

# DIJKVERBETERING ZIMMERMANPOLDER

Ontwerpnota

Versie 3

16 oktober 1998

Projectbureau Zeeweringen				
Dijkverbetering Zimmermanpolder - Ontwerpnota				
Auteur: ██████████	controle	Intern	Toetsgrp	A.O.
Versie: 3	paraaf	<i>W</i>	<i>JP</i>	<i>W</i>
Datum: 16 oktober 1998	d.d.	20-10-98	16-10-98	26-10-98
Documentnummer: PZDT-R-98462 ontw				

doc.nr. PZDT-R-98462 ontw.



002097 1998 PZDT-R-98462 ontw  
Ontwerpnota Zimmermanpolder

**INHOUDSOPGAVE**

<b>SAMENVATTING</b>	<b>1</b>
<b>1. INLEIDING</b>	<b>4</b>
1.1 Achtergrond	4
1.2 Doelstelling Ontwerpnota	4
1.3 Leeswijzer	5
<b>2. SITUATIEBESCHRIJVING</b>	<b>6</b>
2.1 Locatie projectgebied	6
2.2 Geometrie en bekleding	6
<b>3. ONTWERP-CONDITIES</b>	<b>8</b>
3.1 Uitgangspunten	8
3.2 Randvoorwaarden	8
3.2.1 Waterstanden	8
3.2.2 Golfvandvoorwaarden	9
3.2.3 Ecologische randvoorwaarden	10
<b>4. TOETSING</b>	<b>11</b>
4.1 Algemeen	11
4.2 Toetsing toplaag	11
4.2.1 Doornikse bloksteen	12
4.2.2 Lessinische steen	13
4.2.3 Basaltzuilen (ongepenetreerd)	13
4.2.4 Basaltzuilen gepenetreerd met asfalt	15
4.2.5 Betonblokken	15
4.2.6 Grasbekleding bovenbeloop	16
4.3 Toetsing reststerkte bekleding	16
4.4 Conclusie	17
<b>5. KEUZE BEKLEDING</b>	<b>18</b>
5.1 Voorselectie	18
5.2 Beschikbaarheid	19
5.3 Constructieve toepasbaarheid	19
5.3.1 Invoerparameters	20
5.3.2 Betonzuilen	21
5.3.3 Betonblokken	21
5.3.4 Basaltzuilen	23
5.4 Ecologische toepasbaarheid	23
5.5 Afweging	24
5.6 Gekozen bekleding	26
<b>6. DIMENSIONERING</b>	<b>28</b>
6.1 Kreukelberm	28
6.1.1 Toplaag	28
6.1.2 Geokunststof	28
6.2 Teenconstructie	29
6.3 Zetsteenbekleding	30

6.3.1 Toplaag	30
6.3.2 Uitvullaag	32
6.3.3 Geokunststof	33
6.3.4 Basismateriaal	33
6.4 Overgangsconstructie	34
6.5 Overgang boventafel-berm	34
6.6 Berm	34
6.7 Havendammen	35

FIGUREN  
LITERATUUR  
BIJLAGEN

## SAMENVATTING

In deze nota wordt het ontwerp beschreven van de verbetering van de glooiing van het dijkvak van de Zimmermanpolder, in het kader van het Project Zeeweringen. Deze specifieke ontwerpnota behandelt de specifieke aspecten van dit dijkvak; algemene aspecten, geldig voor alle dijkvakken die worden voorbereid voor uitvoering in 1999, worden beschreven in een Algemene Ontwerpnota 1999.

Het dijkvak van de Zimmermanpolder is in beheer bij het Waterschap Zeeuwse Eilanden. De lengte van het beschouwde traject is ongeveer 3750 m. In de **bestaande situatie** bestaat de kern van de dijk voor het overgrote deel uit klei en deels uit zand, de ondertafel is bekleed met verschillende soorten zetsteen op een granulaire laag, de boventafel is bekleed met betonblokken op klei. Het bovenbeloop heeft een grasbekleding.

Voor de ontwerpen van de dijkvakken die worden voorbereid voor uitvoering in 1999 gelden de volgende algemene **uitgangspunten**:

- de gehele bekleding moet sterk genoeg zijn om niet te bezwijken tot aan de ontwerp-omstandigheden met een gemiddelde overschrijdingsfrequentie van 1/4000 per jaar;
- het ontwerp moet goed uitvoerbaar zijn en goede voorwaarden scheppen voor beheer en onderhoud;
- bij het ontwerp moet rekening worden gehouden met de omgeving (waaronder landschap, natuur, cultuurhistorie, recreatie, woon- en leefmilieu); met betrekking tot natuurwaarden geldt, dat het ontwerp moet leiden tot behoud en waar mogelijk tot verbetering van de natuurwaarden;
- er wordt gestreefd naar optimaal hergebruik van aanwezige materialen; dit geldt in de eerste plaats binnen het dijkvak zelf, en indien dat niet mogelijk is binnen het Project Zeeweringen als geheel;
- vertragingen in ontwerp, procedures en uitvoering moeten worden vermeden; dit betekent onder meer dat er naar gestreefd wordt alleen oplossingen toe te passen die in de praktijk bewezen zijn.

Voor het vak van de Zimmermanpolder gelden specifieke **randvoorwaarden** met betrekking tot de golfaanval en met betrekking tot de natuurwaarden. De ontwerpwaterstand is deels NAP+6,55 m en deels NAP+6,60 m. Afhankelijk van de waterstand en de locatie varieert de ontwerpwaarde van de golfhoogte  $H_s$  tussen 1,8 m en 1,99 m en de periode  $T_p$  tussen 6,8 s en 7,0 s. De randvoorwaarden met betrekking tot de natuurwaarden zijn geformuleerd als de bekledingscategorie die minimaal nodig is voor ofwel *herstel* van de huidige natuurwaarden, ofwel *verbetering* van de natuurwaarden (voor zover de natuurlijke omstandigheden van het dijkvak verbetering mogelijk maken).

Voor *herstel* van de huidige natuurwaarden kan in het overgrote deel van het beschouwde traject elk toepasbaar bekledingstype worden gebruikt. Alleen in het meest oostelijke deel in de zone boven GHW vervalt de optie van hergebruik van basaltzuilen. Ook *Verbetering* van de natuurwaarden is alleen relevant in het meest westelijke deel van het traject, nu voor zowel de zone boven als onder GHW, mits bepaalde bekledingstypen worden gekozen.

**Toetsing** van de huidige bekleding van het dijkvak is nodig om vast te stellen welke delen van de bekleding moeten worden verbeterd. Deze toetsing is uitgevoerd conform de Leidraad Toetsen op Veiligheid. Daarbij is rekening gehouden met de aspecten beheerdersoordeel, afschuiving, materiaaltransport, stabiliteit toplaag onder golfaanval en reststerkte. Bijna de gehele bekleding is beoordeeld als 'onvoldoende'; alleen enkele stroken ongepenetreerde basalt in het westelijke deel van het traject zijn beoordeeld als 'goed'. De delen die als 'onvoldoende' zijn beoordeeld, moeten worden verbeterd. Het bovenbeloop behoeft geen aanpassing.

**De keuze van het bekledingstype** wordt bepaald door de beschikbaarheid van materiaal, constructieve toepasbaarheid, ecologische toepasbaarheid, uitvoeringstechnische aspecten en kosten. Voor de verbetering van de bekledingen die als 'onvoldoende' zijn beoordeeld, worden binnen het project alleen bewezen bekledingstypen gebruikt, op grond van het uitgangspunt dat uitvoering in 1999 mogelijk moet zijn. Uit dat oogpunt zijn vier bekledingstypen mogelijk:

- nieuwe betonzuilen op een uitvullaag op een vlies;
- hergebruik van natuursteen op een uitvullaag op een vlies;
- hergebruik van betonblokken op een uitvullaag op een vlies;
- overlagen van de bestaande bekleding met breuksteen.

Overlagen met breuksteen heeft alleen zin als door overlaging van een 'onvoldoende' laaggelegen strook, een 'goede' middentafel kan worden gehandhaafd. Deze situatie komt in een zeer klein gedeelte van het traject voor, waar een smal strookje ongepenetreerde basalt is beoordeeld als 'goed'. Vanwege het zeer kleine oppervlak hiervan wordt overlagen niet als een oplossingsrichting beschouwd.

Binnen Project Zeeweringen geldt optimaal hergebruik van de bestaande bekledingsmaterialen als een belangrijk uitgangspunt. Voor dit dijkvak zijn de betonblokken uit de bestaande bekleding en vanuit het werk van de Ellewoutsdijkpolder beschikbaar. Ten aanzien van natuursteen zijn er basaltzuilen beschikbaar uit de bestaande bekleding en vanuit depots. Uit berekeningen blijkt, dat toepassing van gekantelde betonblokken voor het hele dijkvak tot bepaalde niveaus mogelijk is. Ook bekledingen van basaltzuilen zijn toepasbaar, mits de zuilen voldoende dik zijn (afhankelijk van de locatie minimaal 22 à 27 cm).

Op grond van overwegingen van uitvoeringstechniek, inpassing, beheerdersvoorkeur en maximaal hergebruik is besloten om zoveel mogelijk beschikbare betonblokken toe te passen; de blokken bedekken de gehele ondertafel van het traject. In een klein vakje in een bocht worden basaltzuilen tot aan het bermniveau gezet. De ongepenetreerde basaltzuilen die vrijkomen uit het eigen werk kunnen niet op het traject hergebruikt worden, omdat de voorkeur uitgaat voor hergebruik van de betonblokken. Tenslotte is het totale oppervlakte van her te zetten basaltzuilen gelimiteerd, vanwege het totaal aantal beschikbare steenzetters die nodig zijn voor de werken van 1999.

Nadere uitwerking en **dimensionering** hebben geleid tot het volgende ontwerp, van onder naar boven:

- op het overgrote deel van het dijkvak (waar een nieuwe teenconstructie wordt aangebracht) een kreukelberm van stortsteen op een weefsel, ter ondersteuning van de nieuwe teen. Op het gedeelte met de gunstigste golfrandvoorwaarden kunnen de vrijkomende gepenetreerde basaltzuilen worden hergebruikt.
- waar de nieuwe teenconstructie onder een niveau van NAP+1,0 wordt aangelegd, wordt de bestaande onderlaag ontgraven en aangevuld met gecertificeerd betonpuin (sortering 0-40 mm) van 0,6 m dik.
- op hetzelfde deel van het dijkvak een teenconstructie van betonbanden ondersteund door azobépalen, ter ondersteuning van de nieuwe bekledingen;
- op de glooiing een bekleding van gekantelde betonblokken, basaltzuilen (bestekswaarde voor de dikte 30 cm) en betonzuilen (soortelijke massa 2300 kg/m<sup>3</sup>, dikte deels 40, deels 45 cm) op een granulaire uitvullaag op een vlies.
- tussen glooiing en berm een afgeronde overgang van basaltzuilen of betonzuilen op een uitvullaag op een vlies;
- op de berm een onderhoudsstrook van slakken op een weefsel, af te werken met een laag asfaltbeton.

## 1. INLEIDING

### 1.1 Achtergrond

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

Voor uitvoering in 1999 zijn vooralsnog zeven dijkvakken langs de Westerschelde uitgekozen; één van deze zeven dijkvakken is het vak van de Zimmermanpolder. Het ontwerp van dit dijkvak is het onderwerp van deze nota.

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

### 1.2 Doelstelling Ontwerprapport

De gemaakte ontwerpen worden formeel vastgelegd in ontwerprapport's. In deze rapport's moet een inzichtelijke beschrijving worden gegeven van de uitgangspunten en van de ontwerpkeuzes die op grond daarvan worden gemaakt.

Ter verbetering van de helderheid is besloten om de ontwerprapport's te splitsen. Aspecten die voor alle werken in 1999 gelden worden beschreven in een Algemene Nota [1], terwijl de specifieke aspecten voor elk dijkvak in aparte ontwerprapport's worden vastgelegd. De voorliggende nota is de specifieke ontwerprapport voor de Zimmermanpolder.

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

- de specifieke aspecten die van belang zijn voor het ontwerp van de taludbekleding van de glooiing van de Zimmermanpolder;
- toetsings- en ontwerpberekeningen;
- het resulterend ontwerp.

Het resulterend ontwerp moet daarnaast zodanig worden beschreven dat het een overzicht geeft van de ontwerpgegevens die moeten worden opgenomen in het systeem van leggers en beheersregisters van de waterschappen. De ontwerprapport vormt als zodanig een onderdeel van de documentatie die bij overdrachtsprotocol na afronding van de onderhoudsperiode aan de beheerder wordt overgedragen.



### 1.3 Leeswijzer

In Hoofdstuk 2 wordt de huidige situatie van het dijkvak beschreven. Hoofdstuk 3 beschrijft de ontwerp-uitgangspunten en de randvoorwaarden. In Hoofdstuk 4 komt de toetsing van de huidige bekleding aan de orde en wordt geconcludeerd welke delen wel en niet binnen het Project Zeeweringen moeten worden verbeterd. In Hoofdstuk 5 wordt op basis van de vastgestelde uitgangspunten en randvoorwaarden een principe-oplossing gekozen voor elk gedeelte van het dijkvak dat moet worden verbeterd. In Hoofdstuk 6 tenslotte wordt de dimensionering van de bekledingen beschreven.

## 2. SITUATIEBESCHRIJVING

### 2.1 Locatie projectgebied

Het dijkvak van de Zimmermanpolder ligt in Zuid-Beveland, in het beheersgebied van het Waterschap Zeeuwse Eilanden, nabij Rilland. De locatie is weergegeven in Figuur 1. Het gedeelte dat is geselecteerd voor verbetering heeft een lengte van ongeveer 3750 m en ligt tussen dp 8 (oostgrens) en dp 45,48 (westgrens), grenzend aan de Emmanuelpolder. Het dijkvak wordt in deze Nota besproken in volgorde van de dijkpaalnummering, in dit geval dus van oost naar west. Opgemerkt wordt, dat de oplopende nummering van de randvoorwaardevakken andersom loopt, dus van west naar oost.

In het aangrenzende dijkvak ten westen, de Emmanuelpolder, bestaat de zeewering uit een groene dijk, waardoor dit gedeelte buiten het Project Zeeweringen valt. Het aangrenzende dijkvak ten oosten, het gedeelte dp 0 - dp 8 van de Zimmermanpolder, is in het kader van Project Zeeweringen geïnteriseerd, maar wordt niet bij dit ontwerp betrokken omdat de hoge ligging van het voorland mogelijkheden biedt voor een groene dijk. Dit gedeelte zal na 1999 worden verbeterd.

### 2.2 Geometrie en bekleding

De geometrie van de bestaande glooiing van het dijkvak kan globaal worden weergegeven in 2 dwarsprofielen. Zie figuren 5 en 6.

Voor een schematische weergave van de bekleding van het gehele dijkvak wordt verwezen naar Figuur 2.

Het interessegebied strekt zich uit vanaf de teen tot aan het bovenbeloop. Van belang voor het ontwerp zijn de kern van de dijk en de bekleding van de dijk (toplaag, granulaire onderlaag en basismateriaal). Ten behoeve van toetsing en ontwerp is de situatie van de glooiingen geïnteriseerd.

De opbouw van de kern van de dijk varieert: in het grootste deel van het dijkvak wordt de basis van de dijk gevormd door de oude dijk, zodat de kern tot aan het niveau van de berm uit klei bestaat. Voor het gedeelte dp 8 - dp 15 geldt dat de kern is opgebouwd uit zand.

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

Het niveau van de **teen** varieert tussen NAP-1 m (in het middengedeelte, rond dp 25) en NAP+1,6 m (aan de uiteinden van het beschouwde traject). Ten oosten van dp 14 en ten westen van dp 40 ligt de bekleding onder een schor, tot ongeveer NAP+3,5 m. In het tussenliggende gedeelte, dp 14 - dp 40, ligt onderaan de bekleding slik tot ongeveer NAP+1 m. Op dit gedeelte is de teen deels bestort met breuksteen.

In het algemeen wordt de bekleding in tweeën gedeeld door een overgang. Het niveau van de overgang ligt tussen NAP+3,0 m en NAP+3,3 m; dit is ongeveer 0,5 m boven Gemiddeld Hoogwater (GHW). Het gedeelte van de steenbekleding vanaf de teen tot aan de overgang wordt de **ondertafel** genoemd. De taludhelling van de ondertafel varieert tussen 1:2,8 en 1:3,5. De bekleding bestaat (globaal van onder naar boven) uit Doornikse bloksteen, Lessinische steen en betonblokken (kleine oppervlakten) en vooral basaltzuilen. Een deel van de basaltbekleding is gepenetreerd met asfalt. Onder de toplaag ligt een granulaire laag met een dikte en samenstelling die verschilt per type toplaag. Het basismateriaal van de ondertafel bestaat in het algemeen uit klei en uit mijnsteen op het gedeelte dp 8 - dp 17,75.

Het bovenste gedeelte, tussen de overgang en de berm (rond NAP+6,0 m), wordt de **boventafel** genoemd. De taludhelling varieert tussen 1:3 en 1:4, de bekleding bestaat tot ongeveer NAP+5 m uit Haringmanblokken en vlakke betonblokken van uiteenlopende afmetingen, met daarboven een strook van doorgroeienden en daarboven een strook gras. Het basismateriaal van de boventafel bestaat in het algemeen uit klei; alleen op het gedeelte dp 8 - dp 15, waar de kern van de dijk uit zand bestaat, bestaat het basismateriaal deels uit een kleilaag en deels uit een laag mijnsteen, beide met een dikte van ca. 1,0 m.

De **berm** en het **bovenbeloop** tussen berm en kruin hebben een bekleding van gras op klei.

### 3. ONTWERP-CONDITIES

#### 3.1 Uitgangspunten

In de Algemene Nota voor de dijkvakken van 1999 wordt een beschrijving gegeven van uitgangspunten die in het algemeen gelden voor dijkversterking en van de uitgangspunten die in het bijzonder gelden voor de werken die in 1999 worden uitgevoerd. Op grond hiervan zijn de volgende technische uitgangspunten voor het ontwerp vastgesteld:

- de gehele bekleding moet sterk genoeg zijn om niet te bezwijken tot aan de ontwerp-omstandigheden met een gemiddelde overschrijdingsfrequentie van 1/4000 per jaar;
- het ontwerp moet goed uitvoerbaar zijn en goede voorwaarden scheppen voor beheer en onderhoud;
- bij het ontwerp moet rekening worden gehouden met de omgeving (waaronder landschap, natuur, cultuurhistorie, recreatie, woon- en leefmilieu); met betrekking tot natuurwaarden geldt, dat het ontwerp moet leiden tot behoud en waar mogelijk tot verbetering van de natuurwaarden;
- er wordt gestreefd naar optimaal hergebruik van aanwezige materialen; dit geldt in de eerste plaats binnen het dijkvak zelf, en indien dat niet mogelijk is binnen het Project Zeeweringen als geheel;
- vertragingen in ontwerp, procedures en uitvoering moeten worden vermeden; dit betekent onder meer dat er naar gestreefd wordt alleen oplossingen toe te passen die in de praktijk bewezen zijn.

