DIJKVERBETERING POLDER
DE BREEDE WATERING BEWESTEN YERSEKE
(en een gedeelte van de Kruiningenpolder)

Ontwerpnota

Versie 3

22-09-1999

Projectbureau Zeeweringen Dijkverbetering polder De breede watering bewesten Yerseke Ontwerpnota				
Auteur: C.J. Dorst	controle	Intern	Toetsgrp	A.O.
Versie: 3	paraaf			
Datum: 22-09-1999	d.d.	3-9-'99	3-9-'99	10-9-'99
Documentnummer: PZDT-R-99352 ontw				

INHOUDSOPGAVE

SAMENVATTING

In deze nota wordt het ontwerp beschreven van de verbetering van de glooiing van de polder De breede watering bewesten Yerseke en een deel van de Kruiningenpolder, in het kader van het Project Zeeweringen. Deze ontwerpnota behandelt de specifieke aspecten van dit dijkvak; algemene aspecten, geldig voor alle dijkvakken die worden voorbereid in 1999, worden beschreven in de Algemene Ontwerpnota van de glooiingsverbeteringen die in 1999 worden voorbereid.

Het traject omvat ca. 2,9 km en is in beheer bij het Waterschap Zeeuwse Eilanden. In de **bestaande situatie** bestaat de basis van de dijk in het deel van dp 261-40m tot dp 267 uit zand. In het overige traject tot dp 290 wordt de basis gevormd door de oude dijk, zodat de kern hier tot aan een bepaald niveau uit klei bestaat.

De bestaande bekleding in het traject wordt gekenmerkt als een lappendeken van veel verschillende bekledingstypen, maar is globaal te verdelen in een oud en een hersteld gedeelte. De oude bekleding bestaat overwegend uit Vilvoordse steen ingegoten met beton afgewisseld met basalt, plaatselijk ingegoten met beton of asfalt. De herstelde bekleding bestaat voornamelijk uit betonblokken met afmetingen van 0,5x0,5x0,25 m en 0,4x0,4x0,2 m.

Voor het beschouwde traject gelden specifieke **randvoorwaarden** met betrekking tot de golfaanval en met betrekking tot de natuurwaarden. De ontwerpwaterstand (d.i. ontwerppeil 2050) is gelijk aan NAP+6,2m. Afhankelijk van de locatie varieert de ontwerpwaarde van de golfhoogte H_s tussen 2,13 m en 2,33 m, waarbij de periode T_p ongeveer gelijk is aan 6,35 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 *verbetering* van de huidige natuurwaarden zijn er zowel in de getijdezone als in de zone erboven, interessante mogelijkheden.

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 door het Waterschap Zeeuwse Eilanden uitgevoerd conform de Leidraad Toetsen op Veiligheid. Daarbij is rekening gehouden met de aspecten beheerdersoordeel, afschuiving, materiaaltransport, stabiliteit toplaag onder golfaanval en reststerkte. Voor een aantal glooiingstafels heeft het projectbureau een geavanceerde toetsing uit laten voeren. Bijna het gehele beschouwde traject is beoordeeld als 'onvoldoende' op een enkele strook basalt na. In aanvulling op de toetsing van het waterschap is bovendien een klein strookje basalt rond dp 285,5 beoordeeld als 'goed'. De delen die als 'onvoldoende' zijn beoordeeld, moeten worden verbeterd. Ook het bermniveau moet worden verhoogd.

De **keuze van het bekledingstype** wordt bepaald door de beschikbaarheid van materiaal, constructieve toepasbaarheid, ecologische toepasbaarheid, uitvoeringstechnische aspecten en kosten. Na de voorselectie resteren de volgende constructie-alternatieven:

- betonzuilen op een uitvullaag;
- basaltzuilen op een uitvullaag (vanwege de beschikbaarheid van slechts een zeer geringe hoeveelheid alleen ter aanvulling van het kleine strookje basalt rond dp 285,5);
- een overlaging (alleen van het onderste deel van de ondertafel, onder de te handhaven basalt).

Naast de wensen met betrekking tot de natuurwaarden is ook de landschapsvisie in de afweging beschouwd. Dit heeft geleid tot het mogelijk toepassen van een licht gekleurde eco-toplaag en een slijtlaag op de onderhoudstrook, die qua kleur hiermee overeen komt.

Nadere uitwerking en **dimensionering** hebben globaal genomen geleid tot het volgende ontwerp:

- Het bermniveau wordt verhoogd tot NAP + 6m;
- Het te handhaven strookje basalt in de ondertafel rond dp 285,5 wordt tot de berm aangevuld met basalt;
- Onder de te handhaven basalt rond dp 285,5 en in het gedeelte van dp 270,3-274,3 wordt de 'onvoldoende' bekleding overlaagd met losse breuksteen, sortering 60-300 kg met een dichtheid van 2650 kg/m^3;
- In het overige deel van het traject worden betonzuilen toegepast; boven NAP + 3m zijn deze voorzien van een eco-toplaag;
- Op die delen waar de ondertafel wordt vervangen wordt een nieuwe kreukelberm met bijbehorende teenconstructie aangebracht. De toplaag van de kreukelberm bestaat uit nieuw aan te voeren breuksteen, sortering 60-300 kg met een dichtheid van 2650 kg/m^3.

In totaal worden er vijf verschillende betonzuilen toegepast:

- Boven NAP + 3m: 0,45/2300 + eco-toplaag en 0,35/2700 + eco-toplaag;
- Onder NAP + 3m: 0,45/2300, 0,40/2300 en 0,35/2700.

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 2000 zijn vooralsnog twee dijkvakken langs de Westerschelde uitgekozen; één van deze twee dijkvakken is traject van polder De breede watering bewesten Yerseke; een deel van het traject (ca. 300 m) ligt voor de Kruiningenpolder. Waar verder in deze nota over polder De breede Watering bewesten Yerseke wordt gesproken, wordt tevens deze 300 m van de Kruiningenpolder bedoeld. Het ontwerp van de glooiingen in dit traject 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 Ontwerpnota

De gemaakte ontwerpen worden formeel vastgelegd in ontwerpnota's. In deze nota'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 ontwerpnota's te splitsen. Aspecten die gelden voor alle werken die in 1999 worden voorbereid, worden beschreven in een Algemene Nota [1], terwijl de specifieke aspecten voor elk dijkvak in aparte ontwerpnota's worden vastgelegd. De voorliggende nota is de specifieke ontwerpnota voor polder De breede watering bewesten Yerseke.

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 polder De breede watering bewesten Yerseke;
- het toetsingsresultaat 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 ontwerpnota 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 welke 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 polder De breede watering bewesten Yerseke ligt in Zuid-Beveland, in het beheersgebied van het Waterschap Zeeuwse Eilanden, ten zuiden en westen van Hansweert. De locatie is weergegeven in Figuur 1. Het traject tussen dp 261-40m en dp 263,5 ligt voor de bebouwde kom van Hansweert en maakt deel uit van de Kruiningenpolder. Het gedeelte dat is geselecteerd voor verbetering heeft een lengte van ongeveer 2900 m; de oostelijke begrenzing wordt gevormd door de westgevel van de bij dp 261-40m aanwezige buitendijkse bedrijfsgebouwen. De dijk tussen de genoemde muur en de Zuider Voorhaven wordt gekenmerkt door een glooiingsconstructie die als een golfbreker voor de eigenlijke hoogwaterkering ligt. Hiertussen ligt een brede buitenberm met bebouwing en een kleine werf; verder naar het oosten ligt een slibdepot. De verbetering van dit gedeelte vereist een nader onderzoek naar de aanpak, vandaar dat dit deel, hoewel in beheer bij het Waterschap Zeeuwse Eilanden, niet in het verbeteringswerk is opgenomen. Door de verwachte veiligheid van dit deel wordt de verbetering ervan als niet urgent beschouwd. De grens met de Willem-Annapolder ter plaatse van dp 290 vormt de westgrens. Het dijkvak wordt in deze Nota besproken in oplopende volgorde van de dijkpaalnummering, in dit geval dus van oost naar west.

2.2 Geometrie en bekleding

De geometrie van de bestaande glooiing van het dijkvak kan globaal worden beschreven door zeven karakteristieke dwarsprofielen. De profielen zijn weergegeven in de figuren 5 t/m 11.

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 de toetsing is de situatie van de glooiingen geïnventariseerd. Zowel de inventarisatie als de toetsing zijn door het Waterschap Zeeuwse Eilanden uitgevoerd en gedocumenteerd [7]. Naast een beknopte beschrijving van de huidige bekleding wordt hier volstaan met een korte beschrijving van die aspecten die mede voor het ontwerp van belang zijn. Voor meer informatie wordt verwezen naar bovengenoemd toetsdocument [7].

De bestaande bekleding in het traject wordt gekenmerkt als een lappendeken van veel verschillende bekledingstypen, maar is globaal te verdelen in een oud en een hersteld gedeelte. De oude bekleding bestaat overwegend uit Vilvoordse steen ingegoten met beton afgewisseld met basalt, plaatselijk ingegoten met beton of asfalt. De herstelde bekleding bestaat voornamelijk uit betonblokken met afmetingen van 0,5x0,5x0,25 m en 0,4x0,4x0,2 m. Voor een schematische weergave van de bekleding van het gehele dijkvak wordt verwezen naar figuur 2.

De basis van de dijk bestaat in het gedeelte van dp 261-40m tot dp 267 uit zand. In het overige traject tot dp 290 wordt de basis gevormd door de oude dijk, zodat de kern hier tot aan een bepaald niveau uit klei bestaat. Over de exacte ligging van dit niveau als ook de kwaliteit van de klei zijn geen gegevens bekend. In verschillende boringen op de boventafel is slechts een kleilaagdikte van 60 cm aangetroffen.

Het niveau van de teen varieert sterk over het traject en ligt tussn NAP-1,8 m en NAP+0,9 m. Langs het gehele traject komt een bestorting voor onderaan de teen of op het slik. In het traject van dp 276 tot dp 290 bestaat de bestorting naast breuksteen vooral ook uit puin en grote stukken sloopafval.

3. ONTWERP-CONDITIES

3.1 Uitgangspunten

Op deze plaats wordt verwezen naar de Algemene Nota voor de glooiingsverbeteringen die in 1999 worden voorbereid [1].

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 is gebaseerd op de nota 'De basispeilen langs de Nederlandse kust' [3]. Voor de bepaling van het Ontwerppeil 2050 is een zeespiegelrijzing voor de duur van 65 jaar opgeteld bij de vastgestelde ontwerppeilen voor 1985.

Dijkvaknr.	Locatie [dp]	Gemiddeld Hoogwater [m t.o.v. NAP]	Ontwerppeil 2050 [m t.o.v. NAP]
47	261-40m - 263,6	2,40	6,2
46(2)	263,6 - 277,3	2,40	6,2
46(1)	277,3 - 290	2,40	6,2

Tabel 3.1: Karakteristieke waterstanden

3.2.2 Golfrandvoorwaarden

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 windrichting betreft de hoek ten opzichte van het noorden die hoort bij de gegeven maatgevende golfbelasting.

Dijkvaknr.	Locatie [dp]	windrichting [°]	waterstand NAP + 6 m		waterstand NAP + 4 m		waterstand NAP + 2 m	
			H_s [m]	T_p [s]	H_s [m]	T_p [s]	H_s [m]	T_p [s]
47	261-40m - 263,6	240	2,3	6,3	2,0	5,9	1,7	5,5
46(2)	263,6 - 277,3	240	2,2	6,3	2,0	5,8	1,7	5,4
46(1)	277,3 - 290	240	2,1	6,3	1,8	5,8	1,3	5,3

Tabel 3.2: Golfrandvoorwaarden

Voor de golfrandvoorwaarden bij tussenliggende en lagere waterstanden wordt lineair geïnterpoleerd resp. geëxtrapoleerd.

In Tabel 3.3 is apart weergegeven welke golfrandvoorwaarden horen bij het Ontwerppeil 2050 zoals toegepast in de berekeningen (zie § 3.2.1).

dijkvaknr.	Locatie [dp]	Ontwerppeil 2050 [m t.o.v. NAP]	golfparameters	
			H_s [m]	T_p [s]
47	261-40m - 263,6	6,2	2,33	6,34
46(2)	263,6 - 277,3	6,2	2,22	6,35
46(1)	277,3 - 290	6,2	2,13	6,35

Tabel 3.3: Golfrandvoorwaarden bij Ontwerppeil 2050

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 dan wel te verbeteren. Voor de indeling van de bekledingstypen in categorieën wordt verwezen naar de Milieu-inventarisatie [5] en naar de Algemene Nota [1].

Binnen een dijkvak wordt onderscheid gemaakt in de getijzone en de zone boven GHW. De resultaten zijn weergegeven in Tabel 3.4:

dijkvaknr.	locatie [dp]	getijdezone		boven GHW	
		herstel	*verbetering*	*herstel*	*verbetering*
47	261-40m - 263,6	(redelijk) goed / voldoende	(redelijk) goed	redelijk goed / voldoende	redelijk goed
46	263,6 - 290	(redelijk) goed / voldoende	(redelijk) goed	redelijk goed / voldoende	redelijk goed

Tabel 3.4: Minimaal benodigd type dijkbekleding

Verder geeft de Milieu-Inventarisatie [5] aan dat de boventafel van het gehele traject 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 polder De breede watering bewesten Yerseke is in dat kader globaal getoetst aan de hand van de Leidraad Toetsen op Veiligheid [6]; een groot deel van de bekleding van het traject is daarbij beoordeeld als 'onvoldoende', voor het overige deel bleek 'nader onderzoek' noodzakelijk. 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 en de verbeterde golfrandvoorwaarden (zie § 3.2) zijn nieuwe toetsingsberekeningen uitgevoerd door het Waterschap Zeeuwse Eilanden. De gevolgde methodiek is direct gebaseerd op de Leidraad Toetsen op Veiligheid [6].

4.2 Toetsing toplaag

De toetsing is door het Waterschap Zeeuwse Eilanden gedocumenteerd [7]. Op deze plaats wordt volstaan met de presentatie van een beknopte samenvatting met het eindresultaat van de toetsing.

Na eenvoudige en/of gedetailleerde toetsing is het overgrote deel van de bekleding van het traject als 'onvoldoende' beoordeeld. De volgende vakken kregen het predikaat 'twijfelachtig':

1. dp 261 - 262:	basalt, ingegoten met gietasfalt
2. dp 262 - 264:	Vilvoordse steen, ingegoten met beton
3. dp 262 - 264,3:	basalt, ingegoten met beton
4. dp 264:	basalt, ingegoten met beton
5. dp 264 - 266:	Vilvoordse steen, ingegoten met beton
6. dp 270,3 - 274,3:	basalt (in de toetsing is deze als ingegoten behandeld)
7. dp 274 - 275:	betonzuilen, ingegoten met gietasfalt
8. dp 275,2 - 278,3:	basalt, ingegoten met beton
9. dp 285 - 286:	basalt

Na verwerking van het beheerdersoordeel kregen enkele van bovengenoemde vakken het oordeel 'onvoldoende'.

De toplaagstabiliteit van de volgende vakken bleef twijfelachtig, zodat hiervoor een geavanceerde toetsing in aanmerking kwam:

1. dp 261 - 262:	basalt, ingegoten met gietasfalt
2. dp 262 - 264:	Vilvoordse steen, ingegoten met beton
3. dp 262 - 264,3:	basalt, ingegoten met beton
4. dp 264 - 266:	Vilvoordse steen, ingegoten met beton
5. dp 270,3 - 274,3:	basalt (in de toetsing is deze als ingegoten behandeld)
6. p 275,2 - 278,3:	basalt, ingegoten met beton

De basalt die is ingegoten met gietasfalt en de Vilvoordse steen die is ingegoten met beton zijn niet in de geavanceerde toetsing betrokken. Deze bekledingen hebben na de gedetailleerde toetsing de score 'onvoldoende' gekregen op basis van verschillende aspecten, zie [8]:

- het geringe oppervlakte;
- het 'onvoldoende' oordeel van de beheerder op basis van ervaring met de bekledingen;
- twijfelachtige kwaliteit van bepaalde soorten bekledingen in het algemeen;

De basalt die is ingegoten met beton is onderworpen aan een geavanceerde toetsing. Voor uitgebreide informatie wordt verwezen naar [9]. Hier wordt volstaan met de conclusie:

> Ten aanzien van de basalt tussen dp 262 en 264,3 en tussen dp 275,2 en 278,3 is de conclusie onontkoombaar dat tot een 'onvoldoende' score wordt gekomen door de algehele slechte toestand van de bekleding, gecombineerd met aantoonbare tekenen van schade, verzakkingen en gebrekkige of afwezige penetratie. De basalt tussen dp 270,3 en 274,3, die niet gekenmerkt kan worden al een ingegoten bekleding, is beoordeeld als 'goed'. (In de geavanceerde toetsing is als vakgrens onterecht dp 274 aangehouden, terwijl in werkelijkheid dit vak doorloopt tot dp 274,3).

In het gedeelte rond dp 285,5 bevindt zich een smal strookje basalt boven een bekleding van betonblokken. Dit gedeelte ligt precies in een buitenbocht. In de toetsing van het waterschap is deze basalt na de eenvoudige toets, waarmee het oordeel 'twijfelachtig' gegeven werd, niet meer onderworpen aan een gedetailleerde toets, maar vanwege het kleine oppervlak is dit deel als 'onvoldoende' beoordeeld. Na de gedetailleerde toets is echter aan dit stukje basalt de beoordeling 'goed' te geven. (Zie bijlage 1).

De eindconclusie van de toetsing van de toplaag is als volgt:

> Een strook basalt tussen dp 270,3 en 274,3 is beoordeeld als 'goed'. Dit geldt ook voor de basalt rond dp 285,5. De overige bekledingen hebben de score 'onvoldoende' gekregen.

Het toetsresultaat is weergegeven in figuur 3.

4.3 Toetsing reststerkte bekleding

Toetsing van de reststerkte is alleen relevant voor die vakken waarvan de toplaag is beoordeeld als 'onvoldoende'. Voor dit beschouwde traject is dat de gehele bekleding op een strook en een klein vakje basalt na (zie figuur 3).

