



Ontwerpnota Haven Burghsluis Koudekerksche inlaag [2]

Gepland jaar van uitvoering: 2014

PZDT-R-12145 ontw

Projectbureau Zeeweringen Dijkverbetering: Haven Burghsluis Koudekerksche inlaag Ontwerpnota		Status: Definitief Versie: D1 Datum: 20-05-2012		
controle	Auteur	Intern	Toetsgroep	Projectbureau Zeeweringen
Naam:	██████████	██████████	██████████	██████████
Paraaf:				
Datum:	30-05-2012			
Documentnummer: PZDT-R-12145 ontw				

Inhoudsopgave

	Samenvatting	
1	Inleiding	1
1.1	Achtergrond	1
1.2	Doel ontwerpnota	1
1.3	Het ontwerpproces	2
1.4	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	8
3.4	Landschapsvisie	10
3.5	Archeologie en cultuurhistorie	11
3.6	Recreatie	12
3.7	Stabiliteit en piping (toetsresultaten 2010)	12
3.8	Steenbekleding aangrenzende dijkvakken	13
3.9	Overige randvoorwaarden en uitgangspunten	13
4	Toetsing	15
4.1	Algemeen	15
4.2	Toetsing toplaag	15
4.3	Damwanden, havenplateau en loskade	15
4.4	Conclusies	16
5	Keuze bekleding	17
5.1	Inleiding	17
5.2	Beschikbaarheid	17
5.3	Mogelijk toepasbare materialen	17
5.4	Technische toepasbaarheid	20
5.5	Deelgebieden	22
5.6	Keuze voor bekleding	25
5.7	Onderhoudsstrook	29
5.8	Bekleding boven ontwerppeil	29
5.9	Golfoploop	30
6	Dimensionering	31
6.1	Kreukelberm en teenconstructie	31
6.2	Zetsteenbekleding	32
6.3	Ingegoten breuksteen	36
6.4	Open Steenasfalt	37
6.5	Overgangsconstructies	37
6.6	Overgang tussen boventafel en berm	37
6.7	Berm	37
6.8	Verborggen glooiing	38

6.9	Naastliggende dijkvakken	38
7	Aandachtspunten voor contract en uitvoering	40
7.1	Bekledingstypen	40
7.2	Natuur	41
7.3	Archeologie en cultuurhistorie	42
7.4	Transportroute en depotlocaties	42
7.5	Overig	43
	Literatuur	44
Bijlage 1	Figuren	
Bijlage 2	Detailadviezen	
Bijlage 3	Berekeningen	

Lijst met tabellen

Tabel 0.1	Beschrijving alternatieven voor nieuwe bekleding	7
Tabel 0.2	Voorkeursbekleding per deelgebied	7
Tabel 0.3	Nieuwe kreukelberm	7
Tabel 3.1	Eigenschappen randvoorwaardenvakken	7
Tabel 3.2	Karakteristieke waterstanden	7
Tabel 3.3	Maatgevende golfrandvoorwaarden betonzuilen	8
Tabel 3.4	Golfrandvoorwaarden bij ontwerppeil 2012-2060 (betonzuilen)	8
Tabel 3.5	Samenvatting ecologisch detailadvies getijdenzone	9
Tabel 3.6	Samenvatting ecologisch detailadvies boven GHW	9
Tabel 5.1	Vrijkomende hoeveelheden betonblokken en basaltzuilen (exclusief verliezen)	17
Tabel 5.2	Voorkeuren uit het Detailadvies, rekening houdend met de beschikbaarheid en de voorselectie, de getijdenzone	19
Tabel 5.3	Voorkeuren uit het Detailadvies, rekening houdend met de beschikbaarheid en de voorselectie, boven GHW	19
Tabel 5.4	Nieuwe taludhelling, teenniveau en teenverschuiving	21
Tabel 5.5	Bekledingsalternatieven (zie tabel 0.1)	26
Tabel 5.6	Variant 1	26
Tabel 5.7	Variant 2	26
Tabel 5.8	Variant 3	26
Tabel 5.9	Samenvatting keuzemodel	29
Tabel 5.10	Effect op golfoploop	30
Tabel 6.1	Nieuwe kreukelberm	31
Tabel 6.2	Eisen geotextiel weefsel	32
Tabel 6.3	Mogelijke typen betonzuilen	33
Tabel 6.4	Gekozen typen betonzuilen	34
Tabel 6.5	Eisen vlies	35
Tabel 6.6	Minimale diktes kleilaag onder zetsteenbekleding	35
Tabel 6.7	Hoogte onderkant overlaging	36
Tabel 6.8	Nieuwe berm	38

Samenvatting

Deze ontwerpnota, opgesteld in het kader van Project Zeeweringen van Rijkswaterstaat, betreft het ontwerp van de nieuwe dijkbekledingen voor het dijkvak Haven Burghsluis Koudekerksche inlaag. Dit dijkvak ligt aan de Oosterschelde, aan de zuidzijde van Schouwen-Duiveland nabij het buurtschap en gelijknamige haven Burghsluis. Het totale dijkvak heeft een lengte van ongeveer 2,7km, en valt onder het eigendom en beheer van het waterschap Scheldestromen, uitgezonderd de loskade tussen dp 30+90m en dp 32 die in het beheer is van gemeente Schouwen-Duiveland. De waterkeringen in de haven behoren tevens tot het projectgebied. Direct achter de dijk zijn inlagen aanwezig, waarvan de Koudekerksche inlaag de grootste is. Bij dp 45+70m staat aan de binnenzijde van de dijk de Plompe Toren. Direct voor het dijktraject is een geul gesitueerd waardoor over het grootste deel van het traject geen droogvallend voorland aanwezig is.

Bestaande situatie:

In de haven bestaat de waterkering uit een havenplateau met stalen damwand, een glooiing van basalt met daarboven vlakke betonblokken en een loskade waar een betonnen damwand onderdeel van is. Aan de zuid- en oostzijde wordt de haven omsloten door twee havendammen. Op het traject tussen de haven en het aansluitende, reeds verbeterde, dijkvak Schelphoek West bij dp 53+93m bestaat de bestaande bekleding uit basalt, met zowel daaronder als daarboven een bekleding van Vilvoordse steen.

De bovengrens van de steenbekleding in de haven tussen dp 28+50m en dp 30+90m ligt op ca. NAP +3,1m. Het havenplateau, voorzien van betonklinkers, ligt op NAP +2,4m en de loskade met klinkers en kasseien heeft een niveau van NAP +2,2m. De bovengrens van de bekleding op het traject tussen dp 32 en dp 53+93m varieert van NAP +2,2m tot NAP +2,5m. Alleen tussen dp 32 en dp 33 is de bekleding doorgetrokken tot ca. NAP +3,4m en nabij dp 47 is deze doorgezet tot ca. NAP +4,3m. Op deze locaties is boven de basaltbekleding een bekleding van Haringmanblokken aanwezig. Op het gehele traject tussen dp 32 en dp 53+93m is boven de aanwezige steenbekleding de dijk met klei en gras bekleed. Bovenaan dit talud is een Muraltmuur aanwezig, de voet van deze muur ligt op een niveau van gemiddeld NAP +4,4m. Aan de binnenzijde sluit de Plompetorenweg op de Muraltmuur aan.

Hydraulische randvoorwaarden:

De ontwerpwaterstand (Ontwerppeil 2012-2060) van de dijk bedraagt NAP + 3,50 m. Het dijktraject ligt in twee randvoorwaardenvakken. De bijbehorende ontwerpwaarden voor de golfhoogte H_s en de golfperiode T_p bedragen 2,11m en 2,08m en respectievelijk 4,80s en 4,99s.

De twee havendammen van de haven Burghsluis worden binnen dit project niet verbeterd. Aanpassing van de havendammen levert onvoldoende reductie op de golfbrandvoorwaarden van de achterliggende waterkering waardoor verbetering van de daar aanwezige steenbekleding ook dan benodigd blijft.

Toetsresultaat:

Conclusie van de toetsing van de bekleding is dat alle gezette steenbekleding afgekeurd is, uitgezonderd de basaltbekleding tussen dp 34 en dp 53+93m onder gemiddeld hoogwater, dus tot NAP +1,35m. Deze goedgekeurde basalttafel kan worden gehandhaafd en worden ingepast in het nieuwe ontwerp. Tussen dp 26+85m en dp 28+50m zijn geen aanpassingen aan de waterkering binnen dit project

noodzakelijk, vanwege het hoge en brede aangrenzende terrein aan de kruin van de dijk op dit deel. De bestaande damwand tussen dp 30+90m en dp 32 wordt op verzoek van het waterschap vervangen voor een talud met steenbekleding, het ontwerp en de uitvoering van deze aanpassing behoort tot dit project. De breuksteensortering van de bestaande kreukelberm voldoet als sortering voor de nieuwe kreukelberm. Wel zal de breuksteen moeten worden geherprofileerd en zonodig worden aangevuld teneinde de gewenste constructie te verkrijgen.

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	nieuw te leveren betonzuilen	nieuw te leveren betonzuilen
2	nieuw te leveren betonzuilen met eco-toplaag	nieuw te leveren betonzuilen
3	overlagen met gepenetreerde breuksteen +lavasteen	nieuw te leveren betonzuilen

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

Tabel 0.2 Voorkeursbekleding per deelgebied

RVW vak	Deel gebied	Type Betonzuil [cm] / [kg/m3] ondertafel	Type Betonzuil [cm] / [kg/m3] boventafel
171b	II + III	overlagen met gepenetreerde breuksteen +lavasteen	45/2500
171a	IV	40/2300 (eco-toplaag)	45/2400
171a	V	behoud bestaande basalt +overlagen bij dijkteen met gepenetreerde breuksteen +lavasteen	45/2400
171a	VI	behoud bestaande basalt +overlagen bij dijkteen met gepenetreerde breuksteen +lavasteen	45/2500
171a	VII	behoud bestaande basalt +overlagen bij dijkteen met gepenetreerde breuksteen +lavasteen	45/2500

Tabel 0.3 Nieuwe kreukelberm

RVW vak	Deel gebied	Locatie		Hoogte t.o.v. NAP [m]	Sortering [kg]	Laagdikte [m]	Gep.
		Van [dp]	Tot [dp]				
171b	I	26+85m	28+50m	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.
171b	II	28+50m	30+90m	-1,0	40-200	1,0	Nee
171b	III	30+90m	32	-1,0	40-200	0,7	Nee
171a	IV	32	34	-1,2	40-200	0,7	Nee
171a	V	34	42	-1,0	40-200	0,7	Nee
171a	VI	42	46+50m	-1,0	40-200	0,7	Nee
171a	VII	46+50m	53+93m	-1,0	40-200	0,7	Nee

Op de stormvloedberm wordt in de haven en tussen dp 32 en dp 42 een nieuwe onderhoudsstrook aangelegd. De onderhoudsstrook in de haven is openbaar toegankelijk, tussen dp 32 en dp 42 wordt deze toegankelijk gemaakt voor fietsers en recreanten. De toplaag van de onderhoudsstrook wordt overal uitgevoerd in dichtasfaltbeton.

1 Inleiding

1.1 Achtergrond

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

Voor de uitvoering in 2014 zijn meerdere dijkvakken langs de Oosterschelde uitgekozen, waaronder het traject Haven Burghsluis Koudekerksche inlaag. Het dijkvak ligt tussen dp 26+85m en dp 53+93m en heeft een totale lengte van ongeveer 2,7 km. In de voorliggende nota worden van dit traject de ontwerpen van de nieuwe bekledingen uitgewerkt. In de ontwerpen wordt alleen de bekleding van het onderbeloop beschouwd en van het bovenbeloop, voor zover dit onder het ontwerppeil (+ ½ H_z) ligt. Het overige deel van het bovenbeloop, de kruin en het binnentalud worden in het algemeen niet meegenomen. In het algemeen, wanneer de buitenberm beneden het ontwerppeil ligt, wordt deze opgehoogd tot aan het ontwerppeil.

