



# Ontwerpnota Borrendamme Polder Schouwen, Cauwersinlaag, Havenkanaal West [8]

Gepland jaar van uitvoering: 2013

PZDT-R-11057 ontw.

Projectbureau Zeeweringen		Status: Definitief		
Dijkverbetering: Borrendamme Polder Schouwen, Cauwersinlaag, Havenkanaal West		Versie: D2		
Ontwerpnota		Datum: 12-07-2011		
controle	Auteur	<del>Intern</del>	Toetsgroep	Projectbureau Zeeweringen
Naam:	[Redacted]			
Paraaf:		<del></del>		LKo
Datum:	12-07-2011	<del>14-07-2011</del>	14-7-2011	20-7-2011
Documentnummer: PZDT-R-11057 ontw				

---

# Inhoudsopgave

---

	<b>Samenvatting</b>	
<b>1</b>	<b>Inleiding</b>	<b>1</b>
1.1	Achtergrond	1
1.2	Doel ontwerpnota	1
1.3	Het ontwerpproces	2
1.4	Leeswijzer	2
<b>2</b>	<b>Bestaande situatie</b>	<b>3</b>
2.1	Projectgebied	3
2.2	Bestaande bekledingen	4
<b>3</b>	<b>Randvoorwaarden</b>	<b>5</b>
3.1	Veiligheidsniveau	5
3.2	Hydraulische randvoorwaarden	5
3.3	Ecologische randvoorwaarden	8
3.4	Landschapsvisie	10
3.5	Archeologie en cultuurhistorie	11
3.6	Recreatie	12
3.7	Buitenberm en stabiliteit	13
3.8	Overige randvoorwaarden en uitgangspunten	13
<b>4</b>	<b>Toetsing</b>	<b>14</b>
4.1	Algemeen	14
4.2	Toetsing toplaag	14
4.3	Stabiliteit	14
4.4	Conclusies	14
<b>5</b>	<b>Keuze bekleding</b>	<b>16</b>
5.1	Inleiding	16
5.2	Beschikbaarheid	16
5.3	Mogelijk toepasbare materialen	16
5.4	Technische toepasbaarheid	19
5.5	Deelgebieden	22
5.6	Keuze voor bekleding	24
5.7	Onderhoudsstrook	28
5.8	Bekleding tussen ontwerppeil en berm	29
5.9	Bekleding boven berm	29
5.10	Golfoploop	29
<b>6</b>	<b>Dimensionering</b>	<b>30</b>
6.1	Kreukelberm en teenconstructie	30
6.2	Zetsteenbekleding	31
6.3	Ingegoten breuksteen	36
6.4	Overgangsconstructies	37
6.5	Overgang tussen boventafel en berm	37
6.6	Berm	37
6.7	Verborgten glooiing	38
<b>7</b>	<b>Aandachtspunten voor bestek en uitvoering</b>	<b>39</b>

7.1	Bekleding	39
7.2	Natuur	40
7.3	Archeologie en cultuurhistorie	41
7.4	Transportroute en depotlocaties	41
7.5	Recreatie	42
7.6	Overig	42

<b>Literatuur</b>		<b>43</b>
-------------------	--	-----------

<b>Bijlage 1</b>	<b>Figuren</b>	
------------------	----------------	--

<b>Bijlage 2</b>	<b>Detailadviezen</b>	
------------------	-----------------------	--

<b>Bijlage 3</b>	<b>Berekeningen</b>	
------------------	---------------------	--

## Lijst met tabellen

Tabel 0.1	Beschrijving alternatieven voor nieuwe bekleding .....	
Tabel 0.2	Voorkeursbekleding per deelgebied .....	
Tabel 0.3	Nieuwe kreukelberm .....	
Tabel 3.1	Eigenschappen randvoorwaardenvakken .....	6
Tabel 3.2	Karakteristieke waterstanden .....	7
Tabel 3.3	Maatgevende golfrandvoorwaarden betonzuilen .....	7
Tabel 3.4	Golfrandvoorwaarden bij ontwerppeil 2011-2060 (betonzuilen) .....	8
Tabel 3.5	Samenvatting ecologisch detailadvies getijdenzone .....	9
Tabel 3.6	Samenvatting ecologisch detailadvies boven GHW .....	9
Tabel 5.1	Vrijkomende hoeveelheden betonblokken, basaltzuilen en natuursteen (exclusief verliezen) .....	16
Tabel 5.2	Voorkeuren uit het Detailadvies, rekening houdend met de beschikbaarheid en de voorselectie, de getijdenzone .....	18
Tabel 5.3	Voorkeuren uit het Detailadvies, rekening houdend met de beschikbaarheid en de voorselectie, boven GHW .....	19
Tabel 5.4	Nieuwe taludhelling, teenniveau en teenverschuiving .....	20
Tabel 5.5	Bekledingsalternatieven (zie tabel 0.1) .....	24
Tabel 5.6	Variant 1 .....	25
Tabel 5.7	Variant 2 .....	25
Tabel 5.8	Variant 3 .....	26
Tabel 5.9	Samenvatting keuzemodel .....	28
Tabel 5.10	Effect op golfoploop .....	29
Tabel 6.1	Nieuwe kreukelberm .....	31
Tabel 6.2	Eisen geokunststof weefsel .....	31
Tabel 6.3	Mogelijke typen betonzuilen .....	33
Tabel 6.4	Gekozen typen betonzuilen .....	34
Tabel 6.5	Eisen vlies .....	35
Tabel 6.6	Minimale diktes kleilaag .....	35
Tabel 6.7	Nieuwe berm .....	38

---

# Samenvatting

---

Deze ontwerpnota, opgesteld in het kader van Project Zeeweringen van Rijkswaterstaat, betreft het ontwerp van de nieuwe dijkbekledingen voor het dijkvak Borrendamme Polder Schouwen, Cauwersinlaag, Havenkanaal West. Dit dijkvak ligt gedeeltelijk aan de Oosterschelde, deels grenst het dijkvak aan het havenkanaal van Zierikzee. De totale lengte bedraagt ongeveer 4,6km, het dijkvak valt onder het beheer van waterschap Scheldestromen. Voor een deel van het traject ligt de geul Roompot, welke ter hoogte van het Westelijk Havenhoofd plaatselijk een diepte heeft van meer dan 50m. Het andere deel van het traject betreft de westelijke zijde van het Havenkanaal van Zierikzee. Ter plaatse van de havenmonding bevindt zich het Westelijk Havenhoofd. Het projectgebied is weergegeven op Figuur 2 van Bijlage 1.

## *Bestaande situatie:*

De steenbekleding op de dijk tussen dp 161+10m en het Westelijk Havenhoofd bestaat voornamelijk uit basalt, met daarboven afwisselend asfalt en Vilvoordse steen. Op enkele delen is boven de basalt ook Lessinische steen aanwezig. Op het traject langs het havenkanaal bestaat de bekleding voornamelijk uit asfalt, zeskante betonblokken en diaboolblokken. Op het traject tussen dp 198+50m en dp 207 zijn betonzuilen, voorzien van ecotoplaag, als bekleding aanwezig.

De bovengrens van de steenbekleding tussen dp 161+10m en het Westelijk Havenhoofd bedraagt gemiddeld ca. NAP + 4,7 m. De bekleding langs het havenkanaal is in de huidige situatie aangebracht tot een niveau variërend van NAP +2,5 m tot NAP +4,0 m. Tussen dp 162 en dp 163, van dp 187+50m tot dp 192+50m en tussen dp 196 en dp 198+50m is in de huidige situatie geen buitenberm aanwezig. Tussen dp 163 en dp 176+50m ligt de bestaande buitenberm op NAP +4,6 m en is voorzien van asfaltverharding. Op de overige delen van het onderhavige dijkvak waar een buitenberm aanwezig is, ligt deze op ca. NAP +3,5 m. Hier is de berm, evenals de delen van het benedenbeloop boven de steenbekleding en het bovenbeloop langs het hele dijktraject, met klei en gras bekleed. Zowel de binnenzijde als de buitenzijde van het Westelijk Havenhoofd is tot de kruin voorzien van bekleding, welke aan weerszijden aansluiten op de vlakke betonblokken waarmee de kruin van de dam bekleed is.

## *Hydraulische randvoorwaarden:*

De ontwerpwaterstand (Ontwerppeil 2011-2060) van de dijk bedraagt NAP + 3,50 m. De bijbehorende ontwerpwaarden voor de golfhoogte  $H_s$  en de golfperiode  $T_p$  variëren van 0,96 m tot 3,27 m en van 3,26 s tot 5,98 s.

## *Toetsresultaat:*

Conclusie van de toetsing van de bekleding is dat alle bekleding tussen dp 161+10m en dp 198+50m is afgekeurd. Tussen dp 198+50m en dp 207 is door de beheerder in 2000 het talud opnieuw bekleed met betonzuilen. De bekleding van dit deel is goed gekeurd. Het dijkvak moet dus tussen dp 161+10m en dp 198+50m worden verbeterd. Het Westelijk Havenhoofd heeft een beschermende functie ten aanzien van achterliggend havenkanaal en aanwezige keersluis. De bekleding op de het Westelijk Havenhoofd wordt daarom tevens verbeterd.

## *Nieuwe Bekleding:*

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. Op basis hiervan zijn bekledingsalternatieven bepaald, welke zijn opgenomen in Tabel 0.1.

Tabel 0.1 Bekledingsalternatieven

Alternatief	Beschrijving
1	Ondertafel: overlagen met gepenetreerde breuksteen, afgestrooid met lavasteen Boventafel: nieuw te leveren betonzuilen
2	Ondertafel: nieuw te leveren betonzuilen Boventafel: nieuw te leveren betonzuilen

In Tabel 0.2 wordt een overzicht gegeven van de nieuwe bekledingstypen per deelgebied. Tabel 0.3 geeft vervolgens de steensorteringen voor de nieuwe kreukelberm per deelgebied.

Tabel 0.2 Voorkeursbekleding per deelgebied

Deel gebied	Locatie		Alt.	Bekleding ondertafel	Bekleding onderste deel boventafel	Bekleding bovenste deel boventafel
	Van [dp]	Tot [dp]				
I	161+10m	168	2	Zuilen 45/2400	Zuilen 45/2400	Zuilen 45/2400
II	168	176+50m	1		Zuilen 45/2400 Zuilen 45/2600	Zuilen 35/2300
III	176+50m	187+50m	1		Zuilen 45/2800	Zuilen 45/2800
IV	Westelijk Havenhoofd Buitenzijde		1	Breuksteen gepenetreerd met asfalt en afgestrooid met lavasteen	Zuilen 45/2800	Zuilen 35/2300
	Kop Binnenzijde				Breuksteen gepenetreerd met asfalt	Zuilen 40/2400
V	187+50m	191+50m	1		Zuilen 45/2600	Zuilen 45/2600
VI	191+50m	196	1		Zuilen 35/2300	Zuilen 35/2300
VII	196	198+50m	1		Zuilen 35/2300	Zuilen 35/2300

Tabel 0.3 Nieuwe kreukelberm

RVW vak	Deel gebied	Locatie		Hoogte t.o.v. NAP [m]	Sortering [kg]	Laag-dikte [m]	Gep.
		Van [dp]	Tot [dp]				
161	I	161+10m	168	-0,87	40-200	0,7	Nee
160	II	168	170	0,00	60-300	0,8	Nee
159b	II	170	172	-0,55	60-300	0,8	Nee
159a	II	172	176+50m	-0,66	40-200	0,7	Nee
158	III	176+50m	187+50m	-0,12	300-1000	1,3 <sup>1</sup>	Nee
9	IV	Buitenzijde Havenhoofd		-0,02	300-1000	1,3 <sup>1</sup>	Nee
8	IV	Binnenzijde Havenhoofd (kop)		-0,05	300-1000	1,3 <sup>1</sup>	Nee
7	IV	Binnenzijde Havenhoofd (midden)		-0,13	300-1000	1,3 <sup>1</sup>	Nee
6	IV	Binnenzijde Havenhoofd (aanzet)		-0,28	40-200	0,7	Nee
5	V	187+50m	191+50m	-0,59	40-200	0,7	Nee
4	VI	191+50m	196	-0,74	10-60	0,5	Nee
3	VII	196	198+50m	-0,63	10-60	1,0 <sup>2</sup>	Nee

<sup>1</sup> Bij een sortering 300-1000kg wordt onder de kreukelberm eerst een laag van fijnere sortering aangebracht of wordt deze aangebracht op de bestaande kreukelberm, om scheuren van het geokunststof en/of het wegzakken van grovere steen in het voorland te voorkomen. Tevens is deze kreukelberm 6,0m breed in plaats van 5,0m.

<sup>2</sup> Op dit deelgebied is de kreukelberm 3,0m breed in plaats van 5,0m.

Op de stormvloedberm wordt een nieuwe onderhoudstrook aangelegd. De toplaat wordt uitgevoerd in dichtasfaltbeton. De onderhoudstrook wordt langs het hele traject opengesteld voor fietsers. Tussen dp 187+50m en dp 192+50m en tussen dp 196 en dp 198+50m is in de bestaande situatie geen buitenberm aanwezig. Omdat een buitenberm vanuit oogpunt van beheer en onderhoud, maar zeker aangezien dit de stabiliteit van het dijklichaam ten goede komt, wenselijk is, wordt op verzoek van de beheerder op deze trajecten binnen het bestaande profiel een buitenberm gecreëerd op ontwerppeil. Tussen dp 161+10m en dp 163 is in de huidige situatie geen buitenberm met onderhoudstrook aanwezig en is het niet mogelijk deze te realiseren. Op dit deel worden fietsers, evenals in de huidige situatie, over de kruin van de dijk geleid.

---

# 1 Inleiding

---

## 1.1 Achtergrond

Uit onderzoek van de Technische Adviescommissie voor de Waterkeringen (TAW, overgegaan in Expertise Netwerk Waterveiligheid, 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 waterschap Scheldestromen 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 2013 zijn meerdere dijkvakken langs de Oosterschelde uitgekozen, waaronder het traject Borrendamme Polder Schouwen, Cauwersinlaag, Havenkanaal West. Het dijkvak ligt tussen dp 161+10m en dp 207 (keersluis bij Zierikzee) en heeft een totale lengte van ongeveer 4,6 km. 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 ( $+ \frac{1}{2} H_s$ ) ligt of indien geldt  $H_s > 3,0$  m. In het algemeen, wanneer de buitenberm beneden het ontwerppeil ligt, wordt deze opgehoogd tot aan het ontwerppeil. Het aansluitende dijkvak aan de noordzijde, Kisters- of Suzanna's Inlaag, is in 2008 verbeterd. Aan de andere zijde van het geselecteerde dijkvak wordt aangesloten op de keersluis in het havenkanaal van Zierikzee. Het aan de oostzijde van deze keersluis aangrenzende dijkvak Zuidhoek Havenkanaal Oost, Galgepolder tot Haven De Val wordt in 2015 verbeterd.

## 1.2 Doel 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 5.4 van de Waterwet. (Voorheen Artikel 8 van de Wet op de waterkering, deze is per 22 december 2009 opgegaan in de Waterwet).

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.

---

### 1.3 Het ontwerpproces

Het ontwerpproces is beschreven in het Kwaliteitshandboek [1] en in de Handleiding Ontwerpen Dijkbekledingen [2] van Projectbureau Zeeweringen en een aantal aanvullende kennis memo's [18][19][20].

Voor de berekening van gezette steenbekledingen wordt voor verschillende invoerparameters gebruik gemaakt van gemiddelde invoerwaarden, dus zonder toleranties of verwachte afwijkingen. Er worden bijvoorbeeld geen marges toegepast op helling, dichtheid en filterdikte. De duurbelasting wordt exact uitgerekend en er wordt gerekend met niet-afgeronde hydraulische randvoorwaarden. Omdat de waterstand op de Oosterschelde bij een gesloten stormvloedkering minder varieert dan op de Westerschelde resulteert dat in een langere belastingduur en daardoor zwaardere betonzuilen [2].

In het ontwerp wordt vervolgens één veiligheidsfactor op de bekledingsdikte toegepast. Deze factor is 1,2 [19][20]. De ontwerpen worden berekend met het nieuwe Steentoets 2010, versie 1.05.

De berekeningen van de overige bekledingen zijn ongewijzigd. De hiervoor gebruikte rekenregels zijn dermate conservatief dat er sprake is van minimaal dezelfde veiligheid.

### 1.4 Leeswijzer

In Hoofdstuk 2 wordt de huidige situatie van het dijkvak 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 dijkvak dat moet worden verbeterd. In Hoofdstuk 6 wordt de dimensionering van de gekozen bekledingen beschreven. In Hoofdstuk 7 wordt een lijst gegeven met aandachtspunten voor het bestek en de uitvoering. Tot slot is een literatuuroverzicht opgenomen.

---

## 2 Bestaande situatie

---

### 2.1 Projectgebied

Het dijktraject Borrendamme Polder Schouwen, Cauwersinlaag, Havenkanaal West is gesitueerd tussen dp161+10m en dp 207 (keersluis). Het dijkvak ligt aan de zuidzijde van Schouwen-Duiveland aan de Oosterschelde nabij Zierikzee. De beheerder van het dijkvak is het waterschap Scheldestromen. De situatie en het projectgebied zijn weergegeven in Figuur 1 en Figuur 2 in Bijlage 1. Het traject ligt in de randvoorwaardenvakken 158 t/m 161 en 3 t/m 9. Laatstgenoemde randvoorwaardenvakken hebben betrekking op het Westelijk Havenhoofd en het deel van het traject langs het havenkanaal. In deze nota wordt het dijkvak behandeld in oplopende volgorde van de dijkpaalnummering.

Het traject heeft een lengte van circa 4,6 kilometer. Het dijkvak is grotendeels westelijk georiënteerd, het gedeelte in het havenkanaal, tussen het Westelijke Havenhoofd (dp 187+50m) en de keersluis (dp 207), is zuidoostelijk georiënteerd. Direct vóór het dijkvak, tussen dp 161+10m en het Westelijke Havenhoofd, zijn mosselpercelen en visvakken gesitueerd. Daarbuiten ligt de geul Roompot, welke ter hoogte van het Westelijk Havenhoofd plaatselijk een diepte heeft van meer dan 50m.

Het onderhavige dijktraject grenst aan de noordzijde ter plaatse van het strandje Borrendamme aan het dijkvak Kisters- of Suzanna's Inlaag (dp 161+10m). Dit dijkvak is in 2008 uitgevoerd; ter plaatse van de aansluiting op dit dijkvak bestaat de verbeterde bekleding uit een overlaging van breuksteen, ingegoten met gietasfalt. De beëindiging van het geselecteerde dijkvak aan de andere zijde bevindt zich ter plaatse van de keersluis in het havenkanaal richting Zierikzee (dp 207).

Ten noorden van dp 161+10m bevindt zich het strandje Borrendamme. In 2008 is de bekleding achter het strandje reeds verbeterd. Nabij dp 163 heeft binnendijs een boerderij gestaan, echter na een brand zijn de restanten hiervan afgebroken. Op deze locatie verloopt de kruin over 100 m meer zeewaarts en ontbreekt een buitenberm.

Tussen dp 168 en dp 176+50m bevindt zich achter het dijktraject de Cauwersinlaag. Ter plaatse van dp 170 is een nol aanwezig. Bij dp 175 bevindt zich een trap, die voornamelijk gebruikt wordt door duikers.

Het Westelijk Havenhoofd ter hoogte van dp 187+50m markeert de toegang tot het havenkanaal en beschermt deze voor zware golfaanval. Vanwege de reducerende werking wordt deze havendam in dit project meegenomen. Op de kop van deze dam bevindt zich een havenlicht.

Momenteel loopt een fietspad van asfalt uit noordelijke richting over de kruin van de dijk en verloopt ter hoogte van dp 163 naar de buitenberm. Ter hoogte van dp 176+50m sluit het fietspad op de buitenberm via een dijkovergang aan op de binnendijs gelegen Weldamseweg. Tussen dp 176+50m en het Westelijk Havenhoofd is op de buitenberm geen verharding aanwezig. Op het Westelijk Havenhoofd en in het havenkanaal tussen dp 187+50m en dp 192+50m en tussen dp 196 en dp 198+50m ontbreekt een buitenberm. Tussen dp 187+50m en dp 207 is wel een buitenberm aanwezig, waarop zich een opengestelde onderhoudsstrook bevindt.

Boven de bekleding, op de kruin en op het binnentalud is de dijk met gras bekleed.

---

Voor het traject tussen dp 161+10m en het Westelijk Havenhoofd is een kreukelberm aanwezig.

## 2.2 Bestaande bekledingen

Bij het ontwerpen van een dijkbekleding is informatie nodig over de bestaande top laag, 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 in Bijlage 1. De karakteristieke dwarsprofielen zijn weergegeven in Figuur 8 t/m Figuur 14 in Bijlage 1.

Tussen dp 161+10m en de nol bij dp 170 bestaat de bekleding op de ondertafel uit basalt met daarboven fixstone of asfaltbeton. Ter hoogte van de nol bij dp 170 is de ondertafel plaatselijk bekleed met Vilvoordse steen met daarboven fixstone. Tevens zijn boven het bermniveau doorgroeienden aanwezig.

De bekleding tussen dp 170 en het Westelijk Havenhoofd (dp 187+50m) bestaat uit basalt, al dan niet ingegoten met beton of asfalt. Daarboven is over het algemeen een bekleding van Vilvoordse steen, ingegoten met beton aanwezig. Op enkele plaatsen bevindt zich boven de basalt een bekleding van Lessinische steen, waarvan delen ingegoten met beton. Ter hoogte van dp 187 is een onregelmatigheid in de geometrie van het dijklichaam te herkennen, welke voortkomt uit eerdere afschuiving van gronddelen. Ter plaatse is een deel van de boventafel bekleed met een Muraltglooiing.

Voor het traject tussen dp 161+10m en het Westelijk Havenhoofd is een kreukelberm aanwezig van stortsteen met een sortering 40-200 kg.

Op het Westelijk Havenhoofd zijn meerdere soorten bekleding aanwezig. Grotendeels bestaat de bekleding aan de buitenzijde uit basalt en Vilvoordse steen. De bekleding aan de binnenzijde bestaat voornamelijk uit asfalt en breuksteen, ingegoten met gietasfalt. Op de hogere delen van het talud aan weerszijden en op de kruin van het Westelijk Havenhoofd zijn voornamelijk vlakke betonblokken en Haringmanblokken aanwezig. Op de kop van het Havenhoofd staat een muur, met ervoor een grove sortering breuksteen.

Tussen het Westelijk Havenhoofd en dp 196 bestaat de bekleding op zowel de ondertafel als de boventafel grotendeels uit zeskantige vlakke betonblokken. Uitzonderingen hierop zijn een gedeelte breuksteen tussen dp 188 en dp 189 en een gedeelte met beton ingegoten basalt tussen dp 192 en 193. Tussen dp 196 en de aansluiting op het reeds verbeterde deel bij dp 198+50m, bestaat de bekleding op de ondertafel uit diaboolblokken, met daarboven betonblokken en gezette natuursteen. In het havenkanaal tussen dp 187+50m en dp 198+50m is boven de bekleding, op de kruin en op het binnentalud de dijk met gras bekleed.

Op het deel tussen dp 198+50m en dp 207 is de bekleding in 2000 door de beheerder verbeterd. De bekleding op dit deel bestaat uit betonzuilen, welke zijn voorzien van een eco-toplaag. De teenconstructie wordt beschermd door een kreukelberm, met een aanzienlijke dikte.



---

## 3 Randvoorwaarden

---

### 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 golfrandvoorwaarden 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 golfrandvoorwaarden bij tussenliggende waterstanden wordt lineair geïnterpoleerd. Bij lagere waterstanden wordt lineair geëxtrapoléerd. Deze benadering zonder de beschouwing van de correlatie tussen de waterstand en de golfrandvoorwaarden 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.

Ter plaatse van dp 170 is een nol aanwezig. Deze nol heeft geen waterkerende functie, valt daardoor niet binnen de scope van Project Zeeweringen en behoeft geen verbetering.

Het Westelijk Havenhoofd ter plaatse van dp 187+50m heeft een reducerende werking op de golven in het havenkanaal en heeft zo een beschermende functie ten aanzien van achterliggend havenkanaal en aanwezige keersluis. Hierdoor is het Westelijk Havenhoofd onderdeel van het geselecteerde traject welke voor verbetering in aanmerking komt.

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 de ontwerpberoeeningen wordt voor het geval van een noodsluiting van de Oosterscheldekering rekening gehouden met een waterstand gelijk aan het ontwerppeil, met een duur van 5 uur. In 2004 is een onderzoek gestart naar de

effecten van de langer durende belastingen op de sterkte van de gezette bekledingen. Hieruit is gebleken dat evenals bij breuksteenbekledingen een zwaardere bekleding nodig is naarmate het aantal golven wat gedurende de storm de bekleding belast groter is [2].

De toetspeilen en ontwerppeilen van de Oosterschelde zijn gebaseerd op een noodsluiting van de Oosterscheldekering. Aangezien de Oosterscheldekering een vast sluitregime heeft, hoeft geen rekening gehouden te worden met een waterstandverhoging als gevolg van de zeespiegelrijzing. Daarom zijn op iedere locatie achter de Oosterscheldekering het toetspeil en het ontwerppeil gelijk aan elkaar en constant in de tijd (Ontwerppeil 2011-2060).

### 3.2.1 Randvoorwaardenvakken

De basis van de ontwerpcondities is gelegd in het rapport "Update detailadvies Borrendamme" [11]. Voor de golfcondities ter plaatse van het Westelijk Havenhoofd en het havenkanaal is in dit rapport uitgegaan van het aanvullende rapport "Aanvullend detailadvies binnenzijde westelijke strekdam en Havenkanaal Zierikzee" [12]. De golf Randvoorwaarden zoals gegeven in het detailadvies zijn de rekenwaarden. Voor doorgevoerde correcties wordt verwezen naar de detailadviezen. Met name de indeling in zogenaamde randvoorwaardenvakken is hierin van belang. De gemaakte indeling is weergegeven in Tabel 3.1.

Tabel 3.1 Eigenschappen randvoorwaardenvakken

RVW-vak	Locatie	
	Van [dp]	Tot [dp]
161	161+10m	168
160	168	170
159b	170	172
159a	172	176+50m
158	176+50m	187+50m
9	Buitenzijde Westelijk Havenhoofd	
8	Binnenzijde Westelijk Havenhoofd (kop)	
7	Binnenzijde Westelijk Havenhoofd (midden)	
6	Binnenzijde Westelijk Havenhoofd (aanzet)	
5	187+50m	191+50m
4	191+50m	196
3	196	207

RVW-vak = randvoorwaardenvak

Naast de ligging van de randvoorwaardenvakken wordt ook kort ingegaan op enkele obstakels per RVW-vak.

- In RVW-vak 160 is ter plaatse van dp 170 een nol aanwezig die bij een maatgevende storm als 'verloren' beschouwd kan worden.
- De golfcondities aan binnen- en buitenzijde van het Westelijk Havenhoofd zijn in een aanvullend Detailadvies opgenomen [12].
- Voor de RVW-vakken 5 t/m 8 zijn in dit aanvullend advies [12] de golfcondities ter plaatse van de havenmonding doorvertaald, waarbij aan de strekdam aan de oostzijde van de monding geen reducerende werking is toegekend. Onder maatgevende omstandigheden wordt deze – buiten het projectgebied liggende – strekdam als 'verloren' beschouwd.

### 3.2.2 Waterstanden

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

Tabel 3.2 Karakteristieke waterstanden

RVW-vak	GHW [NAP + m]	GLW [NAP + m]	Ontwerppeil [NAP + m]
161	1,45	-1,30	3,50
160	1,45	-1,30	3,50
159b	1,45	-1,30	3,50
159a	1,45	-1,30	3,50
158	1,45	-1,30	3,50
9	1,45	-1,30	3,50
8	1,45	-1,30	3,50
7	1,45	-1,30	3,50
6	1,45	-1,30	3,50
5	1,45	-1,30	3,50
4	1,45	-1,30	3,50
3	1,45	-1,30	3,50

### 3.2.3 Golven

Svasek Hydraulics / Royal Haskoning heeft in opdracht van Deltares vier verschillende sets van maatgevende golfrandvoorwaarden berekend, die zijn opgenomen in vier randvoorwaardentabellen in [11] en [12]. In de onderstaande Tabel 3.3 is voor ieder randvoorwaardenvak de maatgevende set opgenomen, voor het constructietype betonzuilen, bestaande uit de randvoorwaarden bij vier waterstanden.

Tabel 3.3 Maatgevende golfrandvoorwaarden betonzuilen

RVW-vak	H <sub>s</sub> [m]				T <sub>pm</sub> [s]			
	bij waterstand t.o.v. NAP				bij waterstand t.o.v. NAP			
	+0	+2	+3	+4	+0	+2	+3	+4
161	1,44	2,20	2,60	2,83	4,12	5,40	5,80	5,80 <sup>1</sup>
160	1,58	2,47	2,86	2,94	3,90	4,88	5,36	5,36 <sup>1</sup>
159b	1,61	2,42	2,81	2,95	4,27	5,08	5,33	5,33 <sup>1</sup>
159a	1,49	2,41	2,76	2,84	4,80	5,70	5,98	5,98 <sup>1</sup>
158	2,67	3,09	3,27	3,27 <sup>1</sup>	5,08	5,48	5,75	5,75 <sup>1</sup>
9 <sup>2</sup>	2,73	3,10	3,25	3,25 <sup>1</sup>	5,03	5,59	5,84	5,84 <sup>1</sup>
8 <sup>2</sup>	2,73	3,10	3,25	3,25 <sup>1</sup>	5,03	5,59	5,84	5,84 <sup>1</sup>
7 <sup>2</sup>	2,34	2,61	2,72	2,72 <sup>1</sup>	4,71	5,17	5,38	5,38 <sup>1</sup>
6 <sup>2</sup>	1,63	2,07	2,12	2,12 <sup>1</sup>	5,09	5,18	5,29	5,29 <sup>1</sup>
5 <sup>2,3</sup>	1,53	2,07	2,12	2,12 <sup>1</sup>	4,99	5,18	5,29	5,29 <sup>1</sup>
4 <sup>2,3</sup>	0,67	0,98	1,17	1,39	2,50 <sup>4</sup>	3,97	4,44	4,86
3 <sup>2,3</sup>	0,67	0,83	0,92	0,99	2,50 <sup>4</sup>	2,86	3,11	3,40

<sup>1</sup> Er wordt niet gerekend met afnemende golfrandvoorwaarden.

<sup>2</sup> Maatgevende golfrandvoorwaarden afkomstig uit aanvullend Randvoorwaardenrapport [12]

<sup>3</sup> Golfrandvoorwaarden voor betonzuilen, geldig voor taludhellingen steiler dan 1:3,0

<sup>4</sup> Volgens het advies uit het aanvullend Randvoorwaardenrapport [12] wordt een minimale golfperiode T<sub>pm</sub> van 2,50 sec aangehouden.

Wanneer een bekleding anders dan betonzuilen, bijvoorbeeld gekantelde betonblokken, ontworpen dient te worden, wordt met de bijbehorende set van golfrandvoorwaarden gerekend. Voor elk type bekleding kan zo een tabel met maatgevende golfrandvoorwaarden voor die bekleding worden opgesteld. In de tabellen zijn de onafgeronde waardes opgenomen zoals berekend middels modelberekeningen, in de berekeningen met Steentoets wordt ook gebruik gemaakt van de onafgeronde getallen uit de geleverde randvoorwaarden.

Tot slot zijn in Tabel 3.4 de golfrandvoorwaarden behorend bij het Ontwerppeil 2011-2060 gegeven.

Tabel 3.4 *Golfrandvoorwaarden bij ontwerppeil 2011-2060 (betonzuilen)*

<b>RVW-vak</b>	<b>Ontwerppeil [NAP + m]</b>	<b>H<sub>s</sub> [m]</b>	<b>T<sub>pm</sub> [s]</b>
161	3,5	2,72	5,80
160	3,5	2,90	5,36
159b	3,5	2,88	5,33
159a	3,5	2,80	5,98
158	3,5	3,27	5,75
9	3,5	3,25	5,84
8	3,5	3,25	5,84
7	3,5	2,72	5,38
6	3,5	2,12	5,29
5	3,5	2,12	5,29
4	3,5	1,28	4,65
3	3,5	0,96	3,26

### 3.3 Ecologische randvoorwaarden

Voor Project Zeeweringen geldt in beginsel dat de natuurwaarden op de bekledingen dienen te worden hersteld of verbeterd. De vervanging 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 dijkvak 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 (de ondertafel) en de zone boven gemiddeld hoogwater (de boventafel). Voor de indeling van de bekledingstypen in categorieën wordt verwezen naar de Milieu-inventarisatie [10].

In juni 2008 heeft de Meetadviesdienst Zeeland een gedetailleerd onderzoek laten uitvoeren naar de vegetatie op het onderhavige dijkvak. De resultaten van dit onderzoek zijn verwoord in het Detailadvies, dat is opgenomen in Bijlage 2.2. De toe te passen categorieën, die hieruit volgen, zijn samengevat in Tabel 3.5 en Tabel 3.6.

Tabel 3.5 Samenvatting ecologisch detailadvies getijdenzone

Volgnr	Dijkpaal		Getijdenzone	
	van	Tot	Herstel	Verbetering
8-1	161 + 10m	170 (nol)	Voldoende	Redelijk goed
8-2	Oostzijde en kop nol <sup>1</sup>		Voldoende	Redelijk goed
8-3	Westzijde nol <sup>1</sup>	177	Voldoende	Redelijk goed
8-4	177	186	Redelijk goed	Redelijk goed
8-5	186	Kop Havenhoofd	Voldoende	Redelijk goed
8-6	Kop Havenhoofd	207	Voldoende	Redelijk goed

<sup>1</sup> De in het detailadvies genoemde nol t.p.v. dp 170 behoort niet tot het voor verbetering geselecteerde traject.

Tabel 3.6 Samenvatting ecologisch detailadvies boven GHW

Volgnr	Dijkpaal		Boven GHW	
	van	Tot	Herstel	Verbetering
14-14	161 + 10m	164	Voldoende	Voldoende
14-13	164	170	Redelijk goed	Redelijk goed
14-12	Nol (Oostzijde, kop en Westzijde) <sup>1</sup>		Redelijk goed	Redelijk goed
14-11	170	176	Redelijk goed	Redelijk goed
14-10	176	178	Redelijk goed	Redelijk goed
14-9	178	186	Redelijk goed	Redelijk goed
14-8	186	187	Redelijk goed	Redelijk goed
14-7	187	Kop Havenhoofd	Redelijk goed	Redelijk goed
14-6	Kop Havenhoofd	188	Voldoende	Voldoende
14-5	188	190	Geen voorkeur	Voldoende
14-4	190	196	Voldoende	Voldoende
14-3	196	199	Geen voorkeur	Voldoende
14-2	199	205	Geen voorkeur	Geen voorkeur
14-1	205	207	Voldoende	Voldoende

<sup>1</sup> De in het detailadvies genoemde nol t.p.v. dp 170 behoort niet tot het voor verbetering geselecteerde traject.

In het Detailadvies wordt voor de zone boven gemiddeld hoogwater, tussen dp 188 en dp 190, alsmede tussen dp 196 en dp 205, de categorie 'geen voorkeur' geadviseerd, omdat hier weinig bijzondere vegetatie aanwezig is en tussen dp 199 en dp 205 ook niet direct wordt verwacht. Wel is aangegeven dat een doorgroeibare bekleding van zetsteen de vestiging van (zout)planten zal bevorderen.

### 3.3.1 Flora en Faunawet

Aan de rand van de binnendijs gelegen parkeerplaats, tussen dp 177 en dp 178 (in de greppel tussen de parkeerplaats en de zeewering), is een aanzienlijke populatie van de Moeraswespenorchis aangetroffen. Het betreft een Habitatrichtlijnsoort van Natura2000 gebied Oosterschelde en is tevens beschermd door de Flora en Faunawet. Deze locatie bevindt zich buiten het werkgebied maar ten aanzien van het gebruik als depotlocatie en transporten dient met de aanwezigheid rekening gehouden te worden.

### 3.3.2 Nota soortenbeleid Provincie Zeeland en NB-wetbesluit

In de Nota Soortenbeleid (Provincie Zeeland, 2001) wordt een aantal aandachtsoorten genoemd. Op en voor de zeeweringen kunnen planten voorkomen uit voornamelijk de soortengroepen Aanspoelselplanten en Schorplanten. Op het onderhavige dijkvak zijn planten van deze soortengroepen aangetroffen op de glooiing. Een vijftal van de

---

aangetroffen soorten wordt genoemd in het aanwijzingsbesluit voor het beschermde natuurmonument Oosterschelde.

### 3.3.3 EU-Habitatrichtlijn

Het voorland tussen dp 161 en de nol bij dp 170 bestaat uit ondiep water. Er is geen droogvallend slik aanwezig. Vanaf de nol tot dp 187+50m bevindt zich in het voorland een geul. Dit gedeelte is onderdeel van het kwalificerende habitatype H1160: 'Grote ondiepe krekens en baaien'. Vanaf dp 187+50m begint het Havenkanaal van Zierikzee.

Bij de dijkwerkzaamheden zal een gedeelte van het voorland worden vergraven. Op het voorland dat bestaat uit water (habitatype H1160) zullen beperkte effecten optreden. Het is daarom van belang dat er gebruik wordt gemaakt van de mitigerende maatregelen zoals genoemd in het rapport "Effecten werkstroken dijkverbetering op kwalificerende habitats" [9]. Op die manier kan schade op het voorland zoveel mogelijk worden beperkt. Vrijgekomen materialen, zoals teenbeschoot en perkoenpalen, mogen niet in de Oosterschelde terecht komen maar moeten worden afgevoerd.

### 3.4 Landschapsvisie

In het ontwerp moet rekening worden gehouden met de wensen uit de landschapsvisie voor de Oosterschelde [3]. De belangrijkste punten uit dit 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. Keuze voor bekledingen waarop begroeiing mogelijk is.
- Het is toegestaan betonblokken, in gekantelde opstelling, op de ondertafel te hergebruiken en aan de bovengrens van de blokken met betonzuilen aan te sluiten. Dit omdat de zichtbare scheiding tussen de ondertafel en de boventafel door de aangroei op de blokken of de hoger liggende zuilen zal terugkeren.
- De overgangen tussen materialen verticaal uitvoeren en deze overgangen zo min mogelijk in de boven - en ondertafel laten samenvallen.
- Handhaven van cultuurhistorische elementen.

Een aanvulling hierop is het landschapsadvies van afdeling Planvorming en Advies van Rijkswaterstaat Zeeland, dat is opgenomen in Bijlage 2.3. De belangrijkste punten uit dit advies zijn:

- Voor het deel tussen dp 161+10m en het Westelijk Havenhoofd wordt de voorkeur gegeven aan een bekleding op de boventafel van betonzuilen en een ondertafel voorzien van een overlaging van gepenetreerde breuksteen. Indien het op het meest noordelijke deel van dit traject vanuit recreatie en ecologie wenselijk is tussen dp 161+10m en dp 168 over het gehele talud betonzuilen toe te passen, is dit landschappelijk tevens acceptabel.
- Wanneer op bepaalde plaatsen in de ondertafel nog basalt kan worden gehandhaafd of opnieuw kan worden toegepast, verdient dit de voorkeur boven overlagen.
- Ter plaatse van de nol bij dp 170 dient het asfaltplateau hersteld en mogelijk opnieuw ingericht te worden. In het landschapsadvies is uitgegaan van het handhaven van de bestaande bekleding op de nol zelf.
- Voor het Westelijk Havenhoofd gaat de voorkeur uit naar het doorzetten van de bekleding van het aangrenzende traject aan de buitenzijde, aan de binnenzijde zijn zowel een alternatief met overlagen en betonzuilen als een



---

alternatief met enkel betonzuilen acceptabel. Het heeft geen landschappelijke bezwaren de kop van het Westelijk Havenhoofd te voorzien van met gietasfalt gepenetreerde breuksteen, zolang de aanwezige muur met daarvoor zware bestorting, gehandhaafd blijft.

- Voor het deel langs het havenkanaal, van het Westelijk Havenhoofd tot de grens met de reeds verbeterde glooiing ter hoogte van dp 198+50m, heeft een bekleding van betonzuilen ten aanzien van landschapsvisie sterk de voorkeur. Hierdoor wordt een eenduidig beeld met het in 2000 verbeterde deel gecreëerd. Als alternatief is het ook acceptabel wanneer gekozen wordt op de ondertafel de bestaande bekleding te overlagen met breuksteen, ingegoten met gietasfalt, en enkel op de boventafel betonzuilen toegepast worden. Gezien de hoog op het talud opgetrokken kreukelberm op het in 2000 reeds verbeterde deel, zal hierbij evenwel een redelijk eenduidig beeld kunnen ontstaan langs het hele havenkanaal.
- De aanleg van een onderhoudsstrook van asfaltbeton op de buitenberm is volgens het landschapsadvies acceptabel. Langs het havenkanaal heeft dit tevens de voorkeur, al ontbreekt in de huidige situatie een buitenberm. Een onderhoudsstrook op de kruin langs dit traject is vanuit landschapsvisie een acceptabel alternatief.

### 3.5 Archeologie en cultuurhistorie

Op basis van de Archeologische Monumentenkaart Zeeland en Indicatieve Kaart van Archeologische Waarden is ter plaatse van het onderhavige dijktraject de aanwezigheid van restanten van Kasteel Weldamme van belang, deze vormen een beschermd archeologisch monument. In het kader van de vooroverbestorting Cauwersinlaag heeft een archeologisch onderzoek plaatsgevonden.

Volgens het rapport "Cultuurhistorie aan de Oosterscheldedijken" [8] februari 2008 van de stichting dorp, stad & land valt het dijktraject binnen het cultuurhistorisch cluster "Zierikzee". Het thema van het cluster Zierikzee is landverlies / kustverdediging én economische en infrastructurele activiteiten. De zeer uitgestrekte cluster Zierikzee omvat 14 aan de zeedijk en enkele achter de zeedijk gelegen elementen. Kern vormt het gebied rond het Havenkanaal Zierikzee, dat al eeuwen lang geteisterd wordt door de zee, maar ook al eeuwen lang een belangrijke economische functie heeft.

De kernwaarde van deze cluster ligt in de uitgestrektheid, omvang en de landschappelijke en ruimtelijke relatie van de elementen met elkaar: het inlagengebied met de karrevelden en nollen in combinatie met het havenkanaal. De gebruikswaarde en vervoersfunctie die het gebied al eeuwen heeft gehad voor de mens, komt tot uiting in de haven, het havenkanaal en de Zeelandbrug. Er is nog een redelijk groot aandeel karakteristieke bekleding, dijkpalen, palenrijen en Muraltmuur aanwezig. De cluster ligt in het waardevol gebied Kuststrook Schouwen-Duiveland en Belvederegebied Gouwepolders. Eindscore: zeer hoog.

De belangrijkste cultuurhistorische objecten in dit traject zijn:

- CZO-031: Havenkanaal Zierikzee (dp 187+50m tot dp 221) – Kanaal van circa 3 km lengte, gelegen in zuidwestelijke richting, dat Zierikzee met de Oosterschelde verbindt. Twee kanaaldammen met moderne lichtopstanden, houten palenrijen en houtwerk op kop. Diversiteit aan bekleding kanaalrand: basalt, natuursteen, Haringman, betontegels en diaboolglooiing. In het kanaal bevindt zich een keersluis uit 1959. (CHS-code GEO-101, waardering zeer hoog);
- CZO-032: Inlaag Bootspolder (dp 182 tot dp 192) – Onregelmatig gevormde inlaag. Thans in gebruik als landbouwgebied. Het buitentalud is onregelmatig

---

gevormd. De bekleding bestaat uit basalt aan de voet, overgoten stortsteen of muraltglooiing met palenrij daarboven en gras op de kruin. (CHS-code GEO-227, waardering zeer hoog);

- CZO-034: Inlaag Cauwers (dp 168 tot dp 176) – Drassige stukken grond, aan de landzijde omgeven door een inlaagdijk, aan de waterzijde grenzend aan een buitendijk. Bekleding buitentalud: basalt met asfalt, Vilvoordse steen of stortsteen ingegoten met beton, gras op kruin. Houten paaltjes en fietspad. Ter hoogte van dijkpaal 176 staat een oude houten dijkpaal nr 26. Betontrapje aanwezig. (CHS-code GEO-093, waardering zeer hoog);
- CZO-035: Nol (dp 170) – Twee dijkbouten, in westelijke en oostelijke richting gelegen. Grote diversiteit aan bekleding: basalt, Vilvoordse steen overgoten met beton, asfalt, vlakke betontegels en ingegoten stortsteen. Beschadigde palenrij en bij dijkpaal 170 een oude paal nr 28. (CHS-code GEO-133, waardering zeer hoog);
- CZO-038: Lockersinlaag (voorland dp 157 tot dp 170) – Buitendijks gelegen voormalige inlaag, twee nollen nog aanwezig. Talud van de dijk bestaat uit basalt aan de voet, asfalt en Vilvoordse steen overgoten met asfalt daarboven en gras op de kruin. Aantal oude dijkpalen aanwezig. In het gebied ligt het archeologisch monument Weldamme. (geen CHS-code, waardering hoog);
- CZO-039: Kasteel Weldamme, Borrendamme-West (voorland ca. dp 162) – Aanwezigheid van 'vaste stenen' vastgesteld (geen visuele waarneming). Veenputten aangetoond. (CHS-code GEO-11291, waardering zeer hoog, daarbij een hoge archeologische waarde);
- CZO-245: Muraltglooiing (dp 186+50m tot dp 187+50m) – Aantal betonnen segmenten net ten noorden van het Havenkanaal Zierikzee. Dijk verder bekleed met basalt overgote met beton en houten palenrijen. (geen CHS-code, waardering zeer hoog).

In Hoofdstuk 7 wordt aangegeven of de aanwezigheid van deze objecten van belang is ten aanzien van de voorgenomen werkzaamheden en op welke wijze hiermee in dat geval rekening gehouden wordt.

### 3.6 Recreatie

Bij het verbeteren van de steenbekleding, geldt als uitgangspunt het herstel van aanwezige objecten of voorzieningen ten aanzien van recreatief medegebruik van het dijktraject.

Aan de noordelijke begrenzing van het dijkvak, is het strandje Borrendamme aanwezig. De glooiing ter hoogte van dit strandje is in 2008 reeds verbeterd. Ten behoeve van het recreatieve gebruik is gekozen op de buitenberm een verharding van Open Steenasfalt toe te passen, welke is afgestrooid met grond en is ingezaaid met gras. Tevens is het strandje middels een trap goed bereikbaar. Indien toepasbaar verdient het de voorkeur de glooiing aangrenzend aan het strandje geheel in betonzuilen uit te voeren, zodat dit niet aan weerszijden grenst aan een bekleding van met gietasfalt ingegoten breuksteen.

Op het beschouwde dijktraject is wegens de ligging in de nabijheid van Zierikzee veel recreatief medegebruik van de onderhoudsstrook, daar waar deze is opengesteld voor fietsers.

Ter hoogte van dp 175, nabij de Cauwersinlaag, is een duikerstrap aanwezig. In de nieuwe situatie zal op deze locatie een soortgelijke voorziening moeten worden teruggebracht.

---

In de nieuwe situatie dient het Westelijk Havenhoofd goed toegankelijk te blijven voor recreanten.

### **3.7 Buitenberm en stabiliteit**

Tussen dp 162 en dp 163, van dp 187+50m tot dp 192+50m en tussen dp 196 en dp 198+50m ontbreekt in de huidige situatie een buitenberm. De beheerder heeft aangegeven dat het ontbreken van een buitenberm leidt tot geringere stabiliteit van het dijklichaam, zie Bijlage 2.5. Tevens heeft de aanwezigheid van een buitenberm voor de beheerder de voorkeur, zodat het dijktraject toegankelijk wordt gehouden voor beheer en onderhoud, door deze te voorzien van een verharde onderhoudsstrook. Daar waar dit binnen het bestaande profiel mogelijk is, wordt op verzoek van de beheerder daarom een buitenberm gerealiseerd. Indien het niet mogelijk is binnen het bestaande dijkprofiel een berm te realiseren, zal de nieuwe bekleding op de betreffende locatie moeten worden aangebracht tot ontwerppeil  $+ 1/2H_s$ .

### **3.8 Overige randvoorwaarden en uitgangspunten**

Er zijn geen eigendommen van particulieren aanwezig. Een direct achter de dijk gelegen boerderij ter hoogte van dp 163 is door een brand verloren gegaan, het bij de voormalige boerderij behorende perceel is in eigendom van Dienst Landelijk Gebied.

---

## 4 Toetsing

---

### 4.1 Algemeen

In 1996 heeft Grondmechanica Delft (GeoDelft) gerapporteerd over de toestand van de dijkbekledingen in Zeeland [4]. Daarna is een globale toetsing uitgevoerd aan de hand van de 'Leidraad toetsen op veiligheid, 1999' [5]. 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 volgens het Voorschrift Toetsen Op Veiligheid (VTV) [6], met verbeterde gegevens en golfrandvoorwaarden.

### 4.2 Toetsing toplaag

Het waterschap Scheldestromen heeft de gezette bekledingen langs het gehele dijkvak geïntervieweerd, en globale en gedetailleerde toetsingen uitgevoerd [13], [14]. Bij deze toetsingen is het merendeel van de bekledingen als 'onvoldoende' beoordeeld.

Het Projectbureau heeft de toetsingen gecontroleerd en vrijgegeven voor het ontwerp [15], [16], [17]. Het eindoordeel van de toetsingen, weergegeven in Figuur 4 in Bijlage 1, luidt als volgt:

- De bekleding tussen dp 161+10m en dp 198+50m is, afgezien van enkele delen asfalt op de berm, afgekeurd. Middels geavanceerde toetsing is de mogelijkheid van het behouden van de aanwezige basaltbekleding nagegaan, hieruit volgt dat het niet mogelijk is (delen van) de aanwezige basalt te behouden.
- De bekleding op het Westelijk Havenhoofd is, met uitzondering van de aanwezige muur met daarvoor zware stortsteen, onvoldoende getoetst.
- De bekleding tussen dp 198+50m en dp 207, die in 2000 door de beheerder reeds is verbeterd, is voldoende getoetst.
- Van de aanwezige kreukelberm tussen dp 161+10m en het Westelijk Havenhoofd, is het alleen het gedeelte tussen dp 161+10m en dp 170 voldoende getoetst.

### 4.3 Stabiliteit

De beheerder heeft geconstateerd dat op delen van het onderhavige dijkvak de buitenwaartse stabiliteit niet aan de gestelde norm voldoet, zie Bijlage 2.5. Directe aanleiding hiervoor is het ontbreken van de buitenberm. Indien het mogelijk is de stabiliteit van het dijklichaam te verbeteren, gepaard met de werkzaamheden voor verbetering van de bekleding, heeft de beheerder gevraagd om binnen het kader van project Zeeweringen binnen het bestaande profiel een berm aan te brengen.

### 4.4 Conclusies

De bekleding tussen dp 161+10m en dp 198+50m, inclusief de bekleding van het Westelijk Havenhoofd, moet worden verbeterd. De muur op de kop van het Havenhoofd scoort wel voldoende, kan behouden blijven en dient te worden ingepast in de nieuwe situatie. De bekleding tussen dp 198+50m en dp 207 (keersluis) behoeft geen verbetering en zal niet verder in het ontwerp worden meegenomen. Tussen dp 168 en dp 198+50m dient een nieuwe kreukelberm aangelegd te worden. De

---

bestaande kreukelberm tussen dp 168 en dp 170 blijkt namelijk onvoldoende als de reducerende werking van de aanwezige nol bij dp 170 buiten beschouwing wordt gelaten.

## 5 Keuze bekleding

### 5.1 Inleiding

Uit de toetsing is gebleken dat alle bestaande bekleding tussen dp 161+10m en dp 198+50m 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 materiaal, zoals bijvoorbeeld betonblokken en basaltzuilen, weergegeven die vrijkomen bij het vernieuwen van de bekleding en die eventueel kunnen worden hergebruikt. 'Zeewaarts spreiden' van de vrijkomende bekledingen is op de Oosterschelde niet toegestaan. Niet herbruikbare hoeveelheden dienen te worden afgevoerd.

Tabel 5.1 Vrijkomende hoeveelheden betonblokken, basaltzuilen en natuursteen (exclusief verliezen)

Toplaag	Afmetingen	Oppervlakte [m <sup>2</sup> ]	Oppervlakte gekanteld [m <sup>2</sup> ]
Haringmanblokken	0,50 x 0,50 x 0,25 m <sup>3</sup>	1.998	999
Vlakke betonblokken	0,50 x 0,50 x 0,20 m <sup>3</sup>	892	357
Basaltzuilen	0,15 - 0,25 m	1.199	n.v.t.
Basaltzuilen	0,20 - 0,30 m	13.955	n.v.t.
Basaltzuilen	0,25 - 0,35 m	25.342	n.v.t.

### Materialen uit bestaande depots of uit andere dijkverbeteringen

De dijkverbetering van Borrendamme Polder Schouwen, Cauwersinlaag, Havenkanaal West wordt in 2013 uitgevoerd. Op dit moment is nog niet bekend hoeveel bekledingsmateriaal bij de start van de uitvoering bij andere dijkverbeteringen vrij zal komen of aanwezig is in nabij gelegen depots. 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.

### 5.3 Mogelijk toepasbare materialen

De volgende bekledingstypen zijn mogelijk [2]:

- 1) Zetsteen op uitvullaag:
  - a) (gekantelde) betonblokken,
  - b) (gekantelde) granietblokken,
  - c) (gekantelde) koperslabblokken,
  - d) basaltzuilen,



- 
- e) Betonzuilen;
  - 2) Breuksteen op filter of geotextiel:
    - a) losse breuksteen,
    - b) patroon- of vol-en-zat gepenetreerde breuksteen of vrijkomend materiaal (eventueel gebroken) met asfalt of dicht colloïdaal beton; de vol-en-zat-variant kan ook in de categorie 'plaatconstructie' vallen;
  - 3) Plaatconstructie:
    - a) waterbouwasfaltbeton boven GHW;
    - b) open steen asfalt (osa)
  - 4) Overlaagconstructies:
    - a) losse breuksteen,
    - b) 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.**

Granietblokken en koperslakblokken komen bij dit dijkvak niet vrij en worden buiten beschouwing gelaten, omdat deze in het algemeen te licht zijn voor hergebruik.

Voor hergebruik van vrijkomende basaltzuilen moet onderscheid worden gemaakt tussen zuilen met een hoogte groter dan 30 cm en kleiner. Basaltzuilen kleiner dan 30 cm kunnen worden opgemengd met breuksteen 10-60kg en als overlaging breuksteen 10-60kg worden toegepast. Om een goede gradering te waarborgen mag maximaal 50% basalt worden bijgemengd, e.e.a. wordt in het bestek verder uitgewerkt. Indien de overlaging wordt ingegoten is het belangrijk dat het materiaal schoon is. Zuilen met een hoogte groter dan 30 cm kunnen gezet worden hergebruikt op locaties die minder zwaar worden belast, en waar dit uit cultuurhistorische overwegingen gewenst is.

Haringmanblokken en vlakke blokken zijn beschikbaar voor hergebruik, maar komen bij verwijderen slechts in beperkte mate vrij waardoor deze niet in aanmerking komen voor gekantelde toepassing in de nieuwe situatie.

#### **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 daarom 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 3.**

Aangezien de bekleding op het talud onderhevig is aan vrij forse golfaanval, is open steenasfalt als alternatief op verzoek van de beheerder niet in de afweging meegenomen als toepasbare bekleding op zowel de ondertafel als de boventafel. Open steenasfalt kan enkel toegepast worden op delen van het talud boven het ontwerppeil.

#### **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 of in het geval van steile taluds waarbij weinig ruimte beschikbaar is waardoor andere materialen niet toepasbaar zijn. Op het dijkvak van deze nota zijn trajecten aanwezig met steile taluds en weinig beschikbare ruimte.

Daarbij kan met een overlaging op veel delen van het onderhavige dijkvak het grondverzet aanzienlijk worden beperkt.

**Ad 5.**

Aangezien de dijk geen voldoende hoog en stabiel voorland heeft en onderhevig is aan vrij forse golfaanval in combinatie met de lange duurbelasting, 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, dat is opgenomen in Bijlage 2.2. In deze tabel is ook rekening gehouden met de beschikbaarheid en de voorselectie. Indien noodzakelijk mag van de voorkeuren worden afgeweken. Dit laatste dient wel duidelijk te worden onderbouwd.

*Tabel 5.2 Voorkeuren uit het Detailadvies, rekening houdend met de beschikbaarheid en de voorselectie, de getijdenzone*

Dijkpaal	Getijdenzone	
	Herstel	Verbetering
161+10m – 170 (nol)	- Breuksteen gepenetreerd met asfalt en afgestrooid met lavasteen - Betonzuilen	- Breuksteen gepenetreerd met asfalt en afgestrooid met lavasteen - Betonzuilen
Oostzijde en kop nol	- Breuksteen gepenetreerd met asfalt en afgestrooid met lavasteen - Betonzuilen	- Breuksteen gepenetreerd met asfalt en afgestrooid met lavasteen - Betonzuilen
Westzijde nol – 177	- Breuksteen gepenetreerd met asfalt en afgestrooid met lavasteen - Betonzuilen	- Breuksteen gepenetreerd met asfalt en afgestrooid met lavasteen - Betonzuilen
177 – 186	- Breuksteen gepenetreerd met asfalt en afgestrooid met lavasteen - Betonzuilen	- Breuksteen gepenetreerd met asfalt en afgestrooid met lavasteen - Betonzuilen
186 – Kop Havenhoofd	- Breuksteen gepenetreerd met asfalt en afgestrooid met lavasteen - Betonzuilen	- Breuksteen gepenetreerd met asfalt en afgestrooid met lavasteen - Betonzuilen
Kop Havenhoofd – 198+50m	- Breuksteen gepenetreerd met asfalt en afgestrooid met lavasteen - Betonzuilen	- Breuksteen gepenetreerd met asfalt en afgestrooid met lavasteen - Betonzuilen

Uit Tabel 5.2 wordt geconcludeerd dat de nieuwe bekledingen in de ondertafel moeten worden uitgevoerd in betonzuilen en/of ingegoten breuksteen, afgestrooid met lavasteen.

Tabel 5.3 Voorkeuren uit het Detailadvies, rekening houdend met de beschikbaarheid en de voorselectie, boven GHW

Dijkpaal	Boven GHW	
	Herstel	Verbetering
161+10m – 164	- Betonzuilen	- Betonzuilen
164 – 170	- Betonzuilen	- Betonzuilen
Nol (Oostzijde, kop en Westzijde)	- Betonzuilen	- Betonzuilen
170 – 176	- Betonzuilen	- Betonzuilen
176 – 178	- Betonzuilen	- Betonzuilen
178 – 186	- Betonzuilen	- Betonzuilen
186 – 187	- Betonzuilen	- Betonzuilen
187 – Kop Havenhoofd	- Betonzuilen	- Betonzuilen
Kop Havenhoofd – 188	- Betonzuilen	- Betonzuilen
188 – 190	- Betonzuilen	- Betonzuilen
	- Breuksteen gepenetreerd met asfalt	
	- Waterbouwasfaltbeton	
190 – 196	- Betonzuilen	- Betonzuilen
196 – 198+50m	- Betonzuilen	- Betonzuilen
	- Breuksteen gepenetreerd met asfalt	
	- Waterbouwasfaltbeton	

Uit Tabel 5.3 wordt geconcludeerd dat de nieuwe bekledingen in de boventafel moeten worden uitgevoerd in betonzuilen. De enige uitzondering hierop is de boventafel tussen dp 188 en dp 190 en de boventafel tussen dp 196 en dp 198+50m. Daar zijn als toe te passen bekledingstypes ook waterbouwasfaltbeton of ingegoten breuksteen mogelijk omdat bij herstel van de natuurwaarden het advies “geen voorkeur” geldt. Aangezien het hier twee relatief korte trajecten betreft, heeft het de voorkeur om ook hier op de boventafel de betonzuilen door te zetten, omdat zo minder verticale overgangen benodigd zijn. Tevens verdient het ecologisch de voorkeur om ook hier een goed doorgroeibaar toplaagtype te kiezen.

In de volgende paragraaf wordt bepaald of de bovengenoemde bekledingen technisch toepasbaar zijn.

#### 5.4 Technische toepasbaarheid

De technische toepasbaarheid van een bekleding met zetsteen moet worden aangetoond met het rekenprogramma ANAMOS, met inachtneming van het Technisch Rapport Steenzettingen [7], 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 toplaag’. Met het bezwijkmechanisme ‘Afschuiving’ wordt rekening gehouden door te werken met hellingen flauwer dan of gelijk aan 1:2,5. 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 gegeven in Hoofdstuk 6. Met het bezwijkmechanisme ‘Materiaaltransport’ wordt rekening gehouden bij het ontwerp van het geokunststof (Hoofdstuk 6).

Bij het ontwerp van de bekleding is rekening gehouden met de belastingduur. Door het sluiten van de Oosterscheldekering zijn de waterstanden in de Oosterschelde lager dan in de Westerschelde, maar is de belastingduur op bepaalde zones van het talud groter omdat de waterstanden tijdens de storm min of meer constant zijn [2].

#### 5.4.1 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. Er moet worden gezocht naar een optimalisatie tussen grondverzet, bekledingslengte, kosten en natuurwaarden. 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 taludhellingen en de teenniveaus van het dijkvak Borrendamme Polder Schouwen, Cauwersinlaag, Havenkanaal West zijn gegeven in Tabel 5.4.

Tabel 5.4 Nieuwe taludhelling, teenniveau en teenverschuiving

Dijkpaal	Talud helling oud [1: ]	Talud helling nieuw [1:]	Niveau teen oud [NAP + m]	Niveau teen nieuw [NAP + m]	Buitenwaartse teenverschuiving [m]	Habitat verlies [ha]
165	3,1	3,2	-1,54	-1,00	0	0
173	3,1	3,2	-1,03	-0,66	0	0
182	3,2	3,8	-1,43	-0,96	0	0
Buitenzijde Havenhoofd	3,3	3,4	-1,32	-0,84	0	0
Binnenzijde Havenhoofd	2,7	3,2	-1,00	-0,63	0	0
191	2,5	2,6	-0,95	-0,59	0	0
193	2,6	2,6	-1,11	-0,74	0	0
197	2,3	2,6	-1,63	-1,00	0	0

De nieuwe taludhelling in Tabel 5.4 is de gemiddelde taludhelling van de nieuwe gezette steenbekleding. Door het aanbrengen van tonrondte is de taludhelling op de ondertafel wat steiler en op de boventafel wat flauwer. Hiermee is rekening gehouden in het ontwerp door conform het Technisch Rapport Steenzettingen steeds te rekenen met de gemiddelde helling over een diepte van 1,5·Hs onder de beschouwde waterstand.

De gemiddeld laagwaterstand voor het gehele dijktraject ligt op NAP -1,30 m. Als praktische maat, ten behoeve van uitvoering van de werkzaamheden, is gekozen de nieuwe teenconstructie, dan wel de bovenzijde van de aan te brengen overlaging ter plaatse van de teen, niet lager aan te brengen dan een niveau van NAP -1,00 m.

Zoals weergegeven in Tabel 5.4 vindt er geen zeewaartse teenverschuiving plaats, wat inhoudt dat er geen vermindering van ecologisch waardevol gebied optreedt.

Tussen dp 161+10 m en dp 162 is een berm op NAP +4,60 m aanwezig. Tussen dp 162 en dp 163 ontbreekt een buitenberm. In de nieuwe situatie zal tussen dp 162 en

---

dp 163 de nieuwe bekleding dan ook worden aangebracht tot ontwerppeil +  $\frac{1}{2} H_s$ : tot NAP +4,86 m. Omdat het aanleggen van een onderhoudstrook tussen dp 161+10m en dp 162 wegens het ontbreken van een dijkovergang die toegang geeft tot de buitenberm op dit traject niet zinvol is, wordt tussen dp 161+10m en dp 162 de buitenberm bekleed met open steenasfalt, afgedekt met grond en ingezaaid met gras, conform het aangrenzende in 2008 reeds verbeterde traject.

Tussen dp 163 en dp 176+50 m ligt de buitenberm op NAP +4,60 m, tussen dp 176+50 m en dp 187+50 m ligt de buitenberm op NAP + 3,50 m. Ter plaatse van dp 176+50 m, bij de bestaande dijkovergang, wordt dit hoogteverschil overbrugd.

Op het Westelijk Havenhoofd wordt een nieuwe onderhoudstrook op de kruin aangebracht. Tussen het Westelijk Havenhoofd en dp 198+50 m, langs het havenkanaal, wordt de onderhoudstrook op de buitenberm op NAP +3,50 m aangebracht. In de huidige situatie ontbreekt echter een buitenberm tussen dp 187+50m en dp 192+50m en tussen dp 196 en dp 198+50m. Ten behoeve van de stabiliteit van het dijklichaam, alsmede voor de bereikbaarheid ten aanzien van beheer en onderhoud is door de beheerder gevraagd op deze trajecten binnen het bestaande profiel een buitenberm te realiseren op ontwerppeil: NAP +3,50 m. Zie hiervoor tevens het memo van de beheerder in Bijlage 2.5.

#### **5.4.2 Betonzuilen**

De stabiliteit van betonzuilen is berekend bij de maatgevende golfrandvoorwaarden en de representatieve taludhelling van het betreffende deelgebied. De berekening is opgenomen in Bijlage 3.2. Uitgezonderd de kop van het Westelijk Havenhoofd, waar de golfbelasting met een factor 1,3 dient te worden verhoogd, zijn betonzuilen op het gehele dijkvak op zowel ondertafel als boventafel toepasbaar. Indien betonzuilen worden toegepast wordt het optimale zuiltype bepaald in Hoofdstuk 6.

#### **5.4.3 Breuksteen**

Volgens het Detailadvies milieu kunnen de afgekeurde bekledingen in de ondertafel tussen dp 161+10m en dp 198+50m, worden overlaagd met breuksteen, gepenetreerd met asfalt, mits deze wordt afgestrooid met lavasteen. Tevens kan de bekleding op de kop van het Westelijk havenhoofd op zowel de boventafel als de ondertafel, worden overlaagd met breuksteen, ingegoten met gietasfalt en op de ondertafel afgestrooid met lavasteen.

Een ingegoten bekleding wordt standaard uitgevoerd met breuksteen van de sortering 10-60 kg, die in een laag met een minimale dikte van 0,40 m dient te worden aangebracht. Indien voor een randvoorwaardenvak geldt dat de significante golfhoogte bij ontwerppeil groter is dan 3,0 m, geldt een minimale dikte van 0,50 m. Deze ingegoten laag kan de golfklappen goed weerstaan. De minimale laag breuksteen moet over de volledige hoogte worden ingegoten zodat direct na het ingieten lavasteen van de sortering 60/150 mm over het oppervlak uitgestrooid kan worden. De lavasteen dient gedeeltelijk in het asfalt weg te zakken.

#### **5.4.4 Open steenasfalt**

Open steenasfalt kan op verzoek van de beheerder alleen worden toegepast boven ontwerppeil. Tussen dp 176+50m en de kop van het Westelijk Havenhoofd wordt het bovenbeloop tot een niveau van ontwerppeil +  $\frac{1}{2} H_s$  bekleed met open steenasfalt, om erosie ten gevolge van golfoploop op dit deel van het talud te voorkomen. De dikte van deze bekleding bedraagt 0,20 m. Tevens wordt open steenasfalt toegepast op de berm tussen dp 161+10m en dp 162. Ook hier bedraagt de laagdikte 0,20 m.

---

## 5.5 Deelgebieden

Op basis van de geometrie, technische toepasbaarheid, hydraulische en ecologische randvoorwaardenvakken is het dijkvak opgedeeld in 7 deelgebieden. De nummering van de dwarsprofielen komt overeen met het deelgebied waarop ze betrekking hebben. Zie voor een schematische weergave van de bestaande bekleding Figuur 3 in Bijlage 1. De deelgebieden zijn:

### Deelgebied I, dp 161+10m – dp 168:

Dit deelgebied sluit aan op het reeds in 2008 verbeterde dijkvak Kisters- of Suzanna's Inlaag, ter hoogte van het strandje Borrendamme. De nieuwe bekleding van dit aangrenzende vak bestaat uit een overlaging van breuksteen, geopenetreerd met gietasfalt. Deze bekleding is doorgezet achter het strandje langs, de aansluiting met het onderhavige dijkvak wordt ter plaatse van het strandje gerealiseerd, zodat de overgang in de nieuwe situatie wordt afgedekt met zand.

De bestaande bekledingen in deelgebied I, voornamelijk basalt met daarboven een asfaltbekleding, zijn gelegen op een onderlaag van klei. Dit kleipakket is over het algemeen vrij dik, ca. 2,0 m. Nabij dijkpaal 163, waar lokaal de minste klei is aangetroffen, is deze onderlaag evengoed nog 0,75m dik.

Representatief dwarsprofiel voor dit deelgebied is dp 165. De taludhelling is ca. 1:3,1 met een teenconstructie op NAP -1,54 m. De bestaande berm ligt op een hoogte van NAP +4,58m. Enkel ter plaatse van dp 163 geldt dat een buitenberm ontbreekt, het talud loopt hier door tot aan de kruin op NAP +7,66 m.

### Deelgebied II, dp 168 – dp 176+50m:

Deelgebied II betreft het deel van het traject waarachter zich de Cauwersinlaag bevindt. Ter plaatse van dp 170 bevindt zich een nol, een restant van eerder aanwezige doorlopende dijk.

De bestaande bekledingen in deelgebied II, met name basalt met daarboven afwisselend asfalt en Vilvoordse steen, zijn gelegen op een onderlaag van klei. De kleidiktes over dit traject variëren sterk en op verschillende plaatsen zijn zandlenzen aanwezig. Tevens is onder de kleilaag over grote delen veen aanwezig. Bij verschillende boringen zijn delen rijshout en overig houtachtig materiaal aangetroffen, welke duiden op herstelwerkzaamheden van dit traject ten aanzien van verschillende afschuivingen van het talud in het verleden. Van dit verstoorde beeld van de kleilaag is over de hele lengte van deelgebied II onder de ondertafel sprake. De kleilaag onder de boventafel is overal van voldoende dikte, minimaal 1,0 m.

Representatief dwarsprofiel voor dit deelgebied is dp 173. De taludhelling is ca. 1:3,1 met een teenconstructie op NAP -1,03 m. De bestaande berm ligt op een hoogte van NAP +4,66 m.

### Deelgebied III, dp 176+50m – dp 187+50m:

Deelgebied III ligt tussen de Cauwersinlaag en het Westelijk Havenhoofd, aan de westzijde van de Schouwse Inlagen en Karrevelden. De bestaande bekledingen in dit deelgebied, basalt met daarboven verschillende soorten natuursteen, zijn gelegen op een onderlaag van afwisselend klei en zand. Tevens is op verschillende locaties veen onder de klei- en zandlagen aanwezig. De minder gunstige kleilagen zijn ook voor dit deelgebied voornamelijk ter plaatse van de ondertafel aanwezig.



---

Representatief dwarsprofiel voor dit deelgebied is dp 182. De taludhelling is ca. 1:3,2 met een teenconstructie op NAP -1,43 m. De bestaande berm is smal en ligt op een hoogte van NAP +3,41 m. Kenmerkend voor dit deelgebied is de zware golfaanval, met een significante golfhoogte groter dan 3,0 m bij ontwerppeil.

Deelgebied IV, Westelijk Havenhoofd:

Deelgebied IV betreft het Westelijk Havenhoofd, gelegen aan de westzijde van de ingang van het havenkanaal van Zierikzee. De bekleding van het Westelijk Havenhoofd dient aan weerszijden verbeterd te worden. Aan de buitenzijde is een bekleding van basalt aanwezig, met daarboven Vilvoordse steen en Haringmanblokken. De ondergrond bestaat uit klei en mijnsteen. Aan de binnenzijde bestaat de bekleding uit gepenetreerde breuksteen met daarboven asfalt, hieronder is tevens een kleilaag aanwezig. De aanwezige muur met daarvoor zware stortsteen op de kop van het Havenhoofd, is goedgekeurd en kan gehandhaafd blijven. Aan weerszijden van de bestaande muur wordt een bekleding van gepenetreerde breuksteen rondom de rest van de kop van het Westelijk Havenhoofd toegepast.

De taludhelling aan de buitenzijde is ca. 1:3,4 met een teenconstructie op NAP -1,32 m. Aan de binnenzijde ligt de teen op NAP -1,00 m en bedraagt de gemiddelde taludhelling 1:3,1. Een berm is aan weerszijden niet aanwezig, de kruin van het Westelijk Havenhoofd ligt op NAP +5,85 m. Voor de buitenzijde van het Havenhoofd geldt ook hier dat sprake is van een zware golfaanval, met een significante golfhoogte groter dan 3,0 m bij ontwerppeil.

Deelgebied V, dp 187+50 m – dp 191+50m:

Dit deelgebied ligt aan de westzijde van het havenkanaal. De golfaanval op dit traject is redelijk hoog, gezien dit deel van het havenkanaal het minst beschermd ligt. In de huidige situatie is een bekleding van zeskante betonblokken aanwezig, die direct op de onderliggende kleilaag zijn aangebracht. Deze kleilaag heeft een laagdikte van ca. 1,0 m.

Representatief dwarsprofiel voor dit deelgebied is dp 191. De taludhelling is ca. 1:2,5 met een teenconstructie op NAP -0,95 m. Op dit deelgebied is in de huidige situatie geen buitenberm aanwezig, het talud loopt door tot aan de kruin op NAP +5,3 m. Aan de binnenzijde is binnen het profiel wel een binnenberm aanwezig.

Deelgebied VI, dp 191+50m – dp 196:

Deelgebied VI betreft het deel van het westelijke talud langs het havenkanaal, waar het kanaal plaatselijk breder is. Deze verbreding, ooit ontstaan na bezwijken van het dijklichaam tijdens stormvloed, is in gebruik als zwaairom voor de scheepvaart. De bekleding van het talud op dit deelgebied bestaat uit zeskante betonblokken, afgewisseld met gezette basaltzuilen ter plaatse van de bochten in het dijktraject. Onder de bekleding is een aanzienlijke kleilaag aanwezig met een laagdikte van meer dan 2,0 m.

Representatief dwarsprofiel voor dit deelgebied is dp 193. De taludhelling is ca. 1:2,6 met een teenconstructie op NAP -1,11 m. Op dit deelgebied is in de huidige situatie een brede buitenberm aanwezig op een niveau van NAP +2,8 m. De kruin ligt op dit deelgebied op NAP +5,1 m.

Deelgebied VII, dp 196 – dp 198+50m:

Dit deelgebied betreft het traject tussen de zwaairom in het havenkanaal tot dp 198+50m, waar de reeds verbeterde bekleding van betonzuilen begint. Onder de bekleding van diaboolblokken zijn grondlagen van verschillende

---

grondsoorten aanwezig. Naast klei bevinden zich hier ook zand- en veenlagen. Op het taluddeel boven de bestaande bekleding is de dijk bedekt met klei, met een geringe laagdikte van ca. 0,7 m.

