




## DIJKVERBETERING

**Anna Jacobapolder, Kramerspolder en Prins Hendrikpolder**

Ontwerpnota

Versie 2.0

19-12-2005

Projectbureau Zeeweringen Dijkverbetering Anna Jacobapolder, Kramerspolder, Prins Hendrikpolder Ontwerpnota				
Auteur: M. Huysmans	controle	Intern	Toetsgrp	A.O.
Versie: 2.0	Paraaf	b.a. 	b.a. 	
Datum: 19-12-2005	d.d.	19-12-05	19-12-05	2-2-'06
Documentnummer: PZDT-R-05396 ontw				



009712 2005 PZDT-R-05396 ontw

Ontwerpnota dijkverbetering Anna Jacobapolder, K

## INHOUDSOPGAVE

SAMENVATTING		1
1. INLEIDING		3
1.1	Achtergrond	3
1.2	Doelstelling Ontwerpnota	3
1.3	Leeswijzer	4
2. SITUATIEBESCHRIJVING		5
2.1	Locatie projectgebied	5
2.2	Geometrie en bekleding	6
3. ONTWERPCONDITIES		7
3.1	Uitgangspunten	7
3.2	Randvoorwaarden	7
3.2.1	Waterstanden	7
3.2.2	Golven	8
3.2.3	Ecologische randvoorwaarden	9
4. TOETSING		10
4.1	Algemeen	10
4.2	Toetsing toplaag	10
4.3	Conclusies	11
5. KEUZE BEKLEDING		12
5.1	Inleiding	12
5.2	Beschikbaarheid bekledingstypen	12
5.3	Voorselectie	14
5.4	Technische toepasbaarheid bekledingstypen van zetsteen	16
5.4.1	Inleiding	16
5.4.2	Taludhelling, teen, kreukelberm en berm	16
5.4.3	Betonzuilen	19
5.4.4	Gekantelde blokken	19
5.5	Technische toepasbaarheid van breuksteen (overlaging)	20
5.6	Ecologische toepasbaarheid	21
5.7	Landschapsvisie	21
5.8	Afweging en keuze bekleding	22
5.8.1	Alternatief 1 – gekantelde blokken + zuilen, teen richting schor verplaatst.	22
5.8.2	Alternatief 2 – gekantelde blokken, teenlocatie gehandhaafd	22
5.8.3	Alternatief 3 – Volledige uitvoering in zuilen	22
5.8.4	Alternatief 4 – Gepenetreerde overlaging	22
5.8.5	Afweging en keuze	23
5.9	Onderhoudsstrook	24
5.10	Bekleding tussen ontwerppeil en berm	27
5.11	Golfoploop	27

6.	DIMENSIONERING	28
6.1	Kreukelberm en teenconstructie	28
6.2	Zetsteenbekleding	29
6.2.1	Toplaag van betonzuilen	29
6.2.2	Toplaag van Haringman	30
6.2.3	Uitvullaag	30
6.2.4	Geokunststof	31
6.2.5	Basismateriaal	31
6.3	Overgangsconstructies	32
6.4	Overgang tussen boventafel en berm	33
6.5	Berm	33
7.	AANDACHTSPUNTEN VOOR BESTEK EN UITVOERING	34
8.	LITERATUUR	36

FIGUREN  
BIJLAGEN

## SAMENVATTING

Deze ontwerpnota, opgesteld in het kader van Project Zeeweringen van Rijkswaterstaat, betreft het ontwerp van de nieuwe dijkbekledingen voor het dijktraject langs de Anna Jacobapolder, de Kramerspolder en de Prins Hendrikpolder. Dit dijktraject, in beheer bij het Waterschap Zeeuwse Eilanden, ligt aan de Oosterschelde aan de noordkant van Philipsland, en heeft een lengte van ongeveer 3,5km. Het gehele dijktraject ligt achter de zogenaamde Rumoirtschorren.

De steenbekleding op de dijk bestaat voornamelijk uit Haringmanblokken en enkele vakken vlakke blokken. Boven de Haringmanblokken ligt een smalle strook doorgroeistenen. Het voorland ligt op ca. NAP+1,60m.

De bovengrens van de steenbekleding van Haringmanblokken verloopt van ca. NAP+3,4m nabij de Philipsdam tot NAP+2,9m bij dp 586 aan het westelijke einde van het traject. De delen van het beloop die daarboven liggen en het grootste deel van de berm zijn met klei en gras bekleed. Over enkele honderden meters is een verhoogde berm geasfalteerd en op enkele stukken ontbreekt een berm. Over een afstand van ca. 2,5km zijn de taluds tot aan de berm steil, gemiddeld 1:2,7. Op de overige delen is het talud minder steil.

De gehele bekleding moet worden verbeterd.

De ontwerpwaterstand (Ontwerppeil 2005-2060) van de dijk bedraagt NAP+3,70m. De bijbehorende ontwerpwaarden voor de golfhoogte  $H_s$  en de golfperiode  $T_p$  zijn ca. 1,0m en 4,4s.

Bij het ontwerp van de nieuwe bekledingen is rekening gehouden met het eventuele hergebruik van materiaal, de technische en ecologische toepasbaarheid van verschillende bekledingstypen, de inpasbaarheid in het landschap, uitvoerings- en beheersaspecten en kosten. De berekende dikten van de gezette bekledingen zijn 15% extra vergroot omdat de waterstanden op de Oosterschelde tijdens de maatgevende stormen minder variëren dan op de Westerschelde waardoor de golfaanval langer op één niveau blijft.

Er zijn 3 bekledingstypen beoordeeld ter vervanging van de bestaande:

- gekantelde blokken;
- betonzuilen;
- gepenetreerde overlaging;

Het gepenetreerde bekledingstype valt af i.v.m. de te lage natuurwaardenwaardering. De nieuwe bekledingen moeten worden uitgevoerd in betonzuilen of (gekantelde) Haringmanblokken. Gelet op de wens om zoveel mogelijk blokken te hergebruiken en de mogelijkheid daartoe in dit dijkvak, is hiervoor gekozen. Er zullen ook Haringmanblokken aangevoerd worden uit een depot. Het bovenste gedeelte van de bekleding (3 – 4,5m over het talud gemeten) zal worden uitgevoerd in betonzuilen, hiervoor zijn geen Haringmanblokken beschikbaar.

Over het gehele traject zal (in overleg met Het Zeeuwse Landschap) de teenlocatie 1,5m verschoven worden richting het schor. Aanleiding voor deze verschuiving zijn de huidige (te) steile taluds, de beperkte kleilaagdikte onder de bestaande bekleding (0 - 1,00m) en het feit dat de nieuwe bekleding hoger is dan de oude (gekantelde vs. platte blok). De helling van het nieuwe talud zal flauwer worden dan de bestaande helling. Door de teenverschuiving wordt de hoeveelheid grondverzet significant gereduceerd (t.o.v. geen teenverschuiving).

Vóór de dijk wordt een nieuwe kreukelberm aangelegd met een toplaag met sortiering van 10-60 kg.

Op de berm wordt een nieuwe onderhoudstrook aangelegd van dp 551 t/m 578,5, bestaande uit omgekeerde haringmanblokken (inkassing aan de onderzijde). Voor het laatste gedeelte, van dp 576 t/m 578+50, wordt een nieuwe berm gecreëerd. Het onderhoudspad zal aansluiten op de hoger gelegen geasfalteerde berm die vanaf dp 578,5 t/m 583 aanwezig is. Op het overige deel van het dijktraject is geen berm aanwezig.

De nieuwe bekleding sluit aan op de onderhoudstrook. De onderhoudstrook is niet toegankelijk voor fietsers.

## **1. INLEIDING**

### **1.1 Achtergrond**

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

Voor de uitvoering in 2007 zijn meerdere dijktrajecten langs de Westerschelde en de Oosterschelde uitgekozen, waaronder het traject van de Anna Jacobapolder, Kramerspolder en Prins Hendrikpolder, met een totale lengte van ruim 3,5km. In de voorliggende nota worden van dit traject de ontwerpen van de nieuwe bekledingen uitgewerkt. In de ontwerpen wordt alleen de bekleding van het onderbeloop beschouwd en van het bovenbeloop voor zover dit onder het ontwerppeil ligt. In geval aanpassingen van de berm noodzakelijk zijn in het kader van de toegankelijkheid, wordt dit meegenomen in het ontwerp. Het overige deel van het bovenbeloop, de kruin, het binnentalud, de kern en de ondergrond van de dijk worden niet meegenomen. Wanneer de buitenberm beneden het ontwerppeil ligt, wordt deze opgehoogd tot aan het ontwerppeil.

### **1.2 Doelstelling Ontwerpnota**

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

De ontwerpnota geeft een beschrijving van:

- de specifieke aspecten die van belang zijn voor het ontwerp van de taludbekleding op de dijk;
- het toetsresultaat en de ontwerpberekeningen;
- het resulterend ontwerp.

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

### **1.3 Leeswijzer**

In hoofdstuk 2 wordt de huidige situatie van het dijktraject beschreven. Hoofdstuk 3 is een overzicht van de uitgangspunten en de randvoorwaarden voor het ontwerp. In hoofdstuk 4 komt de toetsing van de huidige bekleding aan de orde en wordt vastgesteld welke delen binnen het Project moeten worden verbeterd. In hoofdstuk 5 wordt aan de hand van de vastgestelde uitgangspunten en randvoorwaarden een voorkeursoplossing gekozen voor elk gedeelte van het dijktraject dat moet worden verbeterd. In hoofdstuk 6 wordt de dimensionering van de bekledingen beschreven. In hoofdstuk 7 wordt een lijst gegeven met aandachtspunten voor het bestek en de uitvoering. Een literatuuroverzicht is opgenomen in hoofdstuk 8.



## 2. SITUATIEBESCHRIJVING

### 2.1 Locatie projectgebied

Het dijktraject Prins Hendrik-, Kramers-, en Anna Jacobapolder ligt aan de Oosterschelde, aan de noordzijde van het "eiland" Sint Philipsland in de gemeente Tholen. Het traject grenst in het oosten aan de Philipsdam, welke in beheer is bij Rijkswaterstaat. Het dijktraject valt onder het beheer van het Waterschap Zeeuwse Eilanden en is gelegen tussen dp 551 en dp 586. In Figuur 1 is een situatiekaart en een luchtfoto van het dijktraject opgenomen. Aan de oostzijde wordt de grens van het dijktraject gevormd door de overgang van Haringmanblokken naar Basaltonzuilen (dp 550+90). Aan de westzijde is geen duidelijk herkenbare grens, de haringmanblokkenbekleding wordt vanaf dp 586 gecontinueerd verder westwaarts. Beide aangrenzende dijktrajecten zijn (nog) niet verbeterd. Vóór het gehele dijktraject is schor aanwezig (Rumoirtschorren) waarvan de breedte varieert tussen de 60 en 500 meter. De breedte is sinds de aanleg van de stormvloedkering en de compartimenteringsdammen afgenomen. Om te voorkomen dat de breedte van het schor nog verder afneemt, is een schorrandverdediging uitgevoerd voor een groot (westelijk) deel van het schor (zie Fig. 2-1). In Figuur 1 is te zien dat de schorrandverdediging tot juist voorbij een bocht in de dijk loopt, daar waar het schor relatief smal is (ca. dp 581).

Fig. 2-1 Schorrandverdediging



Op de locaties met breed- en/of hoog voorland wordt de golfaanval op de bekleding gereduceerd. In Figuur 2 zijn de golfrandvoorwaardenvakken 134 en 135 aangegeven.

Ter hoogte van dijkpaal 585 ligt het oude landhoofd van de tijdelijke werkbrug voor de aanleg van de Philipsdam en de Krammersluizen. Gelijktijdig met de aanleg van de tijdelijke werkbrug is de kreukelberm tussen dijkpaal 574 en 584 door Rijkswaterstaat verzaagd met breuksteen.

## 2.2 Geometrie en bekleding

Het grootste gedeelte van het dijktraject bestaat uit Haringmanblokken (voornamelijk 0,15m dik, enkele delen 0,20m dik) waarvan de bovenzijde wordt begrensd door doorgroeistenen. Verder worden er nog enkele tafels vlakke betonblokken aangetroffen. Zie Figuur 3 + Figuur 9 t/m 15 voor huidige situatie bekleding.

Nader veldonderzoek in mei 2005 heeft uitgewezen dat de kleilaagdikte onder de Haringmanblokken sterk varieert. Van dp 550 t/m 573 bedraagt de kleidikte 0,0m tot 0,5m. Voorbij dp 573 is de kleilaagdikte onder de bekleding ca. 0,6m tot 0,75m. De Haringmanblokken tussen dp 559+70 en dp 560+80 staan op een filterlaag van ca. 10cm (20/40 mm) met daaronder mijnsteen. Onder de kleilaag bevindt zich in de meeste gevallen zeezand. Oude bestekstekeningen van het dijktraject tussen dp 550 en dp 586 bevestigen dit.

De bekleding (over het hele traject) is op veel plaatsen doorgroeit met gras.

De bovengrens van de steenbekleding van Haringmanblokken verloopt van ca. NAP+3,4m nabij de Philipsdam tot gemiddeld NAP+2,9m bij dp 586 aan het westelijke einde van het traject. De betonstenenbekleding eindigt op een afstand van ca. 2,5m onder de berm (over het talud gemeten).

De berm (op ca. NAP+4,20m) en het bovenbeloop van de dijk zijn met gras bekleed t/m dp 576. Voorbij dit punt, in westelijke richting, verdwijnt de berm tijdelijk waarna er een geasfalteerde weg (vanaf dp 578) over de dijk komt en op een verhoogde berm (NAP+5m) buitendijks continueert. Op dp 586 ligt deze weg boven op de dijk. Tussen dp 550 en dp 576 is het talud over het algemeen steil te noemen, gemiddeld 1:2,7. Voorbij dp 576 is de taludhelling ca. 1:3,5. De teenhoogte varieert over vrijwel het gehele traject tussen NAP+1,40m en NAP+1,60m.

### 3. ONTWERPCONDITIONS

#### 3.1 Uitgangspunten

Voor de uitgangspunten wordt verwezen naar de Algemene nota 2005-2006 [Lit. 1].

#### 3.2 Randvoorwaarden

##### 3.2.1 Waterstanden

De karakteristieke waterstanden die van belang zijn voor het ontwerp zijn weergegeven in Tabel 3.1. Het Gemiddeld Hoogwater (GHW) en het Ontwerppeil is afkomstig uit het detailadvies van RIKZ [Lit. 2].

Het ontwerppeil is gelijk aan het toetspeil. Dit peil wordt aangehouden omdat de Oosterscheldekering een vast sluitregime heeft waarbij deze wordt afgesloten bij een voorspelde waterstand aan de Noordzezijde van de Oosterscheldekering van NAP+3,00m. Een zeespiegelrijzing op de Noordzee zal daardoor geen invloed hebben op de Oosterschelde.

Binnen het dijktraject vallen twee randvoorwaardenvakken.

**Tabel 3.1 Karakteristieke waterstanden**

	eenheid	randvoorwaardenvak	
		134	135
locatie dp tot dp	[-]	550,0 – 581,5	581,5 – 599,0
coördinaten van X,Y	[m]	69891, 407062	72319, 405600
coördinaten tot X,Y	[m]	68240, 407687	69891, 407062
GLW	[m NAP]	-1,45	-1,45
GHW	[m NAP]	1,60	1,60
Toetspeil	[m NAP]	3,70	3,70

Tijdens de maatgevende stormen variëren de waterstanden op de Oosterschelde minder dan op de Westerschelde. Wanneer wordt verwacht dat het hoogwater op de Noordzee hoger zal zijn dan NAP+3m wordt de Oosterscheldekering gesloten. Hierbij wordt gestreefd naar een waterpeil van NAP+1,0m op de Oosterschelde. Dit waterpeil wordt circa 12 uur gehandhaafd aangezien de kering pas bij het eerstvolgende laagwater weer kan worden geopend. Indien wordt voorspeld dat ook het volgende hoogwater hoger zal zijn dan NAP+3,0m, is het streven het waterpeil op de Oosterschelde voor de tweede sluiting van de kering op NAP+2,0m te brengen. Dit alles om de waterstands- en golfbelastingen op de dijken over de bekleding te spreiden. Op dit moment is nog onvoldoende duidelijk wat de invloed is van de langer durende belastingen op de sterkte van de gezette bekledingen. Daarom moet de berekende zwaarte van de gezette bekleding 15% extra worden vergroot ( $\Delta D * 1,15$ ;  $\Delta$  = relatieve dichtheid, D = zuil- of blokhoogte). Bij bekledingen van breuksteen moet een langer durende golfbelasting in rekening worden gebracht door het aantal golven (N) in de stabiliteitsrelaties van Van der Meer te vergroten.

### 3.2.2 Golven

De maatgevende golfrandvoorwaarden bij verschillende waterstanden zijn door het RIKZ door middel van modelberekeningen bepaald. De resultaten zijn weergegeven in Tabel 3.2 en zijn afkomstig uit de notitie van RIKZ [Lit. 2]. Deze notitie is opgesteld vanwege nieuwe SWAN-golfberekeningen inclusief verbeterde golftransmissie en golfberekeningen bij een waterstand van NAP+3m. Door Svasek Hydraulics is tevens een reactie gegeven [Lit. 8] op de vraag om een detailadvies voor de eventuele reductie van de golfbelasting door de ligging van het traject achter een schor. De resultaten van dit advies zijn tevens verwerkt in Tabel 3.2.

**Tabel 3.2 Overzicht golfrandvoorwaarden**

Dijkvak	Golfhoogte en – periode bij waterstand							
	NAP + 0 m		NAP + 2 m		NAP + 3 m		NAP + 4 m	
	H <sub>s</sub> [m]	T <sub>pm</sub> [s]	H <sub>s</sub> [m]	T <sub>pm</sub> [s]	H <sub>s</sub> [m]	T <sub>pm</sub> [s]	H <sub>s</sub> [m]	T <sub>pm</sub> [s]
H <sub>s</sub> T <sub>pm</sub> en H <sub>s</sub> <sup>2</sup> T <sub>pm</sub>								
135	-	-	0,6	4,2	0,7	4,2	0,9	4,1 (4,2)
134	-	-	0,6	5,3	0,8	4,4 (5,3)	1,1	4,4
H <sub>s</sub> T <sub>pm</sub> <sup>2</sup>								
135	-	-	0,6	4,2	0,7	4,2	0,9	4,3
134	-	-	0,6	5,3	0,8	4,4 (5,3)	1	4,5

Ten behoeve van de berekeningen worden de randvoorwaarden bij tussenliggende waterstanden lineair geïnterpoleerd. Bij lagere en hogere waterstanden wordt lineair geëxtrapoleerd. In geval bij oplopende waterstand de randvoorwaarden afnemen, wordt gerekend met gelijkblijvende randvoorwaarden voor de eerstvolgende oplopende waterstand. In Tabel 3.2 zijn de gelijkblijvende randvoorwaarden tussen haakjes weergegeven.

Met behulp van de spreadsheet 'toets\_ontwerp v9\_01.xls' zijn de golfrandvoorwaarden bepaald voor het Ontwerppeil 2005-2060. Deze waarden zijn weergegeven in Tabel 3.3.

**Tabel 3.3 Golfrandvoorwaarden bij Ontwerppeil 2060**

Dijkvak	Locatie (dp)	Ontwerppeil 2005-2060 (m + NAP)	Golfrandvoorwaarden	
			H <sub>s</sub> [m]	T <sub>p</sub> [s]
H <sub>s</sub> T <sub>pm</sub> en H <sub>s</sub> <sup>2</sup> T <sub>pm</sub>				
135	550,0 – 581,5	3,70	0,84	4,2
134	581,5 – 599,0	3,70	1,01	4,40
H <sub>s</sub> T <sub>pm</sub> <sup>2</sup>				
135	550,0 – 581,5	3,70	0,84	4,27
134	581,5 – 599,0	3,70	0,94	4,47

De randvoorwaardenset die leidt tot de zwaarste bekleding is maatgevend voor het onderhavige ontwerp.

### 3.2.3 Ecologische randvoorwaarden

Alle relevante nieuw toe te passen bekledingstypen zijn op grond van hun ecologische kenmerken ingedeeld in verschillende categorieën. Deze indeling is weergegeven in tabel 2 uit [Lit. 6]. Voor het onderhavige traject is tevens een detailadvies opgesteld voor de natuurwaarden [Lit. 3] zie bijlage 3.

In het detailadvies is bepaald dat in het kader van de ecologische randvoorwaarden een constructiealternatief voor de bekleding minimaal zal moeten vallen binnen de categorie "redelijk goed" voor de zone boven GHW voor herstel als ook voor verbetering. Voor de getijdezone geldt het advies "geen voorkeur" zowel voor herstel als voor verbetering.

## 4. TOETSING

### 4.1 Algemeen

In 1996 heeft Grondmechanica Delft gerapporteerd over de toestand van de dijkbekledingen in Zeeland [Lit. 9]. Een globale toetsing is uitgevoerd aan de hand van de 'Leidraad toetsen op veiligheid' [Lit. 10]. Aangezien uit de toetsresultaten is gebleken dat een groot aantal van de bekledingen niet voldoende sterk is, is het Project Zeeweringen gestart. Binnen dit project worden de bekledingen opnieuw getoetst, met verbeterde gegevens en golfrandvoorwaarden. Ook het dijktraject van de Anna Jacobapolder, de Kramerspolder en de Prins Hendrikpolder is met nieuwe berekeningen getoetst, gebruikmakend van de randvoorwaarden uit paragraaf 3.2. Hierbij is de zwaarte van de bekledingen met een factor van 0,87 ( $\Delta D / 1,15$ ) vermenigvuldigd, omdat tijdens de maatgevende stormen de waterstanden op de Oosterschelde minder variëren dan op de Westerschelde.

### 4.2 Toetsing toplaag

De toetsing voor het dijktraject Prins Hendrik-, Kramers-, en Anna-Jacobapolder is in het verleden uitgevoerd door het Waterschap Zeeuwse Eilanden en resulteerde in het rapport "Actualisatie toetsing bekleding Prins Hendrik-, Kramers- en Anna Jacobapolder (dijkpaal 0550 - 0590), d.d. 15 November 2002" [Lit. 11]. Het geactualiseerde toetsrapport is vervolgens op 17 December 2002 gecontroleerd door PBZ [Lit. 12]. Op 16 juni 2003 is een veldbezoek [Lit. 13] uitgevoerd.

Op basis van alle genoemde documenten is een vrijgavedocument opgesteld [Lit. 14]. In dit document wordt geconcludeerd dat er zich over vrijwel het gehele traject een aaneengesloten vak met gezette steenbekleding bevindt die onvoldoende is. Voor enkele kleine vakken die "nader onderzoek" stonden is bij RIKZ nagevraagd of golfreductie mogelijk is door de aanwezigheid van het schor. Daarnaast is in 2005 nog extra veldonderzoek uitgevoerd om kleidiktes vast te stellen onder de bekleding. Uiteindelijk resulteerde dat ook voor deze kleine vakken in toetsscore "onvoldoende".

Tussen dp 550 en dp 550,9 ligt een Basaltonglooiing die onvoldoende is getoetst n.a.v. het extra veldonderzoek uit 2005. Dezelfde Basaltonglooiing is ook aanwezig op de Philipsdam. In overleg met Kennis is besloten om deze Basaltonbekleding niet bij het te verbeteren dijktraject te betrekken. Het is onvoldoende duidelijk of deze bekleding ook in de toekomst (met nieuwe toetsregels) onvoldoende zal worden getoetst.

In Tabel 4.1 zijn de toetsresultaten weergegeven. Zie Figuur 4 voor een overzicht.

**Tabel 4.1 Toetsresultaten**

Vak-nummer	Bekleding	Van (dp)	Tot (dp)	Toetsresultaat
os55007	betonzuilen	550	550+90	onvoldoende
os55102, os55104	haringmanblokken	550+90	552+80	onvoldoende
os55201	betonblokken zonder opening	552+80	553+20	onvoldoende
os55202	haringmanblokken	552+80	553+20	onvoldoende
os55906, os55908	betonblokken zonder opening	559+70	560+75	onvoldoende
os55008, os55004, os55501, os55701, os55901, os56601, os57001,	doorgroeistenen	550	576	onvoldoende
os55303, os55304, os55502, os55504, os55702, os55704, os55902, os55907, os55909, os55910, os56002, os56003, os56202, os56402, os56406, os56602, os56603, os57002, os57007,	haringmanblokken	553+20	576	onvoldoende
os57601, os57602	haringmanblokken	576	586	onvoldoende
os58501	doorgroeistenen	585	586	onvoldoende

**4.3 Conclusies**

De gehele gezette bekleding dient te worden verbeterd.

## 5. KEUZE BEKLEDING

### 5.1 Inleiding

Uit de toetsing is gebleken dat de gehele bestaande bekleding moet worden verbeterd. In dit hoofdstuk wordt eerst bepaald welke nieuwe bekledingstypen kunnen worden toegepast. Vervolgens wordt een keuze gemaakt. De volgende stappen worden gevolgd (zie hoofdstuk 7 van de Algemene Nota [Lit. 1]):

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

### 5.2 Beschikbaarheid bekledingstypen

Er zijn verschillende bronnen van materialen voor toplaagelementen. Deze zijn onder te verdelen in de volgende categorieën:

- Hergebruik van materialen uit het dijktraject zelf;
- Hergebruik van materialen uit depots;
- Hergebruik uit verbeteringswerken die tegelijkertijd worden uitgevoerd;
- Gebruik van nieuwe materialen.

#### *Hergebruik van materialen uit het dijktraject zelf*

De vrijkomende materialen bestaan uit Haringmanblokken, vlakke betonblokken, doorgroeisteen en stortsteen. In Tabel 5.1 zijn de hoeveelheden vrijkomende materialen weergegeven.

**Tabel 5.1 – vrijkomende materialen**

Toplaag	Afmetingen [ d x b x l ] [ m <sup>1</sup> x m <sup>1</sup> x m <sup>1</sup> ]	Oppervlakte [m <sup>2</sup> ]	Oppervlakte gekanteld [m <sup>2</sup> ]	Oppervlakte gekanteld – 3% verlies [m <sup>2</sup> ]
Haringmanblokken	0,15 x 0,50 x 0,50	11.520	3.456	3.300
Haringmanblokken	0,20 x 0,50 x 0,50	5.490	2.196	2.100
betonblokken zonder opening	0,15 x 0,50 x 0,50	770	230	200
doorgroeisteen	0,60 x 0,40 x 0,15	2.980	nvt	-
stortsteen*	(ca. 0-200 mm)	10.000	nvt	-
stortsteen kreukelberm	(ca. 10-60 kg)	4.500		
<b>totaal</b>			<b>5.880</b>	<b>5.600</b>

\* Dit materiaal ligt aan de teen van de bekleding. Grootste stenen zijn niet groter dan 150mm. Steen is volledig vermengd met zand en klei en niet herbruikbaar als stortsteen.