Het aansluitende dijkvak aan de westzijde is Burgh- en Westlandpolder, deze is in 2007 uitgevoerd. Het aansluitende dijkvak aan de oostzijde is Schelphoek West waarvan de bekleding in 2010 reeds verbeterd is.

Op de gedeelten tussen dp 26+85m en dp 28+50m en tussen dp 30+90m en dp 32 bestaat de waterkering momenteel uit damwanden. In overleg met het waterschap zijn deze trajecten evenwel meegenomen in de beschouwing van de steenbekleding in het kader van project Zeeweringen en zodoende behoren deze trajecten tot het projectgebied.

1.2 Doel ontwerpnota

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

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

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

Het ontwerp bestaat uit een overzicht van de ontwerpgegevens die moeten worden opgenomen in het systeem van leggers en beheersregisters van het waterschap. De ontwerpnota vormt als zodanig een onderdeel van de documentatie die bij het

overdrachtsprotocol, na het verstrijken van de onderhoudsperiode, aan het waterschap wordt overgedragen.

1.3 Het ontwerpproces

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

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 het nieuwe 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 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 dijktraject Haven Burghsluis, Koudekerksche inlaag is gesitueerd tussen dp 26+85m en dp 53+93m. Het dijkvak ligt aan de zuidzijde van Schouwen-Duiveland aan de Oosterschelde nabij het buurtschap Burghsluis. De beheerder van het dijktraject is het waterschap Scheldestromen, uitzondering hierop is de loskade tussen dp 30+90m en dp 32 die in het beheer is van gemeente Schouwen-Duiveland. De situatie en het projectgebied zijn weergegeven in Figuur 1 en Figuur 2 in Bijlage 1.

Het gedeelte dat is geselecteerd voor verbetering heeft een lengte van circa 2,7 kilometer en is grotendeels (zuid)zuidoostelijk georiënteerd. Het traject ligt in de randvoorwaardenvakken 171a en 171b. In deze nota wordt het dijkvak behandeld in oplopende volgorde van de dijkpaalnummering, van west naar oost.

Direct vóór het dijkvak, tussen dp 34 en dp 36, tussen dp 42 en dp 46 en tussen dp 52 en dp 54 zijn visvakken gesitueerd. Tussen dp 46 en dp 53+93m bevinden zich direct vóór het dijkvak mosselpercelen. Daarbuiten ligt de geul genaamd 'Hammen' met een diepte tot meer dan 30 m. Afgezien van de havenbodem en het voorland direct ten oosten van de haven, is op dit dijktraject sprake van een diep voorland dat niet droogvalt, met steile vooroever. Ten zuiden van deze geul ligt in de Oosterschelde een bij laagwater droogvallende zandplaat, de Roggenplaat.

Aan de westzijde van het dijkvak bevindt zich de haven van Burghsluis. De haven is in gebruik voor recreatievaart en tevens bevindt zich hier de aanlegsteiger van 'De Onrust', een veerdienst voor voetgangers en fietsers tussen Burghsluis, Colijnsplaat en Zierikzee. Aan de westzijde van de haven is het havengebouw van de watersportvereniging, een restaurant en een parkeerterrein op het aanwezige havenplateau gesitueerd. Tussen dp 26+85m en dp 28+50m grenst aan de kruin van de dijk een terrein op gelijk niveau (ca. NAP +5,0 m), waarop tevens een parkeerterrein aanwezig is. Ook bevinden zich hier een picknickplaats, fietsenstallingen en een gebouwtje dat wordt gekenmerkt door het gebruik van de voormalige lichtkoepel van de vuurtoren van Westenschouwen. Aan de binnenzijde van de dijk tussen dp 29 en dp 32, ten noorden van de haven, staan enkele woningen behorend tot het buurtschap Burghsluis. Aan de zuidelijke en oostelijke zijde wordt de haven omsloten door twee havendammen.

Achter het traject tussen dp 32 en dp 53+93m ligt deels de Bootsinaag en grotendeels de Koudekerksche Inlaag. Afgezien van enkele percelen met landbouwdoeleinden, heeft deze inlaag voornamelijk een functie voor de natuur. Ter plaatse van dp 40 loopt een persleiding door de dijk.

Tussen dp 32+30m en dp 53+93m is een Muraltmuur aanwezig. Direct daarachter, tot tegen deze Muraltmuur, bevindt zich tussen dp 34 en dp 53+93m de Plompetorenweg. Vanaf de haven tot dp 45 is aan de buitenzijde van de dijk een berm aanwezig. Alleen tussen dp 35+50m en dp 39+30m is deze buitenberm gedeeltelijk voorzien van een bekleding van vlakke betonblokken. Tussen dp 34 en dp 42 heeft de berm een breedte van ca. 6 m. De breedte neemt vanaf dp 42 in noordoostelijke richting van het traject geleidelijk af, tussen dp 45 en dp 53 +93m is van een buitenberm geen sprake en loopt het talud van de teen van de dijk door tot aan de Muraltmuur.

Ter plaatse van dp 45+70m staat aan de binnenzijde van de dijk de Plompe Toren, een restant van de voormalig aanwezige kerk van het verdronken dorp Koudekerke. De toren is toegankelijk voor publiek en functioneert als uitkijkpunt. Tevens is in de toren een permanente expositie over de historie van het gebied aanwezig.

2.2 Bestaande bekledingen

Bij het ontwerpen van een dijkbekleding is informatie nodig over de bestaande top laag, de filterconstructie en het basismateriaal (kern). Het profiel van de dijk bestaat in het algemeen uit de teen, de ondertafel, de boventafel, de berm en het bovenbeloop. De grens tussen de ondertafel en de boventafel ligt op het niveau van het gemiddelde hoogwater (GHW).

De bestaande bekledingen van het dijktraject zijn schematisch weergegeven in Figuur 3 in Bijlage 1. De karakteristieke dwarsprofielen zijn weergegeven in Figuur 8 t/m Figuur 14 in Bijlage 1.

Meest voorkomende bekledingstypen op het dijkvak zijn (ingegoten) basalt en Vilvoordse steen. Tevens zijn op verschillende delen van het traject betonblokken op hoger gelegen taluddelen aanwezig. Plaatselijk komen nog andere typen bekledingen voor, zoals Doornikse steen en overige natuursteen.

Ter plaatse van de haven zijn twee havendammen aanwezig, deze zijn grotendeels bekleed met basalt en Vilvoordse steen. Op de kortste, meest noordelijke havendam is aan de binnenzijde een betonnen damwand aanwezig.

Dp 26 +85m – dp 32

Aan de westzijde van de haven, tussen dp 26 +85m en dp 28 +50m, is een kade aansluitend op het haventerrein gesitueerd middels een stalen damwand. Aan de noordzijde van de haven bestaat de buitenzijde van de waterkering deels uit een glooiing van basalt en betonblokken (dp 28 +50m tot dp 30 +90m), deels is hier een loskade gesitueerd (dp 30 +90m tot dp 32).

Van dp 28 +50m tot dp 30 +90m is een bestaande teenconstructie aanwezig op ca. NAP -1,0 m. Op de ondertafel bestaat de bekleding uit basalt, de boventafel is bekleed met betonblokken. Op NAP +2,0 m is een smalle berm aanwezig van 90 cm breed. Een kreukelberm ontbreekt. Er bevinden zich ter plaatse van deze glooiing twee drijvende aanlegsteigers voor pleziervaart. Eén steiger is toegankelijk vanaf een brug welke vanaf de dijk naar de drijvende steiger loopt. De andere steiger is bereikbaar vanaf het havenplateau aan de westzijde van de haven.

Tussen dp 30 +90m en dp 32 is een loskade aanwezig. De kerende wand bestaat uit betonnen planken met aan de bovenzijde een betonnen sloof. Het aansluitende plateau ligt op een niveau van ca. NAP +2,2m en is bekleed met klinkers. Het achterliggende bovenbeloop is deels bekleed met vlakke blokken. Voor de keerwand zijn enkele meerpalen aanwezig. De loskade is niet meer als zodanig in gebruik.

Dp 32 – dp 53 +93m

Tussen dp 32 en dp 53 +93m is een teenconstructie aanwezig op een niveau variërend tussen NAP -1,0 m en NAP -1,6 m. De ondertafel is op dit traject voorzien van een bekleding van Vilvoordse steen. Daarboven bevindt zich basalt. De grens tussen beide top laagtypen ligt tussen dp 32 en dp 38 gemiddeld op NAP +0,5 m. Tussen dp 38 en dp 53 +93m ligt deze grens lager: deze varieert van NAP +0,0 m tot NAP -1,0 m. Op de boventafel bevindt zich boven de basalttafel tussen NAP +1,5 m en NAP +2,5 m een bekleding van Vilvoordse steen, ingegoten met beton. Uitzondering hierop is de boventafel tussen dp 32 en dp 33 en ter plaatse van dp 47. Lokaal is hier de

boventafel bekleed met respectievelijk Vilvoordse steen en basalt, ingegoten met beton, en daarboven Haringmanblokken. Op het gehele traject tussen dp 32 en dp 53 +93m is een kreukelberm aanwezig van breuksteen, met een sortering 40-200 kg.

De gemiddelde helling van het dijktalud is circa 1:3,2. De kern van de dijk bestaat uit zand.

3 Randvoorwaarden

3.1 Veiligheidsniveau

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

3.2 Hydraulische randvoorwaarden

Bij het ontwerpen van de nieuwe bekledingen kan de juiste correlatie tussen de golven en de waterstanden nog niet meegenomen worden. Voor de stabiliteit van de bekledingen is de nauwkeurigheid van de golven meer bepalend dan die van de waterstanden. Daarom zijn de golfrandvoorwaarden berekend voor een maatgevend windveld met een overschrijdingskans van 1/4000 per jaar, bij waterstanden van NAP + 0 m, NAP + 2 m, NAP + 3 m en NAP + 4 m. De significante golfhoogte H_s en de piekperiode T_p of T_{pm} zijn berekend voor alle windrichtingen. Vervolgens is voor elke hiervoor genoemde waterstand de maatgevende combinatie van significante golfhoogte en piekperiode bepaald. Voor de golfrandvoorwaarden bij tussenliggende waterstanden wordt lineair geïnterpoleerd. Bij lagere waterstanden wordt lineair geëxtrapolerd. 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 ter plaatse van het aanwezige voorland een verdieping ten opzichte van de huidige situatie in rekening gebracht, representatief voor de verwachte erosie.

Tijdens de maatgevende stormen variëren de waterstanden op de Oosterschelde minder dan op de Westerschelde. Wanneer wordt verwacht dat het hoogwater op de Noordzee hoger zal zijn dan NAP + 3 m, dan wordt de Oosterscheldekering gesloten. Hierbij wordt gestreefd naar een waterpeil van NAP + 1 m op de Oosterschelde. Dit waterpeil wordt circa 12 uur gehandhaafd, aangezien de kering pas bij het eerstvolgende laagwater weer kan worden geopend. Indien wordt voorspeld dat ook het volgende hoogwater hoger zal zijn dan NAP + 3 m, is het streven het waterpeil op de Oosterschelde voor de tweede sluiting van de kering op NAP + 2 m te brengen. Dit alles om de waterstands- en golfbelastingen op de dijken over het talud te spreiden. In de ontwerpberoeeningen wordt voor het geval van een noodsluiting van de Oosterscheldekering rekening gehouden met een waterstand gelijk aan het ontwerppeil, met een duur van 5 uur. In 2004 is een onderzoek gestart naar de effecten van de langer durende belastingen op de sterkte van de gezette bekledingen. Hieruit is gebleken dat evenals bij breuksteenbekledingen een zwaardere bekleding nodig is naarmate het aantal golven wat gedurende de storm de bekleding belast groter is [2].

