


Dijkverbetering Schelphoek Oost

Inclusief oostelijke dam

Ontwerpnota Oosterschelde dijkvak 4
dijkpaal 78,85 - dijkpaal 101
PZDT-R-06289 ontw
1 november 2006

Projectbureau Zeeweringen Dijkverbetering Schelphoek Oost, inclusief oostelijke dam Ontwerpnota				
Auteur: P. van de Rest	controle	Intern	Toetsgroep	Ambtelijk Overleg
Status: Concept	Naam:	[REDACTED]		
Versie: 3	Paraaf:			
Datum: 1 november 2006	Datum:	07-11-2006	07-11-2006	07-11-2006
Documentnummer: PZDT-R-06289 ontw				

Inhoudsopgave

0	Samenvatting	4
1	Inleiding	6
1.1	Achtergrond	6
1.2	Doelstelling van de ontwerpnota	6
1.3	Leeswijzer	7
2	Situatiebeschrijving	8
2.1	Projectgebied	8
2.2	Bestaande bekledingen	9
3	Ontwerpcondities	11
3.1	Veiligheidsniveau	11
3.2	Hydraulische randvoorwaarden	11
3.2.1	Waterstanden	12
3.2.2	Golfrandvoorwaarden	12
3.3	Ecologische randvoorwaarden	13
3.4	Landschapsvisie	14
3.5	Recreatie	15
4	Toetsing	16
4.1	Inleiding	16
4.2	Toetsing toplaag	16
4.3	Conclusie	16
5	Keuze bekleding	17
5.1	Inleiding	17
5.2	Beschikbaarheid	17
5.3	Voorselectie	18
5.4	Technische toepasbaarheid	20
5.4.1	Inleiding	20
5.4.2	Taludhellingen, berm en teen	20
5.4.3	Betonzuilen	21
5.4.4	Breuksteen	21
5.5	Afweging en keuze	22
5.5.1	Deelgebied I: dp 78,85 – dp 87,5	22
5.5.2	Deelgebied II: dp 97,5 tot dp 101	23
5.5.3	Deelgebied III: gehele oostelijke dam	23
5.5.4	Afweging alternatieven	25
5.6	Onderhoudsstrook	27
5.7	Bekleding tussen ontwerppeil en berm	27
5.8	Bekleding tussen berm en kruin	27
5.9	Golfoploop	28

6	Nadere dimensionering	29
6.1	Kreukelberm en teenconstructie	29
6.2	Zetsteenbekleding	31
6.2.1	Toplaag van betonzuilen	31
6.2.2	Uitvullaag	32
6.2.3	Geokunststof	32
6.2.4	Basismateriaal	33
6.3	Ingegoten breuksteen	33
6.4	Open steenasfalt	34
6.5	Waterbouwasfaltbeton	35
6.6	Overgangsconstructie	35
6.7	Overgang boventafel en berm	36
6.8	Berm	36
6.9	Teenverschuiving	37
6.10	Verborgen bekledingen	37
7	Aandachtspunten voor bestek en uitvoering	38
8	Literatuur.....	41

Bijlagen en Figuren	43
----------------------------------	-----------

Figuren

Figuur 1:	Situatie
Figuur 2:	Projectgebied
Figuur 3:	Glooiingskaart huidige situatie
Figuur 4:	Glooiingskaart eindscore toetsing
Figuur 5:	Glooiingskaart Deelgebied 1, 2 ,3: Alternatief I
Figuur 6:	Glooiingskaart Deelgebied 1, 2 ,3: Alternatief II
Figuur 7:	Glooiingskaart voorkeursalternatief
Figuur 8:	Dwarsprofiel 1: bestaand (dp 79) en nieuw
Figuur 9:	Dwarsprofiel 2: bestaand (dp 80) en nieuw
Figuur 10:	Dwarsprofiel 3: bestaand (dp 85) en nieuw
Figuur 11:	Dwarsprofiel 4: bestaand (dp 99) en nieuw
Figuur 12:	Dwarsprofiel 5: bestaand (Havendam +80m) en nieuw
Figuur 13:	Dwarsprofiel 6: bestaand (Havendam +800m) en nieuw
Figuur 14:	Dwarsprofiel 7: bestaand (Kop Havendam) en nieuw

Bijlagen

Bijlage 1:	Technische toepasbaarheid zuilen
Bijlage 2:	Nadere dimensionering
Bijlage 3:	Detailadvies landschap
Bijlage 4:	Detailadvies Landschap
Bijlage 5:	Aandachtspunten Ecologie

0 Samenvatting

Deze ontwerpnota, opgesteld in het kader van Project Zeeweringen van Rijkswaterstaat, betreft het ontwerp van de nieuwe dijkbekledingen voor het dijktraject langs de Schelphoek Oost, inclusief de oostelijke dam. Dit dijktraject ligt op Schouwen-Duiveland aan de noordoever van de Oosterschelde, en heeft een lengte van ongeveer 3,0km, en valt onder het beheer van het Waterschap Zeeuwse Eilanden. Bij Schelphoek zijn er twee dammen aanwezig, met daar achter een inlaaggebied en een ringdijk (zie Figuur 1 en 2). Het gedeelte dat is geselecteerd voor verbetering ligt tussen dp 78,85 en dp 101 op de ringdijk. Ook de oostelijke dam wordt meegenomen in het ontwerp en wordt aan beide zijden bekleed op de maatgevende omstandigheden (1/4000 per jaar).

De steenbekleding op de ringdijk bestaat uit een bekleding van betonblokken, graniet (al dan niet gepenetreerd met beton), Doornikse en voor een groot deel uit asfalt. De bovengrens van de steenbekleding ligt op circa NAP + 3,7 m. Tussen dp 82,4 en dp 97,5 is er een geasfalteerde berm aanwezig op NAP + 3,7 m. Het bovenbeloop is bekleed met gras en klei. Er is een geasfalteerde boothelling aanwezig op dp 79 en een strandje (dp 80,9 t/m 82,4), waar de onderliggende bekleding onbekend is. De nol ter plaatse van dp 97,5 zal met een verborgen glooiing gepasseerd worden.

De bekleding van de oostelijke dam bestaat aan de landzijde uit diabooblokken, betonblokken en Doornikse. Er is geen duidelijk te onderscheiden berm aanwezig. Aan de zeezijde van de dam bestaat de bekleding uit basalt (al dan niet ingegoten), Vilvoordse en Haringmanblokken. Er is een berm aanwezig op ca. NAP +2,80 m, die bestaat uit Vilvoordse, basalt en Haringmanblokken. Het bovenbeloop is bekleed met gras en klei. De kruin ligt op NAP + 6,0 m tot NAP + 6,2 m.

De ontwerpwaterstand (Ontwerppeil 2006-2060) van de dijk bedraagt NAP + 3,45 m. De bijbehorende ontwerpwaarden voor de golfhoogte H_s en de golfperiode T_p variëren van 1,2 m tot 2,3 m en van 5,3 s tot 5,7 s.

Let op: bij de berekening van de randvoorwaarden van het inlaaggebied is ervan uitgegaan dat zowel de oostelijke als de westelijke dam gedimensioneerd worden op golfbelastingen met een overschrijdingskans van 1/4000 per jaar. De westelijke dam valt echter buiten het projectgebied, maar zal volgens de huidige planning in 2007 in ontwerp gaan.

De gehele bekleding, exclusief het traject vanaf dp 87,5 t/m dp 97,5, bestaande uit gepenetreerde breuksteen, moet worden verbeterd. Bij het ontwerp van de nieuwe bekledingen is rekening gehouden met het eventuele hergebruik van materialen, de technische en ecologische toepasbaarheid van verschillende bekledingstypen, de inpasbaarheid in het landschap, uitvoerings- en beheersaspecten, en kosten. De dikten van de gezette bekledingen zijn extra vergroot, omdat de waterstanden op de Oosterschelde tijdens de maatgevende stormen minder variëren dan op de Westerschelde, waardoor de golfaanval langer op één niveau blijft.

De nieuwe bekledingen in de ondertafel moeten worden uitgevoerd in betonzuilen en/of ingegoten breuksteen. In het grootste deel van de boventafel moeten betonzuilen worden toegepast. Op het traject vanaf dp 101 tot de kop van de dam mag op de boventafel ook ingegoten breuksteen worden aangebracht. Het gehele traject is eerst opgedeeld in drie deelgebieden en vervolgens zijn voor elk deelgebied met behulp van de eerdergenoemde bekledingstypen twee alternatieven ontwikkeld. Het gekozen voorkeursalternatief voor elk deelgebied is in Tabel 0.1 weergegeven.

Tabel 0.1 Voorkeursalternatief

Deelgebied	Locatie	Bekleding	Ondergrens [NAP +m]	Bovengrens [NAP +m]
I	Dp 78,85 t/m dp 79,15	Waterbouwasfaltbeton	Teen	3,77
	Dp 79,15 t/m dp 87,5	Overlaging vol en zat 5-40 kg	Teen	3,75
II	Dp 97,5 t/m dp 101	Betonzuilen 0,50m/2300 kg/m ³	Teen	3,75
Binnenzijde dam				
III	Dp 101 tot Havendam Binnen +90 m	Overlaging vol en zat 5-40 kg	Teen	3,45
	Havendam Binnen +90m tot Havendam Binnen +900m	Overlaging met schone koppen 5-40 kg	Teen	1,40
		Overlaging vol en zat 5-40 kg	1,40	3,45
	Havendam Binnen +900m tot Havendam Buiten +900m (Kop Havendam)	Overlaging met schone koppen 10-60 kg	Teen	1,40
Overlaging vol en zat 10-60 kg		1,40	3,45	
Buitenzijde dam				
III	Havendam Buiten +900m tot dp 101	Betonzuilen 45/2600 met ecotoplaag	Teen	1,40
		Betonzuilen 50/2400	1,40	3,45
Kruin en aanliggende taluds boven ontwerppeil				
III	Gehele dam	Open steenasfalt afgestrooid met grond	Beide zijden inclusief kruin	

Voor de dijk wordt een nieuwe kreukelberm aangelegd, met een toplaag van 10-60 kg, welke vanaf Havendam Binnen +900m tot dp 101 (buitenzijde en kop dam) wordt gepenetreerd met een strokenpenetratie. Op de stormvloedberm wordt een nieuwe onderhoudstrook aangelegd, die vanaf dp 79,15 t/m dp 97,5 toegankelijk zal zijn voor fietsers. De toplaag wordt in asfalt uitgevoerd. Uitzondering daarop is het afgesloten deel vanaf dp 97,5 tot dp 101 dat wordt uitgevoerd in open steenasfalt, afgestrooid met grond. Aan de binnenzijde van de dam komt in tegenstelling tot de buitenzijde geen onderhoudstrook, vanwege ruimtegebrek.

1 Inleiding

1.1 Achtergrond

Uit onderzoek van de Technische Adviescommissie voor de Waterkeringen (TAW, naam gewijzigd in ENW) 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 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 2008 zijn meerdere dijktrajecten langs de Oosterschelde uitgekozen, waaronder het traject van de Schelphoek Oost. Het projectgebied heeft een lengte van ongeveer 2,2 km exclusief de havendam, die geen standaard dijkpaalnummering heeft. De havendam heeft een lengte van circa 900 m, waardoor het gehele projectgebied, inclusief de havendam ongeveer 3100 m lang is. De havendam moet aan beide zijden bekleed worden, inclusief het bovenbeloop en de kruin.

In de voorliggende nota worden van dit traject de ontwerpen van de nieuwe bekledingen uitgewerkt. In de ontwerpen wordt alleen de bekleding van het onderbeloop beschouwd en van het bovenbeloop, voor zover dit onder het ontwerppeil (+ ½ H_s) ligt. Het overige deel van het bovenbeloop, en de kruin en het binnentalud worden (met uitzondering van havendammen) niet meegenomen. Wanneer de buitenberm beneden het ontwerppeil ligt, wordt deze opgehoogd tot aan het ontwerppeil.

1.2 Doelstelling van de ontwerpnota

De ontwerpen worden vastgelegd in ontwerpnota's, met de beschrijving van:

- de uitgangspunten en randvoorwaarden,
- het resultaat van de toetsing,
- alle overige aspecten die van belang zijn voor het ontwerp van de nieuwe taludbekledingen, waaronder ecologische aspecten,
- de ontwerpberekeningen,
- het ontwerp (dwarsprofielen).

De ontwerpnota vormt de basis voor de natuurtoets en de planbeschrijving conform Artikel 8 van de Wet op de waterkering. Het ontwerp bestaat uit een overzicht van de ontwerpgegevens, die moeten worden opgenomen in het systeem van leggers en beheersregisters van het waterschap. De ontwerpnota vormt als zodanig een onderdeel van de documentatie die bij het overdrachtsprotocol, na het verstrijken van de onderhoudsperiode, aan het waterschap wordt overgedragen.

Het ontwerpproces is beschreven in het Kwaliteitshandboek [1] en in de Handleiding Ontwerpen Dijkbekledingen [2] van Projectbureau Zeeweringen.

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 Projectgebied

Het dijktraject Schelphoek Oost is gelegen op Schouwen-Duiveland aan de noordoever van de Oosterschelde, nabij het dorp Serooskerke in de gemeente Schouwen-Duiveland. Het projectgebied is geheel in beheer van het Waterschap Zeeuwse Eilanden. Het dijktraject ligt in het gebied tussen dp 78,85 en dp 101, inclusief de oostelijke dam en komt overeen met de randvoorwaardenvakken 169a, 251 en 252. Het gebied vanaf dp 87,5 tot dp 97,5 heeft het Waterschap Zeeuwse Eilanden echter in 2005 al verbeterd en hoeft daarom niet meer mee te worden genomen in het ontwerp [14]. Het projectgebied heeft een lengte van ongeveer 2,2 km exclusief de havendam, die geen standaard dijkpaalnummering heeft. De havendam heeft een lengte van circa 900 m, waardoor het gehele projectgebied, inclusief de havendam ongeveer 3100 m lang is. De havendam moet aan beide zijden bekleed worden, inclusief het bovenbeloop en de kruin. De situatie en het projectgebied zijn weergegeven in Figuur 1 en Figuur 2.

Het dijktraject bestaat uit een ringdijk, die na de februaristorm van 1953 is aangelegd, en een dam. De gehele dam wordt meegenomen in het ontwerp. De redenen dat deze dam wordt verbeterd zijn divers (zie memo Waterschap Zeeuwse Eilanden [3]). In de eerste plaats reduceert deze dam de golfaanval op de achterliggende kering, waardoor de kruinhoogte problemen van de ringdijk worden verminderd. Daarnaast kan door het in stand houden van de dam opdringing van de aanliggende geul worden tegengegaan. De dam beschermt bovendien de natuurwaarden van het inlaaggebied.

De nol ter plaatse van dp 97,5 behoort niet tot de primaire waterkering en moet daarom met een verborgen glooiing achterlangs gepasseerd worden. Ter plaatse van dp 87,5 en dp 97,5 moet een aansluiting gemaakt worden op de overlaging van gepenetreerde breuksteen en ter plaatse van dp 78,85 en dp 101 op dijkgedeeltes die nog niet verbeterd zijn. Er is een boothelling aanwezig (dp 79) die meegenomen zal worden bij de dijkverbetering. In plaats van de gebruikelijke teen aan de onderzijde van het profiel is er bij de boothelling een damwandconstructie aanwezig, waarvoor een relatief fijne laag stortsteen ligt (zie Figuur 8). Vanaf dp 80,9 tot dp 82,4 is een strandje aanwezig, waar de bekleding niet zichtbaar is. De onderliggende bekleding bestaat waarschijnlijk uit asfalt. De exacte ligging en type bekleding zullen verder onderzocht worden in de besteksfase, aangezien gebleken is dat deze geen invloed hebben op de keuze van het ontwerp.

Momenteel is er een geasfalteerde onderhoudsstrook aanwezig vanaf dp 83 t/m dp 97,5. Aan weerszijde van deze strook is er een dijkovergang aanwezig.

Aan de noordwestkant grenst het dijktraject aan het natuurgebied Schelphoek en aan de oostzijde aan de Weevers inlaag. Het dijktraject ligt dichtbij Hammen, een diepe geul (orde 30-40 m) tussen de Roggenplaat en Schouwen.

In deze nota wordt het dijktraject behandeld in oplopende volgorde van dijkpaalnummering, vanaf de boothelling (dp 79) richting de dam. Op de havendam is geen dijkpaalnummering aanwezig. Daar is gekozen om locaties aan te geven via een kilometrering die loopt over de kruin van de dam richting de kop van de havendam (zie Figuur 2).

2.2 Bestaande bekledingen

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).

De bestaande bekledingen van het dijktraject zijn schematisch weergegeven in Figuur 3. De karakteristieke dwarsprofielen zijn weergegeven in Figuur 8 t/m Figuur 14.

De ringdijk vanaf dp 78,85 t/m dp 101 bestaat uit een bekleding van betonblokken, graniet (al dan niet gepenetreerd met beton), Doornikse en grote vlakken met asfalt. Ondanks dat asfaltbekleding geen zetssteenbekleding is, zal deze toch in de verbetering van het dijktraject worden meegenomen. De bekleding vanaf dp 87,5 tot dp 97,5 bestaat uit gepenetreerde breuksteen van de sortering 5-40 kg in een laagdikte van 0,40 m. Het bovenbeloop bestaat uit gras en klei. De berm ligt iets boven het ontwerppeil van NAP +3,45m, op een hoogte van ca. NAP +3,70 m.

De oostelijke dam maakt deel uit van de primaire waterkering. De bekleding van deze dam bestaat aan de zeezijde uit basalt (al dan niet ingegoten), Vilvoordse en Haringmanblokken. Er is een berm aanwezig op ca. NAP +2,8 m (ontwerppeil = NAP +3,45 m), die bestaat uit Vilvoordse, basalt en Haringmanblokken. Aan de landzijde van de dam bestaat de bekleding uit diablooblokken, betonblokken en Doornikse. Het bovenbeloop bestaat uit gras en klei aan beide zijden van de dam inclusief de kruin. Aan de binnenzijde is geen duidelijk te onderscheiden berm aanwezig.

Tussen dp 79 en dp 87,5 varieert het niveau van de teen van de taludbekleding van circa NAP - 0,5 m tot circa NAP - 0,8 m. Plaatselijk vanaf dp 79,15 tot dp 81 ligt de teen echter een stuk hoger op NAP +1,15m. Vanaf dp 97,5 t/m dp 10,1 ligt de teen op NAP +0,50 m en aan de binnenzijde van de dam, varieert het niveau van de teen van de taludbekleding van circa NAP - 0,8 m tot circa NAP + 0,3 m. Aan de buitenzijde van de dam is de teen niet goed zichtbaar, doordat deze bedekt is

met een dikke laag stortsteen. De exacte ligging van de teen is daardoor onbekend en ligt waarschijnlijk op ca. NAP- 0,5 m. Ook aan de binnenzijde van de dam en tussen dp 97,5 en dp 10,1 is de teen niet direct zichtbaar, omdat deze bedekt is met een laag zand en/of een laag stortsteen.

De gemiddelde helling van het dijktafval op de ringdijk is circa 1:3,1. Het traject tussen dp 79 en dp 80,9 is aanzienlijk steiler, namelijk 1:2. De binnenzijde van de dam heeft een gemiddelde helling van 1: 2,8 en de buitenzijde 1;3,1. De kern van de dijk bestaat uit zand, maar tussen de bekleding en de zandkern is een kleilaag aanwezig.

3 Ontwerpcondities

3.1 Veiligheidsniveau

De dijken in de primaire waterkeringen in Zeeland dienen overstromingen te voorkomen tot aan de ontwerpstorm met een gemiddelde overschrijdingskans van 1/4000 per jaar. Aangezien het project uitgaat van een directe relatie tussen het falen van de bekleding en het falen van de dijk, dient ook de bekleding bestand te zijn tegen de golf- en waterstandsbelastingen met een overschrijdingskans van 1/4000 per jaar. De planperiode van de verbeterde dijkbekledingen bedraagt 50 jaar.

3.2 Hydraulische randvoorwaarden

Bij het ontwerpen van de nieuwe bekledingen kan de juiste correlatie tussen de golven en de waterstanden nog niet meegenomen worden. Voor de stabiliteit van de bekledingen is de nauwkeurigheid van de golven meer bepalend dan die van de waterstanden. Daarom zijn de golf randvoorwaarden berekend voor een maatgevend windveld met een overschrijdingskans van 1/4000 per jaar, bij waterstanden van NAP + 0 m, NAP + 2 m, NAP + 3 m en NAP + 4 m. De significante golfhoogte H_s en de piekperiode T_p of T_{pm} zijn berekend voor alle windrichtingen. Vervolgens is voor elke hiervoor genoemde waterstand de maatgevende combinatie van significante golfhoogte en piekperiode bepaald. Voor de golf randvoorwaarden bij tussenliggende waterstanden wordt lineair geïnterpoleerd. Bij lagere waterstanden wordt lineair geëxtrapoleerd. Deze benadering zonder de beschouwing van de correlatie tussen de waterstand en de golf randvoorwaarden kan, met name voor de hogere gedeelten van de bekleding, tot enige overschatting van de belasting leiden.

Rekening is gehouden met de verwachte ongunstigste bodemligging in de planperiode van 50 jaar. Daartoe is op bepaalde locaties een verdieping ten opzichte van de huidige situatie in rekening gebracht, representatief voor de verwachte erosie.

Tijdens de maatgevende stormen variëren de waterstanden op de Oosterschelde minder dan op de Westerschelde. Wanneer wordt verwacht dat het hoogwater op de Noordzee hoger zal zijn dan NAP + 3,0 m, dan wordt de Oosterscheldekering gesloten. Hierbij wordt gestreefd naar een waterpeil van NAP + 1,0 m op de Oosterschelde. Dit waterpeil wordt circa 12 uur gehandhaafd, aangezien de kering pas bij het eerstvolgende laagwater weer kan worden geopend. Indien wordt voorspeld dat ook het volgende hoogwater hoger zal zijn dan NAP + 3,0 m, is het streven het waterpeil op de Oosterschelde voor de tweede sluiting van de kering op NAP + 2,0 m te brengen. Dit alles om de waterstands- en golfbelastingen op de dijken over het talud te spreiden. In 2004 is een onderzoek gestart naar de effecten van de langer durende belastingen op de sterkte van de gezette bekledingen. Uit de resultaten van dit onderzoek is gebleken dat de zwaarte van de gezette bekleding langs

de Oosterschelde extra dient te worden vergroot (ΔD *vergrotingsfactor; Δ = relatieve dichtheid, D = zuil- of blokhoogte). Bij de berekeningen in deze nota is uitgegaan van de nieuwe rekenmethode voor de langeduurfactor, waarbij bijvoorbeeld in het geval van betonzuilen de maximaal toepasbare hoogte van de berekende betonzuilen wordt vermenigvuldigd met een factor 0,68. Bij bekledingen van breuksteen langs de Oosterschelde moet een langer durende golfbelasting in rekening worden gebracht door het aantal golven (N) in de stabiliteitsrelaties van Van der Meer te vergroten [2].

De toetspeilen en ontwerppeilen van de Oosterschelde zijn gebaseerd op een noodsluiting van de Oosterscheldekering. Daarom zijn op iedere locatie achter de Oosterscheldekering het toetspeil en het ontwerppeil gelijk aan elkaar en constant in de tijd (Ontwerppeil 2006-2060). Aangezien de Oosterscheldekering een vast sluitregime heeft, hoeft geen rekening gehouden te worden met een waterstandverhoging als gevolg van de zeespiegelrijzing.

De maatgevende hydraulische randvoorwaarden zijn aangeleverd door het RIKZ [4,5].

De grenzen van de randvoorwaardenvakken die zijn toegepast zijn weergegeven in Tabel 3.1 en Figuur 2. Het dijktraject Schelphoek Oost bestaat uit drie verschillende randvoorwaardenvakken, namelijk 169a, 251 en 252. Randvoorwaardenvak 169a betreft de buitenzijde en de kop van de oostelijke havendam. Randvoorwaardenvak 251 ligt aan de binnenzijde van deze havendam en 252 aan de ringdijk rond het inlaaggebied.

Tabel 3.1 Indeling randvoorwaardenvakken met locatie

RVW-vak	Locatie	
	Van	Tot
252	dp 78,85	Havendam Binnen +200 m
251	Havendam Binnen +200 m	Havendam Binnen +900 m
169a	Havendam Binnen +900 m	dp 101

3.2.1 Waterstanden

De karakteristieke waterstanden, die van belang zijn voor het ontwerp, zijn weergegeven in Tabel 3.2.

Tabel 3.2 Karakteristieke waterstanden [4]

RVW-vakken	GHW (NAP+...m)	GLW (NAP+...m)	Ontwerppeil 2005-2060 (NAP+...m)
252, 251, 169a	1,40	- 1,25	3,45

3.2.2 Golftrandvoorwaarden

Svašek Hydraulics (in opdracht van RIKZ) heeft voor alle randvoorwaardenvakken drie verschillende sets van maatgevende golftrandvoorwaarden

berekend, die zijn opgenomen in drie randvoorwaardentabellen [4,5]. De randvoorwaardenset die leidt tot de zwaarste bekleding is maatgevend voor het onderhavige ontwerp. In Tabel 3.3 is voor ieder randvoorwaardenvak de maatgevende set opgenomen, bestaande uit de randvoorwaarden bij vier waterstanden [4,5]. De maatgevende sets zijn bepaald door de zwaarte van de bekleding te berekenen voor de drie randvoorwaardensets.

Aangezien de havendam wordt gedimensioneerd op golfbelastingen met een overschrijdingskans van 1/4000 per jaar, kan de reducerende werking op de golfbelastingen van de ringdijk en binnenzijde van de dam worden meegenomen. Deze reductie is verwerkt in de randvoorwaarden van de vakken 251 en 252.

Let op: bij de berekening van de randvoorwaarden van de randvoorwaardenvakken 251 en 252 is ervan uitgegaan dat zowel de oostelijke als de westelijke dam gedimensioneerd worden op golfbelastingen met een overschrijdingskans van 1/4000 per jaar. De westelijke dam valt echter buiten het projectgebied, maar in 2007 zal deze dam meegenomen worden in het ontwerp van de dijkverbeteringen binnen PBZ.

Tabel 3.3 Maatgevende golfrandvoorwaarden [4,5]

RVW-vak	Maatgevende Set	Waterstand							
		NAP + 0 m		NAP + 2 m		NAP + 3 m		NAP + 4 m	
		H _s [m]	T _{p(m)} [s]	H _s [m]	T _{p(m)} [s]	H _s [m]	T _{p(m)} [s]	H _s [m]	T _{p(m)} [s]
252	Set 1	0,4	4,2	1,2	5,1	1,5	5,4	1,7	5,5
251	Set 1	0,4	4,9	1,1	5,3	1,1	5,6	1,2	5,7
169a	Set 2	1,6	4,3	2,0	4,8	2,2	5,2	2,3	5,3

In Tabel 3.4 zijn de golfrandvoorwaarden behorend bij het Ontwerppeil 2006-2060 gegeven.