Representatief dwarsprofiel voor dit deelgebied is dp 197. De taludhelling is ca. 1:2,4 met een teenconstructie op NAP -1,63 m. Op dit deelgebied is in de huidige situatie geen buitenberm aanwezig, het talud loopt door tot aan de kruin op NAP +4,9 m. Aan de binnenzijde is binnen het profiel wel een binnenberm aanwezig.

Op de kop van het Westelijk Havenhoofd is er slechts één oplossing mogelijk voor de nieuwe bekleding. Rondom de te handhaven bestaande muur met daarvoor zware stortsteen, wordt als nieuwe bekleding een overlaging van breuksteen, gepenetreerd met gietasfalt, toegepast. Op de ondertafel wordt de overlaging afgestrooid met lavasteen. Betonzuilen zijn hier niet toepasbaar vanwege de krommingen in het profiel en omdat het de kop van een havendam betreft.

## 5.6 Keuze voor bekleding

In deze ontwerpnota wordt onderscheid gemaakt tussen bekledingsalternatieven en varianten. Met een bekledingsalternatief wordt bedoeld een type bekleding dat op een deelgebied van een dijkvak kan worden toegepast. Een variant is een combinatie van alternatieven voor de verschillende deelgebieden van het gehele dijkvak.

### 5.6.1 Bekledingsalternatieven

In Tabel 5.5 zijn op basis van het Detailadvies en de technische toepasbaarheid twee alternatieven gegeven voor de nieuwe bekledingen voor de deelgebieden van het onderhavige dijkvak.

Bij Alternatief 1 wordt de bekleding in de ondertafel en boventafel vervangen door nieuwe betonzuilen. Bij Alternatief 2 wordt de ondertafel overlaagd met breuksteen, die volledig wordt ingegoten met asfalt en wordt afgestrooid met lavasteen. In de boventafel worden hier betonzuilen toegepast.

Tabel 5.5 *Bekledingsalternatieven (zie tabel 0.1)*

Alternatief	Ondertafel	Boventafel
1	nieuw te leveren betonzuilen	nieuw te leveren betonzuilen
2	overlagen met gepenetreerde breuksteen, afgestrooid met lavasteen	nieuw te leveren betonzuilen

### 5.6.2 Afweging en keuze

Op basis van bovenstaande bekledingsalternatieven per deelgebied zijn 3 varianten opgesteld voor het onderhavige dijkvak. Variant 1 is weergegeven in Tabel 5.6, Variant 2 is weergegeven in Tabel 5.7 en in Tabel 5.8 is Variant 3 opgenomen. Vooraanzichten van de varianten zijn gegeven in de Figuren 5, 6 en 7 in Bijlage 1.

Tabel 5.6 Variant 1

Deelgeb.	Locatie		Bekleding	Ondergrens [NAP +m]	Bovengrens [NAP +m]
	Van [dp]	Tot [dp]			
I	161+10m	168	Betonzuilen	-1,00	4,60
II	168	176+50m	Betonzuilen	-1,00	4,60
III	176+50m	187+50m	Betonzuilen	-1,00	3,50
IV	Buitenzijde Havenhoofd Kop Havenhoofd		Betonzuilen	-1,00	6,15
			Breksteen gepenetreerd met asfalt en afgestrooid met lavasteen	-0,50	1,45
	Binnenzijde Havenhoofd	Breksteen gepenetreerd met asfalt	1,45	6,15	
	Binnenzijde Havenhoofd		Betonzuilen	-1,00	6,15
V	187+50m	191+50m	Betonzuilen	-1,00	3,50
VI	191+50m	196	Betonzuilen	-1,00	3,50
VII	196	198+50m	Betonzuilen	-1,00	3,50

Tabel 5.7 Variant 2

Deelgeb.	Locatie		Bekleding	Ondergrens [NAP +m]	Bovengrens [NAP +m]
	Van [dp]	Tot [dp]			
I	161+10m	168	Breksteen gepenetreerd met asfalt en afgestrooid met lavasteen	-0,63	1,45
			Betonzuilen	1,45	4,60
II	168	176+50m	Breksteen gepenetreerd met asfalt en afgestrooid met lavasteen	-0,66	1,45
			Betonzuilen	1,45	4,60
III	176+50m	187+50m	Breksteen gepenetreerd met asfalt en afgestrooid met lavasteen	-0,96	1,45
			Betonzuilen	1,45	3,50
IV	Buitenzijde Havenhoofd		Breksteen gepenetreerd met asfalt en afgestrooid met lavasteen	-0,84	1,45
			Betonzuilen	1,45	6,15
	Kop Havenhoofd		Breksteen gepenetreerd met asfalt en afgestrooid met lavasteen	-0,50	1,45
			Breksteen gepenetreerd met asfalt	1,45	6,15
Binnenzijde Havenhoofd		Breksteen gepenetreerd met asfalt en afgestrooid met lavasteen	-0,63	1,45	
		Betonzuilen	1,45	6,15	
V	187+50m	191+50m	Breksteen gepenetreerd met asfalt en afgestrooid met lavasteen	-0,59	1,45
			Betonzuilen	1,45	3,50
VI	191+50m	196	Breksteen gepenetreerd met asfalt en afgestrooid met lavasteen	-0,74	1,45
			Betonzuilen	1,45	3,50
VII	196	198+50m	Breksteen gepenetreerd met asfalt en afgestrooid met lavasteen	-1,00	1,45
			Betonzuilen	1,45	3,50

Tabel 5.8 Variant 3

Deelgeb.	Locatie		Bekleding	Ondergrens [NAP +m]	Bovengrens [NAP +m]
	Van [dp]	Tot [dp]			
I	161+10m	168	Betonzuilen	-1,00	4,60
II	168	176+50m	Breuksteen gepenetreerd met asfalt en afgestrooid met lavasteen	-0,66	1,45
			Betonzuilen	1,45	4,60
III	176+50m	187+50m	Breuksteen gepenetreerd met asfalt en afgestrooid met lavasteen	-0,96	1,45
			Betonzuilen	1,45	3,50
IV	Buitenzijde Havenhoofd		Breuksteen gepenetreerd met asfalt en afgestrooid met lavasteen	-0,84	1,45
			Betonzuilen	1,45	6,15
	Kop Havenhoofd		Breuksteen gepenetreerd met asfalt en afgestrooid met lavasteen	-0,50	1,45
			Breuksteen gepenetreerd met asfalt	1,45	6,15
Binnenzijde Havenhoofd		Breuksteen gepenetreerd met asfalt en afgestrooid met lavasteen	-0,63	1,45	
		Betonzuilen	1,45	6,15	
V	187+50m	191+50m	Breuksteen gepenetreerd met asfalt en afgestrooid met lavasteen	-0,59	1,45
			Betonzuilen	1,45	3,50
VI	191+50m	196	Breuksteen gepenetreerd met asfalt en afgestrooid met lavasteen	-0,74	1,45
			Betonzuilen	1,45	3,50
VII	196	198+50m	Breuksteen gepenetreerd met asfalt en afgestrooid met lavasteen	-1,00	1,45
			Betonzuilen	1,45	3,50

De varianten zijn op de volgende aspecten tegen elkaar afgewogen:

- Constructie-eigenschappen;
- Uitvoering;
- Hergebruik;
- Onderhoud;
- Landschap;
- Natuur;
- Kosten.

De aspecten constructie-eigenschappen, uitvoering, hergebruik en onderhoud zijn in de meeste gevallen afhankelijk van de gekozen bekledingsmaterialen. Een beschrijving van deze aspecten en de verhoudingen tussen de verschillende bekledingstypen is opgenomen in de Handleiding Ontwerpen [2]. De aspecten landschap, natuur en kosten worden nader toegelicht. Het keuzemodel en de invoermodule van het keuzemodel zijn opgenomen in Bijlage 3.1.

---

## Landschap

Bij Variant 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. Voor Variant 2 en voor het grootste deel van het traject van Variant 3, geldt dat door het toepassen van een overlaging van breuksteen gepenetreerd met asfalt direct een donkere ondertafel wordt gecreëerd.

Alle varianten gaan uit van betonzuilen op de boventafel. Hierop is begroeiing goed mogelijk. Voor de ondertafel geldt dat zowel betonzuilen als gepenetreerde breuksteen, afgestrooid met lavasteen, geschikt zijn voor de vestiging van wieren.

Op het traject tussen dp 161+10m en het Westelijk Havenhoofd sluiten Variant 2 en 3 beiden aan op het landschapsadvies om de ondertafel te overlagen met breuksteen, ingegoten met gietasfalt en daarboven zuilen toe te passen. Het toepassen van zuilen op de ondertafel tussen dp 161+10m en dp 168 bij Variant 3 is volgens het landschapsadvies tevens acceptabel.

De bekleding aan de buitenzijde van het Westelijk Havenhoofd is in alle varianten gelijk aan de bekleding die direct aan de noordzijde hierop aansluit, dit is in overeenstemming met het landschapsadvies.

Op het traject langs het havenkanaal, tussen het Westelijk Havenhoofd en dp 198+50m, sluit Variant 1 aan op het landschapsadvies, door op zowel de ondertafel als de boventafel zuilen toe te passen. Bij Variant 2 en 3 wordt de ondertafel op dit traject overlaagd en worden daarboven betonzuilen toegepast. Dit is landschappelijk tevens acceptabel, mede aangezien de kreukelberm op het reeds verbeterde aangrenzende traject tussen dp 198+50m en dp 207 tot een hoog niveau is aangebracht, en er zo evenwel een eenduidig beeld langs de gehele westzijde van het havenkanaal ontstaat.

## Natuur

Bij alle varianten is een verbetering van de huidige natuurwaarden mogelijk.

Het dijkvak grenst aan de speciale beschermingszone 'Oosterschelde', die is aangewezen c.q. aangemeld als Habitatrichtlijngebied, Vogelrichtlijngebied en Beschermd Natuurmonument, met de buitenteen van de dijk als begrenzing. Tevens behoren delen van het gebied aan de binnenzijde van de dijk tot hierboven genoemde beschermingszone. Langs het dijkvak komen (plaatselijk) habitattypen voor die het gebied kwalificeren als Habitatrichtlijngebied. Het verschuiven van de teen van de dijk in zeewaartse richting zou verlies van kwalificerend habitat tot gevolg hebben. Conform de EU-habitatrichtlijn en de Nb-wet moet bepaald worden of dit 'significante gevolgen' heeft voor de beschermingszone en, als daar een kans op is, dan moet er een alternatievenafweging plaatsvinden.

Indien er varianten mogelijk zijn zonder significante gevolgen, dan is de initiatiefnemer conform de richtlijn gedwongen één van deze varianten uit te voeren. Voor alle Varianten is geen teenverschuiving noodzakelijk en worden daarom geen significante effecten op de kwalificerende habitattypen verwacht.

Ecologische voorkeur is het toepassen van een doorgroeibare bekleding. Vanwege de technische mogelijkheid en de landschappelijke voorkeur voor het toepassen van betonzuilen op de ondertafel op het traject tussen dp 161+10m en dp 168, heeft dit ten aanzien van ecologie tevens de voorkeur boven het toepassen van een overlaging van met gietasfalt gepenetreerde breuksteen, afgestrooid met lavasteen. Door

---

toepassing van betonzuilen hebben wieren een optimale vestigingskans, terwijl de holten tussen de zuilen schuilplaatsen bieden aan diverse dieren.

Voor wat de soortengroep 'vogels' gelden een aantal overwegingen:

- Met name aan de binnenzijde van de dijk bevinden zich broedterritoria van verschillende broedvogelsoorten. Het betreft zowel weide- als kustbroedvogels. Invloed op deze soorten ten gevolge van de verbetering van de steenbekleding zal met name tijdens de werkzaamheden in de uitvoeringsperiode plaatsvinden. Naast deze tijdelijke verstoring zijn geen permanente gevolgen te verwachten.
- Omdat het voorland uit water bestaat en er geen slik droogvalt, zijn geen foeragerende steltlopers buitendijks aanwezig. Ook bevat het gebied geen belangrijke buitendijkse hoogwatervluchtplaatsen.

Bovenstaande overwegingen leiden tot een voorkeur voor Variant 1 ten aanzien van natuurwaarden.

### Kosten

De kostenverschillen tussen Variant 1 en de Varianten 2 en 3 zijn, naar verwachting, significant. Het toepassen van betonzuilen op het gehele talud als in Variant 1, heeft ook als gevolg dat op grote delen van de ondertafel een grondverbetering wordt uitgevoerd. Terwijl vanwege het overlagen van de ondertafel in Variant 2 deze grondverbeteringen niet benodigd zijn, wat voor een reductie op de kosten zorgt. De kosten voor Variant 3 zijn door toepassing van betonzuilen op de ondertafel tussen dp 161+10 m en dp 168 enigszins hoger dan Variant 2. Het kostenverschil is echter klein: door de aanwezige kleilaag onder de ondertafel zijn op dit traject geen kostbare grondverbeteringen nodig.

In Tabel 5.9 is de afweging samengevat. Hieruit blijkt dat voor Variant 1 de totaalscore het hoogst is. Na afwegen van de scores ten opzichte van de bijbehorende kosten heeft Variant 3 de hoogste eindscore.

Tabel 5.9 Samenvatting keuzemodel

Variant	Totaalscore	Kosten	Score/kosten
1	76,7	1,17	65,57
2	68,0	1,00	68,01
3	69,4	1,02	68,34

Gelet op bovengenoemde is Variant 3 de voorkeursvariant die in Hoofdstuk 6 verder wordt uitgewerkt.

### 5.7 Onderhoudsstrook

Op de stormvloedberm wordt een nieuwe onderhoudsstrook aangelegd. De toplaag hiervan wordt uitgevoerd in dichtasfaltbeton.

Ter plaatse van dp 161+10 m is momenteel een fietspad op de kruin aanwezig. Vanwege het ontbreken van een buitenberm tussen dp 162 en dp 163 zal in de nieuwe situatie het pad tussen dp 161+10 m en dp 163 op de kruin gehandhaafd blijven en zullen fietsers vanaf dp 163 van de kruin naar de nieuwe onderhoudsstrook op de buitenberm worden geleid.

De onderhoudsstrook van het gehele dijkvak wordt opengesteld voor fietsers.

---

## 5.8 Bekleding tussen ontwerppeil en berm

De berm ligt tussen dp 161+10 m en dp 162, en tussen dp 163 en dp 176+50 m boven het ontwerppeil, maar lager dan ontwerppeil +  $\frac{1}{2} H_s$  + 0,5m. De steenbekleding van de boventafel wordt daarom op deze trajecten doorgezet tot aan het niveau van de buitenberm.

## 5.9 Bekleding boven berm

Tussen dp 176+50m en de kop van het Westelijk Havenhoofd geldt een significante golfhoogte  $H_s$  groter dan 3,0m bij een waterstand op ontwerppeil. Op dit traject wordt het bovenbeloop tot een niveau van ontwerppeil +  $\frac{1}{2} H_s$  bekleed met open steenasfalt, om erosie ten gevolge van golfoploop op dit deel van het talud te voorkomen. De dikte van deze bekleding bedraagt 0,20 m.

## 5.10 Golfoploop

De golfoploop van de voorkeursvariant, tijdens ontwerpcondities, is vergeleken met de golfoploop in de oude situatie. In Tabel 5.10 is voor een aantal dwarsprofielen het effect van het gewijzigde talud en de gewijzigde berm op de golfoploop gegeven. De berekening van de golfoploop is opgenomen in Bijlage 3.4. Hieruit wordt geconcludeerd dat enkel bij dwarsprofiel 6 de golfoploop toeneemt, bij de overige profielen neemt de golfoploop af. De toename is zeer gering, veel minder dan 10%, en is daarmee als acceptabel beoordeeld. Oorzaak voor de toename is het plaatselijk steiler worden van het talud. Daar waar een buitenberm wordt aangebracht waar deze in de huidige situatie ontbreekt, is per definitie een verbetering van de situatie ten aanzien van golfoploop.

Tabel 5.10 Effect op golfoploop

Dwarsprofiel (Dijkpaal)	Vergrotingsfactor golfoploop
1 (dp 165)	0,97
2 (dp 173)	0,93
3 (dp 182)	0,90
5 (dp 191)	0,69
6 (dp 193)	1,01
7 (dp 197)	0,49

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



---

## 6 Dimensionering

---

In dit hoofdstuk wordt de voorkeursvariant van het ontwerp, die is weergegeven in Tabel 5.8 en Figuur 7 van Bijlage 1, nader uitgewerkt. De bijbehorende dwarsprofielen zijn weergegeven in Figuur 8 t/m Figuur 14 in Bijlage 1.

De dimensionering wordt beschreven per constructieonderdeel, van de kreukelberm tot het bovenbeloop. Voor achtergrondinformatie wordt verwezen naar de Handleiding Ontwerpen [2] en een aantal memo's [18][19][20].

### 6.1 Kreukelberm en teenconstructie

In het algemeen bestaat de kreukelberm uit breuksteen, die wordt aangebracht op een geokunststof. 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.

Aangezien voor het grootste deel van de huidige dijk geen goede kreukelberm aanwezig is, moet een nieuwe kreukelberm worden aangebracht. Voor het niveau van de bovenzijde van de nieuwe kreukelberm is uitgegaan van de nieuwe teenhoogte: de teenconstructie of de bovenzijde van de overlaging in geval van overlagen van de ondertafel. In sommige gevallen is echter de bovenzijde van de nieuwe kreukelberm op een hoger niveau aangehouden, dit om te voorkomen dat de onderzijde op een dusdanig laag niveau komt te liggen wat de uitvoerbaarheid zou bemoeilijken. Dit houdt in dat de bovenzijde van de kreukelberm langs het gehele traject op ca. NAP -0,9 m à NAP 0,0 m komt te liggen. Tussen dp 161+10m en dp 170 is de bestaande kreukelberm goed gekeurd, als echter geen reducerende werking op de golfbrandvoorwaarden voor randvoorwaardenvak 160 ten gevolge van de aanwezige nol wordt toegekend, blijkt dat de bestaande kreukelberm tussen dp 168 en dp 170 evenwel verbeterd dient te worden. Tussen dp 161+10m en dp 168 kan gebruik gemaakt worden van de aanwezige breuksteen door deze opnieuw te profileren tot de ontworpen afmetingen. Bij voldoende stabiliteit van de ondergrond kan in deze gevallen het geotextiel onder de kreukelberm achterwege blijven. Ook op het overige deel van het traject is het aanbrengen van een geotextiel niet noodzakelijk, indien de nieuwe kreukelberm wordt aangebracht op de bestaande (uitgevlakte) kreukelberm.

In Bijlage 3.3 is een berekening opgenomen. In Tabel 6.1 zijn de steensorteringen voor de verschillende randvoorwaardenvakken weergegeven. De nieuwe kreukelberm heeft een breedte van 5 m. In deelgebied VII is echter te weinig ruimte aan de buitenzijde en zal de kreukelberm worden aangelegd met een breedte van 3,0 m en een laagdikte van 1,0 m. Bij een steensortering van 300-1.000 kg heeft de kreukelberm een breedte van 6 m en dient eerst een laag fijnere steen aangebracht te worden om beschadiging van het geotextiel en het wegzakken van grove steen in het voorland te voorkomen. Hiervoor wordt een sortering gebruikt van 5-40 kg, 10-60 kg of fijne steen die vrijkomt in het werk. Ook is het mogelijk de bestaande kreukelberm, indien aanwezig, te herprofilen en als onderlaag te gebruiken. De laagdikten van de verschillende kreukelbermen bedragen 0,5 m á 1,3 m, afhankelijk van de benodigde sortering.

Tabel 6.1 Nieuwe kreukelberm

RVW vak	Deel gebied	Locatie		Hoogte t.o.v. NAP [m]	Sortering [kg]	Laag-dikte [m]	Gep.
		Van [dp]	Tot [dp]				
161	I	161+10m	168	-0,87	40-200	0,7	Nee
160	II	168	170	0,00	60-300	0,8	Nee
159b	II	170	172	-0,55	60-300	0,8	Nee
159a	II	172	176+50m	-0,66	40-200	0,7	Nee
158	III	176+50m	187+50m	-0,12	300-1000	1,3	Nee
9	IV	Buitenzijde Havenhoofd		-0,02	300-1000	1,3	Nee
8	IV	Binnenzijde Havenhoofd (kop)		-0,05	300-1000	1,3	Nee
7	IV	Binnenzijde Havenhoofd (midden)		-0,13	300-1000	1,3	Nee
6	IV	Binnenzijde Havenhoofd (aanzet)		-0,28	40-200	0,7	Nee
5	V	187+50m	191+50m	-0,59	40-200	0,7	Nee
4	VI	191+50m	196	-0,74	10-60	0,5	Nee
3	VII	196	198+50m	-0,63	10-60	1,0	Nee

Het geokunststof onder de kreukelberm is een polypropeen weefsel, waarop een vlies is gestikt voor extra bescherming tijdens het storten van de steen. Hetzelfde weefsel wordt toegepast onder de geasfalteerde onderhoudsstrook. De bestekseisen voor dit weefsel zijn vermeld in Tabel 6.2.

Tabel 6.2 Eisen geokunststof weefsel

Eigenschap	Waarde
Treksterkte	≥ 50 kN/m (ketting en inslag)
Rek bij breuk	≤ 20 % (ketting en inslag)
Doorstromingsweerstand	VIH50-index ≥ 15 mm/s
Poriegrootte O90	≤ 350 µm
Levensduurverwachting	type B (NEN 5132)
Overlap	Banen geotextiel leggen met een overlap van ten minste 0,50 m

Tussen dp 161+10m en dp 168 wordt een nieuwe teenconstructie geplaatst. De bovenkant van deze nieuwe teenconstructie ligt op NAP -1,0 m.

De 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 m<sup>2</sup>). De palen moeten van FSC-hout zijn, dat voldoet aan Duurzaamheidsklasse 1, en het teenschot mag niet dikker zijn dan 2 cm. Boven het teenschot wordt een afgeschuinde betonband aangebracht.

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.

## 6.2 Zetsteenbekleding

In Hoofdstuk 5 is vastgesteld welke bekledingstypen zullen worden aangebracht. De zetsteenbekleding moet voldoen aan de eisen ten aanzien van top laagstabiliteit, afschuiving en materiaaltransport. De eisen ten aanzien van top laagstabiliteit bepalen de dimensionering van de top laag en de uitvullaag. Voor afschuiving is 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.

Bij de dimensionering van de diverse constructie-onderdelen is er een bepaalde onzekerheid over de grootte van de belasting en de sterkte van de gerealiseerde constructie. De belasting kan groter zijn dan verwacht en de sterkte kan kleiner zijn dan verwacht. Dit komt doordat de gebruikte rekenmodellen geen exacte weergave van de werkelijkheid zijn en doordat de invoerparameters onderhevig zijn aan een bepaalde spreiding.

Om deze onzekerheid van uitvoeringstoleranties af te dekken is bij de dimensionering van de gezette steenbekleding in de berekening per parameter uitgegaan van de verwachtingswaarde zonder veiligheidsmarge, waarna een overall veiligheidsfactor van 1,2 wordt toegepast op de steendikte. Deze factor is gebaseerd op een interne studie in 2009 [18][19] en een aanvullend advies van Deltares.

### **6.2.1 Toplaag van betonzuilen**

In paragraaf 5.4.2 is vastgesteld dat betonzuilen technisch toepasbaar zijn langs het gehele dijkvak, met uitzondering van de kop van het Westelijk Havenhoofd. Voor die delen waar betonzuilen worden aangebracht (zie paragraaf 5.6) zijn de dimensies nader bepaald. 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/m<sup>3</sup>. 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.

De toplaagdikten zijn gedimensioneerd met Steentoets2010. Daarbij is het hele bekledingsprofiel ingevoerd, incl. een eventueel gehandhaafde ondertafel of overlaging. Deze berekening heeft uitgewezen dat de genoemde typen betonzuilen stabiel zijn en dat er ook volgens Steentoets2010 een veiligheidsfactor van 1,2 aanwezig is. De resultaten zijn vermeld in Tabel 6.3.

Tabel 6.3 Mogelijke typen betonzuilen

RVW vak	Deel gebied	Type Betonzuil [cm] / [kg/m <sup>3</sup> ] ondertafel	Type Betonzuil [cm] / [kg/m <sup>3</sup> ] onderste deel boventafel	Type Betonzuil [cm] / [kg/m <sup>3</sup> ] bovenste deel boventafel	Niveau overgang typen betonzuil (NAP)
161	I	50/2300 45/2400 40/2500	50/2300 45/2400 40/2600	50/2300 45/2400 40/2600	1,45 / 2,90
160	II	-	50/2300 45/2400	30/2300	3,50
159b	II	-	50/2300 45/2500	30/2300	3,50
159a	II	-	50/2300 45/2500	30/2300	3,50
158	III	-	50/2600 45/2800	50/2500 45/2700	2,89
9	IV buiten <sup>2</sup>	-	50/2500 45/2800	30/2300	3,65
8	IV kop	-	-	-	-
7	IV binnen <sup>1,2</sup>	-	45/2300 40/2400	30/2300	3,50
6	IV binnen <sup>1,2</sup>	-	40/2300 35/2400	30/2300	4,40
5	V <sup>3</sup>	-	50/2300 45/2500	50/2500 45/2600 40/2800	2,87
4	VI <sup>3</sup>	-	35/2300 30/2600	35/2300 30/2600	2,87
3	VII <sup>3</sup>	-	30/2300	30/2300	-

<sup>1</sup> Voor de bepaling van de benodigde zuiltypen aan de binnenzijde van het Westelijk Havenhoofd is gerekend met de hydraulische randvoorwaarden uit het aanvullend Detailadvies [12]. De maatgevende sets randvoorwaarden betreffen strijkgolven: de golfrichting is evenwijdig aan de randvoorwaardenvakken 6 en 7. Op basis van het Detailadvies is gekozen om voor de dimensionering van deze randvoorwaardenvakken uit te gaan van een golfinvalshoek van 45 graden ten opzichte van de normaal van de dijk (havendam).

<sup>2</sup> De benodigde zuiltypen aan weerszijden van het Westelijk Havenhoofd zijn bepaald op basis van directe golfaanval op zowel buitenzijde als binnenzijde. Er wordt vanuit gegaan dat bij golfoverslag de bekleding aan de onbelaste zijde op deze manier altijd voldoet.

<sup>3</sup> Vanwege een nieuwe taludhelling steiler dan 1:3,0 bij de deelgebieden V, VI en VII zijn aangepaste golfcondities voor betonzuilen voor de randvoorwaardenvakken 3 t/m 5 uit het aanvullend Detailadvies [12] toegepast.

Rekening houdend met beheer, is het ongewenst dat zuilen met dezelfde hoogte en verschillende dichtheden in één profiel (onder elkaar) worden toegepast. Deze zuilen kunnen naast elkaar worden toegepast, indien dit betekent dat de dikte van de uitvullaag niet hoeft te worden gewijzigd (gelijke constructiehoogte). Het aantal typen zuilen per dijkvak wordt zoveel mogelijk beperkt gehouden. Vanuit het oogpunt van beheer en onderhoud is het bovendien niet gewenst om zuilen kleiner dan 0,30 m toe te passen, omdat bij deze zuilen het inwas- en filtermateriaal gemakkelijk kunnen uitspoelen. De uiteindelijk gekozen zuiltypen zijn vermeld in Tabel 6.4.

Tabel 6.4 Gekozen typen betonzuilen

RVW vak	Deel gebied	Type betonzuil [cm] / [kg/m <sup>3</sup> ]			Niveau overgang typen betonzuil [+ m NAP]
		Ondertafel	Onderste deel boventafel	Bovenste deel boventafel	
161	I	45/2400	45/2400	45/2400	-
160	II	-	45/2400	35/2300	3,50
159b	II	-	45/2600	35/2300	3,50
159a	II	-	45/2600	35/2300	3,50
158	III	-	45/2800	45/2800	-
9	IV buiten	-	45/2800	35/2300	3,65
8	IV	-	-	-	-
7	IV binnen	-	40/2400	35/2300	4,40
6	IV binnen	-	40/2400	35/2300	4,40
5	V	-	45/2600	45/2600	-
4	VI	-	35/2300	35/2300	-
3	VII	-	35/2300	35/2300	-

De toplaag van de betonzuilen zal worden ingewassen met maximaal 85 kg/m<sup>2</sup> (bij zuilen van 0,50m) gebroken materiaal. De standaard sortering van dit inwasmateriaal is 4/32 mm. Meer informatie over de uitgevoerde stabiliteitsberekeningen is opgenomen in Bijlage 3.2.

### 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 14/32 mm. In de ontwerpberekeningen wordt uitgegaan van een bijbehorende D15 van 17 mm.

De kleinste laagdikte, waarin steenslag van bovengenoemde sorteringen kan worden aangebracht, is 0,10m. Deze waarde voor de dikte wordt gebruikt in ontwerpberekening en ook voorgeschreven in het bestek.

### 6.2.3 Geokunststof

Onder de gezette bekleding dient een vlies van geokunststof aangebracht te worden. De belangrijkste functie van dit vlies is het voorkomen van uitspoeling van materiaal uit de onderlaag door de toplaag heen. Maatgevend hiervoor is de openingsgrootte  $O_{90}$ . Gelijk aan de eerder uitgevoerde dijkvakken van 1997-2010 wordt gekozen voor een polypropeen vlies met een gegarandeerde maximum openingsgrootte ( $O_{90}$ ) van 100  $\mu\text{m}$ , omdat een nog grotere grond dichtheid niet goed te testen is en niet standaard leverbaar is. Bovendien is met proeven aangetoond dat de werkelijke openingsgrootte van het gekozen materiaal kleiner is dan 64  $\mu\text{m}$ . Het vlies moet voldoen aan de eisen uit Tabel 6.5.

Tabel 6.5 Eisen vlies

Eigenschap	Waarde
Treksterkte	≥ 20 kN/m
Rek bij breuk	≤ 60 %
Duurzaamheid conform NEN EN ISO 13438	Reststerkte rf 70%
Overlap	Banen geotextiel leggen met een overlap van ten minste 0,50 m
Poriegrootte O <sub>90</sub>	≤ 100 µm

De levensduur van het vlies moet minimaal 50 jaar bedragen. Om dit aan te tonen schrijft het bestek een verouderingsonderzoek voor en stelt eisen aan de resultaten hiervan.

Aan de onderzijde van de gezette bekleding wordt het vlies opgevouwen tegen het teenschot waarna de betonband er tegenaan wordt gezet. Op de glooiing moet de overlapping tussen verschillende banen van het vlies minimaal 0,5 m breed zijn. Aan de bovenzijde wordt het vlies doorgetrokken tot onder de onderhoudsstrook op de berm, waarna het weefsel van de onderhoudsstrook er overheen gelegd wordt met een overlapping van minimaal 1 m. Als er geen onderhoudsstrook aangelegd wordt kan het geokunststof aan de bovenzijde van de steenzetting opgesloten worden door het om te vouwen en er een betonband tegenaan te zetten als afwerking van de bekledingsconstructie.

#### 6.2.4 Waterremmende onderlaag

De totale dikte van het pakket, bestaande uit de toplaag, de uitvullaag en de onderliggende waterremmende onderlaag, 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].

De laagdikte van de bestaande waterremmende onderlaag, vaak klei of mijnsteen, moet in de praktijk groter zijn dan 60 cm (afhankelijk van beheerdersoordeel). In Steentoets wordt bepaald hoe dik de waterremmende laag moet zijn. Als de aanwezige dikte onvoldoende is wordt een nieuwe waterremmende onderlaag met berekende dikte aangebracht met een minimum van 0,80 m. Deze kan bestaan uit klei, mijnsteen, hydraulische fosforslakken en/of hydraulisch steenpuin.

In Tabel 6.6 zijn de minimale laagdiktes voor de waterremmende onderlaag gegeven evenals de aanwezige laagdiktes.

Tabel 6.6 Minimale diktes kleilaag

Deelgeb.	Locatie		Minimale dikte onderlaag [m]	Aanwezige dikte onderlaag [m]	Tekort [m]
	Van [dp]	Tot [dp]			
I	161+10m	168	0,60	1,95	-
II	168	176+50m	0,60	2,00	-
III	176+50m	187+50m	0,60	0,90	-
IV	Buitenzijde Havenhoofd		0,60	1,95	-
	Binnenzijde Havenhoofd		0,60	1,35	-
V	187+50m	191+50m	0,60	1,05	-
VI	191+50m	196	0,60	1,25	-
VII	196	198+50m	0,60	0,30	0,30

---

De aanwezige waterremmende onderlaag heeft op het grootste deel van het traject een voldoende grote laagdikte. Onder de zuilen zal de bestaande waterremmende onderlaag in bijna alle gevallen worden aangevuld en geprofileerd, alvorens de uitvullaag en de toplaag aangebracht worden. Aangezien de waterremmende onderlaag in de huidige situatie in deelgebied VII niet overal voldoende dik is, dient hier de bestaande ondergrond te worden ontgraven en wordt een waterremmende onderlaag met een laagdikte van 0,80 m aangebracht.

In Bijlage 3.2 is te zien dat in Steentoets wordt aangegeven dat voor de stabiliteit van de profielen behorend bij deelgebied V en deelgebied VII de score 'geavanceerd' wordt toegekend. Oorzaak hiervoor is niet een tekort aan laagdikte van de waterremmende onderlaag, maar vindt zijn oorsprong in de steile taluds waarop de overlaging van de ondertafel wordt aangebracht. Met de beheerder is afgestemd dat voorgesteld ontwerp een passende oplossing voor betreffende trajecten is ten aanzien van de stabiliteit.

### 6.3 Ingegoten breuksteen

De overlagingen worden uitgevoerd met breuksteen van 10-60 kg, die met een minimale laagdikte van 0,40 m aangebracht dient te worden. Indien voor een randvoorwaardenvak geldt dat de significante golfhoogte bij ontwerppeil groter is dan 3,0 m, geldt een minimale dikte van 0,50 m. Deze minimale laag moet over de volledige hoogte met gietasfalt worden ingegoten en op taluddelen onder gemiddeld hoogwater worden afgestrooid met lavasteen.

Wateroverdrukken onder de ingegoten bekleding dienen te worden beperkt door aan de bovenrand (en aan de verticale randen) van deze nieuwe bekleding een afdichting aan te brengen, die het van bovenaf vollopen van de oude bekleding en de onderliggende filterconstructie moet voorkomen. Aan de horizontale bovenrand van de ingegoten bekleding dient het bovenste deel van de afgekeurde bekleding te worden verwijderd tot aan de onderlaag van klei, 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.

De teen van de overlaging sluit aan op de bovenzijde van de kreukelberm. Indien gekozen is de nieuwe kreukelberm op een hoger niveau aan te brengen, wordt de kreukelberm tot op een deel van de nieuwe overlaging aangebracht. De bijbehorende hoogten zijn weergegeven in Tabel 6.1. Om praktische redenen kan de overlaging van gepenetreerde breuksteen niet dieper dan NAP -1,0 m worden aangebracht. De gemiddeld laagwaterstand bedraagt voor het gehele dijkvak NAP -1,3 m en voor een goede verwerking van het gietasfalt op de juiste temperatuur is het niet gewenst de overlaging tot een lager niveau aan te brengen.

Op de kop van het Westelijk Havenhoofd wordt aansluitend op de te behouden bestaande muur met daarvoor stortsteen, het talud overlaagd met breuksteen 10-60kg, ingegoten met gietasfalt. De ondertafel wordt hierbij volledig gepenetreerd met gietasfalt en afgestrooid met lavasteen, de boventafel wordt vol en zat gepenetreerd met gietasfalt. Vanwege de combinatie van relatief hoge golfbelastingen, het bochtige profiel en bekende zwakheden van de kop van een dam is een overlaging van gepenetreerde breuksteen het enige toepasbare bekledingstype.



---

#### 6.4 Overgangsconstructies

Er dienen horizontale overgangsconstructies te worden geplaatst op de overgangen van de overlagingen naar de betonzuilen. De betonzuilen dienen zo goed mogelijk aan te sluiten op de bekledingen van de aangrenzende dijkvakken. Kieren moeten worden gepenetreerd met gietasfalt of asfaltmastiek.

#### 6.5 Overgang tussen boventafel en berm

De overgang tussen de boventafel en de berm wordt uitgevoerd door de betonzuilen aan te brengen met een afronding, waarvan de kromtestraal  $R = 10$  m bedraagt.

Uitzonderingen hierop zijn deelgebied VI, waar de kromtestraal vanwege de steilere helling van het talud  $R = 7$  m bedraagt en deelgebied V en VII, waar de afronding achterwege is gelaten vanwege de beperkte ruimte in het bestaande profiel. Daar waar een kromtestraal wordt toegepast worden de betonzuilen over een lengte van 1 m op de berm doorgezet. Met betrekking tot de uitvullaag en het geokunststof wordt aangesloten bij de constructie volgens paragraaf 6.2.3.

#### 6.6 Berm

In de bestaande situatie is een buitenberm aanwezig tussen dp 161+10m en dp 162. Tussen dp 162 en dp 163 ontbreekt een buitenberm, vanwege de aanwezigheid van de voormalige boerderij aan de binnenzijde van de dijk. Tussen dp 163 en dp 176+50m ligt een buitenberm op NAP +4,6 m en is deze voorzien van een asfaltverharding. Van dp 176+50m tot het Westelijk Havenhoofd is een smalle, onverharde berm aanwezig in de bestaande situatie, deze ligt op ca. NAP +3,5 m. Op zowel de buitenzijde als de binnenzijde van het Westelijk Havenhoofd is geen berm aanwezig, tussen het Havenhoofd en dp 191+50m ontbreekt tevens een buitenberm. In de zwaai kom tussen dp 191+50m en dp 196 ligt een buitenberm op NAP +2,8 m. Tussen dp 196 en dp 198+50m ontbreekt tevens een buitenberm.

In het ontwerp van de dijkverbetering ligt de buitenknik van de berm tussen dp 163 en dp 176+50m op NAP + 4,6 m, gelijk aan de bestaande situatie. Tussen dp 161+10m en dp 162 wordt de bestaande berm op NAP +4,6 m in de nieuwe situatie op gelijk niveau gehouden en voorzien van open steenasfalt. Tussen dp 162 en dp 163 is het niet mogelijk binnen het bestaande profiel een nieuwe berm te realiseren. Hier wordt de nieuwe bekleding aangebracht tot een niveau van ontwerppeil +  $\frac{1}{2} H_s$ . Tussen dp 176+50m en dp 187+50m wordt de nieuwe buitenberm aangebracht op ontwerppeil, NAP +3,5 m. Het Westelijk Havenhoofd wordt niet voorzien van een berm. Tussen dp 187+50m en dp 191+50m en tussen dp 196 en dp 198+50m wordt op verzoek van de beheerder in de nieuwe situatie een buitenberm aangebracht op NAP +3,5m. Dit is binnen het bestaande profiel, tussen de bestaande buiten- en binnenteen, te realiseren. Een deel van de benodigde klei voor het nieuwe profiel van bovenbeloop, kruin en binnenbeloop kan worden gehaald uit hergebruik van reeds aanwezige klei. Als kernmateriaal kan zowel zand als klei toegepast worden. Als klei wordt toegepast kan een deel van de reeds aanwezige kleilaag op het binnentalud behouden blijven. Tussen dp 191+50m en dp 196 ligt de buitenknik van de berm in de nieuwe situatie op ontwerppeil, NAP +3,5m. De nieuwe bermhoogtes en breedtes zijn opgenomen in Tabel 6.7.

Tabel 6.7 Nieuwe berm

Van [dp]	Locatie Tot [dp]	Bestaande bermhoogte <sup>1</sup> [m +NAP]	Nieuwe bermhoogte <sup>1</sup> [m +NAP]	Breedte berm [m]
161+10m	162	4,6	4,6	3,00
162	163	-	-	-
163	176+50m	4,6	4,6	4,10
176+50m	187+50m	3,5	3,5	4,50
Westelijk Havenhoofd		-	-	-
187+50m	191+50m	-	3,5	3,25
191+50m	196	2,8	3,5	7,45
196	198+50m	-	3,5	3,25

<sup>1</sup> Hoogte bij buitenknik berm

Op de berm wordt tussen dp 163 en dp 198+50m een nieuwe onderhoudsstrook aangelegd, die overal opengesteld wordt voor fietsers. Tussen dp 161+10m en dp 163 wordt het pad op de kruin gebruikt als onderhoudsstrook en fietspad. De toplaag wordt uitgevoerd in asfaltbeton. De breedte van de nieuwe onderhoudsstrook is tenminste 3,0 m.

Tijdens de uitvoering wordt de berm gebruikt als werkweg bestaande uit een 0,3 m dikke laag fosforslakken, van de sortering 0/45 mm (hydraulisch bindend), op een weefsel. De eigenschappen van dit standaardweefsel zijn vermeld in Tabel 6.2. De strook van fosforslakken wordt na de uitvoering niet verwijderd, maar afgewerkt tot de gewenste laagdikte van 0,4 m en afgedekt met asfalt. Gegeven een verdichte fundering van fosforslakken, stelt het toekomstige gebruik van de onderhoudsstrook geen aanvullende sterkte-eisen.

## 6.7 Verborgene glooiing

Ter plaatse van dp 170 zal de aanwezige nol achterlangs gepasseerd worden middels een verborgen glooiing. Deze verborgen glooiing bestaat uit vol en zat gepenetreerde breuksteen 10-60kg, met een laagdikte van 0,40 m en wordt aangebracht onder een maximale helling van 1:2,5. De ondergrens ligt op NAP -1,00 m en de bovengrens op NAP +4,60 m. Onder de breuksteen wordt een geokunststof type weefsel toegepast, met eigenschappen als weergegeven in Tabel 6.2. Ter plaatse van de aansluitingen aan weerszijden wordt de bestaande, te behouden bekleding op de nol tijdelijk verwijderd, om na aanbrengen van de verborgen glooiing weer teruggeplaatst te worden.

---

## 7 Aandachtspunten voor bestek en uitvoering

---

### 7.1 Bekleding

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 het ingegoten asfalt met de breuksteen en de onderlaag. 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 voorafgaande aan het ingieten schoon kan worden gespoten.

Voorkomen moet worden dat het gietasfalt kort voor en tijdens het aanbrengen te veel afkoelt.

Direct na het ingieten van de breuksteen dient een sortering lavasteen 60/150mm te worden uitgestrooid over het warme asfalt.

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.

Aan de bovenrand en aan de verticale randen dient een afdichting te worden aangebracht.

Door de diversiteit in hoogte en dichtheid van de verschillende toe te passen betonzuiltypen op het onderhavige dijkvak, dient er bij de uitvoering aandacht te worden geschonken aan het toepassen van het juiste type betonzuil op het bijbehorende traject en het afzonderlijk houden van onderling verschillende typen op het werk.

Het materiaal waaruit het teenschot moet worden vervaardigd, wordt niet voorgeschreven en ook aan de duurzaamheid van het teenschot worden geen eisen gesteld. Om het toekomstig verzakken van de bekleding bij het vergaan van het teenschot zoveel mogelijk te beperken, mag het teenschot niet dikker zijn dan 2 cm.

De palen achter het teenschot moeten van FSC-hout zijn, dat voldoet aan Duurzaamheidsklasse 1.

Op een deel van het traject worden plaatselijk afwijkende overgangsconstructies aangebracht, door de bij deze constructie behorende palenrij tot ca. 0,80 m te verlengen en even zover boven de nieuwe glooiing te laten uitsteken. Hiermee wordt het oorspronkelijke beeld van de kenmerkende palenrijen in de huidige situatie in het nieuwe ontwerp benadrukt. In de besteksfase dienen de exacte locaties waar deze aangepaste overgangsconstructies worden toegepast nader bepaald te worden.

Het verdient de voorkeur in de besteksfase de kleidikte op meerdere locaties van het dijktraject te verifiëren. Hiermee kunnen benodigde grondverbeteringen nader in kaart worden gebracht. Afhankelijk van de bestaande grondopbouw op onder- en

---

boventafel van het traject tussen dp 168 en dp 198+50m kan op basis van aanvullende meetgegevens besloten worden het niveau van de overgangsconstructie enigszins hoger aan te brengen, indien hierdoor grondverbeteringen onder de nieuwe bekleding van betonzuilen kunnen worden vermeden.

Aandacht dient te worden besteed aan de overgangen. Bij dp 198+50m, waar een bekleding van betonzuilen aansluit op reeds geplaatste zuilen dient een stukje van de bestaande zuilen te worden herzet om een naadloze aansluiting te verkrijgen. Bij de aansluiting op het reeds uitgevoerde dijkvak Kisters of Suzanna's Inlaag, bij dp 161+10m, is vanwege het recreatieve gebruik van het strandje besloten de nieuwe bekleding van betonzuilen deels achter het strandje door te laten lopen, waardoor als aansluiting tussen dp 160+50m en dp 161+10m (zie Figuur 2 in Bijlage 1) de bestaande overlaging wordt vervangen door nieuwe betonzuilen met een zuilhoogte van 0,45 m en een dichtheid van 2400 kg/m<sup>3</sup>. Ter plaatse van dp 160+50m wordt met nieuwe betonzuilen aangesloten op de bestaande overlaging. Deze verticale aansluiting dient volledig te worden ingegoten met asfaltmastiek, ten behoeve een goede aansluiting te realiseren. Ter plaatse van verschillende nieuwe bekledingstypen op het traject dient net als bij overige overgangen een afdichting met asfaltmastiek te worden aangebracht.

Ter hoogte van dp 170, waar de nol aansluit op de dijk, dient een verborgen bekleding van ingegoten breuksteen te worden aangelegd. Na gereedkomen van de verborgen glooiing zal de bestaande bekleding van de nol worden herplaatst, en worden aangesloten op de nieuwe bekleding aangrenzend aan de verborgen glooiing.

Bestaande breuksteen van kreukelbermen waarvan de sortering voldoet, maar welke niet in het juiste profiel ligt, dient hergebruikt te worden in de nieuwe kreukelbermen op locaties waar de sortering overeenkomt. In de besteksfase dient bekeken te worden of de hoeveelheid bestaande breuksteen voldoende is om het voorgeschreven profiel te kunnen aanleggen.

Aan te brengen funderingslagen dienen voldoende verdicht te worden. Eisen met betrekking tot de verdichting worden in het bestek opgenomen.

Indien een tijdelijke inkassing van het profiel, bijvoorbeeld op het bovenbeloop, noodzakelijk is voor de aanleg van de glooiingsconstructie of de onderhoudstrook dient ervoor zorg gedragen te worden dat na uitvoering van het werk over het gehele profiel de waterremmende onderlaag van voldoende dikte en kwaliteit is. Tevens dient ervoor te worden gezorgd dat het grondwerk vrij van stenen wordt opgeleverd.

De steile taluds op de ondertafel in deelgebied V en deelgebied VII worden in de nieuwe situatie overlaagd met gepenetreerde breuksteen. De taluds zijn echter dermate steil dat in Steentoets een waarschuwing wordt gegeven ten aanzien van stabiliteit. De aanwezigheid van deze steile taluds zijn als aandachtspunt met de beheerder afgestemd.

## 7.2 Natuur

Het gehele voorland en een groot deel van het direct aan de hoogwaterkering grenzende binnenland maakt onderdeel uit van Natura 2000 gebied Oosterschelde. Habitatverlies en verstoring dient, indien mogelijk, voorkomen te worden. Het noordelijk deel van het binnendijkse projectgebied is onderdeel van Plan Tureluur. Ook dit gebied dient tijdens de uitvoering zo min mogelijk verstoord te worden.

Mitigerende maatregelen ten aanzien van de uitvoering worden afgestemd met de beheerder van aangrenzend natuurgebied.

---

Door voor aanvang van het broedseizoen (15 maart) de vegetatie op het dijktraject vanuit één richting kort te maaien en deze kort te houden gedurende de werkzaamheden kan de vestiging van broedvogels worden voorkomen en wordt voorkomen dat zoogdieren gedood worden.

Nabij het parkeerterrein bevindt zich aan de binnenzijde van de dijk ter plaatse van dp 177 in de greppel tussen parkeerplaats en zeewering een groeiplaats van de beschermde Moeraswespenorchis. Deze locatie bevindt zich buiten het beïnvloedingsgebied van de werkzaamheden, maar met de aanwezigheid van de soort dient tijdens uitvoering rekening gehouden te worden. Te meer omdat aangrenzend een depotlocatie aanwezig is. Het verdient de voorkeur om tijdens de uitvoeringsperiode de begrenzing van de depotlocatie te markeren om schade aan de Moeraswespenorchis te voorkomen.

In de omgeving is het voorkomen van de strikt beschermde Noordse woelmuis bekend. De aan het dijkvak grenzende terreinen worden komende jaren geschikter als leefgebied gemaakt in het zogenoemde LIFE-project.

### **7.3 Archeologie en cultuurhistorie**

Tijdens werkzaamheden is het vooral in deelgebied I mogelijk dat ter plaatse van de kreukelberm archeologisch waardevolle objecten aangetroffen worden, gezien de aanwezigheid van het voormalige kasteel Weldamme direct voor de dijk.

Ten aanzien van de aanwezige cultuurhistorische objecten geldt in het algemeen dat de huidige verschillende bekledingstypen en palenrijen op het buitentalud in de nieuwe situatie zullen verdwijnen. Daarnaast geldt voor de volgende specifieke objecten:

- De keersluis bij dp 207 blijft behouden.
- Er is geen mogelijkheid de bestaande Muraltglooiing op de boventafel nabij dp 187 te behouden of in te passen in de nieuwe situatie. De Muraltglooiing is onvoldoende getoetst en gezien de beperkte ruimte in het profiel is geen mogelijkheid voor een andere oplossing dan deze bekleding te vervangen door nieuwe betonzuilen.
- Tijdens uitvoering dient rekening gehouden te worden met de aanwezigheid van de oude houten dijkpalen nrs. 26 en 28, welke ter hoogte van dp 176, respectievelijk dp 170 staan. Deze mogen niet worden beschadigd en worden indien noodzakelijk ingepast in de nieuwe situatie.
- De betonnen trap bij dp 175 wordt vervangen door een nieuwe trapconstructie.
- De gehele nol nabij dp 170, inclusief de bekleding op de taluds en aanwezige paalrijen, zal in de nieuwe situatie gehandhaafd blijven. Achter deze nol wordt een verborgen glooiing aangebracht.

### **7.4 Transportroute en depotlocaties**

De transportroute is weergegeven in Figuur 15 in Bijlage 1.

Samen met de transportroute dient in de besteksfase gekeken te worden naar de depotruimte in de buurt van het werk. Op het dijkvak zelf is beperkte mogelijkheid voor depotruimte, er zijn drie locaties beschikbaar: het terrein van de voormalige

---

boerderij bij dp 163, het parkeerterrein ter plaatse van dp 177 en aan de binnenzijde van de dijk ter plaatse van dp 198.

### **7.5 Recreatie**

De onderhoudsstrook wordt in de nieuwe situatie overal opengesteld voor fietsers. Het Westelijk Havenhoofd is op deze wijze voor recreanten goed toegankelijk.

Het aanwezige strandje ten noorden van dp 161+10m is na de werkzaamheden van 2008 in slechte staat achtergebleven en wordt na gereedkomen van de verbetering van onderhavig dijkvak hersteld, doordat hier nieuw zand zal worden aangebracht. Door het aanbrengen van betonzuilen ter plaatse van de aansluiting op het dijkvak Kisters of Suzanna's inlaag, tussen dp 160+50m en dp 161+10m, en omdat op het aangrenzende deelgebied tevens betonzuilen op het gehele talud worden toegepast, wordt de kwaliteit van het strandje ten aanzien van de recreatieve waarde sterk verbeterd.

Op de locatie van de aanwezige duikerstrap bij dp 175, zal in de nieuwe situatie een nieuwe trapconstructie op de glooiing worden aangebracht.

### **7.6 Overig**

Bestaande breuksteen van kreukelbermen waarvan de sortering voldoet, maar welke niet in het juiste profiel ligt, dient hergebruikt te worden in de nieuwe kreukelbermen op locaties waar de sortering overeenkomt. Ook kunnen deze bestaande kreukelbermen gebruikt worden als onderlaag voor het aanbrengen van nieuwe kreukelbermen met een zwaardere sortering.

In de planfase dient overleg plaats te vinden met de eigenaar van het pand aan Boerenweg 16 over de uitvoering van het dijktraject.

Het perceel behorende bij de voormalige boerderij bij dp 163 is in eigendom van Dienst Landelijk Gebied. De beheerder van het dijktraject heeft met deze partij afspraken gemaakt ten aanzien van het gebruik van deze locatie als depotruimte.

Delen van het projectgebied worden verpacht. In de besteksfase zullen met de betreffende pachters afspraken gemaakt moeten worden ten aanzien van geplande werkzaamheden.

In het algemeen dient rekening gehouden te worden met de aanwezigheid van kabels en leidingen. Specifiek ter hoogte van het Westelijk Havenhoofd, waarop een havenlicht aanwezig is.

---

# Literatuur

---

- [1] Kwaliteitshandboek Project Zeeweringen, Digitale versie 2006
- [2] Handleiding Ontwerpen Dijkbekledingen, Technische werkwijze van het projectbureau Zeeweringen, Werkgroep Kennis, Versie 11, 19-12-2006, PZDT-R-04.066 ken
- [3] Visie Oosterschelde, Dienst Landelijk Gebied, Zeeland, 2002
- [4] Inventarisatie sterkte gezette taludbekledingen in Zeeland, Grondmechanica Delft, Delft, januari 1997, Kenmerk 362070/46
- [5] Leidraad toetsen op veiligheid, LTV, augustus 1999
- [6] De veiligheid van de primaire waterkeringen in Nederland, Voorschrift Toetsen op Veiligheid voor de tweede toetsronde 2001-2006 (VTV), januari 2004
- [7] Technisch Rapport Steenzettingen, TAW-rapport, december 2003, DWW-2003-097
- [8] Rapport "Cultuurhistorie aan de Oosterscheldedijken", stichting dorp, stad & land, februari 2008
- [9] Effecten werkstroken dijkverbetering op kwalificerende habitats, E. Stikvoort, 15-jul-2004, PZDB-R-04157
- [10] Milieu-inventarisatie zeeweringen Westerschelde, Bouwdienst Rijkswaterstaat, Hoofdafdeling Waterbouw, M.E. van Boetzelaer en A.F.X. Bartels, 14 februari 2003, ZEEW-R-98018, versie 18 UPDATE Constructiealternatieven dijkbekleding t.b.v. Flora en wieren, Jentink, R., 19-02-2009
- [11] Hydraulisch Randvoorwaardenrapport Update detailadvies Borrendamme, P. van de Rest, Svasek Hydraulics, 01-11-2010, 1605/U10277/C/PvdR
- [12] Aanvullend detailadvies binnenzijde westelijke strekdam en Havenkanaal Zierikzee, E. Arnold, Royal Haskoning, 01-04-2011, 9V7794.A0/N0001/EARN/ILAN/Rott 2010.05D
- [13] Actualisatie toetsing bekleding Borrendamme, dp 0162 - dp 0200, Waterschap Zeeuwse Eilanden, 06-12-2006, PZDT-R-06449 inv
- [14] Actualisatie toetsing bekleding Borrendamme, dp 0200 - dp 0207, Waterschap Zeeuwse Eilanden, 06-12-2006, PZDT-R-06448 inv
- [15] Vrijgave toetsing dijkvak Polder Schouwen, inclusief Kisters of Suzanna's inlaag dp 0160 – dp 0162, R. van de Voort, Projectbureau Zeeweringen, maart 2006, PZDT-M-06120
- [16] Vrijgave toetsing Borrendamme / Cauwersinlaag / Havenkanaal West dp 0162 – dp 0207, R. van de Voort, Projectbureau Zeeweringen, 07-12-2006, PZDT-M-06467



- 
- [17] Erratum op vrijgave toetsing Borrendamme / Cauwersinlaag / Havenkanaal West dp 0162 – dp 0207, R. van de Voort, Projectbureau Zeeweringen, 05-01-2009, PZDT-M-09004
  - [18] Parameterwaarden voor toetsing en ontwerp, R. Bosters, Projectbureau Zeeweringen, jan 2009, PZDT-M-09014
  - [19] Overall veiligheidsfactor voor ontwerp van betonzuilen en gekantelde blokken, R. Bosters, Projectbureau Zeeweringen, jan 2009, PZDT-M-09015
  - [20] Ontwerp met overall veiligheidsfactor, R. Bosters, Projectbureau Zeeweringen, jan 2009, PZDT-M-09016
  - [21] Validatie Steentoets 2008, M. Klein Breteler, Delft Hydraulics, onderzoeksprogramma Kennisleemtes Steenbekledingen, H4846, november 2008

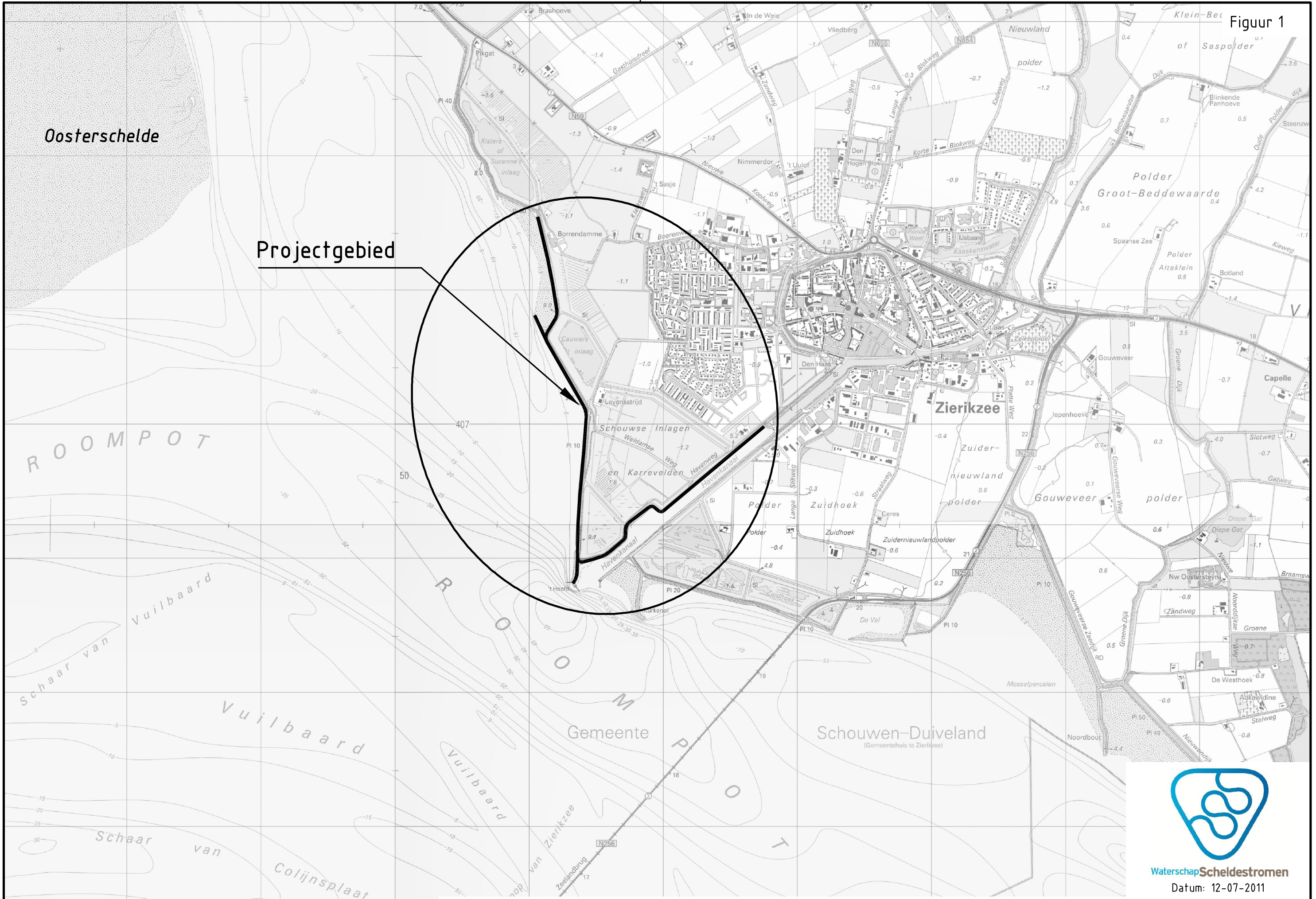
---

# Bijlage 1 Figuren

---

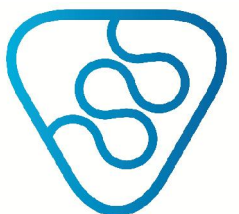
- Figuur 1: Overzichtssituatie
- Figuur 2: Projectgebied
- Figuur 3: Gloomingskaart huidige situatie
- Figuur 4: Gloomingskaart eindbeoordeling toetsing
- Figuur 5: Gloomingskaart variant 1
- Figuur 6: Gloomingskaart variant 2
- Figuur 7: Gloomingskaart variant 3 (voorkeursvariant)
- Figuur 8: Dwarsprofiel I, dp161+10m – dp168
- Figuur 9: Dwarsprofiel II, dp168 – dp176+50m
- Figuur 10: Dwarsprofiel III, dp176+50m – dp187+50m
- Figuur 11: Dwarsprofiel IV, Westelijk Havenhoofd
- Figuur 12: Dwarsprofiel V, dp187+50m – dp191+50m
- Figuur 13: Dwarsprofiel VI, dp191+50m – dp196
- Figuur 14: Dwarsprofiel VII, dp 196 – 198+50m
- Figuur 15: Transportroute





Projectgebied

# Overzichtssituatie Borrendamme Polder Schouwen, Cauwersinlaag, Havenkanaal west



Waterschap Scheldestromen

Datum: 12-07-2011

Topografische ondergrond: (c) Topografische Dienst Kadaster  
 Topografische ondergrond: (c) Regionaal samenwerkingsverband Zeeland GBKN  
 Kadastrale ondergrond: (c) Kadaster, Middelburg

FILENAME: G:\TEKENING\VEERKINGEN\BORRENDAMME\ONTW\WOTA-OVST-BORRENDAMME.DWG  
 PLOTDATUM: 17/07/2011 14:48



Figuur 2



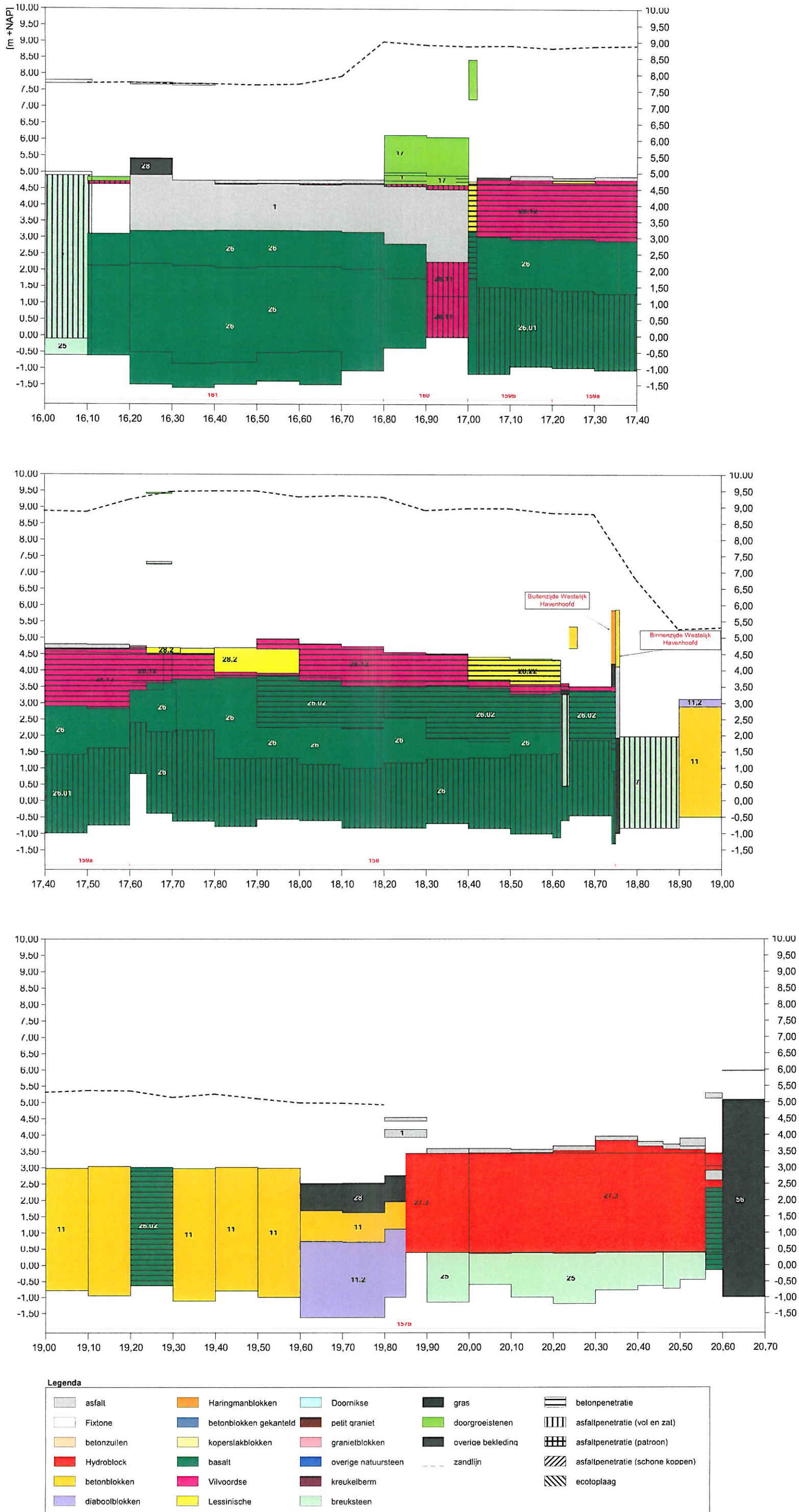
Waterschap Scheldestromen  
Datum: 12-07-2011

Projectgebied Borrendamme Polder Schouwen, Cauwersinlaag, Havenkanaal west

Topografische ondergrond: (c) Topografische Dienst Kadaster Topografische ondergrond: (c) Regionaal samenwerkingsverband Zeeland GBKN  
Kadastrale ondergrond: (c) Kadaster, Middelburg

FILENAME: G:\VEKING\VEERKINGEN\BORRENDAMME\ONTW\NTA-PROJECT-BORRENDAMME.DWG  
 PLOT DATUM: 17/07/2011 15:49

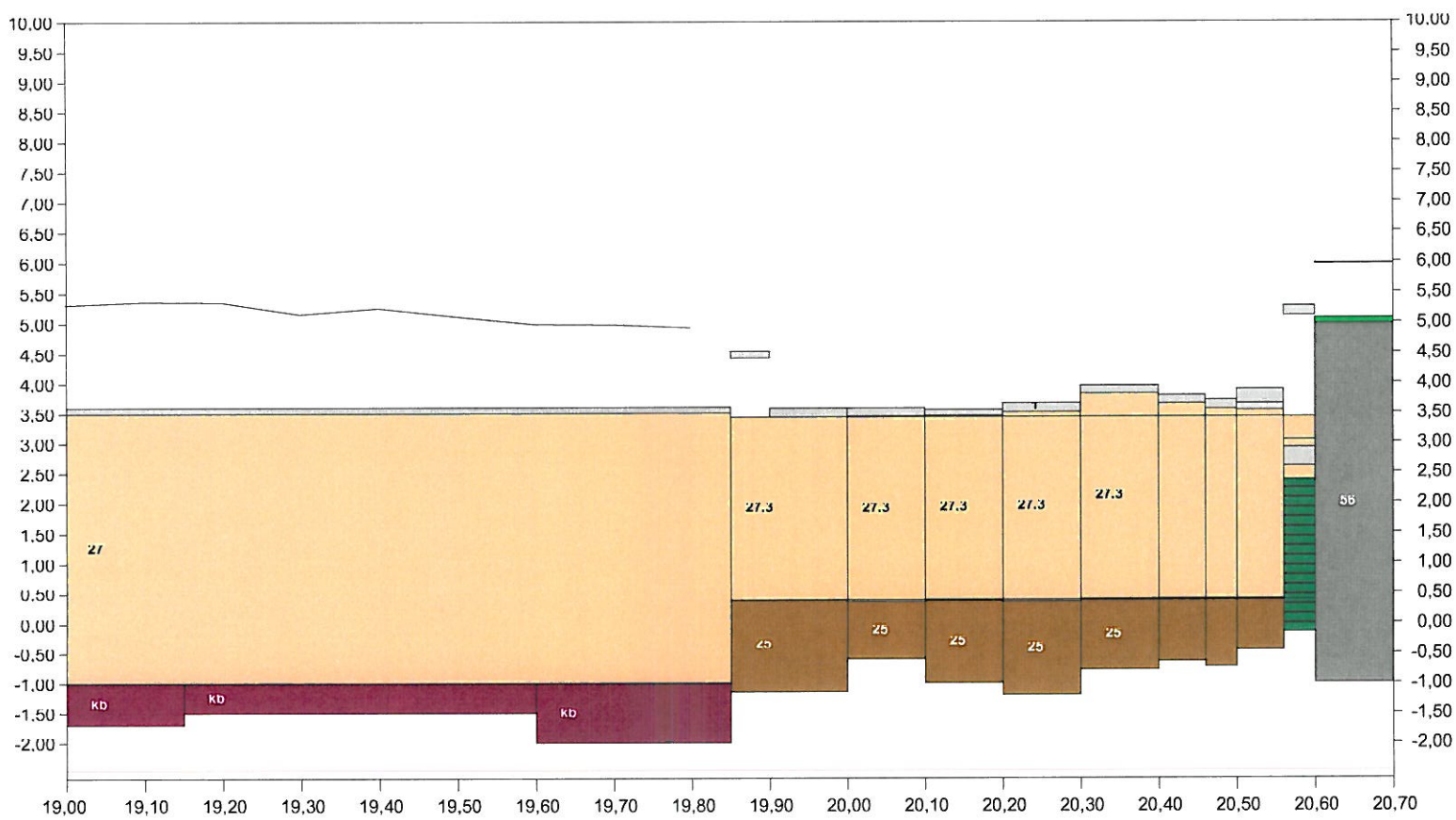
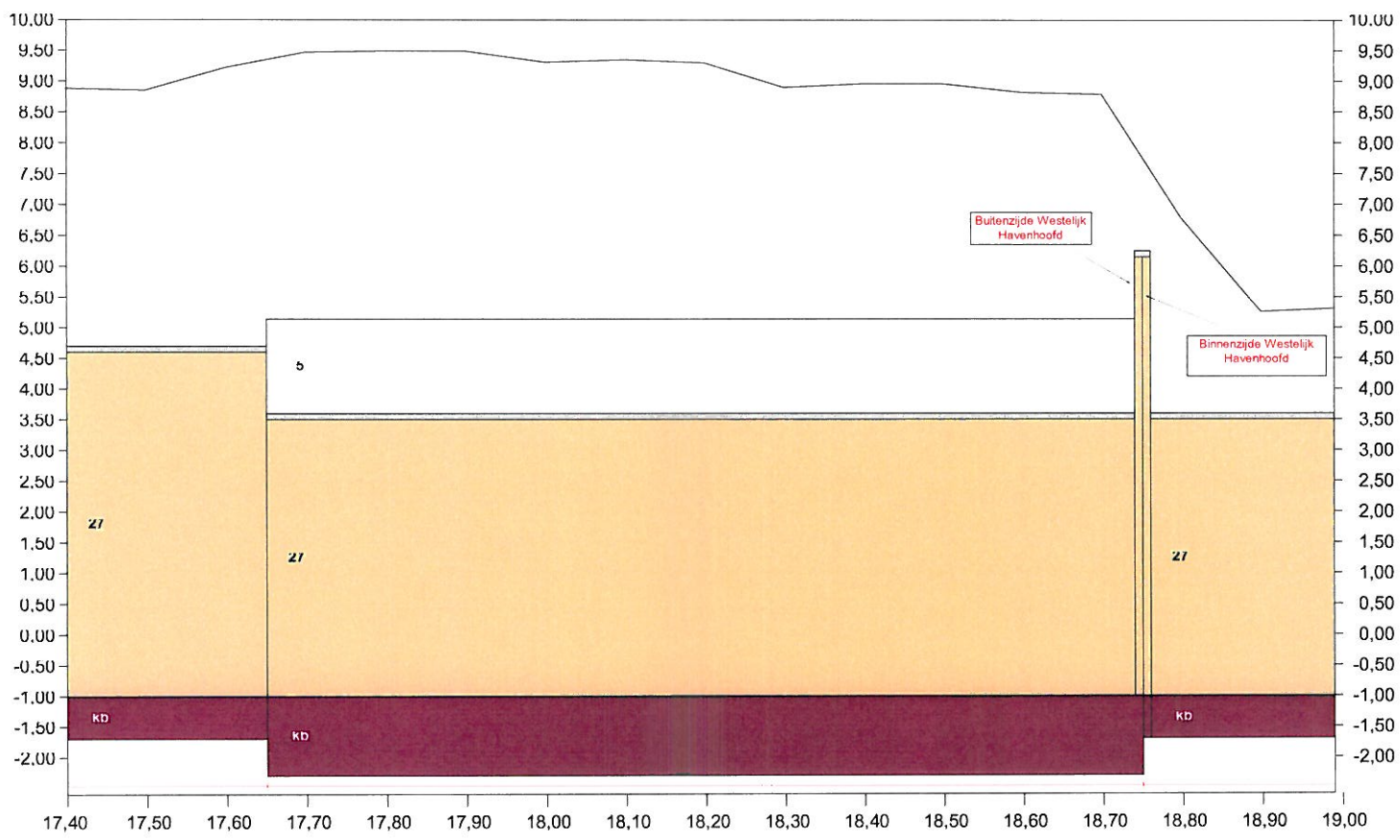
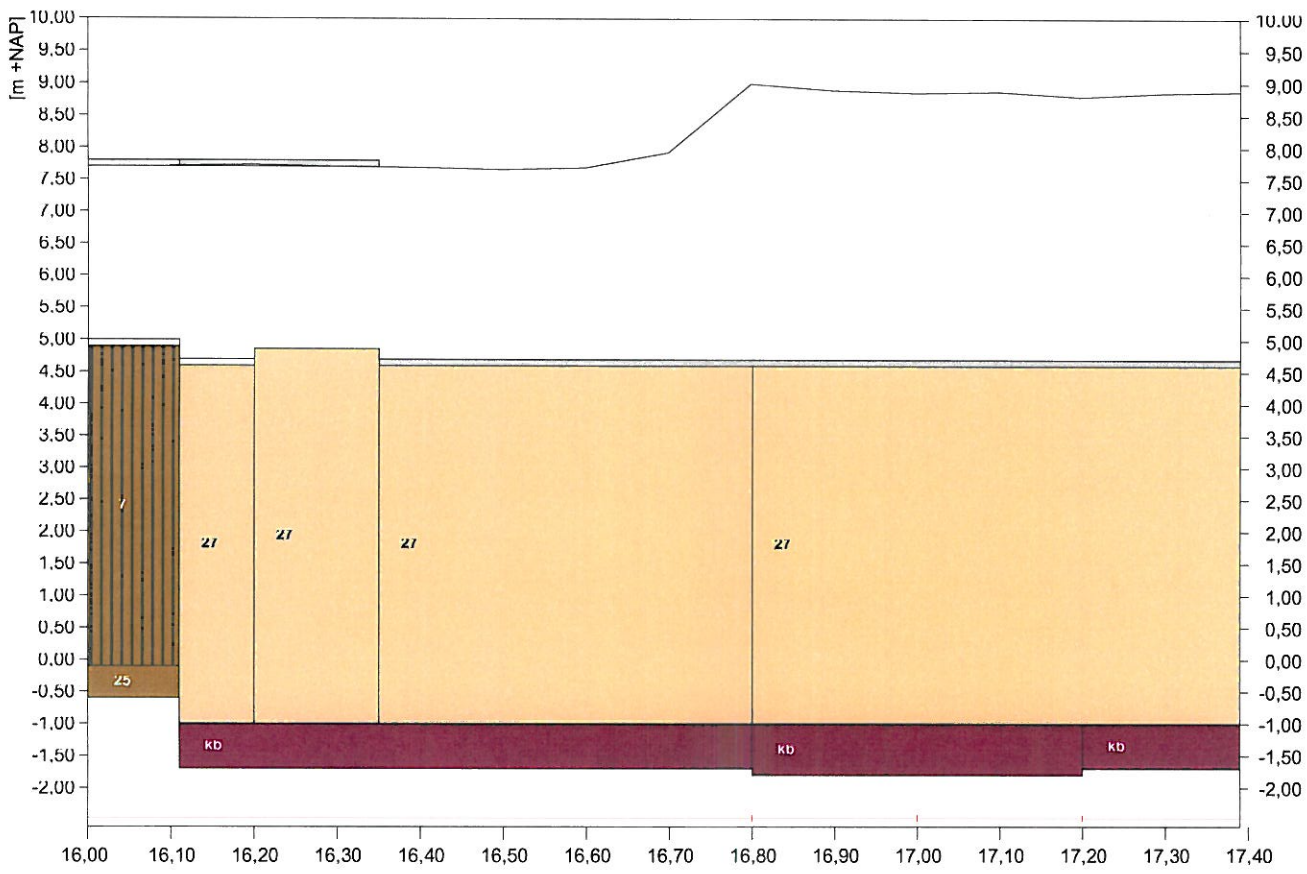








