
 Totaal verticale kracht (geen eigengewicht) : 26.38 [kN/m"]

Vertikale kracht passief/actief is horizontale kracht passieve/aktieve maal tanges(delta)
 Min betekent naar beneden gerichte kracht.

 B O U W F A S E 2 -----

Echo van de bouwfasegegevens

Maaiveld LINKS : (Maaiveld no. 1)			Maaiveld RECHTS : (Maaiveld no. 6)		
Punt no.	X-coördinaat [m] van PAAL	Y-coördinaat [m] van niveau	Punt no.	X-coördinaat [m] van PAAL	Y-coördinaat [m] van niveau
1	0.00	-0.35	1	0.00	3.45
2	10.00	-0.35	2	5.52	3.60
			3	14.94	6.20
			4	15.94	6.24
			5	18.94	6.32
			6	23.12	7.90

Waterspiegel links / rechts : -2.15 / 3.45 [m]

Grondparameters LINKS: (Grondprofiel WS)

Laag no	Naam grondlaag	Niveau bovenkant grondlaag [m]	Wosp-T [kN/m2]	Wosp-B [kN/m2]	
1	Klei, zwak zandig, slap		3.45	0.00	0.00
2	Veen, matig voorbelast, m		-2.25	0.00	0.00
3	Klei, schoon, vast, 1	-3.75		0.00	0.00
4	Zand, schoon, matig, 1	-4.75		0.00	0.00
5	Klei, schoon, vast, 2	-8.50		0.00	0.00
6	Zand, schoon, vast	-9.50	0.00		0.00
7	Klei, schoon, vast, 3	-11.50		0.00	0.00
8	Zand, schoon, matig, 2	-12.50		0.00	0.00

Grondparameters RECHTS: (Grondprofiel Dijk)

Laag no	Naam grondlaag	Niveau bovenkant grondlaag [m]	Wosp-T [kN/m2]	Wosp-B [kN/m2]	
1	Dijklichaam	7.90	0.00	0.00	
2	Klei, zwak zandig, slap		3.45	0.00	0.00
3	Veen, matig voorbelast, m		-2.25	0.00	0.00
4	Klei, schoon, vast, 1	-3.75		0.00	0.00
5	Zand, schoon, matig, 1	-4.75		0.00	0.00
6	Klei, schoon, vast, 2	-8.50		0.00	0.00
7	Zand, schoon, vast	-9.50	0.00		0.00
8	Klei, schoon, vast, 3	-11.50		0.00	0.00
9	Zand, schoon, matig, 2	-12.50		0.00	0.00

Gebruikte methode aan de linkerkant van de damwand: c,phi,delta
 Gebruikte methode aan de rechterkant van de damwand: c,phi,delta

Anker 1 ligt rechts van de damwand.
 Niveau positie : 2.00 [m] Veerstijfheid : 1.011E+0004 [kN/m/m"]
 Doorsnede : 1.180E-0003 [m2] Vloeikracht : 440.48 [kN/m"]
 Lengte : 24.50 [m] Voorspankracht : 0.00 [kN/m"]
 Hoek : -25.00

Bovenbelasting 1 aan de rechterkant van de damwand.

Punt no.	X-coördinaat [m] tot DAMWAND	Q [kN/m2]
1	2.00	12.00
2	5.00	12.00

Bovenbelasting 2 aan de rechterkant van de damwand.

Punt no.	X-coördinaat [m] tot DAMWAND	Q [kN/m2]
1	2.25	200.00
2	2.50	200.00
3	2.51	0.00
4	2.75	0.00
5	2.76	200.00
6	3.00	200.00
7	3.01	0.00
8	3.25	0.00
9	3.26	200.00
10	3.50	200.00
11	3.51	0.00
12	3.75	0.00
13	3.76	200.00
14	4.00	200.00

linkerkant

Segment no	Niveau [m] midden	horiz.druk. op paal [kN/m2]		Ka fictief	Ko fictief	Kp fictief
		actief	passief			
1	-0.57	0.61	8.00	0.18	0.75	2.37
2	-1.02	4.65	19.29	0.46	0.75	1.91
3	-1.48	8.68	30.58	0.51	0.75	1.81
4	-1.92	12.72	41.88	0.54	0.75	1.77
5	-2.20	14.89	47.96	0.55	0.75	1.76
6	-2.44	10.16	125.70	0.35	0.58	4.27
7	-2.81	11.49	132.02	0.35	0.58	3.97
8	-3.19	12.81	145.90	0.35	0.58	3.94
9	-3.56	14.13	160.31	0.35	0.58	3.92
10	-3.92	17.89	101.25	0.40	0.71	2.28
11	-4.25	19.77	106.57	0.41	0.71	2.22
12	-4.58	21.65	112.32	0.42	0.71	2.19
13	-4.97	18.81	190.70	0.34	0.54	3.45
14	-5.42	20.45	206.52	0.34	0.54	3.45
15	-5.88	22.02	222.33	0.34	0.54	3.45
16	-6.33	23.59	238.15	0.34	0.54	3.45

rechterkant

Segment no	Niveau [m] midden	horiz.druk. op paal [kN/m2]		Ka fictief	Ko fictief	Kp fictief
		actief	passief			
1	3.26	0.00	4.24	0.00	3.73	3.73
2	2.88	0.00	8.01	0.00	1.89	1.89
3	2.49	27.55	11.77	3.08	3.08	3.08
4	2.15	35.93	15.12	2.51	2.51	2.51
5	1.77	47.36	19.57	2.25	2.25	2.25
6	1.30	55.05	229.52	1.88	1.88	7.84
7	0.83	51.41	126.99	1.40	1.40	3.45
8	0.36	52.60	220.75	1.22	1.22	5.11
9	-0.12	49.37	83.46	1.01	1.01	1.71
10	-0.57	51.16	88.88	0.96	0.96	1.67
11	-1.02	48.05	95.01	0.84	0.84	1.67
12	-1.48	50.72	101.72	0.84	0.84	1.69
13	-1.92	45.16	109.97	0.71	0.71	1.74
14	-2.20	67.44	113.74	1.04	1.04	1.75
15	-2.44	36.42	250.54	0.54	0.60	3.72
16	-2.81	45.38	282.55	0.64	0.64	3.96
17	-3.19	35.51	316.67	0.47	0.59	4.20
18	-3.56	48.32	356.62	0.61	0.61	4.50
19	-3.92	44.75	377.24	0.54	0.66	4.55
20	-4.25	43.86	766.39	0.51	0.66	8.88
21	-4.58	44.88	748.27	0.50	0.66	8.34
22	-4.97	38.74	202.60	0.41	0.56	2.16
23	-5.42	39.46	164.76	0.40	0.56	1.67
24	-5.88	40.35	142.89	0.39	0.55	1.39
25	-6.33	41.07	371.37	0.38	0.55	3.45

Berekeningsresultaten van bouwfase : 2

Nummer van de iteratie : 5

Nd no	Niveau m	Verpl mm	Moment kNm/m"	Dwarsk kN/m"	Ef.Spa kN/m2	Stat %	Ef.Spa kN/m2	Stat %	WatStL kN/m2	WatStR kN/m2
1	3.45	-20.1	0.0	-0.0	0.00		0.00 A		0.00	0.00
2	3.07	-22.2	0.1	0.7	0.00		0.00 A		0.00	3.76
2	3.07	-22.2	0.1	0.7	0.00		0.00 A		0.00	3.76
3	2.68	-24.2	0.7	2.9	0.00		0.00 A		0.00	7.52
3	2.68	-24.2	0.7	2.9	0.00		19.68 A		0.00	7.52
4	2.30	-26.3	4.3	17.1	0.00		36.51 A		0.00	11.28
4	2.30	-26.3	4.3	17.1	0.00		29.74 A		0.00	11.28
5	2.00	-28.0	11.5	31.7	0.00		42.40 A		0.00	14.22
5	2.00	-28.0	11.5	-200.6	0.00		37.99 A		0.00	14.22
6	1.53	-30.5	-76.1	-170.6	0.00		56.75 A		0.00	18.84
6	1.53	-30.5	-76.1	-170.6	0.00		47.41 A	24	0.00	18.84
7	1.06	-32.8	-148.2	-134.8	0.00		62.32 A	24	0.00	23.45
7	1.06	-32.8	-148.2	-134.8	0.00		46.34 A	40	0.00	23.45
8	0.59	-34.7	-203.3	-98.6	0.00		56.12 A	40	0.00	28.06
8	0.59	-34.7	-203.3	-98.6	0.00		48.83 A	24	0.00	28.06
9	0.12	-35.9	-240.7	-59.6	0.00		56.06 A	24	0.00	32.67
9	0.12	-35.9	-240.7	-59.6	0.00		46.72 A	59	0.00	32.67
10	-0.35	-36.4	-259.6	-20.0	0.00		51.79 A	59	0.00	37.28
10	-0.35	-36.4	-259.6	-20.0	0.00	P	49.13 A	58	0.00	37.28
11	-0.80	-36.2	-260.1	17.2	16.00	P	53.05 A	58	0.00	41.69
11	-0.80	-36.2	-260.1	17.2	12.86	P	46.51 A	51	0.00	41.69
12	-1.25	-35.2	-244.9	49.9	25.72	P	49.49 A	51	0.00	46.11
12	-1.25	-35.2	-244.9	49.9	24.47	P	49.37 A	50	0.00	46.11
13	-1.70	-33.5	-215.4	80.7	36.70	P	52.01 A	50	0.00	50.52
13	-1.70	-33.5	-215.4	80.7	35.89	P	44.12 A	41	0.00	50.52
14	-2.15	-31.2	-173.4	105.9	46.75	3 98	46.15 A	41	0.00	54.94
14	-2.15	-31.2	-173.4	105.9	46.59	3 98	67.13 A	59	0.00	54.94
15	-2.25	-30.7	-162.4	113.5	46.91	3 97	67.76 A	59	0.98	55.92
15	-2.25	-30.7	-162.4	113.4	117.54	P	35.31 A		0.98	55.92
16	-2.63	-28.3	-122.1	100.6	133.87	P	37.51 A		4.66	59.60
16	-2.63	-28.3	-122.1	100.6	124.43	P	44.11 A	16	4.66	59.60
17	-3.00	-25.7	-86.5	88.7	139.61	P	46.64 A	16	8.34	63.27
17	-3.00	-25.7	-86.5	88.7	138.38	P	34.58 A		8.34	63.27
18	-3.38	-22.9	-57.0	67.9	153.42	P	36.43 A		12.02	66.95
18	-3.38	-22.9	-57.0	67.9	152.82	P	47.13 A	14	12.02	66.95
19	-3.75	-20.1	-35.4	46.5	167.80	P	49.50 A	14	15.70	70.63
19	-3.75	-20.1	-35.4	46.5	97.38	P	43.82 A		15.70	70.63
20	-4.08	-17.4	-19.8	46.7	99.91	3 95	45.67 A		18.97	73.90
20	-4.08	-17.4	-19.8	46.7	98.36	3 96	42.99 A		18.97	73.90
21	-4.42	-14.8	-4.3	46.6	99.70	3 90	44.73 A		22.24	77.17
21	-4.42	-14.8	-4.3	46.6	98.54	3 91	44.03 A		22.24	77.17
22	-4.75	-12.1	11.3	46.8	99.78	3 86	45.74 A		25.51	80.44
22	-4.75	-12.1	11.3	46.9	169.81	3 93	37.78 A		25.51	80.44
23	-5.20	-8.6	24.7	13.2	167.24	3 84	39.69 A		29.92	84.86
23	-5.20	-8.6	24.7	13.1	167.24	3 84	38.53 A		29.92	84.86
24	-5.65	-5.1	23.4	-17.6	149.86	2 70	40.39 A		34.34	89.27
24	-5.65	-5.1	23.4	-17.6	149.86	2 70	39.44 A		34.34	89.27
25	-6.10	-1.7	11.2	-34.0	112.05	1 49	41.26 A		38.75	93.69
25	-6.10	-1.7	11.2	-34.5	112.05	1 49	40.19 A		38.75	93.69
26	-6.55	1.7	-0.0	-0.1	24.37	A	137.85	1 36	43.16	98.10

Maxima : -36.4 -261.9 -200.6

Ankergegevens aan het eind bouwfase : 2

Nr	Niveau [m]	Zijde positie	Knoop	Anker/Stempel kracht [kN/m"]	Toestand	Anker of Stempel
1	2.00	Rechts	5	256.36	Elastisch	Anker

Horizontale gronddruk tegen de damwand [kN/m"]

	Links	Rechts
--	-------	--------

Effectief :	590.86	428.13
Water :	94.96	490.50
Totaal :	685.82	918.63

MSheet 5.4

Beschouwd als passieve zijde	:	Left
Maximale passieve effectieve weerstand	:	753.83 [kNm/m ²]
Gemobiliseerde passieve effectieve weerstand:	:	590.86 [kNm/m ²]
Percentage gemobiliseerde weerstand	:	78.4 [%]
Positie enkelvoudige ondersteuning	:	2.00 [m]
Maximale passieve moment	:	-4882.69 [kNm/m ²]
Gemobiliseerd passief moment	:	-3587.26 [kNm/m ²]
Percentage gemobiliseerd moment	:	73.5 [%]

Vertikaal evenwicht

Vertikale kracht actief	:	-32.04 [kN/m ²]
Vertikale anker kracht	:	-108.34 [kN/m ²]
Vertikale kracht passief	:	99.63 [kN/m ²]
Totaal verticale kracht (geen eigengewicht)	:	-40.76 [kN/m ²]

Vertikale kracht passief/actief is horizontale kracht passieve/actieve maal tanges(delta)
Min betekent naar beneden gerichte kracht.

