



## Ontwerpnota

# Maria-, Anna Friso-, Jacobapolder en Sophia- Jacobahaven [58]

Geplande jaar van uitvoering: 2015

PZDT-R-13198 ontw.

Projectbureau Zeeweringen		Status:		
Dijkverbetering: Maria-, Anna Friso-, Jacobapolder en Sophia- Jacobahaven		Versie: Definitief		
		Datum: 24-05-2013		
controle	Auteur	Intern	Toetsgroep	Projectbureau Zeeweringen
Naam:				
Paraaf:				
Datum:	29-5-13	29-5-13		
Documentnummer: PZDT-R-13198 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	Ontwerpveiligheid	1
1.4	Ontwerpproces	2
1.5	Leeswijzer	2
<b>2</b>	<b>Bestaande situatie</b>	<b>3</b>
2.1	Projectgebied	3
2.2	Bestaande bekledingen	3
<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	11
3.5	Archeologie en cultuurhistorie	12
3.6	Recreatie	13
3.7	Steenbekleding aangrenzende dijkvakken	14
3.8	Overige randvoorwaarden en uitgangspunten	14
<b>4</b>	<b>Toetsing</b>	<b>15</b>
4.1	Algemeen	15
4.2	Toetsing toplaag	15
4.3	Kruinhoogtetekort	15
4.4	Conclusies	15
<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	Voorselectie	17
5.5	Technische toepasbaarheid	19
5.6	Deelgebieden	21
5.7	Keuze voor bekleding	22
5.8	Onderhoudsstrook	26
5.9	Bekleding tussen ontwerppeil en berm	26
5.10	Golfoploop	26
<b>6</b>	<b>Dimensionering</b>	<b>27</b>
6.1	Kreukelberm en teenconstructie	27
6.2	Zetsteenbekleding	28
6.3	Ingegoten breuksteen	32
6.4	Open Steenasfalt	32
6.5	Overgangsconstructies	32
6.6	Overgang tussen boventafel van zuilen en berm	32
6.7	Berm	33
6.8	Naastliggende dijkvakken	33

<b>7</b>	<b>Aandachtspunten voor contract en uitvoering</b>	<b>34</b>
7.1	Bekledingstypen	34
7.2	Natuur	35
7.3	Archeologie en cultuurhistorie	35
7.4	Transportroutes en depotlocaties	36
7.5	Recreatie	36
7.6	Overig	37

<b>Literatuur</b>		<b>38</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 6.1	Nieuwe kreukelberm .....	1
Tabel 3.1	Randvoorwaardenvakken .....	6
Tabel 3.2	Karakteristieke waterstanden .....	7
Tabel 3.3	Maatgevende golfrandvoorwaarden betonzuilen .....	7
Tabel 3.4	Maatgevende golfrandvoorwaarden gekantelde betonblokken .....	7
Tabel 3.5	Golfrandvoorwaarden bij ontwerppeil 2010-2060 (betonzuilen) .....	8
Tabel 3.6	Samenvatting ecologisch detailadvies getijdenzone .....	9
Tabel 3.7	Samenvatting ecologisch detailadvies boven GHW .....	10
Tabel 5.1	Vrijkomende hoeveelheden bekledingen (exclusief verliezen) .....	16
Tabel 5.2	Mogelijke bekledingstypes onder GHW, rekening houdend met het Detailadvies en de beschikbaarheid .....	18
Tabel 5.3	Mogelijke bekledingstypes boven GHW, rekening houdend met het Detailadvies en de beschikbaarheid .....	18
Tabel 5.4	Nieuwe taludhelling, teenniveau en teenverschuiving .....	19
Tabel 5.5	Bekledingsalternatieven .....	23
Tabel 5.6	Variante 1 .....	24
Tabel 5.7	Variante 2 .....	24
Tabel 5.8	Variante 3 .....	24
Tabel 5.9	Samenvatting keuzemodel .....	26
Tabel 5.10	Effect op golfploop .....	26
Tabel 6.1	Nieuwe kreukelberm .....	27
Tabel 6.2	Eisen geotextiel weefsel .....	28
Tabel 6.3	Benodigde dikte en dichtheid betonzuilen .....	29
Tabel 6.4	Gekozen dikte en dichtheid betonzuilen .....	29
Tabel 6.5	Gekozen typen gekantelde betonblokken .....	30
Tabel 6.6	Eisen vlies .....	31
Tabel 6.7	Benodigde diktes waterremmende onderlaag .....	31
Tabel 6.8	Hoogte onderkant overlaging .....	32
Tabel 6.9	Nieuwe berm .....	33

---



Ontwerpnota Maria-, Anna Friso-, Jacobapolder en Sophia- Jacobahaven  
PZDT-R-13198ontw

---

# Samenvatting

---

Deze ontwerpnota, opgesteld in het kader van Project Zeeweringen van Rijkswaterstaat, betreft het ontwerp van de nieuwe steenbekledingen voor het dijkvak langs de Maria-, Anna Friso-, Jacobapolder en Sophia- Jacobahaven. Het dijkvak ligt aan de noordkant van Noord-Beveland westelijk van Wissenkerke en sluit aan op de Oosterscheldekering. Het dijkvak heeft een lengte van ongeveer 3,6km. Hier bij komen de twee havendammen welke onderdeel uitmaken van de primaire kering. Het dijkvak valt grotendeels onder het eigendom en beheer van Waterschap Scheldestromen. De damaanzet van de Oosterscheldekering is in eigendom en beheer van Rijkswaterstaat district Zee en Delta Noord. Delen van de Jacobahaven en de Sophiahaven zijn in particulier eigendom. Het dijkvak is georiënteerd op het noorden. Voor het dijkvak ligt de stroomgeul Roompot. Direct voor het dijkvak is echter een hoog voorland aanwezig.

#### *Bestaande situatie:*

De steenbekleding op de dijk bestaat grotendeels uit haringmanblokken, vlakke betonblokken en natuursteen bestaande uit vilvoordse steen, doornikse steen en basalt. Plaatselijk is een kreukelberm aanwezig welke bestaat uit breuksteen 40-200kg.

De bovengrens van de steenbekleding varieert sterk van NAP +3,0m tot NAP +5,0m. Daarboven is de dijk met klei en gras bekleed. Lokaal zijn op de berm stroken van vlakke betonblokken of doorgroeistenen aangebracht.

Er bevinden zich een aantal havendammen in het projectgebied ter plaatse van de Sophiahaven en Jacobahaven. De bekleding van de noordelijke havendam van de Sophiahaven, ca 650m lengte en de oostelijke havendam van de Jacobahaven, ca 250m lengte worden ook in het project meegenomen.

#### *Hydraulische randvoorwaarden:*

De ontwerpwaterstand (Ontwerppeil 2010-2060) voor het dijkvak bedraagt NAP +3,50m. De bijbehorende ontwerpwaarden voor de golfhoogte  $H_s$  bij ontwerppeil varieert van 1,22m tot 2,23m. De golfperiode  $T_{pm}$  varieert van 5,10sec tot 7,60sec.

#### *Toetsresultaat:*

Conclusie van de toetsing van de bekleding is dat vrijwel alle aanwezige bekledingen zijn afgekeurd. Alleen de bekleding van basalt tussen dp1924+85m en dp1934+70m is goed getoetst. De kreukelberm ter plaatse van de binnenzijde, de kop en de buitenzijde van de havendam Sophiahaven en tussen dp1934+50m – dp1938 en dp1941 – dp1948 is goed getoetst. Overige kreukelbermen zijn afgekeurd.

#### *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. De alternatieven voor de nieuwe bekledingen zijn weergegeven in Tabel 0.1.

Tabel 0.1 Bekledingsalternatieven

Alternatief	Beschrijving
1	Ondertafel: nieuw te leveren betonzuilen Boventafel: nieuw te leveren betonzuilen
2	Ondertafel: Gepenetreerde breuksteen (afstrooien met lavasteen)

3	Boventafel: nieuw te leveren betonzuilen Ondertafel: Gepenetreerde breuksteen (afstrooien met lavasteen)
4	Boventafel: Gepenetreerde breuksteen Ondertafel: hergebruik gekantelde blokken Boventafel: hergebruik gekantelde blokken

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

Tabel 0.2 Gehandhaafde en nieuwe bekleding per deelgebied

Deel gebied	Locatie Van [dp] - Tot [dp]	Bekleding	Ondergrens [NAP +m]	Bovengrens [NAP +m]
I	1913+50m - 1924	Overlaging gepenetreerde breuksteen afstrooien met lavasteen Betonzuilen (35/2300)	0,0 1,35	1,35 3,5/4,0
II	1924 Binnenzijde Noordelijke havendam	Overlaging gepenetreerde breuksteen afstrooien met lavasteen Betonzuilen (30/2300)	0,00 1,35	1,35 3,50
III	Buitenzijde Noordelijke havendam - 1924+85m	Overlaging gepenetreerde Breuksteen Betonzuilen (40/2300) Open steenasfalt	0,00 1,35 4,45	1,35 4,45 6,0
IV	1924+85m - 1935 <sup>1)</sup>	Overlaging gepenetreerde breuksteen Basalt (behouden) Betonzuilen (40/2300)	-0,90 0,20 2,70	0,60 2,70 4,40
V	dp1935 - kop havendam dp1941	Overlaging gepenetreerde breuksteen afstrooien met lavasteen Betonzuilen (30/2300 en 40/2300)	0,00 1,35	1,35 4,00/4,80
VI	Jacobahaven kop havendam - dp1948 aanzet Kering	Gekantelde Betonblokken	-0,25	4,00/5,00

<sup>1)</sup> van dp1933 tot dp1935 wordt de bekleding als verborgen glooiing aangebracht.

Tabel 0.3 Nieuwe kreukelberm

RVW vak	dwp	Locatie		Hoogte t.o.v. NAP [m]	Sortering [kg]	Laagdikte [m]
		Van [dp]	Van [dp]			
5β	1	Zuidzijde	Sophiahaven	0	40-200	0,7
5δ	1	Westzijde	Sophiahaven	0	40-200	0,7
5γ	2	Binnenzijde	Noordelijke havendam	0,7	40-200	0,7
5α	3	Buitenzijde	Noordelijke havendam	0,40	40-200	0,7
4	4	ca. 1923	1933+50m	-0,43	40-200	0,7
3	5	1933+50m	1937	0	10-60	0,5
2b	5	1937	ca. 1941	0	10-60	0,5

RVW vak	dwp	Locatie		Hoogte t.o.v. NAP [m]	Sortering [kg]	Laagdikte [m]
		Van [dp]	Van [dp]			
2a	5	Oostzijde oostelijke havendam Jacobahaven		0	40-200	0,7
1f	6	Kop oostelijke havendam Jacobahaven		0	60-300	0,8
1e	6	Plateau Jacobahaven		0,5	40-200	0,7
1d	6	Plateau Jacobahaven - 1941+80m		0,5	40-200	0,7
1c	6	1941+80m	1945	0,5	40-200	0,7
1b	6	1945 – Noordelijke havendam Jacobahaven		0	40-200	0,7
1a	6	Noordelijke havendam - 1948+60m		0	40-200	0,7

Er wordt een onderhoudstrook aangelegd op de berm, waarvan de toplaag wordt uitgevoerd in asfaltbeton. Het buitendijkse onderhoudspad zal worden opengesteld voor recreatief medegebruik.



---

# 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 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 in samenwerking met het Waterschap Scheldestromen en de Provincie Zeeland de taludbekledingen van de primaire waterkeringen in Zeeland te verbeteren, zodat ze voldoen aan de wettelijke eisen.

## 1.2 Doel ontwerpnota

Het doel van de voorliggende ontwerpnota is het vastleggen van:

- De bestaande situatie;
- 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 bekledingskeuze en hoe deze tot stand gekomen is;
- De ontwerpberekeningen en het resulterende ontwerp (dwarsprofielen);
- Aandachtspunten voor contract en uitvoering.

De ontwerpnota vormt de basis voor de natuurtoets en de planbeschrijving conform Artikel 5.4 van 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 Ontwerpveiligheid

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. De ontwerpen worden berekend met Steentoets 2010, versie 1.10.

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 Ontwerpproces

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

Het ontwerpproces bestaat uit de volgende stappen:

1. Verzamelen van alle randvoorwaarden, uitgangspunten en projectgegevens die nodig waren voor de toetsing en het ontwerp van het dijkvak;
2. Maken van een voorontwerp voor de nieuwe bekleding, waarbij meerdere varianten tegen elkaar zijn afgewogen en een definitieve bekledingskeuze is gemaakt;
3. Dimensioneren en nader detailleren van de gekozen bekleding.

#### 1.5 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 contract en de uitvoering. Tot slot is een literatuuroverzicht opgenomen.

---

## 2 Bestaande situatie

---

### 2.1 Projectgebied

Het dijkvak Maria-, Anna Friso-, Jacobapolder en Sophia- Jacobahaven ligt aan de noordkant van Noord-Beveland, westelijk van Wissenkerke en sluit aan de westzijde aan op de Oosterscheldekering. Het beheer is grotendeels in handen van het waterschap Scheldestromen. De damaanzet is in eigendom en beheer van Rijkswaterstaat district Zee en Delta Noord. Daarnaast zijn diverse delen particulier eigendom aanwezig. Het traject Maria-, Anna Friso-, Jacobapolder en Sophia-Jacobahaven komt in aanmerking voor uitvoering in 2015.

Ten oosten is het dijkvak Vliete- en Thoornpolder gelegen welke in 2007 is versterkt. Ten oosten is tevens een strandsuppletie van het Sophiastrand voorzien in 2013, als alternatief voor dijkversterking van de achter het duin gelegen dijklichaam.

De situatie en het projectgebied zijn weergegeven in Figuur 1 en Figuur 2 in Bijlage 1. Het gedeelte dat is geselecteerd voor verbetering ligt tussen de oostelijke havendam van de Sophiahaven ter hoogte van dp1913+50m en dp1949, ter hoogte van de aansluiting op de Oosterscheldekering en heeft een lengte van ongeveer 3,6 km, met aanvullend de havendam Sophiahaven van 650m lengte en de havendam Jacobahaven met ca. 250m lengte.

Het onderhavige dijkvak wordt gekenmerkt door de aanwezigheid van de jachthaven Sophiahaven (Roompot Marina). Deze haven ligt tussen twee havendammen waarvan alleen de noordelijke havendam als onderdeel van de primaire waterkering zal worden versterkt. Ten oosten van de damaanzet van de Oosterscheldekering is de Jacobahaven gelegen, welke eveneens beschermd wordt door twee havendammen. Alleen de oostelijke havendam zal als onderdeel van de primaire waterkering worden versterkt. In 1997 is rond de Jacobahaven een windmolenpark aangelegd met 5 windturbines.

Achter de dijk ter plaatse van de havens zijn respectievelijk camping de Roompot gelegen en camping Anna Friso. Ten westen van de Rijksweg en de Oosterscheldekering is camping de Banjaard gelegen.

De Sophiahaven is een drukke jachthaven en de stranden worden eveneens door recreanten druk bezocht.

Het traject ligt in 14 randvoorwaardenvakken 1a t/m 5d. In deze nota wordt het dijkvak behandeld in oplopende volgorde van de dijkpaalnummering, van oost naar west.

### 2.2 Bestaande bekledingen

Bij het ontwerpen van een dijkbekleding is informatie nodig over de bestaande toplaag, de filterconstructie, de onderlaag en de kern van de dijk. Het buitenbeloop 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 doorgaans 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 13 in Bijlage 1.

---

Bij dp1913+50m grenst het dijkvak aan de oostelijke havendam van de Sophiahaven. Deze dam, bestaande uit losse breuksteen, is onderdeel van het naastliggende, in 2013 te versterken dijkvak Sophiastrand.

Van dp1913+50m tot dp1924 is een breed haventerrein aanwezig. Aan de landzijde van het haventerrein bestaat het bovenbeloop uit een kleiafdekking op een zandkern. Het haventerrein wordt aan de zeezijde begrensd door een talud, welke een totale lengte heeft van 700m. Het talud is bekleed met afwisselend vlakke betonblokken, losse breuksteen en asfalt. Ter hoogte van dp1914+50m en dp1922+20m zijn kaden aanwezig voorzien van verticale stalen damwanden.

Ter hoogte van dp1924 ligt de aanzet van de noordelijke havendam. De havendam heeft een lengte van ca. 650m en heeft een kruinhoogte van NAP +6,0m. Het binnentalud van de havendam is voorzien van koperslakblokken van de teen tot de berm op NAP +3,0m met daarboven vlakke blokken tot aan de kruin. De kruin is bekleed met koperslakblokken. Het buitentalud van de havendam is geheel voorzien van vlakke blokken.

Tussen dp1924+85m en dp1933 zijn van NAP tot NAP -1,0m afwisselend vilvoordse steen en doornikse steen aanwezig. Van NAP +0,10m tot NAP +2,70m is een basaltbekleding aanwezig waarin een grote palenrij staat. De boventafel van het talud voorzien van een topplagbekleding van betonblokken en haringmanblokken. Deze grenzen aan de berm welke voorzien is van Petit granit en ligt op een hoogte van ca. NAP +4,40m. Achter de dijk is een inlaag gelegen.

Tussen dp1933 en dp1934+50m is een plateau aanwezig. Dit gedeelte bestaat uit verschillende bekledingen (basalt, doornikse steen, vilvoordse steen en betonblokken) met (grotendeels afgebroken) perkoenpalen. De kwaliteit van de bekledingen varieert sterk. In de tafel basalt is een dubbele palenrij aanwezig. Deze tafel is plaatselijk over-/ingegoten met gietasfalt. Op het plateau staat het 'bankje van Bas'. Op de kop van het plateau is een dammetje aanwezig.

Tussen dp1934+50m en dp1941+50m bestaat de bekleding van NAP +0,0m tot NAP +4,70m volledig uit haringmanblokken, welke aansluiten op de doorgroeienden op de berm. Tussen dp1938 en dp1941 is op de bekleding een duin aanwezig.

In de Jacobahaven bestaat de bekleding eveneens uit haringmanblokken. In de haven is een uitwateringssluis en kade aanwezig. Verder staan er twee windmolens. De oostelijke havendam bestaat uit haringmanblokken. De kop van de oostelijke havendam is voorzien van breuksteen gepenetreerd met gietasfalt. Op de kruin alsmede het haventerrein is een asfaltverharding aanwezig.

Ter hoogte van dp1949 sluit de bekleding aan op de Oosterscheldekering. De damaanzet bestaat hier uit met gietasfalt gepenetreerde breuksteen.

---

## 3 Randvoorwaarden

---

### 3.1 Veiligheidsniveau

Ingevolge de Waterwet dienen de primaire waterkeringen in Zeeland de kans op overstromingen te beperken tot 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 gewenste levensduur van de verbeterde dijkbekledingen bedraagt 50 jaar.

### 3.2 Hydraulische randvoorwaarden

Voor een optimaal ontwerp op basis van de overstromingsnorm zijn probabilistische randvoorwaarden nodig, die zouden er rekening mee moeten houden dat de kans op het samenvallen van een hoge waterstand met een grote golfbelasting minimaal is. Omdat deze probabilistische randvoorwaarden in deze vorm niet beschikbaar zijn, wordt binnen het Project Zeeweringen ontworpen met deterministische randvoorwaarden. Hierbij wordt voor alle waterstanden uitgegaan van de golftrandvoorwaarden bij een maatgevend windveld met een overschrijdingskans van 1/4000 per jaar. Hiertoe zijn de significante golfhoogte  $H_s$  en de piekperiode  $T_{pm}$  berekend voor alle windrichtingen. Vervolgens is voor elke waterstand de maatgevende combinatie van significante golfhoogte en piekperiode bepaald. Voor de golftrandvoorwaarden bij tussenliggende waterstanden wordt lineair geïnterpoleerd. Bij lagere waterstanden wordt lineair geëxtrapoleerd. Deze benadering zonder de beschouwing van de correlatie tussen de waterstand en de golftrandvoorwaarden kan, met name voor de hogere gedeelten van de bekleding, tot enige overschatting van de belasting leiden.

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

Tijdens de maatgevende stormen variëren de waterstanden op de Oosterschelde minder dan op de Noordzee. Wanneer wordt verwacht dat het hoogwater op de Noordzee hoger zal zijn dan NAP + 3 m, dan wordt de Oosterscheldekering gesloten. Hierbij wordt gestreefd naar een waterpeil van NAP + 1 m op de Oosterschelde. Dit waterpeil wordt circa 10 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 m, is het streven het waterpeil op de Oosterschelde na de tweede sluiting van de kering te beperken tot NAP + 2 m. In de ontwerpberekeningen wordt bovendien rekening gehouden met een noodsluiting van de Oosterscheldekering. Bij een noodsluiting kan de waterstand oplopen tot 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 2010-2060).

### 3.2.1 Hydraulische randvoorwaardenvakken

De hydraulische randvoorwaarden zijn beschreven in de adviezen "Update detailadvies Maria-, Anna Friso en Jacobapolder inclusief Sophiahaven en Roompot" [11] en "Mantel 2012.13 HARES berekeningen Jacobahaven" [12], zie bijlage 2.1. In deze adviezen is het dijkvak ingedeeld in 14 verschillende randvoorwaardenvakken die zijn weergegeven in onderstaande tabel. De randvoorwaardenvakken omvatten zowel de Jacobahaven als de Sophiahaven. De golfcondities in de Sophiahaven zijn berekend met behulp van de spreadsheet "Rekeninstrument -Golfbelasting in Havens", waarbij ervan uit is gegaan dat de Noordelijke havendam versterkt zal worden. Dit resulteert in de randvoorwaardenvakken 5α t/m 5δ. In het detailadvies zijn de golfcondities in de Jacobahaven bepaald met het golfmodel HARES, waarbij ervan uit is gegaan dat de Oostelijke havendam versterkt zal worden. Dit resulteert in de randvoorwaardenvakken 1a t/m 1f.

Tabel 3.1 Randvoorwaardenvakken

Randvoorwaardenvak	Locatie	
	Van [dp]	Van [dp]
5δ	Westzijde Sophiahaven	
5γ	Binnenzijde Noordelijke havendam	
5β	Zuidzijde Sophiahaven	
5α	Buitenzijde Noordelijke havendam	
4	ca. 1923	1933+50m
3	1933+50m	1937
2b	1937	ca. 1941
2a	Oostzijde oostelijke havendam Jacobahaven	
1f	Kop oostelijke havendam Jacobahaven	
1e	Plateau Jacobahaven	
1d	Plateau Jacobahaven - 1941+80m	
1c	1941+80m	1945
1b	1945 – Noordelijke havendam Jacobahaven	
1a	Noordelijke havendam Jacobahaven - 1948+60m	

Met betrekking tot de ligging van de randvoorwaardenvakken wordt nog de volgende aanvullende informatie gegeven:

- 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 voor de dijkvakken 1a t/m 1f, 2a, 4 en 5α 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. Het geldigheidsbereik voor de andere dijkvakken is een taludhelling van 1:3,2 tot 1:4,2 voor dijkvak 2b en 1:3,2 tot 1:4,5 voor dijkvak 3.

### 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]
5α t/m 5δ	1,35	-1,25	3,50
4	1,35	-1,20	3,50
3	1,35	-1,20	3,50
2a t/m 2b	1,35	-1,20	3,50
1a t/m 1f	1,35	-1,20	3,50

### 3.2.3 Golven

Svasek Hydraulics / Royal Haskoning heeft in opdracht van Deltares vier verschillende sets golfrandvoorwaarden berekend. In de onderstaande tabellen zijn voor twee bekledingstypes de maatgevende randvoorwaarden opgenomen.

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
5δ	1,00	1,20	1,20	1,40	4,60	4,90	5,10	5,10
5γ	0,90	1,00	1,10	1,30	4,60	4,90	5,20	5,20
5β	1,20	1,40	1,50	1,50	4,60	4,90	5,10	5,10
5α	0,98	1,86	2,17	1,72 <sup>1)</sup>	5,33	6,58	6,96	5,50 <sup>1)</sup>
4	1,23	1,98	2,23	1,74 <sup>1)</sup>	6,22	7,07	7,60	5,50 <sup>1)</sup>
3	-	0,72	1,42	1,16 <sup>1)</sup>	-	4,76	6,68	5,45 <sup>1)</sup>
2b	0,98	1,75	2,01	1,58 <sup>1)</sup>	5,55	7,16	7,16	5,69 <sup>1)</sup>
2a	1,40	1,90	2,12	1,62 <sup>1)</sup>	6,38	7,16	7,16	5,69 <sup>1)</sup>
1f	1,40	1,90	2,12	1,62 <sup>1)</sup>	6,38	7,16	7,16	5,69 <sup>1)</sup>
1e	1,04	1,36	1,47	1,13 <sup>1)</sup>	6,38	7,16	7,16	5,69 <sup>1)</sup>
1d	0,91	1,06	1,24	0,69 <sup>1)</sup>	6,38	7,16	7,16	5,06 <sup>1)</sup>
1c	0,74	1,06	1,33	1,15 <sup>1)</sup>	5,69	7,16	7,16	5,69 <sup>1)</sup>
1b	0,74	0,90	1,07	1,36	5,69	5,69	5,69	6,38
1a	1,09	1,30	1,40	1,48	5,69	5,69	5,69	5,69

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

Tabel 3.4 Maatgevende golfrandvoorwaarden gekantelde betonblokken

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
5δ	1,00	1,20	1,20	1,40	4,60	4,90	5,10	5,10
5γ	0,90	1,00	1,10	1,30	4,60	4,90	5,20	5,20
5β	1,20	1,40	1,50	1,50	4,60	4,90	5,10	5,10
5α	-	0,76	1,42	1,16 <sup>1)</sup>	-	7,79	8,18	5,45 <sup>1)</sup>
4	0,99	1,75	2,01	1,44 <sup>1)</sup>	7,01	7,16	7,16	6,38 <sup>1)</sup>
3	1,40	1,90	2,12	1,47 <sup>1)</sup>	6,38	7,16	7,16	6,38 <sup>1)</sup>
2b	1,04	1,36	1,47	1,10 <sup>1)</sup>	6,38	7,16	7,16	6,38 <sup>1)</sup>
2a	0,91	1,06	1,24	0,69 <sup>1)</sup>	6,38	7,16	7,16	6,38 <sup>1)</sup>

1f	1,40	1,90	2,12	1,47 <sup>1)</sup>	6,38	7,16	7,16	6,38 <sup>1)</sup>
1e	1,04	1,36	1,47	1,10 <sup>1)</sup>	6,38	7,16	7,16	6,38 <sup>1)</sup>
1d	0,91	1,06	1,24	0,69 <sup>1)</sup>	6,38	7,16	7,16	6,38 <sup>1)</sup>
1c	0,74	1,06	1,33	1,03	5,69	7,16	7,16	6,38 <sup>1)</sup>
1b	0,74	0,90	1,07	1,36	5,69	5,69	5,69	6,38
1a	1,07	1,27	1,34	1,48	6,38	7,16	7,16	5,69 <sup>1)</sup>

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

Bij elke bekleding wordt met de bijbehorende set golfrandvoorwaarden gerekend. 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 3.5 de golfrandvoorwaarden behorend bij het Ontwerppeil 2010-2060 gegeven.

Tabel 3.5 Golfrandvoorwaarden bij ontwerppeil 2010-2060 (betonzuilen)

RVW-vak	Ontwerppeil [NAP + m]	H <sub>r</sub> [m]	T <sub>pm</sub> [s]
5δ	3,50	1,30	5,10
5γ	3,50	1,20	5,20
5β	3,50	1,50	5,10
5α	3,50	2,17	6,96
4	3,50	2,23	7,60
3	3,50	1,42	6,68
2b	3,50	2,01	7,16
2a	3,50	2,12	7,16
1f	3,50	2,12	7,16
1e	3,50	1,47	7,16
1d	3,50	1,24	7,16
1c	3,50	1,33	7,16
1b	3,50	1,22	6,04
1a	3,50	1,44	7,16

### 3.3 Ecologische randvoorwaarden

Het bekledingsontwerp en de uitvoering daarvan moeten voldoen aan de volgende wetten en richtlijnen op het gebied van natuurbescherming:

1. EU-Vogelrichtlijn (1979) en EU-Habitatrichtlijn (1992): Regelen de bescherming van respectievelijk vogels en habitats (leefgebieden), inclusief de dier- en plantensoorten die daarin voorkomen. In het kader van deze richtlijnen zijn speciale beschermingszones (Vogelrichtlijngebieden en Habitatrichtlijngebieden) aangewezen, die samen een Europees netwerk van natuurgebieden vormen. Dit netwerk wordt Natura 2000 genoemd. De Oosterschelde is aangewezen als Vogel- en Habitatrichtlijngebied en vormt daarmee onderdeel van Natura 2000;
2. Natuurbeschermingswet (NB-wet) (1998): Nederlands uitvoeringsinstrument voor de Habitatrichtlijn dat de bescherming regelt van Natura 2000-gebieden en van gebieden waarvan de vroegere bescherming door de Habitatrichtlijn is vervallen. Beschermt met het laatste o.a. wieren en zoutplanten aan de buitenzijde van de Oosterscheldedijken;
3. Flora- en faunawet (2002): Nederlands uitvoeringsinstrument voor de Vogel- en Habitatrichtlijnen dat de bescherming van dier- en plantensoorten regelt;
4. Nota soortenbeleid Provincie Zeeland (2001): Uitvoeringsinstrument voor het Natuurbeleidsplan (1989) dat de bescherming van dier- en plantensoorten in



Zeeland regelt.

Dit resulteert in de volgende randvoorwaarden op het gebied van natuurbescherming:

- Het ontwerp of de uitvoering mogen in het projectgebied en de omgeving niet leiden tot habitatverlies of verlies of achteruitgang van beschermde dier- of plantensoorten. In verband hiermee kunnen mitigerende maatregelen nodig zijn bij de uitvoering. Soms wordt ook de bekledingskeuze hierdoor beïnvloed;
- De begroeiing met wieren en zoutplanten die aanwezig is op de huidige bekleding moet zich op de nieuwe bekleding binnen ca. 5 jaar kunnen herstellen of verbeteren. Er moet daarom een bekleding gekozen worden met voldoende begroeiingspotentieel.

Deze randvoorwaarden worden per dijkvak gedetailleerd en concreet ingevuld in het Detailadvies (begroeiing met wieren en zoutplanten, Bijlage 2.2) en de Aandachtspunten ecologie (habitatverlies en beschermde dier- en plantensoorten, Bijlage 2.4).

### 3.3.1 Natuurwaarden bekleding

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, juli en augustus 2010 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 3.6 en Tabel 3.7.

Tabel 3.6 *Samenvatting ecologisch detailadvies getijdenzone*

Dijkpaal		Getijdenzone	
van	tot	Herstel	Verbetering
Sophiahaven incl. Noordelijke Havendam		Voldoende	Redelijk goed
Noordelijke havendam - nol dp1933		Geen voorkeur	Voldoende
Nol dp1933 – dp1937		Voldoende	Redelijk goed
dp1937 - aanzet plateau dp1941		Geen voorkeur	Geen voorkeur
Jacobahaven aanzet plateau dp1941 – damwand		Voldoende	Redelijk goed
Jacobahaven Damwand		Geen voorkeur	Geen voorkeur
Jacobahaven Damwand - dp1948 aanzet Kering		Redelijk goed	Goed (ecozuilen)
		(zuilen)	

Dit dijkvak heeft wisselende potenties voor wierbegroeiingen. Er zijn trajecten met strand en duinen voor de dijk, hier is geen sprake van een steenglooiing in de

getijdzone en zijn dus geen potenties aanwezig. Daarnaast is er een traject in de Jacobahaven met goede potenties en volop mogelijkheden tot verbetering. De Sophiahaven heeft ook nog redelijke potentie maar het gebruik van de jachthaven zal waarschijnlijk de mogelijkheden beperken. De overige trajecten hebben een matige tot redelijke potentie, waar met verbetering van substraat nog wel verbetering voor de wieren te halen is. Het advies is om met name in de Jacobahaven een verbetering te realiseren.

Tabel 3.7 *Samenvatting ecologisch detailadvies boven GHW*

Dijkpaal		Boven GHW	
van	tot	Herstel	Verbetering
Sophiahaven		Redelijk goed	Redelijk goed
Noordelijke havendam binnenzijde		Voldoende	Redelijk goed
Noordelijke havendam buitenzijde		Redelijk goed	Redelijk goed
dp1925 – dp1933		Voldoende	Redelijk goed
dp1933 – dp1937		Redelijk goed	Redelijk goed
dp 1937 – aanzet plateau dp1941		Geen voorkeur	Geen voorkeur
Plateau Jacobahaven tot damwand		Voldoende	Redelijk goed
Jacobahaven van damwand tot aanzet kering		Redelijk goed	Redelijk goed

Ook de omstandigheden voor zoutplanten variëren. Op de trajecten met het advies: geen voorkeur is de glooiing niet zichtbaar door duintjes en strand. Hier maakt het type substraat niet uit zolang het zand na de werkzaamheden weer terug geplaatst wordt. Op de meeste trajecten waar nu een advies voldoende is gegeven is het mogelijk om de omstandigheden te verbeteren door betonzuilen toe te passen. Verder zijn met name in het traject Plateau Jacoba haven tot damwand veel zoete soorten aanwezig waaronder ook bijzondere soorten als Agrimonie, Kattedoorn en Veldhondstong, gebaseerd op waarnemingen tijdens een veldbezoek in juli 2012.

### 3.3.2 Flora en Faunawet

Op de geïnventariseerde glooiing en in het voorland, zijn geen plantensoorten aangetroffen die beschermd zijn volgens de Flora- en Faunawet. Op het bovenbeloop en het binnen talud zijn wel beschermde soorten aangetroffen, namelijk Bijenorchis en Aardaker. Bijenorchis is een tabel 2 soort. Aangezien de soort niet op de steenbekleding staat maar op het bovenbeloop en binnentalud is het mogelijk om de groeiplaatsen te ontzien. De Bijenorchis staat veel op het haven plateau bij de Jacobahaven. Dit kan dan ook niet als opslagterrein gebruikt worden. Aardaker is een tabel één soort waar in principe een vrijstelling voor geldt. Vanwege de zorgplicht dient de groeiplaats geheel of gedeeltelijk ontzien worden. In hoofdstuk 7 wordt aangegeven hoe met bovenstaande soorten in de uitvoeringsperiode rekening wordt gehouden.

### 3.3.3 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 of in het voorland wat wordt daarmee gedaan.

---

### 3.3.4 Natura 2000 (EU-Habitatrichtlijn)

Het voorland maakt onderdeel uit van de kwalificerende habitattypen: 1160 Grote, ondiepe kreken en baaien. Hier is het van belang dat de werkstrook weer op dezelfde hoogte en vrij van stenen wordt afgewerkt. Verder dienen vrijkomende materialen als teenbeschot en perkoenpalen te worden afgevoerd en niet in de Oosterschelde terecht te komen.

De aanwezige duinen vallen in de Oosterschelde niet onder een beschermd habitatype, wel is het verstandig de werkstrook zo klein mogelijk te houden en het zand na de werkzaamheden weer terug te plaatsen in het oude profiel. Op de duinen bij vakantiepark de Roompot is een bos aanwezig waarvoor, indien kappen van bomen voor de werkzaamheden noodzakelijk is, mogelijk een kapvergunning aangevraagd dient te worden.

Voor een deel zal er in het slik gegraven moeten worden. Als het slik na de werkzaamheden weer op de oude hoogte wordt afgewerkt en er voor gezorgd wordt dat er buiten de kreukelberm geen stenen achter blijven, zal het slik zich weer herstellen. Hierbij kan er het beste gebruik worden gemaakt van de mitigerende maatregelen genoemd in het rapport "Effecten werkstroken dijkverbetering op kwalificerende habitats".

In hoofdstuk 7 wordt nader aangegeven hoe met bovenstaande randvoorwaarden in de uitvoeringsperiode rekening wordt gehouden.

### 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. Kies 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:

Ten oosten van dp1913+50m kent het gebied een natuurlijk karakter. In de Sophiahaven vragen de aanwezige boten en de vakantiehuisjes de aandacht. De voorkeur is dat de bekleding niet te veel opvalt, zodat de aandacht uitgaat naar de boten en omgeving.

De bekleding vanaf dp1913+50m tot en met dp1924 als aan de binnenzijde van de havendam zouden met hetzelfde materiaal uitgevoerd kunnen worden, ten behoeve van een eenheid.

De buitenzijde van de havendam kan een heel ander karakter krijgen, omdat daar de Oosterschelde nadrukkelijk aanwezig is.

---

Verderop, vanaf dp1924+85m heeft de gebruiker veel meer het gevoel van een open weids gebied, al is de Oosterscheldekering sterk aanwezig. Een meer natuurlijke bekleding heeft hier de voorkeur. Ten behoeve van een eenheid kan een knip het beste gelegd worden bij dp1933.

#### *Deelgebied I*

In de Sophiahaven is de voorkeur voor een strak technisch profiel, in een lichte kleur. Deze past bij het karakter van haven. Dat kan door het toepassen van betonzuilen, op zowel de onder- als boventafel.

#### *Deelgebied II*

Aan de binnenzijde van de havendam past een technisch profiel, in een lichte kleur. Ook om een eenheid te vormen met de andere zijde van de haven, past hier het toepassen van betonzuilen, op onder en boventafel.

#### *Deelgebied III*

Aan de buitenzijde van de havendam kan in de ondertafel een andere bekleding aangebracht worden dan op de boventafel. Het materiaal op de boventafel moet zand vasthouden, zodat de duinvorming weer terug kan komen.

#### *Deelgebied IV*

Het bestaande basalt blijft behouden, met name in de ondertafel. Door het toepassen van betonzuilen in de boventafel ontstaat een geleidelijke overgang tussen de inlagen, dijk, grasberm en slikken van de Oosterschelde.

#### *Deelgebied V, dp1935 –buitenzijde havendam*

Dit deel kan het beste gespiegeld worden met de havendam. Dit betekent dat breuksteen en betonzuilen hier het beste past.

#### *Deelgebied VI, Jacobahaven*

Betonblokken handhaven, de uitstraling van de haven wordt hiermee versterkt. Het laatste deel van dit dijkvak, de aansluiting met de Oosterschelde kan als een apart onderdeel beschouwd worden.

### **3.5 Archeologie en cultuurhistorie**

Op basis van de Archeologische Monumentenkaart Zeeland en Indicatieve Kaart van Archeologische Waarden zijn er langs het gehele dijktraject geen archeologische bijzonderheden te verwachten.

Op basis van het rapport Cultuurhistorie aan de Oosterscheldedijken (PZDB-R-08064) valt het dijktraject binnen de cultuurhistorische cluster Anna Friso.

De compacte cluster Anna Friso omvat 4 aan de zeedijk gelegen en enkele achter de zeedijk gelegen elementen. Kern vormen de twee inlagen.

De cluster is ingeklemd tussen twee moderne havens en bestaat uit twee inlagen voor de Anna Frisopolder: een kleine inlaag (aangelegd in 1879) en Inlaag Anna Friso (aangelegd in 1905), nadat voorliggende inlaag in 1879 was geïnundeerd. Van deze geïnundeerde inlaag is nog een nol aanwezig die als uitstulping aan de dijk als recreatieplaats wordt gebruikt (monument aanwezig: oude sluisdeuren uit Noord-Beveland).

In de Inlaag Anna Friso ligt een karreveld met karakteristieke structuur van plassen en dammetjes. De hieruit verwijderde klei is gebruikt voor de aanleg van de dijk. Tenslotte is nog een deel van de oeverwerken uit de periode 1878-1924 aanwezig.

---

De dijkbekleding in de cluster is divers: natuursteen (basalt en Vilvoordse steen), Haringman- en vlakke betonblokken en er zijn houten palenrijen.

De cluster geeft een exemplarisch voorbeeld van het gevecht tegen landverlies door de aanwezigheid van zowel de inlaag als de nol. Ook is het landgebruik (karrevelden) ten behoeve van de dijkversterking nog aanwezig. Het is gelegen in waardevol gebied Kuststrook Noord-Beveland, maar wel erg klein. Eindscore: redelijk hoog.

De cultuurhistorische objecten van belang voor dit traject binnen het cluster Anna Friso:

- CZO-067: inlaag – Kleine inlaag in Anna-Frisopolder, in gebruik als weiland met enkele bomen. Buitentalud is bekleed met basalt, palenrij aanwezig. (CHS-code GEO-1007, waardering zeer hoog);
- CZO-068: nol – Korte nol van basaltblokken, begroeid met gras. Grootste gedeelte bekleed met basalt, klein gedeelte Vilvoordse steen of vlakke betontegels, grote brokken aan teen. Op de kruin ligt gras en er is een aantal sluisdeuren (als herinneringsobject) geplaatst. (CHS-code GEO-1074, waardering zeer hoog);
- CZO-069: strekdam – Brede strekdam van basaltblokken gelegen in de Oosterschelde. Bekleding is van basalt, grote brokken aan teen. Palenrijen aanwezig. (CHS-code GEO-1096, waardering zeer hoog);
- CZO-070: monument (sluisdeuren) – Sluisdeuren uit uitwateringssluizen van Noord-Beveland met bankje. (geen CHS-code, waardering zeer hoog).

De cultuurhistorische objecten van belang voor dit traject welke niet binnen de voornoemde clusters vallen:

- CZO-065: Jacoba Werkhaven – Vierhoekig gevormd havenbassin. Bekleed met Haringman en asfalt. Twee havendammetjes en enkele houten meerpalen. Windmolen en betonnen bebouwing aanwezig. (CHS-code GEO-1006, waardering redelijk hoog);
- CZO-072: Oosterscheldekering – Pijlerdam met beweegbare schuiven. (CHS-code GEO-074, waardering zeer hoog);
- CZO-075: Sophiahaven – Vierhoekig gevormd havenbassin, nu in gebruik als jachthaven. Twee havendammen, één bekleed met vlakke betonblokken (basalt aan kop), begroeid met gras en met gietijzeren lichtopstand. De tweede is van puinsteen. Het binnentalud van de haven is bekleed met beton en losse brokken natuursteen. Kleine geasfalteerde parkeerplaats aanwezig. (CHS-code GEO-1011, waardering redelijk hoog).

In hoofdstuk 7 wordt aangegeven hoe met deze randvoorwaarden in de uitvoeringsperiode rekening wordt gehouden.

### 3.6 Recreatie

Achter de dijk ter plaatse van de havens zijn camping de Roompot en camping Anna Friso gelegen en ten westen van de Rijksweg is camping de Banjaard gelegen.

De Sophiahaven is een drukke jachthaven en de stranden worden eveneens door recreanten druk bezocht.

Het buitendijkse onderhoudspad zal worden opengesteld voor recreatief medegebruik. De aansluiting bij de Jacobahaven is hier een aandachtspunt.

Het slik wordt gebruikt als spitlocatie voor pieren.

---

Op enkele locaties langs het traject wordt gedoken en tevens vindt er sportvisserij plaats.

In hoofdstuk 7 wordt aangegeven hoe met deze randvoorwaarden in de uitvoeringsperiode rekening wordt gehouden.

### **3.7 Steenbekleding aangrenzende dijkvakken**

Bij dp1913+50m grenst het dijkvak aan het Sophiastrand. Dit traject zal in 2013 worden versterkt middels het suppleren van zand.

Ter hoogte van dp1949 sluit de bekleding aan op de Oosterscheldekering. De damaanzet bestaat hier uit met gietasfalt gepenetreerde breuksteen.

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

Delen van het traject langs de Jacobahaven zijn in particulier eigendom. Bedrijven die hier gevestigd zijn, zijn onder andere Seafarm en E-connection.

Een deel van de bebouwing van camping de Roompot staat op het havenplateau van de Sophiahaven, voor een klein deel onder het ontwerppeil. Ook dit is particulier eigendom.

---

## 4 Toetsing

---

### 4.1 Algemeen

In 1996 heeft Grondmechanica Delft (GeoDelft) gerapporteerd over de toestand van de dijkbekledingen in Zeeland [5]. Daarna is destijds een globale toetsing uitgevoerd aan de hand van de 'Leidraad toetsen op veiligheid, 1999' [6]. Aangezien uit de toetsresultaten bleek 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 2006 (VTV) [7] met verbeterde gegevens en golfrandvoorwaarden.

### 4.2 Toetsing toplaag

Het waterschap Scheldestromen heeft de gezette bekledingen langs het gehele dijkvak geïnventariseerd en getoetst [13]. Bij deze toetsingen is het merendeel van de bekledingen als 'onvoldoende' beoordeeld.

Het Projectbureau heeft de toetsingen gecontroleerd en formeel vrijgegeven voor geavanceerde toetsing en ontwerp [14]. Bij de geavanceerde toetsing zijn aanvullende gegevens omtrent de bekleding verwerkt en is de bekleding getoetst met de hydraulische ontwerprandvoorwaarden.

Uit de toetsing van de bestaande bekledingen blijkt dat een groot deel van de bekledingen is afgekeurd. Het eindoordeel van de toetsingen, weergegeven in Figuur 4 in Bijlage 1, luidt als volgt:

- De aanwezige haringmanblokken, vlakke blokken en koperslabblokken, doornikse steen en vilvoordse steen zijn afgekeurd.
- De bestorting van losse breuksteen is afgekeurd.
- Goed getoetst is de bekleding van basalt tussen dp1924+85m en dp1934+70m.
- De damwanden ter plaatse van dp1914+50m, dp1922+20m en dp1942 zijn in goede staat en kunnen worden gehandhaafd.
- De kreukelberm ter plaatse van de binnenzijde, de kop en de buitenzijde van de havendam Sophiahaven en tussen dp1934+50m – dp1938 en dp1941 – dp1948 bestaat voornamelijk uit sortering 40-200kg met een breedte van circa 5 m (de buitenzijde van de havendam een breedte van circa 10m). De score is "goed".

### 4.3 Kruinhoogtetekort

De beheerder heeft een controle uitgevoerd op de kruinhoogte van dit dijkvak. Voor dit dijkvak is geen kruinhoogtetekort geconstateerd.

### 4.4 Conclusies

De gehele bestaande bekleding tussen dp1913+50m en dp1949 uitgezonderd de goed getoetste bekleding van basalt tussen dp1924+85m en dp1934+70m moet worden verbeterd. Enkele delen van de kreukelberm kunnen eveneens behouden blijven.

## 5 Keuze bekleding

### 5.1 Inleiding

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. Niet herbruikbare vrijkomende bekledingen mogen niet worden gestort op het voorland of in de Oosterschelde en moeten worden afgevoerd.

Tabel 5.1 Vrijkomende hoeveelheden bekledingen (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>	24.500	12.250
Haringmanblokken	0,50 x 0,50 x 0,20 m <sup>3</sup>	14.150	5.660
Koperslakkblokken		4.500	

### Materialen uit bestaande depots of uit andere dijkverbeteringen

De dijkverbetering van de Maria-, Anna Friso-, Jacobapolder en Sophia- Jacobahaven wordt in 2015 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:

- 1) Zetsteen op uitvullaag:
  - a) (gekantelde) betonblokken;
  - b) Basaltzuilen;
  - c) betonzuilen;
- 2) Losse breuksteen op filter of geotextiel;
- 3) Asfaltbekleding:
  - a) waterbouwasfaltbeton;
  - b) open steen asfalt (osa);
  - c) patroon- of vol-en-zat met gietasfalt gepenetreerde breuksteen of vrijkomend materiaal (eventueel gebroken);
- 4) Kleibekleding.



---

### **Overlaging**

Bekledingen van zetsteen, losse breuksteen en asfaltbekledingen kunnen ook als overlagingenconstructie toegepast worden. Een overlaging wordt hoofdzakelijk toegepast op de ondertafel als een hoger liggend gedeelte goed getoetst is, of als andere materialen niet of moeilijk toepasbaar zijn (bijv. door een weinig draagkrachtige ondergrond, of een steil talud). Met een overlaging worden het grondverzet en de werkzaamheden aanzienlijk beperkt en daarmee ook de kosten.

#### **Ad 1.**

Natuursteen anders dan basalt en koperslabblokken worden buiten beschouwing gelaten, omdat ze een relatief kleine sterkte hebben en vaak alleen handmatig op de juiste wijze aangebracht kunnen worden. Basaltzuilen komen in dit dijkvak niet vrij en zijn eveneens niet uit depot beschikbaar, koperslabblokken zijn onvoldoende getoetst en het volume is te klein voor hergebruik.

Afhankelijk van de keuze de ondertafel en eventueel de boventafel te overlagen zullen haringmanblokken en vlakke blokken beschikbaar zijn voor hergebruik. De vlakke betonblokken hebben plaatselijk een slechte kwaliteit, voor het bestek dient dit te worden geïnventariseerd.

#### **Ad 2.**

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.

#### **Ad 3.**

Aangezien open steenasfalt gevoelig is voor erosie komt het alleen in aanmerking boven de golfklapzone.

Waterbouwasfaltbeton is op de boventafel een mogelijk toepasbaar bekledingstype. In de havens gaat de voorkeur uit naar gepenetreerde breuksteen aangezien dit type bekleding robuuster is en minder gevoelig voor aanvaringen.

Bij een gepenetreerde bekleding wordt alleen asfalt als penetratiemateriaal gebruikt, omdat colloidaal beton ongeschikt is gebleken in de getijdenzone.

#### **Ad 4.**

Aangezien de dijk geen hoog en stabiel voorland heeft en onderhevig is aan vrij forse golfaanval, komt deze niet voor de toepassing van een kleibekleding in aanmerking.

### **5.4 Voorselectie**

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. Indien noodzakelijk mag van de voorkeuren worden afgeweken. Dit laatste dient wel duidelijk te worden onderbouwd.

Tabel 5.2 Mogelijke bekledingstypes onder GHW, rekening houdend met het Detailadvies en de beschikbaarheid

Dijkpaal		Getijdenzone	
van	tot	Herstel	Verbetering
Sophiahaven incl. Noordelijke Havendam		Betonzuilen Gekantelde blokken Gepenetreerde breuksteen +lavasteen	Betonzuilen Gekantelde blokken Gepenetreerde breuksteen +lavasteen
Noordelijke havendam – nol dp1933		Gepenetreerde breuksteen Handhaven basaltzuilen	Gepenetreerde breuksteen +lavasteen Handhaven basaltzuilen
Nol dp1933 – dp1937		Betonzuilen Gekantelde blokken Gepenetreerde breuksteen +lavasteen	Betonzuilen Gekantelde blokken Gepenetreerde breuksteen +lavasteen
dp1937 - aanzet plateau dp1941		Betonzuilen Gekantelde blokken Gepenetreerde breuksteen	Betonzuilen Gekantelde blokken Gepenetreerde breuksteen
Jacobahaven aanzet plateau dp1941 – damwand		Betonzuilen Gekantelde blokken Gepenetreerde breuksteen +lavasteen	Betonzuilen Gekantelde blokken Gepenetreerde breuksteen +lavasteen
Jacobahaven Damwand		Betonzuilen Gekantelde blokken Gepenetreerde breuksteen	Betonzuilen Gekantelde blokken Gepenetreerde breuksteen
Jacobahaven Damwand - dp1948 aanzet Kering		Betonzuilen Gekantelde blokken	Betonzuilen (met ecotop)

Tabel 5.3 Mogelijke bekledingstypes boven GHW, rekening houdend met het Detailadvies en de beschikbaarheid

Dijkpaal		Boven GHW	
van	tot	Herstel	Verbetering
Sophiahaven		Betonzuilen Gekantelde blokken	Betonzuilen Gekantelde blokken
Noordelijke havendam binnenzijde		Betonzuilen Gekantelde blokken Open steenasfalt	Betonzuilen Gekantelde blokken Open steenasfalt
Noordelijke havendam buitenzijde		Betonzuilen Gekantelde blokken Open steenasfalt	Betonzuilen Gekantelde blokken Open steenasfalt
dp1925 – dp1933		Betonzuilen Gekantelde blokken	Betonzuilen Gekantelde blokken
dp1933 – dp1937		Betonzuilen Gekantelde blokken	Betonzuilen Gekantelde blokken
dp 1937 – aanzet plateau dp1941		Betonzuilen Gekantelde blokken WAB Gepenetreerde breuksteen	Betonzuilen Gekantelde blokken WAB Gepenetreerde breuksteen
Plateau Jacobahaven tot damwand		Betonzuilen	Betonzuilen

Dijkpaal	Boven GHW	
Jacobahaven van damwand tot aanzet kering	Gekantelde blokken	Gekantelde blokken
	Betonzuilen	Betonzuilen
	Gekantelde blokken	Gekantelde blokken

Uit Tabel 5.2 wordt geconcludeerd dat op de ondertafel betonzuilen, gekantelde blokken en ingegoten breuksteen in aanmerking komen. Uit Tabel 5.3 wordt geconcludeerd dat op de boventafel voornamelijk betonzuilen en gekantelde blokken in aanmerking komen.

Volgens het detailadvies milieu is in de Jacobahaven voor verbetering een bekleding van betonzuilen met ecotoplaag noodzakelijk, maar kan voor herstel worden volstaan met de reguliere betonzuil. De voorkeur in het detailadvies is de ecozuil.

## 5.5 Technische toepasbaarheid

Voordat een keuze wordt gemaakt tussen de bekledingstypes die zowel beschikbaar als toepasbaar zijn volgens het Detailadvies uit Bijlage 2.2 dient te worden vastgesteld of deze bekledingstypen ook technisch kunnen worden toegepast.

### 5.5.1 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. 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 de dijk langs de Maria-, Anna Friso-, Jacobapolder en Sophia- Jacobahaven 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]	Verschuiving teen [m]	Habitat verlies [ha]
1915	3,25	3,1	-1,31	0,00	0	-
1923binnen	3,24	3,2	-0,05	-0,05	0	-
1923buiten	4,13	4,1	0,01	0,40	0	-
1929	3,71	3,9	-0,85	-0,50	0	-
1937	3,65	4,0	0,01	0,00	1,60	0,05
1943	3,01	3,0	-0,25	0,00	0	-

De nieuwe taludhelling in Tabel 5.4 is de gemiddelde taludhelling. 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.

---

Aangezien de slikken en de schorren de komende 50 jaar zullen afnemen, liggen de nieuwe teenniveaus op of beneden het huidige voorland.

De maximale verschuiving van de teen, in de richting van het voorland, bedraagt 1,60m en bevindt zich tussen dp1935 en dp1938. Omdat hier op dit moment een brede kreukelberm voor de teen ligt is er geen vermindering van ecologisch waardevol gebied. De gemiddelde teenverschuiving is opgenomen in Tabel 5.4.

In de Sophiahaven, van dp1913+50m tot dp1924 is geen buitenberm, maar een breed haventerrein aanwezig. De hoogte hiervan varieert van NAP +3,0m tot NAP +3,5m. De ligging net onder het ontwerppeil van het havenplateau is door de beheerder Waterschap Scheldestromen als voldoende beoordeeld [15].

Ter hoogte van dp1924 ligt de noordelijke havendam. Het binnentalud van de havendam is voorzien van een berm op NAP +3,0m, de buitenzijde heeft geen berm.

Tussen dp1924+85m en dp1932+50m is een berm gelegen op een hoogte van ca. NAP +4,40m, welke tussen dp1933 en dp1934+50m overgaat in een breed plateau. De hoogte loopt op tot NAP +4,7m ter plaatse van dp1941+50m en loop door via de Jacobahaven tot aan de damaanzet van de Oosterscheldekering. In de nieuwe situatie zal hier een buitenberm boven ontwerppeil worden aangelegd.

### 5.5.2 Steenzettingen (algemeen)

De technische toepasbaarheid van een bekleding met zetsteen moet worden aangetoond met het rekenprogramma Steentoets2010, met inachtneming van het Technisch Rapport Steenzettingen [8], en uitgaande van de representatieve waarden voor de constructieparameters en de randvoorwaarden. De rekenmethodiek wordt beschreven in de Handleiding Toetsing en Ontwerp [2].

De berekeningen betreffen alleen het bezwijkmechanisme 'Instabiliteit van de top laag'. Met het bezwijkmechanisme 'Afschuiving' wordt in deze fase van het ontwerp alleen 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 bepaald in hoofdstuk 6. Met het bezwijkmechanisme 'Materiaaltransport' wordt rekening gehouden bij het ontwerp van het geotextiel (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].

### 5.5.3 Betonzuilen

De stabiliteit van betonzuilen is berekend met Steentoets2010, op basis van de randvoorwaardentabel voor zuilen en de representatieve taludhelling van het betreffende deelgebied. De berekening is opgenomen in Bijlage 3.2. Hieruit is gebleken dat betonzuilen toepasbaar zijn.

### 5.5.4 Gekantelde blokken

De stabiliteit van gekantelde betonblokken (haringman en vlakke blokken), met een blokbreedte (gekanteld) van 0,20m en 0,25m, is berekend met Steentoets2010, op basis van de randvoorwaarden voor gekantelde blokken en de representatieve taludhelling van het betreffende deelgebied. Hieruit volgt dat zowel de vlakke

---

betonblokken als de Haringmanblokken technisch toepasbaar zijn op de taluds in de Sophiahaven en de Jacobahaven. Voor nadere informatie wordt verwezen naar de berekeningen in Bijlage 3.2.

#### 5.5.5 Gepetreeerde breuksteen

Volgens het Detailadvies kunnen langs het grootste deel van het traject de afgekeurde bekledingen in de ondertafel, worden vervangen door, of worden overlaagd met, ingegoten breuksteen. Gezien de hydraulische randvoorwaarden in de Oosterschelde is deze bekleding technisch toepasbaar.

#### 5.5.6 Waterbouwasfaltbeton / open steenasfalt

Op het traject van dp1937 tot aan de aanzet van het plateau bij dp1941 kan volgens het detailadvies milieu waterbouwasfaltbeton worden toegepast. Open steenasfalt kan worden toegepast op het bovenste deel van het talud op de Noordelijke havendam van de Sophiahaven. Waterbouwasfaltbeton kan alleen boven gemiddeld hoogwater worden toegepast, open steenasfalt alleen boven de golfklapzone. Bij de gegeven hydraulische randvoorwaarden is WAB technisch toepasbaar zonder dat daarvoor grote laagdiktes nodig zijn.

### 5.6 Deelgebieden

Op basis van de geometrie, technische toepasbaarheid, hydraulische en ecologische randvoorwaarden is het dijkvak opgedeeld in 6 deelgebieden. De nummering van de dwarsprofielen komt overeen met het deelgebied waarop ze betrekking hebben. Zie voor een schematische weergave Figuur 2 in Bijlage 1. De deelgebieden zijn:

#### *Deelgebied I, Sophiahaven: dp1913+50m – dp1924*

Bij dp1913+50m grenst het dijkvak aan de uit losse breuksteen bestaande oostelijk havendam van de Sophiahaven. De berm wordt gevormd door een breed haventerrein welke aan de zeezijde begrensd wordt door een talud bekleed met afwisselend vlakke betonblokken, Petit granit en losse breuksteen en asfalt. Onder de asfaltverharding is geen waterremmende onderlaag aanwezig.

Ter hoogte van dp1914+50m en dp1922+20m zijn kaden aanwezig voorzien van verticale stalen damwanden. Aan de landzijde van het haventerrein bestaat het bovenbeloop uit een kleiafdekking op een zandkern.

De taludhelling langs het haventerrein is steil en varieert van 1:1,2 tot 1:3,5.

Representatief dwarsprofiel voor dit deelgebied ligt aan de zuidzijde van de haven, dit is dp1915. De dijknormaal is georiënteerd op 345° (ca. NNW). Na de bocht bij dp1918 is de oriëntatie 70° (ca. WNW). De taludhelling van de bestaande bekleding is ca. 1:3,25 op de ondertafel en 1:1,2 op de boventafel.

#### *Deelgebied II, Binnenzijde havendam:*

Deelgebied II betreft de binnenzijde van de havendam waarvan de aanzet is gelegen ter hoogte van dp1924. De havendam heeft een lengte van ca. 650m en heeft een kruinhoogte van NAP +6,0m. Het binnentalud van de havendam is voorzien van koperslakblokken van de teen tot de berm op NAP +3,0m met daarboven vlakke blokken tot aan de kruin. De kruin is bekleed met koperslakblokken. Het buitentalud van de havendam is voorzien van vlakke blokken.

Het huidige talud van koperslakblokken en vlakke blokken heeft een helling van ca. 1:3,2. Van de teen van de havendam tot aan de havenbodem is een bestorting op een zinkstuk aangebracht.

---

Representatief dwarsprofiel voor dit deelgebied is dp1923-01, genomen ca. 250m vanuit de kop van de havendam. De dijknormaal van het binnentalud van de havendam is georiënteerd op 175° (ca. ZZ0).

*Deelgebied III, Buitenzijde Noordelijke havendam:*

Het buitentalud (helling 1:4,1) van de havendam is geheel voorzien van vlakke blokken. De kruin van de havendam is bekleed met koperslakblokken. Op de buitenzijde van de havendam is geen buitenberm aanwezig en dient de bekleding te worden doorgezet tot ontwerppeil +0,5H<sub>s</sub>. Om de dam overslagbestendig te houden dient boven dit peil ook een bekleding te worden aangebracht.

Representatief dwarsprofiel is gelijk aan die van deelgebied II. De oriëntatie van het buitentalud is 355° (NNW).

*Deelgebied IV, Inlaag Anna Frisopolder: dp1924+85m - dp1935;*

Tussen dp1924+85m en dp1932+50m is de boventafel van het talud voorzien van een toplaagbekleding van betonblokken en haringmanblokken. Deze grenzen aan de berm welke voorzien is van Petit granit en ligt op een hoogte van ca. NAP +4,40m. Van NAP +0,10m tot NAP +2,70m is een goed getoetste basaltbekleding aanwezig waarin een grote palenrij staat. Van NAP tot NAP -1,0m zijn afwisselend vilvoordse steen en doornikse steen aanwezig.

Tussen dp1933 en dp1934+50m is een plateau aanwezig. Dit gedeelte bestaat uit verschillende bekledingen (basalt, doornikse steen, lessinische steen en betonblokken) met (grotendeels afgebroken) perkoenpalen. Achter de dijk is een inlaag gelegen.

De taludhelling van de te handhaven basalt is 1:4,0, de helling eronder 1:3,9 en de helling erboven eveneens 1:3,9.

Representatief dwarsprofiel is dp1929, welke is georiënteerd op 35° (NO).

*Deelgebied V, Inlaag Anna Friso- en Jacobapolder: dp1935 – buitenzijde havendam Jacobahaven;*

In dit deelgebied wordt een deel van de bekleding aan het zicht onttrokken door een strandje tussen dp1939 en dp1942. De taludbekleding bestaat hier geheel uit haringmanblokken. De kop van de havendam bestaat uit met asfalt gepenetreerde breuksteen.

Representatief dwarsprofiel voor dit deelgebied is dp1937. De dijknormaal van dit profiel is georiënteerd op 330° (ca. NNW).

*Deelgebied VI, Kop Oostelijke havendam - damaanzet Oosterscheldekering*

In deelgebied VI is het gehele talud van NAP +0,0m tot NAP +4,0m voorzien van haringmanblokken. De taludhelling bedraagt 1:3,0. Onder de teen is de vooroever voorzien van een zinkstuk bestort met breuksteen. In de haven is een uitwateringssluis en kade aanwezig, voorzien van stalen damwandprofielen.

Representatief dwarsprofiel voor dit deelgebied is dp1943. De dijknormaal van dit profiel is georiënteerd op 330° (ca. NNW).

Direct aansluitend aan de Oosterscheldekering blijft de aanwezige gepenetreerde breuksteen behouden.

## 5.7 Keuze voor bekleding

In deze ontwerpnota wordt onderscheid gemaakt tussen bekledingsalternatieven en varianten. Met een bekledingsalternatief wordt een type bekleding voor één deelgebied van een dijkvak bedoeld. Een variant is een combinatie van alternatieven voor het gehele dijkvak.

### 5.7.1 Bekledingsalternatieven

In Tabel 5.5 zijn op basis van het Detailadvies ecologie en de technische toepasbaarheid alle bekledingsalternatieven gegeven die in één of meerdere deelgebieden van het onderhavige dijkvak kunnen worden toegepast.

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. In de boventafel worden hier betonzuilen toegepast. Bij alternatief 3 worden zowel ondertafel als boventafel overlaagd met gepenetreerde breuksteen. Bij alternatief 4 worden zowel ondertafel als boventafel voorzien van gekantelde (haringman)blokken.

Tabel 5.5 Bekledingsalternatieven

Alternatief	Ondertafel	Boventafel
1	nieuw te leveren betonzuilen	nieuw te leveren betonzuilen
2	Gepenetreerde breuksteen	nieuw te leveren betonzuilen
3	Gepenetreerde breuksteen	Gepenetreerde breuksteen
4	Gekantelde blokken	Gekantelde blokken

### 5.7.2 Afweging en keuze

Op basis van bovenstaande bekledingsalternatieven per deelgebied, zijn 3 varianten opgesteld voor het hele dijkvak, achtereenvolgens weergegeven in Tabel 5.6 t/m Tabel 5.8. Vooraanzichten van de varianten zijn gegeven in de Figuren 5, 6 en 7 in Bijlage 1.

In deelgebied I wordt een bekleding van gepenetreerde breuksteen op de boventafel meegenomen als alternatief. Hoewel dit niet voldoet aan het Detailadvies is het in de havens een praktische oplossing vanwege de korte tijd voor aanleg en de robuustheid van dit type bekleding.

In deelgebied IV blijft de aanwezige basalt gehandhaafd. Kleine vakken natuursteen hieronder kunnen alleen worden overlaagd met gepenetreerde breuksteen, omdat deze bekleding niet verwijderd kan worden zonder de bovenliggende goedgetoetste basalt te beschadigen. Boven de basalt zijn volgens de adviezen alleen betonzuilen toepasbaar. Andere alternatieven zijn daarom niet aanwezig.

In deelgebied IV wordt in het deel tussen dp1933 en dp1934+50m als verborgen glooiing achterlangs het plateau uitgevoerd. De bekledingen voorlangs het plateau blijven daardoor behouden.

In deelgebied VI komen veel haringmanblokken vrij. Dit is tevens het deelgebied waar de vrijkomende blokken in gekantelde opstelling technisch toepasbaar zijn. Omdat het uitgangspunt is dat de vrijkomende blokken worden hergebruikt in het dijkvak en dit het enige deelgebied is waar dit over de gehele taludlengte mogelijk is, worden geen ander alternatieven afgewogen.

Tabel 5.6 Variant 1

Deelgebied	Ondertafel	Boventafel
I	Gepenetreerde breuksteen	Gepenetreerde breuksteen
II	Gepenetreerde breuksteen	Betonzuilen
III	Gepenetreerde breuksteen	Betonzuilen
IV	Basalt behouden	Betonzuilen
V	Gepenetreerde breuksteen	Betonzuilen
VI	Gekantelde blokken	Gekantelde blokken

Tabel 5.7 Variant 2

Deelgebied	Ondertafel	Boventafel
I	Betonzuilen	Betonzuilen
II	Betonzuilen	Betonzuilen
III	Betonzuilen	Betonzuilen
IV	Basalt behouden	Betonzuilen
V	Betonzuilen	Betonzuilen
VI	Gekantelde blokken	Gekantelde blokken

Tabel 5.8 Variant 3

Deelgebied	Ondertafel	Boventafel
I	Gepenetreerde breuksteen	Betonzuilen
II	Gepenetreerde breuksteen	Betonzuilen
III	Gepenetreerde breuksteen	Betonzuilen
IV	Basalt behouden	Betonzuilen
V	Gepenetreerde breuksteen	Betonzuilen
VI	Gekantelde blokken	Gekantelde blokken

De varianten zijn op de volgende aspecten tegen elkaar afgewogen:

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

#### Spreadsheet 'Keuzemodel'

De varianten zijn tegen elkaar afgewogen met de spreadsheet 'Keuzemodel'. De scores voor de aspecten constructie-eigenschappen, uitvoering, hergebruik en onderhoud worden door de spreadsheet automatisch ingevuld. De scores voor landschap en natuur zijn handmatig ingevuld, de overwegingen daarbij zijn hieronder gegeven. Voor nadere informatie over het Keuzemodel wordt verwezen naar de Handleiding Toetsing en Ontwerp [2]. Het keuzemodel en de invoermodule van het keuzemodel zijn opgenomen in Bijlage 3.1.

#### Landschap

Het landschapsadvies geeft een voorkeur aan voor het identiek uitvoeren van de deelgebieden I en II. Variant 1 en 2 voldoen hier beide aan.



---

Bij variant 2 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 ook de gewenste donkere kleur uit de landschapsvisie.

Bij variant 2 kan de ondertafel met dezelfde gemiddelde taludhelling worden aangelegd, waardoor het bekledingsoppervlak een mooiere vorm heeft (tonrondte, geen knikken) dan bij variant 1 en 3.

Het toepassen van gekantelde betonblokken in de Jacobahaven sluit aan op het aanvullende advies, de uitstraling van de haven wordt hiermee versterkt.

### **Natuur**

Het dwingende karakter van de EU-Habitatrichtlijn en de Natuurbeschermingswet is niet als alles overstijgende randvoorwaarde meegenomen maar als onderdeel van het beoordelingscriterium 'natuur'.