Echter, in de toetsing is de reststerkte niet in rekening gebracht. De reden hiervoor is dat er onvoldoende zekerheid bestaat over de aanwezigheid van een voldoende dikke kleilaag in het gehele traject, van voldoende kwaliteit.

4.4 Grasbekleding bovenbeloop

Het niveau van de berm t.p.v. de buitenknik varieert tussen NAP+5,2 m en NAP+5,7 m. Dat is meer dan 30 cm lager dan het ontwerppeil 2050 (zie tabel 3.1). Op grond van [11] betekent dit dat bij verbetering van de glooiing het bovenbeloop aangepast moet worden. Zie verder paragraaf 5.3.1.

5. KEUZE BEKLEDING

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

De delen die zijn beoordeeld als 'onvoldoende' moeten worden verbeterd. Dit betreft de gehele bekleding op een enkele strook en een klein vakje basalt na.

De keuze van het bekledingstype wordt in de volgende paragrafen beschreven aan de hand van de volgende stappen (zie ook de Algemene Nota [1] hoofdstuk 7):

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

5.1 Beschikbaarheid

Vrijkomende materialen uit het betreffende traject

materialen	afmetingen [m]	oppervlakte [m²]	oppervlakte gekantelde steen [m²]
Haringmanblokken	0,5x0,5x0,2	7830	3130
	0,45x0,45x0,25	5070	2820
Vlakke betonblokken	0,5x0,5x0,2	3260	1300
Koperslakblokken	0,45x0,35x0,25	570	320
Basalt, ingegoten	n.v.t.	3500	-
Basalt, niet ingegoten	0,15-0,25	100	-
Betonzuilen, ingegoten	n.v.t.	570	-
Vilvoordse, ingegoten	n.v.t.	18770	-
Vilvoordse, niet ingegoten	n.v.t.	2960	-
Lessinesche	n.v.t.	89	-
Doorgroeistenen	n.v.t.	540	-

Tabel 5.1: Vrijkomende materialen en hoeveelheden

Het overgrote deel van de vrijkomende betonblokken is van zeer slechte kwaliteit en is daarom niet geschikt voor hergebruik in de toplaag. Deze blokken zullen daarom in een tijdelijk depot worden geplaatst om later verwerkt te worden tot betonpuin. Dit geldt ook voor de doorgroeistenen. De betonblokken die wel voor hergebruik als toplaagelementen geschikt zijn, zullen worden toegepast in de Paviljoenpolder (uitvoering na 2000) en worden hiertoe in een tijdelijk depot geplaatst. Dit geldt ook voor de koperslakblokken.

De ingegoten basalt en Vilvoordse steen zijn voor hergebruik in de toplaag ongeschikt en worden verwerkt in de kreukelberm. Dit geldt ook voor de niet ingegoten Vilvoordse steen en de Lessinesche steen. De niet ingegoten basalt kan afhankelijk van de benodigde afmetingen eventueel hergebruikt worden in de toplaag. Anders wordt deze in depot geplaatst voor toepassing elders.

Vrijkomende, bruikbare materialen uit een ander gelijktijdig te verbeteren traject
Gelijktijdig met de verbetering van het betreffende traject wordt het oostelijk deel van het dijkvak van de Nieuw-Neuzenpolder verbeterd. Hieruit komen vooral veel betonblokken vrij, maar deze worden gebruikt voor toepassing elders in Zeeuws-Vlaanderen.

Beschikbare materialen uit een bestaand depot
In Schore, direct aan de binnenzijde van de verbeteren dijk, bevindt zich een depot met basaltzuilen met afmetingen van ca. 20-30 cm, goed voor een oppervlak van ca. 5000 m^2. Hiervan gaat er ca. 4000 m^2 naar een ander werk, zodat er ongeveer 1000 m^2 resteert voor toepassing in het traject van polder De breede watering bewesten Yerseke.

Beschikbare nieuwe materialen
Aanvoer van de volgende nieuwe materialen is mogelijk:
1. betonzuilen
2. asfalt
3. waterbouwasfaltbeton
4. klei (min of meer afhankelijk van geeiste kwaliteit)
5. breuksteen (afhankelijk van benodigde sortering, dichtheid en hoeveelheid)

5.2 Voorselectie

In de Algemene Nota [1] worden de volgende mogelijke bekledingstypen genoemd:
1. zetsteen op uitvullaag
   a) (gekantelde) betonblokken op uitvullaag
   b) (gekantelde) granietblokken op uitvullaag
   c) (gekantelde) koperslakblokken op uitvullaag
   d) basaltzuilen op uitvullaag
   e) betonzuilen op uitvullaag
2. breuksteen op filter
   a) losse breuksteen
   b) gepenetreerde breuksteen
3. plaatconstructie
   a) waterbouwasfaltbeton boven GHW
   b) (onder voorbehoud): vol en zat gepenetreerde breuksteen
4. overlaag-constructies
   a) losse breuksteen
   b) patroon gepenetreerde breuksteen

Aangezien de Milieu-inventarisatie in het ontwerp van de glooiingen op betreffende dijkvakken als randvoorwaarde geldt en hiervan niet afgeweken mag worden[1] kan deze gebruikt worden in de voorselectie van de bekledingstypen. Daarnaast spelen beschikbaarheid, uitvoeringstechnische eisen en de beheerderswens in de voorselectie een belangrijke rol.

[1] Dit in tegenstelling tot de werken die in uitvoering na 2000 komen, waarbij ook alternatieve bekledingstypen zullen worden afgewogen die ingaan tegen de uitgangspunten van de Milieu-inventarisatie (zie ook [1]).

Ad 1. Zetsteen op uitvullaag
Vanwege het niet beschikbaar zijn van (geschikte) betonblokken, granietblokken en koperslakblokken resteren slechts betonzuilen en basaltzuilen als mogelijke toplaagelementen op een uitvullaag. Vanwege de zeer geringe hoeveelheid beschikbare basaltzuilen is besloten om alleen, indien mogelijk, het te handhaven strookje basalt rond dp 285,5 tot aan de berm hiermee aan te vullen.

Ad 2. Breuksteen op filter
De beschikbaarheid van breuksteen zal geen probleem vormen, gezien de verwachting dat de vereiste sortering maximaal 300-1000 kg is met een maximale dichtheid van 3000 kg/m^3. Ook volgens de Milieu-inventarisatie is er op voorhand geen reden om dit constructietype niet te ontwerpen. Echter de beheerder heeft aangegeven dat in verband met de gewenste beloopbaarheid t.b.v. recreatie en vanuit esthetisch oogpunt deze bekleding zeer ongewenst is. Om deze reden wordt dit bekledingstype niet in het ontwerp en de afweging betrokken.

Ad 3. Plaatconstructie
Hoewel de benodigde materialen beschikbaar zijn valt waterbouwasfaltbeton volgens de Milieu-inventarisatie af. Ook de vol en zat gepenetreerde breuksteen valt af omdat de rekenregels hiervoor nog niet zijn uitgekristalliseerd. [2]

Ad 4. Overlaag-constructies
Het overlagen van de bestaande bekleding met breuksteen 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 teenconstructie als de 'onvoldoende' en de 'goede' bekleding door een nieuwe bekleding. Als door het overlagen niet een 'goede' middentafel kan worden gespaard, valt deze oplossingsrichting bij voorbaat af ondermeer op grond van de hogere kosten.

In dit beschouwde traject komt deze oplossingsrichting in aanmerking op het gedeelte dp 270,3 - 274,3 alwaar een 'goede' bekleding tussen NAP+0,8 m en NAP+2,8 m ligt en rond dp 285,5, waar een strookje basalt gehandhaafd blijft tussen NAP +0,7m en NAP+3,9m. Hoewel dit laatste strookje basalt een zeer klein oppervlak van de glooiing bedekt, loont het toch dit gedeelte te handhaven: vanwege de ligging in een scherpe buitenbocht zou een bekleding van hoge betonzuilen tijdens het zetwerk problemen kunnen opleveren. Daarnaast oogt de basalt op deze plaats zeer fraai en zijn er goede aansluitingsmogelijkheden met de toekomstige naastliggende bekledingen.

Overlagen met breuksteen wordt alleen voor deze gedeelten beschouwd als een oplossingsrichting.

---

[2] Volgens de Milieu-inventarisatie is alleen een gepenetreerde breuksteen bekleding toepasbaar als de penetratie niet vol en zat is uitgevoerd. Op het eerste zou men kunnen denken dat een plaatconstructie volgens de Milieu-inventarisatie af zou vallen. Echter, de genoemde niet vol en zat gepenetreerde breuksteen hoeft niet per definitie een patroon-gepenetreerde bekleding te zijn. Hier valt ook een bekleding onder waarvan de breuksteen niet over de gehele constructiehoogte is gepenetreerd. Constructief gezien valt deze bekleding in de categorie plaatconstructie.

Concluderend moet voor de volgende bekledingstypen de constructieve toepasbaarheid worden bepaald:
1. betonzuilen op uitvullaag (voor het gehele traject)
2. basaltzuilen op uitvullaag (voor de boventafel rond dp 285,5)
3. breuksteen overlaging (voor het gedeelte van dp 270,3 - 274,3 en rond dp 285,5)

5.3 Constructieve toepasbaarheid

Een bekledingstype is toepasbaar in constructieve zin als een berekening met het rekenprogramma ANAMOS op basis van het Handboek [10] en met gebruikmaking van representatieve waarden voor de constructie en de randvoorwaarden dit aantoont. De uitgewerkte berekeningsmethodiek wordt beschreven in de Handleiding Ontwerpen [11].

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.

5.3.1 Taludhellingen en bermniveau

Een belangrijk aspect in 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. Echter in het algemeen 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.

In het betreffende traject varieert het huidige bermniveau van NAP+ 5,2 m tot NAP+5,7 m; handhaving van dit niveau zou betekenen dat er boven de berm een stenen bekleding benodigd is. Een uit kostenoogpunt opgestelde algemene regel (zie [11 en 12]) geeft aan dat in een dergelijk geval het bermniveau verhoogd moet worden tot minimaal het ontwerppeil - 0,3 m. Het nieuwe bermniveau is vastgesteld op **NAP+6 m.**

De ligging van de teen is zo goed mogelijk afgeschat en in combinatie met het vereiste vastgestelde bermniveau konden de (voorlopige) hellingen bepaald worden op basis van minimaal grondverzet.

Ter plaatse van de oude uitwateringssluis (dp 274,3 - 275,45) moet het huidige niveau van de teen worden aangehouden; naar buiten verplaatsen zou in de uitvoering problemen kunnen opleveren omdat de teen inclusief een deel van de bekleding aangebracht moet worden in het slik waarmee de oude stroomgeul van de sluis inmiddels is opgevuld. De taludhelling is in dit gedeelte zeer steil (1:3,3). Een flauwer talud kan niet zonder problemen worden aangebracht, omdat dan veel van de onderliggende lagen (mijnsteen en klei) moet worden afgegraven en het niet zeker is of er dan voldoende kleidikte overblijft. Omdat bovendien de berm verhoogd wordt zou de resterende bermbreedte te gering zijn, waardoor een ongewenste inkassing in het bovenbeloop noodzakelijk is. In dit gedeelte moet daarom het huidige talud gevolgd worden.
In onderstaande tabel staan de gekozen taludhellingen gerangschikt.

Dijkvaknr.	locatie [dp]	taludhelling [-]
47	261-40m - 263,6	1:3,5
46(2)	263,6 - 264,3	1:3,5
	264,3 - 270,3	1:3,7
	270,3 - 274,3	1:3,6
	274,3 - 275,45	1:3,3
	275,45 - 277,3	1:3,7
46(1)	277,3 - 278,2	1:3,7
	285,4 - 285,5	1:3,7
	278,2 - 285,4 285,5 - 290	1:3,6

Tabel 5.2: Taludhellingen

Om rekening te houden met uitvoeringstolerantie en tonrondte wordt in de berekeningen gewerkt met een taludhelling die boven NAP+3 m 2/10 en onder NAP+3 m 4/10 steiler is (bijv. 1:3,5 boven NAP+3m en 1:3,3 onder NAP+3m in plaats van de gemiddelde helling van 1:3,7). Zie [11].

Benadrukt wordt, dat de hier gepresenteerde 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 op uitvullaag

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 dichtheid van 2900 kg/m^3 en een dikte van 0,50 m.

Uit verrichte berekeningen blijkt dat toepassing van betonzuilen in het hele beschouwde traject mogelijk is. Bij de zwaarste randvoorwaarden uit Tabel 3.2 (vak 47) is uit het oogpunt van toplaagstabiliteit bij de steilst mogelijke taludhelling van 1:3,0 (bestekswaarde) de betonzuil nog ruimschoots mogelijk. Voor die gedeelten waar wordt gekozen voor toepassing van betonzuilen, zal het optimale zuiltype worden bepaald in Hoofdstuk 6.

Verwezen wordt naar Bijlage 2.

5.3.3 Basaltzuilen op uitvullaag rond dp 285,5

De dikte van de beschikbare basalt is variabel. In het bestek worden de zuildiktes afgerond op 5 cm, terwijl bovendien een sorteermarge van 3 cm wordt toegepast. De constructieve toepasbaarheid wordt daarom op de volgende wijze bepaald: uitgaand van de vastgestelde randvoorwaarden en taludhellingen 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 uit te sorteren uit het beschikbare materiaal. Benadrukt wordt dat de sorteermarge van 3 cm slechts indicatief is.

Voor de uitvullaag wordt in de berekeningen gebruik gemaakt van ontwerpwaarden, waarbij voor de getijdezone een extra marge wordt aangehouden ten aanzien van de dikte. Opgemerkt moet worden dat de dikte van de uitvullaag, indien deze kleiner is dan ongeveer 0,2 m, (bij zuilen) niet maatgevend is voor het ontwerp; (dit omdat de geldigheidsgrens van ANAMOS bepalend is, zie ook Bijlage 2).

De rekenresultaten voor het gebiedje rond dp 285,5 van NAP+2,8m tot NAP+6m zijn weergegeven in onderstaande tabel.

Locatie	taludhelling	zuilhoogte = 22 cm	zuilhoogte = 27 cm
dp 285,4 - 285,5	1:3,7	niet toepasbaar	toepasbaar

Tabel 5.3: Toepasbaarheid basaltzuilen in de boventafel rond dp 285,5

Verwezen wordt naar Bijlage 2.

5.3.4 Overlagen

Zoals besproken in § 5.1 wordt overlagen met breuksteen alleen als oplossingsrichting beschouwd voor het gedeelte van dp 270,3 - 274,3 en rond dp 285,5. Vanwege de relatief lichte golfrandvoorwaarden zal de benodigde sortering breuksteen niet zwaarder hoeven zijn dan 60 - 300 kg, wat voor een overlaging nog acceptabel is. Bovendien levert de zone aan de buitenzijde van de teen bijvoorbeeld door de aanwezigheid van een stroomgeul vlak voor de teen, geen problemen op. Constructief gezien is een overlaging toepasbaar. De exacte benodigde sortering zal worden bepaald in hoofdstuk 6.

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, uit de voorselectie overgebleven en constructief toepasbare bekledingstypen per bekledingszone is weergegeven in de volgende tabel.

Waardering	getijdezone	boven GHW
goed	• betonzuilen met ecotoplaag	
redelijk goed	• betonzuilen zonder eco-toplaag	• betonzuilen (evt. met ecotoplaag) • basalt
voldoende	• basalt • overlagen met breuksteen (wel of niet gepenetreerd)	
matig slecht		

Tabel 5.4: Waardering toepasbare bekledingstypen

Omdat de Milieu-inventarisatie [5] aangeeft dat de boventafel van het traject belangrijke potenties voor natuurontwikkeling heeft, moeten bij de keuze voor betonzuilen in de zone boven GHW (bij 'redelijk goed') worden uitgevoerd met een eco-toplaag (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	
		herstel	*verbetering*	*herstel*	*verbetering*
47	261-40m - 263,6	(redelijk) goed / voldoende	(redelijk) goed	redelijk goed / voldoende	redelijk goed
46	263,6 - 290,5	(redelijk) goed / voldoende	(redelijk) goed	redelijk goed / voldoende	redelijk goed

Tabel 3.4: Minimaal benodigd type dijkbekleding

Hieruit wordt het volgende geconcludeerd:
Als uitgegaan wordt van herstel van natuurwaarden kunnen zowel in als boven de getijdezone alle bekledingstypen uit tabel 5.4 toegepast worden. Als uitgegaan wordt van verbetering van de natuurwaarden resteert in de getijdezone de toepassing van betonzuilen (met of zonder ecotoplaag) en boven GHW betonzuilen (met ecotoplaag).

Uit detail-advies van het RIKZ [13] blijkt dat voor verbetering van natuurwaarden in de **getijzone** een constructie-alternatief uit de categorie. (redelijk)goed gekozen kan worden. Hierin vallen de betonzuilen zonder eco-toplaag. Voor herstel kan worden uitgegaan van de categorieën (redelijk)goed / voldoende. Hierin valt de overlaging met breuksteen.

Voor de **boventafel** blijkt dat er meer waardevolle begroeiing mogelijk is bij een ander type dijkbekleding dan het huidige, doordat er diverse soorten zoutplanten aanwezig zijn en door de gunstige ligging ten opzichte van de overheersende windrichting. In principe komt bij verbetering van de natuurwaarden de categorie 'redelijk goed' in aanmerking. Vanuit het oogpunt van begroeiing wordt voor het gehele dijkvak boven het niveau NAP + 3m een ruwe bovenlaag aanbevolen. Een mogelijkheid hiervoor is de toepassing van betonzuilen met een eco-toplaag.

5.5 Afweging

Uitgaand van de voorselectie en de constructieve en ecologische toepasbaarheid ligt de keuze van het bekledingstype vast; er zijn geen alternatieven. De afweging die hieraan ten grondslag ligt, is nog eens samengevat in scoretabellen. Zie Bijlage 3.

5.6 Gekozen bekleding

De gekozen bekleding is samengevat in Tabel 5.5

dijkvaknr.	locatie [dp]	onder NAP + 3m	boven NAP + 3m
47	261-40m - 263,6	betonzuilen	betonzuilen + eco-toplaag
46(2)	263,6 - 270,3	betonzuilen	betonzuilen + eco-toplaag
	270,3 - 274,3	overlaging onderste strook handhaven basaltzuilen*	betonzuilen + eco-toplaag
	274,3 - 277,3	betonzuilen	betonzuilen + eco-toplaag
46(1)	277,3 - 285,4	betonzuilen	betonzuilen + eco-toplaag
	285,4 - 285,5	overlaging onderste strook handhaven basaltzuilen*	basaltzuilen
	285,5 - 290	betonzuilen	betonzuilen + eco-toplaag

*: het topniveau van de te handhaven basaltzuilen ligt niet exact op NAP + 3m.

