


Ontwerpnota, versie 2

Dijkverbetering Saeftinghe 2

Dijktraject Melopolder, Kleine
Molenpolder en de Kruispolder

Projectbureau Zeeweringen Dijkverbetering dijkvak Saeftinghe 2 Ontwerpnota				
Auteur: DHV	Intern	Intern PBZ	Toetsgroep	A.O.
Versie: 2	V.I.W. Hombergen			
25-01-2006				
Documentnummer: WG-SE20051867				



010533 2006 PZDT-R-06012 ontw

asalt Ontwerpnota Saefinghe 2 (Melopolder, Kleine N.

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31 32 33 34 35 36 37 38 39 40 41 42 43 44 45 46 47 48 49 50 51 52 53 54 55 56 57 58 59 60 61 62 63 64 65 66 67 68 69 70 71 72 73 74 75 76 77 78 79 80 81 82 83 84 85 86 87 88 89 90 91 92 93 94 95 96 97 98 99 100

erratum

Dossier : X1675-01-001
Project : Ontwerp dijkvak Saeftinghe 2
Betreft : Erratum bij ontwerpnota Dijkverbetering Saeftinghe 2

Ons kenmerk : WG-SE20060159
Datum : 31 januari 2006

Onderstaand een overzicht van errata in de definitieve ontwerpnotitie met kenmerk WG-SE20051867 d.d. 25-01-2006.

Ontwerpnota

blz. 20 De in noot 1 genoemde breedte van de berm van 4 m. moet vervangen worden door ca. 4 m.
blz. 50 Het soortelijk gewicht van de breuksteen (genoemd $\rho = 2500 \text{ kg/m}^3$) dient vervangen te worden door een soortelijk gewicht van $\rho = 2650 \text{ kg/m}^3$
blz. 70 De palen van het teenschot hebben een doorsnede van $7 \times 7 \text{ cm}^2$ ($0,07 \times 0,07 \text{ m}^2$ i.p.v. genoemde $0,7 \times 0,7 \text{ m}^2$)
blz. 75 De bovengrens van de gekantelde blokken en daarmee de ondergrens van de betonzuilen, zoals genoemd in tabel 47 dient NAP +4,1 m te zijn i.p.v. NAP +5,6 m

Tekeningen bij ontwerpnota

nr. 2005-2005 Profiel 3, nieuwe situatie. De afdeklaag op het opensteen-asfalt dient 0,5 m klei te zijn i.p.v. de aangegeven 0,3 m klei.
Profiel 3, nieuwe situatie. Het waterslot bestaat uit een diepstekende betonband (steekt in de onderliggende kleilaag, aan bovenzijde gepenetreerd samen met gepenetreerde breuksteen). In de bestekstekeningen zullen details nader worden uitgewerkt.

nr. 2005-2004 Profiel 2, nieuwe situatie. Het waterslot bestaat uit een diepstekende betonband (steekt in de onderliggende kleilaag, aan bovenzijde gepenetreerd samen met gepenetreerde breuksteen). In de bestekstekeningen zullen details nader worden uitgewerkt.

nr. 2005-2003 Ten aanzien van de taludarcering op de kop van de havendam, deze dient ook in het noordelijke vlak (betonzuilen) en het gedeelte met de overlaging door te lopen. De schijnbare horizontale vlakscheiding in de bekleding met betonzuilen ter hoogte van de overlaging is niet aanwezig. In de nota zijn de taludhellingen van de havendam opgenomen.

Ontwerpnota, versie 2



Dijkverbetering Saeftinghe 2

Dijktraject Melopolder, Kleine
Molenpolder en de Kruispolder

dossier X1675-01.001
registratienummer WG-SE20051867
versie 2

25 januari 2006 / Definitief

© DHV Ruimte en Mobiliteit BV

Niets uit dit bestek/drukwerk mag worden veeelvoudigd en/of openbaar gemaakt d.m.v. drukwerk, fotokopie, microfilm of op welke andere wijze ook, zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van DHV Ruimte en Mobiliteit BV, noch mag het zonder een dergelijke toestemming worden gebruikt voor enig ander werk dan waarvoor het is vervaardigd.

Het kwaliteitssysteem van DHV Ruimte en Mobiliteit BV is gecertificeerd volgens NEN-EN-ISO 9001.

INHOUD	BLAD	
1	INLEIDING	5
1.1	Achtergrond	5
1.2	Projectbureau Zeeweringen	5
1.3	Doelstelling ontwerpnota	5
1.4	Leeswijzer	6
2	SITUATIEBESCHRIJVING	7
2.1	Locatie projectgebied	7
2.2	Huidige bekleding	8
3	RANDVOORWAARDEN	12
3.1	Uitgangspunten	12
3.2	Waterstanden	12
3.3	Golfrandvoorwaarden	13
3.4	Ecologische randvoorwaarden	14
3.4.1	Natuurwaarden	14
3.4.2	Teen van de dijk	15
3.5	Landschap	15
3.6	Randvoorwaarden beheerder	16
3.7	Begrenzing randvoorwaardenvakken en keuze dijktrajecten	16
4	TOETSING	21
4.1	Algemeen	21
4.2	Toetsing toplaag	21
4.3	Bermbekleding en grasbekleding bovenbeloop	21
4.4	Conclusies	22
5	KEUZE BEKLEDING	23
5.1	Inleiding	23
5.2	Beschikbaarheid bekledingstypen	23
5.3	Voorselectie	24
5.4	Technische toepasbaarheid bekledingstypen	26
5.4.1	Gekantelde betonblokken (1b)	27
5.4.2	Betonzuilen (1d)	28
5.4.3	Asfalt boven GHW (2)	29
5.4.4	Overlaging: gedeeltelijk gepenetreerde breuksteen (5b)	33
5.4.5	Overlaging: vol-en-zat gepenetreerde breuksteen (5c)	36
5.4.6	Gras-/Kleidijk (6)	36
5.4.7	Havendam	42
5.4.8	Kreukelberm	49
5.4.9	Overzicht	50
5.5	Ecologische toepasbaarheid	52
5.6	Controle op afschuiving	52
5.7	Landschapvisie	54

5.8	Bijzondere situaties	55
5.9	Afweging en keuze bekleding	55
5.9.1	Opstellen alternatieven	55
5.9.2	Afweging alternatieven	58
5.9.3	Kosten	62
5.9.4	Keuze voorkeursalternatief (DHV)	62
5.9.5	Keuze voorkeursalternatief (Projectbureauoverleg)	64
6	DIMENSIONERING	68
6.1	Kreukelberm en teenconstructie	68
6.1.1	Kreukelberm	68
6.1.2	Teenconstructie	69
6.1.3	Overzicht	70
6.2	Bekleding	71
6.2.1	Spuibekken	71
6.2.2	Haven van Paal	71
6.2.3	Havendam	72
6.2.4	11,230 km - 12,885 km: kleidijk	73
6.2.5	12,885 km - 13,300 km: gezette steenbekleding	74
6.3	Filter	75
6.3.1	Filter onder gezette steenbekleding	75
6.3.2	Filter onder asfalt	76
6.3.3	Filter onder kreukelberm	77
6.4	Overgangsconstructie	77
6.4.1	Begin werk: 10,835 km (verticaal)	78
6.4.2	Einde werk: 13,300 km (verticaal)	78
6.4.3	Verticale overgangen	79
6.4.4	Horizontale overgangen	79
6.5	Aansluitingsconstructies	81
6.6	Berm	82
6.6.1	Bekleding	82
6.6.2	Fundering onderhoudsweg	83
6.7	Verborgene bekleding	83
6.8	Bijzondere bekledingen	85
6.9	Toets op golfoploop	87
6.10	Weerstand tegen afschuiving voor gezette steenbekleding	87
7	AANDACHTSPUNTEN VOOR BESTEK EN UITVOERING	89
7.1	Voorland	89
7.2	Specifieke aandachtspunten	89
7.3	Samenwerking ontwerpers en directie	91
8	LITERATUUR	92
9	COLOFON	93

BIJLAGE 1	BESTAANDE BEKLEDING
BIJLAGE 2	TOETSRESULTATEN
BIJLAGE 3	REKENWAARDEN
BIJLAGE 4	BEREKENINGEN BEKLEDINGEN
BIJLAGE 5	RESULTATEN KLEIBORINGEN
BIJLAGE 6	ALTERNATIEVEN
BIJLAGE 7	Globale kostenraming alternatieven
BIJLAGE 8	SCORES SUBCRITERIA
BIJLAGE 9	AFWEGING ALTERNATIEVEN HAVEN VAN PAAL: DEEL I
BIJLAGE 10	AFWEGING ALTERNATIEVEN HAVEN VAN PAAL: DEEL II
BIJLAGE 11	AFWEGING ALTERNATIEVEN HAVEN VAN PAAL: DEEL III
BIJLAGE 12	AFWEGING ALTERNATIEVEN HAVEN VAN PAAL: DEEL IV
BIJLAGE 13	AFWEGING ALTERNATIEVEN HAVEN VAN PAAL: DEEL V
BIJLAGE 14	AFWEGING ALTERNATIEVEN HAVEN VAN PAAL: DEEL VI
BIJLAGE 15	AFWEGING ALTERNATIEVEN HAVEN VAN PAAL: DEEL VII
BIJLAGE 16	AFWEGING ALTERNATIEVEN HAVEN VAN PAAL: DEEL VIII
BIJLAGE 17	AFWEGING ALTERNATIEVEN HAVEN VAN PAAL: DEEL IX
BIJLAGE 18	AFWEGING ALTERNATIEVEN HAVEN VAN PAAL: DEEL X
BIJLAGE 19	AFWEGING ALTERNATIEVEN HAVEN VAN PAAL – 12,185 km
BIJLAGE 20	AFWEGING ALTERNATIEVEN 12,185 km – BAALHOEK
BIJLAGE 21	BEGRIPPENLIJST
BIJLAGE 22	SITUATIETEKENINGEN (1:1000)
BIJLAGE 23	DWARSPROFIELEN GEKOZEN ALTERNATIEF (1:100)
BIJLAGE 24	BEREKENINGEN STABILITEIT TEENSCHOT HAVEN PAAL
BIJLAGE 25	INVOER ANAMOS BERECENINGEN STEENBEKLEDINGEN
BIJLAGE 26	UITVOER ANAMOS BERECENINGEN STEENBEKLEDINGEN
BIJLAGE 27	BEREKENINGEN WEERSTAND TEGEN AFSCHUIVING

1 INLEIDING

1.1 Achtergrond

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

Voor de uitvoering in 2007 zijn een aantal dijktrajecten langs de Westerschelde geselecteerd waaronder de Melopolder, Kleine Molenpolder en de Kruispolder [9]. Dit dijktraject wordt ook wel Saeftinghe 2 genoemd. De voorliggende ontwerpnota behandelt het ontwerp van de glooiingen op dit dijktraject.

In het ontwerp is in principe alleen de bekleding van het buitentalud van de glooiing beschouwd, vanaf de teen tot aan het bovenbeloop. De kruin, kern, ondergrond en het binnentalud worden niet in het ontwerp betrokken.

1.2 Projectbureau Zeeweringen

Projectbureau Zeeweringen coördineert in opdracht van het Ministerie van Verkeer & Waterstaat de dijkversterking in Zeeland. Het is een samenwerkingsverband tussen Rijkswaterstaat, Waterschap Zeeuws-Vlaanderen en Waterschap Zeeuwse Eilanden. Het projectbureau maakt plannen en treft voorbereidingen voor de uitvoering van dijkversterkingen. Gedurende de realisatie door verschillende aannemers houdt zij toezicht.

1.3 Doelstelling ontwerpnota

De ontwerpen van de nieuw aan te leggen bekledingen worden formeel vastgelegd in ontwerpnota's. Deze ontwerpnota beschrijft de keuze voor en de dimensionering van bekledingstypen op het dijktraject Saeftinghe 2.

Deze ontwerpnota geeft een beschrijving van:

- de aspecten die van belang zijn voor het ontwerp van de bekleding van de glooiing tot minimaal het ontwerppeil van het dijktraject Saeftinghe 2;
- de ontwerpkeuzes op basis van de randvoorwaarden en uitgangspunten;
- het toetsingsresultaat en de ontwerpberekeningen;
- de keuze voor het bekledingstype en het resulterend ontwerp.

Het ontwerp is gebaseerd op de randvoorwaarden zoals aangeleverd bij het contract en de opdrachtverlening [1].

1.4 Leeswijzer

In hoofdstuk 2 wordt de huidige situatie, met de huidige bekleding, van het dijktraject Saeftinghe 2 beschreven. Hoofdstuk 3 beschrijft de ontwerpuitgangspunten en de randvoorwaarden. In hoofdstuk 4 komen de resultaten van de toetsing van de huidige bekleding [1], uitgevoerd door de beheerder, aan de orde en wordt geconcludeerd welke delen moeten worden verbeterd. In hoofdstuk 5 zijn op basis van de vastgestelde uitgangspunten en randvoorwaarden [1] alternatieven ontwikkeld en is de toepasbaarheid onderzocht. Tevens is een alternatief gekozen, op basis van het ontwerpdocument [2], voor elk gedeelte van het dijktraject Saeftinghe 2 dat moet worden verbeterd. In hoofdstuk 6 is de dimensionering van de bekledingen en de overgangsconstructies beschreven. Tenslotte is in hoofdstuk 7 een lijst opgenomen met aandachtspunten voor bestek en uitvoering en in hoofdstuk 8 een overzicht gegeven van de geraadpleegde literatuur.

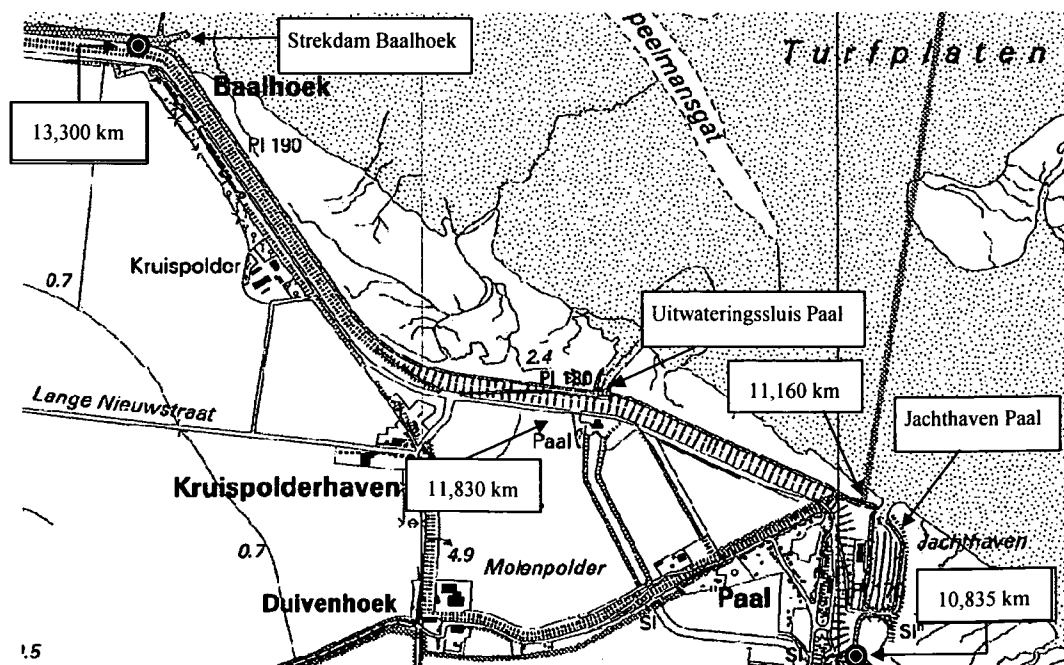
2 SITUATIEBESCHRIJVING

In dit rapport is het ontwerp beschreven van het vervangen c.q. verbeteren van de taludbekleding op het buitentalud van de hoogwaterkering van het dijktraject Saeftinghe 2. In dit hoofdstuk wordt een beschrijving gegeven van de het projectgebied en de huidige bekleding.

2.1 Locatie projectgebied

Het te verbeteren dijktraject, "Saeftinghe 2", is gelegen in de Melopolder (gedeelte), Kleine Molenpolder en de Kruispolder tussen 10,835 km (jachthaven van Paal) en 13,300 km (Baalhoek) aan de linkeroever van de Westerschelde in de gemeente Hulst (Zeeuws-Vlaanderen) (zie Figuur 1). De beheerder is het Waterschap Zeeuws-Vlaanderen. Ten oosten van 10,835 km is het dijktraject Saeftinghe 1 gelegen (Van Alsteinpolder en Koningin Emmapolder) en ten westen van 13,300 km is het dijktraject Kruispolder en Wilhelmuspolder gelegen. Bij de ingang van de haven van Paal bevindt zich een havendam met een kruinhoogte van NAP + 5,95 m. Aan de zeewaartse zijde van de teen van de dijk is een voorland aanwezig met een gemiddelde hoogte van ongeveer NAP + 3,3 m. In de jachthaven van Paal is geen voorland aanwezig.

In het dijktraject 10,835 km t/m 13,300 km zijn een aantal constructies aanwezig te weten de uitwateringssluis Paal (=gemaal Paal) bij 11,830 km, de strekdam bij Baalhoek bij 13,300 km, de haven van Paal van 10,950 km t/m 11,160 km en het spuibecken bij de haven van Paal van 10,835 km t/m 10,950 km.



Figuur 1: Locatie projectgebied

2.2 Huidige bekleding

De bekleding die op dit moment aanwezig is in het dijktraject Saeftinghe 2 wordt in Tabel 1 weergegeven. Hierin is per dijktraject aangegeven welke bekleding op dit moment aanwezig is en tot welke hoogte deze bekleding aanwezig is in het dwarsprofiel. In Bijlage 1 is een overzicht gegeven van de bestaande bekledingen in een lengteprofiel. Tevens zijn in de dwarsprofielen van de ontwerptekeningen (ZLDW 2005-2004, ZLDW 2005-2005 en ZLDW 2005-2006) de bestaande bekledingen weergegeven.

De bermhoogtes die voorkomen in het dijktraject (11,160 km t/m 13,300 km) variëren van NAP + 6,26 m tot NAP + 6,53 m. De kern van de dijk bestaat uit zand afgedekt met een kleilaag van verschillende diktes (0,35 m – 1,1 m). De dikte van de kleilaag is bepaald door middel van kleiboringen (zie Bijlage 5). De bestaande bekleding op de havendam voor de haven van Paal bestaat uit basalt, basalt en Vilvoorde steen. De kruinhoogte van de havendam is NAP + 5,95 m.

In het dijktraject Saeftinghe 1, de Koningin Emmapolder en Van Alsteinpolder, is een kleidijk toegepast waarbij de nieuwe kleilaag wordt aangebracht met behoud van het bestaande profiel. De bekleding in het dijktraject Saeftinghe 2 in het spuibecken van de haven van Paal dient hier op aangesloten te worden.

In het dijktraject Kruispolder en Wilhelmuspolder is een steenbekleding toegepast met basalt, basalt, gekantelde betonblokken en polygoonzuilen. De bekleding in het dijktraject Saeftinghe 2 dient hier op aangesloten te worden.

Tabel 1: Beschrijving huidige bekleding

Traject kilometrering Waterschap ¹ [km]	Poldernaam	Hoogte [m + tov NAP] ²	Huidige bekleding
10,835 - 10,930	Van Alsteinpolder/ Melopolder (haven)	2,60 - 3,96 3,96 - 8,73	Basaltbetonblokken 0,3 x 0,25 m Gras
10,930 - 11,005	Melopolder (haven)	Taluds	Basaltbetonblokken 0,3 x 0,25 m
11,005 - 11,120	Melopolder (haven)	0,70 - 3,68	Basaltbetonblokken 0,3 x 0,25 m
		3,68 - 3,93	Gras
		3,93 - 3,92	Doorgroeistenen
		3,92 - 4,15	Grind
		4,15 - 4,50	Beton
		4,50 - 4,59	Tegels
4,59 - 8,22	Gras		
11,120 - 11,160	Melopolder (haven)	0,89 - 3,71	Basaltbetonblokken 0,3 x 0,25 m
		3,71 - 3,92	Gras
		3,92 - 3,97	Doorgroeistenen
		3,97 - 4,65	Grind
		4,65 - 9,93	Gras
9,93 - 9,93	Asfalt (kruin)		
11,160 - 11,180	Melopolder (haven)	Ingang jachthaven (kop)	Basalt, Vilvoordse en basalton (gepenetreerd)
11,180 - 11,815	Melopolder (haven)/ Kleine Molenpolder	±3,34 - ±5,17	Blokken 0,5 x 0,5 x 0,15 m
		±5,17 - ±9,89	Gras
11,815 - 12,185	Kleine Molenpolder ³	3,91 - 5,24	Blokken 0,5 x 0,5 x 0,15 m
		5,24 - 6,50	Gras
		6,50 - 6,69	Asfalt
		6,69 - 10,10	Gras
12,185 - 13,160	Kruispolder	3,06 - 4,48	Blokken 0,5 x 0,5 x 0,2 m
		4,48 - 6,65	Gras
		6,65 - 6,78	Asfalt
		6,78 - 9,26	Gras
13,160 - 13,165	Kruispolder	±2,50 - ±6,29	Hydroblokken
		±6,29 - ±6,54	Asfalt
		±6,54 - ±9,42	Gras
13,165 - 13,225	Kruispolder	±2,85 - ±5,82	Gekantelde betonblokken
		±5,82 - ±6,29	Polygoonzuilen
		±6,29 - ±6,54	Asfalt
		±6,54 - ±9,42	Gras
13,225 - 13,300	Kruispolder	±2,85 - ±5,82	Hydroblokken
		±5,82 - ±6,29	Polygoonzuilen
		±6,29 - ±6,54	Asfalt
		±6,54 - ±9,42	Gras

¹ De trajectindeling is op basis van de aanwezige bekleding en de kenmerkende hoogtes van de bekleding en het onderhoudspad.

² Hoogtes aangegeven met ± geven aan dat dit gemiddelde hoogtes zijn over het traject

³ De asfaltbekleding in traject 11,815 km – 12,185 km is een onderhoudsweg en vanaf 11,935 km t/m 12,185 km loopt de asfaltbekleding, en dus de onderhoudsweg, geleidelijk van het buitentelud naar het binnentalud

Op basis van dit overzicht is een overzicht gemaakt van hoeveelheden van de huidige bekleding. Dit is mede van belang voor de beschikbaarheid en het mogelijke hergebruik van bestaande bekledingsmaterialen. In Tabel 2 is een overzicht gegeven van de huidige aanwezige hoeveelheden bekledingsmaterialen in het dijktraject Saeftinghe 2. In de laatste kolom is het resultaat van de veiligheidsbeoordeling weergegeven (goed of onvoldoende) (zie Hoofdstuk 4).

Tabel 2: Hoeveelheden huidige bekleding per dijktraject

Traject kilometrering Waterschap [km]	Poldernaam	Hoeveelheden [m ²]	Huidige bekleding en veiligheidsbeoordeling	
10,835 - 10,930	Van Alsteinpolder/ Melopolder (haven)	504	Basaltbetonblokken 0,3 x 0,25	Onvoldoende
10,930 - 11,005	Melopolder (haven)	1231	Basaltbetonblokken 0,3 x 0,25	Onvoldoende
		308	Doorgroeistenen	Onvoldoende
		231	Asfalt	-
11,005 - 11,120	Melopolder (haven)	1215	Basaltbetonblokken 0,3 x 0,25	Onvoldoende
		323	Doorgroeistenen	Onvoldoende
		391	Tegels	-
11,120 - 11,160	Melopolder (haven)	637	Basaltbetonblokken 0,3 x 0,25 m	Onvoldoende
		118	Asfalt (kruin)	-
11,160 - 11,180	Melopolder (haven)	100	Basalt	Onvoldoende
		100	Vilvoordse	Onvoldoende
		50	Basalton (vanaf + 5,1 m NAP)	Onvoldoende
11,180 - 11,815	Melopolder (haven)/ Kleine Molenpolder	3833	Blokken 0,5 x 0,5 x 0,15 m	Onvoldoende
		241	Asfalt	-
11,815 - 12,185	Kleine Molenpolder	1581	Blokken 0,5 x 0,5 x 0,15 m	Onvoldoende
		647	Asfalt	-
12,185 - 13,160	Kruispolder	5286	Blokken 0,5 x 0,5 x 0,2 m	Onvoldoende
		2495	Asfalt	-
13,160 - 13,165	Kruispolder	22	Stortsteen	-
		56	Hydroblokken	Onvoldoende
		15	Asfalt	-
13,165 - 13,225	Kruispolder	267	Stortsteen	-
		552	Gekantelde betonblokken	Goed
		176	Polygoonzuilen	Goed
		179	Asfalt	-
13,225 - 13,300	Kruispolder	400	Stortsteen	-
		828	Hydroblokken	Onvoldoende
		176	Polygoonzuilen	Goed
		269	Asfalt	-

Het hergebruik van bestaande bekledingsmaterialen heeft de voorkeur boven het gebruik van nieuwe materialen. Er zijn volgens de handleiding *Ontwerpen van dijkbekledingen langs de Westerschelde en natuurtoetsen* [2] drie bekledingstypen die in principe in aanmerking komen voor hergebruik: natuursteen (basaltzuilen, granietblokken), betonblokken en koperslakblokken.

Niet alle bekledingstypen die in principe voor hergebruik in aanmerking komen zijn op het dijktraject Saefthinghe 2 aanwezig, in Tabel 3 is een overzicht gegeven van de materialen die voor hergebruik in aanmerking komen met daarbij aangegeven hoeveel m² het betreft. Naast materiaal uit het dijktraject Saefthinghe 2 is er ook een grote partij betonblokken (0,5 x 0,15 x 0,5) beschikbaar voor hergebruik vanuit dijktraject Saefthinghe 1. Deze hoeveelheid is ook in onderstaande Tabel 3 opgenomen.

Tabel 3: Hoeveelheden huidige bekleding per bekledingstype

Huidige bekleding (herbruikbaar uit Saefthinghe 2)	Hoeveelheden [m ²]	
Betonblokken 0,5 x 0,5 x 0,15 m	Plat: 5.414	Op z'n kant: 1.624
Betonblokken 0,5 x 0,5 x 0,20 m	Plat: 5.286	Op z'n kant: 2.114
Gekantelde betonblokken	552	
Basalt	100	
Huidige bekleding (herbruikbaar uit Saefthinghe 1)	Hoeveelheden [m ²]	
Gekantelde betonblokken 0,5 x 0,15 x 0,5 m	Plat: 27.500	Op z'n kant: 8.250
Huidige bekleding (niet herbruikbaar)	Hoeveelheden [m ²]	
Basalt betonblokken 0,3 x 0,25 m	3587	
Polygoonzuilen	352	
Hydroblokken	884	
Vilvoordse	100	
Tegels	391	
Doorgroei stenen	631	
Stortsteen	689	
Asfalt	4195	

3 RANDVOORWAARDEN

Het uitgangspunt voor het ontwerp van de te verbeteren taludbekledingen voor het dijktraject "Saeftinghe 2", zijn de randvoorwaarden die middels het randvoorwaardendocument [1] zijn verstrekt door het Projectbureau Zeeweringen. Deze randvoorwaarden zijn bindend voor het ontwerp.

3.1 Uitgangspunten

- De strekdam ter hoogte van 13,300 km maakt geen deel uit van de primaire waterkering;
- De onderhoudsstrook op de dijk westelijk van de strekdam nabij Baalhoek (ter hoogte van 13,385 km) ligt op de berm, die op + 6,3 m tot 6,5 m NAP ligt. Het ontwerppeil van het dijktraject Saeftinghe 2 ter hoogte van Baalhoek (kilometrering 13,300 km) is + 6,9 m NAP. De berm aan deze zijde wordt dus ongeveer 0,6 m hoger dan de berm op de dijk westelijk van de strekdam nabij Baalhoek. Om te voorkomen dat er een abrupte knik in de onderhoudsstrook ontstaat wordt de onderhoudsstrook ter hoogte van Baalhoek (kilometrering 13,300 km) met een taludhelling van maximaal 1:20 aangesloten op de onderhoudsweg op de dijk westelijk van de strekdam nabij Baalhoek;
- De onderhoudsstrook ten oosten van 10,835 km, in dijktraject Saeftinghe 1, bestaat uit doorgroeibare platen (Ritter platen). Om te voorkomen dat er een abrupte knik in de onderhoudsweg ontstaat wordt de onderhoudsweg ter hoogte van 10,835 km met een taludhelling van maximaal 1:20 aangesloten op de onderhoudsweg (ook doorgroeibaar) op de dijk van Saeftinghe 1, oostelijk van 10,835 km (zie verslag startoverleg);
- Er zijn geen steenbekledingen beschikbaar voor hergebruik uit andere dijktrajecten dan Saeftinghe 1 en 2;
- Bij het ontwerp van de taludbekleding wordt de waterbouwkundige teen, de plaats op het talud waar de oude teenconstructie zich bevindt, als onderste punt op het talud aangehouden en niet de visuele snijlijn tussen het huidige maaiveld (voorland) en de bekleding;
- De golfoploop verandert als gevolg van een nieuwe bekleding en een eventueel gewijzigde taludhelling, bermbreedte en bermhoogte. De golfoploop in de nieuwe situatie, bij ontwerpcondities, moet voor elk alternatief worden vergeleken met de golfoploop in de oude situatie, in de nieuwe situatie mag deze niet groter zijn dan in de huidige situatie;
- De loods en het clubhuis in de haven van Paal vallen buiten de scope van de opdracht. Daar waar nodig sluiten de nieuwe bekledingen aan op deze constructies. Binnen dit project wordt het veiligheidsaspect van deze beide gebouwen (wijze van fundering in de waterkering) niet beschouwd;
- Tijdens de uitvoering kunnen de aanwezige kabels en leidingen zonder problemen worden verplaatst of tijdelijk verwijderd;
- Het terrein van de haven van Paal inclusief havendam dient landschappelijk intact te blijven. Om de havendam ter hoogte van de ingang van de haven van Paal te handhaven is de bekleding als een primaire waterkering ontworpen (zie figuur 2).

3.2 Waterstanden

Voor het berekenen van de toe te passen constructies ten behoeve van het nieuwe ontwerp voor de taludbekleding zijn hydraulische randvoorwaarden nodig. De hydraulische randvoorwaarden

zijn ter beschikking gesteld door het Rijksinstituut voor Kust en Zee (RIKZ) en voor de waterstanden zijn deze vermeld in Tabel 4. De bijbehorende poldernamen, overeenkomend met de randvoorwaardenvaknummers, zijn tevens vermeld. In de ontwerpen wordt gerekend met het ontwerppeil 2060.

Tabel 4: Waterstanden

Randvoorwaardenvak	Traject kilometering Waterschap [km]	Poldernaam	Zeespiegelstijging 75 jaar [m]	Basispeil 1985 [m + NAP]	Ontwerppeil 2060 [m + NAP]	GLW-standen ¹ [m + NAP]	GHW-standen [m + NAP]
84	13,250 - 13,890	Kruispolder	0,65	6,25	6,90	-2,10	2,50
83b	12,750 - 13,250	Kruispolder	0,65	6,25	6,90	-2,10	2,60
83a	12,190 - 12,750	Kruispolder	0,65	6,25	6,90	-2,10	2,60
82	11,890 - 12,190	Kleine Molenpolder	0,65	6,30	6,95	-2,10	2,60
81b	11,490 - 11,890	Kleine Molenpolder	0,65	6,30	6,95	-2,10	2,60
81a	11,230 - 11,490	Kleine Molenpolder	0,65	6,30	6,95	-2,10	2,60
80	10,860 - 11,230	Melopolder (haven van Paal)	0,65	6,30	6,95	-2,10	2,60
79	9,770 - 10,860	Van Alsteinpolder	0,65	6,35	7,00	-2,10	2,60

¹ De waarden voor de gemiddelde laagwaterstand zijn afkomstig van www.waternormalen.nl en zijn indicatieve waarden

3.3 Golfrandvoorwaarden

De golfrandvoorwaarden, welke deel uit maken van de hydraulische randvoorwaarden, zijn vermeld in Tabel 5.

Tabel 5: Golfcondities

Traject kilometering Waterschap [km]	Golfhoogte H _s [m] wst. t.o.v NAP			Golfperiode T _{p,m} [s] wst. t.o.v NAP			Windrichting	Golfrichtingsband [nautische graden]		Waterdiepte [m] bij waterstanden			Spectrumvorm		
	2m	4m	6m	2m	4m	6m		6m	van	tot	2m	4m	6m	2m	4m
13,250 - 13,890	1,2	1,5	1,9	5,0	5,2	5,9	300	314	344	3,3	5,3	6,8	1	1	1
12,750 - 13,250	0,6	1,3	1,7	4,5	5,1	6,0	300	323	353	1,0	3,0	5,0	3	1	1
12,190 - 12,750	-	0,6	1,3	-	5,4	6,0	300	331	1	-	1,7	3,7	-	3	1
11,890 - 12,190	-	0,7	1,4	-	5,4	6,0	300	326	356	-	1,8	2,8	-	3	1
11,490 - 11,890	-	0,9	1,4	-	5,0	6,0	300	328	358	-	1,9	2,9	-	1	3
11,230 - 11,490	0,5	0,9	1,4	3,7	4,8	5,5	300	320	350	0,8	2,4	4,4	2	1	1
10,860 - 11,230	-	0,9	1,2	-	4,3	4,7	60	36	66	-	2,5	4,6	-	1	1
9,770 - 10,860	-	0,6	1,1	-	4,4	5,4	300	327	357	-	1,5	3,5	-	3	1

Voor het bepalen van de golfrandvoorwaarden op waterstanden boven NAP + 6 m dient geëxtrapoleerd te worden. In Tabel 6 zijn deze geëxtrapoleerde golfrandvoorwaarden weergegeven.

Tabel 6: Golfcondities geëxtrapoleerd naar het ontwerppeil 2060

Traject kilometrering Waterschap [km]	Golfhoogte H_s [m] wst. t.o.v NAP			Golfperiode $T_{p,m}$ [s] wst. t.o.v NAP			Wind- richting	Golfrichtings- band [nautische graden]		Waterdiepte [m] bij waterstanden			Spectrum- vorm		
	4m	6m	OP ¹	4m	6m	OP		6m	van	tot	4m	6m	OP	4m	6m
13,250 - 13,890	1,5	1,9	2,08	5,2	5,9	6,22	300	314	344	5,3	6,8	7,48	1	1	1
12,750 - 13,250	1,3	1,7	1,88	5,1	6,0	6,41	300	323	353	3,0	5,0	5,90	1	1	1
12,190 - 12,750	0,6	1,3	1,62	5,4	6,0	6,27	300	331	1	1,7	3,7	4,60	3	1	1
11,890 - 12,190	0,7	1,4	1,73	5,4	6,0	6,29	300	326	356	1,8	2,8	3,28	3	1	1
11,490 - 11,890	0,9	1,4	1,64	5,0	6,0	6,48	300	328	358	1,9	2,9	3,15	1	3	3
11,230 - 11,490	0,9	1,4	1,64	4,8	5,5	5,83	300	320	350	2,4	4,4	5,35	1	1	1
10,860 - 11,230	0,9	1,2	1,34	4,3	4,7	4,89	60	36	66	2,5	4,6	5,60	1	1	1
9,770 - 10,860	0,6	1,1	1,35	4,4	5,4	5,90	300	327	357	1,5	3,5	4,50	3	1	1

¹ OP = Ontwerppeil 2060 = basispeil 1985 + 0,65 m zeespiegelstijging in 75 jaar (zie Tabel 4)

3.4 Ecologische randvoorwaarden

3.4.1 Natuurwaarden

Tijdens het ontwerp dient rekening te worden gehouden met de voor het dijktraject Saeftinghe 2 geldende natuurwaarden. In opdracht van het Projectbureau Zeeweringen is een milieu-inventarisatie opgesteld. Voor zowel de getijdzone (ondertafel) als voor de zone boven gemiddeld hoogwater (boventafel) zijn waarden toegekend aan de potentie met betrekking tot de natuurwaarden. De waardering met betrekking tot de natuurwaarden zijn in Tabel 7 weergegeven.

Tabel 7: Waardering met betrekking tot natuurwaarden

Traject kilometrering Waterschap [km]	Herstel natuurwaarden boven GHW	Verbetering natuurwaarden boven GHW
11,285 – 12,885	Redelijk goed	Redelijk goed
10,985 – 11,285	Redelijk goed	Redelijk goed

Aan de getijdzone is geen waardering toegekend omdat over de gehele lengte van het dijktraject een hoog voorland (schor, begin Land van Saeftinghe) of een haven (haven van Paal) aanwezig is.

Bij de in Tabel 7 genoemde waardering, horen een aantal constructievarianten die aan deze waarderingen voldoen. Deze zijn weergegeven in Tabel 8.

Tabel 8: Waardering constructie-alternatieven ten aanzien van mogelijkheden voor begroeiing

ZONE BOVEN GHW			
Categorie	Constructiealternatief		
Uitmuntend	Gras 'groene dijk'/Kleidijk		
Redelijk goed	Basaltzuilen		
	Betonblokken	plat	met tussenruimte
	Haringmanblokken	op z'n kant	met tussenruimte ¹
	Betonzuilen	Wel/niet met eco-toplaag	

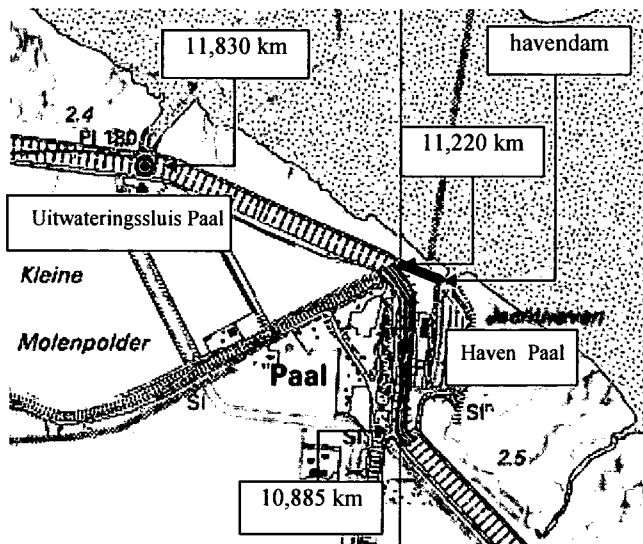
¹ Met betonblokken op z'n kant met tussenruimte worden ook betonblokken bedoeld die tegen elkaar aangeplaatst worden zonder afstandhouders ('koud tegen elkaar')

3.4.2 Teen van de dijk

Bij het ontwerp wordt een maximum werkstrook met een breedte van 15 meter aangehouden zeewaarts ten opzichte van de waterbouwkundige teen van de dijk. Uitgangspunt bij het ontwerp is dat er geen teenverschuiving plaatsvindt. Dit om de flora en fauna op het huidige voorland zo min mogelijk te verstoren.

3.5 Landschap

Het landschappelijke beeld van de uitwateringssluis ter hoogte van 11,830 km en de jachthaven van Paal tussen 10,885 km en 11,220 km mogen in het nieuwe ontwerp niet worden aangetast. De locaties in het projectgebied zijn aangegeven in Figuur 2.



Figuur 2: Locatie uitwateringssluis en jachthaven van Paal in projectgebied

3.6 Randvoorwaarden beheerder

Door de beheerder van het dijktraject Saeftinghe 2, Waterschap Zeeuws-Vlaanderen, zijn aan de nieuw te ontwerpen constructie de volgende eisen gesteld:

- Het talud mag niet steiler zijn dan 1:3 in verband met maaien/onderhoud;
- Het is bij de toepassing van een stenen bekleding niet toegestaan per (glooing-)tafel te variëren in dichtheid en hoogte van de stenen. Acceptabel is een vaste maat tussen dp x en dp y. Variatie tussen de onder- en boventafel is ook toegestaan;
- De onderhoudsstrook dient tussen 10,835 km en 12,185 km te worden uitgevoerd in asfalt met een fundering bestaande uit fosforakken. Tussen 12,185 km en 13,300 km dient een doorgroeibare constructie te worden toegepast die zodanig sterk is dat deze betreden kan worden met onderhoudsmaterieel (hydraulische kraan, trekker met grondkar)¹;
- Het gedeelte van de onderhoudsstrook tussen 10,835 km en 12,185 km wordt opengesteld voor fietsers en het gedeelte tussen 12,185 km en 13,300 km wordt afgesloten voor fietsers;
- De haven van Paal, loods, horeca en de uitwateringssluizen dienen tijdens en na de uitvoering van het werk altijd normaal te kunnen functioneren en bereikbaar te blijven.

3.7 Begrenzing randvoorwaardenvakken en keuze dijktrajecten

Binnen het dijktraject Saeftinghe 2 is een onderverdeling gemaakt naar (randvoorwaarden)vakken. Deze indeling is gebaseerd op de verschillende randvoorwaardenvakken en de begrenzingen van de bekledingsvakken en bijzondere locaties. De grenzen van de randvoorwaardenvakken zijn door het RIKZ vastgesteld aan de hand van de bodemligging en de ligging van de uitvoerpunten van de golfberekeningen. In Tabel 9 zijn de begrenzingen weergegeven.

Tabel 9: Begrenzing randvoorwaardenvakken 79 tot 84

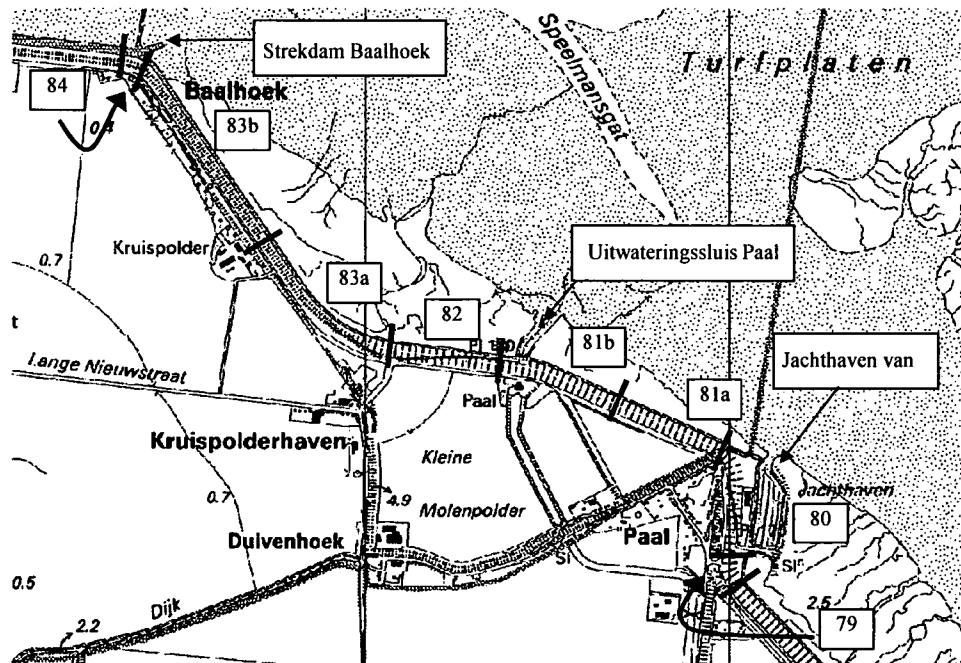
Traject kilometrering Waterschap [km]	Randvoor- waarden- vak no.	Coördinaten [Rd-stelsel in m]				Poldernaam
		van		van		
		x	y	x	y	
13,250 - 13,300	84	63764	375830	64361	375755	Kruispolder
12,750 - 13,250	83b	64361	375755	64700	375350	Kruispolder
12,190 - 12,750	83a	64700	375350	65072	374960	Kruispolder
11,890 - 12,190	82	65072	374960	65374	374922	Kleine Molenpolder
11,490 - 11,890	81b	65374	374922	65750	374800	Kleine Molenpolder
11,230 - 11,490	81a	65750	374800	65987	374691	Kleine Molenpolder
10,860 - 11,230	80	65987	374691	66015	374664	Melopolder (haven van Paal)
10,835 - 10,860	79	66015	374664	66709	373507	Van Alsteinpolder

De representatieve bodemligging van de randvoorwaardenvakken in het projectgebied is weergegeven in Tabel 10 en in Figuur 3 zijn de begrenzingen aangegeven.

¹ In de uitgangspunten (zie paragraaf 3.1) is vermeld dat op het eerste gedeelte van het traject vanaf 10,835 km doorgroeibare platen (Ritter platen) worden aangebracht. Dit is in overleg met de beheerder (Waterschap Zeeuws-Vlaanderen) gekozen.

Tabel 10: Representatieve bodemligging

Traject kilometrerings Waterschap [km]	Randvoor- waarden- vak no.	Poldernaam	Bodemligging [m t.o.v. NAP]				Bodemligging PBZ [m t.o.v. NAP]
			min	max	gem	std	
13,250 - 13,300	84	Kruispolder	-1,33	0,26	-0,85	0,59	-1,4
12,750 - 13,250	83b	Kruispolder	0,96	2,38	1,67	0,71	1,0
12,190 - 12,750	83a	Kruispolder	2,26	2,35	2,32	0,04	2,3
11,890 - 12,190	82	Kleine Molenpolder	2,20	3,16	2,53	0,45	2,1
11,490 - 11,890	81b	Kleine Molenpolder	2,04	3,07	2,41	0,47	1,9
11,230 - 11,490	81a	Kleine Molenpolder	1,20	1,56	1,38	0,18	1,2
10,860 - 11,230	80	Melopolder (haven van Paal)	1,38	3,03	2,03	0,67	1,4
10,835 - 10,860	79	Van Alsteinpolder	2,21	2,51	2,30	0,10	2,2



Figuur 3: Begrenzing randvoorwaardenvakken 79 tot 84

Voor alle mogelijke alternatieven van de bekledingstypen voor vervanging van de bestaande onvoldoende beoordeelde bekleding (zie paragraaf 5.2), dient een voorselectie gemaakt te worden. Dit wordt uitgebreid beschreven in hoofdstuk 5. Hiervoor wordt het dijktraject opgeknipt in een aantal karakteristieke delen, op basis van de begrenzing van de randvoorwaardenvakken betreffende de hydraulische randvoorwaarden, natuurwaarden, huidige bekleding, bijzondere locaties en lengtes van de karakteristieke delen voor de karakteristieke profielen. De gegevens uit Tabel 1, de beschrijving van de huidige bekleding en Tabel 9, begrenzing randvoorwaardenvakken 84 tot 79, dienen hiervoor als basis. Dit levert een overzicht op met de trajectindeling (11 trajecten) ten behoeve van de keuze van de bekleding voor het dijktraject Saeftinghe 2. Dit overzicht is weergegeven in Tabel 11.

Tabel 11: Dijktrajecten voor keuze bekleding

Randvoorwaardenvak [kilometrerings Waterschap]	Traject indeling voor keuze bekleding	Traject kilometrerings Waterschap [km]	Lengte traject [m]	Randvoorwaarden	Poldernaam
9,770 - 10,860	1	10,835 - 10,860	25	RVW1	Van Alsteinpolder
10,860 - 11,230	2	10,860 - 10,930	70	RVW2	Melopolder (haven)
	3	10,930 - 11,120	190	RVW2	Melopolder (haven)
	4	11,120 - 11,230	110	RVW2	Melopolder (haven)
11,230 - 11,490	5	11,230 - 11,490	260	RVW3	Kleine Molenpolder
11,490 - 11,890	6	11,490 - 11,890	400	RVW4	Kleine Molenpolder
11,890 - 12,190	7	11,890 - 12,190	300	RVW5	Kleine Molenpolder
					Kruispolder
12,190 - 12,750	8	12,190 - 12,750	560	RVW6	Kruispolder
12,750 - 13,250	9	12,750 - 13,160	410	RVW7	Kruispolder
	10	13,160 - 13,250	90	RVW7	Kruispolder
13,250 - 13,890	11	13,250 - 13,300	50	RVW8	Kruispolder

Op de tekeningen met dwarsprofielen van Projectbureau Zeeweringen zijn de dwarsprofielen voor het dijktraject Saefthinghe 2 weergegeven ter hoogte van de dijkpaalnummers. Per dijktraject is een representatief dwarsprofiel gekozen op basis van deze dwarsprofielen. Deze dwarsprofielen zijn gekozen door voor het dijktraject het meest conservatieve dwarsprofiel te kiezen, wat inhoudt het dwarsprofiel met het steilste talud (hoogste golfoploop). Enkele van de gekozen dijktrajecten uit Tabel 12 zijn gelegen tussen twee dijkpalen. Voor deze dijktrajecten wordt een maatgevend dwarsprofiel afgeleid door het verschil tussen de twee nabij gelegen dwarsprofielen te bepalen (taludhelling, ligging berm, bekleding) en aan de hand van deze dwarsprofielen een maatgevend dwarsprofiel te kiezen.

In Tabel 12 is een overzicht gegeven van de gekozen dwarsprofielen voor de gekozen trajecten. Voor de keuze van de bekleding, die gemaakt is in Hoofdstuk 5, is dit dwarsprofiel als maatgevend dwarsprofiel gekozen voor het desbetreffende dijktraject. De keuze voor de bekleding voor de jachthaven is op zichzelf staand gemaakt, aangezien hier een complexe ligging van de bekledingen aanwezig is. Voor de uitwateringssluis bij de Kleine Molenpolder is een maatgevend profiel gekozen, echter bij de keuze voor de bekleding is rekening gehouden met de aanwezigheid van de uitwateringssluis. Een aantal dijktrajecten is, naar aanleiding van de aanwezige dwarsprofielen in dit dijktraject, onderverdeeld in twee dijktrajecten, beiden met dezelfde randvoorwaarden en huidige bekleding. In Tabel 13 is een overzicht gegeven van de huidige taludhellingen behorende bij de verschillende trajecten (zie Figuur 4). Deze zijn benodigd om in hoofdstuk 5 een keuze voor de bekleding te kunnen maken.

Tabel 12: Representatieve dwarsprofielen voor de dijktrajecten voor keuze bekleding

Randvoorwaardenvak [kilometrering Waterschap]	Traject indeling voor keuze bekleding	Traject kilometrering Waterschap [km]	Representatief dwarsprofiel [kilometrering Waterschap]	Uitleg
10,835 - 10,860	1	10,835 - 10,860	10,885	jachthaven van Paal, slechts één profiel aanwezig in nabijheid
10,860 - 11,230	2	10,860 - 10,930	10,885	jachthaven van Paal, slechts één profiel aanwezig
	3	10,930 - 11,120	10,885 / 11,059	landinwaarts einde jachthaven van Paal, taluds jachthaven van Paal, slechts één profiel aanwezig
	4	11,120 - 11,230	11,112 11,185	jachthaven van Paal, slechts één profiel aanwezig
11,230 - 11,490	5	11,230 - 11,490	11,285	11,285 km steilste talud onder berm
			11,485	steilste talud onder berm, dus meeste golfoploop
11,490 - 11,890	6	11,490 - 11,890	11,785	steilste talud onder berm, dus meeste golfoploop uitwateringssluis: 11,785 km steiler talud onder berm dan 11,885 km
			11,885	slechts één profiel aanwezig
11,890 - 12,190	7	11,890 - 12,190	12,085	steilste talud onder berm, dus meeste golfoploop
			12,185	slechts één profiel aanwezig
12,190 - 12,750	8	12,195 - 12,750	12,685	steilste talud onder berm, dus meeste golfoploop
12,750 - 13,250	9	12,750 - 13,160	12,885	steilste talud onder berm, dus meeste golfoploop
	10	13,160 - 13,250	13,185	slechts één profiel aanwezig in nabijheid
13,250 - 13,890	11	13,250 - 13,300	13,185	slechts één profiel aanwezig in nabijheid

Tabel 13: Representatieve huidige taludhellingen dwarsprofielen voor de dijktrajecten voor keuze bekleding en rekenkundige taludhelling voor berekeningen

Traject indeling voor keuze bekleding	Representatief dwarsprofiel (kilometrering Waterschap[km])	Nieuwe taludhelling [cotana] ¹	Nieuwe rekenhelling [cotana] ²	Lengte traject [m]	Taludhellingen en hoogte op talud			
					hoogte op talud [m + NAP]	cotana	hoogte op talud [m + NAP]	cotana
1	10,885	3,77	3,37	25	2,6 – 4,0 ³	3,77	6,0 – 6,9	3,57
2	10,885	3,77	3,37	70	2,6 – 4,0 ⁴	3,77	6,0 – 6,9	3,57
3	10,885 / 11,059	3,4	3,0	190	0,7 – 3,7 ⁵	3,40	4,6 – 7,0	5,05
4	11,112 / 11,185	3,33	2,93	110	0,9 – 3,9 ⁶	3,33	4,7 – 7,0	4,12
		4,63	4,23		5,6 – 7,1	3,35	4,6 – 5,6	5,19
5	11,285	3,15	2,75	260	3,3 – 5,1	2,81	5,1 – 6,6	3,38
	11,485	3,21	2,81		3,3 – 5,1	2,83	5,1 – 6,3	3,23
6	11,785	3,51	3,11	355	3,7 – 5,3	2,81	5,3 – 6,4	3,08
	11,885	3,71	3,31	45	3,9 – 5,4	3,05	5,4 – 6,3	3,41
7	12,085	3,12	2,72	300	3,3 – 5,2	2,79	5,2 – 6,4	3,13
	12,185	3,25	2,85					
8	12,685	3,20	2,80	560	3,0 – 4,2	2,70	4,2 – 6,3	2,37
9	12,885	3,11	2,71	410	2,9 – 4,3	2,64	4,3 – 6,4	2,35
10	13,185	2,96	2,56	90	2,8 – 5,1	2,76	5,1 – 6,3	2,94
11	13,185	2,96	2,56	50	2,8 – 5,1	2,76	5,1 – 6,3	2,94

¹ De nieuwe taludhelling is het talud welke wordt aangelegd. De bepaling van deze helling is als volgt: allereerst wordt op ontwerppeil een berm aangelegd met een breedte van 4 m. Daarna wordt het talud geconstrueerd door dit punt met een rechte lijn te verbinden met de waterbouwkundige teen van de dijk.

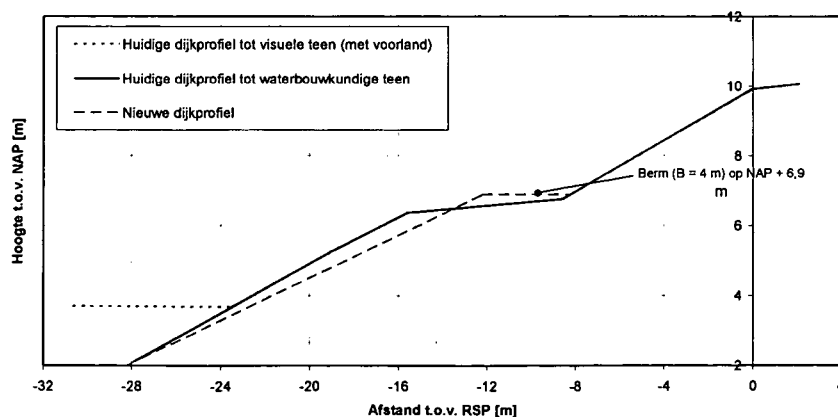
² De nieuwe rekenhelling is het talud welke wordt gebruikt voor de berekeningen in hoofdstuk 6. Dit is de nieuwe taludhelling – tonronde en uitvoeringstolerantie (= 0,4)

³ Het talud tussen NAP + 4 m en NAP + 6 m is steil met een kort talud met een taludhelling van 1:1,98.

⁴ Het talud tussen NAP + 4 m en NAP + 6 m is steil met een kort talud met een taludhelling van 1:1,98.

⁵ Het talud tussen NAP + 3,7 m en NAP + 4,6 m is zeer flauw met een talud variërend van 1:8 tot vrijwel horizontaal.

⁶ Het talud tussen NAP + 3,9 m en NAP + 4,7 m is zeer flauw met een talud variërend van 1:26 tot 1:60.



Figuur 4: Bestaande taludhelling en nieuwe taludhelling voor 11,785 km

4 TOETSING

4.1 Algemeen

Door de beheerder van het dijktraject Saefthinghe 2, Waterschap Zeeuws-Vlaanderen, is een veiligheidsbeoordeling uitgevoerd van de bekleding [1]. Het resultaat hiervan is weergegeven in Tabel 14.

4.2 Toetsing toplaag

In de onderstaande Tabel 14 zijn de resultaten van de door de beheerder uitgevoerde veiligheidsbeoordeling van de toplaag.

Tabel 14: Resultaat veiligheidsbeoordeling (zie ook Bijlage 2 voor een grafische weergave)

Tafelnummer	Soort bekleding	Toetsscore beheerder	Toetsscore beheerder (aangepast DHV)
10801	Basalt-betonblokken	Onvoldoende	Onvoldoende
10903	Basalt-betonblokken	Onvoldoende	Onvoldoende
10907	Doorgroeiblokken	Onvoldoende	Onvoldoende
10908	Betonblokken met splittoplaag	Onvoldoende	Onvoldoende
11101 ¹	Basalt	Goed	Onvoldoende
11102	Vilvoordse steen	Onvoldoende	Onvoldoende
11103 ²	Basaltonzuilen	Goed tot NAP + 5,1m, daarboven onvoldoende	Onvoldoende
11104	Betonblokken	Onvoldoende	Onvoldoende
11105	Betonblokken	Onvoldoende	Onvoldoende
11201	Betonblokken	Onvoldoende	Onvoldoende
11401	Betonblokken	Onvoldoende	Onvoldoende
11801	Betonblokken	Onvoldoende	Onvoldoende
12101	Betonblokken	Onvoldoende	Onvoldoende
12402	Betonblokken	Onvoldoende	Onvoldoende
12601	Betonblokken	Onvoldoende	Onvoldoende
13151	Betonblokken gekanteld	Goed	Goed
13152	Polygoonzuilen	Goed	Goed
13201/13251	Hydroblokken	Onvoldoende	Onvoldoende

^{1,2} Uit de uitgevoerde berekeningen aangaande de technische toepasbaarheid (zie paragraaf 5.4) bleek dat de bekleding in de tafelnummers 11101 en 11103 niet goed getoetst kan worden en dat de bekleding op grond hiervan alsnog als onvoldoende is beoordeeld. Het betreft vakken op de kop van de havendam, volgens de vigerende regels [2] voldoet de bestaande bekleding niet.

4.3 Bermbekleding en grasbekleding bovenbeloop

De grasbekleding gelegen tussen de huidige berm en de bovenkant van de steenbekleding scoort onvoldoende op belasting door golfklappen. Deze strook dient dan ook te worden meegenomen

in het nieuwe ontwerp. Gras boven de berm op ontwerppeil dat wordt belast op golfoploop, wordt langs de Westerschelde als goed beoordeeld bij maatgevende golven kleiner dan 3 m.

4.4 Conclusies

Zoals blijkt uit Tabel 14 voldoet vrijwel de gehele steenbekleding niet in het dijktraject Saefthinghe 2. Uit berekeningen voor de technische toepasbaarheid is gebleken dat de aanwezige basaltzuilen en basalt op de kop van de havendam voor de haven van Paal niet kan voldoen en in overleg met het Projectbureau Zeeweringen zijn deze bekledingen alsnog als onvoldoende beoordeeld (zie voetnoot Tabel 14). Zodoende voldoet alleen een klein gedeelte van de huidige bekleding nabij Baalhoek. Deze bekleding bevindt zich echter niet tot het ontwerppeil en slechts over een beperkte lengte. Het is bovendien niet bekend welke filterlagen zich onder deze bekledingen bevinden. Om onnodig veel overgangen te voorkomen is vastgesteld dat alle bekledingen in het dijktraject Saefthinghe 2 vervangen dienen te worden.

5 KEUZE BEKLEDING

5.1 Inleiding

Om te komen tot een keuze voor de toe te passen dijkbekleding wordt allereerst een opsomming gemaakt van de mogelijke bekledingstypen waaruit een keuze gemaakt dient te worden. Dit is weergegeven in paragraaf 5.2. Vervolgens is in paragraaf 5.3 een voorselectie gemaakt per karakteristiek deel van het dijktraject voor kansrijke alternatieven die als bekleding toepasbaar zijn. Van deze alternatieven die hieruit volgen dient de technische of constructieve toepasbaarheid bepaald te worden. Hieruit volgen de vakken waar en tot welke hoogte de voorgeselecteerde bekledingstypen kunnen worden toegepast. Dit alles is vermeld in paragraaf 5.4. Vervolgens is ook gekeken naar de ecologische toepasbaarheid waarvan in paragraaf 5.5 een overzicht wordt gegeven. In paragraaf 5.6 is de controle op lokale afschuiving bepaald van de dijk. In paragraaf 5.7 is vervolgens de landschapsvisie op het dijktraject Saeftinghe 2 beschreven gevolgd door een overzicht van de bijzondere situaties in paragraaf 5.8. Om tot een keuze voor het bekledingstype per karakteristiek deel van het dijktraject te komen zijn alternatieven opgesteld. Aan de hand van een aantal keuzecriteria en de kosten zijn deze alternatieven vervolgens tegen elkaar gewogen. In het voorontwerpoverleg is in overleg met betrokkenen het voorkeursalternatief gekozen. Deze keuze wordt beschreven in paragraaf 5.9.

Het ontwerp van de nieuwe dijkbekledingen moet voldoen aan de randvoorwaarden en eisen zoals genoemd in hoofdstuk 3. De ontwerpmethodiek die wordt gehanteerd binnen het Projectbureau Zeeweringen kent de volgende stappen:

1. Bekledingstypen (paragraaf 5.2);
2. Beschikbaarheid (paragraaf 5.2);
3. Voorselectie (paragraaf 5.3);
4. Technische toepasbaarheid (paragraaf 5.4);
5. Afweging alternatieven en keuze (paragraaf 5.9);
6. Nadere dimensionering (hoofdstuk 6);
7. Golfoploop (paragraaf 6.9).

Stap 1 t/m 5 zijn de activiteiten ten behoeve van het voorontwerp en worden in dit hoofdstuk verder behandeld. Stap 6 en 7 zijn de onderdelen van het definitieve ontwerp en worden behandeld in hoofdstuk 6.

5.2 Beschikbaarheid bekledingstypen

De constructiealternatieven dienen volgens de handleiding *Ontwerpen van dijkbekledingen langs de Westerschelde en natuurtoetsen* [2] te worden opgebouwd uit één of meerdere van de volgende bekledingstypen:

- 1) Zetsteen op uitvullaag:
 - a) natuursteen (basaltzuilen, (gekantelde) granietblokken);
 - b) (gekantelde) betonblokken;
 - c) (gekantelde) koperslabblokken;
 - d) betonzuilen.
- 2) Waterbouwasfaltbeton boven GHW;
- 3) Gepenetreerde bekleding;

- a) patroongepenetreerde breuksteen/vrijkomende materialen (met asfalt/beton);
- b) vol-en-zat gepenetreerde breuksteen/vrijkomende materialen (met asfalt/beton).
- 4) Losse breuksteen;
- 5) Overlagen:
 - a) losse breuksteen;
 - b) patroongepenetreerde breuksteen/vrijkomende materialen (met asfalt/beton);
 - c) vol-en-zat gepenetreerde breuksteen/vrijkomende materialen (met asfalt/beton) .
- 6) Dijkbekleding van klei.

Een deel van bovengenoemde materialen zijn vooral interessant als constructiemateriaal als ze toepasbaar zijn vanuit hergebruik. Hierbij moet onder andere gedacht worden aan basaltzuilen en haringmanblokken. Als deze materialen niet vanuit hergebruik (vrijkomend op het betreffende dijktraject of van ander dijktraject) beschikbaar zijn, zijn deze materialen nauwelijks toepasbaar.

Afgezien van enkele kleine aansluitingen of kleine (proef)vakken bestaat de bekleding in het dijktraject Saeftinghe 2 hoofdzakelijk uit betonblokken (0,5 x 0,5 x 0,2 m en 0,5 x 0,5 x 0,15 m). Daarnaast komt vanuit het naastgelegen dijktraject Saeftinghe 1 eveneens een grote partij betonblokken (0,50 x 0,50 m, 0,15 m dik) beschikbaar die mogelijk gekanteld toe te passen zijn. Totaal betreft dit ca. 12.000 m² gekantelde blokken (exclusief verlies) (zie Tabel 3).

Overige materialen dienen als nieuwe bouwstof te worden aangevoerd.

