

DIJKVERBETERING

NIJS- EN HOOGLANDPOLDER (KOP VAN OSSENISSE)

Ontwerpnota

Versie 3

25-4-2006

Projectbureau Zeeweringen Dijkverbetering Nijs- en Hooglandpolder (Kop van Ossenissee) Ontwerpnota				
Auteur: W.C.D. Kortlever	controle	Intern	Toetsgrp	A.O.
Versie: 3	Paraaf	<i>[Handwritten Signature]</i>	<i>[Handwritten Signature]</i>	<i>[Handwritten Signature]</i>
Datum: 25-4-2006	d.d.	26-4-2006	20-04-06	1-6-2006
Documentnummer: PZDT-R-05.324ontw				



009641-2005 PZDT-R-05324 ontw

Ontwerphöta Nijs- en Hooglandpolder (Kop. van Oe

INHOUDSOPGAVE

SAMENVATTING		1
1. INLEIDING		2
1.1	Achtergrond	2
1.2	Doelstelling Ontwerpnota	2
1.3	Leeswijzer	3
2. SITUATIEBESCHRIJVING		4
2.1	Locatie projectgebied	4
2.2	Geometrie en bekleding	4
3. ONTWERPCONDITIONS		6
3.1	Uitgangspunten	6
3.2	Randvoorwaarden	6
3.2.1	Waterstanden	6
3.2.2	Golven	6
3.2.3	Ecologische randvoorwaarden	7
4. TOETSING		10
4.1	Algemeen	10
4.2	Toetsing toplaag	10
5. KEUZE BEKLEDING		11
5.1	Inleiding	11
5.2	Beschikbaarheid	11
5.3	Voorselectie	12
5.4	Technische toepasbaarheid zetsteenbekledingen	13
5.4.1	Inleiding	13
5.4.2	Taludhellingen, berm en teen	14
5.4.3	Betonzuilen	14
5.4.4	Betonblokken	15
5.4.5	Basaltzuilen	15
5.4.6	Breuksteen	16
5.5	Ecologische toepasbaarheid	16
5.6	Landschapsvisie	16
5.7	Afweging en keuze	17
5.8	Onderhoudsstrook	19
5.9	Golfoploop	21

6.	DIMENSIONERING	22
6.1	Kreukelberm en teenconstructie	22
6.2	Zetsteenbekleding	24
6.2.1	Toplaag van betonzuilen	24
6.2.2	Uitvullaag	26
6.2.3	Geokunststof	26
6.2.4	Basismateriaal	27
6.3	Ingegoten breuksteen	27
6.4	Overgangsconstructies	28
6.5	Overgang tussen boventafel en berm	28
6.6	Berm	28
7.	AANDACHTSPUNTEN VOOR BESTEK EN UITVOERING	30
8.	LITERATUUR	32

FIGUREN
BIJLAGEN

SAMENVATTING

Deze ontwerpnota, opgesteld in het kader van Project Zeeweringen van Rijkswaterstaat, betreft het ontwerp van de nieuwe dijkbekledingen voor het dijktraject langs de Nijs- en de Hooglandpolder, ook de Kop van Ossenis genoemd. Dit dijktraject ligt in Zeeuwsch-Vlaanderen, ten oosten van Terneuzen, heeft een lengte van circa 3,2 km, en valt onder het beheer van het Waterschap Zeeuws-Vlaanderen. Buiten de dijk ligt een diepe geul, het gat van Ossenis, die door twee nollen en een aantal strekdammen op afstand van de dijk wordt gehouden. Tussen de nollen liggen hoge slikken, met een breedte van circa 300 m. Langs en ten noorden van de Nijspolder liggen in de ondertafel van de dijk en in het begin van de boventafel grote vakken met basaltzuilen, waarvan de bovenste rand is ingegoten met asfalt. Op één locatie is een strook met granietblokken aanwezig. Ten zuiden van de Nijspolder is de bekleding in de ondertafel een lappendeken van basaltzuilen, Doornikse steen, Vilvoordse steen, Petiet graniet, Diaboolblokken, koperslabblokken en andere bekledingselementen. Delen van de lappendeken zijn ingegoten met asfalt.

In de boventafel van de dijk en op het begin van de berm is een asfaltbekleding aangebracht, die deel uitmaakt van de oorspronkelijke Deltaverzwaring. Op één locatie wordt de asfaltbekleding onderbroken door een smalle basaltbekleding. Het overige deel van de berm en het bovenbeloop zijn met klei en gras bekleed. De berm begint op circa NAP + 6 m.

De ontwerpwaterstand (Ontwerppeil 2060) van de dijk bedraagt NAP + 6,5 m. De bijbehorende ontwerpwaarden voor de golfhoogte H_s en de golfperiode T_p variëren van 2,20 m tot 2,95 m en van 5,90 s tot 7,42 s.

Uit de toetsing is gebleken dat grote delen van de basaltbekledingen kunnen worden gehandhaafd. De overige bekledingen moeten worden verbeterd.

Bij het ontwerp van de nieuwe bekledingen is rekening gehouden met het eventuele hergebruik van materiaal, de technische en ecologische toepasbaarheid van verschillende bekledingstypen, de inpasbaarheid in het landschap, uitvoerings- en beheersaspecten, en kosten.

De nieuwe bekledingen moeten worden uitgevoerd in betonzuilen, basaltzuilen, gekantelde betonblokken, breuksteen en/of ingegoten breuksteen. Voor het gehele dijktraject zijn de volgende drie alternatieven in beschouwing genomen: (1) gekantelde vlakke blokken, basaltzuilen en nieuwe betonzuilen in de ondertafel, en nieuwe betonzuilen in de boventafel, (2) overlaging van ingegoten breuksteen en lokaal nieuwe betonzuilen in de ondertafel, en nieuwe betonzuilen in de boventafel, (3) overlaging van ingegoten breuksteen en lokaal nieuwe betonzuilen in de ondertafel, bekledingen in de boventafel gedeeltelijk vervangen door en overlagen met ingegoten breuksteen en gedeeltelijk vervangen door nieuwe betonzuilen.

Er is gekozen voor het tweede alternatief (2), met enkele aanpassingen.

Voor de verbeterde ondertafels van de dijk wordt een nieuwe kreukelberm aangelegd, met een toplaag van 40-200 kg.

Op de stormvloedberm wordt een nieuwe onderhoudsstrook aangelegd, met een toplaag van asfalt.

1. INLEIDING

1.1 Achtergrond

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

Voor de uitvoering in 2007 zijn meerdere dijktrajecten langs de Westerschelde en de Oosterschelde uitgekozen, waaronder het traject van de Nijs- en de Hooglandpolder, dat ook de Kop van Ossenis wordt genoemd. In de voorliggende nota worden van dit traject, met een totale lengte van ongeveer 3,2 km, de ontwerpen van de nieuwe bekledingen uitgewerkt. In de ontwerpen wordt alleen de bekleding van het onderbeloop beschouwd en van het bovenbeloop, voor zover dit onder het ontwerppeil ($+ \frac{1}{2} H_s$) ligt. Het overige deel van het bovenbeloop, de kruin, het binnentalud, de kern en de ondergrond van de dijk worden niet meegenomen. Wanneer de buitenberm beneden het ontwerppeil ligt, wordt deze opgehoogd tot aan het ontwerppeil.

1.2 Doelstelling Ontwerpnota

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

Ten behoeve van de helderheid is besloten om de ontwerpnota's te splitsen. De algemene aspecten van dit werk zijn beschreven in de Algemene nota 2005 [1] en de specifieke aspecten worden in de voorliggende ontwerpnota vastgelegd. Voor deze ontwerpnota kan de volgende doelstelling worden geformuleerd: de nota moet een beschrijving geven van:

- de specifieke aspecten van het ontwerp van de taludbekleding op de dijk van de Nijs- en de Hooglandpolder;
- het toetsresultaat en de ontwerpberekeningen;
- het resulterend ontwerp.

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

1.3 Leeswijzer

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

2. SITUATIEBESCHRIJVING

2.1 Locatie projectgebied

Het dijktraject van de Nijs- en de Hooglandpolder, ook de Kop van Ossenis genoemd, ligt in Zeeuwsch-Vlaanderen, ten oosten van Terneuzen en in de gemeente Hulst. Dit traject betreft, naast de dijken langs de Nijs- en de Hooglandpolder, de dijk langs het voormalige Schor van de Molenpolder en een dijkdeel langs de Ser-Arendspolder en valt samen met het traject van de Deltaverzwaren die aan het eind van de jaren vijftig is uitgevoerd. De beheerder van het dijktraject is het Waterschap Zeeuws-Vlaanderen. De situatie en het projectgebied zijn weergegeven in figuur 1 en figuur 2.

Het gedeelte dat is geselecteerd voor verbetering loopt van noord naar zuid, ligt tussen dp 298 (+12m) in het noorden en dp 329 (+63m) in het zuiden, en heeft een lengte van 3150 m. Het traject ligt in de randvoorwaardenvakken 97, 98a t/m 98c, 99a, 99b en 100a, in het vervolg aangeduid met de dijkvakken 97, 98a t/m 98c, 99a, 99b en 100a. In deze nota wordt het dijktraject behandeld in de volgorde van olopende dijkpaalnummers.

Buiten de dijk ligt een diepe geul, het gat van Ossenis, die door twee nollen en een aantal strekdammen op afstand van de dijk wordt gehouden. De Nol van de Molenpolder ligt bij dp 300 en de Nol van Ossenis ligt bij dp 310. Nabij de dijk ligt de kruin van de nollen op circa NAP + 4,0 m. Tussen de nollen liggen hoge slikken, met een breedte van circa 300 m.

Achter de dijk liggen twee campings, ter hoogte van dp 308 en dp 312, en het plaatsje Zeedorp, ter hoogte van dp 320. De uitwateringssluis bij dp 309 is dichtgestort en dus buiten werking. De zuidhoek van het voormalige Schor van de Molenpolder maakt deel uit van een natuurontwikkelingsgebied. In 2005 en 2006 is een deel van dit voormalige schor afgegraven, om dit gebied natter te maken. De dijkverbetering mag niet leiden tot een verminderde afwatering van het natuurgebied.

Het aangrenzende dijktraject aan de oostzijde, Molenpolder en Kievitpolder, en het aangrenzende dijktraject aan de westzijde, Ser-Arendspolder, zijn in 1999 verbeterd.

2.2 Geometrie en bekleding

Bij het ontwerpen van een dijkbekleding is informatie nodig over de bestaande toplaag, de filterconstructie en het basismateriaal (kern).

Het profiel van de dijk bestaat in het algemeen uit de teen, de ondertafel, de boventafel, de berm en het bovenbeloop. De grens tussen de ondertafel en de boventafel ligt op het niveau van het gemiddelde hoogwater (GHW).

Voor een schematische weergave van de bestaande bekledingen van het dijktraject wordt verwezen naar figuur 3. De geometrie van het dijktraject kan worden beschreven door de karakteristieke dwarsprofielen die zijn weergegeven in figuur 7 t/m figuur 13.

Ten noorden van de Nol van Ossenis varieert het niveau van de teen van de taludbekleding van circa NAP + 0,7 m tot circa NAP + 1,5 m. Ten zuiden van deze nol ligt de teen lager, namelijk tussen circa NAP - 0,6 m en circa NAP + 0,5 m.

Vanaf het begin van het dijktraject tot dp 318 (+60m) zijn in de ondertafel en het begin van de boventafel, tot aan NAP + 2,6 à 3,1 m, basaltzuilen gezet. De bovenste rand van deze basaltbekleding, met een taludhoogte van 0,2 à 0,4 m, is ingegoten met asfalt. Ten noorden van de Nol van de Molenpolder is in de ondertafel ook een strook met granietblokken aanwezig.

Tussen dp 318 (+60m) en het eind van het dijktraject bestaat de bekleding in de ondertafel uit een lappendeken van basaltzuilen, Doornikse steen, Vilvoordse steen, Petiet graniet, Diaboolblokken, koperslakblokken en andere bekledingslementen. Delen van dat lappendeken zijn ingegoten met asfalt.

De bekledingen in de ondertafel zijn aangebracht op een filterlaag van puin en op vlijlagen.

Vanaf het begin van de boventafel, vanaf NAP + 2,6 à 3,3 m, tot op de berm is een asfaltbekleding aangebracht. Deze asfaltbekleding, die deel uitmaakt van de oorspronkelijke Deltaverzwaring van de dijk, is opgebouwd uit 0,08 m asfaltbeton en 0,15 m grindasfaltbeton die direct op de ondergrond zijn aangebracht. Alleen ter plaatse van de uitwateringssluis zijn basaltzuilen aangebracht, die gedeeltelijk met asfalt zijn ingegoten.

Het overige deel van de berm en het bovenbeloop zijn met klei en gras bekleed.

De berm begint op circa NAP + 6 m. De gemiddelde helling van het dijkta-
lud is circa 1:4. De kern van de dijk bestaat uit zand.

Op de aangrenzende dijk langs de Molenpolder is een bekleding van Hydroblocks en gekantelde betonblokken aangebracht. De aansluitende bekleding op de dijk van de Ser-Arendspolder bestaat uit Polygoonzuilen.

3. ONTWERPCONDITIES

3.1 Uitgangspunten

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

3.2 Randvoorwaarden

3.2.1 Waterstanden

De karakteristieke waterstanden, die van belang zijn voor het ontwerp, zijn weergegeven in tabel 3.1 [2,3]. Het Ontwerppeil is gebaseerd op de nota 'De basispeilen langs de Nederlandse kust' [4]. Het Ontwerppeil 2060 is de som van het vastgestelde ontwerppeil voor 1985 en het effect van 75 jaar zeespiegelrijzing op dit peil. Bij een zeespiegelrijzing van 0,60 m per eeuw bedraagt de peilverhoging voor de Nijs- en de Hooglandpolder 0,60 m in 75 jaar. De peilverhoging per eeuw voor deze polder is hoger dan de zeespiegelrijzing per eeuw, omdat de zeespiegelrijzing in het bekken van de Westerschelde wordt versterkt.

Tabel 3.1 Karakteristieke waterstanden [2,3]

Locatie [dp]	Dijkvak	Gemiddeld Hoogwater [NAP + m]	Ontwerppeil 2060 [NAP + m]
298 (+12m) - 299 (+50m)	97	2,40	6,55
299 (+50m) - 302	98a		6,50
302 - 309	98b		
309 - 311	98c		
311 - 321	99a		
321 - 328	99b		
328 - 329 (+63m)	100a		
Gemiddeld laagwater [NAP + m] Hansweert [5]			-2,06

3.2.2 Golven

Het RIKZ heeft voor alle dijkvakken de maatgevende golfrandvoorwaarden berekend [2,3]. Bij dijkvak 98b, waarvoor twee randvoorwaardensets zijn gegeven (tabel 1 en tabel 2 uit [2]), is de maatgevende set bepaald door de zwaarte van de bekleding te berekenen voor beide randvoorwaardensets. Het resultaat van de berekeningen is tabel 3.2, waarin voor ieder dijkvak de maatgevende randvoorwaarden zijn gegeven, voor de volgende waterstanden: NAP + 2 m, NAP + 4 m, en NAP + 6 m [2,3].

Tabel 3.2 Maatgevende golfrandvoorwaarden [2,3]

Dijkvak	Waterstand					
	NAP + 2 m		NAP + 4 m		NAP + 6 m	
	H_s [m]	$T_{p(m)}$ [s]	H_s [m]	$T_{p(m)}$ [s]	H_s [m]	$T_{p(m)}$ [s]
97	1,5	5,1	2,1	5,4	2,4	5,8
98a	1,1	5,0	1,7	5,6	2,1	6,0
98b	0,6	5,5	1,4	6,4	2,1	7,0
98c	1,5	6,0	2,2	6,4	2,8	6,8
99a	1,6	6,0	2,0	6,6	2,4	6,9
99b	1,3	6,1	2,0	6,8	2,3	7,3
100a	1,2	6,2	1,8	6,2	2,2	6,8

Voor de golfrandvoorwaarden bij tussenliggende waterstanden wordt lineair geïnterpoleerd. Bij lagere en hogere waterstanden wordt lineair geëxtrapoleerd. In tabel 3.3 zijn de golfrandvoorwaarden behorend bij het Ontwerppeil 2060 gegeven.

Tabel 3.3 Golfrandvoorwaarden bij Ontwerppeil 2060

Dijkvak	Ontwerppeil 2060 [NAP + m]	Golfparameters	
		H_s [m]	T_p [s]
97	6,55	2,47	5,90
98a	6,50	2,20	6,10
98b		2,28	7,15
98c		2,95	6,90
99a		2,50	6,98
99b		2,37	7,42
100a		2,30	6,95

3.2.3 Ecologische randvoorwaarden

In de Milieu-inventarisatie [6] zijn voor het onderhavige dijktraject de huidige natuurwaarden en de potenties voor natuurontwikkeling geïnventariseerd. Alle relevante bekledingstypen zijn op grond van hun ecologische kenmerken ingedeeld in categorieën. Voor elk gedeelte van het dijktraject is vastgesteld welke categorieën minimaal moeten worden toegepast om de natuurwaarden te herstellen of te verbeteren. Binnen het traject wordt onderscheid gemaakt in de getijdenzone en de zone boven gemiddeld hoogwater. De resultaten zijn gegeven in tabel 3.4. Voor de indeling van de bekledingstypen in categorieën wordt verwezen naar de Milieu-inventarisatie en naar de Algemene nota [1].

Tabel 3.4 Minimaal benodigde categorie van type dijkbekleding conform de Milieu-inventarisatie [6]

Dijkvak	Getijdenzone		Boven GHW	
	Herstel	Verbetering	Herstel	Verbetering
97	(redelijk) goed / voldoende	(redelijk) goed	geen voorkeur	
98a,b,c	geen voorkeur	(redelijk) goed / voldoende	geen oordeel	
99a,b	(redelijk) goed / voldoende			
100a	geen voorkeur	(redelijk) goed / voldoende	redelijk goed / voldoende	redelijk goed

De dijk en de nollen voor de dijk worden door vogels, die foerageren op de nabijgelegen slikken, gebruikt als hoogwatervluchtplaats ('zeer belangrijk') en als broedplaats. Van de plevieren komen nu per dijkvak 1 tot 2 broedparen voor. Afhankelijk van de gekozen typen bekledingen op de dijk, moet ook in de toekomst rekening worden gehouden met 1 tot 2 broedparen van de plevieren per dijkvak [6]. Overlagingen van zware breuksteen en begroeiing maken de dijken ongeschikt als broedplaats.

In 1999 is in een overleg met gemeenten, natuurbeschermingsorganisaties en het waterschap overeenstemming bereikt over de toegankelijkheid van de buitenbermen van de Zeeuwsch-Vlaamse waterkeringen. Toen is gekozen voor een integrale oplossing, waarbij de belangen van de hoogwatervluchtplaatsen, de broedende plevieren en de recreatie zijn meegenomen. Het waterschap zal opnieuw in overleg met de natuurbescherming treden om na te gaan of maatwerk voor het onderhavige dijktraject noodzakelijk is.

Achter de dijk liggen twee campings en het plaatsje Zeedorp.

De bekledingen van natuursteen en Diaboolblokken, op de dijk en op de nollen, zijn van cultuurhistorische waarde.

Het buitendijkse gebied maakt, voor zover het bij laagwater droogvalt, deel uit van een Integraal Milieubeschermingsgebied.

Aanvullend op de Milieu-inventarisatie, heeft de Meetinformatiedienst Zeeland in juli van 2002 een meer gedetailleerde onderzoek uitgevoerd naar de vegetatie in het dijktraject. De resultaten van dit onderzoek zijn verwoord in het Detailadvies, dat is opgenomen in bijlage 3 en samengevat in tabel 3.5. In het algemeen wordt het Detailadvies opgevolgd omdat dit gebaseerd is op recent vegetatieonderzoek.

Tabel 3.5 Minimaal benodigde categorie van type dijkbekleding conform de Detailadviezen (bijlage 3)

Dijkvak	Getijdenzone		Boven GHW	
	Herstel	Verbetering	Herstel	Verbetering
97 ¹⁾ , 98a,b,c	goed (ecozielen)		redelijk goed	redelijk goed (ecozielen) ²⁾
99a,b	(redelijk) goed / voldoende		redelijk goed / voldoende	redelijk goed

¹⁾ Detailadvies geldt vanaf circa dp 299.

²⁾ Vanaf 2003 worden in de boventafel geen ecozielen meer toegepast, omdat het positieve effect op de natuurwaarden te gering is.