Tabel 3.4 Golfrandvoorwaarden bij Ontwerppeil 2006-2060

RVW-vak	Ontwerppeil 2006-2060	Golfrandvoorwaarden	
	(NAP+..m)	H _s [m]	T _{p(m)} [s]
252	3,45	1,59	5,45
251	3,45	1,15	5,65
169a	3,45	2,25	5,25

3.3 Ecologische randvoorwaarden

Voor Project Zeeweringen geldt in beginsel dat de natuurwaarden op de bekledingen dienen te worden hersteld of verbeterd. Het vervangen van de bekledingen heeft in alle gevallen eerst negatieve effecten op de natuurwaarden, maar op de lange termijn kan de natuur zich op de nieuwe bekledingen opnieuw ontwikkelen. De ontwikkeling van deze

natuur wordt sterk beïnvloed door het gekozen bekledingstype. Het zorgen voor herstel of verbetering van de natuurwaarden is het scheppen van omstandigheden waarin herstel of verbetering mogelijk wordt. Alle relevante bekledingstypen zijn op grond van hun ecologische kenmerken ingedeeld in categorieën. Voor elk gedeelte van het dijktraject dient te worden vastgesteld welke categorieën minimaal moeten worden toegepast om de natuurwaarden te herstellen of te verbeteren. Binnen een traject dient onderscheid te worden gemaakt in de getijdenzone en de zone boven gemiddeld hoogwater. Voor de indeling van de bekledingstypen in categorieën wordt verwezen naar de Milieu-inventarisatie [6].

Conform deze Milieu-inventarisatie, heeft de Meetinformatiedienst Zeeland een gedetailleerd 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.

Tabel 3.5 Minimaal benodigde categorie van type dijkbekleding conform het Detailadvies (Bijlage 3)

Locatie [dp]	Getijdenzone		Boven GHW	
	Herstel	Verbetering	Herstel	Verbetering
78,85 – 84	Geen voorkeur	Geen voorkeur	Redelijk goed	Redelijk goed
84 – 101	Geen voorkeur	Voldoende/ (Redelijk) goed		
dp 101 tot Havendam tot Binnen +90m	Geen voorkeur	Voldoende	Voldoende	Redelijk goed
Havendam Binnen +90m tot Kop havendam	Voldoende	(Redelijk) goed		
Kop Havendam tot dp 101 (Havendam Buiten)	Goed (eco-zuilen)	Goed (eco-zuilen)	Redelijk goed	Redelijk goed

In Bijlage 5 staan de aandachtspunten ecologie, die vooral voor het bestek en uitvoering van belang zijn.

3.4 Landschapsvisie

In het ontwerp moet rekening worden gehouden met de wensen uit de landschapsvisie voor de Oosterschelde [7]. Een aanvulling hierop is het advies van de Dienst Landelijk Gebied, dat is opgenomen in Bijlage 4. Het advies is gemaakt na het voorontwerpoverleg, waardoor het advies is aangepast aan de gegenereerde alternatieven, die zijn terug te vinden in Paragraaf 5.5 [8]. De belangrijkste punten uit het advies zijn:

- Benadrukken van de horizontale opbouw door in de ondertafel een ander materiaal toe te passen dan in de boventafel. Voorkeur geven aan het gebruik van donkere materialen in de ondertafel en lichte materialen in de boventafel.
- De gekozen bekleding voor het onderhavige dijktraject moet, vanuit een landschappelijk oogpunt, aansluiten op de aangren-

zende dijktrajecten. De aansluitende dijktrajecten zijn echter nog niet verbeterd. Omdat het traject vanaf dp 87,5 tot dp 97,5 goed getoetst is moet de nieuwe bekleding daar wel op aansluiten.

- Tussen dp 97,5 en dp 101 is het juist aantrekkelijk om een afwijkende bekleding te hebben, omdat hierdoor een onderscheid ontstaat tussen de Weeversinlaag en de relatief nieuwe ringdijk. Dit benadrukt het onderscheid dat er vanuit cultuurhistorisch oogpunt bestaat.
- Handhaven van cultuurhistorische elementen.

3.5 Recreatie

Het is belangrijk de recreatieve functies van het dijktraject tegelijkertijd met de dijkverbetering te herstellen of te verbeteren. De volgende recreatieve functies zijn van belang:

- Het fietspad moet op dezelfde locatie als die nu aanwezig is toegankelijk blijven.
- Duikersstek op de dam (Havendam Buiten +400 m) moet behouden blijven. Er is daar met behulp van gepenetreerde breuksteen een constructie gemaakt, zodat duikers eenvoudig het water kunnen betreden.
- De toegankelijkheid van de havendam en het gebied van dp 97,5 tot dp 101 mag niet worden vergroot, volgens de lijst met aandachtspunten ecologie (Bijlage 5). Daarom zal op de havendam ter plaatse van Havendam Buiten +430m een afrastering aangelegd worden.
- Het strandje ter plaatse van dp 80,9 tot dp 82,4 moet na de werkzaamheden weer door badgasten gebruikt kunnen worden.

4 Toetsing

4.1 Inleiding

In 1996 heeft Grondmechanica Delft (GeoDelft) gerapporteerd over de toestand van de dijkbekledingen in Zeeland [9]. Daarna is een globale toetsing uitgevoerd aan de hand van de 'Leidraad toetsen op veiligheid, 1999' [10]. Aangezien uit de toetsresultaten is gebleken dat een groot aantal van de bekledingen niet voldoende sterk is, is Project Zeeweringen gestart. Binnen dit project worden de bekledingen opnieuw getoetst, met verbeterde gegevens en golfrandvoorwaarden.

4.2 Toetsing toplaag

Het Waterschap Zeeuwse Eilanden heeft de gezette bekledingen langs het gehele dijktraject geïnventariseerd, en globale en gedetailleerde toetsingen uitgevoerd [11, 12]. Bij deze toetsingen is het merendeel van de bekledingen als 'onvoldoende' beoordeeld.

Het Projectbureau heeft de toetsingen gecontroleerd en vrijgegeven voor het ontwerp [13]. Het eindoordeel van de toetsingen, weergegeven in Figuur 4, luidt als volgt:

- De gehele bekleding op de ringdijk is afgekeurd, met uitzondering van het traject tussen dp 87,5 en dp 97,5 [14], dat in 2005 door het Waterschap Zeeuwse Eilanden al verbeterd is.
- De gehele bekleding op de oostelijke dam is onvoldoende getoetst, met uitzondering van een relatief klein vak met basaltzuilen. Dit vak is dermate klein dat deze niet gehandhaafd blijft.

4.3 Conclusie

De gehele gezette bekleding, exclusief het traject tussen dp 87,5 en dp 97,5, en inclusief de oostelijke dam [3], moet worden verbeterd.

5 Keuze bekleding

5.1 Inleiding

Uit de toetsing is gebleken dat de gehele bestaande bekleding, exclusief het traject tussen dp 87,5 en dp 97,5 moet worden verbeterd. In dit hoofdstuk wordt eerst bepaald welke nieuwe bekledingstypen kunnen worden toegepast. Vervolgens wordt een keuze gemaakt. De volgende stappen worden gevolgd:

- beschikbaarheid;
- voorselectie;
- technische toepasbaarheid;
- 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 andere vrijkomende bekledingen, waaronder Diaboolblokken, Doornikse, Vilvoordse en graniet, indien van geschikte afmetingen, mogen alleen worden gebruikt voor een verzwaring van de toplaag van de kreukelberm. De duurzaamheid van deze andere bekledingen is echter meestal beperkt. 'Zeewaarts spreiden' van de andere bekledingen is op de Oosterschelde niet toegestaan. Overige hoeveelheden dienen te worden afgevoerd.

Tabel 5.1 Vrijkomende hoeveelheden betonblokken en basaltzuilen (exclusief verliezen)

Toplaag	Afmetingen	Oppervlakte [m ²]	Oppervlakte gekanteld [m ²]
Haringmanblokken	0,50 x 0,50 x 0,10 m ³	806	161
vlakke betonblokken	0,50 x 0,50 x 0,15 m ³	1019	336
	0,30 x 0,30 x 0,10 m ³	441	147
	0,40 x 0,40 x 0,20 m ³	688	344
basaltzuilen	0,25 - 0,35 m	3437	n.v.t.

Materialen uit bestaande depots of uit andere dijkverbeteringen

De dijkverbetering van de Schelphoek Oost wordt in 2008 uitgevoerd. Daarom is nog niet bekend hoeveel bekledingsmateriaal 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 geen rekening gehouden met de aanvoer van bestaande materialen, die elders vrijkomen.

Nieuwe materialen

De volgende nieuwe materialen zijn beschikbaar:

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

5.3 Voorselectie

De volgende bekledingstypen zijn mogelijk [2]:

- 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.

Betonblokken worden niet hergebruikt, omdat de ontwerpregels voor de langeduursterkte van de (gekantelde) betonblokken nog niet volledig zijn geaccepteerd.

Granietblokken en koperslakblokken worden buiten beschouwing gelaten, omdat deze in het algemeen te licht zijn voor hergebruik. De basaltzuilen, die bij dit dijktraject vrijkomen, worden niet verder meegenomen, omdat ook deze te licht zijn. De basaltzuilen kunnen wel hergebruikt worden in de kreukelberm.

Ad 2./4.

Bekledingen van losse breuksteen bestaan in het algemeen uit sorteringen die zwaarder zijn dan of gelijk aan 60-300 kg. Aangezien deze bekledingen daardoor slecht toegankelijk zijn, bijvoorbeeld voor recreanten, worden bekledingen van losse breuksteen verder buiten beschouwing gelaten.

Bij een gepenetreerde bekleding in de getijdenzone wordt 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 niet van toepassing. Wanneer te taludhelling te steil is voor gezette steenbekledingen wordt ook veelal een overlaging toegepast.

Ad 5.

Aangezien de dijk geen voldoende hoog en stabiel voorland heeft, komt deze niet voor de toepassing van een kleidijk in aanmerking.

Tabel 5.2 geeft de voorkeuren voor de bekledingstypen, die volgen uit het Detailadvies (Bijlage 3) conform de Milieu-inventarisatie. In deze tabel is ook rekening gehouden met de beschikbaarheid en de voorselectie. Voor zover mogelijk, mag van de voorkeuren worden afgeweken. Dit laatste dient wel duidelijk te worden onderbouwd.

Tabel 5.2 Voorkeuren van bekledingstypen volgens het Detailadvies, rekening houdend met de beschikbaarheid en de voorselectie

Locatie [dp]	Getijdenzone		Boven GHW	
	Herstel	Verbetering	Herstel	Verbetering
dp 79 – dp 84	Alle bekledingstypen	<ul style="list-style-type: none"> Betonzuilen Breuksteen niet vol-en-zat gepenetreerd met asfalt 'schone koppen' (overlagen) 	<ul style="list-style-type: none"> Betonzuilen Breuksteen vol-en-zat gepenetreerd met asfalt (overlagen) 	<ul style="list-style-type: none"> betonzuilen
dp 84 – dp 101				
dp 101 tot Havendam Binnen +90m				
Havendam Binnen +90m tot Kop Havendam				
Kop Havendam tot dp 101 (Havendam Buiten)	<ul style="list-style-type: none"> Betonzuilen met eco-toplaag 			

Uit Tabel 5.2 wordt geconcludeerd dat vanaf dp 84 tot de kop van de dam de nieuwe bekledingen in de ondertafel moeten worden uitgevoerd in betonzuilen en/of ingegoten breuksteen. Tussen dp 79 en dp 84 zijn alle bekledingstypen toegestaan en aan de buitenzijde van de havendam moeten eco-zuilen toegepast worden.

In de boventafel moeten bij voorkeur betonzuilen worden toegepast. Uitzondering hierop is de boventafel tussen dp 101 en de Kop van de Havendam, waar ook ingegoten breuksteen mag worden aangebracht. In de volgende paragraaf wordt bepaald of de bovengenoemde bekledingen technisch toepasbaar zijn.

5.4 Technische toepasbaarheid

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 [15], en uitgaande van de representatieve waarden voor de constructie en de randvoorwaarden. De rekenmethodiek wordt beschreven in de Handleiding Ontwerpen [2].

De berekeningen betreffen alleen het bezwijkmechanisme 'Instabiliteit van de toplaat'. 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 (Hoofdstuk 6).

Bij de berekening van de technische toepasbaarheid is de zwaarte van de beschikbare blok- of zuilhoogte (ΔD) gereduceerd, omdat tijdens de maatgevende stormen de waterstanden op de Oosterschelde minder variëren dan op de Westerschelde. Om dezelfde reden moet bij het ontwerpen van bekledingen van breuksteen een langer durende golfbelasting in rekening worden gebracht door het aantal golven (N) in de stabiliteitsrelaties van Van der Meer te vergroten. De technische toepasbaarheid van ingegoten breuksteen dient te worden bepaald met de ontwerpregels uit de Handleiding Ontwerpen [2].

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 een minimale laagdikte, kan de taludhelling worden gewijzigd.

De nieuwe taludhellingen en de nieuwe teenniveaus van de dijk langs de Schelphoek Oost zijn gegeven in Tabel 5.3. 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 [2].

Tabel 5.3 Nieuwe taludhellingen

Locatie [dp]	Dwars-profiel	Huidige niveau teen [NAP + m]	Nieuwe niveau teen [NAP + m]	Taludhelling [1:]
78,85 – 79,15	1	-0,50	-0,50	9,8
79,15 - 81	2	1,15	-0,50	2,0
81 – 87,5	3	-0,65	-0,65	2,8
97,5 - 101	4	0,60	0,60	3,1
101 tot Havendam Binnen +90m	5	-0,35	-0,35	2,6
Havendam Binnen +90m tot +900m	6	-0,90	-0,90	2,7
Havendam Binnen +900m tot Havendam Buiten +900m	7	-0,55	-0,55	2,6
Havendam Buiten +900m tot +90m	6	onbekend	-0,25	3,1
Havendam Buiten +90m tot dp 101	5			

Ter plaatse van de boothelling op dp 79 is geen berm aanwezig. Tussen dp 79,15 en dp 101 ligt de buitenknik van de berm op circa NAP + 3,70 m – 3,80 m, dat wil zeggen 0,25 m tot 0,35 m boven het ontwerppeil. Aan de binnenzijde van de havendam is geen duidelijk te onderscheiden berm aanwezig. Aan de buitenzijde van de dam en de kop van de havendam is een berm aanwezig op circa NAP + 2,70 m tot 2,90 m, dat wil zeggen 0,55 m tot 0,75 m onder ontwerppeil. Voor zover de berm boven het ontwerppeil ligt, wordt deze gehandhaafd. Voor zover de berm beneden het ontwerppeil ligt, wordt deze opgehoogd tot aan het ontwerppeil. Dit laatste komt overeen met de aanpak bij de Westerschelde.

5.4.3 Betonzuilen

De stabiliteit van betonzuilen is berekend bij de zwaarste randvoorwaarden uit Tabel 3.3 en een taludhelling van 1:3,1 (bestekswaarde). Hieruit blijkt dat toepassing van betonzuilen langs het gehele dijktraject mogelijk is. De berekening is opgenomen in Bijlage 1. Indien betonzuilen worden toegepast, wordt het optimale zuiltype bepaald in Hoofdstuk 6.

5.4.4 Breuksteen

Volgens het Detailadvies kunnen de afgekeurde bekledingen in de ondertafel tussen dp 79 en de kop van de dam, en in de boventafel tussen dp 101 en de kop van de dam, worden vervangen door, of worden overlaagd met, ingegoten breuksteen.

Een ingegoten bekleding wordt standaard uitgevoerd met breuksteen van de sortering 5-40 kg, die in een laag met een minimale dikte van 0,40 m dient te worden aangebracht. Alleen bij zware golfbelastingen ($H_s > 3,0$ m) en de kop van een dam (afhankelijk van hydraulische be-

lasting) wordt een grovere sortering toegepast, van 10-60 kg in een laagdikte van 0,50 m. Deze laag breuksteen moet over de volledige hoogte worden ingegoten (vol-en-zat uit de Milieu-inventarisatie). Deze ingegoten laag kan de golfklappen goed weerstaan. Wanneer het gewenst is dat de koppen van de stenen aan het oppervlak schoon worden gehouden (niet vol-en-zat uit de Milieu-inventarisatie), dan worden direct na het ingieten losse stenen van de sortering 45/125 mm over het oppervlak uitgestrooid, die gedeeltelijk in het asfalt dienen weg te zinken. Dit zijn de zogenaamde 'schone koppen'.

5.5 Afweging en keuze

Voor het maken van een ontwerp is het totale dijktraject opgedeeld in een 3-tal deelgebieden:

Deelgebied I: dp 78,85 – dp 87,5 (ringdijk)

Deelgebied II: dp 97,5 – dp 101 (ringdijk)

Deelgebied III: gehele oostelijke dam (binnen –en buitenzijde)

Op basis van voorselectie, (technische en ecologische) toepasbaarheid en landschapsvisie zijn voor elk van de drie deelgebieden twee alternatieven gegenereerd. Het dijkgedeelte tussen dp 87,5 en dp 97,5 is geen onderdeel van een deelgebied, omdat deze niet hoeft te worden verbeterd. Vooraanzichten van de alternatieven zijn gegeven in de Figuren 5 en 6.

5.5.1 Deelgebied I: dp 78,85 – dp 87,5

De bestaande buitenberm blijft behouden iets boven het ontwerppeil op circa NAP +3,70m. Op de berm hoeft in principe geen nieuw onderhoudspad aangelegd te worden, omdat er al een geasfalteerd fietspad aanwezig is. Het fietspad dient echter wel verbreed te worden en wordt indien mogelijk behouden.

Alternatief 1:

De ondertafel en boventafel worden in dit alternatief beide overlaagd met breuksteen, welke 'vol-en-zat' gepenetreerd zal worden met gietasfalt. Uit het detailadvies milieu volgt voor de ondertafel 'geen voorkeur', zodat deze niet met schone koppen hoeft te worden uitgevoerd. Voor de boventafel voldoet dit alternatief niet geheel aan het detailadvies milieu, maar vanwege de vele positieve overige aspecten (zie Paragraaf 5.5.4) wordt dit alternatief toch in de keuze meegenomen.

Alternatief 2:

De ondertafel wordt overlaagd tot gemiddeld hoogwater (GHW = NAP +1,40m). De overlaging wordt uitgevoerd met breuksteen 'vol-en-zat' gepenetreerd met gietasfalt. De boventafel wordt uitgevoerd in betonzuilen (zonder eco-toplaag).

Tabel 5.4 geeft een overzicht van beide alternatieven.

Tabel 5.4 Alternatieven voor de bekleding voor Deelgebied I

Alternatief	Bekleding	Ondergrens [NAP +m]	Bovengrens [NAP +m]
1	Overlaging vol en zat	Teen	3,70
2	Overlaging vol en zat	Teen	1,40
	Betonzuilen	1,40	3,70

5.5.2 Deelgebied II: dp 97,5 tot dp 101

Dit deelgebied lijkt erg veel op deelgebied I. Ook hier is een buitenberm aanwezig iets boven het ontwerppeil op circa NAP +3,70m. Er groeien veel provinciale aandachtsoorten in deelgebied II. In dit deelgebied zijn er vergevorderde plannen om schorcompensatie uit te gaan voeren. Omdat de omvang en hoogte van het schor nog onbekend zijn, wordt er bij het ontwerp van de dijk met het aan te leggen 'schor' geen rekening gehouden, door bijvoorbeeld de golfreducerende werking mee te nemen. Bij de keuze van een alternatief zal de toekomstige aanwezigheid van het schor wel in de afweging worden meegenomen.

Alternatief 1:

Zowel de onder- als boventafel worden in dit alternatief overlaagd met 'vol-en-zat' gepenetreerde breuksteen. De overlaging sluit aan op de te verbreden onderhoudstrook op NAP +3,70m. Voor de boventafel voldoet dit alternatief niet geheel aan het detailadvies milieu, maar vanwege de vele positieve overige aspecten (zie Paragraaf 5.5.4) wordt dit alternatief toch in de keuze meegenomen.

Alternatief 2:

Zowel de ondertafel als de boventafel worden uitgevoerd in betonzuilen. De bekleding wordt doorgetrokken tot NAP+3,70m, waar deze aansluit op de te verbreden onderhoudstrook.

Tabel 5.5 geeft een overzicht van beide alternatieven.

Tabel 5.5 Alternatieven voor de bekleding voor deelgebied II

Alternatief	Bekleding	Ondergrens [NAP +m]	Bovengrens [NAP +m]
1	Overlaging vol en zat	Teen	3,70
2	Betonzuilen	Teen	3,70

5.5.3 Deelgebied III: gehele oostelijke dam**Kruin:**

Ook de gehele kruin en aanliggende taluds moeten vanwege golfoverslag bekleed worden, volgens de Handleiding Stabiliteit van steenbekledingen op havendammen [16]. Vanuit landschappelijk en ecologisch standpunt en mede de voorkeur van de beheerder (Waterschap Zeeuwse Eilanden) is hier gekozen voor slechts één alternatief: open steenas-

falt afgestrooid met grond (zie Paragraaf 6.4). Hierdoor blijft de dijk een groen uiterlijk houden.

Binnenzijde dam:

Aan de binnenzijde van de dam is vanwege de steilheid van het talud (circa 1:2,7) slecht één reëel bekledingstype mogelijk: overlagen met gepenetreerde breuksteen.

Kop dam:

De kop van de dam kan technisch gezien niet uitgevoerd worden met betonzuilen. Daarom zal hier de overlaging doorgetrokken worden tot 50 m voorbij de kop van de dam, vanaf de teen tot ca. NAP +3,55m.

Buitenzijde dam:

Aan de buitenzijde van de dam zijn wel meerdere alternatieven mogelijk in tegenstelling tot de rest van de dam. Er is een buitenberm aanwezig op een niveau van ca. NAP +2,80m. In de nieuwe situatie wordt een buitenberm aangelegd op ontwerppeil (NAP +3,45m). Deze berm kan door ruimtegebrek maximaal ca. 2,5m breed worden. De gebruikelijke afronding van 1,0m zal in dit geval achterwege gelaten moeten worden. Uit het detailadvies milieu volgt voor de getijdenzone het advies 'goed' en voor de zone boven GHW 'redelijk goed'. Betonzuilen met in de getijdenzone een eco-toplaag hebben vanuit ecologisch oogpunt de voorkeur. Indien betonzuilen op de ondertafel worden toegepast moet de teen iets naar buiten en omhoog opgeschoven worden. Stabiliteit van de oever is bij verschuiving van de teen geen probleem, ondanks de nabijgelegen stroomgeul, gegeven de geplande versterking van de geul door Rijkswaterstaat.

Alternatief 1:

Zowel de onder- als boventafel wordt uitgevoerd in betonzuilen. De ondertafel wordt echter uitgevoerd met eco-zuilen en de boventafel met betonzuilen zonder eco-toplaag. De betonzuilen worden doorgezet tot aan de berm die op NAP +3,45m komt te liggen.

Alternatief 2:

De ondertafel wordt tot gemiddeld hoogwater (NAP+1,40m) overlaagd met gepenetreerde breuksteen met schone koppen. De boventafel wordt uitgevoerd in betonzuilen zonder eco-toplaag. De betonzuilen worden doorgezet tot aan de berm.

Tabel 5.6 geeft een overzicht van beide alternatieven.

Tabel 5.6 Alternatieven voor de bekleding voor Deelgebied III

Alternatief	Bekleding	Ondergrens [NAP +m]	Bovengrens [NAP +m]
Buitenzijde dam			
1	Betonzuilen met eco-toplaag	Teen	1,40
	Betonzuilen	1,40	3,45
2	Overlaging met schone koppen	Teen	1,40
	Betonzuilen	1,40	3,45

Kruin en aanliggende taluds boven ontwerppeil			
1/2	Open steenasfalt afgestrooid met grond	3,45 (beide zijden)	kruin
Binnenzijde dam			
1/2	Overlaging met schone koppen	Teen	1,40
	Overlaging vol en zat	1,40	3,45

5.5.4 Afweging alternatieven

De alternatieven zijn op de volgende aspecten tegen elkaar afgewogen:

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

Constructie

Bij Alternatief 2 (Deelgebied I en III) verdienen de overgangen van de overlagingen in de ondertafel naar de betonzuilen in de boventafel extra aandacht, omdat deze overgangen zwakke punten in de bekleding kunnen zijn.

Uitvoering

In Deelgebied III hoeft bij Alternatief 2 in tegenstelling tot Alternatief 1 geen nieuwe teenconstructie te worden geplaatst. Bij Alternatief 2 moet een afdichting worden aangelegd aan de bovenrand van de te overlagen bekleding (Deelgebied I en III). Naast deze afdichting aan de bovenrand moet een overgangsconstructie worden geplaatst, waartegen de betonzuilen van de boventafel kunnen worden gezet. Bij Alternatief 1 in Deelgebied III moet een grondverbetering worden uitgevoerd, bestaande uit een aanvulling van hydraulische fosforslakken.

Bij het aanbrengen van een ingegoten bekleding in de getijdenzone dient te worden voorkomen dat door de getijdenbeweging sediment, voorafgaand aan het ingieten, in het steenskelet van de bekleding wordt afgezet. Sediment vermindert de hechting van de asfalt en daarmee de sterkte van de ingegoten bekleding.

Hergebruik

Er worden in beide alternatieven geen bekledingsmaterialen hergebruikt.

Betonzuilen scoren hoger op LCA-waarden dan ingegoten breuksteen.

Onderhoud

Voor beide 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. Een nadeel van de ingegoten bekleding is dat voor een eventueel kleine schade toch een minimale hoeveelheid gietasfalt dient te worden gemaakt.

Landschap

In Deelgebied I heeft Alternatief 1 de voorkeur, omdat een 'vol-en-zat' gepenetreerde onder –en boventafel goed aansluit op het aanliggende dijktraject. In Deelgebied II heeft Alternatief 2 de voorkeur, omdat er dan een onderscheid komt tussen de Weeversinlaag en de relatief nieuwe ringdijk. Dat benadrukt het onderscheid dat er vanuit cultuurhistorisch oogpunt bestaat. In deelgebied III gaat de voorkeur vanuit landschapsvisie uit naar Alternatief 1. Bij Alternatief 1 heeft de ondertafel de eerste tijd een lichte kleur, als gevolg van de nieuwe zuilen. Later, ervan uitgaande dat de zuilen in de loop van een aantal jaren begroeid raken, krijgt de ondertafel de gewenste donkere kleur.

