



Ontwerpnota Zuidhoek Havenkanaal Oost, Galgepolder tot Haven De Val [10]

Gepland jaar van uitvoering: 2015

PZDT-R-13195 ontw

Projectbureau Zeeweringen		Status: Definitief		
Dijkverbetering: Zuidhoek Havenkanaal Oost, Galgepolder tot Haven de Val		Versie: 1		
Ontwerpnota		Datum: 28-05-2013		
controle	Auteur	Intern	Toetsgroep	Projectbureau Zeeweringen
Naam:	J.W.T. Beijer	G.J. Wijkhuizen	Y. Provoost	B. Kortsmid
Paraaf:				
Datum:	28-05-2013	28-05-2013		
Documentnummer: PZDT-R-13195 ontw				



018338 2013 PZDT-R-13195

48, Ontwerpnota Zuidhoek Havenkanaal Oost, Galgep

Inhoudsopgave

	Samenvatting	
1	Inleiding	1
1.1	Achtergrond	1
1.2	Doel ontwerpnota	1
1.3	Ontwerpveiligheid	1
1.4	Ontwerpproces	2
1.5	Leeswijzer	2
2	Bestaande situatie	3
2.1	Projectgebied	3
2.2	Bestaande bekledingen	4
3	Randvoorwaarden	6
3.1	Veiligheidsniveau	6
3.2	Hydraulische randvoorwaarden	6
3.3	Ecologische randvoorwaarden	9
3.4	Landschapsvisie	11
3.5	Archeologie en cultuurhistorie	12
3.6	Recreatie	13
3.7	Kruinhoogte	14
3.8	Buitenberm en stabiliteit / toetsoordeel / piping	14
3.9	Steenbekleding aangrenzende dijkvakken	14
3.10	Overige randvoorwaarden en uitgangspunten	14
4	Toetsing	16
4.1	Algemeen	16
4.2	Toetsing toplaag	16
4.3	Kruinhoogtetekort	16
4.4	Conclusies	17
5	Keuze bekleding	18
5.1	Inleiding	18
5.2	Beschikbaarheid	18
5.3	Mogelijk toepasbare materialen	18
5.4	Voorselectie	20
5.5	Technische toepasbaarheid	21
5.6	Deelgebieden	23
5.7	Keuze voor bekleding	25
5.8	Onderhoudsstrook	29
5.9	Bekleding tussen ontwerppeil en berm	29
5.10	Golfoploop	29
6	Dimensionering	30
6.1	Kreukelberm en teenconstructie	30
6.2	Zetsteenbekleding	31
6.3	Ingegoten breuksteen	34
6.4	Overgangsconstructies	35
6.5	Overgang tussen boventafel van zuilen en berm	35

6.6	Berm	35
6.7	Kruinhoogte	36
6.8	Versterken Oostelijke havendam	36
6.9	Verborgten glooiing	37
6.10	Naastliggende dijkvakken	37
7	Aandachtspunten voor contract en uitvoering	38
7.1	Bekledingstypen	38
7.2	Natuur	39
7.3	Archeologie en cultuurhistorie	41
7.4	Transportroutes en depotlocaties	41
7.5	Overig	42
Literatuur		44
Bijlage 1	Figuren	
Bijlage 2	Detailadviezen	
Bijlage 3	Berekeningen	

Lijst met tabellen

Tabel 0.1	Beschrijving alternatieven voor nieuwe bekleding	
Tabel 0.2	Voorkeursbekleding per deelgebied	
Tabel 0.3	Nieuwe kreukelberm	
Tabel 3.1	Randvoorwaardenvakken.....	7
Tabel 3.2	Karakteristieke waterstanden	7
Tabel 3.3	Maatgevende golfrandvoorwaarden betonzuilen	8
Tabel 3.4	Maatgevende golfrandvoorwaarden gekantelde blokken.....	8
Tabel 3.5	Golfrandvoorwaarden bij ontwerppeil 2010-2060 (betonzuilen)	8
Tabel 3.6	Samenvatting ecologisch detailadvies getijdenzone.....	10
Tabel 3.7	Samenvatting ecologisch detailadvies boven GHW	10
Tabel 5.1	Vrijkomende hoeveelheden betonblokken en basaltzuilen (exclusief verliezen).....	18
Tabel 5.2	Mogelijke bekledingstypes onder GHW, rekening houdend met het Detailadvies en de beschikbaarheid.....	20
Tabel 5.3	Mogelijke bekledingstypes boven GHW, rekening houdend met het Detailadvies en de beschikbaarheid.....	20
Tabel 5.4	Nieuwe taludhelling, teenniveau en teenverschuiving	21
Tabel 5.5	Bekledingsalternatieven (zie tabel 0.1)	25
Tabel 5.6	Variant 1	26
Tabel 5.7	Variant 2	26
Tabel 5.8	Samenvatting keuzemodel	29
Tabel 5.9	Effect op golfoploop.....	29
Tabel 6.1	Nieuwe kreukelberm.....	30
Tabel 6.2	Eisen geotextiel weefsel.....	31
Tabel 6.3	Benodigde dikte en dichtheid betonzuilen	32
Tabel 6.4	Gekozen dikte en dichtheid betonzuilen.....	32
Tabel 6.5	Gekozen typen gekantelde betonblokken.....	33

Tabel 6.6	Eisen vlies	33
Tabel 6.7	Benodigde diktes waterremmende onderlaag	34
Tabel 6.8	Hoogte onderkant ingegoten breuksteen	35
Tabel 6.9	Nieuwe berm	36

Samenvatting

Deze ontwerpnota, opgesteld in het kader van project Zeeweringen van Rijkswaterstaat, betreft het ontwerp van de nieuwe dijkbekledingen voor het dijkvak Zuidhoek Havenkanaal Oost, Galgepolder tot Haven De Val. Dit dijkvak ligt aan de Oosterschelde en het havenkanaal, aan de zuidzijde van Schouwen-Duiveland nabij Zierikzee, heeft een lengte van ongeveer 3,3 km van dp 207 tot dp 239 +74m en valt onder beheer van het waterschap Scheldestromen. Voor het dijkvak is over het algemeen een diep voorland aanwezig. Dit is het laatste dijkvak op Schouwen-Duiveland dat in het kader van project Zeeweringen wordt verbeterd.

Bestaande situatie:

De steenbekleding op de dijk bestaat op het traject langs het havenkanaal tussen dp 207 en dp 214 +76m uit een in 2000 verbeterde glooiing van betonzuilen met ecotoplaag. Op het overige deel van het traject langs het havenkanaal is een bekleding van voornamelijk diverse typen betonblokken aanwezig, deels bestaat de bekleding uit basalt en ook is een vak breuksteen, ingegoten met gietasfalt aanwezig. Op het traject langs de Oosterschelde komt op de ondertafel hoofdzakelijk basalt en Vilvoordse steen als bekledingstype voor. Lokaal zijn nog vakken graniet en Grauwacke (overlaging van breuksteen, gepenetreerd met gietasfalt) aanwezig. Op de boventafel tussen dp 223 en dp 233 +11m zijn over een grote taludlengte Haringmanblokken gesitueerd. De boventafel tussen dp 233 +11m en dp 237 +50m is met diverse natuursteen bekleed. Op het gedeelte langs haven de Val, tussen dp 237 +50m en dp 239 +74m zijn op de ondertafel verschillende vakken steenbekleding aanwezig. Op de boventafel van dit gedeelte is een bekleding van Haringmanblokken en Vilvoordse steen aanwezig.

De bovengrens van de bekleding varieert van NAP + 3,1 m tot NAP + 4,7 m. Daarboven is de dijk met klei en gras bekleed. De bestaande bekleding is in sommige gevallen doorgezet tot op de berm en een deel van het bovenbeloop zodat deze gedeeltelijk verhard zijn.

Hydraulische randvoorwaarden:

De ontwerpwaterstand (Ontwerppeil 2010-2060) voor het dijkvak bedraagt NAP + 3,50 m. De bijbehorende ontwerpwaarden voor de golfhoogte H_g en de golfperiode T_{pm} variëren van 0,95 m tot 2,58 m en van 3,27 s tot 6,67 s.

Toetsresultaat:

Conclusie van de toetsing van de bekleding is dat het grootste deel van de bestaande steenbekleding tussen dp 214 +76m en dp 239 +74m afgekeurd is. De aanwezige breuksteen, ingegoten met gietasfalt tussen dp 216 en dp 218 is voldoende en kan behouden blijven. De aanwezige kleine vakken Grauwacke nabij de Galgenol zijn tevens voldoende en kunnen behouden blijven mits deze goed inpasbaar zijn in het nieuwe ontwerp. Voor het traject tussen dp 207 en dp 214 +76m geldt dat hier geen verbetering van de steenbekleding nodig is, dit traject is reeds in 2000 door de beheerder verbeterd, waarbij tevens een nieuwe kreukelberm is aangebracht. Dit deel van het gehele projectgebied wordt in deze nota verder buiten beschouwing gelaten. De kreukelberm scoort over het resterende deel van het traject, daar waar aanwezig, onvoldoende. Voor het deel tussen dp 234 +40m en dp 235 +35m en tussen dp 237 en dp 237 +50m geldt dat de sortering en hoeveelheid steen in de aanwezige kreukelberm voldoet, hier dient de bestaande steen enkel opnieuw geprofileerd te worden.

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	Ondertafel	Boventafel
1	gepenetreerde breuksteen, afgestrooid met lavasteen	nieuw te leveren betonzuilen
2	hergebruik gekantelde Haringmanblokken	hergebruik gekantelde Haringmanblokken
3	nieuw te leveren betonzuilen	nieuw te leveren betonzuilen

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 nieuwe kreukelberm per deelgebied.

Tabel 0.2 Gehandhaafde en nieuwe bekleding per deelgebied

Deel gebied	Locatie		Alternatief	Bekleding ondertafel [hoogte [cm] / dichtheid [kg/m ³]]	Bekleding boventafel [hoogte [cm] / dichtheid [kg/m ³]]
	Van [dp]	Tot [dp]			
I	214+76m	217	1 ¹⁾	Breuksteen 10-60 kg, gepenetreerd met asfalt en afgestrooid met lavasteen	Betonzuilen 30/2300
I	217	221+50m	1 ¹⁾	Breuksteen 10-60 kg, gepenetreerd met asfalt en afgestrooid met lavasteen	Betonzuilen 40/2300
II	221+50m	223	2	Gekantelde Haringmanblokken, 0,50 x 0,50 x 0,20 m ³	Gekantelde Haringmanblokken, 0,50 x 0,50 x 0,20 m ³
III	223	233+11m	1	Breuksteen 10-60 kg, gepenetreerd met asfalt en afgestrooid met lavasteen	Betonzuilen 45/2500, boven ontwerppeil 30/2300
IV	233+11m	237+50m	1 ¹⁾	Breuksteen 10-60 kg, gepenetreerd met asfalt en afgestrooid met lavasteen	Zuilen 45/2800
V	237+50m	239+74m	1 ¹⁾	Breuksteen 10-60 kg, gepenetreerd met asfalt en afgestrooid met lavasteen	Betonzuilen 45/2600, boven ontwerppeil 30/2300

¹⁾ Goedgetoetste ingegoten breuksteen op delen van het traject kan worden gehandhaafd.

Tabel 0.3 Nieuwe kreukelberm

Deelgebied	Locatie		Sortering [kg]
	Van [dp]	Tot [dp]	
I	214+76m	217	10 – 60
I	217	221+50m	40 – 200
II	221+50m	223	10 – 60
III	223	233+11m	60 – 300
IV	233+11m	237+50m	60 – 300
V	237+50m	239+74m	60 – 300

De berm wordt gehandhaafd op het bestaande niveau boven het ontwerppeil of wordt gerealiseerd op het ontwerppeil en er wordt een onderhoudstrook op aangelegd. Momenteel is nergens langs het traject een opengesteld onderhoudspad aanwezig. Toename van recreatief medegebruik van het onderhoudspad is om redenen van de verstoring die dat geeft aan de natuur niet gewenst. De toegankelijkheid blijft daarom ongewijzigd. De toplaag wordt uitgevoerd in open steenasfalt, zodat dit voor fietsers niet geschikt is.

Tussen dp 214 +76m en dp 221 +50m wordt op verzoek van de beheerder een buitenberm gerealiseerd op ontwerppeil, deze ontbreekt in de huidige situatie op dit deel van het traject langs het havenkanaal. Hierdoor komt de kruin van de dijk meer naar binnen te liggen en verschuift de binnenteen binnenwaarts. De bestaande binnenberm wordt in het nieuwe profiel met gelijke afmetingen terug aangebracht, ten behoeve van de stabiliteit van het dijklichaam.

Tussen dp 220 en dp 221 +50m wordt tevens de nieuwe kruin tot een hoger niveau doorgezet. De beheerder heeft aangegeven dat de huidige kruinhoogte van ca. NAP +5,3 m op dit deel niet toereikend is. De nieuwe kruin wordt aangelegd op NAP +7,5 m.

De Oostelijke havendam wordt niet binnen het kader van project Zeeweringen versterkt. Op verzoek van de beheerder wordt verbetering van de bekleding van de dam wel meegenomen in de uitvoering van de werkzaamheden aan de dijk. Dit behelst het overlagen van de bestaande Vilvoordse steen op de havendam met breuksteen, welke wordt ingegoten met gietasfalt.

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 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.

Bij het ontwerp is alleen de bekleding op het benedenbeloop beschouwd. De bekleding op het bovenbeloop, de kruin en het binnentalud zijn op verzoek van de beheerder deels ook meegenomen. De buitenberm wordt indien nodig opgehoogd tot minimaal het ontwerppeil.

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 Zuidhoek Havenkanaal Oost, Galgepolder tot Haven De Val ligt aan de zuidzijde van Schouwen-Duiveland aan de Oosterschelde en het havenkanaal nabij Zierikzee. De situatie en het projectgebied zijn weergegeven in Figuur 1 en Figuur 2 in Bijlage 1. De beheerder van het dijktraject is het waterschap Scheldestromen.

Het traject Zuidhoek Havenkanaal Oost, Galgepolder tot Haven De Val komt in aanmerking voor uitvoering in 2015. Het dijkvak ligt tussen dp 207 en dp 239 +74m en heeft een totale lengte van ongeveer 3,3 km. Ongeveer 1,5 km hiervan ligt langs het havenkanaal, tussen de keersluis (dp 207) en de Oostelijke havendam (dp 221 +50m), en is noordwestelijk georiënteerd. Het resterende deel van het traject ligt aan de Oosterschelde en is hoofdzakelijk op het zuiden gericht. Het traject ligt in de randvoorwaardenvakken 155f t/m 156b en langs het havenkanaal in de randvoorwaardenvakken 1 en 2. In deze nota wordt het dijkvak behandeld in oplopende volgorde van de dijkpaalnummering, van noord naar zuid. Dit is het laatste dijkvak op het eiland Schouwen-Duiveland dat wordt verbeterd in het kader van project Zeeweringen.

De beëindiging van het geselecteerde dijkvak aan de noordzijde bevindt zich ter plaatse van de keersluis in het havenkanaal richting Zierikzee (dp 207). Aan de oostzijde sluit het traject ter plaatse van haven de Val aan op het dijkvak Haven de Val polder Zuidhoek, Zuidernieuwlandpolder, Gouweveerpolder (dp 239 +74m). Ter plaatse van de aansluiting bestaat de verbeterde bekleding uit een overlaging van breuksteen, ingegoten met gietasfalt.

Aan de binnenzijde van nagenoeg het gehele onderhavige dijktraject bevinden zich de inlaag Zuidhoek en Galgepolder, als natuurgebied in beheer bij Natuurmonumenten. Bij de haveningang is bij dp 221 +50m de Oostelijke havendam gesitueerd. Op de kop van deze havendam bevindt zich een havenlicht. Even ten oosten daarvan, bij dp 223 bevindt zich een strekdam met een lengte van ca. 300m: de Kurkenol.

Direct vóór het dijkvak, tussen dp 232 en dp 237 +50m, zijn mosselpercelen gesitueerd. Tevens rust op een strook in het voorland ter plaatse van de teen/kreukelberm van het traject een verleend recht op vaste vistuigvisserij. Daarbuiten ligt de geul Roompot, welke ter hoogte van de ingang van het havenkanaal plaatselijk een diepte heeft van meer dan 50m. Deze geul wordt stabiel gehouden met vooroeverbestedingen cq. geulwandsuppleties.

Ter plaatse van dp 235 is een duiktrap aanwezig op de bestaande glooiing. Deze locatie geldt als één van de belangrijkste duiklocaties van Zeeland. Binnendijs is daartoe een aanzienlijke parkeervoorziening aanwezig, alsmede een trap over de dijk.

Nabij dp 235 kruist de Zeelandbrug het dijktraject, het landhoofd van de brug ligt binnendijs. Nabij dp 237 heeft in het verleden een dijkval plaatsgevonden. Bij dp 237 +50m – de haveningang van haven de Val – is een kleine nol aanwezig: de Galgenol. In 1999 is een groot deel van de vooroever en een deel van de glooiing van de Galgenol afgeschoven. De oeverval is nadien hersteld met breuksteen. Op deze nol is in de huidige situatie een meetpunt voor windkracht en –richting gesitueerd.

In het havenkanaal ontbreekt van dp 214 +76m tot dp 221 +50m een buitenberm. Boven de bekleding, op de kruin en op het binnentalud is de dijk met gras bekleed. De kruin heeft op dit deel een hoogte van ca. NAP +5,2m. Op het deel tussen het havenkanaal en dp 233 +11m, is een buitenberm zonder steenbekleding of verharding aanwezig op een hoog niveau van ca. NAP +4,8m à NAP +5,0m. Op dit deel ligt de kruin van de dijk op ca. NAP +7,2m. Tussen dp 233 +11m en dp 237 +50m is op de buitenberm – die op dit traject op een lager niveau van ca. NAP +3,0m ligt – diverse gezette steen, ingegoten met beton aanwezig. Het kruinniveau bedraagt hier ca. NAP +7,3m. Tussen dp 237+50m en dp 239 +74m, ter plaatse van haven de Val, ligt een onverharde buitenberm op ca. NAP +4,0m en ligt de kruin op gemiddeld NAP +6,7m.

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 7 t/m Figuur 12 in Bijlage 1.

De huidige teen van het traject langs het havenkanaal bevindt zich op ca. NAP -0,50m. Op het deel langs de Oosterschelde varieert het teenniveau van NAP -1,5m tot NAP -0,6m. De teen op het deel van het traject in haven de Val, tussen dp 237 +50m en dp 239 +74m bevindt zich op een niveau van ca. NAP -0,5m.

Dp 207 – dp 214 +76m

Op het deel tussen dp 207 en dp 214 +76m is de bekleding in 2000 door de beheerder verbeterd. De bekleding op dit deel bestaat uit betonzuilen, welke zijn voorzien van een eco-toplaag. De teenconstructie wordt beschermd door een kreukelberm, met een aanzienlijke dikte.

Dp 214 +76m – dp 221 +50m

Tussen de aansluiting op het reeds verbeterde deel bij dp 214 +76m en dp 216 bestaat de huidige bekleding uit diverse betonblokken (30x30cm, diaboolblokken, spijkerglooiing) met daarboven diverse natuursteen, ingegoten met beton. Tussen dp 216 en dp 218 is een toplaag van breuksteen, ingegoten met gietasfalt aanwezig over nagenoeg de gehele taludlengte. Op hooggelegen delen zijn bekledingen van doorgroeistenen en betonblokken gesitueerd. De aanwezige steenbekleding op het overige traject in het havenkanaal behorende tot het projectgebied, tussen dp 218 en de Oostelijke havendam bij dp 221+50m, bestaat voornamelijk uit vakken basalt en diverse typen betonblokken.

Dp 221 +50m – dp 223

Tussen de Oostelijke havendam en de Kurkenol, van dp 221 +50m tot dp 223, komt voornamelijk basalt, Vilvoordse steen, graniet en Lessinische steen voor. Veelal is deze natuursteenbekleding ingegoten met beton.

Dp 223 – dp 233 +11m

Van dp 223 tot dp 233 +11m bestaat de bekleding op de ondertafel grotendeels uit granietblokken en basalt. Op de boventafel is veelal Vilvoordse steen, afgewisseld met vakken basalt aanwezig. Beide typen zijn overwegend ingegoten met beton op dit taluddeel. Daarboven is tot het niveau van de buitenberm een bekleding van Haringmanblokken aanwezig.

Dp 233 +11m – dp 237 +50m

Tussen dp 233 +11m en dp 237 +50m bestaat de ondertafel uit een bekleding van basalt, tussen dp 236 en 237 is deze overlaagd met breuksteen (Grauwacke), ingegoten met gietasfalt. Op de boventafel en de buitenberm is een bekleding van afwisselend Vilvoordse steen, natuursteen en basalt aanwezig, ook hier veelal ingegoten met beton. Nabij dp 235 is op de boventafel een overlaging van Grauwacke aanwezig.

Dp 237 +50m – dp 239 +74m

Op het gedeelte langs haven de Val, tussen dp 237 +50m en dp 239 +74m zijn op de ondertafel verschillende vakken steenbekleding aanwezig. Tussen dp 237 +50m en dp 238 +15m is dit Grauwacke, van dp 238 +15m tot dp 239 +10m Vilvoordse steen, ingegoten met beton en blokken van gebakken steen en tussen dp 239 +10m en het eind van het projectgebied basalt. Op de boventafel op het gedeelte van het projectgebied langs haven de Val is een bekleding van Haringmanblokken en Vilvoordse steen.

De gemiddelde helling van het dijktafud langs het havenkanaal is circa 1:2,4, de gemiddelde helling van het dijktafud op het deel langs de Oosterschelde bedraagt circa 1:3,1. De kern van de dijk bestaat uit zand.

In het havenkanaal is in de huidige situatie alleen een kreukelberm van aanzienlijke omvang aanwezig tussen dp 207 en dp 214 +76m. Op het overige deel langs het havenkanaal is voor de teen van de dijk veelal stortsteen aanwezig, zij het niet overal van aanzienlijke afmeting en sortering en soms sterk vermengd met schelpen. Op het traject tussen de Oostelijke havendam en de Kurkenol en verder ten oosten van deze nol, tussen dp 223 en dp 231 is slechts een beperkte hoeveelheid breuksteen als kreukelberm aanwezig. Op het aangrenzende deel tussen dp 231 en dp 237 +50m is wel een kreukelberm van aanzienlijke omvang gesitueerd, met sorteringen van 40-200 kg en 60-300 kg. Deze kreukelberm is aangebracht tijdens een recent uitgevoerde vooroeverbestorting. Breuksteen met sortering 60-300 kg is aanwezig tussen dp 234 +40m en dp 235 +35m en tussen dp 237 en dp 237 +50m.

De noordgrens van het dijkvak betreft de aansluiting op de keersluis in het havenkanaal van Zierikzee. Uitvoeringsjaar van de verbetering van de steenbekleding aan de overkant van het kanaal is 2013. Aan de oostzijde van het projectgebied grenst het dijkvak aan het reeds in 2010 uitgevoerde dijktraject Haven de Val polder Zuidhoek, Zuidernieuwlandpolder, Gouweveerpolder Zuidhoek waar een bekleding van breuksteen, ingegoten met gietasfalt aanwezig is, op de ondertafel afgestrooid met lavasteen.

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 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 golfrandvoorwaarden 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 golfrandvoorwaarden 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 golfrandvoorwaarden kan, met name voor de hogere gedeelten van de bekleding, tot enige overschatting van de belasting leiden.

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

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 ontwerpberoeeningen 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 het detailadvies "Update detailadvies Havenkanaal en Inlaag Zuidhoek" [10] zie Bijlage 2.1. In dit advies is het dijkvak ingedeeld in verschillende randvoorwaardenvakken die zijn weergegeven in onderstaande tabel.

Tabel 3.1 Randvoorwaardenvakken

RVW-vak	Locatie	
	Van [dp]	Tot [dp]
2	207	217
1	217	221 +50m
156b	221 +50m	224
156a	224	237 +50m
155f	237 +50m	239 +74m

RVW-vak = randvoorwaardenvak

M.b.t. de ligging van de randvoorwaardenvakken wordt nog de volgende aanvullende informatie gegeven:

- De Oostelijke havendam ter hoogte van dp 221 +50m en de Kurkenol bij dp 223 maken geen onderdeel uit van de primaire waterkering en wordt daarom bij maatgevende storm als 'verloren' beschouwd. Er wordt dan ook geen reductie op de ontwerpwaarden voor de achterliggende primaire waterkering toegepast. Wel is bij het bepalen van de golf randvoorwaarden het aanwezige voorland in randvoorwaardenvak 156b meegenomen [10].
- Het Westelijk havenhoofd, aan de andere zijde van het havenkanaal dan het onderhavige dijktraject, wordt in 2013 door projectbureau Zeeweringen versterkt. De reductie van golfhoogte door deze havendam, voorzien van de verbeterde bekleding, is bij het bepalen van de golfcondities meegenomen [10].
- Voor haven de Val, buiten het projectgebied, ligt een havendam; de havendam maakt geen onderdeel uit van de primaire waterkering en wordt bij een maatgevende storm als 'verloren' beschouwd. Bij het bepalen van de golfcondities voor randvoorwaardenvak 155f is daarom geen rekening gehouden met afschermdende werking van de havendam [10].

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	GLW	Ontwerppeil [NAP + m]
	[NAP + m]	[NAP + m]	
2	1,45	-1,30	3,50
1	1,45	-1,30	3,50
156b	1,45	-1,30	3,50
156a	1,45	-1,30	3,50
155f	1,45	-1,30	3,50

3.2.3 Golven

Svasek Hydraulics / Royal HaskoningDHV 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 _s [m]				T _{pm} [s]			
	bij waterstand t.o.v. NAP				bij waterstand t.o.v. NAP			
	+0	+2	+3	+4	+0	+2	+3	+4
2	0,65	0,80	0,90	0,99	2,20	2,77	3,08	3,46
1	0,69	1,07	1,48	1,80	2,27	4,06	4,95	5,20
156b	-	0,70	1,27	1,82	-	4,69	6,32	6,48
156a	2,18	2,52	2,58	2,58 ¹⁾	5,44	5,91	6,67	6,67 ¹⁾
155f	1,49	2,15	2,22	2,22 ¹⁾	4,43	5,14	5,27	5,29

¹⁾ Er wordt niet gerekend met afnemende golfrandvoorwaarden

Tabel 3.4 Maatgevende golfrandvoorwaarden gekantelde blokken

RVW-vak	H _s [m]				T _{pm} [s]			
	bij waterstand t.o.v. NAP				bij waterstand t.o.v. NAP			
	+0	+2	+3	+4	+0	+2	+3	+4
2	0,65	0,80	0,90	0,99	2,20	2,77	3,08	3,46
1	0,69	1,02	1,48	1,78	2,27	4,42	4,95	5,33
156b	-	0,71	1,27	1,82	-	6,56	6,94	6,94 ¹⁾
156a	2,06	2,42	2,58	2,58 ¹⁾	5,79	6,40	6,67	6,67 ¹⁾
155f	1,49	2,15	2,22	2,22 ¹⁾	4,43	5,14	5,27	5,29

¹⁾ 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 _s [m]	T _{pm} [s]
2	3,50	0,95	3,27
1	3,50	1,64	5,08
156b	3,50	1,55	6,40
156a	3,50	2,58	6,67
155f	3,50	2,22	5,28

Voor Haven de Val ligt een havendam; de havendam maakt geen onderdeel uit van de primaire waterkering en wordt bij een maatgevende storm als 'verloren' beschouwd. Bij het bepalen van de golfcondities voor randvoorwaardenvak 155f is daarom geen rekening gehouden met afscherpende werking van de havendam. De golfcondities zijn bepaald op basis van uitvoerpunten buiten de havendam. Daarbij is rekening gehouden dat de windrichtingen 240 t/m 285 (waarbij ook nog hoge golven in de monding kunnen optreden) dijkvak 155f niet kunnen belasten, omdat deze aflandig zijn. Deze windrichtingen zijn daarom uitgesloten. Hierdoor zou windrichting 210 graden maatgevend worden. Bij deze richting kunnen alleen strijkende golven het dijkvak bereiken. Bij windrichting 180 graden kunnen de golven dit dijkvak wel direct belasten, echter zal de invalshoek (na bijdraaiing) altijd nog orde 45 graden of meer

zijn. Om te bekijken wat het effect van de hoek van golfval is, is deze meegenomen in de belastingfunctie. Dit betreft dus alleen de selectie van de maatgevende windrichting, niet reductie van de belasting van de afzonderlijke windrichtingen. Hieruit volgt dat 210 graden dan niet maatgevend kan worden en afhankelijk van de waterstand de richtingen 150 of 180 graden maatgevend zijn. De daarbij behorende golfcondities zijn voor randvoorwaardenvak 155f aangehouden.

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 resp. vogels en habitats (leefgebieden), incl. 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 [9].

In juni en augustus van 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*

Dijktraject (dp)	Herstel	Verbetering
214 – Kop Oostelijke havendam	Redelijk goed ¹⁾	Goed
Oostzijde Oostelijke havendam	Goed	Goed
221 +50m – Kop Kurkenol	Geen voorkeur	Voldoende
Oostzijde Kurkenol	Goed	Goed
223 – 237 +50m	Geen voorkeur	Redelijk goed
237 +50m – 240	Goed	Goed

¹⁾ Indien gekozen wordt voor herstel geldt dat binnen deze categorie een bekleding van betonzuilen sterk de voorkeur heeft boven een bekleding van gepenetreerde breuksteen, afgestrooid met lavasteen.

Tabel 3.7 *Samenvatting ecologisch detailadvies boven GHW*

Dijktraject (dp)	Herstel	Verbetering
214 – 218	Geen voorkeur	Geen voorkeur
218 – helft Oostelijke havendam	Voldoende	Voldoende
helft Oostelijke havendam – 223 (incl. Kurkenol)	Redelijk goed	Redelijk goed
223 – 234	Redelijk goed	Redelijk goed
234 – 237 +50m	Redelijk goed	Redelijk goed
237 +50m – 240	Redelijk goed	Redelijk goed

Een doorgroeibare bekleding op de boventafel heeft voor het traject van dp 221 +50m tot dp 239 +74m de voorkeur. Op de ondertafel geldt voor het hele dijkvak dat er een voorkeur is voor het toepassen van een nieuw bekledingstype dat geschikt is voor de vestiging van wieren.

3.3.2 Flora en Faunawet

Belangrijkste aandachtspunt ten aanzien van fauna wordt gevormd door de broedvogels in de inlaag. Van enkele soorten zijn kolonies aanwezig. Hoewel de kans klein is dat zij er nog voorkomen, is het mogelijk dat bij Haven De Val nog een enkele beschermde levendbarende hagedis leeft. Aanwezigheid van de rugstreeppad is in de ruime omgeving van het traject niet bekend. Het hoge aantal waargenomen bruinvissen direct voor het dijktraject is een punt van aandacht, met name ten aanzien van trillingen en onderwatergeluid tijdens uitvoering van de werkzaamheden.

Binnendijs groeien de beschermde rietorchis en bijenorchis. De groeilocaties liggen in principe net buiten het werkgebied, maar daar zodanig dicht bij dat hier bij de keuze van transportroutes en depotlocaties rekening mee moet worden gehouden.

In hoofdstuk 7 wordt aangegeven hoe met bovenstaande randvoorwaarden 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 zeeeringen kunnen planten voorkomen uit voornamelijk de soortengroepen Aanspoelselplanten en Schorplanten. Op het onderhavige dijkvak zijn planten van deze soortengroepen aangetroffen op de glooiing en in het voorland. Vier van de aangetroffen soorten worden genoemd in het NB-wetbesluit voor de Oosterschelde. Voor details zie het Detailadvies in Bijlage 2.2, met de potentie van begroeiing wordt bij de keuze van de bekleding verder rekening gehouden.

3.3.4 Natura 2000 (EU-Habitatrichtlijn)

Het dijklichaam doorkruist Natura 2000-gebied Oosterschelde, omdat ook de binnendijs gelegen inlaag Zuidhoek tot het Natura 2000-gebied behoort.

Voor de kust van het traject ligt voor het grootste deel een weinig verstoringgevoelige stroomgeul. De geul is van belang voor zeehonden (kwalificerend) en bruinvissen (hotspot). Tussen de havendammen van het kanaal ligt een oppervlak bij laag water droogvallend slik, van belang voor foeragerende vogels. Het is te kwalificeren als H1160 (ondiepe kreken en baaien), waarvoor een tijdelijke verstoring acceptabel is. In de inlaag broeden voor het Nb-gebied kwalificerende soorten. De strandjes vormen een potentiële broedlocatie voor kwalificerende bontbekplevieren en dienen behouden te blijven. Ten westen van het Havenkanaal, maar mogelijk ook in inlaag Zuidhoek, leven strikt beschermde noordse woelmuizen. Hiervan is geen recent onderzoeksmateriaal voorhanden.

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

3.4 Landschapvisie

In het ontwerp moet rekening worden gehouden met de wensen uit de landschapvisie 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:

Het havenkanaal zorgt voor een visuele verbinding tussen de stad Zierikzee en de Oosterschelde. Het toepassen van een strakke, lichte bekleding aan beide zijden van het havenkanaal kan deze ervaring versterken.

Vanaf het oostelijke havenhoofd tot en met haven de Val is de Zeelandbrug als object sterk aanwezig. Door de bekleding langs dit deel van de Oosterschelde te voorzien van zowel een donkere onder- als boventafel ontstaat een sterker contrast met de lichte kleur van de Zeelandbrug. Ook de Kurkenol bij dp 223 heeft een donkere bekleding, waardoor er met het toepassen van een donkere bekleding een duidelijke eenheid in dit deeltraject ontstaat.

De bekleding aan de westzijde van haven De Val kan een technisch karakter krijgen. Het toepassen van verschillende bekledingen, binnen de totale haven, is vanuit de beeldkwaliteit niet aan te bevelen. Geadviseerd wordt een bekledingstype dat aansluit op de overige, aangrenzende bekleding binnen de haven.

Deeladvies I (dp 207- dp 221 +50m)

Het gehele kanaal uitvoeren in dezelfde bekleding aan weerszijden van het kanaal, dus de bekleding spiegelen met de overkant van het kanaal, welke gepland staat in 2013. Dit houdt in dat tussen dp 207 en dp 214 +76m de bestaande bekleding van betonzuilen met eco-toplaag indien mogelijk behouden kan blijven. Tussen dp 214 +76m en dp 221 +50m betekent dit het toepassen van breuksteen, gepenetreerd met gietasfalt en afgestrooid met lavasteen op de ondertafel en op de boventafel betonzuilen.

Deeladvies II (dp 221 +50m – dp 237 +50m)

Donkere onder- en boventafel. Daarmee een nadrukkelijk contrast met de Zeelandbrug. Ook de nol is donker van kleur, waardoor een geleidelijke overgang ontstaat. Voorgesteld wordt te kiezen voor donkergekleurde materialen. Dat kunnen donkergekleurde betonzuilen zijn, eventueel met eco-top.

Deeladvies III (dp 237 +50m – dp 239 +74m)

Een strak, technisch profiel, dat past bij het uiterlijk van de haven. Door de totale haven van eenzelfde bekleding te voorzien, ontstaat één geheel, een totaalbeeld. Op het overige deel van de taluds binnen de haven is de boventafel voorzien van betonzuilen en is op de ondertafel breuksteen met gietasfalt toegepast. Uitzondering hierop is de bekleding in de bocht bij dp 240, nabij de aansluiting met het onderhavige dijkvak: hier bestaat de verbeterde bekleding op zowel onder- als boventafel uit breuksteen, gepenetreerd met gietasfalt.

3.5 Archeologie en cultuurhistorie

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

Op basis van het rapport Cultuurhistorie aan de Oosterscheldedijken [4] valt het dijktraject binnen het cultuurhistorisch cluster "Zierikzee". Het thema van dit cluster is landverlies / kustverdediging én economische en infrastructurele activiteiten. De code van het cluster Zierikzee is CZO-504.

De zeer uitgestrekte cluster Zierikzee omvat 14 aan de zeedijk en enkele achter de zeedijk gelegen elementen. Kern vormt het gebied rond het Havenkanaal Zierikzee, dat al eeuwen lang geteisterd wordt door de zee, maar ook al eeuwen lang een belangrijke economische functie heeft.

De kernwaarde van deze cluster ligt in de uitgestrektheid, omvang en de landschappelijke en ruimtelijke relatie van de elementen met elkaar: het inlagengebied met de karrevelden en nollen in combinatie met het havenkanaal. De gebruikswaarde en vervoersfunctie die het gebied al eeuwen heeft gehad voor de mens, komt tot

uiting in de haven, het havenkanaal en de Zeelandbrug. Er is nog een redelijk groot aandeel karakteristieke bekleding, dijkpalen, palenrijen en Muraltmuur aanwezig. De cluster ligt in het waardevol gebied Kuststrook Schouwen-Duiveland en Belvederegebied Gouwepolders.

De cultuurhistorische objecten van belang voor dit traject:

- CZO-028: Veerhaven De Val (dp 237 +50m – dp 239 +74m) – Voormalige veerhaven met kaden en havenpalen. De rechthoekige vorm gaat terug op de inlaag van 1764. Restanten funderingen van de laadbrug aanwezig. Bekleding hydroblokken en systeem Haringman. Daarnaast natuursteen overgoten met beton met daarop grote losse brokken. Betonnen lichtopstand aanwezig. (CHS-code GEO-052, waardering zeer hoog)
- CZO-030: Inlaag Zuidhoek – Inlagen Zuidhoek (binnendijs langs gehele traject) – Grasland en plassen. Bekleding buitentalud: basalt aan voet, natuursteen overgoten met beton of Haringmanblokken daarboven en gras op kruin. Meerdere palenrijen aanwezig en enkele dijkpalen. (CHS-code GEO-094, waardering zeer hoog)
- CZO-031: Havenkanaal Zierikzee (dp 214 +76m – dp 221 +50m) – Kanaal van circa 3 km lengte, gelegen in zuidwestelijke richting, dat Zierikzee met de Oosterschelde verbindt. Twee kanaaldammen met moderne lichtopstanden, houten palenrijen en houtwerk op kop. Diversiteit aan bekleding kanaalrand: basalt, natuursteen, Haringman, betontegels en diaboolglooiing. In het kanaal bevindt zich een keersluis uit 1959. (CHS-code GEO-101, waardering zeer hoog)
- CZO-033: Kurkenol / Kulkenol (dp 223) – In zuidelijke richting gelegen nol, met dwarsliggend stuk aan het einde. Materiaal onbekend, waarschijnlijk natuursteen; palenrij bovenop. (CHS-code GEO-132, waardering zeer hoog)

In Haven De Val zijn gebakken stenen aanwezig op de glooiing die niet behouden kunnen blijven in de nieuwe situatie. Vanuit cultuurhistorisch oogpunt is het wenselijk deze glooiing vast te leggen met afmetingen en foto's in de beeldbank van de Zeeuwse Bibliotheek. Hiertoe dient de glooiing voorafgaand aan de werkzaamheden vrijgemaakt te worden van klappers. Wanneer de kwaliteit van de stenen goed is, kunnen deze mogelijk nog in een museumglooiing – bijvoorbeeld bij Ouwerkerk – worden toegepast.

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

3.6 Recreatie

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

Het onderhavige dijktraject kent over het algemeen weinig recreatief gebruik, het wordt door een gering aantal wandelaars bezocht. Er vindt wel enige sportvisserij plaats.

Zeer specifiek is echter de duiklocatie aan de westzijde van de Zeelandbrug, één van de belangrijkste duiklocaties van Zeeland. In de huidige situatie is een duiktrap aanwezig en binnendijs is ruime parkeergelegenheid met een trap over de dijk. Deze locatie wordt frequent en intensief door duikers gebruikt, in het jaar van uitvoering van het dijktraject is hier ook het WK onderwaterfotografie gepland. In de nieuwe

situatie zal een duikvoorziening in de vorm van een duiktrap, gelijkwaardig aan de huidige aangebracht worden.

Aan de oostzijde van de zeelandbrug bevindt zich ook een duiklocatie. Hier worden in de nieuwe situatie ringen in de glooiing aangebracht.

Momenteel is nergens langs het traject een opengesteld onderhoudspad aanwezig. Toename van recreatief medegebruik van het onderhoudspad is om redenen van de versterking die dat geeft aan de natuur niet gewenst. De toegankelijkheid blijft daarom ongewijzigd. De topklaag van het onderhoudspad zal zodanig worden uitgevoerd dat dit voor fietsers niet geschikt is.

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

3.7 Kruinhoogte

De kruinhoogte tussen dp 220 en dp 221 +50m ligt op ca. NAP +5,60 m. De beheerder heeft vastgesteld dat door deze lage kruinhoogte de golfoverslag onder maatgevende omstandigheden te groot is. Op verzoek van de beheerder wordt een oplossing binnen het project uitgewerkt.

3.8 Buitenberm en stabiliteit / toetsoordeel / piping

Tussen dp 214 +76m en dp 221 +50m ontbreekt in de huidige situatie een buitenberm. De beheerder heeft aangegeven dat het ontbreken van een buitenberm leidt tot geringere stabiliteit van het dijklichaam, zie Bijlage 2.5. Tevens heeft de aanwezigheid van een buitenberm met verharde onderhoudsstrook voor de beheerder de voorkeur, zodat het dijktraject toegankelijk wordt gehouden voor beheer en onderhoud. Er wordt op verzoek van de beheerder daarom een buitenberm gerealiseerd.

3.9 Steenbekleding aangrenzende dijkvakken

De beëindiging van het geselecteerde dijkvak aan de noordzijde bevindt zich ter plaatse van de keersluis in het havenkanaal richting Zierikzee (dp 207). Ter plaatse van de overgang tussen de steenbekleding op het talud en de constructie van de keersluis bestaat de glooiing uit basalt.

Aan de andere zijde sluit het traject ter plaatse van haven de Val aan op het dijkvak Haven de Val polder Zuidhoek, Zuidernieuwlandpolder, Gouweveerpolder (dp 239 +74m). Dit dijkvak is in 2010 verbeterd. Ter plaatse van de aansluiting bestaat de verbeterde bekleding uit een overlaging van breuksteen, ingegoten met gietasfalt op zowel de onder- als boventafel. Op de ondertafel is deze afgestrooid met lavasteen.

3.10 Overige randvoorwaarden en uitgangspunten

Er zijn geen delen van het dijktraject in particulier eigendom. Binnendijs is een deel van de inlagen (tussen dp 214 +76m en dp 218 +80m) van Natuurmonumenten. In geval van aanpassing van het dijkprofiel met als gevolg een binnenwaartse teenverschuiving van de binnentoeft dient hierover afstemming met Natuurmonumenten plaats te vinden.

De Oostelijke havendam wordt binnen het kader van project Zeeweringen niet voorzien van een nieuwe bekleding en valt daarmee buiten het werkgebied. Het

waterschap heeft echter in het kader van beheer en onderhoud nog herstel- cq. verbeterwerkzaamheden gepland. Het waterschap heeft verzocht om deze werkzaamheden te combineren met de uitvoeringswerkzaamheden door projectbureau Zeeweringen, zie hiervoor tevens Bijlage 2.5.

Ter plaatse van de Galgenol (dp 237 +50m) heeft in 1999 een oeverval plaatsgevonden. Hierbij is een groot deel van de vooroever en glooiing (vnl. ondertafel) afgeschoven. Het ontstane gat is hersteld met breuksteen, op de glooiing gepenetreerd met asfalt. Bij het detailontwerp en in de contractvoorbereiding dient rekening gehouden te worden met deze recente oeverval en de uitgevoerde werkzaamheden.

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 golfbrandvoorwaarden.

4.2 Toetsing toplaag

Het waterschap Scheldestromen heeft de gezette bekledingen langs het gehele dijkvak geïnventariseerd en getoetst [11]. Bij deze toetsingen is het merendeel van de bekledingen tussen dp 214 +76m en dp 239 +74m als 'onvoldoende' beoordeeld. De bekleding tussen de keersluis bij dp 207 en dp 214 +76m is overal als 'voldoende' of 'goed' beoordeeld.