In mei 2004 is de vegetatie in het voorland van de dijk geïnventariseerd en is een aanvullend Detailadvies uitgebracht (bijlage 3). Op de hoge slikken tussen circa NAP + 0,5 m en circa NAP + 2,5 m, die tussen de nollen liggen, komt verspreid Engels slijkgras voor. Het geulenstelsel in de slikken mag tijdens de uitvoering van de dijkverbeteringen niet blijvend worden beschadigd.

4. TOETSING

4.1 Algemeen

In 1996 heeft Grondmechanica Delft gerapporteerd over de toestand van de dijkbekledingen in Zeeland [7]. Een globale toetsing is uitgevoerd aan de hand van de 'Leidraad toetsen op veiligheid' [8]. Aangezien uit de toetsresultaten is gebleken dat een groot aantal van de bekledingen niet voldoende sterk is, is het Project Zeeweringen gestart. Binnen dit project worden de bekledingen opnieuw getoetst, met verbeterde gegevens en golfrandvoorwaarden. Ook het dijktraject van de Nijs- en de Hooglandpolder is met nieuwe berekeningen getoetst, gebruikmakend van de randvoorwaarden uit paragraaf 3.2.

4.2 Toetsing toplaag

Het Waterschap Zeeuws-Vlaanderen heeft de gezette bekledingen langs het gehele dijktraject geïnventariseerd, en globale en gedetailleerde toetsingen uitgevoerd [9,10]. Bij deze toetsingen is het merendeel van de basaltbekledingen goedgekeurd en zijn de overige bekledingen van natuursteen afgekeurd. Het Projectbureau heeft deze toetsingen gecontroleerd [11,12] en vrijgegeven voor het ontwerp [13]. Naderhand zijn de maatgevende golfrandvoorwaarden gewijzigd en is de toetsing nogmaals herzien [14].

De KOAC heeft het asfalt uit de bekleding in de boventafel onderzocht door middel van laboratoriumproeven en heeft de asfaltbekleding gedetailleerd getoetst [15, 16]. Hieraan is het oordeel van het Waterschap Zeeuws-Vlaanderen toegevoegd. Het Projectbureau heeft ook die toetsing gecontroleerd [17] en vrijgegeven voor het ontwerp van een nieuwe bekleding [18].

Het eindoordeel van de toetsingen, weergegeven in figuur 4, luidt als volgt:

- dp 298 (+12m) - dp 299 (+80m): de basaltbekleding is goedgekeurd. De rij zuilen direct onder de ingegoten zuilen dient te worden ingegoten of vervangen;
- dp 300 - dp 308 (+80m): de basaltbekleding is goedgekeurd;
- dp 310 (+50m) - dp 318 (+60m): de basaltbekleding is goedgekeurd. De rij zuilen direct onder de ingegoten zuilen, tussen dp 310 (+50m) - dp 311, dient te worden ingegoten of vervangen;
- dp 323 (+50m) - dp 325 (+20m): de basaltbekleding is goedgekeurd, vanaf de teen tot NAP + 2,10 m;
- de gehele asfaltbekleding in de boventafel is afgekeurd;
- de overige bekledingen zijn afgekeurd.

Het verbeteren van de asfaltbekleding in de boventafel valt in beginsel buiten het kader van het Project Zeeweringen. Desondanks is in het Ambtelijk Overleg besloten deze bekleding in de onderhavige dijkverbetering mee te nemen [18].

5. KEUZE BEKLEDING

5.1 Inleiding

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

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

5.2 Beschikbaarheid

In tabel 5.1 zijn de hoeveelheden betonblokken en basaltzuilen weergegeven die vrijkomen bij het vernieuwen van de bekleding en die eventueel kunnen worden hergebruikt.

De basaltzuilen zijn waarschijnlijk te licht voor hergebruik en kunnen met de overige vrijkomende natuursteen (Vilvoordse steen, Doornikse steen, granietblokken, wel of niet ingegoten met asfalt, basaltzuilen met asfalt), die niet geschikt is voor hergebruik, worden verwerkt in de kreukelberm. De betonblokken worden niet hergebruikt, omdat de hoeveelheid zeer klein is. Deze dienen met de Diaboolblokken, de koperslakblokken en de asfaltbekleding uit de boventafel te worden afgevoerd. Uit de boorkernen van de asfaltbekleding (2 boringen per 250 m¹) is gebleken dat het asfalt niet teerhoudend is. Wanneer de afgekeurde delen van de ondertafel worden overlaagd, is de hoeveelheid vrijkomende zetsteen geringer.

**Tabel 5.1 Hoeveelheden vrijkomende betonblokken en basaltzuilen
(exclusief verliezen)**

Toplaag	Afmetingen	Oppervlakte [m ²]	Oppervlakte gekanteld [m ²]
betonblokken	0,50 x 0,50 x 0,20 m ³	< 100	< 100
basaltzuilen	0,20 - 0,30 m	circa 1600	n.v.t.

Materialen uit bestaande depots of uit andere dijkverbeteringen

De dijkverbetering van de Nijs- en de Hooglandpolder wordt pas in 2007 uitgevoerd. Daarom is nog niet bekend hoeveel materiaal bij de start van de uitvoering in bestaande depots beschikbaar zal zijn of bij andere dijkverbeteringen vrij zal komen. Wanneer de dijkverbetering van deze nota gelijktijdig met deze andere dijkverbeteringen wordt uitgevoerd, kunnen knelpunten ontstaan in de aanvoer van de te hergebruiken materialen, bijvoorbeeld als gevolg van mogelijke verschuivingen in de planning. In deze ontwerpnota wordt alleen rekening gehouden met een beperkte aanvoer van vlakke betonblokken.

Nieuwe materialen

Aanvoer van de volgende nieuwe materialen is mogelijk:

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

5.3 Voorselectie

In de Algemene Nota 2005 [1] worden de volgende mogelijke bekledingstypen genoemd:

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

Ad 1.

Uit de berekening van de technische toepasbaarheid in paragraaf 5.4 moet blijken tot welke niveaus vlakke betonblokken en basaltzuilen onder de maatgevende golfcondities stabiel zijn.

Ad 2.

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

Ad 4.

Een overlaging wordt veelal toegepast wanneer een lager liggend deel van de ondertafel onvoldoende sterk is en een hoger liggend, aanmerkelijk groot deel kan worden gehandhaafd, of wanneer het deel, dat onvoldoende is, relatief diep ligt en moeilijk bereikbaar is. Voor het dijktraject van deze nota is het voorgaande van toepassing.

Ad 5.

Aangezien de dijk geen voldoende hoog voorland heeft en H_s op het ontwerppeil groter is dan 2 m, komt deze dijk niet voor de toepassing van een kleidijk in aanmerking.

Tabel 5.2 geeft de voorkeuren voor de bekledingstypen volgend uit de Milieu-inventarisatie en het bijbehorende Detailadvies. In deze tabel is ook rekening gehouden met de beschikbaarheid en de mogelijke bekledingstypen uit de Algemene nota. Voor zover mogelijk, mag van deze voorkeuren worden afgeweken.

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

In dijkvak	Getijdenzone		Boven GHW	
	Herstel	Verbetering	Herstel	Verbetering
97, 98a,b,c	betonzuilen met ecotoplaag		<ul style="list-style-type: none"> • betonzuilen • basaltzuilen 	betonzuilen
99a,b	<ul style="list-style-type: none"> • betonzuilen • basaltzuilen • betonblokken • breuksteen • breuksteen gepenetreerd (overlagen), uitgezonderd vol-en-zat met asfalt en patroonpenetraties 		<ul style="list-style-type: none"> • betonzuilen • basaltzuilen • betonblokken • breuksteen • breuksteen niet vol-en-zat gepenetreerd (overlagen) 	<ul style="list-style-type: none"> • betonzuilen • basaltzuilen
100a	<ul style="list-style-type: none"> • betonzuilen • basaltzuilen • betonblokken • breuksteen • breuksteen gepenetreerd (overlagen) 			

Uit tabel 5.2 wordt geconcludeerd dat de nieuwe bekledingen moeten worden uitgevoerd in betonzuilen, basaltzuilen, gekantelde betonblokken, breuksteen en/of ingegoten breuksteen. In de volgende paragraaf wordt bepaald of de bovengenoemde bekledingen technisch toepasbaar zijn.

5.4 Technische toepasbaarheid zetsteenbekledingen

5.4.1 Inleiding

De technische toepasbaarheid van een bekleding met zetsteen moet worden aangetoond met het rekenprogramma ANAMOS, met inachtneming van het Technisch Rapport Steenzettingen [19], en uitgaande van de representatieve waarden voor de constructie en de randvoorwaarden. De rekenmethodiek wordt beschreven in de Handleiding Ontwerpen [20].

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

5.4.2 Taludhellingen, berm en teen

Een belangrijk aspect in de berekening van de technische toepasbaarheid is de taludhelling. Binnen bepaalde grenzen biedt het ontwerp de mogelijkheid tot het kiezen van de taludhelling. Het is in principe mogelijk om de taludhelling zo flauw te kiezen dat elk bekledingstype toepasbaar is. In het algemeen moet een nieuwe bekleding worden aangelegd tussen de bestaande teen en de bestaande berm, en zoveel mogelijk worden aangepast aan de bestaande taludhelling, ter beperking van het benodigde grondverzet. Daarnaast kan worden geëist dat een bepaalde dikte van de kleilaag wordt gehandhaafd, met name als het een kleilaag op zand betreft. Ook dit kan de keuze van de taludhelling beïnvloeden. Wanneer de bestaande kleilaag moet worden afgegraven en opnieuw opgebouwd, om te voldoen aan de minimale laagdikte, kan de taludhelling worden gewijzigd. De nieuwe taludhellingen en de nieuwe teenniveaus van de dijk langs de Nijs- en de Hooglandpolder zijn gegeven in tabel 5.3. Alleen tussen dp 308 (+80m) en dp 310 (+20m) wordt de bestaande teen circa 1,5 m naar de Westerschelde verplaatst. Rekening houdend met uitvoeringstoleranties en tonrondte, wordt in de berekeningen een taludhelling ingevoerd die voor het onderste, tweederde deel van het te verbeteren talud 0,4 steiler is en voor het bovenste, éénderde deel 0,2 steiler is [20].

Tabel 5.3 Nieuwe taludhellingen

Locatie [dp]	Dwarsprofiel	Niveau teen [NAP + m]	Taludhelling [1:]
299	1	1,50	4,3
304	2	1,00	
310	3	1,50	
314	4	- 0,50	
323	5	1,50	4,0
324	6	0,50	
327	7	0,70	

De buitenknik van de berm ligt tussen circa NAP + 5,8 m en circa NAP + 6,3 m, dat wil zeggen 0,7 tot 0,2 m beneden het ontwerppeil. De berm dient te worden opgehoogd tot het ontwerppeil van NAP + 6,50 m.

5.4.3 Betonzuilen

De stabiliteit van de zwaarste zuilen, met een dichtheid van 2900 kg/m^3 en een dikte van 0,50 m, is berekend bij de zwaarste randvoorwaarden uit paragraaf 3.2 en een taludhelling van 1:4,0 (bestekswaarde). Hieruit blijkt dat toepassing van betonzuilen langs het gehele dijktraject mogelijk is. De berekening is opgenomen in bijlage 1.1. Indien betonzuilen worden toegepast, zal het optimale zuiltype worden bepaald in hoofdstuk 6.

5.4.4 Betonblokken

De maximale toepassingsniveaus van vlakke betonblokken, met een blokbreedte (gekanteld) van 0,20 m, zijn berekend, uitgaande van gekantelde toepassing, zonder tussenruimte. De resultaten zijn vermeld in tabel 5.4. Voor nadere informatie wordt verwezen naar bijlage 1.2.

Tabel 5.4 Maximale toepassingsniveaus gekanteld, vlak betonblok 0,20 m

Dijkvak	Locatie [dp]	Taludhelling	Max. toepassingsniveau [NAP + m]
97	298 (+12m) - 299 (+50m)	4,3	4,3
98a	299 (+50m) - 302		6,5
99b	302 - 309		4,5
99c	309 - 311		2,9
99a	311 - 318 (+60m)		3,5
	318 (+60m) - 321	4,0	2,6
99b	321 - 328		2,5
100a	328 - 329 (+63m)		3,7

Uit tabel 5.4 wordt geconcludeerd dat gekantelde vlakke blokken met een dikte van 0,20 m op bijna de gehele ondertafel technisch toepasbaar zijn. In deze ontwerpnota wordt rekening gehouden met een beperkte aanvoer van vlakke betonblokken.

5.4.5 Basaltzuilen

De maximale toepassingsniveaus van basaltzuilen zijn berekend voor zuilhoogten (D) van 0,20 m, 0,25 m en 0,30 m (rekenwaarden zuilhoogten: 0,17 m, 0,22 m en 0,27 m). De resultaten zijn vermeld in tabel 5.5. Voor nadere informatie wordt verwezen naar bijlage 1.3.

Tabel 5.5 Maximale toepassingsniveaus basaltzuilen

Locatie	Taludhelling [1:]	Max. toepassingsniveau [NAP + m]		
		D = 0,20 m	D = 0,25 m	D = 0,30 m
298 (+12m) - 299 (+50m)	4,3	geen	1,8	3,6
299 (+50m) - 302		1,4	2,8	4,5
302 - 309		2,0	2,8	3,8
309 - 311		geen	geen	2,0
311 - 318 (+60m)		0,6	1,0	2,2
318 (+60m) - 321	4,0	0,4	0,9	1,7
321 - 328		geen	1,0	1,8
328 - 329 (+63m)		geen	1,2	2,8

Bij de verbetering van het dijktraject van de Nijs- en de Hooglandpolder komt een hoeveelheid basaltzuilen vrij van de sortering 0,20 - 0,30 m. Uit de combinatie van de berekende toepassingsniveaus van tabel 5.5 met de goedgekeurde bekledingen op de ondertafel en de sortering van de vrijkomende basaltzuilen, wordt geconcludeerd dat alleen de zwaardere basaltzuilen uit deze sortering toepasbaar zijn. Gedacht kan worden aan het vervangen van de strook met granietblokken bij dp 299 door basaltzuilen.

5.4.6 Breuksteen

Volgens het Detailadvies kunnen de afgekeurde bekledingen ten zuiden van dp 311, zowel in de ondertafel als in de boventafel, worden vervangen door, of worden overlaagd met, ingegoten breuksteen of losse breuksteen.

Een ingegoten bekleding wordt standaard uitgevoerd met breuksteen van de sortering 5-40 kg. Om golfklappen te kunnen weerstaan, dient deze breuksteen in een laag met een minimale dikte van 0,40 m te worden aangebracht. Deze minimale laag moet over de volledige hoogte worden ingegoten (vol-en-zat uit de Milieu-inventarisatie). Volgens het Detailadvies dient deze bekleding in de ondertafel te worden afgestrooid met lavasteen.

In de boventafel dienen de koppen van de stenen aan het oppervlak schoon te worden gehouden (niet vol-en-zat uit de Milieu-inventarisatie), hetgeen betekent dat de ingegoten bekleding hier moet worden uitgevoerd met breuksteen van de sortering 10-60 kg. Bij de sortering van 10-60 kg zijn de koppen gemakkelijker schoon te maken dan bij 5-40 kg. De 10-60 kg dient in een laag met een minimale dikte van 0,60 m te worden aangebracht, waarvan 0,50 m vol-en-zat wordt ingegoten en de bovenste 0,10 m schoon wordt gehouden.

Wanneer de bekleding op de ondertafel wordt overlaagd met een nieuwe bekleding van losse breuksteen, zijn hiervoor sorteringen nodig van 300-1000 kg en 1000-3000 kg. Omdat een bekleding van deze relatief zware sorteringen slecht toegankelijk is, bijvoorbeeld voor recreanten, wordt een bekleding van losse breuksteen niet verder uitgewerkt.

5.5 Ecologische toepasbaarheid

Bij de voorselectie is rekening gehouden met de ecologische toepasbaarheid van nieuwe bekledingstypen.

5.6 Landschapsvisie

In het ontwerp moet rekening worden gehouden met de wensen uit de landschapsvisie voor de Westerschelde [21]. Een aanvulling hierop is het advies van de Dienst Landelijk Gebied, dat is opgenomen in bijlage 4. Dit betekent voor het ontwerp het volgende:

1. Voorkeur geven aan het gebruik van lichte materialen, in zowel de ondertafel als de boventafel, net als bij de aangrenzende, reeds uitgevoerde dijktrajecten;
2. Onopvallend aansluiten op de aangrenzende dijktrajecten.

5.7 Afweging en keuze

In tabel 5.6 zijn drie alternatieven gegeven voor de nieuwe bekledingen van het onderhavige dijktraject. Bij alternatief 1 worden de afgekeurde bekledingen in de ondertafel vervangen door gekantelde vlakke blokken, basaltzuilen en nieuwe betonzuilen, en de bekleding in de boventafel door nieuwe betonzuilen. Bij alternatief 2 wordt de afgekeurde ondertafel grotendeels overlaagd met breuksteen, die wordt ingegoten met asfalt en afgestrooid met lavasteen. Ook hier wordt de bekleding in de boventafel vervangen door betonzuilen. Bij alternatief 3 worden alle afgekeurde bekledingen ten zuiden van dp 311 vervangen door of overlaagd met ingegoten breuksteen en wordt het overige deel van de boventafel verbeterd met nieuwe betonzuilen. Vooraanzichten van de alternatieven zijn gegeven in figuur 5.

Tabel 5.6 Alternatieven voor de bekleding

Locatie [dp]	Bekleding	Ondergrens [NAP + m]	Bovengrens [NAP + m]
Alternatief 1 Betonzuilen, vlakke betonblokken en basaltzuilen			
298 (+12m) - 299 (+80m)	<ul style="list-style-type: none"> • hergebruik basaltzuilen • handhaven basaltzuilen ¹⁾ • betonzuilen 	teen 1,9 2,9	1,9 2,9 berm
299 (+80m) - 308 (+80m)	<ul style="list-style-type: none"> • handhaven basaltzuilen, bij nol verborgen bekleding van ingegoten breuksteen • betonzuilen 	teen 2,7	2,7 berm
308 (+80m) - 310 (+50m)	<ul style="list-style-type: none"> • bij nol verborgen bekleding van ingegoten breuksteen • betonzuilen 	teen teen	3,0 berm
310 (+50m) - 318 (+60m)	<ul style="list-style-type: none"> • handhaven basaltzuilen ²⁾ • betonzuilen 	teen 3,0	3,0 berm
318 (+60m) - 329 (+63m)	<ul style="list-style-type: none"> • gekantelde, vlakke betonblokken • handhaven basaltzuilen • betonzuilen 	teen teen 2,1	2,1 2,1 berm
Alternatief 2 Betonzuilen, en ingegoten breuksteen op ondertafel			
298 (+12m) - 299 (+80m)	<ul style="list-style-type: none"> • overlagen met breuksteen, ingegoten met asfalt en afgestrooid met lavasteen • handhaven basaltzuilen ¹⁾ • betonzuilen 	teen 1,9 2,9	1,9 2,9 berm
318 (+60m) - 329 (+63m)	<ul style="list-style-type: none"> • overlagen met breuksteen, ingegoten met asfalt en afgestrooid met lavasteen • handhaven basaltzuilen • betonzuilen 	teen teen 2,1	2,1 2,1 berm
Overig	Gelijk aan alternatief 1		
Alternatief 3 Betonzuilen, en ingegoten breuksteen tot aan berm			
311 - 318 (+60m)	<ul style="list-style-type: none"> • handhaven basaltzuilen • vervangen door breuksteen, ingegoten met asfalt en voorzien van schone koppen 	teen 3,0	3,0 berm
318 (+60m) - 329 (+63m)	<ul style="list-style-type: none"> • handhaven basaltzuilen • overlagen met breuksteen, ingegoten met asfalt en voorzien van schone koppen 	teen teen / 2,1	2,1 berm
Overig	Gelijk aan alternatief 2		

¹⁾ De rij losse basaltzuilen, die zich direct onder de strook met ingegoten basaltzuilen bevindt, dient te worden ingegoten of vervangen.

²⁾ De rij losse basaltzuilen, die zich direct onder de strook met ingegoten basaltzuilen bevindt, tussen dp 310 (+50m) en dp 311, dient te worden ingegoten of vervangen.