Samenvattend geeft dit de volgende beschikbare materialen:

- (1b) betonblokken (gekanteld);
- (1d) betonzuilen;
- (2) waterbouwasfalt;
- (3) gepenetreerde bekleding;
- (4) losse breuksteen;
- (5) overlagen met losse breuksteen of gepenetreerd (patroon- of vol-en-zat);
- (6) klei.

Vanuit het projectbureau is de wens geuit te streven naar zoveel mogelijk hergebruik, zeker gezien de grote partij betonblokken die, voorlopig zonder nieuwe bestemming, vrijkomt uit Saeftinghe 1.

5.3 Voorselectie

Uit alle mogelijke alternatieven voor de bekledingstypen, zoals genoemd in paragraaf 5.2, is een voorselectie gemaakt uit kansrijke alternatieven. Het dijktraject Saeftinghe 2 is hiervoor opgedeeld in een aantal karakteristieke delen zoals bepaald in paragraaf 3.7 en weergegeven in Tabel 12.

Bij de voorselectie van bekledingstypen is rekening gehouden met de volgende criteria:

- de beschikbaarheid van de toplaagelementen;
- technische eisen: bescherming tegen erosie, uitvoering, beheer;
- omgevingseisen: milieu, ecologie, landschap, cultuurhistorie, beheer.

De beschikbaarheid van verschillende materialen is het startpunt van de voorselectie. Om tot goede alternatieven te komen is het niet zinvol de technische toepasbaarheid en ecologische toepasbaarheid van materialen te onderzoeken die bij voorbaat af vallen.

Uit de analyse van beschikbare materialen (zie hoofdstuk 5.2) volgt het volgende overzicht:

- (1b) betonblokken (gekanteld);
- (1d) betonzuilen;
- (2) waterbouwasfalt;
- (3) gepenetreerde bekleding;
- (4) losse breuksteen;
- (5) overlagen met losse breuksteen of gepenetreerd (patroon- of vol-en-zat);
- (6) klei.

Gezien de belangrijke natuurwaarden van het schorren en slikkengebied bij Saeftinghe 2 speelt de potentie qua natuurwaarden van de constructiematerialen een prominente rol in de voorselectie. Bij voorkeur wordt gewerkt met materialen met voldoende potentie op dit vlak. Tabel 7 geeft een overzicht van de waarden die zijn toegekend aan de potentie met betrekking tot natuurwaarden waarna vervolgens in Tabel 8 een overzicht gegeven is van de constructie-alternatieven die aan deze waarderungen voldoen. Dit zijn de constructie-alternatieven die minstens een redelijk goede waardering krijgen ten aanzien van de mogelijkheid tot begroeiing. Op basis van deze criteria volgt het volgende overzicht van constructiematerialen:

- (1b) betonblokken (gekanteld);
- (1d) betonzuilen;
- (6) klei.

In de haven van Paal spelen specifieke zaken een rol die naast bovengenoemde criteria de toe passen materialen kunnen bepalen. Allereerst is er het haventerrein dat naast waterkerende functie ook de functie van opslag en transport heeft. Een van de eisen die daarmee samenhangen is dat het terrein vlak moet zijn afgewerkt. Om deze reden is in de voorselectie ook een bekleding van waterbouwasfalt (en andere soorten asfaltbekleding: grindasfaltbeton en open steenasfalt) meegenomen. Daarnaast kunnen bij de verbetering van het talud onder de steigers problemen ontstaan bij het toepassen van gezette bekledingen. Dit in verband met de vele palen onder de steigers die in de huidige situatie door de bekleding heen steken. Mogelijk is het toepassen van een overlaging van gepenetreerde breuksteen (patroon of vol-en-zat) van het huidige talud tot zekere hoogte een goede oplossing waarmee ook het vervangen van de teenconstructie niet nodig is. Om deze reden is in de voorselectie ook het overlagen met gepenetreerde breuksteen meegenomen.

Dit resulteert samenvattend tot het volgende overzicht:

- (1b) betonblokken (gekanteld);
- (1d) betonzuilen;
- (2) waterbouwasfaltbeton boven GHW (grindasfaltbeton en open steenasfalt);
- (5b) overlagen met (patroon-)gepenetreerde breuksteen;
- (6) klei.

In paragraaf 5.4 is de technische toepasbaarheid van deze 5 constructiealternatieven onderzocht en is voor de havendam en de kreukelberm onderzocht welke bekledingstypen technisch toepasbaar zijn. Vervolgens is in paragraaf 5.5 en 5.7 nagegaan of deze constructiealternatieven ook ecologisch of landschappelijk gezien toe te passen zijn.

5.4 Technische toepasbaarheid bekledingstypen

Nadat er een voorselectie is gemaakt van de bekledingstypen per karakteristiek deel (randvoorwaardenvak) van het dijktraject blijft er een aantal alternatieven voor de bekleding over waarvan de technische of constructieve toepasbaarheid moet worden bepaald. De resultaten van de bepaling van de technische toepasbaarheid zijn de vakken waar, en de hoogte tot waar, de voorgeselecteerde bekledingstypen kunnen worden toegepast. De golfrandvoorwaarden in de verschillende vakken zijn voorgeschreven in Hoofdstuk 3. Op elk dijkdeel wordt onderscheid gemaakt tussen de zones boven en onder GHW, dat wil zeggen tussen de boven- respectievelijk ondertafel.

In het algemeen moet een nieuwe bekleding worden aangelegd tussen de bestaande teen en de bestaande berm, en ontworpen op de bestaande taludhelling, ter beperking van het benodigde grondverzet en belangrijker, het beperken van de verstoring van het schor (teenverschuiving). De bermhoogte in de huidige bekleding ligt echter voor het gehele dijktraject onder het ontwerppeil van 2060, waardoor de berm hoger op het talud moet komen te liggen. Uit het resultaat van de uitgevoerde veiligheidsbeoordeling (zie Hoofdstuk 4) blijkt dat de grasbekleding gelegen tussen de berm en de bovenkant van de steenbekleding onvoldoende scoort op belasting door golfklappen. Deze bekleding dient diensgevolge vervangen te worden en meegenomen te worden in het ontwerp van de bekledingen.

Van de bekledingstypen die volgen uit de voorselectie is voor de grootste beschikbare afmeting berekend of een element met die afmetingen bestand is tegen de golfrandvoorwaarden onder extreme omstandigheden. Daarbij is gerekend met de steilste taludhelling binnen het randvoorwaardenvak en de zwaarste randvoorwaarden. Als het zwaarste element voldoet kan in een later stadium d.m.v. optimalisatie bepaald worden welke afmetingen het element precies moet hebben. Als het grootst en zwaarst mogelijke element niet voldoet, kan uitgerekend worden wat het hoogst mogelijke toepassingsniveau op het talud is voor de betreffende bekleding. Indien het toepassingsniveau onder de waterbouwkundige teen ligt is de betreffende bekleding niet technisch toepasbaar. Verder is het afhankelijk van het toepassingsniveau mogelijk dat elementen alleen in (een gedeelte van) de ondertafel worden toegepast.

Tonrondte en uitvoeringstolerantie

In de praktijk wordt het talud vaak met een tonrondte aangebracht. Dit houdt in dat het talud een bolronde (convexe) vorm krijgt, waardoor de taludhelling bovenin iets flauwer en onderin iets steiler wordt. In het ontwerp is hiermee rekening gehouden en dit is als volgt in rekening gebracht: de cotangens van de gemiddelde helling wordt in de berekening voor het onderste tweederde deel van het te verbeteren talud met 0,4 verkleind en voor het bovenste eenderde deel met 0,2 verkleind. Dit is inclusief de uitvoeringstolerantie van 0,2. De gemiddelde helling die gebruikt wordt voor de berekeningen in Anamos is de toekomstige taludhelling, zoals deze na uitvoering aanwezig zal zijn, minus 0,4 voor het onderste tweederde deel van het te verbeteren talud en 0,2 voor het bovenste eenderde deel. Het huidige profiel is gedefinieerd door vanaf het

ontwerppeil een bermbreedte van 4 m aan te houden. Het talud is vervolgens een rechte lijn vanaf dit punt tot de huidige waterbouwkundige teen. De taludhelling is hierdoor voor het gehele dijktraject flauwer dan de huidige taludhelling (zie Tabel 13 en Figuur 4). Voor de steenbekleding in het onderste talud van de haven is alleen gerekend met uitvoeringstolerantie aangezien dit over een zeer beperkte hoogte een steenbekleding aangelegd wordt.

Maatgevend belastingniveau

Golfklappen treden op tot aan het maatgevende belastingniveau. Daarboven is sprake van golfploep. De rij bekledingselementen in de golfklapzone, die op het moment van maximale golfsterkte het zwaarst wordt belast, ligt een waarde y_s onder de stilwaterstand. Van een bekleding, die wordt doorgezet tot aan het ontwerppeil 2060, is veelal niet de bovenste rij maatgevend, maar de rij die op een hoogte y_s onder het ontwerppeil ligt. De waarde van y_s is afhankelijk van de golfeigenschappen, behorende bij een bepaalde waterstand. Het zwaarst op topaaginstabiliteit belaste punt op de bekleding kan bepaald worden met behulp van de formule:

$$y_s = 0,11 \cdot H_s \cdot \left(\frac{1,56 \cdot T_p^2 \cdot \tan \alpha}{H_s} \right)^{0,8}$$

waarin:

y_s	=	verschil maatgevend belastingniveau en te ontwerpen niveau	[m]
H_s	=	significante golfhoogte	[m]
α	=	hellingshoek van het talud	[-]
T_p	=	piekperiode	[s]

De waarden voor het verschil tussen het maatgevende belastingniveau en het te ontwerpen niveau zijn berekend. Op basis van deze uitgangspunten is per bekledingstype nagegaan in hoeverre deze toepasbaar zijn. In de volgende subparagrafen is de technische toepasbaarheid van de beschikbare bekledingstypen bepaald:

- (1b) betonblokken (gekanteld) (paragraaf 5.4.1);
- (1d) betonzuilen (paragraaf 5.4.2);
- (2) waterbouwasfaltbeton (en GAB en OSA) boven GHW (paragraaf 5.4.3);
- (5b) overlagen met patroon-gepenetreerde breuksteen (paragraaf 5.4.4 en vol-en-zat gepenetreerde breuksteen in paragraaf 5.4.5);
- (6) gras- of kleidijk (paragraaf 5.4.6).

5.4.1 Gekantelde betonblokken (1b)

De technische toepasbaarheid [2] van gekantelde betonblokken is voor alle dijktrajecten, waarvan de eigenschappen constant zijn, afzonderlijk bepaald (zie ook Bijlagen 25 en 26). In tegenstelling tot betonzuilen zijn betonblokken veelal niet toepasbaar tot aan de berm. Om zoveel mogelijk hergebruik mogelijk te maken zijn alle plaatsen, waar betonblokken toepasbaar zijn, bepaald. Hiertoe zijn de maximale toepassingsniveaus berekend. De technische toepasbaarheid is bepaald aan de hand van de volgende stappen met behulp van het programma ANAMOS (versie 4.1.3):

- 1) Neem de golfrandvoorwaarden van het betreffende vak;

- 2) Beschikbare betonblokken: rekenwaarde blokhoogte: $0,50 - 0,02 = 0,48$ m
dichtheid: 2300 kg/m^3 ;
- 3) Filterdikte: $0,15$ m;
- 4) Cotangens ontwerphelling (incl. uitvoeringstolerantie): gemiddelde helling - $0,4$;
- 5) Controle of gekantelde betonblokken stabiel zijn.

Uit de berekeningen in ANAMOS blijkt dat de toepasbaarheid van gekantelde betonblokken niet voor het gehele dijktraject is aangetoond (zie Tabel 25). Voor vier randvoorwaardenvakken kunnen gekantelde betonblokken alleen toegepast worden indien de gekantelde betonblokken niet tot het ontwerppeil 2060 worden toegepast.

5.4.2 Betonzuilen (1d)

De technische toepasbaarheid [2] van betonzuilen is bepaald aan de hand van de volgende stappen met behulp van het programma ANAMOS (versie 2.21):

- 1) Maximale golfrandvoorwaarden: $H_g = 2,08$ m en $T_p = 6,22$ s;
- 2) Hoogst mogelijke dichtheid van betonzuilen (rekenwaarde): $2900 \text{ kg/m}^3 - 3\%$ van $2900 \text{ kg/m}^3 = 2813 \text{ kg/m}^3$;
- 3) Grootst mogelijke zuilhoogte (rekenwaarde): $0,50 \text{ m} - 0,02 \text{ m} = 0,48$ m;
- 4) Filterdikte: $0,15$ m;
- 5) Cotangens ontwerphelling (incl. uitvoeringstolerantie): $2,9$ (waarde in Anamos);
- 6) Bovengrens op hoogste bermniveau van beschouwde traject;
- 7) Controle of betonzuilen stabiel zijn;
- 8) Herhaling berekening met cotangens ontwerphelling: $2,7$ en de bovengrens op de bovenste rij van het onderste tweederde deel van het talud.

Uit de berekeningen in ANAMOS blijkt dat de toepasbaarheid van betonzuilen voor het gehele dijktraject is aangetoond (zie Tabel 25).

Vervolgens is per randvoorwaardenvak de benodigde zuilhoogte en betondichtheid bepaald. Dit is gedaan om een goed beeld te krijgen van de lichtste en dus goedkoopste zuilen per ontwerpvlak die technisch toepasbaar zijn. Deze technische toepasbaarheid van betonzuilen is bepaald aan de hand van de volgende stappen met behulp van het programma ANAMOS (versie 2.21):

- 1) Golfrandvoorwaarden voor betreffende ontwerpvlak;
- 2) Maximale filterdikte granulaire laag;
- 3) Cotangens ontwerphelling (incl. uitvoeringstolerantie): gemiddelde helling – $0,4$;
- 4) Bepalen van de kleinst mogelijke zuilhoogte voor alle beschikbare dichtheden. Hierbij wordt uitgegaan van zuilhoogtes (rekenwaarde) van $0,48$ m, $0,43$ m, $0,38$ m, $0,33$ m, $0,28$ m, $0,23$ m, $0,18$ en $0,13$ m. Vervolgens is per waarde van de dichtheid van betonzuilen (rekenwaarde = dichtheid - 3%) de minimale zuilhoogte bepaald waarbij ANAMOS nog net geldig is. Dit is gedaan voor dichtheden van 2300 kg/m^3 tot 2900 kg/m^3 en voor zuilhoogtes van $0,15$ tot $0,5$ m. Er is gerekend per $0,05$ m en per 100 kg/m^3 .

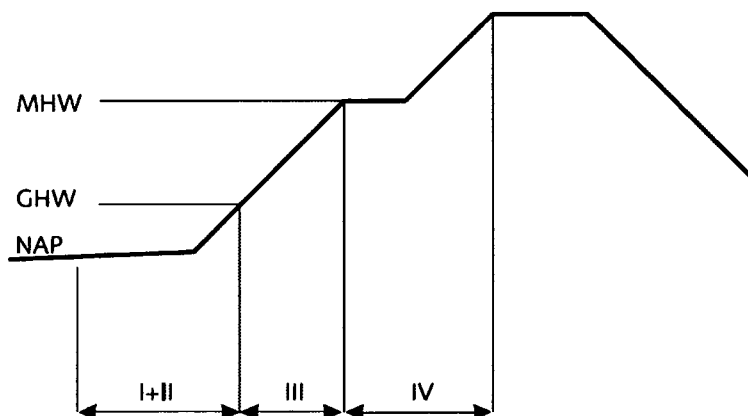
Uit de berekeningen in ANAMOS blijkt dat de toepasbaarheid van betonzuilen met een bepaald dichtheid voor het gehele dijktraject is vastgesteld.

5.4.3 Asfalt boven GHW (2)

Voor enkele locaties binnen het dijkvak is bepaald wat de benodigde asfaltdikte is. Dit betreft het vlakke deel in de haven van Paal (ten zuiden en noorden van de loods) en het asfalt op de berm voor het dijktraject 10,835 km - 12,185 km. Tevens is berekend of de huidige bekleding op de berm tussen 12,435 km – 13,300 km op het huidige niveau kan blijven liggen. Voor de andere vlakke delen in de haven en de taluds hoger dan de taluds om de haven en het spuibecken (boven NAP + 4 m) is de technische toepasbaarheid van open steenasfalt bepaald. De technische toepasbaarheid van het grindasfaltbeton en het open steenasfalt als bekleding voor deze dijktrajecten is bepaald aan de hand van het Technisch Rapport Asfalt voor Waterkeren [4]. Alvorens de benodigde diktes van het grindasfaltbeton en het open steenasfalt bepaald kunnen worden zijn eerst de belastingen op de bekleding bepaald. Bij een zeedijk met voorland zijn de volgende hydraulische belastingzones te onderscheiden (zie Figuur 5):

- Zone I: de zone die zich voortdurend onder water bevindt. Deze wordt voornamelijk belast door stroming. Als ontgroning van de vooroever plaatsvindt kan deze worden beschermd door een teenbescherming. Tevens dient rekening te worden gehouden met oplichten van de bescherming door golfbewegingen of stroom.
- Zone II: de zone tussen gemiddeld laagwater en gemiddeld hoogwater. Deze zone wordt zeer frequent belast door golven en stroming. Na een hoge waterstand kunnen bij een waterdichte bekleding in deze zone wateroverdrukken ontstaan.
- Zone III: de zone tussen gemiddeld hoogwater en het maatgevend hoogwater. De zone wordt belast door hoge golven en stroming door golfoploop. Na een hoge waterstand kunnen bij een waterdichte bekleding onder in deze zone wateroverdrukken ontstaan.
- Zone IV: de zone boven het maatgevend hoogwater wordt belast door golfoploop.

Een grindasfaltbetonbekleding is zonder aanvullende maatregelen, in het kader van uitvoeringstechnische aspecten, alleen toepasbaar in zone III en IV.



Figuur 5: Hydraulische belastingzones bij een zeedijk met hoog voorland [bron: TR Asfalt voor Waterkeren]

In het dijktraject Saeftinghe 2 is nagegaan of het huidige onderhoudspad van grindasfaltbeton op de huidige berm in het traject tussen 12,435 km en 13,300 km te worden gehandhaafd en of een grindasfaltbekleding in de haven van Paal (vlakke gedeelten ten zuiden van de loods) kan worden toegepast.

Voor het dijktraject Saefthinghe 2 wordt de bekleding van grindasfaltbeton vooral belast in zone III. Afhankelijk van de constructie uitvoering kunnen ook onder een vlakke plaat wateroverdrukken optreden. Als echter het lagergelegen glooingsdeel "open" is en er geen "opstaande randen" zijn (bijv. asfalt dat ook nog tegen hoger gelegen talud doorloopt) zullen de wateroverdrukken onder het grindasfaltbeton beperkt zijn (zie tekening ZLDW 2005-2004 voor nieuwe ontwerp). Bij grindasfaltbeton, dat moet worden verdicht, wordt de maximale taludhelling begrensd door de inzetbaarheid van zwaar materieel op het talud. Deze maximale taludhelling is 1:3 voor de wateroverdrukkenzone.

Door de functionele eisen voor het grindasfaltbeton vast te stellen kan per functionele eis bepaald worden welke eisen aan de bekleding worden gesteld. Het grindasfaltbeton op de berm heeft de volgende functies:

- *Water- en gronddichtheid:* grindasfaltbeton is water- en grond dicht;
- *Begaanbaarheid:* De bekleding dient dan voldoende stroef en vlak te zijn. Daarnaast mag het talud niet te steil zijn. Grindasfaltbeton is voldoende stroef. Bovendien wordt meestal een oppervlakbehandeling aangebracht die wordt afgestrooid met grind of steenslag. Dit vergroot de stroefheid. De begaanbaarheid voor autoverkeer, fietsers en wandelaars is goed. Voor dieren is de begaanbaarheid voldoende;
- *Aanzicht/esthetica:* grindasfaltbeton wordt meestal afgestrooid met steenslag of grind, hetgeen de kleur bepaalt;
- *Begroeibaarheid:* grindasfaltbeton is niet begroeibaar, alleen in spleten en scheuren;
- *Recreatie:* grindasfaltbeton is goed bestand tegen vandalisme.

Wateroverdrukken

De benodigde laagdikte in de zone waarin wateroverdrukken optreden (boothelling haven van Paal) wordt bepaald met de volgende formule:

$$d = 0,21 \cdot Q_n (a + v) \left[\frac{\rho_w}{\rho_a - \rho_w} \right] \cdot R_w$$

waarin:

d	=	benodigde laagdikte	[m]
a	=	de verticaal gemeten afstand van de onderkant van de gesloten bekleding tot de maatgevende buitenwaterstand (2,6 – 1,0 = 1,6 m)	[m]
v	=	de verticaal gemeten afstand van de maatgevende buitenwaterstand tot de maatgevende grondwaterstand (3,5 – 2,6 = 0,9 m)	[m]
Q _n	=	factor afhankelijk van de taludhelling (= 0,96)	[-]
ρ _w	=	dichtheid water (= 1025 kg/m ³)	[kg/m ³]
ρ _a	=	dichtheid bekleding (= 2300 kg/m ³)	[kg/m ³]
R _w	=	reductiefactor in verband met de ligging van de buitenwaterstand (=1,0)	[-]

De benodigde laagdikte van het grindasfaltbeton voor wateroverdrukken op de boothelling in de haven van Paal is 0,40 m. Voor het grindasfaltbeton is gerekend met

Golfbeweging

Golfbewegingen kunnen bij een ondoorlatende bodembedekking op zand drukverschillen veroorzaken tussen de boven- en onderzijde van de slab. Voorkomen moet worden dat de slab ten gevolge van de drukverschillen wordt opgelicht. De golfbeweging veroorzaakt grondwaterbewegingen onder de bodembescherming. Hierdoor veranderen de grondwaterdrukken. Deze verandering hoeft echter niet gelijk te zijn aan de verandering van de wateroverdrukken boven de bekleding. Er kan een resulterende opwaartse druk ontstaan.

Indien de golflengte groter is dan de lengte van de bodembescherming geldt dat een benadering voor de maximale overdruk onder de bekleding kan worden gegeven door te stellen dat het gewicht van de bekleding groter moet zijn dan de overdruk zodat wordt voorkomen dat de bekleding wordt opgetild [TAW, 1984]:

$$d \geq \frac{\rho_w}{\rho_a} \frac{H}{2} (l_b < L)$$

waarin:

d	=	dikte van de bodembescherming	[m]
ρ_w	=	dichtheid van water (= 1025 kg/m ³)	[kg/m ³]
ρ_a	=	dichtheid van het bodembeschermingsmateriaal (= 2300 kg/m ³)	[kg/m ³]
H	=	golffhoogte	[m]
l_b	=	lengte van de bodembescherming in de golfrichting	[m]
L	=	golflengte	[m]

Voor de haven van Paal geldt $H_s = 1,34$ m en daarmee $d \geq 0,3$ m. Er is uitgegaan van een onderlaag van 0,8 m grof puin met daarop 0,2 m gebroken puin.

Voor grindasfaltbeton is niet aangegeven hoe de benodigde dikte wordt bepaald echter aangezien de benodigde dikte als gevolg van de belasting door golfbeweging maatgevend is wordt geen verder onderzoek verricht naar de benodigde laagdikte.

Stroming

Grindasfaltbeton wordt slechts in zeer geringe mate door stroming aangetast. Alleen vaste bestanddelen die worden meegevoerd kunnen door de botsingskrachten schade aan het bekledingsmateriaal veroorzaken. Een onregelmatig oppervlak van de bekleding kan een aangrijpingspunt zijn voor stromend water. Hierdoor kunnen op den duur steentjes en mortel uit het oppervlak van de bekleding eroderen. Het aanbrengen van een oppervlakbehandeling voorkomt dit.

Golfklappen

In het Technisch Rapport Asfalt voor Waterkeren [4] is aangegeven hoe een bekleding van waterbouwasfaltbeton gedimensioneerd moet worden op golfklappen. Volgens de ontwerpgrafiek is hierbij een laagdikte van 0,14 m benodigd. Hieruit blijkt dat de belasting door golfbeweging maatgevend is ten opzichte van de belasting door golfklappen.

Grindasfaltbeton haven van Paal

In de haven van Paal kan grindasfaltbeton toegepast worden als bekleding op de vlakke gedeelten mits de dikte van deze laag minstens 0,3 m bedraagt. Hierbij is de hydraulische belasting door golfbewegingen maatgevend.

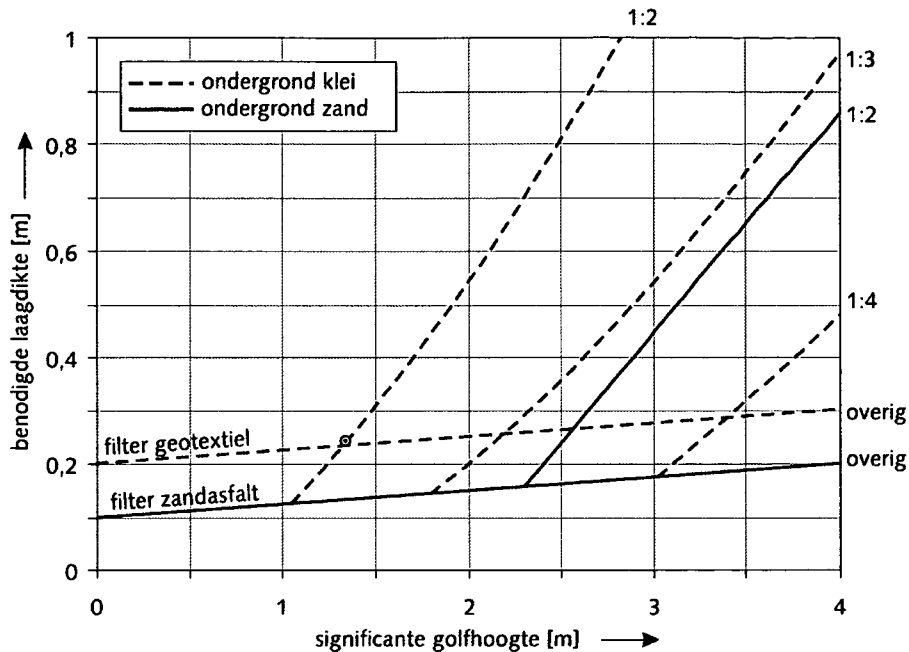
Open steenasfalt haven van Paal

Bij open steenasfalt is niet sprake van een ondoorlatende bodembedekking. Door het hoge gehalte aan steenslag heeft het asfalt veel holle ruimtes en is daardoor doorlatend, zowel voor water als voor grond. Er is daardoor geen dimensionering benodigd op belasting door golfbeweging. Er dient echter gedimensioneerd te worden op de belasting door golfklappen. Met behulp van de ontwerpgrafiek uit het Technisch Rapport Asfalt voor Waterkeren [4] is de benodigde laagdikte bepaald op een talud met een filter van geotextiel. Het open steenasfalt is tot het ontwerppeil toegepast.

Voor het bepalen van de benodigde dikte van de bekleding van open steenasfalt wordt de randvoorwaarden ter hoogte van het ontwerppeil in de berekening meegenomen. De golfhoogte (H_s) ter hoogte van het ontwerppeil in het deel van de haven ten noorden van de loods is 1,34 m en is maatgevend voor de bepaling van de laagdikte van het open steenasfalt in de haven van Paal. In Figuur 6 is de benodigde dikte van de bekleding van open steenasfalt af te lezen, namelijk $D = 0,24$ m. Doordat er echter ook open steenasfalt op het vlakke deel wordt toegepast is ervoor gekozen om de benodigde berekende dikte te vermenigvuldigen met een bermfactor. Door het ontbreken van een methode voor asfaltbekledingen is de bermfactor, zoals deze bij het ontwerpen van steenbekledingen wordt toegepast, gebruikt. De waarde van deze bermfactor is bepaald door de maximale bermfactor te nemen voor de berekening van een steenzetting op/boven een berm (conservatieve benadering). Deze maximale waarde is 1,4 en hiermee wordt de benodigde laagdikte voor het open steenasfalt $0,24 \cdot 1,4 = 0,34$ m. Gekozen is voor een laagdikte van 0,4 m. Dit is een veilige waarde voor de dikte van het open steenasfalt in de haven van Paal en deze dikte wordt gekozen.

Berm nabij Baalhoek

De huidige asfaltbekleding op de berm nabij Baalhoek heeft een dikte van 0,06 m en is allereerst getoetst op de belasting door golfklappen alvorens de benodigde laagdikte is berekend op de belasting door wateroverdrukken. Vanaf Baalhoek is bij de verbetering van 1997/1998 het asfaltpad op de berm tot binnen dijktraject Saeftinghe 2 doorgetrokken. Met de huidige hydraulische randvoorwaarden ligt de berm beneden ontwerppeil en zou daarom in principe opgehoogd moeten worden met ca. 0,6 m. Bovendien zou hier een niet-opengesteld onderhoudspad met een doorgroeibare verharding moeten worden aangelegd.



Figuur 6: Grafiek voor het ontwerpen van een bekleding van open steenasfalt op golfklappen

Om te voorkomen dat voor een geringe bermverhoging een goed functionerende, relatief nieuwe, asfaltverharding zou moeten worden verwijderd is nagegaan of deze verharding op de huidige hoogte als bekleding kan functioneren. In dat geval moet de nieuwe bekleding boven de huidige berm worden doorgetrokken op het bovengelegen talud. Uit revisietekening ZL-4408 (2001) blijkt dat de bestaande verharding bestaat uit 0,06 m grindasfaltbeton op fosforslakken 0-40, 0,4 m dik op geotextiel. Door de ligging beneden ontwerppeil moet de bekleding golfklappen kunnen weerstaan. Uit een globale berekening volgens het Technisch Rapport Asfalt voor Waterkeringen volgt dat een minimale dikte van 14 cm nodig is (zie eerder bij golfklappen). Hieruit volgt dat de huidige bekleding niet voldoet en moet worden verwijderd. De bekleding van de berm nabij Baalhoek is getoetst en onvoldoende op de belasting door golfklappen. De berm wordt, net als op de overige delen langs de dijk opgehoogd tot ontwerppeil en voorzien van een doorgroeibare verharding voor het dijkgedeelte nabij Baalhoek (13,300 km).

5.4.4 Overlaging: gedeeltelijk gepenetreerde breuksteen (5b)

Een alternatief voor het vervangen van de bestaande bekleding in de jachthaven van Paal onder de aanlegsteigers (basaltbetonblokken 0,3 x 0,25 m), is het overlagen met gedeeltelijk gepenetreerde breuksteen. Dit speelt in het traject 10,930 – 11,160 km (zie Tabel 11 voor de trajectindeling). Voor dit traject is de benodigde sortering en laagdikte bepaald.

Bij een gedeeltelijk gepenetreerde bekleding in de getijdzone, zoals in de jachthaven van Paal, dient gietasfalt als penetratiemateriaal gebruikt te worden. Overlagen met losse breuksteen is geen alternatief doordat dit te grote en zware stenen vergt. Er zijn grofweg twee penetratiemethoden mogelijk, te weten:

- patroonpenetratie;

- oppervlaktepenetratie.

De laatste van de twee wordt afgeraden voor praktische toepassingen [4]. Bij patroonpenetratie wordt, afhankelijk van het patroon, onderscheid gemaakt tussen strokenpenetratie en strippenpenetratie.

Gedeeltelijk gepenetreerde breuksteen

Het uitgangspunt bij het in patroon penetreren van breuksteenbekledingen is dat er door het ingieten grotere elementen ontstaan waardoor de stabiliteit van de constructie wordt vergroot. Er zijn twee penetratiemethoden te onderscheiden, afhankelijk van de grootte van de breuksteensortering, namelijk patroonpenetratie en strokenpenetratie. Verderop in deze subparagraaf, na het bepalen van de benodigde steendiameter voor gedeeltelijk gepenetreerde breuksteen, is er een methode gekozen. Voor gedeeltelijk gepenetreerde breuksteen is de dimensioneringsmethode voor losse breuksteen gebruikt, echter met een reductiefactor al naar gelang de mate van penetratie. De laagdikte wordt bepaald door de afmetingen van de breuksteen. De volgende formule [4] is de basis om de benodigde steendiameter voor de gedeeltelijk gepenetreerde breuksteen te bepalen:

$$\frac{H_s}{\Delta_m D_{n50}} \leq \Psi_u \Phi_{sw} \frac{\cos(\alpha)}{\xi_{op}^b}$$

waarin:

H_s	=	significante golfhoogte	[m]
Δ_m	=	relatieve dichtheid stenen = $(\rho_s - \rho_w) / \rho_w$	[-]
ρ_s	=	dichtheid stenen (2500 kg/m ³)	[kg/m ³]
ρ_w	=	dichtheid water (1025 kg/m ³)	[kg/m ³]
D_{n50}	=	nominale gemiddelde diameter van het bekledingsmateriaal = $(M_{50} / \rho_s)^{1/3}$	[m]
M_{50}	=	massa van de steen die door 50% van de steen wordt overschreden	[kg]
Ψ_u	=	opwaarderingsfactor (1,5)	[-]
Φ_{sw}	=	stabiliteitsparameter (2,25)	[-]
α	=	hellingshoek van het talud	[°]
ξ_{op}	=	brekerparameter op basis van de piekperiode van de onregelmatige golven	[-]

$$\text{met } \xi_{op} = \frac{\tan(\alpha)}{\sqrt{\frac{H_s}{L_{op}}}} \text{ en } L_{op} = \frac{gT_p^2}{2\pi}$$

L_{op}	=	de golflengte op diep water op basis van de piekperiode	[m]
g	=	de versnelling van de zwaartekracht (9,81 m/s ²)	[m/s ²]
b	=	parameter die afhankelijk is van de interactie tussen golven en het bekledingstype (0,5)	[-]

Voor de opwaarderingsfactor is de volgende waarde gehanteerd: er is uitgegaan van patroonpenetratie en bij een vulling van de holle ruimte van circa 60% is $\Psi_u = 1,5$.

Voor de stabiliteitsparameter is een waarde van $\Phi_{sw} = 2,25$ gehanteerd, begin van bewegen van elementen. Dit is een gebruikelijke waarde voor een breuksteenbekleding op een relatief

ondoorlatende ondergrond. De ondergrond in de haven bestaat uit basaltbetonblokken en voldoet hieraan.

De parameter b is afhankelijk van de interactie tussen golven en het bekledingstype. Voor breuksteen met patroonpenetratie geldt $b = 0,5$.

In Tabel 15 is een overzicht gegeven van de benodigde laagdiktes voor een overlaging met gedeeltelijk gepenetreerde breuksteen.

Tabel 15: Bepaling benodigde laagdikte van gedeeltelijk gepenetreerde breuksteen in jachthaven van Paal

Traject indeling voor keuze bekleding ¹	Traject [dijkpaalnummering]	$\cotan\alpha$ [-]	Hoogte van de huidige bekleding [m NAP]	Benodigde D_{n50} [m]	Sortering [kg]	Laagdikte ($> 2 \cdot D_{n50}$) [m]
3	10,930 - 11,005	3,28	0,97 - 3,85	0,23	10-60	0,48
3	11,005 - 11,120	3,40	0,70 - 3,68	0,22	10-60	0,48
4	11,120 - 11,160	3,33	0,89 - 3,71	0,22	10-60	0,48

¹ De trajecten zijn delen van de trajectindeling zoals aangegeven in Tabel 11

Uit Tabel 15 volgt dat een gedeeltelijk gepenetreerde breuksteensortering van 10 - 60 kg in de haven van Paal voldoet. Zoals eerder vermeld zijn er twee patroonpenetratiemethoden te onderscheiden, afhankelijk van de grootte van de breuksteensortering, namelijk stippen- en strokenpenetratie. Een strokenpenetratie (zie Figuur 7) is gekozen in plaats van een stippenpenetratie omdat een stippenpenetratie resulteert in kleine plots die in de uitvoering moeilijk te realiseren zijn.

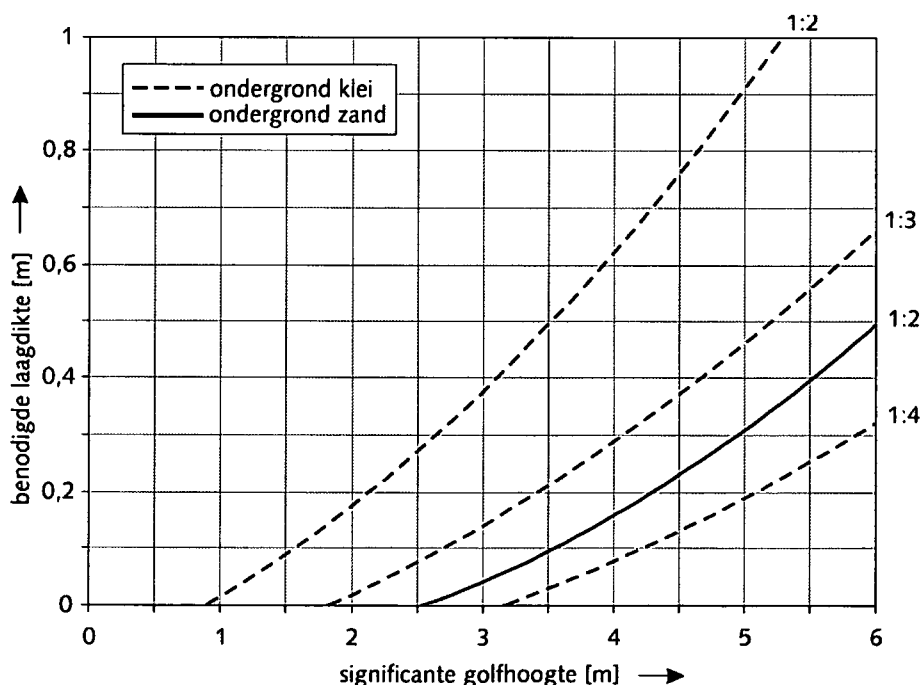


Figuur 7: Strokenpenetratie (bron: Technisch Rapport Asfalt voor Waterkeren)

5.4.5 Overlaging: vol-en-zat gepenetreerde breuksteen (5c)

Een alternatief voor het vervangen van de bestaande bekleding in de jachthaven van Paal onder de aanlegsteigers (basaltbetonblokken 0,3 x 0,25 m), is het overlagen met vol-en-zat gepenetreerde breuksteen. Dit speelt in het traject 10,930 – 11,160 km (zie Tabel 11 voor de trajectindeling). Voor dit traject is de benodigde sortering en laagdikte bepaald.

De laagdikte van de overlaging moet voldoende groot zijn om golfklappen te kunnen weerstaan. Met behulp van grafieken [4], die zijn opgesteld op grond van berekeningen met het computermodel GOLFKLAP, is de benodigde laagdikte bepaald voor het dimensioneren op golfklappen (zie Figuur 8). Bij de keuze van de laagdikte is rekening gehouden met de praktische maten van de te penetreren breuksteensortering en met uitvoeringsonnauwkeurigheden. Uit Figuur 8 volgt geen benodigde laagdikte voor een overlaging met vol-en-zat gepenetreerde breuksteen. De minimale benodigde laagdikte in de golfklapzone wordt daarnaast echter bepaald op basis van de nominale steendiameter (D_{n50}). Om een bekleding te krijgen die goed kan worden gepenetreerd dient de dikte van de bekleding minimaal $1,5 \cdot D_{n50}$ te zijn. Een steensortering 5-40 kg is voldoende zwaar en de laagdikte is dan 0,29 m. Echter de ontwerphandleiding van de Westerschelde [1] vermeldt dat de minimaal vereiste laagdikte 0,4 m ($2 \cdot D_{n50}$) moet zijn. Voor een vol-en-zat penetratie is dus een laagdikte van 0,4 m vereist.



Figuur 8: Grafiek voor het ontwerpen van een vol-en-zat gepenetreerde breuksteenbekleding op golfklappen

5.4.6 Gras-/Kleidijk (6)

Dijkbekledingen met een hoge waardering wat betreft natuurwaarden betreffen een grasbekleding of een kleidijk met een zogeheten “make up” laag waarop gras kan groeien. Beide bekledingen zijn op technische toepasbaarheid onderzocht.

Grasbekleding

De grasbekleding moet worden ontworpen op de belasting door golfklappen. De grasbekleding gelegen tussen de huidige berm en de bovenkant van de steenbekleding scoort in de toets (zie hoofdstuk 4) onvoldoende op belasting door golfklappen.

In principe wordt de berm overal opgehoogd tot ontwerppeil waardoor er geen gras beneden ontwerppeil wordt toegepast. Gekeken is of de berm bij Baalhoek door het eventueel handhaven van de huidige verharding niet opgehoogd zou kunnen worden waarbij de grasbekleding boven beoordeeld zou moeten worden of deze voldoet aan de belasting door golfklappen voldoet. Echter in paragraaf 5.4.3 is berekend dat de huidige berm met asfaltverharding niet voldoet en dus moet worden opgehoogd tot ontwerppeil. Hierdoor is geen grasbekleding benodigd aangezien de steenbekleding wordt doorgezet tot het ontwerppeil. In hoofdstuk 4 (Toetsing) is vermeld dat gras boven een berm op ontwerppeil dat wordt belast op golfoploop, langs de Westerschelde als goed wordt beoordeeld bij maatgevende golven kleiner dan 3 m. Hierdoor is geen berekening benodigd, betreffende de belasting door golfoploop, aan de grasbekleding. Tevens wordt vermeld dat in de huidige ontwerpen van de grasbekledingen in Zeeland, waarvan de sterkte wordt bepaald door de kwaliteit van de graszode, een grasbekleding beneden het ontwerppeil niet meer wordt toegepast.

Kleidijk

Voor het voorontwerpoverleg is een eerste berekening gemaakt naar de benodigde kleilaagdikte met conservatieve waarden [2], [3] en [8]. Naar aanleiding van het voorontwerpoverleg is een nadere optimalisatie van de kleilaagdikte uitgevoerd vooruitlopend op het definitieve ontwerp. Deze optimalisatie is in het vervolg van deze paragraaf weergegeven.

Een kleidijk is alleen toepasbaar indien het voorland de komende 50 jaar stabiel is en minimaal op GHW - 0,5 m ligt en $H_s < 2,0$ m is [2]. De beheerder heeft aangegeven dat dit niet het geval is voor het dijktraject 12,885 km – 13,300 km in verband met het niet stabiel zijn van het voorland. Het voorland ligt over het dijktraject 11,230 km t/m 12,885 km ongeveer op NAP + 3,3 m. Voor dit laatste dijktraject is het vervangen van de bestaande bekleding door een kleibekleding mogelijk. Tevens kan voor een aantal karakteristieke delen in de haven van Paal een kleibekleding worden toegepast, te weten (zie paragraaf 5.9.1 en Figuur 13):

- III: vlakke gedeelte ten noorden van de loods;
- IV: bovenste talud haven van Paal tot ontwerppeil;
- VI: onderste talud spuibecken haven van Paal;
- VII: eerste vlakke gedeelte spuibecken haven van Paal;
- VIII: middelste talud spuibecken haven van Paal;
- IX: tweede vlakke gedeelte spuibecken haven van Paal;
- X: bovenste talud spuibecken haven van Paal;

Voor de andere karakteristieke delen is geen kleidijk mogelijk om verschillende redenen:

- I: havendam: vanwege de ronde vorm van de kruin van de dam en de beperkte omvang van de dam t.o.v. de kleilaagdikte hebben betonzuilen de voorkeur;
- II: onderste talud haven van Paal: vanwege de steigers is het aanbrengen van een kleilaag praktisch niet toepasbaar (diep ontgraven rond voet steigerpalen);

- V: vlakke gedeelte ten zuiden van de loods en ten noorden van de asfaltweg: vanwege de begaanbaarheid van het haventerrein heeft een bekleding van grindasfaltbeton de voorkeur.

Bij dijktrajecten waarvan het voorland de komende 50 jaar stabiel is en minimaal op GHW $-0,5$ m liggen kan de bestaande (steen)bekleding vervangen worden door een kleibekleding, in plaats van door een steenbekleding. Over het dijktraject van 10,835 t/m 12,885 km ligt het voorland hoger dan NAP + 3 m. De benodigde dikte van de kleilaag is bepaald aan de hand van de erosiesnelheid van de klei die is bepaald door de optredende golfaanval en de gekozen taludhelling [2]. De berekende dikte is vermeerderd met 0,5 m (ontwerpperiode 50 jaar) voor het opvangen van de structuurvorming en voor het opvangen van schade door stormen die voorafgaan aan de maatgevende storm. De minimale dikte van de kleilaag is gesteld op 1,5 m (= 1,0 berekend + 0,5 m opvangen schade) of op $\gamma H_s + 0,5$ m (γ is de veiligheidsfactor voor het ontwerp, gelijk aan 1). De exacte laagdikte wordt bepaald aan de hand van de belastingduur. De erosiebestendige kleilaag wordt afgedekt met een 'make-up' laag van 0,5 m dikte, waarin gras kan worden gezaaid. De huidige kleilaagdikte onder de steenbekleding voldoet niet (zie Tabel 16). Indien er een kleidijk toegepast wordt, is de minimaal vereiste kleilaagdikte dus 1,5 m en dient de huidige kleilaag verstevigd te worden.

Tabel 16: Kleilaagdiktes

Traject kilometrering Waterschap [km]	Golfhoogte H_s wst. t.o.v NAP behorend bij ontwerppeil 2060 [m]	Minimaal benodigde kleilaagdikte (excl. make-up' laag) $\gamma H_s + 0,5$ [m]	Kleilaagdikte boring [m]
13,250 - 13,890	2,08	2,58	1,2
12,750 - 13,250	1,88	2,38	0,75 - 0,9
12,190 - 12,750	1,62	2,12	0,7 - 0,85
11,890 - 12,190	1,73	2,23	0,7 - 0,85
11,490 - 11,890	1,64	2,14	0,7 - 1,2
11,230 - 11,490	1,64	2,14	0,35 ¹
10,860 - 11,230	1,34	1,84	0,9 - 1,05
9,770 - 10,860	1,35	1,85	1,0

¹ De bepaalde kleilaagdikte is niet voldoende en in de uitvoering moet deze worden aangepast indien er een steenbekleding wordt toegepast.

Vervolgens is tevens gekeken naar de benodigde kleilaagdikte rekening houdende met de belastingduur bij kleidijken. De maatgevende waterstand, die benodigd is voor de berekening van de minimaal vereiste kleilaagdikte, moet worden samengesteld uit het getij en de windopzet. De top van de windopzet is verondersteld op te treden tijdens de top van een getij. De golfbelasting, met name de duur van de belasting, wanneer de toppen van het getij en de windopzet samenvallen, is voor de berekening van de kleilaagdikte niet altijd de maatgevende golfbelasting. Daarnaast is op voorhand niet te zeggen, of de grootste belasting optreedt tijdens een gemiddeld getij of een springtij. Daarom is de maatgevende belasting voor het dijktraject Saefinghe 2 bepaald uit de volgende combinaties van storm (windopzet) en getij:

- de storm begint bij laagwater van een gemiddeld getij;
- de storm begint bij laagwater van een springtij;

- de storm begint bij hoogwater van een gemiddeld getij;
- de storm begint bij hoogwater van een springtij.

Voor een aantal niveaus op het talud is de belastingduur bepaald uit het waterstandsverloop tijdens de maatgevende storm. Zodoende is het maatgevende niveau gevonden en de belastingduur bepaald. Met behulp van de ontwerpgrafiek voor de benodigde kleilaagdikte is voor een bepaald niveau op het talud de belastingduur bepaald. Bij deze berekende kleilaagdikte is 0,5 m opgeteld, voor het opvangen van schade tijdens lichtere stormen en structuurvorming. De aldus verkregen kleilaag is afgedekt met een 'make-up' laag van 0,5 m dikte die niet benodigd is voor de constructieve sterkte. In Figuur 9 en Figuur 10 is voor één combinatie van storm (windopzet) en getij het stormopzetverloop weergegeven.

De bepaling van de benodigde kleilaagdikte rekening houdende met de belastingduur is opgesplitst voor het traject haven van Paal - Baalhoek (11,230 km t/m 13,300 km) en de haven van Paal (10,835 km t/m 11,230 km). Echter aangezien de randvoorwaarden in de haven van Paal niet bekend zijn tot NAP + 2 m, wordt voor dit gebied de berekende kleilaagdikte in het randvoorwaardenvak 11,230 – 11.490 km als maatgevend genomen.

Uit bestekstekeningen blijkt dat onder de bekleding en op het daarboven gelegen talud de dikte van de aanwezige kleilaag ongeveer 0,8 m is (zie Tabel 16 en Bijlage 5 voor exacte waarden). Dit is door middel van grondonderzoek net boven de harde bekleding geverifieerd. Uit deze controle blijkt dat deze laagdikte nagenoeg overal aanwezig is, variërend tussen de ca. 0,7 m tot ruim 1 m. Alleen op een klein gedeelte bij 12,185 km is slechts 0,35 m klei aangetroffen.

Haven van Paal - Baalhoek

In Tabel 17 is een overzicht gegeven van de belastingduur voor de verschillende combinaties van storm en getij. Uit de bepaling van de maatgevende belasting voor het dijktraject Saefthinghe 2, bepaald uit de volgende combinaties van storm (windopzet) en getij, kan geconcludeerd worden welke combinatie de maatgevende kleilaagdikte geeft. De belastingduren voor deze combinatie zijn bepaald voor verschillende randvoorwaardenvakken omdat de randvoorwaarden verschillen.

Tabel 17: Belastingduur bij een kleidijk voor de combinatie van storm en getij voor verschillende randvoorwaardenvakken (top getij valt samen met top windopzet)

Hoogte op het talud [m t.o.v. NAP]	Hoogwater gemiddeld getij		
	13,250 - 13,890 km	12,750 - 13,250 km	11,230 - 11,490 km
NAP + 4,5 m	3,5	3	3,5
NAP + 4 m	3	2,5	3
NAP + 3,5 m	5	5,5	5
NAP + 3 m	8	8	8
NAP + 2,5 m	10,5	7,5	7
NAP + 2 m	10,5	6	5,5

Tabel 18: Belastingduur bij een kleidijk voor de combinatie van storm en getij voor verschillende randvoorwaardenvakken (dal getij valt samen met top windopzet)

Hoogte op het talud [m t.o.v. NAP]	Laagwater gemiddeld getij		
	13,250 – 13,890 km	12,750 - 13,250 km	11,230 - 11,490 km
NAP + 4,5 m	7,5	7,5	7
NAP + 4 m	10,5	8,5	10,5
NAP + 3,5 m	9	7	7,5
NAP + 3 m	8	5	5,5
NAP + 2,5 m	7	4,5	4,5
NAP + 2 m	5,5	2	2

Uit Tabel 17 en Tabel 18 kan geconcludeerd worden dat de volgende belastingduren maatgevend zijn voor de verschillende randvoorwaardenvakken (voor dal getij valt samen met top windopzet):

- randvoorwaardenvak 13,250 - 13,890 km: 10,5 uren (bijbehorende $H_s = 1,5$ m);
- randvoorwaardenvak 12,750 - 13,250 km: 8,5 uren (bijbehorende $H_s = 1,3$ m);
- randvoorwaardenvak 11,230 - 11,490 km: 10,5 uren (bijbehorende $H_s = 0,9$ m).

Voor de tussenliggende randvoorwaardenvakken kan de dikte van de kleilaag niet op deze wijze bepaald worden omdat voor deze vakken geen randvoorwaarden bekend zijn voor een waterstand onder NAP + 4 m. Door middel van interpolatie en het aannemen van een conservatieve waarde zijn deze laagdiktes bepaald.

De benodigde kleilaagdikte is bepaald aan de hand van de ontwerpgrafiek voor het bepalen van de kleilaagdikte uit de belastingduur. De afgelezen kleilaagdiktes zijn als volgt:

- randvoorwaardenvak 13,250 - 13,890 km: 10,5 uren (berekende kleilaagdikte = 2,6 m);
- randvoorwaardenvak 12,750 - 13,250 km: 8 uren (berekende kleilaagdikte = 1,9 m);
- randvoorwaardenvak 11,230 - 11,490 km: 10,5 uren (berekende kleilaagdikte = 1,8 m).

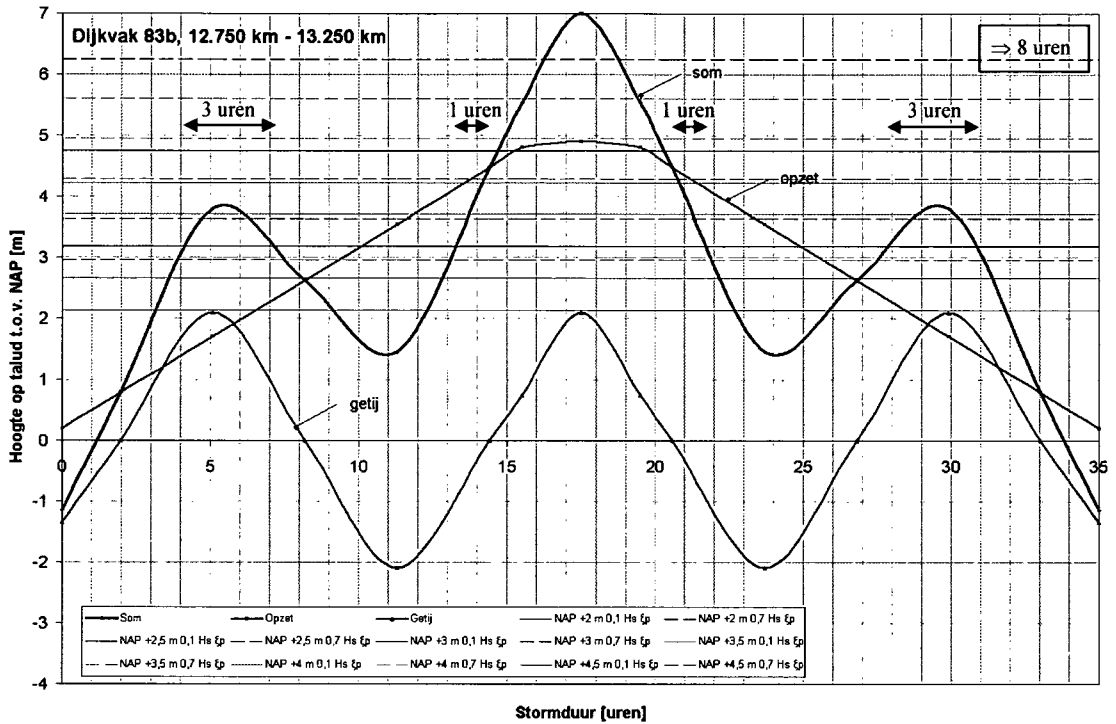
Deze berekende kleilaagdikte is vermeerderd met 0,5 m voor het opvangen van schade tijdens lichtere stormen en structuurvorming. Dit resulteert in de volgende benodigde kleilaagdiktes:

- randvoorwaardenvak 13,250 - 13,890 km: 10,5 uren (kleilaagdikte = $2,6 + 0,5 = 3,1$ m);
- randvoorwaardenvak 12,750 - 13,250 km: 8 uren (kleilaagdikte = $1,9 + 0,5 = 2,4$ m);
- randvoorwaardenvak 11,230 - 11,490 km: 10,5 uren (kleilaagdikte = $1,8 + 0,5 = 2,3$ m).

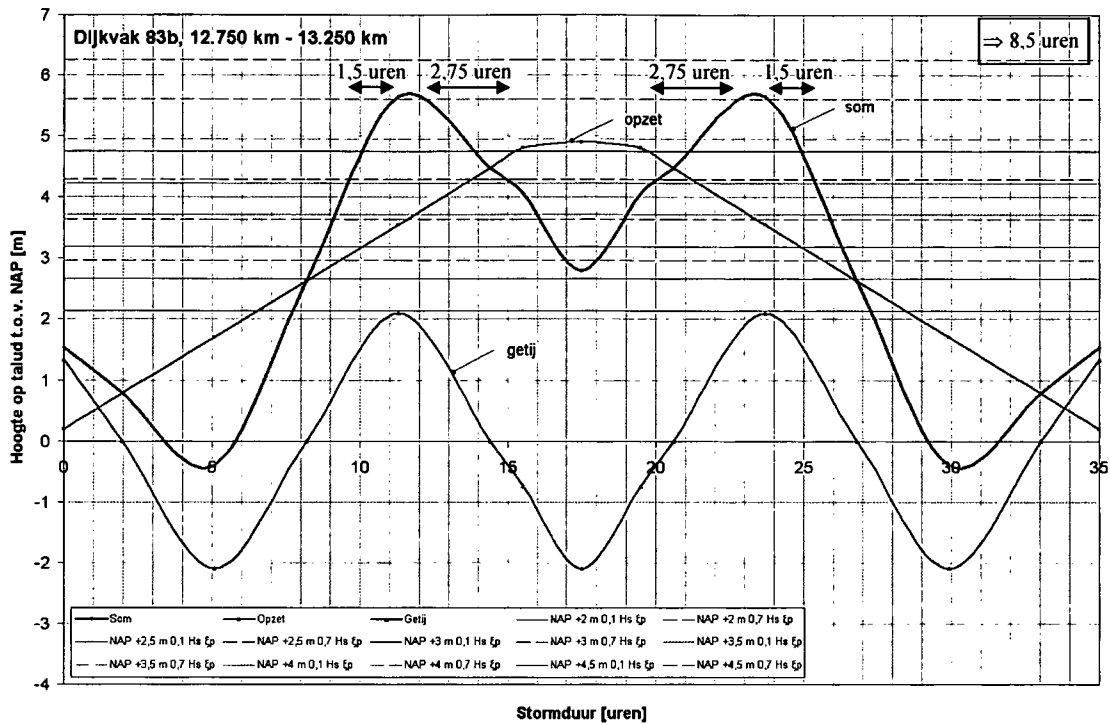
Aangezien randvoorwaardenvak 11,230 - 11,490 km slechts beperkte lengte heeft is er voor gekozen een uniforme kleilaagdikte van 2,4 m toe te passen.

De erosiebestendige klei wordt afgedekt met een 'make-up' laag van 0,5 m, waarin gras kan worden gezaaid.

In Figuur 9 en Figuur 10 zijn de stormopzetverloop en het getij weergegeven voor het randvoorwaardenvak 12,750 - 13,250 km voor het geval de top van het getij samenvalt met de top van de windopzet en het dal van het getij samenvalt met de top van de windopzet.



Figuur 9: Stormopzetverloop Saeftinghe 2 voor 12,750 km t/m 13,250 km (top getij valt samen met top windopzet)



Figuur 10: Stormopzetverloop Saeftinghe 2 voor 12,750 km t/m 13,250 km (dal getij valt samen met top windopzet)

De klei in de dijkbekleding moet erosiebestendige klei zijn, dat wil zeggen voldoen aan categorie 1 (c1). Categorie 1 klei is geschikt voor buitentaluds met hoge belastingen.

5.4.7 Havendam

De belastingen op de kruin en de binnenzijde van een havendam zijn afhankelijk van de waterstand, de golfhoogte en de golfoverslag. De belastingen worden onderverdeeld in de volgende categorieën:

- Categorie 1: $h_c > z_{2\%}$
- Categorie 2: $1 < h_c/H_s \leq z_{2\%}/H_s$
- Categorie 3: $0 < h_c/H_s \leq 1$
- Categorie 4: $-1 \leq h_c/H_s < 0$
- Categorie 5: $-3 \leq h_c/H_s < -1$
- Categorie 6: $h_c/H_s < -3$

waarin:

h_c = kruinhoogte ten opzichte van de stilwaterlijn (< 0 is onder water) [m]
 H_s = significante golfhoogte [m]
 $z_{2\%}$ = 2%-golfoploop [m]

De havendam (11,180 km – 11,230 km) wordt aan de buitenzijde direct belast door golven en dient hierop ontworpen te worden. De binnenzijde van de havendam wordt niet direct door golven belast. De havendam voor de haven van Paal heeft een kruinhoogte van NAP + 5,95 m. De kruinhoogte ten opzichte van de stilwaterlijn (h_c) is gelijk aan de stilwaterlijn, NAP + 6,95

m, minus de kruinhoogte, en is gelijk aan $5,95 - 6,95 = -1,0$ m. De bijbehorende golfhoogte $H_s = 1,34$ m. De verhouding h_o/H_s is, $-1 / 1,34 = -0,75$. De havendam dient ontworpen te worden op belastingcategorie 4. Aangezien een robuust ontwerp is vereist, dient de kruinbekleding te worden ontworpen conform zowel categorie 3 als categorie 4.

Het ontwerp van de bekleding op de havendam wordt onderverdeeld in de buitenzijde, de kruin, de binnenzijde en de kop. In het vervolg van deze paragraaf worden deze onderdelen in deze volgorde behandeld. Naar aanleiding van de berekende bekleding wordt een keuze gemaakt voor de toe te passen bekleding op de havendam. Het heeft de voorkeur om betonzuilen toe te passen met een zo laag mogelijke dichtheid en de betonzuilen dienen op de buitenzijde, kruin en binnenzijde dezelfde hoogte en dichtheid te hebben.

Buitenzijde havendam

De bekleding op de buitenzijde van de havendam moet worden ontworpen alsof het een standaard dijk betreft. In Tabel 19 is een overzicht gegeven van de benodigde dikte van de toplaagelementen op de buitenzijde van de havendam. Er is gerekend met de taluds uit het randvoorwaardendocument (STEENTOETS). De $\cot\alpha$ is 0,324, wat inhoudt een taludhelling 1:3,1. Er is rekening gehouden met een tonronde van 0,4 waardoor in Anamos is gerekend met een taludhelling van 1:2,7.

Tabel 19: Dikte toplaagelement buitenzijde havendam voor verschillende dichtheden betonzuilen

Dichtheid betonzuil [kg/m ³]	Relatieve dichtheid ¹ [-]	Benodigde D (volgens Anamos) [m]	Leverbare dikte toplaagelement ^{2,3} [m]
2231	1,18	0,33	0,35
2328	1,27	0,28	0,3
2425	1,37	0,28	0,3
2522	1,46	0,28	0,3
2619	1,56	0,28	0,3
2716	1,65	0,23	0,25
2813	1,74	0,23	0,25

¹ De dichtheid van zeewater (zout water) is 1025 kg/m³ $((\rho_s - \rho_w) / \rho_w)$

² In de bepaling van de bijbehorende leverbare dikte van de toplaagelementen is rekening gehouden met de marges op de steendikte (rekenwaarde 2 cm lager dan werkelijke waarde), dichtheid (bij nieuwe betonzuilen rekenen met 3% lagere dichtheid) en taludhelling

³ De maximaal leverbare hoogte van de betonzuil is 0,5 m

De benodigde zuilhoogte voor de buitenzijde van de havendam is dus afhankelijk van de toe te passen dichtheid van de betonzuilen. Indien er betonzuilen worden toegepast met een dichtheid van 2900 kg/m³, is een hoogte van 0,25 m voldoende. Indien betonzuilen met een dichtheid van 2300 kg/m³ worden toegepast dan voldoet een betonzuil met een $D = 0,35$ m.

Kruin havendam

Aangezien een robuust ontwerp vereist is, is de kruinbekleding ontworpen zowel conform categorie 3 als categorie 4. De categorie met de hoogste waarde voor de benodigde ΔD is

maatgevend. In de ontwerpberekeningen is de hoogste waterstand, die voor een categorie van toepassing is, gebruikt, met als maximum het ontwerppeil.

De benodigde ΔD -waarden luiden als volgt:

- categorie 3: $\Delta D > 0,2 \cdot H_s$ EN $\Delta D > (88 \cdot g^{0,5} \cdot T_p \cdot s_{0p} \cdot (0,085 - s_{0p}) \cdot \tan \alpha)^2$
- categorie 4: $\Delta D > (88 \cdot g^{0,5} \cdot T_p \cdot s_{0p} \cdot (0,085 - s_{0p}) \cdot \tan \alpha)^2$

waarin:

D	=	dikte toplaagelement	[m]
H_s	=	significante golfhoogte	[m]
g	=	zwaartekrachtsversnelling (9,81 m/s ²)	[m]
T_p	=	piekperiode	[s]
s_{0p}	=	golfsteilheid	[-]
$\tan \alpha$	=	taludhelling aan buitenzijde onder de kruin	[-]
Δ	=	relatieve dichtheid	[-]

In Tabel 20 is een overzicht gegeven van de benodigde dikte van de toplaagelementen op de kruin van de havendam.