De toetspeilen en ontwerppeilen van de Oosterschelde zijn gebaseerd op een noodsluiting van de Oosterscheldekering. Aangezien de Oosterscheldekering een vast sluitregime heeft, hoeft geen rekening gehouden te worden met een waterstandverhoging als gevolg van de zeespiegelrijzing. Daarom zijn op iedere locatie

achter de Oosterscheldekering het toetspeil en het ontwerppeil gelijk aan elkaar en constant in de tijd (Ontwerppeil 2012-2060).

3.2.1 Randvoorwaardenvakken

De basis van de ontwerpcondities is gelegd in het rapport "Update detailadvies Schelphoek" [10]. De golfrandvoorwaarden zoals gegeven in het detailadvies zijn de rekenwaarden. Voor doorgevoerde correcties wordt verwezen naar het detailadvies. Met name de indeling in zogenaamde randvoorwaardenvakken is hierin van belang. De gemaakte indeling is weergegeven in Tabel 3.1.

Tabel 3.1 Eigenschappen randvoorwaardenvakken

RVW-vak	Locatie	
	Van [dp]	Tot [dp]
171b	26+85m	32
171a	32	53+93m

RVW-vak = randvoorwaardenvak

Naast de ligging van de randvoorwaardenvakken wordt ook kort ingegaan op enkele obstakels en specifieke bepalende elementen van het dijkvak ten aanzien van de golfrandvoorwaarden.

- Als rekening gehouden zou worden met het aanpassen van de bekleding op de havendammen van de haven Burghsluis zodat deze tijdens maatgevende condities een reducerende werking op de golfaanval op achterliggende waterkering hebben, blijkt deze reductie zo gering dat evengoed verbetering van de aanwezige steenbekleding en de betonnen damwand in de haven tussen dp 28+50m en dp 32 noodzakelijk is [11]. Omdat uitgegaan wordt van een kostenefficiënt ontwerp, en omdat bestaande natuurwaarden en landschappelijke waarden zo in stand gehouden worden, is daarom gekozen de havendammen niet aan te passen. Deze havendammen worden tijdens maatgevende storm als 'verloren' beschouwd, een reducerende werking op de golfaanval op de achterliggende primaire waterkering is dan ook niet toegepast bij het bepalen van de hydraulische randvoorwaarden voor ontwerp.
- Direct vóór het dijkvak is een geul gelegen waardoor het voorland sterk afloopt. Grote delen van de geulwand en het voorland zijn bestort, waardoor de aanwezige steile vooroever naar verwachting in de planperiode van 50 jaar stabiel is.

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]
171b	1,35	-1,20	3,50
171a	1,35	-1,25	3,50

3.2.3 Golven

Svasek Hydraulics / Royal Haskoning heeft in opdracht van Deltares vier verschillende sets golfrandvoorwaarden berekend, die zijn opgenomen in vier

randvoorwaardentabellen [10]. Op locaties waar dit van toepassing is, is voor het bepalen van de golfrandvoorwaarden rekening gehouden met afname van aanwezig voorland. In de onderstaande Tabel 3.3 zijn voor ieder randvoorwaardenvak de maatgevende randvoorwaarden opgenomen voor het constructietype betonzuilen, bestaande uit de randvoorwaarden bij vier verschillende waterstanden.

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
171b	1,30	1,91	2,11	2,11 ¹	4,80 ²	4,67 ²	4,80	4,80 ¹
171a	1,31	1,81	2,03	2,12	3,98	4,63	4,99	4,99 ¹

¹ Er wordt niet gerekend met afnemende golfrandvoorwaarden

² Uitzondering hierop is de afnemende golfperiode bij de waterstanden +0m NAP en +2m NAP voor randvoorwaardenvak 171b. Voor een waterstand +0m NAP blijkt hier een afwijkende windrichting maatgevend dan voor de overige waterstanden wat de langere golfperiode veroorzaakt. Omdat de afname in het rekenmodel bepaald is en niet beïnvloed wordt door het sluitingsregime van de Oosterscheldekering wordt in dit geval wel van afnemende randvoorwaarden uitgegaan.

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

Tot slot zijn in Tabel 3.4 de golfrandvoorwaarden behorend bij het ontwerppeil 2012-2060 voor betonzuilen gegeven.

Tabel 3.4 *Golfrandvoorwaarden bij ontwerppeil 2012-2060 (betonzuilen)*

RVW-vak	Ontwerppeil [NAP + m]	H_s [m]	T_{pm} [s]
171b	+3,50	2,11	4,80
171a	+3,50	2,08	4,99

3.3 Ecologische randvoorwaarden

Voor project Zeeweringen geldt in beginsel dat de natuurwaarden op de bekledingen dienen te worden hersteld of verbeterd. De vervanging van de bekledingen heeft in alle gevallen eerst negatieve effecten op de natuurwaarden, maar op de lange termijn kan de natuur zich op de nieuwe bekledingen opnieuw ontwikkelen. De ontwikkeling van deze natuur wordt sterk beïnvloed door het gekozen bekledingstype. Het zorgen voor herstel of verbetering van de natuurwaarden is het scheppen van omstandigheden waarin herstel of verbetering mogelijk wordt. Alle relevante bekledingstypen zijn op grond van hun ecologische kenmerken ingedeeld in categorieën. Voor elk gedeelte van het dijkvak dient te worden vastgesteld welke categorieën minimaal moeten worden toegepast om de natuurwaarden te herstellen of te verbeteren. Binnen een traject dient onderscheid te worden gemaakt in de getijdenzone (de ondertafel) en de zone boven gemiddeld hoogwater (de boventafel). Voor de indeling van de bekledingstypen in categorieën wordt verwezen naar de Milieu-inventarisatie [9].

In juni en augustus van 2009 heeft de Meetadviesdienst Zeeland een gedetailleerde onderzoek laten uitvoeren naar de vegetatie op het onderhavige dijkvak. De resultaten

van dit onderzoek zijn verwoord in het Detailadvies, dat is opgenomen in Bijlage 2.2. De toe te passen categorieën, die hieruit volgen, zijn samengevat in Tabel 3.5 en Tabel 3.6.

Tabel 3.5 *Samenvatting ecologisch detailadvies getijdenzone*

Dijkpaal	Herstel	Verbetering
26+85m - 28+50m	n.v.t. ¹	n.v.t. ¹
28+50m - 30+90m	Redelijk goed	Redelijk goed
30+90m - 32	n.v.t. ¹	n.v.t. ¹
32 - 36	Redelijk goed	Goed
36 - 53+93m	Goed	Goed

¹⁾ Op deze trajecten is in de huidige situatie geen glooiing maar een damwand aanwezig

Tabel 3.6 *Samenvatting ecologisch detailadvies boven GHW*

Dijkpaal	Herstel	Verbetering
26+85m - 28+50m	n.v.t. ¹	n.v.t. ¹
28+50m - 30+90m	Redelijk goed	Redelijk goed
30+90m - 32	n.v.t. ¹	n.v.t. ¹
32 - 38	Redelijk goed	Redelijk goed
38 - 47	Voldoende	Redelijk goed
47- 53+93m	Redelijk goed	Redelijk goed

¹⁾ Op deze trajecten is in de huidige situatie geen glooiing maar een damwand aanwezig

Een doorgroeibare bekleding op de boventafel heeft volgens het Detailadvies voor het gehele traject sterk de voorkeur. Op de ondertafel is het van belang dat het nieuwe bekledingstype geschikt is voor de vestiging van wieren. Bijzondere aanwezige soort op het onderhavige dijktraject is het zeldzame groefwier. Op verschillende locaties langs het dijktraject is deze soort aangetroffen, ter plaatse van dp 50 is een grotere populatie waargenomen. Groefwier vestigt zich bij uitstek op basalt, men name op de hoger gelegen delen van de ondertafel.

3.3.1 Flora en Faunawet

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

3.3.2 Nota soortenbeleid Provincie Zeeland en NB-wetbesluit

In de Nota Soortenbeleid (Provincie Zeeland, 2001) wordt een aantal aandachtsoorten genoemd. Op en voor de zeedoringen kunnen planten voorkomen uit voornamelijk de soortengroepen Aanspoelselplanten en Schorplanten. Op het onderhavige dijkvak zijn planten van deze soortengroepen alsmede de soortengroep Dijkplanten, aangetroffen op de glooiing en het talud erboven. Drie van de aangetroffen soorten, allen uit de soortengroep Schorplanten, worden genoemd in het NB-wetbesluit voor de Oosterschelde.

3.3.3 Natura 2000 (EU-Habitatrichtlijn)

Op het dijkvak is grotendeels geen voorland aanwezig vanwege de geul dichtbij de bestaande teen van de dijk. Enkel direct ten oosten van de haven Burghsluis ligt slik met oesterbanken, habitatype 1160. Van enige vegetatie is hier geen sprake. De haven zelf behoort niet tot Natura 2000-gebied.

De zeldzame soort groefwier is op diverse plekken van het dijktraject aangetroffen, bij dp 50 een zone vormend. Bij de werkzaamheden aan de dijk dient hiermee rekening gehouden te worden middels behoud van de bestaande basaltbekleding of door tijdelijke verplaatsing van het groefwier waarbij in de nieuwe situatie betonzuilen met een eco-toplaag van basaltsplit worden toegepast.

Bij de dijkwerkzaamheden zal een gedeelte van het voorland worden vergraven. Als het slik (habitattype 1160) na de werkzaamheden weer op de oude hoogte wordt afgewerkt en er voor gezorgd wordt dat er buiten de kreukelberm geen stenen achter blijven, zal het slik zich snel weer herstellen. Hierbij kan er het beste gebruik worden gemaakt van de mitigerende maatregelen genoemd in het rapport "Effecten werkstroken dijkverbetering op kwalificerende habitats". Gebiedsvreemd materiaal mag niet in de Oosterschelde terechtkomen maar dient te worden afgevoerd.

3.4 Landschapsvisie

In het ontwerp moet rekening worden gehouden met de wensen uit de landschapsvisie voor de Oosterschelde [3]. De belangrijkste punten uit dit advies zijn:

- Benadrukken van de horizontale opbouw door in de ondertafel een ander materiaal toe te passen dan in de boventafel. Voorkeur geven aan het gebruik van donkere materialen in de ondertafel en lichte materialen in de boventafel. 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:

- Zoveel mogelijk intact laten van het algemene beeld van de huidige situatie bij de haven, inclusief de plateaus, meerpalen en havendammen. Dit laatste kan bijvoorbeeld worden gerealiseerd door het toepassen van een verborgen glooiing achter de havendam(men) langs.
- Bij aanpassing van verhardingen op havenplateaus gaat de voorkeur uit naar een elementenverharding of asfalt, voorzien van streetprint.
- Groen uiterlijk van de dijk op het bovenbeloop, de kruin en aan de binnenzijde gehele traject indien mogelijk behouden.
- Het is wenselijk om ter plaatse van de haven fiets- en voetverkeer zo veel mogelijk apart te houden van overig verkeer.
- Voorkeur gaat ernaar uit om de doorgaande route langs de haven op te heffen en de route over de dijk of binnendijks te laten lopen.
- Indien mogelijk het handhaven van de aanwezige basaltbekleding. Als alternatief komt in de eerste plaats het toepassen van betonzuilen op deze locaties in aanmerking.
- Behoud van de Muraltmuur.