De alternatieven zijn op de volgende aspecten tegen elkaar afgewogen:

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

Constructie

Voor alle alternatieven geldt dat de overgangen tussen de verschillende soorten bekledingen extra aandacht verdienen, omdat dit de zwakke punten in de gehele dijkbekleding kunnen zijn.

Uitvoering

Alternatief 1 gaat uit van het hergebruik van de vlakke betonblokken die bij een ander dijktraject vrijkomen. Wanneer de verbetering van dit andere dijktraject gelijktijdig wordt uitgevoerd, dient rekening gehouden te worden met een eventuele vertraging van het vrijkomen van de blokken, bijvoorbeeld als gevolg van verschuivingen in de planning.

Voor het handmatig zetten van de strook basaltzuilen bij alternatief 1 zijn ervaren steenzetters nodig. Bij de alternatieven 2 en 3 wordt de afgekeurde ondertafel ten zuiden van dp 318 overlaagd met ingegoten breuksteen. In tegenstelling tot bij alternatief 1 hoeft bij die alternatieven geen nieuwe teenconstructie te worden geplaatst. Bij alle alternatieven dienen horizontale overgangsconstructies te worden geplaatst op de overgangen van de basaltzuilen naar de betonzuilen en op de overgang van de overlaging naar de betonzuilen. Bij alternatief 1 is geen overgangsconstructie nodig tussen de betonblokken en de zuilen.

Bij de alternatieven 2 en 3 moeten afdichtingen (waterslot) worden aangebracht aan de bovenranden van de te overlagen bekledingen.

Het ingieten van breuksteen met asfalt bij de alternatieven 2 en 3 verdient extra aandacht, omdat de kwaliteit van een ingegoten bekleding sterk afhankelijk is van de samenstelling van het asfalt, de temperatuur van het asfalt tijdens het aanbrengen, en het schoonmaken van de breuksteen en de onderliggende bekleding. De overlaging van alternatief 3 dient te worden voorzien van schone koppen.

Grondverbeteringen zijn vooral noodzakelijk in de boventafel. Alleen bij alternatief 3 worden deze grondverbeteringen beperkt door een gedeelte van de boventafel te overlagen of te vervangen door ingegoten breuksteen.

Hergebruik

Bij alternatief 1 worden vlakke betonblokken, die bij een ander dijktraject vrijgekomen, hergebruikt, in een gekantelde opstelling.

Vlakke betonblokken en betonzuilen scoren hoger op LCA-waarden dan ingegoten breuksteen.

Onderhoud

Voor alle alternatieven geldt dat de bekleding weinig onderhoud vergt, de eventuele schade aan de bekleding tijdig kan worden ontdekt en dat reparaties aan de bekleding eenvoudig zijn uit te voeren.

Landschap

De ondertafel ligt voor een deel onder de slikken. Voor zover de ondertafel boven de slikken uitsteekt, heeft een gedeelte van de ondertafel bij alternatief 1 de eerste tijd een lichte kleur, als gevolg van de gekantelde betonblokken en de nieuwe betonzuilen. Later, ervan uitgaande dat de blokken en betonzuilen in de loop van een aantal jaren begroeid raken, krijgt ook dit deel van de ondertafel een donkere kleur. De basaltbekledingen in de ondertafel zijn zelf donker van kleur.

Natuur

Bij alternatief 1 en alternatief 2 is op zowel de ondertafel als de boventafel nagenoeg overal een verbetering van natuurwaarden mogelijk. Bij alternatief 3 kunnen de natuurwaarden zich op dat deel van de boventafel, waarop de bekleding van ingegoten breuksteen wordt aangebracht, niet meer dan herstellen.

Kosten

De kostenverschillen tussen de alternatieven zijn beperkt. Wanneer een groter deel van de bekleding wordt uitgevoerd in ingegoten breuksteen, zijn de kosten lager.

In tabel 5.7 is de afweging samengevat. Hieruit blijkt dat voor alternatief 1 de totaalscore en voor alternatief 2 de verhouding tussen de totaalscore en de kosten het hoogst is. De verschillen tussen deze alternatieven zijn klein en het verschil met alternatief 3 is significant.

Bij alternatief 1 is het tijdig vrijkomen van de betonblokken onzeker. Bovendien dient eventueel eerst een grondverbetering te worden uitgevoerd, vanwege de mogelijk slechte kwaliteit van de onderliggende klei tijdens de uitvoering. Daarom gaat de voorkeur uit naar alternatief 2, dat in hoofdstuk 6 verder wordt uitgewerkt.

5.8 Onderhoudsstrook

Op de stormvloedberm wordt een nieuwe onderhoudsstrook aangelegd, waarvan de toplaag wordt uitgevoerd in grindasfaltbeton of dicht asfaltbeton.

Tabel 5.7 Afweging alternatieven

Keuzemodel		Minimaal 2 varianten doorrekenen. De waarden zijn relatief.											
Polder:													
Criteria	Constructie	Uitvoering	Hergebruik	Onderhoud	Landschap	Natuur	Totaal (1)	Wegingsfactor					
Constructie (flexibiliteit/overgangen)	0	3	3	2	3	2	13	21,7					
Uitvoering	1	0	2	1	2	1	7	11,7					
Hergebruik	1	2	0	1	2	1	7	11,7					
Onderhoud	2	3	3	0	3	2	13	21,7					
Landschap	1	2	2	1	0	1	7	11,7					
Natuur	2	3	3	2	3	0	13	21,7					
Totaal (2)							60	100,0					
Criteria >	Constructie		Uitvoering			Hergebruik		Onderhoud			Landschap	Natuur	
Subcriteria >	flexibiliteit	overgangen	tijd	moelijkheidsgraad	toleranties	hergebruik	LCA	duurzaamheid	zichtbaarheid	tijd		natuurwaarden	vogels
Weging subcriteria >	50	50	33	33	33	50	50	33	33	33	100	50	50
Scoretabel													
1 Betonzuilen, vlakke blokken, basaltzuilen	3	2	1	2	3	2	3	3	2	3	3	3	3
2 Betonzuilen, ingegoten breuksteen (o)	3	2	2	2	3	1	2	3	2	3	3	3	3
3 Betonzuilen, ingegoten breuksteen (b)	3	2	3	3	3	1	1	3	2	3	2	2	2
(o) = op ondertafel, (b) = tot aan berm													
Gewogen score	Constructie	Uitvoering	Hergebruik	Onderhoud	Landschap	Natuur	Totaal	Kosten	Score/kosten				
1 Betonzuilen, vlakke blokken, basaltzuilen	18,1	7,8	9,7	19,3	11,7	21,7	88,2	1,00	88,15				
2 Betonzuilen, ingegoten breuksteen (o)	18,1	9,1	5,8	19,3	11,7	21,7	85,6	0,95	90,06				
3 Betonzuilen, ingegoten breuksteen (b)	18,1	11,7	3,9	19,3	7,8	14,4	75,1	0,90	83,44				
(o) = op ondertafel, (b) = tot aan berm	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0						

5.9 Golfoploop

De golfoploop van het voorkeursalternatief, tijdens ontwerpcondities, is vergeleken met de golfoploop in de oude situatie. In tabel 5.8 is voor een aantal dwarsprofielen het effect van het gewijzigde talud en de gewijzigde berm op de golfoploop gegeven. Hieruit wordt geconcludeerd dat de golfoploop licht toeneemt in de nieuwe situatie.

Tabel 5.8 Effect op golfoploop

Dwarsprofiel	1	2	3	4	5	6	7
Toename golfoploop (vergrotingsfactor)	1,00	1,07	1,03	0,95	1,05	1,07	1,01

Aangenomen wordt dat een eventuele toekomstige dijkverzwaring aan de binnenzijde van de dijk kan worden aangebracht, zodat de dijkverbetering van deze nota niet opnieuw hoeft te worden uitgevoerd.

6. DIMENSIONERING

In dit hoofdstuk wordt het voorkeursalternatief van het ontwerp, dat is weergegeven in figuur 6, nader uitgewerkt. De bijbehorende dwarsprofielen zijn weergegeven in de figuren 7 t/m 13.

Aangezien de goedgekeurde basaltbekleding tussen dp 298 (+12m) en dp 299 (+80m) slechts een smalle strook betreft, is besloten de betonzuilen langs dit traject door te zetten tot aan de teen. In dat geval is er slechts één overgangsconstructie, c.q. teenconstructie, nodig. Bovendien voldoen betonzuilen, in tegenstelling tot een overlaging, hier aan het Detailadvies.

De dimensionering wordt beschreven per constructieonderdeel, van de kreukelberm tot het bovenbeloop. Voor achtergrondinformatie wordt verwezen naar de Handleiding Ontwerpen [20].

6.1 Kreukelberm en teenconstructie

In het algemeen bestaat de kreukelberm uit een toplaag van breuksteen, met daaronder een geokunststof met een 'nonwoven'. De kreukelberm moet de teen van de bekleding tegen erosie beschermen en de bekleding ondersteunen. Daar waar vanaf de teen een bekleding van gezette steen wordt aangebracht, moet ook een nieuwe teenconstructie worden geplaatst, eveneens ter ondersteuning van de bovenliggende bekleding.

Langs het dijktraject van deze nota wordt een nieuwe kreukelberm aangelegd in die vakken, waarin de bekleding aan de teen wordt vervangen of overlaagd. De basaltbekleding in het vak tussen de nollen ligt gedeeltelijk onder het voorland. Uit het bestek van de Deltaverzwaren blijkt dat aan de teen van deze bekleding een 4 m brede kreukelberm aanwezig is, met een toplaag van basalt, Doornikse steen, Petiet graniet en betonblokken. Ook langs de overige, goedgekeurde bekledingen liggen aan de teen kreukelbermen met stenen van wisselende afmetingen, onder meer van vroeger vrijgekomen bekledingen.

De benodigde minimale sortering van de toplaag, die is bepaald volgens de Handleiding Ontwerpen [20], is gegeven in tabel 6.1. In bijlage 2.2 zijn twee berekeningen opgenomen.

Tabel 6.1 Toplaag kreukelberm

Dijkvak	Locatie [dp]	Minimale sortering toplaag kreukelberm ¹⁾ [kg]
97	298 (+12m) - 300	40-200 kg (1:7) / 60-300 kg (1:5)
98c	308 (+80m) - 310 (+50m)	40-200 kg (1:5)
99a	318 (+60m) - 321	40-200 kg (1:8) / 60-300 kg (1:7)
99b	321 - 323 (+50m) 325 (+20m) - 328	40-200 kg (1:6) / 60-300 kg (1:5)
100a	328 - 329 (+63m)	40-200 kg (1:5)

¹⁾ (1:) is de maximale helling van de kreukelberm, die bij deze sortering is toegestaan.

Aangezien de nieuwe kreukelbermen in de dijkvakken 97 en 99a in de relatief gunstige delen van deze vakken liggen, tussen en achter strekdammen of vooroeververdedigingen, worden alle toplagen uitgevoerd in breuksteen van de sortering 40-200 kg.

Het geokunststof onder de toplaag, in het vervolg aangeduid met 'type 2', is hetzelfde als het geokunststof onder de geasfalteerde onderhoudstrook. De eigenschappen van dit standaardweefsel zijn vermeld in tabel 6.2.

Tabel 6.2 Eisen geokunststof type 2

Eigenschap	Waarde
Treksterkte	≥ 50 kN/m (ketting en inslag)
rek bij breuk	< 20 % (ketting en inslag)
doorstromingsweerstand	VI_{H50} -index > 15 mm/s
poriegrootte O_{90}	< 350 μ m
Levensduurverwachting	type B (NEN 5132)
sterkte naaiaad	≥ 50 % van breuksterkte geokunststof

Op het geokunststof wordt een 'nonwoven' aangebracht, ter bescherming van het geokunststof tijdens het storten van de steen. Het verdient aanbeveling voorafgaande aan het storten van de toplagen van 40-200 kg een laag van fijnere breuksteen of fijner vrijkomend materiaal aan te brengen, eveneens ter bescherming van het geokunststof.

Tussen dp 298 (+12m) en dp 300 en tussen dp 308 (+80m) en dp 310 (+50m) worden nieuwe teenconstructies geplaatst, met de bovenkant op, respectievelijk, NAP + 1,0 m en NAP + 1,5 m. Een nieuwe teenconstructie bestaat uit een teenschot, met een hoogte van 0,60 m, en palen die het teenschot ondersteunen, met een lengte van 1,80 m (h.o.h. 0,30 m, doorsnede: $0,07 \times 0,07 \text{ m}^2$). De palen moeten van FSC-hout zijn, dat voldoet aan Duurzaamheidsklasse 1, en het teenschot mag niet dikker zijn dan 2 cm. Dit laatste dient te voorkomen dat de gezette bekleding te veel nazakt, wanneer het teenschot vergaat. Boven het teenschot wordt een afgeschuinde betonband aangebracht. Indien aanwezig en van voldoende kwaliteit, worden de betonbanden uit de bestaande bekleding opnieuw gebruikt.

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

De toplaag van de overlaging moet bij de aansluiting op de kreukelberm samenvallen met de toplaag van de kreukelberm (geen vrijliggende stenen). De nieuwe kreukelbermen van 40-200 kg, met een totale lengte van 1,3 km, kunnen een belemmering vormen voor de plevieren. Deze nieuwe kreukelbermen worden echter afgewisseld door het voorland tussen de nollen en de bestaande kreukelbermen, samen met een totale lengte van 1,9 km, die niet worden gewijzigd. Het lijkt daarom niet nodig speciale vogeloversteekplaatsen te creëren.

6.2 Zetsteenbekleding

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

6.2.1 Toplaag van betonzuilen

In paragraaf 5.4.3 is vastgesteld dat betonzuilen in technische zin ruimschoots toepasbaar zijn langs het gehele dijktraject. Voor die vakken of stroken waar betonzuilen worden aangebracht (zie paragraaf 5.7) is een nadere dimensionering uitgevoerd. Vanaf 2004 wordt een aanvullende marge van 2 cm op het resultaat van de stabiliteitsberekeningen gezet. Uit de toetsing van eerder uitgevoerde verbeteringswerken is immers gebleken dat de voorheen aangehouden marges op betonzuilen niet altijd voldoende zijn om onvoorziene wijzigingen in bijvoorbeeld de hydraulische randvoorwaarden te compenseren.

Het resultaat van de dimensionering is een aantal praktische 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, uitvoeringstechniek en beheersaspecten. Daarom dient de dichtheid van de zuilen zo min mogelijk af te wijken van de meest gangbare betonsamenstelling. Bij de vereiste dichtheid worden de kleinste zuilen bepaald. De resultaten zijn vermeld in tabel 6.4 op bladzijde 25.

Gelet op kostenverschillen, wordt voor de laagste dichtheid gekozen. Rekening houdend met beheer, is het ongewenst dat zuilen met dezelfde hoogte en verschillende dichtheden in één profiel (onder elkaar) worden toegepast. Deze zuilen kunnen naast elkaar worden toegepast, indien dit betekent dat de dikte van de uitvullaag niet hoeft te worden gewijzigd (gelijke constructiehoogte). De uiteindelijk gekozen zuiltypen zijn vermeld in tabel 6.3.

De toplaag van de betonzuilen zal worden ingewassen met 75 kg/m^2 ($0,45\text{m}/2300\text{kg/m}^3$) tot 85 kg/m^2 ($0,50\text{m}/2300 \text{ kg/m}^3$) gebroken materiaal. De sortering van dit inwasmateriaal is afhankelijk van het type zuil (met betrekking tot de vorm) dat zal worden toegepast. Meer informatie over de stabiliteitsberekeningen is opgenomen in bijlage 2.1.

Tabel 6.3 Gekozen type betonzuilen

Locatie [dp]	Type betonzuil [m] / [kg/m^3]
298 (+12m) - 299 (+50m)	0,45 / 2300
299 (+50m) - 302	
302 - 309	
309 - 311	0,50 / 2300
311 - 318 (+60m)	
318 (+60m) - 321	
321 - 328	
328 - 329 (+63m)	

Tabel 6.4 Mogelijke typen betonzuilen

Locatie [dp]	Helling [1:]	Type betonzuil onder NAP + 5 m ¹⁾ [m] / [kg/m ³]	Type betonzuil boven NAP + 5 m ¹⁾ [m] / [kg/m ³]
298 (+12m) - 299 (+50m)	4,3	0,40 / 2300 0,35 / 2500 0,30 / 2800	0,45 / 2300 0,40 / 2400 0,35 / 2600 0,30 / 2800
299 (+50m) - 302		0,40 / 2300 0,35 / 2500 0,30 / 2700	
302 - 309		0,45 / 2300 0,40 / 2500 0,35 / 2700	0,45 / 2300 0,40 / 2500 0,35 / 2700 0,30 / 2900
309 - 311		0,50 / 2300 0,45 / 2500 0,40 / 2600 0,35 / 2900	0,50 / 2300 0,45 / 2500 0,40 / 2700 0,35 / 2900
311 - 318 (+60m)		0,50 / 2300 0,45 / 2400 0,40 / 2600 0,35 / 2800	0,50 / 2300 0,45 / 2400 0,40 / 2500 0,35 / 2700
318 (+60m) - 321		0,50 / 2300 0,45 / 2500 0,40 / 2600 0,35 / 2900	0,50 / 2300 0,45 / 2400 0,40 / 2600 0,35 / 2800
321 - 328	4,0	0,50 / 2300 0,45 / 2500 0,40 / 2700 0,35 / 2900	0,50 / 2300 0,45 / 2400 0,40 / 2600 0,35 / 2800
328 - 329 (+63m)		0,50 / 2300 0,45 / 2400 0,40 / 2600 0,35 / 2800	0,45 / 2300 0,40 / 2500 0,35 / 2700

¹⁾ In de berekeningen is beneden NAP + 5 m een taludhelling ingevoerd die 0,4 steiler is dan de bestekswaarde, en boven NAP + 5 m een taludhelling die 0,2 steiler is dan de bestekswaarde. De bestekswaarde is gegeven in de tweede kolom van de tabel. De uitzonderingen zijn het traject van dp 298 (+12m) tot dp 299 (+80m) en het traject van dp 308 (+80m) tot dp 310 (+30m). Hier ligt de grens tussen de twee rekenhellingen niet op NAP + 5 m, maar op NAP + 4,5 m.

6.2.2 Uitvullaag

De granulaire uitvullaag onder de toplaag is voornamelijk van belang voor de uitvoering. Gelet op stabiliteit en uitvoering, moet het materiaal in deze uitvullaag zo fijn mogelijk zijn. Het materiaal mag echter niet zo fijn zijn dat het tussen de elementen van de toplaag door kan wegspoelen. De fijnste sortering die uit dat oogpunt voor betonzuilen mogelijk is, bedraagt 16/32 mm. De sortering 16/32 mm dient in het bestek te worden voorgeschreven. In de ontwerpberekeningen wordt uitgegaan van een bijbehorende D_{15} van 20 mm. Dit is een conservatieve benadering. De werkelijke waarde van de D_{15} is circa 17 mm.

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

6.2.3 Geokunststof

Het geokunststof onderin de bekleding wordt in het bestek en in het vervolg van deze ontwerprapport 'type 1' genoemd. De belangrijkste eis aan dit geokunststof is het voorkomen van uitspoeling van het basismateriaal door de toplaag heen.

Maatgevend voor dit verschijnsel is de poriegrootte O_{90} . Conform de eerder uitgevoerde dijkvakken van 1997-2005 wordt gekozen voor een vlies met een gegarandeerde maximum maaswijdte (O_{90}) van 100 μm , omdat de zanddoorlatendheid van nog fijnere materialen niet goed te testen is en fijnere materialen niet standaard leverbaar zijn. Bovendien is met proeven aangetoond dat de werkelijke doorlatendheid van het gekozen materiaal kleiner is dan 64 μm . Het geokunststof type 1 moet voldoen aan de eisen uit tabel 6.5.

Tabel 6.5 Eisen geokunststof type 1

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

De levensduur van het geokunststof moet minimaal 50 jaar bedragen. In het bestek is voorgeschreven aan welke eisen het geokunststof in dat geval moet voldoen.

Aan de onderzijde wordt het geokunststof aangesloten op de teenconstructie of de overgangsconstructie. Aan de bovenzijde wordt het geokunststof doorgetrokken tot onder de eventuele onderhoudsstrook, met een overlapping van minimaal 1 m met het geokunststof onder de onderhoudsstrook. De overlapping met de naastliggende banen geokunststof moet minimaal 0,5 m breed zijn.