Tabel 5.5: Gekozen bekledingstypen

Hiermee wordt voor het gehele traject verbetering van toekomstige natuurwaarden bewerkstelligd, met uitzondering van de te overlagen gedeelten, alwaar herstel van natuurwaarden wordt nagestreefd.

5.7 Landschapsvisie

In de Algemene nota [1] is verwoord dat nadrukkelijk rekening gehouden moet worden met de Landschapsvisie Westerschelde [15]. Dit houdt voor het ontwerp het volgende in:

1. rekening houden met de wens voor een donkere ondertafel en een lichte boventafel;
2. accentueren van de overgang tussen onder- en boventafel;
3. mogelijk afstrooien van de bovenste 4 m van de boventafel met grond en eventueel met graszaad;
4. mogelijk onopvallend vormgeven van de onderhoudsstrook.

Uit detail-advies van de Dienst Landelijk Gebied [14] is gebleken dat de gekozen bekledingstypen niet in strijd zijn met de landschapsvisie. Hieronder een samenvatting:

1. De horizontale opbouw wordt door het toepassen van verschillende materialen in de onder- en boventafel benadrukt (verschil wel of geen eco-toplaag).

   De te handhaven basalt voldoet aan de wens voor een donkere ondertafel. De overige betonzuilen wijken hier echter van af. Wegens de extra kosten en het toch al technische karakter van de dijk is het acceptabel dat wordt afgezien van het aanbrengen van donker gekleurde zuilen. Ter plaatse van Hansweert zou vanwege de recreatieve voorzieningen een dergelijke inspanning wel wenselijk zijn, maar omdat in de toekomst hier waarschijnlijk een strand wordt aangelegd, waarbij de ondertafel onder het zand verdwijnt, is het ook hier acceptabel dat er geen donkere zuilen worden aangebracht.

   Voor wat betreft de ecozuilen in de boventafel bestaat de voorkeur voor een licht gekleurde top.

2. Vertikale overgangen zijn nauwelijks aanwezig en de zichtbare grens tussen boven- en ondertafel ligt op één hoogte. Ook dit is conform de wens.

3. Aan de wens van het afstrooien van de boventafel met grond kan eenmalig tijdens de uitvoering van de werken worden voldaan. Afhankelijk van de golfoploop onder gemiddelde getij-omstandigheden zal de breedte van de in te strooien strook worden bepaald.

4. Voor het onderhoudspad zijn naast asfalt nog geen goede alternatieven beschikbaar. Geadviseerd wordt daarom om het pad te voorzien van een slijtlaag die qua kleur aansluit op de betonzuilen met eco-toplaag in de boventafel. Dit beperkt de impact van het onderhoudspad.

6. DIMENSIONERING

Op basis van de gekozen bekledingstypen volgens tabel 5.5 is het ontwerp in detail uitgewerkt. Een glooiingskaart van het resulterend ontwerp van het dijkvak is weergegeven in figuur 4. De resulterende dwarsprofielen zijn weergegeven in de figuren 12 tot en met 18. 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 [11].

6.1 Kreukelberm

Onderaan de bekleding wordt een nieuwe kreukelberm aangebracht op de gedeelten waar ook de teenconstructie wordt vernieuwd. Dit betreft het gehele beschouwde traject, behalve de gedeelten van dp 270,3-274,3 en dp 285,4 - 285,5, alwaar het onderste deel van de ondertafel wordt overlaagd. (Zie ook paragraaf 6.2). 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 (d.i. zand)). 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 van de toplaag hangt af van de significante golfhoogte bij het ontwerppeil. In tabel 6.1 zijn de benodigde sorteringen per vak (uitgaande van een dichtheid van de steen gelijk aan 2650 kg/m^3) aangegeven. Voor een onderbouwing van de methodiek wordt verwezen naar [12].

Dijkvaknr.	Locatie [dp]	H_s bij ontwerppeil	benodigde sortering
47	261-40m - 263,6	2,33	60-300 kg
46(2)	263,6 - 277,3	2,22	60-300 kg
46(1)	277,3 - 290,5	2,13	60-300 kg

Tabel 6.1: Benodigde sortering kreukelberm

Voor zover aangegeven in paragraaf 5.1 worden de vrijkomende materialen verwerkt in de nieuwe kreukelberm.

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 ontwerpnota '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 Δhs	≤ 30 mm (bij filtersnelheid 10 mm/s)
poriegrootte O_{90}	≤ 350 μm
levensduurverwachting	type B (NEN 5132)
sterkte naainaad	≥ 50 % van breuksterkte geokunststof

Tabel 6.2: Eisen geokunststof type 2

De besproken bescherming met een non-woven mat 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. De ligging van de nieuwe teen is gebaseerd op de hoogteligging van het voorland en varieert over het traject van NAP-1m tot NAP+0,5m. (Zie hiervoor de figuren 12 t/m 18). De teenconstructie dient ter ondersteuning van de nieuwe bekleding van betonzuilen.

De nieuwe bekleding wordt ondersteund door een teenschot, dat is opgebouwd uit 3 planken van ieder 0,20 m hoog. Het teenschot wordt ondersteund door azobépalen (lengte 1,80 m, h.o.h. 0,20 m). Om machinaal zetwerk van de betonzuilen en 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.

6.3 Zetsteenbekleding

In Hoofdstuk 5 is vastgesteld welke bekledingstypen zullen worden aangebracht. In het gehele traject betreft dit betonzuilen op een uitvullaag van granulair materiaal en daaronder een geokunststof, behalve in het deel van dp 270,3-274,3 en rond dp 285,5 alwaar de onderste 'onvoldoende' strook van de ondertafel wordt overlaagd (zie hiervoor paragraaf 6.4). In de boventafel rond dp 285,5 wordt aansluitend op de te handhaven basaltzuilen een nieuwe bekleding van basaltzuilen op uitvullaag aangebracht.

De zetsteenbekleding moet voldoen aan de eisen ten aanzien van toplaagstabiliteit, afschuiving en materiaaltransport. De eisen ten aanzien van toplaagstabiliteit bepalen de dimensionering van de toplaag en de uitvullaag. Voor afschuiving is 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 van betonzuilen

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 dichtheid. De dikte wordt daarbij afgerond op 5 cm en de dichtheid op 100 kg/m^3. 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.

Voor de uitvullaag wordt in de berekeningen gebruik gemaakt van ontwerpwaarden, waarbij voor de getijdezone een extra marge wordt aangehouden ten aanzien van de dikte. Opgemerkt moet worden dat de dikte van de uitvullaag, indien deze kleiner is dan ongeveer 0,2 m, (bij zuilen) niet maatgevend is voor het ontwerp; (dit omdat de geldigheidsgrens van ANAMOS bepalend is, zie ook Bijlage 4).

Dijkvaknr.	locatie [dp]	taludhellingen	mogelijke zuiltypen	
			Onder NAP + 3 m [m / kg/m³]	Boven NAP + 3 m [m / kg/m³]
47	261-40m - 263,6	1:3,5	0,45 / 2300 0,40 / 2400 0,35 / 2600 0,30 / 2800	0,45 / 2300 0,40 / 2500 0,35 / 2700
46(2)	263,6 - 277,3	1:3,5	0,45 / 2300 0,40 / 2400 0,35 / 2500 0,30 / 2800	0,45 / 2300 0,40 / 2500 0,35 / 2600 0,30 / 2900
		1:3,6	0,40 / 2300 0,35 / 2500 0,30 / 2700	0,45 / 2300 0,40 / 2400 0,35 / 2600 0,30 / 2900
		1:3,7	0,40 / 2300 0,35 / 2500 0,30 / 2700	0,45 / 2300 0,40 / 2400 0,35 / 2600 0,30 / 2800
		1:3,3	0,45 / 2300 0,40 / 2400 0,35 / 2600 0,30 / 2900	0,50 / 2300 0,45 / 2400 0,40 / 2500 0,35 / 2700
46(1)	277,3 - 290	1:3,6	0,40 / 2300 0,35 / 2400 0,30 / 2600 0,25 / 2900	0,45 / 2300 0,40 / 2400 0,35 / 2600 0,30 / 2800
		1:3,7	0,40 / 2300 0,35 / 2400 0,30 / 2600 0,25 / 2900	0,45 / 2300 0,40 / 2400 0,35 / 2500 0,30 / 2800

Tabel 6.3: Betonzuilen: mogelijke combinaties dikte en dichtheid

In principe wordt vanuit kostenoogpunt voor de lichtste zuil gekozen, hetgeen voor het gehele traject inhoudt dat zuilen met een dichtheid van 2300 kg/m^3 toegepast kunnen worden.

Voor het gehele traject met uitzondering van het gedeelte rondom de oude uitwateringssluis (dp 274,3 - 275,45):
Ten behoeve van eenduidigheid is gekozen voor zuilen met een hoogte van 0,45 in de zone boven NAP+3m. Voor de zone beneden NAP+3m wordt in het deel van dp 261-40m tot dp 264,3 de hoogte van de zuilen 0,45 m; elders verschijnen op de ondertafels zuilen met een hoogte van 0,40 m.

Ter plaatse van de voormalige uitwateringssluis (van dp 274,3 - 275,45 met helling 1:3,3):
Hier is het problematisch om hoge zuilen te plaatsen vanwege de zeer bochtige geometrie. Bovendien kunnen zuilen met een hoogte van 50 cm (vooralsnog) niet worden voorzien van een eco-toplaag. Daarnaast is het zeer verwarrend in de uitvoering en bij eventuele herstelwerkzaamheden om zuilen met eenzelfde hoogte maar met verschillende dichtheden toe te passen. Vandaar dat in dit gedeelte zuilen 0,35/2700 worden voorgeschreven.

In de volgende tabel is de uiteindelijke keuze van de type zuil inclusief de taludhellingen samengevat.

Dijkvaknr.	locatie [dp]	hellingen	gekozen zuiltypen	
			Onder NAP+3 m [m / kg/m³]	Boven NAP+3m [m / kg/m³]
47	261-40m - 263,6	1:3,5	0,45 / 2300	0,45 / 2300 + eco-toplaag
46(2)	263,6 - 264,3	1:3,5	0,45 / 2300	0,45 / 2300+ eco-toplaag
	264,3 - 270,3	1:3,7	0,40 / 2300	0,45 / 2300 + eco-toplaag
	270,3 - 274,3	1:3,6	n.v.t.*	0,45 / 2300 + eco-toplaag
	274,3 - 275,45	1:3,3	0,35 / 2700	0,35 / 2700 + eco-toplaag
	275,45- 277,3	1:3,7	0,40 / 2300	0,45 / 2300 + eco-toplaag
46(1)	277,3 - 278,2	1:3,7	0,40 / 2300	0,45 / 2300 + eco-toplaag
	278,2 - 285,4	1:3,6	0,40 / 2300	0,45 / 2300 + eco-toplaag
	285,5 - 290	1:3,6	0,40 / 2300	0,45 / 2300 + eco-toplaag

*:de te handhaven basalt bekleding ligt tot het niveau NAP+2,8 m. Aansluitend worden de betonzuilen 0,45 / 2300 met eco-toplaag voorgeschreven.

Tabel 6.4: Betonzuilen: gekozen combinaties dikte en dichtheid

De toplaag van betonzuilen zal worden ingewassen met ongeveer 50 kg/m² gebroken materiaal. De sortering van dit inwasmateriaal is afhankelijk van het type zuil (met betrekking tot de vorm) dat zal worden toegepast.

Meer gedetailleerde informatie over de uitgevoerde stabiliteitsberekeningen is opgenomen in Bijlage 4.

6.3.2 Toplaag van basaltzuilen rond dp 285,5

In het gedeelte van dp 285,4-285,5 wordt de boventafel, aansluitend op de te handhaven basalt in de ondertafel, bekleed met basalt. De benodigde zuilhoogte is reeds bepaald in paragraaf 5.3.3. Met de gekozen helling van 1:3,7 moeten basaltzuilen van minimaal 30 cm hoogte (bestekswaarde) worden toegepast. De basaltzuilen worden na aanbrengen ingewassen met 50 kg/m2 steenslag van sortering 5/32 mm.

6.3.3 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 betonzuilen en basaltzuilen mogelijk is, is 14/32 mm. Deze waarde wordt voorgeschreven in het bestek. In de ontwerpberekeningen wordt uitgegaan van een waarde voor de D_{15} van 20 mm; hierdoor wordt een conservatieve benadering bereikt: de werkelijke waarde van de D_{15} van de gekozen sortering van 14/32 mm is ongeveer 17 mm.

6.3.4 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, 1998 en 1999 wordt gekozen voor een vlies met een gegarandeerde maximum maaswijdte (O_{90}) van 100 µm, 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 µm is.

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

eigenschap	waarde
treksterkte	≥ 20 kN/m
rek bij breuk	≤ 60 %
doordrukkracht	≥ 3500 N
poriegrootte O_{90}	≤ 100 µm

Tabel 6.5: Eisen geokunststof type 1

Aanvullend zijn er eisen m.b.t. de duurzaamheid van 50 jaar gesteld.

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.

6.3.5 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; deze eisen betreffen de totale laagdikte van toplaag, uitvullaag en onderliggende kleilaag en zijn mede afhankelijk van de taludhelling en de golfsteilheid. Als niet aan de eisen wordt voldaan, moet de kleilaag aan de onderzijde worden aangevuld (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.

Aan de bovenzijde van de glooiing is over het gehele traject de stabiliteit tegen afschuiving gewaarborgd, omdat hier zich de oude kleikern of een voldoende dikke kleilaag bevindt en omdat bovendien zo min mogelijk van deze kleilaag wordt afgeschraapt. Aan de onderzijde moet daarentegen, vanwege het ontbreken van een dikke kleilaag of vanwege de slechte kwaliteit van de aanwezige klei, in het gedeelte van dp 261-40m tot dp 270,3 een aanvulling plaats vinden van gecertificeerd betonpuin (sortering 0-40 mm) met een laagdikte van **0,75 m** tot het niveau **NAP+1,5m**.

Opgemerkt wordt dat deze betonpuin niet als filter meegerekend hoeft te worden.

6.4 Overlaging

6.4.1 Typen overlagingsconstructies en ontwerpregels

In [11] en [12] worden de ontwerpregels uitgebreid beschreven. In deze paragraaf worden slechts de meest belangrijkste elementen t.b.v. het ontwerp kort samengevat.

In [11] worden drie typen overlagingsconstructies voorgesteld:
1. bestaande uit losse breuksteen;
2. bestaande uit breuksteen, patroon gepenetreerd met gietasfalt. Er bestaan twee varianten van patroon-penetratie nl. penetratie in de vorm van "stippen" en "stroken";
3. bestaande uit breuksteen, vol en zat gepenetreerd met gietasfalt.

Omdat de ontwerpregels ervan uitgaan dat de maatgevende belasting bestaat uit golfklappen geldt in het algemeen dat hoe meer asfalt er toegepast wordt, hoe kleiner de vereiste diameter van de breuksteen is: gaande van variant 1 naar variant 3 neemt de hoeveelheid asfalt toe zodat de vereiste steendiameter reduceert.

Opgemerkt wordt dat bij een vol en zat penetratie hoogstwaarschijnlijk de maatgevende belasting gevormd wordt door wateroverdrukken onder de overlaging. Ontwerpregels hiervoor zijn door latere uitgave dan [11] en [12] nog niet kant en klaar bruikbaar. Indien de keuze valt op een vol en zat penetratie, dan moet de berekende overlaging nog gecontroleerd worden op de wateroverdruk-belastingen.

In de afweging voor de keuze voor een overlagingstype zullen de voordelen van een kleinere vereiste steendiameter (dunnere laag, goedkopere breuksteen[3], recreatie-vriendelijker) worden afgewogen tegen de nadelen ervan (kostenverhoging door toepassing van gietasfalt, minder kansen voor de natuur). Dit is in de volgende paragraaf beschreven.

In de ontwerpberekeningen van de overlagingsconstructies zijn als eerste de taludhellingen van de 'onvoldoende' bekledingen van belang. In onderstaande tabel zijn deze gerangschikt.

Traject [dp]	dijkpaalnummer	taludhelling
270,3 - 274,3	271	1:5
	272	1:4,5
	273	1:4,5
	274	1:4
285,4 - 285,5	285,45	1:3,7

Tabel 6.6: Taludhellingen

De maatgevende waterstand voor alle genoemde overlagingstypen wordt volgens [11] gevonden op het niveau van de overgang tussen de 'goede' en 'onvoldoende' bekleding met daarbij 1 m opgeteld. De golfparameters die bij deze waterstand horen zijn maatgevend en worden gevonden door middel van lineaire inter- en extrapolatie tussen de afgegeven golfrandvoorwaarden uit tabel 3.2. Omdat het niveau van deze overgang binnen een traject nooit constant is, wordt voor een traject in de berekeningen uitgegaan van het hoogste niveau binnen dat traject. In onderstaande tabel staan deze maatgevende niveaus alsook de maatgevende golfrandvoorwaarden voor verschillende dwarsprofielen van de betreffende trajecten gerangschikt.

[3] Breuksteen met een hoge dichtheid kan per ton duurder zijn. Vanwege de geringere benodigde hoeveelheid is het toch per saldo goedkoper.

Traject [dp]	maatgevende niveau overgang 'goede'-'onv.' bekleding [m t.o.v. NAP]	maatgevende niveau voor de overlaging [m t.o.v. NAP]	maatgevende golfrandvw.	
			H_s [m]	T_p [s]
270,3 - 274,3	0,9	1,9	1,7	5,4
285,4 - 285,5	0,8	1,8	1,25	5,25

Tabel 6.7: Maatgevende niveaus en golfrandvoorwaarden per traject

Verder geldt dat de laagdikte van de overlaging gelijk moet zijn aan 2 maal de nominale waarde van de vereiste steendiameter ($2*D_{n50}$), tot aan de overgang tussen de 'goede' en 'onvoldoende' bekleding. Vanaf dit niveau dient de overlaging min of meer horizontaal afgewerkt te worden, waarbij het bovenste randje gepenetreerd moet worden met gietasfalt.