Het Projectbureau heeft de toetsingen gecontroleerd en formeel vrijgegeven voor geavanceerde toetsing en ontwerp [12]. Bij de geavanceerde toetsing zijn aanvullende gegevens omtrent de bekleding verwerkt en is de bekleding getoetst met de hydraulische ontwerprandvoorwaarden. Het eindoordeel van de toetsingen, weergegeven in Figuur 4 in Bijlage 1, luidt als volgt:

- De aanwezige bekleding, inclusief de kreukelberm, tussen dp 207 en dp 214 +76m is goedgekeurd.
- De aanwezig gepenetreerde breuksteen tussen dp 216 en dp 218 kan behouden blijven en worden ingepast in het nieuwe ontwerp.
- De aanwezige Grauwacke bij dp 235, tussen dp 236 en dp 237 en tussen dp 237 +50m en dp 238 +15m is voldoende en kan behouden blijven mits deze inpasbaar zijn in het ontwerp voor de nieuwe bekleding.
- De overige aanwezige bekleding tussen dp 214 +76m en dp 239 +74m is afgekeurd. Uit geavanceerde toetsing volgt dat er enkele kleine vlakken basalt voldoende worden beoordeeld maar dat het mede gezien de geringe afmetingen niet mogelijk is deze kleine vlakken basalt te behouden en in te passen in het nieuwe ontwerp.
- De aanwezige kreukelberm op het gedeelte van dp 214+ 76m tot 239+ 74m is onvoldoende. Enkel op de trajecten tussen dp 234 +40m en dp 235 +35m en tussen dp 237 en dp 237 +50m is voldoende steen van de benodigde sortering aanwezig. Hier kan de nieuwe kreukelberm worden vervaardigd middels herprofilering van aanwezige breuksteen.

4.3 Kruinhoogtetekort

De kruinhoogte tussen dp 220 en dp 221 +50m ligt op ca. NAP +5,60 m. Dit is circa 1,50 m lager dan het aansluitende traject langs de Oosterschelde. De beheerder heeft vastgesteld dat door deze lage kruinhoogte de golfoverslag onder maatgevende omstandigheden te groot is.

4.4 Conclusies

De bestaande bekleding tussen dp 214 +76m en dp 239 +74m moet worden verbeterd, uitgezonderd de aanwezige breuksteen, ingegoten met gietasfalt tussen dp 216 en dp 218. Voor de aanwezige Grauwacke bij dp 235, tussen dp 236 en dp 237 en tussen dp 237 +50m en dp 238 +15m geldt dat deze vlakken afhankelijk van het nieuwe ontwerp inpasbaar zijn: indien gekozen wordt voor een nieuwe constructie van breuksteen, gepenetreerd met gietasfalt is inpassing van de bestaande overlagingen mogelijk. Bij de keuze voor betonzuilen ontstaan in geval van behoud van de bestaande Grauwacke relatief veel overgangen terwijl slechts kleine delen van de totale oppervlakte aan bekleding behouden kunnen blijven.

Op het traject tussen dp 207 en dp 214 +76m is de aanwezige steenbekleding in 2000 reeds door de beheerder in het kader van beheer en onderhoud aangebracht, deze behoeft geen verbetering en wordt verder in deze ontwerpnota niet meer uitvoerig besproken.

Overall langs het onderhavige dijktraject, behalve het deel van dp 207 tot dp 214 +76m, is het nodig een nieuwe kreukelberm aan te brengen. Tussen dp 234 +40m en dp 235 +35m en tussen dp 237 en dp 237 +50m kan hierbij gebruik gemaakt worden van de aanwezige kreukelberm van de benodigde sortering.

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

Tabel 5.1 Vrijkomende hoeveelheden betonblokken en basaltzuilen (exclusief verliezen)

Toplaag	Afmetingen	Oppervlakte [m ²]	Oppervlakte gekanteld [m ²]
Haringmanblokken	0,50 x 0,50 x 0,15 m ³	446	134
Haringmanblokken	0,50 x 0,50 x 0,20 m ³	6.521	2.608
Basaltzuilen	0,25 - 0,35 m	11.550	n.v.t.

Materialen uit bestaande depots of uit andere dijkverbeteringen

De dijkverbetering Zuidhoek Havenkanaal Oost, Galgepolder tot Haven De Val 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 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 koperslakblokken worden buiten beschouwing gelaten, omdat ze een relatief kleine sterkte hebben en alleen handmatig op de juiste wijze aangebracht kunnen worden. Bovendien zijn ze slechts in beperkte hoeveelheid binnen het werk beschikbaar.

Koperslakblokken komen binnen het werk niet vrij.

Basaltzuilen komen binnen het werk vrij, uit depot zijn geen basaltzuilen beschikbaar. Nergens in het werk blijft basalt behouden waardoor het niet mogelijk is een basalttafel uit te breiden met vrijkomende basalt. Voor het aanbrengen van een compleet nieuwe tafel van basalt zijn ofwel de golfrandvoorwaarden te zwaar, ofwel leidt dit ertoe dat basalt alleen op minder zwaar aangevallen delen toegepast kan worden waardoor drie of meer bekledingstypen in een dwarsprofiel ontstaan. De vrijkomende basalt wordt daarom niet binnen het werk toegepast maar opgeslagen op depot.

Haringmanblokken komen binnen het werk vrij en zijn beschikbaar voor hergebruik. Vlakke betonblokken komen binnen het werk niet vrij.

Ad 2.

Bekledingen van losse breuksteen op het onderbeloop bestaan in het algemeen uit sorteringen die zwaarder zijn dan of gelijk aan 60-300 kg. Aangezien deze bekledingen 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 niet in aanmerking voor toepassing in de golfklapzone. Boven ontwerppeil is dit bekledingstype toepasbaar, maar gezien de ligging van de huidige berm op een hoger niveau dan ontwerppeil gaat de voorkeur uit naar het doorzetten van de te kiezen bekleding op de boventafel tot het bermniveau. Dit om extra overgangen van bekledingen in het talud te voorkomen.

Bij een gepenetreerde bekleding wordt alleen asfalt als penetratiemateriaal gebruikt, omdat colloïdaal beton ongeschikt is gebleken.

Ad 4.

Aangezien de dijk geen hoog 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	Onder GHW	
	Herstel	Verbetering
214 +76m – 221 +50m	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Betonzuilen ▪ Gekantelde Haringmanblokken 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Betonzuilen met eco-toplaag
221 +50m – 223	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Breuksteen, gepenetreerd met gietasfalt ▪ Betonzuilen ▪ Gekantelde Haringmanblokken 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Breuksteen, gepenetreerd met gietasfalt en afgestrooid met lavasteen ▪ Betonzuilen ▪ Gekantelde Haringmanblokken
223 – 237 +50m	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Breuksteen, gepenetreerd met gietasfalt ▪ Betonzuilen ▪ Gekantelde Haringmanblokken 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Breuksteen, gepenetreerd met gietasfalt en afgestrooid met lavasteen ▪ Betonzuilen ▪ Gekantelde Haringmanblokken
237 +50m – 239 +74m	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Betonzuilen met eco-toplaag 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Betonzuilen met eco-toplaag

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

Dijkpaal	Boven GHW	
	Herstel	Verbetering
214 +76m – 218	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Breuksteen, gepenetreerd met gietasfalt ▪ Waterbouwasfaltbeton ▪ Betonzuilen ▪ Gekantelde Haringmanblokken 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Breuksteen, gepenetreerd met gietasfalt ▪ Waterbouwasfaltbeton ▪ Betonzuilen ▪ Gekantelde Haringmanblokken
218 – 239 +74m	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Betonzuilen ▪ Gekantelde Haringmanblokken 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Betonzuilen ▪ Gekantelde Haringmanblokken

Uit Tabel 5.2 wordt geconcludeerd dat op de ondertafel betonzuilen, gekantelde Haringmanblokken en/of ingegoten breuksteen in aanmerking komen. Uit Tabel 5.3 wordt geconcludeerd dat op de boventafel alleen betonzuilen en/of gekantelde Haringmanblokken in aanmerking komen. De enige uitzondering hierop is de boventafel tussen dp 214 +76m en dp 218 waar ook waterbouwasfaltbeton of ingegoten breuksteen mag worden aangebracht.

Waterbouwasfaltbeton kan alleen boven gemiddeld hoogwater worden toegepast. Volgens het Detailadvies is waterbouwasfaltbeton voor het onderhavige dijkvak alleen mogelijk tussen dp 214 +76m en dp 218. Door de geringe lengte van dit mogelijke toepassingsgebied en om eenheid met het aansluitende dijktraject te behouden wordt verder afgezien van de toepassing van waterbouwasfaltbeton voor dit ontwerp.

Op een deel van het traject langs haven de Val (dp 237 +50m tot dp 238 +15m) is op de ondertafel een bekleding van Grauwacke aanwezig welke als 'voldoende' is beoordeeld en behouden kan blijven. Hierdoor resteert een traject van slechts 159m lengte dat aan weerszijden op de ondertafel aansluit op trajecten met gepenetreerde breuksteen. Gezien de beperkte resterende lengte waarover dan nog een nieuwe

bekleding op de ondertafel in dit deelgebied moet worden aangebracht met de bij afwisselende bekledingstypen behorende overgangen, wordt gekozen voor een overlaging van gepenetreerde breuksteen, afgestrooid met lavasteen als nieuwe bekleding op dit traject.

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

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 toepasbaar zijn.

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 het dijkvak Zuidhoek Havenkanaal Oost, Galgepolder tot Haven De Val 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]
219	2,2	2,6	- 0,72	- 0,60	0,7	0
220	2,4	2,6	- 0,77	- 0,60	0,6	0
222	3,2	3,2	- 0,40	- 0,60	1,8	0,027
228	3,2	3,1	- 1,27	- 1,00	0,5	0
236	2,9	2,6	- 0,64	- 1,00	2,0	0
239	2,6	2,6	- 0,47	- 1,00	2,9	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.

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

In de nieuwe situatie wordt een kreukelberm aangebracht, echter is deze dieper gelegen dan de bestaande waardoor de nieuwe bekleding tot een lager niveau doorloopt. Zoals weergegeven in Tabel 5.4 vindt daardoor overal een zeewaartse

verschuiving van de teen plaats. In bijna alle gevallen leidt dit echter niet tot habitatverlies, aangezien zich voor nagenoeg het gehele dijkvak een diep voorland bevindt, waarbij veelal in de huidige situatie ook al een kreukelberm aanwezig is. De maximale verschuiving van de teen, in de richting van het voorland, bedraagt 1,8 m en bevindt zich tussen dp 221 +50m en dp 223. Het totale habitatverlies is met 0,027 ha. zeer beperkt waardoor geen significante invloed op de ecologische waarde van het voorland te verwachten is. De gemiddelde teenverschuiving is opgenomen in Tabel 5.4.

Tussen dp 214 +76m en dp 221 +50m ontbreekt in de huidige situatie een buitenberm. Ten behoeve van de stabiliteit van het dijklichaam, alsmede voor de bereikbaarheid ten aanzien van beheer en onderhoud is door de beheerder gevraagd op dit traject een buitenberm te realiseren op ontwerppeil: NAP +3,50 m. Zie hiervoor tevens het memo van de beheerder in Bijlage 2.5. Tussen dp 221 +50m en dp 223 ligt de huidige buitenberm onder ontwerppeil. In de nieuwe situatie wordt de berm opgehoogd tot het ontwerppeil. Van dp 223 tot dp 233 +11m is het huidige bermniveau overal hoger dan het ontwerppeil, gemiddeld bevindt de berm zich op NAP +4,90 m. Om ontgravingen in de bestaande dijk te beperken wordt het nieuwe bermniveau op dit traject aangehouden op NAP +5,00 m. Tussen dp 233 +11m en dp 237 +50m ligt de bestaande berm onder het ontwerppeil, hier wordt in de nieuwe situatie een berm op ontwerppeil NAP +3,50 m aangebracht. Van dp 237 +50m tot dp 239 +74m wordt voor de nieuwe hoogte van de berm uitgegaan van de bestaande hoogteligging van de buitenberm op NAP + 4,20m.

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 topklaag'. 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 betonzuilen en de representatieve taludhelling van het betreffende deelgebied. De berekening is opgenomen in Bijlage 3.2. Hieruit is gebleken dat betonzuilen toepasbaar zijn.

Uitzondering hierop is de ondertafel van het traject tussen dp 214 +76m en dp 221 +50m. Vanwege de zeer steile taludhelling zijn betonzuilen hier technisch niet toepasbaar. Hierdoor is het niet mogelijk een bekledingstype toe te passen dat aansluit op het Detailadvies. Tussen dp 214 +76m en dp 221 +50m kan op de ondertafel een

bekleding van gepenetreerde breuksteen, afgestrooid met lavasteen toegepast worden. Het is wel mogelijk op dit traject de boventafel te voorzien van betonzuilen.

5.5.4 Gekantelde blokken

De stabiliteit van gekantelde betonblokken met een blokbreedte (gekanteld) van 0,20m, is berekend met Steentoets2010, op basis van de randvoorwaarden voor gekantelde blokken en de representatieve taludhelling van het betreffende deelgebied. Hieruit volgt dat de Haringmanblokken gekanteld technisch toepasbaar zijn tussen dp 221 +50m en dp 223. De blokken zijn op dit traject in gekantelde toepassing op elk niveau van het talud toepasbaar. Voor nadere informatie wordt verwezen naar de berekeningen in Bijlage 3.2.

5.5.5 Gepenetreerde breuksteen

Volgend uit het Detailadvies en de technische toepasbaarheid van betonzuilen kunnen de afgekeurde bekledingen in de ondertafel tussen dp 214 +76m en dp 237 +50m, en in de boventafel tussen dp 214 +76m en dp 218, worden vervangen door, of worden overlaagd met, ingegoten breuksteen. Gezien de hydraulische randvoorwaarden in de Oosterschelde is deze bekleding technisch toepasbaar.

5.6 Deelgebieden

Op basis van de geometrie, technische toepasbaarheid, hydraulische en ecologische randvoorwaarden is het dijkvak opgedeeld in 5 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, Havenkanaal Oost; dp 214 +76m – dp 221 +50m:

Dit deelgebied betreft het gedeelte van het dijkvak langs de oostzijde van het havenkanaal van Zierikzee. In de huidige situatie is een zeer steil talud aanwezig en ontbreekt een buitenberm. De bekleding bestaat voornamelijk uit diverse typen betonblokken die veelal direct op de klei zijn aangebracht. Over een lengte van ca. 200 m bevindt zich een overlaging van gepenetreerde breuksteen. Meer richting de Oostelijke havendam zijn delen van het talud bekleed met diverse typen betonblokken, tevens is een bekleding van basalt, op de boventafel ingegoten met beton, aanwezig. Onder de bekleding is in het algemeen een kleipakket aanwezig van aanzienlijke dikte. Onder de verschillende typen betonblokken is afwisselend een puin- en/of vlijlaag aanwezig, vaak liggen de blokken echter ook direct op de klei. Verzakkingen in met name de zeskant-betonblokken zijn duidelijk zichtbaar, ook is bij veldwerk gebleken dat zich op diverse plekken holle ruimten onder de bekleding bevinden omdat de klei onder de bekleding is uitgespoeld.

Representatieve dwarsprofielen voor dit deelgebied zijn dp 219 en dp 220. De dijknormaal is georiënteerd op 320° (ca. NW). De taludhelling van zowel de ondertafel als de boventafel is ca. 1:2,1. Dit deelgebied sluit aan de noordzijde aan op het reeds verbeterde deel in het havenkanaal dat in 2000 door het waterschap uitgevoerd is. De bekleding die daar is toegepast bestaat uit betonzuilen met eco-toplaag op de ondertafel en de boventafel. De teen wordt beschermd door een hooggelegen kreukelberm van aanzienlijke dikte.

Deelgebied II, Oostelijke havendam – Kurkenol; dp 221 +50m – dp 223:

Deelgebied II betreft het deel tussen de Oostelijke havendam en de Kurkenol. Beide dammen worden niet ten behoeve van het project Zeeweringen versterkt. Ter plaatse van de Kurkenol wordt de waterkering versterkt middels een

verborgen glooiing. De bekleding op de Oostelijke havendam wordt in het kader van beheer en onderhoud van het waterschap tijdens de uitvoering van de dijkversterking over een groot deel tevens verbeterd. Hierdoor is het aanbrengen van een verborgen glooiing achter de Oostelijke havendam niet benodigd, zie tevens paragraaf 6.8. Het deelgebied heeft met 150 m een geringe lengte. Direct voor de glooiing is een droogvallend voorland aanwezig van zand en schelpen. Onder de bekleding van afwisselend Vilvoordse steen, basalt, graniet en Lessinische steen is een voldoende dik kleipakket aanwezig. De natuursteenbekleding is gezet op puin- en/of vlijlagen. Op het bovenbeloop zijn Haringmanblokken aanwezig, deze zijn direct op de klei aangebracht.

Representatief dwarsprofiel voor dit deelgebied is dp 222 en de dijknormaal is georiënteerd op 230° (ca. ZW). De taludhelling van de ondertafel is ca. 1:3,0, van de boventafel ca. 1:3,3.

Deelgebied III, Inlaag Zuidhoek; dp 223 – dp 233 +11m:

Van dp 223 tot dp 233 +11m is onder de bekleding van granietblokken en basalt op de ondertafel klei aanwezig, variërend in dikte tussen 0,6 m en 2,0 m. Op diverse plaatsen zijn onder de kleilaag veenlagen aanwezig. Onder de bekleding van Vilvoordse steen en basalt op de boventafel zijn eveneens kleidiktes van 0,6 m à 2,0 m aanwezig. De Haringmanblokken op het hoogste deel van de boventafel zijn direct op de klei aangebracht, de kleidikte bedraagt hier tussen 0,8 m en 2,3 m. Het dijkprofiel voor dit deelgebied heeft een hooggelegen berm, waardoor een zeer lang onderbeloop aanwezig is.

Representatief dwarsprofiel voor dit deelgebied is dp 228 en de dijknormaal is georiënteerd op 195° (ca. ZZW). De taludhelling van de ondertafel is ca. 1:3,5, van de boventafel ca. 1:3,0.

Deelgebied IV, Zeelandbrug; dp 223 +11m – dp 237+50m:

Tussen dp 223 +11m en dp 237 +50m bestaat de ondertafel uit een bekleding van basalt, tussen dp 236 en 237 is deze overlaagd met breuksteen, ingegoten met gietasfalt. De basalt is aangebracht op puin- en vlijlagen. Onder de bekleding op de ondertafel is een kleilaag van aanzienlijke dikte aanwezig, variërend van 1,1 m tot 2,0 m. Onder deze kleilaag is op veel locaties een veenlaag aanwezig, lokaal van aanzienlijke dikte. Op de boventafel en de buitenberm is een bekleding van afwisselend Vilvoordse steen en basalt aanwezig, veelal ingegoten met beton. De kleidiktes onder de boventafel bedragen ca. 2,0 m, het kleipakket is echter niet homogeen van samenstelling, op diverse locaties zijn zand- en veenlagen in het kleipakket aangetroffen. Ook onder de kleilaag is veen aanwezig, in geringere dikte dan onder de ondertafel. Onder het hele talud zijn tijdens veldwerkzaamheden op diverse locaties resten rijshout aangetroffen. Nabij dp 235 is op de boventafel een overlaging van Grauwacke aanwezig.

Representatief dwarsprofiel voor dit deelgebied is dp 236 en de dijknormaal is georiënteerd op 200° (ca. ZZW). De taludhelling van de ondertafel is ca. 1:2,6, van de boventafel ca. 1:3,3.

Deelgebied V, Haven de Val; dp 237 +50m – dp 239 +74m:

Dit gedeelte ligt in haven de Val. De bekleding op de ondertafel bestaat uit verschillende typen steenbekleding: Grauwacke, Vilvoordse steen, ingegoten met beton, blokken van gebakken steen en basalt. Onder de Vilvoordse steen zijn vlijlagen aanwezig, de basalt is gezet op een filterlaag van gebroken Doornikse steen. Ook in dit deelgebied is onder de bekleding een kleilaag van aanzienlijke dikte aanwezig. Lokaal bevindt zich onder deze kleilaag een dunne laag veen. Op de boventafel van dit deelgebied is een bekleding van

Haringmanblokken en Vilvoordse steen aanwezig. De natuursteen is gezet op vlijlagen, de Haringmanblokken bevinden zich direct op de klei. De kleilaag onder de boventafel heeft een gemiddelde dikte van ca. 2,0 m. De berm ligt vrij hoog, waardoor de taludlengte van het onderbeloop redelijk groot is.

Representatief dwarsprofiel voor dit deelgebied is dp 239 en de dijknormaal is georiënteerd op 110° (ca. OZO). De taludhelling van de ondertafel is ca. 1:3,0, van de boventafel ca. 1:2,3.

In deelgebieden I en V is er slechts één oplossing mogelijk voor de nieuwe bekleding. In deelgebied I zijn betonzuilen technisch niet toepasbaar op de ondertafel vanwege de steile taludhelling. Op de ondertafel wordt hier een overlaging van breuksteen, gepenetreerd met gietasfalt en afgestrooid met lavasteen toegepast. Op de boventafel van dit deelgebied komen enkel betonzuilen in aanmerking als nieuw bekledingstype. In deelgebied V kan een groot deel van de bekleding op de ondertafel behouden blijven. Het overige deel wordt gezien de geringe oppervlakte en de aangrenzende bekledingen tevens voorzien van breuksteen, ingegoten met gietasfalt en afgestrooid met lavasteen. Uit het Detailadvies volgt direct dat op de boventafel van dit deelgebied betonzuilen toegepast worden, dit bekledingstype blijkt ook technisch toepasbaar.

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, beschikbaarheid en de technische toepasbaarheid alle bekledingsalternatieven gegeven die in één of meerdere deelgebied van het onderhavige dijkvak kunnen worden toegepast.

Bij alternatief 1 wordt de ondertafel overlaagd met breuksteen, die volledig wordt ingegoten met asfalt en wordt afgestrooid met lavasteen om de vestiging van wieren te stimuleren. In de boventafel worden hier betonzuilen toegepast. Bij alternatief 2 wordt op zowel de ondertafel als de boventafel een bekleding van gekantelde Haringmanblokken toegepast, welke binnen het werk vrijkomen. Bij Alternatief 3 wordt de bekleding in de ondertafel en boventafel vervangen door nieuwe betonzuilen.

Tabel 5.5 Bekledingsalternatieven (zie tabel 0.1)

Alternatief	Ondertafel	Boventafel
1	gepenetreerde breuksteen, afgestrooid met lavasteen	nieuw te leveren betonzuilen
2	hergebruik gekantelde Haringmanblokken	hergebruik gekantelde Haringmanblokken
3	nieuw te leveren betonzuilen	nieuw te leveren betonzuilen

5.7.2 Afweging en keuze

Op basis van bovenstaande bekledingsalternatieven per deelgebied zijn 2 varianten opgesteld voor het hele dijkvak. Variant 1 is weergegeven In Tabel 5.6, variant 2 is

weergegeven in Tabel 5.7. Vooraanzichten van de varianten zijn gegeven in de figuren 5 en 6 in Bijlage 1.

Bij het opstellen van de varianten is rekening gehouden met de volgende overwegingen:

- In het algemeen gaat om economische en ecologische redenen de voorkeur uit naar hergebruik van binnen het werk vrijkomende materialen. Vrijkomende Haringmanblokken zijn gekanteld alleen toepasbaar in deelgebied II vanwege de geringere hydraulische belasting door de beschutte ligging achter aanwezig voorland en de relatief flauwere taludhelling. De hoeveelheid vrijkomende blokken is voldoende om het gehele talud van deelgebied II mee te voorzien. Om deze redenen zijn geen alternatieve bekledingstypen meegenomen voor de nieuwe bekleding in deelgebied II bij het opstellen van de varianten.
- Op de ondertafel tussen dp 223 en dp 237 +50m (deelgebied III en IV) geldt voor herstel volgens het Detailadvies 'geen voorkeur'. Dit houdt in dat bij een keuze voor gepenetreerde breuksteen, het afstrooien met lavasteen niet nodig is. Indien de bekleding echter wordt afgestrooid met lavasteen wordt voldaan aan het advies voor verbetering: een dergelijke bekleding valt binnen de categorie 'redelijk goed'. Voor verbetering ten aanzien van natuurwaarden is het ook mogelijk betonzuilen op de ondertafel van deelgebied III en IV toe te passen. Mede omdat in het havenkanaal de sterke voorkeur voor betonzuilen op de ondertafel niet toegepast kan worden en vanwege landschappelijke aspecten wordt bij het opstellen van de varianten uitgegaan van een bekleding binnen de categorie verbetering op de ondertafel van deelgebied III en IV.

Tabel 5.6 Variant 1

Deelgebied	Ondertafel	Boventafel
I	Breuksteen, ingegoten met gietasfalt en afgestrooid met lavasteen	Betonzuilen
II	Gekantelde Haringmanblokken	Gekantelde Haringmanblokken
III	Breuksteen, ingegoten met gietasfalt en afgestrooid met lavasteen	Betonzuilen
IV	Breuksteen, ingegoten met gietasfalt en afgestrooid met lavasteen	Betonzuilen
V	Behoud bestaande Grauwacke / Breuksteen, ingegoten met gietasfalt en afgestrooid met lavasteen	Betonzuilen

Tabel 5.7 Variant 2

Deelgebied	Ondertafel	Boventafel
I	Breuksteen, ingegoten met gietasfalt en afgestrooid met lavasteen	Betonzuilen
II	Gekantelde Haringmanblokken	Gekantelde Haringmanblokken
III	Betonzuilen	Betonzuilen
IV	Betonzuilen	Betonzuilen
V	Behoud bestaande Grauwacke / Breuksteen, ingegoten met gietasfalt en afgestrooid met lavasteen	Betonzuilen

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 het spreadsheet 'Keuzemodel'. De scores voor de aspecten constructie-eigenschappen, uitvoering, hergebruik en onderhoud worden door het 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 nieuwe bekledingstype langs het havenkanaal is in beide varianten gelijk en sluit aan op het landschapsadvies: door het toepassen van gepenetreerde breuksteen op de ondertafel en betonzuilen op de boventafel tussen dp 214 +76m en dp 221 +50m ontstaat een evenbeeld van de nieuwe bekleding aan de overzijde van het havenkanaal op dit deel.

Volgens het landschapsadvies is het gewenst om in de deelgebieden II, III en IV een donker bekledingstype op zowel de ondertafel als de boventafel toe te passen. In deelgebied II wordt in beide varianten uitgegaan van gekantelde Haringmanblokken als nieuw bekledingstype, hierin is dus geen onderscheid in de varianten. In deelgebied III en deelgebied IV is wel verschil in de toe te passen bekledingstypen bij variant 1 en variant 2. In geen van de gevallen ontstaat een geheel donkerkleurig talud. De voorkeur voor een gelijke bekleding in boven- en ondertafel weegt zwaarder dan het algemeen advies waarbij de ondertafel donker wordt geadviseerd. Daarom heeft variant 2 de voorkeur.

In haven de Val wordt in beide varianten uitgegaan van dezelfde nieuwe bekledingstypen: gepenetreerde breuksteen op de ondertafel, waarvan een deel reeds aanwezig is en behouden kan worden en betonzuilen op de boventafel. Deze nieuwe bekleding past in het beeld van de overige reeds verbeterde bekleding in de haven, aangezien daar ook breuksteen met gietasfalt is toegepast op de ondertafel en betonzuilen op de boventafel. Met het voorgestelde bekledingstype ontstaat de gewenste eenheid in bekledingstypen in de haven.

Natuur

Voor zowel variant 1 als variant 2 geldt een verbetering van de natuurwaarden in deelgebied II t/m IV. Hier staat tegenover dat het in beide varianten niet mogelijk is te voldoen aan de sterke voorkeur voor het toepassen van betonzuilen op de ondertafel in deelgebied I, vanwege de te steile taludhelling. Voor deelgebied V geldt voor variant 1 en variant 2 dat op de boventafel het nieuwe bekledingstype tevens past binnen het advies voor verbetering van de natuurwaarden. Op de ondertafel wordt in beide varianten afgeweken van het advies voor zowel herstel als verbetering wegens

de beperkte trajectlengte, en bijbehorende ongewenste overgangen met aansluitende profielen.

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. Tevens is binnendijs Natura 2000 gebied aanwezig vanwege de als zodanig aangewezen aanwezige inlaag Zuidhoek. Langs het dijkvak komen plaatselijk habitattypen voor die het gebied kwalificeren als Habitatrichtlijngebied. 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 de aanwezige kreukelberm, niet. Ter plaatse van de huidige kreukelberm wordt de nieuwe glooiingsconstructie doorgezet tot een dieper niveau en wordt de nieuwe kreukelberm lager aangebracht. Uitzondering hierop betreft deelgebied II in beide varianten. Door het aanbrengen van gekantelde Haringmanblokken op de ondertafel, ingepast op de bestaande situatie met aanwezige kleilaag, zal de grens van het voorland met de bekleding ca. 1,80 m 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.

Onderling verschillen de beide varianten enkel met betrekking tot het bekledingstype op de ondertafel van de deelgebieden III en IV van elkaar. Ten aanzien van natuur geldt dat zowel een bekleding van breuksteen, gepenetreerd met gietasfalt en afgestrooid met lavasteen zoals opgenomen in variant 1, als een bekleding van betonzuilen in variant 2 in de zone onder gemiddeld hoogwater verbetering van de natuurwaarden oplevert. Ten aanzien van natuur geldt hierdoor geen voorkeur voor één van de twee varianten.

Kosten

Het verschil in toe te passen bekledingstypen tussen variant 1 en variant 2 betreft de nieuwe bekleding op de ondertafel van de deelgebieden III en IV. Bij variant 1 bestaat deze uit een overlaging van breuksteen, gepenetreerd met gietasfalt en afgestrooid met lavasteen. De kosten van dit bekledingstype zijn lager dan de betonzuilen die als nieuw bekledingstype op de ondertafel van de deelgebieden III en IV in variant 2 zijn opgenomen. Daarbij komt tevens dat het toepassen van betonzuilen op de ondertafel het uitvoeren van grondverbeteringen noodzakelijk maakt. De kosten voor variant 2 zijn daarmee hoger dan variant 1.

In Tabel 5.8 is de afweging samengevat. Hieruit blijkt dat voor variant 2 de totaalscore hoger is dan voor variant 1. Na afweging van de verhouding tussen de totaalscore en de kosten heeft variant 1 de hoogste eindscore.

Tabel 5.8 Samenvatting keuzemodel

Variant	Totaalscore	Kosten	Score/kosten
1	63,6	1,00	63,76
2	67,8	1,08	62,64

Variant 1, de voorkeursvariant, zal in hoofdstuk 6 verder worden uitgewerkt.

5.8 Onderhoudsstrook

Op de stormvloedberm wordt een nieuwe onderhoudsstrook aangelegd. Momenteel is nergens langs het traject een opengesteld onderhoudspad aanwezig. Toename van recreatief medegebruik van het onderhoudspad is om redenen van de verstoring die dat geeft aan de natuur niet gewenst. De toegankelijkheid blijft daarom ongewijzigd. De toplaag wordt uitgevoerd in open steenasfalt, zodat dit voor fietsers niet geschikt is.

5.9 Bekleding tussen ontwerppeil en berm

De berm ligt tussen dp 223 en dp 233 +11m en tussen dp 237 +50m en dp 239 +74m boven het ontwerppeil, maar lager dan ontwerppeil + $\frac{1}{2} H_s$ +0,5 m. De steenbekleding van de boventafel wordt daarom op deze trajecten doorgezet tot aan het niveau van de buitenberm.

5.10 Golfoploop

De golfoploop van de voorkeursvariant, tijdens ontwerpcondities, is vergeleken met de golfoploop in de oude situatie. In Tabel 5.9 is voor een aantal dwarsprofielen het effect van het gewijzigde talud en de gewijzigde berm op de golfoploop gegeven. De berekening van de golfoploop is opgenomen in Bijlage 3.4. Hieruit wordt geconcludeerd dat bij alle profielen de golfoploop afneemt. In sommige gevallen is de afname aanzienlijk. Dit wordt langs het havenkanaal veroorzaakt doordat een buitenberm wordt gecreëerd die in de bestaande situatie niet aanwezig is, hetgeen een louter positief effect heeft op de golfoploop. Ook zijn er trajecten waar de berm wordt opgehoogd tot het ontwerppeil, waardoor de invloed van de berm positief wordt beïnvloed. In dwarsprofiel 2 is dit effect duidelijk zichtbaar, in dwarsprofiel 4 wordt deze gunstige werking gedempt door het feit dat de gemiddelde taludhelling onder de berm op dit profiel steiler wordt.

Tabel 5.9 Effect op golfoploop

Dwarsprofiel (Dijkpaal)	Vergrotingsfactor golfoploop
1a (dp 219)	0,64
1b (dp 220)	0,68
2 (dp 222)	0,68
3 (dp 228)	0,94
4 (dp 236)	0,96
5 (dp 239)	0,91

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 Tabel 5.6 en Figuur 5 van Bijlage 1, nader uitgewerkt. De bijbehorende dwarsprofielen zijn weergegeven in Figuur 7 t/m Figuur 12 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.

Daar waar voor de huidige dijk geen of geen goede kreukelberm aanwezig is, moet een nieuwe kreukelberm worden aangebracht. De benodigde minimale sortering van de toplaag, die is bepaald volgens de Handleiding Toetsing en Ontwerp [2], bedraagt 10-60 kg. Hierbij is conform het detailadvies voor de hydraulische randvoorwaarden uitgegaan van een afname van het voorland met 0,5 m. In verband hiermee wordt de bovenkant van de nieuwe kreukelberm gelegd op NAP – 0,60 m, op de trajecten met een dieper voorland bedraagt dit niveau NAP – 1,00 m. In Bijlage 3.3 is een berekening opgenomen. In Tabel 6.1 is de steensortering voor de verschillende randvoorwaardenvakken weergegeven. De nieuwe kreukelberm heeft een breedte van 5 m. De laagdikte is afhankelijk van de benodigde sortering.

Tabel 6.1 Nieuwe kreukelberm

RVW vak	Deel gebied	Locatie		Hoogte t.o.v. NAP [m]	Sortering [kg]	Laagdikte [m]
		Van [dp]	Tot [dp]			
2	I	214 ^{+76m}	217	-0,6	10-60	0,5
1	I	217	221 ^{+50m}	-0,6	40-200	0,7
156b	II	221 ^{+50m}	223	-0,6	10-60	0,5
156b	III	223	224	-1,0	60-300	0,8
156a	III en IV	224	237 ^{+50m}	-1,0	60-300	0,8
155f	V	237 ^{+50m}	239 ^{+74m}	-1,0	60-300	0,8

Het geotextiel onder de kreukelberm is een polypropreen weefsel waarop een vlies is gestikt voor extra bescherming tijdens het storten van de steen. Hetzelfde geotextiel wordt toegepast onder de geasfalteerde onderhoudstrook. 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 _{H50} -index ≥ 15 mm/s
Poriegrootte O ₉₀	≤ 350 μm
Levensduurverwachting	50 jaar
Overlap	Banen geotextiel leggen met een overlap van ten minste 0,50 m

Tussen dp 221 +50m en dp 223 worden nieuwe teenconstructies geplaatst. De bovenkant van de nieuwe teenconstructie ligt op NAP - 0,6 m.

Een nieuwe teenconstructie bestaat uit een teenschot, met een hoogte van 0,60 m, en palen die het teenschot ondersteunen, met een lengte van 1,80 m (h.o.h. 0,33 m, doorsnede: 0,07x0,07 m²). De palen moeten van FSC-hout zijn, dat voldoet aan Duurzaamheidsklasse 1, en het teenschot mag niet dikker zijn dan 2 cm. 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 uitvulling. 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 (zie paragraaf 5.7) zijn de dimensies nader bepaald. Het resultaat van de berekeningen is een aantal praktische combinaties van dikte en dichtheid. De dikte wordt daarbij afgerond op 5 cm en de dichtheid op 100 kg/m³. De uiteindelijke keuze wordt bepaald na afweging van kosten, uitvoeringstechniek en beheersaspecten. Daarom mag de dichtheid van de zuilen niet te veel afwijken van de meest gangbare betonsamenstelling.

De top laagdikten zijn gedimensioneerd met Steentoets2010. Daarbij is het hele bekledingsprofiel ingevoerd, incl. een eventueel gehandhaafde ondertafel of overlaging. 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 ³]		Niveau overgang typen betonzuil [+m NAP]
		boventafel	boven ontwerppeil	
2	I	30/2300	-	-
1	I	40/2300 35/2600	-	-
156a	III	50/2300 45/2500 40/2800	30/2300	3,50
156a	IV	50/2600 45/2800	-	-
155f	V	50/2300 45/2600 40/2900	30/2300	3,50

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 wel naast elkaar worden toegepast, indien dit betekent dat de dikte van de uitvulling 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 0,30 m toe te passen, omdat bij deze zuilen het inwas- en filtermateriaal te gemakkelijk kan uitspoelen.

Tabel 6.4 Gekozen dikte en dichtheid betonzuilen

RVW vak	Deel gebied	Type betonzuil [cm] / [kg/m ³]		Niveau overgang typen betonzuil [+m NAP]
		boventafel	boven ontwerppeil	
2	I	30/2300	-	-
1	I	40/2300	-	-
156a	III	45/2500	30/2300	3,50
156a	IV	45/2800	-	-
155f	V	45/2600	30/2300	3,50

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

In deelgebied II tussen dp 221 +50m en dp 223, op het traject tussen de Oostelijke havendam en de Kurkenol, zijn binnen het werk vrijkomende gekantelde Haringmanblokken over de volledige taludhoogte toepasbaar. Er komen binnen het werk voldoende Haringmanblokken vrij, gerekend inclusief verliezen, om op dit traject ook over de volledige hoogte Haringmanblokken gekanteld toe te passen. In Tabel 6.5 is het toepassingsbereik van de blokken vermeld.

Tabel 6.5 Gekozen typen gekantelde betonblokken

Deel- gebied	Talud- helling	Toepassingsniveau van / tot [NAP+m]
Haringmanblokken 0,20 m		
II	3,2	-0,60 / 3,50

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 van 1997-2012 wordt gekozen voor een polypropeen vlies met een maximum openingsgrootte (O_{90}) van 100 μm , omdat een nog grotere grond dichtheid (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	$\geq 20 \text{ kN/m}$
Rek bij breuk	$\leq 60 \%$
Duurzaamheid conform NEN EN ISO 13438	50 jaar
Overlap	Banen geotextiel leggen met een overlap van ten minste 0,50 m
Openingsgrootte O_{90}	$\leq 100 \mu\text{m}$

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 ofwel de overgangsconstructie, 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 onderhoudstrook op de berm, waarna het

weefsel van de onderhoudsstrook er overheen gelegd wordt met een overlapping van minimaal 1,0 m.

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 0,6 m. 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

Locatie		Benodigde dikte onderlaag [m]	Aanwezige dikte onderlaag [m]	Nieuwe dikte onderlaag [m]
Van [dp]	Tot [dp]			
214+76m	220	0,6	0,5	0,8
220	221+50m	0,6	1,2	-
221+50m	223	0,6	1,0	-
223	233+11m	0,6	1,2	-
233+11m	237+50m	0,6	1,0	-
237+50m	239+74m	0,6	1,8	-

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 toplaag van ingegoten breuksteen wordt uitgevoerd met breuksteen van 10-60 kg, die met een minimale laagdikte van 0,40 m aangebracht dient te worden. Deze minimale laag moet 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.

Op de kop van de Galgenol bij dp 237 +50m wordt het talud volledig overlaagd met breuksteen 10-60kg, ingegoten met gietasfalt. De ondertafel wordt hierbij volledig gepenetreerd met gietasfalt en afgestrooid met lavasteen, de boventafel wordt vol en zat gepenetreerd met gietasfalt. Vanwege de combinatie van relatief hoge golfbelastingen, het bochtige profiel, bekende zwakheden van de kop van een nol en gezien de historie van de Galgenol waarbij recent een oeverval heeft plaatsgevonden en de nol is hersteld gebruikmakend van breuksteen met gietasfalt, is een overlaging van gepenetreerde breuksteen het enige toepasbare bekledingstype.

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

Tabel 6.8 Hoogte onderkant ingegoten breuksteen

Deelgebied	Onderkant ingegoten breuksteen [NAP + m]
I	-1,00
III	-1,40
IV	-1,40
V	-1,40

6.4 Overgangsconstructies

Er dienen horizontale overgangsconstructies te worden geplaatst op de overgang tussen ingegoten breuksteen en betonzuilen. De betonzuilen dienen zo goed mogelijk aan te sluiten op de bekledingen van de aangrenzende dijkvakken. Kieren moeten worden gepenetreerd met gietasfalt of asfaltmastiek.

6.5 Overgang tussen boventafel van zuilen en berm

De overgang tussen de boventafel en de berm wordt uitgevoerd door de betonzuilen aan te brengen met een afronding, waarvan de kromtestraal $R = 10$ m bedraagt. Uitzondering hierop is deelgebied I, waar de afronding achterwege is gelaten vanwege de beperkte ruimte in het profiel. Daar waar een kromtestraal wordt toegepast worden de betonzuilen over een lengte van 1,0 m op de berm doorgezet. Met betrekking tot de uitvulling en het geotextiel wordt aangesloten bij de constructie volgens paragraaf 6.2.3 en 6.2.4.

6.6 Berm

Tussen dp 214 +76m en dp 221 +50m ontbreekt in de huidige situatie een buitenberm. Tussen de Oostelijke havendam en de Kurkenol ligt de bestaande buitenberm onder het ontwerppeil, op ca. NAP +2,80 m. Tussen dp 223 en dp 233 +11m is een hooggelegen berm aanwezig op NAP +4,90 m. Van dp 233 +11m tot dp 237 +50m ligt de bestaande berm onder het ontwerppeil en is behoorlijk smal. Op het laatste traject van het dijkvak gelegen in haven de Val, van dp 237 +50m tot 239 +74m, is een buitenberm aanwezig op NAP +4,20 m. De bermbreedte varieert van 1,8 m tot 5,3 m.

In het ontwerp van de dijkverbetering wordt op het traject langs het havenkanaal tussen dp 214 +76m en dp 221 +50m een buitenberm op ontwerppeil NAP +3,50 m gecreëerd. Van dp 221 +50m tot dp 223 wordt de bestaande buitenberm opgehoogd tot het ontwerppeil. Ter plaatse van de verborgen glooiing achter de Kurkenol verloopt de buitenknik van de berm van NAP + 3,50 m naar NAP + 5,00 m. Tussen dp 223 en dp 233 +11m ligt de buitenberm op NAP + 5,00 m, vanwege de huidige hoge ligging van de berm. Van dp 233 +11m tot dp 237 +50m wordt de bestaande smalle berm opgehoogd tot ontwerppeil + 3,50 m. Op het traject tussen de Galgenol bij dp

237 +50m en de begrenzing van het dijkvak bij dp 239 +74m wordt de nieuwe bermhoogte bepaald door het huidige bermniveau. Deze ligt boven het ontwerppeil, de nieuwe bermhoogte is NAP +4,20 m. De nieuwe bermbreedte varieert van 3,0 m tot 6,2 m. De nieuwe bermhoogte en breedte zijn opgenomen in Tabel 6.9.

Tabel 6.9 Nieuwe berm

Locatie		Bestaande bermhoogte ¹⁾ [m +NAP]	Nieuwe bermhoogte ¹⁾ [m +NAP]	Breedte berm [m]
Van [dp]	Tot [dp]			
214+76m	221+50m	Geen berm aanwezig	3,5	3,0
221+50m	223	2,8	3,5	4,0
223	233+11m	5,0	5,0	6,2
233+11m	237+50m	2,8	3,5	4,0
237+50m	239+74m	4,1	4,2	4,9

¹⁾ Hoogte bij buitenknik berm

Op de berm wordt een nieuwe onderhoudsstrook aangelegd, die langs het gehele traject niet wordt opengesteld voor fietsers. De onderhoudsstrook wordt uitgevoerd in open steenasfalt (OSA). De breedte van de nieuwe onderhoudsstrook is 3,0 m.