#### 3.2 Randvoorwaarden

##### 3.2.1 Waterstanden

De karakteristieke waterstanden die van belang kunnen zijn voor het ontwerp zijn weergegeven in Tabel 3.1. De waarde voor Gemiddeld Hoogwater is gebaseerd op de Inventarisatie door Grondmechanica Delft [2], het Ontwerppeil 2050 is gebaseerd op de nota 'De basispeilen langs de Nederlandse kust' [3]. Voor de bepaling van het Ontwerppeil is een zeespiegelrijzing voor de duur van 65 jaar opgeteld bij de vastgestelde basispeilen voor 1985.

dijkvaknr.	Locatie [dp]	Gemiddeld Hoogwater [m t.o.v. NAP]	Ontwerppeil 2050 [m t.o.v. NAP]
68	8-27,5	2,65	6,60
67-64	27,5-45,48	2,60	6,55

**Tabel 3.1: Karakteristieke waterstanden**

### 3.2.2 Golfrandvoorwaarden

De golfrandvoorwaarden voor het ontwerp worden bepaald door het gekozen uitgangspunt dat de dijk sterk genoeg moet zijn om veiligheid tegen overstroming te bieden tot aan een hoogste hoogwaterstand met een gemiddelde overschrijdingskans van 1/4000 per jaar. De maatgevende golfgegevens bij verschillende waterstanden zijn met behulp van modelberekeningen vastgesteld door RIKZ [4]. De resultaten van de berekeningen zijn weergegeven in Tabel 3.2. De aangegeven golfrichting betreft de hoek ten opzichte van het noorden die hoort bij de gegeven maatgevende golfbelasting.

dijkvaknr.	locatie [dp]	golfrichting [°]	waterstand NAP+6 m		waterstand NAP+4 m		waterstand NAP+2 m	
			$H_s$	$T_p$	$H_s$	$T_p$	$H_s$	$T_p$
68 (2)	8 - 13,65	180	1,7	6,8	1,3	6,8	0,8	5,2
68 (1)	13,65 - 27,5	190	1,9	6,8	1,6	6,8	1,2	5,2
67 (2) toetsing	27,5 - 31,75	220	1,9	6,8	1,6	6,2	1,2	5,2
67 (2) ontwerp	27,5 - 30	220	1,9	6,8	1,6	6,2	1,2	5,2
67 (1) toetsing	31,75 - 32,5	220	1,8	6,8	1,5	6,2	1,0	5,2
67 (1) ontwerp	30 - 32,5	220	1,8	6,8	1,5	6,2	1,0	5,2
66	32,5 - 38,5	190	1,7	6,8	1,3	6,2	0,7	5,2
65	38,5 - 42,55	220	1,8	6,8	1,3	6,2	0,5	5,2
64	42,55 - 45,48	240	1,7	6,8	1,0	6,2	-	-

**Tabel 3.2: Golfrandvoorwaarden**

Voor de golfrandvoorwaarden bij tussenliggende waterstanden wordt lineair geïnterpoleerd. Bij waterstanden lager dan NAP+2 m worden de randvoorwaarden bij de waterstand NAP+2 m aangehouden. Voor de golfrandvoorwaarden bij waterstanden hoger dan NAP+6 m wordt lineair geëxtrapoleerd.

De golfrandvoorwaarden in vak 64 bij een waterstand van NAP+2 m ontbreken omdat het voorland hier hoger ligt dan NAP+2 m.

Dijkvak 67 is bij de randvoorwaardebepaling opgedeeld in twee stukken; de scheiding ligt in het midden van het dijkvak, bij dp 30. Zie ref. [13]. Echter voor de toetsing is de grens bij dp 31,75 gelegd, gebaseerd op eerdere inzichten. Dit heeft geleid tot een (iets te) conservatieve toetsing voor het vakje tussen dp 30 en 31,75. Voor het ontwerp is, vanwege de mogelijkheid tot optimalisatie de grens op dp 30 gelegd.

In Tabel 3.3 is apart weergegeven welke golfrandvoorwaarden horen bij het Ontwerppeil volgens Tabel 3.1.

Dijkvaknr.	locatie [dp]	Ontwerppeil 2050 [m t.o.v. NAP]	golfrichting [°]	golfparameters	
				$H_s$	$T_p$
68 (2)	8 - 13,65	6,60	180	1,82	6,8
68 (1)	13,65 - 27,5	6,60	190	1,99	6,8
67 (2) toetsing	27,5 - 31,75	6,55	220	1,98	7,0
67 (2) ontwerp	27,5 - 30	6,55	220	1,98	7,0
67 (1) toetsing	31,75 - 32,5	6,55	220	1,88	7,0
67 (1) ontwerp	30 - 32,5	6,55	220	1,88	7,0
66	32,5 - 38,5	6,55	190	1,80	7,0
65	38,5 - 42,55	6,55	220	1,93	7,0
64	42,55 - 45,48	6,55	240	1,88	7,0

Tabel 3.3: Golfbrandvoorwaarden bij Ontwerppeil

### 3.2.3 Ecologische randvoorwaarden

In de Milieu-inventarisatie [5] is voor het dijkvak een inventarisatie gemaakt van de huidige natuurwaarden en van de potenties voor natuurontwikkeling. Bovendien zijn alle relevante bekledingstypen op grond van hun ecologische kenmerken verdeeld in categorieën. Voor elk gedeelte van het dijkvak is vervolgens vastgesteld welke categorie bekledingstype minimaal moet worden toegepast om de natuurwaarden respectievelijk te herstellen en te verbeteren. Voor de indeling van de bekledingstypen in categorieën wordt verwezen naar de Milieu-inventarisatie [5] en naar de Algemene Nota [1].

Binnen het dijkvak wordt onderscheid gemaakt tussen drie gedeeltes. De resultaten zijn weergegeven in Tabel 3.4.

dijkvaknr.	locatie [dp]	getijdezone		boven GHW	
		<i>herstel</i>	<i>verbetering</i>	<i>herstel</i>	<i>verbetering</i>
68	8,0 - 27,5	geen voorkeur	matig	matig	goed
67	27,5 - 32,5	geen voorkeur	matig	geen voorkeur	geen voorkeur
66-64	32,5 - 45,48	geen voorkeur	geen voorkeur	geen voorkeur	geen voorkeur

Tabel 3.4: Minimaal benodigd type dijkbekleding

Bovendien geeft de milieu-inventarisatie [5] aan, dat de glooiing in dijkvak 68 boven het niveau van GHW (boventafel) belangrijke potenties voor natuurontwikkeling heeft.

## 4. TOETSING

### 4.1 Algemeen

In 1996 heeft Grondmechanica Delft de toestand van de bekledingen van de glooiingen geïnventariseerd [2]. Deze inventarisatie was de directe aanleiding tot het Project Zeeweringen. Ook de bekleding van het dijkvak van de Zimmermanpolder is in dat kader globaal getoetst aan de hand van de Leidraad Toetsen op Veiligheid [6]; de bekleding van het dijkvak is daarbij deels als 'onvoldoende' en deels als 'nader onderzoek' beoordeeld. In het inventarisatierapport is aangegeven dat de geldigheid van dit resultaat wordt beperkt doordat

- niet alle gegevens beschikbaar waren;
- de gebruikte golfrandvoorwaarden eigenlijk niet zijn bedoeld voor toetsing van bekledingen;
- de gebruikte rekenmethodes slechts indicatief zijn.

De uitgevoerde globale toetsing is dan ook niet geschikt als basis voor het ontwerp.

Op grond van de verbeterde gegevens (zie Hoofdstuk 2) en de verbeterde golfrandvoorwaarden (zie § 3.2) zijn nieuwe toetsingsberekeningen uitgevoerd. De gevolgde methodiek is weergegeven in de Handleiding Toetsen [7] en is direct gebaseerd op de Leidraad Toetsen op Veiligheid [6]. Deze toetsing wordt in dit Hoofdstuk beschreven.

Bij toetsing moeten de volgende aspecten stapsgewijs worden behandeld:

- schade-ervaring beheerder;
- afschuiving;
- materiaaltransport;
- stabiliteit toplaag;
- reststerkte.

De toetsing van de toplaag en van de reststerkte van de bekleding worden in de volgende paragrafen apart behandeld. Aansluitend wordt het eindresultaat van de toetsing vastgesteld, op grond waarvan wordt geconcludeerd welke delen van de bekleding moeten worden verbeterd.

### 4.2 Toetsing toplaag

De toetsing wordt beschreven per bekledingstype en globaal van onder naar boven.

Op de ondertafel van het dijkvak liggen bekledingen van:

- Doornikse blokken;
- Lessinische steen;
- basaltzuilen (ongepentreed);
- basaltzuilen gepentreed met asfalt;
- betonblokken.

Al deze bekledingen liggen op een granulaire laag van mijnsteen, puin of steenslag.

Op de boventafel van het dijkvak liggen bekledingen van:

- betonblokken op klei en mijnsteen;
- basaltzuilen ongepenetreerd en gepenetreerd met asfalt.

De toetsing van de vijf verschillende voorkomende bekledingstypen is uitgevoerd voor alle 7 afzonderlijke vakken van het beschouwde traject, zie Tabel 3.2.

Meer gedetailleerde informatie over de uitgevoerde stabiliteitsberekeningen is opgenomen in Bijlage 1. Het voorblad van Bijlage 1 bevat een inhoudsopgave.

Verder wordt verwezen naar figuren 2 en 3.

#### 4.2.1 Doornikse bloksteen

De bekleding van Doornikse bloksteen komt voor op het gedeelte dp 22,5 - dp 29 en rond dp 31,5, onderin de ondertafel. De granulaire onderlaag bestaat uit steenslag.

De gebruikte gegevens en de basis voor de gekozen waarden worden weergegeven in Tabel 4.1.

parameter	waarde		
	22,5-29	31,5	
locatie [dp]	22,5-29	31,5	
bovengrens bekleding [m+NAP]	1,0	1,6	metingen
taludhelling	1:3,5	1:3,5	metingen
gemiddelde steendikte [m]	0,10	0,20	aanname + besteksgeg.
soortelijke massa [kg/m <sup>3</sup> ]	2600	2600	aanname

**Tabel 4.1: Gegevens toetsing Doornikse bloksteen**

Het beoordelingsresultaat is als volgt:

**Beheerdersoordeel:**

- Dp 22,5 - 29: Hier moet met een blokdicke van 0,1 m gerekend worden, omdat door golfslag en verwerking de bovenkant van een flink aantal stenen aanzienlijk beschadigd is. Op dit gedeelte is in het verleden schade opgetreden.
- Dp 31,5: in het algemeen weinig schade, voor het gevoel geen goede glooiing.

**Afschuiving:** overal 'goed'

**Materiaaltransport:** overal 'goed'

**Stabiliteit:**

- Dp 22,5 - dp 29: 'onvoldoende' op grond van de *eenvoudige methode*.
- Dp 31,5: hoewel deze glooiing in principe geavanceerd getoetst zou moeten worden is het beheerdersoordeel gevolgd, dat luidt 'onvoldoende', temeer omdat het een zeer klein stukje glooiing betreft.

De bekleding van de Doornikse bloksteen in beide gedeelten wordt beoordeeld als 'onvoldoende'.



#### 4.2.2 Lessinische steen

De bekleding van Lessinische steen komt voor in een strook op het gedeelte dp 38,1 - dp 42,1, en in twee kleine vakjes rond dp 37 en dp 27 onderin de ondertafel. De granulaire onderlaag bestaat uit steenslag.

De gebruikte gegevens en de basis voor de gekozen waarden worden weergegeven in Tabel 4.2.

parameter	waarde			basis
	27	37	38,1-42,1	
locatie [dp]	27	37	38,1-42,1	
bovengrens bekleding [m+NAP]	2,0	2,0	2,0	metingen
taludhelling	1:3,0	1:3,0	1:3,5	metingen
gemiddelde steendikte [m]	0,20	0,20	0,20	metingen
soortelijke massa [kg/m <sup>3</sup> ]	2600	2600	2600	aanname

**Tabel 4.2: Gegevens toetsing Lessinische steen**

Het beoordelingsresultaat is als volgt:

**Beheerdersoordeel:**

- Dp 37 en 38,1-42,1: in het algemeen weinig schade, voor het gevoel geen goede glooiing.
- Dp 27: niet relevant: uit de verdere toetsing volgt een eenduidige beoordeling, er is geen formeel beheerdersoordeel opgevraagd.

**Afschuiving:** overal 'goed'

**Materiaaltransport:** overal 'goed'

**Stabiliteit:**

- Dp 37 en 38,1 - 42,1: Deze gedeelten zouden in principe geavanceerd getoetst moeten worden. Tijdens de geavanceerde toetsing van andere gedeelten van de glooiing is gekeken naar deze vakken met Lessinische steen. De conclusie was dat deze bekleding op te vatten is als een bestorting met breuksteen, zonder de ruwheid ervan. Rekening houdend met de toekomstige slijkverlaging is geconcludeerd dat deze bekleding als 'onvoldoende' moet worden beoordeeld.
- Dp 27: 'onvoldoende' op grond van de *gedetailleerde methode*.

De beoordeling van de stabiliteit is bepalend voor het resultaat; de gehele bekleding van Lessinische steen wordt beoordeeld als 'onvoldoende'.

#### 4.2.3 Basaltzuilen (ongepenetreerd)

De bekleding van de ongepenetreerde basaltzuilen komt in diverse vakken van het beschouwde traject in de ondertafel voor: dp 14,5-16,9, dp 18-31,20, dp 32,10-36,50, dp 38,50-39,80 en dp 40,50-44,25. De granulaire onderlaag van dit bekledingstype bestaat voornamelijk uit puin.

Van al deze vakken worden de gebruikte gegevens en de basis voor de gekozen waarden weergegeven in Tabel 4.3.

parameter	waarde				basis
	14,5-16,9	18-31,20	32,10-36,5	38,50-39,8	
locatie [dp]	14,5-16,9	18-31,20	32,10-36,5	38,50-39,8	
bovengrens bekleding [m+NAP]	3,0	2,0	ca. 2,5	3,3	metingen
steilste taludhelling	1:3,5	1:2,8	1:3,0	1:3,5	metingen
gemiddelde steendikte [m]	0,22	0,22	0,22	0,23	metingen
soortelijke massa [kg/m <sup>3</sup> ]	2900	2900	2900	2900	aanname

parameter	waarde	basis
bovengrens bekleding [m+NAP]	ca. 3,0	metingen
steilste taludhelling	1:3,5	metingen
gemiddelde steendikte [m]	0,23	metingen
soortelijke massa [kg/m <sup>3</sup> ]	2900	aanname

**Tabel 4.3: Gegevens toetsing basaltzuilen (ongepentreed)**

Het beoordelingsresultaat is als volgt:

**Beheerdersoordeel:**

- Op het gedeelte dp 27,5-31,2 veel schade en daarom 'onvoldoende'.
- Op het gedeelte van dp 14,5 tot 16,9 is bekend dat de hoogte van de basaltzuilen ligt tussen 0,20 en 0,23 m. Het gevoel bestaat dat bij toekomstige slikdaling en verdwijnen van de havendammen de glooiing te licht is en wordt daarom beoordeeld als 'onvoldoende'.
- Voor de overige gedeeltes in het algemeen weinig schade.

**Afschuiving:** Deels 'goed' en deels 'twijfelachtig'. Dit is formeel geen eindresultaat van toetsing, maar omdat de beoordeling van de andere aspecten wel leidt tot een eindresultaat is hiernaar geen verder onderzoek verricht

**Materiaaltransport:** Op het gedeelte van dp 27,5 tot dp 31,2 'onvoldoende'. De overige gedeeltes 'goed'.

**Stabiliteit:**

- Dp 14,5-16,9: hoewel deze glooiing in principe geavanceerd getoetst zou moeten worden is het beheerdersoordeel gevolgd, dat luidt 'onvoldoende'. Analoog aan de toetsing van dp 18-27,5 zou de uitkomst van de geavanceerde toetsing ook 'onvoldoende' zijn.
- Dp 18-27,5: Dit gedeelte is geavanceerd getoetst en als 'onvoldoende' beoordeeld vanwege het feit dat ANAMOS niet geldig is hoewel het resultaat van ANAMOS 'stabiel' is.
- Dp 27,5-31,2: 'goed', volgens de *gedetailleerde methode*.
- Dp 32,1-36,5: 'goed', volgens de *gedetailleerde methode*. Het gedeelte van dp 32,10-33 is geavanceerd getoetst met als resultaat 'onvoldoende'. Deze beoordeling is gebaseerd op een helling die steiler is dan 1:3,0. De gemeten helling is minimaal 1:2,96, afgerond 1:3. Hiermee zou de top laagstabiliteit van dit gedeelte direct als 'goed' beoordeeld worden. Samen met de goede beoordeling van de beheerder is besloten om de stabiliteit van dit gedeelte als 'goed' te beoordelen.
- Dp 38,5-39,8: Dit gedeelte is geavanceerd getoetst en als 'voldoende' beoordeeld daar aan alle criteria zou zijn voldaan. Echter is gebleken dat de uitgangspunten van deze toetsing verkeerd waren: ANAMOS is voor deze berekening niet geldig. Analoog aan het gedeelte van dp 18-27,5 moet de stabiliteit van dit gedeelte als 'onvoldoende' worden beoordeeld.

- Dp 40,5-44,25: 'goed' volgens de *gedetailleerde methode*. (Ook de geavanceerde toetsing heeft als resultaat 'goed'.

Voor de gedeelten van dp 27,5 tot 31,2 en 14,5 tot 16,9 wordt het beheerdersoordeel gevolgd: 'onvoldoende'. Voor de overige gedeelten is de stabiliteitseis bepalend: de gedeelten van dp 32,1 tot 36,5 en 40,5 tot 44,25 worden beoordeeld als 'goed', de overige gedeelten als 'onvoldoende'.

Voor de geavanceerde toetsing wordt verwezen naar [8].

#### 4.2.4 Basaltzuilen gepenetreerd met asfalt

Dit bekledingstype komt voor in de ondertafel in verschillende gedeelten: in één strook van dp 18 - 32 en in enkele vakjes: van dp 13,65 - 14,50, van dp 36,5 - 38,5 en van dp 39,8 - 42,5. Van dp 17,75 - 18, bij de aansluiting van een havendam komt een smalle strook voor.

Dit bekledingstype kan niet worden getoetst als een gezette steenbekleding op een filter. Omdat de toplaag ondoorlatend is, moet de bekleding worden getoetst als een asfaltbekleding, op golfklappen en op statische overdruk door een wisselende waterstand. Hiervoor is op dit moment geen *eenvoudige of gedetailleerde methode* voorhanden: met asfalt gepenetreerde bekledingen worden getoetst volgens een *geavanceerde methode*. De uitgevoerde toetsing voor de Zimmermanpolder wordt beschreven in [8]. Voor gedetailleerde gegevens wordt naar deze notitie verwezen.

De gehele bekleding van basaltzuilen gepenetreerd met asfalt is beoordeeld als 'onvoldoende'.

Deze gepenetreerde bekleding (betreffende de gehele steenzetting en hier en daar ook de onderlaag) verschilt van een overgoten bekleding (bovenste 5 cm van de steenzetting is volgelopen met asfalt), waar wel een gedetailleerde toetsmethode voor bestaat.

#### 4.2.5 Betonblokken

De bekleding van betonblokken (vlakke betonblokken en haringmanblokken) komt in het gehele beschouwde traject in stroken zowel in de boven- als in de ondertafel voor. In het algemeen liggen de blokken direct op klei, op het gedeelte van dp 8 tot dp 14,5 liggen de blokken op mijnsteen.

De blokdikte is deels 0,15 m, deels 0,20 m en deels 0,25 m. De soortelijke massa van de vlakke blokken is  $2300 \text{ kg/m}^3$ , voor alle Haringmanblokken is in de toetsing  $2150 \text{ kg/m}^3$  aangehouden. De taludhelling varieert tussen 1:2,8 en 1:3,8.

Het beoordelingsresultaat is als volgt:

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

**Afschuiving:** overal 'goed'

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

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

De beoordeling van de stabiliteit is bepalend voor het resultaat: de gehele bekleding van vlakke betonblokken wordt beoordeeld als 'onvoldoende'.

#### 4.2.6 Grasbekleding bovenbeloop

De bestaande grasbekleding hoeft niet te worden aangepast als de significante golfhoogte bij het ontwerppeil kleiner dan of gelijk aan 3,0 m is. Uit Tabel 3.3 blijkt dat dit voor de Zimmermanpolder het geval is.

#### 4.3 **Toetsing reststerkte bekleding**

Toetsing van de reststerkte is alleen relevant voor die vakken waarvan de toplaag is beoordeeld als 'onvoldoende'. Voor dit dijkvak is dat de gehele boventafel en het grootste deel van de ondertafel.

Bij de toetsing van de reststerkte van de bekleding is de volgende werkwijze gevolgd: de reststerkte wordt slechts als 'voldoende' beoordeeld als

- de ontwerpgolfhoogte  $H_s$  kleiner is dan 2 m; én,
  - de kern van de dijk tot voldoende hoogte uit goede klei bestaat; of,
  - er een laag van goede klei met voldoende dikte op de kern ligt.

Aan het eerste criterium wordt overal voldaan: de ontwerpgolfhoogte is overal kleiner dan 2 m (zie Tabel 3.3).