Het dijkvak valt binnen de speciale beschermingszone 'Oosterschelde', die is aangewezen c.q. aangemeld als Habitatrichtlijngebied, Vogelrichtlijngebied en Nb-wetgebied, met de buitenkruinlijn van de dijk als begrenzing. Langs het dijkvak komen (plaatselijk) habitattypen voor die het gebied kwalificeren als Habitatrichtlijngebied, waaronder slikken en/of schorren. Het verschuiven van de teen van de dijk in zeewaartse richting betekent verlies van kwalificerend habitat. 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. In het onderhavige dijkvak verschuift de constructieve teen wel, maar de visuele teen, welke wordt gevormd door het aanwezige slik, niet. Uitzondering hierop betreft deelgebied V in alle varianten. Door de benodigde laagdikte van de gepenetreerde breuksteen als overlaging over de bestaande bekleding zal de grens van het voorland met de bekleding zeewaarts verschuiven. Gezien de geringe oppervlakte op dit relatief korte traject wordt niet verwacht dat hierdoor significante effecten zullen optreden. Gelet op de verschillende varianten gaat op basis van aanwezig kwalificerend habitat geen specifieke voorkeur naar één van de varianten uit.

Met betrekking tot vogels zijn er geen bijzondere overwegingen die een bepaalde voorkeur geven aan een bepaalde variant.

Variante 2 en 3 geven plaatselijk een verbetering van de huidige natuurwaarden. Het toepassen van gepenetreerde breuksteen op de boventafel in deelgebied I voldoet niet aan het detailadvies Milieu en scoort daardoor slechter.

### **Kosten**

De kostenverschillen tussen de varianten zijn, naar verwachting, gering. In alle alternatieven is het hergebruik van de vrijkomende betonblokken geoptimaliseerd.

Bij variant 1 en 3 kan door het toepassen van een overlaging van gepenetreerde breuksteen op de ondertafel bespaard worden op grondverbeteringen.

In Tabel 5.9 is de afweging samengevat. Hieruit blijkt dat voor variant 3 de verhouding tussen de totaalscore en de kosten het hoogst is. Het verschil met variant 2 is gering.

Tabel 5.9 Samenvatting keuzemodel

Variant	Totaalscore	Kosten	Score/kosten
1	66,0	1,00	66,04
2	74,1	1,04	71,25
3	73,9	1,02	72,45

Variante 3 heeft de hoogste totaalscore en daarom is variant 3 de voorkeursvariant die in Hoofdstuk 6 verder wordt uitgewerkt.

### 5.8 Onderhoudsstrook

Tussen dp1913+50m en dp1924 is buitendijks het vakantiepark Roompot gelegen en is op de buitenberm een verharde wegconstructie aanwezig. Dit geldt eveneens voor de Jacobahaven, het traject tussen dp1941+50m en dp1948.

Op het overige deel wordt op de stormvloedberm een nieuwe onderhoudsstrook aangelegd. Gekozen is voor een toplaag van asfaltbeton.

Op het traject tussen dp1924 en dp1942 wordt de onderhoudsstrook toegankelijk voor fietsers. Aan beide zijden sluit de wegconstructie aan op de bestaande asfaltverhardingen van de haventerreinen.

### 5.9 Bekleding tussen ontwerppeil en berm

Aangezien de berm niet meer dan 0,5 m boven het ontwerppeil + ½Hs ligt, wordt de steenbekleding van de boventafel overal doorgezet tot op de berm en tot aan de verharde onderhoudsstrook op de berm.

Op de buitenzijde van de noordelijke havendam van de Sophiahaven is geen berm aanwezig. Om de havendam overslagbestendig te maken wordt de bestaande bekleding tot aan de kruin verbeterd. De bekleding boven de golfklapzone zal hierbij bestaan uit open steenasfalt.

### 5.10 Golfploop

De golfploop van de voorkeursvariant, tijdens ontwerpcondities, is vergeleken met de golfploop 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 golfploop gegeven. De berekening van de golfploop is opgenomen in Bijlage 3.4. Hieruit wordt geconcludeerd dat bij een aantal dwarsprofielen de golfploop afneemt. Er is geen toename van golfploop en is daarmee als acceptabel beoordeeld.

Tabel 5.10 Effect op golfploop

Dwarsprofiel (Dijkpaal)	Vergrotingsfactor golfploop
1 (1915)	1,00
3 (havendam)	0,97
4 (1929)	0,97
5 (1937)	0,97
6 (1943)	1,00

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, weergegeven in een Figuur 7 van Bijlage 1, nader uitgewerkt. De bijbehorende dwarsprofielen zijn weergegeven in Figuur 8 t/m Figuur 13 in Bijlage 1.

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

### 6.1 Kreukelberm en teenconstructie

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

De benodigde minimale sortering van de toplaag, die is bepaald volgens de Handleiding Toetsing en Ontwerp [2], bedraagt 10-60 kg. De berekende sortering komt uit op een sortering variërend van 10-60kg tot 60-300kg. Hierbij is conform het detailadvies voor de hydraulische randvoorwaarden uitgegaan van een afname van het voorland met 0,5 m. In Bijlage 3.3 is een berekening opgenomen. In Tabel 6.1 is de steensortering voor de verschillende randvoorwaardenvakken weergegeven.

Tabel 6.1 Nieuwe kreukelberm

RVW vak	dwp	Locatie		Hoogte t.o.v. NAP [m]	Sortering [kg]	Laagdikte [m]
		Van [dp]	Van [dp]			
5δ	1	Westzijde Sophiahaven		0	40-200	0,7
5γ	2	Binnenzijde Noordelijke havendam		0	40-200	0,7
5β	1	Zuidzijde Sophiahaven		0	40-200	0,7
5α	3	Buitenzijde Noordelijke havendam		0,40	40-200	0,7
4	4	ca. 1923	1933+50m	-0,43	40-200	0,7
3	5	1933+50m	1937	0	10-60	0,5
2b	5	1937	ca. 1941	0	10-60	0,5
2a	5	Oostzijde oostelijke havendam Jacobahaven		0	40-200	0,7
1f	6	Kop oostelijke havendam Jacobahaven		0	60-300	0,8
1e	6	Plateau Jacobahaven		0	40-200	0,7
1d	6	Plateau Jacobahaven - 1941+80m		0	40-200	0,7
1c	6	1941+80m	1945	0	40-200	0,7
1b	6	1945 - Noordelijke havendam Jacobahaven		0	40-200	0,7
1a	6	Noordelijke havendam - 1948+60m		0	40-200	0,7

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

Tabel 6.2 Eisen geotextiel weefsel

Eigenschap	Waarde
Treksterkte	± 50 kN/m (ketting en inslag)
Rek bij breuk	± 20 % (ketting en inslag)
Doorstromingsweerstand	VI <sub>H50</sub> -index ± 15 mm/s
Poriegrootte O <sub>90</sub>	± 350 mm
Levensduurverwachting	50 jaar
Overlap	Banen geotextiel leggen met een overlap van ten minste 0,50 m

Op het traject tussen Oostelijke havendam van de Jacobahaven en de aanzet van de Oosterscheldekering wordt een nieuwe teenconstructie geplaatst. De bovenkant van de nieuwe teenconstructie staat op een hoogte NAP.

Een nieuwe teenconstructie bestaat uit een teenschot, met een hoogte van 0,60 m, en palen die het teenschot ondersteunen, met een lengte van 1,80 m (h.o.h. 0,33 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 waterremmende onderlaag, voldoende groot is. Het transport van klei door de bekleding moet worden voorkomen door op de onderlaag een geotextiel aan te brengen.

### 6.2.1 Top laag van betonzuilen

In paragraaf 5.5.3 is vastgesteld dat betonzuilen technisch toepasbaar zijn langs het gehele dijkvak. Voor die delen waar betonzuilen worden aangebracht zijn de dimensies nader bepaald. Het resultaat van de berekeningen is een praktische combinatie 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 beheeraspecten. Daarom mag de dichtheid van de zuilen niet te veel afwijken van de meest gangbare betonsamenstelling.

De top laagdikten zijn gedimensioneerd met Steentoets2010. Daarbij is het hele bekledingsprofiel ingevoerd, incl. een eventueel gehandhaafde ondertafel of overlag. De resultaten zijn vermeld in Tabel 6.3.

Tabel 6.3 Benodigde dikte en dichtheid betonzuilen

RVW vak	Deel gebied	Type Betonzuil [cm] / [kg/m <sup>3</sup> ]		Niveau overgang typen betonzuil [+m NAP]
		onderste deel talud	bovenste deel talud	
5β	I	35/2300 30/2800	35/2300 30/2600	3,22
5δ	I	35/2300 30/2500	30/2300	3,22
5γ	II	30/2300	30/2300	-
5α	III	40/2300 35/2500	35/2300	3,54
4	IV	40/2300 35/2600 30/2800	35/2300 30/2400	3,91
3	V	30/2300	30/2300	-
2b	V	40/2300 35/2500 30/2900	35/2300 30/2400	3,85

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 verschillende type zuilen (zuilhoogte en dichtheid) per dijkvak wordt zoveel mogelijk beperkt gehouden. De uiteindelijk gekozen zuildiktes en -dichtheden zijn vermeld in tabel 6.4. Vanuit het oogpunt van beheer en onderhoud is het niet gewenst om zuilen kleiner dan 0,30m toe te passen, omdat bij deze zuilen het inwas- en filtermateriaal te gemakkelijk kan uitspoelen. Omdat het niveau van overgang tussen de verschillende typen betonzuil op onderste en bovenste deel van het talud vrij hoog ligt, is ervoor gekozen slechts 1 type betonzuil toe te passen in een dwarsprofiel.

Tabel 6.4 Gekozen dikte en dichtheid betonzuilen

RVW vak	Deel gebied	Type betonzuil [cm] / [kg/m <sup>3</sup> ]		Niveau overgang typen betonzuil [+m NAP]
		onderste deel talud	bovenste deel talud	
5β	I	35/2300	35/2300	-
5δ	I	35/2300	35/2300	-
5γ	II	30/2300	30/2300	-
5α	III	40/2300	40/2300	-
4	IV	40/2300	40/2300	-
3	V	30/2300	30/2300	-
2b	V	40/2300	40/2300	-

De toplaag van de betonzuilen moet worden ingewassen met steenslag van de sortering 4/32 mm. Meer informatie over de uitgevoerde stabiliteitsberekeningen is opgenomen in Bijlage 3.2

## 6.2.2 Toplaag van Haringmanblokken en vlakke betonblokken

In deelgebied I en in deelgebied VI zijn gekantelde blokken over de volledige taludhoogte toepasbaar. Omdat echter niet voldoende materiaal beschikbaar is voor beide deelgebieden wordt gezien praktische voorkeuren zowel de ondertafel als de boventafel van deelgebied VI voorzien van gekantelde blokken. In Tabel 6.5 zijn de toepassingsniveaus van de blokken vermeld, waarvan de ligging is bepaald uit de beschikbaarheid (paragraaf 5.2) en de technische toepasbaarheid.

Tabel 6.5 Gekozen typen gekantelde betonblokken

RVW vak	Deel gebied	Taludhelling	Toepassingsniveau van/tot [NAP+m]	
			Vlakke blokken/ Haringman 0,20 m	Vlakke blokken/ Haringman 0,25 m
1d	VI	3,0	Volledig talud	Volledig talud
1c	VI	3,0	Volledig talud	Volledig talud
1b	VI	3,0	Volledig talud	Volledig talud
1a	VI	3,0	Volledig talud	Volledig talud

## 6.2.3 Uitvullaag

De granulaire uitvullaag onder de toplaag is voornamelijk van belang voor de stabiliteit. 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.

Gekantelde blokken worden geplaatst op een sortering van 4/20 mm, waarvoor in de berekening een D15 van 5 mm is aangehouden.

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 contract.

## 6.2.4 Geotextiel

Onder de gezette bekleding dient een ongeweven geotextiel (vlies) 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 wordt gekozen voor een polypropeen vlies met een maximum openingsgrootte ( $O_{90}$ ) van 100 mm, omdat een nog grotere gronddichtheid (kleinere opening) niet goed te testen is en niet standaard leverbaar is. Bovendien is met proeven aangetoond dat de werkelijke openingsgrootte van het gekozen materiaal meestal kleiner is dan de eis. Het vlies moet voldoen aan de eisen uit Tabel 6.6.

Tabel 6.6 Eisen vlies

Eigenschap	Waarde
Treksterkte	‡ 20 kN/m
rek bij breuk	€ 60 %
Duurzaamheid conform NEN EN ISO 13438	50 jaar
Overlap	Banen geotextiel leggen met een overlap van ten minste 0,50 m
Openingsgrootte O90	€ 100 mm

De levensduur van het vlies moet minimaal 50 jaar bedragen. Om dit aan te tonen schrijft het contract 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 uitvullaag wordt aangebracht en 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. Op de delen van het traject waar geen onderhoudsstrook aangelegd wordt, wordt het geotextiel aan de bovenzijde van de steenzetting opgesloten door het om te vouwen en er een betonband tegenaan te zetten als afwerking van de bekledingsconstructie.

#### 6.2.5 Waterremmende onderlaag

De totale dikte van het pakket, bestaande uit de toplaag, de uitvullaag en de waterremmende onderlaag moet voldoende groot zijn om lokale afschuiving van dit pakket te voorkomen. Als onderlaag wordt gebruik gemaakt van waterremmend materiaal, bijvoorbeeld van klei, mijnsteen, hydraulische fosfor- of hoogovenslak of hydraulisch granulaat van open steenasfalt.

De waterremmende en niet verwekingsgevoelige onderlaag dient om de intrede van water in het dijklichaam te beperken en grondmechanische instabiliteit van de bekleding te voorkomen. De erosiebestendigheid van klei dient categorie C1 of C2 te zijn.

In overleg met de beheerder is besloten om bij handhaving van de bestaande onderlaag een minimale laagdikte te hanteren van 0,6m. In Steentoets2010 wordt bepaald welke laagdikte benodigd is. Als de aanwezige dikte onvoldoende of kleiner dan 0,6 m is wordt een nieuwe onderlaag aangebracht met een minimale dikte van 0,8 m. In Tabel 6.7 zijn de benodigde onderlaagdiktes gegeven evenals de aanwezige laagdiktes.

Tabel 6.7 Benodigde diktes waterremmende onderlaag

Dwarsprofiel (locatie)	Benodigde dikte onderlaag [m]	Aanwezige dikte onderlaag [m]	Tekort [m]
1 (1915)	0,80	0-0,55	0,25-0,80
2 (1923 binnenzijde)	0,80	0,4-1,90	0-0,40
3 (1923 buitenzijde)	0,80	0,3-1,70	0-0,50
4 (1929)	0,80	1,95	-
5 (1937)	0,80	0,95-1,10	-
6 (1943)	0,60	0,60	-

Aangezien de onderlaag in de huidige situatie niet overal voldoende dik is, moet deze worden aangevuld of samen met een beperkt deel van het onderliggend zand eerst worden afgegraven, om ruimte te maken voor de nieuwe onderlaag.

### 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. Deze minimale laag moet vol-en-zat of volledig met gietasfalt worden ingegoten en worden afgestrooid met lavasteen.

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

In Tabel 6.8 zijn de hoogtes gegeven waarop de onderkant van het laagste deel van de overlaging dient te worden aangebracht.

Tabel 6.8 Hoogte onderkant overlaging

Deelgebied	Onderkant overlaging [NAP + m]
I	-0,40
II	0,00
III	0,00
IV	-0,85
V	-0,40

### 6.4 Open Steenasfalt

Het open steenasfalt wordt toegepast boven ontwerppeil  $+1/2$  Hs. De maatgevende belastingen voor het opensteenasfalt is stroming door golfoploop. De maatgevende stroming treedt op aan de ondergrens van de golfoploopzone.

Uit praktische overwegingen wordt uitgegaan van éénzelfde laagdikte op het gehele talud van 0,20m. De laagdikte van open steenasfalt is voldoende omdat de optredende stroomsnelheid door golfoploop kleiner is dan 6 m/s [2].

### 6.5 Overgangsconstructies

Er dienen horizontale overgangsconstructies te worden geplaatst aan de bovengrens van de basaltzuilen en de overgang tussen overlagingen en betonzuilen. De betonzuilen dienen zo goed mogelijk aan te sluiten op de bekledingen van de aangrenzende bekledingen. Kieren moeten worden gepenetreerd met gietasfalt of asfaltmestiek.

### 6.6 Overgang tussen boventafel van zuilen en berm

De overgang tussen de boventafel van betonzuilen en de berm wordt uitgevoerd door de betonzuilen aan te brengen met een afronding, waarvan de kromtestraal  $R = 10$  m bedraagt. De betonzuilen worden over een lengte van 1 m op de berm doorgezet. Met betrekking tot de uitvullaag en het geotextiel wordt aangesloten bij de constructie volgens paragraaf 6.2.2 en 6.2.3.



## 6.7 Berm

Over het gehele traject ligt de buitenberm op een hoogte, tussen NAP +4,0 en NAP +4,3m. De bermbreedte varieert van 3,0m tot 6,0m.

In het ontwerp van de dijkverbetering ligt de buitenknik van de berm in deelgebied I hoger, doordat de dikte van de overlaging de bermhoogte doet toenemen. De nieuwe bermbreedte varieert van 4,0m tot ca. 150m ter plaatse van het haventerrein. De nieuwe bermhoogtes en breedte zijn opgenomen in Tabel 6.9.

Tabel 6.9 Nieuwe berm

Locatie		Bestaande bermhoogte <sup>1)</sup> [m +NAP]	Nieuwe bermhoogte <sup>1)</sup> [m +NAP]	Breedte berm [m]
Van [dp]	Tot [dp]			
1913+50m	1917	4,00	4,00/3,80	haventerrein
1917	1924	3,00/3,40	3,00/3,40	haventerrein
Binnenzijde havendam		2,90	3,50	4,0
1924+85m	1935	4,40	4,40	4,25
1935	1941	4,70	4,90	4,25
1941	1946	4,00	3,70/4,00	Haventerrein
1946	1948	3,70/3,00	3,70/3,50	Haventerrein
1948	1949	4,30/6,00	4,30/6,00	4,0

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

Tussen dp1913+50m en dp1924 is buitendijks het vakantiepark Roompot gelegen en is op de buitenberm een verharde wegconstructie aanwezig.

Tussen dp1924+85m en dp1932+50m is een berm gelegen op een hoogte van ca. NAP +4,40m, welke tussen dp1933 en dp1934+50m overgaat in een breed plateau. De hoogte loopt op tot NAP +4,7m ter plaatse van dp1941+50m alwaar een verharde wegconstructie aanwezig is en loop door tot via de Jacobahaven tot aan de damaanzet van de Oosterscheldekering. De bestaande bermhoogte is hier plaatselijk lager (NAP+3,0m). In de nieuwe situatie zal hier een buitenberm boven ontwerppeil worden aangelegd.

Op het overige deel wordt op de stormvloedberm een nieuwe onderhoudsstrook aangelegd. Gekozen is voor een toplaag van asfaltbeton.

Op het traject tussen dp1924 en dp1942 wordt de onderhoudsstrook toegankelijk voor fietsers. Aan beide zijden sluit de wegconstructie aan op de bestaande asfaltverhardingen van de haventerreinen.

Tijdens de uitvoering wordt de berm gebruikt als werkweg bestaande uit een 0,4 m dikke laag hydraulische fosforslak, van de sortering 0/45 mm, op een weefsel. De eigenschappen van dit standaardweefsel zijn vermeld in Tabel 6.2. De strook van fosforslak wordt na de uitvoering niet verwijderd, maar afgewerkt met asfalt.

## 6.8 Naastliggende dijkvakken

Bij dp1913+50m grenst het dijkvak aan het Sophiastrand. Dit traject zal in 2013 worden versterkt middels het suppleren van zand. Versterfconstructie niet nodig zie memo hans.

Ter hoogte van dp1949 sluit de bekleding aan op de Oosterscheldekering. De damaanzet bestaat hier uit met gietafsluiting geperforeerde breuksteen.

---

## 7 Aandachtspunten voor contract en uitvoering

---

### 7.1 Bekledingstypen

De vrijkomende bekledingen die niet worden hergebruikt mogen niet worden gestort op het voorland of in de Oosterschelde en moeten worden afgevoerd.

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 getijbeweging bij de planning van het ingieten. Aanvoer van sediment heeft, indien voorafgaand aan het ingieten, een verminderde sterkte tot gevolg door de slechtere hechting van de gietasfalt aan de breuksteen en de bestaande bekleding. 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 de gietasfalt kort voor en tijdens het aanbrengen te veel afkoelt.

Er moet aandacht zijn voor het aanbrengen van lavasteen in de sortering 60/150 mm op de overlaging van breuksteen met gietasfalt, zodat deze lavasteen goed hecht.

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.

De aanwezige betonblokken hebben plaatselijk een slechte kwaliteit, in de contractfase dient te worden geïnventariseerd welk percentage hergebruikt kan worden.

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

Aandacht dient te worden besteed aan de overgang(en). Ter plaatse van de aansluiting van nieuwe betonzuilen op de bestaande basaltbekleding middels een overgangsconstructie dient een stukje van de bestaande basalt te worden herzet om een naadloze aansluiting te verkrijgen.

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.

De laagdikte van de bestaande kreukelbermen die goed getoetst zijn dient goed in kaart gebracht te worden, zodat de hoeveelheid nieuwe breuksteen hier op afgestemd kan worden.

---

Steen van kreukelbermen welke te hoog liggen, kan worden geprofileerd of hergebruikt.

Het verdient de voorkeur in de contractfase de kleidikte op meerdere locaties van het dijktraject te verifiëren. Hiermee kunnen benodigde grondverbeteringen nader in kaart worden gebracht. Gelijktijdig kan de bestaande teenconstructie van de huidige bekleding exacter worden ingemeten.

Aan te brengen waterremmende onderlagen en funderingslagen dienen voldoende verdicht te worden. Eisen met betrekking tot de verdichting worden in het contract opgenomen.

Indien een tijdelijke inkassing van het profiel, bijvoorbeeld op het bovenbeloop, noodzakelijk is voor de aanleg van de glooiingsconstructie of de onderhoudsstrook dient ervoor zorg gedragen te worden dat na uitvoering van het werk over het gehele profiel de waterremmende onderlaag cq. kleilaag van voldoende dikte en kwaliteit is en eveneens goed is verdicht.

## 7.2 Natuur

Op het binnen en buiten talud zijn beschermde soorten volgens de Flora- en Faunawet aangetroffen namelijk Bijenorchis, Aardaker. De soort staat niet op de steenbekleding maar op het bovenbeloop en binnentalud. Daarom is het mogelijk om de groeiplaatsen te ontzien. De Bijenorchis staat op het haven plateau bij de Jacobahaven. Dit kan dan ook niet als opslagterrein gebruikt worden. Aardaker is een tabel één soort waar in principe een vrijstelling voor geldt. Vanwege de zorgplicht dient de groeiplaats geheel of gedeeltelijk ontzien worden.

Op de slikken is het van belang dat de werkstrook weer op dezelfde hoogte wordt afgewerkt en vrij van stenen. Er dient goed opgelet te worden dat er geen vrijkomende materialen als teenbeschoot en perkoenpalen in de Oosterschelde terechtkomen. Deze dienen allemaal afgevoerd te worden. Hierbij kan het beste gebruik worden gemaakt van de mitigerende maatregelen genoemd in het rapport "Effecten werkstroken dijkverbetering op kwalificerende habitats".

Het geulenstelsel in de slikken mag tijdens de uitvoering van de dijkverbeteringen niet blijvend worden beschadigd.

Ter plaatse van de aanwezige duinen is het verstandig de werkstrook zo klein mogelijk te houden en het zand na de werkzaamheden weer terug te plaatsen in het oude profiel.

Op de duinen bij vakantiepark de Roompot is een bos aanwezig waarvoor, indien kappen van bomen voor de werkzaamheden noodzakelijk is, mogelijk een kapvergunning aangevraagd dient te worden.

## 7.3 Archeologie en cultuurhistorie

De cultuurhistorische objecten van belang voor dit traject:

- CZO-067: inlaag – Kleine inlaag in Anna-Frisopolder, in gebruik als weiland met enkele bomen. Buitentalud is bekleed met basalt, palenrij aanwezig. (CHS-code GEO-1007, waardering zeer hoog);

Er wordt niet gewerkt in de inlagen, transporten vinden buitendijks plaats.

- CZO-068: nol – Korte nol van basaltblokken, begroeid met gras. Grootste gedeelte bekleed met basalt, klein gedeelte Vilvoordse steen of vlakke betontegels, grote brokken aan teen. Op de kruin ligt gras en er is een aantal sluisdeuren (als herinneringsobject) geplaatst. (CHS-code GEO-1074, waardering zeer hoog);

De nol wordt door middel van een verborgen glooiing achterlangs gepasseerd.

- CZO-069: strekdam – Brede strekdam van basaltblokken gelegen in de Oosterschelde. Bekleding is van basalt, grote brokken aan teen. Palenrijen aanwezig. (CHS-code GEO-1096, waardering zeer hoog);

De strekdam wordt door middel van een verborgen glooiing achterlangs gepasseerd.

- CZO-070: monument (sluisdeuren) – Sluisdeuren uit uitwateringssluizen van Noord-Beveland met bankje. (geen CHS-code, waardering zeer hoog).

De nol waarop de sluisdeuren staan wordt door middel van een verborgen glooiing achterlangs gepasseerd.

- CZO-065: Jacoba Werkhaven – Vierhoekig gevormd havenbassin. Bekleed met Haringman en asfalt. Twee havendammetjes en enkele houten meerpalen. Windmolen en betonnen bebouwing aanwezig. (CHS-code GEO-1006, waardering redelijk hoog);

De Haringmanblokken worden gekanteld teruggebracht waardoor de bekleding in de haven niet wezenlijk veranderd.

- CZO-072: Oosterscheldekering – Pijlerdam met beweegbare schuiven. (CHS-code GEO-074, waardering zeer hoog);

Valt buiten het projectgebied.

- CZO-075: Sophiahaven – Vierhoekig gevormd havenbassin, nu in gebruik als jachthaven. Twee havendammen, één bekleed met vlakke betonblokken (basalt aan kop), begroeid met gras en met gietijzeren lichtopstand. De tweede is van steen. Het binnentalud van de haven is bekleed met beton en losse brokken natuursteen. Kleine geasfalteerde parkeerplaats aanwezig. (CHS-code GEO-1011, waardering redelijk hoog).

Alleen de bekledingen op de taluds in de haven worden verbeterd, waarbij rekening is gehouden met de landschapsvisie en wensen van de gebruikers.

#### 7.4 Transportroutes en depotlocaties

In de contractfase dient aandacht te zijn voor verkeersmaatregelen ter plaatse van de havens omdat hier ook veel recreatie en werkverkeer is ten tijde van de uitvoering.

#### 7.5 Recreatie

Achter de dijk ter plaatse van de havens zijn camping de Roompot en camping Anna Friso gelegen en ten westen van de Rijksweg is camping de Banjaard gelegen.

De Sophiahaven is een drukke jachthaven en de stranden worden eveneens door recreanten druk bezocht. De eigenaar van de Sophiahaven heeft wensen voor wat betreft de inrichting rond de haven. In de contractfase zal overleg plaats vinden.

Op de noordelijke havendam is een duiklocatie aanwezig. Hier is in de bestaande situatie geen voorziening aanwezig. In de nieuwe situatie worden enkele ringen aangelegd ten behoeve van de duiksport.

---

Langs het traject vindt sportvisserij plaats. Ten behoeve van vissers zullen enkele kleine plateau'tjes aangelegd worden op het niveau van Gemiddeld Hoog Water.

Het slik wordt gebruikt als spitlocatie voor pieren.

Het buitendijkse onderhoudspad zal worden opengesteld voor recreatief medegebruik.

Er dient overleg plaats te vinden over de fasering van de werkzaamheden.

#### **7.6 Overig**

Delen van het traject langs de Jacobahaven zijn in particulier eigendom. Bedrijven die hier gevestigd zijn, zijn onder andere Seafarm en E-connection. Er dient overleg plaats te vinden over de fasering van de werkzaamheden.

Een deel van de bebouwing van camping de Roompot staat op het havenplateau van de Sophiahaven, voor een klein deel onder het ontwerppeil. Ook dit is particulier eigendom.

In de contractfase dienen mogelijk aanvullende vergunningen aangevraagd te worden voor tijdelijke depots en loslocaties.

Het bevoegd gezag van de damaanzet aan de westelijke beëindiging van het dijkvak Maria-, Anna Friso-, Jacobapolder en Sophia- Jacobahaven is het ministerie van Economische Zaken.

---

## Literatuur

---

- [1] Kwaliteitshandboek Project Zeeweringen, Digitale versie 2006
- [2] Handleiding Toetsing en Ontwerp, Technische werkwijze van projectbureau Zeeweringen, versie 2, 23-4-2012, PZDT-R-12093 ken
- [3] Visie Oosterschelde, Dienst Landelijk Gebied, Zeeland, 2002
- [4] Cultuurhistorie aan de Oosterscheldedijken, Stichting dorp, stad & land, februari 2008, PZDB-R-08064.
- [5] Inventarisatie sterkte gezette taludbekledingen in Zeeland, Grondmechanica Delft, Delft, januari 1997, Kenmerk 362070/46
- [6] Leidraad toetsen op veiligheid, LTV, augustus 1999
- [7] De veiligheid van de primaire waterkeringen in Nederland, Voorschrift Toetsen op Veiligheid 2006, [2007-09-10]
- [8] Technisch Rapport Steenzettingen, TAW-rapport, december 2003, DWW-2003-097
- [9] Bedreiging van zee gras door dijkverbeteringen, Jentink, R., Meetinformatiedienst Zeeland, 18-11-2004, ZLMID-04.N.008 (interne notitie, concept)
- [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.bv. Flora en wieren, Jentink, R., 19-02-2009
- [11] Update detailadvies Maria-, Anna Friso en Jacobapolder inclusief Sophiahaven en Roompot, P. van de Rest, Svasek Hydraulics, 28-03-2013, 1587/U13040/D/PvdR
- [12] Mantel 2012.13 HARES berekeningen Jacobahaven, P. van de Rest en B. Eikema, 28-03-2013, 1587/U12370/D/PvdR
- [13] Actualisatietoetsing Mariapolder, Anna Frisopolder, Jacobapolder incl. Sophia- en Jacobahaven dp 1905-1948, Waterschap Scheldestromen, R. Derksen, 24-10-2012, PZDT-R-12314
- [14] Controle/Vrijgave toetsing dijkvak Maria-, Anna Friso-, Jacobapolder en Sophia-Jacobahaven dp 1913 - 1949, R. van der Voort, Projectbureau Zeeweringen, 30-10-2012, PZDT-M-12320
- [15] PBZ TRAJECT OS DP 1905 - 1949, BESCHOUWING OVERIGE FAALMECHANISMEN EN KLEIDIKTE, H. van der Sande, Wwbplhs 2013 Notitie 0508 PBZ os dp 1905 - 1949 vervolg toets 2010

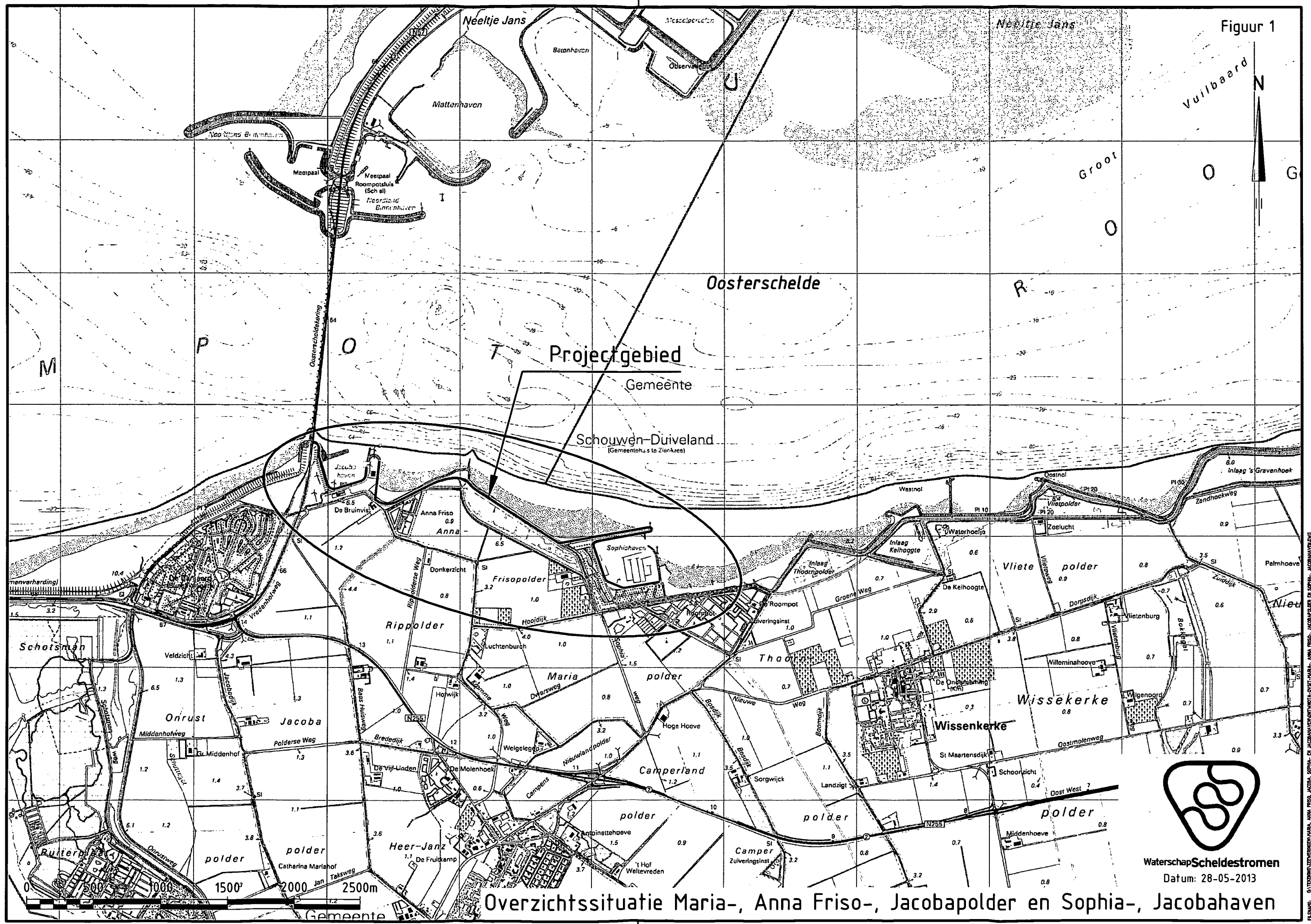
---

## 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 (voorkeur)
- Figuur 8: Dwarsprofiel I, dp1915
- Figuur 9: Dwarsprofiel II, dp1923 (binnenzijde havendam)
- Figuur 10: Dwarsprofiel III, dp1923 (buitenzijde havendam)
- Figuur 11: Dwarsprofiel IV, dp1929
- Figuur 12: Dwarsprofiel V, dp1937
- Figuur 13: Dwarsprofiel VI, dp1943
- Figuur 14: Transportroutes

Figuur 1



Overzichtssituatie Maria-, Anna Friso-, Jacobapolder en Sophia-, Jacobahaven

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

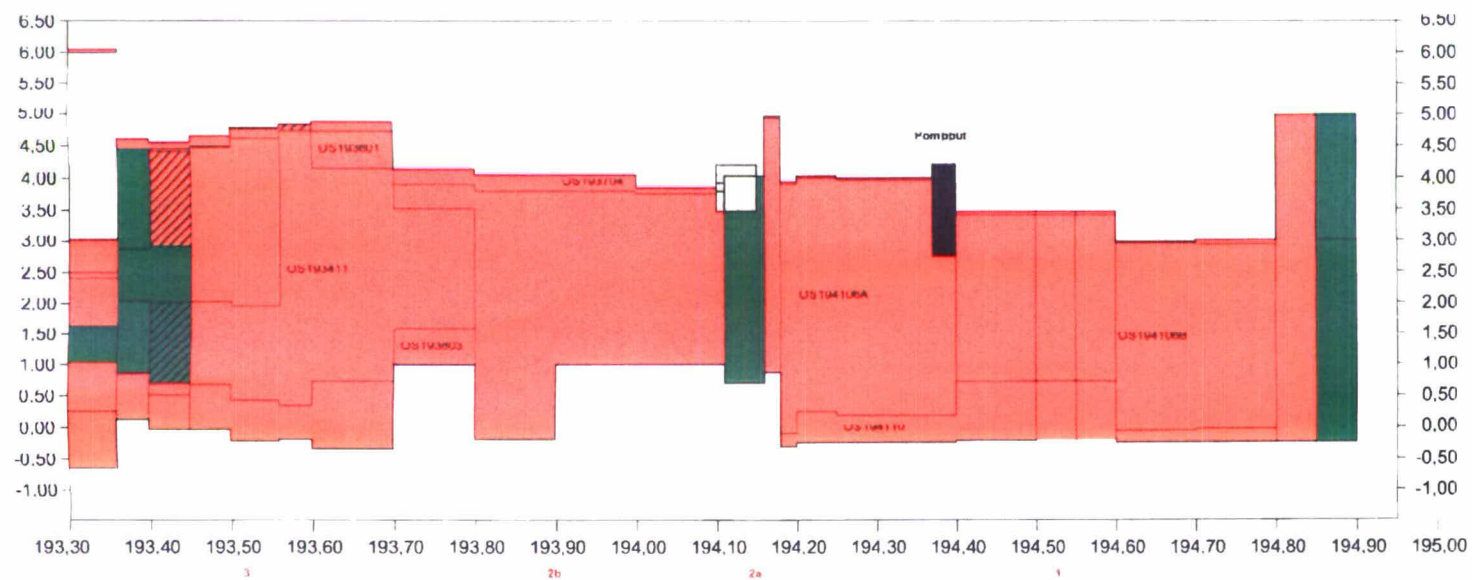
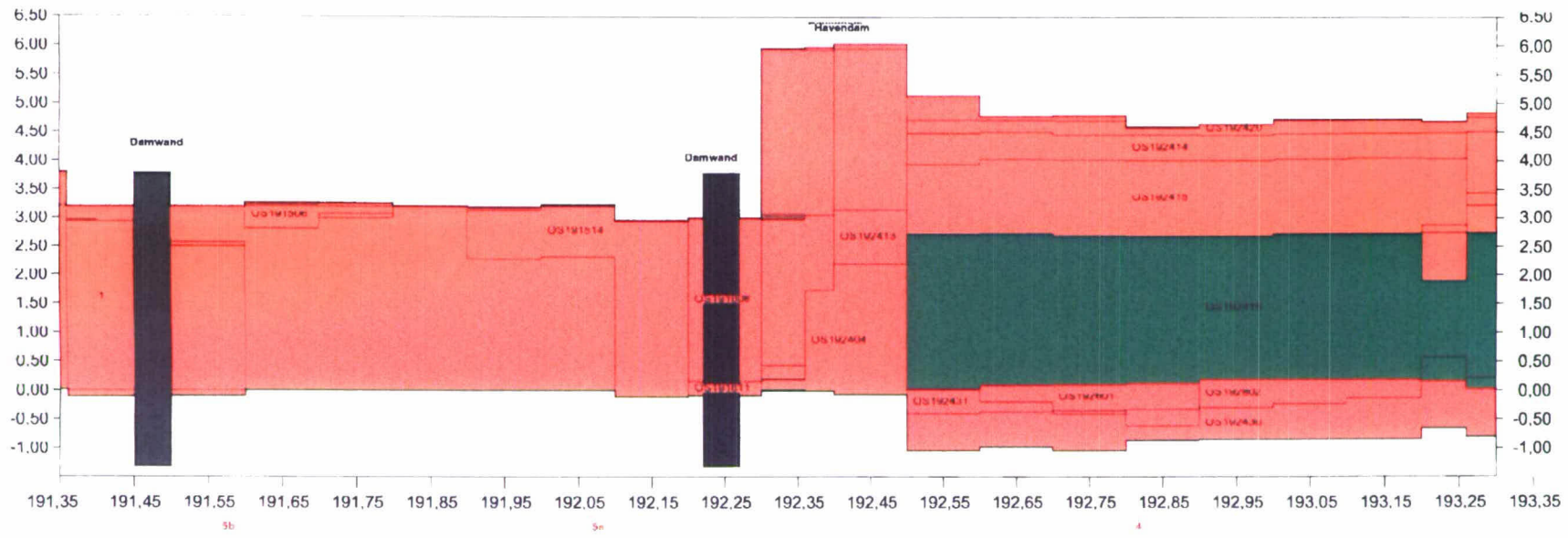


P. BAKKER - G. VAN DER WERVEN/STREVEN/STREVEN, ANNA FRISO, JACOBIA, SOPHIA - DE JACOBANEN/STREVEN/STREVEN, ANNA FRISO, JACOBIA, SOPHIA - DE JACOBANEN/STREVEN/STREVEN  
 FOTO: STREVEN/STREVEN/STREVEN

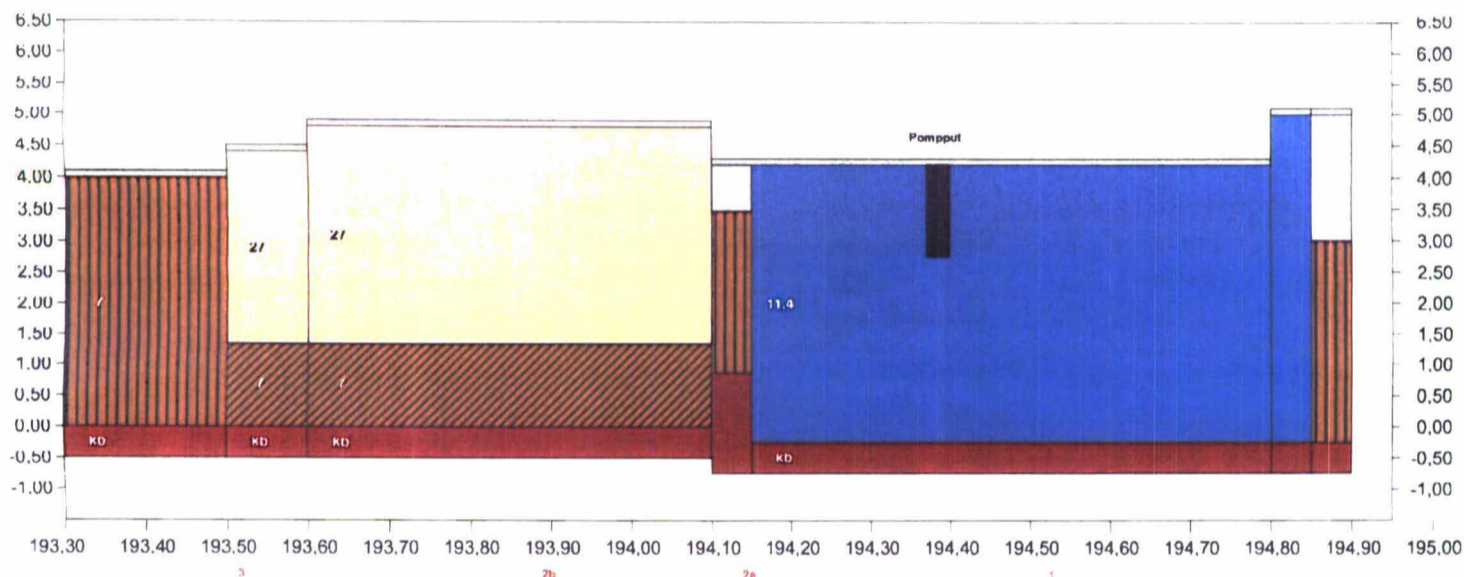
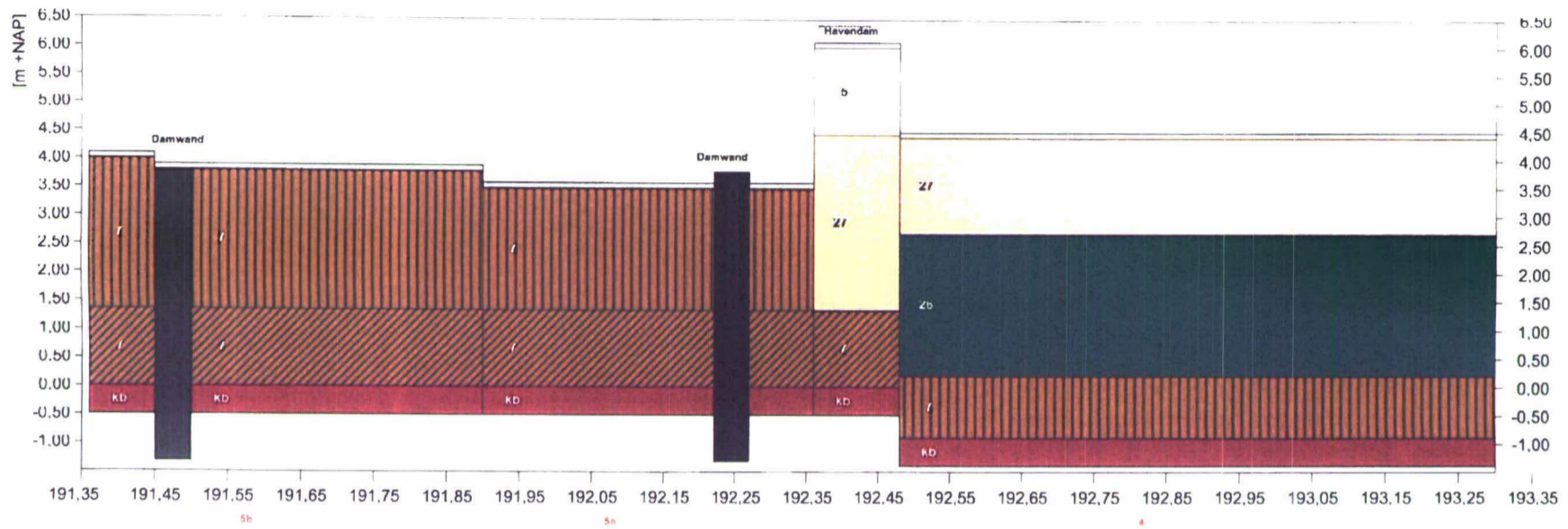






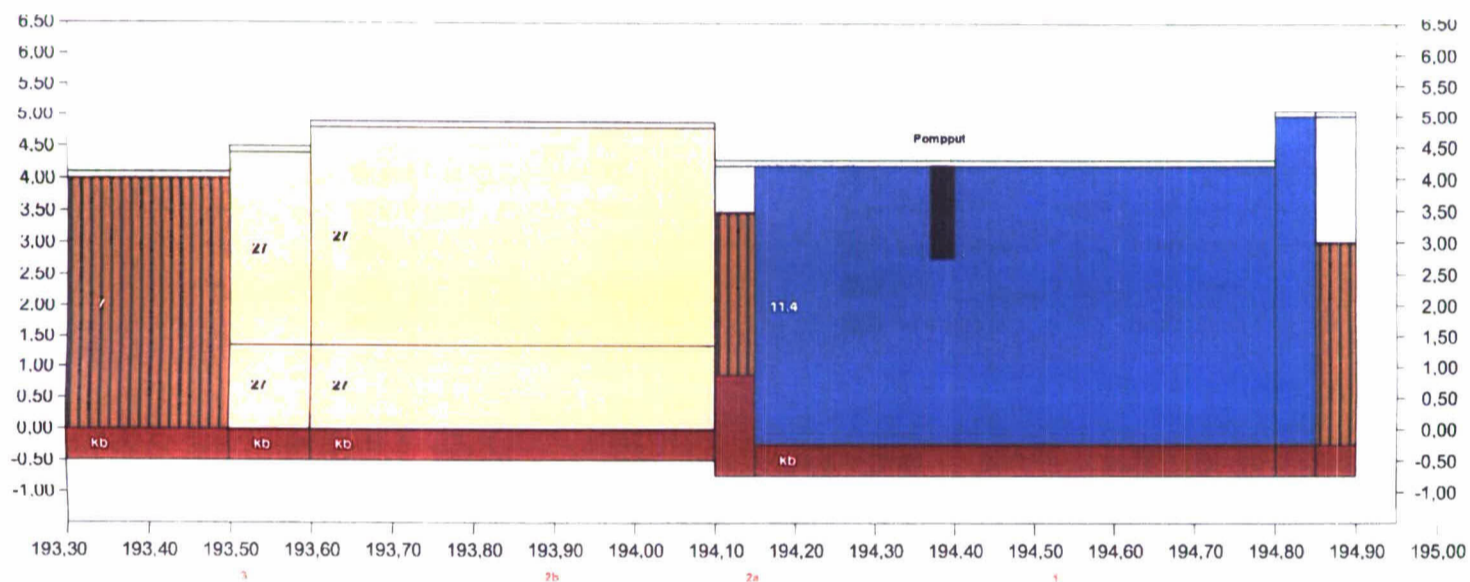
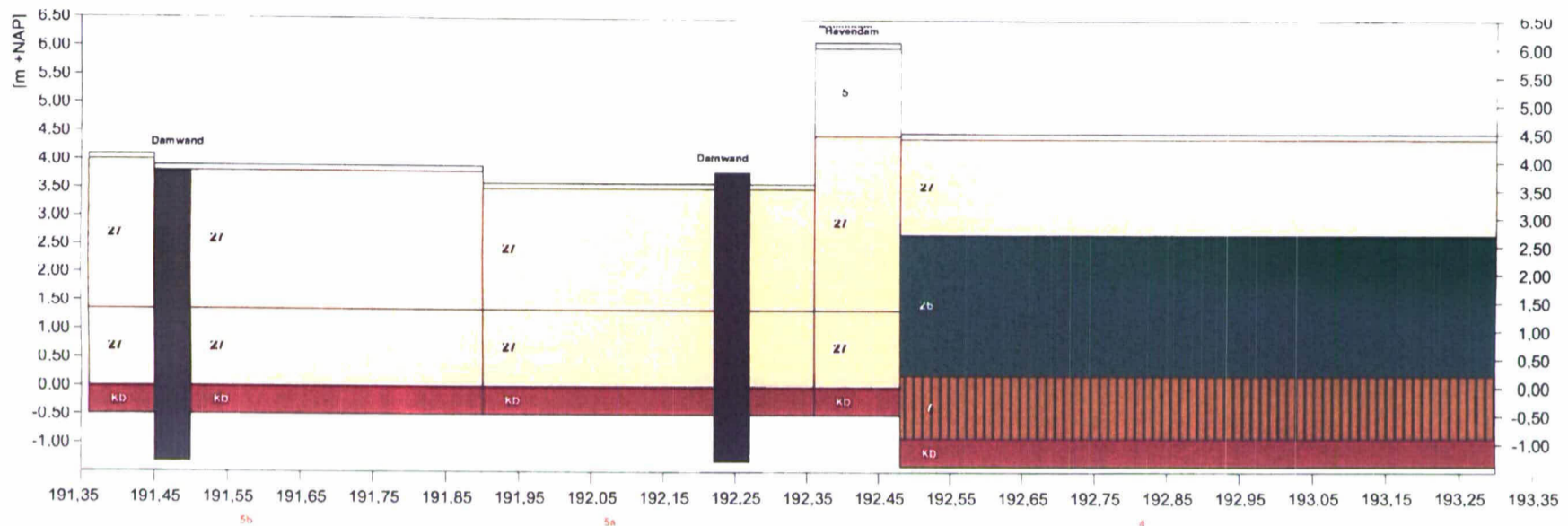


goed
  onvoldoende
  nader onderzoek
  geen oordeel



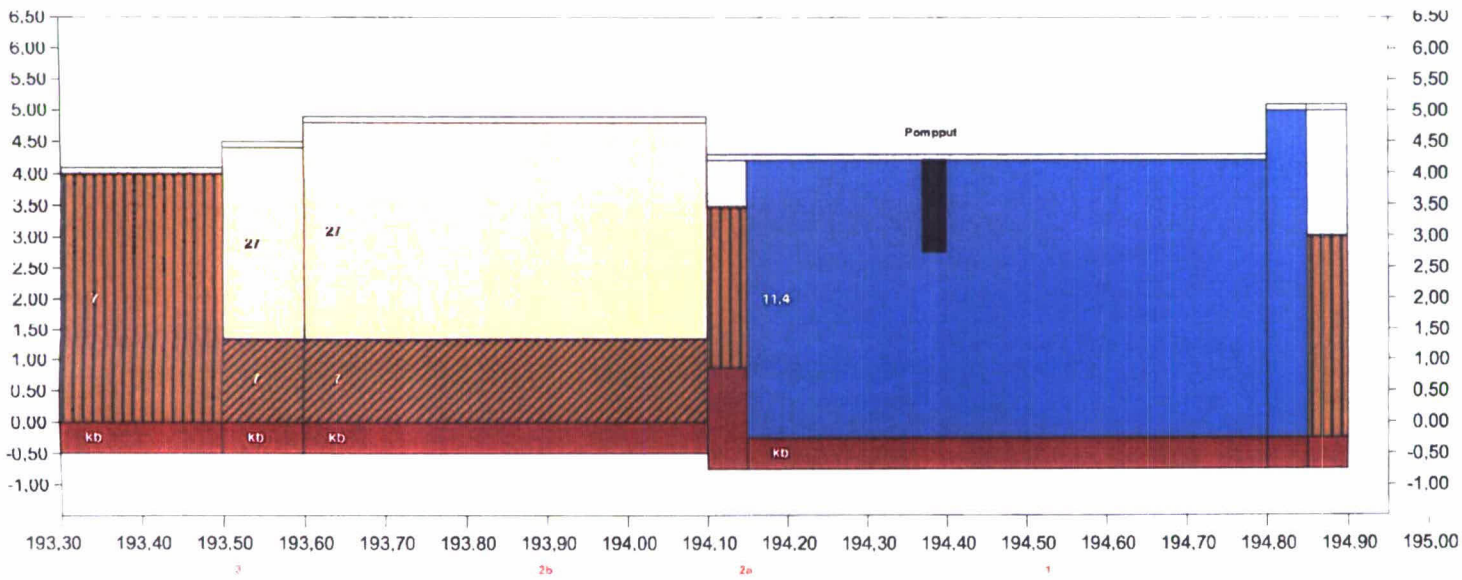
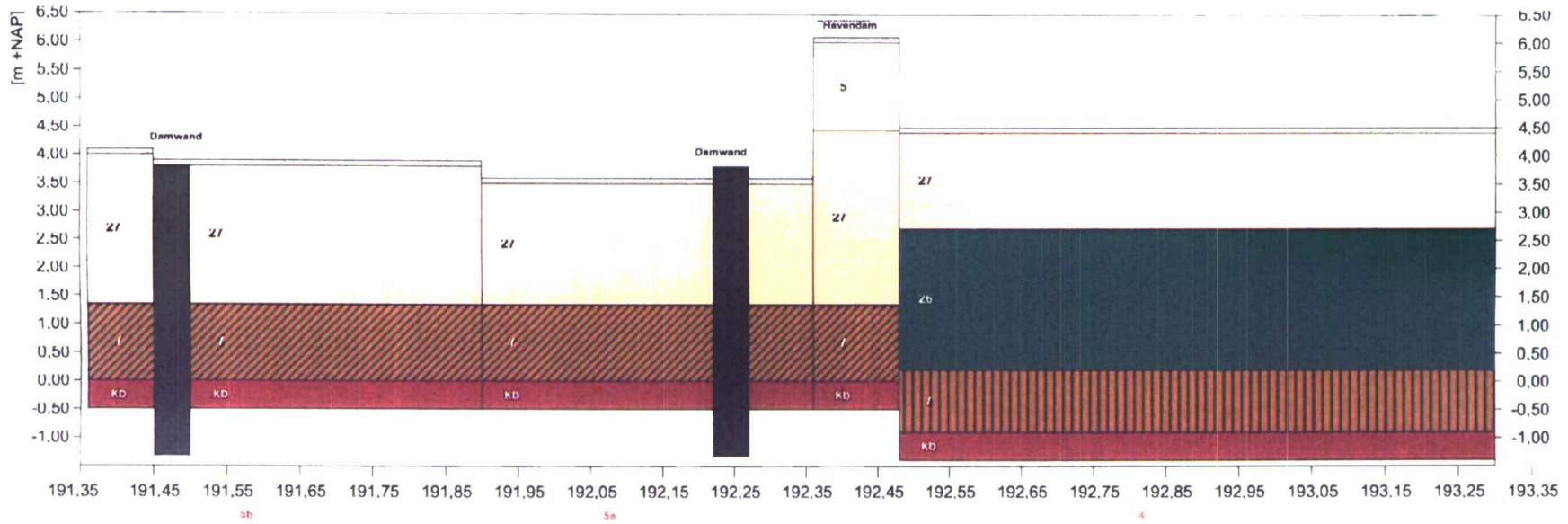
**Legenda**

1	asfalt	11.4	betonblokken gekanteld	26.4	petit graniet	16	plaatbekleding	—	kruinlijn
5.1/10	open steenasfalt, Fixstone, E	26	koperstakblokken	28.5	granietblokken	22.1	gras	—	betonpenetratie
27	betonzuilen	28	basalt	30	ovenge natuursteen	47	doorgroei stenen	—	asfaltpenetratie (vol en zat)
10/11	betonblokken	28.1	Vilvoordse	30	kreukelberm	50	keermuur ed	—	asfaltpenetratie (patroon)
11.1	Haringmanblokken	28.2	Lessinische	30	gepenetreeerde breuksteen	50	overige bekleding	—	asfaltpenetratie (Ecolaag)
11.2	diaboolblokken	28.3	Doornikse	30	breuksteen	50	stortsteenlijn	—	ecotoplaag



Legenda

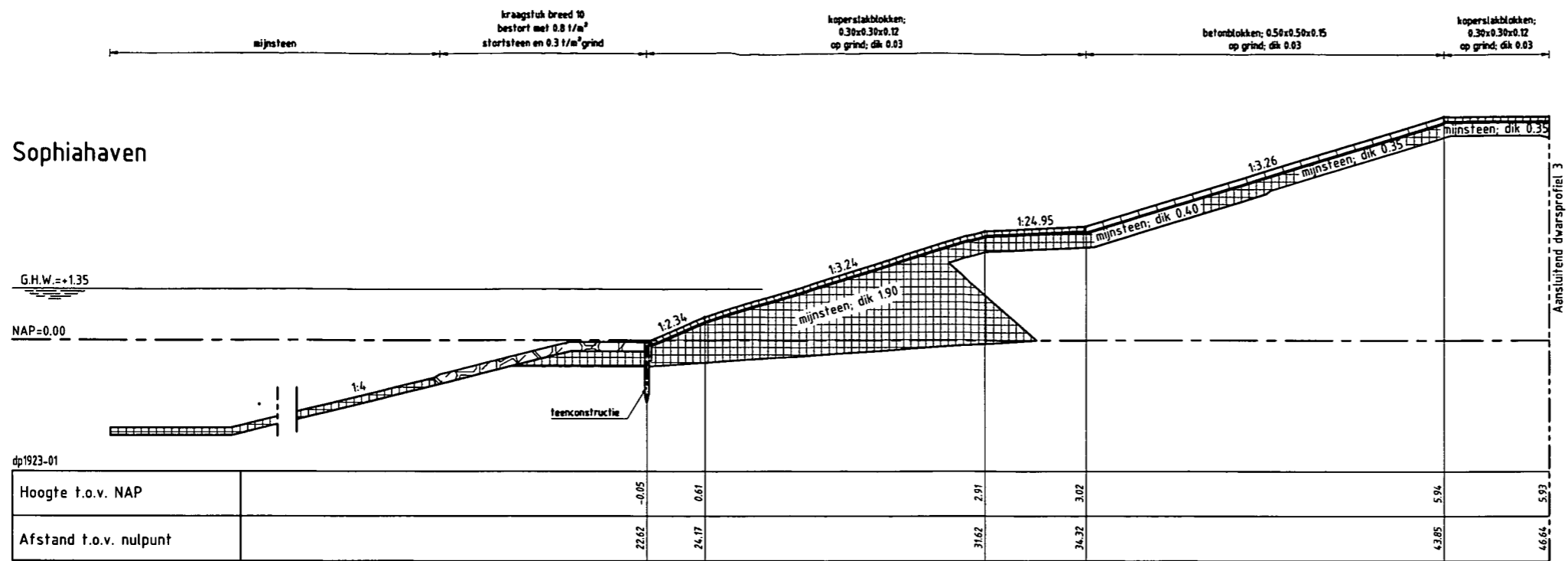
1	asfalt	11.4	betonblokken gekanteld	28.4	petil graniet		plaatbekleding		—	kruinlijn
15	open steenasfalt, Fixstone, E	29	koperslakblokken	28.5	granietblokken		20.2	gras	—	betonpenetratie
27	betonzuilen	28.1	basalt	28	overige natuursteen	17	doorgroeienden	101		asfaltpenetratie (vol en zat)
10/11	betonblokken	28.1	Vilvoordse	15	keukelberm	16	keermuur ed	101		asfaltpenetratie (patroon)
11.1	Haringmanblokken	28.2	Lessinische	7/0	gepenetreerde breuksteen					asfaltpenetratie (Ecolaag)
11.2	diaboolblokken	28.3	Doornikse	25	breuksteen					ecotoplaag



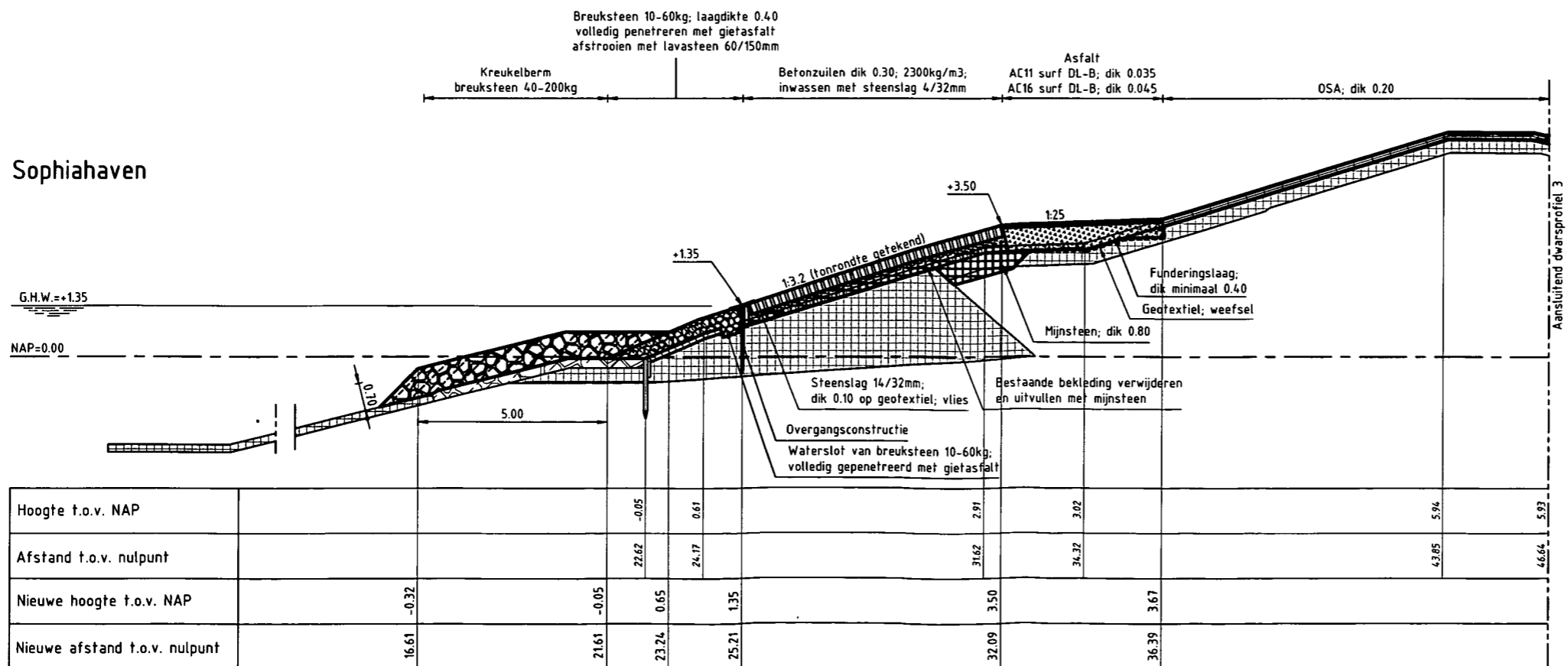
Legenda

1	asfalt	11.4/11.5	betonblokken gekanteld	28.4	petit oraniet	11.4	plaatbekleding	—	kruinlijn
1/5, 1/10	open steenasfalt. Fixstone. E	29	koperslakblokken	28.5	granietblokken	11.4	gras	—	betonpenetratie
27	betonzulen	28.1	basalt	28.2	overige natuursteen	17	doorgroelstenen	—	asfaltpenetratie (vol en zat)
10/11	betonblokken	28.3	Vilvoordse	28.3	keermuur ed	17	keermuur ed	—	asfaltpenetratie (patroon)
11.1	Haringmanblokken	28.2	Lessinische	28.3	gepenetreerde breuksteen	28.3	overige bekleding	—	asfaltpenetratie (Ecolaag)
11.2	diaboolblokken	28.3	Doomikse	28.3	breuksteen	28.3	stortsteenlijn	—	ecoloplaag





DWARSPROFIEL 2 bestaand



DWARSPROFIEL 2 nieuw binnenzijde noordelijke havendam (Deelgebied II)



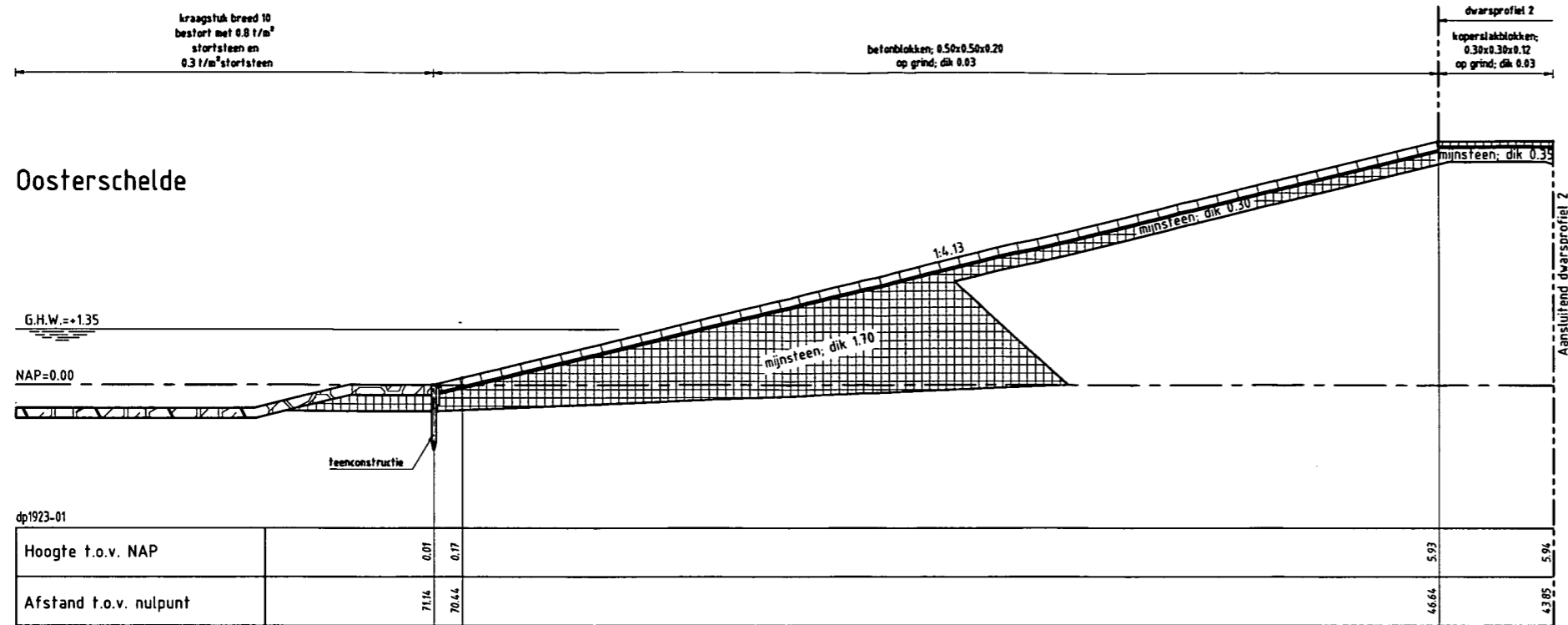
Waterschap Scheldestromen

Datum: 28-05-2013

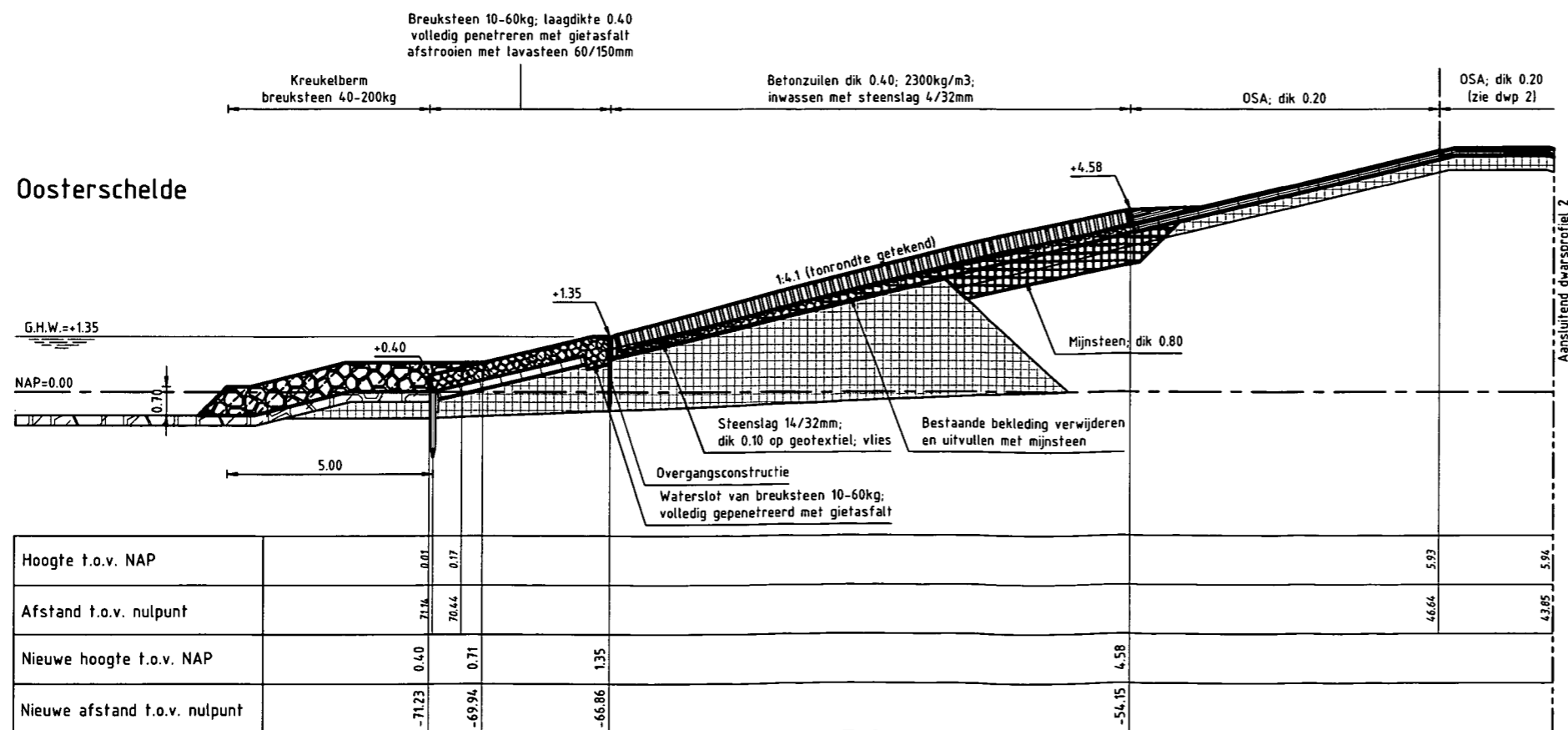
Maria-, Anna Friso-, Jacobapolder en Sophia-, Jacobahaven