Tijdens de uitvoering wordt de berm gebruikt als werkweg bestaande uit een 0,3 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 gebruikt als fundering en afgedekt met open steenasfalt.

6.7 Kruinhoogte

De beheerder heeft aangegeven dat op het traject tussen dp 220 en dp 221 +50m de bestaande kruinhoogte niet toereikend is. De kruin zal op dit traject opgehoogd worden tot eenzelfde niveau als aan de overzijde van het havenkanaal op dit traject, NAP +7,0m (aanleghoogte NAP + 7,5 m ten behoeve van zetting). Zie voor nadere argumentatie en onderbouwing voor de keuze het memo van de beheerder, opgenomen als Bijlage 2.5 van deze ontwerpnota. Op ditzelfde traject wordt aan de buitenzijde een buitenberm gecreëerd. Om voldoende stabiliteit te garanderen wordt ook in het nieuwe profiel evenals het bestaande een binnenberm aangebracht. De binnenteenlijn verschuift door bovengenoemde zaken ca. 17 m binnenwaarts. Een dwarsprofiel van de nieuwe situatie ter plaatse van de kruinverhoging is weergegeven in Figuur 8 van Bijlage 1.

6.8 Versterken Oostelijke havendam

Op verzoek van de beheerder wordt binnen het project Zeeweringen de uitvoering van het verbeteren van een deel van de steenbekleding ter plaatse van de Oostelijke havendam in het kader van beheer en onderhoud meegenomen. De havendam heeft een lengte van ca. 280 m. Gerekend vanaf de dijk, is op de eerste 160 m aan weerszijde van de dam een bekleding van Vilvoordse steen aanwezig. Op de overige 120 m, tot aan de kop van de havendam, bestaat de huidige bekleding uit basalt van aanzienlijke dikte. De beheerder heeft aangegeven de aanwezige basalt lokaal te willen herstellen, ter plaatse van de bekleding met Vilvoordse steen vindt verbetering plaats door de bestaande bekleding te overlagen met breuksteen en in te gieten met gietasfalt (zie Bijlage 2.5). Op de kruin van de havendam wordt een verhard onderhoudspad aangebracht.

Met het versterken van de Oostelijke havendam, waarbij gerekend vanaf de aanzet van de dam over een lengte van 160 m de nieuwe steenbekleding aan weerszijden zal bestaan uit breuksteen, gepenetreerd met gietasfalt vanaf de teen tot de kruin van de dam, en waarbij op de kruin tevens een aaneengesloten verharding zal worden aangebracht, wordt het niet nodig geacht een verborgen glooiing aan te brengen ter plaatse van de doorgaande dijk achter de havendam langs. De lengte waarover de havendam op een sterkte wordt gebracht waarbij deze voorzien is van een bekleding die bestand is tegen de condities behorende bij een maatgevende storm, is ruim voldoende om er zeker van te zijn dat tijdens een storm mogelijke schade niet zal leiden tot het bezwijken van de gehele havendam en waarmee zeker gesteld wordt dat de functie van de waterkering ter plaatse van de aanzet van de Oostelijke havendam niet in gevaar komt.

6.9 Verborgene glooiing

Ter plaatse van dp 223 zal de Kurkenol achterlangs gepasseerd worden middels een verborgen glooiing. Deze verborgen glooiing bestaat uit vol en zat gepenetreerde breuksteen 10-60kg, met een laagdikte van 0,40 m en wordt aangebracht onder een maximale helling van 1:2,5. De ondergrens verloopt van NAP -0,60 m naar NAP -1,00 m. De bovengrens verloopt van NAP +3,50 m naar NAP +5,00 m. Onder de breuksteen wordt een geokunststof type weefsel toegepast, met eigenschappen als weergegeven in Tabel 6.2. Ter plaatse van de aansluitingen aan weerszijden wordt de bestaande, te behouden bekleding op de nol tijdelijk verwijderd, om na aanbrengen van de verborgen glooiing weer teruggeplaatst te worden.

6.10 Naastliggende dijkvakken

In het havenkanaal sluit het te verbeteren traject bij dp 214 +76m aan op de in 2000 door de beheerder reeds verbeterde glooiing, welke is uitgevoerd met betonzuilen met een hoogte van 0,25 m en een dichtheid van 2300 kg/m³. Deze zuilen zijn op het gehele talud voorzien van een eco-toplaag.

Het dijktraject grenst aan de oostzijde ter plaatse van haven de Val aan het dijkvak Haven de Val polder Zuidhoek, Zuidernieuwlandpolder, Gouweveerpolder (dp 239+74m). Dit dijkvak is in 2010 uitgevoerd, ter plaatse van de aansluiting op dit dijkvak bestaat de verbeterde bekleding uit een overlaging van breuksteen 10-60 kg, ingegoten met gietasfalt en op de ondertafel afgestrooid met lavasteen. De kreukelberm bestaat uit breuksteen met een sortering 40-200 kg en is patroongepenetreerd (stroken) met gietasfalt.

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 het gietasfalt kort voor en tijdens het aanbrengen te veel afkoelt.

In het Detailadvies van dit dijkvak is aangegeven dat bij het toepassen van breuksteen, ingegoten met gietasfalt, het oppervlak geschikt moet worden gemaakt voor de vestiging van wieren door het pakket steen volledig te penetreren met gietasfalt en direct na het ingieten lavasteen van de sortering 60/150 mm over het oppervlak uit te strooien, die gedeeltelijk in het asfalt weg dient te zakken.

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

Aandacht dient te worden besteed aan de overgang(en). Indien een bekleding van betonzuilen aansluit op een bestaande zuilenbekleding dient een stukje van de bestaande zuilen te worden herzet om een naadloze aansluiting te verkrijgen.

Indien bekledingstypen verschillen dient net als bij overige overgangen een afdichting te worden aangebracht

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.

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 vrijkomende Haringmanblokken dienen voordat deze gekanteld worden toegepast als nieuw bekledingstype gecontroleerd te worden op kwaliteit. Bij het opstellen van

het ontwerp is rekening gehouden met verliezen vanwege het ontbreken van kwaliteit bij een deel van de blokken of schade tijdens uitvoering.

Bij het dimensioneren van de benodigde sortering en afmeting van de kreukelberm is uitgegaan van een nieuw ontwerp. Indien in de huidige situatie steen van de juiste sortering aanwezig is, kan mogelijk worden volstaan met het aanvullen van deze steenlaag of middels herprofilen van aanwezige breuksteen om tot de juiste afmeting en omvang van de nieuwe kreukelberm te komen. In de contractfase dient de hoeveelheid en sortering van de reeds aanwezige stortsteen nagegaan te worden. Ook kan daarmee bepaald worden of binnen het werk vrijkomende breuksteen in de nieuwe kreukelberm hergebruikt kan worden.

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.

Ten behoeve van het realiseren van een buitenberm langs het havenkanaal en het verhogen van de kruin op een deel van het traject zal in de contractfase een geotechnisch advies moeten worden opgesteld om de stabiliteit van het dijklichaam tijdens het opheffen te waarborgen.

De bekleding op de Oostelijke havendam wordt op verzoek van de beheerder gelijktijdig met de uitvoering van de dijkversterking in het kader van project Zeeweringen verbeterd. In de contractfase dient aandacht te zijn voor de aansluiting van de nieuwe bekleding van de havendam op de nieuwe bekleding van de dijk. Tevens dient nagegaan te worden of ontluchting van de havendam noodzakelijk is indien deze aan weerszijden en bovenop over een aanzienlijke lengte wordt voorzien van een overlaging van met gietasfalt gepenetreerde breuksteen.

Aan te brengen 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. Tevens dient ervoor te worden gezorgd dat het grondwerk vrij van stenen wordt opgeleverd.

In de contractfase dient de stabiliteit van de vooroever ten aanzien van de uitvoering van de werkzaamheden op de glooiing nagegaan te worden. Voor het aanbrengen van de nieuwe bekleding is het nodig te werken met zwaar materieel op de dijk. Instabiliteit van de vooroever geldt als risico aangaande het veilig kunnen uitvoeren van de werkzaamheden. Zeker gelet op de historie van het gebied, met direct voor het dijkvak een diepe geul en de oeverval van de Galgenol en het afschuiven van een groot deel van de Oostelijke havendam in verder verleden, is dit voor het onderhavig dijktraject een reëel risico. Ten aanzien van de stabiliteit van de vooroever rondom het te verbeteren deel van de Oostelijke havendam voor de beheerder, zal in de contractfase nadere afstemming met de beheerder plaatsvinden.

7.2 Natuur

Het dijklichaam doorkruist Natura 2000-gebied Oosterschelde, omdat ook de binnendijs gelegen inlaag Zuidhoek tot het Natura 2000-gebied behoort. De werkzaamheden reiken niet dusdanig ver in het voorland, dat verstoring van soorten

in de aanwezige stroomgeul te verwachten is. Zoveel als mogelijk zal echter wel het ontstaan van trillingen en onderwatergeluid tijdens uitvoering van de werkzaamheden beperkt moeten worden.

Tussen dp 221 +50m en dp 223 heeft het aanwezige droogvallend voorland een belangrijke functie voor foeragerende vogels. Tijdelijke verstoring is echter acceptabel, tijdens uitvoering zal een zo beperkt mogelijk ruimtebeslag moeten worden aangehouden ter plaatse van dit voorland. Na afronding van de werkzaamheden is het van belang dat het voorland op oorspronkelijk niveau en in oorspronkelijke staat terug wordt gebracht.

De inlaag direct achter het dijkvak is van belang voor broedvogels. Hiermee is met het opstellen van de transportroute zoveel als mogelijk rekening gehouden. Langs het grootste deel van het traject vinden de werkzaamheden aan de buitenzijde van de dijk plaats, waarmee de verstoring op het binnendijks gelegen gebied beperkt is.

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

Voor uitvoering van het traject is het raadzaam na te gaan of sprake is van de aanwezigheid van de strikt beschermde noordse woelmuis en levendbarende hagedis, zonodig kunnen hiertoe nog passende maatregelen worden opgenomen in het contract, bijvoorbeeld door het plaatsen van schermen.

Met het opstellen van de transportroutes en depotlocatie is gelet op de beperkte beschikbare mogelijkheden, zo goed als mogelijk rekening gehouden met de aanwezigheid van de beschermde rietorchis en bijenorchis. In het jaar voorafgaande aan uitvoering van het dijktraject verdient het de voorkeur de exacte groeiplaatsen van deze beschermde soorten vast te leggen. Direct voor de uitvoering van de werkzaamheden dienen locaties waar deze soorten in de directe nabijheid van transportroute, depotlocatie of werkgebied staan door een terzake kundig ecooloog gemarkeerd te worden om schade of vernietiging van soorten te voorkomen.

Mitigerende maatregelen ten aanzien van de uitvoering worden afgestemd met de beheerder van aangrenzend natuurgebied, aangezien tijdelijke effecten op de binnendijks gelegen inlaag niet uit te sluiten zijn.

Langs het havenkanaal verschuift tengevolge van het realiseren van een buitenberm in het dijkprofiel, de binnentoe permanent landinwaarts. Tussen dp 220 en dp 221 +50m is deze verschuiving groter vanwege het verhogen van de kruin ter plaatse. In de contractfase dient overeenstemming met betrokken partijen te zijn aangaande het permanente verlies van ecologisch waardevolle oppervlakte en de mogelijk benodigde compensatie hiervoor.

Tijdens de werkzaamheden zal natuursteen vrijkomen waarvoor geen directe toepassing binnen het werk is, bijvoorbeeld Vilvoordse steen. In de contractfase dient nagegaan te worden of het mogelijk en wenselijk is om in de binnendijks gelegen inlaag met deze vrijkomende materialen een eilandje te maken t.b.v. de ontwikkeling van natuurwaarden. Hierover zal nadere afstemming moeten plaatsvinden met de beheerder van de inlaag, Natuurmonumenten.

7.3 Archeologie en cultuurhistorie

In het dijktraject staan op diverse plaatsen oude (dijk)palen. Nagegaan dient te worden waar zich exact mogelijk cultuurhistorisch waardevolle palen bevinden. Als deze in de te verbeteren glooiing staan is behoud niet mogelijk, wel kan in dat geval de mogelijkheid worden bekeken of op delen van het traject de palenrij van de nieuwe overgangsconstructie tussen overlaging en betonzuilen verlengd kan worden.

Tijdens de realisatie van het naastliggende traject met uitvoeringsjaar 2013 aan de westzijde van het havenkanaal, is aan het licht gekomen dat mogelijk historische elementen van een voormalige kerk zijn gebruikt bij dijkversterkingen in deze regio. In 1832 is de Sint-Lievens Monsterkerk verloren gegaan, in de jaren daarna zijn verschillende soorten stenen van de kerk gebruikt om onder andere de dijken te versterken, één van de bronnen noemt de Westhavendijk, hieronder vallen zelfs grafzerken en andere bijzondere bewerkte stenen.

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

- De voormalige veerhaven De Val blijft in oorspronkelijke vorm en omvang behouden. De bekleding langs de westzijde van de haven wordt verbeterd, deze is in overeenstemming met de gebruikte materialen van reeds uitgevoerde dijkverbeteringen op de overige taluds binnen de haven.
- Afgezien van de verschuiving van de binnenteen van de dijk langs het havenkanaal, wijzigt de bestaande situatie van inlaag Zuidhoek niet.
- Het havenkanaal blijft in oorspronkelijke toestand gehandhaafd, enkel de bekleding op de dijk wordt aangepast en op een deel van het traject wordt een buitenberm aangebracht en wordt de kruin verhoogd. De nieuwe bekleding is het evenbeeld van de nieuwe bekleding aan de westzijde van het kanaal waardoor een eenduidig beeld ontstaat.
- De Kurkenol wordt middels een verborgen glooiing achterlangs gepasseerd en blijft als geheel intact.

Op het traject langs haven de Val komen plaatselijk gebakken blokken als bestaand bekledingstype voor. Dit betreft een uniek stuk glooiing waardoor het vanuit cultuurhistorisch oogpunt wenselijk is deze glooiing vast te leggen met afmetingen en foto's in de beeldbank van de Zeeuwse Bibliotheek. Hiertoe dient de glooiing voorafgaand aan de werkzaamheden vrijgemaakt te worden van klappers. Wanneer de kwaliteit van de stenen goed is, kunnen deze mogelijk nog in een museumglooiing – bijvoorbeeld bij Ouwerkerk – worden toegepast.

7.4 Transportroutes en depotlocaties

De transportroute is weergegeven in Figuur 13 in Bijlage 1.

Ten behoeve van de uitvoering van het werk is binnendijs bij haven de Val een depotlocatie beschikbaar, dit perceel is in particulier eigendom. De beheerder van het dijktraject zal in de contractfase met de eigenaar van dit perceel nadere afspraken maken ten aanzien van het gebruik van deze locatie als depotruimte.

De ligging van het dijkvak beperkt de mogelijkheden ten aanzien van het bepalen van de transportroute. Transporten zullen hoe dan ook door de inlaag moeten plaatsvinden. Daarom wordt in de contractfase de mogelijkheid van transporten over water nader bestudeerd en zo mogelijk toegepast.

Voor de transporten die evenwel per as moeten plaatsvinden door de inlaag zal in de contractfase nader over de exacte route afgestemd moeten worden met Natuurmonumenten.

De beheerder ziet vooral ter plaatse van deelgebied II en III problemen met aan- en afvoerroutes voor materiaal. In deze deelgebieden is een brede kruin aanwezig die mogelijk als tijdelijke werkweg kan worden ingericht, zodat in twee richtingen gereden kan worden: over de kruin en over de buitenberm. In de contractfase zal hiertoe nagegaan dienen te worden in welke mate daardoor verstoring op het binnendijks gelegen natuurgebied ontstaat en of dit al dan niet toelaatbaar is.

Het deel van het traject bij haven de Val, ten oosten van de Zeelandbrug, kan enkel via het werkgebied bereikt worden. Hierdoor moeten alle transporten buitendijks onder de Zeelandbrug door. In de contractfase moet worden nagegaan of de aanwezige ruimte en doorrijhoogte voldoende is en zonodig dienen hiertoe maatregelen of bepalingen in het contract opgenomen te worden.

Nabij de beoogde depotlocatie is een minicamping gelegen. Voordat definitief uitgegaan kan worden van deze locatie als depotruimte is nadere afstemming met de omgeving noodzakelijk.

7.5 Overig

Ten westen van de Zeelandbrug bevindt zich een intensief gebruikte duiklocatie. Om de toegankelijkheid van deze duiklocatie te behouden wordt bij de dijkovergang ter plaatse van de duiktrap op de onderhoudsstrook over een geringe lengte asfaltbeton toegepast. Ter plaatse van de huidig aanwezig duiktrap wordt in de nieuwe situatie een gelijkwaardige duiktrap aangebracht.

Ten oosten van de Zeelandbrug is tevens een duiklocatie aanwezig. In de nieuwe situatie worden hier als voorziening ten behoeve van de duiksport ringen op de glooiing aangebracht.

In het jaar van uitvoering van het dijktraject is hier ook het WK onderwaterfotografie gepland. In de contractfase dient aandacht te zijn voor dit evenement. Ten tijde van het evenement moet de duiklocatie goed en veilig gebruikt kunnen worden en toegankelijk zijn, zowel in het water als op het land. Hiertoe dient middels een fasering ofwel de bestaande situatie nog intact te zijn, ofwel het nieuwe werk met nieuwe duiktrap reeds opgeleverd te zijn.

Het dijkvak wordt gebruikt door sportvissers. In de nieuwe situatie worden enkele visplateaus aangebracht op de glooiing.

Direct vóór het dijkvak, tussen dp 232 en dp 237 +50m, zijn mosselpercelen gesitueerd. Tevens rust op een strook in het voorland ter plaatse van de teen/kreukelberm van het traject een verleend recht op vaste vistuigvisserij. In de contractfase dient met belanghebbende gebruikers van deze percelen afstemming met betrekking tot de werkzaamheden plaats te vinden.

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

De beheerder heeft aangegeven mogelijk een innovatief concept toe te willen passen ten aanzien van piping, zie Bijlage 2.5. Indien dit aan de orde is, kunnen de benodigde

werkzaamheden bij de uitvoering van de dijkversterking in het kader van project Zeeweringen worden meegenomen.

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 Oosterscheludedijken, 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] 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
- [10] Update detailadvies Havenkanaal en Inlaag Zuidhoek, Rest, P. van de, Svasek Hydraulics, Arnold, E., Royal Haskoning DHV, 2012.15C, 16-11-2012, 1587/U12307/C/PvdR
- [11] Actualisatie toetsing bekleding Zuidhoek, Havenkanaal-Oost (Schouwen-Duiveland), dp 200 - dp 240, Waterschap Scheldestromen, definitief 0.1, 30-11-2006, PZDT-R-06448 inv
- [12] Controle / Vrijgave toetsing Polder Zuidhoek / Havenkanaal Oost, dp 0207 - dp 0240 Voort, R. van de, Projectbureau Zeeweringen, definitief, 11-12-2006, PZDT-M-06468 inv

Bijlage 1 Figuren

- Figuur 1: Overzichtssituatie
- Figuur 2: Projectgebied
- Figuur 3: Gloomingskaart huidige situatie
- Figuur 4: Gloomingskaart eindbeoordeling toetsing
- Figuur 5: Gloomingskaart variant 1 (voorkeur)
- Figuur 6: Gloomingskaart variant 2
- Figuur 7: Dwarsprofiel 1a, dp214+76m – dp220
- Figuur 8: Dwarsprofiel 1b, dp220 – dp221+50m
- Figuur 9: Dwarsprofiel 2, dp221+50m – dp223
- Figuur 10: Dwarsprofiel 3, dp223 – dp233+11m
- Figuur 11: Dwarsprofiel 4, dp233+11m – dp237+50m
- Figuur 12: Dwarsprofiel 5, dp237+50m – dp239+74m
- Figuur 13: Transportroute en depots

Bijlage 2 Detailadviezen

Bijlage 2.1: Hydraulische randvoorwaarden

Update detailadvies Havenkanaal en Inlaag Zuidhoek

Aan : Yvo Provoost (Projectbureau Zeeweringen)
 Van : Pol van de Rest (Svašek Hydraulics), Erik Arnold (Royal Haskoning DHV)
 Tweede lezer : Dennis Hordijk (Royal Haskoning DHV)
 Datum : 16 november 2012
 Betreft : 2012.15C Update detailadvies Havenkanaal en Inlaag Zuidhoek
 Status : Definitief
 Referentie : 1587/U12307/C/PvdR

Let op: Dit detailadvies is een tweede herziening van het oorspronkelijke detailadvies Havenkanaal en Inlaag Zuidhoek [ref 8]. In de eerdere herziening [ref 20] zijn aanpassingen doorgevoerd t.g.v. nieuwe belastingfuncties [ref 15] en aangescherpte correctiefactoren [ref 4]. 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 voorliggende revisie zijn de maatgevende golfcondities opnieuw bepaald met aangescherpte correctiefactoren [ref 21]. Deze correctiefactoren zijn bepaald op basis van hindcasts op de Oosterschelde, alwaar in voorgaande revisie [ref 20] de correctiefactoren zijn bepaald op basis van hindcasts op de Westerschelde [ref 4]. Het voorliggende detailadvies vervangt alle voorgaande versies.

In dit detailadvies zijn de golfcondities beschreven voor het Havenkanaal en Inlaag Zuidhoek. Het advies heeft betrekking op het traject van dijkkilometer 18.75 tot 24.55. Het ontwerp zal gemaakt worden voor het dijktraject van dijkkilometer 20.06 (ligt in Havenkanaal) tot 24.00. Het detailadvies heeft betrekking op randvoorwaardenvakken 155e t/m 156b. De golfrandvoorwaarden in het Havenkanaal Zierikzee (dijkvak 1 t/m 5, dijkkilometer 18.75 tot 22.15) zijn beschreven in Bijlage 2.

Het detailadvies is opgebouwd uit twee delen: het samenvattende advies (ontwerpwaarden) en de bijlagen (aanpak en resultaten). Voor achtergrondinformatie bij het detailadvies wordt verwezen naar [ref. 5 en 6]. Bij het detailadvies hoort ook een excel-spreadsheet met randvoorwaarden, waarin de randvoorwaarden overeenkomstig dit advies zijn opgenomen [ref.7]. Tabel 1 geeft de dijkvaknummering, coördinaten en dijkkilometrering (zie ook [ref. 14]).

Tabel 1: Beschouwde dijkvakken

Dijk- vak	Dijkvakscheidings- coördinaten tov Parijs (m)				Dijk kilometrering (km)		Poldernaam
	van		tot		van	tot	
	x	y	x	y			
156b	51773	406003	51957	405853	22,15	22,40	Zuidhoek
156a	51957	405853	53248	405479	22,40	23,75	Zuidhoek
155f	53248	405479	53362	405696	23,75	24,00	(haven de Val) Zuidhoek
155e	53362	405696	53892	405689	24,00	24,55	(haven de Val) Zuidhoek

Merk op dat de dijkvakken in het Havenkanaal (dijkkilometer 18.75 tot 22.15) niet zijn weergegeven in Tabel 1. Deze dijkvakken (dijkvakken 1 t/m 5) zijn weergegeven in Tabel 3.

Tabel 2: Maatgevende golfcondities voor betonzuilen

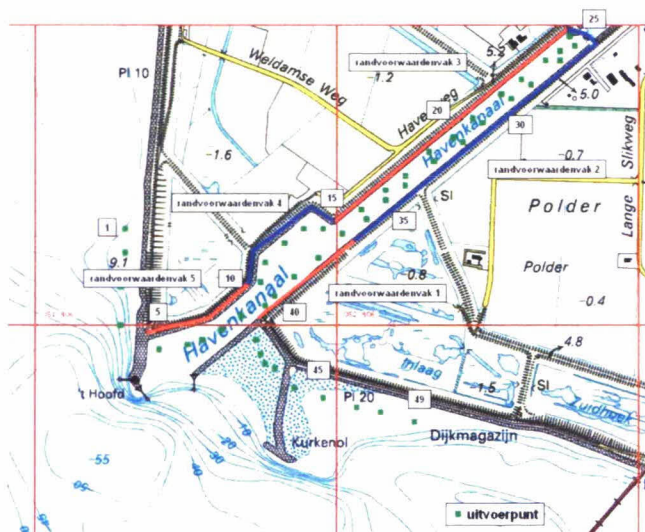
Dijkvak no.	Dijk kilometering (km)		Hs [m] bij waterstand t.o.v. NAP				Tpm [s] bij waterstand t.o.v. NAP				Waterdiepte (m) bij waterstand t.o.v. NAP				Windrichting (°) nautisch bij waterstand t.o.v. NAP			
	van	tot	+0m	+2m	+3m	+4m	+0m	+2m	+3m	+4m	+0m	+2m	+3m	+4m	+0m	+2m	+3m	+4m
156b	22,15	22,40	-	0,70	1,27	1,82	-	4,69	6,32	6,48	-	1,0	2,0	3,0	-	150	270	270
156a	22,40	23,75	2,18	2,52	2,58	2,50	5,44	5,91	6,67	6,36	6,4	8,4	9,4	10,4	240	240	270	270
155f	23,75	24,00	2,27	2,56	2,69	2,56	5,23	5,62	5,76	5,61	10,7	12,5	13,5	14,5	240	240	240	240
155e	24,00	24,55	2,29	2,56	2,69	2,59	5,34	5,70	5,84	5,64	9,6	11,6	12,6	13,6	240	240	240	240

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 15]. De maatgevende golfcondities zijn afhankelijk van de taludhelling en de constructie afhankelijke constante (F). Bij bepaling van de maatgevende golfcondities is conform de voor detailadviezen gangbare werkwijze voor afleiding van golfcondities uitgegaan van een taludhelling van 1:3,5 en een F-waarde van 6. Indien de taludhelling in het ontwerp van de dijkvakken 155e t/m 156a 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. Voor dijkvak 156b geldt dat indien de taludhelling in het ontwerp steiler is dan 1:3,5 of flauwer dan 1:3,6 dat de maatgevende golfcondities kunnen afwijken. In dat geval dient contact te worden opgenomen met de adviesschrijver. **Merk op dat het dijktalud in het havenkanaal (dijkvak 1 t/m 5) relatief steil is (talud 1:2). Dit is steiler dan 1:3,5 en daarom zal in overleg tussen ontwerper en adviesschrijver nagegaan worden of de golfcondities voor bekledingstype betonzuilen nog geldig zijn.**
- 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 6.1
 - Betonzuilen: Tabel 2 of 6.2
 - Afschuiving en de bekledingstypen WAB, OSA en vol en zat gepenetreerde breuksteen: Tabel 6.3
 - Losse breuksteen van de kreukelberm: Tabel 6.4.
- 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 15]. Daarom moeten golfcondities waarvoor geldt $\xi_{op} > 2$ (bij de aanwezigheid van een hoog voorland) aangepast worden [ref 15], zodat geldt $\xi_{op} = 2$. Voor dijkvak 156b bij de waterstanden NAP+2m en NAP+3m is $\xi_{op} > 2$ en kan het voorland aangemerkt worden als hoog voorland. Daarom zijn de golfcondities (de golfperiode T_{pm}) voor deze situaties bijgesteld, welke waarden met een rode arcering zijn aangegeven in Tabel 3 en Tabel 6.2.
- Aan de oostkant van het traject is een overlap met het detailadvies "Zuidhoek", opdracht 2006.04.32, juni 2006 [ref 9], waarin de dijkvakken 153 t/m 155f zijn beschouwd. Aan de westkant sluit het traject aan op detailadvies Borrendamme [ref 18]. De randvoorwaarden van dit advies zijn niet gelijk aan de randvoorwaarden van de overlappende delen uit voorgaande adviezen, doordat deze met aangescherpte correcties [ref 21] zijn bepaald. Daarnaast is bij het detailadvies "Zuidhoek" gebruik gemaakt van de klassieke belastingfuncties [ref 5 en 6], alwaar in dit advies gebruik is gemaakt van de nieuwe belastingfuncties [ref 15]. De randvoorwaarden van dit advies vervangen de eerder afgegeven waarden.
- Voor dijkvakken 155e en 155f ligt haven 'de Val' met een havendam; de havendam maakt geen onderdeel uit van de primaire waterkering en wordt bij een maatgevende storm als 'verloren' beschouwd. Bij het bepalen van de golfcondities voor dijkvak 155e en 155f is dus geen rekening gehouden met afscherpende werking van de havendam. De golfcondities zijn bepaald op basis van uitvoerpunten buiten de havendammen. Merk op dat de golfcondities voor dijkvak 155f scherper bepaald kunnen worden door de golfcondities van buiten de haven naar binnen te vertalen. Golven moeten namelijk flink bijdraaien om dijkvak 155f te bereiken in de haven.
- Voor dijkvak 156b ligt een nol (Kurkenol genaamd); de nol schermt dijkvak 156a en 156b (gedeeltelijk) af van golven bij westenwind en voorkomt dat de vooroever bij dijkvak 156b sterk erodeert. De nol is echter niet gedimensioneerd op een maatgevende storm en wordt bij een maatgevende storm als 'verloren' beschouwd. Bij het bepalen van de golfcondities voor dijkvak 156a en 156b (gedeeltelijk) wordt dus de afscherpende werking van de nol niet in

- rekening gebracht.
- Voor dijkvakken 156b ligt een slik. Golven ondervinden hinder van dit slik. De hoogteligging van het slik is in het verleden reeds meegenomen in de golfberekeningen.
 - Op het punt waar het Havenkanaal over gaat in de Oosterschelde liggen twee strekdammen; één ten westen en één ten oosten van het Havenkanaal (zie figuur 1). De westelijke strekdam ('t Hoofd genaamd) schermt het Havenkanaal af van westenwind. Deze strekdam zal gedimensioneerd worden op stormcondities met een kans van voorkomen van eens per 4000 jaar. De afschermdende werking van de strekdam kan daarom in rekening worden gebracht bij het bepalen van de golfcondities in het Havenkanaal [ref. 17]. De oostelijke strekdam schermt het Havenkanaal af van golven bij zuidenwind. De oostelijke strekdam, minder zwaar uitgevoerd dan de westelijke strekdam, is niet gedimensioneerd op de 1/4000ste storm en wordt tijdens deze maatgevende storm dus als 'verloren' beschouwd. De afschermdende werking van deze strekdam wordt dus niet in rekening gebracht.
 - In dit advies zijn ook de golftrandvoorwaarden in het havenkanaal beschreven (zie bijlage 2) met de nieuwe belastingsfuncties per bekledingstype [ref. 15]. De randvoorwaarden in het Havenkanaal zijn echter nog bepaald met oude correctiewaarden, zie tabel 12 [ref 4]. Indien de randvoorwaarden in het Havenkanaal met aangescherpte correctiewaarden [ref 21] worden bepaald, gaan de golfparameters in alle gevallen (iets) omlaag. Er is gekozen de golfcondities in het Havenkanaal niet bij te stellen met de aangescherpte correctiewaarden, omdat het ontwerp van de noordelijke gedeelte langs het Havenkanaal ook op de oude correctiewaarden is gebaseerd en omdat de randvoorwaarden robuust blijken te zijn. Het havenkanaal (dijkvak 157b) is onderverdeeld in 5 randvoorwaardenvakken. De ligging van de randvoorwaardenvakken is gegeven in figuur 1. Merk op dat deze golftrandvoorwaarden alleen te gebruiken zijn als de westelijke strekdam ('t Hoofd genaamd) gedimensioneerd wordt op de 1/4000^{ste} stormcondities. Merk verder op dat de golfcondities in het havenkanaal (dijkvak 1) zwaarder zijn dan de golfcondities voor dijkvak 156b bij lage waterstanden. Dit komt omdat dijkvak 1 aan dieper water ligt dan dijkvak 156b.



Figuur 1: Randvoorwaardenvakken in havenkanaal (rood en blauw gemarkeerd)

Tabel 3: Maatgevende golfcondities in havenkanaal Zierikzee voor betonzuilen

Dijkvak nr	Dijkvakscheidings- coördinaten t.o.v. Parijs				Dijk kilometring (km)		Hs [m] bij waterstand				Tpm [s] bij waterstand				Waterdiepte [m] bij waterstand				Windrichting nautisch bij waterstand t.o.v. NAP			
	van		tot		van	tot	t.o.v. NAP				t.o.v. NAP				t.o.v. NAP				waterstand t.o.v. NAP			
	x	y	x	y	van	tot	+0m	+2m	+3m	+4m	+0m	+2m	+3m	+4m	+0m	+2m	+3m	+4m	+0m	+2m	+3m	+4m
5	51377	405998	51700	406150	18.75	19.15	1.63	2.07	2.12	1.99	5.09	5.18	5.29	4.75	2.3	4.2	5.2	6.2	240	240	240	240
4	51700	406150	52000	406375	19.15	19.60	0.67	1.05	1.28	1.51	2.28	3.85	4.38	4.70	2.3	4.7	5.7	6.7	240	240	240	210
3	52000	406375	52775	407000	19.60	20.60	0.67	0.83	0.92	0.99	2.27	2.86	3.11	3.40	4.0	6.0	7.0	8.0	240	240	240	240
2	52775	407000	52088	406300	20.60	21.70	0.65	0.80	0.90	0.99	2.20	2.77	3.08	3.46	3.2	5.2	6.2	7.2	240	240	240	240
1	52088	406300	51773	406003	21.70	22.15	0.69	1.07	1.48	1.80	2.27	4.06	4.95	5.20	3.9	4.3	5.3	6.3	240	210	210	210

Opmerkingen:

- **Let op:** op basis van [ref. 19] zijn de golftrandvoorwaarden voor randvoorwaardenvak 1 t/m 5 aangepast.
- Bij een aantal randvoorwaardenvlakken in het havenkanaal is de golfperiode bij NAP +2m of NAP +3m hoger dan bij NAP +3m of NAP +4m (zie oranje arcering in Tabel 3).
- Voor het bepalen van de modelcorrecties en de stromingscorrectie in het havenkanaal (zie bijlage 2) is gebruik gemaakt van een representatief punt in de monding van het kanaal (157M). Voor dit uitvoerpunt geldt dat er geen effect van stroming is op de golfcondities.

Tabel 4: Waterstanden en ontwerppeilen [ref 3]

Dijk- vak	Poldernaam	Ontwerppeil [m]	GHW [m]	GLW [m]	Springtij		Doodtij	
					HW [m]	LW [m]	HW [m]	LW [m]
156b	Zuidhoek	3.5	1.45	-1.30	1.65	-1.35	1.20	-1.20
156a	Zuidhoek	3.5	1.45	-1.30	1.65	-1.35	1.20	-1.20
155f	(haven de Val) Zuidhoek	3.5	1.45	-1.30	1.65	-1.35	1.20	-1.20
155e	(haven de Val) Zuidhoek	3.5	1.50	-1.35	1.70	-1.35	1.20	-1.20

Tabel 5a: Bodemligging

Dijk- vak no.	Poldernaam	Repr.	Gemiddelde	Bodemligging
		bodemligging (m) t.o.v. NAP	bodemligging (m) t.o.v. NAP	st. dev. (m) t.o.v. NAP
156b	Zuidhoek	0.99	1.31	0.32
156a	Zuidhoek	-6.74	-4.81	1.93
155f	(haven de Val) Zuidhoek	-10.68	-10.59	0.09
155e	(haven de Val) Zuidhoek	-9.71	-7.60	2.11

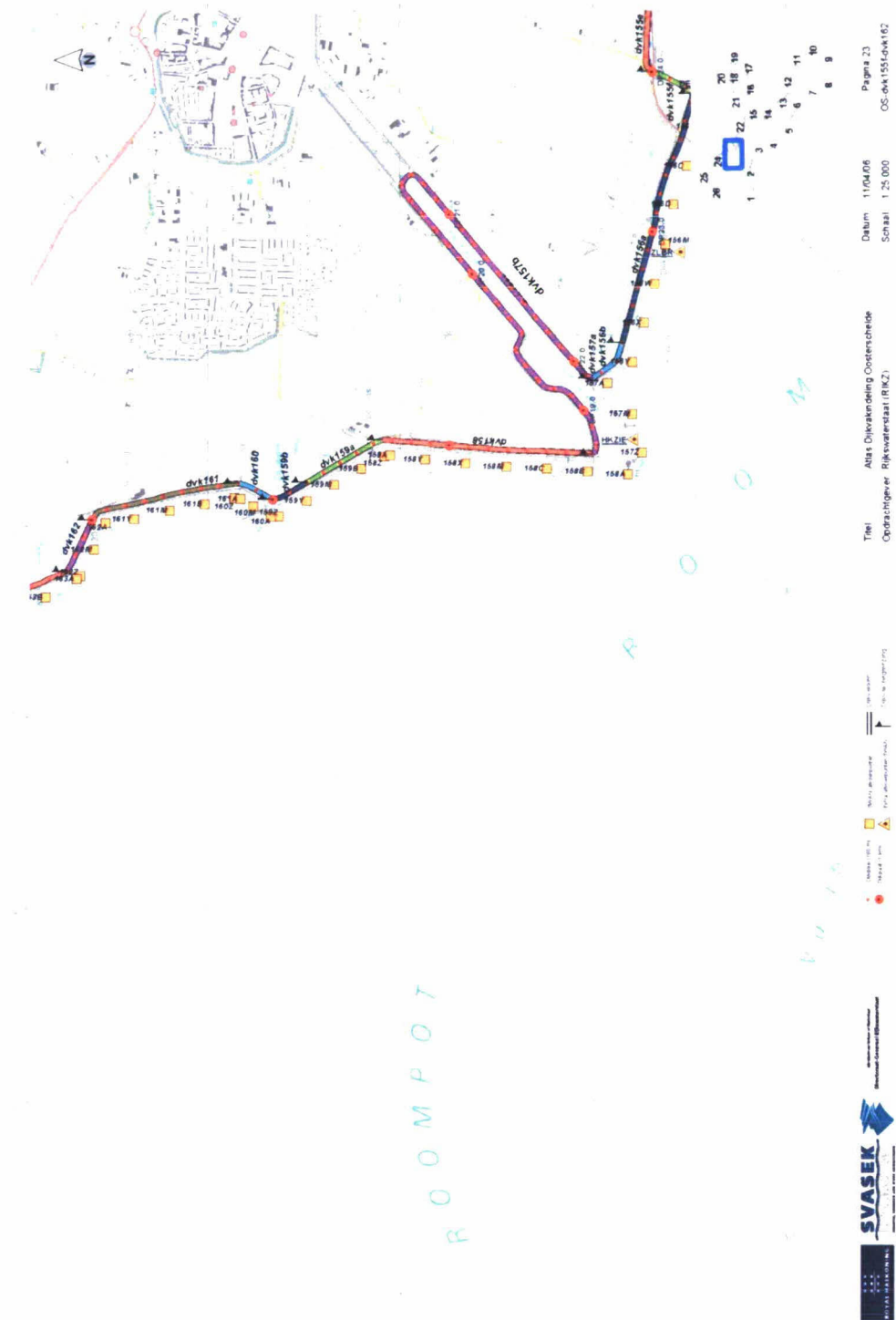
Tabel 5b: Bodemligging in havenkanaal

Dijk- vak no.	Repr. bodemligging (m) t.o.v. NAP	Gemiddelde bodemligging (m) t.o.v. NAP	Bodemligging st. dev. (m) t.o.v. NAP
1	-3.64	-3.06	0.58
2	-4.38	-3.75	0.64
3	-4.14	-3.84	0.31
4	-2.52	-2.30	0.22
5	-4.31	-3.33	0.98

Figuur 2a: Dijkvakken 155e t/m 156b



Figuur 2b: Dijkvakken 156a t/m 157b



Bijlage 1: Aanpak en resultaten detailadvies

1 Ligging dijkvakken

Dit detailadvies gaat over dijkvakken 155e t/m 156b. Het gaat hierbij om het traject tussen dijkkilometer 18.75 en 24.55. Daarbij is het traject van dijkkilometer 22.15 tot 24.55 (dijkvakken 155e t/m 156a) in deze bijlage beschreven en het traject van dijkkilometer 18.75 tot 22.15 (dijkvak 1 t/m 5 in het Havenkanaal) in Bijlage 2. Het ontwerp zal gemaakt worden voor het dijktraject van dijkkilometer 20.06 (ligt in het Havenkanaal) tot dijkkilometer 24.00. Het beschouwde dijktraject ligt deels ten oosten (dijkvak 155e en 155f) en deels ten westen (dijkvak 156a t/m 156b) van de Zeelandbrug, bij polder Zuidhoek en ligt ten oosten van het Havenkanaal. In de Figuren 1a en 1b is de ligging van de dijkvakken gepresenteerd. In Tabel 1 staan de grenzen van de dijkvakken. Dijkkilometer 22.15 ligt bij de ingang van het havenkanaal; dijkkilometer 24.00 ligt op de grens van dijkvak 155e en 155f. Merk op dat dijkvak 157a niet is opgenomen in Tabel 1. Dit komt omdat dijkvak 156b aansluit op dijkvak 1 in het havenkanaal (zie Tabel 3). De golfcondities van dijkvak 157b (in de monding van het havenkanaal) zijn gebruikt om de golfcondities in het havenkanaal te bepalen [ref. 17].

Dit detailadvies is een tweede herziening van het oorspronkelijke detailadvies Havenkanaal en Inlaag Zuidhoek [ref 8]. In de eerdere herziening [ref 20] zijn aanpassingen doorgevoerd t.g.v. nieuwe belastingfuncties [ref 15] en aangescherpte correctiefactoren [ref 4]. 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 voorliggende revisie zijn de maatgevende golfcondities opnieuw bepaald met aangescherpte correctiefactoren [ref 21]. Deze correctiefactoren zijn bepaald op basis van hindcasts op de Oosterschelde, alwaar in voorgaande revisie [ref 20] de correctiefactoren zijn bepaald op basis van hindcasts op de Westerschelde [ref 4]. De waarden in dit detailadvies vervangen de vorige afgegeven waarden.

Aan de oostkant van het traject is een overlap met het detailadvies "Zuidhoek", opdracht 2006.04.32, juni 2006 [ref 9], waarin de dijkvakken 153 t/m 155f zijn beschouwd. Aan de westkant sluit het traject aan op detailadvies Borrendamme [ref 18]. De randvoorwaarden van dit advies zijn niet gelijk aan de randvoorwaarden van de overlappende delen uit voorgaande adviezen, doordat deze met aangescherpte correcties [ref 21] zijn bepaald. Daarnaast is bij het detailadvies "Zuidhoek" gebruik gemaakt van de klassieke belastingfuncties [ref 5 en 6], alwaar in dit advies gebruik is gemaakt van de nieuwe belastingfuncties [ref 15]. De randvoorwaarden van dit advies vervangen de eerder afgegeven waarden.

De golfcondities in het Havenkanaal (dijkkilometer 18.75 tot 22.15) zijn beschreven in Bijlage 2, welke gebaseerd is op het advies 'Golfrandvoorwaarden Havenkanaal Zierikzee' [ref 17] en het aanvullende advies [ref 19]. De randvoorwaarden in het Havenkanaal in dit advies zijn gelijk aan het voorgaande advies [ref 20]. De randvoorwaarden in het Havenkanaal zijn niet bepaald met aangescherpte correctiefactoren [ref 21], maar met oude correctiewaarden, zie tabel 12 [ref 4]. Indien de randvoorwaarden in het Havenkanaal met aangescherpte correctiewaarden [ref 21] worden bepaald, gaan de golfparameters in alle gevallen (iets) omlaag. Er is gekozen de golfcondities in het Havenkanaal niet bij te stellen met de aangescherpte correctiewaarden, omdat het ontwerp van de noordelijke gedeelte langs het Havenkanaal ook op de oude correctiewaarden is gebaseerd en omdat de randvoorwaarden robuust blijken te zijn.