Op het gedeelte dp 9,5 - dp 14,5 bestaat de kern van de dijk uit zand, maar in het overige, grootste deel van het dijkvak wordt de basis van de dijk gevormd door de oude dijk, zodat de kern tot aan het niveau van de berm uit klei bestaat. Voor dit gedeelte is reststerkte relevant, mits kan worden aangetoond dat de klei van goede kwaliteit is. In het algemeen is er onvoldoende informatie over de niveaus van onder- en bovenkant van de kleikern en over de exacte opbouw en kwaliteit van de klei. Van het beschouwde traject is bekend dat onder een niveau van NAP+1 geen sprake kan zijn van 'goede' klei, omdat de toplaag naar beneden is aangelegd op of in het materiaal van het voorland. (Zie ook paragraaf 6.3.4).

Volgens de Leidraad wordt bij twijfel over de reststerkte van de bekleding een eindscore 'nader onderzoek' gegeven. In dit geval echter is nader onderzoek niet goed mogelijk: om een representatief en voldoende betrouwbaar beeld van de kleikern te krijgen zou het onderzoek zeer fijnmazig moeten zijn. Bovendien zou de opbouw van de klei juist door het onderzoek sterk worden verstoord.

Op grond van deze overwegingen wordt de reststerkte van het gehele vak als 'onvoldoende' beoordeeld.

#### 4.4 Conclusie

Het eindresultaat van de toetsing is weergegeven in tabel 4.4:

dijkvaknr.	locatie [dp]	toetsingsresultaat		
		ondertafel	boventafel	bovenbeloop
68 (2)	8 - 13,65	'onvoldoende'	'onvoldoende'	b.g.a.
68 (1)	13,65 - 27,5	'onvoldoende'	'onvoldoende'	b.g.a.'
67 (2)	27,5 - 31,75	'onvoldoende'	'onvoldoende'	b.g.a.
67 (1)	31,75 - 32,5	<ul style="list-style-type: none"> <li>• niet gepentreerde basalt: 'goed'</li> <li>• overig: 'onvoldoende'</li> </ul>	'onvoldoende'	b.g.a.
66	32,5 - 38,5	<ul style="list-style-type: none"> <li>• niet gepentreerde basalt: 'goed'</li> <li>• overig: 'onvoldoende'</li> </ul>	'onvoldoende'	b.g.a.
65	38,5 - 42,55	<ul style="list-style-type: none"> <li>• niet gepentreerde basalt (40,5-42,5): 'goed'</li> <li>• overig: 'onvoldoende'</li> </ul>	'onvoldoende'	b.g.a.
64	42,55 - 45,48	niet gepentreerde basalt: 'goed'	'onvoldoende'	b.g.a.

b.g.a: behoeft geen aanpassing

#### Tabel 4.4: Toetsingsresultaat

Het toetsingsresultaat wordt grafisch weergegeven in Figuur 3.

## 5. KEUZE BEKLEDING

In dit Hoofdstuk wordt voor het gehele beschouwde traject de keuze van het bekledingstype beschreven.

Het toetsingsresultaat is weergegeven in tabel 4.4. De delen die zijn beoordeeld als 'onvoldoende' moeten worden verbeterd. Dit betreft het grootste deel van de ondertafel en de gehele boventafel.

De keuze van het bekledingstype wordt beschreven aan de hand van de volgende stappen:

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

### 5.1 Voorselectie

In de Algemene Nota is op grond van de vastgestelde uitgangspunten geconcludeerd dat alleen de oplossingsrichting 'zetsteen op een uitvullaag op een vlies' beschikbaar is voor uitvoering in 1999. In principe zijn de volgende typen zetsteen mogelijk:

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

Naast de drie typen zetsteen is er een vierde optie: het overlagen van de bestaande bekleding met breuksteen. Dit is met name van belang in situaties waarin het onderste deel van de bekleding moet worden verbeterd, terwijl een hoger gelegen deel kan worden gehandhaafd. Overlagen met breuksteen is in zo'n geval een alternatief voor het vervangen van zowel de 'onvoldoende' als de 'goede' bekleding door een nieuwe bekleding. Als door het overlagen niet een 'goede' middentafel kan worden gespaard, valt deze oplossingsrichting bij voorbaat af op grond van de hogere kosten.

In dit dijkvak doet deze situatie zich voor van dp 40,50-42,50. Hier is een strookje ongepenetreerde basalt, boven een strook 'onvoldoende' Lessinische steen, als 'goed' beoordeeld. Overlagen met breuksteen is alleen voor dit gedeelte een mogelijkheid.

## 5.2 Beschikbaarheid

Aanvoer van nieuwe **betonzuilen** is in alle gevallen mogelijk.

Vanuit verschillende locaties zijn **betonblokken** beschikbaar voor hergebruik, namelijk uit de bestaande bekleding, uit depot van de werken die in 1997 en 1998 zijn of worden uitgevoerd en uit andere werken die in 1999 zullen worden uitgevoerd. Het uitgangspunt voor het project is, dat het bestaande bekledingsmateriaal optimaal moet worden hergebruikt. Ook aanvoer vanuit veraf gelegen depots of dijkvakken wordt dus in principe in de beschouwing betrokken.

De beschikbare betonblokken vanuit de bestaande bekleding zijn Haringmanblokken (0,50 x 0,50 x 0,20 m, 59.540 stuks, 0,50 x 0,50 x 0,15 m, 15.960 stuks en 0,50 x 0,50 x 0,25 m, 1.800 stuks) en vlakke betonblokken (0,45 x 0,45 x 0,25 m, 38.730 stuks en 0,50 x 0,50 x 0,20 m, 7.150 stuks). Opgemerkt wordt dat een groot aantal blokken (voornamelijk die met afmetingen van 0,45 m x 0,45 m) dusdanig is verweerd, dat deze niet voor een nieuwe bekleding van de toplaag zijn her te gebruiken. (Onderzoek wordt verricht naar de betonkwaliteit, waarna over de toekomstbestemming wordt beslist). Om deze reden worden alleen blokken met afmetingen van 0,5 m x 0,5 m in beschouwing genomen. Behalve dit materiaal kunnen eventueel nog betonblokken van elders worden aangevoerd.

De oppervlakte van de vrijkomende **basaltbekleding** is ongeveer 7000 m<sup>2</sup>; de dikte van de zuilen varieert tussen 20 en 25 cm. Indien nodig zijn uit andere dijkvakken basaltzuilen van uiteenlopende afmetingen beschikbaar. Hergebruik van de vrijkomende Doornikse steen en Lessinische steen als toplaagbekleding wordt voor dit dijkvak niet overwogen.

Over de her te gebruiken materialen wordt opgemerkt, dat wordt gestreefd naar optimaal hergebruik; dit houdt in dat de afweging moet worden uitgevoerd in combinatie met de andere werken die worden uitgevoerd of voorbereid, waar dit zelfde materiaal ook kan worden hergebruikt. Dit betekent dat vrijkomende materialen soms tijdelijk in depot moeten worden gezet.

Breuksteen ten behoeve van een eventueel nieuw aan te leggen kreukelberm kan nieuw worden aangevoerd en is dus zeker beschikbaar.

## 5.3 Constructieve toepasbaarheid

Een bekledingstype is toepasbaar in constructieve zin als een berekening met het rekenprogramma ANAMOS op basis van het Handboek [9] en met gebruikmaking van representatieve waarden voor de constructie en de randvoorwaarden dit aantoont. De uitgewerkte berekeningsmethodiek wordt beschreven in de Handleiding Ontwerpen [10]. Na een uiteenzetting over de invoerwaarden die voor deze berekeningen worden gebruikt, wordt voor alle beschikbare bekledingstypen aangegeven in hoeverre ze toepasbaar zijn.

De berekeningen betreffen alleen het bezwijkmechanisme 'verlies van toplaagstabiliteit'. Met het bezwijkmechanisme 'afschuiving' wordt rekening gehouden door niet te werken met steilere hellingen dan 1:3 en verder bij de dimensionering in Hoofdstuk 6. Met het bezwijkmechanisme 'materiaaltransport' wordt rekening gehouden bij het ontwerp van het geokunststof, zie ook Hoofdstuk 6.

Meer gedetailleerde informatie over de uitgevoerde stabiliteitsberekeningen is opgenomen in Bijlage 2.

### 5.3.1 Invoerparameters

Ten behoeve van de bepaling van de constructieve toepasbaarheid moeten enkele aannamen en schematisaties worden verricht. Het betreft met name de taludhellingen.

#### 5.3.1.1 Taludhelling

Een belangrijk aspect van de berekening van de constructieve toepasbaarheid is de taludhelling. Binnen bepaalde grenzen bestaat er in het ontwerp vrijheid in het kiezen van de taludhelling; het is in principe mogelijk om de taludhelling zo flauw te kiezen dat elk bekledingstype toepasbaar is. In de praktijk moet een nieuwe bekleding worden ingepast tussen de bestaande teen en de bestaande berm en zal de bekleding vanwege minimaal grondverzet zoveel mogelijk worden aangepast aan de bestaande taludhelling. Daarnaast geldt soms de eis dat een bepaalde dikte van de kleilaag moet worden gehandhaafd, met name als het een kleilaag op zand betreft. Ook dit kan de keuze van de taludhelling beïnvloeden.

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

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

Voorafgaand aan de constructieve uitwerking is voor dit dijkvak bepaald wat de optimale taludhelling is per vak, uitgaand van de geometrie van de dwarsprofielen. Deze hellingen zijn weergegeven in Tabel 5.1.

dijkvaknr.	locatie [dp]	taludhelling
68 (2)	8 - 13,65	1:3,6
68 (1)	13,65 - 27,5	1:3,6
67 (2)	27,5 - 30	1:3,6
67 (1)	30 - 32,5	1:3,6
66	32,5 - 38,5	1:3,6
65	38,5 - 42,55	1:3,9
64	42,55 - 45,48	1:3,5

**Tabel 5.1: Optimale taludhellingen**



Om rekening te houden met uitvoeringstolerantie wordt in de berekeningen gewerkt met een taludhelling die 2/10 steiler is (bijv. 1:3,4 in plaats van 1:3,6). Benadrukt wordt, dat deze hellingen niet noodzakelijk de ontwerphellingen hoeven te zijn: deze hellingen worden gebruikt voor het verkrijgen van een goede indicatie van de constructieve toepasbaarheid. De resultaten worden gebruikt als eerste indicatie voor het ontwerp, maar voor het uiteindelijke ontwerp worden in principe aparte berekeningen gemaakt. Dit wordt beschreven in Hoofdstuk 6.

### 5.3.2 Betonzuilen

De insteek met betrekking tot bekledingen van betonzuilen is, dat ze sterk genoeg moeten zijn voor toepassing op het zwaarst belaste gedeelte, omdat betonzuilen op dit moment het sterkste bekledingsmateriaal vormen. Het is daarom van belang dat de toepasbaarheid van betonzuilen wordt geverifieerd door middel van een berekening van de toepasbaarheid van het zwaarste type zuil bij de zwaarste randvoorwaarden. De zwaarste betonzuilen die momenteel leverbaar zijn, hebben een soortelijke massa van  $2900 \text{ kg/m}^3$  en een dikte van 0,50 m.

Uit de verrichte berekeningen blijkt, dat toepassing van betonzuilen in het hele dijkvak mogelijk is. Bij de zwaarste randvoorwaarden uit Tabel 3.3 is uit het oogpunt van toplaagstabiliteit bij de steilste mogelijke taludhelling van 1:3,0 de zwaarste betonzuil nog toepasbaar. Voor die gedeelten waar wordt gekozen voor toepassing van betonzuilen, zal het optimale zuiltype worden bepaald in Hoofdstuk 6.

Verwezen wordt naar Bijlage 2.1.

### 5.3.3 Betonblokken

De insteek met betrekking tot gekantelde betonblokken is het maximaliseren van hergebruik (rekening houdend met andere toepassingsmogelijkheden). Het is daarom van belang om alle locaties in beeld te krijgen waar hergebruik van gekantelde blokken technisch mogelijk is.

De afmetingen van de betonblokken staan vast. Hierdoor kan worden bepaald waar gekantelde betonblokken wel en niet toepasbaar zijn, uitgaand van een bepaalde taludhelling. Uit paragraaf 5.2 blijkt, dat voor dit bestek uitgegaan moet worden van blokken met de afmetingen  $0,5 \times 0,5 \times 0,2 \text{ m}$  (Haringmanblokken en vlakke betonblokken) en  $0,5 \times 0,5 \times 0,25 \text{ m}$  en  $0,5 \times 0,5 \times 0,15 \text{ m}$  (Haringmanblokken). Uitgegaan wordt van gekantelde toepassing tegen elkaar aan, met een spleetbreedte van 1 mm. Voor de filterlaag wordt in de berekeningen gebruik gemaakt van ontwerpwaarden, waarbij, volgens de vigerende ontwerpregels, voor de getijdezone een extra marge wordt aangehouden ten aanzien van de filterdikte t.o.v. de zone boven GHW (zie § 6.3.2.). Echter, het is zeer aannemelijk dat in de ondertafels van het beschouwde traject de filterlaagdikte nauwkeurig kan worden aangebracht, door het hoge niveau van de teen en de noodzakelijke aanvulling met betonpuin (zie ook paragrafen 6.2 en 6.3.4), waardoor met de extra marge in filterlaagdikte hier geen rekening hoeft te worden gehouden. Dit heeft als resultaat dat maximum toepassingsniveau van de gekantelde blokken stijgt.

Om het verschil aan te geven zijn de maximum toepassingsniveaus van de betonblokken (uit oogpunt van stabiliteit) voor twee verschillende filterlaagdiktes berekend.

Bij de berekeningen van Haringmanblokken is tenslotte rekening gehouden met de reductie in massa per m<sup>2</sup> oppervlakte ten gevolge van de inkeping. Voor Haringmanblokken met diktes gelijk aan 0,25 m en 0,20 m wordt gerekend met een soortelijke massa van 2150 kg/m<sup>3</sup>; voor de blokken van 0,15 m dik met 2100 kg/m<sup>3</sup>. Berekend is tot welk niveau gekantelde betonblokken kunnen worden toegepast uit het oogpunt van stabiliteit. De toepasbaarheid is weergegeven in Tabel 5.2.

dijkvak	locatie [dp]	maximaal topniveau [m+NAP]					
		vlakke blokken 0,20 m		Haringman 0,25 m		Haringman 0,20 m	
		filterdikte		filterdikte		filterdikte	
		0,20 m	0,15 m	0,20 m	0,15 m	0,20 m	0,15 m
68 (2)	8 - 13,65	2,7	4,7	1,4	2,3	2,2	2,5
68 (1)	13,65 - 27,5	2,3	3,4	n.t.	1,2	n.t.	2,0
67 (2)	27,5 - 30	2,9	4,2	n.t.	1,3	1,3	2,1
67 (1)	30 - 32,5	3,5	4,3	n.t.	1,9	1,2	2,5
66	32,5 - 38,5	3,8	4,7	1,8	2,6	2,6	3,0
65	38,5 - 42,55	4,4	6,3	2,3	3,0	2,7	3,6
64	42,55 - 45,48	3,8	4,6	2,8	3,2	2,9	3,5

n.t.: niet toepasbaar.

**Tabel 5.2: Maximaal topniveau gekantelde betonblokken**

Voor de Haringmanblokken van 0,15 m dik zijn de toepassingsniveaus berekend in de dijkvakken met de (relatief) gunstigste golfrandvoorwaarden, vakken 64, 65 en 68 (2). In onderstaande tabel zijn deze niveaus aangegeven.

dijkvak	locatie [dp]	maximaal topniveau [m+NAP]	
		Haringman 0,15 m	
		filterdikte	
		0,20 m	0,15 m
68 (2)	8 - 13,65	-	2,5
65	38,5 - 42,55	2,7	3,6
64	42,55 - 45,48	2,7	3,5

**Tabel 5.3: Maximaal topniveau Haringmanblokken van 0,15 m dik**

Verwezen wordt naar Bijlage 2.2.

### 5.3.4 Basaltzuilen

In het bestek worden de zuildiktes afgerond op 5 cm, terwijl bovendien een sorteermarge van 3 cm wordt toegepast. De constructieve toepasbaarheid van basaltzuilen wordt daarom op de volgende wijze bepaald: uitgaand van de vastgestelde randvoorwaarden en taludhellingen (zie § 5.3.1) wordt vastgesteld tot welk niveau basaltzuilen met een dikte van 17 cm, 22 cm, 27 cm etc. kunnen worden toegepast. Rekening houdend met de sorteermarge wordt de praktische bestekswaarde van de basaltzuilen dan 20 cm, 25 cm en 30 cm etc.. Vervolgens kan besloten worden of het mogelijk en zinnig is om materiaal met de betreffende dikte te sorteren uit het beschikbare materiaal. Benadrukt wordt, dat de gehanteerde sorteermarge van 3 cm slechts indicatief is.

Voor de filterlaag wordt in de berekeningen gebruik gemaakt van ontwerpwaarden, waarbij voor de getijdezone een extra marge wordt aangehouden ten aanzien van de filterdikte (zie Hoofdstuk 6). Opgemerkt moet worden dat de laagdikte van het filter, indien deze kleiner is ongeveer 0,20 m, (bij zuilen) niet maatgevend is voor het ontwerp; (dit omdat de geldigheidsgrens van ANAMOS bepalend is, zie ook bijlage 2.3).

dijkvaknr.	locatie [dp]	maximaal topniveau [m+NAP]		
		d=0,17 m	d=0,22 m	d=0,27 m
68 (2)	8 - 13,65	2,0	3,6	6,5 (berm)
68 (1)	13,65 - 27,5	1,3	2,3	6,5 (berm)
67 (2)	27,5 - 30,0	1,4	2,9	6,5 (berm)
67 (1)	30,0 - 32,5	1,9	3,3	6,5 (berm)
66	32,5 - 38,5	2,4	3,8	6,5 (berm)
65	38,5 - 42,55	2,7	4,1	6,5 (berm)
64	42,55 - 45,48	3,0	4,0	6,5 (berm)

**Tabel 5.4: Maximaal topniveau basaltzuilen**

Verwezen wordt naar Bijlage 2.3.

### 5.4 Ecologische toepasbaarheid

Voor de ecologische toepasbaarheid wordt gebruik gemaakt van de informatie uit de Milieu-inventarisatie [5]. De waardering van de verschillende beschikbare bekledingstypen per bekledingszone is weergegeven in de volgende tabel.

Waardering	getijdezone	boven GHW
goed	<ul style="list-style-type: none"> <li>• basaltzuilen</li> <li>• betonzuilen met ecotoplaag</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• betonzuilen ( evt. met eco-toplaag)</li> </ul>
matig	<ul style="list-style-type: none"> <li>• gekantelde betonblokken</li> <li>• basaltzuilen</li> <li>• betonzuilen</li> <li>• overlagen met breuksteen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• gekantelde betonblokken</li> <li>• breuksteen</li> <li>• betonzuilen</li> </ul>

**Tabel 5.5: Waardering toepasbare bekledingstypen**

Omdat de Milieu-Inventarisatie [5] aangeeft dat de boventafel van dijkvak 68 belangrijke potenties voor natuurontwikkeling heeft, moeten de betonzuilen in de zone boven GHW bij een 'goede' waardering worden uitgevoerd met een eco-top (het 'eventuele' verdwijnt).

In Tabel 3.4 zijn de minimaal vereiste bekledingstypen voor het dijkvak opgenomen. Deze tabel wordt hier ter verduidelijking herhaald.

Dijkvaknr.	locatie [dp]	getijdezone		boven GHW	
		<i>herstel</i>	<i>verbetering</i>	<i>herstel</i>	<i>verbetering</i>
68	8,0 - 27,5	geen voorkeur	matig	matig	goed
67	27,5 - 30,0	geen voorkeur	matig	geen voorkeur	geen voorkeur
66-64	30,0 - 45,48	geen voorkeur	geen voorkeur	geen voorkeur	geen voorkeur

**Tabel 3.4: Minimaal benodigd type dijkbekleding**

Geconcludeerd wordt, dat in de getijzone alle beschikbare bekledingstypen uit ecologisch oogpunt toepasbaar zijn en dat in de zone boven GHW in het dijkvak 68 slechts betonzuilen met een eco-toplaag mogelijk zijn, indien voor verbetering van natuurwaarden wordt gekozen.

## 5.5 Afweging

In Tabel 5.6 wordt samengevat welke bekledingstypen kunnen worden toegepast, uitgaand van beschikbaarheid, constructieve toepasbaarheid en ecologische toepasbaarheid.