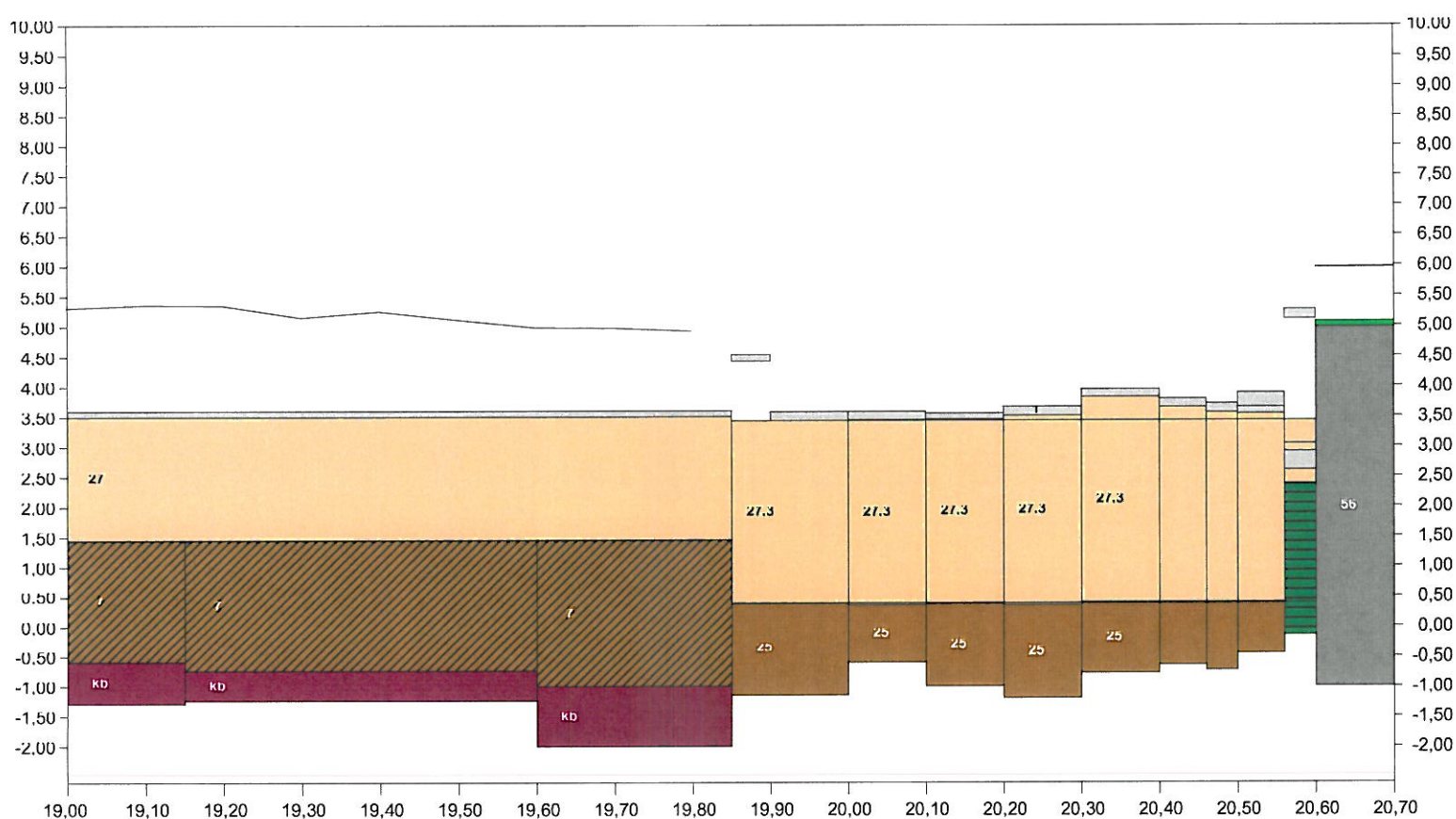
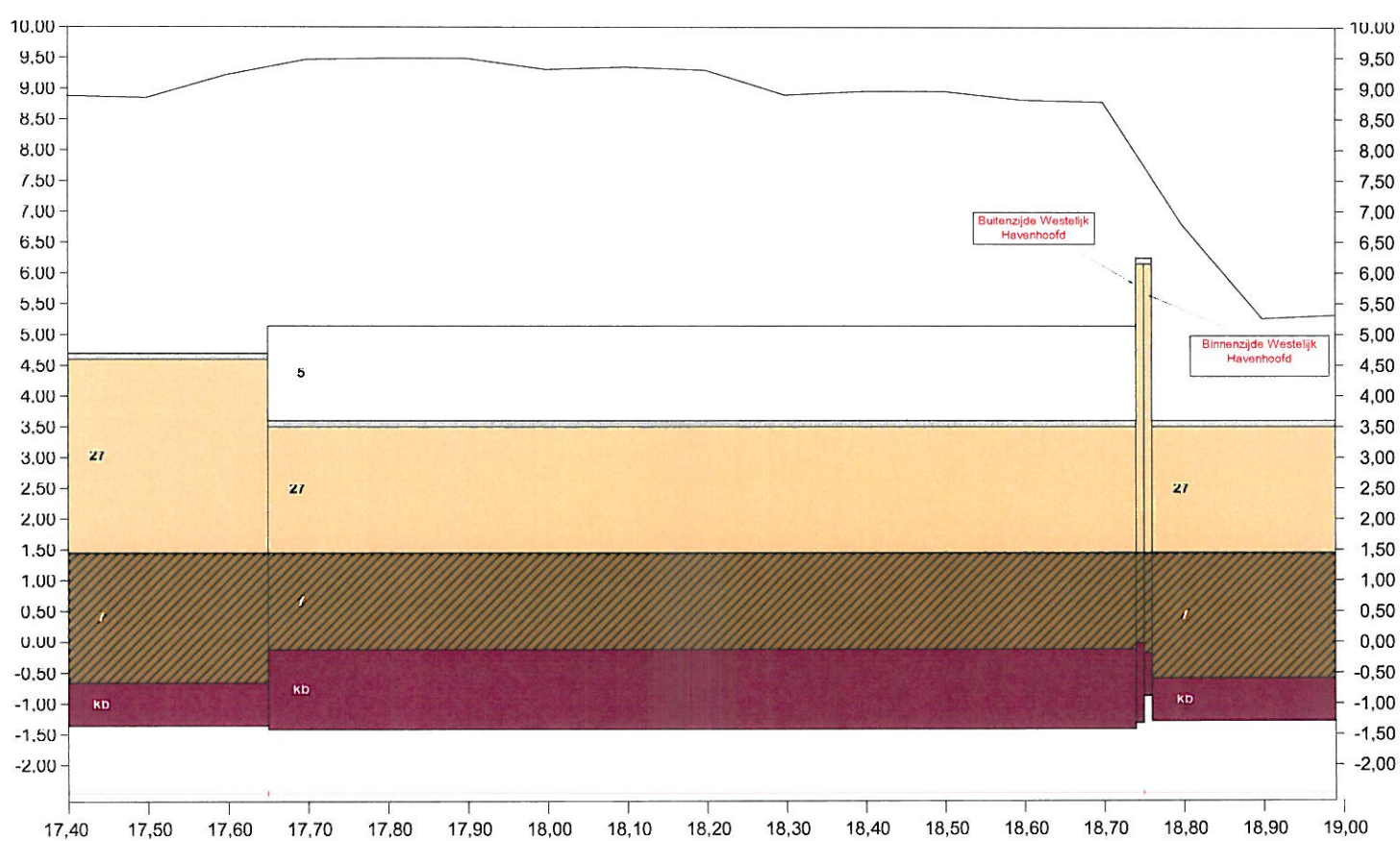




Legenda

1	asfalt	11.4/15	betonblokken gekanteld	28.4	petit graniet	14-16	plaatbekleding	—	kruinlijn
5/5,1	open steenasfalt, Fixstone	29	koperslakblokken	28,5	granietblokken	20/21	gras	02	betonpenetratie
27	betonzuilen	26	basalt	28	overige natuursteen	17	doorgroei stenen	01	asfaltpenetratie (vol en zat)
10/11	betonblokken	28,1	Vilvoordse	kb	kreukelberm	56	keermuur ed	00	asfaltpenetratie (patroon)
11.1	Haringmanblokken	28,2	Lessinische	7/9	gepenetreerde breuksleen		overige bekleding	00	asfaltpenetratie (Ecolaag)
11.2	diaboolblokken	28,3	Doornikse	25	breuksleen		stortsteenlijn	00	ecotoplaag

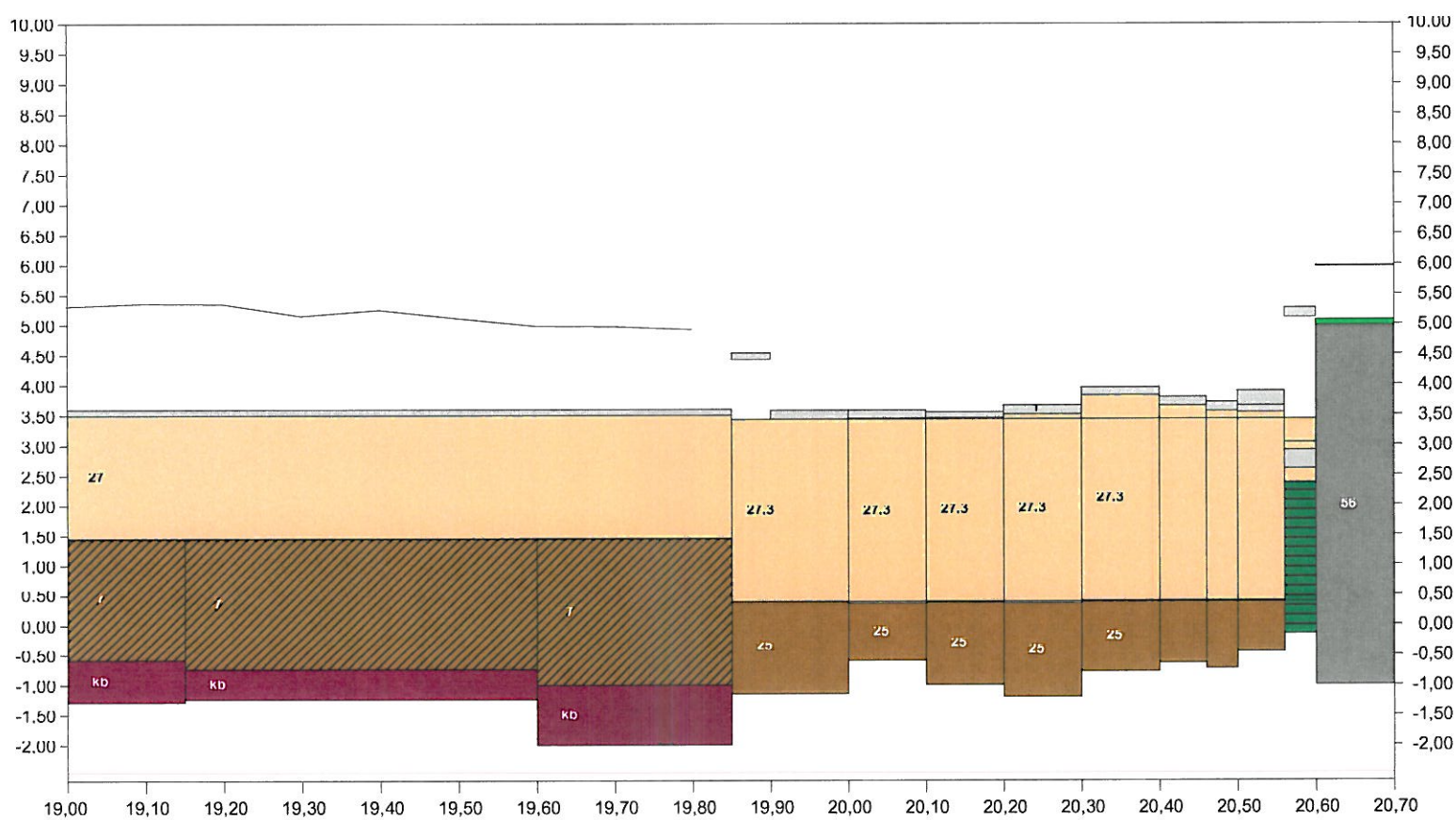
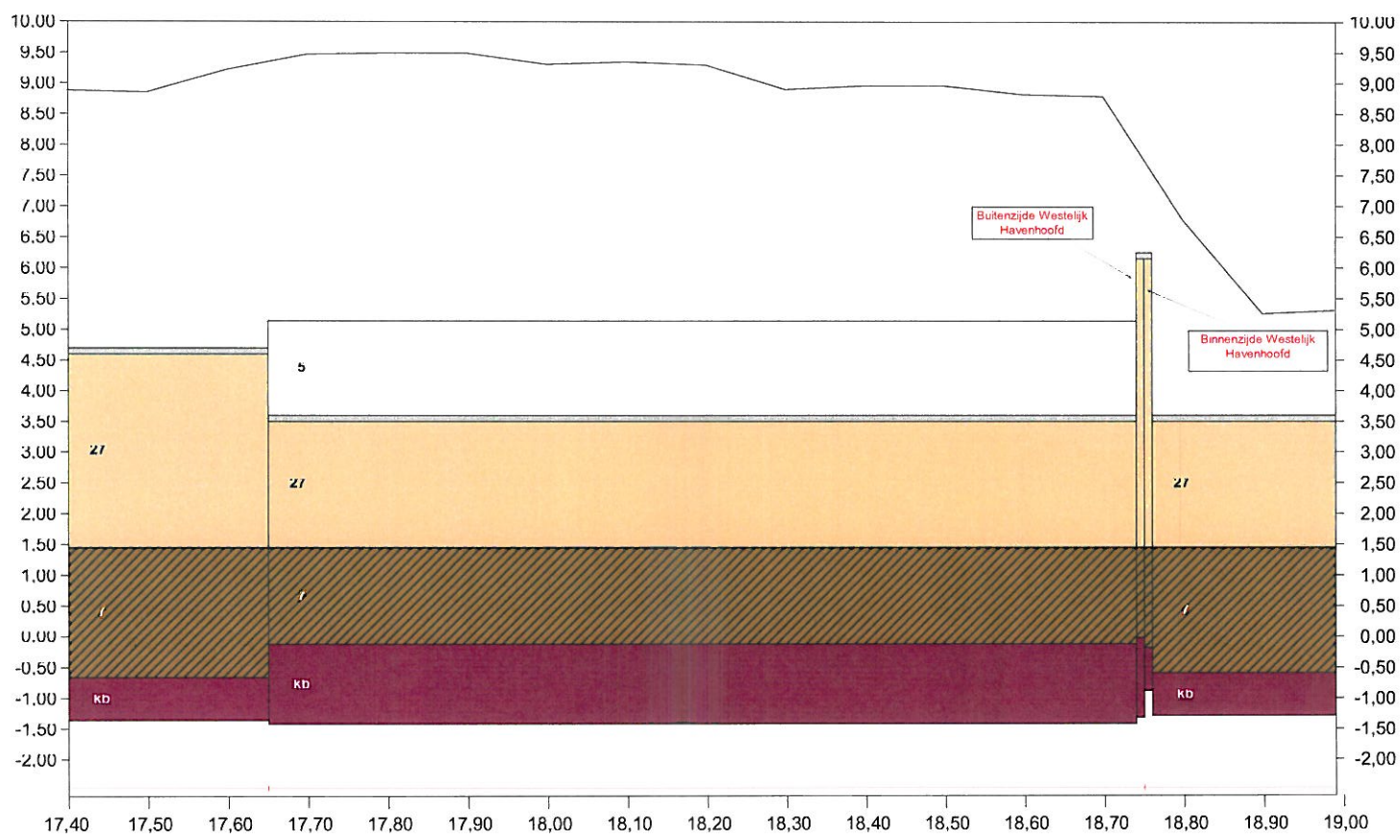
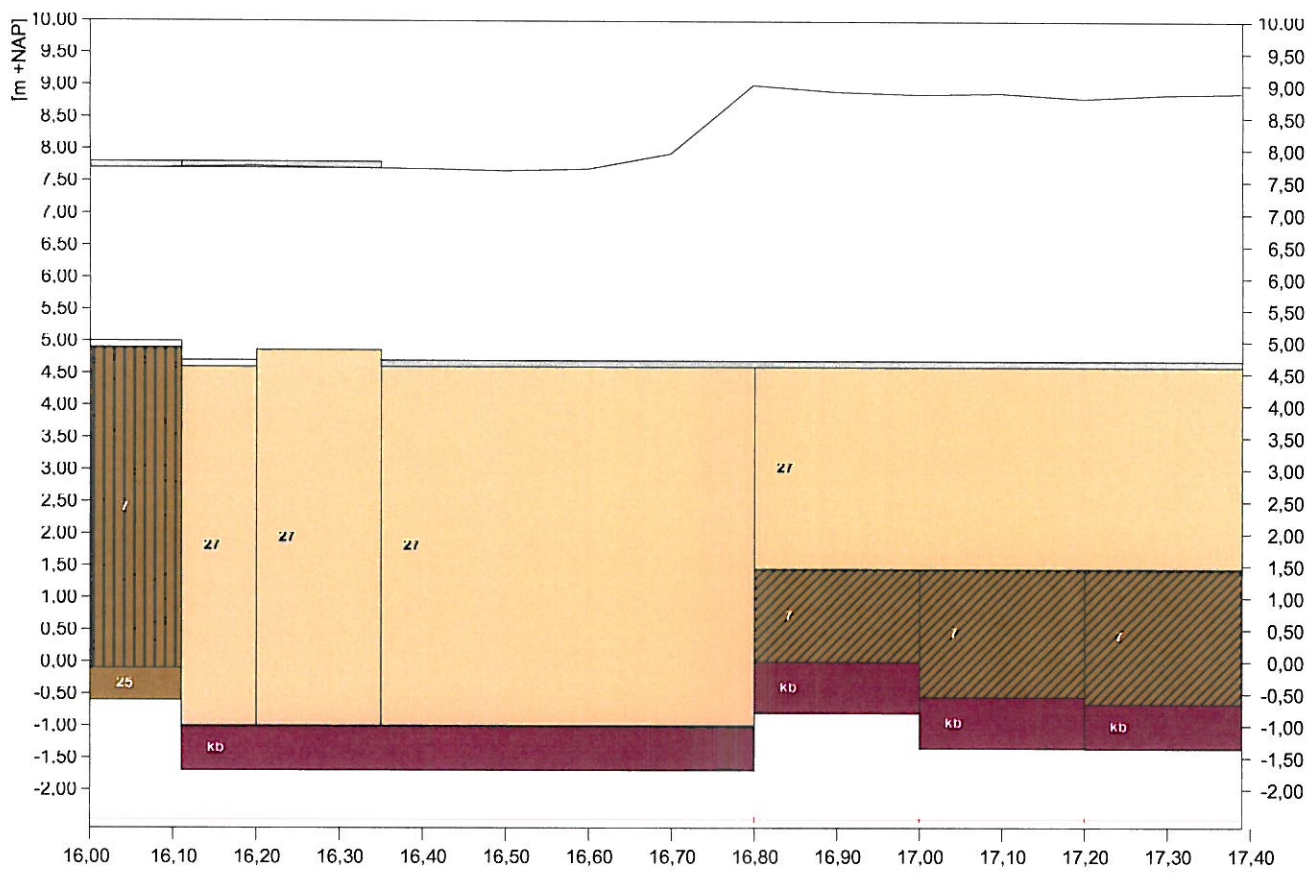




Legenda

1	asfalt	11/4/5	betonblokken gekanteld	28.4	petit graniet	14-16	plaatbekleding	—	kruinlijn
5/5,1	open steenasfalt, Fixstone	29	koperslakblokken	28.5	granietblokken	20/21	gras	02	betonpenetratie
27	betonzuilen	26	basalt	28	overige natuursteen	17	doorgroei stenen	01	asfaltpenetratie (vol en zat)
10/11	betonblokken	26,1	Vilvoordse	kd	kreukelberm	56	keermuur ed	01	asfaltpenetratie (patroon)
11.1	Haringmanblokken	28.2	Lessinische	7/9	gepenetreeerde breuksteen		overige bekleding	01	asfaltpenetratie (Ecolaag)
11.2	diaboolblokken	28.3	Doornikse	25	breuksteen	---	stortsteenlijn	01	ecotoplaag

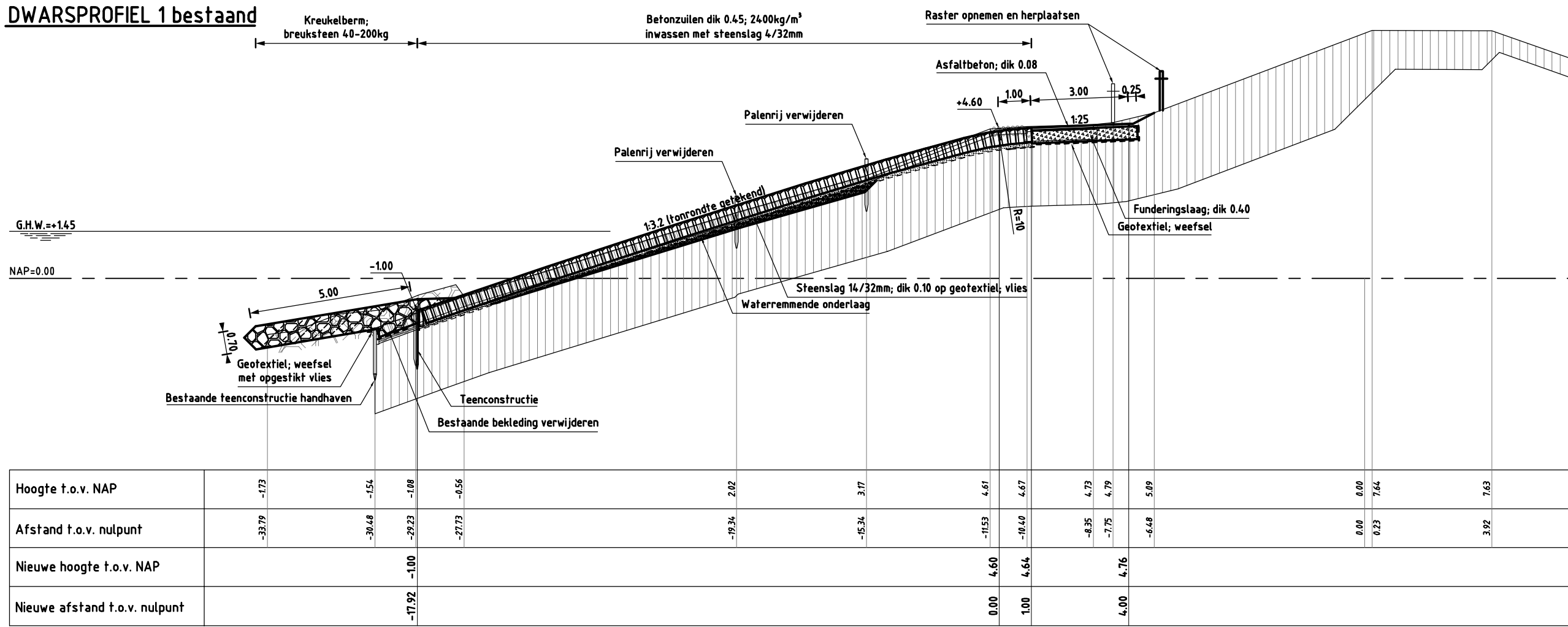
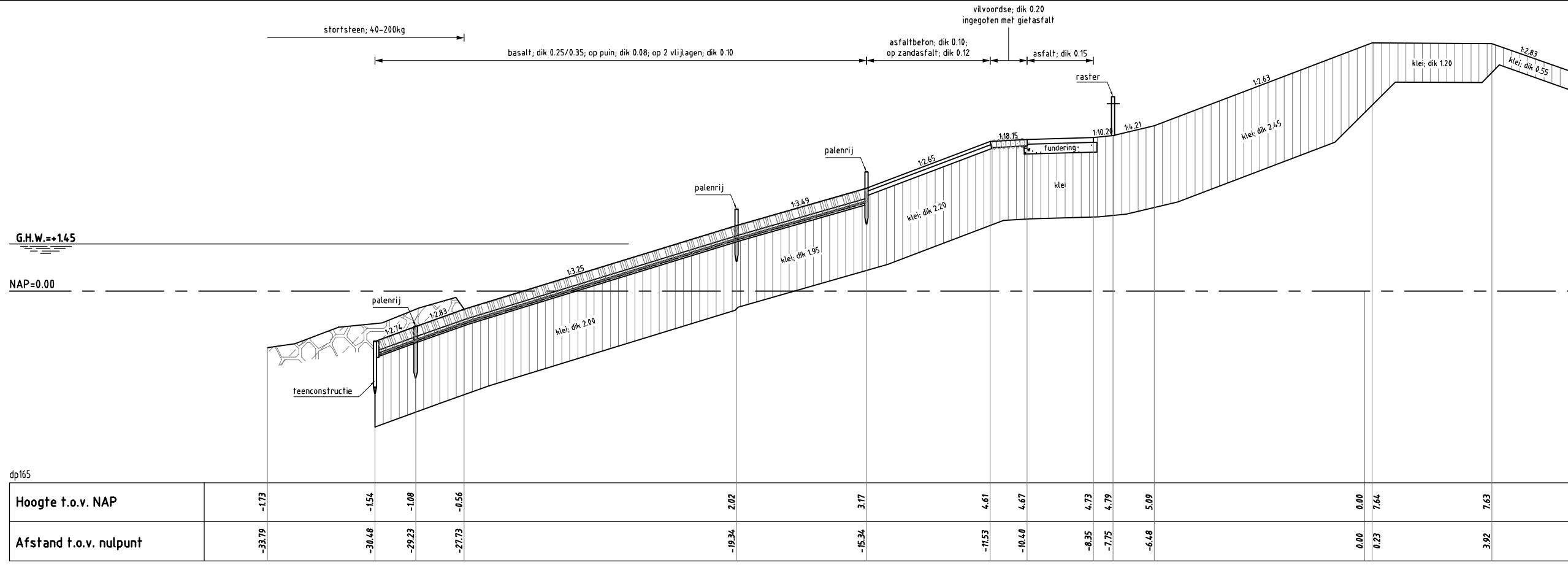




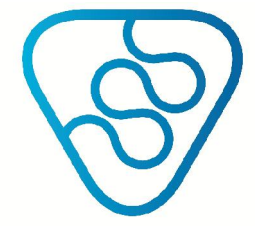
Legenda

1	asfalt	114/15	betonblokken gekanteld	28.4	petit graniet	14.16	plaatbekleding	—	kruinlijn
5/5,1	open steenasfalt, Fixstone	29	koperslakblokken	28,5	granietblokken	20/21	gras	02	betonpenetratie
27	betonzuilen	25	basalt	28	overige natuursteen	17	doorgroei stenen	01	asfaltpenetratie (vol en zat)
10/11	betonblokken	23,1	Vilvoordse	kb	kreukelbarm	56	keermuur ed	01	asfaltpenetratie (patroon)
11.1	Haringmanblokken	28,2	Lessinische	7/9	gepenetreerde breuksteen		overige bekleding	01	asfaltpenetratie (Ecolaag)
11.2	diaboolblokken	28,3	Doornikse	25	breuksteen		stortsteenlijn	01	ecotoplaag

Figuur 8



DWARSPROFIEL 1 nieuw Van dp161+10m tot dp 168



Waterschap Scheldestromen  
Datum: 12-07-2011

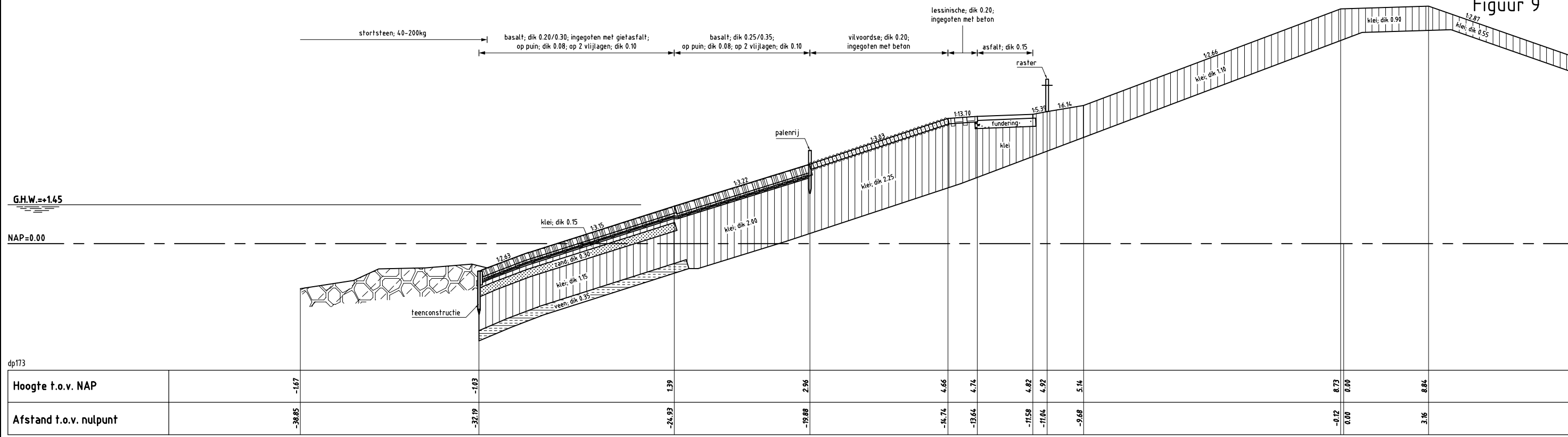
Borrendamme Polder Schouwen, Cauwersinlaag, Havenkanaal west

Topografische ondergrond: (c) Topografische Dienst Kadaster Topografische ondergrond: (c) Regionaal samenwerkingsverband Zeeland GBKN  
Kadastrale ondergrond: (c) Kadaster, Middelburg

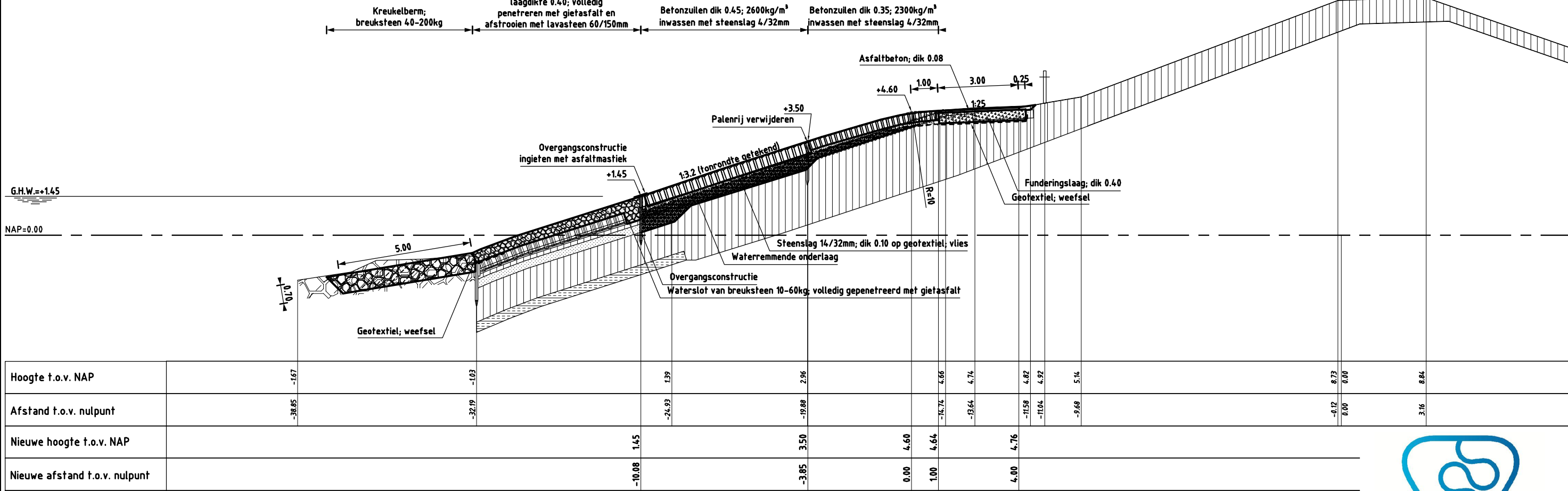
FILENAME: G:\VEKING\VEKINGEN\BORRENDAMME\ONTW\OTA-DWP-BORRENDAMME.DWG  
 PLOTDATE: 17/07/2011 16:05



Figuur 9

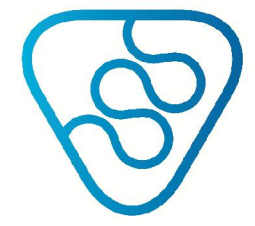


**DWARSPROFIEL 2 bestaand**



**DWARSPROFIEL 2 nieuw**

Van dp168 tot dp176+50m  
 (van dp168 tot dp170 betonzulen dik 0.45; 2400kg/m<sup>3</sup> i.p.v. betonzulen dik 0.45; 2600kg/m<sup>3</sup>)  
 (van dp168 tot dp170 kreukelberm; breuksteen 60-300kg; laagdikte 0.80; niveau bovenzijde max. NAP+0,00)  
 (van dp170 tot dp172 kreukelberm; breuksteen 60-300kg; laagdikte 0.80; niveau bovenzijde max. NAP-0,55)



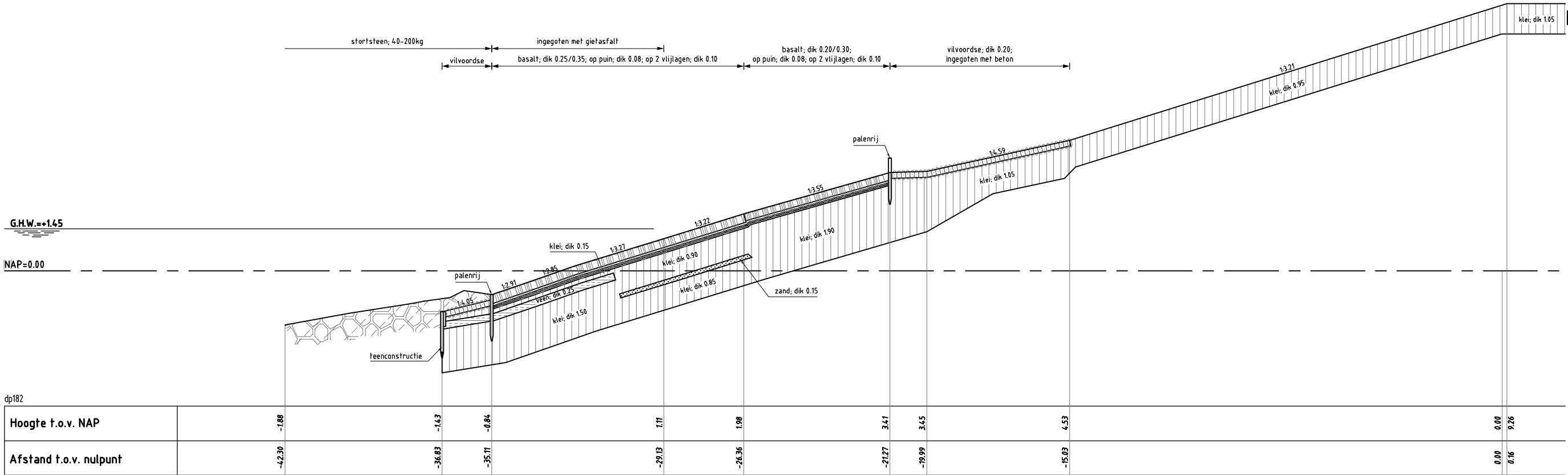
Waterschap Scheldestromen  
 Datum: 12-07-2011

**Borrendamme Polder Schouwen, Cauwersinlaag, Havenkanaal west**

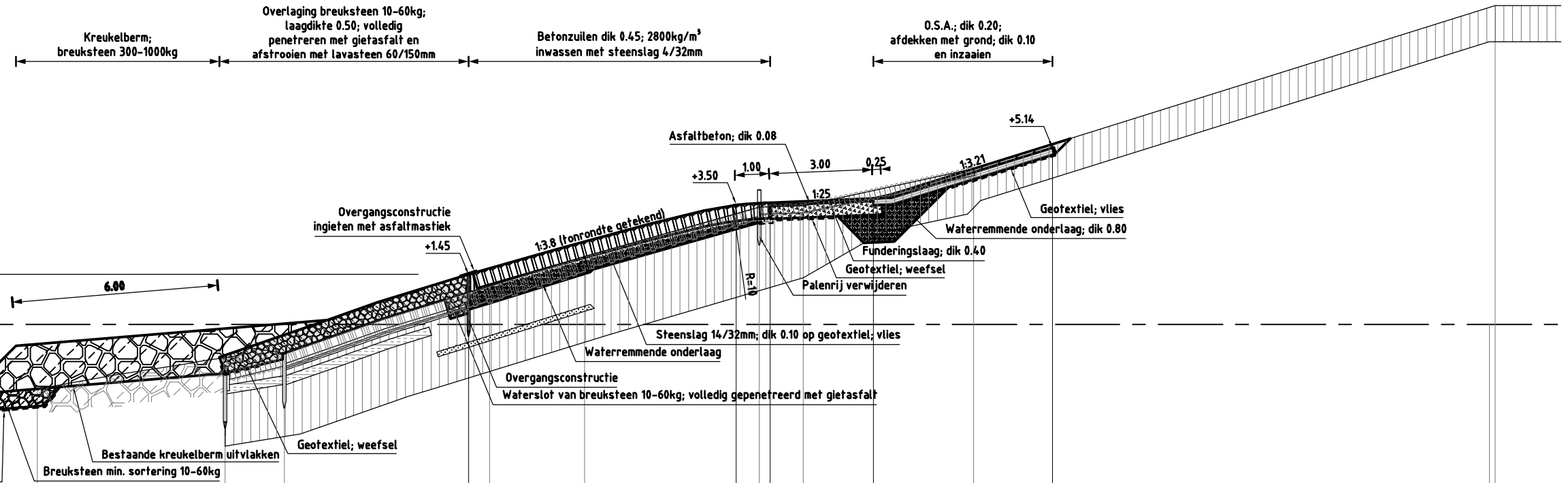
Topografische ondergrond: (c) Topografische Dienst Kadaster Topografische ondergrond: (c) Regionaal samenwerkingsverband Zeeland GBKN  
 Kadastrale ondergrond: (c) Kadaster, Middelburg

FILENAME: G:\TEKENING\VEERHINGEN\BORRENDAMME\ONTW\NTA-DWP-BORRENDAMME.DWG  
 PLOTDATE: 17/07/2011 10:33

Figuur 10

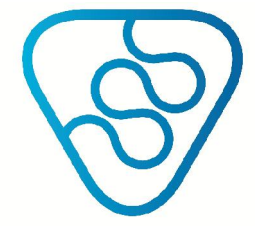


**DWARSPROFIEL 3 bestand**



Hoogte t.o.v. NAP	-1.88	-1.43	-0.84	1.11	1.98	3.41	3.45	4.53	0.00	9.26
Afstand t.o.v. nulpunt	-42.30	-36.83	-35.11	-29.13	-26.36	-21.27	-19.99	-15.03	0.00	9.16
Nieuwe hoogte t.o.v. NAP				1.45		3.50	3.54		3.66	5.14
Nieuwe afstand t.o.v. nulpunt				-7.79		0.00	1.00		4.00	9.21

**DWARSPROFIEL 3 nieuw** Van dp176+50m tot dp187+50m



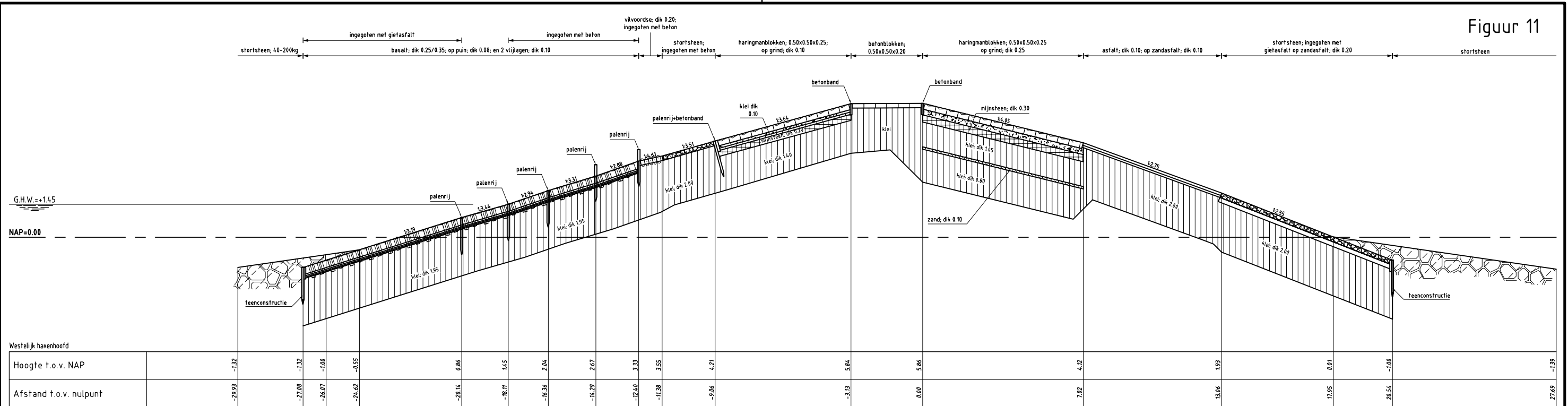
Waterschap Scheldestromen  
Datum: 12-07-2011

**Borrendamme Polder Schouwen, Cauwersinlaag, Havenkanaal west**

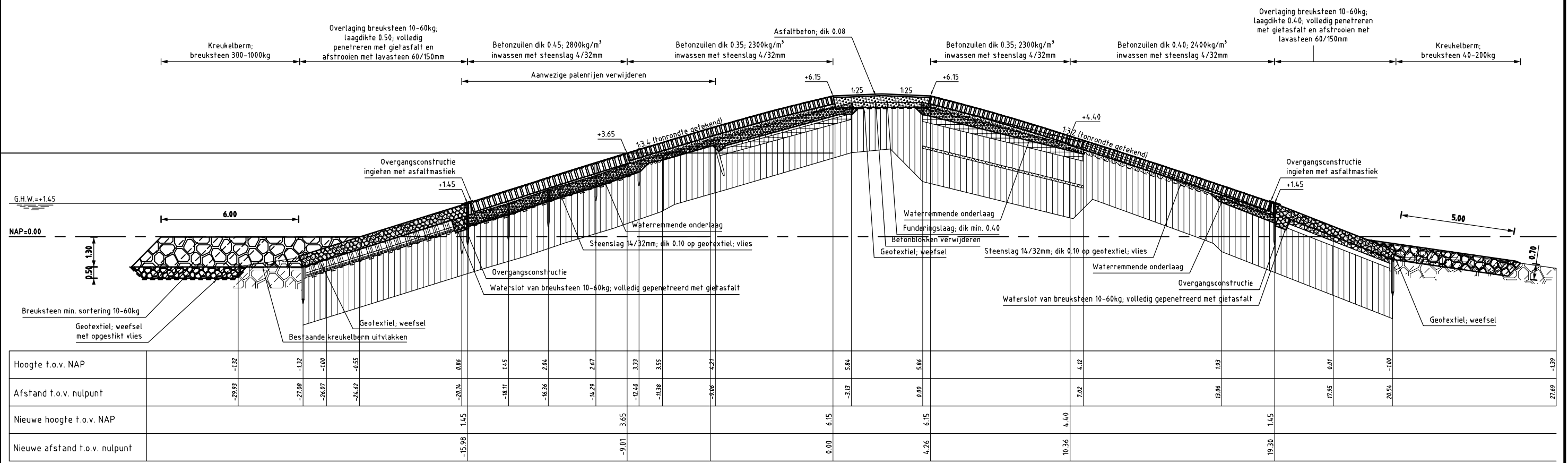
Topografische ondergrond: (c) Topografische Dienst Kadaster Topografische ondergrond: (c) Regionaal samenwerkingsverband Zeeland GBKN  
Kadastrale ondergrond: (c) Kadaster, Middelburg

FILENAME: G:\TEKENING\VEERKINGEN\BORRENDAMME\ONTWIKT-DWP-BORRENDAMME.DWG  
 PLOTDATE: 17/07/2011 16:29

Figuur 11

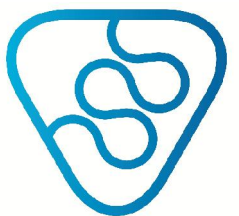


DWARSPROFIEL 4 bestaand



DWARSPROFIEL 4 nieuw

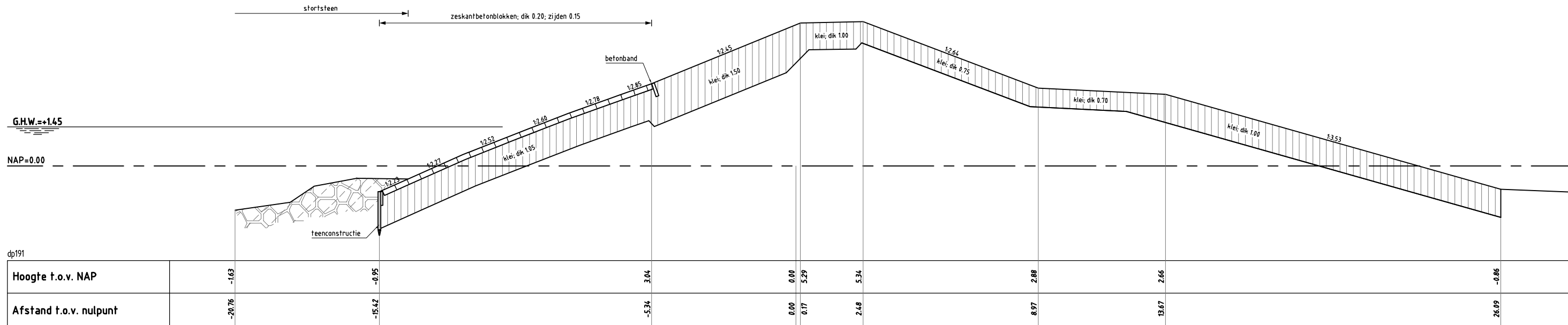
**Westelijk havenhoofd**  
 (t.p.v. kop havenhoofd overlaging breuksteen 10-60kg; laagdikte 0.50; boven G.H.W. vol en zat penetreren met gietasfalt; onder G.H.W. volledig penetreren met gietasfalt en afstrooien met lavasteen 60/150mm)  
 (t.p.v. kop havenhoofd kreukelberm breuksteen 300-1000kg; laagdikte 1.30m; breedte 6.00m; op breuksteen 10-60kg; laagdikte 0.50)  
 (t.p.v. binnenzijde havenhoofd midden (R.V. vak 7); kreukelberm breuksteen 300-1000kg; laagdikte 1.30m; breedte 6.00m; op breuksteen 10-60kg; laagdikte 0.50)



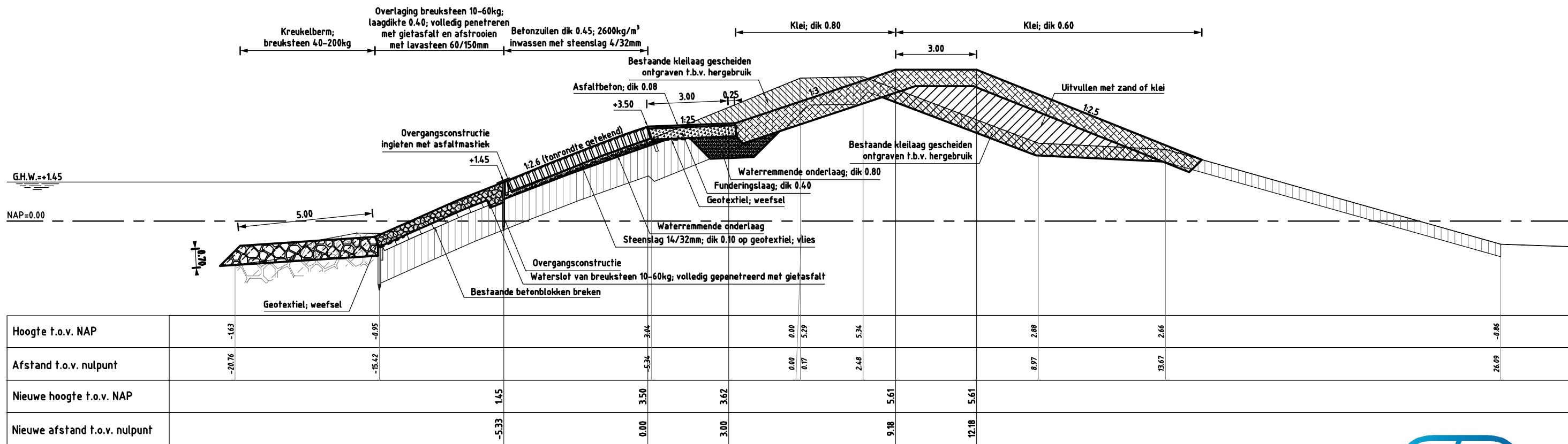
Waterschap Scheldestromen

Datum: 12-07-2011

Borrendamme Polder Schouwen, Cauwersinlaag, Havenkanaal west

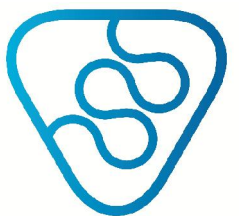


**DWARSPROFIEL 5 bestand**



**DWARSPROFIEL 5 nieuw** Van dp187+50m tot dp191+50m

Variabel



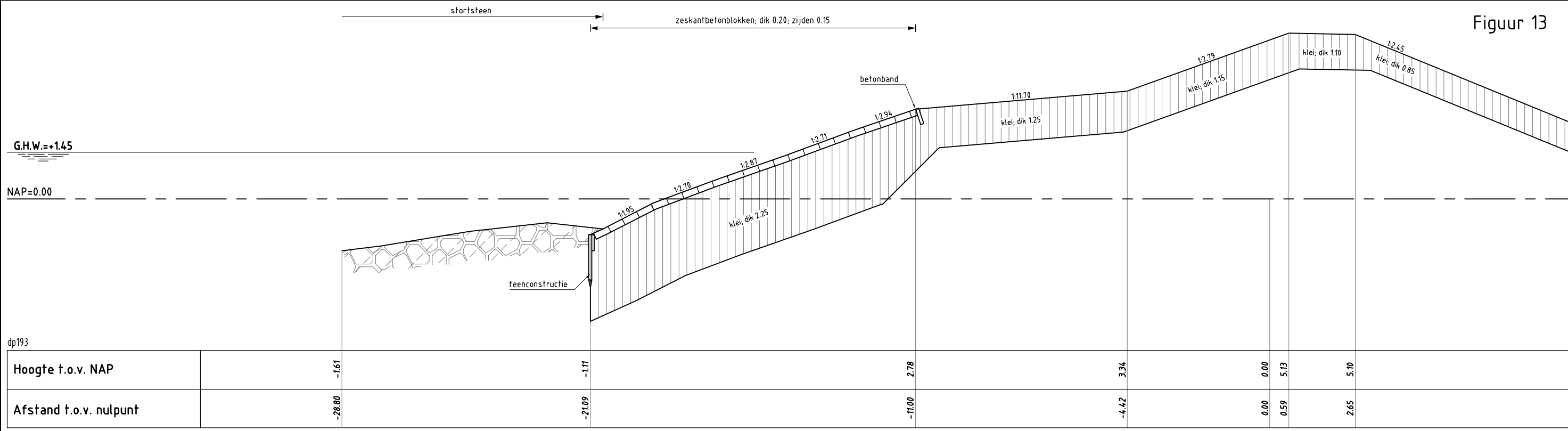
Waterschap Scheldestromen

Datum: 12-07-2011

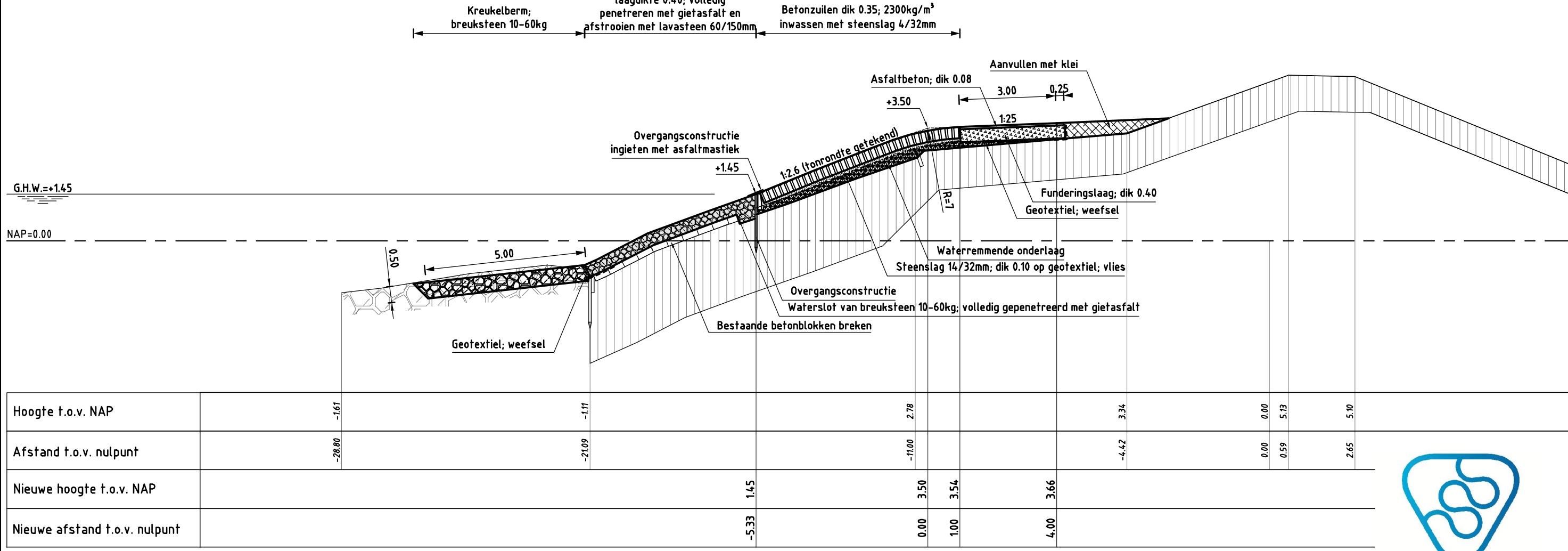
**Borrendamme Polder Schouwen, Cauwersinlaag, Havenkanaal west**



Figuur 13



**DWARSPROFIEL 6 bestaand**



**DWARSPROFIEL 6 nieuw** Van dp191+50m tot dp196

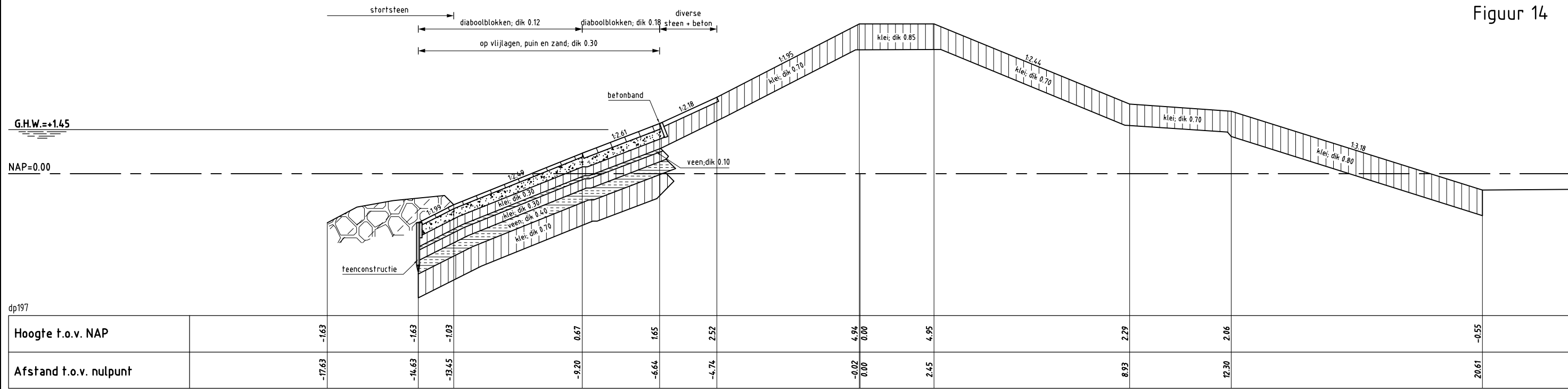
**Borrendamme Polder Schouwen, Cauwersinlaag, Havenkanaal west**



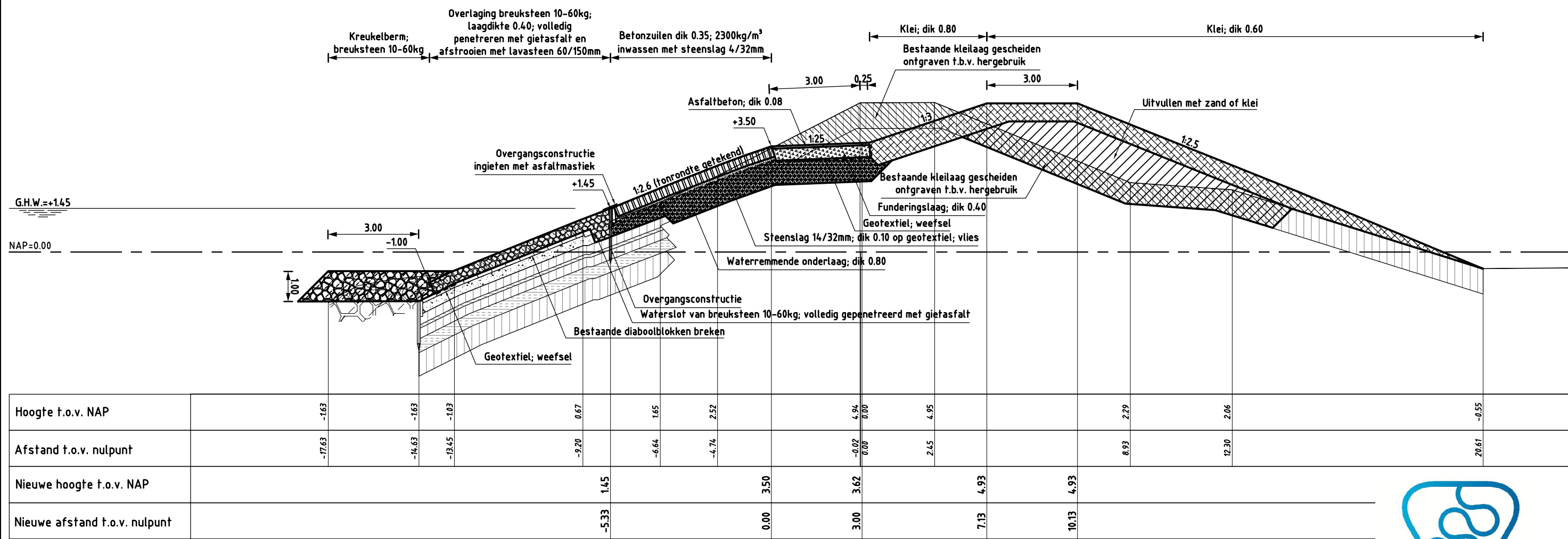
Waterschap Scheldestromen  
Datum: 12-07-2011

Topografische ondergrond: (c) Topografische Dienst Kadaster Topografische ondergrond: (c) Regionaal samenwerkingsverband Zeeland GBKN  
Kadastrale ondergrond: (c) Kadaster, Middelburg

FILENAME: G:\TEKENING\VEERKINGEN\BORRENDAMME\ONTWIKT-DWP-BORRENDAMME.DWG  
 PLOTDATUM: 17/07/2011 16:20

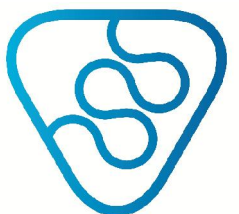


**DWARSPROFIEL 7 bestaand**



**DWARSPROFIEL 7 nieuw** Van dp196 tot dp198+50m

↔ Variabel ↔





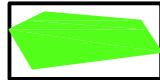
Waterschap Scheldestromen  
Datum: 12-07-2011

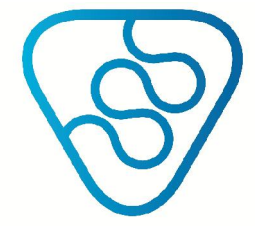
**Borrendamme Polder Schouwen, Cauwersinlaag, Havenkanaal west**





**VERKLARING**

-  TRANSPORTROUTE
-  WERKGEBIED
-  DEPOTLOCATIE



**Waterschap Scheldestromen**  
 Datum: 12-07-2011

**Transportroute Borrendamme Polder Schouwen, Cauwersinlaag, Havenkanaal west**

Topografische ondergrond: (c) Topografische Dienst Kadaster Topografische ondergrond: (c) Regionaal samenwerkingsverband Zeeland GBKN  
 Kadastrale ondergrond: (c) Kadaster, Middelburg

FILENAME: G:\VEKINGEN\VEKINGEN\BORRENDAMME\ONTWONTA-TRANSPORTROUTE-BORRENDAMME.DWG  
 PLOTDATUM: 17/07/2011 14:45



---

## Bijlage 2 Detailadviezen

---

Bijlage 2.1: Detailadvies hydraulische randvoorwaarden

## Update detailadvies Borrendamme

Aan : Yvo Provoost (Projectbureau Zeeweringen)  
 Van : Pol van de Rest (Svašek Hydraulics)  
 Tweede lezer : Erik Arnold (Royal Haskoning)  
 Datum : 1 november 2010  
 Betreft : 2010.01C Update detailadvies Borrendamme  
 Status : Definitief  
 Ref. Svašek : 1605/U10277/C/PvdR  
 Ref. Royal Haskoning : 9V9006.A0/N0010/EARN/ILAN/Rott1

**Let op: Dit detailadvies is een herziening van het oorspronkelijke detailadvies Borrendamme [ref 8]. In het kader van het Onderzoeksprogramma Kennisleemtes Steenbekledingen zijn recentelijk nieuwe formules ontwikkeld voor het toetsen en ontwerpen van steenzettingen [ref 10]. Deze nieuwe ontwerpformules worden reeds gebruikt bij projectbureau Zeeweringen bij het ontwerp van dijkbekledingen. Met deze nieuwe ontwerpformules zijn nieuwe belastingfuncties bepaald [ref 13], waarmee in dit detailadvies de maatgevende golfcondities zijn bepaald. Deze nieuwe belastingfuncties zijn een verbetering van de drie klassieke belastingfuncties (Z1, Z2, Z3), zoals gebruikt in het voorgaande advies [ref 8]. Daarnaast zijn de maatgevende golfcondities in dit advies bepaald met aangescherpte correctiefactoren [ref 4]. De waarden in dit detailadvies vervangen de vorige afgegeven waarden.**

In dit detailadvies zijn de golfcondities beschreven voor Borrendamme, Cauwersinlaag, Havenkanaal West, welke betrekking heeft op het traject van dijkkilometer 16.00 tot 22.15. Het ontwerptraject loopt van dijkkilometer 16.20 tot 20.60. Dijkkilometer 16.20 ligt in dijkvak 161 en dijkkilometer 20.60 ligt in dijkvak 157b.

Het detailadvies is opgebouwd uit twee delen: het samenvattende advies (ontwerpwaarden) en de bijlagen (aanpak en resultaten). Voor achtergrondinformatie bij het detailadvies wordt verwezen naar [ref. 5 en 6]. Bij het detailadvies hoort ook een excel-spreadsheet met randvoorwaarden, waarin de randvoorwaarden overeenkomstig dit advies zijn opgenomen [ref 7]. Tabel 1 geeft de dijkvaknummering, coördinaten en dijkkilometrering (zie ook [ref 12]).

Tabel 1: Beschouwde dijkvakken

Dijk- vak no.	Dijkvakscheidings- coördinaten tov Parijs (m)				Dijk kilometrering (km)		Poldernaam
	van		tot		van	tot	
	x	y	x	y			
161	51034	408600	51227	407841	16,00	16,80	(Borrendamme) Polder Schouwen
160	51227	407841	51143	407662	16,80	17,00	(Cauwersinlaag) Polder Schouwen
159b	51143	407662	51230	407485	17,00	17,20	(Lokkersnol) Polder Schouwen
159a	51230	407485	51452	407095	17,20	17,65	(Lokkersnol) Polder Schouwen
158	51452	407095	51377	405998	17,65	18,75	Polder Schouwen
157b	51377	405998	51773	406003	18,75	22,15	ingang havenkanaal

**Merk op:** dijkvak 157b is geschikt voor dimensioneren buitenzijde westelijke strekdam ('t Hoofd genaamd) van havenkanaal

**Tabel 2: Maatgevende golfcondities voor betonzuilen**

Dijk- vak no.	Dijk kilometrerings (km)		Hs [m] bij waterstand t.o.v. NAP				Tpm [s] bij waterstand t.o.v. NAP				Waterdiepte (m) bij waterstand t.o.v. NAP				Windrichting (°) nautisch bij waterstand t.o.v. NAP			
	van	tot	+0m	+2m	+3m	+4m	+0m	+2m	+3m	+4m	+0m	+2m	+3m	+4m	+0m	+2m	+3m	+4m
161	16,00	16,80	1,44	2,20	2,60	2,83	4,12	5,40	5,80	5,39	3,1	4,1	5,1	6,1	270	270	270	270
160	16,80	17,00	1,58	2,47	2,86	2,94	3,90	4,88	5,36	5,11	9,6	11,6	12,6	13,6	270	270	270	270
159b	17,00	17,20	1,61	2,42	2,81	2,95	4,27	5,08	5,33	5,10	7,8	9,8	13,4	14,4	240	270	270	270
159a	17,20	17,65	1,49	2,41	2,76	2,84	4,80	5,70	5,98	5,43	2,1	4,1	5,1	6,1	240	270	270	270
158	17,65	18,75	2,67	3,09	3,27	3,11	5,08	5,48	5,75	5,25	8,7	10,7	11,7	12,7	270	270	270	270
157b	18,75	22,15	2,73	3,10	3,25	3,15	5,03	5,59	5,84	5,24	15,2	17,2	18,2	25,6	270	270	270	270

Aandachtspunten:

- **Geldigheid Tabel 2:** De in Tabel 2 opgenomen golfcondities zijn alleen geldig voor het ontwerp van **betonzuilen**. Deze golfcondities zijn bepaald op basis van nieuwe belastingfuncties [ref 13]. De maatgevende golfcondities zijn afhankelijk van de taludhelling en de constructie afhankelijke constante (F). Bij bepaling van de maatgevende golfcondities is uitgegaan van een taludhelling van 1:3,5 en een F-waarde van 6. Indien de taludhelling in het ontwerp steiler is dan 1:3,0 of flauwer dan 1:4,5 of de F-waarde is niet gelijk aan 6 kunnen de maatgevende golfcondities afwijken. In dat geval dient contact te worden opgenomen met de adviesschrijver.
- Voor de verschillende bekledingstypen en faalmechanismen zijn vier verschillende belastingfuncties gebruikt om de maatgevende golfcondities te bepalen. Hierdoor dient voor het ontwerp per bekledingstypen en/of faalmechanisme een afzonderlijke tabel toegepast te worden.
  - (gekantelde) Betonblokken en patroon gepenetreerde breuksteen: Tabel 5.1
  - Betonzuilen: Tabel 2 of 5.2
  - Afschuiving en de bekledingstypen WAB, OSA en vol en zat gepenetreerde breuksteen: Tabel 5.3
  - Losse breuksteen van de kreukelberm: Tabel 5.4.
- De stabiliteit van betonzuilen is het kleinst bij  $\xi_{op} = 2$ . Indien  $\xi_{op} > 2$  en er een ondiep voorland voor de dijk aanwezig is, zijn de maatgevende golfcondities voor betonzuilen mogelijk niet de maatgevende golfcondities [ref 13]. Daarom moeten golfcondities waarvoor geldt  $\xi_{op} > 2$  (bij de aanwezigheid van een hoog voorland) aangepast worden [ref 13], zodat geldt  $\xi_{op} = 2$ . Bij het beschouwde dijktraject is  $\xi_{op} < 2$  en hoeven de golfcondities niet te worden bijgesteld.
- Bij verschillende dijkvakken is de golfperiode en/of golfhoogte bij NAP +3m hoger dan bij NAP +4m (zie oranje arcering in de Tabellen 5.1 t/m 5.4 en Tabel 2).
- Er is een overlap met het rapport 'Update detailadvies Havenkanaal en Inlaag Zuidhoek' [ref 9], waarin de golfcondities voor beide zijden van het Havenkanaal zijn beschouwd, overeenkomende met dijkvak 157b. Daarnaast worden in het advies [ref 9] de golfcondities van de dijkvakken 155e t/m 157a beschreven. In tegenstelling tot het advies [ref 9] wordt in dit detailadvies de reducerende werking van de westelijke strekdam ('t Hoofd genaamd) niet meegenomen. Voor de gereduceerde randvoorwaarden die gelden voor het dijkgedeelte langs het Havenkanaal wordt verwezen naar [ref 9]. De randvoorwaarden in dit advies van dijkvak 157b zijn geschikt voor het ontwerp van de steenbekleding van de strekdam 't Hoofd en voor het dijkgedeelte bij de ingang van het Havenkanaal.
- Dit detailadvies is een herziening van het oorspronkelijke detailadvies Borrendamme [ref 8]. De randvoorwaarden in dit advies zijn niet gelijk aan het voorgaande advies, doordat deze met andere belastingfuncties [ref 13] en met aangescherpte correcties [ref 4] zijn bepaald.
- Langs het traject is één nol aanwezig ter plaatse van de overgang van dijkvak 159b en 160. Deze nol maakt geen deel uit van de primaire waterkering. In samenspraak met Yvo Provoost (Project Bureau Zeeweringen) is besloten deze voor maatgevende golfcondities(1/4000ste situatie) als 'verloren' te beschouwen. Er wordt dan ook geen reductie op de ontwerpwaarden voor de achterliggende waterkering toegepast.