2 Situatiebeschrijving

Langs het traject zijn enkele bijzondere objecten te onderscheiden (van oost naar west):

- Voor dijkvak 155e ligt haven 'de Val' met een havendam; de havendam maakt geen onderdeel uit

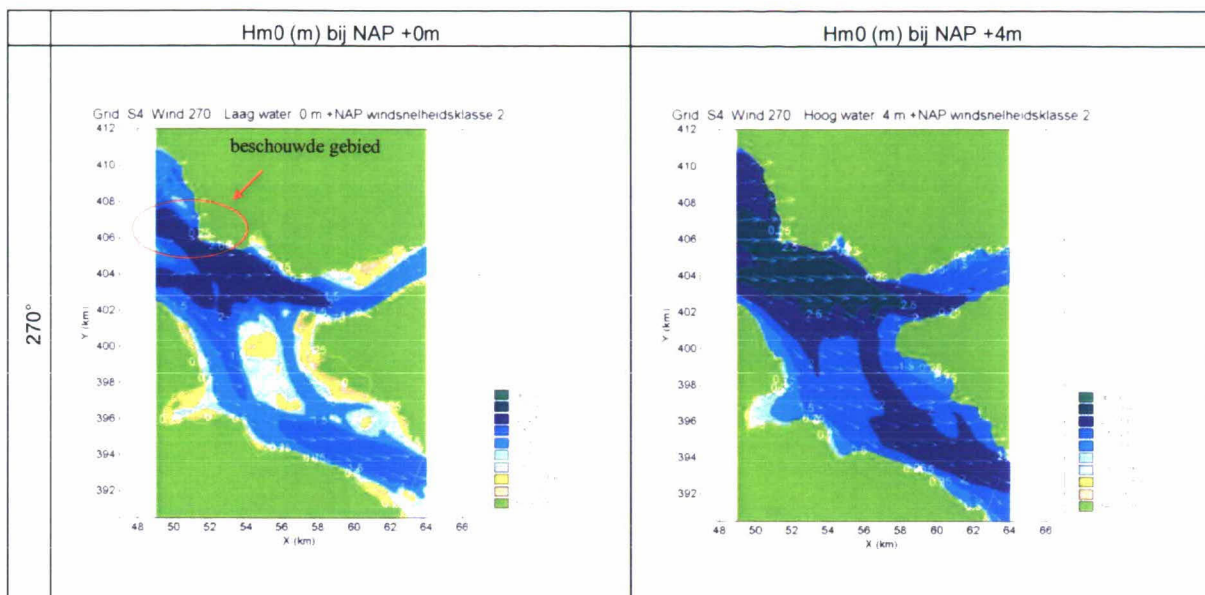
van de primaire waterkering en wordt bij een maatgevende storm als 'verloren' beschouwd. Bij het bepalen van de golfcondities voor dijkvak 155e wordt dus geen rekening gehouden met afscherpende werking van de havendam.

- Voor dijkvak 156b ligt een nol (Kurkenol genaamd); de nol schermt dijkvak 156a en 156b (gedeeltelijk) af van golven bij westenwind en voorkomt dat de vooroever bij dijkvak 156b sterk erodeert. De nol is echter niet gedimensioneerd op een maatgevende storm en wordt bij een maatgevende storm als 'verloren' beschouwd. Bij het bepalen van de golfcondities voor dijkvak 156a en 156b (gedeeltelijk) wordt dus de afscherpende werking van de nol niet in rekening gebracht.
- Voor dijkvakken 156b ligt een slik. Golven ondervinden hinder van dit slik. De hoogteligging van het slik is in het verleden reeds meegenomen in de golfberekeningen.
- Op het punt waar het Havenkanaal over gaat in de Oosterschelde liggen twee strekdammen; één ten westen en één ten oosten van het Havenkanaal. De westelijke strekdam ('t Hoofd genaamd) schermt het Havenkanaal af van westenwind. Deze strekdam zal gedimensioneerd worden op stormcondities met een kans van voorkomen van eens per 4000 jaar. De afscherpende werking van de strekdam kan daarom in rekening worden gebracht bij het bepalen van de golfcondities in het Havenkanaal [ref. 17 en 19]. De oostelijke strekdam schermt het Havenkanaal af van golven bij zuidenwind. De oostelijke strekdam, minder zwaar uitgevoerd dan de westelijke strekdam, is niet gedimensioneerd op de 1/4000ste storm en wordt tijdens deze maatgevende storm dus als 'verloren' beschouwd. De afscherpende werking van deze strekdam wordt dus niet in rekening gebracht.

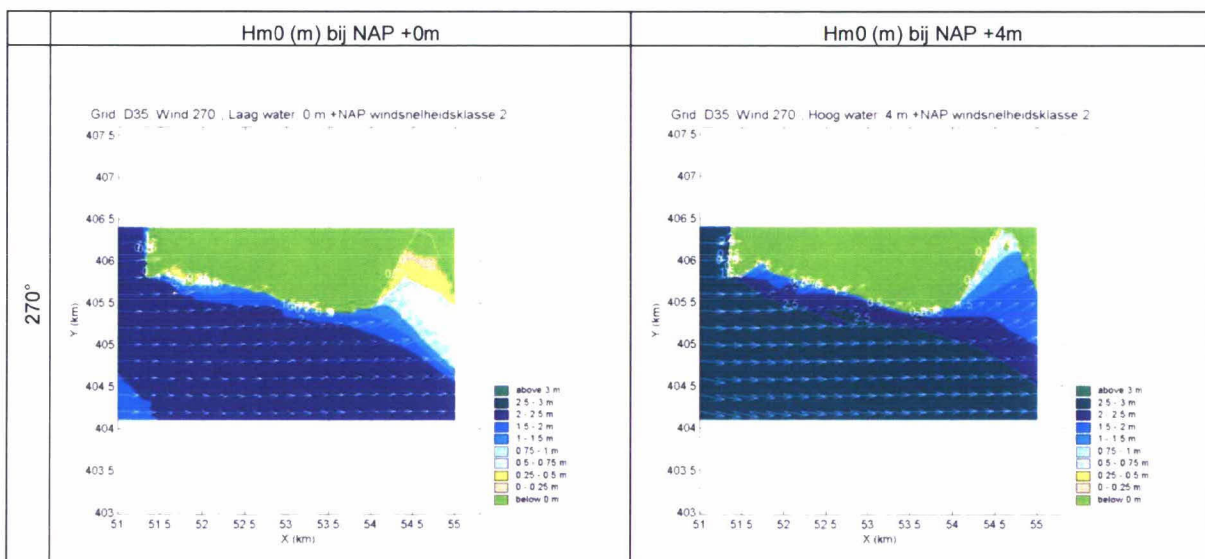
3 Golfcondities

Door de ligging van het dijktraject aan de noordoever van de Oosterschelde kan vanaf de Oosterschelde-kering ongehinderd golfgroei plaats vinden via de Roompot en de schaar van Colijnsplaat (zie Figuur 3 en 4). Voor alle dijkvakken geldt dan ook dat westelijke winden (240° tot 270°) maatgevend zijn, met uitzondering van de dijkvak 156b (Tabel 6.2 en 6.3) bij een waterstand van NAP+2m, alwaar de windrichting 150 graden maatgevend is.

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 de memo "Afleiding correctiewaarden Oosterschelde" [ref 21] 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 6.1 t/m 6.4 bevatten de waarden van de golfcondities na al deze correcties.



Figuur 3: SWAN (grof rooster) resultaten voor H_{m0} (m) bij windrichting 270° en waterstand van NAP +0m en NAP +4m



Figuur 4: SWAN (fijn rooster) resultaten voor H_{m0} (m) bij windrichting 270° en waterstand van NAP +0m en NAP +4m

Voor de verschillende bekledingstypen en faalmechanismen zijn vier verschillende belastingfuncties gebruikt om de maatgevende golfcondities te bepalen. Hierdoor dient voor het ontwerp per bekledingstypen en/of faalmechanisme een afzonderlijke tabel toegepast te worden. De tabellen 6.1 t/m 6.4 tonen de maatgevende golfcondities voor de verschillende bekledingstypen en faalmechanismen. Deze golfcondities zijn bepaald op basis van de belastingfuncties uit [ref 15].

Tabel 6.1 is maatgevend voor (gekantelde) betonblokken en patroon gepenetreerde breuksteen, Tabel 6.2 voor betonzuilen, Tabel 6.3 voor het mechanisme afschuiving en de bekledingstypen WAB, OSA en vol en zat gepenetreerde breuksteen en Tabel 6.4 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 6.2 is uitgegaan van een taludhelling van 1:3,5 en een F-waarde van 6. Indien de taludhelling in het ontwerp van de dijkvakken 155e t/m 156a 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. Voor dijkvak 156b geldt dat indien de taludhelling in het ontwerp steiler is dan 1:3,5 of flauwer dan 1:3,6 dat de maatgevende golfcondities kunnen afwijken. In dat geval dient contact te worden opgenomen met de adviesschrijver.

De stabiliteit van betonzuilen is het kleinst bij $\xi_{op} = 2$. Indien $\xi_{op} > 2$ en er een ondiep voorland voor de dijk aanwezig is, zijn de maatgevende golfcondities voor betonzuilen mogelijk niet de maatgevende golfcondities [ref 15]. Daarom moeten golfcondities waarvoor geldt $\xi_{op} > 2$ (bij de aanwezigheid van een hoog voorland) aangepast worden [ref 15], zodat geldt $\xi_{op} = 2$. Voor dijkvak 156b bij de waterstanden NAP+2m en NAP+3m is $\xi_{op} > 2$ en kan het voorland aangemerkt worden als hoog voorland. Daarom zijn de golfcondities (de golfperiode T_{pm}) voor deze situaties bijgesteld, welke waarden met een rode arcering zijn aangegeven in Tabel 3 en Tabel 6.2.

Merk op dat de tabel logische waarden vertoont: zowel de significante golfhoogte (H_s) als de golfperiode (T_{pm}) nemen bij vrijwel alle dijkvakken toe bij een toenemende waterdiepte van NAP +0m tot NAP +3m. Voor de meeste dijkvakken geldt dat de golfhoogte en golfperiode bij NAP +3m hoger is dan bij NAP +4m (zie oranje arcering in Tabellen 6.1 t/m 6.4). Dit komt omdat bij NAP +4m geen stromingscorrectie is toegepast. Bij een waterstand van NAP +4m is de Oosterscheldekering gesloten en is er geen significante getijstroming. Bij de golftrandvoorwaarden voor (gekatelde) betonblokken en patroon gepenetreerde breuksteen (Tabel 6.1) is de golfhoogte bij NAP +2m ook hoger dan bij NAP +3m. Dit komt omdat bij NAP +3m een andere windrichting maatgevend is.

Tabel 6.1 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				Waterdiepte (m) bij waterstand t.o.v. NAP				Windrichting (°) nautisch bij waterstand t.o.v. NAP			
	van	tot	+0m	+2m	+3m	+4m	+0m	+2m	+3m	+4m	+0m	+2m	+3m	+4m	+0m	+2m	+3m	+4m
156b	22,15	22,40	-	0,71	1,27	1,82	-	6,56	6,94	6,48	-	1,0	2,0	3,0	-	270	270	270
156a	22,40	23,75	2,06	2,42	2,58	2,50	5,79	6,40	6,67	6,36	6,4	8,4	9,4	10,4	270	270	270	270
155f	23,75	24,00	2,27	2,56	2,55	2,46	5,23	5,62	6,17	6,10	10,7	12,5	13,5	14,5	240	240	270	270
155e	24,00	24,55	2,29	2,43	2,56	2,49	5,34	6,06	6,24	6,08	9,6	11,6	12,6	13,6	240	270	270	270

Tabel 6.2 Maatgevende golfcondities voor betonzuilen

Dijk- vak no.	Dijk kilometrerings (km)		Hs [m] bij waterstand t.o.v. NAP				Tpm [s] bij waterstand t.o.v. NAP				Waterdiepte (m) bij waterstand t.o.v. NAP				Windrichting (°) nautisch bij waterstand t.o.v. NAP			
	van	tot	+0m	+2m	+3m	+4m	+0m	+2m	+3m	+4m	+0m	+2m	+3m	+4m	+0m	+2m	+3m	+4m
156b	22,15	22,40	-	0,70	1,27	1,82	-	4,69	6,32	6,48	-	1,0	2,0	3,0	-	150	270	270
156a	22,40	23,75	2,18	2,52	2,58	2,50	5,44	5,91	6,67	6,36	6,4	8,4	9,4	10,4	240	240	270	270
155f	23,75	24,00	2,27	2,56	2,69	2,56	5,23	5,62	5,76	5,61	10,7	12,5	13,5	14,5	240	240	240	240
155e	24,00	24,55	2,29	2,56	2,69	2,59	5,34	5,70	5,84	5,64	9,6	11,6	12,6	13,6	240	240	240	240

Tabel 6.3 Maatgevende golfcondities voor afschuiving, WAB, OSA en vol en zat gepenetreerde breuksteen

Dijk- vak no.	Dijk kilometrerings (km)		Hs [m] bij waterstand t.o.v. NAP				Tpm [s] bij waterstand t.o.v. NAP				Waterdiepte (m) bij waterstand t.o.v. NAP				Windrichting (°) nautisch bij waterstand t.o.v. NAP			
	van	tot	+0m	+2m	+3m	+4m	+0m	+2m	+3m	+4m	+0m	+2m	+3m	+4m	+0m	+2m	+3m	+4m
156b	22,15	22,40	-	0,71	1,27	1,82	-	6,37	6,74	6,48	-	1,0	2,0	3,0	-	270	270	270
156a	22,40	23,75	2,18	2,52	2,66	2,54	5,44	5,91	6,05	5,69	6,4	8,4	9,4	10,4	240	240	240	240
155f	23,75	24,00	2,27	2,56	2,69	2,56	5,23	5,62	5,76	5,61	10,7	12,5	13,5	14,5	240	240	240	240
155e	24,00	24,55	2,29	2,56	2,69	2,59	5,34	5,70	5,84	5,64	9,6	11,6	12,6	13,6	240	240	240	240

Tabel 6.4 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				Waterdiepte (m) bij waterstand t.o.v. NAP				Windrichting (°) nautisch bij waterstand t.o.v. NAP			
	van	tot	+0m	+2m	+3m	+4m	+0m	+2m	+3m	+4m	+0m	+2m	+3m	+4m	+0m	+2m	+3m	+4m
156b	22,15	22,40	-	0,71	1,27	1,82	-	6,56	6,94	6,48	-	1,0	2,0	3,0	-	270	270	270
156a	22,40	23,75	2,18	2,42	2,58	2,50	5,44	6,40	6,67	6,36	6,4	8,4	9,4	10,4	240	270	270	270
155f	23,75	24,00	2,27	2,56	2,69	2,46	5,23	5,62	5,76	6,10	10,7	12,5	13,5	14,5	240	240	240	270
155e	24,00	24,55	2,29	2,56	2,69	2,49	5,34	5,70	5,84	6,08	9,6	11,6	12,6	13,6	240	240	240	270

4 Waterstanden

In Tabel 7 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 7 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 7: Waterstanden en ontwerppeilen

Dijk- vak	Poldernaam	Ontwerppeil [m]	GHW GLW		Springtij		Doortij	
			[m]	[m]	HW [m]	LW [m]	HW [m]	LW [m]
156b	Zuidhoek	3.5	1.45	-1.30	1.65	-1.35	1.20	-1.20
156a	Zuidhoek	3.5	1.45	-1.30	1.65	-1.35	1.20	-1.20
155f	(haven de Val) Zuidhoek	3.5	1.45	-1.30	1.65	-1.35	1.20	-1.20
155e	(haven de Val) Zuidhoek	3.5	1.50	-1.35	1.70	-1.35	1.20	-1.20

5 Bodemligging en golfcondities lagere waterstanden

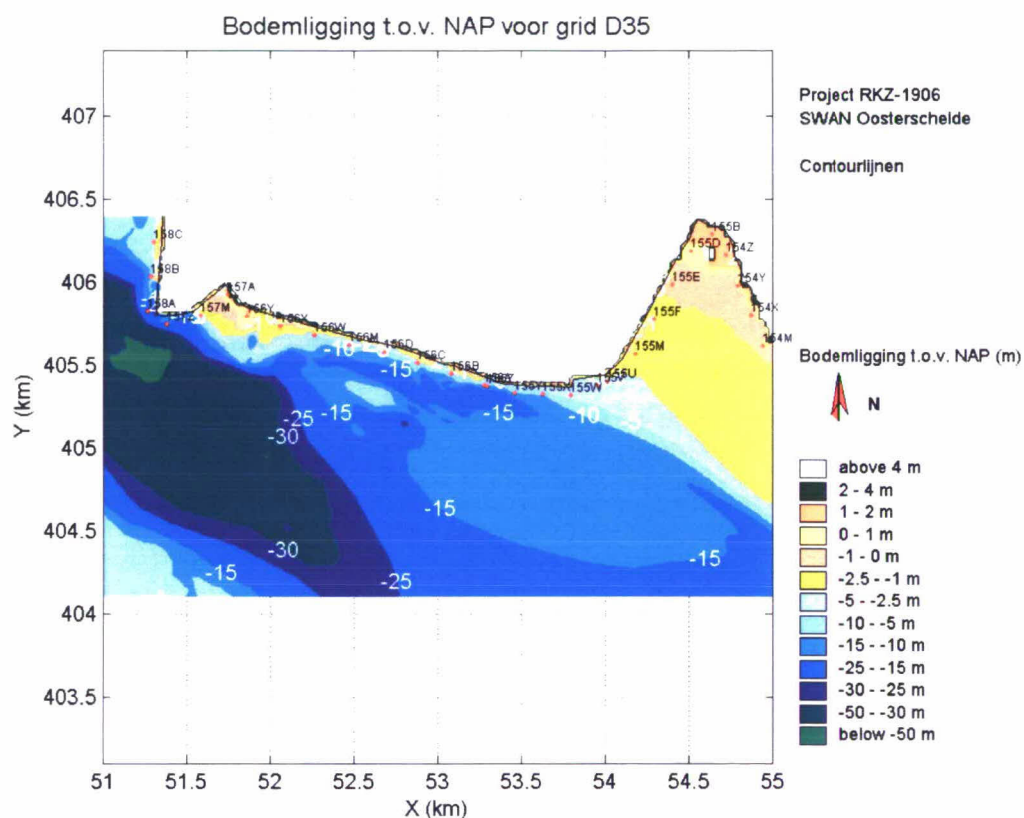
De representatieve bodemligging [ref. 5 en 6] voor de dijkvakken 155e t/m 156b is weergegeven in Tabel 8. Daarnaast is in tabel 9 de representatieve bodemligging weergegeven voor de dijkvakken langs het Havenkanaal. De bodemhoogte voor de verschillende dijkvakken varieert onderling sterk. De dijkvakken 155e, 155f en 156a liggen aan dieper water (dieper dan NAP -5m) dan dijkvak 156b en de dijkvakken langs het Havenkanaal. De representatieve bodemligging is in lijn met Figuur 5 en hoeft daarom niet te worden aangepast.

Tabel 8: Bodemligging

Dijk- vak no.	Poldernaam	Repr. bodemligging (m) t.o.v. NAP	Gemiddelde bodemligging (m) t.o.v. NAP	Bodemligging st. dev. (m) t.o.v. NAP
156b	Zuidhoek	0.99	1.31	0.32
156a	Zuidhoek	-6.74	-4.81	1.93
155f	(haven de Val) Zuidhoek	-10.68	-10.59	0.09
155e	(haven de Val) Zuidhoek	-9.71	-7.60	2.11

Tabel 9: Bodemligging in het havenkanaal

Dijk- vak	Repr. bodemligging (m)	Gemiddelde bodemligging (m)	Bodemligging st. dev. (m)
no.	t.o.v. NAP	t.o.v. NAP	t.o.v. NAP
1	-3.64	-3.06	0.58
2	-4.38	-3.75	0.64
3	-4.14	-3.84	0.31
4	-2.52	-2.30	0.22
5	-4.31	-3.33	0.98



Figuur 5: Bodemligging rond dijktraject

Bij de extrapolatie naar lagere waterstanden mogen de waarden $H_s/D=0.7$ en $H_s/L_0=0.06$ (= golfsteilheid) niet worden overschreden. In Tabel 10 en 11 is voor de maatgevende golfcondities voor losse breuksteen (Tabel 6.4) gecontroleerd of de waarden $H_s/D=0.7$ en $H_s/L_0=0.06$ worden overschreden. In geen van de situaties worden deze waarden overschreden en derhalve behoeven de golfcondities niet gecorrigeerd te worden.

Tabel 10: 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
156b	22,15	22,40	-	-	-	-	-	-	-	-
156a	22,40	23,75	1,94	2,06	4,74	5,74	0,41	0,36	1,94	2,06
155f	23,75	24,00	1,98	2,13	8,68	9,68	0,23	0,22	1,98	2,13
155e	24,00	24,55	2,02	2,16	7,71	8,71	0,26	0,25	2,02	2,16

Tabel 11: 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
156b	22,15	22,40	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
156a	22,40	23,75	1,94	2,06	4,48	4,96	31,3	38,4	0,062	0,054	1,88	2,06
155f	23,75	24,00	1,98	2,13	4,84	5,04	36,5	39,5	0,054	0,054	1,98	2,13
155e	24,00	24,55	2,02	2,16	4,98	5,16	38,7	41,5	0,052	0,052	2,02	2,16

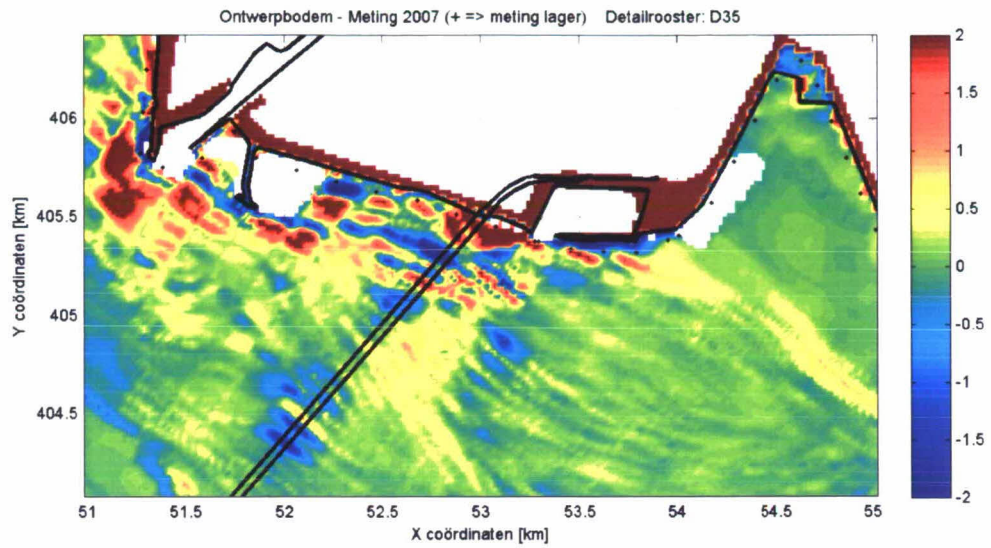
5 Bodemprognose

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 16]. 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 golfbrandvoorwaarden door de het gebruik van deze prognosebodem in plaats van de ontwerpbodem is bestudeerd in ref 16 en 10. Hieruit blijkt dat de golfbrandvoorwaarden op basis van prognosebodem op een aantal locaties hoger zijn dan bij de ontwerpbodem. In deze paragraaf wordt geadviseerd hoe in het ontwerp moet worden omgegaan met de uitkomsten van deze laatste studie [ref 10]. Opgemerkt moet worden dat de betrouwbaarheid van de prognosebodem niet veel groter is dan de ontwerpbodem, waardoor er opgepast moet worden om harde conclusies te trekken. Daarom worden niet zonder meer de randvoorwaarden op basis van de prognosebodem geadviseerd.

In Figuur 6 is het verschil weergegeven tussen de bodemligging uit de ontwerpbodem, waarop de randvoorwaarden in dit advies gebaseerd zijn, minus de bodemligging op basis van metingen uit 2007. Positieve waarden geven aan dat de huidige bodemligging (meting uit 2007) lager ligt dan de ontwerpbodem. Uit Figuur 6 blijkt dat in de omgeving van het traject (voor dijkvak 155e t/m 156b) 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 dijkvakken 155e, 156a t/m 156b redelijk toeneemt en voor dijkvak 155f aanzienlijk toeneemt [tabel 7.1 uit ref 10]. Aangeraden wordt om voor deze dijkvakken robuustheid in het ontwerp in te bouwen.



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

Bijlage 2: Golfrandvoorwaarden in Havenkanaal Zierikzee

1 Golfrandvoorwaarden in havenkanaal

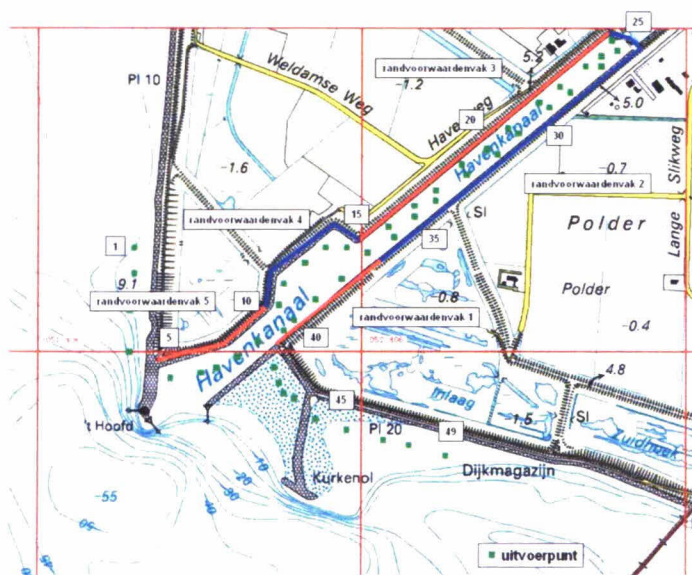
In dit detailadvies zijn ook de golfrandvoorwaarden bepaald in het havenkanaal. Het havenkanaal (dijkvak 157b) is onderverdeeld in 5 randvoorwaardenvakken. De ligging van de randvoorwaardenvakken is gegeven in figuur 7.

De golfcondities in het Havenkanaal (dijkkilometer 18.75 tot 22.15) zijn gebaseerd op het advies 'Golfrandvoorwaarden Havenkanaal Zierikzee' [ref 17], waarbij de golfcondities zijn geüpdate [ref 19 en 20] naar aanleiding van nieuwe inzichten. De randvoorwaarden in het Havenkanaal in dit advies zijn daardoor niet gelijk aan het oorspronkelijke advies [ref 8], doordat deze met nieuwe belastingfuncties [ref 15] en met andere correctiefactoren [ref 4] zijn bepaald. De randvoorwaarden van de revisie vervangen de eerder afgegeven waarden [ref 8 en 17].

In deze tweede revisie zijn de randvoorwaarden gelijk aan voorgaande revisie. De randvoorwaarden in het Havenkanaal zijn niet bepaald met aangescherpte correctiefactoren [ref 21], maar met oude correctiewaarden, zie tabel 12 [ref 4]. Indien de randvoorwaarden in het Havenkanaal met aangescherpte correctiewaarden [ref 21] worden bepaald, gaan de golfparameters in alle gevallen (iets) omlaag. Er is gekozen de golfcondities in het Havenkanaal niet bij te stellen met de aangescherpte correctiewaarden, omdat het ontwerp van de noordelijke gedeelte langs het Havenkanaal ook op de oude correctiewaarden is gebaseerd en omdat de randvoorwaarden robuust blijken te zijn.

In Tabellen 11.1 t/m 11.4 zijn per randvoorwaardenvak de gecorrigeerde golfrandvoorwaarden gegeven. Merk op dat deze golfrandvoorwaarden alleen te gebruiken zijn als de westelijke strekdam ('t Hoofd genaamd) gedimensioneerd wordt op de 1/4000^{ste} stormcondities.

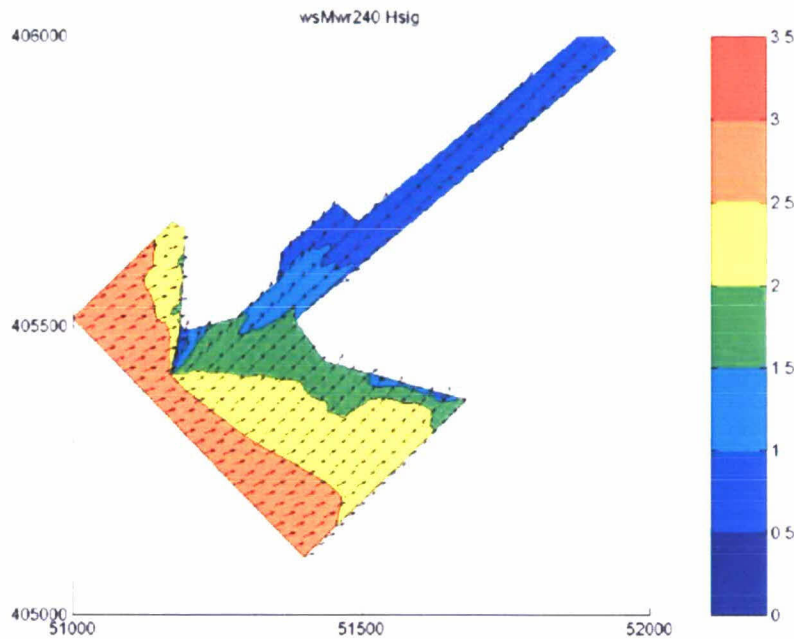
Let op: op basis van [ref. 19] zijn de golfrandvoorwaarden voor randvoorwaardenvak 5 aangepast.



Figuur 7: Randvoorwaardenvakken in havenkanaal (rood en blauw gemarkeerd)

Opvallend is bij dijkvak 5 dat de golfhoogte H_s vrij hoog is, zeker in vergelijking met de dijkvakken verder in het kanaal, terwijl deze vrij beschermd lijkt te liggen bij windrichting 240 graden. Uit de SWAN-uitvoer blijkt dat de golven door refractie echter al flink bijdraaien richting de monding. Hierdoor kunnen deze golven dijkvak 5 vrij eenvoudig bereiken, omdat dijkvak 5 bij deze golfrichtingen weinig

beschut meer ligt achter de strekdam 't Hoofd (zie Figuur 8). Verder in het kanaal neemt de golfhoogte snel af door bodem –en wandwrijving.



Figuur 8: Ongecorrigeerde SWAN-uitvoer bij windrichting 240 graden en waterstand NAP+4m

Tabel 11.1: Maatgevende golfcondities voor (gekatelde) betonblokken en patroon gepenetreerde breuksteen

Dijkvak nr.	Dijkvakscheidings- coördinaten t.o.v. Parijs				Dijk kilometrerings (km)		Hs [m] bij waterstand t.o.v. NAP				Tpm [s] bij waterstand t.o.v. NAP				Waterdiepte [m] bij waterstand t.o.v. NAP				Windrichting nautisch bij waterstand t.o.v. NAP			
	van		tot		van	tot	+0m	+2m	+3m	+4m	+0m	+2m	+3m	+4m	+0m	+2m	+3m	+4m	+0m	+2m	+3m	+4m
	x	y	x	y																		
5	51377	405998	51700	406150	18.75	19.15	1.63	2.07	2.12	1.99	5.09	5.18	5.29	4.75	2.2	4.2	5.2	6.2	240	240	240	240
4	51700	406150	52000	406375	19.15	19.60	0.67	1.05	1.26	1.51	2.26	3.85	4.36	4.70	2.3	4.7	5.7	6.7	240	240	240	210
3	52000	406375	52775	407000	19.60	20.60	0.67	0.83	0.92	0.99	2.27	2.86	3.11	3.40	4.0	6.0	7.0	8.0	240	240	240	240
2	52775	407000	52088	406300	20.60	21.70	0.65	0.80	0.90	0.99	2.20	2.77	3.08	3.46	3.2	5.2	6.2	7.2	240	240	240	240
1	52088	406300	51773	406003	21.70	22.15	0.69	1.02	1.48	1.78	2.27	4.42	4.95	5.33	3.9	4.3	5.3	6.3	240	180	210	240

Tabel 11.2: Maatgevende golfcondities voor betonzuilen

Dijkvak nr.	Dijkvakscheidings- coördinaten t.o.v. Parijs				Dijk kilometrerings (km)		Hs [m] bij waterstand t.o.v. NAP				Tpm [s] bij waterstand t.o.v. NAP				Waterdiepte [m] bij waterstand t.o.v. NAP				Windrichting nautisch bij waterstand t.o.v. NAP			
	van		tot		van	tot	+0m	+2m	+3m	+4m	+0m	+2m	+3m	+4m	+0m	+2m	+3m	+4m	+0m	+2m	+3m	+4m
	x	y	x	y																		
5	51377	405998	51700	406150	18.75	19.15	1.63	2.07	2.12	1.99	5.09	5.18	5.29	4.75	2.3	4.2	5.2	6.2	240	240	240	240
4	51700	406150	52000	406375	19.15	19.60	0.67	1.05	1.26	1.51	2.26	3.85	4.36	4.70	2.3	4.7	5.7	6.7	240	240	240	210
3	52000	406375	52775	407000	19.60	20.60	0.67	0.83	0.92	0.99	2.27	2.86	3.11	3.40	4.0	6.0	7.0	8.0	240	240	240	240
2	52775	407000	52088	406300	20.60	21.70	0.65	0.80	0.90	0.99	2.20	2.77	3.08	3.46	3.2	5.2	6.2	7.2	240	240	240	240
1	52088	406300	51773	406003	21.70	22.15	0.69	1.07	1.48	1.80	2.27	4.06	4.95	5.20	3.9	4.3	5.3	6.3	240	210	210	210

Tabel 11.3: Maatgevende golfcondities voor afschuiving, WAB, OSA en vol en zat gepenetreerde breuksteen

Dijkvak nr	Dijkvakscheidings- coördinaten t.o.v. Parijs				Dijk kilometreering (km)		Hs [m] bij waterstand				Tpm [s] bij waterstand				Waterdiepte [m] bij waterstand				Windrichting nautisch bij			
	van		tot		van	tot	t.o.v. NAP				t.o.v. NAP				t.o.v. NAP				waterstand t.o.v. NAP			
	x	y	x	y			+0m	+2m	+3m	+4m	+0m	+2m	+3m	+4m	+0m	+2m	+3m	+4m	+0m	+2m	+3m	+4m
5	51377	405998	51700	406150	18.75	19.15	1.63	2.08	2.12	2.02	4.79	4.71	4.26	4.36	2.3	4.2	5.2	6.2	210	210	180	210
4	51700	406150	52000	406375	19.15	19.60	0.67	1.05	1.26	1.51	2.26	3.85	4.33	4.70	2.3	4.7	5.7	6.7	240	240	210	210
3	52000	406375	52775	407000	19.60	20.60	0.67	0.83	0.92	0.99	2.27	2.86	3.11	3.40	4.0	6.0	7.0	8.0	240	240	240	240
2	52775	407000	52088	406300	20.60	21.70	0.65	0.80	0.90	0.99	2.20	2.77	3.08	3.46	3.2	5.2	6.2	7.2	240	240	240	240
1	52088	406300	51773	406003	21.70	22.15	0.69	1.08	1.48	1.80	2.27	3.88	4.95	5.20	3.9	4.3	5.3	6.3	240	240	210	210

Tabel 11.4: Maatgevende golfcondities voor losse breuksteen kreukelberm

Dijkvak nr	Dijkvakscheidings- coördinaten t.o.v. Parijs				Dijk kilometreering (km)		Hs [m] bij waterstand				Tpm [s] bij waterstand				Waterdiepte [m] bij waterstand				Windrichting nautisch bij			
	van		tot		van	tot	t.o.v. NAP				t.o.v. NAP				t.o.v. NAP				waterstand t.o.v. NAP			
	x	y	x	y			+0m	+2m	+3m	+4m	+0m	+2m	+3m	+4m	+0m	+2m	+3m	+4m	+0m	+2m	+3m	+4m
5	51377	405998	51700	406150	18.75	19.15	1.63	2.07	2.12	1.99	5.09	5.18	5.29	4.75	2.3	4.2	5.2	6.2	240	240	240	240
4	51700	406150	52000	406375	19.15	19.60	0.67	1.05	1.26	1.51	2.26	3.85	4.36	4.70	2.3	4.7	5.7	6.7	240	240	240	210
3	52000	406375	52775	407000	19.60	20.60	0.67	0.83	0.92	0.99	2.27	2.86	3.11	3.40	4.0	6.0	7.0	8.0	240	240	240	240
2	52775	407000	52088	406300	20.60	21.70	0.65	0.80	0.90	0.99	2.20	2.77	3.08	3.46	3.2	5.2	6.2	7.2	240	240	240	240
1	52088	406300	51773	406003	21.70	22.15	0.69	1.07	1.48	1.78	2.27	4.06	4.95	5.33	3.9	4.3	5.3	6.3	240	210	210	240

Opmerking:

- Bij een aantal randvoorwaardenvakken in het havenkanaal is de golfperiode bij NAP +2m of NAP +3m hoger dan bij NAP +3m of NAP +4m (zie oranje arcering in de Tabellen 11.1 t/m 11.4).
- Voor het bepalen van de modelcorrecties (zie paragraaf hieronder) en de stromingscorrectie in het havenkanaal is gebruik gemaakt van een representatief punt (157M) in de monding van het kanaal. Voor dit uitvoerpunt geldt dat er geen effect van stroming is op de golfcondities.

2 Toegepaste modelcorrecties

De op basis van het rapport "Update correctiewaarden Zeeland" [ref 4] aangescherpte correctiefactoren, welke dienen ter compensatie van de door SWAN gemaakte fout, zijn voor alle waterstanden toegepast bij de bepaling van de golfcondities.

Bij het berekenen van de golfcondities in het havenkanaal zijn ongecorrigeerde golfspectra opgelegd op de rand van het model (mondning havenkanaal). De golfcondities op de uitvoerpunten in havenkanaal zijn achteraf gecorrigeerd met de relatieve correcties die zijn afgeleid voor de monding. Voor de monding is uitvoerpunt 157M representatief gesteld voor deze correctiewaarden. De hoogte van de bodem is hier namelijk vergelijkbaar met de bodemligging in het havenkanaal. Aangezien de correcties hier nauwelijks variëren per windrichting zijn de volgende vaste waarden afgeleid (zie Tabel 12). Voor details m.b.t. de uitgevoerde berekeningen wordt verwezen naar ref. 17 en 19.

Tabel 12 Correctie waarden

Waterstand [m t.o.v. NAP]	Correctiewaarden Hs	Correctiewaarden Tpm
0	1.30	1.10
2	1.25	1.10
3	1.25	1.10
4	1.25	1.10

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 DHV: '2012.15C Factsheet Update Havenkanaal en Inlaag Zuidhoek.xls', d.d. 16 november 2012.
- [8.] Royal Haskoning en Svasek Hydraulics: 'Detailadvies Havenkanaal en Inlaag Zuidhoek (2006.04.41)', 20 september 2006.
- [9.] Royal Haskoning en Svasek Hydraulics: 'Detailadvies Zuidhoek (2006.04.32)', 16 juni 2006.
- [10.] 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.
- [11.] Royal Haskoning, Jacobse, S.: 'Prognose van Schor- en slikontwikkelingen in de Oosterschelde; Een analyse naar de te verwachten ontwikkelingen tot 2060', herziene uitgave 8 september 2008, kenmerk: 9T4814.B0/R0002/SJAC/SSOM/Rott.
- [12.] Deltares, Klein Breteler, M.: 'Belastingfunctie voor keuze maatgevende golfcondities', d.d. 21 oktober 2009.
- [13.] RIKZ, Groenendaal, E.: 'Toepassen minimale H_s en T_{pm} voor hydraulische advisering aan Projectbureau Zeeweringen, Memo H5102/EG/01, 31 maart 2008.
- [14.] Royal Haskoning en Svasek Hydraulics: 'Overzichtskaart Oosterschelde en Westerschelde (RKZ1906.25)', mei 2010.
- [15.] Svašek Hydraulics, van de Rest, P.: 'Memo Nieuwe belastingfuncties steenbekledingen' d.d. 18 januari 2010, PvdR/09358/1573/D.
- [16.] Royal Haskoning: 'Toekomstprognose ontwikkeling intergetijdengebied Oosterschelde', kenmerk 9T4814.A0/R0002/SJAC/SSOM/Rott, d.d. 12 december 2008.
- [17.] Royal Haskoning, Lansens, J. en Arnold, E.: 'Golfrandvoorwaarden Havenkanaal Zierikzee', 9R2599.N0/R0002/EARN/MJANS/Rott1, d.d. 19 september 2006.
- [18.] Royal Haskoning en Svasek Hydraulics: 'Update detailadvies Borrendamme (2010.01C)', 1 november 2010.

- [19.] Royal Haskoning en Svasek Hydraulics: *'Aanvullend detailadvies binnenzijde westelijke strekdam van Havenkanaal Zierikzee (2010.05D)'*, 1 april 2011.
- [20.] Royal Haskoning en Svasek Hydraulics: *'Update detailadvies Havenkanaal en Inlaag Zuidhoek (2010.15G)'*, 1 april 2011.
- [21.] Svasek Hydraulics, van de Rest, P.: *'Memo afleiding correctiewaarden Oosterschelde'*, d.d. 4 september 2012, kenmerk: 1665/U12188/B/PvdR.
- [22.] WL Delft: *'Correctiewaarden Zeeland, Fase 1: Bepaling correctiefuncties voor ontwerp'*, d.d. augustus 2005, WL-rapport H4576

Van: Pol van de Rest [mailto:rest@svasek.com]
Verzonden: vrijdag 22 februari 2013 15:47
Aan: Beijer, Jan Willem (DZL)
CC: Provoost, Yvo (DZL); Hordijk, D. (Dennis)
Onderwerp: RE: Detailadvies polder Zuidhoek

Hoi Jan Willem,

Hier antwoord op je vraag met betrekking tot de effecten van afwijkende taludhellingen op de golfcondities.

- Het effect op de golfcondities van de dijkvakken 1 en 2 is vrij tijdrovend in dit geval om te controleren, vandaar eerst onderstaande antwoord. Ik kan mij voorstellen dat je hier in het ontwerp gepenetreerde breuksteen gaat gebruiken en dan heeft de taludhelling geen invloed op de golfcondities. Als je hier toch betonzuilen toepast heeft de helling wel een kleine invloed (er kan een ander windrichting maatgevend worden, welke resulteert in een iets dikkere benodigde steendikte, ik schat maximaal 2cm). Daarnaast zijn de maatgevende golven allen strijkende golven. Het effect van verwaarlozing van hoek van golfval zal hier sowieso veel groter zijn dan het effect van het maatgevend worden van een andere windrichting. Het ontwerp moet dus voldoende robuust zijn, ook uitgaande van een talud van 1:2.6
- Bij vak 156b bestaat de nieuwe steenbekleding uit gekantelde betonblokken en heeft de taludhelling geen effect op de golfcondities. De golfcondities voor betonzuilen zouden hier overigens wel wijzigen bij dit talud
- Bij vak 156a heb ik gecontroleerd of de golfcondities afwijken ten gevolge van een taludhelling van 1:2.6. Dit blijkt niet het geval te zijn en de golfcondities uit het advies kunnen dus gebruikt worden in het ontwerp. In het advies staat een geldigheidsbereik van 1:3.0 tot 1:4.5. Binnen dit bereik zijn de golfcondities gecontroleerd, omdat de helling hier meestal invalt. Een afwijkend talud hoeft dus niet te resulteren in andere golfcondities, maar het is wel verstandig dit even te controleren
- Bij vak 155f heb ik gecontroleerd of de nieuw afgeleide golfcondities afwijken ten gevolge van een taludhelling van 1:2.6. Dit blijkt niet het geval te zijn en de onderstaande golfcondities kunnen dus gebruikt worden in het ontwerp.

