

# VERBETERING VAN NOORDELIJKE HAVENDAM BIJ WALSOORDEN

Ontwerpnota

Versie 1 Definitief

12-2-2003

Projectbureau Zeeweringen Verbetering van noordelijke havendam bij Walsoorden Ontwerpnota				
Auteur: ██████████ r	controle	Intern	Toetsgrp	A.O.
Versie: 1	paraaf	<i>[Handwritten signature]</i>	<i>[Handwritten signature]</i>	<i>[Handwritten signature]</i>
Datum: 12-2-2003	d.d.	<i>24-2-03</i>	<i>25-02-03</i>	<i>25-02-03</i>
Documentnummer: PZDT-R-02.332 ontw				





**INHOUDSOPGAVE**

SAMENVATTING		1
1.	INLEIDING	2
1.1	Achtergrond	2
1.2	Havendammen en achterliggende dijk	2
1.3	Doelstelling Ontwerpnota	2
1.4	Leeswijzer	3
2.	SITUATIEBESCHRIJVING	4
2.1	Locatie projectgebied	4
2.2	Geometrie en bekleding	4
3.	ONTWERPCONDITIONES	6
3.1	Uitgangspunten	6
3.2	Randvoorwaarden	6
3.2.1	Waterstanden	6
3.2.2	Golven	6
3.2.3	Ecologische randvoorwaarden	7
4.	TOETSING	8
4.1	Algemeen	8
4.2	Toetsing havendam	8
4.2.1	Toetsing toplaag	8
4.2.2	Toetsing reststerkte bekleding	8
4.2.3	Damwand	8
4.2.4	Kruinhoogte en berm	9
4.2.5	Conclusie	9
5.	KEUZE BEKLEDING	10
5.1	Inleiding	10
5.2	Beschikbaarheid	10
5.3	Voorselectie	11
5.4	Technische toepasbaarheid zetsteenbekledingen	13
5.4.1	Inleiding	13
5.4.2	Bermniveau en taludhellingen	13
5.4.3	Aanvullende ontwerpeisen kruin en binnentalud	13
5.4.4	Betonzuilen	14
5.4.5	Gekantelde betonblokken	14
5.4.6	Basaltzuilen	15
5.4.7	Gepenetreerde breuksteen	15
5.5	Ecologische toepasbaarheid	15
5.6	Landschapsvisie	15
5.7	Afweging en keuze	16



6.	DIMENSIONERING	19
6.1	Algemeen	19
6.2	Kreukelberm en teenconstructie	19
6.2.1	Toplaag	19
6.2.2	Geokunststof en kraagstuk	19
6.2.3	Teenconstructie	20
6.2.4	Binnenteen	20
6.3	Zetsteenbekleding	21
6.3.1	Betonzuilen	21
6.3.2	Betonzuilen op de kruin	22
6.3.3	Basalt	22
6.3.4	Gekantelde betonblokken	22
6.3.5	Uitvullaag	22
6.3.6	Geokunststof	23
6.3.7	Basismateriaal	23
6.4	Overgangsconstructies	24
6.5	Overgang tussen talud en berm	24
6.6	Damwand op dam	24
6.7	Houten palen op dam	25
6.8	Berm	25
7.	AANDACHTSPUNTEN VOOR BESTEK EN UITVOERING	26

FIGUREN  
LITERATUUR  
BIJLAGEN

## SAMENVATTING

Deze ontwerpnota, opgesteld binnen het kader van het Project Zeeweringen van Rijkswaterstaat, betreft het ontwerp van de nieuwe bekledingen op de noordelijke dam van de haven van Walsoorden, inclusief de aansluiting op de Noorddijkpolder. Walsoorden ligt in het oosten van Zeeuws-Vlaanderen en valt, wat betreft de waterkering, onder het beheer van het waterschap Zeeuws-Vlaanderen.

De noordelijke dam, met een lengte van ongeveer 200 m, is ontstaan uit een verlenging van de oude noordelijke dam en demping van de oude haveningang. De kruin ligt op een gemiddelde hoogte van NAP + 3,3 m. De dam is bekleed met een lappendeken van Vilvoordse steen, Doornikse steen, basalt, Lessinische steen, vlakke blokken en Petiet graniet.

Op de kruinlijn aan de buitenzijde is door de gemeente Hontenisse een 100 m lange damwand aangebracht, die de achterliggende kade tegen golven beschermt. De bovenzijde van de damwand ligt op NAP + 5,0 m. Vanaf het einde van de damwand tot de kop van de dam is een rij van houten palen geplaatst.

De aansluiting tussen de dam en de Noorddijkpolder is circa 140 m lang. Aan de noordzijde van de aansluiting ligt een oude veerstoep, die niet meer wordt gebruikt. De taluds van de aansluiting zijn bekleed met Doornikse steen, Vilvoordse steen, Pools graniet, (gepenetreerde) basalt en vlakke blokken. De veerstoep is bekleed met basalt, Doornikse steen en Petiet graniet.

De ontwerpwaterstand (ontwerppeil 2060) bedraagt NAP + 6,75 m. De bijbehorende ontwerpwaarden voor de golfhoogte  $H_s$  en de golfperiode  $T_p$  zijn 1,74 m en 5,7 s.

Uit de toetsing volgt dat de gehele bekleding moet worden vernieuwd.

De nieuwe bekledingen zijn bepaald aan de hand van het beschikbare materiaal, het eventuele hergebruik van materiaal, de technische en ecologische toepasbaarheid, de inpasbaarheid in het landschap, de uitvoerings- en beheersaspecten, en de kosten. De ecologische toepasbaarheid is uitgedrukt in de bekleding die minimaal nodig is voor herstel of verbetering van de aanwezige natuurwaarden.

De buitenzijde van de dam en de aansluiting worden bekleed met betonzulen, die op de ondertafel zijn voorzien van een eco-toplaag. De kop van de dam wordt uitgevoerd in (elders) vrijgekomen basalt. Op de binnenzijde worden vlakke blokken hergebruikt, in gekantelde opstelling.

Wanneer de damwand op de kruin van de dam tijdens de uitvoering niet kan blijven staan en moet worden afgebrand, adviseert de toetsgroep van Projectbureau Zeeweringen hier grote betonblokken voor terug te plaatsen (het waterschap moet hiervoor aan de gemeente een vergunning verlenen). Ook de houten palen worden teruggeplaatst.

De kreukelberm wordt vernieuwd met breuksteen van 40-200 kg. Om te voorkomen dat een deel van de kreukelberm in de loop van de tijd in de havengeul verdwijnt, wordt geadviseerd de hellingen onder water te verflauwen tot 1:3 of flauwer. In de teen van het binnentalud worden schanskorven geplaatst.

Het Projectbureau Zeeweringen heeft besloten eerst de bestaande bekledingen van de zuidelijke dam en de noordelijke dam te verbeteren. De bekledingen op de achterliggende dijken worden in een later stadium verbeterd, waarbij rekening wordt gehouden met de verbeteringen aan de dammen. De dammen en de achterliggende dijk vormen samen de primaire waterkering.

## **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 de 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 2003 zijn meerdere dijktrajecten langs de Westerschelde uitgekozen, inclusief de dammen voor de haven van Walsoorden. De voorliggende nota betreft het ontwerp van de nieuwe bekledingen op de noordelijk gelegen havendam bij Walsoorden. Het ontwerp van de nieuwe bekledingen op de zuidelijke havendam is beschreven in [1].

In het algemeen wordt in de ontwerpen alleen de bekleding van het buitentalud, vanaf de teen tot en met het bovenbeloop, beschouwd. Kruin, binnentalud, kern en ondergrond worden niet meegenomen. De berm wordt bij het ontwerp betrokken voor zover dat voor de uitvoering van de werken van belang is. Bij de havendammen wordt ook voor de bekledingen op het binnentalud een nieuw ontwerp gemaakt.

### **1.2 Havendammen en achterliggende dijk**

Het Projectbureau Zeeweringen heeft besloten eerst de bestaande bekledingen van de beide havendammen te verbeteren. De bekledingen op de achterliggende dijken worden in een later stadium verbeterd, waarbij rekening wordt gehouden met de verbeteringen aan de dammen. De dammen en de achterliggende dijk vormen samen de primaire waterkering. De bijbehorende ontwerpfilosofie is beschreven in de aan het Ambtelijk Overleg gerichte notitie PZDT-N-02379, aangevuld met PZDT-N-03018 [22]. Het waterschap Zeeuws-Vlaanderen moet vaststellen of de geometrie (kruinhoogte, berm) van de dijken moet worden aangepast, voordat op deze dijken nieuwe bekledingen worden aangebracht.

### **1.3 Doelstelling Ontwerpnota**

De ontwerpen worden vastgelegd in ontwerpnota's, met onder meer een beschrijving van de uitgangspunten en randvoorwaarden, en van de keuzes die op grond hiervan worden gemaakt. Ten behoeve van de helderheid is besloten om de ontwerpnota's te splitsen. Aspecten die gelden voor alle werken die in 2002 worden voorbereid, worden beschreven in de Algemene Nota 2001 [2], inclusief de nota van wijzigingen voor 2002 [3], terwijl de specifieke aspecten van elk dijktraject in een aparte ontwerpnota worden vastgelegd.

De voorliggende nota is de specifieke ontwerpnota voor de noordelijk gelegen havendam bij Walsoorden. Voor deze specifieke nota kan de volgende doelstelling worden geformuleerd: de nota moet een beschrijving geven van:

- de specifieke aspecten die van belang zijn voor het ontwerp van de taludbekledingen op de dammen bij Walsoorden;
- het toetsresultaat en de ontwerpberekeningen;
- het resulterend ontwerp.

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

#### **1.4 Leeswijzer**

In hoofdstuk 2 wordt de huidige situatie van de noordelijke dam beschreven. Hoofdstuk 3 beschrijft de uitgangspunten en de randvoorwaarden. In hoofdstuk 4 komt de toetsing van de huidige bekleding aan de orde en wordt geconcludeerd welke delen binnen het Project Zeeweringen moeten worden verbeterd. In hoofdstuk 5 wordt op basis van de vastgestelde uitgangspunten en randvoorwaarden een voorkeursoplossing gekozen voor het gedeelte van de dam dat moet worden verbeterd. In hoofdstuk 6 wordt de dimensionering van de bekledingen beschreven. Tenslotte wordt in hoofdstuk 7 een lijst gegeven met de aandachtspunten voor het bestek en de uitvoering.

## 2. SITUATIEBESCHRIJVING

### 2.1 Locatie projectgebied

De haven van Walsoorden ligt in Oost-Zeeuws-Vlaanderen en valt, wat betreft de waterkering, onder het beheer van het waterschap Zeeuws-Vlaanderen. De locatie is weergegeven in de figuren 1a en 1b. Het gedeelte dat is geselecteerd voor verbetering betreft de noordelijk gelegen havendam, inclusief de aansluiting op de Noorddijkpolder. De noordelijke dam ligt in randvoorwaardevak 89, in het vervolg aangeduid met dijkvak 89, tussen dp 240 en dp 245.

De bekledingen op de aansluitende dijk, langs de Noorddijkpolder, zijn verbeterd in 1999.

### 2.2 Geometrie en bekleding

Bij het ontwerp zijn de bekleding en de kern van de dam van belang (toplaag, granulaire onderlaag en basismateriaal). Het talud van de aansluiting bestaat uit de teen, de ondertafel, de boventafel, de berm en het bovenbeloop. De grens tussen de ondertafel en de boventafel ligt ongeveer op het niveau van het gemiddelde hoogwater. De noordelijke dam en de aansluiting worden hieronder beschreven. Zie ook de karakteristieke dwarsprofielen die zijn weergegeven in figuur 6 t/m figuur 11.

#### Noordelijke dam

De noordelijke dam, met een lengte van ongeveer 200 m, is ontstaan bij de uitbreiding van de haven in 1967. Toen is de oude haveningang gedempt, en zijn de oude noordelijke en zuidelijke dam met elkaar verbonden en omgevormd tot de huidige noordelijke dam. De bovenkant van de teenconstructie ligt op circa NAP - 1,5 m. Op de teen ligt een laag stortsteen, met de bovenkant op circa NAP - 1 m tot NAP - 0,5 m.

Aangezien de kruin van de huidige dam gemiddeld op NAP + 3,3 m ligt, heeft de dam alleen een ondertafel. De gemiddelde helling van het buitentalud is 1:3 en de gemiddelde helling van het binnentalud is 1:2,5. Langs de binnenzijde van de dam is over een afstand van 80 m een kademuur aanwezig. Daarnaast bevindt zich aan de binnenzijde een houten aanlegsteiger.

De kop van de dam is bekleed met basalt. Op de buitenzijde, de binnenzijde en de kruin van de dam bevindt zich een lappendeken van Vilvoordse steen, Doornikse steen, basalt, Lessinische steen, vlakke blokken en Petiet graniet.

Onder de bekledingen bevindt zich puin of mijnsteen en/of zijn meerdere vlijlagen aanwezig. Op de delen van de dam die deel uit maakten van de oude dam is onder de puin of vlijlagen een kleilaag aanwezig, waarvan de dikte meestal 1 m bedraagt. Ter plaatse van de demping van de oude haveningang is geen kleilaag aanwezig.

Op de kruinlijn aan de buitenzijde is door de gemeente Hontenisse, met vergunning van het waterschap, een 100 m lange damwand aangebracht, die de achterliggende kade tegen golven beschermt. De bovenzijde van de damwand ligt op NAP + 5,0 m. De belangrijkste functie van de damwand is het verankeren (ankerschot) van de kadewand. Vanaf het einde van de damwand tot de kop van de dam is een rij van houten palen geplaatst, die de golfslag in de haven bij storm moet beperken.

Tijdens laagwater valt een deel van de haven droog en liggen aangemeerde schepen op de bodem van de haven. Aan de buitenzijde ligt een dam van stortsteen, loodrecht op de lengteas van de dam.

### **Aansluiting op Noorddijkpolder**

De aansluiting tussen de dam en de Noorddijkpolder is circa 140 m lang. Aan de noordzijde van de aansluiting ligt een oude veerstoep, die niet meer wordt gebruikt. De bovenkant van de teenconstructie en de stortstenen kreukelberm ligt op circa NAP - 1 m. De gemiddelde taludhelling is ongeveer 1:3 en de buitenkniklijn van de berm ligt op circa NAP + 5 m tot NAP + 6 m. De breedte van de berm neemt af van 70 m bij de dam tot 7 m bij dp 245. Op het breedste gedeelte van de berm bevindt zich een loods.

De hoogte van de veerstoep bedraagt gemiddeld NAP + 3,7 m. De taluds naast de veerstoep zijn bekleed met Doornikse steen, Vilvoordse steen, Pools graniet, (gepenetreerde) basalt en vlakke blokken. De veerstoep is bekleed met basalt, Doornikse steen en Petiet graniet.

Onder de bekledingen van natuursteen liggen een filterlaag van steenslag en meerdere vlijlagen. De vlakke blokken zijn direct op de klei aangebracht. De kleilaag onder de bekledingen heeft een dikte van ongeveer 1 m.

De berm is, op de onderhoudsstrook na, met gras bekleed.

De dijk bij dp 245 heeft een oude kleikern.

De verbeterde bekleding van de Noorddijkpolder bestaat uit een strook van gekantelde blokken aan de teen, tussen circa NAP - 1,0 m en circa NAP, en betonzuilen van

0,40 m/2300 kg/m<sup>3</sup>, tussen circa NAP en de berm op NAP + 6,0 m.

Voor een schematische weergave van de bekledingen van de noordelijke dam en de aansluiting op de Noorddijkpolder wordt verwezen naar figuur 2.

De kruin van de achterliggende dijk ligt op circa NAP + 8 m. De taludhelling van de dijk bedraagt circa 1:2,5. Het niveau van het haventerrein ligt op NAP + 3 m tot NAP + 3,5 m.

### 3. ONTWERPCONDITIONES

#### 3.1 Uitgangspunten

Voor de uitgangspunten wordt verwezen naar de Algemene Nota 2001 [2], inclusief de nota van wijzigingen voor 2002 [3].

#### 3.2 Randvoorwaarden

##### 3.2.1 Waterstanden

Bij Walsoorden is de gemiddelde hoogwaterstand (GHW) gelijk aan NAP + 2,5 m, is de gemiddelde laagwaterstand (GLW) circa NAP - 2 m, en is het Ontwerppeil 2060 gelijk aan NAP + 6,75 m [4]. Het Ontwerppeil is gebaseerd op de nota 'De basispeilen langs de Nederlandse kust' [5]. Voor de bepaling van het Ontwerppeil 2060 is een zeespiegelrijzing voor de duur van 75 jaar opgeteld bij het vastgestelde ontwerppeil voor 1985.

##### 3.2.2 Golven

In tabel 3.1 zijn voor verschillende waterstanden de maatgevende golven gegeven, die zijn berekend door het RIKZ [4].

**Tabel 3.1 Golfrandvoorwaarden [4]**

Dijkvak	Locatie	Waterstand					
		NAP + 2 m		NAP + 4 m		NAP + 6 m	
		$H_s$ [m]	$T_p$ [s]	$H_s$ [m]	$T_p$ [s]	$H_s$ [m]	$T_p$ [s]
89	dp 240 - dp 245	1,5	5,7	1,6	5,7	1,7	5,7

Voor de golfrandvoorwaarden bij tussenliggende waterstanden wordt lineair geïnterpoleerd. Bij lagere en hogere waterstanden wordt geëxtrapoleerd. In tabel 3.2 is weergegeven welke golfrandvoorwaarden horen bij het Ontwerppeil 2060.

**Tabel 3.2 Golfrandvoorwaarden bij Ontwerppeil 2060**

Dijkvak	Ontwerppeil 2060 [NAP + m]	$H_s$ [m]	$T_p$ [s]
89	6,75	1,74	5,7

### 3.2.3 Ecologische randvoorwaarden

In de Milieu-inventarisatie [6] is voor het onderhavige dijkvak een inventarisatie gemaakt van de huidige natuurwaarden en van de potenties voor natuurontwikkeling. Alle relevante bekledingstypen zijn op grond van hun ecologische kenmerken ingedeeld in categorieën. Voor het dijkvak is vastgesteld welke categorieën minimaal moeten worden toegepast om de natuurwaarden te herstellen of te verbeteren. Onderscheid wordt gemaakt in de getijdezone en de zone boven GHW. De resultaten zijn weergegeven in tabel 3.3. Voor de indeling van de bekledingstypen in categorieën wordt verwezen naar de Milieu-inventarisatie en naar de Algemene Nota 2001 [2].

**Tabel 3.3 Minimaal benodigde categorie van type dijkbekleding conform de Milieu-inventarisatie [6]**

Dijkvak	Getijdezone		Boven GHW	
	Herstel	verbetering	herstel	verbetering
89	(redelijk) goed / voldoende	(redelijk) goed	geen voorkeur	redelijk goed

Buitendijks grenst de dam aan een milieubeschermingsgebied.