Tabel 20: Dikte toplaagelement kruin havendam voor verschillende dichtheden betonzuilen

Dichtheid betonzuil [kg/m ³]	Relatieve dichtheid ¹ [-]	Benodigde ΔD (formule) [m]	Benodigde ΔD (0,2 H_s) ² [m]	Benodigde D (volgens formule) [m]	Leverbare dikte toplaagelement ^{3,4} [m]
2231	1,18	0,51	0,26	0,43	0,45
2328	1,27			0,40	0,45
2425	1,37			0,37	0,4
2522	1,46			0,35	0,4
2619	1,56			0,33	0,35
2716	1,65			0,31	0,35
2813	1,74			0,29	0,35

¹ De dichtheid van zeewater (zout water) is 1025 kg/m³, hiermee is gerekend

² De benodigde ΔD volgens uit de formule is maatgevend voor het ontwerp van de dikte

³ In de bepaling van de bijbehorende leverbare dikte van de toplaagelementen is rekening gehouden met de marges op de steendikte (rekenwaarde 2 cm lager dan werkelijke waarde), dichtheid (bij nieuwe betonzuilen rekenen met 3% lagere dichtheid) en taludhelling

⁴ De maximaal leverbare hoogte van de betonzuil is 0,5 m

De benodigde ΔD -waarde voor de kruin dient over een hoogte van $\frac{1}{2}H_s$ te worden doorgezet op het talud of dit deel van de taludbekleding moet worden ingegoten. De bekleding op de kruin wordt daarom doorgezet op het buitentalud tot een hoogte van: NAP + 5,95 m - 0,5 · H_s = NAP + 5,28 m. Aangezien de bekleding op de buitenzijde, kruin en binnenzijde dezelfde hoogte en dichtheid moeten hebben, is deze doorzetting van de bekleding op de kruin op het buitentalud verder niet meegenomen.

De benodigde zuilhoogte voor de kruin van de havendam is dus afhankelijk van de toe te passen dichtheid van de betonzuilen. Indien er betonzuilen worden toegepast met een dichtheid van

2900 kg/m³, is een hoogte van 0,3 m voldoende. Indien betonzuilen met een dichtheid van 2300 kg/m³ worden toegepast dan voldoet een betonzuil met een D = 0,45 m.

Binnenzijde havendam

De bekleding aan de binnenzijde van de dam hoeft niet zwaarder te zijn dan de bekleding die is berekend alsof de bekleding aan de buitenzijde ligt. De maatgevende waterstand, maatgevend voor het bepalen van de categorie en de stromingsbelasting, ligt een $\frac{1}{2}H_s$ boven de bovenkant van de te ontwerpen bekleding. De bekleding aan de binnenzijde is in Anamos berekend alsof de bekleding aan de buitenzijde ligt. In Anamos zijn de berekeningen uitgevoerd met een waterstand y_s hoger dan de bovenzijde van de bekleding (= NAP + 5,95 m + 0,6 m = NAP + 6,55 m).

De benodigde ΔD -waarden luiden als volgt:

- categorie 3: $\Delta D > 0,2 \cdot H_s$ EN $\Delta D > (88 \cdot g^{0,5} \cdot T_p \cdot s_{0p} \cdot (0,085 - s_{0p}) \cdot \tan \alpha)^2$
- categorie 4: $\Delta D > (88 \cdot g^{0,5} \cdot T_p \cdot s_{0p} \cdot (0,085 - s_{0p}) \cdot \tan \alpha)^2$

De berekening is tevens uitgevoerd met Anamos alsof de bekleding aan de buitenzijde van de dijk ligt. Aangezien de aanwezige taludhelling ($\cot \alpha = 2,3 - 2,5$) te steil is om betonzuilen op toe te passen dient een andere oplossing worden gevonden. Het verflauwen van de taludhelling is een optie. Aangezien de lengte van het talud kort is (van NAP + 5,95 m t/m NAP + 4,6 m) is het effect van een flauwer talud gering. In paragraaf 3.5 is aangegeven dat het landschappelijk beeld ter hoogte van de jachthaven van Paal (10,885 km – 11,220 km) niet mag worden aangetast. Met het verflauwen van het talud aan de binnenzijde van de havendam wordt aan deze randvoorwaarde voldaan.

Het verdient de voorkeur om de gehele havendam met één type (hoogte en dichtheid) betonzuil te bekleden en betonzuilen met een dichtheid van 2300 kg/m³ te gebruiken. Op de kruin van de havendam zijn betonzuilen met een D = 0,45 m benodigd. Voor de binnenzijde van de havendam is bepaald wat de maximale taludhelling mag zijn indien deze betonzuil toegepast wordt. Hiervoor is in Anamos een berekening uitgevoerd met een waterstand y_s (zie paragraaf 5.4) hoger dan de bovenzijde van de bekleding.

In bijlage 25 en 26 is de invoer en uitvoer van Anamos gegeven. De berekende waarden zijn weergegeven in Tabel 21.

Tabel 21: Dikte toplaalement binnenzijde havendam voor verschillende dichtheden betonzuilen

Dichtheid betonzuil [kg/m ³]	Relatieve dichtheid [-]	Benodigde ΔD (formule) [m]	Benodigde ΔD (0,2 H _s) ¹ [m]	Benodigde D (volgens Anamos) [m]	Leverbare dikte toplaalement ^{2,3,4,5} [m]
2231	1,18	0,84	0,26	0,33	0,35
2328	1,27			0,28	0,3
2425	1,37			0,28	0,3
2522	1,46			0,28	0,3
2619	1,56			0,23	0,25
2716	1,65			0,23	0,25
2813	1,74			0,23	0,25

¹ De benodigde ΔD volgend uit de formule is, t.o.v. 0,2 H_s, maatgevend voor het ontwerp van de dikte

² In de bepaling van de bijbehorende leverbare dikte van de toplaalementen is rekening gehouden met de marges op de steendikte (rekenwaarde 2 cm lager dan werkelijke waarde), dichtheid (bij nieuwe betonzuilen rekenen met 3% lagere dichtheid) en taludhelling

³ De maximaal leverbare hoogte van de betonzuil is 0,5 m

⁴ De bekleding aan de binnenzijde hoeft niet zwaarder te zijn dan de bekleding die is berekend alsof de bekleding aan de buitenzijde ligt (Anamos)

⁵ De maximale taludhelling die kan worden toegepast voor een betonzuil met $D = 0,45$ en $\rho = 2300 \text{ kg/m}^3$ is, met het in rekening brengen van een tonronde van 0,2, $\cotan \alpha = 0,37$

De benodigde zuilhoogte voor de binnenzijde van de havendam is dus afhankelijk van de toe te passen dichtheid van de betonzuilen. Indien er betonzuilen worden toegepast met een dichtheid van 2900 kg/m^3 , is een hoogte van 0,25 m voldoende. Indien betonzuilen met een dichtheid van 2300 kg/m^3 worden toegepast dan voldoet een betonzuil met een $D = 0,35 \text{ m}$.

Kop havendam

Voor dammen die worden bekleed met losse breuksteen adviseert CUR [3] om de breuksteen op de kop van de dam een factor 1,3 zwaarder uit te voeren. Voor dammen die worden bekleed met zetsteen kan dezelfde factor worden geplaatst op de berekende ΔD -waarde (zie Tabel 22). Er is gerekend met de taluds uit het randvoorwaardendocument (STEENTOETS). De $\cotan \alpha$ is 0,324, wat inhoudt een taludhelling 1:3,1. Er is rekening gehouden met een tonronde van 0,4 waardoor in Anamos is gerekend met een taludhelling van 1:2,7.

Tabel 22: Dikte toplaagelement kop havendam voor verschillende dichtheden betonzuilen

Dichtheid betonzuil [kg/m ³]	Relatieve dichtheid [-]	Benodigde ΔD (formule) [m]	Benodigde ΔD (0,2 H _s) ¹ [m]	Benodigde D (volgens Anamos) [m]	Benodigde D (volgens Anamos incl factor) ² [m]	Leverbare dikte toplaagelement ^{3,4} [m]
2231	1,18	0,95	0,26	0,33	0,43	0,45
2328	1,27			0,28	0,37	0,4
2425	1,37			0,28	0,37	0,4
2522	1,46			0,28	0,37	0,4
2619	1,56			0,23	0,30	0,35
2716	1,65			0,23	0,30	0,35
2813	1,74			0,23	0,30	0,35

¹ De benodigde ΔD volgend uit de formule is maatgevend voor het ontwerp van de dikte

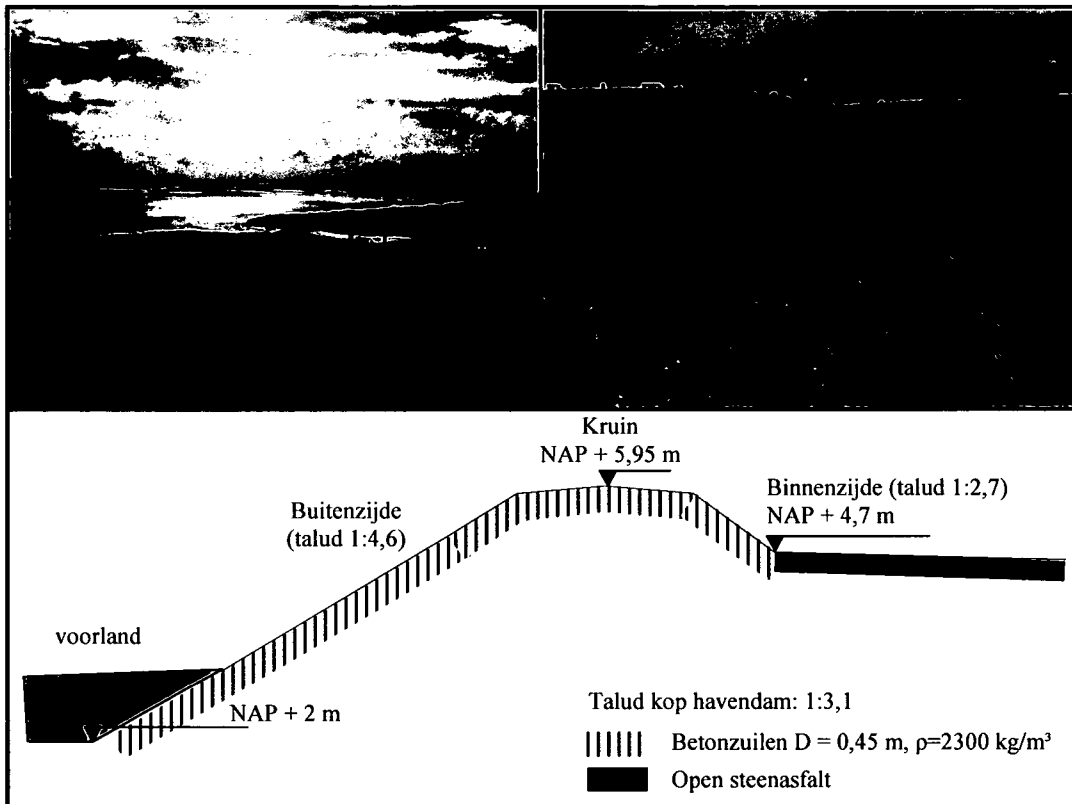
² De bekleding op de kop van de havendam is groter dan op de doorlopende taluds. Voor dammen die worden bekleed met losse breuksteen adviseert CUR 1997 [13] om de breuksteen op de kop van de dam een factor 1,3 zwaarder uit te voeren. Voor dammen die worden bekleed met zetsteen kan dezelfde factor worden geplaatst op de berekende ΔD -waarde.

³ In de bepaling van de bijbehorende leverbare dikte van de toplaagelementen is rekening gehouden met de marges op de steendikte (rekenwaarde 2 cm lager dan werkelijke waarde), dichtheid (bij nieuwe betonzuilen rekenen met 3% lagere dichtheid) en taludhelling

⁴ De maximaal leverbare hoogte van de betonzuil is 0,5 m

De benodigde zuilhoogte voor de kop van de havendam is dus afhankelijk van de toe te passen dichtheid van de betonzuilen. Indien er betonzuilen worden toegepast met een dichtheid van 2900 kg/m³, is een hoogte van 0,25 m voldoende. Indien betonzuilen met een dichtheid van 2300 kg/m³ worden toegepast dan voldoet een betonzuil met een D = 0,35 m.

In Figuur 11 is een schets weergegeven van de toekomstige bekledingen op de havendam.



Figuur 11: Schets toekomstige dwarsdoorsnede havendam Paal

Overzicht bekleding havendam

In de onderstaande Tabel 23 worden de bekledingen op de havendam nogmaals overzichtelijk weergegeven.

Tabel 23: Benodigde bekledingen verschillende onderdelen havendam

Onderdeel havendam	Betonzuilen		Betonzuilen		
	Dichtheid [kg/m ³]				
	2900	2300	2400	2500	2600
	Zuilhoogte [m]				
Buitenzijde	D = 0,25 m	D = 0,35 m	D = 0,3 m	D = 0,3 m	D = 0,3 m
Kruin	D = 0,3 m	D = 0,45 m	D = 0,45 m	D = 0,4 m	D = 0,4 m
Binnenzijde	D = 0,25 m	D = 0,35 m	D = 0,3 m	D = 0,3 m	D = 0,3 m
Kop	D = 0,35 m	D = 0,45 m	D = 0,4 m	D = 0,4 m	D = 0,4 m

Er is gekozen om op de gehele havendam dezelfde zuilhoogte toe te passen met de kleinst mogelijke dichtheid. De maatgevende bekleding is de bekleding op de kruin (zie Tabel 23) en is $\rho = 2300 \text{ kg/m}^3$ en een zuilhoogte van 0,45 m. De taludhelling op het binnentalud moet verflauwd worden van $\cot\alpha = 0,4 - 0,42$ tot $\cot\alpha = 0,37$.

Tabel 24: Gekozen bekledingen verschillende onderdelen havendam

Onderdeel havendam	Betonzuilen	
Buitenzijde	$\rho = 2300 \text{ kg/m}^3$	$D = 0,45 \text{ m}$
Kruin		
Binnenzijde (talud verflauwen tot 1:2,7)		
Kop (talud 1:3,1)		

5.4.8 Kreukelberm

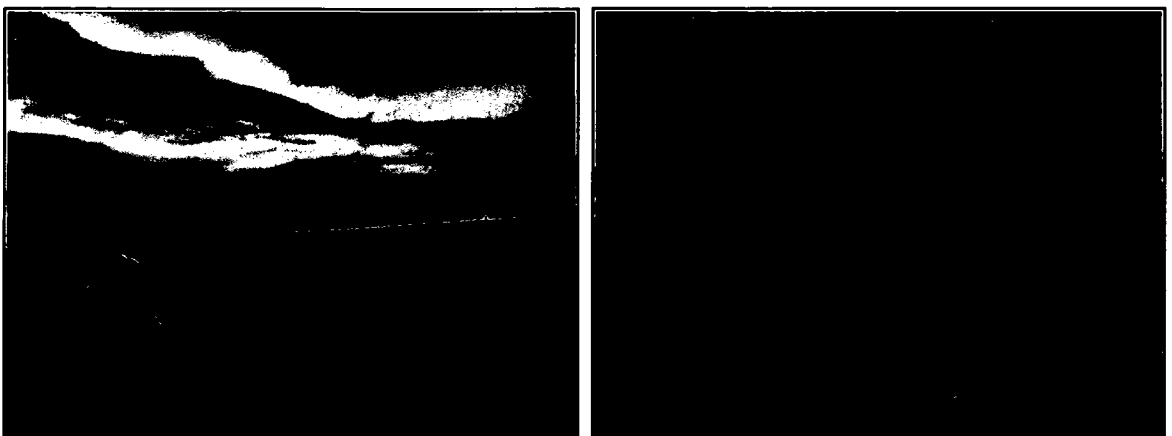
Wanneer de ondertafel wordt voorzien van een nieuwe bekleding van gezette steen, moet een nieuwe teenconstructie met een nieuwe kreukelberm worden aangebracht. Deze nieuwe teenconstructie komt in plaats van de bestaande teenconstructie. Aangezien het voorland na aanleg van de nieuwe bekleding van gezette steen wordt teruggelegd tot het bestaande niveau, wordt de nieuwe teenconstructie op het niveau van de bestaande teenconstructie aangelegd. In het dijktraject Saeftinghe 2 zijn twee trajecten waarbij onder de gezette steenbekleding een kreukelberm benodigd is. Voor beide trajecten is berekend welke sortering is benodigd.

Spuibekken (10,835 km – 10,930 km) en havendam (11,180 km – 11,230 km)

De toe te passen bestorting is afhankelijk van of het voorland stabiel is de komende jaren en of het ook voldoende golfreducerend werkt. Volgens opgave van de beheerder is het schor ter plaatse voldoende stabiel. Vervolgens is nagegaan de golfaanval-reducerende werking van het voorland is.

De golfaanval-reducerende werking van het voorland kan in rekening worden gebracht als de lengte van het hoge voorland groter is dan de golflengte L_{0p} bij die waterstand waarbij de maatgevende golven nog juist dieptebeperkt zijn. Als eerste benadering kan uitgegaan worden van de grootste golflengte volgens de randvoorwaarden. De bijbehorende waarde voor T_p is 5,9

m. Dit levert, met $L_{0p} = \frac{gT_p^2}{2\pi}$ een L_{0p} op van 54,3 m. De lengte van het hoge voorland in het spuibekken is vele malen groter (zie Figuur 12). Zodoende mogen de dimensioneringsregels voor de situatie met golfaanval-reducerend voorland worden gebruikt.



Figuur 12: Voorland in spuibekken en voorland vanaf de havendam

Als de bovenkant van de teenbestorting zich bevindt op het niveau van het voorland (er is aangetoond dat het voorland golfaanval-reducerend werkt), kan in alle gevallen worden volstaan met een breuksteensortering van 10-60 kg ($\rho = 2500 \text{ kg/m}^3$) [3]. Dit is onafhankelijk van de golfaanval. Aangezien de teenconstructie op het onder het voorland ligt is deze sortering voor dit dijktraject voldoende.

De hoogte van de teenbestorting is de standaardwaarde van $2 \cdot D_{n50} = 2 \cdot 0,24 \text{ m} = 0,48 \text{ m}$. Voor de breedte van de breuksteensortering voor de teenbestorting wordt de volgende praktische, conservatieve waarde aangehouden: 5 m bij breuksteensorteringen tot en met 60-300 kg. Onder de teenbestorting dient een zanddicht en waterdoorlatend geokunststof te worden toegepast. Hiervoor is een geweven kunststof ('woven') benodigd, omdat hiermee de vereiste zanddichtheid en sterkte worden bereikt. In de uitvoering kan op het geokunststof extra bescherming worden aangebracht middels een vlies ('non-woven').

Dijktraject steenbekleding (12,885 km – 13,300 km)

Omdat voor dit dijktraject geen hoog voorland is gelegen is er vanuit gegaan dat de teenbestorting rechtstreeks wordt aangevallen door golfaanval. Om te controleren welke sortering minimaal benodigd is een berekening gemaakt volgens de ontwerpregels voor taludbekledingen van breuksteen (regels van der Meer) [3] (zie subparagraaf 6.1.1). Uit de formule volgt (met $H_s = 1,2 \text{ m}$, $T_p = 5 \text{ s}$, $S = 3$ en $N = 2000$) een benodigde D_{n50} van 0,339 m wat neerkomt op een sortering 40-200 kg dikte = $2 \cdot D_{n50} = 2 \cdot 0,35 \text{ m} = 0,7 \text{ m}$). Onder de teenbestorting dient een zanddicht en waterdoorlatend geokunststof te worden toegepast. Met een geweven kunststof ('woven') wordt de vereiste zanddichtheid en sterkte bereikt. Ter bescherming tijdens de uitvoering wordt een vlies ('non-woven') aangebracht.

Op de overgang van de steenzetting naar het voorland dient een teenschot te worden aangebracht met een hoogte van 0,6 m, en palen die het teenschot ondersteunen, met een lengte van 1,8 m (h.o.h. 0,3 m, doorsnede $0,7 \times 0,7 \text{ m}^2$). De palen en het teenschot zijn van hout en voldoen aan duurzaamheidsklasse 1, en zijn FSC gecertificeerd. Het teenschot is niet dikker dan 2 cm. Boven het teenschot wordt een afgeschuinde betonband aangebracht [3].

Voor de dijktrajecten (10,835 km - 12,885 km) waar de bestaande steenbekleding wordt vervangen door een kleidijk is een kreukelberm niet vereist en kan deze achterwege blijven.

5.4.9 Overzicht

De maximale toepassingsniveaus van de verschillende bekledingstypen zijn gecombineerd met de randvoorwaarden voor de natuurwaarden in subparagraaf 3.4.1. Het resultaat is een overzicht van alle technisch toepasbare bekledingstypen die zorgen voor verbetering of herstel van de natuurwaarden. Dit overzicht is gegeven in Tabel 25.

Tabel 25: Overzicht van bekledingstypen en hun maximale technische toepasbaarheid per randvoorwaardenvak

Randvoorwaardenvak [kilometrerings Waterschap]	Traject indeling voor keuze bekleding	Gras	Klei	Steenbekledingen	
		Gras of 'groene dijk'	Benodigde kleilaagdikte kleidijk zonder 'make-up' laag ¹ [m]	Betonzuilen ² D = 0,5 m [m NAP]	Gekantelde betonblokken ³ B = 0,15 m [m NAP]
9,770 - 10,860	1	instabiel ⁴	2,3 ⁵	stabiel ⁶	stabiel ⁷
10,860 - 11,230	2	instabiel	2,3 ⁵	stabiel	stabiel ⁷
	3	instabiel	2,3 ⁵	stabiel	stabiel
	4	instabiel	2,3 ⁵	stabiel	stabiel
11,230 - 11,490	5	instabiel	2,3	stabiel	stabiel
11,490 - 11,890	6	instabiel	2,4 ⁵	stabiel	stabiel
11,890 - 12,490	7	instabiel	2,4 ⁵	stabiel	stabiel
12,490 - 12,750	8	instabiel	2,4 ⁵	stabiel	stabiel
12,750 - 13,250	9	instabiel	2,4	stabiel	+ 4,6 ⁸
	10	instabiel	2,4	stabiel	+4,6
13,250 - 13,890	11	instabiel	Niet toepasbaar ⁹	stabiel	+ 4,1

¹ De erosiebestendige kleilaag wordt afgedekt met een 'make-up' laag van 0,5 m waarin gras kan worden gezaaid

² Betonzuilen: D = 0,5 m, $\rho = 2900 \text{ kg/m}^3$

³ Gekantelde betonblokken: Breedte langs talud = 0,15 m, Lengte evenwijdig aan dijkas = 0,5 m, D = 0,5 m, $\rho = 2300 \text{ kg/m}^3$

⁴ Instabiel = bekleding niet toepasbaar op gehele talud

⁵ De benodigde kleilaagdikte is geïnterpoleerd uit de berekende waarden voor de dijktrajecten 12,750 km t/m 13,230 km en 11,230 km t/m 11,490 km

⁶ Stabiel = bekleding toepasbaar op gehele talud

⁷ Gekantelde betonblokken (0,5 x 0,5 x 0,2 m) zijn eveneens stabiel voor 10,835 km – 10,930 km

⁸ Indien er een waarde is weergegeven is het betreffende bekledingstype maximaal tot die hoogte op het talud toepasbaar, de waarde is mede bepaald door de waarde van $y_s = 1,4 \text{ m}$ [3]

⁹ Voor dijktraject 11 is $H_s > 2\text{m}$ en is een kleidijk niet toepasbaar

In de voorselectie zijn een aantal bekledingstypen gekozen op basis van een aantal criteria te weten de beschikbaarheid, technische eisen en omgevingseisen. Na het bepalen van de technische toepasbaarheid kan geconcludeerd worden dat alle in de voorselectie gekozen bekledingstypen technisch toepasbaar zijn. Voor de haven van Paal zijn de volgende alternatieven mogelijk voor de bekleding:

- (1b) betonblokken (gekanteld);
- (1d) betonzuilen;
- (2) asfalt boven GHW;
- (5b) overlagen met patroon-gepenetreerde breuksteen/vol-en-zat;
- (6) klei.

Voor het overige gedeelte van het dijktraject Saefthinghe 2 zijn de volgende bekledingstypen toepasbaar:

- (1b) betonblokken (gekanteld);
- (1d) betonzuilen;
- (6) klei.

5.5 Ecologische toepasbaarheid

In de vorige paragraaf is vanuit de voorselectie gekeken naar de technische toepasbaarheid van de alternatieven voor de bekleding. Naast deze toepasbaarheid dient tevens gekeken te worden naar de ecologische toepasbaarheid van de alternatieven. Tabel 26 geeft de waardering met betrekking tot de natuurwaarde en de voorkeuren voor bekledingstypen aan die zijn opgenomen in de milieu-inventarisatie (zie subparagraaf 3.4.1). Bekledingstypen die op basis van de eerder in dit hoofdstuk genoemde voorselectie, beschikbaarheid en technische toepasbaarheid zijn afgefallen, zijn niet meer vermeld. De waardering met betrekking tot de natuurwaarde beslaat niet het gehele dijktraject van Saefthinghe 2 [1].

Tabel 26: Waardering m.b.t. natuurwaarden en bijbehorende voorkeuren uit milieu-inventarisatie

Traject [kilometrering Waterschap]	Waardering/ voorkeuren	Ondertafel		Boventafel	
		Herstel	Verbetering	Herstel	Verbetering
10,985 – 11,285	Waardering:	Geen waarde ¹	Geen waarde	Uitmundend	Uitmundend
	Voorkeuren:	n.v.t. ²	n.v.t.	Gras ('Groene dijk/ kleidijk)	Gras ('Groene dijk/ kleidijk)
	Waardering:	Geen waarde	Geen waarde	Redelijk goed	Redelijk goed
	Voorkeuren:	n.v.t.	n.v.t.	Basaltzuilen (Gekantelde) betonblokken Betonzuilen	Basaltzuilen (Gekantelde) betonblokken Betonzuilen
11,285 – 12,885	Waardering:	Geen waarde	Geen waarde	Uitmundend	Uitmundend
	Voorkeuren:	n.v.t.	n.v.t.	Gras ('Groene dijk/ kleidijk)	Gras ('Groene dijk/ kleidijk)
	Waardering:	Geen waarde	Geen waarde	Redelijk goed	Redelijk goed
	Voorkeuren:	n.v.t.	n.v.t.	Basaltzuilen (Gekantelde) betonblokken Betonzuilen	Basaltzuilen (Gekantelde) betonblokken Betonzuilen

¹ Aan de getijdzone is geen waardering toegekend omdat over de gehele lengte van het dijkvak een hoog voorland (schor, begin Land van Saefthinghe) of een haven (jachthaven van Paal) aanwezig is.

² Aangezien er geen waardering toegekend is aan de getijdzone kan geen voorkeur worden aangegeven

5.6 Controle op afschuiving

Er is gecontroleerd of de weerstand tegen locale afschuiving van de dijkbekleding voldoende groot is. Dit is gedaan met behulp van de gemeten kleilaagdiktes (zie bijlage 5). Deze afschuiving kan optreden bij de combinatie van hoge waterdruk onder de bekleding, als gevolg

van een hoog freatisch peil in de dijk, en een lage waterstand op het talud, als gevolg van de golfterugloop. De weerstand tegen afschuiving voor een bepaald randvoorwaardenvak is groot genoeg als aan de volgende eis wordt voldaan:

$$\Delta D + b_f + b_k > \min\{0,16 \cdot H_s^{0,2} \cdot T_p^{1,6} \cdot (\tan \alpha)^{0,8}; 1,5 \cdot H_s\} - 1334 \cdot (1 - 1,19 \cdot \tan \alpha) D_{15} \sqrt{T_p}$$

waarin

Δ = relatieve dichtheid van de toplaag [-]

zuilen: $\Delta = \left(\frac{0,9\rho_s + 55 - \rho_w}{\rho_w} \right)$ [-]

overige bekledingstypen: $\Delta = \left(\frac{\rho_s - \rho_w}{\rho_w} \right)$ [-]

D = dikte van de toplaag [m]

b_f = dikte van de granulaire laag [m]

b_k = dikte van de kleilaag [m]

α = lokale taludhelling [-]

D_{15} = representatieve korrelgrootte van het onderliggende zand [m]

In deze formule wordt de vereiste dikte voor de onderlaag vergeleken met de aanwezige dikte van de onderlaag voor verschillende soorten bekledingstypen. In Tabel 27 is een overzicht gegeven van de resultaten voor de gemiddelde taludhelling en de steilste taludhelling (vet weergegeven) in een dijktraject.

Tabel 27: Controle op afschuiving (controle dikte onderlaag)

Traject indeling voor keuze bekleding	Traject kilometrering Waterschap [km]	Representatief dwarsprofiel (kilometrering Waterschap) [km]	Controle op afschuiving							Blok [D in m]
			Zuilen [D in m]							
			0,15	0,20	0,25	0,30	0,35	0,40	0,50	
1	10,835 - 10,860	10,885	stabiel	stabiel	stabiel	stabiel	stabiel	stabiel	stabiel	stabiel
2	10,860 - 10,930	10,885	stabiel	stabiel	stabiel	stabiel	stabiel	stabiel	stabiel	stabiel
3	10,930 - 11,120	10,885 /11,059	stabiel	stabiel	stabiel	stabiel	stabiel	stabiel	stabiel	stabiel
4	11,120 - 11,230	11,112	stabiel	stabiel	stabiel	stabiel	stabiel	stabiel	stabiel	stabiel
		11,185	stabiel	stabiel	stabiel	stabiel	stabiel	stabiel	stabiel	stabiel
5	11,230 - 11,490	11,285	stabiel	stabiel	stabiel	stabiel	stabiel	stabiel	stabiel	stabiel
		11,485	stabiel	stabiel	stabiel	stabiel	stabiel	stabiel	stabiel	stabiel
6	11,490 - 11,890	11,785	stabiel*	stabiel	stabiel	stabiel	stabiel	stabiel	stabiel	Stabiel
		11,885	stabiel	stabiel	stabiel	stabiel	stabiel	stabiel	stabiel	Stabiel
7	11,890 - 12,190	12,085	stabiel	stabiel	stabiel	stabiel	stabiel	stabiel	stabiel	Stabiel
		12,185	stabiel*	stabiel	stabiel	stabiel	stabiel	stabiel	stabiel	stabiel
8	12,190 - 12,750	12,685	stabiel*	stabiel	stabiel	stabiel	stabiel	stabiel	stabiel	stabiel
9	12,750 - 13,160	12,885	stabiel*	stabiel	stabiel	stabiel	stabiel	stabiel	stabiel	stabiel
10	13,160 - 13,250	13,185	stabiel	stabiel	stabiel	stabiel	stabiel	stabiel	stabiel	stabiel
11	13,250 - 13,300	13,185	stabiel	stabiel	stabiel	stabiel	stabiel	stabiel	stabiel	stabiel

Voor het gehele dijktraject is er voldoende weerstand tegen lokale afschuiving, berekend met de gemiddelde taludhelling, echter voor een aantal dwarsprofielen is er, indien gerekend wordt met de steilste taludhelling (aangegeven met een * in Tabel 27), niet voldoende weerstand aanwezig. Hiervoor zijn een aantal oplossingen mogelijk:

- 1) Kleilaag dikker maken;
- 2) Aanpassen van het talud (flauwer of geknikt);
- 3) Ander type (steen)bekleding;
- 4) Andere hoogte toplaagelement kiezen.

De eerste twee maatregelen zijn een stuk ingrijpender dan de laatste twee, welke dus ook de voorkeur hebben. In paragraaf 5.4 is de technische toepasbaarheid van de bekledingstypen bepaald en daaruit volgt de maximale toepasbaarheid van de bekledingstypen per randvoorwaardenvak. In Tabel 27 is te zien dat zuilen met een D = 0,15 m, voor de trajecten waar niet voldoende weerstand tegen lokale afschuiving aanwezig is, eigenlijk niet toepasbaar zijn. Hiervoor moet een van de vier eerder genoemde oplossingen worden gekozen.

5.7 Landschapvisie

Een steenzetting is onderdeel van het landschap. Vanuit landschappelijk oogpunt mogen het landschappelijke beeld van de uitwateringssluist ter hoogte van 11,830 km en de jachthaven van Paal tussen 10,885 km en 11,220 km in het nieuwe ontwerp niet worden aangetast. Dit houdt in dat de bekleding moet passen in de omgeving of de landschappelijke werking moet versterken. Hierbij gaat het om aspecten als kleuren, eenvormigheid/diversiteit, horizontale/verticale overgangen en taludhelling. De Dienst Landelijk Gebied (DLG) adviseert in het algemeen het

aantal visueel verschillende vakken te beperken en een scheiding tussen bekledingstypen op de grens tussen boven- en ondertafel te leggen, zodat de lijnvorm van de dijk als landschapselement wordt benadrukt.

Een alternatief waarbij de beschikbare gekantelde betonblokken voor hergebruik worden op gemaakt door deze op het traject 11,230 km t/m 13,300 km vanaf één kant op te maken tot de technisch toepasbare hoogte, valt op basis van het landschappelijke beeld, af. Beter is om deze blokken op een gelijk niveau over het gehele dijktraject toe te passen tot een uniforme horizontale lijn.

Vanuit landschappelijk oogpunt is het tevens niet wenselijk om het vlakke gedeelte ten noorden van de loods (karakteristiek deel III, zie Figuur 13) op te hogen tot het niveau van het ontwerppeil. Hiermee wordt het aanzien van de haven van Paal ernstig aangetast. Dit alternatief voor het vlakke gedeelte ten noorden van de loods valt af.

5.8 Bijzondere situaties

Er zijn een aantal bijzondere situaties in het projectgebied. Dit zijn onder andere de uitwateringssluis (= Gemaal Paal), de boothelling in de haven van Paal, het clubhuis van de watersportvereniging Saeftinghe en de loods Deze bijzondere situaties worden verder besproken in paragraaf 6.8.

5.9 Afweging en keuze bekleding

Nadat de toepasbaarheid van de verschillende bekledingstypen is bepaald zijn op basis van deze resultaten enkele varianten opgesteld voor de verbetering van de dijkbekleding. De afweging en keuze van de bekleding kent een drietal stappen:

1. opstellen van alternatieven;
2. afwegen van de alternatieven;
3. keuze van voorkeursalternatief.

Allereerst zijn verschillende alternatieve oplossingen opgesteld (voorontwerp) waarbij verschil zit in de constructieopbouw. Vervolgens worden deze alternatieven op een objectieve wijze in een afwegingsmatrix onderling vergeleken. Elk alternatief krijgt een score die staat voor de prijs kwaliteit verhouding van het ontwerp. Op basis van deze afweging wordt een keuze gemaakt voor het voorkeursalternatief dat verder wordt uitgewerkt (definitief ontwerp).

5.9.1 Opstellen alternatieven

Alvorens de alternatieven te bespreken wordt de methode om tot een aantal alternatieven te komen uitgelegd. Er is rekening gehouden met het gegeven dat elke variant voor tenminste 25% dient te bestaan uit een ander constructiealternatief dan de overige varianten. Tevens is rekening gehouden met het advies van de Dienst Landelijk Gebied (DLG), die adviseert in het algemeen het aantal visueel verschillende vakken te beperken en een scheiding tussen bekledingstypen op de grens tussen boven- en ondertafel te leggen, zodat de lijnvorm van de dijk als landschapselement wordt benadrukt.

Uitgangspunten

Er zijn een aantal uitgangspunten gehanteerd voor het ontwikkelen van de alternatieven:

- Maximaal hergebruik van de betonblokken uit het dijktraject Saeftinghe 1 en 2 (opgebruiken);
- Er dient zo min mogelijk overgedimensioneerd te worden;
- Geen teenverschuiving.

Onderverdeling in trajecten en karakteristieke delen

Voor het ontwikkelen van alternatieven is het dijktraject in drie delen opgesplitst:

- Haven van Paal (10,835 km t/m 11,230 km);
- Haven van Paal - einde asfalt op berm (11,230 km t/m 12,185 km);
- Einde asfalt op berm – Baalhoek (12,185 km t/m 13,300 km).

De haven van Paal is onverdeeld in tien karakteristieke delen (zie Figuur 13 en bijlage 6):

- I: havendam;
- II: onderste talud haven van Paal;
- III: vlakke gedeelte ten noorden van de loods;
- IV: bovenste talud haven van Paal tot ontwerppeil;
- V: vlakke gedeelte ten zuiden van de loods en ten noorden van de asfaltweg;
- VI: onderste talud spuibecken haven van Paal;
- VII: eerste vlakke gedeelte spuibecken haven van Paal;
- VIII: middelste talud spuibecken haven van Paal;
- IX: tweede vlakke gedeelte spuibecken haven van Paal;
- X: bovenste talud spuibecken haven van Paal.

In het resterende gedeelte van deze paragraaf worden de alternatieven die zijn ontwikkeld voor de verschillende trajecten en onderdelen toegelicht. Allereerst worden de alternatieven voor de verschillende karakteristieke gedeelten in de haven van Paal toegelicht. Vervolgens worden de alternatieven voor de bekleding voor het traject 11,230 km t/m 13,300 km verduidelijkt. Allereerst is de bekleding en de huidige situatie, met betrekking tot de besturingskasten, ter hoogte van het uitwateringssluys Paal bestudeerd en is vastgesteld of de bekleding rond het uitwateringssluys Paal apart moet worden bekeken, voor de alternatieven.

Uitwateringssluys Paal

Ten aanzien van de uitstroomconstructie van uitwateringssluys Paal is nagegaan of deze als apart traject met aparte varianten beschouwd moet worden, of dat deze in de variantenstudie met de rest van de dijk meegenomen kan worden. Vooral bepalend hiervoor is de vraag of de berm, net als bij de aansluitende randvoorwaardenvakken tot ontwerppeil is te verhogen. Het ontwerppeil ter plaatse is NAP + 6,95 m. Bepalend voor de vraag of ophoging eenvoudig mogelijk is, is de ligging van de bovenkant van de schuivenput en twee (besturings)kasten op de huidige berm. Is de berm niet te verhogen, dan zal de nieuwe bekleding boven de huidige berm moeten worden doorgetrokken op het bovengelegen talud.

Uit tekening 9679 blad 3 uit het archief van Waterschap Zeeuws-Vlaanderen (1968) blijkt dat de bovenzijde van de schuivenput is afgewerkt op NAP + 6,70 m, gelijk met de berm. Dit komt overeen met de huidige situatie. Het hoogteverschil tussen de huidige berm en het ontwerppeil is slechts 0,25 m. Dit is goed te overbruggen door de schuivenput 0,25 m op te hogen

(opstorten). Eventueel kunnen de spindelstangen worden verlengd, mogelijk is dit niet nodig door de geringe ophoging.

Van de twee kasten lijkt een al op ontwerppeil aangebracht, degene direct naast de schuivenput zal tevens 0,25 m opgehoogd moeten worden. Op deze wijze wordt met een zeer beperkte ingreep voorkomen dat op een klein traject een andere variant moet worden toegepast met een (harde) bekleding op het hoger gelegen talud. Dit laatste is uit landschappelijk oogpunt minder gewenst.

Haven van Paal

In de haven van Paal zijn één aantal karakteristieke delen te onderscheiden (zie Tabel 28). Per deel zijn een aantal alternatieven mogelijk die hieronder kort worden toegelicht.

1. (1b) betonblokken (gekanteld);
2. (1d) betonzuilen;
3. (2) waterbouwasfaltbeton boven GHW;
4. (5b) overlagen met patroon-gepenetreerde breuksteen;
5. (6) klei.

Tabel 28: Alternatieven haven van Paal

Onderdeel	Alternatief 1	Alternatief 2	Alternatief 3
I Havendam	Betonzuilen	-	-
II Onderste talud haven van Paal	Overlagen met vol-en-zat gepenetreerde breuksteen	Betonzuilen	-
III Vlakke gedeelte ten noorden van de loods	Waterbouwasfaltbeton	Betonzuilen	Kleidijk
IV Bovenste talud haven van Paal tot ontwerppeil	Betonzuilen	Kleidijk	Kleidijk
V Vlakke gedeelte ten zuiden van de loods en ten noorden van de asfaltweg	Waterbouwasfaltbeton	-	-
VI Onderste talud spuibecken haven van Paal	Betonblokken (gekanteld)	Betonzuilen	Kleidijk
VII Eerste vlakke gedeelte spuibecken haven van Paal	Waterbouwasfaltbeton	Betonzuilen	Kleidijk
VIII Middelste talud spuibecken haven van Paal	Betonblokken (gekanteld)	Betonzuilen	Kleidijk
IX Tweede vlakke gedeelte spuibecken haven van Paal	Betonzuilen	Waterbouwasfaltbeton	Kleidijk
X Bovenste talud spuibecken haven van Paal	Betonblokken (gekanteld)	Betonzuilen	Kleidijk

Haven van Paal - einde asfalt op berm

Voor het traject haven van Paal – tot het einde van asfalt op de berm ter hoogte van 12,185 km zijn een tweetal alternatieven mogelijk die hieronder kort worden toegelicht (zie Tabel 29):

1. (1b) betonblokken (gekanteld) + (1d) betonzuilen;
2. (6) klei.

Tabel 29: Alternatieven dijktraject haven van Paal – 12,185 km

Onderdeel		Alternatief 1	Alternatief 2
A	NAP + 2 m t/m NAP + 3,6 m	Gekantelde betonblokken (0,5 x 0,5 x 0,15 m)	Klei met een laagdikte van 2,4 m
B	NAP + 3,6 m t/m ontwerppeil	Betonzuilen	

Het onderhoudspad krijgt een asfaltbekleding.

Einde asfalt op berm - Baalhoek

Voor het traject vanaf het einde van asfalt op de berm ter hoogte van 12,185 km tot en met Baalhoek (13,300 km) zijn een tweetal alternatieven mogelijk die hieronder kort worden toegelicht (zie Tabel 30):

1. (1b) betonblokken (gekanteld) + (1d) betonzuilen;
2. (6) klei.

Tabel 30: Alternatieven dijktraject 12,185 km - Baalhoek

Onderdeel		Alternatief 1	Alternatief 2
A	NAP + 2 m t/m NAP + 3,6 m	Gekantelde betonblokken (0,5 x 0,5 x 0,15 m)	Klei met een laagdikte van 2,4 m
B	NAP + 3,6 m t/m ontwerppeil	Betonzuilen	

Het onderhoudspad krijgt een doorgroeibare “verharding”.

5.9.2 Afweging alternatieven

Voor het gehele dijktraject zijn de alternatieven voor de bekleding opgesteld. Deze alternatieven voldoen aan de randvoorwaarden en zijn technisch en ecologisch toepasbaar, dat wil zeggen de gekozen bekledingstypen zijn stabiel tijdens ontwerpcondities. In deze paragraaf worden de alternatieven tegen elkaar afgewogen.

Opgemerkt wordt dat dit de afweging uit het Voorontwerp betreft, het detailniveau van de berekeningen uit het Voorontwerp wijkt af van het detailniveau van het Definitief ontwerp.

Allereerst wordt de procedure, om tot een goed onderbouwde keuze te komen, beschreven. De alternatieven worden afgewogen aan de hand van de volgende keuzecriteria en subcriteria [3]:

A. Constructie

1. flexibiliteit: de nieuwe bekleding moet zettingen van de ondergrond zoveel mogelijk volgen;

2. overgangen: horizontale en verticale overgangen tussen verschillende bekledingstypen kunnen zwakke punten in de bekleding zijn en moeten daarom in lengte en aantal worden beperkt
- B. Uitvoering
1. tijd: de duur van de uitvoering moet zoveel mogelijk worden beperkt;
 2. moeilijkheidsgraad: bij het aanbrengen van ingegoten bekledingen in de getijdenzone moet worden voorkomen dat door de getijdenbeweging sediment, voorafgaand aan het penetreren, in het steenskelet van de bekledingen wordt afgezet. Het sediment vermindert de hechting van het penetratiemateriaal en daarmee de sterkte van de gepenetreerde bekleding;
 3. toleranties: grenzen aan de toepasbaarheid.
- C. Hergebruik
1. hergebruik: uitgaande van een duurzaam gebruik van materialen, moeten de vrijkomende materialen uit de bestaande bekleding, voor zover mogelijk, worden hergebruikt (geldt voornamelijk voor betonblokken en basalt);
 2. LCA: de milieueffecten die het gevolg zijn van het gebruik van nieuwe bekledingsmaterialen moeten tot een minimum worden beperkt.
- D. Onderhoud
1. duurzaamheid: bekledingen die minder onderhoudsgevoelig en minder vandalismegevoelig zijn, verdienen de voorkeur. De grootte van het onderhoud, waaronder de grootte van en het aantal van de te repareren schades, moet zoveel mogelijk worden beperkt;
 2. zichtbaarheid: eventuele schade aan de bekleding, de tussenlagen of de kern moet tijdig kunnen worden ontdekt;
 3. herstel en reparatietijd: herstel van de bekleding moet eenvoudig zijn uit te voeren. Ontdekte schade moet binnen een zo kort mogelijke tijd worden gerepareerd.
- E. Landschap: de nieuw aan te brengen bekledingen moeten zo veel mogelijk in het landschap passen.
- F. Natuur
1. natuurwaarden bekleding (flora): verbetering van natuurwaarden is gewenst;
 2. natuurwaarden voorland (habitat): de schade aan de natuurwaarden op de schorren en slikken, die tegen de teen van de dijk liggen, dient te worden beperkt;
 3. fauna: de eventuele potentie van de dijk als toekomstig vogelbroedgebied of leefgebied voor andere fauna moet zoveel mogelijk in het ontwerp van de nieuwe bekledingen worden meegenomen.
- G. Kosten: de kosten van de aanleg en het onderhoud moeten zoveel mogelijk worden beperkt.

Uitgezonderd van het kostencriterium zijn alle keuze criteria ten opzichte van elkaar gewaardeerd door middel van wegingsfactoren. Het resultaat voor een 'normaal' dijktraject is weergegeven in Tabel 31. Wanneer het ene criterium belangrijker is dan het andere, dan krijgt het ene criterium de waardering 3, het andere krijgt de waardering 1. De waardering 2 geldt voor criteria die even belangrijk zijn. Deze waarderingen zijn bij elkaar opgeteld, gedeeld door het totaal (Totaal2) en uitgedrukt in procenten.

Tabel 31: Afleiding wegingsfactoren 'normaal' dijktraject

Keuzecriterium	A	B	C	D	E	F	Totaal1	Weging [%]
A Constructie		3	3	2	3	2	13	21,7
B Uitvoering	1		2	1	2	1	7	11,7
C Hergebruik	1	2		1	2	1	7	11,7
D Onderhoud	2	3	3		3	2	13	21,7
E Landschap	1	2	2	1		1	7	11,7
F Natuur	2	3	3	2	3		13	21,7
Totaal2							60	100

De subcriteria die tot hetzelfde keuzecriterium behoren, wegen even zwaar. Bijvoorbeeld, bij het keuzecriterium 'Onderhoud' tellen de subcriteria 'duurzaamheid', 'zichtbaarheid' en 'herstel en reparatietijd' alle drie voor 33,33% mee. Bij het te beschouwen dijktraject wordt aan elk van de alternatieven per subcriterium of criterium een score gegeven van 1 tot 3, inclusief een onderbouwing van deze score. Een score van 3 is goed, 2 is neutraal en 1 is slecht. In Bijlage 8 zijn voor de bekledingstypen uit paragraaf 5.2 voor een aantal subcriteria (A1, B3, D1 en D2) de aan te houden scores gegeven.

Wanneer in één alternatief meerdere bekledingstypen worden toegepast, is de score voor een criterium gelijk aan het gewogen gemiddelde van de scores van die bekledingstypen. Zoals in Tabel 60 in Bijlage 8 te zien is wordt bij een aantal subcriteria de score op een andere wijze berekend. Deze worden hieronder kort toegelicht:

- C1 Hergebruik;
De score wordt bepaald door het aandeel van de hergebruikte materialen in de nieuwe bekleding
- C2 LCA;
De scores voor de alternatieven dienen te worden berekend aan de hand van de LCA-waarderingen in Tabel 32.

Tabel 32: LCA-waardering per bekledingstype

Bekledingsype	Waardering LCA
Boventafel	
Gekantelde betonblokken	5
Betonzuilen	3
Gepenetreerde breuksteen	1
Huidige constructie	7
Overige bekledingstypen	4
Ondertafel	
Gekantelde betonblokken	5
Natuursteen	4
Betonzuilen	3
Gepenetreerde breuksteen	1
Huidige constructie	7
Overige bekledingstypen	4

De hoogste LCA-waardering in Tabel 32 is 7, de laagste 1. Voor zowel de ondertafel als de boventafel dienen de percentages van de aan te brengen bekledingstypen te worden vermenigvuldigd met de waarderingen uit Tabel 32. De maximaal mogelijke waardering is 14 (ondertafel en boventafel 100% hebben waardering 7), de minimaal mogelijke waardering is 2 (ondertafel en boventafel 100% hebben waardering 1). Wanneer deze totaalwaardering tussen 2 en 6 ligt, dan is de score voor het LCA-criterium 1. Bij een totaalwaardering tussen 6 en 10 bedraagt de score 2 en daarboven is de score 3.

- **E Landschap;**
De score wordt bepaald door de inpassing in het landschap. Een kleidijk krijgt een score van 3. Wanneer de ondertafel en boventafel beide met een steen worden bekleed, worden de volgende scores toegekend. De score is 2, indien in de ondertafel materialen met een donkere kleur worden aangebracht, en in de boventafel materialen met een licht kleur, en de bekleding wat betreft de landschappelijke inpassing aansluit op de bekledingen van de aangrenzende dijken. De score is 1 in de overige gevallen.
- **F1 Natuurwaarden bekleding (flora);**
De score wordt bepaald door het aandeel van de bekledingen uit de categorie 'verbetering van natuurwaarden' (zie subparagraaf 3.4.1)
- **F2 Natuurwaarden voorland (habitat);**
De score wordt bepaald door de mate waarin belangrijke natuurwaarden op de schorren en slikken bij de teen van de dijk tijdens de uitvoering van de dijkverbetering worden beschadigd.
- **F3 Fauna;**
De score wordt bepaald door de mate waarin bij de bekledingsvernieuwing rekening wordt gehouden met hoogwatervluchtplaatsen en aanwezige of te verwachten broedplaatsen van vogels (werkzaamheden in het broedseizoen beperken), en met aanwezige of te verwachten andere fauna. De uitgangsscore is 2. Als een alternatief significant beter of slechter is dan de andere alternatieven dient een score van 1 of 3 te worden toegekend.
- **A2 Overgangen, B1 Tijd, B2 Moeilijkheidsgraad en D3 Herstel en reparatietijd.**

De uitgangsscore is 2. Als een alternatief significant beter of slechter is dan de andere alternatieven dient een score van 1 of 3 te worden toegekend.

Nadat de procedure om tot een goed onderbouwde keuze te komen is beschreven kunnen aan de alternatieven voor de nieuwe bekleding, welke voldoen aan de randvoorwaarden en die technisch en ecologisch toepasbaar zijn, scores worden toegekend om zodoende per karakteristiek deel van het dijktraject het alternatief met de hoogste kwaliteit-prijsverhouding (het voorkeursalternatief) te vinden (zie losse uitdraai). De scores zijn bepaald voor tien karakteristieke delen in de haven van Paal (Bijlagen 9 t/m 18), het dijktraject van de haven van Paal - 12,185 km (zie Bijlage 19) en 12,185 km - 13,300 km (zie Bijlage 20). Per deel zijn de verschillende alternatieven met elkaar vergeleken en is een relatieve score toegekend.

5.9.3 Kosten

Om in de afweging van de alternatieven naast kwaliteitsaspecten ook de prijs mee te kunnen nemen is globale kostenraming gemaakt (zie Bijlage 7). Opgemerkt wordt dat deze afweging de afweging uit het Voorontwerp betreft. Deze is gebaseerd op eerste globale berekeningen (conservatieve) berekeningen. Afmetingen kunnen afwijken van het uiteindelijke Definitieve ontwerp.

Aan de hand van kostenkennallen zijn de onderscheidende onderdelen van de alternatieven bekeken en onderling vergeleken. Opgemerkt wordt dat de raming zich richt op aspecten die het verschil maken. Als in beide varianten de oude bekleding op gelijke wijze wordt verwijderd en het verschil zit in de nieuw aan te brengen constructie, dan zijn alleen de kosten voor deze nieuwe constructie bepaald. Dit is het onderscheidende tussen beide varianten. In principe zijn de kosten bepaald per strekkende meter van het betreffende profiel.

In bijlage 7 is de globale kostenraming opgenomen die input is voor de afwegingsmatrices.

5.9.4 Keuze voorkeursalternatief (DHV)

Aan de hand van de in paragraaf 5.9.2 toegelichte afweging van de alternatieven zijn er scores toegekend aan de alternatieven voor de drie delen van het dijktraject:

- Haven van Paal (10,835 km t/m 11,230 km);
- Haven van Paal - einde asfalt op berm (11,230 km t/m 12,185 km);
- Einde asfalt op berm – Baalhoek (12,185 km t/m 13,300 km).

In de Bijlagen 9 t/m 18 is zijn de scores weergegeven van de tien karakteristieke delen in de haven van Paal. In Bijlage 19 is de score weergegeven voor het traject haven van Paal - einde asfalt op berm en in Bijlage 20 tenslotte is de score weergegeven voor het traject einde asfalt op berm – Baalhoek. De kwaliteit-prijs verhouding is op de volgende wijze bepaald:

$\text{gewogen score per criterium} / (\text{aanlegkosten per meter} / 100) = \text{percentage per 100 euro}$

In Tabel 33, Tabel 34 en Tabel 35 zijn voor de drie delen van het dijktraject de voorkeursalternatieven weergegeven.

Tabel 33: Voorkeursalternatieven haven van Paal

Onderdeel		Alternatief 1	Alternatief 2	Alternatief 3
I	Havendam	Betonzuilen	-	-
II	Onderste talud haven van Paal (ondertafel tot NAP + 2,6 m, daarboven boventafel)	Overlagen	Betonzuilen	-
III	Vlakke gedeelte ten noorden van de loods (boventafel)	Waterbouwasfaltbeton	Betonzuilen	Kleidijk
IV	Bovenste talud haven van Paal tot ontwerppeil (boventafel)	Betonzuilen	Kleidijk	-
V	Vlakke gedeelte ten zuiden van de loods en ten noorden van de asfaltweg (boventafel)	Waterbouwasfaltbeton	-	-
VI	Onderste talud spuibecken haven van Paal (ondertafel tot NAP + 2,6 m, daarboven boventafel)	Betonblokken (gekanteld)	Betonzuilen	Kleidijk
VII	Eerste vlakke gedeelte spuibecken haven van Paal (boventafel)	Waterbouwasfaltbeton	Betonzuilen	Kleidijk
VIII	Middelste talud spuibecken haven van Paal (boventafel)	Betonblokken (gekanteld)	Betonzuilen	Kleidijk
IX	Tweede vlakke gedeelte spuibecken haven van Paal (boventafel)	Betonzuilen	Waterbouwasfaltbeton	Kleidijk
X	Bovenste talud spuibecken haven van Paal (boventafel)	Betonblokken (gekanteld)	Betonzuilen	Kleidijk

Tabel 34: Voorkeursalternatieven dijktraject haven van Paal – 12,185 km

Onderdeel		Alternatief 1	Alternatief 2
A	NAP + 2 m t/m NAP + 3,6 m	Gekantelde betonblokken (0,5 x 0,5 x 0,15 m)	Klei met een laagdikte van 2,4 – 2,6 m
B	NAP + 3,6 m t/m ontwerppeil	Betonzuilen	

Tabel 35: Voorkeursalternatieven dijktraject 12,185 km - Baalhoek

Onderdeel		Alternatief 1	Alternatief 2
A	NAP + 2 m t/m NAP + 3,6 m	Gekantelde betonblokken (0,5 x 0,5 x 0,15 m)	Klei met een laagdikte van 2,6 m
B	NAP + 3,6 m t/m ontwerppeil	Betonzuilen	

Mede op basis van deze afweging is in het voorontwerpoverleg (gecombineerd met het Projectbureau overleg) door de betrokkenen het voorkeursalternatief gekozen.

5.9.5 Keuze voorkeursalternatief (Projectbureauoverleg)

De in de vorige subparagraaf besproken alternatieven zijn gepresenteerd tijdens het projectbureauoverleg waarna door de aanwezigen een keuze is gemaakt uit de verschillende alternatieven. De uiteindelijke keuze is weergegeven in Tabel 36 en Tabel 37. Opgemerkt wordt dat de keuze voor de bekleding in de haven van Paal naderhand is gewijzigd van een kleilaag naar een bekleding van open steenasfalt, afgedekt met een kleilaagje. Dit om de implicaties voor de haven te beperken.

Tabel 36: Voorkeursalternatieven projectbureauoverleg haven van Paal (zie Figuur 13)

Onderdeel	Boven- of ondertafel	Gekozen alternatief	
I	Havendam (buitenzijde, kruin binnenzijde en kop)	Ondertafel tot NAP + 2,6 m, daarboven boventafel	Betonzuilen
II	Onderste talud haven van Paal	Ondertafel tot NAP + 2,6 m, daarboven boventafel	Overlagen tot GHW, daarboven betonzuilen
III	Vlakke gedeelte ten noorden van de loods	Boventafel	Open steenasfalt (afgestrooid met klei) ¹
IV	Bovenste talud haven van Paal tot ontwerppeil	Boventafel	Open steenasfalt (afgestrooid met klei) ¹
V	Vlakke gedeelte ten zuiden van de loods en ten noorden van de asfaltweg	Boventafel	Grindasfaltbeton
VI	Onderste talud spuibecken haven van Paal	Ondertafel tot NAP + 2,6 m, daarboven boventafel	Betonblokken (gekanteld)
VII	Eerste vlakke gedeelte spuibecken haven van Paal	Boventafel	Open steenasfalt (afgestrooid met klei) ¹
VIII	Middelste talud spuibecken haven van Paal	Boventafel	Open steenasfalt (afgestrooid met klei) ¹
IX	Tweede vlakke gedeelte spuibecken haven van Paal	Boventafel	Open steenasfalt (afgestrooid met klei) ¹
X	Bovenste talud spuibecken haven van Paal	Boventafel	Open steenasfalt (afgestrooid met klei) ¹

¹ De keuze voor open steenasfalt is in de periode na het projectbureauoverleg gemaakt. Allereerst was de keuze een kleidijk maar door de enorme impact in de haven van Paal is gekozen voor een bekleding van open steenasfalt.

Tabel 37: Voorkeursalternatieven projectbureauoverleg haven van Paal – Baalhoek (zie Figuur 14)

Onderdeel	Gekozen alternatief
11,235 km - 12,885 km	Kleidijk
Onderdeel	Gekozen alternatief
12,885 km - 13,300 km	Gekantelde betonblokken 0,5 x 0,5 x 0,15 m tot technische toepasbare hoogte (NAP + 5,6 m), daarboven tot ontwerppeil betonzuilen

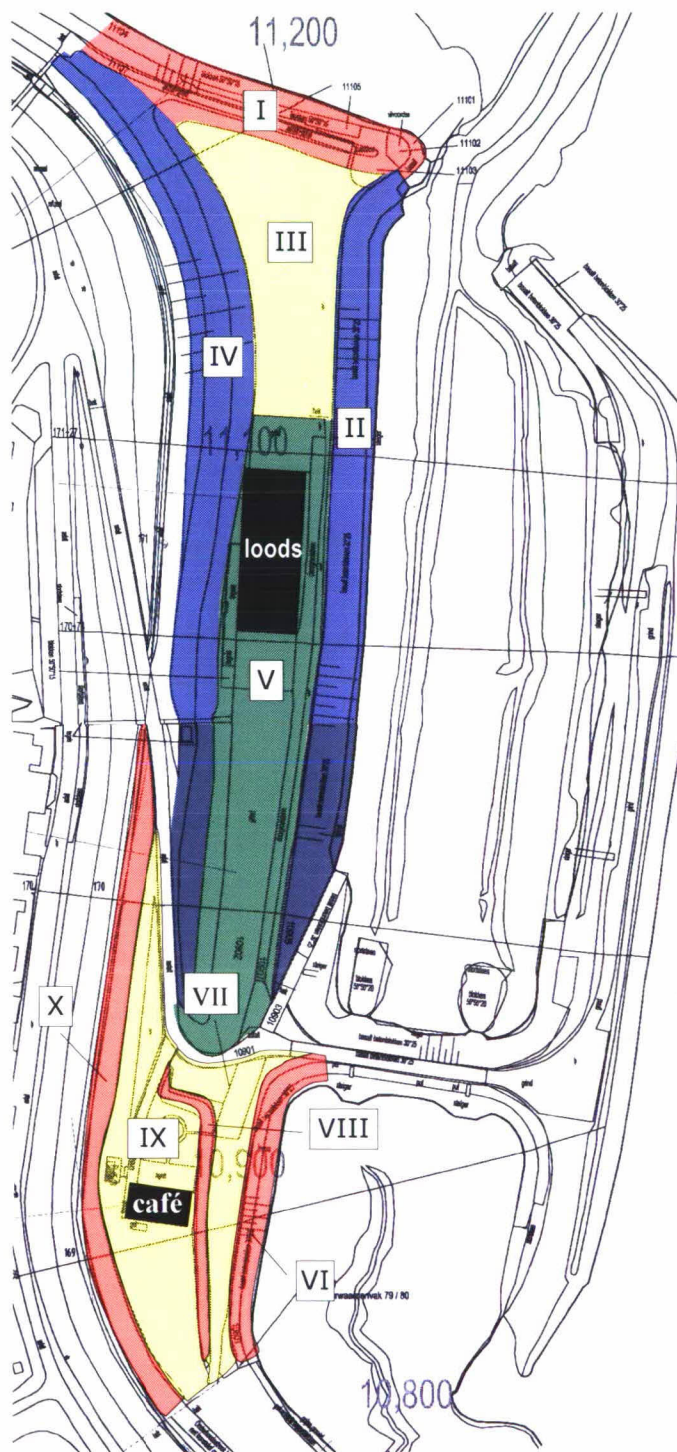
Uit het startoverleg kwam naar voren dat de beheerder, het Waterschap Zeeuws-Vlaanderen, een kleidijk wenst voor het traject 11,230 km - 13,300 km. Echter in verband met het niet technisch

toepasbaar zijn van een kleidijk op de eerste 45 m van het dijkvak ($H_s > 2,0$ m), gezien vanaf de het einde van het werk (Baalhoek), en het hergebruik van betonblokken uit de dijktrajecten Saefthinghe 1 en 2, is gekozen om op het dijktraject 12,885 km - 13,300 km de gekantelde betonblokken tot een vaste hoogte toe te passen (NAP + 4,1 m) met daarboven tot het ontwerppeil betonzuilen. Een andere reden voor het toepassen van een steenbekleding, die door de beheerder is aangegeven, is dat er voor de kleidijk een bepaalde hoeveelheid schor aanwezig moet zijn om de stabiliteit van het schor te kunnen garanderen, dit als buffer voor de kleidijk. De grens van 12,885 km is aangegeven door de beheerder in het startoverleg.