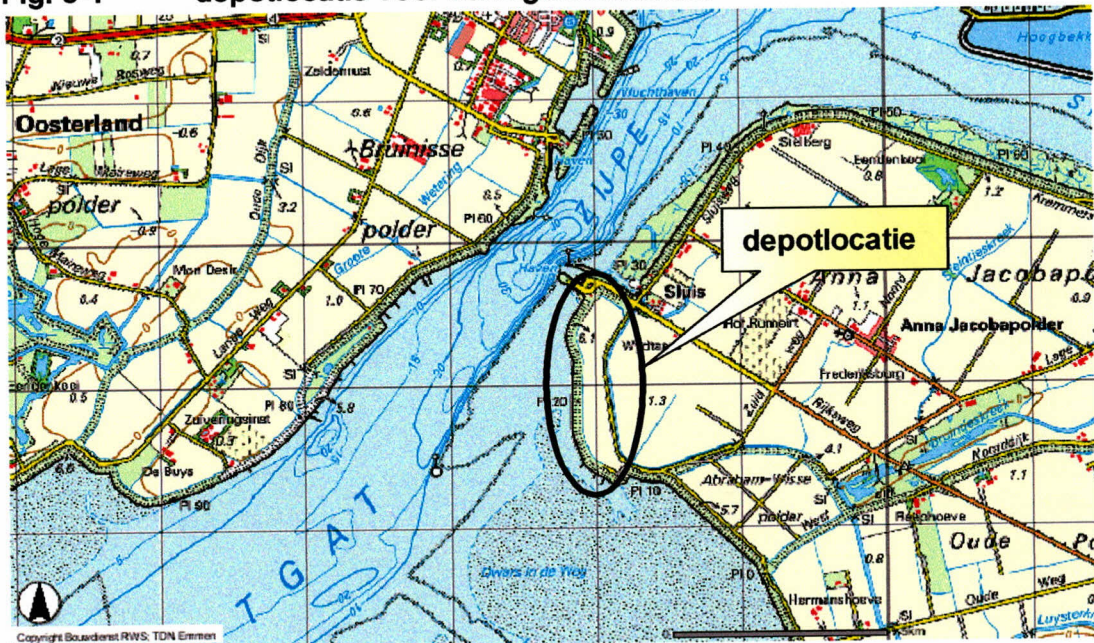
#### *Beschikbare materialen uit bestaande depots*

In 2006 staat de uitvoering gepland van het dijktraject Noord-, Oudeland- en Muijepolder, juist ten westen van St. Maartensdijk. Uit dit dijktraject komen



In 2006 staat de uitvoering gepland van het dijktraject Noord-, Oudeland- en Muijepolder, juist ten westen van St. Maartensdijk. Uit dit dijktraject komen Haringmanblokken beschikbaar met een dikte van 0,2m (zie Ontwerpnota Dijkverbetering Noordpolder, Oudelandpolder en Muijepolder). De totale gekantelde oppervlakte, minus 3% verlies bedraagt ca. 17.000m<sup>2</sup>. Het ligt in de bedoeling om deze beschikbare blokken te gebruiken in het dijktraject. De blokken zullen een jaar lang opgeslagen worden in een depot op Philipsland. Deze locatie bevindt zich langs een weg, over een lengte van ca. 1km, zie Fig. 5-1.

Fig. 5-1 depotlocatie voor haringmanblokken



*Vrijkomende materialen uit een gelijktijdig te verbeteren traject*

Uit andere dijktrajecten die gelijktijdig worden verbeterd komen wellicht toepasbare materialen vrij. Gezien het feit dat de randvoorwaarden voor dit dijktraject materialen uit andere vakken een interessante optie. Het dichtstbijzijnde dijktraject dat in 2007 wordt uitgevoerd ligt bij de Oesterdam, Poortvlietpolder etc. Hieruit komt ca. 2.900 m<sup>2</sup> Haringmanblokken vrij voor hergebruik. Transportafstand en timing zijn bij mogelijk gebruik van deze vrijkomende blokken in het dijktraject een niet te onderschatten aandachtspunt. Een mogelijkheid zou zijn om de blokken te gebruiken voor verharding van het onderhoudspad. Deze verharding zal pas plaatsvinden tegen het einde van de uitvoeringswerkzaamheden. In de hoeveelhedenberekening wordt vooralsnog geen rekening gehouden met deze vrijkomende hoeveelheden. Het is wel een aandachtspunt voor het bestek.

*Beschikbare nieuwe materialen*

Aanvoer van de volgende nieuwe materialen is in principe mogelijk:

- betonzuilen;
- asfalt;
- waterbouwasfaltbeton;
- breuksteen (wel of niet gepenetreerd met asfalt of beton);
- klei.

### 5.3 Voorselectie

De mogelijke, algemeen geaccepteerde constructies, waarvan de rekenregels tot op heden zijn vrijgegeven, zijn (Lit. 1):

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

Hieronder is een nadere uitleg opgenomen van de technische haalbaarheid en toepasbaarheid van de beschikbare bekledingstypen.

#### *Ad 1.*

De gekantelde (Haringman)blokken worden in principe direct tegen elkaar gezet zonder afstandhouders. Haringmanblokken zijn aanwezig in de huidige bekleding en komen vrij bij de verbetering van de glooiing. Uit Tabel 5.1 volgt dat er 5.780 m<sup>2</sup> gekantelde betonblokken (Haringman- en betonblokken) beschikbaar zijn uit dit bestaande dijktraject. Uit depots kan nog eens 17.000 m<sup>2</sup> worden aangevoerd. (zie 5.2). Uit de berekening van de technische toepasbaarheid in paragraaf 5.4 zal blijken of en tot welke niveaus de beschikbare Haringmanblokken en betonblokken onder de maatgevende golfcondities stabiel zijn. Betonzuilen kunnen ook toegepast worden.

Koperslakblokken, basaltzuilen en granietblokken komen niet beschikbaar uit het dijkvak.

#### *Ad 2.*

Uit de gegevens van de Milieu-inventarisatie [Lit. 6 en Lit. 3] blijkt dat de boventafel in principe niet in aanmerking komt voor een gepenetreerde bekleding. Deze mogelijkheid is vooralsnog meegenomen bij de vergelijking van bekledingstypen maar als "overlagen" onder "ad 4". Voor de ondertafel wordt uitgegaan van de categorie "geen voorkeur / alle typen" en kan er dus sowieso gepenetreerd worden met (colloïdaal) beton of asfalt. Bij een gepenetreerde bekleding in de getijdzone wordt in het algemeen asfalt als penetratiemiddel gebruikt omdat een penetratie met colloïdaal beton moeilijker is uit te voeren en meer onderhoud vraagt.

Breuksteen kan worden toegepast op de ondertafel. Op de boventafel valt het in de klasse "voldoende". Ondanks dat, zal het meegenomen worden bij de vergelijking van bekledingstypen, gecombineerd met "ad 4".

**Ad 3.**

Waterbouwasfaltbeton valt in de categorie "matig slecht" wat betreft de natuurwaarden uit de milieu-inventarisatie en valt daarmee af als alternatief.

**Ad 4.**

Een overlaging wordt in de huidige praktijk alleen overwogen wanneer de ondertafel onvoldoende sterk is en de boventafel niet vervangen hoeft te worden, zie [Lit. 17], "Ontwerp", pag. 72. Zowel de boven- als de ondertafel dienen vervangen te worden, echter gezien het steile talud en de mogelijke beperkingen om de teen richting schor te verplaatsen, wordt overlaging (voor het gehele talud) toch meegenomen in dit voorontwerp.

**Ad 5.**

Gras kan toegepast worden als bekleding op een kleilaag die de eigenlijke sterkte biedt. Men spreekt dan van een kleidijk. Kleidijken kunnen alleen worden toegepast op dijkvakken met golfrandvoorwaarden kleiner dan 2m en een flauw talud en een voorland op min. GHW-0,5m [Lit. 16]. Daarnaast zal het schor voldoende hoog en groot moeten blijven de komende 50 jaar. In geval de omvang van het schor voldoende groot blijft zou een kleidijk in dit dijktraject mogelijk zijn. Echter, de grote belastingduur waarmee gerekend moet worden in de Oosterschelde (25 uur), resulteert in een ontwerpdikte van de kleilaag van 3,5m. Een kleilaag van deze omvang is gezien de hoge kosten en de impact op het schor (teenverplaatsing minimaal 11m zeewaarts en/of grote hoeveelheden grondverzet) niet realistisch. Een kleidijk zal daarom niet verder worden beschouwd.

Tabel 5.2 geeft een overzicht van de bekledingstypen die toegepast kunnen worden in de getijdzone en de zone boven GHW. Bekleding in de getijdzone is beperkt omdat het voorland (en de huidige teen) op of net boven GHW ligt.

Er is voor gekozen om de gepenetreerde overlaging/breuksteen mee te nemen in de afweging hoewel deze niet valt in de categorie "redelijk goed" voor de zone boven GHW.

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

Locatie [dp]	Getijdzone		Boven GHW	
	Herstel	Verbetering	Herstel	Verbetering
550 - 586	alle bekledingstypen		<ul style="list-style-type: none"> <li>• betonzuilen</li> <li>• Haringmanblokken</li> <li>• betonblokken met tussenruimten</li> </ul>	verder wordt meegenomen: <ul style="list-style-type: none"> <li>• gepenetreerde overlaging/breuksteen bekleding met schone koppen</li> </ul>

## 5.4 Technische toepasbaarheid bekledingstypen van zetsteen

### 5.4.1 Inleiding

De technische toepasbaarheid van een bekleding met zetsteen moet worden aangetoond met het rekenprogramma ANAMOS, met inachtneming van het Technisch Rapport Steenzettingen [Lit. 17], en uitgaande van de representatieve waarden voor de constructie en de randvoorwaarden. De rekenmethodiek wordt beschreven in de Handleiding Ontwerpen [Lit. 16].

De berekeningen betreffen alleen het bezwijkmechanisme 'instabiliteit van de toplaag'. Met het bezwijkmechanisme 'afschuiving' wordt rekening gehouden door te werken met hellingen flauwer dan of gelijk aan 1:3,1 (rekenwaarde ondertafel flauwer dan of gelijk aan 1:2,7). Steilere hellingen worden alleen toegelaten wanneer het niet anders kan, bijvoorbeeld bij de aansluiting op een gemaal of sluis. De benodigde dikte van de kleilaag wordt berekend in hoofdstuk 6. Met het bezwijkmechanisme 'materiaaltransport' wordt rekening gehouden bij het ontwerp van het geokunststof (zie hoofdstuk 6).

Bij de berekening van de technische toepasbaarheid zijn de beschikbare blok- en zuilhoogtes met een factor van 0,87 (1/1,15) vermenigvuldigd.

### 5.4.2 Taludhelling, teen, kreukelberm en berm

#### *Taludhelling*

Een belangrijk aspect in de berekening van de technische toepasbaarheid is de taludhelling. Binnen bepaalde grenzen bestaat er in het ontwerp vrijheid in het kiezen van de taludhelling. Het is in principe mogelijk om de taludhelling zo flauw te kiezen dat elk bekledingstype toepasbaar is.

In het algemeen moet echter een nieuwe bekleding worden ingepast tussen de bestaande teen en de bestaande berm en zal de bekleding vanwege de wens om het grondverzet te minimaliseren zoveel mogelijk worden aangepast aan de bestaande taludhelling. Daarbij moet wel de minimale taludhelling in acht worden genomen. Uit hfst 8 van [Lit. 16] blijkt dat hiervoor 1:2,7 genomen moet worden (rekenwaarde). Hier bovenop dienen nog de uitvoeringsnauwkeurigheid en eventueel de tonronde verdisconteerd te worden. Dit resulteert in een minimale ontwerpelling voor het bovenste 1/3L deel van 1:2,9, het onderste 2/3L deel 1:3,1. De uiteindelijk aangelegde taludhelling met tonronde zal dan in principe nergens steiler zijn dan 1:2,7.

Uit de metingen van de inventarisatie blijkt dat de huidige taludhellingen tussen bermknikpunt en teen relatief steil zijn. De helling is gemiddeld 1:2,7 tussen dp 550 en dp 576. De huidige taluds zullen bij een nieuw ontwerp met gezette steen, minder steil moeten worden. Een minder steil talud kan ten koste gaan van een deel van het schor (het talud wordt langer), de teen wordt nl. richting schor verplaatst. Het schor wordt blijvend verkleind.

Een andere optie is om de teen op dezelfde locatie te houden, er zal dan een deel van de berm vervangen worden door talud (berm wordt smaller). Bij deze laatste optie zal veel grondverzet nodig zijn om een voldoende dikke kleilaag onder de bekleding te krijgen (gezien de beperkte diktes die er momenteel voorkomen).

#### *Teen*

Naast de taludhelling is het teenniveau een ander belangrijk aspect. Voor de natuurwaarden is het van belang dat de teen zo min mogelijk wordt verschoven

zodat er zo weinig mogelijk schor verloren gaat of (tijdelijk) verstoord wordt. bij een hoog stabiel voorland (boven de getijdezone), zoals bij dit dijktraject, kan de bovenkant van de teenconstructie op maaiveldniveau (NAP+1,60 – 1,80m) worden aangelegd (onderdeel "ontwerp" pag. 103 [Lit. 17]). De huidige teen ligt vrijwel op mv. hoogte.

Volgens [Lit. 8] wordt er standaard met 0,5m bodemdaling rekening gehouden. Dit betekent dat de teenconstructie daarop berekend moet zijn. Extra onderzoek van Svasek [Lit. 8] heeft echter aangetoond dat hier geen rekening hoeft te worden gehouden met bodemdaling, de verwachting is dat de hoogteligging vrijwel stabiel zal zijn de komende 50 jaar. Wel kunnen mogelijk ontgrondingskuilen ontstaan nabij de teen van de dijk, max. 0,50m diep.

De teen in de nieuwe situatie zal in beide randvoorwaardenvakken gelijk of iets lager komen te liggen dan de huidige teen van het talud. De huidige teen ligt op ca. NAP+1,60m. De bovenkant van de nieuwe teen zal op NAP+1,40 of NAP+1,60m komen te liggen. Op twee locaties zal de teen verder naar beneden worden doorgetrokken i.v.m de aanwezigheid van een kreek tegen de dijk (dp560) en een oude uitwateringssluis (dp553) (met laag voorland als gevolg).

In overleg met stichting Het Zeeuwse Landschap zal de teen maximaal 1,5m richting het schor verplaatst worden (en het schor dus maximaal met 1,5m afnemen). Deze 1,5m teenverplaatsing resulteert namelijk in een significante reductie van de hoeveelheid grondverzet t.o.v. geen teenverplaatsing. Om de hoeveelheid grondverzet verder te reduceren en de nieuwe taludhelling niet al te veel af te laten wijken van de huidige is er voor gekozen om ter plaatse van de huidige steile taludhellingen (ca. 1:2,7), een nieuwe taludhelling van 1:2,9 aan te leggen, **zonder tonrondte** (dp 550,92 t/m dp 576,23). Van dp 576,23 t/m 578,50 wordt ook geen tonrondte toegepast, de nieuwe taludhelling is daar 1:3,0. Tabel 5.2 geeft bestaande en nieuwe berm en teenhoogten.

**Tabel 5.2 – nieuwe taludhellingen / teenhoogten**

profiel	bodem niveau	bestaande teen hoogte	nieuwe teen hoogte	bestaande helling	nieuwe helling	hoogte bestaande bermknikpunt	hoogte nieuwe bermknikpunt
dp	[m+ NAP]	[m+ NAP]	[m+ NAP]	[1 :]	[1 :]	[m+ NAP]	[m+ NAP]
551,00	1,69	1,50	1,60	2,66	2,9	4,29	4,40
552,00	2,03	1,60	1,60	2,56	2,9	4,35	4,40
553,00	1,50	-0,50	0,20	2,74	2,9	4,46	4,60
554,00	2,02	1,60	1,60	2,58	2,9	4,38	4,60
555,00	1,88	1,70	1,60	2,72	2,9	4,35	4,60
556,16	1,94	1,67	1,60	2,69	2,9	4,31	4,60
556,00	1,89	1,60	1,60	2,67	2,9	4,33	4,60
557,00	2,04	1,60	1,60	2,55	2,9	4,34	4,60
557,15	2,22	1,60	1,60	2,52	2,9	4,37	4,60
558,00	2,09	1,60	1,60	2,71	2,9	4,44	4,60
558,63	2,00	1,60	1,60	2,79	2,9	4,40	4,60
558,90	2,28	1,60	1,60	2,5	2,9	4,28	4,60
559,00	1,97	1,60	1,60	2,48	2,9	4,31	4,60
560,00	-0,11	-0,60	-0,60	2,84	2,9	4,29	4,60
561,00	2,20	1,60	1,60	2,66	2,9	4,40	4,60
562,00	2,30	1,70	1,60	3,04	2,9	4,44	4,60
562,10	2,00	1,70	1,60	2,78	2,9	4,44	4,60
563,00	1,80	1,60	1,60	2,54	2,9	4,42	4,60
564,00	1,90	1,60	1,60	2,73	2,9	4,39	4,60
564,55	2,00	1,60	1,60	2,56	2,9	4,31	4,40
565,00	1,70	1,55	1,60	2,68	2,9	4,23	4,40
566,00	2,00	1,54	1,60	2,51	2,9	4,13	4,20
567,00	1,80	1,60	1,60	2,76	2,9	4,02	4,20
568,00	1,98	1,50	1,60	2,76	2,9	4,04	4,20
569,00	1,61	1,50	1,60	2,8	2,9	4,03	4,20
570,00	1,80	1,58	1,60	2,79	2,9	4,10	4,20
570,80	1,95	1,60	1,60	2,64	2,9	4,28	4,20
571,00	1,90	1,60	1,60	2,47	2,9	4,32	4,20
572,00	1,67	1,60	1,60	2,76	2,9	4,13	4,20
573,00	1,80	1,52	1,60	2,84	2,9	4,08	4,20
574,00	1,79	1,50	1,60	2,8	2,9	3,97	4,20
575,00	1,80	1,50	1,60	2,76	2,9	4,14	4,20
576,00	1,79	1,50	1,60	3,08	2,9	3,83	4,20
576,23	1,50	1,50	1,60	3,21	3,0		4,20
577,00	1,50	1,40	1,40	3,2	3,0		4,20
578,00	1,43	1,30	1,40	3,23	3,0		4,20
579,00	1,50	1,40	1,40	3,45	3,2		
580,00	1,49	1,40	1,40	3,47	3,2	geen of	
581,00	1,60	1,40	1,40	3,53	3,5	hooggelegen	
582,00	1,80	1,40	1,40	3,55	3,5	berm	
583,00	1,80	1,40	1,40	3,63	3,5		
584,00	1,73	1,42	1,40	3,53	3,5		
584,76	1,76	1,40	1,60	4,01	3,5		
585,00	2,10	1,63	1,60	2,99	3,5		
586,00	1,90	1,55	1,60	3,04	3,5		

### *Kreukelberm*

Over het gehele traject is een kreukelberm aanwezig. Volgens de toetsing is alleen de kreukelberm tussen dp574 en dp584 stabiel. De kreukelberm op dit traject is gelijktijdig aangebracht met de werkbrug nabij dp 585. De kreukelberm op het overige traject bestaat uit zogenaamd Silx met een sortering van ca. 0-200mm. Deze silex is volledig vermengd met klei en komt voor over een breedte van 4m met een dikte van 0,30 tot 0,40m.

### *Berm*

De hoogte van de berm in de huidige situatie varieert van NAP+4,10m tot NAP+4,40m tussen dp 550 en dp 576, voorbij dp 576 ligt op een deel van het traject een verharde onderhoudsstrook op een hoge "berm" van NAP+5,10m. Op twee locaties ontbreekt een berm: van dp576 t/m 578+50m en van dp583 t/m 586.

Van dp 550 tot dp 576 is de berm onverhard en begroeid met grassoorten. Het ligt voor de hand om de bermniveaus niet of beperkt te wijzigen. Het ontwerpniveau (NAP+3,70m ligt ruimschoots onder de bermniveaus). De bekleding wordt in principe aangelegd tot aan het ontwerppeil + ½ Hs (NAP+4,20m). Op de plaatsen waar de berm 0,5m hoger ligt dan het ontwerppeil + ½ Hs wordt de nieuwe bekleding niet doorgetrokken tot aan de berm maar beëindigd op ontwerppeil + ½ Hs met een opsluitconstructie. Voorwaarde hiervoor is dat het gras op deze hoogte goed is getoetst (zie bijlage 2.4 voor toetsresultaten).

De breedte van de bestaande berm is gemiddeld tussen de 4,0 en 5,0m. Dit betekent dat een beperkte versmalling van de berm lokaal mogelijk is, mocht dat noodzakelijk zijn.

Op het traject van dp576 t/m 578+50m waar nu een berm ontbreekt, zal er een gecreëerd worden op een niveau van ca. NAP+4,20m.

### 5.4.3 Betonzuilen

De technische toepasbaarheid voor zuilen is voor het gehele traject aangetoond. Volgens eerste berekeningen met Anamos voor randvoorwaardenvakken 134 en 135 is een zuilhoogte nodig van tussen de 0,23 en 0,40m. Zie bijlage 1.1 voor berekeningen (met max. zuilhoogte). Uit berekeningen blijkt dus dat in het gehele traject de toepassing van betonzuilen mogelijk is op basis van de hydraulische randvoorwaarden.

### 5.4.4 Gekantelde blokken

Uit het dijktraject en het depot komen Haringmanblokken en betonblokken met een dikte van 0,15m en 0,20m vrij. Uit berekeningen blijkt dat deze gekanteld toepasbaar zijn. Hierbij wordt opgemerkt dat de dikte van de nieuwe filterlaag niet te groot mag zijn. Bij hergebruik van de Haringmanblokken wordt geadviseerd om de dunne blokken (0,15m) toe te passen bij randvoorwaardenvak 134, de dikke blokken bij randvoorwaardenvak 135. Onderstaande tabel geeft de maximum filterlaagdiktes aan bij verschillende combinaties van randvoorwaardenvak en betonblokdikte (of breedte in gekantelde toestand) waarbij toplaagstabiliteit volgens Anamos op de meest ongunstige locatie op het talud nog juist goed is. Er is daarbij rekening gehouden met een verzwaring van  $\Delta D$  met 15% en een soortelijk gewicht van de blokken van  $\rho = 2.150\text{kg/m}^3$ . De verzwaring van  $\Delta D$  resulteert in een

rekenwaarde voor D van 0,41m. Overigens kunnen de blokken (met onderstaande filterlaagdiktes) over de gehele lengte van het talud toegepast worden. Zie bijlage 1.2. In geval filterlaagdikte gehandhaafd blijft (0,15m) gelden de toepassingsniveaus als aangegeven in de tabel.

**Tabel 5.3 – combinatie filterlaagdikte en blokdikte en toepassingsniveaus**

Locatie	Blok afmetingen gekanteld (m)	Maximum filterlaagdikte (m)	max. toepassingsniveau bij filter van 0,15m
RV 134	0,5*0,2*0,5	0,12	NAP+2,6m
RV 135	0,5*0,2*0,5	0,14	NAP+2,8m
RV 134	0,5*0,15*0,5	0,15	NAP+4,2m
RV 135	0,5*0,15*0,5	0,15	NAP+4,2m

### 5.5 Technische toepasbaarheid van breuksteen (overlaging)

Breuksteen is mogelijk als constructie. Voor RV 134 en 135 is met behulp van het spreadsheet breuksteen, versie 9,1 21-2-2005, de constructie berekend. Uit de berekening blijkt dat de sortering 300-1000 kg (2650 kg/m<sup>3</sup>) dient te worden toegepast. Alleen in dijkvak 135 kan tot een hoogte van NAP+3m een sortering van 60-300kg toegepast worden. Deze breuksteen is dermate zwaar dat deze niet in aanmerking komt voor uitvoering en valt mede op grond van voorkeuren van de beheerder af.

Een constructie met patroonpenetratie of vol-en-zat penetratie is mogelijk op de ondertafel (daar waar een ondertafel aanwezig is). Het lijkt daarbij een aantrekkelijke oplossing op het relatief steile talud. De gepenetreerde glooiing kan met schone koppen uitgevoerd worden, dat is ecologisch aantrekkelijker. De bestaande bekleding kan worden gehandhaafd, er hoeft geen extra klei opgebracht te worden (zoals dat wel moet bij blokken of zuilen).

Op de boventafel scoort gepenetreerde breuksteen niet "redelijk goed" maar "voldoende" zoals reeds vermeld in 5.3, het is technisch echter wel mogelijk. Het aantrekkelijke van deze optie is het feit dat het bestaande talud voor breuksteen niet te steil is.

De breuksteen kan dus als overlaging of als volwaardige oeverbekleding worden toegepast, wel of niet gepenetreerd. De bestaande bekleding kan eventueel gebroken worden en opgenomen worden in de "overlaging". Gezien het feit dat de nieuwe bekleding tot aan de berm wordt doorgezet, zal, ingeval de boventafel wordt overlaagd, dit betekenen dat een deel van de breuksteen toegepast wordt als enige bekleding (er is geen oude bekleding aanwezig). Op die plaatsen zal eerst geotextiel aangebracht worden op de kleilaag.

In Tabel 5.4 zijn de verschillende breuksteensorteringen aangegeven per Randvoorwaardenvak



**Tabel 5.4 Benodigde sorteringen van losse breuksteen en bij gepenetreerde breuksteen.**

Dijkvak	Losse breuksteen (kg)	Met penetratie (kg)
Breuksteen als overlaging		
134	300-1000	5 – 40
135	300-1000 (60-300 tot NAP+3m))	5 – 40
Breuksteen op geotextiel op klei/zand		
134	300-1000	5 – 40
135	300-1000 (60-300 tot NAP+3m)	5 – 40

Laagsdiktes voor de overlaging bedragen 2Dn50 gemeten loodrecht op het talud. Voor sortering 5-40 kg resulteert dit in een laagdikte van 0,4m. In geval er met schone koppen wordt gepenetreerd betekent dit dat de laagdikte met 0,1m vergroot moet worden. De losse breuksteen sortering 300-1000kg heeft een laagdikte van ca. 1,30m, sortering 60-300kg een dikte van 0.82m.

## 5.6 Ecologische toepasbaarheid

Ten behoeve van de ecologische toepasbaarheid zijn geen actuele gegevens beschikbaar. Een milieu-inventarisatierapport voor de Oosterschelde is niet voorhanden, er is wel een detailadvies. Voor de boventafel geldt het advies "redelijk goed" voor de ondertafel zijn geen beperkingen voor de waardering van de constructiealternatieven zoals reeds eerder vermeld. Op basis van bovenstaande gegevens zijn de bekledingsconstructies geselecteerd. Echter, zoals reeds aangegeven, zullen ook enkele alternatieven bekeken worden die in een lagere klasse dan "redelijk goed" vallen.