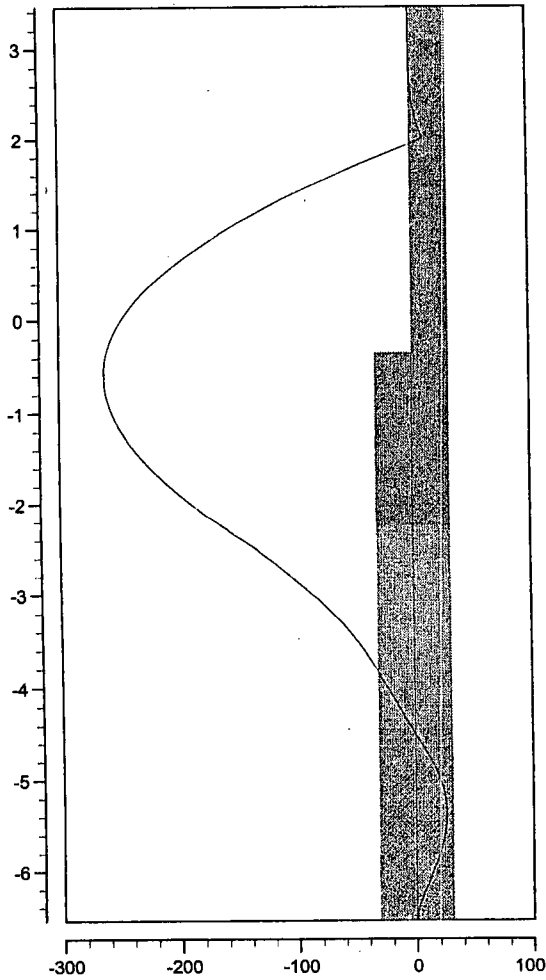
Maxima van alle bouwfases

Verplaatsing	:	-36.4 [mm]
Moment	:	-261.9 [kNm/m ²]
Schuifspanning:	:	-200.6 [kN/m ²]

----- Einde MSheet uitvoerbestand -----

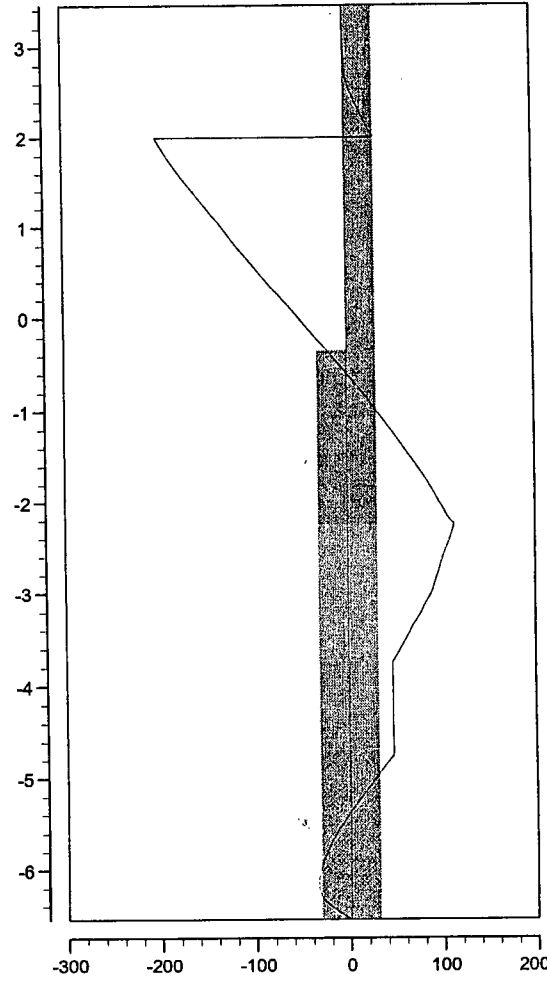
Krachten en Verplaatsingen - Bouwfase: Hoog water, ugt

Buigende momenten [kNm/m²]



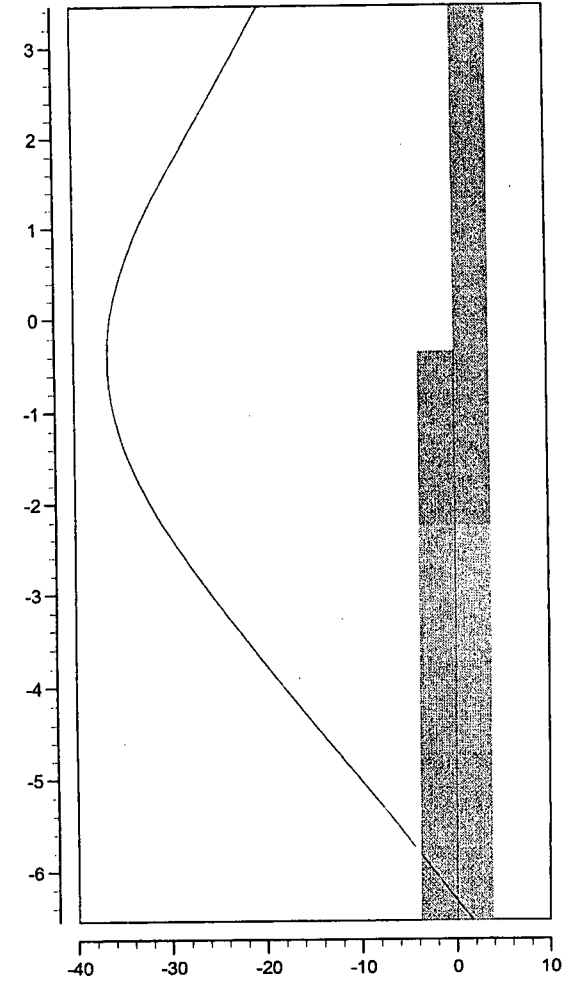
Max: 25,9 - Min: -261,9

Dwarskrachten [kN/m²]



Max: 113,5 - Min: -200,6

Verplaatsingen [mm]



Max: -36,4

Tel
Fax

datum
11-8-2005

get.
EF

Ellewoutsdijk, voorontwerp

AZ18, hoge bedd., groutanker, l=24.5, a=-25°

MSheet 5.4 : Haven-bedding-hoog-reken.shi

Bijl.

form.
A4

Verificatie Ankerkracht

MSheet versie 5.4

Datum: 11-8-2005 Tijd: 15:21:07

Probleemidentificatie

Ellewoutsdijk, voorontwerp
AZ18, hoge bedd., groutanker, l=24.5, a=-25°

Fase 2: Hoog water, ugt

WAARSCHUWING De ankerschotlengte is te klein in verhouding tot de diepte.
berekening bij korte verankering (kranz) is zinvol als onderkant ankerschot boven onderkant damwand

ligt

Hoogte van het ankerschot	:	0,00	[m]
Onderkant ankerschot	:	-8,35	[m]
Bovenkant ankerschot	:	-8,35	[m]
Lengte van het anker	:	24,50	[m]
Doorsnede van het anker	:	1180,00	[mm ²]

Verankering is: korte verankering

Damwand actief, met belastingen (Ea)	:	365,067
Damwand actief, geen belastingen(Ea)	:	141,887
Horizontale kracht, met belastingen (Er)	:	-1799,850
Horizontale kracht, geen belastingen (Er)	:	-1636,382
Ankerschot actief (Eo)	:	690,309
Cohesie x lengte (Ec)	:	0,000
Factor t.g.v. hoek (Es)	:	1,293

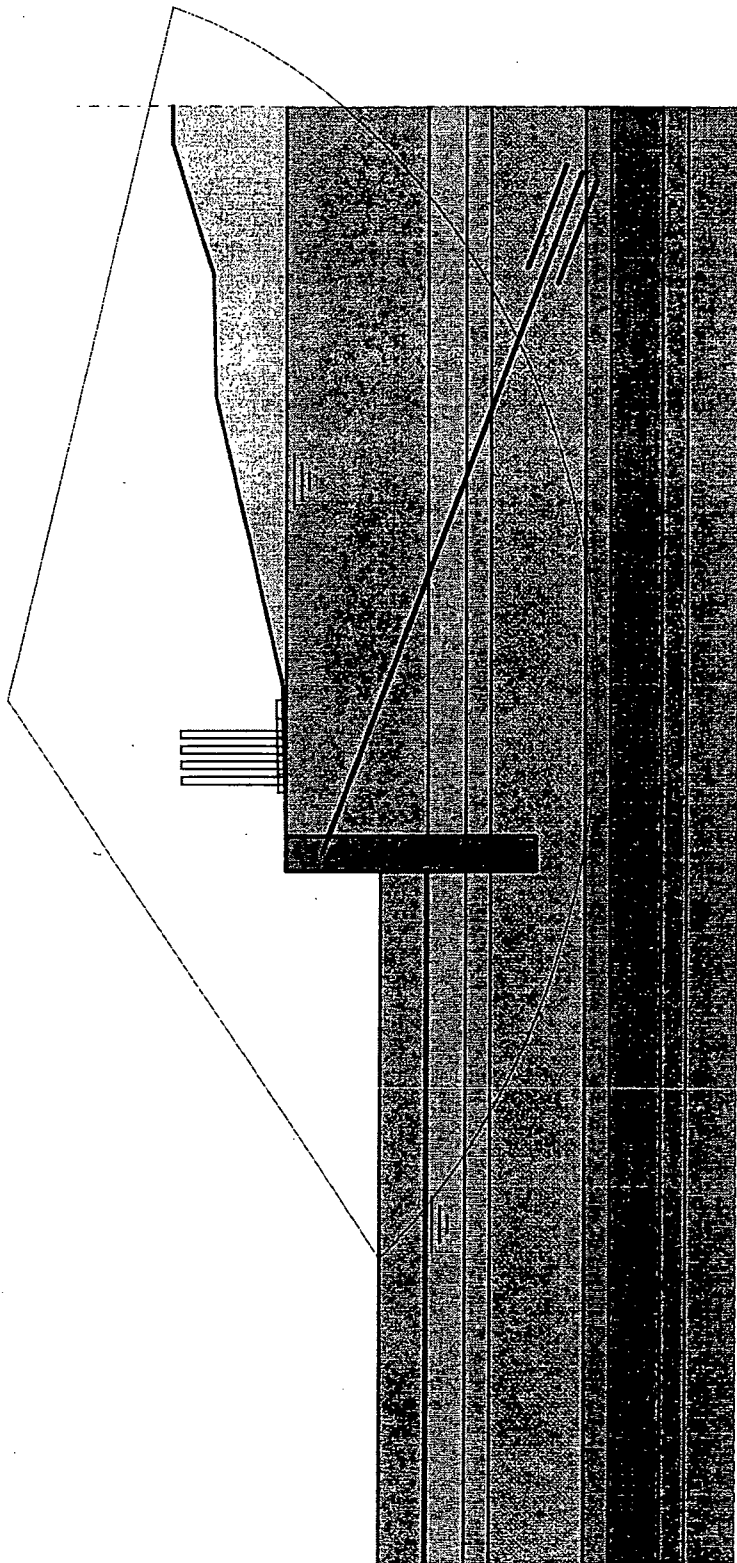
Toegestane ankerkracht = $(Ea - (Er + Eo) + Ec) / Es$

Toegestane ankerkracht met belastingen:	1140,693	
Toegestane ankerkracht zonder belastingen	:	841,598
Toegestane ankerkracht	:	841,598
Ankerkracht is nog niet gecontroleerd		
Ankerkracht in berekening is	:	256,362

Einde Verificatie Ankerkracht

Totale stabiliteit - Bouwfase: Hoog water, ugt

Veiligheidsklasse: Representative
Stabiliteitsfactor: 1,71



<p>Tel Fax</p>	<p>datum 11-8-2005</p>	<p>get. EF</p>
<p>Ellewoutsdijk, voorontwerp AZ18, hoge bedd., groutanker, l=24.5, a=-25°</p>	<p>-</p>	<p>ctr.</p>
<p>MSheet 5.4 : Haven-bedding-hoog-reken.shi</p>	<p>Bijl.</p>	<p>form. A4</p>

Bijlage 3, Uitvoer MSheet

Bijlage 4, Controle spreadsheet

Toetsing damwandconstructie voor dijkvak Ellewoutsdijk

In dit document wordt de damwandconstructie voor het bovengenoemde dijkvak getoetst. Voordat de constructie getoets kan worden dient deze te zijn ontworpen met behulp van het programma MSheet, ontwikkeld door GeoDelft.