Tabel 3: Waterstanden en ontwerppeilen

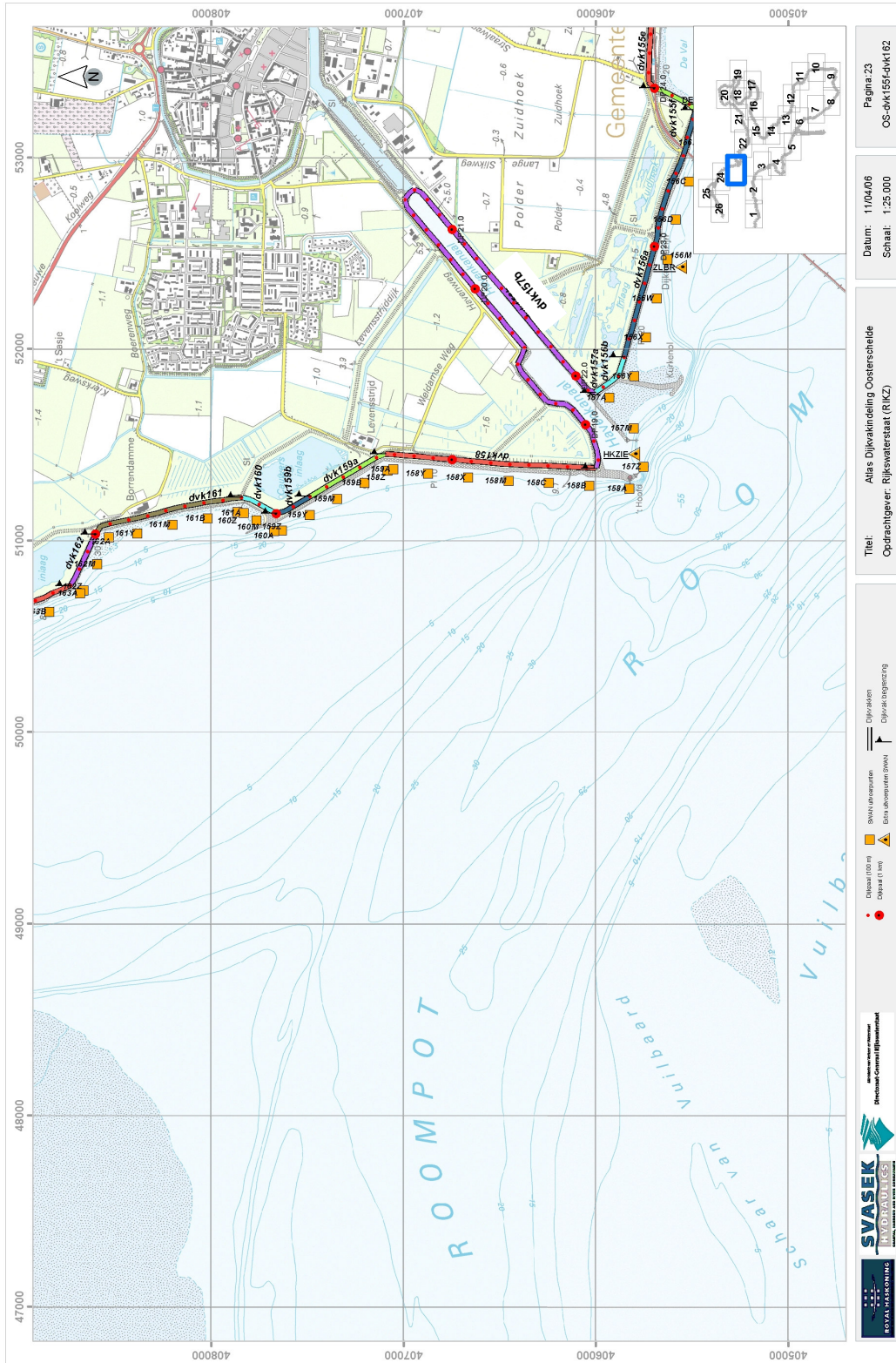
Dijk- vak no.	Ontwerppeil [m] tov NAP	GHW [m] tov NAP	GLW [m] tov. NAP	Springtij		Doodtij	
				HW [m] tov NAP	LW [m] tov. NAP	HW [m] tov NAP	LW [m] tov. NAP
161	3,5	1,45	-1,30	1,65	-1,30	1,20	-1,15
160	3,5	1,45	-1,30	1,65	-1,30	1,20	-1,15
159b	3,5	1,45	-1,30	1,65	-1,35	1,20	-1,15
159a	3,5	1,45	-1,30	1,65	-1,35	1,20	-1,15
158	3,5	1,45	-1,30	1,65	-1,35	1,20	-1,15
157b	3,5	1,45	-1,30	1,65	-1,35	1,20	-1,20

Tabel 4: Bodemligging

Dijk- vak no.	Dijk kilometrering (km)		Representatieve bodempligging [m] tov NAP	Gemiddelde bodempligging [m] tov NAP	Stand.dev. bodempligging [m] tov. NAP
	van	tot			
161	16,00	16,80	-2,56	-1,31	1,25
160	16,80	17,00	-9,64	-5,61	4,03
159b	17,00	17,20	-10,46	-9,10	1,36
159a	17,20	17,65	-2,08	-1,30	0,78
158	17,65	18,75	-7,24	-5,48	1,75
157b	18,75	22,15	-21,69	-18,40	3,29



Figuur 1: Dijkvakken 157b t/m 161



## **Bijlagen 1: Aanpak en resultaten detailadvies**

## 1 Ligging dijkvakken

Dit detailadvies gaat over de dijkvakken 157b t/m 161 (zie Figuur 1). Het tracé ligt op Schouwen op de noordoever van de Oosterschelde nabij Zierikzee. Het ontwerptraacé loopt van dijkkilometer 16.2 tot 20.6. Dijkkilometer 16.2 ligt in dijkvak 161 en dijkkilometer 20.6 ligt in dijkvak 157b.

Er is een overlap met het rapport 'Update detailadvies Havenkanaal en Inlaag Zuidhoek' [ref 9], waarin de golfcondities voor beide zijden van het Havenkanaal zijn beschouwd, overeenkomende met dijkvak 157b. Daarnaast worden in het advies [ref 9] de golfcondities van de dijkvakken 155e t/m 157a beschreven. In tegenstelling tot het advies [ref 9] wordt in dit detailadvies de reducerende werking van de westelijke strekdam ('t Hoofd genaamd) niet meegenomen. Deze strekdam ligt bij de ingang van het Havenkanaal. Aangezien deze strekdam wordt bestand gemaakt tegen 1/4000<sup>ste</sup> stormcondities, is het toegestaan de reducerende werking van deze dam te verdisconteren in de golfcondities van de achterliggende waterkering. Voor de gereduceerde randvoorwaarden die gelden voor het dijkgedeelte langs het Havenkanaal wordt verwezen naar [ref 9]. De randvoorwaarden in dit advies van dijkvak 157b zijn geschikt voor het ontwerp van de steenbekleding van de strekdam 't Hoofd en voor het dijkgedeelte bij de ingang van het Havenkanaal.

Dit detailadvies is een herziening van het oorspronkelijke detailadvies Borrendamme [ref 8]. De randvoorwaarden in dit advies zijn niet gelijk aan het voorgaande advies, doordat deze met andere belastingfuncties [ref 13] en met aangescherpte correcties [ref 4] zijn bepaald. De waarden in dit detailadvies vervangen de vorige afgegeven waarden.

## 2 Situatiebeschrijving

De dijkvakken 158 t/m 161 liggen direct aan de Oosterschelde aan de westzijde van het Havenkanaal. Dijkvak 157b ligt aan het Havenkanaal dat de scheepvaart toegang geeft tot Zierikzee. De westelijke strekdam ('t Hoofd genaamd) schermt het Havenkanaal af van westenwind. Deze strekdam zal gedimensioneerd worden op stormcondities met een kans van voorkomen van eens per 4000 jaar. De afschermdende werking van de strekdam kan daarom in rekening worden gebracht bij het bepalen van de golfcondities in het Havenkanaal. De oostelijke strekdam schermt het Havenkanaal af van golven bij zuidenwind. De oostelijke strekdam, minder zwaar uitgevoerd dan de westelijke strekdam, is niet gedimensioneerd op de 1/4000<sup>ste</sup> storm en wordt tijdens deze maatgevende storm dus als 'verloren' beschouwd. De afschermdende werking van deze strekdam wordt dus niet in rekening gebracht. In dit detailadvies zullen echter alleen de randvoorwaarden bepaald worden voor de strekdam 't Hoofd en de ingang van het Havenkanaal. Voor de gereduceerde randvoorwaarden die gelden voor het dijkgedeelte langs het Havenkanaal wordt verwezen naar ref 9.

Langs het traject is één nol aanwezig ter plaatse van de overgang van dijkvak 159b en 160. Deze nol maakt geen deel uit van de primaire waterkering. In samenspraak met Yvo Provoost (Project Bureau Zeeweringen) is besloten deze voor maatgevende golfcondities (1/4000<sup>ste</sup> situatie) als 'verloren' te beschouwen. Er wordt dan ook geen reductie op de ontwerpwaarden voor de achterliggende waterkering toegepast.

De uitvoerpunten van de berekeningen liggen globaal 50 meter uit de teen van de dijk. Een uitzondering daarop zijn de uitvoerpunten behorende bij dijkvak 157b (uitvoerpunt 158A en 157Z), die zich op ongeveer 500m van de ingang van het Kanaal bevinden. Aangezien deze uitvoerpunten zich vlak voor de westelijke strekdam ('t Hoofd) bevinden, zijn deze uitvoerpunten uitermate geschikt voor de dimensionering van deze strekdam en het dijkgedeelte bij de ingang van het Havenkanaal.

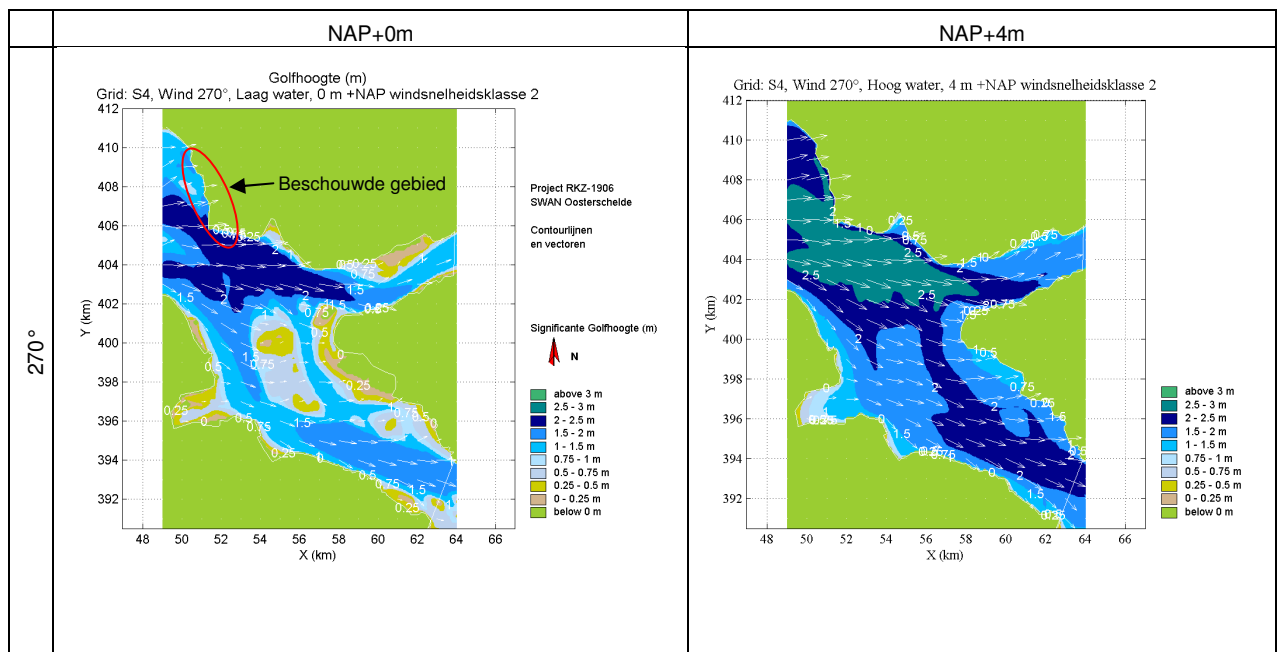
Er zijn geen grote variaties aanwezig voor wat betreft de geometrie en golfbelasting per dijkvak. Er is derhalve geen reden om de indeling in randvoorwaardenvakken aan te passen.

### 3 Golfcondities

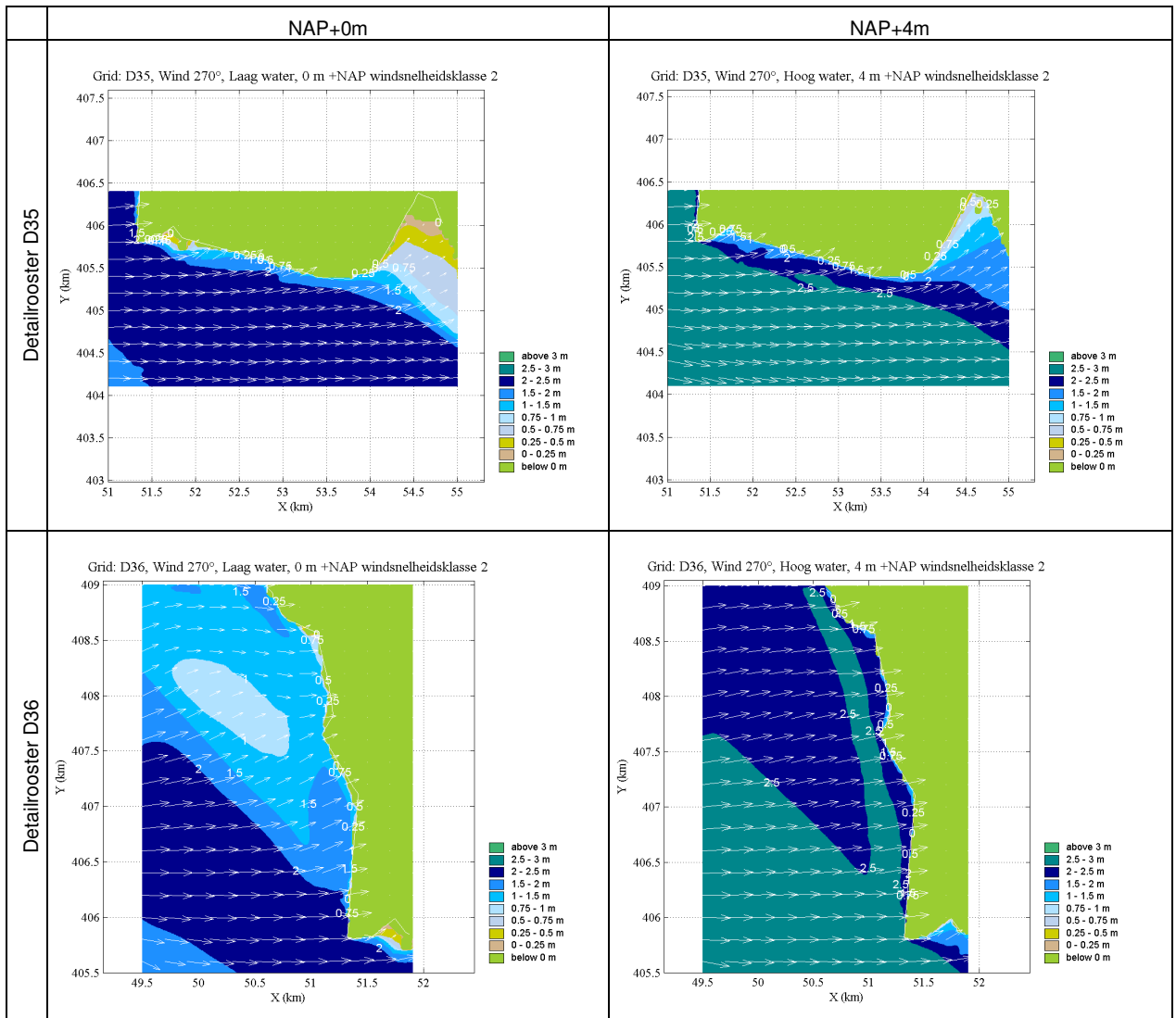
Alle dijkvakken in het beschouwde traject worden het zwaarst door golven belast bij windrichtingen tussen 240 en 270 graden. De maatgevende golven worden in het westelijke deel van de Oosterschelde opgewekt. Vanaf de Oosterscheldekering kan via de Roompot onbeperkt golfgroei plaatsvinden. Vanwege de oriëntatie van de dijkvakken (noord-zuid tot noordwest-zuidoost) in het beschouwde traject komen de golven loodrecht op de kust aan.

De resultaten van "Golfberekeningen Oosterschelde, Rapport RIKZ/2001.006" [ref 1], vormen de basis voor de golfbelastingen. Deze zijn naar aanleiding van nieuwe inzichten op het gebied van transmissie van golfenergie door de Oosterscheldekering, herzien in 2005 [ref 2]. De op basis van het rapport "Update correctiewaarden Zeeland" [ref 4] aangescherpte correctiefactoren, welke dienen ter compensatie van de door SWAN gemaakte fout, zijn voor alle waterstanden (zowel bij open als gesloten kering) toegepast bij de bepaling van de golfcondities. De tabellen 5.1 t/m 5.4 bevatten de waarden van de golfcondities na al deze correcties.

Figuur 2 toont het met SWAN berekende golfveld (zonder enige correcties) voor de windrichting 270° bij de waterstanden NAP+0m en NAP+4 m. Figuur 3 toont dezelfde golfcondities, maar dan voor een fijner rooster, ingezoomd op het dijktraject. Duidelijk is te zien dat de golven in het noordelijke deel van het dijktraject (dijkvak 159a t/m 161) bij lage waterstanden lager zijn dan bij de dijkvakken 157b en 158. Dit wordt veroorzaakt doordat de noordelijk gelegen dijkvakken aan ondieper water liggen, zodat golven eerder hinder ondervinden van de bodem. Bij hogere waterstanden is dit effect logischerwijs veel kleiner, zoals is te zien in Figuur 3.



**Figuur 2: SWAN resultaten voor  $H_{m0}$  (m) voor de windrichting 270 graden bij de waterstanden van NAP+0m en NAP+4m (grof rooster)**



**Figuur 3: SWAN resultaten voor  $H_{m0}$  (m) voor de detailroosters D35 en D36 voor de windrichting 270 graden bij de waterstanden van NAP+0m en NAP +4m**

Voor de verschillende bekledingstypen en faalmechanismen zijn vier verschillende belastingfuncties gebruikt om de maatgevende golfcondities te bepalen. Hierdoor dient voor het ontwerp per bekledingstypen en/of faalmechanisme een afzonderlijke tabel toegepast te worden. De tabellen 5.1 t/m 5.4 tonen de maatgevende golfcondities voor de verschillende bekledingstypen en faalmechanismen. Deze golfcondities zijn bepaald op basis van de belastingfuncties uit [ref 13].

De tabellen vertonen logische waarden: zowel de significante golfhoogte ( $H_s$ ) als de golfperiode ( $T_{pm}$ ) nemen toe bij een toenemende waterdiepte. Bij verschillende dijkvakken is de golfperiode en/of golfhoogte bij NAP +3m hoger dan bij NAP +4m (zie oranje arcering in de Tabellen 5.1 t/m 5.4 en Tabel 2). Dit wordt veroorzaakt doordat bij de hoogste waterstand van NAP+4m de golfparameters niet voor stroming worden gecorrigeerd, vanwege sluiting van de Oosterscheldekering.

Tabel 5.1 is maatgevend voor (gekantelde) betonblokken en patroon gepenetreerde breuksteen, Tabel 5.2 voor betonzuilen, Tabel 5.3 voor het mechanisme afschuiving en de bekledingstypen WAB, OSA en vol en zat gepenetreerde breuksteen en Tabel 5.4 voor losse breuksteen van de kreukelberm.



De maatgevende golfcondities voor betonzuilen zijn afhankelijk van de taludhelling en de constructie afhankelijke constante (F). Bij bepaling van de maatgevende golfcondities in Tabel 5.2 is uitgegaan van een taludhelling van 1:3,5 en een F-waarde van 6. Indien de taludhelling in het ontwerp steiler is dan 1:3,0 of flauwer dan 1:4,5 of de F-waarde is niet gelijk aan 6 kunnen de maatgevende golfcondities afwijken. In dat geval dient contact te worden opgenomen met de adviesschrijver.

De stabiliteit van betonzuilen is het kleinst bij  $\xi_{op} = 2$ . Indien  $\xi_{op} > 2$  en er een ondiep voorland voor de dijk aanwezig is, zijn de maatgevende golfcondities voor betonzuilen mogelijk niet de maatgevende golfcondities [ref 13]. Daarom moeten golfcondities waarvoor geldt  $\xi_{op} > 2$  (bij de aanwezigheid van een hoog voorland) aangepast worden [ref 13], zodat geldt  $\xi_{op} = 2$ . Voor het beschouwde dijktraject geldt in alle gevallen dat  $\xi_{op} < 2$  en daarom hoeven de golfcondities niet te worden bijgesteld.

**Tabel 5.1 Maatgevende golfcondities voor (gekantelde) betonblokken en patroon gepenetreerde breuksteen**

Dijk- vak no.	Dijk kilometering (km) van   tot		Hs [m] bij waterstand t.o.v. NAP				Tpm [s] bij waterstand t.o.v. NAP				Waterdiepte (m) bij waterstand t.o.v. NAP				Windrichting (°) nautisch bij waterstand t.o.v. NAP			
			+0m	+2m	+3m	+4m	+0m	+2m	+3m	+4m	+0m	+2m	+3m	+4m	+0m	+2m	+3m	+4m
161	16,00	16,80	1,44	2,20	2,60	2,83	4,12	5,40	5,80	5,39	3,1	4,1	5,1	6,1	270	270	270	270
160	16,80	17,00	1,58	2,39	2,86	2,89	3,90	5,12	5,36	5,28	9,6	11,6	12,6	5,7	270	240	270	270
159b	17,00	17,20	1,61	2,37	2,71	2,95	4,27	5,29	5,57	5,10	7,8	9,8	10,8	14,4	240	240	270	270
159a	17,20	17,65	1,43	2,40	2,76	2,84	5,08	5,73	5,98	5,43	2,1	4,1	5,1	6,1	240	240	270	270
158	17,65	18,75	2,67	3,09	3,27	3,11	5,08	5,48	5,75	5,25	8,7	10,7	11,7	12,7	270	270	270	270
157b	18,75	22,15	2,73	3,10	3,25	3,08	5,03	5,59	5,84	5,39	15,2	17,2	18,2	19,2	270	270	270	270

**Tabel 5.2 Maatgevende golfcondities voor betonzuilen**

Dijk- vak no.	Dijk kilometering (km) van   tot		Hs [m] bij waterstand t.o.v. NAP				Tpm [s] bij waterstand t.o.v. NAP				Waterdiepte (m) bij waterstand t.o.v. NAP				Windrichting (°) nautisch bij waterstand t.o.v. NAP			
			+0m	+2m	+3m	+4m	+0m	+2m	+3m	+4m	+0m	+2m	+3m	+4m	+0m	+2m	+3m	+4m
161	16,00	16,80	1,44	2,20	2,60	2,83	4,12	5,40	5,80	5,39	3,1	4,1	5,1	6,1	270	270	270	270
160	16,80	17,00	1,58	2,47	2,86	2,94	3,90	4,88	5,36	5,11	9,6	11,6	12,6	13,6	270	270	270	270
159b	17,00	17,20	1,61	2,42	2,81	2,95	4,27	5,08	5,33	5,10	7,8	9,8	13,4	14,4	240	270	270	270
159a	17,20	17,65	1,49	2,41	2,76	2,84	4,80	5,70	5,98	5,43	2,1	4,1	5,1	6,1	240	270	270	270
158	17,65	18,75	2,67	3,09	3,27	3,11	5,08	5,48	5,75	5,25	8,7	10,7	11,7	12,7	270	270	270	270
157b	18,75	22,15	2,73	3,10	3,25	3,15	5,03	5,59	5,84	5,24	15,2	17,2	18,2	25,6	270	270	270	270

**Tabel 5.3 Maatgevende golfcondities voor afschuiving, WAB, OSA en vol en zat gepenetreerde breuksteen**

Dijk- vak no.	Dijk kilometering (km) van   tot		Hs [m] bij waterstand t.o.v. NAP				Tpm [s] bij waterstand t.o.v. NAP				Waterdiepte (m) bij waterstand t.o.v. NAP				Windrichting (°) nautisch bij waterstand t.o.v. NAP			
			+0m	+2m	+3m	+4m	+0m	+2m	+3m	+4m	+0m	+2m	+3m	+4m	+0m	+2m	+3m	+4m
161	16,00	16,80	1,44	2,20	2,60	2,83	4,12	5,40	5,80	5,39	3,1	4,1	5,1	6,1	270	270	270	270
160	16,80	17,00	1,58	2,47	2,86	2,94	3,90	4,88	5,36	5,11	9,6	11,6	12,6	13,6	270	270	270	270
159b	17,00	17,20	1,63	2,45	2,83	2,95	3,98	4,57	5,04	5,10	7,8	12,4	13,4	14,4	240	270	270	270
159a	17,20	17,65	1,51	2,42	2,77	2,84	4,53	5,42	5,71	5,43	2,1	4,1	5,1	6,1	240	270	270	270
158	17,65	18,75	2,67	3,09	3,27	3,11	5,08	5,48	5,75	5,25	8,7	10,7	11,7	12,7	270	270	270	270
157b	18,75	22,15	2,73	3,10	3,27	3,15	5,03	5,59	5,64	5,24	15,2	17,2	24,6	25,6	270	270	270	270

**Tabel 5.4 Maatgevende golfcondities voor losse breuksteen kreukelberm**

Dijk- vak no.	Dijk kilometrerung (km)		Hs [m] bij waterstand t.o.v. NAP				Tpm [s] bij waterstand t.o.v. NAP				Waterdiepte (m) bij waterstand t.o.v. NAP				Windrichting (°) nautisch bij waterstand t.o.v. NAP			
	van	tot	+0m	+2m	+3m	+4m	+0m	+2m	+3m	+4m	+0m	+2m	+3m	+4m	+0m	+2m	+3m	+4m
161	16,00	16,80	1,44	2,20	2,60	2,83	4,12	5,40	5,80	5,39	3,1	4,1	5,1	6,1	270	270	270	270
160	16,80	17,00	1,58	2,47	2,86	2,89	3,90	4,88	5,36	5,28	9,6	11,6	12,6	5,7	270	270	270	270
159b	17,00	17,20	1,61	2,37	2,81	2,95	4,27	5,29	5,33	5,10	7,8	9,8	13,4	14,4	240	240	270	270
159a	17,20	17,65	1,49	2,41	2,76	2,84	4,80	5,70	5,98	5,43	2,1	4,1	5,1	6,1	240	270	270	270
158	17,65	18,75	2,67	3,09	3,27	3,11	5,08	5,48	5,75	5,25	8,7	10,7	11,7	12,7	270	270	270	270
157b	18,75	22,15	2,73	3,10	3,25	3,15	5,03	5,59	5,84	5,24	15,2	17,2	18,2	25,6	270	270	270	270

Let op: De randvoorwaarden in dit advies van dijkvak 157b zijn geschikt voor het ontwerp van de steenbekleding van de strekdam 't Hoofd en voor het dijkgedeelte bij de ingang van het Havenkanaal. Voor het dijkgedeelte langs het Havenkanaal kunnen gereduceerde golfcondities gebruikt worden, welke zijn beschreven in ref 9.

#### 4 Waterstanden

In Tabel 6 zijn de ontwerppeilen weergegeven die bij het ontwerp gebruikt dienen te worden. Vanwege het (nood)sluiten van de stormvloedkering bij een verwachte waterstand boven NAP+3 meter neemt men in de Oosterschelde geen zeespiegelrijzing en geen buistoten of seiches in beschouwing. Het ontwerppeil is daardoor gelijk aan het toetspeil 2006 dat ook in de tabel is opgenomen. Tabel 6 bevat ook de gemiddeld hoge en gemiddeld lage waterstand (GHW en GLW). Verder zijn de waterstanden van gemiddeld getij, springtij en doottij (uit [ref 3]) opgenomen.

**Tabel 6: Waterstanden en ontwerppeilen**

Dijk- vak no.	Ontwerppeil [m] tov NAP	GHW [m] tov NAP	GLW [m] tov. NAP	Springtij		Doodtij	
				HW [m] tov NAP	LW [m] tov. NAP	HW [m] tov NAP	LW [m] tov. NAP
161	3,5	1,45	-1,30	1,65	-1,30	1,20	-1,15
160	3,5	1,45	-1,30	1,65	-1,30	1,20	-1,15
159b	3,5	1,45	-1,30	1,65	-1,35	1,20	-1,15
159a	3,5	1,45	-1,30	1,65	-1,35	1,20	-1,15
158	3,5	1,45	-1,30	1,65	-1,35	1,20	-1,15
157b	3,5	1,45	-1,30	1,65	-1,35	1,20	-1,20

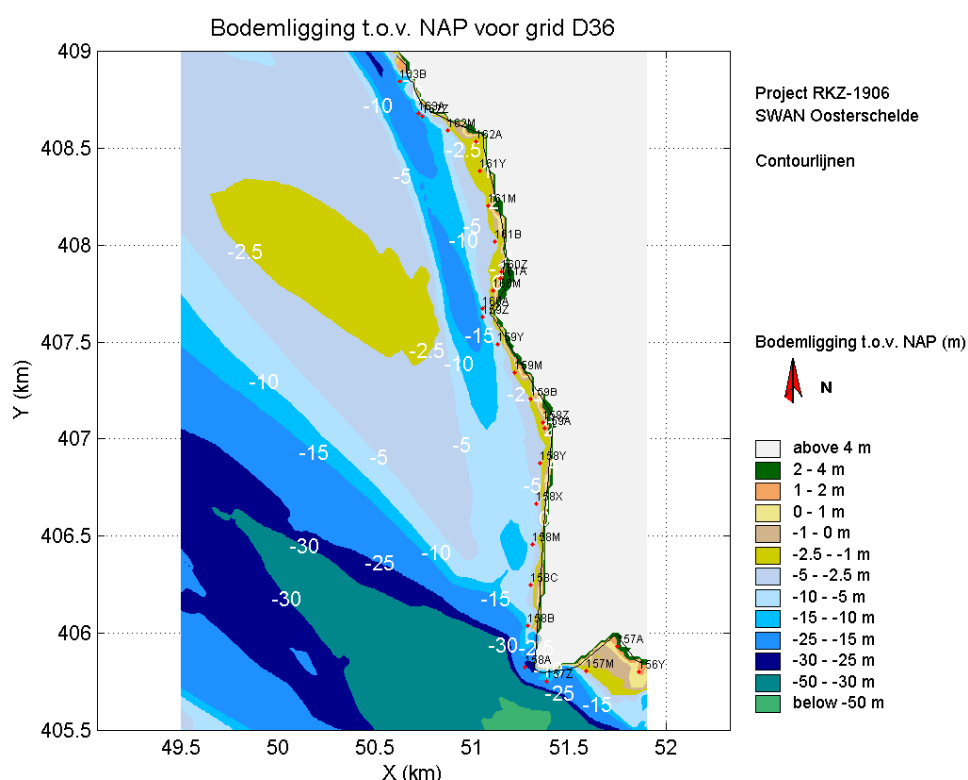
#### 5 Bodemligging en golfcondities lagere waterstanden

De representatieve bodemligging [ref. 5 en 6] voor de dijkvakken is weergegeven in Tabel 7. De representatieve bodemligging varieert in de beschouwde dijkvakken van NAP -2,07 m tot NAP -21,63 m. Merk op dat de bodemligging voor de verschillende dijkvakken veel varieert. De representatieve bodemligging is in lijn met Figuur 4 en hoeft daarom niet te worden aangepast.



Tabel 7: Bodemligging

Dijk- vak no.	Dijk kilometrerig (km)		Representatieve bodemligging [m] tov NAP	Gemiddelde bodemligging [m] tov NAP	Stand.dev. bodemligging [m] tov NAP
	van	tot			
161	16,00	16,80	-2,56	-1,31	1,25
160	16,80	17,00	-9,64	-5,61	4,03
159b	17,00	17,20	-10,46	-9,10	1,36
159a	17,20	17,65	-2,08	-1,30	0,78
158	17,65	18,75	-7,24	-5,48	1,75
157b	18,75	22,15	-21,69	-18,40	3,29



Figuur 4: Bodemligging rond dijktraject

Bij de extrapolatie naar lagere waterstanden mogen de waarden  $H_s/D=0.7$  en  $H_s/L_0=0.06$  (= golfsteilheid) niet worden overschreden. In Tabel 8 en 9 is voor de maatgevende golfcondities voor losse breuksteen (Tabel 5.4) gecontroleerd of de waarden  $H_s/D=0.7$  en  $H_s/L_0=0.06$  worden overschreden. De golfcondities die weergegeven zijn bij een waterstand van NAP -1m en -2m zijn bepaald door de golfcondities die horen bij een waterstand van NAP +0m en NAP +2m lineair naar beneden te extrapoleren.

Bij dijkvak 161 bij een waterstand van NAP -2m en bij dijkvak 159a bij de waterstanden NAP -1m en NAP -2m blijkt de waarde van  $H_s/D=0.7$  overschreden te worden (zie grijze arcering in Tabel 8). Omdat deze berekende waarden fysisch niet realistisch zijn, zijn de betreffende golfhoogte naar beneden bijgesteld, welke gecorrigeerde waarden met grijs zijn gearceerd. Daarbij is rekening gehouden met een ondergrens van  $H_s = 0.25$  m en/of  $T_{pm} = 2.5$  s, omdat de berekende golfcondities

in die situaties mogelijk een onderschatting geven van de werkelijke optredende golfcondities [ref. 11]. In Tabel 8 zijn deze situaties, waarbij de golfcondities hiervoor gewijzigd zijn met blauw gearceerd.

In Tabel 9 is voor de maatgevende golfcondities voor losse breuksteen gecontroleerd of de voorwaarde  $H_s/L_0=0.06$  wordt overschreden bij de waterstanden NAP -1m en NAP -2m. Daarbij staan in de vierde en vijfde kolom de al dan niet gecorrigeerde waarden van  $H_s$  uit Tabel 8. Bij de dijkvakken 157b, 158 en 160 blijkt deze voorwaarde overschreden te worden en zijn de betreffende golfhoogte naar beneden bijgesteld (zie grijze arcering Tabel 9).

**Tabel 8: Controle criterium  $H_s/D \leq 0.7$**

Dijk- vak no.	Dijk kilometrerings (km)		Hs [m] bij waterstand t.o.v. NAP		D (m) bij waterstand t.o.v. NAP		Hs/D bij waterstand t.o.v. NAP		Hs en bijgestelde Hs bij waterstand t.o.v. NAP	
	van	tot	-2m	-1m	-2m	-1m	-2m	-1m	-2m	-1m
161	16,00	16,80	0,68	1,06	0,56	1,56	1,21	0,68	0,40	1,06
160	16,80	17,00	0,69	1,14	7,64	8,64	0,09	0,13	0,69	1,14
159b	17,00	17,20	0,85	1,23	8,46	9,46	0,10	0,13	0,85	1,23
159a	17,20	17,65	0,57	1,03	0,08	1,08	7,12	0,95	0,25	0,76
158	17,65	18,75	2,25	2,46	5,24	6,24	0,43	0,39	2,25	2,46
157b	18,75	22,15	2,36	2,55	19,69	20,69	0,12	0,12	2,36	2,55

**Tabel 9: Controle criterium  $H_s/L_0 \leq 0.06$**

Dijk- vak no.	Dijk kilometrerings (km)		Hs [m] bij waterstand t.o.v. NAP		Tpm [s] bij waterstand t.o.v. NAP		L0 [m] bij waterstand t.o.v. NAP		Hs/L0 [-] bij waterstand t.o.v. NAP		Aan te houden Hs [m] bij waterstand t.o.v. NAP	
	van	tot	-2m	-1m	-2m	-1m	-2m	-1m	-2m	-1m	-2m	-1m
161	16,00	16,80	0,40	1,06	2,84	3,48	12,6	18,9	0,032	0,056	0,40	1,06
160	16,80	17,00	0,69	1,14	2,92	3,41	13,3	18,1	0,052	0,063	0,69	1,09
159b	17,00	17,20	0,85	1,23	3,25	3,76	16,5	22,1	0,052	0,056	0,85	1,23
159a	17,20	17,65	0,25	0,76	3,90	4,35	23,7	29,5	0,011	0,026	0,25	0,76
158	17,65	18,75	2,25	2,46	4,68	4,88	34,2	37,2	0,066	0,066	2,05	2,23
157b	18,75	22,15	2,36	2,55	4,47	4,75	31,2	35,2	0,076	0,072	1,87	2,12

## 6 Bodemprognose

De golfrandvoorwaarden in dit advies zijn gebaseerd op SWAN-berekeningen uit 1998 [ref 1], aangevuld met berekeningen uit 2005 [ref 2]. Bij berekening van de golfcondities is gebruik gemaakt van een bodemschematisatie die destijds representatief werd geacht voor een planperiode van 50 jaar [ref 1]. De hieruit volgende bodemschematisatie wordt de "ontwerpbodem" genoemd.

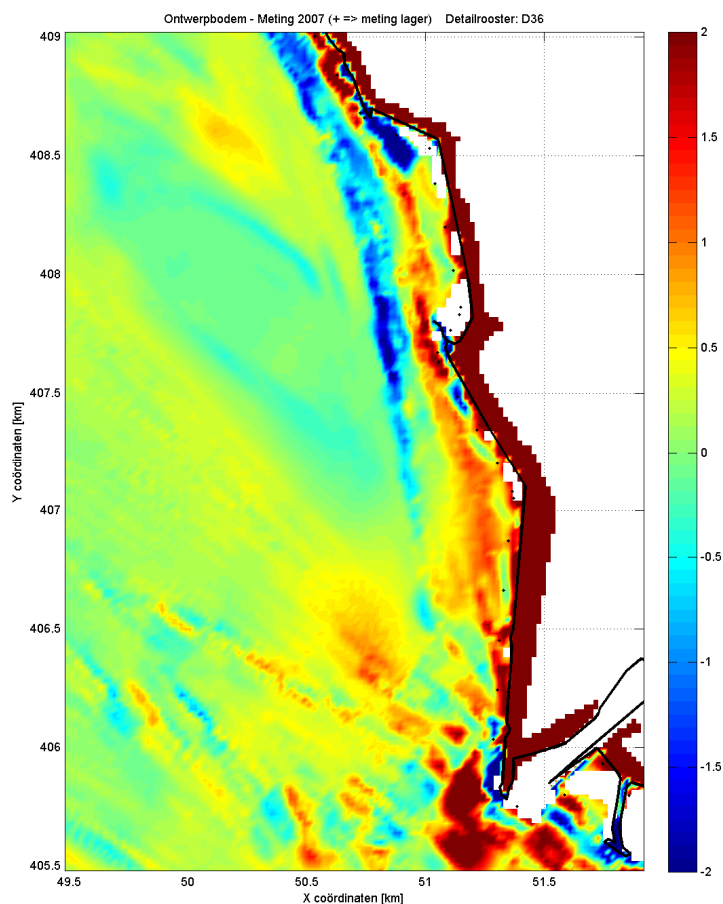
Recent is er op basis van de gemeten bodemligging van 1990, 2001 en 2007 een toekomstprognose gemaakt voor de ontwikkeling van de bodemligging van de Oosterschelde tot het jaar 2112 [ref 14]. De hieruit volgende bodemschematisatie voor het jaar 2062 wordt de "prognosebodem" genoemd. Uit deze toekomstprognose blijkt dat de ontwikkeling van de Oosterschelde op enkele locaties sneller gaat dan voorzien was in 1998.

De impact op de golfrandvoorwaarden door de het gebruik van deze prognosebodem in plaats van de ontwerpbodem is bestudeerd in ref 14 en 15. Hieruit blijkt dat de golfrandvoorwaarden op basis van prognosebodem op een aantal locaties hoger zijn dan bij de ontwerpbodem. In deze paragraaf wordt geadviseerd hoe in het ontwerp moet worden omgegaan met de uitkomsten van deze laatste studie [ref 15]. Opgemerkt moet worden dat de betrouwbaarheid van de prognosebodem niet veel groter is dan de ontwerpbodem, waardoor er opgepast moet worden om harde conclusies te trekken. Daarom worden niet zonder meer de randvoorwaarden op basis van de prognosebodem geadviseerd.

In Figuur 6 is het verschil weergegeven tussen de bodemligging uit de ontwerpbodem, waarop de randvoorwaarden in dit advies gebaseerd zijn, minus de bodemligging op basis van metingen uit 2007. Positieve waarden geven aan dat de huidige bodemligging (meting uit 2007) lager ligt dan de ontwerpbodem. Uit Figuur 6 blijkt dat vrijwel langs het gehele beschouwde dijkttraject en dan vooral dichtbij de kust, de bodem die volgt uit metingen van 2007 lager ligt dan de ontwerpbodem. De bodemontwikkeling lijkt hier sneller te gaan dan in 1998 was voorzien en wij raden de ontwerper aan hier rekening mee te houden bij het ontwerp van de kreukelberm.

Uit berekeningen op basis van de prognosebodem in vergelijking met de ontwerpbodem blijkt dat de totale golfbelasting Z1 voor de dijkvakken 157b en 158 redelijk toeneemt en voor de dijkvakken 159a t/m 161 aanzienlijk toeneemt [tabel 7.1 uit ref 15]. Aangeraden wordt om voor deze dijkvakken enige robuustheid in het ontwerp in te bouwen.

**Figuur 6: Verschil in ligging ontwerpbodem minus bodem die volgt uit meting 2007**



**Referenties**

- [1.] Kamsteeg, A.T. et al: '*Golfberekeningen Oosterschelde*', RIKZ/2001.006
- [2.] Alkyon: '*Update golfcondities RAND2001 beïnvloedingsgebied OS-kering, Herberekening westelijke winden*', d.d. augustus 2005, Alkyonrapport.
- [3.] Jansen, M: '*Hoog- en laagwaterstand en ontwerppeil per dijkvak Oosterschelde*', d.d. januari 2010, RKZ-1906.016 van mantelovereenkomst RKZ-1906.
- [4.] Svašek Hydraulics, van de Rest, P.: '*Update correctiewaarden Zeeland*', d.d november 2010, kenmerk: 1585/U10250/D/PvdR.
- [5.] Svašek Hydraulics en Royal Haskoning: '*Handleiding hydraulische detailadviezen Oosterschelde en Westerschelde 2007 t.b.v. projectbureau Zeeweringen; Deel 1 van 2: Checklist detailadviezen*', d.d. 23 november 2007.
- [6.] Svašek Hydraulics en Royal Haskoning: '*Handleiding hydraulische detailadviezen Oosterschelde en Westerschelde 2007 t.b.v. projectbureau Zeeweringen; Deel 2 van 2: Achtergrond detailadviezen*', d.d. 23 november 2007.
- [7.] Royal Haskoning en Svašek Hydraulics: '*2010.01C Factsheet Update detailadvies Borrendamme.xls*', d.d. 1 november 2010.
- [8.] Svašek Hydraulics en Royal Haskoning: '*Detailadvies Borrendamme (Opdracht 2006.07.40)*', d.d. 22 augustus 2006.
- [9.] Svašek Hydraulics en Royal Haskoning.: '*2010.15D Update detailadvies Havenkanaal en Inlaag Zuidhoek*', d.d. 1 november 2010.
- [10.] Deltares, Klein Breteler, M.: '*Belastingfunctie voor keuze maatgevende golfcondities*', d.d. 21 oktober 2009.
- [11.] Groenendaal. E.: '*Toepassen minimale  $H_s$  en  $T_{pm}$  voor hydraulische advisering aan Projectbureau Zeeweringen*, Memo H5102/EG/01, 31 maart 2008.
- [12.] Svašek Hydraulics en Royal Haskoning: '*Overzichtskaart Oosterschelde en Westerschelde (RKZ1906.25)*', mei 2010.
- [13.] Svašek Hydraulics, van de Rest, P.: '*Memo Nieuwe belastingfuncties steenbekledingen*' d.d. 18 januari 2010, PvdR/09358/1573/D.
- [14.] Royal Haskoning: '*Toekomstprognose ontwikkeling intergetijdengebied Oosterschelde*', kenmerk 9T4814.A0/R0002/SJAC/SSOM/Rott, d.d. 12 december 2008.
- [15.] Svašek Hydraulics, van den Boomgaard, M en van de Rest, P.: '*Impact bodemprognose op detailadviezen Oosterschelde*', MB/1565/09388/C, d.d 8 januari 2010.

Tabel 4.1: Maatgevende golfcondities voor (gekatelde) betonblokken en patroon gepenetreerde breuksteen

Dijk- vak no.	Dijk kilometrering (km)		Hs [m] bij waterstand t.o.v. NAP				Tpm [s] bij waterstand t.o.v. NAP				Waterdiepte (m) bij waterstand t.o.v. NAP				Windrichting (°) nautisch bij waterstand t.o.v. NAP			
	van	tot	+0m	+2m	+3m	+4m	+0m	+2m	+3m	+4m	+0m	+2m	+3m	+4m	+0m	+2m	+3m	+4m
161	16,00	16,80	1,44	2,20	2,60	2,83	4,12	5,40	5,80	5,39	3,1	4,1	5,1	6,1	270	270	270	270
160	16,80	17,00	1,58	2,39	2,86	2,89	3,90	5,12	5,36	5,28	9,6	11,6	12,6	5,7	270	240	270	270
159b	17,00	17,20	1,61	2,37	2,71	2,95	4,27	5,29	5,57	5,10	7,8	9,8	10,8	14,4	240	240	270	270
159a	17,20	17,65	1,43	2,40	2,76	2,84	5,08	5,73	5,98	5,43	2,1	4,1	5,1	6,1	240	240	270	270
158	17,65	18,75	2,67	3,09	3,27	3,11	5,08	5,48	5,75	5,25	8,7	10,7	11,7	12,7	270	270	270	270
157b	18,75	22,15	2,73	3,10	3,25	3,08	5,03	5,59	5,84	5,39	15,2	17,2	18,2	19,2	270	270	270	270

Tabel 4.2: Maatgevende golfcondities voor betonzuilen

Dijk- vak no.	Dijk kilometrering (km)		Hs [m] bij waterstand t.o.v. NAP				Tpm [s] bij waterstand t.o.v. NAP				Waterdiepte (m) bij waterstand t.o.v. NAP				Windrichting (°) nautisch bij waterstand t.o.v. NAP			
	van	tot	+0m	+2m	+3m	+4m	+0m	+2m	+3m	+4m	+0m	+2m	+3m	+4m	+0m	+2m	+3m	+4m
161	16,00	16,80	1,44	2,20	2,60	2,83	4,12	5,40	5,80	5,39	3,1	4,1	5,1	6,1	270	270	270	270
160	16,80	17,00	1,58	2,47	2,86	2,94	3,90	4,88	5,36	5,11	9,6	11,6	12,6	13,6	270	270	270	270
159b	17,00	17,20	1,61	2,42	2,81	2,95	4,27	5,08	5,33	5,10	7,8	9,8	13,4	14,4	240	270	270	270
159a	17,20	17,65	1,49	2,41	2,76	2,84	4,80	5,70	5,98	5,43	2,1	4,1	5,1	6,1	240	270	270	270
158	17,65	18,75	2,67	3,09	3,27	3,11	5,08	5,48	5,75	5,25	8,7	10,7	11,7	12,7	270	270	270	270
157b	18,75	22,15	2,73	3,10	3,25	3,15	5,03	5,59	5,84	5,24	15,2	17,2	18,2	25,6	270	270	270	270

Tabel 4.3: Maatgevende golfcondities voor afschuiving, WAB, OSA en vol en zat gepenetreerde breuksteen

Dijk- vak no.	Dijk kilometrering (km)		Hs [m] bij waterstand t.o.v. NAP				Tpm [s] bij waterstand t.o.v. NAP				Waterdiepte (m) bij waterstand t.o.v. NAP				Windrichting (°) nautisch bij waterstand t.o.v. NAP			
	van	tot	+0m	+2m	+3m	+4m	+0m	+2m	+3m	+4m	+0m	+2m	+3m	+4m	+0m	+2m	+3m	+4m
161	16,00	16,80	1,44	2,20	2,60	2,83	4,12	5,40	5,80	5,39	3,1	4,1	5,1	6,1	270	270	270	270
160	16,80	17,00	1,58	2,47	2,86	2,94	3,90	4,88	5,36	5,11	9,6	11,6	12,6	13,6	270	270	270	270
159b	17,00	17,20	1,63	2,45	2,83	2,95	3,98	4,57	5,04	5,10	7,8	12,4	13,4	14,4	240	270	270	270
159a	17,20	17,65	1,51	2,42	2,77	2,84	4,53	5,42	5,71	5,43	2,1	4,1	5,1	6,1	240	270	270	270
158	17,65	18,75	2,67	3,09	3,27	3,11	5,08	5,48	5,75	5,25	8,7	10,7	11,7	12,7	270	270	270	270
157b	18,75	22,15	2,73	3,10	3,27	3,15	5,03	5,59	5,64	5,24	15,2	17,2	24,6	25,6	270	270	270	270

Tabel 4.4: Maatgevende golfcondities voor losse breuksteen kreukelberm

Dijk- vak no.	Dijk kilometrering (km)		Hs [m] bij waterstand t.o.v. NAP				Tpm [s] bij waterstand t.o.v. NAP				Waterdiepte (m) bij waterstand t.o.v. NAP				Windrichting (°) nautisch bij waterstand t.o.v. NAP			
	van	tot	+0m	+2m	+3m	+4m	+0m	+2m	+3m	+4m	+0m	+2m	+3m	+4m	+0m	+2m	+3m	+4m
161	16,00	16,80	1,44	2,20	2,60	2,83	4,12	5,40	5,80	5,39	3,1	4,1	5,1	6,1	270	270	270	270
160	16,80	17,00	1,58	2,47	2,86	2,89	3,90	4,88	5,36	5,28	9,6	11,6	12,6	5,7	270	270	270	270
159b	17,00	17,20	1,61	2,37	2,81	2,95	4,27	5,29	5,33	5,10	7,8	9,8	13,4	14,4	240	240	270	270
159a	17,20	17,65	1,49	2,41	2,76	2,84	4,80	5,70	5,98	5,43	2,1	4,1	5,1	6,1	240	270	270	270
158	17,65	18,75	2,67	3,09	3,27	3,11	5,08	5,48	5,75	5,25	8,7	10,7	11,7	12,7	270	270	270	270
157b	18,75	22,15	2,73	3,10	3,25	3,15	5,03	5,59	5,84	5,24	15,2	17,2	18,2	25,6	270	270	270	270

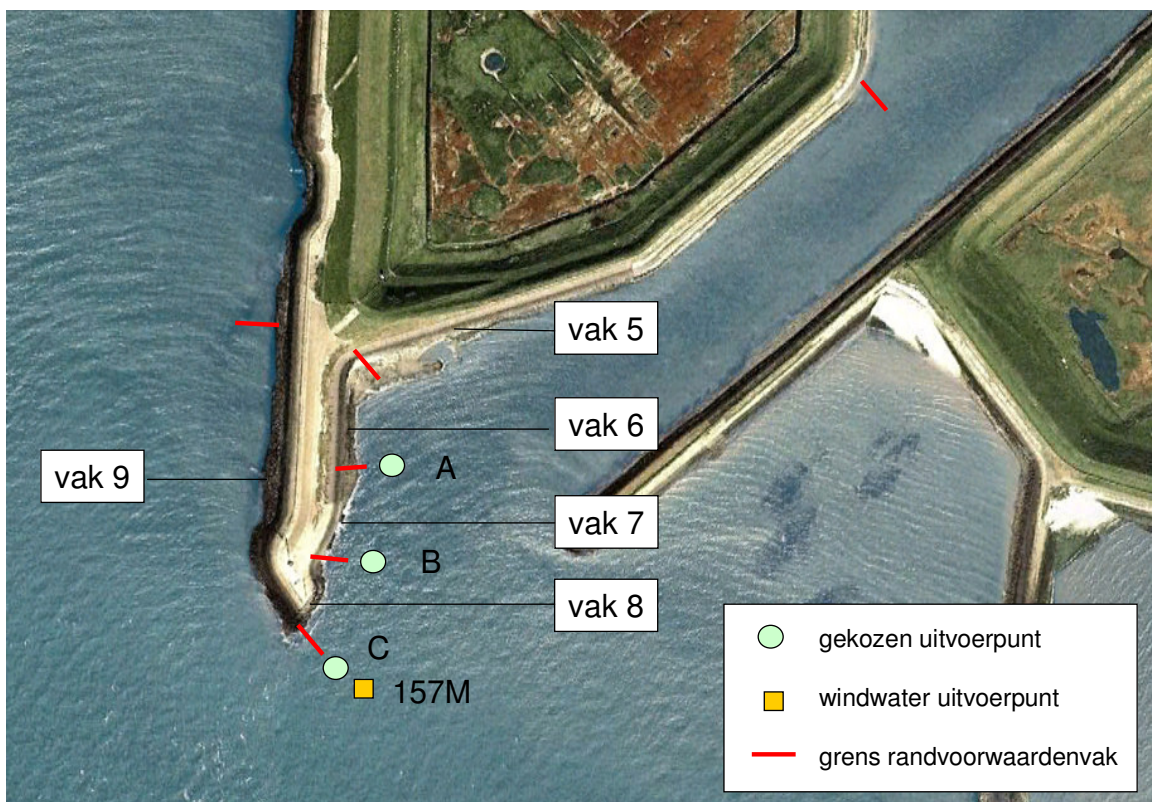


## Aanvullend detailadvies binnenzijde westelijke strekdam en havenkanaal Zierikzee

Aan : Jan Willem Beijer en Yvo Provoost (Projectbureau Zeeweringen)  
 Van : Erik Arnold (Royal Haskoning)  
 Tweede lezer : Dennis Hordijk (Royal Haskoning)  
 Datum : 1 april 2011  
 Betreft : 2010.05D Aanvullend detailadvies binnenzijde westelijke strekdam en Havenkanaal Zierikzee  
 Status : Definitief  
 Ref. Royal Haskoning : 9V7794.A0/N0001/EARN/ILAN/Rott

### 1 Achtergrond & vraagstelling

Projectbureau Zeeweringen heeft in de planning staan om de steenbekleding van de dijk langs het havenkanaal van Zierikzee te vervangen door nieuwe bekleding. De monding van het havenkanaal is direct gelegen aan diep water (zie Figuur 1). De monding heeft een breedte van circa 160 meter. Twee strekdammen schermen het havenkanaal af; een zware dam aan de westkant en een minder zware dam aan de oostkant. Het projectbureau Zeeweringen overweegt om de westelijke strekdam te verzwaren. Voor de binnenzijde van de westelijke strekdam zijn echter nog geen golfbrandvoorwaarden bepaald en daarom heeft Projectbureau Zeeweringen gevraagd om de golfcondities in de monding van het havenkanaal door te vertalen naar de binnenkant van de westelijke strekdam. Hierbij is gebruik gemaakt van [ref. 1] waarin de golfcondities in het havenkanaal zijn bepaald.



Figuur 1: Havenkanaal Zierikzee (ligging randvoorwaardenvakken en uitvoerpunten)

**Tabel 1: Beschouwde randvoorwaardenvakken (6 t/m 9)**

Randvoorwaarden- vakken  nr.	Dijkvakscheidingscoördinaten			
	t.o.v. Parijs (m)			
	van			tot
x	y	x	y	
6	51374	405951	51366	405874
7	51366	405874	51344	405817
8	51344	405817	51342	405792
9	51342	405792	51331	405973

## 2 Uitgangspunten en aannamen

**Let op:** In het kader van het Onderzoeksprogramma Kennisleemtes Steenbekledingen zijn recentelijk nieuwe formules ontwikkeld voor het toetsen en ontwerpen van steenzettingen [ref 2]. Deze nieuwe ontwerpformules worden reeds gebruikt bij projectbureau Zeeweringen bij het ontwerp van dijkbekledingen. Met deze nieuwe ontwerpformules zijn nieuwe belastingfuncties bepaald [ref 3], waarmee in dit advies de maatgevende golfcondities zijn bepaald. Deze nieuwe belastingfuncties zijn een verbetering van de drie klassieke belastingfuncties (Z1, Z2, Z3). Daarnaast zijn de maatgevende golfcondities in dit advies bepaald met aangescherpte correctiefactoren [ref 4].

Uitvoerpunt 157M (872) is representatief gesteld voor de golfcondities in de monding van het havenkanaal. Dit punt ligt op relatief diep water en ligt niet beschermt achter de havendam (zie Figuur 1). In Tabel 2 zijn de golfcondities in de havenmond gegeven bij verschillende windrichtingen en waterstanden. De golfcondities zijn gecorrigeerd voor de invloed van stroming [ref 9 en 10]:  $H_s$  met 0,06 m en  $T_{pm}$  met 0,235 s. In dit advies zijn de windrichtingen 150 tot en met 285 graden beschouwd. Bij deze windrichtingen vindt over grote afstand golfgroei plaats en gelden dan ook zwaardere golfcondities dan voor de niet beschouwde richtingen.

**Tabel 2: Golfcondities in de havenmond (uitvoerpunt 157M)**

Wind NAP	$H_s$ (m)				$T_{pm}$ (s)			
	0m	+2m	+3m	+4m	0m	+2m	+3m	+4m
150	1.58	1.74	1.78	1.76	4.31	4.66	4.77	4.65
180	1.84	1.99	2.04	2.03	4.27	4.52	4.61	4.45
210	2.26	2.48	2.56	2.43	4.36	4.62	4.71	4.39
240	2.63	2.94	3.07	2.92	4.79	5.23	5.46	5.03
270	2.73	3.10	3.25	3.08	5.03	5.59	5.84	5.39
285	2.50	2.85	3.00	2.80	4.93	5.54	5.82	5.33

Voor de buitenzijde (randvoorwaardenvak 9) en de kop (randvoorwaardenvak 8) van de westelijke strekdam gelden de golfcondities van dijkvak 157b. Deze zijn bepaald in [ref 7 en 8].

De golfcondities aan de binnenzijde (randvoorwaardenvakken 6 en 7) van de strekdam zijn bepaald op basis van *blockfiles* waarin het ruimtelijk verloop van de golfhoogte en golfperiode is weergegeven rond de westelijke strekdam. In bijlage 1 zijn ter illustratie de figuren voor de golfhoogte opgenomen. De *blockfiles* zijn afkomstig uit [ref. 1] waarin de golfcondities in het havenkanaal zijn bepaald.



Hierbij is het volgende stappenplan gevolgd:

1. Voor de windrichtingen 150 t/m 285 graden zijn op basis van de blockfiles allereerst de golfcondities voor de waterstanden NAP +0, +2, +3 en +4m, bepaald op de in Figuur 1 aangegeven uitvoerpunten (A, B en C);
2. Vervolgens is per windrichting de verhouding bepaald tussen de golfcondities op de uitvoerpunten A en B en het uitvoerpunt in de monding (C):
  - $(H_s (A) / H_s (C))$  en  $(H_s (B) / H_s (C))$ ;
  - $(T_p (A) / T_p (C))$  en  $(T_p (B) / T_p (C))$ .
3. Daarna zijn de golfcondities per windrichting verschaald naar het uitvoerpunt in de monding (157M) volgens de volgende formulering:
  - $H_s = H_s (157M) * (H_s (A \text{ of } B) / H_s (C))$ ;
  - $T_{pm} = T_{pm (157M)} * (T_p (A \text{ of } B) / T_p (C))$ .
4. Ten slotte zijn voor alle randvoorwaardenvakken de maatgevende windrichtingen en bijbehorende golfcondities bepaald per bekledingstype op basis van nieuwe belastingfuncties [ref 3]. Voor randvoorwaardenvak 6 is uitvoerpunt A en voor randvoorwaardenvak 7 is uitvoerpunt B representatief gesteld.

### 3 Golfrandvoorwaarden binnenzijde westelijke havendam

De tabellen 3.1 t/m 3.4 tonen de maatgevende golfcondities voor randvoorwaardenvakken 6 t/m 9 voor verschillende bekledingstypen en faalmechanismen. Deze golfcondities zijn bepaald op basis van de belastingfuncties uit [ref 3]. Voor de meeste dijkvakken geldt dat de golfhoogte en golfperiode bij NAP +3m hoger is dan bij NAP +4m (zie oranje arcering in Tabellen 3.1 t/m 3.4). Dit komt omdat bij NAP +4m de kering gesloten is, waardoor geen golfdoordringing vanaf de Noordzee plaatsvindt en er bovendien geen stromingscorrectie van toepassing is. Voor Tabel 3.3: afschuiving, WAB, OSA en vol en zat gepenetreerde breuksteen geldt dat bij lagere waterstanden de golfperiode hoger is dan bij hogere waterstanden. Dit komt omdat bij dit bekledingstype de maatgevende windrichting uitsluitend gebaseerd is op de golfhoogte. Hierdoor kan een golfhoogte met een kleine golfperiode maatgevend worden.

Merk op als je het verloop van de golfperiode over de windrichtingen bekijkt dat voor de binnenzijde van de westelijke strekdam geldt dat de golfperiode voor de windrichtingen 240 t/m 270 graden hoger is dan voor de windrichting 180 graden. Hierdoor wordt als je de combinatie  $H_s$  en  $T_{pm}$  (Tabel 3.1, 3.2 en 3.4) beschouwd de westelijke windrichtingen maatgevend (240 t/m 270 graden). Hierdoor heb je aan de binnenkant van de strekdam te maken met strijkgolven. In dit geval draaien de golven ongeveer 90 graden bij. Als gerekend wordt met schuine inval van golven moet gecontroleerd worden dat golven uit die richting geen zwaardere belasting opleveren. Bij tabel 3.3 wordt de maatgevende windrichting uitsluitend gebaseerd op  $H_s$  ( $Z_6 = H_s$ ) en zijn de windrichtingen 180 t/m 240 graden maatgevend.

Tabel 3.1 is maatgevend voor (gekantelde) betonblokken en patroon gepenetreerde breuksteen, Tabel 3.2 voor betonzuilen, Tabel 3.3 voor het mechanisme afschuiving en de bekledingstypen WAB, OSA en vol en zat gepenetreerde breuksteen en Tabel 3.4 voor losse breuksteen van de kreukelberm.

De maatgevende golfcondities voor betonzuilen zijn afhankelijk van de taludhelling en de constructie afhankelijke constante (F). Bij bepaling van de maatgevende golfcondities in Tabel 3.2 is uitgegaan van een taludhelling van 1:3,5 en een F-waarde van 6. Indien de taludhelling in het ontwerp steiler is dan 1:3,0 of flauwer dan 1:4,5 of de F-waarde is niet gelijk aan 6 kunnen de maatgevende golfcondities veranderen. In dat geval dient contact te worden opgenomen met de adviesschrijver.

De stabiliteit van betonzuilen is het kleinst bij  $\xi_{op} = 2$ . Bij  $\xi_{op} > 2$  en aanwezig ondiep voorland dienen golfcondities over het algemeen te worden bijgesteld [ref 3]. Dat is voor dit traject echter niet het geval.

**Tabel 3.1 Maatgevende golfcondities voor (gekantelde) betonblokken en patroon gepenetreerde breuksteen**

Randvoorwaarden- vakken	Hs [m]				Tpm [s]				Waterdiepte [m]				Windrichting			
	bij waterstand				bij waterstand				bij waterstand				nautisch bij			
	t.o.v. NAP				t.o.v. NAP				t.o.v. NAP				waterstand t.o.v. NAP			
nr.	+0m	+2m	+3m	+4m	+0m	+2m	+3m	+4m	+0m	+2m	+3m	+4m	+0m	+2m	+3m	+4m
9	2.73	3.10	3.25	3.08	5.03	5.59	5.84	5.39	15.2	17.2	18.2	19.2	270	270	270	270
8	2.73	3.10	3.25	3.08	5.03	5.59	5.84	5.39	15.2	17.2	18.2	19.2	270	270	270	270
7	2.26	2.55	2.61	2.52	4.91	5.47	5.70	5.25	5.3	7.3	8.3	9.3	270	270	270	270
6	1.63	2.07	2.12	1.99	5.09	5.18	5.29	4.75	2.5	4.5	5.5	6.5	240	240	240	240

**Tabel 3.2 Maatgevende golfcondities voor betonzuilen**

Randvoorwaarden- vakken	Hs [m]				Tpm [s]				Waterdiepte [m]				Windrichting			
	bij waterstand				bij waterstand				bij waterstand				nautisch bij			
	t.o.v. NAP				t.o.v. NAP				t.o.v. NAP				waterstand t.o.v. NAP			
nr.	+0m	+2m	+3m	+4m	+0m	+2m	+3m	+4m	+0m	+2m	+3m	+4m	+0m	+2m	+3m	+4m
9	2.73	3.10	3.25	3.15	5.03	5.59	5.84	5.24	15.2	17.2	18.2	25.6	270	270	270	270
8	2.73	3.10	3.25	3.15	5.03	5.59	5.84	5.24	15.2	17.2	18.2	25.6	270	270	270	270
7	2.34	2.61	2.72	2.59	4.71	5.17	5.38	4.96	5.3	7.3	8.3	9.3	240	240	240	240
6	1.63	2.07	2.12	1.99	5.09	5.18	5.29	4.75	2.5	4.5	5.5	6.5	240	240	240	240

**Tabel 3.3 Maatgevende golfcondities voor afschuiving, WAB, OSA en vol en zat gepenetreerde breuksteen**

Randvoorwaarden- vakken	Hs [m]				Tpm [s]				Waterdiepte [m]				Windrichting			
	bij waterstand				bij waterstand				bij waterstand				nautisch bij			
	t.o.v. NAP				t.o.v. NAP				t.o.v. NAP				waterstand t.o.v. NAP			
nr.	+0m	+2m	+3m	+4m	+0m	+2m	+3m	+4m	+0m	+2m	+3m	+4m	+0m	+2m	+3m	+4m
9	2.73	3.10	3.27	3.15	5.03	5.59	5.64	5.24	15.2	17.2	24.6	25.6	270	270	270	270
8	2.73	3.10	3.27	3.15	5.03	5.59	5.64	5.24	15.2	17.2	24.6	25.6	270	270	270	270
7	2.34	2.61	2.72	2.59	4.71	5.17	5.38	4.96	5.3	7.3	8.3	9.3	240	240	240	240
6	1.63	2.08	2.12	2.02	4.79	4.71	4.26	4.36	2.5	4.5	5.5	6.5	210	210	180	210

**Tabel 3.4 Maatgevende golfcondities voor losse breuksteen kreukelberm**

Randvoorwaarden- vakken	Hs [m]				Tpm [s]				Waterdiepte [m]				Windrichting			
	bij waterstand				bij waterstand				bij waterstand				nautisch bij			
	t.o.v. NAP				t.o.v. NAP				t.o.v. NAP				waterstand t.o.v. NAP			
nr.	+0m	+2m	+3m	+4m	+0m	+2m	+3m	+4m	+0m	+2m	+3m	+4m	+0m	+2m	+3m	+4m
9	2.73	3.10	3.25	3.15	5.03	5.59	5.84	5.24	15.2	17.2	18.2	25.6	270	270	270	270
8	2.73	3.10	3.25	3.15	5.03	5.59	5.84	5.24	15.2	17.2	18.2	25.6	270	270	270	270
7	2.34	2.55	2.72	2.52	4.71	5.47	5.38	5.25	5.3	7.3	8.3	9.3	240	270	240	270
6	1.63	2.07	2.12	1.99	5.09	5.18	5.29	4.75	2.5	4.5	5.5	6.5	240	240	240	240

#### 4 Golf Randvoorwaarden havenkanaal Zierikzee

De golfperiode voor randvoorwaardenvak 5 was oorspronkelijk hoger dan in de monding van het havenkanaal (157M). Op basis van de voor het voorliggende advies uitgevoerde analyse wordt geconcludeerd dat hier sprake is van enige overschatting van de golfperiode. Daarom raden wij aan voor randvoorwaardenvak 5 dezelfde golf randvoorwaarden te gebruiken als voor randvoorwaardenvak 6 (zie Tabel 4.1 t/m 4.4). Op basis van deze notitie zijn de golfcondities in [ref. 5 en 6] voor randvoorwaardenvak 5 aangepast.

**Tabel 4.1: Maatgevende golfcondities voor (gekantelde) betonblokken en patroon gepenetreerde breuksteen**

Dijkvak nr.	Dijkvakscheidings- coördinaten t.o.v. Parijs				Dijk kilometrerings (km)		Hs [m] bij waterstand t.o.v. NAP				Tpm [s] bij waterstand t.o.v. NAP				Waterdiepte [m] bij waterstand t.o.v. NAP				Windrichting nautisch bij waterstand t.o.v. NAP			
	van		tot		van	tot	+0m	+2m	+3m	+4m	+0m	+2m	+3m	+4m	+0m	+2m	+3m	+4m	+0m	+2m	+3m	+4m
	x	y	x	y	van	tot																
5	51377	405998	51700	406150	18.75	19.15	1.63	2.07	2.12	1.99	5.09	5.18	5.29	4.75	2.2	4.2	5.2	6.2	240	240	240	240
4	51700	406150	52000	406375	19.15	19.60	0.67	1.05	1.26	1.51	2.50	3.85	4.36	4.70	2.3	4.7	5.7	6.7	240	240	240	210
3	52000	406375	52775	407000	19.60	20.60	0.67	0.83	0.92	0.99	2.50	2.86	3.11	3.40	4.0	6.0	7.0	8.0	240	240	240	240
2	52775	407000	52088	406300	20.60	21.70	0.65	0.80	0.90	0.99	2.50	2.77	3.08	3.46	3.2	5.2	6.2	7.2	240	240	240	240
1	52088	406300	51773	406003	21.70	22.15	0.69	1.02	1.48	1.78	2.50	4.42	4.95	5.33	3.9	4.3	5.3	6.3	240	180	210	240

**Tabel 4.2: Maatgevende golfcondities voor betonzuilen**

Dijkvak nr.	Dijkvakscheidings- coördinaten t.o.v. Parijs				Dijk kilometrerings (km)		Hs [m] bij waterstand t.o.v. NAP				Tpm [s] bij waterstand t.o.v. NAP				Waterdiepte [m] bij waterstand t.o.v. NAP				Windrichting nautisch bij waterstand t.o.v. NAP			
	van		tot		van	tot	+0m	+2m	+3m	+4m	+0m	+2m	+3m	+4m	+0m	+2m	+3m	+4m	+0m	+2m	+3m	+4m
	x	y	x	y	van	tot																
5	51377	405998	51700	406150	18.75	19.15	1.63	2.07	2.12	1.99	5.09	5.18	5.29	4.75	2.3	4.2	5.2	6.2	240	240	240	240
4	51700	406150	52000	406375	19.15	19.60	0.67	1.05	1.26	1.51	2.50	3.85	4.36	4.70	2.3	4.7	5.7	6.7	240	240	240	210
3	52000	406375	52775	407000	19.60	20.60	0.67	0.83	0.92	0.99	2.50	2.86	3.11	3.40	4.0	6.0	7.0	8.0	240	240	240	240
2	52775	407000	52088	406300	20.60	21.70	0.65	0.80	0.90	0.99	2.50	2.77	3.08	3.46	3.2	5.2	6.2	7.2	240	240	240	240
1	52088	406300	51773	406003	21.70	22.15	0.69	1.07	1.48	1.80	2.50	4.06	4.95	5.20	3.9	4.3	5.3	6.3	240	210	210	210

**Tabel 4.3: Maatgevende golfcondities voor afschuiving, WAB, OSA en vol en zat gepenetreerde breuksteen**

Dijkvak nr.	Dijkvakscheidings- coördinaten t.o.v. Parijs				Dijk kilometrerings (km)		Hs [m] bij waterstand t.o.v. NAP				Tpm [s] bij waterstand t.o.v. NAP				Waterdiepte [m] bij waterstand t.o.v. NAP				Windrichting nautisch bij waterstand t.o.v. NAP			
	van		tot		van	tot	+0m	+2m	+3m	+4m	+0m	+2m	+3m	+4m	+0m	+2m	+3m	+4m	+0m	+2m	+3m	+4m
	x	y	x	y	van	tot																
5	51377	405998	51700	406150	18.75	19.15	1.63	2.08	2.12	2.02	4.79	4.71	4.26	4.36	2.3	4.2	5.2	6.2	210	210	180	210
4	51700	406150	52000	406375	19.15	19.60	0.67	1.05	1.26	1.51	2.50	3.85	4.33	4.70	2.3	4.7	5.7	6.7	240	240	210	210
3	52000	406375	52775	407000	19.60	20.60	0.67	0.83	0.92	0.99	2.50	2.86	3.11	3.40	4.0	6.0	7.0	8.0	240	240	240	240
2	52775	407000	52088	406300	20.60	21.70	0.65	0.80	0.90	0.99	2.50	2.77	3.08	3.46	3.2	5.2	6.2	7.2	240	240	240	240
1	52088	406300	51773	406003	21.70	22.15	0.69	1.08	1.48	1.80	2.50	3.88	4.95	5.20	3.9	4.3	5.3	6.3	240	240	210	210

**Tabel 4.4: Maatgevende golfcondities voor losse breuksteen kreukelberm**

Dijkvak nr.	Dijkvakscheidings- coördinaten t.o.v. Parijs				Dijk kilometrerings (km)		Hs [m] bij waterstand t.o.v. NAP				Tpm [s] bij waterstand t.o.v. NAP				Waterdiepte [m] bij waterstand t.o.v. NAP				Windrichting nautisch bij waterstand t.o.v. NAP			
	van		tot		van	tot	+0m	+2m	+3m	+4m	+0m	+2m	+3m	+4m	+0m	+2m	+3m	+4m	+0m	+2m	+3m	+4m
	x	y	x	y	van	tot																
5	51377	405998	51700	406150	18.75	19.15	1.63	2.07	2.12	1.99	5.09	5.18	5.29	4.75	2.3	4.2	5.2	6.2	240	240	240	240
4	51700	406150	52000	406375	19.15	19.60	0.67	1.05	1.26	1.51	2.50	3.85	4.36	4.70	2.3	4.7	5.7	6.7	240	240	240	210
3	52000	406375	52775	407000	19.60	20.60	0.67	0.83	0.92	0.99	2.50	2.86	3.11	3.40	4.0	6.0	7.0	8.0	240	240	240	240
2	52775	407000	52088	406300	20.60	21.70	0.65	0.80	0.90	0.99	2.50	2.77	3.08	3.46	3.2	5.2	6.2	7.2	240	240	240	240
1	52088	406300	51773	406003	21.70	22.15	0.69	1.07	1.48	1.78	2.50	4.06	4.95	5.33	3.9	4.3	5.3	6.3	240	210	210	240

**Opmerking:**

- Bij randvoorwaardenvak 5 in het havenkanaal is de golfhoogte en golfperiode bij NAP +3m hoger dan bij NAP +4m. Voor Tabel 4.3 geldt dat de golfperiode bij NAP 0m en NAP +2m hoger is dan bij NAP +3m (zie oranje arcering in Tabel 4).
- Indien de berekende  $H_s \leq 0.25$  m en/of  $T_{pm} \leq 2.5$  s zijn, wordt geadviseerd de betreffende golfcondities te verhogen naar  $H_s = 0.25$  m en/of  $T_{pm} = 2.5$  s (zie de blauwe markering in Tabel 4.1 t/m 4.4), omdat de berekende golfcondities in die situaties mogelijk een onderschatting geven van de werkelijke optredende golfcondities [ref 11].

## 5 Golfrandvoorwaarden havenkanaal Zierikzee (betonzuilen, geldig voor taludhelling 1:2,5)

Voor randvoorwaardenvakken 3 en 5 geldt dat de taludhelling buiten het geldigheidsbereik valt (taludhelling steiler dan 1:3.0, zie paragraaf 3). De bestekshelling bedraagt hier namelijk 1:2.6, waarbij het bovenste deel van het talud wat flauwer is en het onderste deel wat steiler. Het steilste deel bedraagt 1:2.5. In Tabel 5 zijn de golfcondities bepaald voor betonzuilen bij een taludhelling van 1:2.5.