Dijkvaknr.	Locatie [dp]	getijdezone		boven GHW	
		herstel	verbetering	herstel	verbetering
68 (2)	8 - 13,65	basaltzuilen >22 betonblokken* betonzuilen	betonblokken* betonzuilen	betonblokken* betonzuilen	betonzuilen (met eco-toplaag)
68 (1)	13,65 - 27,5	basaltzuilen >27 betonblokken* betonzuilen	betonblokken* betonzuilen	betonblokken* betonzuilen	betonzuilen (met eco-toplaag)
67 (2)	27,5 - 31,75	basaltzuilen >22 betonblokken* betonzuilen	betonblokken* betonzuilen	basaltzuilen >27 betonblokken* betonzuilen	basaltzuilen >27 betonblokken* betonzuilen
67 (1)	31,75 - 30,0	basaltzuilen >22 betonblokken* betonzuilen	betonblokken* betonzuilen	basaltzuilen >27 betonblokken* betonzuilen	basaltzuilen >27 betonblokken* betonzuilen
66	30,0 - 38,5	basaltzuilen >22 betonblokken* betonzuilen	basaltzuilen >22 betonblokken* betonzuilen	basaltzuilen >27 betonblokken* betonzuilen	basaltzuilen >27 betonblokken* betonzuilen
65	38,5 - 42,55	basaltzuilen >17 betonblokken* betonzuilen	basaltzuilen >17 betonblokken* betonzuilen	basaltzuilen >27 betonblokken* betonzuilen	basaltzuilen >27 betonblokken* betonzuilen
64	42,55 - 45,48	basaltzuilen >17 betonblokken* betonzuilen	basaltzuilen >17 betonblokken* betonzuilen	basaltzuilen >27 betonblokken* betonzuilen	basaltzuilen >27 betonblokken* betonzuilen

\* toepasbaarheid betonblokken afhankelijk van topniveau en filterdikte, zie § 5.3.3

**Tabel 5.6: Bekledingstypen voor herstel of verbetering**

Een uitgangspunt van het ontwerp van de Zimmermanpolder is dat er zoveel mogelijk hergebruik van betonblokken plaatsvindt. Vandaar dat op zoveel mogelijk plaatsen diverse typen betonblokken toegepast worden, zelfs als hierdoor grote hoeveelheden klei moeten worden ontgraven om de benodigde flauwe taludhelling voor maximaal hergebruik te creëren. De meeste typen beschikbare betonblokken (Haringmanblokken van 20 en 25 cm dik) kunnen slechts tot beperkte niveaus in de ondertafels worden toegepast.

Op basis van de argumenten voor afwijken van de marge in de filterlaagdikte beschreven in paragraaf 5.3.3, is voor de maximum toepassingsniveaus van de gekantelde betonblokken overal, zowel in de boven- als de ondertafels, uitgegaan van de ontwerpberoeeningen met een filterlaagdikte van 0,15 m.

De Haringmanblokken van 0,15 m dik hebben hetzelfde maximale toepassingsniveau als de Haringmanblokken van 0,20 m dik. Vanwege het geringere aantal Haringmanblokken van 0,15 m worden deze in depot gebracht, wachtend op toepassing elders, en worden de blokken van 0,20 m dik toegepast.

Het blijkt dat in bijna het gehele traject basaltzuilen, zowel in de boven- als in de ondertafels kunnen worden toegepast. Echter, er zijn diverse redenen te noemen waarom de toepassing van basaltzuilen slechts beperkt toepasbaar is:

1. De ongepenetreerde basaltzuilen die vrijkomen uit het eigen werk hebben een hoogte van 20-25 cm. Deze kunnen beperkt in de ondertafels van het beschouwde traject toegepast worden. Dit wordt om twee redenen niet gedaan:
  - a) op deze gedeelten van de dijk worden de betonblokken in gekantelde positie hergebruikt. Vanwege de koppeling van de verbetering van de Zimmermanpolder met die van de Ellewoutsdijkpolder, waar grote aantallen betonblokken vrijkomen, geniet hergebruik van betonblokken de voorkeur boven hergebruik van basalt.
  - b) het handmatig zetten van basaltzuilen in het getijgebied is inefficiënt in combinatie met machinaal zetten van betonzuilen in de boventafels;
2. De basaltzuilen die voor de boventafels benodigd zijn moeten een minimale afmeting hebben van 30 cm. Deze zuilen moeten vanuit een depot geleverd worden. Het totale oppervlakte waar basalt hergezet kan gaan worden, mag niet onbegrensd groot zijn, omdat het totaal aantal steenzetters dat beschikbaar is voor de uitvoering van alle werken in 1999 dan niet meer toereikend is.

Alleen in vak 67 (1), dp 30-32,5 worden basaltzuilen met een minimale hoogte van 0,30 m toegepast, afkomstig uit een depot bij Borssele. Het betreft hier een bocht in de dijk, waar het noodzakelijk handmatig zetten van basaltzuilen hier praktisch gezien voordelen heeft t.o.v. toepassen van de basaltzuilen elders.

Basaltzuilen sorteren op een dikte van 0,25 m uit de bestaande bekleding is om een aantal redenen niet rendabel:

1. De vrijkomende basaltzuilen hebben een hoogte variërend tussen 0,20 en 0,25 m, waardoor het aantal zuilen met een hoogte van 0,25 m zeer beperkt is;
2. Gezien de toepassingsniveaus van de gekantelde betonblokken zouden slechts dunne stroken van deze basalt toegepast kunnen worden. Vanwege het handwerk ten opzichte van het machinaal zetten van bekledingsdelen op een hoger niveau, ligt de productiviteit dan laag;
3. Het totale oppervlakte van de basaltzuilen moet binnen de perken blijven, vanwege het aantal beschikbare steenzetters voor de werken in 1999.

De als 'goed' beoordeelde basaltzuilen helemaal onderin de bestaande bekleding zullen worden gehandhaafd. Het strookje basalt, boven de strook 'onvoldoende' Lessinische steen in het gedeelte van dp 40,50-42,50, zal worden verwijderd. Vanwege het zeer geringe oppervlak van de 'goede' basalt vervalt de optie van overlagen van de Lessinische steen.

Voor de overige gedeelten van het traject zullen betonzuilen worden toegepast. De dimensionering hiervan wordt beschreven in hoofdstuk 6.

## 5.6 Gekozen bekleding

Voor het beschouwde traject zal de gekozen bekleding worden genoemd. (De dijkpaalnummering in onderstaande opsomming wijkt hier en daar iets af van de nummering behorend bij de dijkvakken). Verwezen wordt naar de figuren 7 t/m 14.

Dp 8-13,0:

Voor het gehele dijkvak: betonzuilen.

Dp 13,0-27,0:

- Onderin (van dp 18-27,0): gekantelde Haringmanblokken, dik 0,25 m tot een niveau van NAP+1,0 m.
- Boven de hiervoor genoemde bekleding (van dp 13-27,0): gekantelde Haringmanblokken, dik 0,20 m tot een niveau van NAP+2,0 m.
- Hierboven: betonzuilen.

Dp 27,0-30:

- Onderin: gekantelde Haringmanblokken, dik 0,25 m tot een niveau van NAP+1,0 m.
- Boven de hiervoor genoemde bekleding: gekantelde Haringmanblokken, dik 0,20 m tot een niveau van NAP+2,0 m.
- Hierboven: betonzuilen.

Dp 30-32,5:

- Van dp 32 tot dp 32,5: handhaving van de ongepenetreerde basalt.
- Van dp 30 tot 32: gekantelde Haringmanblokken, dik 0,25 m tot een niveau van NAP+1,0 m.
- Boven de hiervoor genoemde bekleding: gekantelde Haringmanblokken, dik 0,20 m tot een niveau van NAP+2,5 m.
- Hierboven (dp 30-32,5): basaltzuilen met een minimale zuilhoogte van 0,30 m.

Dp 32,5-38,5:

- Van dp 32,5 tot dp 36,48: handhaving van de ongepenetreerde basalt.
- Boven en ten westen van de hiervoor genoemde bekleding gekantelde Haringmanblokken, dik 0,25 m tot een niveau van NAP+2,6 m.
- Boven de hiervoor genoemde bekleding: gekantelde Haringmanblokken, dik 0,20 m tot een niveau van NAP+3,0 m.
- Boven de hiervoor genoemde bekledingen: gekantelde vlakke blokken, dik 0,20 m tot een niveau van NAP+3,6 m.
- Hierboven betonzuilen.

Dp 38,5-42,55:

- Van dp 38,5 tot 42,55: gekantelde Haringmanblokken, dik 0,25 m tot een niveau van NAP+2,6 m.
- Van dp 38,5 tot 42,55: gekantelde Haringmanblokken, dik 0,20 m tot een niveau van NAP+3,6 m.
- Boven deze twee bekledingstypen: betonzuilen.

Dp 42,55-44,48:

- Van dp 42,55 tot dp 44, 25: handhaving van de ongepenetreerde basalt.
- Van dp 44,42 tot 45,48: gekantelde Haringmanblokken, dik 0,25 m tot een niveau van NAP+3,2 m.
- Boven deze twee bekledingstypen: betonzuilen.

## 6. DIMENSIONERING

Op basis van de gekozen bekledingstypen volgens paragraaf 5.6 is het ontwerp in detail uitgewerkt. Een glooiingskaart van het resulterend ontwerp van het dijkvak is weergegeven in Figuur 4, samen met de bestaande situatie (Figuur 2). Twee resp. acht maatgevende dwarsprofielen van de oude en de nieuwe situatie zijn gegeven in de figuren 5 t/m 14). De constructieve uitwerking wordt in dit hoofdstuk beschreven per constructie-onderdeel, vanaf de kreukelberm richting het bovenbeloop. Voor achtergrondinformatie wordt verwezen naar de Handleiding Ontwerpen [10].

### 6.1 Kreukelberm

Onderaan de bekleding wordt een nieuwe kreukelberm aangebracht op de gedeelten waar ook de teenconstructie wordt vernieuwd. (Zie paragraaf 6.2). Dit betreft het gedeelten: dp 8-32, dp 36,5-42,55, en dp 44,25-45,48. De kreukelberm dient ter ondersteuning van de teenconstructie.

De kreukelberm bestaat uit een toplaag van breuksteen (voor stabiliteit onder de golfaanval), met daaronder een geokunststof (voor het voorkomen van uitspoeling van het bodemmateriaal). Om het doek te beschermen wordt een rietmat aangebracht of er wordt een non-woven op het doek gestikt.

#### 6.1.1 Toplaag

De benodigde sortering breuksteen van de toplaag hangt af van de significante golfhoogte bij het ontwerppeil. In dit dijkvak is deze kleiner dan 2,4 m; de bijbehorende sortering is 10-60 kg. De nieuwe kreukelberm wordt aangelegd met nieuw aan te voeren breuksteen.

Voor een onderbouwing van de methodiek wordt verwezen naar [11].

#### 6.1.2 Geokunststof

Onder de kreukelberm wordt een geokunststof aangebracht. De dimensionering van dit geokunststof wordt mede bepaald door de wens, om voor deze toepassing hetzelfde materiaal te gebruiken als onder de onderhoudsstrook op de berm. Dit geokunststof wordt in het bestek en het vervolg van deze ontwerprapport 'type 2' genoemd.

Gekozen wordt voor een standaard-weefsel van polypropyleen met de volgende minimale eigenschappen:



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

**Tabel 6.1: Eisen geokunststof type 2**

Ter bescherming van dit doek, wordt hierop een non-woven gestikt of wordt op dit doek een rietmat aangebracht. Een rietmat is een standaard-constructie. Het geokunststof wordt aangebracht onder de gehele bestorting en wordt aangesloten op de buitenkant van de teenconstructie.

## 6.2 Teenconstructie

De teenconstructie maakt alleen deel uit van het ontwerp op dat deel van het dijkvak waar de bekleding van de ondertafel wordt vervangen. Het betreft de gedeelten van dp 8-32, dp 36,5-42,55, en dp 44,25-45,48. De teenconstructie dient ter ondersteuning van de nieuwe bekleding van gekantelde betonblokken en betonzuilen.

De nieuwe bekleding van gekantelde betonblokken wordt ondersteund door een teenschot, dat is opgebouwd uit 3 planken van ieder 0,20 m hoog. Het teenschot wordt ondersteund door azobepalen (lengte 1,80 m, h.o.h. 0,20 m). Om machinaal zetwerk van de gekantelde betonblokken tegen de teenconstructie aan mogelijk te maken wordt een afgeschuinde betonband aangebracht boven het teenschot. De betonbanden worden voor zover beschikbaar hergebruikt uit de bestaande bekleding en anders nieuw aangevoerd.

De niveaus van de bovenkant van de teenconstructie variëren met de hoogteligging van het schor of slijk. De nieuwe teenconstructie wordt hierin ingegraven. In onderstaande tabel worden de teenniveaus aangegeven.

Locatie	Niveau bovenkant van de nieuwe teen [m t.o.v. NAP]
dp 8 - 13	2,75
dp 13 - 18	1,0
dp 18 - 27	0,50
dp 27 - 30	0,0
dp 30 - 32	0,50
dp 32 - 36,5	handhaving bestaande teen op NAP + 1,0
dp 36,5 - 42,55	1,50
dp 42,55 - 44,25	handhaving bestaande teen op ca. NAP + 1,50
dp 44,25 - 45,48	2,0

**Tabel 6.2: Niveau bovenkant van de nieuwe teenconstructie**

### 6.3 Zetsteenbekleding

In Hoofdstuk 5 is vastgesteld welke bekledingstypen zullen worden aangebracht. Het betreft zetsteen (betonzuilen, gekantelde betonblokken en basaltzuilen).

In het gehele traject bestaat de zetsteenbekleding uit de betreffende toplaag, met daaronder een uitvullaag van granulair materiaal en daaronder een geokunststof.

De bekleding 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 van belang dat de dikte van de gehele bekleding, inclusief onderliggende kleilaag, voldoende groot is. De weerstand van de bekleding tegen materiaaltransport wordt verkregen door het geokunststof dat onder de bekleding wordt aangebracht.

#### 6.3.1 Toplaag

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

Ten aanzien van de taludhelling wordt opgemerkt, dat de indicatieve helling zoals gebruikt voor de bepaling van de constructieve toepasbaarheid (paragraaf 5.3) gelijk is aan de definitieve ontwerphellingen.

##### 6.3.1.1 Betonzuilen

Betonzuilen worden toegepast op de volgende plaatsen:

- dp 8 - dp 13, boven NAP+2,75 m;
- dp 13 - dp 30, boven NAP+2 m;
- dp 32,5 - dp 45,48, boven ca. NAP+3,6 m.

In § 5.3.2 is vastgesteld dat betonzuilen in constructieve zin ruimschoots toepasbaar zijn in het gehele dijkvak. De uiteindelijk toe te passen zuil moet in de eerste plaats voldoende zwaar zijn; uit stabiliteitsberekeningen volgt een aantal praktisch leverbare combinaties van dikte en soortelijke massa. De dikte wordt daarbij afgerond op 5 cm en de soortelijke massa op 100 kg/m<sup>3</sup>. De uiteindelijke keuze wordt bepaald door overwegingen van kosten en uitvoeringstechniek. Ten behoeve van de detaillering wordt daarom per vak vastgesteld wat de lichtst mogelijke praktisch leverbare zuiltypen zijn.

Dijkvaknr.	locatie [dp]	optimale taludhelling	mogelijke zuiltypen	
			dikte [m] / soortelijke massa [kg/m <sup>3</sup> ]	
			tot NAP+3,0 m	boven NAP+3,0 m
68 (1)	13,65 - 27,5	1:3,6	0,25 / 2900	0,30 / 2800
			0,30 / 2600	0,35 / 2600
			0,35 / 2400	0,40 / 2400
			0,40 / 2300	<b>0,45 / 2300</b>
67 (2)	27,5- 30,0	1:3,6	0,25 / 2800	0,30 / 2800
			0,30 / 2500	0,35 / 2600
			0,35 / 2300	0,40 / 2400
			<b>0,45 / 2300</b>	
66	32,5 - 38,5	1:3,6	0,25 / 2600	0,30 / 2700
			0,30 / 2400	0,35 / 2500
			0,35 / 2300	<b>0,40 / 2300</b>
65	38,5 - 42,55	1:3,9	0,20 / 2900	0,30 / 2700
			0,25 / 2500	0,35 / 2500
			0,30 / 2300	<b>0,40 / 2300</b>
64	42,55 - 45,48	1:3,5	0,20 / 2700	0,30 / 2800
			0,25 / 2400	0,35 / 2600
			0,30 / 2300	0,40 / 2400
			<b>0,45 / 2300</b>	

**Tabel 6.3: Betonzuilen: mogelijke combinaties dikte en soortelijke massa**

De invoergegevens van de berekeningen zijn weergegeven in Bijlage 3.1.

*Keuze.*

Hoewel de milieu-inventarisatie [5] aangeeft dat in de boventafel van dijkvak 68 (2) betonzuilen met een eco-toplaag zouden moeten worden aangebracht, blijkt dit volgens detail-advies van het RIKZ [14] niet nodig.

Voor alle vakken wordt gekozen voor het zuiltype uit Tabel 6.3 met een soortelijke massa van 2300 kg/m<sup>3</sup>: zuilen met deze soortelijke massa zijn, relatief gezien, duidelijk goedkoper omdat hiervoor geen bijzondere toeslagmaterialen nodig zijn en hebben de voorkeur van de beheerder. Voor de beheerder is het bovendien van belang dat alle toegepaste betonzuilen dezelfde soortelijke massa hebben, zodat verwarring bij eventueel herzetten wordt voorkomen. Onder het niveau van NAP+3,0 worden steeds dezelfde zuilen toegepast als toegepast boven dit niveau, omdat de toepassingszone boven de gekantelde blokken tot aan het niveau van NAP+3,0 zeer smal is. Bovendien wordt zo een ongewenste sprong in het filter voorkomen. In de berekeningen zijn de extra marges van de filterdikte toegepast (Zie paragraaf 6.3.2).

De keuze van de betonzuilen zijn in tabel 6.3 **vet** aangegeven en betreffen dus zowel het niveau boven, als onder NAP+3,0 m.

### 6.3.1.2 Gekantelde betonblokken

Gekantelde blokken worden toegepast in diverse stroken op het gedeelte dp 13 - dp 45,48, zie ook Figuur 4, zoals besproken in de paragrafen 5.3.3 en 5.8. In Bijlage 3 zijn geen invoergegevens van de ontwerpberekeningen van de gekantelde blokken opgenomen: die zijn namelijk hetzelfde als de berekeningen van de constructieve toepasbaarheid, zoals beschreven in Hoofdstuk 5. Verwezen wordt daarom naar Bijlage 2.2.

Opgemerkt wordt dat de ontwerpregels voor gekantelde betonblokken uitgaan van herplaatsing zonder tussenruimte (koud tegen elkaar aan).

### 6.3.1.3 Basaltzuilen

In vak 67 (1) wordt de boventafel bekleed met basaltzuilen, met een minimale dikte van 0,30 m (bestekswaarde), afkomstig uit het depot bij Borssele. De benodigde berekeningen en de afweging zijn reeds beschreven in de paragrafen 5.3.4 en 5.8.

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

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

### 6.3.2 Uitvullaag

De granulaire uitvullaag onder de toplaag is voornamelijk van belang voor de uitvoering. Uit het oogpunt van stabiliteit en uitvoering moet het materiaal zo fijn mogelijk zijn, maar het mag niet zo fijn zijn dat het tussen de elementen van de toplaag door uit kan spoelen. De fijnste sortering die uit dat oogpunt voor alle drie de en bekledingstypen mogelijk is, is 14/32 mm. Deze waarde wordt voorgeschreven in het bestek. In de ontwerpberekeningen wordt uitgegaan van een waarde voor de D<sub>15</sub> van 20 mm; hierdoor wordt een conservatieve benadering bereikt: de werkelijke waarde van de D<sub>15</sub> van de gekozen sortering van 14/32 mm is ongeveer 17 mm.