RELEVANCE: G:\TUGENKOPPEL\ZEEVERGEMEREN\VARIA, ANNA FRISO-, JACOBAPOLDER EN SOPHIA-, JACOBHAVENDIJK  
 PLOTDIAF. 5/28/2013 17:31:26

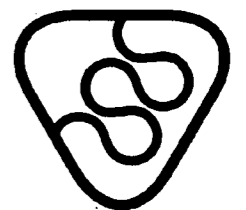




DWARSPROFIEL 3 bestaand



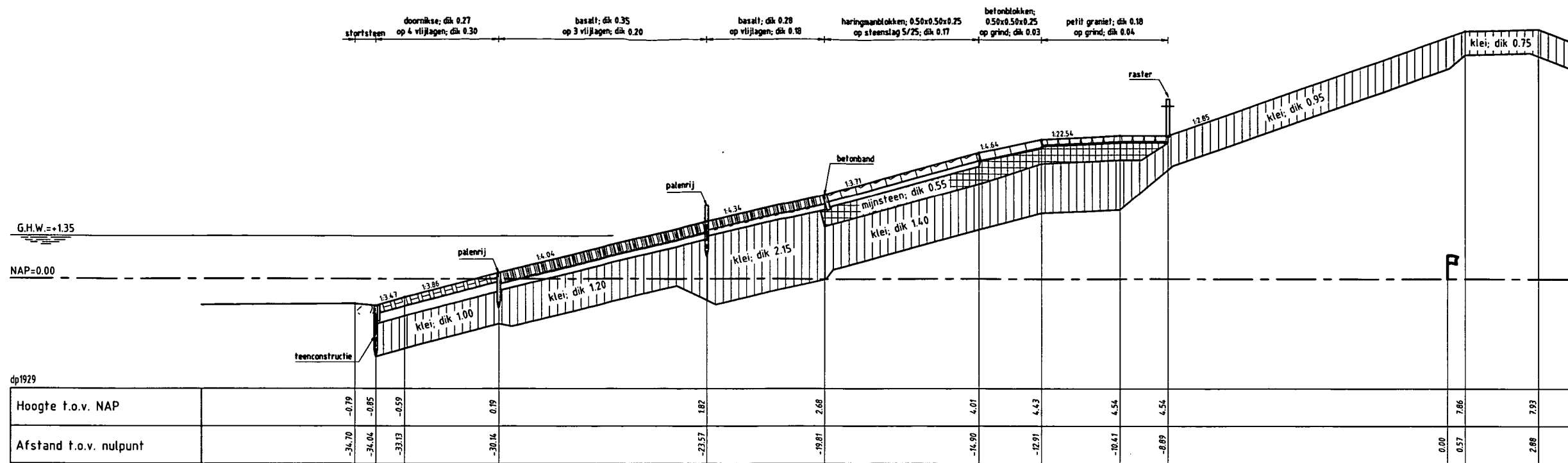
DWARSPROFIEL 3 nieuw van dp1924+85m buitenzijde noordelijke havendam tot einde noordelijke havendam (Deelgebied III)



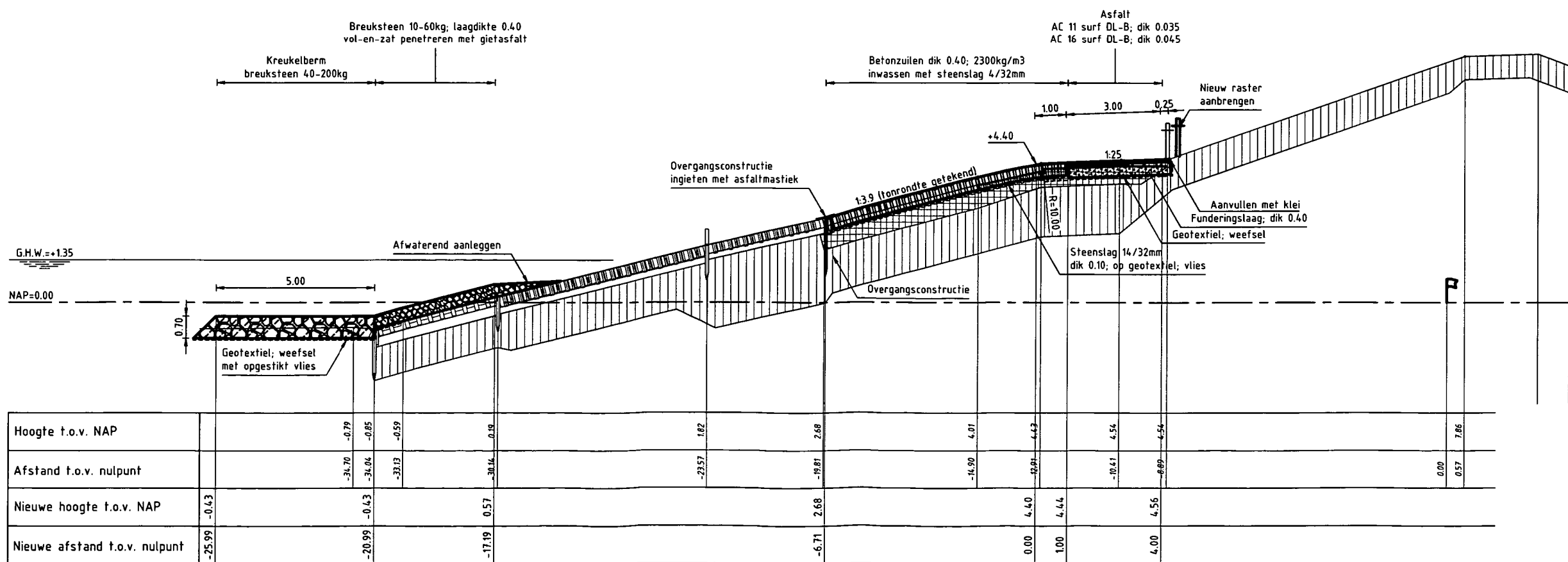
Waterschap Scheldestromen

Datum: 28-05-2013

Maria-, Anna Friso-, Jacobapolder en Sophia-, Jacobahaven

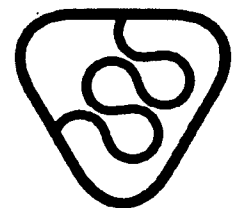


DWARSPROFIEL 4 bestaand



DWARSPROFIEL 4 nieuw van dp1924+85m tot dp1935 van dp1933 tot dp1935 verborgen glooiing

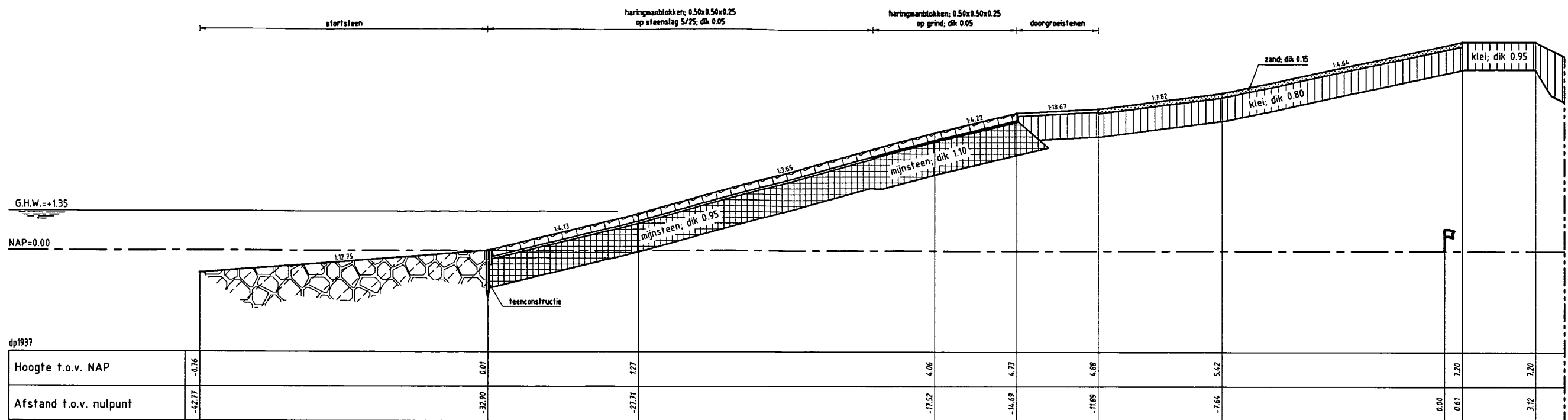
Maria-, Anna Friso-, Jacobapolder en Sophia-, Jacobahaven



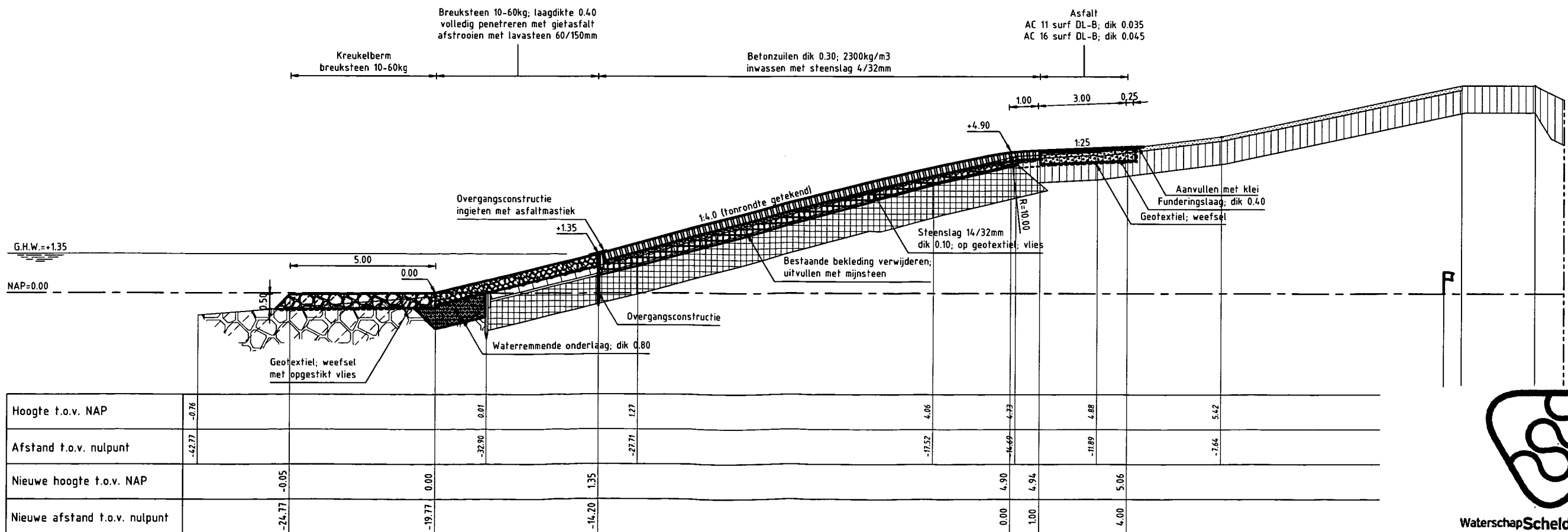
Waterschap Scheldestromen

Datum: 28-05-2013

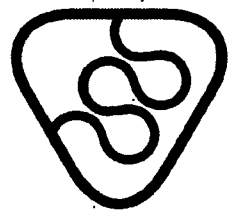
PLANNO: G:\TRENKING\ZEVENHUIZEN\MARIA-, ANNA FRISO-, JACOBAPOLDER EN SOPHIA-, JACOBHAVEN\DWG  
 PLOTNUM: 5/28/2013 12:51:17



DWARSPROFIEL 5 bestand



DWARSPROFIEL 5 nieuw van dp1935 tot kop oostelijke havendam van dp1937 tot kop oostelijke havendam betonzuilen dik 0.40; 2300kg/m3 van dp1941 tot kop oostelijke havendam kreukelberm; breuksteen 40-200kg; dik 0.70



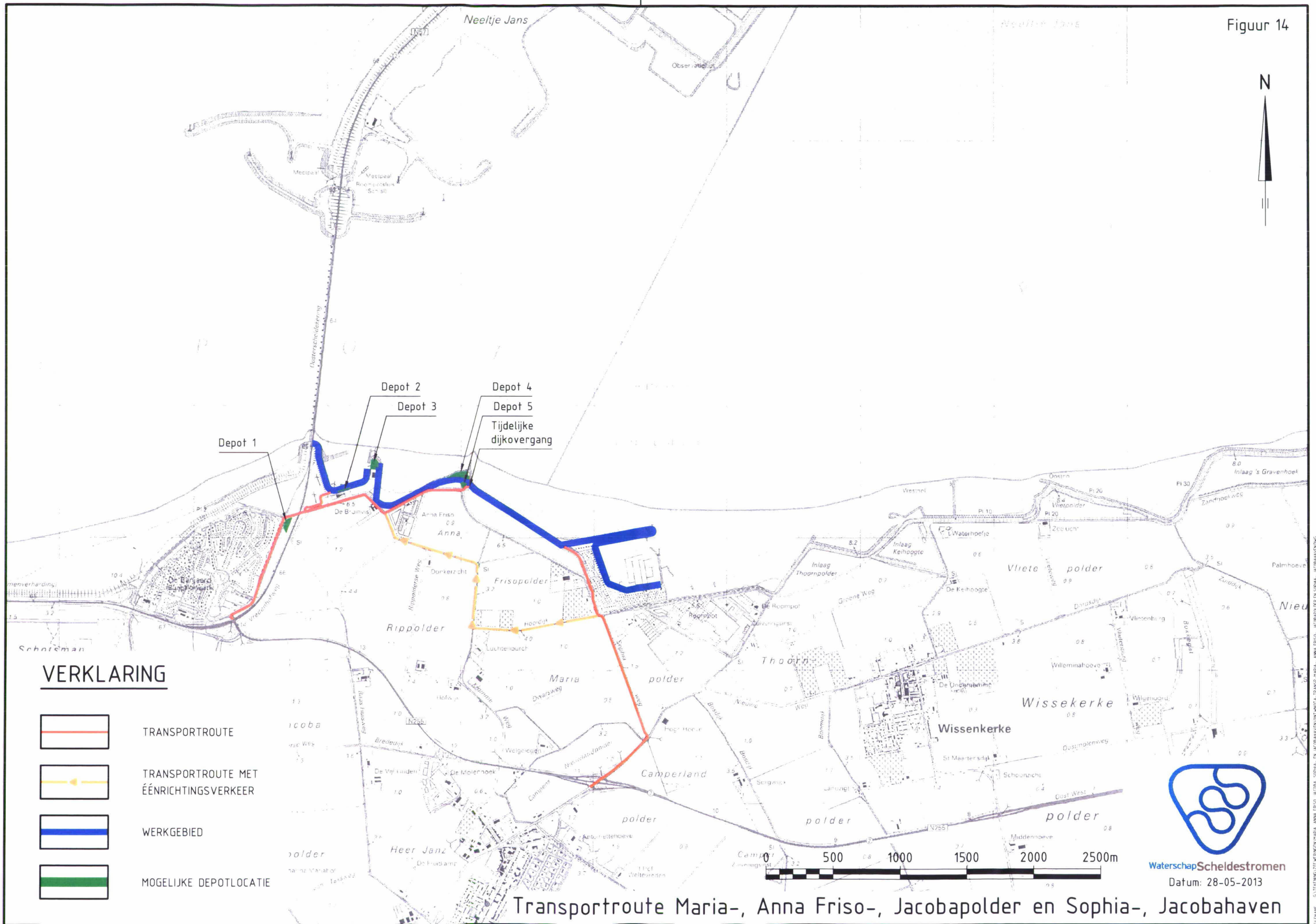
Waterschap Scheldestromen

Datum: 28-05-2013





Maria-, Anna Friso-, Jacobapolder en Sophia-, Jacobahaven

FILENAME: G:\TEKENINGEN\VERKEEREN\MARIA, ANNA FRISO, SOPHIA- EN JACOBAPOLDER\NOTA-DWP-PARIA-, ANNA FRISO-, JACOBAPOLDER EN SOPHIA-, JACOBHAVEN.DWG  
 PLOTDATE: 5/28/2013 10:52:28





**VERKLARING**

-  TRANSPORTROUTE
-  TRANSPORTROUTE MET ÉÉNRICHTINGSVERKEER
-  WERKGEBIED
-  MOGELIJKE DEPOTLOCATIE

Transportroute Maria-, Anna Friso-, Jacobapolder en Sophia-, Jacobahaven



**Waterschap Scheldestromen**  
Datum: 28-05-2013

---

## Bijlage 2 Detailadviezen

---

- Bijlage 2.1: Detailadvies Hydraulische randvoorwaarden
- Bijlage 2.2: Ecologisch detailadvies
- Bijlage 2.3: Detailadvies landschap
- Bijlage 2.4: Aandachtspunten ecologie Maria-, Anna Friso-, Jacobapolder en Sophia- Jacobahaven
- Bijlage 2.5: Beschouwing overige faalmechanismen en kleidikte

## Update detailadvies Maria-, Anna Friso en Jacobapolder inclusief Sophiahaven en Roompot

Aan : Yvo Provoost (Projectbureau Zeeweringen)  
Van : Pol van de Rest (Svašek Hydraulics)  
Tweede lezer : Dennis Hordijk (Royal Haskoning DHV) – samenvattende deel en bijlage 1  
Erik Arnold (Royal Haskoning DHV) – bijlage 2 en 3  
Datum : 28 maart 2013  
Betreft : 2012.19D Update detailadvies Maria-, Anna Friso en Jacobapolder inclusief  
Sophiahaven en Roompot  
Status : Definitief  
Ref. Svašek : 1587/U13040/D/PvdR

**Let op: Dit detailadvies is een tweede herziening van het oorspronkelijke detailadvies Maria-, Anna Friso en Jacobapolder, inclusief Sophiahaven en Roompot [ref 8]. In het oorspronkelijke detailadvies is bij bepaling van de maatgevende golfcondities gebruik gemaakt van de drie klassieke belastingfuncties (Z1, Z2, Z3) [ref 5 en 6] en de correctiefactoren uit een studie van WL uit 2005 [ref 22]. In de eerste herziening [ref 23] zijn aanpassingen doorgevoerd t.g.v. nieuwe belastingfuncties [ref 19] en aangescherpte correctiefactoren [ref 4]. In de voorliggende (tweede) revisie zijn de maatgevende golfcondities opnieuw bepaald met (opnieuw) aangescherpte correctiefactoren [ref 24]. Deze correctiefactoren zijn bepaald op basis van hindcasts op de Oosterschelde, alwaar in voorgaande revisie [ref 23] de correctiefactoren zijn bepaald op basis van hindcasts op de Westerschelde [ref 4]. Daarnaast zijn in dit advies de golfcondities in de Jacobahaven bepaald met het golfmodel HARES, alwaar in voorgaande revisie [ref 23] de golfcondities zijn bepaald met SWAN. Daarbij is dijkvak 1 opgedeeld in 6 verschillende dijkvakken (1a t/m 1f). Het voorliggende advies vervangt al voorgaande versies.**

In dit detailadvies zijn de golfcondities beschreven voor de Maria-, Anna Friso en Jacobapolder, inclusief Sophiahaven en Roompot, welke betrekking heeft op het traject vanaf dijkkilometer 190.05 tot 194.86. Het ontwerptracé loopt van dijkkilometer 190.50 tot 194.86. Dijkkilometer 190.50 ligt in dijkvak 7 en dijkkilometer 194.86 ligt op de grens van dijkvak 1a.

Het detailadvies is opgebouwd uit twee delen: het samenvattende advies (ontwerpwaarden en korte toelichting) en de bijlagen (uitgebreide beschrijving van de aanpak en de 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 dijkkilometring (zie ook [ref 11]). De dijkvakken 1a t/m 1f (Jacobahaven) en de dijkvakken 5a t/m 5d (Sophiahaven) zijn nieuw gecreëerde dijkvakken, welke niet zijn opgenomen in de standaard dijkvakindeling voor de Oosterschelde [ref 11]. Daarnaast is de grens van dijkvak 2a verschoven. De ligging van de dijkvakken 1a t/m 1f en dijkvak 2a is weergegeven in Figuur 3 en de ligging van de dijkvakken 5a t/m 5d in Figuur 4. De ligging van de dijkvakken 2b t/m 4 en de dijkvakken 6 en 7 is weergegeven in Figuur 2 (conform ref. 11).

Tabel 1: Beschouwde dijkvakken

Dijk- vak no.	Dijkvakscheidings- coördinaten tov Parijs (m)				Dijk kilometrerings (km)		Poldernaam
	van		tot		van	tot	
	x	y	x	y			
7	40642	401938	40226	401630	190,05	190,65	(voortland duintjes) inlaag Thoompolder
6	40226	401630	39535	401518	190,65	191,35	(voortland duintjes) Mariapolder
5δ	39114	401622	39022	401938	–	–	Sofiahaven
5γ	39022	401938	39416	402026	–	–	Sofiahaven
5β	39510	401650	39114	401622	–	–	Sofiahaven
5α	39416	402026	39000	401998	–	–	Noordelijke dam Sophiahaven
4	39000	401998	38016	402435	–	193,35	inlaag
3	38016	402435	37692	402353	193,35	193,70	Anna Frisopolder
2b	37692	402353	37389	402395	193,70	–	havenplateau Rippolder
2a	37389	402395	37400	402566	–	–	oostelijke zijde dam Jacobahaven
1f	37400	402566	37300	402570	–	–	kop dam Jacobahaven
1e	37300	402570	37293	402523	–	–	damwand Jacobahaven
1d	37293	402523	37252	402426	–	–	Jacobahaven
1c	37252	402426	37043	402371	–	–	Jacobahaven
1b	37043	402371	36949	402600	–	–	Jacobahaven
1a	36949	402600	36867	402585	–	194,86	kering tot Jacobahaven



Tabel 2: Maatgevende golfcondities voor betonzuilen

Dijk- vak no.	Dijk kilometrerings (km) van tot		Hs [m]				T <sub>pm</sub> [s]				Windrichting (°)			
			bij waterstand t.o.v. NAP				bij waterstand t.o.v. NAP				nautisch bij waterstand t.o.v. NAP			
			+0m	+2m	+3m	+4m	+0m	+2m	+3m	+4m	+0m	+2m	+3m	+4m
7	190,05	190,65	0,75	1,68	1,93	1,54	4,85	6,08	6,34	4,87	330	300	300	360
6	190,65	191,35	-	0,52	0,95	1,24	-	4,04	5,46	4,88	-	360	330	360
5α	--	--	1,46	1,81	1,89	1,58	5,44	5,84	6,40	5,42	300	300	300	60
4	--	193,35	0,98	1,86	2,17	1,72	5,33	6,58	6,96	5,50	315	300	300	60
3	193,35	193,70	1,23	1,98	2,23	1,74	6,22	7,07	7,60	5,50	300	300	300	60
2b	193,70	--	-	0,72	1,42	1,16	-	4,76	6,68	5,45	-	60	300	60
2a	--	--	0,98	1,75	2,01	1,58	5,55	7,16	7,16	5,69	60	300	300	60
1f	--	--	1,40	1,90	2,12	1,62	6,38	7,16	7,16	5,69	300	300	300	60
1e	--	--	1,04	1,36	1,47	1,13	5,71	6,54	6,79	5,69	330	330	330	60
1d	--	--	0,91	1,06	1,24	0,69	5,35	5,77	6,23	4,65	330	330	330	360
1c	--	--	0,74	1,06	1,33	1,15	4,82	5,77	6,46	5,69	60	330	330	60
1b	--	--	0,74	0,90	1,07	1,36	4,82	5,32	5,69	6,38	60	60	60	90
1a	--	194,86	1,09	1,30	1,40	1,48	5,69	5,69	5,69	5,69	60	60	60	60

**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 19]. 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 voor de dijkvakken 1a t/m 1f, 2a, 4 en 5α 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. Het geldigheidsbereik voor de andere dijkvakken is een taludhelling van 1:3,2 tot 1:4,2 voor dijkvak 2b, 1:3,2 tot 1:4,5 voor dijkvak 3, 1:3,0 tot 1:3,5 voor de dijkvakken 4 en 5 en 1:3,2 tot 1:3,6 voor dijkvak 7. In de gevallen dat het ontwerp buiten dit bereik valt 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 19]. Daarom moeten golfcondities waarvoor geldt  $\xi_{op} > 2$  (bij de aanwezigheid van een hoog voorland) aangepast worden [ref 19], zodat geldt  $\xi_{op} = 2$ . Voor de dijkvakken 1b t/m 1e, 2a, 2b, 3, 6 en 7 is bij enkele waterstanden  $\xi_{op} > 2$ . Bij deze dijkvakken wordt het voorland aangemerkt als een ondiep voorland. Daarom zijn de golfcondities (de golfperiode  $T_{pm}$ ) voor deze situaties naar beneden bijgesteld. De aangepaste waarden zijn met een rode arcering aangegeven in Tabel 2 en Tabel 5.2.
- Er is een overlap met het detailadvies 'Vlietepolder, Thoorpolder' [ref 9], waarin de dijkvakken 6 t/m 12 zijn beschouwd. De randvoorwaarden van de overlap (dijkvak 6 en 7) zijn niet gelijk aan dit advies, doordat deze met andere belastingfuncties [ref 19] en met aangescherpte correcties [ref 24] zijn bepaald. De getallen in het voorliggende detailadvies voor dijkvakken 6 en 7 vervangen de waarden uit het voorgaande advies [ref 9]. Daarnaast is er een overlap met het advies 'Update Maria-, Anna Friso en Jacobapolder inclusief Sophiahaven en Roompot, ECO-beach' [ref 10]. De randvoorwaarden van de overlappende delen zijn niet gelijk aan dit advies, omdat in dit advies gebruik is gemaakt van aangescherpte correcties [ref 24]. De getallen in het voorliggende detailadvies voor alle beschouwde dijkvakken vervangen de waarden uit het voorgaande advies [ref 9].

- Voor alle dijkvakken is de golfhoogte en/of golfperiode bij NAP +3m hoger dan bij NAP +4m (zie oranje arcering in de Tabellen 5.1 t/m 5.4 en Tabel 2). Dit komt doordat de kering bij een waterstand van NAP+4m is gesloten, waardoor er (vrijwel) geen golfenergie bij westelijke winden vanaf de Noordzee via de kering de Oosterschelde bereikt. Daarnaast is bij dijkvak 7 (zie tabel 5.1) bij de maatgevende golfcondities voor (gekantelde) betonblokken en patroon gepenetreerde breuksteen de golfperiode hoger bij een waterstand van NAP +0m i.v.m. NAP +2m (oranje gearceerd). Dit wordt veroorzaakt doordat bij een hogere waterstand een andere windrichting maatgevend wordt.
- Voor de omgeving van de Jacobahaven zijn nieuwe dijkvakken en dijkvakgrenzen gecreëerd ten opzichte van de ligging van de dijkvakken, zoals aangegeven in Figuur 2. De nieuwe dijkvakken worden dijkvak 1a t/m dijkvak 1f genoemd, waarvan de ligging is weergegeven in Figuur 3. Daarnaast is de begrenzing van dijkvak 2a gewijzigd. De golfcondities van de dijkvakken 1a t/m 1f zijn bepaald met het golfmodel HARES [ref 26] en zijn beschreven in [ref 25]. Bij berekening van deze golfcondities is aangenomen dat de oostelijke dam van de Jacobahaven bestand wordt gemaakt tegen maatgevende (1/4000<sup>ste</sup>) stormcondities. **De golfcondities van deze dijkvakken zijn dus alleen te gebruiken indien de voorliggende oostelijke dam daadwerkelijk bestand is tegen de 1/4000 jr golfcondities.** Dit geldt alleen voor de dijkvakken 1b t/m 1e (in de haven) en dijkvak 2a, omdat alleen de golfcondities van deze dijkvakken een golfreducerend effect ondervinden van deze dam. De golfcondities van dijkvak 2a zijn bepaald met het golfmodel SWAN, waarbij een nieuw uitvoerpunt (X= 37445, Y= 402564) is gecreëerd (zie Figuur 3).
- Voor de omgeving van de Sophiahaven zijn nieuwe dijkvakken en dijkvakgrenzen gecreëerd ten opzichte van de standaard dijkvakindeling, zoals aangegeven in Figuur 2. De nieuwe dijkvakken worden dijkvak 5a t/m dijkvak 5δ genoemd, waarvan de ligging is weergegeven in Figuur 4. De golfcondities van de dijkvakken 5β t/m 5δ zijn berekend met behulp van de spreadsheet "Rekeninstrument -Golfbelasting in Havens - v2-0.xls" volgens de handleiding van het RIKZ [ref 14], de zogenaamde VTV-methode (zie bijlage 2). Bij berekening van deze golfcondities is aangenomen dat alleen de voorliggende noordelijke dam bestand wordt gemaakt tegen maatgevende stormcondities, de oostelijke gelegen dam is als "verloren" beschouwd. **De golfcondities van de dijkvakken 5β t/m 5δ zijn dus alleen te gebruiken indien de voorliggende noordelijke dam bestand wordt gemaakt tegen de 1/4000 jr golfcondities.** Voor het dijkgedeelte tussen dijkvak 5β en dijkvak 6 moeten de golfcondities van dijkvak 6 gebruikt worden. Opgemerkt moet worden dat de golfcondities voor de dijkvakken 5β t/m 5δ zijn bepaald m.b.v. de klassieke belastingfuncties [ref 5 en 6] en niet met de nieuwe belastingfuncties [ref 19]. Daarnaast zijn de randvoorwaarden niet gecorrigeerd met de aangescherpte correctiewaarden [ref 24], maar met de correctiewaarden uit [ref 22]. Er wordt echter vanuit gegaan dat de berekende randvoorwaarden voldoende robuust zijn (zie bijlage 2).
- De bodemligging van de dijkvakken in de haven (dijkvak 5β t/m 5δ) is gebaseerd op lodingen van het Waterschap (Bron: R. Derksen, Waterschap Zeeuwse Eilanden) en mondelinge communicatie met de havenbeheerder (dhr. Oostdijk). Omdat de beschikbare lodingen circa 15 jaar oud zijn wordt aangeraden de bodemligging tijdens het ontwerp te controleren. Indien de werkelijke bodemligging lager is dan de aangehouden ligging dient contact opgenomen te worden met de adviesschrijver.

Figuur 1: Overzicht projectgebied met daarop o.a. de Jacobahaven, Sophiahaven en duin en strand bij Roompot (bron: Google Earth)



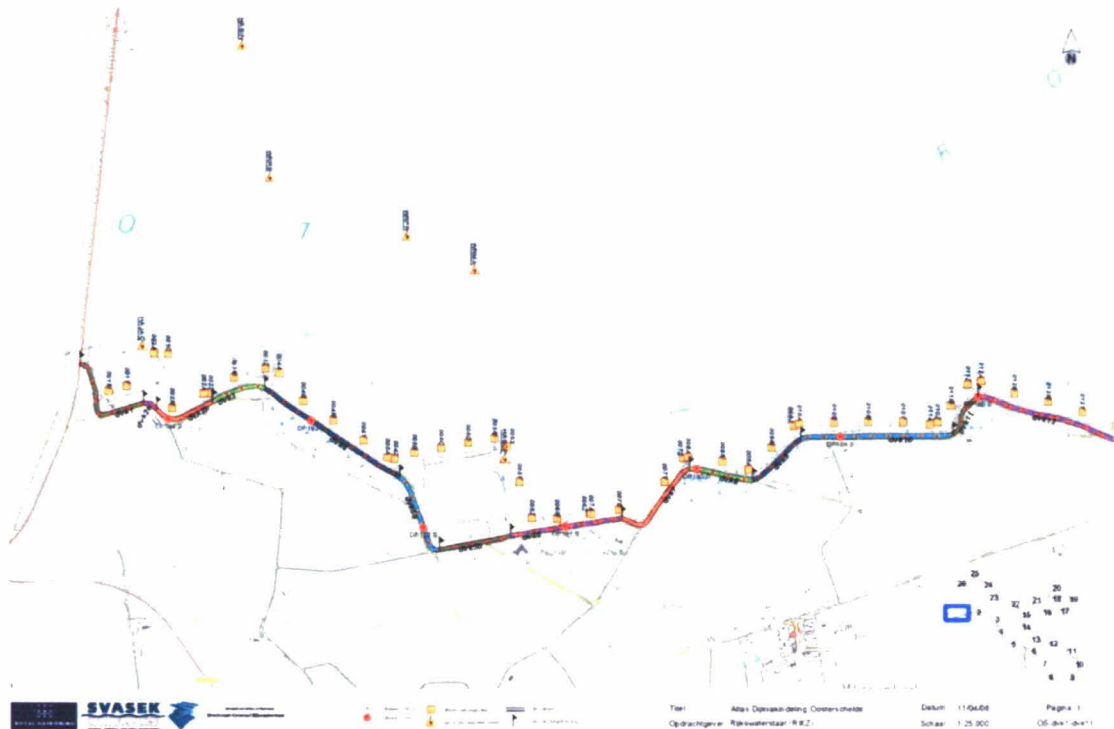
Tabel 3: Waterstanden en ontwerppeilen

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
7	3,5	1,35	-1,25	1,55	-1,25	1,10	-1,10
6	3,5	1,35	-1,25	1,55	-1,25	1,10	-1,10
5δ	3,5	1,35	-1,25	1,55	-1,25	1,10	-1,10
5γ	3,5	1,35	-1,25	1,55	-1,25	1,10	-1,10
5β	3,5	1,35	-1,25	1,55	-1,25	1,10	-1,10
5α	3,5	1,35	-1,25	1,55	-1,25	1,10	-1,10
4	3,5	1,35	-1,20	1,55	-1,25	1,10	-1,10
3	3,5	1,35	-1,20	1,55	-1,25	1,10	-1,10
2b	3,5	1,35	-1,20	1,55	-1,25	1,10	-1,10
2a	3,5	1,35	-1,20	1,55	-1,25	1,10	-1,10
1f	3,5	1,35	-1,20	1,55	-1,25	1,10	-1,10
1e	3,5	1,35	-1,20	1,55	-1,25	1,10	-1,10
1d	3,5	1,35	-1,20	1,55	-1,25	1,10	-1,10
1c	3,5	1,35	-1,20	1,55	-1,25	1,10	-1,10
1b	3,5	1,35	-1,20	1,55	-1,25	1,10	-1,10
1a	3,5	1,35	-1,20	1,50	-1,25	1,10	-1,10

Tabel 4: Bodemligging

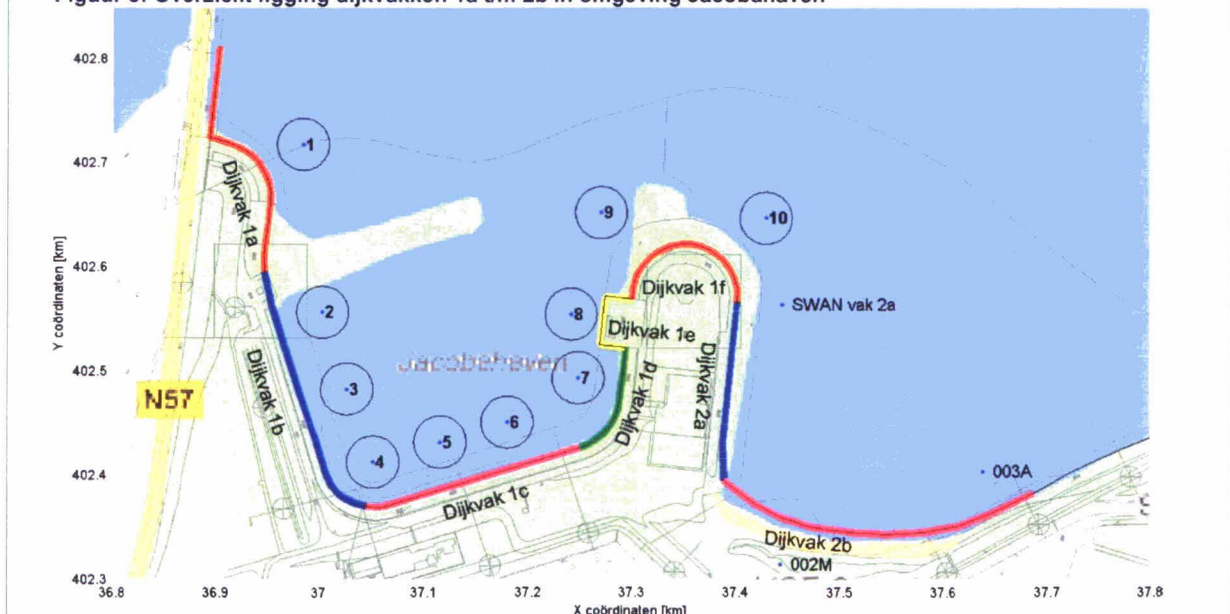
Dijk- vak no.	Dijk kilometrering (km)		Representatieve bodemligging [m] tov NAP	Gemiddelde bodemligging [m] tov NAP	Stand.dev. bodemligging [m] tov. NAP
	van	tot			
7	190,05	190,65	-1,13	-1,13	0,00
6	190,65	191,35	1,18	1,75	0,58
5δ	--	--	-6,00	-6,00	0,00
5γ	--	--	-6,00	-6,00	0,00
5β	--	--	-6,00	-6,00	0,00
5α	--	--	-4,05	-2,89	1,16
4	--	193,35	-1,37	-0,73	0,64
3	193,35	193,70	-2,54	-1,04	1,49
2b	193,70	--	0,85	0,99	0,14
2a	--	--	-2,02	-2,02	0,00
1f	--	--	-3,58	-3,57	0,01
1e	--	--	-3,00	-3,00	0,00
1d	--	--	-3,00	-3,00	0,00
1c	--	--	-3,00	-3,00	0,00
1b	--	--	-3,00	-3,00	0,00
1a	--	194,86	-3,75	-3,75	0,00

Figuur 2: Overzicht ligging dijkvakken 1 t/m 7

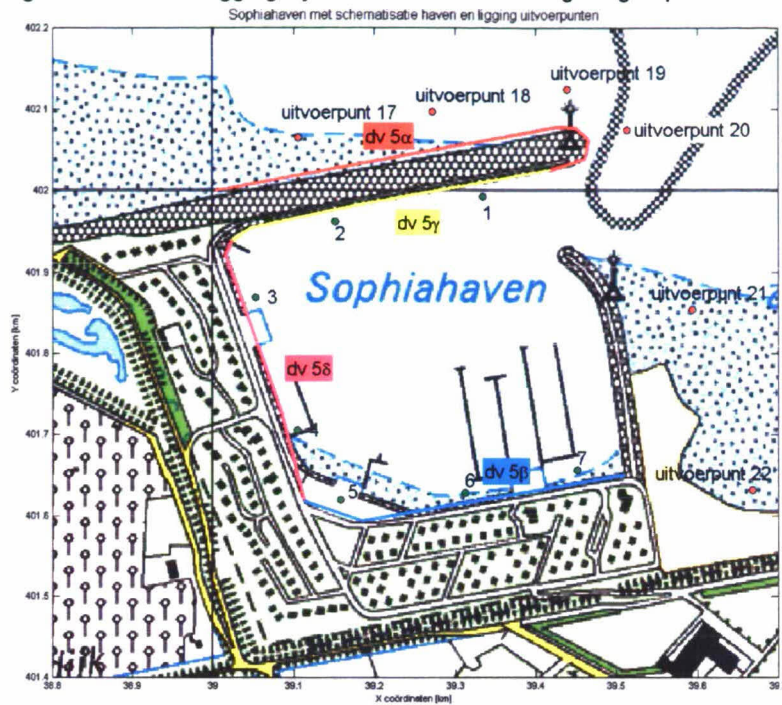


Let op: Dijkvak 1 uit Figuur 2 wordt niet in dit advies beschouwd, vanwege de mogelijke versterking van de dammen van de Jacobahaven. Daarom zijn voor de omgeving van de Jacobahaven nieuwe dijkvakken gecreëerd, genaamd 1a t/m 1f en de begrenzing van dijkvak 2a is gewijzigd. De ligging van deze dijkvakken is weergegeven in Figuur 3. Eveneens worden de dijkvakken 5a en 5b uit Figuur 2 niet in dit advies beschouwd, vanwege de mogelijke versterking van de dammen van de Sophiahaven. Daarom zijn voor de omgeving van de Sophiahaven nieuwe dijkvakken gecreëerd, genaamd 5a t/m 5d. De ligging van deze dijkvakken is weergegeven in Figuur 4.

Figuur 3: Overzicht ligging dijkvakken 1a t/m 2b in omgeving Jacobahaven



Figuur 4: Overzicht ligging dijkvakken 5a t/m 5f in omgeving Sophiahaven



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

## 1 Ligging dijkvakken

Dit detailadvies heeft betrekking op de dijkvakken 1a t/m 7 (zie Figuur 2, 3 en 4). De dijkvakken liggen op Noord-Beveland (westzijde van de Oosterschelde), vlakbij de Oosterscheldekering. Het ontwerptracé loopt van dijkkilometer 190.50 tot 194.86. Dijkkilometer 190.50 ligt in dijkvak 7 en dijkkilometer 194.86 is de grens van dijkvak 1a. Dit advies beslaat traject dijkkilometer 190.05 tot 194.86 en komt dus overeen met een iets ruimer traject.

Dit detailadvies is een tweede herziening van het oorspronkelijke detailadvies Maria-, Anna Friso en Jacobapolder, inclusief Sophiahaven en Roompot [ref 8]. In het oorspronkelijke detailadvies is bij bepaling van de maatgevende golfcondities gebruik gemaakt van de drie klassieke belastingfuncties (Z1, Z2, Z3) [ref 5 en 6] en de correctiefactoren uit een studie van WL uit 2005 [ref 22]. In de eerdere herziening [ref 23] zijn aanpassingen doorgevoerd t.g.v. nieuwe belastingfuncties [ref 19] en aangescherpte correctiefactoren [ref 4]. In de voorliggende (tweede) revisie zijn de maatgevende golfcondities opnieuw bepaald met (opnieuw) aangescherpte correctiefactoren [ref 24]. Deze correctiefactoren zijn bepaald op basis van hindcasts op de Oosterschelde, alwaar in voorgaande revisie [ref 23] de correctiefactoren zijn bepaald op basis van hindcasts op de Westerschelde [ref 4]. De waarden in dit detailadvies vervangen de vorige afgegeven waarden.

Er is een overlap met het detailadvies 'Vlietepolder, Thoorpolder' [ref 9], waarin de dijkvakken 6 t/m 12 zijn beschouwd. De randvoorwaarden van de overlap (dijkvakken 6 en 7) zijn niet gelijk aan dit advies, doordat deze met andere belastingfuncties [ref 19] en met aangescherpte correcties [ref 24] zijn bepaald. De randvoorwaarden in het voorliggende detailadvies voor de dijkvakken 6 en 7 vervangen de waarden uit het voorgaande advies [ref 9]. Daarnaast is er een overlap met het advies 'Update Maria-, Anna Friso en Jacobapolder inclusief Sophiahaven en Roompot, ECO-beach' [ref 10]. De randvoorwaarden van de overlappende delen zijn niet gelijk aan dit advies, doordat deze met aangescherpte correcties [ref 24] zijn bepaald. De randvoorwaarden in het voorliggende detailadvies vervangen de waarden uit het voorgaande advies [ref 10].

Voor de omgeving van de Jacobahaven zijn nieuwe dijkvakken en dijkvakgrenzen gecreëerd ten opzichte van de ligging van de dijkvakken, zoals aangegeven in Figuur 2. De nieuwe dijkvakken worden dijkvak 1a t/m dijkvak 1f genoemd en vervangen dijkvak 1 uit het voorgaande advies [ref 23]. De ligging van deze nieuwe dijkvakken is weergegeven in Figuur 3. Daarnaast is de begrenzing van dijkvak 2a gewijzigd. Bij berekening van de golfcondities van de dijkvakken is aangenomen dat de oostelijke dam bestand wordt gemaakt tegen maatgevende stormcondities. **De golfcondities van deze dijkvakken zijn dus alleen te gebruiken indien de voorliggende oostelijke dam bestand wordt gemaakt tegen de 1/4000 jr golfcondities.** Dit geldt alleen voor de dijkvakken 1b t/m 1e (in de haven) en dijkvak 2a, omdat alleen de golfcondities van deze dijkvakken een golfreducerend effect ondervinden van deze dam.

De golfcondities van dijkvak 2a zijn bepaald met het golfmodel SWAN, waarbij een nieuw uitvoerpunt (X= 37445, Y= 402564) is gecreëerd (zie Figuur 3).

De dammen die de Sophiahaven beschermen worden mogelijk onderdeel gemaakt van de primaire waterkering. In dit advies is er vanuit gegaan dat alleen de noordelijke dam van de Sophiahaven bestand worden gemaakt tegen 1/4000<sup>e</sup> golfcondities, de oostelijke dam wordt als "verloren" beschouwd. De noordelijke dam beschermt vooral de bebouwing en de boten in de haven. De oostelijke dam heeft ditzelfde doel (echter in minder mate). Voor de omgeving van de Sophiahaven zijn nieuwe dijkvakken en dijkvakgrenzen gedefinieerd ten opzichte van de ligging van de dijkvakken, zoals aangegeven in Figuur 2. Deze nieuwe dijkvakken worden de dijkvakken 5a t/m 5f



genoemd, waarvan de ligging is weergegeven in Figuur 3. De dijkvakken 5a en 5b uit Figuur 2 worden niet in dit advies beschouwd. Dijkvak 5a heeft betrekking op de buitenzijde en kop van de noordelijke dam, waarbij de golfcondities zijn bepaald op basis van de uitvoerpunten 17 t/m 20 (zie Figuur 4 voor de ligging van de uitvoerpunten). Voor het dijkgedeelte tussen dijkvak 5β en dijkvak 6 moeten de golfcondities van dijkvak 6 gebruikt worden.

De golfcondities van de dijkvakken 5β t/m 5δ zijn berekend met behulp van de spreadsheet "Rekeninstrument -Golfbelasting in Havens - v2.0.xls" volgens de handleiding van het RIKZ [ref 14]. Daarbij zijn de golfcondities van uitvoerpunt 20 (zie Figuur 3) doorvertaald naar golfcondities in de haven, waarbij het golfreducerende effect van de noordelijke dam is meegenomen en de oostelijke gelegen dam als "verloren" is beschouwd. **Deze golfcondities zijn daarom alleen te gebruiken indien de voorliggende noordelijke dam bestand worden gemaakt tegen 1/4000 jr golfcondities.** De berekening van deze golfcondities is beschreven in Bijlage 2.

Let op: De golfcondities voor de dijkvakken 5β t/m 5δ zijn bepaald m.b.v. de klassieke belastingfuncties [ref 5 en 6] en niet met de nieuwe belastingfuncties [ref 19]. De verschillen die hierdoor ontstaan voor de golfcondities in de haven worden echter klein verondersteld (zie paragraaf 2, Bijlage 2). De randvoorwaarden zijn niet gecorrigeerd met de aangescherpte correctiewaarden [ref 24], maar met de correctiewaarden uit [ref 22]. Er wordt echter vanuit gegaan dat de berekende randvoorwaarden voldoende robuust zijn (zie bijlage 2). Zie voor een onderbouwing van deze keuze bijlage 2.

Dijkvak 5γ betreft de binnenzijde van de noordelijke dam. De dijkvakken 5β en 5δ betreffen dijkgedeeltes in de haven, aan de rand van de kade. De ligging van de dijkvakken in en rond de Sophiahaven zijn weergegeven in Figuur 4.

De bodemligging van de dijkvakken in de haven (dijkvak 5β t/m 5δ) is gebaseerd op lodingen van het Waterschap (Bron: R. Derksen, Waterschap Zeeuwse Eilanden) en mondelinge communicatie met de havenbeheerder (dhr. Oostdijk). Omdat de beschikbare lodingen circa 15 jaar oud zijn wordt aangeraden de bodemligging tijdens het ontwerp te controleren. Indien de werkelijke bodem lager ligt dan de aangehouden bodem dient contact te worden opgenomen met de adviesschrijver.

## 2 Situatiebeschrijving

Langs het traject zijn enkele bijzondere objecten te onderscheiden, die in Figuur 1 zijn weergegeven (van west naar noord):

- Jacobahaven: Direct ten oosten van de Oosterscheldekering ligt de Jacobahaven met twee havendammen, welke hier de noordelijke en oostelijke dam worden genoemd. De noordelijk gelegen dam is een relatief lage dam van 35 meter breed en bestaat uit losse breuksteen. De kruin van deze dam ligt op NAP+0m tot NAP+0,5m. De oostelijke dam bestaat uit een plateau van circa 100 meter breed met een hoogte van ca. NAP+5,0m. In dit advies is er vanuit gegaan dat de oostelijke dam bestand worden gemaakt tegen 1/4000<sup>ste</sup> golfcondities. De noordelijke dam wordt niet versterkt, maar omdat het niet aannemelijk is dat deze tijdens een storm in zijn geheel afslaat is in overleg met het waterschap besloten bij bepaling van de golfcondities in de haven er vanuit te gaan dat deze dam niet verder af zal slaan dan NAP (zie ref 25)
- Strekdam: Tussen dijkvak 3 en 4 bevindt zich een strekdam. Omdat deze niet gedimensioneerd is op een maatgevende storm, is deze bij de berekening van de golfcondities als "verloren" beschouwd.
- Sophiahaven: De Sophiahaven wordt beschermd door een tweetal havendammen. In dit advies is er vanuit gegaan dat de noordelijke dam bestand worden gemaakt tegen 1/4000<sup>ste</sup> golfcondities en de oostelijke dam niet. Daarom is alleen het golfreducerende effect van de noordelijke dam bij berekening van de golfcondities van de dijkvakken 5β t/m 5δ meegenomen.

De berekening van deze golfcondities is beschreven in Bijlage 2.

- Strand Roompot: Ter plaatse van de Roompot (dijkvakken 6 en 7) bevindt zich een duin en een strand voor de achterliggende harde waterkering. Reductie van de golfcondities door het voorliggende strand is wel meegenomen in berekening van de golfcondities, reductie van de golfbelasting ten gevolge van het aanwezige duingebied is niet meegenomen. De golfcondities van de dijkvakken 6 en 7 gelden voor steenbekledingen voor een situatie zonder duinen. Voor dit gebied zijn eveneens indicatieve duinafslagberekeningen uitgevoerd, waarvan de aannames en conclusies in Bijlage 3 beschreven zijn [ref 16].

### 3 Golfcondities

De dijkvakken in het beschouwde traject worden bij de waterstanden NAP+0m, +2m en +3m het zwaarst belast door golven uit (noord-) westelijke windrichtingen, namelijk tussen de 270 en 330 graden (zie tabellen 5.1 t/m 5.4). De kering is bij deze waterstanden immers open. Uitzondering hierop zijn in enkele gevallen de dijkvakken 1a, 1b, 1c, 2a en 6 alwaar de windrichtingen 360 of 60 maatgevend zijn. Over het algemeen betreffen dit dijkvakken welke beschut liggen voor golven uit (noord-) westelijke windrichtingen.

Bij de waterstand NAP+4m worden alle dijkvakken het zwaarst belast door golven uit (noord-) oostelijke windrichtingen, namelijk tussen de 360 en 60 graden (zie tabellen 5.1 t/m 5.4). Dit wordt veroorzaakt doordat bij deze waterstand de Oosterscheldekering gesloten is, waardoor lokaal opgewekte golven maatgevend worden. Door het sluiten van de kering zijn de golfcondities bij een waterstand van NAP +4m aanzienlijk lager dan bij een waterstand van NAP +3m voor alle dijkvakken, met uitzondering van de dijkvakken 1a, 1b en 6.

In de Figuren 5 en 6 is het met SWAN berekende golfveld (zonder modelcorrecties) weergegeven voor de windrichtingen 300° en 60°, bij een waterstand van NAP +2m en +4m. De windrichting 300° is in veel gevallen maatgevend bij de waterstanden NAP +0m t/m +3m en de windrichting 60° bij een waterstand van NAP +4m. In de eerste figuur is het dijktraject met rood aangegeven. Duidelijk is te zien dat bij een waterstand van NAP +2m de golfcondities (zowel  $H_s$  als  $T_{pm}$ ) bij een windrichting van 300° aanzienlijk hoger zijn dan bij een windrichting van 60°. Bij een waterstand van NAP +4m zijn echter de golfcondities juist hoger bij een windrichting van 60° ten opzichte van 300°. In een aantal situaties is de hoek van golfval vrij groot, en in enkele gevallen zijn (vrijwel) aflandige windrichtingen maatgevend (bijvoorbeeld dijkvak 5a, bij waterstand van NAP+0m tot NAP+3m voor alle belastinggevallen). De betreffende situaties blijken echter fysisch realistisch te zijn en zijn daarom niet uitgesloten.

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 memo "Afleiding correctiewaarden Oosterschelde" [ref 24] 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.

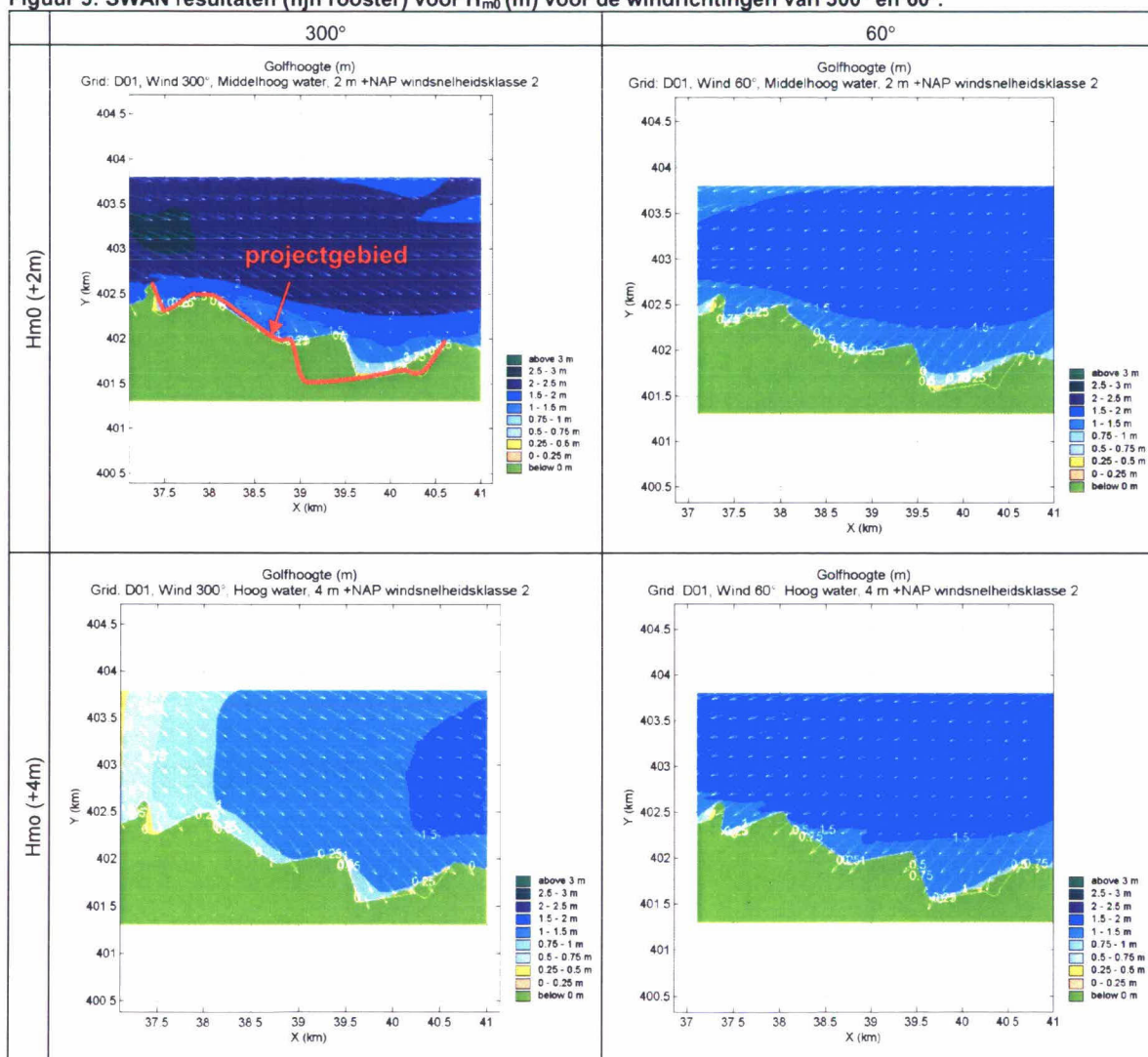
De golfcondities zijn over het algemeen geheel gebaseerd op SWAN-berekeningen. Uitzondering hierop zijn de golfcondities van de dijkvakken 1a t/m 1f en de golfcondities voor de dijkvakken 5β t/m 5δ:

- Voor de dijkvakken 1a t/ 1f zijn de golfcondities bepaald met HARES (zie ref 25). De golfcondities op de modelrand van het HARES-model zijn echter gebaseerd op SWAN-berekeningen, inclusief de aangescherpte correctiefactoren [ref 24]. Ten behoeve van dijkvak 2a is een nieuw SWAN-uitvoerpunt gecreëerd, omdat vanwege verlegging van de dijkvakgrenzen van dijkvak 2a de bestaande SWAN-uitvoerpunten niet representatief meer zijn voor de

golfcondities van dit dijkvak. De coördinaten van het nieuwe uitvoerpunt zijn X= 37445 en Y= 402564 (zie Figuur 3).

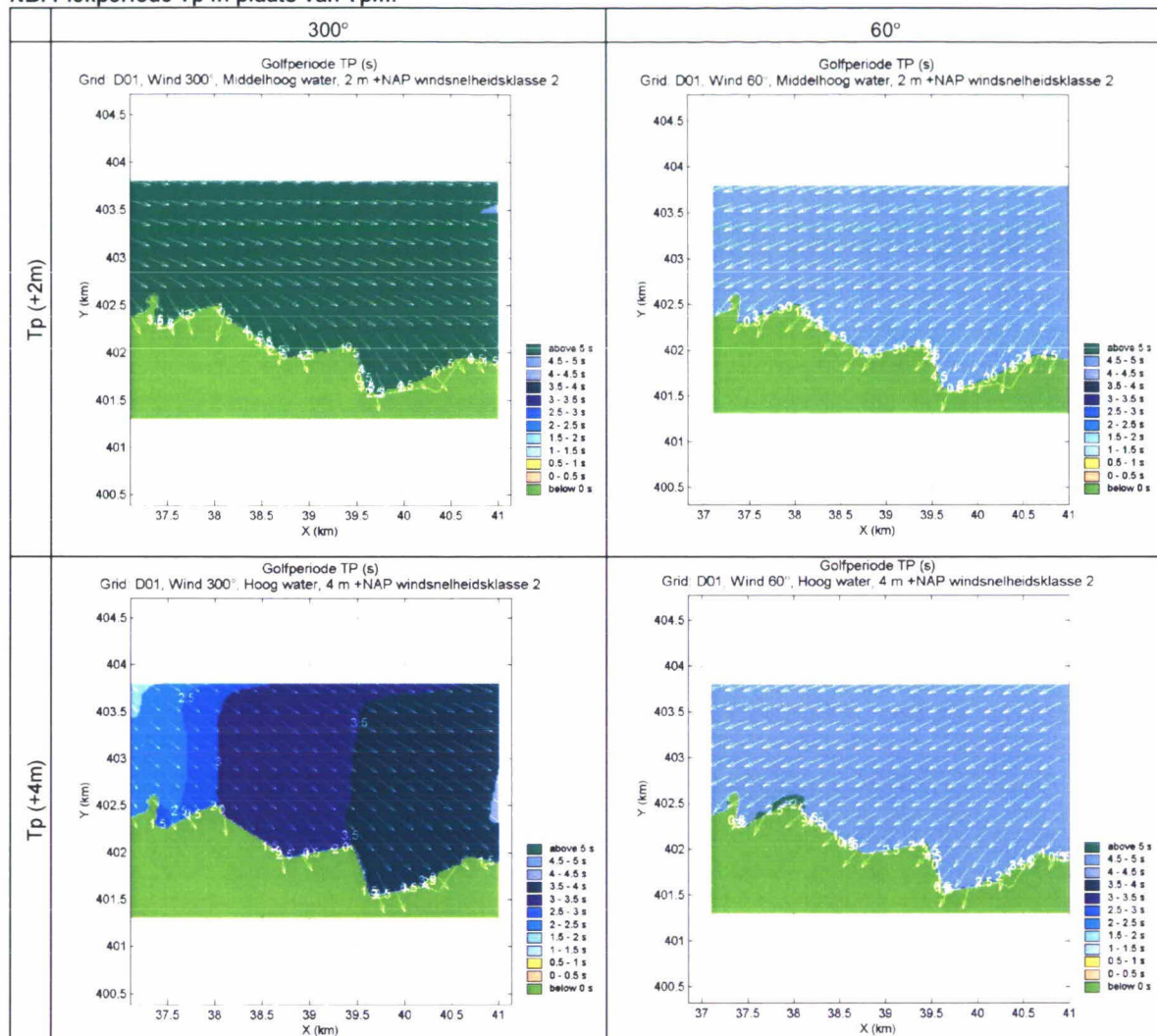
- De golfcondities van de dijkvakken 5β t/m 5δ zijn berekend met behulp van de spreadsheet "Rekeninstrument -Golfbelasting in Havens - v2-0.xls" volgens de handleiding van het RIKZ [ref 14], de zogenaamde VTV-methode (zie bijlage 2). Daarbij worden de golfcondities in de monding van de haven doorvertaald naar de dijkvakken in de haven. De golfcondities in de monding van de haven zijn echter weer gebaseerd op de genoemde SWAN-berekeningen.

**Figuur 5: SWAN resultaten (fijn rooster) voor  $H_{m0}$  (m) voor de windrichtingen van 300° en 60°.**



Figuur 6: SWAN resultaten (fijn rooster) voor  $T_p$  voor de windrichtingen van  $300^\circ$  en  $60^\circ$ .

NB. Piekperiode  $T_p$  in plaats van  $T_{pm}$ .



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 19].

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 voor de dijkvakken 1, 2a, 4 en 5a 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. Het geldigheidsbereik voor de andere dijkvakken is een taludhelling van 1:3,2 tot 1:4,2 voor dijkvak 2b, 1:3,2 tot 1:4,5 voor dijkvak 3, 1:3,0 tot 1:3,5 voor

de dijkvakken 4 en 6 en 1:3,2 tot 1:3,6 voor dijkvak 7. In de gevallen dat het ontwerp buiten dit bereik valt 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 19]. Daarom moeten golfcondities waarvoor geldt  $\xi_{op} > 2$  (bij de aanwezigheid van een hoog voorland) aangepast worden [ref 19], zodat geldt  $\xi_{op} = 2$ . Voor de dijkvakken 1b t/m 1e, 2a, 2b, 3, 6 en 7 is bij enkele waterstanden  $\xi_{op} > 2$ . Bij deze dijkvakken wordt het voorland aangemerkt als een ondiep voorland. Daarom zijn de golfcondities (de golfperiode  $T_{pm}$ ) voor deze situaties naar beneden bijgesteld, welke waarden met een rode arcering zijn aangegeven in Tabel 2 en Tabel 5.2.

Voor de meeste dijkvakken is de golfhoogte en/of golfperiode bij NAP +3m hoger dan bij NAP +4m (zie oranje arcering en deels rode arcering in de Tabellen 5.1 t/m 5.4 en Tabel 2). Dit komt omdat bij NAP +4m de Oosterscheldekering is gesloten, waardoor er (vrijwel) geen golfenergie bij westelijke winden vanaf de Noordzee via de kering de Oosterschelde bereikt. Daarnaast is bij dijkvak 7 bij de maatgevende golfcondities voor (gekatelde) betonblokken en patroon gepenetreerde breuksteen (Tabel 5.1) de golfperiode hoger bij een waterstand van NAP +0m i.v.m. NAP +2m (oranje gearceerd). Dit wordt veroorzaakt doordat bij een hogere waterstand een andere windrichting maatgevend wordt.

Opvallend is dat de waterdiepte bij dijkvak 5a afneemt bij NAP +3m ten opzichte van NAP +2m (zie Tabel 5.2 t/m 5.4). Dit wordt veroorzaakt doordat een ander uitvoerpunt maatgevend wordt, alwaar de bodem hoger ligt, maar de maatgevende golfcondities hoger zijn.