6.2.4 Basismateriaal

De totale dikte van het pakket, bestaande uit de toplaag, de uitvullaag en de onderliggende kleilaag of laag van mijnsteen, moet voldoende groot zijn om lokale afschuiving van dit pakket te voorkomen. De vereiste dikte wordt onder meer bepaald door de taludhelling. Wanneer de taludhelling flauwer is dan 1:5, is de weerstand tegen afschuiving voldoende [20].

In tabel 6.6 zijn de vereiste minimale dikten van de kleilaag gegeven, die zijn berekend met de Handleiding Ontwerpen [20], en is een keuze gemaakt voor het ontwerp.

Aangezien in de huidige situatie, onder de asfaltbekleding, geen of een te dunne kleilaag aanwezig is, dient meestal eerst de bestaande kleilaag en een beperkt deel van het onderliggend zand te worden afgegraven, om ruimte te maken voor de nieuwe kleilaag. Plaatselijk kan worden volstaan met het aanvullen van de bestaande kleilaag (dwarsprofiel 3).

Tabel 6.6 Vereiste en gekozen dikte kleilaag

Locatie [dp]	Vereiste dikte kleilaag [m]	Gekozen dikte kleilaag [m]
298 (+12m) - 299 (+50m)	0,8	0,9
299 (+50m) - 302		
302 - 309	0,9	
309 - 311		
311 - 318 (+60m)	0,8	1,0
318 (+60m) - 321	1,0	
321 - 328	1,1	
328 - 329 (+63m)	0,9	

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

6.3 Ingegoten breuksteen

De overlagingen worden uitgevoerd met breuksteen van 5-40 kg, die in laag met een minimale dikte van 0,40 m dient te worden aangebracht. Deze minimale laag moet over de volledige hoogte met gietasfalt worden ingegoten en worden afgestrooid met lavasteen.

Wateroverdrukken onder de ingegoten bekleding dienen te worden beperkt door aan de bovenrand (en aan de verticale randen) van deze nieuwe bekleding een afdichting aan te brengen, die het van bovenaf vollopen van de oude bekleding en de onderliggende filterconstructie moet voorkomen. Aan de horizontale bovenrand van de ingegoten bekleding dient het bovenste deel van de afgekeurde bekleding te worden verwijderd tot aan de onderlaag van klei of mijnsteen, waarna de ontstane inkassing moet worden opgevuld met ingegoten breuksteen. De verticale randen dienen op dezelfde wijze te worden uitgevoerd. De horizontale bovenrand dient afwaterend te worden aangelegd.

Betonblokken, die worden overlaagd, moeten worden gebroken, voordat de overlaging wordt aangebracht. Zo wordt voorkomen dat een eventuele holte onder de blokken, die is ontstaan door de uitspoeling van klei, onopgemerkt blijft en niet wordt opgevuld.

De onderkant van de overlaging mag niet lager beginnen dan de teen van de oude bekleding. In tabel 6.7 zijn de hoogtes gegeven waarop de onderkant van het laagste deel van de overlaging dient te worden aangebracht.

Tabel 6.7 Hoogte onderkant overlaging

Locatie [dp]	Onderkant overlaging [NAP + m]
318 (+60m) - 321 (+50m)	0,30
321 (+50m) - 323 (+50m)	0,80
325 (+20m) - 326 (+80m)	0,50
326 (+80m) - 329 (+63m)	0,00

6.4 Overgangsconstructies

Er dienen horizontale overgangsconstructies te worden geplaatst op de overgangen van de basaltzuilen en de overlagingen naar de betonzuilen. De betonzuilen dienen zo goed mogelijk aan te sluiten op de bekledingen van de aangrenzende dijktrajecten. Te grote kieren moeten worden gepenetreerd met gietasfalt, asfaltmastiek of beton.

Ten behoeve van rechte overgangen dienen de ingegoten basaltzuilen, die zich aan de bovenranden van de goedgekeurde basaltbekledingen bevinden, te worden verwijderd. Deze zuilen kunnen niet worden herzet, vanwege de verharde gietasfalt tussen de zuilen.

6.5 Overgang tussen boventafel en berm

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

6.6 Berm

De buitenknik van de berm ligt tussen circa NAP + 5,8 m en circa NAP + 6,3 m, dat wil zeggen 0,7 tot 0,2 m beneden het ontwerppeil. De berm dient te worden opgehoogd tot het ontwerppeil van NAP + 6,50 m.

Op de berm wordt een nieuwe onderhoudstrook aangelegd, met een toplaag van grindasfaltbeton of dicht asfaltbeton, voorzien van een lichtgrijze slijtlaag. De breedte van de nieuwe onderhoudstrook is 3,0 m.

Tijdens de uitvoering bestaat de strook uit een 0,4 m dikke laag van fosforslakken, van de sortering 0/40 mm (fosforslakkenmengsel, hydraulisch bindend), op een geokunststof van het type 2. De eigenschappen van dit standaardweefsel zijn vermeld in tabel 6.2. De strook van fosforslakken wordt na de uitvoering niet verwijderd, maar afgedekt met asfalt. Gegeven een verdichte fundering van fosforslakken, stelt het toekomstige gebruik van de onderhoudsstrook geen aanvullende sterkte-eisen.

7. AANDACHTSPUNTEN VOOR BESTEK EN UITVOERING

- Voorafgaande aan het aanbrengen van de overlagingen van ingegoten breuksteen moeten de onderliggende lagen worden schoongemaakt. Er mogen geen algen, en geen zand - en slibresten aanwezig zijn. Er moet rekening gehouden worden met de invloed van de getijbeweging op de kwaliteit van het ingieten. Aanvoer van sediment heeft, indien voorafgaand aan het ingieten, een verminderde sterkte tot gevolg door de slechtere hechting van de ingegoten asfalt aan de breuksteen. Het heeft de voorkeur de breuksteen aan te brengen en in te gieten tijdens hetzelfde laagwater. Wanneer dit niet mogelijk is, dient een pomp met spuitlans aanwezig te zijn, zodat de breuksteen voorafgaand aan het ingieten schoon kan worden gespoten.
Voorkomen moet worden dat de gietasfalt kort voor en tijdens het aanbrengen te veel afkoelt.
Direct na het ingieten van de breuksteen dient lavasteen te worden uitgestrooid over het warme asfalt. Aan de bovenrand en aan de verticale randen dient een afdichting te worden aangebracht.
Bij de aansluiting van de overlaging op de kreukelberm moet de dikte van de overlaging worden vergroot, zodat de bovenzijde van de overlaging samenvalt met de bovenzijde van de kreukelberm (geen vrijliggende stenen).
- Bij het werken aan de overlagingen moet de kwaliteit van de te handhaven basaltbekledingen worden gewaarborgd.
- Betonblokken, die worden overlaagd, moeten worden gebroken, voordat de overlaging wordt aangebracht. Zo wordt voorkomen dat een eventuele holte onder de blokken, ontstaan door de uitspoeling van klei, onopgemerkt blijft en niet wordt opgevuld.
- Ter hoogte van de aansluiting van een nieuwe bekleding van betonzuilen op een bestaande, goedgeoetste bekleding van basaltzuilen, zal een deel van de goedgeoetste basaltzuilen moeten worden herzet. Alleen zuilen met een hoogte van minimaal 0,24 m mogen worden herzet. Wanneer onvoldoende basaltzuilen aanwezig zijn, dienen deze vanaf elders te worden aangevoerd.
De voorgeschreven hoogte van de basaltzuilen is niet getoetst aan de nieuwe $5\xi^{-2/3}$ -regel, die voor het ontwerp van een nieuwe basaltbekleding dient te worden aangehouden. Gesteld wordt dat de smalle strook van opnieuw gezette basaltzuilen, met de voorgeschreven hoogte, voldoet, omdat de aansluiting wordt ingegoten met asfaltmestiek.
- Het materiaal waaruit het teenschot moet worden vervaardigd, wordt niet meer voorgeschreven en ook aan de duurzaamheid van het teenschot worden geen eisen meer gesteld. Om het toekomstig verzakken van de bekleding bij het vergaan van het teenschot zoveel mogelijk te beperken, mag het teenschot niet dikker zijn dan 2 cm.
De palen achter het teenschot moeten nog steeds van FSC-hout zijn, dat voldoet aan Duurzaamheidsklasse 1.
- Op de plaatsen waar de nollen aansluiten op de dijk, dienen de nieuwe bekledingen onder de nollen te worden doorgezet, dat wil zeggen dienen verborgen bekledingen van ingegoten breuksteen of betonzuilen te worden aangelegd.

- De vrijkomende bekledingen van natuursteen kunnen worden toegevoegd aan de bestaande kreukelberm tussen dp 310 (+50m) en dp 318 (+60m). Bij de nieuwe kreukelbermen verdient het aanbeveling fijner vrijkomend materiaal op het geokunststof aan te brengen, voorafgaande aan het storten van de toplagen van 40-200 kg. Dit ter bescherming van het geokunststof.
- Uit de boorkernen van de asfaltbekleding (2 boringen per 250 m¹) is gebleken dat het asfalt niet teerhoudend is.
- Op de hoge slikken tussen circa NAP + 0,5 m en circa NAP + 2,5 m, die tussen de nollen liggen, komt verspreid Engels slijkgras voor. Het geulenstelsel in de slikken mag tijdens de uitvoering van de dijkverbeteringen niet blijvend worden beschadigd.
- In 1999 is in een overleg met gemeenten, natuurbeschermingsorganisaties en het waterschap overeenstemming bereikt over de toegankelijkheid van de buitenbermen van de Zeeuwsch-Vlaamse waterkeringen. Toen is gekozen voor een integrale oplossing, waarbij de belangen van de hoogwatervluchtplaatsen, de broedende plevieren en de recreatie zijn meegenomen. Het waterschap zal opnieuw in overleg met de natuurbescherming treden om na te gaan of maatwerk voor het onderhoudige dijktraject noodzakelijk is.

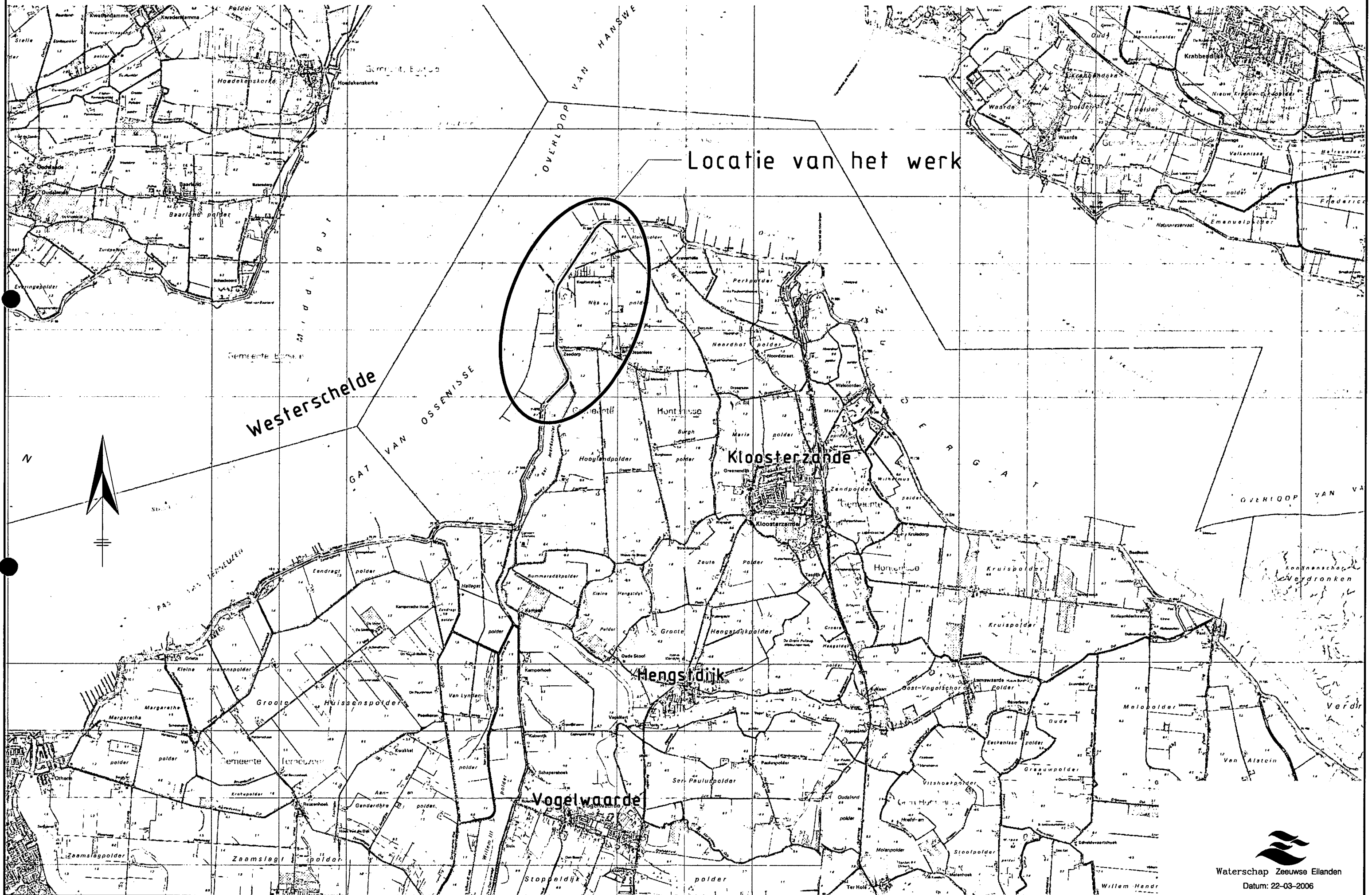
8. LITERATUUR

- 1 Voorbereiding dijkverbeteringen, Algemene ontwerpnota 2005/2006
Dorst, C.J. en Kortlever, W., Projectbureau Zeeweringen, Versie 2, Middelburg,
24-08-2005.
PZDT-R-05.182 ontw
- 2 Bijlagen bij: "Handleidingen toetsen en ontwerpen van dijkbekledingen"
Projectbureau Zeeweringen, Werkgroep Kennis, Versie 10, 26-04-2005.
PZDT-R-04063 ken
- 3 Startnotitie Kop van Ossensisse
Jacobse, S., Werkgroep Kennis, 28-12-2004.
K-04-12-34
- 4 De basispeilen langs de Nederlandse kust
Rijksinstituut voor Kust en Zee, mei 1995.
RIKZ-95.008
- 5 Gemiddelde getijkromme 1991.0
Rijksinstituut voor Kust en Zee, 1994.
- 6 Milieu-inventarisatie Zeeweringen Westerschelde
Boetzelaer, M.E., en Bartels, A.F.X., Bouwdienst Rijkswaterstaat,
Hoofdafdeling Waterbouw, Utrecht, versie 17, mei 2001.
PZDT-R-01144 inv
- 7 Inventarisatie sterkte gezette taludbekledingen in Zeeland
Grondmechanica Delft, Delft, januari 1997.
Kenmerk 362070/46
- 8 Leidraad toetsen op veiligheid, LTV, augustus 1999.
- 9 Actualisatie toetsing bekleding Nijs- en Hooglandpolder
Stroo, M., Waterschap Zeeuws-Vlaanderen, 25-04-2002.
PZDT-M-02.118 inv
- 10 Actualisatie toetsing bekleding Nijs- en Hooglandpolder
Aanpassing van actualisatie: Nijs_steentoets 5-juni-2002.xls.
- 11 Controle toetsing Nijspolder
Otte, M., Projectbureau Zeeweringen, definitief, 19-06-2002.
PZDT-M-02.160
- 12 Controle toetsing Hoogland- en Ser Arendspolder
Otte, M., Projectbureau Zeeweringen, definitief, 19-06-2002.
PZDT-M-02.161
- 13 Vrijgave Kop van Ossensisse
Hengst, P., Projectbureau Zeeweringen, 28-09-2004.
PZDT-M-04.291

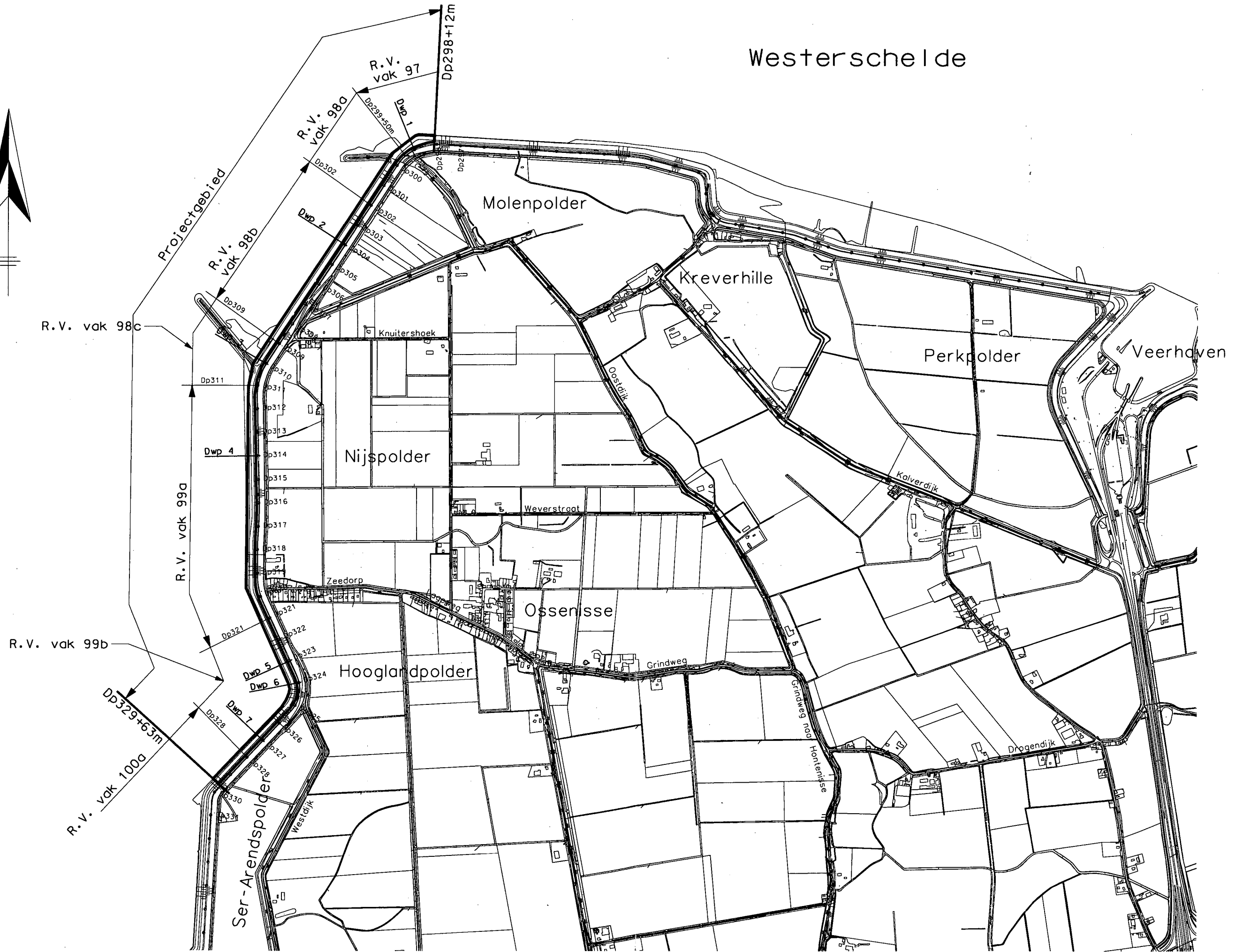
- 14 Controle toetsing Kop van Ossenis
Kroes, M., Projectbureau Zeeweringen, definitief, 14-01-2005.
PZDT-M-05.013
- 15 Asfaltbekleding dijken Nijs- en Hooglandpolder, gedetailleerde beoordeling op golfklappen
Looff, A. de, KOAC, met bijlage eindrapportage Waterschap Zeeuws-Vlaanderen en boorkernenonderzoek, 18-11-2004.
PZDT-R-04.364
- 16 Asfaltbekleding dijken Nijs- en Hooglandpolder, resultaten laboratoriumonderzoek
Looff, A. de, KOAC, 18-11-2004.
PZDT-R-04.365
- 17 Controle gedetailleerde beoordeling asfalt Nijs- en Hooglandpolder
Projectbureau Zeeweringen.
PZDT-M-04.343
- 18 Vrijgave asfaltbekleding Nijs- en Hooglandpolder (Kop van Ossenis)
Hengst, P., Projectbureau Zeeweringen, 06-01-2005.
PZDT-M-05.005
- 19 Technisch Rapport Steenzettingen
TAW-rapport, december 2003.
DWW-2003-097
- 20 Handleiding Ontwerpen Dijkbekledingen, Technische werkwijze van het Projectbureau Zeeweringen
Werkgroep Kennis, Versie 10, 30-05-2005.
PZDT-R-04.091ken
- 21 Landschapsvisie Zeeweringen Westerschelde
Dienst Landelijk Gebied - Zeeland, juli 2001.