Tenslotte een opmerking over de beëindiging in horizontale richting (evenwijdig aan de dijk-as). Deze dient met een overlap over de naastliggende bekleding aangebracht te worden. Deze overlap heeft een driehoekige vorm: op het hoogste niveau van de overlaging heeft de overlap een breedte van 5 m en aan de onderzijde (niveau kreukelberm) is deze 10 m breed.

6.4.2 Keuze overlagingstype

Aandachtspunten

Zoals reeds in voorgaande is vermeld neemt de vereiste steendiameter van de breuksteen af bij toepassing van een toenemende hoeveelheid asfalt. Zo mag bijvoorbeeld de toe te passen steendiameter bij een strokenpenetratie kleiner zijn dan bij een stippen penetratie of bij een losse bestorting.

Hoewel een kleinere vereiste steendiameter goedkoper is dan breuksteen van een zwaardere sortering en een dunnere overlaging oplevert, betekent de toepassing van gietasfalt een kostenverhoging.

Daarnaast kan voor de benodigde breuksteen uitgegaan worden van verschillende dichtheden; door toepassen van breuksteen met een hoge dichtheid, waarbij een lichtere sortering volstaat kan de laagdikte geminimaliseerd worden.

Bovendien wordt door het kiezen van een kleine steendiameter tegemoet gekomen aan recreatief medegebruik.

Afweging

Bij de afweging worden eerst de twee uitersten met elkaar vergeleken: een losse bestorting versus vol en zat gepenetreerde breuksteen. Ondanks de lichtere benodigde sortering van de breuksteen is een vol en zat penetratie altijd veel duurder dan de losse bestorting door de grote hoeveelheid relatief dure gietasfalt.

De patroonpenetratie geldt als tussenoplossing. Hierbij worden delen van de losse breuksteen met gietasfalt of beton aan elkaar gekit, waardoor deze zich gedraagt als een zware sortering. Uit berekeningen is gebleken dat de vereiste sortering breuksteen bij een patroonpenetratie pas lichter kan zijn dan bij een losse bestorting, als er relatief hoge dichtheden genomen worden; dit resulteert dan wel in een dunnere laag. Het kostenverschil tussen beide overlagingstypen is echter minimaal. Daarentegen is de onzekerheid in de uitvoering met name voor wat betreft de hoeveelheid benodigd asfalt bij een patroonpenetratie zeer veel groter dan bij een losse bestorting. (Indien de keuze op een patroonpenetratie zou vallen moet eerst in de vorm van een proefvak meer zekerheid omtrent de uitvoering verkregen worden).

Uit een oogpunt van beheersbaar onderhoud, maar ook gelet op eventueel recreatief medegebruik (vissers, strandbezoek), wordt voor een losse bestorting als bovengrens een steensortering van maximaal 60-300 kg aangehouden. Pas als uit de berekeningen volgt dat deze sortering zelfs met een hoge dichtheid van de steen niet toereikend is, moeten varianten in de vorm van patroonpenetraties worden overwogen. Als een sortering van 60-300 kg toereikend is, kan mogelijk geoptimaliseerd worden tussen dichtheid (laagdikte) en sortering.

Voor de berekeningen, die in het kader van deze nota gemaakt zijn, blijkt voor alle trajecten een overlaging in de vorm van een losse bestorting mogelijk.

Opgemerkt wordt dat hier steeds uitgegaan is van nieuwe aan te voeren breuksteen. Indien vrijkomend bekledingsmateriaal in een (patroon) gepenetreerde overlaging is toe te passen zou deze constructie goedkoper kunnen uitvallen dan een losse bestorting van nieuw aan te voeren breuksteen. In de betreffende trajecten wordt echter nooit met de vrijkomende materialen aan de sterkte-eis van de ontwerpregels voldaan.

6.4.3 Dimensionering

In Bijlage 4 zijn de resultaten opgenomen van de berekeningen van de benodigde sorteringen breuksteen met verschillende dichtheden voor de verschillende overlagingstypen. Uit oogpunt van kosten is gekozen voor de **sortering 60-300 kg met een dichtheid gelijk aan 2650 kg/m^3**. Een extra motivering hiervoor is dat deze steen ook voor de kreukelberm noodzakelijk is en toegepast wordt. De helling in het deel tussen dp 270,3 en 274,3 is **1:4,5;** in het deel rond dp 285,5 is deze **1:3,7**.

6.5 Overgangsconstructies

In het ontwerp van de glooiing van dit dijkvak kunnen een aantal soorten horizontale overgangen worden onderscheiden:

1. Tussen nieuw aan te brengen betonzuilen en te handhaven basaltzuilen (dp 270,3 - 274,3);
2. Tussen hergebruik van basaltzuilen en te handhaven basaltzuilen (dp 285,4 - 285,5);

Alleen in het eerste geval moet er een overgangsconstructie worden gerealiseerd: voor het machinaal zetten van nieuwe betonzuilen tegen de bestaande basaltzuilen is een rechte basis benodigd. Hiertoe moet een nieuwe overgangsconstructie worden vervaardigd.

Basaltzuilen kunnen handmatig tegen de bestaande basaltzuilen herzet worden.

Vertikale overgangsconstructies worden niet gemaakt: de betonzuilen worden handmatig aangesloten op de basalt.

6.6 Overgang boventafel-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.

De gekozen bekledingstypen voor deze overgang zijn in de vorige hoofdstukken reeds besproken.

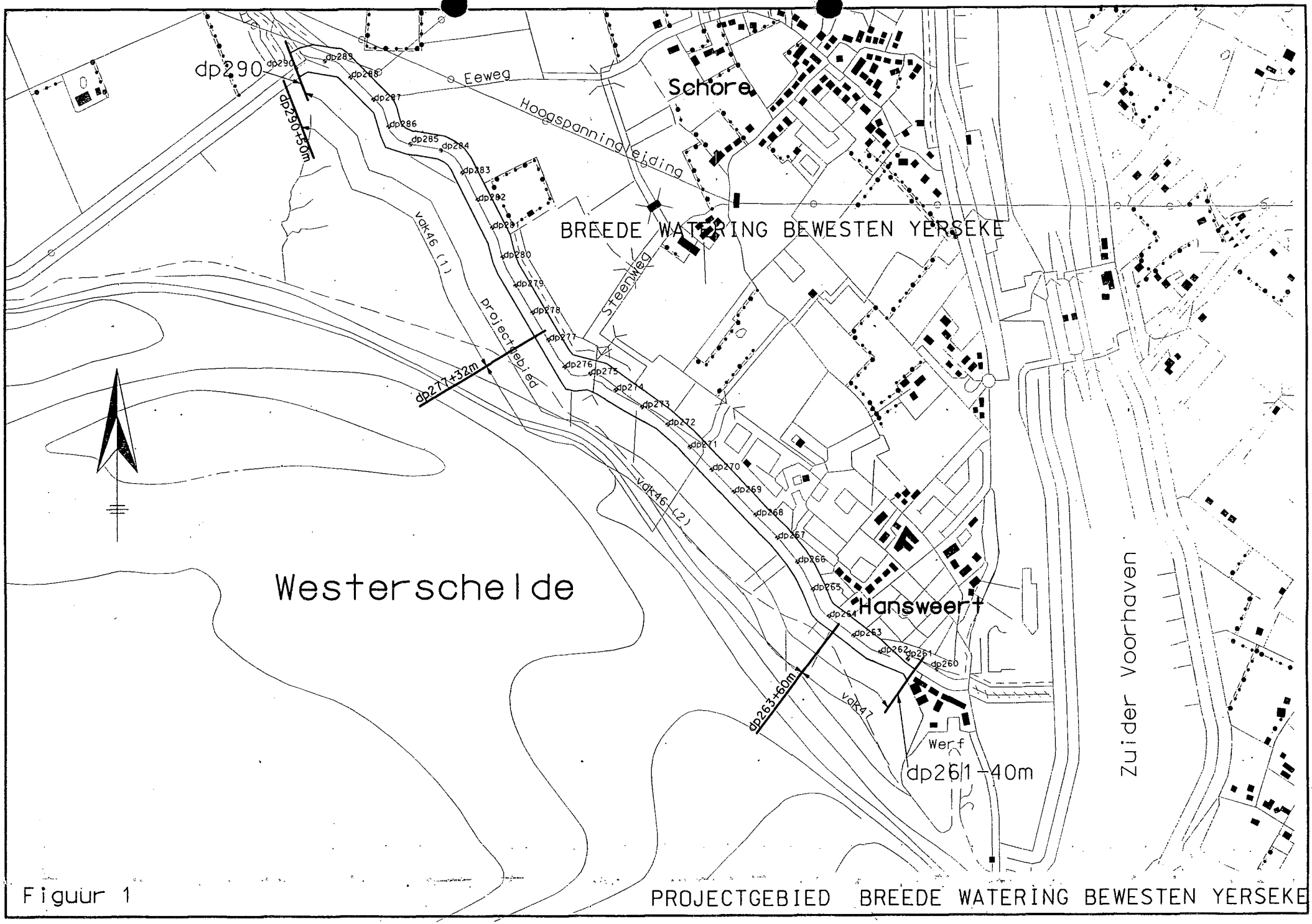
Met betrekking tot uitvullaag en geokunststof wordt aangesloten bij de constructie volgens § 6.3.

6.7 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). De strook wordt na de uitvoering niet verwijderd, maar zo aangepast dat deze dienst kan doen als onderhoudsstrook. De nieuwe strook wordt afgewerkt met 60 mm dik grindasfaltbeton. (Betrek ook het advies vanuit de landschapsvisie uit paragraaf 5.7).

In het gedeelte van dp 266,5 tot dp 274,3 moet boven de berm een kleine inkassing gemaakt worden als gevolg van het ophogen van de berm. Ter plaatse van deze inkassing is het bovenbeloop versteild. Om dit deel te stabiliseren worden twee rijen betonblokken met afmetingen 0,5x0,5x0,2 m aangebracht.

FIGUREN

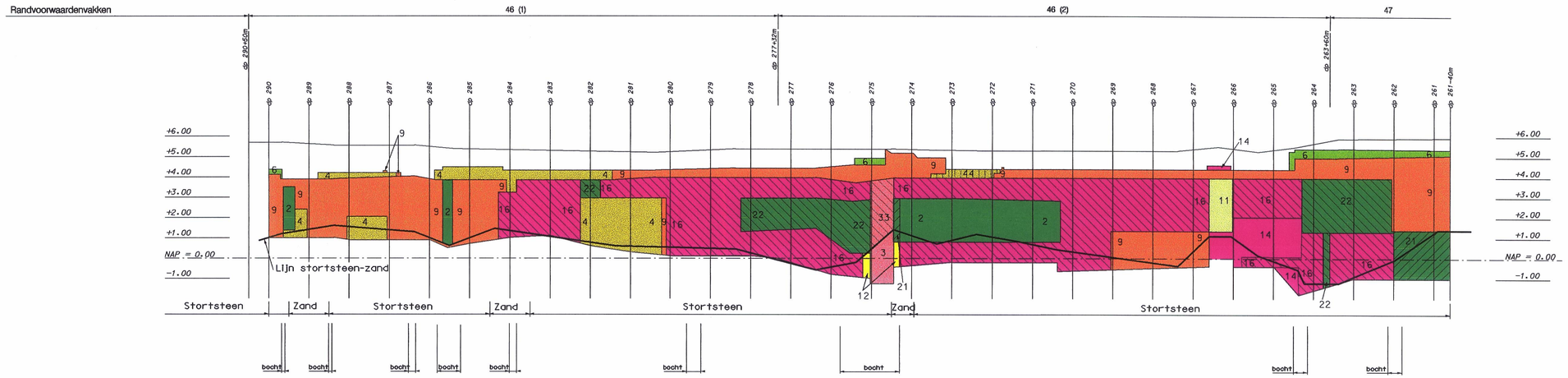


Figuur 1

PROJECTGEBIED BREEDE WATERING BEWESTEN YERSEKE

g:\tekening\rws\br watering\projgeb.dgn

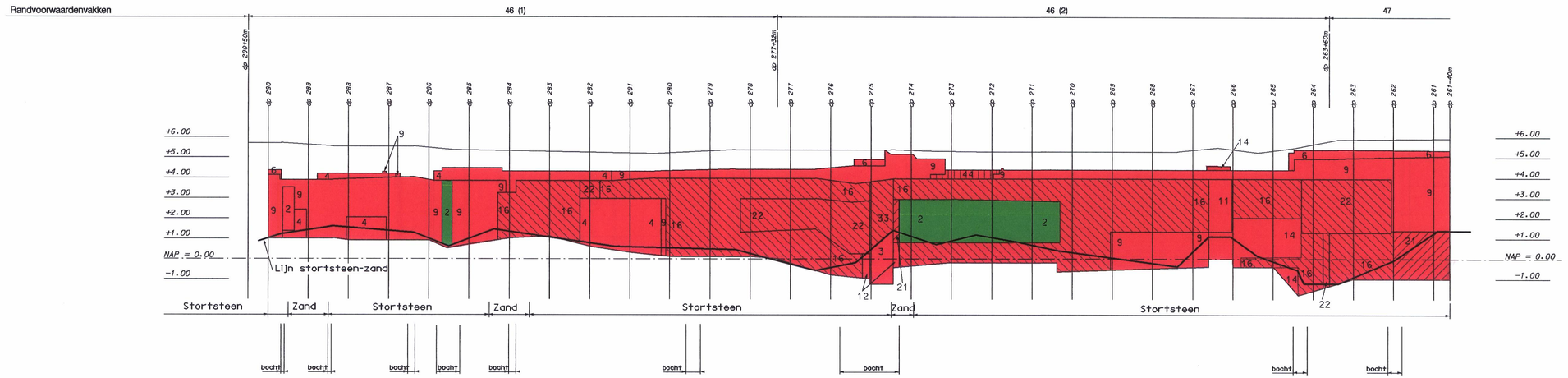
Breede Watering Bewesten Yerseke



Figuur 2

huidige situatie
legenda

- 1 asfalt
- 2 basalt
- 3 basalton
- 4 betonblokken
- 5 diabooiglooiing
- 6 doorgroeistenen
- 7 doornikse steen
- 8 pools graniet
- 9 haringmanblokken
- 10 hydroblokken
- 11 kaperslakblokken
- 12 lessenisse steen
- 13 petite graniet
- 14 vilvoordse steen
- 15 granietblokken
- 16 vilvoordse steen met beton
- 21 basalt met asfalt
- 22 basalt met beton
- grasbetonblokken
- 44 beton/haringmanblokken
- 33 basalton met asfalt



Figuur 3
Eindbeoordeling toetsing

legenda

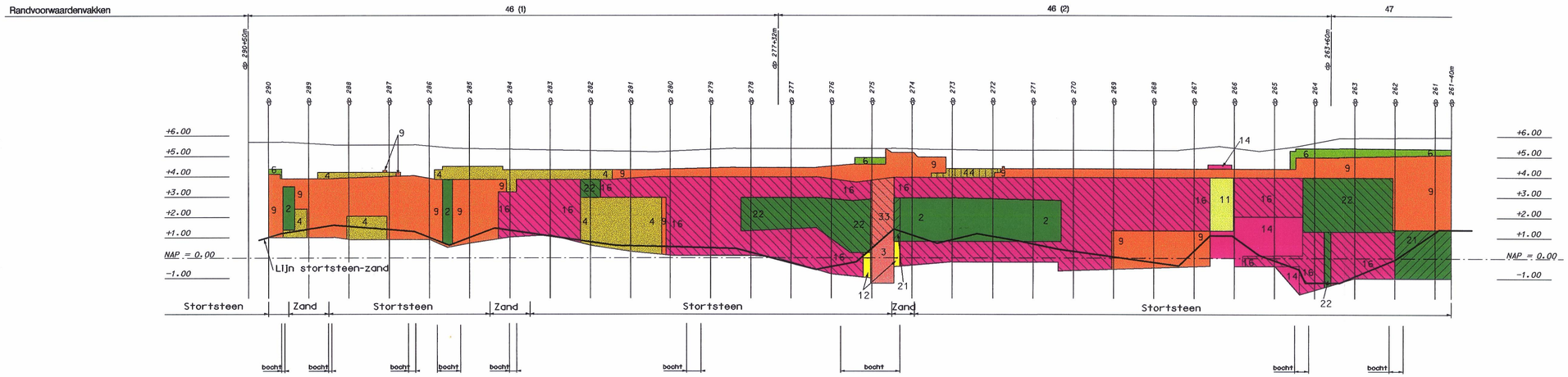
- g goed
- no nader onderzoek
- o onvoldoende

Waterschap Zeeuwse Eilanden

Datum: 26-08-1999

g:\tekening\rws\br. watering\glooiing.dgn

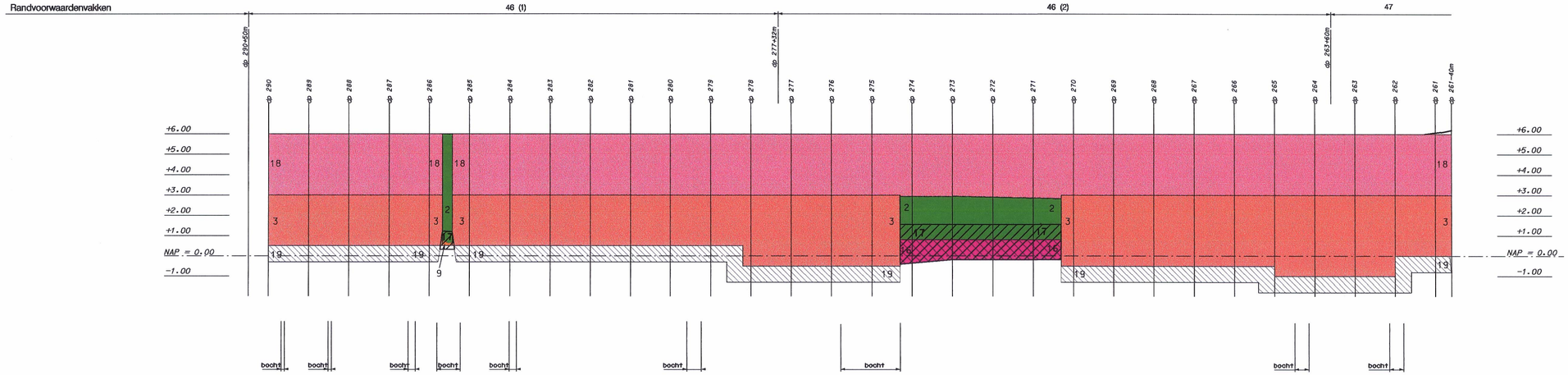
Breede Watering Bewesten Yerseke



Figuur 2
Glooiingskaart huidige situatie

legenda

1 asfalt
2 basalt
3 basalton met asfalt
4 betonblokken
5 diabooiglooiing
6 doorgroeistenen
7 doornikse steen
8 pools graniet
9 haringmanblokken
10 hydroblokken
11 koperslakblokken
12 lessenïase steen
13 petite graniet
14 vilvoordse steen
15 granietblokken
16 vilvoordse steen met beton
21 basalt met asfalt
22 basalt met beton
gras
44 beton/haringmanblokken
33 basalton met asfalt