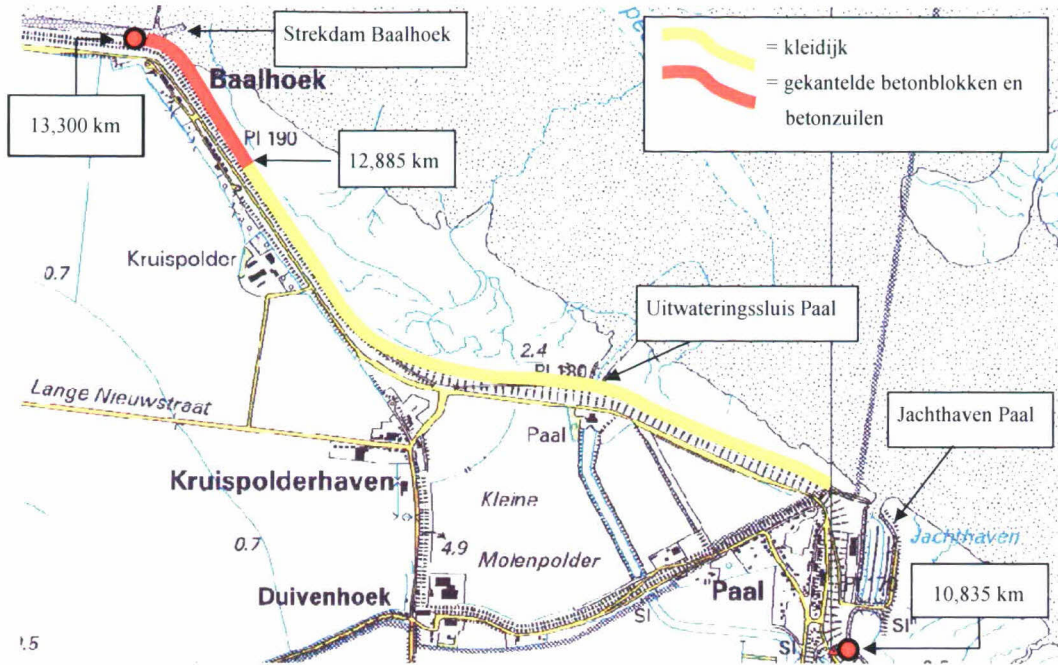
Op het dijktraject 11,230 km - 12,885 km is gekozen voor een kleidijk. In paragraaf 5.4.6 is de kleilaagdikte bepaald op basis van de belastingduur. De benodigde kleilaagdikte bedraagt, afhankelijk van de locatie in het dijktraject, 2,3 – 2,4 m. Deze wordt afgedekt met een make-up laag van klei van $D = 0,5$ m. Er is voor gekozen om in het gehele dijktraject dezelfde kleilaagdikte toe te passen ($D = 2,4$ m).

Op de havendam is gekozen voor een uniforme bekleding van betonzuilen op de buitenzijde, kruin en binnenzijde. Op de kop zijn betonzuilen met een hogere dichtheid noodzakelijk.

In de haven van Paal is gekozen voor een overlaging met vol-en-zat gepenetreerde breuksteen onder de steiger tot GHW. Daarboven is op het talud gekozen voor betonzuilen. Op het vlakke gedeelte ten noorden van de loods is gekozen voor open steenasfalt afgestrooid met klei.



Figuur 13: Voorkeursalternatieven projectbureauoverleg haven van Paal



Figuur 14: Voorkeursalternatieven projectbureauoverleg haven van Paal - Baalhoek

6 DIMENSIONERING

In dit hoofdstuk wordt het alternatief, zoals gekozen tijdens het projectbureauoverleg en beschreven in subparagraaf 5.9.5, uitgewerkt. De dimensionering wordt beschreven per constructieonderdeel, van de kreukelberm tot het bovenbeloop.

Hierbij is, indien niet anders is aangegeven, uitgegaan van het ontwerpdocument van het Projectbureau Zeeweringen [2], het randvoorwaardendocument [1] en de standaardoplossingen zoals weergegeven in het ontwerpdocument van het Projectbureau Zeeweringen.

Op de tekeningen ZLDW 2005-2001, ZLDW 2005-2002, ZLDW 2005-2003, ZLDW 2005-2004, ZLDW 2005-2005 en ZLDW 2005-2006 is het ontwerp voor de bekledingen weergegeven. Hierbij is de volgende nummering aangehouden:

- Dijkprofiel 1: karakteristiek profiel: 10,885 km (representatief traject 10,835 – 10,930 km)
- Dijkprofiel 2: karakteristiek profiel: 11,059 km (representatief traject 10,930 – 11,005 km)
- Dijkprofiel 3: karakteristiek profiel: 11,112 km (representatief traject 11,005 – 11,160 km)
- Havendam: (11,160 – 11,230 km)
- Dijkprofiel 4: karakteristiek profiel: 11,485 km (representatief traject 11,230 – 11,890 km)
- Dijkprofiel 5: karakteristiek profiel: 12,685 km (representatief traject 11,890 – 12,750 km)
- Dijkprofiel 6: karakteristiek profiel: 13,185 km (representatief traject 12,750 – 13,300 km)

6.1 Kreukelberm en teenconstructie

De functie van de kreukelberm en de teenconstructie is het ondersteunen van de glooiingsconstructie. Een kreukelberm is benodigd om de kracht van de bovenliggende bekleding op te kunnen nemen en om de teenconstructie te beschermen tegen erosie door golfaanval (uitspoeling). Voor een steenzetting die tot onderaan het talud reikt is een teenconstructie nodig. De teenconstructie ligt op de overgang tussen het weefsel onder de teenbestorting en de filterlaag onder de taludbekleding (geokunststof).

6.1.1 Kreukelberm

Steenbekleding: Spuibekken (10,835 – 10,930 km) en havendam (11,180 – 11,230 km)

De golfaanval-reducerende werking van het voorland in het spuibekken is aangetoond in subparagraaf 5.4.8. De bovenkant van de teenbestorting bevindt zich op het niveau van het voorland (er is aangetoond dat het voorland golfaanval-reducerend werkt). Er kan dan in alle gevallen worden volstaan met een breuksteensortering van 10 – 60 kg ($\rho = 2650 \text{ kg/m}^3$) [3]. Dit is onafhankelijk van de golfaanval. Aangezien de teenconstructie op het dijktraject haven van Paal - Baalhoek (11,230 - 13,300 km) onder het voorland ligt is deze sortering voor dit dijktraject voldoende.

De hoogte van de teenbestorting is de standaardwaarde van $2 \cdot D_{n50} = 2 \cdot 0,24 \text{ m} = 0,48 \text{ m}$. Voor de breedte van de breuksteensortering voor de teenbestorting wordt de volgende praktische, conservatieve waarde aangehouden: 5 m bij breuksteensorteringen tot en met 60 – 300 kg. Onder de teenbestorting dient een zanddicht en waterdoorlatend geokunststof te worden toegepast. Hiervoor is een geweven kunststof ('woven') benodigd, omdat hiermee de vereiste

zanddichtheid en sterkte worden bereikt. In de uitvoering kan op het geokunststof extra bescherming worden aangebracht middels een vlies ('non-woven').

Dijktraject steenbekleding (12,885 km – 13,300 km)

Er is vanuit gegaan dat de teenbestorting rechtstreeks wordt aangevallen door golfaanval. Om te controleren welke sortering minimaal benodigd is een berekening gemaakt volgens de ontwerpregels voor taludbekledingen van breuksteen (regels van der Meer) [3]. In de berekening is uitgegaan van een taludhelling van 1:5 en van een schadegetal S van 3. De maatgevende belasting hoort bij een waterstand op het niveau van de bovenzijde van de toplaag van de teenbestorting. De formule van van der Meer is als volgt:

$$\frac{H_{sc}}{\Delta d_{n50}} = 6.2P^{0.18} \left(\frac{S}{\sqrt{N}} \right)^{0.2} \xi^{-0.5} \quad (\text{overstortende breker, voor } \xi < \xi_{\text{transition}})$$

$$\xi_{\text{transition}} = \left[6.2P^{0.31} \sqrt{\tan \alpha} \right]^{\frac{1}{P+0.5}} \quad \text{en} \quad \xi = \frac{\tan \alpha}{\sqrt{\frac{H_s}{L_0}}}$$

De waarden van de benodigde parameters voor de formule zijn:

- $H_s = 1,2$ m;
- $T_p = 5$ s;
- Taludhelling 1:5;
- $P = 0.1$ (bekleding + filter op zand);
- $S = 3$ (schadeniveau);
- $N = 2000$ (aantal golven);
- $\rho_s = 2650$ kg/m³ en $\rho_w = 1025$ kg/m³.

Uit de formule volgt een benodigde D_{n50} van 0,339 m wat neerkomt op een sortering 40-200 kg. De hoogte van de teenbestorting is de standaardwaarde van $2 \cdot D_{n50} = 2 \cdot 0,35$ m = 0,7 m. Voor de breedte van de breuksteensortering voor de teenbestorting is de praktische conservatieve waarde van 5 m aangehouden [3]. Onder de teenbestorting dient een zanddicht en waterdoorlatend geokunststof te worden toegepast. Met een geweven kunststof ('woven') wordt de vereiste zanddichtheid en sterkte bereikt. Ter bescherming tijdens de uitvoering wordt een vlies ('non-woven') aangebracht.

Kleidijk

Bij een kleidijk is deze ondersteuning van de taludbekleding gerealiseerd door het aanbrengen van een strook goede klei met een breedte van 2 m en een talud van 1:1. Indien het bestaande schor grenzend aan het talud van de kleidijk reeds is opgebouwd uit een cohesieve klei is een grondverbetering niet noodzakelijk.

6.1.2 Teenconstructie

Een teenconstructie kan op twee manieren een ongunstige invloed hebben op de aansluitende bekleding. Ten eerste kan de drukvoortplanting onder de toplaag worden geblokkeerd; de resulterende toenemende waterdruk onder de toplaag is van belang voor het faalmechanisme toplaaginstabiliteit. Ten tweede kan de aansluiting met de steenzetting niet goed zijn; dit leidt

tot een grotere kans op materiaaltransport, en kan leiden tot toplaaginstabiliteit door vermindering van wrijving en klemming. Beide verschijnselen zijn van belang voor horizontale overgangsconstructies en aansluitingsconstructies.

Steenbekleding

Op de overgang van de steenzetting naar het voorland dient een teenschot te worden aangebracht met een hoogte van 0,6 m, en palen die het teenschot ondersteunen, met een lengte van 1,8 m (h.o.h. 0,3 m, doorsnede 0,7 x 0,7 m²). De palen en het teenschot zijn van FSC-hout en voldoen aan duurzaamheidsklasse 1, en het teenschot is niet dikker dan 2 cm. Dit is de standaardoplossing zoals deze binnen het projectbureau Zeeweringen wordt toegepast. Boven het teenschot wordt een afgeschuinde betonband aangebracht. Dit is de standaardoplossing zoals beschreven in [3]. De bovenkant van de teenconstructie wordt met enkele stenen afgedekt.

In de haven van Paal wordt de bestaande teenconstructie in verticale richting verlengd om zodoende de overlaging met vol-en-zat gepenetreerde breuksteen op de glooiing te ondersteunen (zie Figuur 18). Echter de bestaande teenconstructie mag niet zeewaarts verplaatst worden aangezien tijdens eb de schepen droogvallen en de schepen dan niet op een bestorting mogen liggen.

De stabiliteit van de teenconstructie is gecontroleerd waaruit volgt dat de standaard palen zoals die voor het teenschot worden toegepast, met een lengte van 1,8 m (FSC, duurzaamheidsklasse 1) voldoende weerstand bieden tegen de drukken zoals deze ontstaan doordat een overlaging van vol-en-zat gepenetreerde breuksteen wordt aangebracht. De uitbuiging zal zeer minimaal zijn. De h.o.h is 0,3 m. De standaardoplossing zoals hierboven beschreven (palen 1,8 m, h.o.h. 0,3 m) voldoet dus en wordt daarom ook gekozen (zie Bijlage 24 en tekening B5-N1039 (Gemeente Hulst), Blad 4 van 4, september 1978).

6.1.3 Overzicht

In de onderstaande Tabel 38 is een overzicht gegeven van de toe te passen kreukelberm en teenconstructie in het dijktraject Saeftinghe 2.

Tabel 38: Kreukelberm en teenconstructie

Onderdeel	Traject kilometering Waterschap [km]	Teenconstructie	Kreukelberm
Spuibekken haven van Paal	10,835 - 10,930	Nieuw teenschot met palen ¹	10 - 60 kg (D = 0,48 m)
Haven van Paal	11,005 - 11,180	Teenschot verlengen (speciale constructie)	n.v.t.
Havendam	11,180 - 11,230	Nieuw teenschot met palen	10 - 60 kg
Haven van Paal – 12,885 km	11,230 - 12,885	Cunet van klei	
12,885 km - Baalhoek	12,885 - 13,300	Nieuw teenschot met palen	40 - 200 kg (D = 0,7 m)

¹ De palen zijn van FSC-hout en voldoen aan duurzaamheidsklasse 1 en het teenschot is niet dikker dan 2 cm

6.2 Bekleding

In deze paragraaf is een overzicht gegeven van de bekledingen die zijn gekozen en zijn nog enkele ontwerpberekeningen gemaakt om de hoogte van de betonzuilen te bepalen. Voor ieder traject is een overzicht gegeven in een tabel waarin tevens de benodigde filterconstructies zijn weergegeven. De filterconstructies worden besproken in de volgende paragraaf 6.3. Op de tekeningen ZLDW 2005-2001, ZLDW 2005-2002 en ZLDW 2005-2003 zijn in de situatietekeningen de bekledingen weergegeven. Op de tekeningen ZLDW 2005-2004, ZLDW 2005-2005 en ZLDW 2005-2006 zijn in zes maatgevende dwarsprofielen de bekledingen weergegeven.

6.2.1 Spuibekken

Een overzicht van de toekomstige bekleding in het spuibekken en de onderliggende filterconstructies zijn weergegeven in Tabel 39. Voor de berekeningen wordt verwezen naar de subparagrafen 5.4.1 en 5.4.3 en Bijlagen 3 en 4.

Tabel 39: Bekleding spuibekken 10,835 km – 10,930 km

Bekleding	Hoogte op talud [m + t.o.v. NAP]	Filterconstructie
Gekantelde betonblokken (0,5 x 0,5 x 0,2 m)	0,97 - 3,85	Granulaire uitvullaag (4/20 mm en D = 0,1 m) met daaronder een nonwoven ¹ en een kleilaag met D = 0,8 m
Open steenasfalt D = 0,4 m bedekt met een kleilaag D = 0,5 m	3,85 - ± 7,0	Geokunststof (nonwoven) en een kleilaag met D = 0,8 m

¹ zie subparagraaf 6.3.1

6.2.2 Haven van Paal

In het voorontwerpdokument is de technische toepasbaarheid van betonzuilen bepaald. In de voorliggende nota is vervolgens voor het traject 10,930 km - 11,160 km, waar betonzuilen worden toegepast, de benodigde zuilhoogte berekend voor verschillende dichtheden. De resultaten zijn weergegeven in Tabel 40 en Bijlagen 3 en 4.

Tabel 40: Benodigde hoogte betonzuilen 10,930 km - 11,160 km

Dichtheid [kg/m ³]	Hoogte betonzuil ¹ [m]
2300	0,25
2400	0,25
2500	0,2
2600	0,2
2700	0,2
2800	0,2
2900	0,2

¹ Berekend met tonrondte 0,2

Een overzicht van de toekomstige bekleding in de haven van Paal en de onderliggende filterconstructies zijn weergegeven in Tabel 41 en Bijlagen 3 en 4. Voor de berekeningen wordt verwezen naar de subparagrafen 5.4.2, 5.4.3 en 5.4.5 en Bijlagen 3 en 4.

Tabel 41: Bekleding haven van Paal 10,930 km - 11,180 km

Bekleding	Hoogte op talud [m t.o.v. NAP]	Filterconstructie
Overlaging vol-en-zat gepenetreerde breuksteen 5 - 40 kg, D = 0,4 m	0,97 - 2,6	Huidige bekleding
Betonzuilen D = 0,25 m, $\rho = 2300 \text{ kg/m}^3$	2,6 - \pm 3,7	Granulaire uitvullaag (16/32 mm en D = 0,1 m) met daaronder een nonwoven" ¹
Grindasfaltbeton D = 0,3 m	3,93 - 4,59	Puin
Open steenasfalt D = 0,4 m afgestrooid met een kleilaag D = 0,5 m (zuidelijk van de loods en op de taluds)	\pm 4,59 - 6,95	Geokunststof (nonwoven) en een kleilaag met D = 0,8 m
Open steenasfalt D = 0,4 m afgestrooid met een kleilaag D = 0,5 m (noordelijk van de loods)	3,93 - 6,95	Geokunststof (nonwoven) en een kleilaag met D = 0,8 m

¹ zie subparagraaf 6.3.1

6.2.3 Havendam

In het voorontwerpdokument is de technische toepasbaarheid van betonzuilen bepaald. In de voorliggende nota is vervolgens voor het traject 11,160 km - 11,230 km, waar betonzuilen worden toegepast, de benodigde zuilhoogte berekend voor verschillende dichtheden. De resultaten zijn weergegeven in Tabel 42. Voor de berekeningen wordt verwezen naar subparagraaf 5.4.7.

Tabel 42: Benodigde hoogte betonzuilen 11,160 km - 11,230 km

Dichtheid [kg/m ³] ¹	Hoogte betonzuil [m]			
	Buitenzijde	Kruin	Binnenzijde	Kop
2300	0,35	0,45	0,35	0,45
2400	0,3	0,45	0,3	0,4
2500	0,3	0,4	0,3	0,4
2600	0,3	0,4	0,3	0,4
2700	0,3	0,35	0,25	0,35
2800	0,25	0,35	0,25	0,35
2900	0,25	0,35	0,25	0,35

¹ Er is gerekend met een relatieve dichtheid van de gegeven waarde – 3%

Een overzicht van de toekomstige bekleding op de havendam en de onderliggende filterconstructies zijn weergegeven in Tabel 43.

Tabel 43: Bekleding havendam 11,180 km - 11,230 km

Locatie	Bekleding	Hoogte op talud [m t.o.v. NAP]	Filterconstructie
Buitenzijde	Betonzuilen D = 0,45 m, $\rho = 2300 \text{ kg/m}^3$	2,0 - 5,95	Granulaire uitvullaag (16/32 mm en D = 0,1 m) met daaronder een "nonwoven" ¹ en een kleilaag met D = 0,8 m
Kruin	Betonzuilen D = 0,45 m, $\rho = 2300 \text{ kg/m}^3$	5,9 - 5,95	Granulaire uitvullaag (16/32 mm en D = 0,1 m) met daaronder een "nonwoven" ¹ en een kleilaag met D = 0,8 m
Binnenzijde	Betonzuilen D = 0,45 m, $\rho = 2300 \text{ kg/m}^3$ (talud verflauwen tot 1:2,7)	5,95 - 4,72	Granulaire uitvullaag (16/32 mm en D = 0,1 m) met daaronder een "nonwoven" ¹ en een kleilaag met D = 0,8 m
Kop	Betonzuilen D = 0,45 m, $\rho = 2300 \text{ kg/m}^3$	2,0 - 5,95	Granulaire uitvullaag (16/32 mm en D = 0,1 m) met daaronder een "nonwoven" ¹ en een kleilaag met D = 0,8 m

¹ zie subparagraaf 6.3.1

6.2.4 11,230 km - 12,885 km: kleidijk

Een overzicht van de toekomstige bekleding op het dijktraject van 11,230 km - 12,885 km is weergegeven in Tabel 44 en Tabel 45. Voor de berekeningen wordt verwezen naar subparagraaf 5.4.6.

Tabel 44: Bekleding kleidijk 11,230 km - 11,490 km

Bekleding	Hoogte op talud [m t.o.v. NAP]	Filterconstructie
Kleidijk met kleilaag 2,4 m afgedekt met een make-up laag van klei D = 0,5 m (categorie 1)	2,0 - ± 6,95	N.v.t.

Tabel 45: Bekleding kleidijk 11,490 km - 12,885 km

Bekleding	Hoogte op talud [m t.o.v. NAP]	Filterconstructie
Kleidijk met kleilaag 2,4 m afgedekt met een make-up laag van klei D = 0,5 m (categorie 1)	2,0 - ± 6,95	N.v.t.

6.2.5 12,885 km - 13,300 km: gezette steenbekleding

In het voorontwerpdokument is de technische toepasbaarheid van betonzuilen bepaald. In de voorliggende nota is vervolgens voor het traject 12,885 km - 13,300 km, waar betonzuilen worden toegepast, de benodigde zuilhoogte berekend voor verschillende dichtheden. De resultaten zijn weergegeven in Tabel 46. Voor de berekeningen wordt verwezen naar de subparagrafen 5.4.1 en 5.4.2 en Bijlagen 3 en 4.

Tabel 46: Benodigde hoogte betonzuilen 12,885 km - 13,300 km

Dichtheid [kg/m ³]	Hoogte betonzuil [m]
2300	0,5
2400	0,5
2500	0,45
2600	0,45
2700	0,4
2800	0,4
2900	0,35

Een overzicht van de toekomstige bekleding op het dijktraject van 12,885 km - 13,300 km en de onderliggende filterconstructies zijn weergegeven in Tabel 47.

Tabel 47: Bekleding steenbekleding 12,885 km - 13,300 km

Bekleding	Hoogte op talud [m t.o.v. NAP]	Filterconstructie
Gekantelde betonblokken (0,5 x 0,5 x 0,15 m)	2,0 - 5,6	Granulaire uitvullaag (4/20 mm en D = 0,1 m) met daaronder een nonwoven ¹ en een kleilaag met D = 0,8 m
Betonzuilen D = 0,5 m, $\rho = 2300 \text{ kg/m}^3$	5,6 - 6,9	Granulaire uitvullaag (16/32 mm en D = 0,1 m) met daaronder een nonwoven ¹ en een kleilaag met D = 0,8 m

¹ zie subparagraaf 6.3.1

6.3 Filter

Golfaanval op een steenzetting veroorzaakt een stroming onder de toplaag, voornamelijk evenwijdig aan het talud. Als gevolg van deze stroming kunnen de bovenste deeltjes van de ondergrond uitspoelen, waardoor de toplaag uit verband raakt (faalmechanisme materiaaltransport vanuit de ondergrond). Om dit faalmechanisme te voorkomen wordt in een bekledingssysteem van steenzettingen normaal gesproken een filterconstructie opgenomen, bestaand uit geokunststof en/of granulair materiaal. Binnen Project Zeeweringen is ervoor gekozen voor alle dijktrajecten als scheiding tussen de granulaire uitvullaag en het basismateriaal een zo dicht mogelijk geokunststof toe te passen.

6.3.1 Filter onder gezette steenbekleding

Het geokunststof wat wordt toegepast is conform de standaardoplossing van het Projectbureau Zeeweringen [2]. Het geokunststof dat onder gezette steenbekleding is toegepast moet grond dicht, waterdoorlatend en voldoende sterk zijn. Bij gekantelde betonblokken of betonzuilen is het geokunststof aangebracht op de kleilaag en onder de granulaire uitvullaag.

De granulaire uitvullaag voor gekantelde betonblokken bestaat uit sortering 4/20 mm en voor betonzuilen uit sortering 16/32 mm. Dit vlies is een 'nonwoven' met een gegarandeerde maximum maaswijdte (O_{90}) van 100 μm , dit omdat de grond dichtheid van nog fijnere materialen niet goed te testen is en doeken met een maaswijdte kleiner dan 90 μm niet standaard leverbaar zijn. Uit proeven is gebleken dat de werkelijke grond dichtheid van dit vlies kleiner is dan 64 μm . Het 'nonwoven' moet voldoen aan de voorwaarden zoals vermeld in de onderstaande Tabel 48.

Tabel 48: Eisen “nonwoven” onder gezette steenbekleding

Eigenschap	Waarde
Treksterkte	≥ 20 kN/m (machine- en dwarsrichting)
Rek bij breuk	≤ 60 % (machine- en dwarsrichting)
Doordrukkracht	≥ 3500 kN
Poriegrootte O ₉₀	≤ 100 μm
Duurzaamheid	¹

¹ De weerstand tegen thermische oxidatie van ‘nonwoven’-geokunststoffen dient bepaald te worden volgens de NVN-ENV-ISO 13438 (1999), bij een oventemperatuur van 110 ± 1°C (methode A) voor polypropreen. Het ‘nonwoven’ moet worden gestabiliseerd met ‘low-leach’-stabilisatoren. Controle volgens NEN 5132. De veroudering van monsters van ‘nonwoven’-geokunststof moet worden bepaald door middel van de trekproef NVN-ENV 12226 (1997). Na 56 dagen beproeving volgens NEN-ENV-ISO 13438 (1999) moet de reststerkte (RV) nog tenminste 70 % van de aanvangsterkte bedragen.

Aan de onderzijde wordt het geokunststof aangesloten op de teenconstructie en de kreukelberm.

6.3.2 Filter onder asfalt

Na aanbrengen vormt grindasfaltbeton een stijve plaat die bijzonder goed bestand is tegen hydraulische belastingen als golfklappen. Door het hoge gehalte aan bitumen is de plaat toch voldoende flexibel om enige zetting van de ondergrond te kunnen volgen. Een grindasfaltbetonbekleding kan worden bereiden door verkeer en recreanten. Het is gebruikelijk om een oppervlakbehandeling van bitumenemulsie en split aan te brengen als conserveringsmiddel [4].

In de haven van Paal, ten zuiden van de loods en de asfaltweg, en op de berm, wordt grindasfaltbeton toegepast. Op de andere delen van de haven van Paal waar asfalt wordt toegepast, is gekozen voor open steenasfalt. De dimensies van de toegepaste asfaltbekleding in het dijktraject Saefthinghe 2 zijn weergegeven in Tabel 49. De bepaling van de bekleding van de onderhoudsstrook is toegelicht in subparagraaf 6.6.1.

Tabel 49: Asfaltbekleding Saeftinghe 2

Bekleding (10,835 km - 11,230 km)	Hoogte op talud [m t.o.v. NAP]	Filterconstructie
Open steenasfalt D = 0,4 m afgestrooid met een kleilaag D = 0,5 m	3,85 - ± 7,0	Geokunststof (nonwoven)
Grindasfaltbeton D = 0,4 m (Asfaltweg over de dijk en vlakke deel)	3,93 - 4,59	Puin
Open steenasfalt D = 0,4 m afgestrooid met een kleilaag D = 0,5 m (zuidelijk van de loods en op de taluds)	± 4,59 - 6,95	Geokunststof (nonwoven)
Open steenasfalt D = 0,4 m afgestrooid met een kleilaag D = 0,5 m (noordelijk van de loods)	3,93 - 4,59	Geokunststof (nonwoven)
Bekleding (12,185 km - 13,300 km)	Hoogte op talud [m t.o.v. NAP]	Filterconstructie
Asfaltbekleding (onderhoudsweg) (D = 0,06 m)	± 6,9 (talud 1:20) ¹	Fosforslakken D = 0,4 m, sortering 0/40 mm met daaronder een "woven"

¹ In de uitvoering kan dit eventueel aangepast worden tot een flauwer talud van 1:25

6.3.3 Filter onder kreukelberm

Onder de kreukelberm moet een geokunststof worden aangebracht, om verlies van klei of zand te voorkomen. Hier dient een gewezen doek, dat wil zeggen een 'woven' te worden toegepast. Dat ook grond dicht, waterdoorlatend en voldoende sterk moet zijn. Op het 'woven' is een 'nonwoven' aangebracht, om het 'woven' tijdens het storten van de steen te beschermen. Het 'woven' moet voldoen aan de eisen uit de onderstaande Tabel 50.

Tabel 50: Eisen "woven" onder kreukelberm

Eigenschap	Waarde
Treksterkte	≥ 50 kN/m (ketting en inslag)
Rek bij breuk	≤ 20 % (ketting en inslag)
Doorstromingsweerstand	VIH50-index ≥ 15 mm/s, (bijbehorende $\psi \geq 0,30$ l/s)
Poriegrootte O_{90}	≤ 350 μ m
Levensduurverwachting	Type B (NEN 5132)
Sterke naaiaad	≥ 50 % van breuksterkte geokunststof

6.4 Overgangsconstructie

Er zijn verschillende overgangen in het dijktraject Saeftinghe 2 waaronder de aansluitingen op de bestaande bekleding aan het begin en het einde van het werk. Daarnaast is er een verticale overgang ter hoogte van 12,885 km van een kleidijk naar een steenbekleding (betonzuilen en gekantelde betonblokken) en zijn er horizontale overgangen van met name steenbekleding (betonzuilen en gekantelde betonblokken) naar een bekleding van open steenasfalt of grindasfaltbeton in de haven van Paal.

Een overgangsconstructie kan op twee manieren een ongunstige invloed hebben op de aansluitende bekleding. Ten eerste kan de drukvoortplanting onder de toplaag worden geblokkeerd; de resulterende toenemende waterdruk onder de toplaag is van belang voor het faalmechanisme toplaaginstabiliteit. Ten tweede kan de aansluiting met de steenzetting niet goed zijn; dit leidt tot een grotere kans op materiaaltransport, en kan leiden tot toplaaginstabiliteit door vermindering van wrijving en klemming. Beide verschijnselen zijn van belang voor horizontale overgangsconstructies.

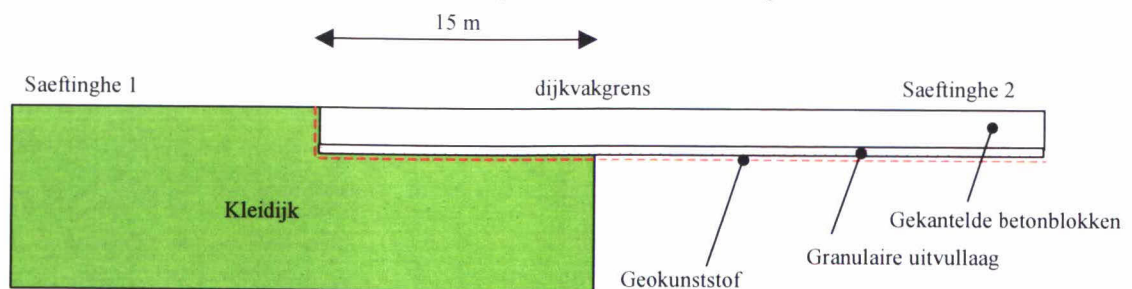
6.4.1 Begin werk: 10,835 km (verticaal)

In het dijktraject Saeftinghe 1, de Koningin Emmapolder en Van Alsteinpolder, is een kleidijk toegepast waarbij de nieuwe kleilaag wordt aangebracht met behoud van het bestaande profiel. In Tabel 51 is een overzicht gegeven van de toekomstige bekledingen in zowel Saeftinghe 1 als Saeftinghe 2.

Tabel 51: Overgangsconstructie begin werk: 10,835 km

Bekleding Saeftinghe 1 (10,785 km)	Hoogte op talud [m t.o.v. NAP]	Bekleding Saeftinghe 2 (10,885 km)	Hoogte op talud [m t.o.v. NAP]
Grijs graniet	0,25 - 2,36	Gekantelde betonblokken (0,5 x 0,5 x 0,2 m)	2,6 - 3,96
Doorgroeistenen, gekantelde betonblokken en kleilaag	2,36 - 4,12	Open steenasfalt D = 0,4 m	3,96 - 6,95
Kleidijk met kleilaag 2,4 m afgedekt met een make-up laag van klei D = 0,5 m	4,12 - 7,0		

Uit Tabel 51 volgt dat er een overgangsconstructie aangebracht moet worden van gekantelde betonblokken naar doorgroeistenen met daaronder gekantelde betonblokken en een kleilaag. De principe overgangsconstructie die is toegepast is weergegeven in Figuur 15. De gekantelde betonblokken zijn boven de kleilaag doorgetrokken over een lengte van 15 m.



Figuur 15: Lengtedoorsnede verticale overgangsconstructie Saeftinghe 1 – Saeftinghe 2

6.4.2 Einde werk: 13,300 km (verticaal)

In het dijktraject Kruispolder (en Wilhelmuspolder) is een steenbekleding toegepast met basalt, basalt, gekantelde betonblokken en polygoonzuilen. In Tabel 52 is een overzicht gegeven van de toekomstige bekledingen in zowel het dijktraject Saeftinghe 2 als het dijktraject Kruispolder (en Wilhelmuspolder).

Tabel 52: Overgangsconstructie einde werk: 13,300 km

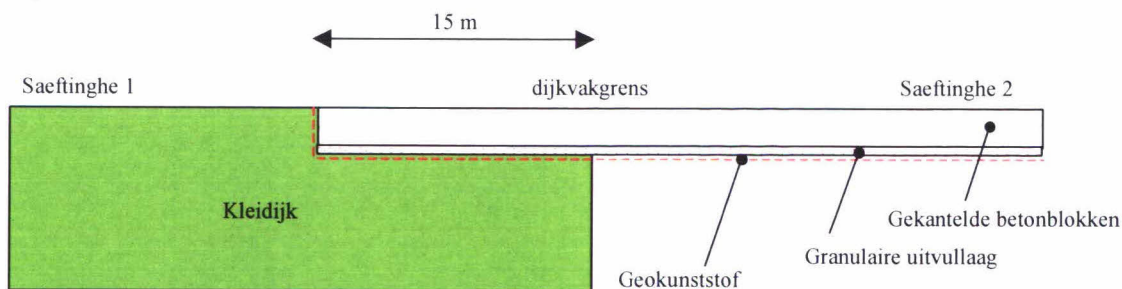
Bekleding Saeftinghe 2 (13,300 km)	Hoogte op talud [m t.o.v. NAP]	Bekleding Kruispolder (13,395 km)	Hoogte op talud [m t.o.v. NAP]
Basalt	1,5 - 2,34	Gekantelde betonblokken (0,5 x 0,5 x 0,15 m)	2,0 - 5,9
Basalton	2,34 - 3,23	Betonzuilen D = 0,45 m, $\rho = 2500 \text{ kg/m}^3$	5,9 - 6,9
Gekantelde betonblokken	3,23 - 5,97	Asfalt (berm)	6,9 - 7,0
Polygoonzuilen	5,97 - 6,32		
Asfalt (berm)	6,32 - 6,49		
Gras	6,49 - 6,9		

Uit Tabel 52 volgt dat er ter hoogte van 13,300 km een overgang is van verschillende steembekledingen. De overgangen zijn handmatig dichtgezet waardoor hier geen overgangsconstructie is benodigd. De bestaande bekleding dient wel te worden herzet. Om de stabiliteit van de bestaande bekleding te waarborgen, moeten de afmetingen van de her te zetten bekledingselementen voldoen aan een minimale maat. Deze minimale maat is gelijk aan de maat die is ingevoerd in de toetsing (gemiddelde afmetingen van de hoogste rand van de goedgetoetste bekleding). Het herzetwerk reikt niet verder dan 1m naast de overgang. Ter plaatse van het herzetwerk is de steilte van het talud niet vergroot, aangezien de bekleding dan ontworpen moet worden als een nieuwe bekleding.

6.4.3 Verticale overgangen

Kleidijk - gekantelde betonblokken en kleidijk - betonzuilen: 12,885 km

Ter hoogte van 12,885 km is een overgangsconstructie benodigd voor de overgang van een kleidijk naar gekantelde betonblokken en betonzuilen. Voor deze overgang is hetzelfde principe toegepast als de overgangsconstructie van het dijktraject Saeftinghe 1 naar Saeftinghe 2 (zie Figuur 16).



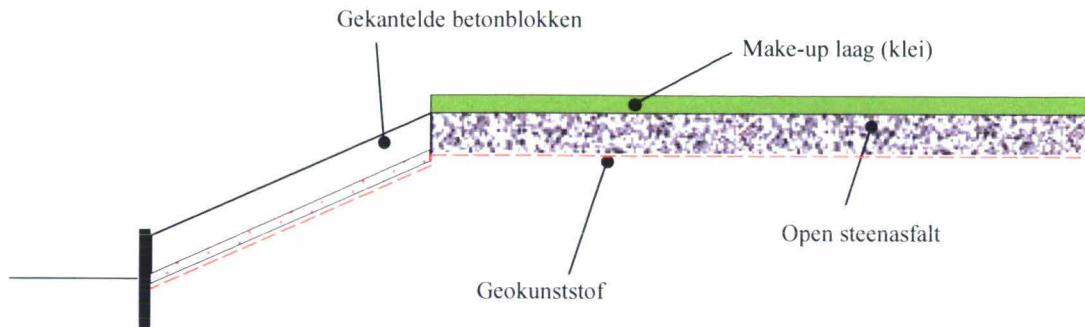
Figuur 16: Lengtedoorsnede verticale overgangsconstructie 12,885 km

De gekantelde betonblokken en betonzuilen worden boven de kleilaag doorgetrokken over een lengte van 15 m.

6.4.4 Horizontale overgangen

Gekantelde betonblokken – open steenasfalt: 10,835 km - 10,930 km

De overgangsconstructie van de gekantelde betonblokken naar het open steenasfalt is weergegeven in Figuur 17.



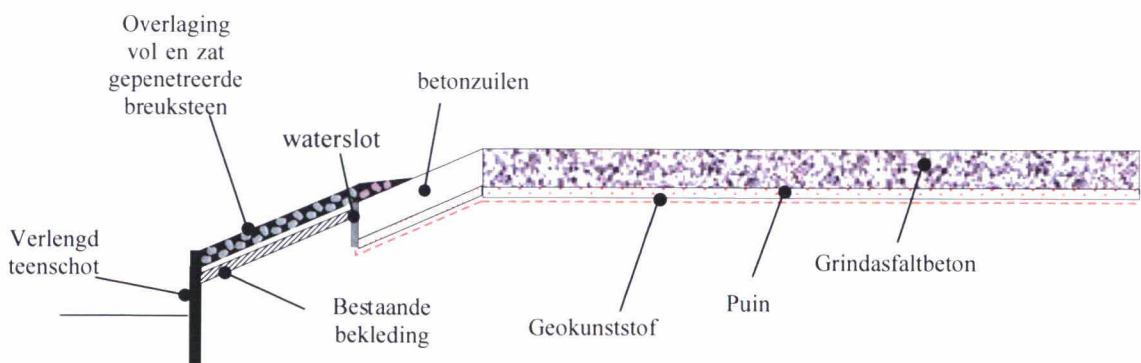
Figuur 17: Dwarsdoorsnede horizontale overgangsconstructie gekantelde betonblokken – open steenasfalt

Overlaging - betonzuilen: 10,930 km - 11,180 km

De bovengrens en de zijgrenzen van de vol-en-zat penetratie dient volgens Figuur 18 te worden aangelegd. De bovengrens van de huidige bekleding, basalt betonblokken 0,3 x 0,25 m, wordt verwijderd en hier worden betonzuilen geplaatst. Aan de bovenrand en aan de verticale randen van de overlaging moet het filter onder de oude steenzetting worden afgedicht, ook al lijkt dit filter dichtgeslibd of ingezand, om te voorkomen dat na hoogwater wateroverdrukken kunnen optreden door het vollopen van het filter. Deze afdichting, het waterslot, reikt tot in de kleilaag en bestaat uit vol-en-zat gepenetreerde breuksteen (90/180 mm). De gepenetreerde bekleding moet afwaterend worden aangelegd, om te voorkomen dat zich hier veek (drijfvuil dat na hoge waterstanden op het buitenbeloop achterblijft) opstapelt.

Betonzuilen - grindasfaltbeton: 10,930 km - 11,180 km

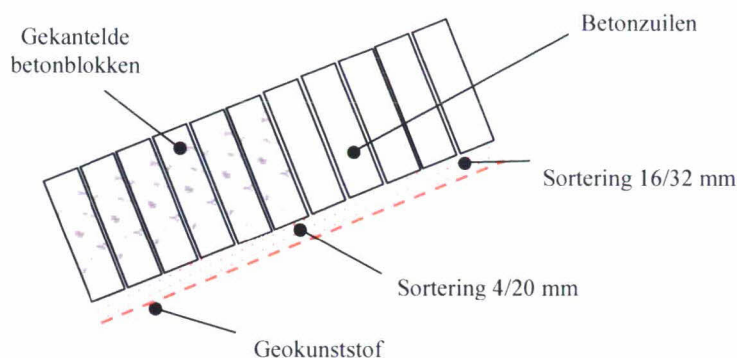
De overgangsconstructie van de betonzuilen naar het grindasfaltbeton is weergegeven in de Figuur 17.



Figuur 18: Dwarsdoorsnede horizontale overgangsconstructie overlaging – betonzuilen - grindasfaltbeton

Gekantelde betonblokken – betonzuilen: 12,885 km

De overgang van gekantelde betonblokken naar betonzuilen kan zonder overgangsconstructies op betonblokken aangesloten worden. Omdat beide toplagen, gekantelde betonblokken 0,5 m en betonzuilen 0,5 m, dezelfde dikte hebben treedt er geen sprong in het filter op. Onder betonzuilen is wel een grovere sortering van de uitvullaag benodigd (sortering 16/32 mm). Onder gekantelde betonblokken is een sortering 4/20 mm benodigd. (zie Figuur 19).



Figuur 19: Sprong in filter ter plaatse van overgang gekantelde betonblokken naar betonzuilen

Overgang tussen talud en berm

Het niveau van de huidige berm ligt onder het huidige ontwerppeil en varieert van NAP + 5,9 m tot NAP + 6,53 m. Deze berm is opgetrokken tot het ontwerppeil op NAP + 6,9 tot + 7,0 m en heeft een breedte van 4 m. De overgang is gemaakt door een afronding aan de bekleding te geven waarvan de kromtestraal 10 m is. Bij de overgang naar het bovenbeloop is aandacht besteed aan de voorzieningen tegen materiaaltransport.

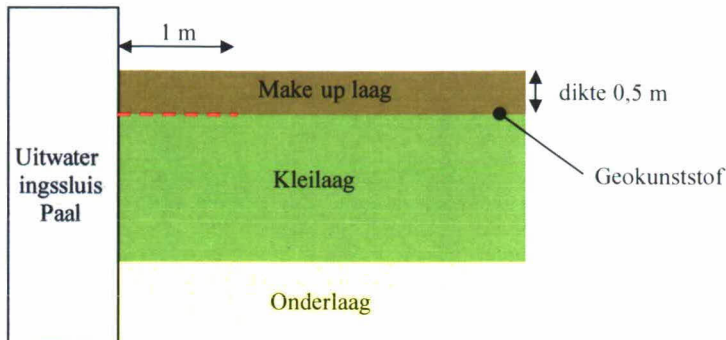
Tijdens de uitvoering van de dijkverbetering bestaat de onderhoudsstrook uit een 0,4 m dikke laag fosforslakken van de sortering 0/40 mm op een geokunststof. Na uitvoering wordt over de laag fosforslakken een laag grindasfaltbeton of dicht asfaltbeton aangebracht, met een dikte van 0,06 m.

Overgang tussen berm en bovenbeloop

De bekleding is over een lengte van 1 m doorgetrokken op de berm. De overgang wordt gemaakt door een afronding aan de bekleding te geven waarvan de kromtestraal 10 m is. Aan het einde van de bekleding op de berm wordt een betonband geplaatst om de bekleding op te sluiten.

6.5 Aansluitingsconstructies

Ter hoogte van de uitwateringssluis Paal, 11,825 km, is de kleidijk aangesloten op de uitwateringssluis. Indien een optimale verdichting van de klei wordt toegepast (klei aanbrengen in lagen van 0,4 m dikte die afzonderlijk worden verdicht) hoeven geen extra voorzieningen te worden getroffen voor de aansluiting van de kleilaag op de uitwateringssluis. Om een extra veiligheid te creëren is ervoor gekozen om tussen de kleilaag en de make-up laag een geokunststof aan te brengen aan de wand om materiaaltransport langs de uitwateringssluis te voorkomen. Dit is weergegeven in de onderstaande Figuur 20.



Figuur 20: Aansluitingsconstructie uitwateringssluiss Paal - kleidijk

Tevens wordt de schuivenput opgehoogd tot het ontwerppeil.

6.6 Berm

Tijdens de uitvoering wordt een tijdelijke weg aangelegd die na de werkzaamheden wordt afgewerkt. Deze bekleding dient voldoende sterk te zijn om golfklappen tijdens ontwerpcondities te kunnen weerstaan.

6.6.1 Bekleding

De onderhoudsstrook op de dijk westelijk van de strekdam nabij Baalhoek (ter hoogte van 13,385 km) ligt op de berm, die op + 6,3 tot 6,5 m NAP ligt. Het ontwerppeil van het dijktraject Saefthinghe 2 ter hoogte van Baalhoek (13,285 km) is + 6,9 m NAP. De berm aan deze zijde is dus ongeveer 0,6 m hoger dan de berm op de dijk westelijk van de strekdam nabij Baalhoek. Om te voorkomen dat er een abrupte knik in de onderhoudsstrook ontstaat wordt de onderhoudsstrook ter hoogte van Baalhoek (13,285 km) met een taludhelling van 1:20 aangesloten op de onderhoudsweg op de dijk westelijk van de strekdam nabij Baalhoek.

De onderhoudsstrook in dijktraject Saefthinghe 1, ten oosten van 10,835 km, bestaat uit Ritter platen. Om te voorkomen dat er een abrupte knik in de onderhoudsweg ontstaat wordt de onderhoudsweg ter hoogte van 10,835 km met een taludhelling van 1:20 aangesloten op de onderhoudsweg (ook doorgroeibaar) op de dijk van Saefthinghe 1, oostelijk van 10,835 km.

Een overzicht van de toekomstige bekleding op de onderhoudsstrook in het dijktraject van 10,835 km - 13,300 km en de onderliggende filterconstructies zijn weergegeven in Tabel 53. De onderhoudsstrook is aangelegd onder een taludhelling van 1:20/25.

Tabel 53: Bekleding onderhoudsstrook 10,835 km - 13,300 km

Bekleding (10,835 – 12,185 km)	Hoogte op talud [m t.o.v. NAP]	Filterconstructie
Asfaltbekleding (D = 0,06 m)	± 6,9 (talud 1:20)	Fosforslakken 0/40 mm, D = 0,4 m met daaronder een “woven” ¹
Bekleding (12,185 – 13,300 km)	Hoogte op talud [m t.o.v. NAP]	Filterconstructie
Kunststof grasplaten instrooien met grond	± 6,9 (talud 1:20)	Zand D = 0,05 m

¹ zie subparagraaf 6.3.1

6.6.2 Fundering onderhoudsweg

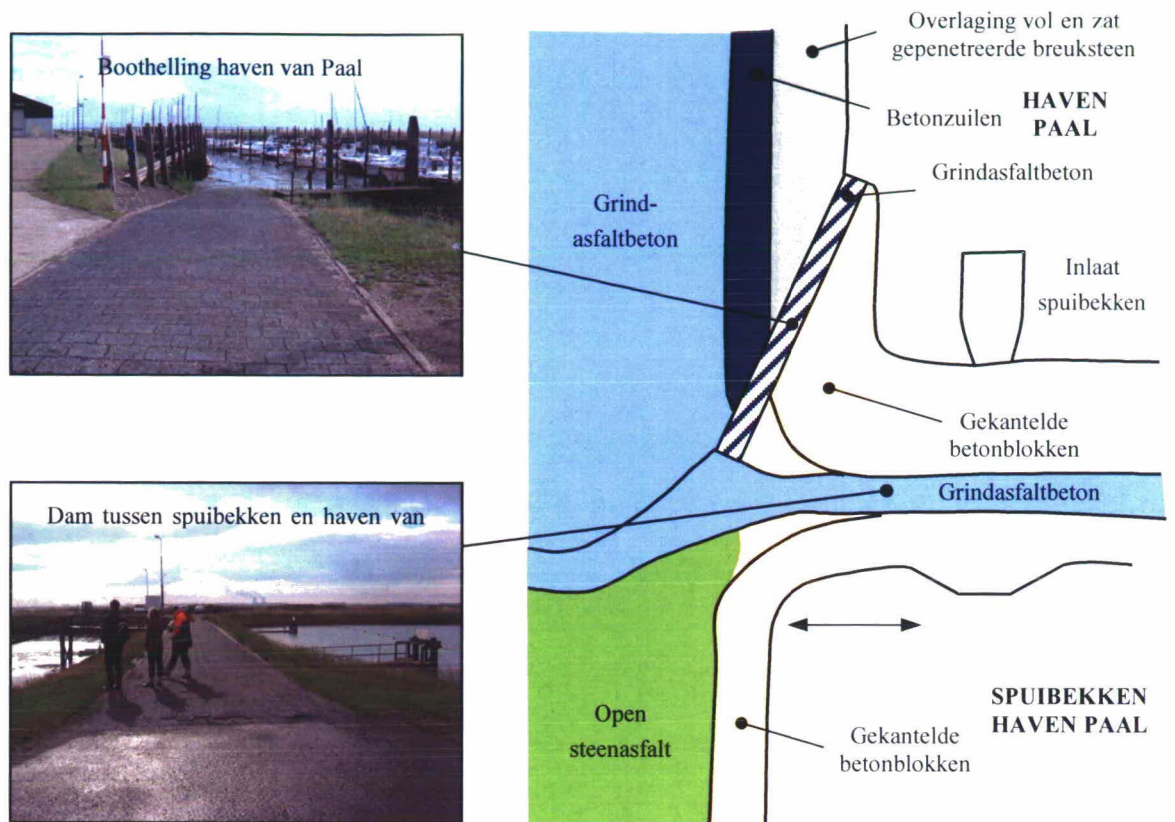
Onder de verharde onderhoudsweg op de buitenberm dient tussen de funderingslaag van fosforslakken (D = 0,4 m) en de ondergrond een gewezen doek te worden toegepast, dat de funderingslaag van de ondergrond moet scheiden. Onder de onderhoudsweg is hetzelfde geokunststof toegepast als onder de kreukelberm (zie subparagraaf 6.3.1). Onder de kunststof grasplaten is een zandpakket aangebracht met D = 0,05 m. De onderhoudsstrook is aangelegd onder een taludhelling van 1:20/25.

6.7 Verborgene bekleding

Haven van Paal – spuibecken: 10,930 km - 11,005 km

Ter hoogte van de overgang van het spuibecken naar de haven van Paal dient de bekleding door te lopen over de aanwezige dam, die het spuibecken van de haven van Paal scheidt. De gekantelde betonblokken zijn hier als een verborgen bekleding doorgetrokken tot in de haven van Paal (zie Figuur 21 en Figuur 22). Op de grens van de aansluiting van de huidige bekleding van de dam met de verborgen bekleding is een penetratie van gietasfalt benodigd om een goede overgangsconstructie te hebben. Halverwege zorgt een verticale overgang met een diepstekende band door het filter voor een waterslot ter voorkoming van achterloopsheid achter de dam tussen de haven en het spuibecken.

De overgang van de bekleding op het talud in de haven van Paal naar de boothelling is uitgevoerd met extra asfalt aangezien de granulaire lagen onder de betonzuilen en de overlaging met vol-en-zat gepenetreerde breuksteen niet gelijk zijn.



Figuur 21: Schets bekledingen haven van Paal – spuibecken en huidige situatie



Figuur 22: Huidige situatie tussen boothelling en dam tussen spuibecken en haven van Paal

Havendam – kleidijk: 11,230 km

De havendam sluit ter hoogte van 11,230 km aan op de doorgaande kleidijk. Deze overgang is uitgevoerd volgens hetzelfde principe als de overgang van Saeftinghe 1 naar Saeftinghe 2 (zie subparagraaf 6.4.1 en Figuur 15). Door de halfronde vorm van de bovenkant van de havendam (zie Figuur 23) loopt de bekleding van de havendam als het ware door tot in het talud van de kleidijk.



Figuur 23: Huidige situatie overgang havendam – kleidijk

Baalhoek

De bekleding ter hoogte van de nol bij Baalhoek wordt vervangen. Nadat de bekleding is vervangen dient de nol op dezelfde wijze aan te sluiten op de bekleding op het talud als in huidige situatie (zie Figuur 24). Hiertoe wordt de bekleding van de nol op de dijk aangesloten en vol-en-zat ingegoten met asfalt.

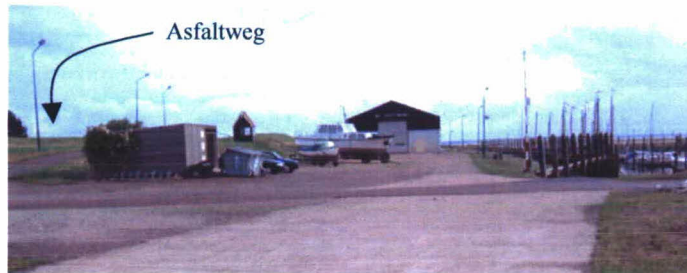


Figuur 24: Huidige situatie verborgen bekleding Baalhoek

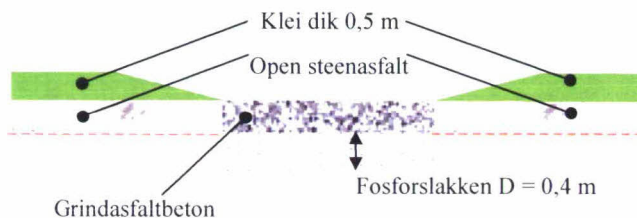
6.8 Bijzondere bekledingen

Asfaltweg haven van Paal

De asfaltweg over de dijk in de haven van Paal (zie links in Figuur 25) is uitgevoerd in asfalt aangezien autoverkeer de haven moet kunnen bereiken. In subparagraaf 5.4.3 is bepaald dat de dikte van het benodigde grindasfaltbeton 0,4 m moet bedragen. Voor de overgang van het grindasfaltbeton naar het open steenasfalt zijn geen extra voorzieningen benodigd aangezien dit beide asfaltbekledingen zijn (zie Figuur 26).



Figuur 25: Asfaltweg over de dijk in haven van Paal



Figuur 26: Dwarsdoorsnede asfaltweg over de dijk in haven van Paal

Boothelling

Zoals reeds vermeld in Figuur 21 wordt op de boothelling een bekleding van grindasfaltbeton toegepast met een dikte van $D = 0,4$ m. Onder GHW (NAP + 2,6 m) is asfaltbeton niet toepasbaar. Echter indien er aanvullende maatregelen worden genomen kan asfaltbeton worden toegepast. Aangezien de golfbelasting op de boothelling sterk gereduceerd wordt door de haven van Paal is besloten om geen aanvullende maatregelen toe te passen en grindasfaltbeton met een $D = 0,4$ m toe te passen. De overgang van de gekantelde betonblokken naar het grindasfaltbeton op de boothelling wordt gemaakt door extra grindasfaltbeton aan te brengen. De breedte van de boothelling is 4 m.

Clubhuis watersportvereniging Saeftinghe

Het clubhuis in de haven van Paal valt buiten de scope van de opdracht. De bekleding rond het clubhuis dient echter wel aan te sluiten op dit gebouw. Het is waarschijnlijk dat een bekleding van open steenasfalt zonder problemen tegen het clubhuis kan worden aangelegd. Hierover kunnen dan eventueel terrastegels worden toegepast op een laag zand. Het is gewenst om de bestaande situatie rond het clubhuis zoveel mogelijk te handhaven, maar doordat dit clubhuis in de getijdezone staat is het noodzakelijk dat ook de bekleding direct rond het clubhuis op voldoende sterkte wordt gebracht.

Loods

De loods in de haven van Paal valt buiten de scope van de opdracht. De bekleding rond de loods dient echter wel aan te sluiten op deze loods.

De loods staat, net zoals het clubhuis, in de getijdezone. De asfaltbekleding rondom het gebouw wordt direct tegen de fundering/wand van het gebouw aangesloten.

6.9 Toets op golfoploop

De golfoploop [7] onder maatgevende omstandigheden van de nieuw ontworpen bekleding is vergeleken met de golfoploop in de bestaande situatie met als doel om te controleren of de golfoploop met de aanleg van de nieuwe bekleding niet toeneemt ten opzichte van de huidige situatie. Voor een aantal representatieve doorsneden is de golfoploop bepaald in zowel de huidige als de toekomstige situatie. De resultaten zijn weergegeven in Tabel 54.

Tabel 54: Toets op golfoploop

Dwarsprofiel (kilometrering Waterschap [km])	Benodigde kruinhoogte							
	Huidig				Toekomstig			
	Overslag [l/s/m]				Overslag [l/s/m]			
	100	10	1	0,1	100	10	1	0,1
10,885	7,32	7,88	8,45	8,02	7,32	7,88	8,45	8,02
11,059	7,24	7,67	8,40	8,46	7,24	7,67	8,40	8,46
11,112	7,39	7,98	8,57	9,17	7,39	7,98	8,57	9,17
11,485	7,88	8,86	9,84	10,83	7,73	8,58	9,43	10,28
12,685	7,94	9,01	10,08	11,16	7,84	8,80	9,75	10,70
13,185	8,20	9,34	10,48	11,62	8,20	9,31	10,51	11,66

Uit Tabel 54 blijkt dat de golfoploop in de haven van Paal (10,835 km - 11,230 km) gelijk blijft aangezien de taludhelling ongewijzigd blijft en het type bekleding en de ruwheid niet of nauwelijks verandert. In het dijktraject (11,230 km - 13,300 km) is het talud in het ontwerp voor de nieuwe bekleding verflauwt waardoor de golfoploop afneemt of gelijk blijft.

6.10 Weerstand tegen afschuiving voor gezette steenbekleding

In paragraaf 5.6 is bij de bepaling van de toepasbaarheid van bekledingen nagegaan of de bekledingen voldoende weerstand kunnen bieden tegen afschuiving, uitgaande van de aanwezige kleilaagdikte. Op enkele locaties in het dijktraject Saeftinghe 2 is gekozen voor het toepassen van een gezette steenbekleding. Voor deze steenbekleding is gecontroleerd of de weerstand tegen lokale afschuiving voldoende groot is. De dikte van de kleilaag onder de gezette steenbekleding is minimaal 0,8 m maar voor de locaties waar een gezette steenbekleding is toegepast is de benodigde dikte bepaald met behulp van de ontwerpregel [14]. In Tabel 55 en Bijlage 27 is een overzicht gegeven van de berekende kleilaagdiktes.

Tabel 55: Controle weerstand tegen afschuiving voor gezette steenbekledingen (zie ook Bijlage 27)

Traject kilometrerings Waterschap ¹ [km]	Bekledingstype	Hoogte op talud [m + NAP]	Benodigde kleilaagdikte volgens ontwerpregel [m]	Minimaal benodigde kleilaagdikte [m]
10,835 – 10,930	Gekantelde betonblokken (0,5 x 0,5 x 0,15 m)	0,95 – 3,85	0,2	0,8
10,930 – 11,160	Betonzuilen (D = 0,25 m, $\rho = 2300 \text{ kg/m}^3$)	2,6 – 3,7	0,7	0,8
11,180 – 11,230	Betonzuilen (D = 0,45 m, $\rho = 2300 \text{ kg/m}^3$)	2,0 – 5,95	0,2	0,8
12,885 – 13,300	Betonzuilen (D = 0,5 m, $\rho = 2300 \text{ kg/m}^3$)	2,0 – 4,1	0,5	0,8
12,885 – 13,300	Gekantelde betonblokken (0,5 x 0,5 x 0,15 m)	4,1 – 6,9	1,0 (vanaf NAP + 6,0 m)	0,8

Uit Tabel 55 en Bijlage 27 blijkt dat voor de gezette steenbekleding in het dijktraject 12,885 – 13,300 km boven NAP + 6,0 m een kleilaagdikte nodig is die groter is dan de minimaal benodigde waarde. De benodigde kleilaagdikte is 1,0 m.

7 AANDACHTSPUNTEN VOOR BESTEK EN UITVOERING

7.1 Voorland

Bij aanleg van de nieuwe dijkbekleding, zowel de kleidijk als de gezette steenbekleding, zal het schor tot boven de huidige teenconstructie tijdelijk moeten worden ontgraven. Ter voorkoming van een blijvend effect door deze aanleg moet het schor na verwijderen van de oude constructie en de aanleg van de nieuwe constructie ter plaatse worden hersteld. Hierbij is de afwerkhoogte en het herstel van geultjes van groot belang. Voorkomen moet worden dat het terrein te hoog komt te liggen of dat juist plassen ontstaan waar altijd water in blijft staan. Geadviseerd wordt om voor de uitvoering van de werkzaamheden de 0-situatie van het schor direct voor de waterkering zodanig in te meten zodat de hoogteligging en de loop van geultjes zodanig wordt vastgelegd dat deze na aanleg weer op hetzelfde niveau is te herstellen.

7.2 Specifieke aandachtspunten

In de praktijk is het zinnig om bij de overdracht naar de uitvoering speciale aandacht te besteden aan de volgende onderdelen van het ontwerp [2] en [3]:

- Overlaging: Voorafgaande aan het aanbrengen van de overlagingen van ingegoten 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 het ingieten. Aanvoer van sediment heeft, indien voorafgaand aan het ingieten, een verminderde sterkte tot gevolg door de slechtere hechting van de ingegoten asfalt aan de breuksteen. Het heeft de voorkeur de breuksteen aan te brengen en in te gieten tijdens hetzelfde laagwater. Wanneer dit niet mogelijk is, dient een pomp met spuitlans aanwezig te zijn, zodat de breuksteen voorafgaande aan het ingieten schoon kan worden gespoten. Voorkomen moet worden dat de gietasfalt kort voor en tijdens het aanbrengen te veel afkoelt;
- Klei: De klei in de dijkbekleding moet erosiebestendige klei zijn, dat wil zeggen voldoen aan categorie 1 (c1). De stevigheid, kleefbaarheid en het watergehalte bepalen in sterke mate de verwerkbaarheid welke van grote invloed op de wijze waarop klei wordt en kan worden aangebracht en verdicht. Tevens bepaald verwerkbaarheid in grote mate het functioneren van een kleipakket in een dijk;
- Klei: Er zijn mogelijk aanvullende boringen nodig ter verificatie van de laagdikte van de klei voor het bestek;
- Geokunststof: het geokunststof heeft een filterfunctie en moet dus grond dicht zijn. Het is dus niet toegestaan om het geokunststof bijvoorbeeld vast te leggen door er piketpaaltjes doorheen te slaan;
- Taludhelling: In de praktijk wordt een tonronde aangebracht voor de steenbekleding op het traject 12,885 km - 13,300 km. Het talud krijgt dan een bolronde (convexe) vorm, waardoor de bekleding boven iets flauwer en onderin iets steiler is. In het ontwerp is hiermee rekening gehouden, maar gecontroleerd moet worden of de uiteindelijke aangelegde taludhelling overeenkomt met de aannamen;
- Teenbestorting: Onder de teenbestorting is een geokunststof toegepast om uitspoeling van het basismateriaal te voorkomen en de bestorting goed aan te kunnen brengen. Bij het

aanbrengen van de breuksteen kan het onderliggende geokunststof worden beschadigd, daarom wordt een “non-woven” geokunststof aangebracht;

- Uitvoeringsperiode: De bekledingen op het buitentalud mogen alleen worden opengebrouwen buiten het stormseizoen. Tevens dient bij de planning rekening te worden gehouden met het broedseizoen van de aanwezige vogels. Aangaande de minder kwetsbare onderdelen moet in overleg met het Waterschap Zeeuws-Vlaanderen besloten worden of er ook tijdens het gesloten seizoen mag worden gewerkt. Indien dit niet mogelijk is dient gekeken te worden of het mogelijk is om in twee perioden (jaren) te werken;
- Ingieten: Ingieten met asfalt is een bijzondere voorziening die vooral is toegepast om de negatieve invloed van overgangsconstructies te compenseren. Deze maatregel werkt alleen gunstig als het asfalt ook volledig doordringt in de granulaire laag, en werkt zelfs ongunstig als alleen de toplaag waterdicht wordt. Het ingieten moet plaatsvinden voordat de toplaag wordt ingewassen en voordat de bekleding door golfwerking ingezand raakt. Doorgaans wordt vloeibaar mastiek gebruikt voor het ingieten, aangezien gietasfalt te grof is;
- Overgangsconstructies: Algemeen gelden voor overgangsconstructies de volgende uitvoeringsbeginselen:
 - Een nauwkeurige maatvoering is van groot belang;
 - De ondergrond moet zo min mogelijk worden verstoord;
 - De overgang tussen aanliggende bekledingen met verschillende laagdiktes moet vloeiend verlopen;
 - De bovenzijde van de overgang moet vlak aansluiten op de aanliggende bekledingen;
 - De overgang moet goed hechten aan de aanliggende bekledingen;
 - De constructie moet eenvoudig zijn uit te voeren;
 - Het resultaat moet goed te controleren zijn.
- Uitwateringssluis Paal: Uit tekening 9679 blad 3 uit het archief van Waterschap Zeeuws-Vlaanderen (1968) blijkt dat de bovenzijde van de schuivenput is afgewerkt op NAP + 6,70 m, gelijk met de berm. Dit komt overeen met de huidige situatie. Het hoogteverschil tussen de huidige berm en het ontwerppeil is slechts 0,25 m. Dit is goed te overbruggen door de schuivenput 0,25 m op te hogen (opstorten). Eventueel kunnen de spindelstangen worden verlengd, mogelijk is dit niet nodig door de geringe ophoging. Van de twee kasten lijkt een al op ontwerppeil aangebracht, degene direct naast de schuivenput zal tevens 0,25 m opgehoogd moeten worden. Op deze wijze wordt met een zeer beperkte ingreep voorkomen dat op een klein traject een andere variant moet worden toegepast met een (harde) bekleding op het hoger gelegen talud. Dit laatste is uit landschappelijk oogpunt minder gewenst.
- Er moet aandacht besteedt worden aan het herstel van de dam tussen het spuibekken en de haven van Paal. Op de verborgen bekleding van gekantelde betonblokken moet de bestaande weg teruggelegd worden;
- Tijdens de uitvoering moet zorgvuldig worden omgegaan met de aanwezige kabels en leidingen om problemen of ongelukken te voorkomen;
- De jachthaven, loodsen, horeca en de uitwateringssluis dienen tijdens en na de uitvoering van het werk altijd normaal te kunnen blijven functioneren en bereikbaar te blijven. Er dient rekening gehouden te worden met de fundering van de loods en het clubhuis van de watersportvereniging;
- Tijdens de uitvoering dient rekening te worden gehouden met het getij. Er moeten korte trajecten per keer worden aangepakt;
- Er moet nauwkeurig bepaald worden of de dimensies van de bekleding in de uitvoering hetzelfde zijn als volgt uit het ontwerp.