Het waterschap wil de buitenzijde van de dijken (niet de buitenzijde van de dammen) open kunnen stellen voor recreatief gebruik. Openstellen is mogelijk, omdat het dijkvak voor vogels van gering belang is.

De veerstoep is van cultuurhistorische waarde en moet worden gehandhaafd. Aanvullend op de Milieu-inventarisatie, heeft de Meetinformatiedienst Zeeland een meer gedetailleerd onderzoek uitgevoerd naar de vegetatie op de noordelijke havendam. De resultaten van dit onderzoek zijn verwoord in het Detailadvies, dat is opgenomen in bijlage 3 en samengevat in tabel 3.4.

**Tabel 3.4 Minimaal benodigde categorie van type dijkbekleding conform het Detailadvies (bijlage 3)**

Zijde havendam	Getijdezone		Boven GHW	
	Herstel	verbetering	herstel	verbetering
Binnenzijde	(redelijk) goed	(redelijk) goed	redelijk goed	redelijk goed
Kop	(redelijk) goed	goed (eco)	redelijk goed	redelijk goed (eco)
Buitenzijde	goed (eco)	goed (eco)	redelijk goed (eco)	redelijk goed (eco)

In het algemeen wordt het Detailadvies opgevolgd omdat dit is gebaseerd op een recent vegetatieonderzoek.

In het Detailadvies voor de zuidelijke havendam (bijlage 3 van [1]) wordt aanbevolen, indien wordt besloten de beide havendammen grotendeels met betonzuilen te bekleden, de koppen van de dammen uit te voeren in basalt. Vroeger werd de kop van een dam veelal met basalt bekleed, omdat met andere bekledingen de scherpe bocht op de kop niet goed te maken was. Tegenwoordig kan deze bocht met betonzuilen worden gemaakt.



## 4. TOETSING

### 4.1 Algemeen

In 1996 heeft Grondmechanica Delft gerapporteerd over de toestand van de dijkbekledingen in Zeeland [7]. Een globale toetsing is uitgevoerd aan de hand van de 'Leidraad toetsen op veiligheid' [8]. 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 de dammen van Walsoorden zijn met nieuwe berekeningen getoetst, gebruikmakend van de golfrandvoorwaarden uit paragraaf 3.2.

### 4.2 Toetsing havendam

#### 4.2.1 Toetsing toplaag

Bij het ontwerp van de nieuwe bekledingen wordt uitgegaan van de resultaten uit [9], waarin de laatste toetsing is opgenomen en eerdere toetsingen zijn herzien. Alle bekledingen, behalve de bekledingen met basalt, zijn hierin als 'onvoldoende' beoordeeld. De basaltbekledingen worden toch afgekeurd, omdat de beheerder zakkingen heeft waargenomen in deze bekledingen, de oppervlaktes van de basaltbekledingen klein zijn en deze bekledingen omringd worden door andere bekledingen met onvoldoende sterkte. Ook de graniet, die direct naast de nieuwe bekleding van de Noorddijkpolder is aangebracht, is onvoldoende.

De eindbeoordeling van de toetsing is weergegeven in figuur 3.

De bekleding op de veerstoep is niet voldoende, maar kan worden gehandhaafd wanneer achter de veerstoep een nieuwe (verborgen) bekleding wordt aangelegd.

#### 4.2.2 Toetsing reststerkte bekleding

Toetsing van de reststerkte is relevant voor die vakken waarvan de toplaag onvoldoende stabiel is. De reststerkte wordt als 'voldoende' beoordeeld als

- de ontwerpgolffhoogte ( $H_s$  bij Ontwerppeil 2060) kleiner is dan 2 m, én
  - de kern van de dijk tot voldoende hoogte uit goede klei bestaat, of
  - op de kern een laag van goede klei ligt, met voldoende dikte.

Bij de noordelijke havendam is de reststerkte onvoldoende, omdat de kern niet uit klei bestaat en de kleilaag op de kern niet overal voldoende dik is.

#### 4.2.3 Damwand

Uit grondmechanische berekeningen [10,11] is gebleken dat de damwand op de kruin bij de maatgevende golfcondities niet stabiel is en een deel van de taludbekleding kan beschadigen.

#### 4.2.4 Kruinhoogte en berm

De kruin van de dam ligt gemiddeld op NAP + 3,3 m. De berm in het aansluitende deel loopt op van circa NAP + 5 m bij de dam tot circa NAP + 6 m bij de Noorddijkpolder.

#### 4.2.5 Conclusie

De gehele dam en de aansluiting op de Noorddijkpolder moeten opnieuw worden bekleed. De damwandconstructie moet worden aangepast, zodat instabiliteit van deze constructie, met als gevolg schade aan het buitentalud, wordt voorkomen. Achter de te handhaven veerstoep moet een nieuwe bekleding worden aangelegd.

## 5. KEUZE BEKLEDING

### 5.1 Inleiding

Uit de toetsing is gebleken dat de gehele bekleding van de noordelijke havendam 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 2001 [2]):

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

### 5.2 Beschikbaarheid

In tabel 5.1 zijn de globale hoeveelheden van de toplaag weergegeven die vrijkomen bij het vernieuwen van de bekledingen en die eventueel kunnen worden hergebruikt.

**Tabel 5.1 Vrijkomende hoeveelheden toplaag noordelijke havendam**

Toplaag	Afmetingen	Oppervlakte [m <sup>2</sup> ]	Oppervlakte gekanteld [m <sup>2</sup> ]
Vlakke betonblokken	0,15 x 0,50 x 0,50 m <sup>3</sup>	231	69
	0,20 x 0,50 x 0,50 m <sup>3</sup>	692	277
Basalt 20/30	0,25	675	
Gepenetreerde basalt		30	
Vilvoordse steen		1.375	
Doornikse steen		1.245	
Lessinische steen		845	
Petiet graniet		180	
Pools graniet		210	
Klinkers			

De vlakke betonblokken kunnen worden toegepast in een nieuwe toplaag van gekantelde blokken. De basalt en de graniet zijn mogelijk stabiel bij toepassing op de binnentaluds van de zuidelijke en de noordelijke havendam.

De overige steen is niet geschikt voor hergebruik, en kan eventueel worden verwerkt in de nieuwe kreukelberm.

#### **Materialen in bestaande depots of uit een ander dijktraject**

In 2001 zijn en in 2002 worden meerdere dijktrajecten gelijktijdig verbeterd, waaronder het traject van Perkpolder Oost en West. Bij dit traject is circa 2100 m<sup>2</sup> basalt (0,20 - 0,32 m) vrijgekomen die mogelijk geschikt is voor hergebruik bij Walsoorden.

Overwogen moet worden de vlakke blokken die vrijkomen op de zuidelijke havendam [1] mee te nemen in de nieuwe bekleding van de noordelijke dam.

### **Nieuwe materialen**

De volgende nieuwe materialen kunnen worden aangevoerd:

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

### **5.3 Voorselectie**

In de Algemene Nota [2], inclusief de nota van wijzigingen voor 2002 [3], worden de volgende mogelijke bekledingstypen genoemd:

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

#### **Ad 1.**

Uit de huidige bekleding komen vlakke betonblokken, basalt en graniet vrij voor toepassing in de nieuwe bekleding. De berekening van de technische toepasbaarheid in paragraaf 5.4 bepaalt tot welk niveau de blokken en zuilen stabiel zijn onder de maatgevende golfcondities. Gekantelde blokken worden direct tegen elkaar geplaatst, omdat de toepasbaarheid van blokken met relatief veel tussenruimte niet is aangetoond.

#### **Ad 2.**

Indien er wordt gekozen voor losse breuksteen op het buitentalud, is een sortering van 300-1000 kg nodig.

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

#### **Ad 4.**

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

**Ad 5/6.**

De aanleg van een groene dijk of een kleidijk is niet mogelijk, omdat geen hoog voorland aanwezig is.

Tabel 5.2 geeft de voorkeuren voor de bekledingstypen volgend uit de Milieu-inventarisatie en het bijbehorende Detailadvies, rekening houdend met de beschikbaarheid en de mogelijke bekledingstypen uit de Algemene nota. Deze voorkeuren zijn randvoorwaarden bij het ontwerp, waarvan niet mag worden afgeweken.

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

Zijde havendam	Getijdzone		Boven GHW	
	Herstel	verbetering	herstel	Verbetering
Binnenzijde	<ul style="list-style-type: none"> <li>• betonzuilen</li> <li>• betonblokken</li> <li>• breuksteen niet vol-en-zat gepenetreerd <sup>1)</sup></li> <li>• basaltzuilen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• betonzuilen</li> <li>• betonblokken</li> <li>• breuksteen niet vol-en-zat gepenetreerd <sup>1)</sup></li> <li>• basaltzuilen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• betonzuilen</li> <li>• basaltzuilen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• betonzuilen</li> <li>• basaltzuilen</li> </ul>
Kop	<ul style="list-style-type: none"> <li>• betonzuilen</li> <li>• betonblokken</li> <li>• breuksteen niet vol-en-zat gepenetreerd <sup>1)</sup></li> <li>• basaltzuilen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• betonzuilen met eco-toplaag</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• betonzuilen</li> <li>• basaltzuilen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• betonzuilen</li> <li>• basaltzuilen</li> </ul>
Buitenzijde	<ul style="list-style-type: none"> <li>• betonzuilen met eco-toplaag</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• betonzuilen met eco-toplaag</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• betonzuilen <sup>2)</sup></li> <li>• basaltzuilen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• betonzuilen <sup>2)</sup></li> <li>• basaltzuilen</li> </ul>

<sup>1)</sup> Bij een niet-vol-en-zat-penetratie met asfalt mag niet meer asfalt worden gepenetreerd dan nodig is voor het aan elkaar kiten van de stenen, zodat boven de asfalt voldoende 'schone' steen uitsteekt.

<sup>2)</sup> Het Detailadvies beveelt aan de betonzuilen met eco-toplaag ook boven GHW toe te passen.

In de volgende paragraaf wordt de technische toepasbaarheid bepaald van:

1. betonzuilen,
2. gekantelde betonblokken,
3. basaltzuilen,
4. gepenetreerde breuksteen.

## 5.4 Technische toepasbaarheid zetsteenbekledingen

### 5.4.1 Inleiding

De technische toepasbaarheid van een bekleding met zetsteen moet worden aangetoond met het rekenprogramma ANAMOS, met inachtneming van het Handboek [12], en uitgaande van de representatieve waarden voor de constructie en de randvoorwaarden. De rekenmethodiek wordt beschreven in de Handleiding Ontwerpen [13].

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

### 5.4.2 Bermniveau en taludhellingen

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

De huidige rekenregels voor afschuiving laten op de kop van de dam en op het buitentalud geen steiler talud toe dan 1:3,1 (bestekswaarde). Rekening houdend met uitvoeringstolerantie en tonrondte, wordt in de berekeningen voor de buitenzijde een taludhelling ingevoerd die boven NAP + 3 m 0,2 steiler en onder NAP + 3 m 0,4 steiler is [13].

Het binnentalud wordt aangelegd onder een helling van 1:2,5, omdat voor een flauwer talud geen ruimte is, rekening houdend met de bestaande kademuur en aanlegsteiger. Een relatief steile helling van 1:2,5 is toelaatbaar, omdat het de binnenzijde van de dam betreft, waar de bekleding niet direct door golfklappen wordt belast. De bekleding op het binnentalud moet met weinig tonrondte worden aangelegd.

### 5.4.3 Aanvullende ontwerpeisen kruin en binnentalud

Er zijn geen standaard ontwerpregels voorhanden waarmee de stabiliteit van een zetsteenbekleding op de kruin en op het binnentalud kan worden berekend. Voor de kruin van de onderhavige dam heeft het Waterloopkundig Laboratorium de volgende stabiele bekledingsalternatieven voorgesteld [14]:

1. Zetsteen met  $\Delta D=0,75$  m, bijvoorbeeld 0,50 m / 2700 kg/m<sup>3</sup>;
2. Zetsteen, ingegoten, met  $\Delta D=0,55$  m, bijvoorbeeld 0,45 m / 2400 kg/m<sup>3</sup><sup>1)</sup>;
3. Asphaltbekleding, met een laagdikte van 0,20 m, op zand en klei.

<sup>1)</sup> 0,45 m / 2300 kg/m<sup>3</sup> is toegestaan wanneer de werkelijk aangebrachte dichtheid iets boven 2300 kg/m<sup>3</sup> ligt.

De bekleding op de kruin moet worden doorgezet op het binnentalud, tot aan de lijn van het gemiddelde hoogwater, en het binnentalud mag nergens steiler zijn dan ongeveer 1:2,5.

De bekleding op het binnentalud, beneden de hoogwaterlijn, kan lichter worden uitgevoerd. Het Waterloopkundig Laboratorium heeft de maatgevende belastingen, veroorzaakt door schroefstralen, berekend en heeft voorgesteld op het talud beneden NAP + 1,5 m een zetsteenbekleding met een  $\Delta D$ -waarde van 0,40 m aan te brengen [15]. Hier kunnen bijvoorbeeld basaltzuilen met een dikte van 0,25 m (rekenwaarde 0,22 m) of betonzuilen van 0,35 m / 2300 kg/m<sup>3</sup> worden toegepast.

#### 5.4.4 Betonzuilen

De technische toepasbaarheid van betonzuilen kan worden aangetoond door het berekenen van de stabiliteit van de zwaarste zuilen bij de zwaarste randvoorwaarden. De zwaarste betonzuilen, die leverbaar zijn, hebben een dichtheid van 2900 kg/m<sup>3</sup> en een dikte van 0,50 m. Uit de berekening blijkt dat toepassing van betonzuilen op de gehele dam mogelijk is. Bij de zwaarste randvoorwaarden uit tabel 3.2 is de betonzuil nog ruimschoots toepasbaar, gelet op de toplaagstabiliteit bij de steilste mogelijke taludhelling van 1:2,5. De berekening is opgenomen in bijlage 1.1. Voor zover wordt gekozen voor de toepassing van betonzuilen, zal het optimale zuiltype worden bepaald in hoofdstuk 6.

#### 5.4.5 Gekantelde betonblokken

Uit de bestaande dammen komen vlakke betonblokken vrij, de meeste met een blokbreedte (gekanteld) van 0,20 m. De maximale toepassingsniveaus van deze blokken zijn berekend, uitgaande van gekantelde toepassing, zonder tussenruimte. De resultaten zijn vermeld in tabel 5.3. Voor nadere informatie wordt verwezen naar bijlage 1.2.

**Tabel 5.3 Maximale toepassingsniveaus vlakke betonblokken (gekanteld, breedte: 0,20 m)**

Zijde havendam / taludhelling (bestekswaarde)	Max. toepassingsniveau onder NAP + 3 m [NAP + m]
Binnenzijde / 1:2,5 <sup>1)</sup>	2,0
Kop / 1:3,1	3,0

<sup>1)</sup> De bekleding is berekend op schroefstralen [15].

Het is niet mogelijk met gekantelde blokken op de kop van de dam een voldoende vlakke bekleding op te leveren, gegeven de relatief grote hoogte en lengte van de blokken en de sterke kromming van het talud. Daarom worden op de kop van de dam geen gekantelde blokken toegepast.

Gegeven de relatief geringe oppervlakte die met gekantelde betonblokken kan worden bekleed, wordt afgezien van hergebruik op de zuidelijke dam. De vlakke blokken komen dus beschikbaar voor hergebruik op de noordelijke dam.

#### 5.4.6 Basaltzuilen

Uit de bestaande bekleding en uit andere werken komen basaltzuilen vrij, met een dikte variërend van 0,20 m tot 0,32 m. De maximale toepassingsniveaus van basaltzuilen met een dikte van 0,25 m, 0,28 m en 0,30 m (rekenwaarden van 0,22 m, 0,25 m en 0,27 m) zijn vermeld in tabel 5.4. Voor nadere informatie wordt verwezen naar bijlage 1.3.

**Tabel 5.4 Maximale toepassingsniveaus basaltzuilen**

Zijde havendam / taludhelling (bestekswaarde)	Max. toepassingsniveau onder NAP + 3 m			Max. toepassingsniveau boven NAP + 3 m		
	[NAP + m]			[NAP + m]		
	D=0,25m	D=0,28m	D=0,30m	D=0,25m	D=0,28m	D=0,30m
Binnenzijde / 1:2,5 <sup>1)</sup>	1,5	2,0	2,5	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.
Kop / 1:2,5	< 0,1	2,4	3,0	geen	geen	6,75
Kop / 1:3,1	< 0,1	3,0	3,0	geen	6,75	6,75
Buitenzijde / 1:3,1	< 0,1	3,0	3,0	geen	6,75	6,75

<sup>1)</sup> De bekleding is berekend op schroefstralen [15].

#### 5.4.7 Gepenetreerde breuksteen

Uitgaande van de Milieu-inventarisatie en het Detailadvies, is het toegestaan op de kop en op het binnentalud van de dam niet vol-en-zat gepenetreerde breuksteen aan te brengen. Toepasbaar zijn steensorteringen van 5-40 kg en 10-60 kg, aan te brengen in minimale laagdiktes van respectievelijk 0,50 m en 0,60 m. De bovenste 0,10 m moet vrij worden gehouden van penetratiemateriaal.

### 5.5 Ecologische toepasbaarheid

De ecologische toepasbaarheid is een randvoorwaarde bij de voorselectie. Bij de voorbereiding van de verbetering van de Noorddijkpolder in 1998 is de ecologische toepasbaarheid bepaald aan de hand van de Milieu-inventarisatie. Een Detailadvies werd nog niet gegeven. Uit de Milieu-inventarisatie is toen gebleken dat gekantelde blokken en betonzuilen zonder eco-toplaag konden worden toegepast en dat bij deze bekledingen een verbetering van de natuurwaarde van de bekleding mogelijk was.

### 5.6 Landschapsvisie

In de Algemene nota [2] is verwoord dat nadrukkelijk rekening moet worden gehouden met de wensen uit de Landschapsvisie Westerschelde [16]. Een aanvulling hierop is het advies van de Dienst Landelijk Gebied, dat is opgenomen in bijlage 4. Dit betekent voor het ontwerp het volgende:



1. Voorkeur geven aan het gebruik van donkere materialen in de ondertafel. De gehele dam bekleden met basalt;
2. Het aantal verticale constructieovergangen beperken;
3. Behouden van de veerstoep, dat wil zeggen handhaven en herstellen van de huidige bekleding, en handhaven van de houten palen op de dam;
4. Bij voorkeur de bovenzijde van de boventafel bestrooien met grond en eventueel met graszaad (aansluiting met de Noorddijkpolder). De breedte van de in te strooien strook wordt afhankelijk gesteld van de golfloop bij het gemiddelde getij.
5. Geen opvallende verschillen tussen de zuidelijke en de noordelijke havendam. Het talud van de Noorddijkpolder, ten noorden van de veerstoep, is nagenoeg geheel bekleed met betonzuilen, en is dus licht van kleur. Aangezien de veerstoep een duidelijke scheiding is tussen die bekleding en de aan te brengen bekledingen ten zuiden van de veerstoep, is een donkere bekleding op de dam en op de aansluiting met de Noorddijkpolder niet storend.