Figuur 4
Glooiingskaart ontwerp

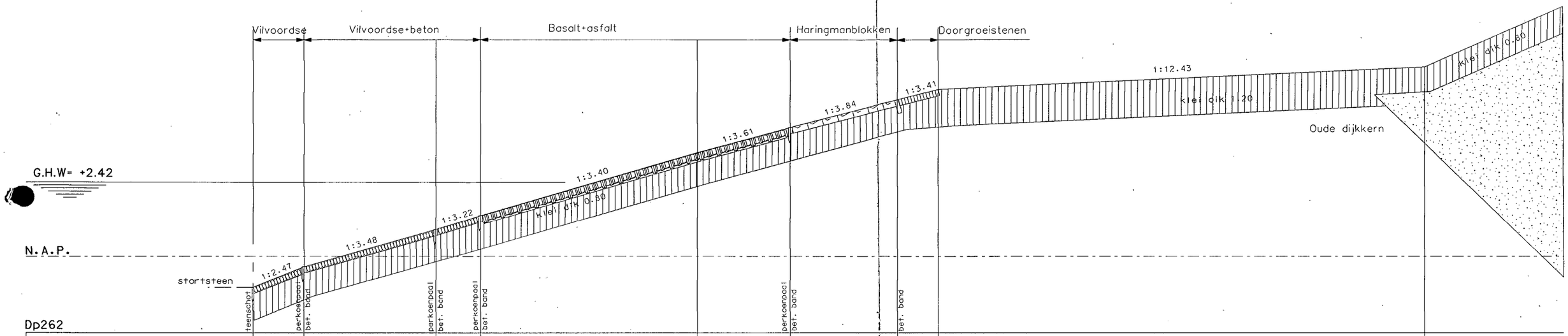
legenda

1 asfalt
2 basalt
3 betonzuilen
4 betonblokken
5 diabooiblokken
6 doorgroeistenen
7 doornikse steen
8 pools graniet
9 haringmanblokken
10 hydroblokken
11 koperslakblokken
12 lessinische steen
13 petit granit
14 vilvoordse steen
15 granietblokken
16 vilvoordse steen met beton
17 overlagen
18 betonzuilen ECO
19 kreukelberm

Waterschap Zeeuwse Eilanden

Datum: 26-08-1999

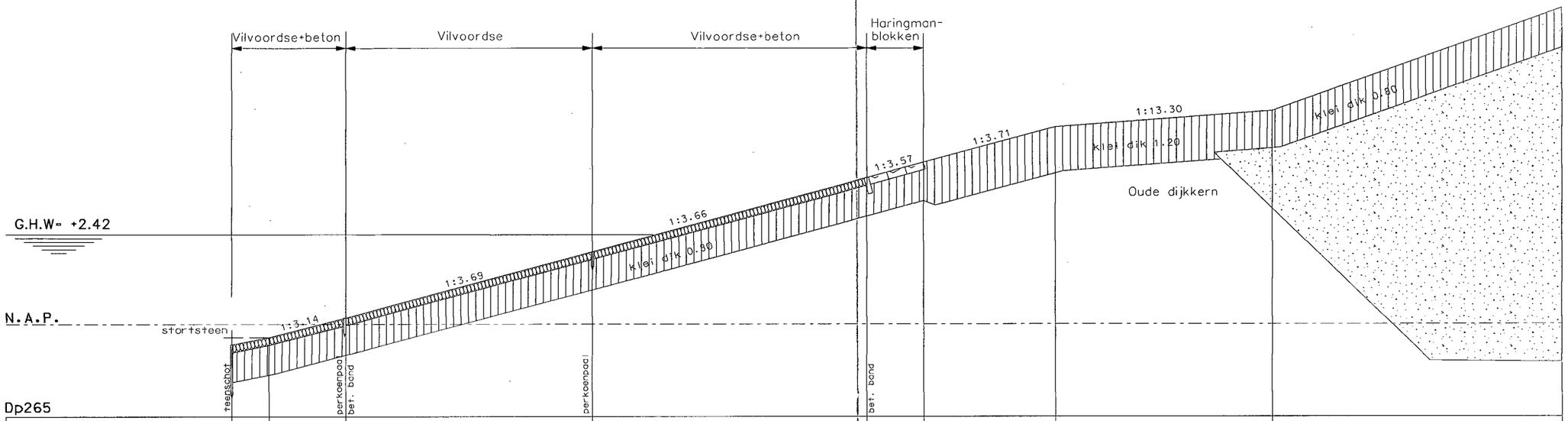
g:\tekening\rws\br. watering\glooiing.dgn



Dp262											
Hoogte t.o.v. N.A.P.	-1.00	-0.34	0.88	1.33	3.37	4.19	5.08	5.41	6.65
Afstand tot 0-punt	41.71	40.08	35.84	34.39	27.46	24.50	21.08	19.79	4.37

Dwarsprofiel 1 bestaand

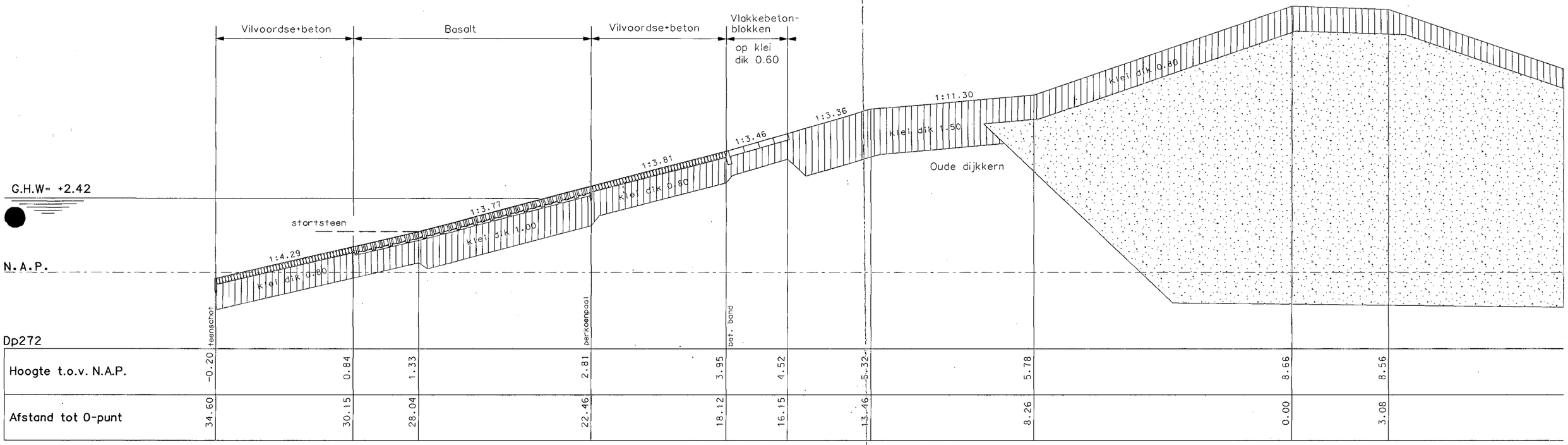
Figuur 5



Dp265									
Hoogte t.o.v. N.A.P.	-0.55	-0.36	0.16	1.95	-3.95	4.37	5.31	5.74	8.50
Afstand tot 0-punt	35.35	34.36	32.30	25.70	18.39	16.89	13.40	7.68	7.68

Dwarsprofiel 2 bestaand

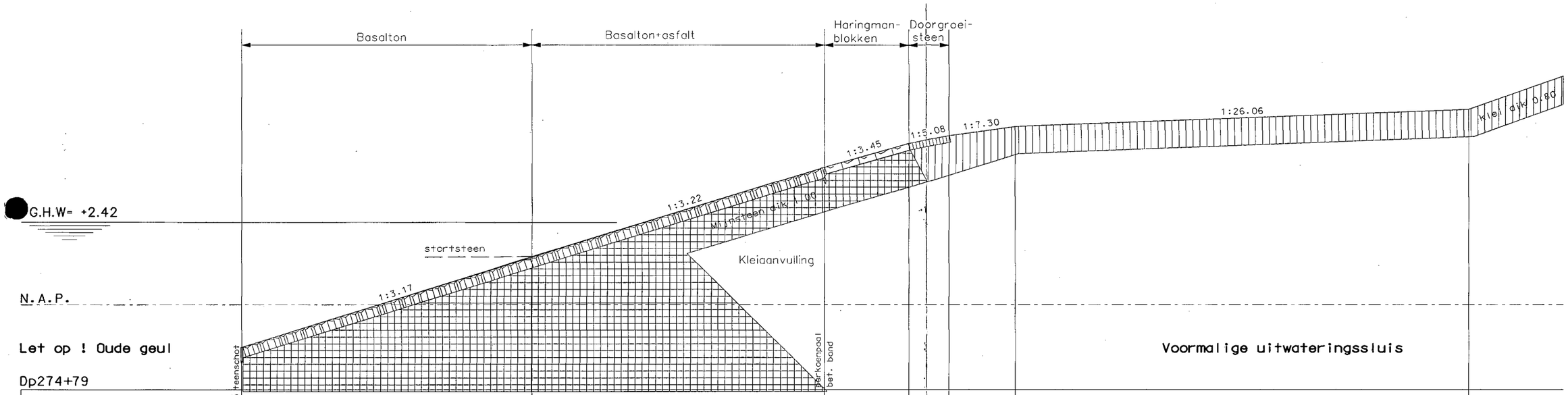
Figuur 6



Dp272												
Hoogte t.o.v. N.A.P.	-0.20	0.84	1.33	2.81	3.95	4.52	-5.32	5.78	8.66	8.56		
Afstand tot 0-punt	34.60	30.15	28.04	22.46	18.12	16.15	13.46	8.26	0.00	3.08		

Dwarsprofiel 3 bestaand

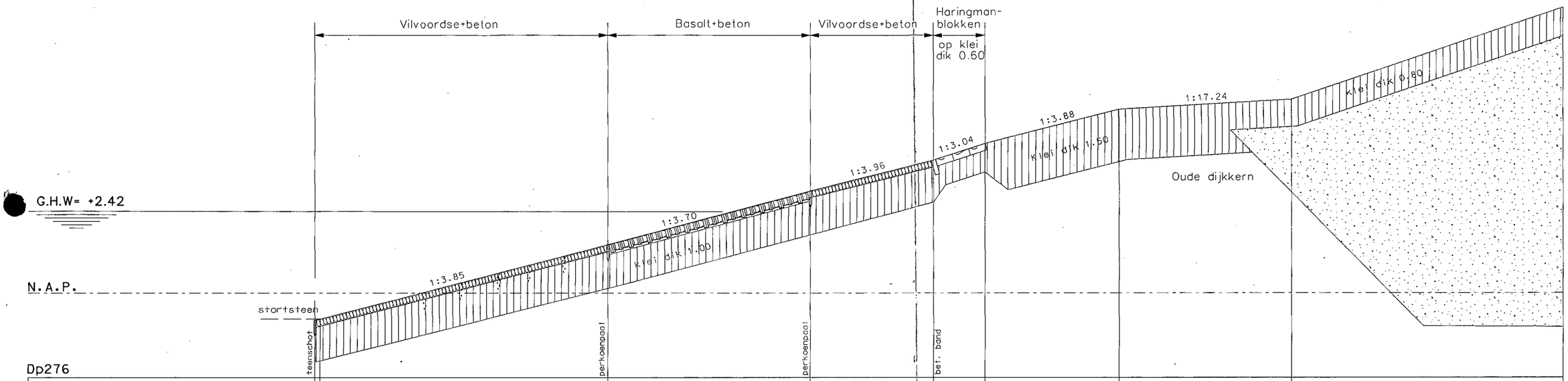
Figuur 7



Hoogte t.o.v. N.A.P.	-1.25	1.41	4.04	4.74	4.97	5.23	5.73	
Afstand tot 0-punt	43.14	34.69	26.23	23.81	22.64	20.74	7.71	

Dwarsprofiel 4 bestaand

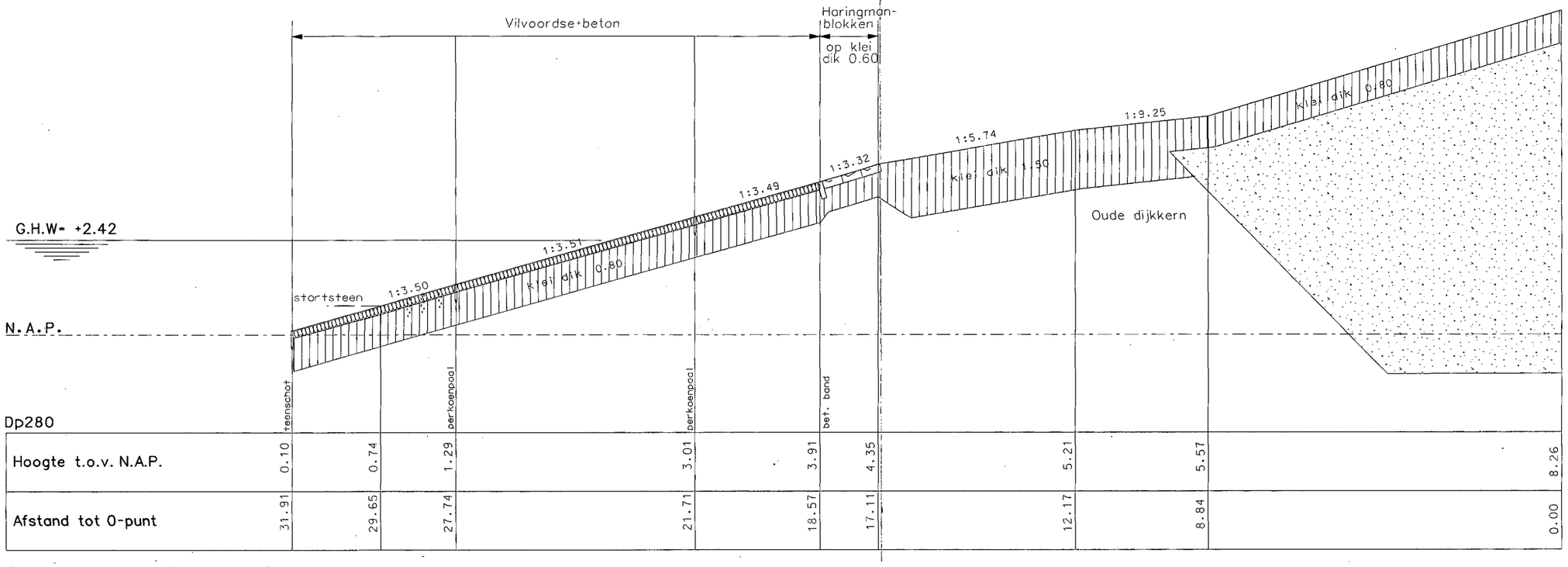
Figuur 8



Dp276	teenschot		perkoenpaal	perkoenpaal		bet. band				
Hoogte t.o.v. N.A.P.	-0.80	-0.76	1.43	3.02		3.93	4.42	5.42	5.71	8.42
Afstand tot 0-punt	36.31	36.15	27.72	21.83		18.23	16.74	12.86	7.86	0.00

Dwarsprofiel 5 bestaand

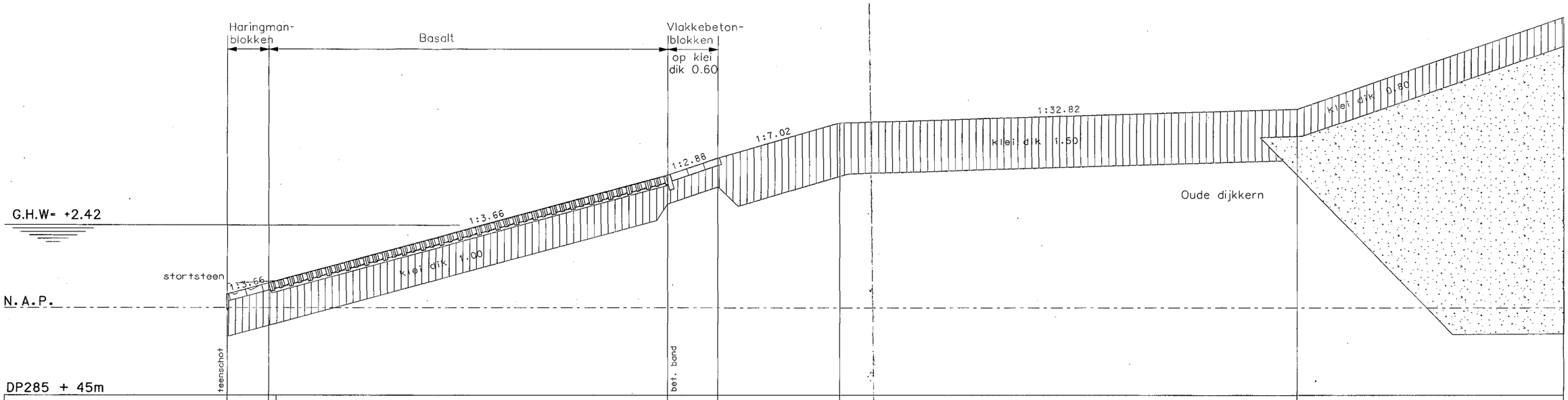
Figuur 9



Dp280									
Hoogte t.o.v. N.A.P.	0.10	0.74	1.29	3.01	3.91	4.35	5.21	5.57	8.26
Afstand tot 0-punt	31.91	29.65	27.74	21.71	18.57	17.11	12.17	8.84	0.00