7.3 Samenwerking ontwerpers en directie

- De ontwerper dient voor de start van de uitvoering een toelichting op het ontwerp te geven aan de directie en de toezichhouders;
- Afwijkingen in de bestaande situatie en aanpassingen van het ontwerp tijdens de uitvoering dienen besproken worden met de ontwerper;

8 LITERATUUR

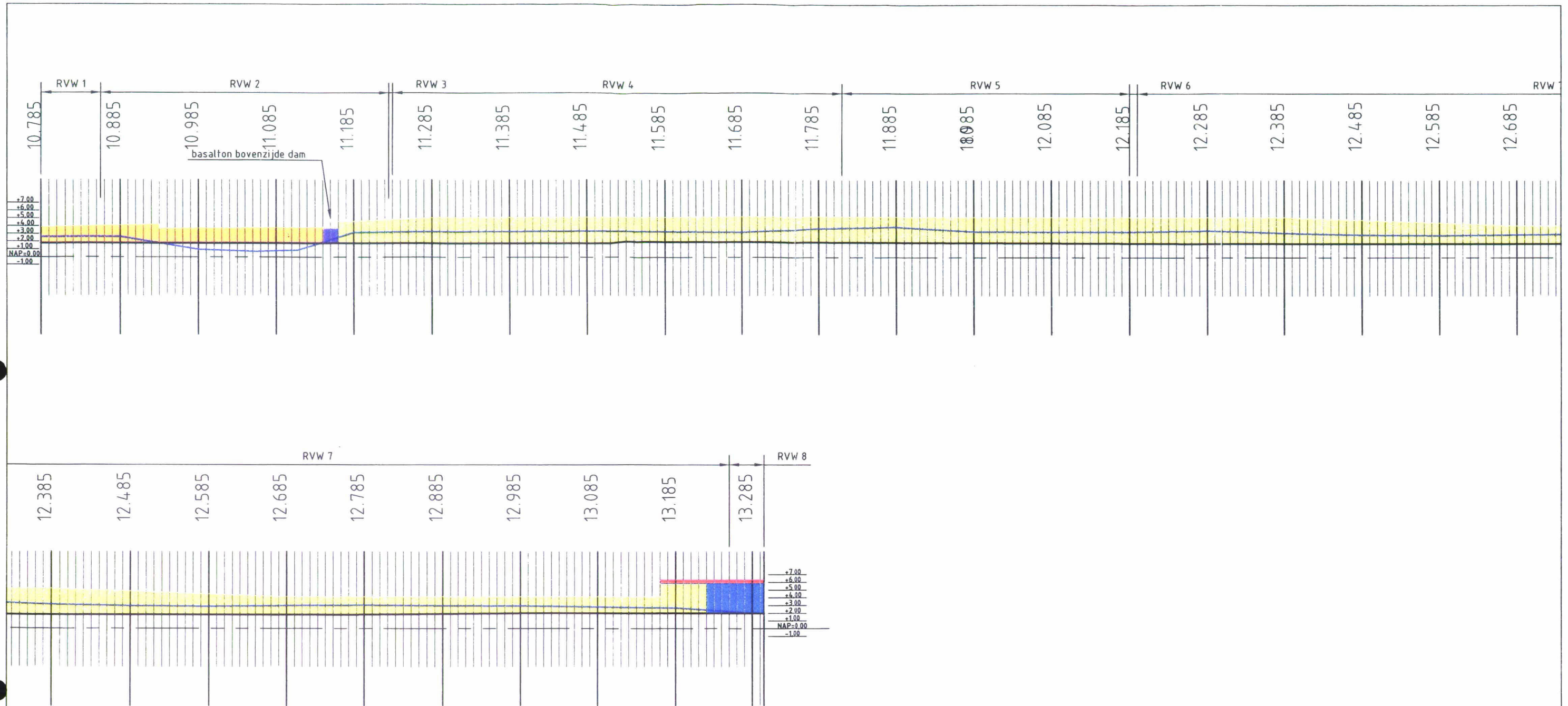
- [1] *Randvoorwaardendocument*, Projectbureau Zeeweringen, Nederland, april 2005
- [2] *Ontwerpen van dijkbekledingen langs de Westerschelde en natuurtoetsen*, Projectbureau Zeeweringen, 1 maart 2005, versie 7
- [3] *Technisch Rapport Steenzettingen: Deel: Ontwerp*, Technische Adviescommissie voor de Waterkeringen, december 2003
- [4] *Technisch Rapport Asfalt voor Waterkeren*, Technische Adviescommissie voor de Waterkeringen, november 2002
- [5] *De veiligheid van de primaire waterkeringen in Nederland (VTV)*, Ministerie van Verkeer en Waterstaat, 19 januari 2004
- [6] *Hydraulische Randvoorwaarden 2001 voor het toetsen van primaire waterkeringen*, Ministerie van Verkeer en Waterstaat, december 2001
- [7] *Technisch Rapport Golfploop en Golfoverslag bij Dijken*, Technische Adviescommissie voor de Waterkeringen, mei 2002
- [8] *Technisch Rapport Klei voor Dijken*, Technische Adviescommissie voor de Waterkeringen, mei 1996
- [9] *Vraagspecificatie*, Rijkswaterstaat Zeeland, 20 april 2005, versie 2.0
- [10] *Vogeltellingen tijdens laagwater langs de dijk van Saeftinghe*, Bureau Waardenburg bv, 1 juli 2004
- [11] *Broedvogels van het schor en de polders tussen Baalhoek en Paal, alsmede een beeld van herpeto- en zoogdierfauna*, SOVON Vogelonderzoek Nederland, juni 2004
- [12] *Eenvoudige toetsmethode voor havendammen*, Klein-Breteler, M., WL/Delft Hydraulics, juli 2002
- [13] *Breuksteen in de praktijk, Deel 2: dimensionering van constructies in binnenwateren*, CUR 197, Stichting CUR, juni 2000, Gouda
- [14] *Handboek voor dimensionering van gezette taludbekledingen*, TAW-rapport 155, CUR Gouda, maart 1992.

9 COLOFON

Opdrachtgever	: Projectbureau Zeeweringen
Project	: Dijkverbetering Saeftinghe 2
Dossier	: X1675-01.001
Omvang rapport	: 93 pagina's
Auteur	: M. Eversdijk
Bijdrage	: J.H. Cirkel/ V.J.W. Hombergen
Projectleider	: J.H. Cirkel
Projectmanager	: T. Louters
Datum	: 25 januari 2006
Naam/Paraaf	: <i>Kevelam M</i>

BIJLAGE 1 BESTAANDE BEKLEDING






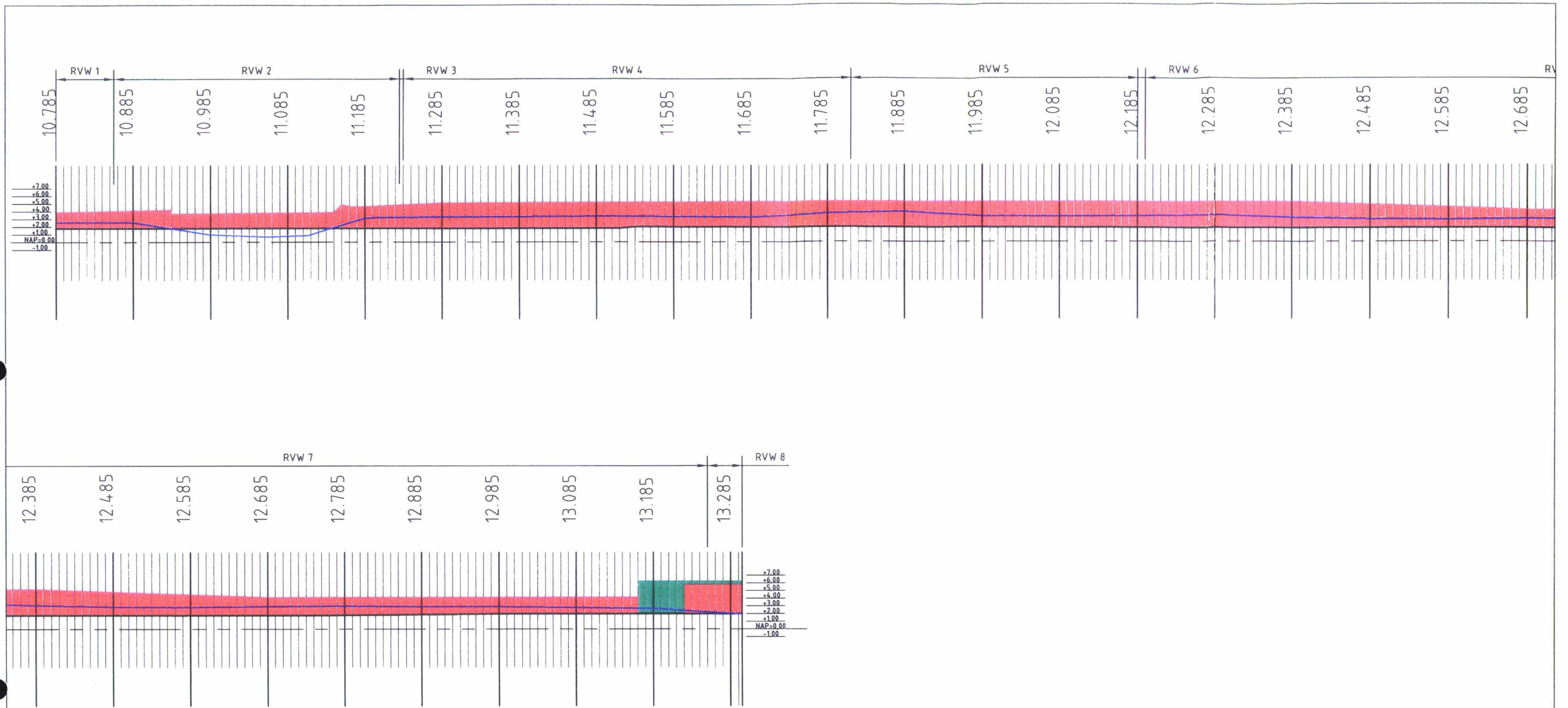
LEGENDA:

- hydroblokken
- polygoon zuilen
- befonblokken
- vilvoordse
- basaltzuilen
- basalt-befonblokken
- schortlijn

DHV Ruimte en Mobiliteit BV

Deze tekening mag niet worden vervoelvoudigd en/of openbaar gemaakt d.m.v. druk, foto's, microfilm of op welke andere wijze ook zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van DHV Ruimte en Mobiliteit BV, noch mag deze zonder een dergelijke toestemming worden gebruikt voor enig ander werk waarvoor zij is vervaardigd.

		get. gez.		Ontwerp dijkvak Saeftinghe 2				
		get. gez.		Projectbureau Zeeweringen				
B	B	uitg.	datum	 DHV Ruimte en Mobiliteit BV	lengte profiel huidige bekleding	datum 09-12-05	get. Wpo	formaat A 3
						peilen t.o.v. N.A.P.	gec.	
				boekingsnummer	tekeningnummer			
				X1675-01-001	ST-001			



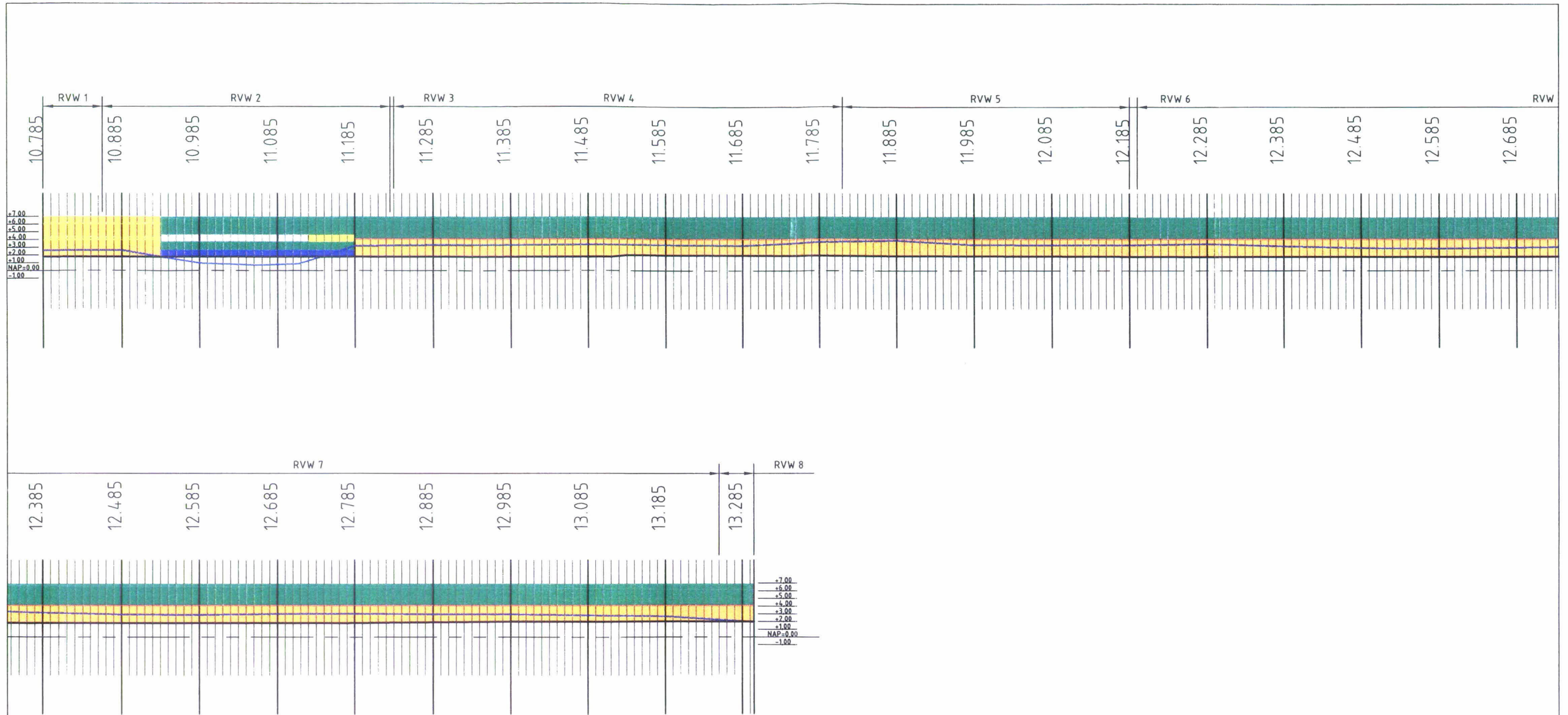
LEGENDA:

- beoordeling goed
- beoordeling onvoldoende
- schorlijn

DHV Ruimte en Mobiliteit BV

Deze tekening mag niet worden vervaardigd en/of openbaar gemaakt d.m.v. druk, fotokopie, microfilm of op welke andere wijze ook zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van DHV Ruimte en Mobiliteit BV, noch mag deze zonder een dergelijke toestemming worden gebruikt voor enig ander werk waarvoor zij is vervaardigd.

		get. gez.		Ontwerp dijkvak Saeftinghe 2		
		get.		Projectbureau Zeeweringen		
		datum		DHV Ruimte en Mobiliteit BV		
uitg.		datum		lengte profiel toetsresultaten		
M B		M B		datum	09-12-05	get. Wpo
				peilen t.o.v.	N.A.P.	gec.
				schaal	1:5000/1:500	vrijg.
				boekingsnummer	X1675-01-001	tekeningnummer
						ST-002
				A 3		



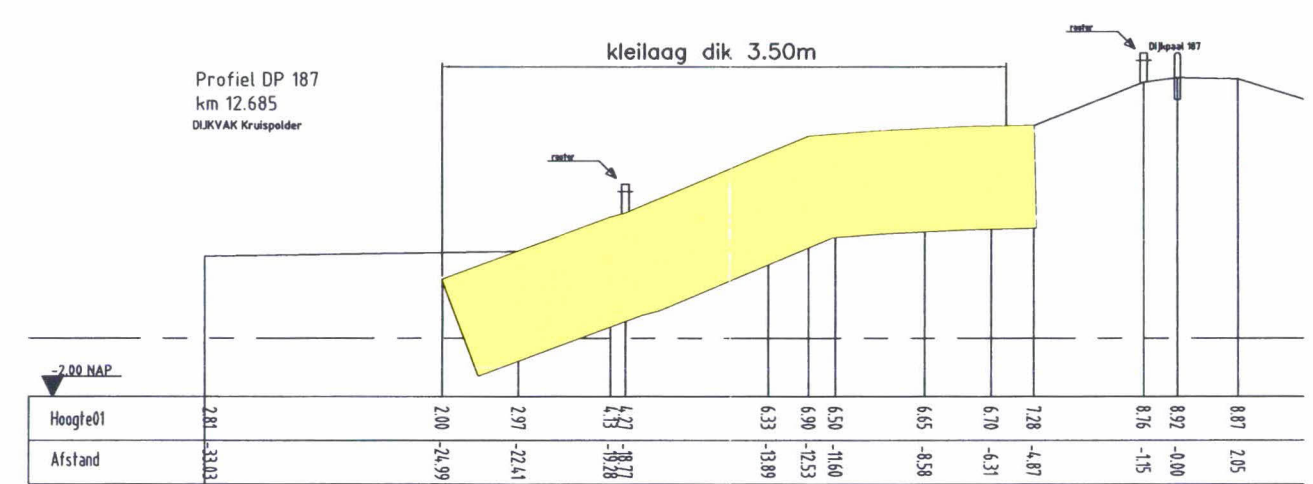
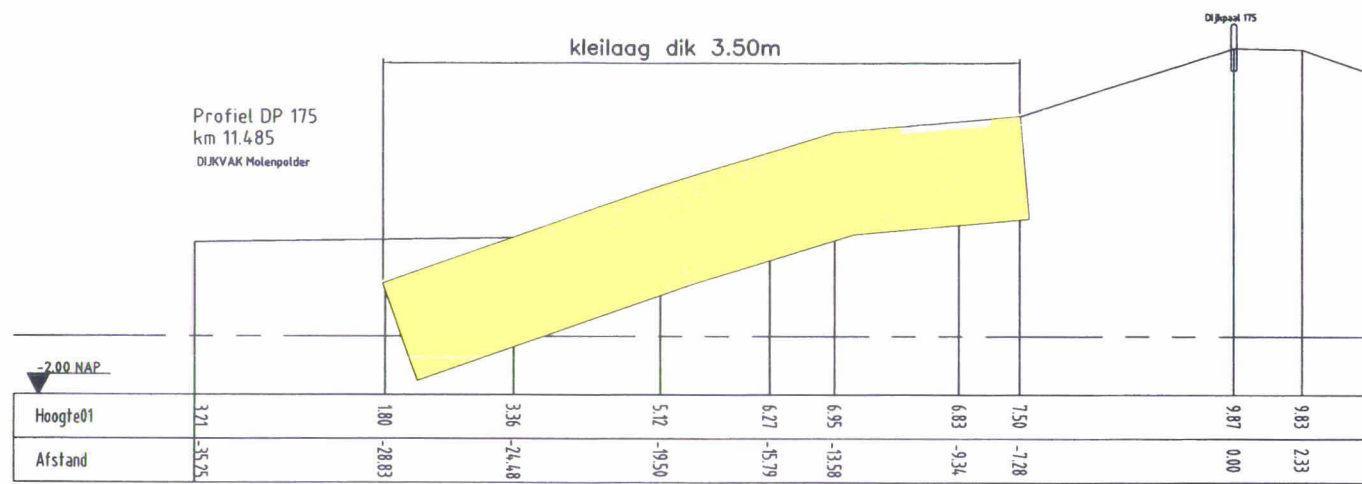
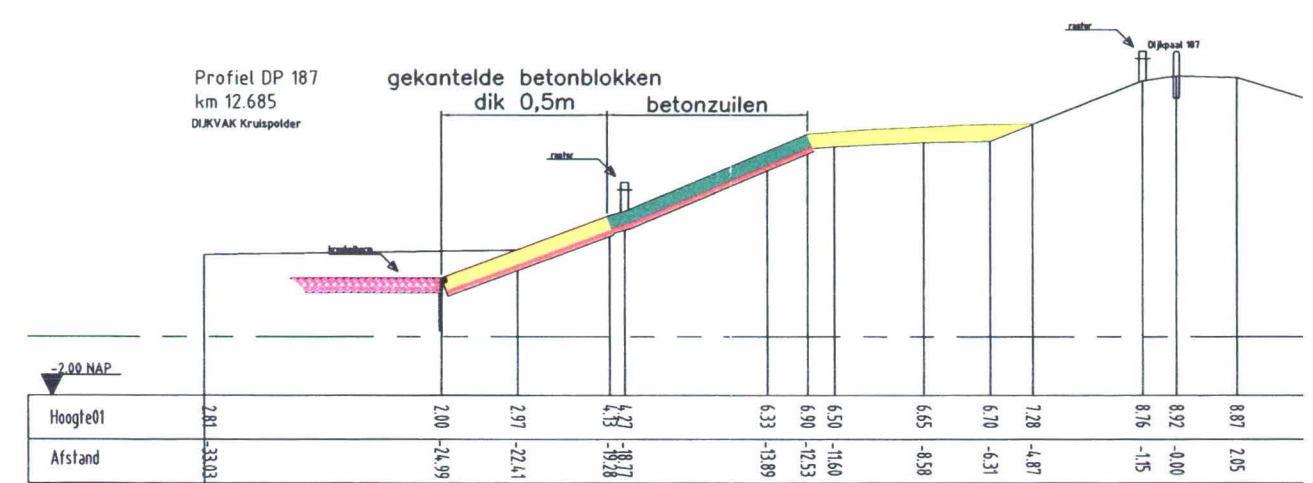
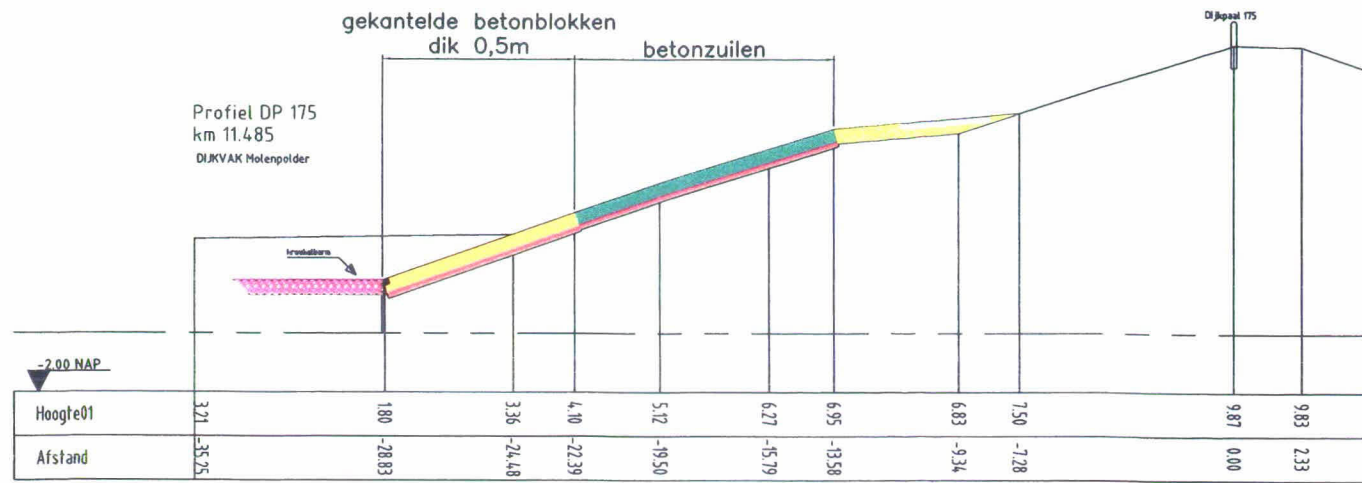
LEGENDA:

- beton zuilen
- gekantelde blokken
- kleilaag
- overlaging
- asfalt
- asfalt afgedekt met klei
- schorlijn

DHV Ruimte en Mobiliteit BV

Deze tekening mag niet worden vervaardigd en/of openbaar gemaakt d.m.v. druk, foto's, microfilm of op welke andere wijze ook zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van DHV Ruimte en Mobiliteit BV, noch mag deze zonder een dergelijke toestemming worden gebruikt voor enig ander werk waarvoor zij is vervaardigd.

		Ontwerp dijkvak Saeftinghe 2	
		Projectbureau Zeeweringen	
DHV	DHV Ruimte en Mobiliteit BV	lengte profiel	datum 09-12-05
		voorkeurs alternatief	peilen t.o.v. N.A.P.
		DHV	get. Wpo
			gec.
			schaal 1:5000/1:500
			vrijg.
			boekingsnummer
			ST-003-B
			format
			A3
			tekeningsnummer




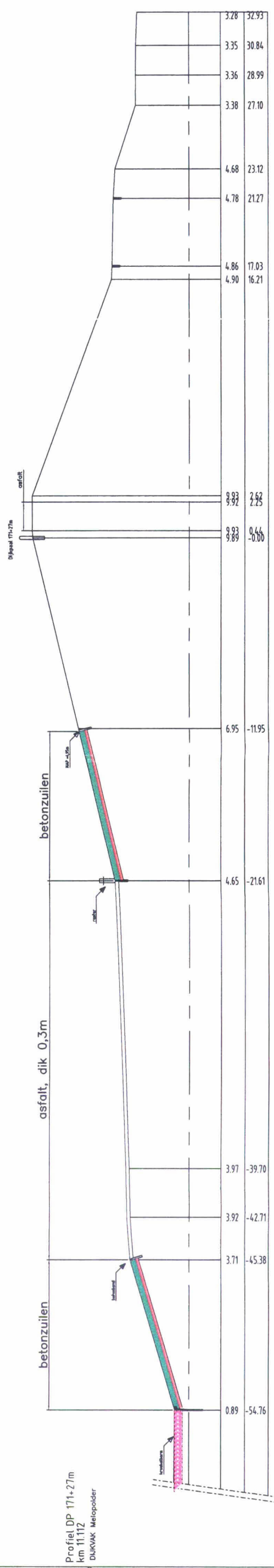
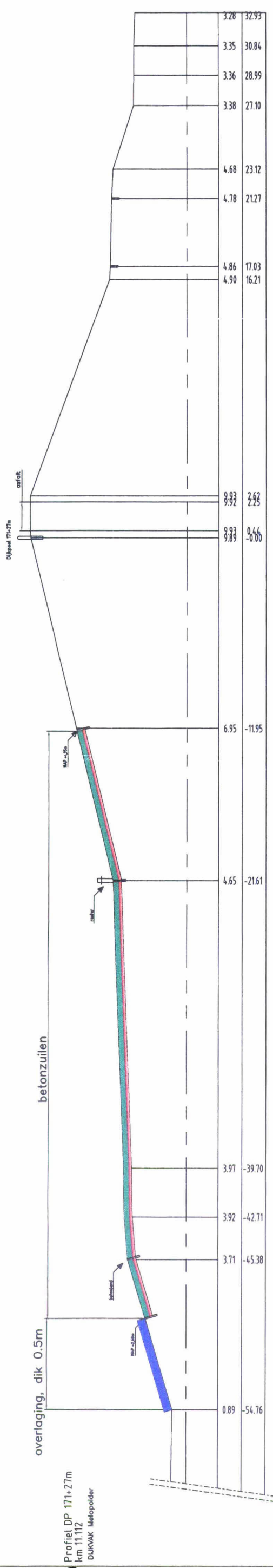
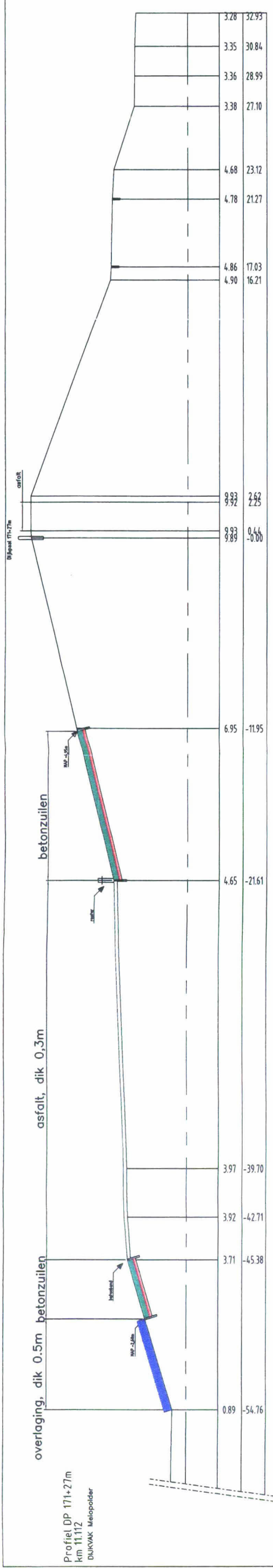
LEGENDA:

- betonzuilen
- gekantelde blokken
- kleilaag
- overlaging
- funderingslaag
- asfalt

DHV Ruimte en Mobiliteit BV

Deze tekening mag niet worden verspreid of openbaar gemaakt d.m.v. druk, foto, kopie, microfilm of op welke andere wijze ook zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van DHV Ruimte en Mobiliteit BV, noch mag deze zonder een dergelijke toestemming worden gebruikt voor enig ander werk waarvoor zij is vervaardigd.

		gez.		Ontwerp dijkvak Saeftinghe 2			
		get.		Projectbureau Zeeweringen			
		datum				dwars profielen alternatieven VO	
		uitg.		DHV Ruimte en Mobiliteit BV		dijk	
		datum		09-12-05		get. Wpo	
		peilen t.o.v.		N.A.P.		gec.	
		schaal		1:250		vrijg.	
		boekingsnummer		X1675-01-001		tekeningnummer	
						ST-004	
		formaat		A3			



LEGENDA:

- beton zuilen
- gekanteelde blokken
- kleilaag
- overlaging
- funderingslaag
- asfalt

DHV Ruimte en Mobiliteit BV
 Deze tekening mag niet worden verspreid of openbaar gemaakt (a.u.b. druk, fotokopie, microfilm of op welke andere wijze ook) zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van DHV Ruimte en Mobiliteit BV, noch mag deze zonder een dergelijke toestemming worden gebruikt voor enig ander werk waarvoor zij is vervaardigd.

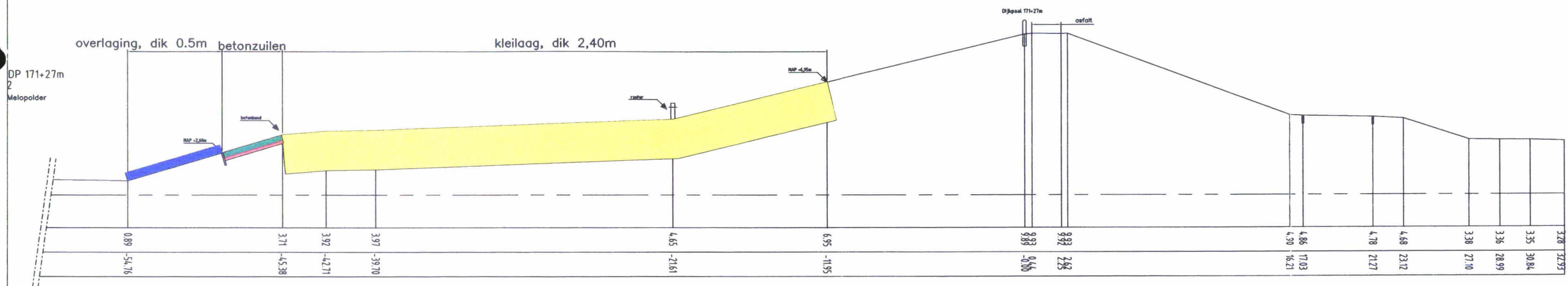
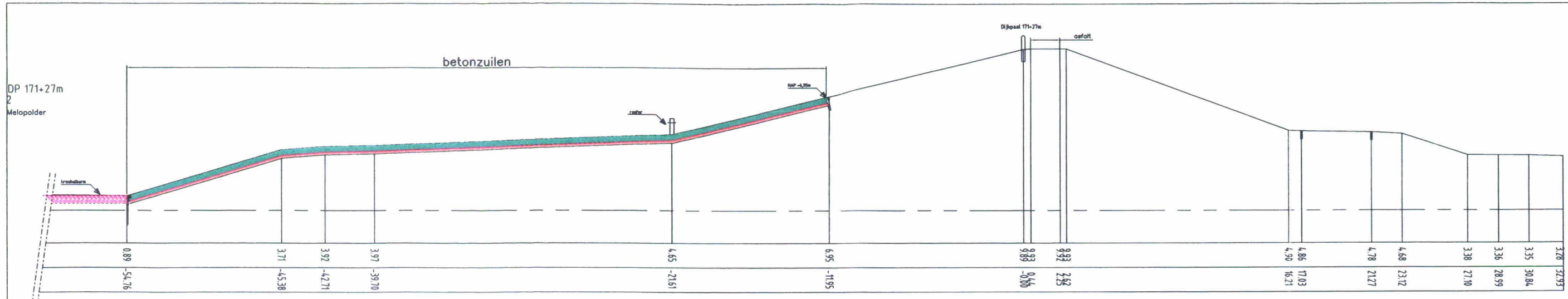
Ontwerp dijkvak Saeftinghe 2
Projectbureau Zeeweringen

DHV
 DHV Ruimte en Mobiliteit BV

dwars profielen alternatieven V0 haven Paal-noord

get.	gez.	datum	datum	get.	Wpo	formaat
						A 3
					gec.	
					vrijg.	
					boekingsnummer	tekeningsnummer
					X1675-01-001	ST-005

datum 09-12-05
 pellen t.o.v. N.A.P.
 schaal 1:250
 boekingsnummer X1675-01-001
 tekeningsnummer ST-005




LEGENDA:

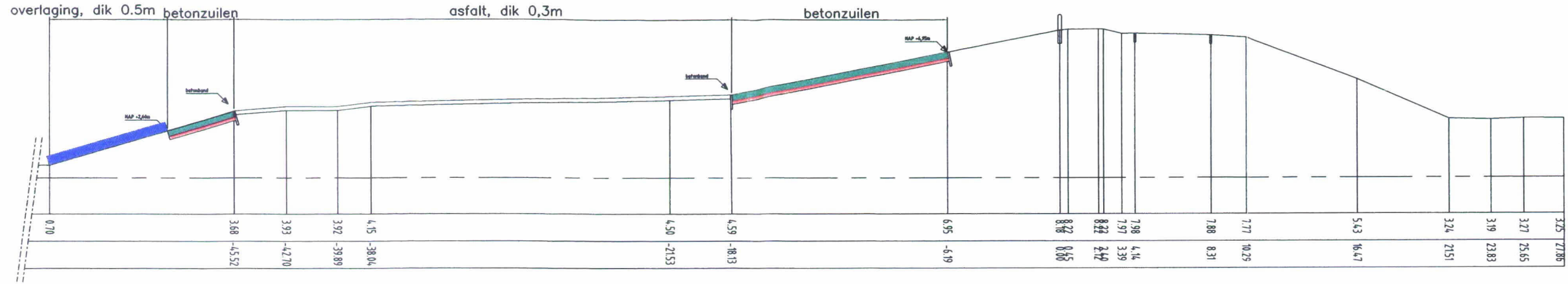
- beton zuilen
- gekantelde blokken
- kleilaag
- overlaging
- funderingslaag
- asfalt

DHV Ruimte en Mobiliteit BV

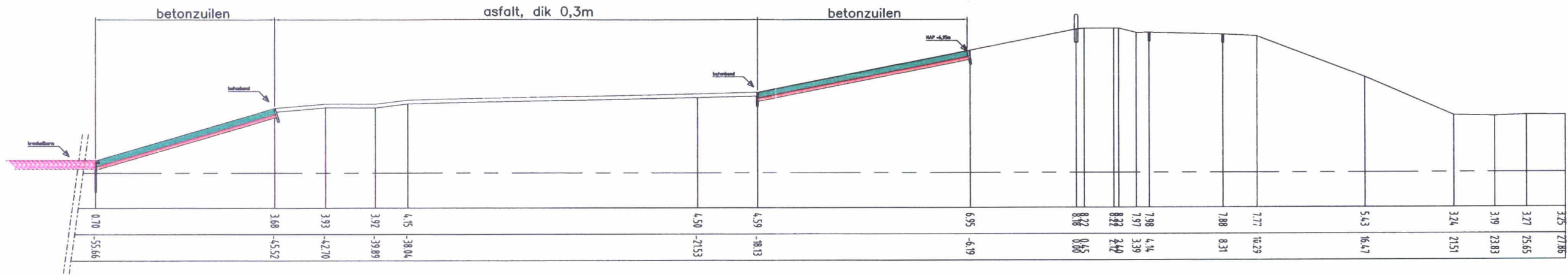
Deze tekening mag niet worden vervaardigd en/of openbaar gemaakt d.m.v. druk, fotokopie, microfilm of op welke andere wijze ook zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van DHV Ruimte en Mobiliteit BV, noch mag deze zonder een dergelijke toestemming worden gebruikt voor enig ander werk waarvoor zij is vervaardigd.

Ontwerp dijkvak Saeftinghe 2				
Projectbureau Zeeweringen				
 DHV Ruimte en Mobiliteit BV	dwars profielen alternatieven VO haven Paal-noord	datum 09-12-05	get. Wpo	formaat A 3
		peilen t.o.v. N.A.P.	gec.	
			schaal 1:250	vrijg.
			boekingsnummer X1675-01-001	tekeningnummer ST-006

Profiel DP 170+74m
km 11.059
DIJKVAK Melopolder



Profiel DP 170+74m
km 11.059
DIJKVAK Melopolder




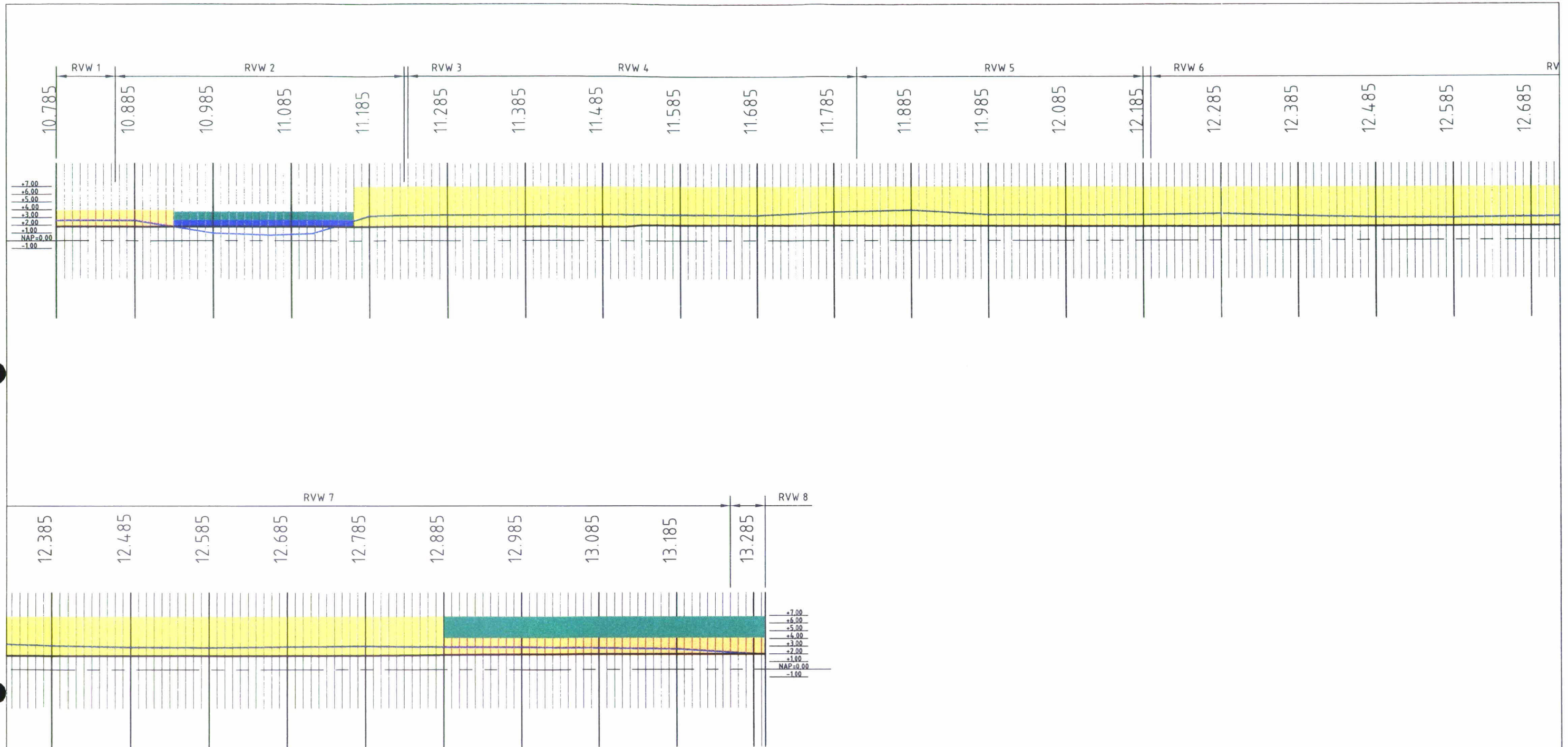
LEGENDA:

- beton zuilen
- gekantelde blokken
- kleilaag
- overlaging
- funderingslaag
- asfalt

DHV Ruimte en Mobiliteit BV

Deze tekening mag niet worden verspreid of openbaar gemaakt d.v. druk, fotokopie, microfilm of op welke andere wijze ook zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van DHV Ruimte en Mobiliteit BV, noch mag deze zonder een dergelijke toestemming worden gebruikt voor enig ander werk waarvoor zij is vervaardigd.

		gez.		Ontwerp dijkvak Saeftinghe 2						
		get.		Projectbureau Zeeweringen						
B	A	uitg.	datum	 DHV Ruimte en Mobiliteit BV	dwars profielen alternatieven VO haven Paal-midden	datum	09-12-05	get.	Wpo	formaat
						peilen t.o.v.	N.A.P.	get.		
						schaal	1:250	vrijg.		
						boekingsnummer	X1675-01-001	tekeningnummer	ST-007	



LEGENDA:

- beton zuilen
- gekantelde blokken
- kleilaag
- overlaging
- asfalt
- asfalt afgedekt met klei
- schorlijn

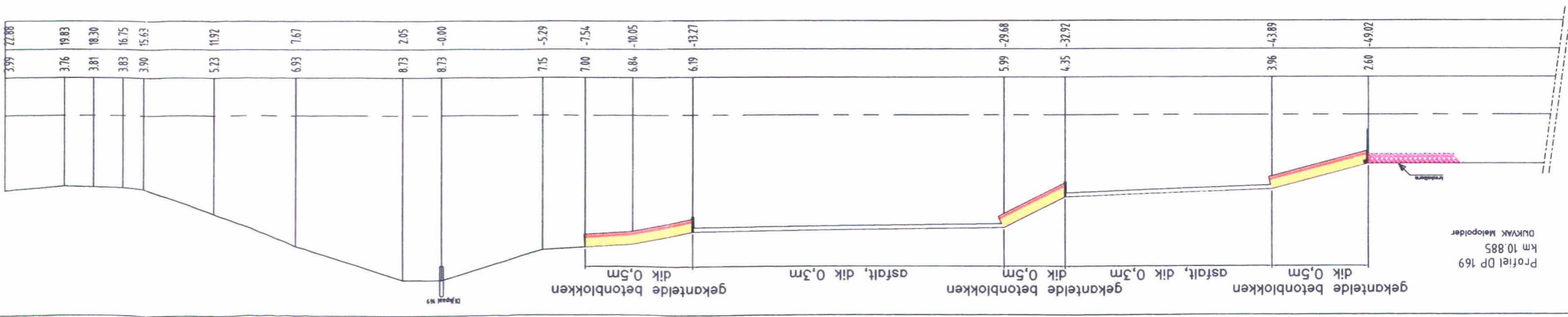
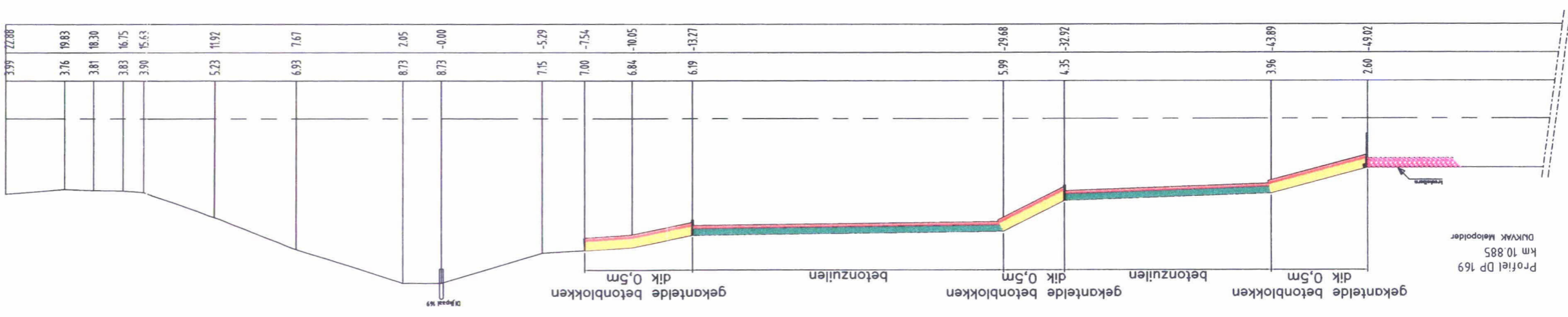
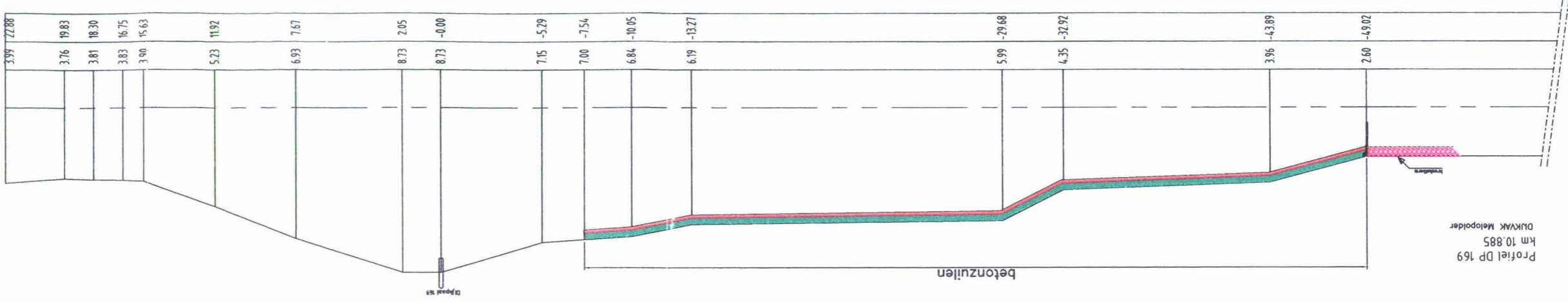
DHV Ruimte en Mobiliteit BV

Deze tekening mag niet worden vervoerroudd of openbaar gemaakt d.m.v. druk, fotokopie, microfilm of op welke andere wijze ook zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van DHV Ruimte en Mobiliteit BV, noch mag deze zonder een dergelijke toestemming worden gebruikt voor enig ander werk waarvoor zij is vervaardigd.

		get. gez.		Ontwerp dijkvak Saeftinghe 2			
		get.		Projectbureau Zeeweringen			
		datum		DHV		lengte profiel	
		uitg.		DHV Ruimte en Mobiliteit BV		voorkeurs alternatief v2	
		datum		projectbureau Zeeweringen		datum 25-01-05	
		uitg.				get. Wpo	
		datum				peilen t.o.v. N.A.P.	
		uitg.				get.	
		datum				schaal 1:5000/1:500	
		uitg.				vrijg.	
		datum				boekingsnummer	
		uitg.				1675-01-001	
		datum				tekeningsnummer	
		uitg.				ST-003-A	
		datum				formaat	
		uitg.				A 3	

LEGENDA:

- beton zuilen
- gekantelde blokken
- keilaag
- overlaging
- funderingslaag
- asfalt



Ontwerp dijkvak Saetfinghe 2
Projectbureau Zeeeringen



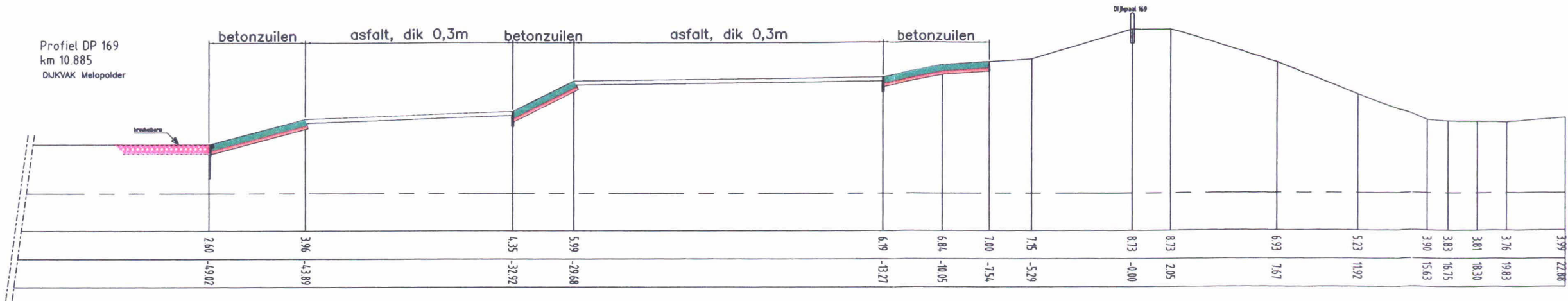
DHV Ruimte en Mobiliteit BV
alternatieven VO
haven Paal-spuibekken

boekingsnummer	X1675-01-001
tekeningsnummer	ST-008
datum	09-12-05
get. Wpo	get.
gec.	N.A.P.
schaal	1:250
vrjig	
formaat	A3

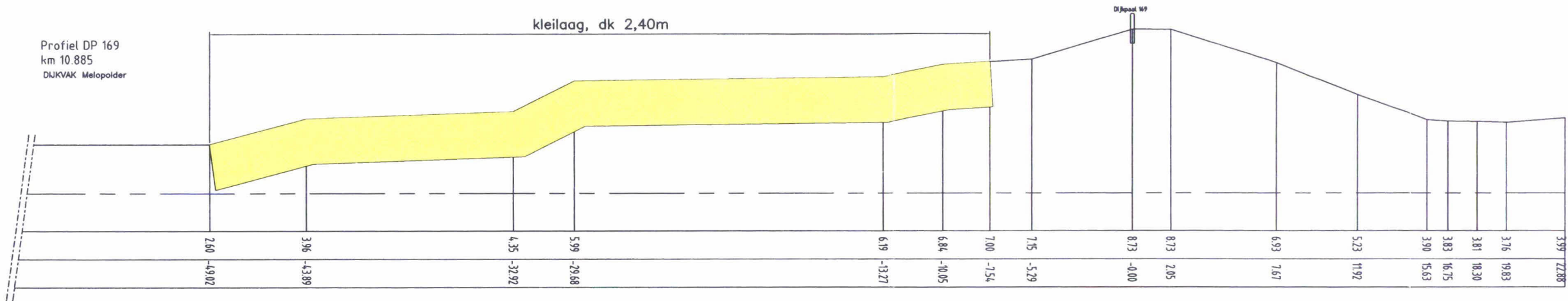
gez.	
get.	
datum	
uitg.	

DHV Ruimte en Mobiliteit BV
Deze tekening mag niet worden verspreid of openbaar gemaakt d.m.v. druk, foto's, tekeningen, microfilm of welke andere wijze ook zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van DHV Ruimte en Mobiliteit BV, noch mag deze zonder een dergelijke toestemming worden gebruikt voor enig ander werk, waarvoor zij is vervaardigd.

Profiel DP 169
km 10.885
DIJKVAK Melopolder



Profiel DP 169
km 10.885
DIJKVAK Melopolder




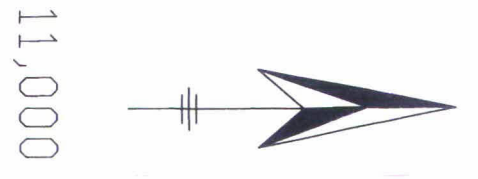
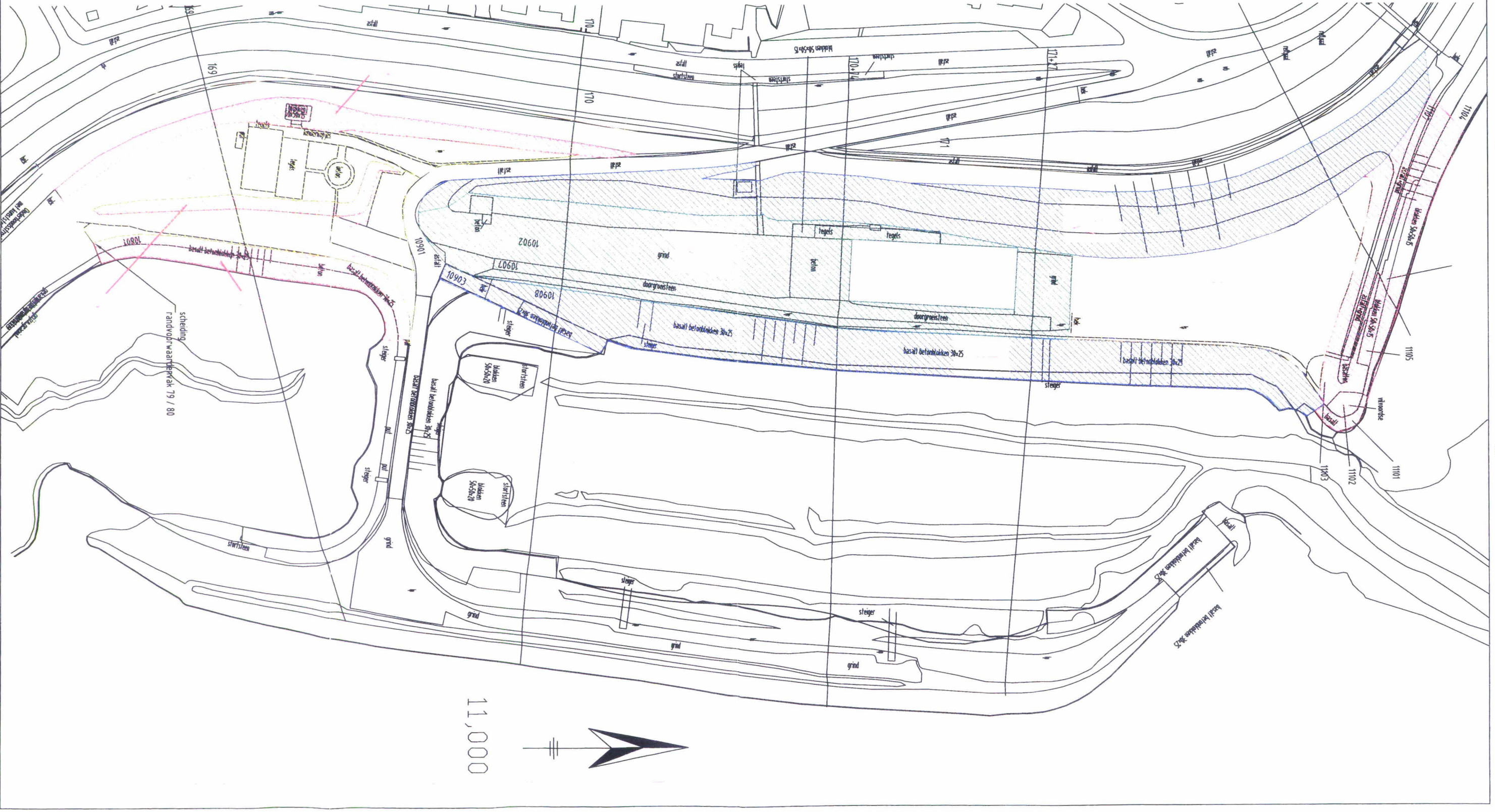
LEGENDA:

- beton zuilen
- gekantelde blokken
- kleilaag
- overlaging
- funderingslaag
- asfalt

DHV Ruimte en Mobiliteit BV

Deze tekening mag niet worden vervaardigd en/of openbaar gemaakt d.a.v. druk, fotokopie, microfilm of op welke andere wijze ook zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van DHV Ruimte en Mobiliteit BV, noch mag deze zonder een dergelijke toestemming worden gebruikt voor enig ander werk waarvoor zij is vervaardigd.

gez.		Ontwerp dijkvak Saeftinghe 2						
get.		Projectbureau Zeeweringen						
B	A	uitg.	datum	 DHV Ruimte en Mobiliteit BV	dwars profielen alternatieven VO haven Paal-spuibekken	datum 09-12-05	get. Wpo	formaat A 3
						peilen t.o.v. N.A.P.	gec.	
		schaal 1:250		vrijg.	boekingsnummer X1675-01-001		tekeningnummer ST-009	



B		uitg.		get. gez.	
A		datum			
<p>Ontwerp dijkvak Saetfinghe 2</p> <p>Projectbureau Zeeeringen</p>					
		DHV Ruimte en Mobiliteit BV			
karakteristieke delen haven Paal		situatie			
boekingsnummer X1675-01-001		datum 12-09-05			
tekeningnummer ST-010		schaal 1:1000		pelten t.o.v. N.A.P.	
A3 formaat		vrijsig		get. Wpo	

DHV Ruimte en Mobiliteit BV
 Deze tekening mag niet worden verspreid of openbaar gemaakt d.m.v. druk, verspreiden, verspreiden of op andere wijze en zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van DHV Ruimte en Mobiliteit BV, noch mag deze zonder een dergelijke toestemming worden gebruikt voor enig ander werk waarvoor zij is vervaardigd.

BIJLAGE 2 TOETSRESULTATEN

BIJLAGE 3 REKENWAARDEN

Tabel 56: Rekenwaarden top laag

Zuilen	Zuiloppervlak [m ²]	Open oppervlak [%]	Dichtheid [ton/m ³]
Bassaltzuilen	0,09	10	2,9
Basalton, Pitzuilen, Hydroblocks	0,09	10	variabel
Blokken	Spleetbreedte [mm]		Dichtheid [ton/m ³]
Vlakke betonblokken	1		2,3
Haringmanblokken, gekanteld	1		2,1 – 2,15
Granietblokken	3		2,6
Koperslabblokken	1		2,5

Tabel 57: Rekenwaarden granulaire laag onder top laag

Granulaire laag	Laagdikte [m]	Korreldiameter D _{f15} [mm]	Porositeit
Steenslag, blokken met spleet	0,15 ¹⁾	20	0,35
Steenslag, zuilen		20	0,35
Steenslag, blokken zonder spleet		5	0,35

¹⁾ In de berekening van de stabiliteit van de gezette bekleding is de rekenwaarde van de laagdikte gelijk aan de som van de minimaal te realiseren laagdikte van 0,10 m en een uitvoeringsmarge van 0,05 m. In de berekening van de weerstand tegen afschuiving moet alleen de minimale laagdikte van 0,10 m worden ingevoerd, en geen uitvoeringsmarge, omdat de minimale laagdikte voor die weerstand maatgevend is.

Tabel 58: Rekenwaarden spleetbreedte bij gekantelde betonblokken met afstandhouders

Blokafmetingen [m]	Spleetbreedte [mm]	
	Dikte afstandhouder 1,0 cm	Dikte afstandhouder 1,5 cm
0,50 x 0,50 x 0,15	7,5	11
0,50 x 0,50 x 0,20	7	10,5
0,50 x 0,50 x 0,25	6,5	9,5
0,40 x 0,40 x 0,15	7	10,5
0,40 x 0,40 x 0,20	6,5	9,5
0,40 x 0,40 x 0,25	6	9

BIJLAGE 4 BEREKENINGEN BEKLEDING

Anamos is een programma voor het ontwerpen van gezette steenbekledingen op een talud. Dit programma is gebruikt om de toepasbaarheid van betonzuilen en gekantelde betonblokken voor het dijktraject Saefthinghe 2 te bepalen.

Betonzuilen

Met behulp van Anamos is de hoogte van de betonzuilen voor de haven van Paal en het dijktraject 12,885 km - 13,300 km bepaald. Voor deze berekening zijn de volgende waarden genomen (zie Tabel 56):

- Hoogte havendam = NAP + 5,95 m; zuilhoogte bepaald a.h.v. golfrandvoorwaarden op dit niveau;
- Dichtheid zeewater: $\rho = 1025 \text{ kg/m}^3$;
- Rekenwaarde zuilhoogte is 2 cm kleiner dan de werkelijke waarde;
- Rekenwaarde dichtheid betonzuilen is 3 % lager dan de waarde van levering;
- Klemfactor = 1,0;
- Zuiloppervlak = $0,09 \text{ m}^2$;
- Open oppervlak = 10 %;
- Granulaire onderlaag: steenslag met $D_{f15} = 0,020 \text{ m}$, porositeit = 0,35 en laagdikte = 0,15 m.

Gekantelde betonblokken

Met behulp van Anamos is de hoogte van de gekantelde betonblokken voor de haven van Paal en het dijktraject 12,885 km - 13,300 km bepaald. Voor deze berekening zijn de volgende waarden genomen:

- De toepasbaarheid is bepaald a.h.v. golfrandvoorwaarden op het betreffende niveau op het talud;
- Dichtheid zeewater: $\rho = 1025 \text{ kg/m}^3$;
- Rekenwaarde blokhoogte is 2 cm kleiner dan de werkelijke waarde;
- Rekenwaarde dichtheid gekantelde betonblokken: 2300 kg/m^3 ;
- Klemfactor = 1,0;
- Spleetbreedte: 1 mm;
- Granulaire onderlaag: steenslag met $D_{f15} = 0,005 \text{ m}$, porositeit = 0,35 en laagdikte = 0,15 m.

BIJLAGE 5 RESULTATEN KLEIBORINGEN

In het overzicht van de kleiboringen in deze bijlage is gebruik gemaakt van de dijkpaalnummering. In de onderstaande Tabel 57 zijn de waarden behorende bij de kilometreringsgegevens gegeven.

Tabel 59: Omrekenen dp-waarden naar kilometreringsgegevens

Traject [dijkpaalnummering]	Traject kilometreringsgegevens Waterschappen [km]
168+55	10,840
168+85	10,870
169+40	10,925
170+05	10,990
171+50	11,135
172+20	11,205
172+50	11,235
173+00	11,285
175+00	11,485
176+00	11,585
178+00	11,785
178+50	11,835
179+00	11,885
180+00	11,985
181+00	12,085
182+00	12,185
182+08	12,193
183+00	12,285
185+00	12,485
187+00	12,685
188+00	12,785
190+00	12,985
191+50	13,135

BIJLAGE 6 ALTERNATIEVEN

Dit betreft de alternatieven uit het Voorontwerp.

BIJLAGE 7 GLOBALE KOSTENRAMING ALTERNATIEVEN

Globale kostenraming met een onderbouwing ten behoeve van de onderlinge afweging.
Deze zijn gebaseerd op het Voorontwerp dat enigszins afwijkt van het Definitief ontwerp.