Bij de De minimale laagdikte waarin steenslag van deze sortering in uitvoeringstechnisch opzicht kan worden aangebracht, is 0,1 m. Deze waarde voor de laagdikte wordt voorgeschreven in het bestek; in de ontwerpberekeningen wordt normaal gesproken echter rekening gehouden met een uitvoeringsmarge: voor de getijdzone wordt gerekend met een laagdikte van 0,20 m, voor de zone boven GHW met een laagdikte van 0,15 m. De toegepaste toepassingsniveaus voor de gekantelde blokken zijn echter berekend met een filterlaagdikte van 0,15 m. (Dit is hier acceptabel vanwege het hoge niveau van de nieuwe teenconstructie en de noodzakelijke aanvulling met betonpuin onder een niveau van NAP+1 (zie paragrafen 5.3.3 en 6.3.4)).

### 6.3.3 Geokunststof

Het geokunststof onderin de bekleding wordt in het bestek en in het vervolg van deze ontwerpnota 'type 1' genoemd.

De belangrijkste eis aan het geokunststof op deze locatie is het voorkomen van uitspoeling van het basismateriaal door de toplaag heen. Maatgevend voor dit verschijnsel is de poriegrootte  $O_{90}$ . Conform de dijkvakken van 1997 en 1998 wordt gekozen voor een vlies met een gegarandeerde maximum maaswijdte ( $O_{90}$ ) van  $100 \mu\text{m}$ , op grond van de overweging dat de zanddoorlatendheid van nog fijnere materialen niet goed te testen is en omdat fijnere materialen niet standaard leverbaar zijn. Bovendien is met proeven aangetoond dat de werkelijke doorlatendheid van het gekozen materiaal kleiner dan  $64 \mu\text{m}$  is.

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

eigenschap	waarde
dikte	$\geq 3 \text{ mm}$
treksterkte	$\geq 20 \text{ kN/m}$
rek bij breuk	$\leq 60 \%$
doordrukkracht	$\geq 3000 \text{ N}$
poriegrootte $O_{90}$	$\leq 100 \mu\text{m}$
permittiviteit	$\leq 70 \text{ l/m}^2/\text{s}$

**Tabel 6.4: Eisen geokunststof type 1**

Aan de onderzijde wordt het geokunststof aangesloten op de teen- of overgangsconstructie, aan de bovenzijde wordt het geokunststof doorgetrokken tot onder de weg, waardoor een overlap van minimaal 1 m ontstaat met het geokunststof onder de werk- en onderhoudsstrook.

### 6.3.4 Basismateriaal

Met betrekking tot de dikte van de kleilaag onder de bekleding wordt binnen het Project Zeeweringen de volgende lijn aangehouden. De nieuwe bekleding moet voldoen aan de eisen ten aanzien van afschuiving. Als dit niet het geval is, moet de kleilaag aan de onderzijde aangevuld worden (verwijderen kleilaag, ontgraven zandpakket, aanbrengen nieuwe kleilaag). Als deze aanvulling nodig is, wordt in alle gevallen een kleilaagdikte van minimaal 0,80 m aangebracht; deze maat is gebaseerd op de gebruikelijke dikte van afdekkende kleilagen.

Voor het **gedeelte dp 8 - dp 14,5** van dit dijkvak geldt, dat de bestaande bekleding op een kleilaag ligt met daaronder zand. De dikte van de kleilaag is gemeten en bedraagt ca. 1,0 m. Ondanks dat er klei afgeschraapt moet worden, ter inpassing van de ontwerptaludhelling, voldoet de bekleding nog aan de afschuivingseis.

In de overige gedeelten is de kleikern tot aan het bermniveau aanwezig.

Onder het niveau van NAP+1 is geen sprake van aanwezigheid van 'goede' klei, omdat de bekleding naar beneden toe op het bestaande schor/slik is aangelegd. Voor de gedeelten waar de nieuwe teenconstructie op een lager niveau dan NAP+1,0 m wordt aangelegd, wordt de 'klei' ontgraven en wordt er een laag gecertificeerd betonpuin (sortering 0-40 mm) ingebracht, met een dikte van 0,60 m, tot het niveau van NAP+1,0 m. (Opgemerkt wordt dat deze laag betonpuin niet als filter meegerekend hoeft te worden).

#### 6.4 Overgangsconstructie

In het ontwerp van de glooiing van dit dijkvak kunnen twee overgangen worden onderscheiden:

- De overgang tussen **gehandhaafde basaltzuilen** en **nieuwe betonzuilen** (dijkvak 64). Er is een overgangsconstructie nodig, van betonbanden (0,40 m × 0,12 m × 1,0 m), ondersteund door azobépalen (lengte 1,50 m, h.o.h. 0,33 m).
- tussen **gehandhaafde basaltzuilen** en de **gekantelde betonblokken**: dp 32,5 - dp 36,5 rond NAP+2 m. Hier wordt eenzelfde overgang geconstrueerd.

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

#### 6.5 Overgang boventafel-berm

De gehele boventafel wordt bekleed met betonzuilen of basaltzuilen; deze bekleding kan worden doorgetrokken tot aan de berm.

De overgang wordt uitgevoerd door de bekleding aan te brengen met een ronding, waarvan de bochtstraal (R) 10 m bedraagt. Boven de afronding wordt de bekleding nog 1 m op de berm doorgetrokken.

Voor de overgang wordt overal hetzelfde zuiltype als in de boventafel gebruikt. Deze zuilen voldoen aan de stabiliteitseis. Verwezen wordt naar [10], hoofdstuk 6.

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

#### 6.6 Berm

Aansluitend op de beschreven bekleding van betonzuilen of basaltzuilen wordt op de berm een onderhoudsstrook aangebracht. Voor het ontwerp daarvan is het verkeer in de uitvoeringsfase maatgevend. De breedte van de strook is 3,0 m, de strook is opgebouwd uit een 0,4 m dikke laag fosforslakken met sortering 0/40 mm op een geokunststof type 2 (zie Tabel 6.1). De strook wordt na de uitvoering niet verwijderd, maar zo aangepast dat deze dienst kan doen als onderhoudsstrook. Daartoe wordt de strook afgewerkt met 60 mm dik grindasfaltbeton.

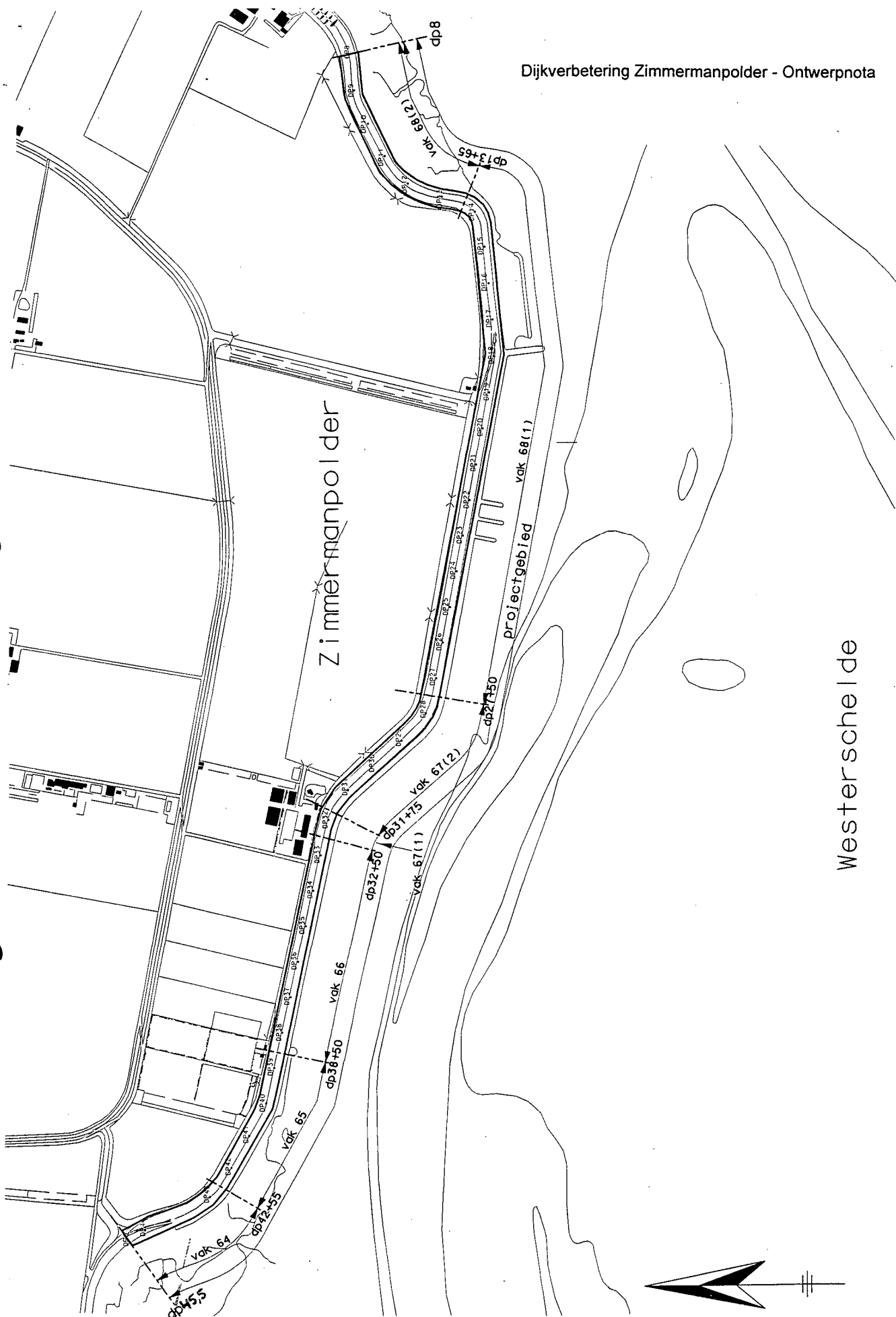
## 6.7 Havendammen

De bekleding wordt doorgetrokken onder de bestaande havendammen; deze worden tot het benodigde niveau afgebroken en op de verbeterde glooiing teruggeplaatst.

## FIGUREN

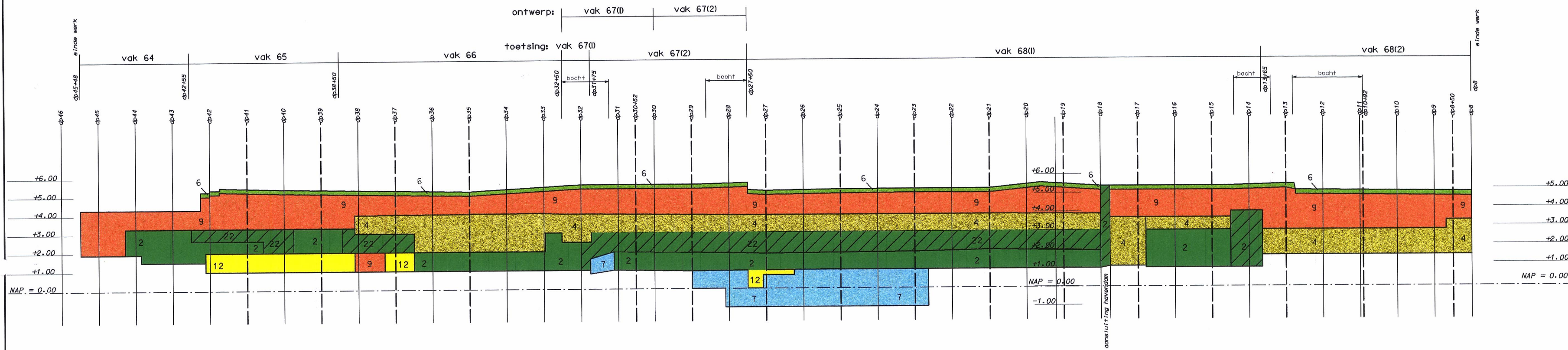
- Figuur 1: Locatie projectgebied
- Figuur 2: Gloomingskaart bestaande situatie
- Figuur 3: Eindbeoordeling toetsing
- Figuur 4: Gloomingskaart ontwerp
- Figuur 5: Bestaand dwarsprofiel dp 15
- Figuur 6: Bestaand dwarsprofiel dp 23
- Figuur 7: Nieuw dwarsprofiel dp 10+92
- Figuur 8: Nieuw dwarsprofiel dp 15
- Figuur 9: Nieuw dwarsprofiel dp 23
- Figuur 10: Nieuw dwarsprofiel dp 29
- Figuur 11: Nieuw dwarsprofiel dp 30+52
- Figuur 12: Nieuw dwarsprofiel dp 35
- Figuur 13: Nieuw dwarsprofiel dp 41
- Figuur 14: Nieuw dwarsprofiel dp 43



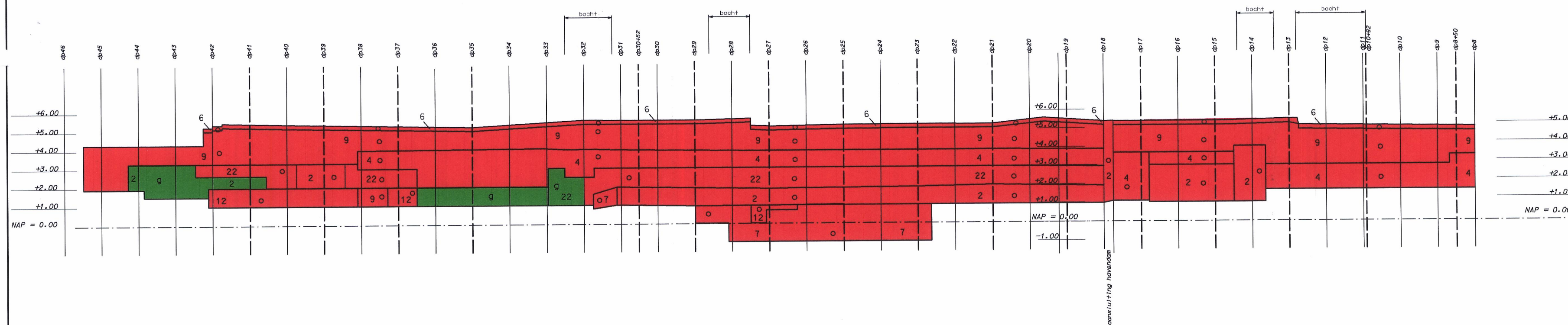


Figuur 1: Locatie projectgebied

# Zimmermanpoolder

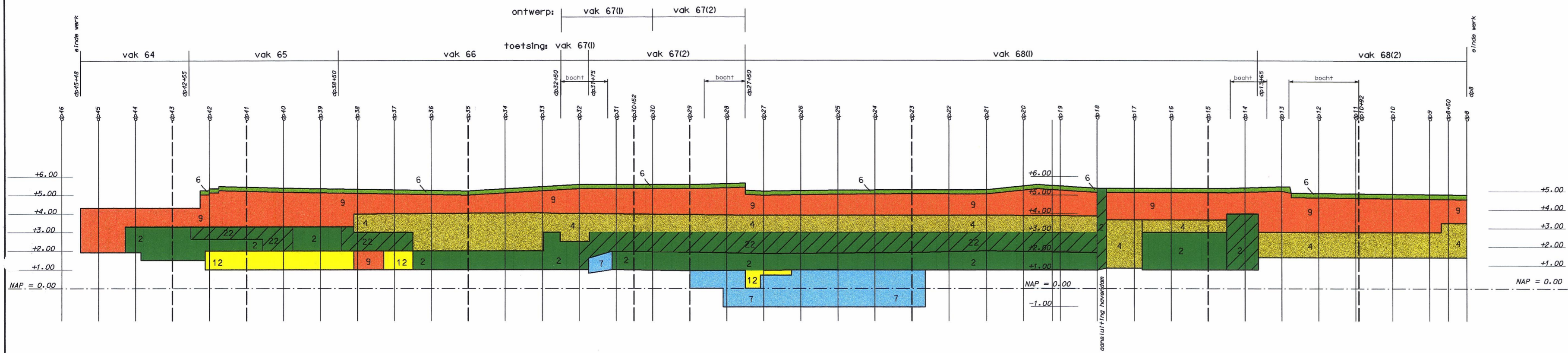


Figuur 2  
Gloopingskaart huidige  
situatie



Figuur 3  
Eindbeoordeling  
toetsing

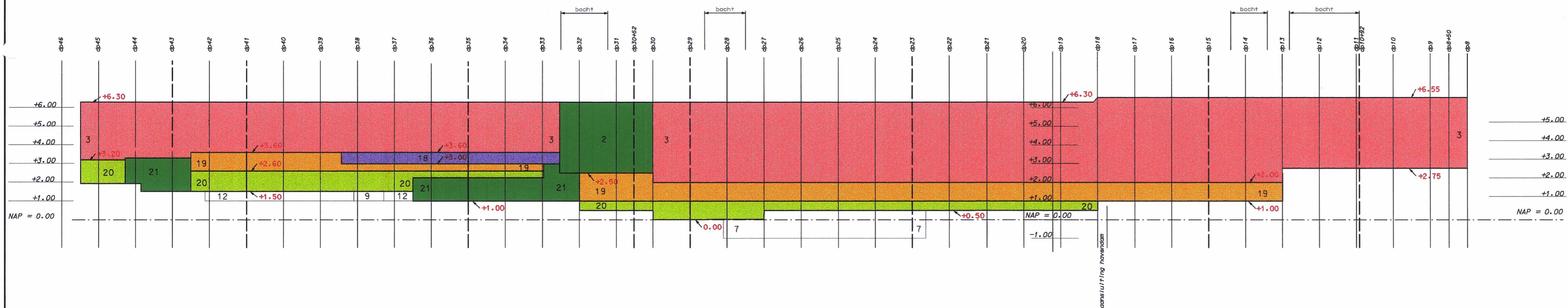
# Zimmermanpolder



Figuur 2  
Gloopingskaart huidige  
situatie

legenda

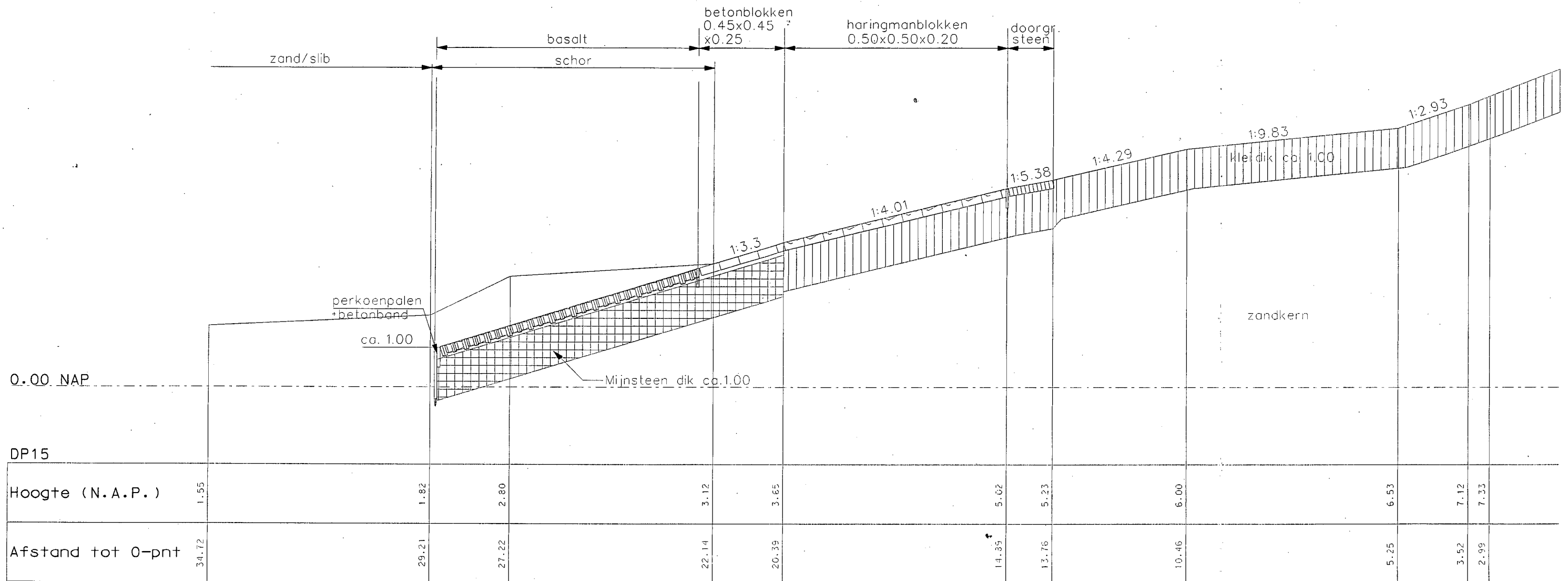
- 1 asfalt
- 2 basalt
- 3 basalt
- 4 betonblokken
- 5 diabolglooiing
- 6 doorgroei stenen
- 7 doornikse steen
- 8 pools graniet
- 9 haringmanblokken
- 10 hydroblokken
- 11 koperlakblokken
- 12 lessinisse steen
- 13 petite graniet
- 14 vilvoordse steen
- 15 granietblokken
- 22 basalt ingegoten met asfalt of beton