Natuur

In Deelgebied I is geen van beide alternatieven een verbetering van de huidige natuurwaarden voor de ondertafel, maar de alternatieven voldoen wel aan de normen van 'herstel' van natuurwaarden. Voor de boventafel is Alternatief 2 een verbetering. In Deelgebied II heeft Alternatief 2 de voorkeur en betekent dit alternatief een verbetering van de natuurwaarden voor zowel de onder- als de boventafel. In Deelgebied III is Alternatief 1 een verbetering van de huidige natuurwaarden, in tegenstelling tot Alternatief 2.

Kosten

In deelgebied I en II zijn de kosten van Alternatief 2 het grootst. In deelgebied III is Alternatief 1 duurder, door het gebruik van betonzuilen over het gehele profiel en de grondverbetering die moet worden uitgevoerd.

Deelgebied I:

Alternatief 1 heeft hier de voorkeur. De kosten van een overlaging zijn aanzienlijk lager dan bij toepassing van betonzuilen. Indien de boventafel overlaagd wordt kan het bestaande fietspad waarschijnlijk behouden blijven en bij toepassing van betonzuilen waarschijnlijk niet. Bovendien sluit een 'vol-en-zat' gepenetreerde onder –en boventafel goed aan op het aanliggende dijktraject, wat goed overeen komt met het detailadvies landschap. Vanuit constructie-eigenschappen, onderhoud, uitvoering en hergebruik bestaan er weinig te onderscheiden plus en minpunten tussen beide alternatieven. Voor de boventafel voldoet dit alternatief niet aan het detailadvies Milieu, maar tijdens het voorontwerpoverleg van 18-05-2006 bleek dat de natuurwaarden hier minder waardevol zijn dan eerder in het detailadvies ingeschat.

Deelgebied II:

Alternatief 2 heeft hier de voorkeur. Omdat de belangrijkste provinciale aandachtsoorten in dit gedeelte van de ringdijk zitten wordt hier het Detailadvies Milieu gevolgd. Visueel gezien is dit alternatief aantrekkelijk, omdat er nu een onderscheid komt tussen de Weeversinlaag en de relatief nieuwe ringdijk. Dat benadrukt het onderscheid dat er vanuit cultuurhistorisch oogpunt bestaat.

Deelgebied III:

Aan de buitenzijde van de dam gaat de voorkeur uit naar alternatief 1. Uit het detailadvies milieu volgt voor de getijdenzone het advies 'goed' en de zone boven GHW 'redelijk goed'. Betonzuilen met in de getijdenzone een eco-toplaag hebben daarom vanuit ecologisch oogpunt de voorkeur. Omdat juist in dit traject de aanwezige wieren waardevol zijn en het alternatief technisch haalbaar is, zal aan dit advies voldaan moeten worden. De teen komt echter bij dit alternatief wel iets naar buiten. Stabiliteit van de oever is bij verschuiving van de teen geen probleem, ondanks de nabijgelegen stroomgeul. Omdat er steen voor steen komt op de oever verandert er weinig vanuit ecologisch oogpunt. Er is ook geen schor aanwezig dat gecompenseerd dient te worden. Dit alternatief is wel iets duurder dan alternatief II.

Een uitzondering in deelgebied III is het gedeelte vanaf dp 101 t/m Havendam Buiten +90m (binnenzijde dam). Daar zal in plaats van schone koppen een vol-en-zat penetratie worden toegepast, omdat dit gebied binnen een aantal jaar toch onder het zand van het aan te leggen 'schor' komt te liggen en het gebied geen bijzondere plantensoorten herbergt.

Voor de deelgebieden I, II en III zijn achtereenvolgens Alternatief 1, 2 en 1 de voorkeursalternatieven die in Hoofdstuk 6 verder worden uitgewerkt. Het voorkeursalternatief is weergegeven in Figuur 7.

5.6 Onderhoudsstrook

Op de stormvloedberm wordt een nieuwe onderhoudsstrook aangelegd, die vanaf dp 79 tot dp 97,5 toegankelijk moet zijn voor fietsers. Indien mogelijk wordt in plaats van een gehele nieuwe onderhoudsstrook aan te leggen de huidige strook verbreed. Aan de buitenzijde van de havendam en vanaf dp 97,5 tot dp 101 wordt de onderhoudsstrook niet toegankelijk voor fietsers. De toplaag van deze strook wordt uitgevoerd in grindasfaltbeton of dicht asfaltbeton. Het afgesloten deel van de onderhoudsstrook vanaf dp 97,5 tot dp 101 wordt uitgevoerd in open steenasfalt afgestrooid met grond. De voorkeur was hier om de berm uit te voeren in vrijkomende vlakke betonblokken, plat geplaatst, maar deze bleken hier niet technisch toepasbaar. De dimensionering van deze berm volgt in Paragraaf 6.6.

5.7 Bekleding tussen ontwerppeil en berm

Aangezien de berm nergens meer dan 0,5 m boven het ontwerppeil + $\frac{1}{2}H$, ligt, wordt de steenbekleding van de boventafel overal doorgezet tot op de berm en tot aan de verharde onderhoudsstrook op de berm.

5.8 Bekleding tussen berm en kruin

Op de havendam moet het talud ook boven de berm bekleed worden, vanwege de beperkte hoogte van de kruin en de daardoor optredende

golfoverslag, volgens de Handleiding Stabiliteit van steenbekledingen op havendammen [16]. De bekleding zal uitgevoerd worden in open steenasfalt afgestrooid met grond (zie Paragraaf 6.5).

5.9 Golfoploop

De golfoploop van het voorkeursalternatief, tijdens ontwerpcondities, is vergeleken met de golfoploop in de oude situatie. In Tabel 5.7 is voor een aantal dwarsprofielen het effect van het gewijzigde talud en de gewijzigde berm op de golfoploop gegeven. Hieruit wordt geconcludeerd dat bij de meeste dwarsprofielen de golfoploop afneemt, hetgeen het gevolg is van de bredere berm in de nieuwe situatie. Daarnaast komt aan de buitenzijde van de dam de berm op het ontwerppeil te liggen, wat een gunstig effect heeft op de afname van golfoploop.

Tabel 5.7 Effect op golfoploop

Dwarsprofiel	1	2	3	4	5 ¹⁾		6 ¹⁾		7
Toename golfoploop (vergrotingsfactor)	1,00	0,96	0,94	0,91	1,00	0,90	1,00	0,95	1,02

¹⁾ Bij de profielen 5 en 6 zijn achtereenvolgens de effecten op golfoploop aan de binnenzijde en de buitenzijde van de dam opgenomen

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 Nadere dimensionering

In dit hoofdstuk wordt het voorkeursalternatief van het ontwerp, dat is weergegeven in Figuur 7, nader uitgewerkt. De bijbehorende dwarsprofielen zijn weergegeven in Figuur 8 t/m Figuur 14.

De dimensionering wordt beschreven per constructieonderdeel, van de kreukelberm tot het bovenbeloop. Voor achtergrondinformatie wordt verwezen naar de Handleiding Ontwerpen [2].

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 teenconstructie worden geplaatst, eveneens ter ondersteuning van de bovenliggende bekleding.

Langs de dijk is momenteel alleen plaatselijk een kreukelberm aanwezig. De kreukelberm zal daarom plaatselijk worden verzaagd en op de plaatsen waar nog geen kreukelberm aanwezig is vernieuwd, om daarmee de teen van de overlaging op het talud op te sluiten en te beschermen.

In Tabel 6.1 is de minimale benodigde sortering van de toplaag gegeven, die is bepaald volgens de Handleiding Ontwerpen [2]. De benodigde minimale sortering van de toplaag bedraagt 10-60 kg. Hierbij is uitgegaan van een stabiel voorland in dijkvak 252 (behalve tussen dp 78,85 en dp 82).

De berekeningen zijn opgenomen in Bijlage 2.

Tabel 6.1 Minimaal benodigde sorteringen kreukelberm van breuksteen

Dijkvak	Bovengrens [NAP+...m]	Losse breuk- steen	sortering [kg]	
			Stippen- penetratie	Stroken- penetratie
252	+0,60	10-60	---	---
251	-0,30	10-60	---	---
169a	-0,25	300-1000	40-200	10-60

Voor de dijkvakken 251 en 252 volstaat een kreukelberm van losse breuksteen van de sortering 10-60 kg. In dijkvak 169a is bij het gebruik van losse breuksteen een sortering van 300-1000 kg benodigd. Aangezien deze sortering heel ongebruikelijk is om toe te passen, vanwege de omvang van de stenen, wordt hier gekozen om de breuksteen in te

gieten, gebruikmakend van een strokenpenetratie met een sortering van 10-60 kg. De breedte van de nieuwe toplaag is 5,0m.

Bij de boothelling vanaf dp 78,85 t/m dp 79,15 is een kreukelberm van grove breuksteen niet wenselijk. Daarom wordt hier een sortering toegepast van 90/180mm in een laagdikte van 0,30 m, die 'vol-en-zat' wordt gepenetreerd met gietasfalt.

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

Tabel 6.2 Eisen geokunststof Type 2

Eigenschap	Waarde
Treksterkte	≥ 50 kN/m (ketting en inslag)
Rek bij breuk	≤ 20 % (ketting en inslag)
Doorstromingsweerstand	$V_{I_{H50}}$ -index ≥ 15 mm/s
Poriegrootte O_{90}	≤ 350 μm
Levensduurverwachting	type B (NEN 5132)
Sterkte naaiaad	≥ 50 % van breuksterkte geokunststof

Vanaf dp 79 tot de Havendam Buiten +900 m kan de huidige teenconstructie behouden blijven, omdat op het onderste deel van de glooiing geen zetsteenbekleding wordt toegepast, maar een overlaging. De toplaag van de overlaging moet bij aansluiting op de kreukelberm samenvallen met de toplaag van de nieuwe kreukelberm, zodat er geen vrijliggende stenen zijn.

Vanaf de Havendam Buiten +900 m tot dp 101 (buitenkant dam) wordt een nieuwe teenconstructie geplaatst. De bovenkant van de nieuwe teenconstructie komt te liggen op NAP -0,25 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: 0,07x0,07 m²). De palen moeten van FSC-hout zijn, dat voldoet aan Duurzaamheidsklasse 1, en het teenschot mag niet dikker zijn dan 2 cm. Dit laatste om het zetten van de bekleding bij het vergaan van het teenschot voldoende te beperken. 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 bovenkant van de overlaging moet eveneens samenvallen met de bovenkant van de kreukelberm.

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 technisch toepasbaar zijn langs het gehele dijktraject. Voor die delen waar betonzuilen worden aangebracht (zie Paragraaf 5.5) zijn de dimensies nader bepaald. Hierbij zijn de zuilen extra verzwaaard, omdat de waterstand op de Oosterschelde bij een gesloten stormvloedkering minder varieert dan op de Westerschelde [2].

Het resultaat van de berekeningen is een aantal praktische combinaties van dikte en dichtheid. De dikte wordt daarbij afgerond op 5 cm en de dichtheid op 100 kg/m³. De uiteindelijke keuze wordt bepaald na afweging van kosten, uitvoeringstechniek en beheersaspecten. Daarom mag de dichtheid van de zuilen niet te veel afwijken van de meest gangbare betonsamenstelling. Bij de vereiste dichtheid worden de kleinste zuilen bepaald. De resultaten zijn vermeld in Tabel 6.3.

Tabel 6.3 Mogelijke typen betonzuilen

Locatie	Helling [1:]	Type betonzuil ¹⁾ [m] / [kg/m ³]
Dp 97,5 – dp 101	3,1	0,50 / 2300
		0,45 / 2400
		0,40 / 2500
		0,35 / 2800
Havendam Buiten +900 m tot dp 101 (Buitenzijde dam)	3,1	0,50 / 2400
		0,45 / 2600
		0,40 / 2800

- 1) In de berekeningen is beneden tweederde van de lengte van het talud van de nieuwe steenbekleding een taludhelling ingevoerd die 0,4 steiler is dan de bestekswaarde, en daarboven een taludhelling die 0,2 steiler is dan de bestekswaarde. De bestekswaarde is gegeven in de tweede kolom van de tabel.

Rekening houdend met beheer, is het ongewenst dat zuilen met dezelfde hoogte en verschillende dichtheden in één profiel (onder elkaar) worden toegepast. Aan de buitenzijde van de havendam is er echter een duidelijk onderscheid tussen ECO-zuilen en betonzuilen. Hier zullen onder elkaar wel betonzuilen van verschillende dichtheden worden toegepast. De uiteindelijk gekozen zuiltypen zijn vermeld in Tabel 6.4.

De toplaag van de betonzuilen zal worden ingewassen met 75 kg/m² (0,45m) tot 85 kg/m² (0,50m) gebroken materiaal. De sortering van dit inwasmateriaal is afhankelijk van het type zuil (met betrekking tot de vorm) dat zal worden toegepast. Meer informatie over de uitgevoerde stabiliteitsberekeningen is opgenomen in Bijlage 2.

De betonzuilen vanaf dp 97,5 tot dp 101 zullen zonder tonrondte worden aangelegd, omdat vanwege de beperkte breedte van de strook zuilen dit visueel aantrekkelijker is.

Tabel 6.4 Gekozen typen betonzuilen

Locatie	Type betonzuil onder NAP + 1,4 m [m] / [kg/m ³]	Type betonzuil boven NAP + 1,4 m [m] / [kg/m ³]
dp 97,5 – dp 101	---	0,50 / 2300
Havendam Buiten +900 m tot dp 101 (Buitenzijde dam)	0,45 / 2600 (ECO-zuilen)	0,50 / 2400

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. In de ontwerpberekeningen wordt uitgegaan van een bijbehorende D₁₅ van 20 mm. Dit is een conservatieve benadering. De werkelijke waarde van de D₁₅ is circa 17 mm.

De kleinste laagdikte, waarin steenslag van bovengenoemde sortering kan worden aangebracht, is 0,10 m. Deze waarde voor de dikte 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 onder de gezette bekleding wordt 'Type 1' genoemd. De belangrijkste functie van dit geokunststof is het voorkomen van uitspoeling van het basismateriaal door de toplaag heen. Maatgevend voor deze functie is de openingsgrootte O₉₀. Gelijk aan de eerder uitgevoerde dijkvakken van 1997-2006 wordt gekozen voor een vlies met een gegarandeerde maximum openingsgrootte (O₉₀) van 100 µm, omdat de grondichtheid van nog fijnere materialen niet goed te testen is en fijnere materialen niet standaard leverbaar zijn. Bovendien is met proeven aangetoond dat de werkelijke openingsgrootte 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	≥ 20 kN/m
rek bij breuk	≤ 60 %
Doordrukkracht	≥ 3500 N
Poriegrootte O_{90}	≤ 100 μm

De levensduur van het vlies moet minimaal 50 jaar bedragen. Deze eis aan de levensduur is vertaald naar de eisen die aan de resultaten van het verouderingsonderzoek dienen te worden gesteld. Deze laatste eisen zijn opgenomen in het bestek.

Aan de onderzijde wordt het vlies aangesloten op de teenconstructie of overgangsconstructie. Aan de bovenzijde wordt het vlies doorgetrokken tot onder de eventuele onderhoudsstrook, met een overlapping van minimaal 1 m met het Type 2 onder de onderhoudsstrook. De overlapping met de onderliggende banen van het vlies 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, 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 [2].

In het gekozen ontwerp bedraagt de vereiste minimale dikte van de kleilaag onder de betonzuilen, die is berekend volgens de Handleiding Ontwerpen [2], 0,8 m (zie Bijlage 2). Indien de grond niet nieuw wordt aangebracht (ongeroeerde grond) kan zelfs worden volstaan met een laagdikte van ca. 0,60 m. De kleilaag in de huidige situatie is behalve aan de buitenzijde van de havendam overal voldoende dik, en behoeft daarom niet te worden aangevuld.

Aan de buitenzijde van de havendam moet er een laag zetsteen en een dikke laag vlijlagen verwijderd worden, waardoor er een extra aanvulling moet plaatsvinden. Beneden gemiddeld hoogwater wordt, in plaats van een nieuwe of een aanvullende kleilaag, een pakket fosforslakken (0/40mm, hydraulisch bindend) van dezelfde dikte aangebracht. 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. Op de kop van de dam (vanaf Havendam Binnen +900m tot Havendam Buiten +900m) zal echter de sortering 10-60 kg worden toegepast in een laagdikte van 0,50 m, vanwege de relatief zware golfbelastingen in combinatie met de bekende zwakheden van de kop van een dam.

Vanaf Havendam Binnen +90m tot Havendam Buiten +900 m (binnen-zijde en kop dam) wordt de overlaging met de zogenaamde 'schone koppen' aangebracht vanaf de teen tot NAP+1,4 m (GHW). Daarbij wordt direct na het ingieten over het oppervlak losse breuksteen van de sortering 45/125 mm (ca. 130 kg/m²) uitgestrooid, die gedeeltelijk in het asfalt dient weg te zinken.

Tussen dp 79,15 en dp 81 is het talud aanzienlijk steiler dan 1:3, namelijk 1:2. Vanwege het steile talud loopt het gietasfalt makkelijk weg door de laag stenen, voordat het gietasfalt goed aan de stenen gebonden is. Daarom moet hier het mengsel en verwerkingstechniek aangepast worden, door het gietasfalt in twee keer aan te brengen.

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 de klei, 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.

De 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. Onder de Diaboolblokken zal in de bestekfase gecontroleerd worden of er geen grote holtes onder de toplaag aanwezig zijn. Diaboolblokken worden niet standaard gebroken, vanwege de dikke puinlaag die daardoor ontstaat. Alleen indien nodig zullen deze blokken daarom gebroken worden. Indien dit te veel problemen geeft en deze blokken verwijderd worden, zal een toetsende berekening op waterdrukken moeten worden uitgevoerd. De onderkant van de overlaging mag niet lager beginnen dan de teen van de oude bekleding.

6.4 Open steenasfalt

Op de havendam zal vanwege golfoverslag ook boven het Ontwerppeil (NAP +3,45m) de dam bekleed moeten worden (zie Figuur 12 t/m 14). Uit landschappelijke overwegingen en voorkeur van de beheerder is besloten om de bekleding uit te voeren in open steenasfalt en deze af te strooien met 15 cm grond, zodat daar begroeiing op plaats kan vinden. Open steenasfalt is goed doorlaatbaar en vormt daarmee een goede ondergrond voor een grasmat. Ook de negatieve effecten van direct zonlicht (UV straling) op de kwaliteit van het asfalt worden hierdoor vermeden.

De benodigde laagdikte van het open steenasfalt is bepaald met behulp van het Technische Rapport Asfalt voor Waterkeren [17]. Dimensione-

ring op golfklappen geeft grotere laagdiktes dan bij dimensioneren op wateroverdrukken en/of stroming, en is daarom maatgevend. De minimaal benodigde laagdikte die hieruit volgt is 0,28 m. Het open steenasfalt ligt echter geheel boven het ontwerppeil en dimensioneren op golfklappen geeft daardoor overdimensionering. Uit praktijkervaringen en bijvoorbeeld de ontwerpnota van Ellewoutsdijk [18] blijkt dat een laagdikte van 0,20-0,25 m voldoende is. Besloten wordt daarom een laagdikte van 0,25 m toe te passen. Omdat de langeduurbelasting op de Oosterschelde minder relevant is voor hoge waterstanden behoeft hier geen extra toeslag voor te worden toegepast.

Om uitspoeling van het basismateriaal door de toplaag heen te voorkomen wordt onder de laag open steenasfalt een geotextiel Type 1 aangebracht. De eigenschappen waaraan dit geotextiel moet voldoen zijn vermeld in Tabel 6.5.

6.5 Waterbouwasfaltbeton

Ter plaatse van dp 78,85 t/m dp 79,15 is een boothelling aanwezig die bestaat uit een asfaltlaag. De dikte van de huidige asfaltlaag is onbekend. Omdat deze asfaltbekleding in slechte staat is, is besloten een extra laag waterbouwasfaltbeton (WAB) op de huidige toplaag aan te brengen. De benodigde laagdikte van het waterbouwasfaltbeton is bepaald met behulp van het Technische Rapport Asphalt voor Waterkeren [17]. Daaruit volgt dat de minimaal benodigde laagdikte 0,15 m is. Deze laagdikte is ook getoetst op wateroverdrukken.

Alvorens de laag WAB wordt aangebracht dient er een laag van de huidige asfaltlaag te worden gefreesd, zodat er een egaal oppervlak wordt gecreëerd. Daarna dient er een kleeflaag te worden aangebracht, waarop de nieuwe toplaag van WAB zal worden aangelegd. Op de laag met WAB moet vervolgens een kleeflaag worden aangebracht, om het oppervlak minder glad te maken.

Waterbouwasfaltbeton wordt meestal alleen toegepast boven GHW, omdat anders problemen ontstaan bij het verdichten van het asfalt. Omdat het hier een smalle strook betreft wordt verwacht dat het op de boothelling mogelijk is om waterbouwasfaltbeton beneden GHW aan te brengen van voldoende kwaliteit. Dit zal in de besteksfase verder uitgezocht moeten worden. Indien dit niet mogelijk blijkt te zijn zal onder de boothelling een verborgen glooiing van gepenetreerde breuksteen worden aangebracht.

6.6 Overgangsconstructie

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

6.7 Overgang 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. Aan de buitenzijde van de dam (Havendam Buiten +900m tot dp 101) zullen de betonzuilen zonder afronding worden aangebracht, omdat anders voor de aanleg van het onderhoudspad de dam moet worden ingegraven. Met betrekking tot de uitvullaag en het geokunststof wordt aangesloten bij de constructie volgens Paragraaf 6.2.

6.8 Berm

Tussen dp 79,15 en dp 101 begint de bestaande berm op circa NAP + 3,7 à 3,8 m. Op het traject vanaf dp 79,15 tot dp 82,4 is de berm niet geasfalteerd evenals het traject vanaf dp 97,5 tot dp 101. Aan de binnenzijde van de dam is geen duidelijk te onderscheiden berm aanwezig. Aan de buitenzijde van de dam en de kop van de dam ligt de berm op NAP + 2,9 m.

Op de stormvloedberm wordt een onderhoudsstrook aangelegd, die vanaf dp 79,15 tot dp 82,4 geheel nieuw is en vanaf dp 82,4 tot dp 97,5 wordt de huidige berm verbreed. De berm is langs dit traject toegankelijk voor fietsers. De toplaag van dit toegankelijke deel wordt uitgevoerd in grindasfaltbeton of dicht asfaltbeton, en voorzien van een lichtgrijze slijtlaag. De breedte van de nieuwe onderhoudsstrook is 3,0m.

Vanaf dp 97,5 tot dp 101 is de onderhoudsstrook ontoegankelijk voor fietsers. Vanwege de vele broedvogels in de aanliggende Weeversinlaag blijft dit onveranderd. De afrastering ter plaatse van dp 97,5 zal ook behouden blijven. De onderhoudsstrook zal worden uitgevoerd in open steenasfalt afgestrooid met grond. In overleg met het waterschap is besloten het open steenasfalt in een laagdikte van 0,15 m aan te brengen, waaronder 0,40 m hydraulische fosforslakken en een geotextiel Type 1 wordt gelegd. Vervolgens zal deze afgestrooid worden met 0,05 m grond, die vervolgens ingezaaid zal worden.

Op de havendam tussen Havendam Binnen +900m en dp 101 ligt de buitenknik van de berm in het ontwerp van de dijkverbetering op NAP + 3,45 m. De toplaag van deze berm wordt uitgevoerd in grindasfaltbeton of dicht asfaltbeton, en voorzien van een lichtgrijze slijtlaag. De nieuwe bermbreedte is 2,5 m en niet de gebruikelijke 3,0 m, vanwege ruimtegebrek.

Tijdens de uitvoering bestaat de strook van het te asfalteren gedeelte uit een 0,4 m dikke laag fosforslakken, van de sortering 0/40 mm (hydraulisch bindend), op een geokunststof volgens Type 2. De eigen-

schappen van dit standaardweefsel zijn vermeld in Tabel 6.1. 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 onderhoudstrook geen aanvullende sterkte-eisen.

6.9 Teenverschuiving

Tussen dp 97,5 en dp 101 vindt er een teenverschuiving plaats van 1,33 m. Aan de buitenzijde van de havendam vindt er over een lengte van 900m (Havendam Buiten +900m tot dp101) mogelijk teenverschuiving plaats. De exacte ligging van de teen is onbekend, maar uit de beschikbare gegevens is verschuiving van de teen in zeewaartse richting echter onwaarschijnlijk te noemen. Stabiliteit van de oever is bij verschuiving van de teen geen probleem, ondanks de nabijgelegen stroomgeul. Omdat er steen voor steen komt op de oever verandert er weinig vanuit ecologisch oogpunt. Er is geen schor aanwezig dat gecompenseerd dient te worden aan de buitenzijde van deze dam.

6.10 Verborgene bekledingen

Er behoeven geen verborgen bekledingen naar de aanliggende dijktrajecten te worden aangebracht. Ter plaatse van de nol op dp 97,5 zal echter een verborgen glooiing worden aangebracht vanaf NAP -0,25m tot NAP +3,70m. Deze wordt uitgevoerd in gepenetreerde breuksteen in de sortering 5-40 kg, met een laagdikte van 0,40 m. Onder de bekleding wordt een geokunststof Type 2 met een nonwoven aangebracht.

Tussen dp 80,9 en dp 82,4 is een strandje aanwezig. De exacte ligging en het type onderliggende bekleding zijn niet bekend, maar zullen in de besteksfase nader onderzocht worden. Op deze locatie zal een verborgen bekleding worden aangebracht op dezelfde wijze als de verborgen glooiing.

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. 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).
- De overlaging met 'schone koppen' dient op de volgende wijze uitgevoerd te worden. De breuksteen 5-40 kg moet voor 0,40 m vol-en-zat worden gepenetreerd en de breuksteen 10-60 kg over 0,50 m. Direct na het ingieten van de breuksteen moeten over het oppervlak van het warme asfalt losse stenen van de sortering 45/125 mm worden afgestrooid (ca. 130 kg/m²), die gedeeltelijk in het asfalt dienen weg te zinken. Voorkomen moet worden dat de gietasfalt kort voor en tijdens het aanbrengen te veel afkoelt.
- Tussen dp 79,15 en dp 81 is het talud aanzienlijk steiler dan 1:3, namelijk 1:2. Vanwege het steile talud loopt het gietasfalt makkelijk weg door de laag stenen, voordat het gietasfalt goed aan de stenen gebonden is. Daarom moet hier het mengsel en verwerkingstechniek aangepast worden, door het gietasfalt in twee keer aan te brengen.
- Bij het werken aan de nieuwe bekledingen (zoals de overlaging) moet de kwaliteit van de te handhaven bekledingen worden waarborgd.
- 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.
- Er zal gecontroleerd moeten worden of onder de aanwezige Dia-boolblokken die overlaagd worden holle ruimtes zijn, door uitschu-

ring van de klei. Indien er holle ruimtes aanwezig zijn moeten de Diaboolblokken worden gebroken, voordat de overlaging wordt aangebracht. Indien het niet goed mogelijk blijkt om de Diaboolblokken te breken zullen deze verwijderd worden. Er moet in dat geval een controle toetsing uitgevoerd worden op wateroverdrukken.