Daarnaast zijn de golfcondities van dijkvak 155f nader bekeken. De windrichtingen 240 t/m 285 (waarbij ook nog hoge golven in de monding kunnen optreden) kunnen dijkvak 155f niet belasten, omdat deze aflagdig zijn. Deze windrichtingen worden daarom uitgesloten. Hierdoor zou windrichting 210 graden maatgevend worden. Bij deze richting kunnen alleen strijkende golven het dijkvak bereiken. Bij windrichting 180 graden kunnen de golven dit dijkvak wel direct belasten, echter zal de invalshoek (na bijdraaiing) altijd nog orde 45 graden of meer zijn. Om te bekijken wat het effect van de hoek van golfval is, is deze meegenomen in de belastingfunctie (volgens de formules van Mark Klein Breteler, ref 1, echter nog rekening houdende met een bijdraaiing van 15 graden vanaf de monding tot de teen van de dijk). Dit betreft dus alleen de selectie van de maatgevende windrichting, niet reductie van de belasting van de afzonderlijke windrichtingen. Hieruit volgt dat 210 graden dan niet maatgevend kan worden en afhankelijk van de waterstand zijn de richtingen 150 of 180 graden maatgevend, zie onderstaande tabel.

	Hs				Tpm				Windrichting			
	0	2	3	4	0	2	3	4	0	2	3	4
Z4 (gekantelde blokken)	1.49	2.15	2.22	2.15	4.43	5.14	5.27	5.29	150	180	180	180
Z5 (zuilen)	1.49	2.15	2.22	2.15	4.43	5.14	5.27	5.29	150	180	180	180

Verder zou je de hoek van golfval nog mee kunnen nemen in je ontwerp, al is dit wel in afwijking van de overige vakken in de Ooster –en Westerschelde. Dit zou ik daarom niet direct adviseren. Laat het even weten als je hier mee informatie over wil. Als je deze randvoorwaarden gaat gebruiken in je ontwerp laat het dan ook even weten dan verwerk ik ze nog in het advies.

Groeten Pol

Ref 1: Deltares, Klein Breteler, M.: ' *Belastingfunctie voor keuze maatgevende golfcondities* ', d.d. 21 oktober 2009.

Van: Pol van de Rest [rest@svasek.com]
Verzonden: maandag 25 februari 2013 14:14
Aan: Beijer, Jan Willem (DZL)
CC: Provoost, Yvo (DZL)
Onderwerp: RE: Detailadvies polder Zuidhoek
 Ha Jan Willem,

Als Yvo weer terug is zal ik het met hem doorbespreken.

Met betrekking tot de betonzuilen in vak 1 en 2 (langs het havenkanaal) hebben we zojuist telefonisch afgestemd dat we golfcondities in eerste instantie zo te laten zonder naar de afwijkende taludhelling te kijken. Er zit in principe al heel veel robuustheid in het ontwerp vanwege het verwaarlozen van de hoek van inval bij de stabiliteitsberekening in Steentoets.

In onderstaande tabel staan de golfcondities voor dijkvak 155f voor losse breuksteen van de kreukelberm. Er is vanuit gegaan dat voor de stabiliteit van losse breuksteen de hoek van golfinval geen effect heeft op de stabiliteit, in tegenstelling tot betonzuilen en gekantelde betonblokken (gezette steen). De windrichtingen 240 t/m 300 zijn uitgesloten omdat het niet fysisch realistisch dat deze ter plaatse van dit dijkvak de dijk belasten. Bij windrichting 210 kunnen de golven het dijkvak wel bereiken, echter betreffen het strijkende golven. Deze windrichting is niet uitgesloten.

	Hs				Tpm				Windrichting			
	0	2	3	4	0	2	3	4	0	2	3	4
Z7 (losse breuksteen)	2.20	2.46	2.57	2.43	4.97	5.21	5.33	5.22	210	210	210	210

In onderstaande 2 tabellen zijn de golfcondities bij lagere waterstanden (NAP-2m en NAP-1m) bepaald en is gecontroleerd of deze fysisch realistisch zijn. De voorwaarden $Hs/d=0,5$ en $Hs/L0=0,06$ blijken beiden niet overschreden te worden en derhalve behoeven de golfcondities niet te worden aangepast.

Tabel 7: Controle Hs/D

Dijk- vak no.	Hs [m] bij waterstand t.o.v. NAP		D (m) bij waterstand t.o.v. NAP		Hs/D bij waterstand t.o.v. NAP		Hs en bijgestelde Hs bij waterstand t.o.v. NAP	
	-2m	-1m	-2m	-1m	-2m	-1m	-2m	-1m
	106b	1,94	2,07	8,68	9,68	0,22	0,21	1,94

Tabel 8: Controle criterium $Hs/L0=0.06$

Dijk- vak no.	Hs [m] bij waterstand t.o.v. NAP		Tpm [s] bij waterstand t.o.v. NAP		L0 [m] bij waterstand t.o.v. NAP		Hs/L0 [-] bij waterstand t.o.v. NAP		Aan te houden Hs [m] bij waterstand t.o.v. NAP	
	-2m	-1m	-2m	-1m	-2m	-1m	-2m	-1m	-2m	-1m
	106b	1,94	2,07	4,73	4,85	34,90	36,70	0,056	0,056	1,94

Groeten Pol

Bijlage 2.2: Ecologisch detailadvies



Directie Zeeland

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

Contactpersoon

Robert Jentink

Datum

29-12-2009

Ons kenmerk

-

Onderwerp

Detailadvies dijkvak 10 "Zuidhoek havenkanaal oost, Galgepolder tot Haven de Val
Dijkpaal 214 t/m 240

Telefoon

0118-622290

Bijlage(n)

-

Uw kenmerk

-

Dijkvak 10 is in juni en augustus 2010 geïnventariseerd door Bureau Waardenburg. De inventarisaties zijn uitgevoerd op 5 verschillende zones van de dijk:

1. Strook van 30m voorland, met daarin alle voorkomende soorten vegetatie en habitattypen.
2. Steenbekleding getijdezone tussen GLW en GHW (ondertafel) met daarin een classificatie op zicht van de wiergemeenschappen.
3. Steenbekleding boven GHW (boventafel), begroeiing opgenomen volgens 'Classificatie van zoutplanten 1.0 Meetadviesdienst RWS directie Zeeland', met aanvulling van voorkomende Flora- en Faunawet beschermde soorten, Provinciale Aandachtssoorten en NB-wetsoorten.
4. Vanaf bovenrand verharding tot aan kruin van de dijk (talud) op voorkomen van Flora- en Faunawet beschermde soorten, Provinciale Aandachtssoorten en NB-wetsoorten.
5. Vanaf de kruin van de dijk tot aan de onderzijde van binnenkant dijk (binnentalud) op voorkomen van Flora- en Faunawet beschermde soorten, Provinciale Aandachtssoorten en NB-wetsoorten.

Per dijkvak zijn één of meerdere opnames gemaakt. Het begin en eindpunt van elke opname is afhankelijk van veranderingen in diversiteit, bedekking van de begroeiing, dijkbekleding, expositie en type voorland (diep water, ondiep water, slik, stenen, schor).

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

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

Meetinformatiedienst Zeeland

Postadres postbus 5116, 4380 KC Vlissingen

zoekadres Prins Hendrikweg 3 4382 NR Vlissingen

Telefoon (0118) 42 20 00

Telefax (0118) 47 27 72

Getijdezone

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

*“De stenen dijkvlooiingen, 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 zonering, evenwijdig aan de hoogtelijn. Kwantitatief de belangrijkste wiersoorten op hard substraat zijn Knotswier en Blaaswier.*

Met deze wiervegetaties dient dan ook zeer zorgvuldig te worden omgegaan. In de Westerschelde werd er voor de getijdezone gewerkt met vier categorieën van wiervegetaties (Milieu-inventarisatie Westerschelde). 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.

Dijkvak nummer 10 is gelegen van het havenkanaal van Zierikzee tot aan de haven de Val. Het is een traject met goede potenties voor soortenrijke wierbegroeiingen, vooral het havenkanaal en haven de Val zijn beschutte locaties. Het traject vanaf de Kurkenol tot voorbij de Zeeland brug ligt behoorlijk geëxponerd waardoor daar de kansen voor wieren minder zijn. Het aanwezige substraat wisselt nogal voornamelijk gaat het om betonblokken, Bassalt en kalksteen, ook komen een aantal stukken voor met breuksteen gepenetreerd met asfalt. De aangetroffen wiervegetaties vallen in de categorie 5 geen of nauwelijks begroeiing tot categorie 8 soortenrijke wiervegetaties

Resultaten ondertafel

Tabel 1 geeft de resultaten weer van de ondertafel die op 18 juni en 5 augustus 2010 is geïnventariseerd door Bureau Waardenburg.

Tabel 1: overzicht aangetroffen wiertypen met bijbehorende adviezen voor herstel en verbetering.

Dijktraject	Dijkpaal	Potentieel type 2010 ¹	Actueel Type ² 2010	Advies Herstel	Advies Verbetering
10-1	214-kop van havendam	8	7	Redelijk goed (zuilen)	Goed
10-2	Oostzijde havendam	8	7 a 8	Goed	Goed
10-3	221,2 tot kop kurkenol	5 a 6	5 a 6	Geen voorkeur	Voldoende
10-4	Oostzijde Kurkenol	8	8	Goed	Goed
10-5	223-237,5	7	5	Geen voorkeur	Redelijk goed
10-6	237,5-240	8	7 a 8	Goed	Goed

¹ Potentieel type 2010 uit onderzoek Bureau Waardenburg 2010.

² Actueel type 2010 zoals gebleken uit onderzoek Bureau Waardenburg 2010.

Gezien de potenties 2010, is dit een dijkvak met goede mogelijkheden voor soortenrijke wiervegetaties en ook met mogelijkheden om verbeteringen te realiseren.

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

10-1 Oostzijde havenkanaal Zierikzee

De dijkbekleding op dit gedeelte bestaat grotendeels uit betonblokken in verschillende vormen. Tevens komt een stuk breuksteen gepenetreerd met asfalt voor. Er is een kreukelberm aanwezig. In deze kreukelberm liggen op veel plekken losse oesterschelpen. Er is een redelijke wierbegroeiing aanwezig die langzaam afneemt naarmate je dichterbij de uitgang van het kanaal komt. De in de kreukelberm aanwezige losse oesterschelpen vormen een belemmering voor de aangroei van wieren. Deze invloed neemt toe naarmate je dichterbij de monding van het kanaal komt. Hoe dichterbij de monding des te groter de golf invloed en hoe groter de schurende werking van de schelpen. Op delen van dit traject is ook de Paardenanemoon aanwezig. De aanwezige wierbegroeiing valt in de categorie type 7. Het advies voor herstel is dan ook een steenbekleding uit de categorie Redelijk goed met als toevoeging dat zuilen sterk de voorkeur hebben boven een overlaging met schone koppen. Dit ivm de aanwezigheid van de paardenanemoon. Voor verbetering is het advies een steenbekleding uit de categorie Goed.

Een verzwarende van de kreukelberm waardoor de losliggende oesterschelpen gefixeerd worden is bij beide adviezen van belang. Tevens dient het inwassen met steenslag zeer beperkt plaats te vinden. Overtollig materiaal komt in de kreukelberm en heeft daar dezelfde negatieve invloed als de oesterschelpen.

10-2 Oostzijde havendam

De dijkbekleding bestaat vanaf de kop van de havendam tot midden havendam uit basalt en vanaf midden havendam tot de aansluiting met de dijk uit Vilvoordse steen deels gepenetreerd met beton. Er is een mooie gevarieerde begroeiing aanwezig die vooral op het gedeelte met Vilvoordse steen soortenrijk is te noemen. Opvallend is de vondst van de Purperslak, een soort die door watervervuiling bijna was verdwenen, en nu weer langzaam toeneemt. De aanwezigheid van de Purperslak in combinatie met de redelijk soortenrijke wiervegetatie maakt dat voor dit gedeelte het advies voor zowel herstel als verbetering een steenbekleding uit de categorie "Goed" is. Ook hier geldt dat het inwassen met steenslag beperkt moet plaats vinden om ophoping van steenslag in de kreukelberm te voorkomen.

10-3 221,2 tot kop kurkenol

De dijkbekleding bestaat uit Vilvoordse gepenetreerd met cement en koperslakblokken tot de hoek met de kurkenol. Op de Kurkenol zelf bestaat de bekleding uit basalt. In de hoek bij dp 221 is een zand/schelpenstrandje opgespoeld verder bestaat het voorland uit droogvallend slik en ondiep water. Er is een sporadische wierbegroeiing aanwezig die voornamelijk op de aanwezige vilvoordse stenen zit. Op de overige bekleding is niet of nauwelijks begroeiing aanwezig. Het advies voor herstel is dan ook "Geen voorkeur". Er is een verbetering van het substraattype mogelijk en dit kan ook lijden tot een iets rijkere wierbegroeiing maar door de expositie en het voorland zal het nooit echt soortenrijk worden. Daarom voor verbetering het advies "voldoende".

10-4 Oostzijde Kurkenol

Deze luwe zijde van de Kurkenol bestaat uit een glooiing uitgevoerd in Vilvoordse steen. Het talud van de nol is flauw, waardoor er een relatief groot oppervlak beschikbaar is voor wierbegroeiingen. Er is hier dan ook een mooie soortenrijke wierbegroeiing aanwezig die hier volop van profiteert. Het gaat om levensgemeenschappen van darmwier, kleine zeeik en blaaswier. Het advies voor herstel en verbetering is dan ook een steenbekleding uit de categorie "Goed". Beter nog zou het zijn als er helemaal niet aan dit gedeelte gewerkt hoeft te worden en de nol niet meegenomen wordt maar de dijkbekleding achter de nol langs wordt doorgetrokken. Maar of dit wenselijk is en aan de veiligheidseisen voldoet is aan de ontwerper.

10-5 Dp223 – Dp237,5

De dijkbekleding bestaat voornamelijk uit basalt, met uitzondering van het eerste gedeelte tot dp 225 waar koperslakblokken liggen en bij Dp 235-237 waar een overlaging met breuksteen gepenetreerd met asfalt ligt. Wieren zijn niet of nauwelijks aanwezig, dit komt waarschijnlijk door de sterk geëxponeerde ligging in combinatie met de aanwezige steenbekleding waardoor de omstandigheden nu erg ongunstig zijn. Het advies voor herstel is dan ook Geen voorkeur. Mogelijk is er wel verbetering mogelijk, op het stuk stortsteen met overlaging (schone koppen variant) zitten nog de meeste wieren. Waarschijnlijk biedt de ruwe structuur genoeg beschutting. Een ruwere steenbekleding geeft dus nog wel kans op verbetering. De ruwere varianten zitten allemaal in de categorie Redelijk Goed. Het advies voor verbetering is dan ook Redelijk goed.

10-6 Dp237,5 - 240

Dit gedeelte ligt in de haven de Val. De dijkbekleding bestaat uit stortsteen gepenetreerd met asfalt, vilvoordse gepenetreerd met beton en uit vlakke betonblokken. Er is een mooie wierbegroeiing aanwezig die zeker op de Vilvoordsesteen en de betonblokken tot de soortenrijke wiervegetaties is te rekenen. Ook op de stortsteen gepenetreerd met asfalt (schone koppen variant) is een redelijk soortenrijke wiervegetatie aanwezig. Opvallend is de variatie in de verschillende levensgemeenschappen. (blaaswier, kleine zeeik, Gezaagde zeeik en Knotswier) Het advies voor herstel en verbetering is dan ook een steenbekleding uit de categorie goed.

Resultaten boventafel

Tabel 2 geeft een samenvatting van de resultaten van de boventafel die in de maand juni 2010 is geïnventariseerd door Bureau Waardenburg. De opnames zijn per dijktraject beschreven en uitgewerkt.

Tabel 2: samenvatting resultaten inventarisatie boventafel "Zuidhoek havenkanaal oost, Galgelpolder tot Haven de Val" (juni 2010).

Opname	Dijkpaal	Voorlandtype	Klasse	Herstel	Verbetering
1	214-218	Havenkanaal	1a	Geen voorkeur	Geen voorkeur
2	218- helft havendam	Havenkanaal	2a	Voldoende	Voldoende
3	Havendam en Kurkenol	Ondiep water 1160	4a	Redelijk goed	Redelijk goed
4	223-234	Ondiep tot diep water 1160	4b	Redelijk goed	Redelijk goed
5	234-237,5	Diep water 1160	4b	Redelijk goed	Redelijk goed
6	237,5-240	Haven	4a	Redelijk goed	Redelijk goed

Deel 1 Dijkpaal 214-218

De dijkbekleding bestaat uit zuilen, blokken ingesmeerd met cement en stortsteen gepenetreerd met asfalt. Het traject ligt langs het havenkanaal.

Er zijn in totaal 2 plantensoorten aangetroffen: geen zoutplanten en 2 zouttolerante planten (zie tabel 3).

Tabel 3: aangetroffen zoutplanten (vet) en zouttolerante planten dijkvak 10 "Zuidhoek havenkanaal oost, Galgelpolder tot Haven de Val" in juni 2010, deel 1 dp214-dp218.

Nederlandse naam	Bedekking ¹	Latijnse naam	Zoutgetal
Rood zwenkgras	fr	<i>Festuca rubra ssp. commutata</i>	2
Strandkweek	d	<i>Elymus athericus</i>	3

De in tabel 3 weergegeven vegetatie komt overeen met klasse 1b uit de 'classificatie van zoutplanten'. Dit leidt tot het advies voor dit dijktraject voor **herstel en verbetering** van de aanwezige natuurwaarden een steenbekleding uit de categorie **Geen voorkeur**. Er is weinig potentie hier voor een uitgebreide zoutvegetatie op de dijk. Door de beschutte ligging is er nauwelijks een spatzone die van belang is voor de zoutplanten. Dat ook de zuilen op dit traject geen zoutplanten herbergen geeft aan dat er geen verbetering te halen is.

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

Deel 2 218 tot helft havendam

De dijkbekleding bestaat uit basalt, het voorland is het havenkanaal

Er zijn in totaal 7 plantensoorten aangetroffen: 3 zoutplanten en 4 zouttolerante planten (zie tabel 4).

Tabel 4: aangetroffen zoutplanten (vet) en zouttolerante planten dijkvak 10 "Zuidhoek havenkanaal oost, Galgepolder tot haven de Val" in juni 2010, deel 2 dp 218 tot helft havendam.

Nederlandse naam	Bedekking ²	Latijnse naam	Zoutgetal
Gerande schijnspurrie	r	Spergularia maritima	2
Gewone zoutmelde	r	Atriplex portulacoides	4
Zeeaster	r	Aster tripolium	4
Hertshoornweegbree	r	Plantago coronopus	3
Rood zwenkgras	fr	Festuca rubra ssp. commutata	2
Reukeloze kamille	o	Matricaria maritima	3
Strandkweek	d	Elymus athericus	3

De in tabel 4 weergegeven vegetatie komt overeen met klasse 2a uit de 'classificatie van zoutplanten'. Dit leidt tot het advies voor dit dijktraject voor **herstel** van de aanwezige natuurwaarden een steenbekleding uit de categorie **voldoende**. Er komen niet veel zoutplanten voor. Strandkweek, een zouttolerante soort, domineert.. het aanwezige substraat is goed doorgroeibaar voor planten dus is er weinig verbetering mogelijk. Daarom ook voor **verbetering** het advies **voldoende**

Deel 3 helft binnenzijde havendam tot dp 223 incl Kurkenol

De dijkbekleding bestaat uit basalt en Vilvoordse beide gepenetreerd met cement. Boven de Vilvoordse bevinden zich nog haringmanblokken. Dit is ook de zone waar de meeste planten voorkomen. In het hoekje van de havendam is een schelpenstrandje waar o.a. Gele Hoornpapaver voorkomt. Er zijn in totaal 16 plantensoorten aangetroffen: 10 zoutplanten en 6 zouttolerante planten (zie tabel 5).

Tabel 5: aangetroffen zoutplanten (vet) en zouttolerante planten dijkvak 10 "Zuidhoek havenkanaal oost, Galgepolder tot haven de Val" in juni 2010, deel 3 Havendam en Kurkenol.

Nederlandse naam	Bedekking ²	Latijnse naam	Zoutgetal
Deens lepelblad	r	Cochlearia danica	2
Gerande schijnspurrie	o	Spergularia maritima	4
Gewone zoutmelde	r	Atriplex portulacoides	4
Zeealsem	o	Artemisia maritima	
Zilte rus	o	Juncus gerardi	
Melkkruid	o	Glaux maritime	
Strandmelde	r	Atriplex littoralis	
Zeevetmuur	fr	Sagina maritima	
Gele hoornpapver	r	Glaucium flavum	4
Zeewegbree	r	Plantago maritima	4
Strandkweek	a	Elymus athericus	
Rood zwenkgras	fr	Festuca rubra ssp. Commutata	
Hertshoornweegbree	o	Plantago coronopus	
Reukeloze kamille	o	Matricaria maritima	
Smalle rolklaver	r	Lotus corniculatus ssp. tenuifolius	
Spiesmelde	o	Atriplex Prostrata	

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

De in tabel 5 weergegeven vegetatie komt overeen met klasse 4a uit de 'classificatie van zoutplanten'. Dit leidt tot het advies voor dit dijktraject voor **herstel en verbetering** van de aanwezige natuurwaarden een steenbekleding uit de categorie **redelijk goed**.

Er komt een redelijk variatie in zoutplanten voor. Potentiële mogelijkheden voor het terugkomen van zoutplanten zijn aanwezig bij het toepassen van een doorgroeibare constructie.

Deel 4 dp223 tot dp234

De dijkbekleding bestaat uit haringmanblokken met net boven GHW eens strook van Vilvoordse gepenetreerd met beton. Hierdoor is een groot deel van de spatzone een niet doorgroeibare constructie. Het voorland bestaat uit aan het begin slik en verder ondiep tot diep water.

Er zijn in totaal 11 plantensoorten aangetroffen: 7 zoutplanten en 4 zouttolerante plant (zie tabel 6).

Tabel 6: aangetroffen zoutplanten (vet) en zouttolerante planten dijkvak 10 "Zuidhoek havenkanaal oost, Galgepolder tot haven de Val" in juni 2010, deel 4 Dp223 tot Dp234.

Nederlandse naam	Bedekking ³	Latijnse naam	Zoutgetal
Deenslepelblad	r	Cochlearia danica	3
Gerande schijnspurrie	r	Spergularia maritima	4
Lamsoor	r	Limonium vulgare	4
Melkkruid	r	Glaux maritima	4
Zeealsem	o	Artemisia maritima	3
Zeevetmuur	fr	Sagina maritima	4
Zilte rus	o	Juncus gerardi	4
Hertshoornweegbree	fr	Plantago coronopus	3
Rood zwenkgras	r	Festuca rubra ssp.commutata	2
Smalle rolklaver	r	Atriplex prostrata	1
Strandkweek	d	Elymus athericus	3

De in tabel 6 weergegeven vegetatie komt overeen met klasse 4b uit de 'classificatie van zoutplanten'. Dit leidt tot het advies voor dit dijktraject voor **herstel en verbetering** van de aanwezige natuurwaarden een steenbekleding uit de categorie **redelijk goed**. De toepassing van een doorgroeibare constructie zal hier de omstandigheden voor zoutplanten verbeteren omdat de constructie momenteel deels niet doorgroeibaar is.

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

Deel 5 Dp234 tot Dp237,5

De dijkbekleding bestaat voor het overgrote deel uit vilvoordse kalksteen gepenetreerd met asfalt tevens is er een stukje met basalt. Het voorland bestaat uit diepwater.

Er zijn in totaal 18 plantensoorten aangetroffen: 12 zoutplanten en 6 zouttolerante planten (zie tabel 7).

Tabel 7: aangetroffen zoutplanten (vet) en zouttolerante planten dijkvak 10 "Zuidhoek havenkanaal oost, Galgepolder tot haven de Val" in juni 2010, deel 5 Dp234 tot Dp237,5.

Nederlandse naam	Bedekking ³	Latijnse naam	Zoutgetal
Deens lepelblad	fr	<i>Cochlearia danica</i>	4
Gerande schijnspurrie	fr	<i>Spergularia maritime</i>	
Gewone zoutmelde	r	<i>Atriplex portulacoides</i>	
Gewoon kweldergras	r	<i>Puccinellia maritime</i>	
Melkkruid	o	<i>Glaux maritimus</i>	
Schorrezoutgras	r	<i>Triglochin maritime</i>	
Stomp kweldergras	fr	<i>Puccinellia distans ssp. distans</i>	
Strandmelde	r	<i>Atriplex littoralis</i>	
Zeealsem	r	<i>Artemisia matitima</i>	
Zeeaster	r	<i>Aster tripolium</i>	
Zilte rus	fr	<i>Juncus gerardi</i>	
Zilte schijnspurrie	r	<i>Spergularia salina</i>	
Hertshoornweegbree	a	<i>Plantago coronopus</i>	
Reukeloze kamille	r	<i>Matricaria maritime</i>	
Rood zwenkgras	o	<i>Festuca rubra ssp. Commutata</i>	
Smalle rolklaver	o	<i>Lotus corniculatus ssp. tenuifolius</i>	
Spiesmelde	fr	<i>Atriplex prostrata</i>	1
Strandkweek	d	<i>Elymus athericus</i>	3

De in tabel 7 weergegeven vegetatie komt overeen met klasse 4b uit de 'classificatie van zoutplanten'. Dit leidt tot het advies voor dit dijktraject voor **herstel en verbetering** van de aanwezige natuurwaarden een steenbekleding uit de categorie **redelijk goed**. De kans op verbetering is hier reëel gezien de nu niet zo goed doorgroeibare constructie.

Deel 6 Dp237,5 – Dp240

De dijkbekleding bestaat uit haringmanblokken met onderin vilvoordse overgoten met asfalt. Hierdoor bestaat de spatzone voor het overgrote deel uit een niet doorgroeibare constructie. Veel van de vegetatie staat dan ook op het gedeelte met de haringmanblokken. Het voorland bestaat uit Haven de Val.

Er zijn in totaal 17 plantensoorten aangetroffen: 10 zoutplanten en 7 zouttolerante planten (zie tabel 8).

Tabel 8: aangetroffen zoutplanten (**vet**) en zouttolerante planten dijkvak 10 "Zuidhoek havenkanaal oost, Galgepolder tot haven de Val" in juni 2010, deel 6 Dp 234,5 tot 240

Nederlandse naam	Bedekking ⁴	Latijnse naam	Zoutgetal
Gerande schijnspurrie	o	<i>Spergularia maritima</i>	4
Deens lepelblad	r	<i>Cochlearia danica</i>	
Gewone zoutmelde	r	<i>Atriplex portulacoides</i>	
Zeealsem	o	<i>Artemisia maritima</i>	
Zilte rus	r	<i>Juncus gerardi</i>	
Strandmelde	r	<i>Atriplex littoralis</i>	
Stomp kweldergras	r	<i>Puccinellia distans ssp. distans</i>	
Zilte schijnspurrie	r	<i>Spergularia salina</i>	
Schorrekruid	r	<i>Suaeda maritima</i>	
Strandbiet	r	<i>Beta vulgaris ssp. maritima</i>	
Strandkweek	d	<i>Elymus athericus</i>	
Rood zwenkgras	o	<i>Festuca rubra ssp. commutata</i>	
Hertshoornweegbree	o	<i>Plantage coronopus</i>	
Reukeloze kamille	r	<i>Matricaria maritima</i>	
Smalle rolklaver	r	<i>Lotus corniculatus ssp. tenuifolius</i>	
Spiesmelde	o	<i>Atriplex prostrata</i>	
Zilverschoon	o	<i>Potentilla anserina</i>	3

De in tabel 8 weergegeven vegetatie komt overeen met klasse 4a uit de 'classificatie van zoutplanten'. Dit leidt tot het advies voor dit dijktraject voor **herstel en verbetering** van de aanwezige natuurwaarden een steenbekleding uit de categorie **redelijk goed**. De kans op verbetering is hier reëel, gezien de nu niet zo goed doorgroeibare constructie.

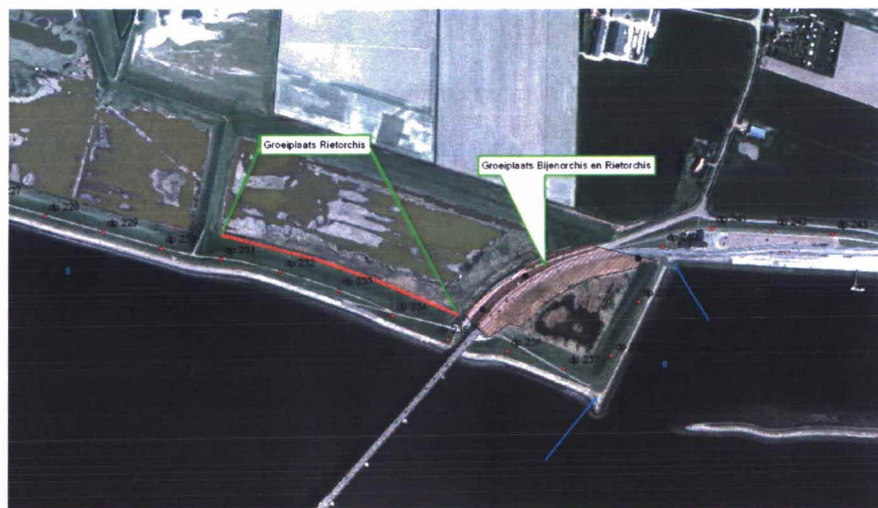
Resultaten voorland, talud en binnentalud

Het voorland, het talud en het binnentalud zijn in juni 2010 geïnventariseerd door Bureau Waardenburg.

In het voorland (zone 1) zijn geen vaatplanten aangetroffen.

Op het buitentalud (zone 4) zijn geen beschermde soorten aangetroffen

Op het binnentalud (zone 5) zijn 2 beschermde soorten aangetroffen namelijk Bijenorchis en Rietorchis. De groeiplaatsen zijn op onderstaande kaart aangegeven.



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

Flora- en Faunawet (zone 1, 3, 4 en 5)

Bijenorchis (*Ophrys apifera*)

De groeiplaats van de Bijenorchis aan de voet van de Zeelandbrug is een bekende groeiplaats. In het rood gearceerde gebied op de kaart kunnen Bijenorchissen voorkomen. Het is dus zaak om met de werkzaamheden te voorkomen dat hier gewerkt wordt. Het gebied ligt in principe ook buiten het werkgebied. Het is echter vooral zaak om bij de transportroutes en de depotlocaties er voor te zorgen dat hier geen verstoring plaats vindt. Duidelijk aangeven dus dat in deze zone geen activiteiten mogen plaats vinden! Het is verstandig om het jaar voor de uitvoering de locaties waar wel wat gedaan moet worden op het binnentalud nog te laten inventariseren op de aanwezigheid van de Bijenorchis.

Rietorchis (*Dactylorhiza majalis* ssp. *praetermissa*)

De Rietorchis is op twee locaties aangetroffen. In het zelfde gebied als de Bijenorchis en aan de voet van de dijk in de overgang naar de inlaag van dp 231 tot dp 235. Ook hier geldt dat het in principe buiten het werkgebied ligt maar dat vooral bij de transportroutes en de depotlocaties opgelet moet worden.

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

In de Nota Soortenbeleid (Provincie Zeeland, 2001) worden een aantal aandachtsoorten genoemd. Op en voor de zeekeringen 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 15 en 16 geven de soorten weer uit de Nota Soortenbeleid Provincie Zeeland die zijn aangetroffen op de boventafel (zone 3). Tevens is vermeld of deze soorten genoemd worden in het NB-wetbesluit voor de Oosterschelde.

Tabel 15: op de boventafel aangetroffen soorten uit de Nota Soortenbeleid Provincie Zeeland en uit de soortenlijst NB-wetbesluit Oosterschelde (juni 2008).

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

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

EU-Habitatrichtlijn (gebiedsbeschermingsregime)

Het voorland van het dijkvak bestaat voor een deel uit het havenkanaal, dit is geen beschermd habitattypen. Het overige deel bestaat uit ondiep en diep water en een klein gedeelte laag gelegen slik. Dit valt onder het habitattypen 1160. Op twee plekken bevindt zich in de hoek van de dijk een schelpenstrandje (dp 221 en dp 223). Dit zijn waardevolle hoekjes voor aanspoelselplanten zoals Gele Hoornpapaver die hier ook is gekarteerd op de glooiing (zone 3). Tevens kunnen deze strandjes interessant zijn voor

bontbek plevieren. Het is zaak dat deze schelpenstrandjes na de werkzaamheden weer hersteld worden. Bij de dijkwerkzaamheden zal een gedeelte van het voorland worden vergraven. Op het voorland dat bestaat uit water en slik (habitattype 1160) zullen beperkte effecten optreden welke zich snel zullen herstellen. De werkstrook op het slik moet na de werkzaamheden op oude hoogte worden terug gebracht. Tevens moet er voor gezorgd worden dat er zo min mogelijk stenen op het slik achterblijven, met uitzondering van een 5 meter brede kreukelberm. Gebiedsvreemd materiaal, zoals oud teenbeschot, filterdoek en perkoenpalen, mogen niet in de Oosterschelde terecht komen maar dienen te worden afgevoerd.

Voor eventuele vragen ben ik bereikbaar.

Met vriendelijke groet,

Robert Jentink

Literatuur

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 J.H.J. Schaminée, 2003. Europese natuur in Nederland, Habitattypen, KNNV Uitgeverij, Utrecht.

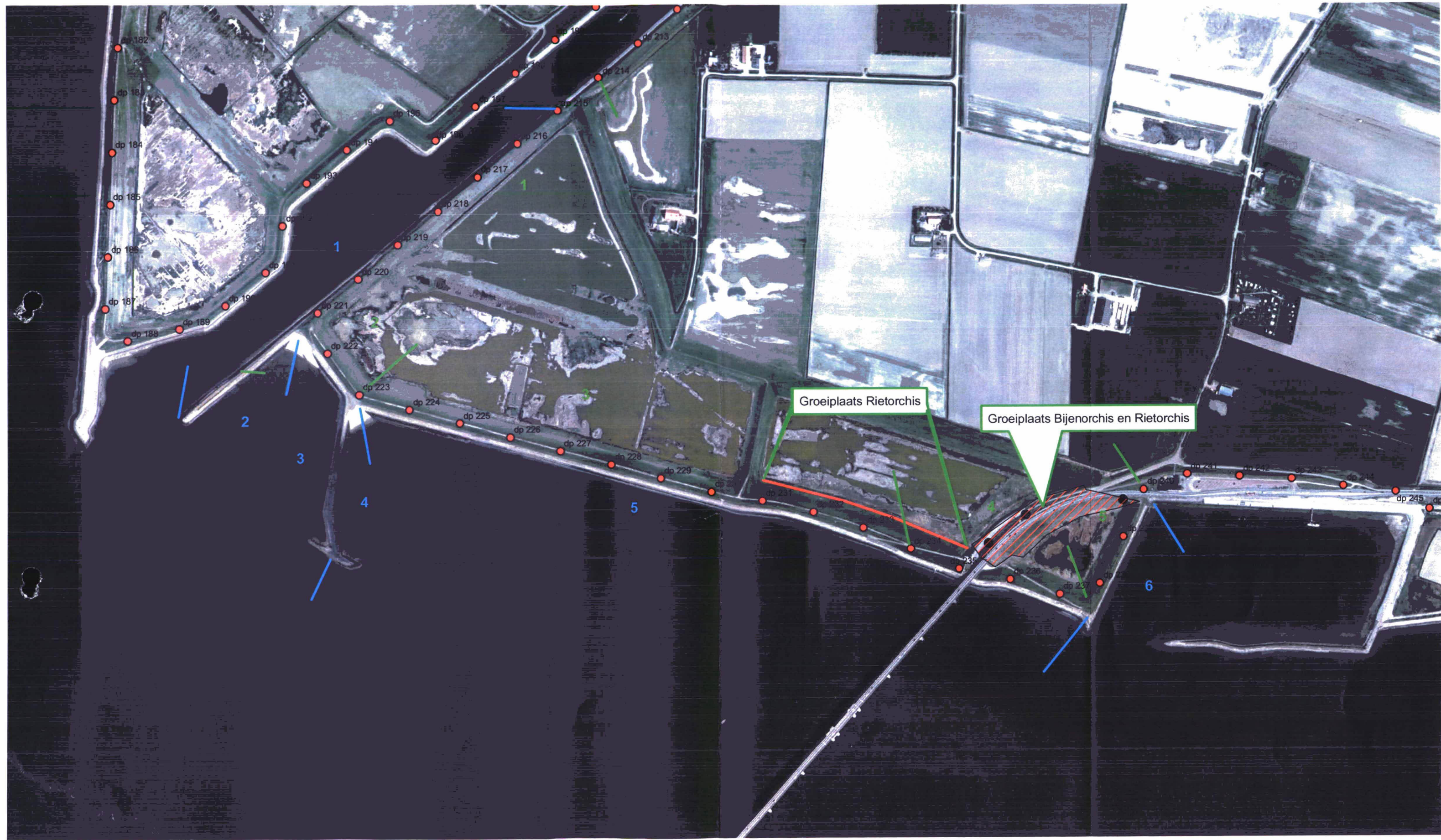
Jentink, R., 2003. Classificatie zoutplanten, versie 1.0. Intern document RWS, Middelburg.

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

Meijer, A.J.M. en A.C. van Beek, februari 1988. De levensgemeenschappen op harde substraten in de getijdenzone van de Oosterschelde, Bureau Waardenburg bv.

Meijer, A.J.M. en A.M. Berchum, mei 1997. Hardsubstraat-levensgemeenschappen in de getijdenzone van de Oosterschelde; Toestand 1993-1995 eb vergelijking met 1983-1985, Bureau Waardenburg bv, Rijksinstituut voor Kust en Zee/RIKZ.

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



Bijlage 2.3: Detailadvies landschap



Rijkswaterstaat
Ministerie van Infrastructuur en Milieu

Projectbureau Zeeweringen
Postbus 1000
4330 ZW Middelburg

Rijkswaterstaat Zeeland

Poelendaelesingel 18
4335 JA Middelburg
Postadres: Postbus 5014
4330 KA Middelburg
T (0118) 62 20 00
F (0118) 62 29 99
conny.buijs@rws.nl

Contactpersoon
Conny Buijs

T 0118-622523
conny.buijs@rws.nl

memo

Advies cultuurhistorie en landschapsadvies Zuidhoek Zierikzee

Datum
14 februari 2013

Algemene beschrijving projectgebied

Het dijktraject Zuidhoek, Havenkanaal Oost, Galgepolder tot haven de Val ligt tussen dp215 en dp239+74m. Het dijkvak ligt aan de zuidzijde van Schouwen-Duiveland aan de Oosterschelde nabij Zierikzee.

Het traject sluit aan de oostzijde ter plaatse van haven de Val aan op het dijkvak Haven de Val polder Zuidhoek, Zuidernieuwlandpolder, Gouweveerpolder dp239+74m).

Bij de haveningang ligt de oostelijke havendam. Even ten oosten daarvan, bij dp223 ligt een nol: de Kurkenol. Zowel de oostelijke havendam als de Kurkenol valt buiten de dijkversterking. Bij zowel bij de oostelijke havendam als de nol is klein strandje ontstaan. Aan de binnenzijde liggen de Zuidhoekinlagen.

Ter plaatse van dp235 is een duiktrap aanwezig, één van de belangrijkste duiklocaties van Zeeland. Binnendijks is een parkeervoorziening aanwezig en op de dijk ligt daartoe een trap.

Nabij dp235 kruist de Zeelandbrug het dijktraject. Bij dp237+50m – de haveningang van haven de Val – is een kleine nol aanwezig. Boven de bekleding, op de kruin en op het binnentalud is de dijk met gras bekleed.

Cultuurhistorie

In 976 komt Zierikzee onder de naam *Creka* (kreek) voor en de naam Zierikzee komt voor het eerst voor, als *Siricasha*, in een oorkonde uit 1156. In 1248 werden de stadsrechten van Zierikzee door graaf Willem II van Holland bevestigd en uitgebreid. De eerste stadsrechten waren verleend tussen 1217 en 1220. Aan het einde van de middeleeuwen was Zierikzee een belangrijke plaats in Zeeland en omgeving. Zierikzee dankt haar ontstaan, bloei en welvaart aan het water. De positie van de haven was strategisch. De schepen voeren onder meer naar Engeland en de Oostzeelanden. De kreek, waaraan Zierikzee ontstond, werd afgedamd en getransformeerd tot een haven. Een grote visserij- en koopvaardijvloot brachten de stad welvaart en voorspoed.

Tijdens de stormvloed van 1715 braken de dijken van de Polder Schouwen tot tweemaal toe door. De Zuidhoek, het deel van de Polder Schouwen ten oosten van het Havenkanaal, stond in de periode 1720-1721 lange tijd onder water, zo ontstond

de Inlaag Zuidhoek. Het gebied bleef problemen opleveren door de dijk- en oevervallen. Zo ontstond in 1783 "De Val", een ingelopen deel van de inlaag, later gebruikt als haven.

Toen in de 16de eeuw de haven, die uitmondde in de Gouwe, verzandde, was het duidelijk dat alleen een verbinding met open water Zierikzee nieuwe kansen kon bezorgen. In 1593 werd gekozen voor het graven van een kanaal naar de Oosterschelde. Over een lengte van 3 kilometer werd een havenkanaal gegraven, geschikt voor koopvaardij schepen. In de jaren 1597-1599 werd het karwei geklaard. De richting van het kanaal is bewust gekozen. De wind waait vaak uit die hoek en zo hadden de schepen de minste moeite de haven binnen te zeilen. Op de beide dijken werden jaagpaden aangelegd. Met behulp van paarden konden, bij een ongunstige wind, de schepen naar binnen en naar buiten worden getrokken.

In dit kanaal is een schutsluis aangelegd. Op tal van plaatsen langs de Oosterschelde ligt achter de zeedijk nog een tweede binnendijk. Deze reservedijk, ook wel inlaagdijk genoemd, werd aangelegd als extra bescherming tegen de zee. Men vreesde dat zwakke plekken in de buitendijken het zouden gaan. De stroken tussen zeedijk en reservedijk noemt men inlagen of kupen. De Inlagen Zuidhoek stammen uit de periode van 1721 tot 1764. Oorspronkelijk was het oostelijke deel veel groter maar na een dijkval in 1785 liep een groot deel in dat daarna als vlucht- en later veerhaven "De Val" werd gebruikt. In het meest westelijke deel lag tot 1997 nog een perceel landbouwgrond dat tot 'nieuwe natuur' is omgevormd. De Val heeft tussen 1958 en 1965 dienst gedaan als veerhaven. Daarna werd door de aanleg van de Zeelandbrug het veer overbodig.

Doordat het afgegraven land in deze inlagen en karrevelden lager ligt, hebben ze een moerassig karakter. Sommige inlagen liggen zelfs zo laag dat ze grotendeels uit water bestaan. Dit water is meestal brak doordat er zeewater ondergronds naar binnen sijpelt (kwelwater). De meeste inlagen en karrevelden zijn natuurgebieden geworden. Dit gebied is uitgestrekt, maar ook het gebruik van de mens is duidelijk zichtbaar. Door de inlagen, karrevelden, dijkpalen, palenrijen en de nollen.

Advies cultuurhistorie

Havenkanaal Zierikzee

Kanaal van ca. 3 km lengte, gelegen in zuidwestelijke richting, dat Zierikzee met de Oosterschelde verbindt. Twee kanaaldammen met moderne lichtopstanden, houten palenrijen, houtwerk en tobroek op kop. In het kanaal bevindt zich een keersluis uit 1959. Volgens de cultuurhistorische inventarisatie heeft het havenkanaal een zeer hoge waardering, met een redelijk grote impact, maar deze vallen buiten het projectgebied.

Haven de Val

De voormalige veerhaven met kaden en havenpalen. De rechthoekige vorm gaat terug op de inlaag van 1764. Betonnen lichtopstand aanwezig. Volgens de cultuurhistorische inventarisatie heeft het havenkanaal de volgende kenmerken. Door het toepassen van een technisch uitzienende bekleding komt de geschiedenis deels terug.