Figuur 4  
Gloopingskaart  
ontwerp

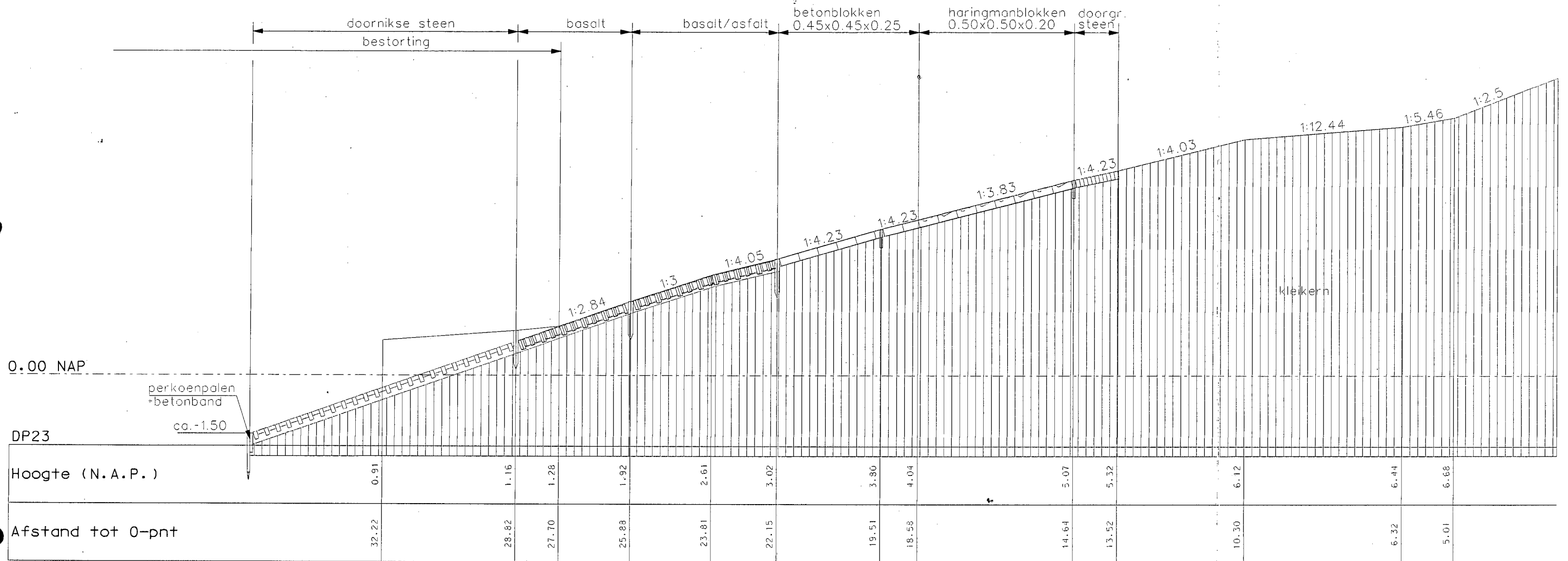
legenda

- 1 asfalt
- 2 basalt
- 3 betonzuilen
- 4 betonblokken
- 5 diabolblokken
- 6 doorgroei stenen
- 7 doornikse steen
- 8 pools graniet
- 9 haringmanblokken
- 10 hydroblokken
- 11 koperlakblokken
- 12 lessinisse steen
- 13 petit graniet
- 14 vilvoordse steen
- 15 granietblokken
- 16 onbekend
- 17 bestorting
- 18 blokken op z'n kant dik 0.20
- 19 haringmanblokken op z'n kant dik 0.20
- 20 haringmanblokken op z'n kant dik 0.25
- 21 basalt blijft liggen (bestaand)



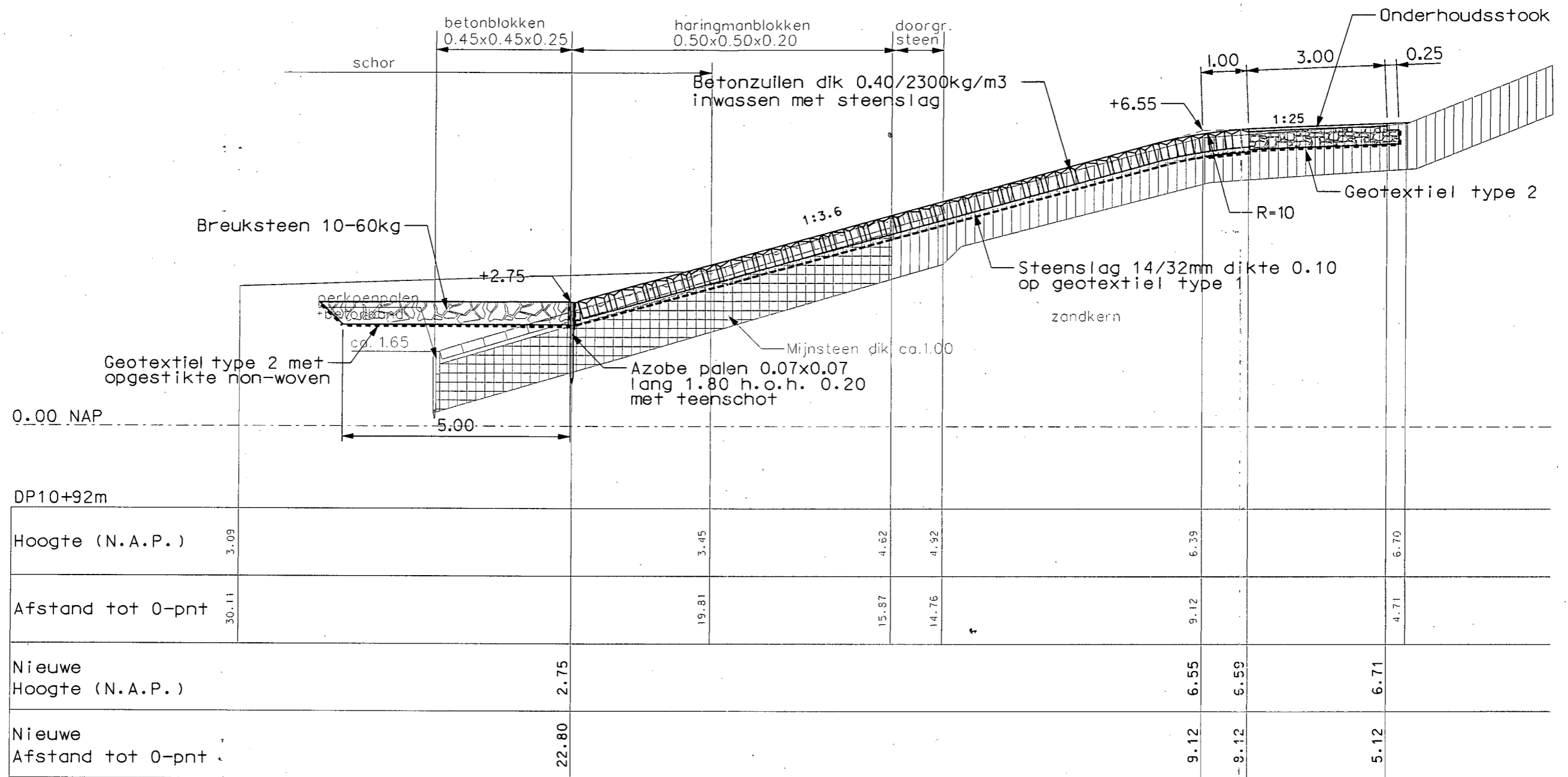
Dwarsprofiel 2 bestaand

Figuur 5



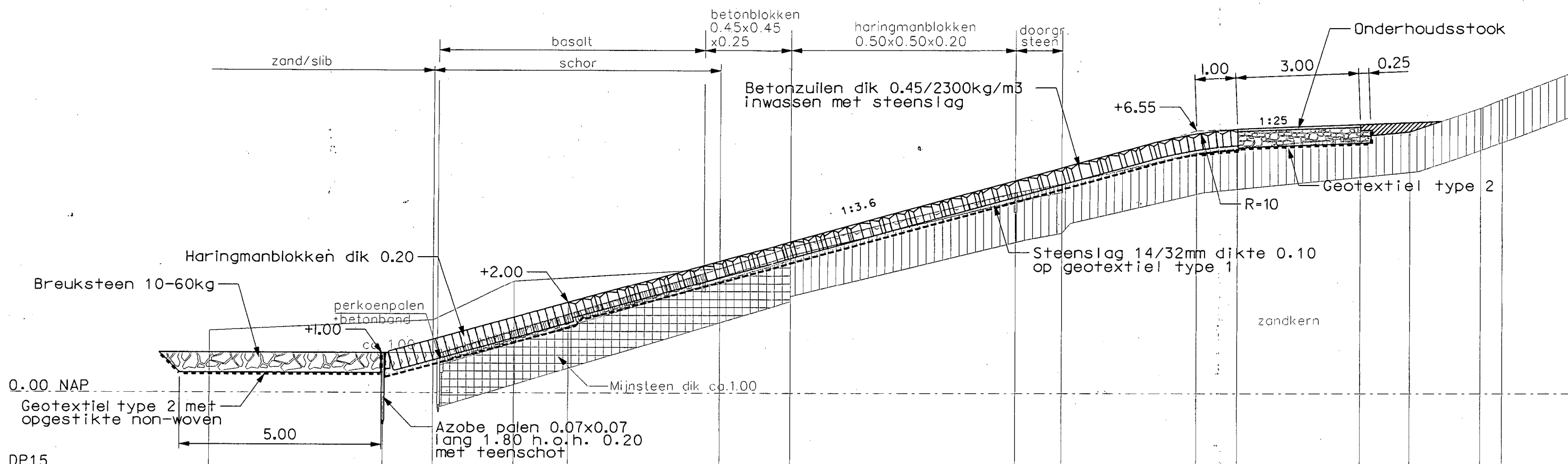
Dwarsprofiel 3 bestaand

Figuur 6



Dwarsprofiel 1 nieuw

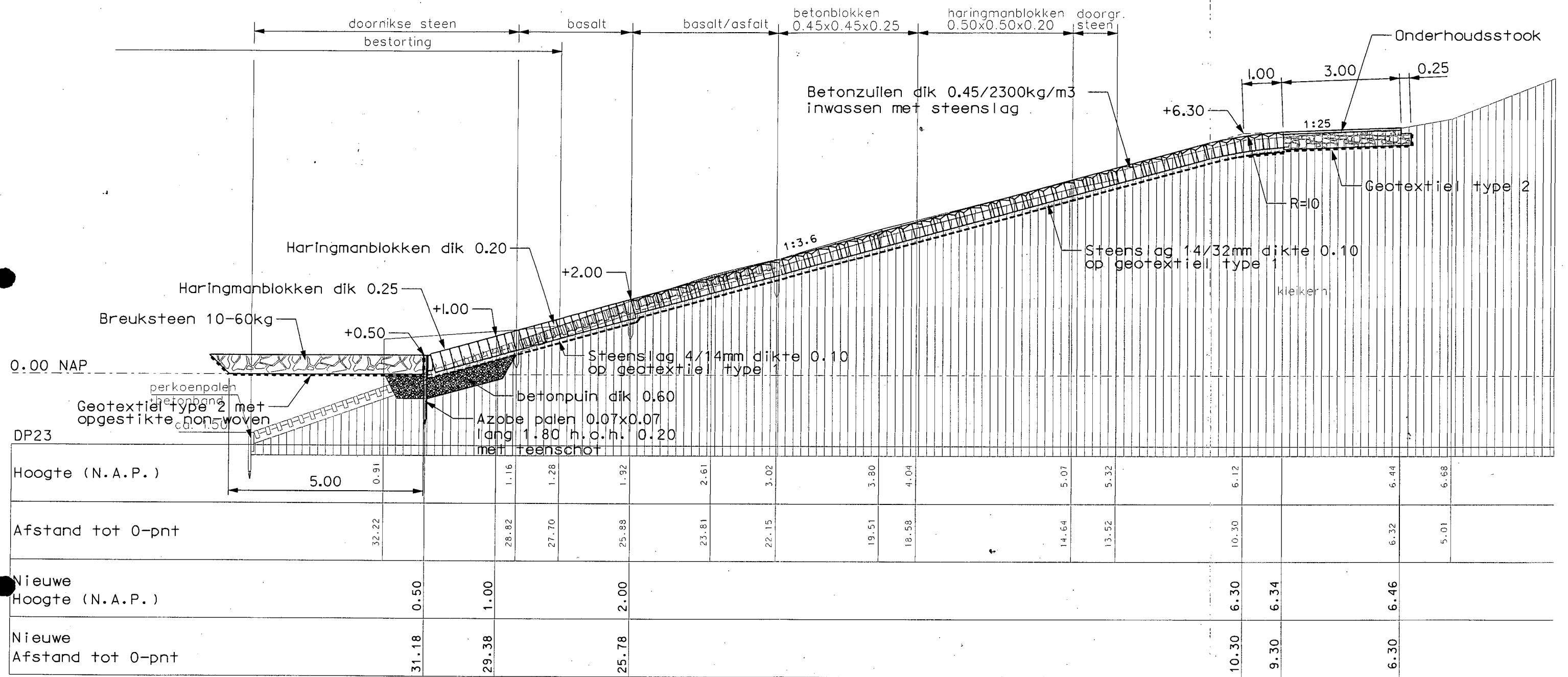
Figuur 7



DP15																				
Hoogte (N.A.P.)	1.55		1.82	2.80		3.12	3.65		5.02	5.23		6.00		6.53	7.12	7.33				
Afstand tot 0-pnt	34.72		29.21	27.22		22.14	20.39		14.89	13.76		10.16		5.25	3.52	2.99				
Nieuwe Hoogte (N.A.P.)	1.00			2.00								6.55	6.59		6.71					
Nieuwe Afstand tot 0-pnt	30.44			26.84								10.46	9.46		6.46					