3.5 Archeologie en cultuurhistorie

Op basis van de Archeologische Monumentenkaart Zeeland en Indicatieve Kaart van Archeologische Waarden zijn er langs het dijkvak geen bijzonderheden te verwachten. Tijdens een verkenning naar de mogelijkheden van aanpassing van de situatie rondom de Plompe Toren binnen de kaders van 'Bloedkoralen van de Oosterschelde' is echter gebleken dat ter plaatse de kans op aanwezigheid van archeologisch waardevolle objecten zeer groot is [18], [19]. Rondom de toren bevond zich in het verleden het dorp Koudekerke, de kans op het aantreffen van restanten van dit verdrinken dorp is daardoor aanwezig. Te meer omdat het huidige dijktraject het voormalige dorp doorkruist.

Op basis van het rapport Cultuurhistorie aan de Oosterscheldebijlen [4] valt het dijktraject binnen de cultuurhistorische cluster "Doorbraakgebied Schelphoek". Het thema van de cluster Schelphoek is landverlies/ kustverdediging. De zeer uitgestrekte cluster Doorbraakgebied Schelphoek omvat 23 aan de zeedijk en enkele achter de zeedijk gelegen elementen.

De kernkwaliteit van deze cluster betreft de aanloop naar een hoogtepunt in waterkerende geschiedenis: de Oosterscheldekering. Er is grote diversiteit binnen het thema: 1953, Plompe Toren, inlagen, Muralt en de Oosterscheldekering. De cluster bevat veel zeer waardevolle objecten en rijksmonumenten. Het kreekgebied is ook opgenomen in de aardkundige inventarisatie. De cluster ligt binnen het waardevol gebied Kuststrook Schouwen-Duiveland. Eindscore: uniek.

De cultuurhistorische objecten welke van belang voor dit traject:

- CZO-053: Plompe Toren, dp 45+70m – Toren aan de dijk tussen Burghsluis en Serooskerke (z.g. Plompe Toren van Westerschouwen). Bakstenen toren van drie geledingen, ingangspoortje aan de oostzijde. Inwendig stenen spiltrap en aanzet van stenen gewelf. Rijksmonument, toren van een in 1583 afgebroken kerkgebouw. Dijkbekleding ter plaatse: met asfalt overgoten Vilvoordse steen; palenrij en Muraltmuur aanwezig. (CHS-code 4328NP-00012-01, waardering zeer hoog (Rijksmonument))
- CZO-054: Koudekerkse Inlaag, dp 35 - dp 53 +93m – Met inlaagdijk omgeven rechthoekig stuk land met drassige grond. Voormalige kerktoren van verdwenen dorp (Plompe Toren). Bekleding buitentalud: losse brokken basalt, Vilvoordse steen overgoten met beton. Muraltmuur en houten dijkpaaltjes aanwezig. Op de kruin ligt een doorgaande weg. (CHS-code GEO-091, waardering zeer hoog)
- CZO-056: Muraltmuur – Betonnen, op elkaar aansluitende segmenten, geplaatst op de dijk van de Plompetorenweg, nabij de Plompetoren/Koudekerksche Inlaag. Loopt door tot haven Burghsluis. (CHS-code GEO-083, waardering zeer hoog)
- CZO-057: Bootsinaag, dp 28 +50m - dp 35 – Regelmatig gevormde inlaag, in gebruik als landbouwgebied. Bekleding buitentalud: losse brokken basalt, Vilvoordse steen overgoten met beton. Muraltmuur en houten paaltjes aanwezig. Gras en doorgaande weg op kruin. (CHS-code: GEO-226, waardering zeer hoog)
- CZO-058: Haventje van Burghsluis – Vierhoekig havenbassin, met voormalige lichtkoepel ten westen van het bassin. Plezierhaven, in redelijk goede staat. Aangelegd rond 1500, na de teloorgang van het dorp Westerschouwen, en in 1953 sterk aangepast. Vóór de inlaag van Burghsluis ligt een oude aanlegdam. Bekleding van het oostelijk (oude) gedeelte: kade met betonklinkers en meerpalen, enigszins vervallen staat. Rest: binnentalud bekleed met basalt en

nieuwe steigers aanwezig. Nieuwe lichtmast en havenrestaurant aanwezig. Buitentalud: basalt, deels overgoten met beton. Enkele oude dijkpalen. Klein deel reeds nieuwe bekleding: hydroblokken. (CHS-code: GEO-50, waardering zeer hoog)

- CZO-060: Oostnol, in huidige situatie een onderdeel van de zuidelijke havendam van haven Burghsluis – Restanten van een dijk. Bekleding: basalt met natuursteen en beton, gras op kruin. Houten palenrij en oude dijkpaal aanwezig. (CHS-code GEO-124, waardering zeer hoog)
- CZO-062: Inlaag van Burghsluis, terrein ten zuidwesten van de haven – Enigszins onregelmatig gevormde inlaag waarin bebouwing is gelegen en aan de westkant een waterplas aanwezig is. Bekleding buitentalud reeds vernieuwd met hydroblokken (project Burgh- en Westlandpolder, uitgevoerd in 2007). (CHS-code GEO-99, waardering zeer hoog)

3.6 Recreatie

Haven Burghsluis wordt als jachthaven gebruikt door pleziervaart. Daartoe liggen er in de haven een aantal steigers, onder andere vóór de glooiing tussen dp 28 +50m en dp 30 +90m. Tevens herbergt de haven een aanlegplaats voor de veerdienstboot 'De Onrust', welke bestaat uit een steiger en een drijvend ponton. Met name in de zomermaanden is de haven druk bezocht door recreatie. Ook het terrein aan de westzijde van de haven, waar tevens een restaurant is gevestigd, wordt veel gebruikt voor recreatieve doeleinden. Hiertoe is parkeergelegenheid voor auto's, zijn fietsenstallingen en zitbankjes aanwezig. Ten aanzien van het ontwerp bij de haven is het van belang de genoemde functionele aspecten ten behoeve van recreatie te behouden.

Langs het gehele dijktraject is een fietsroute aanwezig. Nergens langs het traject is een verharde buitenberm aanwezig, de fietsroute bevindt zich dan ook op de kruin van de dijk, via de Plompetorenweg. Uitzondering hierop is de loskade tussen dp 30 +90m en dp 32: hier kan het plateau wel door alle verkeer bereikt worden. Volgens de huidige afspraken met betrekking tot openstelling kan de buitenberm van dit dijkvak daar waar mogelijk, in de nieuwe situatie geheel opengesteld worden voor fietsers.

Bij dp 45+70m staat aan de binnenzijde van de dijk de Plompe Toren. De toren is opengesteld voor publiek en dient zo een recreatieve functie. Met name bij de uitvoering van de werkzaamheden aan de dijk zal rekening gehouden moeten worden met de aanwezigheid van de toren en de bezoekers. Tevens is nabij de Plompe Toren een duiklocatie aangewezen, bijbehorende voorzieningen zoals een duikerstrap zijn niet aanwezig.

3.7 Stabiliteit en piping (toetsresultaten 2010)

De beheerder heeft aangegeven dat uit toetsresultaten 2010 blijkt dat op het gehele traject lokaal de kans op piping aanwezig is. Maatregelen die hiertegen getroffen dienen te worden zullen door de beheerder nader worden onderzocht. Deze maatregelen zullen naar verwachting geen invloed hebben op het ontwerp voor een nieuwe steenbekleding. Ter plaatse van dp 29 +50m is door de beheerder bij toetsing van het dijktraject beoordeeld dat de stabiliteit aan de binnenzijde lokaal onvoldoende is. Ook hiertoe zullen maatregelen getroffen dienen te worden door de beheerder naast het verbeteren van de steenbekleding op het dijktraject binnen project Zeeweringen.

3.8 Steenbekleding aangrenzende dijkvakken

Aan de westzijde grenst het onderhavige dijktraject ter plaatse van het haventje Burghsluis aan de Burgh- en Westlandpolder. Dit dijkvak is in 2007 uitgevoerd waarbij de bekleding tot de aanzet van de havendam is verbeterd door middel van een overlaging van breuksteen met gietasfalt op de ondertafel en een bekleding van betonzuilen op de boventafel. Aan de oostzijde sluit het te verbeteren traject bij dp 53+93m aan op de in 2010 verbeterde glooiing van Schelphoek-West. De nieuwe bekleding bestaat hier uit betonzuilen, op de ondertafel voorzien van een eco-toplaag. Boven de betonzuilen is een bekleding van Open steenasfalt aangebracht, die aansluit op de voet van de gehandhaafde Muraltmuur.

3.9 Overige randvoorwaarden en uitgangspunten

De haven Burghsluis is in eigendom van watersportvereniging Burghsluis. De wegen en de loskade aan de noordzijde van de haven zijn in eigendom en beheer van gemeente Schouwen-Duiveland. Er zijn verder geen delen van het dijktraject in particulier eigendom.

Ten aanzien van de huidige verkeerssituatie nabij de haven is door de bewoners van de huizen langs de Nieuwe Havenweg aangegeven dat deze niet wenselijk is: de doorgaande route over de kruin en de loskade is afgesloten voor vrachtverkeer waardoor doorgaand vrachtverkeer via de Nieuwe Havenweg geleid wordt. Bij het opstellen van deze ontwerpnota is enkel uitgegaan van verbetering van de steenbekleding.

Op verzoek van waterschap Scheldestromen en in overleg met de beheerder gemeente Schouwen-Duiveland wordt in het ontwerp uitgegaan van het verwijderen van de bestaande loskade tussen dp 30+90m en dp 32. In de voorbereiding van het ontwerp is nagegaan of de sloop van de damwand en de aangrenzende loskade gevolgen heeft ten aanzien van cultuurhistorie. Dit item is aan de orde geweest en bevestigd in het RPO van begin 20 maart 2012 door SCEZ en provincie Zeeland, waarin is aangegeven dat:

- Sloop loskade Haven Burghsluis t.b.v. dijkversterking is acceptabel
- Sloop loswal op havendam (niet in ontwerp): negatief advies, tenzij er zwaarwegende belangen zijn
- Pleidooi voor handhaven Muraltmuur, zichtbaarheid van deze muur vanaf het opengestelde onderhoudspad wordt als pré gezien.

Vanuit het project 'Van Zierik tot Zee', in opdracht van Natuurmonumenten, is een schetsontwerp opgesteld voor een eventuele aanpassing van de inrichting van het havengebied. Het schetsontwerp bestaat uit aanbevelingen voor verbeteringen van de inrichting van het gebied rondom de haven. In het algemeen vallen aanpassingen aan de haveninrichting, anders dan de zeeweringen, buiten de scope van het project.

Uitgangspunt is het behoud van de bestaande Muraltmuur, zodat deze kan worden ingepast in de nieuwe situatie.

In het kader van 'Bloedkoralen van de Oosterschelde' is een verkenning uitgevoerd naar de mogelijkheden van aanpassingen van het gebied rondom de Plompe Toren. Uit deze verkenning zijn op het moment van opstellen van deze ontwerpnota nog geen concrete plannen beschikbaar. Mocht tijdig besloten worden het gebied rondom de toren aan te passen, is het raadzaam deze werkzaamheden gelijktijdig uit te voeren met de werkzaamheden van project Zeeweringen.

Er zijn visvakken direct voor het dijktraject aanwezig tussen dp 34 en dp 36, dp 42 en dp 46 en tussen dp 52 en dp 53 +93m. Tussen dp 46 en dp 53 +93m bevinden zich tevens mosselpercelen.