Uitgangspunten bij deze berekeningen zijn:

- Ontwerp op basis van bovengrensbenadering;
- Ontwerp wordt geoptimaliseerd tot aan alle eisen wordt voldaan;
- Representatieve waterstanden en maaivelden opgegeven door ontwerper;
- In uiterste grenstoestand geldt waterstand = ontwerppeil;
- Dit vertegenwoordigt verzadigde grond in het dijklichaam;
- Corrosie is verwerkt in reductie I en W;
- Paalpunt draagvermogen berekend op basis van NEN6743, Drukpalen.

Projectbureau

Zeeweringen

Dijkvak: Ellewoutsdijk

Onderdeel: Damwand bij strekdam

Blad:
0

Datum:
11-aug-05

OPSTELLER: E.H.G. FIKTORIE

PARAAF: 

nummer: PZDT-R-05198ontw

Toetsing damwandconstructie voor dijkvak Ellewoutsdijk

De toetsing vindt plaats op basis van de stappen 5 tot en met 9 uit het stappenplan voor het ontwerpen van een damwand volgens de CUR166, Damwandconstructies. Afhankelijk van het type constructie, bijv. onverankerd of verankerd, zullen de betreffende stappen worden doorlopen. Voor de toetsing wordt verder verwezen naar de materiaal gebonden normen:

- Beton: NEN6720
- Hout: NEN6760
- Staal: NEN6770

De stappen 1 tot en met 4 van het stappenplan maken onderdeel uit van ontwerpproces. De benodigde grondparameters zijn bepaald op basis Tabel 1, NEN6740, en met behulp van het "Inwinformulier grondparameters".

Invoergegevens uit ontwerpberekening

Veiligheidsklasse	=	III	Afroesting damwand	=	0,02 mm/jaar
$h_{mv,h;d}$	=	NAP+3,45 m	Levensduur	=	50 jaar
$h_{mv,l;d}$	=	NAP-0,35 m	Totale afroesting	=	1 mm
h_{kerend}	=	3,80 m			
$GW_{S\text{hoog}}$	=	NAP+3,45 m			
$GW_{S\text{laag}}$	=	NAP-2,15 m			
Type damwand	=	AZ18 -->	Scheve buiging = nee -->	bij ja, reductie invoeren	
Materiaal	=	Staal -->	$E = 2,10E+05 \text{ N/mm}^2$		
Materiaalfactor, γ_m	=	1,0			
Vloeispanning, f_y	=	240 N/mm ²			$R_w = 1,0$
$L_{damwand}$	=	10 m			$R_l = 1,0$
Massa	=	74,4 kg/m ²			
$A_{damwand}$	=	15000 mm ² /m			
$W_{damwand,rep}$	=	1,70E+06 mm ³ /m			
$I_{damwand,rep}$	=	3,23E+08 mm ⁴ /m			
$M_{r,rep}$	=	408 kNm			
$M_{r,d}$	=	408 kNm			
Type anker	=	Groutanker			
Ankertype	=	L800			
Ankerniveau	=	NAP+2,00 m			
Bovenkant zand	=	NAP-4,75 m			
Ankerhoek	=	-25°			
$L_{a,vrij}$	=	18,3 m			
$F_{a,max}$	=	309,0 kN/m			
h.o.h-afstand, a	=	2,52 m			
			$W_{damwand,d}$	=	1,70E+06 mm ³ /m
			$I_{damwand,d}$	=	3,23E+08 mm ⁴ /m
			$EI_{damwand,d}$	=	6,78E+13 Nmm ² /m
			$F_{a,max,st;d}$	=	386,3 kN/m
			$F_{a,max,gr;d}$	=	339,9 kN/m

In de nu volgende paragrafen worden de stappen 5 tot en met 9 doorlopen ter controle van het ontwerp van de damwandconstructie. Hierbij wordt uitgegaan van het elastisch gedrag van het damwandprofiel.

Projectbureau
Zeeweringen

Dijkvak: Ellewoutsdijk

Blad:
1

Onderdeel: Damwand bij strekdam

Datum:
11-aug-05

OPSTELLER: E.H.G. FIKTORIE

PARAAF: 

nummer: PZDT-R-05198ontw

Stap 5; Controle op het moment

Eis: $\frac{M_{s;d}}{M_{r;d}} \leq 1$

$\frac{400}{408} = 0,98 < 1 \rightarrow$ **voldoet**

Stap 6; Controle op normaalkracht en dwarskracht

Eis: $\frac{V_{z;s;d}}{V_{z;u;d}} \leq 1$ Met: $V_{z;u;d} = V_{z;e;d} = 0,58 \cdot f_y \cdot A_w$

$\frac{V_{z;s;d}}{0,58 \cdot f_y \cdot A_w} = \frac{249}{0,58 \cdot 240 \cdot 15000 / 1000} = 0,12 < 1 \rightarrow$ **voldoet**

Eis: $\frac{N_{c;s;d}}{N_{c;u;d}} \leq 1$ Met: $N_{c;u;d} = N_{pl;d} = A \cdot f_{y;d}$

$\frac{N_{c;s;d}}{A \cdot f_{y;d}} = \frac{0}{15000 \cdot 240} = 0,00 < 1 \rightarrow$ **voldoet**

Stap 7; Controle op ankerkracht

Controle ankerstaaf

Eis: $\frac{F_{a;s;st;d}}{F_{a;u;st;d}} \leq 1$ Met: $F_{a;s;st;d} = a \cdot F_{a,max;st;d}$

$\frac{a \cdot F_{a,max;st;d}}{F_{a;u;st;d}} = \frac{2,52 \cdot 386,3}{1110} = 0,88 \leq 1 \rightarrow$ **voldoet**

Controle groutlichaam

Eis: $\frac{F_{a;s;gr;d}}{F_{a;u;gr;d}} \leq 1$ Met: $F_{a;s;st;d} = a \cdot F_{a,max;st;d}$
 $F_{a;u;gr;d} = 0,015 \cdot O \cdot L_a \cdot q_{c,gem}$

$D_{spiraal} = 0,2 \text{ m}$
 $O = 0,63 \text{ m}$
 $L_{a,gr} = 6 \text{ m} \rightarrow L_a = L_{a,vrij} + L_{a,gr} = 18,3 + 6 = 24,5 \text{ m}$
 $q_{c,gem} = 16000 \text{ kPa}$

$\frac{a \cdot F_{a,max;gr;d}}{F_{a;u;gr;d}} = \frac{2,52 \cdot 339,9}{0,015 \cdot 0,63 \cdot 6 \cdot 16000} = 0,95 \leq 1 \rightarrow$ **voldoet**

Projectbureau
Zeeweringen

Dijkvak: Ellewoutsdijk
 Onderdeel: Damwand bij strekdam

Blad:
 2
 Datum:
 11-aug-05

Stap 8; Controle op vervormingen

Eis: $\frac{u_{kop,max}}{u_{grens}} \leq 1$ Met: $u_{grens} = \max(1/100 \cdot h_{kerend}; 100\text{mm})$

$$\frac{u_{kop,max}}{0,01 \cdot h_{kerend}} = \frac{62}{100} = 0,62 \leq 1 \quad \rightarrow \quad \text{voldoet}$$

Stap 9; Controle overige mechanismen

Kranz-stabiliteit

Deze stabiliteit wordt berekend met behulp van MSheet. De eis blijft overeenkomstig met CUR166.

De benodigde waarden dienen overgenomen te worden uit de MSheet-berekening.

Is gerekend met rekenwaarden voor de grondparameters: ja

Eis:	$\frac{F_{a,max,gr,d}}{F_{kr,d}} \leq 1$	$\frac{F_{a,max}}{F_{kr,rep}} \leq 1$
	$\frac{309,0}{693} = 0,45$	$\frac{1,3}{1,5} = 0,87$
	↓	↓
	voldoet	

Grondbreuk

Dit bezwijkmechanisme is van toepassing voor de volgende situaties:

- Meervoudige verankeringen;
- Meervoudige stempeling;
- Kistdammen;

Deze drie situatie gecombineerde met een diepte van de damwand onder het lage maaiveld die minimaal of zelfd nul is.

Aangezien de bovenbeschreven situaties bij het ontwerp van damwanden voor de primaire waterkering niet worden verwacht, is dit toetsonderdeel niet van toepassing.

Totale stabiliteit

De totale stabiliteitsfactor kan worden berekend met behulp van het programma MSheet. Deze veiligheidsfactor voor de totale stabiliteit is berekend bij de voor deze constructie geldende veiligheidsklasse. Indien deze ook is berekend met de rekenwaarden voor grondparameters levert dit een bovengrensbenedering op.

Eis: stabiliteitsfactor $\geq 1,0$
 $1,58 \geq 1,0 \quad \rightarrow \quad \text{voldoet}$

Projectbureau
Zeeweringen

Dijkvak: Ellewoutsdijk
Onderdeel: Damwand bij strekdam

Blad:
3
Datum:
11-aug-05

Gordingontwerp

$$F_{a,d} = 339,9 \text{ kN/m} = q_d$$

$$\text{h.o.h-afstand, } a = 2,52 \text{ m}$$

$$M_{gord;d} = 0,1 \cdot q_d \cdot a^2 = 0,1 \cdot 339,9 \cdot 2,52^2 = 216 \text{ kN/m}$$

$$\text{Vloei spanning, } f_y = 235 \text{ N/mm}^2$$

$$W_{benodigd;d} = \frac{M_{gord;d}}{f_y} = \frac{2,16E+08}{235} = 919 \cdot 10^3 \text{ mm}^3$$

$$\text{Gordingprofiel} = \text{HE-profiel}$$

$$\text{Gekozen profiel} = \text{HEB 240}$$

$$W_{gording;d} = 938 \cdot 10^3 \text{ mm}^3$$

$$\sigma_d = \frac{2,16E+08}{9,38E+05} = 230 \text{ N/mm}^2$$

$$\text{Eis: } \frac{\sigma_d}{f_y} < 1$$

$$\frac{230}{235} = 0,98 \rightarrow \text{voldoet}$$

Thermische belasting

Aangezien thermische belasting hier niet van toepassing is, hoeft hierop niet gecontroleerd te worden.

Piping

Indien nodig dient piping gecontroleerd te worden met de methode van Lane. Piping treedt in ieder geval niet op als er geen vrije waterspiegel aanwezig is aan de hoge zijde van de damwand.

Bovendien moet de grondwaterstand aan de lage zijde ten minste gelijk zijn met het niveau van het terrein aldaar.

Vrije waterspiegel aan hoge zijde damwand? nee
 Waterspiegel lage zijde gelijk met maaiveld? nee → **Geen controle piping**

$$\text{Lengte damwand, } L_1 = 10 \text{ m}$$

$$\text{Inheidiepte, } L_2 = 6,20 \text{ m}$$

$$\text{Grondsoort} = \text{stenen}$$

$$\text{Lekwegfactor, } C_L = 2,5$$

$$\Delta H = 5,60 \text{ m}$$

$$\text{Partiële factor, } \gamma_p = 2 \text{ - (afhankelijk van veiligheidsklasse)}$$

$$\text{Eis: } L_1 + L_2 \geq \gamma_p \cdot C_L \cdot \Delta H$$

$$10 + 6,2 \geq 2 \cdot 2,5 \cdot 5,6$$

$$16,20 \geq 28 \rightarrow \text{niet van toepassing}$$

Projectbureau
Zeeweringen

Dijkvak: Ellewoutsdijk
 Onderdeel: Damwand bij strekdam

Blad:
 4
 Datum:
 11-aug-05

Verticaal draagvermogen

Totale verticale kracht = -92,54 kN/m (vul hier de grootste negatieve waarde over alle bouwfasen in)

Paalpunt draagvermogen volgens NEN6743:

$$A_{\text{punt}} = 0,015 \text{ m}^2/\text{m}$$

$$\alpha_p = 1$$

$$\beta = 1$$

$$s = 1$$

$$q_{c,\text{punt}} = 14 \text{ MPa} = \text{MN/m}^2$$

$$P_{r,\text{max;punt}} = 0,5 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 14 = 7 \text{ MN/m}^2$$

$$F_{r,\text{max;punt}} = 0,015 \cdot 7 = 0,105 \text{ MN/m}$$

$$= 105 \text{ kN/m}$$

Eis: $F_{r,\text{max;punt}} \geq F_{r,\text{max,v}}$
105 > 92,54 --> **voldoet**

Samenvatting

Stap 5; Controle op het moment	→	voldoet
Stap 6a; Controle op dwarskracht	→	voldoet
Stap 6b; Controle op normaalkracht	→	voldoet
Stap 7a; Controle ankerstaaf	→	voldoet
Stap 7b; Controle groutlichaam	→	voldoet
Stap 8; Controle op vervormingen	→	voldoet
Stap 9a; Kranz-stabiliteit	→	voldoet
Stap 9b; Grondbreuk	→	niet van toepassing
Stap 9c; Totale stabiliteit	→	voldoet
Stap 9d; Gordingontwerp	→	voldoet
Stap 9e; Thermische belasting	→	niet van toepassing
Stap 9f; Piping	→	niet van toepassing
Stap 9g; Verticaal draagvermogen	→	voldoet