FIGUREN

- Figuur 1 Situatie
- Figuur 2 Projectgebied
- Figuur 3 Gloomingskaart huidige situatie
- Figuur 4 Gloomingskaart eindbeoordeling toetsing
- Figuur 5 Gloomingskaart ontwerpalternatieven
- Figuur 6 Gloomingskaart definitief ontwerp
- Figuur 7 Dwarsprofiel 1 / dp 298 (+12m) - dp 299 (+80m)
- Figuur 8 Dwarsprofiel 2 / dp 300 - dp 308 (+80m)
- Figuur 9 Dwarsprofiel 3 / dp 308 (+80m) - dp 310 (+25m)
- Figuur 10 Dwarsprofiel 4 / dp 310 (+50m) - dp 318 (+60m)
- Figuur 11 Dwarsprofiel 5 / dp 318 (+60m) - dp 323 (+50m)
- Figuur 12 Dwarsprofiel 6 / dp 323 (+50m) - dp 325 (+20m)
- Figuur 13 Dwarsprofiel 7 / dp 325 (+20m) - dp 329 (+63m)



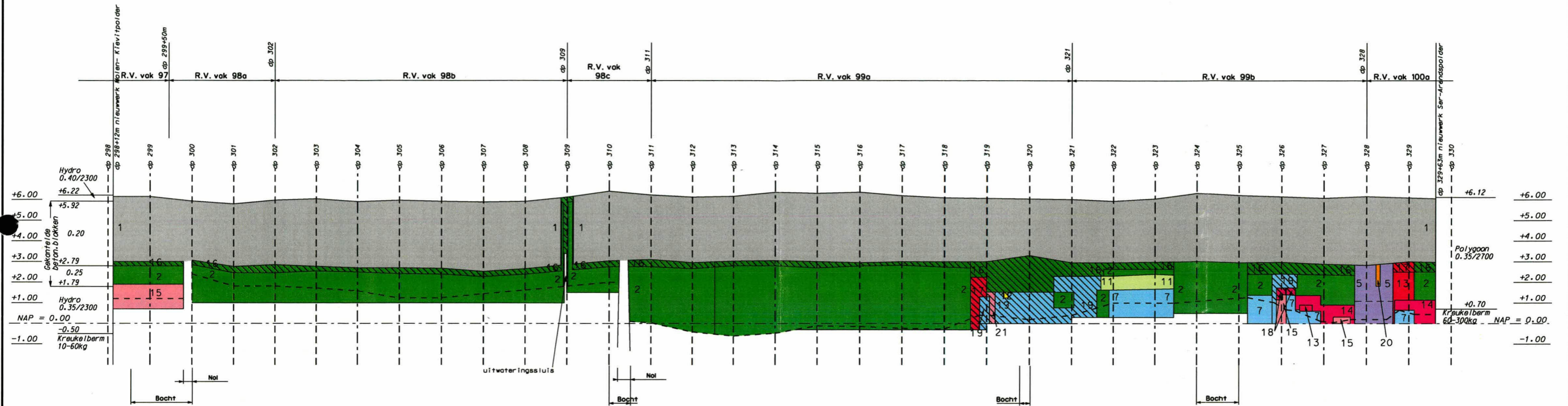
Westersche I de



Projectgebied Kop van Ossensisse

Noord

Zuid

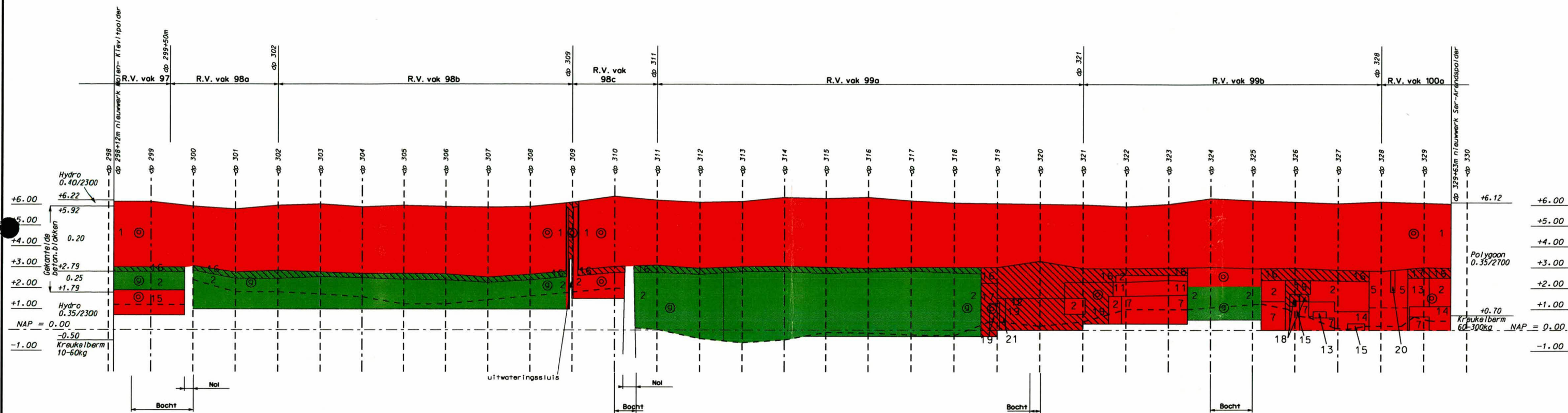


Figuur 3
Glooiingskaart
huidige situatie

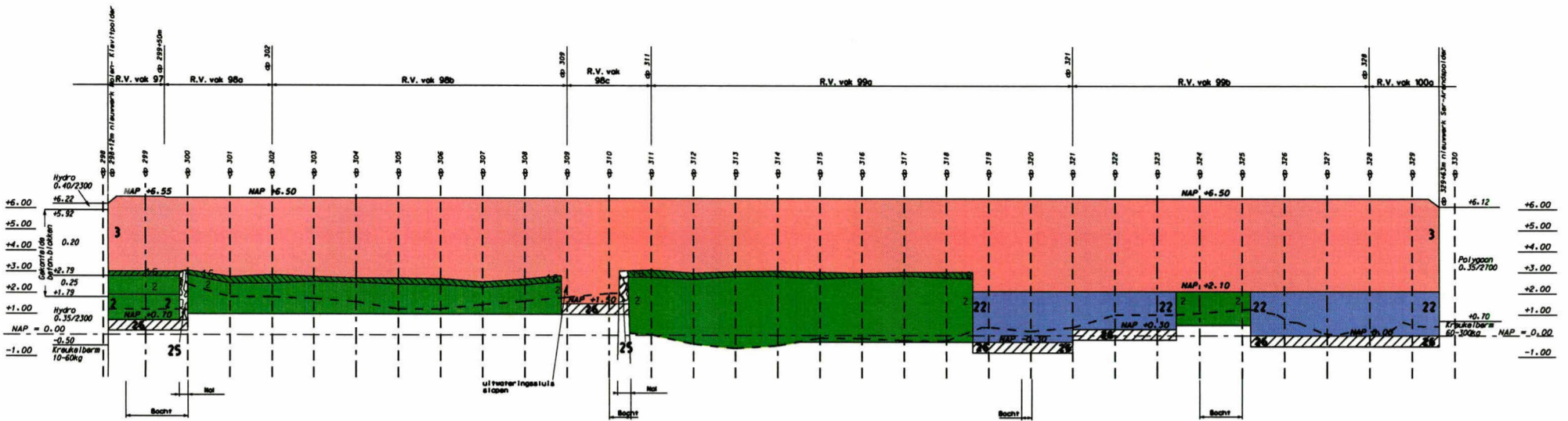
- legenda
- 1 asfalt
 - 2 basalt
 - 3 betonzuilen
 - 4 betonblokken
 - 5 diaboolglooiing
 - 6 doorgroeistenen
 - 7 doornikse steen
 - 8 poolis graniet
 - 9 haringmanblokken
 - 10 hydroblokken
 - 11 koperslakblokken
 - 12 lessinese steen
 - 13 petiet graniet
 - 14 vilvoordse steen
 - 15 granietblokken
 - 16 basalt+asfalt
 - 17 petiet graniet+asfalt
 - 18 vilvoordse steen+asfalt
 - 19 doornikse steen+asfalt
 - 20 gekantelde haringmanblokken
 - 21 basalt+asfalt
 - Stortsteenlijn
 - - - = dp
 - - - = dwarsprofiel

Noord

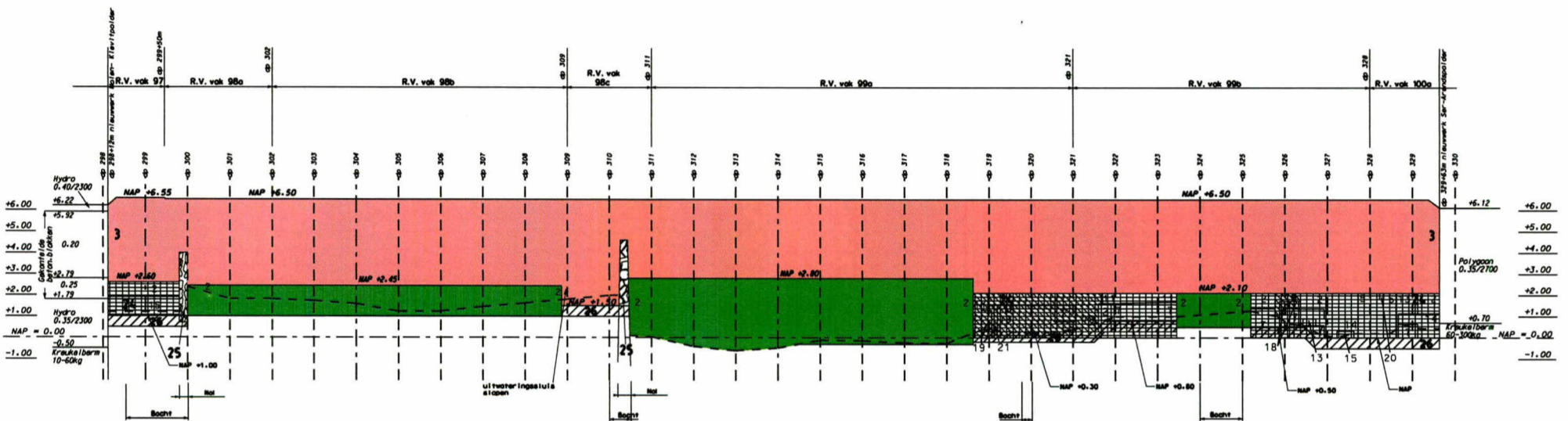
Zuid



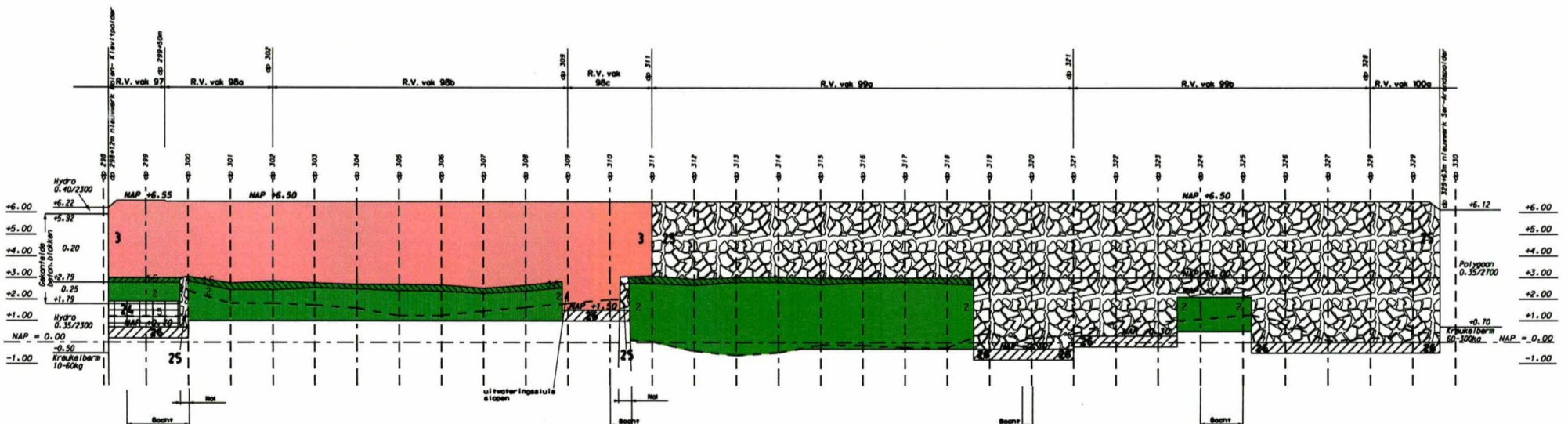
- legenda
- ⊕ goed
 - ⊙ onvoldoende



Figuur 5a
Gloomingskaart
alternatief 1 zuilen



Figuur 5b
Gloomingskaart
alternatief 2 overlagen



Figuur 5c
Gloomingskaart
alternatief 3 breuksteen

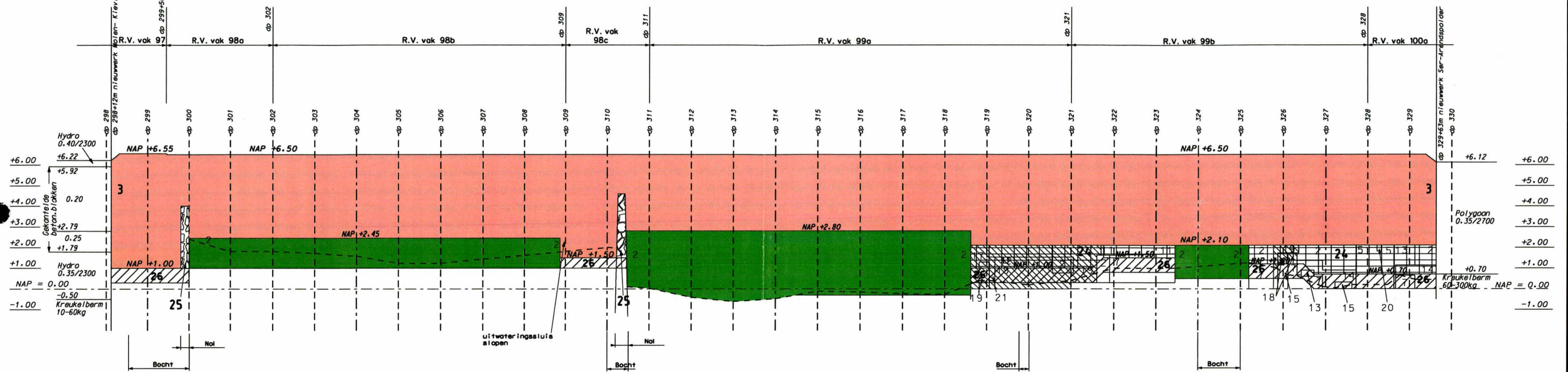
Figuur 5
Gloomingskaart
Ontwerpalternatieven

Legenda

- 1 asfalt
- 2 basalt
- 3 betonzuilen
- 4 betonblokken
- 5 diaboolglooiing
- 6 doorgroei stenen
- 7 doornikse steen
- 8 pools graniet
- 9 haringmanblokken
- 10 hydroblokken
- 11 koperslakblokken
- 12 lessinense steen
- 13 petiet graniet
- 14 vilvoordse steen
- 15 granietblokken
- 16 basalt+asfalt
- 17 petiet graniet+asfalt
- 18 vilvoordse steen+asfalt
- 19 doornikse steen+asfalt
- 20 gekantelde haringmanblokken
- 21 basalt+asfalt
- 22 gekantelde vlakke betonblokken
- 23 betonzuilen -ECC
- 24 overlagen met gepenetreerde breuksteen
- 25 gepenetreerde breuksteen
- 26 kreukelberm
- - Startsteenlijn
- - - - = dp
- - - - = dwarsprofiel

Noord

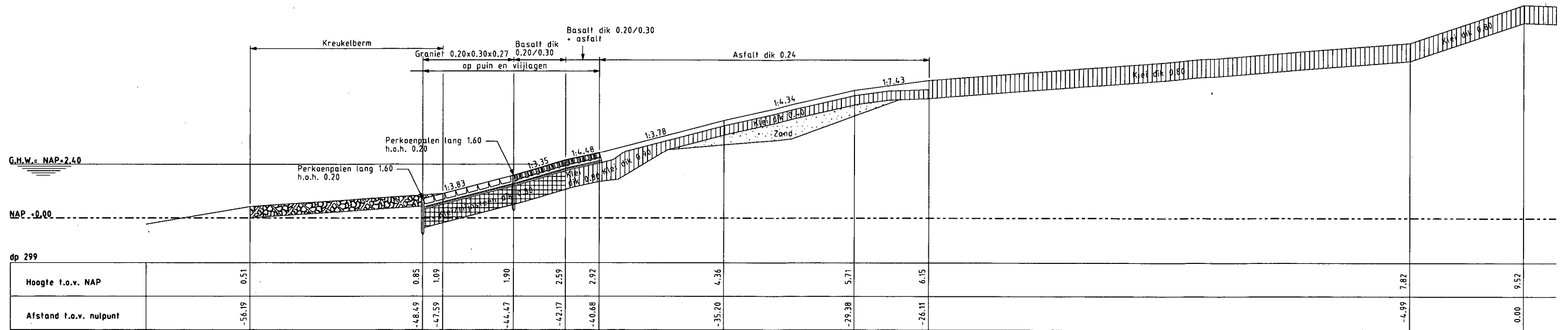
Zuid



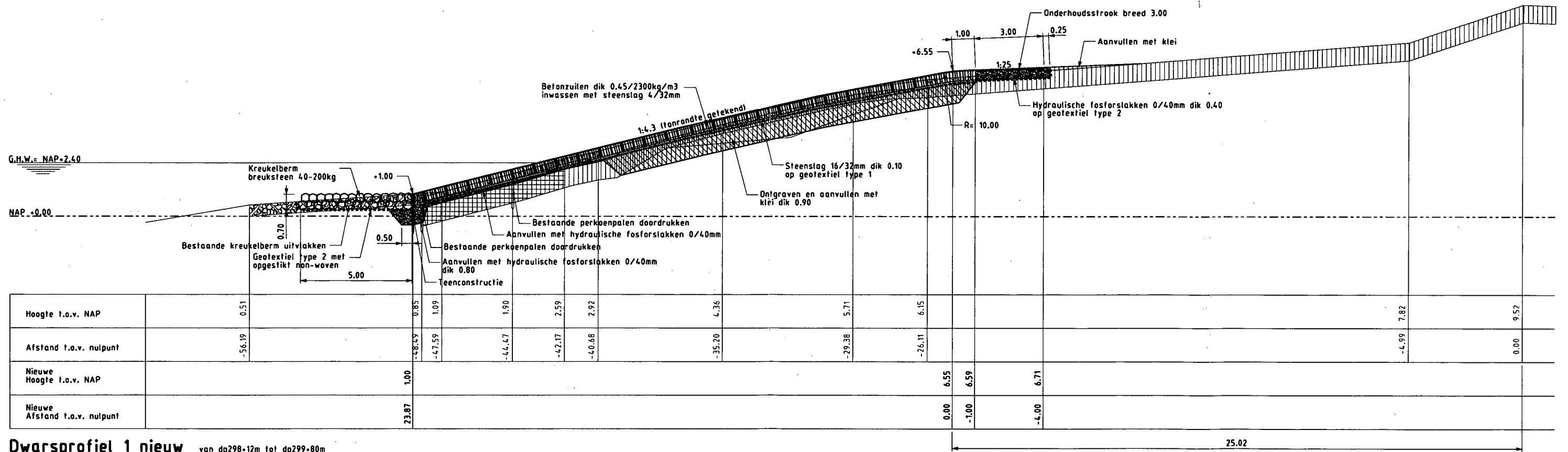
Figuur 6
Glooiingskaart
Definitief ontwerp

legenda

- 1 asfalt
- 2 basalt
- 3 betonzuilen
- 4 betonblokken
- 5 diaboolglooiing
- 6 doorgroei stenen
- 7 doornikse steen
- 8 pools graniet
- 9 haringmanblokken
- 10 hydroblokken
- 11 koperslakblokken
- 12 lessinense steen
- 13 petiet graniet
- 14 vilvoordse steen
- 15 granietblokken
- 16 basalt+asfalt
- 17 petiet graniet+asfalt
- 18 vilvoordse steen+asfalt
- 19 doornikse steen+asfalt
- 20 gekantelde haringmanblokken
- 21 basalt+asfalt
- 22 gekantelde vlakke betonblokken
- 23 betonzuilen -ECO
- 24 overlagen met geopenetreerde breuksteen
- 25 geopenetreerde breuksteen
- 26 kreukelberm
- Startsteenlijn
- - - = dp
- - - = dwarsprofiel