## 5.7 Landschapsvisie

Van de Oosterschelde is een landschapsvisie opgesteld (Visie Oosterschelde, Dienst Landelijk Gebied, Zeeland, 2002). Op verzoek van het Projectbureau Zeeweringen is er een detailadvies uitgebracht voor het onderhavige dijktraject. Dit detailadvies is enigszins gebaseerd op de landschapsvisie Westerschelde en is bijgevoegd in bijlage 4. De belangrijkste uitgangspunten zoals hierin verwoord zijn:

1. In de horizontale opbouw het consequent toepassen van donker gekleurde materialen in de ondertafel en het toepassen van licht gekleurde materialen in de boventafel;
2. Uitgezonderd de plaatsen waar voldoende dekking ligt van een voorland (zodat de ondertafel niet zichtbaar is) en de verwachting is dat deze situatie zo blijft;
3. Het eventuele gebruik van goed doorgroeibare materialen in verband met de verwachte ontwikkeling van vegetatie op het dijktraject;

Er zal zoveel mogelijk rekening gehouden worden met dit landschapsadvies bij het selecteren van de alternatieven en de uiteindelijke keuze voor de nieuwe bekleding.

## 5.8 Afweging en keuze bekleding

Op basis van voorselectie, (technische en ecologische) toepasbaarheid en de landschapvisie worden de volgende mogelijkheden bekeken.

1. gekantelde blokken + zuilen, teen richting schor verplaatst (max. 1,5m)\*
2. gekantelde blokken, bestaande teenlocatie gehandhaafd
3. beton zuilen, bestaande teenlocatie gehandhaafd
4. gepenetreerde overlaging

\* Een combinatie met zuilen is noodzakelijk omdat niet voldoende gekantelde blokken beschikbaar zullen zijn.

### 5.8.1 Alternatief 1 – gekantelde blokken + zuilen, teen richting schor verplaatst.

Dit alternatief kenmerkt zich door het hergebruik van vrijkomend materiaal in de onder- en boventafel door het gebruik van gekantelde Haringmanblokken. De teen wordt overal 1,5m richting het schor verplaatst (schorareaal neemt af). Dit levert een aanzienlijke winst op wat betreft de hoeveelheid grondverzet/afvoer. Het hoge gedeelte van de bekleding zal bestaan uit zuilen om het waarschijnlijke tekort aan blokken aan te vullen en de overgang te maken naar de berm. De horizontale grens tussen de gekantelde blokken en de zuilen zal op ca. NAP+3,30m liggen. Zie Figuur 5 voor een overzicht.

### 5.8.2 Alternatief 2 – gekantelde blokken, teenlocatie gehandhaafd

Dit voorontwerp kenmerkt zich door het hergebruik van vrijkomend haringmanblokken (uit dit werk en uit depot). De teenlocatie blijft gehandhaafd zodat ook het volledige schor gehandhaafd blijft. Zie Figuur 6 voor een overzicht.

### 5.8.3 Alternatief 3 – Volledige uitvoering in zuilen

Dit voorontwerp kenmerkt zich door het toepassen van alleen maar zuilen in zowel de onder- als de boventafel. Bij dit ontwerp worden geen materialen hergebruikt. De teenlocatie blijft gehandhaafd. Geen blijvende schade aan het schor dus. Zie Figuur 7 voor een overzicht.

### 5.8.4 Alternatief 4 – Gepenetreerde overlaging

Over de het gehele traject wordt overlaagd en volledig ingegoten met asfalt. Taludhelling, teenconstructie e.d. blijven gehandhaafd. Zie Figuur 8 voor een overzicht.

### 5.8.5 Afweging en keuze

Voor de afweging tussen de verschillende alternatieven is gebruik gemaakt van het spreadsheet 'keuzemodel'. De volgende aspecten zijn afgewogen:

- constructie-eigenschappen,
- uitvoering,
- hergebruik,
- onderhoud,
- landschap,
- natuur,
- kosten.

#### **Constructie**

Bij alternatief 1, ter plaatse van de overgangen van gekantelde blokken naar betonzuilen treedt een sprong op in het filter wanneer de blokken hoger zijn dan de zuilen. Aangenomen wordt dat deze sprong wordt overbrugd door een plaatselijke verdikking van het filter onder de zuilen. Om te voorkomen dat de overgangen van de blokken naar de zuilen zwakke punten in de zuilenbekleding zijn, wordt de stabiliteit van de zuilen getoetst met het dikkere filter.

#### **Uitvoering**

Bij alternatief 4 zal de uitvoeringsduur relatief kort zijn. Bij dit alternatief namelijk vindt er nauwelijks grondverzet plaats, het bestaande talud blijft gehandhaafd. Daarnaast hoeft er geen klei en filtermateriaal aangevoerd te worden. Bij alternatief 1, 2 en 3 is de ingreep significant, veel grondverzet en veel nieuwe materialen die aangevoerd en verwerkt moeten worden. Bij alternatief 1 wordt de hoeveelheid grondverzet gereduceerd doordat de teen verplaatst wordt richting schor. Alternatief 2 is een bekleding die volledig uit gekantelde blokken bestaat. Bij de aansluiting met de berm zal er een overgang van talud naar het vlakke deel gecreëerd moeten worden. De boogstraal zal veel kieren bevatten omdat de blokken niet erg geschikt zijn om in een boog geplaatst te worden. Bij alle alternatieven zal de kreukelberm, over vrijwel het gehele traject, verzaagd dienen te worden.

#### **Hergebruik**

Bij alternatief 1 en 2 wordt 100% van de vrijgekomen Haringmanblokken opnieuw gebruikt, in een gekantelde opstelling. Daarnaast worden haringmanblokken aangevoerd vanuit een depot. De verwachting is dat voor minimaal 65% van de totale beklede oppervlakte, gekantelde blokken kunnen worden toegepast. Gelet op LCA-waarden scoren betonzuilen hoger dan ingegoten breuksteen. Gekantelde blokken scoren beter dan betonzuilen.

#### **Onderhoud**

Blokken en zuilen behoeven weinig onderhoud, mocht onderhoud aan de bekleding nodig zijn dan is dat relatief eenvoudig uit te voeren. De met bitumen gepenetreerde bekleding is onderhoudsgevoeliger, de bitumen worden mogelijk zacht onder invloed van hoge temperaturen. In de praktijk lijkt dit echter mee te vallen.

### **Landschap**

De ondertafel (mits aanwezig) ligt vrijwel geheel onder het schor. Voor zover de ondertafel boven het schor uitsteekt, heeft de ondertafel bij alternatief 1, 2 en 3 de eerste tijd een lichte kleur, als gevolg van de nieuwe zuilen of oude blokken. Later, ervan uitgaande dat de zuilen en blokken in de loop van een aantal jaren begroeid raken, krijgt de ondertafel de gewenste donkere kleur.

Bij de gepenetreerde bekleding (met schone koppen eventueel) is de kleur beduidend donkerder. Dit is goed voor de ondertafel maar wijkt af van het landschapsdetailadvies voor wat betreft de boventafel.

### **Natuur**

Het niet verplaatsen van de huidige teenlocatie is het beste voor het behoud van de natuurwaarden. Bij teenverplaatsing namelijk gaat een deel van het schor verloren. De blokken en zuilen scoren op natuurwaarden beter dan de gepenetreerde breuksteen. De geschiktheid als broed en foerageergebied voor vogels is het grootst wanneer het schor niet aangetast wordt.

### **Kosten**

De kostenverschillen tussen de alternatieven zijn significant. Het hergebruik van de blokken, inclusief teenverplaatsing lijkt de goedkoopste oplossing. De aankoop van nieuwe materialen is beperkt evenals de hoeveelheid grondverzet. In geval de huidige teenlocatie blijft gehandhaafd (alternatief 2 en 3) is veel grondverzet nodig. Bij alternatief 3 is vooral de aankoop van nieuwe zuilen een grote kostenpost. De gepenetreerde overlaging en breuksteenbekleding zal voor wat betreft kosten tussen het alternatief volledig zuilen en hergebruik blokken scoren.

In Tabel 5.5 is de afweging samengevat. Hieruit blijkt dat alternatief 2 de hoogste totaalscore heeft gevolgd door respectievelijk alternatief 3, 1 en 4. Wanneer de totaalscore wordt gedeeld door de relatieve kosten blijkt dat alternatief 1 en 2 beide als beste uit de bus komen. Het verschil met de overige 2 varianten is significant.

Gezien de lage waardering voor natuurwaarden en landschap voor Alternatief 4 valt deze af. Daarnaast scoren ze ook erg laag in het keuzemodel. Alternatief 3 valt af vanwege de hoge kosten en de sterke wens van de beheerder om zoveel mogelijk materiaal te hergebruiken.

Alternatief 1 en 2 scoren min of meer gelijk. Alternatief 1 scoort op twee criteria echter beter dan alternatief 2 terwijl dit niet zo aangegeven is in de tabel. Dit is namelijk moeilijk uit te drukken in de tabel door grotere verschillen met de overige alternatieven. Door de teenverplaatsing is de score op de criteria hergebruik en tijd voor alternatief 1 duidelijk beter. Alternatief 1 wordt als voorkeursalternatief verder uitgewerkt in hoofdstuk 6.

## **5.9 Onderhoudsstrook**

Op de berm tussen dp 550,9 en dp 578,5 wordt een nieuwe onderhoudsstrook aangelegd die niet toegankelijk is voor fietsers. Tot en met dp 576 zal de onderhoudsstrook 3m breed zijn, tussen dp 576 en dp 578+50m slechts 2,5m in verband met ruimtegebrek. De toplaag van dit pad zal bestaan uit omgekeerde Haringmanblokken op steenslag en geotextiel. Het onderhoudspad sluit aan op de bestaande dijkovergang bij dp 574. Nabij dp 550,9 sluit het pad niet aan op een bestaande ontsluiting. Tussen dp 559,03 en dp 559,70 ligt een bestaande overgang

waar het pad op aan zal sluiten. Bij dp 578+50m sluit de nieuwe berm met onderhoudspad (zie Figuur 13) aan op de bestaande verharde weg die op ca. NAP+5,10m ligt. Met behulp van Anamos en de regels uit [Lit. 16] (spreadsheet bermen) is berekend dat de blokken op het onderhoudspad stabiel zijn. in bijlage 2.3 is een uitdraai van het spreadsheet te zien.

De uitkomst van het spreadsheet bermen is een bermfactor van 0,22. Andere uitvoergegevens van dit spreadsheet zijn gebruikt als invoer voor Anamos (fictieve helling en randvoorwaarden). De minimum blokdikte volgens Anamos is 0,66m. Deze dikte wordt als volgt omgezet naar een werkelijke minimum dikte voor de blokken op de berm:  $(0,66m * 0,22) * 1,15 + 0,02m = 0,19m$ .

Tabel 5.5 Afweging alternatieven

Keuzemodel		Minimaal 2 varianten doorrekenen. De waarden zijn relatief.											
v1.2 mei 2003													
Polder:													
Criteria	Constructie	Uitvoering	Hergebruik	Onderhoud	Landschap	Natuur	Totaal (1)	Wegingsfactor					
Constructie (flexibiliteit/overgangen)	0	3	3	2	3	2	13	21,7					
Uitvoering	1	0	2	1	2	1	7	11,7					
Hergebruik	1	2	0	1	2	1	7	11,7					
Onderhoud	2	3	3	0	3	2	13	21,7					
Landschap	1	2	2	1	0	1	7	11,7					
Natuur	2	3	3	2	3	0	13	21,7					
Totaal (2)							60	100,0					
Criteria >	Constructie		Uitvoering			Hergebruik		Onderhoud			Landschap	Natuur	
Subcriteria >	flexibiliteit	overgangen	tijd	moelijkheidsgraad	toleranties	hergebruik	LCA	duurzaamheid	zichtbaarheid	tijd		natuurwaarden	vogels
Weging subcriteria >	50	50	33	33	33	50	50	33	33	33	100	50	50
Scoretabel													
Gekantelde blokken + zuilen, teen richting schor	2	1	2	2	3	3	3	3	3	2	2	2	2
Gekantelde blokken, bestaande teen	2	2	1	2	2	3	3	3	3	2	3	3	3
betonzuilen, bestaande teen	2	2	1	2	3	1	2	3	3	2	3	3	3
gepenetreerde overlaging	2	2	3	3	3	2	1	3	3	2	1	2	2
Gewogen score	Constructie	Uitvoering	Hergebruik	Onderhoud	Landschap	Natuur	Totaal	Kosten	Score/kosten	ranking			
Gekantelde blokken + zuilen, teen richting schor	10,8	9,1	11,7	19,3	7,8	14,4	73,1	1,0	73,05	1/2			
Gekantelde blokken, bestaande teen	14,4	6,5	11,7	19,3	11,7	21,7	85,2	1,2	70,98	1/2			
betonzuilen, bestaande teen	14,4	7,8	5,8	19,3	11,7	21,7	80,6	1,9	42,45	4			
gepenetreerde overlaging	14,4	11,7	5,8	19,3	3,9	14,4	69,5	1,3	53,49	3			

Opmerkingen:

3 = goed  
2 = neutraal  
1 = slecht

### 5.10 Bekleding tussen ontwerppeil en berm

De berm tussen dp 578+50 en dp 586 (mits aanwezig) ligt meer dan 0,5m boven het ontwerppeil +  $\frac{1}{2}H_s$ . Op dit deel van het traject wordt de steenbekleding van de boventafel niet doorgetrokken tot aan de berm maar eindigt deze op NAP+4,20m (ontwerppeil +  $\frac{1}{2}H_s$ ).

Zoals in paragraaf 5.4.2 aangegeven onder het kopje "berm" moet het gras direct boven de beëindiging van de bekleding "goed" getoetst worden. Met behulp van de spreadsheet "Grastoets 2004" is bekeken of het gras daar aan voldoet tussen. Het resultaat is te zien in de grafiek van bijlage 2.4. Het profiel bij dp 582 is als invoerprofiel gebruikt, voor kwaliteit graszode is "matig" gekozen.

Van dp 550,9 t/m dp 576 wordt de bekleding overal doorgezet tot op de berm en tot aan de verharde onderhoudsstrook op de berm.

### 5.11 Golfoploop

De golfoploop van het voorkeursalternatief, tijdens ontwerpcondities, is vergeleken met de golfoploop in de oude situatie. In tabel Tabel 5.6 is voor een aantal dwarsprofielen het effect van het gewijzigde talud en de gewijzigde berm(breedte) op de golfoploop gegeven. Hieruit wordt geconcludeerd dat bij de meeste dwarsprofielen de golfoploop afneemt, hetgeen het gevolg is van een flauwer talud in de nieuwe situatie.

**Tabel 5.6 Effect op golfoploop**

Dwarsprofiel	dp 551 - 576	dp 576 - 581	dp 581 - 584	Dp 584 - 586
Toename golfoploop (vergrotingsfactor)	1,01	0,95	0,99	0,95

## 6. DIMENSIONERING

In dit hoofdstuk wordt het voorkeursalternatief van het ontwerp, alternatief 1, Figuur 5, nader uitgewerkt. De bijbehorende dwarsprofielen zijn weergegeven in Figuur 9 t/m Figuur 15.

De dimensionering wordt beschreven per constructieonderdeel, van de kreukelberm tot het bovenbeloop. Voor achtergrondinformatie wordt verwezen naar de Handleiding Ontwerpen [Lit. 16].

### 6.1 Kreukelberm en teenconstructie

In het algemeen bestaat de kreukelberm uit een toplaag van breuksteen, met daaronder geotextiel (+nonwoven). De kreukelberm moet de teen van de bekleding tegen erosie beschermen en de bekleding ondersteunen. Daarnaast zal ook een teenconstructie worden geplaatst, eveneens ter ondersteuning van de bovenliggende bekleding.

Over het grootste gedeelte van het traject is op dit moment geen goede kreukelberm aanwezig, op enkele plaatsen wel. In verband met de teenverplaatsing over de gehele lengte van het traject zal de bestaande kreukelberm die wel voldoet tijdelijk opzij gezet moeten worden. De benodigde minimale sortering van de toplaag, die is bepaald volgens de Handleiding Ontwerpen [Lit. 16], bedraagt 10-60 kg. Hierbij is uitgegaan van een stabiel voorland waarvan het oppervlak samenvalt met de bovenkant van de nieuwe kreukelberm (ca. NAP+1,50m).

De breedte van de nieuwe kreukelberm zal in deze situatie normaal gesproken 5m zijn. In verband met de 1,5m teenverplaatsing en om de versterking van het schor te minimaliseren is in overleg met "kennis" besloten de bermbreedte tot 3,5m te reduceren. Hierdoor wordt de impact op het schor geminimaliseerd het ruimtebeslag van bekleding en kreukelberm is nauwelijks groter dan de bestaande situatie.

De eigenschappen van het geotextiel onder de breuksteen zijn vermeld in Tabel 6.1.

**Tabel 6.1 Eisen geokunststof type 2**

Eigenschap	Waarde
Treksterkte	> 50kN/m (ketting en inslag)
rek bij breuk	< 20% (ketting en inslag)
doorstromingsweerstand	VI <sub>H50</sub> -index > 15mm/s
poriegrootte O <sub>90</sub>	< 350µm
Levensduurverwachting	type B (NEN 5132)
sterkte naaiaad	> 50% van breuksterkte geokunststof

Op het geokunststof wordt een 'nonwoven' aangebracht, ter bescherming van het geotextiel tijdens het storten van de steen.

Langs de gehele dijk worden nieuwe teenconstructies geplaatst. De bovenkant van de nieuwe teenconstructie varieert van NAP+1,4m tot NAP+1,6m. Op twee locaties ligt de teenconstructie een stuk dieper, zie Tabel 5.2.

Een nieuwe teenconstructie bestaat uit een teenschot, met een hoogte van 0,60m, en palen die het teenschot ondersteunen, met een lengte van 1,80m (h.o.h. 0,30m,



doorsnede:  $0,07 \times 0,07 \text{m}^2$ ). De palen moeten van FSC-hout zijn, dat voldoet aan Duurzaamheidsklasse 1 en het teenschot mag niet dikker zijn dan 2cm. De kreukel berm is hoger dan het teenschot. Hierdoor is het mogelijk dat materiaal onder het teenschot door uitspoelt in de kreukelberm. Om dit te voorkomen dient het geotextiel van de kreukelberm tot tegen het teenschot omhoog te worden doorgetrokken.

Boven het teenschot wordt een afgeschuinde betonband aangebracht. Indien aanwezig en van voldoende kwaliteit, worden de betonbanden uit de bestaande bekleding opnieuw gebruikt.

De bovenkant van de kreukelberm moet samenvallen met de bovenkant van de nieuwe teenconstructie en de bovenkant van de teenconstructie moet met enkele stenen worden afgedekt.

## 6.2 Zetsteenbekleding

In hoofdstuk 5 is vastgesteld welke bekledingstypen zullen worden aangebracht. De zetsteenbekleding moet voldoen aan de eisen ten aanzien van toplaagstabiliteit, afschuiving en materiaaltransport. De eisen ten aanzien van toplaagstabiliteit bepalen de dimensionering van de toplaag en de uitvullaag. Voor afschuiving is het van belang dat de dikte van de gehele bekleding, inclusief de onderliggende kleilaag, voldoende groot is. Het transport van klei door de bekleding moet worden voorkomen door op de klei een geokunststof aan te brengen.

### 6.2.1 Toplaag van betonzuilen

In paragraaf 5.4.3 is vastgesteld dat betonzuilen in technische zin ruimschoots toepasbaar zijn langs het gehele dijktraject. Voor die delen waar betonzuilen worden aangebracht (zie paragraaf 5.8.1) is een nadere dimensionering uitgevoerd. Vanaf 2004 wordt een aanvullende marge van 2cm op het resultaat van de stabiliteitsberekeningen gezet. Uit de toetsing van eerder uitgevoerde verbeteringswerken is immers gebleken dat de voorheen aangehouden marges op betonzuilen niet altijd voldoende zijn om onvoorziene wijzigingen in bijvoorbeeld de hydraulische randvoorwaarden te compenseren. Daarnaast zijn voor het onderhavige dijktraject de berekende hoogten van de zuilen met 15% (vermenigvuldigingsfactor 1,15) verhoogd.

Het resultaat van de dimensionering is een aantal praktische combinaties van dikte en dichtheid. De dikte wordt daarbij afgerond op 5cm.

De uiteindelijke keuze wordt bepaald door overwegingen van kosten, uitvoeringstechniek en beheersaspecten.

Op het gehele traject zullen zuilen van 30cm hoogte met een dichtheid  $2.300 \text{kg/m}^3$  worden toegepast. Dit is zowel de kleinst mogelijke hoogte als de laagste dichtheid voor betonzuilen. De kleinste hoogte is in overleg met de beheerder vastgesteld op 30cm. In geval van uitspoeling van inwasmateriaal geldt voor alle betonzuiltypen dat dit niet mag leiden tot uitspoeling van filtermateriaal. Bij een geringere zuilhoogte dan 30cm kan bij enkele typen betonzuilen het inwasmateriaal zover uitspoelen dat ook het filter onder de zuilen wordt aangetast. Dit is onacceptabel.

De toplaag van de betonzuilen zal worden ingewassen met  $45 \text{kg/m}^2$  gebroken materiaal. De sortering van dit inwasmateriaal is afhankelijk van het type zuil (met

betrekking tot de vorm) dat zal worden toegepast. Meer informatie over de uitgevoerde stabiliteitsberekeningen is opgenomen in bijlage 2.1 en 2.2.

### 6.2.2 Toplaag van Haringman

Over het gehele traject wordt het onderste deel van het talud met gekantelde Haringmanblokken bekleed. De blokken kunnen in principe over de gehele lengte van het talud worden geplaatst (technische toepasbaarheid) mits de filterlaagdikte max. 0,14m is.

De totaal beschikbare hoeveelheid Haringman- en vlakke blokken is een optelling van de blokken uit het dijktraject zelf en de blokken uit bestaande depots. Uit paragraaf 5.2 blijken de volgende gekantelde oppervlaktes beschikbaar:

Uit eigen dijktraject (ca. 2/3 is 0,15m dik, 1/3 is 0,20m)	5.780m <sup>2</sup>
Uit depot (dikte = 0,20m)	17.000m <sup>2</sup>
Totaal hoeveelheid blokken gekanteld beschikbaar	<u>22.780m<sup>2</sup></u>

Een deel van deze hoeveelheid zal worden gebruikt om een onderhoudspad te verharderen (tussen dp 550,9 en 578+50). Voor het 3m (en 2,5m) brede onderhoudspad is ca. 8.150m<sup>2</sup> nodig.

De hoeveelheid beschikbaar voor taludbekleding is dan:  
 $22.600\text{m}^2 - (8.150\text{m}^2 * 0,20/0,5) = \pm 19.440\text{m}^2$ . Met deze hoeveelheid zal ongeveer tot een niveau van NAP+3,30m bekleed kunnen worden.

In de ontwerpberekeningen is uitgegaan van plaatsing tegen elkaar aan op een fijnkorrelige uitvullaag van 4/20mm.

### 6.2.3 Uitvullaag

De granulaire uitvullaag onder de toplaag is voornamelijk van belang voor de uitvoering. Gelet op stabiliteit en uitvoering, moet het materiaal in deze uitvullaag zo fijn mogelijk zijn. Het materiaal mag echter niet zo fijn zijn dat het tussen de elementen van de toplaag door kan wegspoelen. De fijnste sortering die uit dat oogpunt voor betonzuilen mogelijk is, bedraagt 16/32mm. De sortering 16/32mm dient in het bestek te worden voorgeschreven. In de ontwerpberekeningen wordt uitgegaan van een bijbehorende D<sub>15</sub> van 20mm. Dit is een conservatieve benadering. De werkelijke waarde van de D<sub>15</sub> is circa 17mm. Gekantelde blokken worden geplaatst op een sortering van 4/20mm, met een D<sub>15</sub> van circa 5mm. De minimale laagdikte, waarin steenslag van bovengenoemde sorteringen in uitvoeringstechnisch opzicht kan worden aangebracht is 0,10m. Deze waarde voor de laagdikte wordt voorgeschreven in het bestek. In de ontwerpberekeningen wordt een laagdikte van 0,15m ingevoerd, rekening houdend met een uitvoeringsmarge van 0,05m.

Tabel 5.3 geeft aan wat het effect van een 0,15m dikke uitvullaag is. Er wordt vanuit gegaan dat het plaatsen van de 0,20m blokken in randvoorwaardenvak 135 tot een niveau van ca. NAP+3,30m geen probleem is (ondanks de max 0,14m dikke uitvullaag). De blokken van 0,15m dikte zullen in randvoorwaarden vak 134 geplaatst moeten worden.

#### 6.2.4 Geokunststof

Het geokunststof onderin de bekleding wordt in het bestek en in het vervolg van deze ontwerprnota 'type 1' genoemd. Het voornaamste doel van dit geokunststof is het voorkomen van uitspoeling van basismateriaal door de toplaag heen. Maatgevend voor dit verschijnsel is de poriegrootte  $O_{90}$ . Conform de eerder uitgevoerde dijktrajecten van 1997-2005 wordt gekozen voor een vlies met een gegarandeerde maximum maaswijdte ( $O_{90}$ ) van  $100 \mu\text{m}$ , omdat de zanddoorlatendheid van nog fijnere materialen niet goed te testen is en fijnere materialen niet standaard leverbaar zijn. Bovendien is met proeven aangetoond dat de werkelijke doorlatendheid van het gekozen materiaal kleiner is dan  $64 \mu\text{m}$ . Het geokunststof type 1 moet voldoen aan de eisen uit Tabel 6.2

**Tabel 6.2 Eisen geokunststof type 1**

Eigenschap	Waarde
Treksterkte	$\geq 20 \text{ kN/m}$
rek bij breuk	$< 60 \%$
Doordrukkracht	$> 3500 \text{ N}$
poriegrootte $O_{90}$	$< 100 \mu\text{m}$

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

#### 6.2.5 Basismateriaal

De totale dikte van het pakket, bestaande uit de toplaag, de uitvullaag en de onderliggende kleilaag of laag van mijnsteen, moet voldoende groot zijn om lokale afschuiving van dit pakket te voorkomen. De vereiste dikte wordt onder meer bepaald door de taludhelling. Wanneer de taludhelling flauwer is dan 1:5, is de weerstand tegen afschuiving voldoende [Lit. 16].

Uitgaande van de Handleiding Ontwerpen [Lit. 16] en aanvullende informatie van Kennis bedraagt in het gekozen ontwerp de vereiste minimale dikte van de kleilaag onder de betonzulen en de gekantelde Haringmanblokken 0,6m. Een nieuw aan te brengen kleilaag zal 0,8m dik moeten zijn.