Palenrij, perkoenpalen en paalhoofden

Op de dijk langs het gehele traject staan het op verschillende plaatsen perkoenpalen, palenrijen of paalhoofden. Behoud van dit karakteristieke element is aan te bevelen.

Voorgesteld deze te handhaven en zoveel mogelijk op dezelfde locatie terug te plaatsen.

Rijkswaterstaat Zeeland

Datum
14 februari 2013

Landschap

In het havenkanaal, vanaf dp202 tot de strekdam van het havenhoofd wordt het oog vanaf de stad naar de Oosterschelde getrokken. Door middel van een strakke lichte bekleding aan beide zijden van het kanaal kan deze ervaring versterkt worden.

Vanaf het oostelijke havenhoofd tot en met de haven de Val is de Zeelandbrug als object sterk aanwezig. De kleur van de Zeelandbrug is bij ieder moment van de dag en tijd van het jaar verschillend, maar altijd sterk aanwezig. Indrukwekkend, met zijn bogen en lichte kleur. Door de bekleding langs dit deel van de Oosterschelde te voorzien van een donkere onder- en boventafel ontstaat een sterker contrast met de lichte kleur van de Zeelandbrug. Ook de Kurkenol bij dp223 is donker, waardoor er als geheel een duidelijke eenheid in dit dijkvak ontstaat.

De aanwezig schepen bepalen deels het uiterlijk van de haven. De bekleding in de binnenzijde van de haven De Val kan een technisch karakter krijgen. Overwogen kan worden een lichte onder- en boventafel toe te gaan passen, zodat een eenheid ontstaat. De bekleding van dit deel van de haven moet wel in eenzelfde wijze uitgevoerd worden als het overige deel van de haven (dp239+75m – dp246). Het toepassen van verschillende bekledingen, binnen de totale haven, is vanuit de beeldkwaliteit niet aan te bevelen.

Landschapsadvies

Deeladvies I

Dp202- dp221+50m

Het gehele kanaal uitvoeren in dezelfde bekleding. Dus de bekleding spiegelen met de overkant van het kanaal, welke gepland staat in 2013. Dus de ondertafel overlagen met gepenetreerde breuksteen, afgestrooid met lavasteen en op de boventafel betonzuilen. Uit de toetsing blijkt dat het eerste deel van de bekleding van het kanaal is al vervangen, vanaf dp207 tot dp241, is goedgekeurd. In plaats van het gehele kanaal in dezelfde bekleding uit te voeren, wordt dan op een klein gedeelte het strakke, eenduidige beeld onderbroken.

Deeladvies II

Dp221+50m – dp237+50m

Donkere onder- en boventafel. Daarmee een nadrukkelijk contrast met de Zeelandbrug. Ook de nol is donker van kleur, waardoor een geleidelijke overgang ontstaat. Voorgesteld wordt te kiezen voor donkergekleurde materialen. Dat kunnen donkergekleurde betonzuilen zijn, eventueel met eco-top.

Deeladvies III

Dp237+50m – dp239+74m

Een strak, technisch profiel, dat past bij het uiterlijk van de haven. Door de totale haven van eenzelfde bekleding te voorzien, ontstaat één geheel een totaal beeld. Het andere deel van de haven is de boventafel voorzien van betonzuilen en de ondertafel is de breuksteen overlaagd, met uitzondering van de bocht bij dp240.

Op de strekdam, op de kop van de Haven, kan ter ondersteuning van de haveningang een andere bekleding aangebracht worden, enkele meter aan beide zijden van dp237+50m.

Rijkswaterstaat Zeeland

Datum
14 februari 2013

Recreatie

De twee strandjes, bij de oostelijke havendam en nol kunnen ten behoeve van recreatie behouden blijven. Mogelijk dat nog een extra hoeveelheid zand aangebracht kan worden.

Bijlage 2.4: Aandachtspunten ecologie ontwerpnota Zuidhoek Havenkanaal Oost,
Galgepolder tot Haven De Val



Rijkswaterstaat
Ministerie van Infrastructuur en Milieu

Projectbureau Zeeweringen
p/a Waterschap Scheldestromen
Postbus 1000
4330 ZW Middelburg

Rijkswaterstaat Zeeland

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

Contactpersoon
John van Vliet

Datum
januari 2013

memo

Aandachtspunten ecologie traject Zuidhoek Havenkanaal Oost, Galgepolder tot Haven De Val

Nb-wet

Het dijklichaam doorkruist Natura 2000-gebied Oosterschelde, omdat ook binnendijks tot het Natura 2000-gebied behorende natuurgebied ligt (VR+HR+NB) in de vorm van Inlaag Zuidhoek.

Voor de kust van het traject ligt voor het grootste deel een weinig verstoringsgevoelige stroomgeul. De geul is van belang voor zeehonden (kwalificerend) en bruinvissen (hotspot). Tussen de havendammen van het kanaal ligt een oppervlak bij laag water droogvallend slik, van belang voor foeragerende vogels. Het is de kwalificeren als H1160 (ondiepe krekens en baaien), waarvoor een tijdelijke verstoring acceptabel is. In de Inlaag broeden voor het natuurgebied kwalificerende soorten. De strandjes vormen een potentiële broedlocatie voor kwalificerende bontbekplevieren (niet aangetroffen) en dienen behouden te blijven. Ten westen van het Havenkanaal, maar mogelijk ook in de Inlaag, leven strikt beschermde noordse woelmuizen. Hiervan is geen recent onderzoeksmateriaal voorhanden.

Ff-wet

Belangrijkste aandachtspunt wordt gevormd door de broedvogels in de Inlaag. Van enkele soorten zijn kolonies aanwezig. Hoewel de kans klein is dat zij er nog voorkomen, is het mogelijk dat bij Haven De Val nog een enkele beschermde levendbarende hagedis leeft. De rugstreeppad is van de ruime omgeving van het traject niet bekend. Het hoge aantal hier waargenomen bruinvissen is een punt van aandacht waar het de productie van trillingen en onderwatergeluid betreft.

Detailadvies wieren (ondertafel)

Aan de oostzijde van het havenkanaal, oostzijde havendam, oostzijde Kurkenol en bij Haven de Val zijn rijke wiervegetaties aangetroffen. Ook de paardenanemoon en de purperslak zijn hier aanwezig. Het advies op herstel is 'goed' als bekleding uit categorie 'goed' wordt toegepast (zuilen?).

Detailadvies zouttolerante planten (boventafel)

Tussen de havendam en de Kurkenol komt een redelijk gevarieerde begroeiing van zoutplanten en zouttolerante planten voor: hier zijn 16 soorten aangetroffen. Het aanbrengen van een doorgroeibare constructie heeft hier de voorkeur. In het aansluitende trajectgedeelte tussen dp 223 en 234 zijn 11 soorten gevonden, waardoor ook daar de voorkeur aan het toepassen van doorgroeibaar materiaal gegeven wordt. Tussen dp 234 en 237 zijn 18 soorten aangetroffen, terwijl daar nu geen goed doorgroeibaar materiaal ligt. Kans op herstel is dan ook reëel als dat nu

wel toegepast wordt. Hetzelfde geldt voor het deel langs Haven de Val, waar 17 soorten zijn aangetroffen.

Rijkswaterstaat Zeeland

In het voorland en op het talud zijn geen (beschermd) vaatplanten aangetroffen. Binnendijks groeien de beschermde rietorchis en bijenorchis. De groeilocaties liggen in principe net buiten het werkgebied, maar daar zodanig dicht bij dat hier bij de keuze van transportroutes en depotlocaties rekening mee moet worden gehouden. In de aanspoelzone zijn exemplaren van de gele hoornpapaver gevonden.

Datum
januari 2013

De adviezen voor behoud en verbetering van provinciale aandachtsoorten vallen samen met die voor de trajectdelen met zoutplanten.

Bijlage 2.5: Memo Beheerder

Bijlage 3 Berekeningen

Bijlage 3.1: Keuzemodel met invoermodule

Dijkvak : Polder Zuidhoek
 van dp tot dp : 214+76m tot 239+74m

Wijzigingen t.o.v. versie 2.5:
 overgangen absoluut ipv relatief

variant 1		Variant 1						Score: 63,8	Kosten: 1	Score/kosten: 63,8	Rang: 1	
dp:	214+76m - 221+50m	221+50m - 223	223 - 233+11m	233+11m - 237+50m	237+50m - 238+15m	238+15m - 239+74m						
lengte [m]:	674	150	1011	439	65	159				score landschap		
Boventafel	27	11,4	27	27	27	27				2		
Ondertafel	7,5	11,4	7,5	7,5	7	7,5				2		
score flora:	1	2	3	3	2	2						
score habitat:	2	1	2	2	2	1						
grondverbetering:	boventafel	ondertafel	geen	geen	geen	geen						
dp:	variant 2		Variant 2						Score: 67,8	Kosten: 1,08	Score/kosten: 62,6	Rang: 2
dp:	214+76m - 221+50m	221+50m - 223	223 - 233+11m	233+11m - 237+50m	237+50m - 238+15m	238+15m - 239+74m						
lengte [m]:	674	150	1011	439	65	159	0	0		score landschap		
Boventafel	27	11,4	27	27	27	27				2		
Ondertafel	7,5	11,4	27	27	7	7,5				3		
score flora:	1	2	3	3	2	2						
score habitat:	2	1	2	2	2	1						
grondverbetering:	boventafel	ondertafel	ondertafel	ondertafel	geen	geen						
dp:	variant 3		Variant 3									
dp:	214+76m - 221+50m	221+50m - 223	223 - 233+11m	233+11m - 237+50m	237+50m - 238+15m	238+15m - 239+74m						
lengte [m]:	674	150	1011	439	65	159	0	0		score landschap		
Boventafel										1		
Ondertafel										1		
score flora:	1	1	1	1	1	1						
score habitat:	1	1	1	1	1	1						
grondverbetering:	geen	geen	geen	geen	geen	geen						
dp:	variant 4		Variant 4									
dp:	214+76m - 221+50m	221+50m - 223	223 - 233+11m	233+11m - 237+50m	237+50m - 238+15m	238+15m - 239+74m						
lengte [m]:	674	150	1011	439	65	159	0	0		score landschap		
Boventafel										1		
Ondertafel										1		
score flora:	1	1	1	1	1	1						
score habitat:	1	1	1	1	1	1						
grondverbetering:	geen	geen	geen	geen	geen	geen						

Keuzemodel v2.6 januari 2013

Dijkvak: Polder Zuidhoek
dp: 214+76m tot 239+74m

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

Wijzigingen t.o.v. versie 2.5:
overgangen absoluut ipv relatief

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

Criteria > Subcriteria > Weging subcriteria > Scoretabel	Constructie		Uitvoering			Hergebruik		Onderhoud			Landschap	Natuur	
	flexibiliteit	overgangen	tijd	moeilijkheidsgraad	toleranties	hergebruik	LCA	duurzaamheid	zichtbaarheid	tijd		flora	habitat
	50	50	33	33	33	50	50	33	33	33	100	50	50
variant 1	2,4	1,17	1,6	1,4	2,5	1,1	1,0	2,5	2,0	2,4	2,0	2,3	1,9
variant 2	2,1	1,14	1,8	1,4	2,2	1,1	1,2	2,8	2,6	2,7	2,5	2,3	1,9
variant 3													
variant 4													

Gewogen score	Constructie	Uitvoering	Hergebruik	Onderhoud	Landschap	Natuur	Totaal	Kosten	Score/kosten	Rang
variant 1	12,9	7,0	4,1	16,6	7,8	15,3	63,8	1,00	63,76	1
variant 2	11,7	7,0	4,6	19,4	9,7	15,3	67,8	1,08	62,64	2
variant 3										
variant 4										

Opmerkingen:

Bijlage 3.2: Ontwerpberekeningen bekleding

Bijlage 3.3: Ontwerpberekeningen kreukelberm

Dimensionering kreukelberm

Blaauw is invoer, oranje 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)
 $D_{0,50}$ 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	Polder Zuidhoek	laag
Randvoorwaardenvak	2	
Profiel	1	
Waterstand* [m NAP]	2	0
H_s [m]	0.65	0.65
T_p [s]	2.50	2.50
* 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
$\cotan\alpha_{top}$ [-]	5.76	Taludhelling kreukelberm (default 1.20 voor aansluiting op eerdere versies spreadsheet)
$\cotan\alpha$ [-]	2.10	Taludhelling onderbeloop dijk (default 1.3 voor aansluiting op eerdere versies spreadsheet)
Z_{top} [m NAP]	-0.60	Niveau bovenzijde kreukelberm (teenniveau)
Z_{int} [m NAP]	-1.48	Huidig niveau voorland direct vóór kreukelberm
ΔZ_{int} [m]	0.5	Afname voorland tijdens levensduur constructie (default 0.5 voor ontwerp en 0.0 voor toetsing)
Z_{ovp} [m NAP]	-4.38	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)
ρ_s [kg/m ³]	2650	Dichtheid breuksteen (default 2650)
$V_{D,50}$ [-]	1.20	Veiligheidsfactor voor $D_{0,50}$ (default 1.2 voor ontwerp en 1.1 voor toetsing)

Samenvatting resultaten

Waterstand [m NAP]	2.00	0.80	0.00	0.48	0.94	1.40	1.96	2.48	2.99	3.50	In de blauwe cel kan een waterstand naar keuze ingevuld worden tussen bovenzijde kreukelberm en Ontwerppeil
L_{op} [m]	0.7	0	0	0.0	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	Golflengte
Golven dieptebeperkt?	Nee	Nee	Nee	Nee	Nee	Nee	Nee	Nee	Nee	Nee	Significante golffoogte aan teen
$H_{s,teen}$ [m]	0.80	0.60	0.60	0.60	0.70	0.70	0.80	0.80	0.80	0.90	2%-golffoogte aan teen
$H_{2\%,teen}$ [m]	0.10	0.80	0.90	0.90	1.00	1.00	1.10	1.10	1.20	1.20	$D_{0,50}$ bij lage waterstanden
$D_{0,50,LWS}$ [m]	0.20	0.18	0.18	0.18	0.18	0.18	0.18	0.18	0.18	0.18	$D_{0,50}$ bij hoge waterstanden (Gerding)
$D_{0,50,HWS,G}$ [m]	0.14	0.14	0.14	0.14	0.14	0.14	0.14	0.14	0.14	0.14	$D_{0,50}$ bij hoge waterstanden (Van der Meer)
$D_{0,50,HWS,M}$ [m]	0.14	0.14	0.14	0.14	0.14	0.14	0.14	0.14	0.14	0.14	

Benodigde steensortering en laagdikte kreukelberm

	Losse breuksteen		Patroonpenetratie				$D_{0,50}$ (maatgevende waarde)
	LWS	HWS;M	Stroken		Stippen		
	LWS	HWS;M	LWS	HWS;M	LWS	HWS;M	$D_{0,50}$ (ontwerpwaarde, incl. veiligheid)
$D_{0,50}$ [m]	0.20	0.18	0.08	0.08	0.12	0.11	$D_{0,50}$ (ontwerpwaarde, incl. veiligheid)
$D_{0,50,d}$ [m]	0.24	0.18	0.10	0.10	0.14	0.13	Benodigde steensortering
Sortering	10-60 kg	10-60 kg	10-60 kg	10-60 kg	10-60 kg	10-60 kg	$D_{0,50}$ van benodigde steensortering
$D_{0,50}$ sortering [m]	0.24	0.24	0.24	0.24	0.24	0.24	Benodigde laagdikte
$2D_{0,50}$ sortering [m]	0.48	0.48	0.48	0.48	0.48	0.48	

Standaard steensorteringen NEN-EN 13383-1

Steen-sortering	ρ_s (kg/m ³): 2650	
	M_{50} (kg)	$D_{0,50}$ (m)
10-60 kg	37	0.24
40-200 kg	127	0.36
60-300 kg	193	0.42
300-1.000	715	0.60
1-3 ton	2088	0.80
3-6 ton	4743	1.20
6-10 ton	8192	1.40

Controle bodemligging:

De golflengte is voor losse breuksteen opgebouwd voor de afstand tussen twee otoppeigingen.

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 $r_{2\%}$ 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	Polder Zuidhoek	hoog
Randvoorwaardenvak	2	
Profiel	1	
Waterstand* [m NAP]	0	2 3 4
H_s [m]	0.65	0.80 0.90 0.99
T_p [s]	2.50	2.77 3.08 3.46
* 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
$\cotan\alpha_{tb}$ [-]	5.76	Taludhelling kreukelberm (default 1.20 voor aansluiting op eerdere versies spreadsheet)
$\cotan\alpha$ [-]	2.10	Taludhelling onderbeloop dijk (default 1.3 voor aansluiting op eerdere versies spreadsheet)
Z_{nb} [m NAP]	0.60	Niveau bovenzijde kreukelberm (teenniveau)
Z_{nt} [m NAP]	1.48	Huidig niveau voorland direct vóór kreukelberm
ΔZ_{nt} [m]	0.5	Afhame voorland tijdens levensduur constructie (default 0,5 voor ontwerp en 0,0 voor toetsing)
Z_{vp} [m NAP]	4.38	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)
ρ_s [kg/m ³]	2650	Dichtheid breuksteen (default 2650)
γ_{cr50} [-]	1.20	Veiligheidsfactor voor D_{r50} (default 1,2 voor ontwerp en 1,1 voor toetsing)

Samenvatting resultaten

Waterstand [m NAP]	2.00	1.81	0.90	0.41	0.94	1.41	1.98	2.48	2.99	3.51	In de blauwe cel kan een waterstand naar keuze ingevuld worden tussen bovenzijde kreukelberm en Ontwerppeil
L_{50} [m]	1.4	1	0.6	0.3	1	1.1	1.2	1.1	0.8	0.7	Golfengte
Golven dieptebeperkt?	Nee	Nee	Nee	Nee	Nee	Nee	Nee	Nee	Nee	Nee	
$H_{s,teen}$ [m]	0.96	0.6	0.64	0.68	0.71	0.79	0.86	0.94	0.96	0.99	Significante golffoogte aan teen
$H_{2\%,teen}$ [m]	1.1	1.81	0.91	0.38	0.91	1.38	1.91	2.48	3.05	3.51	2%-golffoogte aan teen
$D_{r50,LWS}$ [m]		0.18	0.15	-	-	-	-	-	-	-	D_{r50} bij lage waterstanden
$D_{r50,HWS,G}$ [m]				0.11	-	-	-	-	-	-	D_{r50} bij hoge waterstanden (Gerding)
$D_{r50,HWS,M}$ [m]	0.14			0.18	0.16	0.15	0.14	0.14			D_{r50} 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_{r50}	[m]	0.18	0.18	0.08	0.08	0.11	0.11
$D_{r50,g}$	[m]	0.22		0.08		0.14	
Sortering		10-60 kg		10-60 kg		10-60 kg	
D_{r50} sortering	[m]	0.24		0.24		0.24	
$2D_{r50}$ sortering	[m]	0.48		0.48		0.48	

Standaard steensorteringen NEN-EN 13383-1

Steen-sortering	ρ_s (kg/m ³): 2650	
	M_{50} (kg)	D_{r50} (m)
10-60 kg	37	0.24
40-200 kg	127	0.16
60-300 kg	193	0.14
300-1.000	715	0.08
1-3 ton	2088	0.08
3-6 ton	4743	0.08
6-10 ton	8192	0.08

Controle bodemligging:

De golfengte en de losse breuksteen opzetting van de afstand tussen het uitvoerpunt en de dijk

Dimensionering kreukelberm

Blaauw is invoer, **rood** zijn tussenresultaten, **groen** 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)

$D_{0,50}$ 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 voor kreukelberm' verbeterd

Invoer

Dijkvak	Polder Zuidhoek	laag			
Randvoorwaardenvak	1				
Profiel	1				
Waterstand* [m NAP]	-2	-1	0	2	
H_s [m]	0.69	0.69	0.69	1.07	Significante golfhoogte
T_D [s]	2.50	2.50	2.50	4.06	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			
$\cotan\alpha_{vb}$ [-]	5.76	Taludhelling kreukelberm (default 1.20 voor aansluiting op eerdere versies spreadsheet)			
$\cotan\alpha$ [-]	2.10	Taludhelling onderbeloop dijk (default 1.3 voor aansluiting op eerdere versies spreadsheet)			
Z_{vb} [m NAP]	-0.60	Niveau bovenzijde kreukelberm (teenniveau)			
Z_{vt} [m NAP]	1.48	Huidig niveau voorland direct voor kreukelberm			
ΔZ_{vt} [m]	0.5	Afname voorland tijdens levensduur constructie (default 0.5 voor ontwerp en 0,0 voor toetsing)			
Z_{vop} [m NAP]	-3.64	Bodemniveau uitvoerpunt (uit randvoorwaardetabel of detailadvies)			
S [-]	3	Schadefactoor Van der Meer (als S = 3 (default) leidt tot een sortering zwaarder dan 40-200 kg mag S = 10 toegepast worden)			
ρ_s [kg/m ³]	2650	Dichtheid breuksteen (default 2650)			
$V_{D_{0,50}}$ [-]	1.20	Veiligheidsfactor voor $D_{0,50}$ (default 1,2 voor ontwerp en 1,1 voor toetsing)			

Samenvatting resultaten

Waterstand [m NAP]	2.00	0.67	0.69	0.47	0.94	1.47	1.96	2.48	2.99	3.50
L_{op} [m]	2.4	3.7	3.9	4.7	5.8	7.4	9.1	11.1	13.4	16.0
Golven dieptebeperkt?	Nee	Nee	Nee	Nee	Nee	Nee	Nee	Nee	Nee	Nee
H_s teen [m]	1.1	0.69	0.69	1.17	0.8	0.97	1.36	1.78	2.26	2.79
$H_{2\%}$ teen [m]	1.83	0.94	0.97	1.08	1.21	1.37	1.66	1.97	2.34	2.78
$D_{0,50}$ LWS [m]		0.21	0.17	0.18						
$D_{0,50}$ HWS G [m]				0.14	0.14					
$D_{0,50}$ HWS V [m]	0.19			0.20	0.19	0.19	0.19	0.19	0.19	0.19

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
 $D_{0,50}$ bij lage waterstanden
 $D_{0,50}$ bij hoge waterstanden (Gerding)
 $D_{0,50}$ 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
$D_{0,50}$ [m]		0.21	0.20	0.09	0.09	0.11	0.11
$D_{0,50,d}$ [m]		0.24		0.11		0.15	
Sortering		40-200 kg		10-60 kg		10-60 kg	
$D_{0,50}$ sortering [m]		0.36		0.24		0.24	
$2D_{0,50}$ sortering [m]		0.73		0.48		0.48	

Standaard steensorteringen NEN-EN 13383-1

Steen-sortering	ρ_s (kg/m ³): 2650	
	M_{50} (kg)	$D_{0,50}$ (m)
10-60 kg	37	0.24
40-200 kg	127	0.36
60-300 kg	193	0.42
300-1.000	715	0.64
1-3 ton	2088	0.92
3-6 ton	4743	1.21
6-10 ton	8192	1.46

Controle bodemligging:

De golfhoogte en waterstand kunnen opzoeken 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 $T_{2\%}$ i.p.v. H_s (nauwkeuriger)
 D_{150} 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	Polder Zuidhoek	hoog
Randvoorwaardenvak	1	
Profiel	1	
Waterstand* [m NAP]	0	2 3 4
H_s [m]	0.69	1.07 1.48 1.78
T_p [s]	2.50	4.06 4.95 5.33
* 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
$\cotan\alpha_{tb}$ [-]	5.76	Taludhelling kreukelberm (default 1.20 voor aansluiting op eerdere versies spreadsheet)
$\cotan\alpha$ [-]	2.10	Taludhelling onderbeloop dijk (default 1.3 voor aansluiting op eerdere versies spreadsheet)
Z_{rb} [m NAP]	0.60	Niveau bovenzijde kreukelberm (teenniveau)
Z_{rt} [m NAP]	-1.48	Huidig niveau voorland direct vóór kreukelberm
ΔZ_{vt} [m]	0.5	Afhame voorland tijdens levensduur constructie (default 0.5 voor ontwerp en 0.0 voor toetsing)
Z_{vpt} [m NAP]	3.64	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)
ρ_s [kg/m ³]	2650	Dichtheid breuksteen (default 2650)
Y_{rd50} [-]	1.20	Veiligheidsfactor voor D_{150} (default 1,2 voor ontwerp en 1,1 voor toetsing)

Samenvatting resultaten

Waterstand [m NAP]	2.00	2.00	2.15	2.48	2.68	2.88	2.98	2.98	2.98	2.98	In de blauwe cel kan een waterstand naar keuze ingevuld worden tussen bovenzijde kreukelberm en Ontwerppeil
L_{op} [m]	26	3	4	7	10	11	11	11	11	11	Golflengte
Golven dieptebeperkt?	Nee	Nee	Nee	Nee	Nee	Nee	Nee	Nee	Nee	Nee	Significante golflengte aan teen
$H_{s,teen}$ [m]	1.07	0.98	0.87	0.77	0.67	0.57	0.48	0.39	0.30	0.21	2%-golflengte aan teen
$D_{150,LWS}$ [m]	-	0.16	0.16	0.16	-	-	-	-	-	-	D_{150} bij lage waterstanden
$D_{150,HWS,G}$ [m]	-	-	-	0.15	0.13	-	-	-	-	-	D_{150} bij hoge waterstanden (Gerding)
$D_{150,HWS,M}$ [m]	0.19	-	-	0.20	0.19	0.19	0.19	0.20	0.22	0.23	D_{150} bij hoge waterstanden (Van der Meer)

Benodigde steensortering en laagdikte kreukelberm

	Losse breuksteen		Patroonpenetratie				D_{150} (maatgevende waarde)
	LWS	HWS.M	Stroken		Stippen		
			LWS	HWS.M	LWS	HWS.M	
D_{150} [m]	1.14	1.21	0.87	0.80	0.44	0.14	D_{150} (ontwerpwaarde, incl. veiligheid)
$D_{150,d}$ [m]	0.28	-	0.12	-	0.17	-	Benodigde steensortering
Sortering	40-200 kg	-	10-60 kg	-	10-60 kg	-	D_{150} van benodigde steensortering
D_{150} sortering [m]	0.36	-	0.24	-	0.24	-	Benodigde laagdikte
$2D_{150}$ sortering [m]	0.73	-	0.48	-	0.48	-	

Standaard steensorteringen NEN-EN 13383-1

Steen-sortering	ρ_s (kg/m ³): 2650	
	M_{50} (kg)	D_{150} (m)
10-60 kg	37	0.04
40-200 kg	127	0.16
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	1.48

Controle bodemligging:

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

Dimensionering kreukelberm

Blauw is invoer, zijn tussenresultaten, 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_{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 voor kreukelberm' verbeterd

Invoer

Dijkvak		Polder Zuidhoek	laag			
Randvoorwaardenvak	156b					
Profiel		2				
Waterstand* [m NAP]		-2	-1	0	2	
H_s [m]		0.10	0.10	0.10	0.71	Significante golfhoogte
T_p [s]		2.50	2.50	2.50	6.56	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				
$\cot \alpha_{kr}$ [-]	10.33	Taludhelling kreukelberm (default 1.20 voor aansluiting op eerdere versies spreadsheet)				
$\cot \alpha$ [-]	2.85	Taludhelling onderbeloop dijk (default 1:3 voor aansluiting op eerdere versies spreadsheet)				
Z_{kr} [m NAP]	-0.60	Niveau bovenzijde kreukelberm (teenniveau)				
Z_{vl} [m NAP]	-0.81	Huidig niveau voorland direct voor kreukelberm				
ΔZ_{vl} [m]	0.5	Afname voorland tijdens levensduur constructie (default 0,5 voor ontwerp en 0,0 voor toetsing)				
Z_{op} [m NAP]	0.99	Bodemniveau uitvoerpunt (uit randvoorwaardetabel of detailadvies)				
S [-]	3	Schadefactoren Van der Meer (als S = 3 (default) leidt tot een sortering zwaarder dan 40-200 kg mag S = 10 toegepast worden)				
ρ_s [kg/m ³]	2650	Dichtheid breuksteen (default 2650)				
γ_{cr50} [-]	1.20	Veiligheidsfactor voor D_{r50} (default 1,2 voor ontwerp en 1,1 voor toetsing)				

Samenvatting resultaten

Waterstand [m NAP]	2.00	1.00	1.50	1.40	1.30	1.20	1.10	1.00	0.90	0.80	In de blauwe cel kan een waterstand naar keuze ingevuld worden tussen bovenzijde kreukelberm en Ontwerppeil
L_{50} [m]	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	Golf lengte
Golven dieptebeperkt?	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Neen
$H_{s,teen}$ [m]	0.53	0.53	0.53	0.53	0.53	0.53	0.53	0.53	0.53	0.53	Significante golfhoogte aan teen
$H_{2\%,teen}$ [m]	0.71	0.71	0.71	0.71	0.71	0.71	0.71	0.71	0.71	0.71	2%-golfhoogte aan teen
$D_{r50,LWS}$ [m]		0.04									D_{r50} bij lage waterstanden
$D_{r50,HWS,G}$ [m]											D_{r50} bij hoge waterstanden (Gerding)
$D_{r50,HWS,M}$ [m]											D_{r50} 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_{r50}	[m]	0.04	0.00	0.02	0.00	0.01	0.00	D_{r50} (maatgevende waarde)
$D_{r50,d}$	[m]	0.04		0.02		0.01		D_{r50} (ontwerpwaarde, incl. veiligheid)
Sortering		10-60 kg		10-60 kg		10-60 kg		Benodigde steensortering
$D_{r50,sortering}$	[m]	0.24		0.24		0.24		D_{r50} van benodigde steensortering
$2D_{r50,sortering}$	[m]	0.48		0.48		0.48		Benodigde laagdikte

Standaard steensorteringen NEN-EN 13383-1

Steen-sortering	ρ_s (kg/m ³): 2650	
	M_{50} (kg)	D_{r50} (m)
10-60 kg	37	0.24
40-200 kg	127	0.34
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:

γ_{cr50} is te groot. De lokale golfhoogte is groter dan de afstand tussen het uitvoerpunt en de steen. Controleer de bodemligging aan de binnenzijde zeezijds van het uitvoerpunt sterk forseert!

Dimensionering kreukelberm

Blauw is invoer, rood zijn tussenresultaten, groen 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 defaultwaarden toegevoegd ten behoeve van toetsing
 (Kleine) fout in berekening 'Waterdiepte vóór kreukelberm' verbeterd

Invoer

Dijkvak	Polder Zuidhoek	hoog			
Randvoorwaardenvak	156b				
Profiel	2				
Waterstand* [m NAP]	0	2	3	4	
H_s [m]	0.10	0.71	1.27	1.82	Significante golfhoogte
$T_{2\%}$ [s]	2.50	6.56	6.94	6.94	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			
$\cotan\alpha_{th}$ [-]	10.33	Taludhelling kreukelberm (default 1.20 voor aansluiting op eerdere versies spreadsheet)			
$\cotan\alpha$ [-]	2.85	Taludhelling onderbeloop dijk (default 1.3 voor aansluiting op eerdere versies spreadsheet)			
Z_{vrt} [m NAP]	-0.60	Niveau bovenzijde kreukelberm (teenniveau)			
Z_{vrl} [m NAP]	-0.81	Huidig niveau voorland direct vóór kreukelberm			
ΔZ_{vrt} [m]	0.5	Afname voorland tijdens levensduur constructie (default 0.5 voor ontwerp en 0.0 voor toetsing)			
Z_{vfp} [m NAP]	0.99	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)			
ρ_s [kg/m ³]	2650	Dichtheid breuksteen (default 2650)			
Y_{Dr50} [-]	1.20	Veiligheidsfactor voor D_{r50} (default 1.2 voor ontwerp en 1.1 voor toetsing)			

Samenvatting resultaten

Waterstand [m NAP]	2.00	1.61	1.09	0.45	0.98	1.44	1.96	2.48	2.99	3.50	In de blauwe cel kan een waterstand naar keuze ingevuld worden tussen bovenzijde kreukelberm en Ontwerppeil
L_{op} [m]	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	Golf lengte
Golven dieptebeperkt?	Ja	Neen	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	
$H_{s,teen}$ [m]	0.11	0.10	0.10	0.10	0.10	0.23	0.49	0.74	1.00	1.26	Significante golfhoogte aan teen
$H_{2\%,teen}$ [m]	0.11	0.11	0.14	0.14	0.14	0.32	0.68	1.04	1.31	1.61	2%-golfhoogte aan teen
$D_{r50,LWS}$ [m]		0.01									D_{r50} bij lage waterstanden
$D_{r50,HWS,G}$ [m]											D_{r50} bij hoge waterstanden (Gerding)
$D_{r50,HWS,M}$ [m]											D_{r50} bij hoge waterstanden (Van der Meer)

Benodigde steensortering en laagdikte kreukelberm

	Losse breuksteen		Patroonpenetratie				D_{r50} (maatgevende waarde)
	LWS	HWS,M	Stroken		Sippen		
			LWS	HWS,M	LWS	HWS,M	
D_{r50} [m]	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	D_{r50} (ontwerpwaarde, incl. veiligheid)
Sortering	10-60 kg		10-60 kg		10-60 kg		Benodigde steensortering
$D_{r50,sortering}$ [m]	0.24		0.24		0.24		D_{r50} van benodigde steensortering
$2D_{r50,sortering}$ [m]	0.48		0.48		0.48		Benodigde laagdikte

Standaard steensorteringen NEN-EN 13383-1

Steen-sortering	ρ_s (kg/m ³): 2650	
	M_{50} (kg)	D_{r50} (m)
10-60 kg	37	0.24
40-200 kg	127	0.36
60-300 kg	193	0.47
300-1 000	715	0.65
1-3 ton	2088	0.92
3-6 ton	4743	1.23
6-10 ton	8192	1.46

Controle bodemligging:

De golf lengte is constant klein ten opzichte van de afstand tussen het uitvoerpunt en de dijk

Dimensionering kreukelberm

Blaauw is invoer, --> zijn tussenresultaten, --- 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 $F_{3\%}$ i.p.v. H_s (nauwkeuriger)
 $D_{0,50}$ 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		Polder Zuidhoek				laag
Randvoorwaardenvak		156a				
Profiel		3				
Waterstand*	[m NAP]	-2	-1	0	2	
H_s	[m]	1.88	2.06	2.18	2.42	Significante golffhoogte
T_c	[s]	4.48	4.96	5.44	6.40	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			
$\cotan\alpha_{cr}$	[-]	14.99	Taludhelling kreukelberm (default 1.20 voor aansluiting op eerdere versies spreadsheet)			
$\cotan\alpha$	[-]	3.51	Taludhelling onderbeloop dijk (default 1.3 voor aansluiting op eerdere versies spreadsheet)			
Z_{crb}	[m NAP]	-1.00	Niveau bovenzijde kreukelberm (teenniveau)			
Z_{vri}	[m NAP]	-1.70	Huidig niveau voorland direct vóór kreukelberm			
ΔZ_{vri}	[m]	0.5	Afname voorland tijdens levensduur constructie (default 0,5 voor ontwerp en 0,0 voor toetsing)			
Z_{vri0}	[m NAP]	6.74	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)			
ρ_s	[kg/m ³]	2650	Dichtheid breuksteen (default 2650)			
$Y_{D>50}$	[-]	1.20	Veiligheidsfactor voor $D_{0,50}$ (default 1,2 voor ontwerp en 1,1 voor toetsing)			

Samenvatting resultaten

Waterstand	[m NAP]	2.00	1.00	1.44	1.1	2.60	1.26	1.81	2.38	2.94	3.50	In de blauwe cel kan een waterstand naar keuze ingevuld worden tussen bovenzijde kreukelberm en Ontwerppeil
$L_{0,6}$	[m]	1.4	18	41	47	61	47	32	38	51	74	Golffengte
Golven dieptebeperk?		Nee	Ja	Ja	Nee	Nee	Nee	Nee	Nee	Nee	Nee	
$H_{s\text{teen}}$	[m]	1.42	1.47	1.44	1.27	1.26	1.31	1.41	1.47	1.57	1.60	Significante golffhoogte aan teen
$H_{2\% \text{teen}}$	[m]	1.14	1.1	1.08	0.99	0.96	0.96	1.07	1.11	1.14	1.16	2%-golffhoogte aan teen
$D_{0,50 \text{LWS}}$	[m]		0.14	0.15	0.16	0.12						$D_{0,50}$ bij lage waterstanden
$D_{0,50 \text{HWS G}}$	[m]	0.11				0.14	0.15	0.17	0.20	0.20		$D_{0,50}$ bij hoge waterstanden (Gerding)
$D_{0,50 \text{HWS M}}$	[m]	0.27				0.31	0.30	0.28	0.26	0.25	0.25	$D_{0,50}$ 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	
$D_{0,50}$	[m]	1.36	0.11	0.10	0.14	0.26	0.27	$D_{0,50}$ (maatgevende waarde)
$D_{0,50,d}$	[m]	0.43		0.22		0.32		$D_{0,50}$ (ontwerpwaarde, incl. veiligheid)
Sortering		60-300 kg		10-60 kg		40-200 kg		Benodigde steensortering
$D_{0,50 \text{sortering}}$	[m]	0.47		0.24		0.36		$D_{0,50}$ van benodigde steensortering
$2D_{0,50 \text{sortering}}$	[m]	0.84		0.48		0.73		Benodigde laagdikte

Standaard steensorteringen NEN-EN 13383-1

Steen-sortering	ρ_s (kg/m ³): 2650	
	M_{50} (kg)	$D_{0,50}$ (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	1.46

Controle bodemligging:

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

Dimensionering kreukelberm

Blauw is invoer, **rood** zijn tussenresultaten, **groen** 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_3 (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		Polder Zuidhoek	hoog			
Randvoorwaardenvak		156a				
Profiel		3				
Waterstand* [m NAP]		0	2	3	4	
H_3 [m]		2.18	2.42	2.58	2.58	Significante golfhoogte
$T_{2\%}$ [s]		5.44	6.40	6.67	6.67	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				
$\cot\alpha_{\text{talud}}$ [-]	14.99	Taludhelling kreukelberm (default 1.20 voor aansluiting op eerdere versies spreadsheet)				
$\cot\alpha_{\text{dijk}}$ [-]	3.51	Taludhelling onderbeloop dijk (default 1.3 voor aansluiting op eerdere versies spreadsheet)				
Z_{wb} [m NAP]	-1.00	Niveau bovenzijde kreukelberm (teenniveau)				
Z_{v} [m NAP]	-1.70	Huidig niveau voorland direct voor kreukelberm				
ΔZ_{v} [m]	0.5	Afname voorland tijdens levensduur constructie (default 0,5 voor ontwerp en 0,0 voor toetsing)				
Z_{vp} [m NAP]	-6.74	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)				
ρ_s [kg/m ³]	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	2.00	2.44	2.44	2.88	2.88	3.32	3.32	3.76	3.76	4.20
L_{50} [m]	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04
Golven dieptebeperkt?	Nee	Nee	Nee	Nee	Nee	Nee	Nee	Nee	Nee	Nee	Nee
$H_{3\text{teen}}$ [m]	2.46	2.46	2.88	2.88	3.32	3.32	3.76	3.76	4.20	4.20	4.64
$H_{2\% \text{teen}}$ [m]	2.18	2.18	2.42	2.42	2.58	2.58	2.58	2.58	2.58	2.58	2.58
$D_{r50 \text{ LWS}}$ [m]	0.14	0.14	0.35	0.35	0.32	0.32	0.32	0.32	0.32	0.32	0.32
$D_{r50 \text{ HWS G}}$ [m]	0.11	0.11	0.11	0.11	0.48	0.48	0.53	0.53	0.27	0.27	0.27
$D_{r50 \text{ HWS M}}$ [m]	0.27	0.27	0.27	0.27	0.33	0.30	0.28	0.28	0.28	0.28	0.25

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			
		LWS	HWS.M	Stroken		Stippen	
				LWS	HWS.M	LWS	HWS.M
D_{r50}	[m]	0.36	0.11	0.20	0.18	0.19	0.27
$D_{r50,d}$	[m]	0.48	0.22	0.22	0.32	0.32	0.32
Sortering		60-300 kg	10-60 kg	40-200 kg			
$D_{r50 \text{ sortering}}$	[m]	0.42	0.24	0.36			
$2D_{r50 \text{ sortering}}$	[m]	0.84	0.48	0.73			

Standaard steensorteringen NEN-EN 13383-1

Steen- sortering	ρ_s (kg/m ³): 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 golfengte is controleerd met betrekking tot de afstand tussen het uitvoerpunt en de dijk

Dimensionering kreukelberm

Blaauw is invoer, **blauw** zijn tussenresultaten, **groen** 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_t (nauwkeuriger)

D_{50} 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		Polder Zuidhoek laag				
Randvoorwaardenvak		156a				
Profiel		4				
Waterstand*	[m NAP]	-2	-1	0	2	
H_t	[m]	1.88	2.06	2.18	2.42	Significante golfhoogte
T_p	[s]	4.48	4.96	5.44	6.40	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			
$\cot \alpha_{0,0}$	[-]	21.92	Taludhelling kreukelberm (default 1:20 voor aansluiting op eerdere versies spreadsheet)			
$\cot \alpha$	[-]	2.60	Taludhelling onderbeloop dijk (default 1:3 voor aansluiting op eerdere versies spreadsheet)			
$Z_{0,0}$	[m NAP]	-1.00	Niveau bovenzijde kreukelberm (teenniveau)			
$Z_{0,t}$	[m NAP]	-1.72	Huidig niveau voorland direct vóór kreukelberm			
$\Delta Z_{0,t}$	[m]	0.5	Afname voorland tijdens levensduur constructie (default 0.5 voor ontwerp en 0.0 voor toetsing)			
$Z_{0,vp}$	[m NAP]	-6.74	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)			
ρ_s	[kg/m ³]	2650	Dichtheid breuksteen (default 2650)			
$\gamma_{D_{50}}$	[-]	1.20	Veiligheidsfactor voor D_{50} (default 1,2 voor ontwerp en 1,1 voor toetsing)			

Samenvatting resultaten

Waterstand	[m NAP]	2.00	1.00	0.48	0.11	0.05	0.21	0.81	2.18	2.94	1.50	In de blauwe cel kan een waterstand naar keuze ingevuld worden tussen bovenzijde kreukelberm en Ontwerppeil Golfhoogte
L_{op}	[m]	84	36	45	47	52	52	61	68	71	76	
Golven dieptebeperkt?		Nee	Ja	Ja	Nee	Nee	Nee	Nee	Nee	Nee	Nee	Significante golfhoogte aan teen
$H_{2\%teen}$	[m]	1.82	4%	1.89	2.20	2.26	2.30	2.40	2.47	2.51	2.60	
$H_{2\%teen}$	[m]	1.55	7%	1.21	2.68	2.75	3.00	3.27	3.48	3.68	3.83	2%-golfhoogte aan teen
$D_{50,LWS}$	[m]	-	0.37	0.40	0.42	0.38	0.37	-	-	-	-	D_{50} bij lage waterstanden
$D_{50,HWS,G}$	[m]	0.39	-	-	-	0.45	0.39	0.32	0.29	0.29	0.29	D_{50} bij hoge waterstanden (Geding)
$D_{50,HWS,M}$	[m]	0.27	-	-	-	0.33	0.29	0.27	0.26	0.25	0.24	D_{50} bij hoge waterstanden (Van der Meer)

Benodigde steensortering en laagdikte kreukelberm

		Losse breuksteen		Patroonpenetratie				D_{50} (maatgevende waarde)
		LWS	HWS,M	Stroken		Stippen		
				LWS	HWS,M	LWS	HWS,M	
D_{50}	[m]	0.41	0.37	0.23	0.38	0.35	0.27	D_{50} (ontwerpwaarde, incl. veiligheid)
$D_{50,d}$	[m]	0.41	0.37	0.23	0.38	0.35	0.27	Benodigde steensortering
Sortering		100-1.000 kg		10-60 kg		40-200 kg		D_{50} van benodigde steensortering
D_{50} sortering	[m]	0.65	0.24	0.34	0.34	0.34	0.34	Benodigde laagdikte
$2D_{50}$ sortering	[m]	1.29	0.48	0.73	0.73	0.73	0.73	