## 5.7 Afweging en keuze

In tabel 5.5 zijn de alternatieven gegeven voor de nieuwe bekledingen op de noordelijke havendam. Een vooraanzicht van de alternatieven is gegeven in figuur 4.

**Tabel 5.5 Alternatieven voor de bekleding van de noordelijke havendam**

Zijde havendam	Bekleding	Ondergrens [NAP + m]	Bovengrens [NAP + m]
<b>Alternatief 1</b>			
Kop	Basaltzuilen	kreukelberm	3,4
Buitenzijde	Betonzuilen met eco-toplaag	kreukelberm	3,4
Binnenzijde	Gekantelde betonblokken	kreukelberm	2,0
Kruin	Betonzuilen, ingegoten	2,0 (alleen binnentalud)	3,4
<b>Alternatief 2</b>			
Kop en buitenzijde	Zie alternatief 1		
Binnenzijde	Betonzuilen	kreukelberm	2,0
Kruin	Betonzuilen (hoge dichtheid)	2,0 (alleen binnentalud)	3,4
<b>Alternatief 3</b>			
Kop en buitenzijde	Zie alternatief 1		
Binnenzijde	Basaltzuilen	kreukelberm	2,0
Kruin	Betonzuilen, ingegoten	2,0 (alleen binnentalud)	3,4
<b>Alternatief 4</b>			
Kop en buitenzijde	Zie alternatief 1		
Binnenzijde	Gepenetreerde breuksteen, niet vol-en-zat met asfalt	kreukelberm	2,0
Kruin	Betonzuilen, ingegoten	2,0 (alleen binnentalud)	3,4

De alternatieven voor het binnentalud en de kruin zijn op de volgende aspecten tegen elkaar afgewogen:

- uitvoering,
- hergebruik,
- milieu,
- landschap,
- beheer,
- kosten.

### **Uitvoering**

De gekantelde blokken van alternatief 1 zijn relatief hoog, zodat voor het aanbrengen hiervan dieper moet worden afgegraven. De basaltzuilen in alternatief 3 hebben de kleinste hoogte. Het nadeel van de basalt is dat deze handmatig moet worden gezet.

Bij alternatief 4 moet rekening gehouden worden met de invloed van de getijbeweging op de kwaliteit van de penetratie. Aanvoer van sediment heeft, indien voorafgaand aan de penetratie, een verminderde sterkte tot gevolg, omdat de holle ruimte in de breuksteen niet volledig met asfalt kan worden gepenetreerd. Het schoon houden van het oppervlak van de penetratie (niet vol-en-zat) vereist een extra inspanning van de uitvoerende partij.

Bij de kruin geldt dat ingegoten betonzuilen minder hoog zijn dan ingewassen betonzuilen en daarom beter aansluiten op bekledingen lager op het talud.

### **Hergebruik**

Bij alternatief 1 worden de vlakke blokken die vrijkomen op de beide dammen voor een groot deel opnieuw gebruikt.

Bij alternatief 3 wordt de vrijkomende basalt van de beide dammen hergebruikt.

### **Milieu, landschap en beheer**

Bij alle alternatieven is een verbetering van natuurwaarden mogelijk.

Landschappelijk gezien, scoren alternatief 3 en alternatief 4 het best, omdat de bekleding van het binnentalud donker van kleur is. Gegeven de cultuurhistorische waarde van de bestaande bekledingen van natuursteen, gaat de voorkeur uit naar basaltzuilen.

De beheerder geeft de voorkeur aan een gezette bekleding op het binnentalud, omdat de kans op beschadiging van afgemeerde schepen langs het binnentalud groter is wanneer gepenetreerde breuksteen wordt toegepast.

Wat de kruin betreft, heeft de beheerder liever een bekleding van ingegoten betonzuilen, omdat de ingewassen steenslag bij ingewassen betonzuilen relatief gemakkelijk wegspoelt.

### **Kosten**

De kosten van alternatief 1 zijn marginaal lager, omdat de vrijkomende vlakke blokken, die machinaal kunnen worden gezet, worden hergebruikt.

In tabel 5.6 is de afweging samengevat. Alternatief 1 is het voorkeursalternatief, omdat dit goed scoort op hergebruik en kosten. Gelet op de relatief hoge betonzuilen op de kruin, is een overgang van gekantelde blokken naar deze betonzuilen relatief gunstig. Het voorkeursalternatief wordt in hoofdstuk 6 uitgewerkt.

**Tabel 5.6 Afweging alternatieven**

Alternatief	Uitvoering	Hergebruik	Milieu	Landschap	Beheer	Kosten	Voorkeur
1	0	+	+	0	0	+	X
2	+	0	+	0	0	0	
3	0	+	+	+	0	0	
4	0	0	+	+	-	0	

Legenda:      + = goed  
                   0 = neutraal  
                   - = slecht

### **Aansluiting op de Noorddijkpolder**

De aansluiting op de Noorddijkpolder en het verborgen vlak achter de veerstoep worden geheel in betonzuilen uitgevoerd. Gegeven de beperkte grootte van het verborgen vlak is afgezien van een bekleding van gepenetreerde vrijkomende steen. De zuilen op de ondertafel, tussen de dam en de veerstoep, worden voorzien van een eco-toplaag.

Op de berm van de aansluiting wordt een onderhoudsstrook aangelegd, met een toplaag van grindasfaltbeton of dicht asfaltbeton. Deze onderhoudsstrook vormt een goede opsluitconstructie voor de lagerliggende taludbekleding.

## 6. DIMENSIONERING

### 6.1 Algemeen

In dit hoofdstuk wordt het gekozen ontwerp van de noordelijke dam en de aansluiting op de Noorddijkpolder in detail uitgewerkt. In figuur 5 is een glooiingskaart gegeven van dit ontwerp. De bijbehorende dwarsprofielen zijn weergegeven in de figuren 6 t/m 11. De dimensionering wordt beschreven per constructieonderdeel, van de kreukelberm tot en met het bovenbeloop. Voor achtergrondinformatie wordt verwezen naar de Handleiding Ontwerpen [13].

### 6.2 Kreukelberm en teenconstructie

De kreukelberm en de teenconstructie van de dam, die dienen ter ondersteuning van de bovenliggende taludbekleding, worden vernieuwd. In het algemeen bestaat de kreukelberm uit een toplaag van breuksteen, met daaronder een geokunststof met een 'nonwoven' (kunststof vlies).

De breedte van de nieuwe kreukelberm zal 7,5 m bedragen aan de kop van de dam en 5 m aan de buitenzijde, vergelijkbaar met de huidige situatie.

Aan de binnenzijde van de dam, ter plaatse van het steiger, wordt van de gebruikelijke constructie afgeweken, omdat de schepen die hier zijn afgemeerd tijdens laagwater droogvallen. De aanwezige zate, bestaande uit een bestorting met slakken, moet worden gehandhaafd.

Onder de veerstoep wordt geen kreukelberm aangelegd, omdat de veerstoep voldoende bescherming biedt aan de teen.

#### 6.2.1 Toplaag

De sortering van de toplaag wordt bepaald aan de hand van de significante golfhoogte bij NAP + 6 m, die hier 1,7 m bedraagt. De benodigde sortering is 40-200 kg die in een minimale laagdikte van 0,7 m wordt aangebracht.

#### 6.2.2 Geokunststof en kraagstuk

Indien de bestaande kreukelberm niet kan worden overlaagd, wordt onder de toplaag een geokunststof aangebracht, in het vervolg aangeduid met 'type 2', die hetzelfde is als het geokunststof onder de onderhoudsstrook. De eigenschappen van dit standaardweefsel zijn vermeld in tabel 6.1.

**Tabel 6.1 Eisen geokunststof type 2**

Eigenschap	Waarde
Treksterkte	≥ 50 kN/m (ketting en inslag)
Rek bij breuk	< 20 % (ketting en inslag)
doorstromingsweerstand $\Delta h_s$	< 30 mm (bij filtersnelheid 10 mm/s)
poriegrootte $O_{90}$	< 350 $\mu\text{m}$
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 breuksteen. Het wordt aanbevolen 40-200 kg niet direct op het geokunststof met 'nonwoven' aan te brengen, maar eerst een circa 0,20 m dikke laag van lichter materiaal toe te passen.

Het geokunststof moet aansluiten op de buitenkant van de teenconstructie.

De waterbodem rond de kop van de dam loopt af onder een helling van circa 1:3, en plaatselijk 1:2 en steiler, naar de vaargeul in de haveningang, op circa NAP - 6 m. Om te voorkomen dat een deel van de kreukelberm in de loop van de tijd in de geul verdwijnt, wordt geadviseerd de hellingen onder water te verflauwen tot 1:3 of flauwer, gebruikmakend van steenachtig materiaal. Indien deze hellingen niet worden verflauwd, moet op het geokunststof langs de kop een enkel roosterwerk van wiepen worden aangebracht (h.o.h. 1,0 m). Dit laatste heeft echter niet de voorkeur.

Benadrukt wordt dat toekomstig baggerwerk in de haven niet mag leiden tot steilere onderwatertaluds, omdat de kans op instorten van deze taluds dan zeer groot wordt. Dit kan tot gevolg hebben dat de kreukelberm bezwijkt, en zelfs dat delen van de ondertafel van de dam wegzakken. In het onderhouds- en beheersplan van de havenbeheerder (gemeente Hontenisse) moet hier aandacht aan worden besteed.

### 6.2.3 Teenconstructie

Aan de kop en langs de buitenzijde van de dam komt de bovenkant van de nieuwe teenconstructie op NAP - 1 m te liggen.

De nieuwe teenconstructie bestaat uit een teenschot van drie 0,20 m hoge planken en wordt gesteund door palen met een lengte van 1,80 m (h.o.h. 0,20 m, doorsnede: 0,07x0,07 m<sup>2</sup>). Het hout is FSC-hout uit de duurzaamheidsklasse 1. Boven het teenschot wordt een afgeschuinde betonband aangebracht. Indien aanwezig en van voldoende kwaliteit, worden de betonbanden uit de bestaande bekleding opnieuw gebruikt.

### 6.2.4 Binnenteen

Aan de binnenzijde van de dam komt de bovenkant van de nieuwe teenconstructie op NAP - 1 m te liggen.

Gegeven de steile helling van 1:2,5 en de slappe grond onder de teen, is een nieuwe teenconstructie bestaande uit een rij palen en een teenschot net of net niet voldoende. Daarom wordt gekozen voor een houten damwand, met een lengte van 1,80 m en een dikte van 0,07 m, die wordt gesteund door schanskorven [17]. Het hout is FSC-hout uit de duurzaamheidsklasse 1. De schanskorven, met een hoogte van 0,7 m en een breedte van 2,0 m, zijn gevuld met breuksteen 80/200 mm of grof grind en sluiten aan op de bestaande zate.

Een alternatief voor de houten damwand met schanskorven is een stalen damwand [18]. Uitgaande van een onverankerde stalen damwand, moet deze damwand een lengte hebben van 5 á 6 m. Aangezien deze damwand moeilijk te plaatsen zal zijn en de kosten van dit alternatief hoger zullen uitvallen, wordt gekozen voor de houten damwand met schanskorven [19].

### 6.3 Zetsteenbekleding

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

#### 6.3.1 Betonzuilen

In paragraaf 5.4.4 is vastgesteld dat betonzuilen in technische zin ruimschoots toepasbaar zijn. Voor die delen waar betonzuilen worden aangebracht (zie paragraaf 5.7) is een nadere dimensionering uitgevoerd. Uit stabiliteitsberekeningen volgt een aantal praktisch leverbare combinaties van dikte en dichtheid. De dikte wordt daarbij afgerond op 5 cm en de dichtheid op 100 kg/m<sup>3</sup>. De uiteindelijke keuze wordt bepaald door overwegingen van kosten, uitvoeringstechniek en beheersaspecten. Daarom dient de dichtheid van de zuilen zo min mogelijk af te wijken van de meest gangbare betonsamenstelling. Bij de vereiste dichtheid worden de kleinste zuilen bepaald. De resultaten zijn vermeld in tabel 6.2.

Gelet op kostenverschillen, wordt voor de laagste dichtheid gekozen. Rekening houdend met beheer, is het ongewenst dat zuilen met dezelfde hoogte en verschillende dichtheden in één profiel (onder elkaar) worden toegepast. De uiteindelijk gekozen zuiltypen zijn vermeld in tabel 6.3.

**Tabel 6.2 Mogelijke typen betonzuilen**

Zijde havendam	Helling	Type betonzuil onder NAP + 3 m [m] / [kg/m <sup>3</sup> ]	Type betonzuil boven NAP + 3 m [m] / [kg/m <sup>3</sup> ]
Binnenzijde <sup>1)</sup>	1:2,5 (rekenwaarde)	0,35 / 2300 0,30 / 2500 0,25 / 2800	n.v.t.
Buitenzijde	1:3,1 (bestekswaarde)	0,40 / 2300 0,35 / 2400 0,30 / 2600	0,40 / 2300 0,35 / 2400 0,30 / 2600

<sup>1)</sup> De bekleding is berekend op schroefstralen [15].

**Tabel 6.3 Gekozen typen betonzuilen**

Zijde havendam	Helling	Type betonzuil [m] / [kg/m <sup>3</sup> ]
Binnenzijde	1:2,5	0,35 / 2300
Buitenzijde	1:3,1	0,40 / 2300

Aan de buitenzijde van de dam en op de ondertafel van de aansluiting moeten de betonzuilen zijn voorzien van een eco-toplaag, met een minimale dikte van 0,03 m. Op de betonzuilen onder de veerstoep hoeft geen eco-toplaag te worden aangebracht.

De betonzuilen zullen worden ingewassen met ongeveer  $50 \text{ kg/m}^2$  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.

### 6.3.2 Betonzuilen op de kruin

Voor wat betreft de kruin, geeft de beheerder de voorkeur aan betonzuilen ingegoten met gietasfalt ( $0,45 \text{ m} / 2300 \text{ kg/m}^3$ ). Deze bekleding moet worden aangebracht vanaf de buitenkruinlijn aan de buitenzijde tot aan NAP + 2,0 m aan de binnenzijde [14]. Op de kruin en op het bovenste deel van het binnentalud is de golfbelasting het grootste. Eventuele opsluiting van lucht onder de ingegoten zuilen moet worden voorkomen door aan de buitenzijde niet verder dan de buitenkruinlijn in te gieten. Ter plaatse van de buitenkruinlijn moet een waterslot (betonband) worden aangebracht, om te voorkomen dat hoge verschildrukken over de bekleding ontstaan, als gevolg van de brekende golven op het buitentalud. Het waterslot verhindert de druktransmissie vanaf het niet ingegoten deel van de bekleding naar het ingegoten deel.

### 6.3.3 Basalt

De kop van de havendam kan, uitgaande van een taludhelling van 1:2,5 of flauwer (rekenwaarde), worden bekleed met de relatief zware basaltzuilen die zijn vrijgekomen bij de dijkverbetering Perkpolder Oost en West. De maximale toepassingsniveaus uit tabel 5.4 mogen niet worden overschreden.

### 6.3.4 Gekantelde betonblokken

De binnenzijde van de havendam kan tot NAP + 2,0 m worden bekleed met gekantelde vlakke blokken ( $0,20 \times 0,50 \times 0,50 \text{ m}^3$ ). De blokken worden direct tegen elkaar geplaatst.

### 6.3.5 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 en basaltzuilen mogelijk is, bedraagt 16/32 mm.

De sortering 16/32 mm dient in het bestek te worden voorgeschreven. In de ontwerpberekeningen wordt uitgegaan van een bijbehorende  $D_{15}$  van 20 mm. Dit is een conservatieve benadering. De werkelijke waarde van de  $D_{15}$  is circa 17 mm. Bij de plaatsing van gekantelde blokken wordt een sortering van 4/20 mm toegepast, met een  $D_{15}$  van circa 5 mm.

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

### 6.3.6 Geokunststof

Het geokunststof onder de uitvullaag wordt in het bestek en in het vervolg van deze ontwerpnota 'type 1' genoemd. De belangrijkste eis aan dit geokunststof is het voorkomen van uitspoeling van het basismateriaal door de toplaag heen. Maatgevend voor dit verschijnsel is de poriegrootte  $O_{90}$ . Conform de eerder uitgevoerde dijkvakken van 1997-2001 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 6.4.

**Tabel 6.4 Eisen geokunststof type 1**

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

De levensduur van het geokunststof moet minimaal 50 jaar bedragen. Aan de onderzijde wordt het geokunststof aangesloten op de teen- of overgangsconstructie. Aan de bovenzijde wordt het geokunststof aangesloten op de opsluitconstructie op de berm.

### 6.3.7 Basismateriaal

De totale dikte van het pakket, bestaande uit de toplaag, de uitvullaag en de onderliggende kleilaag (of laag van betonpuin), moet voldoende groot zijn om afschuiving van dit pakket te voorkomen. De vereiste dikte wordt onder meer bepaald door de taludhelling. Wanneer de taludhelling kleiner is dan 1:5, is de weerstand tegen afschuiving veelal voldoende. In het onderhavige geval bedraagt de minimaal vereiste dikte van de kleilaag (of laag van betonpuin) 0,9 m op het buitentalud, 0,8 m op de kop (gelijk met zuidelijke havendam, zie bijlage 5) en 0,8 m op het binnentalud. Aangezien het verborgen vlak onder de veerstoep met betonzulen wordt bekleed, gelden hier dezelfde eisen voor de kleilaag als op het buitentalud.



De meeste kleilagen op de dam en op de aansluiting zijn ongeveer 1 m dik. Ter plaatse van de gedempte oude haveningang is alleen puin aanwezig. De dikten van de eventuele kleilaag onder de veerstoep zijn niet bekend. Waarschijnlijk bevindt zich onder een deel van de veerstoep een oude kleikern, net als bij de dijk van de Noorddijkpolder.

Afhankelijk van de tijdens de uitvoering aangetroffen laagdiktes en kwaliteit, moeten de kleilagen en de puinlagen worden aangevuld of verwijderd (verwijderen klei- of puinlaag, ontgraven zandpakket, aanbrengen nieuwe kleilaag). Aangezien het technisch moeilijk is onder water een kleilaag aan te brengen, wordt op het deel van het talud dat zich onder hoogwater bevindt, in plaats van klei, een laag van fosforslakken (0/40 mm, hydraulisch bindend) of betonpuin (0/40 mm) aangebracht. De toepassing van betonpuin is beperkt tot aanvullingen met een laagdikte van maximaal 0,40 m.