De kleilaag (mijnsteenlaag) is niet overal voldoende dik en zal moeten worden aangevuld. Dit zal in veel gevallen echter betekenen dat eerst de bestaande kleilaag en een beperkt deel van het onderliggend zand moet worden afgegraven om ruimte te maken voor de nieuwe kleilaag. In bijlage 3 is deze situatie in een grafiek uitgezet. Uit de grafiek kan worden geconcludeerd dat van dp 551 t/m ca. dp 576 over vrijwel de gehele lengte onderliggend zand moet worden weggegraven. Voorbij ca. dp 576 is de kleilaagdikte vrijwel voldoende en zal alleen extra klei aangevuld hoeven te worden. Dit zal bij aanvang van de uitvoering geverifieerd moeten worden (opnemen in het bestek).

Op de bijgevoegde dwarsprofielen (Figuur 9 t/m Figuur 15) is aangegeven of alleen klei aangevuld dient te worden of dat er eerst zand verwijderd moet worden.

In het algemeen wordt beneden gemiddeld hoogwater, in plaats van een nieuwe of een aanvullende kleilaag, een pakket hydraulische fosforslakken (0/40mm) van dezelfde dikte aangebracht. Dit omdat de klei onder water moeilijk is aan te brengen.

De aanwezige klei is gemiddeld zanderig van aard en geschikt om terug te plaatsen of te handhaven.

Onder de nieuwe betonzuilen op de berm, die alleen door golfstroming en niet door golfklappen worden belast, neemt de kleilaagdikte lokaal af tot circa 0,4m. Tijdens de uitvoering moet erop worden toegezien dat de kleilaagdikte op de berm, onder de betonzuilen, nergens kleiner is dan 0,4m. In het bestek dient een maatregel hieromtrent te worden opgenomen. Zodra de kleilaagdikte kleiner wordt dan 0,40m zal de klei en een laag zand worden vervangen door 0,4m hydraulische fosforslakken.

### 6.3 Overgangsconstructies

Betonzuilen kunnen direct tegen gekantelde blokken worden geplaatst, dat wil zeggen zonder overgangsconstructie.

Bij de verticale overgangen moeten de gekantelde blokken en de betonzuilen zo goed mogelijk aansluiten tegen de bestaande bekledingen. Te grote kieren moeten worden gepenetreerd met gietasfalt, asfaltmastiek of beton

Op de overgang van gekantelde blokken naar betonzuilen zal een sprong in de filterlaag komen omdat de zuilen 20cm minder hoog zijn dan de gekantelde blokken. De sprong wordt overbrugd door de filterlaag plaatselijk dikker uit te voeren. De stabiliteit van de zuilen is ook met een dikkere filterlaag getoetst. Het resultaat is dat in randvoorwaardenvak 134 de maximum filterlaagdikte 0,29m mag zijn bij een zuilhoogte van 30cm, in randvoorwaardenvak 135 is de maximum filterlaagdikte 0,30m. De extra filterlaagdikte zal over een zeer beperkte afstand toegepast worden en snel afnemen.

Theoretisch moet de filterlaagdikte 0,35m zijn (0,15m filter, 0,20m overbrugging). In de praktijk zal het zo zijn dat de onderste 0,15m van de overgangsstrook uit fijn filtermateriaal (D15 = 5mm) zal bestaan. Daarbovenop komt dan nog 0,2m grof filtermateriaal (D15 = 20mm). Een berekening met het fijne type materiaal geeft aan dat de laagdikte maximaal 0,45m mag zijn onder de 30cm dikke zuilen.

De combinatie van fijn en grof filtermateriaal heeft een minder ongunstig effect op de stabiliteit van de toplaag. Een som met Anamos waarbij een uitvullaag van 0,2m dikte met D15=20mm is toegepast tesamen met een filterlaag van 0,2m dikte met D15=5mm, resulteert in een stabiele toplaag.

Op de verticale overgangen aan het begin en einde van het dijktraject zal gepenetreerd worden. Een kleine ruimte tussen de nieuwe bekleding en bestaande bekleding (0,5m) zal opgevuld worden met gepenetreerde breuksteen.

#### **6.4 Overgang tussen boventafel en berm**

De overgang tussen de boventafel en de berm wordt uitgevoerd door de betonzuilen aan te brengen met een afronding, waarvan de kromtestraal (R) 10m bedraagt. De betonzuilen worden over een lengte van 1m op de berm doorgezet. Met betrekking tot de uitvullaag en het geokunststof wordt aangesloten bij de constructie volgens paragraaf 6.2.

#### **6.5 Berm**

Tussen dp 550,92 en dp 576,23 varieert het nieuwe niveau van de berm tussen de NAP+4,60 en NAP+4,40m. Tussen dp 578+50 en dp 583 ligt de geasfalteerde weg op een bermhoogte van ca. NAP+5,10m. De bestaande bermbreedte varieert over het grootste deel tussen de 4 en 5 m. Op 2 trajectdelen is de berm breder. De nieuwe bermbreedte zal niet veel afwijken van de bestaande.

De nieuwe berm tussen dp 576 en dp 578+50 ligt op een niveau van NAP+4,20m. Op de berm wordt een nieuwe onderhoudsstrook aangelegd zoals toegelicht in paragraaf 5.9 (zie Figuur 9 t/m 13). De omgekeerde haringmanblokken zullen afgestrooid worden met zandig materiaal om zodoende het opvullen van de naden te bespoedigen en daarmee ook de begroeiing.

## 7. AANDACHTSPUNTEN VOOR BESTEK EN UITVOERING

- Het materiaal waaruit het teenschot moet worden vervaardigd, wordt niet meer voorgeschreven en ook aan de duurzaamheid van het teenschot worden geen eisen meer gesteld. Om het toekomstig verzakken van de bekleding bij het vergaan van het teenschot zoveel mogelijk te beperken, mag het teenschot niet dikker zijn dan 2cm.  
De palen achter het teenschot moeten nog steeds van FSC-hout zijn, dat voldoet aan Duurzaamheidsklasse 1.
- In overleg met Het Zeeuwse Landschap is er voor gekozen om de huidige teenlocatie maximaal 1,5m te verplaatsen richting het schor. Hierdoor gaat in beperkte mate schorareaal verloren. Er is tevens afgesproken dat er gezocht wordt naar maatregelen om tegemoet te komen aan de natuur. Zie hiervoor de andere aandachtspunten.
- De bestaande kleilaagdiktes aanwezig t.p.v. de bekledingen variëren tussen de 0 en 1,10m. Doordat de teen 1,5m verplaatst wordt, zal er op plaatsen een voldoende dikke kleilaag ontstaan wanneer alleen klei wordt aangevuld (vooral tussen dp 576 en dp 586. Op veel andere plaatsen zal de bestaande (te dunne) kleilaag eerst verwijderd moeten worden, inclusief een laag zand. Tijdens de uitvoering zal de aannemer er alert op moeten zijn waar wel en waar niet de bestaande klei verwijderd moet worden teneinde een voldoende dikke (0,6m of 0,8m) kleilaag te krijgen.
- In geval de bestaande kleilaagdikte 0,60m of dikker is mag deze worden gehandhaafd. Een nieuwe kleilaag zal met een minimale dikte van 0,80m aangebracht moeten worden.
- Bij de uitvoeringswerkzaamheden zal een hoeveelheid zand en klei materiaal vrij komen dat niet hergebruikt kan worden ter plaatse van de nieuwe bekleding of op de berm. Dit materiaal (ca. 10.000m<sup>3</sup>) zal worden getransporteerd richting de Philipsdam en daar, aan de rand van het bestaande schor, worden aangebracht (zie Figuur 16; afspraak met het Zeeuwse Landschap).
- Het Rumoirtschor dat grenst aan het dijkvak is van hoge ecologische waarde. Zie ook bijlagen 5 en 6. Het feit dat de zeewaartse zijde van het dijkvak in noordelijke richting wijst en dat de drachtplant Zeeaster op het schor voorkomt, resulteert in een potentieel aantrekkelijke leefomgeving voor de schorzijdebij. Om de leefbaarheid voor deze soort te vergroten zal er bij de uitvoering iedere 500m enkele kubieke meters zand moeten worden gestort op de dijk, juist op of onder de winter-springvloedlijn. De exacte locatie van de 'zandheuvels' zal in overleg met Het Zeeuwse Landschap of een ecooloog bepaald moeten worden (afpraak met het Zeeuwse Landschap).
- De nieuwe kreukelberm dient bij voorkeur afgedekt te worden met een laag sediment. Het uiteindelijke niveau zal aan moeten sluiten op het niveau van het schor. Aanwezige krekens langs de dijk dienen in oorspronkelijke staat te worden teruggebracht. Bij voorkeur niet afdammen tijdens de werkzaamheden, maar omleiden. Bijzonder aandacht m.b.t. uitvoering en ecologisch functioneren verdient de hoofdkreek direct langs de dijk tussen dp 559+50 meter en dp 561.

- De werkstrook dient niet breder gemaakt te worden dan strikt noodzakelijk. Nagegaan moet worden in hoeverre het mogelijk is om het voorland (het schor) niet te gebruiken voor tijdelijke opslag van grond en materialen, waardoor de werkstrook versmald kan worden. [Lit. 18]
- Daar waar relatief natte schordelen direct aan de dijk grenzen, zullen naar verwachting speciale maatregelen getroffen moeten worden om Noordse woelmuizen op het werk te weren.
- Ter bevordering van de ontwikkeling van flora op de nieuwe bekleding zal een laag klei aangebracht worden boven op deze bekleding. De laag zal ca. 10cm dik zijn (afpraak met het Zeeuwse Landschap) [Lit. 18].
- Er dient bij de uitvoering van de werkzaamheden rekening mee gehouden te worden dat op het traject van dp 550+92 t/m 578+50 **geen tonronde** toegepast wordt in het ontwerp. De bestekshelling van 1:2,9 en 1:3,0 is daarvoor te steil.
- Bij de overgang van gekantelde blokken naar zuilen (op ca. NAP+3,30m) zal t.p.v. de eerste rijen zuilen een relatief dikke filterlaag ontstaan. Het is belangrijk dat de filterlaag onder de zuilen met D15=20mm nergens dikker wordt dan 20cm. Het is geen probleem als er plaatselijk nog een laag fijner filtermateriaal (D15=5mm) onder de grove filter ligt. Dit i.v.m. de stabiliteit van de top laag.
- In randvoorwaardenvak 134 dienen geen gekantelde haringmanblokken van 0,2m dik te worden toegepast, alleen van 0,15m. De max. filterlaag is daar 0,12m voor de 0,2m blokken. In randvoorwaardenvak 135 mag de filterlaag onder de 0,2m blokken niet dikker zijn dan 0,14m. Bestekswaarde zal 0,1m zijn.
- Er komt een beperkte hoeveelheid vlakke betonblokken vrij uit de bestaande bekleding (ca. 770m<sup>2</sup>, gekanteld slechts 230m<sup>2</sup>). Deze blokken dienen op de ondertafel te worden toegepast in de bocht waar de bekleding doorloopt tot een niveau van NAP-0,60m nabij dp 560.
- Geen opslag van materiaal op de dijk ter hoogte van dp 556, omdat zich daar een hoogwatervluchtplaats bevindt binnen een straal van 200 meter.
- Tabel 5.2 – nieuwe taludhellingen / teenhoogtente dient te worden gebruikt voor het opstellen van het bestek. Niet alle bermhoogten en teenhoogten komen terug in de dwarsprofielen.
- Op enkele plaatsen in mijnsteen verwerkt onder de bekleding. Bij een te geringe dikte zal de (waarschijnlijk licht verontreinigde) mijnsteen mogelijk afgevoerd moeten worden van het werk.
- Het dijktraject Poortvliet-, Nieuw Strijen-, Klaas van Steeland- en Schakerloopolder wordt gelijktijdig met het dijktraject uitgevoerd. De beperkte hoeveelheid 0,20m dikke Haringmanblokken (2.900m<sup>2</sup>) die daar vrij komen kunnen mogelijk worden verwerkt in het onderhoudspad.
- Onder de gezette bekleding zal mogelijk een combinatie van non-woven en woven worden toegepast i.p.v. alleen non-woven zoals in deze ontwerpnota beschreven.

## 8. LITERATUUR

- Lit. 1 Voorbereiding dijkverbeteringen 2005/2006 (concept), algemene ontwerpnota Dorst, C.J. en Kortlever, W., Projectbureau Zeeweringen, Versie 4, Goes, 24-08-2005, PZDT-05182-ontw.
- Lit. 2 Detailadvies Anna Jacobapolder (hydraulisch advies, herziene versie van de startnotitie met ref. PZDB-N-05015, d.d. 24 september 2004), RIKZ, 6 oktober 2005, ref. PZDB-N-05129.
- Lit. 3 Detailadvies dijkvak Anna Jacoba, kramers- en Prins Hendrikpolder (Natuurwaarden), Directie Zeeland, 21 oktober 2005, ref. PZDB-B-05142.
- Lit. 4 Bijlagen bij 'Handleidingen Toetsen en Ontwerpen van dijkbekledingen, Werkgroep Kennis, Versie 10, 26-04-2005, PZDT-R-04063ken
- Lit. 5 Startnotitie Anna Jacobapolder, SVASEK Hydraulics / RIKZ, 24 september 2004, Ref: (MVLED/04323/1308) PZDB-N-05015.
- Lit. 6 Milieu-inventarisatie Zeeweringen Westerschelde, Boetzelaer, M.E., en Bartels, A.F.X., Bouwdienst Rijkswaterstaat, Hoofdafdeling Waterbouw, Utrecht, versie 17 (definitief), mei 2001, PZDT-R-01144-inv
- Lit. 7 Inventarisatie Oosterscheldedijken, Inventarisatie zoutplanten boventafel Oosterschelde (herstel en verbetering), Meetinformatiedienst Zeeland, 29 augustus 2002, PZDB-R-02057.
- Lit. 8 Detailadvies Schorrandprognose Rumoirtschor, RIKZ, 22 juli 2005, definitief – revisie 2, ref. PZDB-N-05139.
- Lit. 9 Inventarisatie sterkte gezette taludbekledingen in Zeeland, Grondmechanica Delft, Delft, januari 1997, Kenmerk 362070/46
- Lit. 10 Leidraad toetsen op veiligheid, LTV, augustus 1999.
- Lit. 11 Actualisatie toetsing bekleding Prins Hendrik-, Kramers- en Anna Jacobapolder (St. Philipsland), dp 0550 - dp 0590, Waterschap Zeeuwse Eilanden, concept 0.1, 15-11-2002.
- Lit. 12 Controle toetsing Prins Hendrik-, Kramers- en Anna Jacobapolder (Philipsland), dp 0550 - dp 0590, Otte, M., Projectbureau Zeeweringen, definitief, 17-12-2002, PZDT\_M\_02383ontw.
- Lit. 13 Veldbezoek Sint Philipsland, dp 550 – dp 630, Otte, M., Projectbureau Zeeweringen, definitief, 18-08-2003, PZDT-M-03174.
- Lit. 14 Vrijgave toetsing St. Philipsland dp 550 - 590, Hengst, P., Projectbureau Zeeweringen, 10 februari 2005, PZDT-M-05038.
- Lit. 15 Verslag veldonderzoek (kleilaagdikttes) Philipsland dijkvak 20, Huysmans, M., Projectbureau Zeeweringen, 23 augustus 2005, PZDT-v-05234inv.

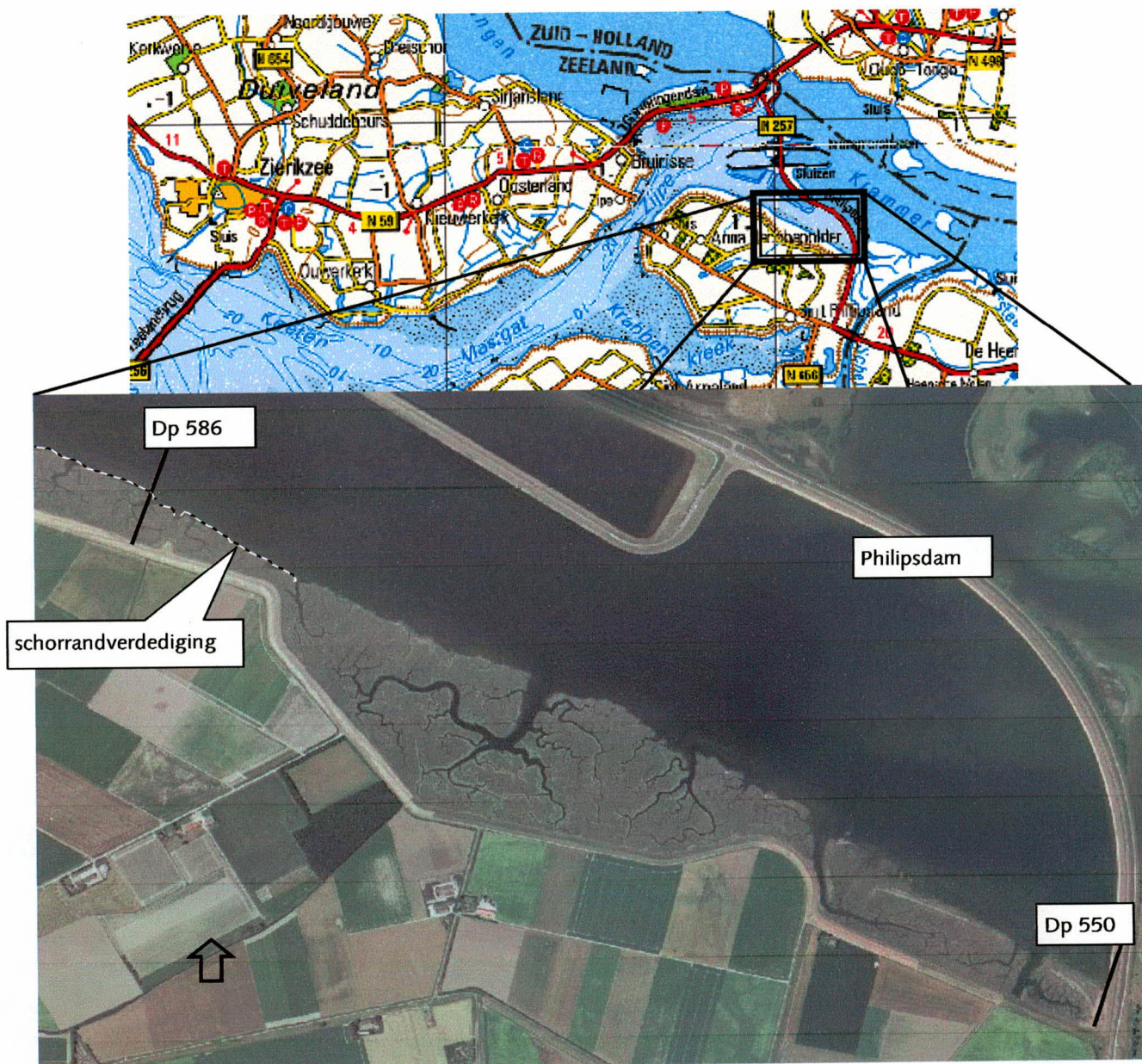


- Lit. 16 Handleiding Ontwerpen Dijkbekledingen, Technische werkwijze van het Projectbureau Zeeweringen, Werkgroep Kennis, Versie 10, 30-05-2005, PZDT-R-04091 ken.
- Lit. 17 Technisch Rapport Steenzettingen, TAW-rapport, december 2003, DWW-2003-097.
- Lit. 18 Effecten werkstroken dijkverbetering op kwalificerende habitats, Verkennend onderzoek op slikken en schorren langs Westerschelde en Oosterscheld, Rapport RIKZ/2004.06, ISBN-nummer 90-369-3448-6, Juli 2004

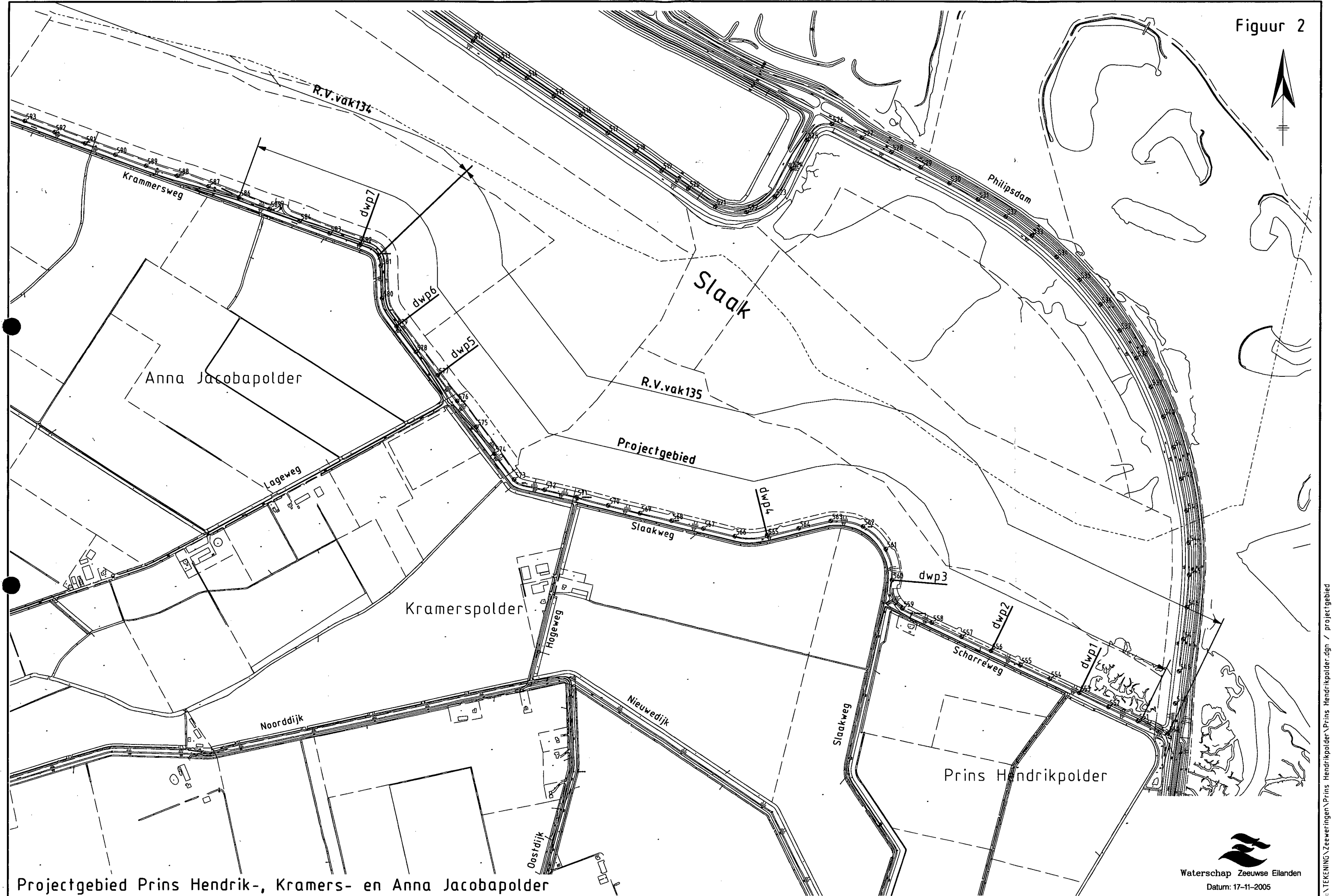
## FIGUREN

- Figuur 1 Situatietekening met locatie van het werk
- Figuur 2 Projectgebied (incl. dijkpaalnummers)
- Figuur 3 Gloomingskaart huidige situatie
- Figuur 4 Gloomingskaart eindbeoordeling toetsing
- Figuur 5 Gloomingskaart ontwerpalternatief 1 (gekantelde blokken + zuilen, teen richting schor verplaatst (max. 1,5m))
- Figuur 6 Gloomingskaart ontwerpalternatief 2 (gekantelde blokken, bestaande teenlocatie gehandhaafd)
- Figuur 7 Gloomingskaart ontwerpalternatief 3 (betonzuilen, bestaande teenlocatie gehandhaafd)
- Figuur 8 Gloomingskaart ontwerpalternatief 4 (gepenetreerde overlaging)
- Figuur 9 Dwarsprofiel 1: dp 550,92 - dp 552,8, dp 553,2 – dp 559,65, dp 560,9 – dp 565
- Figuur 10 Dwarsprofiel 2: dp 552,8 – dp 553,2
- Figuur 11 Dwarsprofiel 3: dp 559,65 – dp 560,9
- Figuur 12 Dwarsprofiel 4: dp 565 – dp 576,23
- Figuur 13 Dwarsprofiel 5: dp 576,23 – dp 578,5
- Figuur 14 Dwarsprofiel 6: dp 578,5 – dp 580,5
- Figuur 15 Dwarsprofiel 7: dp 580,5 – dp 586
- Figuur 16 Afvoerlocatie zand en klei overschot

Figuur 1 Situatietekening met locatie van het werk



Figuur 2

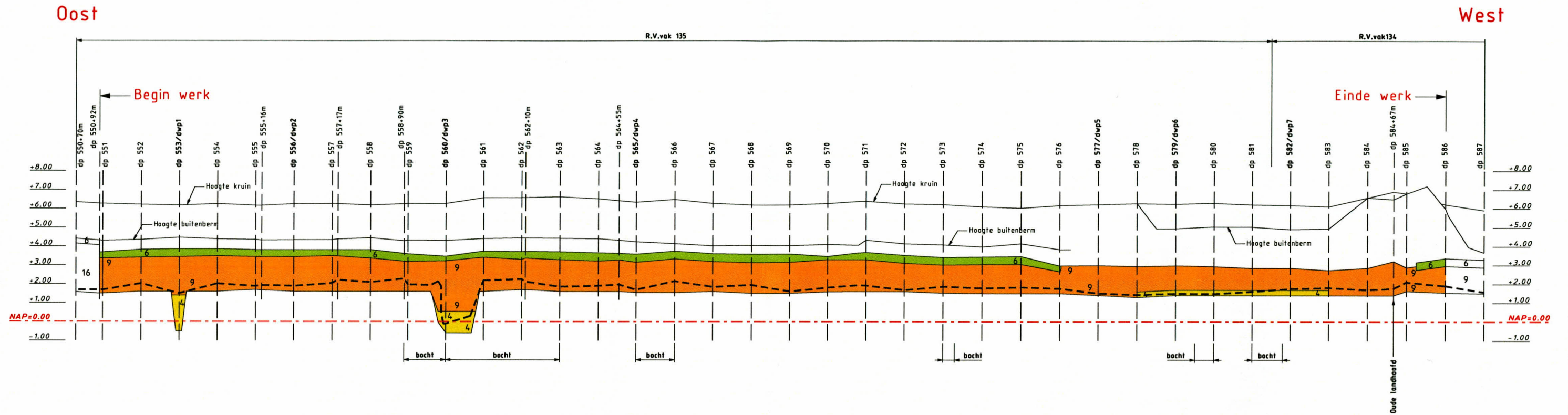


Projectgebied Prins Hendrik-, Kramers- en Anna Jacobapolder

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

G:\TEKENING\Zeeeringen\Prins Hendrikpolder\Prins Hendrikpolder.dgn / projectgebied