Dwarsprofiel 2 nieuw

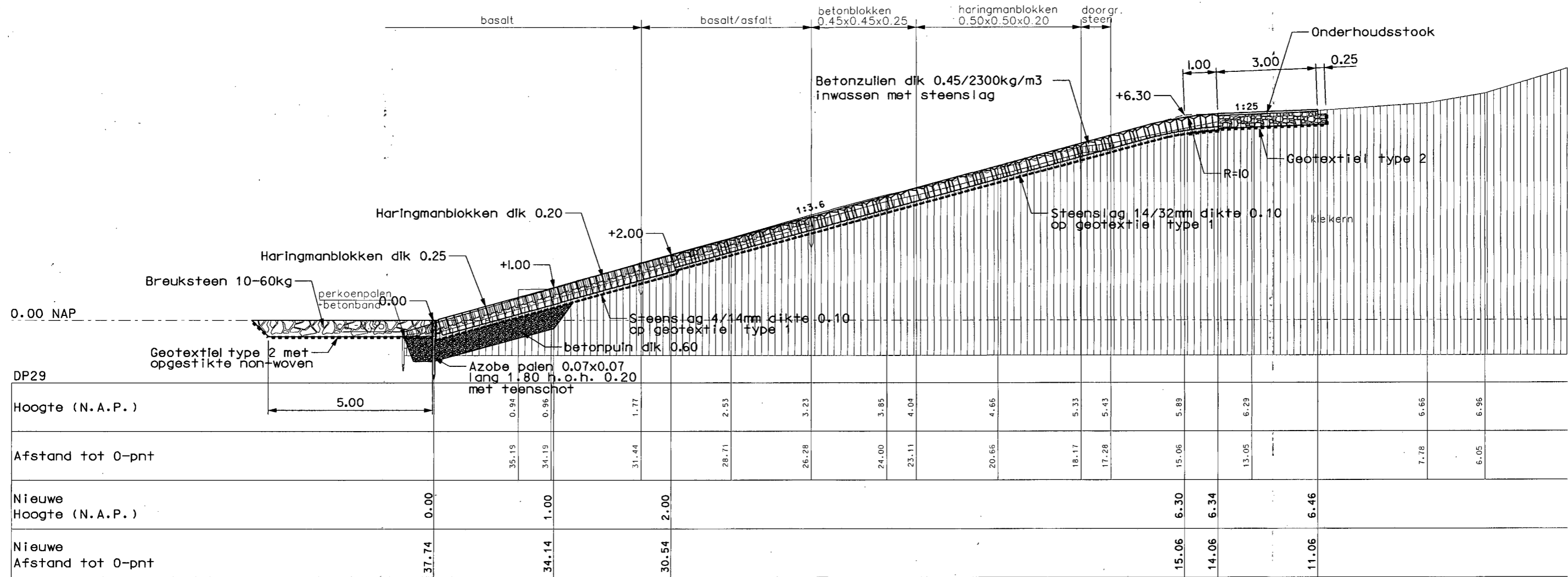
Figuur 8



Dwarsprofiel 3 nieuw

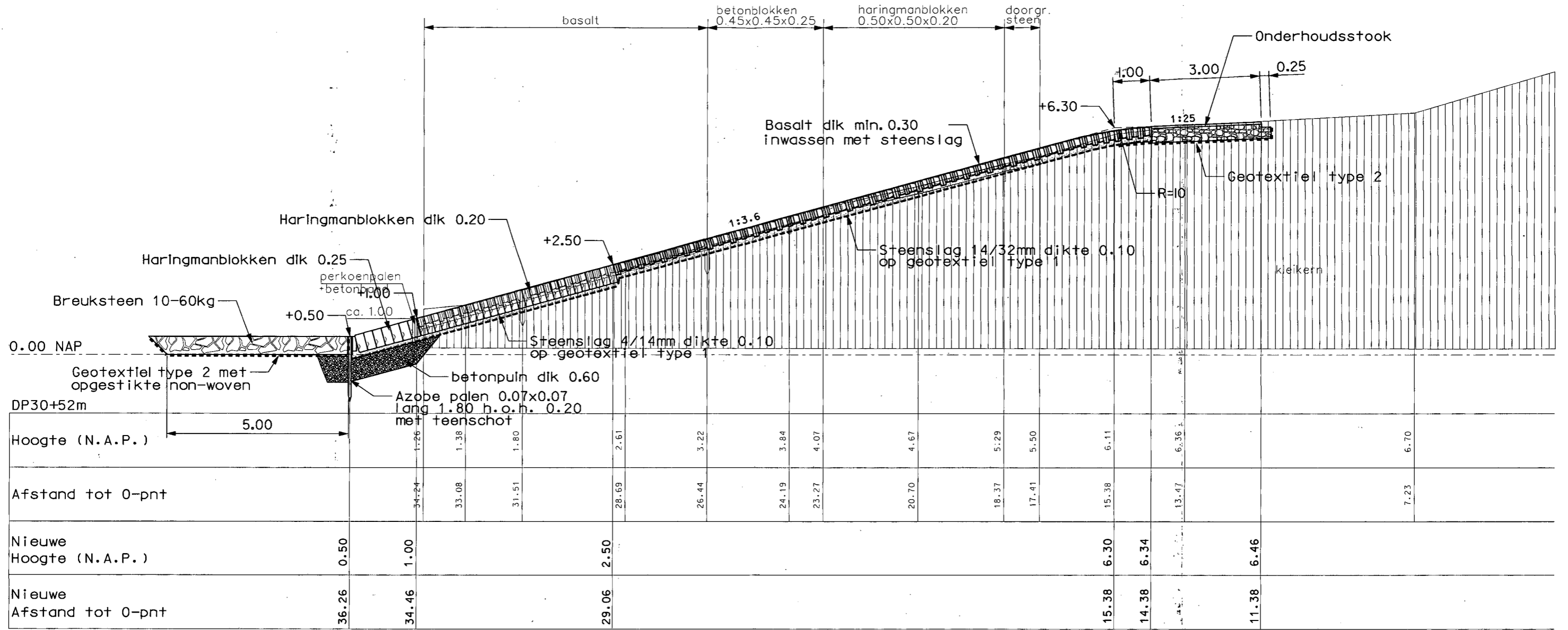
Figuur 9





Dwarsprofiel 4 nieuw

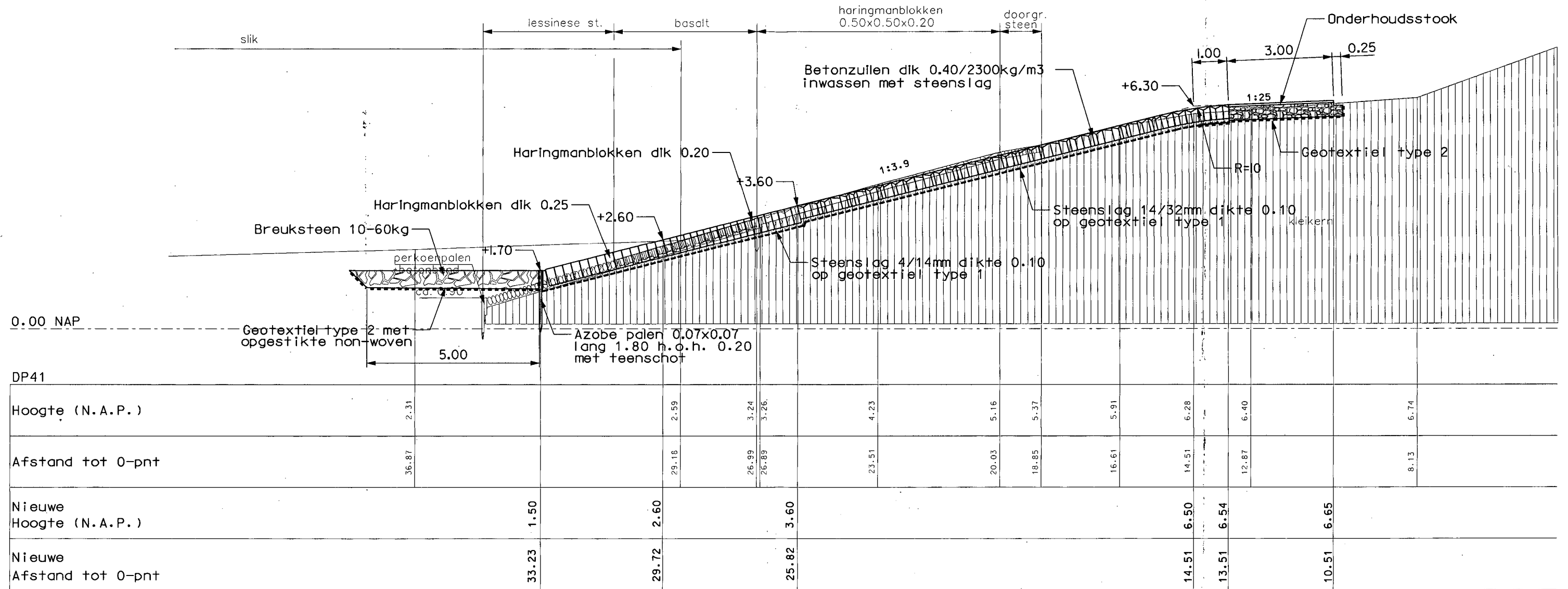
Figuur 10



Dwarsprofiel 5 nieuw

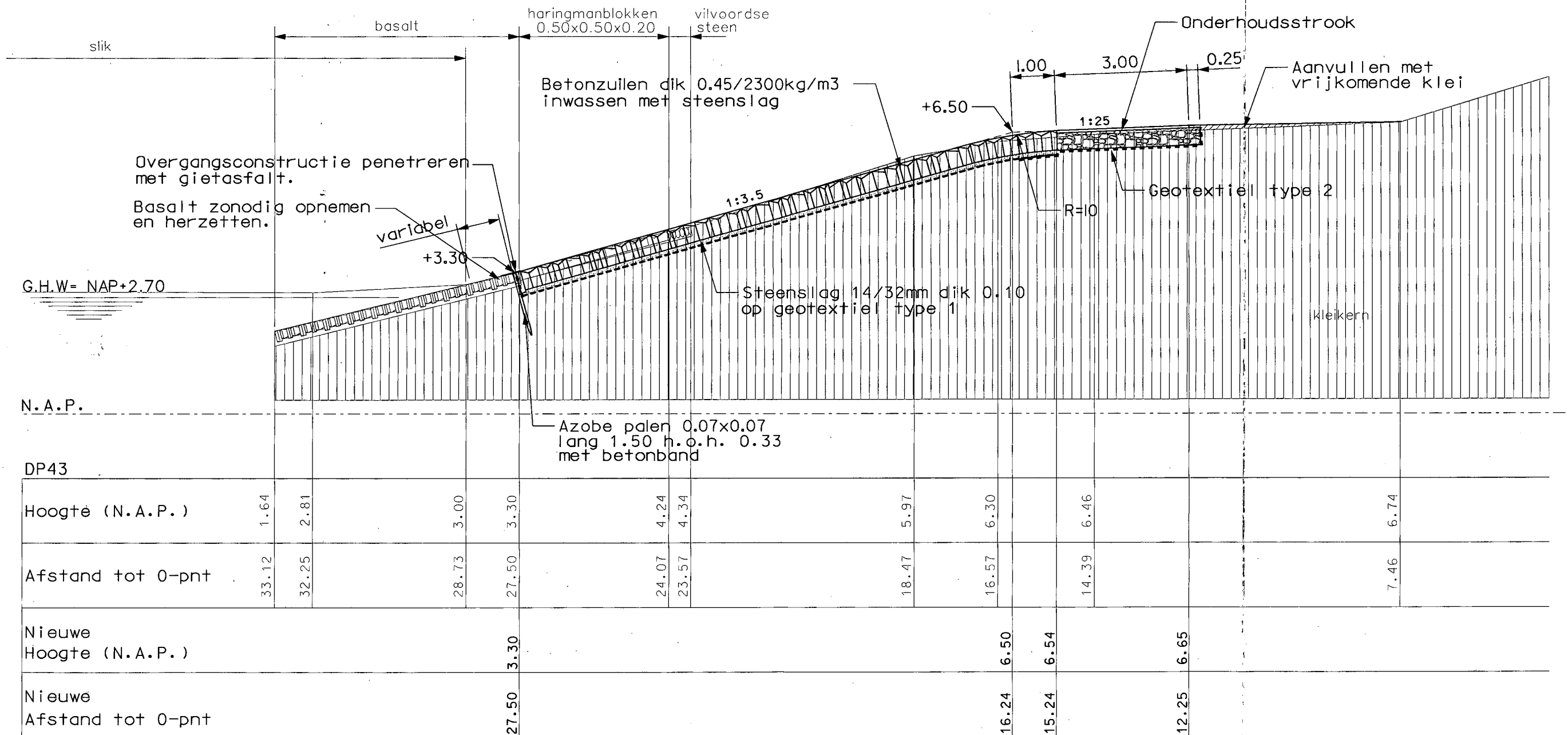
Figuur 11





Dwarsprofiel 7 nieuw

Figuur 13



Dwarsprofiel 8 nieuw

van dp42+50 tot 44+25

figuur 14

## LITERATUUR

- [1] Algemene nota dijkvakken 1999 (concept), Projectbureau Zeeweringen, Goes, september 1997
- [2] Inventarisatie sterkte gezette taludbekledingen in Zeeland, Grondmechanica Delft, kenmerk 362070/46, Delft, januari 1997
- [3] De basispeilen langs de Nederlandse kust, Rijksinstituut voor Kust en Zee, rapportnummer RIKZ-95.008, mei 1995
- [4] Golfrandvoorwaarden op de Westerschelde gegeven een 1/4000 windsnelheid, Rijksinstituut voor Kust en Zee, rapportnummer RIKZ-97.046, Middelburg, november 1997
- [5] Milieu-inventarisatie zeeweringen Westerschelde, Bouwdienst Rijkswaterstaat, documentnummer ZEEW-R-97013, Utrecht 29 september 1997, versie 6.
- [6] Leidraad Toetsen op Veiligheid, Groene versie, TAW, Delft, augustus 1996
- [7] Handleiding toetsen dijkbekledingen, werkwijze op basis van Leidraad Toetsen op Veiligheid ten behoeve van Projectbureau Zeeweringen, versie 2.1, Werkgroep Kennis, 27 mei 1998
- [8] Geavanceerde toetsing steenbekleding Zimmermanpolder, notitie, Grondmechanica Delft, mei 1998
- [9] Rapport 155, Handboek voor dimensionering van gezette taludbekledingen, CUR Gouda, maart 1992
- [10] Handleiding ontwerpen dijkbekledingen, technische werkwijze ten behoeve van Projectbureau Zeeweringen, versie 2.1, Werkgroep Kennis, 27 mei 1998
- [11] Achtergrond bij handleiding toetsen en ontwerpen, PZDT-R-98232
- [12] Taludbekledingen van gezette steen, Vernieuwd Black-Box model, Waterloopkundig Laboratorium, kenmerk H1770, Delft, april 1994
- [13] Indeling randvoorwaardenvakken Zimmermanpolder. Ard Kamsteeg, 3-9-1998. PZDR-M-98080.
- [14] Ing. A.M. van Berchum. Ecologisch advies Zimmermanpolder. 13 november 1998. Documentcode: PZDT-M-98635.

## **BIJLAGEN**

- Bijlage 1: Berekeningsresultaten toetsing
- Bijlage 2: Berekeningsresultaten keuze bekleding
- Bijlage 3: Berekeningsresultaten dimensionering

## **BIJLAGE 1: BEREKENINGSRESULTATEN TOETSING**

- vak 68 (2), dp 8 - dp 13,65
- vak 68 (1), dp 13,65 - dp 27,50
- vak 67 (2), dp 27,50 - dp 31,75
- vak 67 (1), dp 31,75 - dp 32,50
- vak 66, dp 32,50 - dp 38,50
- vak 65, dp 38,50 - dp 42,55
- vak 64, dp 42,55 - dp 45,48



## **BIJLAGE 2: BEREKENINGSRESULTATEN KEUZE BEKLEDING**

- Bijlage 2.1: Toepasbaarheid betonzuilen
- Bijlage 2.2: Toepasbaarheid gekantelde betonblokken
- Bijlage 2.3: Toepasbaarheid natuursteen

**Bijlage 2.1: Toepasbaarheid betonzuilen**

De constructieve toepasbaarheid van betonzuilen wordt beschreven in paragraaf 5.3.2.

Bij de steilste mogelijke ontwerp-taludhelling en bij de zwaarste randvoorwaarden (vak 68 [1]) is gecontroleerd of de zwaarst mogelijke betonzuil nog stabiel is.

PARAMETER/ BEREKENING	vak 68 [1]
<b>Golven</b>	
$H_s$ [m]	2,0
$T_p$ [s]	6,80
$h_1$ [m+NAP]	6,0
<b>Talud</b>	
$\cot(\alpha)$ [-]	3,0
$f_t$ [-]	0,5
$h_2$ [m+NAP]	0,0
$h_3$ [m+NAP]	6,0
<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]	0,50
$s_m$ [kg/m <sup>3</sup> ]	2813
$f_{wz}$ [-]	0,5
<b>Filter</b>	
$b$ [m]	0,20
$D_{15}$ [mm]	20
$n$ [-]	0,35

**EINDRESULTATEN**

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

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

**Bijlage 2.2: Toepasbaarheid gekantelde betonblokken**

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

Van alle dijkvakken van het beschouwde traject zijn de maximale toepassingsniveaus van de beschikbare betonblokken berekend. Het betreft Haringmanblokken met een dikte van 0,15 m (2100 kg/m<sup>3</sup>), 0,20 m en 0,25 m (2150 kg/m<sup>3</sup>) en vlakke blokken 0,20 m (2300 kg/m<sup>3</sup>). De aangehouden filterlaagdikte is 0,15 m. De Haringmanblokken van 0,15 m dik zijn alleen voor de gunstigste randvoorwaardenvakken berekend nl. vak 64, 65 en 68 (2).

PARAMETER/ BEREKENING	vak 68 (2)	vak 68 (2)	vak 68 (2)	vak 68 (2)
<b>Golven</b>				
H <sub>s</sub> [m]	1,7	1,3	1,3	1,2
T <sub>p</sub> [s]	6,8	6,6	6,6	6,4
h1 [m+NAP]	6,0	4,0	6,0	4,0
<b>Talud</b>				
cot(α) [-]	1:3,4	1:3,4	1:3,4	1:3,4
ft [-]	0,5	0,5	0,5	0,5
h2 [m+NAP]	0,0	0,0	0,0	0,0
h3 [m+NAP]	6,0	6,0	6,0	6,0
<b>Constructietype</b>				
niet ingewassen dichte blokken				
filter				
geotextiel				
basis				
<b>Blokken</b>				
B [m]	0,20	0,15	0,20	0,25
L [m]	0,50	0,50	0,50	0,50
D [m]	0,48	0,48	0,48	0,48
s [mm]	1	1	1	1
sm [kg/m <sup>3</sup> ]	2300	2100	2150	2150
fwz [-]	0,5	0,5	0,5	0,5
<b>Filter</b>				
b [m]	0,15	0,15	0,15	0,15
D <sub>15</sub> [mm]	5	5	5	5
n [-]	0,35	0,35	0,35	0,35

**EINDRESULTATEN**

<b>Stabiliteit toplaag</b>				
conclusie ANAMOS	De constructie is stabiel	De constructie is stabiel	De constructie is stabiel	De constructie is stabiel
<b>Maximaal topniveau</b>				
ys [m]	1,42	1,28	1,28	1,19
topniveau [m+NAP]	4,7	2,5	2,5	2,3

PARAMETER/ BEREKENING	vak 68 (1)	vak 68 (1)	vak 68 (1)
<b>Golven</b>			
H <sub>s</sub> [m]	1,7	1,4	1,2
T <sub>p</sub> [s]	6,8	6,2	5,3
h1 [m+NAP]	5,0	4,0	3,0
<b>Talud</b>			
cot(α) [-]	1:3,4	1:3,4	1:3,4
ft [-]	0,5	0,5	0,5
h2 [m+NAP]	0,0	0,0	0,0
h3 [m+NAP]	6,0	6,0	6,0
<b>Constructietype</b>			
niet ingewassen dichte blokken			
filter			
geotextiel			
basis			
<b>Blokken</b>			
B [m]	0,20	0,20	0,25
L [m]	0,50	0,50	0,50
D [m]	0,48	0,48	0,48
s [mm]	1	1	1
sm [kg/m <sup>3</sup> ]	2300	2150	2150
fwz [-]	0,5	0,5	0,5
<b>Filter</b>			
b [m]	0,15	0,15	0,15
D <sub>15</sub> [mm]	5	5	5
n [-]	0,35	0,35	0,35

### EINDRESULTATEN

Stabiliteit toplaag			
conclusie ANAMOS	De constructie is stabiel	De constructie is stabiel	De constructie is stabiel
<b>Maximaal topniveau</b>			
ys [m]	1,41	1,28	0,88
topniveau [m+NAP]	3,4	2,0	1,2

PARAMETER/ BEREKENING	vak 67 (2)	vak 67 (2)	vak 67 (2)
<b>Golven</b>			
H <sub>s</sub> [m]	1,8	1,4	1,2
T <sub>p</sub> [s]	6,7	5,8	5,3
h1 [m+NAP]	6,0	3,0	3,0
<b>Talud</b>			
cot(α) [-]	1:3,4	1:3,4	1:3,4
ft [-]	0,5	0,5	0,5
h2 [m+NAP]	0,0	0,0	0,0
h3 [m+NAP]	6,0	6,0	6,0
<b>Constructietype</b>			
niet ingewassen dichte blokken			
filter			
geotextiel			
basis			
<b>Blokken</b>			
B [m]	0,20	0,20	0,25
L [m]	0,50	0,50	0,50
D [m]	0,48	0,48	0,48
s [mm]	1	1	1
sm [kg/m <sup>3</sup> ]	2300	2150	2150
fwz [-]	0,5	0,5	0,5
<b>Filter</b>			
b [m]	0,15	0,15	0,15
D <sub>15</sub> [mm]	5	5	5
n [-]	0,35	0,35	0,35

**EINDRESULTATEN**

<b>Stabiliteit toplaag</b>			
conclusie ANAMOS	De constructie is stabiel	De constructie is stabiel	De constructie is stabiel
<b>Maximaal topniveau</b>			
ys [m]	1,39	1,06	0,89
topniveau [m+NAP]	4,2	2,1	1,3

PARAMETER/ BEREKENING	vak 67 (1)	vak 67 (1)	vak 67 (1)
<b>Golven</b>			
H <sub>s</sub> [m]	1,8	1,4	1,2
T <sub>p</sub> [s]	6,7	6,1	5,7
h1 [m+NAP]	5,0	4,0	4,0
<b>Talud</b>			
cot(α) [-]	1:3,4	1:3,4	1:3,4
ft [-]	0,5	0,5	0,5
h2 [m+NAP]	0,0	0,0	0,0
h3 [m+NAP]	6,0	6,0	6,0
<b>Constructietype</b>			
niet ingewassen dichte blokken			
filter			
geotextiel			
basis			
<b>Blokken</b>			
B [m]	0,20	0,20	0,25
L [m]	0,50	0,50	0,50
D [m]	0,48	0,48	0,48
s [mm]	1	1	1
sm [kg/m <sup>3</sup> ]	2300	2150	2150
fwz [-]	0,5	0,5	0,5
<b>Filter</b>			
b [m]	0,15	0,15	0,15
D <sub>15</sub> [mm]	5	5	5
n [-]	0,35	0,35	0,35

**EINDRESULTATEN**

<b>Stabiliteit toplaag</b>			
conclusie ANAMOS	De constructie is stabiel	De constructie is stabiel	De constructie is stabiel
<b>Maximaal topniveau</b>			
ys [m]	1,39	1,13	0,98
topniveau [m+NAP]	4,3	2,5	1,9

PARAMETER/ BEREKENING	vak 66	vak 66	vak 66
<b>Golven</b>			
H <sub>s</sub> [m]	1,7	1,3	1,2
T <sub>p</sub> [s]	6,9	6,3	6,1
h1 [m+NAP]	6,0	4,0	4,0
<b>Talud</b>			
cot(α) [-]	1:3,4	1:3,4	1:3,4
ft [-]	0,5	0,5	0,5
h2 [m+NAP]	0,0	0,0	0,0
h3 [m+NAP]	6,0	6,0	6,0
<b>Constructietype</b>			
niet ingewassen dichte blokken			
filter			
geotextiel			
basis			
<b>Blokken</b>			
B [m]	0,20	0,20	0,25
L [m]	0,50	0,50	0,50
D [m]	0,48	0,48	0,48
s [mm]	1	1	1
sm [kg/m <sup>3</sup> ]	2300	2150	2150
fwz [-]	0,5	0,5	0,5
<b>Filter</b>			
b [m]	0,15	0,15	0,15
D <sub>15</sub> [mm]	5	5	5
n [-]	0,35	0,35	0,35

### EINDRESULTATEN

<b>Stabiliteit toplaag</b>			
conclusie ANAMOS	De constructie is stabiel	De constructie is stabiel	De constructie is stabiel
<b>Maximaal topniveau</b>			
ys [m]	1,44	1,18	1,09
topniveau [m+NAP]	4,7	3	2,6

PARAMETER/ BEREKENING	vak 65	vak 65	vak 65	vak 65
<b>Golven</b>				
H <sub>s</sub> [m]	1,9	1,5	1,5	1,3
T <sub>p</sub> [s]	7,0	6,4	6,4	6,2
h1 [m+NAP]	6,0	5,0	4,0	4,0
<b>Talud</b>				
cot(α) [-]	3,7	3,7	3,7	3,7
ft [-]	0,5	0,5	0,5	0,5
h2 [m+NAP]	0,0	0,0	0,0	0,0
h3 [m+NAP]	6,0	6,0	6,0	6,0
<b>Constructietype</b>				
niet ingewassen dichte blokken				
filter				
geotextiel				
basis				
<b>Blokken</b>				
B [m]	0,20	0,15	0,20	0,25
L [m]	0,50	0,50	0,50	0,50
D [m]	0,48	0,48	0,48	0,48
s [mm]	1	1	1	1
sm [kg/m <sup>3</sup> ]	2300	2100	2150	2150
fwz [-]	0,5	0,5	0,5	0,5
<b>Filter</b>				
b [m]	0,15	0,15	0,15	0,15
D <sub>15</sub> [mm]	5	5	5	5
n [-]	0,35	0,35	0,35	0,35

**EINDRESULTATEN**

<b>Stabiliteit top laag</b>				
conclusie ANAMOS	De constructie is stabiel	De constructie is stabiel	De constructie is stabiel	De constructie is stabiel
<b>Maximaal topniveau</b>				
ys [m]	1,40	1,18	1,18	1,09
topniveau [m+NAP]	6,3	3,6	3,6	3



PARAMETER/ BEREKENING	vak 64	vak 64	vak 64	vak 64
<b>Golven</b>				
H <sub>s</sub> [m]	1,7	1,3	1,3	1,1
T <sub>p</sub> [s]	6,8	6,4	6,4	6,3
h1 [m+NAP]	4,0	5,0	5,0	4,0
<b>Talud</b>				
cot(α) [-]	1:3,3	1:3,3	1:3,3	1:3,3
ft [-]	0,5	0,5	0,5	0,5
h2 [m+NAP]	0,0	0,0	0,0	0,0
h3 [m+NAP]	6,0	6,0	6,0	6,0
<b>Constructietype</b>				
niet ingewassen dichte blokken				
filter				
geotextiel				
basis				
<b>Blokken</b>				
B [m]	0,20	0,15	0,20	0,25
L [m]	0,50	0,50	0,50	0,50
D [m]	0,48	0,48	0,48	0,48
s [mm]	1	1	1	1
sm [kg/m <sup>3</sup> ]	2300	2100	2150	2150
fwz [-]	0,5	0,5	0,5	0,5
<b>Filter</b>				
b [m]	0,15	0,15	0,15	0,15
D <sub>15</sub> [mm]	5	5	5	5
n [-]	0,35	0,35	0,35	0,35

**EINDRESULTATEN**

Stabiliteit toplaag				
conclusie ANAMOS	De constructie is stabiel	De constructie is stabiel	De constructie is stabiel	De constructie is stabiel
<b>Maximaal topniveau</b>				
ys [m]	1,46	1,25	1,25	1,18
topniveau [m+NAP]	4,6	3,5	3,5	3,2

**Bijlage 2.3: Toepasbaarheid natuursteen**

De constructieve toepasbaarheid van basaltzuilen wordt beschreven in paragraaf 5.3.4.