Vak I

Havendam	eenheid	hoev	prijs/eenhe bedrag	
Enkel zuilen - geen alternatief				

Vak II

Talud onder steiger <i>overlaging en betonzuilen</i>	eenheid	hoev	prijs/eenhe bedrag	
Verwijderen bovenste deel bestaande bekleding	m2	3.8	€ 2.00	€ 7.60
Aanbrengen overlaging	m2	6.35	€ 88.00	€ 558.80
Aanbrengen betonzuilen (3,8 m2/m1)	m2	3.8	€ 81.30	€ 308.94
Aanbrengen filterlaag onder betonzuilen (3,8 m2/m1)	m2	3.8	€ 7.90	€ 30.02
				€ 905.36
betonzuilen				
Verwijderen bestaande bekleding, tijdelijk depot locatie	m2	10.15	€ 2.00	€ 20.30
Verwijderen teenconstructie	m	1	€ 5.00	€ 5.00
Aanbrengen teenconstructie (1 m/m1)	m	1	€ 83.64	€ 83.64
Aanbrengen betonzuilen (10,15 m2/m1)	m2	10.15	€ 81.30	€ 825.20
Aanbrengen filterlaag onder betonblokken (10,15 m2/m1)	m2	10.15	€ 7.90	€ 80.19
				€ 1.014.32

Vak III

vlak deel noordelijk van Loods <i>betonzuilen</i>	eenheid	hoev	prijs/eenhe bedrag	
ontgraven grasbekleding				
Aanbrengen betonzuilen 24 m2/m1)	m2	24	€ 81.30	€ 1.951.20
Aanbrengen filterlaag onder betonzuilen (24 m2/m1)	m2	24	€ 7.90	€ 189.60
				€ 2.140.80
asfalt				
ontgraven grasbekleding				
Aanbrengen asfaltbekleding (24 m2/m1)	m2	24	€ 21.50	€ 516.00
Aanbrengen zandbed (24 m2/m1)	m2	24	€ 4.00	€ 96.00
				€ 612.00
klei				
ontgraven grasbekleding				
dieper ontgraven voor kleidekverbetering	m3	48	€ 5.20	€ 249.60
aanbrengen klei kleidekverbetering	m3	48	€ 11.00	€ 528.00
				€ 777.60

Vak IV

hoog gelegen talud langs haven <i>betonzuilen</i>	eenheid	hoev	prijs/eenhe bedrag	
ontgraven grasbekleding				
Aanbrengen betonzuilen 11 m2/m1)	m2	11	€ 81.30	€ 894.30
Aanbrengen filterlaag onder betonzuilen (11 m2/m1)	m2	11	€ 7.90	€ 86.90
				€ 981.20
klei				
ontgraven grasbekleding				
dieper ontgraven voor kleidekverbetering	m3	22	€ 5.20	€ 114.40
aanbrengen klei kleidekverbetering	m3	22	€ 11.00	€ 242.00
				€ 356.40

Vak V

Haventerrein voor Loods <i>Enkel asfalt - geen alternatieven</i>	eenheid	hoev	prijs/eenhe bedrag	
---	---------	------	--------------------	--

Vak VI

talud langs spuikom <i>gekantelde betonblokken</i>	eenheid	hoev	prijs/eenhe bedrag	
Verwijderen toplaag en filterlaag bestaande bekleding				
Verwijderen teenconstructie				
Aanbrengen teenconstructie (1 m/m1)	m	1	€ 83.64	€ 83.64
Aanbrengen gekantelde betonblokken (5,3 m2/m1)	m2	5.3	€ 2.00	€ 10.60
Aanbrengen filterlaag onder betonblokken (5,3 m2/m1)	m2	5.3	€ 7.90	€ 41.87
				€ 136.11
betonzuilen				

Verwijderen toplaag en filterlaag bestaande bekleding					
Verwijderen teenconstructie					
Aanbrengen teenconstructie (1 m/m1)	m	1	€ 83.64	€	83.64
Aanbrengen betonzuilen (5,3 m2/m1)	m2	5.3	€ 81.30	€	430.89
Aanbrengen filterlaag onder betonblokken (5,3 m2/m1)	m2	5.3	€ 7.90	€	41.87
					€ 556.40

klei

Verwijderen toplaag en filterlaag bestaande bekleding					
Verwijderen teenconstructie					
dieper ontgraven voor kleidekverbetering	m3	10.6	€ 5.20	€	55.12
aanbrengen klei kleidekverbetering	m3	10.6	€ 11.00	€	116.60
					€ 171.72

Vak VII

Haventerrein langs spuiikom	eenheid	hoev	prijs/eenhe bedrag		
betonzuilen					
ontgraven grasbekleding					
Aanbrengen betonzuilen 11 m2/m1)	m2	11	€ 81.30	€	894.30
Aanbrengen filterlaag onder betonzuilen (11 m2/m1)	m2	11	€ 7.90	€	86.90
					€ 981.20

asfalt

ontgraven grasbekleding					
Aanbrengen asfaltbekleding (11 m2/m1)	m2	11	€ 21.50	€	236.50
Aanbrengen zandbed (11 m2/m1)	m2	11	€ 4.00	€	44.00
					€ 280.50

klei

ontgraven grasbekleding					
dieper ontgraven voor kleidekverbetering	m3	22	€ 5.20	€	114.40
aanbrengen klei kleidekverbetering	m3	22	€ 11.00	€	242.00
					€ 356.40

Vak VIII

2e talud langs spuiikom	eenheid	hoev	prijs/eenhe bedrag		
gekantelde betonblokken					
ontgraven grasbekleding					
Aanbrengen gekantelde betonblokken (3,6 m2/m1)	m2	3.6	€ 2.00	€	7.20
Aanbrengen filterlaag onder betonblokken (3,6 m2/m1)	m2	3.6	€ 7.90	€	28.44
					€ 35.64

betonzuilen

ontgraven grasbekleding					
Aanbrengen betonzuilen (3,6 m2/m1)	m2	3.6	€ 81.30	€	292.68
Aanbrengen filterlaag onder betonblokken (3,6 m2/m1)	m2	3.6	€ 7.90	€	28.44
					€ 321.12

klei

ontgraven grasbekleding					
dieper ontgraven voor kleidekverbetering	m3	7.2	€ 5.20	€	37.44
aanbrengen klei kleidekverbetering	m3	7.2	€ 11.00	€	79.20
					€ 116.64

Vak IX

Haventerrein bij restaurant	eenheid	hoev	prijs/eenhe bedrag		
betonzuilen					
ontgraven grasbekleding					
Aanbrengen betonzuilen 16,5 m2/m1)	m2	24	€ 81.30	€	1.951.20
Aanbrengen filterlaag onder betonzuilen (16,5 m2/m1)	m2	24	€ 7.90	€	189.60
					€ 2.140.80

asfalt

ontgraven grasbekleding					
Aanbrengen asfaltbekleding (16,5 m2/m1)	m2	24	€ 21.50	€	516.00
Aanbrengen zandbed (16,5 m2/m1)	m2	24	€ 4.00	€	96.00
					€ 612.00

klei

ontgraven grasbekleding

dieper ontgraven voor kleidekverbetering	m3	33 €	5.20 €	171.60
aanbrengen klei kleidekverbetering	m3	33 €	11.00 €	363.00
				€ 534.60

Vak X

3e talud langs spuikom	eenheid	hoev	prijs/eenhe		bedrag
gekantelde betonblokken					
ontgraven grasbekleding					
Aanbrengen gekantelde betonblokken (5,7 m2/m1)	m2	5.7	€ 2.00	€	11.40
Aanbrengen filterlaag onder betonblokken (5,7 m2/m1)	m2	5.7	€ 7.90	€	45.03
					€ 56.43

betonzuilen					
ontgraven grasbekleding					
Aanbrengen betonzuilen (5,7 m2/m1)	m2	5.7	€ 81.30	€	463.41
Aanbrengen filterlaag onder betonblokken (5,7 m2/m1)	m2	5.7	€ 7.90	€	45.03
					€ 508.44

klei					
ontgraven grasbekleding					
dieper ontgraven voor kleidekverbetering	m3	11.4	€ 5.20	€	59.28
aanbrengen klei kleidekverbetering	m3	11.4	€ 11.00	€	125.40
					€ 184.68

DP175	Haven Paal tot dp 182	eenheid	hoev	prijs/eenheid	bedrag
	Harde bekleding				
	Verwijderen toplaag en filterlaag bestaande bekleding				
	Ontgraven grasbekleding boven bestaande bekleding				
	Verwijderen teenconstructie				
	Aanbrengen teenconstructie (1 m/m1)	m	1	€ 83.64	€ 83.64
	Aanbrengen gekantelde betonblokken (6,9 m2/m1)	m2	6.9	€ 2.00	€ 13.80
	Aanbrengen filterlaag onder betonblokken (6,9 m2/m1)	m2	6.9	€ 7.90	€ 54.51
	Aanbrengen betonzuilen (9,3 m2/m1)	m2	9.3	€ 81.30	€ 756.09
	Aanbrengen filterlaag onder betonblokken (9,3 m2/m1)	m2	9.3	€ 7.90	€ 73.47
	Ophogen berm met klei (1,94 m2/m1, excl pad)				€ 981.51
	Aanbrengen asfalt onderhoudspad				

DP175	Haven Paal tot dp 182	eenheid	hoev	prijs/eenheid	bedrag
	Kleidijk				
	Verwijderen toplaag en filterlaag bestaande bekleding				
	Ontgraven grasbekleding boven bestaande bekleding				
	Verwijderen teenconstructie				
	Ontgraven voor kleidekverbetering (77 m3/m1, 3,5 m dik)	m3	77	€ 5.20	€ 400.40
	Aanbrengen kleidekverbetering (77 m3/m1, 3,5 m dik)	m3	77	€ 11.00	€ 847.00
	Ophogen berm met klei (1,94 m2/m1, excl pad)				€ 1.247.40
	Aanbrengen asfalt onderhoudspad				

DP175	Haven Paal tot dp 182	eenheid	hoev	prijs/eenheid	bedrag
	combinatie harde bekleding en klei				
	Verwijderen toplaag en filterlaag bestaande bekleding				
	Ontgraven grasbekleding boven bestaande bekleding				
	Verwijderen teenconstructie				
	Aanbrengen teenconstructie (1 m/m1)	m	1	€ 83.64	€ 83.64
	Aanbrengen gekantelde betonblokken (6,9 m2/m1)	m2	6.9	€ 2.00	€ 13.80
	Aanbrengen filterlaag onder betonblokken (6,9 m2/m1)	m2	6.9	€ 7.90	€ 54.51
	Ontgraven voor kleidekverbetering (53 m3/m1, 3,5 m dik)	m3	53	€ 5.20	€ 275.60
	Aanbrengen kleidekverbetering (53 m3/m1, 3,5 m dik)	m3	53	€ 11.00	€ 583.00
	Ophogen berm met klei (1,94 m2/m1, excl pad)				€ 1.010.55
	Aanbrengen asfalt onderhoudspad				

DP187	dp 182 tot Baalhoek	eenheid	hoev	prijs/eenhe bedrag	
	Harde bekleding				
	Verwijderen toplaag en filterlaag bestaande bekleding				
	Ontgraven grasbekleding boven bestaande bekleding				
	Verwijderen teenconstructie				
	Verwijderen onderhoudspad asfalt				
	Aanbrengen teenconstructie (1 m/m1)	m	1	€ 83.64	€ 83.64
	Aanbrengen gekantelde betonblokken (6,0 m2/m1)	m2	6	€ 2.00	€ 12.00
	Aanbrengen filterlaag onder betonblokken (6,0 m2/m1)	m2	6	€ 7.90	€ 47.40
	Aanbrengen betonzuilen (8,3 m2/m1)	m2	8.3	€ 81.30	€ 674.79
	Aanbrengen filterlaag onder betonblokken (8,3 m2/m1)	m2	8.3	€ 7.90	€ 65.57
	Ophogen berm met klei (1,94 m2/m1, excl pad)				€ 883.40

DP187	dp 182 tot Baalhoek	eenheid	hoev	prijs/eenhe bedrag	
	Kleidijk				
	Verwijderen toplaag en filterlaag bestaande bekleding				
	Ontgraven grasbekleding boven bestaande bekleding				
	Verwijderen teenconstructie				
	Verwijderen onderhoudspad asfalt				
	Ontgraven voor kleidekverbetering (72 m3/m1, 3,5 m dik)	m3	72	€ 5.20	€ 374.40
	Aanbrengen kleidekverbetering (72 m3/m1, 3,5 m dik)	m3	72	€ 11.00	€ 792.00
	Ophogen berm met klei (1,94 m2/m1, excl pad)				€ 1.166.40

Kostenkentalen

Afgraven klei per m3	m3	€ 5.20	
<i>aanbrengen teenschot</i>	<i>m</i>	<i>€ 35.00</i>	
<i>aanbrengen kreukelberm</i>	<i>m2</i>	<i>€ 48.64</i>	<i>uitgaande van 950 kg/m2, stel lengte net als huidig ca 2,5 m</i>
Aanbrengen teenconstructie	m	€ 83.64	combi teenschot en kreukelberm
aanbrengen gekantelde blokken	m2	€ 2.00	excl aanschaf, toeslag op extra behandeling tov zuilen
aanbrengen filterlaag	m2	€ 7.90	
<i>aanschaf betonzuilen</i>	<i>m2</i>	<i>€ 80.00</i>	<i>ca 40 dik</i>
<i>machinaal zetten betonzuilen</i>	<i>m2</i>	<i>€ 1.30</i>	
aanbrengen betonzuilen	m2	€ 81.30	combi zetten en aanschaf
verwijderen teenconstructie	m	€ 5.00	met kraan uittrekken en afvoer
verwijderen bekleding	m2	€ 2.00	inschatting
aanbrengen overlaging	m2	€ 88.00	combi van bestorting en asfalt
			15 asfalt bitumen 73 steen
waterbouwasfalt	m2	€ 21.50	
zandbed	m2	€ 4.00	3,6 voor leveren, + verwerking
aanbrengen klei	m3	€ 11.00	

BIJLAGE 8 SCORES SUBCRITERIA

Tabel 58: Keuzecriteria met scores

Keuzecriteria met scores (scores per bekledingstype)						
criterium	Subcriterium		Omschrijving subcriterium	Verdeling score		
A Constructie	A1	Flexibiliteit	De mate waarin de bekleding zettingen van de ondergrond kan volgen	3 (goed) 3a (asfalt), 4, 5a, 5b (asfalt), 6	2 (neutraal) 1a t/m d, 2, 3a (beton), 3b (asfalt), 5b (beton), 5c (asfalt)	1 (slecht) 3b (beton), 5c (beton)
	A2	Overgangen	Overgangen in lengte en in aantal beperken	zie paragraaf 5.9.2		
B Uitvoering	B1	Uitvoeringstijd	Vergelijking van de verwachte uitvoeringstijd	zie paragraaf 5.9.2		
	B2	Moeilijkheidsgraad		zie paragraaf 5.9.2		
	B3	Toleranties	Grenzen aan de toepasbaarheid	2, 3a, 3b, 4, 5a, 5b, 5c, 6	1a, 1d	1b, 1c
C Hergebruik	C1	Hergebruik	De mate waarin bekledingsmateriaal wordt hergebruikt	> 30 %	>10 % en < 30 %	< 10 %
	C2	LCA	Milieueffecten moeten worden beperkt	zie paragraaf 5.9.2		
D Onderhoud	D1	Duurzaamheid	Is de bekleding onderhoudsgevoelig of vandalismegevoelig?	2, 3b, 4, 5a, 5c, 6	1a t/m 1d, 3a, 5b	geen
	D2	Zichtbaarheid	Schade aan de bekleding moet tijdig kunnen worden gesignaleerd	4, 5a, 6	1a t/m 1d,, 2, 3a, 3b, 5b, 5c	geen
	D3	Herstel en reparatietijd	Schade moet gemakkelijk en snel kunnen worden gesignaleerd	zie paragraaf 5.9.2		
E Landschap	E		Inpassing in het landschap			
F Natuur	F1	Flora	Het aandeel van de bekledingen uit de categorie 'verbetering'	> 50 %	> 25 % en < 50 %	< 25 %
	F2	Habitat	De mate waarin schor verloren gaat bij de teen van de dijk (breedte)	< 1 m	> 1 m en < 2 m	> 2 m
	F3	Fauna	Rekening houden met de dijk en kreukelberm als mogelijk leefgebied voor de fauna	zie paragraaf 5.9.2		

De volgende bekledingstypen worden onderscheiden:

- 1) Zetsteen op uitvullaag
 - a) natuursteen (basaltzuilen, (gekantelde) granietblokken)
 - b) (gekantelde) betonblokken
 - c) (gekantelde) koperslakblokken
 - d) betonzuilen
- 2) Waterbouwasfaltbeton boven GHW
- 3) Gepenetreerde bekleding
 - a) patroongepenetreerde breuksteen/vrijkomende materialen (met asfalt/beton)
 - b) vol-en-zat gepenetreerde breuksteen/vrijkomende materialen (met asfalt/beton)
- 4) Losse breuksteen
- 5) Overlagen
 - a) losse breuksteen
 - b) patroongepenetreerde breuksteen/vrijkomende materialen (met asfalt/beton)
 - c) vol-en-zat gepenetreerde breuksteen/vrijkomende materialen (met asfalt/beton)
- 6) Dijkbekleding van klei

BIJLAGE 9 AFWEGING ALTERNATIEVEN HAVEN VAN PAAL: DEEL I

Betonzuilen

Traject I: Havendam

	Keuzecriterium	Weging		Subcriterium	Score	Weging per subcriterium	Gewogen score subcriteria	Gewogen score criterium
A	Constructie	21,7	A1	Flexibiliteit	2	50,00	2,00	14,44%
			A2		2	50,00		
B	Uitvoering	11,7	B1	Tijd	2	33,33	2,00	7,78%
			B2	Moeilijkheidsgraad	2	33,33		
			B3	Toleranties	2	33,33		
C	Hergebruik	11,7	C1	Hergebruik	2	50,00	1,50	5,83%
			C2	LCA	1	50,00		
D	Onderhoud	21,7	D1	Duurzaamheid	2	33,33	2,33	16,85%
			D2	Zichtbaarheid	2	33,33		
			D3	Herstel en reparatietijd	3	33,33		
E	Landschap	11,7			2	100,00	2,00	7,78%
F	Natuur	21,7	F1	Natuurwaarden bekleding (flora)	2	33,33	2,00	14,44%
			F2	Natuurwaarden voorland (habitat)	2	33,33		
			F3	Fauna	2	33,33		
		100,0			28	11,83		67,13%

BIJLAGE 10 AFWEGING ALTERNATIEVEN HAVEN VAN PAAL: DEEL II**A: Constructie**

- Flexibiliteit: volgens bijlage 7, scores subcriteria.
- Overgangen: bij beide alternatieven zijn er alleen horizontale overgangen en de overgang tussen overlagen en betonzuilen is eenvoudig te construeren.

B: Uitvoering

- Tijd: doordat voor de bekleding tot GHW een overlaging van gepenetreerde breuksteen wordt toegepast is de duur van de uitvoering aanzienlijk korter dan voor het alternatief met betonzuilen. In dat geval dient de huidige bekleding verwijderd te worden, een nieuwe teenconstructie aangebracht te worden en betonzuilen geplaatst te worden.
- Moeilijkheidsgraad: doordat het onderste gedeelte van de huidige bekleding niet hoeft te worden verwijderd en geen nieuwe teenconstructie moet worden aangebracht is het alternatief met een overlaging van gepenetreerde breuksteen hoger beoordeeld.
- Toleranties: volgens bijlage 7, scores subcriteria.

C: Hergebruik

- Hergebruik: volgens bijlage 7, scores subcriteria.
- LCA: uit de LCA-beoordeling per bekledingstype volgt dat betonzuilen lager scoren dan een combinatie van een overlaging van gepenetreerde breuksteen en betonzuilen.

D: Onderhoud

- Duurzaamheid: volgens bijlage 7, scores subcriteria.
- Zichtbaarheid: volgens bijlage 7, scores subcriteria.
- Herstel en reparatietijd: beschadigingen aan de overlaging van gepenetreerde breuksteen zijn eenvoudiger te herstellen dan de betonzuilen met de teenconstructie.

E: Landschap

- Voor een overlaging van gepenetreerde breuksteen tot GHW met daarboven betonzuilen wordt in de ondertafel materiaal met een donkere kleur toegepast en in de boventafel materiaal met een lichte kleur.

F: Natuur

- Natuurwaarden bekleding (flora): het aandeel van de bekledingen uit de categorie 'verbetering van natuurwaarden' is voor een overlaging van gepenetreerde breuksteen minder dan 50 % en wordt dus volgens bijlage 7, scores subcriteria beoordeeld met 2.
- Natuurwaarden voorland (habitat): er gaat minder dan 1 m schor verloren bij de teen van de dijk.
- Fauna: bij het talud in de haven zijn geen broedplaatsen van vogels of hoogwatervluchtplaatsen.

Alternatief 1: Overlagen en betonzuilen					Traject II: Onderste talud Haven van Paal				
Keuzecriterium	Weging		Subcriterium	Score	Weging per subcriterium	Gewogen score subcriteria	Gewogen score criterium	Aanlegkosten (per meter)	Kwaliteit-prijs verhouding
A	Constructie	21,7	A1	Flexibiliteit	2	50,00	2,00	14,44%	
			A2	Overgangen	2	50,00			
B	Uitvoering	11,7	B1	Tijd	3	33,33	3,00	11,67%	
			B2	Moelijkheidsgraad	3	33,33			
			B3	Toleranties	3	33,33			
C	Hergebruik	11,7	C1	Hergebruik	2	50,00	2,00	7,78%	
			C2	LCA	2	50,00			
D	Onderhoud	21,7	D1	Duurzaamheid	2	33,33	2,33	16,85%	
			D2	Zichtbaarheid	2	33,33			
			D3	Herstel en reparatietijd	3	33,33			
E	Landschap	11,7			2	100,00	2,00	7,78%	
F	Natuur	21,7	F1	Natuurwaarden bekleding (flora)	1	33,33	1,67	12,04%	
			F2	Natuurwaarden voorland (habitat)	2	33,33			
			F3	Fauna	2	33,33			
		100,0			31	13,00	70,56%	€ 905,36	Percentage per 100 euro 7,79%

Alternatief 2: Betonzuilen					Traject II: Onderste talud Haven van Paal				
Keuzecriterium	Weging		Subcriterium	Score	Weging per subcriterium	Gewogen score subcriteria	Gewogen score criterium	Aanlegkosten (per meter)	Kwaliteit-prijs verhouding
A	Constructie	21,7	A1	Flexibiliteit	3	50,00	2,50	18,06%	
			A2	Overgangen	2	50,00			
B	Uitvoering	11,7	B1	Tijd	1	33,33	1,67	6,48%	
			B2	Moelijkheidsgraad	2	33,33			
			B3	Toleranties	2	33,33			
C	Hergebruik	11,7	C1	Hergebruik	2	50,00	1,50	5,83%	
			C2	LCA	1	50,00			
D	Onderhoud	21,7	D1	Duurzaamheid	2	33,33	2,00	14,44%	
			D2	Zichtbaarheid	2	33,33			
			D3	Herstel en reparatietijd	2	33,33			
E	Landschap	11,7			1	100,00	1,00	3,89%	
F	Natuur	21,7	F1	Natuurwaarden bekleding (flora)	2	33,33	2,00	14,44%	
			F2	Natuurwaarden voorland (habitat)	2	33,33			
			F3	Fauna	2	33,33			
		100,0			26	10,67	63,15%	€ 1.014,32	Percentage per 100 euro 6,23%

BIJLAGE 11 AFWEGING ALTERNATIEVEN HAVEN VAN PAAL: DEEL III**A: Constructie**

- Flexibiliteit: volgens bijlage 7, scores subcriteria.
- Overgangen: bij de drie alternatieven zijn geen horizontale overgangen.

B: Uitvoering

- Tijd: de duur van de uitvoering is voor een asfaltbekleding het meest gunstig doordat alleen een fundering hoeft te worden geconstrueerd waarop het asfalt aangebracht kan worden. Voor een kleidijk hoeft alleen maar een kleilaag aangebracht te worden maar door de dikte van deze kleilaag wordt verwacht dat dit meer tijd kost dan een asfaltbekleding. Voor een bekleding van betonzuilen moeten filterlagen worden opgebouwd.
- Moeilijkheidsgraad: het aanbrengen van een bekleding van betonzuilen heeft relatief de hoogste moeilijkheidsgraad. Het aanbrengen van een kleibekleding is relatief het makkelijkst.
- Toleranties: volgens bijlage 7, scores subcriteria.

C: Hergebruik

- Hergebruik: volgens bijlage 7, scores subcriteria.
- LCA: uit de LCA-beoordeling per bekledingstype volgt dat een kleidijk de hoogste score heeft en betonzuilen de laagste.

D: Onderhoud

- Duurzaamheid: volgens bijlage 7, scores subcriteria.
- Zichtbaarheid: volgens bijlage 7, scores subcriteria.
- Herstel en reparatietijd: de kleidijk is het gemakkelijkst en snelst te herstellen omdat dit materiaal in korte tijd voorhanden is. Voor het vervangen of repareren van betonzuilen is zwaarder materieel nodig wat niet altijd voorhanden is.

E: Landschap

- Een kleidijk krijgt volgens bijlage 7, score subcriteria, een hoge score. De andere alternatieven krijgen volgens deze bijlage een lage score.

F: Natuur

- Natuurwaarden bekleding (flora): het aandeel van de bekledingen uit de categorie 'verbetering van natuurwaarden' is voor een kleidijk meer dan 50 %. Voor betonzuilen is dit minder en voor een asfaltbekleding is dit 0 %.
- Natuurwaarden voorland (habitat): dit traject handelt niet over de teen van de dijk. Er is een neutrale score toegekend.
- Fauna: in het geval van een kleidijk wordt meer rekening gehouden met broedplaatsen van vogels of hoogwatervluchtplaatsen dan het geval is met een asfalt- of steenbekleding.

Alternatief 1: Waterbouwasfaltbeton
Traject III: Vlak gedeelte ten noorden van loods

Keuzecriterium	Weging		Subcriterium	Score	Weging per subcriterium	Gewogen score subcriteria	Gewogen score criterium	Aanlegkosten (per meter)	Kwaliteit-prijs verhouding
A	Constructie	21,7	A1	Flexibiliteit	2	50,00	2,00	14,44%	
			A2	Overgangen	2	50,00			
B	Uitvoering	11,7	B1	Tijd	3	33,33	2,67	10,37%	
			B2	Moelijkheidsgraad	2	33,33			
			B3	Toleranties	3	33,33			
C	Hergebruik	11,7	C1	Hergebruik	2	50,00	2,00	7,78%	
			C2	LCA	2	50,00			
D	Onderhoud	21,7	D1	Duurzaamheid	3	33,33	2,33	16,85%	
			D2	Zichtbaarheid	2	33,33			
			D3	Herstel en reparatietijd	2	33,33			
E	Landschap	11,7			1	100,00	1,00	3,89%	
F	Natuur	21,7	F1	Natuurwaarden bekleding (flora)	1	33,33	1,67	12,04%	
			F2	Natuurwaarden voorland (habitat)	2	33,33			
			F3	Fauna	2	33,33			
		100,0			29	11,67	65,37%	€ 612,00	10,88%

Percentage per 100 euro

Alternatief 2: Betonzuilen
Traject III: Vlak gedeelte ten noorden van loods

Keuzecriterium	Weging		Subcriterium	Score	Weging per subcriterium	Gewogen score subcriteria	Gewogen score criterium	Aanlegkosten (per meter)	Kwaliteit-prijs verhouding
A	Constructie	21,7	A1	Flexibiliteit	3	50,00	2,50	18,06%	
			A2	Overgangen	2	50,00			
B	Uitvoering	11,7	B1	Tijd	1	33,33	1,33	5,19%	
			B2	Moelijkheidsgraad	1	33,33			
			B3	Toleranties	2	33,33			
C	Hergebruik	11,7	C1	Hergebruik	2	50,00	1,50	5,83%	
			C2	LCA	1	50,00			
D	Onderhoud	21,7	D1	Duurzaamheid	2	33,33	1,67	12,04%	
			D2	Zichtbaarheid	2	33,33			
			D3	Herstel en reparatietijd	1	33,33			
E	Landschap	11,7			1	100,00	1,00	3,89%	
F	Natuur	21,7	F1	Natuurwaarden bekleding (flora)	2	33,33	2,00	14,44%	
			F2	Natuurwaarden voorland (habitat)	2	33,33			
			F3	Fauna	2	33,33			
		100,0			24	10,00	59,45%	€ 2.140,80	2,78%

Percentage per 100 euro

Alternatief 3: Kleidijk
Traject III: Vlak gedeelte ten noorden van loods

Keuzecriterium	Weging		Subcriterium	Score	Weging per subcriterium	Gewogen score subcriteria	Gewogen score criterium	Aanlegkosten (per meter)	Kwaliteit-prijs verhouding
A	Constructie	21,7	A1	Flexibiliteit	3	50,00	2,50	18,06%	
			A2	Overgangen	2	50,00			
B	Uitvoering	11,7	B1	Tijd	2	33,33	2,67	10,37%	
			B2	Moelijkheidsgraad	3	33,33			
			B3	Toleranties	3	33,33			
C	Hergebruik	11,7	C1	Hergebruik	2	50,00	2,50	9,72%	
			C2	LCA	3	50,00			
D	Onderhoud	21,7	D1	Duurzaamheid	3	33,33	3,00	21,67%	
			D2	Zichtbaarheid	3	33,33			
			D3	Herstel en reparatietijd	3	33,33			
E	Landschap	11,7			3	100,00	3,00	11,67%	
F	Natuur	21,7	F1	Natuurwaarden bekleding (flora)	3	33,33	2,67	19,26%	
			F2	Natuurwaarden voorland (habitat)	2	33,33			
			F3	Fauna	3	33,33			
		100,0			38	16,33	90,74%	€ 777,60	11,67%

Percentage per 100 euro

BIJLAGE 12 AFWEGING ALTERNATIEVEN HAVEN VAN PAAL: DEEL IV

A: Constructie

- Flexibiliteit: volgens bijlage 7, scores subcriteria.
- Overgangen: bij beide alternatieven zijn geen horizontale overgangen.

B: Uitvoering

- Tijd: Voor een kleidijk hoeft alleen maar een kleilaag aangebracht te worden. Voor een bekleding van betonzuilen moeten filterlagen worden opgebouwd.
- Moeilijkheidsgraad: het aanbrengen van een bekleding van betonzuilen is relatief moeilijker dan het aanbrengen van een kleibekleding.
- Toleranties: volgens bijlage 7, scores subcriteria.

C: Hergebruik

- Hergebruik: volgens bijlage 7, scores subcriteria.
- LCA: uit de LCA-beoordeling per bekledingstype volgt dat een kleidijk de hoogste score heeft en betonzuilen de laagste.

D: Onderhoud

- Duurzaamheid: volgens bijlage 7, scores subcriteria.
- Zichtbaarheid: volgens bijlage 7, scores subcriteria.
- Herstel en reparatietijd: de kleidijk is het gemakkelijkst en snelst te herstellen omdat dit materiaal in korte tijd voorhanden is. Voor het vervangen of repareren van betonzuilen is zwaarder materieel nodig wat niet altijd voorhanden is.

E: Landschap

- Een kleidijk krijgt volgens bijlage 7, score subcriteria, een hoge score. De andere alternatieven krijgen volgens deze bijlage een lage score.

F: Natuur

- Natuurwaarden bekleding (flora): het aandeel van de bekledingen uit de categorie 'verbetering van natuurwaarden' is voor een kleidijk meer dan 50 %. Voor betonzuilen is dit minder dan 50 % maar meer dan 25 %.
- Natuurwaarden voorland (habitat): dit traject handelt niet over de teen van de dijk. Er is een neutrale score toegekend.
- Fauna: in het geval van een kleidijk wordt meer rekening gehouden met broedplaatsen van vogels of hoogwatervluchtplaatsen dan het geval is met een asfalt- of steenbekleding.

Alternatief 1: Betonzuilen

Traject IV: Bovenste talud haven van Paal tot OP

Keuzecriterium	Weging		Subcriterium	Score	Weging per subcriterium	Gewogen score subcriteria	Gewogen score criterium	Aanlegkosten (per meter)	Kwaliteit-prijs verhouding
A	Constructie	21,7	A1	Flexibiliteit	3	50,00	2,50	18,06%	
			A2	Overgangen	2	50,00			
B	Uitvoering	11,7	B1	Tijd	1	33,33	1,33	5,19%	
			B2	Moelijkheidsgraad	1	33,33			
			B3	Toleranties	2	33,33			
C	Hergebruik	11,7	C1	Hergebruik	2	50,00	1,50	5,83%	
			C2	LCA	1	50,00			
D	Onderhoud	21,7	D1	Duurzaamheid	2	33,33	2,00	14,44%	
			D2	Zichtbaarheid	2	33,33			
			D3	Herstel en reparatietijd	2	33,33			
E	Landschap	11,7			1	100,00	1,00	3,89%	
F	Natuur	21,7	F1	Natuurwaarden bekleeding (flora)	2	33,33	2,00	14,44%	
			F2	Natuurwaarden voorland (habitat)	2	33,33			
			F3	Fauna	2	33,33			
		100,0			25	10,33	61,85%	€ 981,20	Percentage per 100 euro 6,30%

Alternatief 2: Kleidijk

Traject IV: Bovenste talud haven van Paal tot OP

Keuzecriterium	Weging		Subcriterium	Score	Weging per subcriterium	Gewogen score subcriteria	Gewogen score criterium	Aanlegkosten (per meter)	Kwaliteit-prijs verhouding
A	Constructie	21,7	A1	Flexibiliteit	3	50,00	2,50	18,06%	
			A2	Overgangen	2	50,00			
B	Uitvoering	11,7	B1	Tijd	2	33,33	2,67	10,37%	
			B2	Moelijkheidsgraad	3	33,33			
			B3	Toleranties	3	33,33			
C	Hergebruik	11,7	C1	Hergebruik	2	50,00	2,50	9,72%	
			C2	LCA	3	50,00			
D	Onderhoud	21,7	D1	Duurzaamheid	3	33,33	3,00	21,67%	
			D2	Zichtbaarheid	3	33,33			
			D3	Herstel en reparatietijd	3	33,33			
E	Landschap	11,7			3	100,00	3,00	11,67%	
F	Natuur	21,7	F1	Natuurwaarden bekleeding (flora)	3	33,33	2,67	19,26%	
			F2	Natuurwaarden voorland (habitat)	2	33,33			
			F3	Fauna	3	33,33			
		100,0			38	16,33	90,74%	€ 356,40	Percentage per 100 euro 25,48%

BIJLAGE 13 AFWEGING ALTERNATIEVEN HAVEN VAN PAAL: DEEL V

Waterbouwasfaltbeton

Traject V: Vlakke deel ten zuiden van de loods

	Keuzecriterium	Weging		Subcriterium	Score	Weging per subcriterium	Gewogen score subcriteria	Gewogen score criterium
A	Constructie	21,7	A1	Flexibiliteit	2	50,00	2,00	14,44%
			A2	Overgangen	2	50,00		
B	Uitvoering	11,7	B1	Tijd	2	33,33	2,33	9,07%
			B2	Moelijkheidsgraad	2	33,33		
			B3	Toleranties	3	33,33		
C	Hergebruik	11,7	C1	Hergebruik	2	50,00	2,00	7,78%
			C2	LCA	2	50,00		
D	Onderhoud	21,7	D1	Duurzaamheid	3	33,33	2,33	16,85%
			D2	Zichtbaarheid	2	33,33		
			D3	Herstel en reparatietijd	2	33,33		
E	Landschap	11,7			1	100,00	1,00	3,89%
F	Natuur	21,7	F1	Natuurwaarden bekleeding (flora)	2	33,33	2,00	14,44%
			F2	Natuurwaarden voorland (habitat)	2	33,33		
			F3	Fauna	2	33,33		
		100,0			29	11,67		66,46%

BIJLAGE 14 AFWEGING ALTERNATIEVEN HAVEN VAN PAAL: DEEL VI**A: Constructie**

- Flexibiliteit: volgens bijlage 7, scores subcriteria.
- Overgangen: bij beide alternatieven zijn geen horizontale overgangen.

B: Uitvoering

- Tijd: Voor een kleidijk hoeft alleen maar een kleilaag aangebracht te worden. Voor een bekleding van betonzuilen of gekantelde betonblokken moeten filterlagen worden opgebouwd.
- Moeilijkheidsgraad: het aanbrengen van een bekleding van betonzuilen is relatief moeilijker dan het aanbrengen van een kleibekleding.
- Toleranties: volgens bijlage 7, scores subcriteria.

C: Hergebruik

- Hergebruik: volgens bijlage 7, scores subcriteria.
- LCA: uit de LCA-beoordeling per bekledingstype volgt dat een kleidijk de hoogste score heeft en betonzuilen de laagste.

D: Onderhoud

- Duurzaamheid: volgens bijlage 7, scores subcriteria.
- Zichtbaarheid: volgens bijlage 7, scores subcriteria.
- Herstel en reparatietijd: de kleidijk is het gemakkelijkst en snelst te herstellen omdat dit materiaal in korte tijd voorhanden is. Voor het vervangen of repareren van betonzuilen is zwaarder materieel nodig wat niet altijd voorhanden is. Voor gekantelde betonblokken is ook zwaarder materieel vereist echter doordat deze blokken moeilijker los te halen zijn dan betonzuilen is aan gekantelde betonblokken de laagste score toegekend.

E: Landschap

- Een kleidijk krijgt volgens bijlage 7, score subcriteria, een hoge score. De andere alternatieven krijgen volgens deze bijlage een lage score.

F: Natuur

- Natuurwaarden bekleding (flora): het aandeel van de bekledingen uit de categorie 'verbetering van natuurwaarden' is voor een kleidijk meer dan 50 %. Voor betonzuilen en gekantelde betonblokken is dit minder dan 50 % maar meer dan 25 %.
- Natuurwaarden voorland (habitat): er gaat minder dan 1 m schor verloren bij de teen van de dijk
- Fauna: in het geval van een kleidijk wordt meer rekening gehouden met broedplaatsen van vogels of hoogwatervluchtplaatsen dan het geval is met een steenbekleding.

Alternatief 1: Gekantelde betonblokken
Traject VI: Onderste talud spuibecken haven van Paal

Keuzecriterium	Weging		Subcriterium	Score	Weging per subcriterium	Gewogen score subcriteria	Gewogen score criterium	Aanlegkosten (per meter)	Kwaliteit-prijs verhouding
A	Constructie	21,7	A1	Flexibiliteit	2	50,00	2,00	14,44%	
			A2	Overgangen	2	50,00			
B	Uitvoering	11,7	B1	Tijd	2	33,33	1,67	6,48%	
			B2	Moelijkheidsgraad	2	33,33			
			B3	Toleranties	1	33,33			
C	Hergebruik	11,7	C1	Hergebruik	3	50,00	2,50	9,72%	
			C2	LCA	2	50,00			
D	Onderhoud	21,7	D1	Duurzaamheid	2	33,33	1,67	12,04%	
			D2	Zichtbaarheid	2	33,33			
			D3	Herstel en reparatietijd	1	33,33			
E	Landschap	11,7			1	100,00	1,00	3,89%	
F	Natuur	21,7	F1	Natuurwaarden bekleding (flora)	2	33,33	2,33	16,85%	
			F2	Natuurwaarden voorland (habitat)	3	33,33			
			F3	Fauna	2	33,33			
		100,0			27	11,17	63,43%	€ 136,11	46,80%

Percentage per 100 euro

Alternatief 2: Betonzuilen
Traject VI: Onderste talud spuibecken haven van Paal

Keuzecriterium	Weging		Subcriterium	Score	Weging per subcriterium	Gewogen score subcriteria	Gewogen score criterium	Aanlegkosten (per meter)	Kwaliteit-prijs verhouding
A	Constructie	21,7	A1	Flexibiliteit	3	50,00	2,50	18,06%	
			A2	Overgangen	2	50,00			
B	Uitvoering	11,7	B1	Tijd	2	33,33	1,67	6,48%	
			B2	Moelijkheidsgraad	1	33,33			
			B3	Toleranties	2	33,33			
C	Hergebruik	11,7	C1	Hergebruik	1	50,00	1,00	3,89%	
			C2	LCA	1	50,00			
D	Onderhoud	21,7	D1	Duurzaamheid	2	33,33	2,00	14,44%	
			D2	Zichtbaarheid	2	33,33			
			D3	Herstel en reparatietijd	2	33,33			
E	Landschap	11,7			1	100,00	1,00	3,89%	
F	Natuur	21,7	F1	Natuurwaarden bekleding (flora)	2	33,33	2,33	16,85%	
			F2	Natuurwaarden voorland (habitat)	3	33,33			
			F3	Fauna	2	33,33			
		100,0			26	10,50	63,61%	€ 556,40	11,43%

Percentage per 100 euro

Alternatief 3: Kleidijk
Traject VI: Onderste talud spuibecken haven van Paal

Keuzecriterium	Weging		Subcriterium	Score	Weging per subcriterium	Gewogen score subcriteria	Gewogen score criterium	Aanlegkosten (per meter)	Kwaliteit-prijs verhouding
A	Constructie	21,7	A1	Flexibiliteit	3	50,00	2,50	18,06%	
			A2	Overgangen	2	50,00			
B	Uitvoering	11,7	B1	Tijd	3	33,33	2,67	10,37%	
			B2	Moelijkheidsgraad	2	33,33			
			B3	Toleranties	3	33,33			
C	Hergebruik	11,7	C1	Hergebruik	1	50,00	1,50	5,83%	
			C2	LCA	2	50,00			
D	Onderhoud	21,7	D1	Duurzaamheid	3	33,33	3,00	21,67%	
			D2	Zichtbaarheid	3	33,33			
			D3	Herstel en reparatietijd	3	33,33			
E	Landschap	11,7			3	100,00	3,00	11,67%	
F	Natuur	21,7	F1	Natuurwaarden bekleding (flora)	3	33,33	3,00	21,67%	
			F2	Natuurwaarden voorland (habitat)	3	33,33			
			F3	Fauna	3	33,33			
		100,0			37	15,67	89,26%	€ 171,72	51,98%

Percentage per 100 euro

BIJLAGE 15 AFWEGING ALTERNATIEVEN HAVEN VAN PAAL: DEEL VII**A: Constructie**

- Flexibiliteit: volgens bijlage 7, scores subcriteria
- Overgangen: bij de drie alternatieven zijn geen horizontale overgangen

B: Uitvoering

- Tijd: de duur van de uitvoering is voor een asfaltbekleding het meest gunstig doordat alleen een fundering hoeft te worden geconstrueerd waarop het asfalt aangebracht kan worden. Voor een kleidijk hoeft alleen maar een kleilaag aangebracht te worden maar door de dikte van deze kleilaag wordt verwacht dat dit meer tijd kost dan een asfaltbekleding. Voor een bekleding van betonzuilen moeten filterlagen worden opgebouwd.
- Moeilijkheidsgraad: het aanbrengen van een bekleding van betonzuilen heeft relatief de hoogste moeilijkheidsgraad. Het aanbrengen van een kleibekleding is relatief het makkelijkst.
- Toleranties: volgens bijlage 7, scores subcriteria.

C: Hergebruik

- Hergebruik: volgens bijlage 7, scores subcriteria.
- LCA: uit de LCA-beoordeling per bekledingstype volgt dat een kleidijk (huidige bekleding) de hoogste score heeft en betonzuilen de laagste.

D: Onderhoud

- Duurzaamheid: volgens bijlage 7, scores subcriteria.
- Zichtbaarheid: volgens bijlage 7, scores subcriteria.
- Herstel en reparatietijd: de kleidijk is het gemakkelijkst en snelst te herstellen omdat dit materiaal in korte tijd voorhanden is. Voor het vervangen of repareren van betonzuilen is zwaarder materieel nodig wat niet altijd voorhanden is.

E: Landschap

- Een kleidijk krijgt volgens bijlage 7, score subcriteria, een hoge score. De andere alternatieven krijgen volgens deze bijlage een lage score.

F: Natuur

- Natuurwaarden bekleding (flora): het aandeel van de bekledingen uit de categorie 'verbetering van natuurwaarden' is voor een kleidijk meer dan 50 %. Voor betonzuilen is dit minder en voor een asfaltbekleding is dit 0 %.
- Natuurwaarden voorland (habitat): dit traject handelt niet over de teen van de dijk. Er is een neutrale score toegekend.
- Fauna: in het geval van een kleidijk wordt meer rekening gehouden met broedplaatsen van vogels of hoogwatervluchtplaatsen dan het geval is met een asfalt- of steenbekleding.

Alternatief 1: Waterbouwasfaltbeton
Traject VII: Eerste vlakke deel spuibecken haven van Paal

Keuzecriterium	Weging		Subcriterium	Score	Weging per subcriterium	Gewogen score subcriteria	Gewogen score criterium	Aanlegkosten (per meter)	Kwaliteit-prijs verhouding
A	Constructie	21,7	A1	Flexibiliteit	2	50,00	2,00	14,44%	
			A2	Overgangen	2	50,00			
B	Uitvoering	11,7	B1	Tijd	3	33,33	2,67	10,37%	
			B2	Moelijkheidsgraad	2	33,33			
			B3	Toleranties	3	33,33			
C	Hergebruik	11,7	C1	Hergebruik	2	50,00	2,00	7,78%	
			C2	LCA	2	50,00			
D	Onderhoud	21,7	D1	Duurzaamheid	3	33,33	2,33	16,85%	
			D2	Zichtbaarheid	2	33,33			
			D3	Herstel en reparatietijd	2	33,33			
E	Landschap	11,7			1	100,00	1,00	3,89%	
F	Natuur	21,7	F1	Natuurwaarden bekleding (flora)	1	33,33	1,67	12,04%	
			F2	Natuurwaarden voorland (habitat)	2	33,33			
			F3	Fauna	2	33,33			
		100,0			29	11,67	65,37%	€ 280,50	23,31%

Percentage per 100 euro

Alternatief 2: Betonzuilen
Traject VII: Eerste vlakke deel spuibecken haven van Paal

Keuzecriterium	Weging		Subcriterium	Score	Weging per subcriterium	Gewogen score subcriteria	Gewogen score criterium	Aanlegkosten (per meter)	Kwaliteit-prijs verhouding
A	Constructie	21,7	A1	Flexibiliteit	3	50,00	2,50	18,06%	
			A2	Overgangen	2	50,00			
B	Uitvoering	11,7	B1	Tijd	1	33,33	1,33	5,19%	
			B2	Moelijkheidsgraad	1	33,33			
			B3	Toleranties	2	33,33			
C	Hergebruik	11,7	C1	Hergebruik	2	50,00	1,50	5,83%	
			C2	LCA	1	50,00			
D	Onderhoud	21,7	D1	Duurzaamheid	2	33,33	1,67	12,04%	
			D2	Zichtbaarheid	2	33,33			
			D3	Herstel en reparatietijd	1	33,33			
E	Landschap	11,7			1	100,00	1,00	3,89%	
F	Natuur	21,7	F1	Natuurwaarden bekleding (flora)	2	33,33	2,00	14,44%	
			F2	Natuurwaarden voorland (habitat)	2	33,33			
			F3	Fauna	2	33,33			
		100,0			24	10,00	59,45%	€ 981,20	6,06%

Percentage per 100 euro

Alternatief 3: Kleidijk
Traject VII: Eerste vlakke deel spuibecken haven van Paal

Keuzecriterium	Weging		Subcriterium	Score	Weging per subcriterium	Gewogen score subcriteria	Gewogen score criterium	Aanlegkosten (per meter)	Kwaliteit-prijs verhouding
A	Constructie	21,7	A1	Flexibiliteit	3	50,00	2,50	18,06%	
			A2	Overgangen	2	50,00			
B	Uitvoering	11,7	B1	Tijd	2	33,33	2,67	10,37%	
			B2	Moelijkheidsgraad	3	33,33			
			B3	Toleranties	3	33,33			
C	Hergebruik	11,7	C1	Hergebruik	2	50,00	2,50	9,72%	
			C2	LCA	3	50,00			
D	Onderhoud	21,7	D1	Duurzaamheid	3	33,33	3,00	21,67%	
			D2	Zichtbaarheid	3	33,33			
			D3	Herstel en reparatietijd	3	33,33			
E	Landschap	11,7			3	100,00	3,00	11,67%	
F	Natuur	21,7	F1	Natuurwaarden bekleding (flora)	3	33,33	2,67	19,26%	
			F2	Natuurwaarden voorland (habitat)	2	33,33			
			F3	Fauna	3	33,33			
		100,0			38	16,33	90,74%	€ 356,40	25,46%

Percentage per 100 euro

BIJLAGE 16 AFWEGING ALTERNATIEVEN HAVEN VAN PAAL: DEEL VIII**A: Constructie**

- Flexibiliteit: volgens bijlage 7, scores subcriteria.
- Overgangen: bij de drie alternatieven zijn geen horizontale overgangen.

B: Uitvoering

- Tijd: Voor een kleidijk hoeft alleen maar een kleilaag aangebracht te worden. Voor een bekleding van betonzuilen of gekantelde betonblokken moeten filterlagen worden opgebouwd.
- Moeilijkheidsgraad: het aanbrengen van een bekleding van betonzuilen is relatief moeilijker dan het aanbrengen van een kleibekleding.
- Toleranties: volgens bijlage 7, scores subcriteria.

C: Hergebruik

- Hergebruik: volgens bijlage 7, scores subcriteria.
- LCA: uit de LCA-beoordeling per bekledingstype volgt dat een kleidijk (huidige bekleding) de hoogste score heeft en betonzuilen de laagste.

D: Onderhoud

- Duurzaamheid: volgens bijlage 7, scores subcriteria.
- Zichtbaarheid: volgens bijlage 7, scores subcriteria.
- Herstel en reparatietijd: de kleidijk is het gemakkelijkst en snelst te herstellen omdat dit materiaal in korte tijd voorhanden is. Voor het vervangen of repareren van betonzuilen is zwaarder materieel nodig wat niet altijd voorhanden is. Voor gekantelde betonblokken is ook zwaarder materieel vereist echter doordat deze blokken moeilijker los te halen zijn dan betonzuilen is aan gekantelde betonblokken de laagste score toegekend.

E: Landschap

- Een kleidijk krijgt volgens bijlage 7, score subcriteria, een hoge score. De andere alternatieven krijgen volgens deze bijlage een lage score.

F: Natuur

- Natuurwaarden bekleding (flora): het aandeel van de bekledingen uit de categorie 'verbetering van natuurwaarden' is voor een kleidijk meer dan 50 %. Voor betonzuilen en gekantelde betonblokken is dit minder dan 50 % maar meer dan 25 %.
- Natuurwaarden voorland (habitat): dit traject handelt niet over de teen van de dijk. Er is een neutrale score toegekend.
- Fauna: in het geval van een kleidijk wordt meer rekening gehouden met broedplaatsen van vogels of hoogwatervluchtplaatsen dan het geval is met een steenbekleding.

Alternatief 1: Gekantelde betonblokken
Traject VIII: Middelste talud spuibecken haven van Paal

Keuzecriterium	Weging		Subcriterium	Score	Weging per subcriterium	Gewogen score subcriteria	Gewogen score criterium	Aanlegkosten (per meter)	Kwaliteit-prijs verhouding
A	Constructie	21,7	A1	Flexibiliteit	2	50,00	2,00	14,44%	
			A2	Overgangen	2	50,00			
B	Uitvoering	11,7	B1	Tijd	2	33,33	1,67	6,48%	
			B2	Moelijkheidsgraad	2	33,33			
			B3	Toleranties	1	33,33			
C	Hergebruik	11,7	C1	Hergebruik	3	50,00	2,50	9,72%	
			C2	LCA	2	50,00			
D	Onderhoud	21,7	D1	Duurzaamheid	2	33,33	1,67	12,04%	
			D2	Zichtbaarheid	2	33,33			
			D3	Herstel en reparatietijd	1	33,33			
E	Landschap	11,7			1	100,00	1,00	3,89%	
F	Natuur	21,7	F1	Natuurwaarden bekleding (flora)	2	33,33	2,00	14,44%	
			F2	Natuurwaarden voorland (habitat)	2	33,33			
			F3	Fauna	2	33,33			
		100,0			26	10,83	61,02%	€ 35,64	171,21%

Percentage per 100 euro

Alternatief 2: Betonzuilen
Traject VIII: Middelste talud spuibecken haven van Paal

Keuzecriterium	Weging		Subcriterium	Score	Weging per subcriterium	Gewogen score subcriteria	Gewogen score criterium	Aanlegkosten (per meter)	Kwaliteit-prijs verhouding
A	Constructie	21,7	A1	Flexibiliteit	3	50,00	2,50	18,06%	
			A2	Overgangen	2	50,00			
B	Uitvoering	11,7	B1	Tijd	2	33,33	1,67	6,48%	
			B2	Moelijkheidsgraad	1	33,33			
			B3	Toleranties	2	33,33			
C	Hergebruik	11,7	C1	Hergebruik	1	50,00	1,00	3,89%	
			C2	LCA	1	50,00			
D	Onderhoud	21,7	D1	Duurzaamheid	2	33,33	2,00	14,44%	
			D2	Zichtbaarheid	2	33,33			
			D3	Herstel en reparatietijd	2	33,33			
E	Landschap	11,7			1	100,00	1,00	3,89%	
F	Natuur	21,7	F1	Natuurwaarden bekleding (flora)	2	33,33	2,00	14,44%	
			F2	Natuurwaarden voorland (habitat)	2	33,33			
			F3	Fauna	2	33,33			
		100,0			25	10,17	61,20%	€ 321,12	19,06%

Percentage per 100 euro

Alternatief 3: Kleidijk
Traject VIII: Middelste talud spuibecken haven van Paal

Keuzecriterium	Weging		Subcriterium	Score	Weging per subcriterium	Gewogen score subcriteria	Gewogen score criterium	Aanlegkosten (per meter)	Kwaliteit-prijs verhouding
A	Constructie	21,7	A1	Flexibiliteit	3	50,00	2,50	18,06%	
			A2	Overgangen	2	50,00			
B	Uitvoering	11,7	B1	Tijd	3	33,33	3,00	11,67%	
			B2	Moelijkheidsgraad	3	33,33			
			B3	Toleranties	3	33,33			
C	Hergebruik	11,7	C1	Hergebruik	1	50,00	2,00	7,78%	
			C2	LCA	3	50,00			
D	Onderhoud	21,7	D1	Duurzaamheid	3	33,33	3,00	21,67%	
			D2	Zichtbaarheid	3	33,33			
			D3	Herstel en reparatietijd	3	33,33			
E	Landschap	11,7			3	100,00	3,00	11,67%	
F	Natuur	21,7	F1	Natuurwaarden bekleding (flora)	3	33,33	2,67	19,26%	
			F2	Natuurwaarden voorland (habitat)	2	33,33			
			F3	Fauna	3	33,33			
		100,0			38	16,17	90,09%	€ 116,64	77,24%

Percentage per 100 euro

BIJLAGE 17 AFWEGING ALTERNATIEVEN HAVEN VAN PAAL: DEEL IX**A: Constructie**

- Flexibiliteit: volgens bijlage 7, scores subcriteria.
- Overgangen: bij de drie alternatieven zijn geen horizontale overgangen.

B: Uitvoering

- Tijd: de duur van de uitvoering is voor een asfaltbekleding het meest gunstigst doordat alleen een fundering hoeft te worden geconstrueerd waarop het asfalt aangebracht kan worden. Voor een kleidijk hoeft alleen maar een kleilaag aangebracht te worden maar door de dikte van deze kleilaag wordt verwacht dat dit meer tijd kost dan een asfaltbekleding. Voor een bekleding van betonzuilen moeten filterlagen worden opgebouwd.
- Moeilijkheidsgraad: het aanbrengen van een bekleding van betonzuilen heeft relatief de hoogste moeilijkheidsgraad. Het aanbrengen van een kleibekleding is relatief het makkelijkst
- Toleranties: volgens bijlage 7, scores subcriteria.

C: Hergebruik

- Hergebruik: volgens bijlage 7, scores subcriteria.
- LCA: uit de LCA-beoordeling per bekledingstype volgt dat een kleidijk de hoogste score heeft en betonzuilen de laagste.

D: Onderhoud

- Duurzaamheid: volgens bijlage 7, scores subcriteria.
- Zichtbaarheid: volgens bijlage 7, scores subcriteria.
- Herstel en reparatietijd: de kleidijk is het gemakkelijkst en snelst te herstellen omdat dit materiaal in korte tijd voorhanden is. Voor het vervangen of repareren van betonzuilen is zwaarder materieel nodig wat niet altijd voorhanden is.

E: Landschap

- Een kleidijk krijgt volgens bijlage 7, score subcriteria, een hoge score. De andere alternatieven krijgen volgens deze bijlage een lage score.

F: Natuur

- Natuurwaarden bekleding (flora): het aandeel van de bekledingen uit de categorie 'verbetering van natuurwaarden' is voor een kleidijk meer dan 50 %. Voor betonzuilen is dit minder en voor een asfaltbekleding is dit 0 %.
- Natuurwaarden voorland (habitat): dit traject handelt niet over de teen van de dijk.
- Fauna: in het geval van een kleidijk wordt meer rekening gehouden met broedplaatsen van vogels of hoogwatrvluchtplaatsen dan het geval is met een asfalt- of steenbekleding.

Alternatief 1: Betonzuilen
Traject IX: Tweede vlakke deel spuibecken haven van Paal

Keuzecriterium	Weging		Subcriterium	Score	Weging per subcriterium	Gewogen score subcriteria	Gewogen score criterium	Aanlegkosten (per meter)	Kwaliteit-prijs verhouding
A	Constructie	21,7	A1	Flexibiliteit	3	50,00	2,50	18,06%	
			A2	Overgangen	2	50,00			
B	Uitvoering	11,7	B1	Tijd	1	33,33	1,33	5,19%	
			B2	Moelijkheidsgraad	1	33,33			
			B3	Toleranties	2	33,33			
C	Hergebruik	11,7	C1	Hergebruik	2	50,00	1,50	5,83%	
			C2	LCA	1	50,00			
D	Onderhoud	21,7	D1	Duurzaamheid	2	33,33	1,67	12,04%	
			D2	Zichtbaarheid	2	33,33			
			D3	Herstel en reparatietijd	1	33,33			
E	Landschap	11,7			1	100,00	1,00	3,89%	
F	Natuur	21,7	F1	Natuurwaarden bekleding (flora)	2	33,33	2,00	14,44%	
			F2	Natuurwaarden voorland (habitat)	2	33,33			
			F3	Fauna	2	33,33			
		100,0			24	10,00	59,45%	€ 2.140,80	Percentage per 100 euro 2,78%

Alternatief 2: Waterbouwasfaltbeton
Traject IX: Tweede vlakke deel spuibecken haven van Paal

Keuzecriterium	Weging		Subcriterium	Score	Weging per subcriterium	Gewogen score subcriteria	Gewogen score criterium	Aanlegkosten (per meter)	Kwaliteit-prijs verhouding
A	Constructie	21,7	A1	Flexibiliteit	2	50,00	2,00	14,44%	
			A2	Overgangen	2	50,00			
B	Uitvoering	11,7	B1	Tijd	3	33,33	2,67	10,37%	
			B2	Moelijkheidsgraad	2	33,33			
			B3	Toleranties	3	33,33			
C	Hergebruik	11,7	C1	Hergebruik	2	50,00	2,00	7,78%	
			C2	LCA	2	50,00			
D	Onderhoud	21,7	D1	Duurzaamheid	3	33,33	2,33	16,85%	
			D2	Zichtbaarheid	2	33,33			
			D3	Herstel en reparatietijd	2	33,33			
E	Landschap	11,7			1	100,00	1,00	3,89%	
F	Natuur	21,7	F1	Natuurwaarden bekleding (flora)	1	33,33	1,67	12,04%	
			F2	Natuurwaarden voorland (habitat)	2	33,33			
			F3	Fauna	2	33,33			
		100,0			29	11,67	65,37%	€ 612,00	Percentage per 100 euro 10,88%

Alternatief 3: Kleidijk
Traject IX: Tweede vlakke deel spuibecken haven van Paal

Keuzecriterium	Weging		Subcriterium	Score	Weging per subcriterium	Gewogen score subcriteria	Gewogen score criterium	Aanlegkosten (per meter)	Kwaliteit-prijs verhouding
A	Constructie	21,7	A1	Flexibiliteit	3	50,00	2,50	18,06%	
			A2	Overgangen	2	50,00			
B	Uitvoering	11,7	B1	Tijd	2	33,33	2,67	10,37%	
			B2	Moelijkheidsgraad	3	33,33			
			B3	Toleranties	3	33,33			
C	Hergebruik	11,7	C1	Hergebruik	2	50,00	2,50	9,72%	
			C2	LCA	3	50,00			
D	Onderhoud	21,7	D1	Duurzaamheid	3	33,33	3,00	21,67%	
			D2	Zichtbaarheid	3	33,33			
			D3	Herstel en reparatietijd	3	33,33			
E	Landschap	11,7			3	100,00	3,00	11,67%	
F	Natuur	21,7	F1	Natuurwaarden bekleding (flora)	3	33,33	2,67	19,26%	
			F2	Natuurwaarden voorland (habitat)	2	33,33			
			F3	Fauna	3	33,33			
		100,0			38	16,33	90,74%	€ 534,60	Percentage per 100 euro 16,97%

BIJLAGE 18 AFWEGING ALTERNATIEVEN HAVEN VAN PAAL: DEEL X**A: Constructie**

- Flexibiliteit: volgens bijlage 7, scores subcriteria.
- Overgangen: bij de drie alternatieven zijn geen horizontale overgangen.

B: Uitvoering

- Tijd: Voor een kleidijk hoeft alleen maar een kleilaag aangebracht te worden. Voor een bekleding van betonzuilen of gekantelde betonblokken moeten filterlagen worden opgebouwd.
- Moeilijkheidsgraad: het aanbrengen van een bekleding van betonzuilen is relatief moeilijker dan het aanbrengen van een kleibekleding.
- Toleranties: volgens bijlage 7, scores subcriteria.

C: Hergebruik

- Hergebruik: volgens bijlage 7, scores subcriteria.
- LCA: uit de LCA-beoordeling per bekledingstype volgt dat een kleidijk (huidige bekleding) de hoogste score heeft en betonzuilen de laagste.

D: Onderhoud

- Duurzaamheid: volgens bijlage 7, scores subcriteria.
- Zichtbaarheid: volgens bijlage 7, scores subcriteria.
- Herstel en reparatietijd: de kleidijk is het gemakkelijkst en snelst te herstellen omdat dit materiaal in korte tijd voorhanden is. Voor het vervangen of repareren van betonzuilen is zwaarder materieel nodig wat niet altijd voorhanden is. Voor gekantelde betonblokken is ook zwaarder materieel vereist echter doordat deze blokken moeilijker los te halen zijn dan betonzuilen is aan gekantelde betonblokken de laagste score toegekend.

E: Landschap

- Een kleidijk krijgt volgens bijlage 7, score subcriteria, een hoge score. De andere alternatieven krijgen volgens deze bijlage een lage score.

F: Natuur

- Natuurwaarden bekleding (flora): het aandeel van de bekledingen uit de categorie 'verbetering van natuurwaarden' is voor een kleidijk meer dan 50 %. Voor betonzuilen en gekantelde betonblokken is dit minder dan 50 % maar meer dan 25 %.
- Natuurwaarden voorland (habitat): dit traject handelt niet over de teen van de dijk. Er is een neutrale score toegekend.
- Fauna: in het geval van een kleidijk wordt meer rekening gehouden met broedplaatsen van vogels of hoogwatervluchtplaatsen dan het geval is met een steenbekleding.