# Prins Hendrik-, Kramers- en Anna Jacobapolder



**Figuur 3**  
Glooiingskaart  
huidige situatie

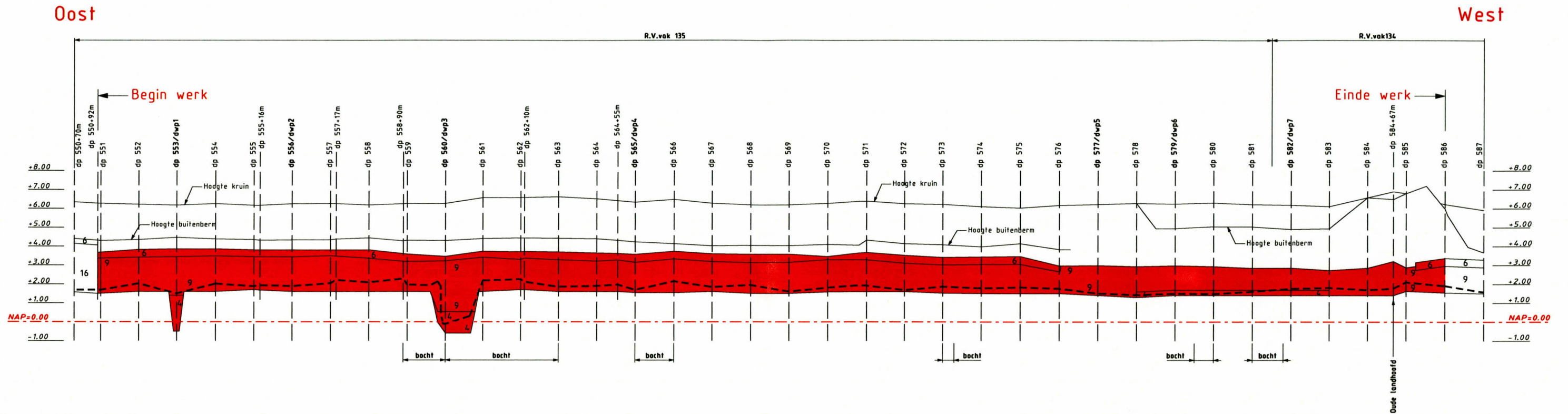
- legenda
- 1 asfalt
  - 2 basalt
  - 3 betonzuilen
  - 4 betonblokken
  - 5 diaboolglooiing
  - 6 doorgroei stenen
  - 7 doornikse steen
  - 8 pools graniet
  - 9 haringmanblokken
  - 10 hydrablokken
  - 11 koperstakblokken
  - 12 lessinische steen
  - 13 petite graniet
  - 14 vilvoordse steen
  - 15 granietblokken
  - 16 basaltzuilen
  - - voortland/startsteentijn



Waterschap Zeeuwse Eilanden

Datum: 23-11-2005

# Prins Hendrik-, Kramers- en Anna Jacobapolder



Figuur 4  
Glooiingskaart  
eindbeoordeling/toetsing

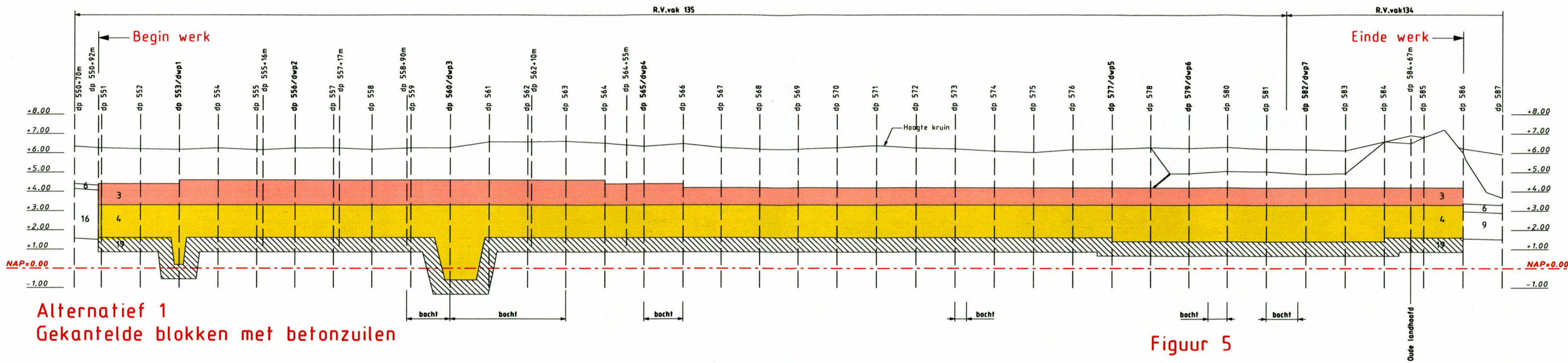
- legenda
- Ⓢ goed
  - Ⓣ onvoldoende



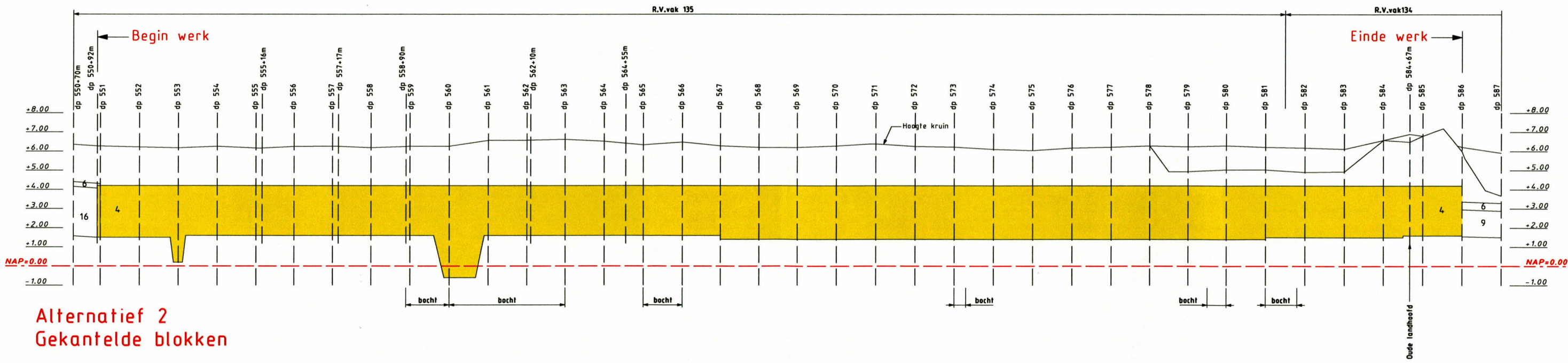
# Prins Hendrik-, Kramers- en Anna Jacobapolder West

Oost

West



Figuur 5



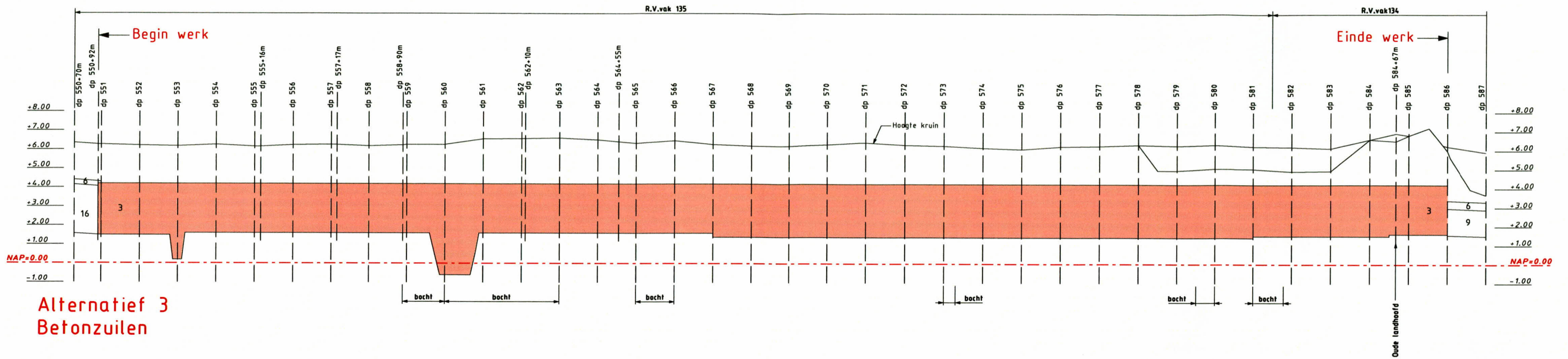
Figuur 6  
Glooiingskaart

- legenda
- 1 asfalt
  - 2 basalt
  - 3 betonzuilen
  - 4 (gekantelde) haringmanblokken
  - 5 diaboolglooiing
  - 6 doorgroei stenen
  - 7 daarnikse steen
  - 8 poals graniet
  - 9 haringmanblokken
  - 10 hydroblokken
  - 11 koperslakblokken
  - 12 lessinische steen
  - 13 petite graniet
  - 14 vilvaardse steen
  - 15 granietblokken
  - 16 basaltzuilen
  - 17 breuksteen
  - 18 overlaging gepenetreerde breuksteen
  - 19 kreukelberm
  - - voorland/startsteenlijn

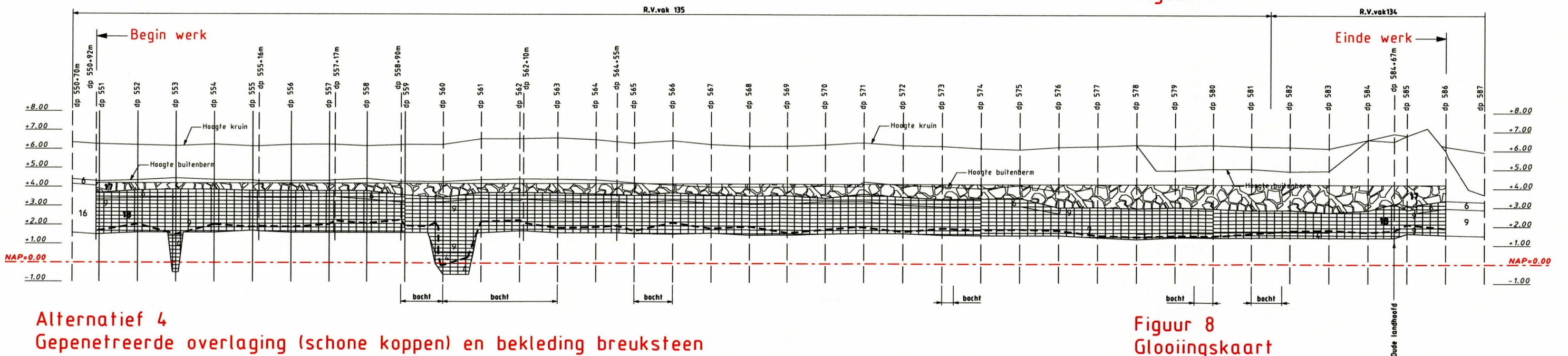
# Prins Hendrik-, Kramers- en Anna Jacobapolder

Oost

West



Figuur 7



**Figuur 8**  
**Glooiingskaart**

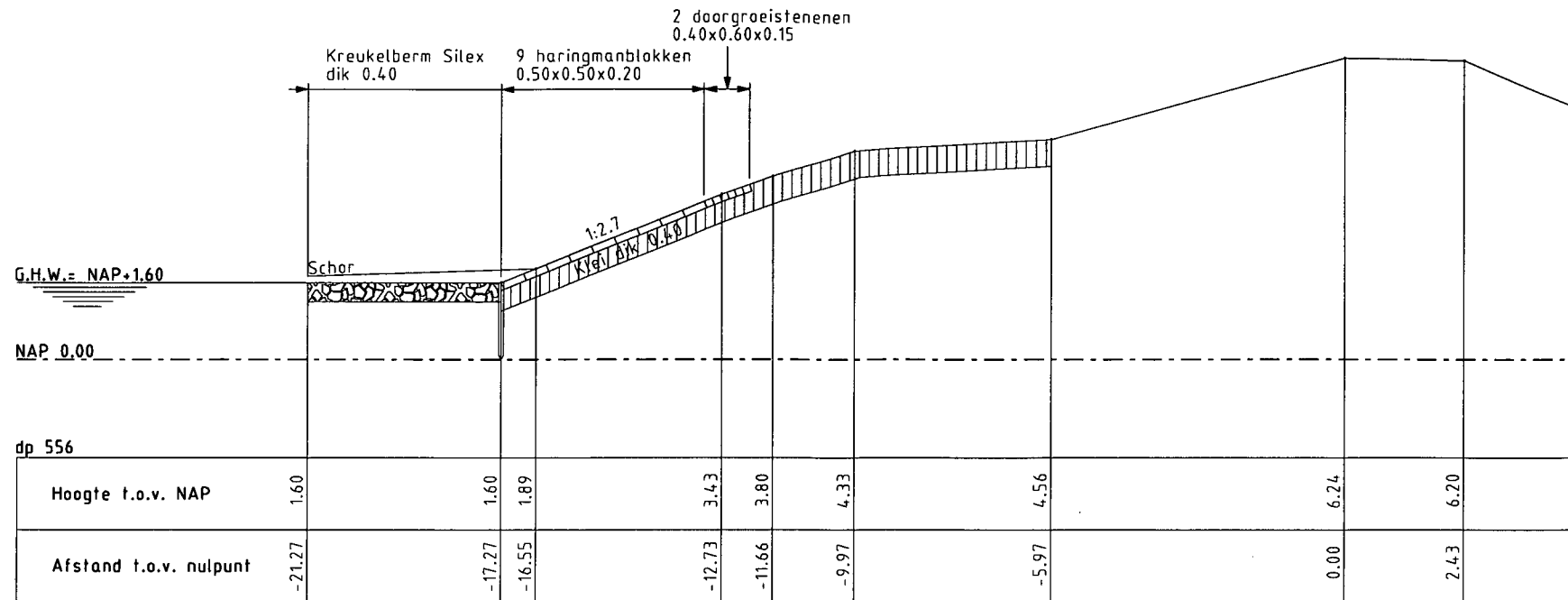
- legenda
- 1 asfalt
  - 2 basalt
  - 3 betonzuilen
  - 4 (gekantelde) haringmanblokken
  - 5 diaboolglooiing
  - 6 doorgraeistenen
  - 7 doornikse steen
  - 8 pools graniet
  - 9 haringmanblokken
  - 10 hydrablokken
  - 11 koperslablokken
  - 12 lessinische steen
  - 13 petite graniet
  - 14 vilvoordse steen
  - 15 granietblokken
  - 16 basaltzuilen
  - 17 breuksteen
  - 18 overlaging gepenetreerde breuksteen
  - 19 kreukelberm
  - - voorland/startsteenlijn



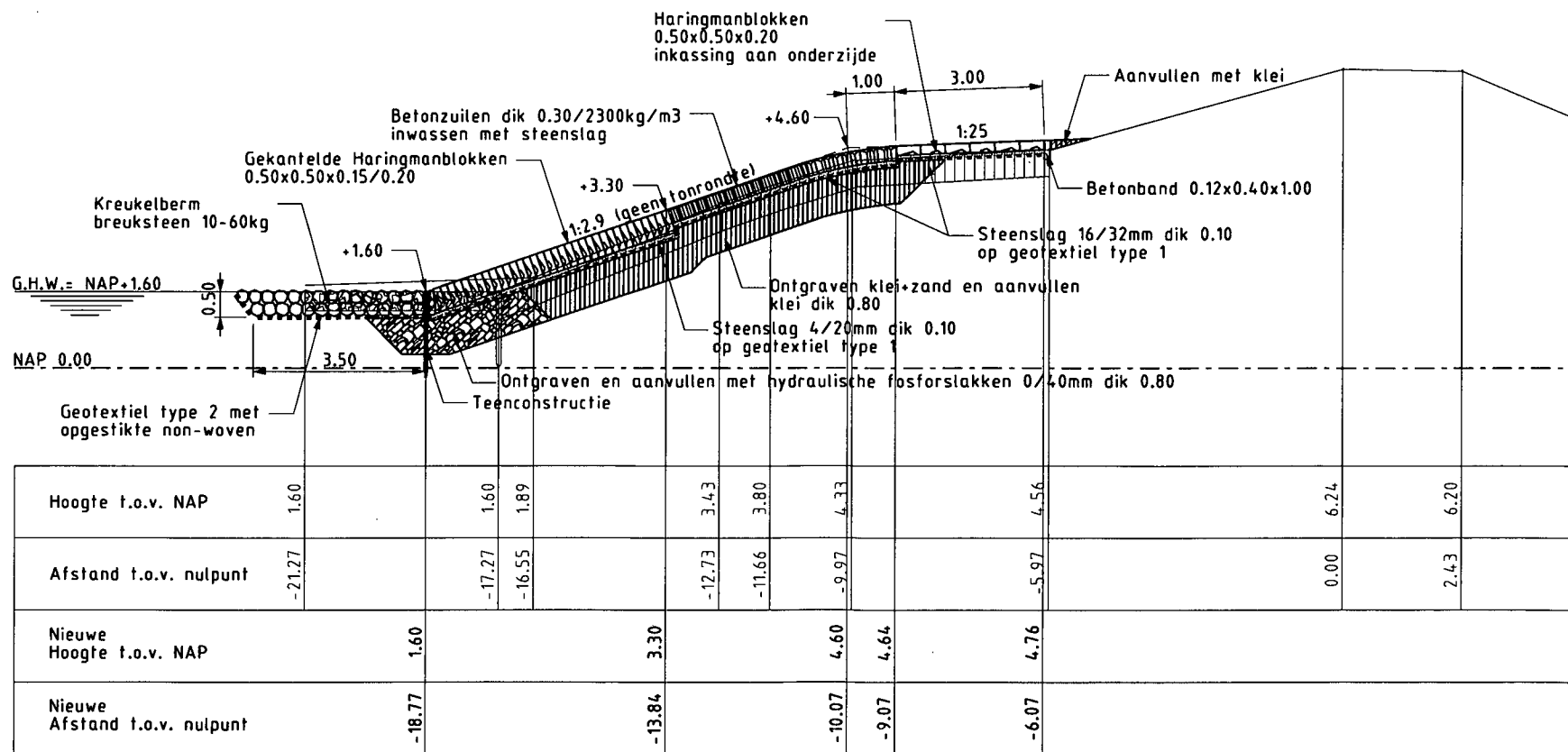
Waterschap Zeeuwse Eilanden

Datum: 23-11-2005



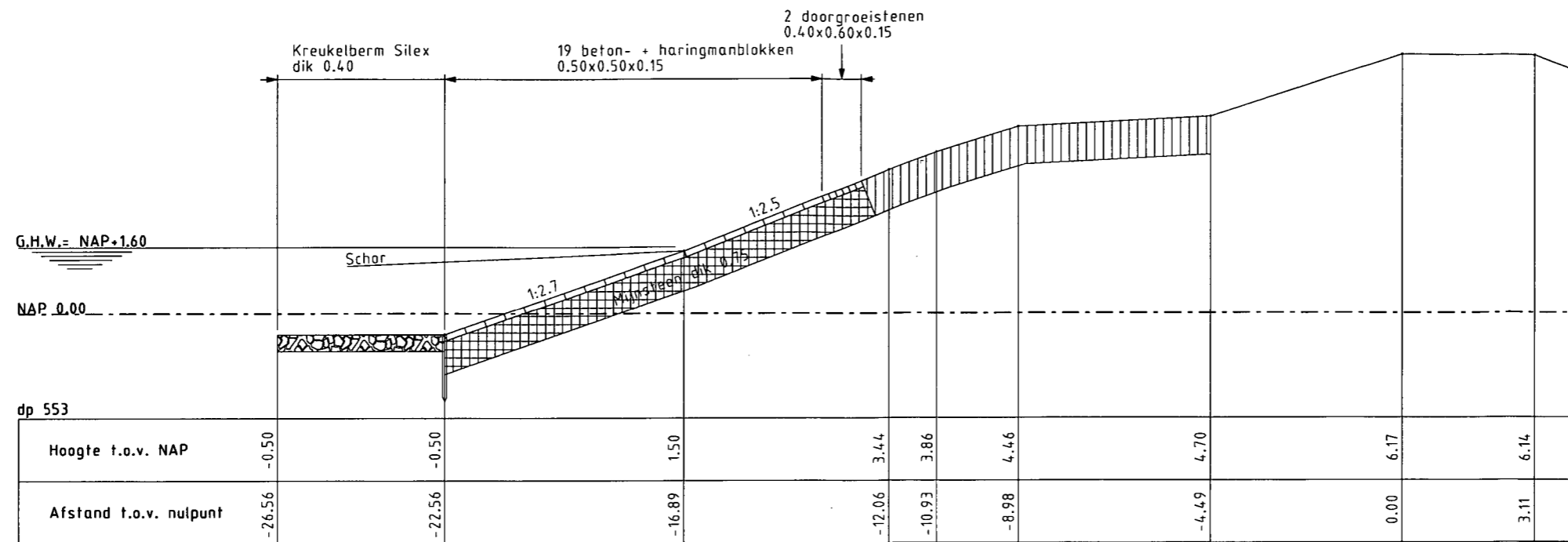


Dwarsprofiel 1 bestaand



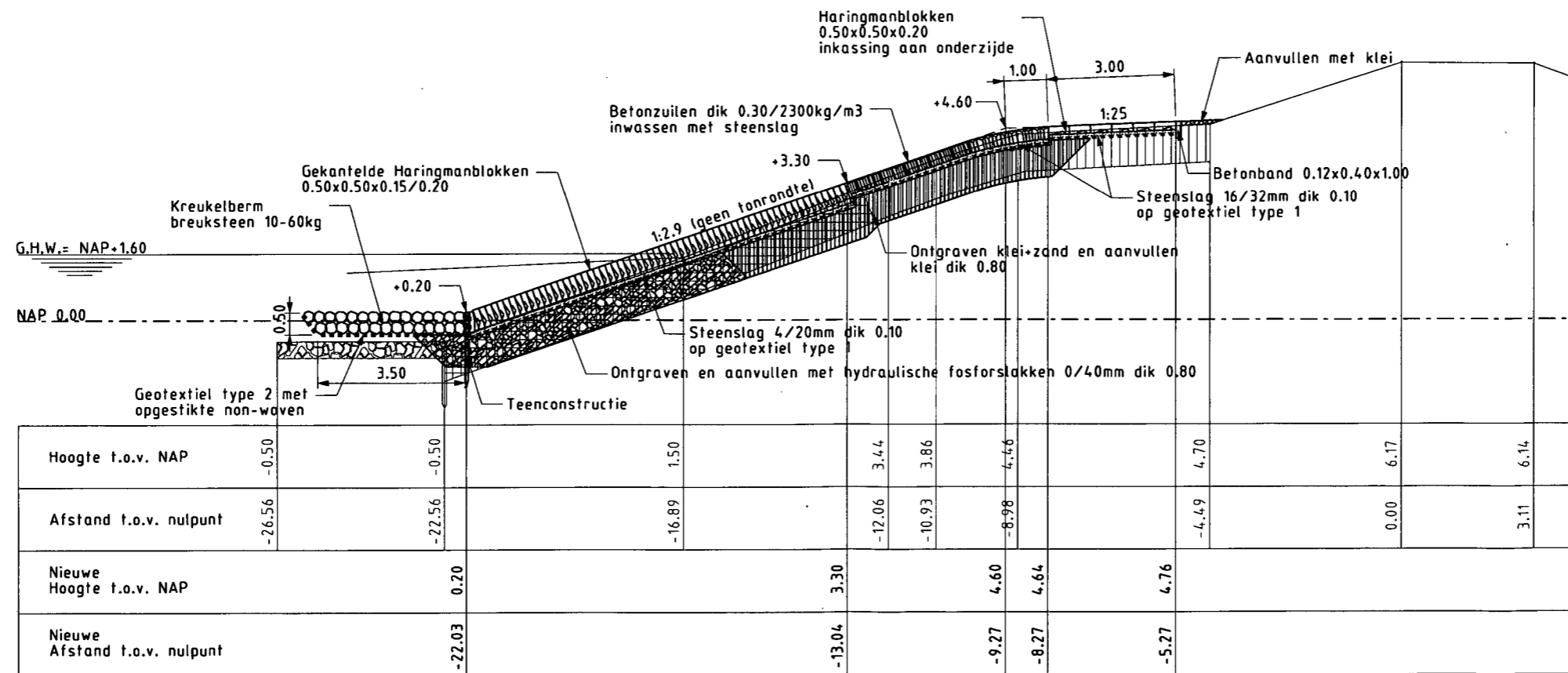
Dwarsprofiel 1 nieuw

van dp550+92m tot dp552+80m  
van dp553+20m tot dp559+65m  
van dp560+90m tot dp565