**Tabel 5: Maatgevende golfcondities voor betonzuilen**

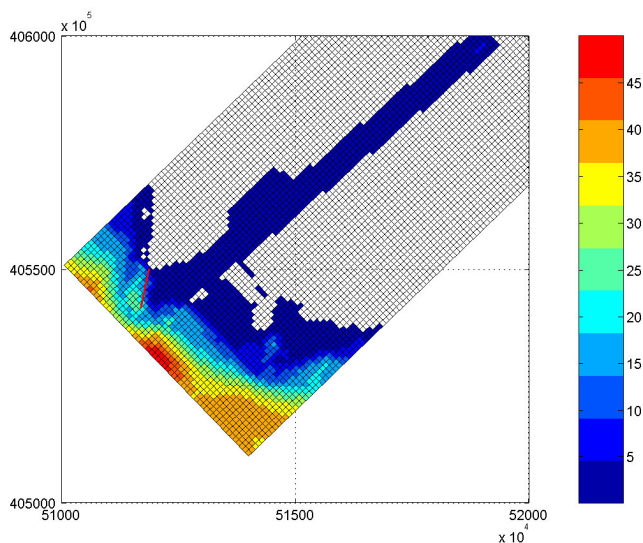
Dijkvak nr.	Dijkvakscheidings- coördinaten t.o.v. Parijs				Dijk kilometrerings (km)		Hs [m] bij waterstand t.o.v. NAP				Tpm [s] bij waterstand t.o.v. NAP				Waterdiepte [m] bij waterstand t.o.v. NAP				Windrichting nautisch bij waterstand t.o.v. NAP			
	van		tot		van	tot	+0m	+2m	+3m	+4m	+0m	+2m	+3m	+4m	+0m	+2m	+3m	+4m	+0m	+2m	+3m	+4m
	x	y	x	y																		
5	51377	405998	51700	406150	18.75	19.15	1.53	2.07	2.12	1.99	4.99	5.18	5.29	4.75	2.2	4.2	5.2	6.2	270	240	240	240
4	51700	406150	52000	406375	19.15	19.60	0.67	0.98	1.17	1.39	2.50	3.97	4.44	4.86	2.3	4.7	5.0	6.7	240	270	240	180
3	52000	406375	52775	407000	19.60	20.60	0.67	0.83	0.92	0.99	2.50	2.86	3.11	3.40	4.0	6.0	7.0	8.0	240	240	240	240
2	52775	407000	52088	406300	20.60	21.70	0.65	0.80	0.90	0.99	2.50	2.77	3.08	3.46	3.2	5.2	6.2	7.2	240	240	240	240
1	52088	406300	51773	406003	21.70	22.15	0.69	1.02	1.48	1.65	2.50	4.42	4.95	5.37	3.9	4.3	5.3	6.3	240	180	210	180

## 6 Bodemligging en golfcondities lagere waterstanden

De representatieve bodemligging [ref. 9 en 10] voor de dijkvakken is weergegeven in Tabel 6. De bodemhoogte voor de verschillende randvoorwaardenvakken varieert onderling sterk. De randvoorwaardenvakken 7 t/m 9 liggen aan dieper water (dieper dan NAP -10m) dan de overige randvoorwaardenvakken. De representatieve bodemligging is in lijn met Figuur 2 en hoeft daarom niet te worden aangepast.

**Tabel 6: Bodemligging**

Dijk- vak	Repr. bodemligging	Gemiddelde bodemligging	Bodemligging st. dev.
no.	t.o.v. NAP	t.o.v. NAP	t.o.v. NAP
9	-21.69	-18.40	3.29
8	-21.69	-18.40	3.29
7	-10.46	-10.46	0.00
6	-3.58	-3.07	0.51
5	-4.31	-3.33	0.98
4	-2.52	-2.30	0.22
3	-4.14	-3.84	0.31
2	-4.38	-3.75	0.64
1	-3.64	-3.06	0.58



**Figuur 2: Bodemligging rond de westelijke strekdam en havenkanaal**

Bij de extrapolatie naar lagere waterstanden mogen de waarden  $H_s/D=0.7$  en  $H_s/L_0=0.06$  (= golfsteilheid) niet worden overschreden. In Tabel 7 en 8 is voor de maatgevende golfcondities voor losse breuksteen (Tabel 3.4 en 4.4) gecontroleerd of de waarden  $H_s/D=0.7$  en  $H_s/L_0=0.06$  worden overschreden. Voor randvoorwaardenvak 6 wordt de voorwaarde  $H_s/D=0.7$  bij een waterstand van NAP -2m overschreden (zie grijze arcering in Tabel 7). Voor dit randvoorwaardenvak is de golfhoogte  $H_s$  naar beneden bijgesteld (zie kolom 5 van Tabel 7).

Voor randvoorwaardenvakken 7 t/m 9 wordt de voorwaarde  $H_s/L_0=0.06$  bij een waterstand van NAP -2m en NAP -1m overschreden (zie grijze arcering Tabel 8). Voor deze randvoorwaardenvakken is de golfhoogte  $H_s$  naar beneden bijgesteld. De geadviseerde golfcondities zijn aangegeven in de derde en zesde kolom van Tabel 8.

Voor vakken 1 t/m 4 is de golfperiode verhoogd naar  $T_{pm} = 2.5$  s (zie blauwe arcering in Tabel 8), omdat de berekende golfcondities in die situaties mogelijk een onderschatting geven van de werkelijke optredende golfcondities [ref 11].

**Tabel 7: Controle criterium  $H_s/D \leq 0.7$**

Dijk- vak no.	Hs [m] bij waterstand t.o.v. NAP		D [m] bij waterstand t.o.v. NAP		Hs/D bij waterstand t.o.v. NAP		Hs en bijgestelde Hs [m] bij waterstand t.o.v. NAP	
	-2m	-1m	-2m	-1m	-2m	-1m	-2m	-1m
	9	2.36	2.55	19.69	20.69	0.12	0.12	2.36
8	2.36	2.55	19.69	20.69	0.12	0.12	2.36	2.55
7	2.13	2.24	8.46	9.46	0.25	0.24	2.13	2.24
6	1.19	1.41	1.58	2.58	0.75	0.55	1.11	1.41
5	1.19	1.41	2.31	3.31	0.52	0.43	1.19	1.41
4	0.29	0.48	0.52	1.52	0.56	0.32	0.29	0.48
3	0.51	0.59	2.14	3.14	0.24	0.19	0.51	0.59
2	0.50	0.58	2.38	3.38	0.21	0.17	0.50	0.58
1	0.31	0.50	1.64	2.64	0.19	0.19	0.31	0.50

**Tabel 8: Controle criterium Hs/Lo≤0.06**

Dijk- vak  no.	Hs [m] bij waterstand t.o.v. NAP		Aan te houden T <sub>pm</sub> [s] bij waterstand t.o.v. NAP		Lo [m] bij waterstand t.o.v. NAP		Hs/Lo bij waterstand t.o.v. NAP		Aan te houden Hs [m] bij waterstand t.o.v. NAP	
	-2m	-1m	-2m	-1m	-2m	-1m	-2m	-1m	-2m	-1m
	9	2.36	2.55	4.47	4.75	31.17	35.20	0.08	0.07	1.88
8	2.36	2.55	4.47	4.75	31.17	35.20	0.08	0.07	1.88	2.12
7	2.13	2.24	3.95	4.33	24.34	29.25	0.09	0.08	1.47	1.76
6	1.11	1.41	5.00	5.05	39.00	39.71	0.03	0.04	1.11	1.41
5	1.19	1.41	5.00	5.05	39.00	39.71	0.03	0.04	1.19	1.41
4	0.29	0.48	2.50	2.50	9.75	9.75	0.03	0.05	0.29	0.48
3	0.51	0.59	2.50	2.50	9.75	9.75	0.05	0.06	0.51	0.59
2	0.50	0.58	2.50	2.50	9.75	9.75	0.05	0.06	0.50	0.58
1	0.31	0.50	2.50	2.50	9.75	9.75	0.03	0.05	0.31	0.50



## Referenties

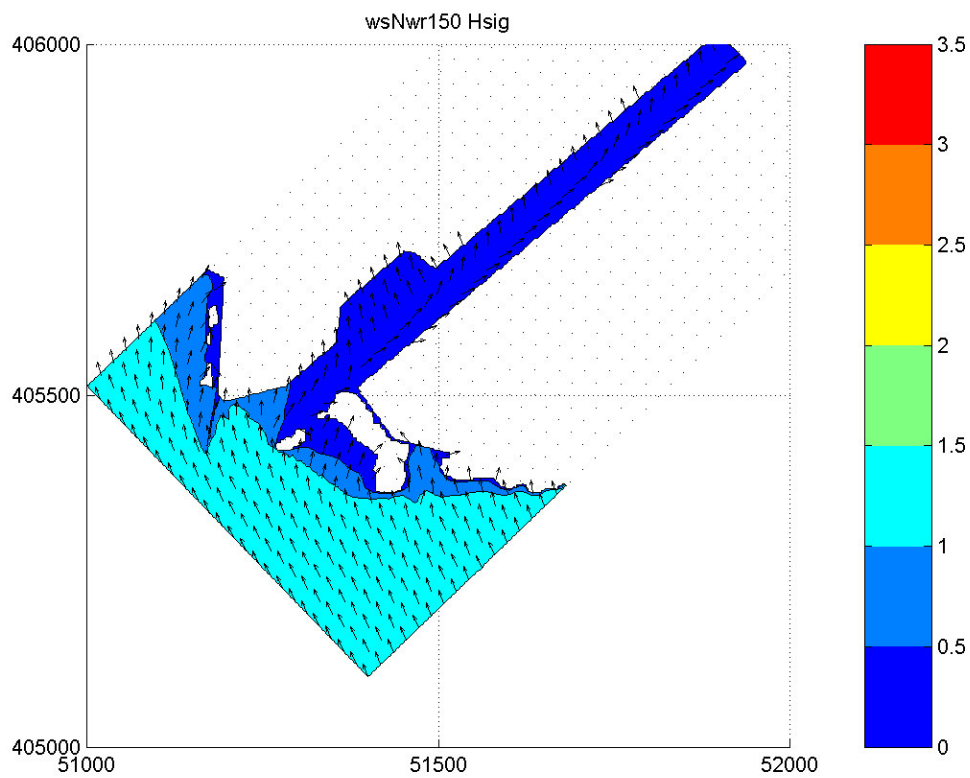
- [1.] Royal Haskoning, Lansen, J. en Arnold, E.: *'Golfrandvoorwaarden Havenkanaal Zierikzee'*, 9R2599.N0/R0002/EARN/MJANS/Rott1, d.d. 19 september 2006.
- [2.] Deltares, Klein Breteler, M.: *'Belastingfunctie voor keuze maatgevende golfcondities'*, d.d. 21 oktober 2009.
- [3.] Svašek Hydraulics, van de Rest, P.: *'Memo Nieuwe belastingfuncties steenbekledingen'* d.d. 18 januari 2010, PvdR/09358/1573/D.
- [4.] Svašek Hydraulics, van de Rest, P.: *'Update correctiewaarden Zeeland'*, d.d november 2010, kenmerk: 1585/U10250/D/PvdR.
- [5.] Royal Haskoning en Svasek Hydraulics: *'Update detailadvies Havenkanaal en Inlaag Zuidhoek (2010.15G)'*, 1 april 2011.
- [6.] Royal Haskoning en Svasek Hydraulics; *'Factsheet update Havenkanaal en Inlaag Zuidhoek.xls (2010.15G)'*, 1 april 2011.
- [7.] Royal Haskoning en Svasek Hydraulics: *'Update detailadvies Borrendamme (2010.01C)'*, 1 november 2010.
- [8.] Royal Haskoning; *'Factsheet update detailadvies Borrendamme.xls (2010.01C)'*, 1 november 2010.
- [9.] Royal Haskoning en Svašek Hydraulics: *'Handleiding hydraulische detailadviezen Oosterschelde en Westerschelde t.b.v. projectbureau Zeeweringen; Deel 1 van 2: Checklist detailadviezen'*, d.d. 23 november 2007.
- [10.] Royal Haskoning en Svašek Hydraulics: *'Handleiding hydraulische detailadviezen Oosterschelde en Westerschelde t.b.v. projectbureau Zeeweringen; Deel 2 van 2: Achtergrond detailadviezen'*, d.d. 23 november 2007.
- [11.] Deltares, Groenendaal, E.: *'Toepassen minimale Hs en Tpm voor hydraulische advisering aan Projectbureau Zeeweringen'*, maart 2008, kenmerk H5102/EG/01.

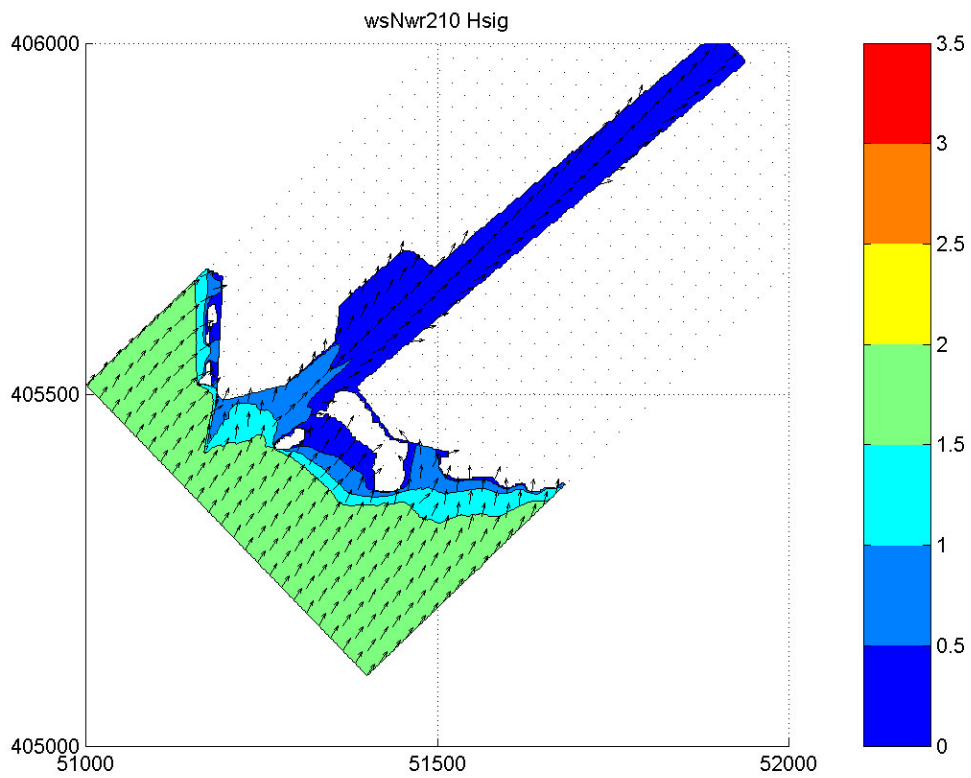
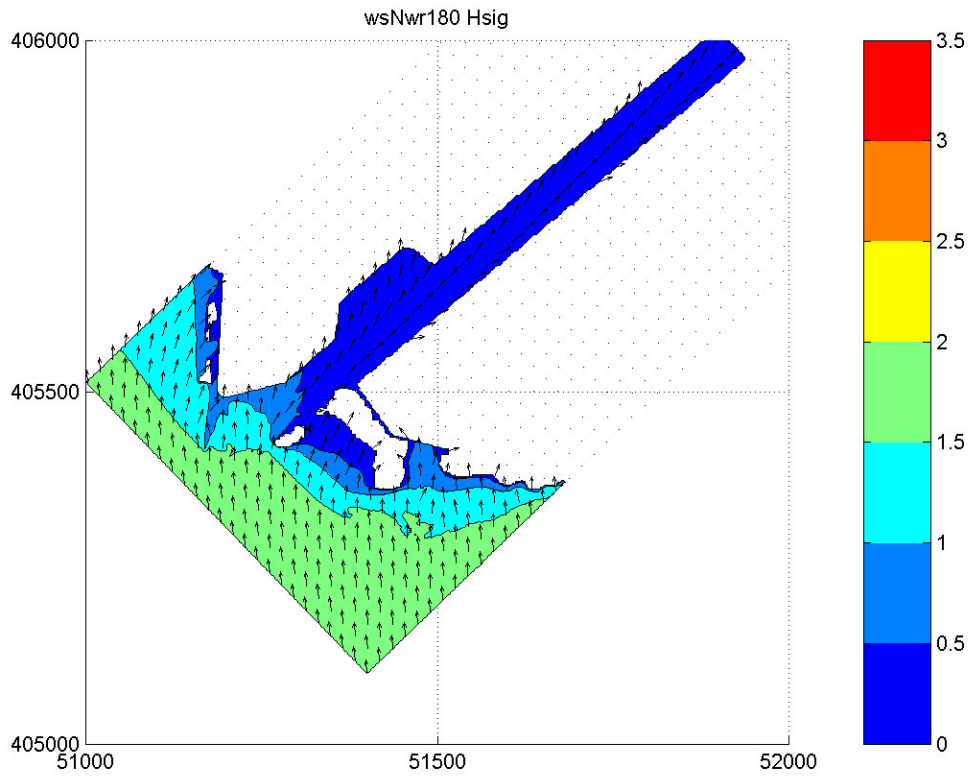
## **Bijlage 1: Ruimtelijke verdeling van golfhoogtes (blockfiles)**

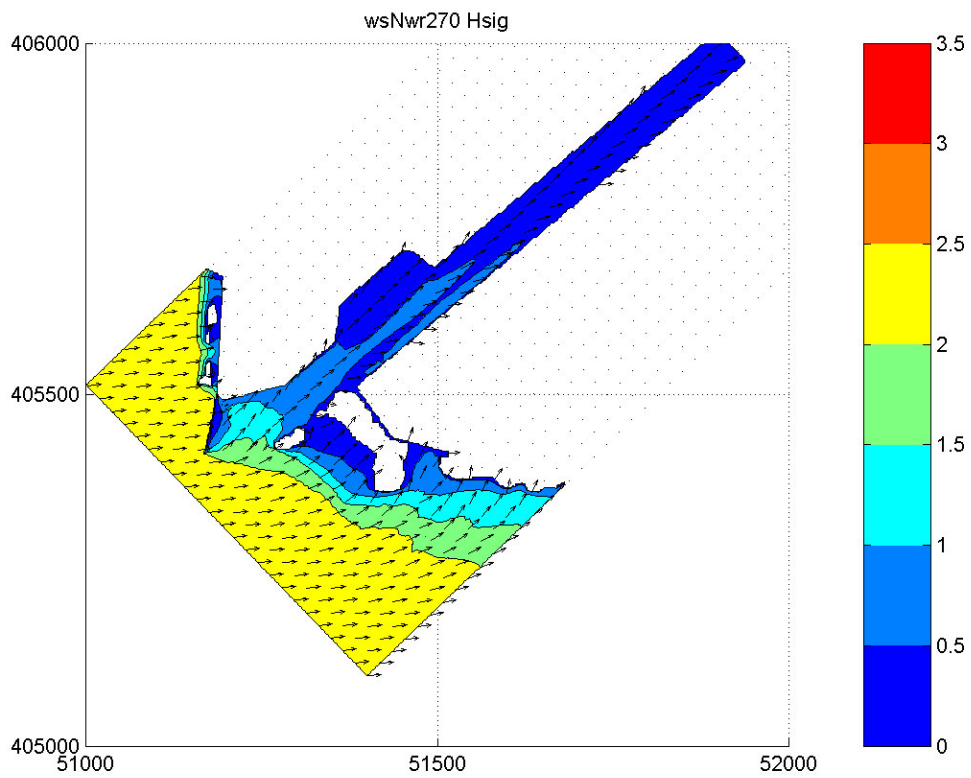
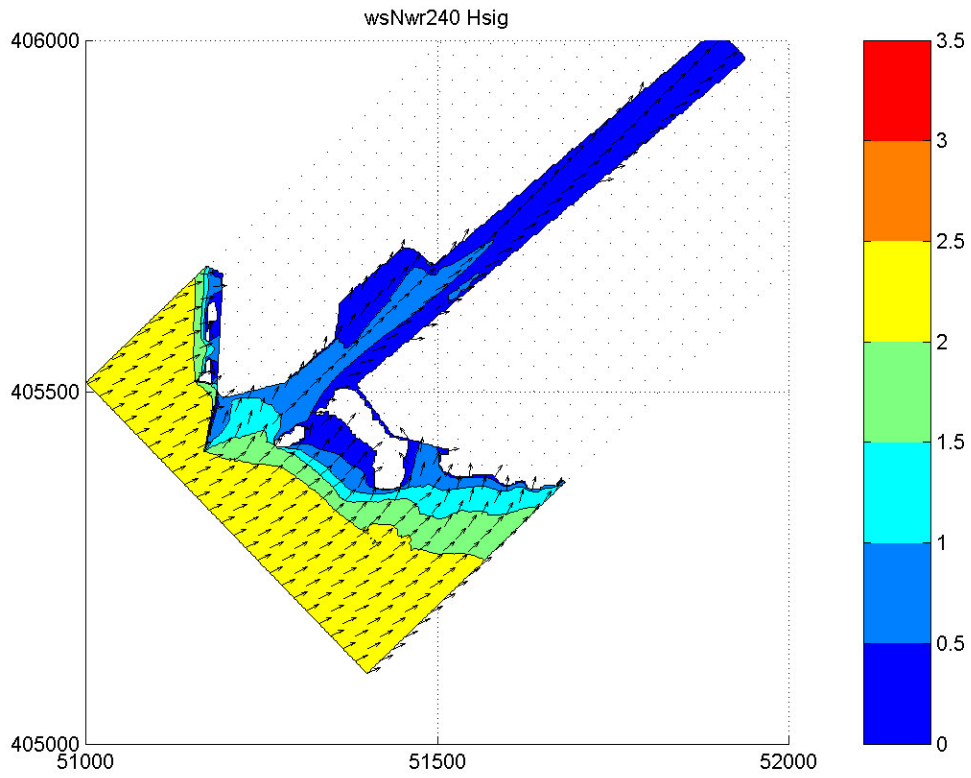
waterstand [m t.o.v. NAP]	windrichting [nautische graden]
0 (N)	150
2 (L)	180
3 (K)	210
4 (M)	240
	270
zoho -> zonder westelijke strekdam	285

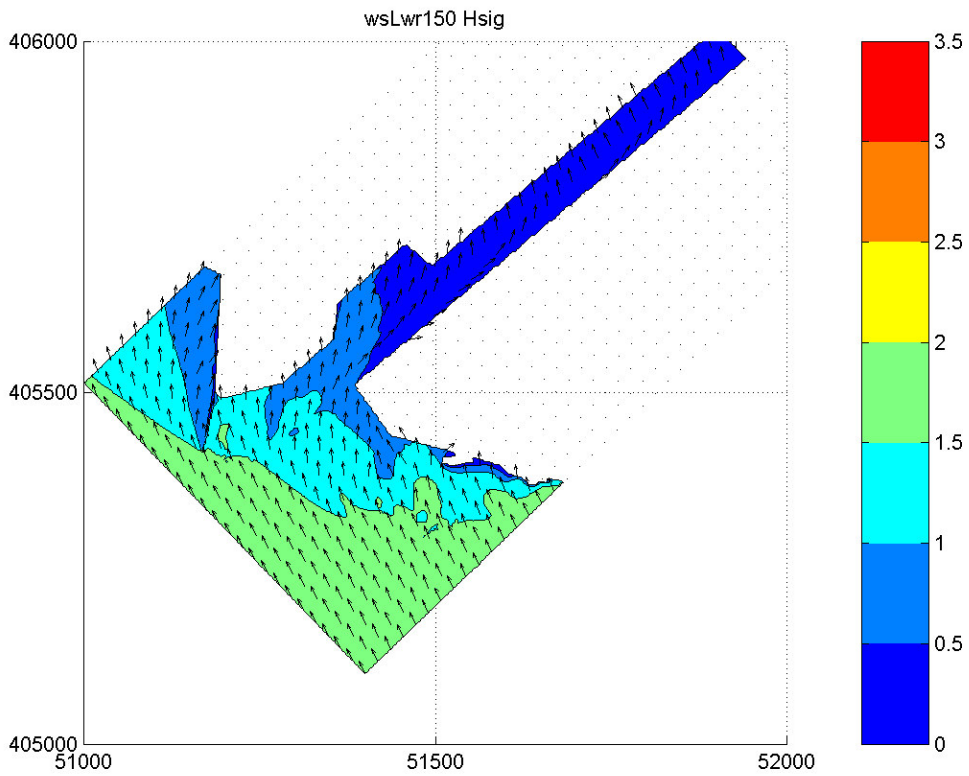
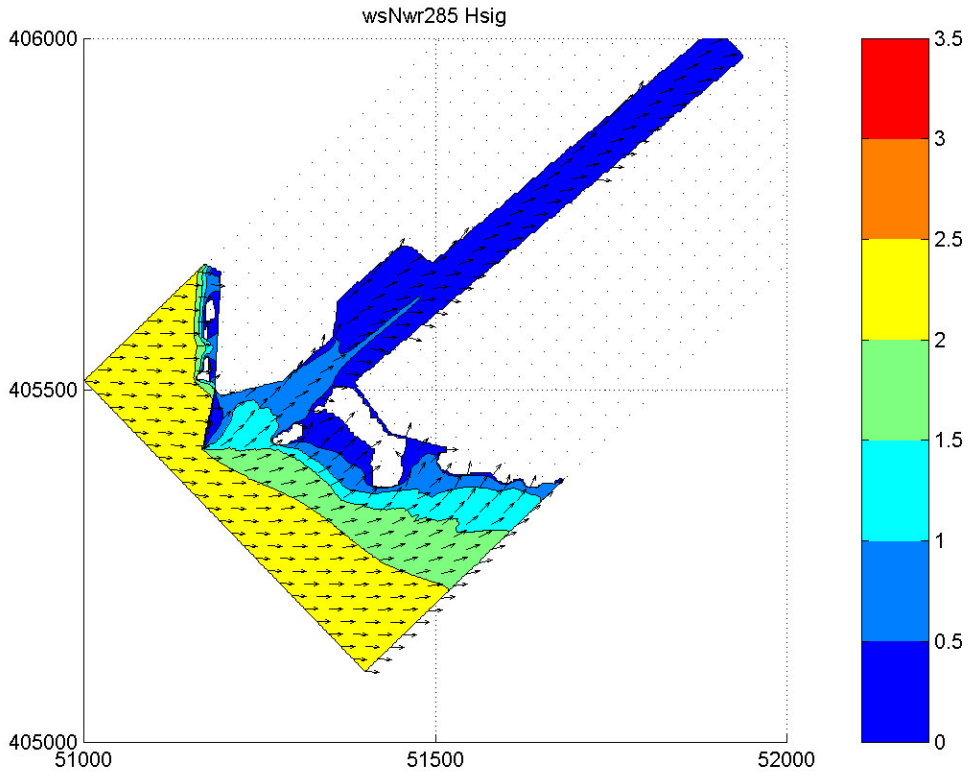
Gecombineerd in de naam van de figuren als:

WSwaterstandWRwindrichting.

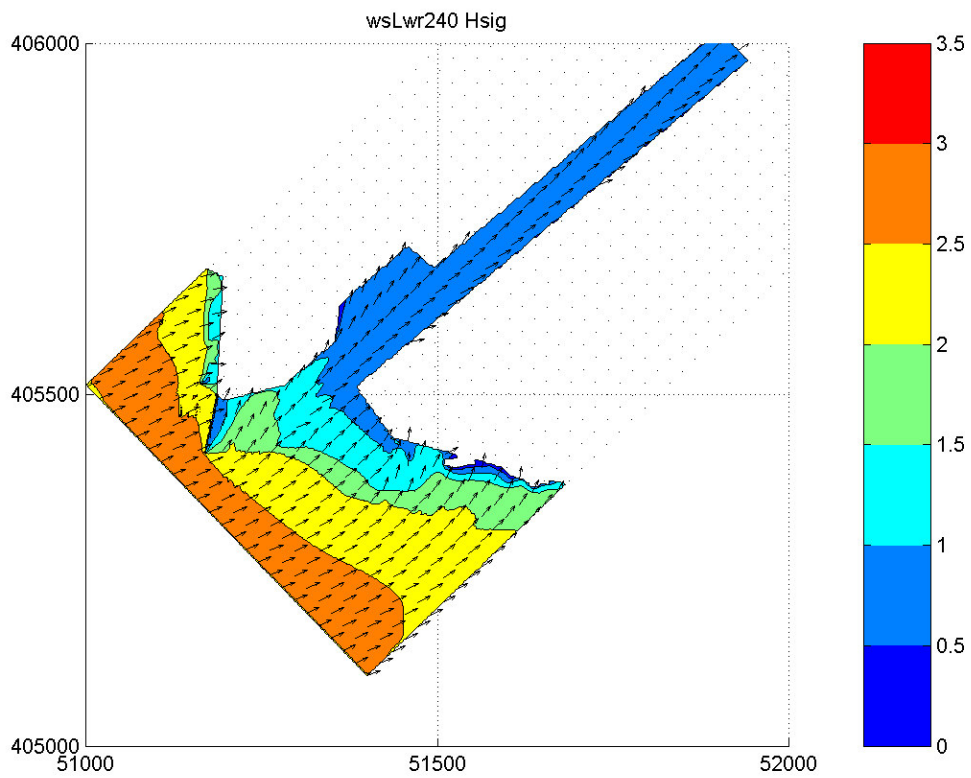
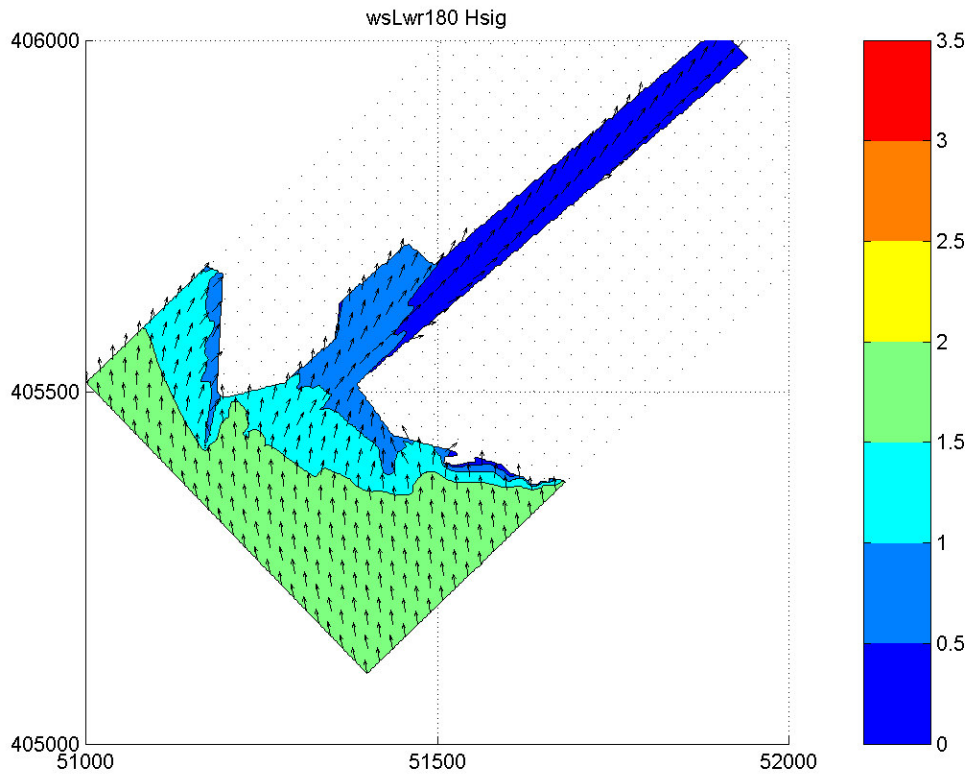


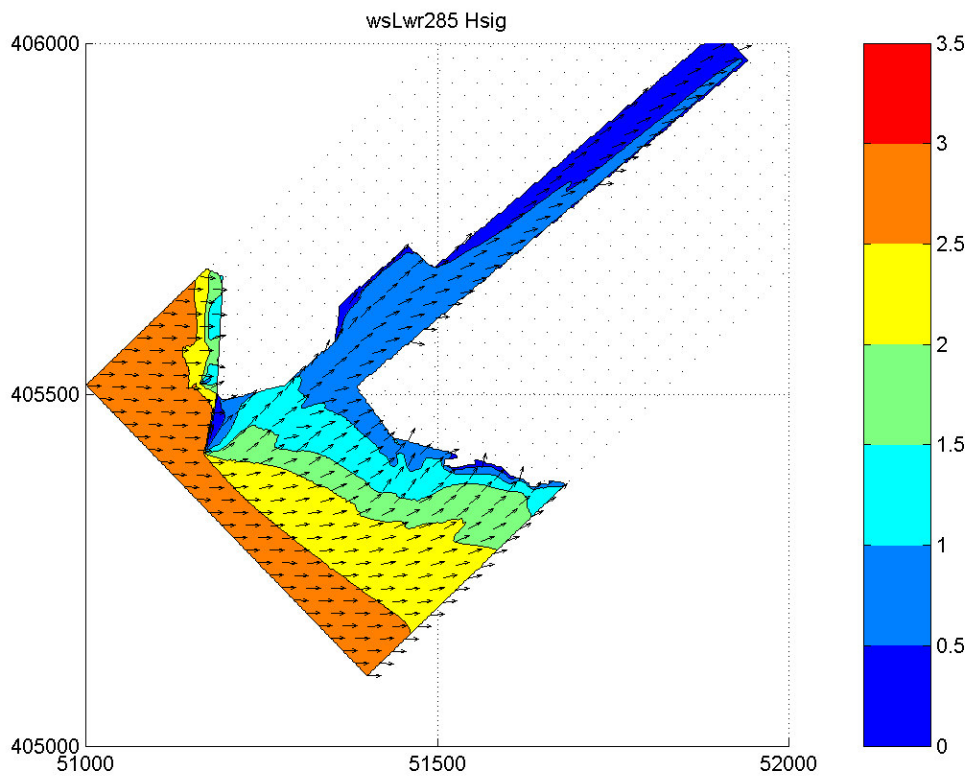
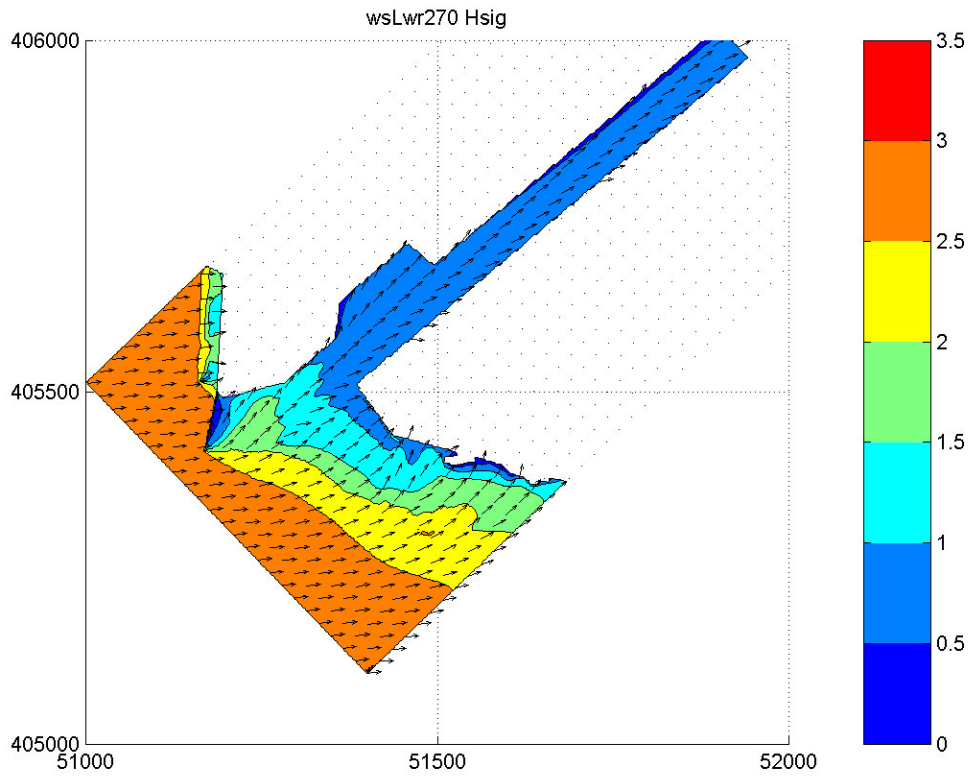


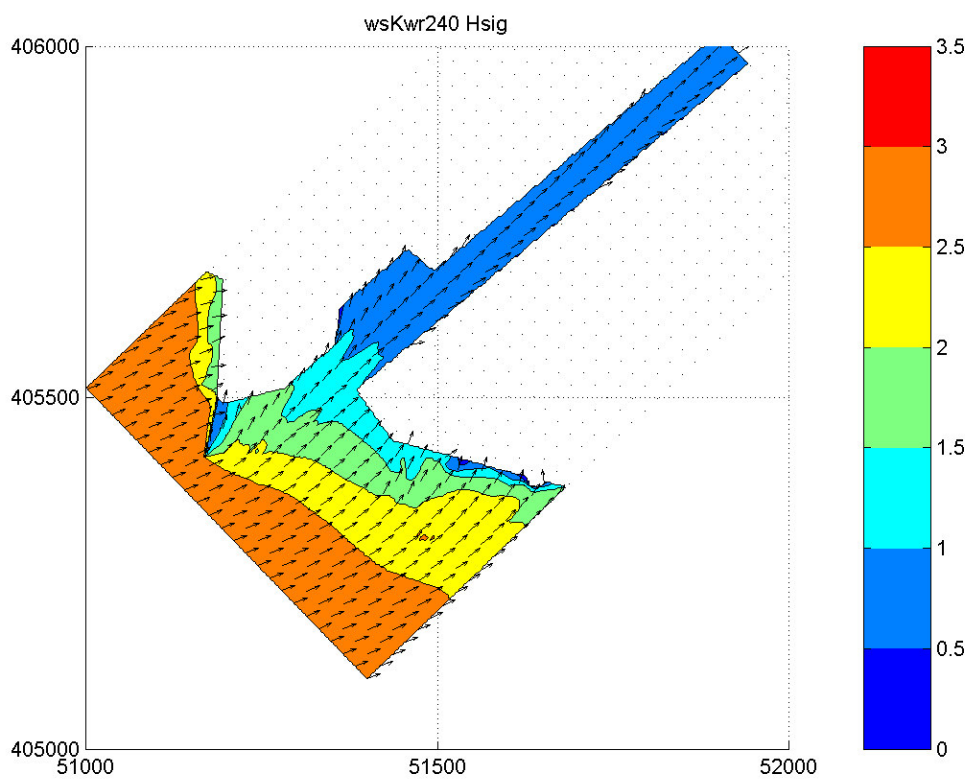
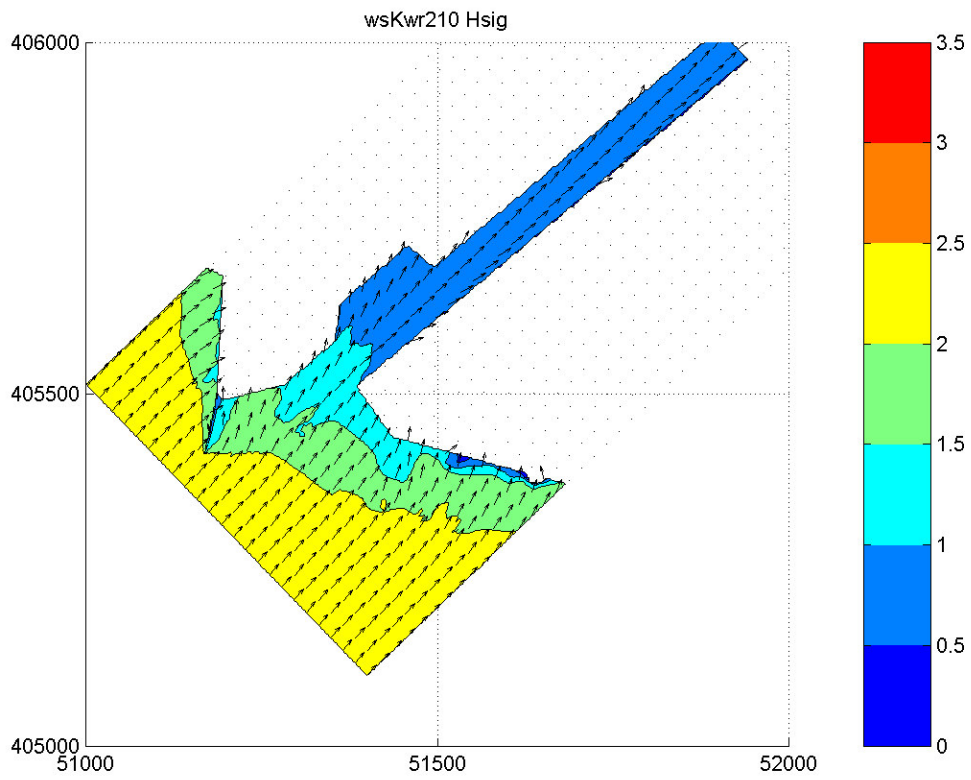


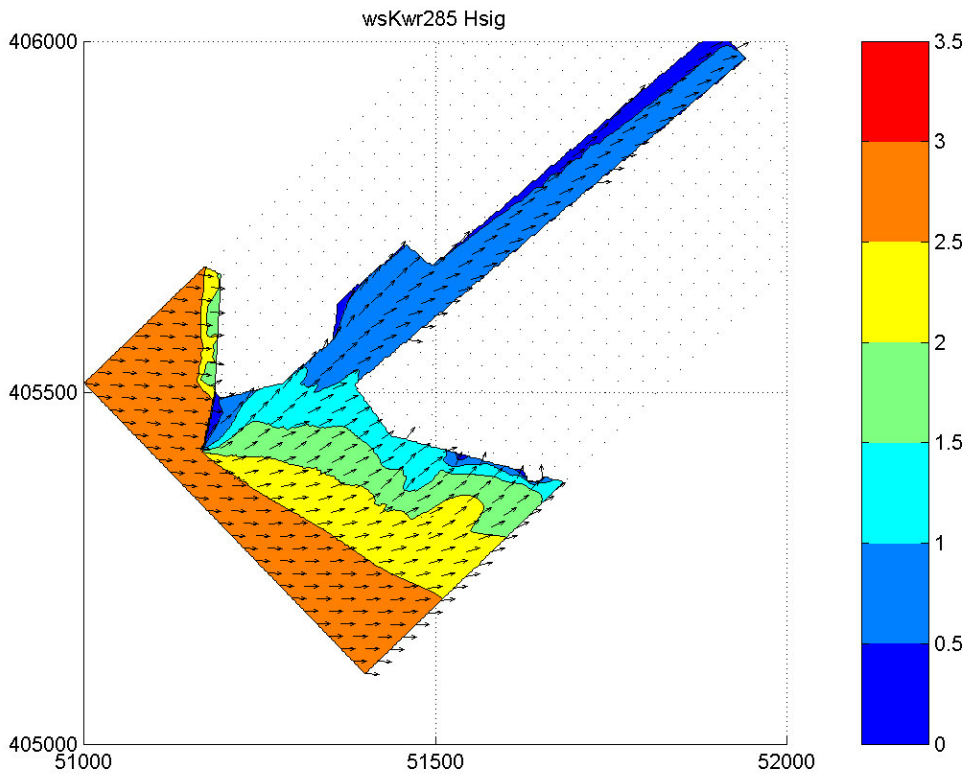
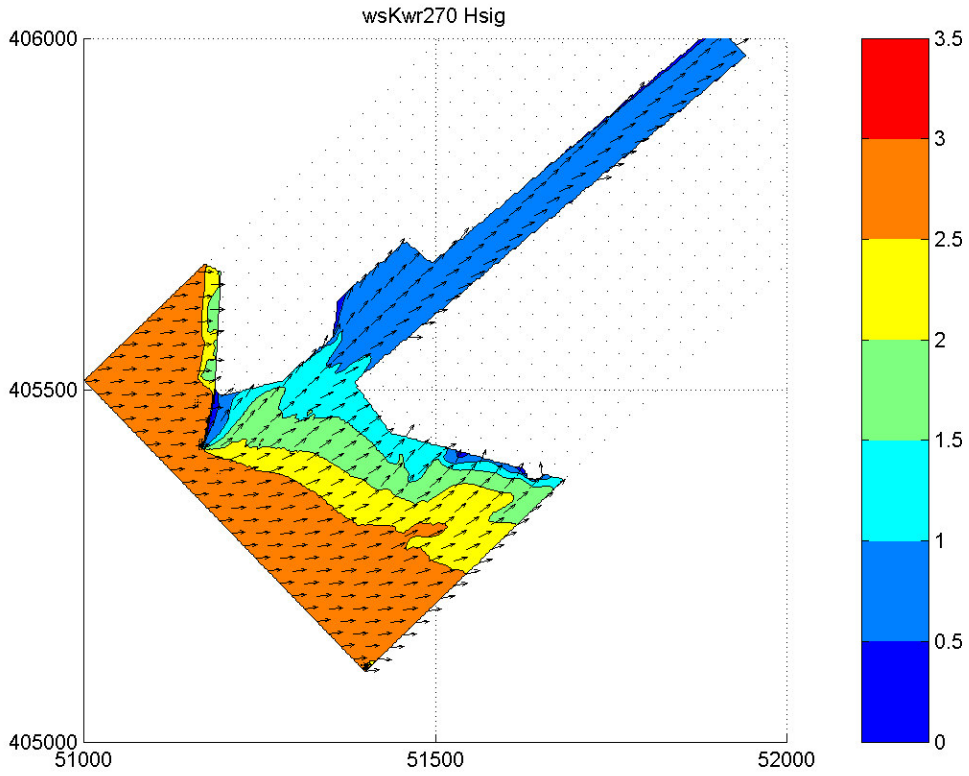


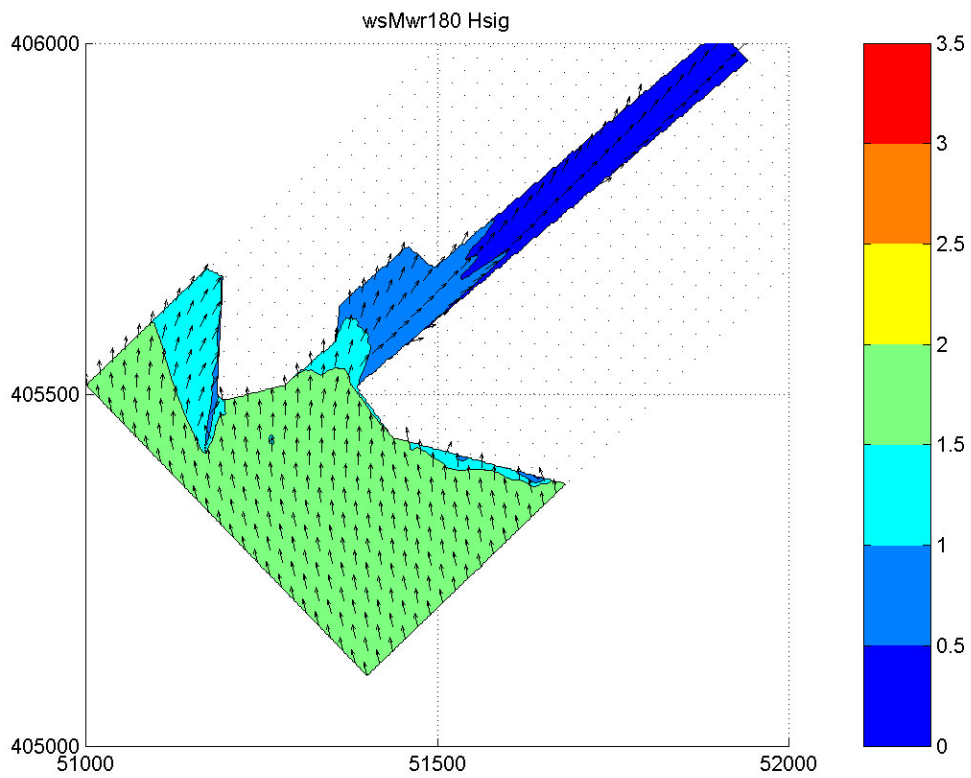
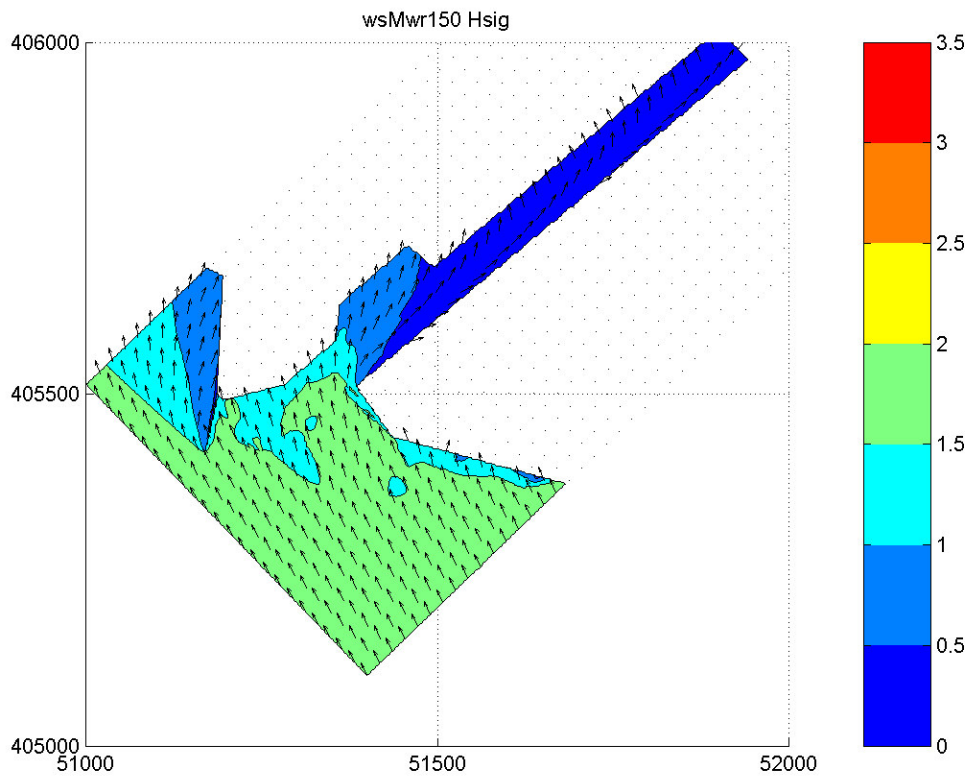




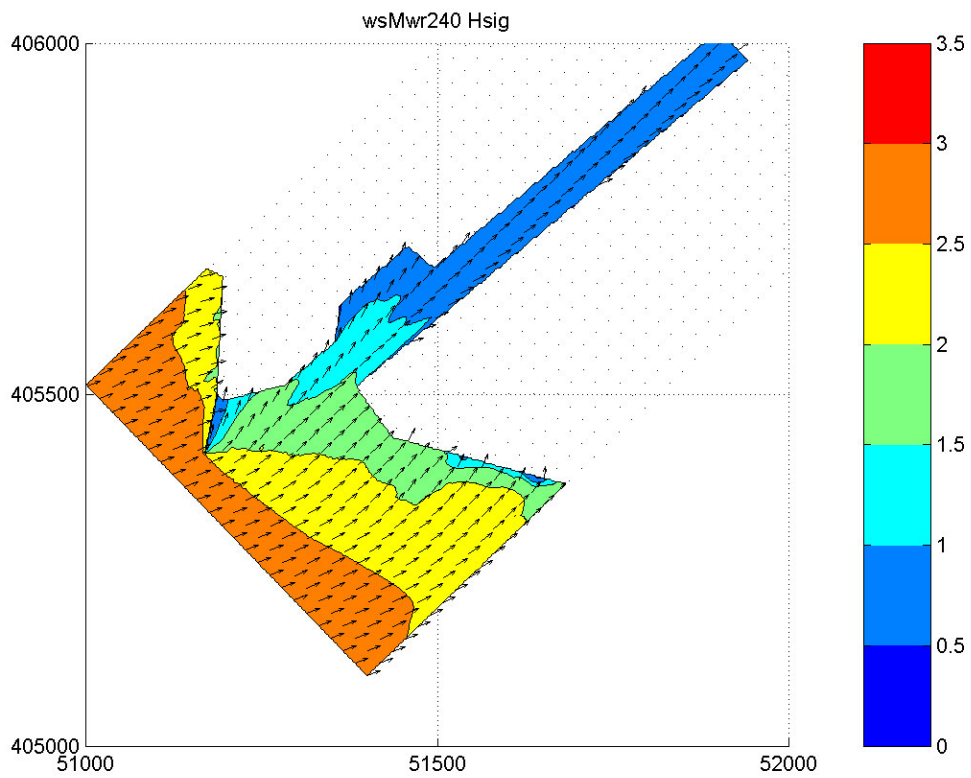
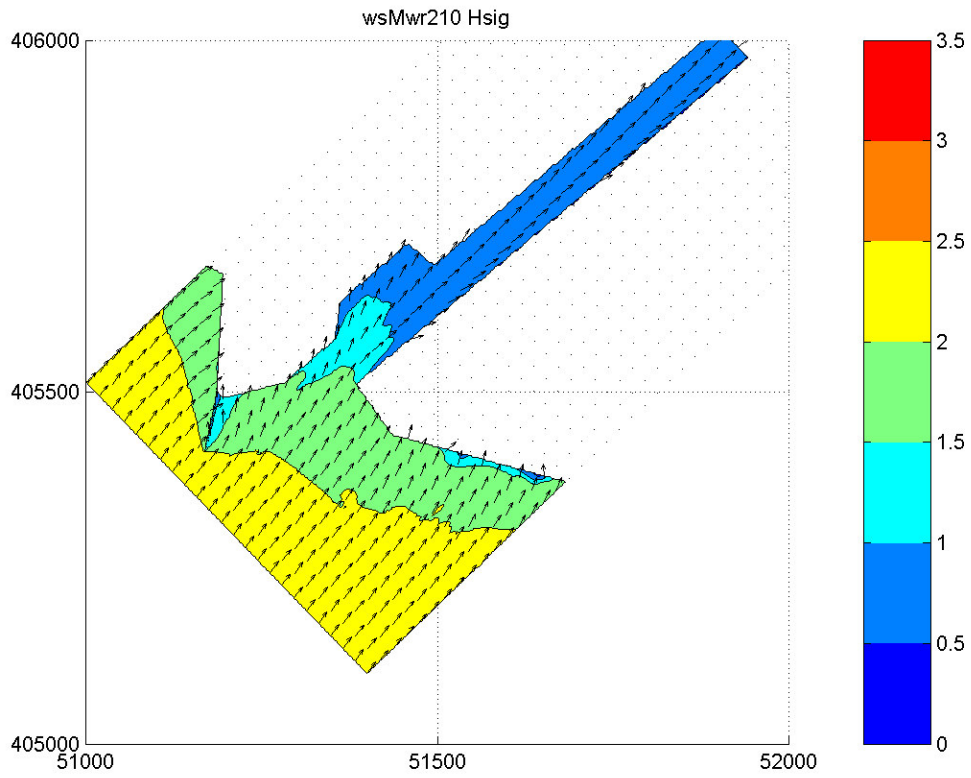




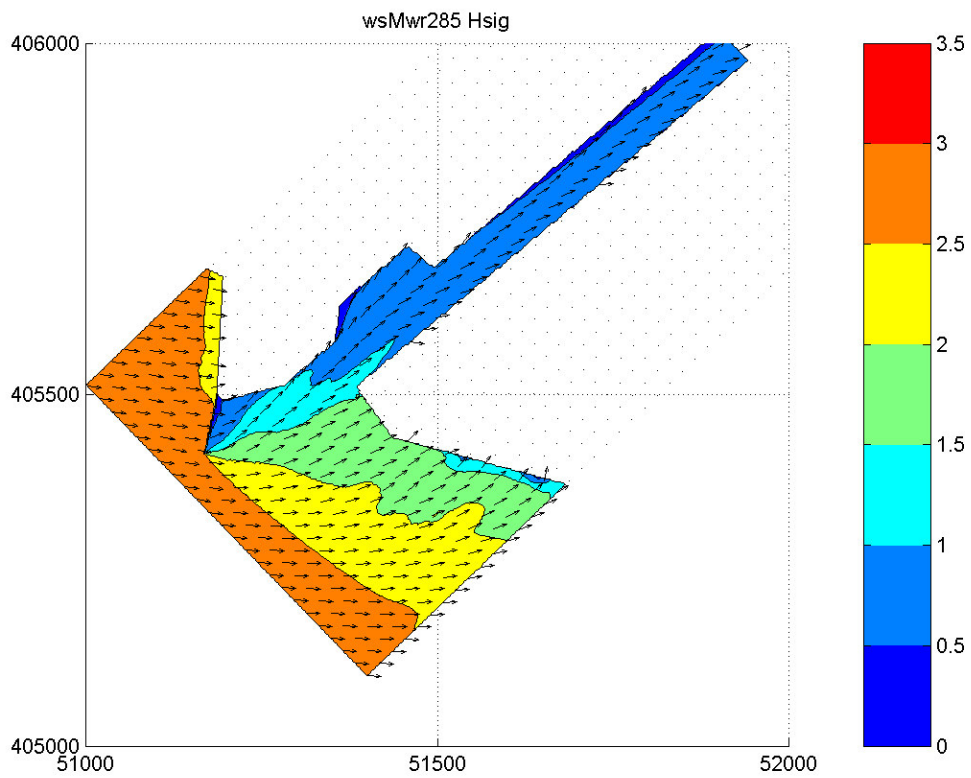
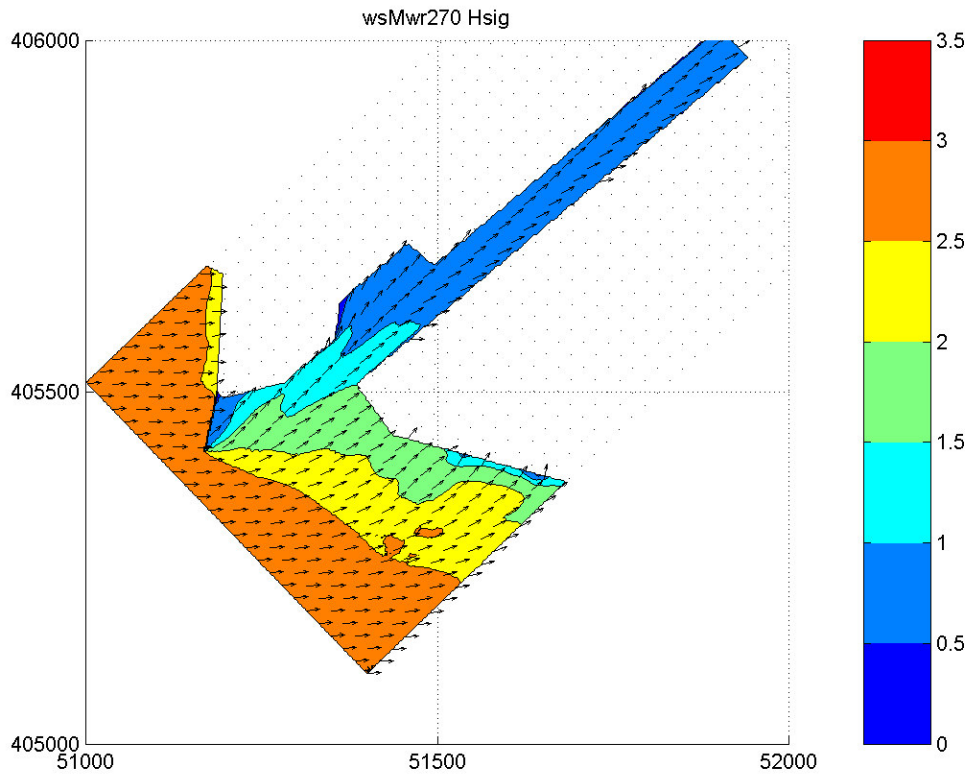


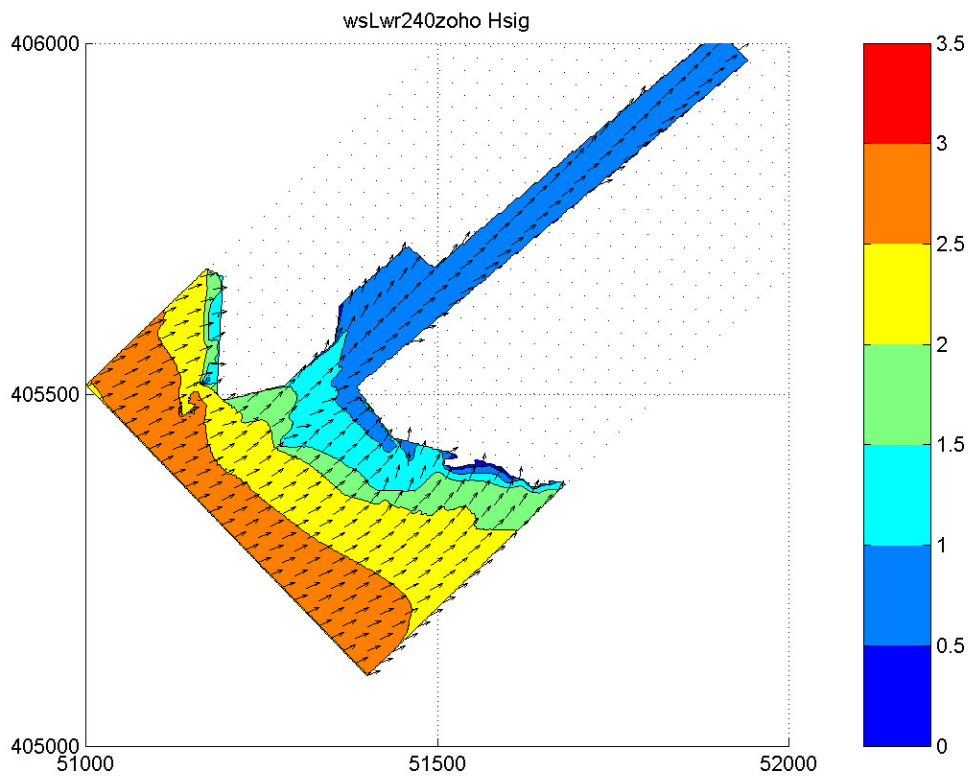
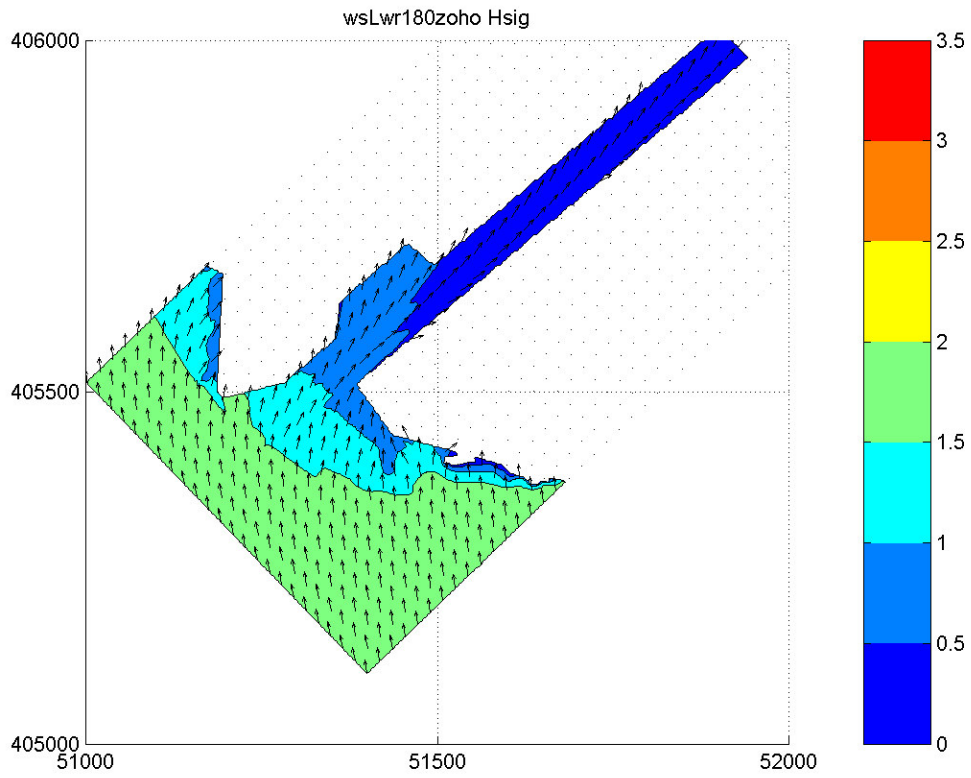


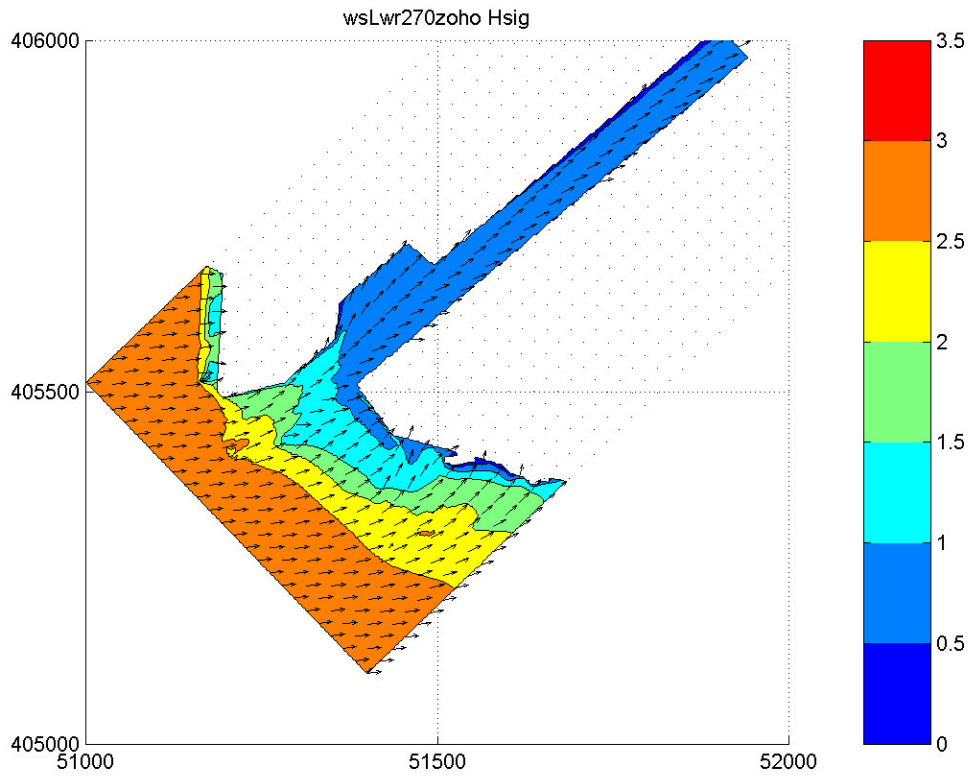












Tabel 3.1: Maatgevende golfcondities voor (gekanтелеde) betonblokken en patroon gepenetreerde breuksteen

Randvoorwaarden- vakken	Hs [m]				Tpm [s]				Waterdiepte [m]				Windrichting			
	bij waterstand				bij waterstand				bij waterstand				nautisch bij			
	t.o.v. NAP				t.o.v. NAP				t.o.v. NAP				waterstand t.o.v. NAP			
nr.	+0m	+2m	+3m	+4m	+0m	+2m	+3m	+4m	+0m	+2m	+3m	+4m	+0m	+2m	+3m	+4m
9	2,73	3,10	3,25	3,08	5,03	5,59	5,84	5,39	15,2	17,2	18,2	19,2	270	270	270	270
8	2,73	3,10	3,25	3,08	5,03	5,59	5,84	5,39	15,2	17,2	18,2	19,2	270	270	270	270
7	2,26	2,55	2,61	2,52	4,91	5,47	5,70	5,25	5,3	7,3	8,3	9,3	270	270	270	270
6	1,63	2,07	2,12	1,99	5,09	5,18	5,29	4,75	2,5	4,5	5,5	6,5	240	240	240	240

Tabel 3.2: Maatgevende golfcondities voor betonzuilen

Randvoorwaarden- vakken	Hs [m]				Tpm [s]				Waterdiepte [m]				Windrichting			
	bij waterstand				bij waterstand				bij waterstand				nautisch bij			
	t.o.v. NAP				t.o.v. NAP				t.o.v. NAP				waterstand t.o.v. NAP			
nr.	+0m	+2m	+3m	+4m	+0m	+2m	+3m	+4m	+0m	+2m	+3m	+4m	+0m	+2m	+3m	+4m
9	2,73	3,10	3,25	3,15	5,03	5,59	5,84	5,24	15,2	17,2	18,2	25,6	270	270	270	270
8	2,73	3,10	3,25	3,15	5,03	5,59	5,84	5,24	15,2	17,2	18,2	25,6	270	270	270	270
7	2,34	2,61	2,72	2,59	4,71	5,17	5,38	4,96	5,3	7,3	8,3	9,3	240	240	240	240
6	1,63	2,07	2,12	1,99	5,09	5,18	5,29	4,75	2,5	4,5	5,5	6,5	240	240	240	240

Tabel 3.3: Maatgevende golfcondities voor afschuiving, WAB, OSA en vol en zat gepenetreerde breuksteen

Randvoorwaarden- vakken	Hs [m]				Tpm [s]				Waterdiepte [m]				Windrichting			
	bij waterstand				bij waterstand				bij waterstand				nautisch bij			
	t.o.v. NAP				t.o.v. NAP				t.o.v. NAP				waterstand t.o.v. NAP			
nr.	+0m	+2m	+3m	+4m	+0m	+2m	+3m	+4m	+0m	+2m	+3m	+4m	+0m	+2m	+3m	+4m
9	2,73	3,10	3,27	3,15	5,03	5,59	5,64	5,24	15,2	17,2	24,6	25,6	270	270	270	270
8	2,73	3,10	3,27	3,15	5,03	5,59	5,64	5,24	15,2	17,2	24,6	25,6	270	270	270	270
7	2,34	2,61	2,72	2,59	4,71	5,17	5,38	4,96	5,3	7,3	8,3	9,3	240	240	240	240
6	1,63	2,08	2,12	2,02	4,79	4,71	4,26	4,36	2,5	4,5	5,5	6,5	210	210	180	210

Tabel 3.4: Maatgevende golfcondities voor losse breuksteen kreukelberrn

Randvoorwaarden- vakken	Hs [m]				Tpm [s]				Waterdiepte [m]				Windrichting			
	bij waterstand				bij waterstand				bij waterstand				nautisch bij			
	t.o.v. NAP				t.o.v. NAP				t.o.v. NAP				waterstand t.o.v. NAP			
nr.	+0m	+2m	+3m	+4m	+0m	+2m	+3m	+4m	+0m	+2m	+3m	+4m	+0m	+2m	+3m	+4m
9	2,73	3,10	3,25	3,15	5,03	5,59	5,84	5,24	15,2	17,2	18,2	25,6	270	270	270	270
8	2,73	3,10	3,25	3,15	5,03	5,59	5,84	5,24	15,2	17,2	18,2	25,6	270	270	270	270
7	2,34	2,55	2,72	2,52	4,71	5,47	5,38	5,25	5,3	7,3	8,3	9,3	240	270	240	270
6	1,63	2,07	2,12	1,99	5,09	5,18	5,29	4,75	2,5	4,5	5,5	6,5	240	240	240	240

Tabel 4.1: Maatgevende golfcondities voor (gekatelde) betonblokken en patroon gepenetreerde breuksteen

Dijk- vak	Dijkvakscheidings- coördinaten t.o.v. Parijs				Dijk kilom.		Hs [m]				Tpm [s]				Waterdiepte (m)				Windrichting (°)			
							bij waterstand t.o.v. NAP				bij waterstand t.o.v. NAP				bij waterstand t.o.v. NAP				nautisch bij waterstand t.o.v. NAP			
	no.	x	y	x	y	van	tot	+0m	+2m	+3m	+4m	+0m	+2m	+3m	+4m	+0m	+2m	+3m	+4m	+0m	+2m	+3m
5	51452	407095	51700	406150	18,75	19,15	1,63	2,07	2,12	1,99	5,09	5,18	5,29	4,75	2,2	4,2	5,2	6,2	240	240	240	240
4	51700	406150	52000	406375	19,15	19,60	0,67	1,05	1,26	1,51	2,50	3,85	4,36	4,70	2,3	4,7	5,7	6,7	240	240	240	240
3	52000	406375	52775	407000	19,60	20,60	0,67	0,83	0,92	0,99	2,50	2,86	3,11	3,40	4,0	6,0	7,0	8,0	240	240	240	240
2	52775	407000	52088	406300	20,60	21,70	0,65	0,80	0,90	0,99	2,50	2,77	3,08	3,46	3,2	5,2	6,2	7,2	240	240	240	240
1	52088	406300	51773	406003	21,70	22,15	0,69	1,02	1,48	1,78	2,50	4,42	4,95	5,33	3,9	4,3	5,3	6,3	240	180	210	240

Tabel 4.2: Maatgevende golfcondities voor betonzuilen

Dijk- vak	Dijkvakscheidings- coördinaten t.o.v. Parijs				Dijk kilom.		Hs [m]				Tpm [s]				Waterdiepte (m)				Windrichting (°)			
							bij waterstand t.o.v. NAP				bij waterstand t.o.v. NAP				bij waterstand t.o.v. NAP				nautisch bij waterstand t.o.v. NAP			
	no.	x	y	x	y	van	tot	+0m	+2m	+3m	+4m	+0m	+2m	+3m	+4m	+0m	+2m	+3m	+4m	+0m	+2m	+3m
5	51452	407095	51700	406150	18,75	19,15	1,63	2,07	2,12	1,99	5,09	5,18	5,29	4,75	2,3	4,2	5,2	6,2	240	240	240	240
4	51700	406150	52000	406375	19,15	19,60	0,67	1,05	1,26	1,51	2,50	3,85	4,36	4,70	2,3	4,7	5,7	6,7	240	240	240	210
3	52000	406375	52775	407000	19,60	20,60	0,67	0,83	0,92	0,99	2,50	2,86	3,11	3,40	4,0	6,0	7,0	8,0	240	240	240	240
2	52775	407000	52088	406300	20,60	21,70	0,65	0,80	0,90	0,99	2,50	2,77	3,08	3,46	3,2	5,2	6,2	7,2	240	240	240	240
1	52088	406300	51773	406003	21,70	22,15	0,69	1,07	1,48	1,80	2,50	4,06	4,95	5,20	3,9	4,3	5,3	6,3	240	210	210	210

Tabel 4.3: Maatgevende golfcondities voor afschuiving, WAB, OSA en vol en zat gepenetreerde breuksteen

Dijk- vak	Dijkvakscheidings- coördinaten t.o.v. Parijs				Dijk kilom.		Hs [m]				Tpm [s]				Waterdiepte (m)				Windrichting (°)			
							bij waterstand t.o.v. NAP				bij waterstand t.o.v. NAP				bij waterstand t.o.v. NAP				nautisch bij waterstand t.o.v. NAP			
	no.	x	y	x	y	van	tot	+0m	+2m	+3m	+4m	+0m	+2m	+3m	+4m	+0m	+2m	+3m	+4m	+0m	+2m	+3m
5	51452	407095	51700	406150	18,75	19,15	1,63	2,08	2,12	2,02	4,79	4,71	4,26	4,36	2,3	4,2	5,2	6,2	210	210	180	210
4	51700	406150	52000	406375	19,15	19,60	0,67	1,05	1,26	1,51	2,50	3,85	4,33	4,70	2,3	4,7	5,7	6,7	240	240	210	210
3	52000	406375	52775	407000	19,60	20,60	0,67	0,83	0,92	0,99	2,50	2,86	3,11	3,40	4,0	6,0	7,0	8,0	240	240	240	240
2	52775	407000	52088	406300	20,60	21,70	0,65	0,80	0,90	0,99	2,50	2,77	3,08	3,46	3,2	5,2	6,2	7,2	240	240	240	240
1	52088	406300	51773	406003	21,70	22,15	0,69	1,08	1,48	1,80	2,50	3,88	4,95	5,20	3,9	4,3	5,3	6,3	240	240	210	210

Tabel 4.4: Maatgevende golfcondities voor losse breuksteen kreukelberm

Dijk- vak	Dijkvakscheidings- coördinaten t.o.v. Parijs				Dijk kilom.		Hs [m]				Tpm [s]				Waterdiepte (m)				Windrichting (°)			
							bij waterstand t.o.v. NAP				bij waterstand t.o.v. NAP				bij waterstand t.o.v. NAP				nautisch bij waterstand t.o.v. NAP			
	no.	van			tot	van	tot	+0m	+2m	+3m	+4m	+0m	+2m	+3m	+4m	+0m	+2m	+3m	+4m	+0m	+2m	+3m
5	51452	407095	51700	406150	18,75	19,15	1,63	2,07	2,12	1,99	5,09	5,18	5,29	4,75	2,3	4,2	5,2	6,2	240	240	240	240
4	51700	406150	52000	406375	19,15	19,60	0,67	1,05	1,26	1,51	2,50	3,85	4,36	4,70	2,3	4,7	5,7	6,7	240	240	240	210
3	52000	406375	52775	407000	19,60	20,60	0,67	0,83	0,92	0,99	2,50	2,86	3,11	3,40	4,0	6,0	7,0	8,0	240	240	240	240
2	52775	407000	52088	406300	20,60	21,70	0,65	0,80	0,90	0,99	2,50	2,77	3,08	3,46	3,2	5,2	6,2	7,2	240	240	240	240
1	52088	406300	51773	406003	21,70	22,15	0,69	1,07	1,48	1,78	2,50	4,06	4,95	5,33	3,9	4,3	5,3	6,3	240	210	210	240

---

Bijlage 2.2: Ecologisch detailadvies



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

Contactpersoon

[REDACTED]

Telefoon

[REDACTED]

Datum

23-12-2009

Bijlage(n)

-

Ons kenmerk

-

Uw kenmerk

-

Onderwerp

Detailadvies dijkvak 8 "Borrendamme, Cauwersinlaag, Havenkanaalwest" (Zierikzee)  
Dp161-Dp206

Dijkvak 8 "Borrendamme, Cauwersinlaag, Havenkanaalwest" (Zierikzee), is in juni 2008 geïnventariseerd door Bureau Waardenburg. De inventarisaties zijn uitgevoerd op 5 verschillende zones van de dijk.