Projectbureau

Zeeweringen

Dijkvak: Ellewoutsdijk

Onderdeel: Damwand bij strekdam

Blad:

5

Datum:

11-aug-05

OPSTELLER: E.H.G. FIKTORIE

PARAAF: 

nummer: PZDT-R-05198ontw

Bijlage 8

Maatgevende golfrandvoorwaarden Fort
Ellewoutsdijk

Maatgevende golfrandvoorwaarden Fort Ellewoutsdijk

OPDRACHTGEVER: Rijkswaterstaat Zeeland

PROJECTNUMMER: 05i045

VERSIE: definitief

13-05-2005

Projectgegevens

Titel: Maatgevende golfrandvoorwaarden Fort Ellewoutsdijk
Versie: Definitief
Opdrachtgever: Rijkswaterstaat Zeeland
Projectnummer: 05i045
Omschrijving project: De primaire waterkering bij Fort Ellewoutsdijk wordt gedeeltelijk beschermd door een buitendijk met een hoogte vrijwel gelijk aan de maatgevende waterstand. Bij een maatgevende storm loopt de "badkuip" al vol bij het getij voorafgaand aan het getij met de maatgevende condities. De waterstand is dan verder constant ter plaatse van de primaire kering. De maatgevende golfcondities worden dan vooral bepaald door golftransmissie over de voorliggende dijk. De hoek ten westen van het fort wordt het zwaarst aangevallen, omdat de andere hoek redelijk in de luwte van het fort ligt en de golven schever inkomen. Dit rapport geeft de maatgevende golfcondities bij de primaire kering. Daarbij is rekening gehouden met het stormverloop en met maatregelen om de golftransmissie te beperken.
Uitgevoerd door: dr ir J.W. van der Meer

Inhoudsopgave

Lijst van symbolen	ii
1 Inleiding, probleemstelling en gegevens	1
1.1 Opdracht	1
1.2 Probleemstelling	1
1.3 Gegevens	2
2 Fysisch gebeuren bij maatgevend stormverloop	6
2.1 Stormverloop	6
2.2 De badkuip loopt vol	7
2.3 Golftransmissie over de voorliggende kering	8
2.4 Locale golfgroei en reflectie	9
3 Maatgevende golfcondities bij de primaire kering	12
3.1 Huidige situatie	12
3.2 Voorliggende waterkering 0,5 m verhoogd	13
3.3 Voorliggende waterkering 1,0 m verhoogd	14
3.4 Andere maatregelen om de golftransmissie te beperken	14
4 Conclusies en aanbevelingen	16

Referenties

Lijst van symbolen

duur	= gedeelte van storm waarbij omstandigheden constant worden verondersteld (uur)
g	= versnelling van de zwaartekracht (m/s^2)
H_i	= inkomende significante golfhoogte (m)
H_{m0}	= significante golfhoogte op basis van spectrale energie (m)
$H_{m0}(1)$	= golfhoogte na transmissie behorende bij de piekperiode (m)
$H_{m0}(2)$	= golfhoogte behorende bij frequenties groter dan 1,5 piekfrequentie (m)
transmissie $H_{m0}(2)$	= alleen voor transmissie
totaal $H_{m0}(2)$	= transmissie en lokale golfgroei
H_s	= significante golfhoogte (m); $H_s = H_{m0}$
H_t	= transmissiegolfhoogte (m)
K_t	= H_t/H_i = transmissiecoëfficiënt (-)
lengte	= lengte van de voorliggende dijk waarover golfoverslag plaats vindt
q	= gemiddeld overslagdebiet (l/s per m breedte)
R_c	= vrije kruinhoogte boven de waterstand (m)
s	= $2\pi H_i / (g T_p^2)$ = golfsteilheid (-)
T_p	= piekperiode (s)
$T_p(1)$	= periode behorende bij energie met frequenties < 1,5 piekfrequentie (s)
$T_p(2)$	= periode behorende bij energie met frequenties > 1,5 piekfrequentie (s)
T_{peq}	= equivalente periode, samengesteld uit $T_p(1)$ en $T_p(2)$; gelijk aan T_p bij de dijk
T_s	= significante golfperiode (s)
Volume	= volume water dat in een bepaalde tijd de "backkuip" (gedeeltelijk) vult (m^3)
VTV	= Voorschrift Toetsen op Veiligheid
U_{10}	= windsnelheid op 10 m hoogte (m/s)
X	= strijklengte (m)
α	= hoek van buitentalud ($^\circ$)
β	= hoek van golfaanval ten opzichte van normaal van de dijk ($^\circ$)
β -dijk	= hoek van golfaanval op primaire waterkering ($^\circ$)
β -noord	= hoek van golfaanval ten opzichte van noord ($^\circ$)
β_t	= hoek van transmissiegolven ten opzichte van normaal van overslaande dijk ($^\circ$)
ξ	= $\tan\alpha/s^{0.5}$ = brekerparameter (-)
ξ_{op}	= brekerparameter berekend met T_p (-)

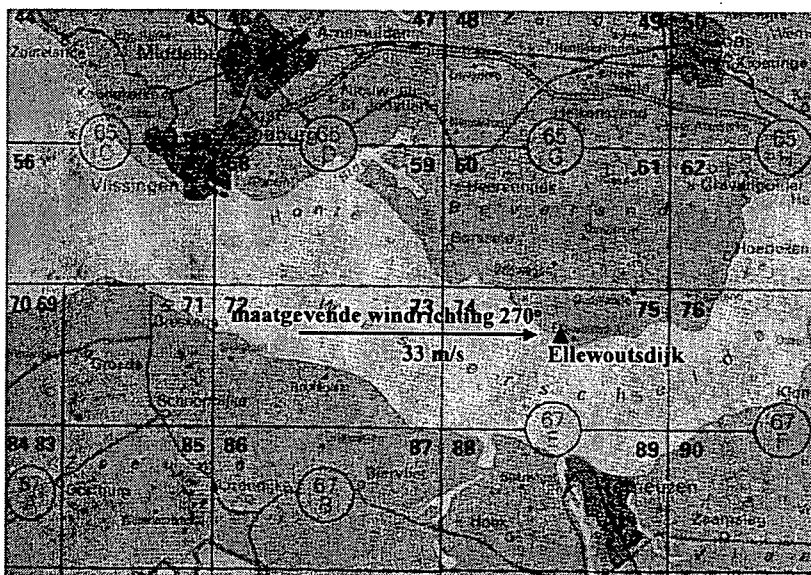
1 Inleiding, probleemstelling en gegevens

1.1 Opdracht

Met de brief van 16 maart 2005 en kenmerk PZST-B-05058 werd aan Infram opdracht gegeven een geavanceerde berekening uit te voeren naar de maatgevende golfcondities bij Fort Ellewoutsdijk. Dit rapport maakt deel uit van opdracht met kenmerk ZLAO 35050040.

1.2 Probleemstelling

Fort Ellewoutsdijk ligt in het uiterste zuiden van Zuid-Beveland, zie figuur 1.1. Aan de achterzijde van het historische fort ligt de primaire kering. Het fort en ook de primaire kering, worden onder dagelijkse omstandigheden beschermd door een voorliggende dijk, zie foto 1.1.



Figuur 1.1 Locatie Fort Ellewoutsdijk

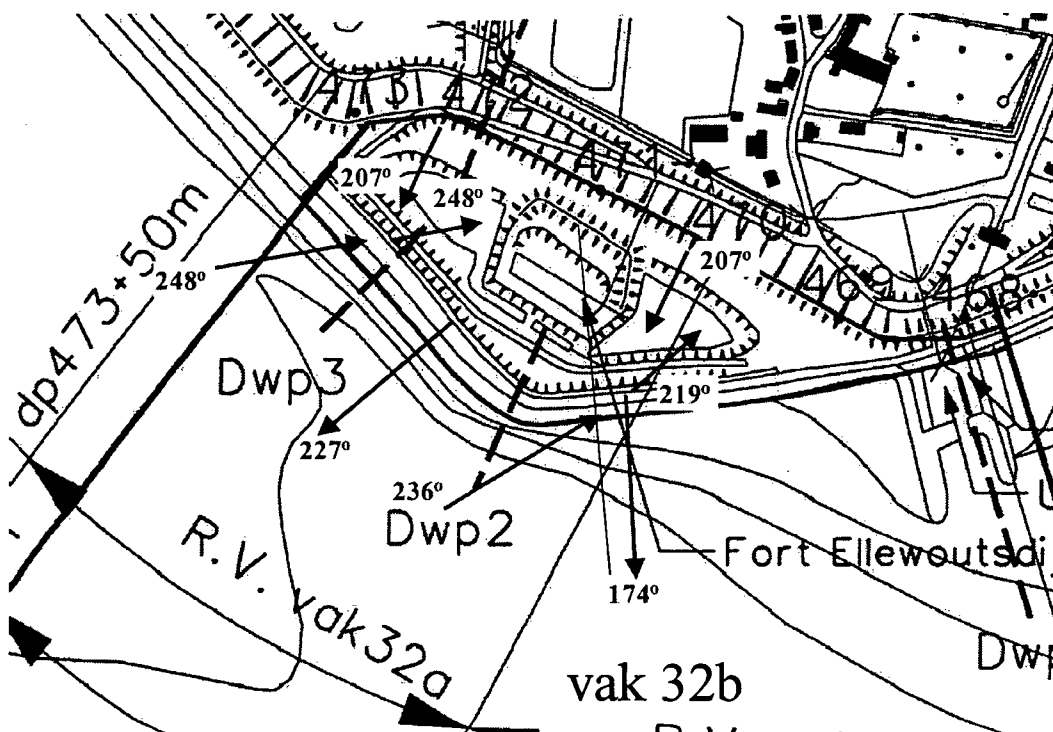


Foto 1.1 Luchtfoto Fort Ellewoutsdijk met te berekenen dijkvakken

Onder maatgevende omstandigheden komt de waterstand net boven deze dijk uit, loopt de "badkuip" tussen de beide dijken vol en kunnen er golven bij de primaire kering komen. Het buitentalud van deze kering bestaat alleen uit klei en gras. De vraag is nu welke maatgevende condities bij de primaire kering kunnen ontstaan, zodat kan worden nagegaan of de bekleding met gras voldoende sterk is, of dat een harde bekleding moet worden aangelegd. Het traject waarvoor de maatgevende golfcondities moeten worden bepaald is ook in foto 1.1 aangegeven.

1.3 Gegevens

Door de opdrachtgever zijn de golfrandvoorwaarden toegeleverd, welke door RIKZ zijn berekend en welke later zijn geactualiseerd. Fort Ellewoutsdijk wordt gekenmerkt door twee dijkvakken genaamd 32a en 32 b. Figuur 1.3 geeft de plattegrond van de situatie met de dijkvakken.



Figuur 1.2 Plattegrond Ellewoutsdijk met de normalen voor de diverse dijkvakken en de maatgevende golfrichtingen

Dijkvak 32a betreft met name de meest westelijke van de voorliggende waterkering. De voorliggende kering heeft een normaal van 227°, terwijl de primaire kering een normaal heeft van 207°. Dit is de voorliggende kering die het zwaarst wordt aangevallen. Dijkvak 32b ligt oostelijk hiervan heeft een normaal van 174°. Alhoewel de overgang tussen de beide vakken niet precies ligt op de hoek van de voorliggende kering, is hier voor de eenvoud toch van uit gegaan.

De toegeleverde golfrandvoorwaarden zijn gegeven in tabel 1.1 en zijn gevonden voor een maatgevende windrichting van 270° (zie figuur 1.1) en een windsnelheid van 33 m/s. De golfcondities worden voor 3 waterstanden gegeven.

Tabel 1.1 Toegeleverde en door RIKZ berekende golfrandvoorwaarden

Dijkvak	Golfrichtingsband (°)	Waterstand					
		NAP +2 m		NAP +4 m		NAP +6 m	
		H _s (m)	T _p (s)	H _s (m)	T _p (s)	H _s (m)	T _p (s)
32a	223-273	2,5	5,8	2,8	6,2	3,1	6,7
32b	212-260	2,0	5,5	2,3	5,8	2,6	6,3

Voor andere waterstanden kan worden geïnterpoleerd of geëxtrapoleerd om de golfcondities te berekenen. De golfrichtingsband is gedefinieerd als de gemiddelde richting van de golven op 50 m voor de teen van de dijk met als bandbreedte +/- 0,5σ van het richtingspreidingspectrum. De maatgevende golfrichting is dus het midden van de golfrichtingsband. Dit is 248° voor vak 32a en 236° voor vak 32b en de golven zijn dus bijgedraaid ten opzichte van de windrichting 270°. Door de oplopende vooroever draaien de golven ook nog iets bij voor vak 32b (zie ook figuur 1.2).