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

Dijk- vak no.	Dijk kilometrerings (km)		Hs [m] bij waterstand t.o.v. NAP				Tpm [s] 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
7	190,05	190,65	0,73	1,63	1,83	1,54	6,62	6,31	6,75	4,87	270	285	285	360
6	190,65	191,35	-	0,49	0,90	1,24	-	7,06	7,32	4,88	-	285	285	360
5α	--	--	1,37	1,70	1,82	1,58	5,79	6,29	6,76	5,42	285	285	285	60
4	--	193,35	0,97	1,86	2,17	1,72	6,32	6,58	6,96	5,50	285	300	300	60
3	193,35	193,70	1,23	1,98	2,23	1,74	6,36	7,07	7,60	5,50	300	300	300	60
2b	193,70	--	-	0,76	1,42	1,16	-	7,79	8,18	5,45	-	300	300	60
2a	--	--	0,99	1,75	2,01	1,44	7,01	7,16	7,16	6,38	315	300	300	90
1f	--	--	1,40	1,90	2,12	1,47	6,38	7,16	7,16	6,38	300	300	300	90
1e	--	--	1,04	1,36	1,47	1,10	6,38	7,16	7,16	6,38	330	330	330	90
1d	--	--	0,91	1,06	1,24	0,69	6,38	7,16	7,16	6,38	330	330	330	90
1c	--	--	0,74	1,06	1,33	1,03	5,69	7,16	7,16	6,38	60	330	330	90
1b	--	--	0,74	0,90	1,07	1,36	5,69	5,69	5,69	6,38	60	60	60	90
1a	--	194,86	1,07	1,27	1,34	1,48	6,38	7,16	7,16	5,69	330	330	330	60

Tabel 5.2 Maatgevende golfcondities voor betonzuilen

Dijk- vak	Dijk kilometrerings (km)		Hs [m]				Tpm [s]				Windrichting (°)			
			bij waterstand t.o.v. NAP				bij waterstand t.o.v. NAP				nautisch bij waterstand t.o.v. NAP			
no.	van	tot	+0m	+2m	+3m	+4m	+0m	+2m	+3m	+4m	+0m	+2m	+3m	+4m
7	190,05	190,65	0,75	1,68	1,93	1,54	4,85	6,08	6,34	4,87	330	300	300	360
6	190,65	191,35	-	0,52	0,95	1,24	-	4,04	5,46	4,88	-	360	330	360
5α	--	--	1,46	1,81	1,89	1,58	5,44	5,84	6,40	5,42	300	300	300	60
4	--	193,35	0,98	1,86	2,17	1,72	5,33	6,58	6,96	5,50	315	300	300	60
3	193,35	193,70	1,23	1,98	2,23	1,74	6,22	7,07	7,60	5,50	300	300	300	60
2b	193,70	--	-	0,72	1,42	1,16	-	4,76	6,68	5,45	-	60	300	60
2a	--	--	0,98	1,75	2,01	1,58	5,55	7,16	7,16	5,69	60	300	300	60
1f	--	--	1,40	1,90	2,12	1,62	6,38	7,16	7,16	5,69	300	300	300	60
1e	--	--	1,04	1,36	1,47	1,13	5,71	6,54	6,79	5,69	330	330	330	60
1d	--	--	0,91	1,06	1,24	0,69	5,35	5,77	6,23	4,65	330	330	330	360
1c	--	--	0,74	1,06	1,33	1,15	4,82	5,77	6,46	5,69	60	330	330	60
1b	--	--	0,74	0,90	1,07	1,36	4,82	5,32	5,69	6,38	60	60	60	90
1a	--	194,86	1,09	1,30	1,40	1,48	5,69	5,69	5,69	5,69	60	60	60	60

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

Dijk- vak	Dijk kilometrerings (km)		Hs [m]				Tpm [s]				Windrichting (°)			
			bij waterstand t.o.v. NAP				bij waterstand t.o.v. NAP				nautisch bij waterstand t.o.v. NAP			
no.	van	tot	+0m	+2m	+3m	+4m	+0m	+2m	+3m	+4m	+0m	+2m	+3m	+4m
7	190,05	190,65	0,75	1,68	1,93	1,54	5,29	6,08	6,34	4,87	315	300	300	360
6	190,65	191,35	-	0,53	0,95	1,24	-	5,04	5,79	4,88	-	60	315	360
5α	--	--	1,46	1,81	1,93	1,59	5,44	5,84	5,98	5,30	300	300	300	60
4	--	193,35	0,98	1,86	2,17	1,72	6,22	6,58	6,96	5,50	300	300	300	60
3	193,35	193,70	1,23	1,98	2,28	1,74	6,36	6,46	6,89	5,50	300	300	300	60
2b	193,70	--	-	0,76	1,42	1,16	-	7,79	8,18	5,45	-	300	300	60
2a	--	--	0,99	1,75	2,01	1,58	7,01	7,16	7,16	5,69	315	300	300	60
1f	--	--	1,40	1,90	2,12	1,62	6,38	7,16	7,16	5,69	300	300	300	60
1e	--	--	1,04	1,36	1,47	1,13	6,38	7,16	7,16	5,69	330	330	330	60
1d	--	--	0,91	1,06	1,24	0,69	6,38	7,16	7,16	6,38	330	330	330	90
1c	--	--	0,74	1,06	1,33	1,15	5,69	7,16	7,16	5,69	60	330	330	60
1b	--	--	0,74	0,90	1,09	1,36	5,69	5,69	5,34	6,38	60	60	30	90
1a	--	194,86	1,09	1,30	1,40	1,48	5,69	5,69	5,69	5,69	60	60	60	60

Tabel 5.4 Maatgevende golfcondities voor losse breuksteen kreukelberm

Dijk- vak no.	Dijk kilometrerings (km)		Hs [m] bij waterstand t.o.v. NAP				Tpm [s] 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
7	190,05	190,65	0,73	1,68	1,93	1,54	6,62	6,08	6,34	4,87	270	300	300	360
6	190,65	191,35	-	0,49	0,90	1,24	-	7,06	7,32	4,88	-	285	285	360
5α	--	--	1,46	1,81	1,89	1,58	5,44	5,84	6,40	5,42	300	300	300	60
4	--	193,35	0,98	1,86	2,17	1,72	6,22	6,58	6,96	5,50	300	300	300	60
3	193,35	193,70	1,23	1,98	2,23	1,74	6,36	7,07	7,60	5,50	300	300	300	60
2b	193,70	--	-	0,76	1,42	1,16	-	7,79	8,18	5,45	-	300	300	60
2a	--	--	0,99	1,75	2,01	1,58	7,01	7,16	7,16	5,69	315	300	300	60
1f	--	--	1,40	1,90	2,12	1,62	6,38	7,16	7,16	5,69	300	300	300	60
1e	--	--	1,04	1,36	1,47	1,10	6,38	7,16	7,16	6,38	330	330	330	90
1d	--	--	0,91	1,06	1,24	0,69	6,38	7,16	7,16	6,38	330	330	330	90
1c	--	--	0,74	1,06	1,33	1,15	5,69	7,16	7,16	5,69	60	330	330	60
1b	--	--	0,74	0,90	1,07	1,36	5,69	5,69	5,69	6,38	60	60	60	90
1a	--	194,86	1,07	1,27	1,34	1,48	6,38	7,16	7,16	5,69	330	330	330	60

#### 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 hoog waterstand en gemiddeld laag water (GHW en GLW). Verder zijn de waterstanden opgenomen bij gemiddeld getij, springtij en doortij (uit [ref 3]).

Tabel 6: Waterstanden en ontwerppeilen

Dijk- vak no.	Poldernaam	Ontwerppeil [m] tov NAP	GHW [m] tov NAP	GLW [m] tov. NAP	Springtij		Doortij	
					HW [m] tov NAP	LW [m] tov. NAP	HW [m] tov NAP	LW [m] tov. NAP
7	(voorland duintjes) inlaag Thoornpolder	3,5	1,35	-1,25	1,55	-1,25	1,10	-1,10
6	(voorland duintjes) Mariapolder	3,5	1,35	-1,25	1,55	-1,25	1,10	-1,10
5δ	Sofiahaven	3,5	1,35	-1,25	1,55	-1,25	1,10	-1,10
5γ	Sofiahaven	3,5	1,35	-1,25	1,55	-1,25	1,10	-1,10
5β	Sofiahaven	3,5	1,35	-1,25	1,55	-1,25	1,10	-1,10
5α	Noordelijke dam Sophiahaven	3,5	1,35	-1,25	1,55	-1,25	1,10	-1,10
4	inlaag	3,5	1,35	-1,20	1,55	-1,25	1,10	-1,10
3	Anna Frisopolder	3,5	1,35	-1,20	1,55	-1,25	1,10	-1,10
2b	havenplateau Rippolder	3,5	1,35	-1,20	1,55	-1,25	1,10	-1,10
2a	oostelijke zijde dam Jacobahaven	3,5	1,35	-1,20	1,55	-1,25	1,10	-1,10
1f	kop dam Jacobahaven	3,5	1,35	-1,20	1,55	-1,25	1,10	-1,10
1e	damwand Jacobahaven	3,5	1,35	-1,20	1,55	-1,25	1,10	-1,10
1d	Jacobahaven	3,5	1,35	-1,20	1,55	-1,25	1,10	-1,10
1c	Jacobahaven	3,5	1,35	-1,20	1,55	-1,25	1,10	-1,10
1b	Jacobahaven	3,5	1,35	-1,20	1,55	-1,25	1,10	-1,10
1a	kering tot Jacobahaven	3,5	1,35	-1,20	1,50	-1,25	1,10	-1,10

## 5 Bodemligging en golfcondities lagere waterstanden

De representatieve bodemligging [ref. 5 en 6] voor de dijkvakken is weergegeven in Tabel 7. De representatieve bodemligging van de dijkvakken varieert van NAP +1,18m (dijkvak 6) tot NAP -6,00m (dijkvakken 5β t/m 5δ). Voor de dijkvakken 2b, 6 en 7 ligt een strand, waardoor bij deze dijkvakken de representatieve bodemligging aanzienlijk hoger is dan de andere dijkvakken (zie Figuur 7).

De representatieve bodemligging van dijkvak 7 is aangepast ten opzichte van het voorgaande advies [ref 23]. De golfcondities en de representatieve bodemligging van dit dijkvak zijn in het voorgaande advies gebaseerd op de uitvoerpunten 007A, 007B, 007Y en 007Z (zie Figuur 1). De bodemligging van de uitvoerpunt 007Z is echter veel lager dan de andere uitvoerpunten (NAP - 1,1m ten opzichte van NAP +2,5m tot NAP +3,9m). Om de representatieve bodemligging beter aan te laten sluiten op de maatgevende golfcondities van dit dijkvak (uitvoerpunt 007Z is maatgevend) is deze bodemligging gebaseerd op alleen uitvoerpunt 007Z in plaats van alle vier de uitvoerpunten. Door het grote verschil in bodemligging en daardoor ook in golfcondities binnen dit dijkvak, zal opsplitsing van dit dijkvak voor het (zuid-)westelijke gedeelte van dit dijkvak in lagere golfcondities resulteren. In overleg met het projectbureau Zeeweringen heeft deze opsplitsing (vooralsnog) niet plaatsgevonden in dit advies.

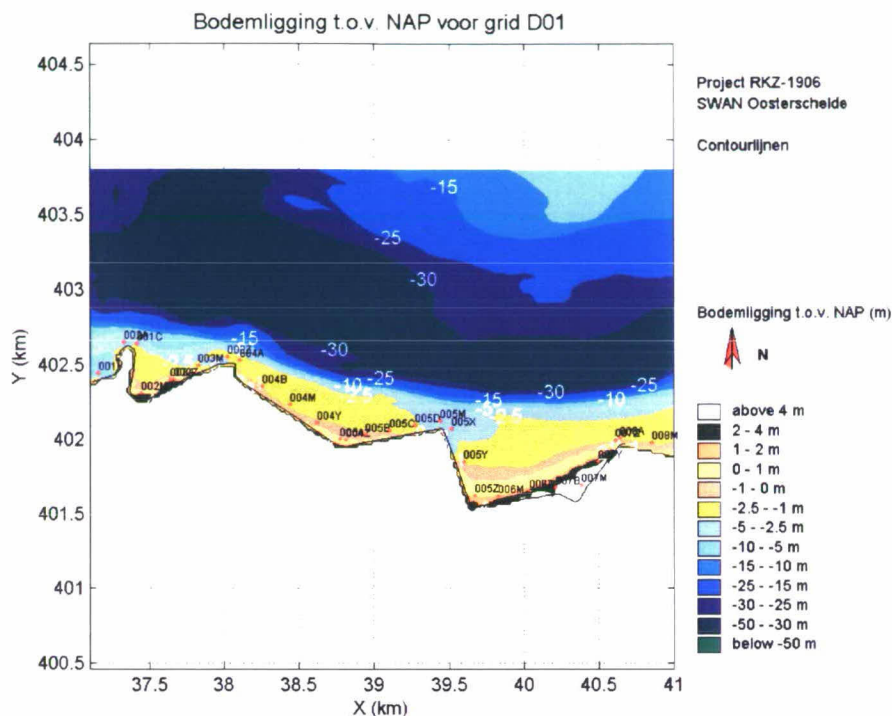
Voor de bodemligging van de dijkvakken 5β t/m 5δ (dijkvakken in de Sophiahaven) is voor alle dijkvakken dezelfde bodemligging aangehouden. De bodemligging van deze dijkvakken is gebaseerd op lodingen van het Waterschap (Bron: R. Derksen, Waterschap Zeeuwse Eilanden) en mondelinge communicatie met de havenbeheerder (dhr. Oostdijk). Omdat de beschikbare lodingen circa 15 jaar oud zijn wordt aangeraden de bodemligging tijdens het ontwerp te controleren. Indien de werkelijke bodem lager ligt dan de aangehouden bodem dient contact te worden opgenomen met de adviesschrijver.

Tabel 7: Bodemligging

Dijk- vak no.	Dijk kilometrerung (km)		Representatieve bodemligging [m] tov NAP	Gemiddelde bodemligging [m] tov NAP	Stand.dev. bodemligging [m] tov. NAP
	van	tot			
7	190,05	190,65	-1,13	-1,13	0,00
6	190,65	191,35	1,18	1,75	0,58
5δ	–	–	-6,00	-6,00	0,00
5γ	–	–	-6,00	-6,00	0,00
5β	–	–	-6,00	-6,00	0,00
5α	–	–	-4,05	-2,89	1,16
4	–	193,35	-1,37	-0,73	0,64
3	193,35	193,70	-2,54	-1,04	1,49
2b	193,70	–	0,85	0,99	0,14
2a	–	–	-2,02	-2,02	0,00
1f	–	–	-3,58	-3,57	0,01
1e	–	–	-3,00	-3,00	0,00
1d	–	–	-3,00	-3,00	0,00
1c	–	–	-3,00	-3,00	0,00
1b	–	–	-3,00	-3,00	0,00
1a	–	194,86	-3,75	-3,75	0,00



Figuur 7: Bodemligging rond dijktraject (de bodemligging in de haven is niet weergegeven, omdat de haven geen deel uitmaakte van het SWAN rekengebied)



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. De waarden van de dijkvakken 5β t/m 5δ zijn niet in deze tabellen opgenomen, omdat deze golfcondities niet zijn bepaald o.b.v. de belastingfunctie voor losse breuksteen.

Bij de dijkvakken 1d, 1e, 2a en 3 bij de waterstand van NAP -2m en bij dijkvak 4 en 7 bij een waterstand van NAP -1m 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 golfhoogtes naar beneden bijgesteld. De betreffende waarden zijn met grijs gearceerd. Daarnaast wordt geadviseerd indien de berekende  $H_s \leq 0.25$  m en/of  $T_{pm} \leq 2.5$  s zijn, de betreffende golfcondities te verhogen naar  $H_s = 0.25$  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. 17]. In Tabel 8 en 9 zijn deze situaties waarbij de golfcondities gewijzigd zijn om voorgaande reden 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. In geen enkel geval blijkt deze voorwaarde overschreden te worden.

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

Dijk- vak no.	Dijk kilometrerings (km) van   tot		Hs [m]		D (m)		Hs/D		Hs en bijgestelde Hs	
			bij waterstand t.o.v. NAP		bij waterstand t.o.v. NAP		bij waterstand t.o.v. NAP		bij waterstand t.o.v. NAP	
			-2m	-1m	-2m	-1m	-2m	-1m	-2m	-1m
7	190,05	190,65	-	0,26	-	0,13	-	1,96	-	0,25
6	190,65	191,35	-	-	-	-	-	-	-	-
5 $\alpha$	--	--	1,11	1,29	2,05	3,05	0,54	0,42	1,11	1,29
4	--	193,35	0,10	0,54	-	0,37	-	1,46	-	0,26
3	193,35	193,70	0,48	0,86	0,54	1,54	0,89	0,56	0,38	0,86
2b	193,70	--	-	-	-	-	-	-	-	-
2a	--	--	0,23	0,61	0,02	1,02	11,50	0,60	0,25	0,61
1f	--	--	0,90	1,15	1,58	2,58	0,57	0,45	0,90	1,15
1e	--	--	0,72	0,88	1,00	2,00	0,72	0,42	0,70	0,88
1d	--	--	0,76	0,84	1,00	2,00	0,76	0,44	0,70	0,84
1c	--	--	0,42	0,58	1,00	2,00	0,42	0,29	0,42	0,58
1b	--	--	0,58	0,66	1,00	2,00	0,58	0,33	0,58	0,66
1a	--	194,86	0,86	0,96	1,75	2,75	0,49	0,35	0,86	0,96

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

Dijk- vak no.	Dijk kilometrerings (km) van   tot		Hs [m]		Tpm [s]		L0 [m]		Hs/L0 [-]		Aan te houden Hs [m]	
			bij waterstand t.o.v. NAP		bij waterstand t.o.v. NAP		bij waterstand t.o.v. NAP		bij waterstand t.o.v. NAP		bij waterstand t.o.v. NAP	
			-2m	-1m	-2m	-1m	-2m	-1m	-2m	-1m	-2m	-1m
7	190,05	190,65	-	0,25	-	6,62	-	68,4	-	0,004	-	0,25
6	190,65	191,35	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
5 $\alpha$	--	--	1,11	1,29	5,04	5,24	39,6	42,8	0,028	0,030	1,11	1,29
4	--	193,35	-	0,26	-	6,04	-	56,9	-	0,005	-	0,26
3	193,35	193,70	0,38	0,86	5,65	6,01	49,8	56,3	0,008	0,015	0,38	0,86
2b	193,70	--	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2a	--	--	0,25	0,61	6,86	6,94	73,4	75,0	0,000	0,008	0,25	0,61
1f	--	--	0,90	1,15	5,60	5,99	48,9	56,0	0,018	0,021	0,90	1,15
1e	--	--	0,70	0,88	5,60	5,99	48,9	56,0	0,014	0,015	0,70	0,88
1d	--	--	0,70	0,84	5,60	5,99	48,9	56,0	0,014	0,016	0,70	0,84
1c	--	--	0,42	0,58	4,22	4,96	27,8	38,3	0,015	0,015	0,42	0,58
1b	--	--	0,58	0,66	5,69	5,69	50,5	50,5	0,011	0,013	0,58	0,66
1a	--	194,86	0,86	0,96	5,60	5,99	48,9	56,0	0,018	0,017	0,86	0,96

## 6 Bodemprognose

De golfbrandvoorwaarden 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.

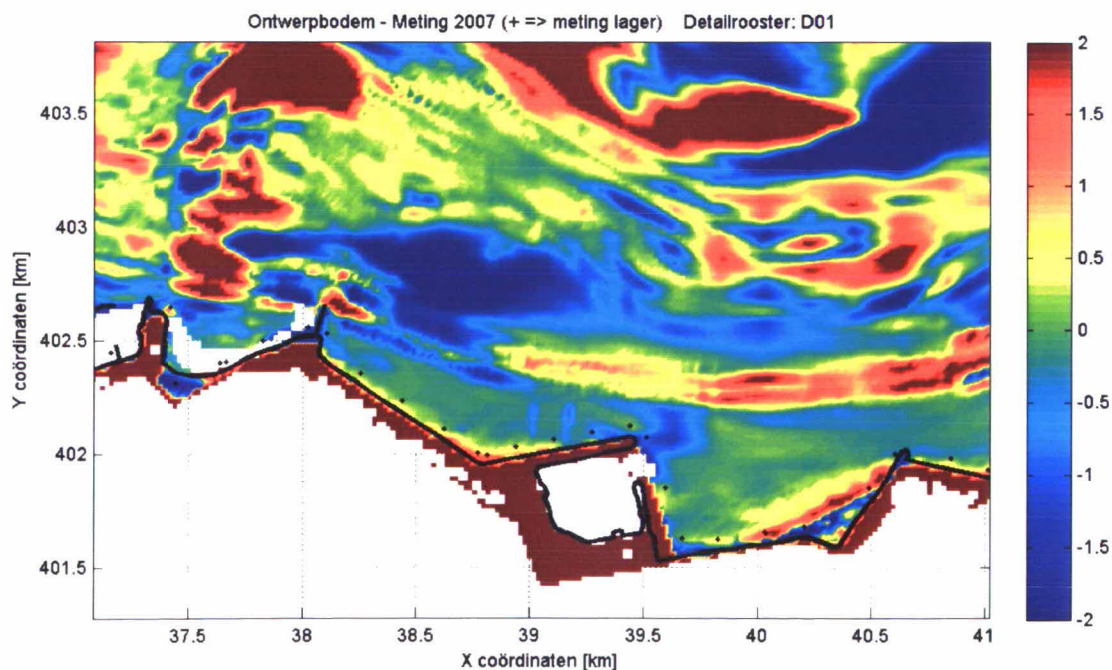
Recent is er op basis van de gemeten bodemligging van 1990, 2001 en 2007 een toekomstprognose gemaakt voor de ontwikkeling van de bodemligging van de Oosterschelde tot het jaar 2112 [ref 20]. De hieruit volgende bodemschematisatie voor het jaar 2062 wordt de

“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 20 en 21. Hieruit blijkt dat de golfrandvoorwaarden op basis van de 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 21]. 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 8 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 8 blijkt dat op een aantal locaties en met name in de omgeving van de dijkvakken 6 en 7, 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 dijkvak 5a licht toeneemt en voor de dijkvakken 6 en 7 redelijk toeneemt [tabel 7.1 uit ref 21]. Aangeraden wordt om voor deze dijkvakken enige robuustheid in het ontwerp in te bouwen.

**Figuur 8: Verschil in ligging ontwerpbodem minus bodem die volgt uit meting 2007**



## **Bijlagen 2: Berekening golfcondities Sophiahaven**

## 1 Vraagstelling

Projectbureau Zeeweringen heeft in de planning om de bekleding van de Sophiahaven (deels) te vervangen door nieuwe bekleding. De Sophiahaven wordt afgeschermd door een tweetal havendammen. De kruin van de noordelijke gelegen dam ligt op circa NAP +6.0m en de kruin van de oostelijke dam loopt geleidelijk af van ca. NAP +3.0m tot ca. NAP +1.0m richting de kop van de dam. De noordelijke dam beschermt vooral de bebouwing en de boten in de haven. De oostelijke dam heeft ditzelfde doel (echter in minder mate).

In dit advies is er vanuit gegaan dat alleen de noordelijke bestand worden gemaakt tegen 1/4000<sup>ste</sup> golfcondities en de oostelijke dam niet. Daarom is alleen het golfreducerende effect van de noordelijke dam bij berekening van de golfcondities meegenomen. Opgemerkt moet worden dat indien de oostelijke dam niet wordt versterkt, dat het oostelijke gelegen strand en duin bij Roompot versneld wordt wegslagen indien deze dam bezwijkt. Het projectbureau Zeeweringen overweegt om ook aan de binnenkant van de haven de bestaande bekledingen te versterken, en heeft daarom gevraagd om de golfcondities in de monding van de haven door te vertalen naar de binnenkant van de haven.

**Deze golfcondities zijn alleen te gebruiken indien de voorliggende noordelijke dam bestand worden gemaakt tegen de 1/4000<sup>ste</sup> golfcondities, de oostelijke dam behoeft echter niet te worden versterkt.**

## 2 Verschil in golfcondities monding door nieuwe inzichten

**Let op:** De golfcondities in de haven, zoals beschreven in deze bijlage, zijn bepaald m.b.v. de klassieke belastingfuncties [ref 5 en 6] en niet met de nieuwe belastingfuncties [ref 19]. Daarnaast zijn de randvoorwaarden niet gecorrigeerd met de aangescherpte correctiewaarden [ref 24], maar met de correctiewaarden uit [ref 22].

Om te bekijken of de berekende randvoorwaarden in de Sophiahaven m.b.t de dijkvakken 5β t/m 5δ gebruikt kunnen worden bij het ontwerp zijn in deze paragraaf de verschillen bekeken voor de monding tussen: “de randvoorwaarden op basis van nieuwe belastingsfuncties [ref 19] en de aangescherpte correctiewaarden [ref 24]” en anders “de randvoorwaarden op basis van klassieke belastingsfuncties [ref 5 en 6] en de oude correctiewaarden [ref 22]”. In WindWater2010 zijn zowel de klassieke als de nieuwe belastingfuncties geprogrammeerd (zie Tabel 10), waardoor de golfcondities op basis van beide sets gemakkelijk met elkaar vergeleken kunnen worden.

**Tabel 10: Belastingfuncties**

Klassieke belastingfuncties	
Z1	Hs:Tpm (veelal geldig voor betonzuilen)
Z2	Hs:Tpm*Tpm
Z3	Hs*Hs:Tpm (veelal geldig voor betonblokken en asfalt)
Belastingfuncties per bekledingstype	
Z4	(gekantelde) betonblokken en patroon gepenetreerde breuksteen
Z5	betonzuilen
Z6	afschuiving, asfalt (OSA en WAB), vol en zat gepenetreerde breuksteen
Z7	losse breuksteen kreukelberm

In tabel 11.1 en 11.2 zijn de verschillen in golfcondities voor de monding (uitvoerpunt 20) van de Sophiahaven gegeven voor een tweetal bekledingstypen, namelijk voor betonblokken en

betonzuilen. De nieuwe belastingfunctie voor betonblokken (Z4) is vergeleken met de klassieke belastingfunctie (Z3) die veelal geldig is voor betonblokken en de nieuwe belastingfunctie voor betonzuilen (Z5) met de klassieke belastingfunctie (Z1) die veelal geldig is voor betonzuilen. Positieve waarden komen overeen met een toename van de golfcondities op basis van de nieuwe belastingfuncties [ref 19] en aangescherpte correctiewaarden [ref 24] i.v.m. de klassieke belastingfuncties [ref 5 en 6] en de oude correctiewaarden [ref 22].

Voor betonzuilen neemt de golfhoogte ( $H_s$ ) over het algemeen toe (maximaal 0,17 m) en voor betonblokken neemt de golfhoogte ( $H_s$ ) afhankelijk van de waterstand zowel toe als af. De golfperiode ( $T_{pm}$ ) neemt voor alle waterstanden toe voor betonblokken (maximaal 0,87 s), maar neemt afhankelijk van de waterstand zowel toe als af bij de golfcondities voor betonzuilen. Voor de situaties waarbij de grootste toename in  $H_s$  waarneembaar is neemt tegelijk de  $T_{pm}$  af en alwaar de grootste toename in  $T_{pm}$  waarneembaar neemt tegelijk de  $H_s$  af. De totale golfbelasting lijkt echter toch enigszins toe te nemen. Omdat de toegepaste VTV-methode als conservatief wordt beschouwd, wordt er vanuit gegaan dat de berekende randvoorwaarden voldoen robuust zijn en dat Tabel 13.1 t/m 13.3 geldig zijn voor het ontwerp van steenbekledingen in de haven.

**Tabel 11.1: Verschil in randvoorwaarden (gekatelde) betonblokken (Z4-Z3) voor uitvoerpunt 20**

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			
+0m	+2m	+3m	+4m	+0m	+2m	+3m	+4m	+0m	+2m	+3m	+4m	+0m	+2m	+3m	+4m
-0,11	-0,09	0,06	0,01	0,85	0,87	0,36	0,22	0,0	0,0	0,0	0,0	-15	-15	0	0

**Tabel 11.2: Verschil in golftrandvoorwaarden betonzuilen (Z5-Z1) voor uitvoerpunt 20**

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			
+0m	+2m	+3m	+4m	+0m	+2m	+3m	+4m	+0m	+2m	+3m	+4m	+0m	+2m	+3m	+4m
0,05	0,15	0,17	0,01	0,09	-0,09	-0,04	0,22	0,0	0,0	0,0	0,0	15	15	15	0

### 3 Uitgangspunten en aannamen

De golfcondities zijn berekend met behulp van de spreadsheet "Rekeninstrument -Golfbelasting in Havens - v2-0.xls" volgens de handleiding van het RIKZ [ref 14], de zogenaamde VTV-methode. De in het VTV opgenomen methode voor golven in havens en afgeschermd gebied leent zich goed voor het doorrekenen van een dergelijke haven, omdat we te maken hebben met een diepe haven met een eenvoudige geometrie.

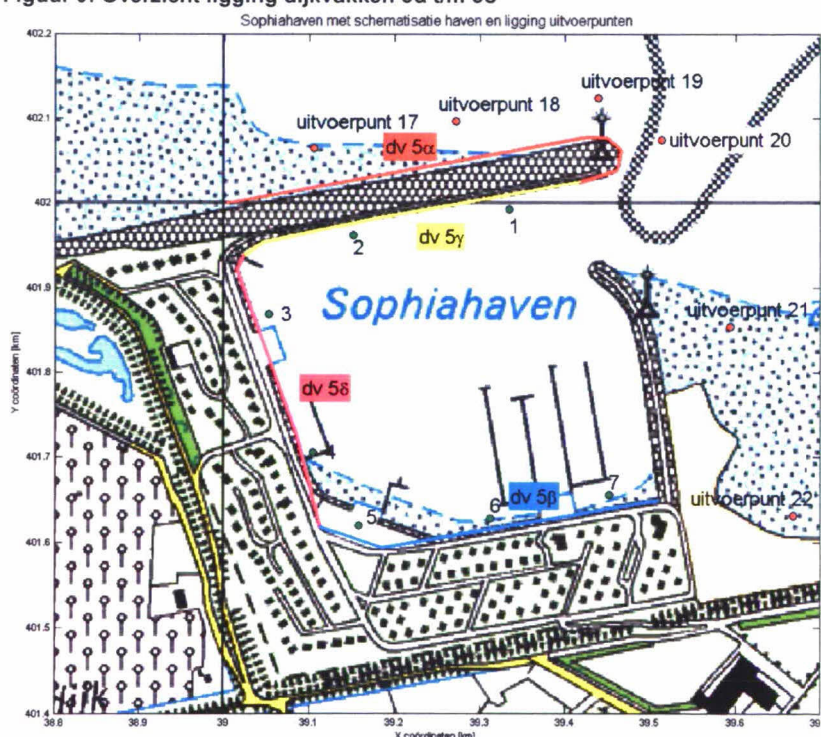
Uitvoerpunt 20 (zie Figuur 9) is representatief gesteld voor de golfcondities in de havenmond. De golfcondities van de havenmond zijn weergegeven in Tabel 12. De golfcondities ter plaatse van uitvoerpunt 20 zijn gecorrigeerd met de oude correctiewaarden [ref 22].

Tabel 12: Golfcondities monding haven (op basis van uitvoerpunt 20 in Figuur 8, ofwel uitvoerpunt 005X in Figuur 2)

Windrichting (°) nautisch	Hs [m]				Tpm [s]				Golfrichting (°) nautisch bij w aterstand NAP +3m	Windsnelheid (m/s)
	bij w aterstand t.o.v. NAP				bij w aterstand t.o.v. NAP					
	+0m	+2m	+3m	+4m	+0m	+2m	+3m	+4m		
270	1,19	1,38	1,48	1,03	5,75	6,18	6,17	3,52	316	33
285	1,30	1,54	1,63	1,21	5,46	5,98	6,04	3,74	319	32
300	1,37	1,65	1,74	1,33	5,09	5,51	5,64	3,85	324	31
315	1,36	1,62	1,72	1,30	4,97	5,09	5,58	3,77	330	28
330	1,31	1,55	1,63	1,30	4,35	4,82	5,08	3,73	338	25
360	1,20	1,38	1,45	1,48	3,94	4,39	4,54	4,46	19	21
30	1,14	1,38	1,45	1,52	4,07	4,69	4,82	4,94	34	20
60	1,17	1,39	1,47	1,51	4,57	4,93	5,07	4,99	44	19
90	0,98	1,16	1,25	1,30	4,89	5,11	5,20	5,06	54	20

De Sophiahaven is opgedeeld in een aantal dijkvakken, waarbij dijkvak 5α betrekking heeft op de buitenzijde en kop van de noordelijke dam en dijkvak 5γ op de binnenzijde van de noordelijke dam. De dijkvakken 5β en 5δ betreffen dijkgedeeltes in de haven, aan de rand van de kade. De ligging van de dijkvakken in en rond de Sophiahaven zijn weergegeven in Figuur 8.

Figuur 9: Overzicht ligging dijkvakken 5α t/m 5δ



Voor de windrichtingen 270 t/m 90 graden zijn de golfcondities voor waterstanden NAP+0, +2, +3 en +4m in de monding van de haven doorvertaald naar golfcondities in de haven. Hierbij zijn de volgende aannamen gedaan:

- Uitvoerpunt 20 (zie Figuur 9) is representatief voor de golfcondities in de havenmond. De golfcondities van de havenmond zijn weergegeven in Tabel 12.
- Alleen de noordelijke dam blijft onder maatgevende stormcondities (1/4.000 jr) behouden en de oostelijke dam wordt als "verloren" beschouwd.

- De hoogte van de noordelijke dam is NAP + 6.0m, waarbij voor de berekening van de bijdrage van transmissie aan de golfcondities ter plaatse van de uitvoerpunten, de dam beschouwd is als een gladde dichte dam met een flauw talud. De bijbehorende coëfficiënten zijn:  $\alpha = 2.4$  en  $\beta = 0.40$ .
- De golfrichting wordt voor de 4 verschillende waterstanden gelijk gekozen, namelijk de golfrichtingen behorende bij de waterstand NAP +3m, en alleen per windrichting gevarieerd.
- Er zijn 7 uitvoerlocaties in de haven gecreëerd, genaamd 1 t/m 7 (zie Figuur 8). De uitvoerpunten 1 en 2 hebben betrekking op dijkvak 5 $\gamma$ , de uitvoerpunten 3 en 4 op dijkvak 5 $\delta$ , de uitvoerpunten 5, 6 en 7 op dijkvak 5 $\beta$ .
- In de berekeningen is rekening gehouden met diffractie, transmissie over de noordelijke dam en lokale golfgroei.
- **Transmissie:** Ter plaatse van de uitvoerpunten 1 t/m 4 is voor de windrichtingen 270 t/m 360 graden (golfrichtingen 316 t/m 19) de bijdrage van transmissie over de noordelijke dam meegenomen in de berekening van de golfcondities van deze uitvoerpunten. Voor de uitvoerpunten 5 t/m 7 (golfrichtingen 316 t/m 338) is voor de windrichtingen 270 t/m 330 graden transmissie over de noordelijke dam meegenomen.
- **Diffractie:** Voor alle windrichtingen is de bijdrage van diffractie berekend uitgaande van 1 havendam (type 1, zie blz. 24 ref 14).
- Voor de maatgevende windsnelheden zijn de waarden aangehouden die gelden voor het binnengebied van de Oosterschelde [ref 1].
- In eerdere studies is gebleken dat in een aantal situaties de spreadsheet foutmeldingen en/of onnodig conservatieve waarden geeft met betrekking tot de diffractie diagrammen in de spreadsheet [ref 15]. Daarom zijn een aantal aanpassingen aan de spreadsheet doorgevoerd volgens de memo van ref 15.

#### 4 Golfrandvoorwaarden in de Sophiahaven

Met de VTV methode voor golven in havens en afgeschermd gebieden [ref 14] zijn de golfcondities vanaf de havenmonding doorvertaald naar 7 uitvoerpunten in de haven. De golfcondities van deze 7 uitvoerpunten zijn vervolgens samengevoegd tot golfcondities van de dijkvakken 5 $\beta$  t/m 5 $\delta$ .

In Tabellen 13.1 t/m 13.3 zijn de maatgevende golfcondities van de dijkvakken 5 $\beta$  t/m 5 $\delta$  weergegeven, gebaseerd op  $H_s \cdot T_{pm}$ ,  $H_s \cdot T_{pm}^2$  en  $H_s^2 \cdot T_{pm}$ . De golfcondities nemen geleidelijk toe bij hogere waterstanden. Voor alle dijkvakken, voor alle waterstanden en belastingsgevallen blijken de oostelijke windrichtingen 60 en 90 graden maatgevend te zijn.

Tabel 13.1: Golfcondities met gewicht  $H_s$  en  $T_{pm}$  volgens verhouding  $H_s \cdot T_{pm}$

Dijkvak no.	$H_s$ [m] bij waterstand t.o.v. NAP				$T_{pm}$ [s] bij waterstand t.o.v. NAP				Maatgevende windrichting (°) nautisch bij waterstand t.o.v. NAP			
	+0m	+2m	+3m	+4m	+0m	+2m	+3m	+4m	+0m	+2m	+3m	+4m
	5 $\beta$	1,2	1,4	1,5	1,5	4,6	4,9	5,1	5,0	60	60	60
5 $\gamma$	0,9	1,0	1,1	1,3	4,6	4,9	5,2	5,0	60	60	90	60
5 $\delta$	1,0	1,2	1,2	1,4	4,6	4,9	5,1	5,0	60	60	60	60



Tabel 13.2: Golfcondities met gewicht Hs en Tpm volgens verhouding Hs\*Tpm\*Tpm

Dijkvak no.	Hs [m] bij waterstand t.o.v. NAP				Tpm [s] bij waterstand t.o.v. NAP				Maatgevende windrichting (°) nautisch bij waterstand t.o.v. NAP			
	+0m	+2m	+3m	+4m	+0m	+2m	+3m	+4m	+0m	+2m	+3m	+4m
	5β	1,2	1,4	1,5	1,5	4,6	4,9	5,1	5,0	60	60	60
5γ	0,9	1,0	1,1	1,3	4,6	4,9	5,2	5,0	60	60	90	60
5δ	1,0	1,2	1,2	1,4	4,6	4,9	5,1	5,0	60	60	60	60

Tabel 13.3: Golfcondities met gewicht Hs en Tpm volgens verhouding Hs\*Hs\*Tpm

Dijkvak no.	Hs [m] bij waterstand t.o.v. NAP				Tpm [s] bij waterstand t.o.v. NAP				Maatgevende windrichting (°) nautisch bij waterstand t.o.v. NAP			
	+0m	+2m	+3m	+4m	+0m	+2m	+3m	+4m	+0m	+2m	+3m	+4m
	5β	1,2	1,4	1,5	1,5	4,6	4,9	5,1	5,0	60	60	60
5γ	0,9	1,0	1,1	1,3	4,6	4,9	5,2	5,0	60	60	90	60
5δ	1,0	1,2	1,2	1,4	4,6	4,9	5,1	5,0	60	60	60	60

## **Bijlagen 3: Duinafslagberekeningen Roompot**

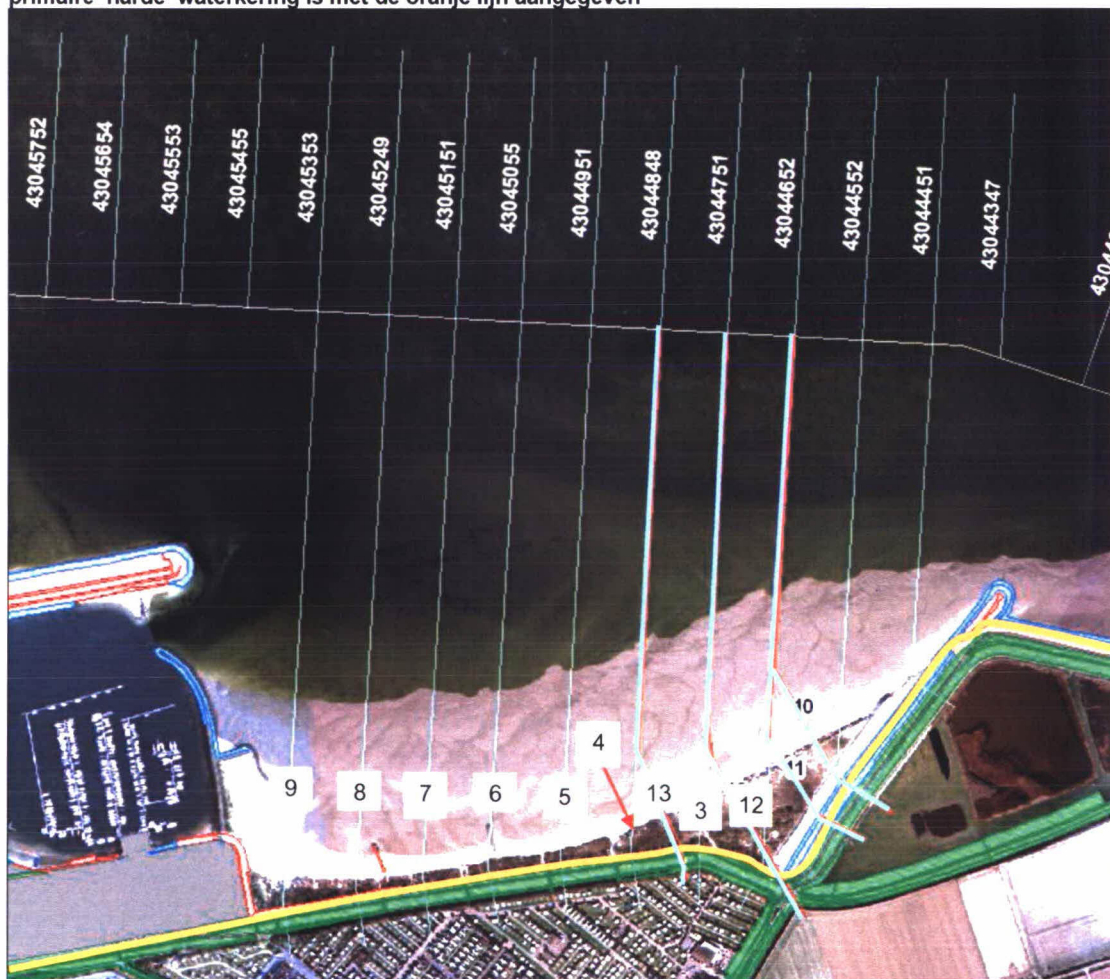
## 1 Vraagstelling

Projectbureau Zeeweringen heeft in de planning om de bekleding van de 'harde' waterkering ter plaatse van de Roompot (deels) te vervangen door nieuwe bekleding. Er bevinden zich een duin en een strand voor de harde waterkering (zie Figuur 9). Indien er voldoende zand voor de harde waterkering aanwezig is, behoeft mogelijk de achterliggende waterkering niet versterkt te worden. De vraag is in hoeverre het strand en duin afslaat onder maatgevende stormcondities. Met behulp van duinafslagberekeringen is daarom het afslagprofiel berekend, zodat bepaald kan worden op welke locaties de achterliggende waterkering voldoet door de aanwezigheid van het voorliggende zandvolume.

De duinafslagberekeringen zijn uitgevoerd met de formuleringen zoals beschreven in het "Technisch rapport duinafslag" [ref 12]. De gebruikte formuleringen zijn daardoor overeenkomstig aan die van het programma DUROS-plus.

De duinafslagberekeringen zoals hier beschreven zijn een samenvatting van een uitgebreider advies. Voor meer achtergrondinformatie wordt verwezen naar ref 16. De beschouwde profielen en het projectgebied zijn weergegeven in Figuur 10.

**Figuur 10: Ligging primaire waterkering en dwarsprofielen, strand en duin bij Roompot (Bron: Google Earth), de primaire 'harde' waterkering is met de oranje lijn aangegeven**



## 2 Uitgangspunten en aannamen

De Duros-plus berekeningen, zoals beschreven in dit advies, zijn bedoeld als een eerste inschatting. Indien er meer bekend is over de oplossingsrichting, wordt aangeraden de processen van afslag en langtransport nader te beschouwen. Daarnaast is in deze studie de reststerkte van de dijk niet meegenomen. In een vervolgstudie wordt aangeraden ook de sterkte combinatie van dijk-duin te beschouwen.

### Aannamen

Bij het gebruik van Duros-plus zijn de volgende aannamen gemaakt:

- 1.) Het model Duros-plus is toepasbaar in de Oosterschelde. De toepasbaarheid van het model is afgestemd met RWS-WD (Quirijn Lodder).
- 2.) Het model is toepasbaar voor deze kustvorm (licht convex).
- 3.) De oostelijke strekdam van de Sophiahaven is in de huidige situatie niet bestand tegen de tegen 1/4000 jr golfcondities. Hierdoor bestaat het risico dat indien deze dam bezwijkt, dat het oostelijke gelegen strand en duin bij Roompot versneld wordt weggeslagen. Hierdoor kunnen deze afslagberekeningen een onderschatting geven van de daadwerkelijk optredende duinafslag.
- 4.) Er wordt gerekend als ware het een volledig zandig profiel. Als korreldiameter wordt een D50 van 200  $\mu\text{m}$  aangehouden. Dit is een conservatieve benadering van de werkelijkheid, want de gegevens uit het Technisch Rapport duinafslag [ref 12] en de ervaring van de beheerder (Waterschap Zeeuwse Eilanden, Ad Beaufort) komen uit op een grovere korreldiameter. Het nemen van extra zandmonsters levert mogelijk een grovere korreldiameter op, wat zal resulteren in minder erosie van het duin.
- 5.) Het effect van variatie in de duur van de hoogwaterpiek en de onnauwkeurigheid van het rekenmodel zijn meegenomen door het berekende afslagvolume boven het Rekenpeil (A) te vermeerderen met een extra volume van 0,25A.
- 6.) De vorm van het afslagprofiel is onafhankelijk van de ligging van het kustprofiel vóór de storm, het stormvloedpeil en van de richting van golfaanval. De vorm van het afslagprofiel is een functie van de significante golfhoogte, de golfperiode (beide op diep water) en de valsnelheid van het afgeslagen duinzand (korreldiameter) [ref 12].
- 7.) In het model is de golfrichting geen invoerparameter, waardoor de golfaanval altijd als loodrecht invallend wordt verondersteld. Dit is een conservatieve benadering.
- 8.) Het afgeslagen zand van de duinen, het strand en de ondiepe gedeeltes van het dwarsprofiel wordt uitsluitend in zeewaartse richting getransporteerd. Het duinafslagproces wordt als een twee-dimensionaal proces opgevat, dat uitgaat van een herverdeling van zand in dwarsrichting, zodat er een sluitende zandbalans ontstaat. Langtransport wordt dus verwaarloosd, waardoor de totale duinafslag mogelijk groter is. Vanwege de beschutte ligging en omdat het dwarstransport vele malen groter zal zijn dan het langtransport, wordt verwacht dat het effect door verwaarlozing van het langtransport nihil is.
- 9.) Er behoeft geen grensprofiel [zie ref 12] in het bestaande profiel te passen na de maatgevende stormvloed voor goedkeuring van het profiel, omdat er een 'harde waterkering' achter het duin aanwezig is, die alsware fungeert als grensprofiel. Er wordt echter geen sterkte aan de achterliggende dijk toegekend, zodat gedurende de gehele storm het duinprofiel voldoende weerstand moet kunnen bieden.
- 10.) De toegepaste golfcondities zijn:  $H_{0,s} = 2,51 \text{ m}$ ,  $T_p = 12 \text{ s}$  en  $h_{\text{max}} = \text{NAP} + 3,70 \text{ m}$

## 3 Conclusies en aanbevelingen

### Conclusies

- De duinen aan de oostelijke zijde van het traject blijken een stuk 'veiliger' te zijn dan aan de

westelijke zijde. Bij de huidige ligging van het strand en duin (huidige situatie) voldoet ongeveer 2/3 deel van het duin aan de veiligheidseisen, namelijk de profielen 9, 6, 4, 3, 13 en 12. Het duingebied erodeert echter met circa 2 m per jaar, waardoor het gehele projectgebied binnen een aantal jaar niet aan de gestelde veiligheid zal voldoen.

- Indien de veiligheid volledig uit het strand en duin wordt gehaald zijn er regelmatig suppleties benodigd. Een grove inschatting van de hoeveelheid te suppleren zand is een eenmalige grootschalige suppletie van circa 77.000 m<sup>3</sup>, waarbij om de 10 jaar een onderhoudssuppletie van circa 72.000 m<sup>3</sup> moet worden uitgevoerd. Om dit volume exacter te bepalen zullen aanvullende berekeningen benodigd zijn.

#### Aanbevelingen

- De Duros-plus berekeningen, zoals beschreven in dit advies, zijn bedoeld als een eerste inschatting. Indien er meer bekend is betreffende het ontwerp, wordt aangeraden de processen van afslag en langtransport nader te beschouwen.
- De oostelijke strekdam van de Sophiahaven is in de huidige situatie niet bestand tegen de tegen 1/4000 jr golfcondities. Hierdoor bestaat het risico dat indien deze dam bezwijkt, dat het oostelijke gelegen strand en duin bij Roompot versneld wordt wegslagen. Hierdoor kunnen deze afslagberekeningen een onderschatting geven van de daadwerkelijk optredende afslag. Aangeraden wordt daarom om deze dam te versterken, zodat deze bestand is tegen 1/4000<sup>ste</sup> stormcondities of anderzijds te zorgen dat deze voldoende is gefixeerd.
- In deze studie is de reststerkte van de dijk niet meegenomen. In een vervolgstudie wordt aangeraden ook de sterkte combinatie dijk-duin te beschouwen.
- In alle berekeningen is een korreldiameter (D50) van 200 µm aangehouden. Dit is een conservatieve benadering van de werkelijkheid. Het nemen van extra monsters levert mogelijk een grovere korreldiameter op, wat zal resulteren in minder erosie van het duin. Daarnaast kan een mogelijk toe te passen suppletie met grover zand gebeuren, waardoor er minder gesuppleerd zal moeten worden.
- Aanbevolen wordt, indien de veiligheid alleen uit het duin wordt gehaald, de profielontwikkelingen goed te monitoren en een basiskustlijn te definiëren. Daarnaast wordt aanbevolen om tot (regelmatige) suppleties over te gaan, zodat er minder erosieve trend zal ontstaan.

## 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.] Svašek Hydraulics, 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 2011 t.b.v. projectbureau Zeeweringen; Deel 1A van 3: Checklist detailadviezen vanaf april 2010', d.d. 23 februari 2011
- [6.] Svašek Hydraulics en Royal Haskoning: 'Handleiding hydraulische detailadviezen Oosterschelde en Westerschelde 2011 t.b.v. projectbureau Zeeweringen; Deel 2 van 3: Achtergrond detailadviezen', d.d. 23 februari 2011
- [7.] Svašek Hydraulics en Royal Haskoning: '2012.19C Factsheet Update detailadvies Maria-, Anna Friso en Jacobapolder, inclusief Sophiahaven en Roompot.xls', d.d. 28 maart 2013
- [8.] Svašek Hydraulics en Royal Haskoning: 'Detailadvies Maria-, Anna Friso en Jacobapolder inclusief Sophiahaven en Roompot (RIKZ-1906.019E)', d.d. 23 november 2009.
- [9.] Svašek Hydraulics en Royal Haskoning: 'Detailadvies Vlietepolder, Thoornpolder (opdracht 2005.0706a)', d.d. 23 september 2005.
- [10.] Svašek Hydraulics en Royal Haskoning: '2010.20C Update detailadvies Maria-, Anna Friso en Jacobapolder inclusief Sophiahaven en Roompot, ECO-beach', d.d. 1 november 2010
- [11.] Svašek Hydraulics en Royal Haskoning: 'Overzichtskaart Oosterschelde en Westerschelde (RKZ1906.25)', mei 2010.
- [12.] ENW-rapport: 'Technisch rapport duinafslag; Beoordeling van de veiligheid van duinen als waterkering ten behoeve van het Voorschrift op Veiligheid', mei 2007
- [13.] RIKZ: 'Waterstanden, Nederlandse kust en estuaria. Statistieken t.b.v. de hydraulische randvoorwaarden 2006', d.d. 27 juni 2006
- [14.] RIKZ: 'Golfbelastingen in havens en afgeschermd gebied' RIKZ\2004.001, d.d. 15 februari 2004
- [15.] Svašek Hydraulics in opdracht van RIKZ, van de Rest, P: 'Memo inventarisatie problemen spreadsheet havens' d.d. 13 augustus 2007
- [16.] Svašek Hydraulics, Van de Rest, P: 'Duinafslagberekeningen Roompot met en zonder ECOBEACH', PvdR/1463/09292/C, d.d. 23 november 2009
- [17.] Groenendaal. E.: 'Toepassen minimale  $H_s$  en  $T_{pm}$  voor hydraulische advisering aan Projectbureau Zeeweringen, Memo H5102/EG/01, 31 maart 2008.
- [18.] Deltares, Klein Breteler, M.: 'Belastingfunctie voor keuze maatgevende golfcondities', d.d. 21 oktober 2009.
- [19.] Svašek Hydraulics, van de Rest, P.: 'Memo Nieuwe belastingfuncties steenbekledingen' d.d. 18 januari 2010, PvdR/09358/1573/D.

- [20.] Royal Haskoning: *'Toekomstprognose ontwikkeling intergetijdengebied Oosterschelde'*, kenmerk 9T4814.A0/R0002/SJAC/SSOM/Rott, d.d. 12 december 2008.
- [21.] 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.
- [22.] WL Delft: *'Correctiewaarden Zeeland, Fase 1: Bepaling correctiefuncties voor ontwerp'*, d.d. augustus 2005, WL-rapport H4576
- [23.] Svašek Hydraulics en Royal Haskoning: *'2010.19C\_Update detailadvies Maria-, Anna Friso en Jacobapolder, inclusief Sophiahaven en Roompot'*, d.d. 1 november 2010, kenmerk: 1605/U10283/C/PvdR.
- [24.] Svašek Hydraulics, van de Rest, P.: *'Memo afleiding correctiewaarden Oosterschelde'*, d.d. 4 september 2012, kenmerk: 1665/U12188/B/PvdR.
- [25.] Svašek Hydraulics en Royal Haskoning: *'Mantel 2012.13D HARES berekeningen Jacobahaven'*, 28 maart 2013, kenmerk: 1587/U12370/D/PvdR
- [26.] Svašek Hydraulics: *'HARES – Numerical model for the determination of wave penetration in harbour basins – Validation report (rev. 2)'*, november 2012, kenmerk: 1331/05490/C/BE

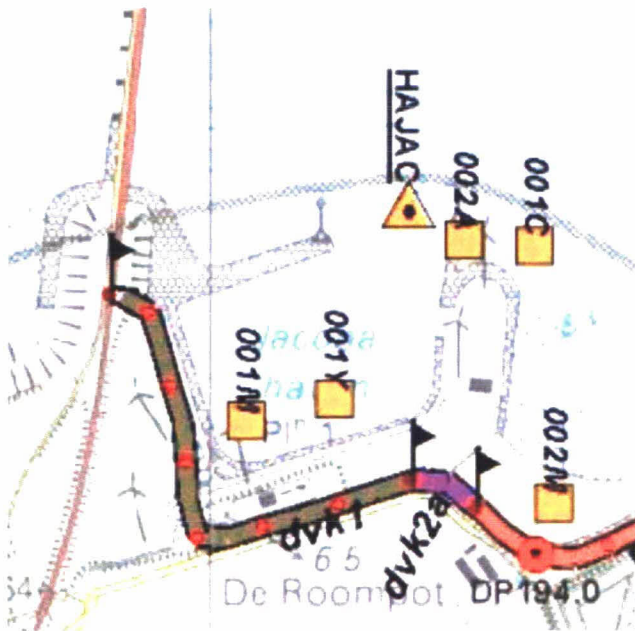
## Mantel 2012.13 HARES berekeningen Jacobahaven

Aan	:	Yvo Provoost (Projectbureau Zeeweringen)
Van	:	Pol van de Rest en Bernard Eikema (Svašek Hydraulics)
Gecontroleerd	:	Dennis Hordijk (Royal Haskoning DHV)
Datum	:	28 maart 2013
ref	:	1587/U12370/D/PvdR
betreft	:	Mantel 2012.13D HARES berekeningen Jacobahaven
status	:	Definitief

### 1 Inleiding

Momenteel is Projectbureau Zeeweringen bezig met het ontwerp van de steenbekleding van de waterkering in de omgeving van de Jacobahaven. Bij het ontwerp van de steenbekleding worden golfcondities gebruikt, welke zijn bepaald op basis van SWAN berekeningen. De resultaten van "Golfberekeningen Oosterschelde, Rapport RIKZ/2001.006" [ref 1], vormen de basis voor de golfbelastingen die gebruikt worden bij het ontwerp. Deze zijn naar aanleiding van nieuwe inzichten op het gebied van transmissie van golfenergie door de Oosterscheldekering, herzien in 2005 [ref 2].

De resultaten van de SWAN berekeningen worden ten behoeve van het ontwerp van steenbekledingen omgezet naar een viertal verschillende tabellen met golfbelastingen voor verschillende bekledingstypen. Daarbij worden golfbelastingen bepaald voor de waterstanden NAP+0m/+2m/+3m en +4m, waarbij onderscheid wordt gemaakt tussen verschillende dijkvakken. De aanpak die daarbij wordt gevolgd is beschreven in het zogenaamde Kookboek [ref 3 en 4] en de resultaten worden per ontwerptraject beschreven in een detailadvies.



**Figuur 1: Ligging dijkvakken**

Het meest recente detailadvies waarin de golfbelastingen in de omgeving van de Jacobahaven zijn beschreven is het advies "Maria-, Anna Friso en Jacobapolder, inclusief Sophiahaven en Roompot [ref 5]. Projectbureau Zeeweringen heeft echter gevraagd dit advies te herzien, omdat



er recent aangescherpte correctiefactoren zijn bepaald voor de compensatie van de onnauwkeurigheid van het golfmodel SWAN [ref 6].

De eerder voor de Jacobahaven in het detailadvies afgegeven golfbelastingen komen overeen met dijkvak 1, waarbij het uitvoerpunt '001Y' hoort (voor ligging zie Figuur 1). De uitvoerpunten '001C en '002A' behoren bij dijkvak 2a, dat achter de oostelijke havendam langs loopt. De randvoorwaarden van dit vak kunnen echter ook worden gebruikt voor het ontwerp van de voorliggende dam. In dit advies zullen er echter golfcondities worden afgeleid voor de gehele oostelijke havendam, waarbij dijkvak 2a in vier aparte dijkvakken wordt opgeknipt (zie Figuur 7).

De golfbelastingen van dijkvak 1, zoals beschreven in het meest recente advies [ref 5] zijn vrij hoog, zeker gezien de beschutte ligging achter in de haven en ver verwijderd van diepe geulen. Projectbureau Zeeweringen heeft daarom gevraagd na te gaan of de golfcondities op basis van een meer gedetailleerde studie aangescherpt kunnen worden, hierbij bij voorkeur zoveel mogelijk uitgaande van de standaard werkwijze [ref 5 en 6].

## 2 Situatiebeschrijving

De Jacobahaven bevindt zich direct ten zuidoosten van de Oosterscheldekering (zie figuur 2). De haven wordt beschermd door een tweetal dammen, welke hier de noordelijke en oostelijke dam worden genoemd. De noordelijk gelegen dam is een relatief lage en smalle dam en bestaat uit losse breuksteen. De kruin van deze dam ligt op NAP+0m tot NAP+0.5m. De oostelijke dam bestaat uit een plateau van circa 100 meter breed. De kruin van de dam ligt op ca. NAP+5.0m. De bekleding van het dijktaalud bestaat grotendeels uit Haringmanblokken.

Beide dammen zijn niet ontworpen op golfbelastingen met een overschrijdingsfrequentie van eens per 4000 jaar. Projectbureau Zeeweringen is echter van plan de oostelijke dam te versterken, waardoor het golfreducerende effect van deze dam meegenomen kan worden bij de berekening van de golfbelastingen in de haven. De noordelijke dam wordt niet versterkt.



Figuur 2: Situatie Jacobahaven (Bron: Google Earth)

## 3 Analyse

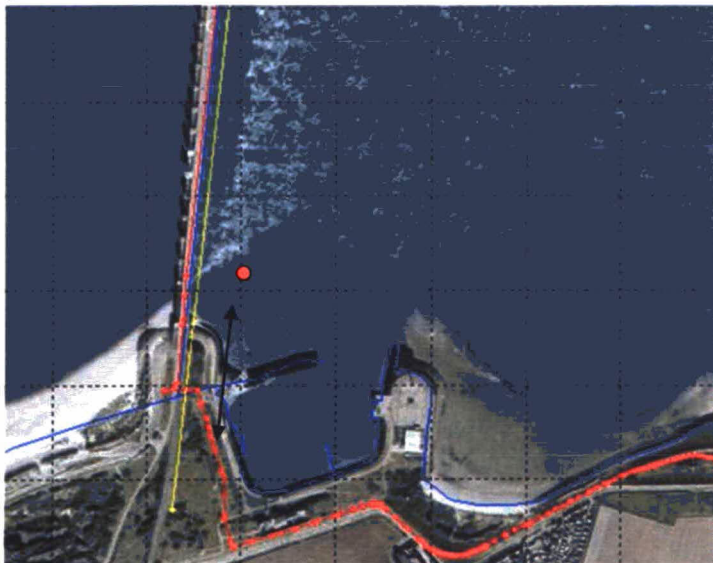
Uit analyse van de SWAN bodembestanden blijkt dat de noordelijke dam geen onderdeel is van de bodemschematisatie, maar de oostelijke dam wel. Daarbij is de oostelijke dam meegenomen als een oneindig hoog element, waarover geen transmissie plaatsvindt. Dit is opvallend, omdat langs de Ooster- en Westerschelde vrijwel geen dammen onderdeel zijn van de bodem. Wat

verder opvalt is dat het uitvoerpunt van dijkvak 1 (uitvoerpunt '001Y') zich in de haven bevindt, terwijl uitvoerpunten normaliter in de monding van een haven worden gelegd. Dit uitvoerpunt kan niet representatief zijn voor de gehele haven, omdat bijvoorbeeld verder ten westen van dit uitvoerpunt de golfcondities hoger kunnen zijn bij oostelijke windrichtingen t.o.v. dit uitvoerpunt.

In Figuur 3 is de Jacobahaven weergegeven, waarbij met rood de modelrand wordt aangegeven van het SWAN-model en met geel de randvoorwaardenrand. Door de zogenaamde randvoorwaardenrand kan golfenergie van de Noordzee via de kering de Oosterschelde bereiken. Deze randvoorwaardenrand moet zich dus bevinden ter plaatse van de doorstroomopening van de kering. Het lijkt er echter op dat de modelrand te ver zuidelijk is doorgezet (ca. 170m). Indien de golven inderdaad op deze wijze worden gemodelleerd wordt er ten onrechte golfenergie vanaf de Noordzee naar de Oosterschelde doorgegeven over het met de pijl aangegeven gebied. Hierdoor worden de golfcondities in de omgeving van de Jacobahaven overschat.

De SWAN-resultaten bij de open delen van de kering (bijvoorbeeld het met de rode punt aangegeven locatie) kunnen echter wel gebruikt worden om vanaf deze locatie de golven door te vertalen naar de waterkering in de haven. Bij de advisering aan Projectbureau Zeeweringen wordt (bij doorvertaling van golven<sup>1</sup>) over het algemeen de spreadsheet "Rekeninstrument - Golfbelasting in Havens - v2-0.xls" [ref 7] gebruikt, wat als een grove methode wordt beschouwd. De golfcondities in de haven zijn eerst bepaald met deze spreadsheet [ref 11]. Deze spreadsheet neemt echter alleen processen zoals diffractie en transmissie mee en houdt geen rekening met golfbreking, refractie en reflectie. Aangezien deze processen in deze specifieke situatie juist van belang zijn neemt de golfhoogte vanaf de Oosterscheldekering richting de haven volgens de genoemde rekenmethode nauwelijks af.

Het is daarom van belang dat bij doorberekening van de golfcondities vanaf de kering naar de dijk in de haven de relevant geachte processen worden meegenomen, te weten: refractie, diffractie, golfbreking en lokale golfgroei. Er is daarom gekozen gedetailleerde berekeningen uit te voeren met het golfmodel HARES (zie paragraaf 4). Daarbij worden er met HARES golfcondities in de Jacobahaven bepaald, maar ook voor de oostelijke dam (dijkvak 2a).



**Figuur 3: Jacobahaven (Geel = randvoorwaardenrand en rood is modelrand)**

<sup>1</sup> Meestal betreft het doorberekening van golven in de monding van een haven naar de dijk in de haven. Opgemerkt moet worden dat in dit geval ook een doorvertaling van de golven van de kering naar de monding moet worden gemaakt, omdat ter plaatse van de monding de golfcondities (welke volgen uit SWAN) waarschijnlijk ook worden overschat.

## 4 Golfberekeningen HARES

### 4.1 Processen

#### 4.1.1 Algemeen

Voor de doorvertaling van de golven vanaf dieper water naar de achterliggende waterkering in de haven wordt het numerieke golfmodel HARES gebruikt. De volgende processen worden in de berekening meegenomen: refractie, diffractie, golfbreking, bodemwrijving, reflectie, richtingspreiding en lokale golfgroei. Dit betreffen allemaal processen welke dienen voor de doorvertaling van de golfhoogte ( $H_s$ ). De golfperiode en de golfrichting worden niet doorvertaald. Met betrekking tot de golfperiode is het aannemelijk dat deze niet veel veranderd bij voortplanting richting de dijk. De golfrichting wordt bij het ontwerp van steenzettingen bij het projectbureau Zeeweringen als loodrecht invallend verondersteld. De golfrichting kan wel uit de HARES-uitvoer wordt gegeneerd, maar is niet in dit advies opgenomen.

Refractie, diffractie, golfbreking, bodemwrijving, reflectie en richtingspreiding worden in HARES berekend. Lokale golfgroei wordt niet in het model meegenomen, maar in een nabewerking apart bij de golfcondities opgeteld. Golftransmissie is in dit geval niet relevant en wordt buiten beschouwing gelaten.

#### 4.1.2 Lokale golfgroei

De golfhoogte door lokale golfgroei kan bepaald worden met Bretschneider, waarbij deze afhankelijk is van de windsnelheid, waterdiepte en strijklengte. De windsnelheden zijn afhankelijk van de windrichting en volgen uit [ref 1]. De waterdiepte is afhankelijk van de waterstand en bodemligging, waarbij een bodemligging is aangenomen van NAP -3 m. De strijklengte is per uitvoerpunt en windrichting bepaald. Het effect van lokale golfgroei wordt bij de uitkomsten volgend uit HARES kwadratisch opgeteld om de golfcondities ter plaatse van de uitvoerpunten te bepalen, namelijk:

$$H_{s\_totaal} = \sqrt{H_{s\_HARES}^2 + H_{s\_lokale\_golfgroei}^2}$$

Lokale golfgroei blijkt een verhoging van de golfhoogte te geven van maximaal 0.19 m, maar gemiddeld gezien slechts ca. 0.05 m.

### 4.2 HARES Modelbeschrijving

HARES is een 2-dimensionaal numeriek model voor de bepaling de van golfvoortplanting van korte golven in bijvoorbeeld havenbekkens. Het model is gebaseerd op de 2D Mild-Slope vergelijking en bevat de fysische processen diffractie, refractie, reflectie, shoaling, bodemwrijving, golfbreking en richtingspreiding [ref. 8].

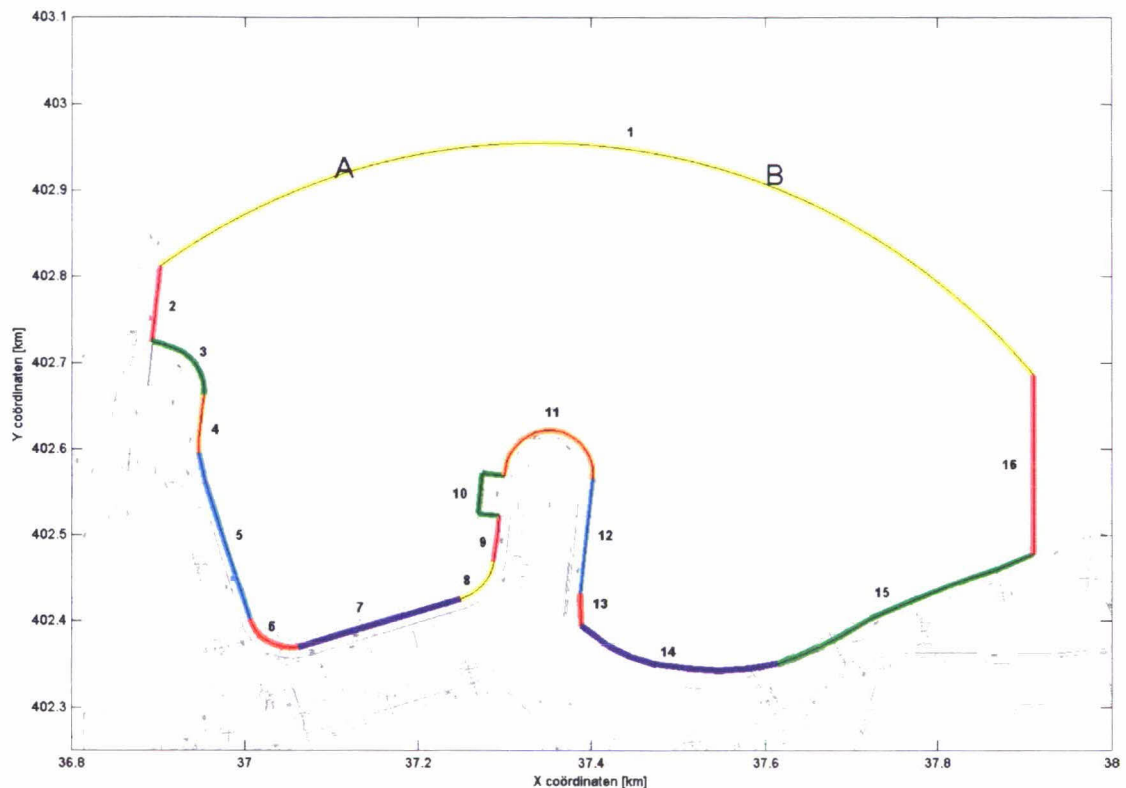
HARES is ontwikkeld door Svašek Hydraulics van het begin van de tachtiger jaren van de vorige eeuw tot aan vandaag de dag. Het model is bijzonder bruikbaar in haven en golfbreker optimalisatie studies en voor de bepaling van natuurlijke frequentie van havenbekkens. Op de bodemwrijving en golfbreking na is HARES een lineair model dat gebruik maakt van de eindige elementen methode. Kenmerkend voor deze methode is dat het modelgebied is opgedeeld in een aantal driehoekige elementen. De grootte en vorm van deze elementen kunnen variëren binnen het model waardoor specifieke kenmerken van een havenbekken gemakkelijk in het model kunnen worden opgenomen.