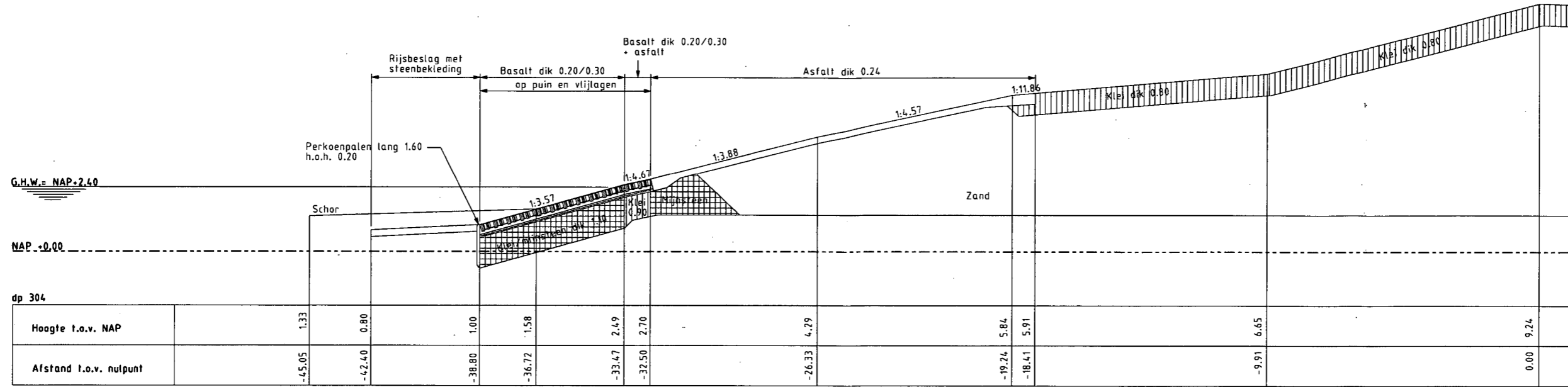


Dwarsprofiel 1 bestaand

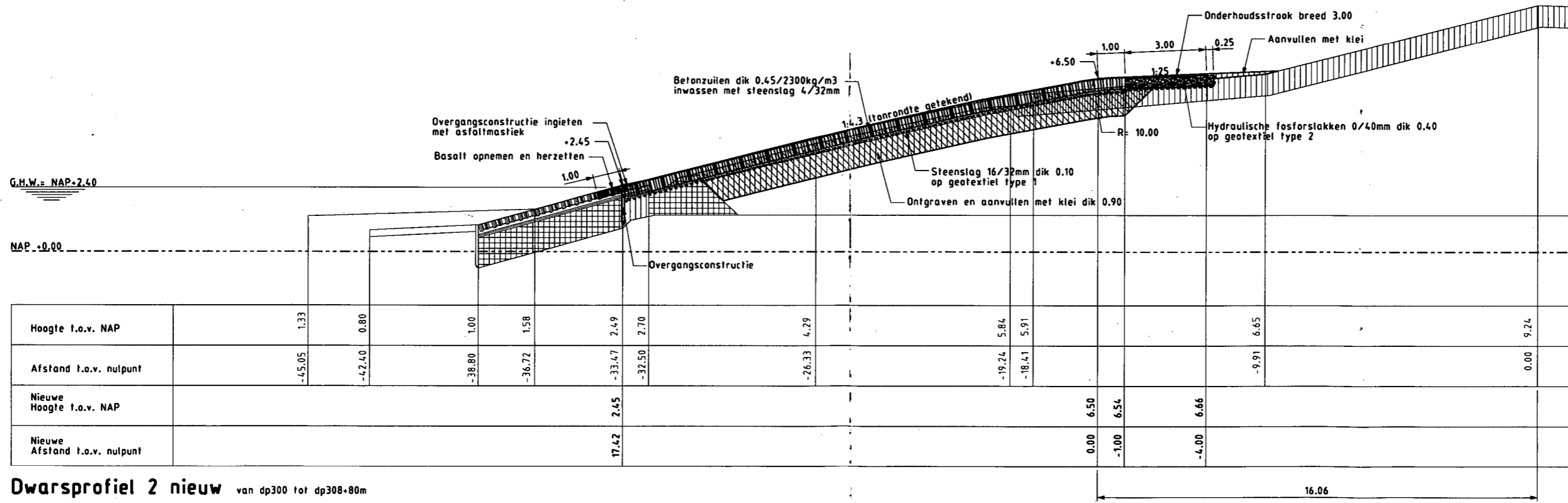


Dwarsprofiel 1 nieuw van dp298+12m tot dp299+80m

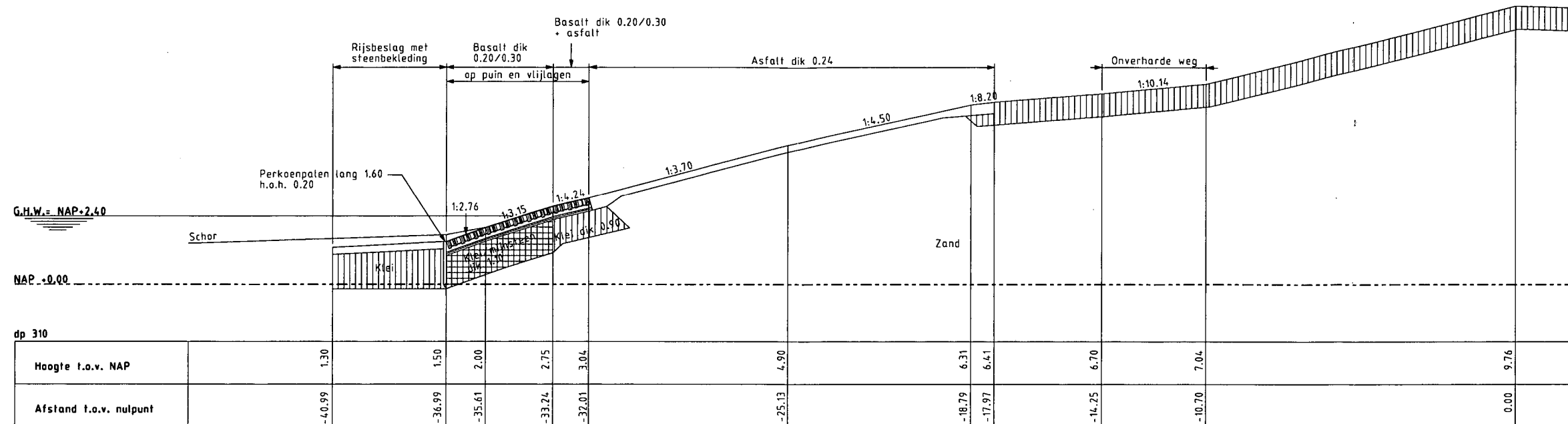
25.02



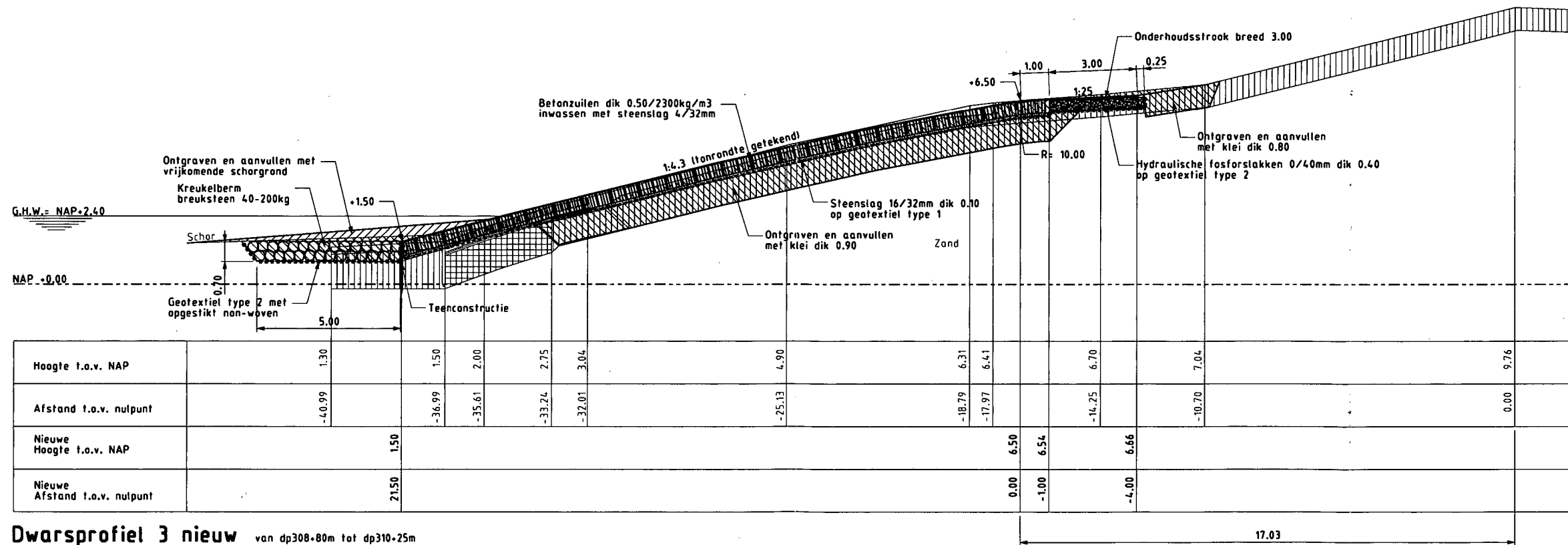
Dwarsprofiel 2 bestaand



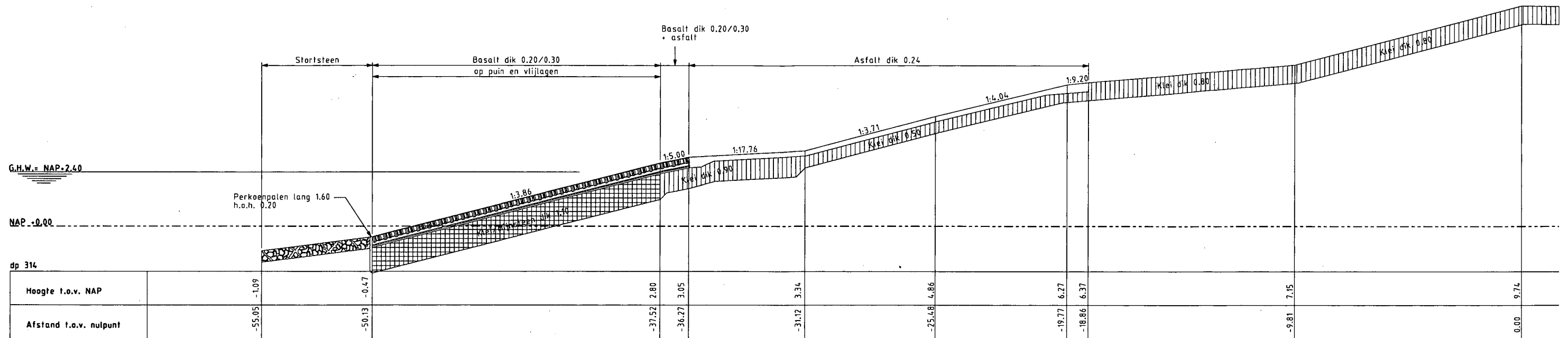
Dwarsprofiel 2 nieuw van dp300 tot dp308+80m