Dwarsprofiel 6 bestaand

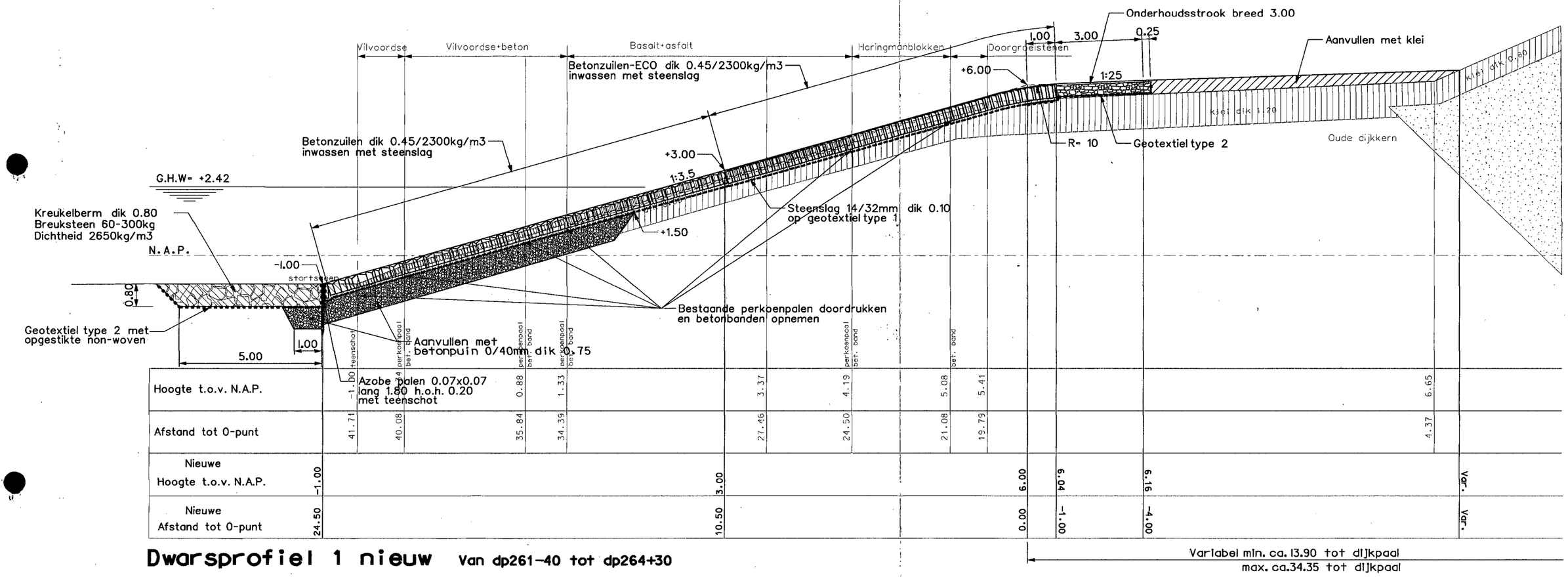
Figuur 10



DP285 + 45m									
Hoogte (N.A.P.)	0.40	0.73	0.79	3.88	4.38	5.41	5.81	8.48
Afst. tot 0-pnt	38.47	37.27	37.05	25.72	24.28	20.77	7.64	0.00

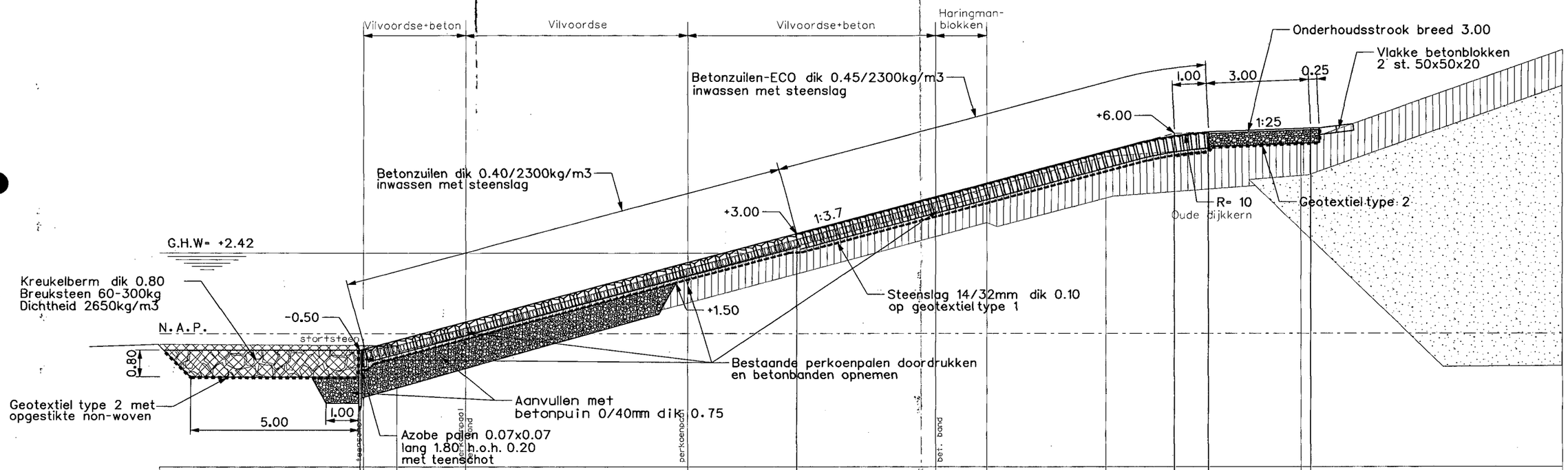
Dwarsprofiel 7 bestaand

Figuur 11



Dwarsprofiel 1 nieuw Van dp261-40 tot dp264+30

Figuur 12

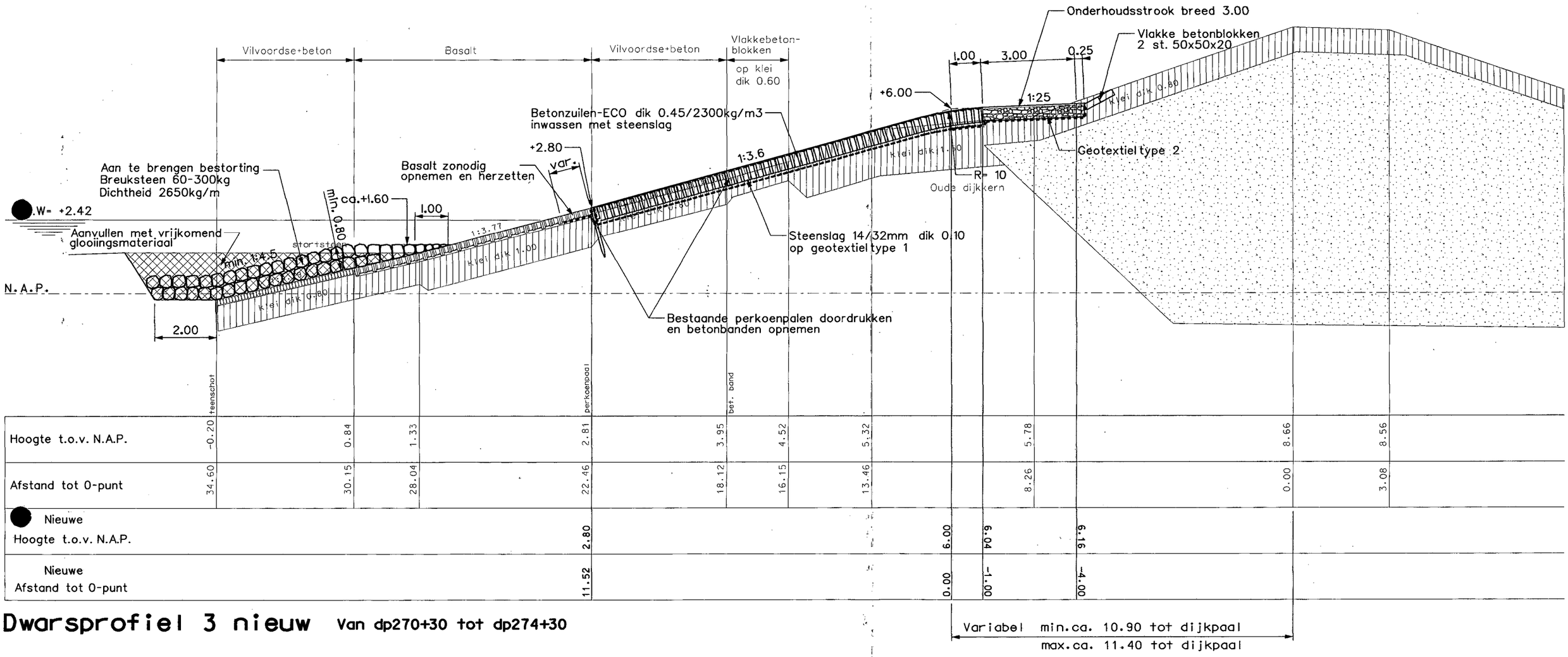


Hoogte t.o.v. N.A.P.	-0.55	-0.36	0.16	1.95	3.95	4.37	5.31	5.74	8.50
Afstand tot 0-punt	35.35	34.36	32.30	25.70	18.39	16.89	13.40	7.68	7.68
Nieuwe Hoogte t.o.v. N.A.P.	-0.50	3.00	6.00	6.04	6.16
Nieuwe Afstand tot 0-punt	35.45	22.50	11.40	10.40	7.40

Dwarsprofiel 2 nieuw

Van dp264+30 tot dp270+30

Figuur 13



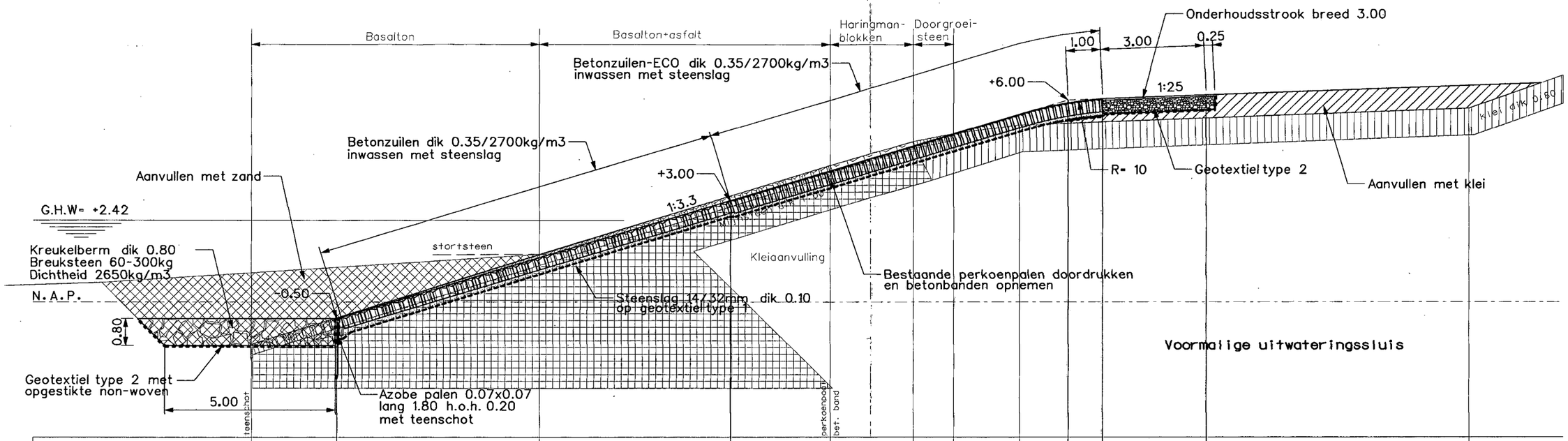
Hoogte t.o.v. N.A.P.	-0.20	0.84	1.33	2.81	3.95	4.52	5.32	5.78	8.66	8.56
Afstand tot 0-punt	34.60	30.15	28.04	22.46	18.12	16.15	13.46	8.26	0.00	3.08
● Nieuwe Hoogte t.o.v. N.A.P.				2.80				6.00	6.04	6.16
Nieuwe Afstand tot 0-punt				11.52				0.00	-1.00	-4.00

Variabel min.ca. 10.90 tot dijkpaal
max.ca. 11.40 tot dijkpaal

Dwarsprofiel 3 nieuw

Van dp270+30 tot dp274+30

Figuur 14



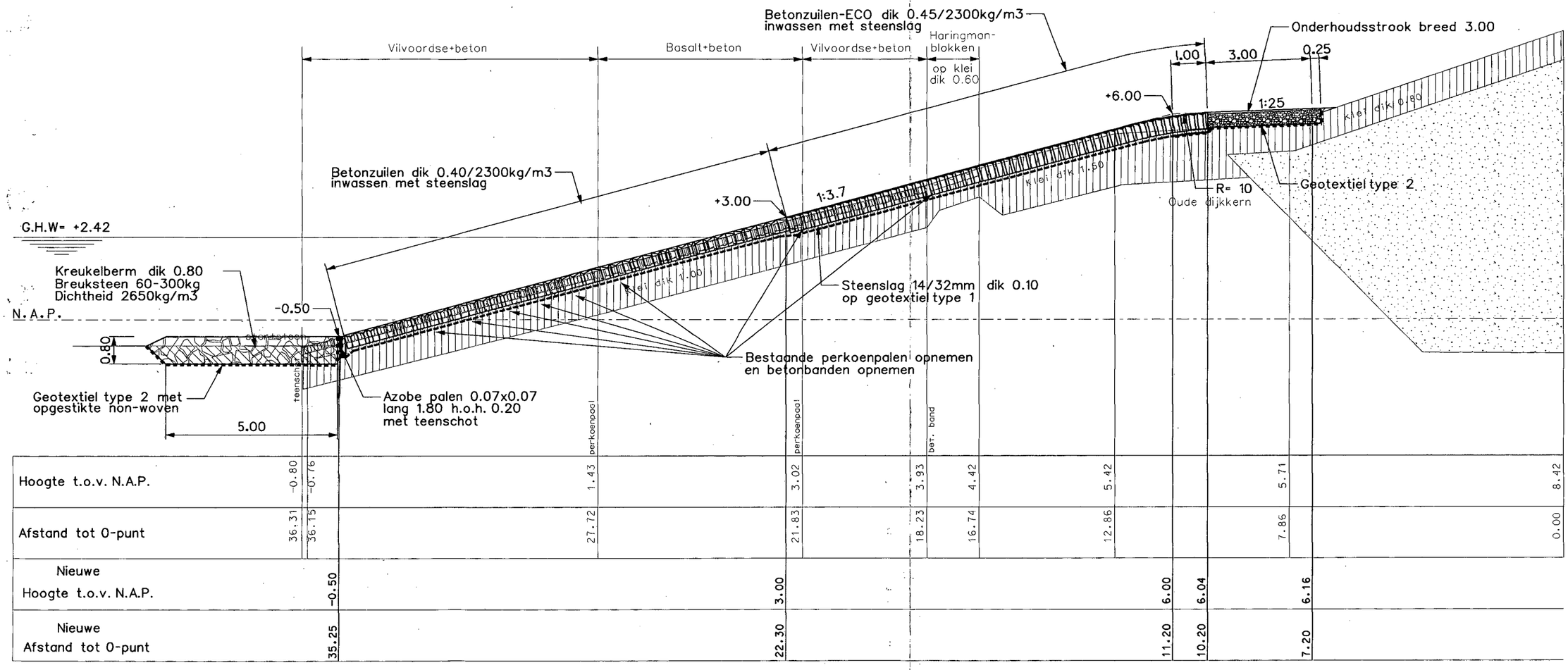
Hoogte t.o.v. N.A.P.	-1.25	1.41	4.04	4.74	4.97	5.23	5.73
Afstand tot 0-punt	43.14	34.69	26.23	23.81	22.64	20.74	7.71
Nieuwe Hoogte t.o.v. N.A.P.	-0.50	3.00	6.00	6.04	6.16
Nieuwe Afstand tot 0-punt	21.45	9.90	0.00	-1.00	-4.00

Dwarsprofiel 4 nieuw

Van dp274+30 tot dp275+45

Variabel min.ca. 19.40 tot dijkpaal
max.ca. 24.70 tot dijkpaal

Figuur 15

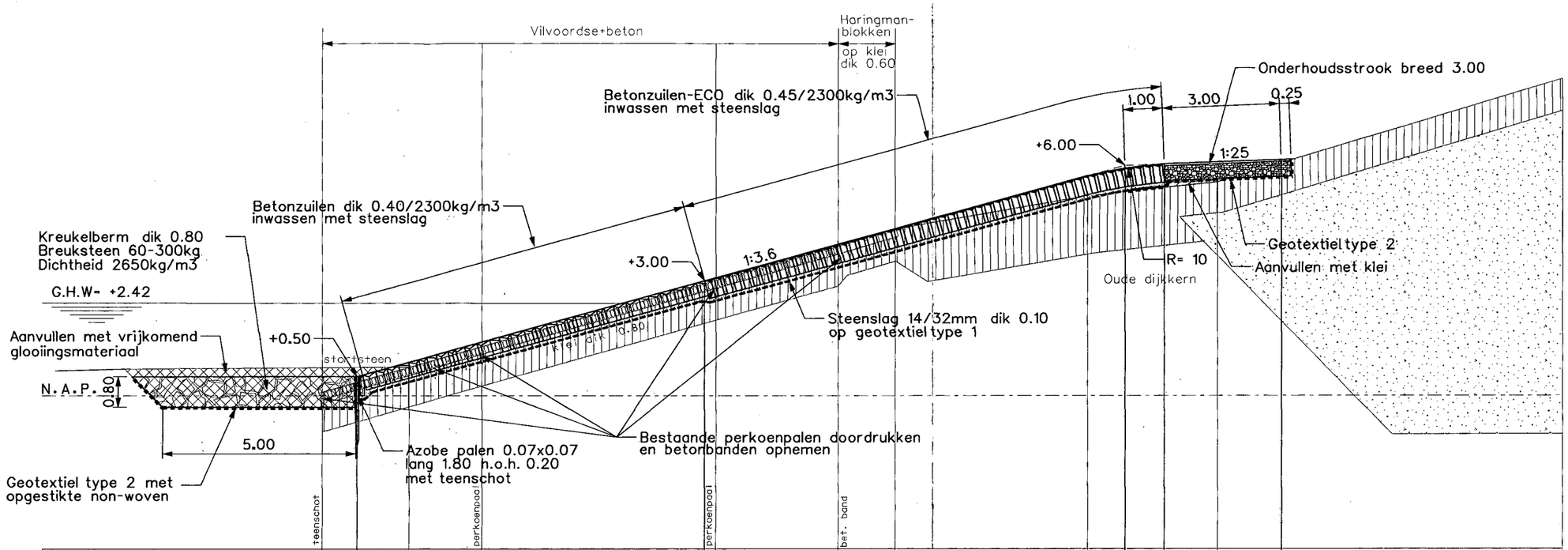


Hoogte t.o.v. N.A.P.	-0.80	-0.76	1.43	3.02	3.93	4.42	5.42	5.71	8.42
Afstand tot 0-punt	36.31	36.15	27.72	21.83	18.23	16.74	12.86	7.86	0.00
Nieuwe Hoogte t.o.v. N.A.P.		-0.50		3.00			6.00	6.04	6.16
Nieuwe Afstand tot 0-punt		35.25		22.30			11.20	10.20	7.20