De model invoer bestaat uit de inkomende golf (golfhoogte en –periode en golfrichting), bodemligging in het modelgebied, de waterstand en de reflectie coëfficiënten van de rand

elementen. Voor elke harmonische inkomende golf berekent HARES vervolgens het lokale golfklimaat.

#### 4.3 Modelgebied en modelranden

Voor de berekening van de golfdoordringing in de Jacobahaven is een HARES model opgezet. Het modelgebied met de verschillende modelranden is weergegeven in figuur 4. In het modelgebied zijn 16 modelranden onderscheiden, deze zijn samengevat in tabel 1. Tevens zijn het talud en de taludbekleding rond de waterlijn gegeven.

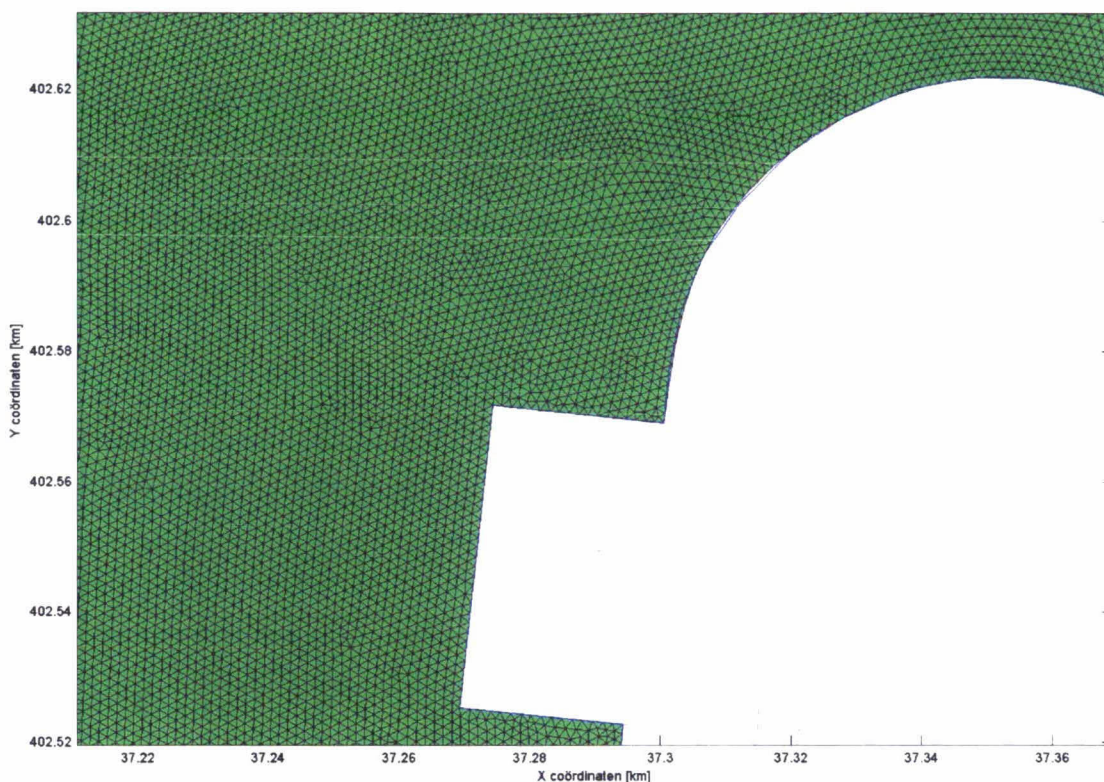


**Figuur 4: Modelschematisatie Jacobahaven**

Modelrand	Type rand	Talud	Reflectie coëfficiënt
1	golfrand	n.v.t.	n.v.t.
2 t/m 9	Haringmanblokken	1:3	0,4
10	damwand	n.v.t.	0,9
11 t/m 13	Haringmanblokken	1:3	0,4
14	strand	1:10	0,1
15	Haringmanblokken	1:3	0,4
16	open	n.v.t.	0,0

**Tabel 1: De verschillende modelranden**

Het modelgebied bestaat uit elementen (roostercellen) die in grootte variëren van 1,5m tot 3,0m (afhankelijk van de golfperiode). In figuur 5 is een voorbeeld te zien van een detail van het rooster met elementen van 1,5 meter.



**Figuur 5: Detail rekenrooster (gridgrootte 1,5m).**

#### 4.4 Golfrandvoorwaarden

##### 4.4.1 Golfrandvoorwaarden modelrand

De golfrandvoorwaarden op de HARES modelrand volgen uit de golfcondities zoals berekend met SWAN [ref. 1 en 2]. Daarvoor zijn een tweetal uitvoerpunten (A en B) gecreëerd, welke zijn weergegeven in figuur 4. Voor de (noord-) westelijke windrichtingen (270 t/m 330) is het meest westelijke gelegen uitvoerpunt (A) vlakbij de kering gebruikt (X=37104; Y=402926) en voor de noord en oostelijke windrichtingen (360 t/m 90) een uitvoerpunt (B) wat meer richting het oosten ligt (X=37600; Y=402918). De betreffende golfcondities zijn weergegeven in tabel 2 en 3.

De golfcondities volgen uit de zogenaamde Blockfiles, waarin het ruimtelijk verloop van de golfhogte ( $H_s$ ) en golfperiode ( $T_p$ ) is weergegeven [ref. 1 en 2]. De golfcondities zijn vervolgens gecorrigeerd met de meest recente modelcorrecties [ref. 10], om te corrigeren voor de afwijking van het golfmodel SWAN. De  $T_p$  uit de blockfiles is gecorrigeerd op basis van de correctiefunctie die geldt voor  $T_{m-1.0}$ , omdat de periodemaat  $T_{m-1.0}$  niet gegeven is in de blockfiles. Als periodemaat is in alle gevallen  $T_p$  in plaats van  $T_{pm}$  gebruikt, omdat  $T_{pm}$  niet beschikbaar is in de blockfiles. Er wordt dus verondersteld dat  $T_p$  gelijk is aan  $T_{pm}$ .

De golfcondities bij een open Oosterscheldekering (waterstanden NAP +0m, +2m en +3m) zijn daarnaast gecorrigeerd voor stroming, waarbij de golfcondities zijn gecorrigeerd voor de stromingscorrectie [ref 5, 6] van dijkvak 1 (stromingscorrectie:  $H_s$  met 0,057m en  $T_{pm}$  met 0,142s).

Windrichting (°) nautisch	Hs [m]				Tpm [s]				Golfrichting (°)			
	bij waterstand t.o.v. NAP				bij waterstand t.o.v. NAP				bij waterstand t.o.v. NAP			
	+0m	+2m	+3m	+4m	+0m	+2m	+3m	+4m	+0m	+2m	+3m	+4m
270	2,46	2,86	3,14	0,44	6,38	7,16	7,16	1,70	286	286	286	270
285	2,54	2,95	3,21	0,46	6,38	7,16	7,16	1,90	291	291	291	304
300	2,49	2,92	3,18	0,54	6,38	7,16	7,16	2,45	297	297	297	328
315	2,22	2,67	2,92	0,59	6,38	7,16	7,16	2,78	303	302	302	347
330	1,89	2,35	2,60	0,68	6,38	7,16	7,16	3,14	311	309	308	6

Tabel 2<sup>2</sup>: Golfcondities zeezijde golfrand HARES voor windrichtingen 270 t/m 330 (gebaseerd op uitvoerpunt A)

Windrichting (°) nautisch	Hs [m]				Tpm [s]				Golfrichting (°)			
	bij waterstand t.o.v. NAP				bij waterstand t.o.v. NAP				bij waterstand t.o.v. NAP			
	+0m	+2m	+3m	+4m	+0m	+2m	+3m	+4m	+0m	+2m	+3m	+4m
360	1,02	1,06	1,08	1,18	3,55	4,50	4,98	5,06	29	32	32	37
30	1,24	1,43	1,53	1,54	4,50	5,06	5,34	5,06	55	55	55	55
60	1,64	1,81	1,90	1,95	5,69	5,69	5,69	5,69	71	67	67	66
90	1,55	1,71	1,79	1,89	5,69	5,69	5,69	6,38	79	76	76	74

Tabel 3: Golfcondities zeezijde golfrand HARES voor windrichtingen 360 t/m 90 (gebaseerd op uitvoerpunt B)

De HARES berekeningen zijn uitgevoerd voor 9 verschillende windrichtingen (270 t/m 90 graden voor 4 verschillende waterstanden (NAP+0m/+2m/+3m en +4m). Voor de (noord-) westelijke windrichtingen (270 t/m 330) zijn geen berekeningen gemaakt bij een waterstand van NAP+4m, omdat bij die waterstand de kering gesloten is, waardoor deze windrichtingen niet maatgevend kunnen zijn direct achter de kering. Het totaal aantal door te rekenen situaties komt daarmee op 31. Aangezien elke situatie bestaat uit een elftal HARES runs, is het aantal HARES-berekeningen gelijk aan 341.

#### 4.4.2 Richtingspreiding

De richtingspreiding voor de golfcondities is geschematiseerd door de golfenergie te verdelen over de hoofdrichting en de richtingen tot 25 graden aan weerszijden van de hoofdrichting, met een interval van 5 graden. De totale energie is hierbij 100%. De richtingspreiding voor de dagelijkse en extreme condities is 25° ( $m=4,2$ ). Om deze richtingspreiding in de modellering op te nemen is een elftal HARES runs gecombineerd. Elke richting levert zijn eigen aandeel aan de golfenergie. In tabel 4 zijn de verschillende runs en hun aandeel in de golfenergie weergegeven.

<sup>2</sup> Opvallend is dat de golfperiode in de tabellen 2 en 3 in veel gevallen gelijk is bij verschillende windrichtingen en daarnaast voor verschillende waterstanden. Dit wordt veroorzaakt doordat uit de golfspectra welke volgen uit SWAN een soort van periodenklassen worden bepaald (meestal frequentiebanden genoemd).

Run	Golfrichting t.o.v. de hoofdrichting HARES	Percentage golfenergie
1	- 25°	7.01%
2	- 20°	8.16%
3	-15°	9.16%
4	- 10°	9.94%
5	-5°	10.43%
6	Hoofdrichting	10.60%
7	+ 5°	10.43%
8	+ 10°	9.94%
9	+ 15°	9.16%
10	+ 20°	8.16%
11	+ 25°	7.01%

**Tabel 4: Toegepaste richtingspreiding in de HARES berekeningen**

De verschillende HARES runs (n) kunnen, op basis van de lineaire golftheorie, als volgt worden opgeteld:

$$H_{s\_samengesteld} = \sqrt{\sum_{i=1}^n \text{percentage}_i \cdot H_{s,i}^2}$$

#### 4.5 Reflectie coëfficiënten

Reflectie van golven is afhankelijk van de golfsteilheid, de taludhelling en het materiaal van de aanwezige constructies. Een talud van losse breuksteen zal bijvoorbeeld veel minder golfenergie reflecteren dan een talud van gezette steen en veel minder dan een damwand.

Voor de bepaling van de reflectie coëfficiënten is gebruik gemaakt van de Shore Protection Manual, figuur 2-65. Deze figuur is weergegeven in appendix 1, hierin is de reflectie coëfficiënt X gegeven als functie van de Iribarren parameter  $\xi$ .

Deze Iribarren parameter is gedefinieerd als:

$$\xi = \frac{1.0}{\cot\theta \sqrt{H_i/L_0}}$$

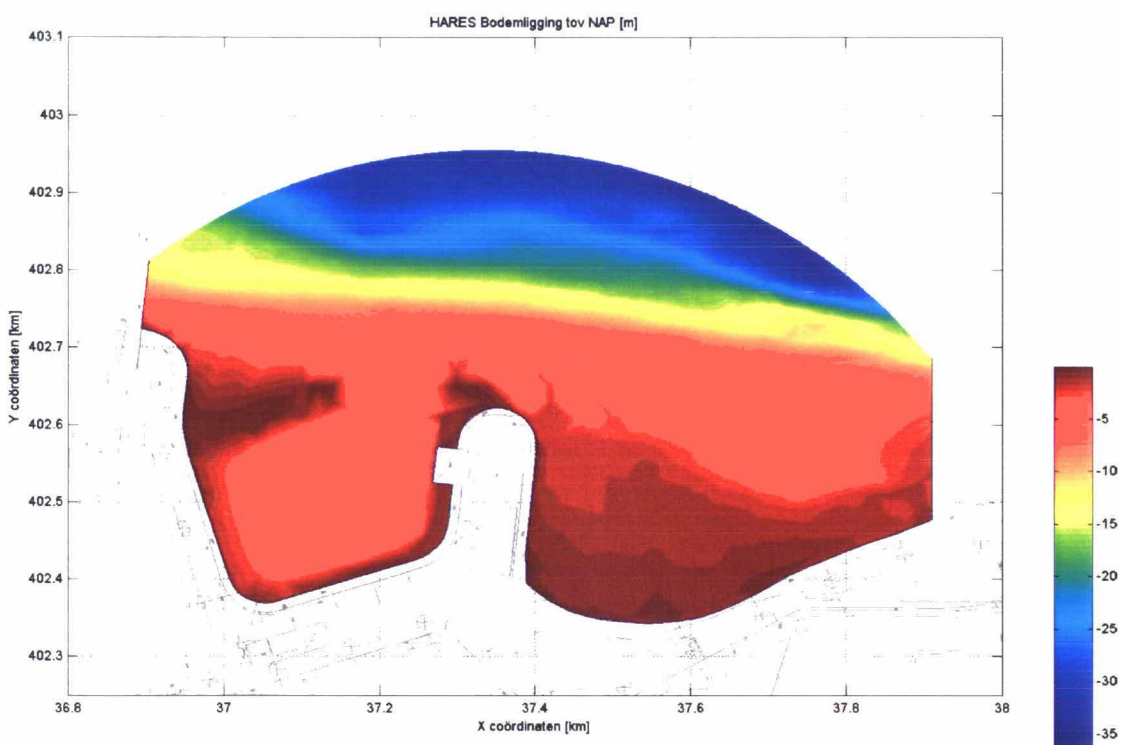
Met:  $\theta$  = steilheid talud  
 $H_i$  = inkomende golfhoogte  
 $L_0$  = diep water golflengte

Voor de bepaling van de reflectie coëfficiënt is de lokale golfhoogte voor het talud nodig. Voor deze HARES berekeningen is een lokale golfhoogte van 1,00 á 1,50 meter aangehouden. De resulterende reflectie coëfficiënten zijn weergegeven in tabel 1.

#### 4.6 Bodemligging

De bodemligging in het modelgebied is weergegeven in figuur 6. De diepte in de Jacobahaven is op NAP-3m aangenomen, gelijk aan de bodem in de monding van de haven. Voor de noordelijke dam is een maximale hoogte van NAP aangehouden in overleg met projectbureau Zeeweringen.

Deze dam is weliswaar niet bestand tegen maatgevende condities met een kans van voorkomen van eens per 4000 jaar, maar deze dam van 35 meter breedte zal ook niet geheel kunnen verdwijnen tijdens een maatgevende storm. Er wordt aangenomen dat deze dam niet verder af zal slaan dan NAP. Opgemerkt moet worden dat indien er een lagere damhoogte wordt aangehouden dat dit voor de waterstanden NAP+3m en NAP+4m nauwelijks effect zal hebben op de golfcondities in de haven, omdat deze golven niet dieptebeperkt zijn bij voorplanting over deze dam. Voor lagere waterstanden heeft een lagere dam wel enigszins effect op de golfcondities in de haven. Echter bij deze waterstanden zijn de golfbelastingen aanzienlijk lager en wordt niet verwacht dat de dam afslaat tot onder NAP.



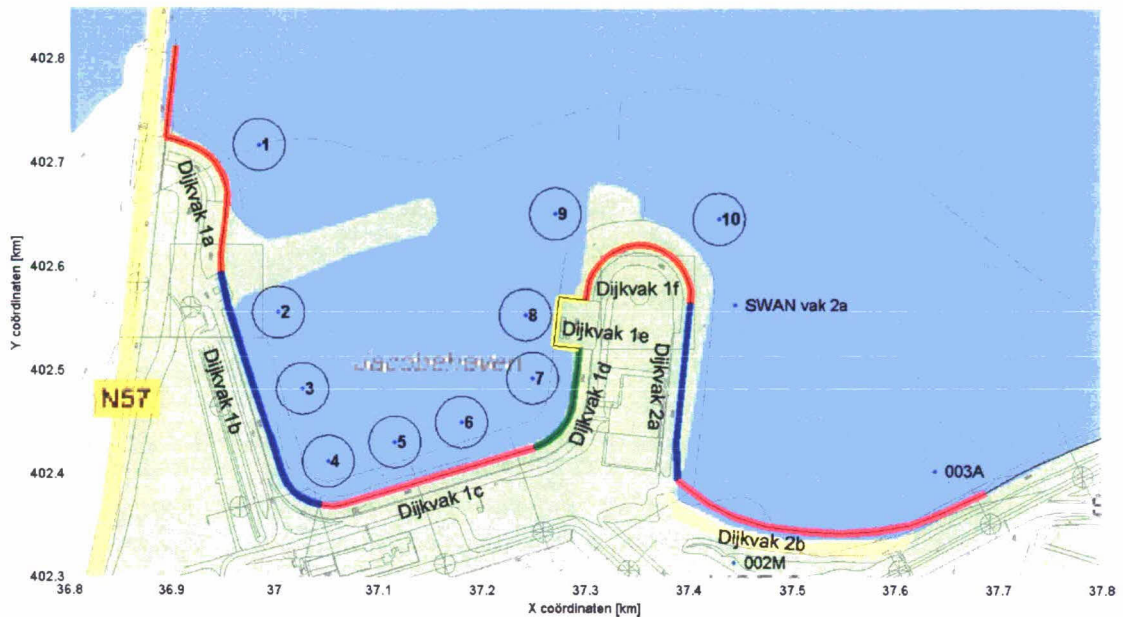
**Figuur 6: Toegepaste bodemligging**

#### 4.7 Uitvoerpunten en dijkvakken

In de omgeving van de Jacobahaven zijn een tiental verschillende HARES-uitvoerpunten gecreëerd, welke vervolgens zijn samengevoegd tot een zestal dijkvakken. Deze uitvoerpunten dienen voor bepaling van de golfcondities voor de dijkvakken 1a t/m 1f (zie Figuur 7). Uitvoerpunt 1 behoort bij dijkvak 1a, de uitvoerpunten 2 t/m 4 bij vak 1b, de uitvoerpunten 4 t/m 6 bij vak 1c, uitvoerpunt 7 bij dijkvak 1d, uitvoerpunt 8 bij dijkvak 1e (de damwand) en de uitvoerpunten 9 en 10 bij vak 1f. De ligging van de uitvoerpunten en dijkvakken is weergegeven in Figuur 7.

De golfcondities voor de dijkvakken 2a en 2b wordt bepaald op basis van SWAN-berekeningen [ref 3 en 4]. Daarbij is voor dijkvak 2a een nieuw SWAN-uitvoerpunt gecreëerd (X= 37445, Y=402564). Daarnaast zijn de grenzen van dijkvak 2a gewijzigd ten opzichte van het meest recente advies [ref 5], omdat de oostelijke dam onderdeel wordt van de dijkversterking. Voor de oostelijke dam zijn vier verschillende dijkvakken gecreëerd, welke het oorspronkelijke dijkvak 2a vervangen (vergelijk Figuur 1 met Figuur 7). Voor dijkvak 2b worden de bestaande SWAN-uitvoerpunten '002M' en '003A' gebruikt, overeenkomstig het vorige advies [ref 5].





Figuur 7: Ligging uitvoerpunten en grenzen dijkvakken

## 5 Resultaten HARES golfberekeningen

De ruimtelijke verdeling van een aantal HARES berekeningen is weergegeven in de Appendices 2.1 t/m 2.6, namelijk voor de windrichtingen 270, 300, 330, 360, 30 en 60 graden, allen bij de waterstand NAP+3m. Voor de 10 uitvoerlocaties, gedefinieerd als cirkels met een diameter van 50 meter, is de gemiddelde golfhoogte per cirkel bepaald. Alle uitvoerlocaties zijn ook steeds weergegeven in de appendices met de ruimtelijke verdeling van de HARES resultaten. Alle gepresenteerde golfhoogtes in de haven zijn nog exclusief de lokale windgroei. De lokale golfgroei is in een nabewerking kwadratisch bij de HARES golfcondities opgeteld. In de figuren van Appendices 2.1 t/m 2.6 is dezelfde schaalverdeling gebruikt, om de figuren onderling goed te kunnen vergelijken.

De volgende stappen zijn gevolgd om tot de tabellen 5.1 t/m 5.4 te komen:

- Gecorrigeerde golfcondities op de modelrand (zie tabel 2 en 3) zijn met behulp van HARES doorvertaald van diep water naar de waterkering in de haven (en de directe omgeving) voor 31 verschillende situaties (9 windrichtingen en 3 of 4 waterstanden). Aangezien elke situatie bestaat uit een elftal HARES runs, is het aantal HARES-berekeningen gelijk aan 341.
- De verschillende HARES runs worden vervolgens op basis van de lineaire golftheorie opgeteld (zie paragraaf 4.4). Deze uitvoer is te zien in de figuren van Appendices 2.1 t/m 2.6.
- Voor 10 gedefinieerde uitvoerlocaties (zie figuur 7), gedefinieerd als cirkels met een diameter van 50 meter, is vervolgens de gemiddelde golfhoogte per cirkel bepaald voor de 31 beschouwde situaties.
- Het effect van lokale golfgroei wordt bij de uitkomsten volgend uit HARES kwadratisch opgeteld (zie paragraaf 4.1.2) voor de 31 beschouwde situaties voor 10 verschillende uitvoerpunten
- Vervolgens zijn met behulp van vier verschillende belastingfuncties [ref 9] de maatgevende golfcondities in de uitvoerpunten bepaald (per waterstand) op basis van alle berekende waarden voor de golfhoogte en de golfperiode). Dit resulteert in een

viertal tabellen met golfcondities, welke behoren bij verschillende bekledingstypen en faalmechanismen (zie Appendix 3).

- Met behulp van de maatgevende golfcondities per uitvoerpunt gebruikmakende van de vier belastingfuncties [ref 9] zijn vervolgens de maatgevende golfcondities per dijkvak bepaald (zie de tabellen 5.1 t/m 5.4). Voor het ontwerp dient per bekledingstypen en/of faalmechanisme dan ook een afzonderlijke tabel toegepast te worden.

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.

Dijk- vak no.	Hs [m] bij waterstand t.o.v. NAP				Tpm [s] 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
	1a	1,07	1,27	1,34	1,48	6,38	7,16	7,16	5,69	330	330	330
1b	0,74	0,90	1,07	1,36	5,69	5,69	5,69	6,38	60	60	60	90
1c	0,74	1,06	1,33	1,03	5,69	7,16	7,16	6,38	60	330	330	90
1d	0,91	1,06	1,24	0,69	6,38	7,16	7,16	6,38	330	330	330	90
1e	1,04	1,36	1,47	1,10	6,38	7,16	7,16	6,38	330	330	330	90
1f	1,40	1,90	2,12	1,47	6,38	7,16	7,16	6,38	300	300	300	90

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

Dijk- vak no.	Hs [m] bij waterstand t.o.v. NAP				Tpm [s] 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
	1a	1,09	1,30	1,40	1,48	5,69	5,69	5,69	5,69	60	60	60
1b	0,74	0,90	1,07	1,36	5,69	5,69	5,69	6,38	60	60	60	90
1c	0,74	1,06	1,33	1,15	5,69	7,16	7,16	5,69	60	330	330	60
1d	0,91	1,06	1,24	0,69	6,38	7,16	7,16	5,06	330	330	330	360
1e	1,04	1,36	1,47	1,13	6,38	7,16	7,16	5,69	330	330	330	60
1f	1,40	1,90	2,12	1,62	6,38	7,16	7,16	5,69	300	300	300	60

**Tabel 5.2: Maatgevende golfcondities voor betonzuilen**

Dijk- vak no.	Hs [m] bij waterstand t.o.v. NAP				Tpm [s] 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
	1a	1,09	1,30	1,40	1,48	5,69	5,69	5,69	5,69	60	60	60
1b	0,74	0,90	1,09	1,36	5,69	5,69	5,34	6,38	60	60	30	90
1c	0,74	1,06	1,33	1,15	5,69	7,16	7,16	5,69	60	330	330	60
1d	0,91	1,06	1,24	0,69	6,38	7,16	7,16	6,38	330	330	330	90
1e	1,04	1,36	1,47	1,13	6,38	7,16	7,16	5,69	330	330	330	60
1f	1,40	1,90	2,12	1,62	6,38	7,16	7,16	5,69	300	300	300	60

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

Dijk- vak no.	Hs [m] bij waterstand t.o.v. NAP				Tpm [s] 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
	1a	1,07	1,27	1,34	1,48	6,38	7,16	7,16	5,69	330	330	330
1b	0,74	0,90	1,07	1,36	5,69	5,69	5,69	6,38	60	60	60	90
1c	0,74	1,06	1,33	1,15	5,69	7,16	7,16	5,69	60	330	330	60
1d	0,91	1,06	1,24	0,69	6,38	7,16	7,16	6,38	330	330	330	90
1e	1,04	1,36	1,47	1,10	6,38	7,16	7,16	6,38	330	330	330	90
1f	1,40	1,90	2,12	1,62	6,38	7,16	7,16	5,69	300	300	300	60

Tabel 5.4: Maatgevende golfcondities voor losse breuksteen kreukelberm

Uit tabel 5.1 t/m 5.4 blijkt dat bij een waterstand van NAP+4m in vrijwel alle gevallen de windrichtingen 60 of 90 graden maatgevend zijn. (Noord-) westelijke richtingen kunnen bij deze waterstand niet maatgevend zijn doordat de kering dan gesloten is.

Bij de dijkvakken 1a en 1c varieert de maatgevende windrichting tussen 330 en 60 graden bij de waterstanden NAP+0m/+2m en +3m. Voor de dijkvakken 1d, 1e en 1f bij de waterstanden NAP+0m/+2m en +3m zijn de windrichtingen 300 of 330 graden maatgevend, doordat deze dijkvakken minder beschermd liggen voor golven uit (noord-)westelijke windrichtingen. Bij dijkvak 1b zijn bij deze waterstanden juist (noord-)oostelijke windrichtingen maatgevend, doordat dit dijkvak erg beschermd ligt voor golven uit (noord-)westelijke windrichtingen.

In een aantal gevallen is de golfhoogte en/of golfperiode bij NAP +3m hoger dan bij NAP +4m (zie oranje arcering in de Tabellen 5.1 t/m 5.4). Dit komt omdat bij NAP +4m de Oosterscheldekering is gesloten. Daarnaast is bij dijkvak 2 bij de maatgevende golfcondities voor afschuiving, WAB, OSA en vol en zat gepenetreerde breuksteen (Tabel 5.3) de golfperiode hoger bij een waterstand van NAP +2m in vergelijking met NAP +3m (oranje gearceerd). Dit wordt veroorzaakt doordat bij een hogere waterstand een andere windrichting maatgevend wordt.

De golfcondities van de dijkvakken 2a en 2b, welke zijn gebaseerd op SWAN-berekeningen, worden niet beschreven in dit advies. Deze worden beschreven in het nog te herziene advies "Maria-, Anna Friso en Jacobapolder, inclusief Sophiahaven en Roompot" [ref 5]. Projectbureau Zeeweringen heeft gevraagd dat advies te herzien, omdat er recent aangescherpte correctiefactoren zijn bepaald voor de compensatie van de onnauwkeurigheid van het golfmodel SWAN [ref 6]. Daarnaast wordt de nieuwe dijkvakindeling (zoals bepaald in dit advies, zie Figuur 7) in de omgeving van de Jacobahaven beschreven.

## 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.] Svašek Hydraulics en Royal Haskoning: 'Handleiding hydraulische detailadviezen Oosterschelde en Westerschelde 2011 t.b.v. projectbureau Zeeweringen; Deel 1A van 3: Checklist detailadviezen vanaf april 2010', d.d. 23 februari 2011
- [4.] Svašek Hydraulics en Royal Haskoning: 'Handleiding hydraulische detailadviezen Oosterschelde en Westerschelde 2011 t.b.v. projectbureau Zeeweringen; Deel 2 van 3: Achtergrond detailadviezen', d.d. 23 februari 2011
- [5.] Svašek Hydraulics en Royal Haskoning: '2010.19C\_Update detailadvies Maria-, Anna Friso en Jacobapolder, inclusief Sophiahaven en Roompot', d.d. 1 november 2010, kenmerk: 1605/U10283/C/PvdR.
- [6.] Svašek Hydraulics, van de Rest, P.: 'Memo afleiding correctiewaarden Oosterschelde', d.d. 4 september 2012, kenmerk: 1665/U12188/B/PvdR.
- [7.] RIKZ: 'Golfbelastingen in havens en afgeschermd gebied' RIKZ/2004.001, d.d. 15 februari 2004.
- [8.] Svašek Hydraulics: 'HARES – Numerical model for the determination of wave penetration in harbour basins – Validation report (rev. 2)', november 2012, kenmerk: 1331/05490/C/BE
- [9.] Svašek Hydraulics, van de Rest, P.: 'Memo Nieuwe belastingfuncties steenbekledingen' d.d. 18 januari 2010, PvdR/09358/1573/D.
- [10.] Svašek Hydraulics, van de Rest, P.: 'Update correctiewaarden Zeeland', d.d. november 2010, kenmerk: 1585/U10250/D/PvdR.
- [11.] Svašek Hydraulics en Royal Haskoning: '2012.13A\_Golfrandvoorwaarden Jacobahaven' (havenberekening volgens VTV-methode), d.d. 22 november 2012, CONCEPT,

## APPENDICES

Appendix 1	Golf reflectie coëfficiënten	Blz
Appendix 2.1	HARES resultaten voor windrichting 270°N en waterstand NAP+3m	15
Appendix 2.2	HARES resultaten voor windrichting 300°N en waterstand NAP+3m	16
Appendix 2.3	HARES resultaten voor windrichting 330°N en waterstand NAP+3m	17
Appendix 2.4	HARES resultaten voor windrichting 360°N en waterstand NAP+3m	18
Appendix 2.5	HARES resultaten voor windrichting 30°N en waterstand NAP+3m	19
Appendix 2.6	HARES resultaten voor windrichting 60°N en waterstand NAP+3m	20
Appendix 3	Samenvattende tabel HARES resultaten	21
		22

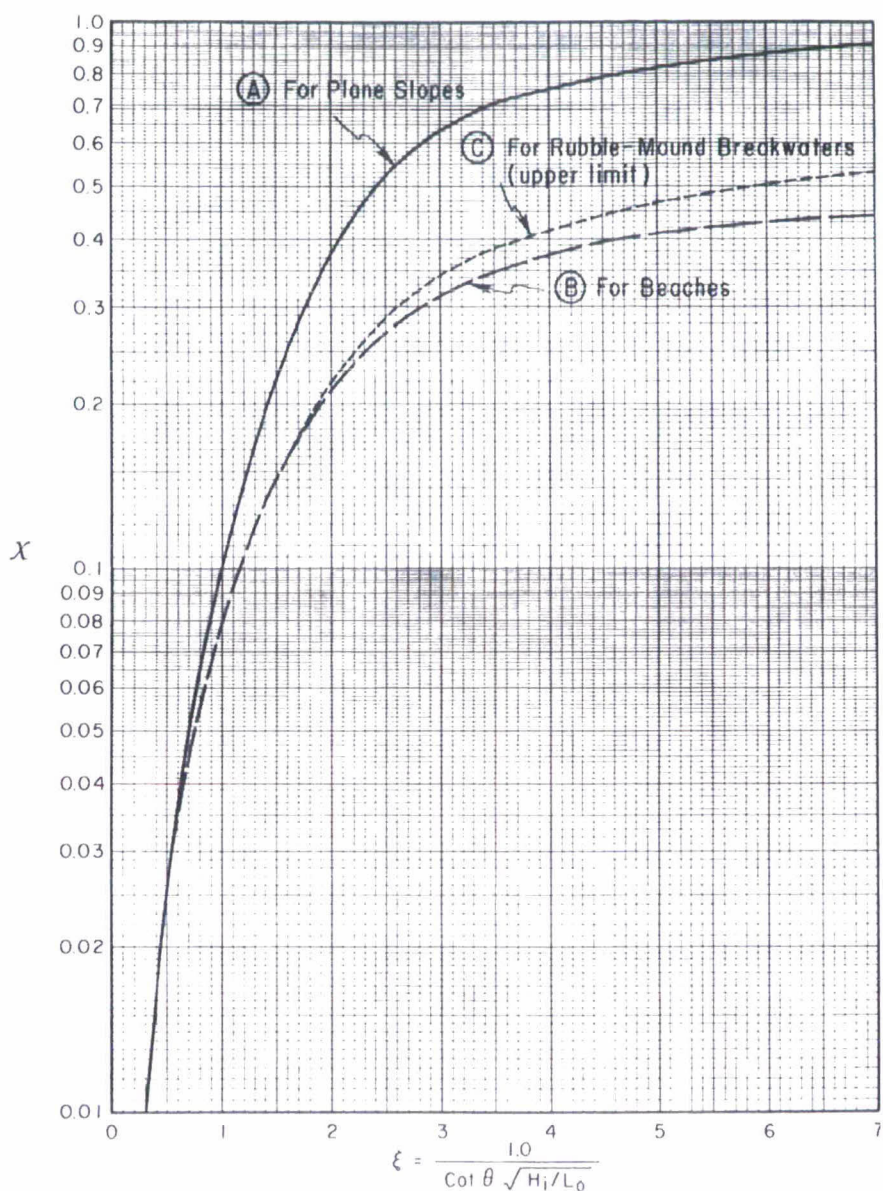
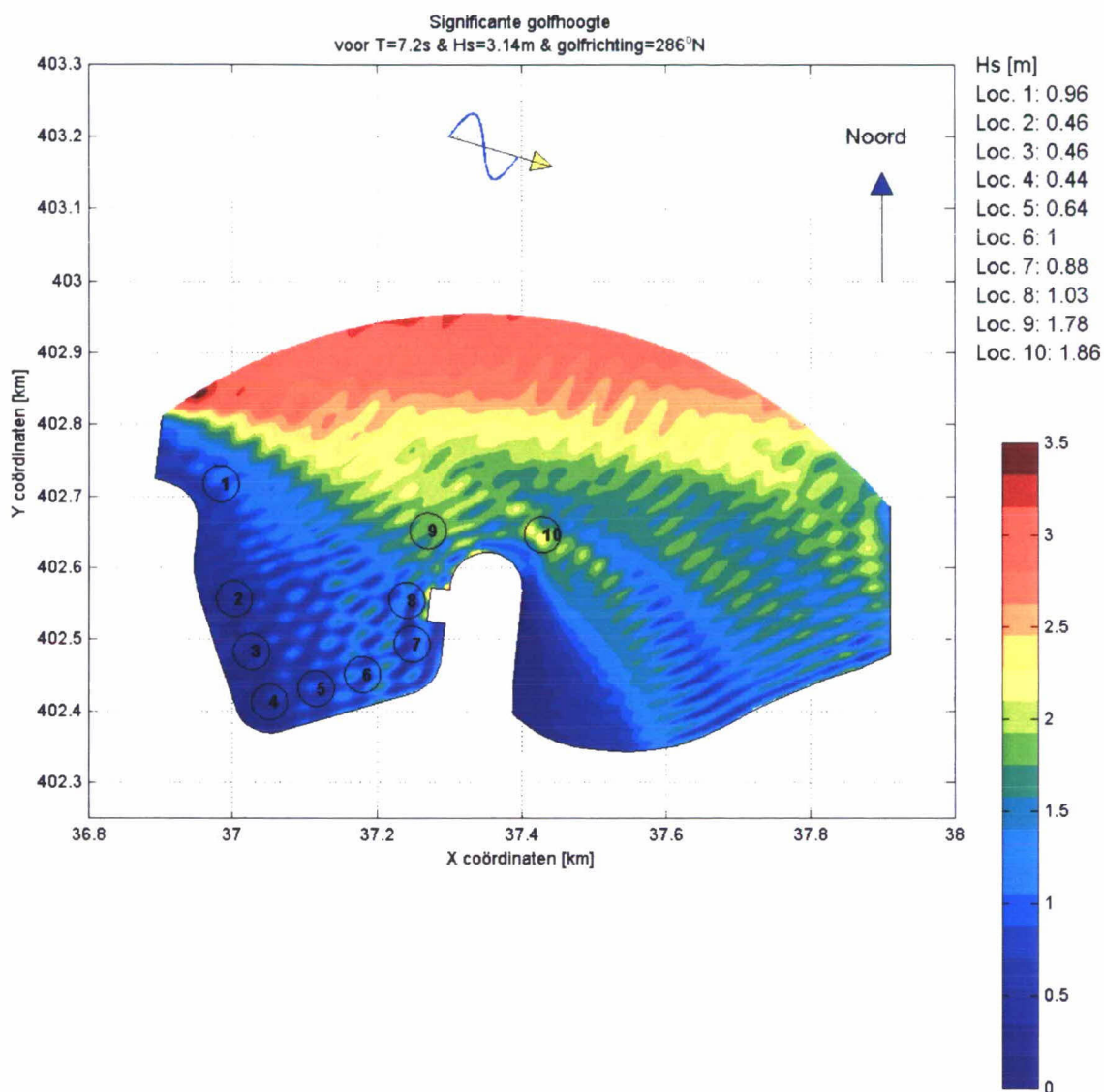
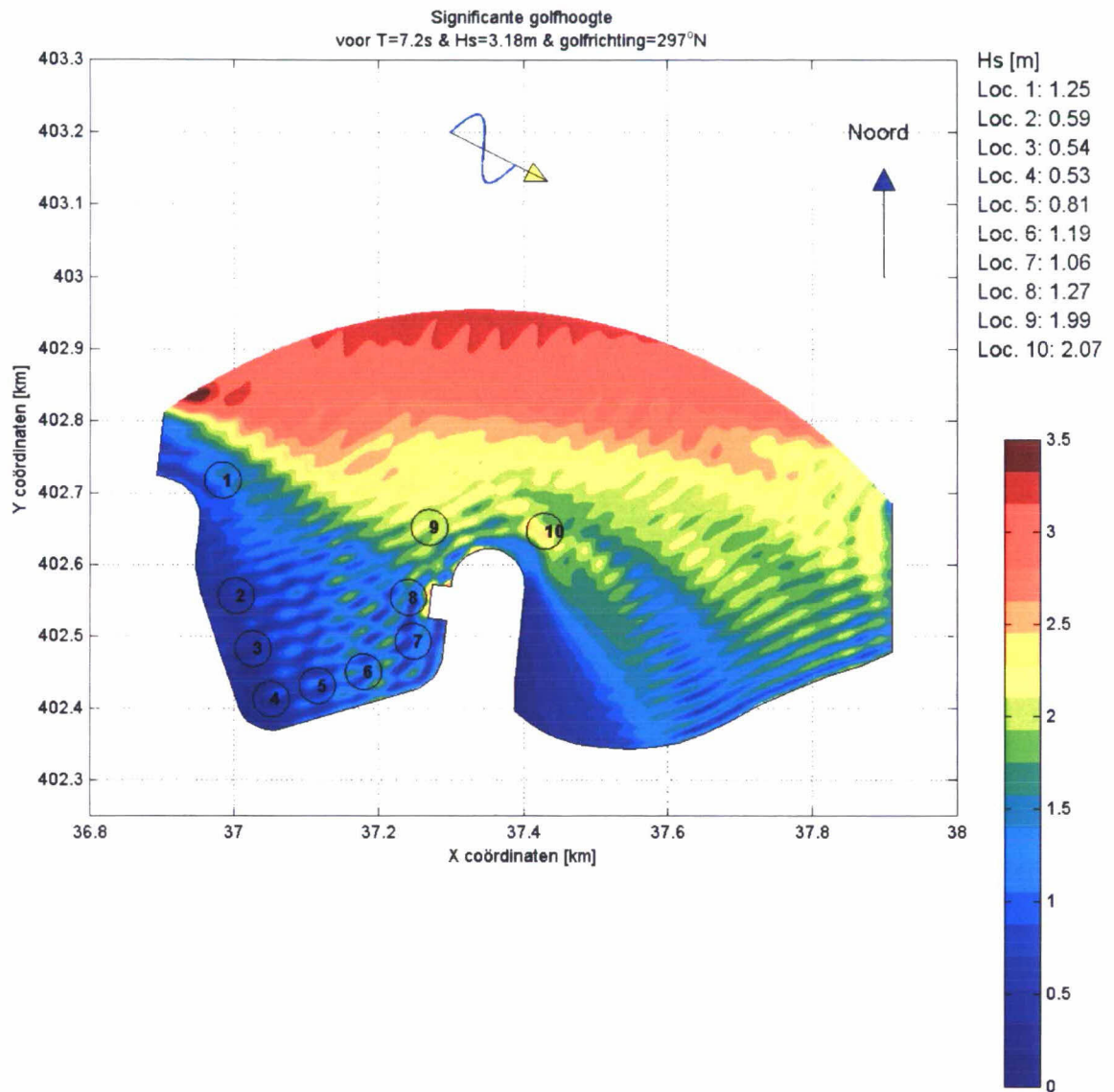
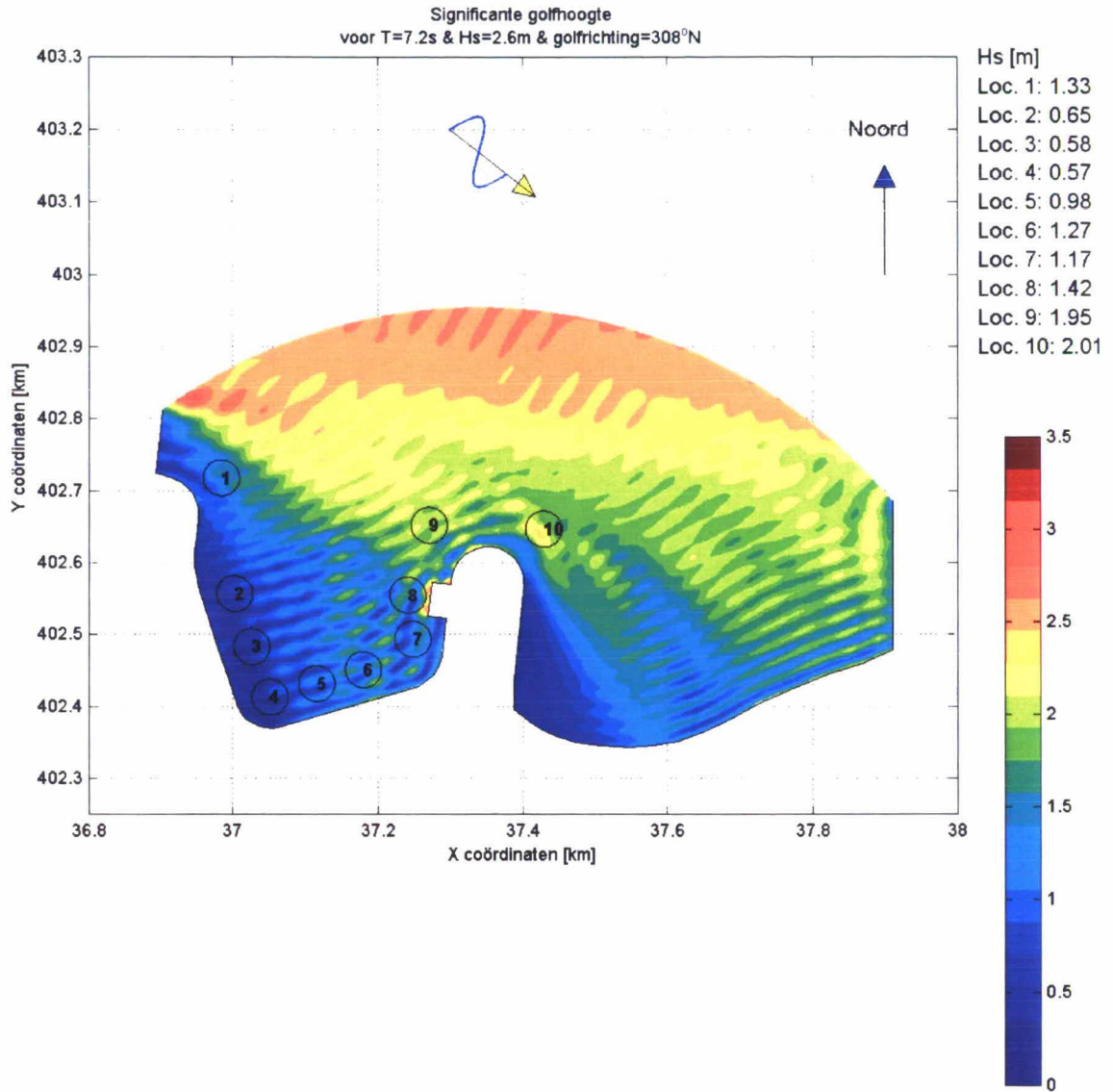


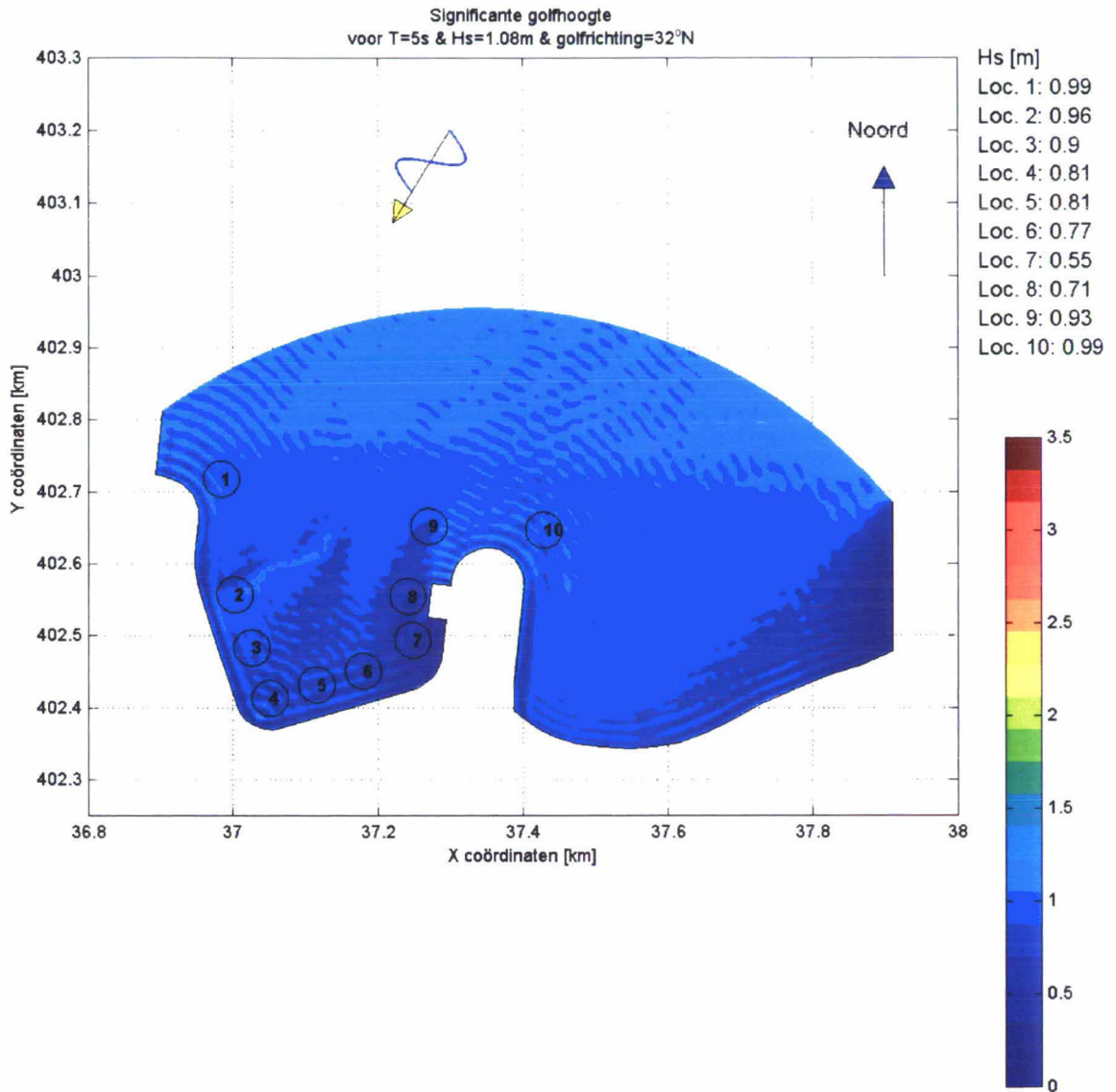
Figure 2-65. Wave reflection coefficients for slopes, beaches, and rubble-mound breakwaters as a function of the surf similarity parameter  $\xi$ .

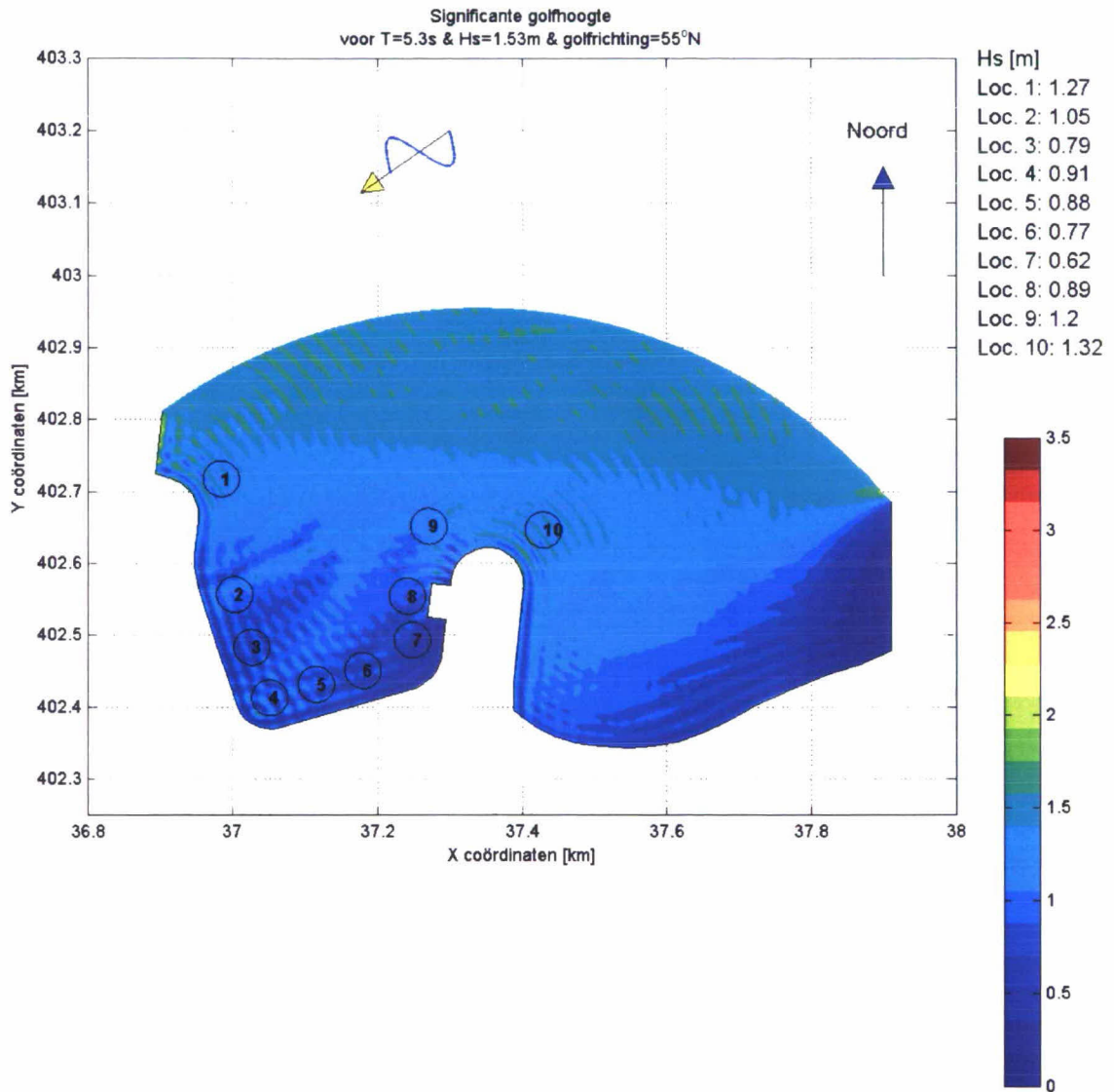


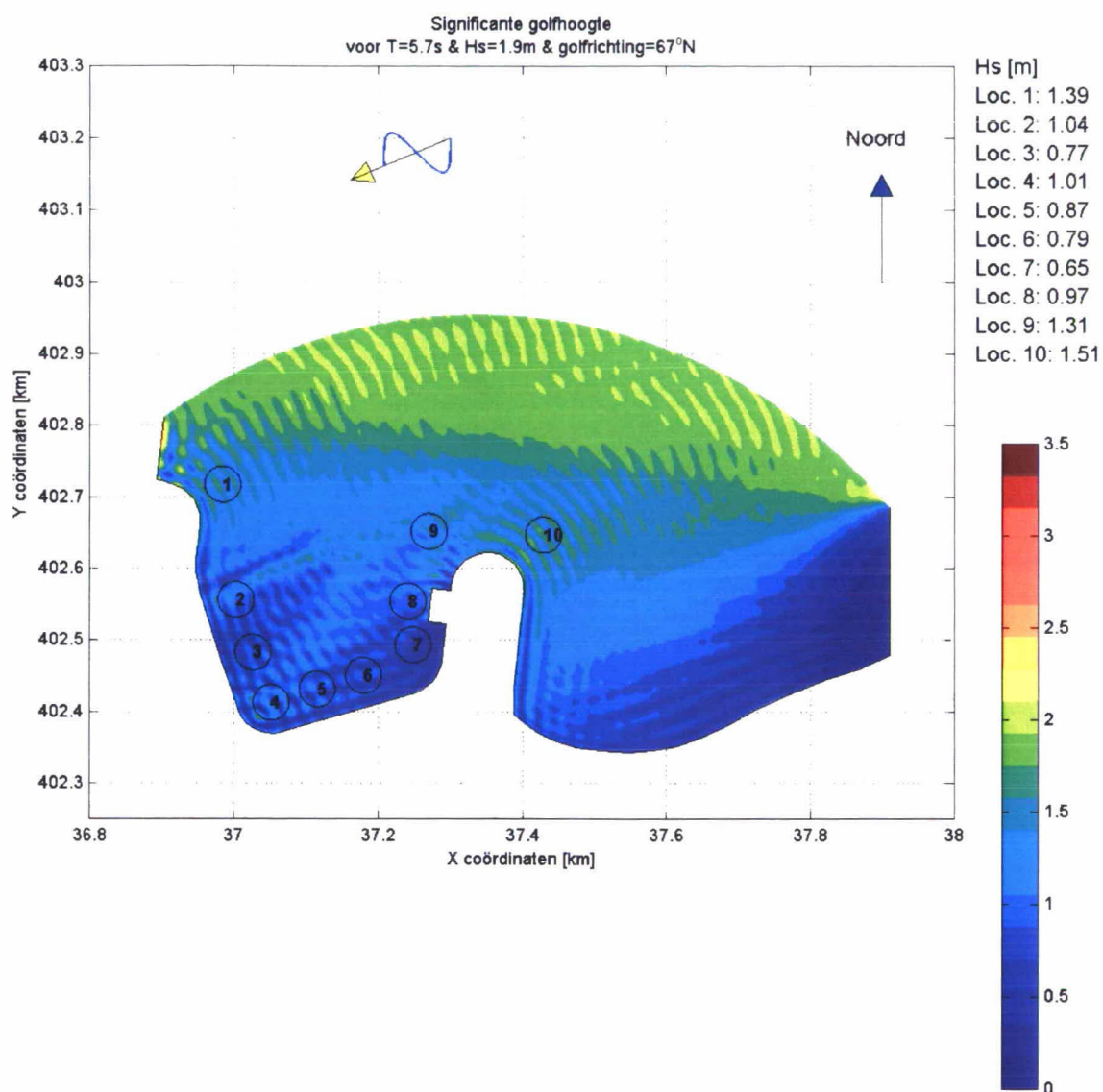












### Appendix 3 Resultaten HARES berekeningen: maatgevende golfcondities per uitvoerpunt

Z4 ((gekantelde) betonblokken en patroon gepenetreeerde breuksteen)																
					Hs				Tpm				Windrichting			
	0	2	3	4	0	2	3	4	0	2	3	4	0	2	3	4
1	6,808	9,124	9,619	8,441	1,07	1,27	1,34	1,48	6,38	7,16	7,16	5,69	330	330	330	60
2	1,787	4,283	6,086	8,664	0,31	0,75	1,07	1,36	5,69	5,69	5,69	6,38	60	60	60	90
3	2,686	3,871	4,726	5,854	0,47	0,68	0,66	1,03	5,69	5,69	7,16	5,69	60	60	315	60
4	4,201	5,095	6,012	6,578	0,74	0,90	1,06	1,03	5,69	5,69	5,69	6,38	60	60	60	90
5	4,073	6,732	7,526	6,325	0,72	0,94	1,05	0,99	5,69	7,16	7,16	6,38	60	330	330	90
6	3,433	7,579	9,534	5,423	0,54	1,06	1,33	0,85	6,38	7,16	7,16	6,38	330	330	330	90
7	5,821	7,579	8,853	4,402	0,91	1,06	1,24	0,69	6,38	7,16	7,16	6,38	330	330	330	90
8	6,624	9,747	10,507	7,003	1,04	1,36	1,47	1,10	6,38	7,16	7,16	6,38	330	330	330	90
9	8,923	13,219	14,674	8,208	1,40	1,85	2,05	1,44	6,38	7,16	7,16	5,69	300	300	300	60
10	8,841	13,615	15,214	9,357	1,39	1,90	2,12	1,47	6,38	7,16	7,16	6,38	300	300	300	90
Z5 (betonzuilen)																
					Hs				Tpm				Windrichting			
	0	2	3	4	0	2	3	4	0	2	3	4	0	2	3	4
1	0,226	0,262	0,280	0,293	1,09	1,30	1,40	1,48	5,69	5,69	5,69	5,69	60	60	60	60
2	0,067	0,163	0,223	0,283	0,34	0,78	1,07	1,36	4,50	5,06	5,69	6,38	30	30	60	90
3	0,108	0,156	0,192	0,216	0,53	0,76	0,94	1,03	4,50	4,50	4,98	5,69	30	360	360	60
4	0,149	0,185	0,221	0,238	0,74	0,90	1,06	1,15	5,69	5,69	5,69	5,69	60	60	60	60
5	0,144	0,185	0,210	0,225	0,72	0,94	1,05	1,08	5,69	7,16	7,16	5,69	60	330	330	60
6	0,115	0,212	0,273	0,192	0,58	1,06	1,33	0,93	3,55	7,16	7,16	5,69	360	330	330	60
7	0,184	0,212	0,252	0,142	0,91	1,06	1,24	0,69	6,38	7,16	7,16	5,06	330	330	330	360
8	0,213	0,280	0,305	0,233	1,04	1,36	1,47	1,13	6,38	7,16	7,16	5,69	330	330	330	60
9	0,290	0,380	0,414	0,286	1,40	1,85	2,05	1,44	6,38	7,16	7,16	5,69	300	300	300	60
10	0,288	0,389	0,427	0,315	1,39	1,90	2,12	1,62	6,38	7,16	7,16	5,69	300	300	300	60
Z6 (afschuiving, WAB, OSA en vol en zat gepenetreeerde breuksteen)																
					Hs				Tpm				Windrichting			
	0	2	3	4	0	2	3	4	0	2	3	4	0	2	3	4
1	1,089	1,296	1,404	1,484	1,09	1,30	1,40	1,48	5,69	5,69	5,69	5,69	60	60	60	60
2	0,344	0,782	1,087	1,358	0,34	0,78	1,09	1,36	4,50	5,06	5,34	6,38	30	30	30	90
3	0,526	0,763	0,943	1,038	0,53	0,76	0,94	1,04	4,50	4,50	4,98	5,06	30	360	360	360
4	0,738	0,895	1,057	1,152	0,74	0,90	1,06	1,15	5,69	5,69	5,69	5,69	60	60	60	60
5	0,716	0,940	1,051	1,082	0,72	0,94	1,05	1,08	5,69	7,16	7,16	5,69	60	330	330	60
6	0,582	1,058	1,332	0,927	0,58	1,06	1,33	0,93	3,55	7,16	7,16	6,38	360	330	330	60
7	0,912	1,058	1,236	0,690	0,91	1,06	1,24	0,69	6,38	7,16	7,16	6,38	330	330	330	90
8	1,038	1,361	1,467	1,126	1,04	1,36	1,47	1,13	6,38	7,16	7,16	5,69	330	330	330	60
9	1,399	1,846	2,049	1,443	1,40	1,85	2,05	1,44	6,38	7,16	7,16	5,69	300	300	300	60
10	1,386	1,902	2,125	1,616	1,39	1,90	2,12	1,62	6,38	7,16	7,16	5,69	300	300	300	60
Z7 (losse breuksteen kreukelberm)																
					Hs				Tpm				Windrichting			
	0	2	3	4	0	2	3	4	0	2	3	4	0	2	3	4
1	2,203	2,636	2,742	2,695	1,07	1,27	1,34	1,48	6,38	7,16	7,16	5,69	330	330	330	60
2	0,841	1,620	2,108	2,640	0,31	0,75	1,07	1,36	5,69	5,69	5,69	6,38	60	60	60	90
3	1,142	1,502	1,817	2,048	0,47	0,68	0,94	1,03	5,69	5,69	4,98	5,69	60	60	360	60
4	1,597	1,845	2,089	2,230	0,74	0,90	1,06	1,15	5,69	5,69	5,69	5,69	60	60	60	60
5	1,560	2,098	2,281	2,127	0,72	0,94	1,05	1,08	5,69	7,16	7,16	5,69	60	330	330	60
6	1,319	2,293	2,724	1,893	0,54	1,06	1,33	0,93	6,38	7,16	7,16	5,69	330	330	330	60
7	1,959	2,293	2,577	1,589	0,91	1,06	1,24	0,69	6,38	7,16	7,16	6,38	330	330	330	90
8	2,158	2,770	2,930	2,251	1,04	1,36	1,47	1,10	6,38	7,16	7,16	6,38	330	330	330	90
9	2,699	3,481	3,764	2,639	1,40	1,85	2,05	1,44	6,38	7,16	7,16	5,69	300	300	300	60
10	2,680	3,559	3,868	2,874	1,39	1,90	2,12	1,62	6,38	7,16	7,16	5,69	300	300	300	60

---

Bijlage 2.2: Ecologisch detailadvies



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

Contactpersoon

[REDACTED]

Datum

20 juni 2012

Ons kenmerk

-

Onderwerp

detailadvies dijkvak 58: Mariapolder, Anna Frisopolder, Jacobapolder incl. Sophia- en Jacobahaven DP 1905 t/m 1948

Telefoon

[REDACTED]

Bijlage(n)

-

Uw kenmerk

-

Dijkvak 58 is geïnventariseerd door Waardenburg. Het voorland, de boventafel en binnen en buitentalud zijn geïnventariseerd op 13-06-2010. De ondertafel is geïnventariseerd op 05-07-2010 en 05-08-2010.

### Ondertafel

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 zoneringspatroon, evenwijdig aan de hoogtelijn. Kwantitatief de belangrijkste wiersoorten op hard substraat zijn Knotswier en Blaaswier.*”

Met deze wiervegetaties dient dan ook zeer zorgvuldig omgegaan te worden. In de Westerschelde werd er voor de getijdenzone gewerkt met vier categorieën van wiervegetaties (Milieuinventarisatie 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.

### Resultaten ondertafel

De ondertafel is op 05-07-2010 en 05-08-2010 geïnventariseerd door Waardenburg. Tabel 1 geeft de resultaten weer.

Tabel 1: overzicht aangetroffen wiertypen met bijbehorende adviezen voor herstel en verbetering "Mariapolder, Anna Frisopolder, Jacobapolder" op 05-07-2010 en 05-08-2010 (DP 1905t/m 1948).

Dijktraject	Dijkpaal	Potentieel type	Type 2011	Advies Herstel	Advies Verbetering
58-1	1905- Oostelijke havendam Sophiahaven	-	-	Geen voorkeur	Geen voorkeur
58-2	Oostelijke Havendam Sophiahaven	7	7	Redelijk Goed	Redelijk Goed
58-3	Sophiahaven incl. westelijke havendam	7	6	Voldoende	Redelijk Goed
58-4	Westelijke havendam- nol dp1933	6	5	Geen Voorkeur	Voldoende
58-5	Nol dp 1933-1937	7	6	Voldoende	Redelijk Goed
58-6	1937-aanzet plateau dp 1941	-	-	Geen Voorkeur	Geen voorkeur
58-7	aanzet plateau dp 1941- damwand	7	6	Voldoende	Redelijk Goed
58-8	Damwand	-	-	Geen Voorkeur	Geen Voorkeur
58-9	Damwand- 1948 aanzet Kering	8	7	Redelijk Goed (zuilen)	Goed (Ecozuilen)

Hieronder volgt een korte beschrijving en toelichting op het advies.

Dit dijkvak heeft wisselende potenties voor wierbegroeiingen. Er zijn trajecten (1 en 6) met strand en duinen voor de dijk, hier is geen sprake van een steenglooiing in de getijdzone en zijn dus geen potenties aanwezig. Daarnaast is er een traject in de Jacobahaven (9) met goede potenties en volop mogelijkheden tot verbetering en geen beperkingen door medegebruik omdat de haven als haven niet echt meer in gebruik is. De Sophiahaven heeft ook nog redelijke potentie maar hier zit je wel met het gebruik als jachthaven wat waarschijnlijk de mogelijkheden beperkt. De overige trajecten hebben een matige tot redelijke potentie, waar met substraat verbetering nog wel verbetering voor de wieren te halen zijn. Het advies is wel om vooral in de Jacobahaven voor verbetering te gaan. Dit kan eventueel in overleg met de daar gevestigde stichting Zeeschelp die ook onderzoek doet naar begroeiing op hard substraat in de Oosterschelde.



## Resultaten boventafel

De boventafel is op 13-06-2010 geïnventariseerd door Waardenburg. Tabel 2 geeft een samenvatting van de resultaten.

Tabel 2: samenvatting resultaten inventarisatie boventafel "Mariapolder, Anna Frisopolder, Jacobapolder" op 05-07-2010 en 05-08-2010 (DP 1905t/m 1948).

Opname	Dijkpaal	Voorlandtype	Klasse	Herstel	Verbetering
58-1	1905- Oostelijke havendam Sophiahaven	Duin/strand	-	Geen Voorkeur	Geen Voorkeur
58-2	Oostelijke Havendam Sophiahaven	Slik/haven	2a	Voldoende	Redelijk goed
58-3	Sophiahaven	Haven	3a	Redelijk Goed	Redelijk Goed
58-4	Westelijke havendam binnenzijde	Haven	2a	Voldoende	Redelijk goed
58-5	Westelijke havendam buitenzijde	Ondiep water	3a	Redelijk goed	Redelijk Goed
58-6	1925-1933	Ondiep water	2b	Voldoende	Redelijk Goed
58-7	1933-1937	Ondiep water	4a	Redelijk goed	Redelijk goed
58-8	1937- aanzet plateau dp 1941	Duin/Strand	-	Geen voorkeur	Geen Voorkeur
58-9	Plateau Jacobahaven tot damwand	Haven/diep water	2b	Voldoende	Redelijk Goed
58-10	Jacobahaven van damwand tot aanzet kering	haven	4a	Redelijk Goed	Redelijk Goed

Ook de omstandigheden voor zoutplanten variëren, op de trajecten met geen voorkeur (1 en 8) is de glooiing niet zichtbaar door dat er duintjes en strand op liggen. Hier maakt het type substraat niet uit zolang het zand na de werkzaamheden weer terug geplaatst wordt. Op de meeste trajecten waar nu een advies voldoende is gegeven is het mogelijk om de omstandigheden te verbeteren door zuilen toe te passen. Het huidig aanwezige substraat is niet altijd even geschikt. Verder zijn er op een aantal trajecten en met name op traject 9 veel zoete soorten aanwezig waaronder ook bijzondere soorten als Agrimonie, kattedoorn en Veldhondstong. Overigens is dit laatste gebaseerd op waarnemingen tijdens een veldbezoek in juli 2012.