1. Strook van 30m voorland, met daarin alle voorkomende soorten vegetatie en habitattypen (05-06-2008).
2. Steenbekleding getijdenzone (ondertafel) met daarin een classificatie op zicht van de wiergemeenschappen (06-06-2008).
3. Steenbekleding boven GHW (boventafel), begroeiing opgenomen volgens 'Classificatie van zoutplanten1.0 Meetadviesdienst RWS directie Zeeland', met aanvulling van Flora- en Faunawet beschermde soorten (juni 2008).
4. Vanaf steenbekleding tot aan kruin van de dijk op voorkomen van Flora- en Faunawet beschermde soorten (juni 2008).
5. Vanaf de kruin van de dijk tot aan de onderzijde van binnenkant dijk op voorkomen van Flora- en Faunawet beschermde soorten (06-06-2008).

Per dijkvak zijn één of meerdere opnames gemaakt. Het begin en eindpunt van elke opname is afhankelijk van veranderingen in diversiteit, bedekking van de begroeiing, dijkbekleding, expositie (als gevolg van wel/geen kreukelberm en voorlandtype) en type voorland.

Voor zone 1-3-4-5 zijn de inventarisaties vlakdekkend uitgevoerd en is met behulp van de methode van Tansley de bedekking geschat. Voor zone 2 zijn de opnameresultaten per uniform traject ingedeeld in een dijktypering en gemeenschapstype, met de bijbehorende zonering volgens Meyer (1989) en Meyer en van Beek (1988).

De ondertafel is opgedeeld in 6 opnames en de boventafel in 14 opnames. Deze indeling wordt hieronder verder besproken.

Meetinformatiedienst Zeeland  
Postadres postbus 5116, 4380 KC Vlissingen  
bezoekadres Prins Hendrikweg 3 4382 NR Vlissingen

Telefoon (0118) 42 20 00  
Telefax (0118) 47 27 72

## Getijdenzone

De Oosterschelde staat bekend om zijn zeer gevarieerde en bijzondere wiervegetaties die in de getijdenzone 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 dijkglouingen, 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 (*Ascophyllum nodosum*), Blaaswier (*Fucus vesiculosus*), Groefwier (*Pelvetia canaliculata*) en Suikerwier (*Laminaria saccharina*) 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 substraattype. De wierbegroeiing vertoont een zonerings, evenwijdig aan de hoogtelijn. Kwantitatief de belangrijkste wiersoorten op hard substraat zijn Knotswier en Blaaswier.*

Met deze wiervegetaties dient zeer zorgvuldig te worden omgegaan. In de Westerschelde werd er voor de getijdenzone gewerkt met vier categorieën van wiervegetaties (Milieu-inventarisatie Westerschelde, Boetzelaer, M.E., 2001). In de Oosterschelde zijn dit er acht. Het verschil is dat er in de Oosterschelde onderscheid wordt gemaakt in een dijk met kreukelberm en een dijk zonder kreukelberm. Categorie 1 tot en met 4 is voor een dijk 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 Borrendamme, Cauwersinlaag, Havenkanaalwest ligt langs de Oosterschelde ten westen van Zierikzee en omvat tevens de noordelijke oever van het Havenkanaal. Het dijkvak ligt tussen dijkpaal 161 en dijkpaal 206 en heeft een totale lengte van 4,5 km. Het voorland bestaat uit water. Alleen waar de dijk een bocht maakt is er her en der een hoekje met strand. Het dijkvak valt, buiten de haven van Zierikzee, onder het habitat type 1160, ondiepe krekens en baaien.

Over het gehele dijkvak is een kreukelberm aanwezig. De aanwezige wiervegetatie behoort tot het type 5 tot en met 8.

## Resultaten ondertafel

Tabel 1 geeft de resultaten weer van de ondertafel die op 6 juni 2008 is geïnventariseerd door Bureau Waardenburg..

Tabel 1: overzicht aangetroffen wiertypen met bijbehorende adviezen voor herstel en verbetering "Borrendamme, Cauwersinlaag, Havenkanaal-lwest" op 6 juni 2008 (Dp 161 t/m 206).

Dijktraject	Dijkpaal	Actueel Type 1995 <sup>1</sup>	Potentieel Type 2008 <sup>2</sup>	Actueel Type 2008 <sup>3</sup>	Advies Herstel	Advies Verbetering
8-1	161 – 170	5	7	<b>6</b>	Voldoende	Redelijk goed
8-2	170 – Kistersnol oostzijde en kop	6	7	<b>6</b>	Voldoende	Redelijk goed
8-3	Kistersnol westzijde – 177	6	8	<b>6</b>	Voldoende	Redelijk goed
8-4	177 - 186	6	8	<b>7</b>	Redelijk goed	Redelijk goed
8-5	186 - Havenkanaal	7	8	<b>6</b>	Voldoende	Redelijk goed
8-6	Havenkanaal	5	8	<b>6</b>	Voldoende	Redelijk goed

<sup>1</sup> Type zoals genoemd in "Hardsubstraatlevensgemeenschappen in de getijdezone van de Oosterschelde" (Van Berchum & Meijer, 1997).

<sup>2</sup> Potentieel type 2008 uit onderzoek Bureau Waardenburg 2008.

<sup>3</sup> Type zoals gebleken uit onderzoek Bureau Waardenburg 2008.

Hieronder volgt per dijktraject een korte beschrijvingen en toelichting op het advies.

### 8-1 Dp161 – Dp170

De dijkbekleding bestaat uit waterbouwasfalt en basalt. Er is een kreukelberm aanwezig. Vanaf dijkpaal 168,5 is de teen van de dijk bestort met granietblokken en er liggen stenen op het slik. Het voorland is ondiep water.

Het grootste deel van het dijktraject heeft een wierbedekking van minder dan 1%. Vanaf dijkpaal 168,5 is de wierbedekking 20 tot 25% op basalt. Het gaat hierbij om de levensgemeenschappen gedomineerd door Kleine zeeëik en Blaaswier met verspreid een aantal individuen Knotswier.

Bovenaan de dijk op het basalt, komen korstmossen voor met daaronder, tot dijkpaal 168,5, een zone van cyanobacteriën. Op het hele dijktraject komen de levensgemeenschappen zeepokken/alikruiken en zeepokken/alikruiken/Japanse oester/Mossel voor. In de kreukelberm en op de stenen op het slik is de levensgemeenschap Japanse oester aanwezig.

De ecologische waardering voor dit dijkvak is een type 6, dijkglooiing met een soortenarme wierbegroeiing.

Het advies voor **herstel is voldoende**. Het advies voor **verbetering is redelijk goed**. Enkel beschut achter de Kistersnol is er enige wierbedekking aanwezig (20-25%). Vooral de expositie is verantwoordelijk voor de afwezigheid van wieren. Het substraattype speelt ook een belangrijke rol in de afwezigheid van wieren. Aanpassing van het substraat op de glooiing geeft wieren meer kans om zich terug te vestigen.

### 8-2 Dp170 – Kistersnol oostzijde en kop

De dijkbekleding bestaat voornamelijk uit kalksteen en deels uit ingewassen basalt en ingewassen kalksteen. Er is een kreukelberm met een oesterbank aanwezig. Het voorland bestaat uit een ondiep water

De wierbedekking op kalksteen aan de oostzijde van de Kistersnol varieert van 35 tot 45% en bestaat uit de levensgemeenschappen Kleine zeeëik en Blaaswier. Op de kop van de Kistersnol varieert de wierbedekking van 15 tot 20%. Het gaat hierbij om de levensgemeenschap gedomineerd door Blaaswier.

Bovenaan de glooiing aan de oostzijde van de Kistersnol op een stukje ingewassen basalt, komen korstmossen voor. Daaronder op ingewassen kalksteen is het Klein darmwier aanwezig. In de kreukelberm zijn over het hele traject de levensgemeenschappen zeepokken/alikruiken/Japanse oester/Mossel en een oesterbank aangetroffen. Op de kop van de Kistersnol komen geen mossels voor.

De ecologische waardering van dit dijkvak is een type 6, dijkvlooiing met zonering van meerdere levensgemeenschappen: Klein darmwier, Kleine zee-eik en Blaaswier.

Het advies voor **herstel is voldoende**. Het advies voor **verbetering is redelijk goed**.

De wierbedekking op kalksteen aan de binnenzijde van de Kistersnol is redelijk goed (35-45%). Aan de kop van de Kistersnol is de wierbedekking op kalksteen lager (15-20%). Om de wieren een kans te geven om terug te komen is het aanbevolen een substraat te gebruiken waar wieren zich kunnen vestigen.

### **8-3 Kistersnol westzijde - Dp177**

De dijkbekleding bestaat op de westzijde van de Kistersnol uit basalt. Op het overige deel van de het dijktraject ligt er bovenaan de glooiing ingewassen kalksteen. Op de glooiing ligt basalt en een deel basalt waar het gietasfalt is geërodeerd. Er is een kreukelberm aanwezig. In het voorland ligt een geul.

De wierbedekking van bruinwieren op westzijde van de Kistersnol is minder dan 1%. Op het overige traject is de wierbedekking ongeveer 15% en bestaat uit de levensgemeenschappen Klein darmwier en Kleine zee-eik.

Op de westzijde van de Kistersnol zijn enkel de levensgemeenschappen zeepokken/alikruik en zeepokken/alikruik/Japanse oester/Mossel gevonden. Daarnaast zijn de Paardeanemoon en de Gewone schaalhoorn aangetroffen.

Op het ingewassen kalksteen en basalt komen korstmossen voor. Onder de zone van korstmossen op het basalt komt de levensgemeenschap zeepokken/alikruik voor. Op het basalt met geërodeerd gietasfalt zijn achtereenvolgens de levensgemeenschappen Klein darmwier, Kleine zee-eik en zeepokken/alikruik/Japanse oester/Mossel waargenomen. Het Moswier en de Gewone schaalhoorn komen met zeer lage bedekkingen voor. De Paardeanemoon, is niet waargenomen (holtes en spleten ontbreken). Aan het eind van dit traject rond dijkpaal 176, is er een vlak deel met keien in de bocht. De glooiing bevat hier geen wierbegroeiing. Over het hele traject komt in de kreukelberm de levensgemeenschap Japanse oester voor.

De ecologische waardering voor dit dijktraject is een type 6, een dijkvak met soortenarme dijkvlooiing.

Het advies voor **herstel is voldoende** en het advies voor **verbetering is redelijk goed**.

De potentie voor de aangroei van wieren is aanwezig. Het dijktraject is gunstig gelegen langs een geul en er groeien wieren op een voor wieren minder goed begroeibaar substraat. Bij aanpassing van het substraat krijgen wieren meer mogelijkheid om zich te vestigen.

### **8-4 Dp177 - Dp186**

De dijkbekleding bestaat uit ingewassen basalt en basalt met gietasfalt. Er is een kreukelberm aanwezig, in het voorland ligt een geul.

De wierbedekking is op de zuidelijke helft van het traject, waar het gietasfalt in belangrijke mate is geërodeerd, 10-20%. De wierbedekking op het overige deel van het traject is 40-60%.

Bovenaan de glooiing op het ingewassen basalt komen korstmossen en de levensgemeenschappen zeepokken/alikruiken en Klein darmwier voor. Op het basalt ingegoten met gietasfalt zijn de levensgemeenschappen Kleine zee-eik en Gezaagde zee-eik waargenomen. De brede zone met Gezaagde zee-eik als dominante soort heeft een onderbegroeiing met roodwieren. Veel hoorntjeswier (roodwier) met daarnaast Takwier (groenwier). Er zijn geen Paardeanemonen aangetroffen (ontbreken van holtes en spleten). Wel komen Moswier en Gewone schaalhoorn voor. De kreukelberm bevat de levensgemeenschap Gezaagde zee-eik/Japanse oester.

De ecologische waardering voor dit dijkvak is een type 7, dijkvak met kreukelberm, met zonering van redelijk ontwikkelde levensgemeenschappen.

Het advies voor **herstel en verbetering is redelijk goed**. In 1986 is het basalt overgoten. Op het geërodeerde gedeelte van het traject, komt de oorspronkelijke soortenrijke begroeiing terug. Dit geeft aan dat na verstoring van de wiervegetatie, de potentie voor het terug ontwikkelen van een wierbegroeiing aanwezig is.

#### **8-5 Dp186 – Havenkanaal**

De dijkbekleding tot dp187 is variabel. Het eerste deel is grotendeels bestort en ingegoten met gietasfalt, het tweede deel bestaat uit diverse gezette steen deels overgoten met gietasfalt. Na dp187 bestaat de dijkbekleding bovenaan uit Haringmanblokken, ingewassen kalksteen en ingewassen basalt. Op de glooiing ligt basalt. Er is een kreukelberm aanwezig en in het voorland ligt een geul.

De wierbedekking varieert van 10 tot 15%. De zonering van levensgemeenschappen die voorkomen van bovenaan de glooiing tot de aan kreukelberm zijn: Korstmossen, Cyanobacteriën, Klein darmwier, Kleine zee-eik en zeepokken/alikruiken/Japanse oester/Mossel. Rondom havenhoofd is het kaal. Grote exemplaren Paardeanemonen bevinden zich in de spleten tussen de basaltblokken. Op de glooiing, bestaande uit basalt, zijn Moswier en Gewone schaalhoorn in een brede zone aanwezig. In de kreukelberm komt, over het gehele traject, de levensgemeenschap gedomineerd door Japanse oester voor.

De ecologische waardering voor dit dijkvak is een type 6, dijkvak met soortenarme dijkvloeiing en redelijk soortenrijke kreukelberm.

Het advies voor **herstel is voldoende**. Het advies voor **verbetering is redelijk goed**. Ondanks een slecht begroeibaar substraat voor wieren zijn er wieren aanwezig. Bij verbetering van het substraat op de glooiing krijgen de wieren meer kans om zich te vestigen.

#### **8-6 Havenkanaal**

De dijkbekleding bestaat uit verschillende substraten. Van de kop van de havendam tot dp189,5 bestaat de dijkbekleding uit waterbouwafsluiting en breuksteen met gietasfalt, van dp189,5 tot dp196 liggen er zeshoekige betonblokken op de dijk, van dp196 tot dp198,5 bestaat de dijkbekleding uit cement over basalt, betonblokken en diaboolblokken, het laatste deel van dp198,5 tot aan de sluis bestaat uit hydroblokken met ecotoplaag en stortsteen over de glooiing. Over het gehele traject is een kreukelberm aanwezig. Het voorland is water (havenkanaal)

Op de betonblokken tussen dp196 en dp198,5 komt de levensgemeenschap Klein darmwier voor. Lokaal is hier Knotswier aangetroffen. De totale wierbedekking is hier 2-5%. Op het overige deel van dit traject komen geen wieren voor.

De glooiing tussen tot dp189,5 is volledig kaal. Op het breuksteen en gietasfalt ontwikkelt zich de levensgemeenschap zeepokken/alikruiken/Japanse oester/Mossel. In de kreukelberm is de levensgemeenschap gedomineerd door Japanse oester aanwezig.

De glooiing tussen dp189,5 en dp196, bestaande uit betonzuilen is kaal, er zijn geen wieren aangetroffen. De volgende levensgemeenschappen zijn aanwezig: Korstmossen, Cyanobacteriën, zeepokken/alikruiken, zeepokken/alikruiken/Japanse oester/Mossel en Japanse oester. Over de glooiing zijn dode Japanse oesterschelpen gevonden. In de kreukelberm komt de levensgemeenschap gedomineerd door Japanse oester voor.

Op de glooiing tussen dp196 en dp198,5 komt op het cement over basalt de levensgemeenschap gedomineerd door Korstmossen voor, op het deel bestaande uit betonblokken komen de levensgemeenschappen cyanobacteriën en Klein darmwier voor, op de diaboolblokken zijn de levensgemeenschappen zeepokken/alikruiken, zeepokken/alikruiken/Japanse oester/Mossel en Japanse oester aanwezig. Tevens zijn tussen de diaboolblokken kleine exemplaren Paardeanemoon gevonden. Onderaan de glooiing liggen dode Japanse oester schelpen. In de kreukelberm is de levensgemeenschap Japanse oesters waargenomen.

Het laatste deel op de hydroblokken met ecotoplaag, bevat de levensgemeenschappen cyanobacteriën en zeepokken/alikruiken. In de holtes van de toplaag van de hydroblokken zitten veel Ruwe alikruiken. Op het stortsteen over de glooiing is de



levensgemeenschap zeepokken/alikruiken aanwezig. In de kreukelberm ontwikkelt zich de levensgemeenschap zeepokken/alikruiken/Japanse oester/Mossel.

De ecologische waardering voor dit dijkvak is een type 6, dijkvakken met soortenarme dijkvlooiingen en redelijk soortenrijke kreukelberm, potentiële ontwikkelingen denkbaar.

Het advies voor **herstel is voldoende**, het advies voor **verbetering is redelijk goed**.

Het dijkvak is gunstig gelegen. Er is geen hoge golfaanval en het voorland bestaat uit water. De afwezigheid van wieren is hier onder andere te wijten aan losliggende Japanse oesterschelpen en ander losliggend materiaal (schurende werking). Tussen dijkpaal 198,5 en 206 is het steenslag tussen de hydroblokken naar beneden gespoeld en ligt in een strook boven de bestorting. De schurende werking verhindert de aangroei van wieren.

## Resultaten boventafel

Tabel 2 geeft een samenvatting van de resultaten van de boventafel die in juni 2008 is geïnventariseerd door Bureau Waardenburg. De opnames zijn per dijktraject beschreven en uitgewerkt.

Tabel 2: samenvatting resultaten inventarisatie boventafel "Borrendamme, Cauwersinlaag en Havenkanaalwest" (juni 2008).

Opname	Dijkpaal	Voorlandtype	Klasse	Herstel	Verbetering
14-1	206 – 205	Geul (havenkanaal)	2a	Voldoende	Voldoende
14-2	205 – 199	Geul (havenkanaal)	1a	Geen voorkeur	Geen voorkeur
14-3	199 – 196	Geul (havenkanaal)	2a	Geen voorkeur	Voldoende
14-4	196 – 190	Geul (havenkanaal)	2b	Voldoende	Voldoende
14-5	190 – 188	Geul (havenkanaal)	1b	Geen voorkeur	Voldoende
14-6	188 – Kop Havenkanaalwest	Geul (havenkanaal)	2b	Voldoende	Voldoende
14-7	Kop Havenkanaalwest – 187	1160	3a	Redelijk goed	Redelijk goed
14-8	187 – 186	1160	3b	Redelijk goed	Redelijk goed
14-9	186 - 178	1160	3a	Redelijk goed	Redelijk goed
14-10	178 – 176	1160	3b	Redelijk goed	Redelijk goed
14-11	176 – 170	1160	4a	Redelijk goed	Redelijk goed
14-12	170 – 170 (Kistersnol)	1160	4b	Redelijk goed	Redelijk goed
14-13	170 - 164	1160	4a	Redelijk goed	Redelijk goed
14-14	164 - 161	1160	2a	Voldoende	Voldoende

## Deel 1 Dp206 – Dp205

De dijkbekleding bestaat uit hydroblokken met een ecotoplaag. Het voorland bestaat uit water, de geul van het Havenkanaalwest.

Er zijn in totaal 5 soorten aangetroffen: 2 zoutsoorten en 3 zouttolerante soorten (zie tabel 3).

Tabel 3: aangetroffen zoutsoorten (**vet**) en zouttolerante soorten dijkvak 8 "Borrendamme, Cauwersinlaag en Havenkanaalwest" in juni 2008 deel 1 dijkpaal 206 t/m dijkpaal 205.

Nederlandse naam	Bedekking <sup>1</sup>	Latijnse naam	Zoutgetal
<b>Gewone zoutmelde</b>	<b>r</b>	<b>Atriplex portulacoides</b>	<b>4</b>
<b>Zeeaster</b>	<b>r</b>	<b>Aster tripolium</b>	<b>4</b>
Rood zwenkgras	o	Festuca rubra ssp. commutata	2
Spiesmelde	o	Atriplex prostrata	1
Strandkweek	d	Elymus athericus	3

De in tabel 3 weergegeven vegetatie komt overeen met klasse 2a uit de 'classificatie van zoutplanten'. Dit leidt tot het advies voor **herstel** en **verbetering** van de aanwezige natuurwaarden een steenbekleding uit de categorie **voldoende**. Het huidig aanwezige substraat is goed doorgroeibaar voor planten. Kennelijk is hier een andere factor dan het substraat bepalend voor de geringe aanwezigheid van (zout)planten.

## Deel 2 Dp205 – Dp199

De dijkbekleding bestaat uit hydroblokken met ecotoplaag. Het voorland is water, de geul van het Havenkanaalwest.

Er zijn in totaal 2 soorten aangetroffen: 2 zouttolerante soort (zie tabel 4).

Tabel 4: aangetroffen zoutsoorten (**vet**) en zouttolerante soorten dijkvak 8 "Borrendamme, Cauwersinlaag en Havenkanaal" juni 2008 deel 2 dijkpaal 205 t/m dijkpaal 199.

Nederlandse naam	Bedekking <sup>1</sup>	Latijnse naam	Zoutgetal
Rood zwenkgras	o	Festuca rubra ssp. commutata	2
Strandkweek	r	Elymus athericus	3

De in tabel 4 weergegeven vegetatie komt overeen met klasse 1a uit de 'classificatie van zoutplanten'. Dit leidt tot het advies voor **herstel en verbetering geen voorkeur**. Ondanks een voor (zout)planten goed doorgroeibaar substraat is de aanwezigheid van (zout)planten laag.

## Deel 3 Dp199 – Dp196

De dijkbekleding bestaat uit cement over basalt. Het voorland is water, de geul van het Havenkanaalwest.

Er zijn in totaal 4 soorten aangetroffen: zoutsoorten en zouttolerante soorten (zie tabel 5).

Tabel 5: aangetroffen zoutsoorten (**vet**) en zouttolerante soorten dijkvak 8 "Borrendamme, Cauwersinlaag en Havenkanaalwest" in juni 2008 deel 3 dijkpaal 199 t/m dijkpaal 196.

Nederlandse naam	Bedekking <sup>1</sup>	Latijnse naam	Zoutgetal
<b>Gerande schijnspurrie</b>	<b>r</b>	<b>Spergularia maritima</b>	<b>4</b>
Rood zwenkgras	o	Festuca rubra ssp. commutata	4
Spiesmelde	o	Atriplex prostrata	1
Strandkweek	d	Elymus athericus	3

De in tabel 5 weergegeven vegetatie komt overeen met klasse 2a uit de 'classificatie van zoutplanten'. Dit leidt tot het advies voor **herstel** van de aanwezige natuurwaarden een steenbekleding uit de categorie **geen voorkeur**. Door de bekleding, cement over

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

basalt, zijn er weinig mogelijkheden voor (zout)planten om te kunnen groeien (geen voegen). Toepassen van een beter doorgroeibaar substraat, verbeterd de omstandigheden voor de groei van (zout)planten. Advies voor **verbetering voldoende**.

#### Deel 4 D196 – Dp190

De dijkbekleding bestaat uit zeshoekige betonblokken. Het voorland is water, de geul van het Havenkanaalwest.

Er zijn in totaal 6 soorten aangetroffen: 3 zoutsoorten en 3 zouttolerante soorten (zie tabel 6).

Tabel 6: aangetroffen zoutsoorten (**vet**) en zouttolerante soorten dijkvak 8 "Borrendamme, Cauwersinlaag en Havenkanaalwest" in juni 2008 deel 4 dijkpaal 196 t/m dijkpaal 190.

Nederlandse naam	Bedekking <sup>2</sup>	Latijnse naam	Zoutgetal
<b>Gerande schijnspurrie</b>	<b>fr</b>	<b>Spargularia maritima</b>	<b>4</b>
<b>Lamsoor</b>	<b>r</b>	<b>Limonium vulgare</b>	<b>4</b>
<b>Zeealsem</b>	<b>r</b>	<b>Artemisia maritima</b>	<b>3</b>
Hertshoornweegbree	o	Plantago coronopus	3
Rood zwenkgras	o	Festuca rubra ssp. commutata	2
Strandkweek	d	Elymus athericus	3

De in tabel 6 weergegeven vegetatie komt overeen met klasse 2b uit de 'classificatie van zoutplanten'. Dit leidt tot het advies voor **herstel** en **verbetering** van de aanwezige natuurwaarden een steenbekleding uit de categorie **voldoende**.

#### Deel 5 Dp190 – Dp188

De dijkbekleding bestaat uit waterbouwasfalt. Het voorland is water, de geul van het Havenkanaalwest.

Er is in totaal 1 soort aangetroffen: Strandkweek met bedekking dominant (d).

De vegetatie komt overeen met klasse 1b uit de 'classificatie van zoutplanten'. Dit leidt tot het advies voor **herstel geen voorkeur**. Om zoutplanten een kans te bieden om zich te kunnen vestigen is aangewezen een steenbekleding toe te passen met voegen. Het advies voor **verbetering** is een steenbekleding uit de categorie **voldoende**.

#### Deel 6 Dp188 – Kop Havenkanaalwest

De dijkbekleding bestaat uit waterbouwasfalt. Het voorland is water, de geul van het Havenkanaalwest.

Er zijn in totaal 8 soorten aangetroffen: 3 zoutsoorten en 5 zouttolerante soorten (zie tabel 7).

<sup>2</sup> Methode van Tansley: r = rare (zeldzaam), o = occasional (weinig voorkomend), f = frequent (regelmatig voorkomend), a = abundant (grotere aantallen/bedekking), d = dominant (overheersend in aantal/bedekking)

Tabel 7: aangetroffen zoutsoorten (**vet**) en zouttolerante soorten dijkvak 8 "Borrendamme, Cauwersinlaag en Havenkanaalwest" in juni 2008 deel 6 dijkpaal 188 t/m Kop Havenkanaalwest.

Nederlandse naam	Bedekking <sup>3</sup>	Latijnse naam	Zoutgetal
<b>Deens lepelblad</b>	<b>fr</b>	<b>Cochlearia danica</b>	<b>2</b>
<b>Gele hoornpapaver</b>	<b>o</b>	<b>Glaucium flavum</b>	<b>2</b>
<b>Zeevetmuur</b>	<b>fr</b>	<b>Sagina maritima</b>	<b>2</b>
Herfstleeuwetand	fr	Leontodon autumnalis	2
Reukeloze kamille	r	Matricaria maritima	3
Rood zwenkgras	o	Festuca rubra ssp. commutata	2
Spiesmelde	r	Atriplex prostrata	1
Strandkweek	d	Elymus athericus	3

De in tabel 7 weergegeven vegetatie komt overeen met klasse 2b uit de 'classificatie van zoutplanten'. Dit leidt tot het advies voor **herstel** en **verbetering** van de aanwezige natuurwaarden een steenbekleding uit de categorie **voldoende**. Dit traject is interessant vanwege het voorkomen van de Gele hoornpapaver. Dit is een typische soort voor vloedmerken. De Gele hoornpapaver is een rode lijst soort (gevoelig) en de soort is opgenomen in de Nota soortenbeleid Provincie Zeeland.

### Deel 7 Kop Havenkanaal – Dp187

De dijkbekleding bestaat uit Haringmanblokken en ingewassen basalt. Het voorland is water (geul) (type 1160, Janssen & Schaminée, 2003).

Er zijn in totaal 9 soorten aangetroffen: 5 zoutsoorten en 4 zouttolerante soorten (zie tabel 8).

Tabel 8: aangetroffen zoutsoorten (**vet**) en zouttolerante soorten dijkvak 8 "Borrendamme, Cauwersinlaag en Havenkanaalwest" in juni 2008 Kop Havenkanaalwest – dijkpaal 187.

Nederlandse naam	Bedekking <sup>3</sup>	Latijnse naam	Zoutgetal
<b>Deens lepelblad</b>	<b>r</b>	<b>Cochlearia danica</b>	<b>2</b>
<b>Gele hoornpapaver</b>	<b>r</b>	<b>Glaucium flavum</b>	<b>2</b>
<b>Gerande schijnspurrie</b>	<b>o</b>	<b>Spergularia maritima</b>	<b>4</b>
<b>Zeevetmuur</b>	<b>r</b>	<b>Sagina maritima</b>	<b>2</b>
<b>Zilte rus</b>	<b>r</b>	<b>Juncus gerardi</b>	<b>3</b>
Hertshoornweegbree	r	Plantago coronopus	3
Rood zwenkgras	r	Festuca rubra ssp. commutata	2
Spiesmelde	r	Atriplex prostrata	1
Strandkweek	r	Elymus athericus	3

De in tabel 8 weergegeven vegetatie komt overeen met klasse 3a uit de 'classificatie van zoutplanten'. Dit leidt tot het advies voor **herstel** en **verbetering** van de aanwezige natuurwaarden een steenbekleding uit de categorie **redelijk goed**. De spatzone is hier hoger dan in het Havenkanaal. Zoutwater invloed is nodig voor de ontwikkeling van zoutplanten. Een interessante waarneming is het voorkomen van de Gele hoornpapaver, een vrij zeldzame soort.

### Deel 8 Dp187 – Dp186

De dijkbekleding bestaat uit ingewassen basalt en een Muralt glooiing. Het voorland is water (geul) (type 1160, Janssen & Schaminée, 2003).

<sup>3</sup> Methode van Tansley: r = rare (zeldzaam), o = occasional (weinig voorkomend), f = frequent (regelmatig voorkomend), a = abundant (grotere aantallen/bedekking), d = dominant (overheersend in aantal/bedekking)

Er zijn in totaal 9 soorten aangetroffen: 5 zoutsoorten en 4 zouttolerante soorten (zie tabel 9).

Tabel 9: aangetroffen zoutsoorten (**vet**) en zouttolerante soorten dijkvak 8 "Borrendamme, Cauwersinlaag en Havenkanaalwest" in juni 2008 deel 8 dijkpaal 187 t/m dijkpaal 186.

Nederlandse naam	Bedekking <sup>4</sup>	Latijnse naam	Zoutgetal
<b>Gerande schijnspurrie</b>	<b>fr</b>	<b>Spergularia maritima</b>	<b>4</b>
<b>Melkkruid</b>	<b>o</b>	<b>Glaux maritima</b>	<b>3</b>
<b>Zeevetmuur</b>	<b>fr</b>	<b>Sagina maritima</b>	<b>2</b>
<b>Zilte rus</b>	<b>o</b>	<b>Juncus gerardi</b>	<b>3</b>
<b>Zilte schijnspurrie</b>	<b>r</b>	<b>Spergularia salina</b>	<b>4</b>
Hertshoornweegbree	r	Plantago coronopus	3
Rood zwenkgras	o	Festuca rubra ssp. commutata	2
Spiesmelde	r	Atriplex prostrata	1
Strandkweek	fr	Elymus athericus	3

De in tabel 9 weergegeven vegetatie komt overeen met klasse 3b uit de 'classificatie van zoutplanten'. Dit leidt tot het advies voor **herstel** en **verbetering** van de aanwezige natuurwaarden een steenbekleding uit de categorie **redelijk goed**. Om de natuurwaarden te behouden is het van belang dat er een substraat wordt toegepast met voegen. Zoutplanten hebben voegen nodig om te kunnen wortelen.

#### Deel 9 Dp186 – Dp178

De dijkbekleding bestaat uit ingewassen basalt en ingewassen kalksteen. Het voorland is water (geul) (type 1160, Janssen & Schaminée, 2003).

Er zijn in totaal 7 soorten aangetroffen: 4 zoutsoorten en 3 zouttolerante soorten (zie tabel 10).

Tabel 10: aangetroffen zoutsoorten (**vet**) en zouttolerante soorten dijkvak 8 "Borrendamme, Cauwersinlaag en Havenkanaalwest" in juni 2008 deel 8 dijkpaal 186 t/m dijkpaal 178.

Nederlandse naam	Bedekking <sup>4</sup>	Latijnse naam	Zoutgetal
<b>Gerande schijnspurrie</b>	<b>o</b>	<b>Spergularia maritima</b>	<b>4</b>
<b>Melkkruid</b>	<b>r</b>	<b>Glaux maritima</b>	<b>3</b>
<b>Zeealsem</b>	<b>r</b>	<b>Artemisia maritima</b>	<b>3</b>
<b>Zeevetmuur</b>	<b>o</b>	<b>Sagina maritima</b>	<b>2</b>
Hertshoornweegbree	r	Plantago coronopus	3
Rood zwenkgras	fr	Festuca rubra ssp. commutata	2
Strandkweek	fr	Elymus athericus	3

De in tabel 10 weergegeven vegetatie komt overeen met klasse 3a uit de 'classificatie van zoutplanten'. Dit leidt tot het advies voor **herstel** en **verbetering** van de aanwezige natuurwaarden een steenbekleding uit de categorie **redelijk goed**. Een substraat met voegen biedt zoutplanten de kans om zich terug te vestigen.

#### Deel 10 Dp178 – Dp176

De dijkbekleding bestaat uit ingewassen kalksteen. Het voorland is water (geul) (type 1160, Janssen & Schaminée, 2003).

<sup>4</sup> Methode van Tansley: r = rare (zeldzaam), o = occasional (weinig voorkomend), f = frequent (regelmatig voorkomend), a = abundant (grotere aantallen/bedekking), d = dominant (overheersend in aantal/bedekking)



Er zijn in totaal 10 soorten aangetroffen: 5 zoutsoorten en 5 zouttolerante soorten (zie tabel 11).

Tabel 11: aangetroffen zoutsoorten (**vet**) en zouttolerante soorten dijkvak 8 "Borrendamme, Cauwersinlaag en Havenkanaalwest" in juni 2008 deel 8 dijkpaal 178 t/m dijkpaal 176.

Nederlandse naam	Bedekking <sup>5</sup>	Latijnse naam	Zoutgetal
<b>Deens lepelblad</b>	<b>r</b>	<b>Cochlearia danica</b>	<b>2</b>
<b>Gerande schijnspurrie</b>	<b>fr</b>	<b>Spergularia maritima</b>	<b>4</b>
<b>Melkkruid</b>	<b>fr</b>	<b>Glaux maritima</b>	<b>3</b>
<b>Strandbiet</b>	<b>r</b>	<b>Beta vulgaris ssp. maritima</b>	<b>3</b>
<b>Zilte rus</b>	<b>r</b>	<b>Juncus gerardi</b>	<b>3</b>
Hertshoornweegbree	fr	Plantago coronopus	3
Rood zwenkgras	fr	Festuca rubra ssp. commutata	2
Spiesmelde	r	Atriplex prostrata	1
Strandkweek	d	Elymus athericus	3
Zilverschoon	r	Potentilla anserina	2

De in tabel 11 weergegeven vegetatie komt overeen met klasse 3b uit de 'classificatie van zoutplanten'. Dit leidt tot het advies voor **herstel** en **verbetering** van de aanwezige natuurwaarden een steenbekleding uit de categorie **redelijk goed**. Interessant is het voorkomen van Strandbiet (ook gevonden in de trajecten 11,12, 13 en 14). Deze soort is opgenomen in de 'Nota Soortenbeleid Provincie Zeeland'.

### Deel 11 Dp176 – Dp170

De dijkbekleding bestaat uit ingewassen kalksteen. Het voorland is water (geul) (type 1160, Janssen & Schaminée, 2003).

Er zijn in totaal 15 soorten aangetroffen: 9 zoutsoorten en 6 zouttolerante soorten (zie tabel 12).

Tabel 12: aangetroffen zoutsoorten (**vet**) en zouttolerante soorten dijkvak 8 "Borrendamme, Cauwersinlaag en Havenkanaalwest" in juni 2008 deel 8 dijkpaal 176 t/m dijkpaal 170.

Nederlandse naam	Bedekking <sup>5</sup>	Latijnse naam	Zoutgetal
<b>Deens lepelblad</b>	<b>o</b>	<b>Cochlearia danica</b>	<b>2</b>
<b>Gerande schijnspurrie</b>	<b>fr</b>	<b>Spergularia maritima</b>	<b>4</b>
<b>Melkkruid</b>	<b>o</b>	<b>Glaux maritima</b>	<b>3</b>
<b>Schorrenzoutgras</b>	<b>r</b>	<b>Triglochin maritima</b>	<b>4</b>
<b>Strandbiet</b>	<b>o</b>	<b>Beta vulgaris ssp. maritima</b>	<b>3</b>
<b>Zeealsem</b>	<b>o</b>	<b>Artemisia maritima</b>	<b>3</b>
<b>Zeeaster</b>	<b>o</b>	<b>Aster tripolium</b>	<b>4</b>
<b>Zeevetmuur</b>	<b>r</b>	<b>Sagina maritima</b>	<b>2</b>
<b>Zilte rus</b>	<b>r</b>	<b>Juncus gerardi</b>	<b>3</b>
Herfstleewetand	r	Leontodon autumnalis	2
Hertshoornweegbree	d	Plantago coronopus	3
Rood zwenkgras	a	Festuca rubra ssp. commutata	2
Smalle rolklaver	o	Lotus corniculatus ssp. tenuifolius	3
Spiesmelde	r	Atriplex prostrata	1
Strandkweek	a	Elymus athericus	3

<sup>5</sup> Methode van Tansley: r = rare (zeldzaam), o = occasional (weinig voorkomend), f = frequent (regelmatig voorkomend), a = abundant (grotere aantallen/bedekking), d = dominant (overheersend in aantal/bedekking)

De in tabel 12 weergegeven vegetatie komt overeen met klasse 4a uit de 'classificatie van zoutplanten'. Dit leidt tot het advies voor **herstel** en **verbetering** van de aanwezige natuurwaarden een steenbekleding uit de categorie **redelijk goed**. De vrij hoge diversiteit aan (zout)planten geeft aan dat dit traject een goede locatie is voor (zout)planten.

### Deel 12 Dp170 – Dp170 (Kistersnol)

De dijkbekleding van de Kistersnol bestaat uit basalt, kalksteen, ingewassen kalksteen en ingewassen basalt. Het voorland is aan de buitenzijde van de nol water (geul) en aan de binnenzijde ondiep water (type 1160, Janssen & Schaminée, 2003).

Er zijn in totaal 23 soorten aangetroffen: 14 zoutsoorten en 9 zouttolerante soorten (zie tabel 13).

Tabel 13: aangetroffen zoutsoorten (**vet**) en zouttolerante soorten dijkvak 8 "Borrendamme, Cauwersinlaag en Havenkanaalwest" in juni 2008 deel 8 dijkpaal 170 t/m dijkpaal 170 (Kistersnol).

Nederlandse naam	Bedekking <sup>6</sup>	Latijnse naam	Zoutgetal
<b>Aardbeiklaver</b>	<b>r</b>	<b>Trifolium fragiferum</b>	<b>2</b>
<b>Deens lepelblad</b>	<b>o</b>	<b>Cochlearia danica</b>	<b>2</b>
<b>Gerande schijnsparrie</b>	<b>fr</b>	<b>Spergularia maritima</b>	<b>4</b>
<b>Gewoon kweldergras</b>	<b>o</b>	<b>Puccinellia maritima</b>	<b>4</b>
<b>Melkkruid</b>	<b>o</b>	<b>Glaux maritima</b>	<b>3</b>
<b>Schorrenzoutgras</b>	<b>r</b>	<b>Triglochin maritima</b>	<b>4</b>
<b>Strandbiet</b>	<b>r</b>	<b>Beta vulgaris ssp. maritima</b>	<b>3</b>
<b>Strandmelde</b>	<b>r</b>	<b>Atriplex littoralis</b>	<b>4</b>
<b>Zeeaster</b>	<b>r</b>	<b>Aster tripolium</b>	<b>4</b>
<b>Zeepostelein</b>	<b>fr</b>	<b>Honckenya peploides</b>	<b>2</b>
<b>Zeeraket</b>	<b>o</b>	<b>Cakile maritima</b>	<b>2</b>
<b>Zeevenkel</b>	<b>o</b>	<b>Crithmum maritimum</b>	<b>3</b>
<b>Zeevetmuur</b>	<b>o</b>	<b>Sagina maritima</b>	<b>2</b>
<b>Zilte rus</b>	<b>fr</b>	<b>Juncus gerardi</b>	<b>3</b>
Fioringras	o	Agrostis stolonifera	2
Heen	o	Scirpus maritimus	2
Hertshoornweegbree	fr	Plantago coronopus	3
Reukeloze kamille	o	Matricaria maritima	3
Rood zwenkgras	d	Festuca rubra ssp. commutata	2
Smalle rolklaver	o	Lotus corniculatus ssp. tenuifolius	3
Spiesmelde	o	Atriplex prostrata	1
Strandkweek	fr	Elymus athericus	3
Zilverschoon	o	Potentilla anserina	2

De in tabel 13 weergegeven vegetatie komt overeen met klasse 4b uit de 'classificatie van zoutplanten'. Dit leidt tot het advies voor **herstel** en **verbetering** van de aanwezige natuurwaarden een steenbekleding uit de categorie **redelijk goed**. Op de Kistersnol zijn de meeste soorten aangetroffen. Dit geeft aan dat het een geschikte plek is voor zoutplanten.

### Deel 13 Dp170 – Dp164

De dijkbekleding bestaat uit waterbouwasfalt. Het voorland is ondiep water (type 1160, Janssen & Schaminée, 2003).

<sup>6</sup> Methode van Tansley: r = rare (zeldzaam), o = occasional (weinig voorkomend), f = frequent (regelmatig voorkomend), a = abundant (grotere aantallen/bedekking), d = dominant (overheersend in aantal/bedekking)

Er zijn in totaal 18 soorten aangetroffen: 11 zoutsoorten en 7 zouttolerante soorten (zie tabel 14).

Tabel 14: aangetroffen zoutsoorten (**vet**) en zouttolerante soorten dijkvak 8 "Borrendamme, Cauwersinlaag en Havenkanaalwest" in juni 2008 deel 8 dijkpaal 170 t/m dijkpaal 164.

Nederlandse naam	Bedekking <sup>7</sup>	Latijnse naam	Zoutgetal
<b>Deens lepelblad</b>	<b>r</b>	<b>Cochlearia danica</b>	<b>2</b>
<b>Dunstaart</b>	<b>o</b>	<b>Parapholis strigosa</b>	<b>3</b>
<b>Gerande schijnspurrie</b>	<b>fr</b>	<b>Spergularia maritima</b>	<b>4</b>
<b>Gewoon kweldergras</b>	<b>r</b>	<b>Puccinellia maritima</b>	<b>4</b>
<b>Melkkruid</b>	<b>o</b>	<b>Glaux maritima</b>	<b>3</b>
<b>Schorrenkruid</b>	<b>r</b>	<b>Suaeda maritima</b>	<b>4</b>
<b>Schorrenzoutgras</b>	<b>o</b>	<b>Triglochin maritima</b>	<b>4</b>
<b>Strandbiet</b>	<b>o</b>	<b>Beta vulgaris ssp. maritima</b>	<b>3</b>
<b>Zeeaster</b>	<b>o</b>	<b>Aster tripolium</b>	<b>4</b>
<b>Zeevenkel</b>	<b>r</b>	<b>Crithmum maritimum</b>	<b>3</b>
<b>Zilte rus</b>	<b>o</b>	<b>Juncus gerardi</b>	<b>3</b>
Hertshoornweegbree	d	Plantago coronopus	3
Reukeloze kamille	r	Matricaria maritima	3
Rood zwenkgras	a	Festuca rubra ssp. commutata	2
Smalle rolklaver	r	Lotus corniculatus ssp. tenuifolius	3
Spiesmelde	o	Atriplex prostrata	1
Strandkweek	fr	Elymus athericus	3
Zilverschoon	r	Potentilla anserina	2

De in tabel 14 weergegeven vegetatie komt overeen met klasse 4a uit de 'classificatie van zoutplanten'. Dit leidt tot het advies voor **herstel** en **verbetering** van de aanwezige natuurwaarden een steenbekleding uit de categorie **redelijk goed**. Een steenbekleding met voegen is hier aan te bevelen gezien de grote diversiteit van (zout)planten.

#### Deel 14 Dp164 – Dp161

De dijkbekleding bestaat uit waterbouwasfalt. Het voorland is ondiep water (type 1160, Janssen & Schaminée, 2003).

Er zijn in totaal 8 soorten aangetroffen: 2 zoutsoorten en 6 zouttolerante soorten (zie tabel 15).

Tabel 15: aangetroffen zoutsoorten (**vet**) en zouttolerante soorten dijkvak 8 "Borrendamme, Cauwersinlaag en Havenkanaalwest" in juni 2008 deel 8 dijkpaal 164 t/m dijkpaal 161.

Nederlandse naam	Bedekking <sup>7</sup>	Latijnse naam	Zoutgetal
<b>Deens lepelblad</b>	<b>o</b>	<b>Cochlearia danica</b>	<b>2</b>
<b>Strandbiet</b>	<b>o</b>	<b>Beta vulgaris ssp. maritima</b>	<b>3</b>
Fioringras	o	Agrostis stolonifera	2
Hertshoornweegbree	a	Plantago coronopus	3
Rood zwenkgras	a	Festuca rubra ssp. commutata	2
Spiesmelde	o	Atriplex prostrata	1
Strandkweek	a	Elymus athericus	3
Zilverschoon	r	Potentilla anserina	2

<sup>7</sup> Methode van Tansley: r = rare (zeldzaam), o = occasional (weinig voorkomend), f = frequent (regelmatig voorkomend), a = abundant (grotere aantallen/bedekking), d = dominant (overheersend in aantal/bedekking)

De in tabel 15 weergegeven vegetatie komt overeen met klasse 2a uit de 'classificatie van zoutplanten'. Dit leidt tot het advies voor **herstel** en **verbetering** van de aanwezige natuurwaarden een steenbekleding uit de categorie **voldoende**. Dit traject is qua ligging en voorland gelijk aan het voorgaande traject (traject nr. 13). Het is aanbevolen de steenbekleding goed doorgroeibaar voor (zout)planten, toegepast in het voorgaande traject, door te trekken in traject 14.

### Resultaten voorland het bovenste deel van het talud en het binnentalud

Het voorland, het bovenste deel van het talud en het binnentalud zijn in juni 2008 geïnventariseerd door Bureau Waardenburg.

Tabel 16 en 17 geven de resultaten weer van de aangetroffen plantensoorten in het bovenste deel van het talud en het binnentalud. In het voorland zijn geen soorten aangetroffen.

Tabel 16: aangetroffen zoutsoorten (**vet**) en zouttolerante soorten dijkvak 8 "Borrendamme, Cauwersinlaag en Havenkanaalwest" in juni 2008: bovenste deel van het talud (Dp161 – Dp206).

Nederlandse naam	Latijnse naam	Voorkomen
<b>Strandbiet</b>	<b>Beta vulgaris ssp. maritimus</b>	Komt ter hoogte van het traject 13 algemeen voor op de dijk.
Goudhaver	Trisetum flavescens	Regelmatig, vooral in begraasde delen, tegen de kruin van de dijk, ook in onbegraasde delen.
Veldgerst	Hordeum secalium	Komt regelmatig voor, voornamelijk in door schapen begraasde delen.
Knopig doornzaad	Torilis nodosa	Komt regelmatig voor, voornamelijk in door schapen begraasde delen. Komt regelmatig voor.

Naast verruigde glanshavervegetaties met Kropaar, Grote brandnetel, Rietzwenkgras e.d., komen ook meer bloemrijke delen voor, met name ter hoogte van de parkeerplaats (tussen dijkpalen 177 en 178). Hier wordt een hooilandbeheer gevoerd (maaïen en afvoeren) waardoor soorten als Gewone rolklaver, Rode klaver, Echt bitterkruid, Veldzuring, Reukgras hier voorkomen. Delen van de dijk worden begraasd door schapen, vooral langs het havenkanaal en de karrevelden.

Tabel 17: aangetroffen soorten dijkvak 8 "Borrendamme, Cauwersinlaag en Havenkanaalwest" in juni 2008: binnentalud (Dp161 – Dp206).

Nederlandse naam	Latijnse naam	Opmerking
Goudhaver	Trisetum flavescens	Regelmatig, vooral in begraasde delen, tegen de kruin van de dijk, ook in onbegraasde delen.
Veldgerst	Hordeum secalium	Komt regelmatig voor, voornamelijk in door schapen begraasde delen.
Kamgras	Cynosurus cristatus	Komt verspreid voor, voornamelijk in door schapen begraasde delen op het onderste deel van het talud, soms hier massaal.
Moeraswespenorchis	Epipactis palustris	x-coördinaat: 051.488 y-coördinaat: 407.079 ca. 80 exemplaren in greppel

Ter hoogte van de karrevelden (tussen dijkpaal 182 en 194) komen aan de dijkvoet hier en daar zilte (kwel)vegetaties voor met soorten als Heen, Kortarige zeekraal, Zilte rus, Fioringras, Zilte schijnspurrie, Zeeaster.

#### **Flora- en Faunawet beschermde soorten (zone 1, 3, 4 en 5)**

Aan de rand van een parkeerplaats bij de dijk (tussen dijkpaal 177 en 178) is een flinke populatie van de FF-wet beschermde soort Moeraswespenorchis (*Epipactis palustris*) aangetroffen. Het betreft een vochtige kwelvegetatie in een greppel aan de onderzijde van de dijk. Op het moment van het veldbezoek (6 juni 2008) waren nog geen bloeiende planten aanwezig.

#### **Nota soortenbeleid Provincie Zeeland en NB-wetbesluit (zone 1 en 3)**

In de Nota Soortenbeleid (Provincie Zeeland, 2001) worden een aantal aandachtsoorten genoemd. Op en voor de zeeweringen kunnen planten voorkomen uit voornamelijk de soortengroepen Aanspoelselplanten en Schorplanten. De soorten die tot deze soortengroepen worden gerekend staan op pagina 38 van de Nota Soortenbeleid Provincie Zeeland. Tabel 18 geeft de soorten weer uit de Nota Soortenbeleid Provincie Zeeland die zijn aangetroffen op de glooiing. Tevens is vermeld of deze soorten genoemd worden in het NB-wetbesluit voor de Oosterschelde. In het voorland zijn geen soorten gevonden die behoren tot de Nota Soortenbeleid Provincie Zeeland of het NB-wetbesluit voor de Oosterschelde.

Tabel 18: in juni 2008 op de glooiing aangetroffen soorten uit de Nota Soortenbeleid Provincie Zeeland en uit de soortenlijst NB-wetbesluit Oosterschelde.

Soortgroep	Soort	Nota Soortbl. Prov. Zld	NB-wet
Schorplanten	Gewone zoutmelde	x	x
	Lamsoor	x	x
	Schorrenzoutgras	x	x
	Zeealsem	x	x
Aanspoelselplanten	Gele hoornpapaver	x	
	Strandbiet	x	x
	Strandmelde	x	
	Zeeraket	x	
	Zeevenkel	x	

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

#### **EU-Habitatrichtlijn (gebiedsbeschermingsregime)**

Het voorland bestaat van dijkpaal 161 tot de Kistersnol uit ondiep water, vanaf de Kistersnol tot dijkpaal 187 ligt er een geul in het voorland. Dit maakt deel uit van het kwalificerende habitatype 1160, Grote ondiepe krekens en baaien. Van dijkpaal 187 begint het Havenkanaalwest.

Bij de dijkwerkzaamheden zal een gedeelte van het voorland worden vergraven. Op het voorland dat bestaat uit water en slik (habitatype 1160) zullen beperkte effecten optreden. Toch is het van belang dat er gebruik wordt gemaakt van de mitigerende maatregelen genoemd in het rapport "Effecten werkstroken dijkverbetering op kwalificerende habitats", om de schade op het voorland zoveel mogelijk te beperken.



Vrijgekomen materialen, zoals teenbeschot en perkoenpalen, mogen niet in de Oosterschelde terecht komen maar moeten worden afgevoerd.

Aan de rand van de parkeerplaats (tussen dijkpaal 177 en 178) is de Moeraswespenorchis aangetroffen. Hier dient rekening mee te worden gehouden tijdens de dijkwerkzaamheden.

Voor eventuele vragen ben ik bereikbaar.

Met vriendelijke groet,

Annemiek Persijn

## **Literatuur**

Berchum A.M. & Meijer, mei 1997. Hardsubstraat-leven gemeenschappen in de getijdenzone van de Oosterschelde; Toestand 1993-1995 en vergelijking met 1983-1985. Project nr. 94.110, Rapport nr. 97.19, Bureau Waardenburg bv, Culemborg. Rapport RIKZ-97.006, Rijksinstituut voor Kust en Zee, Middelburg.

Boetzelaer van, M.E., A.F.X. Bartels, februari 2003. Milieu-inventarisatie zeewering Westerschelde. Document ZEEW-R-98018 versie 18, Bouwdienst Rijkswaterstaat, Hoofdafdeling Waterbouw.

Janssen, A.M. en J.H.J. Schaminée, 2003. Europese natuur in Nederland, Habitattypen, KNNV Uitgeverij, Utrecht.

Jentink, R., 2003. Classificatie zoutplanten, versie 1.0. 2003.

Meijer A.J.M., 1989. Onderzoek hardsubstraat levensgemeenschappen in de getijdenzone van de Oosterschelde, ecologische waardering dijkvakken, Bureau Waardenburg bv. Culemborg.

Meijer A.J.M. en A.C. van Beek, februari 1988. De levensgemeenschappen op harde substraten in de getijdenzone van de Oosterschelde; typologie, kartering, relaties met substraat, oppervlakte-berekeningen, gevolgen van dijkaanpassingen, Bureau Waardenburg bv, Culemborg.

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





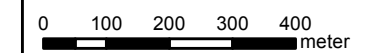
# Borrendamme, Cauwersinlaag, Havenkanaalwest.

- Moeraswespenorchis
- Dijkpalen Oosterschelde
- Zone boven GHW
- Zone boven GHW



Auteur: Annemiek Persijn  
 Datum: 28-12-2009  
 Kaartnummer:  
 Referentie:

Schaal: 1:12.000  
 Bron:





---

Bijlage 2.3: Detailadvies landschap Borrendamme Polder Schouwen,  
Cauwersinlaag, Havenkanaal West



Aan:

Secretariaat PBZ

**Rijkswaterstaat Zeeland**

Poelendaelesingel 18  
4335 JA Middelburg  
Postbus 5014  
4330 KA Middelburg

**Contactpersoon**

[Redacted]

**Datum**

25-10-2010

**Bijlage(n)**

-

**Documentnr.**

PZDB-M-11205

# memo

Landschapsadvies Borrendamme Polder Schouwen,  
Cauwersinlaag, Havenkanaal West

Landschapsadvies en advies cultuurhistorie Borrendamme Polder Schouwen, Cauwersinlaag, Havenkanaal West (Gepland jaar van uitvoering: 2013)

## *Algemene beschrijving projectgebied*

Het traject bevindt zich aan de zuidzijde van het eiland Schouwen-Duiveland even onder de stad Zierikzee. Het landschap achter de dijk is zeer wisselend met karrevelden in de polder bij de Weldamseweg, de Cauwersinlaag en de polder Borrendamme met de boerderij. Het laatstgenoemde gebied en het havenkanaal inclusief het havenhoofd kennen een rijke cultuurhistorische geschiedenis.

Het gehele poldergebied inclusief de inlaag staan onder invloed van zoute kwel. Dit heeft met name invloed op de vegetatie: weinig bomen en struiken, maar wel een bijzondere zoutvegetatie, kenmerkend voor de gebieden rond de Oosterschelde, die onder zilte invloed verkeren.

Het hele gebied kent aan de noordkant een harde grens, doordat daar de stadsrand van Zierikzee zich manifesteert in de vorm van een nieuwbouwwijk uit de jaren '70. Landschappelijk heeft het gebied een grote waarde door de ruimtelijke relatie van de elementen met elkaar: inlagen, karrevelden, nollen en het havenkanaal. De gebruiks- en vervoersfunctie, die dit gebied al eeuwen heeft voor de mensen komen nog eens extra tot uitdrukking door de aanwezigheid van haven, havenkanaal en op afstand de Zeelandbrug.

## *Huidig technisch profiel*

De bekleding van de dijken is momenteel zeer divers. Van west naar oost komen onder meer de volgende verhardingsmaterialen voor, waarvan er veel ook van historische waarde zijn: Veelal basalt in ondertafel, verder fixstone, Vilvoordse steen, Lessinische steen, betonblokken en overige natuursteen. Deze materialen zijn al dan niet ingegoten met asfalt of beton. Incidenteel is de basalt ook toegepast in de boventafel en op een plek komt een Muraltglooiing voor (dp 186-187).

Het Westelijk Havenhoofd kent nu aan de Oosterscheldezijde een glooiing van basalt en in de boventafel Vilvoordse steen ingegoten in beton. Op de binnenzijde is op de ondertafel een bekleding van breuksteen met asfalt aanwezig, op de boventafel alleen asfalt. De kop bestaat rondom uit natuursteen ingegoten in beton. Aan het eind van de kop bevindt zich ook een muur van beton met daarvoor zeer zware stortsteen. Bovenop het havenhoofd loopt nu een pad van vlakke beton-/ Haringmanblokken en ook de bovenste rand van de boventafel is uitgevoerd in betonblokken.

Het Havenkanaal West / Zierikzeezijde is reeds aangepast in 2000. Daardoor bestaat de glooiing nu geheel in betonzuilen met een hooggelegen kreukelberm. Er is een onderhoudspad van asfalt halverwege het talud aan de kanaalzijde aangelegd. Hierop bevindt zich het onderhouds- / fietspad.

Rijkswaterstaat Zeeland  
Projectbureau Zeeweringen

Datum  
25-10-2010

Aan de zuidzijde van het kanaal (Oosterscheldezijde) bestaat de bekleding uit diverse materialen zoals betonblokken, basalt ingegoten met beton, Vilvoordse ingegoten met beton.

#### *Technisch mogelijke opties voor nieuw profiel*

Voor de aan te passen bekleding langs het havenkanaal zijn een aantal technische opties uitgewerkt, waarbij betonzuilen of betonzuilen met in de ondertafel een overlaging de meest voor de hand liggende mogelijkheden zijn.

Onderhoudspad, geasfalteerd op de kruin of buitendijks, maar dan moet wel het profiel ingrijpend aangepast.

Voor het havenhoofd liggen de volgende mogelijkheden het meest voor de hand: aan de Oosterschelde zijde worden in de boventafel betonzuilen voorgesteld met een overlaging van de ondertafel in aansluiting bij de rest van dit dijkdeel. Rond de kop bestaat de voorkeur breuksteen aan te brengen met behoud van de basaltmuur. Voor de binnenzijde van het hoofd bestaan twee alternatieven; alleen betonzuilen of zuilen in de boventafel en een overlaging in de ondertafel. Gezien de steile helling bestaat technisch een lichte voorkeur voor het laatste alternatief. Er bestaat een voorkeur het pad bovenop te asfalteren.

Voor het aansluitend dijkgedeelte aan de Oosterscheldezijde geldt een advies van betonzuilen in de boventafel en een overlaging in de ondertafel, waarbij afgestrooid wordt met lavasteen om ecologische redenen. De nol bij Cauwesiinlaag blijft gehandhaafd, omdat de glooiing hier achterlangs wordt aangepakt.

#### *Landschapsadvies*

Voorgestelde oplossing langs Oosterschelde voldoet aan landschapsvisie. Wel moet nagegaan worden of er over substantiële lengte nog stukken basalt of andere oude steenmaterialen, al dan niet ingegoten, in de glooiing gespaard kunnen blijven. Ten westen van de nol Cauwesiinlaag moet onderzocht worden of een variant met alleen betonzuilen recreatief aantrekkelijker is. Landschappelijk is een variant met in de ondertafel een overlaging ook acceptabel, temeer daar het aansluitend gedeelte ook overlaagd is. Bij het nolletje en aangrenzend plateau bij dp 170 moet een wat gedetailleerder inrichtingsplan worden gemaakt.

Fietspad aan buitenzijde in asfalt op dit traject acceptabel, omdat er hier in de buurt van Zierikzee veel recreatief medegebruik van het onderhoudspad is.

Aan te passen bekleding havenkanaal: sterke landschappelijke voorkeur voor toepassing van alleen betonzuilen, teneinde een consequent beeld langs het gehele kanaal te krijgen. Zeker als de zuilen wat ingroei krijgen ontstaat een rustig en acceptabel beeld langs het kanaal. Wat het onderhouds- / fietspad betreft bestaat een lichte voorkeur voor een voortzetting van het huidige profiel, waarbij het pad meer in de luwte komt te liggen. Wetende, dat dit met grondverplaatsing een dure en technisch zware oplossing is, kan een pad op de kruin ook acceptabel zijn. Dan moet wel extra aandacht besteed aan de overgang van het pad kanaalzijde naar de kruin; deze moet in hetzelfde asfaltmateriaal en kleur en de helling mag niet te steil.



De voorgestelde verharding voor het Havenhoofd is landschappelijk akkoord. Voor de binnenzijde bestaat een lichte voorkeur voor alleen zuilen als onderdeel van gehele kanaal, maar ook een overlaging van de ondertafel is acceptabel, waarbij het Havenhoofd meer als eigen eenheid en behorend bij de Oosterschelde wordt benaderd. Bij de ingang van het Havenkanaal is nu een muur van beton met daarvoor zéér zware stortsteen aanwezig. Landschappelijk en cultuurhistorisch is het van belang deze situatie te handhaven. Verder moet het Havenhoofd in ieder geval voor recreanten goed toegankelijk blijven.

Rijkswaterstaat Zeeland  
Projectbureau Zeeweringen

Datum  
25-10-2010

#### *Cultuurhistorie*

Het gebied kent een interessante historie; in het gebied bevinden zich een aantal objecten van cultuurhistorische waarde:

1. Het havenkanaal vanaf de haven Zierikzee naar de Oosterschelde is aangelegd in de periode 1597-1599. Oorzaak hiervan was, dat de verbinding noord via Gouwe en Dijkwater dichtslibde. Het kanaal kende een sterk getij met getijverschillen tussen 3 en 3.5 meter. In het kanaal is later (1959) een schutsluis aangelegd. Aan de zuidwestzijde wordt het kanaal tegen te hoge golfaanslag beschermd door het westelijk Havenhoofd. Hier bevond zich vroeger, 1608-1908 een huis annex café, bewoond door lantaarnopstekers. Vlakbij de ingang van het havenkanaal heeft vroeger het dorp Borrendamme gelegen.
2. Inlaag Cauwers. De inlaag werd in 1726 aangelegd vanwege een dreigende dijkval. De klei uit de inlaag werd gebruikt om achter de zeedijk een nieuwe dijk aante leggen. Door de diepe ligging staat er in de inlaag continu water.
3. Nol (dp 160) en plateau, met grote diversiteit aan bekleding: basalt, Vilvoordse, overgoten met beton, asfalt, vlakke betontegels en ingegoten stortsteen. Hierbij ook een beschadigde palenrij en een oude dijkpaal nr. 28 met een hoge cultuurhistorische waarde.
4. Kasteel Weldamme/ Borrendamme- Oost: Archeologische waarde zeer hoog.

#### Advies Cultuurhistorie:

Palen en paalrijen moeten zoveel mogelijk gespaard of hergebruikt. Nader bekeken moet worden of en waar palen herplaatst zouden kunnen worden en iets zouden kunnen toevoegen. Dit vraagt om een extra inrichtingsopgave vanuit landschappelijke en cultuurhistorische invalshoek. Oude verhardingsmaterialen moeten waar mogelijk gehandhaafd blijven. Omdat dit gebied een rijke cultuurhistorische geschiedenis kent valt te overwegen een informatiebord te plaatsen met historische gegevens of één of meerdere objecten terug te brengen op een juiste plek, zodat de geschiedenis duidelijk voelbaar blijft. Vraag is of dit de verantwoording van Projectbureau zeeweringen is. Een dergelijk project zou moeten worden uitgevoerd in samenwerking met de Gemeente Zierikzee en er moet ook aansluiting worden gezocht bij bestaande en toekomstige fietsroutes.

---

Bijlage 2.4: Aandachtspunten ecologie

## Aandachtspunten ecologie voor dijktraject Borrendamme, Cauwersinlaag en Havenkanaal-west in het kader van de voorontwerpnootitie

24-03-2011

**(Projectbureau Zeeweringen)**  
**Memo nr PZDB-M-10149**

### *Uitgevoerde onderzoeken*

In 2008 is een broedvogel-, zoogdieren- en herpetofauna onderzoek uitgevoerd. In het zelfde jaar is ook de wierenvegetatie langs de ondertafel en flora langs buiten- en binnenzijde van de hoogwaterkering geïventariseerd. Daarnaast worden langs de gehele Oosterschelde overtuigende vogels geteld en gekarteerd.

### *Algemeen*

Het traject omvat een ecologisch redelijk divers gebied, met zowel binnen- als buitendijks hoge natuurwaarden.

### *Beschermde natuurgebieden*

Het gehele voorland en een groot deel (uitzondering is de bebouwing van de twee boerderijen en de parkeerplaats) van het direct aan de hoogwaterkering grenzende binnenland maakt onderdeel uit van Natura 2000 gebied Oosterschelde. Habitatverlies en verstoring dient, indien mogelijk, voorkomen te worden. Het noordelijk deel van het binnendijkse projectgebied is onderdeel van Plan Tureluur. Ook dit gebied dient ontzien te worden indien mogelijk.

### *Broedvogels*

In de Cauwersinlaag en op de Karrevelden ten noorden en zuiden van de Cauwersinlaag zijn broedterritoria van 36 broedvogelsoorten gevonden. Het betreft zowel weide- als kustbroedvogels. Zeven soorten zijn kwalificerend voor Natura 2000 gebied Oosterschelde, bijvoorbeeld Visdief, Kluut en Bontbekplevier. Vervanging van de steenbekleding zal tot ruimtebeslag van een beperkt aantal broedterritoria van de Graspieper leiden. Broeden in het jaar van uitvoer van deze soort kan voorkomen worden door voorafgaand aan de werkzaamheden het gras van de dijk kort te maaien. Andere broedterritoria kunnen afhankelijk van de transportroute en fasering van werkzaamheden verstoord worden. Dit dient zo veel mogelijk te worden voorkomen.

### *Niet-broedvogels*

Het voorland bestaat uit water, waarbij bij gemiddeld laagwater geen slik droogvalt. Vanwege afwezigheid van slik zullen geen foeragerende steltlopers buitendijks aanwezig zijn. Ook bevat het projectgebied geen belangrijke buitendijkse hoogwatervluchtplaatsen. Als gevolg hiervan is het waarschijnlijk niet nodig specifieke maatregelen te nemen t.a.v. buitendijkse activiteiten.

### *Zoogdieren*

De Noordse woelmuis werd in 2007 bij het karrenveld ten noorden van de Cauwersinlaag 12 keer gevangen, terwijl in 2008 geen enkel exemplaar werd waargenomen. Gezien de geschiktheid van het biotoop voor de soort, is het wel aannemelijk dat deze aanwezig is. In dit gebied vinden geen werkzaamheden plaats. Het noordelijk deel van de transportroute (zie Figuur 15 van Bijlage 1) loopt langs deze karrevelden. Na de effectbeoordeling (passende beoordeling) kunnen mitigerende maatregelen worden voorgeschreven. Eventueel kan een scherm worden geplaatst zoals dat ook is gebeurd bij Schelphoek-west. Een dergelijk scherm zou uit voorzorg geplaatst worden; het moet voorkomen dat dieren worden doodgereden.

In de omgeving van het projectgebied zijn geen zandplaten aanwezig, waarop zeehonden zouden kunnen rusten.

In het project gebied is tijdens een veldbezoek in 2008 een ree waargenomen. Via inloopvallen is de Huisspitsmuis diverse malen aangetroffen in de Cauwersinlaag en ten

noorden daarvan. Daarnaast zijn algemene soorten zoals haas en mol te verwachten in het projectgebied. Deze soorten zullen verstoord worden door de werkzaamheden. Ter voorkoming dat zoogdieren gedood worden tijdens de werkzaamheden dient het gras vooraf gaand aan de werkzaamheden kort gemaaid te worden en kort gehouden te worden tijdens de werkzaamheden.

#### *Herpetofauna*

Er is geen herpetofauna aangetroffen tijdens het onderzoek. De laatste waarneming van de Rugstreeppad dateert uit eind jaren 80.

#### *(Sub-)litorale fauna*

Er is geen gericht onderzoek gedaan naar (sub-) litorale fauna. Langs het gehele projectgebied is een kreukelberm aanwezig. Als gevolg van de werkzaamheden aan de kreukelberm en teen zouden aanwezige soorten verstoord en eventueel gedood kunnen worden. Een nieuwe kreukelberm kan geschikt habitat vormen en opnieuw gekoloniseerd worden.

#### *Wieren*

In de huidige situatie heeft de ondertafel tussen dp 177 – 186 een aardige soortenrijkdom van wieren; dit deeltraject krijgt daarom de hoogste waardering van het gehele traject (beoordeling 7). Het overige traject is soortenarmer. Als gevolg van de werkzaamheden zullen de wieren iig tijdelijk verdwijnen. Aanpassing van het substraat zal een positieve invloed op de vestiging van wieren hebben. In grootste deel van het traject is sprake van een steil talud met lokaal een instabiele bodem. Bij toepassing van betonzuilen in de ondertafel zou hier een (dure) bodemverbetering noodzakelijk zijn. Voorgesteld wordt vanaf dp 168+0 de ondertafel te overlagen, afgestrooid met lavasteen. Voorgesteld wordt tussen dp 161+10 en 168+0 betonzuilen toe te passen. De holten tussen de zuilen bieden schuilplaatsen aan diverse dieren (*aangepast Peter Meininger, 16 februari 2011*).

#### *Zoutplanten*

Op de boventafel langs het gehele traject komen diverse soorten zoutplanten voor. Vanaf de kop van het havenkanaal-west – dp 164 komt de vegetatie overeen met klasse 3a – 4b uit de 'classificatie van zoutplanten'. Op de Kistersnol (14 soorten) en tussen dp 170 – 164 is de soortenrijkdom van zoutplanten hoog (11 soorten). Een aantal soorten, zoals Gerande schijnspurrie, Zeepostelein en Zilte rus, komen frequent voor. Als gevolg van vervanging van de steenbekleding op de boventafel zal de vegetatie op de boventafel verdwijnen. In het detailadvies wordt daarom advies voor herstel en verbetering van de aanwezige natuurwaarden op een steenbekleding uit de categorie *redelijk goed* gegeven. De nol maakt overigens geen deel uit van het werk. Zoutplanten zullen daar niet verdwijnen, deze kunnen als zadenbron dienen.

#### *Overige beschermde flora*

Bij de parkeerplaats tussen dp 177 – 178 was ten tijde van de inventarisatie (2008) een populatie Moeraswespenorchis aanwezig. Deze is beschermd volgens de Flora-en faunawet en is ook een habiatrixtijnsoort van Natura2000 gebied Oosterschelde. Bij keuze van depotruimte en transportroute dient rekening gehouden te worden met de soort. Tijdens het startoverleg-veldbezoek (31-05-10) was de vegetatie gemaaid en werden geen exemplaren gezien. In juni is nogmaals gekeken of de Moeraswespenorchis ter plekke is. Tijdens dat veldbezoek werden enkele tientallen exemplaren aangetroffen in het geultje tussen de parkeerplaats en de zeewering. Er dient rekening te worden gehouden met de soort, indien mogelijk wordt de groeiplaats gespaard.

Ten slotte zijn langs het traject vier soorten schorplanten en vijf soorten aanspoelselplanten aangetroffen. Deze soorten zijn allen vermeld op de soortenlijst van Nota Soortenbeleid van de Provincie Zeeland. Als gevolg van werkzaamheden zullen deze planten vermoedelijk (tijdelijk) verdwijnen. Met betrekking tot type bekleding wordt net als bij zoutplanten aangeraden een type bekleding op juiste hoogte aan te brengen die herkolonisatie van deze soorten toelaat. De soorten hebben dan goede kans op herkolonisatie van het projectgebied.

---

Bijlage 2.5: Memo Ontbreken berm en stabiliteit langs Havenkanaal Zierikzee



---

# Bijlage 3 Berekeningen

---

Bijlage 3.1: Keuzemodel met invoermodule



**Keuzemodel** v2.3 september 2009

Dijkvak: Borrendamme

dp: dp161+10m - dp198+50m

**Criteria**

Minimaal 2 varianten doorrekenen. De waarden zijn relatief.  
Te behalen scores liggen tussen 1 en 3.