4 Toetsing

4.1 Algemeen

In 1996 heeft Grondmechanica Delft (GeoDelft) gerapporteerd over de toestand van de dijkbekledingen in Zeeland [5]. Daarna is een globale toetsing uitgevoerd aan de hand van de 'Leidraad Toetsen op Veiligheid, 1999' [6]. Aangezien uit de toetsresultaten is gebleken dat een groot aantal van de bekledingen niet voldoende sterk is, is project Zeeweringen gestart. Binnen dit project worden de bekledingen opnieuw getoetst volgens het Voorschrift Toetsen op Veiligheid (VTV) [7], met verbeterde gegevens en golfrandvoorwaarden.

4.2 Toetsing toplaag

Het waterschap Scheldestromen heeft de gezette bekledingen langs het gehele dijkvak geïnventariseerd, en globale en gedetailleerde toetsingen uitgevoerd [12], [13]. Bij deze toetsingen is een deel van de bekledingen als 'onvoldoende' beoordeeld.

Het projectbureau heeft de toetsingen gecontroleerd en vrijgegeven voor het ontwerp [14], [15], [16]. Het eindoordeel van de toetsingen, weergegeven in Figuur 4 in Bijlage 1 luidt als volgt:

- De bestaande steenbekleding van basalt en betonblokken tussen dp 28+50m en dp 30 +90m is nagenoeg geheel afgekeurd. Enkel een zeer smalle strook basalt aan de bovenkant van de basalttafel is voldoende. Aangezien de oppervlakte van deze bekleding gering is, wordt deze bekleding vervangen;
- De bestaande basalt tussen dp 34 en dp 53+93m is goedgekeurd, kan behouden blijven en wordt ingepast in het nieuwe ontwerp;
- De overige bekledingen zijn afgekeurd;
- De aanwezige kreukelberm tussen dp 32 en dp 53 +93m is bij toetsing als onvoldoende aangemerkt. Mede tengevolge van vernieuwde rekenregels blijkt de bestaande steensortering voor het ontwerp wel te voldoen. Het is dus mogelijk om niet een geheel nieuwe kreukelberm aan te brengen, maar enkel de bestaande stortsteen te herprofilen en zo nodig aan te vullen met nieuwe breuksteen.

4.3 Damwanden, havenplateau en loskade

De stalen damwand tussen dp 26 +85m en dp 28 +50m die onderdeel uitmaakt van het havenplateau aan de westzijde van de haven is voldoende getoetst als waterkering. Het aangrenzende plateau ligt echter op NAP +2,4m wat lager is dan het ontwerppeil van NAP +3,5m waardoor in principe eisen gesteld worden aan een bekleding op en boven het niveau van het havenplateau. Echter omdat het aangrenzende achterliggende terrein van de kruin van de dijk op dit traject dusdanig hoog ligt – ca. NAP +5,0m – en voldoende breed is, heeft de beheerder beoordeeld dat het niet nodig is de verharding op het plateau te verbeteren en een bekleding aan te brengen. Bij maatgevende condities is een voldoende breed profiel aanwezig, zodat in geval van afslag van een deel van het dijklichaam alsnog aan de gestelde veiligheidsnorm voor de achterliggende polder voldaan wordt, zie Bijlage 2.5.

Zodoende is het binnen het kader van project Zeeweringen niet benodigd aanpassingen aan het profiel tussen dp 26 +85m en dp 28 +50m aan te brengen. Uitzondering is de aansluiting van de damwand op de glooiing bij dp 28 +50m, in de hoek van de haven: ter plaatse is achter de kruin van de dijk geen hoog en breed terrein aanwezig waardoor boven het niveau van de damwand een bekleding aangebracht dient te worden op het aanwezige bovenbeloop. Dit kan door de te kiezen bekleding op het aangrenzende traject op de boventafel door te zetten op een deel van het onbeklede talud boven het havenplateau, ofwel door dit talud deels te voorzien van open steenasfalt.

De betonnen damwand die onderdeel uitmaakt van de loskade tussen dp 30 +90m en dp 32 verkeert in dermate slechte conditie dat deze onvoldoende functioneert als waterkering. Tevens is de bestaande bekleding van betonblokken op het talud boven de loskade, alsmede de bekleding op dit terrein afgekeurd. Op verzoek van het waterschap wordt op dit traject de bestaande damwand met loskade deels verwijderd en wordt ter plaatse een talud met glooiingsconstructie aangebracht. Een andere oplossing voor verbetering van dit traject middels het aanbrengen van een nieuwe damwand vóór de bestaande damwand is technisch ook mogelijk en als optie beschouwd, financieel is deze oplossing echter dermate ongunstig in verhouding tot het afbreken van de bestaande damwand en het realiseren van een talud met steenbekleding dat voor de laatste optie is gekozen. Afgesproken is dat de nieuwe glooiing tussen dp 30 +90m en dp 32 binnen het project Zeeweringen gerealiseerd wordt.

4.4 Conclusies

- De gehele gezette bekleding moet worden verbeterd, uitgezonderd de basaltbekleding van dp 34 tot dp 53+93m;
- Tussen dp 26+85m en dp 28+50m zijn geen aanpassingen aan de waterkering binnen dit project noodzakelijk;
- De bestaande damwand tussen dp 30+90m en dp 32 wordt vervangen voor een talud met steenbekleding, het ontwerp en de uitvoering van deze aanpassing behoort wel tot dit project;
- De bestaande sortering van de breuksteen in de aanwezige kreukelberm voldoet als sortering voor de benodigde breuksteen sortering in de nieuwe kreukelberm. Deze breuksteen kan dus worden hergebruikt / geherprofileerd en zonodig worden aangevuld met nieuwe breuksteen ten behoeve van de nieuwe kreukelbermconstructie. In geval van hergebruik, op locaties waar aanvullen niet mogelijk is, dient onder de aan te brengen breuksteen een geotextiel te worden aangebracht.

5 Keuze bekleding

5.1 Inleiding

Uit de toetsing is gebleken dat een groot deel van de bestaande bekleding moet worden verbeterd. In dit hoofdstuk wordt eerst bepaald welke nieuwe bekledingstypen kunnen worden toegepast. Vervolgens wordt een keuze gemaakt. De volgende stappen worden gevolgd:

- Beschikbaarheid;
- Voorselectie;
- Technische toepasbaarheid;
- Afweging en keuze.

5.2 Beschikbaarheid

In Tabel 5.1 zijn de hoeveelheden materiaal, zoals bijvoorbeeld betonblokken en basaltzuilen, weergegeven die vrijkomen bij het vernieuwen van de bekleding en die eventueel kunnen worden hergebruikt. 'Zeewaarts spreiden' van de vrijkomende bekledingen is op de Oosterschelde niet toegestaan. Niet herbruikbare hoeveelheden dienen te worden afgevoerd.

Tabel 5.1 Vrijkomende hoeveelheden betonblokken en basaltzuilen (exclusief verliezen)

Toplaag	Afmetingen	Oppervlakte [m ²]	Oppervlakte gekanteld [m ²]
Haringmanblokken	0,50 x 0,50 x 0,20 m ³	1.290	516
Vlakke betonblokken	0,50 x 0,50 x 0,20 m ³	880	352
Basaltzuilen	0,20 - 0,25m	2.830	n.v.t.

Materialen uit bestaande depots of uit andere dijkverbeteringen

De dijkverbetering van Haven Burghsluis Koudekerksche inlaag wordt in 2014 uitgevoerd. Op dit moment is nog niet bekend hoeveel bekledingsmateriaal bij de start van de uitvoering bij andere dijkverbeteringen vrij zal komen of aanwezig is in nabij gelegen depots. Wanneer de dijkverbetering van deze nota gelijktijdig met deze andere dijkverbeteringen wordt uitgevoerd, kunnen knelpunten ontstaan in de aanvoer van de te hergebruiken materialen, bijvoorbeeld als gevolg van mogelijke verschuivingen in de planning. In deze ontwerpnota wordt geen rekening gehouden met de aanvoer van bestaande materialen, die elders vrijkomen.

5.3 Mogelijk toepasbare materialen

De volgende bekledingstypen zijn mogelijk [2]:

- 1) zetsteen op filterlaag:
 - a) (gekantelde) betonblokken,
 - b) (gekantelde) granietblokken,
 - c) (gekantelde) koperslakblokken,
 - d) basaltzuilen,
 - e) Betonzuilen;
- 2) Breuksteen op filter of geotextiel:
 - a) losse breuksteen,

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

Ad 1.

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

Voor hergebruik van vrijkomende basaltzuilen moet onderscheid worden gemaakt tussen zuilen met een hoogte groter dan 30 cm en kleiner. Basaltzuilen kleiner dan 30 cm kunnen worden opgemengd met breuksteen 10-60kg en als overlaging breuksteen 10-60kg worden toegepast. Om een goede gradering te waarborgen mag maximaal 50% basalt worden bijgemengd, e.e.a. wordt in het contract verder uitgewerkt. Indien de overlaging wordt ingegoten is het belangrijk dat het materiaal schoon is. De grotere basaltzuilen, die bij dit dijkvak vrijkomen, kunnen worden hergebruikt in het onderhavige dijkvak om het vak goedgetoetste basalt daar waar nodig uit te breiden tot aan het niveau van gemiddeld hoogwater.

Haringmanblokken en vlakke blokken komen slechts in zeer beperkte hoeveelheid vrij en zijn ook niet in depot beschikbaar. Bij het verdere ontwerp wordt daarom niet met hergebruik middels gekantelde toepassing rekening gehouden.

Ad 2./4.

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

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

Ad 3.

Het toepassen van open steenasfalt in de getijdenzone, blootgesteld aan dagelijkse golfaanval, wordt op verzoek van de beheerder niet in de afweging meegenomen als toepasbare bekleding op zowel de ondertafel als de boventafel. Open steenasfalt kan daarom enkel toegepast worden op delen van het talud boven het ontwerppeil.

Ad 4.

Een overlaging wordt veelal toegepast wanneer een lager liggend deel van de ondertafel onvoldoende sterk is en een hoger liggend, aanmerkelijk groot deel kan worden gehandhaafd, of wanneer het deel, dat onvoldoende is, relatief diep ligt en moeilijk bereikbaar is of in het geval van steile taluds waarbij weinig ruimte beschikbaar is waardoor andere materialen niet toepasbaar zijn. Voor het dijkvak van deze nota zijn de taluds aan de steile kant. Met een overlaging wordt tevens het

grondverzet aanzienlijk beperkt omdat uit de boringen blijkt dat er op de ondertafel plaatselijk een kleidiktetekort is.

In het traject dp34 tot dp53 +93m is de basaltbekleding goedgekeurd. Deze basalt is alleen te behouden door de eronder liggende bekleding, bestaande uit kleine vakken Vilvoordse steen direct boven de teenconstructie, te overlagen.

Ad 5.

Aangezien de dijk geen voldoende hoog en stabiel voorland heeft en onderhevig is aan vrij forse golfaanval in combinatie met de lange duurbelasting, komt deze niet voor de toepassing van een kleidijk in aanmerking.

Tabel 5.2 en Tabel 5.3 geven de voorkeuren voor de bekledingstypen die volgen uit het Detailadvies, dat is opgenomen in Bijlage 2.2. In deze tabellen is ook rekening gehouden met de beschikbaarheid en de voorselectie. Indien noodzakelijk mag van de voorkeuren worden afgeweken. Dit laatste dient wel duidelijk te worden onderbouwd.