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

Op de geïnventariseerde glooiing en in het voorland (zone 1,2 en 3), zijn geen plantensoorten aangetroffen die beschermd zijn volgens de Flora- en Faunawet. Op het buiten talud en het binnen talud (zone 4 en 5) zijn wel beschermde soorten aangetroffen namelijk Bijenorchis en Aardaker. De groeiplaatsen zijn aangegeven op de bijgevoegde kaart. Bijenorchis is een tabel 2 soort. Aangezien de soort niet op de steenbekleding staat maar op het buiten en binnentalud is het mogelijk om de groeiplaatsen te ontzien. De Bijenorchis staat veel op het haven plateau bij de Jacobahaven. Deze gebieden op de kaart gearceerd aangegeven kunnen dan ook niet als opslagterrein gebruikt worden. De niet gearceerde maar wel begroeide gebieden kunnen hiervoor eventueel wel gebruikt worden. Het is dan echter wel verstandig het jaar voor de uitvoering nog een keer te laten inventariseren op Bijenorchissen. De aardaker staat tot vlak bij het talud en aan de

andere kant van de werkweg op het talud. Het betreft hier een grote aaneengesloten groeiplaats. Aardaker is een tabel één soort waar in principe een vrijstelling voor geldt. De zorg plicht is er natuurlijk wel voor deze soort en, indien mogelijk, moet de groeiplaats dan ook geheel of gedeeltelijk ontzien worden.

#### **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 zeeeringen 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 10 geeft de soorten weer uit de Nota Soortenbeleid Provincie Zeeland die zijn aangetroffen op de glooiing en in het voorland. Tevens is vermeld of deze soorten genoemd worden in het NB-wetbesluit voor de Oosterschelde.

Tabel 10: op de glooiing en in het voorland aangetroffen soorten uit de Nota Soortenbeleid Provincie Zeeland en uit de soortenlijst NB-wetbesluit .

Soortgroep	Soort	Nota Soortbl. Prov. Zld	NB-wet
Schorplanten	Gewone zoutmelde	X	X
	Schorrezoutgras	X	X
Aanspoelselplanten	Gele hoornpapaver	X	
	Zeeraket	X	
	Strandmelde	X	
	Strandbiet	X	
	Zeevenkel	X	

Bij de dijkwerkzaamheden waarbij de steenbekleding vervangen wordt zal alle vegetatie die daar op groeit in eerst instantie verdwijnen. In het detailadvies wordt echter geadviseerd welke steenbekleding er weer toegepast moet worden om de vegetatie weer een kans te geven om terug te komen (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. De soorten in het voorland in dit geval alleen zeeraket zullen zich na aanleg weer kunnen herstellen omdat het zand in het voorland na de aanleg weer terug geplaatst wordt waardoor de omstandigheden weer geschikt zijn voor vestiging.

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

Het voorland maakt onderdeel uit van de kwalificerende habitattypen: 1160 Grote, ondiepe krekens en baaien. Hier is het van belang dat de werkstrook weer op dezelfde hoogte wordt afgewerkt en vrij van stenen. Er dient goed opgelet te worden dat er geen vrijkomende materialen als teenbeschoot en perkoenpalen in de Oosterschelde terecht komen. Deze dienen allemaal afgevoerd te worden. De aanwezige duinen vallen in de Oosterschelde niet onder een beschermd habitatype wel is het verstandig de werkstrook zo klein mogelijk te houden en het zand na de werkzaamheden weer terug te plaatsen in het oude profiel. Op de duinen bij vakantiepark de Roompot is een compleet bos als dit voor de werkzaamheden geruimd moet worden is het verstandig om na te gaan of hiervoor nog een kapvergunning nodig is.

Voor een overzicht van aangetroffen soorten, bedekkingen en overige bijzondere soorten zie de inventarisatie resultaten.

## Literatuur

Berchum A.M. & Meijer, 1997. Hardsubstraat-levensgemeenschappen 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 zeevering Westerschelde. Document ZEEW-R-98018 versie 18, Bouwdienst Rijkswaterstaat, Hoofdafdeling Waterbouw.

Janssen, A.M. en H.J. Hazebroek, 2003. Europese natuur in Nederland, Habitattypen. Utrecht, 2003.

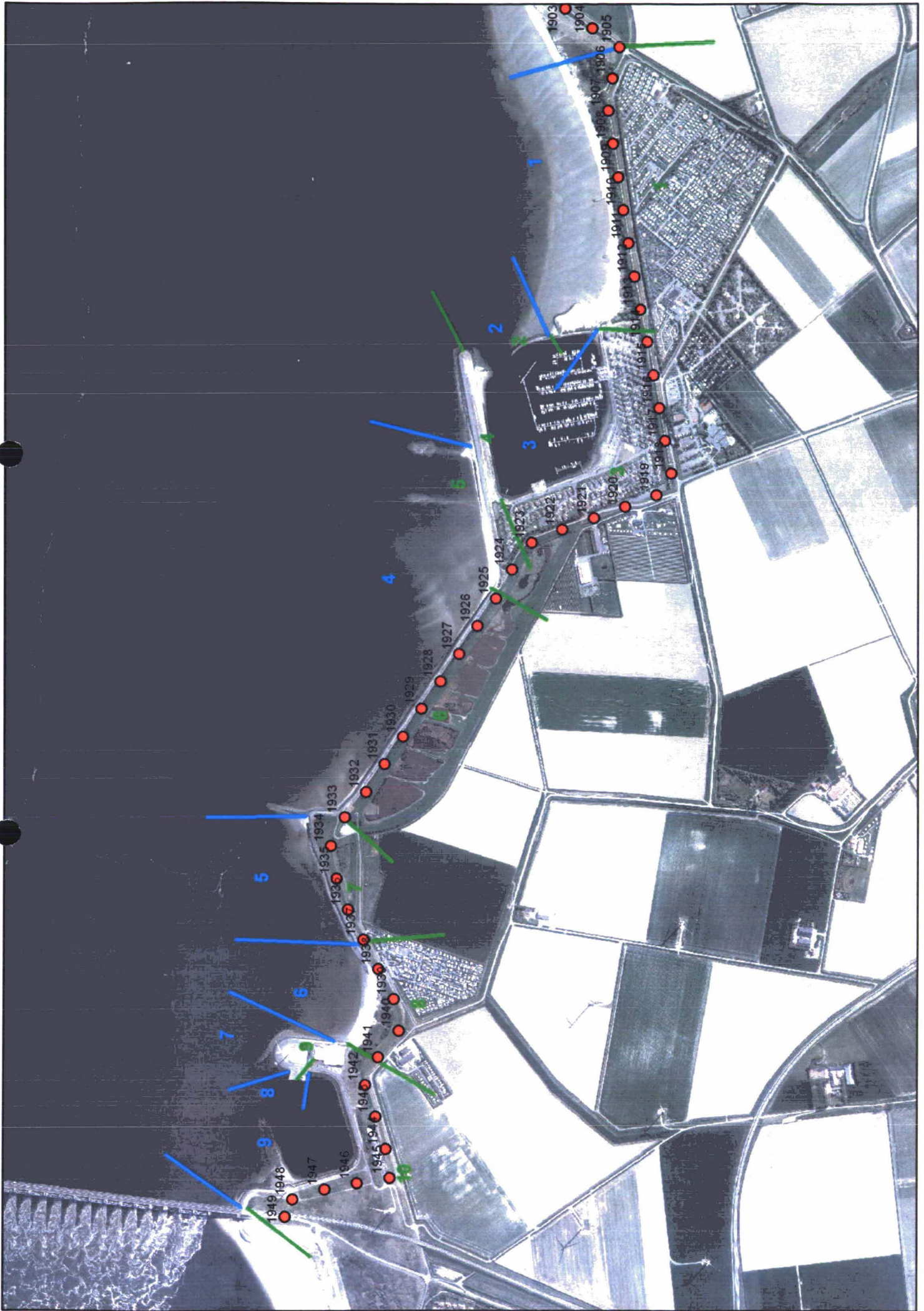
Jentink, R., 2003. Classificatie zoutplanten, versie 1.0. 2003.

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

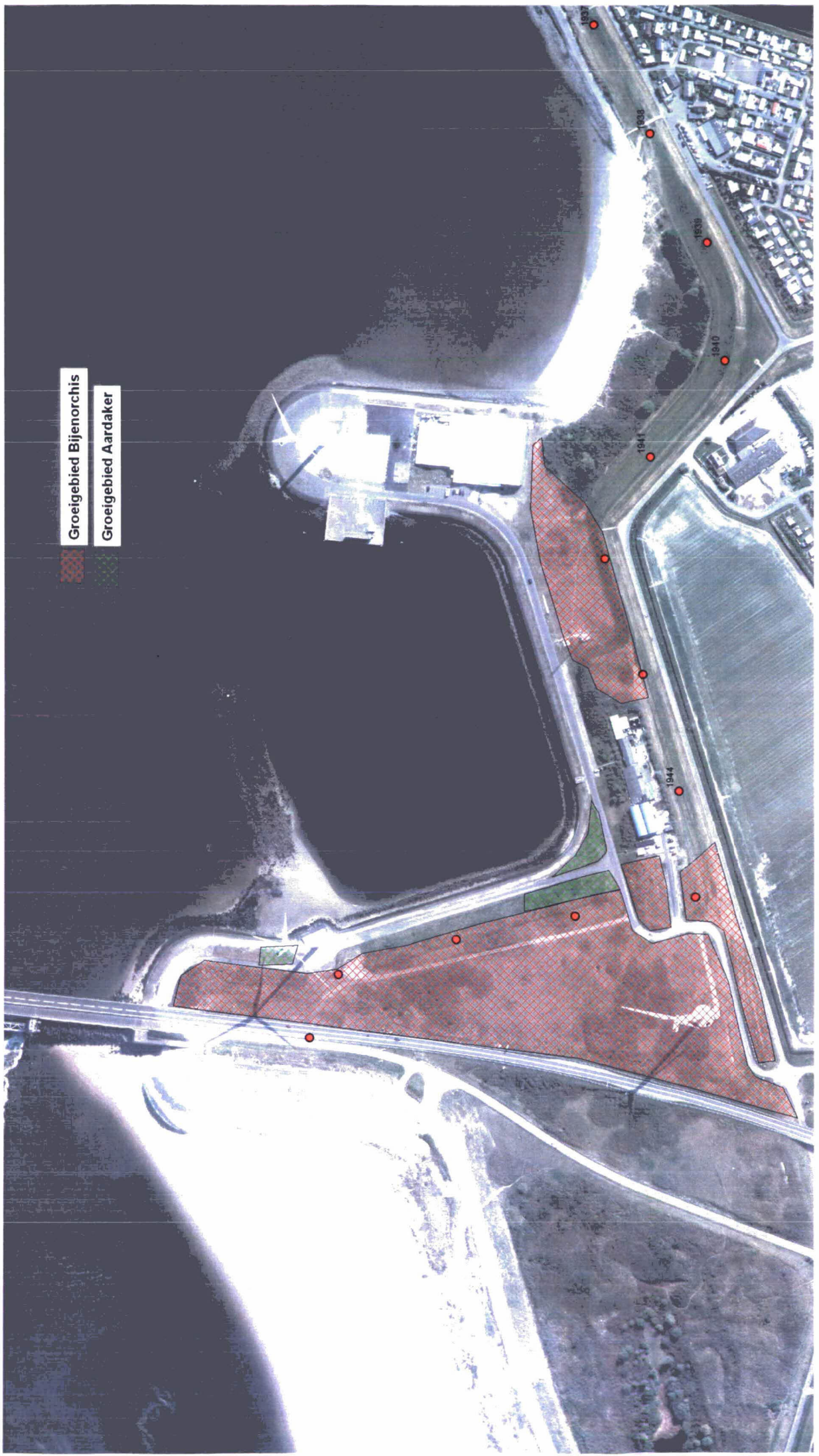
Meijer A.J.M. en A.C. van Beek, 1988. De levensgemeenschappen op harde substraten in de getijdezone van de Oosterschelde; typologie, kartering, relaties met substraat, oppervlakte-berekeningen, gevolgen van dijkaanpassingen, Bureau Waardenburgbv, Culemborg.

Meijer A.J.M. en P. Schouten, 2005. Inventarisatie selectie zeedijken en voorland 2005, kartering in de getijdenzone van de Oosterschelde: levensgemeenschappen en ecologische typering van dijkvakken, habitattypen op voorland.

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



Groeigebied Bijenorchis  
Groeigebied Aardaker



---

Bijlage 2.3: Detailadvies landschap



Rijkswaterstaat  
Ministerie van Infrastructuur en Milieu

Projectbureau Zeeweringen  
Postbus 1000  
4330 ZW Middelburg

**Rijkswaterstaat Zeeland**

Poelendaeesingel 18  
4335 JA Middelburg  
Postadres: Postbus 5014  
4330 KA Middelburg  
T (0118) 62 20 00  
F (0118) 62 29 99

**Contactpersoon**

## memo

Advies cultuurhistorie en landschapsadvies Maria, Anna Friso, Jacoba, Sophia- en Jacobahaven

**Datum**  
11 maart 2013

### **Beschrijving dijkvak**

Het dijkvak ligt aan de noordkust van Noord-Beveland ten noordwesten van Wissenkerk en sluit aan op de Oosterscheldekering. Langs grote delen van het dijkvak is een hoog voorland aanwezig, gebruikt door recreanten en pierenspitters. Het dijktraject Maria-, Anna Friso-, Jacobapolder en Sophia-, Jacobahaven ligt tussen dp1913+50m en dp1949 en heeft een lengte van 3,6 km. Het dijkvak is georiënteerd op het noorden. Voor het dijkvak ligt de stroomgeul Roompot.

In het dijkvak ligt jachthaven Sophiahaven. Deze haven ligt tussen twee havendammen, alleen de noordelijke havendam zal worden versterkt.

Verderop ligt de Jacobahaven. Achter de dijk, ter hoogte van de havens liggen twee campings en een bungalowpark.

### **Cultuurhistorie**

#### *Geschiedenis*

De polders van dit gebied zijn ontstaan door bedijking, maar ook overstromingen en dijkdoorbraken hebben de huidige vorm bepaald. In 1711 kreeg Huybertus Stoutenburg, ambachtsheer van Campens-Nieuwland het octrooi voor de bedijking van enkele schorren. In 1713 was de bedijking een feit. De Jacobapolder werd genoemd naar de dochter van Maria van Reigersberg, weduwe van Johan Pieter van de Brande, de grootste investeerder in de polder. In 1808 overstroomde de polder. Enkele jaren later, in 1719 kreeg de Ambachtsheer van Geersdijk en Wissenkerke het octrooi voor de bedijking van enkele schorren. Zo ontstond de Mariapolder. Tot 1775 was de polder zeewerend, maar door de oprichting van de Sophiapolder werd het een binnepolder. Na het verloren gaan van de Sophiapolder in 1894 was het weer een zeewerende polder. In 1743 kreeg de Ambachtsheer van Campens-Nieuwland, Geersdijk en Wissenkerke en Orizand het octrooi voor de bedijking van enkele schorren. In 1747 was de bedijking een feit, de Anna-Frisopolder. De polder is genoemd naar prinses Anna, echtgenote van prins

Willem IV. Op 20 juli 1878 werd de polder calamiteus verklaard. De Sophiapolder ontstond nadat in 1774 de ambachtsheren van Geersdijk en Wissenkerke het octrooi voor de bedijking van enkele schorren kregen. In 1775 was de bedijking een feit. Door de hoge kosten van het onderhoud van de zeekering werd om 1878 het verzoek gedaan om de polder calamiteus te laten verklaren. Dit verzoek werd niet gehonoreerd. Bij de grote stormvloed van december 1894 ging de polder verloren. Alleen de Sophiahaven herinnert nog aan de polder. Voor de Anna Friso polder is een deel van de oeverwerken uit de periode 1878-1924 is nog aanwezig. Van de geïnundeerde inlaag is nu nog een nol aanwezig die als uitstulping aan de dijk als recreatieplaats wordt gebruikt. In de dijkbekleding staan houten palenrijen.

In de Inlaag Anna Friso ligt een karreveld met karakteristieke structuur van plassen en dammetjes. De hieruit verwijderde klei is gebruikt voor de aanleg van de dijk. Een deel van de oeverwerken uit de periode 1878-1924 aanwezig. De dijkbekleding in de cluster is divers: natuursteen en in de bekleding staan houten palenrijen.

#### **Advies cultuurhistorie**

- Handhaven van de palenrij tussen dp1925 en dp1936;
- Tussen dp1933 en dp1935 staan in de glooiing perkoenpalen, onderzocht kan worden gehandhaafd kunnen worden of deze hersteld kunnen worden;
- Behoud en inpassing basaltblokken en met grasbegroeide nol ter hoogte van de Anna Frisopolder;
- Behoud en inpassing van de strekdam. Bekleding is van basalt, grote brokken aan teen. Behoud van de palenrijen;
- Handhaven oude sluisdeuren uit de voormalige uitwateringssluizen van Noord-Beveland;
- Jacoba Werkhaven – Vierhoekig gevormd havenbassin. Behoud van de twee havendammetjes en de houten meerpalen.

#### **Recreatie**

Tussen dp 1933 en dp 1935 is een met gras begroeid plateau aanwezig. Op het plateau staat het 'bankje van Bas' naast een oude sluisdeur. Voorgesteld wordt dit gebied te behouden. Pierenstekers, oesterstekers zijn bij laag water op het slik te vinden. Het huidige onderhoudspad wordt veel gebruik door fietsers en wandelaars opengesteld voor recreatie.

#### **Advies recreatie**

Op dit moment zijn er voor recreanten, met uitzondering van 'het bankje van Bas', weinig mogelijkheden tot het nemen van een pauze en tot het genieten van de weidsheid van de Oosterschelde. Door het plaatsen van een aantal bankjes kan de recreant optimaal gaan genieten van de Oosterschelde. Deze recreatieplekken kunnen zowel langs het fietspad/onderhoudspad, als langs de



haven aangebracht worden, waardoor de gebieden een meer verblijfsfunctie krijgen.

Rijkswaterstaat Zeeland

Datum  
11 maart 2013

### **Landschap**

In de Sophiahaven vragen de aanwezige boten en de vakantiehuisjes de aandacht. De bekleding kan het beste niet te veel opvallen, zodat de aandacht uitgaat naar de boten en omgeving.

De bekleding van zowel vanaf dp1913+50m tot en met dp1914 als aan de binnenzijde van de havendam ten behoeve van de eenheid, met hetzelfde materiaal uitgevoerd worden.

De buitenzijde van de havendam kan een heel ander karakter krijgen, omdat vanaf hier de Oosterschelde begint. Verderop, vanaf dp1924+80 heeft de gebruiker veel meer het gevoel van een open weids gebied, de Oosterscheldedekering is sterk aanwezig. De huidige bekleding is deels op sommige plaatsen begroeid, waardoor een sterk natuurlijk geheel ontstaat. Het toepassen van een redelijk open bekleding kan dit beeld op termijn weer terug laten komen. Ten behoeve van de eenheid kan de knip in materiaal het beste gemaakt worden bij dp1933, waar in het VO de verborgen glooiing gepland staat.

De Jacobahaven kan als een meer technisch geheel gezien worden. Daarbij past het gebruik van een strakke bekleding. Dat kan door het handhaven van de aanwezige betonblokken. Het laatste deel van dit dijkvak sluit aan op de Oosterscheldedekering. Voor een eenduidig beeld kan de gehele Jacobahaven het beste voorzien worden van eenzelfde bekleding. Eventueel kan ter hoogte het aanwezig toegangshek de huidige bekleding gehandhaafd blijven.

### **Landschapsadvies**

- Deelgebied I, Sophiahaven: dp1913+50m – dp1924;
- Deelgebied II; dp1924 binnenzijde Noordelijke havendam;
- Deelgebied III, Buitenzijde Noordelijke havendam -dp1924+80m;
- Deelgebied IV, Inlaag Anna Frisopolder: dp1924+80m - dp1933;
- Deelgebied V, Anna Friso- en Jacobapolder: dp1933 – buitenzijde havendam;
- Deelgebied VI, Kop Oostelijke havendam - damaanzet Oosterscheldedekering.

#### *Deelgebied I*

Een strak technisch profiel, in een lichte kleur past hier bij het karakter van haven. Dat kan door het toepassen het betonzuilen, op zowel de onder- als boventafel. Eventueel op de ondertafel en boventafel gepenetreerd breuksteen.

#### *Deelgebied II*

Ook hier past een technisch profiel, in een lichte kleur. Ook om een eenheid te vormen met de andere zijde van de haven, past hier het toepassen van betonzuilen, of het overlagen met gepenetreerd breuksteen van de ondertafel.

*Deelgebied III*

Voor de versterking van de beeldkwaliteit krijgen beide kanten van de havendam eenzelfde uiterlijk. Dus ook hier past het beste het toepassen gepenetreerd breuksteen en van betonzuilen.

Herstel en behoud van de duinvorming is aan te bevelen, mogelijk door het zand weer terug te brengen en indien nodig te fixeren, bij voorkeur op een natuurlijke wijze.

*Deelgebied IV*

Het bestaande basalt blijft behouden. Door het toepassen van betonzuilen komt het oude basalt goed tot zijn recht. Eventueel kan de bovenste deel van de boventafel afgestrooid worden met grond, waardoor een geleidelijke overgang tussen de inlagen, dijk, grasberm en slikken van de Oosterschelde ontstaat.

*Deelgebied V, dp1933 –buitenzijde havendam*

Dit deel kan het beste gespiegeld worden met de havendam. Dit betekent dat breuksteen en betonzuilen hier het beste past.

*Deelgebied VI, Jacobahaven*

Betonblokken of gekantelde blokken passen bij de uitstraling van de haven en versterken het beeld van de haven. Voor een totale beeldkwaliteit gaat de voorkeur uit naar de gehele haven voorzien van eenzelfde bekleding tot aan de Oosterscheldekering. Eventueel kan het laatste deel van dit dijkvak, de aansluiting met de Oosterschelde, als een apart onderdeel beschouwd worden. Dan kan overwogen worden de aanwezige gepenetreerde breuksteen te handhaven.

---

**Bijlage 2.4: Aandachtspunten ecologie Maria-, Anna Friso-, Jacobapolder en  
Sophia- Jacobahaven**

## MEMO

Onderwerp:  
Voorlopige aandachtspunten fauna traject Maria-,  
Anna Friso-, Jacobapolder en Sophia- Jacobahaven

's-Hertogenbosch,  
3 oktober 2012

Projectnummer:  
B02043.000133.

DIVISIE MILIEU & RUIMTE

Van:

Opgesteld door:

Afdeling:  
Divisie M&R Den Bosch

Ons kenmerk:  
:

Aan:

Kopieën aan:

---

### Hoogwatervluchtplaats

- Karteringen van hoogwatervluchtplaatsen (hvp's) zijn beschikbaar vanaf april 2007 t/m 2011.
- Langs het dijktraject zijn zowel buitendijks (havens) en binnendijks (Anna Friso Inlaag, akkers) **belangrijke hoogwatervluchtplaatsen aanwezig.**
- Naar verwachting hebben de werkzaamheden een tijdelijk effect op deze HVP's. In ieder geval dient rekening gehouden te worden met een eventuele fasering van de werkzaamheden.

### Laagwatertellingen

- Laagwatertellingen nog niet beschikbaar.
- Vrijwel langs het gehele traject is slik aanwezig, waar vogels foerageren. Het belang van dit slik is naar verwachting laag omdat het slik bij het Sophiastrand en ter hoogte van de Anna Friso Inlaag pierenspitlocaties zijn. Hierdoor wordt het slik al veelvuldig verstoord.
- De werkzaamheden zullen een effect hebben op de functie van het slik als foerageergebied. Eventuele fasering van de werkzaamheden kan noodzakelijk zijn. Vogels hebben mogelijkheden om uit te wijken naar bijvoorbeeld Neeltje Jans.

### Broedvogels

- In het voorjaar van 2010 is een inventarisatie uitgevoerd naar broedvogels (Vergeer, 2010).
- Voor broedvogels zijn met name de rietrijke zoete Anna Friso inlaag en een aangrenzend rietlandje van belang. Evenals buitendijks duinstruweel ten oosten van de Jacobahaven en langs de Hooidijk. Opvallend zijn de broedlocaties van scholekster op drie havendammen.
- **Aanbevolen wordt werkzaamheden en rijbewegingen binnendijks rond de Anna Friso Inlaag tijdens broedseizoen zoveel mogelijk te vermijden.**

### Muizen

- Tijdens de broedvogelinventarisaties zijn alle gedane waarnemingen van zoogdieren op kaart ingetekend (Vergeer, 2010). Enkel algemene soorten aangetroffen of bekend van waarnemingen.

## ARCADIS

### Rugstreepad en andere amfibieën

- In het onderzoeksgebied zijn tijdens het veldwerk in voorjaar 2010 geen Rugstreepadden vastgesteld. Na 2001 zijn er geen waarnemingen bekend van deze soort in de Anna Friso Inlaag. Wel werden in 2005 enkele roepende exemplaren gemeld bij het duinplasje in De Banjaard, net bewesten Jacobahaven.

### Flora

- Het dijktraject is in juni, juli en augustus 2010 geïnventariseerd op het voorkomen van beschermde zoutplanten door Bureau Waardenburg.
- Op de geïnventariseerde glooiing en in het voorland zijn geen plantensoorten aangetroffen die beschermd zijn volgens de Flora- en Faunawet. Op het buiten talud en het binnen talud (haven plateau bij de Jacobahaven) zijn wel beschermde soorten aangetroffen namelijk Bijenorchis en Aardaker.
- Het voorland van het dijkvak bestaat uit slikken en open water (habitatype 1160). De aanwezige duinen vallen in de Oosterschelde niet onder een beschermd habitatype wel is het verstandig de werkstrook zo klein mogelijk te houden en het zand na de werkzaamheden weer terug te plaatsen in het oude profiel.

---

Bijlage 2.5: Beschouwing overige faalmechanismen en kleidikte



In appendix 3 wordt een overzicht gegeven van de gehanteerde randvoorwaarden voor de toetsing en het ontwerp. In appendix 3a wordt dit gevisualiseerd.

### **3b Kruinhoogte**

Voor de beschouwing van de overslag zijn alleen berekeningen uitgevoerd met de actuele profielen. De resultaten hiervan worden in appendix 4 weergegeven.

Voor dit traject geldt dat de golfbelasting voor de bekleding hoger zijn dan de kwantiel waarden van Hydra-k (golfhoogte maximaal 80% en golfperiode maximaal 30%). Verder geldt dat de kwantielwaarden groter zijn dan de Hydra-k waarden (golfhoogte maximaal 40% en golfperiode maximaal 20%).

Voor het aansluitende traject op Sint Philipsland blijft de maximale overslag kleiner dan 0,1 l/s/m, zowel in de huidige situatie als bij de ontwerpomstandigheden.

In appendix 6 wordt het actuele kruinhoogte verloop in een lengterichting gegeven.

### **3c Peilbuisonderzoek**

Op dit traject is geen aanleiding geweest om een peilbuisonderzoek uit te voeren in het kader van de toetsing in 2010. Ook in het vervolg is geen nader onderzoek nodig.

### **3d Piping**

Voor dit traject zijn geen problemen met piping. Uit appendix 9 blijkt dat op het aansluitende traject op Sint Philipsland alle doorsneden als "goed" zijn beoordeeld.

Voor de komende 50 jaar worden op dit traject geen problemen met piping verwacht.

### **3e Stabiliteit**

Voor dit traject zijn geen problemen met stabiliteit. Uit appendix 10 blijkt dat op het aansluitende traject op Sint Philipsland alle doorsneden als "goed" zijn beoordeeld.

Voor de komende 50 jaar worden op dit traject geen problemen met stabiliteit verwacht.

### **3f Kleidikte**

In appendix 7 wordt een overzicht gegeven van de aanwezige kleidikte op buitenbeloop, de kruin en het binnenbeloop. Hieruit blijkt dat de gegevens dichtheid toereikend is. Vrijwel overal is de kleidikte toereikend. Alleen in de Sophiahaven bij dp 1924 is op de buitenberm slechts 20 cm klei aanwezig. Bij de uitvoering van maatregelen hier rekening mee houden en zo nodig extra boringen uitvoeren.

### **3g Voorland**

In vervolg op de toetsing is een bestortingswerk aangemeld voor het gedeelte tussen dp 1936 en 1938. In 2012 is dit deel versneld bestort als gevolg geconstateerde schade aan bestaande oeverwerken. In 2013 /2014 is voorzien om de over verder te bestorten om te zorgen dat de ontwikkeling van de ontgrondingskuil achter de OosterScheldeKering richting de oever van Noord-Beveland een halt wordt toe geroepen.

### **3h Sophiastrand en Sophiahaven**

Ter plaatse van het Sophiastrand (tussen dp 1905 en 1913) is gekozen voor het duin voor dijk concept de sterkte van de waterkering gebaseerd wordt op een onverdedigd duin met de dijk als grensprofiel. In de ontwerpnota van PBZ wordt dit verder uitgewerkt inclusief een voorstel van een basiskustlijn die nodig is om de duinveiligheid te kunnen garanderen. Een en ander conform de systematiek van kustlijnverzorging. In het pact van Wissekerke heeft het waterschap de verplichting op zich genomen om voor de komende 50 jaar de structurele erosie te compenseren zodra de waterveiligheid in het geding is. In de jaarlijkse peilrapportage van het waterschap zal de beoordeling hiervan en de eventuele benodigde suppleties worden meegenomen.



Ter plaatse van de Sophiahaven vormt de voorliggende havendam (bij dp 1924) een onderdeel van het waterstaatswerk. De bekleding op deze dam zal aan de buiten- en binnenzijde op sterkte worden gebracht. De oostelijke dam is geen onderdeel van het waterstaatswerk en zal niet worden versterkt in het kader van het PBZ werk. Bij het afleiden van gereduceerde randvoorwaarden in de haven wordt geadviseerd om geen rekening te houden met de aanwezigheid van de oostelijke havendam.

In de haven ligt het havenplateau voor een klein deel lager dan het toetspeil. Hierdoor is het noodzakelijk om hier ter plaatse het havenplateau, grenzend aan het onderbeloop, over een breedte van 5 meter te versterken. In appendix 2a, blad 6 is het traject aangegeven waarover dit speelt. Voor de rest zijn op het havenplateau geen maatregelen nodig. Het havenplateau en het onderbeloop opnemen als waterstaatswerk in de keurzonering.

### **3i Jacobahaven**

De havendammen van de Jacobahaven vormen op dit moment geen onderdeel van het waterstaatswerk. Bij het versterken van de bekleding is het eenvoudiger om de oostelijke havendam volledig mee te nemen in plaats van het aanbrengen van een verborgen constructie. Voor de westelijke dam ligt is het juist de verborgen constructie die het meest voor de hand ligt.

Na uitvoering van het PBZ werk zal de oostelijke havendam als waterstaatswerk in de keurzonering worden opgenomen. Dit geldt evenzeer voor het onderbeloop en havenplateau in de haven.

### **4. Advies**

Buiten de versterking van de bekleding zijn op dit traject geen extra maatregelen nodig.

Als sluitstuk van het duinontwerp bij Sophiastrand wordt geadviseerd om tussen dp 1905 en 1913 een basiskustlijn vast te stellen en een voorstel hiertoe in de ontwerpnota van PBZ op te nemen. Na uitvoering van het werk zal de beoordeling van de strandligging in de jaarlijkse peilrapportage van het waterschap worden meegenomen en de eventuele benodigde suppletie worden aangegeven.

Geadviseerd wordt om de bekleding van de oostelijke havendam van de Jacobahaven integraal mee te nemen bij het PBZ werk en na uitvoering hiervan de oostelijke havendam en het havenplateau met het onderbeloop als waterstaatswerk aan te merken in de keurzonering van het waterschap.

In de Sophiahaven wordt geadviseerd om na uitvoering van het PBZ werk ook het onderbeloop en havenplateau als waterstaatswerk in de keurzonering op te nemen.

Verder wordt geadviseerd om aandacht te besteden aan het kleidikte tekort op de buitenberm bij dp 1924 en zo nodig hiervoor extra boringen uit te voeren.

---

In appendix 1 wordt een overzicht gegeven van de verschillende appendices. Hierbij wordt aangegeven welke appendices voor dit traject relevant zijn en welke appendices derhalve niet zijn bijgevoegd. De literatuurlijst, de gehanteerde modellen en programma's zijn opgenomen in appendix 1a alsmede een lijst met bestanden met directe relatie met het traject en achtergrondinformatie.

---

## Overzicht Appendices

## appendix 1

appendix omschrijving	Relevant dit traject	Bij-gevoegd
1a overzicht van modellen/programma's, literatuurlijst, lijst met bestanden met directe relatie met het traject en achtergrondinformatie	ja	ja
2 toetsoordeel van het huidige traject, waarbij de maatregelen worden aangegeven (BKS(PBZ) =2, StVL=3, StPH=6, StBi=7, StBu=8). Voor de PBZ werken is het jaar van uitvoering vermeld. In de omschrijving wordt alleen ingegaan op de sporen die zijn afgekeurd. Maatregelen t.a.v het voorland worden separaat beschouwd	ja	ja
2a Historische ontwikkeling van de dijk inclusief doorbraaklocaties bij ramp van 1953, AHN 2007 en locaties van peilbuisonderzoek	ja	ja
3 Hydraulische randvoorwaarden	ja	ja
1. HR2006 gebruikt bij de toetsing 2010 (HT: toets)		
2. bekleding :Svasek 2012 uit detailadvies PBZ (HT:ontwerp)		
3. HR2006 alle locatie uit hydra-k 3.5.1 (HT: toets)		
4. kwantielwaarden uit hydra-k 3.5.1 (HT:ontwerp)		
3a visualisatie van de randvoorwaarden inclusief de oorspronkelijk waarden uit de swan database	ja	ja
3b detailanalyse swandatabase met uitschakelen van bepaalde windrichtingen en toepassen richtingsafhankelijke waterstand	ja	ja
4 overzicht van de overslagberekeningen met de randvoorwaarden uit appendix 3, voor toets en ontwerpomstandigheden	ja	ja
5 overzicht van de representatieve ontwerpdwarsprofielen met visualisatie van de overslagberekeningen	ja	ja
5a overzicht van de ontwerpdwarsprofielen van de voorliggende kering tussen dp 1348 en 1350 met visualisatie van de overslagberekeningen	ja	ja
6 verloop van de kruinhoogte	ja	ja
hierin wordt opgenomen het verloop van de actuele kruinhoogte, de gewenste, de aangepaste kruinhoogte en de ontwepkruinhoogte voor zover van toepassing		
7 overzicht van het verloop van de kleidikte op verschillende locaties in het dwarsprofiel, separaat als pdf bestand opgeslagen en gegenereerd uit één bron tabel	ja	ja
7a resumé van de trajecten die niet voldoen aan de minimaal gewenste kleidikte (voor buitenbeloop en kruin: 80 cm en voor binnentalud: 60 cm).	ja	ja
8 overzicht van de boringen en resultaten van de peilbuis analyse	ja	ja
8a locatie aanduiding van de uitgevoerde boringen en sonderingen en de geplaatste peilbuizen in het kader van het waterspanningonderzoek	ja	ja
9 toetsing 2010 : beoordeling van piping	ja	ja
9a beoordeling van piping op basis van peilbuismetingen	nvt	nvt
10 toetsing 2010 : beoordeling van stabiliteit	ja	ja
10a beoordeling van stabiliteit op basis van peilbuismetingen en aanvullend grondonderzoek	nvt	nvt

opbouw van de appendices is voor ieder traject gelijk gehouden  
alleen de appendices die voor dit traject relevant zijn zijn bijgevoegd

### Toelichting relevantie voor dit traject

ja	relevant voor dit traject; lokaal grondonderzoek is uitgevoerd
nee	Niet relevant voor dit traject, gehele traject is als 'goed' beoordeeld
nvt	Niet relevant voor dit traject: er is geen lokaal grondonderzoek uitgevoerd
later	relevant voor dit traject; maar lokaal grondonderzoek is nog niet uitgevoerd

## Gebruikte modellen/programma's en literatuur

appendix 1a

### Modellen/programma's

nr programma	omschrijving/toepassing	datum
1	Hydra 3.5.1 batch uitvoer golfbelasting Oosterschelde op basis van overslag	
2	pc overslag berekening overslag toegepast in spreadsheet omgeving	
3	Swanmodel randvoorwaarden Svasek 2011 basis voor de tabellen van hydra 3.5.1	
4	Arcmap genereren van geometrische gegevens (dwarsprofielen) uit het beheerregister waterschap weergeven situatie mbt luchtfoto, AHN-2 etc	
5	D-Geo Stability Stabiliteitsberekening methode methode Bisschop en Lift-van op basis van peilbuismetingen, geotechnisch lengteprofiel die zonodig is aangevuld met boorprofielen	

### Literatuurlijst

1	VTV Voorschrift toetsen op Veiligheid, 2006	2007
2	TR Zandmeevoerende wellen, herziene versie 2011	2011
3	TR Waterkerende Grondconstructies	2001
4	TR Actuele sterkte van Dijken	2009
5	TR Waterspaningen bij Dijken	2004

## Lijst van relevante bestanden

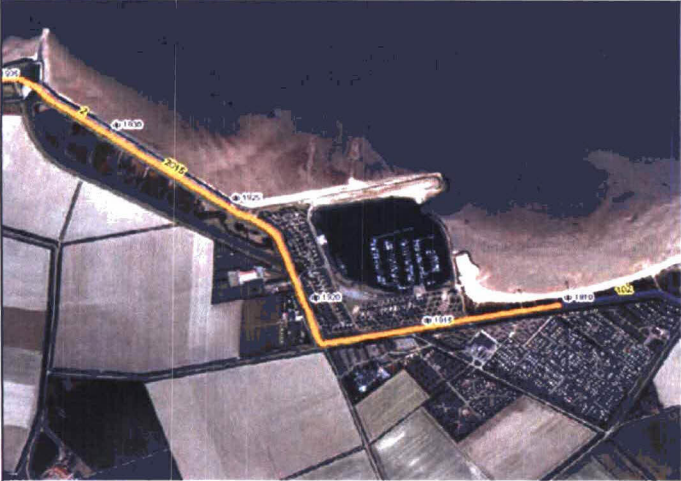
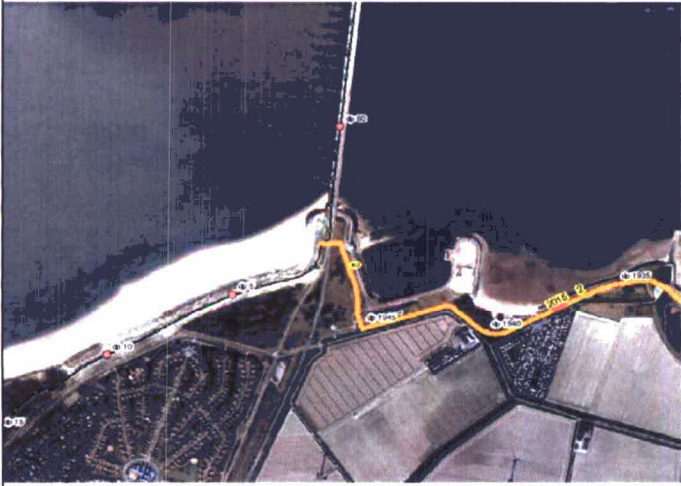
appendix 1a

### bestanden met directe relatie voor het beschouwde traject

Nr	Bestandsnaam	Padverwijzing	Van belang voor		
			Hoogte	Piping	stabiliteit
1	Voorontwerpnootie Dijkverbetering Mariapolder, Anna Frisopolder, Jacobapolder, incl. Sophia- en Jacobahaven[58], Projectbureau Zeeweringen.	Bibliotheek PBZ	X		
2	wwbplhs 2013 Notitie 0429 PBZ os dp 1316 - 1350 appendix vervolg toetsing 2010.xlsm	G:\ProjectenWaterkeringen\steentoets\PBZ\os dp1316 St. Pieterspolder\	X	X	X
3	pcoverlagv5 toets2010 PBZ.xlsm	G:\ProjectenWaterkeringen\Tools\rekenregels\golfoverslag\	X	X	X
4	profielDr31_2010_1102.xlsx	G:\ProjectenWaterkeringen\beheerregister\profielen\Toets\toets2010\	X	X	X
5					
6					
7					
8					
9					
10					
11					
12					

### Lijst van bestanden met achtergrondinformatie

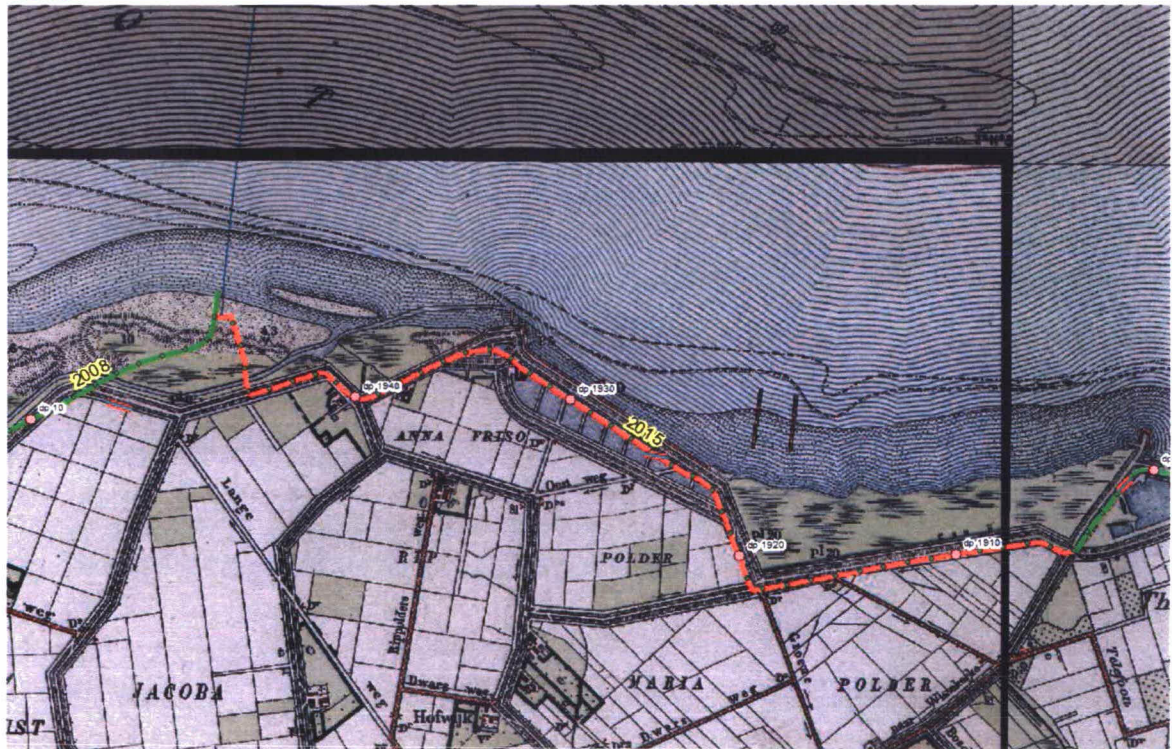
Nr	Bestandsnaam	Padverwijzing	Hoogte	Piping	stabiliteit
1	wwbplhs 2012 memo 0313 ontwerpuitgangspunten hydraulische randvoorwaarden.doc	G:\ProjectenWaterkeringen\steentoets\PBZ\MemoAlgemeen\	X	X	X
2	Oosterschelde - Golfcondities_met_en_zonder_correctiesMetGolfrichting.xls	G:\ProjectenWaterkeringen\randvoorwaarden\Svasek 2011\	X		
3	rvwToets2010.xls	G:\ProjectenWaterkeringen\randvoorwaarden\	X	X	X
4	ProfielAHNHulpWerkbladen.xls	G:\ProjectenWaterkeringen\Tools\profielweergave\	X	X	X
5	GeoprofielZeeland.xlsm	G:\ProjectenWaterkeringen\beheerregister\geotech\tabel\		X	X
6	PBVerzamel Uitlees 2012 1029 - 2013 0208.xlsm	G:\ProjectenWaterkeringen\beheerregister\waterspanningsonderzoek\AnalyseMeting\verzameldata\		X	X
7	Gegevenspeilbuizen 2007-2012.xlsm	G:\ProjectenWaterkeringen\beheerregister\waterspanningsonderzoek\		X	X
8	Hydra-k2006.xlsm	G:\ProjectenWaterkeringen\randvoorwaarden\hydra-k\	X		
9					
10					
11					
12					
13					
14					
15					

Toetsoordeel 2010				appendix 2		
Locatie met kleurduiding van de maatregelen (PBZ=2, oranje) en jaar van uitvoering	dp	ander spoor	PBZ omschrijving	actie	Voorland	
	1910		2015 in 2015 : tussen dp 1905 en dp 19470  bij mogelijke oplossing wordt onderzocht of duin voor dijk als alternatief geschikt is			
	1935		2015 in 2015 : tussen dp 1905 en dp 1947  bij het Sophiastrand tussen dp 1905 en 1912 wordt onderzocht of duin voor dijk als alternatieve oplossing geschikt is		bestorting mogelijk ondermijnd uitbreiding van bestorting nodig  In 2012 is de bestorting aangebracht. In 2013/ 2014 zal de bestorting verder worden uitgebreid om de negatieve toe-komstige ontwikkeling van de ontgrondingskuil op voldoende afstand uit de oever te kunnen houden.	

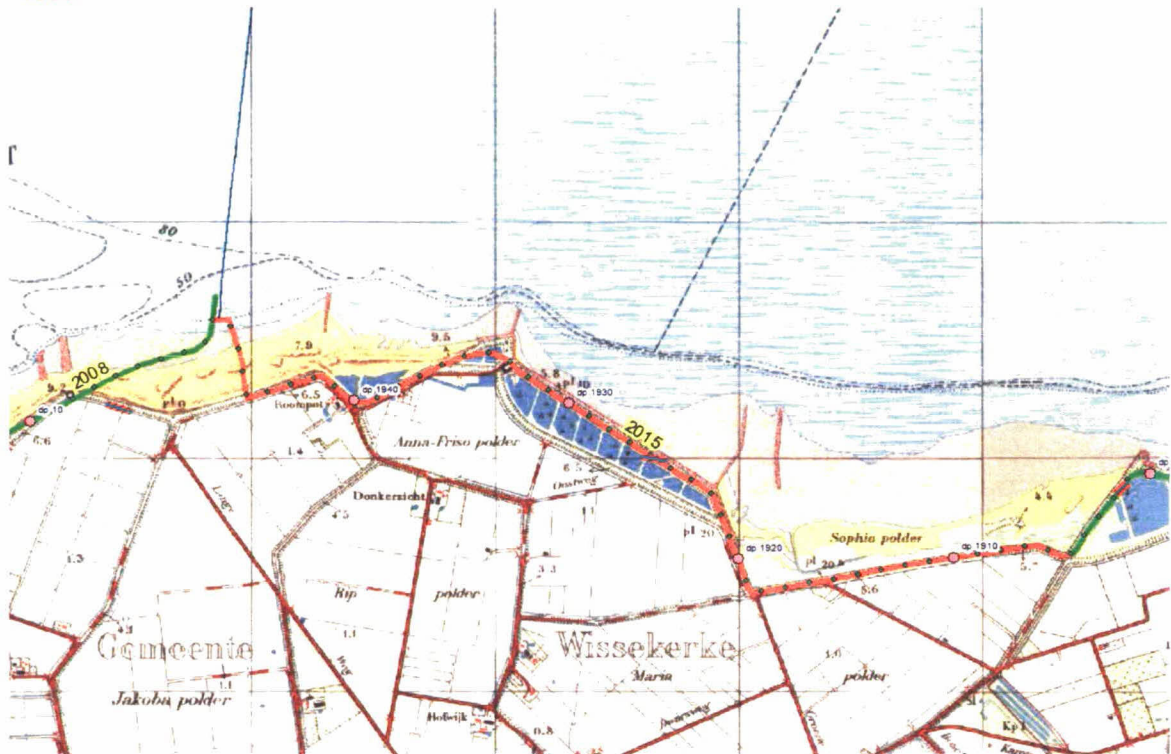
1883



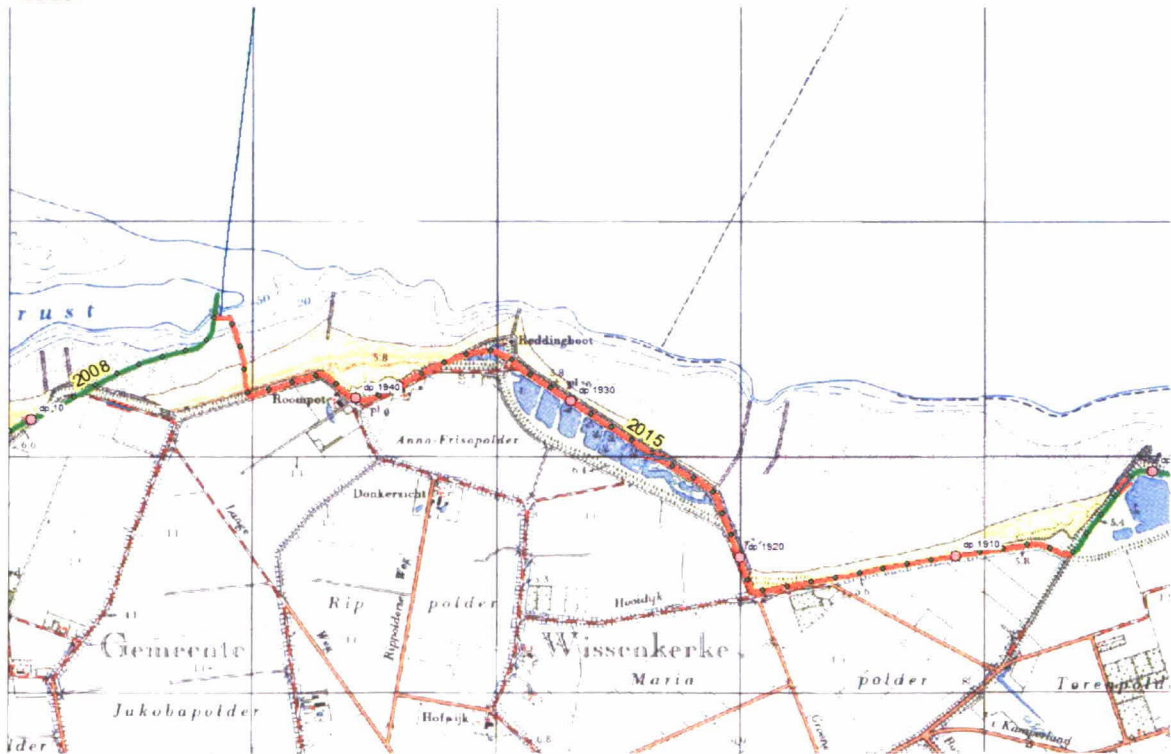
1916



1950



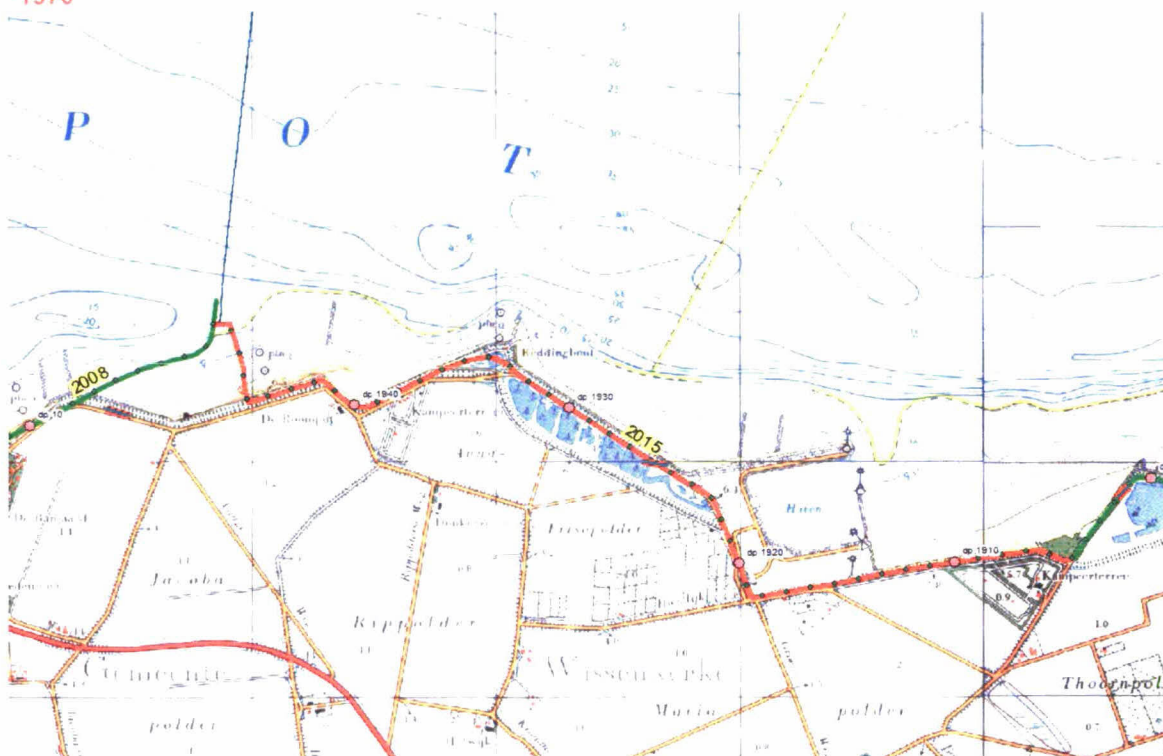
1960



Historische ontwikkeling

appendix 2a

1970

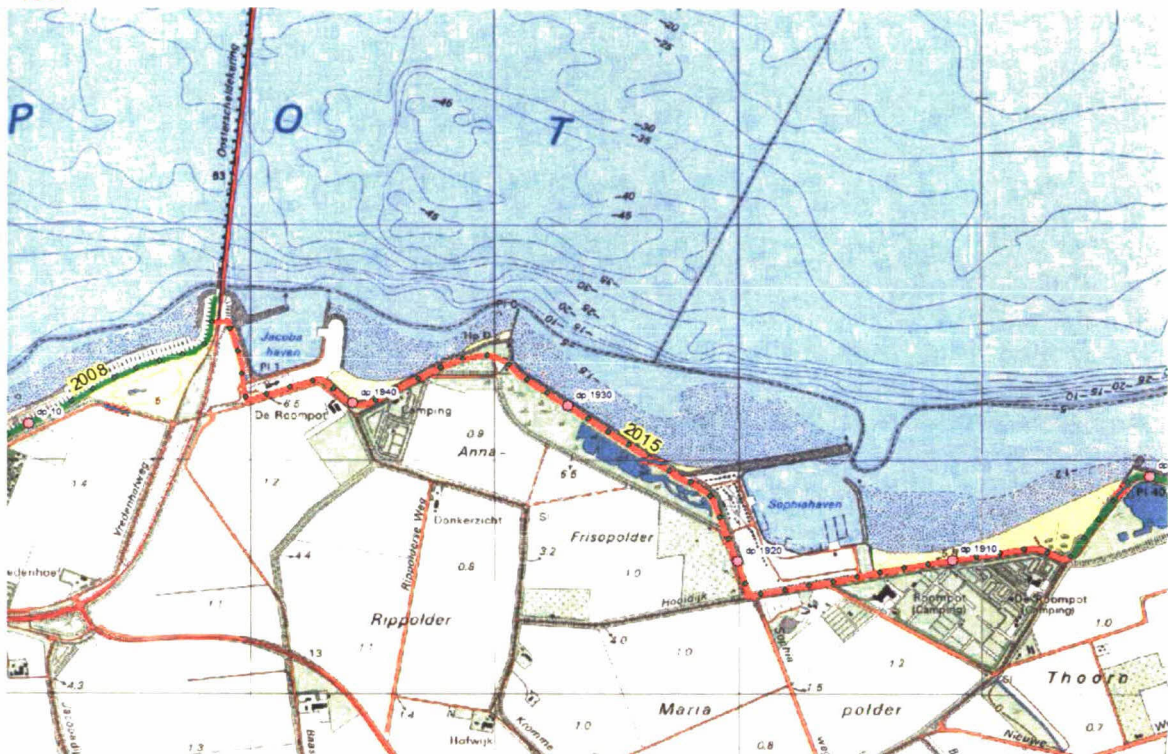


1985

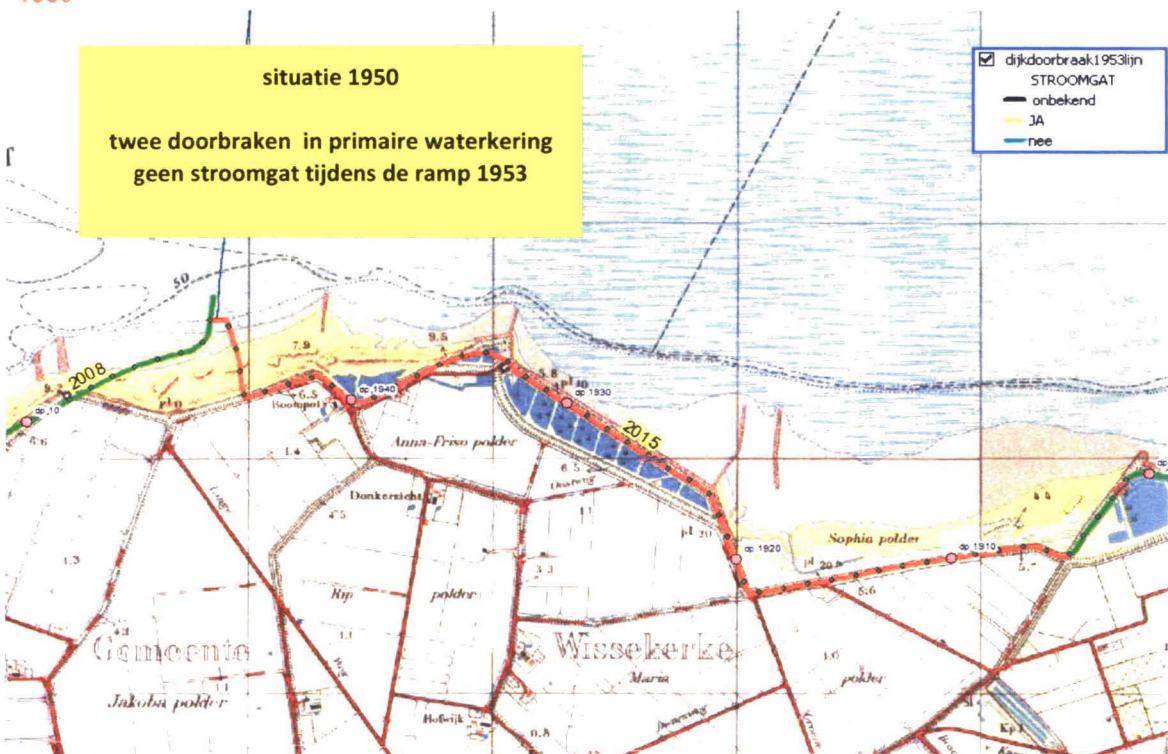


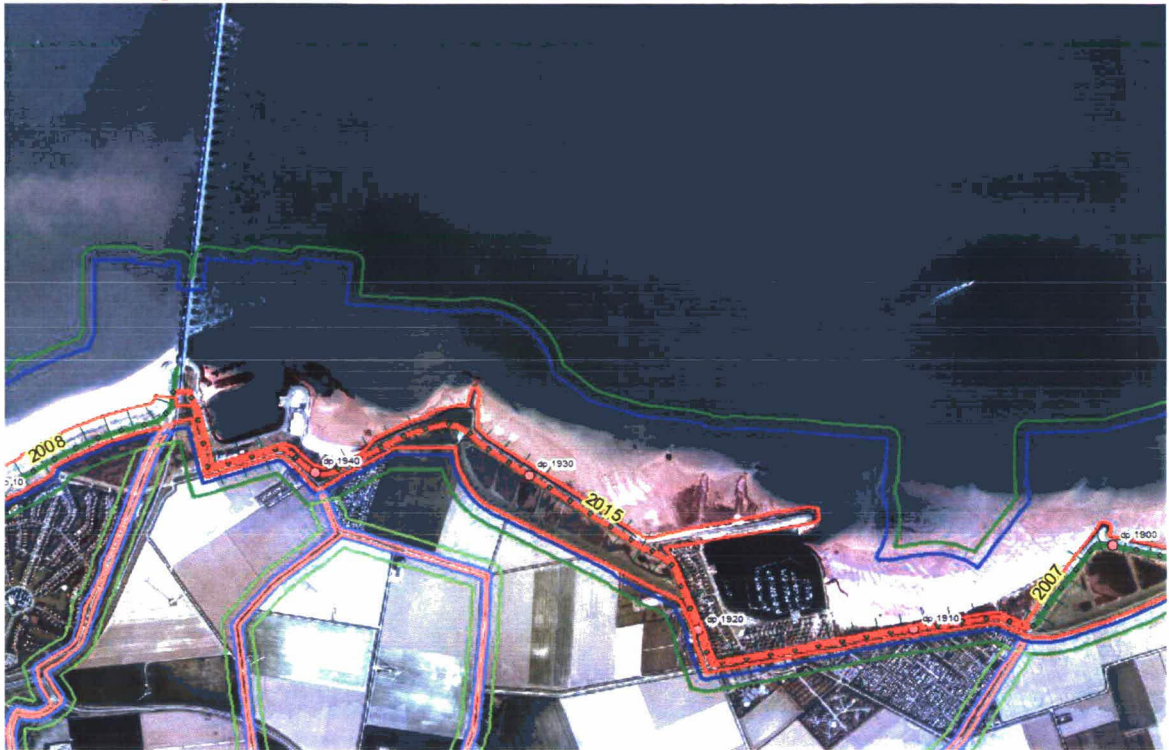


1995

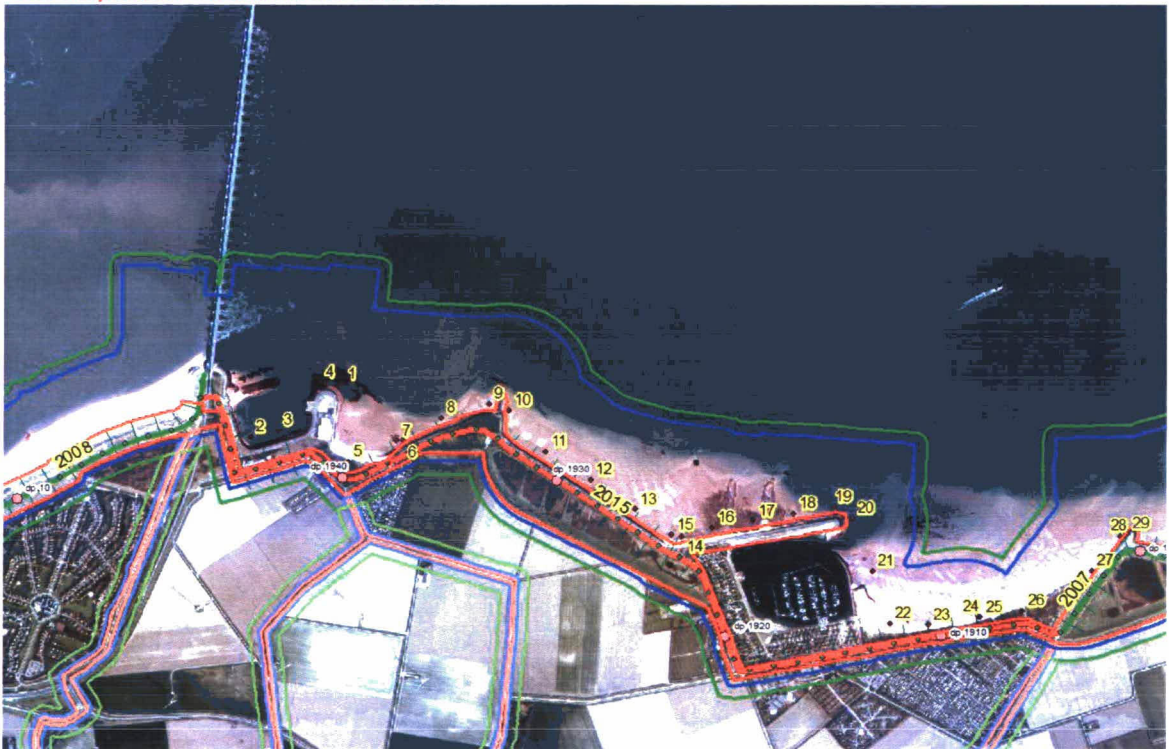


1950





Uitvoerpunten Golftrandvoorwaarden

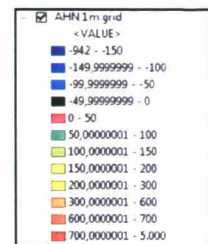


## Historische ontwikkeling

AHN 2007

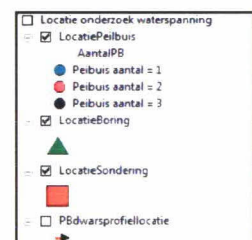
appendix 2a

OosterScheldeKering :  
Geen AHN ter plaatse van de pijlers ;  
wel op de eilanden  
Neeltie jans en Roggenplaat



## Peilbuisonderzoek

nvt



1. Hydraulische randvoorwaarden HR2006

(toetsing)

van	tot	rww vak	LLW	GLW	OHW	MHW	Hs HR2006	Tm-1,0 HR2006	1,1*Tm-1 = Tp in pc overslag	Tp HR2006	β	OPMERKING	windrichting
189 550	189 750	0	-1.26	-1.30	1.45	3.50	1.32	3.95	4.35	4.53	6		
189 750	190 000	8	-1.26	-1.30	1.40	3.50	1.32	3.95	4.35	4.53	6		
190 000	190 100	8	-1.25	-1.30	1.40	3.50	1.27	3.93	4.32	4.54	5.7		
190 100	190 900	7	-1.25	-1.25	1.40	3.50	1.27	3.93	4.32	4.54	5.7		
190 900	191 150	6	-1.24	-1.25	1.40	3.50	0.38	1.53	1.68	2.17	5		
191 150	191 350	6	-1.24	-1.25	1.40	3.50	0.69	2.75	3.03	3.73	1		
192 400	192 800	4	-1.24	-1.25	1.40	3.50	0.80	2.94	3.23	3.62	1		
192 800	193 350	4	-1.23	-1.25	1.40	3.50	0.70	2.74	3.01	3.37	5		
193 350	193 650	3	-1.22	-1.25	1.40	3.50	0.70	2.74	3.01	3.37	5		
193 650	193 750	3	-1.22	-1.25	1.40	3.50	1.26	3.43	3.77	4.30	32		
193 750	194 150	2	-1.22	-1.25	1.35	3.50	1.26	3.43	3.77	4.30	32		
194 150	194 865	2	-1.21	-1.25	1.35	3.50	0.41	2.19	2.40	2.72	3		

2. Hydraulische randvoorwaarden Svasek 2012 uit detailadvies PBZ

(ontwerp)

van	tot	rww vak	LLW	GLW	OHW	MHW - deci-merings-hoogte	Hs Svasek	Tm-1,0 Svasek	1,1*Tm-1 = Tp in pc overslag	Tp Svasek	β	OPMERKING	windrichting
190 050	190 650	7	-1.25	-1.25	1.35	3.20	1.80	5.01	5.51	5.51	5.7		
190 650	191 350	6	-1.25	-1.25	1.35	3.20	1.24	5.49	6.04	6.04	5.7		
191 350	192 300	5a	-1.25	-1.25	1.35	3.20	1.77	5.30	5.83	5.83	1		
192 300	193 350	4	-1.25	-1.20	1.35	3.20	2.04	5.30	5.83	5.83	1		
193 350	193 700	3	-1.25	-1.20	1.35	3.20	2.04	5.61	6.17	6.17	5		
193 700	194 100	2b	-1.25	-1.20	1.35	3.20	1.49	6.04	6.64	6.64	32		
194 100	194 200	2a	-1.25	-1.20	1.35	3.20	2.21	5.51	6.06	6.06	32		
194 200	194 860	1	-1.25	-1.20	1.35	3.20	1.56	6.03	6.64	6.64	3		