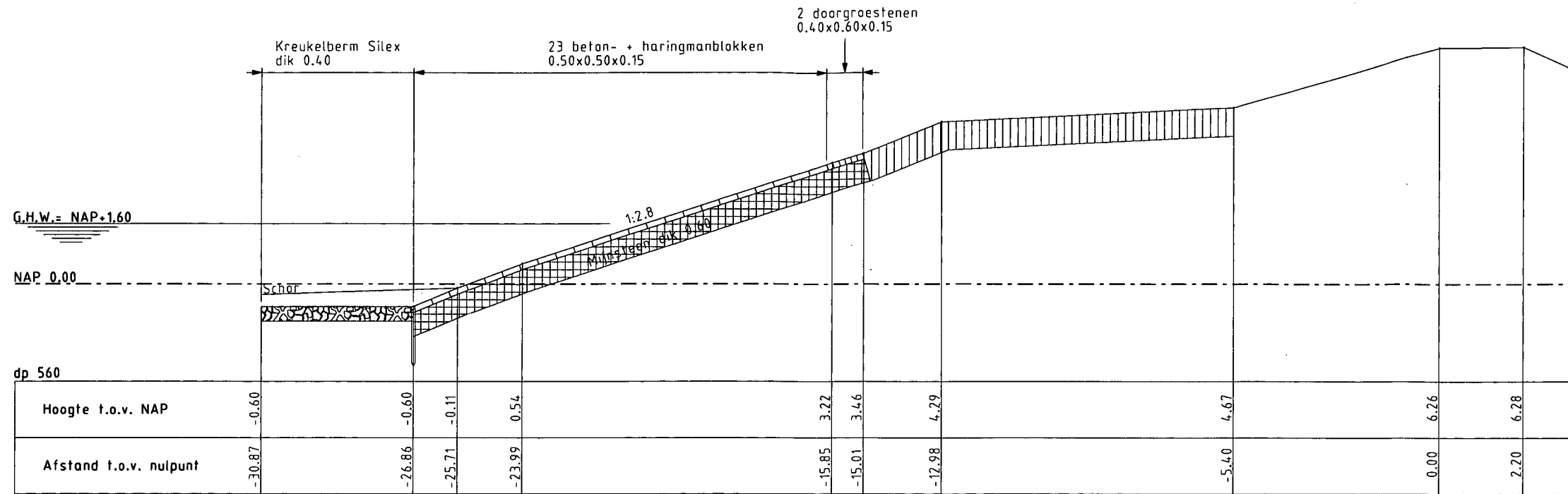
**Dwarsprofiel 2 bestaand**

Schaal 1:100

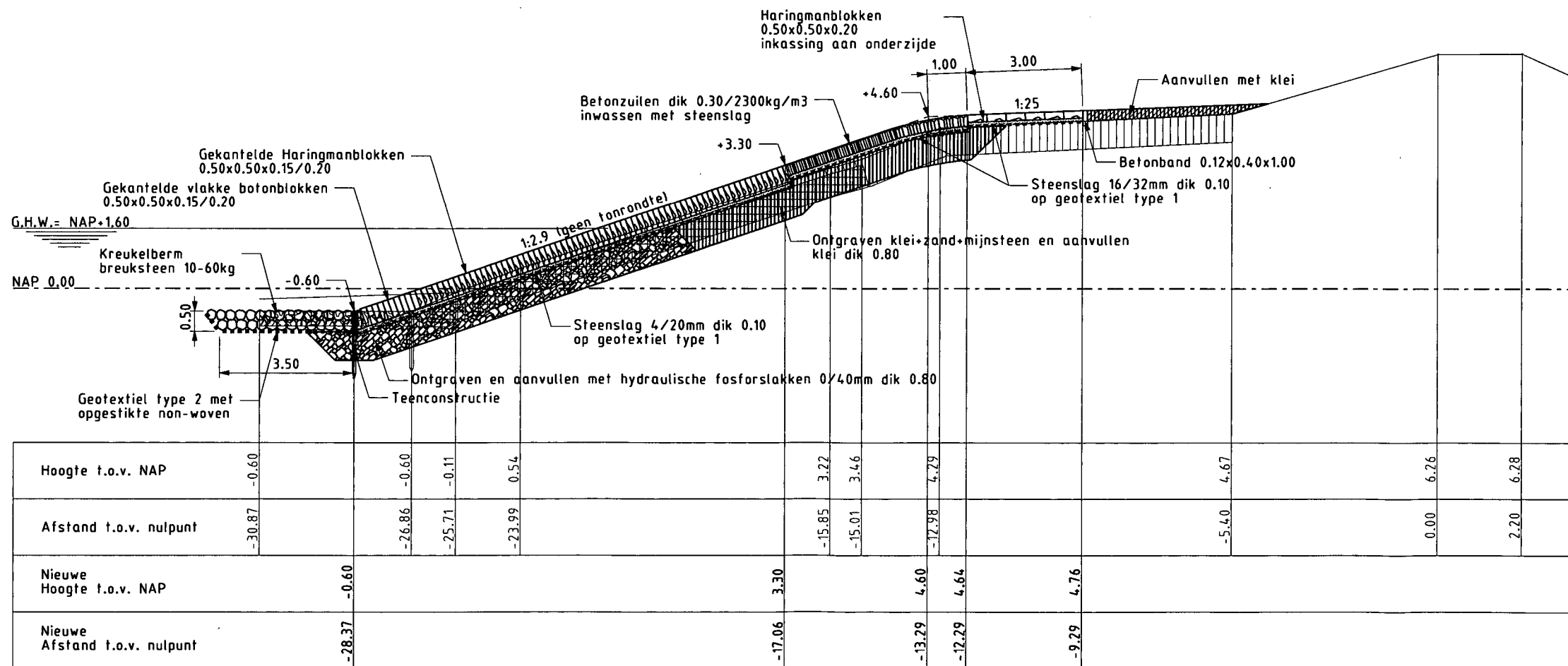


**Dwarsprofiel 2 nieuw** van dp552+80m tot dp553+20m

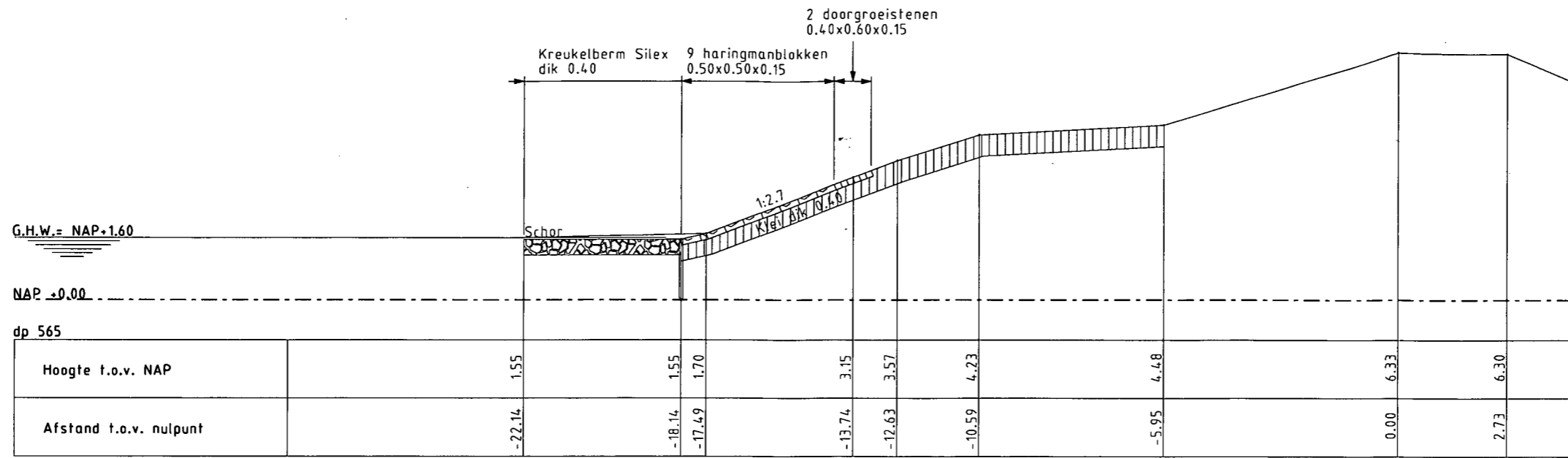
Schaal 1:100



Dwarsprofiel 3 bestaand

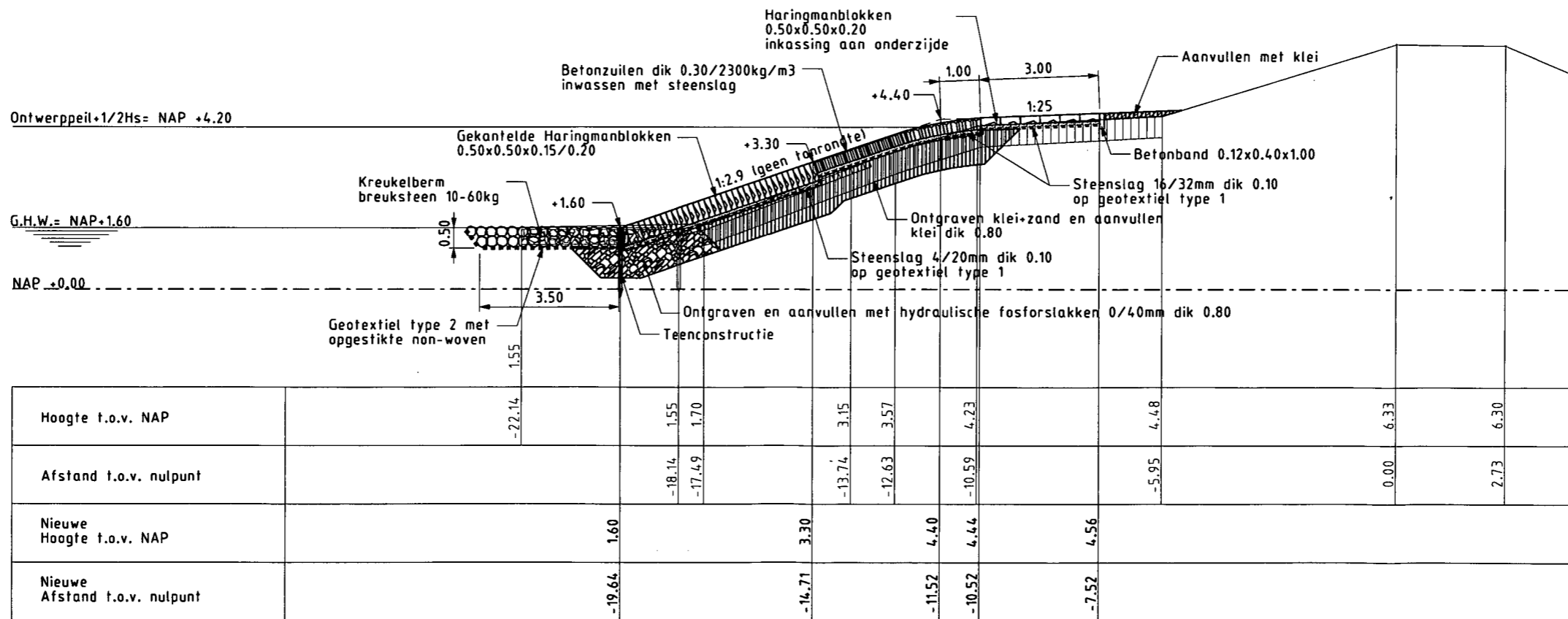


Dwarsprofiel 3 nieuw van dp559+65m tot dp560+90m



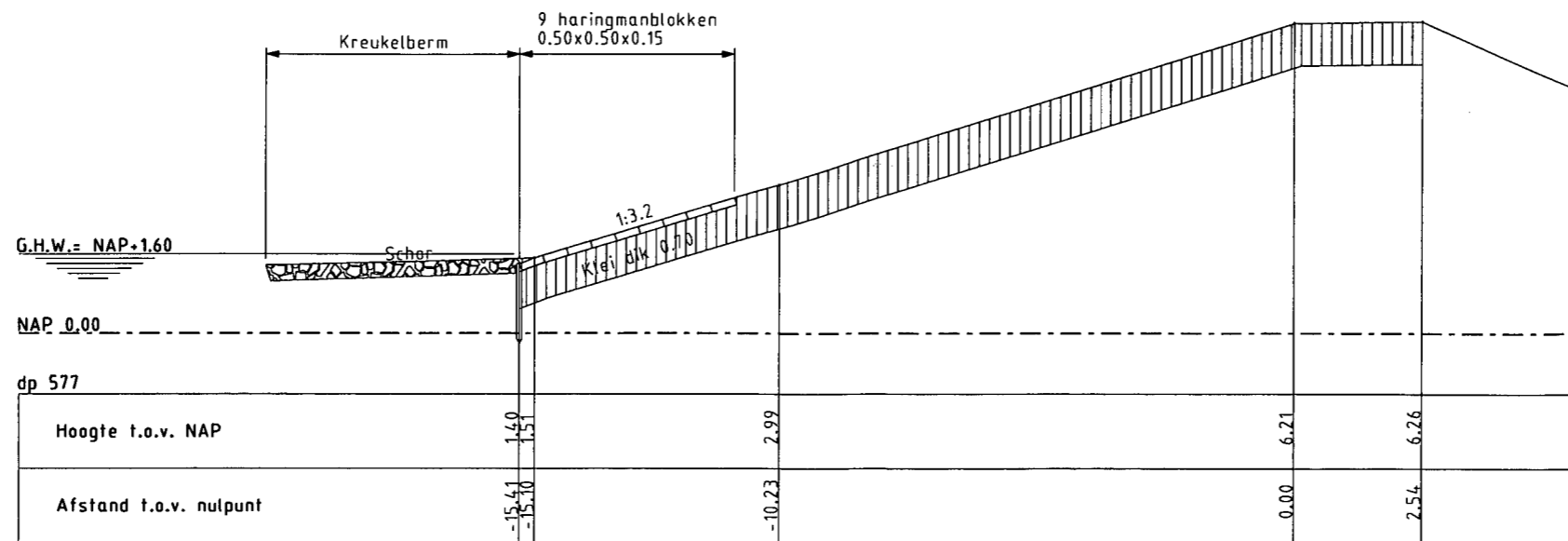
**Dwarsprofiel 4 bestaand**

Schaal 1:100

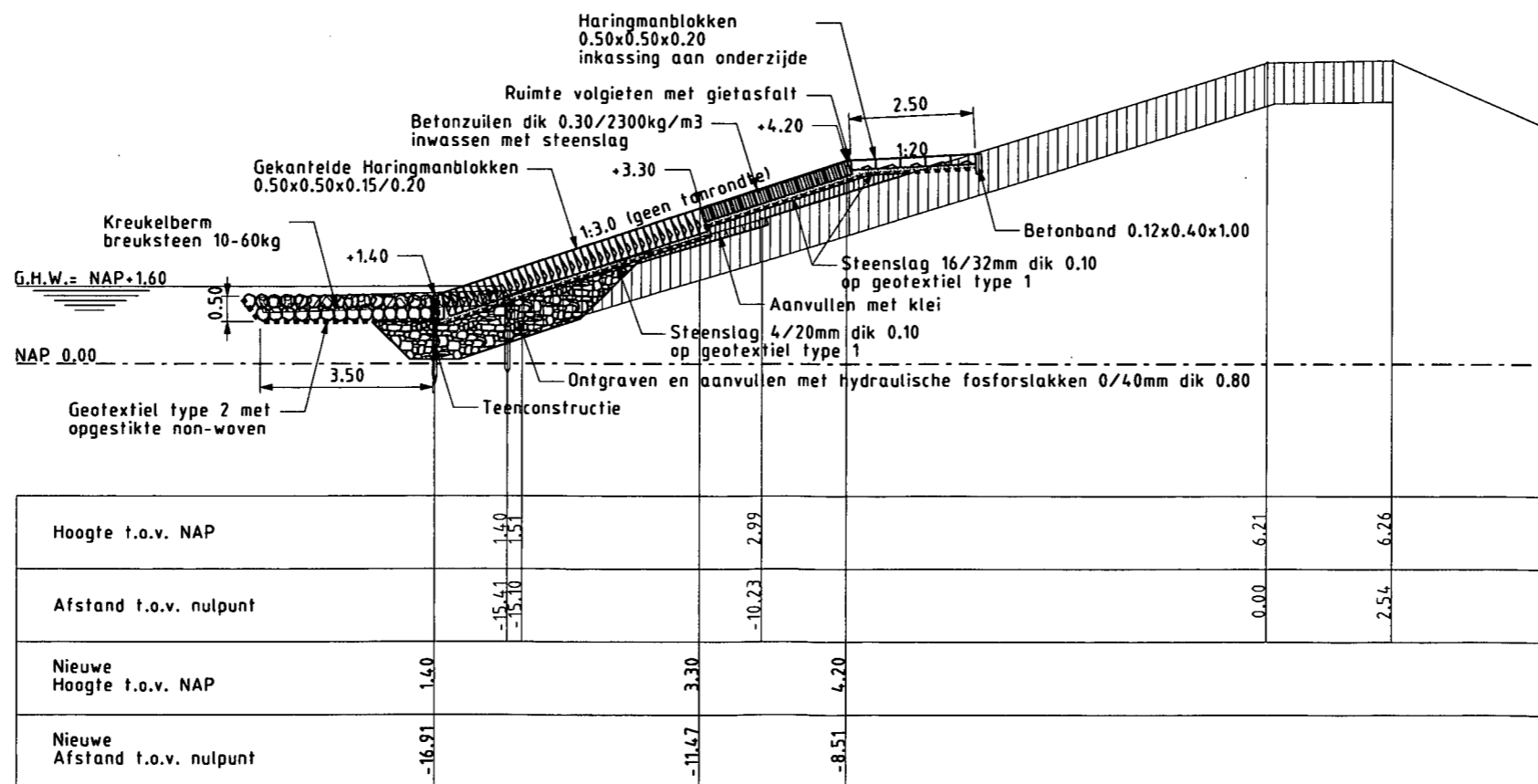


**Dwarsprofiel 4 nieuw** van dp565 tot dp576+23m

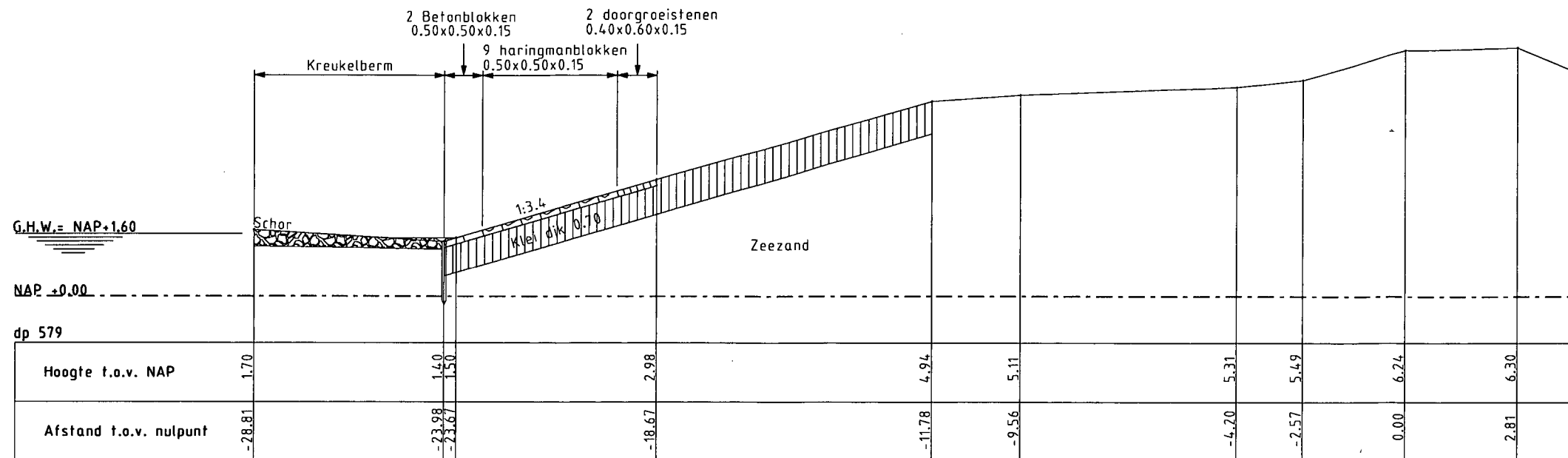
Schaal 1:100



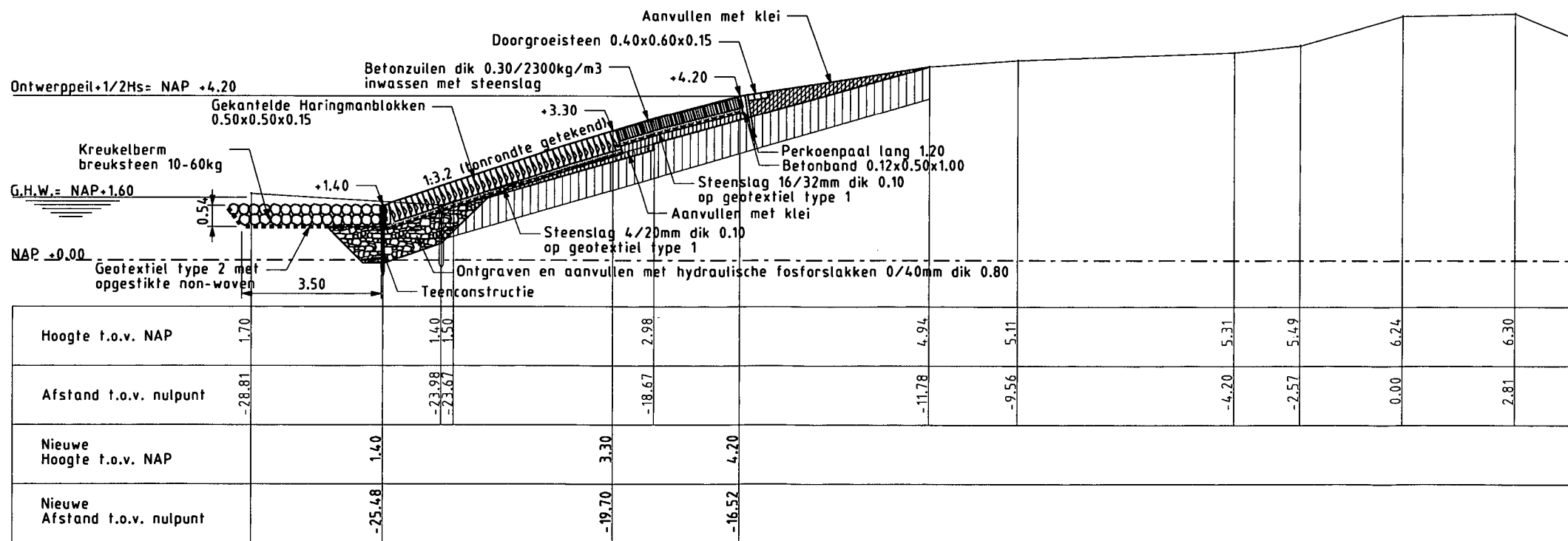
Dwarsprofiel 5 bestaand



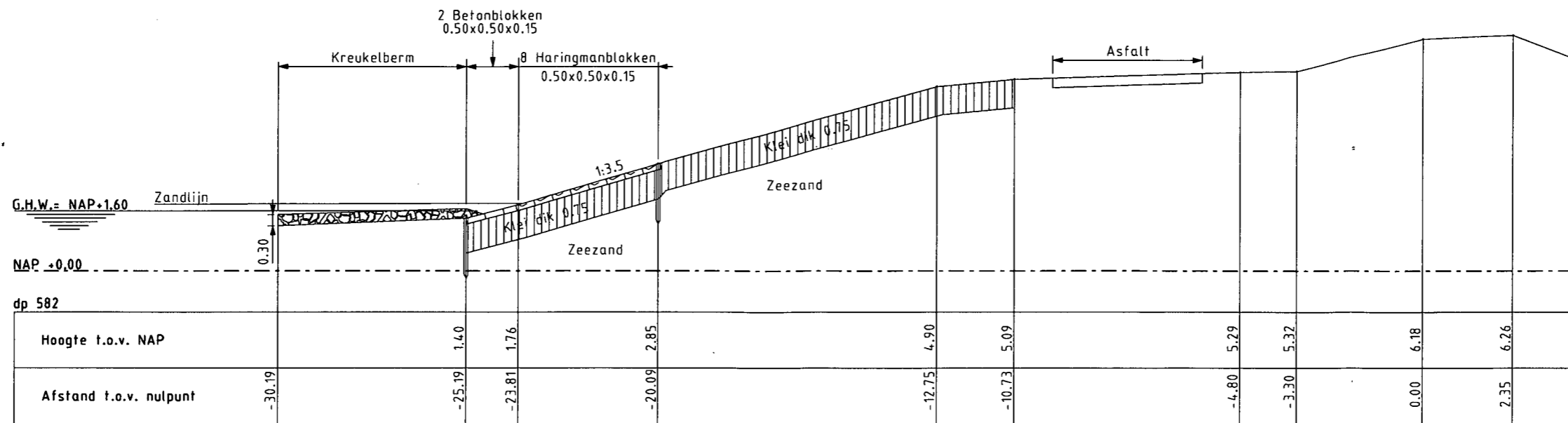
Dwarsprofiel 5 nieuw van dp576+23m tot dp578+50m



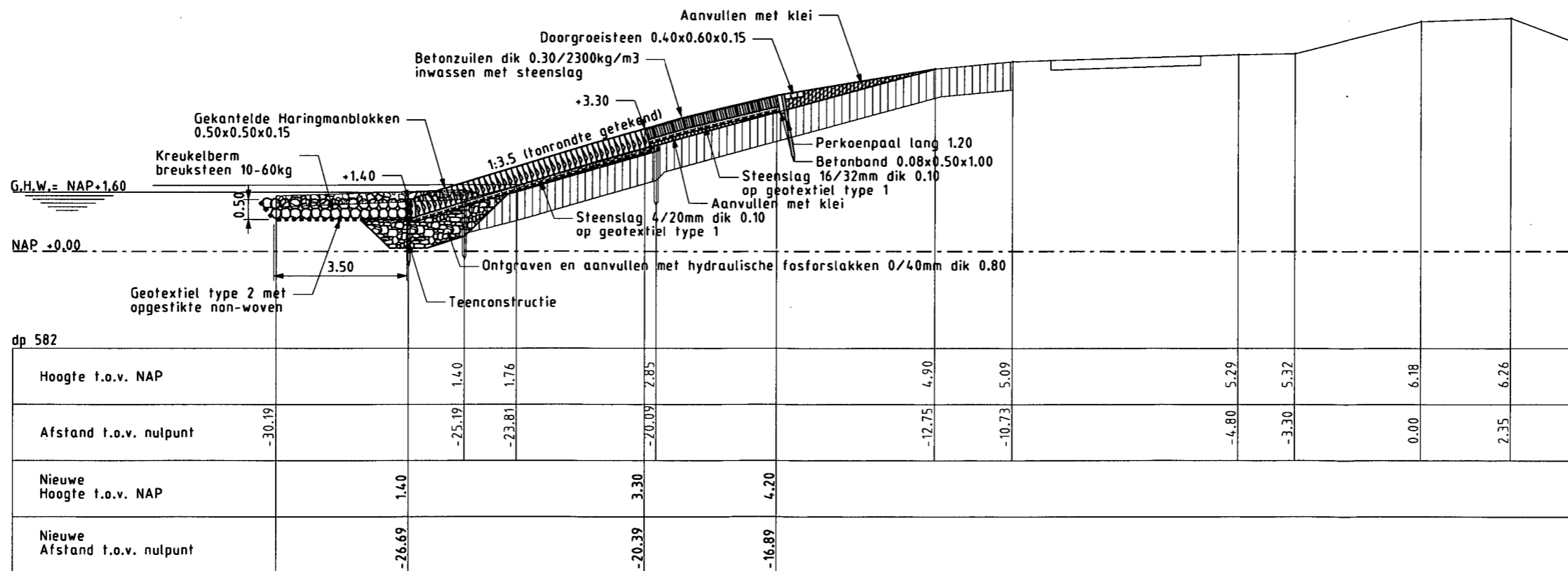
Dwarsprofiel 6 bestaand



Dwarsprofiel 6 nieuw van dp578+50m tot dp580+50m

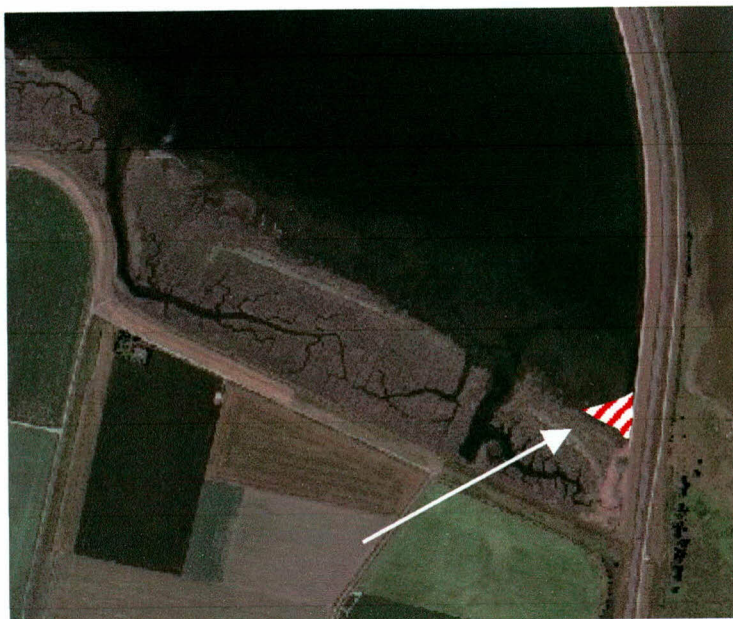


Dwarsprofiel 7 bestaand



Dwarsprofiel 7 nieuw van dp580+50m tot dp586

Figuur 16 Afvoerlocatie zand en klei overschot





## BIJLAGEN

Bijlage 1	Technische toepasbaarheid
Bijlage 1.1	Betonzuilen
Bijlage 1.2	Haringmanblokken
Bijlage 2	Dimensionering
Bijlage 2.1	Randvoorwaardenvak 134
Bijlage 2.2	Randvoorwaardenvak 135
Bijlage 2.3	Berekening stabiliteit onderhoudspad
Bijlage 2.4	Grastoets grafiek
Bijlage 3	Kleilaagdiktes in oude en nieuwe situatie
Bijlage 4	Detailadvies landschapsvisie
Bijlage 5	Detailadvies natuurwaarden
Bijlage 6	Aanvullende informatie over de fauna

## BIJLAGE 1 TECHNISCHE TOEPASBAARHEID

### Bijlage 1.1 Betonzuilen

De technische toepasbaarheid van betonzuilen wordt beschreven in paragraaf 5.4.3. Bij de steilste taludhelling van 1:3,5 en bij de zwaarste randvoorwaarden, uit het "zwaarste" randvoorwaardenvak (dijkvak 134) is gecontroleerd of de zwaarste betonzuil stabiel is.