#### **6.4 Overgangsconstructies**

Bij de verticale overgangen moeten de betonzuilen en de gekantelde blokken zo goed mogelijk aansluiten op de basaltzuilen. De overgangen moeten worden gepenetreerd met asfalt.

Bij de horizontale overgang moeten de betonzuilen zo goed mogelijk aansluiten op de gekantelde blokken. Te grote kieren worden gepenetreerd met beton of asfalt.

#### **6.5 Overgang tussen talud en berm**

In het algemeen wordt de overgang uitgevoerd door de betonzuilen aan te brengen met een afronding, waarvan de kromtestraal (R) 10 m bedraagt. Bij de aansluiting op de Noorddijkpolder worden de zuilen over een lengte van 1 m op de berm doorgezet. Met betrekking tot de uitvulling en de geokunststof wordt aangesloten bij de constructie volgens paragraaf 6.3.

#### **6.6 Damwand op dam**

De damwand, die de achterliggende kade afschermt tegen golfaanval, is niet stabiel onder de maatgevende golfcondities en kan bij bezwijken de bekleding op het buitentalud beschadigen. De beheerder van het haventerrein, gemeente Hontenisse, wenst dat de beschermende functie van de damwand wordt gehandhaafd. Daarom is besloten de damwand op het niveau van de kruin zo ver door te branden dat de damwand op dit niveau bezwijkt voordat de damwand grondmechanisch instabiel wordt. De bekleding op het buitentalud kan dan niet door de damwand worden beschadigd.

Het ondergrondse deel van de damwand fungeert als ankerschot voor de achterliggende kadeconstructie, en kan daarom niet worden verwijderd.

## 6.7 Houten palen op dam

De houten palen op de dam bieden de haven beschutting tegen golven en wind en hebben een landschappelijke waarde. Daarom is het terugplaatsen van de bestaande palen (of nieuwe palen) gewenst. Dit kan, indien het waterschap hiervoor ontheffing verleent en de stabiliteit van de dam wordt gewaarborgd.

## 6.8 Berm

De bestaande onderhoudsstrook, die de haven van Walsoorden verbindt met de berm van de Noorddijkpolder, wordt gehandhaafd. Bij de aansluiting van de noordelijke havendam op de Noorddijkpolder wordt tegen de bovenzijde van de nieuwe taludbekleding een nieuwe onderhoudsstrook aangelegd. Deze onderhoudsstrook vormt een goede opsluitconstructie voor de bekleding. Voor het ontwerp van de nieuwe strook, met een breedte van 3,0 m, is in eerste instantie het verkeer in de uitvoeringsfase maatgevend. Tijdens de uitvoering bestaat de strook uit een 0,4 m dikke laag fosforslakken, van de sortering 0/40 mm, op een geokunststof volgens type 2. De eigenschappen van dit standaardweefsel zijn vermeld in tabel 6.1. De strook van fosforslakken wordt na de uitvoering niet verwijderd, maar afgewerkt tot een definitieve onderhoudsstrook. De toplaag van de definitieve strook wordt uitgevoerd in grindasfaltbeton of dicht asfaltbeton. Gegeven een verdichte fundering van fosforslakken, stelt het toekomstige gebruik van de onderhoudsstrook geen aanvullende sterkte-eisen.

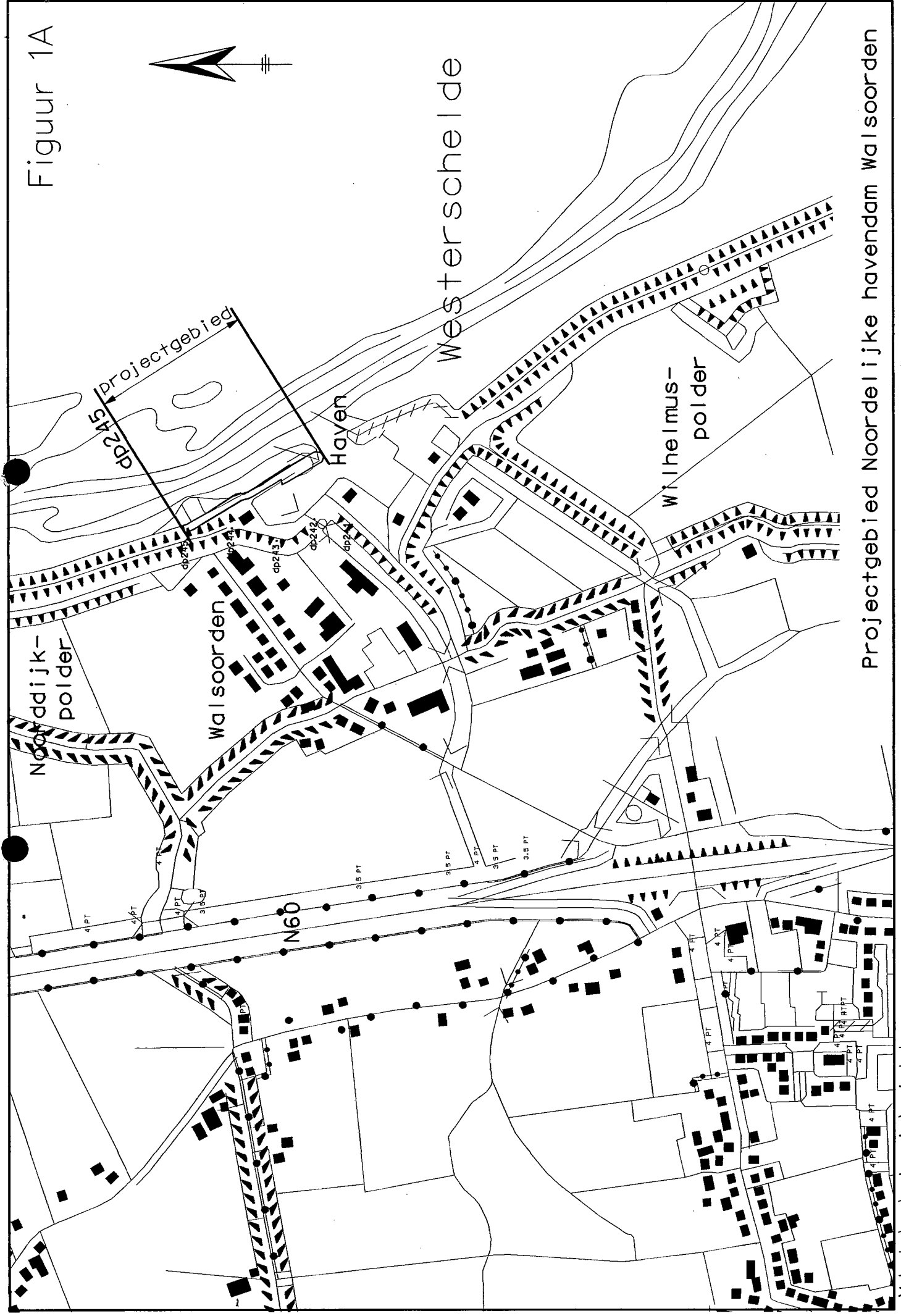
## 7. AANDACHTSPUNTEN VOOR BESTEK EN UITVOERING

- Bij de start van de uitvoering moet worden bepaald hoeveel basaltzuilen, met welke afmetingen, voor hergebruik beschikbaar zijn.
- Op de kop van de havendam moeten basaltzuilen van minimaal 0,28 m (rekenwaarde) dikte worden aangebracht.
- De betonzuilen op de buitenzijde van de dam en op de ondertafel van de aansluiting op de Noorddijkpolder moeten zijn voorzien van een eco-toplaag, met een minimale dikte van 0,03 m. De zuilhoogte, inclusief eco-toplaag, bedraagt minimaal 0,43 m.
- De diktes van de kleilagen moeten worden gecontroleerd. Ter plaatse van de gedempte haveningang is alleen een onderlaag van puin aanwezig. Ook de dikte en de kwaliteit van deze puinlaag moet worden gecontroleerd. Van het eventuele kleipakket onder veerstoep is onvoldoende bekend. Mogelijk bevindt onder een deel van de veerstoep de kleikern van de oude zeedijk, net als bij de dijk van de Noorddijkpolder.
- De bekleding op het binnentalud van de dam moet met weinig tonronde worden aangelegd. De toelaatbare steilste helling van het binnentalud is ongeveer 1:2,5.
- De waterbodem rond de kop van de dam loopt af onder een helling van circa 1:3, en plaatselijk 1:2 en steiler, naar de vaargeul in de haveningang, op circa NAP - 6 m. Om te voorkomen dat een deel van de kreukelberm in de loop van de tijd in de geul verdwijnt, wordt geadviseerd de hellingen onder water te verflauwen tot 1:3 of flauwer. Indien deze hellingen niet worden verflauwd, moet op het geokunststof langs de kop een enkel roosterwerk van wiepen worden aangebracht (h.o.h. 1,0 m). Dit laatste heeft echter niet de voorkeur. Benadrukt wordt dat toekomstig baggerwerk in de haven niet mag leiden tot steilere onderwatertaluds, omdat de kans op instorten van deze taluds dan zeer groot wordt. Dit kan tot gevolg hebben dat de kreukelberm bezwijkt, en zelfs dat delen van de ondertafel van de dam wegzakken. In het onderhouds- en beheersplan van de havenbeheerder (gemeente Hontenisse) moet hier aandacht aan worden besteed.

## FIGUREN

- Figuur 1a Projectgebied
- Figuur 1b Bovenaanzicht
- Figuur 2 Gloomingskaart huidige situatie
- Figuur 3 Gloomingskaart eindbeoordeling toetsing
- Figuur 4 Gloomingskaart ontwerpalternatieven
- Figuur 5 Gloomingskaart ontwerp
- Figuur 6 Dwarsprofiel 1, bestaande en nieuwe situatie
- Figuur 7 Dwarsprofiel 2, bestaande en nieuwe situatie
- Figuur 8 Dwarsprofiel 3, bestaande en nieuwe situatie
- Figuur 9 Dwarsprofiel 4, bestaande en nieuwe situatie
- Figuur 10 Dwarsprofiel 5, bestaande en nieuwe situatie
- Figuur 11 Dwarsprofiel 6, bestaande en nieuwe situatie

Figuur 1A



Westerse IJde

Haven

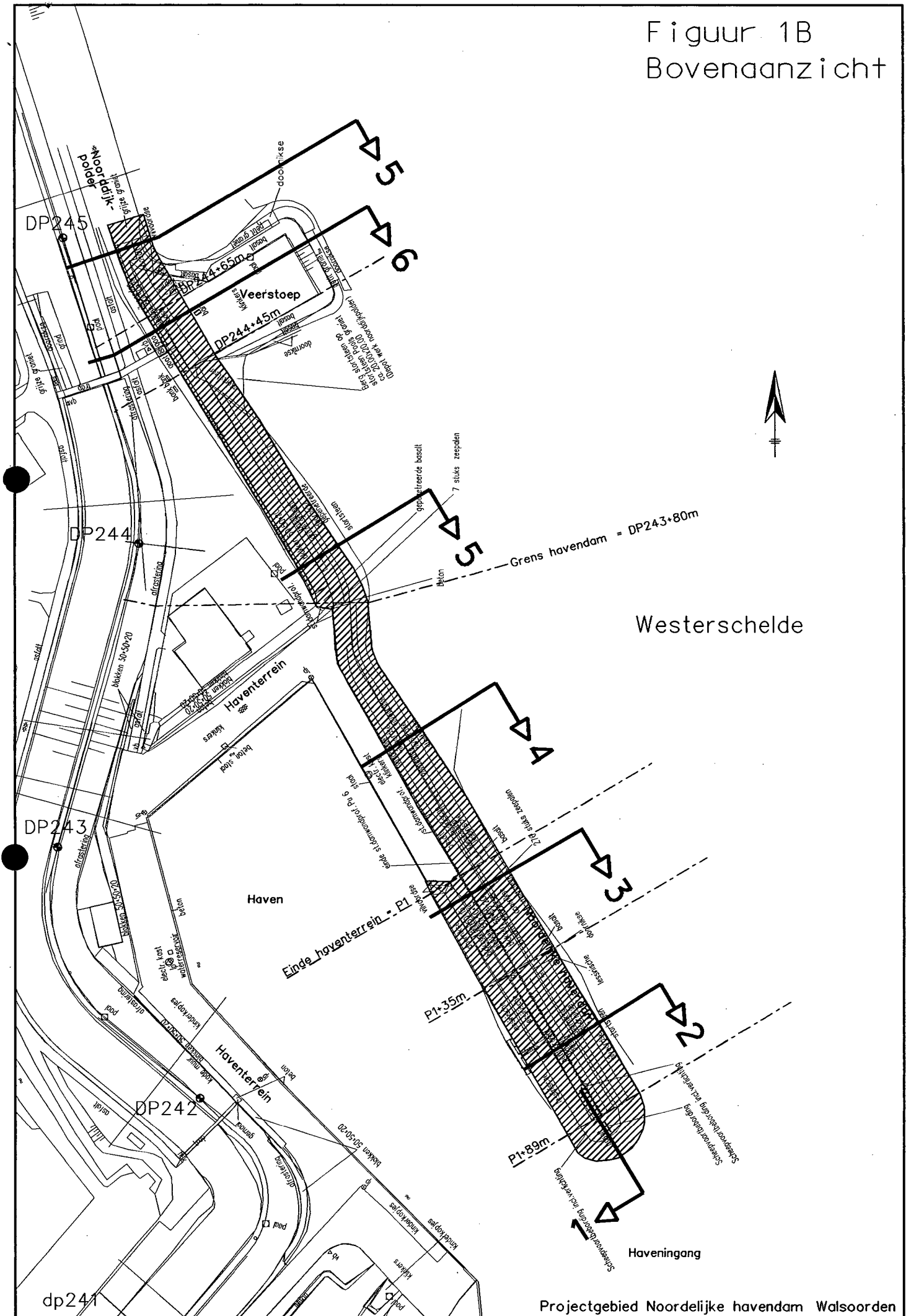
Wilhelmus-  
polder

Walsoorden

Noorddijk-  
polder

Projectgebied Noordelijke havendam Walsoorden

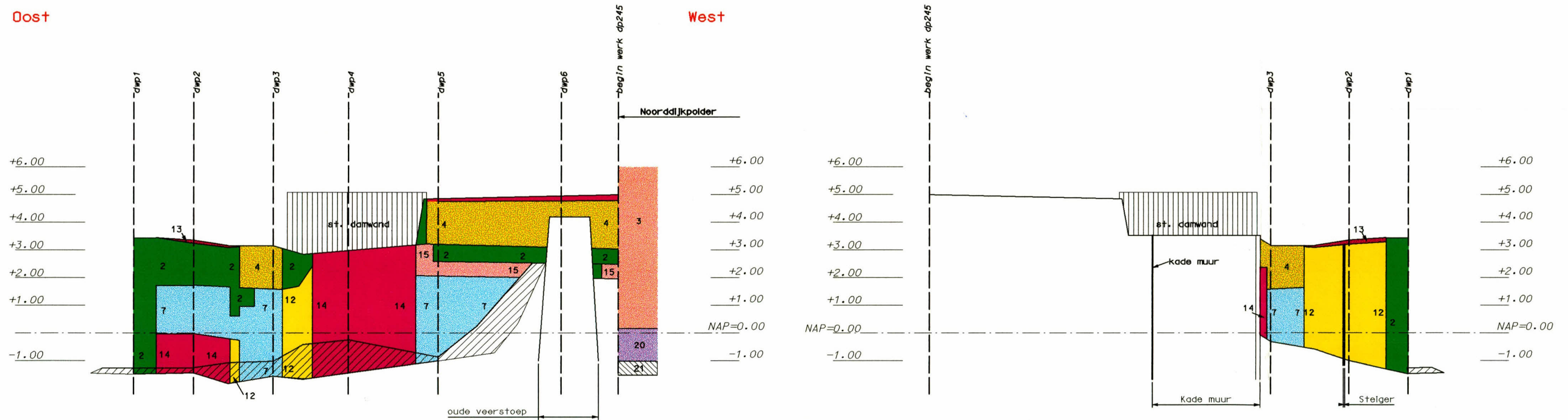
Figuur 1B  
Bovenaanzicht



# Noordelijke havendam Walsoorden

## Havendam buitenzijde

## Havendam vanuit haven gezien



Figuur 2  
Huidige situatie

legenda

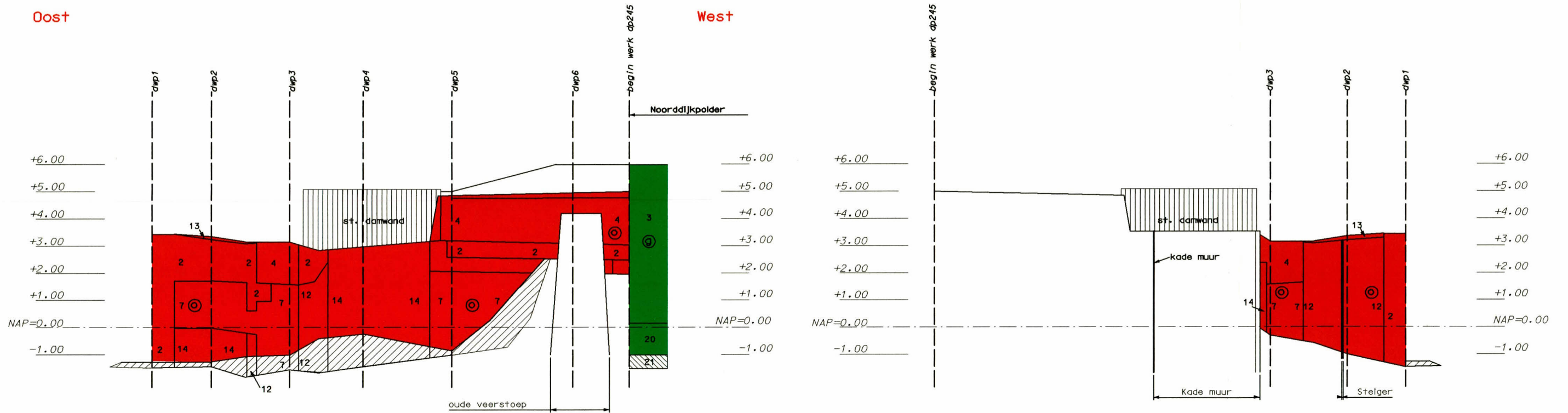
- 1 asfalt
- 2 basalt
- 3 betonzuilen
- 4 betonblokken
- 5 diaboolglooiing
- 6 doorgroei stenen
- 7 doornikse steen
- 8 pools graniet
- 9 haringmanblokken
- 10 hydroblokken
- 11 koperslakblokken
- 12 lessenisse steen
- 13 petite graniet
- 14 vilvoordse steen
- 15 granietblokken
- bestorting
- 20 gekantelde betonblokken
- 21 kreukelberm