De geëxtrapoleerde golfrandvoorwaarden behorend bij het Ontwerppeil 2060 zijn in tabel 1.2 gegeven.

Tabel 1.2 Toegeleverde golfrandvoorwaarden bij Ontwerppeil 2060

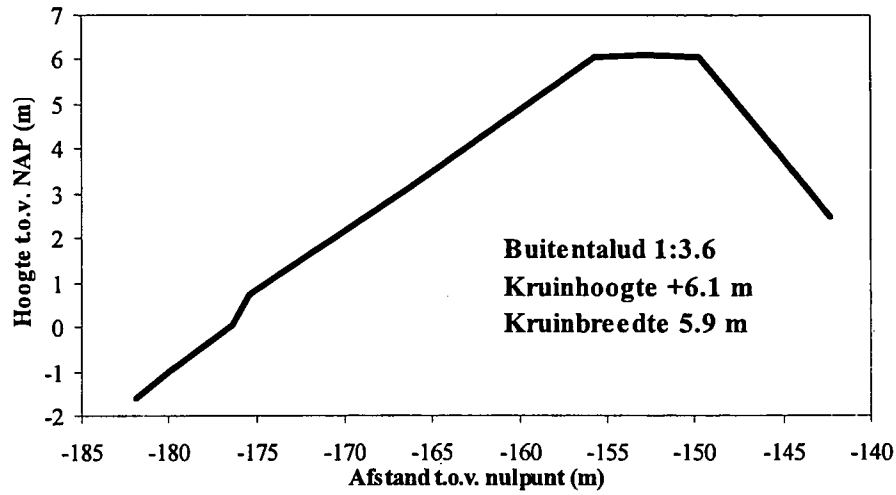
Dijkvak	Ontwerppeil 2060 (NAP + m)	Golfparameters	
		H _s (m)	T _p (s)
32a	6,20	3,13	6,75
32b	6,20	2,63	6,35

Om het stormverloop te kunnen construeren is het gemiddelde getijverloop nodig. De slotgemiddelden 1991.0, zoals deze in bestekken worden gebruikt, zijn voor Terneuzen 2.29 m + NAP en 1.90 m – NAP. Terneuzen ligt precies aan de overkant van de Westerschelde ten opzichte van Ellewoutsdijk, zodat deze waarden voldoende nauwkeurig zijn.

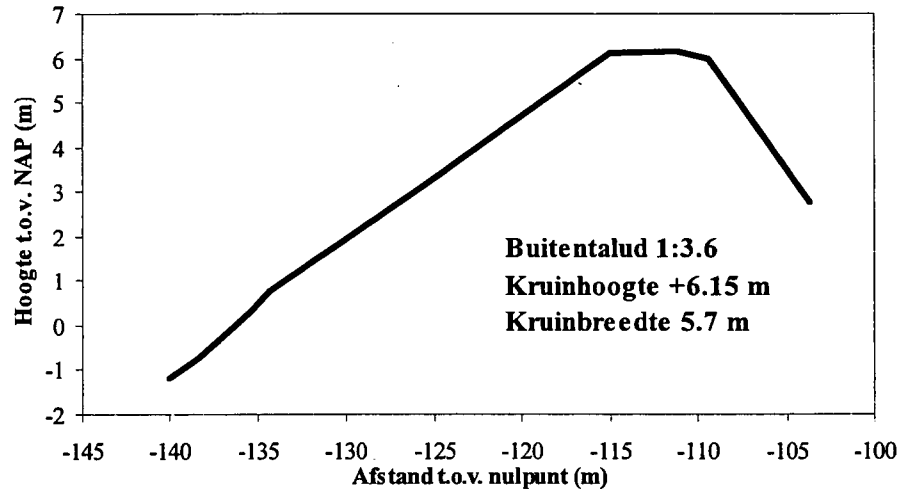
Ook zijn plattegronden ontvangen en profielen van dijkdoorsneden. De doorsneden van Dwp 2 en 3 (zie voor locatie figuur 1.2) geven de westelijke voorliggende dijk en zijn schematisch weergegeven in figuren 1.3 en 1.4. Het buitentalud is 1:3.6, de kruinhoogte is 6.1 m + NAP en de kruinbreedte is ongeveer 6 m.

Het profiel van de achterliggende primaire kering is gegeven in figuur 1.5. De kruinhoogte van deze dijk is ongeveer 10,4 m + NAP. Tussen 5,85 m + NAP en 6,25 m + NAP bevindt zich een berm met een talud 1:11. Deze berm bevindt zich precies rondom het ontwerppeil 6,20 m + NAP.

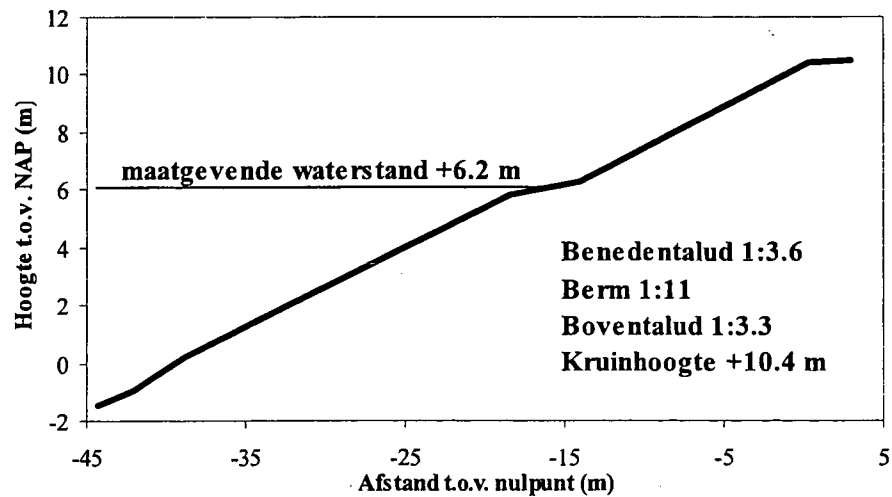
In figuur 1.6 is de doorsnede van het fort gegeven. De bovenkant van het fort ligt op ongeveer 5.5 m + NAP, dit is ongeveer 0,6 – 0,7 m beneden de maatgevende waterstand.



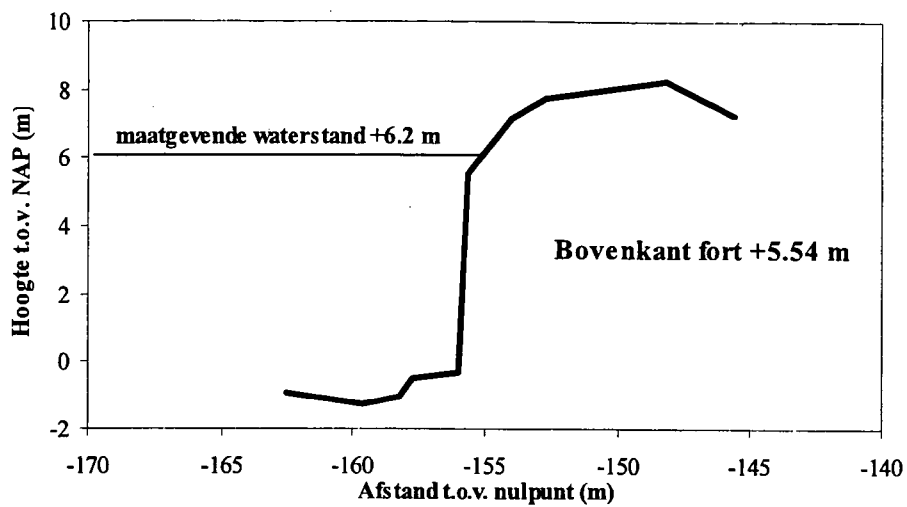
Figuur 1.3 Doorsnede Dwp 2, westelijke voorliggende dijk



Figuur 1.4 Doorsnede Dwp 3, westelijke voorliggende dijk



Figuur 1.5 Doorsnede achterliggende primaire kering



Figuur 1.6 Doorsnede ter plaatse van het fort

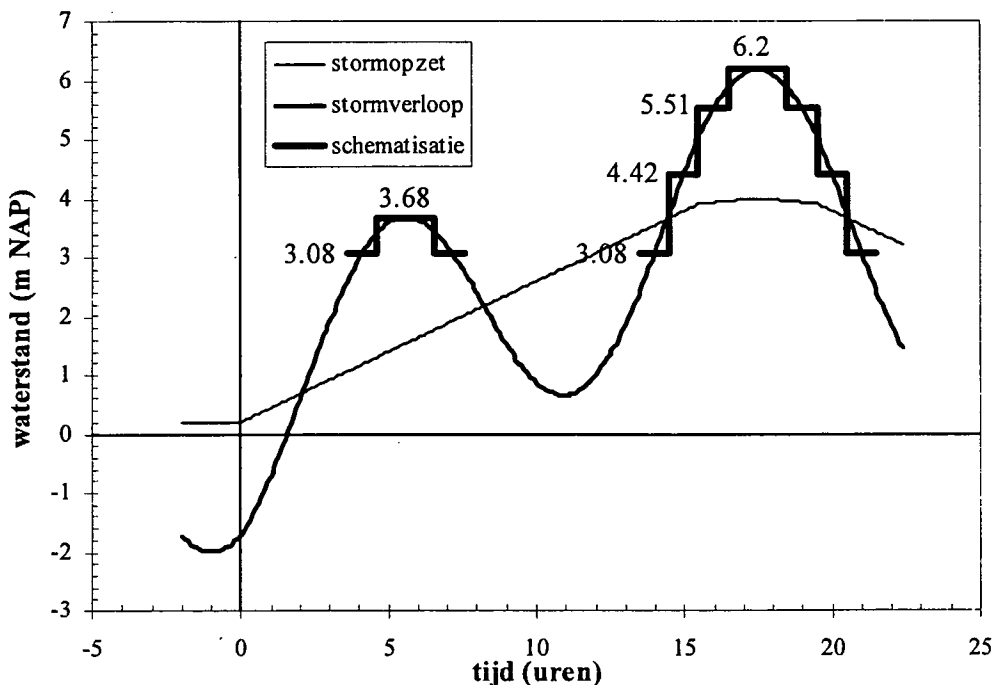
2 Fysisch gebeuren bij maatgevend stormverloop

2.1 Stormverloop

De zwaarste belastingen op de primaire kering zullen ongetwijfeld ontstaan als de "badkuip" is volgelopen en het ontwerppeil is bereikt met bijbehorende golfcondities. Maar ook voor en na de situatie op ontwerppeil kunnen er nog zware belastingen bestaan. Verder is het van belang na te gaan wanneer en in welke tijd het gebied tussen de twee dijken vol loopt. Hierbij is het stormverloop van belang.

In de VTV (paragraaf 3.3.4) wordt het verloop van de waterstand beschreven voor maatgevende toetsituaties. Langs de Noordzeekust geldt een stormopzetduur van 35 uur. Een gemiddelde getijkromme moet op deze stormopzet worden gesuperponeerd, zodanig dat het tijdstip van een top van de getijkromme samenvalt met dat van de top van de opzet. De maximale waterstand wordt hiermee gelijk aan Toetspeil (in ons geval ontwerppeil).

Met een ontwerppeil van 6,2 m +NAP en een gemiddelde getijamplitude van $(2,29 + 1,90)/2 = 2.1$ m is de maximale stormopzet 4,1 m +NAP. Het verloop van de stormopzet en het verloop van de totale waterstand is in figuur 2.1 uitgezet.



Figuur 2.1 Stormopzet en waterstandsverloop voor ontwerpomstandigheden

Het getij voorafgaand aan het getij met het ontwerppeil komt tot een maximale waterstand van ongeveer 3,7 m +NAP. Om de gevolgen van de variërende waterstand na te gaan zijn in figuur 2.1 perioden van 1 uur aangegeven, waarbij de waterstand ongeveer constant mag worden verondersteld. Voor de top van het getij geldt dat deze 2 uur duurt. Bij het voorafgaand getij duurt de maximale waterstand van 3,68 m +NAP 2 uur en voor en na dit maximum komt de waterstand (geschematiseerd) van 3,08 m +NAP ook in totaal 2 uur voor. In het getij daarna

komen waterstanden van 3,08 m, 4,42 m, 5,51 m +NAP voor gedurende 2 maal 1 uur en een ontwerpwaterstand van 6,2 m +NAP gedurende 2 uur.

2.2 De badkuip loopt vol

Als zowel de waterstand en de golven hoog genoeg zijn dan zal op een gegeven moment water over de voorliggende dijk slaan. Dit water kan niet weglopen. Bij stijgende waterstand zal steeds meer water over de kruin slaan, totdat het totale gebied tussen de beide dijken (de badkuip) vol is. Op dat moment ontstaat er een constante waterstand in de badkuip die vrijwel gelijk is aan de kruinhoogte van de voorliggende dijk (6,1 m +NAP). Deze hoogte is ook vrijwel gelijk aan het ontwerppeil. Als de badkuip eenmaal is volgelopen, zal een variërende waterstand wel effect hebben op de golven in de badkuip, maar niet meer op de waterstand. Het water kan immers niet meer weg.