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

Dijkpaal	Getijdenzone	
	Herstel	Verbetering
26+85m - 28+50m	▪ Damwand goed getoetst, <i>behoeft geen aanpassing</i>	
28+50m - 30+90m	▪ Gepenetreerde breuksteen + lavasteen ▪ Betonzuilen	▪ Gepenetreerde breuksteen + lavasteen ▪ Betonzuilen
30+90m - 32	▪ <i>Huidige loskade</i>	
32 - 36	▪ Gepenetreerde breuksteen + lavasteen ▪ Betonzuilen ▪ <i>Behoud bestaande basalt</i> ¹ (daartoe onderste taluddeel overlagen met gepenetreerde breuksteen + lavasteen)	▪ Betonzuilen met ecotoplaag ▪ <i>Behoud bestaande basalt</i> ¹ (daartoe onderste taluddeel overlagen met gepenetreerde breuksteen + lavasteen)
36 - 53+93m	▪ Betonzuilen met ecotoplaag ▪ <i>Behoud bestaande basalt</i> (daartoe onderste taluddeel overlagen met gepenetreerde breuksteen + lavasteen)	▪ Betonzuilen met ecotoplaag ▪ <i>Behoud bestaande basalt</i> (daartoe onderste taluddeel overlagen met gepenetreerde breuksteen + lavasteen)

1) Enkel mogelijk op het deel waar de bestaande basalt goedgekeurd is, tussen dp 34 en dp 36

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

Dijkpaal	Boven GHW	
	Herstel	Verbetering
26+85m - 28+50m	▪ <i>Damwand goed getoetst, bekleding boven damwand hoeft geen aanpassing op basis van afslagberekening</i>	
28+50m - 30+90m	▪ Betonzuilen	▪ Betonzuilen
30+90m - 32	▪ <i>Huidige loskade</i>	
32 - 38	▪ Betonzuilen	▪ Betonzuilen
38 - 47	▪ Betonzuilen	▪ Betonzuilen
47 - 53+93m	▪ Betonzuilen	▪ Betonzuilen

Uit Tabel 5.2 wordt geconcludeerd dat de nieuwe bekledingen in de ondertafel moeten worden uitgevoerd in betonzuilen (al dan niet met eco-toplaag) en/of ingegoten breuksteen, afgestrooid met lavasteen. Tussen dp 34 en dp 53+93m is de bestaande basaltbekleding op de ondertafel goedgekeurd. Vanwege de sterke voorkeur vanuit zowel economisch, ecologisch, landschappelijk en cultuurhistorisch oogpunt, wordt gekozen de bestaande goedgekeurde basalt op dit traject te behouden. Dit is technisch enkel mogelijk door het laagste deel van de ondertafel (waar in de huidige situatie Vilvoordse steen aanwezig is) te overlagen met gepenetreerde breuksteen. Deze overlaging dient volledig te worden ingegoten met gietasfalt en te worden afgestrooid met lavasteen om de vestiging van wieren te bevorderen.

Uit Tabel 5.3 wordt geconcludeerd dat de nieuwe bekledingen in de boventafel moeten worden uitgevoerd in betonzuilen. Boven ontwerppeil is het daarbij mogelijk om open steenasfalt toe te passen. Deze dient te worden afgedekt met grond en te worden ingezaaid teneinde begroeiing met gras en vegetatie te bevorderen.

Op basis van het ecologisch advies is waterbouwasfaltbeton geen toepasbare bekleding voor het hele dijkvak. Ook boven ontwerppeil geldt een voorkeur van open steenasfalt boven waterbouwasfaltbeton gelet op ecologische en landschappelijke waarden.

Bij dp 28+50m dient voor een goede aansluiting boven het niveau van de damwand een bekleding aangebracht te worden, vanwege de geringe breedte van het achterliggende hooggelegen terrein. Deze bekleding kan bestaan uit het doorzetten van de nieuwe bekleding op de boventafel van het aangrenzende talud, of door het aanbrengen van open steenasfalt. In het laatste geval zal open steenasfalt onder ontwerppeil worden toegepast, maar gezien de aanwezige damwand en het havenplateau op redelijk niveau (NAP +2,4m) ligt, mag worden aangenomen dat op deze locatie onder dagelijkse omstandigheden de open steenasfalt niet belast wordt en daarom toegepast kan worden om de aansluiting te realiseren. Gekozen wordt voor het toepassen van open steenasfalt vanwege de flexibiliteit van dit materiaal bij toepassing over kleinere oppervlakten en de mogelijkheid om deze bekleding af te dekken met grond en in te zaaien met gras, waarmee de nieuwe bekleding aan het zicht onttrokken wordt.

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

5.4 Technische toepasbaarheid

De technische toepasbaarheid van een bekleding met zetsteen moet worden aangetoond met het rekenprogramma Steentoets2010 versie 1.10, met inachtneming van het Technisch Rapport Steenzettingen [8], en uitgaande van de representatieve waarden voor de constructie en de randvoorwaarden. De rekenmethodiek wordt beschreven in de Handleiding toetsing en ontwerp [2].

De berekeningen betreffen alleen het bezwijkmechanisme 'Instabiliteit van de toplaag'. Met het bezwijkmechanisme 'Afschuiving' wordt rekening gehouden door te werken met hellingen flauwer dan of gelijk aan 1:2,5. Steilere hellingen worden alleen toegelaten wanneer het niet anders kan, bijvoorbeeld bij de aansluiting op een gemaal of sluis. De benodigde dikte van de kleilaag wordt gegeven in hoofdstuk 6. Met het bezwijkmechanisme 'Materiaaltransport' wordt rekening gehouden bij het ontwerp van het 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].

5.4.1 Taludhellingen, teen en berm

Een belangrijk aspect in de berekening van de technische toepasbaarheid is de taludhelling. Binnen bepaalde grenzen biedt het ontwerp de mogelijkheid tot het kiezen van de taludhelling. Het is in principe mogelijk om de taludhelling zo flauw te kiezen dat elk bekledingstype toepasbaar is. Er moet worden gezocht naar een optimalisatie tussen grondverzet, bekledingslengte, kosten en natuurwaarden. In het algemeen moet een nieuwe bekleding worden aangelegd tussen de bestaande teen en de bestaande berm, en zoveel mogelijk worden aangepast aan de bestaande taludhelling, ter beperking van het benodigde grondverzet. Daarnaast kan worden geëist dat een bepaalde dikte van de kleilaag wordt gehandhaafd, met name als het een kleilaag op zand betreft. Ook dit kan de keuze van de taludhelling beïnvloeden. Wanneer de bestaande kleilaag moet worden afgegraven en opnieuw opgebouwd, om te voldoen aan een minimale laagdikte, kan de taludhelling worden gewijzigd.

De taludhellingen en de teenniveaus van de dijk langs Haven Burghsluis Koudekerksche inlaag 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]
30	2,6	2,6	-0,94	-1,00	1,50	0 ¹
31+50m	2,6	2,6	damwand	-1,00	0,90	0 ¹
34	3,2	3,2	-1,06	-1,20	0,60	0
41	3,0	3,4	-1,13	bestaand	-	-
45	3,0	3,0	-1,34	bestaand	-	-
50	3,2	3,2	-1,30	bestaand	-	-

1) Er is geen sprake van habitatverlies omdat het betreffende profiel zich in de haven bevindt

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 door conform het Technisch Rapport Steenzettingen steeds te rekenen met de gemiddelde helling over een diepte van $1,5 \cdot H_s$ onder de beschouwde waterstand.

De maximale verschuiving van de teen, in de richting van het voorland, bedraagt 1,5 m en bevindt zich in de haven. Tussen dp 32 en dp 34 zal de nieuwe teen ca. 0,6 m buitenwaarts verschuiven. Omdat zowel de bestaande dijkteen als de nieuwe teenconstructie op dit traject onder het voorland cq. kreukelberm reikt zal de teenverschuiving geen vermindering van ecologisch waardevol gebied tot gevolg hebben.

Tussen dp 26 +85m en dp 28 +50m is een havenplateau aanwezig op een niveau van NAP +2,4m, dit plateau blijft behouden en de huidige hoogte blijft dus gehandhaafd. Tussen dp 28 +50m en dp 30 +90m ligt op NAP +2,0m een pad aan de buitenzijde van de dijk, dit is echter zo smal (ca. 90cm) dat van een buitenberm geen sprake is. In de nieuwe situatie wordt een buitenberm aangebracht op ontwerppeil NAP +3,5m, met een breedte van 2,5m. Tussen dp 30 +90m en dp 32 ligt de kade op NAP +2,2m.

Ook op dit deel wordt op verzoek van de beheerder in de nieuwe situatie een buitenberm op NAP +3,5m met een breedte van 2,5m gecreëerd.

Vanaf de haven tot dp 45 bevindt zich momenteel een buitenberm onder ontwerppeil, met de buitenknik op een gemiddeld niveau van NAP +2,4m. Van dp 45 tot dp 53+93m ontbreekt een buitenberm. In de nieuwe situatie wordt tussen de haven en dp 42 de steenbekleding van de boventafel doorgezet tot op de nieuw te realiseren berm, voorzien van een onderhoudsstrook, op ontwerppeil. Tussen dp 42 en dp 53+93m is geen ruimte voor het aanbrengen van een buitenberm met onderhoudsstrook op ontwerppeil en wordt in de nieuwe situatie de nieuwe bekleding aangebracht tot ontwerppeil + ½ Hs: tot NAP +4,54m. In praktijk betekent dit het aanbrengen van de nieuwe bekleding tot tegen de bestaande Muraltmuur.

5.4.2 Betonzuilen

De stabiliteit van betonzuilen is berekend voor de representatieve taludhelling van het betreffende deelgebied. Hieruit blijkt dat betonzuilen toepasbaar zijn op het onderhavige dijktraject. De berekening is opgenomen in Bijlage 3.2. Indien betonzuilen worden toegepast wordt het optimale zuiltype bepaald in hoofdstuk 6.

5.4.3 Breuksteen

Volgens het Detailadvies kunnen de afgekeurde bekledingen in de ondertafel tussen dp 28+50m en dp 30+90m en tussen dp 32 en dp 34 worden overlaagd met ingegoten breuksteen. Tussen dp 30+90m en dp 32 kan met gietasfalt gepenetreerde breuksteen op de ondertafel worden toegepast ter vervanging van de damwand. Op het traject tussen dp 34 en dp 53+93m zal onder de te behouden basalttafel in ieder geval een overlaging van gepenetreerde breuksteen toegepast worden.

Een ingegoten bekleding wordt standaard uitgevoerd met breuksteen van de sortering 10-60 kg, die in een laag met een minimale dikte van 0,40 m dient te worden aangebracht. Deze minimale laag breuksteen moet over de volledige hoogte worden ingegoten (vol-en-zat uit de Milieu-inventarisatie). Deze ingegoten laag kan de golfklappen goed weerstaan.

Wanneer het gewenst is dat de stenen aan het oppervlak schoon zijn (niet vol-en-zat uit de Milieu-inventarisatie), dan wordt direct na het ingieten van de breuksteen met gietasfalt lavasteen van de sortering 60/150 mm over het oppervlak uitgestrooid, die gedeeltelijk in het asfalt dient weg te zakken. Echter op basis van het detailadvies milieu wordt geconcludeerd dat er voor het onderhavige dijkvak geen meerwaarde ligt in het aanbrengen van lavasteen.

5.5 Deelgebieden

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

Deelgebied I, Havenplateau Westzijde haven: dp 26+85m – dp 28+50m:

In dit deelgebied is geen glooiing met steenbekleding aanwezig maar bevindt zich een stalen damwand met aansluitend een met klinkers verhard havenplateau. De damwand is bij toetsing voldoende gebleken en behoeft geen aanpassing. De bovenzijde van de damwand en dus het niveau van het havenplateau ligt op NAP +2,4m.