Alternatief 1: Gekantelde betonblokken Traject X: Bovenste talud spuibecken haven van Paal									
Keuzecriterium	Weging		Subcriterium	Score	Weging per subcriterium	Gewogen score subcriteria	Gewogen score criterium	Aanlegkosten (per meter)	Kwaliteit-prijs verhouding
A	Constructie	21,7	A1	Flexibiliteit	2	50,00	2,00	14,44%	
			A2	Overgangen	2	50,00			
B	Uitvoering	11,7	B1	Tijd	2	33,33	1,67	6,48%	
			B2	Moelijkheidsgraad	2	33,33			
			B3	Toleranties	1	33,33			
C	Hergebruik	11,7	C1	Hergebruik	3	50,00	2,50	9,72%	
			C2	LCA	2	50,00			
D	Onderhoud	21,7	D1	Duurzaamheid	2	33,33	1,67	12,04%	
			D2	Zichtbaarheid	2	33,33			
			D3	Herstel en reparatietijd	1	33,33			
E	Landschap	11,7			1	100,00	1,00	3,89%	
F	Natuur	21,7	F1	Natuurwaarden bekleding (flora)	2	33,33	2,00	14,44%	
			F2	Natuurwaarden voorland (habitat)	2	33,33			
			F3	Fauna	2	33,33			
		100,0			26	10,83	61,02%	€ 56,43	Percentage per 100 euro 108,13%

Alternatief 2: Betonzuilen Traject X: Bovenste talud spuibecken haven van Paal									
Keuzecriterium	Weging		Subcriterium	Score	Weging per subcriterium	Gewogen score subcriteria	Gewogen score criterium	Aanlegkosten (per meter)	Kwaliteit-prijs verhouding
A	Constructie	21,7	A1	Flexibiliteit	3	50,00	2,50	18,06%	
			A2	Overgangen	2	50,00			
B	Uitvoering	11,7	B1	Tijd	2	33,33	1,67	6,48%	
			B2	Moelijkheidsgraad	1	33,33			
			B3	Toleranties	2	33,33			
C	Hergebruik	11,7	C1	Hergebruik	1	50,00	1,00	3,89%	
			C2	LCA	1	50,00			
D	Onderhoud	21,7	D1	Duurzaamheid	2	33,33	2,00	14,44%	
			D2	Zichtbaarheid	2	33,33			
			D3	Herstel en reparatietijd	2	33,33			
E	Landschap	11,7			1	100,00	1,00	3,89%	
F	Natuur	21,7	F1	Natuurwaarden bekleding (flora)	2	33,33	2,00	14,44%	
			F2	Natuurwaarden voorland (habitat)	2	33,33			
			F3	Fauna	2	33,33			
		100,0			25	10,17	61,20%	€ 508,44	Percentage per 100 euro 12,04%

Alternatief 3: Kleidijk Traject X: Bovenste talud spuibecken haven van Paal									
Keuzecriterium	Weging		Subcriterium	Score	Weging per subcriterium	Gewogen score subcriteria	Gewogen score criterium	Aanlegkosten (per meter)	Kwaliteit-prijs verhouding
A	Constructie	21,7	A1	Flexibiliteit	3	50,00	2,50	18,06%	
			A2	Overgangen	2	50,00			
B	Uitvoering	11,7	B1	Tijd	3	33,33	3,00	11,67%	
			B2	Moelijkheidsgraad	3	33,33			
			B3	Toleranties	3	33,33			
C	Hergebruik	11,7	C1	Hergebruik	1	50,00	2,00	7,78%	
			C2	LCA	3	50,00			
D	Onderhoud	21,7	D1	Duurzaamheid	3	33,33	3,00	21,67%	
			D2	Zichtbaarheid	3	33,33			
			D3	Herstel en reparatietijd	3	33,33			
E	Landschap	11,7			3	100,00	3,00	11,67%	
F	Natuur	21,7	F1	Natuurwaarden bekleding (flora)	3	33,33	2,67	19,26%	
			F2	Natuurwaarden voorland (habitat)	2	33,33			
			F3	Fauna	3	33,33			
		100,0			38	16,17	90,09%	€ 184,68	Percentage per 100 euro 48,78%

BIJLAGE 19 AFWEGING ALTERNATIEVEN HAVEN VAN PAAL – 12,185 km**A: Constructie**

- Flexibiliteit: volgens bijlage 7, scores subcriteria.
- Overgangen: bij het alternatief van gekantelde betonblokken met betonzuilen is over het gehele traject een horizontale overgang aanwezig.

B: Uitvoering

- Tijd: Voor een kleidijk hoeft alleen maar een kleilaag aangebracht te worden. Voor een bekleding van betonzuilen of gekantelde betonblokken moeten filterlagen worden opgebouwd. Echter gezien de dikte van de kleilaag is de verwachting dat de uitvoeringstijd ongeveer gelijk zal zijn.
- Moeilijkheidsgraad: het aanbrengen van een bekleding van betonzuilen is relatief moeilijker dan het aanbrengen van een kleibekleding.
- Toleranties: volgens bijlage 7, scores subcriteria.

C: Hergebruik

- Hergebruik: volgens bijlage 7, scores subcriteria.
- LCA: uit de LCA-beoordeling per bekledingstype volgt dat een kleidijk en betonzuilen met gekantelde betonblokken dezelfde score hebben.

D: Onderhoud

- Duurzaamheid: volgens bijlage 7, scores subcriteria.
- Zichtbaarheid: volgens bijlage 7, scores subcriteria.
- Herstel en reparatietijd: voor beide bekledingen is het lastig om op het talud de bekleding te herstellen. Klei is misschien het snelst te herstellen omdat dit materiaal in korte tijd voorhanden is maar de kans dat een steenbekleding kapot gaat gedurende een storm is kleiner aangezien de kleilaag zal afslaan tijdens een storm en de steenbekleding de golfaanval kan weerstaan.

E: Landschap

- Een kleidijk krijgt volgens bijlage 7, score subcriteria, een hoge score. De andere alternatieven krijgen volgens deze bijlage een lage score.

F: Natuur

- Natuurwaarden bekleding (flora): het aandeel van de bekledingen uit de categorie 'verbetering van natuurwaarden' is voor een kleidijk meer dan 50 %. Voor betonzuilen en gekantelde betonblokken is dit minder dan 50 % maar meer dan 25 %.
- Natuurwaarden voorland (habitat): dit traject handelt niet over de teen van de dijk. Er is een neutrale score toegekend.
- Fauna: in het geval van een kleidijk wordt meer rekening gehouden met broedplaatsen van vogels of hoogwatervluchtplaatsen dan het geval is met een steenbekleding.

Alternatief 1: Gekantelde betonblokken en betonzuilen
Traject: haven Paal - dp 182

Keuzecriterium	Weging		Subcriterium	Score	Weging per subcriterium	Gewogen score subcriteria	Gewogen score criterium	Aanlegkosten (per meter)	Kwaliteit-prijs verhouding
A	Constructie	21,7	A1	Flexibiliteit	2	50,00	2,00	14,44%	
			A2	Overgangen	2	50,00			
B	Uitvoering	11,7	B1	Tijd	2	33,33	2,00	7,78%	
			B2	Moelijkheidsgraad	2	33,33			
			B3	Toleranties	2	33,33			
C	Hergebruik	11,7	C1	Hergebruik	3	50,00	2,50	9,72%	
			C2	LCA	2	50,00			
D	Onderhoud	21,7	D1	Duurzaamheid	2	33,33	2,00	14,44%	
			D2	Zichtbaarheid	2	33,33			
			D3	Herstel en reparatietijd	2	33,33			
E	Landschap	11,7			3	100,00	3,00	11,67%	
F	Natuur	21,7	F1	Natuurwaarden bekleding (flora)	3	33,33	2,67	19,26%	
			F2	Natuurwaarden voorland (habitat)	3	33,33			
			F3	Fauna	2	33,33			
		100,0			32	14,17	77,32%	€ 981,51	7,88%

Percentage per 100 euro

Alternatief 2: Kleidijk
Traject: haven Paal - dp 182

Keuzecriterium	Weging		Subcriterium	Score	Weging per subcriterium	Gewogen score subcriteria	Gewogen score criterium	Aanlegkosten (per meter)	Kwaliteit-prijs verhouding
A	Constructie	21,7	A1	Flexibiliteit	3	50,00	3,00	21,67%	
			A2	Overgangen	3	50,00			
B	Uitvoering	11,7	B1	Tijd	2	33,33	2,67	10,37%	
			B2	Moelijkheidsgraad	3	33,33			
			B3	Toleranties	3	33,33			
C	Hergebruik	11,7	C1	Hergebruik	1	50,00	1,50	5,83%	
			C2	LCA	2	50,00			
D	Onderhoud	21,7	D1	Duurzaamheid	3	33,33	2,67	19,26%	
			D2	Zichtbaarheid	3	33,33			
			D3	Herstel en reparatietijd	2	33,33			
E	Landschap	11,7			3	100,00	3,00	11,67%	
F	Natuur	21,7	F1	Natuurwaarden bekleding (flora)	3	33,33	3,00	21,67%	
			F2	Natuurwaarden voorland (habitat)	3	33,33			
			F3	Fauna	3	33,33			
		100,0			37	15,83	90,46%	€ 1.247,40	7,25%

Percentage per 100 euro

BIJLAGE 20 AFWEGING ALTERNATIEVEN 12,185 km – BAALHOEK**A: Constructie**

- Flexibiliteit: volgens bijlage 7, scores subcriteria.
- Overgangen: bij de drie alternatieven zijn geen horizontale overgangen.

B: Uitvoering

- Tijd: Voor een kleidijk hoeft alleen maar een kleilaag aangebracht te worden. Voor een bekleding van betonzuilen of gekantelde betonblokken moeten filterlagen worden opgebouwd.
- Moeilijkheidsgraad: het aanbrengen van een bekleding van betonzuilen is relatief moeilijker dan het aanbrengen van een kleibekleding.
- Toleranties: volgens bijlage 7, scores subcriteria.

C: Hergebruik

- Hergebruik: volgens bijlage 7, scores subcriteria.
- LCA: uit de LCA-beoordeling per bekledingstype volgt dat een kleidijk (huidige bekleding) de hoogste score heeft en betonzuilen de laagste.

D: Onderhoud

- Duurzaamheid: volgens bijlage 7, scores subcriteria.
- Zichtbaarheid: volgens bijlage 7, scores subcriteria.
- Herstel en reparatietijd: de kleidijk is het gemakkelijkst en snelst te herstellen omdat dit materiaal in korte tijd voorhanden is. Voor het vervangen of repareren van betonzuilen is zwaarder materieel nodig wat niet altijd voorhanden is. Voor gekantelde betonblokken is ook zwaarder materieel vereist echter doordat deze blokken moeilijker los te halen zijn dan betonzuilen is aan gekantelde betonblokken de laagste score toegekend.

E: Landschap

- Een kleidijk krijgt volgens bijlage 7, score subcriteria, een hoge score. De andere alternatieven krijgen volgens deze bijlage een lage score.

F: Natuur

- Natuurwaarden bekleding (flora): het aandeel van de bekledingen uit de categorie 'verbetering van natuurwaarden' is voor een kleidijk meer dan 50 %. Voor betonzuilen en gekantelde betonblokken is dit minder dan 50 % maar meer dan 25 %.
- Natuurwaarden voorland (habitat): dit traject handelt niet over de teen van de dijk. Er is een neutrale score toegekend.
- Fauna: in het geval van een kleidijk wordt meer rekening gehouden met broedplaatsen van vogels of hoogwatervluchtplaatsen dan het geval is met een steenbekleding.

Alternatief 1: Gekantelde betonblokken en betonzuilen
Traject: dp 182 - Baalhoek

Keuzecriterium	Weging		Subcriterium	Score	Weging per subcriterium	Gewogen score subcriteria	Gewogen score criterium	Aanlegkosten (per meter)	Kwaliteit-prijs verhouding
A	Constructie	21,7	A1	Flexibiliteit	2	50,00	2,00		14,44%
			A2	Overgangen	2	50,00			
B	Uitvoering	11,7	B1	Tijd	2	33,33	2,00		7,78%
			B2	Moelijkheidsgraad	2	33,33			
			B3	Toleranties	2	33,33			
C	Hergebruik	11,7	C1	Hergebruik	3	50,00	2,50		9,72%
			C2	LCA	2	50,00			
D	Onderhoud	21,7	D1	Duurzaamheid	2	33,33	2,00		14,44%
			D2	Zichtbaarheid	2	33,33			
			D3	Herstel en reparatietijd	2	33,33			
E	Landschap	11,7			3	100,00	3,00		11,67%
F	Natuur	21,7	F1	Natuurwaarden bekleding (flora)	3	33,33	2,67		19,26%
			F2	Natuurwaarden voorland (habitat)	3	33,33			
			F3	Fauna	2	33,33			
		100,0			32	14,17	77,32%	€ 883,40	8,75%

Percentage per 100 euro

Alternatief 2: Kleidijk
Traject: dp 182 - Baalhoek

Keuzecriterium	Weging		Subcriterium	Score	Weging per subcriterium	Gewogen score subcriteria	Gewogen score criterium	Aanlegkosten (per meter)	Kwaliteit-prijs verhouding
A	Constructie	21,7	A1	Flexibiliteit	3	50,00	3,00		21,67%
			A2	Overgangen	3	50,00			
B	Uitvoering	11,7	B1	Tijd	2	33,33	2,67		10,37%
			B2	Moelijkheidsgraad	3	33,33			
			B3	Toleranties	3	33,33			
C	Hergebruik	11,7	C1	Hergebruik	1	50,00	1,50		5,83%
			C2	LCA	2	50,00			
D	Onderhoud	21,7	D1	Duurzaamheid	3	33,33	2,67		19,26%
			D2	Zichtbaarheid	3	33,33			
			D3	Herstel en reparatietijd	2	33,33			
E	Landschap	11,7			3	100,00	3,00		11,67%
F	Natuur	21,7	F1	Natuurwaarden bekleding (flora)	3	33,33	3,00		21,67%
			F2	Natuurwaarden voorland (habitat)	3	33,33			
			F3	Fauna	3	33,33			
		100,0			37	15,83	90,46%	€ 1.166,40	7,76%

Percentage per 100 euro

BIJLAGE 21 BEGRIPPENLIJST**Boventafel**

De onderste helft van de dijkglooiing vanaf het strand/slikken tot de buitenberm kunnen we verdelen in een ondertafel en een boventafel met als scheiding het G.H.W. De boventafel tussen G.H.W. en Toetspeil zal tijdens stormen zwaar worden aangevallen.

Dijkvak

Deel van een waterkering met min of meer gelijke sterkte-eigenschappen en belasting.

Groene dijk

Bij een groene dijk maakt de doorworteling van de vegetatie onderdeel uit van de bekleding en draagt zo bij aan de sterkte. Groene dijken en kleidijken hebben een flauwer talud dan voor steenbekledingen waardoor de golfaanval wordt geremd en de golf minder krachtig op de dijk slaat. Deze variëren van 1:4 tot 1:8 bij een kleidijk en zijn 1:10 bij een groene dijk.

Kleidijk

Bij een kleidijk bepaalt de dikte van het kleipakket de veiligheid en worden er geen eisen gesteld aan de grasbekleding. Een kleidijk is een dijk die zo ontworpen is dat de kale dijk voldoet aan de veiligheidseisen. Het talud is verflauwd, zodat de golven minder hard op de dijk slaan. Onder de toplaag van zogenaamde make-up klei bevindt zich een dikke harde en verdichte kleilaag. Een kleidijk is alleen mogelijk als er zich voor de dijk schorren en slikken bevinden. Een kleidijk wordt extensief beheerd. Dit wil zeggen dat er geen of weinig kunstmest wordt gebruikt, dat er geen runderen of schapen op grazen en dat het gras wordt gemaaid en afgevoerd. Door deze manier van beheren dringen de wortels van de plantensoorten dieper de grond in op zoek naar voedsel

Ondertafel

De onderste helft van de dijkglooiing vanaf het strand/slikken tot de buitenberm kunnen we verdelen in een ondertafel en een boventafel met als scheiding het G.H.W. De ondertafel staat bij hoog water voortdurend onder water; daarom moet deze goed tegen het zoute zeewater bestand zijn en grote golfkrachten kunnen weerstaan.

Primaire waterkering

Waterkering die beveiliging biedt tegen overstroming doordat deze ofwel behoort tot het stelsel dat een dijkringgebied omsluit, ofwel voor een dijkringgebied is gelegen, zoals vastgelegd in de wet. De volgende categorieën worden onderscheiden:

- a) primaire waterkeringen die behoren tot stelsels die dijkringgebieden- al dan niet met hoge gronden – omsluiten en direct buitenwater keren;
- b) primaire waterkeringen die voor dijkringgebieden zijn gelegen en buitenwater keren;
- c) primaire waterkeringen , niet bestemd tot directe kering van buitenwater;
- d) als een van de categorieën a t/m c, maar ligt buiten de landsgrenzen.

Waterkering

Kunstmatige hoogten en die (gedeelten van) natuurlijke hoogten of hooggelegen gronden, met inbegrip van daarin of daaraan aangebrachte werken, die een waterkerende of mede een

waterkerende functie hebben, en die als zodanig in de legger van het waterschap zijn aangegeven

De Westerschelde is de enige zeearm die in open verbinding staat met de Noordzee. Het is één van de weinige gebieden in Nederland waar nagenoeg ongehinderd actieve geologische processen kunnen plaatsvinden. Door het getij en de ontmoeting van zout en zoet water heerst er een uniek milieu. Zo behoort vooral een zoet- of brakwatermilieu tot de zeldzaamheden. Saeftinghe is bovendien het grootste brakwaterschorgebied van West-Europa

BIJLAGE 22 SITUATIETEKENINGEN

BIJLAGE 23 DWARSPROFIELEN GEKOZEN ALTERNATIEF

- profiel 1 (10,885 km) (ontwerppeil NAP +6,95 m) [asfalt onderhoudspad]
- profiel 2 (11,059 km) (ontwerppeil NAP +6,95 m) [asfalt onderhoudspad]
- profiel 3 (11,112 km) (ontwerppeil NAP +6,95 m) [asfalt onderhoudspad]
- profiel 4 (11,485 km) (ontwerppeil NAP +6,95 m) [doorgroeibaar onderhoudspad]
- profiel 5 (12,685 km) (ontwerppeil NAP +6,9 m) [doorgroeibaar onderhoudspad]
- profiel 6 (13,185 km) (ontwerppeil NAP +6,9 m) [doorgroeibaar onderhoudspad]

BIJLAGE 24 BEREKENINGEN STABILITEIT TEENSCHOT HAVEN PAAL

Doc.registr.nr. : Versie: Datum: 24-1-06 Blad: van:

Opdrachtgever : Projetboucan Zeew. Boekingsnr.: X1675-01-00 Opsteller: Re

Project : Saeflinge 2 Autorisator:

Onderdeel/onderwerp : Beschouwing aanpassing l.c.c. f.c. Status*:

$$E = 12500 \text{ N/mm}^2 \quad (\text{Juzen})$$

$$= 12500000 \text{ kN/m}^2$$

$$I = \frac{1}{12} b h^3$$

$$= \frac{1}{12} \cdot 70 \cdot 70^3$$

$$= 2000833 \text{ mm}^4$$

$$= 2,000833 \cdot 10^{-6} \text{ m}^4$$

$$EI = 2000833 \cdot 12500$$

$$= 25010416666 \text{ Nmm}^2$$

$$= 25 \text{ kNm}^2 \quad \text{bij een activering breedte van } 0,3 \text{ m}$$

waarde in M/steet $25 \text{ kNm}^2 / 0,3 \text{ m} = 83,33 \text{ kNm/m}$

Uitwijking met deze gegevens in UGT ca. 13 cm

Kantwademecum beschouwing Re

$$E = 8900 \text{ N/mm}^2 = 8900000 \text{ kN/m}^2$$

$$I = 2,000833 \cdot 10^{-6} \text{ m}^4$$

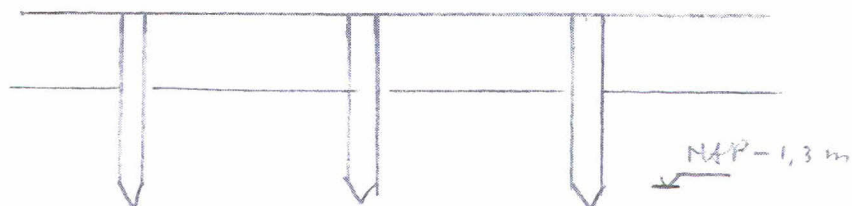
$$EI = 17,8 \text{ kNm}^2 \quad \text{bij een activering breedte van } 0,3 \text{ m}$$

$$\text{waarde in M/steet} = 17,8 \text{ kNm}^2 / 0,3 \text{ m}$$

$$= 59,35 \text{ kNm}^2/\text{m}$$

→ Uitwijking, ca. $\leq 40 \text{ mm}$ UGT als
paalpunt $\text{NAP} - 1,4 \text{ m}$

→ Uitwijking, ca. $\leq 10 \text{ mm}$ BGT als
paalpunt $\text{NAP} - 1,4 \text{ m}$



Report for MSheet 6.2

Design of Sheet Pilings
Developed by GeoDelft



Company: DHV BV

Date report: 24-1-2006

Time report: 12:08:29

Date calculation: 24-1-2006

Time calculation: 12:08:21

Filename: C:\TEMP\Saventinghe II\Houten palen RVe

Project identification: Saventinghe II

Ontwerp verankering kleidekverbetering

Houten palen 0,07 m x 0,07 m, h.o.h. 0,3 m

1 Input Data

1.1 General Input Data

Number of curves on spring characteristic	3
Unloading curve on spring characteristic	No
Number of construction stages	1
Unit weight of water	9,81 [kN/m ³]
Model	Sheet piling

1.2 Sheet Piling Properties

Length	1,80 [m]
Level top side	0,40 [m]
Number of sections	1

Section no	From [m]	To [m]	Stiffness EI [kNm ²]	Acting width [m]
1	-1,40	0,40	1,7805E+01	0,30

1.3 Calculation Options

First stage represents initial situation	No
Calculation refinement	Coarse
Lambda recalculation	Automatic
Safety class	I
Modulus of subgrade reaction	Representative

2 Summary

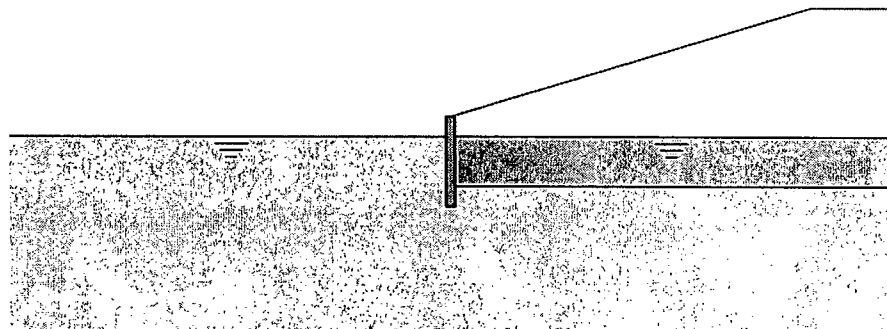
2.1 Maxima per Stage

Stage	Displacement [mm]	Moment [kNm]	Shear force [kN]	Mob. perc. moment [%]	Mob. perc. resistance [%]	Name
1	-38,3	0,2	0,5	0,0	70,6	New Stage
Max	-38,3	0,2	0,5	0,0	70,6	

3 Construction Stage 1: New Stage

3.1 Outline View

Outline View - Stage: New Stage



3.2 Input Data Left

3.2.1 Calculation Method

Used method : C, phi, delta
 Partial factors used

3.2.2 Water Level

Water level : -0,15

3.2.3 Surface

X [m]	Y [m]
0,00	-0,20

3.2.4 Soil Layer Properties

Layer name	Level [m]	Unit weight		Coh [kN/m ²]	Delta [deg]	Phi [deg]	Earth-pressure coeff.			Excess pore pr.	
		Unsat [kN/m ³]	Sat. [kN/m ³]				Active [-]	Neutral [-]	Passive [-]	Top [kN/m ²]	Bottom [kN/m ²]
Klei	0,00	15,00	15,00	2,22	11,05	16,67	0,47	0,70	2,42	0,00	0,00

3.2.5 Modulus of Subgrade Reactions (Secant CUR166)

Layer name	Branch 1		Branch 2		Branch 3	
	Top	Bottom	Top	Bottom	Top	Bottom
Klei	2000,00	2000,00	800,00	800,00	500,00	500,00

3.3 Calculated Earth Pressure Coefficients Left

Segment	Level [m]	Horizontal pressure		Fictive earth pressure coefficients		
		Active [kN/m ²]	Passive [kN/m ²]	Ka [-]	Ko [-]	Kp [-]
1	-0,24	0,0	8,3	0,00	0,71	36,19
2	-0,33	0,0	9,4	0,00	0,71	13,61
3	-0,42	0,0	10,5	0,00	0,71	9,10
4	-0,51	0,0	11,6	0,00	0,71	7,16
5	-0,60	0,0	12,6	0,00	0,71	6,08
6	-0,69	0,0	13,7	0,00	0,71	5,40
7	-0,78	0,0	14,8	0,00	0,71	4,93
8	-0,87	0,0	15,8	0,00	0,71	4,58
9	-0,96	0,0	16,9	0,00	0,71	4,31
10	-1,04	0,0	17,9	0,00	0,71	4,11
11	-1,12	0,0	18,9	0,00	0,71	3,95
12	-1,20	0,0	19,8	0,00	0,71	3,82
13	-1,28	0,0	20,8	0,00	0,71	3,71
14	-1,36	0,0	21,8	0,00	0,71	3,61

3.4 Input Data Right
3.4.1 Calculation Method

Used method : C, phi, delta
 Partial factors used

3.4.2 Water Level

Water level : 0,05

3.4.3 Surface

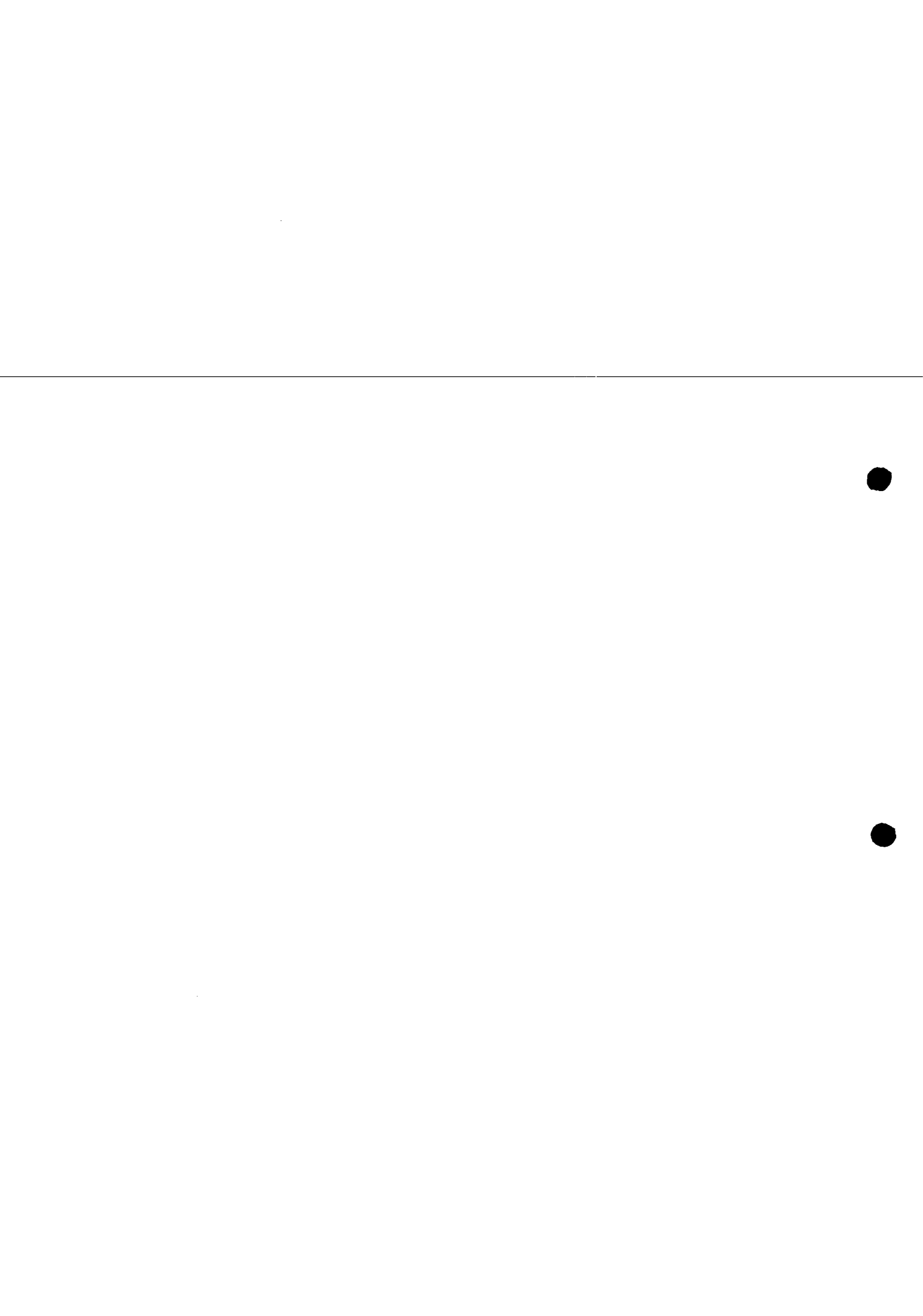
X [m]	Y [m]
0,00	0,40
8,80	2,60

3.4.4 Soil Layer Properties

Layer name	Level [m]	Unit weight		Coh [kN/m ²]	Delta [deg]	Phi [deg]	Earth-pressure coeff.			Excess pore pr.	
		Unsat [kN/m ³]	Sat [kN/m ³]				Active [-]	Neutral [-]	Passive [-]	Top [kN/m ²]	Bottom [kN/m ²]
Steen	2,60	24,00	24,00	0,00	21,91	33,33	0,22	0,43	9,00	0,00	0,00
Mijnsteen	0,00	21,00	21,00	0,00	21,91	33,33	0,22	0,43	9,00	0,00	0,00
Klei	-1,00	15,00	15,00	2,22	11,05	16,67	0,47	0,70	2,42	0,00	0,00

3.4.5 Modulus of Subgrade Reactions (Secant CUR166)

Layer name	Branch 1		Branch 2		Branch 3	
	Top	Bottom	Top	Bottom	Top	Bottom
Steen	20000,00	20000,00	10000,00	10000,00	5000,00	5000,00
Mijnsteen	12000,00	12000,00	6000,00	6000,00	3000,00	3000,00
Klei	2000,00	2000,00	800,00	800,00	500,00	500,00



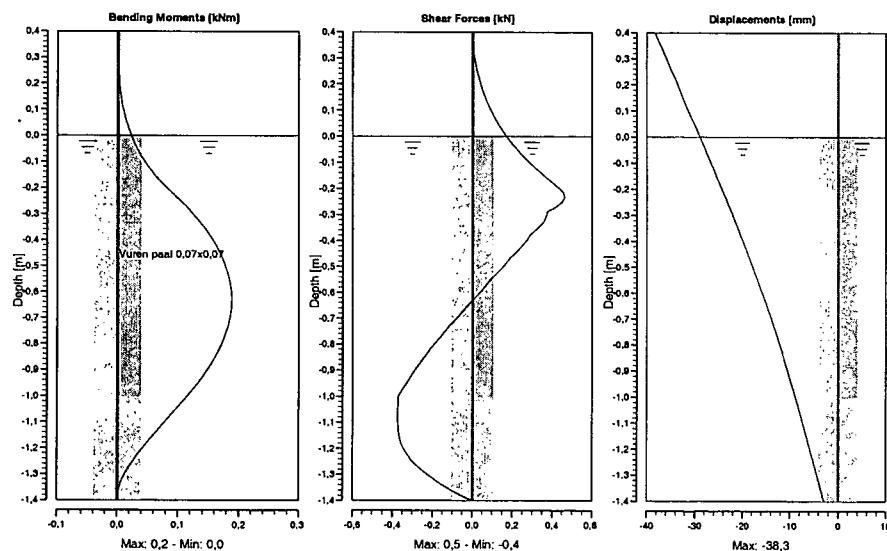
3.5 Calculated Earth Pressure Coefficients Right

Segment	Level [m]	Horizontal pressure		Fictive earth pressure coefficients		
		Active [kN/m ²]	Passive [kN/m ²]	Ka [-]	Ko [-]	Kp [-]
1	0,36	0,3	22,5	0,25	1,36	18,40
2	0,27	0,9	67,5	0,25	1,08	18,47
3	0,18	1,5	112,4	0,25	0,95	18,47
4	0,09	2,1	157,4	0,25	0,87	18,48
5	0,03	2,6	190,4	0,25	0,84	18,69
6	-0,04	2,8	215,6	0,25	0,82	19,26
7	-0,11	3,1	245,0	0,25	0,81	19,88
8	-0,18	3,4	269,4	0,25	0,80	20,32
9	-0,24	3,6	296,5	0,25	0,78	20,74
10	-0,33	4,0	331,2	0,26	0,77	21,20
11	-0,42	4,3	365,8	0,26	0,75	21,58
12	-0,51	4,7	400,5	0,26	0,73	21,91
13	-0,60	5,0	435,1	0,26	0,72	22,20
14	-0,69	5,4	469,7	0,26	0,70	22,45
15	-0,78	5,7	504,3	0,26	0,69	22,68
16	-0,87	6,1	538,9	0,26	0,68	22,88
17	-0,96	6,4	573,4	0,26	0,66	23,06
18	-1,04	9,0	453,8	0,35	0,86	17,54
19	-1,12	9,4	467,1	0,35	0,86	17,58
20	-1,20	9,9	480,5	0,36	0,85	17,63
21	-1,28	10,3	494,0	0,37	0,84	17,67
22	-1,36	10,8	507,4	0,38	0,83	17,71

3.6 Calculation Results

3.6.1 Charts of Moments, Forces and Displacements

Moments/Forces/Displacements - Stage: New Stage

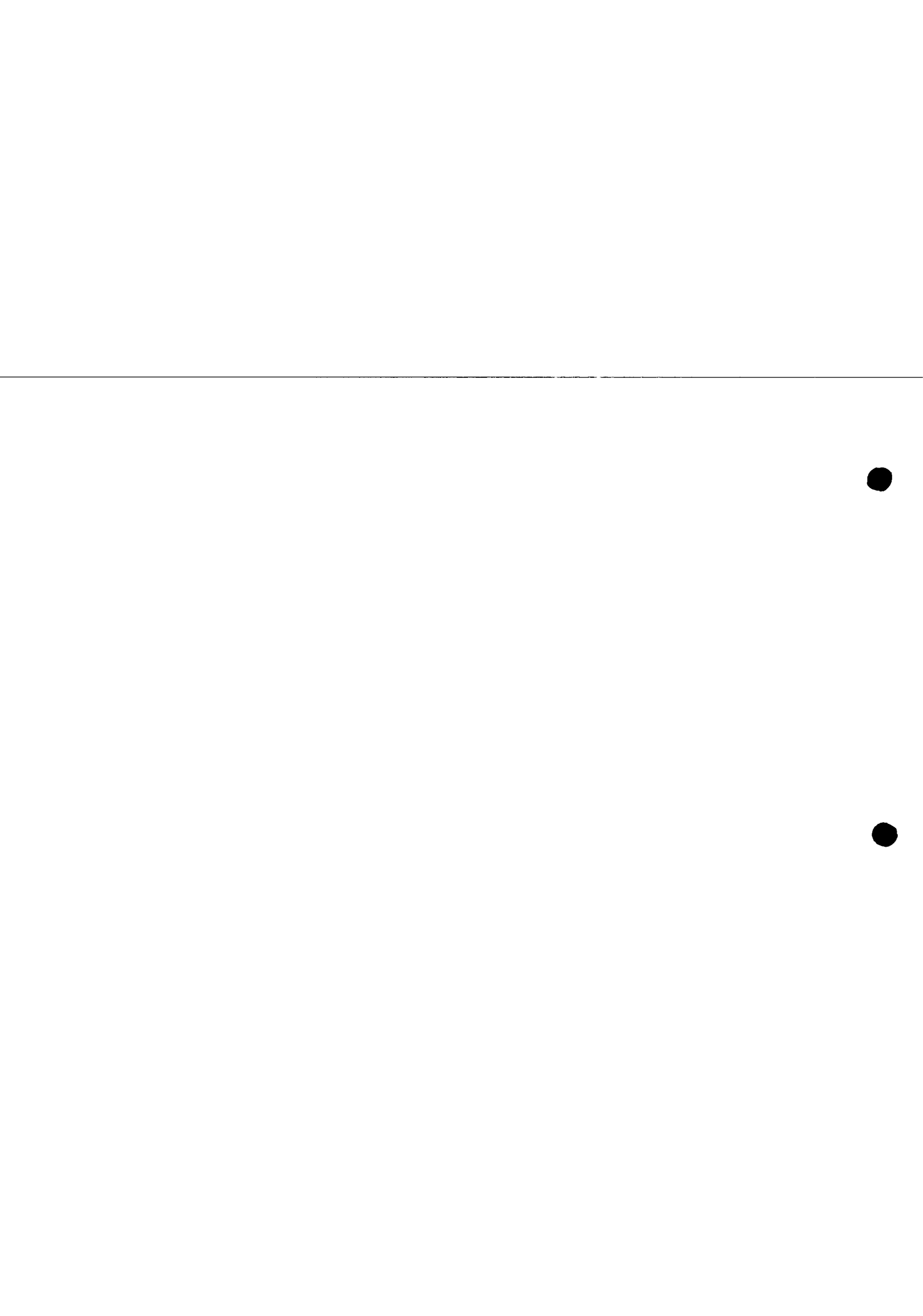


3.6.2 Moments, Forces and Displacements

Number	Level [m]	Moment [kNm]	Shear force [kN]	Displacement [mm]
1	0,40	0,0	0,0	-38,3
1	0,31	0,0	0,0	-36,2
2	0,31	0,0	0,0	-36,2
2	0,23	0,0	0,0	-34,2
3	0,23	0,0	0,0	-34,2
3	0,14	0,0	0,1	-32,2
4	0,14	0,0	0,1	-32,2
4	0,05	0,0	0,1	-30,1
5	0,05	0,0	0,1	-30,1
5	0,00	0,0	0,2	-28,9
6	0,00	0,0	0,2	-28,9
6	-0,08	0,0	0,3	-27,2
7	-0,08	0,0	0,3	-27,2
7	-0,15	0,1	0,4	-25,5
8	-0,15	0,1	0,4	-25,5
8	-0,20	0,1	0,4	-24,3
9	-0,20	0,1	0,4	-24,3
9	-0,29	0,1	0,4	-22,3
10	-0,29	0,1	0,4	-22,3
10	-0,38	0,2	0,3	-20,4
11	-0,38	0,2	0,3	-20,4
11	-0,47	0,2	0,2	-18,5
12	-0,47	0,2	0,2	-18,5
12	-0,56	0,2	0,1	-16,7
13	-0,56	0,2	0,1	-16,7
13	-0,64	0,2	0,0	-15,0
14	-0,64	0,2	0,0	-15,0
14	-0,73	0,2	-0,1	-13,3
15	-0,73	0,2	-0,1	-13,3
15	-0,82	0,2	-0,2	-11,8
16	-0,82	0,2	-0,2	-11,8
16	-0,91	0,1	-0,3	-10,3
17	-0,91	0,1	-0,3	-10,3
17	-1,00	0,1	-0,4	-8,9
18	-1,00	0,1	-0,4	-8,9
18	-1,08	0,1	-0,4	-7,6
19	-1,08	0,1	-0,4	-7,6
19	-1,16	0,1	-0,4	-6,4
20	-1,16	0,1	-0,4	-6,4
20	-1,24	0,0	-0,3	-5,3
21	-1,24	0,0	-0,3	-5,3
21	-1,32	0,0	-0,2	-4,1
22	-1,32	0,0	-0,2	-4,1
22	-1,40	0,0	0,0	-2,9

3.6.3 Stresses

Number	Level [m]	Left			Right		
		Effective stress [kN/m ²]	Water stress [kN/m ²]	Stat / mob* [%]	Effective stress [kN/m ²]	Water stress [kN/m ²]	Stat / mob* [%]
1	0,40	0,00	0,00	-	0,00	0,00	A
1	0,31	0,00	0,00	-	0,61	0,00	A
2	0,31	0,00	0,00	-	0,61	0,00	A
2	0,23	0,00	0,00	-	1,22	0,00	A
3	0,23	0,00	0,00	-	1,22	0,00	A
3	0,14	0,00	0,00	-	1,83	0,00	A
4	0,14	0,00	0,00	-	1,83	0,00	A
4	0,05	0,00	0,00	-	2,44	0,00	A
5	0,05	0,00	0,00	-	2,45	0,00	A
5	0,00	0,00	0,00	-	2,67	0,49	A





Number	Level [m]	Left			Right		
		Effective stress [kN/m ²]	Water stress [kN/m ²]	Stat / mob* [%]	Effective stress [kN/m ²]	Water stress [kN/m ²]	Stat / mob* [%]
6	0,00	0,00	0,00	-	2,68	0,49	A
6	-0,08	0,00	0,00	-	2,96	1,23	A
7	-0,08	0,00	0,00	-	2,97	1,23	A
7	-0,15	0,00	0,00	-	3,26	1,96	A
8	-0,15	0,00	0,00	-	3,27	1,96	A
8	-0,20	0,00	0,49	-	3,46	2,45	A
9	-0,20	0,00	0,49	P	3,47	2,45	A
9	-0,29	14,52	1,36	3 87	3,80	3,32	A
10	-0,29	6,28	1,36	P	3,82	3,32	A
10	-0,38	11,68	2,23	3 93	4,15	4,20	A
11	-0,38	8,39	2,23	P	4,17	4,20	A
11	-0,47	11,35	3,11	3 90	4,50	5,07	A
12	-0,47	9,75	3,11	3 98	4,52	5,07	A
12	-0,56	11,40	3,98	3 86	4,85	5,94	A
13	-0,56	10,21	3,98	3 91	4,87	5,94	A
13	-0,64	11,58	4,85	3 83	5,21	6,81	A
14	-0,64	10,63	4,85	3 85	5,22	6,81	A
14	-0,73	11,71	5,72	2 78	5,56	7,68	A
15	-0,73	11,04	5,72	3 81	5,57	7,68	A
15	-0,82	11,54	6,59	2 73	5,91	8,56	A
16	-0,82	11,09	6,59	2 75	5,92	8,56	A
16	-0,91	11,40	7,47	2 67	6,26	9,43	A
17	-0,91	11,01	7,47	2 69	6,27	9,43	A
17	-1,00	11,30	8,34	2 63	6,61	10,30	A
18	-1,00	10,97	8,34	2 64	8,85	10,30	A
18	-1,08	11,22	9,12	2 60	9,10	11,09	A
19	-1,08	10,93	9,12	2 61	9,30	11,09	A
19	-1,16	11,16	9,91	2 57	10,16	11,87	1
20	-1,16	10,90	9,91	2 57	9,95	11,87	1
20	-1,24	11,12	10,69	2 54	12,90	12,65	1
21	-1,24	10,88	10,69	2 54	12,69	12,65	1
21	-1,32	11,09	11,48	2 51	15,61	13,44	1
22	-1,32	10,86	11,48	2 52	15,40	13,44	1
22	-1,40	10,26	12,26	1 46	18,31	14,22	1

*
Stat Status (A means active P passive)
Mob Percentage passive mobilized

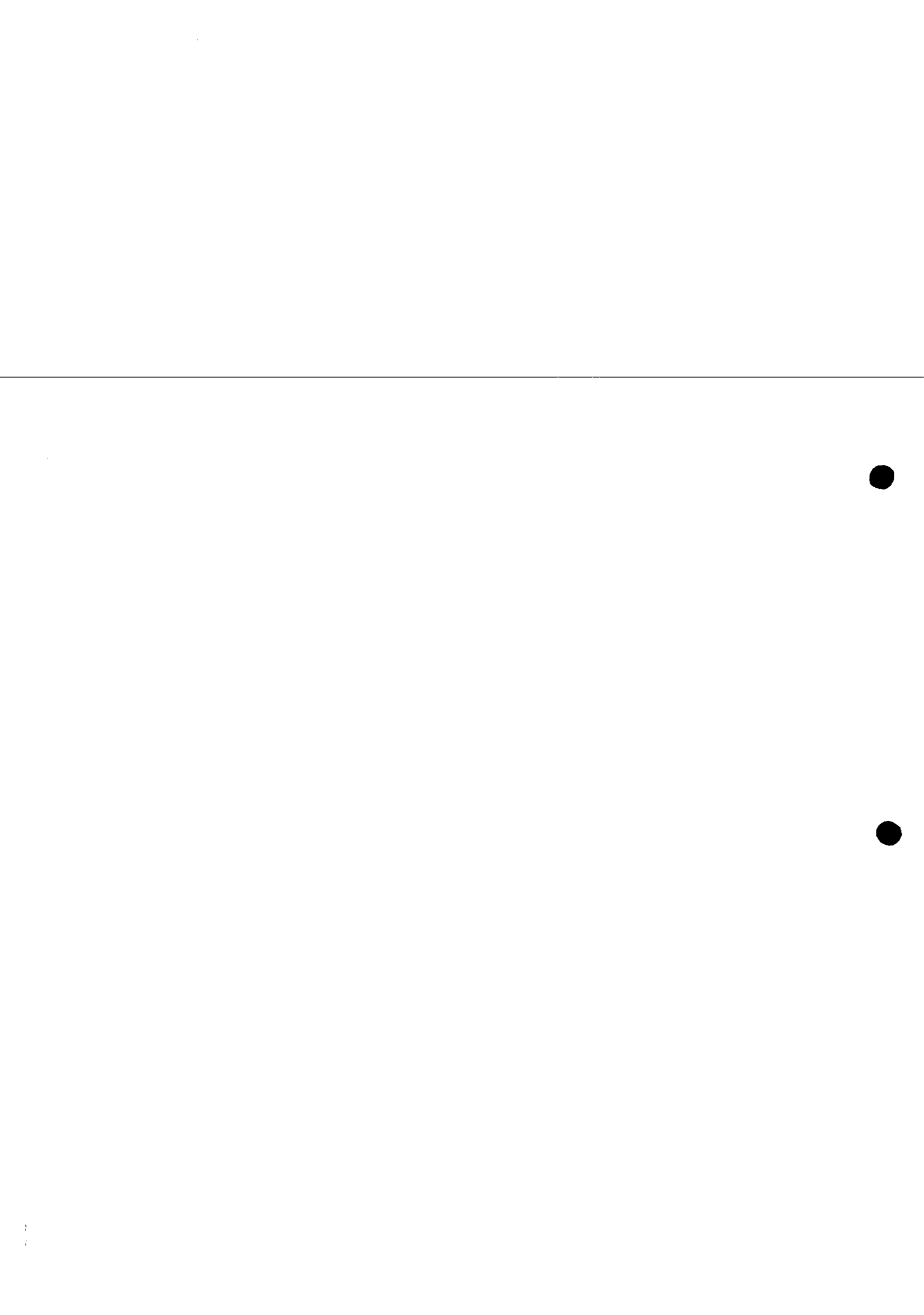
3.6.4 Soil Collapse

Horizontal soil pressure	Left	Right	
Effective	3,8	3,0	[kN]
Water	2,3	3,1	[kN]
Total	6,1	6,1	[kN]
Considered as passive side	:	Left	
Maximum passive effective resistance	:	5,41	[kN]
Mobilized passive effective resistance	:	3,82	[kN]
Percentage mobilized resistance	:	70,6	[%]

3.6.5 Vertical Force Balance

Vertical force active	:	-0,91	[kN]
Vertical force passive	:	0,75	[kN]
Resulting vertical force (no dead weight)	:	-0,16	[kN]

End of Report



Report for MSheet 6.2

Design of Sheet Pilings
Developed by GeoDelft



Company: DHV BV

Date report: 24-1-2006

Time report: 12:08:42

Date calculation: 24-1-2006

Time calculation: 12:08:36

Filename: C:\TEMP\Saventinghe II\Houten palen RVe

Project identification: Saventinghe II

Ontwerp verankering kleidekverbetering

Houten palen 0,07 m x 0,07 m, h.o.h. 0,3 m

1 Input Data

1.1 General Input Data

Number of curves on spring characteristic	3
Unloading curve on spring characteristic	No
Number of construction stages	1
Unit weight of water	9,81 [kN/m ³]
Model	Sheet piling

1.2 Sheet Piling Properties

Length	1,80 [m]
Level top side	0,40 [m]
Number of sections	1

Section no	From [m]	To [m]	Stiffness EI [kNm ²]	Acting width [m]
1	-1,40	0,40	1,7805E+01	0,30

1.3 Calculation Options

First stage represents initial situation	No
Calculation refinement	Coarse
Lambda recalculation	Automatic
Safety class	Representative
Modulus of subgrade reaction	Representative



2 Summary

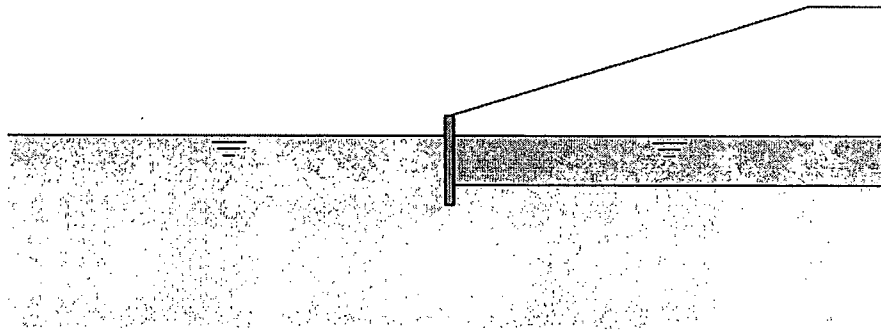
2.1 Maxima per Stage

Stage	Displacement [mm]	Moment [kNm]	Shear force [kN]	Mob. perc. moment [%]	Mob. perc. resistance [%]	Name
1	-5,4	0,1	-0,3	0,0	47,2	New Stage
Max	-5,4	0,1	-0,3	0,0	47,2	

3 Construction Stage 1: New Stage

3.1 Outline View

Outline View - Stage: New Stage



3.2 Input Data Left

3.2.1 Calculation Method

Used method : C, phi, delta
 Partial factors used

3.2.2 Water Level

Water level : 0,00

3.2.3 Surface

X [m]	Y [m]
0,00	0,00

3.2.4 Soil Layer Properties

Layer name	Level [m]	Unit weight		Coh [kN/m ²]	Delta [deg]	Phi [deg]	Earth-pressure coeff.			Excess pore pr.	
		Unsat [kN/m ³]	Sat [kN/m ³]				Active [-]	Neutral [-]	Passive [-]	Top [kN/m ²]	Bottom [kN/m ²]
Klei	0,00	15,00	15,00	2,00	11,60	17,50	0,47	0,70	2,42	0,00	0,00

3.2.5 Modulus of Subgrade Reactions (Secant CUR166)

Layer name	Branch 1		Branch 2		Branch 3	
	Top	Bottom	Top	Bottom	Top	Bottom
Klei	2000,00	2000,00	800,00	800,00	500,00	500,00

3.3 Calculated Earth Pressure Coefficients Left

Segment	Level [m]	Horizontal pressure		Fictive earth pressure coefficients		
		Active [kN/m ²]	Passive [kN/m ²]	Ka [-]	Ko [-]	Kp [-]
1	-0,04	0,0	7,8	0,00	0,70	36,08
2	-0,13	0,0	8,9	0,00	0,70	13,65
3	-0,21	0,0	9,9	0,00	0,70	9,17
4	-0,29	0,0	11,0	0,00	0,70	7,24
5	-0,38	0,0	12,0	0,00	0,70	6,17
6	-0,46	0,0	13,1	0,00	0,70	5,49
7	-0,54	0,0	14,1	0,00	0,70	5,02
8	-0,63	0,0	15,2	0,00	0,70	4,68
9	-0,71	0,0	16,2	0,00	0,70	4,41
10	-0,79	0,0	17,3	0,00	0,70	4,20
11	-0,88	0,0	18,3	0,00	0,70	4,03
12	-0,96	0,0	19,4	0,00	0,70	3,89
13	-1,04	0,0	20,4	0,00	0,70	3,78
14	-1,12	0,0	21,4	0,00	0,70	3,68
15	-1,20	0,0	22,4	0,00	0,70	3,60
16	-1,28	0,0	23,4	0,00	0,70	3,52
17	-1,36	0,0	24,4	0,00	0,70	3,46

3.4 Input Data Right
3.4.1 Calculation Method

Used method : C, phi, delta
Partial factors used

3.4.2 Water Level

Water level : 0,00

3.4.3 Surface

X [m]	Y [m]
0,00	0,40
8,80	2,60

3.4.4 Soil Layer Properties

Layer name	Level [m]	Unit weight		Coh [kN/m ²]	Delta [deg]	Phi [deg]	Earth-pressure coeff.			Excess pore pr.	
		Unsat [kN/m ³]	Sat [kN/m ³]				Active [-]	Neutral [-]	Passive [-]	Top [kN/m ²]	Bottom [kN/m ²]
Steen	2,60	24,00	24,00	0,00	23,00	35,00	0,22	0,43	9,00	0,00	0,00
Mijnsteen	0,00	21,00	21,00	0,00	23,00	35,00	0,22	0,43	9,00	0,00	0,00
Klei	-1,00	15,00	15,00	2,00	11,60	17,50	0,47	0,70	2,42	0,00	0,00

3.4.5 Modulus of Subgrade Reactions (Secant CUR166)

Layer name	Branch 1		Branch 2		Branch 3	
	Top	Bottom	Top	Bottom	Top	Bottom
Steen	20000,00	20000,00	10000,00	10000,00	5000,00	5000,00
Mijnsteen	12000,00	12000,00	6000,00	6000,00	3000,00	3000,00
Klei	2000,00	2000,00	800,00	800,00	500,00	500,00

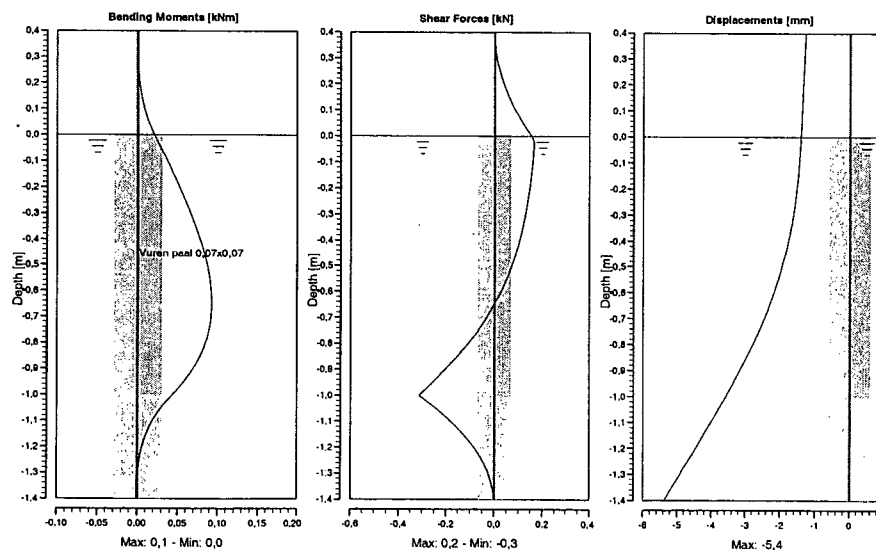
3.5 Calculated Earth Pressure Coefficients Right

Segment	Level [m]	Horizontal pressure		Fictive earth pressure coefficients		
		Active [kN/m ²]	Passive [kN/m ²]	Ka [-]	Ko [-]	Kp [-]
1	0,36	0,3	27,5	0,23	1,36	24,55
2	0,28	0,8	82,4	0,23	1,08	24,66
3	0,20	1,3	137,3	0,23	0,95	24,67
4	0,12	1,8	192,2	0,23	0,87	24,67
5	0,04	2,3	247,1	0,23	0,82	24,67
6	-0,04	2,7	296,9	0,23	0,79	25,27
7	-0,13	3,0	341,6	0,23	0,77	26,28
8	-0,21	3,3	386,3	0,23	0,76	27,12
9	-0,29	3,6	430,9	0,23	0,74	27,81
10	-0,38	3,9	475,4	0,23	0,73	28,41
11	-0,46	4,2	520,0	0,23	0,72	28,92
12	-0,54	4,5	564,5	0,23	0,70	29,37
13	-0,63	4,8	609,0	0,24	0,69	29,77
14	-0,71	5,1	653,5	0,24	0,68	30,12
15	-0,79	5,4	697,9	0,24	0,66	30,44
16	-0,88	5,7	742,4	0,24	0,65	30,72
17	-0,96	6,0	786,9	0,24	0,64	30,98
18	-1,04	8,9	628,7	0,34	0,85	23,85
19	-1,12	9,3	648,4	0,35	0,84	23,96
20	-1,20	9,8	668,0	0,35	0,83	24,07
21	-1,28	10,2	653,6	0,36	0,83	22,98
22	-1,36	10,6	620,1	0,37	0,82	21,28

3.6 Calculation Results

3.6.1 Charts of Moments, Forces and Displacements

Moments/Forces/Displacements - Stage: New Stage



3.6.2 Moments, Forces and Displacements

Number	Level [m]	Moment [kNm]	Shear force [kN]	Displacement [mm]
1	0,40	0,0	0,0	-1,3
1	0,32	0,0	0,0	-1,3
2	0,32	0,0	0,0	-1,3
2	0,24	0,0	0,0	-1,3
3	0,24	0,0	0,0	-1,3
3	0,16	0,0	0,1	-1,4
4	0,16	0,0	0,1	-1,4
4	0,08	0,0	0,1	-1,4
5	0,08	0,0	0,1	-1,4
5	0,00	0,0	0,2	-1,4
6	0,00	0,0	0,2	-1,4
6	-0,08	0,0	0,2	-1,4
7	-0,08	0,0	0,2	-1,4
7	-0,17	0,0	0,2	-1,5
8	-0,17	0,0	0,2	-1,5
8	-0,25	0,1	0,1	-1,6
9	-0,25	0,1	0,1	-1,6
9	-0,33	0,1	0,1	-1,7
10	-0,33	0,1	0,1	-1,7
10	-0,42	0,1	0,1	-1,8
11	-0,42	0,1	0,1	-1,8
11	-0,50	0,1	0,1	-1,9
12	-0,50	0,1	0,1	-1,9
12	-0,58	0,1	0,0	-2,1
13	-0,58	0,1	0,0	-2,1
13	-0,67	0,1	0,0	-2,3
14	-0,67	0,1	0,0	-2,3
14	-0,75	0,1	-0,1	-2,6
15	-0,75	0,1	-0,1	-2,6
15	-0,83	0,1	-0,1	-2,9
16	-0,83	0,1	-0,1	-2,9
16	-0,92	0,1	-0,2	-3,2
17	-0,92	0,1	-0,2	-3,2
17	-1,00	0,0	-0,3	-3,6
18	-1,00	0,0	-0,3	-3,6
18	-1,08	0,0	-0,2	-3,9
19	-1,08	0,0	-0,2	-3,9
19	-1,16	0,0	-0,1	-4,3
20	-1,16	0,0	-0,1	-4,3
20	-1,24	0,0	-0,1	-4,6
21	-1,24	0,0	-0,1	-4,6
21	-1,32	0,0	0,0	-5,0
22	-1,32	0,0	0,0	-5,0
22	-1,40	0,0	0,0	-5,4

3.6.3 Stresses

Number	Level [m]	Left			Right		
		Effective stress [kN/m ²]	Water stress [kN/m ²]	Stat./mob* [%]	Effective stress [kN/m ²]	Water stress [kN/m ²]	Stat./mob* [%]
1	0,40	0,00	0,00	-	0,00	0,00	A
1	0,32	0,00	0,00	-	0,51	0,00	A
2	0,32	0,00	0,00	-	0,51	0,00	A
2	0,24	0,00	0,00	-	1,03	0,00	A
3	0,24	0,00	0,00	-	1,03	0,00	A
3	0,16	0,00	0,00	-	1,54	0,00	A
4	0,16	0,00	0,00	-	1,54	0,00	A
4	0,08	0,00	0,00	-	2,06	0,00	A
5	0,08	0,00	0,00	-	2,06	0,00	A
5	0,00	0,00	0,00	-	2,57	0,00	A

Number	Level [m]	Left			Right		
		Effective stress [kN/m ²]	Water stress [kN/m ²]	Stat / mob* [%]	Effective stress [kN/m ²]	Water stress [kN/m ²]	Stat / mob* [%]
6	0,00	0,00	0,00	P	2,58	0,00	A
6	-0,08	3,20	0,82	1 20	2,86	0,82	A
7	-0,08	3,00	0,82	2 51	2,87	0,82	A
7	-0,17	3,61	1,64	1 31	3,16	1,64	A
8	-0,17	3,61	1,64	1 46	3,17	1,64	A
8	-0,25	4,05	2,45	1 34	3,46	2,45	A
9	-0,25	4,05	2,45	1 43	3,47	2,45	A
9	-0,33	4,54	3,27	1 36	3,76	3,27	A
10	-0,33	4,54	3,27	1 43	3,77	3,27	A
10	-0,42	5,09	4,09	1 38	4,06	4,09	A
11	-0,42	5,09	4,09	1 43	4,07	4,09	A
11	-0,50	5,70	4,91	1 40	4,36	4,91	A
12	-0,50	5,70	4,91	1 44	4,37	4,91	A
12	-0,58	6,37	5,72	1 42	4,66	5,72	A
13	-0,58	6,37	5,72	1 45	4,67	5,72	A
13	-0,67	7,12	6,54	1 44	4,96	6,54	A
14	-0,67	7,12	6,54	1 47	4,97	6,54	A
14	-0,75	7,93	7,36	1 46	5,26	7,36	A
15	-0,75	7,93	7,36	1 49	5,27	7,36	A
15	-0,83	8,82	8,18	1 49	5,56	8,18	A
16	-0,83	8,74	8,18	2 50	5,57	8,18	A
16	-0,92	9,63	8,99	2 50	5,86	8,99	A
17	-0,92	9,36	8,99	2 51	5,87	8,99	A
17	-1,00	10,24	9,81	2 51	6,16	9,81	A
18	-1,00	10,00	9,81	2 51	14,97	9,81	1
18	-1,08	10,82	10,59	2 51	14,86	10,59	1
19	-1,08	10,60	10,59	2 51	14,65	10,59	1
19	-1,16	11,42	11,38	2 52	14,52	11,38	1
20	-1,16	11,22	11,38	2 52	14,31	11,38	1
20	-1,24	12,02	12,16	2 52	14,17	12,16	1
21	-1,24	11,83	12,16	2 52	13,96	12,16	1
21	-1,32	12,62	12,95	2 52	13,80	12,95	1
22	-1,32	12,44	12,95	2 52	13,58	12,95	1
22	-1,40	13,22	13,73	2 53	13,42	13,73	1

*

Stat Status (A means active P passive)
 Mob Percentage passive mobilized

3.6.4 Soil Collapse

Horizontal soil pressure	Left	Right	
Effective	3,2	3,2	[kN]
Water	2,9	2,9	[kN]
Total	6,1	6,1	[kN]
Considered as passive side	:	Left	
Maximum passive effective resistance	:	6,76	[kN]
Mobilized passive effective resistance	:	3,19	[kN]
Percentage mobilized resistance	:	47,2	[%]

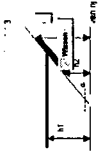
3.6.5 Vertical Force Balance

Vertical force active	:	-0,97	[kN]
Vertical force passive	:	0,65	[kN]
Resulting vertical force (no dead weight)	:	-0,32	[kN]

End of Report

BIJLAGE 25 INVOER ANAMOS BEREKENINGEN STEENBEKLEDINGEN

- Gekantelde betonblokken (10,835 km – 10,930 km)



10.4

Constructiepakket:
 Inwendig
 Trilling
 Constructie 1
 Constructie 2
 Constructie 2 V

Constructiepakket:
 Inwendig
 Trilling
 Constructie 1
 Constructie 2
 Constructie 2 V

Constructiepakket:
 Inwendig
 Trilling
 Constructie 1
 Constructie 2
 Constructie 2 V

Constructiepakket:
 Inwendig
 Trilling
 Constructie 1
 Constructie 2
 Constructie 2 V

Constructiepakket:
 Inwendig
 Trilling
 Constructie 1
 Constructie 2
 Constructie 2 V

Constructiepakket:
 Inwendig
 Trilling
 Constructie 1
 Constructie 2
 Constructie 2 V

Constructiepakket:
 Inwendig
 Trilling
 Constructie 1
 Constructie 2
 Constructie 2 V

Constructiepakket:
 Inwendig
 Trilling
 Constructie 1
 Constructie 2
 Constructie 2 V

Constructiepakket:
 Inwendig
 Trilling
 Constructie 1
 Constructie 2
 Constructie 2 V

Constructiepakket:
 Inwendig
 Trilling
 Constructie 1
 Constructie 2
 Constructie 2 V