De inhoud van de badkuip en de golfoverslag tijdens de aanloop van de ontwerpstorm zijn bepalend voor wanneer de badkuip helemaal vol is. Op basis van de gedetailleerde plattegrond van het gebied en de verschillende doorsneden van de dijken is de inhoud van de badkuip vrij nauwkeurig berekend. Deze inhoud bedraagt 116.000 m³. De lengte van het westelijke dijkvak 32a is 230 m en die van het oostelijke dijkvak 32b is 180 m.

Met TAW (2002), het rapport omtrent golfoploop en golfoverslag bij dijken, kan de golfoverslag over de voorliggende dijk worden berekend. Voor deze studie is het bijbehorende programma PC-OVERSLAG gebruikt. Het buitentalud van de voorliggende dijk is geschematiseerd tot een 1:3,6 talud met een ruwheidsfactor 1.

In paragraaf 1.3 zijn de maatgevende golfrichtingen bij de dijk besproken en in paragraaf 2.1 is het waterstandsverloop tijdens de ontwerpstorm gegeven. Allereerst is berekend in hoeverre tijdens het getij voorafgaand aan het getij met het ontwerppeil de badkuip al vol loopt. Tabel 2.1 geeft de resultaten.

Tabel 2.1 Volume golfoverslag bij de aanloop naar ontwerppeil tijdens ontwerpstorm

Dijkvak	waterstand m NAP	H _s m	T _p s	β-noord graden	β graden	R _c	ξ _{op}	q l/s per m	lengte m	duur uur	Volume m ³
32a	3.08	2.66	6.02	248	21	3.02	1.28	22.24	230	2	36829
32b	3.08	2.16	5.67	236	62	3.02	1.34	3.09	180	2	4005
32a	3.68	2.75	6.14	248	21	2.42	1.29	65.29	230	2	108120
32b	3.68	2.25	5.75	236	62	2.42	1.33	13.27	180	2	17198
totaal											166152

Bij een waterstand van 3,08 m +NAP begint golfoverslag al te spelen. In 1 uur zal ongeveer 20.000 m³ water in de badkuip lopen (het andere uur van de duur van 2 uur ligt na hoog water). Het voorafgaand getij heeft ongeveer gedurende 2 uur een waterstand van 3.68 m +NAP. Tijdens deze twee uur gaat er ongeveer 125.000 m³ over de kruin van de voorliggende dijk. Dit is al meer dan de inhoud van de badkuip.

De conclusie is dat de badkuip al volgelopen is tijdens het getij voorafgaand aan het getij met het ontwerppeil. Voor, tijdens en na de situatie op ontwerppeil kan daarom worden uitgegaan van een constant waterpeil in de badkuip van ongeveer 6,1 - 6,2 m +NAP.

Foto 2.1 geeft een idee van de waterstand in het westelijk gedeelte. De vrijwel constante waterstand zit rond de berm op de primaire kering en net boven de verticale muur van het fort.

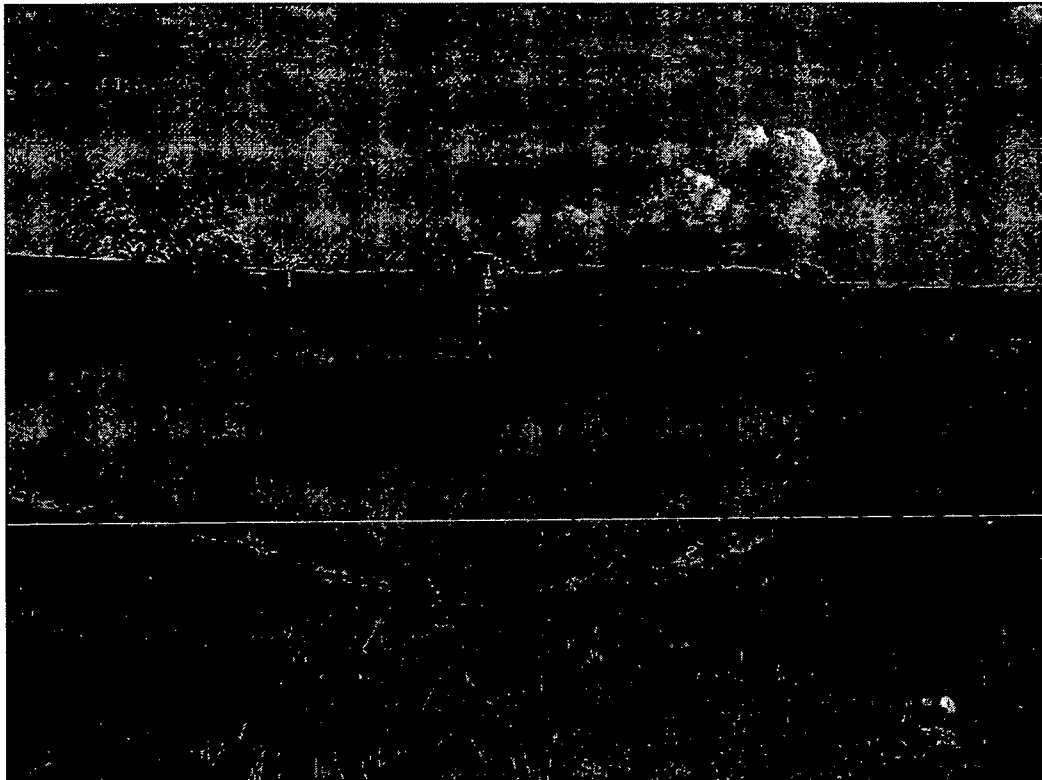


Foto 2.1 Westelijk deel met de waterstand nadat de badkuip is vol gelopen

2.3 Golftransmissie over de voorliggende kering

In Van der Meer et al. (2004) worden formules gegeven voor golftransmissie over lage en gladde dammen bij scheve golfaanval. Deze formules zijn rechtstreeks te gebruiken voor de voorliggende dijk. De formule voor golftransmissie is:

$$K_t = [-0.3R_c/H_i + 0.75[1 - \exp(-0.5\xi)]] \cos^{2/3}\beta \quad (1)$$

met als minimum $K_t = 0.075$ en maximum $K_t = 0.8$.

en toepassingsgebied: $1 < \xi_{op} < 3$ $0^\circ \leq \beta \leq 70^\circ$ $1 < B/H_i < 4$

Hierbij is: $K_t = H_t/H_i =$ transmissiecoëfficiënt (-)
 $R_c =$ vrije kruinhoogte boven de waterstand (m)
 $H_i =$ inkomende significante golfhoogte (m)
 $H_t =$ transmissiegolfhoogte (m)
 $\xi = \tan\alpha/s^{0.5} =$ brekerparameter (-)
 $\alpha =$ hoek van buitentalud ($^\circ$)
 $s = 2\pi H_i/(gT_p^2) =$ golfsteilheid (-)
 $T_p =$ piekperiode (s)
 $\beta =$ hoek van golfaanval

Voor de maatgevende windrichting van 270° en de maatgevende golfrichtingen bij de dijk (paragraaf 1.3) en de 4 waterstanden rondom de getijpiek met de ontwerpwaterstand, kan de golftransmissie over elk dijkvak worden berekend. De linker helft van tabel 2.2 geeft de resultaten voor golftransmissie alleen, met in het midden van de tabel de transmissie golfhoogte H_t en de hoek van transmissie met de normaal van de dijk β_t . De rechter helft van de tabel geeft de resultaten voor lokale golfgroei (volgende paragraaf) en de totale resultaten (hoofdstuk 3).

Tabel 2.2 Golftransmissie en lokale golfgroei bij huidige situatie

Randvoorwaarden				Transmissie							Locale golfgroei				Resultaat primaire kering		
Dijkvak	waterstand m NAP	H_t m	T_p s	β -noord graden	β graden	R_c	ξ_{top}	K_t	H_t	β_t graden	$H_{m0(1)}$ m	transmissie $H_{m0(2)}$ m	totaal $H_{m0(2)}$ m	$T_p(2)$ s	H_{m0} m	T_p s	β -dijk graden
32a	6.2	3.1	6.75	248	21	-0.1	1.32	0.356	1.11	21	0.86	0.70	0.76	2.56	1.15	4.92	41
32b	6.2	2.6	6.35	236	62	-0.1	1.36	0.230	0.61	45	0.47	0.38	0.46	1.84	0.66	4.15	12
32a	5.51	3	6.56	248	21	0.59	1.31	0.288	0.87	21	0.68	0.55	0.62	2.25	0.92	4.58	41
32b	5.51	2.5	6.18	236	62	0.59	1.35	0.180	0.46	45	0.35	0.29	0.43	1.77	0.56	3.53	12
32a	4.42	2.9	6.31	248	21	1.68	1.30	0.173	0.50	21	0.38	0.31	0.43	1.77	0.58	3.77	41
32b	4.42	2.4	5.91	236	62	1.68	1.34	0.092	0.22	45	0.17	0.14	0.30	1.38	0.34	2.48	12
32a	3.08	2.7	6.02	248	21	3.02	1.28	0.075	0.20	21	0.15	0.13	0.33	1.48	0.36	2.30	41
32b	3.08	2.2	5.66	236	62	3.02	1.34	0.075	0.16	45	0.13	0.10	0.28	1.33	0.31	2.05	12

De golftransmissie over het westelijke dijkvak 32a heeft dezelfde richting als de inkomende golf ($\beta = \beta_t$ in tabel 2.2). Bij het oostelijke dijkvak verandert de richting van transmissiegolven. De golven komen onder een hoek van $\beta = 62^\circ$ aan en gaan gemiddeld onder een hoek van $\beta_t = 45^\circ$ met de voorliggende dijk weg (zie Van der Meer et al., 2004). Bij de ontwerpwaterstand treden natuurlijk de hoogste golven op. Voor het dijkvak 32a is dit een golfhoogte van $H_t = 1,11$ m (zie midden van de tabel). Over het oostelijk dijkvak is dit niet meer dan 0,61 m. Maar dit is *alleen de golfhoogte door transmissie*. Locale golfgroei en eventueel reflectie kunnen de golfhoogte bij de primaire kering nog verhogen. Dit wordt behandeld in de volgende paragraaf.

2.4 Locale golfgroei en reflectie

In het kader van het ontwerp van een nieuwe waterkering in het stedelijk gebied van Harlingen is in detail gekeken naar lokale golfgroei bij hele korte strijklengtes en extreme windsnelheden. Bij Harlingen beschermen de havendammen deels de waterkering, net als de voorliggende dijk bij Ellewoutsdijk, en is er 100 – 400 m ruimte tussen de havendammen en de waterkering. Ondanks deze korte lengte wordt golfenergie opgewekt omdat onder maatgevende omstandigheden de windsnelheid extreem hoog is. Dit effect moet worden meegenomen bij de bepaling van de golfcondities bij de primaire kering van Ellewoutsdijk. Overigens is de ruimte achter de voorliggende kering bij Ellewoutsdijk niet meer dan 120 m (dijkvak 32a) en 90 m (dijkvak 32b), dus minder dan in Harlingen.

In Van der Meer (2002) wordt de problematiek rond Harlingen beschreven met de juiste formule voor lokale golfgroei. De studie naar de juiste golfgroei-formule is beschreven in Ris et al. (2002). Dit is de formule van Wilson (1955):

Assuming that $U=U_{10}$, $H=H_s$ and $c=gT_s/2\pi$ in Wilson's formulations, the following formulations for wave growth in deep water were derived by Wilson (1955):

$$\begin{aligned} \frac{H_s g}{U_{10}^2} &= \underbrace{0.26 \tanh\left(0.01 \left(\frac{gX}{U_{10}^2}\right)^{0.5}\right)}_{10^{-1} < \frac{gX}{U_{10}^2}} \quad \underbrace{2.6 \times 10^{-3} \left(\frac{gX}{U_{10}^2}\right)^{0.5}}_{\frac{gX}{U_{10}^2} \rightarrow 0} \\ \frac{T_s g}{U_{10}} &= \underbrace{1.4 \cdot 2\pi \tanh\left(0.0436 \left(\frac{gX}{U_{10}^2}\right)^{0.33}\right)}_{10^{-1} < \frac{gX}{U_{10}^2}} \quad \underbrace{6.02 \times 10^{-2} \cdot 2\pi \left(\frac{gX}{U_{10}^2}\right)^{0.33}}_{\frac{gX}{U_{10}^2} \rightarrow 0} \end{aligned} \quad (2)$$

where: H_s = significant wave height; g = acceleration of gravity U_{10} = wind speed at 10 m height; T_s = significant period and X = fetch length.