Dwarsprofiel 5 nieuw

Van dp275+45 tot dp278+20

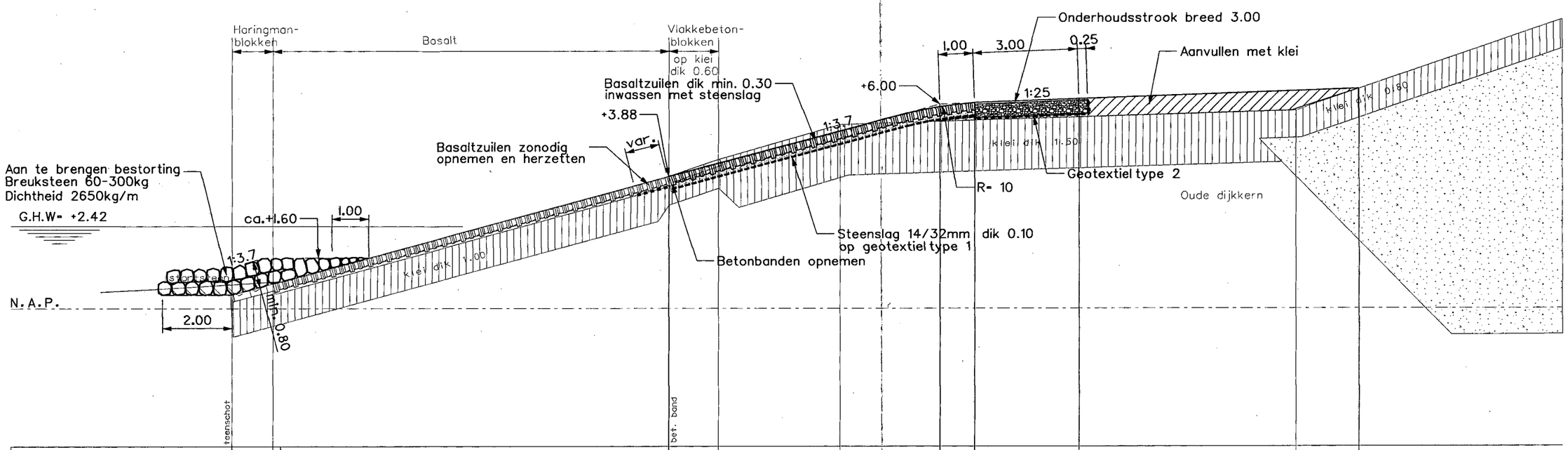
Figuur 16



Hoogte t.o.v. N.A.P.	0.10		0.74	1.29		3.01	3.91	4.35		5.21			5.57		8.26
Afstand tot 0-punt	31.91		29.65	27.74		21.11	18.57	17.11		12.17			8.84		0.00
Nieuwe Hoogte t.o.v. N.A.P.		0.50				3.00					6.00	6.04		6.16	
Nieuwe Afstand tot 0-punt		31.00				22.00					11.20	10.20		7.20	

Dwarsprofiel 6 nieuw Van dp278+20 tot dp285+40 en van dp285+50 tot dp290

Figuur 17



Hoogte (N.A.P.)	0.40	0.73	0.79	3.88	4.38	5.41					5.81			
Afst. tot 0-pnt	38.47	37.27	37.05	25.72	24.28	20.77					7.64			
Nieuwe Hoogte t.o.v. N.A.P.				**3.88**				**6.00**	**6.04**	**6.16**			**Var.**	
Nieuwe Afstand tot 0-punt				**7.85**				**0.00**	**-1.00**	**-4.00**			**Var.**	

Dwarsprofiel 7 nieuw

Van dp285+40 tot dp285+50

Variabel min.ca. 14.10 tot dijkpaal
max.ca. 17.70 tot dijkpaal

Figuur 18

LITERATUUR

[1] Algemene nota van de werken die in 1999 voorbereid worden. Projectbureau Zeeweringen, Goes, september 1999. Documentcode: PZDT-R-99168ontw.

[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-98.018, Middelburg, 14 juli 1998.

[5] Milieu-inventarisatie Zeeweringen Westerschelde (exclusief Walcheren). Bouwdienst Rijkswaterstaat, Hoofdafdeling Waterbouw, Utrecht. Versie 9, definitief. 1 december 1998. Documentcode: ZEEW-R-98018.

[6] Leidraad Toetsen op Veiligheid, Groene versie, TAW, Delft, augustus 1996.

[7] Rapportage toetsing bekleding polder De breede watering bewesten Yerseke, traject dp 261 - 290. Waterschap Zeeuwse Eilanden, 17 mei 1999, versie 0.2.

[8] Toelichting geavanceerde toetsing polder De breede watering bewesten Yerseke. H. Johanson, 10-08-99, Werkgroep Kennis Memo K 99-51.

[9] Geavanceerde toetsing van de breede watering bewesten Yerseke. GeoDelft, rapportnummer CO-388710/13 01, juli 1999.

[10] Rapport 155, Handboek voor dimensionering van gezette taludbekledingen, CUR Gouda, maart 1992.

[11] Handleiding ontwerpen dijkbekledingen, technische werkwijze van het Projectbureau Zeeweringen, versie 3.1, Werkgroep Kennis, 19-02-1999. Documentcode: PZDT-R-99001ken.

[12] Achtergrond bij Handleidingen toetsen en ontwerpen van dijkbekledingen. Versie 2.1, Werkgroep Kennis, 21-04-1999. Documentcode: PZDT-R-99065ken.

[13] Detail-advies natuurwaarden polder De Breede watering bewesten Yerseke. Ing. A. van Berchum. 11-08-1999. Documentcode: PZDT-X-99371

[14] Landschapsvisie Zeeweringen Westerschelde Dienst Landelijk Gebied - Zeeland. Jeroen Verbeek, november 1998. Documentcode: PZDB-R-98191.

[15] Detail-advies polder De breede watering bewesten Yerseke. Dienst Landelijk Gebied, Arnout Kruijshaar. 12 augustus 1999. Documentcode: PZDT-B-99367inv

BIJLAGEN

BIJLAGE 1: Toetsing basalt rond dp 285,5

Spreadsheet versie 4, d.d. 19-02-1999.
Gepleegde aanpassingen t.o.v. versie 3: **extrapolatie onder NAP+2, Hs<0,7 d, onderlaagdikte m.b.t. afschuiving, "niveau**
TOETSING / ONTWERP

POLDER	BWBY
DIJKVAKNR	code 28501

RANDVOORWAARDEN RIKZ		
W_s [m + NAP]	H_s [m]	T_p [s]
2	1,3	5,3
4	1,8	5,8
6	2,1	6,3
Ontwerppeil 2050 : 6,2		

algemeen	**soort bekleding**		basalt			
	dijkpaalnummer		code 28501			
	niveau bovengrens	[m + NAP]	4			
	niveau ondergrens	[m + NAP]	1			
	helling	[1 : ?]	3,7			
	aanwezige of bestekshelling - 0,2 of 0,4		aanwezig			
	bodemniveau op 50 m afstand	[m + NAP]	-3			
toplaag	**steendikte**	[m]	0,25			
	soortelijke massa	[ton/m3]	2,9			
	bij blokken: breedte	[m]				
	bij blokken: lengte	[m]				
	toplaag gepenetreerd of overgoten ?	[ja/nee]	nee			
	D_krit (gepenetreerd of overgoten)	[m]	n.v.t.			
onderlagen	**filterdoorlatendheid**	[mm/s]	dicht			
	dikte filterlaag	[m]	0,1			
	kleikern aanwezig ?	[ja/nee]	nee			
	bij kleikern: niveau kruin	[m + NAP]				
	bij geen kleikern: dikte kleilaag	m	0,80			
maatgevende condities	**W_s**	[m + NAP]	5,20			
	H_s	[m]	1,98			
	T_p	[s]	6,10			
	ξ_{op}	[-]	1,46			
	y_s	[m]	1,14			
	H_s > 0,7 d ?	[ja/nee]	nee			
	max. H_s	[m]	n.v.t.			
	T_p behorend bij max. H_s	[s]	n.v.t.			
	ξ_{op} behorend bij max. H_s en bijbehorende T_p	[-]	n.v.t.			
globale toetsing	**schade-ervaring beheerder ?**	[veel/weinig]	goed			
	aansluiting toplaag-filter ?	[goed/slecht]	goed			
	zakkingen opgetreden ?	[ja/nee]	zeer gering			
	beoordeling afschuiving		goed			
	type bekleding Black Box		3b			
	resultaat Black Box		twijfel			
ANAMOS	**aanwezige $H_s/\Delta D$**	[-]	4,33			
	$H_s/\Delta D_{max}$	[-]	4,65			
	geldig ?		geldig			
	resultaat ANAMOS		stabiel			
Afschuiving ontwerp	**min. benodigde onderlaagdikte bij zuilen**	[m]	0,70			
	min. benodigde onderlaagdikte bij gesloten bekleding	[m]	0,64			

BIJLAGE 2: BEREKENINGSRESULTATEN CONSTRUCTIEVE TOEPASBAARHEID

Bijlage 2.1: Toepasbaarheid betonzuilen

De constructieve toepasbaarheid van betonzuilen wordt beschreven in paragraaf 5.3.2.

Bij de steilst mogelijke ontwerp-taludhelling van 1:3 en bij de zwaarste randvoorwaarden (vak 123) is gecontroleerd of de zwaarst mogelijke betonzuil nog stabiel is.

PARAMETER/ BEREKENING	vak 47
Golven	
H_s [m]	2,33
T_p [s]	6,34
Talud	
cot(α) [-]	2,6
ft [-]	0,5
Constructietype	
niet ingewassen zuilen	
filter	
geotextiel	
basis	
ZUILEN	
Az [m^2]	0,090
Azo [%]	10
Dz [m]	0,50
sm [kg/m^3]	2813
fwz [-]	0,5
Filter	
b [m]	0,20
D_{15} [mm]	20
n [-]	0,35

EINDRESULTATEN

Stabiliteit toplaag	
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 basaltzuilen rond dp 285,5

De constructieve toepasbaarheid van de basaltzuilen is beschreven in paragraaf 5.3.3.

Opgemerkt wordt dat de dimensionering van de basaltzuilen in de praktijk wordt bepaald door het toepassingscriterium van ANAMOS ($H_s/\Delta D \leq 6\xi^{-2/3}$). De verieste zuilhoogte is op basis van dat criterium bepaald vervolgens gecontroleerd met ANAMOS.

PARAMETER/ BEREKENING	dp 285,4-285,5 helling 1:3,7	dp 285,4-285,5 helling 1:3,7
Golven		
H_s [m]	2,13	2,13
T_p [s]	6,35	6,35
Talud		
cot(α) [-]	3,5	3,5
ft [-]	0,5	0,5
Constructietype		
niet ingewassen zuilen		
filter		
geotextiel		
basis		
Zuilen		
Az [m^2]	0,09	0,09
Azo [%]	10	10
Dz [m]	0,22	0,27
sm [kg/m^3]	2900	2900
fwz [-]	0,5	0,5
Filter		
b [m]	0,15	0,15
D_{15} [mm]	20	20
n [-]	0,35	0,35

EINDRESULTATEN

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

BIJLAGE 3: SCORETABELLEN AFWEGING BEKLEDINGSTYPEN

Locaties
dp 261-40m - dp 270,3
dp 274,3 - dp 285,4
dp 285,5 - dp 290

		beschikbaarheid	voorselectie	technisch toepasbaar	landschapsvisie	globale kosten [fl]
Onder GHW	betonblokken met spleet	niet	-	-	-	-
	betonblokken zonder spleet	niet	-	-	-	-
	granietblokken	niet	-	-	-	-
	koperslakblokken	niet	-	-	-	-
	basalt	ok	niet	-	-	-
	betonzuilen	ok	ok	ok	ok	1950 / m1*
	breuksteen	ok	niet	-	-	-
	overlaging	ok	niet	-	-	-
Boven GHW	betonblokken spleet	niet	-	-	-	-
	betonblokken zonder spleet	niet	-	-	-	-
	granietblokken	niet	-	-	-	-
	koperslakblokken	niet	-	-	-	-
	basalt	ok	niet	-	-	-
	betonzuilen	ok	ok	ok	ok	1950 / m1*
	breuksteen	ok	niet	-	-	-
	waterbouwasfaltbeton	ok	niet	-	-	-

Locaties
dp 270,3 - dp 274,3

		beschikbaarheid	voorselectie	technisch toepasbaar	landschapsvisie	globale kosten [fl]
Onder GHW	betonblokken met spleet	niet	-	-	-	-
	betonblokken zonder spleet	niet	-	-	-	-
	granietblokken	niet	-	-	-	-
	koperslakblokken	niet	-	-	-	-
	basalt handhaven	ok	ok	ok	ok	0
	betonzuilen	ok	ok	ok	ok	1950 / m1*
	breuksteen	ok	niet	-	-	-
	overlaging onderste strook	ok	ok	ok	ok	500 / m1**
	nieuwe teen + kreukelberm					250 / m1***
Boven GHW	betonblokken spleet	niet	-	-	-	-
	betonblokken zonder spleet	niet	-	-	-	-
	granietblokken	niet	-	-	-	-
	koperslakblokken	niet	-	-	-	-
	basalt	ok	niet	-	-	-
	betonzuilen	ok	ok	ok	ok	1950 / m1*
	breuksteen	ok	niet	-	-	-
	waterbouwasfaltbeton	ok	niet	-	-	-

Locaties
dp 285,4 - dp 285,5

		beschikbaarheid	voorselectie	technisch toepasbaar	landschapsvisie	globale kosten [fl]
Onder GHW	betonblokken met spleet	niet	-	-	-	-
	betonblokken zonder spleet	niet	-	-	-	-
	granietblokken	niet	-	-	-	-
	koperslakblokken	niet	-	-	-	-
	basalt handhaven	ok	ok	ok	ok	
	betonzuilen	ok	ok	ok	ok	1950 / m1*
	breuksteen	ok	niet	-	-	-
	overlaging onderste strook	ok	ok	ok	ok	300 / m1 **
	nieuwe teen + kreukelberm					250 / m1***
Boven GHW	betonblokken spleet	niet	-	-	-	-
	betonblokken zonder spleet	niet	-	-	-	-
	granietblokken	niet	-	-	-	-
	koperslakblokken	niet	-	-	-	-
	basalt	ok	ok	ok	ok	780 / m1****
	betonzuilen	ok	ok	ok	ok	1950 / m1*
	breuksteen	ok	niet	-	-	-
	waterbouwasfaltbeton	ok	niet	-	-	-

*: uitgaande van fl 150 / m^2
**: uitgaande van fl 40 / ton
***: uitgaande van fl 150 / m^1 voor de kreukelberm
****: uitgaande van fl 60 / m^2

BIJLAGE 4: BEREKENINGSRESULTATEN DIMENSIONERING TOPLAAG

BIJLAGE 4.1: Dimensionering betonzuilen

De dimensionering van de betonzuilen is beschreven in paragraaf 6.3.1.

Voor alle vakken waar betonzuilen toegepast zullen worden, is bepaald wat de lichtst mogelijke combinaties van zuildikte en dichtheid zijn. 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 het uiteindelijk gekozen zuiltype is vervolgens gecontroleerd met ANAMOS. Slechts deze zijn in onderstaande tabellen opgenomen.