Wijzigingen t.o.v. versie 2.2.3:  
afhandelen bekledingen/overgangen verbeterd  
nieuwe bekledingen toegevoegd

Criteria	Constructie	Uitvoering	Hergebruik	Onderhoud	Landschap	Natuur	Totaal (1)	Wegingsfactor
Constructie (flexibiliteit/overgangen)	0	3	3	2	3	2	13	21,7
Uitvoering	1	0	2	1	2	1	7	11,7
Hergebruik	1	2	0	1	2	1	7	11,7
Onderhoud	2	3	3	0	3	2	13	21,7
Landschap	1	2	2	1	0	1	7	11,7
Natuur	2	3	3	2	3	0	13	21,7
<b>Totaal (2)</b>							<b>60</b>	<b>100,0</b>

Criteria > Subcriteria > Weging subcriteria > Scoretabel	Constructie		Uitvoering			Hergebruik		Onderhoud			Landschap	Natuur	
	flexibiliteit	overgangen	tijd	moeilijkheidsgraad	toleranties	hergebruik	LCA	duurzaamheid	zichtbaarheid	tijd		flora	habitat
	50	50	33	33	33	50	50	33	33	33	100	50	50
variant 1	2,0	3	2,0	2,0	2,0	1,0	1,3	3,0	3,0	3,0	2,5	2,2	2,0
variant 2	2,5	2	1,5	1,5	2,5	1,0	0,9	2,5	2,0	2,5	2,5	2,0	2,0
variant 3	2,4	2	1,6	1,6	2,4	1,0	0,9	2,6	2,2	2,6	2,5	2,2	2,0
variant 4													

Gewogen score	Constructie	Uitvoering	Hergebruik	Onderhoud	Landschap	Natuur	Totaal	Kosten	Score/kosten	Rang
variant 1	18,1	7,8	4,4	21,7	9,7	15,0	76,7	1,17	65,57	3
variant 2	16,3	7,1	3,6	16,9	9,7	14,4	68,0	1,00	68,01	2
variant 3	15,9	7,2	3,8	17,7	9,7	15,0	69,4	1,02	68,34	1
variant 4										

**Opmerkingen:** Bij variant 3 wordt de ondertafel van deelgebied I voorzien van betonzuilen omdat daar reeds voldoende klei aanwezig is > geen grondverbetering noodzakelijk

Score overgangen is aangepast, aan Variant 2 en Variant 3 is eenzelfde score toegekend: de horizontale overgang tussen boventafel en ondertafel in deelgebied I van Variant 2, wordt zo gelijkwaardig beoordeeld als de verticale overgang tussen deelgebied I en II in Variant 3

---

Bijlage 3.2: Ontwerpberekeningen bekleding

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z	AA	AB	AC	AJ	AK	AL	AM	AN	AO	
4	STEENTOETS2010 versie 1.05, Deltares, feb. 2011 - met voor de toetsing	vlak-		Subvakgrenzen randvw. & vlak	aanleg- jaar	schade in jaar	havendam of lage dijk?	richting normaal op dijk [gr tov N]	voorland		niveau onder- grens [m NAP]	niveau boven- grens [m NAP]	helling tan $\alpha$	segmentbreedte (alleen nodig als tan $\alpha$ =0) [m]	type		TOPLAAG														
		nummer	dwars- profiel						niveau bij teen [m NAP]	helling tan $\alpha_{\text{oedem}}$					toplaag	onderlagen (filter, geotex- tiel, klei, etc)	D	B	L	spleetbreedte		open	gaten in	karakt.	soortelijke	inge-	D15 inwas-	goed	oneffenheden		
		van	tot						van	tot					[m]	[m]	[m]	stootvoeg [mm]	langsvoeg [mm]	oppervlak [%]	steen? ja/nee	opening [mm]	massa [kg/m <sup>3</sup> ]	wassen ja/nee	materiaal [mm]	geklemd? ja/nee/?	havendam [m]				
5	Oosterschelde																														
6																															
7	Naam van dijkvak																														
8	Betonzuilen dik 0,45 2400 1:3,2	1	101	161,1	168					-1,73	0,0166	-1	1,45	0,32829		27	st ge kl	0,375						10			2400	j	6	ja	
9	Betonzuilen dik 0,45 2400 1:3,2	2	101	161,1	168							1,45	2,9	0,32829		27	st ge kl	0,375						10			2400	j	6	ja	
10	Betonzuilen dik 0,45 2400 1:3,2	3	101	161,1	168							2,9	4,6	0,28135		27	st ge kl	0,375						10			2400	j	6	ja	
11	Overlaging 1:3,1	1	102	168	170					-0,73	0,1782	0,12	1,45	0,32258		7	kl	0,3333													
12	Betonzuilen dik 0,45 2400 1:3,2	2	102	168	170							1,45	3,5	0,32829		27	st ge kl	0,375						10			2400	j	6	ja	
13	Betonzuilen dik 0,35 2300 1:3,2	3	102	168	170							3,5	3,65	0,32829		27	st ge kl	0,2917						10			2300	j	6	ja	
14	Betonzuilen dik 0,35 2300 1:3,2	4	102	168	170							3,65	4,6	0,28135		27	st ge kl	0,2917						10			2300	j	6	ja	
15	Overlaging 1:3,2	1	103	170	172					-1,64	0,1764	-0,63	1,45	0,3125		7	kl	0,3333													
16	Betonzuilen dik 0,45 2600 1:3,2	2	103	170	172							1,45	3,5	0,32829		27	st ge kl	0,375						10			2600	j	6	ja	
17	Betonzuilen dik 0,35 2300 1:3,2	3	103	170	172							3,5	3,65	0,32829		27	st ge kl	0,2917						10			2300	j	6	ja	
18	Betonzuilen dik 0,35 2300 1:3,2	4	103	170	172							3,65	4,6	0,28135		27	st ge kl	0,2917						10			2300	j	6	ja	
19	Overlaging 1:3,2	1	104	172	176,5					-1,67	0,0082	-0,66	1,45	0,3215		7	kl	0,3333													
20	Betonzuilen dik 0,45 2600 1:3,2	2	104	172	176,5							1,45	3,5	0,32829		27	st ge kl	0,375						10			2600	j	6	ja	
21	Betonzuilen dik 0,35 2300 1:3,2	3	104	172	176,5							3,5	3,65	0,32829		27	st ge kl	0,2917						10			2300	j	6	ja	
22	Betonzuilen dik 0,35 2300 1:3,2	4	104	172	176,5							3,65	4,6	0,28135		27	st ge kl	0,2917						10			2300	j	6	ja	
23	Overlaging 1:3,1	1	105	176,5	187,5					-1,88	0,1072	-1	1,45	0,32258		7	kl	0,4167													
24	Betonzuilen dik 0,45 2800 1:3,8	2	105	176,5	187,5							1,45	2,89	0,27873		27	st ge kl	0,375						10			2800	j	6	ja	
25	Betonzuilen dik 0,45 2800 1:3,8	3	105	176,5	187,5							2,89	3,5	0,23237		27	st ge kl	0,375						10			2800	j	6	ja	
26	Overlaging 1:3,2	1	106	187,5	187,6			ja		-1,32	0,4074	-0,52	1,45	0,3125		7	kl	0,4167													
27	Betonzuilen dik 0,45 2800 1:3,4	2	106	187,5	187,6			ja				1,45	3,65	0,30982		27	st ge kl	0,375						10			2800	j	6	ja	
28	Betonzuilen dik 0,35 2300 1:3,4	3	106	187,5	187,6			ja				3,65	4,74	0,30982		27	st ge kl	0,2917						10			2300	j	6	ja	
29	Betonzuilen dik 0,35 2300 1:3,4	4	106	187,5	187,6			ja				4,74	6,15	0,26311		27	st ge kl	0,2917						10			2300	j	6	ja	
30	Havendam overl./zuilen/zuilen/overl. Bu-bi	5	106	187,5	187,6			ja				6,15	6,24	0,04		1	sl	0,08													
31	RVW-Vak 9	6	106	187,5	187,6			ja				6,15	6,24	-0,04		1	sl	0,08													
32	Betonzuilen dik 0,35 2300 1:3,2	7	106	187,5	187,6			ja				4,73	6,15	-0,2813		27	st ge kl	0,2917						10			2300	j	6	ja	
33	Betonzuilen dik 0,35 2300 1:3,2	8	106	187,5	187,6			ja				4,4	4,73	-0,3283		27	st ge kl	0,2917						10			2300	j	6	ja	
34	Betonzuilen dik 0,4 2400 1:3,2	9	106	187,5	187,6			ja				1,45	4,4	-0,3283		27	st ge kl	0,3333						10			2400	j	6	ja	
35	Overlaging 1:2,6	10	106	187,5	187,6			ja				0,12	1,45	-0,3846		7	kl	0,3333													
36	Overlaging 1:2,6	1	107	187,7	187,8			ja	45	-0,7	0,1952	0,12	1,45	0,38462		7	kl	0,3333													
37	Betonzuilen dik 0,4 2400 1:3,2	2	107	187,7	187,8			ja	45			1,45	4,4	0,32829		27	st ge kl	0,3333						10			2400	j	6	ja	
38	Betonzuilen dik 0,35 2300 1:3,2	3	107	187,7	187,8			ja	45			4,4	4,73	0,32829		27	st ge kl	0,2917						10			2300	j	6	ja	
39	Betonzuilen dik 0,35 2300 1:3,2	4	107	187,7	187,8			ja	45			4,73	6,15	0,28135		27	st ge kl	0,2917						10			2300	j	6	ja	
40	Havendam overl./zuilen/zuilen/overl. Bi-bu	5	107	187,7	187,8			ja	45			6,15	6,24	0,04		1	sl	0,08													
41	RVW-Vak 7	6	107	187,7	187,8			ja	45			6,15	6,24	-0,04		1	sl	0,08													
42	Betonzuilen dik 0,35 2300 1:3,4	7	107	187,7	187,8			ja	45			4,74	6,15	-0,2631		27	st ge kl	0,2917						10			2300	j	6	ja	
43	Betonzuilen dik 0,35 2300 1:3,4	8	107	187,7	187,8			ja	45			3,65	4,74	-0,3098		27	st ge kl	0,2917						10			2300	j	6	ja	
44	Betonzuilen dik 0,45 2800 1:3,4	9	107	187,7	187,8			ja	45			1,45	3,65	-0,3098		27	st ge kl	0,375						10			2800	j	6	ja	
45	Overlaging 1:3,2	10	107	187,7	187,8			ja	45			-0,52	1,45	-0,3125		7	kl	0,4167													
46	Overlaging 1:2,6	1	108	187,8	187,9			ja	45	-0,7	0,0576	0,12	1,45	0,38462		7	kl	0,3333													
47	Betonzuilen dik 0,4 2400 1:3,2	2	108	187,8	187,9			ja	45			1,45	4,4	0,32829		27	st ge kl	0,3333						10			2400	j	6	ja	
48	Betonzuilen dik 0,35 2300 1:3,2	3	108	187,8	187,9			ja	45			4,4	4,73	0,32829		27	st ge kl	0,2917						10			2300	j	6	ja	
49	Betonzuilen dik 0,35 2300 1:3,2	4	108	187,8	187,9			ja	45			4,73	6,15	0,28135		27	st ge kl	0,2917						10			2300	j	6	ja	
50	Havendam overl./zuilen/zuilen/overl. Bi-bu	5	108	187,8	187,9			ja	45			6,15	6,24	0,04		1	sl	0,08													
51	RVW-Vak 6	6	108	187,8	187,9			ja	45			6,15	6,24	-0,04		1	sl	0,08													
52	Betonzuilen dik 0,35 2300 1:3,4	7	108	187,8	187,9			ja	45			4,74	6,15	-0,2631		27	st ge kl	0,2917						10			2300	j	6	ja	
53	Betonzuilen dik 0,35 2300 1:3,4	8	108	187,8	187,9			ja	45			3,65	4,74	-0,3098		27	st ge kl	0,2917						10			2300	j	6	ja	
54	Betonzuilen dik 0,45 2800 1:3,4	9	108	187,8	187,9			ja	45			1,45	3,65	-0,3098		27	st ge kl	0,375						10			2800	j	6	ja	
55	Overlaging 1:3,2	10	108	187,8	187,9			ja	45			-0,52	1,45	-0,3125		7	kl	0,4167													
56	Overlaging 1:2,3	1	109	187,9	191,5					-1,63	0,0536	-0,59	1,45	0,43478		7	kl	0,3333													
57	Betonzuilen dik 0,45 2600 1:2,6	2	109	187,9	191,5							1,45	2,87	0,4		27	st ge kl	0,375						10			2600	j	6	ja	
58	Betonzuilen dik 0,45 2600 1:2,6	3	109	187,9	191,5							2,87	3,5	0,35282		27	st ge kl	0,375						10			2600	j	6	ja	
59	Overlaging 1:2,5	1	110	191,5	196					-1,61	0,0182	-0,74	1,45	0,4		7	kl	0,3333													
60	Betonzuilen dik 0,35 2300 1:2,6	2	110	191,5																											



	AP	AQ	AR	AV	AW	AX	AY	AZ	BE	BF	BG	BH	BI	BJ	BK	BL	BM	BN	BO	BP	BQ	BR	BS	BT	BU	BW	BX	BY	BZ	CA	CB
4				BOVENSTE FILTERLAAG				GEOTEXTIEL				KLEI			ZAND			type bovenste overgang (-sconstructie)	>150m brede waterkering op NAP+2,5m	ERVARING				Opmerkingen	HYDRA						
5	Ingegoten toplaag	geotextiel	b	D15	D50	porositeit	2e filter laag?	O90	dikte	doorlatendheid	dijkopbouw	b <sub>klei</sub>	kwaliiteit	D50	D90	D15	D50	D90	a0 ... c1	j/n/?	materiaaltransport		afschuiving		overgang (-sconstructie)	afstandhouders	Golven-tabel	GHW	toetspeil + toeslagen		
6	diepte	VGD	tussen top-laag en filter?	[m]	[mm]	[mm]	[-]	ja/nee	[mm]	[mm]	[l/s/m <sup>2</sup> ]	[mm]	g/m/w	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	a0	j/n/?	uit ondergrond	uit granulaire laag	g/o/?	g/l/o/?	g/l/o	1/2/3	[m+NAP]	[m+NAP]			
7	[m]	[GPa]									gk/kl/kk/zs	[m]	c1/c2/c3	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]			g	g	g	g	g						
8				0,1	17						kl	0,6	g							a0		g	g		g			1	1,45	3,50	
9				0,1	17						kl	0,6	g							a0		g	g		g			1	1,45	3,50	
10				0,1	17						kl	0,6	g							b0		g	g		g			1	1,45	3,50	
11											kl	0,6	g							b1		g	g		g			1	1,45	3,50	
12				0,1	17						kl	0,6	g							a0		g	g		g			1	1,45	3,50	
13				0,1	17						kl	0,6	g							a0		g	g		g			1	1,45	3,50	
14				0,1	17						kl	0,6	g							b0		g	g		g			1	1,45	3,50	
15											kl	0,6	g							b1		g	g		g			1	1,45	3,50	
16				0,1	17						kl	0,6	g							a0		g	g		g			1	1,45	3,50	
17				0,1	17						kl	0,6	g							a0		g	g		g			1	1,45	3,50	
18				0,1	17						kl	0,6	g							b0		g	g		g			1	1,45	3,50	
19											kl	0,6	g							b1		g	g		g			1	1,45	3,50	
20				0,1	17						kl	0,6	g							a0		g	g		g			1	1,45	3,50	
21				0,1	17						kl	0,6	g							a0		g	g		g			1	1,45	3,50	
22				0,1	17						kl	0,6	g							b0		g	g		g			1	1,45	3,50	
23											kl	0,6	g							b1		g	g		g			1	1,45	3,50	
24				0,1	17						kl	0,6	g							a0		g	g		g			1	1,45	3,50	
25				0,1	17						kl	0,6	g							b0		g	g		g			1	1,45	3,50	
26											kl	0,6	g							b1		g	g		g			1	1,45	3,50	
27				0,1	17						kl	0,6	g							a0		g	g		g			1	1,45	3,50	
28				0,1	17						kl	0,6	g							a0		g	g		g			1	1,45	3,50	
29				0,1	17						kl	0,6	g							b0		g	g		g			1	1,45	3,50	
30				0,4							kl	0,6	g									g	g		g			1	1,45	3,50	
31				0,4							kl	0,6	g									g	g		g			1	1,45	3,50	
32				0,1	17						kl	0,6	g							b0		g	g		g			1	1,45	3,50	
33				0,1	17						kl	0,6	g							a0		g	g		g			1	1,45	3,50	
34				0,1	17						kl	0,6	g							a0		g	g		g			1	1,45	3,50	
35											kl	0,6	g							b1		g	g		g			1	1,45	3,50	
36											kl	0,6	g							b1		g	g		g			1	1,45	3,50	
37				0,1	17						kl	0,6	g							a0		g	g		g			1	1,45	3,50	
38				0,1	17						kl	0,6	g							a0		g	g		g			1	1,45	3,50	
39				0,1	17						kl	0,6	g							b0		g	g		g			1	1,45	3,50	
40				0,4							kl	0,6	g									g	g		g			1	1,45	3,50	
41				0,4							kl	0,6	g									g	g		g			1	1,45	3,50	
42				0,1	17						kl	0,6	g							b0		g	g		g			1	1,45	3,50	
43				0,1	17						kl	0,6	g							a0		g	g		g			1	1,45	3,50	
44				0,1	17						kl	0,6	g							a0		g	g		g			1	1,45	3,50	
45											kl	0,6	g							b1		g	g		g			1	1,45	3,50	
46											kl	0,6	g							b1		g	g		g			1	1,45	3,50	
47				0,1	17						kl	0,6	g							a0		g	g		g			1	1,45	3,50	
48				0,1	17						kl	0,6	g							a0		g	g		g			1	1,45	3,50	
49				0,1	17						kl	0,6	g							b0		g	g		g			1	1,45	3,50	
50				0,4							kl	0,6	g									g	g		g			1	1,45	3,50	
51				0,4							kl	0,6	g									g	g		g			1	1,45	3,50	
52				0,1	17						kl	0,6	g							b0		g	g		g			1	1,45	3,50	
53				0,1	17						kl	0,6	g							a0		g	g		g			1	1,45	3,50	
54				0,1	17						kl	0,6	g							a0		g	g		g			1	1,45	3,50	
55											kl	0,6	g							b1		g	g		g			1	1,45	3,50	
56											kl	0,6	g							b1		g	g		g			1	1,45	3,50	
57				0,1	17						kl	0,6	g							a0		g	g		g			1	1,45	3,50	
58				0,1	17						kl	0,6	g							b0		g	g		g			1	1,45	3,50	
59											kl	0,6	g							b1		g	g		g			1	1,45	3,50	
60				0,1	17						kl	0,6	g							a0		g	g		g			1	1,45	3,50	
61				0,1	17						kl	0,6	g							b0		g	g		g			1	1,45	3,50	
62											kl	0,6	g							b1		g	g		g			1	1,45	3,50	
63				0,1	17						kl	0,6	g							a0		g	g		g			1	1,45	3,50	
64				0,1	17						kl	0,6	g							b0		g	g		g			1	1,45	3,50	

	CC	CD	CE	CF	CG	CI	CJ	CK	CL	CM	CN	CP	CQ	CR	CS	CT	CU	CW	CX	CY	CZ	DA	DB	DC	DD	DE	
4	ULISCHE RANDVOORWAARDEN					AFSCHUIVING		MATERIAALTRANSPORT		STABILITEIT TOPLAAG										score	EROSIE ONDERLAGEN			EINDSCORE	BEHEERDERS- OORDEEL	Vershil tussen STEENTOETS en beheerdersoordeel?	TOELICHTING
5	maatgevende	Oosterschelde		golf- invalshoek	belasting	1e stap geavanc.	klei/filter-dikte	vanuit ondergrond	vanuit granulaire laag door toplaag	bermfactor	$\rho = 1025 \text{ kg/m}^3$	$\epsilon_{op}$	toetsing op golven			dikte- overschot	score	bovenste overgangs- constructie	filter- laag [uur]	klei- laag [uur]	Score	STEENTOETS	[g / t / o]				
6	waterstand [m+NAP]	$H_s$ [m]	$T_p$ [s]		duur [uur]	Score	overschot [m]			$C_{oem}$	$H_b/\Delta D$ [-]		$F = \epsilon^2/3 * H_b/\Delta D$	type	kwantitatief g/t t/o	Score											
7																											
8	3,40	2,69	5,80	0	5,0	goed	0,50	goed	goed	1,00	5,35	1,42	6,76	3	1,07	99,00	goed	0,04	goed	0,2	0,0	nvt	goed				
9	3,50	2,72	5,80	0	5,0	goed	0,30	goed	goed	1,00	5,40	1,41	6,78	3	1,06	99,00	goed	0,01	goed	0,2	0,0	nvt	goed				
10	3,50	2,72	5,80	0	5,0	goed	0,25	goed	goed	1,00	5,40	1,41	6,78	3	1,06	99,00	goed	0,01	goed	0,2	0,0	nvt	goed				
11				0		?		?	?	1,00				0			?		?	0,0	0,0	?	?				
12	3,50	2,90	5,36	0	5,0	goed	0,19	goed	goed	1,00	5,76	1,28	6,79	3	1,02	99,00	goed	0,01	goed	0,3	0,0	nvt	goed				
13	3,50	2,90	5,36	0	5,0	nvt		goed	nvt	1,00	7,99	1,28	9,42	3	1,34	99,00	goed	0,09	goed	0,3	0,0	nvt	goed				
14	3,50	2,90	5,36	0	5,0	nvt		nvt	nvt	1,00	7,99	1,28	9,42	3	1,38	99,00	goed	0,09	goed	0,3	0,0	nvt	goed				
15				0		?		?	?	1,00				0			?		?	0,0	0,0	?	?				
16	3,50	2,88	5,33	0	5,0	goed	0,27	goed	goed	1,00	5,00	1,25	5,81	3	1,19	99,00	goed	0,04	goed	0,3	0,0	nvt	goed				
17	3,50	2,88	5,33	0	5,0	nvt		goed	nvt	1,00	7,94	1,25	9,23	3	1,36	99,00	goed	0,09	goed	0,3	0,0	nvt	goed				
18	3,50	2,88	5,33	0	5,0	nvt		nvt	nvt	1,00	7,94	1,25	9,23	3	1,40	99,00	goed	0,09	goed	0,3	0,0	nvt	goed				
19				0		?		?	?	1,00				0			?		?	0,0	0,0	?	?				
20	2,50	2,59	5,84	0	25,0	goed	0,29	goed	goed	1,00	4,49	1,47	5,79	3	1,17	99,00	goed	0,01	goed	0,2	0,0	nvt	goed				
21	3,50	2,80	5,98	0	5,0	nvt		goed	nvt	1,00	7,72	1,45	9,89	3	1,34	99,00	goed	0,09	goed	0,2	0,0	nvt	goed				
22	3,50	2,80	5,98	0	5,0	nvt		nvt	nvt	1,00	7,72	1,45	9,89	3	1,38	99,00	goed	0,09	goed	0,2	0,0	nvt	goed				
23				0		?		?	?	1,00				0			?		?	0,0	0,0	?	?				
24	2,43	3,17	5,60	0	25,0	goed	0,21	goed	goed	1,00	4,88	1,23	5,59	3	1,04	99,00	goed	0,01	goed	0,2	0,0	nvt	goed				
25	3,50	3,27	5,75	0	5,0	goed	0,22	goed	goed	1,00	5,04	1,17	5,59	3	1,21	99,00	goed	0,04	goed	0,1	0,0	nvt	goed				
26				0		?		?	?	1,00				0			geavanceerd		?	0,0	0,0	?	?				
27	2,50	3,18	5,72	0	25,0	goed	0,21	goed	goed	1,00	4,89	1,25	5,67	3	1,01	1,69	goed	0,04	goed	0,1	0,0	nvt	goed				
28	3,50	3,25	5,84	0	5,0	nvt		nvt	nvt	1,00	8,96	1,26	10,45	3	1,24	1,86	goed	0,05	goed	0,1	0,0	nvt	goed				
29	3,50	3,25	5,84	0	5,0	nvt		nvt	nvt	1,00	8,96	1,26	10,45	3	1,54	2,31	goed	0,09	goed	0,1	0,0	nvt	goed				
30	3,50	3,25	5,84	0		?		?	?	1,00		1,26		0	0,00	0,00	geavanceerd	-21,59	?	0,0	0,0	?	?				
31	3,50	3,25	5,84	0		?		?	?	1,00		1,26		0	0,00	0,00	geavanceerd	-21,59	?	0,0	0,0	?	?				
32	3,50	3,25	5,84	0	5,0	nvt		nvt	nvt	1,00	8,96	1,14	9,77	3	1,67	2,23	geavanceerd	0,12	goed	0,0	0,0	nvt	geavanceerd				
33	3,50	3,25	5,84	0	5,0	nvt		nvt	nvt	1,00	8,96	1,14	9,77	3	1,67	2,23	geavanceerd	0,12	goed	0,0	0,0	nvt	geavanceerd				
34	3,50	3,25	5,84	0	5,0	nvt		nvt	nvt	1,00	7,27	1,14	7,92	3	2,06	2,75	geavanceerd	0,17	goed	0,0	0,0	nvt	geavanceerd				
35	3,50	3,25	5,84	0	5,0	?		?	nvt	1,00		1,14		0	99,00	99,00	geavanceerd	0,33	?	0,0	0,0	?	?				
36				45		?		?	?	1,00				0			geavanceerd		?	0,0	0,0	?	?				
37	2,50	2,67	5,28	45	25,0	goed	0,18	goed	goed	1,00	5,96	1,49	7,76	3	1,01	1,65	goed	0,01	goed	0,3	0,0	nvt	goed				
38	3,50	2,72	5,38	45	5,0	nvt		nvt	nvt	1,00	7,50	1,44	9,57	3	2,13	3,19	goed	0,16	goed	0,3	0,0	nvt	goed				
39	3,50	2,72	5,38	45	5,0	nvt		nvt	nvt	1,00	7,50	1,44	9,57	3	2,32	3,48	goed	0,16	goed	0,3	0,0	nvt	goed				
40	3,50	2,72	5,38	45		?		?	?	1,00		1,44		0	0,00	0,01	geavanceerd	-18,05	?	0,0	0,0	?	?				
41	3,50	2,72	5,38	45		?		?	?	1,00		1,44		0	0,00	0,01	geavanceerd	-18,05	?	0,0	0,0	?	?				
42	3,50	2,72	5,38	45	5,0	nvt		nvt	nvt	1,00	7,50	1,07	7,85	3	2,00	2,67	geavanceerd	0,15	goed	0,0	0,0	nvt	geavanceerd				
43	3,50	2,72	5,38	45	5,0	nvt		nvt	nvt	1,00	7,50	1,07	7,85	3	2,00	2,67	geavanceerd	0,15	goed	0,0	0,0	nvt	geavanceerd				
44	3,50	2,72	5,38	45	5,0	nvt		nvt	nvt	1,00	4,19	1,07	4,39	3	3,58	4,77	geavanceerd	0,27	goed	0,0	0,0	nvt	geavanceerd				
45	3,50	2,72	5,38	45	5,0	?		?	nvt	1,00		1,07		0	99,00	99,00	geavanceerd	0,41	?	0,0	0,0	?	?				
46				45		?		?	?	1,00				0			geavanceerd		?	0,0	0,0	?	?				
47	2,50	2,10	5,24	45	25,0	goed	0,39	goed	goed	1,00	4,69	1,64	6,52	3	1,36	2,03	goed	0,05	goed	0,7	0,0	nvt	goed				
48	3,50	2,12	5,29	45	5,0	nvt		nvt	nvt	1,00	5,84	1,57	7,90	3	2,75	4,12	goed	0,20	goed	0,6	0,0	nvt	goed				
49	3,50	2,12	5,29	45	5,0	nvt		nvt	nvt	1,00	5,84	1,57	7,90	3	3,05	4,58	goed	0,20	goed	0,6	0,0	nvt	goed				
50	3,50	2,12	5,29	45		?		?	?	1,00		1,57		0	0,01	0,01	geavanceerd	-14,05	?	0,0	0,0	?	?				
51	3,50	2,12	5,29	45		?		?	?	1,00		1,57		0	0,01	0,01	geavanceerd	-14,05	?	0,0	0,0	?	?				
52	3,50	2,12	5,29	45	5,0	nvt		nvt	nvt	1,00	5,84	1,19	6,58	3	2,57	3,42	geavanceerd	0,18	goed	0,0	0,0	nvt	geavanceerd				
53	3,50	2,12	5,29	45	5,0	nvt		nvt	nvt	1,00	5,84	1,19	6,58	3	2,57	3,42	geavanceerd	0,18	goed	0,0	0,0	nvt	geavanceerd				
54	3,50	2,12	5,29	45	5,0	nvt		nvt	nvt	1,00	3,26	1,19	3,67	3	4,59	6,13	geavanceerd	0,29	goed	0,0	0,0	nvt	geavanceerd				
55	3,50	2,12	5,29	45	5,0	?		?	nvt	1,00		1,19		0	99,00	99,00	geavanceerd	0,41	?	0,0	0,0	?	?				
56				0		?		?	?	1,00				0			?		?	0,0	0,0	?	?				
57	2,50	2,10	5,24	0	25,0	geavanceerd		goed	goed	1,00	3,64	1,91	5,59	3	1,25	99,00	goed	0,01	goed	0,7	0,0	nvt	geavanceerd				
58	3,50	2,12	5,29	0	5,0	geavanceerd		goed	goed	1,00	3,68	1,79	5,43	3	1,10	99,00	goed	0,01	goed	0,6	0,0	nvt	geavanceerd				
59				0		?		?	?	1,00				0			?		?	0,0	0,0	?	?				
60	3,50	1,28	4,65	0	5,0	goed	0,65	goed	goed	1,00	3,53	1,97	5,54	3	1,43	99,00	goed	0,02	goed	2,6	0,8	nvt	goed				
61	3,50	1,28	4,65	0	5,0	goed	0,60	goed	goed	1,00	3,53	1,97	5,54	3	1,43	99,00	goed	0,02	goed	2,6	0,8	nvt	goed				
62				0		?		?	?	1,00				0			?		?	0,0	0,0	?	?				
63	3,50	0,96	3,26	0	5,0	geavanceerd		goed	goed	1,00	2,63	1,57	3,56	3	2,02	99,00	goed	0,16	goed	6,8	1,1	nvt	geavanceerd				
64	3,50	0,96	3,26	0	5,0	goed	0,70	goed	goed	1,00	2,63	1,57	3,56	3	2,02	99,00	goed	0,09	goed	6,8	1,1	nvt	goed				

	DG	DH	DI	IE
4	EINDOORDEEL	Foutmeldingen	Waarschuwingen	
5				
6				
7				
8	goed			
9	goed			
10	goed			
11	?		Golfsteilheid > 0.06. ;Toplaagtype is geen bekende steenzetting.	
12	goed		Golfsteilheid > 0.06.	
13	goed		Golfsteilheid > 0.06.	
14	goed		Golfsteilheid > 0.06.	
15	?		Golfsteilheid > 0.06. ;Toplaagtype is geen bekende steenzetting.	
16	goed		Golfsteilheid > 0.06.	
17	goed		Golfsteilheid > 0.06.	
18	goed		Golfsteilheid > 0.06.	
19	?		Toplaagtype is geen bekende steenzetting.	
20	goed		Hs te groot voor waterdiepte (verklein Hs bij lage waterstanden).	
21	goed			
22	goed			
23	?		Golfsteilheid > 0.06. ;Toplaagtype is geen bekende steenzetting.	
24	goed		Golfsteilheid > 0.06.	
25	goed		Golfsteilheid > 0.06.	
26	?		Golfsteilheid > 0.06. ;Toplaagtype is geen bekende steenzetting.	
27	goed		Golfsteilheid > 0.06. ;Kop van havendam: geavanceerd.	
28	goed		Golfsteilheid > 0.06. ;Kop van havendam: geavanceerd.	
29	goed		Golfsteilheid > 0.06. ;Kop van havendam: geavanceerd.	
30	?		Golfsteilheid > 0.06. ;Toplaagtype is geen bekende steenzetting.	
31	?		Golfsteilheid > 0.06. ;Toplaagtype is geen bekende steenzetting.	
32	geavanceerd		Golfsteilheid > 0.06. ;Kop van havendam: geavanceerd.	
33	geavanceerd		Golfsteilheid > 0.06. ;Kop van havendam: geavanceerd.	
34	geavanceerd		Golfsteilheid > 0.06. ;Kop van havendam: geavanceerd.	
35	?		Toplaagtype is geen bekende steenzetting. ;Golfsteilheid > 0.06. ;Kop van havendam: geavanceerd.	
36	?		Golfsteilheid > 0.06. ;Toplaagtype is geen bekende steenzetting.	
37	goed		Golfsteilheid > 0.06. ;Kop van havendam: geavanceerd.	
38	goed		Golfsteilheid > 0.06. ;Kop van havendam: geavanceerd.	
39	goed		Golfsteilheid > 0.06. ;Kop van havendam: geavanceerd.	
40	?		Golfsteilheid > 0.06. ;Toplaagtype is geen bekende steenzetting.	
41	?		Golfsteilheid > 0.06. ;Toplaagtype is geen bekende steenzetting.	
42	geavanceerd		Golfsteilheid > 0.06. ;Kop van havendam: geavanceerd.	
43	geavanceerd		Golfsteilheid > 0.06. ;Kop van havendam: geavanceerd.	
44	geavanceerd		Golfsteilheid > 0.06. ;Kop van havendam: geavanceerd.	
45	?		Toplaagtype is geen bekende steenzetting. ;Golfsteilheid > 0.06. ;Kop van havendam: geavanceerd.	
46	?		Toplaagtype is geen bekende steenzetting.	
47	goed		Kop van havendam: geavanceerd.	
48	goed		Kop van havendam: geavanceerd.	
49	goed		Kop van havendam: geavanceerd.	
50	?		Toplaagtype is geen bekende steenzetting.	
51	?		Toplaagtype is geen bekende steenzetting.	
52	geavanceerd		Kop van havendam: geavanceerd.	
53	geavanceerd		Kop van havendam: geavanceerd.	
54	geavanceerd		Kop van havendam: geavanceerd.	
55	?		Toplaagtype is geen bekende steenzetting. ;Kop van havendam: geavanceerd.	
56	?		Toplaagtype is geen bekende steenzetting.	
57	geavanceerd			
58	geavanceerd			
59	?		Toplaagtype is geen bekende steenzetting.	
60	goed			
61	goed			
62	?		Toplaagtype is geen bekende steenzetting.	
63	geavanceerd			
64	goed			

---

Bijlage 3.3: Ontwerpberekeningen kreukelberm

## Ontwerp kreukelberm

Opgesteld door: Ruud Bosters

Blauw is invoer, lila zijn tussenresultaten, rood zijn eindresultaten.  
Op het 'Rekenblad' wordt een nadere Toelichting gegeven.

### Invoer

Dijkvak **Borrendamme Polder Schouwen, Cauwersinlaag, Havenkanaal West**

Randvoorwaardenvak		161									
		Waterstand [m NAP]									
Opgegeven		-2		-1		0		2		Als er slechts 3 waterstanden zijn, vul dan de gegevens bij de middelste waterstand twee keer in (in de kolommen E t/m H)	
golfrandvoorwaarden op uitvoerpunt		H <sub>s</sub> [m]	T <sub>p</sub> [s]	H <sub>s</sub> [m]	T <sub>p</sub> [s]	H <sub>s</sub> [m]	T <sub>p</sub> [s]	H <sub>s</sub> [m]	T <sub>p</sub> [s]		
		0,40	2,84	1,06	3,48	1,44	4,12	2,20	5,40		
Gebied	[-]	OS	Vul in: OS voor Oosterschelde, WS voor Westerschelde, NZ voor Noordzee								
OP	[m NAP]	2,00	Ontwerppeil								
Z <sub>krb</sub>	[m NAP]	-0,87	Niveau bovenzijde kreukelberm (teenniveau)								
Z <sub>vri</sub>	[m NAP]	-1,73	Huidig niveau voorland direct vóór kreukelberm								
Z <sub>uyp</sub>	[m NAP]	-2,56	Bodemniveau uitvoerpunt (uit randvoorwaardetabel of detailadvies)								

### Samenvatting resultaten

Waterstand	[m NAP]	0,94	-0,87	-0,51	-0,15	0,21	0,57	0,92	1,28	1,64	2,00	In de blauwe cel kan een waterstand naar keuze ingevuld worden tussen bovenzijde kreukelberm en Ontwerppeil.
L <sub>op</sub>	[m]	35	20	22	25	28	31	35	38	42	46	Golflengte
Golven dieptebeperkt?		Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	
H <sub>s,steen</sub>	[m]	1,64	0,71	0,90	1,08	1,26	1,45	1,63	1,82	2,00	2,19	Significante golfhoogte aan teen
D <sub>n50,LOS,LWS</sub>	[m]	-	0,18	0,18	0,18	0,18	-	-	-	-	-	D <sub>n50</sub> bij lage waterstanden
D <sub>n50,LOS,HWS,G</sub>	[m]	0,24	-	-	-	0,23	0,23	0,24	0,24	0,24	0,25	D <sub>n50</sub> bij hoge waterstanden (Gerding)
D <sub>n50,LOS,HWS,M</sub>	[m]	0,24	-	-	-	0,23	0,24	0,24	0,25	0,25	0,26	D <sub>n50</sub> bij hoge waterstanden (Van der Meer)

### Benodigde steensortering en dikte kreukelberm

		Losse breuksteen		Patroonpenetratie		
		LWS	HWS;M	Stroken	Stippen	
D <sub>n50</sub>	[m]	0,18	0,26	0,10	0,14	D <sub>n50</sub> (maatgevende waarde)
D <sub>n50,d</sub>	[m]	0,31		0,10	0,14	Benodigde D <sub>n50</sub> (ontwerpwaarde, incl. ontwerpveiligheid)
Sortering		40-200 kg		10-60 kg	10-60 kg	Benodigde steensortering
D <sub>n50,sortering</sub>	[m]	0,36		0,24	0,24	D <sub>n50</sub> van benodigde steensortering
2D <sub>n50,sortering</sub>	[m]	0,73		0,48	0,48	Benodigde laagdikte

Controle bodemligging:

De golflengte is voldoende klein ten opzichte van de afstand tussen het uitvoerpunt en de dijk.

### Standaard steensorteringen conform NEN-EN 13383-1

Steen-sortering	ρ <sub>s</sub> (kg/m <sup>3</sup> ): 2650	
	M <sub>50</sub> (kg)	D <sub>n50</sub> (m)
10-60 kg	37	0,24
40-200 kg	127	0,36
60-300 kg	193	0,42
300-1.000	715	0,65
1-3 ton	2088	0,92
3-6 ton	4743	1,21
6-10 ton	8192	1,46



## Ontwerp kreukelberm

Opgesteld door: Ruud Bosters

Blauw is invoer, lila zijn tussenresultaten, rood zijn eindresultaten.  
Op het 'Rekenblad' wordt een nadere Toelichting gegeven.

### Invoer

Dijkvak **Borrendamme Polder Schouwen, Cauwersinlaag, Havenkanaal West**

Randvoorwaardenvak		161								
		Waterstand [m NAP]								
Opgegeven		0		2		3		4		Als er slechts 3 waterstanden zijn, vul dan de gegevens bij de middelste waterstand twee keer in (in de kolommen E t/m H)
golfbrandvoorwaarden op uitvoerpunt		H <sub>s</sub> [m]	T <sub>p</sub> [s]	H <sub>s</sub> [m]	T <sub>p</sub> [s]	H <sub>s</sub> [m]	T <sub>p</sub> [s]	H <sub>s</sub> [m]	T <sub>p</sub> [s]	
		1,44	4,12	2,20	5,40	2,60	5,80	2,83	5,80	
Gebied	[-]	OS Vul in: OS voor Oosterschelde, WS voor Westerschelde, NZ voor Noordzee								
OP	[m NAP]	3,50 Ontwerppeil								
Z <sub>krb</sub>	[m NAP]	-0,87 Niveau bovenzijde kreukelberm (teenniveau)								
Z <sub>vri</sub>	[m NAP]	-1,73 Huidig niveau voorland direct vóór kreukelberm								
Z <sub>uvp</sub>	[m NAP]	-2,56 Bodemniveau uitvoerpunt (uit randvoorwaardetabel of detailadvies)								

### Samenvatting resultaten

Waterstand	[m NAP]	1,45	-0,87	-0,32	0,22	0,77	1,32	1,86	2,41	2,95	3,50	In de blauwe cel kan een waterstand naar keuze ingevuld worden tussen bovenzijde kreukelberm en Ontwerppeil.
L <sub>op</sub>	[m]	40	20	24	28	33	38	44	48	52	53	Golfenlgte
Golven dieptebeperkt?		Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Nee	Nee	Nee	
H <sub>s,teen</sub>	[m]	1,91	0,71	0,99	1,27	1,55	1,84	2,12	2,36	2,58	2,72	Significante golfhoogte aan teen
D <sub>n50,LOS,LWS</sub>	[m]	-	0,18	0,18	0,18	-	-	-	-	-	-	D <sub>n50</sub> bij lage waterstanden
D <sub>n50,LOS,HWS,G</sub>	[m]	0,24	-	-	0,23	0,24	0,24	0,25	0,24	0,23	0,19	D <sub>n50</sub> bij hoge waterstanden (Gerding)
D <sub>n50,LOS,HWS,M</sub>	[m]	0,25	-	-	0,23	0,24	0,25	0,26	0,26	0,27	0,27	D <sub>n50</sub> bij hoge waterstanden (Van der Meer)

### Benodigde steensortering en dikte kreukelberm

		Losse breuksteen		Patroonpenetratie		
		LWS	HWS;M	Stroken	Stippen	
D <sub>n50</sub>	[m]	0,18	0,27	0,10	0,14	D <sub>n50</sub> (maatgevende waarde)
D <sub>n50;d</sub>	[m]	0,32		0,10	0,14	Benodigde D <sub>n50</sub> (ontwerpwaarde, incl. ontwerpveiligheid)
Sortering		40-200 kg		10-60 kg	10-60 kg	Benodigde steensortering
D <sub>n50;sortering</sub>	[m]	0,36		0,24	0,24	D <sub>n50</sub> van benodigde steensortering
2D <sub>n50;sortering</sub>	[m]	0,73		0,48	0,48	Benodigde laagdikte

### Standaard steensorteringen conform NEN-EN 13383-1

Steen-sortering	ρ <sub>s</sub> (kg/m <sup>3</sup> ): 2650	
	M <sub>50</sub> (kg)	D <sub>n50</sub> (m)
10-60 kg	37	0,24
40-200 kg	127	0,36
60-300 kg	193	0,42
300-1.000	715	0,65
1-3 ton	2088	0,92
3-6 ton	4743	1,21
6-10 ton	8192	1,46

Controle bodemligging:

De golfenlgte is groter dan de afstand tussen het uitvoerpunt en de dijkteen, maar blijft binnen de marge.

## Ontwerp kreukelberm

Opgesteld door: Ruud Bosters

Blauw is invoer, lila zijn tussenresultaten, rood zijn eindresultaten.  
Op het 'Rekenblad' wordt een nadere Toelichting gegeven.

### Invoer

Dijkvak **Borrendamme Polder Schouwen, Cauwersinlaag, Havenkanaal West**

Randvoorwaardenvak		160									
		Waterstand [m NAP]									
Opgegeven		-2		-1		0		2			
golfrandvoorwaarden		H <sub>s</sub> [m]	T <sub>p</sub> [s]	H <sub>s</sub> [m]	T <sub>p</sub> [s]	H <sub>s</sub> [m]	T <sub>p</sub> [s]	H <sub>s</sub> [m]	T <sub>p</sub> [s]	Als er slechts 3 waterstanden zijn, vul dan de gegevens bij de middelste waterstand twee keer in (in de kolommen E t/m H)	
op uitvoerpunt		0,69	2,92	1,09	3,41	1,58	3,90	2,47	4,88		
Gebied [-]		OS									
OP [m NAP]		2,00									
Z <sub>krb</sub> [m NAP]		0,00									
Z <sub>vri</sub> [m NAP]		-1,00									
Z <sub>uyp</sub> [m NAP]		-9,64									

Vul in: OS voor Oosterschelde, WS voor Westerschelde, NZ voor Noordzee  
Ontwerppeil  
Niveau bovenzijde kreukelberm (teenniveau)  
Huidig niveau voorland direct vóór kreukelberm  
Bodemniveau uitvoerpunt (uit randvoorwaardetabel of detailadvies)

### Samenvatting resultaten

Waterstand [m NAP]	0,94	0,00	0,25	0,50	0,75	1,00	1,25	1,50	1,75	2,00	In de blauwe cel kan een waterstand naar keuze ingevuld worden tussen bovenzijde kreukelberm en Ontwerppeil.
L <sub>op</sub> [m]	30	24	25	27	28	30	32	34	35	37	Golflengte
Golven dieptebeperkt?	Nee	Nee	Nee	Nee	Nee	Nee	Nee	Nee	Nee	Nee	
H <sub>s,steen</sub> [m]	1,78	1,42	1,52	1,61	1,71	1,81	1,91	2,01	2,12	2,23	Significante golfhoogte aan teen
D <sub>n50,LOS,LWS</sub> [m]	0,29	0,31	0,30	0,30	0,29	0,29	0,28	0,28	0,28	-	D <sub>n50</sub> bij lage waterstanden
D <sub>n50,LOS,HWS,G</sub> [m]	-	-	-	-	-	-	0,40	0,40	0,39	0,39	D <sub>n50</sub> bij hoge waterstanden (Gerding)
D <sub>n50,LOS,HWS,M</sub> [m]	-	-	-	-	-	-	0,35	0,34	0,33	0,33	D <sub>n50</sub> bij hoge waterstanden (Van der Meer)

### Benodigde steensortering en dikte kreukelberm

		Losse breuksteen		Patroonpenetratie		
		LWS	HWS;M	Stroken	Stippen	
D <sub>n50</sub>	[m]	0,31	0,35	0,17	0,25	D <sub>n50</sub> (maatgevende waarde)
D <sub>n50,d</sub>	[m]	0,41		0,17	0,25	Benodigde D <sub>n50</sub> (ontwerpwaarde, incl. ontwerpveiligheid)
Sortering		60-300 kg		10-60 kg	40-200 kg	Benodigde steensortering
D <sub>n50,sortering</sub>	[m]	0,42		0,24	0,36	D <sub>n50</sub> van benodigde steensortering
2D <sub>n50,sortering</sub>	[m]	0,84		0,48	0,73	Benodigde laagdikte

### Standaard steensorteringen conform NEN-EN 13383-1

Steen-sortering	ρ <sub>s</sub> (kg/m <sup>3</sup> ): 2650	
	M <sub>50</sub> (kg)	D <sub>n50</sub> (m)
10-60 kg	37	0,24
40-200 kg	127	0,36
60-300 kg	193	0,42
300-1.000	715	0,65
1-3 ton	2088	0,92
3-6 ton	4743	1,21
6-10 ton	8192	1,46

Controle bodemligging:

De golflengte is voldoende klein ten opzichte van de afstand tussen het uitvoerpunt en de dijk.

## Ontwerp kreukelberm

Opgesteld door: Ruud Bosters

Blauw is invoer, lila zijn tussenresultaten, rood zijn eindresultaten.  
Op het 'Rekenblad' wordt een nadere Toelichting gegeven.

### Invoer

Dijkvak **Borrendamme Polder Schouwen, Cauwersinlaag, Havenkanaal West**

Randvoorwaardenvak		160								
		Waterstand [m NAP]								
Opgegeven		0		2		3		4		Als er slechts 3 waterstanden zijn, vul dan de gegevens bij de middelste waterstand twee keer in (in de kolommen E t/m H)
golfbrandvoorwaarden op uitvoerpunt		H <sub>s</sub> [m]	T <sub>p</sub> [s]	H <sub>s</sub> [m]	T <sub>p</sub> [s]	H <sub>s</sub> [m]	T <sub>p</sub> [s]	H <sub>s</sub> [m]	T <sub>p</sub> [s]	
		1,58	3,90	2,47	4,88	2,86	5,36	2,89	5,36	
Gebied	[-]	OS Vul in: OS voor Oosterschelde, WS voor Westerschelde, NZ voor Noordzee								
OP	[m NAP]	3,50 Ontwerppeil								
Z <sub>krb</sub>	[m NAP]	0,00 Niveau bovenzijde kreukelberm (teenniveau)								
Z <sub>vri</sub>	[m NAP]	-1,00 Huidig niveau voorland direct vóór kreukelberm								
Z <sub>uyp</sub>	[m NAP]	-9,64 Bodemniveau uitvoerpunt (uit randvoorwaardetabel of detailadvies)								

### Samenvatting resultaten

Waterstand	[m NAP]	1,45	0,00	0,44	0,88	1,31	1,75	2,19	2,63	3,06	3,50	In de blauwe cel kan een waterstand naar keuze ingevuld worden tussen bovenzijde kreukelberm en Ontwerppeil.
L <sub>op</sub>	[m]	33	24	26	29	32	35	39	42	45	45	Golfenlgte
Golven dieptebeperkt?		Nee	Nee	Nee	Nee	Nee	Nee	Nee	Nee	Nee	Nee	
H <sub>s,steen</sub>	[m]	1,99	1,42	1,59	1,76	1,93	2,12	2,31	2,51	2,69	2,69	Significante golfhoogte aan teen
D <sub>n50,LOS,LWS</sub>	[m]	0,28	0,31	0,30	0,29	0,28	0,28	-	-	-	-	D <sub>n50</sub> bij lage waterstanden
D <sub>n50,LOS,HWS,G</sub>	[m]	0,40	-	-	-	0,40	0,39	0,39	0,38	0,37	0,31	D <sub>n50</sub> bij hoge waterstanden (Gerding)
D <sub>n50,LOS,HWS,M</sub>	[m]	0,34	-	-	-	0,34	0,33	0,33	0,33	0,32	0,31	D <sub>n50</sub> bij hoge waterstanden (Van der Meer)

### Benodigde steensortering en dikte kreukelberm

		Losse breuksteen		Patroonpenetratie		
		LWS	HWS;M	Stroken	Stippen	
D <sub>n50</sub>	[m]	0,31	0,34	0,17	0,25	D <sub>n50</sub> (maatgevende waarde)
D <sub>n50,d</sub>	[m]	0,41		0,17	0,25	Benodigde D <sub>n50</sub> (ontwerpwaarde, incl. ontwerpveiligheid)
Sortering		60-300 kg		10-60 kg	40-200 kg	Benodigde steensortering
D <sub>n50,sortering</sub>	[m]	0,42		0,24	0,36	D <sub>n50</sub> van benodigde steensortering
2D <sub>n50,sortering</sub>	[m]	0,84		0,48	0,73	Benodigde laagdikte

Controle bodemligging:

De golfenlgte is voldoende klein ten opzichte van de afstand tussen het uitvoerpunt en de dijk.

### Standaard steensorteringen conform NEN-EN 13383-1

Steen-sortering	ρ <sub>s</sub> (kg/m <sup>3</sup> ): 2650	
	M <sub>50</sub> (kg)	D <sub>n50</sub> (m)
10-60 kg	37	0,24
40-200 kg	127	0,36
60-300 kg	193	0,42
300-1.000	715	0,65
1-3 ton	2088	0,92
3-6 ton	4743	1,21
6-10 ton	8192	1,46

## Ontwerp kreukelberm

Opgesteld door: Ruud Bosters

Blauw is invoer, lila zijn tussenresultaten, rood zijn eindresultaten.  
Op het 'Rekenblad' wordt een nadere Toelichting gegeven.

### Invoer

Dijkvak **Borrendamme Polder Schouwen, Cauwersinlaag, Havenkanaal West**

Randvoorwaardenvak **159b**

		Waterstand [m NAP]								
Opgegeven		-2		-1		0		2		
golfrandvoorwaarden	H <sub>s</sub> [m]	T <sub>p</sub> [s]	H <sub>s</sub> [m]	T <sub>p</sub> [s]	H <sub>s</sub> [m]	T <sub>p</sub> [s]	H <sub>s</sub> [m]	T <sub>p</sub> [s]		Als er slechts 3 waterstanden zijn, vul dan de gegevens bij de middelste waterstand twee keer in (in de kolommen E t/m H)
op uitvoerpunt	0,85	3,25	1,23	3,76	1,61	4,27	2,37	5,29		
Gebied	[-]	OS Vul in: OS voor Oosterschelde, WS voor Westerschelde, NZ voor Noordzee								
OP	[m NAP]	2,00 Ontwerppeil								
Z <sub>krb</sub>	[m NAP]	-0,55 Niveau bovenzijde kreukelberm (teenniveau)								
Z <sub>vri</sub>	[m NAP]	-1,64 Huidig niveau voorland direct vóór kreukelberm								
Z <sub>uvp</sub>	[m NAP]	-10,46 Bodemniveau uitvoerpunt (uit randvoorwaardetabel of detailadvies)								

### Samenvatting resultaten

Waterstand	[m NAP]	0,94	-0,55	-0,23	0,09	0,41	0,73	1,04	1,36	1,68	2,00	In de blauwe cel kan een waterstand naar keuze ingevuld worden tussen bovenzijde kreukelberm en Ontwerppeil.
L <sub>op</sub>	[m]	35	25	27	29	31	34	36	38	41	44	Golflengte
Golven dieptebeperkt?		Nee	Nee	Nee	Nee	Nee	Nee	Nee	Nee	Nee	Nee	
H <sub>s,steen</sub>	[m]	1,97	1,40	1,52	1,64	1,76	1,89	2,01	2,13	2,25	2,37	Significante golfhoogte aan teen
D <sub>n50,LOS,LWS</sub>	[m]	0,28	0,31	0,30	0,29	0,29	0,28	0,28	-	-	-	D <sub>n50</sub> bij lage waterstanden
D <sub>n50,LOS,HWS,G</sub>	[m]	0,39	-	-	-	-	0,39	0,38	0,37	0,36	0,35	D <sub>n50</sub> bij hoge waterstanden (Gerding)
D <sub>n50,LOS,HWS,M</sub>	[m]	0,34	-	-	-	-	0,35	0,34	0,33	0,32	0,32	D <sub>n50</sub> bij hoge waterstanden (Van der Meer)

### Benodigde steensortering en dikte kreukelberm

		Losse breuksteen		Patroonpenetratie		
		LWS	HWS;M	Stroken	Stippen	
D <sub>n50</sub>	[m]	0,31	0,35	0,17	0,25	D <sub>n50</sub> (maatgevende waarde)
D <sub>n50;d</sub>	[m]	0,42		0,17	0,25	Benodigde D <sub>n50</sub> (ontwerpwaarde, incl. ontwerpveiligheid)
Sortering		60-300 kg		10-60 kg	40-200 kg	Benodigde steensortering
D <sub>n50;sortering</sub>	[m]	0,42		0,24	0,36	D <sub>n50</sub> van benodigde steensortering
2D <sub>n50;sortering</sub>	[m]	0,84		0,48	0,73	Benodigde laagdikte

### Standaard steensorteringen conform NEN-EN 13383-1

Steen-sortering	ρ <sub>s</sub> (kg/m <sup>3</sup> ): 2650	
	M <sub>50</sub> (kg)	D <sub>n50</sub> (m)
10-60 kg	37	0,24
40-200 kg	127	0,36
60-300 kg	193	0,42
300-1.000	715	0,65
1-3 ton	2088	0,92
3-6 ton	4743	1,21
6-10 ton	8192	1,46

Controle bodemligging:

De golflengte is voldoende klein ten opzichte van de afstand tussen het uitvoerpunt en de dijk.

## Ontwerp kreukelberm

Opgesteld door: Ruud Bosters

Blauw is invoer, lila zijn tussenresultaten, rood zijn eindresultaten.  
Op het 'Rekenblad' wordt een nadere Toelichting gegeven.

### Invoer

Dijkvak **Borrendamme Polder Schouwen, Cauwersinlaag, Havenkanaal West**

Randvoorwaardenvak **159b**

Opgegeven golfrandvoorwaarden op uitvoerpunt	Waterstand [m NAP]								Als er slechts 3 waterstanden zijn, vul dan de gegevens bij de middelste waterstand twee keer in (in de kolommen E t/m H)
	0		2		3		4		
	H <sub>s</sub> [m]	T <sub>p</sub> [s]	H <sub>s</sub> [m]	T <sub>p</sub> [s]	H <sub>s</sub> [m]	T <sub>p</sub> [s]	H <sub>s</sub> [m]	T <sub>p</sub> [s]	
	1,61	4,27	2,37	5,29	2,81	5,33	2,95	5,33	
Gebied [-]	OS Vul in: OS voor Oosterschelde, WS voor Westerschelde, NZ voor Noordzee								
OP [m NAP]	3,50 Ontwerppeil								
Z <sub>krb</sub> [m NAP]	-0,55 Niveau bovenzijde kreukelberm (teenniveau)								
Z <sub>vri</sub> [m NAP]	-1,64 Huidig niveau voorland direct vóór kreukelberm								
Z <sub>uvp</sub> [m NAP]	-10,46 Bodemniveau uitvoerpunt (uit randvoorwaardetabel of detailadvies)								

### Samenvatting resultaten

Waterstand [m NAP]	1,45	-0,55	-0,04	0,46	0,97	1,48	1,98	2,49	2,99	3,50	In de blauwe cel kan een waterstand naar keuze ingevuld worden tussen bovenzijde kreukelberm en Ontwerppeil.
L <sub>op</sub> [m]	39	25	28	32	35	39	44	44	44	44	Golflengte
Golven dieptebeperkt?	Nee	Nee	Nee	Nee	Nee	Nee	Nee	Nee	Nee	Nee	
H <sub>s,steen</sub> [m]	2,16	1,40	1,59	1,79	1,98	2,17	2,36	2,58	2,66	2,66	Significante golfhoogte aan teen
D <sub>n50,LOS,LWS</sub> [m]	-	0,31	0,30	0,29	0,28	-	-	-	-	-	D <sub>n50</sub> bij lage waterstanden
D <sub>n50,LOS,HWS,G</sub> [m]	0,37	-	-	-	0,38	0,37	0,35	0,34	0,29	0,22	D <sub>n50</sub> bij hoge waterstanden (Gerding)
D <sub>n50,LOS,HWS,M</sub> [m]	0,33	-	-	-	0,34	0,33	0,32	0,32	0,31	0,29	D <sub>n50</sub> bij hoge waterstanden (Van der Meer)

### Benodigde steensortering en dikte kreukelberm

		Losse breuksteen		Patroonpenetratie		D <sub>n50</sub> (maatgevende waarde)
		LWS	HWS;M	Stroken	Stippen	
D <sub>n50</sub>	[m]	0,31	0,34	0,17	0,25	D <sub>n50</sub> (ontwerpwaarde, incl. ontwerpveiligheid)
D <sub>n50;d</sub>	[m]	0,41		0,17		0,25
Sortering		60-300 kg		10-60 kg		40-200 kg
D <sub>n50;sortering</sub>	[m]	0,42		0,24		0,36
2D <sub>n50;sortering</sub>	[m]	0,84		0,48		0,73

### Standaard steensorteringen conform NEN-EN 13383-1

Steen- sortering	ρ <sub>s</sub> (kg/m <sup>3</sup> ): 2650	
	M <sub>50</sub> (kg)	D <sub>n50</sub> (m)
10-60 kg	37	0,24
40-200 kg	127	0,36
60-300 kg	193	0,42
300-1.000	715	0,65
1-3 ton	2088	0,92
3-6 ton	4743	1,21
6-10 ton	8192	1,46

Controle bodemligging:

De golflengte is voldoende klein ten opzichte van de afstand tussen het uitvoerpunt en de dijk.



## Ontwerp kreukelberm

Opgesteld door: Ruud Bosters

Blauw is invoer, lila zijn tussenresultaten, rood zijn eindresultaten.  
Op het 'Rekenblad' wordt een nadere Toelichting gegeven.

### Invoer

Dijkvak **Borrendamme Polder Schouwen, Cauwersinlaag, Havenkanaal West**

Randvoorwaardenvak **159a**

Opgegeven golfrandvoorwaarden op uitvoerpunt	Waterstand [m NAP]								Als er slechts 3 waterstanden zijn, vul dan de gegevens bij de middelste waterstand twee keer in (in de kolommen E t/m H)
	-2		-1		0		2		
	H <sub>s</sub> [m]	T <sub>p</sub> [s]	H <sub>s</sub> [m]	T <sub>p</sub> [s]	H <sub>s</sub> [m]	T <sub>p</sub> [s]	H <sub>s</sub> [m]	T <sub>p</sub> [s]	
	0,25	3,90	0,76	4,35	1,49	4,80	2,41	5,70	
Gebied [-]	OS	Vul in: OS voor Oosterschelde, WS voor Westerschelde, NZ voor Noordzee							
OP [m NAP]	2,00	Ontwerppeil							
Z <sub>krb</sub> [m NAP]	-0,66	Niveau bovenzijde kreukelberm (teenniveau)							
Z <sub>vri</sub> [m NAP]	-1,67	Huidig niveau voorland direct vóór kreukelberm							
Z <sub>uyp</sub> [m NAP]	-2,08	Bodemniveau uitvoerpunt (uit randvoorwaardetabel of detailadvies)							

### Samenvatting resultaten

Waterstand [m NAP]	0,94	-0,66	-0,33	0,01	0,34	0,67	1,00	1,34	1,67	2,00	In de blauwe cel kan een waterstand naar keuze ingevuld worden tussen bovenzijde kreukelberm en Ontwerppeil.
L <sub>op</sub> [m]	43	32	34	36	38	41	43	46	48	51	Golflengte
Golven dieptebeperkt?	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	
H <sub>s,teen</sub> [m]	1,51	0,71	0,88	1,04	1,21	1,38	1,54	1,71	1,87	2,04	Significante golfhoogte aan teen
D <sub>n50,LOS,LWS</sub> [m]	-	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	-	-	-	-	D <sub>n50</sub> bij lage waterstanden
D <sub>n50,LOS,HWS,G</sub> [m]	0,23	-	-	-	0,22	0,23	0,23	0,23	0,23	0,23	D <sub>n50</sub> bij hoge waterstanden (Gerding)
D <sub>n50,LOS,HWS,M</sub> [m]	0,24	-	-	-	0,23	0,24	0,24	0,25	0,25	0,26	D <sub>n50</sub> bij hoge waterstanden (Van der Meer)

### Benodigde steensortering en dikte kreukelberm

		Losse breuksteen		Patroonpenetratie		D <sub>n50</sub> (maatgevende waarde)
		LWS	HWS;M	Stroken	Stippen	
D <sub>n50</sub>	[m]	0,20	0,26	0,11	0,17	D <sub>n50</sub> (maatgevende waarde)
D <sub>n50,d</sub>	[m]	0,31		0,11	0,17	Benodigde D <sub>n50</sub> (ontwerpwaarde, incl. ontwerpveiligheid)
Sortering		40-200 kg		10-60 kg	10-60 kg	Benodigde steensortering
D <sub>n50,sortering</sub>	[m]	0,36		0,24	0,24	D <sub>n50</sub> van benodigde steensortering
2D <sub>n50,sortering</sub>	[m]	0,73		0,48	0,48	Benodigde laagdikte

### Standaard steensorteringen conform NEN-EN 13383-1

Steen- sortering	ρ <sub>s</sub> (kg/m <sup>3</sup> ): 2650	
	M <sub>50</sub> (kg)	D <sub>n50</sub> (m)
10-60 kg	37	0,24
40-200 kg	127	0,36
60-300 kg	193	0,42
300-1.000	715	0,65
1-3 ton	2088	0,92
3-6 ton	4743	1,21
6-10 ton	8192	1,46

Controle bodemligging:

De golflengte is groter dan de afstand tussen het uitvoerpunt en de dijkteen, maar blijft binnen de marge.

## Ontwerp kreukelberm

Opgesteld door: Ruud Bosters

Blauw is invoer, lila zijn tussenresultaten, rood zijn eindresultaten.  
Op het 'Rekenblad' wordt een nadere Toelichting gegeven.

### Invoer

Dijkvak **Borrendamme Polder Schouwen, Cauwersinlaag, Havenkanaal West**

Randvoorwaardenvak **159a**

Opgegeven golfrandvoorwaarden op uitvoerpunt	Waterstand [m NAP]								Als er slechts 3 waterstanden zijn, vul dan de gegevens bij de middelste waterstand twee keer in (in de kolommen E t/m H)
	0		2		3		4		
	H <sub>s</sub> [m]	T <sub>p</sub> [s]	H <sub>s</sub> [m]	T <sub>p</sub> [s]	H <sub>s</sub> [m]	T <sub>p</sub> [s]	H <sub>s</sub> [m]	T <sub>p</sub> [s]	
	1,49	4,80	2,41	5,70	2,76	5,98	2,84	5,98	
Gebied [-]	OS Vul in: OS voor Oosterschelde, WS voor Westerschelde, NZ voor Noordzee								
OP [m NAP]	3,50 Ontwerppeil								
Z <sub>krb</sub> [m NAP]	-0,66 Niveau bovenzijde kreukelberm (teenniveau)								
Z <sub>vri</sub> [m NAP]	-1,67 Huidig niveau voorland direct vóór kreukelberm								
Z <sub>uvp</sub> [m NAP]	-2,08 Bodemniveau uitvoerpunt (uit randvoorwaardetabel of detailadvies)								

### Samenvatting resultaten

Waterstand [m NAP]	1,45	-0,66	-0,14	0,38	0,90	1,42	1,94	2,46	2,98	3,50	In de blauwe cel kan een waterstand naar keuze ingevuld worden tussen bovenzijde kreukelberm en Ontwerppeil.
L <sub>op</sub> [m]	46	32	35	39	42	46	50	53	56	56	Golflengte
Golven dieptebeperkt?	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	
H <sub>s,steen</sub> [m]	1,77	0,71	0,97	1,23	1,49	1,75	2,01	2,27	2,53	2,79	Significante golfhoogte aan teen
D <sub>n50,LOS,LWS</sub> [m]	-	0,20	0,20	0,20	-	-	-	-	-	-	D <sub>n50</sub> bij lage waterstanden
D <sub>n50,LOS,HWS,G</sub> [m]	0,23	-	-	0,22	0,23	0,23	0,23	0,23	0,24	0,24	D <sub>n50</sub> bij hoge waterstanden (Gerding)
D <sub>n50,LOS,HWS,M</sub> [m]	0,25	-	-	0,23	0,24	0,25	0,25	0,26	0,28	0,29	D <sub>n50</sub> bij hoge waterstanden (Van der Meer)

### Benodigde steensortering en dikte kreukelberm

		Losse breuksteen		Patroonpenetratie		
		LWS	HWS;M	Stroken	Stippen	
D <sub>n50</sub>	[m]	0,20	0,29	0,11	0,17	D <sub>n50</sub> (maatgevende waarde)
D <sub>n50;d</sub>	[m]	0,35		0,11	0,17	Benodigde D <sub>n50</sub> (ontwerpwaarde, incl. ontwerpveiligheid)
Sortering		40-200 kg		10-60 kg	10-60 kg	Benodigde steensortering
D <sub>n50;sortering</sub>	[m]	0,36		0,24	0,24	D <sub>n50</sub> van benodigde steensortering
2D <sub>n50;sortering</sub>	[m]	0,73		0,48	0,48	Benodigde laagdikte

### Standaard steensorteringen conform NEN-EN 13383-1

Steen- sortering	ρ <sub>s</sub> (kg/m <sup>3</sup> ): 2650	
	M <sub>50</sub> (kg)	D <sub>n50</sub> (m)
10-60 kg	37	0,24
40-200 kg	127	0,36
60-300 kg	193	0,42
300-1.000	715	0,65
1-3 ton	2088	0,92
3-6 ton	4743	1,21
6-10 ton	8192	1,46

Controle bodemligging:

De golflengte is groter dan de afstand tussen het uitvoerpunt en de dijkteen, maar blijft binnen de marge.

## Ontwerp kreukelberm

Opgesteld door: Ruud Bosters

Blauw is invoer, lila zijn tussenresultaten, rood zijn eindresultaten.  
Op het 'Rekenblad' wordt een nadere Toelichting gegeven.

### Invoer

Dijkvak **Borrendamme Polder Schouwen, Cauwersinlaag, Havenkanaal West**

Randvoorwaardenvak **158**

		Waterstand [m NAP]								
Opgegeven		-2		-1		0		2		
golfrandvoorwaarden op uitvoerpunt		H <sub>s</sub> [m]	T <sub>p</sub> [s]	H <sub>s</sub> [m]	T <sub>p</sub> [s]	H <sub>s</sub> [m]	T <sub>p</sub> [s]	H <sub>s</sub> [m]	T <sub>p</sub> [s]	Als er slechts 3 waterstanden zijn, vul dan de gegevens bij de middelste waterstand twee keer in (in de kolommen E t/m H)
		2,05	4,68	2,23	4,88	2,67	5,08	3,09	5,48	
Gebied	[-]	OS Vul in: OS voor Oosterschelde, WS voor Westerschelde, NZ voor Noordzee								
OP	[m NAP]	2,00 Ontwerppeil								
Z <sub>krb</sub>	[m NAP]	-0,12 Niveau bovenzijde kreukelberm (teenniveau)								
Z <sub>vri</sub>	[m NAP]	-1,88 Huidig niveau voorland direct vóór kreukelberm								
Z <sub>uyp</sub>	[m NAP]	-7,24 Bodemniveau uitvoerpunt (uit randvoorwaardetabel of detailadvies)								

### Samenvatting resultaten

Waterstand	[m NAP]	0,94	-0,12	0,15	0,41	0,68	0,94	1,21	1,47	1,74	2,00	In de blauwe cel kan een waterstand naar keuze ingevuld worden tussen bovenzijde kreukelberm en Ontwerppeil.
L <sub>op</sub>	[m]	43	40	41	42	42	43	44	45	46	47	Golflengte
Golven dieptebeperkt?		Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Nee	Nee	Nee	
H <sub>s,steen</sub>	[m]	2,60	2,10	2,25	2,41	2,55	2,60	2,65	2,70	2,76	2,81	Significante golfhoogte aan teen
D <sub>n50,LOS,LWS</sub>	[m]	0,45	0,47	0,47	0,47	0,47	0,45	0,44	0,42	0,40	0,39	D <sub>n50</sub> bij lage waterstanden
D <sub>n50,LOS,HWS,G</sub>	[m]	-	-	-	-	-	-	-	-	0,58	0,55	D <sub>n50</sub> bij hoge waterstanden (Gerding)
D <sub>n50,LOS,HWS,M</sub>	[m]	-	-	-	-	-	-	-	0,52	0,50	0,48	D <sub>n50</sub> bij hoge waterstanden (Van der Meer)

### Benodigde steensortering en dikte kreukelberm

		Losse breuksteen		Patroonpenetratie		D <sub>n50</sub> (maatgevende waarde)
		LWS	HWS;M	Stroken	Stippen	
D <sub>n50</sub>	[m]	0,47	0,52	0,26	0,38	D <sub>n50</sub> (ontwerpwaarde, incl. ontwerpveiligheid)
D <sub>n50;d</sub>	[m]	0,63		0,26	0,38	Benodigde steensortering
Sortering		300-1.000 kg		40-200 kg	60-300 kg	D <sub>n50</sub> van benodigde steensortering
D <sub>n50;sortering</sub>	[m]	0,65		0,36	0,42	Benodigde laagdikte
2D <sub>n50;sortering</sub>	[m]	1,29		0,73	0,84	

### Standaard steensorteringen conform NEN-EN 13383-1

Steen-sortering	ρ <sub>s</sub> (kg/m <sup>3</sup> ): 2650	
	M <sub>50</sub> (kg)	D <sub>n50</sub> (m)
10-60 kg	37	0,24
40-200 kg	127	0,36
60-300 kg	193	0,42
300-1.000	715	0,65
1-3 ton	2088	0,92
3-6 ton	4743	1,21
6-10 ton	8192	1,46

Controle bodemligging:

De golflengte is voldoende klein ten opzichte van de afstand tussen het uitvoerpunt en de dijk.

## Ontwerp kreukelberm

Opgesteld door: Ruud Bosters

Blauw is invoer, lila zijn tussenresultaten, rood zijn eindresultaten.  
Op het 'Rekenblad' wordt een nadere Toelichting gegeven.

### Invoer

Dijkvak **Borrendamme Polder Schouwen, Cauwersinlaag, Havenkanaal West**

Randvoorwaardenvak		158								
		Waterstand [m NAP]								
Opgegeven		0		2		3		4		Als er slechts 3 waterstanden zijn, vul dan de gegevens bij de middelste waterstand twee keer in (in de kolommen E t/m H)
golftrandvoorwaarden op uitvoerpunt		H <sub>s</sub> [m]	T <sub>p</sub> [s]	H <sub>s</sub> [m]	T <sub>p</sub> [s]	H <sub>s</sub> [m]	T <sub>p</sub> [s]	H <sub>s</sub> [m]	T <sub>p</sub> [s]	
		2,67	5,08	3,09	5,48	3,27	5,75	3,27	5,75	
Gebied	[-]	OS								
OP	[m NAP]	3,50								
Z <sub>krb</sub>	[m NAP]	-0,12								
Z <sub>vri</sub>	[m NAP]	-1,88								
Z <sub>uvp</sub>	[m NAP]	-7,24								

Vul in: OS voor Oosterschelde, WS voor Westerschelde, NZ voor Noordzee  
Ontwerppeil  
Niveau bovenzijde kreukelberm (teenniveau)  
Huidig niveau voorland direct vóór kreukelberm  
Bodemniveau uitvoerpunt (uit randvoorwaardetabel of detailadvies)

### Samenvatting resultaten

Waterstand	[m NAP]	1,45	-0,12	0,33	0,79	1,24	1,69	2,14	2,60	3,05	3,50	In de blauwe cel kan een waterstand naar keuze ingevuld worden tussen bovenzijde kreukelberm en Ontwerppeil.
L <sub>op</sub>	[m]	45	40	41	43	44	46	48	50	52	52	Golfhoogte
Golven dieptebeperkt?		Nee	Ja	Ja	Ja	Ja	Nee	Nee	Nee	Nee	Nee	
H <sub>s,steen</sub>	[m]	2,70	2,10	2,36	2,57	2,66	2,75	2,85	2,98	3,10	3,10	Significante golfhoogte aan teen
D <sub>n50,LOS,LWS</sub>	[m]	0,42	0,47	0,47	0,46	0,43	0,41	0,38	-	-	-	D <sub>n50</sub> bij lage waterstanden
D <sub>n50,LOS,HWS,G</sub>	[m]	-	-	-	-	-	0,58	0,54	0,52	0,48	0,42	D <sub>n50</sub> bij hoge waterstanden (Gerding)
D <sub>n50,LOS,HWS,M</sub>	[m]	0,52	-	-	-	-	0,51	0,48	0,46	0,44	0,42	D <sub>n50</sub> bij hoge waterstanden (Van der Meer)

### Benodigde steensortering en dikte kreukelberm

		Losse breuksteen		Patroonpenetratie		
		LWS	HWS;M	Stroken	Stippen	
D <sub>n50</sub>	[m]	0,47	0,52	0,26	0,38	D <sub>n50</sub> (maatgevende waarde)
D <sub>n50;d</sub>	[m]	0,63		0,26	0,38	Benodigde D <sub>n50</sub> (ontwerpwaarde, incl. ontwerpveiligheid)
Sortering		300-1.000 kg		40-200 kg 60-300 kg		Benodigde steensortering
D <sub>n50;sortering</sub>	[m]	0,65		0,36	0,42	D <sub>n50</sub> van benodigde steensortering
2D <sub>n50;sortering</sub>	[m]	1,29		0,73	0,84	Benodigde laagdikte

### Standaard steensorteringen conform NEN-EN 13383-1

Steen-sortering	ρ <sub>s</sub> (kg/m <sup>3</sup> ): 2650	
	M <sub>50</sub> (kg)	D <sub>n50</sub> (m)
10-60 kg	37	0,24
40-200 kg	127	0,36
60-300 kg	193	0,42
300-1.000	715	0,65
1-3 ton	2088	0,92
3-6 ton	4743	1,21
6-10 ton	8192	1,46

Controle bodemligging:

De golfhoogte is groter dan de afstand tussen het uitvoerpunt en de dijkteen, maar blijft binnen de marge.