<b>PARAMETER/</b>	Dijkvak 134
<b>BEREKENING</b>	Helling 1:3,5
<b>Golven</b>	
H <sub>s</sub> [m]	1,01
T <sub>p</sub> [s]	4,40
<b>Talud</b>	
cot(α) [-]	3,1
ft [-]	0,5
<b>Constructietype</b>	
Niet ingewassen zuilen	
Filter	
Geotextiel	
Basis	
<b>ZUILEN</b>	
Az [m <sup>2</sup> ]	0,090
Azo [%]	10
Dz [m]	0,41 (0,50/1,15-0,02)
sm [kg/m <sup>3</sup> ]	2231
G [-]	1,0
<b>Filter</b>	
B [m]	0,15
D <sub>15</sub> [mm]	20
n [-]	0,35

### EINDRESULTATEN

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

## Bijlage 1.2 Haringmanblokken

De technische toepasbaarheid van de Haringmanblokken is beschreven in paragraaf 5.4.4. In deze bijlage zijn twee van de uitgevoerde berekeningen gegeven bij de zwaarste randvoorwaarden.

PARAMETER/ BEREKENING	Dijkvak 134 Helling 1:3,5 Haringman 0,15 m	Dijkvak 135 Helling 1:2,9 Haringman 0,20 m
<b>Golven op NAP+3,70m</b>		
H <sub>s</sub> [m]	1,01	0,84
T <sub>p</sub> [s]	4,40	4,13
<b>Talud</b>		
cot(α) [-]	3,1	2,7
ft [-]	0,5	0,5
<b>Constructietype</b>		
Niet ingewassen dichte blokken		
Filter		
Geotextiel		
Basis		
<b>Blokken</b>		
B [m]	0,15	0,20
L [m]	0,50	0,50
D [m]	0,41 (0,50/1,15-0,02)	0,41 (0,50/1,15-0,02)
s [mm]	1,0	1,0
sm [kg/m <sup>3</sup> ]	2150	2150
G [-]	1,0	1,0
<b>Filter</b>		
b [m]	0,15	0,15
D <sub>15</sub> [mm]	5	5
n [-]	0,35	0,35

## EINDRESULTATEN

<b>Stabiliteit</b>		
<b>toplaag</b>		
ys [m]	0,74	0,74
max. topniveau	ontwerppeil	ontwerppeil
conclusie	De constructie is stabiel	De constructie is stabiel
ANAMOS		

## BIJLAGE 2 DIMENSIONERING

### Bijlage 2.1 Randvoorwaardenvak 134

- Betonzuilen en gekantelde blokken zijn doorgerekend voor randvoorwaardenvak 134 in de bijgevoegde spreadsheetuitdraai van "ontwerp v9\_01.xls".
- $(H_s \cdot T_{pm})$  en  $(H_s^2 \cdot T_{pm})$  leveren dezelfde en de maatgevende waarden voor golven en periodes.
- Voor betonzuilen is gekeken wat de geringste zuilhoogte is voor dit randvoorwaardenvak bij de minimum betondichtheid.
- Er is gekeken hoe dik de filterlaag mag zijn bij de overgang van gekantelde blokken naar zuilen bij een zuilhoogte van 0,24m (inclusief 0,02m en 15% komt dit overeen met 0,30m zuilhoogte). Deze max. filterlaagdikte is 0,29m. Omdat de zuilen in het bovenste 1/3 deel staan van het talud is geen rekening gehouden met tonrondte. Rekenwaarde talud = bestekswaarde talud  $-0,2$ .
- Gekantelde blokken van 0,15m dik kunnen over de gehele taludlengte toegepast worden. Blokken van 0,20m dik kunnen tot een hoogte van NAP+2,60m toegepast worden met handhaving van de filterlaagdikte van 0,15m. Deze blokken kunnen tot NAP+4,20m doorgezet worden in geval de filterlaag max. 0,12m bedraagt.

# Spreadsheet ontwerpen

Versie 9.01 1-02-05

Wijzigingen t.o.v. versie 8.22: geheel aangepast, Anamos gekoppeld

t.b.v. nadere omschrijvingen, cellen worden niet gebruik bij berekening  
cellen worden niet gebruik bij berekeningen

<b>POLDER</b>	Anna Jacoba, etc.
<b>DIJKVAKNR</b>	randvoorw.vak 134, gewicht tussen HS en Tpm: (Hs*Tpm) en (Hs <sup>2</sup> *Tpm), geven gelijke waarden

RANDVOORWAARDEN RIKZ			
Ws [m + NAP]	Hs [m]	Tp [s]	Dichtheid water [ton/m3]
2	0,6	5,3	1,025
3	0,8	4,4 (5,3)	
4	1,1	4,4	

Na wijziging opnieuw laten rekenen

Ontwerppeil 2060 :	3,7
--------------------	-----

algemeen	soort bekleding	beton zuilen	beton blokken (s=1mm)	beton blokken (s=1mm)	beton blokken (s=1mm)	beton zuilen	beton blokken (s=1mm)			
	nadere omschrijving vd bekleding		gekantelde haringm.	gekantelde blokken	gekantelde blokken	max extra dikke filterlaag	gekantelde blokken			
	dijkpaalnummer					op overgang -> 24 cm resulteerd in zuil van 30 cm				
	niveau bovengrens	[m + NAP]	4,20	3,30	2,60	4,20	4,20	3,50		
	niveau ondergrens	[m + NAP]	3,30	1,50	1,50	1,50	3,30	1,50		
	rekenwaarde helling	[1 : 2]	3,30	3,10	3,10	3,10	3,30	2,80		
	↑ is bestekshelling - 0,2 of - 0,4	[-0,2 of -0,4]	-0,2	-0,4	-0,4	-0,4	-0,2	-0,4		
	bodemniveau op 50 m afstand	[m + NAP]	0,70	0,70	0,70	0,70	0,70	0,70		
toplaag	rekenwaarde steendikte	[m]	0,22	0,41	0,41	0,41	0,24	0,41		
	rekenwaarde soortelijke massa	[ton/m3]	2,231	2,150	2,150	2,150	2,231	2,150		
	bij blokken: breedte (langs talud)	[m]		0,15	0,20	0,15		0,20		
	bij blokken: lengte (evenw. talud)	[m]		0,50	0,50	0,50		0,50		
onderlagen	rekenwaarde dikte filterlaag	[m]	0,15	0,15	0,15	0,15	0,29	0,12		
	Opbouw dijk kleilaag/kleikern/zandscheeg bij kleikern: niveau kruin	kl/kl/zs	kl	kl	kl	kl	kl	kl		
	bij geen kleikern: dikte kleilaag	[m + NAP]								
maatgevende condities	Ws	[m + NAP]	3,70	3,70	3,35	3,70	3,70	3,70		
	Hs	[m]	1,01	1,01	0,91	1,01	1,01	1,01		
	Tp	[s]	4,40	4,40	4,40	4,40	4,40	4,40		
	ξ <sub>0p</sub>	[-]	1,66	1,76	1,86	1,76	1,66	1,95		
	ys	[m]	0,65	0,68	0,67	0,68	0,65	0,74		
	Hs > 0,7 d ?	[ja/nee]	nee	nee	nee	nee	nee	nee		
	max. Hs	[m]	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.		
	Tp behorend bij max. Hs	[s]	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.		
	ξ <sub>0p</sub> behorend bij max. Hs en bijbehorende Tp	[-]	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.		
	stabiliteit	aanwezige Hs/ΔD	[-]	3,90	2,24	2,01	2,24	3,58	2,24	
Hs/ΔDmax		[-]	4,28	4,11	3,96	4,11	4,28	3,84		
geldig ? resultaat ANAMOS		[geldig / ongeldig & ksi] [stabiel / twijfel. / onvold.]	geldig 6ksi <sup>1</sup> -2/3	geldig 6ksi <sup>1</sup> -2/3	geldig 6ksi <sup>1</sup> -2/3	geldig 6ksi <sup>1</sup> -2/3	geldig 6ksi <sup>1</sup> -2/3	geldig 6ksi <sup>1</sup> -2/3		
afschuiving	min. benodigde onderlaagdikte nieuw werk (onder filter)	[m]	0,8 (f)	0,8 (f)	0,8 (f)	0,8 (f)	0,8 (f)	0,8 (f)		
	aanwezige onderlaag voldoende dik?	[ja/nee/geavanceerd]	ja	ja	ja	ja	ja	ja		
	semi toetswaarde benodigde onderlaagdikte (ongeroeerde grond)	[m]	0,8 (f)	0,8 (f)	0,8 (f)	0,8 (f)	0,8 (f)	0,8 (f)		

Ruimte voor opmerkingen:

## Bijlage 2.2 Randvoorwaardenvak 135

- Betonzuilen en gekantelde blokken zijn doorgerekend voor randvoorwaardenvak 135 in de bijgevoegde spreadsheetuitdraai van "ontwerp v9\_01.xls".
- HsTpm<sup>2</sup> levert de maatgevende waarden voor golven en periodes.
- Voor betonzuilen is gekeken wat de geringste zuilhoogte is voor dit randvoorwaardenvak bij de minimum betondichtheid.
- Er is gekeken hoe dik de filterlaag mag zijn bij de overgang van gekantelde blokken naar zuilen bij een zuilhoogte van 0,24m (inclusief 0,02m en 15% komt dit overeen met 0,30m zuilhoogte). Deze filterlaagdikte mag 0,35m zijn, wat voldoende is. De zuilen zijn namelijk 0,20m korter dan de blokken.
- Gekantelde blokken van 0,15m dik kunnen over de gehele taludlengte toegepast worden. Blokken van 0,20m dik kunnen tot een hoogte van NAP+2,80m toegepast worden met handhaving van de filterlaagdikte van 0,15m. Met 0,14m filterlaagdikte kunnen ze over de gehele lengte van het talud toegepast worden.

<b>POLDER</b>	Anna Jacoba, etc.
<b>DIJKVAKNR</b>	randvoorw.vak 135, gewicht tussen Hs en Ppm: (Hs*Tpm2)

RANDVOORWAARDEN RIKZ			
Ws (m + NAP)	Hs (m)	Tp (s)	Dichtheid water (ton/m3)
2	0,6	4,2	1,025
3	0,7	4,2	
4	0,9	4,3	
Ontwerppeil 2060	3,7		

Na wijziging opnieuw laten rekenen

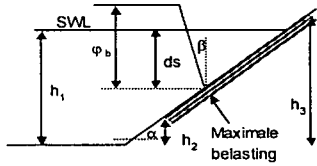
algemeen	soort bekleding	beton zuilen	beton blokken (s=1mm)	beton blokken (s=1mm)	beton blokken (s=1mm)	beton zuilen	beton blokken (s=1mm)			
	nadere omschrijving vd bekleding		gekantelde haringm	gekantelde blokken	gekantelde blokken	extra dikke filterlaag	gekantelde blokken			
	dijkpaalnummer					op overgang				
	niveau bovengrens (m + NAP)	4,20	4,20	3,40	3,30	4,20	2,80			
	niveau ondergrens (m + NAP)	3,30	1,50	1,50	1,50	3,30	1,50			
	rekenwaarde helling (m : l)	2,70	2,70	2,70	2,70	2,70	2,70			
	l is bestekshelling 0,2 of 0,4 (-0,2 of -0,4)	-0,2	-0,2	-0,2	-0,2	-0,2	-0,2			
	bodemniveau op 50 m afstand (m + NAP)	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00			
toplaag	rekenwaarde steendikte (m)	0,21	0,41	0,41	0,24	0,24	0,41			
	rekenwaarde soortelijke massa (ton/m3)	2,231	2,150	2,150	2,150	2,231	2,150			
	bij blokken: breedte (langs talud) (m)		0,15	0,20	0,15		0,20			
	bij blokken: lengte (evenw. talud) (m)		0,50	0,50	0,50		0,50			
onderlagen	rekenwaarde dikte filterlaag (m)	0,15	0,15	0,14	0,15	0,30	0,15			
	Opbouw dijk kleilaag/kleikern/zandscheef	kl	kl	kl	kl	kl	kl			
	bij kleikern: niveau kruin (m + NAP)									
	bij geen kleikern: dikte kleilaag (m)	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80			
maatgevende condities	Ws (m + NAP)	3,70	3,70	3,70	3,70	3,70	3,55			
	Hs (m)	0,84	0,84	0,84	0,84	0,84	0,81			
	Tp (s)	4,27	4,27	4,27	4,27	4,27	4,26			
	Op (s)	2,16	2,16	2,16	2,16	2,16	2,19			
	ys (m)	0,70	0,70	0,70	0,70	0,70	0,69			
	Hs > 0,7 d.7 (ja/nee)	nee	nee	nee	nee	nee	nee			
	max. Hs (m)	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.			
	Tp behorend bij max. Hs (s)	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.			
	Op behorend bij max. Hs en bijbehorende Tp (s)	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.			
stabiliteit	aanwezige Hs/ΔD (s)	3,40	1,87	1,87	1,87	2,97	1,80			
	Hs/ΔDmax (s)	3,60	3,60	3,60	3,60	3,60	3,56			
	geldig.7 (geldig / ongeldig & ksi)	geldig 6ksi^2/3	geldig 6ksi^2/3	geldig 6ksi^2/3	geldig 6ksi^2/3	geldig 6ksi^2/3	geldig 6ksi^2/3			
resultaat ANAMOS (stabiel / twijfel / onvold.)	Stabiel	Stabiel	Stabiel	Stabiel	Stabiel	Stabiel	Stabiel			
afschuiving	min. benodigde onderlaagdikte nieuw werk (onder filter) (m)	0,8 (f)	0,8 (f)	0,8 (f)	0,8 (f)	0,8 (f)	0,8 (f)			
	aanwezige onderlaag voldoende dik? (ja/nee/geenvoerd)	ja	ja	ja	ja	ja	ja			
	semi toetswaarde benodigde onderlaagdikte (ongeroeide grond) (m)	0,8 (f)	0,8 (f)	0,8 (f)	0,8 (f)	0,8 (f)	0,8 (f)			

Ruimte voor opmerkingen:

### **Bijlage 2.3 Stabiliteit betonblokken op onderhoudspad**



definitieschets (niet op schaal)



Eindresultaten	Stabiliteit toplaag				Maatgevend:	Stabiliteit afschuiving		Stabiliteit grensvlak basis-filter:			
	Belasting	Sterkte	Blokbew.	Conclusie:		Stab.factor	Kracht op teen	Kritiek verhang:		Maximaal verhang:	
Naam van dijkvak	S	R	Y	De toplaag is:	$\Gamma_a [-]$	$F_{teen}$	neerwaarts	opwaarts	neerwaarts	opwaarts	
	[m]	[m]	[m]			(kN/m)	[-]	[-]	[-]	[-]	
Randvoorwaardenvak 135, tabel B2, gek. Blok	0,79431912	0,80334111		0 Goed	significante golfhoogte	1,560196792	0	4,897959184	4,897959184	0,2	0,07351464 Twijfelachtig

Hs	Tp	h1	$\rho\omega$
[m]	[s]	[m]	[kg/m <sup>3</sup> ]
0,84	4,27	6	1025

talud			
Helling	fw	h2	h3
[-]	[-]	[m]	[m]
2,86	0,5	0	10

toplaag								
algemene parameters			zuilen			dichte blokken		
D	$\rho\sigma$	Tklem	Z/B/G	Az	Aro	B	L	s
[m]	kg/m <sup>3</sup>	[-]	1/2/3	m <sup>2</sup>	[%]	[m]	[m]	[mm]
0,66	2150	1	2			0,5	0,5	1

Filter			
type			
granulair	b	D <sub>15</sub>	n
filter	[m]	[mm]	[-]
1/2	0,15	20	0,35

Spreadsheet Bermen versie 1.4, d.d. 25-10-05

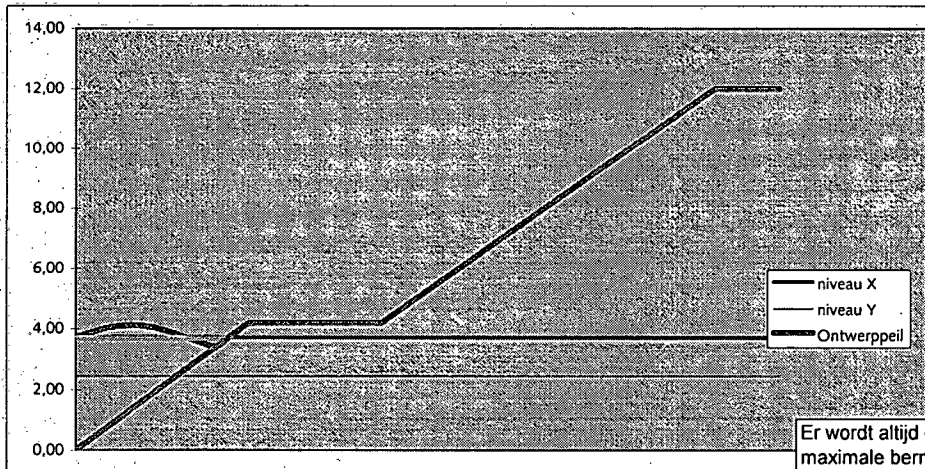
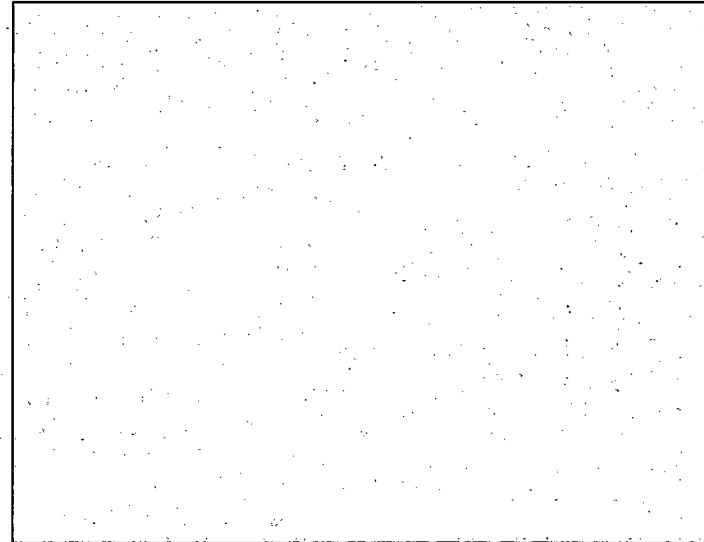
Wijzigingen tov versie 1.3: invoer randvoorwaarden bij 4 waterstanden

INVOER			
Dijkvak	randvw vak 135		
Gebied [OS of WS]	OS		
Waterstand tov. NAP	H <sub>s</sub> [m]	T <sub>pm</sub> [s]	
0	0	0	
2	0,6	4,2	
3	0,7	4,2	
4	0,9	4,3	
Ontwerppeil	[m to v. NAP]	3,7	
Berminiveau	[m to v. NAP]	4,2	
Helling boven berm	(cot) [-]	3	
Helling onder berm	(cot) [-]	2,9	
Bermbreedte	[m]	5	

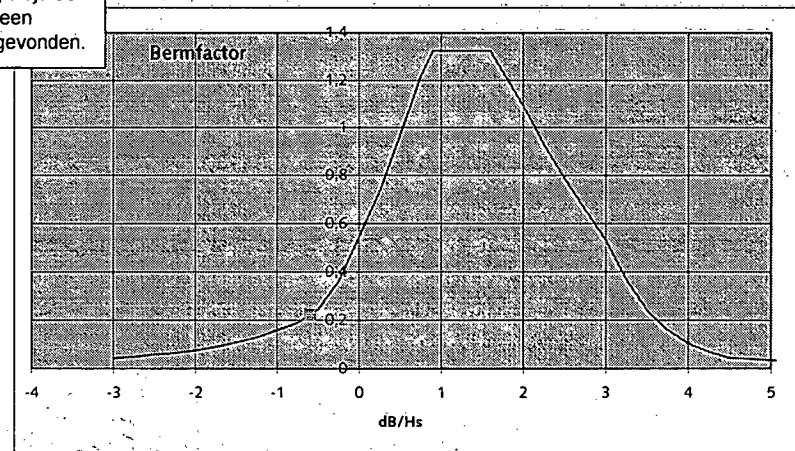
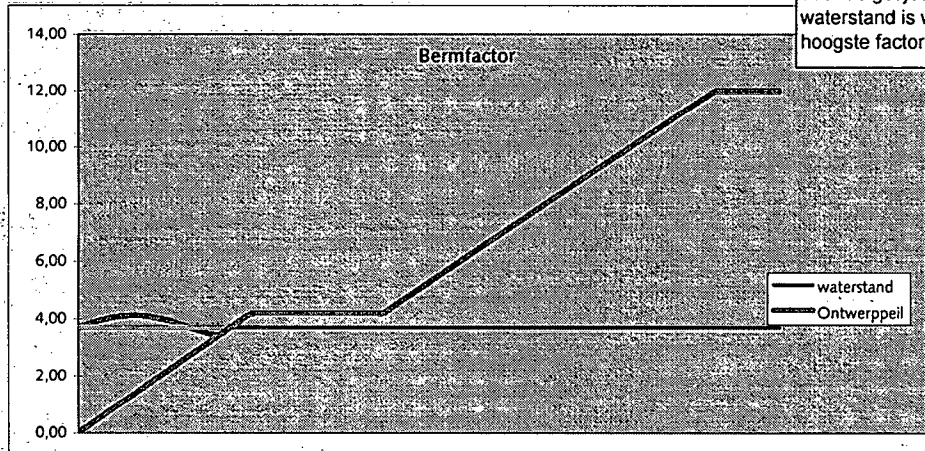
UITVOER		
H <sub>s</sub> ontwerppeil	[m]	0,84
maatgevend niveau X	[m to v. NAP]	3,70
H <sub>s</sub> niveau X	[m]	0,84
T <sub>p</sub> niveau X	[s]	4,27
niveau Y	[m to v. NAP]	2,44
P	[m]	0,50
Q	[m]	1,76
Fictieve helling	(cot) [-]	2,86
d <sub>g</sub> /H <sub>s</sub>	[-]	-0,60
Bijbehorende (max.) ws	[m to v. NAP]	3,70
Bijbehorende (max.) H <sub>s</sub>	[m]	0,84
Bermbreëdfactor	[-]	0,22

De vetgedrukte waarden zijn invoerwaarden voor ANAMOS

opmerkingen:

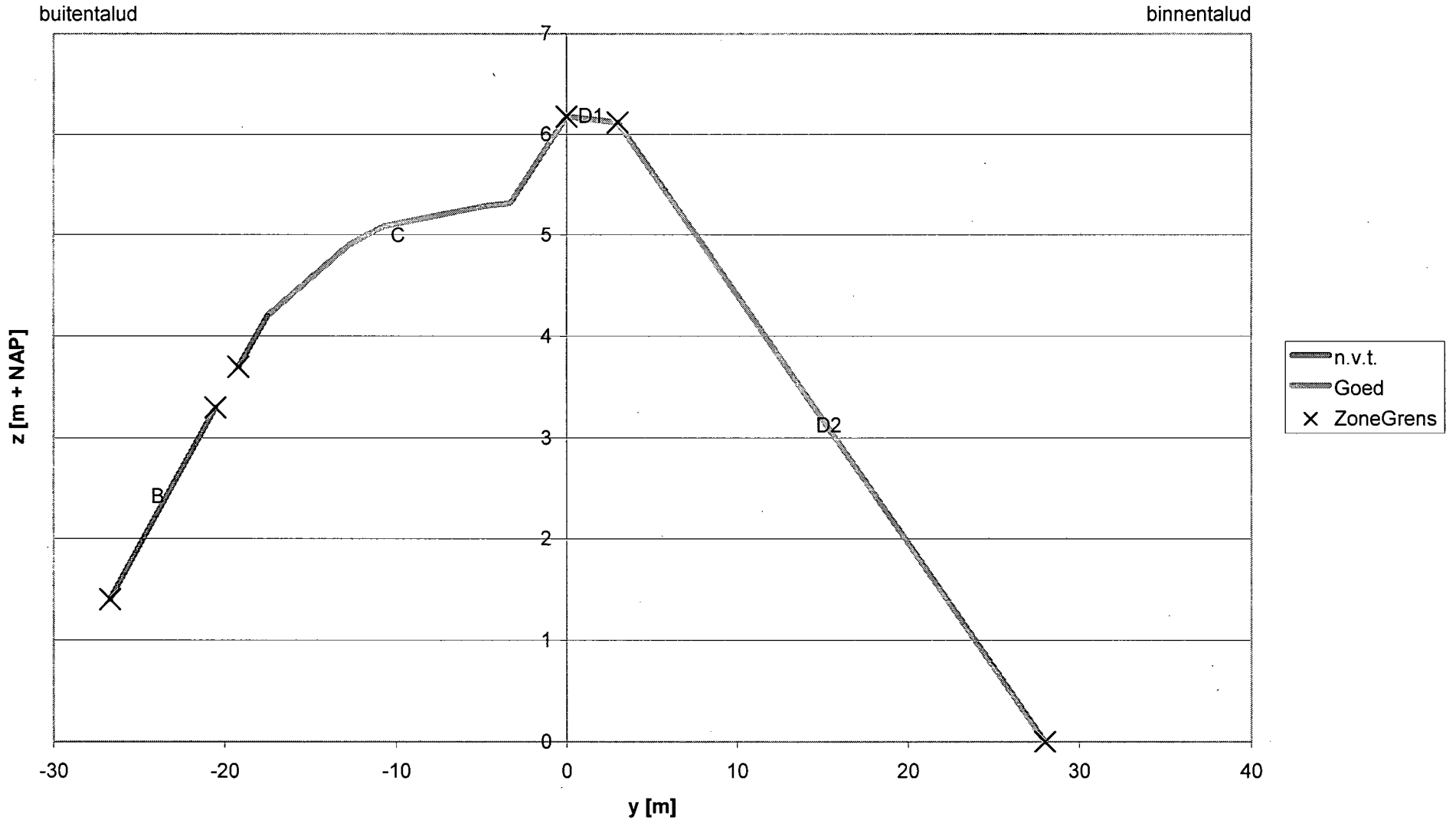


Er wordt altijd gezocht naar de maximale bermbreëdfactor omdat er door de getijbeweging altijd een waterstand is waarbij een hoogste factor wordt gevonden.