Standaard steensorteringen NEN-EN 13383-1

Steen-sortering	ρ_s (kg/m ³): 2650	
	M_{50} (kg)	D_{50} (m)
10-60 kg	37	0.24
40-200 kg	127	0.38
60-300 kg	193	0.42
300-1.000	715	0.65
1-3 ton	2088	0.92
3-6 ton	4743	1.27
6-10 ton	8192	1.66

Controle bodemligging:

De bodemligging moet voldoen aan de volgende eisen: 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, zijn tussenresultaten, 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 voor kreukelberm' verbeterd

Invoer

Dijkvak	Polder Zuidhoek	hoog			
Randvoorwaardenvak	156a	4			
Profiel	4				
Waterstand* [m NAP]	0	2	3	4	
H_s [m]	2.18	2.42	2.58	2.58	Significante golffhoogte
T_p [s]	5.44	6.40	6.67	6.67	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			
$cotana_{tb}$ [-]	21.92	Taludhelling kreukelberm (default 1.20 voor aansluiting op eerdere versies spreadsheet)			
$cotana$ [-]	2.60	Taludhelling onderbeloop dijk (default 1.3 voor aansluiting op eerdere versies spreadsheet)			
Z_{vb} [m NAP]	-1.00	Niveau bovenzijde kreukelberm (teenniveau)			
Z_{vt} [m NAP]	-1.72	Huidig niveau voorland direct voor kreukelberm			
ΔZ_{vt} [m]	0.5	Afname voorland tijdens levensduur constructie (default 0.5 voor ontwerp en 0.0 voor toetsing)			
Z_{op} [m NAP]	-6.74	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)			
ρ_s [kg/m ³]	2650	Dichtheid breuksteen (default 2650)			
$\gamma_{D_{r50}}$ [-]	1.20	Veiligheidsfactor voor D_{r50} (default 1,2 voor ontwerp en 1,1 voor toetsing)			

Samenvatting resultaten

Waterstand [m NAP]	2.00											In de blauwe cel kan een waterstand naar keuze ingevuld worden tussen bovenzijde kreukelberm en Ontwerppeil
L_{50} [m]	3.4	3.8	4.1	4.3	4.5	4.7	4.9	5.1	5.3	5.5	5.7	Golffengte
Golven dieptebeperk?	Nee	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	
$H_{s,teen}$ [m]	1.41	1.68	1.81	1.91	2.00	2.09	2.17	2.24	2.31	2.38	2.45	Significante golffhoogte aan teen
$H_{2\%,teen}$ [m]	1.16	1.39	1.51	1.60	1.68	1.75	1.83	1.90	1.97	2.04	2.11	2%-golffhoogte aan teen
$D_{r50,LWS}$ [m]		0.37	0.40	0.42	0.39	0.37						D_{r50} bij lage waterstanden
$D_{r50,HWS,G}$ [m]	1.31				0.44	0.38	0.32	0.29	0.27	0.25	0.24	D_{r50} bij hoge waterstanden (Gerding)
$D_{r50,HWS,M}$ [m]	0.27				0.33	0.29	0.27	0.26	0.25	0.24		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]	0.42	0.33	0.27	0.19	0.34	0.27	
$D_{r50,d}$ [m]	0.42		0.25		0.34		D_{r50} (ontwerpwaarde, incl. veiligheid)
Sortering	300-1 000 kg		10-60 kg		40-200 kg		Benodigde steensortering
D_{r50} sortering [m]	0.65		0.24		0.36		D_{r50} van benodigde steensortering
$2D_{r50}$ sortering [m]	1.29		0.48		0.73		Benodigde laagdikte

Standaard steensorteringen NEN-EN 13383-1

Steen-sortering	ρ_s (kg/m ³): 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	1.27
6-10 ton	8192	1.46

Controle bodemligging:

De golffengte is voldoende klein 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

Blaauw is invoer, oranje 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_{50} 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		Polder Zuidhoek	laag		
Randvoorwaardenvak	155f				
Profiel		5			
Waterstand* [m NAP]		-2	-1	0	2
H_s [m]	1.94	2.07	2.20	2.46	Significante golfhoogte
T_p [s]	4.73	4.85	4.97	5.21	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			
$\cotan\alpha_{tb}$ [-]	38.23	Taludhelling kreukelberm (default 1.20 voor aansluiting op eerdere versies spreadsheet)			
$\cotan\alpha$ [-]	3.06	Taludhelling onderbeloop dijk (default 1:3 voor aansluiting op eerdere versies spreadsheet)			
Z_{wb} [m NAP]	-1.00	Niveau bovenzijde kreukelberm (teenniveau)			
Z_{vt} [m NAP]	-1.50	Huidig niveau voorland direct vóór kreukelberm			
ΔZ_{vt} [m]	0.5	Afname voorland tijdens levensduur constructie (default 0,5 voor ontwerp en 0,0 voor toetsing)			
Z_{vpt} [m NAP]	-10.68	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)			
ρ_s [kg/m ³]	2650	Dichtheid breuksteen (default 2650)			
γ_{cr50} [-]	1.20	Veiligheidsfactor voor D_{50} (default 1,2 voor ontwerp en 1,1 voor toetsing)			

Samenvatting resultaten

Waterstand [m NAP]	2.00	1.95	1.98	1.91	1.95	1.91	1.87	1.98	1.98	1.91		In de blauwe cel kan een waterstand naar keuze ingevuld worden tussen bovenzijde kreukelberm en Ontwerppeil Golfengte
L_{50} [m]	4.1	3.7	3.6	3.6	4.0	4.1	4.2	4.1	4.4	4.1		
Golven dieptebeperkt?	Neen	Neen	Neen	Neen	Neen	Neen	Neen	Neen	Neen	Neen		
$H_{s,teen}$ [m]	1.88	2.07	2.14	2.22	2.29	2.37	2.44	2.51	2.58	2.66		Significante golfhoogte aan teen
$H_{2\%,teen}$ [m]	1.44	1.61	1.65	1.69	1.74	1.77	1.81	1.85	1.87	1.91		2%-golfhoogte aan teen
$D_{50,LWS}$ [m]		0.45	0.41	0.36	0.32							D_{50} bij lage waterstanden
$D_{50,HWS,G}$ [m]	0.34				0.44	0.39	0.31	0.26	0.20			D_{50} bij hoge waterstanden (Gering)
$D_{50,HWS,M}$ [m]	0.24			0.34	0.29	0.27	0.25	0.24	0.23	0.23		D_{50} bij hoge waterstanden (Van der Meer)

Benodigde steensortering en laagdikte kreukelberm

	Losse breuksteen		Patroonpenetratie				
			Stroken		Stippen		
	LWS	HWS,M	LWS	HWS,M	LWS	HWS,M	
D_{50} [m]	0.41	0.34	0.21	0.19	0.36	0.28	D_{50} (maatgevende waarde)
$D_{50,d}$ [m]	0.45		0.25		0.36		D_{50} (ontwerpwaarde, incl. veiligheid)
Sortering	300-1.000 kg		40-200 kg		60-300 kg		Benodigde steensortering
D_{50} sortering [m]	0.67		0.36		0.47		D_{50} van benodigde steensortering
$2D_{50}$ sortering [m]	1.29		0.73		0.84		Benodigde laagdikte

Standaard steensorteringen NEN-EN 13383-1

Steensortering	ρ_s (kg/m ³): 2650	
	M_{50} (kg)	D_{50} (m)
10-60 kg	37	1.24
40-200 kg	127	0.36
60-300 kg	193	0.41
300-1.000	715	0.65
1-3 ton	2088	0.92
3-6 ton	4743	1.21
6-10 ton	8192	1.45

Controle bodemligging

De golfhoogte H_s wordt berekend op een referentie waterstand. De benodigde D_{50} wordt berekend op basis van de referentie waterstand.

Gezien de ligging en oriëntatie van dit deelgebied wordt een sortering 60-300kg aangehouden. De benodigde D_{50} voor dit deelgebied valt binnen de range van een sortering 60-300kg.

Dimensionering kreukelberm

Blauw is invoer, rood zijn tussenresultaten, groen 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 $F_{3\%}$ 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	Polder Zuidhoek	hoog
Randvoorwaardenvak	155f	
Profiel	5	
Waterstand* [m NAP]	0	2 3 4
H_s [m]	2.20	2.46 2.57 2.57
T_p [s]	4.97	5.21 5.33 5.33
* 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
$\cotan\alpha_{vb}$ [-]	38.23	Taludhelling kreukelberm (default 1.20 voor aansluiting op eerdere versies spreadsheet)
$\cotan\alpha$ [-]	3.06	Taludhelling onderbeloop dijk (default 1.3 voor aansluiting op eerdere versies spreadsheet)
Z_{vb} [m NAP]	-1.00	Niveau bovenzijde kreukelberm (teenniveau)
Z_{vt} [m NAP]	1.50	Huidig niveau voorland direct vóór kreukelberm
ΔZ_{vt} [m]	0.5	Afhame voorland tijdens levensduur constructie (default 0.5 voor ontwerp en 0,0 voor toetsing)
Z_{vpt} [m NAP]	-10.68	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)
ρ_s [kg/m ³]	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	2.19	2.44	2.7	0.89	1.21	1.97	2.58	2.94	3.51	In de blauwe cel kan een waterstand naar keuze ingevuld worden tussen bovenzijde kreukelberm en Ontwerppeil
L_{sp} [m]	4.7	7	7.9	7.9	4.0	3.7	3.4	3	3.3	3.6	Golflengte
Golven dieptebeperkt?	Nee	Nee	Nee	Nee	Nee	Nee	Nee	Nee	Nee	Nee	
$H_{1/10}$ teen [m]	1.46	2.07	2.74	2.27	2.29	2.39	2.44	2.50	2.56	2.67	Significante golfhogte aan teen
$H_{2\%}$ teen [m]	1.44	2.47	2.87	2.87	1.14	1.14	1.47	1.49	1.53	1.59	2%-golfhogte aan teen
D_{r50} LWS [m]		0.45	0.41	0.38	0.32						D_{r50} bij lage waterstanden
D_{r50} HWS-G [m]	0.95				0.44	0.34	0.27	0.26	0.27		D_{r50} bij hoge waterstanden (Gerding)
D_{r50} HWS-M [m]	0.24			0.34	0.29	0.27	0.25	0.24	0.23	0.22	D_{r50} bij hoge waterstanden (Van der Meer)

Benodigde steensortering en laagdikte kreukelberm

		Losse breuksteen		Patroonpenetratie		D_{r50} (maatgevende waarde)	
		LWS	HWS-M	Stroken			Stappen
				LWS	HWS-M		
D_{r50} [m]		0.45	0.34	0.25	0.19	1.36	0.28
D_{r50} d [m]		0.45		0.25		0.36	
Sortering		100-1.000 kg		40-200 kg		60-300 kg	
D_{r50} sortering [m]		0.64		0.36		0.42	
$2D_{r50}$ sortering [m]		1.29		0.73		0.84	

Standaard steensorteringen NEN-EN 13383-1

Steen-sortering	ρ_s (kg/m ³): 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	0.64
1-3 ton	2088	0.92
3-6 ton	4743	1.29
6-10 ton	8192	1.48

Controle bodemligging:

De golflengte is uitlopende steen ten opzichte van de afstand tussen het uitvoerpunt en de 30%

Gezien de ligging en oriëntatie van dit deelgebied wordt een sortering 60-300kg aangehouden. De benodigde D_{n50} voor dit deelgebied valt binnen de range van een sortering 60-300kg

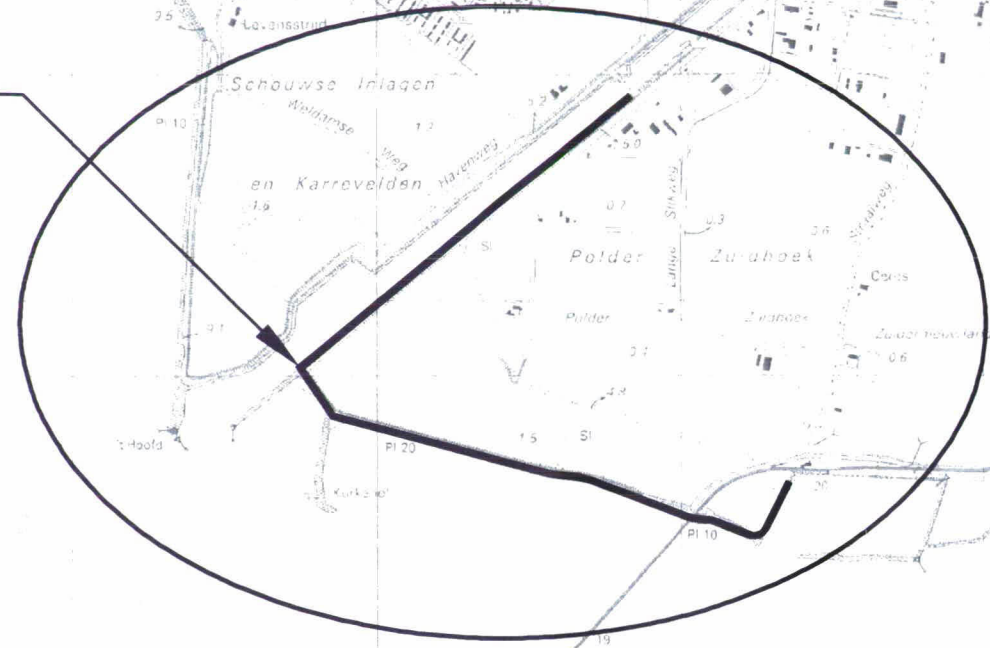
Bijlage 3.4: Berekening vergrotingsfactor golfoploop

Spreadsheet Invloed op golfoploop

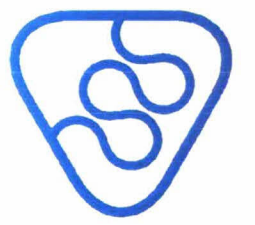
versie 2 30-8-06; methode voor berekening berm boven water verbeterd

Te kopiëren t/m regel 54	Dijkvak	raai	H _s ontwerppeil	T _p ontwerppeil	ontwerppeil	bermhogte	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	Zuidhoek	219	1,64	5,08	3,5	3,45	0,1	2,1	2,44	0,64	
Profiel nieuw			1,64	5,08	3,5	3,5	3	2,35	3		
Profiel oud	Zuidhoek	220	1,64	5,08	3,5	3,76	0,1	2,41	2,5	0,68	
Profiel nieuw			1,64	5,08	3,5	3,5	3	2,5	3		
Profiel oud	Zuidhoek	222	1,55	6,4	3,5	2,82	3,89	3,13	3,27	0,68	
Profiel nieuw			1,55	6,4	3,5	3,5	4	3,2	3,35		
Profiel oud	Zuidhoek	228	2,58	6,67	3,5	5	5,3	3,19	3,61	0,94	
Profiel nieuw			2,58	6,67	3,5	5	6,2	3,27	3,61		
Profiel oud	Zuidhoek	236	2,58	6,67	3,5	2,82	1,95	2,92	3,11	0,96	
Profiel nieuw			2,58	6,67	3,5	3,5	4	2,6	3,27		
Profiel oud	Zuidhoek	239	2,22	5,28	3,5	4,05	4,99	2,57	3,37	0,91	
Profiel nieuw			2,22	5,28	3,5	4,2	4,9	2,82	3,37		

Plaats van het werk



Oosterschelde

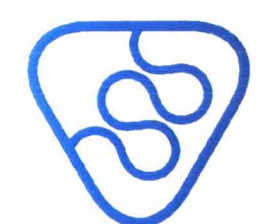


Waterschap Scheldestromen

Datum: 29-05-2013

Overzichtssituatie Zuidhoek, Havenkanaal Oost, Galgepolder tot Haven De Val

Figuur 2



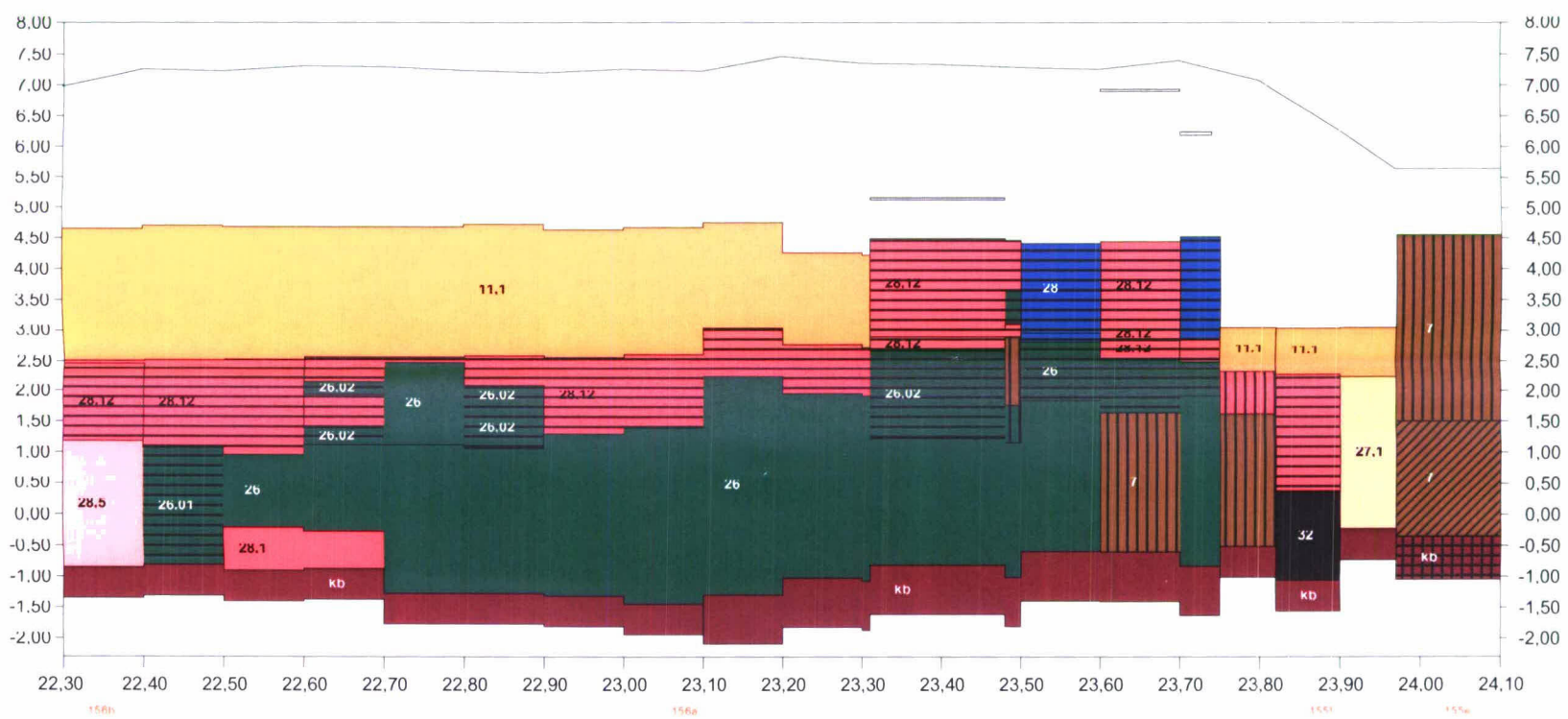
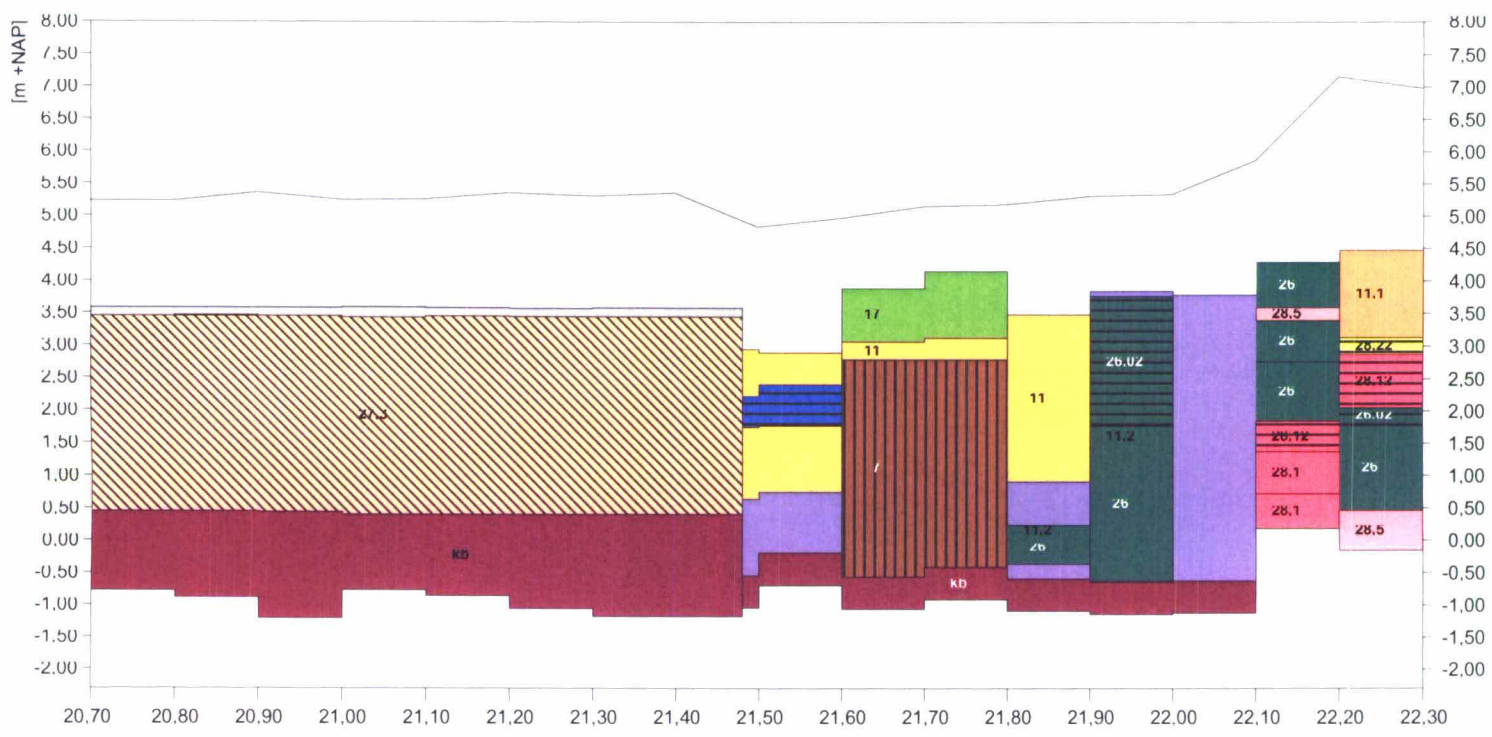
Waterschap Scheldestromen

Datum: 29-05-2013

Projectgebied Zuidhoek, Havenkanaal Oost, Galgepolder tot Haven De Val

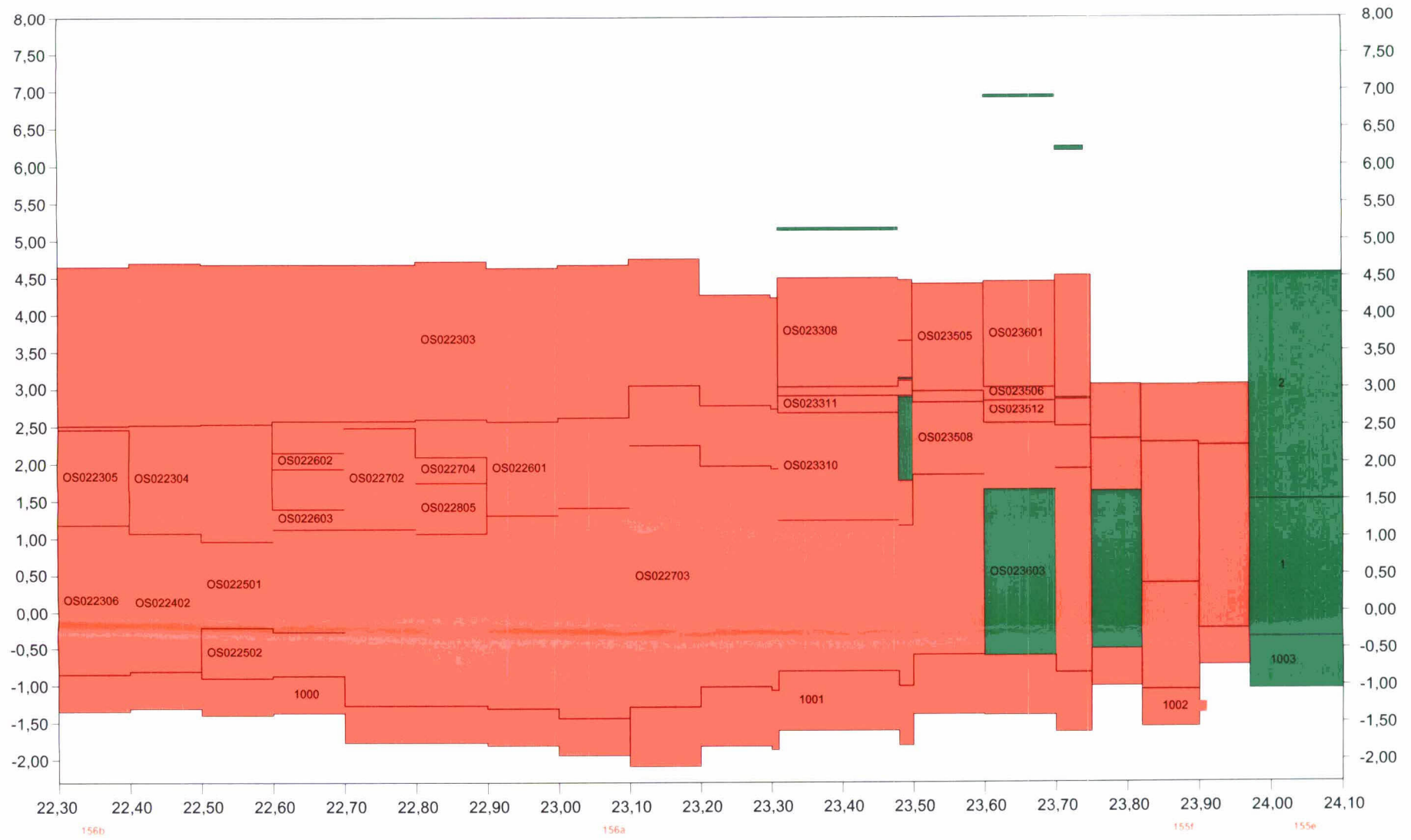
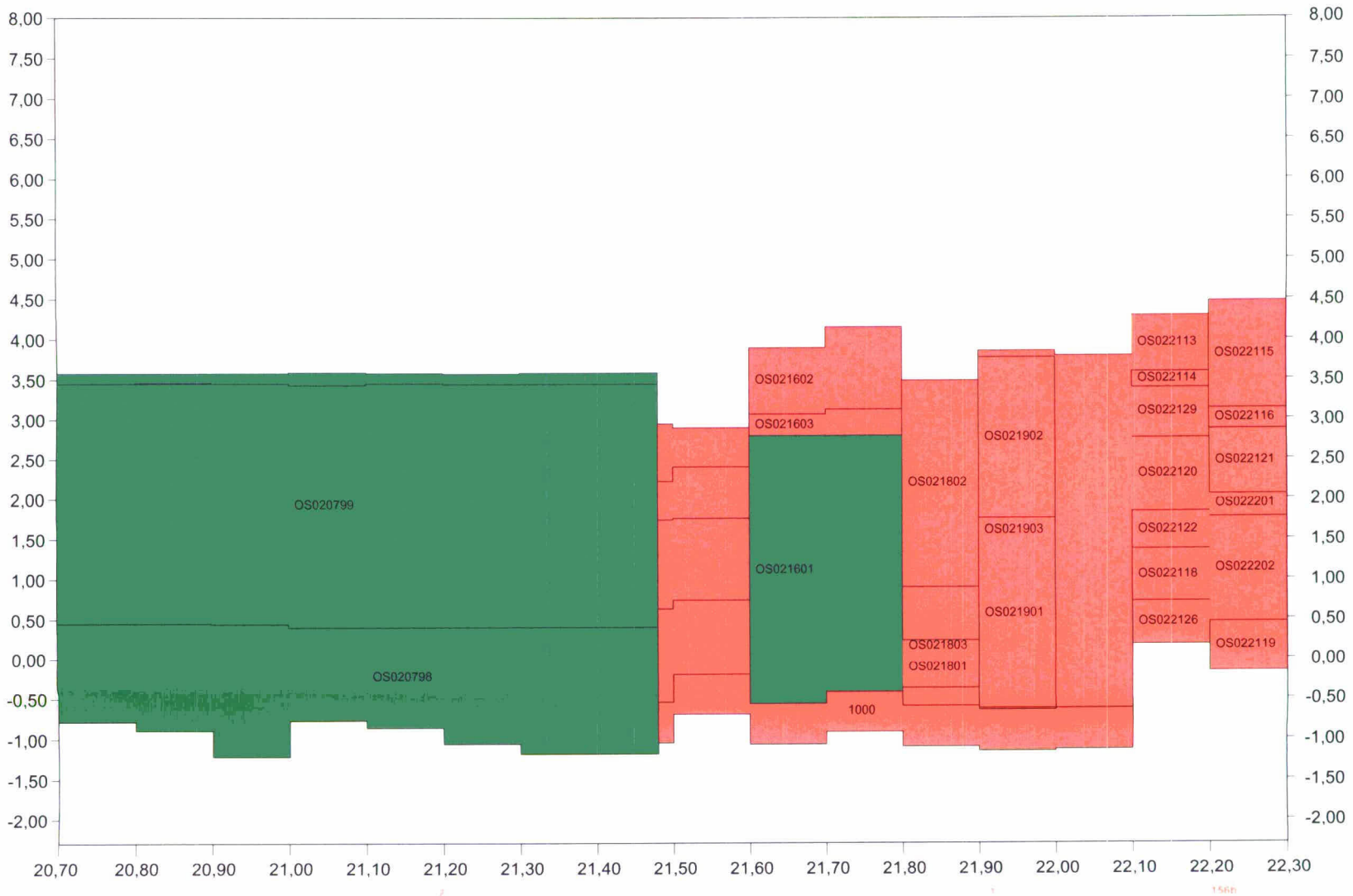
Topografische ondergrond: (c) Topografische Dienst Kadaster Topografische ondergrond: (c) Regionaal samenwerkingsverband Zeeland GBKN

EISWAARDE: 6.1 (TUSSEN) ZIEVENBERGENZUIDHOEK, TOT HAVEN DE VAL ONTMOETING-PROEGBEHEER TOT HAVEN DE VAL DWG
P.0201004 5/21/2013 14:51

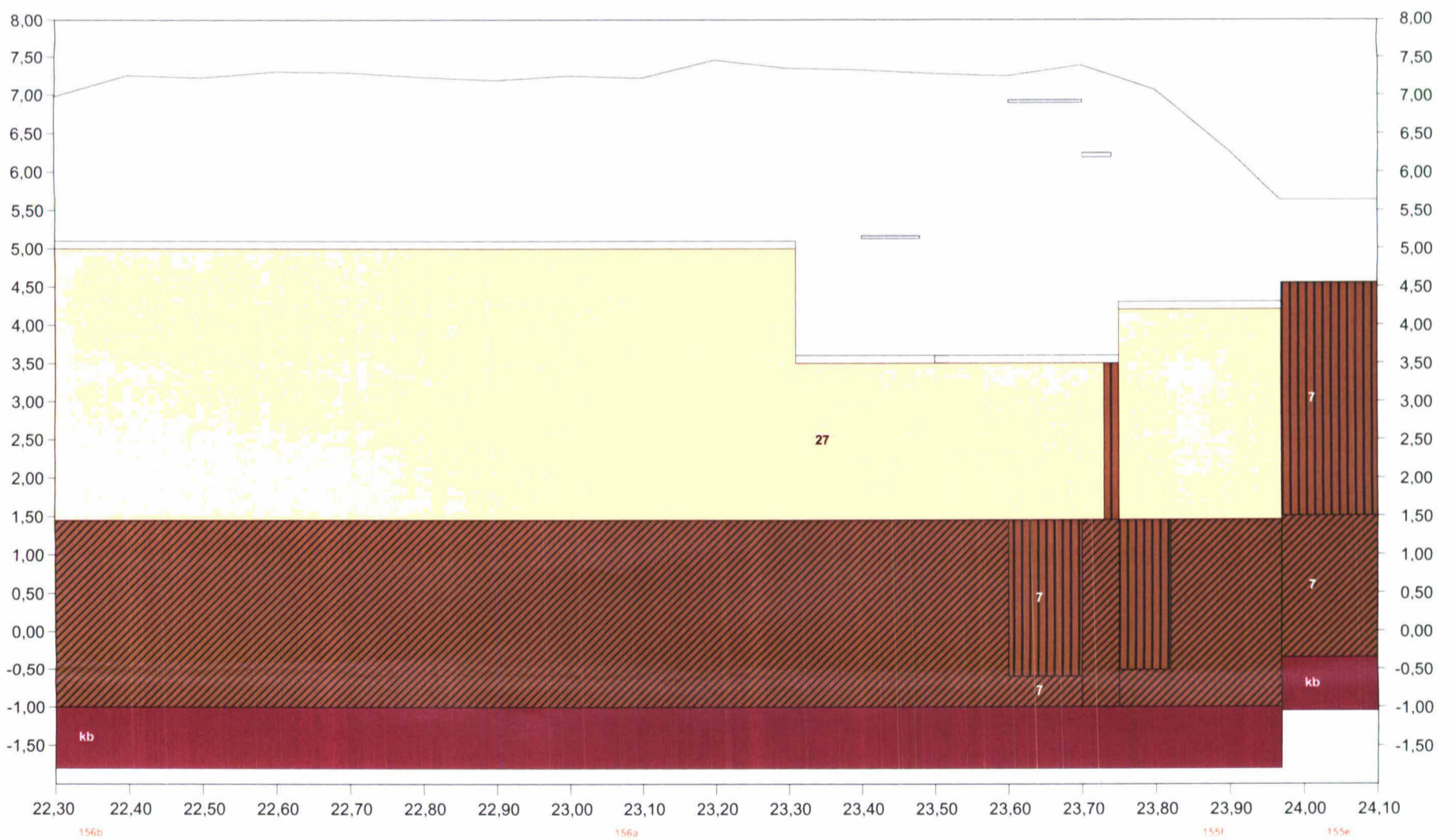
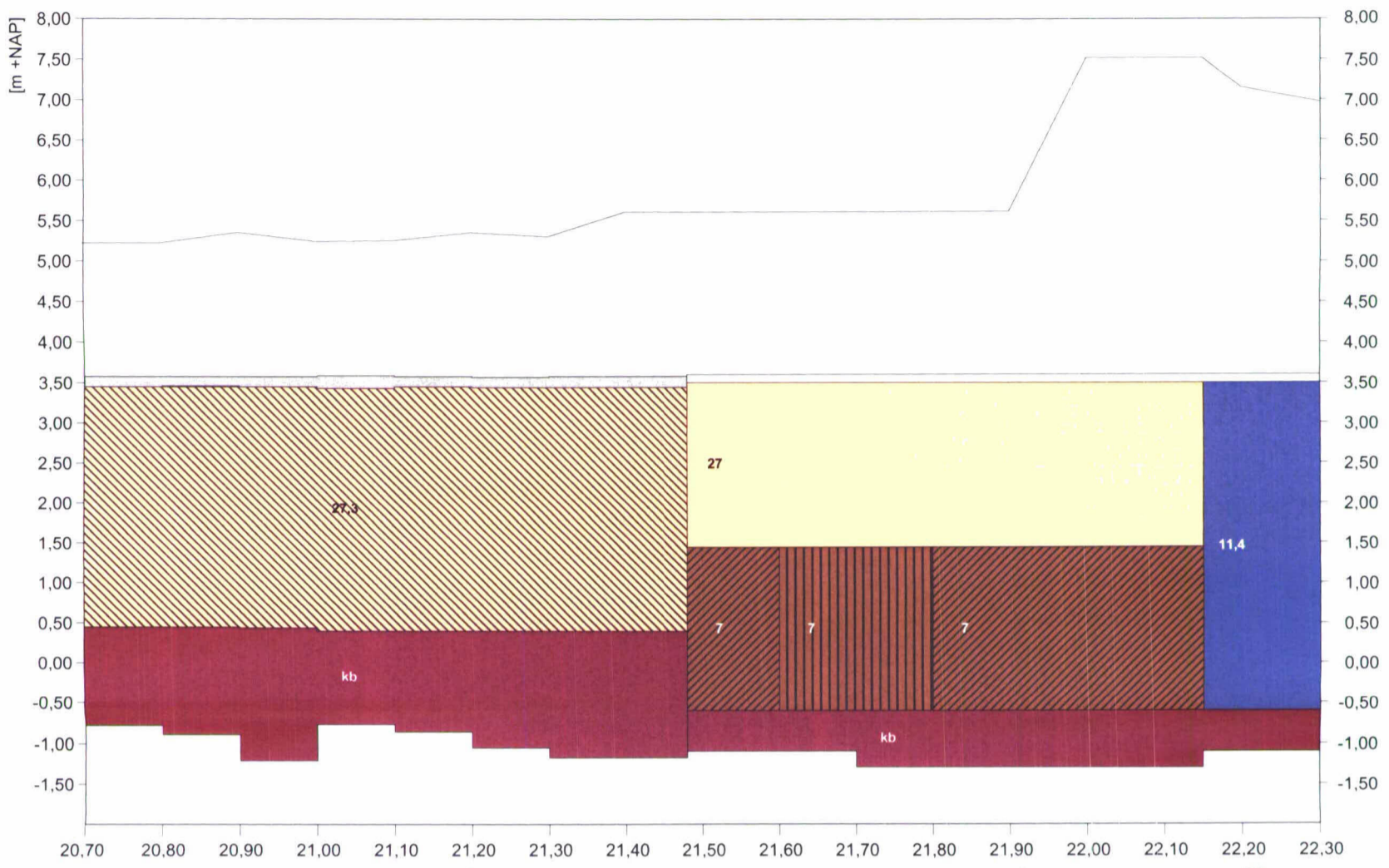


Legenda

1	asfalt	11.4/5	betonblokken gekanteld	28.4	petit graniet	14-16	plaatbekleding	—	kruinlijn
15.1/10	open steenasfalt, Fixstone, E	29	koperslabblokken	28.5	granietblokken	20/21	gras	— 02	betonpenetratie
27	betonzuilen	26.2	basalt	28	overige natuursteen	17	doorgroeistenen	01	asfaltpenetratie (vol en zat)
10/11	betonblokken	28.1	Vilvoordse	kd	kreukelberm	08	keermuur ed		asfaltpenetratie (patroon)
11.1	Haringmanblokken	28.2	Lessinische	7.9	gepenetreerde breuksteen	—	overige bekleding		asfaltpenetratie (Ecolaag)
11.2	diaboolblokken	28.3	Doornikse	25	breuksteen	—	stortsteenlijn		ecotoplaag