Datum: 11-12-2002

# Noordelijke havendam Walsoorden

## Havendam buitenzijde

## Havendam vanuit haven gezien



Figuur 3  
eindbeoordeling  
toetsing

Legenda

- ⊙ goed
- ⊙ onvoldoende



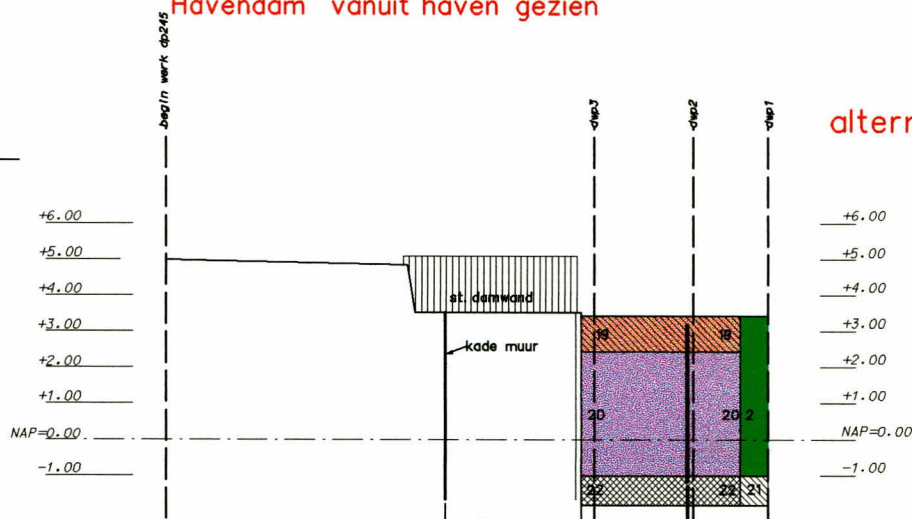
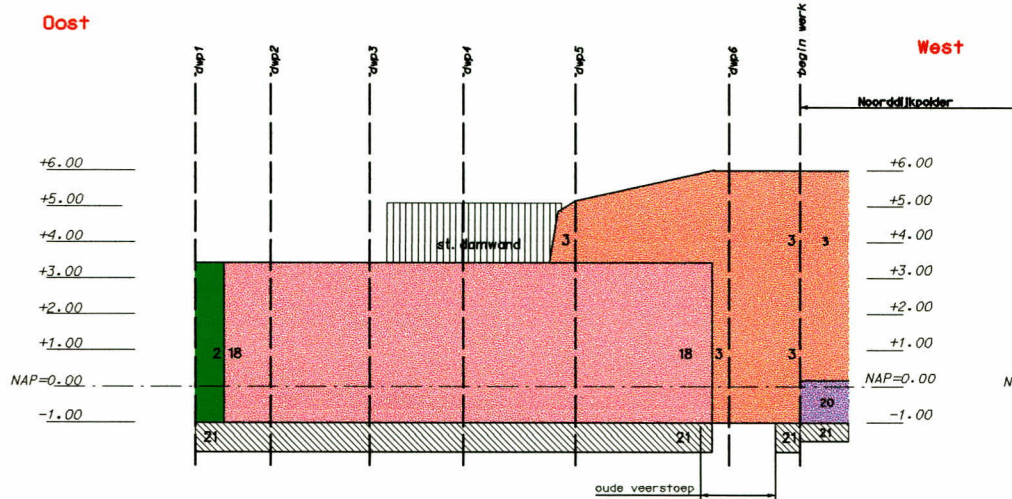
# Noordelijke havendam Walsoorden

## Figuur 4 Glooiingskaart

Havendam buitenzijde

Havendam vanuit haven gezien

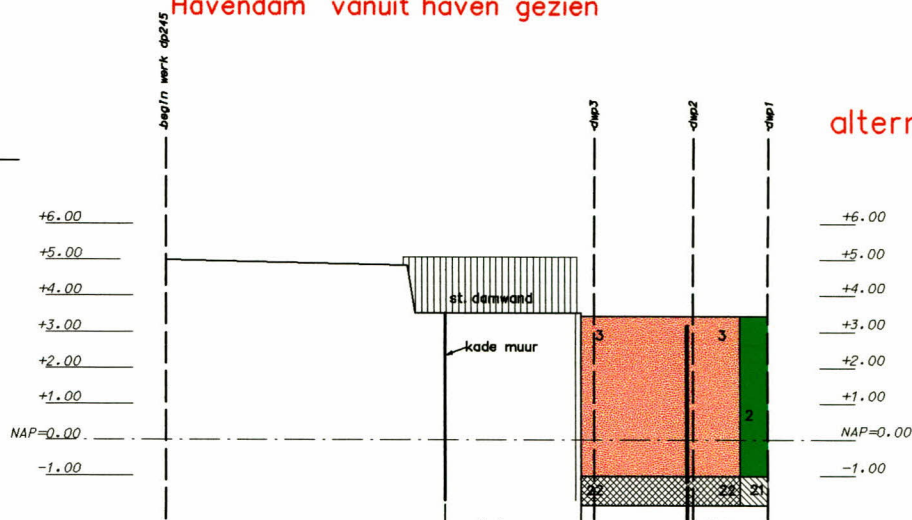
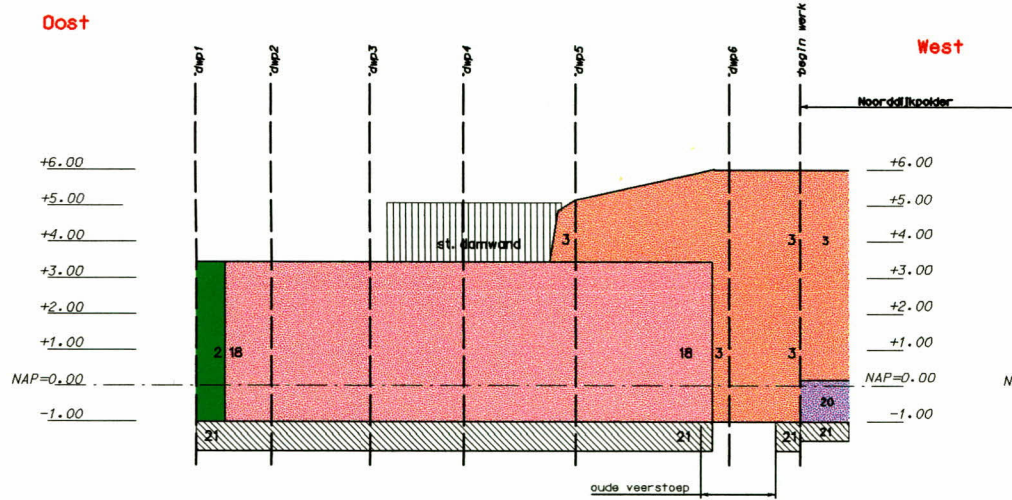
alternatief 1



Havendam buitenzijde

Havendam vanuit haven gezien

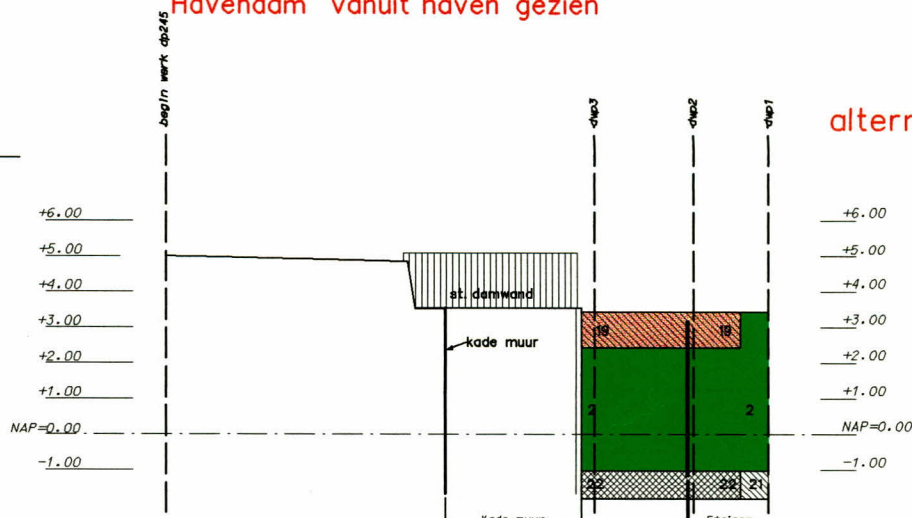
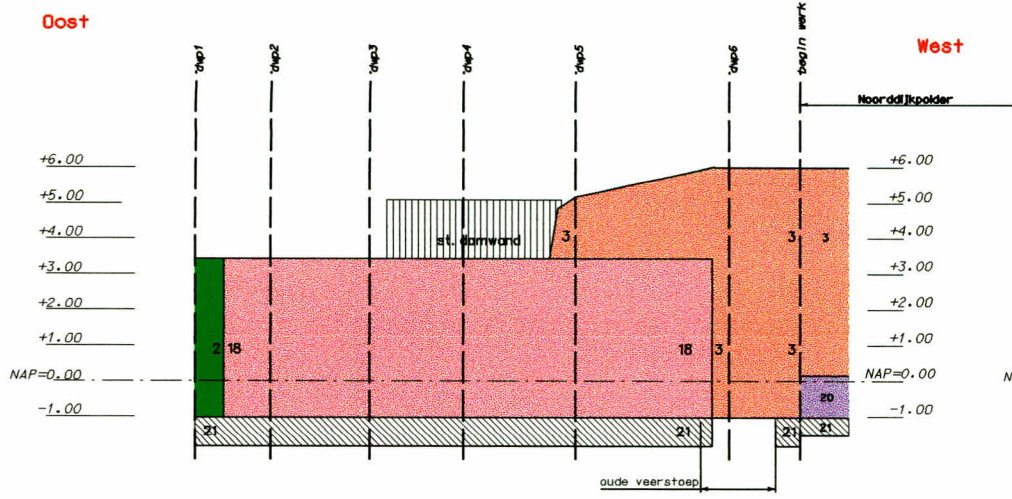
alternatief 2



Havendam buitenzijde

Havendam vanuit haven gezien

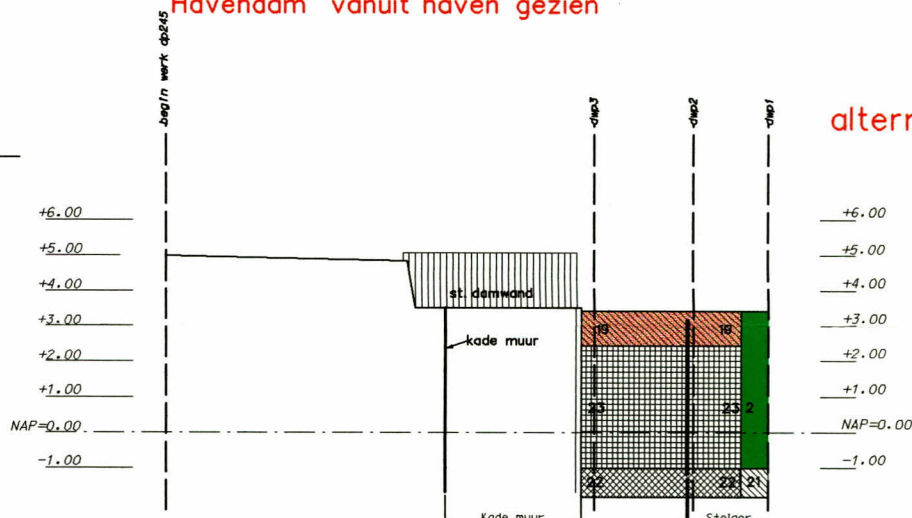
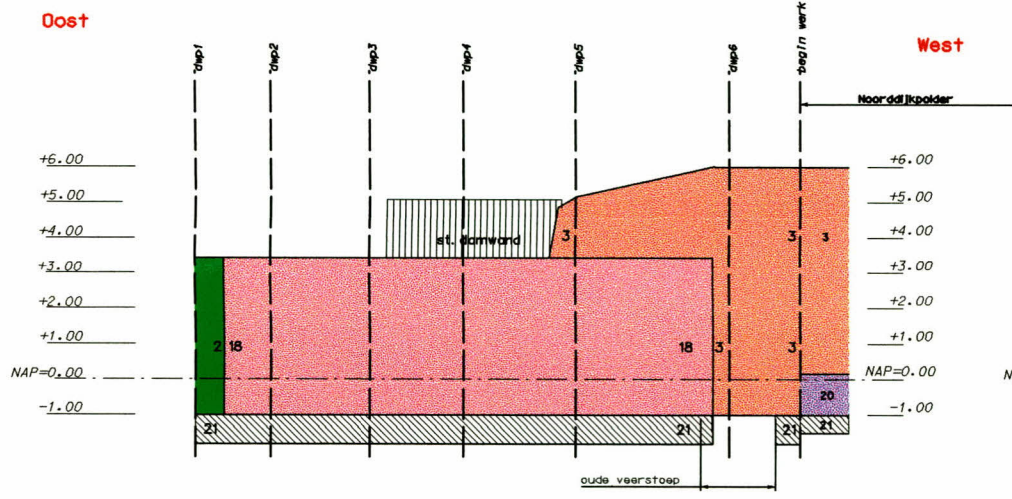
alternatief 3



Havendam buitenzijde

Havendam vanuit haven gezien

alternatief 4

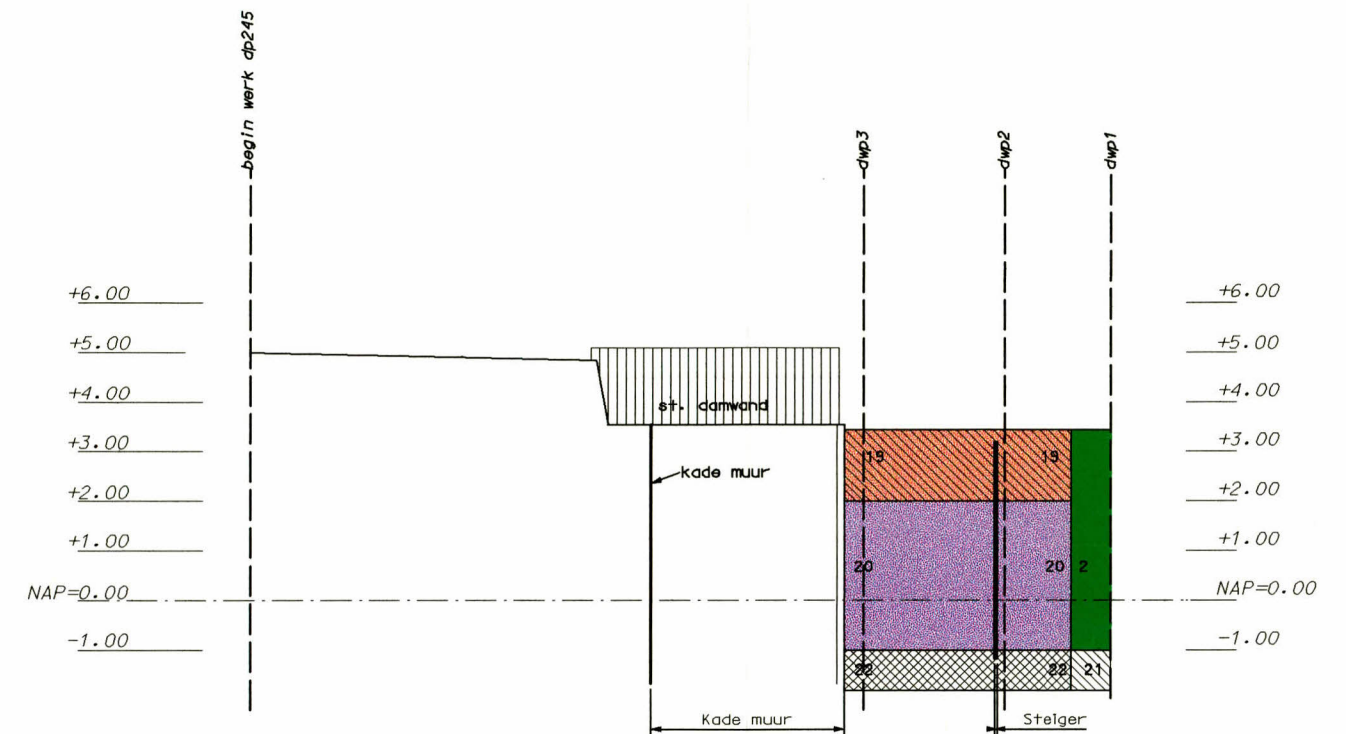
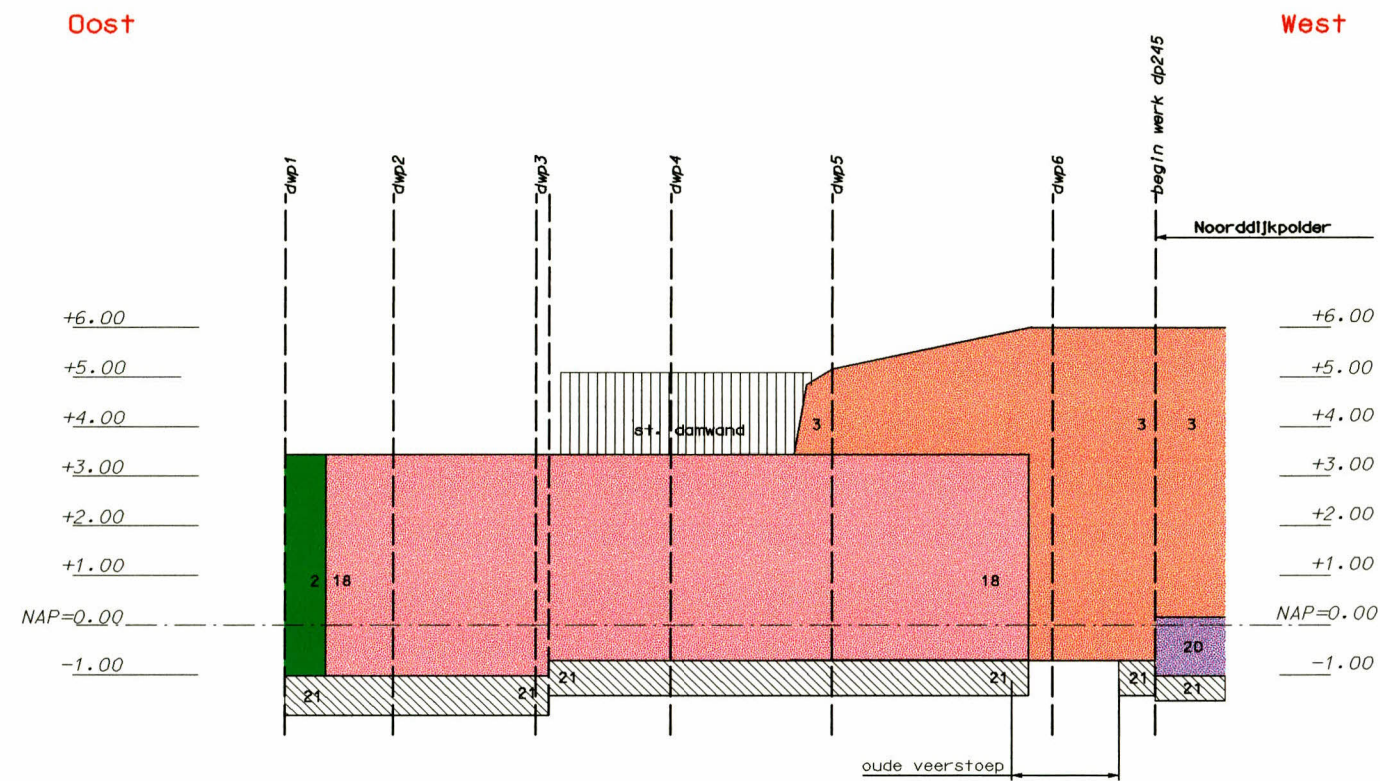