Constructiepakket:
 Inwendig
 Trilling
 Constructie 1
 Constructie 2
 Constructie 2 V

Constructiepakket:
 Inwendig
 Trilling
 Constructie 1
 Constructie 2
 Constructie 2 V

Constructiepakket:
 Inwendig
 Trilling
 Constructie 1
 Constructie 2
 Constructie 2 V

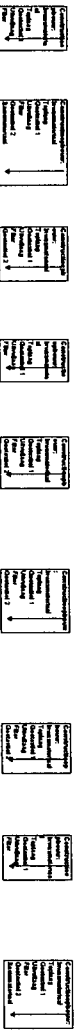
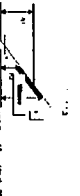
Meters van oeffenak	Meters van oeffenak		Meters van oeffenak		Meters van oeffenak		Meters van oeffenak		Meters van oeffenak		Meters van oeffenak		Meters van oeffenak		Meters van oeffenak		Meters van oeffenak		Meters van oeffenak	
	H ₁	H ₂	L ₁	L ₂	H ₁	H ₂	L ₁	L ₂	H ₁	H ₂	L ₁	L ₂	H ₁	H ₂	L ₁	L ₂	H ₁	H ₂	L ₁	L ₂
0	0.00	4.15	0.00	10.00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	0.05	4.15	0.05	10.00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	0.05	4.14	0.05	10.00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

- Betonzuilen (10,930 km - 11,160 km)

- Betonzuilen buitenzijde (11,160 km - 11,230 km)

- **Betonzuilen binnenzijde (11,160 km - 11,230 km)**

- Betonzuilen (12,885 km - 13,300 km)



1		2		3		4		5		6		7		8		9		10		11		12		13		14		15		16		17		18			
No.	Date	Area	Area	Area	Area	Area	Area	Area	Area	Area	Area	Area	Area	Area	Area	Area	Area	Area	Area	Area	Area	Area	Area	Area	Area	Area	Area	Area	Area	Area	Area	Area	Area	Area	Area		
1			
2		
18		
19	
20	



No.	Name		Address		Telephone		Occupation		Age		Sex		Religion		Marital Status		Education		Income		Assets		Liabilities		Remarks					
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28		
1	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100

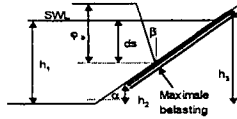
- Gekantelde betonblokken (12,885 km - 13,300 km)

- **Betonzuilen kop havendam buitenzijde (11,160 km - 11,230 km)**

BIJLAGE 26 UITVOER ANAMOS BEREKENINGEN STEENBEKLEDINGEN

- Gekantelde betonblokken (10,835 km – 10,930 km)

definiëschets (niet op schaal)



Eindresultaten		Stabiliteit toplaag				Stabiliteit afschulving		Stabiliteit grensvlak basis-filter:				Conclusie:	commentaar:
Belasting	Sterkte	Blokbew.	Conclusie:	Maatgevend:	Stab.factor	Kracht op teen	Kritiek verhang:		Maximaal verhang:				
Naam van dijkvak	S	R	Y	De toplaag is:	$\Gamma_s [-]$	F_{teen}	neerwaarts	opwaarts	neerwaarts	opwaarts			
	[m]	[m]	[m]			[kN/m]	[-]	[-]	[-]	[-]			
	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90
1	0.3976011	0.655467516	0	Goed	significante golfhoogte	11.0886257	0	19.59183673	19.59183673	0.247159146	0.2747108	Twijfelachtig	
2	0.4482767	0.655467516	0	Goed	significante golfhoogte	9.66003601	0	19.59183673	19.59183673	0.257524517	0.3313761	Twijfelachtig	
1	0.4241543	0.655467516	0	Goed	significante golfhoogte	9.60363519	0	19.59183673	19.59183673	0.236243598	0.2433322	Twijfelachtig	
2	0.4766306	0.655467516	0	Goed	significante golfhoogte	8.32620839	0	19.59183673	19.59183673	0.248626405	0.2945732	Twijfelachtig	

- Betonzuilen (10,930 km - 11,160 km)

- Betonzuilen buitenzijde (11,160 km - 11,230 km)

- **Betonzuilen binnenzijde (11,160 km - 11,230 km)**

- Betonzuilen (12,885 km - 13,300 km)

10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100
10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100

- Gekantelde betonblokken (12,885 km - 13,300 km)

Eindresultaten	Stabiliteit toplaag					Stabiliteit afschuiving		Stabiliteit grensvlak basis-filter:				Conclusie:	commentaar:
	Belasting S	Sterkte R	Blokbe- w. Y	Conclusie: De toplaag is:	Maatgevend:	Stab.factor Γ_s [-]	Kracht op teen F_{teen} [kN/m]	Kritiek verhang:		Maximaal verhang:			
								neerwaarts	opwaarts	neerwaarts	opwaarts		
Naam van dijkvak	[m]	[m]	[m]										
	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90
9 (tot NAP + 5,9 m, tonronde 0,4)	0.648396758	0.683590668	0	Goed	significante golfhoogte	0	0	19.59183673	19.59183673	0.347314356	0.58728107	Twijfelachtig	
10 (tot NAP + 5,9 m, tonronde 0,4)	0.658411534	0.684444009	0	Goed	significante golfhoogte	0	0	19.59183673	19.59183673	0.358879079	0.592113466	Twijfelachtig	
10 (tot NAP + 5,9 m, tonronde 0,4)	0.658411534	0.684444009	0	Goed	significante golfhoogte	0	0	19.59183673	19.59183673	0.358879079	0.592113466	Twijfelachtig	
10 (tot NAP + 5,9 m, tonronde 0,4)	0.658411534	0.684444009	0	Goed	significante golfhoogte	0	0	19.59183673	19.59183673	0.358879079	0.592113466	Twijfelachtig	
11 (tot NAP + 5,3 m, tonronde 0,4)	0.665057655	0.665057655	0.00029	Twijfelachtig	significante golfhoogte	0	0	19.59183673	19.59183673	0.363050527	0.603921712	Twijfelachtig	
9 (tot NAP + 8,4 m, tonronde 0,2)	0.648448171	0.661776989	0	Goed	significante golfhoogte	0	0	19.59183673	19.59183673	0.325990883	0.603046306	Twijfelachtig	
10 (tot NAP + 8,4 m, tonronde 0,2)	0.657564733	0.662687549	0	Goed	significante golfhoogte	0	0	19.59183673	19.59183673	0.336338397	0.607644328	Twijfelachtig	
10 (tot NAP + 8,4 m, tonronde 0,2)	0.657564733	0.662687549	0	Goed	significante golfhoogte	0	0	19.59183673	19.59183673	0.336338397	0.607644328	Twijfelachtig	
10 (tot NAP + 8,4 m, tonronde 0,2)	0.657564733	0.662687549	0	Goed	significante golfhoogte	0	0	19.59183673	19.59183673	0.336338397	0.607644328	Twijfelachtig	
11 (tot NAP + 5,9 m, tonronde 0,2)	0.662862022	0.68305872	0	Goed	significante golfhoogte	0	0	19.59183673	19.59183673	0.340648777	0.616475736	Twijfelachtig	

- **Betonzuilen kop havendam buitenzijde (11,160 km - 11,230 km)**

Onderschieden	Stabiliteit toelating					Stabiliteit afschrijving		Stabiliteit groenwisk besleefber:					commentaar:
	Belasting	Starte R	Blokbe- Y	Conclusie De toelating is	Maatgevend	Stab.factor $\Gamma_{[t]}$	Kracht op teen F_{max} [kNm]	Kritiek verhoging	Mazdaud verhoging			Conclusie	
									meerwaars	operwaars	meerwaars		
Naam van d'voak	S [m]	R [m]	Y [m]						L1	L2	L3	L4	
	T8	T9	S0	B1	B2	B3	B4	B5	L1	L2	L3	L4	S0
3	0.32405636	0.44596502		0 Goed	significante golfhoogte	0	0		4.897959184	4.897959184	0.348448278	0.941802241	Onvoldende
4	0.32405636	0.44596502		0 Goed	significante golfhoogte	0	0		4.897959184	4.897959184	0.348448278	0.941802241	Onvoldende
3	0.32405636	0.421771719		0 Goed	significante golfhoogte	0	0		4.897959184	4.897959184	0.348448278	0.941802241	Onvoldende
4	0.32405636	0.421771719		0 Goed	significante golfhoogte	0	0		4.897959184	4.897959184	0.348448278	0.941802241	Onvoldende
3	0.32405636	0.397577838		0 Goed	significante golfhoogte	0	0		4.897959184	4.897959184	0.348448278	0.941802241	Onvoldende
4	0.32405636	0.397577838		0 Goed	significante golfhoogte	0	0		4.897959184	4.897959184	0.348448278	0.941802241	Onvoldende
3	0.330879405	0.45454377		0 Goed	significante golfhoogte	0	0		4.897959184	4.897959184	0.348448278	0.92881235	Onvoldende
4	0.330879405	0.45454377		0 Goed	significante golfhoogte	0	0		4.897959184	4.897959184	0.348448278	0.92881235	Onvoldende
3	0.330879405	0.425100954		0 Goed	significante golfhoogte	0	0		4.897959184	4.897959184	0.348448278	0.92881235	Onvoldende
4	0.330879405	0.425100954		0 Goed	significante golfhoogte	0	0		4.897959184	4.897959184	0.348448278	0.92881235	Onvoldende
3	0.330879405	0.39564753		0 Goed	significante golfhoogte	0	0		4.897959184	4.897959184	0.348448278	0.92881235	Onvoldende
4	0.330879405	0.39564753		0 Goed	significante golfhoogte	0	0		4.897959184	4.897959184	0.348448278	0.92881235	Onvoldende
3	0.338231582	0.431585912		0 Goed	significante golfhoogte	0	0		4.897959184	4.897959184	0.348448278	0.816745144	Onvoldende
4	0.338231582	0.431585912		0 Goed	significante golfhoogte	0	0		4.897959184	4.897959184	0.348448278	0.816745144	Onvoldende

BIJLAGE 27 BEREKENINGEN WEERSTAND TEGEN AFSCHUIVING

Tabel 61: Rekenwaarden voor de controle op de weerstand tegen afschuiving voor dijktraject 11,230 – 11,490 km

Traject: 11,230 - 11,490 km	Waterstand [t.o.v. + NAP]										
	2.0	2.5	3.0	3.5	4.0	4.5	5.0	5.5	6.0	6.5	7.0
H_s	0.50	0.60	0.70	0.80	0.90	1.03	1.15	1.28	1.40	1.53	1.65
T_p	3.70	3.98	4.25	4.53	4.80	4.98	5.15	5.33	5.50	5.68	5.85
L_0	21.37	24.73	28.20	32.04	35.97	38.72	41.41	44.36	47.23	50.37	53.43
$\xi_{50,p}$	2.07	2.04	2.01	2.01	2.00	1.95	1.90	1.87	1.84	1.82	1.80
ds/H	0.85	0.80	0.80	0.80	0.75	0.75	0.70	0.70	0.65	0.65	0.65
ds	0.43	0.48	0.56	0.64	0.68	0.77	0.81	0.89	0.91	0.99	1.07
fH	0.51	0.58	0.67	0.77	0.81	0.92	0.97	1.07	1.09	1.19	1.29
Benodigde kleilaagdikte											
Gekantelde betonblokken (spuibekken)	-0.13	-0.06	0.04	0.13	0.17						
Betonzuilen (haven van Paal)	0.14	0.21	0.30	0.40	0.44	0.55	0.60	0.70	0.72		
Betonzuilen (havendam)	-0.13	-0.06	0.04	0.13	0.17						

Tabel 62: Rekenwaarden voor de controle op de weerstand tegen afschuiving voor dijktraject 12,750 – 13,250 km

Traject: 12,750 - 13,250 km	Waterstand [t.o.v. + NAP]										
	2.0	2.5	3.0	3.5	4.0	4.5	5.0	5.5	6.0	6.5	7.0
H_s	0.60	0.78	0.95	1.13	1.30	1.40	1.50	1.60	1.70	1.80	1.90
T_p	4.50	4.65	4.80	4.95	5.10	5.33	5.55	5.78	6.00	6.23	6.45
L_0	31.62	33.76	35.97	38.26	40.61	44.36	48.09	52.16	56.21	60.60	64.95
$\xi_{50,p}$	2.30	2.09	1.95	1.85	1.77	1.78	1.79	1.81	1.82	1.84	1.85
ds/H	1.10	0.90	0.75	0.70	0.65	0.65	0.65	0.65	0.70	0.70	0.70
ds	0.66	0.70	0.71	0.79	0.85	0.91	0.98	1.04	1.19	1.26	1.33
fH	0.79	0.84	0.86	0.95	1.01	1.09	1.17	1.25	1.43	1.51	1.60
Benodigde kleilaagdikte											
Betonzuilen (dijktraject)							0.53	0.61	0.79	0.88	0.96
Gekantelde betonblokken (dijktraject)	0.16	0.20	0.22	0.31	0.38	0.46					

Tabel 63: Rekenwaarden voor de controle op de weerstand tegen afschuiving voor dijktraject 13,250 – 13,300 km

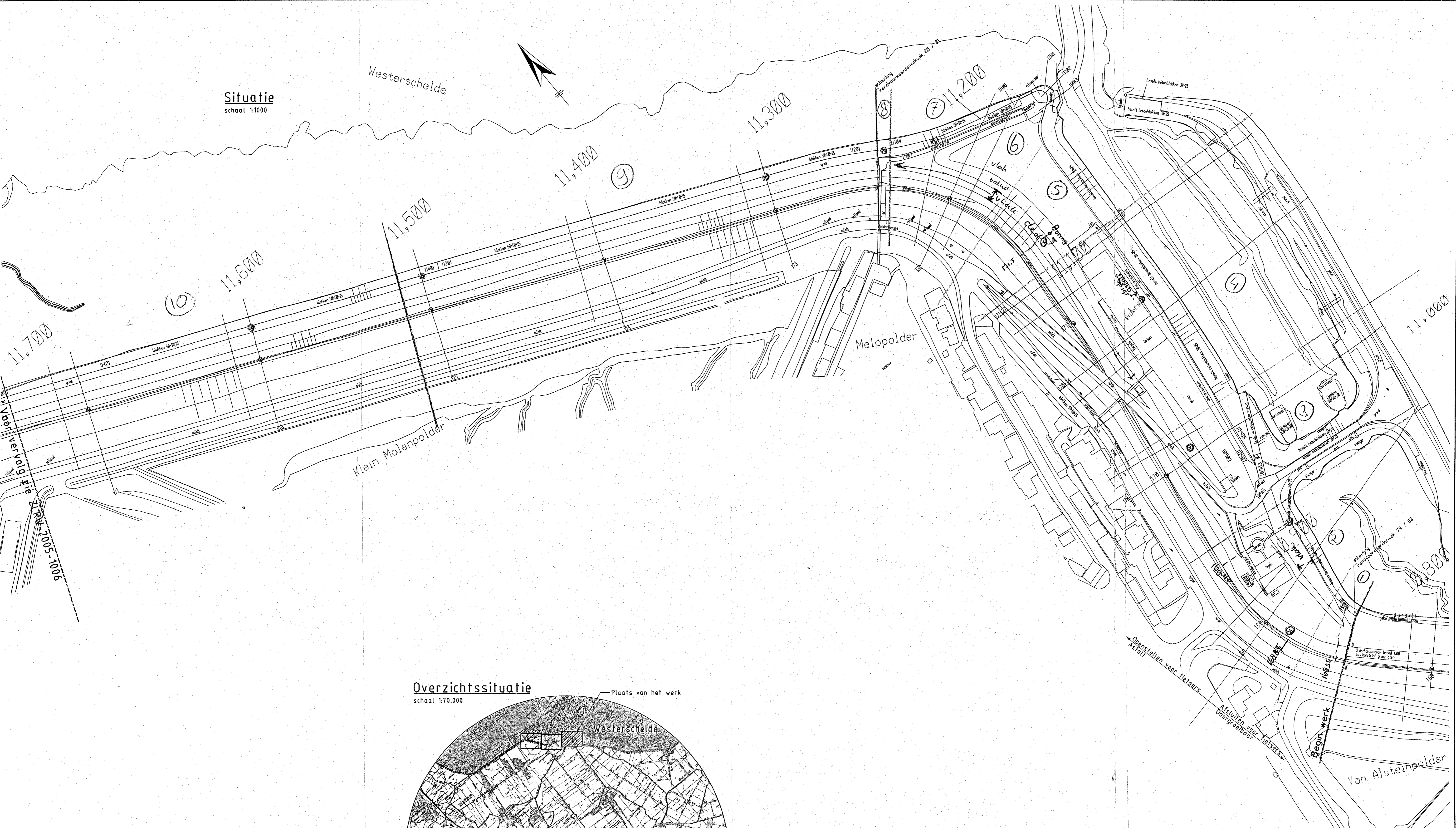
Traject: 13,250 - 13,300 km	Waterstand [t.o.v. + NAP]										
	2.0	2.5	3.0	3.5	4.0	4.5	5.0	5.5	6.0	6.5	7.0
H_s	1.20	1.28	1.35	1.43	1.50	1.60	1.70	1.80	1.90	2.00	2.10
T_p	5.00	5.05	5.10	5.15	5.20	5.38	5.55	5.73	5.90	6.08	6.25
L_0	39.03	39.82	40.61	41.41	42.22	45.19	48.09	51.26	54.35	57.72	60.99
$\xi_{50,p}$	1.90	1.86	1.83	1.79	1.77	1.77	1.77	1.78	1.78	1.79	1.80
ds/H	0.70	0.70	0.70	0.65	0.65	0.65	0.65	0.65	0.65	0.65	0.65
ds	0.84	0.90	0.95	0.93	0.98	1.04	1.11	1.17	1.24	1.30	1.37
fH	1.01	1.08	1.13	1.12	1.17	1.25	1.33	1.40	1.48	1.56	1.64
Benodigde kleilaagdikte											
Betonzuilen (dijktraject)							0.69	0.77	0.85	0.92	1.00
	0.37	0.44	0.50	0.48	0.53	0.61					

Tabel 64: ΔD voor verschillende zuilhoogtes en dichtheden (zie ontwerpregel in [14])

			Hoogte gezette steenbekleding					
ρ_s	ρ_w	Δ	0.5	0.45	0.4	0.35	0.3	0.25
2900	1025	1.60	0.80	0.72	0.64	0.56	0.48	0.40
2800	1025	1.51	0.76	0.68	0.60	0.53	0.45	0.38
2700	1025	1.42	0.71	0.64	0.57	0.50	0.43	0.36
2600	1025	1.34	0.67	0.60	0.53	0.47	0.40	0.33
2500	1025	1.25	0.62	0.56	0.50	0.44	0.37	0.31
2400	1025	1.16	0.58	0.52	0.46	0.41	0.35	0.29
2300	1025	1.07	0.54	0.48	0.43	0.38	0.32	0.27

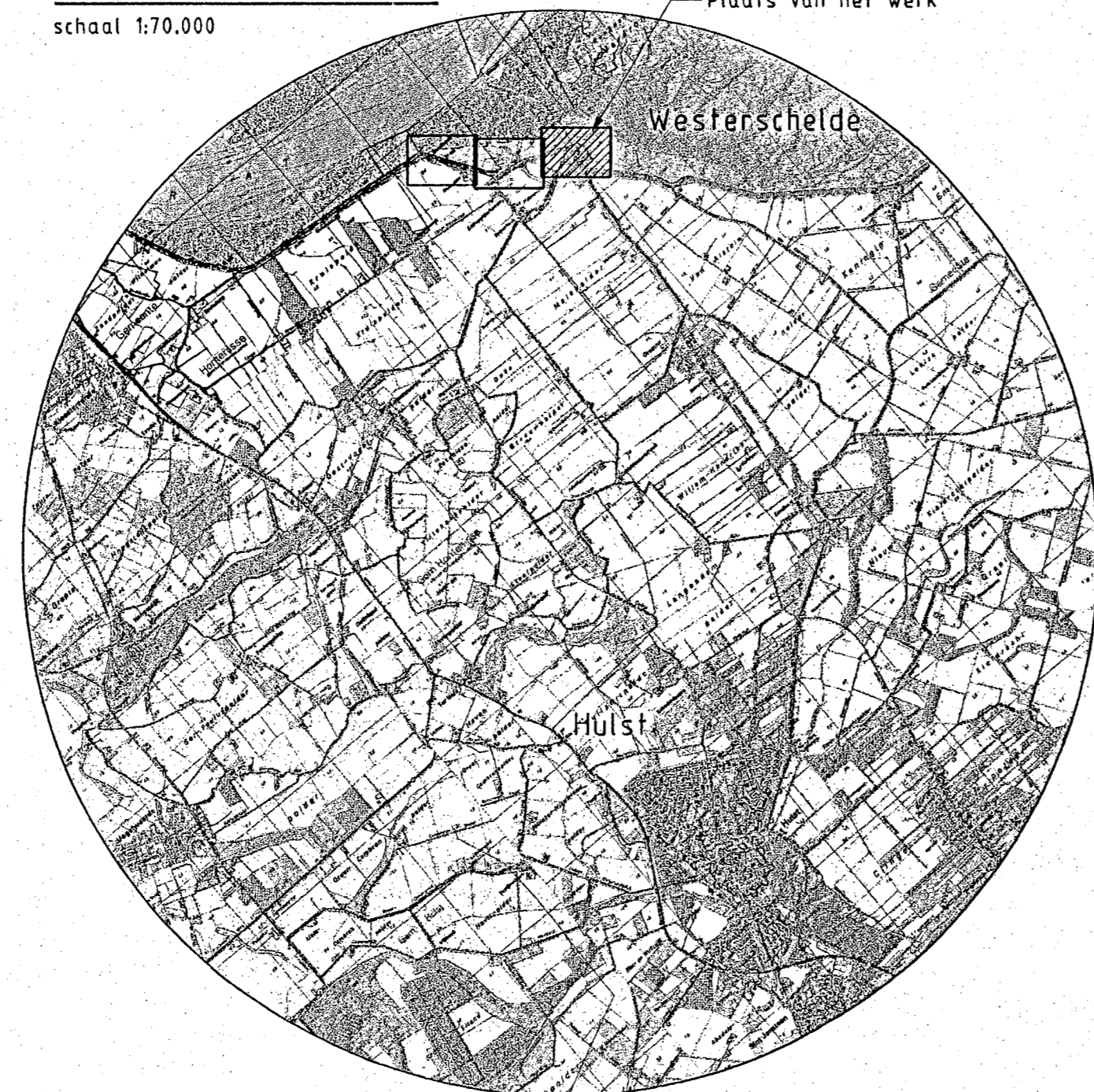
Tabel 65: $\Delta D +$ dikte filterlaag (d) voor verschillende zuilhoogtes en dichtheden (zie ontwerpregel in [14])

			Hoogte gezette steenbekleding + d					
ρ_s	ρ_w	Δ	0.5	0.45	0.4	0.35	0.3	0.25
2900	1025	1.60	0.90	0.82	0.74	0.66	0.58	0.50
2800	1025	1.51	0.86	0.78	0.70	0.63	0.55	0.48
2700	1025	1.42	0.81	0.74	0.67	0.60	0.53	0.46
2600	1025	1.34	0.77	0.70	0.63	0.57	0.50	0.43
2500	1025	1.25	0.72	0.66	0.60	0.54	0.47	0.41
2400	1025	1.16	0.68	0.62	0.56	0.51	0.45	0.39
2300	1025	1.07	0.64	0.58	0.53	0.48	0.42	0.37



Situatie
schaal 1:1000

Overzichtssituatie
schaal 1:70.000



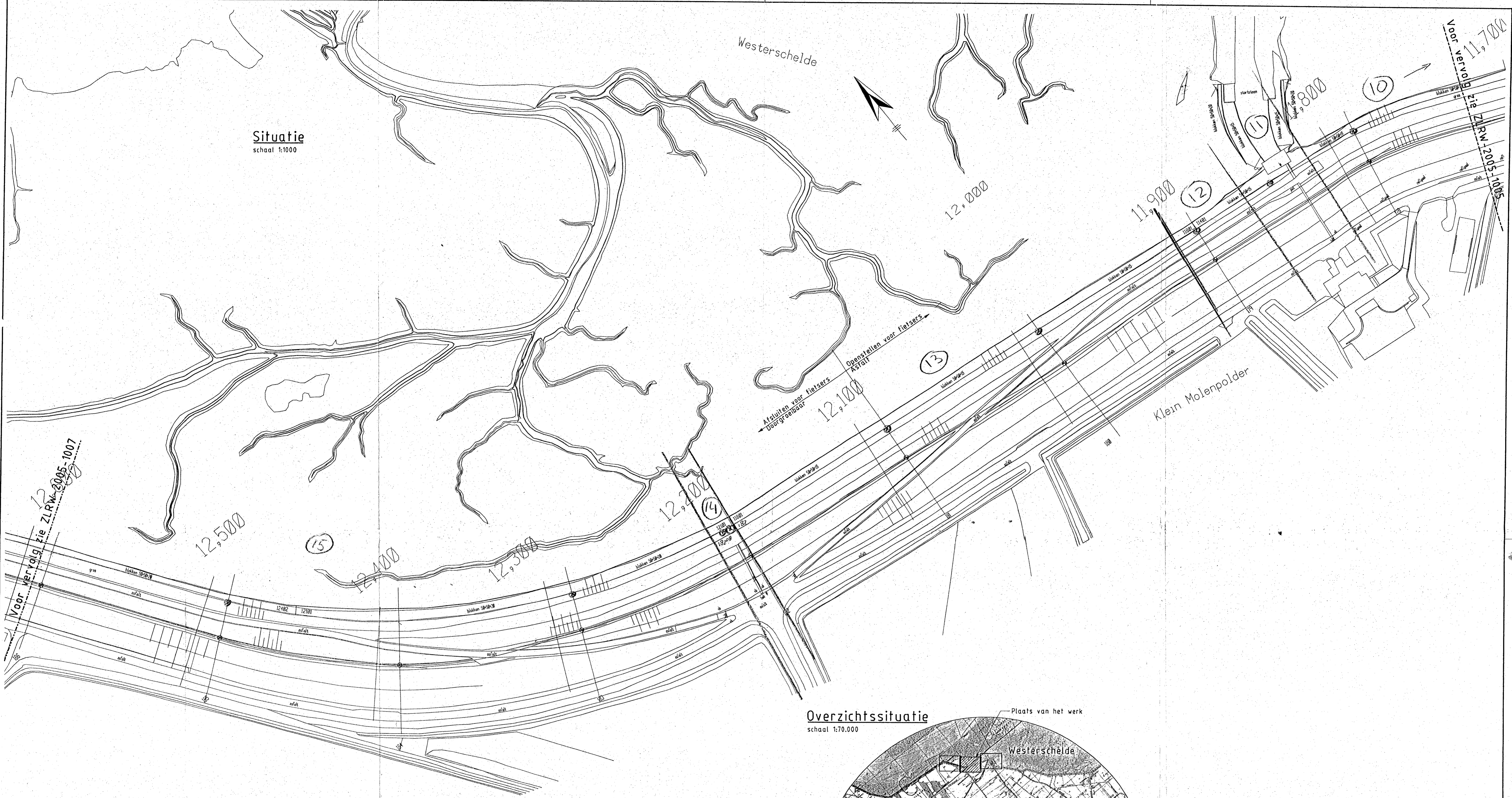
Plaats van het werk

rijkswaterstaat zeeland		zeeweringen	
Locatie kleiboringen Saeftinghe 2 (Melo- / Kleine Molen- / Kruispolder) Situatie van dp168 - dp177.40m			Bestek ZLD-6032
			Bijlage 5
geleend	W. Eckhardt	d.d. 19-04-2005	schaal 1:1000 Blad 1 van 3
gecontroleerd	E. van Dijke	d.d. 19-04-2005	
occord	H. van Gils	d.d. 19-04-2005	
gewijzigd			Waterschap Zeeland A1 ZLRW 2005-1005

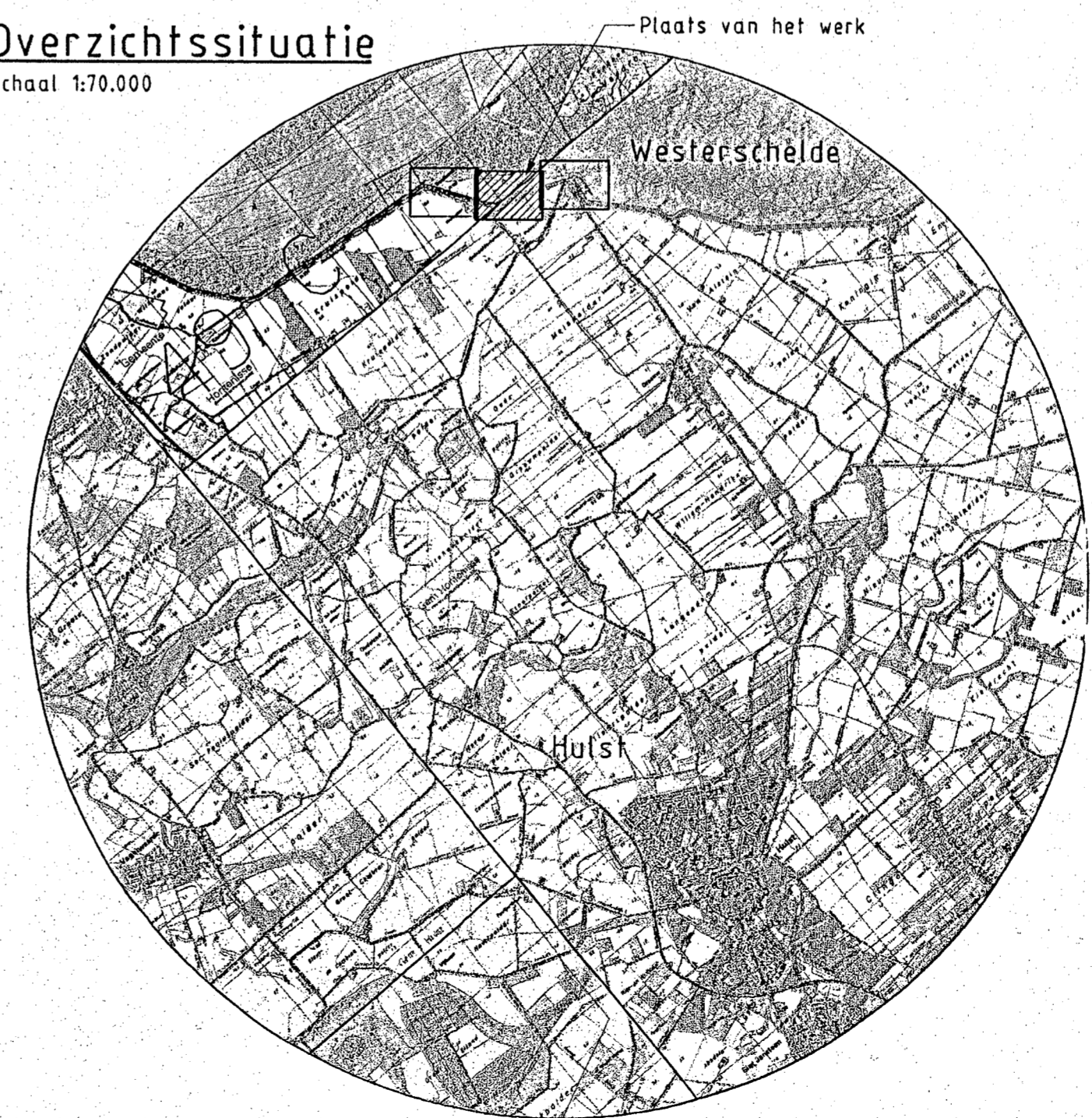
Topografische ondergrond: (c) Topografische Dienst Kadaster
 Kadastrale ondergrond: (c) Kadaster, Middelburg
 Topografische ondergrond: (c) Regionaal samenwerkingsverband Zeeland GBKN

G:\TECHNIS\zeeweringen\Saeftinghe2\Saeftinghe2.dgn

Situatie
schaal 1:1000

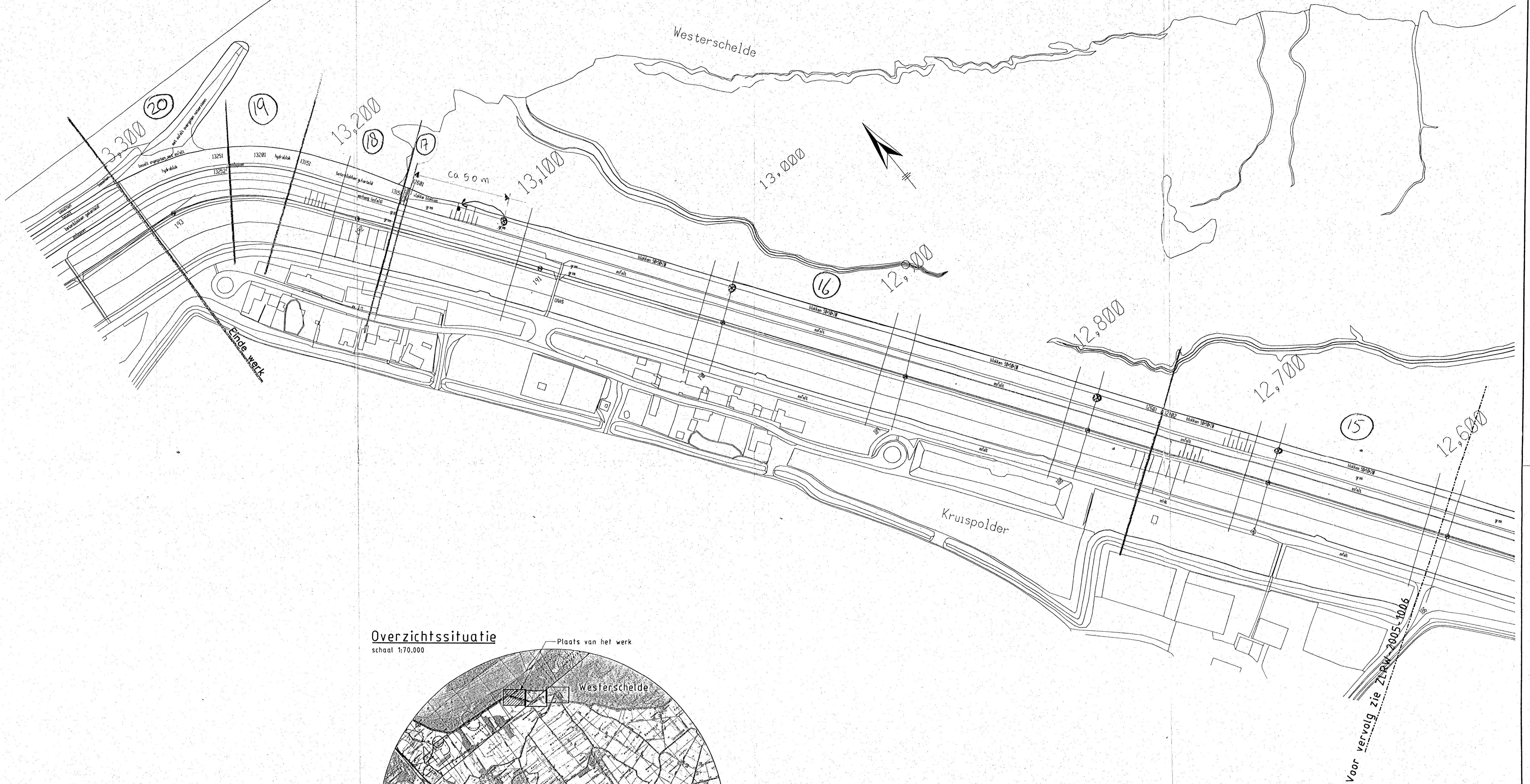


Overzichtssituatie
schaal 1:70.000

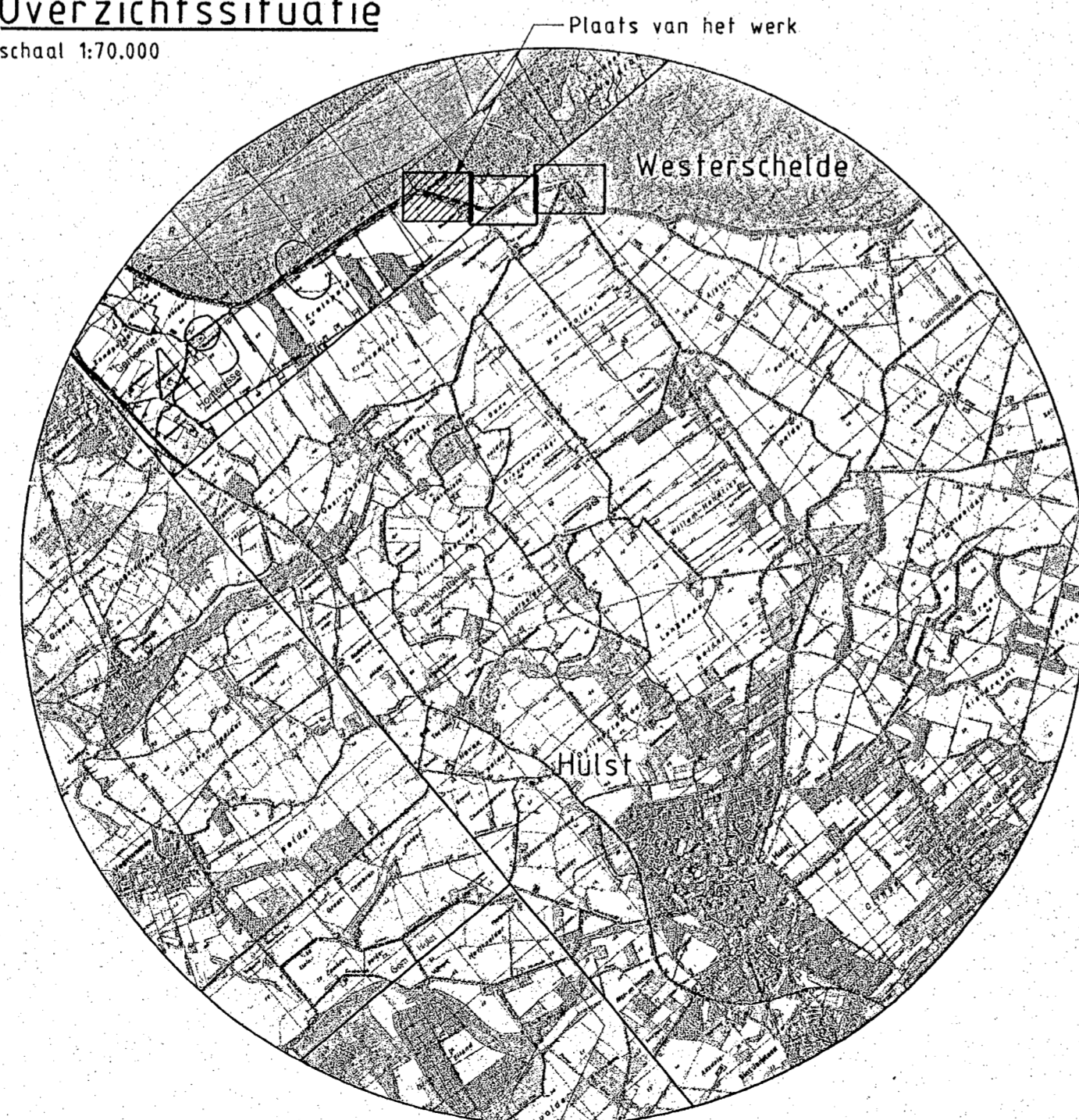


rijkswaterstaat zeeland		zeeweringen	
Saeftinghe 2 (Melo- / Kleine Molen- / Kruispolder) Situatie van dp177+40m - dp186+5m			Bestek ZLD-6032
			Bijlage 5
getekend	W. Eckhardt	d.d. 19-04-2005	schaal 1:1000
gecontroleerd	E. van Dijke	d.d. 19-04-2005	
accord	H. van Gils	d.d. 19-04-2005	Blad 2 van 3
gewijzigd			
Waterschap Zaan- en Vlieland			A1 ZLRW 2005-1006

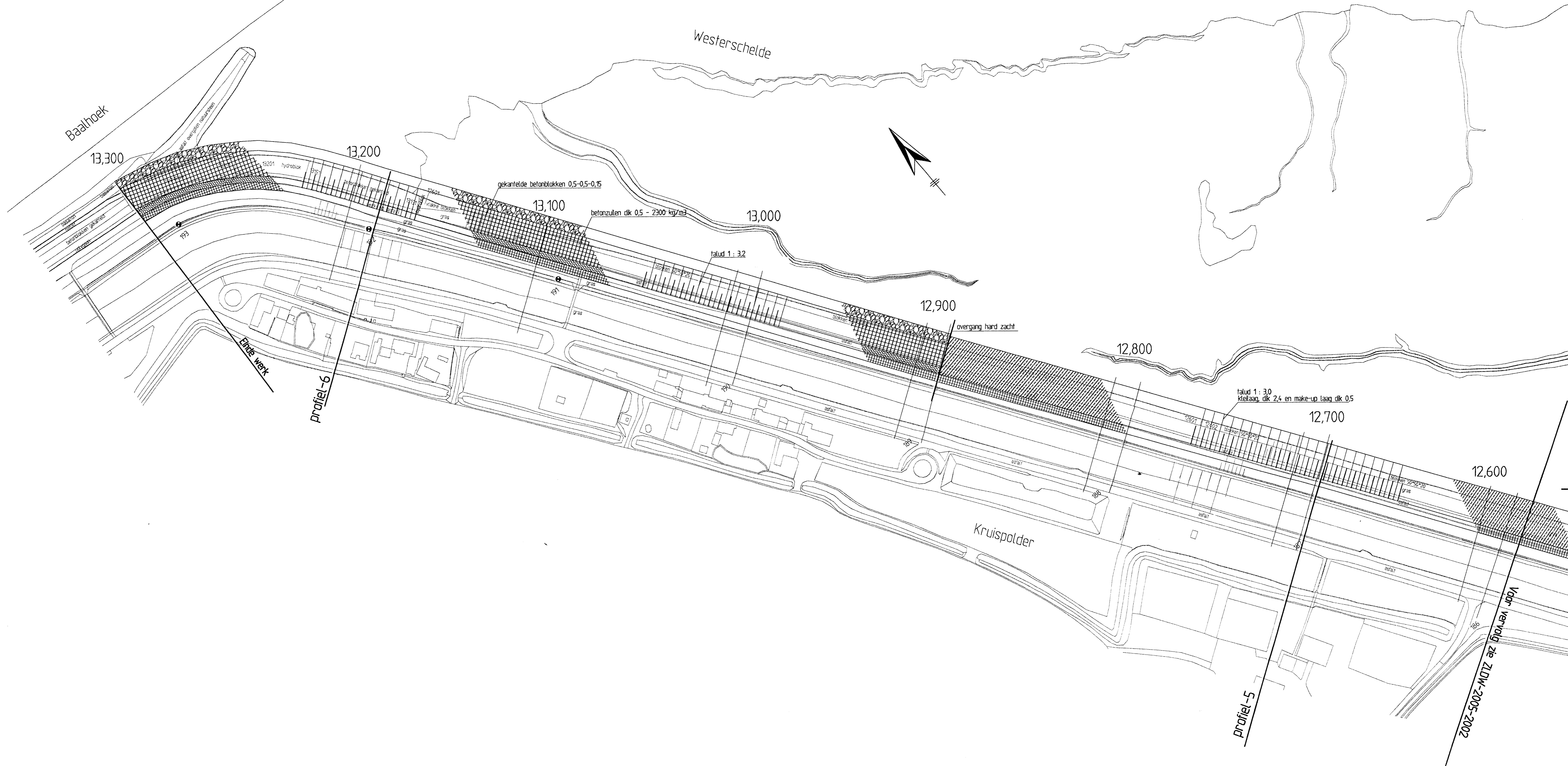
Situatie
schaal 1:1000



Overzichtssituatie
schaal 1:70.000



rijkswaterstaat zeeland		zeeweringen	
Saeftinghe 2 (Melo- / Kleine Molen- / Kruispolder) Situatie van dp186+5m - dp193+65m			Bestek ZLD-6032
			Bijlage 5
getekend	W. Eckhardt	d.d. 19-04-2005	school 1:1000
gecontroleerd	E. van Dijke	d.d. 19-04-2005	
oecord	H. van Gils	d.d. 19-04-2005	
gewijzigd		Waterschap Zeeuw- en Vlissingen	
		A1 ZLRW 2005-1007	



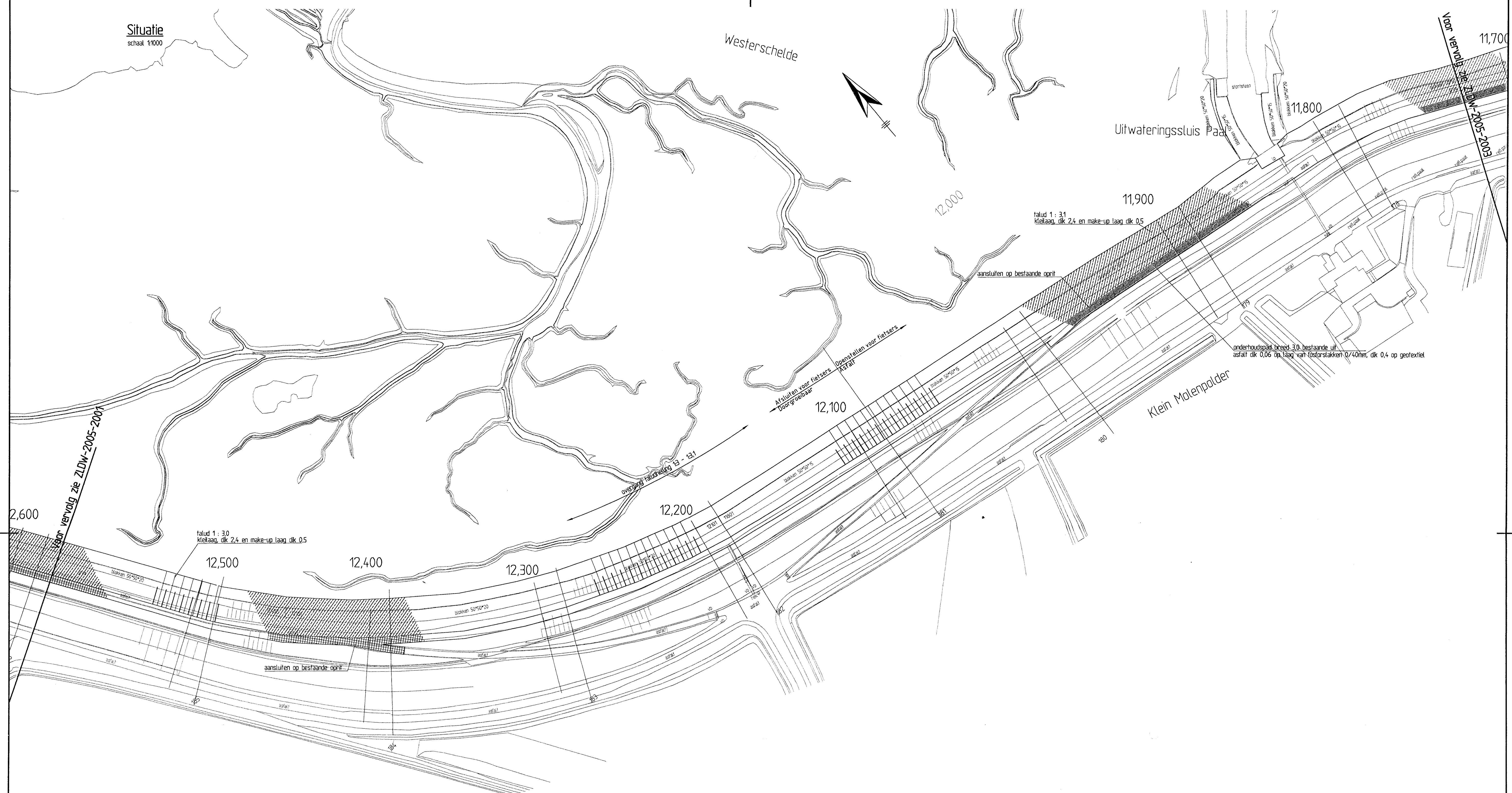
- LEGENDA:**
- beton zulen
 - gekantelde blokken
 - startsteen
 - overlaging, gepenetreerd met gietasfalt
 - open steenasfalt, afgestrooid met klei dik 0,5
 - grindasfaltbeton
 - doorgroebaar onderhoudspad
 - asfalt onderhoudspad
 - kleilaag

maten in meters tenzij anders aangegeven
hoogtematen in meters t.o.v. N.A.P.

Rijkswaterstaat zeeland		zeeuweringen			
Saeffinghe 2				bestek ZLD-6032	
Situatie van km 12,585 t/m km 13,300				Definitief ontwerp	
getekend	W.J.M. Polman	d.d.	09-12-2005	schaal	1:1000
gecontroleerd	J. Ginkel	d.d.	09-12-2005	in	6 bladen, blad nr. 1
accord	V. Hombergen	d.d.			
gewijzigd	H. Roos d.d. 23-12-05 d.d. 23-01-06			A1	ZLDW 2005-2001

P:\N\975-41001\WP Saeffinghe\A1.dwg\ZLDW005-1201-2001.dwg

Situatie
schaal 1:1000



- LEGENDA:**
- beton zuilen
 - gekantelede blokken
 - starsteen
 - overlaging, gepenetreerd met gietasfalt
 - open steenasfalt, afgestrooid met klei dik 0.5
 - grindasfaltbeton
 - doorgroeibaar onderhoudspad
 - asfalt onderhoudspad
 - kleilaag

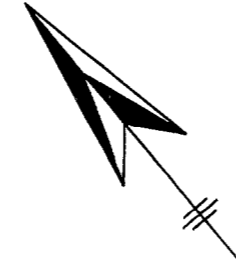
maten in meters tenzij anders aangegeven
hoogtematen in meters t.o.v. N.A.P.

Rijkswaterstaat zeeland		zeeweringen			
Saefftinghe 2				bestek ZLD-6032	
Situatie van km 11,730 t/m km 12,585				Definitief ontwerp	
getekend	W.J.M. Polman	d.d.	09-12-2005	schaal	1:1000
gecontroleerd	J. Cirkel	d.d.	09-12-2005	in	6 bladen, blad nr. 2
accord	V. Hombergen	d.d.			
gewijzigd	H. Roos d.d. 23-02-05 d.d. 23-01-06		Waterschap Zeeuw-Vlaanderen	A1	ZLDW 2005-2002

Rijkswaterstaat - Zeeland - Projectgegevens - ZLDW 2005-2002 - 0001 - 0003 - 0003 - 0003

Situatie
schaal 1:1000



Westerschelde



LEGENDA:

-  betonzulen
-  gekantelde blokken
-  stonsteen
-  overlaging, gepenetreerd met gietasfalt
-  open steenasfalt, afgestrooid met klei dik 0,5
-  grindasfaltbeton
-  doorgroeibaar onderhoudspad
-  asfalt onderhoudspad
-  kleilaag

maten in meters tenzij anders aangegeven
hoogtematen in meters t.o.v. N.A.P.

Rijkswaterstaat zeeland		zeeuweringen			
Saeffinghe 2				bestek ZLD-6032	
Situatie van km 10,835 t/m km 11,730				Definitief	
Definitief ontwerp				Definitief	
getekend	W.J.M. Polman	e.d.	09-12-2005	schaal	1:1000
gecontroleerd	J. Cirkel	e.d.	09-12-2005	in	6 bladen, blad nr. 3
accorde	V. Hombergen	e.d.			
gewijzigd	H. Roos e.d. 23-12-05 e.d. 23-01-06		Waterschap Zeeuw-Vierland	A1	ZLDW 2005-2003

P:\19875-01\01\0105 Reputatieplan\ZLDW\2005-0301-2003.dwg

Profiel 3

Bestaand

NAP

KM 11,112

Bestaande hoogte	-51,16	-45,38	-42,71	-39,70	-21,61	0,00	6,72	17,03	21,72	23,12	23,83	27,10	28,99	28,85	32,83
Bestaande afstand							0,00	2,25	7,62	1,40	1,71	3,38	1,86	1,36	3,78

Profiel 3

representatief traject km 11,005 - 11,160

Nieuw

NAP

KM 11,112

Hoogte Nieuwe situatie	-57,79	-54,16	-49,16	-45,38	-42,71	-39,70	-21,61	-19,61	-15,21	-11,82	-9,02	-7,15	-7,39		
Afstand Nieuwe situatie															

Profiel 4

Bestaand

NAP

KM 11,485

Bestaande hoogte			3,71	2,00	3,36	5,10	6,57	6,89	8,97	9,93
Bestaande afstand			36,35	28,92	24,48	19,90	15,79	11,34	6,00	2,33

Profiel 4

representatief traject km 11,230 - 11,490

Nieuw

NAP

KM 11,485

Hoogte Nieuwe situatie			3,72	2,00	2,00	6,95	7,15	7,79		
Afstand Nieuwe situatie			33,95	29,32	31,32	28,92	12,06	8,96	8,93	7,79

LEGENDA:

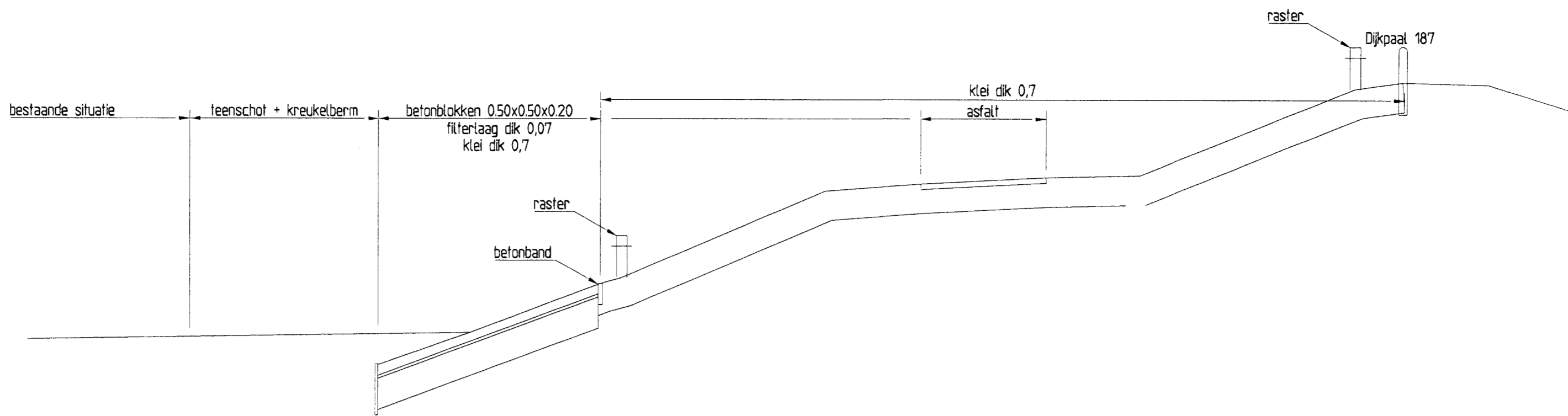
- beton zuilen
- gekantele blokken
- kietlaag
- overlag
- funderingslaag
- asfalt/doorstrooibaar onderhoudspad
- stortsteen
- grond ontgraven
- ontgraven en terugbrengen schar

maten in meters tenzij anders aangegeven

hoogtematen in meters t.o.v. N.A.P.

Rijkswaterstaat zeeland		zeeuwingen			
Saeftinghe 2				bestek ZLD-6032	
Dwarsprofielen 3 bestaand, 3 nieuw, 4 bestaand en 4 nieuw				Definitief ontwerp	
getuend	W.J.M. Palmans	dd	09-12-2005	schaal	1:100
gecontroleerd	J. Criel	dd	09-12-2005		
beoord	V. Honbergen	dd		h	6
gemaakt	W. Buis	dd	23-10-05	bladen, blad nr.	5
	Waterschap Zeeland			A0	ZLDW 2005-2005

Profiel 5



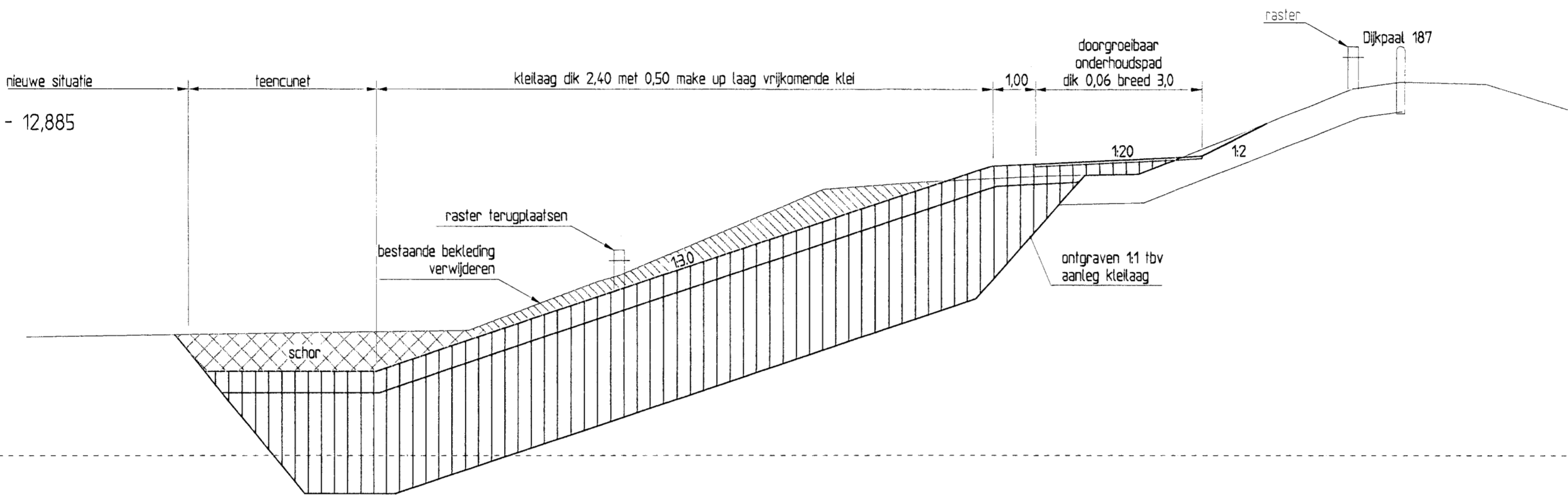
Bestaand
NAP

KM 12,685

Bestaande hoogte	-33.03	2.81	2.19	2.97	4.45	4.27	6.33	6.50	6.65	6.77	8.76	8.92	8.87
Bestaande afstand	-33.03		-24.65	-22.41	-19.28	-18.77	-16.09	-11.60	-8.58	-6.31	-1.15	-0.00	2.05

Profiel 5

representatief traject km 11,490 - 12,885

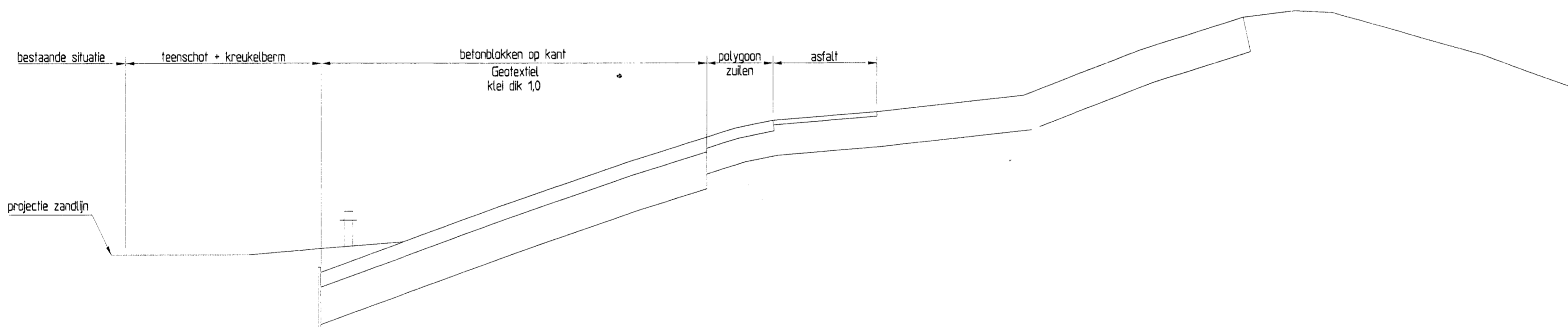


Nieuw
NAP

KM 12,685

Hoogte Nieuwe situatie	-32.61	2.86	2.00	2.00	6.90	7.15	7.18						
Afstand Nieuwe situatie	-32.61	-31.75	-29.75	-27.75	-12.92	-8.92	-8.35						

Profiel 6



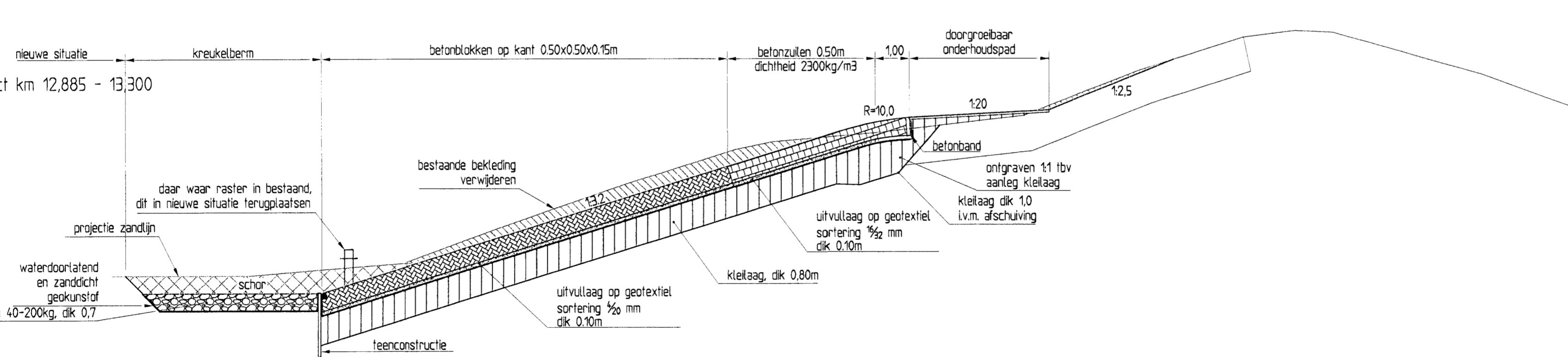
Bestaand
NAP

KM 13,185

Bestaande hoogte	-30.02	2.50	2.67	2.85	3.84	5.09	5.82	6.08	6.29	6.54	7.01	8.29	9.23	9.42	9.37	8.18
Bestaande afstand	-30.02		-28.00	-25.59	-22.86	-19.99	-16.88	-16.04	-14.98	-12.00	-7.78	-4.46	-1.47	0.00	1.09	5.39

Profiel 6

representatief traject km 12,885 - 13,300



Nieuw
NAP

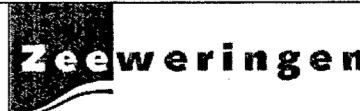


KM 13,185

Hoogte Nieuwe situatie	-33.07	2.00	2.00	2.00	4.10	6.90	7.10	7.13					
Afstand Nieuwe situatie	-33.07		-28.04	-27.95	-15.30	-12.05	-8.05	-7.62					

LEGENDA:

-  beton zuilen
-  gekantelde blokken
-  kleilaag
-  overlaging
-  funderingslaag
-  asfalt/doorgroeibaar onderhoudspad
-  startsteen
-  grond ontgraven
-  ontgraven en terugbrengen schor

maten in meters tenzij anders aangegeven
hoogtematen in meters t.o.v. N.A.P.

Rijkswaterstaat zeeland			
Saeftinghe 2			bestek ZLD-6032
Dwarsprofielen 5 bestaand, 5 nieuw, 6 bestaand en 6 nieuw Definitief ontwerp			Definitief
getekend	W.J.M. Polman	d.d. 09-12-2005	schaal 1:100
gecontroleerd	J. Cirkel	d.d. 09-12-2005	
accorde	V. Hombergen	d.d.	in 6 bladen, blad nr. 6
gewijzigd	H. Roos d.d. 23-12-05 23-1-06		A0 ZLDW 2005-2006