Er speelt echter nog een effect. Door golftransmissie verandert de vorm van het golfspectrum. Overslaande golven genereren vaak 2 of meer golven, die noodzakelijkerwijs een kortere periode hebben. Alhoewel de piekperiode wel ongeveer gelijk blijft, wordt de gemiddelde golfperiode veel korter. Er gaat veel meer energie in de hogere frequenties zitten. In Van der Meer et al. (2002) wordt de methode beschreven. Ongeveer 60% van de golfenergie blijft rondom de piekperiode zitten en de resterende 40% gaat naar de hogere frequenties. En lokale golfgroei vindt vooral plaats bij deze hogere frequenties.

Met andere woorden, er is al golfenergie bij de hogere frequenties en de extreme wind zal juist deze energie nog laten toenemen. Uiteindelijk ontstaat bij de primaire kering een tweetoppig spectrum: een deel van de energie zit bij de oorspronkelijke piekperiode van de inkomende golven en een deel bij een veel kortere periode. De methode om de uiteindelijke golfhoogte bij de primaire kering te berekenen is als volgt:

- Verdeel de transmissiegolfhoogte in twee aparte golfhoogtes:
 - $H_{m0}(1)$ met 60% van de energie en met de oorspronkelijke piekperiode
 - $H_{m0}(2)$ met 40% van de energie
- Bereken met formule 2 welke strijklengte nodig is om $H_{m0}(2)$ te genereren
- Voeg deze strijklengte bij de werkelijke strijklengte en bereken de totale lokale golfgroei. Deze levert een nieuwe totale $H_{m0}(2)$ op met een periode $T_p(2)$
- Herleid het tweetoppig spectrum tot een equivalent enkeltoppig spectrum

De formule om het tweetoppig spectrum te herleiden tot een uiteindelijke H_{m0} en T_p is:

$$H_{m0} = \sqrt{H_{m0,1}^2 + H_{m0,2}^2} \quad (3)$$

$$T_{peq} = \left(\frac{H_{m0,1}}{H_{m0}}\right)^2 T_{p,1} + \left(\frac{H_{m0,2}}{H_{m0}}\right)^2 T_{p,2} \quad (4)$$

De rechter helft van tabel 2.2 geeft de uiteindelijke resultaten van de hele exercitie met betrekking tot de lokale golfgroei, zoals boven omschreven. De drie meest rechtse kolommen geven de maatgevende golfcondities bij primaire kering. Dit zijn de significante golfhoogte $H_{m0} = H_s$, de piekperiode $T_p = T_{peq}$ (formule 4) en de hoek van golfaanval ten opzichte van de normaal van de dijk, β -dijk.

De lokale golfgroei heeft bij de wat hogere transmissiegolfhoogtes niet veel effect: de golfhoogte wordt orde 5 cm groter. De golfperiode wordt echter wel kleiner. Bij de lagere waterstanden en lagere transmissiegolfhoogtes (bijvoorbeeld bij een waterstand van 3,08 m +NAP) wordt de golfhoogte bij de primaire kering vrijwel uitsluitend bepaald door lokale golfgroei. De golfhoogte zelf blijft dan echter beperkt tot orde 0,3 m.

Golfreflectie van dijken is door het meestal flauwe talud vrij laag. Het fort heeft echter een vrijwel verticale muur (zie figuur 1.6) en golven reflecteren volledig van een verticale muur. De golven die over het westelijke dijkvak 32a gaan, komen ongeveer onder 45° in op de westelijke zijde van het fort. Als deze golven volledig reflecteren, wordt de golfhoogte op de primaire kering hoger. In werkelijkheid zit echter de maatgevende waterstand van +6,2 m +NAP behoorlijk ver boven de bovenzijde van de muur van het fort. Zie figuur 1.6 en ook foto 2.1 en 2.2.

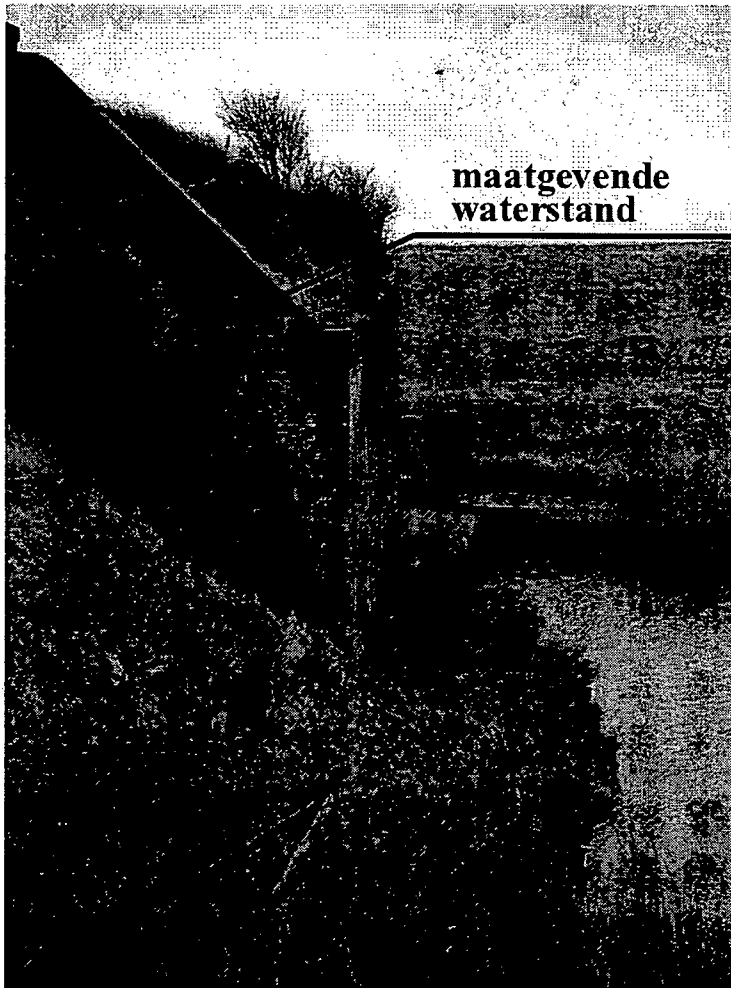


Foto 2.2 Maatgevende waterstand bij het fort

Het gedeelte boven het fort is bedekt met vrij willekeurig talud met gras. De reflectie van dit talud zal lang niet zo hoog zijn als van een verticale muur en ook meer gespreid. Ingeschat wordt dat deze reflectie niet van belang is voor de maatgevende condities bij de primaire kering net ten westen van het fort.

3 Maatgevende golfcondities bij de primaire kering

3.1 Huidige situatie

Hoe maatgevende condities zijn berekend is in hoofdstuk 2 gegeven. Het uiteindelijk resultaat voor de huidige situatie is samengevat in tabel 3.1 (gelijk aan tabel 2.2). De tabel geeft de maatgevende condities bij 4 waterstanden die elk ongeveer 2 uur duren. Voor de ontwerpwaterstand is dit in totaal 2 uur, voor de andere waterstanden geldt dat het eerste uur vóór hoog water valt en het tweede uur na hoog water. Bij de ontwerpwaterstand van 6,2 m +NAP ontstaat voor het westelijk deel een golfhoogte van 1,15 m met een piekperiode van 4,9 s. Het uur voor en na hoog water is de golfhoogte lager dan 1 m (0,92 m). Bij waterstanden lager dan 4,5 m +NAP wordt de golfhoogte veel lager en wordt deze voor een groot gedeelte bepaald door lokale golfgroei met kleine en korte golven. De golfhoogte is dan lager dan 0,5 m. De golfhoogte H_{m0} is gelijk aan H_s .

Tabel 3.1 Maatgevende golfcondities bij huidige situatie

Dijkvak	Randvoorwaarden				Transmissie						Locale golfgroei				Resultaat primaire kering		
	waterstand m NAP	H_s m	T_p s	β -noord graden	β graden	R_c	ξ_{op}	K_t	H_t	β_t graden	$H_{m0(1)}$ m	transmissie $H_{m0(2)}$ m	totaal $H_{m0(2)}$ m	$T_p(2)$ s	H_{m0} m	T_p s	β -dijk graden
32a	6.2	3.1	6.75	248	21	-0.1	1.32	0.356	1.11	21	0.86	0.70	0.76	2.56	1.15	4.92	41
32b	6.2	2.6	6.35	236	62	-0.1	1.36	0.230	0.61	45	0.47	0.38	0.46	1.84	0.66	4.15	12
32a	5.51	3	6.56	248	21	0.59	1.31	0.288	0.87	21	0.68	0.55	0.62	2.25	0.92	4.58	41
32b	5.51	2.5	6.18	236	62	0.59	1.35	0.180	0.46	45	0.35	0.29	0.43	1.77	0.56	3.53	12
32a	4.42	2.9	6.31	248	21	1.68	1.30	0.173	0.50	21	0.38	0.31	0.43	1.77	0.58	3.77	41
32b	4.42	2.4	5.91	236	62	1.68	1.34	0.092	0.22	45	0.17	0.14	0.30	1.38	0.34	2.48	12
32a	3.08	2.7	6.02	248	21	3.02	1.28	0.075	0.20	21	0.15	0.13	0.33	1.48	0.36	2.30	41
32b	3.08	2.2	5.66	236	62	3.02	1.34	0.075	0.16	45	0.13	0.10	0.28	1.33	0.31	2.05	12

De condities voor het oostelijk deel zijn veel lager dan voor het westelijk deel. Dit komt vooral doordat de golven veel schever invallen en daardoor de golftransmissie veel lager is. Bij de ontwerpwaterstand is de golfhoogte bij de primaire kering 0,66 m met een periode van 4,1 s.

Alle condities vinden plaats bij een waterstand in de buurt van 6,1 – 6,2 m +NAP, want als eenmaal de badkuip is volgelopen, dan kan het water niet weg. De golfcondities variëren dus met de waterstand op de Westerschelde, maar de waterstand in de badkuip zelf is constant. De belasting op de primaire kering vindt dan ook plaats rondom een constante waterstand en niet over het hele talud. Dit is afwijkend ten opzichte van dijkvakken die direct aan zee liggen.

Figuur 1.5 geeft de doorsnede van de primaire kering. Precies rondom de maatgevende waterstand ligt een berm. In figuur 1.5 is dit een berm met een talud 1:11 en een hoogte tussen 5,85 en 6,25 m +NAP. De breedte varieert van 4 m op het meest westelijk deel tot ongeveer 6 m in de buurt van het fort. Foto 3.1 geeft een idee van dit stuk primaire kering en de hoogte van de maatgevende waterstand.

Alhoewel dit rapport de maatgevende golfcondities geeft en niet de toetsing van de sterkte van de grasdijk, kan wel worden opgemerkt dat het effect van een berm precies rondom een constante maatgevende waterstand een positief effect heeft op de sterkte van de grasmat met onderliggende kleilaag. Daarnaast heeft de dijk in dit gebied zelf een grote overhoogte en is er dus een grote reststerkte aanwezig.



Foto 3.1 Het westelijke dijkvak 32a met de constante maatgevende waterstand op de berm

3.2 Voorliggende waterkering 0,5 m verhoogd

In het geval de huidige situatie dermate hoge golfcondities bij de primaire kering oplevert dat de grasmat met onderliggende kleilaag hier niet voldoende tegen bestand is, kan worden nagedacht over mogelijke maatregelen om de golfcondities te beperken. Als eerste wordt gekeken naar een verhoging van de voorliggende waterkering van 0,5 m. In feite is deze verhoging alleen nodig voor dijkvak 32a, het meest westelijke dijkvak, en niet voor het oostelijk deel, want daar zijn de golfcondities nu al niet zo hoog. Toch wordt ook voor dit dijkvak het effect berekend. Tabel 3.2 geeft de uiteindelijke resultaten.

Tabel 3.2 Maatgevende condities bij een voorliggende dijk die 0,5 m is verhoogd

Dijkvak	Randvoorwaarden				Transmissie							Locale golfgroei				Resultaat primaire kering		
	waterstand m NAP	H_t m	T_p s	β -noord graden	β graden	R_c	ξ_{op}	K_t	H_t	β_t graden	$H_{m0(1)}$ m	transmissie $H_{m0(2)}$ m	totaal $H_{m0(2)}$ m	$T_p(2)$ s	H_{m0} m	T_p s	β -dijk graden	
32a	6.2	3.1	6.75	248	21	0.4	1.32	0.310	0.97	21	0.75	0.61	0.68	2.39	1.02	4.78	41	
32b	6.2	2.6	6.35	236	62	0.4	1.36	0.196	0.52	45	0.40	0.33	0.42	1.73	0.58	3.92	12	
32a	5.51	3	6.56	248	21	1.09	1.31	0.241	0.73	21	0.57	0.46	0.55	2.06	0.79	4.38	41	
32b	5.51	2.5	6.18	236	62	1.09	1.35	0.144	0.36	45	0.28	0.23	0.35	1.53	0.45	3.38	12	
32a	4.42	2.9	6.31	248	21	2.18	1.30	0.123	0.35	21	0.27	0.22	0.37	1.60	0.46	3.24	41	
32b	4.42	2.4	5.91	236	62	2.18	1.34	0.075	0.18	45	0.14	0.11	0.28	1.33	0.31	2.21	12	
32a	3.08	2.7	6.02	248	21	3.52	1.28	0.075	0.20	21	0.15	0.13	0.33	1.47	0.36	2.30	41	
32b	3.08	2.2	5.66	236	62	3.52	1.34	0.075	0.16	45	0.13	0.10	0.28	1.33	0.31	2.05	12	

De hoogste golfcondities voor het westelijk deel tijdens de ontwerpwaterstand worden nu beperkt tot ongeveer 1 m in plaats van 1,15 m. Bij een waterstand van 5,5 m +NAP is de golfhoogte nog geen 0,8 m.