3. Hydraulische randvoorwaarden 2006 (uit hydra-k 3.5.1)

(toetsing)

van	tot	rww Loc	LLW	GLW	OHW	MHW	Hs Hydra 3.5.1	Tm-1,0 Hydra 3.5.1	1,1*Tm-1 = Tp in pc overslag	Tp Hydra 3.51	β	OPMERKING	windrichting
190 050	190 150	190 061	-1.25	-1.30	1.40	3.50	0.32	1.53	2.00	2.20	55		290
190 150	190 500	190 211	-1.25	-1.25	1.40	3.50	0.38	1.53	1.97	2.17	55		290
190 500	190 850	190 832	-1.25	-1.25	1.40	3.50	0.39	1.53	1.97	2.17	55		290
190 850	190 950	190 836	-1.25	-1.25	1.40	3.50	0.69	2.75	3.40	3.73	55		330
190 950	191 100	191 045	-1.24	-1.25	1.40	3.50	0.66	2.73	3.32	3.65	0		330
191 100	191 200	191 199	-1.24	-1.25	1.40	3.50	0.70	2.82	3.13	3.44	0		0
191 200	191 250	191 227	-1.24	-1.25	1.40	3.50	0.80	2.94	3.29	3.62	0		0
191 250	191 300	191 285	-1.24	-1.25	1.40	3.50	1.10	2.94	3.21	3.53	0		300
191 300	191 800	191 338	-1.24	-1.25	1.40	3.50	1.11	3.00	3.37	3.71	0		290
191 800	192 300	192 293	-1.24	-1.25	1.40	3.50	1.04	2.98	3.34	3.67	0		292
192 300	192 350	192 305	-1.24	-1.25	1.40	3.50	0.74	2.87	3.20	3.52	0		11.3
192 350	192 400	192 367	-1.24	-1.25	1.40	3.50	0.67	2.74	3.02	3.32	0		0
192 400	192 450	192 426	-1.24	-1.25	1.40	3.50	0.68	2.76	3.04	3.35	0		0
192 450	192 550	192 483	-1.23	-1.25	1.40	3.50	0.70	2.74	3.06	3.37	0		12
192 550	192 800	192 664	-1.23	-1.25	1.40	3.50	0.72	2.80	3.14	3.46	0		13.8
192 800	193 000	192 896	-1.23	-1.25	1.40	3.50	0.95	2.99	3.41	3.76	0		300
193 000	193 200	193 107	-1.23	-1.25	1.40	3.50	1.15	3.08	3.32	3.66	0		300
193 200	193 350	193 326	-1.23	-1.25	1.40	3.50	1.23	3.23	3.47	3.82	0		290.62
193 350	193 450	193 369	-1.22	-1.25	1.40	3.50	1.26	3.43	3.91	4.30	0		290
193 450	193 600	193 526	-1.22	-1.25	1.40	3.50	0.71	2.44	2.81	3.09	0		290
193 600	193 700	193 700	-1.22	-1.25	1.40	3.50	0.72	2.44	2.81	3.09	0		290
193 700	193 850	193 726	-1.22	-1.25	1.40	3.50	0.41	2.19	2.47	2.72	30		0
193 850	194 100	194 001	-1.21	-1.25	1.35	3.50	1.48	3.62	3.93	4.32	30		290
194 100	194 150	194 164	-1.21	-1.25	1.35	3.50	1.45	3.43	3.81	4.19	30		290
194 150	194 500	194 171	-1.21	-1.25	1.35	3.50	1.30	3.55	4.09	4.50	0		290

4 Hydraulische randvoorwaarden 2006 (uit hydra-k 3.5.1, kwantielwaarden)

(ontwerp)

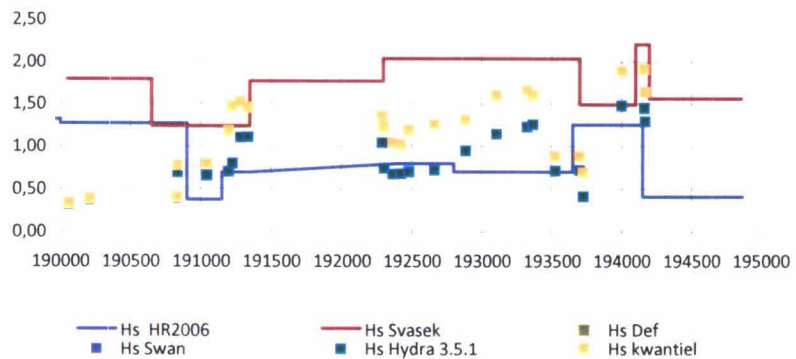
van	tot	rww Loc	LLW	GLW	OHW	MHW	Hs kwantiel	Tm-1,0 kwantiel	1,1*Tm-1 = Tp in pc overslag	Tp Kwantiel	β	OPMERKING	windrichting
190 050	190 150	190 061	-1.25	-1.30	1.40	3.50	0.33	1.56	1.72	2.24	55		290
190 150	190 500	190 211	-1.25	-1.25	1.40	3.50	0.38	1.51	1.66	2.16	55		290
190 500	190 850	190 832	-1.25	-1.25	1.40	3.50	0.40	1.51	1.67	2.15	55		290
190 850	190 950	190 836	-1.25	-1.25	1.40	3.50	0.77	4.19	4.61	7.88	0		330
190 950	191 100	191 045	-1.24	-1.25	1.40	3.50	0.79	5.01	5.52	6.09	0		330
191 100	191 200	191 199	-1.24	-1.25	1.40	3.50	1.18	4.15	4.57	6.48	0		0
191 200	191 250	191 227	-1.24	-1.25	1.40	3.50	1.47	4.06	4.47	5.46	0		0
191 250	191 300	191 285	-1.24	-1.25	1.40	3.50	1.52	4.05	4.45	5.40	0		300
191 300	191 800	191 338	-1.24	-1.25	1.40	3.50	1.45	4.27	4.69	5.83	0		290
191 800	192 300	192 293	-1.24	-1.25	1.40	3.50	1.35	4.32	4.75	6.06	0		292
192 300	192 350	192 305	-1.24	-1.25	1.40	3.50	1.22	4.13	4.54	6.07	0		11
192 350	192 400	192 367	-1.24	-1.25	1.40	3.50	1.04	4.48	4.93	7.22	0		0
192 400	192 450	192 426	-1.24	-1.25	1.40	3.50	1.01	4.44	4.89	7.22	0		0
192 450	192 550	192 483	-1.23	-1.25	1.40	3.50	1.19	4.17	4.59	6.25	0		12
192 550	192 800	192 664	-1.23	-1.25	1.40	3.50	1.25	4.26	4.68	6.08	0		14
192 800	193 000	192 896	-1.23	-1.25	1.40	3.50	1.31	4.52	4.97	6.11	0		300
193 000	193 200	193 107	-1.23	-1.25	1.40	3.50	1.60	4.47	4.91	5.32	0		300
193 200	193 350	193 326	-1.23	-1.25	1.40	3.50	1.66	4.47	4.92	5.36	0		290
193 350	193 450	193 369	-1.22	-1.25	1.40	3.50	1.60	4.61	5.07	6.30	0		290
193 450	193 600	193 526	-1.22	-1.25	1.40	3.50	0.88	4.70	5.17	6.83	0		290
193 600	193 700	193 700	-1.22	-1.25	1.40	3.50	0.88	4.59	5.05	6.36	30		290
193 700	193 850	193 726	-1.22	-1.25	1.40	3.50	0.69	5.75	6.32	8.71	30		0
193 850	194 100	194 001	-1.21	-1.25	1.35	3.50	1.89	4.74	5.21	5.82	30		290
194 100	194 150	194 164	-1.21	-1.25	1.35	3.50	1.92	4.66	5.13	5.83	0		290
194 150	194 500	194 171	-1.21	-1.25	1.35	3.50	1.64	4.69	5.16	6.42	0		290

Bron  
 1 rwwToets2010.xls  
 2 detailAdvies Oosterscheide allen.xls  
 3 Hydra-k2006.xlsm

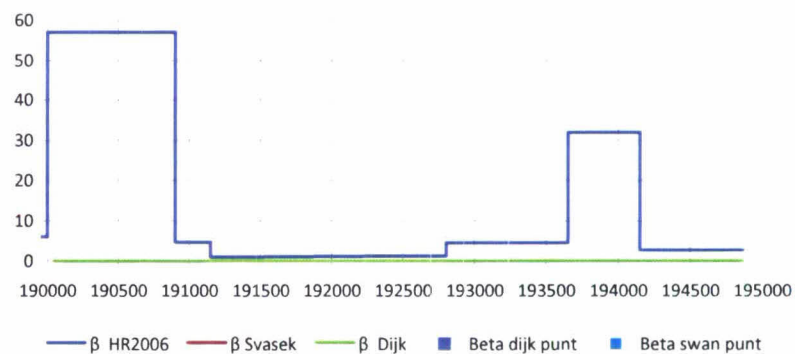
Map  
 G:\Projecten\Waterkeringen\randvoorwaarden  
 G:\Projecten\Waterkeringen\randvoorwaarden\PBZ\_detailadvies  
 G:\Projecten\Waterkeringen\randvoorwaarden\hydra-k



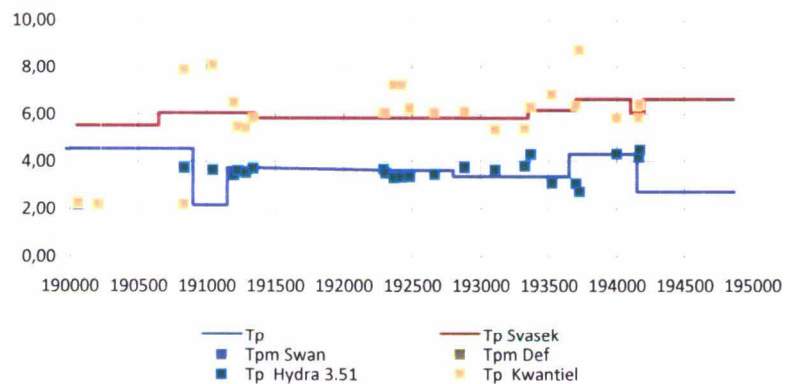
### Verloop van de golfbelasting



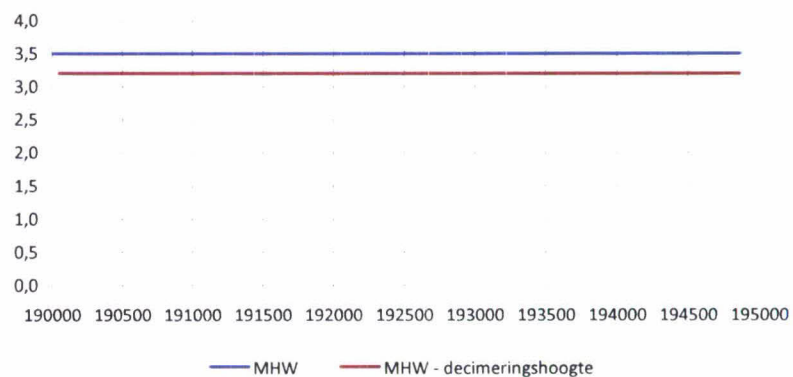
### appendix 3a



### vergelijking golfhoogte



### vergelijking hoek van inval



### vergelijking golfperiode

### vergelijking waterstand

Overzicht overslagdebit  
Oosterschelde, dp 1905 - 1949

(dik omkaderd deel)

appendix 4

1. Actuele profielen			overslagdebit [l/s/m]					ontwerp profiel										
Van	tot	ref	Toets rvw		ontwerp rvw		Svasek	reductie	kruinhoogte		buitentalud		buiten berm		binnentalud		binnen berm	
			HR2006	Hydra 3.5.1	Svasek 2012	Hydra 3.5.1 kwantiel			Hkr = ontwerp	hKr actueel	Hkr = ontwerp	onder berm	boven	Bberm	Hberm	onder berm	boven	Bberm
190.000	190.100		0,0002	0,0000	0,000	0,0000			8,39									
190.100	190.200		0,0000	0,0000	0,006	0,0000			7,63									
190.200	190.300		0,0000	0,0000	0,005	0,0000			7,69									
190.300	190.400		0,0000	0,0000	0,003	0,0000			7,71									
190.400	190.500		0,0000	0,0000	0,004	0,0000			7,64									
190.500	190.600		0,0001	0,0000	0,004	0,0000	duin		7,11									
190.600	190.700		0,0000	0,0000	0,000	0,0000	duin		6,72									
190.700	190.800		0,0462	0,0000	0,414	0,0000	duin		6,68									
190.800	190.900		0,0038	0,0000	0,064	0,0021	duin		6,65									
190.900	191.000		0,0000	0,0022	0,464	0,0740	duin		6,68									
191.000	191.100		0,0000	0,0026	0,509	0,0832	duin		6,64									
191.100	191.200		0,0013	0,0018	0,464	1,1760	duin		6,68									
191.200	191.300		0,0012	0,0473	0,558	3,0549	duin		6,60									
191.300	191.400		0,0000	0,0000	0,000	0,0000	duin		6,53									
191.400	191.500		0,0000	0,0000	0,000	0,0000	duin		5,99									
191.500	191.600		0,0000	0,0000	0,000	0,0000	duin		5,98									
191.600	191.700		0,0000	0,0000	0,000	0,0000	duin		5,97									
191.700	191.800		0,0000	0,0000	0,000	0,0000	duin		5,94									
191.800	191.900		0,0000	0,0000	0,000	0,0000	duin		5,86									
191.900	192.000		0,0000	0,0000	0,000	0,0000	duin		5,96									
192.000	192.100		0,0000	0,0042	4,449	0,5631	duin		6,00									
192.100	192.200		0,0001	0,0075	3,516	0,3272	duin		6,04									
192.200	192.300		0,0000	0,0000	0,000	0,0000			6,06									
192.300	192.400		0,0000	0,0000	0,000	0,0000			6,86									
192.400	192.500		0,0000	0,0000	0,066	0,0001			8,21									
192.500	192.600		0,0000	0,0000	0,312	0,0016			7,92									
192.600	192.700		0,0000	0,0000	0,201	0,0006			7,95									
192.700	192.800		0,0000	0,0000	0,260	0,0008			7,93									
192.800	192.900		0,0000	0,0000	0,171	0,0010			7,93									
192.900	193.000		0,0000	0,0000	0,181	0,0013			7,93									
193.000	193.100		0,0000	0,0000	0,187	0,0077			8,00									
193.100	193.200		0,0000	0,0000	0,156	0,0060			8,07									
193.200	193.300		0,0000	0,0000	0,176	0,0111			7,71									
193.300	193.400		0,0000	0,0000	0,163	0,0232			7,37									
193.400	193.500		0,0000	0,0000	0,082	0,0000			7,33									
193.500	193.600		0,0000	0,0000	0,584	0,0007			7,24									
193.600	193.700		0,0001	0,0000	0,526	0,0003			7,13									
193.700	193.800		0,0000	0,0000	0,065	0,0004			7,30									
193.800	193.900		0,0007	0,0034	0,116	0,0967			7,13									
193.900	194.000		0,0000	0,0004	0,054	0,0467			7,16									
194.000	194.100		0,0000	0,0002	0,030	0,0276			7,51									
194.100	194.200		0,0111	0,0004	0,220	0,0207			7,63									
194.200	194.300		0,0132	0,0000	0,000	0,0000			7,49									
194.300	194.400		0,0000	0,0000	0,001	0,0004			7,93									
194.400	194.500		0,0000	0,0902	0,184	0,1000			8,06									

**Overzicht overslagdebiet  
Oosterschelde, dp 1905 - 1949**

(dik omkaderd deel)

appendix 4

1. Actuele profielen			overslagdebiet [l/s/m]					ontwerp profiel										
Van	tot	ref	Toets rvw		ontwerp rvw		Svasek		kruinhoogte		buitentalud		buiten berm		binnentalud		binnen berm	
			HR2006	Hydra 3.5.1	Svasek 2012	Hydra 3.5.1 kwantiel	Hkr = ontwerp	reductie	hKr actueel	Hkr = ontwerp	onder berm	boven	Bberm	Hberm	onder berm	boven	Bberm	Hberm
194.500	194.600		0,0000	0,0000	0,000	0,0000			7,94									
194.600	194.700		0,0000	0,0000	0,066	0,0107			7,94									
194.700	194.800		0,0000	0,0000	0,047	0,0000			11,47									
194.800	194.950		0,0000	0,0000	0,001	0,0000			11,34									
194.950	195.050		0,0000	0,0046	0,000	0,0000			11,38									

**2. ontwerpprofielen PBZ**

Nvt huidige profielen voldoen ook met de ontwerpcondities (svasek 2012 en de kwantielwaarden uit Hydra 3.5.1) bij het sophiastrand (tussen dp 1905 en 1920 ) is gekozen voor een duinwaterkering.

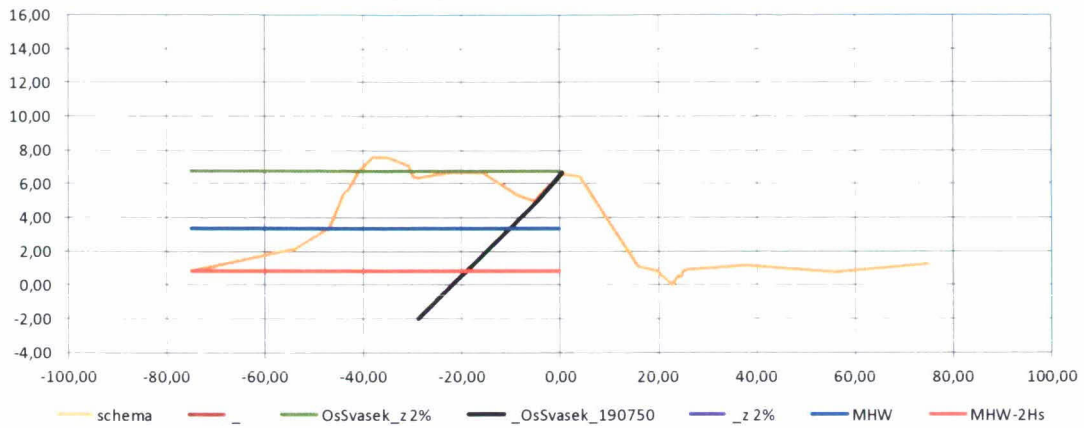


# Ontwerprofielen

appendix 5

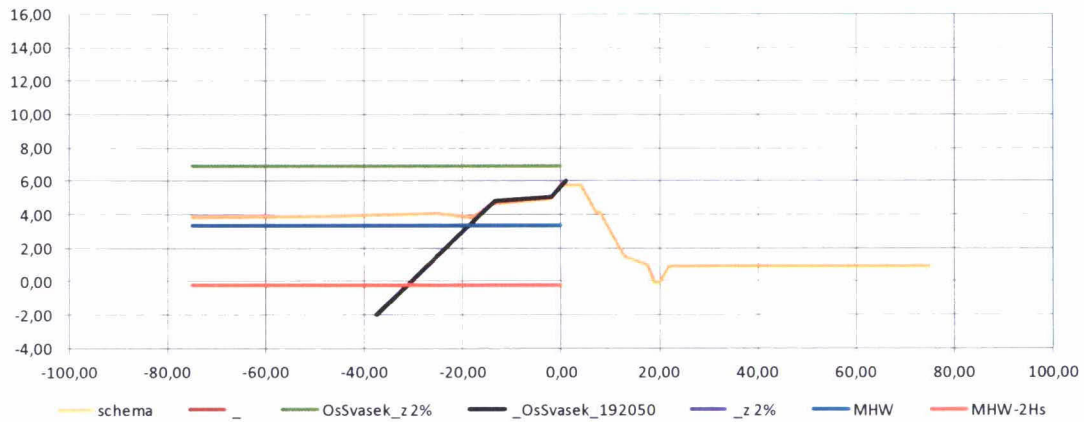
## Oosterschelde

dp1907,5



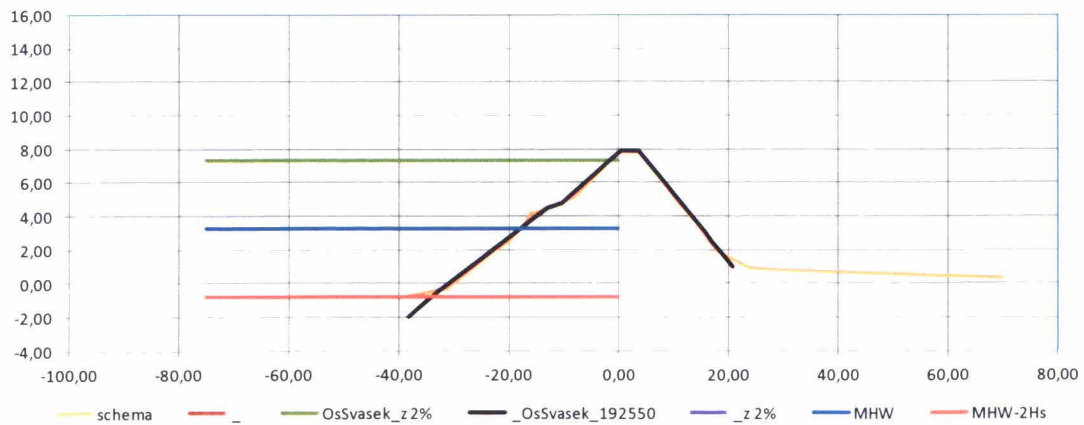
## Oosterschelde

dp1920,5



## Oosterschelde

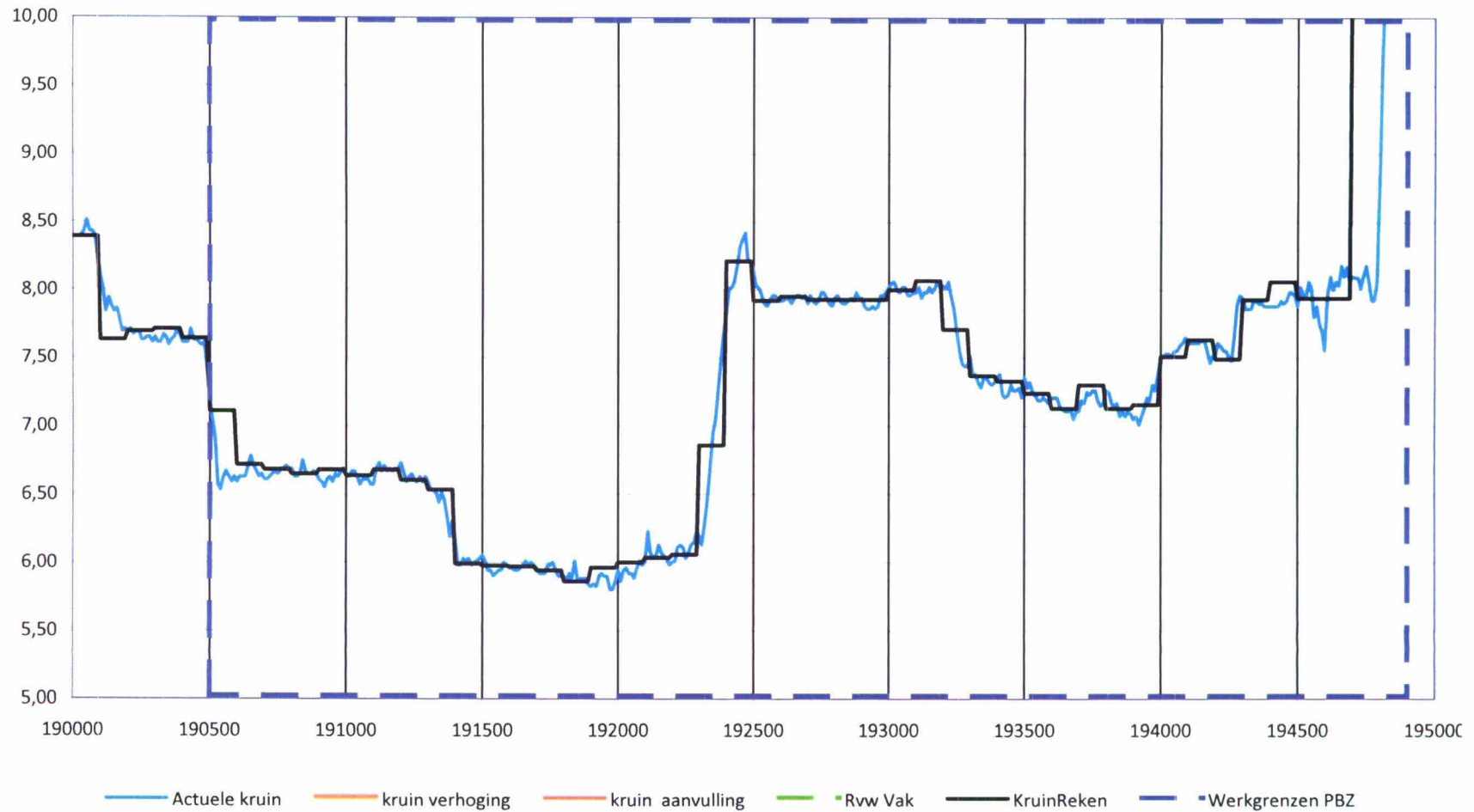
dp1925,5



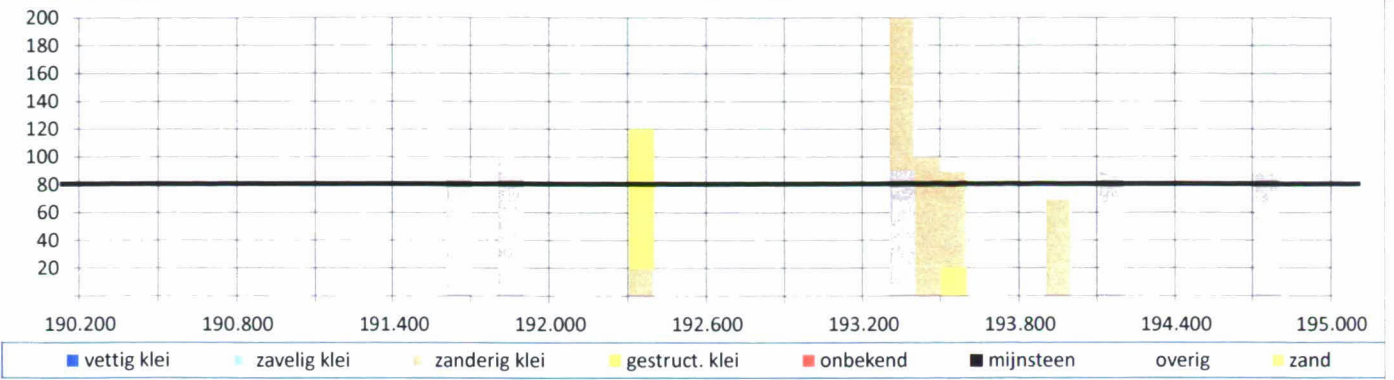
# Verloop kruinhoogte

# Oosterschelde

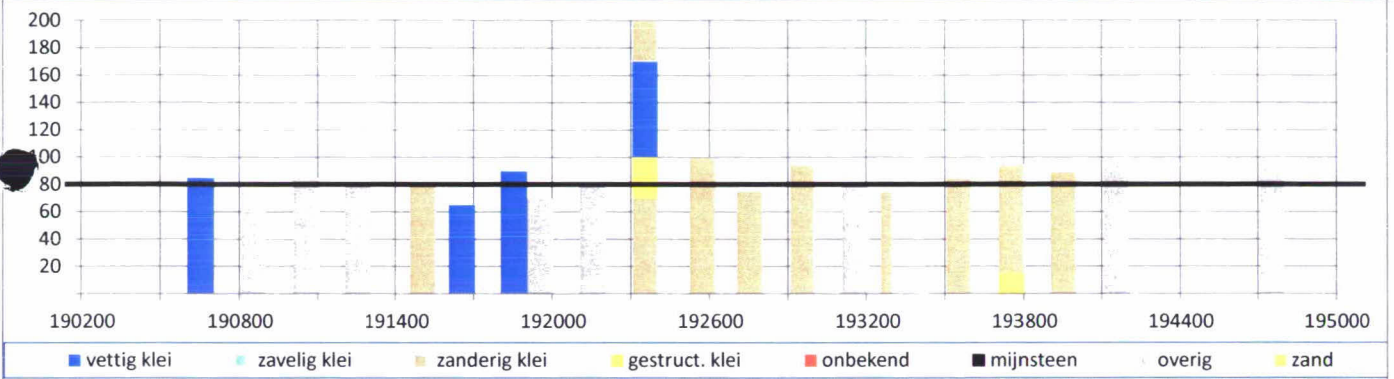
# appendix 6



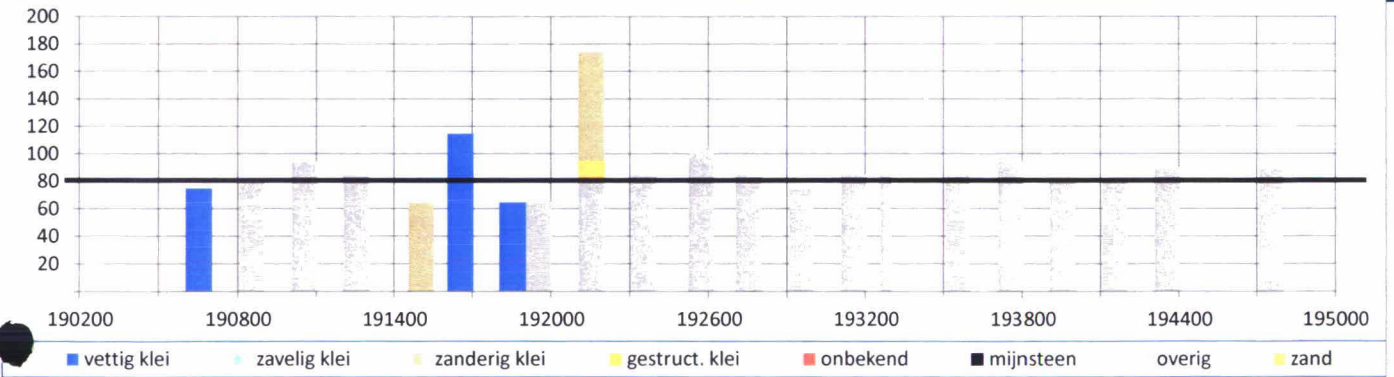
Klei voor deel A, buitenberm



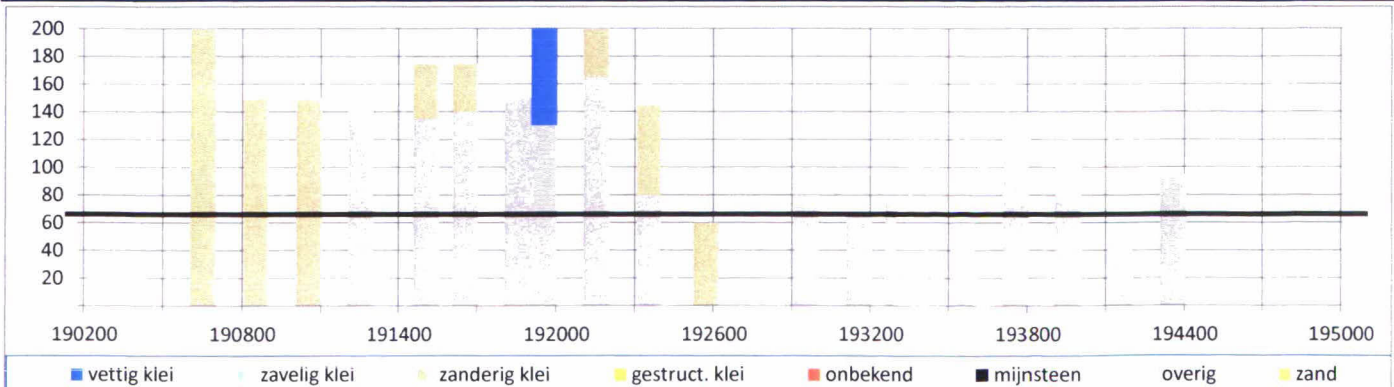
Klei voor deel B, bovenbeloop



Klei voor deel C, kruin



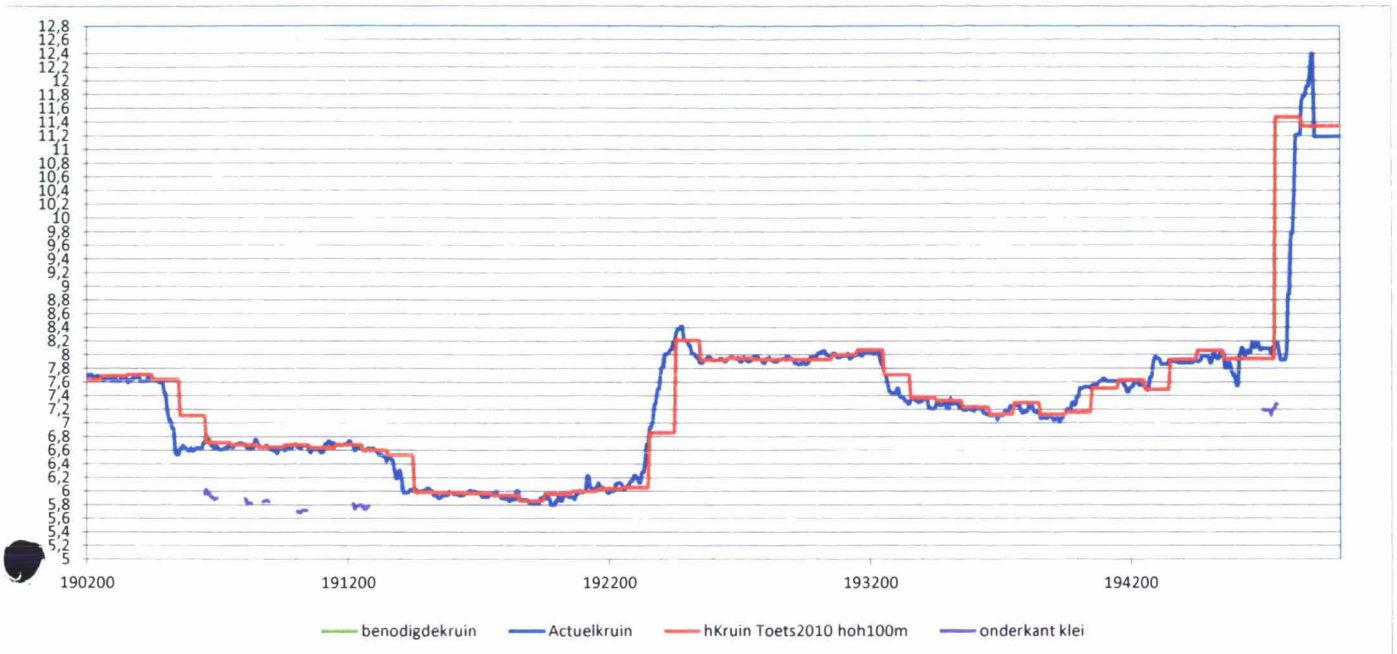
Klei voor deel D, binnentalud



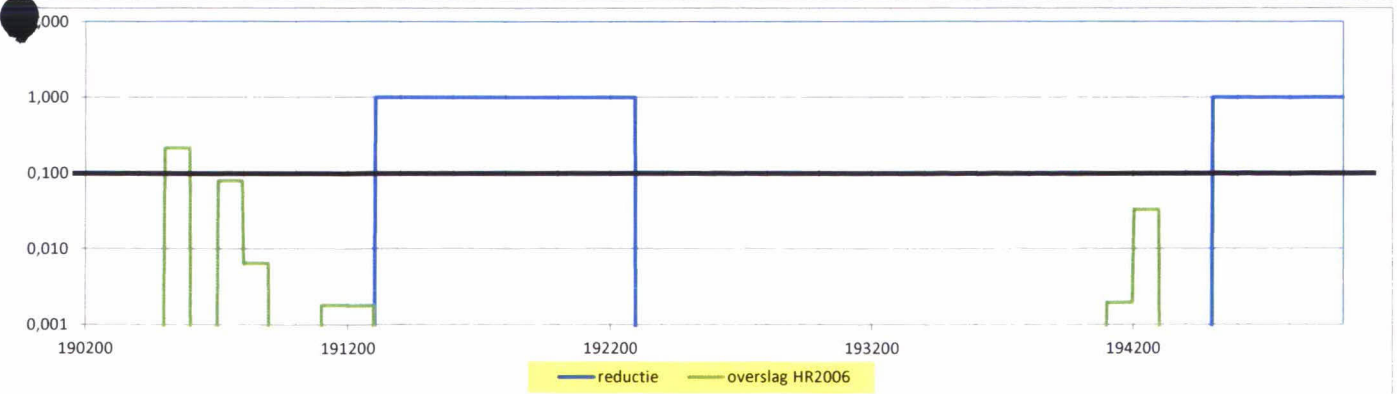
segmentgrootte = 6 m

gat in weergave als afstand tussen 2 metingen groter is dan 101 m

**Kruinhoogte bij ophoging met minimale kleidikte**



**Klei voor deel C, kruin**



reductie	omschrijving
0,00	geen reductie
1,00	haven
2,00	luwte
3,00	sluis
4,00	kanaal

criterium	
q	0,100 l/s/m

# Resume van Trajecten waar de minimale kleidikte wordt onderschreden

appendix 7a

Trajectselectie

van 190.200 m

tot 195.000 m

Oosterschelde

Deel A		Dgrens 80 cm			
<b>Buitenberm</b>					
Lengte totaal		800			
van	tot	lengte	Dmin	Dmax	
192.306	193.302	996	20	20	
193.506	194.106	600	70	70	

Deel B		Dgrens 80 cm			
<b>bovenbeloop</b>					
Lengte totaal		600			
van	tot	lengte	Dmin	Dmax	
190.806	191.004	198	75	75	
191.604	191.802	198	65	65	
191.904	192.102	198	70	70	
192.702	192.906	204	75	75	
193.254	193.506	252	75	75	

Deel C		Dgrens 80 cm			
<b>Kruin</b>					
Lengte totaal		400			
van	tot	lengte	Dmin	Dmax	
190.602	190.806	204	75	75	
191.454	191.604	150	65	65	
191.802	192.102	300	65	65	
192.906	193.104	198	75	75	

Deel D		Dgrens 60 cm			
<b>binnenbeloop</b>					
Lengte totaal		0			
van	tot	lengte	Dmin	Dmax	
194.106	194.304	198	50	50	

# toetsing 2010 : beoordeling van piping

# appendix 9

gebied	Refvan	reflot	Mvbin	yMvBin	sloot1	ysloot1	weg1	wveg1	teen1	yteen1	Berm1a	yBerm1a	Berm1b	yBerm1b	kruin1	yKruin1	kruin2	ykruin2	Berm2a	yBerm2a	Berm2b	yBerm2b	teen2	yteen2	weg2	wveg2	sloot2	ysloot2	Mvbin	yMvBin	LpDxDik	LpDxBinnen	LpDxBuiten	DhLpPipe	DhLpTotNap	MHW	FactorDik	Factor	xPbmeting	yPbmeting	LpPbmeting	Pbmax	Factor Pbmeting	MaxWstDik	dhLokaal	ondiep voorland > -2 m	schor/strand > +2 m	dhWst.L&L scorepinning	actie	opmerking
OS	190.000	190.100	-73	0.2	-27	1.2	-27	1.2	-27	1.2	-25	2.0	-17	2.7	4	8	0	8.2	8	5.6	14	5.3	56	-0.6	56	-0.6	56	-0.6	75	-0.3	83	0	0	0.00	0.00	3.50	25.4	25.4	10.88	3.50	37.88	2	21.52	1.24	0.5	1	100	1.16	g	
OS	190.100	190.200	-75	0.3	-28	0.7	-28	0.7	-17	2.6	-5	7.6	-4	7.7	-5	7.6	1	7.6	1	7.6	8	4.8	28	1.1	47	1.1	47	1.1	75	0.3	45	11	19	0.00	0.00	3.50	13.9	23.2	4.69	3.50	32.69	2	18.90	1.27	0.5	1	100	1.41	g	
OS	190.200	190.300	-72	0.7	-26	1.2	-26	1.2	-16	2.5	-4	7.6	-4	7.7	1	7.7	8	4.8	0	7.7	8	4.8	28	1.1	29	2.2	29	2.2	75	2.0	45	10	1	0.00	0.00	3.50	15.7	19.4	4.64	3.50	30.64	2	22.87	1.66	0.5	1	100	1.14	g	
OS	190.300	190.400	-75	0.8	-25	1.2	-25	1.2	-16	2.4	-4	7.6	-3	7.7	-4	7.6	0	7.7	0	7.7	9	4.5	28	1.1	28	1.1	28	1.1	75	4.6	45	9	0	0.00	0.00	3.50	16.2	19.4	4.5	3.50	29.5	2	23.60	1.75	0.5	1	100	1.11	g	
OS	190.400	190.500	-75	0.7	-27	0.8	-27	0.8	-25	1.0	-17	2.6	-16	2.7	-4	7.6	0	7.6	0	7.6	8	4.5	28	1.1	28	1.1	28	1.1	74	3.9	53	2	0	0.91	0.18	3.50	21.2	22.1	4.23	3.50	31.23	2	31.32	1.73	0.5	1	100	0.76	g	
OS	190.500	190.600	-75	0.8	-22	0.8	-22	0.8	-16	1.0	-15	1.3	-2	6.5	-2	6.5	6	7.1	6	7.1	11	4.1	11	4.1	67	4.4	67	4.4	75	4.1	27	6	56	1.02	0.27	3.50	10.8	36.4	10.75	3.50	32.75	2	34.69	1.75	0.5	1	100	0.62	g	
OS	190.600	190.700	-75	0.8	-18	0.9	-18	0.9	-18	0.9	-4	6.7	-3	6.7	-4	6.7	-1	6.7	10	4.0	10	4.0	75	4.1	75	4.1	75	4.1	75	4.1	93	0	0	0.00	0.00	3.50	34.3	34.3	7.5	3.50	93.18	2	76.61	1.78	0.5	1	100	0.00	g	
OS	190.700	190.800	-75	0.8	-25	0.8	-20	0.9	-17	1.0	-3	6.7	-2	6.7	-3	6.7	-1	6.7	0	6.7	5	5.0	54	2.2	54	2.2	54	2.2	75	0.8	22	3	49	0.00	0.00	3.50	8.1	27.5	4.55	3.50	24.99	2	20.71	1.79	0.5	1	100	1.32	g	
OS	190.800	190.900	-75	0.8	-25	0.8	-21	0.8	-17	1.0	-3	6.7	-2	6.7	-3	6.7	-1	6.6	-1	6.6	4	5.4	9	4.9	4.1	1.9	4.1	1.9	75	0.5	26	4	32	0.00	0.00	3.50	9.5	22.6	9	3.50	29.85	2	24.01	1.76	0.5	1	100	1.08	g	
OS	190.900	191.000	-75	0.6	-27	0.6	-21	0.8	-18	0.9	-4	6.6	-3	6.7	-4	6.6	-1	6.7	4	5.0	11	2.1	11	2.1	43	1.8	43	1.8	75	0.7	29	3	32	0.00	0.00	3.50	10.0	22.3	7.72	3.50	28.94	2	20.87	1.61	0.5	1	100	1.28	g	
OS	191.000	191.100	-69	0.8	-25	1.0	-20	0.7	-17	1.0	-3	6.6	-3	6.6	-3	6.6	-1	6.6	5	5.0	11	2.1	11	2.1	49	1.4	49	1.4	64	0.6	28	4	38	0.00	0.00	3.50	10.5	26.0	8.04	3.50	28.17	2	24.36	1.84	0.5	1	100	1.09	g	
OS	191.100	191.200	-75	0.7	-27	0.8	-21	0.8	-17	1.0	-3	6.7	-3	6.7	-3	6.7	-1	6.7	5	4.9	5	4.8	15	1.0	56	2.0	56	2.0	75	0.6	32	4	41	0.00	0.00	3.50	11.5	27.8	4.65	3.50	25.45	2	20.20	1.74	0.5	1	100	1.35	g	
OS	191.200	191.300	-75	0.5	-26	0.6	-22	0.6	-17	1.0	-3	6.6	-3	6.7	-3	6.6	-1	6.6	5	4.7	15	1.0	15	1.0	61	2.7	61	2.7	75	2.4	32	5	46	0.00	0.00	3.50	10.7	27.3	10.16	2.85	31.87	2	20.90	1.47	0.5	1	100	1.25	g	
OS	191.300	191.400	-75	0.5	-22	1.2	-24	1.0	-24	1.0	-16	3.7	-12	3.7	-4	6.5	-1	6.5	6	4.3	10	4.0	75	4.0	75	4.0	75	4.0	75	4.3	99	0	0	0.00	0.00	3.50	33.3	33.3	7.5	3.50	98.68	2	67.24	1.53	0.5	1	100	0.00	g	
OS	191.400	191.500	-62	0.3	-24	0.3	-18	0.5	-13	0.8	-3	6.0	-2	6.0	-3	6.0	-1	6.0	6	4.1	75	3.4	75	3.4	75	3.4	75	3.4	74	4.3	88	5	0	0.00	0.00	3.50	27.3	28.7	7.5	3.50	93	2	53.35	1.26	0.5	1	100	0.00	g	
OS	191.500	191.600	-75	0.2	-26	0.2	-21	0.1	-20	0.5	-20	0.5	-14	0.7	-4	6.0	5	6.0	6	3.8	75	4.0	75	4.0	75	4.0	75	4.0	75	4.4	95	1	0	0.00	0.00	3.50	28.5	28.8	7.5	3.50	95.93	2	52.39	1.17	0.5	1	100	0.00	g	
OS	191.600	191.700	-75	0.7	-27	0.7	-22	0.7	-17	1.1	-15	2.8	-14	2.9	-3	6.0	-1	5.9	5	4.2	14	4.1	75	3.4	75	3.4	75	3.4	75	4.3	92	5	0	0.00	0.00	3.50	33.1	34.8	7.5	3.50	96.94	2	75.16	1.71	0.5	1	100	0.00	g	
OS	191.700	191.800	-75	0.7	-27	0.7	-18	1.1	-16	2.6	-10	2.9	-2	6.0	-3	5.9	-1	5.9	6	4.0	35	4.4	75	4.1	75	4.1	75	4.1	75	4.3	91	2	0	0.00	0.00	3.50	32.4	33.1	7.5	3.50	93	2	70.90	1.69	0.5	1	100	0.00	g	
OS	191.800	191.900	-63	2.9	-36	2.9	-24	2.8	-18	2.8	-12	2.9	-11	2.9	-4	5.8	-1	5.9	4	4.6	48	4.3	75	4.6	75	4.6	75	4.6	75	4.5	93	6	0	0.00	0.00	3.50	154.2	164.0	7.5	3.50	99	2	99.00	3.50	0.5	1	100	0.00	g	
OS	191.900	192.000	-75	0.7	-33	0.7	-27	1.2	-22	1.4	-14	4.9	-6	5.0	-3	6.0	-1	6.0	4	4.9	75	4.5	75	4.5	75	4.5	75	4.5	75	4.3	97	5	0	0.00	0.00	3.50	34.0	35.8	7.5	3.50	102	2	75.51	1.65	0.5	1	100	0.00	g	
OS	192.000	192.100	-75	0.9	-22	0.9	-18	1.0	-13	1.2	-4	5.9	-1	6.0	-4	5.9	-1	6.0	2	5.0	14	4.8	17	4.0	75	3.8	75	3.8	75	3.9	29	5	58	0.00	0.00	3.50	11.5	36.2	16.58	3.50	34.15	2	32.28	1.94	0.5	1	100	0.66	g	
OS	192.100	192.200	-74	0.6	-32	0.6	-28	1.1	-23	1.3	-11	5.4	-6	5.3	-4	6.0	-1	6.0	5	3.7	6	3.8	11	3.5	75	3.2	75	3.2	75	4.5	34	5	64	0.00	0.00	3.50	11.7	35.7	10.59	3.50	38.5	2	27.79	1.61	0.5	1	100	0.75	g	
OS	192.200	192.300	-68	0.6	-28	0.8	-16	1.3	-12	2.1	-15	1.9	-12	2.1	-4	6.1	-2	6.1	6	3.8	75	3.3	75	3.3	75	3.3	75	3.3	65	5.6	87	5	0	0.00	0.00	3.50	26.8	31.4	7.5	3.50	91.26	2	64.91	1.59	0.5	1	100	0.00	g	
OS	192.300	192.400	-69	0.5	-19	0.9	-19	0.8	-19	0.8	-18	1.5	-13	1.8	-4	6.9	-1	6.9	7	4.1	12	3.9	67	4.8	67	4.8	67	4.8	75	0.7	87	0	0	0.00	0.00	3.50	28.9	28.9	67.44	3.50	86.53	2	57.80	1.50	0.5	1	100	0.00	g	
OS	192.400	192.500	-71	0.6	-26	0.6	-26	0.6	-23	1.4	-23	1.4	-19	1.7	-4	8.2	-1	8.2	4	6.9	7	6.7	37	0.0	49	-0.2	49	-0.2	75	-0.8	60	3	12	0.00	0.00	3.50	20.5	25.5	5.17	3.50	31.17	2	21.61	1.56	0.5	1	100	1.21	g	
OS	192.500	192.600	-70	0.4	-24	0.9	-25	0.7	-25	0.7	-23	1.3	-19	1.7	-3	7.9	-1	7.9	11	4.7	13	4.5	34	-0.9	34	-0.9	34	-0.9	75	-0.8	59	0	0	0.81	0.46	3.50	20.4	20.4	11.86	3.50	36.9	2	26.23	1.35	0.5	1	100	0.86	g	
OS	192.																																																	

To: beoordeling van Stabiliteit

appendix 10

gebied	stabiliteitsfactor met minimale straal glijcirkel van 5m																Van	Tot	Nadere toelichting buitenwaartse Stabiliteit (StBu)	Nadere toelichting binnenwaartse Stabiliteit (StBi)	
	STBu1_5m	STBu1a_5m	STBu1b_5m	STBu2_5m	STBu2a_5m	STBu2b_5m	STBi1_5m	STBi2_5m	STBi3_5m	STBu_5m	STBi_5m	ScoreStBu_M	ScoreStBi_M	STBuHandm	ScoreStBu_B	STBiHandm					ScoreStBi_B
os	3,02	2,57	2,60	2,52	2,70	2,67	1,73			2,52	1,73	g	g	g	g	g	g	190000	190.100		
os	1,65	1,74	1,84	1,91	1,97	2,06	1,74			1,65	1,74	g	g	g	g	g	g	190100	190.200		
os	1,68	1,80	1,92	1,98	2,05	2,16	1,79			1,68	1,79	g	g	g	g	g	g	190200	190.300		
os	1,67	1,76	1,83	1,94	2,01	2,06	1,81			1,67	1,81	g	g	g	g	g	g	190300	190.400		
os	1,64	1,75	4,67	1,92	2,01	4,83		1,58		1,64	1,58	g	g	g	g	g	g	190400	190.500		
os	2,18	2,30		2,34	2,46			1,46	1,52	2,18	1,46	g	g	g	g	g	g	190500	190.600		
os	2,89	3,03		2,90	3,04		1,65			2,89	1,65	g	g	g	g	g	g	190600	190.700		
os	1,66	1,77		1,73	1,85		1,99			1,66	1,99	g	g	g	g	g	g	190700	190.800		
os	1,35	1,45		1,42	1,52		1,74			1,35	1,74	g	g	g	g	g	g	190800	190.900		
os	1,34	1,48		1,62	1,73		1,66			1,34	1,66	g	g	g	g	g	g	190900	191.000		
os	1,38	1,51		1,65	1,76		1,69			1,38	1,69	g	g	g	g	g	g	191000	191.100		
os	1,31	1,42		1,52	1,62		1,65			1,31	1,65	g	g	g	g	g	g	191100	191.200		
os	1,39	1,48		1,60	1,68		1,68			1,39	1,68	g	g	g	g	g	g	191200	191.300		
os	2,86	2,99		2,86	2,99		2,00			2,86	2,00	g	g	g	g	g	g	191300	191.400		
os	2,98	3,12		3,17	3,31			2,62	3,91	2,98	2,62	g	g	g	g	g	g	191400	191.500		
os	2,48						1,11			2,48	1,11	g	o	g		v		191500	191.600		
os	3,02	3,20		3,33	3,51		1,16			3,02	1,16	g	g	g	g	g	g	191600	191.700		
os	2,76	2,92		3,05	3,21		1,51			2,76	1,51	g	g	g	g	g	g	191700	191.800		
os	3,62	3,81		3,75	3,94		2,14			3,62	2,14	g	g	g	g	g	g	191800	191.900		
os	1,23	1,33		1,35	1,47			1,26	1,23	1,23	1,23	g	g	g	g	g	g	191900	192.000		
os	4,33	4,54		4,71	4,92		1,70			4,33	1,70	g	g	g	g	g	g	192000	192.100		
os	2,39	2,53		2,62	2,75		1,85			2,39	1,85	g	g	g	g	g	g	192100	192.200		
os	12,44	12,82		13,00	12,68		1,77			12,44	1,77	g	g	g	g	g	g	192200	192.300		
os	4,42	4,73		5,22	5,50		1,65			4,42	1,65	g	g	g	g	g	g	192300	192.400		
os	1,80	1,88		1,90	1,97		1,50			1,80	1,50	g	g	g	g	g	g	192400	192.500		
os	1,51	1,58	1,67	1,50	1,58	1,58		1,59		1,50	1,59	g	g	g	g	g	g	192500	192.600		
os	1,54	1,62	1,70	1,64	1,71	1,71	1,56			1,54	1,56	g	g	g	g	g	g	192600	192.700		
os	1,54	1,61	1,69	1,63	1,71	1,71	1,56			1,54	1,56	g	g	g	g	g	g	192700	192.800		
os	1,39	1,46	1,64	1,43	1,54	1,56		1,26	1,26	1,39	1,26	g	g	g	g	g	g	192800	192.900		
os	1,41	1,49	1,65	1,46	1,56	1,56		1,29	1,26	1,41	1,26	g	g	g	g	g	g	192900	193.000		
os	1,48	1,56	1,65	1,50	1,58	1,58		1,53		1,48	1,53	g	g	g	g	g	g	193000	193.100		
os	1,54	1,62	1,70	1,64	1,72	1,72	1,55			1,54	1,55	g	g	g	g	g	g	193100	193.200		
os	1,64	1,73	1,77	1,72	1,80	1,80	1,84			1,64	1,84	g	g	g	g	g	g	193200	193.300		
os	4,19	4,35		4,55	4,71		10,84			4,19	10,84	g	g	g	g	g	g	193300	193.400		
os	2,08	2,25	2,25	2,00	2,14	2,14	1,80			2,00	1,80	g	g	g	g	g	g	193400	193.500		
os	1,73	1,82	1,82	1,79	1,86	1,86	2,31			1,73	2,31	g	g	g	g	g	g	193500	193.600		
os	1,75	1,84	1,88	1,82	1,89	1,90	1,67			1,75	1,67	g	g	g	g	g	g	193600	193.700		
os	1,85	1,95	1,95	2,09	2,16	2,16	1,69			1,85	1,69	g	g	g	g	g	g	193700	193.800		
os	1,86	1,96		2,10	2,17		1,62			1,86	1,62	g	g	g	g	g	g	193800	193.900		
os	1,90	2,01		2,15	2,23		2,59			1,90	2,59	g	g	g	g	g	g	193900	194.000		
os	1,86	1,96		2,10	2,17		1,74			1,86	1,74	g	g	g	g	g	g	194000	194.100		
os	3,21	3,53		3,28	3,55		5,68			3,21	5,68	g	g	g	g	g	g	194100	194.200		
os	3,58	3,86		4,60	4,78		1,67			3,58	1,67	g	g	g	g	g	g	194200	194.300		
os	2,93	3,02		3,29	3,37		1,79			2,93	1,79	g	g	g	g	g	g	194300	194.400		
os	6,13	6,34		6,44	6,64		1,72			6,13	1,72	g	g	g	g	g	g	194400	194.500		
os	10,75	10,90		11,32	11,47		196,94			10,75	196,94	g	g	g	g	g	g	194500	194.600		
os	1,87	1,96	1,96	2,06	2,12	2,12	2,37			1,87	2,37	g	g	g	g	g	g	194600	194.700		
os	2,11	2,21	2,21	2,33	2,39	2,39	4,31			2,11	4,31	g	g	g	g	g	g	194700	194.800		
os	385,40						5,80			385,40	5,80	g	g	g	g	g	g	194800	194.925		
os	8,91	9,00		9,29	9,38		10,06			8,91	10,06	g	g	g	g	g	g	194925	195.050		

---

## Bijlage 3 Berekeningen

---

- Bijlage 3.1: Keuzemodel met invoermodule
- Bijlage 3.2: Ontwerpberekeningen bekleding betonzuilen en -blokken
- Bijlage 3.3: Ontwerpberekeningen kreukelberm
- Bijlage 3.4: Berekening vergrotingsfactor golfploop





**Keuzemodel** v2.5 augustus 2011  
 Dijkvak: Jacobahaven - Sophiahaven  
 dp: dp1913+50m - 1948

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

Wijzigingen t.o.v. versie 2.4:  
 grondverbeteringen 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>					
<b>Criteria &gt;</b>	<b>Constructie</b>		<b>Uitvoering</b>			<b>Hergebruik</b>		<b>Onderhoud</b>			<b>Landschap</b>	<b>Natuur</b>	
<b>Subcriteria &gt;</b>	flexibiliteit	overgangen	tijd	moeilijkheidsgraad	toleranties	hergebruik	LCA	duurzaamheid	zichtbaarheid	tijd		flora	habitat
<b>Weging subcriteria &gt;</b>	50	50	33	33	33	50	50	33	33	33	100	50	50
<b>Scoretabel</b>													
variant 1	2,2	1	1,8	1,7	2,5	1,6	1,3	2,3	2,1	2,3	2,5	2,5	1,7
variant 2	1,8	2	2,1	1,6	2,1	1,6	1,6	2,7	2,8	2,6	2,5	2,8	1,9
variant 3	2,1	2	1,8	1,7	2,4	1,6	1,4	2,4	2,2	2,3	3,0	2,8	1,9
variant 4													
<b>Gewogen score</b>	<b>Constructie</b>	<b>Uitvoering</b>	<b>Hergebruik</b>	<b>Onderhoud</b>	<b>Landschap</b>	<b>Natuur</b>	<b>Totaal</b>	<b>Kosten</b>	<b>Score/kosten</b>		<b>Rang</b>		
variant 1	11,5	7,8	5,6	16,1	9,7	15,2	66,0	1,00	66,04		3		
variant 2	13,8	7,6	6,3	19,7	9,7	17,0	74,1	1,04	71,24		2		
variant 3	14,9	7,7	5,8	16,8	11,7	17,0	73,9	1,02	72,45		1		
variant 4													

Opmerkingen:

---

Bijlage 3.2: Ontwerpberekeningen bekleding betonzuilen



4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100	101	102	103	104	105	106	107	108	109	110	111	112	113	114	115	116	117	118	119	120	121	122	123	124	125	126	127	128	129	130	131	132	133	134	135	136	137	138	139	140	141	142	143	144	145	146	147	148	149	150	151	152	153	154	155	156	157	158	159	160	161	162	163	164	165	166	167	168	169	170	171	172	173	174	175	176	177	178	179	180	181	182	183	184	185	186	187	188	189	190	191	192	193	194	195	196	197	198	199	200	201	202	203	204	205	206	207	208	209	210	211	212	213	214	215	216	217	218	219	220	221	222	223	224	225	226	227	228	229	230	231	232	233	234	235	236	237	238	239	240	241	242	243	244	245	246	247	248	249	250	251	252	253	254	255	256	257	258	259	260	261	262	263	264	265	266	267	268	269	270	271	272	273	274	275	276	277	278	279	280	281	282	283	284	285	286	287	288	289	290	291	292	293	294	295	296	297	298	299	300	301	302	303	304	305	306	307	308	309	310	311	312	313	314	315	316	317	318	319	320	321	322	323	324	325	326	327	328	329	330	331	332	333	334	335	336	337	338	339	340	341	342	343	344	345	346	347	348	349	350	351	352	353	354	355	356	357	358	359	360	361	362	363	364	365	366	367	368	369	370	371	372	373	374	375	376	377	378	379	380	381	382	383	384	385	386	387	388	389	390	391	392	393	394	395	396	397	398	399	400	401	402	403	404	405	406	407	408	409	410	411	412	413	414	415	416	417	418	419	420	421	422	423	424	425	426	427	428	429	430	431	432	433	434	435	436	437	438	439	440	441	442	443	444	445	446	447	448	449	450	451	452	453	454	455	456	457	458	459	460	461	462	463	464	465	466	467	468	469	470	471	472	473	474	475	476	477	478	479	480	481	482	483	484	485	486	487	488	489	490	491	492	493	494	495	496	497	498	499	500	501	502	503	504	505	506	507	508	509	510	511	512	513	514	515	516	517	518	519	520	521	522	523	524	525	526	527	528	529	530	531	532	533	534	535	536	537	538	539	540	541	542	543	544	545	546	547	548	549	550	551	552	553	554	555	556	557	558	559	560	561	562	563	564	565	566	567	568	569	570	571	572	573	574	575	576	577	578	579	580	581	582	583	584	585	586	587	588	589	590	591	592	593	594	595	596	597	598	599	600	601	602	603	604	605	606	607	608	609	610	611	612	613	614	615	616	617	618	619	620	621	622	623	624	625	626	627	628	629	630	631	632	633	634	635	636	637	638	639	640	641	642	643	644	645	646	647	648	649	650	651	652	653	654	655	656	657	658	659	660	661	662	663	664	665	666	667	668	669	670	671	672	673	674	675	676	677	678	679	680	681	682	683	684	685	686	687	688	689	690	691	692	693	694	695	696	697	698	699	700	701	702	703	704	705	706	707	708	709	710	711	712	713	714	715	716	717	718	719	720	721	722	723	724	725	726	727	728	729	730	731	732	733	734	735	736	737	738	739	740	741	742	743	744	745	746	747	748	749	750	751	752	753	754	755	756	757	758	759	760	761	762	763	764	765	766	767	768	769	770	771	772	773	774	775	776	777	778	779	780	781	782	783	784	785	786	787	788	789	790	791	792	793	794	795	796	797	798	799	800	801	802	803	804	805	806	807	808	809	810	811	812	813	814	815	816	817	818	819	820	821	822	823	824	825	826	827	828	829	830	831	832	833	834	835	836	837	838	839	840	841	842	843	844	845	846	847	848	849	850	851	852	853	854	855	856	857	858	859	860	861	862	863	864	865	866	867	868	869	870	871	872	873	874	875	876	877	878	879	880	881	882	883	884	885	886	887	888	889	890	891	892	893	894	895	896	897	898	899	900	901	902	903	904	905	906	907	908	909	910	911	912	913	914	915	916	917	918	919	920	921	922	923	924	925	926	927	928	929	930	931	932	933	934	935	936	937	938	939	940	941	942	943	944	945	946	947	948	949	950	951	952	953	954	955	956	957	958	959	960	961	962	963	964	965	966	967	968	969	970	971	972	973	974	975	976	977	978	979	980	981	982	983	984	985	986	987	988	989	990	991	992	993	994	995	996	997	998	999	1000



---

Bijlage 3.3: Ontwerpberekeningen kreukelberm

## Dimensionering kreukelberm

Blauw is invoer, **bl** zijn tussenresultaten, **rood** zijn eindresultaten.

Gewijzigd t.o.v. vorige versie:

Taludhelling kreukelberm is toegevoegd als invoerparameter zodat ook kreukelbermen met een helling berekend kunnen worden  
In het Rekenblad is een optie opgenomen om de berekening uit te voeren op basis van  $F_{2\%}$  i.p.v.  $H_t$  (nauwkeuriger)

$D_{r50}$  bij patroonpenetratie wordt gecorrigeerd voor belasting bij hogere waterstanden

Veiligheidsfactor wordt ook toegepast bij kreukelberm onder helling en bij patroonpenetratie

Vormgeving gewijzigd en defaultwaarden toegevoegd ten behoeve van toetsing

(Kleine) fout in berekening Waterdiepte vóór kreukelberm verbeterd

### Invoer

Dijkvak	Maria-, Anna Friso-, Jacobapolder en Sophia-Jacobahaven				
Randvoorwaardenvak	1				
Profiel	50				
Waterstand* [m NAP]	0	2	3	4	
$H_t$ [m]	1	1.2	1.2	1.4	Significante golffhoogte
$T_p$ [s]	4.6	4.9	5.1	5.1	Piekperiode
* Als er slechts 3 waterstanden zijn, vul dan de gegevens bij de middelste waterstand twee keer in (in kolom D en E)					
Gebied [-]	OS	Vul in: OS voor Oosterschelde, WS voor Westerschelde, NZ voor Noordzee			
OP of TP [m NAP]	3.50	Ontwerppeil of Toetspeil			
$cot\alpha_{cr,t}$ [-]	3.50	Taludhelling kreukelberm (default 1:20 voor aansluiting op eerdere versies spreadsheet)			
$cot\alpha$ [-]	3.25	Taludhelling onderbeloop dijk (default 1:3 voor aansluiting op eerdere versies spreadsheet)			
$Z_{art}$ [m NAP]	0.00	Niveau bovenzijde kreukelberm (teenniveau)			
$Z_{int}$ [m NAP]	-1.50	Huidig niveau voorland direct vóór kreukelberm			
$\Delta z_{int}$ [m]	0.5	Afhame voorland tijdens levensduur constructie (default 0.5 voor ontwerp en 0.0 voor toetsing)			
$Z_{voep}$ [m NAP]	-6.00	Bodemniveau uitvoerpunt (uit randvoorwaardetabel of detailadvies)			
S [-]	10	Schadegetal Van der Meer (als S = 3 (default) leidt tot een sortering zwaarder dan 40-200 kg mag S = 10 toegepast worden)			
$\rho_s$ [kg/m <sup>3</sup> ]	2650	Dichtheid breuksteen (default 2650)			
$Y_{D_{r50}}$ [-]	1.20	Veiligheidsfactor voor $D_{r50}$ (default 1.2 voor ontwerp en 1.1 voor toetsing)			

### Samenvatting resultaten

Waterstand [m NAP]	2.00	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
$L_{op}$ [m]	1.7	1.1	1.4	1.8	2.2	2.6	3.0	3.4	3.8	4.1	Golflengte
Golven dieptebeperkt?	Nee	Nee	Nee	Nee	Nee	Nee	Nee	Nee	Nee	Nee	
$H_{s,teen}$ [m]	1.20	1.00	1.04	1.09	1.13	1.18	1.20	1.20	1.21	1.30	Significante golffhoogte aan teen
$H_{2\%,teen}$ [m]	1.88	1.86	1.87	1.87	1.88	1.88	1.88	1.88	1.89	1.87	2%-golffhoogte aan teen
$D_{r50,LWS}$ [m]	-	0.30	0.25	0.20	-	-	-	-	-	-	$D_{r50}$ bij lage waterstanden
$D_{r50,HWS,G}$ [m]	0.10	-	-	-	-	0.14	-	-	-	-	$D_{r50}$ bij hoge waterstanden (Gerding)
$D_{r50,HWS,M}$ [m]	0.28	-	-	-	-	0.29	0.27	0.25	0.23	0.23	$D_{r50}$ bij hoge waterstanden (Van der Meer)

### Benodigde steensortering en laagdikte kreukelberm

		Losse breuksteen		Patroonpenetratie				$D_{r50}$ (maatgevende waarde)
		LWS	HWS;M	Stroken		Stippen		
				LWS	HWS;M	LWS	HWS;M	
$D_{r50}$	[m]	0.30	0.20	0.18	0.18	0.27	0.26	
$D_{r50,d}$	[m]		0.35		0.22		0.32	$D_{r50}$ (ontwerpwaarde, incl. veiligheid)
Sortering		40-200 kg		10-60 kg		40-200 kg		Benodigde steensortering
$D_{r50,sortering}$	[m]		0.38		0.24		0.36	$D_{r50}$ van benodigde steensortering
$2D_{r50,sortering}$	[m]		0.73		0.48		0.73	Benodigde laagdikte

### Standaard steensorteringen NEN-EN 13383-1

Steen-sortering	$\rho_s$ (kg/m <sup>3</sup> ): 2650	
	$M_{50}$ (kg)	$D_{r50}$ (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



## Dimensionering kreukelberm

Blaauw is invoer, **blauw** zijn tussenresultaten, **rood** zijn eindresultaten.