- legenda
- 1 asfalt
  - 2 basalt
  - 3 betonzuilen
  - 4 betonblokken
  - 5 diablooblokken
  - 6 doorgroei stenen
  - 7 doornikse steen
  - 8 pools graniet
  - 9 haringmanblokken
  - 10 hydroblokken
  - 11 koperslakblokken
  - 12 lessinische steen
  - 13 petit granit
  - 14 vilvoordse steen
  - 15 granietblokken
  - 16 vilvoordse steen met beton
  - 18 betonzuilen ECO
  - 19 betonzuilen gepenetreerd met gietasfalt
  - 20 gekantelde betonblokken
  - 21 kreukelberm
  - 22 schanskorven
  - 23 breuksteen niet vol en zat gepenetreerd met gietasfalt



## Havendam buitenzijde

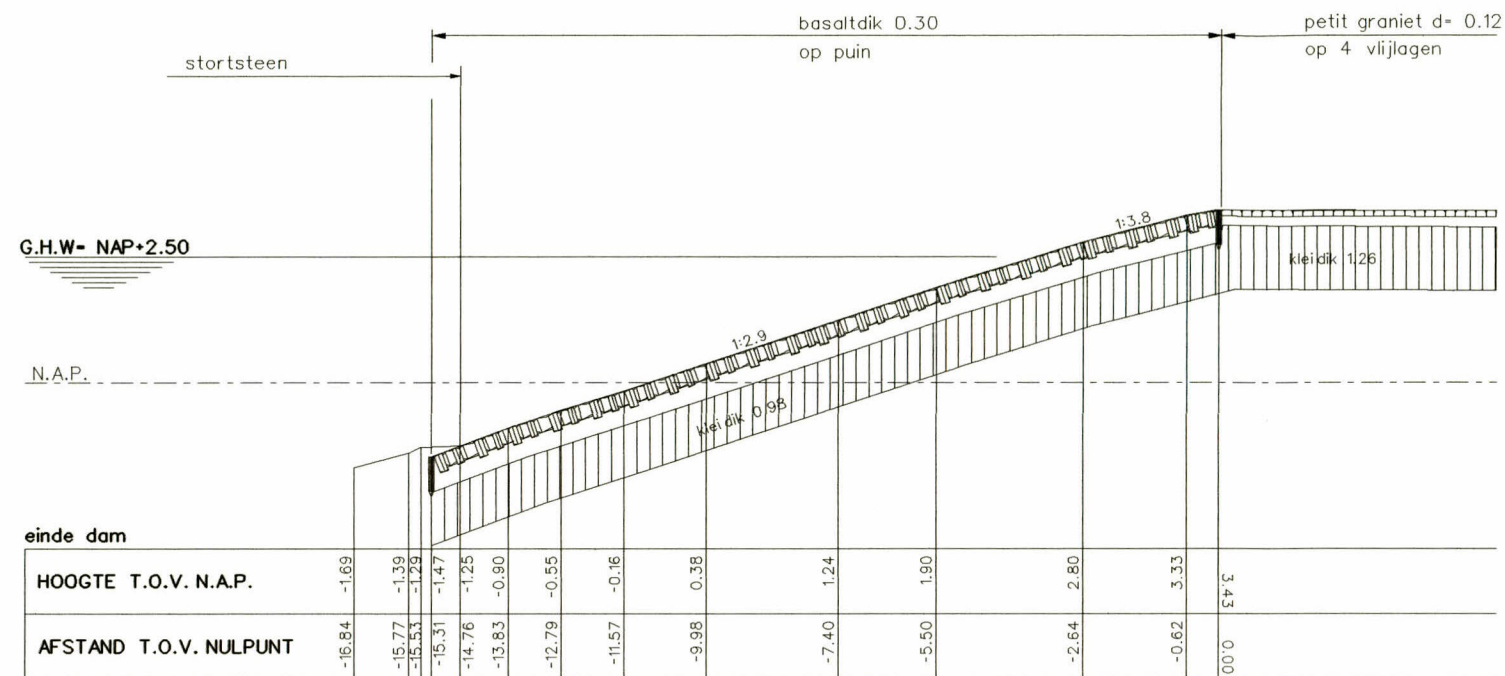
## Havendam vanuit haven gezien



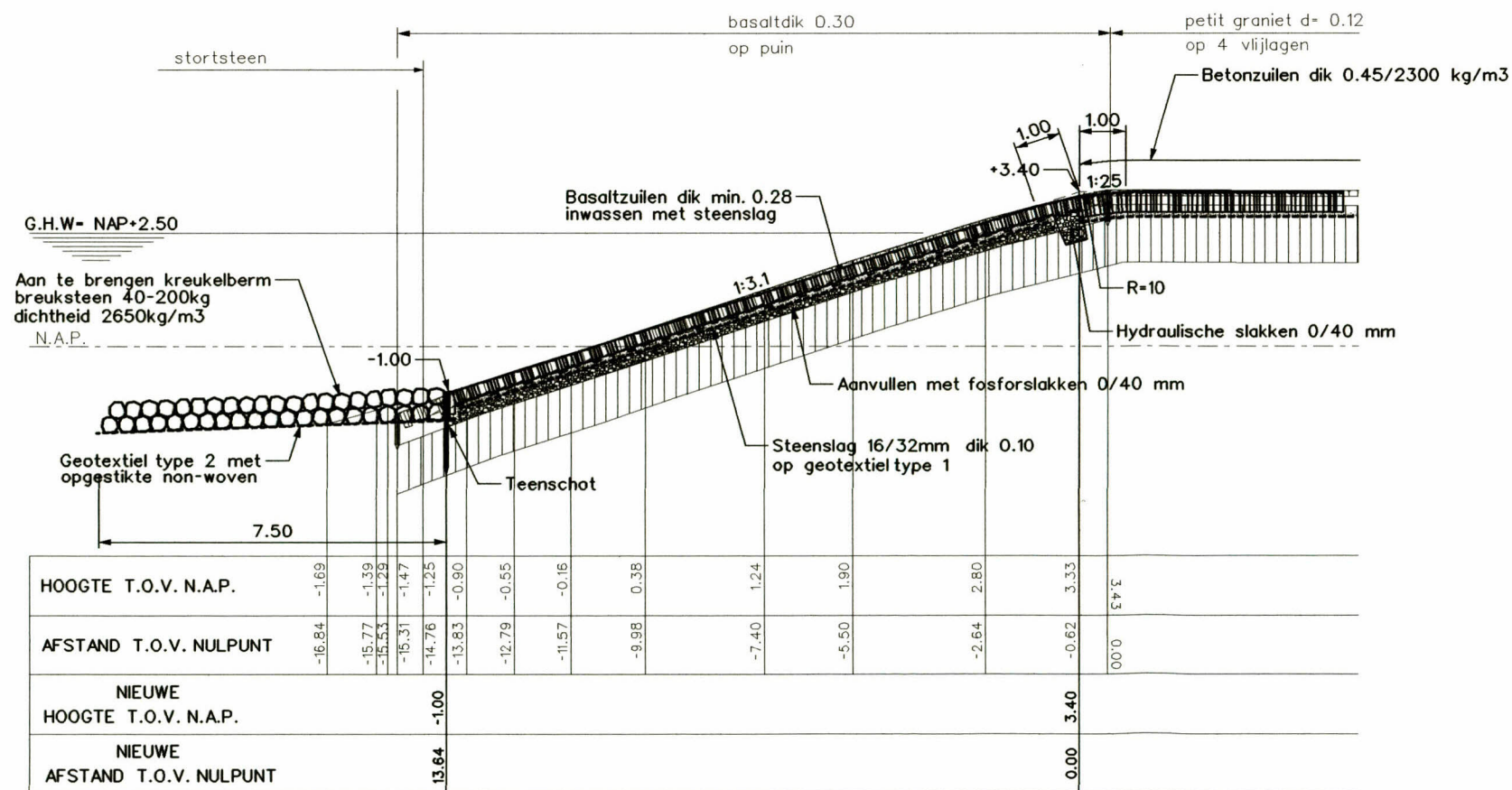
**Figuur 5**  
Glooiingskaart  
ontwerp

Legenda

- 1 asfalt
- 2 basalt
- 3 betonzuilen
- 4 betonblokken
- 5 diaboolblokken
- 6 doorgroei stenen
- 7 doornikse steen
- 8 pools graniet
- 9 haringmanblokken
- 10 hydroblokken
- 11 koperslakblokken
- 12 lessinische steen
- 13 petit granit
- 14 vilvoordse steen
- 15 granietblokken
- 16 vilvoordse steen met beton
- 18 betonzuilen ECD
- 19 betonzuilen gepenetreerd met gietasfalt
- 20 gekantelde betonblokken
- 21 kreukelberm
- 22 schanskorven