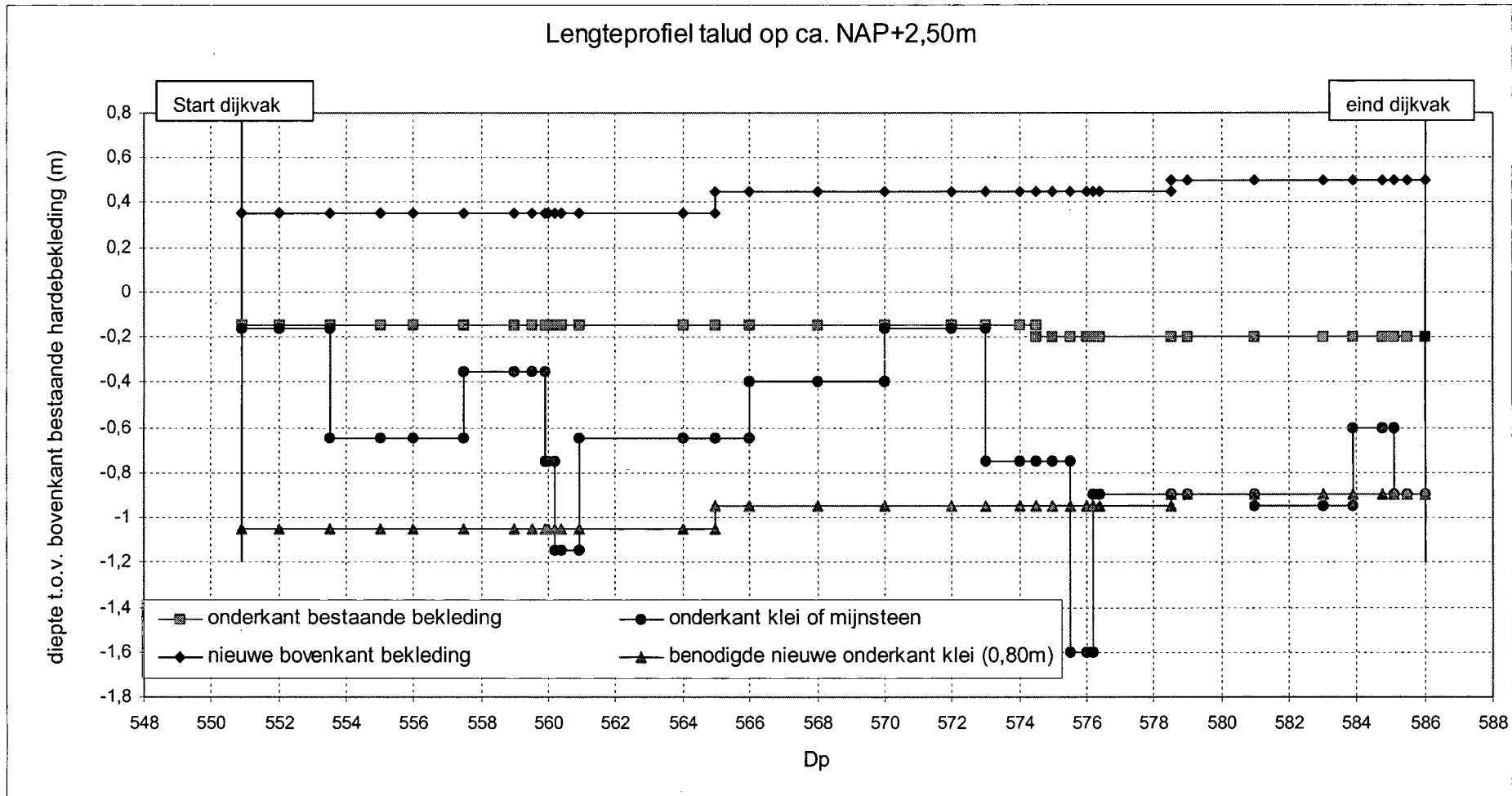


## **Bijlage 2.4 Grastoets grafiek**

### Score grasmat per strook in dwarsprofiel 582



Bijlage 3 Kleilaagdiktes in oude en nieuwe situatie



## Bijlage 4 Detailadvies landschap

Advies landschappelijke vormgeving Zeeweringen Oosterschelde

Dijkvak: Anna Jacoba, Kramers en Prins Hendrik

Datum: 19 april 2005

Door: [REDACTED], Dienst Landelijk Gebied

---

### Aanleiding

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

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

### Landschapsvisie algemeen

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

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

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

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

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

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

Voorgesteld landschapsbeeld (vereenvoudigd)



**Nadere uitwerking dijkvak Anna Jacoba, Kramers en Prins Hendrik**

Het dijkvak ligt aan de noordkant van St. Philipsland aan een uitloper van de Oosterschelde die door de Philipsdam is afgesloten van de Krammer en het Volkerak. Het dijkvak sluit aan de oostzijde aan op de Philipsdam. Door deze afsluiting ligt het dijkvak in een relatief luw gedeelte. Voor het dijkvak ligt over bijna de gehele lengte een hoog opgeslibd voorland dat op veel plaatsen alleen bij hogere waterstanden onderloopt. Door het hoge voorland is in principe alleen de boventafel zichtbaar en de verwachting is dat het voorland over het algemeen redelijk stabiel blijft. Alleen op plaatsen waar het voorland ontbreekt of lager ligt, is de ondertafel zichtbaar. Door de aanwezigheid van het voorland en luwe omstandigheden is het dijkvak rijkelijk voorzien van een vegetatie. Verder liggen er op regelmatige afstand langs het dijkvak enkele uitstulpingen. Waarschijnlijk zijn deze aangelegd om het voorland beter te kunnen betreden met een rijdend voertuig. Vanuit landschappelijk oogpunt hebben deze uitstulpingen geen waarde en is het beter ze te verwijderen.

In aansluiting op de landschapsvisie is het voorstel bij het toepassen van een nieuwe bekleding op het hele dijkvak gebruik te maken van verschillende kleuren materialen in een boven- en ondertafel. Op plaatsen waar de ondertafel onder een stabiel voorland ligt, is het in principe niet nodig het verschil te accentueren. Voorstel is wel om de zichtbare ondertafel en op plaatsen waar de bedekking van het voorland dun is of zal verdwijnen, een donker bekledingsmateriaal te gebruiken. Voor de boventafel is het voorstel om een licht bekledingsmateriaal te gebruiken. In dit geval gelden de volgende uitgangspunten:

1. In de horizontale opbouw het consequent toepassen van donker gekleurde materialen in de ondertafel en het toepassen van licht gekleurde materialen in de boventafel;
2. Uitgezonderd de plaatsen waar voldoende dekking ligt van een voorland (zodat de ondertafel niet zichtbaar is) en de verwachting is dat deze situatie zo blijft;
3. Het eventuele gebruik van goed doorgroeibare materialen in verband met de verwachte ontwikkeling van vegetatie op het dijkvak;

Ter hoogte van de Philipsdam direct aansluiten op de dam.

## BIJLAGE 5 DETAILADVIES NATUURWAARDEN

Aan  
Projectbureau Zeeweringen  
t.a.v.  
Postbus 1000  
4330 ZW Middelburg

Contactpersoon

[REDACTED]

Datum

21-10-2005

Ons kenmerk

-

Onderwerp

detailadvies dijkvak Anna Jacoba, Kramers- en Prins Hendrikpolder

Doorkiesnummer

[REDACTED] 90 [REDACTED] 5

Bijlage(n)

1

Uw kenmerk

-

Dijkvakken van Anna Jacoba, Kramers- en Prins Hendrikpolder zijn op 02-08-2004 door Robert Jentink bezocht. De boventafel van het dijkvak is toen geïnventariseerd volgens de methode van Tansley. Het dijkvak is in het veld opgedeeld in drie gedeelten. Deze zullen hieronder behandeld worden. Ook is het kleine stuk getijdenzone, tussen dijkpalen 560-561 en het voorland schor, geïnventariseerd door Robert Jentink.

### Getijdenzone

#### DP560--DP561

De Oosterschelde staat bekend om zijn zeer gevarieerde en bijzondere wiervegetaties die in de getijdenzone op de dijken groeien. Deze wiervegetaties zijn wettelijk beschermd (in tegenstelling tot de situatie in de Westerschelde). In het NB-wetbesluit met betrekking tot de Oosterschelde worden de wiervegetaties van hard substraat als volgt omschreven:

*"De stenen dijklooiingen, kreukelbermen en strekdammen, vormen kunstmatige rotskusten, waarop allerlei organismen zijn te vinden, die van nature voorkomen op de rotskusten van Het Kanaal. De soortenrijke wiervegetatie op hard substraat, met meer dan 150 soorten (3/4 van de in Nederland voorkomende) waaronder Knotswier, Blaaswier, Groefwier en Suikerwier is uniek. Vele soorten komen alleen in de Oosterschelde voor. De diversiteit van de wiervegetaties verschilt per locatie en is onder andere afhankelijk van het stromingspatroon ter plaatse, de droogligtijd, de overspoelingsfrequentie en het substraattype. De wierbegroeiing vertoont een zonering, evenwijdig aan de hoogtelijn. Kwantitatief de belangrijkste wiersoorten op hard substraat zijn Knotswier en Blaaswier".*

Met deze wiervegetaties dient dan ook zeer zorgvuldig omgegaan te worden.

In de Westerschelde werd er voor de getijdenzone gewerkt met vier categorieën van wiervegetaties (Milieuinventarisatie Westerschelde). In de Oosterschelde zijn dit er acht. Het verschil zit erin dat er in de Oosterschelde onderscheidt wordt gemaakt in een dijk met kreukelberm en een dijk zonder kreukelberm. Categorie 1 tot en met 4 is voor dijk zonder kreukelberm en categorie 5 tot en met 8 is voor een dijk met kreukelberm. Het gaat dus om dezelfde verdeling met 1 en 5 als het minst waardevol en 4 en 8 als het meest waardevol. Het betreffende dijkgedeelte heeft geen kreukelberm. De aanwezige wiervegetatie behoort dus



tot het type 1. Het gehele gedeelte raakt aan een oesterbank in een schorgeul (zie kaart en foto) en er is **geen wierbegroeiing** aanwezig. Dit komt overeen met een type 1. Dit leidt tot het advies 'Geen Voorkeur' voor herstel.

In 1988 is er door bureau Waardenburg een onderzoek geweest naar levensgemeenschappen op harde substraten in de getijdezone van de Oosterschelde. Toen is het betreffende gedeelte niet geïnventariseerd.

Dijkvak	Dijkpaal	Type <sup>1</sup> 1988	Type 2004	Advies Herstel	Potentieel type <sup>2</sup>	Advies Verbetering
20.1	560-561	-	1	Geen voorkeur	1	Geen Voorkeur

<sup>1</sup>Type zoals gebleken uit onderzoek Waardenburg 1982-1988 (Meijer 1989)

<sup>2</sup>Potentie zoals genoemd in rapport Waardenburg "Ecologische waardering dijkvakken" (Meijer 1989)

Zone boven GHW

### 1) Dp550 – Dp560

De steenbekleding bestaat hier uit haringmanblokken met een bovenrand van doorgroeisteen. De bekleding is zowel in de voegen, als het humusdek op de blokken, goed begroeid. Het voorland bestaat uit schor, tot Dp 560 waarna over een lengte van 100m, de oude uitwateringsgeul de dijkvoet raakt. Er zijn maar liefst **11** echte zoutsoorten (**vet**) aangetroffen en 6 zouttolerante soorten. Het gaat om de volgende soorten.

Nederlandsenaam	Bedekking	Latijnse naam	Zoutgetal
Gewone Zoutmelde	f/a	<i>Atriplex portulacoides</i>	4
Lamsoor	f	<i>Limonium vulgare</i>	4
Strandmelde	f	<i>Atriplex littoralis</i>	4
Zeeaster	o/f	<i>Aster tripolium</i>	4
Zilte Schijnspurrie	o	<i>Spergularia salina</i>	4
Gerande Schijnspurrie	f	<i>Spergularia maritima</i>	4
Schorrekruid	f	<i>Suaeda maritima</i>	4
Schorrezoutgras	o	<i>Triglochin maritima</i>	4
Zeekraal	f	<i>Salicornia spec.</i>	4
Zeeweegbree	o	<i>Plantago maritima</i>	4
Zeealsem	f(a)	<i>Artemisia maritima</i>	3
Gewoon Kweldergras	o	<i>Puccinellia maritima</i>	4
Strandkweek	d	<i>Elymus athericus</i>	3
Smalle rolklaver	r	<i>Lotus coniculatus ssp. tenuifolius</i>	3
Reukeloze kamille	o	<i>Matricaria maritima</i>	3
Echt Lepelblad	f	<i>Cochlearia officinalis sp. Officinalis</i>	2
Spiesmelde	o	<i>Atriplex prostrata</i>	1

Methode van Tansley: r = rare (zeldzaam), o = occasional (weinig voorkomend), fr = frequent (regelmatig voorkomend), a = abundant (grotere aantallen/bedekking), d = dominant (overheersend in aantal/bedekking)

Deze vegetatie komt ruimschoots overeen met de hoogste klasse uit de classificatie voor zoutplanten, subklasse 4b, wat inhoudt dat voor **herstel** een advies geldt "**redelijk goed**". Dit leidt automatisch ook tot een advies "**redelijk goed**" voor **verbetering**.

### 2) Dp 560 – Dp 561

De steenbekleding bestaat hier uit haringmanblokken met een bovenrand van doorgroeienden. Het voorland bestaat uit een schorkreek, (vm. uitwatering), met daarin een schelpenbank vol Japanse Oesters.

Vanuit de voegen Haringman is de boventafel aardig begroeid, vooral de "struikjes" Gewone Zoutmelde vallen op. Er komen 6 soorten zoutplanten voor en 1 zouttolerante soort. Het gaat om de volgende soorten:

Nederlandsenaam	Bedekking	Latijsenaam	zoutgetal
Gewone zoutmelde	a	<i>Atriplex portulacoides</i>	4
Lamsoor	f	<i>Limonium vulgare</i>	4
Gerande Schijnspurrie	f	<i>Spergularia maritima</i>	4
Zilte Schijnspurrie	f	<i>Spergularia salina</i>	4
Zeeaster	o	<i>Aster tripolium</i>	4
Zeealsem	r	<i>Artemisia maritima</i>	3
Strandkweek	d	<i>Elymus athericus</i>	3

Methode van Tansley: r = rare (zeldzaam), o = occasional (weinig voorkomend), fr = frequent (regelmatig voorkomend), a = abundant (grotere aantallen/bedekking), d = dominant (overheersend in aantal/bedekking)

Deze vegetatie komt overeen met een klasse 3b uit de classificatie voor zoutplanten wat inhoud dat voor herstel een advies geldt "redelijk goed". Dit leidt automatisch ook tot een advies "redelijk goed" voor verbetering.

### 3) Dp 561 – Dp 590

Dit dijkvak heeft een bekleding van haringmanblokken met een randje doorgroeistenen. De Bovenrand doorgroeistenen ontbreekt tussen Dp 576 en Dp 585. Tussen Dp 576 en Dp 584 ligt dan weer wel een kreukelberm (stortsteen 10/80 kg). Het voorland bestaat uit middelhoog schor met tpv de kreukelberm altijd een plas water. De dijkbekleding is bijna volledig begroeid met veel planten in wisselende bedekking. Er zijn wel 16 zoutsoorten en 7 zouttolerante soorten aangetroffen. Dit samengevat in de volgende tabel:

Nederlandsenaam	Bedekking	Latijsenaam	zoutgetal
Gewone zoutmelde	f(a)	<i>Atriplex portulacoides</i>	4
Strandmelde	f(a)	<i>Atriplex littoralis</i>	4
Lamsoor	f	<i>Limonium vulgare</i>	4
Zilte schijnspurrie	f	<i>Spergularia salina</i>	4
Gerande Schijnspurrie	f	<i>Spergularia maritima</i>	4
Schorrekruid	f	<i>Suaeda maritima</i>	4
Zeekraal	o(f)	<i>Salicornia spec.</i>	4
Schorrezoutgras	o(f)	<i>Triglochin maritima</i>	4
Melkkruid	o(f)	<i>Glaux maritima</i>	4
Zeeaster	o	<i>Aster tripolium</i>	4
Zeeveegbree	o	<i>Plantago maritima</i>	4
Engels Slijkgras	r	<i>Spartina anglica ssp townsendii</i>	4
Gewoon Kweldergras	o(f)	<i>Puccinellia maritima</i>	4
Zeealsem	o(f)	<i>Artemisia maritima</i>	3
Zilte rus	r	<i>Juncus gerardi</i>	3
Engels gras	r	<i>Armeria maritima</i>	3
Reukeloze kamille	f	<i>Matricaria maritima</i>	3
Smalle rolklaver	o	<i>Lotus corniculatus ssp. tenuifolius</i>	3
Hertshoornveegbree	r	<i>Plantago coronopus</i>	3
Strandkweek	d	<i>Elymus athericus</i>	3
Echt Lepelblad	f	<i>Cochlearia officinalis sp.officinalis</i>	2
Heen	r	<i>Scirpus maritimus</i>	2
Rood zwenkgras	o	<i>Festuca rubra ssp. commutata</i>	2
Spiesmelde	o	<i>Atriplex prostrata</i>	1

Methode van Tansley: r = rare (zeldzaam), o = occasional (weinig voorkomend), fr = frequent (regelmatig voorkomend), a = abundant (grotere aantallen/bedekking), d = dominant (overheersend in aantal/bedekking)

Deze vegetatie komt ruim overeen met de hoogste klasse uit de classificatie voor zoutplanten, nl. subklasse 4b, wat inhoudt dat voor **herstel** een advies geldt "**redelijk goed**". Hoger kan niet, dus voor **verbetering** ook het advies "**redelijk goed**".

Samengevat ziet het advies, voor zone boven GHW, eruit als onderstaande tabel.

Dijkvak	Dijkpaal	Advies Herstel	Advies Verbetering
	550-560	Redelijk goed	Redelijk goed
	560-561	Redelijk goed	Redelijk goed
	561-590	Redelijk goed	Redelijk goed

#### Flora en Faunawet

Op de geïnventariseerde glooiing en in het voorland zijn geen plantensoorten aangetroffen die beschermd zijn volgens de Flora- en Faunawet.

Het binnentalud is niet geïnventariseerd.

#### Nota soortenbeleid Provincie Zeeland en NB-wetbesluit

In de Nota Soortenbeleid worden een aantal aandachtsoorten genoemd. Op de zeekeringen kunnen vooral planten voorkomen uit de soortengroepen Aanspoelselplanten en Schorplanten. De soorten die tot deze soortengroep worden gerekend staan op pagina 38 van de Nota Soortenbeleid Provincie Zeeland. **Onderstaande soorten** van deze lijst **zijn aangetroffen** op de glooiing, tevens is vermeld of deze soorten genoemd worden in het NB-wetbesluit voor de Oosterschelde:

Soortgroep	Soort	Nota Soortbl. Prov.Zld	NB-wet
Schorplanten	Gewone zoutmelde	X	X
	Lamsoor	X	
	Schorrezoutgras	X	X
	Zeealsem	X	X
	Zeewegbree	X	X
	Echt lepelblad	X	
Aanspoelselplanten	Strandmelde	X	

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

In het voorland komen de volgende Provinciale aandachtsoorten voor.

Soortgroep	Soort	Nota Soortbl. Prov.Zld	NB-wet
Schorplanten	Gewone zoutmelde	X	X
	Echt lepelblad	X	
	Lamsoor	X	
	Schorrezoutgras	X	X
	Zeealsem	X	X
	Zeeweegbree	X	X
Aanspoelselplanten	Strandmelde	X	

De werkzaamheden kunnen er voor zorgen dat de vegetatiesamenstelling in de werkstrook ter hoogte van het schor (dp 550-dp 590) blijvend veranderd. Uit onderzoek van RIKZ en de MID is gebleken dat deze effecten na lange tijd nog steeds zichtbaar kunnen zijn. (Stikvoort e.a.) Als de werkstrook hoger wordt afgewerkt dan zal dit hier tot gevolg hebben dat een aantal soorten uit deze strook zullen verdwijnen en dat de strook gedomineerd zal gaan worden door strandkweek.. Het heeft dus zaak dat de werkstrook weer wordt terug gebracht op de oorspronkelijke hoogte. In het rapport van het eerder genoemde onderzoek staan een aantal mitigerende maatregelen genoemd om er voor te zorgen dat de effecten op de werkstrook beperkt blijven.

#### **EU-Habitatrichtlijn (gebiedsbeschermingsregime)**

Het voorland bestaat vnl.uit schor. Het aanwezige schor ter hoogte van dp 550-dp 590 is kwalificerend habitat. Voor het gedeelte tussen Dp 550 en Dp 560 gaat hier om habitattype 1320 Schorren met slijkgrasvegetatie. Westelijk hiervan hiervan ligt het grootste deel,(Dp 560 – Dp 590) ligt habitattype 1330, Atlantische schorren. Bij de werkzaamheden zal een gedeelte van dit schor vergraven worden. Uit onderzoek is gebleken dat de effecten van dijkwerkzaamheden soms tientallen jaren later nog steeds in het voorland zichtbaar zijn. Om blijvende effecten te voorkomen is het van belang dat het ruimte beslag op het schor tot een minimum wordt beperkt en dat de mitigerende maatregelen zoals genoemd in het rapport 'Effecten werkstroken dijkverbetering op kwalificerende habitats' (Stikvoort e.a.) uitgevoerd worden. In de Oosterschelde staan de schorren sterk onder druk sinds de aanleg van de compartimenteringdammen en de stormvloedkering. Door de ontstane zandhonger en de afgesneden toevoer van slibrijk rivier water vind er bijna geen opslibbing van schorren meer plaats. Hierdoor is het schor-herstellend vermogen van het Oosterschelde systeem zeer klein. Hierom is het extra belangrijk om de werkstrook zo klein mogelijk te houden en het herstellen van het profiel van het schor zo zorgvuldig mogelijk te doen. Te meer nog omdat vergraven grond waar geen vegetatie meer op staat extra gevoelig is voor erosie. Herstel van de vegetatie ter plekke van de werkstrook, na afloop van de werkzaamheden, is niet te garanderen vanwege alle extra negatieve invloeden van een niet-stabiel Oosterschelde systeem (zandhonger e.d.)..

Voor eventuele vragen ben ik bereikbaar

Met vriendelijke groeten;

Cees Joosse

### Gebruikte Literatuur

Janssen, J.A.M. , J.H.J Schaminee, 2003, Europese Natuur in Nederland: Habitattypen, KNNV Uitgeverij, Utrecht

Meijer, A.J.M., 1989 Ecologische waardering dijkvakken: Onderzoek hardsubstraat levensgemeenschappen in de getijdzone van de oosterschelde, Bureau Waardeburg bv, Culemborg

Provincie Zeeland, 2001, Nota Soortenbeleid: Flora en Fauna van Zeeland, Middelburg

Stikvoort, E.C., R. Jentink, C. Joosse & A.M. van der Pluijm, 2004.  
Effecten werkstroken dijkverbetering op kwalificerende habitats: Verkennend onderzoek op slikken en schorren langs Westerschelde en Oosterschelde. Rapport RIKZ/2004.026, ZLMD-04.N.006. Rijkswaterstaat Rijksinstituut voor Kust en Zee, Middelburg / Meetinformatiedienst Zeeland, Vlissingen.

Weeda, E.J., J.H.J. Schaminee & L. van Duuren, 2000, Atlas van Plantengemeenschappen in Nederland, Deel 1 Wateren, moerassen en natte heiden, KNNV Uitgeverij, Utrecht

## BIJLAGE 6 AANVULLENDE INFORMATIE OVER DE FAUNA

Het Rumoirtschor dat grenst aan het dijkvak is van hoge ecologische waarde. Omdat ten tijde van het schrijven van deze nota nog niet alle faunagegevens beschikbaar waren, is deze bijlage niet volledig.

Het schor is kwetsbaar broedgebied voor kustbroedvogels volgens de Integrale Beoordeling natuurwaarden Oosterschelde (IBOS). Op de schorrand bevinden zich hoogwatervluchtplaatsen ter hoogte van dp 556 en aan weerszijden van de kreekingang ter hoogte van dp 570 – 573.

Bij veldonderzoek in 2005 is de Noordse Woelmuis (*Microtus oeconomus arenicola*) op de Rumoirtschorren aangetroffen. Dit is een prioritaire soort uit de EU-habitatrichtlijn die overal in Nederland onder het meest strikte beschermingsregime valt. De soort leeft vermoedelijk juist op de nattere delen van het schor omdat daar de concurrentie met andere woelmuizen uit de weg kan worden gegaan.

De Rumoirtschorren zijn een potentiële verblijfplaats voor de schorzijdebij (*Colletes halophilus*) en mogelijk de schorviltbij (*Epeolis tarsalis*). De schorzijdebij is een wilde bijensoort die als drachtplant de zulte of zeeaster heeft. De zeeaster komt voor op de Rumoirtschorren.

De bijen kiezen voor het nest bij voorkeur zandige grond op een talud. Daarin graven ze een vertakte gang die tot een centimeter of vijftien de grond in loopt. Het nest wordt bij voorkeur gegraven in hellingen die op het noorden geëxposeerd zijn en die 's winters bij springvloed één of enkele malen onderlopen. Zodoende is dit dijkvak in potentie geschikt voor deze soort. Bij uitgebreid veldonderzoek in 2004 door het Zeeuwse landschap is de Schorviltbij niet aangetroffen op het dijkvak, vermoedelijk omdat een zandige bovenlaag nu overal ontbreekt.