### Gewijzigd t.o.v. vorige versie:

Taludhelling kreukelberm is toegevoegd als invoerparameter zodat ook kreukelbermen met een helling berekend kunnen worden  
 In het Rekenblad is een optie opgenomen om de berekening uit te voeren op basis van  $F_{2\%}$ , i.p.v.  $H_s$  (nauwkeuriger)  
 $D_{n50}$  bij patroonpenetratie wordt gecorrigeerd voor belasting bij hogere waterstanden  
 Veiligheidsfactor wordt ook toegepast bij kreukelberm onder helling en bij patroonpenetratie  
 Vormgeving gewijzigd en defaultwaardes toegevoegd ten behoeve van toetsing  
 (Kleine) fout in berekening 'Waterdiepte vóór kreukelberm' verbeterd

### Invoer

Dijkvak **Maria-, Anna Friso-, Jacobapolder en Sophia- Jacobahaven**  
 Randvoorwaardenvak 2  
 Profiel 5y

Waterstand* [m NAP]	0	2	3	4
$H_s$ [m]	0,9	1	1,1	1,3
$T_p$ [s]	4,6	4,9	5,2	5,2

\* Als er slechts 3 waterstanden zijn, vul dan de gegevens bij de middelste waterstand twee keer in (in kolom D en E)

Gebied [-]	OS	Vul in: OS voor Oosterschelde, WS voor Westerschelde, NZ voor Noordzee
OP of TP [m NAP]	3,50	Ontwerppeil of Toetspeil
$\cotan_{k_{rb}}$ [-]	4,00	Taludhelling kreukelberm (default 1:20 voor aansluiting op eerdere versies spreadsheet)
$\cotan_c$ [-]	2,30	Taludhelling onderbeloop dijk (default 1:3 voor aansluiting op eerdere versies spreadsheet)
$Z_{k_{rb}}$ [m NAP]	0,00	Niveau bovenzijde kreukelberm (teenniveau)
$Z_{nt}$ [m NAP]	0,00	Huidig niveau voorland direct vóór kreukelberm
$\Delta Z_{vfl}$ [m]	0,5	Afname voorland tijdens levensduur constructie (default 0,5 voor ontwerp en 0,0 voor toetsing)
$Z_{vop}$ [m NAP]	-6,00	Bodemniveau uitvoerpunt (uit randvoorwaardetabel of detailadvies)
S [-]	10	Schadegetal Van der Meer (als S = 3 (default) leidt tot een sortering zwaarder dan 40-200 kg mag S = 10 toegepast worden)
$\rho_s$ [kg/m <sup>3</sup> ]	2650	Dichtheid breuksteen (default 2650)
$V_{cr50}$ [-]	1,20	Veiligheidsfactor voor $D_{n50}$ (default 1,2 voor ontwerp en 1,1 voor toetsing)

### Samenvatting resultaten

Waterstand [m NAP]	2,00	0,00	0,44	0,88	1,33	1,78	2,23	2,67	3,12	3,57
$L_{op}$ [m]	1,7	1,5	1,4	1,3	1,2	1,1	1,0	0,9	0,8	0,7
Golven dieptebeperk?	Nee	Nee	Nee	Nee	Nee	Nee	Nee	Nee	Nee	Nee
$H_{s,teen}$ [m]	1,00	0,90	0,94	0,98	0,97	0,90	1,02	1,06	1,11	1,20
$H_{2\%,teen}$ [m]	1,40	1,09	1,10	1,27	1,35	1,38	1,42	1,48	1,54	1,68
$D_{n50,LWS}$ [m]	-	0,29	0,26	0,22	-	-	-	-	-	-
$D_{n50,HWS,G}$ [m]	-	-	-	0,21	0,17	-	-	-	-	-
$D_{n50,HWS,M}$ [m]	0,12	-	-	0,16	0,14	0,12	0,12	0,12	-	-

In de **blauwe** cel kan een waterstand naar keuze ingevuld worden tussen bovenzijde kreukelberm en Ontwerppeil  
 Goff lengte  
 Significante golfhoogte aan teen  
 2%-golfhoogte aan teen  
 $D_{n50}$  bij lage waterstanden  
 $D_{n50}$  bij hoge waterstanden (Gerding)  
 $D_{n50}$  bij hoge waterstanden (Van der Meer)

### Benodigde steensortering en laagdikte kreukelberm

		Losse breuksteen		Patroonpenetratie				$D_{n50}$ (maatgevende waarde)
		LWS	HWS,M	Stroken		Stippen		
				LWS	HWS,M	LWS	HWS,M	
$D_{n50}$	[m]	0,29	0,16	0,18	0,10	0,26	0,14	$D_{n50}$ (ontwerpwaarde, incl. veiligheid)
$D_{n50,d}$	[m]	-	0,35	-	0,21	-	0,31	Benodigde steensortering
Sortering		40-200 kg		10-60 kg		40-200 kg		$D_{n50}$ van benodigde steensortering
$D_{n50}$ sortering	[m]	-	0,36	-	0,24	-	0,36	Benodigde laagdikte
$2D_{n50}$ sortering	[m]	-	0,73	-	0,48	-	0,73	

### Standaard steensorteringen NEN-EN 13383-1

Steen-sortering	$\rho_s$ (kg/m <sup>3</sup> ): 2650	
	$M_{50}$ (kg)	$D_{n50}$ (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 gofflengte is vakliteratuur klein ten opzichte van de afstand tussen het uitvoerpunt en de dijk

## Dimensionering kreukelberm

Blauw is invoer, **blauw** zijn tussenresultaten, **rood** zijn eindresultaten.

### Gewijzigd t.o.v. vorige versie:

Taludhelling kreukelberm is toegevoegd als invoerparameter zodat ook kreukelbermen met een helling berekend kunnen worden  
 In het Rekenblad is een optie opgenomen om de berekening uit te voeren op basis van  $r_{2\%}$ , i.p.v.  $H_s$  (nauwkeuriger)  
 $D_{n50}$  bij patroonpenetratie wordt gecorrigeerd voor belasting bij hogere waterstanden  
 Veiligheidsfactor wordt ook toegepast bij kreukelberm onder helling en bij patroonpenetratie  
 Vormgeving gewijzigd en defaultwaardes toegevoegd ten behoeve van toetsing  
 (Kleine) fout in berekening 'Waterdiepte vóór kreukelberm' verbeterd

### Invoer

Dijkvak **Maria-, Anna Friso-, Jacobapolder en Sophia- Jacobahaven**  
 Randvoorwaardenvak 1  
 Profiel 5β

Waterstand* [m NAP]	0	2	3	4
$H_s$ [m]	1.2	1.4	1.5	1.5
$T_p$ [s]	4.6	4.9	5.1	5.1

\* Als er slechts 3 waterstanden zijn, vul dan de gegevens bij de middelste waterstand twee keer in (in kolom D en E)

Gebied [-]	OS	Vul in: OS voor Oosterschelde, WS voor Westerschelde, NZ voor Noordzee
OP of TP [m NAP]	3.50	Ontwerppeil of Toetspeil
$cot_{and_{nb}}$ [-]	5.50	Taludhelling kreukelberm (default 1:20 voor aansluiting op eerdere versies spreadsheet)
$cot_{and}$ [-]	3.25	Taludhelling onderbeloop dijk (default 1:3 voor aansluiting op eerdere versies spreadsheet)
$Z_{nb}$ [m NAP]	0.00	Niveau bovenzijde kreukelberm (teenniveau)
$Z_{nt}$ [m NAP]	-1.50	Huidig niveau voorland direct vóór kreukelberm
$\Delta Z_{nt}$ [m]	0.5	Afname voorland tijdens levensduur constructie (default 0,5 voor ontwerp en 0,0 voor toetsing)
$Z_{ovp}$ [m NAP]	-6.00	Bodemniveau uitvoerpunt (uit randvoorwaardetabel of detailadvies)
S [-]	10	Schadegetal Van der Meer (als S = 3 (default) leidt tot een sortering zwaarder dan 40-200 kg mag S = 10 toegepast worden)
$\rho_s$ [kg/m <sup>3</sup> ]	2650	Dichtheid breuksteen (default 2650)
$V_{D_{n50}}$ [-]	1.20	Veiligheidsfactor voor $D_{n50}$ (default 1,2 voor ontwerp en 1,1 voor toetsing)

### Samenvatting resultaten

Waterstand [m NAP]	2.00	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
$L_{oe}$ [m]	17	13	14	15	16	17	18	19	41	41	Golflengte
Golven dieptebeperkt?	Neen	Neen	Neen	Neen	Neen	Neen	Neen	Neen	Neen	Neen	Significante golflengte aan teen
$H_{s,teen}$ [m]	1.40	1.20	1.24	1.29	1.33	1.38	1.42	1.46	1.50	1.50	2%-golflengte aan teen
$H_{2\%,teen}$ [m]	1.96	1.56	1.74	1.80	1.86	1.92	1.98	2.04	2.10	2.10	$D_{n50}$ bij lage waterstanden
$D_{n50,LWS}$ [m]	-	0.30	0.26	0.22	-	-	-	-	-	-	$D_{n50}$ bij hoge waterstanden (Gerding)
$D_{n50,HWS,G}$ [m]	0.16	-	-	-	-	0.19	0.13	-	-	-	$D_{n50}$ bij hoge waterstanden (Van der Meer)
$D_{n50,HWS,M}$ [m]	0.28	-	-	-	-	0.29	0.27	0.26	0.24	0.23	

### Benodigde steensortering en laagdikte kreukelberm

	Losse breuksteen		Patroonpenetratie				$D_{n50}$ (maatgevende waarde)
	LWS	HWS;M	Stroken		Stippen		
			LWS	HWS;M	LWS	HWS;M	
$D_{n50}$ [m]	0.30	0.29	0.17	0.16	0.25	0.24	$D_{n50}$ (ontwerpwaarde, incl. veiligheid)
$D_{n50,d}$ [m]		0.36		0.20		0.30	Benodigde steensortering
Sortering		40-200 kg		10-60 kg		40-200 kg	$D_{n50}$ van benodigde steensortering
$D_{n50,sortering}$ [m]		0.36		0.24		0.36	Benodigde laagdikte
$2D_{n50,sortering}$ [m]		0.73		0.48		0.73	

### Standaard steensorteringen NEN-EN 13383-1

Steen-sortering	$\rho_s$ (kg/m <sup>3</sup> ): 2650	
	$M_{50}$ (kg)	$D_{n50}$ (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	0.90
3-6 ton	4743	1.21
6-10 ton	8192	1.46

### Controle bodemigging:

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

## Dimensionering kreukelberm

Blauw is invoer, **blauw** zijn tussenresultaten, **rood** zijn eindresultaten.

### Gewijzigd t.o.v. vorige versie:

Taludhelling kreukelberm is toegevoegd als invoerparameter zodat ook kreukelbermen met een helling berekend kunnen worden  
 In het Rekenblad is een optie opgenomen om de berekening uit te voeren op basis van  $F_{2\%}$ , i.p.v.  $H_s$  (nauwkeuriger)  
 $D_{n50}$  bij patroonpenetratie wordt gecorrigeerd voor belasting bij hogere waterstanden  
 Veiligheidsfactor wordt ook toegepast bij kreukelberm onder helling en bij patroonpenetratie  
 Vormgeving gewijzigd en defaultwaardes toegevoegd ten behoeve van toetsing  
 (Kleine) fout in berekening 'Waterdiepte vóór kreukelberm' verbeterd

### Invoer

Dijkvak **Maria-, Anna Friso-, Jacobapolder en Sophia- Jacobahaven**  
 Randvoorwaardenvak 3  
 Profiel 5a

Waterstand* [m NAP]	0	2	3	4
$H_s$ [m]	1.46	1.81	1.89	1.58
$T_p$ [s]	5.44	5.84	6.4	5.42

\* Als er slechts 3 waterstanden zijn, vul dan de gegevens bij de middelste waterstand twee keer in (in kolom D en E)

Gebied [-]	OS	Vul in: OS voor Oosterschelde, WS voor Westerschelde, NZ voor Noordzee
OP of TP [m NAP]	3.50	Ontwerppeil of Toetspeil
$\cot\alpha_{k15}$ [-]	4.00	Taludhelling kreukelberm (default 1.20 voor aansluiting op eerdere versies spreadsheet)
$\cot\alpha$ [-]	4.10	Taludhelling onderbeloop dijk (default 1.3 voor aansluiting op eerdere versies spreadsheet)
$Z_{ert}$ [m NAP]	0.40	Niveau bovenzijde kreukelberm (teenniveau)
$Z_{ot}$ [m NAP]	0.00	Huidig niveau voorland direct vóór kreukelberm
$\Delta Z_{ot}$ [m]	0.5	Afname voorland tijdens levensduur constructie (default 0.5 voor ontwerp en 0.0 voor toetsing)
$Z_{opp}$ [m NAP]	-2.00	Bodemniveau uitvoerpunt (uit randvoorwaardetabel of detailadvies)
S [-]	10	Schadegetal Van der Meer (als S = 3 (default) leidt tot een sortering zwaarder dan 40-200 kg mag S = 10 toegepast worden)
$\rho_s$ [kg/m <sup>3</sup> ]	2650	Dichtheid breuksteen (default 2650)
$V_{Dn50}$ [-]	1.20	Veiligheidsfactor voor $D_{n50}$ (default 1.2 voor ontwerp en 1.1 voor toetsing)

### Samenvatting resultaten

Waterstand [m NAP]	2.00	0.40	0.56	1.98	1.96	1.95	2.14	2.71	3.11	3.50	In de <b>blauwe</b> cel kan een waterstand naar keuze ingevuld worden tussen bovenzijde kreukelberm en Ontwerppeil
$L_{op}$ [m]	5.1	4.8	4.9	5.0	5.2	5.3	5.7	6.1	6.2	6.5	Golflengte
Golven dieptebeperk?	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Nee	Nee	Nee	Nee	Significante golflengte aan teen
$H_{s,teen}$ [m]	1.65	0.81	1.01	1.21	1.42	1.62	1.84	1.87	1.86	1.74	2%-golflengte aan teen
$H_{2\%,teen}$ [m]	2.05	0.48	1.27	1.47	1.72	1.97	2.22	2.26	2.27	2.24	$D_{n50}$ bij lage waterstanden
$D_{n50}$ LWS [m]	-	0.25	0.24	0.24	0.23	-	-	-	-	-	$D_{n50}$ bij hoge waterstanden (Gerding)
$D_{n50}$ HWS G [m]	0.31*	-	-	-	0.35	0.35	0.36	0.30	0.22	-	$D_{n50}$ bij hoge waterstanden (Van der Meer)
$D_{n50}$ HWS M [m]	0.28*	-	-	-	0.28	0.28	0.28	0.26	0.25	0.22	

### Benodigde steensortering en laagdikte kreukelberm

	Losse breuksteen				Patroonpenetratie				$D_{n50}$ (maatgevende waarde)
	LWS		HWS;M		Stroken		Stippen		
	LWS	HWS;M	LWS	HWS;M	LWS	HWS;M	LWS	HWS;M	
$D_{n50}$ [m]	0.25	0.28	0.15	0.17	0.23	0.25			$D_{n50}$ (ontwerpwaarde, incl. veiligheid)
$D_{n50,d}$ [m]		0.34		0.21		0.31			Benodigde steensortering
Sortering	40-200 kg		10-60 kg		40-200 kg				$D_{n50}$ van benodigde steensortering
$D_{n50}$ sortering [m]	0.36		0.24		0.36				Benodigde laagdikte
$2D_{n50}$ sortering [m]	0.73		0.48		0.73				

### Standaard steensorteringen NEN-EN 13383-1

Steen-sortering	$\rho_s$ (kg/m <sup>3</sup> ): 2650	
	$M_{50}$ (kg)	$D_{n50}$ (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 bodemgging:

De golflengte is vaak de kleinste klein ten opzichte van de afstand tussen het uitvoerpunt en de dijk

## Dimensionering kreukelberm

Blauw is invoer, lila zijn tussenresultaten, rood zijn eindresultaten.

### Gewijzigd t.o.v. vorige versie:

Taludhelling kreukelberm is toegevoegd als invoerparameter zodat ook kreukelbermen met een helling berekend kunnen worden  
In het Rekenblad is een optie opgenomen om de berekening uit te voeren op basis van  $F_{2\%}$  i.p.v.  $H_c$  (nauwkeuriger)

$D_{n50}$  bij patroonpenetratie wordt gecorrigeerd voor belasting bij hogere waterstanden

Veiligheidsfactor wordt ook toegepast bij kreukelberm onder helling en bij patroonpenetratie

Vormgeving gewijzigd en defaultwaarden toegevoegd ten behoeve van toetsing

(Kleine fout in berekening 'Waterdiepte vóór kreukelberm' verbeterd)

### Invoer

Dijkvak **Maria-, Anna Friso-, Jacobapolder en Sophia- Jacobahaven**  
Randvoorwaardenvak 4  
Profiel 4

Waterstand* [m NAP]	0	2	3	4	
$H_s$ [m]	0,98	1,86	2,17	1,72	Significante golfhoogte
$T_p$ [s]	6,22	6,58	6,96	5,5	Piekperiode

\* Als er slechts 3 waterstanden zijn, vul dan de gegevens bij de middelste waterstand twee keer in (in kolom D en E)

Gebied [-]	OS	Vul in: OS voor Oosterschelde, WS voor Westerschelde, NZ voor Noordzee
OP of TP [m NAP]	3,50	Ontwerppeil of Toetspeil
$cotanc_{nt}$ [-]	20,00	Taludhelling kreukelberm (default 1:20 voor aansluiting op eerdere versies spreadsheet)
$cotanc$ [-]	3,90	Taludhelling onderbeloop dijk (default 1:3 voor aansluiting op eerdere versies spreadsheet)
$Z_{nt}$ [m NAP]	-0,43	Niveau bovenzijde kreukelberm (teenniveau)
$Z_{nt}$ [m NAP]	-0,79	Huidig niveau voorland direct vóór kreukelberm
$\Delta Z_{nt}$ [m]	0,5	Afname voorland tijdens levensduur constructie (default 0,5 voor ontwerp en 0,0 voor toetsing)
$Z_{ovp}$ [m NAP]	-1,37	Bodemniveau uitvoerpunt (uit randvoorwaardetabel of detailadvies)
S [-]	3	Schadegetal Van der Meer (als S = 3 (default) leidt tot een sortering zwaarder dan 40-200 kg mag S = 10 toegepast worden)
$\rho_s$ [kg/m <sup>3</sup> ]	2650	Dichtheid breuksteen (default 2650)
$Y_{Dn50}$ [-]	1,20	Veiligheidsfactor voor $D_{n50}$ (default 1,2 voor ontwerp en 1,1 voor toetsing)

### Samenvatting resultaten

Waterstand [m NAP]	2,00	0,43	0,96	0,54	1,04	1,54	2,01	2,52	3,01	3,50	In de blauwe cel kan een waterstand naar keuze ingevuld worden tussen bovenzijde kreukelberm en Ontwerppeil
$L_{op}$ [m]	4,8	5,6	6,1	6,2	6,4	6,6	6,8	7,2	7,6	8,1	Golflengte
Golven dieptebeperkt?	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Neen	Neen	
$H_{s,teen}$ [m]	1,67	0,45	0,70	0,95	1,19	1,44	1,69	1,93	2,17	1,95	Significante golfhoogte aan teen
$H_{2\%,teen}$ [m]	2,02	0,55	0,85	1,11	1,44	1,74	2,04	2,34	2,62	2,36	2%-golfhoogte aan teen
$D_{n50,LWS}$ [m]	-	0,18	0,21	0,23	0,24	-	-	-	-	-	$D_{n50}$ bij lage waterstanden
$D_{n50,HWS,G}$ [m]	0,26	-	-	0,20	0,22	0,24	0,26	0,27	0,29	-	$D_{n50}$ bij hoge waterstanden (Gerding)
$D_{n50,HWS,M}$ [m]	0,21	-	-	0,18	0,19	0,20	0,21	0,22	0,24	0,20	$D_{n50}$ bij hoge waterstanden (Van der Meer)

### Benodigde steensortering en laagdikte kreukelberm

	Losse breuksteen		Patroonpenetratie				$D_{n50}$ (maatgevende waarde)
	LWS	HWS,M	Stroken		Stippen		
			LWS	HWS,M	LWS	HWS,M	
$D_{n50}$ [m]	0,24	0,24	0,12	0,12	0,18	0,18	$D_{n50}$ (ontwerpwaarde, incl. veiligheid)
$D_{n50,e}$ [m]		0,26		0,15		0,22	Benodigde steensortering
Sortering		40-200 kg		10-60 kg		10-60 kg	$D_{n50}$ van benodigde steensortering
$D_{n50,sortering}$ [m]		0,36		0,24		0,24	Benodigde laagdikte
$2D_{n50,sortering}$ [m]		0,73		0,48		0,48	

### Standaard steensorteringen NEN-EN 13383-1

Steen-sortering	$\rho_s$ (kg/m <sup>3</sup> ): 2650	
	$M_{50}$ (kg)	$D_{n50}$ (m)
10-60 kg	37	0,24
40-200 kg	127	0,36
60-300 kg	193	0,42
300-1.000	715	0,66
1-3 ton	2088	0,92
3-6 ton	4743	1,21
6-10 ton	8192	1,46

### Controle bodemgging:

De golflengte is vaak enkele keren ten opzichte van de afstand tussen het uitvoerpunt en de dijk

Voor de kreukelberm wordt in dit deelgebied een sortering 60-300kg aangehouden. De benodigde  $D_{n50}$  voor dit deelgebied ligt zeer dicht bij de  $D_{n50}$ -waarde van een sortering 60-300kg (betreft afronding op decimalen).

## Dimensionering kreukelberm

Blauw is invoer, **lik** zijn tussenresultaten, **rood** zijn eindresultaten.

### Gewijzigd t.o.v. vorige versie:

Taludhelling kreukelberm is toegevoegd als invoerparameter zodat ook kreukelbermen met een helling berekend kunnen worden  
 In het Rekenblad is een optie opgenomen om de berekening uit te voeren op basis van  $F_{2\%}$  i.p.v.  $H_s$  (nauwkeuriger)  
 $D_{n50}$  bij patroonpenetratie wordt gecorrigeerd voor belasting bij hogere waterstanden  
 Veiligheidsfactor wordt ook toegepast bij kreukelberm onder helling en bij patroonpenetratie  
 Vormgeving gewijzigd en defaultwaardes toegevoegd ten behoeve van toetsing  
 (Kleine) fout in berekening 'Waterdiepte vóór kreukelberm' verbeterd

### Invoer

Dijkvak **Maria-, Anna Friso-, Jacobapolder en Sophia- Jacobahaven**  
 Randvoorwaardenvak 5  
 Profiel 3

Waterstand* [m NAP]	0	2	3	4
$H_s$ [m]	1,23	1,98	2,23	1,74
$T_p$ [s]	6,36	7,07	7,6	5,5

\* Als er slechts 3 waterstanden zijn, vul dan de gegevens bij de middelste waterstand twee keer in (in kolom D en E)

Gebied [-]	OS	Vul in: OS voor Oosterschelde, WS voor Westerschelde, NZ voor Noordzee
OP of TP [m NAP]	3.50	Ontwerppeil of Toetspeil
$\cotan\alpha_{krb}$ [-]	20.00	Taludhelling kreukelberm (default 1:20 voor aansluiting op eerdere versies spreadsheet)
$\cotan\alpha$ [-]	4.00	Taludhelling onderbeloop dijk (default 1:3 voor aansluiting op eerdere versies spreadsheet)
$Z_{krb}$ [m NAP]	0.00	Niveau bovenzijde kreukelberm (teenniveau)
$Z_{vri}$ [m NAP]	-0.76	Huidig niveau voorland direct vóór kreukelberm
$\Delta Z_{vri}$ [m]	0.5	Afname voorland tijdens levensduur constructie (default 0.5 voor ontwerp en 0.0 voor toetsing)
$Z_{vvp}$ [m NAP]	0.00	Bodemniveau uitvoerpunt (uit randvoorwaardetabel of detailadvies)
S [-]	3	Schadegetal Van der Meer (als S = 3 (default) leidt tot een sortering zwaarder dan 40-200 kg mag S = 10 toegepast worden)
$\rho_s$ [kg/m <sup>3</sup> ]	2650	Dichtheid breuksteen (default 2650)
$Y_{Dn50}$ [-]	1.20	Veiligheidsfactor voor $D_{n50}$ (default 1.2 voor ontwerp en 1.1 voor toetsing)

### Samenvatting resultaten

Waterstand [m NAP]	2,00	0,00	0,44	0,88	1,31	1,74	2,19	2,63	3,08	3,50	In de <b>blauwe</b> cel kan een waterstand naar keuze ingevuld worden tussen bovenzijde kreukelberm en Ontwerppeil
$L_{op}$ [m]	7,8	8,1	8,6	8,9	9,1	9,6	8,0	8,6	8,7	8,7	Golflengte
Golven dieptebeperkt?	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	
$H_{s,teen}$ [m]	1,00	0,10	0,20	0,44	0,66	0,88	1,09	1,31	1,53	1,75	Significante golffoogte aan teen
$H_{2\%,teen}$ [m]	1,21	0,12	0,26	0,51	0,79	1,06	1,32	1,59	1,85	2,12	2%-golffoogte aan teen
$D_{n50,LWS}$ [m]	-	0,06	-	-	-	-	-	-	-	-	$D_{n50}$ bij lage waterstanden
$D_{n50,HWS,G}$ [m]	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	$D_{n50}$ bij hoge waterstanden (Gerding)
$D_{n50,HWS,M}$ [m]	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	$D_{n50}$ bij hoge waterstanden (Van der Meer)

### Benodigde steensortering en laagdikte kreukelberm

	Losse breuksteen		Patroonpenetratie				$D_{n50}$ (maatgevende waarde)
	LWS	HWS;M	Stroken		Stippen		
			LWS	HWS;M	LWS	HWS;M	
$D_{n50}$ [m]	0,06	0,00	0,03	0,00	0,05	0,00	$D_{n50}$ (ontwerpwaarde, incl. veiligheid)
$D_{n50,d}$ [m]	0,06	-	0,03	-	0,05	-	Benodigde steensortering
Sortering	10-60 kg	-	10-60 kg	-	10-60 kg	-	$D_{n50}$ van benodigde steensortering
$D_{n50,sortering}$ [m]	0,24	-	0,24	-	0,24	-	Benodigde laagdikte
$2D_{n50,sortering}$ [m]	0,48	-	0,48	-	0,48	-	

### Standaard steensorteringen NEN-EN 13383-1

Steen-sortering	$\rho_s$ (kg/m <sup>3</sup> ): 2650	
	M <sub>50</sub> (kg)	$D_{n50}$ (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 bodemigging:

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

## Dimensionering kreukelberm

Blauw is invoer, lichtblauw zijn tussenresultaten, rood zijn eindresultaten.

Gewijzigd t.o.v. vorige versie:

Taludhelling kreukelberm is toegevoegd als invoerparameter zodat ook kreukelbermen met een helling berekend kunnen worden. In het Rekenblad is een optie opgenomen om de berekening uit te voeren op basis van  $H_{2\%}$ , i.p.v.  $H_s$  (nauwkeuriger).

$D_{n50}$  bij patroonpenetratie wordt gecorrigeerd voor belasting bij hogere waterstanden.

Veiligheidsfactor wordt ook toegepast bij kreukelberm onder helling en bij patroonpenetratie.

Vormgeving gewijzigd en defaultwaardes toegevoegd ten behoeve van toetsing.

(Kleine) fout in berekening 'Waterdiepte vóór kreukelberm' verbeterd.

### Invoer

Dijkvak	Maria-, Anna Friso-, Jacobapolder en Sophia- Jacobahaven				
Randvoorwaardenvak	5				
Profiel	2b				
Waterstand* [m NAP]	0	2	3	4	
$H_s$ [m]	0.01	0.76	1.42	1.16	Significante golffoogte
$T_p$ [s]	0.01	7,79	8,18	5,45	Piekperiode

\* Als er slechts 3 waterstanden zijn, vul dan de gegevens bij de middelste waterstand twee keer in (in kolom D en E)

Gebied [-]	OS	Vul in: OS voor Oosterschelde, WS voor Westerschelde, NZ voor Noordzee
OP of TP [m NAP]	3.50	Ontwerppeil of Toetspeil
$\cotan\alpha_{to}$ [-]	20.00	Taludhelling kreukelberm (default 1:20 voor aansluiting op eerdere versies spreadsheet)
$\cotan\alpha$ [-]	4.00	Taludhelling onderbeloop dijk (default 1.3 voor aansluiting op eerdere versies spreadsheet)
$Z_{erb}$ [m NAP]	0.00	Niveau bovenzijde kreukelberm (teenniveau)
$Z_{vrt}$ [m NAP]	-0.76	Huidig niveau voorland direct vóór kreukelberm
$\Delta Z_{vrt}$ [m]	0.5	Afname voorland tijdens levensduur constructie (default 0,5 voor ontwerp en 0,0 voor toetsing)
$Z_{ovp}$ [m NAP]	0.85	Bodemniveau uitvoerpunt (uit randvoorwaardetabel of detailadvies)
S [-]	3	Schadegetal Van der Meer (als S = 3 (default) leidt tot een sortering zwaarder dan 40-200 kg mag S = 10 toegepast worden)
$\rho_s$ [kg/m <sup>3</sup> ]	2650	Dichtheid breuksteen (default 2650)
$Y_{Dn50}$ [-]	1.20	Veiligheidsfactor voor $D_{n50}$ (default 1,2 voor ontwerp en 1,1 voor toetsing)

### Samenvatting resultaten

Waterstand [m NAP]	2.00	0.00	0.44	0.88	1.31	1.75	2.19	2.63	3.07	3.50	In de blauwe cel kan een waterstand naar keuze ingevuld worden tussen bovenzijde kreukelberm en Ontwerppeil
$L_{op}$ [m]	9.4	0	0	1.8	4.1	7.3	9.7	10.1	10.0	7.2	Golflengte
Golven dieptebeperkt?	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Nee	
$H_{s,teen}$ [m]	0.54	0.10	0.10	0.10	0.23	0.45	0.67	0.88	1.11	1.26	Significante golffoogte aan teen
$H_{2\%,teen}$ [m]	0.14	0.12	0.14	0.14	0.32	0.62	0.86	1.10	1.35	1.57	2%-golffoogte aan teen
$D_{n50,LWS}$ [m]	-	0.00	-	-	-	-	-	-	-	-	$D_{n50}$ bij lage waterstanden
$D_{n50,HWS,G}$ [m]	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	$D_{n50}$ bij hoge waterstanden (Gerding)
$D_{n50,HWS,M}$ [m]	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	$D_{n50}$ bij hoge waterstanden (Van der Meer)

### Benodigde steensortering en laagdikte kreukelberm

	Losse breuksteen		Patroonpenetratie				
	LWS	HWS;M	Stroken		Stippen		
			LWS	HWS;M	LWS	HWS;M	
$D_{n50}$ [m]	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	$D_{n50}$ (maatgevende waarde)
$D_{n50,d}$ [m]	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	$D_{n50}$ (ontwerpwaarde, incl. veiligheid)
Sortering	10-60 kg		10-60 kg		10-60 kg		Benodigde steensortering
$D_{n50,sortering}$ [m]	0.24		0.24		0.24		$D_{n50}$ van benodigde steensortering
$2D_{n50,sortering}$ [m]	0.48		0.48		0.48		Benodigde laagdikte

### Standaard steensorteringen NEN-EN 13383-1

Steen-sortering	$\rho_s$ (kg/m <sup>3</sup> ): 2650	
	$M_{50}$ (kg)	$D_{n50}$ (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:

WAARSCHUWING: De halve golflengte is groter dan de afstand tussen het uitvoerpunt en de dijkteen. Corrigeer de bodemligging als de taludhelling zeewaarts van het uitvoerpunt sterk toeneemt.

## Dimensionering kreukelberm

Blaauw is invoer, **Ma** zijn tussenresultaten, **rood** zijn eindresultaten.

Gewijzigd t.o.v. vorige versie:

Taludhelling kreukelberm is toegevoegd als invoerparameter zodat ook kreukelbermen met een helling berekend kunnen worden. In het Rekenblad is een optie opgenomen om de berekening uit te voeren op basis van  $F_{2\%}$ , i.p.v.  $H_s$  (nauwkeuriger).

$D_{r50}$  bij patroonpenetratie wordt gecorrigeerd voor belasting bij hogere waterstanden.

Veiligheidsfactor wordt ook toegepast bij kreukelberm onder helling en bij patroonpenetratie.

Vormgeving gewijzigd en defaultwaarden toegevoegd ten behoeve van toetsing.

(Kleine) fout in berekening 'Waterdiepte vóór kreukelberm' verbeterd.

### Invoer

Dijkvak **Maria-, Anna Friso-, Jacobapolder en Sophia- Jacobahaven**  
 Randvoorwaardenvak 5  
 Profiel 2a

Waterstand* [m NAP]	0	2	3	4
$H_s$ [m]	0,99	1,75	2,01	1,58
$T_p$ [s]	7,01	7,16	7,16	5,69

\* Als er slechts 3 waterstanden zijn, vul dan de gegevens bij de middelste waterstand twee keer in (in kolom D en E).

Gebied [-]	OS	Vul in: OS voor Oosterschelde, WS voor Westerschelde, NZ voor Noordzee
OP of TP [m NAP]	3,50	Ontwerppeil of Toetspeil
$\cotan\alpha_{te}$ [-]	20,00	Taludhelling kreukelberm (default 1,20 voor aansluiting op eerdere versies spreadsheet)
$\cotan\alpha$ [-]	4,00	Taludhelling onderbeloop dijk (default 1,3 voor aansluiting op eerdere versies spreadsheet)
$Z_{te}$ [m NAP]	0,00	Niveau bovenzijde kreukelberm (teenniveau)
$Z_{vt}$ [m NAP]	-0,76	Huidig niveau voorland direct vóór kreukelberm
$\Delta Z_{vt}$ [m]	0,5	Afname voorland tijdens levensduur constructie (default 0,5 voor ontwerp en 0,0 voor toetsing)
$Z_{inv}$ [m NAP]	-2,02	Bodemniveau uitvoerpunt (uit randvoorwaardetabel of detailadvies)
S [-]	10	Schadegetal Van der Meer (als $S = 3$ (default) leidt tot een sortering zwaarder dan 40-200 kg mag $S = 10$ toegepast worden)
$\rho_s$ [kg/m <sup>3</sup> ]	2650	Dichtheid breuksteen (default 2650)
$Y_{r50}$ [-]	1,20	Veiligheidsfactor voor $D_{r50}$ (default 1,2 voor ontwerp en 1,1 voor toetsing)

### Samenvatting resultaten

Waterstand [m NAP]	2,00	0,00	0,44	0,88	1,31	1,75	2,19	2,63	3,06	3,50	In de <b>blauwe</b> cel kan een waterstand naar keuze ingevuld worden tussen bovenzijde kreukelberm en Ontwerppeil
$L_{op}$ [m]	80	77	74	70	69	68	68	68	68	64	Gofflengte
Golven dieptebeperkt?	Nee	Ja	Ja	Nee	Nee	Nee	Nee	Nee	Nee	Nee	Significante golffoogte aan teen
$H_{s,teen}$ [m]	1,75	0,92	1,14	1,32	1,49	1,66	1,80	1,91	1,98	1,80	2%-golffoogte aan teen
$H_{2\%,teen}$ [m]	2,12	1,12	1,38	1,60	1,80	2,00	2,18	2,32	2,41	2,30	$D_{r50}$ bij lage waterstanden
$D_{r50,LWS}$ [m]	-	0,28	0,27	0,26	0,24	-	-	-	-	-	$D_{r50}$ bij hoge waterstanden (Gerding)
$D_{r50,HWS,G}$ [m]	0,24	-	-	0,26	0,26	0,25	0,23	0,20	0,15	-	$D_{r50}$ bij hoge waterstanden (Van der Meer)
$D_{r50,HWS,M}$ [m]	0,24	-	-	0,26	0,25	0,24	0,23	0,23	0,22	0,19	

### Benodigde steensortering en laagdikte kreukelberm

	Losse breuksteen		Patroonpenetratie			$D_{r50}$ (maatgevende waarde)
	LWS	HWS:M	Stroken		Stippen	
			LWS	HWS:M		
$D_{r50}$ [m]	0,28	0,26	0,16	0,15	0,24	0,22
$D_{r50,d}$ [m]	0,11	-	0,18	-	0,27	-
Sortering	40-200 kg	-	10-60 kg	-	40-200 kg	-
$D_{r50,sortering}$ [m]	0,36	-	0,24	-	0,36	-
$2D_{r50,sortering}$ [m]	0,73	-	0,48	-	0,73	-

### Standaard steensorteringen NEN-EN 13383-1

Steen-sortering	$\rho_s$ (kg/m <sup>3</sup> ): 2650	
	$M_{50}$ (kg)	$D_{r50}$ (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	1,31
6-10 ton	8192	1,46

### Controle bodemligging:

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

## Dimensionering kreukelberm

Blauw is invoer, Rik zijn tussenresultaten, rood zijn eindresultaten.

### Gewijzigd t.o.v. vorige versie:

Taludhelling kreukelberm is toegevoegd als invoerparameter zodat ook kreukelbermen met een helling berekend kunnen worden  
 In het Rekenblad is een optie opgenomen om de berekening uit te voeren op basis van  $T_{2\%}$ , i.p.v.  $H_s$  (nauwkeuriger)  
 $D_{r50}$  bij patroonpenetratie wordt gecorrigeerd voor belasting bij hogere waterstanden  
 Veiligheidsfactor wordt ook toegepast bij kreukelberm onder helling en bij patroonpenetratie  
 Vormgeving gewijzigd en defaultwaardes toegevoegd ten behoeve van toetsing  
 (Kleine) fout in berekening 'Waterdiepte vóór kreukelberm' verbeterd

### Invoer

Dijkvak	Maria-, Anna Friso-, Jacobapolder en Sophia- Jacobahaven				
Randvoorwaardenvak	6				
Profiel	1f				
Waterstand* [m NAP]	0	2	3	4	
$H_s$ [m]	1.4	1.9	2.12	1.62	Significante golfhoogte
$T_p$ [s]	6.38	7.16	7.16	5.69	Piekperiode
* Als er slechts 3 waterstanden zijn, vul dan de gegevens bij de middelste waterstand twee keer in (in kolom D en E)					
Gebied [-]	OS	Vul in: OS voor Oosterschelde, WS voor Westerschelde, NZ voor Noordzee			
OP of TP [m NAP]	3.50	Ontwerppeil of Toetspeil			
$\cotan\alpha_{te}$ [-]	7.00	Taludhelling kreukelberm (default 1:20 voor aansluiting op eerdere versies spreadsheet)			
$\cotan\alpha$ [-]	3.00	Taludhelling onderbeloop dijk (default 1:3 voor aansluiting op eerdere versies spreadsheet)			
$Z_{te}$ [m NAP]	0.00	Niveau bovenzijde kreukelberm (teenniveau)			
$Z_{vl}$ [m NAP]	-0.87	Huidig niveau voorland direct vóór kreukelberm			
$\Delta Z_{vt}$ [m]	0.5	Afname voorland tijdens levensduur constructie (default 0,5 voor ontwerp en 0,0 voor toetsing)			
$Z_{vop}$ [m NAP]	-3.00	Bodemniveau uitvoerpunt (uit randvoorwaardetabel of detailadvies)			
S [-]	10	Schadegetal Van der Meer (als S = 3 (default) leidt tot een sortering zwaarder dan 40-200 kg mag S = 10 toegepast worden)			
$\rho_s$ [kg/m <sup>3</sup> ]	2650	Dichtheid breuksteen (default 2650)			
$V_{D_{r50}}$ [-]	1.20	Veiligheidsfactor voor $D_{r50}$ (default 1,2 voor ontwerp en 1,1 voor toetsing)			

### Samenvatting resultaten

Waterstand [m NAP]	2.00	0.00	0.44	0.88	1.31	1.75	2.18	2.63	3.06	3.50	In de blauwe cel kan een waterstand naar keuze ingevuld worden tussen bovenzijde kreukelberm en Ontwerppeil
$L_{0\%}$ [m]	80	84	87	91	94	98	80	80	78	84	Golflengte
Golven dieptebeperkt?	Nee	Ja	Ja	Nee	Nee	Nee	Nee	Nee	Nee	Nee	Significante golfhoogte aan teen
$H_{s,teen}$ [m]	1.96	1.20	1.45	1.62	1.77	1.84	1.94	2.04	2.09	1.87	2%-golfhoogte aan teen
$H_{2\%,teen}$ [m]	2.15	1.44	1.75	1.96	2.09	2.21	2.36	2.42	2.64	2.58	$D_{r50}$ bij lage waterstanden
$D_{r50,LWS}$ [m]	0.31	0.35	0.36	0.35	0.34	0.32	-	-	-	-	$D_{r50}$ bij hoge waterstanden (Gering)
$D_{r50,HWS,G}$ [m]	0.32	-	-	-	0.38	0.34	0.31	0.27	0.21	0.21	$D_{r50}$ bij hoge waterstanden (Van der Meer)
$D_{r50,HWS,M}$ [m]	0.30	-	-	-	0.33	0.31	0.29	0.28	0.27	0.23	

### Benodigde steensortering en laagdikte kreukelberm

	Losse breuksteen		Patroonpenetratie				$D_{r50}$ (maatgevende waarde)
	LWS	HWS,M	Stroken		Stippen		
			LWS	HWS,M	LWS	HWS,M	
$D_{r50}$ [m]	0.34	0.31	0.21	0.19	0.31	0.28	$D_{r50}$ (ontwerpwaarde, incl. veiligheid)
$D_{r50,d}$ [m]	0.40	-	0.23	-	0.34	-	Benodigde steensortering
Sortering	80-300 kg	-	10-60 kg	-	40-200 kg	-	$D_{r50}$ van benodigde steensortering
$D_{r50}$ sortering [m]	0.42	-	0.24	-	0.36	-	Benodigde laagdikte
$2D_{r50}$ sortering [m]	0.84	-	0.48	-	0.73	-	

### Standaard steensorteringen NEN-EN 13363-1

Steen-sortering	$\rho_s$ (kg/m <sup>3</sup> ): 2650	
	$M_{50}$ (kg)	$D_{r50}$ (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 uitkomende klein ten opzichte van de afstand tussen het uitvoerpunt en de dijk



## Dimensionering kreukelberm

Blauw is invoer, **blauw** zijn tussenresultaten, **rood** zijn eindresultaten.

### Gewijzigd t.o.v. vorige versie:

Taludhelling kreukelberm is toegevoegd als invoerparameter zodat ook kreukelbermen met een helling berekend kunnen worden  
 In het Rekenblad is een optie opgenomen om de berekening uit te voeren op basis van  $F_{2\%}$ , i.p.v.  $H_s$  (nauwkeuriger)  
 $D_{n50}$  bij patroonpenetratie wordt gecorrigeerd voor belasting bij hogere waterstanden  
 Veiligheidsfactor wordt ook toegepast bij kreukelberm onder helling en bij patroonpenetratie  
 Vormgeving gewijzigd en defaultwaardes toegevoegd ten behoeve van toetsing  
 (Kleine) fout in berekening 'Waterdiepte vóór kreukelberm' verbeterd

### Invoer

Dijkvak	Maria-, Anna Friso-, Jacobapolder en Sophia- Jacobahaven				
Randvoorwaardenvak	6				
Profiel	1e				
Waterstand* [m NAP]	0	2	3	4	
$H_s$ [m]	1.038171	1.361249	1.467413	1.097725	Significante golfhoogte
$T_p$ [s]	6,38	7,16	7,16	6,38	Piekperiode
* Als er slechts 3 waterstanden zijn, vul dan de gegevens bij de middelste waterstand twee keer in (in kolom D en E)					
Gebied [-]	OS	Vul in: OS voor Oosterschelde, WS voor Westerschelde, NZ voor Noordzee			
OP of TP [m NAP]	3,50	Ontwerppeil of Toetspeil			
$\cotan\alpha_{tp}$ [-]	7,00	Taludhelling kreukelberm (default 1,20 voor aansluiting op eerdere versies spreadsheet)			
$\cotan\alpha$ [-]	3,00	Taludhelling onderbeloop dijk (default 1,3 voor aansluiting op eerdere versies spreadsheet)			
$Z_{erb}$ [m NAP]	0,00	Niveau bovenzijde kreukelberm (teenniveau)			
$Z_{ert}$ [m NAP]	-0,87	Huidig niveau voorland direct vóór kreukelberm			
$\Delta Z_{ert}$ [m]	0,5	Afname voorland tijdens levensduur constructie (default 0,5 voor ontwerp en 0,0 voor toetsing)			
$Z_{ovp}$ [m NAP]	-3,00	Bodemniveau uitvoerpunt (uit randvoorwaardetabel of detailadvies)			
S [-]	10	Schadegetal Van der Meer (als S = 3 (default) leidt tot een sortering zwaarder dan 40-200 kg mag S = 10 toegepast worden)			
$\rho_s$ [kg/m <sup>3</sup> ]	2650	Dichtheid breuksteen (default 2650)			
$\gamma_{Dn50}$ [-]	1,20	Veiligheidsfactor voor $D_{n50}$ (default 1,2 voor ontwerp en 1,1 voor toetsing)			

### Samenvatting resultaten

Waterstand [m NAP]	2,00	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
$L_{0e}$ [m]	8,0	4,4	6,7	11	14	18	20	20	19	12	Golflengte
Golven dieptebeperkt?	Nee	Nee	Nee	Nee	Nee	Nee	Nee	Nee	Nee	Nee	Significante golfhoogte aan teen
$H_{2\%,teen}$ [m]	1,38	1,04	1,11	1,18	1,25	1,32	1,38	1,43	1,44	1,28	2%-golfhoogte aan teen
$D_{n50,LWS}$ [m]	-	0,31	0,29	0,26	0,24	-	-	-	-	-	$D_{n50}$ bij lage waterstanden
$D_{n50,HWS,G}$ [m]	0,14	-	-	-	0,21	0,16	0,11	-	-	-	$D_{n50}$ bij hoge waterstanden (Gerding)
$D_{n50,HWS,W}$ [m]	0,21	-	-	-	0,24	0,22	0,21	0,20	0,19	0,16	$D_{n50}$ bij hoge waterstanden (Van der Meer)

### Benodigde steensortering en laagdikte kreukelberm

	Losse breuksteen		Patroonpenetratie				$D_{n50}$ (maatgevende waarde)
	LWS	HWS,M	Stroken		Stippen		
			LWS	HWS,M	LWS	HWS,M	
$D_{n50}$ [m]	0,31	0,24	0,18	0,14	0,27	0,20	$D_{n50}$ (ontwerpwaarde, incl. veiligheid)
$D_{n50,d}$ [m]		0,15		0,20		0,29	Benodigde steensortering
Sortering		40-200 kg		10-60 kg		40-200 kg	$D_{n50}$ van benodigde steensortering
$D_{n50,sortering}$ [m]		0,16		0,24		0,36	Benodigde laagdikte
$2D_{n50,sortering}$ [m]		0,73		0,48		0,73	

### Standaard steensorteringen NEN-EN 13383-1

Steen-sor-ting	$\rho_s$ (kg/m <sup>3</sup> ): 2650	
	$M_{50}$ (kg)	$D_{50}$ (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	1,48

### Controle bodemligging:

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

## Dimensionering kreukelberm

Blauw is invoer, **blauw** zijn tussenresultaten, **rood** zijn eindresultaten.

### Gewijzigd t.o.v. vorige versie:

Taludhelling kreukelberm is toegevoegd als invoerparameter zodat ook kreukelbermen met een helling berekend kunnen worden  
 In het Rekenblad is een optie opgenomen om de berekening uit te voeren op basis van  $F_{2\%}$  i.p.v.  $H_s$  (nauwkeuriger)  
 $D_{r50}$  bij patroonpenetratie wordt gecorrigeerd voor belasting bij hogere waterstanden  
 Veiligheidsfactor wordt ook toegepast bij kreukelberm onder helling en bij patroonpenetratie  
 Vormgeving gewijzigd en defaultwaardes toegevoegd ten behoeve van toetsing  
 (Kleine) fout in berekening 'Waterdiepte vóór kreukelberm' verbeterd

### Invoer

<b>Dijkvak</b>	Maria-, Anna Friso-, Jacobapolder en Sophia- Jacobahaven									
<b>Randvoorwaardenvak</b>	6									
<b>Profiel</b>	1d									
<b>Waterstand*</b> [m NAP]	0	2	3	4						
$H_s$ [m]	0.91236	1.058489	1.236487	0.69	Significante golfhoogte					
$T_p$ [s]	6.38	7.16	7.16	6.38	Piekperiode					
* Als er slechts 3 waterstanden zijn, vul dan de gegevens bij de middelste waterstand twee keer in (in kolom D en E)										
<b>Gebied</b> [-]	OS	Vul in: OS voor Oosterschelde, WS voor Westerschelde, NZ voor Noordzee								
<b>OP of TP</b> [m NAP]	3.50	Ontwerppeil of Toetspeil								
<b>cotang<sub>talud</sub></b> [-]	7.00	Taludhelling kreukelberm (default 1:20 voor aansluiting op eerdere versies spreadsheet)								
<b>cotang</b> [-]	3.00	Taludhelling onderbeloop dijk (default 1:3 voor aansluiting op eerdere versies spreadsheet)								
<b>Z<sub>teb</sub></b> [m NAP]	0.00	Niveau bovenzijde kreukelberm (teenniveau)								
<b>Z<sub>vt</sub></b> [m NAP]	-0.87	Huidig niveau voorland direct vóór kreukelberm								
<b><math>\Delta Z_{vt}</math></b> [m]	0.5	Afhame voorland tijdens levensduur constructie (default 0,5 voor ontwerp en 0,0 voor toetsing)								
<b>Z<sub>ovp</sub></b> [m NAP]	-3.00	Bodemniveau uitvoerpunt (uit randvoorwaardetabel of detailadvies)								
<b>S</b> [-]	10	Schadegetal Van der Meer (als S = 3 (default) leidt tot een sortering zwaarder dan 40-200 kg mag S = 10 toegepast worden)								
<b><math>\rho_s</math></b> [kg/m <sup>3</sup> ]	2650	Dichtheid breuksteen (default 2650)								
<b><math>V_{ov50}</math></b> [-]	1.20	Veiligheidsfactor voor $D_{r50}$ (default 1,2 voor ontwerp en 1,1 voor toetsing)								

### Samenvatting resultaten

<b>Waterstand</b> [m NAP]	2.00	0.00	0.44	0.88	1.31	1.75	2.19	2.61	3.06	3.50	In de <b>blauwe</b> cel kan een waterstand naar keuze ingevuld worden tussen bovenzijde kreukelberm en Ontwerppeil
<b>L<sub>op</sub></b> [m]	80	64	47	31	14	78	80	80	76	72	Golflengte
<b>Golven dieptebeperkt?</b>	Nee	Nee	Nee	Nee	Nee	Nee	Nee	Nee	Nee	Nee	Significante golfhoogte aan teen
<b>H<sub>s,teen</sub></b> [m]	1.06	0.91	0.94	0.98	1.01	1.04	1.08	1.12	1.20	0.96	2%-golfhoogte aan teen
<b>H<sub>2%,teen</sub></b> [m]	1.48	1.10	1.15	1.27	1.39	1.49	1.57	1.64	1.68	1.35	$D_{r50}$ bij lage waterstanden
<b><math>D_{r50,LWS}</math></b> [m]	-	0.28	0.25	0.21	-	-	-	-	-	-	$D_{r50}$ bij hoge waterstanden (Gerding)
<b><math>D_{r50,HWS,G}</math></b> [m]	-	-	-	-	0.17	-	-	-	-	-	$D_{r50}$ bij hoge waterstanden (Van der Meer)
<b><math>D_{r50,HWS,M}</math></b> [m]	0.17	-	-	-	0.19	0.17	0.16	0.16	0.16	-	

### Benodigde steensortering en laagdikte kreukelberm

		Losse breuksteen		Patroonpenetratie				
		LWS	HWS,M	Stroken		Stippen		
				LWS	HWS,M	LWS	HWS,M	
$D_{r50}$	[m]	0.28	0.18	0.17	0.17	0.24	0.17	$D_{r50}$ (maatgevende waarde)
$D_{r50,a}$	[m]	0.31	-	0.18	-	0.27	-	$D_{r50}$ (ontwerpwaarde, incl. veiligheid)
<b>Sortering</b>		40-200 kg		10-60 kg		40-200 kg		Benodigde steensortering
$D_{r50,sortering}$	[m]	0.36	-	0.24	-	0.36	-	$D_{r50}$ van benodigde steensortering
$2D_{r50,sortering}$	[m]	0.73	-	0.48	-	0.73	-	Benodigde laagdikte

### Standaard steensorteringen NEN-EN 13383-1

Steen-sortering	$\rho_s$ (kg/m <sup>3</sup> ): 2650	
	$M_{50}$ (kg)	$D_{r50}$ (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  $\lambda$  vóór de teen op  $Z_{teb}$  (te) van de afstand tussen het uitvoerpunt en de dijk



## Dimensionering kreukelberm

Blaauw is invoer, lichtblauw zijn tussenresultaten, rood zijn eindresultaten.

### Gewijzigd t.o.v. vorige versie:

Taludhelling kreukelberm is toegevoegd als invoerparameter zodat ook kreukelbermen met een helling berekend kunnen worden  
 In het Rekenblad is een optie opgenomen om de berekening uit te voeren op basis van  $t_{2\%}$  i.p.v.  $H_u$  (nauwkeuriger)  
 $D_{r50}$  bij patroonpenetratie wordt gecorrigeerd voor belasting bij hogere waterstanden  
 Veiligheidsfactor wordt ook toegepast bij kreukelberm onder helling en bij patroonpenetratie  
 Vormgeving gewijzigd en defaultwaardes toegevoegd ten behoeve van toetsing  
 (Kleine) fout in berekening 'Waterdiepte vóór kreukelberm' verbeterd

### Invoer

<b>Dijkvak</b>	Maria-, Anna Friso-, Jacobapolder en Sophia- Jacobahaven			
<b>Randvoorwaardenvak</b>	6			
<b>Profiel</b>	1c			
Waterstand* [m NAP]	0	2	3	4
$H_u$ [m]	0,74	1,06	1,33	1,15
$T_p$ [s]	5,69	7,16	7,16	5,69
				Piekperiode
* Als er slechts 3 waterstanden zijn, vul dan de gegevens bij de middelste waterstand twee keer in (in kolom D en E)				
Gebied [-]	OS	Vul in: OS voor Oosterschelde, WS voor Westerschelde, NZ voor Noordzee		
OP of TP [m NAP]	3,50	Ontwerppeil of Toetspeil		
$\cotan\alpha_{vb}$ [-]	4,00	Taludhelling kreukelberm (default 1.20 voor aansluiting op eerdere versies spreadsheet)		
$\cotan\alpha$ [-]	3,00	Taludhelling onderbeloop dijk (default 1.3 voor aansluiting op eerdere versies spreadsheet)		
$Z_{vb}$ [m NAP]	0,00	Niveau bovenzijde kreukelberm (teenniveau)		
$Z_{v1}$ [m NAP]	-0,87	Huidig niveau voorland direct vóór kreukelberm		
$\Delta Z_{vt}$ [m]	0,5	Afhame voorland tijdens levensduur constructie (default 0,5 voor ontwerp en 0,0 voor toetsing)		
$Z_{vp}$ [m NAP]	-3,00	Bodemniveau uitvoerpunt (uit randvoorwaardetabel of detailadvies)		
S [-]	10	Schadegetal Van der Meer (als S = 3 (default) leidt tot een sortering zwaarder dan 40-200 kg mag S = 10 toegepast worden)		
$\rho_s$ [kg/m <sup>3</sup> ]	2650	Dichtheid breuksteen (default 2650)		
$V_{cr50}$ [-]	1,20	Veiligheidsfactor voor $D_{r50}$ (default 1,2 voor ontwerp en 1,1 voor toetsing)		

### Samenvatting resultaten

Waterstand [m NAP]	2,00	0,00	0,44	0,88	1,33	1,78	2,23	2,67	3,06	3,50	In de blauwe cel kan een waterstand naar keuze ingevuld worden tussen bovenzijde kreukelberm en Ontwerppeil
$L_{50}$ [m]	80	53	56	63	66	76	80	80	78	64	Golfengte
Golven dieptebeperk?	Nee	Nee	Nee	Nee	Nee	Nee	Nee	Nee	Nee	Nee	Significante golfhoogte aan teen
$H_{1\%}$ teen [m]	1,06	0,74	0,81	0,88	0,95	1,02	1,11	1,21	1,32	1,44	2%-golfhoogte aan teen
$H_{2\%}$ teen [m]	1,48	0,90	1,04	1,19	1,33	1,47	1,64	1,72	1,84	1,95	D <sub>r50</sub> bij lage waterstanden
$D_{r50}$ LWS [m]	-	0,26	0,23	0,20	-	-	-	-	-	-	D <sub>r50</sub> bij hoge waterstanden (Gerding)
$D_{r50}$ HWS,G [m]	-	-	-	-	0,13	-	-	-	-	-	D <sub>r50</sub> bij hoge waterstanden (Van der Meer)
$D_{r50}$ HWS,M [m]	0,18	-	-	-	0,21	0,20	0,20	0,20	0,20	0,18	

### Benodigde steensortering en laagdikte kreukelberm

	Losse breuksteen		Patroonpenetratie				$D_{r50}$ (maatgevende waarde)
	LWS	HWS,M	Stroken		Stippen		
			LWS	HWS,M	LWS	HWS,M	
$D_{r50}$ [m]	0,26	0,21	0,18	0,13	0,24	0,18	$D_{r50}$ (ontwerpwaarde, incl. veiligheid)
$D_{r50,d}$ [m]		0,31		0,19		0,28	Benodigde steensortering
Sortering		40-200 kg		10-60 kg		40-200 kg	$D_{r50}$ van benodigde steensortering
$D_{r50}$ sortering [m]		0,36		0,24		0,36	Benodigde laagdikte
$2D_{r50}$ sortering [m]		0,73		0,48		0,73	

### Standaard steensorteringen NEN-EN 13383-1

Steensortering	$\rho_s$ (kg/m <sup>3</sup> ): 2650	
	$M_{50}$ (kg)	$D_{r50}$ (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	1,48

### Controle bodemligging:

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

## Dimensionering kreukelberm

Blauw is invoer, **roze** zijn tussenresultaten, **rood** zijn eindresultaten.

### Gewijzigd t.o.v. vorige versie:

Taludhelling kreukelberm is toegevoegd als invoerparameter zodat ook kreukelbermen met een helling berekend kunnen worden  
 In het Rekenblad is een optie opgenomen om de berekening uit te voeren op basis van  $F_{2\%}$ , i.p.v.  $H_s$  (nauwkeuriger)  
 $D_{r50}$  bij patroonpenetratie wordt gecorrigeerd voor belasting bij hogere waterstanden  
 Veiligheidsfactor wordt ook toegepast bij kreukelberm onder helling en bij patroonpenetratie  
 Vormgeving gewijzigd en defaultwaarden toegevoegd ten behoeve van toetsing  
 (Kleine) fout in berekening 'Waterdiepte vóór kreukelberm' verbeterd

### Invoer

Dijkvak **Maria-, Anna Friso-, Jacobapolder en Sophia- Jacobahaven**  
 Randvoorwaardenvak **5**  
 Profiel **1b**

Waterstand* [m NAP]	0	2	3	4	
$H_s$ [m]	0.74	0.9	1.07	1.36	Significante golfhoogte
$T_p$ [s]	5.69	5.69	5.69	6.38	Piekperiode

\* Als er slechts 3 waterstanden zijn, vul dan de gegevens bij de middelste waterstand twee keer in (in kolom D en E)

Gebied [-]	OS	Vul in: OS voor Oosterschelde, WS voor Westerschelde, NZ voor Noordzee
OP of TP [m NAP]	3.50	Ontwerppeil of Toetspeil
$\cotan\alpha_{krb}$ [-]	4.00	Taludhelling kreukelberm (default 1:20 voor aansluiting op eerdere versies spreadsheet)
$\cotan\alpha$ [-]	3.00	Taludhelling onderbeloop dijk (default 1:3 voor aansluiting op eerdere versies spreadsheet)
$Z_{krb}$ [m NAP]	0.00	Niveau bovenzijde kreukelberm (teenniveau)
$Z_{gr}$ [m NAP]	-0.87	Huidig niveau voorland direct vóór kreukelberm
$\Delta Z_{vt}$ [m]	0.5	Afhame voorland tijdens levensduur constructie (default 0,5 voor ontwerp en 0,0 voor toetsing)
$Z_{oep}$ [m NAP]	-3.00	Bodemniveau uitvoerpunt (uit randvoorwaardetabel of detailadvies)
S [-]	10	Schadegetal Van der Meer (als $S = 3$ (default) leidt tot een sortering zwaarder dan 40-200 kg mag $S = 10$ toegepast worden)
$\rho_s$ [kg/m <sup>3</sup> ]	2650	Dichtheid breuksteen (default 2650)
$V_{D_{r50}}$ [-]	1.20	Veiligheidsfactor voor $D_{r50}$ (default 1,2 voor ontwerp en 1,1 voor toetsing)

### Samenvatting resultaten

Waterstand [m NAP]	2.00	0.70	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
$L_{op}$ [m]	5.1	5.1	5.1	5.1	5.1	5.1	5.1	5.1	5.1	5.1	Golflengte
Golven dieptebeperkt?	Nee	Nee	Nee	Nee	Nee	Nee	Nee	Nee	Nee	Nee	Significante golfhoogte aan teen
$H_{s,teen}$ [m]	0.90	0.74	0.78	0.81	0.85	0.88	0.91	1.01	1.09	1.22	2%-golfhoogte aan teen
$H_{2\%,teen}$ [m]	1.20	0.90	1.02	1.14	1.18	1.21	1.30	1.41	1.52	1.70	$D_{r50}$ bij lage waterstanden
$D_{r50,LWS}$ [m]	-	0.26	0.22	0.17	-	-	-	-	-	-	$D_{r50}$ bij hoge waterstanden (Gerding)
$D_{r50,HWS,G}$ [m]	-	-	-	-	0.09	-	-	-	-	-	$D_{r50}$ bij hoge waterstanden (Van der Meer)
$D_{r50,HWS,M}$ [m]	0.17	-	-	-	0.19	0.17	0.16	0.16	0.16	0.17	

### Benodigde steensortering en laagdikte kreukelberm

	Losse breuksteen		Patroonpenetratie				$D_{r50}$ (maatgevende waarde)
	LWS	HWS,M	Stroken		Stippen		
			LWS	HWS,M	LWS	HWS,M	
$D_{r50}$ [m]	0.25	0.19	0.18	0.12	0.24	0.17	$D_{r50}$ (ontwerpwaarde, incl. veiligheid)
$D_{r50,d}$ [m]		0.31		0.19		0.28	Benodigde steensortering
Sortering		40-200 kg		10-60 kg		40-200 kg	$D_{r50}$ van benodigde steensortering
$D_{r50,sortering}$ [m]		0.36		0.24		0.36	Benodigde laagdikte
$2D_{r50,sortering}$ [m]		0.73		0.48		0.73	

### Standaard steensorteringen NEN-EN 13383-1

Steen-sor-ting	$\rho_s$ (kg/m <sup>3</sup> ): 2650	
	$M_{50}$ (kg)	$D_{r50}$ (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	1.48

### Controle bodemligging

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

## Dimensionering kreukelberm

Blauw is invoer, **bl** zijn tussenresultaten, **rood** zijn eindresultaten.

### Gewijzigd t.o.v. vorige versie:

Taludhelling kreukelberm is toegevoegd als invoerparameter zodat ook kreukelbermen met een helling berekend kunnen worden  
In het Rekenblad is een optie opgenomen om de berekening uit te voeren op basis van  $F_{2\%}$  i.p.v.  $H_s$  (hauwkeuringer)

$D_{r50}$  bij patroonpenetratie wordt gecorrigeerd voor belasting bij hogere waterstanden

Veiligheidsfactor wordt ook toegepast bij kreukelberm onder helling en bij patroonpenetratie

Vormgeving gewijzigd en defaultwaardes toegevoegd ten behoeve van toetsing

(Kleine) fout in berekening 'Waterdiepte vóór kreukelberm' verbeterd

### Invoer

**Dijkvak** Maria-, Anna Friso-, Jacobapolder en Sophia- Jacobahaven  
**Randvoorwaardenvak** 6  
**Profiel** 1a

Waterstand\* [m NAP] 0 2 3 4  
 $H_s$  [m] 1.067052 1.274245 1.343503 1.483543 Significante golfhoogte  
 $T_p$  [s] 6.38 7.16 7.16 5.69 Piekperiode

\* Als er slechts 3 waterstanden zijn, vul dan de gegevens bij de middelste waterstand twee keer in (in kolom D en E)

Gebied [-] OS Vul in: OS voor Oosterschelde, WS voor Westerschelde, NZ voor Noordzee  
OP of TP [m NAP] 3.50 Ontwerppeil of Toetspeil  
 $\cot\alpha_{krb}$  [-] 7.00 Taludhelling kreukelberm (default 1:20 voor aansluiting op eerdere versies spreadsheet)  
 $\cot\alpha$  [-] 3.00 Taludhelling onderbeloop dijk (default 1:3 voor aansluiting op eerdere versies spreadsheet)  
 $Z_{krb}$  [m NAP] 0.00 Niveau bovenzijde kreukelberm (teenniveau)  
 $Z_{vnt}$  [m NAP] -0.87 Huidig niveau voorland direct vóór kreukelberm  
 $\Delta Z_{vnt}$  [m] 0.5 Afname voorland tijdens levensduur constructie (default 0,5 voor ontwerp en 0,0 voor toetsing)  
 $Z_{ovp}$  [m NAP] -3.75 Bodemniveau uitvoerpunt (uit randvoorwaardetabel of detailadvies)  
S [-] 10 Schadegetal Van der Meer (als  $S = 3$  (default) leidt tot een sortering zwaarder dan 40-200 kg mag  $S = 10$  toegepast worden)  
 $\rho_s$  [kg/m<sup>3</sup>] 2650 Dichtheid breuksteen (default 2650)  
 $V_{D_{r50}}$  [-] 1.20 Veiligheidsfactor voor  $D_{r50}$  (default 1,2 voor ontwerp en 1,1 voor toetsing)

### Samenvatting resultaten

Waterstand [m NAP]	2.00	0.00	1.48	3.88	9.11	1.78	2.19	2.61	1.09	1.41
$L_{de}$ [m]	4.0	4.8	6.7	7.1	14	7.8	4.0	4.0	7.8	4.8
Golven dieptebeperkt?	Nee	Nee	Nee	Nee	Nee	Nee	Nee	Nee	Nee	Nee
$H_{s,teen}$ [m]	1.27	1.07	1.13	1.16	1.20	1.25	1.28	1.32	1.38	1.41
$H_{2\%,teen}$ [m]	1.76	1.29	1.76	1.46	1.67	1.75	1.80	1.84	1.89	1.97
$D_{r50,LWS}$ [m]	-	0.32	0.29	0.26	0.22	-	-	-	-	-
$D_{r50,HWS,G}$ [m]	0.11	-	-	-	0.20	0.14	-	-	-	-
$D_{r50,HWS,M}$ [m]	0.20	-	-	-	0.23	0.21	0.19	0.18	0.17	0.17

In de **blauwe** cel kan een waterstand naar keuze ingevuld worden tussen bovenzijde kreukelberm en Ontwerppeil  
Golfengte  
Significante golfhoogte aan teen  
2%-golfhoogte aan teen  
 $D_{r50}$  bij lage waterstanden  
 $D_{r50}$  bij hoge waterstanden (Gerding)  
 $D_{r50}$  bij hoge waterstanden (Van der Meer)

### Benodigde steensortering en laagdikte kreukelberm

	Losse breuksteen		Patroonpenetratie				$D_{r50}$ (maatgevende waarde)
	LWS	HWS,M	Stroken		Stippen		
			LWS	HWS,M	LWS	HWS,M	
$D_{r50}$ [m]	0.32	0.23	0.18	0.17	0.27	0.20	$D_{r50}$ (ontwerpwaarde, incl. veiligheid)
$D_{r50,a}$ [m]	0.35	-	0.20	-	0.30	-	Benodigde steensortering
Sortering	40-200 kg	-	10-60 kg	-	40-200 kg	-	$D_{r50}$ van benodigde steensortering
$D_{r50}$ sortering [m]	0.36	-	0.24	-	0.36	-	Benodigde laagdikte
$2D_{r50}$ sortering [m]	0.73	-	0.48	-	0.73	-	

### Standaard steensorteringen NEN-EN 13383-1

Steen-sortering	$\rho_s$ (kg/m <sup>3</sup> )	
	$M_{50}$ (kg)	$D_{r50}$ (m)
10-60 kg	37	0.24
40-200 kg	127	0.36
60-300 kg	193	0.42
300-1.000	715	0.64
1-3 ton	2088	0.92
3-6 ton	4743	1.21
6-10 ton	8192	1.46

### Controle bodemligging:

De golfengte is vultoonde klein ten opzichte van de afstand tussen het uitvoerpunt en de dijk

---

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 <sub>s</sub> ontwerppeil	T <sub>p</sub> ontwerppeil	ontwerppeil	bermhoogte	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	Sophia- Jacobahaven	1915	1,89	6,4	3,5	4	10	3,25	3,18	1,00	
Profiel nieuw			1,89	6,4	3,5	4	10	3,25	3,18		
Profiel oud	Sophia- Jacobahaven	1923	2,17	6,97	3,5	2,91	2,7	3,24	3,26	0,97	
Profiel nieuw			2,17	6,97	3,5	3,5	3,1	3,2	3,26		
Profiel oud	Sophia- Jacobahaven	1929	2,23	7,6	3,5	4,4	4,25	3,7	2,85	0,97	
Profiel nieuw			2,23	7,6	3,5	4,4	4,25	3,9	2,85		
Profiel oud	Sophia- Jacobahaven	1937	1,42	6,68	3,5	4,73	4,25	3,65	4,64	0,97	
Profiel nieuw			1,42	6,68	3,5	4,9	4,25	4	4,64		
Profiel oud	Sophia- Jacobahaven	1943	1,22	6,04	3,5	4	10	3	4,13	1,00	
Profiel nieuw			1,22	6,04	3,5	4	10	3	4,13		