- Tussen circa dp 79,15 en dp 80,9 en Havendam Buiten +900 m tot dp 101 is geen voldoende dikke onderlaag van klei aanwezig (Dwarsprofiel 2, 5 en 6, Figuur 9, 12 en 13). Omdat het hier de zone onder GHW betreft moet hier in plaats van klei een nieuwe onderlaag van fosforslakken worden aangebracht, met een minimale dikte van 0,8 m.
- De aan te brengen afdichtingen moeten zo aansluiten op de onderliggende kleilaag dat geen water van bovenaf onder de bekledingen kunnen komen. Vanaf de klei tot aan de bovenzijde van de bekleding moet een pakket van gepenetreerde breuksteen aangebracht worden van de sortering 5-40 kg.
- In de bestekfase zal de exacte locatie van de bekleding onder het strandje (dp 80,9 t/m dp 82,4) bepaald worden.
- Het aanwezige strandje (dp 80,9 t/m dp 82,4) dient na de werkzaamheden weer in oude staat te worden hersteld.
- In de bestekfase zal bekeken moeten worden hoe de functie van de duikersstek ter plaatse van de buitenzijde van de oostelijke dam (Havendam Buiten +400m) het beste behouden kan blijven. De toegankelijkheid van de havendam en het gebied van dp 97,5 tot dp 101 mag niet worden vergroot, volgens de lijst met aandachtspunten ecologie (Bijlage 5). Daarom zal op de havendam ter plaatse van Havendam Buiten +430m een afrastering aangelegd worden.
- Alvorens de laag waterbouwasfaltbeton op de boothelling wordt aangebracht dient er een laag van de huidige asfaltlaag te worden gefreesd, zodat er een egaal oppervlak wordt gecreëerd. Daarna dient er een kleeflaag te worden aangebracht, waarop de nieuwe toplaag van WAB zal worden aangelegd. Vervolgens dient er slijtlaag te worden aangebracht, om gladheid te voorkomen.
- Controleren van toepasbaarheid van waterbouwasfaltbeton beneden GHW volgens de kwaliteitsnormen van primaire waterkeringen.
- Op de plaats waar de nol aansluit op de dijk (dp 97,5), dienen de nieuwe bekledingen onder de nol te worden doorgezet, dat wil zeggen, dienen de verborgen bekledingen van ingegoten breuksteen te worden aangelegd.

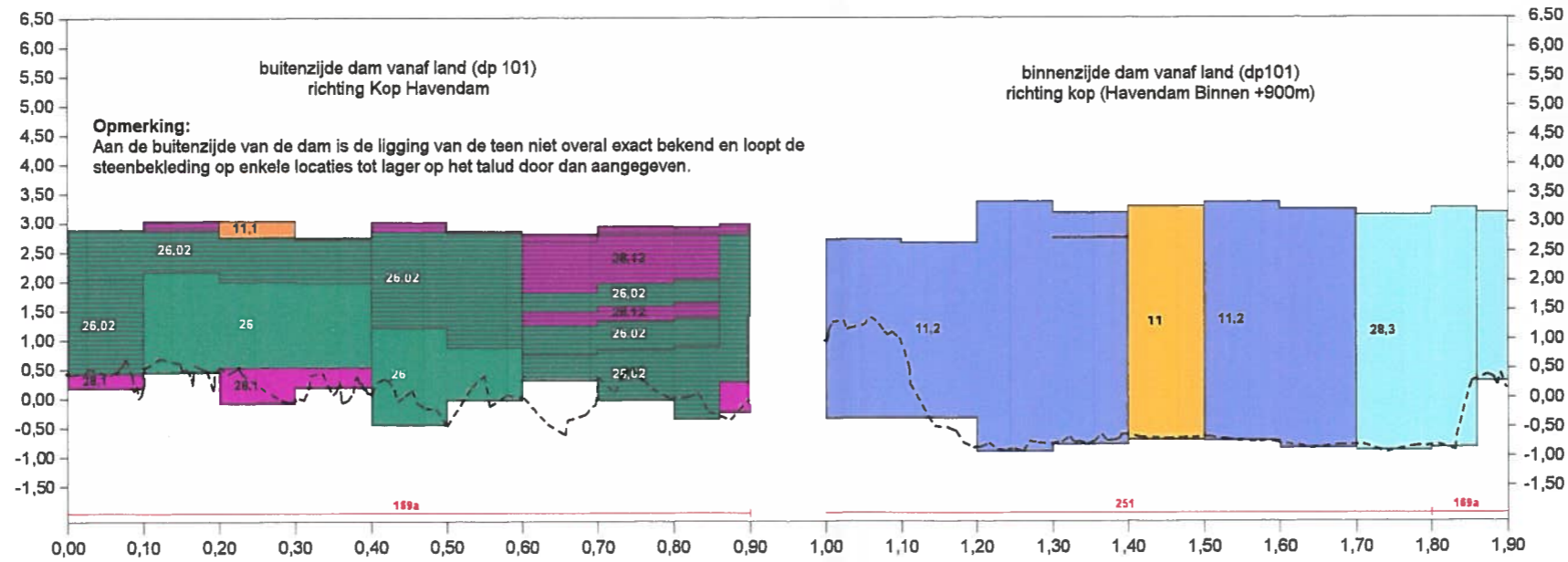
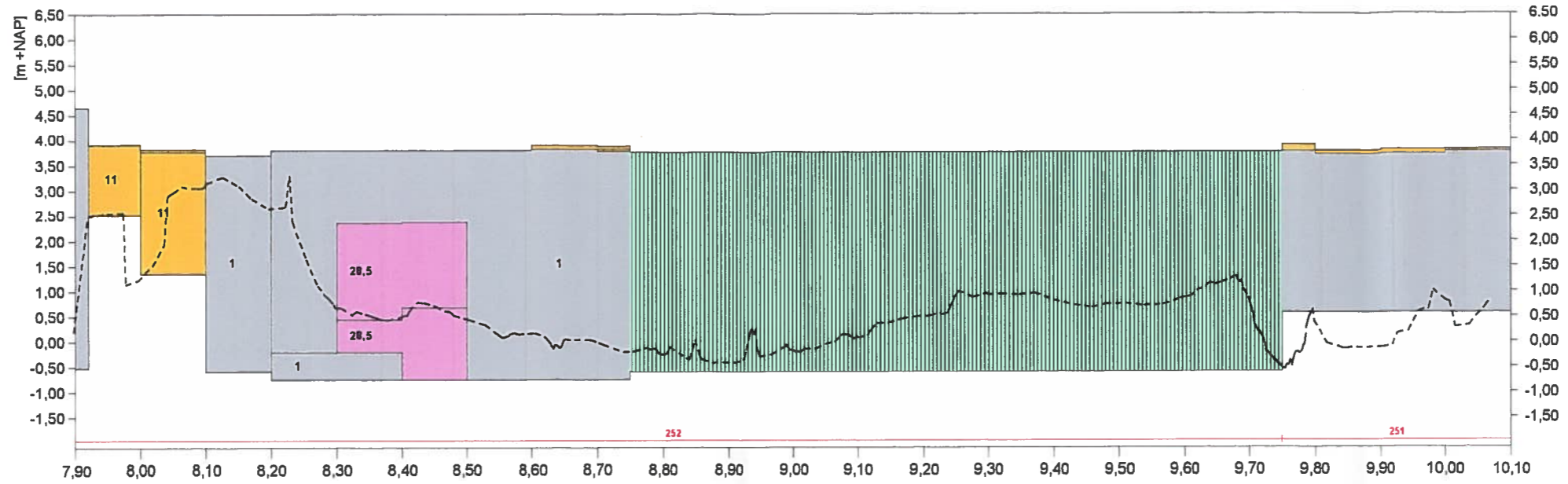
-
- Vanaf Havendam Buiten +900 m tot dp 101 (buitenzijde dam) dienen de betonzuilen op de ondertafel uitgevoerd te worden met een eco-toplaag, met een laagdikte van minimaal 0,03 m.
 - Voorafgaand aan de uitvoering van het dijkvak dient door middel van een KLIC-melding nagegaan te worden of er mogelijk kabels en leidingen op het traject aanwezig zijn die van invloed kunnen zijn op de uitvoering van de werkzaamheden.
 - Aan de zuidzijde van de nol dient zand aan gebracht te worden ten behoeve van de schorzijdebij. De hoeveelheid zand zal bepaald worden in de besteksfase.
 - Opslagplaatsen worden na aanleiding van de 'lijst met aandachtspunten ecologie' alleen aangelegd tussen dp 78,85 (met uitzondering van de boothelling) en dp 82.
 - Met betrekking tot de ecologie is een lijst met aandachtspunten voor het bestek en de uitvoering opgenomen. Deze lijst is opgenomen in Bijlage 5.

8 Literatuur

- 1 Kwaliteitshandboek Project Zeeweringen
Digitale versie 2006.
- 2 Handleiding Ontwerpen Dijkbekledingen, Technische
werkwijze van het Projectbureau Zeeweringen
Werkgroep Kennis, Versie 10, 30-05-2005.
PZDT-R-04.091 ken
- 3 Memo Project Zeeweringen, Schelphoek (os dp 80-101)
Sande, van der, H., Waterschap Zeeuwse Eilanden,
13 april 2006
- 4 Detailadvies Ringdijk Schelphoek
Gautier, C., Svašek Hydraulics, 19-10-2005.
MJA/05330/1340. Opdracht 2005.04.15/ 2005.10.09
- 5 Revisie detailadvies Ringdijk Schelphoek
Rest, van de, P., Svašek Hydraulics, 01-06-2006.
MJA/06238/1340. Opdracht 2006.05.36
- 6 Milieu-inventarisatie Zeeweringen Westerschelde
Boetzelaer, M.E., en Bartels, A.F.X., Bouwdienst Rijkswa-
terstaat, Hoofdafdeling Waterbouw, Utrecht, versie 17
(definitief), mei 2001. PZDT-R-01144 inv
- 7 Visie Oosterschelde
Dienst Landelijk Gebied, Zeeland, 2002.
- 8 Verslag voorontwerpoverleg.
Rest, van de, P., Projectbureau Zeeweringen
29-05-2006. PZDT-V-06194 ontw
- 9 Inventarisatie sterkte gezette talubekledingen in Zeeland
Grondmechanica Delft, Delft, januari 1997.
Kenmerk 362070/46
- 10 Leidraad toetsen op veiligheid, LTV, augustus 1999.
- 11 Actualisatie toetsing bekleding Ringdijk Schelphoek Oost,
dp 0080 - dp 0120
Waterschap Zeeuwse Eilanden, versie 0.1, 08-11-2005.
PZDT-R-05399 inv

-
- 12 Actualisatie toetsing bekleding Oostelijke havendam Schelphoek,
Waterschap Zeeuwse Eilanden, versie 0.1, 09-11-2005.
PZDT-R-05403 inv
 - 13 Controle toetsing/ vrijgave Schelphoek Oost, inclusief havendam, dp 0080 - dp 0120
Bossenbroek, J-K., Vereeke, S., Projectbureau Zeeweringen, 12-12-2005.
PZDT-M-05442
 - 14 Memo Project Zeeweringen, Schelphoek (os dp 80-101) overlaging
Sande, van der, H., Waterschap Zeeuwse Eilanden, augustus 2006
 - 15 Technisch Rapport Steenzettingen
TAW-rapport, december 2003.
DWW-2003-097
 - 16 Stabiliteit van steenbekledingen op havendammen
Afleiding van een verbeterde toetsmethode voor de top-laag.
WL, Delft Hydraulics. Februari 2006
 - 17 Technisch Rapport Asfalt voor Waterkeren.
Technische Adviescommissie voor de Waterkeringen (TAW)
November, 2002.
 - 18 Ontwerpnota Ellewoutsdijk (Fort en Haven)
Groenewoud, M.D., Projectbureau Zeeweringen,
25-08-2005
PDZT-R-05008 ontw.

Figuren



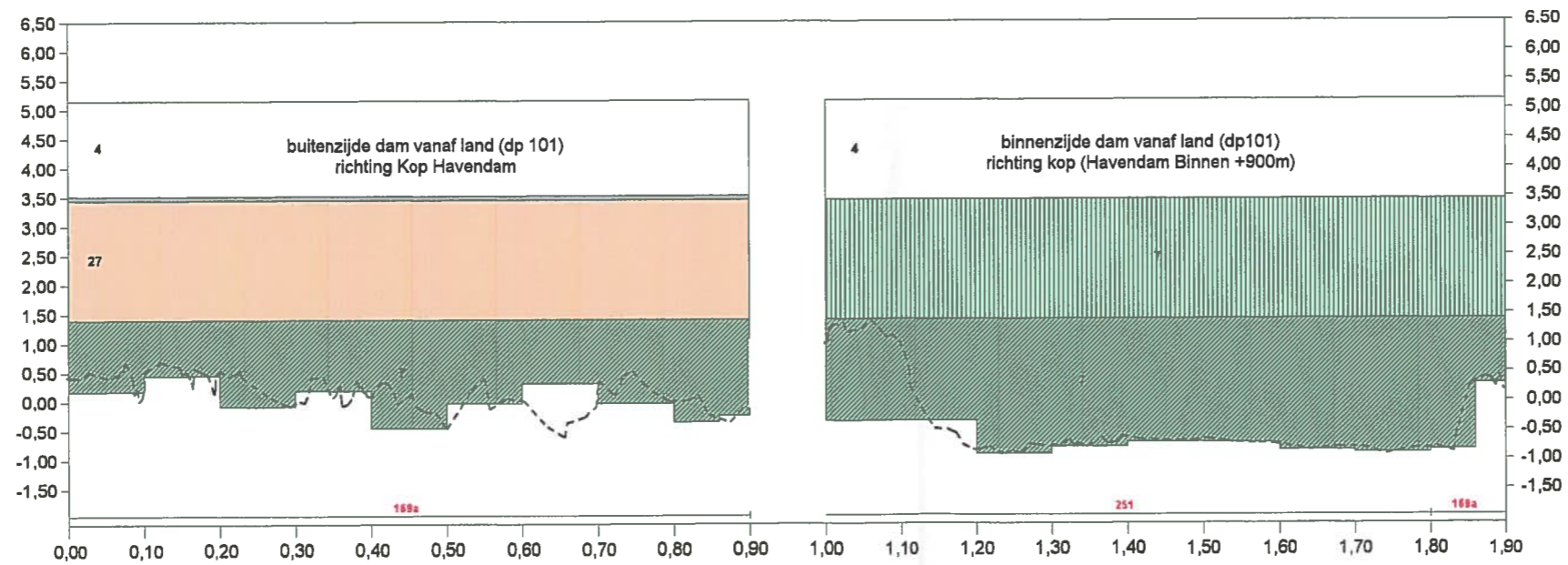
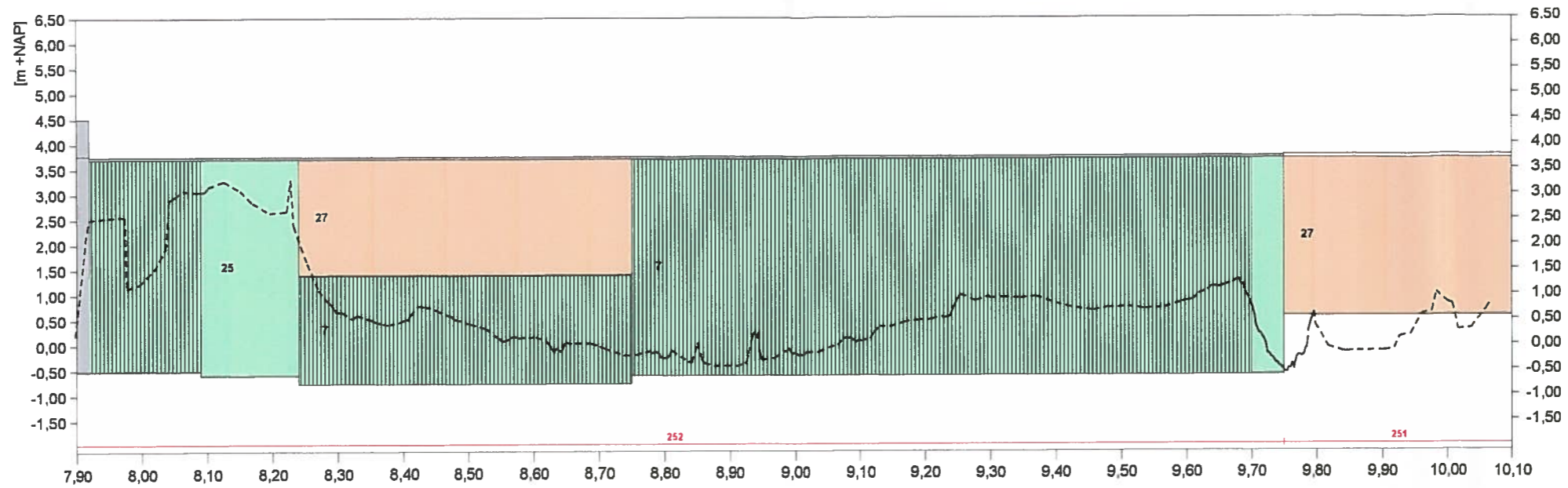
Legenda

asfalt	Haringmanblokken	Doornikse	gras	betonpenetratie
Fixtone	betonblokken gekanteld	petit graniet	doorgroei stenen	asfaltpenetratie (vol en zat)
betonzuilen	kopersiakblokken	granietblokken	overige bekleding	asfaltpenetratie (patroon)
Hydroblock	basalt	overige natuursteen	zand/stortsteenlijn	asfaltpenetratie (schone koppen)
betonblokken	Vilvoordse	kreukelberm		ecotoplaag
diaboolblokken	Lessinische	breuksteen		



Locatie van het werk

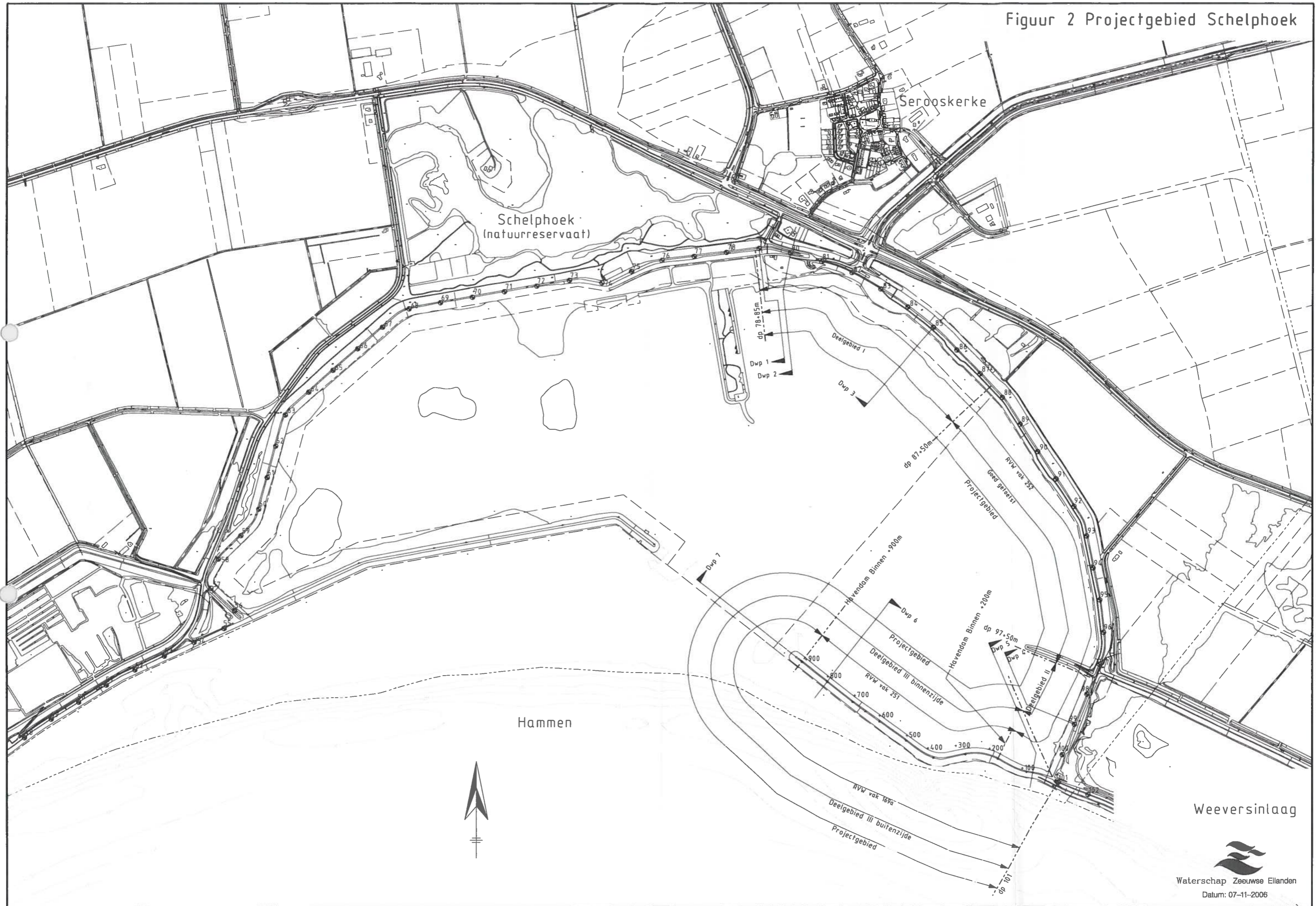




Legenda

asfalt	Haringmanblokken	Doornikse	gras	betonpenetratie
Open steenasfalt	betonblokken gekanteld	petit graniet	doorgroei stenen	asfaltpenetratie (vol en zat)
betonzuilen	koperslabblokken	granietblokken	overige bekleding	asfaltpenetratie (patroon)
Hydroblock	basalt	overige natuursteen	zand/stortsteenlijn	asfaltpenetratie (schone koppen)
betonblokken	Vilvoordse	kreukelberm		ecotoplaag
diaboolblokken	Lessinische	verborgen glooiing		

Figuur 2 Projectgebied Schelphoek

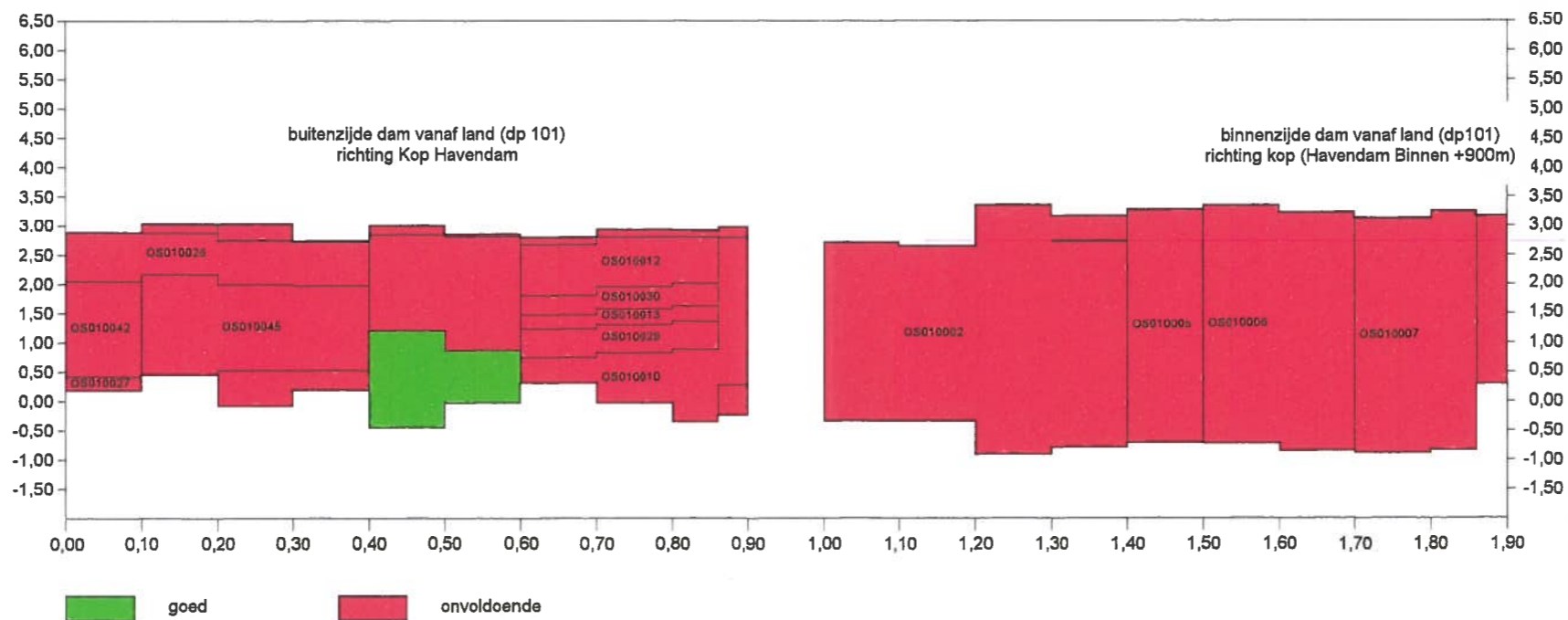
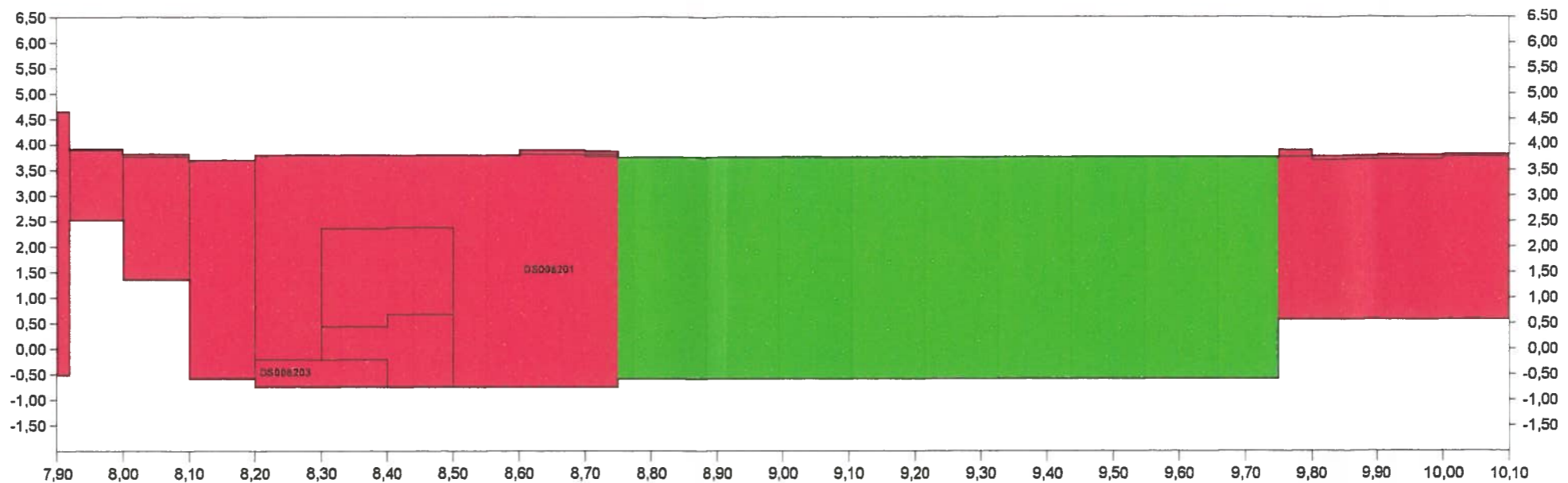