Helling 1:3,5

PARAMETER/ BEREKENING	dp 261-40m - 263,6 onder NAP + 3m	dp 261-40m - 263,6 boven NAP + 3m
Golven		
H_s [m]	2,05	2,33
T_p [s]	5,96	6,34
Talud		
cot(α) [-]	3,1	3,3
ft [-]	0,5	0,5
Constructietype		
niet ingewassen zuilen		
filter		
geotextiel		
basis		
Zuilen		
Az [m^2]	0,09	0,09
Azo [%]	10	10
Dz [m]	0,45	0,45
sm [kg/m^3]	2231	2231
fwz [-]	0,5	0,5
Filter		
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

Helling 1:3,5

PARAMETER/ BEREKENING	dp 263,6 - 264,3 onder NAP + 3m	dp 263,6m - 264,6 boven NAP + 3m
Golven		
H_s [m]	2,03	2,22
T_p [s]	5,88	6,35
Talud		
cot(α) [-]	3,1	3,3
ft [-]	0,5	0,5
Constructietype		
niet ingewassen zuilen		
filter		
geotextiel		
basis		
Zuilen		
Az [m^2]	0,09	0,09
Azo [%]	10	10
Dz [m]	0,45	0,45
sm [kg/m^3]	2231	2231
fwz [-]	0,5	0,5
Filter		
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

Helling 1:3,7

PARAMETER/ BEREKENING	dp 264,3 - 270,3 onder NAP+3m	dp 264,3m - 270,3 boven NAP+3m
Golven		
H_s [m]	2,02	2,22
T_p [s]	5,85	6,35
Talud		
cot(α) [-]	3,3	3,5
ft [-]	0,5	0,5
Constructietype		
niet ingewassen zuilen		
filter		
geotextiel		
basis		
Zuilen		
Az [m^2]	0,09	0,09
Azo [%]	10	10
Dz [m]	0,40	0,45
sm [kg/m^3]	2231	2231
fwz [-]	0,5	0,5
Filter		
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

- Helling 1:3,6

PARAMETER/ BEREKENING	dp 270,3 - 274,3 onder NAP + 3m	dp 270,3 - 274,3 boven NAP + 3m
Golven		
H_s [m]	2,03	2,22
T_p [s]	5,88	6,35
Talud		
cot(α) [-]	3,2	3,4
ft [-]	0,5	0,5
Constructietype		
niet ingewassen zuilen		
filter		
geotextiel		
basis		
Zuilen		
Az [m^2]	0,09	0,09
Azo [%]	10	10
Dz [m]	0,40	0,45
sm [kg/m^3]	2231	2231
fwz [-]	0,5	0,5
Filter		
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

Helling 1:3,3

PARAMETER/ BEREKENING	dp 274,3 - 275,45 onder NAP + 3m	dp 274,3 - 275,45 boven NAP + 3m
Golven		
H_s [m]	2,04	2,22
T_p [s]	5,90	6,35
Talud		
cot(α) [-]	2,9	3,1
ft [-]	0,5	0,5
Constructietype		
niet ingewassen zuilen		
filter		
geotextiel		
basis		
Zuilen		
Az [m^2]	0,09	0,09
Azo [%]	10	10
Dz [m]	0,35	0,35
sm [kg/m^3]	2522	2619
fwz [-]	0,5	0,5
Filter		
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

Helling 1:3,7

PARAMETER/ BEREKENING	dp 275,45 - 277,3 onder NAP + 3m	dp 275,45 - 277,3 boven NAP + 3m
Golven		
H_s [m]	2,02	2,22
T_p [s]	5,85	6,35
Talud		
cot(α) [-]	3,3	3,5
ft [-]	0,5	0,5
Constructietype		
niet ingewassen zuilen		
filter		
geotextiel		
basis		
Zuilen		
Az [m^2]	0,09	0,09
Azo [%]	10	10
Dz [m]	0,40	0,45
sm [kg/m^3]	2231	2231
fwz [-]	0,5	0,5
Filter		
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

Helling 1:3,7

PARAMETER/ BEREKENING	dp 277,3 - 278,2 onder NAP+3m	dp 277,3 - 278,2 boven NAP+3m
Golven		
H_s [m]	1,83	2,13
T_p [s]	5,85	6,35
Talud		
cot(α) [-]	3,3	3,5
ft [-]	0,5	0,5
Constructietype		
niet ingewassen zuilen		
filter		
geotextiel		
basis		
Zuilen		
Az [m^2]	0,09	0,09
Azo [%]	10	10
Dz [m]	0,40	0,40
sm [kg/m^3]	2231	2231
fwz [-]	0,5	0,5
Filter		
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

Helling 1:3,6

PARAMETER/ BEREKENING	dp 278,2 - 285,4 dp 285,5 - 290 onder NAP + 3m	dp 278,2 - 285,4 dp 285,5 - 290 boven NAP + 3m
Golven		
H_s [m]	1,83	2,13
T_p [s]	5,85	6,35
Talud		
cot(α) [-]	3,2	3,4
ft [-]	0,5	0,5
Constructietype		
niet ingewassen zuilen		
filter		
geotextiel		
basis		
Zuilen		
Az [m^2]	0,09	0,09
Azo [%]	10	10
Dz [m]	0,40	0,45
sm [kg/m^3]	2231	2231
fwz [-]	0,5	0,5
Filter		
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

BIJLAGE 4.2: Dimensionering overlaging

Spreadsheet overlagen

Versie 3, d.d. 14-12-1998

Wijzigingen t.o.v. versie 2:

Berekening van ΔD_n50

Nadere specificatie 'vol en zat' en 'patroon' penetratie.

Dwarsprofiel 271

Invoer		
losse breuksteen		
parameter	eenheid	
cot α	[-]	5
P	[-]	0,1
ρ_w	[ton/m3]	1,025
N	[-]	2000
H_s	[m]	1,7
T_p	[s]	5,4
S	[-]	6
Y	[-]	0,92
gepenetreerde breuksteen		
parameter	eenheid	
ϕ. ψ_u (vol en zat)	[-]	6
ϕ. ψ_u (patroon-stippen)	[-]	3,4
ϕ. ψ_u (patroon-stroken)	[-]	5
b	[-]	0,6
b (vol en zat)	[-]	0,67

Uitvoer				
ξ_0p	[-]	1,04		
ξ_m	[-]	0,78		
ξ_mc	[-]	1,63		
soort golf		plunging		
losse breuksteen		**ΔD_n50**	**[m]**	**0,59**
vol en zat penetratie		**ΔD_n50**	**[m]**	**0,30**
patroon penetratie (stippen)		**ΔD_n50**	**[m]**	**0,52**
patroon penetratie (stroken)		**ΔD_n50**	**[m]**	**0,35**

****

ρ_s	losse breuksteen			vol en zat penetratie			patroon penetratie			patroon penetratie		
							stippen			stroken		
[ton/m3]	D_n50 [m]	M_50 [kg]	sortering	D_n50 [m]	M_50 [kg]	sortering	D_n50 [m]	M_50 [kg]	sortering	D_n50 [m]	M_50 [kg]	sortering
2,5	0,41	175,96		0,21	21,69		0,36	118,33		0,25	37,21	
2,55	0,40	162,40		0,20	20,02		0,35	109,21		0,24	34,34	
2,6	0,39	150,31		0,19	18,53		0,34	101,08		0,23	31,78	
2,65	0,37	139,49	***60-300***	0,19	17,19		0,33	93,80		0,22	29,49	
2,7	0,36	129,77		0,18	15,99		0,32	87,27		0,22	27,44	
2,75	0,35	121,01		0,18	14,91		0,31	81,38		0,21	25,59	
2,8	0,34	113,09		0,17	13,94		0,30	76,05		0,20	23,91	
2,85	0,33	105,90		0,17	13,05		0,29	71,22		0,20	22,39	
2,9	0,32	99,37		0,16	12,25		0,28	66,82		0,19	21,01	
2,95	0,32	93,41		0,16	11,51		0,28	62,81		0,19	19,75	
3	0,31	87,96		0,15	10,84		0,27	59,15		0,18	18,60	
3,05	0,30	82,96		0,15	10,23		0,26	55,79		0,18	17,54	
3,1	0,29	78,37		0,15	9,66		0,26	52,70		0,17	16,57	
3,15	0,29	74,15		0,14	9,14		0,25	49,86		0,17	15,68	
3,2	0,28	70,25		0,14	8,66		0,25	47,24		0,17	14,85	
3,25	0,27	66,64		0,14	8,21		0,24	44,82		0,16	14,09	
3,3	0,27	63,30		0,13	7,80		0,23	42,57		0,16	13,39	
3,35	0,26	60,21		0,13	7,42		0,23	40,49		0,16	12,73	
3,4	0,26	57,33		0,13	7,07		0,22	38,55		0,15	12,12	
3,45	0,25	54,64		0,12	6,73		0,22	36,75		0,15	11,55	
3,5	0,25	52,14		0,12	6,43		0,22	35,06		0,15	11,03	

Spreadsheet overlagen

Versie 3, d.d. 14-12-1998

Wijzigingen t.o.v. versie 2:

Berekening van ΔD_n50

Nadere specificatie 'vol en zat' en 'patroon' penetratie.

Dwarsprofiel 272 en 273

Invoer		
losse breuksteen		
parameter	eenheid	
cot α	[-]	4,5
P	[-]	0,1
ρ_w	[ton/m3]	1,025
N	[-]	2000
H_s	[m]	1,7
T_p	[s]	5,4
S	[-]	6
Y	[-]	0,92
gepenetreerde breuksteen		
parameter	eenheid	
ϕ. ψ_u (vol en zat)	[-]	6
ϕ. ψ_u (patroon-stippen)	[-]	3,4
ϕ. ψ_u (patroon-stroken)	[-]	5
b	[-]	0,6
b (vol en zat)	[-]	0,67

Uitvoer				
ξ_0p	[-]	1,15		
ξ_m	[-]	0,86		
ξ_mc	[-]	1,78		
soort golf		plunging		
losse breuksteen		**ΔD_n50**	**[m]**	**0,63**
vol en zat penetratie		**ΔD_n50**	**[m]**	**0,32**
patroon penetratie (stippen)		**ΔD_n50**	**[m]**	**0,56**
patroon penetratie (stroken)		**ΔD_n50**	**[m]**	**0,38**

****

ρ_s	losse breuksteen			vol en zat penetratie			patroon penetratie			patroon penetratie		
							stippen			stroken		
[ton/m3]	D_n50 [m]	M_50 [kg]	sortering	D_n50 [m]	M_50 [kg]	sortering	D_n50 [m]	M_50 [kg]	sortering	D_n50 [m]	M_50 [kg]	sortering
2,5	0,44	206,09		0,22	27,17		0,39	144,98		0,26	45,59	
2,55	0,42	190,21		0,21	25,07		0,37	133,81		0,25	42,07	
2,6	0,41	176,05		0,21	23,21		0,36	123,84		0,25	38,94	
2,65	0,40	163,37	***60-300***	0,20	21,54		0,35	114,93		0,24	36,14	
2,7	0,38	151,99		0,20	20,04		0,34	106,92		0,23	33,62	
2,75	0,37	141,73		0,19	18,68		0,33	99,70		0,23	31,35	
2,8	0,36	132,45		0,18	17,46		0,32	93,18		0,22	29,30	
2,85	0,35	124,04		0,18	16,35		0,31	87,26		0,21	27,44	
2,9	0,34	116,38		0,17	15,34		0,30	81,87		0,21	25,74	
2,95	0,33	109,40		0,17	14,42		0,30	76,96		0,20	24,20	
3	0,33	103,02		0,17	13,58		0,29	72,47		0,20	22,79	
3,05	0,32	97,17		0,16	12,81		0,28	68,35		0,19	21,49	
3,1	0,31	91,79		0,16	12,10		0,28	64,57		0,19	20,30	
3,15	0,30	86,84		0,15	11,45		0,27	61,09		0,18	19,21	
3,2	0,30	82,28		0,15	10,85		0,26	57,88		0,18	18,20	
3,25	0,29	78,05		0,15	10,29		0,26	54,91		0,17	17,26	
3,3	0,28	74,14		0,14	9,77		0,25	52,16		0,17	16,40	
3,35	0,28	70,51		0,14	9,30		0,25	49,60		0,17	15,60	
3,4	0,27	67,14		0,14	8,85		0,24	47,23		0,16	14,85	
3,45	0,26	64,00		0,13	8,44		0,24	45,02		0,16	14,16	
3,5	0,26	61,07		0,13	8,05		0,23	42,96		0,16	13,51	

Spreadsheet overlagen

Versie 3, d.d. 14-12-1998

Wijzigingen t.o.v. versie 2:

Berekening van ΔD_n50

Nadere specificatie 'vol en zat' en 'patroon' penetratie.

Dwarsprofiel 274

Invoer		
losse breuksteen		
parameter	eenheid	
cot α	[-]	4
P	[-]	0,1
ρ_w	[ton/m3]	1,025
N	[-]	2000
H_s	[m]	1,7
T_p	[s]	5,4
S	[-]	6
Y	[-]	0,92
gepenetreerde breuksteen		
parameter	eenheid	
ϕ. ψ_u (vol en zat)	[-]	6
ϕ. ψ_u (patroon-stippen)	[-]	3,4
ϕ. ψ_u (patroon-stroken)	[-]	5
b	[-]	0,6
b (vol en zat)	[-]	0,67

Uitvoer				
ξ_0p	[-]	1,29		
ξ_m	[-]	0,97		
ξ_mc	[-]	1,97		
soort golf		plunging		
losse breuksteen		**ΔD_n50**	**[m]**	**0,66**
vol en zat penetratie		**ΔD_n50**	**[m]**	**0,35**
patroon penetratie (stippen)		**ΔD_n50**	**[m]**	**0,60**
patroon penetratie (stroken)		**ΔD_n50**	**[m]**	**0,41**

****

ρ_s	losse breuksteen			vol en zat penetratie			patroon penetratie			patroon penetratie		
							stippen			stroken		
[ton/m3]	D_n50 [m]	M_50 [kg]	sortering	D_n50 [m]	M_50 [kg]	sortering	D_n50 [m]	M_50 [kg]	sortering	D_n50 [m]	M_50 [kg]	sortering
2,5	0,46	245,92		0,24	35,07		0,42	182,59		0,28	57,41	
2,55	0,45	226,96		0,23	32,37		0,40	168,52		0,27	52,99	
2,6	0,43	210,07		0,23	29,96		0,39	155,97		0,27	49,04	
2,65	0,42	194,94		0,22	27,80		0,38	144,74		0,26	45,51	
2,7	0,41	181,36	***60-300***	0,21	25,86		0,37	134,66		0,25	42,34	
2,75	0,39	169,12		0,21	24,12		0,36	125,57		0,24	39,48	
2,8	0,38	158,05		0,20	22,54		0,35	117,35		0,24	36,90	
2,85	0,37	148,01		0,19	21,11		0,34	109,89		0,23	34,55	
2,9	0,36	138,87		0,19	19,81		0,33	103,11		0,22	32,42	
2,95	0,35	130,54		0,18	18,62		0,32	96,93		0,22	30,48	
3	0,34	122,93		0,18	17,53		0,31	91,27		0,21	28,70	
3,05	0,34	115,94		0,18	16,54		0,30	86,09		0,21	27,07	
3,1	0,33	109,53		0,17	15,62		0,30	81,32		0,20	25,57	
3,15	0,32	103,62		0,17	14,78		0,29	76,94		0,20	24,19	
3,2	0,31	98,17		0,16	14,00		0,28	72,89		0,19	22,92	
3,25	0,31	93,14		0,16	13,28		0,28	69,15		0,19	21,74	
3,3	0,30	88,47		0,16	12,62		0,27	65,69		0,18	20,65	
3,35	0,29	84,14		0,15	12,00		0,27	62,47		0,18	19,64	
3,4	0,29	80,11		0,15	11,43		0,26	59,48		0,18	18,70	
3,45	0,28	76,37		0,15	10,89		0,25	56,70		0,17	17,83	
3,5	0,28	72,87		0,14	10,39		0,25	54,11		0,17	17,01	

Spreadsheet overlagen

Versie 3, d.d. 14-12-1998

Wijzigingen t.o.v. versie 2:

Berekening van ΔD_n50

Nadere specificatie 'vol en zat' en 'patroon' penetratie.

Dwarsprofiel 285 +50

Invoer		
losse breuksteen		
parameter	eenheid	
cot α	[-]	3,7
P	[-]	0,1
ρ_w	[ton/m3]	1,025
N	[-]	2000
H_s	[m]	1,25
T_p	[s]	5,25
S	[-]	6
Y	[-]	0,89
gepenetreerde breuksteen		
parameter	eenheid	
ϕ. ψ_u (vol en zat)	[-]	6
ϕ. ψ_u (patroon-stippen)	[-]	3,4
ϕ. ψ_u (patroon-stroken)	[-]	5
b	[-]	0,6
b (vol en zat)	[-]	0,67

Uitvoer				
ξ_0p	[-]	1,59		
ξ_m	[-]	1,19		
ξ_mc	[-]	2,10		
soort golf		plunging		
losse breuksteen		**ΔD_n50**	**[m]**	**0,56**
vol en zat penetratie		**ΔD_n50**	**[m]**	**0,29**
patroon penetratie (stippen)		**ΔD_n50**	**[m]**	**0,50**
patroon penetratie (stroken)		**ΔD_n50**	**[m]**	**0,34**

****

ρ_s	losse breuksteen			vol en zat penetratie			patroon penetratie			patroon penetratie		
							stippen			stroken		
[ton/m3]	D_n50 [m]	M_50 [kg]	sortering	D_n50 [m]	M_50 [kg]	sortering	D_n50 [m]	M_50 [kg]	sortering	D_n50 [m]	M_50 [kg]	sortering
2,5	0,39	146,54		0,20	21,30		0,35	106,27		0,24	33,41	
2,55	0,38	135,25		0,20	19,66		0,34	98,08		0,23	30,84	
2,6	0,36	125,18		0,19	18,20		0,33	90,78		0,22	28,54	
2,65	0,35	116,17	***40-200***	0,19	16,89		0,32	84,24		0,22	26,49	
2,7	0,34	108,07		0,18	15,71		0,31	78,37		0,21	24,64	
2,75	0,33	100,78		0,17	14,65		0,30	73,08		0,20	22,98	
2,8	0,32	94,18		0,17	13,69		0,29	68,30		0,20	21,47	
2,85	0,31	88,20		0,17	12,82		0,28	63,96		0,19	20,11	
2,9	0,31	82,75		0,16	12,03		0,27	60,01		0,19	18,87	
2,95	0,30	77,79		0,16	11,31		0,27	56,41		0,18	17,74	
3	0,29	73,25		0,15	10,65		0,26	53,12		0,18	16,70	
3,05	0,28	69,09		0,15	10,04		0,25	50,10		0,17	15,75	
3,1	0,28	65,27		0,15	9,49		0,25	47,33		0,17	14,88	
3,15	0,27	61,75		0,14	8,98		0,24	44,78		0,16	14,08	
3,2	0,26	58,50		0,14	8,50		0,24	42,42		0,16	13,34	
3,25	0,26	55,50		0,14	8,07		0,23	40,25		0,16	12,65	
3,3	0,25	52,72		0,13	7,66		0,23	38,23		0,15	12,02	
3,35	0,25	50,14		0,13	7,29		0,22	36,36		0,15	11,43	
3,4	0,24	47,74		0,13	6,94		0,22	34,62		0,15	10,89	
3,45	0,24	45,51		0,12	6,62		0,21	33,00		0,14	10,38	
3,5	0,23	43,42		0,12	6,31		0,21	31,49		0,14	9,90	