Representatief dwarsprofiel voor dit deelgebied is dp28 en de dijknormaal is georiënteerd op 65° (ca. ONO). Het talud boven het havenplateau heeft een gemiddelde helling van ca. 1:3,6, met delen 1:1,9. Op dit talud zijn een op- en afrit gesitueerd. Dit deelgebied sluit bij dp 26+85m aan op de grootste, zuidelijk gelegen havendam. In 2007 is het dijkvak Burgh en Westlandpolder uitgevoerd, waarbij de bekleding tot op een deel van deze havendam is verbeterd.

Deelgebied II, Glooiing noordzijde haven: dp 28+50m – dp 30+90m:

Deelgebied II betreft het aanwezige talud aan de noordzijde van de haven Burghsluis, tussen het havenplateau aan de westzijde en de loskade aan de oostzijde. Nabij dp 30 bevindt zich een nol waarop een steiger aansluit. Direct vóór het talud is een smalle strook slik aanwezig, verder naar buiten wordt de havenbodem op diepte gehouden door de watersportvereniging om de afmeersteiger voor boten beschikbaar te houden. Op dit deel is geen kreukelberm aanwezig. De bestaande bekledingen in deelgebied II, basalt met daarboven betonblokken, zijn gelegen op een onderlaag van klei. De kleidiktes over dit traject variëren tussen 0,8m en 1,7m. Op het bovenbeloop, boven de huidige bekleding, is een kleilaag van 1,5m dikte aanwezig. Afgezien van een smal looppad op ca NAP +2,0m is op dit deelgebied geen buitenberm aanwezig.

Representatief dwarsprofiel voor dit deelgebied is dp30 en de dijknormaal is georiënteerd op 150° (ca. ZZO). De taludhelling van de ondertafel is ca. 1:2,6, van de boventafel ca. 1:2,3.

Deelgebied III, Loskade noordzijde haven: dp 30+90m – dp32:

Dit deelgebied bestaat uit een betonnen damwand met een loskade. Het betreft het gedeelte van het traject waar een talud met steenbekleding gerealiseerd zal worden, al is deze momenteel niet aanwezig. Op verzoek van het waterschap is dit deel meegenomen in project Zeeweringen. De bovenzijde van de damwand bevindt zich op een niveau van NAP +2,2 m. De kade is bekleed met klinkers. Het talud boven de kade is deels bekleed met vlakke blokken. Onder de blokken op de boventafel en op het bovenbeloop boven ontwerppeil is een kleilaag van gemiddeld 1,5m dikte aanwezig. Een buitenberm op of nabij het ontwerppeil ontbreekt.

Representatief dijkprofiel voor dit deelgebied is dp 31+50m en de dijknormaal is georiënteerd op 150° (ca. ZZO). De taludhelling van de van betonblokken voorziene boventafel ca. 1:2,6. De taludhelling op het direct bovengelegen bovenbeloop is ca. 1:2,4.

Deelgebied IV, Bootsinlaag: dp 32 – dp 34:

Deelgebied IV betreft het traject tussen de kortste havendam aan de oostzijde van haven Burghsluis en dp 34. De bestaande bekledingen in dit deelgebied, basalt met zowel daaronder als daarboven een bekleding van gezette Vilvoordse steen, zijn gelegen op een onderlaag van klei. Dit kleipakket heeft op het hele talud een behoorlijke laagdikte van 0,8m à 2,5m. Ter plaatse van de teen is de kleilaag echter over het algemeen veel minder dik, op sommige locaties slechts 0,1m. Lokaal is onder de ondertafel in het aanwezige kleipakket een zandlaag aanwezig. In dit deelgebied is een voorland aanwezig, bestaande uit slik met stenen. Ter plaatse van de dijkteen is een kreukelberm aanwezig, bestaande uit stortsteen met een sortering 40-200 kg. Deze bestorting bevindt zich in tegenstelling tot de gebruikelijke locatie van een kreukelberm niet in het voorland vóór de teen, maar ligt grotendeels op de aanwezige bekleding van Vilvoordse steen op de ondertafel. De hoeveelheid aanwezige steen verschilt per locatie. De aanwezige buitenberm is op dit deelgebied onverhard en ligt hier op ca. NAP +2,6m.

Representatief dwarsprofiel voor dit deelgebied is dp 34 en de dijknormaal is georiënteerd op 155° (ca. ZZO). De taludhelling van zowel de ondertafel als de boventafel ca. 1:3,2.

Deelgebied V, Koudekerksche inlaag (zuidwest): dp 34 – dp 42:

Aan de binnenzijde van dit deelgebied ligt de Koudekerksche inlaag. De bestaande bekleding in deelgebied V is overeenkomstig de bekleding van deelgebied IV en is ook hier gelegen op een onderlaag van klei. De kleidikte over dit traject variëren tussen de 0,8m en 1,8m onder de glooiing. Ter hoogte van de teen van de dijk, bij de bekleding van Vilvoordse steen is evenals deelgebied IV op dit deelgebied slechts een dun kleipakket – hier gemiddeld ca. 20 cm – aanwezig. Op het taluddeel boven de bekleding is een aanzienlijk kleipakket van ca. 2,5m over de gehele lengte van het deelgebied aanwezig. In dit deelgebied is afgezien het deel tussen dp 34 en dp 36, waar deze bestaat uit slik met stenen, geen voorland aanwezig. Ter plaatse van de dijkteen is een kreukelberm aanwezig, bestaande uit stortsteen met een sortering 40-200 kg. De hoeveelheid aanwezige steen verschilt per locatie. De aanwezige buitenberm is op dit deelgebied alleen tussen dp 35+50m en dp 39+30m voorzien van een bekleding van vlakke betonblokken, verder is deze onverhard en ligt gemiddeld op ca. NAP +2,4m.

Representatief dwarsprofiel voor dit deelgebied is dp 41 en de dijknormaal is georiënteerd op 155° (ca. ZZO). De taludhelling van zowel de ondertafel als de boventafel ca. 1:3,0.

Deelgebied VI, Koudekerksche inlaag (midden, Plompe Toren): dp 42 – dp 46+50m:

Dit deelgebied is overeenkomstig het vorige deelgebied. Ook hier bestaat de bestaande bekleding uit Vilvoordse steen en basalt en is onder de glooiing, afgezien de Vilvoordse steen op het onderste deel van het talud, een kleipakket van minstens 0,8m dikte aanwezig. Boven de bekleding is eveneens de kleidikte 2,5m. Een droogvallend voorland ontbreekt en de aanwezige kreukelberm heeft een sortering van 40-200 kg. In tegenstelling tot deelgebied V, is op dit deelgebied geen buitenberm aanwezig. Aan de binnenzijde van de dijk is ter plaatse van dp 45+70m in dit deelgebied de Plompe Toren gesitueerd.

Representatief dwarsprofiel voor dit deelgebied is dp 45 en de dijknormaal is georiënteerd op 140° (ca. ZO). De taludhelling van zowel de ondertafel als de boventafel ca. 1:3,0.

Deelgebied VII, Koudekerksche inlaag (noordoost): dp 46+50m – dp 53+93m:

Deelgebied VII vertoont grote overeenkomsten met deelgebied VI. De dijkopbouw is overeenkomstig en ook hier ontbreekt een buitenberm. Nabij dp 47 is een parkeerterrein aan de binnenzijde van de Plompetorenweg gelegen. Op deze locatie is de bekleding op de boventafel afwijkend van de bekleding op de rest van dit deelgebied: de basalttafel is tot een hoger niveau (ca. NAP +3,0m) doorgezet, waarboven Haringmanblokken als taludbekleding zijn toegepast tot tegen de aanwezige Muraltmuur. Dit afwijkende beeld is te verklaren doordat na een dijkval in 1954 de dijk hersteld is. Ter hoogte van dp 52 heeft in de jaren '80 een oeverval plaatsgevonden, de vooroever is nadien bestort.

Representatief dwarsprofiel voor dit deelgebied is dp 50 en de dijknormaal is georiënteerd op 150° (ca. ZZO). De taludhelling van de ondertafel is ca. 1:3,2, van de boventafel ca. 1:4,3.

Voor deelgebied I is het niet noodzakelijk een afweging te maken voor een nieuwe bekleding, aangezien de bestaande situatie wordt gehandhaafd.

De bestaande taludhelling in deelgebied II is zeer steil en er is slechts zeer beperkte ruimte beschikbaar voor uitbreiding naar de buitenzijde vanwege de in stand te houden haveninrichting. Vanuit ontwerptechnische overwegingen en de uitvoering geldt hierdoor een sterke voorkeur voor het toepassen van een overlaging, boven de toepassing van betonzuilen op dit traject. Volgens het Detailadvies is toepassing van met gietasfalt gepenetreerde breuksteen op de ondertafel mogelijk, mits deze wordt afgestrooid met lavasteen. Op de boventafel geldt echter een voorkeur voor betonzuilen, zowel voor verbetering als voor herstel. Bij toepassing van een overlaging op de ondertafel is de buitenwaartse teenverschuiving minimaal en door de laagdikte nabij het niveau van gemiddeld hoogwater (GHW) toe te laten nemen, kan voldoende ruimte gecreëerd worden binnen het bestaande dijkprofiel om op de boventafel betonzuilen als bekleding te kiezen. Deze zijn met een maximale helling van 1:2,5 technisch toepasbaar.

Bij het opstellen van het verdere ontwerp is voor deelgebied III vanwege de geringe lengte van dit deelgebied, uitgegaan van eenzelfde bekleding als voor deelgebied II. Dit zorgt landschappelijk voor een eenduidig beeld binnen de haven, technisch heeft het als voordeel dat op een korte trajectlengte geen extra verticale overgangen tussen verschillende bekledingstypen ontstaan.

De keuze voor de nieuwe bekleding in deelgebied IV wordt in paragraaf 5.6 nader uitgewerkt.

In de deelgebieden V, VI en VII is er slechts één oplossing mogelijk voor de nieuwe bekleding. In deze deelgebieden is de bestaande basaltbekleding in de ondertafel goedgekeurd en is op de boventafel enkel een bekleding van nieuwe betonzuilen mogelijk. Om de bestaande basalt in het nieuwe ontwerp in te passen, is het om technische redenen noodzakelijk de onderste strook Vilvoordse bij de dijkteen te overlagen met gepenetreerde breuksteen. Dit is vanuit ecologie acceptabel wanneer deze laaggelegen overlaging (onder NAP) wordt afgestrooid met lavasteen.

5.6 Keuze voor bekleding

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

5.6.1 Bekledingsalternatieven

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

Bij Alternatief 1 wordt de bekleding in de ondertafel en boventafel vervangen door nieuwe betonzuilen. Alternatief 2 is overeenkomstig alternatief 1, echter is hier uitgegaan van betonzuilen met eco-toplaag op de ondertafel, gebaseerd op het advies voor verbetering in het Detailadvies. Bij alternatief 3 wordt de ondertafel overlaagd met breuksteen, die volledig wordt ingegoten met asfalt en wordt afgestrooid met lavasteen. In de boventafel worden hier betonzuilen toegepast.