Voor elk vak is het maximum toepassingsniveau bepaald van basaltzuilen met hoogtes gelijk aan 0,17, 0,22 en 0,27m. In onderstaande tabellen worden slechts die berekeningen gepresenteerd waarin ANAMOS net geldig en stabiel is. Net als in bijlage 2.1 geldt dat het toepassingscriterium van ANAMOS bepalend is. Een filterlaagdikte kleiner dan ca. 0,20 m heeft geen invloed op het resultaat.

PARAMETER/ BEREKENING	vak 68 (2)	vak 68 (2)	vak 68 (2)
<b>Golven</b>			
H <sub>s</sub> [m]	1,10	1,50	1,80
T <sub>p</sub> [s]	6,10	6,80	6,80
h1 [m+NAP]	3,0	5,0	5,0
<b>Talud</b>			
cot(α) [-]	3,4	3,4	3,4
ft [-]	0,5	0,5	0,5
h2 [m+NAP]	0,0	0,0	0,0
h3 [m+NAP]	6,0	6,0	6,0
<b>Constructietype</b>			
niet ingewassen zuilen			
filter			
geotextiel			
basis			
<b>Zuilen</b>			
Az [m <sup>2</sup> ]	0,09	0,09	0,09
Azo [%]	10	10	10
Dz [m]	0,17	0,22	0,27
sm [kg/m <sup>3</sup> ]	2900	2900	2900
fwz [-]	0,5	0,5	0,5
<b>Filter</b>			
b [m]	0,20	0,20	0,20
D <sub>15</sub> [mm]	20	20	20
n [-]	0,35	0,35	0,35

**EINDRESULTATEN**

Stabiliteit toplaag			
conclusie ANAMOS	De constructie is stabiel	De constructie is stabiel	De constructie is stabiel
<b>Maximaal topniveau</b>			
ys [m]	1,07	1,37	1,43
topniveau [m+NAP]	2,0	3,6	6,55

PARAMETER/ BEREKENING	vak 68 (1)	vak 68 (1)	vak 68 (1)
<b>Golven</b>			
H <sub>s</sub> [m]	1,30	1,50	2,00
T <sub>p</sub> [s]	5,50	6,50	6,80
h1 [m+NAP]	2,5	4,0	6,0
<b>Talud</b>			
cot(α) [-]	3,4	3,4	3,4
ft [-]	0,5	0,5	0,5
h2 [m+NAP]	0,0	0,0	0,0
h3 [m+NAP]	6,0	6,0	6,0
<b>Constructietype</b>			
niet ingewassen zuilen			
filter			
geotextiel			
basis			
<b>Zuilen</b>			
Az [m <sup>2</sup> ]	0,09	0,09	0,09
Azo [%]	10	10	10
Dz [m]	0,17	0,22	0,27
sm [kg/m <sup>3</sup> ]	2900	2900	2900
fwz [-]	0,5	0,5	0,5
<b>Filter</b>			
b [m]	0,20	0,20	0,20
D <sub>15</sub> [mm]	20	20	20
n [-]	0,35	0,35	0,35

### EINDRESULTATEN

<b>Stabiliteit toplaag</b>			
conclusie ANAMOS	De constructie is stabiel	De constructie is stabiel	De constructie is stabiel
<b>Maximaal topniveau</b>			
ys [m]	0,93	1,28	1,45
topniveau [m+NAP]	1,3	2,3	6,3

PARAMETER/ BEREKENING	vak 67 (2)	vak 67 (2)	vak 67 (2)
<b>Golven</b>			
H <sub>s</sub> [m]	1,28	1,60	2,00
T <sub>p</sub> [s]	5,40	6,30	7,00
h1 [m+NAP]	4,0	4,0	6,0
<b>Talud</b>			
cot(α) [-]	3,4	3,4	3,4
ft [-]	0,5	0,5	0,5
h2 [m+NAP]	0,0	0,0	0,0
h3 [m+NAP]	6,0	6,0	6,0
<b>Constructietype</b>			
niet ingewassen zuilen			
filter			
geotextiel			
basis			
<b>Zuilen</b>			
Az [m <sup>2</sup> ]	0,09	0,09	0,09
Azo [%]	10	10	10
Dz [m]	0,17	0,22	0,27
sm [kg/m <sup>3</sup> ]	2900	2900	2900
fwz [-]	0,5	0,5	0,5
<b>Filter</b>			
b [m]	0,20	0,20	0,20
D <sub>15</sub> [mm]	20	20	20
n [-]	0,35	0,35	0,35

**EINDRESULTATEN**

<b>Stabiliteit toplaag</b>			
conclusie ANAMOS	De constructie is stabiel	De constructie is stabiel	De constructie is stabiel
<b>Maximaal topniveau</b>			
ys [m]	0,92	1,22	1,50
topniveau [m+NAP]	1,4	2,9	6,3

PARAMETER/ BEREKENING	vak 67 (1)	vak 67 (1)	vak 67 (1)
<b>Golven</b>			
H <sub>s</sub> [m]	1,20	1,59	1,90
T <sub>p</sub> [s]	5,70	6,38	7,00
h1 [m+NAP]	3,0	4,0	6,0
<b>Talud</b>			
cot(α) [-]	3,4	3,4	3,4
ft [-]	0,5	0,5	0,5
h2 [m+NAP]	0,0	0,0	0,0
h3 [m+NAP]	6,0	6,0	6,0
<b>Constructietype</b>			
niet ingewassen zuilen			
filter			
geotextiel			
basis			
<b>Zuilen</b>			
Az [m <sup>2</sup> ]	0,09	0,09	0,09
Azo [%]	10	10	10
Dz [m]	0,17	0,22	0,27
sm [kg/m <sup>3</sup> ]	2900	2900	2900
fwz [-]	0,5	0,5	0,5
<b>Filter</b>			
b [m]	0,20	0,20	0,20
D <sub>15</sub> [mm]	20	20	20
n [-]	0,35	0,35	0,35

### EINDRESULTATEN

<b>Stabiliteit toplaag</b>			
conclusie ANAMOS	De constructie is stabiel	De constructie is stabiel	De constructie is stabiel
<b>Maximaal topniveau</b>			
ys [m]	0,98	1,26	1,49
topniveau [m+NAP]	1,9	3,3	6,3

PARAMETER/ BEREKENING	vak 66	vak 66	vak 66
<b>Golven</b>			
H <sub>s</sub> [m]	1,15	1,50	1,80
T <sub>p</sub> [s]	5,95	6,50	7,00
h1 [m+NAP]	4,0	6,0	6,0
<b>Talud</b>			
cot(α) [-]	3,4	3,4	3,4
ft [-]	0,5	0,5	0,5
h2 [m+NAP]	0,0	0,0	0,0
h3 [m+NAP]	6,0	6,0	6,0
<b>Constructietype</b>			
niet ingewassen zuilen			
filter			
geotextiel			
basis			
<b>Zuilen</b>			
Az [m <sup>2</sup> ]	0,09	0,09	0,09
Azo [%]	10	10	10
Dz [m]	0,17	0,22	0,27
sm [kg/m <sup>3</sup> ]	2900	2900	2900
fwz [-]	0,5	0,5	0,5
<b>Filter</b>			
b [m]	0,20	0,20	0,20
D <sub>15</sub> [mm]	20	20	20
n [-]	0,35	0,35	0,35

**EINDRESULTATEN**

Stabiliteit toplaag			
conclusie ANAMOS	De constructie is stabiel	De constructie is stabiel	De constructie is stabiel
<b>Maximaal topniveau</b>			
ys [m]	1,05	1,29	1,48
topniveau [m+NAP]	2,4	3,8	6,3

PARAMETER/ BEREKENING	vak 65	vak 65	vak 65
<b>Golven</b>			
H <sub>s</sub> [m]	1,20	1,70	1,90
T <sub>p</sub> [s]	6,10	6,60	7,00
h1 [m+NAP]	3,0	5,0	5,0
<b>Talud</b>			
cot(α) [-]	3,7	3,7	3,7
ft [-]	0,5	0,5	0,5
h2 [m+NAP]	0,0	0,0	0,0
h3 [m+NAP]	6,0	6,0	6,0
<b>Constructietype</b>			
niet ingewassen zuilen			
filter			
geotextiel			
basis			
<b>Zuilen</b>			
Az [m <sup>2</sup> ]	0,09	0,09	0,09
Azo [%]	10	10	10
Dz [m]	0,17	0,22	0,27
sm [kg/m <sup>3</sup> ]	2900	2900	2900
fwz [-]	0,5	0,5	0,5
<b>Filter</b>			
b [m]	0,20	0,20	0,20
D <sub>15</sub> [mm]	20	20	20
n [-]	0,35	0,35	0,35

### EINDRESULTATEN

<b>Stabiliteit toplaag</b>			
conclusie ANAMOS	De constructie is stabiel	De constructie is stabiel	De constructie is stabiel
<b>Maximaal topniveau</b>			
ys [m]	1,04	1,25	1,40
topniveau [m+NAP]	2,7	4,1	6,3

PARAMETER/ BEREKENING	vak 64	vak 64	vak 64
<b>Golven</b>			
H <sub>s</sub> [m]	1,07	1,50	1,90
T <sub>p</sub> [s]	6,26	6,60	7,00
h1 [m+NAP]	4,0	4,0	5,0
<b>Talud</b>			
cot(α) [-]	3,3	3,3	3,3
ft [-]	0,5	0,5	0,5
h2 [m+NAP]	0,0	0,0	0,0
h3 [m+NAP]	6,0	6,0	6,0
<b>Constructietype</b>			
niet ingewassen zuilen			
filter			
geotextiel			
basis			
<b>Zuilen</b>			
Az [m <sup>2</sup> ]	0,09	0,09	0,09
Azo [%]	10	10	10
Dz [m]	0,17	0,22	0,27
sm [kg/m <sup>3</sup> ]	2900	2900	2900
fwz [-]	0,5	0,5	0,5
<b>Filter</b>			
b [m]	0,20	0,20	0,20
D <sub>15</sub> [mm]	20	20	20
n [-]	0,35	0,35	0,35

**EINDRESULTATEN**

<b>Stabiliteit toplaag</b>			
conclusie ANAMOS	De constructie is stabiel	De constructie is stabiel	De constructie is stabiel
<b>Maximaal topniveau</b>			
ys [m]	1,15	1,35	1,52
topniveau [m+NAP]	3	4	6,30



## BIJLAGE 3: BEREKENINGSRESULTATEN DIMENSIONERING

### Bijlage 3.1: Dimensionering toplaag bekleding

De dimensionering van de toplaag is beschreven in paragraaf 6.3.1.

Voor alle vakken is bepaald wat de lichtst mogelijke combinaties van zuildikte en soortelijke massa zijn. In onderstaande tabellen worden slechts de berekeningsresultaten van de minimale zuilhoogtes getoond met een soortelijke massa van  $2300 \text{ kg/m}^3$ .

- grens tussen onder- en boventafel op NAP+3,0 m.
- ondertafel van vak 68(2) : 35/2300.
- boventafel van vak 68(2) : 40/2300.
- ondertafel van vak 68(1): 40/2300.
- boventafel van vak 68(1): 45/2300.
- ondertafel van vak 67(2): 35/2300.
- boventafel van vak 67(2):45/2300.
- ondertafel van vak 66: 35/2300.
- boventafel van vak 66: 40/2300.
- ondertafel van vak 65: 30/2300.
- boventafel van vak 65: 40/2300.
- ondertafel van vak 64: 30/2300
- boventafel van vak 64: 45/2300.

In dijkvak 67 (1) zullen geen betonzuilen toegepast worden; hiervan zijn geen berekeningsresultaten in deze bijlage opgenomen.

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

PARAMETER/ BEREKENING	vak 68(2) ondertafel	vak 68(2) boventafel
<b>Golven</b>		
H <sub>s</sub> [m]	1,4	1,8
T <sub>p</sub> [s]	6,8	6,8
h1 [m+NAP]	4,0	6,0
<b>Talud</b>		
cot(α) [-]	1:3,4	1:3,4
ft [-]	0,5	0,5
h2 [m+NAP]	0,0	0,0
h3 [m+NAP]	6,0	6,0
<b>Constructietype</b>		
niet ingewassen zuilen		
filter		
geotextiel		
basis		
<b>Zuilen</b>		
Az [m <sup>2</sup> ]	0,09	0,09
Azo [%]	10	10
Dz [m]	0,35	0,40
sm [kg/m <sup>3</sup> ]	2231	2231
fwz [-]	0,5	0,5
<b>Filter</b>		
b [m]	0,20	0,15
D15 [mm]	20	20
n [-]	0,35	0,35

**EINDRESULTATEN**

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

PARAMETER/ BEREKENING	vak 68(1) ondertafel	vak 68(1) boventafel
<b>Golven</b>		
$H_s$ [m]	1,7	2,0
$T_p$ [s]	6,8	6,8
$h_1$ [m+NAP]	4,0	6,0
<b>Talud</b>		
$\cot(\alpha)$ [-]	1:3,4	1:3,4
$f_t$ [-]	0,5	0,5
$h_2$ [m+NAP]	0,0	0,0
$h_3$ [m+NAP]	6,0	6,0
<b>Constructietype</b>		
niet ingewassen zuilen		
filter		
geotextiel		
basis		
<b>Zuilen</b>		
$A_z$ [m <sup>2</sup> ]	0,09	0,09
$A_{z0}$ [%]	10	10
$D_z$ [m]	0,40	0,45
$s_m$ [kg/m <sup>3</sup> ]	2231	2231
$f_{wz}$ [-]	0,5	0,5
<b>Filter</b>		
$b$ [m]	0,20	0,15
$D_{15}$ [mm]	20	20
$n$ [-]	0,35	0,35

**EINDRESULTATEN**

Stabiliteit toplaag		
conclusie ANAMOS	De constructie is stabiel	De constructie is stabiel

PARAMETER/ BEREKENING	vak 67(2) ondertafel	vak 67(2) boventafel
<b>Golven</b>		
$H_s$ [m]	1,7	2,0
$T_p$ [s]	6,3	7,0
$h_1$ [m+NAP]	4,0	6,0
<b>Talud</b>		
$\cot(\alpha)$ [-]	1:3,4	1:3,4
$f_t$ [-]	0,5	0,5
$h_2$ [m+NAP]	0,0	0,0
$h_3$ [m+NAP]	6,0	6,0
<b>Constructietype</b>		
niet ingewassen zuilen		
filter		
geotextiel		
basis		
<b>Zuilen</b>		
$A_z$ [m <sup>2</sup> ]	0,09	0,09
$A_{zo}$ [%]	10	10
$D_z$ [m]	0,35	0,45
$s_m$ [kg/m <sup>3</sup> ]	2231	2231
$f_{wz}$ [-]	0,5	0,5
<b>Filter</b>		
$b$ [m]	0,20	0,15
$D_{15}$ [mm]	20	20
$n$ [-]	0,35	0,35

**EINDRESULTATEN**

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

PARAMETER/ BEREKENING	vak 66 ondertafel	vak 66 boventafel
<b>Golven</b>		
$H_s$ [m]	1,3	1,8
$T_p$ [s]	6,3	7,0
$h_1$ [m+NAP]	4,0	6,0
<b>Talud</b>		
$\cot(\alpha)$ [-]	1:3,4	1:3,4
$f_t$ [-]	0,5	0,5
$h_2$ [m+NAP]	0,0	0,0
$h_3$ [m+NAP]	6,0	6,0
<b>Constructietype</b>		
niet ingewassen zuilen		
filter		
geotextiel		
basis		
<b>Zuilen</b>		
$A_z$ [m <sup>2</sup> ]	0,09	0,09
$A_{z0}$ [%]	10	10
$D_z$ [m]	0,35	0,40
$s_m$ [kg/m <sup>3</sup> ]	2231	2231
$f_{wz}$ [-]	0,5	0,5
<b>Filter</b>		
$b$ [m]	0,20	0,15
$D_{15}$ [mm]	20	20
$n$ [-]	0,35	0,35

### EINDRESULTATEN

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

PARAMETER/ BEREKENING	vak 65 ondertafel	vak 65 boventafel
<b>Golven</b>		
H <sub>s</sub> [m]	1,3	1,9
T <sub>p</sub> [s]	6,2	7,0
h1 [m+NAP]	4,0	6,0
<b>Talud</b>		
cot(α) [-]	1:3,7	1:3,7
ft [-]	0,5	0,5
h2 [m+NAP]	0,0	0,0
h3 [m+NAP]	6,0	6,0
<b>Constructietype</b>		
niet ingewassen zuilen		
filter		
geotextiel		
basis		
<b>Zuilen</b>		
Az [m <sup>2</sup> ]	0,09	0,09
Azo [%]	10	10
Dz [m]	0,30	0,40
sm [kg/m <sup>3</sup> ]	2231	2231
fwz [-]	0,5	0,5
<b>Filter</b>		
b [m]	0,20	0,15
D <sub>15</sub> [mm]	20	20
n [-]	0,35	0,35

**EINDRESULTATEN**

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

PARAMETER/ BEREKENING	vak 64 ondertafel	vak 64 boventafel
<b>Golven</b>		
$H_s$ [m]	1,1	1,9
$T_p$ [s]	6,3	7,0
$h_1$ [m+NAP]	4,0	6,0
<b>Talud</b>		
$\cot(\alpha)$ [-]	1:3,3	1:3,3
$f_t$ [-]	0,5	0,5
$h_2$ [m+NAP]	0,0	0,0
$h_3$ [m+NAP]	6,0	6,0
<b>Constructietype</b>		
niet ingewassen zuilen		
filter		
geotextiel		
basis		
<b>Zuilen</b>		
$A_z$ [m <sup>2</sup> ]	0,09	0,09
$A_{z0}$ [%]	10	10
$D_z$ [m]	0,30	0,45
$s_m$ [kg/m <sup>3</sup> ]	2231	2231
$f_{wz}$ [-]	0,5	0,5
<b>Filter</b>		
$b$ [m]	0,15	0,15
$D_{15}$ [mm]	20	20
$n$ [-]	0,35	0,35

**EINDRESULTATEN**

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