## Ontwerp kreukelberm

Opgesteld door: Ruud Bosters

Blauw is invoer, lila zijn tussenresultaten, rood zijn eindresultaten.  
Op het 'Rekenblad' wordt een nadere Toelichting gegeven.

### Invoer

Dijkvak **Borrendamme Polder Schouwen, Cauwersinlaag, Havenkanaal West**

Randvoorwaardenvak		Waterstand [m NAP]														
		-2		-1		0		2								
Opgegeven										Als er slechts 3 waterstanden zijn, vul dan de gegevens bij de middelste waterstand twee keer in (in de kolommen E t/m H)						
golfrandvoorwaarden op uitvoerpunt	H <sub>s</sub> [m]	1,88	T <sub>p</sub> [s]	4,47	H <sub>s</sub> [m]	2,12	T <sub>p</sub> [s]	4,75	H <sub>s</sub> [m]	2,73	T <sub>p</sub> [s]	5,03	H <sub>s</sub> [m]	3,10	T <sub>p</sub> [s]	5,59
Gebied	[-]	OS	Vul in: OS voor Oosterschelde, WS voor Westerschelde, NZ voor Noordzee													
OP	[m NAP]	2,00	Ontwerppeil													
Z <sub>krb</sub>	[m NAP]	-0,02	Niveau bovenzijde kreukelberm (teenniveau)													
Z <sub>vri</sub>	[m NAP]	-1,32	Huidig niveau voorland direct vóór kreukelberm													
Z <sub>uyp</sub>	[m NAP]	-21,69	Bodemniveau uitvoerpunt (uit randvoorwaardetabel of detailadvies)													

### Samenvatting resultaten

Waterstand	[m NAP]	0,94	-0,02	0,23	0,49	0,74	0,99	1,24	1,50	1,75	2,00	In de blauwe cel kan een waterstand naar keuze ingevuld worden tussen bovenzijde kreukelberm en Ontwerppeil.
L <sub>op</sub>	[m]	44	39	41	42	43	44	45	46	48	49	Golflengte
Golven dieptebeperkt?		Nee	Nee	Nee	Nee	Nee	Nee	Nee	Nee	Nee	Nee	
H <sub>s,steen</sub>	[m]	2,62	2,36	2,43	2,50	2,57	2,64	2,71	2,78	2,85	2,93	Significante golfhoogte aan teen
D <sub>n50,LOS,LWS</sub>	[m]	0,47	0,51	0,50	0,49	0,48	0,47	0,46	0,44	0,43	0,42	D <sub>n50</sub> bij lage waterstanden
D <sub>n50,LOS,HWS,G</sub>	[m]	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,60	D <sub>n50</sub> bij hoge waterstanden (Gerding)
D <sub>n50,LOS,HWS,M</sub>	[m]	-	-	-	-	-	-	-	0,50	0,48	0,47	D <sub>n50</sub> bij hoge waterstanden (Van der Meer)

### Benodigde steensortering en dikte kreukelberm

		Losse breuksteen		Patroonpenetratie		
		LWS	HWS;M	Stroken	Stippen	
D <sub>n50</sub>	[m]	0,51	0,50	0,28	0,41	D <sub>n50</sub> (maatgevende waarde)
D <sub>n50,d</sub>	[m]	0,60		0,28	0,41	Benodigde D <sub>n50</sub> (ontwerpwaarde, incl. ontwerpveiligheid)
Sortering		300-1.000 kg		40-200 kg 60-300 kg		Benodigde steensortering
D <sub>n50,sortering</sub>	[m]	0,65		0,36	0,42	D <sub>n50</sub> van benodigde steensortering
2D <sub>n50,sortering</sub>	[m]	1,29		0,73	0,84	Benodigde laagdikte

### Standaard steensorteringen conform NEN-EN 13383-1

Steen-sortering	ρ <sub>s</sub> (kg/m <sup>3</sup> ): 2650	
	M <sub>50</sub> (kg)	D <sub>n50</sub> (m)
10-60 kg	37	0,24
40-200 kg	127	0,36
60-300 kg	193	0,42
300-1.000	715	0,65
1-3 ton	2088	0,92
3-6 ton	4743	1,21
6-10 ton	8192	1,46

Controle bodemligging:

De golflengte is voldoende klein ten opzichte van de afstand tussen het uitvoerpunt en de dijk.



## Ontwerp kreukelberm

Opgesteld door: Ruud Bosters

Blauw is invoer, lila zijn tussenresultaten, rood zijn eindresultaten.  
Op het 'Rekenblad' wordt een nadere Toelichting gegeven.

### Invoer

Dijkvak **Borrendamme Polder Schouwen, Cauwersinlaag, Havenkanaal West**

Randvoorwaardenvak		Waterstand [m NAP]									
		0		2		3		4			
Opgegeven golfrandvoorwaarden op uitvoerpunt	H <sub>s</sub> [m]	T <sub>p</sub> [s]	H <sub>s</sub> [m]	T <sub>p</sub> [s]	H <sub>s</sub> [m]	T <sub>p</sub> [s]	H <sub>s</sub> [m]	T <sub>p</sub> [s]	H <sub>s</sub> [m]	T <sub>p</sub> [s]	Als er slechts 3 waterstanden zijn, vul dan de gegevens bij de middelste waterstand twee keer in (in de kolommen E t/m H)
Gebied	[-]	Vul in: OS voor Oosterschelde, WS voor Westerschelde, NZ voor Noordzee									
OP	[m NAP]	Ontwerppeil									
Z <sub>krb</sub>	[m NAP]	Niveau bovenzijde kreukelberm (teenniveau)									
Z <sub>vri</sub>	[m NAP]	Huidig niveau voorland direct vóór kreukelberm									
Z <sub>uyp</sub>	[m NAP]	Bodemniveau uitvoerpunt (uit randvoorwaardetabel of detailadvies)									

### Samenvatting resultaten

Waterstand	[m NAP]	1,45	-0,02	0,42	0,86	1,30	1,74	2,18	2,62	3,06	3,50	In de blauwe cel kan een waterstand naar keuze ingevuld worden tussen bovenzijde kreukelberm en Ontwerppeil.
L <sub>op</sub>	[m]	46	39	41	43	45	48	50	52	53	53	Golflengte
Golven dieptebeperkt?		Nee	Nee	Nee	Nee	Nee	Nee	Nee	Nee	Nee	Nee	
H <sub>s,teen</sub>	[m]	2,77	2,36	2,48	2,60	2,73	2,85	2,97	3,09	3,19	3,19	Significante golfhoogte aan teen
D <sub>n50,LOS,LWS</sub>	[m]	0,45	0,51	0,49	0,47	0,45	0,43	0,41	-	-	-	D <sub>n50</sub> bij lage waterstanden
D <sub>n50,LOS,HWS,G</sub>	[m]	-	-	-	-	-	-	0,59	0,56	0,53	0,46	D <sub>n50</sub> bij hoge waterstanden (Gerding)
D <sub>n50,LOS,HWS,M</sub>	[m]	-	-	-	-	-	0,48	0,46	0,43	0,42	0,39	D <sub>n50</sub> bij hoge waterstanden (Van der Meer)

### Benodigde steensortering en dikte kreukelberm

		Losse breuksteen		Patroonpenetratie		
		LWS	HWS;M	Stroken	Stippen	
D <sub>n50</sub>	[m]	0,51	0,48	0,28	0,41	D <sub>n50</sub> (maatgevende waarde)
D <sub>n50;d</sub>	[m]	0,58		0,28	0,41	Benodigde D <sub>n50</sub> (ontwerpwaarde, incl. ontwerpveiligheid)
Sortering		300-1.000 kg		40-200 kg 60-300 kg		Benodigde steensortering
D <sub>n50;sortering</sub>	[m]	0,65		0,36	0,42	D <sub>n50</sub> van benodigde steensortering
2D <sub>n50;sortering</sub>	[m]	1,29		0,73	0,84	Benodigde laagdikte

### Standaard steensorteringen conform NEN-EN 13383-1

Steen-sortering	ρ <sub>s</sub> (kg/m <sup>3</sup> ): 2650	
	M <sub>50</sub> (kg)	D <sub>n50</sub> (m)
10-60 kg	37	0,24
40-200 kg	127	0,36
60-300 kg	193	0,42
300-1.000	715	0,65
1-3 ton	2088	0,92
3-6 ton	4743	1,21
6-10 ton	8192	1,46

Controle bodemligging:

De golflengte is groter dan de afstand tussen het uitvoerpunt en de dijkteen, maar blijft binnen de marge.

## Ontwerp kreukelberm

Opgesteld door: Ruud Bosters

Blauw is invoer, lila zijn tussenresultaten, rood zijn eindresultaten.  
Op het 'Rekenblad' wordt een nadere Toelichting gegeven.

### Invoer

Dijkvak **Borrendamme Polder Schouwen, Cauwersinlaag, Havenkanaal West**

Randvoorwaardenvak		Waterstand [m NAP]									
		-2		-1		0		2			
Opgegeven		H <sub>s</sub> [m]	T <sub>p</sub> [s]	H <sub>s</sub> [m]	T <sub>p</sub> [s]	H <sub>s</sub> [m]	T <sub>p</sub> [s]	H <sub>s</sub> [m]	T <sub>p</sub> [s]	Als er slechts 3 waterstanden zijn, vul dan de gegevens bij de middelste waterstand twee keer in (in de kolommen E t/m H)	
golfrandvoorwaarden op uitvoerpunt		1,88	4,47	2,12	4,75	2,73	5,03	3,10	5,59		
Gebied	[-]	OS	Vul in: OS voor Oosterschelde, WS voor Westerschelde, NZ voor Noordzee								
OP	[m NAP]	2,00	Ontwerppeil								
Z <sub>krb</sub>	[m NAP]	-0,05	Niveau bovenzijde kreukelberm (teenniveau)								
Z <sub>vri</sub>	[m NAP]	-1,40	Huidig niveau voorland direct vóór kreukelberm								
Z <sub>uvp</sub>	[m NAP]	-21,69	Bodemniveau uitvoerpunt (uit randvoorwaardetabel of detailadvies)								

### Samenvatting resultaten

Waterstand	[m NAP]	0,94	-0,05	0,21	0,46	0,72	0,98	1,23	1,49	1,74	2,00	In de blauwe cel kan een waterstand naar keuze ingevuld worden tussen bovenzijde kreukelberm en Ontwerppeil.
L <sub>op</sub>	[m]	44	39	40	42	43	44	45	46	48	49	Golflengte
Golven dieptebeperkt?		Nee	Nee	Nee	Nee	Nee	Nee	Nee	Nee	Nee	Nee	
H <sub>s,teen</sub>	[m]	2,62	2,36	2,42	2,49	2,56	2,63	2,71	2,78	2,85	2,93	Significante golfhoogte aan teen
D <sub>n50,LOS,LWS</sub>	[m]	0,47	0,51	0,50	0,49	0,48	0,46	0,45	0,44	0,43	0,42	D <sub>n50</sub> bij lage waterstanden
D <sub>n50,LOS,HWS,G</sub>	[m]	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,60	D <sub>n50</sub> bij hoge waterstanden (Gerding)
D <sub>n50,LOS,HWS,M</sub>	[m]	-	-	-	-	-	-	-	0,50	0,48	0,47	D <sub>n50</sub> bij hoge waterstanden (Van der Meer)

### Benodigde steensortering en dikte kreukelberm

		Losse breuksteen		Patroonpenetratie		
		LWS	HWS;M	Stroken	Stippen	
D <sub>n50</sub>	[m]	0,51	0,50	0,28	0,41	D <sub>n50</sub> (maatgevende waarde)
D <sub>n50,d</sub>	[m]	0,60		0,28	0,41	Benodigde D <sub>n50</sub> (ontwerpwaarde, incl. ontwerpveiligheid)
Sortering		300-1.000 kg		40-200 kg	60-300 kg	Benodigde steensortering
D <sub>n50,sortering</sub>	[m]	0,65		0,36	0,42	D <sub>n50</sub> van benodigde steensortering
2D <sub>n50,sortering</sub>	[m]	1,29		0,73	0,84	Benodigde laagdikte

### Standaard steensorteringen conform NEN-EN 13383-1

Steen-sortering	ρ <sub>s</sub> (kg/m <sup>3</sup> ): 2650	
	M <sub>50</sub> (kg)	D <sub>n50</sub> (m)
10-60 kg	37	0,24
40-200 kg	127	0,36
60-300 kg	193	0,42
300-1.000	715	0,65
1-3 ton	2088	0,92
3-6 ton	4743	1,21
6-10 ton	8192	1,46

Controle bodemligging:

De golflengte is voldoende klein ten opzichte van de afstand tussen het uitvoerpunt en de dijk.

## Ontwerp kreukelberm

Opgesteld door: Ruud Bosters

Blauw is invoer, lila zijn tussenresultaten, rood zijn eindresultaten.  
Op het 'Rekenblad' wordt een nadere Toelichting gegeven.

### Invoer

Dijkvak **Borrendamme Polder Schouwen, Cauwersinlaag, Havenkanaal West**

Randvoorwaardenvak		Waterstand [m NAP]									
		0		2		3		4			
Opgegeven golfrandvoorwaarden op uitvoerpunt	H <sub>s</sub> [m]	T <sub>p</sub> [s]	H <sub>s</sub> [m]	T <sub>p</sub> [s]	H <sub>s</sub> [m]	T <sub>p</sub> [s]	H <sub>s</sub> [m]	T <sub>p</sub> [s]	H <sub>s</sub> [m]	T <sub>p</sub> [s]	Als er slechts 3 waterstanden zijn, vul dan de gegevens bij de middelste waterstand twee keer in (in de kolommen E t/m H)
Gebied	[-]	Vul in: OS voor Oosterschelde, WS voor Westerschelde, NZ voor Noordzee									
OP	[m NAP]	Ontwerppeil									
Z <sub>krb</sub>	[m NAP]	Niveau bovenzijde kreukelberm (teenniveau)									
Z <sub>vri</sub>	[m NAP]	Huidig niveau voorland direct vóór kreukelberm									
Z <sub>uvp</sub>	[m NAP]	Bodemniveau uitvoerpunt (uit randvoorwaardetabel of detailadvies)									

### Samenvatting resultaten

Waterstand	[m NAP]	1,45	-0,05	0,39	0,84	1,28	1,73	2,17	2,61	3,06	3,50	In de blauwe cel kan een waterstand naar keuze ingevuld worden tussen bovenzijde kreukelberm en Ontwerppeil.
L <sub>op</sub>	[m]	46	39	41	43	45	47	50	51	53	53	Golflengte
Golven dieptebeperkt?		Nee	Nee	Nee	Nee	Nee	Nee	Nee	Nee	Nee	Nee	
H <sub>s,steen</sub>	[m]	2,77	2,36	2,47	2,60	2,72	2,85	2,97	3,09	3,19	3,19	Significante golfhoogte aan teen
D <sub>n50,LOS,LWS</sub>	[m]	0,44	0,51	0,49	0,47	0,45	0,43	0,41	-	-	-	D <sub>n50</sub> bij lage waterstanden
D <sub>n50,LOS,HWS,G</sub>	[m]	-	-	-	-	-	-	0,59	0,56	0,52	0,46	D <sub>n50</sub> bij hoge waterstanden (Gerding)
D <sub>n50,LOS,HWS,M</sub>	[m]	-	-	-	-	-	0,49	0,46	0,44	0,42	0,40	D <sub>n50</sub> bij hoge waterstanden (Van der Meer)

### Benodigde steensortering en dikte kreukelberm

		Losse breuksteen		Patroonpenetratie		
		LWS	HWS;M	Stroken	Stippen	
D <sub>n50</sub>	[m]	0,51	0,49	0,28	0,41	D <sub>n50</sub> (maatgevende waarde)
D <sub>n50;d</sub>	[m]	0,58		0,28	0,41	Benodigde D <sub>n50</sub> (ontwerpwaarde, incl. ontwerpveiligheid)
Sortering		300-1.000 kg		40-200 kg 60-300 kg		Benodigde steensortering
D <sub>n50;sortering</sub>	[m]	0,65		0,36	0,42	D <sub>n50</sub> van benodigde steensortering
2D <sub>n50;sortering</sub>	[m]	1,29		0,73	0,84	Benodigde laagdikte

### Standaard steensorteringen conform NEN-EN 13383-1

Steen-sortering	ρ <sub>s</sub> (kg/m <sup>3</sup> ): 2650	
	M <sub>50</sub> (kg)	D <sub>n50</sub> (m)
10-60 kg	37	0,24
40-200 kg	127	0,36
60-300 kg	193	0,42
300-1.000	715	0,65
1-3 ton	2088	0,92
3-6 ton	4743	1,21
6-10 ton	8192	1,46

Controle bodemligging:

De golflengte is groter dan de afstand tussen het uitvoerpunt en de dijkteen, maar blijft binnen de marge.

## Ontwerp kreukelberm

Opgesteld door: Ruud Bosters

Blauw is invoer, lila zijn tussenresultaten, rood zijn eindresultaten.  
Op het 'Rekenblad' wordt een nadere Toelichting gegeven.

### Invoer

Dijkvak **Borrendamme Polder Schouwen, Cauwersinlaag, Havenkanaal West**

Randvoorwaardenvak		Waterstand [m NAP]									
		-2		-1		0		2			
Opgegeven		H <sub>s</sub> [m]	T <sub>p</sub> [s]	H <sub>s</sub> [m]	T <sub>p</sub> [s]	H <sub>s</sub> [m]	T <sub>p</sub> [s]	H <sub>s</sub> [m]	T <sub>p</sub> [s]	Als er slechts 3 waterstanden zijn, vul dan de gegevens bij de middelste waterstand twee keer in (in de kolommen E t/m H)	
golfrandvoorwaarden op uitvoerpunt		1,47	3,95	1,76	4,33	2,34	4,71	2,55	5,47		
Gebied	[-]	OS	Vul in: OS voor Oosterschelde, WS voor Westerschelde, NZ voor Noordzee								
OP	[m NAP]	2,00	Ontwerppeil								
Z <sub>krb</sub>	[m NAP]	-0,13	Niveau bovenzijde kreukelberm (teenniveau)								
Z <sub>vri</sub>	[m NAP]	-1,54	Huidig niveau voorland direct vóór kreukelberm								
Z <sub>uvp</sub>	[m NAP]	-10,46	Bodemniveau uitvoerpunt (uit randvoorwaardetabel of detailadvies)								

### Samenvatting resultaten

Waterstand	[m NAP]	0,94	-0,13	0,14	0,40	0,67	0,94	1,20	1,47	1,73	2,00	In de blauwe cel kan een waterstand naar keuze ingevuld worden tussen bovenzijde kreukelberm en Ontwerppeil.
L <sub>op</sub>	[m]	40	34	35	37	38	40	42	43	45	47	Golflengte
Golven dieptebeperkt?		Nee	Nee	Nee	Nee	Nee	Nee	Nee	Nee	Nee	Nee	
H <sub>s,steen</sub>	[m]	2,40	2,03	2,12	2,21	2,31	2,40	2,47	2,49	2,52	2,55	Significante golfhoogte aan teen
D <sub>n50,LOS,LWS</sub>	[m]	0,41	0,44	0,43	0,42	0,42	0,41	0,40	0,38	0,36	0,34	D <sub>n50</sub> bij lage waterstanden
D <sub>n50,LOS,HWS;G</sub>	[m]	-	-	-	-	-	-	-	-	0,50	0,47	D <sub>n50</sub> bij hoge waterstanden (Gerding)
D <sub>n50,LOS,HWS;M</sub>	[m]	-	-	-	-	-	-	-	0,45	0,43	0,41	D <sub>n50</sub> bij hoge waterstanden (Van der Meer)

### Benodigde steensortering en dikte kreukelberm

		Losse breuksteen		Patroonpenetratie		
		LWS	HWS;M	Stroken	Stippen	
D <sub>n50</sub>	[m]	0,44	0,45	0,24	0,35	D <sub>n50</sub> (maatgevende waarde)
D <sub>n50;d</sub>	[m]	0,54		0,24	0,35	Benodigde D <sub>n50</sub> (ontwerpwaarde, incl. ontwerpveiligheid)
Sortering		300-1.000 kg		10-60 kg	40-200 kg	Benodigde steensortering
D <sub>n50;sortering</sub>	[m]	0,65		0,24	0,36	D <sub>n50</sub> van benodigde steensortering
2D <sub>n50;sortering</sub>	[m]	1,29		0,48	0,73	Benodigde laagdikte

Controle bodemligging:

De golflengte is voldoende klein ten opzichte van de afstand tussen het uitvoerpunt en de dijk.

### Standaard steensorteringen conform NEN-EN 13383-1

Steen-sortering	ρ <sub>s</sub> (kg/m <sup>3</sup> ): 2650	
	M <sub>50</sub> (kg)	D <sub>n50</sub> (m)
10-60 kg	37	0,24
40-200 kg	127	0,36
60-300 kg	193	0,42
300-1.000	715	0,65
1-3 ton	2088	0,92
3-6 ton	4743	1,21
6-10 ton	8192	1,46

## Ontwerp kreukelberm

Opgesteld door: Ruud Bosters

Blauw is invoer, lila zijn tussenresultaten, rood zijn eindresultaten.  
Op het 'Rekenblad' wordt een nadere Toelichting gegeven.

### Invoer

Dijkvak **Borrendamme Polder Schouwen, Cauwersinlaag, Havenkanaal West**

Randvoorwaardenvak		Waterstand [m NAP]									
		0		2		3		4			
Opgegeven		H <sub>s</sub> [m]	T <sub>p</sub> [s]	H <sub>s</sub> [m]	T <sub>p</sub> [s]	H <sub>s</sub> [m]	T <sub>p</sub> [s]	H <sub>s</sub> [m]	T <sub>p</sub> [s]	Als er slechts 3 waterstanden zijn, vul dan de gegevens bij de middelste waterstand twee keer in (in de kolommen E t/m H)	
golfrandvoorwaarden op uitvoerpunt		2,34	4,71	2,55	5,47	2,72	5,47	2,72	5,47		
Gebied	[-]	OS	Vul in: OS voor Oosterschelde, WS voor Westerschelde, NZ voor Noordzee								
OP	[m NAP]	3,50	Ontwerppeil								
Z <sub>krb</sub>	[m NAP]	-0,13	Niveau bovenzijde kreukelberm (teenniveau)								
Z <sub>vri</sub>	[m NAP]	-1,54	Huidig niveau voorland direct vóór kreukelberm								
Z <sub>uyp</sub>	[m NAP]	-10,46	Bodemniveau uitvoerpunt (uit randvoorwaardetabel of detailadvies)								

### Samenvatting resultaten

Waterstand	[m NAP]	1,45	-0,13	0,32	0,78	1,23	1,69	2,14	2,59	3,05	3,50	In de blauwe cel kan een waterstand naar keuze ingevuld worden tussen bovenzijde kreukelberm en Ontwerppeil.
L <sub>op</sub>	[m]	43	34	36	39	42	45	47	47	47	47	Golflengte
Golven dieptebeperkt?		Nee	Nee	Nee	Nee	Nee	Nee	Nee	Nee	Nee	Nee	
H <sub>s,steen</sub>	[m]	2,49	2,03	2,19	2,35	2,47	2,52	2,57	2,65	2,72	2,72	Significante golfhoogte aan teen
D <sub>n50,LOS,LWS</sub>	[m]	0,38	0,44	0,43	0,41	0,40	0,36	-	-	-	-	D <sub>n50</sub> bij lage waterstanden
D <sub>n50,LOS,HWS,G</sub>	[m]	-	-	-	-	-	0,51	0,46	0,41	0,37	0,30	D <sub>n50</sub> bij hoge waterstanden (Gerding)
D <sub>n50,LOS,HWS,M</sub>	[m]	0,45	-	-	-	-	0,43	0,40	0,38	0,36	0,34	D <sub>n50</sub> bij hoge waterstanden (Van der Meer)

### Benodigde steensortering en dikte kreukelberm

		Losse breuksteen		Patroonpenetratie		
		LWS	HWS;M	Stroken	Stippen	
D <sub>n50</sub>	[m]	0,44	0,45	0,24	0,35	D <sub>n50</sub> (maatgevende waarde)
D <sub>n50;d</sub>	[m]	0,54		0,24	0,35	Benodigde D <sub>n50</sub> (ontwerpwaarde, incl. ontwerpveiligheid)
Sortering		300-1.000 kg		10-60 kg	40-200 kg	Benodigde steensortering
D <sub>n50;sortering</sub>	[m]	0,65		0,24	0,36	D <sub>n50</sub> van benodigde steensortering
2D <sub>n50;sortering</sub>	[m]	1,29		0,48	0,73	Benodigde laagdikte

### Standaard steensorteringen conform NEN-EN 13383-1

Steen-sortering	ρ <sub>s</sub> (kg/m <sup>3</sup> ): 2650	
	M <sub>50</sub> (kg)	D <sub>n50</sub> (m)
10-60 kg	37	0,24
40-200 kg	127	0,36
60-300 kg	193	0,42
300-1.000	715	0,65
1-3 ton	2088	0,92
3-6 ton	4743	1,21
6-10 ton	8192	1,46

Controle bodemligging:

De golflengte is voldoende klein ten opzichte van de afstand tussen het uitvoerpunt en de dijk.



## Ontwerp kreukelberm

Opgesteld door: Ruud Bosters

Blauw is invoer, lila zijn tussenresultaten, rood zijn eindresultaten.  
Op het 'Rekenblad' wordt een nadere Toelichting gegeven.

### Invoer

Dijkvak **Borrendamme Polder Schouwen, Cauwersinlaag, Havenkanaal West**

Randvoorwaardenvak		Waterstand [m NAP]								
		-2		-1		0		2		
Opgegeven golfrandvoorwaarden op uitvoerpunt	H <sub>s</sub> [m]	T <sub>p</sub> [s]	H <sub>s</sub> [m]	T <sub>p</sub> [s]	H <sub>s</sub> [m]	T <sub>p</sub> [s]	H <sub>s</sub> [m]	T <sub>p</sub> [s]	Als er slechts 3 waterstanden zijn, vul dan de gegevens bij de middelste waterstand twee keer in (in de kolommen E t/m H)	
	1,11	5,00	1,41	5,05	1,63	5,09	2,07	5,18		
Gebied	[-]	Vul in: OS voor Oosterschelde, WS voor Westerschelde, NZ voor Noordzee								
OP	[m NAP]	Ontwerppeil								
Z <sub>krb</sub>	[m NAP]	Niveau bovenzijde kreukelberm (teenniveau)								
Z <sub>vri</sub>	[m NAP]	Huidig niveau voorland direct vóór kreukelberm								
Z <sub>uyp</sub>	[m NAP]	Bodemniveau uitvoerpunt (uit randvoorwaardetabel of detailadvies)								

### Samenvatting resultaten

Waterstand	[m NAP]	0,94	-0,28	0,01	0,29	0,58	0,86	1,15	1,43	1,72	2,00	In de blauwe cel kan een waterstand naar keuze ingevuld worden tussen bovenzijde kreukelberm en Ontwerppeil.
L <sub>op</sub>	[m]	41	40	40	41	41	41	41	41	42	42	Golflengte
Golven dieptebeperkt?		Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Nee	
H <sub>s,steen</sub>	[m]	1,56	0,94	1,08	1,23	1,37	1,52	1,66	1,81	1,95	2,07	Significante golfhoogte aan teen
D <sub>n50,LOS,LWS</sub>	[m]	0,25	0,26	0,26	0,26	0,25	0,25	0,25	-	-	-	D <sub>n50</sub> bij lage waterstanden
D <sub>n50,LOS,HWS,G</sub>	[m]	0,30	-	-	-	-	0,30	0,30	0,30	0,31	0,30	D <sub>n50</sub> bij hoge waterstanden (Gerding)
D <sub>n50,LOS,HWS,M</sub>	[m]	0,23	-	-	-	0,24	0,23	0,23	0,23	0,23	0,23	D <sub>n50</sub> bij hoge waterstanden (Van der Meer)

### Benodigde steensortering en dikte kreukelberm

		Losse breuksteen		Patroonpenetratie		
		LWS	HWS;M	Stroken	Stippen	
D <sub>n50</sub>	[m]	0,26	0,24	0,15	0,22	D <sub>n50</sub> (maatgevende waarde)
D <sub>n50;d</sub>	[m]	0,29		0,15	0,22	Benodigde D <sub>n50</sub> (ontwerpwaarde, incl. ontwerpveiligheid)
Sortering		40-200 kg		10-60 kg	10-60 kg	Benodigde steensortering
D <sub>n50;sortering</sub>	[m]	0,36		0,24	0,24	D <sub>n50</sub> van benodigde steensortering
2D <sub>n50;sortering</sub>	[m]	0,73		0,48	0,48	Benodigde laagdikte

Controle bodemligging:

De golflengte is voldoende klein ten opzichte van de afstand tussen het uitvoerpunt en de dijk.

### Standaard steensorteringen conform NEN-EN 13383-1

Steen-sortering	ρ <sub>s</sub> (kg/m <sup>3</sup> ): 2650	
	M <sub>50</sub> (kg)	D <sub>n50</sub> (m)
10-60 kg	37	0,24
40-200 kg	127	0,36
60-300 kg	193	0,42
300-1.000	715	0,65
1-3 ton	2088	0,92
3-6 ton	4743	1,21
6-10 ton	8192	1,46

## Ontwerp kreukelberm

Opgesteld door: Ruud Bosters

Blauw is invoer, lila zijn tussenresultaten, rood zijn eindresultaten.  
Op het 'Rekenblad' wordt een nadere Toelichting gegeven.

### Invoer

Dijkvak **Borrendamme Polder Schouwen, Cauwersinlaag, Havenkanaal West**

Randvoorwaardenvak		Waterstand [m NAP]									
		0		2		3		4			
Opgegeven golfrandvoorwaarden op uitvoerpunt	H <sub>s</sub> [m]	T <sub>p</sub> [s]	H <sub>s</sub> [m]	T <sub>p</sub> [s]	H <sub>s</sub> [m]	T <sub>p</sub> [s]	H <sub>s</sub> [m]	T <sub>p</sub> [s]	H <sub>s</sub> [m]	T <sub>p</sub> [s]	Als er slechts 3 waterstanden zijn, vul dan de gegevens bij de middelste waterstand twee keer in (in de kolommen E t/m H)
	1,63	5,09	2,07	5,18	2,12	5,29	2,12	5,29			
Gebied	[-]	Vul in: OS voor Oosterschelde, WS voor Westerschelde, NZ voor Noordzee									
OP	[m NAP]	Ontwerppeil									
Z <sub>krb</sub>	[m NAP]	Niveau bovenzijde kreukelberm (teenniveau)									
Z <sub>vri</sub>	[m NAP]	Huidig niveau voorland direct vóór kreukelberm									
Z <sub>uyp</sub>	[m NAP]	Bodemniveau uitvoerpunt (uit randvoorwaardetabel of detailadvies)									

### Samenvatting resultaten

Waterstand	[m NAP]	1,45	-0,28	0,19	0,67	1,14	1,61	2,08	2,56	3,03	3,50	In de blauwe cel kan een waterstand naar keuze ingevuld worden tussen bovenzijde kreukelberm en Ontwerppeil.
L <sub>op</sub>	[m]	41	40	41	41	41	42	42	43	44	44	Golfenlgte
Golven dieptebeperkt?		Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Nee	Nee	Nee	Nee	
H <sub>s,steen</sub>	[m]	1,82	0,94	1,18	1,42	1,66	1,90	2,07	2,10	2,12	2,12	Significante golfhoogte aan teen
D <sub>n50,LOS,LWS</sub>	[m]	-	0,26	0,26	0,25	0,25	-	-	-	-	-	D <sub>n50</sub> bij lage waterstanden
D <sub>n50,LOS,HWS,G</sub>	[m]	0,30	-	-	0,30	0,30	0,30	0,29	0,22	0,16	-	D <sub>n50</sub> bij hoge waterstanden (Gerding)
D <sub>n50,LOS,HWS,M</sub>	[m]	0,23	-	-	0,24	0,23	0,23	0,23	0,21	0,20	0,19	D <sub>n50</sub> bij hoge waterstanden (Van der Meer)

### Benodigde steensortering en dikte kreukelberm

		Losse breuksteen		Patroonpenetratie		
		LWS	HWS;M	Stroken	Stippen	
D <sub>n50</sub>	[m]	0,26	0,24	0,15	0,22	D <sub>n50</sub> (maatgevende waarde)
D <sub>n50;d</sub>	[m]	0,28		0,15	0,22	Benodigde D <sub>n50</sub> (ontwerpwaarde, incl. ontwerpveiligheid)
Sortering		40-200 kg		10-60 kg	10-60 kg	Benodigde steensortering
D <sub>n50;sortering</sub>	[m]	0,36		0,24	0,24	D <sub>n50</sub> van benodigde steensortering
2D <sub>n50;sortering</sub>	[m]	0,73		0,48	0,48	Benodigde laagdikte

Controle bodemligging:

De golfenlgte is voldoende klein ten opzichte van de afstand tussen het uitvoerpunt en de dijk.

### Standaard steensorteringen conform NEN-EN 13383-1

Steen-sortering	ρ <sub>s</sub> (kg/m <sup>3</sup> ): 2650	
	M <sub>50</sub> (kg)	D <sub>n50</sub> (m)
10-60 kg	37	0,24
40-200 kg	127	0,36
60-300 kg	193	0,42
300-1.000	715	0,65
1-3 ton	2088	0,92
3-6 ton	4743	1,21
6-10 ton	8192	1,46

## Ontwerp kreukelberm

Opgesteld door: Ruud Bosters

Blauw is invoer, lila zijn tussenresultaten, rood zijn eindresultaten.  
Op het 'Rekenblad' wordt een nadere Toelichting gegeven.

### Invoer

Dijkvak **Borrendamme Polder Schouwen, Cauwersinlaag, Havenkanaal West**

Randvoorwaardenvak		Waterstand [m NAP]									
		-2		-1		0		2			
Opgegeven		H <sub>s</sub> [m]	T <sub>p</sub> [s]	H <sub>s</sub> [m]	T <sub>p</sub> [s]	H <sub>s</sub> [m]	T <sub>p</sub> [s]	H <sub>s</sub> [m]	T <sub>p</sub> [s]	Als er slechts 3 waterstanden zijn, vul dan de gegevens bij de middelste waterstand twee keer in (in de kolommen E t/m H)	
golfrandvoorwaarden op uitvoerpunt		1,11	5,00	1,41	5,05	1,63	5,09	2,07	5,18		
Gebied	[-]	OS	Vul in: OS voor Oosterschelde, WS voor Westerschelde, NZ voor Noordzee								
OP	[m NAP]	2,00	Ontwerppeil								
Z <sub>krb</sub>	[m NAP]	-0,59	Niveau bovenzijde kreukelberm (teenniveau)								
Z <sub>vri</sub>	[m NAP]	-1,63	Huidig niveau voorland direct vóór kreukelberm								
Z <sub>uyp</sub>	[m NAP]	-4,31	Bodemniveau uitvoerpunt (uit randvoorwaardetabel of detailadvies)								

### Samenvatting resultaten

Waterstand	[m NAP]	0,94	-0,59	-0,27	0,06	0,38	0,71	1,03	1,35	1,68	2,00	In de blauwe cel kan een waterstand naar keuze ingevuld worden tussen bovenzijde kreukelberm en Ontwerppeil.
L <sub>op</sub>	[m]	41	40	40	40	41	41	41	41	42	42	Golflengte
Golven dieptebeperkt?		Nee	Ja	Ja	Ja	Ja	Nee	Nee	Nee	Nee	Nee	
H <sub>s,teen</sub>	[m]	1,84	1,21	1,37	1,54	1,70	1,79	1,86	1,93	2,00	2,07	Significante golfhoopte aan teen
D <sub>n50,LOS,LWS</sub>	[m]	0,27	0,31	0,31	0,31	0,30	0,28	0,26	-	-	-	D <sub>n50</sub> bij lage waterstanden
D <sub>n50,LOS,HWS,G</sub>	[m]	0,34	-	-	-	-	0,36	0,33	0,31	0,28	0,25	D <sub>n50</sub> bij hoge waterstanden (Gerding)
D <sub>n50,LOS,HWS,M</sub>	[m]	0,31	-	-	-	-	0,32	0,30	0,29	0,28	0,27	D <sub>n50</sub> bij hoge waterstanden (Van der Meer)

### Benodigde steensortering en dikte kreukelberm

		Losse breuksteen		Patroonpenetratie		
		LWS	HWS;M	Stroken	Stippen	
D <sub>n50</sub>	[m]	0,31	0,32	0,18	0,26	D <sub>n50</sub> (maatgevende waarde)
D <sub>n50;d</sub>	[m]	0,39		0,18	0,26	Benodigde D <sub>n50</sub> (ontwerpwaarde, incl. ontwerpveiligheid)
Sortering		60-300 kg		10-60 kg	40-200 kg	Benodigde steensortering
D <sub>n50;sortering</sub>	[m]	0,42		0,24	0,36	D <sub>n50</sub> van benodigde steensortering
2D <sub>n50;sortering</sub>	[m]	0,84		0,48	0,73	Benodigde laagdikte

Controle bodemligging:

De golflengte is voldoende klein ten opzichte van de afstand tussen het uitvoerpunt en de dijk.

De gevonden benodigde D<sub>n50</sub> is 3 cm groter dan de gemiddelde waarde van D<sub>n50</sub> bij een sortering 40-200kg, toch volstaat deze sortering doordat de benodigde D<sub>n50</sub> binnen de range behorend bij 40-200 kg valt ((0,34 - 0,39 m) en vanwege de beschutte ligging van het dijkvak bij de maatgevende windrichting (west)

### Standaard steensorteringen conform NEN-EN 13383-1

Steen-sortering	ρ <sub>s</sub> (kg/m <sup>3</sup> ): 2650	
	M <sub>50</sub> (kg)	D <sub>n50</sub> (m)
10-60 kg	37	0,24
40-200 kg	127	0,36
60-300 kg	193	0,42
300-1.000	715	0,65
1-3 ton	2088	0,92
3-6 ton	4743	1,21
6-10 ton	8192	1,46

## Ontwerp kreukelberm

Opgesteld door: Ruud Bosters

Blauw is invoer, lila zijn tussenresultaten, rood zijn eindresultaten.  
Op het 'Rekenblad' wordt een nadere Toelichting gegeven.

### Invoer

Dijkvak **Borrendamme Polder Schouwen, Cauwersinlaag, Havenkanaal West**

Randvoorwaardenvak		Waterstand [m NAP]									
		0	2		3		4				
Opgegeven		H <sub>s</sub> [m]	T <sub>p</sub> [s]	H <sub>s</sub> [m]	T <sub>p</sub> [s]	H <sub>s</sub> [m]	T <sub>p</sub> [s]	H <sub>s</sub> [m]	T <sub>p</sub> [s]	Als er slechts 3 waterstanden zijn, vul dan de gegevens bij de middelste waterstand twee keer in (in de kolommen E t/m H)	
golfrandvoorwaarden op uitvoerpunt		1,63	5,09	2,07	5,18	2,12	5,29	2,12	5,29		
Gebied	[-]	OS	Vul in: OS voor Oosterschelde, WS voor Westerschelde, NZ voor Noordzee								
OP	[m NAP]	3,50	Ontwerppeil								
Z <sub>krb</sub>	[m NAP]	-0,59	Niveau bovenzijde kreukelberm (teenniveau)								
Z <sub>vri</sub>	[m NAP]	-1,63	Huidig niveau voorland direct vóór kreukelberm								
Z <sub>uvp</sub>	[m NAP]	-4,31	Bodemniveau uitvoerpunt (uit randvoorwaardetabel of detailadvies)								

### Samenvatting resultaten

Waterstand	[m NAP]	1,45	-0,59	-0,08	0,43	0,94	1,46	1,97	2,48	2,99	3,50	In de blauwe cel kan een waterstand naar keuze ingevuld worden tussen bovenzijde kreukelberm en Ontwerppeil.
L <sub>op</sub>	[m]	41	40	40	41	41	41	42	43	44	44	Golflengte
Golven dieptebeperkt?		Nee	Ja	Ja	Nee	Nee	Nee	Nee	Nee	Nee	Nee	
H <sub>s,teen</sub>	[m]	1,95	1,21	1,47	1,73	1,84	1,95	2,06	2,09	2,12	2,12	Significante golfhoogte aan teen
D <sub>n50,LOS;LWS</sub>	[m]	-	0,31	0,31	0,30	0,27	-	-	-	-	-	D <sub>n50</sub> bij lage waterstanden
D <sub>n50,LOS;HWS;G</sub>	[m]	0,30	-	-	-	0,34	0,30	0,26	0,19	-	-	D <sub>n50</sub> bij hoge waterstanden (Gerding)
D <sub>n50,LOS;HWS;M</sub>	[m]	0,29	-	-	-	0,31	0,29	0,27	0,26	0,24	0,23	D <sub>n50</sub> bij hoge waterstanden (Van der Meer)

### Benodigde steensortering en dikte kreukelberm

		Losse breuksteen		Patroonpenetratie		
		LWS	HWS;M	Stroken	Stippen	
D <sub>n50</sub>	[m]	0,31	0,31	0,18	0,26	D <sub>n50</sub> (maatgevende waarde)
D <sub>n50;d</sub>	[m]	0,37		0,18	0,26	Benodigde D <sub>n50</sub> (ontwerpwaarde, incl. ontwerpveiligheid)
Sortering		60-300 kg		10-60 kg	40-200 kg	Benodigde steensortering
D <sub>n50;sortering</sub>	[m]	0,42		0,24	0,36	D <sub>n50</sub> van benodigde steensortering
2D <sub>n50;sortering</sub>	[m]	0,84		0,48	0,73	Benodigde laagdikte

### Standaard steensorteringen conform NEN-EN 13383-1

Steen-sortering	ρ <sub>s</sub> (kg/m <sup>3</sup> ): 2650	
	M <sub>50</sub> (kg)	D <sub>n50</sub> (m)
10-60 kg	37	0,24
40-200 kg	127	0,36
60-300 kg	193	0,42
300-1.000	715	0,65
1-3 ton	2088	0,92
3-6 ton	4743	1,21
6-10 ton	8192	1,46

Controle bodemligging:

De golflengte is voldoende klein ten opzichte van de afstand tussen het uitvoerpunt en de dijk.

De gevonden benodigde D<sub>n50</sub> is 1 cm groter dan de gemiddelde waarde van D<sub>n50</sub> bij een sortering 40-200kg, toch volstaat deze sortering doordat de benodigde D<sub>n50</sub> binnen de range behorend bij 40-200 kg valt ((0,34 - 0,39 m) en vanwege de beschutte ligging van het dijkvak bij de maatgevende windrichting (west)

## Ontwerp kreukelberm

Opgesteld door: Ruud Bosters

Blauw is invoer, lila zijn tussenresultaten, rood zijn eindresultaten.  
Op het 'Rekenblad' wordt een nadere Toelichting gegeven.

### Invoer

Dijkvak **Borrendamme Polder Schouwen, Cauwersinlaag, Havenkanaal West**

Randvoorwaardenvak		Waterstand [m NAP]								
		-2		-1		0		2		
Opgegeven golfrandvoorwaarden op uitvoerpunt	H <sub>s</sub> [m]	T <sub>p</sub> [s]	H <sub>s</sub> [m]	T <sub>p</sub> [s]	H <sub>s</sub> [m]	T <sub>p</sub> [s]	H <sub>s</sub> [m]	T <sub>p</sub> [s]	Als er slechts 3 waterstanden zijn, vul dan de gegevens bij de middelste waterstand twee keer in (in de kolommen E t/m H)	
	0,29	2,50	0,48	2,50	0,67	2,50	1,05	3,85		
Gebied	[-]	Vul in: OS voor Oosterschelde, WS voor Westerschelde, NZ voor Noordzee								
OP	[m NAP]	Ontwerppeil								
Z <sub>krb</sub>	[m NAP]	Niveau bovenzijde kreukelberm (teenniveau)								
Z <sub>vri</sub>	[m NAP]	Huidig niveau voorland direct vóór kreukelberm								
Z <sub>uvp</sub>	[m NAP]	Bodemniveau uitvoerpunt (uit randvoorwaardetabel of detailadvies)								

### Samenvatting resultaten

Waterstand	[m NAP]	0,94	-0,74	-0,40	-0,05	0,29	0,63	0,97	1,32	1,66	2,00	In de blauwe cel kan een waterstand naar keuze ingevuld worden tussen bovenzijde kreukelberm en Ontwerppeil.
L <sub>op</sub>	[m]	15	10	10	10	11	13	16	18	20	23	Golflengte
Golven dieptebeperkt?		Nee	Nee	Nee	Nee	Nee	Nee	Nee	Nee	Nee	Nee	
H <sub>s,teen</sub>	[m]	0,85	0,53	0,59	0,59	0,68	0,79	0,85	0,92	0,98	1,05	Significante golfhoogte aan teen
D <sub>n50,LOS,LWS</sub>	[m]	-	0,12	0,09	-	-	-	-	-	-	-	D <sub>n50</sub> bij lage waterstanden
D <sub>n50,LOS,HWS,G</sub>	[m]	-	-	-	-	0,06	-	-	-	-	-	D <sub>n50</sub> bij hoge waterstanden (Gerding)
D <sub>n50,LOS,HWS,M</sub>	[m]	0,13	-	-	-	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	D <sub>n50</sub> bij hoge waterstanden (Van der Meer)

### Benodigde steensortering en dikte kreukelberm

		Losse breuksteen		Patroonpenetratie		
		LWS	HWS;M	Stroken	Stippen	
D <sub>n50</sub>	[m]	0,12	0,13	0,06	0,09	D <sub>n50</sub> (maatgevende waarde)
D <sub>n50,d</sub>	[m]	0,16		0,06	0,09	Benodigde D <sub>n50</sub> (ontwerpwaarde, incl. ontwerpveiligheid)
Sortering		10-60 kg		10-60 kg	10-60 kg	Benodigde steensortering
D <sub>n50,sortering</sub>	[m]	0,24		0,24	0,24	D <sub>n50</sub> van benodigde steensortering
2D <sub>n50,sortering</sub>	[m]	0,48		0,48	0,48	Benodigde laagdikte

### Standaard steensorteringen conform NEN-EN 13383-1

Steen-sortering	ρ <sub>s</sub> (kg/m <sup>3</sup> ): 2650	
	M <sub>50</sub> (kg)	D <sub>n50</sub> (m)
10-60 kg	37	0,24
40-200 kg	127	0,36
60-300 kg	193	0,42
300-1.000	715	0,65
1-3 ton	2088	0,92
3-6 ton	4743	1,21
6-10 ton	8192	1,46

Controle bodemligging:

De golflengte is voldoende klein ten opzichte van de afstand tussen het uitvoerpunt en de dijk.



## Ontwerp kreukelberm

Opgesteld door: Ruud Bosters

Blauw is invoer, lila zijn tussenresultaten, rood zijn eindresultaten.  
Op het 'Rekenblad' wordt een nadere Toelichting gegeven.

### Invoer

Dijkvak **Borrendamme Polder Schouwen, Cauwersinlaag, Havenkanaal West**

Randvoorwaardenvak		Waterstand [m NAP]									
		0		2		3		4			
Opgegeven golfrandvoorwaarden op uitvoerpunt	H <sub>s</sub> [m]	T <sub>p</sub> [s]	H <sub>s</sub> [m]	T <sub>p</sub> [s]	H <sub>s</sub> [m]	T <sub>p</sub> [s]	H <sub>s</sub> [m]	T <sub>p</sub> [s]	H <sub>s</sub> [m]	T <sub>p</sub> [s]	Als er slechts 3 waterstanden zijn, vul dan de gegevens bij de middelste waterstand twee keer in (in de kolommen E t/m H)
	0,67	2,50	1,05	3,85	1,26	4,36	1,51	4,70			
Gebied	[-]	OS	Vul in: OS voor Oosterschelde, WS voor Westerschelde, NZ voor Noordzee								
OP	[m NAP]	3,50	Ontwerppeil								
Z <sub>krb</sub>	[m NAP]	-0,74	Niveau bovenzijde kreukelberm (teenniveau)								
Z <sub>vri</sub>	[m NAP]	-1,61	Huidig niveau voorland direct vóór kreukelberm								
Z <sub>uvp</sub>	[m NAP]	-2,52	Bodemniveau uitvoerpunt (uit randvoorwaardetabel of detailadvies)								

### Samenvatting resultaten

Waterstand [m NAP]	1,45	-0,74	-0,21	0,32	0,85	1,38	1,91	2,44	2,97	3,50	In de blauwe cel kan een waterstand naar keuze ingevuld worden tussen bovenzijde kreukelberm en Ontwerppeil.
L <sub>op</sub> [m]	19	6	9	12	15	18	22	26	29	32	Golflengte
Golven dieptebeperkt?	Nee	Nee	Nee	Nee	Nee	Nee	Nee	Nee	Nee	Nee	
H <sub>s,teen</sub> [m]	0,95	0,37	0,52	0,69	0,83	0,93	1,03	1,14	1,25	1,39	Significante golfhoogte aan teen
D <sub>n50,LOS,LWS</sub> [m]	-	0,08	-	-	-	-	-	-	-	-	D <sub>n50</sub> bij lage waterstanden
D <sub>n50,LOS,HWS,G</sub> [m]	-	-	-	0,05	-	-	-	-	-	-	D <sub>n50</sub> bij hoge waterstanden (Gerding)
D <sub>n50,LOS,HWS,M</sub> [m]	0,13	-	-	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	-	D <sub>n50</sub> bij hoge waterstanden (Van der Meer)

### Benodigde steensortering en dikte kreukelberm

		Losse breuksteen		Patroonpenetratie		
		LWS	HWS;M	Stroken	Stippen	
D <sub>n50</sub>	[m]	0,08	0,13	0,04	0,07	D <sub>n50</sub> (maatgevende waarde)
D <sub>n50;d</sub>	[m]	0,16		0,04	0,07	Benodigde D <sub>n50</sub> (ontwerpwaarde, incl. ontwerpveiligheid)
Sortering		10-60 kg		10-60 kg	10-60 kg	Benodigde steensortering
D <sub>n50;sortering</sub>	[m]	0,24		0,24	0,24	D <sub>n50</sub> van benodigde steensortering
2D <sub>n50;sortering</sub>	[m]	0,48		0,48	0,48	Benodigde laagdikte

### Standaard steensorteringen conform NEN-EN 13383-1

Steen-sortering	ρ <sub>s</sub> (kg/m <sup>3</sup> ): 2650	
	M <sub>50</sub> (kg)	D <sub>n50</sub> (m)
10-60 kg	37	0,24
40-200 kg	127	0,36
60-300 kg	193	0,42
300-1.000	715	0,65
1-3 ton	2088	0,92
3-6 ton	4743	1,21
6-10 ton	8192	1,46

Controle bodemligging:

De golflengte is voldoende klein ten opzichte van de afstand tussen het uitvoerpunt en de dijk.

## Ontwerp kreukelberm

Opgesteld door: Ruud Bosters

Blauw is invoer, lila zijn tussenresultaten, rood zijn eindresultaten.  
Op het 'Rekenblad' wordt een nadere Toelichting gegeven.

### Invoer

Dijkvak **Borrendamme Polder Schouwen, Cauwersinlaag, Havenkanaal West**

Randvoorwaardenvak		Waterstand [m NAP]															
		-2		-1		0		2									
Opgegeven golfrandvoorwaarden op uitvoerpunt	H <sub>s</sub> [m]	0,51	T <sub>p</sub> [s]	2,50	H <sub>s</sub> [m]	0,59	T <sub>p</sub> [s]	2,50	H <sub>s</sub> [m]	0,67	T <sub>p</sub> [s]	2,50	H <sub>s</sub> [m]	0,83	T <sub>p</sub> [s]	2,86	Als er slechts 3 waterstanden zijn, vul dan de gegevens bij de middelste waterstand twee keer in (in de kolommen E t/m H)
Gebied	[-]	OS	Vul in: OS voor Oosterschelde, WS voor Westerschelde, NZ voor Noordzee														
OP	[m NAP]	2,00	Ontwerppeil														
Z <sub>krb</sub>	[m NAP]	-0,63	Niveau bovenzijde kreukelberm (teenniveau)														
Z <sub>vri</sub>	[m NAP]	-1,63	Huidig niveau voorland direct vóór kreukelberm														
Z <sub>uvp</sub>	[m NAP]	-4,14	Bodemniveau uitvoerpunt (uit randvoorwaardetabel of detailadvies)														

### Samenvatting resultaten

Waterstand	[m NAP]	0,94	-0,63	-0,30	0,03	0,36	0,69	1,01	1,34	1,67	2,00	In de blauwe cel kan een waterstand naar keuze ingevuld worden tussen bovenzijde kreukelberm en Ontwerppeil.
L <sub>op</sub>	[m]	11	10	10	10	10	11	11	12	12	13	Golflengte
Golven dieptebeperkt?		Nee	Nee	Nee	Nee	Nee	Nee	Nee	Nee	Nee	Nee	
H <sub>s,teen</sub>	[m]	0,67	0,59	0,59	0,59	0,62	0,64	0,67	0,70	0,73	0,77	Significante golfhoogte aan teen
D <sub>n50,LOS,LWS</sub>	[m]	-	0,13	0,09	-	-	-	-	-	-	-	D <sub>n50</sub> bij lage waterstanden
D <sub>n50,LOS,HWS,G</sub>	[m]	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	D <sub>n50</sub> bij hoge waterstanden (Gerding)
D <sub>n50,LOS,HWS,M</sub>	[m]	0,11	-	-	-	-	0,11	0,11	0,10	0,10	-	D <sub>n50</sub> bij hoge waterstanden (Van der Meer)

### Benodigde steensortering en dikte kreukelberm

		Losse breuksteen		Patroonpenetratie		
		LWS	HWS;M	Stroken	Stippen	
D <sub>n50</sub>	[m]	0,13	0,11	0,07	0,10	D <sub>n50</sub> (maatgevende waarde)
D <sub>n50;d</sub>	[m]	0,14		0,07	0,10	Benodigde D <sub>n50</sub> (ontwerpwaarde, incl. ontwerpveiligheid)
Sortering		10-60 kg		10-60 kg	10-60 kg	Benodigde steensortering
D <sub>n50;sortering</sub>	[m]	0,24		0,24	0,24	D <sub>n50</sub> van benodigde steensortering
2D <sub>n50;sortering</sub>	[m]	0,48		0,48	0,48	Benodigde laagdikte

Controle bodemligging:

De golflengte is voldoende klein ten opzichte van de afstand tussen het uitvoerpunt en de dijk.

### Standaard steensorteringen conform NEN-EN 13383-1

Steen-sortering	ρ <sub>s</sub> (kg/m <sup>3</sup> ): 2650	
	M <sub>50</sub> (kg)	D <sub>n50</sub> (m)
10-60 kg	37	0,24
40-200 kg	127	0,36
60-300 kg	193	0,42
300-1.000	715	0,65
1-3 ton	2088	0,92
3-6 ton	4743	1,21
6-10 ton	8192	1,46

## Ontwerp kreukelberm

Opgesteld door: Ruud Bosters

Blauw is invoer, lila zijn tussenresultaten, rood zijn eindresultaten.  
Op het 'Rekenblad' wordt een nadere Toelichting gegeven.

### Invoer

Dijkvak **Borrendamme Polder Schouwen, Cauwersinlaag, Havenkanaal West**

Randvoorwaardenvak		Waterstand [m NAP]									
		0		2		3		4			
Opgegeven		H <sub>s</sub> [m]	T <sub>p</sub> [s]	H <sub>s</sub> [m]	T <sub>p</sub> [s]	H <sub>s</sub> [m]	T <sub>p</sub> [s]	H <sub>s</sub> [m]	T <sub>p</sub> [s]	Als er slechts 3 waterstanden zijn, vul dan de gegevens bij de middelste waterstand twee keer in (in de kolommen E t/m H)	
golfrandvoorwaarden op uitvoerpunt		0,67	2,50	0,83	2,86	0,92	3,11	0,99	3,40		
Gebied	[-]	OS Vul in: OS voor Oosterschelde, WS voor Westerschelde, NZ voor Noordzee									
OP	[m NAP]	3,50 Ontwerppeil									
Z <sub>krb</sub>	[m NAP]	-0,63 Niveau bovenzijde kreukelberm (teenniveau)									
Z <sub>vri</sub>	[m NAP]	-1,63 Huidig niveau voorland direct vóór kreukelberm									
Z <sub>uvp</sub>	[m NAP]	-4,14 Bodemniveau uitvoerpunt (uit randvoorwaardetabel of detailadvies)									

### Samenvatting resultaten

Waterstand	[m NAP]	1,45	-0,63	-0,11	0,40	0,92	1,44	1,95	2,47	2,98	3,50	In de blauwe cel kan een waterstand naar keuze ingevuld worden tussen bovenzijde kreukelberm en Ontwerppeil.
L <sub>op</sub>	[m]	12	9	10	10	11	12	13	14	15	17	Golflengte
Golven dieptebeperkt?		Nee	Nee	Nee	Nee	Nee	Nee	Nee	Nee	Nee	Nee	
H <sub>s,teen</sub>	[m]	0,71	0,53	0,58	0,62	0,67	0,71	0,76	0,83	0,90	0,96	Significante golfhoogte aan teen
D <sub>n50,LOS,LWS</sub>	[m]	-	0,12	-	-	-	-	-	-	-	-	D <sub>n50</sub> bij lage waterstanden
D <sub>n50,LOS,HWS,G</sub>	[m]	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	D <sub>n50</sub> bij hoge waterstanden (Gerding)
D <sub>n50,LOS,HWS,M</sub>	[m]	0,10	-	-	0,12	0,11	0,10	-	-	-	-	D <sub>n50</sub> bij hoge waterstanden (Van der Meer)

### Benodigde steensortering en dikte kreukelberm

		Losse breuksteen		Patroonpenetratie		
		LWS	HWS;M	Stroken	Stippen	
D <sub>n50</sub>	[m]	0,12	0,12	0,06	0,09	D <sub>n50</sub> (maatgevende waarde)
D <sub>n50,d</sub>	[m]	0,14		0,06	0,09	Benodigde D <sub>n50</sub> (ontwerpwaarde, incl. ontwerpveiligheid)
Sortering		10-60 kg		10-60 kg	10-60 kg	Benodigde steensortering
D <sub>n50,sortering</sub>	[m]	0,24		0,24	0,24	D <sub>n50</sub> van benodigde steensortering
2D <sub>n50,sortering</sub>	[m]	0,48		0,48	0,48	Benodigde laagdikte

Controle bodemligging:

De golflengte is voldoende klein ten opzichte van de afstand tussen het uitvoerpunt en de dijk.

### Standaard steensorteringen conform NEN-EN 13383-1

Steen-sortering	ρ <sub>s</sub> (kg/m <sup>3</sup> ): 2650	
	M <sub>50</sub> (kg)	D <sub>n50</sub> (m)
10-60 kg	37	0,24
40-200 kg	127	0,36
60-300 kg	193	0,42
300-1.000	715	0,65
1-3 ton	2088	0,92
3-6 ton	4743	1,21
6-10 ton	8192	1,46

# Rekenblad

Zwart is default invoer, **lila** zijn tussenresultaten, **rood** zijn eindresultaten.

## Toelichting

Het spreadsheet berekent de benodigde kreukelberm bij losse breuksteen en bij patroongepentreerde breuksteen.

De berekening voor losse breuksteen is gebaseerd op de studie "Ontwerpregel teenbestorting bij een ondiep, flauw voorland" (Infram, i507, 2002).

Voor meerdere waterstanden wordt de benodigde steendiameter ( $D_{n50}$ ) in de kreukelberm berekend.

Vervolgens worden de maatgevende waarde voor  $D_{n50}$ , de steensortering en de laagdikte bepaald.

Er wordt gebruik gemaakt van de methode 'geknikte taluds' (The Rock Manual 2007, blz. 620 onderste figuur) bij lage waterstanden en de methode 'teenbescherming bij golfbrekers' (The Rock Manual 2007, blz. 623) bij hoge waterstanden.

Bij de methode 'geknikte taluds' wordt de benodigde correctiefactor  $f_i$  in het sheet als volgt berekend:  $f_i = 0,86 + 0,09h_i$

De methode 'geknikte taluds' is conservatief. Bij de methode 'teenbescherming bij golfbrekers' is er een conservatieve formule (Gerding) en een neutrale formule (Van der Meer). Conform de studie van Infram is gebruik gemaakt van de neutrale formule. Omdat de formule neutraal is wordt op de berekende  $D_{n50}$  (als deze maatgevend blijkt) een ontwerpveiligheid toegepast van 1,2. Ter info worden eveneens de resultaten met de conservatieve formule berekend.

De berekening voor een patroonpenetratie gebeurt met de formule van Pilarczyk (TR Asfalt, blz. 128).

Hierbij is de correctiefactor toegepast uit de methode 'geknikte taluds'.

De patroonpenetratie wordt alleen uitgerekend bij een waterstand aan de bovenzijde van de kreukelberm. Deze blijkt altijd maatgevend, omdat bij hogere waterstanden de stabiliteit altijd sneller toeneemt dan de golfhoogte.

## Invoer

**Dijkvak** **Borrendamme Polder Schouwen, Cauwersinlaag, Havenkanaal West**

**Randvoorwaardenvak** **3**

Opgegeven	Waterstand [m NAP]							
	0		2		3		4	
golfrandvoorwaarden op uitvoerpunt	$H_b$ [m]	$T_p$ [s]	$H_b$ [m]	$T_p$ [s]	$H_b$ [m]	$T_p$ [s]	$H_b$ [m]	$T_p$ [s]
	0,67	2,50	0,83	2,86	0,92	3,11	0,99	3,40

Gebied	[-]	OS
OP	[m NAP]	3,50 Ontwerppeil
$Z_{krb}$	[m NAP]	-0,63 Niveau bovenzijde kreukelberm (teenniveau)
$Z_{vri}$	[m NAP]	-1,63 Huidig niveau voorland direct vóór kreukelberm
$Z_{uvp}$	[m NAP]	-4,14 Bodemniveau uitvoerpunt (uit randvoorwaardetabel of detailadvies)

$\rho_s$	[kg/m <sup>3</sup> ]	2650	Dichtheid breuksteen (default 2650)
$\rho_w$	[kg/m <sup>3</sup> ]	1025	Dichtheid zeewater (default 1025)
$H_{2\%}/H_{s,ondiep}$	[-]	1,4	Golfverdeling diep water (default 1,4)
$H_{2\%}/H_{s,ondiep}$	[-]	1,4	Golfverdeling ondiep water (default 1,4 bij regulier ontwerp en 1,2 bij geavanceerd ontwerp)
$N_{i,op}$	[-]	0,5	Aantal golfengtes wat nodig is om de golven dieptebeperkt te laten worden (default 1,0 bij regulier ontwerp en 0,5 bij geavanceerd ontwerp)
$\gamma_{H_s}$	[-]	0,5	Reductiefactor voor $H_b$ bij dieptebeperkte golven (default 0,5)
$H_{s,teen,min}$	[-]	0,1	Minimale $H_b$ aan teen (default 0,1)
$S_{op,max}$	[-]	0,06	Maximale golfsteilheid (default 0,06)
$\Delta Z_{vri}$	[m]	0,5	Afname voorland tijdens levensduur constructie (default 0,5)
$\Delta X_{uvp}$	[m]	50	Afstand uitvoerpunt tot teen van dijk (default 50)
$h_{min}$	[m]	0,1	Minimale waterdiepte direct vóór kreukelberm (default 0,1)
$\cotan\alpha_{krb}$	[-]	6,0	Taludhelling kreukelberm (default 6,0)
S	[-]	10	Schadegetal Van der Meer (default 3)
P	[-]	0,1	Doorlatendheidsfactor (default 0,1)
$\Psi_u\Phi_{sw,str}$	[-]	5,0	Rekenparameter strokenpenetratie (default 5,0)
$\Psi_u\Phi_{sw,stp}$	[-]	3,4	Rekenparameter stippenpenetratie (default 3,4)
b	[-]	0,6	Rekenparameter patroonpenetratie (default 0,6)
$Y_{Dn50}$	[-]	1,2	Veiligheidsfactor voor $D_{n50}$ als een hoge waterstand maatgevend is (default 1,2)

## Berekening golfrandvoorwaarden aan teen en $D_{n50}$

### Tussenresultaten

$H_{t,max}$	[m]	4,13	Maximale waterdiepte boven kreukelberm
$L_{op,max}$	[m]	17	Maximale golfengte
Typering golfverloop		De golven zijn bij geen enkele waterstand dieptebeperkt	
$\gamma_{H_{2\%}}$	[-]	1,00	Reductiefactor $H_{2\%}$ bij dieptebeperkte golven
t	[u]	20	Belastingduur voor golfklappen (verblijftijd waterstand rond kreukelberm)
$Z_{vri,tk}$	[m NAP]	-2,13	Toekomstig voorlandniveau direct vóór kreukelberm
$\tan\alpha_{vri}$	[-]	0,04	Toekomstige voorlandhelling
$\alpha_{krb}$	[°]	9,5	Taludhelling kreukelberm in graden
$\cos\alpha_{krb}$	[-]	0,99	Cosinus van taludhelling kreukelberm
$\Delta_{WS}$		0,52	Staggroote waterstand
$\Delta_s$	[-]	1,59	Relatieve dichtheid breuksteen
$\xi_{0m,cr}$	[-]	1,43	Kritische brekerparameter Van der Meer
$S_{0m,cr}$	[-]	0,014	Kritische golfsteilheid Van der Meer
$N_{od}$	[-]	5,00	Schadegetal ( $N_{od} = 0,5S$ )
$\gamma_{stp}$	[-]	0,68	Reductiefactor stippenpenetratie

### Berekening golfrandvoorwaarden aan teen

Waterstand	[m NAP]	1,45	-0,63	-0,11	0,40	0,92	1,44	1,95	2,47	2,98	3,50	Waterstand
$H_{s,uvp}$	[m]	0,79	0,62	0,66	0,70	0,74	0,78	0,83	0,87	0,92	0,96	Significante golfhoogte op uitvoerpunt (interpolatie)
$T_p$	[s]	2,76	2,39	2,48	2,57	2,67	2,76	2,85	2,98	3,11	3,26	Piekperiode op uitvoerpunt en aan teen (interpolatie)
$L_{op}$	[m]	12	9	10	10	11	12	13	14	15	17	Golfengte
$Z_{dbp}$	[m NAP]	-2,37	-2,31	-2,32	-2,34	-2,35	-2,37	-2,39	-2,41	-2,43	-2,46	Maatgevend bodemniveau voor dieptebeperking golven
$d_{dbp}$	[m]	3,82	1,68	2,21	2,74	3,27	3,80	4,34	4,88	5,42	5,96	Maatgevende waterdiepte voor dieptebeperking golven
$H_b$	[m]	1,91	0,84	1,10	1,37	1,64	1,90	2,17	2,44	2,71	2,98	Maximale $H_b$ bij dieptebeperkte golven
Golven dieptebeperkt?		Nee	Nee	Nee	Nee	Nee	Nee	Nee	Nee	Nee	Nee	
$H_{s,diptebeperkt}$	[m NAP]	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Waterstand waarbij golven juist dieptebeperkt zijn (omslagpunt)
$H_b''$	[m]	0,79	0,62	0,66	0,70	0,74	0,78	0,83	0,87	0,92	0,96	Significante golfhoogte aan teen (na correctie voor waterdiepte)
$S_{op}''$	[-]	0,066	0,070	0,069	0,068	0,067	0,066	0,065	0,063	0,061	0,058	Golfsteilheid (na correctie voor waterdiepte)
$H_{s,teen}$	[m]	0,71	0,53	0,58	0,62	0,67	0,71	0,76	0,83	0,90	0,96	Significante golfhoogte aan teen (na correctie voor waterdiepte en golfsteilheid)
$\gamma_{H_{2\%}}$	[-]	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	Reductiefactor $H_{2\%}$ i.v.m. dieptebeperking golven
$\xi_{0p,teen}$	[-]	0,68	0,68	0,68	0,68	0,68	0,68	0,68	0,68	0,68	0,69	Brekerparameter aan teen

### Berekening $D_{n50}$ voor losse breuksteen bij LAGE waterstanden (methode geknigte taluds, The Rock Manual 2007, blz. 620 onderste figuur)

$h_t$	[m]	2,08	0,00	0,52	1,03	1,55	2,07	2,58	3,10	3,61	4,13	Waterdiepte boven kreukelberm
$T_{p,cr}$	[s]	6,97	6,02	6,26	6,49	6,73	6,96	7,19	7,51	7,84	8,06	Kritische piekperiode op basis van $T_p = 1,2 \cdot T_m$
$T_m$	[s]	2,51	2,17	2,25	2,34	2,42	2,51	2,59	2,71	2,82	2,96	Gemiddelde golfperiode
$\xi_{0m}$	[-]	0,62	0,62	0,62	0,62	0,62	0,62	0,62	0,62	0,62	0,63	Gemiddelde brekerparameter
N	[-]	7500	7500	7500	7500	7500	7500	7500	7500	7500	7500	Aantal golven (maximaal 7500)
$D_{n50}$	[m]	0,13	0,10	0,11	0,12	0,12	0,13	0,14	0,15	0,17	0,18	$D_{n50}$ bij golfklappen (Van der Meer (1988), Rock Manual formule 5.136)
$D_{n50}'$	[m]	0,13	0,10	0,11	0,12	0,12	0,13	0,14	0,15	0,17	0,18	$D_{n50}$ bij golfklappen (idem, met correctie voor dieptebeperkte golven)
$f_{i,gemiddeld}$	[-]	-2,12	0,86	1,52	4,39	-6,98	-2,16	-1,35	-1,07	-0,92	-0,81	Reductiefactor op basis van Rock Manual figuur 5.71 (gemiddeld)
$f_{i,conservatief}$	[-]	-0,79	0,86	1,22	2,82	-3,49	-0,82	-0,37	-0,21	-0,13	-0,07	Reductiefactor op basis van Rock Manual figuur 5.71 (conservatief)
$D_{n50}''$	[m]	-0,06	0,12	0,07	0,03	-0,02	-0,06	-0,11	-0,14	-0,18	-0,22	$D_{n50}$ bij lage waterstanden (met correctie voor golfterugloop en dieptebeperkte golven)
$h_t/D_{n50}''$	[-]	-33,10	0,00	7,29	39,18	-87,08	-33,54	-24,58	-21,49	-19,83	-18,51	Er moet gelden: $h_t/D_{n50}'' < 6,6$
$D_{n50,LOS,LWS}$	[m]	-	0,12	-	-	-	-	-	-	-	-	$D_{n50}$ voor losse breuksteen bij lage waterstanden (na toetsing aan geldigheids criterium)

### Berekening $D_{n50}$ voor losse breuksteen bij HOGE waterstanden (methode teenbescherming bij golfbrekers, The Rock Manual 2007, blz. 623)

h	[m]	3,58	1,50	2,02	2,53	3,05	3,57	4,08	4,60	5,11	5,63	Waterdiepte direct vóór kreukelberm
$h_t/h$	[-]	0,58	0,00	0,26	0,41	0,51	0,58	0,63	0,67	0,71	0,73	Er moet gelden: $0,4 < h_t/h < 0,9$
$D_{n50,G}$	[m]	-0,09	0,17	0,10	0,04	-0,03	-0,09	-0,15	-0,21	-0,26	-0,32	$D_{n50}$ bij hoge waterstanden (Gerding (1993), Rock Manual formule 5.187)
$D_{n50,G}'$	[m]	-0,09	0,17	0,10	0,04	-0,03	-0,09	-0,15	-0,21	-0,26	-0,32	$D_{n50}$ bij hoge waterstanden (idem, met correctie voor dieptebeperkte golven)
$h_t/D_{n50,G}'$	[-]	-22,9	0,0	5,1	27,9	-59,0	-23,2	-17,0	-14,9	-13,8	-12,8	Er moet gelden: $3 < h_t/D_{n50,G}' < 25$
$D_{n50,LOS,HWS,G}$	[m]	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	$D_{n50}$ voor losse breuksteen bij hoge waterstanden (Gerding, na toetsing aan geldigheids criteria)
$D_{n50,M}$	[m]	0,10	0,13	0,13	0,12	0,11	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	$D_{n50}$ bij hoge waterstanden (Van der Meer (1998), Rock Manual formule 5.188)
$D_{n50,M}'$	[m]	0,10	0,13	0,13	0,12	0,11	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	$D_{n50}$ bij hoge waterstanden (idem, met correctie voor dieptebeperkte golven)
$h_t/D_{n50,M}'$	[-]	20,2	0,0	3,9	8,6	14,1	20,0	26,0	31,1	35,7	40,9	Er moet gelden: $3 < h_t/D_{n50,M}' < 25$
$D_{n50,LOS,HWS,M}$	[m]	0,10	-	-	0,12	0,11	0,10	-	-	-	-	$D_{n50}$ voor losse breuksteen bij hoge waterstanden (Van der Meer, na toetsing aan geldigheids criteria)

### Berekening $D_{n50}$ bij patroonpenetratie (combinatie TR Asfalt, blz. 128, en The Rock Manual 2007, blz. 620 onderste figuur)

$D_{n50,STR}$	[m]	0,05	$D_{n50}$ bij strokenpenetratie (TR Asfalt, formule blz. 128)
$D_{n50,STR}$	[m]	0,06	$D_{n50}$ bij strokenpenetratie (met correctie voor golfterugloop en dieptebeperkte golven)
$D_{n50,STP}$	[m]	0,09	$D_{n50}$ bij stippenpenetratie (met correctie voor golfterugloop en dieptebeperkte golven)

---

Bijlage 3.4: Berekening vergrotingsfactor golfoploop



## Spreadsheet Invloed op golfoploop

versie 2 30-8-06; methode voor berekening berm boven water verbeterd

Te kopiëren t/m regel 54	Dijkvak	raai	$H_{s_{ontwerppeil}}$	$T_{p_{ontwerppeil}}$	ontwerppeil	bermhoopte	bermbreedte	talud onder berm	talud boven berm	verhouding <1 betekent minder golfoploop
			[m]	[s]	[m tov NAP]	[m tov NAP]	[m]	1:	1:	
Profiel oud	Borrendamme	165	2,72	5,8	3,5	4,61	3,78	3,09	2,63	0,97
Profiel nieuw			2,72	5,8	3,5	4,6	4,12	3,2	2,63	
Profiel oud	Borrendamme	173	2,8	5,98	3,5	4,66	3,86	3,06	2,66	0,93
Profiel nieuw			2,8	5,98	3,5	4,6	4,96	3,2	2,66	
Profiel oud	Borrendamme	182	3,27	5,75	3,5	3,41	3,86	3,2	3,21	0,90
Profiel nieuw			3,27	5,75	3,5	3,5	4,53	3,8	3,21	
Profiel oud	Borrendamme	191	2,12	5,29	3,5	3,5	0,01	2,5	2,45	0,69
Profiel nieuw			2,12	5,29	3,5	3,5	3,25	2,6	3	
Profiel oud	Borrendamme	193	1,39	4,53	3,5	2,78	6,57	2,69	2,79	1,01
Profiel nieuw			1,39	4,53	3,5	3,5	7,46	2,6	2,79	
Profiel oud	Borrendamme	197	0,96	3,26	3,5	3,5	0,01	2,45	1,95	0,49
Profiel nieuw			0,96	3,26	3,5	3,5	3,25	2,6	3	