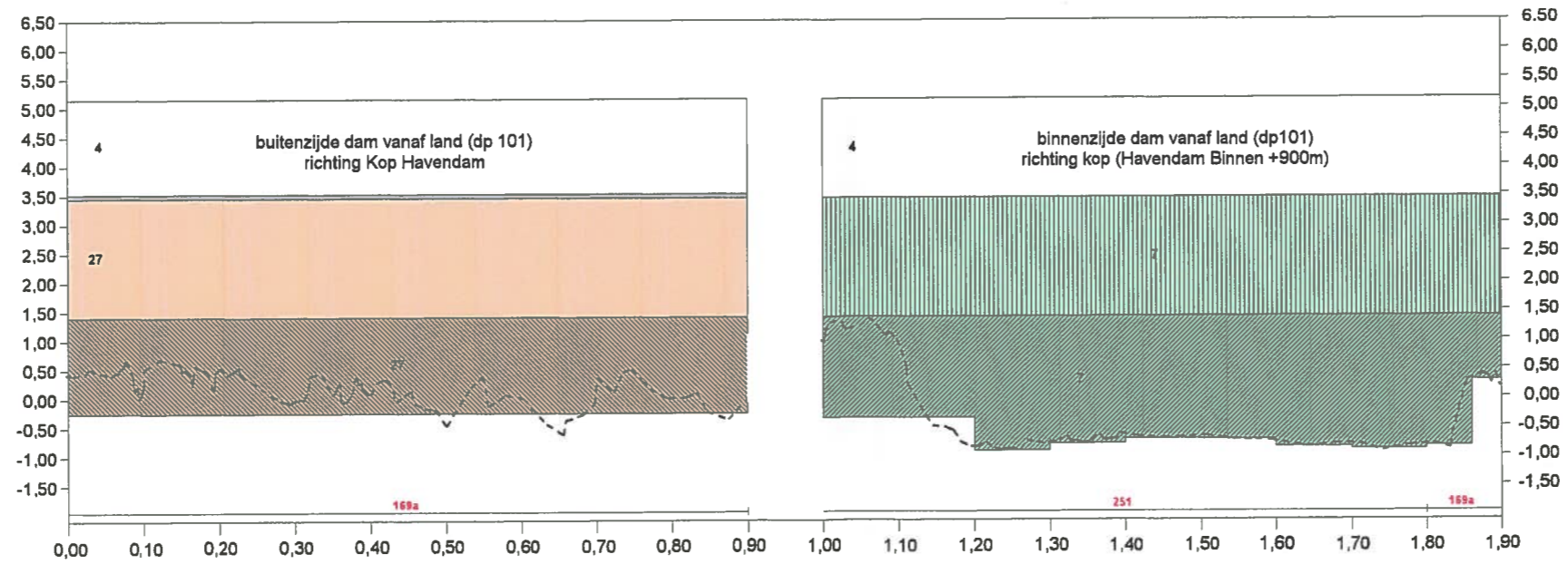
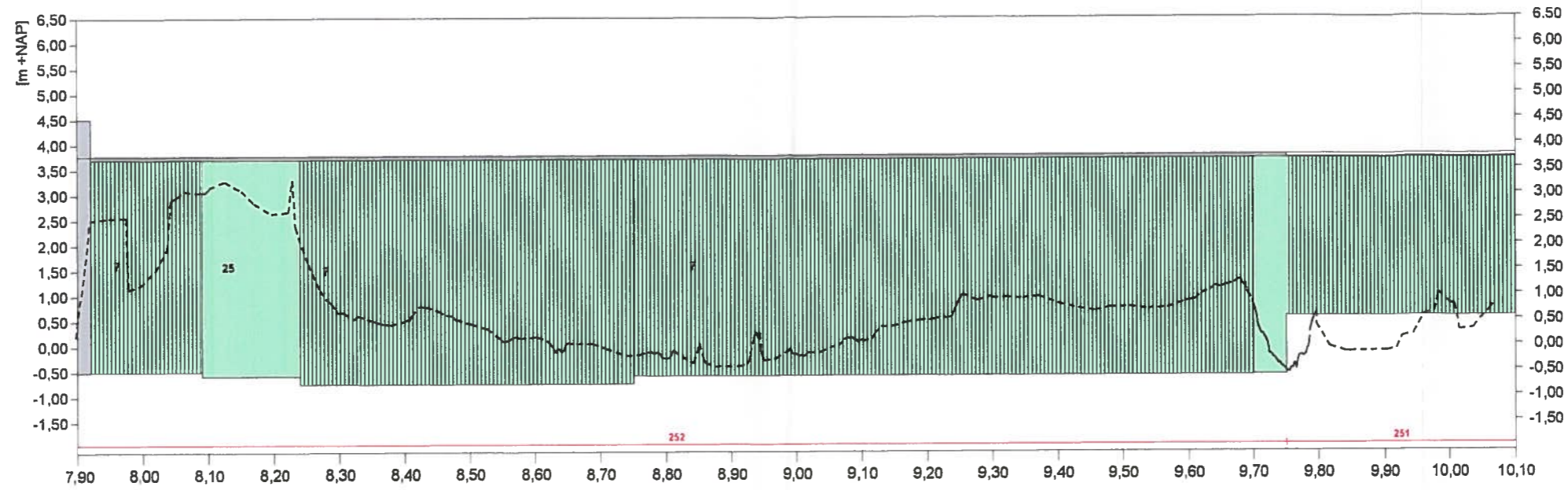
Weversinlaag



Topografische ondergrond: (c) Topografische Dienst Kadaster
Kadastrele ondergrond: (c) Kadaster, Middelburg
Topografische ondergrond: (c) Regionaal samenwerkingsverband Zeeland GRKN

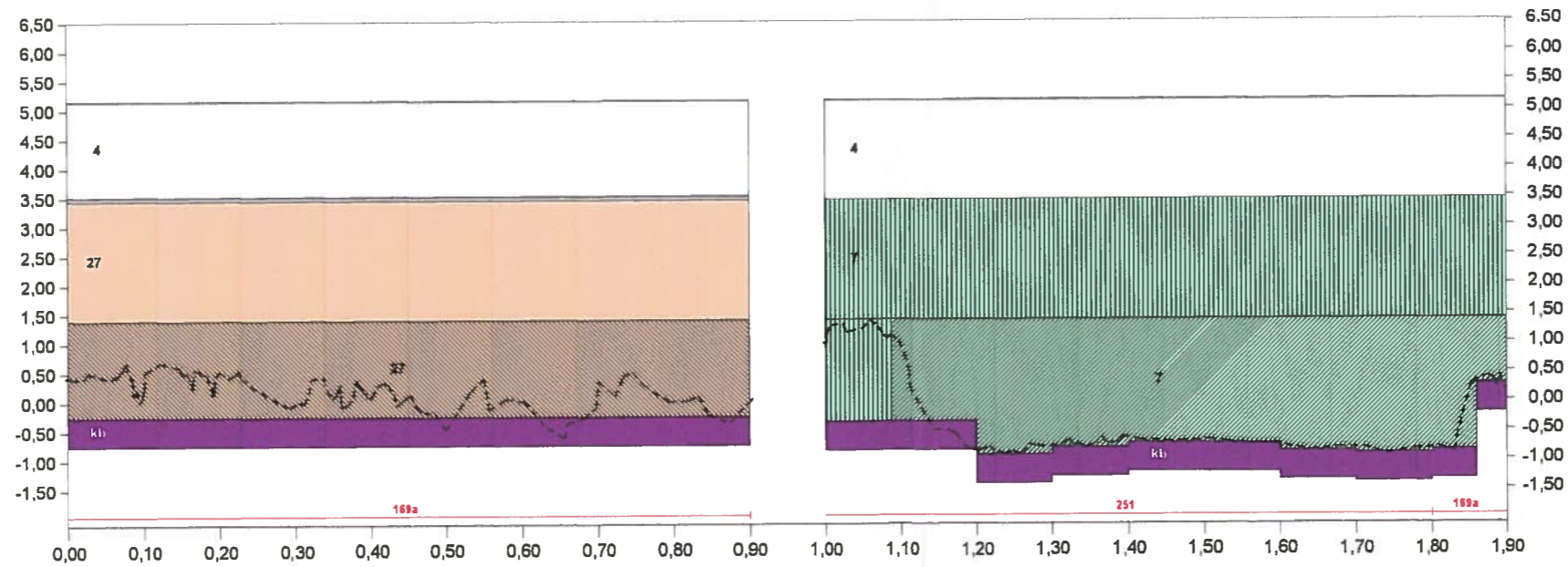
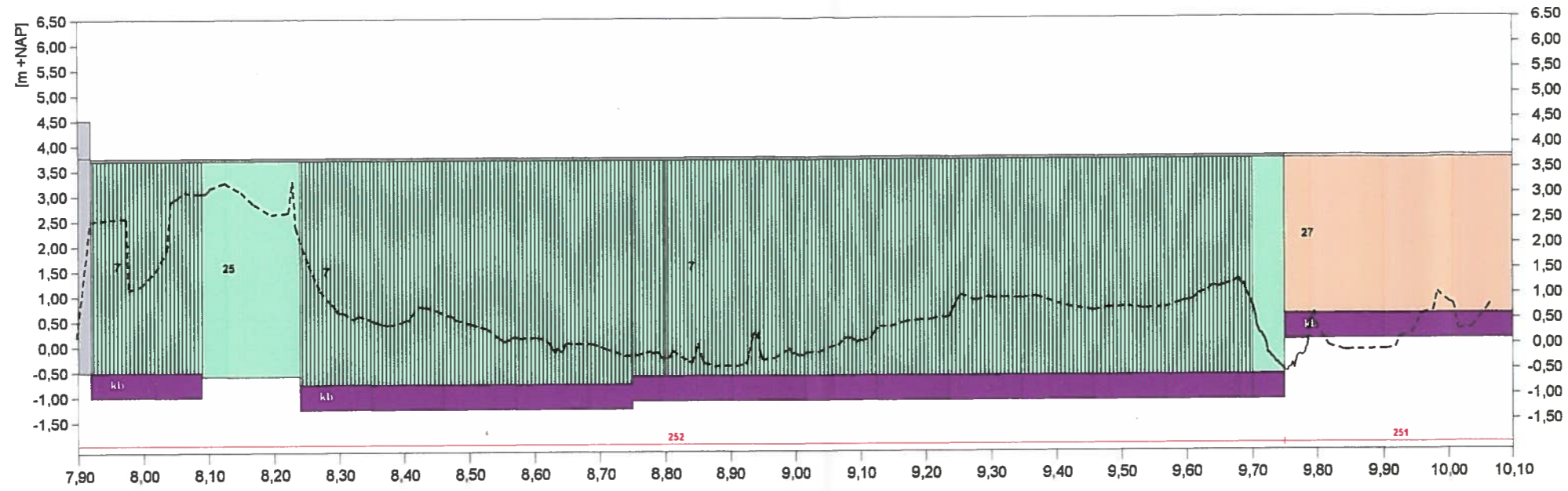
G:\TEKENING\Zeeuwingen\Schelphoek\Schelphoek.dgn\Fig.2 Projectgebied Schelphoek





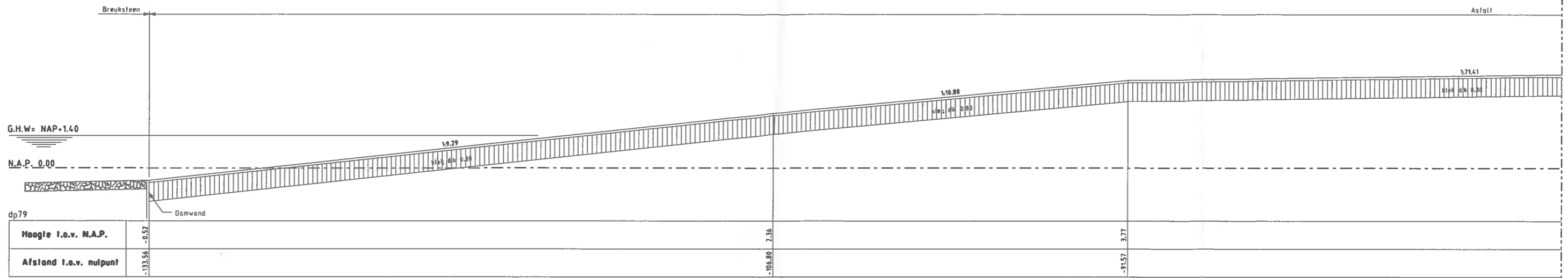
Legenda

asfalt	Haringmanblokken	Doornikse	gras	betonpenetratie
Open steenasfalt	betonblokken gekanteld	petit graniet	doorgroeistenen	asfaltpenetratie (vol en zat)
betonzulen	koperslakblokken	granietblokken	overige bekleding	asfaltpenetratie (patroon)
Hydroblock	basalt	overige natuursteen	zand/stortsteenlijn	asfaltpenetratie (schone koppen)
betonblokken	Vilvoordse	kreukelberm		ecotoplaag
diaboolblokken	Lessinische	verborgen glooiing		

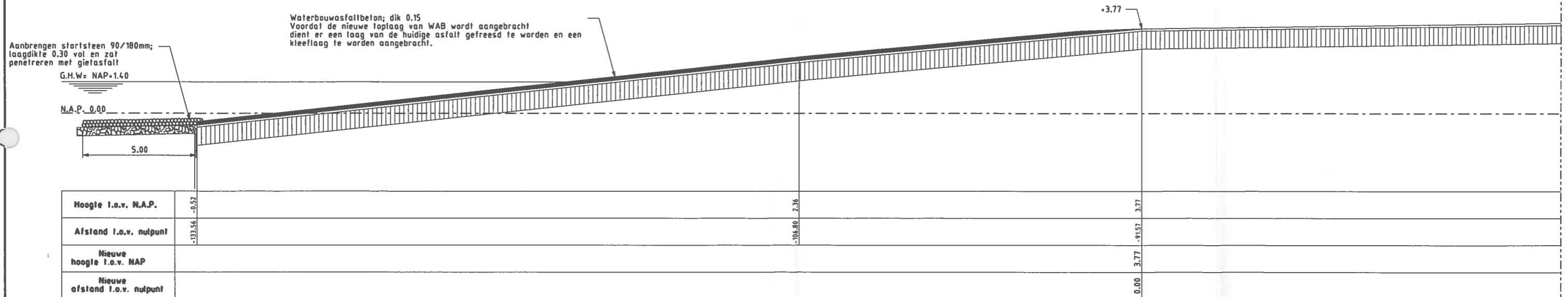


Legenda

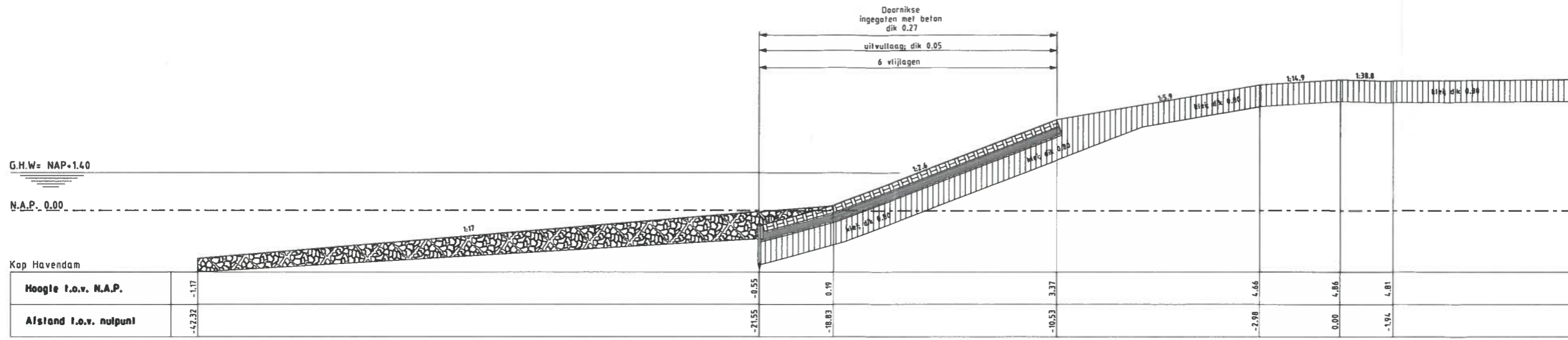
asfalt	Haringmanblokken	Doornikse	gras	betonpenetratie
Open steenasfalt	betonblokken gekanteld	petit graniet	doorgroei stenen	asfaltpenetratie (vol en zat)
betonzuilen	koperslakblokken	granietblokken	overige bekleding	asfaltpenetratie (patroon)
Hydroblock	basalt	overige natuursteen	zand/stortsteenlijn	asfaltpenetratie (schone koppen)
betonblokken	Vilvoordse	kreukelberm		ecotoplaag
diablooblokken	Lessinische	verborgen glooiing		