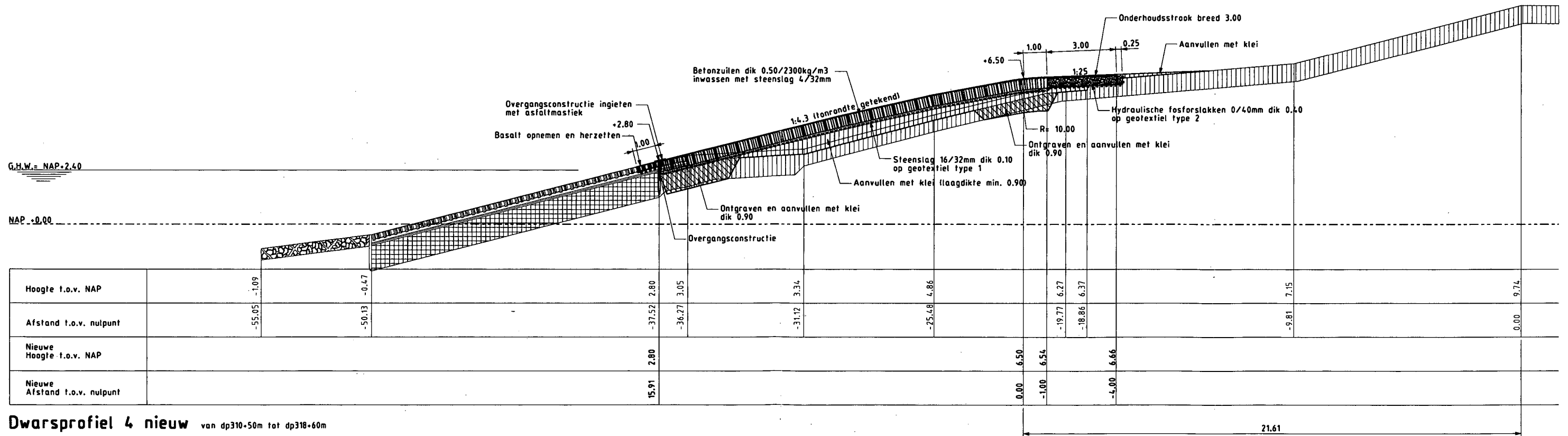
Dwarsprofiel 3 bestaand



Dwarsprofiel 3 nieuw van dp308+80m tot dp310+25m

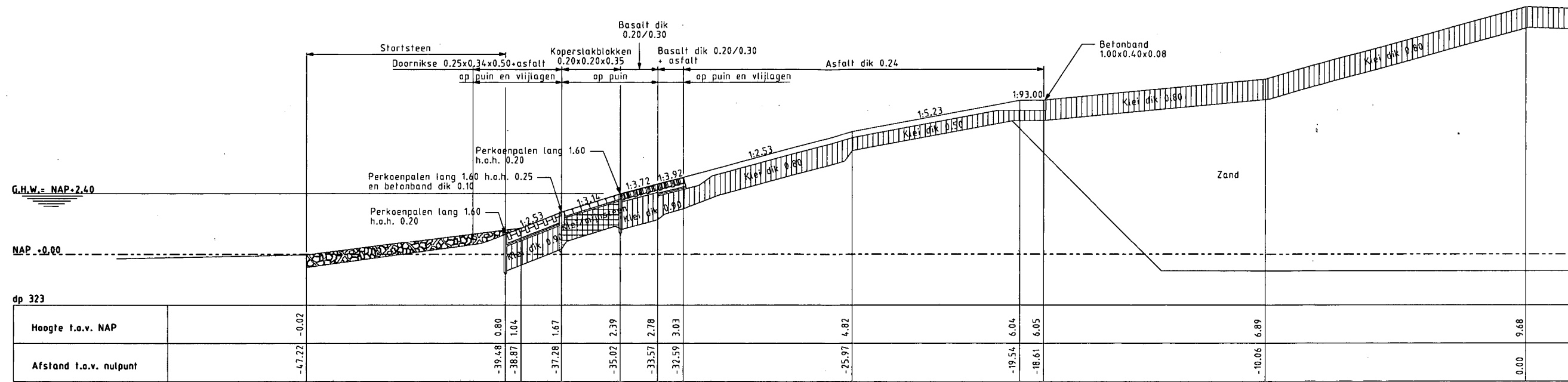


Dwarsprofiel 4 bestaand

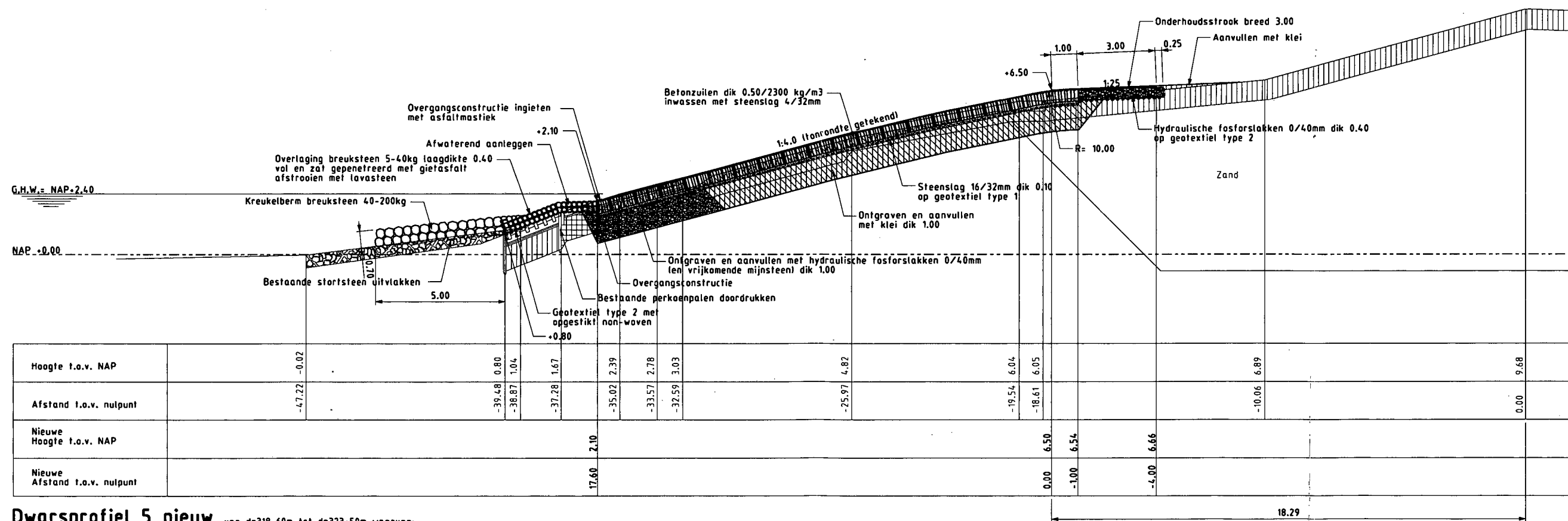


Dwarsprofiel 4 nieuw van dp310+50m tot dp318+60m

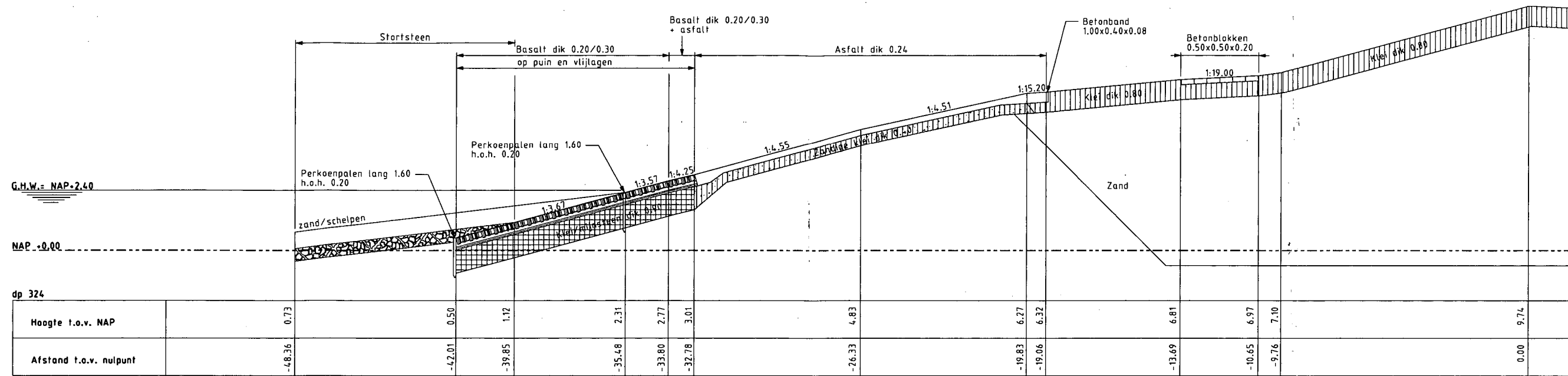
21.61



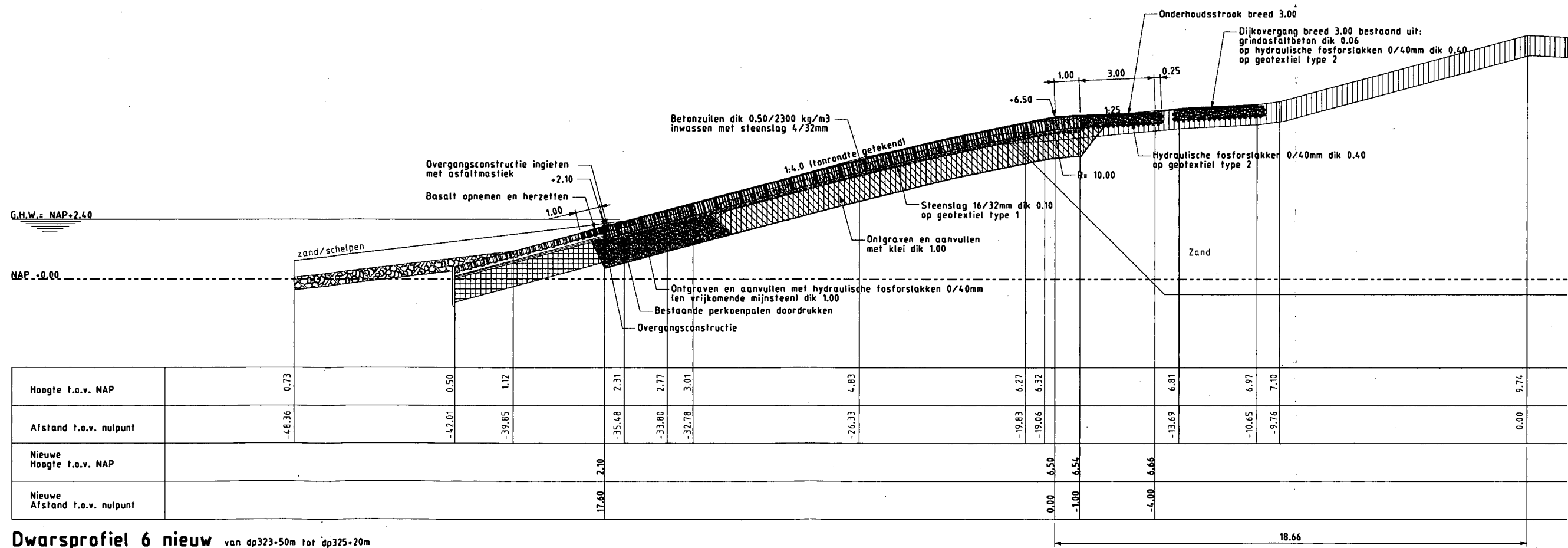
Dwarsprofiel 5 bestaand



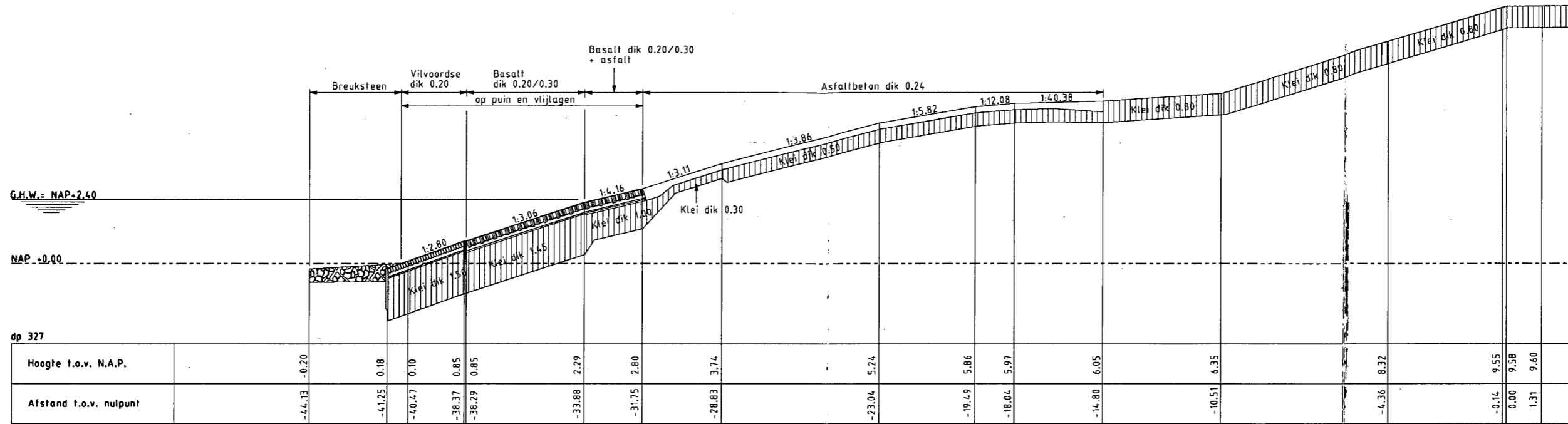
Dwarsprofiel 5 nieuw van dp318-60m tot dp323-50m waarvan: benedengrens onderkant overlaging van dp318-60m tot dp321-50m NAP +0.30 van dp321-50m tot dp323-50m NAP +0.80



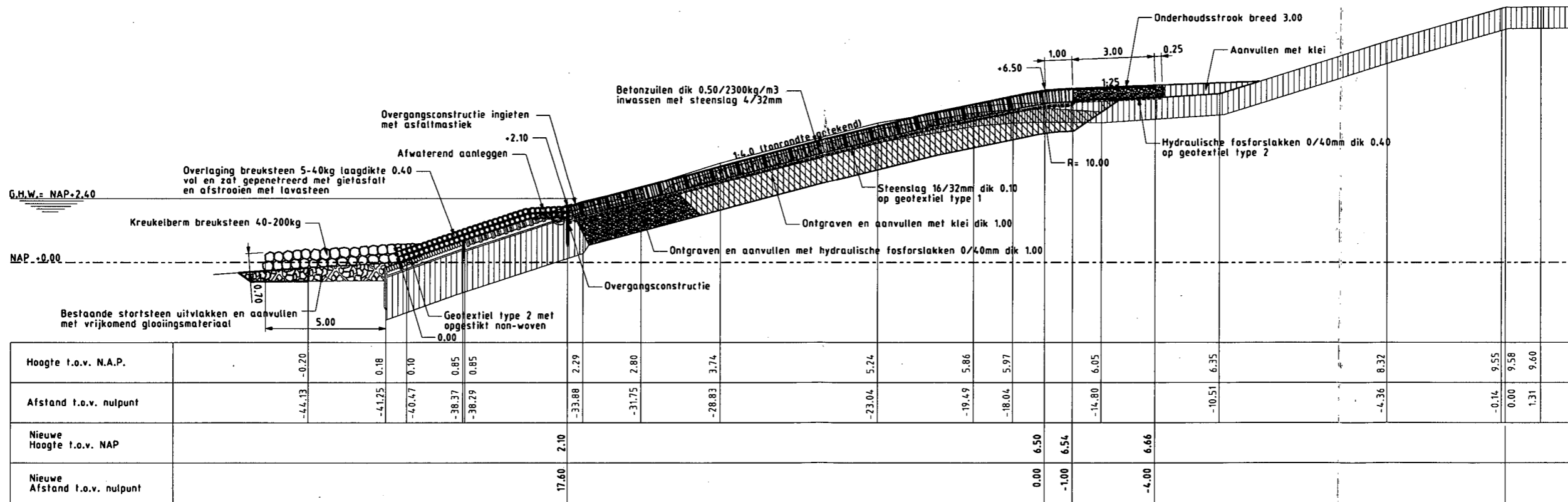
Dwarsprofiel 6 bestaand



Dwarsprofiel 6 nieuw van dp323+50m tot dp325+20m



Dwarsprofiel 7 bestaand



Dwarsprofiel 7 nieuw van dp325+20m tot dp329+63m waarvan: benedengrens onderkant overlaging van dp325+20m tot dp326+80m NAP +0.50 van dp326+80m tot dp329+63m NAP 0.00

16.86

BIJLAGEN

Bijlage 1	Technische toepasbaarheid
Bijlage 1.1	Betonzuilen
Bijlage 1.2	Betonblokken
Bijlage 1.3	Basaltzuilen
Bijlage 2	Dimensionering
Bijlage 2.1	Betonzuilen
Bijlage 2.2	Toplaag kreukelberm
Bijlage 3	Detailadvies natuurwaarden
Bijlage 4	Detailadvies landschapsvisie

BIJLAGE 1 TECHNISCHE TOEPASBAARHEID**Bijlage 1.1 Betonzuilen**

De technische toepasbaarheid van betonzuilen wordt beschreven in paragraaf 5.4.3. Bij de steilste taludhelling van 1:4,0 (bestekswaarde) en bij de zwaarste randvoorwaarden (dijkvak 98c) is gecontroleerd of de zwaarste betonzuil stabiel is.

PARAMETER/BEREKENING	Dijkvak 98c Helling 1:4,0
Golven	
H_s [m]	2,95
T_p [s]	6,90
Talud	
$\cot(\alpha)$ [-]	3,8
ft [-]	0,5
Constructietype	
Niet ingewassen zuilen	
Filter	
Geotextiel	
Basis	
ZUILEN	
A_z [m ²]	0,090
A_{zo} [%]	10
D_z [m]	0,48
s_m [kg/m ³]	2813
G [-]	1,0
Filter	
B [m]	0,15
D_{15} [mm]	20
N [-]	0,35

EINDRESULTATEN

Stabiliteit	
toplaag	
Conclusie	De constructie is stabiel
ANAMOS	

Bijlage 1.2 Betonblokken

De technische toepasbaarheid van de vlakke blokken is beschreven in paragraaf 5.4.4. In deze bijlage zijn twee van de uitgevoerde berekeningen gegeven.

PARAMETER/ BEREKENING	Dijkvak 99a	Dijkvak 99b
	Helling 1:4,0	Helling 1:4,0
	Vlak betonblok 0,20 m	Vlak betonblok 0,20 m
Golven		
H_s [m]	2,0	1,97
T_p [s]	6,6	6,77
Talud		
$\cot(\alpha)$ [-]	3,6	3,6
f_t [-]	0,5	0,5
Constructietype		
	Niet ingewassen dichte blokken	
	Filter	
	Geotextiel	
	Basis	
Blokken		
B [m]	0,20	0,20
L [m]	0,50	0,50
D [m]	0,48	0,48
s [mm]	1,0	1,0
sm [kg/m ³]	2300	2300
G [-]	1,0	1,0
Filter		
b [m]	0,15	0,15
D_{15} [mm]	5	5
n [-]	0,35	0,35
EINDRESULTATEN		
Stabiliteit		
toplaag		
y_s [m]	1,33	1,37
max. topniveau	NAP + 2,6 m	NAP + 2,5 m
conclusie	De constructie is stabiel	De constructie is stabiel
ANAMOS		

Bijlage 1.3 Basaltzuilen

De technische toepasbaarheid van de basaltzuilen is beschreven in paragraaf 5.4.5. In deze bijlage zijn twee van de uitgevoerde berekeningen gegeven. De hoogtes van de basaltzuilen zijn getoetst aan de $5\xi^{-2/3}$ -regel, die voor het ontwerp van een nieuwe basaltbekleding dient te worden aangehouden.

PARAMETER/ BEREKENING	Dijkvak 97	Dijkvak 99b
	Helling 1:4,3	Helling 1:4,0
	D = 0,25 m	D = 0,25 m
Golven		
H _s [m]	1,71	1,34
T _p [s]	5,21	6,14
Talud		
cot(α) [-]	3,9	3,6
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	0,22
sm [kg/m ³]	2900	2900
G [-]	1,0	1,0
Filter		
b [m]	0,15	0,15
D ₁₅ [mm]	20	20
n [-]	0,35	0,35

EINDRESULTATEN

Stabiliteit		
toplaag		
ys [m]	0,82	1,09
max. topniveau	NAP + 1,8 m	NAP + 1,0 m
conclusie	De constructie is stabiel	De constructie is stabiel
ANAMOS		

BIJLAGE 2 DIMENSIONERING

Bijlage 2.1 Betonzuilen

De dimensionering van de betonzuilen is beschreven in paragraaf 6.2.1. De lichtste combinaties van zuildikte en dichtheid zijn bepaald, gebruikmakend van het toepassingscriterium van ANAMOS ($H_s/\Delta D \leq 6\xi^{-2/3}$), voor alle vakken waarin betonzuilen worden toegepast. Vervolgens zijn de gekozen zuilen gecontroleerd met ANAMOS. In de volgende drie tabellen zijn de maatgevende berekeningen opgenomen.

PARAMETER/ BEREKENING	Dijkvak 98b Onder NAP + 5 m Helling 1:4,3	Dijkvak 98b Boven NAP + 5 m Helling 1:4,3
Golven		
H_s [m]	2,28	2,28
T_p [s]	7,15	7,15
Talud		
$\cot(\alpha)$ [-]	3,9	4,1
ft [-]	0,5	0,5
Constructietype		
Niet ingewassen zuilen		
Filter		
Geotextiel		
Basis		
Zuilen		
A_z [m ²]	0,09	0,09
A_{zo} [%]	10	10
D_z [m]	0,43	0,43
s_m [kg/m ³]	2231	2231
G [-]	1,0	1,0
Filter		
b [m]	0,15	0,15
D_{15} [mm]	20	20
n [-]	0,35	0,35

EINDRESULTATEN

Stabiliteit		
toplaag		
Conclusie	De constructie is stabiel	De constructie is stabiel
ANAMOS		

PARAMETER/ BEREKENING	Dijkvak 98c Onder NAP + 4,5 m Helling 1:4,3	Dijkvak 98c Boven NAP + 4,5 m Helling 1:4,3
Golven		
H _s [m]	2,77	2,95
T _p [s]	6,78	6,90
Talud		
cot(α) [-]	3,9	4,1
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]	0,48	0,48
sm [kg/m ³]	2231	2231
G [-]	1,0	1,0
Filter		
b [m]	0,15	0,15
D ₁₅ [mm]	20	20
n [-]	0,35	0,35

EINDRESULTATEN

Stabiliteit toplaag		
Conclusie	De constructie is stabiel	De constructie is stabiel
ANAMOS		

PARAMETER/	Dijkvak 99b	Dijkvak 99b
BEREKENING	Onder NAP + 5 m Helling 1:4,0	Boven NAP + 5 m Helling 1:4,0
Golven		
H _s [m]	2,37	2,37
T _p [s]	7,42	7,42
Talud		
cot(α) [-]	3,6	3,8
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]	0,48	0,48
sm [kg/m ³]	2231	2231
G [-]	1,0	1,0
Filter		
b [m]	0,15	0,15
D ₁₅ [mm]	20	20
n [-]	0,35	0,35
EINDRESULTATEN		
Stabiliteit		
toplaag		
Conclusie	De constructie is stabiel	De constructie is stabiel
ANAMOS		

Bijlage 2.2 Toplaag kreukelberm

Spreadsheet kreukelberm

versie 1.4, d.d. 25-10-2005

Wijzigingen t.o.v. versie 1.3: invoer randvoorwaarden bij 4 waterstanden

POLDER	Kop van Ossenisse
DIJKVAK	98c

Randvoorwaarden RIKZ		
Ws [m + NAP]	Hs [m]	Tp [s]
2	1,5	6
4	2,2	6,4
6	2,8	6,8
Ontwerppeil 2060 [m tov NAP]	6,5	
Gebied: OS/WS	WS	

Algemene invoer		
Voorland stabiel?	[ja/nee]	ja
Lengte voorland flauwer dan 1:30	[m]	100
Gem. hoogte voorland	[m tov NAP]	1
Hoogte kreukelberm	[m tov NAP]	1,5

Uitvoer algemeen	
Type berekening	voorland

Ruimte voor opmerkingen:

Uitvoer bij voorland		
parameter	eenheid	
Lop	[m]	74,3
Ws	[m tov NAP]	6,5
Hs	[m]	3,0
Tp	[s]	6,9
sortering	[kg]	40 - 200

Spreadsheet breuksteen

Versie 9,1, d.d. 21-2-2005

Vervangt spreadsheets breuksteen en overlagen

Wijzigingen t.o.v. versie 8: gebiedskeuze i.v.m. aantal golven in Oosterschelde bij 25 uur storm

Wijzigingen t.o.v. versie 9: loop uit de theorie gehaald bij bepaling surging of pluning

POLDER	Kop van Ossensisse
DIJKVAKNR	99a

Invoer Algemeen		
Gebied: OS/WS		WS
Breuksteen als overlaging		○
Breuksteen op geotextiel op klei/zand		⊙
parameter	eenheid	
cot α	[-]	7,00
H _a	[m]	1,4
T _p	[s]	5,7
dikte kleilaag	[m]	0,8
T _p /T _m	[-]	1,1
Y	[-]	1,00
P	[-]	0,10
ρ _w	[ton/m ³]	1,025
N	[-]	2000
S	[-]	2

Tussenresultaten losse breuksteen		
ε _{op}	[-]	0,86
ε _m	[-]	0,78
ε _{mc}	[-]	1,26
soort golf		pluning
ΔD _{n50}	[m]	0,56

Patroon penetraties		
Invoer		
parameter	eenheid	
cot α	[-]	7
H _a	[m]	1,4
T _p	[s]	5,7
ρ _w	[ton/m ³]	1,025
φ, ψ _u (patroon-stippen)	[-]	3,4
φ, ψ _u (patroon-stroken)	[-]	5
b	[-]	0,6
Tussenresultaten		
ε _{op}	[-]	0,86
ΔD _{n50} stippen	[m]	0,38
ΔD _{n50} stroken	[m]	0,26

Vol en zat penetratie met Dicht colloidaal beton		
controle op golfklap		
Invoer		
holle ruimte percentage	[%]	
cot α	[-]	7

OVERZICHT UITVOER										
Ontwerp op golfbelasting										
ρ _s [ton/m ³]	losse breuksteen				patroon penetratie					
	stippen		stroken		stippen		stroken			
	D _{n50} [m]	M ₅₀ [kg]	sortering [kg]	D _{n50} [m]	M ₅₀ [kg]	sortering [kg]	D _{n50} [m]	M ₅₀ [kg]	sortering [kg]	
2,5	0,391	149,36	60 - 300	0,26	46,01	40 - 200	0,18	14,47	5 - 40	
2,55	0,38	137,85	60 - 300	0,26	42,47	40 - 200	0,17	13,35	5 - 40	
2,6	0,37	127,59	60 - 300	0,25	39,30	40 - 200	0,17	12,36	5 - 40	
2,65	0,35	118,40	60 - 300	0,24	36,47	40 - 200	0,16	11,47	5 - 40	
2,7	0,34	110,15	40 - 200	0,23	33,93	10 - 60	0,16	10,67	5 - 40	
2,75	0,33	102,72	40 - 200	0,23	31,64	10 - 60	0,15	9,95	5 - 40	
2,8	0,32	95,99	40 - 200	0,22	29,57	10 - 60	0,15	9,30	5 - 40	
2,85	0,32	89,89	40 - 200	0,21	27,69	10 - 60	0,15	8,71	5 - 40	
2,9	0,31	84,35	40 - 200	0,21	25,98	10 - 60	0,14	8,17	5 - 40	
2,95	0,30	79,29	40 - 200	0,20	24,42	10 - 60	0,14	7,68	5 - 40	
3	0,29	74,66	40 - 200	0,20	23,00	10 - 60	0,13	7,23	5 - 40	
3,05	0,28	70,42	40 - 200	0,19	21,69	10 - 60	0,13	6,82	5 - 40	
3,1	0,28	66,52	40 - 200	0,19	20,49	10 - 60	0,13	6,44	5 - 40	
3,15	0,27	62,94	40 - 200	0,18	19,39	10 - 60	0,12	6,10	5 - 40	
3,2	0,27	59,63	40 - 200	0,18	18,37	5 - 40	0,12	5,78	5 - 40	
3,25	0,26	56,57	40 - 200	0,18	17,43	5 - 40	0,12	5,48	5 - 40	
3,3	0,25	53,73	40 - 200	0,17	16,55	5 - 40	0,12	5,20	5 - 40	
3,35	0,25	51,10	40 - 200	0,17	15,74	5 - 40	0,11	4,95	5 - 40	
3,4	0,24	48,66	40 - 200	0,16	14,99	5 - 40	0,11	4,71	5 - 40	
3,45	0,24	46,38	40 - 200	0,16	14,29	5 - 40	0,11	4,49	5 - 40	
3,5	0,23	44,26	40 - 200	0,16	13,63	5 - 40	0,11	4,29	5 - 40	

OVERZICHT UITVOER			
Ontwerp op golfbelasting			
ρ _s [ton/m ³]	vol en zat penetratie met dicht coll. beton		
	ρ _{bet} [ton/m ³]	D _{min} [m]	
2,5			
2,55			
2,6			
2,65			
2,7			
2,75			
2,8			
2,85			
2,9			
2,95			
3			
3,05			
3,1			
3,15			
3,2			

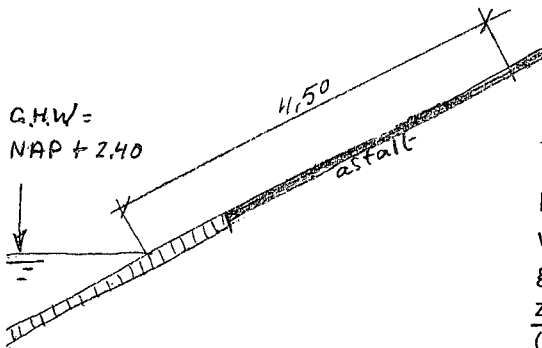
Ruimte voor opmerkingen:

BIJLAGE 3 DETAILADVIES NATUURWAARDEN

Detailadvies natuurwaarden betreffende de zeekering van de Nijspolder

97en

Dijkvak 98 Nijspolder (dp299 tot dp311) is op 11 juli 2002 bezocht door Jacintha de Huu en Robert Jentink. De begroeiing boven gemiddeld hoog water (GHW) is geïnventariseerd volgens de methode van Tansley¹. Voor de getijdenzone maak ik tevens gebruik van een inventarisatie uit 1990 (rapport *Waardenburg/Meyer*) waarvan de relevante gegevens zijn opgenomen in de Milieu-Inventarisatie hierna MI genoemd.