3.3 Voorliggende waterkering 1,0 m verhoogd

Mocht een verhoging van 0,5 m van de westelijke voorliggende kering niet genoeg zijn, dan zou een verhoging van 1,0 m overwogen kunnen worden. In plaats van de dijk zelf te verhogen, is het ook mogelijk een stevige muur van 1 m hoog op de dijk te plaatsen. Dit heeft vrijwel hetzelfde effect op de golftransmissie. Bij de eerder genoemde verbetering van de waterkering van Harlingen is dit onderzocht, omdat daar op de havendam een muur van ongeveer 1 m hoog aanwezig is. Proeven in de Deltagoot van WL hebben aangetoond dat zo'n muur stabiel kan zijn en dat transmissie overeenkomstig een verhoogde dijk is.

De maatgevende golfcondities zijn in tabel 3.3 gegeven. De golfhoogte bij de ontwerpwaterstand wordt nu 0,88 m in plaats van 1,15 zonder verhoging.

Tabel 3.3 Maatgevende condities bij een voorliggende dijk die 1,0 m is verhoogd

Dijkvak	Randvoorwaarden				Transmissie							Locale golfgroei				Resultaat primaire kering		
	waterstand m NAP	H_s m	T_p s	β -noord graden	β graden	R_c	ξ_{op}	K_t	H_t	β_t graden	$H_{m0}(1)$ m	transmissie $H_{m0}(2)$ m	totaal $H_{m0}(2)$ m	$T_p(2)$ s	H_{m0} m	T_p s	β -dijk graden	
32a	6.2	3.1	6.75	248	21	0.9	1.32	0.265	0.83	21	0.64	0.52	0.60	2.19	0.88	4.62	41	
32b	6.2	2.6	6.35	236	62	0.9	1.36	0.161	0.42	45	0.33	0.27	0.38	1.62	0.50	3.66	12	
32a	5.51	3	6.56	248	21	1.59	1.31	0.194	0.59	21	0.45	0.37	0.47	1.88	0.66	4.12	41	
32b	5.51	2.5	6.18	236	62	1.59	1.35	0.108	0.27	45	0.21	0.17	0.31	1.43	0.38	2.93	12	
32a	4.42	2.9	6.31	248	21	2.68	1.30	0.075	0.21	21	0.17	0.14	0.33	1.49	0.37	2.45	41	
32b	4.42	2.4	5.91	236	62	2.68	1.34	0.075	0.18	45	0.14	0.11	0.28	1.34	0.31	2.20	12	
32a	3.08	2.7	6.02	248	21	4.02	1.28	0.075	0.20	21	0.15	0.13	0.33	1.48	0.36	2.30	41	
32b	3.08	2.2	5.66	236	62	4.02	1.34	0.075	0.16	45	0.13	0.10	0.28	1.33	0.31	2.05	12	

3.4 Andere maatregelen om de golftransmissie te beperken

Verhoging van een constructie, zoals in paragrafen 3.2 en 3.3 besproken, leidt tot lagere maatgevende condities bij de primaire kering, maar de resultaten zijn niet spectaculair. Het is mogelijk aan maatregelen te denken waarbij de ruwheid van het talud groter wordt gemaakt en daardoor de golfdissipatie op het talud wordt verhoogd. Zo'n maatregel is bijvoorbeeld het overlagen van de bestaande voorliggende dijk (alleen het westelijk deel) met breuksteen. In principe is alleen breuksteen nodig op het bovenste deel van de dijk. Uitvoeringstechnisch gezien kan het echter aantrekkelijker zijn om het hele talud te overlagen. Het voordeel is dat de huidige steenbekleding niet hoeft te worden vervangen. Om toch over de dijk te kunnen blijven lopen is het mogelijk aan de achterzijde van de kruin een pad over te houden en de breuksteen tegen een muurtje te laten eindigen. Wel moet het binnentalud dan nog overslagbestendig worden gemaakt. Precieze uitwerking van dit alternatief past niet in het kader van deze opdracht. Wel zal het effect van een breuksteenoverlaging worden gegeven.

Eenzelfde problematiek heeft gespeeld bij de (asfalt)dammen die in het IJsselmeer liggen. Om een mogelijk niet voldoende sterke asfaltdam te beschermen is daar gedacht aan overlaging en zijn proeven in een golfgoot uitgevoerd, zowel omtrent de stabiliteit van de overlaging als

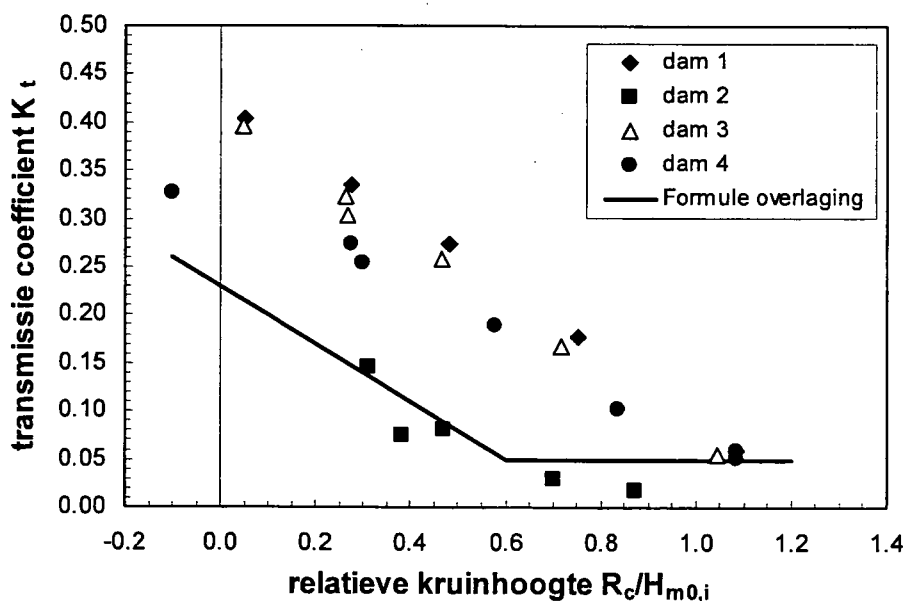
de transmissie. Dit werk is beschreven in Alkyon (1998). Het betrof een glad 1:4 buitentalud, een kruinbreedte van 2 m en maatgevende golfhoogtes van ongeveer 2,2 m. De overlaging bestond uit een 0,75 m dikke laag 60-300 kg breuksteen. Rondom een golfhoogte van 2 m ontstond er enige (toelaatbare) schade.

Bij Ellewoutsdijk zijn de golfcondities ongeveer 1,5 maal zo hoog, wat betekent dat de steendiameter ook ongeveer 1,5 maal zo groot zou moeten zijn. Dit betekent globaal een overlaging met 300-1000 kg steen, met een laagdikte van ongeveer 1,25 m. Als alternatief valt te denken aan zwaardere steen die eventueel in een enkele laag wordt gelegd, maar dat wordt hier verder niet uitgewerkt.

Figuur 3.1 geeft de transmissieresultaten zoals deze zijn gevonden voor de dammen in het IJsselmeer (Alkyon, 1998). Dammen 1, 3 en 4 waren gladde dammen met verschillende kruinbreedtes. Dam 2 is de dam met de overlaging. De punten liggen veel lager dan voor een gladde dam, bij dezelfde kruinhoogte. Op basis van de metingen voor de overlaging, wordt de volgende transmissieformule voorgesteld:

$$K_t = -0,3R_c/H_i + 0,23 \quad (5)$$

met een minimum van $K_t = 0,05$



Figuur 3.1 Golftransmissie voor gladde dammen en met een overlaging

De maatgevende golfhoogte bij de ontwerpwaterstand voor de westelijke dijk is 3,13 m. De kruinhoogte met een overlaging van 1,25 m dik wordt 7,35 m +NAP. Met een ontwerpwaterstand van 6,2 m +NAP wordt de vrije kruinhoogte $R_c = 1,15$ m. Met formule 5 wordt een transmissiecoëfficiënt gevonden van $K_t = 0,12$ en een transmissiegolfhoogte van $H_t = 0,37$ m. Hier komt de lokale golfgroei nog bij, maar de golfhoogte blijft zeker beperkt tot lager dan 0,5 m. De overlaging is daarmee zeer effectief. Een nadere uitwerking met bijvoorbeeld zwaardere steen, maar in een enkele laag, is daarmee ook een mogelijkheid. De kruin kan dan waarschijnlijk iets lager worden gemaakt.

4 Conclusies en aanbevelingen

Bij het getij voorafgaand aan het getij met de ontwerpwaterstand loopt het gedeelte tussen de voorliggende dijk en de primaire kering, de badkuip, al vol door golfoverslag. Bij het getij met de ontwerpwaterstand is er in de badkuip dus een constante waterstand van ongeveer 6,1 – 6,2 m +NAP. Alle golfbelastingen op de primaire waterkering vinden plaats rondom deze waterlijn en niet over het hele talud van de dijk.

Het westelijk deel van de primaire kering wordt het zwaarst aangevallen. Golftransmissie is de bepalende factor voor de golfcondities bij de primaire kering. Een minder bepalende factor is lokale golfgroei door de extreme windsnelheid. De maatgevende golfcondities bij de ontwerpwaterstand op het westelijk deel zijn: $H_s = 1,15$ m, $T_p = 4,9$ s en een hoek van aanval van 41° . Deze condities duren ongeveer 2 uur. Daarna zakt de golfhoogte tot beneden 1 m. Voor het oostelijk deel zijn de maatgevende condities: $H_s = 0,66$ m, $T_p = 4,5$ s en een hoek van aanval van 12° .

Rondom de constante waterstand van 6,1 – 6,2 m +NAP ligt een 4 – 6 m brede berm in het profiel van de primaire kering. De golven breken op deze berm en de berm is een positief element in de sterkte van de grasmat met onderliggende kleilaag. Door de toch redelijk beperkte golfhoogte heeft de primaire kering een grote overhoogte en daarmee ook een behoorlijke reststerkte, zeker in combinatie met de berm.

Verhogingen van de voorliggende dijk (in principe alleen het westelijk deel) met 0,5 m of 1,0 m leiden tot maatgevende golfhoogtes van 1,02 m en 0,88 m in plaats van 1,15 m. Een muurtje op de dijk met dezelfde hoogte heeft ongeveer hetzelfde effect.

Een overlaging met breuksteen 300 – 1000 kg en een laagdikte van 1,25 m leidt tot een maatgevende golfhoogte van hooguit 0,5 m. Deze optie heeft een groot effect op de maatgevende condities bij de primaire kering. Een vergelijkbare optie is een enkele laag zwaardere steen. In beide gevallen zou een wandelpad aan de achterkant van de kruin kunnen blijven bestaan. Door een overlaging hoeft de huidige steenbekleding niet te worden vervangen. Wel moet het binnentalud overslagbestendig worden gemaakt.

Referenties

- Alkyon, 1998. Golfrandvoorwaarden voor dijkontwerp in door dammen afgeschermd gebied. Band B. Beschrijving golftransmissie en dubbeltoppige spectra. Projectrapport A314/i181.
- Ris, R.C., D.P. Hurdle, G.Ph. van Vledder, L.H. Holthuijsen. 2001. Deep water wave growth at short fetches for high wind speeds. *WL|Delft Hydraulics report H3817*.
- TAW, 2002. Technisch Rapport Golfoploop en Golfoverslag bij Dijken.
- Van der Meer, J.W., H.J. Regeling and J.P. de Waal. 2000. Wave transmission: spectral changes and its effects on run-up and overtopping. *Proc. 27th ICCE, Sydney, Australia, ASCE, 2156-2168*.
- Van der Meer, J.W., R. Briganti, B. Wang and B. Zanuttigh, 2004. Wave transmission at low-crested structures, including oblique wave attack. *Proc. 29th ICCE, Lisbon, Portugal, ASCE*
- Wilson, B.W., 1955. Graphical approach to the forecasting of waves in moving fetches. *Beach Erosion Board. US Corps of Engineers, Department of the Army. Technical Memo 73*.

Bijlage 9

Overslagdebieten bij Fort Ellewoutsdijk

PM

Bijlage 10 Beheerdersoordeel betonnen damwand