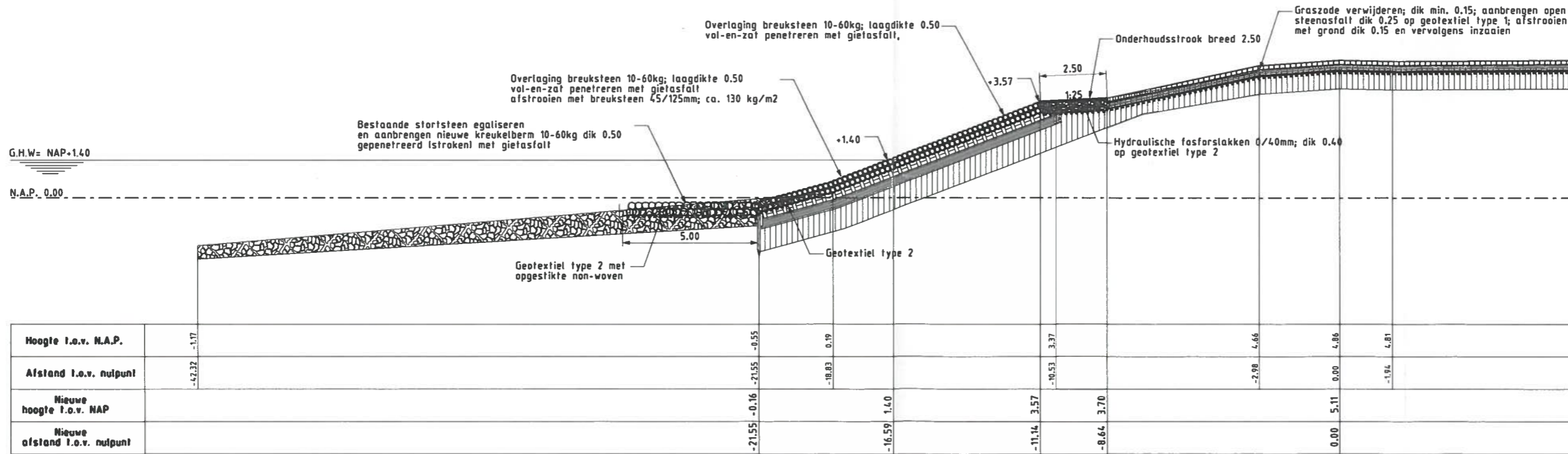
Dwarsprofiel 1 bestaand



Dwarsprofiel 1 nieuw van dp78+85m tot dp79+15m



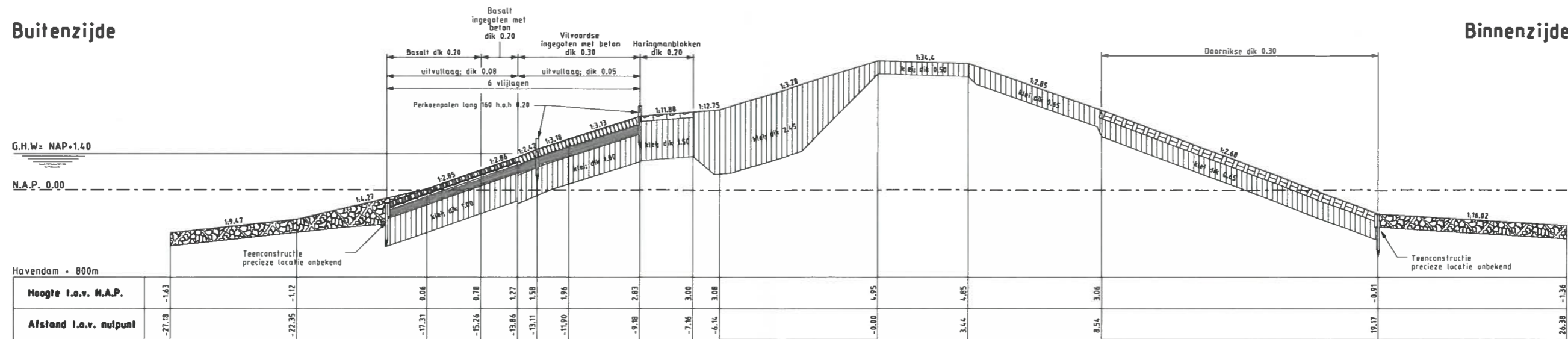
Dwarsprofiel 7 bestaand



Dwarsprofiel 7 nieuw van havendam binnen-900m tot havendam buiten-900m

Buitenzijde

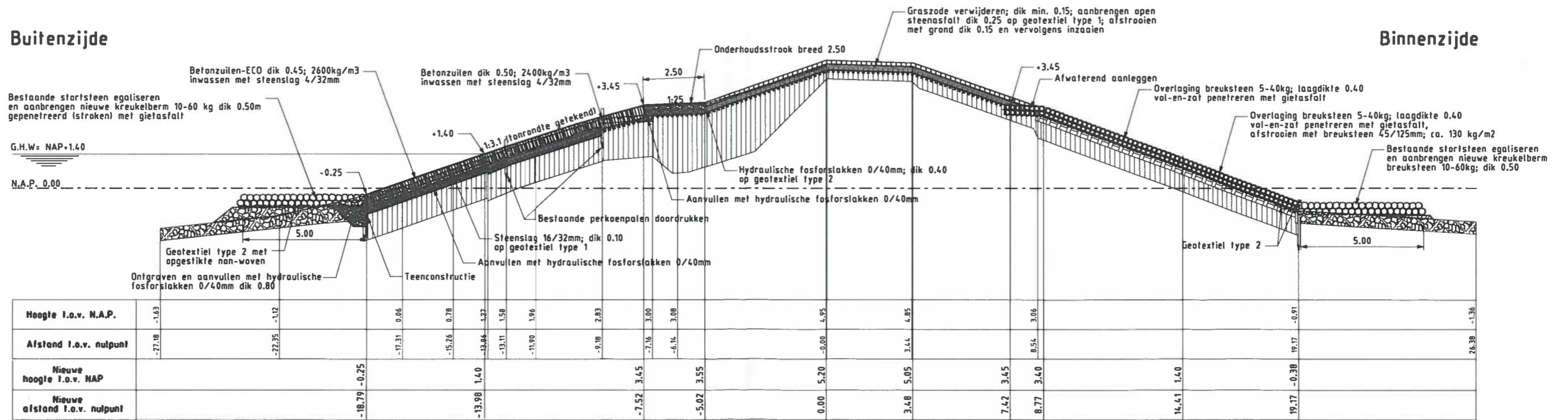
Binnenzijde



Dwarsprofiel 6 bestaand

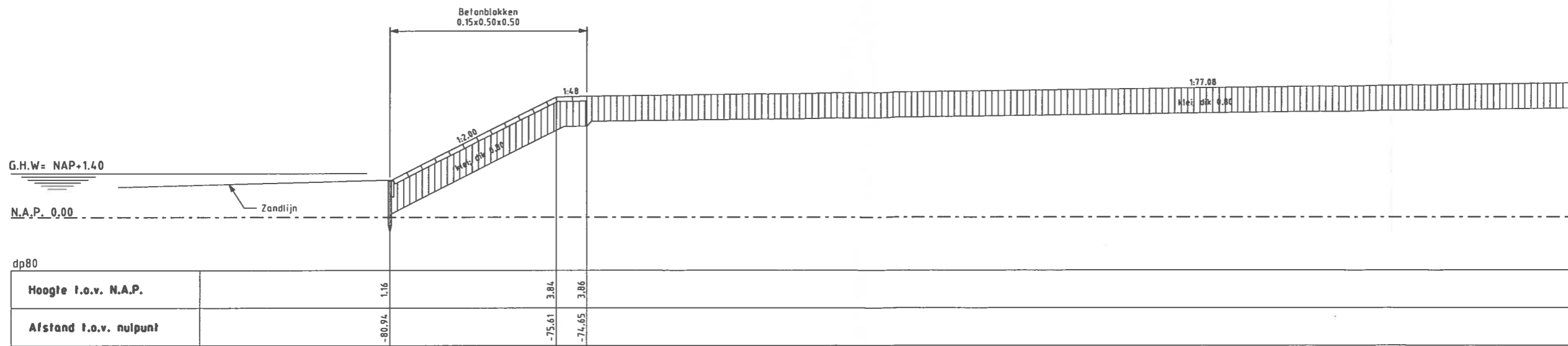
Buitenzijde

Binnenzijde

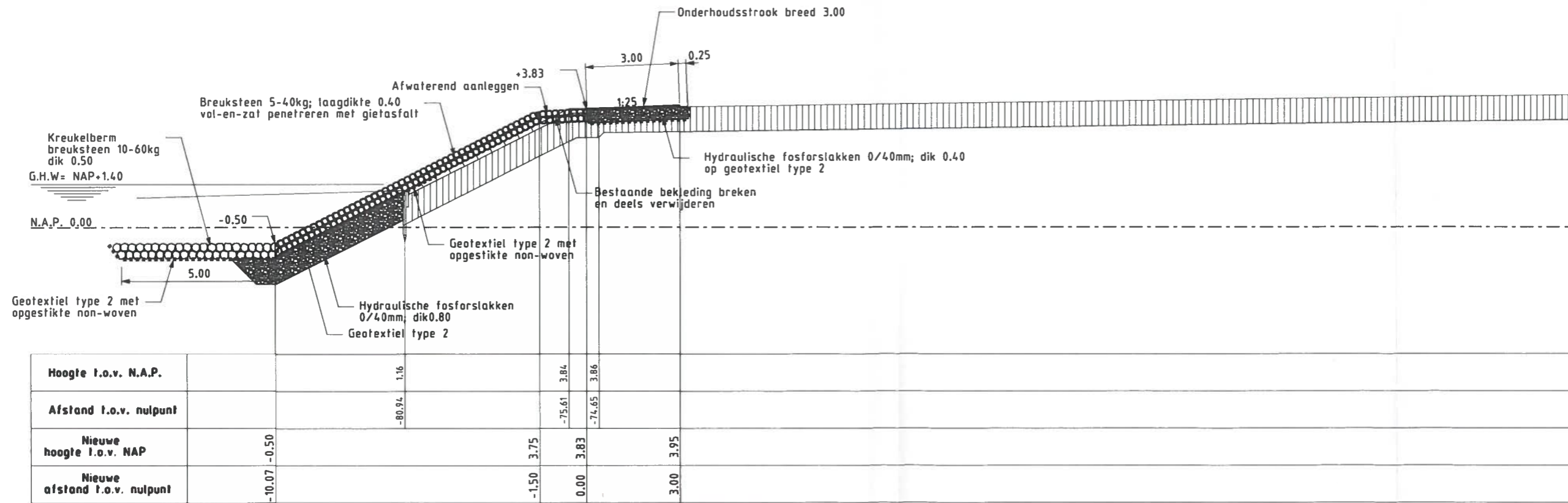


Dwarsprofiel 6 nieuw van havendam+90m tot havendam+900m





Dwarsprofiel 2 bestaand

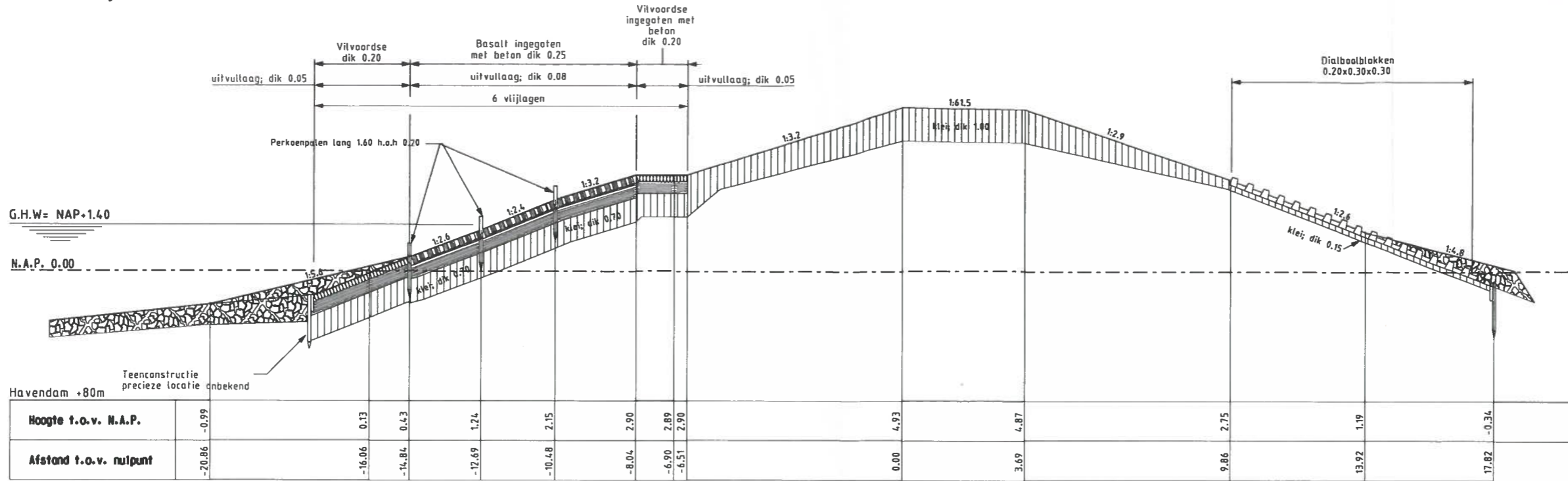


Dwarsprofiel 2 nieuw van dp79+15m tot dp81



Buitenzijde

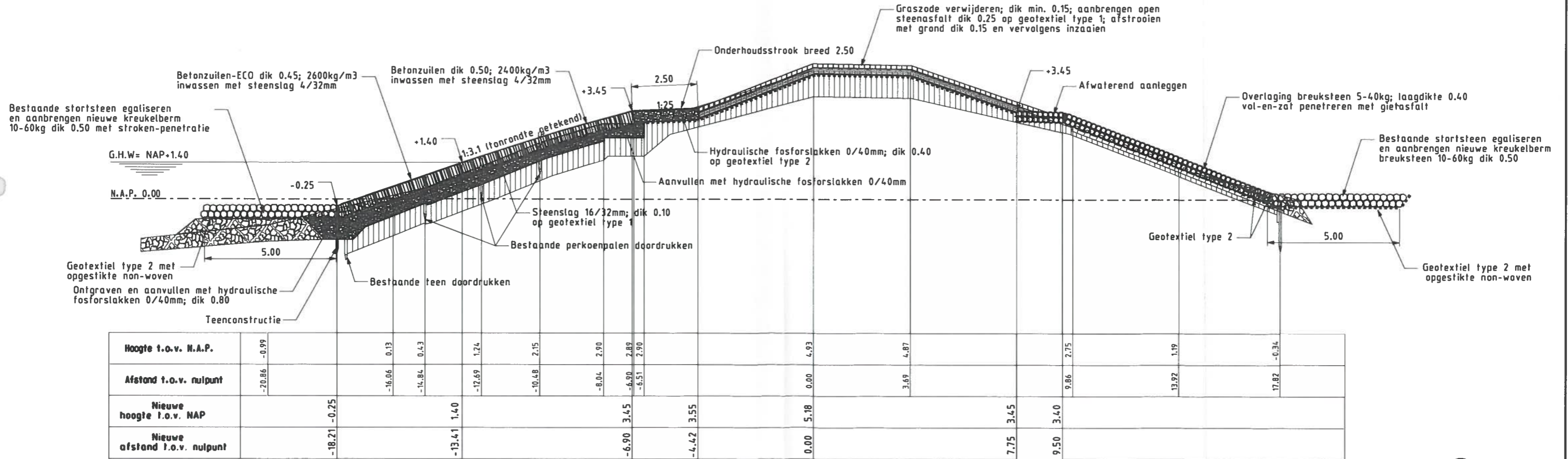
Binnenzijde



Dwarsprofiel 5 bestaand

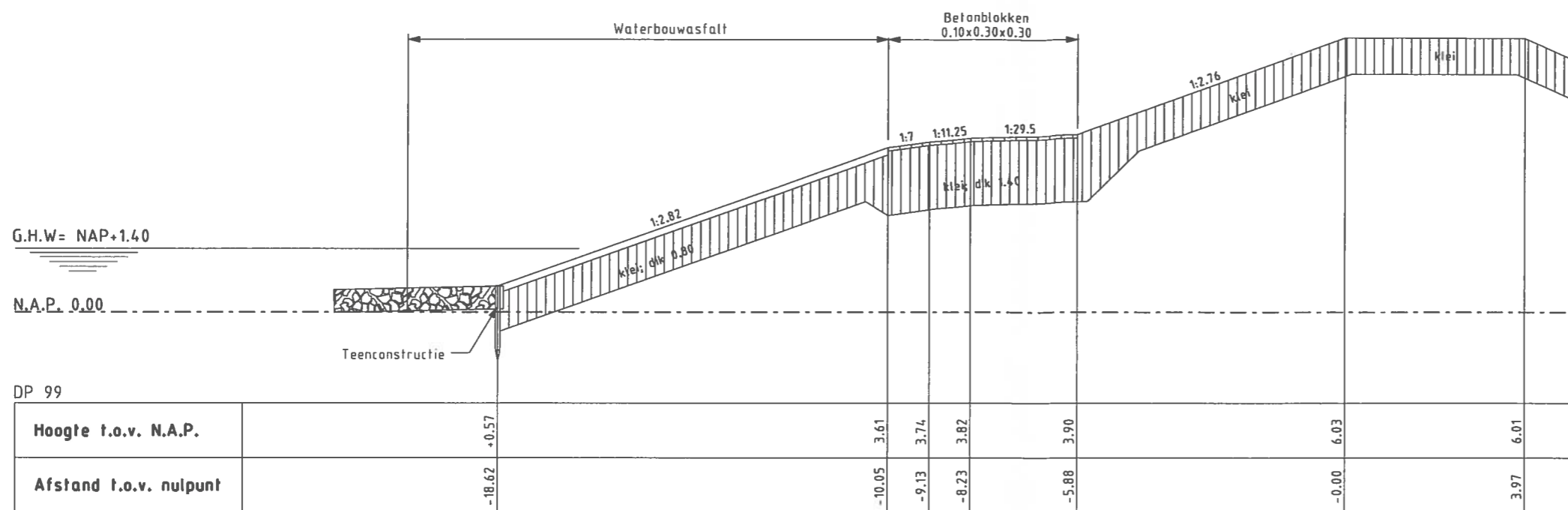
Buitenzijde

Binnenzijde

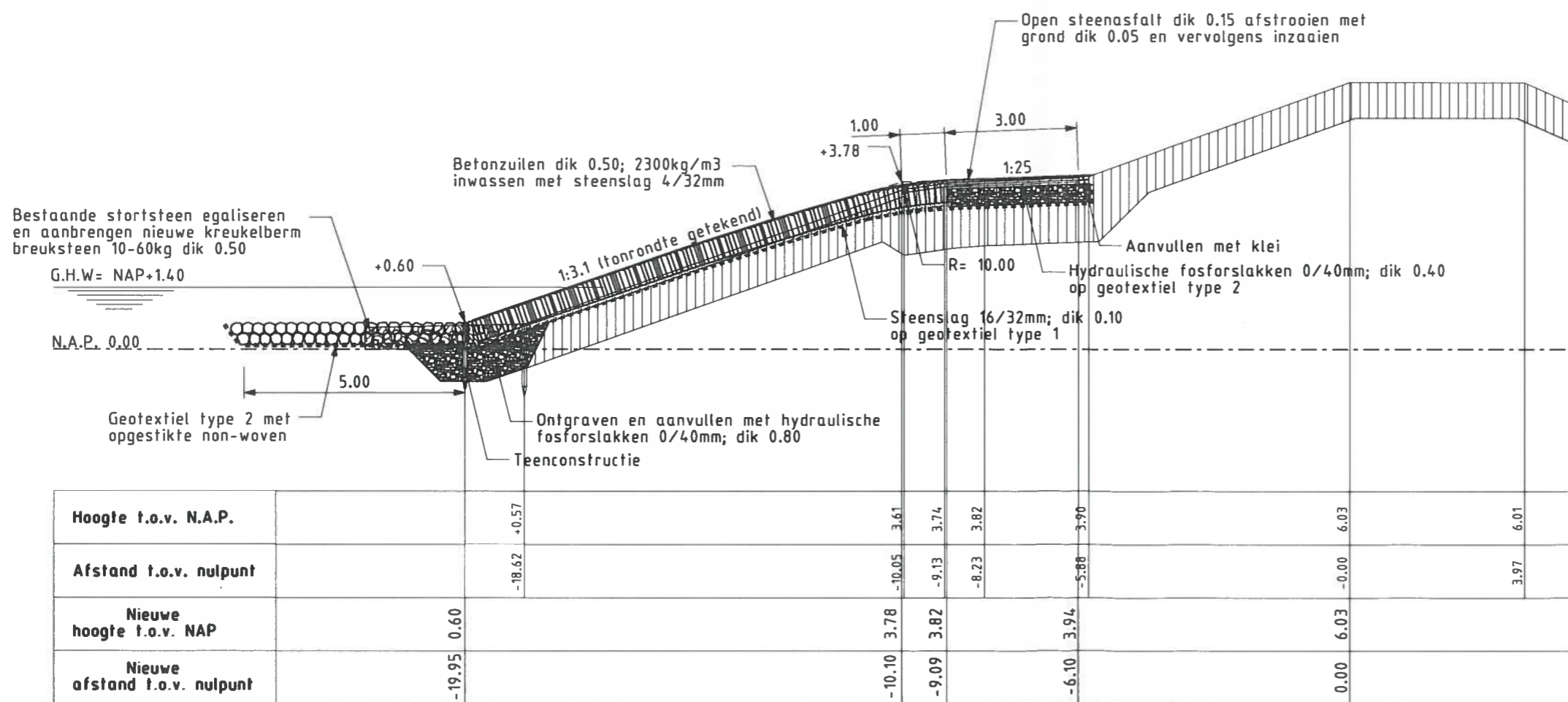


Dwarsprofiel 5 nieuw van dp101 tot havendam+90m



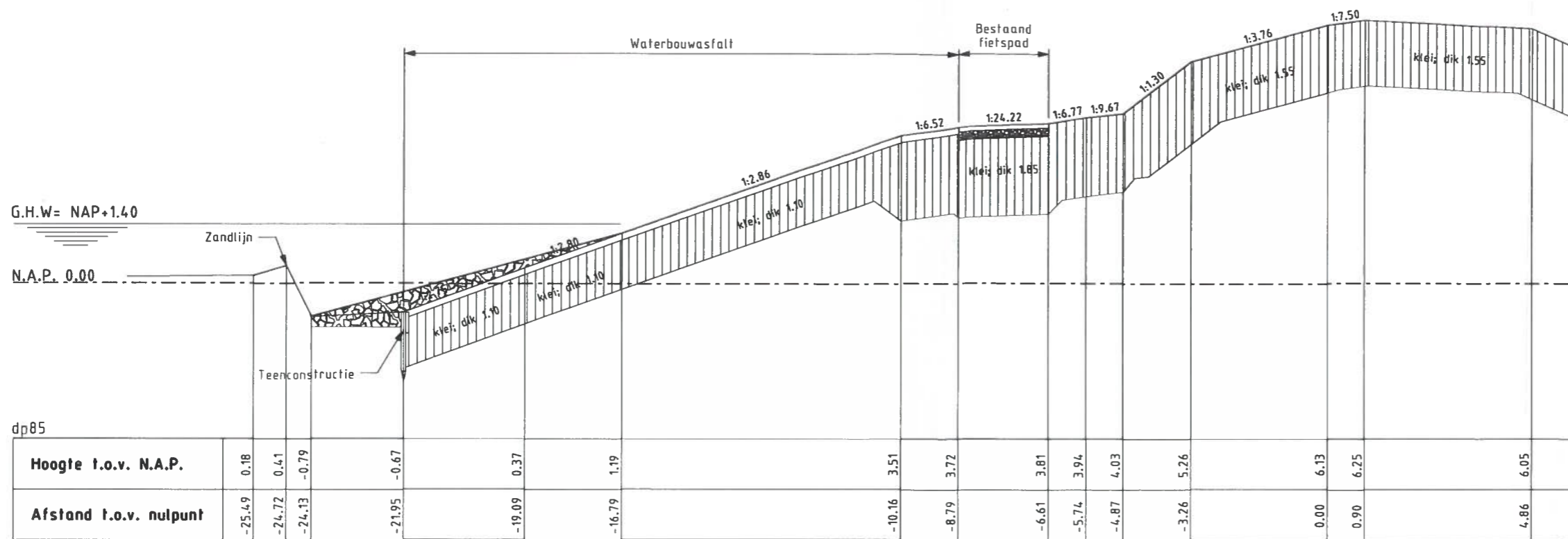


Dwarsprofiel 4 bestaand

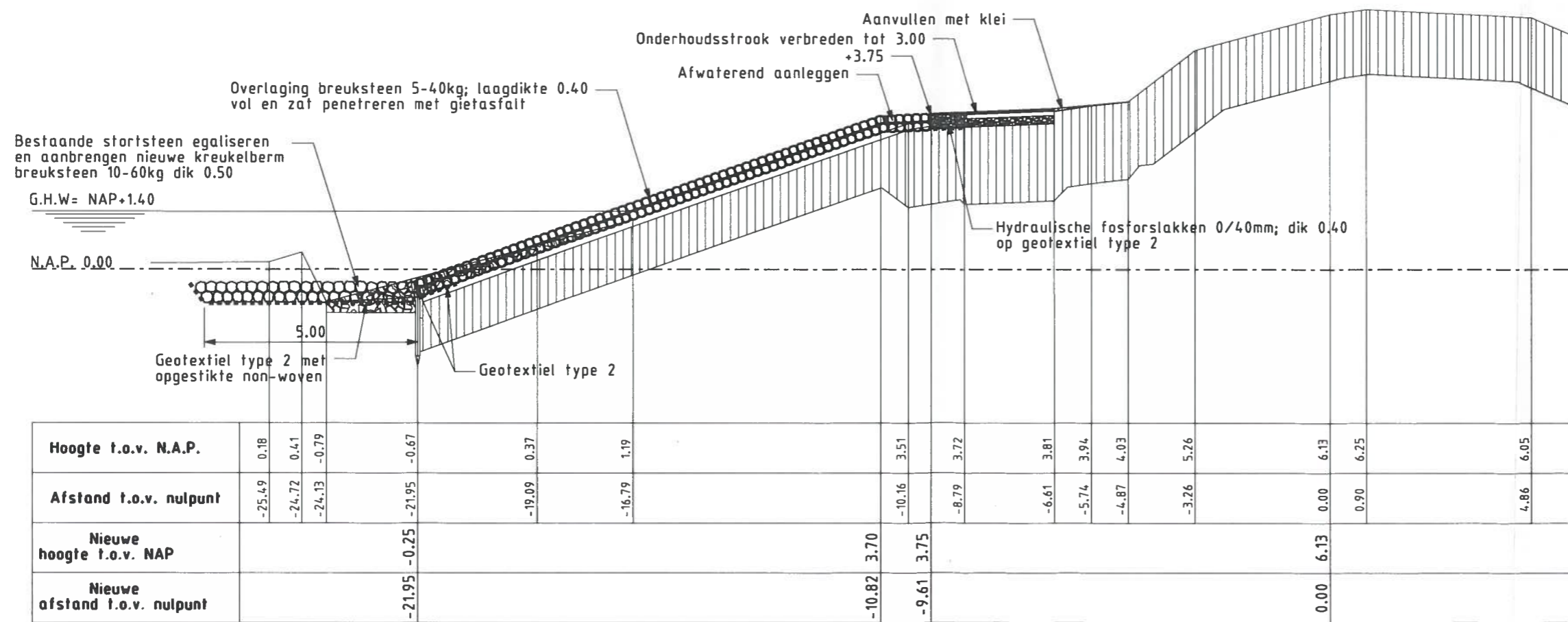


Dwarsprofiel 4 nieuw van dp97+50m tot dp101





Dwarsprofiel 3 bestaand



Dwarsprofiel 3 nieuw van dp81 tot dp87+50m



Bijlage 1 Technische toepasbaarheid betonzuilen

De technische toepasbaarheid van betonzuilen wordt beschreven in Paragraaf 5.4.3. Bij de steilste taludhelling van 1:3,1 (bestekswaarde) en bij de zwaarste randvoorwaarden (dijkvak 169a) is gecontroleerd of de zwaarste betonzuil stabiel is.

RANDVOORWAARDEN RIKZ (handmatig of met zoekfunctie)

POLDER	Schelphoek Oost toepasbaarheid betonzulen
DIJKVAKNR	169a
GEBIED	OOSTERSCHELDE

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

Na wijziging: Anamos opnieuw laten rekenen

Ontwerppell 2060 : 3,45

		1	2	3	4	5	6	7	8	9
algemeen	soort bekleding	beton zulen	beton zulen							
	nadere omschrijving vd bekleding									
	dijkpaalnummer									
	niveau bovengrens [m + NAP]	2,13	3,45							
	niveau ondergrens [m + NAP]	-0,50	2,13							
	rekenwaarde helling [1 ?]	2,70	2,90							
toplaag	l is bestekshelling - 0,2 of - 0,4 -0,2 of -0,4	-0,4	-0,2							
	bodemniveau op 50 m afstand [m + NAP]	-9,38	-9,38							
	rekenwaarde staandikte [m]	0,50	0,50							
	rekenwaarde soortelijke massa [ton/m ³]	2,813	2,813							
onderlagen	bij blokken: breedte (langs talud) [m]									
	bij blokken: lengte (evenw. dijk) [m]									
	langeduur effect: Hs/DD waarbij geldt Anamos stabiel [-]	5,35	5,36							
	rekenwaarde dikte filterlaag [m]	0,15	0,15							
maatgevende condities	Opbouw dijk kleilaag/kleikern/zandscherm bij kleikern: niveau kruin [m + NAP]									
	bij geen kleikern: dikte kleilaag [m]	0,80	0,80							
	Ws [m + NAP]	3,40	3,45							
	Hs [m]	2,24	2,25							
	Tp [s]	5,24	5,25							
	50p [-]	1,62	1,51							
	y ₂ [m]	1,18	1,12							
	Hs > 0,7 d ? ja/nee	nee	nee							
	max. Hs [m]	n.v.t.	n.v.t.							
	Tp behorend bij max. Hs [s]	n.v.t.	n.v.t.							
stabiliteit	50p behorend bij max. Hs en bijbehorende Tp [-]	n.v.t.	n.v.t.							
	aanwezige Hs/ΔD [-]	2,57	2,57							
	toelaatbare Hs/ΔD [-]	3,64	3,64							
afschuiving	geldig ? (incl. langdurige belasting) resultaat ANAMOS stabiel / onstabiel / onvold.	geldig 6ka ² /2/3	geldig 6ka ² /2/3							
	min. benodigde onderlaagdikte nieuw werk (onder filter) [m]	0,8 (f)	0,8 (f)							
	aanwezige onderlaag voldoende dik? ja/nee/geenvoerced semi toetswaarde benodigde onderlaagdikte (ongerode grond) [zonder minimum] [m]	ja	ja	0,8 / [0,15] (form.)	0,8 / [0,07] (form.)					

Ruimte voor opmerkingen:

- Betonzuilen
- Toplaag kreukelberm
- Golfoploop

RANDVOORWAARDEN RIKZ (handmatig of met zoekfunctie)

Ws [m + NAP]	Hs [m]	Tp [s]	Dichtheid water [ton/m ³]
0	0,4	4,2	1,025
2	1,2	5,1	
3	1,5	5,4	
4	1,7	5,5	

POLDER	Schelphoek Oost
DIJKVAKNR	252
GEBIED	OOSTERSCHELDE

Na wijziging: Anamos opnieuw laten rekenen

Ontwerppeil 2060 : 3,45

algemeen	soort bekleding	beton zuilen												
		1	2	3	4	5	6	7	8					
	nadere omschrijving vd bekleding													
	dijkpaalnummer	50/2300	45/2400	40/2500	35/2600	45/2300	40/2500	35/2700						
	niveau bovengrens [m + NAP]	2,93	2,93	2,93	2,93	3,70	3,70	3,70						
	niveau ondergrens [m + NAP]	1,40	1,40	1,40	1,40	2,93	2,93	2,93						
	rekenwaarde helling [1 - ?]	2,70	2,70	2,70	2,70	2,90	2,90	2,90						
	L is bestekshelling - 0,2 of - 0,4	-0,2	-0,4	-0,4	-0,4	-0,2	-0,2	-0,2						
	bodemniveau op 50 m afstand [m + NAP]	-0,84	-0,84	-0,84	-0,84	-0,84	-0,84	-0,84						
toplaag	rekenwaarde steendikte [m]	0,46	0,43	0,40	0,34	0,45	0,39	0,34						
	rekenwaarde soortelijke massa [ton/m ³]	2,231	2,328	2,425	2,716	2,231	2,425	2,619						
	bij blokken: breedte (langs talud) [m]													
	bij blokken: lengte (evenw. dijk) [m]													
onderlagen	langeduur effect: Hs/DD waarbij geldt Anamos stabiel [-]	4,36	4,31	4,31	4,19	4,50	4,48	4,45						
	rekenwaarde dikte filterlaag [m]	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15						
	Opbouw dijk kleilaag/kleikern/zandischot bij kleikern: niveau kruin [m + NAP]													
maatgevende condities	bij geen kleikern: dikte kleilaag [m]	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00						
	Ws [m + NAP]	3,45	3,45	3,45	3,45	3,45	3,45	3,45						
	Hs [m]	1,59	1,59	1,59	1,59	1,59	1,59	1,59						
	TP [s]	5,45	5,45	5,45	5,45	5,45	5,45	5,45						
	ξOp [-]	2,00	2,00	2,00	2,00	1,86	1,86	1,86						
	γ _W [m]	1,17	1,17	1,17	1,17	1,11	1,11	1,11						
	Hs > 0,7 d ? ja/nee	nee	nee	nee	nee	nee	nee	nee						
	max. Hs [m]	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.						
	TP behorend bij max. Hs [s]	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.						
	ξOp behorend bij max. Hs en bijbehorende TP [-]	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.						
stabilliteit	aanwezige Hs/AD [-]	2,94	2,91	2,91	2,83	3,00	2,98	3,01						
	toelaatbare Hs/AD [-]	2,96	2,93	2,93	2,85	3,06	3,05	3,03						
	geldig ? (incl. langdurige belasting) resultaat ANAMOS stabiel / onstabiel / onvold. [Stabiel]	Stabiel	Stabiel	Stabiel	Stabiel	Stabiel	Stabiel	Stabiel						
afschuiving	min. benodigde onderlaagdikte nieuw werk (onder filter) [m]	0,8 (f)	0,8 (f)	0,8 (f)	0,8 (f)	0,8 (f)	0,8 (f)	0,8 (f)						
	aanwezige onderlaag voldoende dik? ja/nee/geavanceerd	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja						
	semi toetswaarde benodigde onderlaagdikte (ongeronde grond) [zonder minimum] [m]	0,8 / [0,43] (form.)	0,8 / [0,43] (form.)	0,8 / [0,42] (form.)	0,8 / [0,41] (form.)	0,8 / [0,37] (form.)	0,8 / [0,36] (form.)	0,8 / [0,36] (form.)						