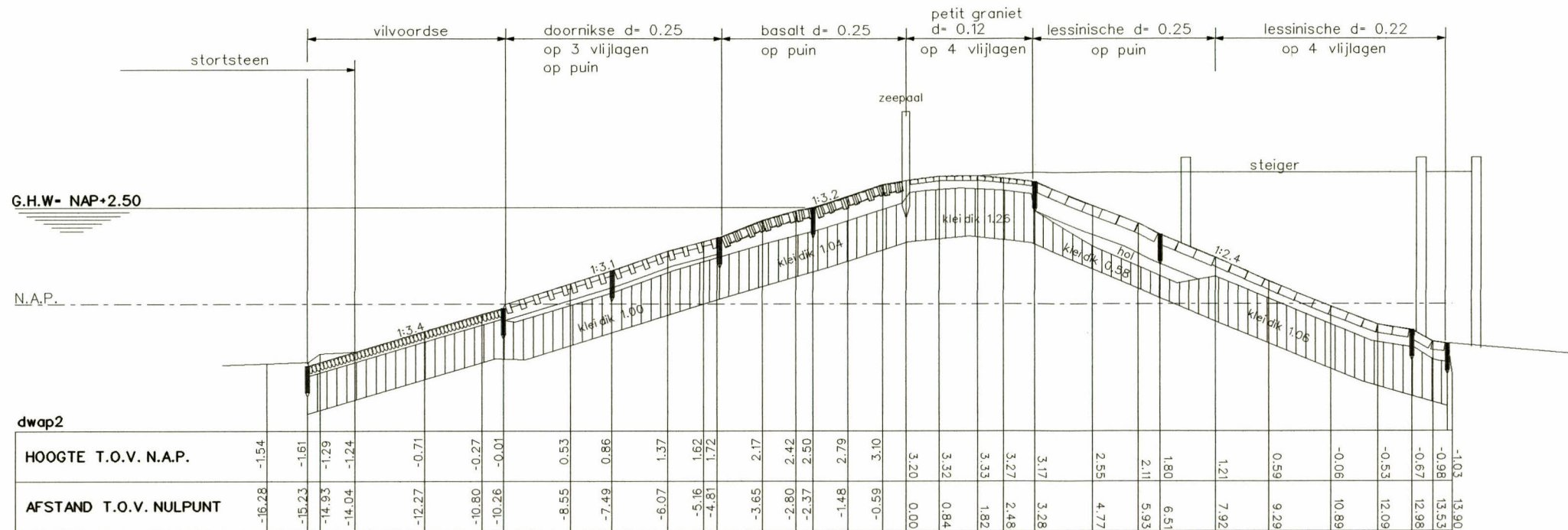


**Dwarsprofiel 1 bestand**

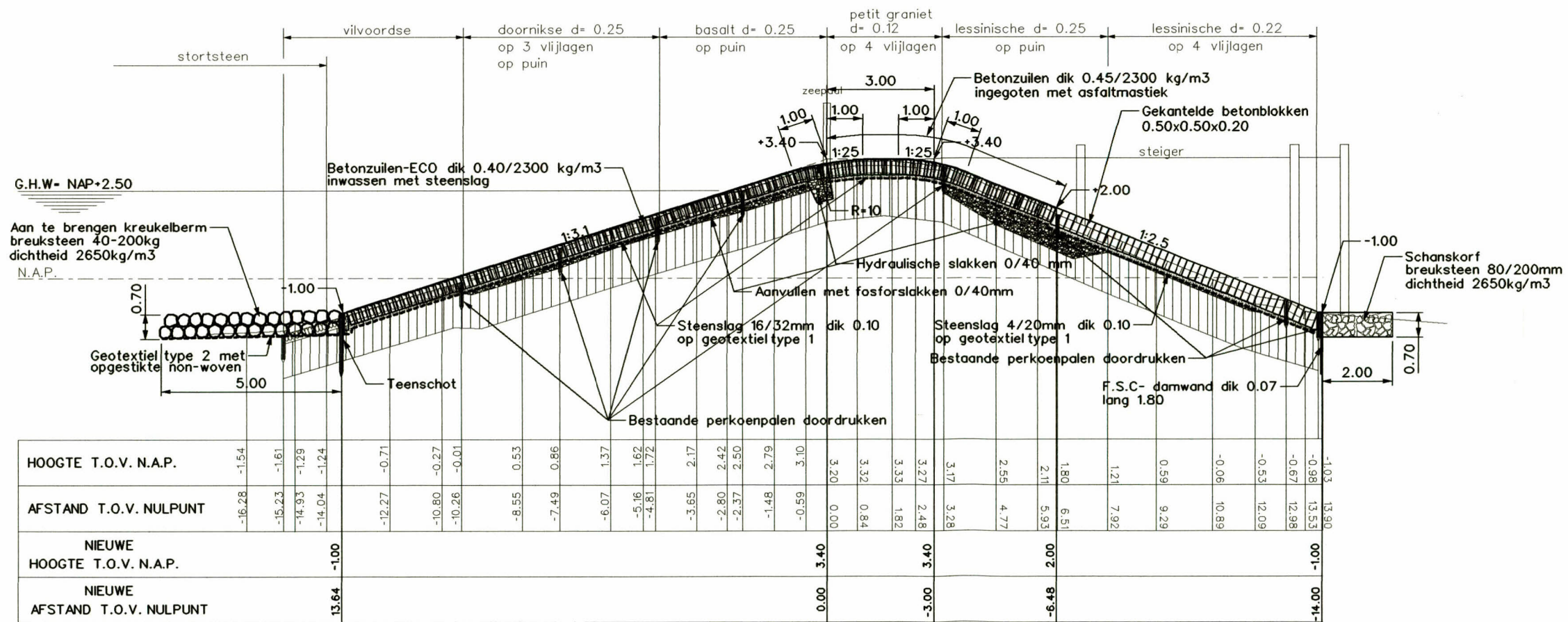


**Dwarsprofiel 1 nieuw** van P1+89m (kop havendam)



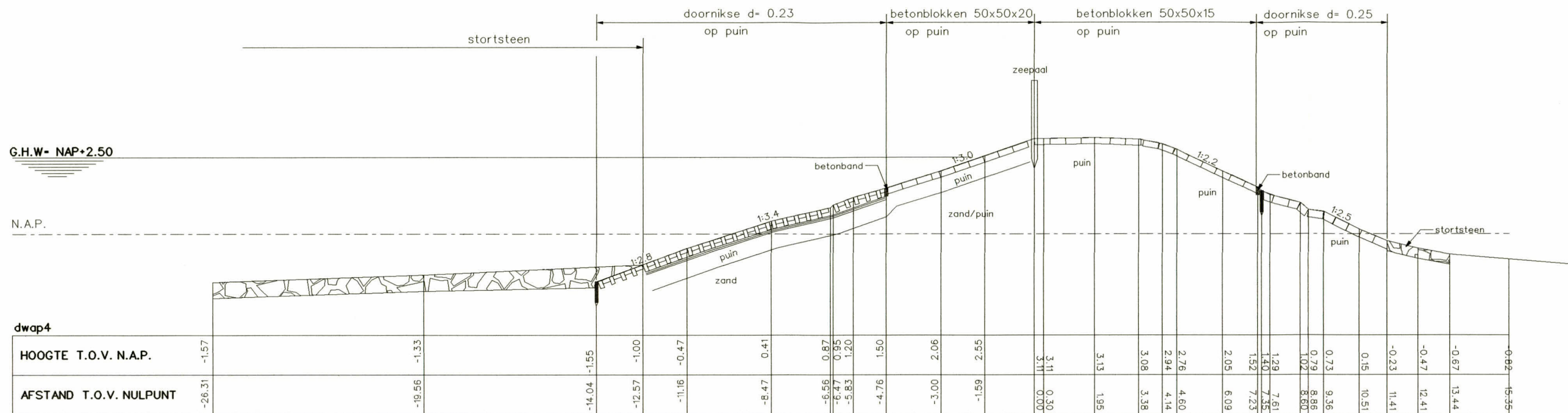


Dwarsprofiel 2 bestand

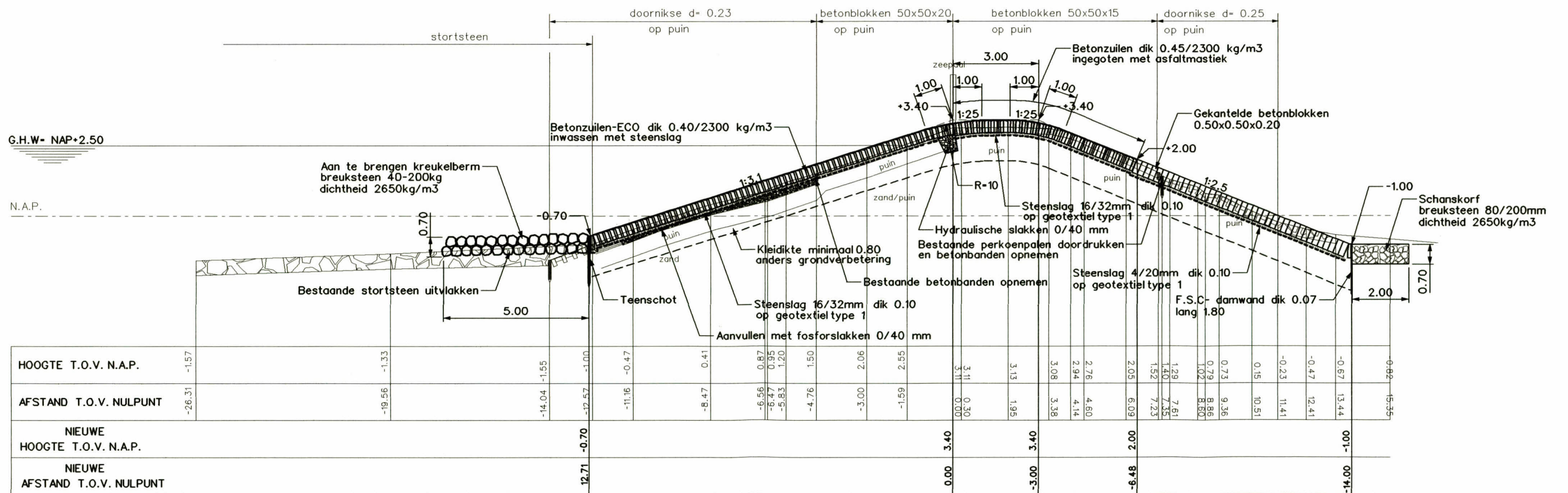


Dwarsprofiel 2 nieuw van P1+35m tot p1+89m

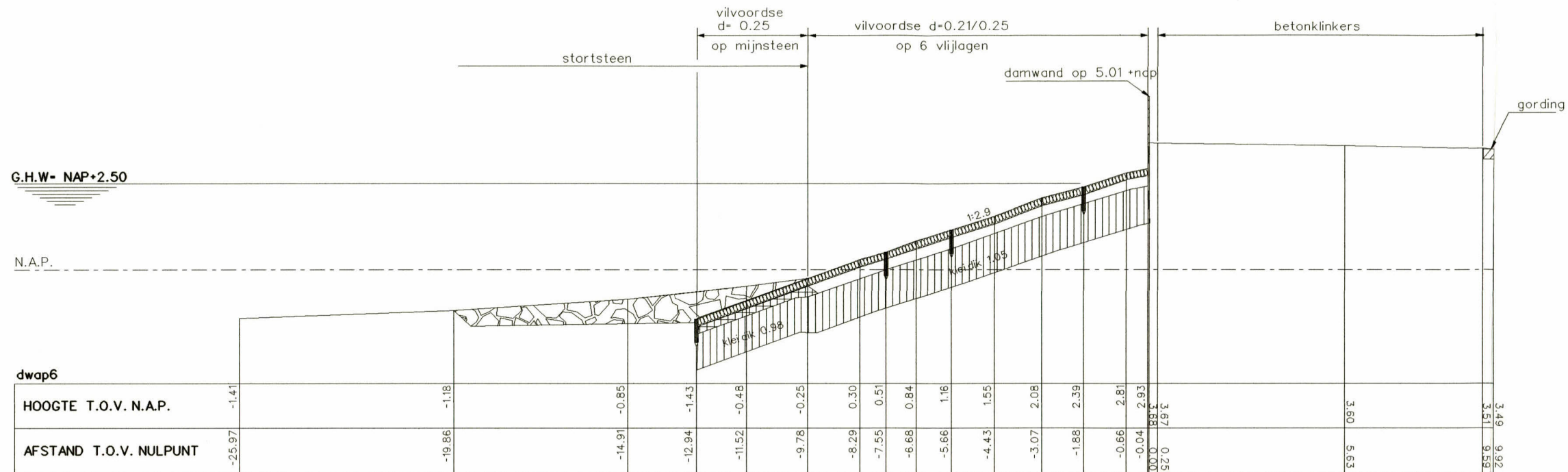




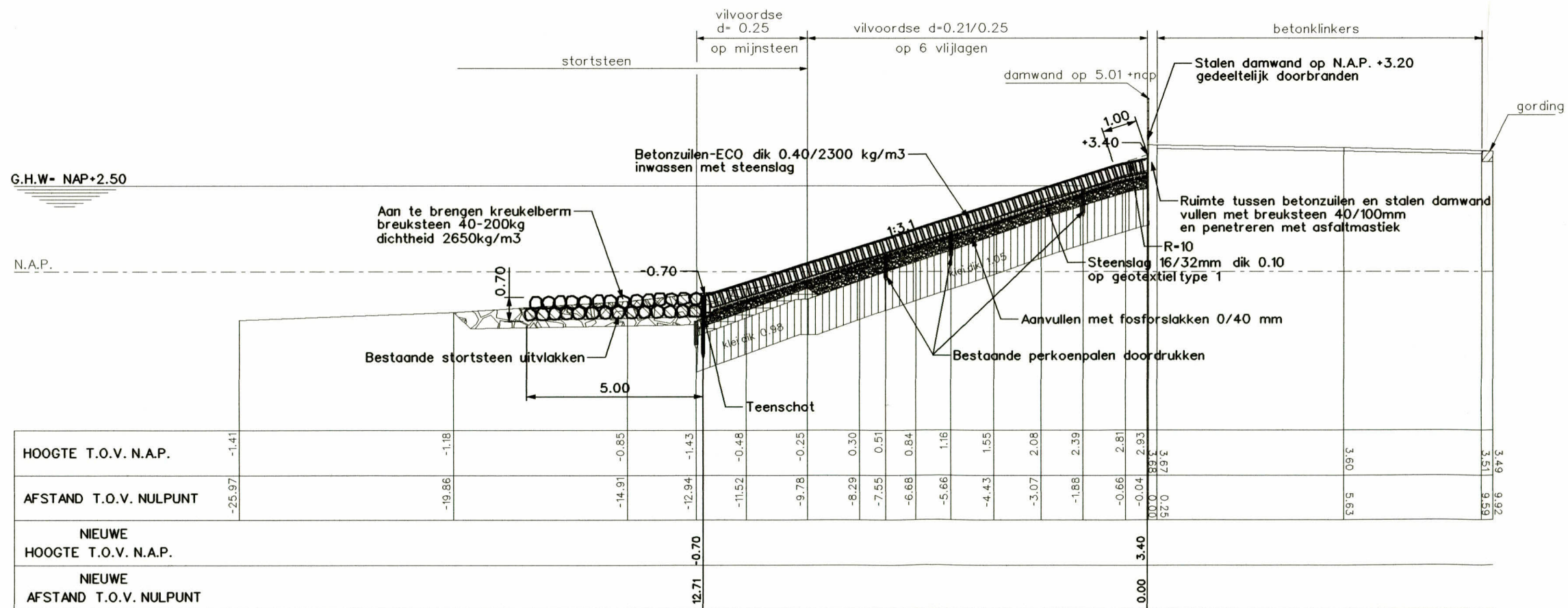
**Dwarsprofiel 3 bestaand**



**Dwarsprofiel 3 nieuw** van dp P1 tot P1+35m

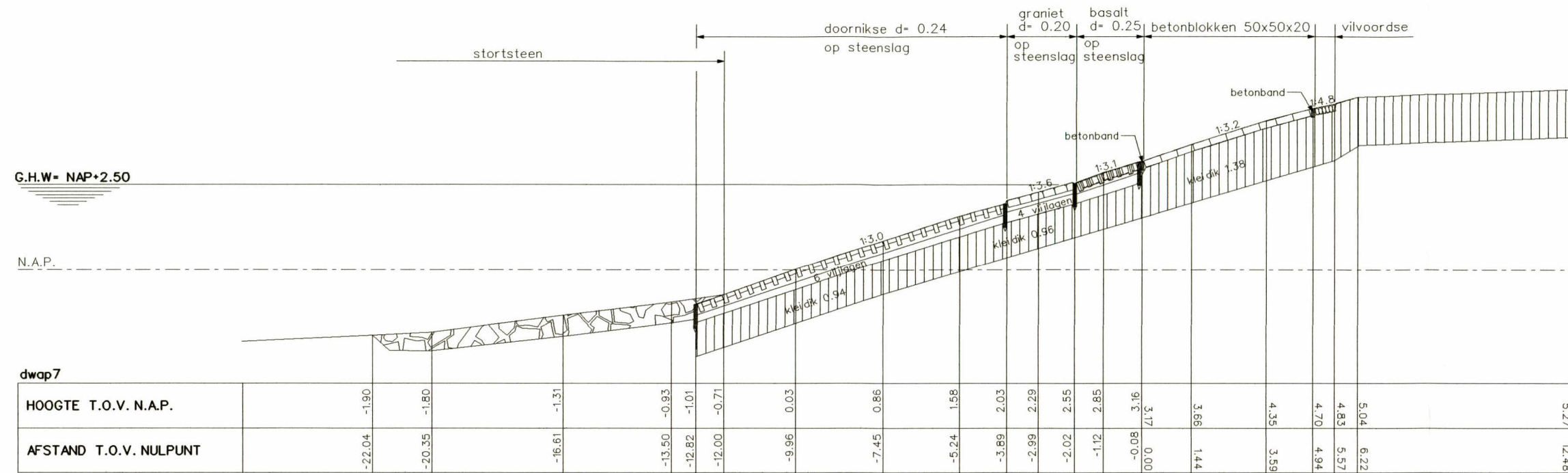


**Dwarsprofiel 4 bestaand**

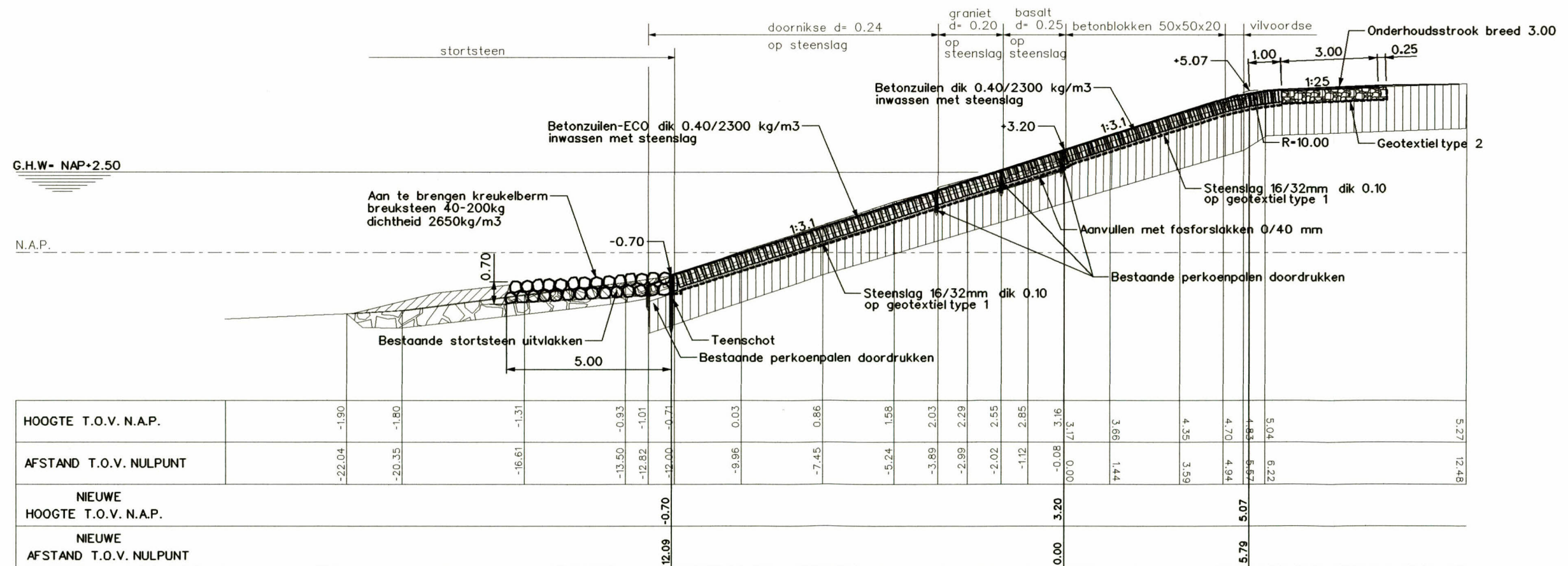


**Dwarsprofiel 4 nieuw** van Grens havendam DP243+80m tot tot P1

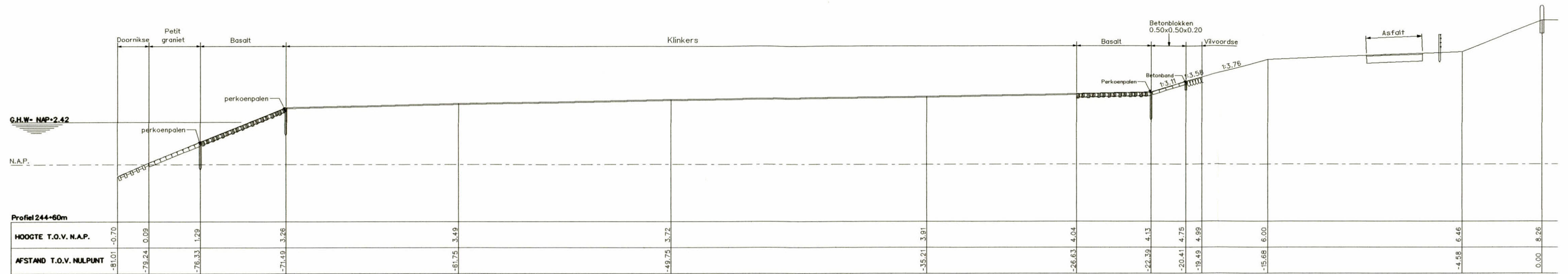




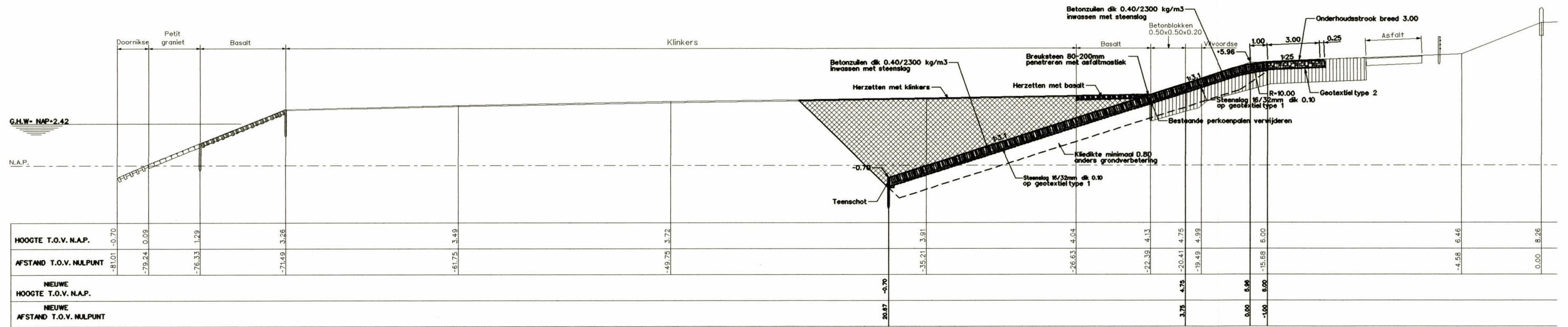
**Dwarsprofiel 5 bestaand**



**Dwarsprofiel 5 nieuw** van Grens havendam DP243+80m tot DP244+45m en van DP244+65m tot DP245



**Dwarsprofiel 6 bestaand**



**Dwarsprofiel 6 nieuw** van DP244+45m van DP244+65m



## LITERATUUR

- 1 Verbetering zuidelijke havendam bij Walsoorden  
Kortlever, W.C.D., Projectbureau Zeeweringen, ontwerpnota, 9-10-2002.  
PZDT-R-02286ontw
- 2 Algemene ontwerpnota van de dijkverbeteringen die in 2001 worden voorbereid  
Dorst, C.J., Projectbureau Zeeweringen, Versie 2, Goes, 25-04-2001.  
PZDT-R-01.095ontw
- 3 Wijzigingen in 'Algemene nota 2001'  
Kortlever, W., Projectbureau Zeeweringen, Goes, 8-5-2002.  
PZDT-N-02044ontw
- 4 Bijlagen bij 'Handleidingen Toetsen en Ontwerpen van dijkbekledingen'  
Werkgroep Kennis, Versie 7, 18-03-2002.  
PZDT-R-02.074ken
- 5 De basispeilen langs de Nederlandse kust  
Rijksinstituut voor Kust en Zee, mei 1995.  
RIKZ-95.008
- 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
- 7 Inventarisatie sterkte gezette talusbekledingen in Zeeland  
Grondmechanica Delft, Delft, januari 1997.  
Kenmerk 362070/46
- 8 Leidraad Toetsen op Veiligheid  
TAW, Delft, augustus 1999.
- 9 Toetsing van noordelijke havendam en achterliggende dijk Walsoorden  
Uittenbroek, H., Projectbureau Zeeweringen, 29-6-2000.  
PZDT-R-02008ontw
- 10 Damwandconstructie havendam Walsoorden  
Korff, M., en de Groot, M.B., Geodelft, maart 2001.  
CO-398560.0007
- 11 Beoordeling damwandconstructie in kruin van havendam Walsoorden  
Franssen, M., Projectbureau Zeeweringen, november 2001.  
PZDT-R-01375ontw
- 12 Handboek voor dimensionering van gezette talusbekledingen, CUR 155  
CUR Gouda, maart 1992.

- 13 Handleiding Ontwerpen Dijkbekledingen, Technische werkwijze van het Projectbureau Zeeweringen  
Werkgroep Kennis, Versie 6, 30-01-2001.  
PZDT-R-01.001ken
- 14 Bekleding op havendam van Walsoorden  
Klein Breteler, M., Waterloopkundig Laboratorium, december 2000.  
PZDT-B-00280
- 15 Bekleding binnenkant havendam onder GHW  
Klein Breteler, M., Waterloopkundig Laboratorium, mei 2001.  
PZDT-E-01146ontw
- 16 Landschapsvisie Zeeweringen Westerschelde  
Dienst Landelijk Gebied - Zeeland, juli 2001.
- 17 Walsoorden, Gabions als alternatieve constructie voor een damwand aan de binnenteen  
Franssen, M., Projectbureau Zeeweringen, november 2001.  
PZDT-R-02009ontw
- 18 Walsoorden, Damwandconstructie binnenteen  
Franssen, M., Projectbureau Zeeweringen, oktober 2001.  
PZDT-R-01317ontw
- 19 Beslisdocument Project Havendam Walsoorden,  
Van de Voort, R., Projectbureau Zeeweringen, november 2001.  
PZDT-B-01359ontw
- 20 Consequenties zeespiegelrijzing,  
Van de Voort, R., Projectbureau Zeeweringen, oktober 2001.  
PZDT-M-01388inv
- 21 Golfreductie Walsoorden,  
Hengst, P., Projectbureau Zeeweringen, oktober 2001.  
PZDR-M-01013
- 22 Ontwerphilosofie Walsoorden  
Hengst, P., Projectbureau Zeeweringen, notities aan het Ambtelijk Overleg.  
PZDT-N-02379, PZDT-N-03018.