Boven GHW

Het dijkvak ligt geëxponeerd op het noordwesten en is in het verleden, waarschijnlijk daarom, ingepakt in asfalt. Hierop groeit normaal gesproken niets doch in de weinige spleten en scheuren staan direct al zoutplanten. Ze komen voor tot een hoogte van 4,5m boven GHW (over de glooiing gemeten). Van de basaltglooiing beneden GHW is slechts een smalle (0,5 tot 2m) strook zichtbaar door het hoge voorland van primair schor. Op deze strook basalt, die strikt genomen bij de getijdenzone hoort, groeien nog de meeste zoutplanten, simpelweg omdat direct daarboven het asfalt begint.

Al met al toch een brede strook van 6,5m waar de volgende begroeiing voorkomt (zie tabel). De echte schorplanten zijn vet weergegeven.

Soort	Bedekking	Rode lijst	Zoutgetal	Latijnse naam
Zeeaster	r pl. o	-	4	Aster tripolium
Lamsoor	o pl. f	-	4	Limonium vulgare
Zeekraal	f	-	4	Salicornia spec.
Zeeweegbree	f	-	4	Plantago maritima
Schorrekruid	r pl. o	-	4	Suaeda maritima
Schorrezoutgras	r pl. o	-	4	Triglochin maritima
Zilte schijnspurrie	o pl. f	-	4	Spergularia salina
Gerande schijnspurrie	o pl. f	-	4	Spergularia maritima
Strandmelde	r pl. f	-	4	Atriplex littoralis
Gewoon kweldergras	o pl. f	-	4	Puccinellia maritima
Melkkruid	o	-	3	Glaux maritima
Strandkweek	o	-	3	Elymus athericus
Smalle rolklaver	r	-	3	Lotus corniculatus ssp. tenuifolius
Fioringras	r	-	2	Agrostis stolonifera
Spiesmelde	r pl. f	-	1	Atriplex prostrata

Op deze glooiing 10 soorten schorplanten met zoutgetal 4 en 1 soort (glaux) met zoutgetal 3. Hoewel het asfalt zelf niet is begroeid, is daar wel een potentiële groeiplaats voor veel zoutplanten (zoutspray),

getuige de presentie in spleten en scheuren. Het rapport Roelse-Walhout over golfoploop (3.60m) doet dit al vermoeden.

Als deze glooiing vervangen wordt komt die in aanmerking voor de hoogste categorie constructie-alternatieven t.w. Voor Herstel: Cat "redelijk goed" met advies voor verbetering: **ecozielen** (benutten potenties).

Getijdenzone

Deze bestaat hier uit een smalle strook basalt van 0.5 tot 1 meter en duikt dan onder het voorland van primair schor. Deze strook herbergt veel zoutplanten uit de schorzone. MI kent aan deze getijdenzone natuurwaarde type 1 toe en voor potentie type 2, (*rapport Waardenburg/Meyer*). Deze typen hebben betrekking op de presentie van bruinwieren en worden beschreven in het hierboven genoemde rapport. Deze bruinwieren echter, komen in deze strook niet voor wegens de hoge ligging rond GHW.

Alle zoutplanten genoemd in tabel van boven GHW komen hier wel voor en dan in de hogere bedekking, zodat het logisch lijkt om hier dezelfde glooiingsconstructie toe te passen. Voor Herstel en Verbetering allebei Cat: "redelijk goed" ecozielen.

¹ Methode van Tansley: r = rare (zeldzaam), o = occasional (weinig voorkomend), fr = frequent (regelmatig voorkomend), a = abundant (grotere aantallen/bedekking), d = dominant (overheersend in aantal/bedekking).

Detailadvies natuurwaarden betreffende de zeekering van de Hooglandpolder

Dijkvak 99 Hooglandpolder, vanaf dp311 tot dp328, is op 11 juli 2002 bezocht door Jacintha de Huu en Robert Jentink. De begroeiing boven gemiddeld hoog water (GHW) is geïnventariseerd volgens de methode van Tansley¹. Voor de getijdenzone maak ik tevens gebruik van een inventarisatie uit 1990, (*rapport Waardenburg/Meyer*) waarvan de relevante gegevens zijn opgenomen in de Milieu-Inventarisatie hierna MI genoemd.

Boven GHW

Het dijkvak ligt geëxponeerd op het westen en is net als dijkvak 98 voorzien van een asfaltglooiing. Er komen nog 3 soorten echte zoutplanten voor maar wel sporadisch (r). Dit is wel te verwachten bij een dichte asfaltconstructie maar de basalt direct onder GHW vertoont een zelfde beeld. Voor herstel een constructie-alternatief uit categorie "voldoende" en voor verbetering "red. goed". Gezien de golfoploop en bijbehorende spatzone moet er potentie zijn voor zoutplanten maar dan enkele meters boven GHW.

Soort	Bedekking	Rode lijst	Zoutgetal	Latijnse naam
Zilte schijnspurrie	r	-	4	<i>Spergularia salina</i>
Schorrezoutgras	r	-	4	<i>Triglochin maritima</i>
Zilte rus	r	-	3	<i>Juncus gerardi</i>
Strandkweek	r	-	3	<i>Elymus athericus</i>
Fioringras	r	-	2	<i>Agrostis stolonifera</i>
Spiesmelde	r	-	1	<i>Atriplex prostata</i>

Getijdenzone

Geen tot weinig grote bruinwieren op de basaltglooiing beneden GHW. MI geeft hier voor natuurwaarden glooiingen type 1 a 2, (*rapport Waardenburg/Meyer*) waarbij 1 laag en 4 hoog gewaardeerd wordt. Voor potentie type 2. Dit resulteert bij MI in advies voor Herstel en Verbetering allebei een constructie uit red. goed/voldoende van tabel 2 blz.26. De recente waarnemingen geven geen aanleiding hier vanaf te wijken.

¹ Methode van Tansley: r = rare. (zeldzaam), o = occasional (weinig voorkomend), fr = frequent (regelmatig voorkomend), a = abundant (grotere aantallen/bedekking), d = dominant (overheersend in aantal/bedekking).

-Aan
Projectbureau Zeeweringen
B. Preenhouts

Contactpersoon
R. Jentink/C. Joesse
Datum

Doorkiesnummer
0118-422265/217
Bijlage(n)

Ons kenmerk

Uw kenmerk

Onderwerp

Aanvullend detailadvies natuurwaarden zeewering Kop van Ossensisse

bi
P2DB-B-05026

In verband met de verbetering van de zeewering Kop van Ossensisse is er een aanvullend detailadvies nodig. Voor dit dijkgedeelte liggen er al twee detailadviezen voor de te gebruiken dijkbekleding. Deze zijn getiteld Hooglandpolder en Nijspolder. Deze zijn van toepassing op het gedeelte wat wordt samengevat als de Kop van Ossensisse. Dit aanvullende advies vloeit voort uit de Flora en Fauna wet en de Vogel en Habitat richtlijn.

Flora en Faunawet Vogel- en Habitatrichtlijn

Flora en Faunawet

Van het betreffende dijkvak is op 11-07-2002 de glooiing geïnventariseerd en op 28-05-2004 is het voorland geïnventariseerd. Bij deze inventarisaties is de vegetatie in kaart gebracht door de Meetinformatiedienst. Bij deze inventarisaties zijn op de dijk en in het voorland, geen plantensoorten aangetroffen die volgens de Flora en Faunawet beschermd worden.

Nota soortenbeleid Provincie Zeeland

In de Nota Soortenbeleid worden een aantal aandachtsoorten genoemd. Op de zeeweringen kunnen vooral planten voorkomen uit de soortengroepen Aanspoelselplanten en Schorplanten. De soorten die tot deze soortengroep worden gerekend staan op pagina 38 van de Nota Soortenbeleid Provincie Zeeland. De volgende soorten van deze lijst zijn aangetroffen:

Dp 311-328

Soortgroep	Soort
Schorplanten	Schorrezoutgras

Dp 299 -311

Soortgroep	Soort
Aanspoelselplanten	Strandmelde
Schorplanten	Schorrezoutgras
	Lamsoor
	Zeeweegbree

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

Voorland

In het voorland zijn geen provinciale aandachtsoorten aangetroffen.

Habitattypen

Tussen de
hallen

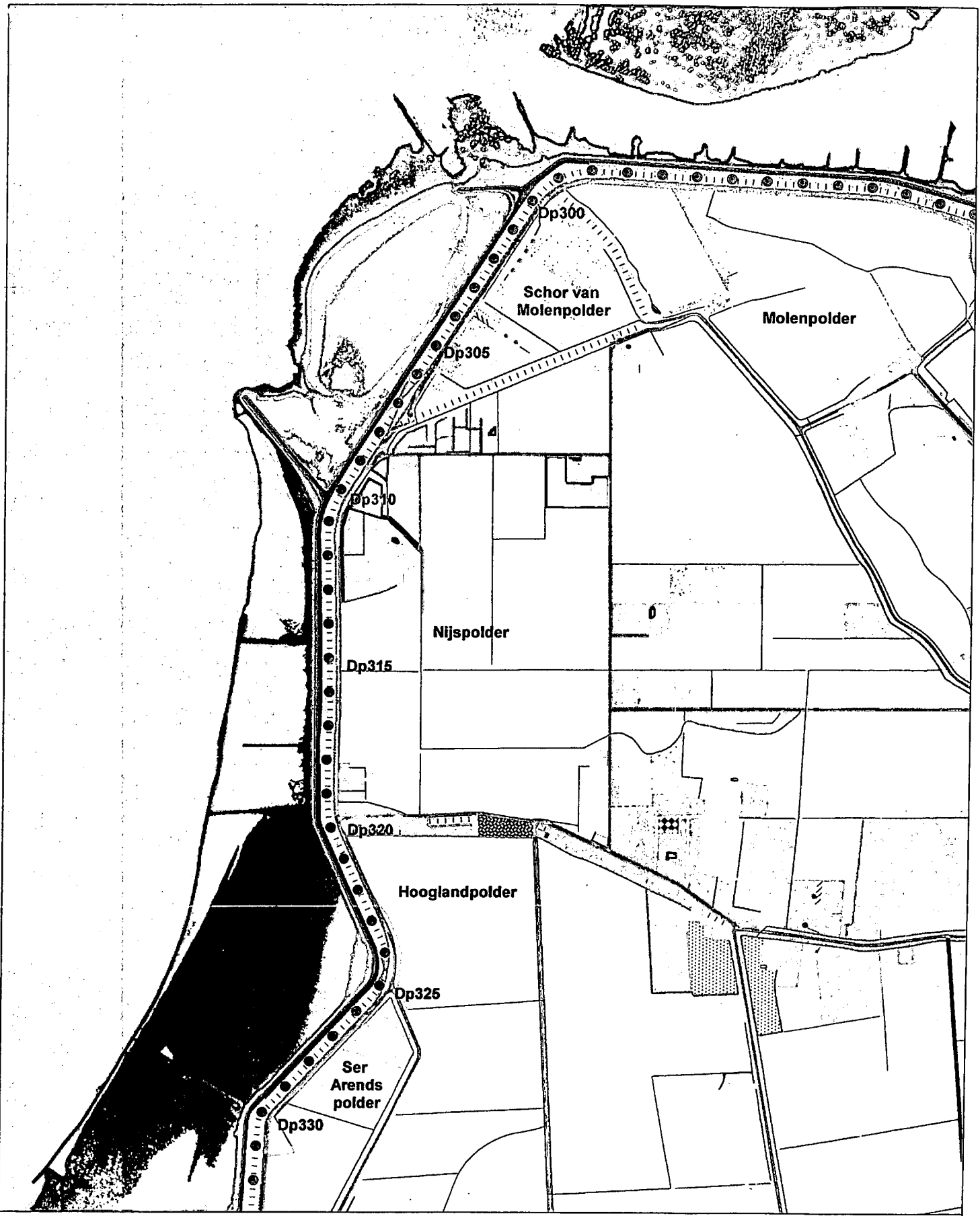
Het voorland is op te delen in twee gedeeltes. Deze indeling houdt zich niet aan de grenzen van de dijkvakken. Het eerste deel kijkend van uit het noorden valt onder het Oude schor molenpolder en de Nijspolder en loopt van dijkpaal 300 tot dijkpaal 310. Het gaat hier om een relatief hoog voorland met een verspreide begroeiing van Engels slijkgras. Het voorland is beschermd volgens de habitatrichtlijn. Het gaat hier om het kwalificerende habitatype 1320 Schorren met slijkgrasvegetatie. Het voorland heeft vooral dicht bij de dijk veel reliëf. Er loopt een vorm van geulenstelsel vlak langs de dijk. Zoals te zien is op de kaart met daarop de hoogte van het slik varieert de hoogte van 0,5 tot 2,5 meter boven NAP. Voor het habitatype is het van belang dat dit reliëf niet verstoord wordt door de werkzaamheden. Om er voor te zorgen dat het habitatype niet blijvend beschadigt raakt door de werkzaamheden is het van belang dat de mitigerende maatregelen genoemd in het rapport "Effecten werkstroken dijkverbetering op kwalificerende habitats" strikt uitgevoerd worden.

Rest

Het tweede gedeelte is het gedeelte Nijspolder, Hooglandpolder en Ser Arendspolder. Het loopt van dijkpaal 310 tot dijkpaal 328. Het gaat hier om laag slik en ondiep water, dit valt onder het kwalificerende habitat 1130 Estuaria. Met de werkzaamheden aan de dijk zal op de plekken waar slik aan de dijk grenst verstoring plaats vinden van dit habitatype. Hierbij zal geen vegetatie verstoord worden omdat deze niet voorkomt in dit habitatype. Wel zal de bodemopbouw van het slik verstoord worden daar waar dit uitgegraven wordt. Om onnodige schade aan dit habitatype te voorkomen dienen de mitigerende maatregelen genoemd in het rapport "Effecten werkstroken dijkverbetering op kwalificerende habitats" strikt uitgevoerd worden.

Mochten er nog vragen zijn naar aanleiding van dit advies of behoefte aan nadere toelichting dan kunt u altijd contact opnemen.

Robert Jentink



Kop van Ossenisse

Hoogte van het slik

	< -1 m		1 m tot 1,5 m
	-1 m tot -0,5 m		1,5 m tot 2 m
	-0,5 m tot 0 m		2 m tot 2,5 m
	0 m tot 0,5 m		2,5 m tot 3 m
	0,5 m tot 1 m		3 m tot 3,5 m

Datum : 21 december 2004
 Referentie : k:\project\dijkpalen\detailadviezen.apr

0 200 400 600 Meters



Ministerie van Verkeer en Waterstaat
 Directoraat-Generaal Rijkswaterstaat
 Meetinformatiedienst Zeeland
 Kaartproductie: RWM Uitvoering



BIJLAGE 4 DETAILADVIES LANDSCHAPSVISIE

Advies landschappelijke vormgeving Zeeweringen Westerschelde

Dijkvak: *Kop van Ossenisse / Nijs- en Hooglandpolder*

Datum: *17 februari 2005*

Door: *P.Goossen, Dienst Landelijk Gebied*

P20B-N-05081

S. Verbeeke

J. Pergwin

05 JUL 2005

B. Preenhouts

Aanleiding

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

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

Landschapsvisie algemeen

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

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

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

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

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

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

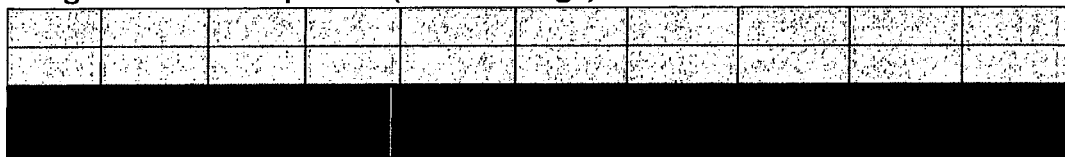
Advies landschappelijke vormgeving Zeeweringen Westerschelde

Dijkvak: **Kop van Ossenisse / Nijs- en Hooglandpolder**

Datum: **17 februari 2005**

Door: **P.Goossen, Dienst Landelijk Gebied**

Voorgesteld landschapsbeeld (vereenvoudigd)



Nadere uitwerking dijkvak Kop van Ossenisse / Nijs- en Hooglandpolder

Het dijkvak sluit aan beide zijden aan op eerder verbeterde dijkvakken. Het dijkvak ligt langs een diepe geul van de Westerschelde. De Nol van de Molenpolder en de Nol van Ossenisse zorgen ervoor dat de stroom uit de kant wordt gehouden. Daarnaast zijn er nog een aantal strekdammen. Verder ligt er een uitwateringssluis nabij dijkpaal 309, maar die is buiten werking. Vanwege de zware golfcondities is het noodzakelijk een aaneengesloten bekleding aan te brengen van verhardingsmaterialen. Bovendien bestaat de bekleding van de reeds verbeterde dijkvakken ook uit verhardingsmaterialen. Opvallend is echter, dat daarbij geen scheiding in materiaal is aangebracht tussen de onder- en boventafel. Dit is in principe vanuit landschappelijk oogpunt wel wenselijk. Vanwege deze omstandigheden is het advies nu om aan te sluiten op beide dijkvakken en dus ook geen verschil in verhardingsmateriaal aan te brengen in onder- en boventafel. In dit geval gelden de volgende uitgangspunten, afwijkend zoals (onder andere) in de landschapsvisie verwoord:

1. In de horizontale opbouw het toepassen van licht gekleurde materialen in de onder- én boventafel;
2. Het onopvallend aansluiten van de nieuwe verhardingsmaterialen op de verhardingsmaterialen die reeds zijn verbeterd;
3. Op dezelfde wijze aansluiten op het onderhoudspad zoals bij de reeds verbeterde dijkvakken het geval is.