Ruimte voor opmerkingen:

POLDER	Schelphoek Oost
DIJKVAKNR	169a
GEBIED	OOSTERSCHELDE

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

Na wijziging: Anamos opnieuw laten rekenen

Ontwerppeil 2060 :	3,45
--------------------	------

algemeen	soort bekleding	beton zuilen		beton zuilen		beton zuilen		beton zuilen		beton zuilen		beton zuilen		
		1	2	3	4	5	6	7	8	9				
	nadere omschrijving vd bekleding													
	dijkpaalnummer	50/2400	45/2600	40/2800	50/2400	45/2500	40/2700							
	niveau bovengrens [m + NAP]	2,72	2,72	2,72	3,78	3,78	3,78							
	niveau ondergrens [m + NAP]	0,60	0,60	0,60	2,72	2,72	2,72							
	rekenwaarde helling [1 : 7]	2,70	2,70	2,70	2,90	2,90	2,90							
	L is bestekshelling - 0,2 of - 0,4	-0,4	-0,4	-0,4	-0,2	-0,2	-0,2							
	bodemniveau op 50 m afstand [m + NAP]	-9,38	-9,38	-9,38	-9,38	-9,38	-9,38							
toplaag	rekenwaarde steendikte [m]	0,49	0,43	0,39	0,48	0,45	0,40							
	rekenwaarde soortelijke massa [ton/m3]	2,328	2,522	2,716	2,328	2,425	2,619							
	bij blokken: breedte (langs talud) [m]													
	bij blokken: lengte (evenw. dijk) [m]													
	langeduur effect: Hs/DD waarbij geldt Anamos stabiel [-]	5,34	5,29	5,22	5,52	5,48	5,35							
onderlagen	rekenwaarde dikte filterlaag [m]	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15							
	Opbouw dijk kleilaag/kleikern/zandschoor bij kleikern: niveau kruin [m + NAP]													
	bij geen kleikern: dikte kleilaag [m]	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00							
maatgevende condities	Ws [m + NAP]	3,45	3,45	3,45	3,45	3,45	3,45							
	Hs [m]	2,25	2,25	2,25	2,25	2,25	2,25							
	TP [s]	5,25	5,25	5,25	5,25	5,25	5,25							
	ξOp [-]	1,62	1,62	1,62	1,51	1,51	1,51							
	γs [-]	1,18	1,18	1,18	1,12	1,12	1,12							
	Hs > 0,7 d ? ja/nee	nee	nee	nee	nee	nee	nee							
	max. Hs [m]	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.							
	TP behorend bij max. Hs [s]	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.							
	ξOp behorend bij max. Hs en bijbehorende TP [-]	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.							
stabilliteit	aanwezige Hs/AD [-]	3,60	3,57	3,49	3,68	3,65	3,61							
	toelaatbare Hs/AD [-]	3,63	3,60	3,55	3,75	3,73	3,64							
	geldig ? (incl. langdurige belasting) resultaat ANAMOS stabiel / onstabiel / onvold.	geldig 6ks ² -2/3	geldig 6ks ² -2/3	geldig 6ks ² -2/3	geldig 6ks ² -2/3	geldig 6ks ² -2/3	geldig 6ks ² -2/3	geldig 6ks ² -2/3						
afschuiving	min. benodigde onderlaagdikte nieuw werk (onder filter) [m]	0,8 (f)	0,8 (f)	0,8 (f)	0,8 (f)	0,8 (f)	0,8 (f)							
	aanwezige onderlaag voldoende dik? ja/nee/geavanceerd	ja	ja	ja	ja	ja	ja							
	semi toetswaarde benodigde onderlaagdikte (ongeronde grond) [zonder minimum] [m]	0,8 / [0,37] (form.)	0,8 / [0,37] (form.)	0,8 / [0,35] (form.)	0,8 / [0,31] (form.)	0,8 / [0,3] (form.)	0,8 / [0,3] (form.)	0,8 / [0,3] (form.)						

Ruimte voor opmerkingen:

POLDER	Schelphoek Oost
DIJKVAK	252 dp 79 tot dp 82

Randvoorwaarden RIKZ		
Ws [m + NAP]	Hs [m]	Tp [s]
0	0,4	4,2
2	1,2	5,1
3	1,5	5,4
4	1,7	5,5
Ontwerppeil 2060 [m tov NAP] :	3,45	
Gebied: OS/WS	OS	

Algemene invoer		
Voorland stabiel?	[ja/nee]	ja
Lengte voorland flauwer dan 1:30	[m]	0
Gem. hoogte voorland	[m tov NAP]	-0,84
Hoogte kreukelberm	[m tov NAP]	-0,5

Uitvoer algemeen	
Type berekening	steile vooroever

Ruimte voor opmerkingen:

Tussen dp 79 en dp 82 is er geen voorland aanwezig

Uitvoer bij voorland		
parameter	eenheid	
Lop	[m]	27,0
Ws	[m tov NAP]	-0,1
Hs	[m]	0,4
Tp	[s]	4,2
sortering	[kg]	nvt

Uitvoer bij steile vooroever (breuksteenberekening zonder factor Y)		
parameter	eenheid	
S	[-]	3
P	[-]	0,1
ρ_w	[ton/m ³]	1,025
N	[-]	25000
W _s	[m]	-0,5
H _s	[m]	0,400
T _p	[s]	3,975
T _p /T _m	[-]	1,1
cot α	[-]	5
ξ_m	[-]	1,4279
ξ_{mc}	[-]	1,6654
soort golf		plunging
ΔD_{n50}	[m]	0,26

ps [ton/m ³]	D _{n50} [m]	M50 [kg]	sortering [kg]	Bijbehorende range		
				ΔD_{n50} [m]	D _{n50} [-]	M50 [kg]
2	0,27	39,84	40 - 200	0,34 - 0,39	0,36 - 0,41	92 - 138
2,05	0,26	35,15	40 - 200	0,36 - 0,41	0,36 - 0,41	92 - 138
2,1	0,25	31,21	10 - 60	0,24 - 0,29	0,23 - 0,28	25,2 - 44,1
2,15	0,23	27,88	10 - 60	0,25 - 0,3	0,23 - 0,27	25,2 - 44,1
2,2	0,22	25,04	10 - 60	0,26 - 0,31	0,23 - 0,27	25,2 - 44,1
2,25	0,22	22,60	10 - 60	0,27 - 0,32	0,22 - 0,27	25,2 - 44,1
2,3	0,21	20,49	10 - 60	0,28 - 0,33	0,22 - 0,27	25,2 - 44,1
2,35	0,20	18,65	10 - 60	0,23 - 0,28	0,17 - 0,22	12,5 - 25
2,4	0,19	17,05	10 - 60	0,23 - 0,29	0,17 - 0,22	12,5 - 25
2,45	0,19	15,63	10 - 60	0,24 - 0,3	0,17 - 0,22	12,5 - 25
2,5	0,18	14,38	10 - 60	0,25 - 0,31	0,17 - 0,22	12,5 - 25
2,55	0,17	13,28	10 - 60	0,25 - 0,32	0,17 - 0,21	12,5 - 25
2,6	0,17	12,29	10 - 60	0,26 - 0,33	0,17 - 0,21	12,5 - 25
2,65	0,16	11,40	10 - 60	0,27 - 0,33	0,17 - 0,21	12,5 - 25
2,7	0,16	10,61	10 - 60	0,27 - 0,34	0,17 - 0,21	12,5 - 25
2,75	0,15	9,89	10 - 60	0,28 - 0,35	0,17 - 0,21	12,5 - 25
2,8	0,15	9,24	10 - 60	0,29 - 0,36	0,16 - 0,21	12,5 - 25
2,85	0,14	8,66	10 - 60	0,29 - 0,37	0,16 - 0,21	12,5 - 25
2,9	0,14	8,12	10 - 60	0,3 - 0,38	0,16 - 0,21	12,5 - 25
2,95	0,14	7,64	10 - 60	0,3 - 0,38	0,16 - 0,2	12,5 - 25
3	0,13	7,19	10 - 60	0,31 - 0,39	0,16 - 0,2	12,5 - 25

POLDER	Schelphoek Oost
DIJKVAK	252 dp 82 tot havendam binnen +100m

Randvoorwaarden RIKZ		
Ws [m + NAP]	Hs [m]	Tp [s]
0	0,4	4,2
2	1,2	5,1
3	1,5	5,4
4	1,7	5,5
Ontwerppeil 2060 [m tov NAP] :	3,45	
Gebied: OS/WS	OS	

Algemene invoer		
Voorland stabiel?	[ja/nee]	ja
Lengte voorland flauwer dan 1:30	[m]	100
Gem. hoogte voorland	[m tov NAP]	-0,84
Hoogte kreukelberm	[m tov NAP]	0,6

Uitvoer algemeen	
Type berekening	voorland

Ruimte voor opmerkingen:

Ter plaatse van dp 97,5 en dp 101 is de hoogte van de teen maatgevend

Uitvoer bij voorland		
parameter	eenheid	
Lop	[m]	27,0
Ws	[m tov NAP]	-0,1
Hs	[m]	0,4
Tp	[s]	4,2
sortering	[kg]	10 - 60

POLDER	Schelphoek Oost
DIJKVAK	251

Randvoorwaarden RIKZ		
Ws [m + NAP]	Hs [m]	Tp [s]
0	0,4	4,9
2	1,1	5,3
3	1,1	5,6
4	1,2	5,7
Ontwerppeil 2060 [m tov NAP] :	3,45	
Gebied: OS/WS	OS	

Algemene invoer		
Voorland stabiel?	[ja/nee]	ja
Lengte voorland flauwer dan 1:30	[m]	0
Gem. hoogte voorland	[m tov NAP]	-0,91
Hoogte kreukelberm	[m tov NAP]	-0,3

Uitvoer algemeen	
Type berekening	steile vooroever

Ruimte voor opmerkingen:

Uitvoer bij voorland		
parameter	eenheid	
L _{Op}	[m]	36,9
Ws	[m tov NAP]	-0,2
Hs	[m]	0,4
Tp	[s]	4,9
sortering	[kg]	nvt

Uitvoer bij steile vooroever (breuksteenberekening zonder factor Y)		
parameter	eenheid	
S	[-]	3
P	[-]	0,1
ρ_w	[ton/m ³]	1,025
N	[-]	20500
W _s	[m]	-0,3
H _s	[m]	0,400
T _p	[s]	4,840
T _p /T _m	[-]	1,1
cot α	[-]	5
ξ_m	[-]	1,7386
ξ_{mc}	[-]	1,6654
soort golf		plunging
ΔD_{n50}	[m]	0,28

ps [ton/m ³]	D _{n50} [m]	M50 [kg]	sortering [kg]	Bijbehorende range		
				ΔD_{n50} [m]	D _{n50} [-]	M50 [kg]
2	0,29	50,44	40 - 200	0,34 - 0,39	0,36 - 0,41	92 - 138
2,05	0,28	44,49	40 - 200	0,36 - 0,41	0,36 - 0,41	92 - 138
2,1	0,27	39,51	40 - 200	0,37 - 0,42	0,35 - 0,4	92 - 138
2,15	0,25	35,29	40 - 200	0,38 - 0,44	0,35 - 0,4	92 - 138
2,2	0,24	31,70	10 - 60	0,26 - 0,31	0,23 - 0,27	25,2 - 44,1
2,25	0,23	28,61	10 - 60	0,27 - 0,32	0,22 - 0,27	25,2 - 44,1
2,3	0,22	25,94	10 - 60	0,28 - 0,33	0,22 - 0,27	25,2 - 44,1
2,35	0,22	23,61	10 - 60	0,29 - 0,34	0,22 - 0,27	25,2 - 44,1
2,4	0,21	21,58	10 - 60	0,29 - 0,35	0,22 - 0,26	25,2 - 44,1
2,45	0,20	19,79	10 - 60	0,3 - 0,36	0,22 - 0,26	25,2 - 44,1
2,5	0,19	18,21	10 - 60	0,25 - 0,31	0,17 - 0,22	12,5 - 25
2,55	0,19	16,81	10 - 60	0,25 - 0,32	0,17 - 0,21	12,5 - 25
2,6	0,18	15,55	10 - 60	0,26 - 0,33	0,17 - 0,21	12,5 - 25
2,65	0,18	14,43	10 - 60	0,27 - 0,33	0,17 - 0,21	12,5 - 25
2,7	0,17	13,43	10 - 60	0,27 - 0,34	0,17 - 0,21	12,5 - 25
2,75	0,17	12,52	10 - 60	0,28 - 0,35	0,17 - 0,21	12,5 - 25
2,8	0,16	11,70	10 - 60	0,29 - 0,36	0,16 - 0,21	12,5 - 25
2,85	0,16	10,96	10 - 60	0,29 - 0,37	0,16 - 0,21	12,5 - 25
2,9	0,15	10,28	10 - 60	0,3 - 0,38	0,16 - 0,21	12,5 - 25
2,95	0,15	9,67	10 - 60	0,3 - 0,38	0,16 - 0,2	12,5 - 25
3	0,14	9,10	10 - 60	0,31 - 0,39	0,16 - 0,2	12,5 - 25

POLDER	Schelphoek Oost
DIJKVAK	169a

Randvoorwaarden RIKZ		
Ws [m + NAP]	Hs [m]	Tp [s]
0	1,6	4,3
2	2	4,8
3	2,2	5,2
4	2,3	5,3
Ontwerppeil 2060 [m tov NAP] :	3,45	
Gebied: OS/WS	OS	

Algemene invoer		
Voorland stabiel?	[ja/nee]	ja
Lengte voorland flauwer dan 1:30	[m]	0
Gem. hoogte voorland	[m tov NAP]	-9,38
Hoogte kreukelberm	[m tov NAP]	0

Uitvoer algemeen	
Type berekening	breuksteen

Ruimte voor opmerkingen:

Uitvoer bij voorland		
parameter	eenheid	
Lop	[m]	#N/B
Ws	[m tov NAP]	#N/B
Hs	[m]	0,0
Tp	[s]	#N/B
sortering	[kg]	nvt

POLDER	Schelpoek Oost
DIJKVAKNR	169a

Invoer Algemeen		
Gebied	OS/WS	OS
Breuksteen als overlaging		○
Breuksteen op gootzand of klei/zand		●
parameter	eenheid	
cot α	[]	5,00
H _z	[m]	1,74
T _p	[s]	4,48
dikte kleilaag	[m]	1
T _p /T _m	[]	1,1
γ	[]	1,00
P	[]	0,10
ρ _s	[ton/m ³]	1,025
N	[]	27500
S	[]	2

Tussenresultaten losse breuksteen		
z _{op}	[]	0,85
z _m	[]	0,77
z _{oc}	[]	1,67
soort golf		pluiging
ΔD ₅₀	[m]	0,88

Patroon penetraties		
parameter	eenheid	
cot α	[]	5
H _z	[m]	1,74
T _p	[s]	4,48
ρ _s (patroon-stippen)	[ton/m ³]	1,025
ρ _s (patroon-stroken)	[]	3,4
b	[]	0,6

Tussenresultaten		
z _{op}	[]	0,85
ΔD ₅₀ stippen	[m]	0,47
ΔD ₅₀ stroken	[m]	0,32

Vol en zat penetratie met Dicht colloidiaal beton controle op golfkap		
parameter	eenheid	
cot α	[]	5
H _z	[m]	1,74
T _p	[s]	4,48
ρ _s	[ton/m ³]	1,025
ρ _b	[ton/m ³]	2,25

Vol en zat breuksteen op klei/zand asfalt en beton controle op stat. overdrukken onder de kleilaag		
parameter	eenheid	
risicovoorwaarde	[m t.o.v. NAP]	
ontwerpval	[m t.o.v. NAP]	
cot α	[]	5
breedte gesloten teen	[m]	
lengte damwandachtern	[m]	
ρ _{st}	[ton/m ³]	
hulle ruimte percentage	[]	
dikte kleilaag	[m]	1
ρ _{st} (breuksteen)	[ton/m ³]	2,2
ρ _{st} (beton)	[ton/m ³]	1,025
ρ _{st} (asfalt)	[ton/m ³]	2
Q _z	[]	1
R _z	[]	1

OVERZICHT UITVOER																					
Ontwerp op golfbelasting																					
ρ _s (ton/m ³)	losse breuksteen						patroon penetratie						bijbehorende range								
	D ₅₀ [m]		M ₅₀ [kg]		sortering [kg]		stippen		stroken		losse breuksteen		stippen		stroken		stroken				
	D ₅₀ [m]	M ₅₀ [kg]	sortering [kg]	D ₅₀ [m]	M ₅₀ [kg]	sortering [kg]	D ₅₀ [m]	M ₅₀ [kg]	sortering [kg]	D ₅₀ [m]	M ₅₀ [kg]	sortering [kg]	D ₅₀ [m]	M ₅₀ [kg]	sortering [kg]	D ₅₀ [m]	M ₅₀ [kg]	sortering [kg]	D ₅₀ [m]	M ₅₀ [kg]	
2,5	0,615	581,20	300 - 1000	0,33	88,78	40 - 200	0,22	27,91	10 - 60	0,80 - 0,97	0,62 - 0,67	504 - 750	0,48 - 0,55	0,33 - 0,38	0,21 - 0,26	0,22 - 0,26	25,2 - 44,1				
2,55	0,59	536,40	300 - 1000	0,32	81,93	40 - 200	0,22	25,76	10 - 60	0,82 - 0,90	0,62 - 0,67	504 - 750	0,49 - 0,56	0,33 - 0,38	0,21 - 0,26	0,22 - 0,26	25,2 - 44,1				
2,6	0,58	496,47	300 - 1000	0,31	75,83	40 - 200	0,21	23,84	10 - 60	0,84 - 1,02	0,61 - 0,66	504 - 750	0,5 - 0,58	0,33 - 0,38	0,21 - 0,26	0,21 - 0,26	25,2 - 44,1				
2,65	0,56	460,73	300 - 1000	0,30	70,38	40 - 200	0,20	22,13	10 - 60	0,86 - 1,05	0,61 - 0,66	504 - 750	0,52 - 0,59	0,33 - 0,37	0,21 - 0,26	0,21 - 0,26	25,2 - 44,1				
2,7	0,54	428,63	300 - 1000	0,29	65,47	40 - 200	0,20	20,59	10 - 60	0,90 - 1,07	0,6 - 0,65	504 - 750	0,53 - 0,61	0,32 - 0,37	0,21 - 0,26	0,21 - 0,26	25,2 - 44,1				
2,75	0,53	399,69	300 - 1000	0,28	61,05	40 - 200	0,19	19,20	10 - 60	1,01 - 1,1	0,6 - 0,65	504 - 750	0,54 - 0,62	0,32 - 0,37	0,21 - 0,26	0,21 - 0,26	25,2 - 44,1				
2,8	0,51	373,53	300 - 1000	0,27	57,06	40 - 200	0,19	17,94	5 - 40	1,03 - 1,12	0,6 - 0,65	504 - 750	0,55 - 0,63	0,32 - 0,37	0,21 - 0,26	0,21 - 0,26	25,2 - 44,1				
2,85	0,50	349,80	300 - 1000	0,27	53,43	40 - 200	0,18	16,80	5 - 40	1,08 - 1,15	0,59 - 0,64	504 - 750	0,57 - 0,65	0,32 - 0,36	0,21 - 0,26	0,21 - 0,26	25,2 - 44,1				
2,9	0,48	328,21	300 - 1000	0,26	50,13	40 - 200	0,18	15,76	5 - 40	1,08 - 1,17	0,59 - 0,64	504 - 750	0,59 - 0,66	0,32 - 0,36	0,21 - 0,26	0,21 - 0,26	25,2 - 44,1				
2,95	0,47	308,52	300 - 1000	0,25	47,13	40 - 200	0,17	14,82	5 - 40	1,1 - 1,19	0,59 - 0,64	504 - 750	0,59 - 0,66	0,31 - 0,36	0,21 - 0,26	0,21 - 0,26	25,2 - 44,1				
3	0,46	290,52	300 - 1000	0,25	44,38	40 - 200	0,17	13,95	5 - 40	1,12 - 1,22	0,58 - 0,63	504 - 750	0,6 - 0,69	0,31 - 0,36	0,21 - 0,26	0,21 - 0,26	25,2 - 44,1				
3,05	0,45	274,02	300 - 1000	0,24	41,86	40 - 200	0,16	13,16	5 - 40	1,15 - 1,24	0,58 - 0,63	504 - 750	0,61 - 0,7	0,31 - 0,36	0,21 - 0,26	0,21 - 0,26	25,2 - 44,1				
3,1	0,44	258,86	300 - 1000	0,23	39,54	40 - 200	0,16	12,43	5 - 40	1,17 - 1,27	0,58 - 0,63	504 - 750	0,63 - 0,72	0,31 - 0,35	0,21 - 0,26	0,21 - 0,26	25,2 - 44,1				
3,15	0,43	244,90	300 - 1000	0,23	37,41	40 - 200	0,16	11,76	5 - 40	1,19 - 1,29	0,57 - 0,62	504 - 750	0,64 - 0,73	0,31 - 0,35	0,21 - 0,26	0,21 - 0,26	25,2 - 44,1				
3,2	0,42	232,02	300 - 1000	0,22	35,44	40 - 200	0,15	11,14	5 - 40	1,21 - 1,31	0,57 - 0,62	504 - 750	0,66 - 0,74	0,31 - 0,35	0,21 - 0,26	0,21 - 0,26	25,2 - 44,1				
3,25	0,41	220,12	300 - 1000	0,22	33,62	10 - 60	0,15	10,57	5 - 40	1,23 - 1,34	0,57 - 0,62	504 - 750	0,68 - 0,76	0,31 - 0,35	0,21 - 0,26	0,21 - 0,26	25,2 - 44,1				
3,3	0,40	209,09	300 - 1000	0,21	31,94	10 - 60	0,14	10,04	5 - 40	1,25 - 1,36	0,56 - 0,61	504 - 750	0,69 - 0,77	0,31 - 0,35	0,21 - 0,26	0,21 - 0,26	25,2 - 44,1				
3,35	0,39	198,85	300 - 1000	0,21	30,37	10 - 60	0,14	9,55	5 - 40	1,27 - 1,38	0,56 - 0,61	504 - 750	0,71 - 0,79	0,31 - 0,35	0,21 - 0,26	0,21 - 0,26	25,2 - 44,1				
3,4	0,38	189,34	300 - 1000	0,20	28,92	10 - 60	0,14	9,09	5 - 40	1,3 - 1,41	0,56 - 0,61	504 - 750	0,73 - 0,81	0,31 - 0,35	0,21 - 0,26	0,21 - 0,26	25,2 - 44,1				
3,45	0,37	180,49	60 - 300	0,20	27,57	10 - 60	0,14	8,67	5 - 40	0,82 - 0,86	0,56 - 0,61	144 - 228	0,46 - 0,56	0,19 - 0,23	0,21 - 0,26	0,21 - 0,26	25,2 - 44,1				
3,5	0,37	172,23	60 - 300	0,20	26,31	10 - 60	0,13	8,27	5 - 40	0,83 - 0,87	0,56 - 0,61	144 - 228	0,47 - 0,56	0,19 - 0,23	0,21 - 0,26	0,21 - 0,26	25,2 - 44,1				

OVERZICHT UITVOER		
Ontwerp op golfbelasting		
ρ _s (ton/m ³)	vol en zat penetratie met dicht coll. beton	D ₅₀ [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		
3,25		
3,3		
3,35		
3,4		
3,45		
3,5		

Ruimte voor opmerkingen:

Controle op afschuiving		
Losse breuksteen direct op klei		
parameter	eenheid	
H _z	[m]	0,56
γ	[]	0,53
benodigde ΔD + klei	[m]	0,43
aanwezige ΔD + klei	[m]	2,77

Uitvoer		
controle op afschuiving bij breuksteen direct op klei		
parameter	eenheid	
γ	[]	0
g	[m]	0,00
z _{tr} of z _{eg}	[m]	0,00
ΔD ₅₀	[m]	0,88

Spreadsheet Invloed op golfoploop

versie 1 8-5-03

Te kopiëren /m regel 54	Dijkvak	raai	H _s ontwerppeil	ontwerppeil	bermhoogte	bermbreedte	talud onder	talud boven	verhouding [-]	Een verhouding <1 is een verbetering
			[m]	[m tov NAP]	[m tov NAP]	[m]	1:	1:		
Profiel oud Profiel nieuw	Schelphoek Oost dwp 1	dp 79	1,59 1,59	3,45 3,45	3,77 3,77	85 85	9,79 9,79	8,35 8,35	1,00	
Profiel oud Profiel nieuw	Schelphoek Oost dwp 2	dp 80	1,59 1,59	3,45 3,45	3,84 3,75	56 56	2 2	30 30	0,96	
Profiel oud Profiel nieuw	Schelphoek Oost dwp 3	dp 85	1,59 1,59	3,45 3,45	3,72 3,63	2,28 3	2,82 2,82	3,3 3,3	0,94	
Profiel oud Profiel nieuw	Schelphoek Oost dwp 4	dp 99	1,59 1,59	3,45 3,45	3,74 3,78	3,35 4	2,82 3,1	2,76 2,76	0,91	
Profiel oud Profiel nieuw	Schelphoek Oost dwp 5 binnenzijde	Havendam +80 m	1,59 1,59	3,45 3,45	4,93 4,93	0 0	2,6 2,6	0 0	1,00	
Profiel oud Profiel nieuw	Schelphoek Oost dwp 5 buitenzijde	Havendam +80 m	2,25 2,25	3,45 3,45	2,9 3,45	1,53 2,5	2,75 3,1	3,2 3,2	0,90	
Profiel oud Profiel nieuw	Schelphoek Oost dwp 6 binnenzijde	Havendam +800 m	1,15 1,15	3,45 3,45	5,05 5,05	0 0	2,68 2,68	0 0	1,00	
Profiel oud Profiel nieuw	Schelphoek Oost dwp 6 buitenzijde	Havendam +800 m	2,25 2,25	3,45 3,45	2,83 3,45	2,02 2,5	2,93 3,1	3,28 3,28	0,95	
Profiel oud Profiel nieuw	Schelphoek Oost dwp 7	Kop Havendam	2,25 2,25	3,45 3,45	3,37 3,57	2,5 2,5	2,6 2,6	5,9 5,9	1,02	

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

Contactpersoon

[REDACTED]

Datum

27-02-06

Ons kenmerk

-

Onderwerp

detailadvies dijkvak Schelphoek-oost

Doorkiesnummer

0118 [REDACTED]

Bijlage(n)

1

Uw kenmerk

-

Het dijkvak Schelphoek-oost is op 15-08-2003 door Bureau Waardenburg geïnventariseerd. De boventafel van het dijkvak is toen geïnventariseerd volgens de methode van Tansley. Het dijkvak is voor wat betreft de boventafel in het veld opgedeeld in drie gedeeltes. De zg Oostbout is nog in binnen en buiten, dus 2 gedeeltes, te onderscheiden. Op 10 oktober 2005 is ook de ondertafel en het voorland geïnventariseerd door Bureau Waardenburg. De ondertafel van de waterkerende dijk is opgedeeld in 4 gedeeltes. Binnenzijde Oostbout opgedeeld in 3 en buitenzijde in 2 gedeeltes. Deze zullen hieronder behandeld worden.