## **BIJLAGEN**

<b>Bijlage 1</b>	<b>Technische toepasbaarheid</b>
Bijlage 1.1	Betonzuilen
Bijlage 1.2	Gekantelde betonblokken
Bijlage 1.3	Basalt
<b>Bijlage 2</b>	<b>Dimensionering</b>
Bijlage 2.1	Betonzuilen
<b>Bijlage 3</b>	<b>Detailadvies natuurwaarden</b>
<b>Bijlage 4</b>	<b>Detailadvies landschapsvisie</b>
<b>Bijlage 5</b>	<b>Controle benodigde kleilaagdikte</b>

**BIJLAGE 1 TECHNISCHE TOEPASBAARHEID****Bijlage 1.1 Betonzuilen**

De technische toepasbaarheid van betonzuilen wordt beschreven in paragraaf 5.4.4. Bij een taludhelling van 1:2,5 (rekenwaarde) is gecontroleerd of de zwaarst mogelijke betonzuil nog stabiel is.

<b>PARAMETER/</b>	Dijkvak 89
<b>BEREKENING</b>	Helling 1:2,5
<b>Golven</b>	
H <sub>s</sub> [m]	1,74
T <sub>p</sub> [s]	5,70
<b>Talud</b>	
cot(α) [-]	2,5
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]	0,50
Sm [kg/m <sup>3</sup> ]	2813
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	

Opgemerkt wordt dat de dimensionering van de betonzuilen in de praktijk wordt bepaald door het toepassingscriterium van ANAMOS ( $H_s/\Delta D \leq 6\xi^{-2/3}$ ). Voor de berekening geldt dat aan deze voorwaarde is voldaan: ANAMOS is geldig.

**Bijlage 1.2 Gekantelde betonblokken**

De technische toepasbaarheid van vlakke blokken is beschreven in paragraaf 5.4.5. In deze bijlage is een bijbehorende berekening gegeven.

<b>PARAMETER/</b>	Dijkvak 89
<b>BEREKENING</b>	Helling 1:3,1 Vlak blok 0,20 m
<b>Golven</b>	
$H_s$ [m]	1,62
$T_p$ [s]	5,70
<b>Talud</b>	
$\cot(\alpha)$ [-]	2,7
$f_t$ [-]	0,5
<b>Constructietype</b>	
Niet ingewassen dichte blokken	
Filter	
Geotextiel	
Basis	
<b>Blokken</b>	
$B$ [m]	0,20
$L$ [m]	0,50
$D$ [m]	0,48
$s$ [mm]	1,0
$\rho_m$ [kg/m <sup>3</sup> ]	2300
$G$ [-]	1,0
<b>Filter</b>	
$b$ [m]	0,15
$D_{15}$ [mm]	5
$n$ [-]	0,35

**EINDRESULTATEN**

<b>Stabiliteit</b>	
<b>toplaag</b>	
$v_s$ [m]	1,26
<b>niveau</b>	NAP + 3,0 m
<b>Conclusie</b>	De constructie is stabiel
ANAMOS	

**Bijlage 1.3 Basalt**

De technische toepasbaarheid van basalt is beschreven in paragraaf 5.4.6. In deze bijlage is een bijbehorende berekening gegeven.

<b>PARAMETER/</b>	Dijkvak 89
<b>BEREKENING</b>	Helling 1:2,5 Basalt 0,30 m
<b>Golven</b>	
$H_s$ [m]	1,74
$T_p$ [s]	5,70
<b>Talud</b>	
$\cot(\alpha)$ [-]	2,5
$f_t$ [-]	0,5
<b>Constructietype</b>	
Niet ingewassen zuilen	
Filter	
Geotextiel	
Basis	
<b>Zuilen</b>	
$A_z$ [m <sup>2</sup> ]	0,090
$A_{z0}$ [%]	10
$D_z$ [m]	0,27
$S_m$ [kg/m <sup>3</sup> ]	2900
$G$ [-]	1,0
<b>Filter</b>	
$b$ [m]	0,15
$D_{15}$ [mm]	20
$n$ [-]	0,35

**EINDRESULTATEN**

<b>Stabiliteit</b>	
<b>toplaag</b>	
$y_s$ [m]	1,36
max. topniveau	NAP + 6,75 m
conclusie	De constructie is stabiel
ANAMOS	

**BIJLAGE 2 DIMENSIONERING****Bijlage 2.1 Betonzuilen**

De dimensionering van de betonzuilen is beschreven in paragraaf 6.3.1. De lichtst mogelijke combinaties van zuildikte en dichtheid zijn bepaald, gebruikmakend van het toepassingscriterium van ANAMOS ( $H_s/\Delta D \leq 6\xi^{-2/3}$ ), voor alle vakken waarin betonzuilen worden toegepast. Vervolgens is de gekozen zuil gecontroleerd met ANAMOS.

<b>PARAMETER/</b>	Dijkvak 89
<b>BEREKENING</b>	helling 1:3,1
<b>Golven</b>	
H <sub>s</sub> [m]	1,74
T <sub>p</sub> [s]	5,70
<b>Talud</b>	
cot(α) [-]	2,9
ft [-]	0,5
<b>Constructietype</b>	
Niet ingewassen zuilen	
Filter	
Geotextiel	
Basis	
<b>Zuilen</b>	
Az [m <sup>2</sup> ]	0,09
Azo [%]	10
Dz [m]	0,40
Sm [kg/m <sup>3</sup> ]	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 3 DETAILADVIES NATUURWAARDEN**





17 AUG 1999

Aan  
 Projectbureau Zeeweringen  
 t.a.v. [redacted] en medewerkers  
 Postbus 114  
 4460 AC GOES

Contactpersoon

[redacted]

Datum

13 augustus 1999

Ons kenmerk

RIKZ/AB-99.60356

Onderwerp

 detailadvies natuurwaarden havendammen  
 Walsoorden

Doorkiesnummer

[redacted]

Bijlage(n)

-

Uw kenmerk

-

Product

DIJKBEKL

PROJECTBUREAU ZEEWERINGEN	ACTIE	INFO
PROJECTLEIDER		X
PROJECTBESLISSE		
PROJECTSECRETARIS		X
WERKER FINANCIEN		
WERKER KWALITEIT		
TEAMLEIDER ONTWERP		X
HOOFD UITVOERING		
COORDINATOR BESTEK-SCHRIJVER		X
ARCHIEF		X
CIRCULATIE MAP		

Beste mensen,

Ten behoeve van de versterking van de havendammen van Walsoorden breng ik hierbij advies uit ten aanzien van de natuurwaarden. De havendammen (dijkvak 89) heb ik bezocht op 10 augustus jl.

Volgens de Milieu-inventarisatie wordt de begroeiing in de getijdenzone getypeerd als type 2, en zijn er potenties voor type 3 (type 1 wordt ecologisch het laagste gewaardeerd, type 4 krijgt een maximale waardering). Hoewel tijdens het veldbezoek het tij niet optimaal was en slechts het hoogste deel van de bruinwierenbegroeiing kon worden geïnventariseerd, is op de noordelijke havendam momenteel reeds type 3 geconstateerd. De begroeiing aan de buitenzijde hiervan wordt gedomineerd door Knotswier, de onderbegroeiing is aanwezig maar beperkt tot korstvormige wieren. Dicht boven deze zone komt een zodevormend roodwiertje voor, waarschijnlijk *Catenella caespitosa*. De binnenzijde wordt gedomineerd door Blaaswier, althans voor zover zichtbaar. Verwacht wordt, dat als gevolg van opwerveling van slib door havenactiviteiten, deze begroeiing soortenarmer is. Boven de beschreven begroeiing is geen steenconstructie aanwezig, omdat ter plaatse een stalen damwand resp. een palenrij te vinden is. De zonering van levensgemeenschappen is daarom beperkt. Op de zuidelijke havendam is de getijdenzone niet opgenomen; daarom wordt conform de Milieu-inventarisatie voor dat deel type 2 aangehouden.

De begroeiing boven de hoogwaterlijn is wel op beide dammen onderzocht. Op de noordelijke havendam zijn slechts weinig zoutplanten aangetroffen. Het betrof vooral zilte schijnspurrie, en incidenteel schorrezoutgras en lamsoor. De zuidelijke havendam was soortenrijker. Aan de buitenzijde hiervan zijn melkkruid (loc), zilte schijnspurrie (ab), lamsoor (r) en hertshoornweegbree (loc) aangetroffen<sup>1</sup>. Op het kleine stukje aan de binnenzijde kwamen in een strook van 2 m breed ook diverse soorten voor, te weten: zilte schijnspurrie (ab), melkkruid (loc), zeeaster (sp), lamsoor (sp), zeewegbree (sp) en schorrezoutgras (sp).

<sup>1</sup> Methode van Tansley: r = rare (zeldzaam), sp = sparse (weinig voorkomend), fr = frequent (regelmatig voorkomend), loc = local (lokaal), ab = abundant (zeer veel voorkomend)



De consequentie voor de constructie-alternatieven is de volgende.

Getijdenzone: Door gebrek aan recente gegevens van de zuidelijke havendam wordt voor dat deel de Milieu-inventarisatie aangehouden, voor de noordelijke havendam treedt een kleine wijziging op.

Op het noordelijke deel komen zowel voor herstel als verbetering van de natuurwaarden constructie-alternatieven uit de categorieën 'goed' of 'redelijk goed' in aanmerking. Op het zuidelijke deel geldt feitelijk minimaal de categorie 'voldoende' bij herstel, en (redelijk) goed bij verbetering van natuurwaarden. Omdat de aangetroffen begroeiing aan de buitenzijde voor Westerschelde-begrippen vrij bijzonder is, wordt voorgesteld daar de categorie 'goed' toe te passen, concreto in de vorm van betonzuilen met een ecotoplaag. Omdat de kenmerken van het watermilieu voor beide dammen niet verschillen, wordt voorgesteld beide havendammen uniform te behandelen.

Aan de binnenzijde van de dammen leiden de havenactiviteiten zoals genoemd tot opwerveling van slib en kleinere mogelijkheden voor de flora en fauna. Hier geldt geen bijzondere voorkeur voor ecozuilen, en komt de categorie 'redelijk goed' in aanmerking.

*getijdenzone  
buiten is goed  
binnen redelijk goed*

Zone boven GHW: De aangetroffen begroeiing van zoutplanten suggereert hogere potenties bij aanpassing van de steenbekleding. Geadviseerd wordt een keuze te maken uit de categorie 'redelijk goed'. Gezien de geringe hoogte van de havendammen en de technische wens om zo min mogelijk overgangsconstructies te creëren, wordt aanbevolen de constructie in de getijdenzone door te zetten tot de gewenste hoogte. Aan de buitenzijde zijn dit bij voorkeur ecozuilen, aan de binnenzijde desgewenst andere constructies uit de categorie 'redelijk goed', bijvoorbeeld basalt- of betonzuilen, betonblokken met veel open ruimten of open steenasfalt.

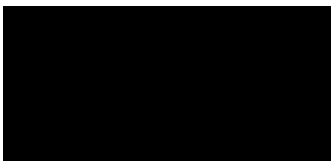
*redelijk goed*

Tot slot: het dijkvak heeft geen waarde voor vogels.



Ik hoop hiermee voldoende informatie gegeven te hebben ten behoeve van de voorbereiding van dit dijkvak. Uiteraard ben ik beschikbaar voor eventuele vragen of overleg.

Hoogachtend,  
de Hoofdingenieur-directeur,  
namens deze,



**BIJLAGE 4 DETAILADVIES LANDSCHAPSVISIE**



## **Advies landschappelijke vormgeving Zeeweringen Westerschelde**

**Dijkvak:** *Havendammen Walsoorden*

**Datum:** *7 november 2000*

**Door:** XXXXXXXXXX, *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**

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.*

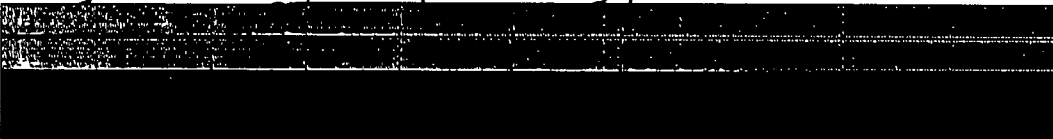
Het continue, lijnvormige kenmerk van de zeewering dreigt echter te verdwijnen. Op basis van technische randvoorwaarden, de (min of meer toevallige) beschikbaarheid van het materiaal en de aanwezige natuurwaarden en -potenties en administratieve grenzen worden verschillende typen bekledingsmaterialen 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 verhard, 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;

0113 237350

**Advies landschappelijke vormgeving Zeeweringen Westerschelde****Dijkvak: Havendammen Walsoorden****Datum: 7 november 2000****Door: [REDACTED], Dienst Landelijk Gebied****Voorgesteld landschapsbeeld (vereenvoudigd)****Advies dijkvak Havendammen Walsoorden**

Het dijkvak Walsoorden vormt een bijzonder punt in de zeeweringen van de Westerschelde door de aanwezigheid van de haven en de oude veerstoep. Deze bijzondere elementen verdienen de nodige aandacht:

De veerstoep is een cultuurhistorisch element. Bij de dijkversterking wordt de dijk achter de veerstoep door getrokken. Deze blijft daarmee 'ongeschonden' liggen. Vanuit cultuurhistorisch en recreatief oogpunt is het echter belangrijk om de veerstoep te onderhouden en waarnodig te herstellen. Hiervoor is een inrichtingsplan noodzakelijk. De bekleding van de oostelijke havendam wordt in zijn geheel vervangen. De stalen damwanden en de klinkerverharding van de haven blijven hierbij gehandhaafd, net als de houten palen. Gezien het de cultuurhistorische en recreatieve waarden van de haven is een verharding van basalt voor de gehele dam de beste oplossing! Deze verharding begint bij de damaanzet (bij het begin van de klinkerverharding).

Aan de oostzijde hiervan wordt aangesloten op het aanliggende dijkvak. De grens van deze twee dijkvakken wordt echter gevormd door de veerstoep. Ondanks dat het aanliggende dijkvak geen donkere ondertafel heeft kan deze dus toch in dit dijkvak worden gerealiseerd, zonder een inconsequent beeld te veroorzaken.

De verharding van betonblokken aan de noordzijde van de haven (boventafel) wordt in dien mogelijk herzet. Als dit niet mogelijk blijkt te zijn, wordt de bekleding vervangen door betonblokken.

**Resultaat:**

1. De gehele ondertafel van het dijkvak krijgt wordt gerealiseerd in donker materiaal;
2. De veerstoep krijgt/houdt een eigen bekleding die recht doet aan de cultuurhistorische en recreatieve waarden van dit element;
3. De oostelijke havendam krijgt een eenduidige bekleding die recht doet aan de cultuurhistorische en recreatieve waarden van dit element;
4. De verticale overgangen vallen niet samen;
5. Het onderhoudspad sluit aan op het aanliggende dijkvak en valt gedeeltelijk samen met de kade van de haven;
6. Het af strooien van de bovenste 4 meter van de glooiing met grond voor de sneller vestiging van grassen is mogelijk;

d.d. 29/3/2001 gesprek met [REDACTED]

Bewaren bekleding tot passen + associëren met grond t.b.v. GRAS!

**Advies landschappelijke vormgeving Zeeweringen Westerschelde**

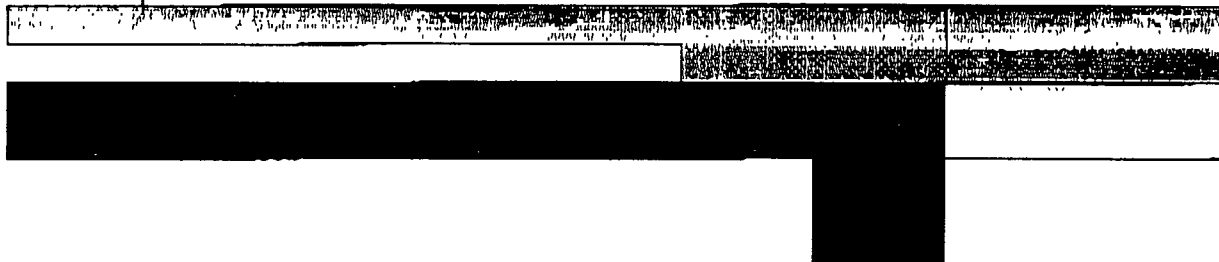
**Dijkvak: Havendammen Walsoorden**

**Datum: 7 november 2000**

**Door: [REDACTED], Dienst Landelijk Gebied**

---

**Landschapsbeeld**



**Legenda**

Betonzuilen/blokken	[REDACTED]
Basalt	[REDACTED]

**BIJLAGE 5 CONTROLE BENODIGDE KLEILAAGDIKTE**



# Memo

## Werkgroep

# Kennis



Ministerie van Verkeer en Waterstaat  
Directoraat-Generaal Rijkswaterstaat  
Projectbureau Zeeweringen

Betreft (actie en nr.)

Nadere beschouwing benodigde kleidiktes Havendam Walsoorden

Vraagsteller

[REDACTED]

Beantwoord door

[REDACTED]

Doorkiesnummer

0113 - [REDACTED]

Status

Datum

Datum

25 oktober 2002

Bijlage(n)

3 berekeningen

Kenmerk

K-02-10-39

Voor deze berekeningen is uitgegaan van een hoek van inwendige wrijving van  $40^\circ$  (die normaliter gebruikt wordt bij het toetsen) i.p.v.  $27^\circ$  (de binnen Zeeweringen gehanteerde ontwerpwaarde). Verder is uitgegaan van de regels uit de nieuwe versie van de LTV (die eind 2002 uit moet komen).

De veiligheidsfactor blijft 1,2.

Voor de helling op de kop van de havendam is uitgegaan van het gemiddelde (1:2,75). (Bij een talud van 1:2,5 bedraagt de veiligheidsfactor van 1,1 voor dezelfde resultaten.)

Gezien de gevoeligheid van de betreffende parameters (veiligheidsfactor, doorlatendheid en hoek van inwendige wrijving) wordt geadviseerd om een minimale laag van **80 cm** klei (of gelijkwaardig materiaal) aan te brengen onder de bekleding.

Projectbureau Zeeweringen  
Postadres p/a postbus 114, 4460 AC Goes  
Bezoekadres p/a waterschap Zeeuwse Eilanden,  
Piet-Heinstraat 77 Goes

Telefoon (0113) 24 13 70

Telefax (0113) 21 61 24

Het project Zeeweringen wordt uitgevoerd i.s.m. de Zeeuwse waterschappen en de provincie Zeeland.  
Vanaf NS station richting centrum, na 150 m. rechts.