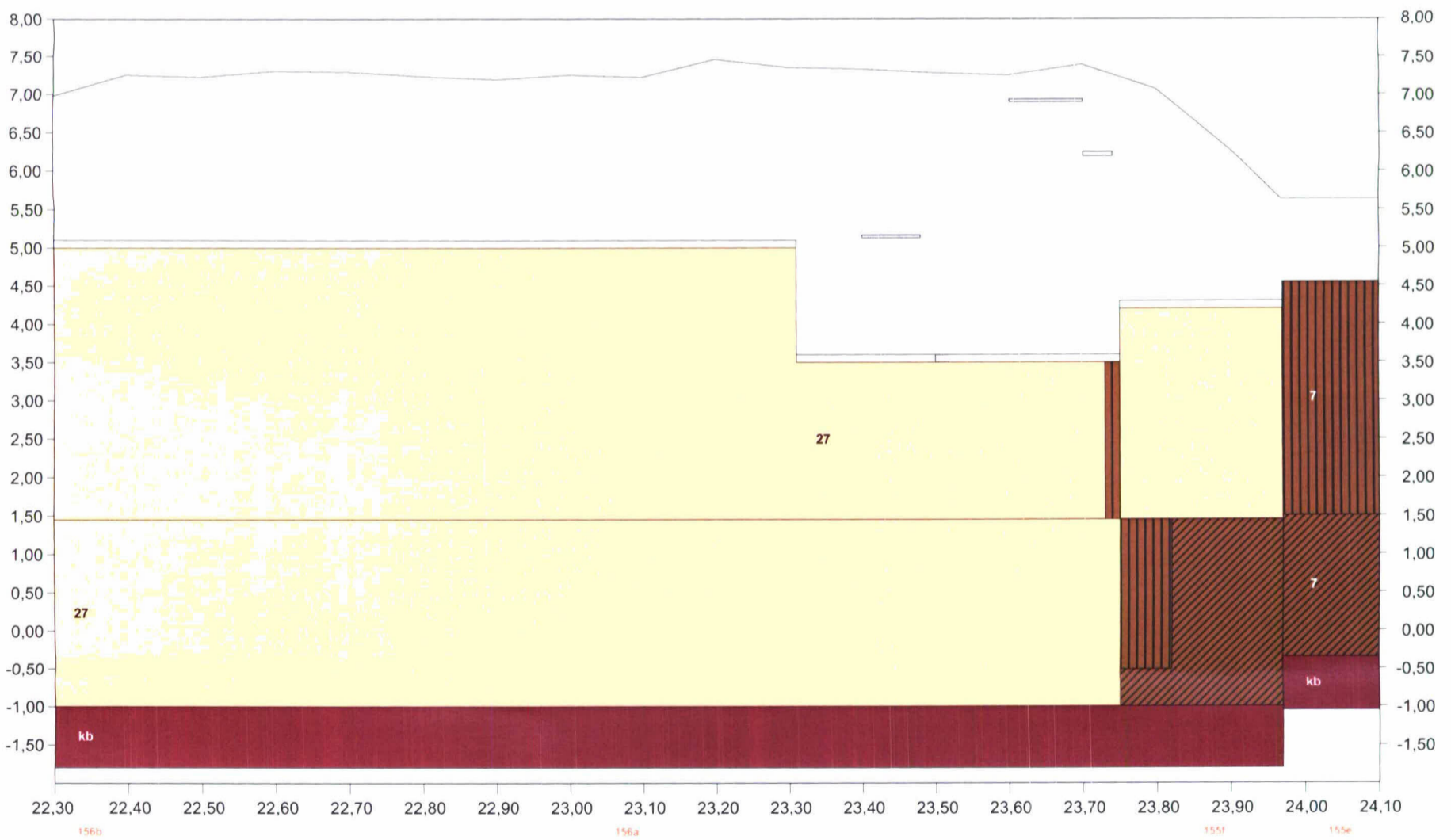
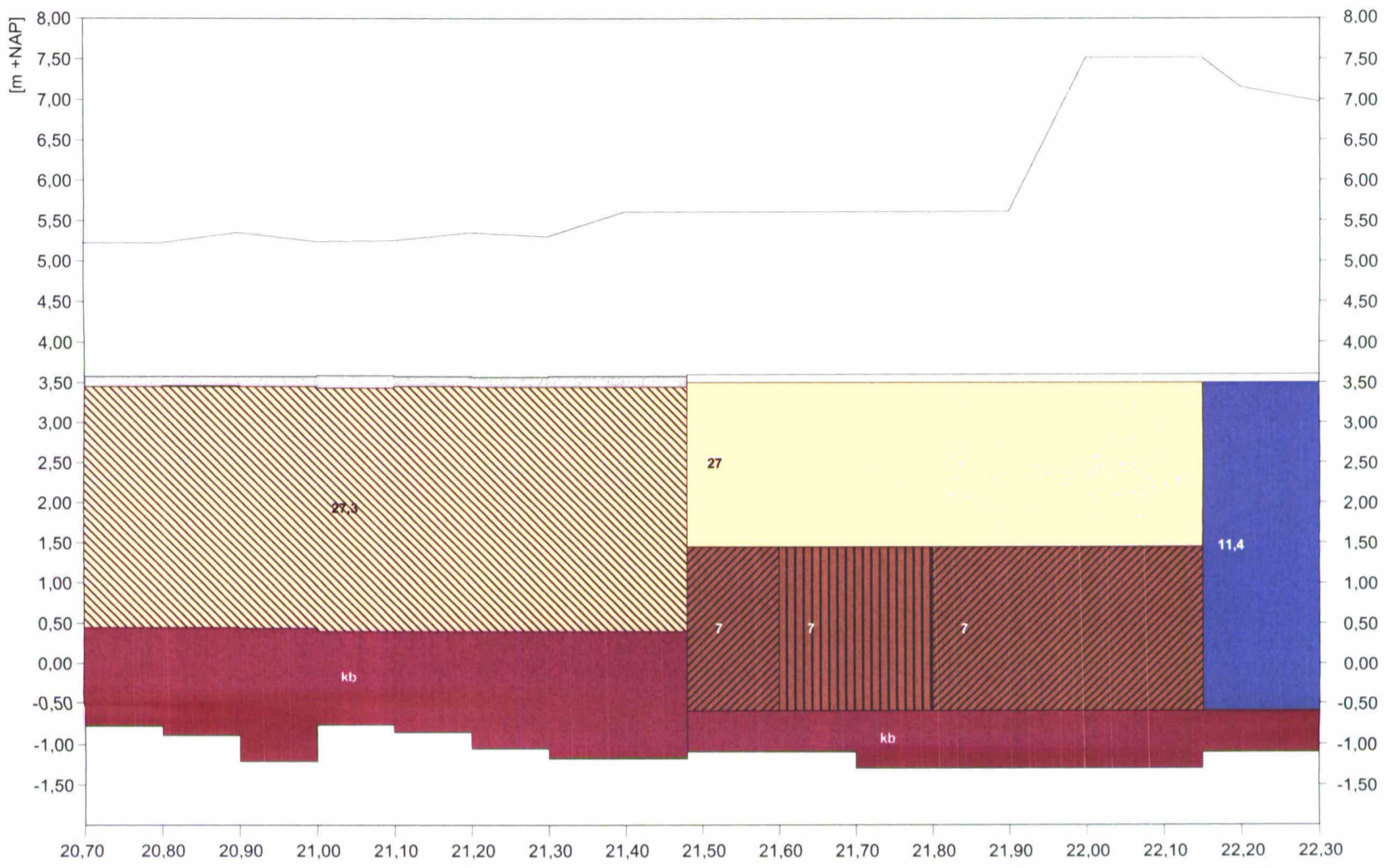


goed
 onvoldoende
 nader onderzoek
 geen oordeel



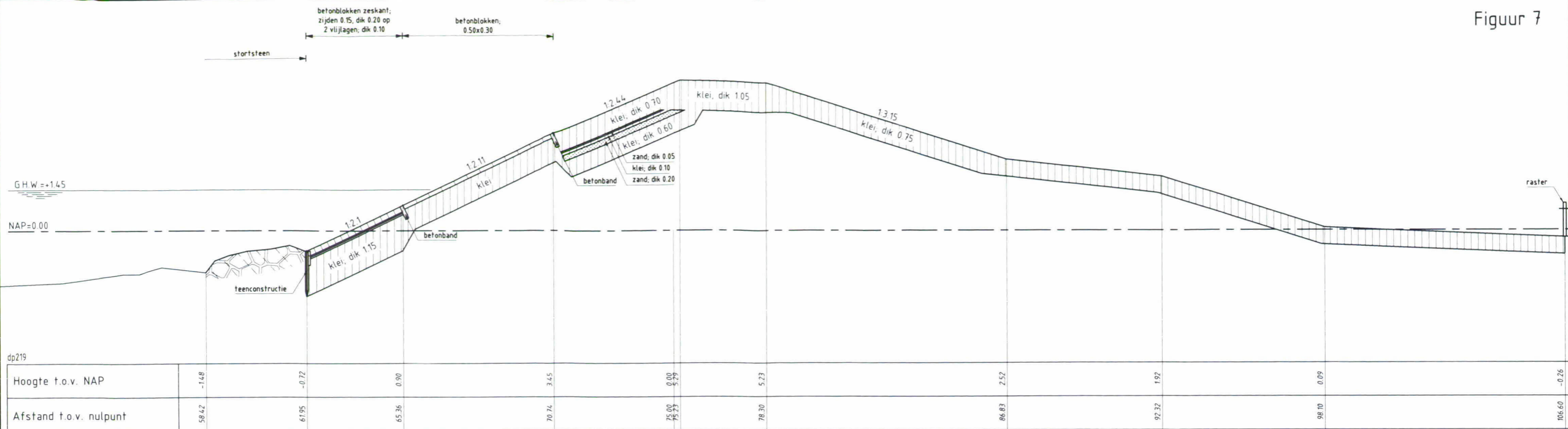
Legenda

1	asfalt	11.4/5	betonblokken gekanteld	28.4	petit graniet	14-16	plaatbekleding	—	kruinlijn
5/5, 1/10	open steenasfalt, Fixstone, E	29	koperslakblokken	28.5	granietblokken	20/21	gras	— 02	betonpenetratie
27	betonzuilen	28.28	basalt	28	overige natuursteen	17	doorgroei stenen	01	asfaltpenetratie (vol en zat)
10/11	betonblokken	28.1	Vilvoordse	kb	kreukelbarm	58	keermuur ed		asfaltpenetratie (patroon)
11.1	Haringmanblokken	28.2	Lessinische	7/9	gepenetreeerde breuksteen	—	overige bekleding		asfaltpenetratie (Ecolaag)
11.2	diaboolblokken	28.3	Doomikse	25	breuksteen	---	stortsteenlijn		ecotoplaag

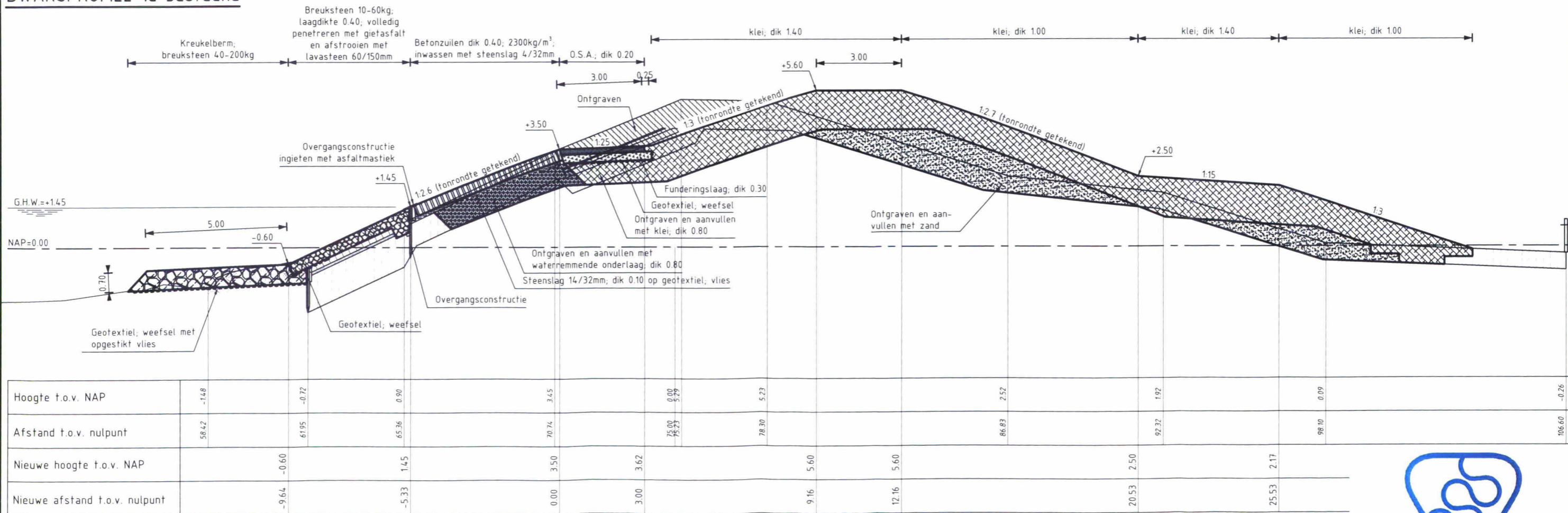


Legenda

1	asfalt	11,4/5	betonblokken gekanteld	28,4	petit graniet	14-16	plaatbekleding	—	kruinlijn
5/5,11/10	open steenasfalt, Fixstone, E	29	koperslakblokken	28,5	granietblokken	20/21	gras	—02	betonpenetratie
27	betonzuilen	29,2	basalt	28	overige natuursteen	17	doorgroeistenen	01	asfaltpenetratie (vol en zat)
10/11	betonblokken	28,1	Vilvoordse	kb	kreukelberm	56	keermuur ed		asfaltpenetratie (patroon)
11,1	Haringmanblokken	28,2	Lessinische	7/8	gepenetreerde breuksteen		overige bekleding	////	asfaltpenetratie (Ecolaag)
11,2	diaboolblokken	28,3	Doomikse	25	breuksteen		stortsteenlijn		ecotoplaag

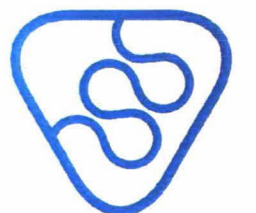


DWARSPROFIEL 1a bestaand



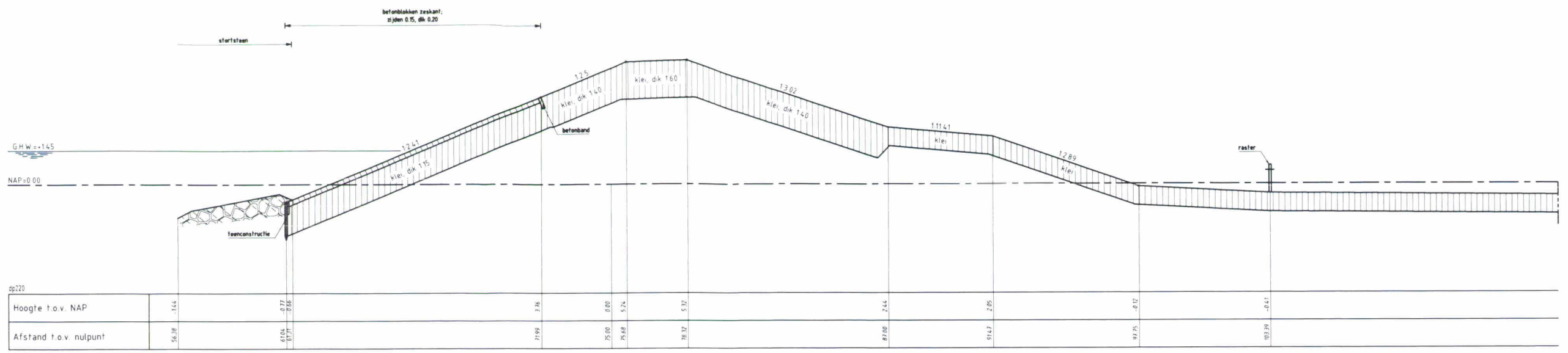
DWARSPROFIEL 1a nieuw

van dp214+76m tot dp220
 van dp214+76m tot dp217 betonzuilen dik 0.30; 2300 kg/m³ en kreukelberm breuksteen 10-60kg; dik 0.50
 van dp216 tot dp218 bestaande breuksteen met gietasfalt op de ondertafel behouden



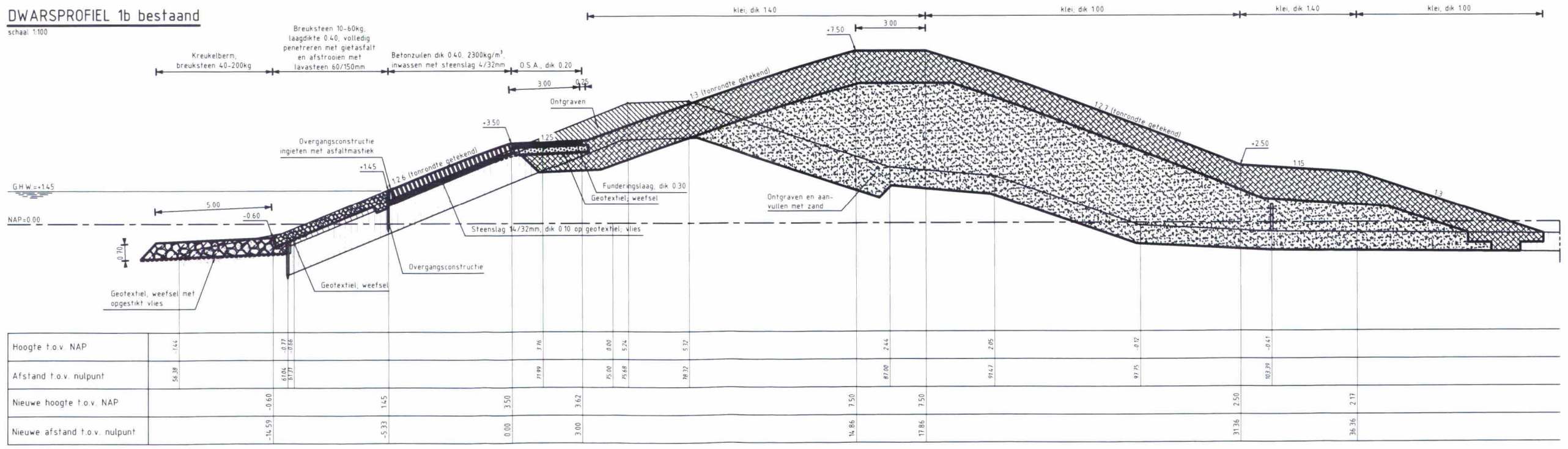
Waterschap Scheldestromen
 Datum: 29-05-2013

Zuidhoek, Havenkanaal Oost, Galgepolder tot Haven De Val



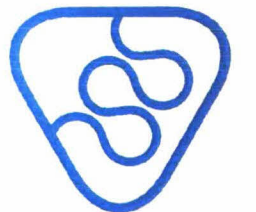
DWARSPROFIEL 1b bestaand

schaal 1:100



DWARSPROFIEL 1b nieuw van dp220 tot dp221-50m

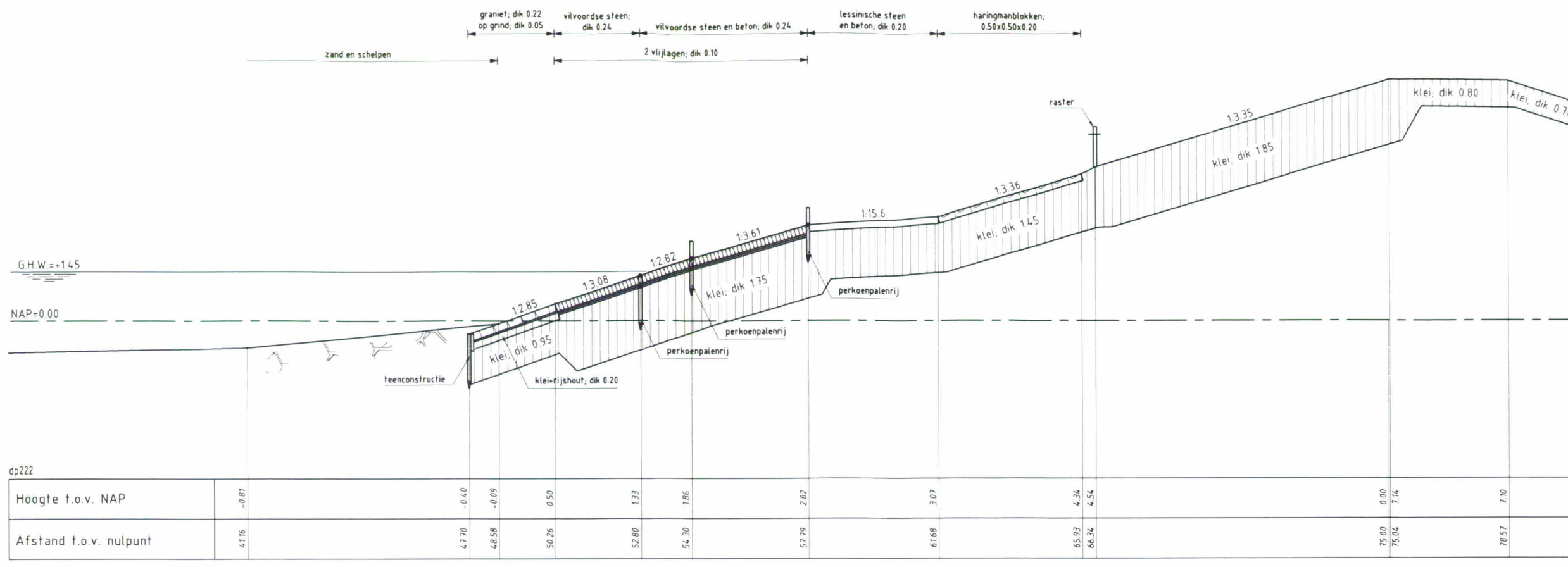
schaal 1:100



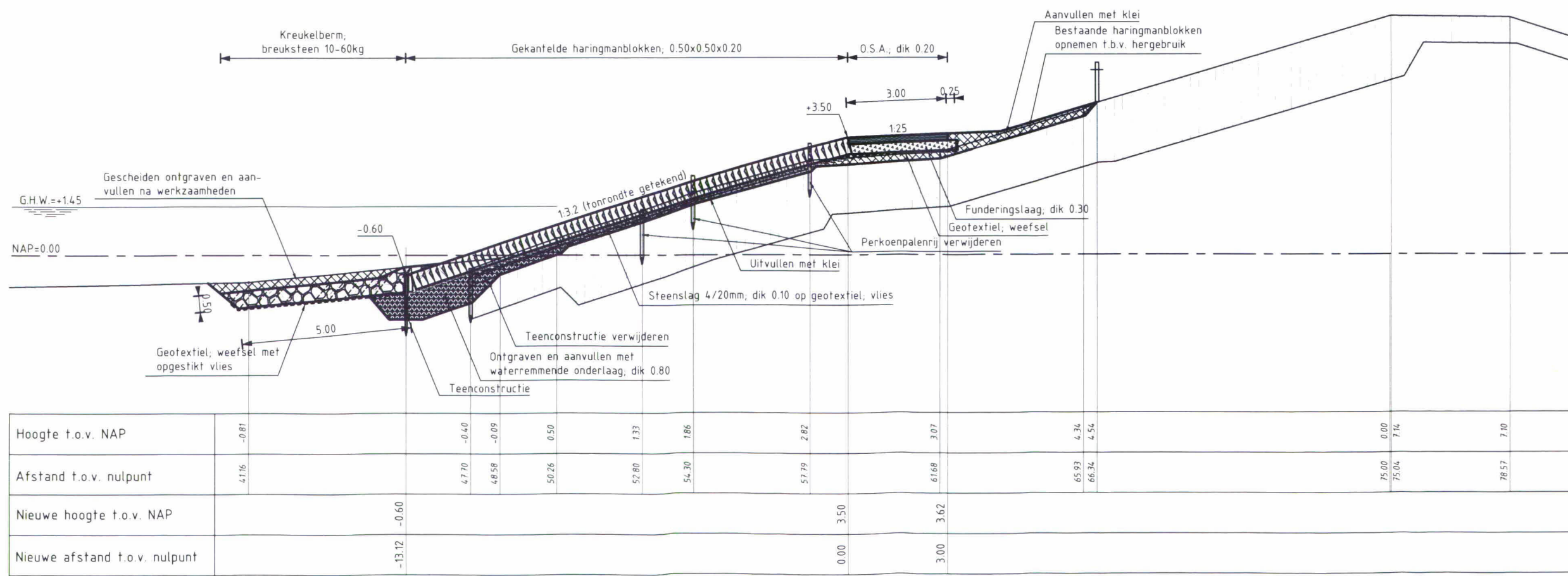
Waterschap Scheldestromen

Datum: 29-05-2013

Zuidhoek, Havenkanaal Oost, Galgepolder tot Haven De Val

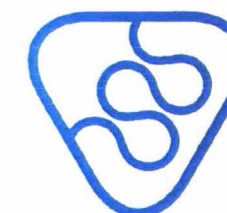


DWARSPROFIEL 2 bestaand



DWARSPROFIEL 2 nieuw

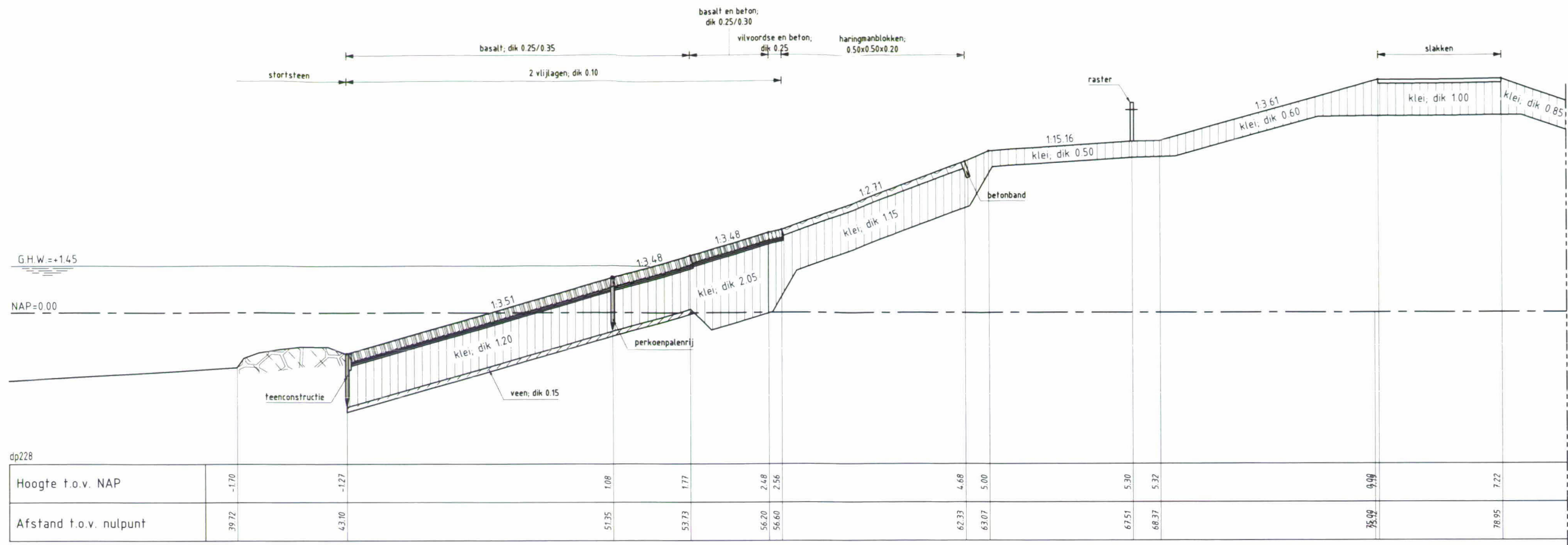
van dp221+50m tot dp223



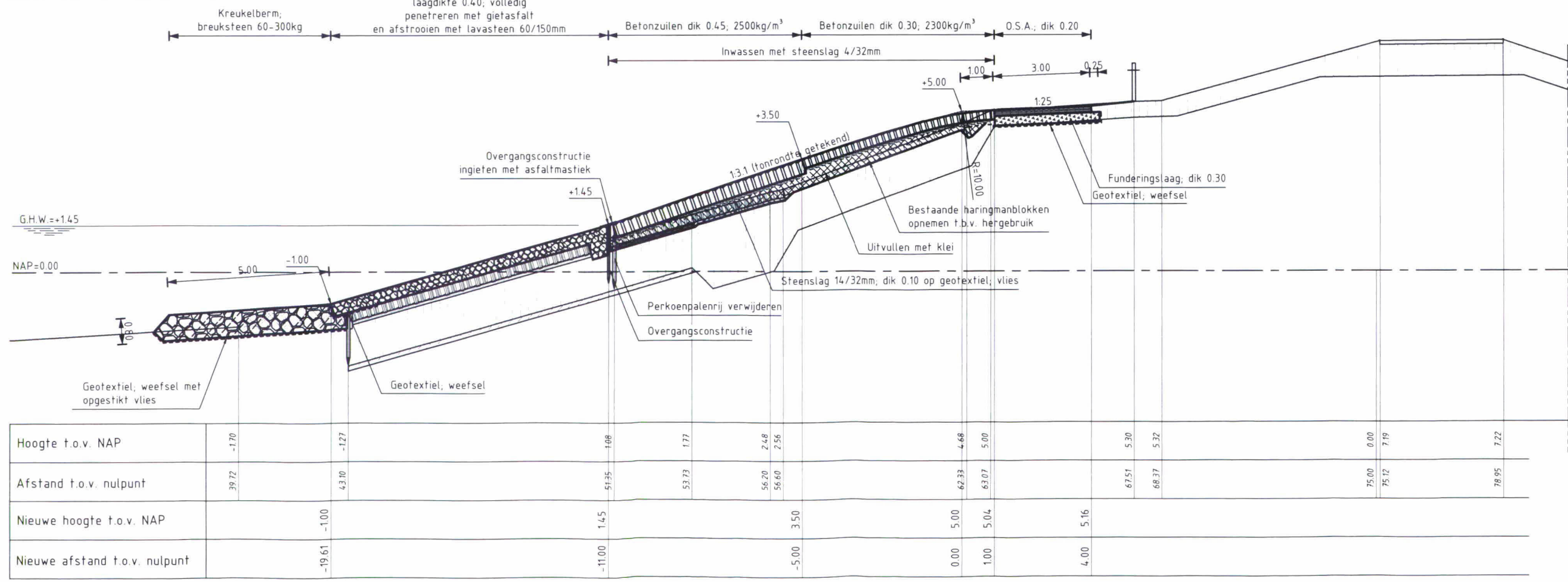
Waterschap Scheldestromen

Datum: 29-05-2013

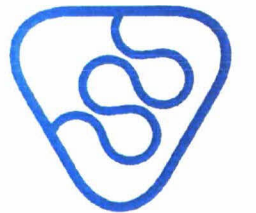
Zuidhoek, Havenkanaal Oost, Galgepolder tot Haven De Val



DWARSPROFIEL 3 bestaand

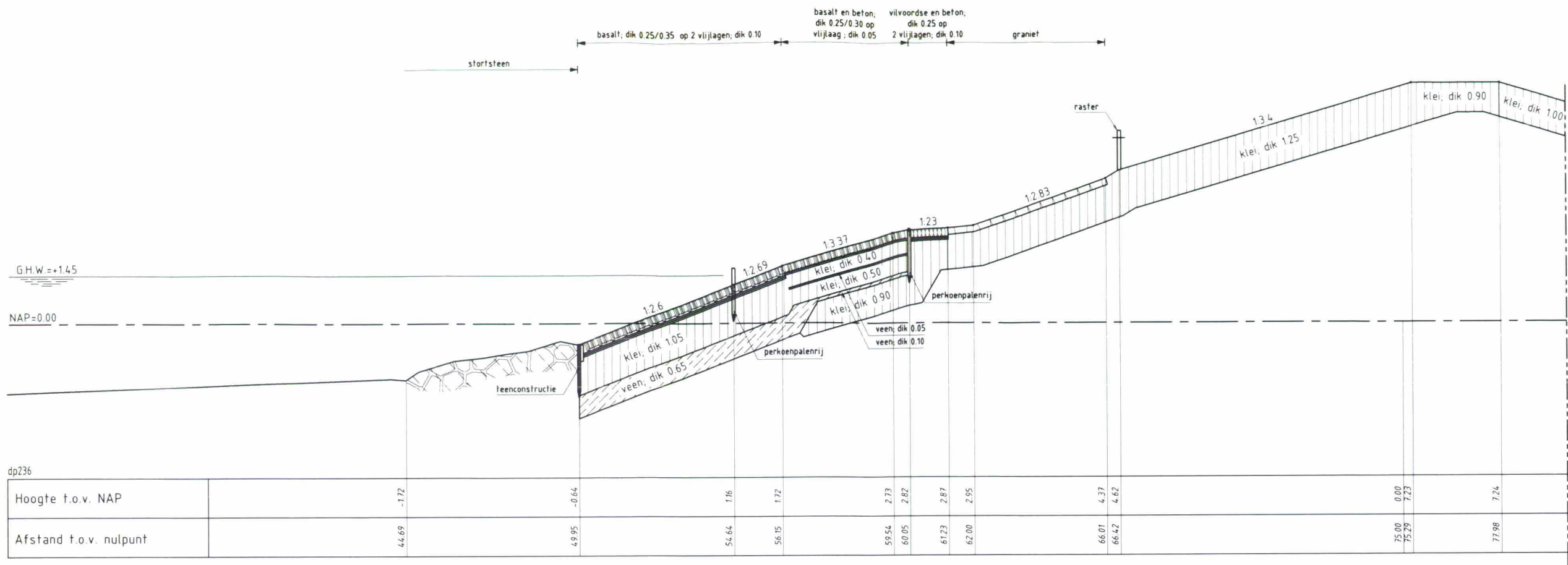


DWARSPROFIEL 3 nieuw van dp223 tot dp233+11m

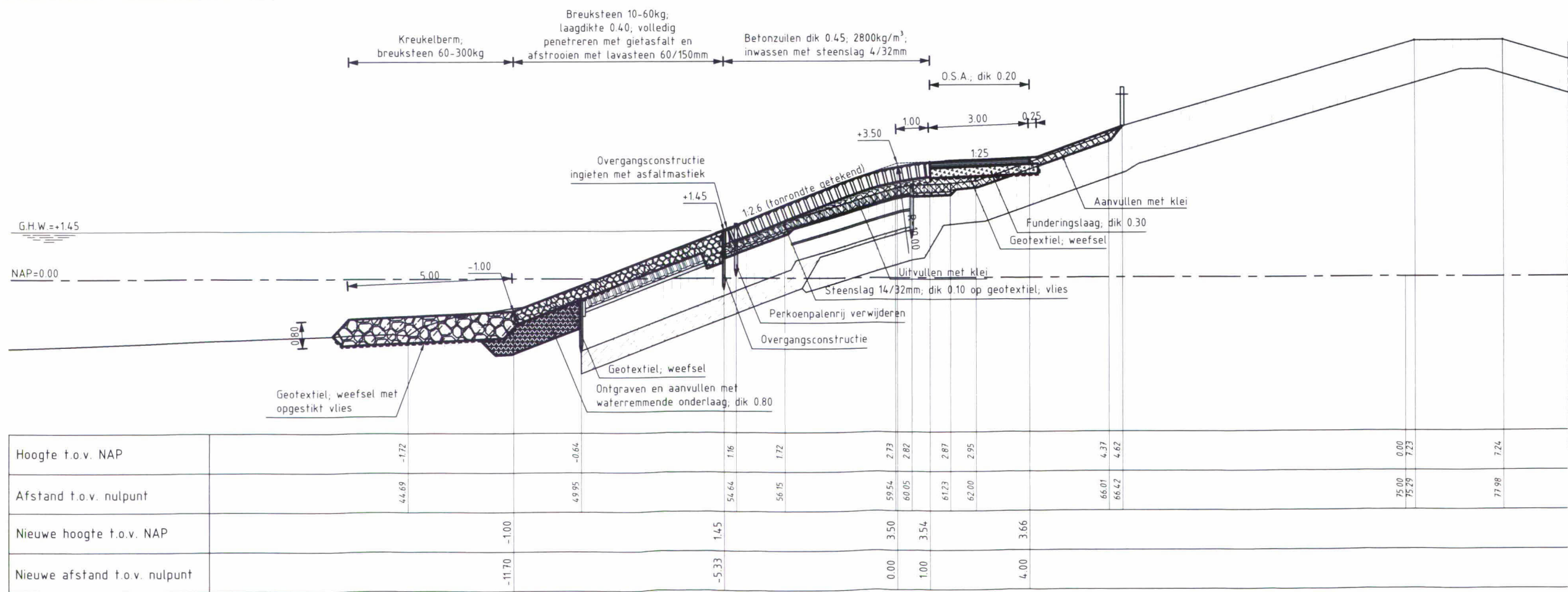


Waterschap Scheldestromen
Datum: 29-05-2013

Zuidhoek, Havenkanaal Oost, Galgelpolder tot Haven De Val



DWARSPROFIEL 4 bestand

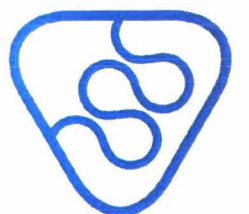


DWARSPROFIEL 4 nieuw van dp233+11m tot dp237+50m

van dp236 tot dp237 bestaande breuksteen met gietasfalt op de ondertafel behouden

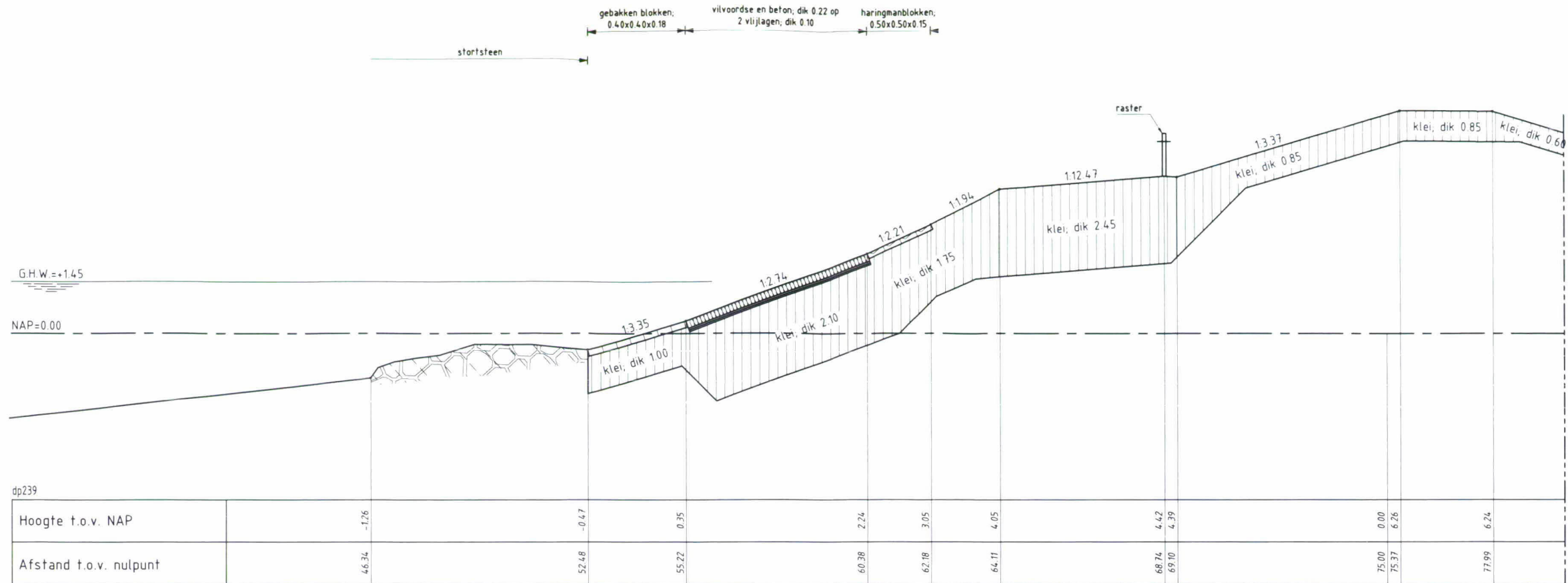
Variabel

Zuidhoek, Havenkanaal Oost, Galgepolder tot Haven De Val



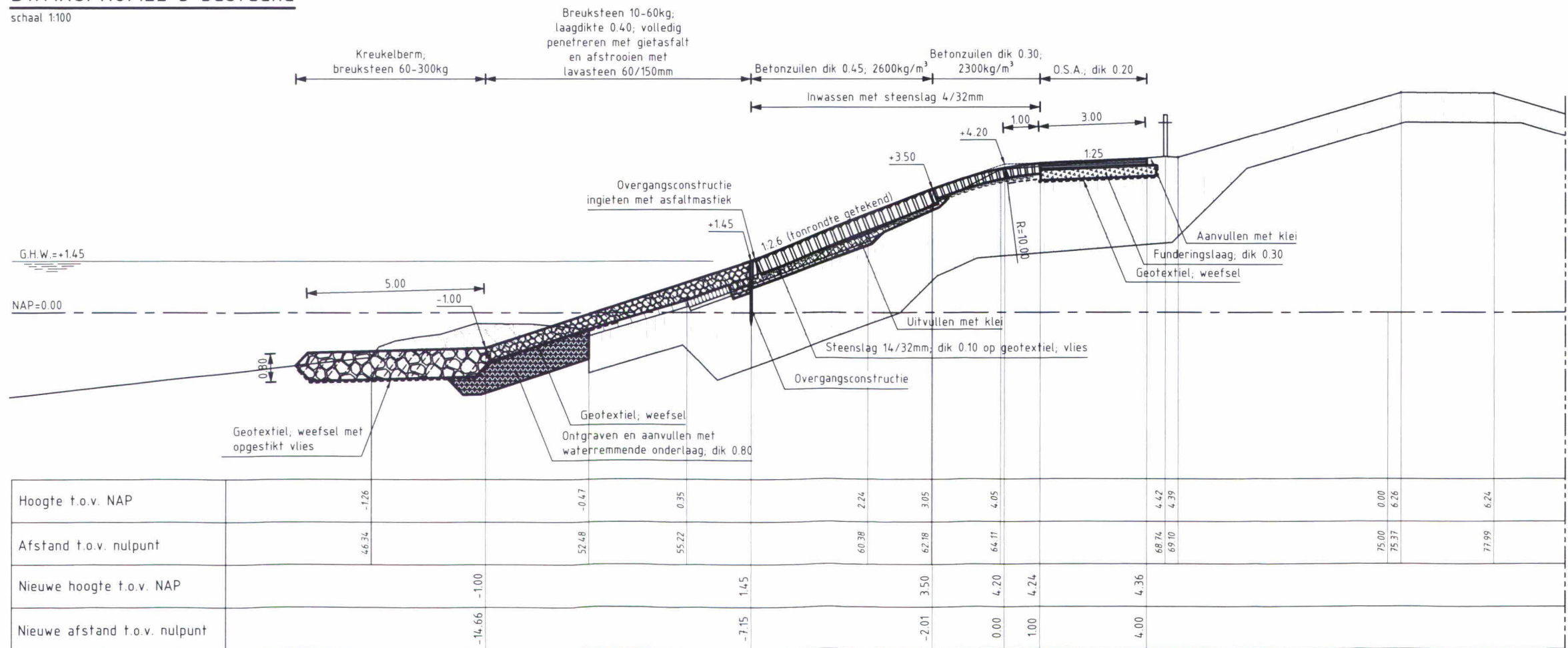
Waterschap Scheldestromen

Datum: 29-05-2013



DWARSPROFIEL 5 bestaand

schaal 1:100

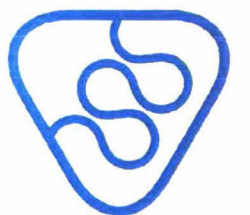


DWARSPROFIEL 5 nieuw

schaal 1:100

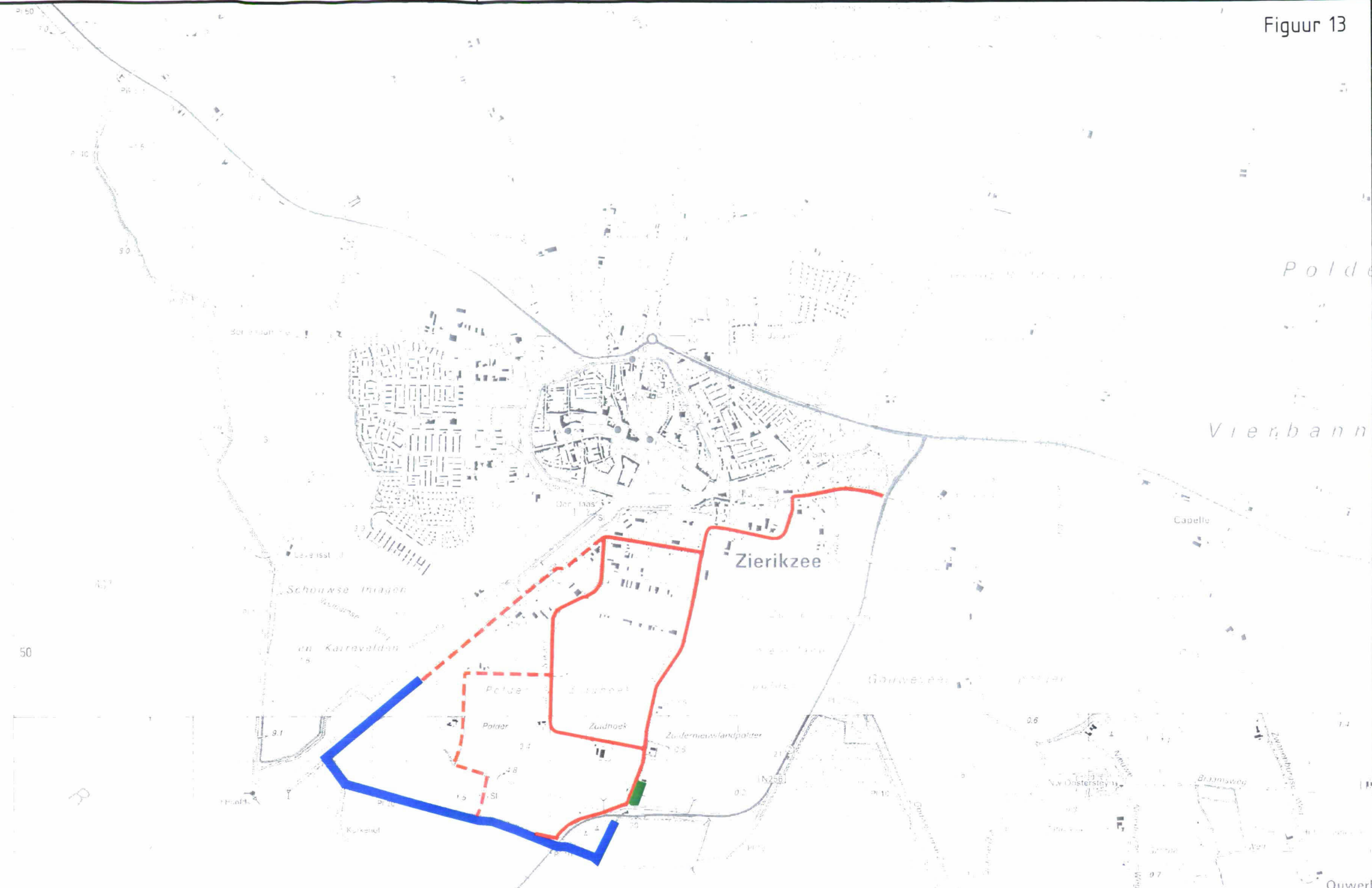
van dp237+50m tot dp239+74m
van dp237+50m tot dp238+15m bestaande
grauwacke op de ondertafel behouden

Zuidhoek, Havenkanaal Oost, Galgepolder tot Haven De Val







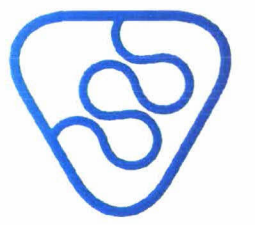
Waterschap Scheldestromen

Datum: 29-05-2013



VERKLARING

-  MOGELIJKE TRANSPORTROUTE
-  TRANSPORTROUTE
-  WERKGEBIED
-  DEPOTLOCATIE



Waterschap Scheldestromen

Datum: 29-05-2013

Transportroute Zuidhoek, Havenkanaal Oost, Galgepolder tot Haven De Val