Getijdezone

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

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

Met deze wiervegetaties dient dan ook zeer zorgvuldig omgegaan te worden. In de Westerschelde werd er voor de getijdezone gewerkt met vier categorieën van wiervegetaties (Milieuinventarisatie Westerschelde). In de Oosterschelde zijn dit er acht. Het verschil zit erin dat er in de Oosterschelde onderscheidt wordt gemaakt in een dijk met kreukelberm en een dijk zonder kreukelberm. Categorie 1 tot en met 4 is voor dijk

Meetadviesdienst Zeeland

Postadres postbus 5014, 4330 KA Middelburg

bezoekadres Poelendaalesingel 18 4335 JA

Middelburg

Telefoon (0118) 622290

Telefax (0118) 622999

zonder kreukelberm en categorie 5 tot en met 8 is voor een dijk met kreukelberm. Het gaat dus om dezelfde verdeling met 1 en 5 als het minst waardevol en 4 en 8 als het meest waardevol.

Het dijkvak heeft gedeeltes met en zonder zichtbare kreukelberm

In opdracht van de Meetadviesdienst van RWS Zeeland is door Bureau Waardenburg in 2005, op een aantal dijkvakken Oosterschelde, een kartering uitgevoerd in de getijdenzone. Deze kartering betrof de levensgemeenschappen en ecologische typering der dijkvakken. Ook de habitattypen van het voorland zijn meegenomen. De resultaten zijn in het rapport "Inventarisatie selectie zeedijken en voorland 2005" opgenomen. Onderstaande tabel komt uit bovengenoemd rapport. Hierin wordt ook aangegeven welk type tot ontwikkeling zou kunnen komen bij de meest gunstige bekleding. Dit is als potentieel type meegenomen in onderstaande tabel.

GETIJDENZONE

Dijkvak +traject	Dijkpaal	Advies Herstel	Type ¹ 2005	Potentieel type ²	Advies Verbetering
1	80-84	Geen voorkeur	1	2	Geen voorkeur
2	84-88	Geen voorkeur	5	6	Voldoende/Red.goed
3	88-97	Geen voorkeur	1	3	Voldoende/Red.goed
4	97-101	Geen voorkeur	1	2	Voldoende
5	Binnenz.Oost-bout 90m	Geen voorkeur	5	6	Voldoende
6	Binnenz.Oost-bout 600m	Voldoende	2	4	Redelijk goed
7	Binnenz.Oost-bout 140m	Voldoende	6	7	Redelijk goed
8	Buitenz.Oost-bout 510m	Goed	8	8	Goed
9	Buitenz.Oost-bout 430m	Goed	8	8	Goed

¹ Type zoals gebleken uit onderzoek Waardenburg "Inventarisatie selectie zeedijken en voorland 2005".

² Potentie zoals genoemd in rapport "Inventarisatie selectie zeedijken en voorland 2005".

Hieronder volgt per traject een korte beschrijving en toelichting op het advies

1) DP80-DP84

Traject1 heeft een lengte van ongeveer 400m en heeft een zodanig hoog voorland, dat de oorspronkelijk aanwezige glooiing verdwenen is onder aangestoven zand. Er is zelfs een begroeiing met helm, grassen en wilgenopslag ontstaan. Weinig mogelijkheid voor wieren, dus voor zowel herstel als verbetering is er "Geen voorkeur".

2) DP84-DP88

De dijkbekleding bestaat deels uit Doornikse? natuursteenblokken en deels asfalt. De marginale kreukelberm bestaat uit verspreid liggende stenen. Het asfaltgedeelte heeft enkel wat groenwieren(Blidingia) terwijl het natuursteen tevens een piepklein strookje bruinwier (Fucus spiralis) herbergt. De stenen van de kreukelberm zijn begroeid met twee Fucussoorten (spiralis en vesiculosus) oftewel Kleine zee-eik en Blaaswier. Voor herstel geldt dan "Geen voorkeur". Omdat de niet aflatende zandhonger waarschijnlijk een steeds groter deel van de glooiing dagziend maakt, is het advies voor verbetering "Voldoende/Redelijk goed".

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)

3) DP88-DP97

Hier is de gehele glooiing overlaagd en gepenetreerd met gietasfalt(vol en zat). Het voorland wordt tot tegen krib bij dp97, steeds hoger, zodat de kreukelberm onder het zand komt te liggen. Totaal geen presentie van bruinwieren. Voor herstel geeft dit "Geen voorkeur". Voor verbetering zijn er zeker mogelijkheden. Bij een ander type bekleding zal de begroeiing kunnen toenemen. De losse stenen op het slik begroeien hier immers wel spontaan. Voor verbetering is het advies dan ook "Voldoende/Redelijk goed".

4) DP97-DP101

De dijkbekleding bestaat hier weer uit waterbouwasfalt. De marginale kreukelberm bestaat uit verspreid liggende stenen. Onderin heeft het asfalt heeft zowaar nog een klein strookje *Fucus spiralis*(Kleine zee-eik) en de stenen uit kreukelberm zijn begroeid met *Fucus vesiculosus*(Blaaswier).Voorland slik overgaand in zandig met veel schelpen. Voor herstel "Geen voorkeur" maar voor verbetering kan het advies "Voldoende/Redelijk goed" zijn. Alle andere constructies begroeien immers beter dan asfalt.

5) Binnenzijde Oostbout 90m

Glooiing van vlakke betonblokken en de teen is bedekt met grote breuksteen. Op deze breuksteen groeit Blaaswier en Knotswier wat de potenties aangeeft. Veel aanspoelsel van veek en zeesla wat ongunstig is voor de ontwikkeling van levensgemeenschappen. Voorland bestaat uit slik. Voor herstel "Geen voorkeur" en voor verbetering "Voldoende".

6) Binnenzijde Oostbout 600m

Dit traject ligt ook aan de binnenzijde van de oostelijke havendam. Glooiing bestaat uit vlakke betonblokken. Hoewel soortenarm, is er een redelijke bedekking van bruinwieren ($\pm 50\%$). Hogerop is zonering van oa *Blidingia* zichtbaar aanwezig. Andere levensgemeenschappen zijn ook gezoned aanwezig maar grotendeels overdekt door zeesla. Geen kreukelberm. Voorland is slik met (Jap.)oesterbanken. Voor herstel is het advies "Voldoende" maar voor verbetering "Redelijk goed".

7) Binnenzijde Oostbout 140m

Hier op het westelijk deel havendam zijn de vlakke betonblokken overgegaan in graniet. Maximale bedekking van Knotswier. Ondergroei van kernwier en het roodwiertje *Gelidium pusillum*. Geen echte kreukelberm, losse stenen met veel Japanse oesters. Voor herstel is het advies "Voldoende" maar voor verbetering "Redelijk goed".

8 en 9) Buitenzijde.Oost-bout 510m en 430m

Deze dijksdelen kennen een bijna maximale begroeiing van bruinwieren(70%). Verder een goed ontwikkelde en redelijk soortenrijke zonering van levensgemeenschappen aanwezig. Roodwier als ondergroei en ook Paardeanemoon en Schaalhoorn komen in brede zones voor. De goed begroeide kreukelberm ligt aan diep water. Dit alles komt overeen met een type 8 (zie toelichting Getijdenzone wervegetaties). Voor herstel geeft dit al de hoogste klasse. Voor herstel en verbetering is dan het advies "Goed" dus ecozuilen.

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) 3

Zone BOVEN GHW

De zone BOVEN GHW is opgedeeld in vijf gedeelten.
Hieronder staan deze in tabelvorm weergegeven.

Dijkvak +dijksdeel	Dijkpaal	Tabel1	Tabel2	Zoutklasse	Advies Herstel	Advies Verbetering
1	81-86	5	1	3a	Redelijk goed	Redelijk goed
2	86-91	4	3	3a	Redelijk goed	Redelijk goed
3	91-101	9	7	4a	Redelijk goed	Redelijk goed
4	Binnenzijde Oostbout	1	2	2a	Voldoende	Redelijk goed
5	Buitenzijde Oostbout	3	3	2b	Redelijk goed	Redelijk goed

Hier per traject nog een korte beschrijving en toelichting op het advies.

Deel 1 DP81-DP86

De dijkbekleding bestaat hier uit waterbouwasfalt en 100m Doornikse steen(dp84-dp85). Het eerste gedeelte is overstoven met zand en begroeid met helm en grassen. Op het asfalt en met name in spleten komen zoutplanten voor en zouttolerante soorten. De bedekking komt niet hoger uit dan 5%.De volgende soorten zijn aangetroffen:.

Nederlandsenaam	Bedekking	Latijnsenaam	zoutgetal
Aardbeiklaver	r	<i>Trifolium fragiferum</i>	2
Gewoon kweldergras	o	<i>Puccinellia maritima</i>	4
Reukeloze kamille	r	<i>Matricaria maritima</i>	3
Rood zwenkgras	o	<i>Festuca rubra ssp. commutata</i>	2
Schorrekruid	o	<i>Suaeda maritima</i>	4
Hertshoornweegbree	r	<i>Plantago coronopus</i>	3
Spiesmelde	o	<i>Atriplex prostrata</i>	1
Strandkweek	fr	<i>Elymus athericus</i>	3
Zeeaster	r	<i>Aster tripolium</i>	4
Zilte schijnspurrie	fr	<i>Spergularia salina</i>	4

Deze vegetatie komt overeen met een klasse 3a uit de classificatie voor zoutplanten wat inhoudt dat voor **herstel** en **verbetering** een advies geldt "Redelijk goed".

Deel 2 DP86-DP91

Nog steeds waterbouwasfalt maar met een opsluitrand van betonblokken bovenin. Na dp88 is er geopeneteerde breuksteen toegepast. Ondanks de slechte begroeibaarheid komt er toch nog zoutvegetatie voor in een bedekking van 2%. Rode lijstsoort Zeealsem is hier ook aangetroffen. Zie onderstaande tabel:.

Nederlandsenaam	Bedekking	Latijnsenaam	zoutgetal
Schorrekruid	o	<i>Suaeda maritima</i>	4
Gewone zoutmelde	r	<i>Atriplex portulacoides</i>	4
Hertshoornweegbree	r	<i>Plantago coronopus</i>	3
Spiesmelde	o	<i>Atriplex prostrata</i>	1
Strandkweek	o	<i>Elymus athericus</i>	3
Zeealsem ®	r	<i>Artemisia maritima</i>	3
Zilte schijnspurrie	fr	<i>Spergularia salina</i>	4

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

Deze vegetatie komt ook overeen met een klasse 3a uit de classificatie voor zoutplanten wat inhoud dat voor **herstel** en **verbetering** een advies geldt "Redelijk goed".

Deel 3 DP91-DP101

Weer waterbouwasfalt met bovenin een opsluitrand van betonblokken. Helaas is er tussen dp88 en dp97 een overlaging, met breuksteen vol en zat, toegepast. Dit moet na de inventarisatie van aug.2003 gebeurd zijn want toen groeiden er nog zoutplanten tussen de daar aanwezige betonblokken. De onderstaande vegetatietabel is dan voor een groot deel achterhaald en geldt pas na dp 97.

Nederlandsenaam	Bedekking	Latijnsenaam	zoutgetal
Deens lepelblad	r	<i>Cochlearia danica</i>	2
Fioringras	r	<i>Agrostis stolonifera</i>	2
Gewone zoutmelde	r	<i>Atriplex portulacoides</i>	4
Heen	r	<i>Scirpus maritimus</i>	2
Hertshoornweegbree	o	<i>Plantago coronopus</i>	3
Loogkruid	r	<i>Salsola kali</i>	3
Reukeloze kamille	o	<i>Matricaria maritima</i>	3
Rood zwenkgras	o	<i>Festuca rubra ssp. commutata</i>	2
Schorrekruid	o	<i>Suaeda maritima</i>	4
Schorrezoutgras	r	<i>Triglochin maritima</i>	4
Spiesmelde	r	<i>Atriplex prostrata</i>	1
Strandkweek	fr	<i>Elymus athericus</i>	3
Zeealsem ®	r	<i>Artemisia maritima</i>	4
Zeeaster	r	<i>Aster tripolium</i>	4
Zeeraket	o	<i>Cakile maritima</i>	2
Zilte schijnspurrie	o	<i>Spergularia salina</i>	4

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

Deel 4 Binnenzijde Oostbout

Dijkbekleding bestaat uit vlakke, kleine betonblokken 30x30. Bovenkant is overgroeid met een dominantie van Strandkweek. Verder is er 1 zoutsoort en 6 zouttolerante soorten aangetroffen. Het gaat om de volgende soorten:

Nederlandsenaam	Bedekking	Latijnsenaam	zoutgetal
Hertshoornweegbree	o	<i>Plantago coronopus</i>	3
Herfstleeuwetand	fr	<i>Leontodon autumnalis</i>	2
Reukeloze kamille	o	<i>Matricaria maritima</i>	3
Smalle rolklaver	a	<i>Lotus corniculatus ssp. tenuifolius</i>	3
Rood zwenkgras	fr	<i>Festuca rubra ssp. commutata</i>	2
Strandkweek	d	<i>Elymus athericus</i>	3
Zeeaster	fr	<i>Aster tripolium</i>	4

Deze vegetatie komt overeen met een klasse 2b uit de classificatie voor zoutplanten wat inhoud dat voor **herstel** een advies geldt "voldoende". Voor **verbetering** echter is "redelijk goed" op zijn plaats gezien de waarden op de andere strekdam.

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)

Deel 5 Buitenzijde Oostbout

Kop havendam is uitgevoerd in Doornikse steen. Hier is weinig begroeiing(3%). Het overgrote deel van buitenkant havendam is uitgevoerd in basalt. Ondanks dat boven GHW veel ingewassen is met cement is er toch een behoorlijke plantengroei aangetroffen waaronder 2 rode lijstsoorten. Verder komt er een grote verscheidenheid aan soorten voor. Er zijn maar liefst 9 zoutsoorten en 3 zouttolerante soorten aangetroffen. Zie onderstaande tabel:

Nederlandsenaam	Bedekking	Latijnsenaam	zoutgetal
Gerande schijnspurrie	fr	<i>Spergularia maritima</i>	4
Gewone zoutmelde	fr	<i>Atriplex portulacoides</i>	4
Lamsoor	o	<i>Limonium vulgare</i>	4
Melkkruid	fr	<i>Glaux maritima</i>	3
Rood zwenkgras	fr	<i>Festuca rubra ssp. commutata</i>	2
Schorrekruid	fr	<i>Suaeda maritima</i>	4
Strandkweek	a	<i>Elymus athericus</i>	3
Zeealsem ®	a	<i>Artemisia maritim</i>	4
Zeeaster	r	<i>Aster tripolium</i>	4
Zeevenkel ®	o	<i>Crithmum maritimum</i>	4
Spiesmelde	fr	<i>Atriplex prostrata</i>	1
Zilte rus	o	<i>Juncus gerardi</i>	3

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

Flora en Faunawet

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

Nota soortenbeleid Provincie Zeeland en NB-wetbesluit

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 op de glooiing tevens is vermeld of de soorten genoemd worden in het NB-wetbesluit voor de Oosterschelde:

Soortgroep	Soort	NB-wet
Schorplanten	Gewone zoutmelde	X
	Zeealsem	X
Aanspoelselplanten	Zeevenkel	X

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

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)

EU-Habitatrichtlijn (gebiedsbeschermingsregime)

Het voorland bestaat aan binnenzijde Schelphoekhaven voornamelijk uit droogvallend zandig slik met enkele Japanse oesterbanken. Ter hoogte van havendam grenst de kreukelberm aan vrij diep water en aan Oosterscheldezijde direct aan de geul. Het slik behoort tot het kwalificerende habitatype 1160 Grote, ondiepe krekens en baaien. Omdat het voorland vrij hoog ligt zal er aandacht moeten zijn voor de afwerking. Op dit gedeelte moet er voor gezorgd worden dat de werkstrook van maximaal 15 meter na de werkzaamheden weer op de oude hoogte wordt terug gebracht. Tevens moet er voor gezorgd worden dat er zo min mogelijk stenen op het slik achterblijven, met uitzondering van de 5 meter brede kreukelberm. Er dient goed op gelet te worden dat er geen vrijkomende materialen als teenbeschot en perkoenpalen in de Oosterschelde terecht komen. Deze dienen allemaal afgevoerd te worden.

Voor eventuele vragen ben ik bereikbaar

Vriendelijke Groeten

[Redacted signature]

Gebruikte Literatuur

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

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

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

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

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

Meijer, A.J.M., Schouten P., "Inventarisatie selectie zeedijken en voorland 2005"
Bureau Waardenburg bv, Culemborg

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) 7

Schelphoek Oost



Legenda

- Dijkpalen
- Indeling boventafel
- Indeling ondertafel

Auteur:	Naam
Datum:	Datum
Kaartnummer:	Kaartnummer

Schaal: 1:8.568
Bron: Bron

Ministerie van Verkeer en Waterstaat
Rijkswaterstaat
Directie

Middelburg , 16 juni 2006

Advies landschappelijke vormgeving Zeeweringen Oosterschelde.

Dijkvak: Schelphoek Oost, inclusief havendam

Door: [REDACTED], Rijkswaterstaat Directie Zeeland WVV afd. NML

Inleiding

Voor de Oosterschelde is een Landschapsvisie opgesteld. Vanuit deze visie is ook voor dit dijkvak uitgegaan van een donkere ondertafel en een lichte boventafel. Het betreft het dijkvak tussen km 7.9 en km 10.0 met uitzondering van km 8.75 tot 9.75 welke recentelijk (2005) reeds verbeterd is.

Detailering

Het dijkvak is gesitueerd nabij natuurgebied De Prunje direct achter de zeedijk ter hoogte van Serooskerke op Schouwen-Duiveland. Nadere detailering is slechts voor een deel van het dijkvak noodzakelijk omdat reeds eerder een deel van dit dijkvak is verbeterd en het aldus voor de hand ligt de omliggende dijkvakken van eenzelfde bekledingstype te voorzien. Uiteraard is de keuze mede afhankelijk van de ecologische waarden die voor de dijkvakken zijn onderzocht. Het dijkvak bestaat uit 3 deelgebieden; deelgebied I km 7.9 tot km 8.5, deelgebied II km 9.75 tot 10.1 en deelgebied III km 10.1 tot 10.1 (= binnen -en buitenzijde Oostelijke havendam)

Het Werk

Deelgebied I

De bestaande bekleding van waterbouwasfalt wordt overlaagd met breuksteen en volledig gepenetreerd met gietasfalt hierdoor ontstaat een donkere onder - en boventafel. Boven het bestaande fietspad blijft de situatie ongewijzigd.

Deelgebied II

Er is voor gekozen de ondertafel te overlagen met breuksteen 5-40 kg en volledig te penetreren omdat deze binnenkort volledig onder het zand komt te liggen. Op de boventafel komen de belangrijkste provinciale aandachtsoorten (planten) voor zodat die wordt uitgevoerd in betonzuilen.

Deelgebied III

Buitenzijde

Vanuit ecologische overwegingen is ervoor gekozen de ondertafel uit te voeren met ECO-zuilen en de boventafel met betonzuilen. Hierdoor kan het ecologische argument verder worden onderbouwd.

Binnenzijde

Door de steilheid van de binnenzijde blijft alleen de overlaging met breuksteen en penetreren tot schone koppen als technische mogelijkheid over.

Kruin

Het bestaande uiterlijk, groen, blijft behouden; er is gekozen voor opensteen asfalt afgestrooid met klei.

Landschappelijke consequenties en wensen voor uitvoering:

Deelgebied I

Het gekozen bekledingstype sluit goed aan op het aanliggende dijktraject dat reeds in 2005 is uitgevoerd; maar niet aan de visie.

Voor wat betreft het detailadvies landschap komt die keuze tegemoet aan een herkenbaar en verklaarbaar beeld van de inrichting van dit deelgebied.

Deelgebied II

Visueel gezien is het gekozen alternatief aantrekkelijk, omdat er nu een onderscheid komt tussen de Weeversinlaag en de relatief nieuwe ringdijk. Dat benadrukt het onderscheid dat er vanuit cultuurhistorisch oogpunt bestaat.

Van belang is wel dat het fietspad niet wordt doorgetrokken tot aan de Oostelijke havendam.

Deelgebied III

Het bestaande uiterlijk van de dijk blijft behouden en ook met ecologische aspecten wordt ruim rekening gehouden, een pad is niet voorzien.

De aantasting van het landschap blijft hierdoor beperkt.

Archeologie en cultuurhistorie.

Momenteel wordt in overleg met de Provincie Zeeland en de Rijksdienst voor het Oudheidkundig Bodemonderzoek (R.O.B.) gewerkt aan een totaal visie voor de Oosterschelde.

Tot gereed komen van die visie zal voor dit dijkvak geen invulling worden gegeven aan dit item.

Aandachtspunten ecologie ontwerpnota Schelphoek oost

Huidige situatie natuurwaarden

- Vogels
 - Broedvogels
 - Weversinlaag (buiten plangebied) is belangrijk broedgebied voor o.a. visdief en kokmeeuw; rustgebied voor allerlei watervogels
 - Vogeleiland 't Heertje: In 2003 nog van groot belang voor broedvogels (bontbekplevier 4p, visdief 128p, dwergstern 37p); In 2005 geen broedvogels meer als gevolg van erosie (check Peter/SOVON);
 - Dijk: mogelijk graspieper op kruin; geen opgaande begroeiing (wilgen 80-84)? Aanvulling op basis van inventarisatie SOVON (okt);
 - Foerageergebied
 - Veel slik aanwezig. Waarschijnlijk beperkte functie voor steltlopers. Op basis van IBOS geen hoge waarde verwacht;: pm laagwatertellingen; check hoogtekaart ivm droogvalkarakteristiek;
 - Hoogwatervluchtplaatsen:
 - Op basis van RIKZ tellingen en kartering kan worden geconcludeerd dat het slik binnen 200m van de dijk van relatief beperkt belang is. Nol in najaar van belang voor scholeksters (okt).
 - Belangrijkste hvp's liggen binnendijks in de inlaag + achterliggende weidegebied (jaarrond)
- Habitats
 - Alleen onbegroeid slik aanwezig als kwalificerende habitat. Nieuwe schorontwikkeling tussen nol en oostelijk havendam is nog in studie;
- Wieren
 - Soortenrijke wiervegetaties ondertafel op basis van Detailadvies: met name buitenzijde en kop van de havendam
- Zoogdieren
 - Lage verwachtingswaarde. Nader vast te stellen op basis van inventarisatie SOVON.
- Amfibieën
 - Lage verwachtingswaarde. Nader vast te stellen op basis van inventarisatie SOVON.
- Planten: aandachtsoorten provinciaal/Rode lijstsoorten boventafel
 - Zoutplanten: met name goed ontwikkeld tussen en nol en havendam en buitenzijde havendam
 - Aandachtsoorten: zeealsem (zie zoutplanten), zeevenkel (buitenzijde havendam) en gewone zoutmelde (diverse trajecten);
 - Zeeaster (weinig, zie zoutplanten)
- Schorzijdebijen
 - In de inlaag komen circa 100 nesten van schorzijdebijen voor. Uitzoeken waar de precies liggen el/niet binnen plangebied. Weinig zand (alleen bij dp 82) c.q. zeeaster (lokaal op talud, mogelijk ook in Weversinlaag? check);

Wet- en regelgeving

- Geen beschermde planten FF-wet
- Nota soortenbeleid: zeealsem, gewone zoutmelde en zeevenkel
- NB wet:

- Habitatrictlijn: gehele gebied grenst aan of ligt zelfs in Habitatrictlijngebied (incl binnendijkse gebieden; slik behoort tot kwalificerend habitat 1160 Grote, ondiepe kreek en baaien;
- Vogelrichtlijn: gehele gebied exclusief rond trailerhelling en vogeleiland
- Beschermd natuurmonument: binnen en buitendijks; wiervegetaties en zoutplanten



Habitatrictlijngebied



Vogelrichtlijngebied

Gebruik en toegankelijkheid huidig

- Fietsers/wandelaars
 - Berm is grotendeels verhard. Niet toegankelijk voor fietsers maar met enige moeite wel bereikbaar. Met nog minder moeite voor wandelaars. Recreatie concentreert zich rond natuurgebied Schelphoek. Plannen van SBB voor ontwikkeling van uitzichtpunten op de voormalige vuilstort. Dit trekt mogelijk meer mensen aan.
- Gemotoriseerd verkeer
 - Alleen langs binnenzijde van de dijk. DLG werkt aan knip in de Inlaagweg (2007). Transport voor dijkwerkzaamheden wordt niet belemmerd.
- Duiklocatie
 - Aan de havendam ligt een duiklocatie. Parkeren vindt plaats in de knik van de Inlaagweg. Vervolgens wordt over de niet verharde kruin van de dijk gelopen (over het hek). Uitbreiding duikactiviteiten is gepland.

Vragen / aandachtspunten / advies t.b.v. ontwerp

- Permanent ruimtebeslag: hoeveel meter teenverschuiving?
- Tijdelijk ruimtebeslag: maximaal 15m
- Waar liggen de potentiële opslagplaatsen?

Aandachtspunten voor bestek en uitvoering;

- Steenbekleding
 - Ecozuilen ondertafel op locaties met soortenrijke wiervegetatie buitenzijde t/m kop havendam (zie detailadvies)
- Opslagplaatsen
 - Niet op het bestaande depot bij Weversinlaag, sowieso niet aan de binnenzijde van de dijk tussen Dp98 en 101.
 - Niet op de trailerhelling i.v.m. broedvogels op vogeleiland
- Transport:
 - niet aan de binnenzijde van de dijk bij de Weversinlaag
- Toegankelijkheid:
 - Huidige toegankelijkheid niet vergroten, in ieder geval niet op dijk tussen Dp98 en 101 i.v.m. gevoeligheid Weeversinlaag; dus geen verharding en handhaven van de bestaande afrastering
- Beperking werkzaamheden
 - Geen activiteiten op de kruin van de dijk i.v.m. binnendijkse natuurwaarden; in ieder geval niet op traject Dp98-101
- Beheersmaatregelen
 - Kruin en boventafel maaien voor 15 maart i.v.m. mogelijke broedvogels
- Aanvullende maatregelen:
 - Vogeleiland herstellen door middel van ophoging en oeeververdediging; toegang voor mensen aan noordzijde beperken door aanleg van geul of andere menswerende maatregelen;
 - Eventuele schorcompensatie-ontwikkeling Dp98-101 inpassen
 - Voor schorzijdebij zand aan zuidzijde van de nol op korte afstand van aan te leggen schor