Tabel 5.5 Bekledingsalternatieven (zie tabel 0.1)

Alternatief	Ondertafel	Boventafel
1	nieuw te leveren betonzuilen	nieuw te leveren betonzuilen
2	nieuw te leveren betonzuilen met eco-toplaag	nieuw te leveren betonzuilen
3	overlagen met gepenetreerde breuksteen +lavasteen	nieuw te leveren betonzuilen

5.6.2 Afweging en keuze

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

Tabel 5.6 Variant 1

Deelgebied	Ondertafel	Boventafel
I	Behoud bestaande situatie	Behoud bestaande situatie
II	Gepenetreerde breuksteen +lavasteen	Betonzuilen
III	Gepenetreerde breuksteen +lavasteen	Betonzuilen
IV	Betonzuilen	Betonzuilen
V	Bestaande basalt met overlaging bij dijkteen	Betonzuilen
VI	Bestaande basalt met overlaging bij dijkteen	Betonzuilen
VII	Bestaande basalt met overlaging bij dijkteen	Betonzuilen

Tabel 5.7 Variant 2

Deelgebied	Ondertafel	Boventafel
I	Behoud bestaande situatie	Behoud bestaande situatie
II	Gepenetreerde breuksteen +lavasteen	Betonzuilen
III	Gepenetreerde breuksteen +lavasteen	Betonzuilen
IV	Betonzuilen met eco-toplaag	Betonzuilen
V	Bestaande basalt met overlaging bij dijkteen	Betonzuilen
VI	Bestaande basalt met overlaging bij dijkteen	Betonzuilen
VII	Bestaande basalt met overlaging bij dijkteen	Betonzuilen

Tabel 5.8 Variant 3

Deelgebied	Ondertafel	Boventafel
I	Behoud bestaande situatie	Behoud bestaande situatie
II	Gepenetreerde breuksteen +lavasteen	Betonzuilen
III	Gepenetreerde breuksteen +lavasteen	Betonzuilen
IV	Gepenetreerde breuksteen +lavasteen	Betonzuilen
V	Bestaande basalt met overlaging bij dijkteen	Betonzuilen
VI	Bestaande basalt met overlaging bij dijkteen	Betonzuilen
VII	Bestaande basalt met overlaging bij dijkteen	Betonzuilen

De varianten zijn op de volgende aspecten tegen elkaar afgewogen:

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

-
- Kosten.

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

Landschap

Op het grootste deel van het dijkvak blijft de bestaande basaltglooiing gehandhaafd, wat landschappelijk de voorkeur heeft. Het toepassen van betonzuilen op de boventafel past tevens goed in het streefbeeld ten aanzien van de landschapsvisie. Het toepassen van een overlaging op de ondertafel en betonzuilen op de boventafel in de haven Burghsluis sluit tevens aan bij de landschapsvisie voor de Oosterschelde [3], een donkere kleur op de ondertafel en een lichtgekleurde boventafel. Het verwijderen van de bestaande loskade aan de noordzijde van de haven is landschappelijk niet direct gewenst, echter het doorzetten van de bekleding van het naastliggende deelgebied is ten gevolge van de keuze voor de sloop van de loskade landschappelijk het beste uitgangspunt.

De bekleding van betonzuilen op de boventafel in deelgebied IV sluit aan op de landschapsvisie voor de Oosterschelde [3] en geeft een eenduidig beeld op de boventafel van het gehele dijkvak. Voor de ondertafel zijn drie opties mogelijk. Hierbij geldt dat de voorkeur uitgaat naar een bekleding met een donkere kleur. Bij toepassing van betonzuilen – al dan niet met eco-toplaag – zal de ondertafel de eerste tijd een lichte kleur hebben. Later, ervan uitgaande dat de zuilen in de loop van een aantal jaren begroeid raken, krijgt de ondertafel de gewenste donkere kleur. Bij toepassing van betonzuilen met eco-toplaag zal deze begroeiing sneller plaatsvinden. Een overlaging heeft direct de gewenste donkere kleur. Gezien het cultuurhistorisch beeld van een bekleding met basaltzuilen, die behouden blijft in de nieuwe situatie, is er landschappelijk een voorkeur voor het doorzetten van een elementenbekleding op dit deelgebied met relatief geringe lengte, dus het toepassen van betonzuilen op de ondertafel.

Natuur

Twee van de varianten sluiten aan op het Detailadvies met herstel van de huidige natuurwaarden: de varianten 1 en 3 met respectievelijk betonzuilen en een overlaging op de ondertafel in deelgebied IV. Bij variant 2 is een verbetering van de huidige natuurwaarden mogelijk door het toepassen van betonzuilen met een eco-toplaag op de ondertafel in deelgebied IV.

In de haven is een bekleding van breuksteen, gepenetreerd met gietasfalt en afgestrooid met lavasteen acceptabel. Door het toepassen van betonzuilen op de boventafel op het gehele dijkvak is volgens het Detailadvies op het gehele traject een verbetering van de huidige natuurwaarden mogelijk.

Volgens het Detailadvies zijn tussen dp 36 en dp 53 +93m op de ondertafel als enige nieuwe bekleding betonzuilen met eco-toplaag toepasbaar. Uitzondering hierop is de te kiezen nieuwe bekleding in geval van behoud van basalt op dit traject: in dat geval is het technisch enkel mogelijk het laagste deel van de ondertafel (waar in de huidige situatie Vilvoordse steen aanwezig is) te overlagen met gepenetreerde breuksteen. Gezien de aanwezigheid van het zeldzame groefwier op deze locatie, dat zich specifiek vestigt op basalt, geniet behoud van basalt en daarbij behorende overlaging van

onderliggende Vilvoordse steen de voorkeur. Wel dient deze overlaging volledig te worden ingegoten met gietasfalt om vervolgens te worden afgestrooid met lavasteen om de vestiging van wieren te bevorderen.

Het dijkvak grenst grotendeels aan de speciale beschermingszone 'Oosterschelde', die is aangewezen c.q. aangemeld als Habitatrictlijngebied, Vogelrichtlijngebied en Nb-wetgebied, met de buitenteen van de dijk als begrenzing. Langs het dijkvak komen plaatselijk habitattypen voor die het gebied kwalificeren als Habitatrictlijngebied, waaronder slikken en/of schorren. Het verschuiven van de teen van de dijk in zeewaartse richting betekent verlies van kwalificerend habitat. Conform de EU-habitatrictlijn 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.

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

Indien er varianten mogelijk zijn zonder significante gevolgen, dan is de initiatiefnemer conform de richtlijn gedwongen één van deze varianten uit te voeren. Echter de teenverschuiving in deelgebied IV vindt in alle varianten plaats en kan niet worden voorkomen door de noodzakelijke verlaging van het niveau van de teen van de dijk. Doordat de nieuwe teenconstructie onder het voorland cq. de kreukelberm wordt aangebracht is geen significant verlies van habitatype 1160 te verwachten.

Het buitentalud van het gehele dijkvak kent geen functie als hoogwatervluchtplaats of foerageergebied voor vogels, evenmin vervult dit deel van de dijk een functie als specifieke broedlocatie.

Op basis van bovenstaande overwegingen geldt voor het aspect natuur een voorkeur voor variant 2.

Kosten

De kostenverschillen tussen de varianten zijn, naar verwachting, gering. Dit wordt voornamelijk veroorzaakt doordat het verschil tussen de varianten enkel het te kiezen bekledingstype op de ondertafel van deelgebied IV is, waarbij geldt dat dit deelgebied gezien het gehele dijkvak slechts een beperkte lengte heeft.

Het toepassen van betonzuilen op de ondertafel, met of zonder eco-toplaag, zal in het algemeen kostbaarder zijn dan het toepassen van een overlaging. Niet alleen vanwege de hogere kosten voor de bekleding zelf, ook omdat een grondverbetering op dit taluddeel uitgevoerd dient te worden en een nieuwe teenconstructie dient te worden aangebracht.

Het toepassen van betonzuilen met eco-toplaag als in variant 2 ten opzichte van het toepassen van betonzuilen zonder deze laag volgens variant 1 zal tot enigszins hogere kosten leiden.

In Tabel 5.9 is de afweging samengevat. Hieruit blijkt dat voor variant 2 de totaalscore en de verhouding tussen de totaalscore en de kosten het hoogst zijn.

Tabel 5.9 Samenvatting keuzemodel

Variante	Totaalscore	Kosten	Score/kosten
1	77,3	1,01	76,24
2	79,5	1,02	78,27
3	74,8	1,00	74,82

Gelet op bovengenoemde nadelen van variant 3 en de mogelijkheid tot verbetering van natuurwaarden bij het toepassen van betonzuilen met eco-toplaag bij variant 2, is variant 2 de voorkeursvariant die in hoofdstuk 6 verder wordt uitgewerkt.

5.7 Onderhoudsstrook

Op de stormvloedberm wordt – daar waar deze aanwezig is in de nieuwe situatie – een nieuwe onderhoudsstrook aangelegd. De toplaag wordt uitgevoerd in dichtasfaltbeton.

Tussen dp 28+50m en dp 32 is deze onderhoudsstrook openbaar toegankelijk en sluit bij dp 28+50m aan op de openbare weg. Tevens geeft de onderhoudsstrook toegang tot de steiger nabij dp 30. Ter plaatse van dp 32 sluit de onderhoudsstrook aan op de bestaande dijkopgang tussen dp 32 en dp 34, die toegang geeft tot de Nieuwe Havenweg.

Van dp 32 tot dp 42 is de onderhoudsstrook opengesteld voor fietsers. Bij dp 42 wordt het onderhoudspad aangesloten op de Plompetorenweg, die op deze locatie breder is dan op het overige wegtracé waardoor een verkeerskundig veilige inrichting gerealiseerd kan worden.

5.8 Bekleding boven ontwerppeil

Tussen dp 28+50m en dp 42 wordt een buitenberm, voorzien van een onderhoudsstrook, aangebracht op ontwerppeil. Op dit traject sluit de nieuwe bekleding op het ontwerppeil aan op de verharde onderhoudsstrook op de berm. Boven ontwerppeil hoeft hierdoor geen verdere bekleding aangebracht te worden.

Tussen dp 42 en dp 53+93m is in de huidige situatie onvoldoende ruimte voor het creëren van een buitenberm op ontwerppeil. Hier dient in de nieuwe situatie de nieuwe bekleding daarom aangebracht te worden tot ontwerppeil + ½ Hs [2]. Dit houdt in tot een niveau van NAP +4,54m. In praktijk betekent dit het aanbrengen van de nieuwe bekleding tot tegen de bestaande Muraltmuur. Omdat de bestaande Muraltmuur niet overal de lijn van de bestaande dijkteen volgt is de afstand tussen de bovenzijde van de nieuwe bekleding op ontwerppeil en de voet van de bestaande Muraltmuur variabel. Hierdoor is het niet goed mogelijk om boven ontwerppeil op dit traject de betonzuilen door te zetten en aan te sluiten tot tegen de muur. Daarbij komt dat een bekleding van betonblokken niet uitermate geschikt is om een dergelijke aansluiting te realiseren. Gekozen is om van dp 42 tot dp 53+93m tussen ontwerppeil en de voet van de Muraltmuur het tussenliggende talud te bekleden met open steenasfalt. Dit is een bekleding die goed aan te sluiten is op de bestaande muurconstructie en waarbij een steeds verschillende taludhelling en taludlengte eenvoudig op de bestaande situatie af te stemmen is. Tevens is een dergelijke aansluiting tussen ontwerppeil en de Muraltmuur ook aangebracht op het aangrenzende dijkvak Schelphoek West. Door de open steenasfalt af te dekken met

grond en in te zaaien met gras wordt landschappelijk een gewenst groen beeld gerealiseerd. Deze bekleding is vanwege de mogelijkheid van begroeiing vanuit ecologie tevens acceptabel.

5.9 Golfoploop

De golfoploop van de voorkeursvariant, tijdens ontwerpcondities, is vergeleken met de golfoploop in de oude situatie. In Tabel 5.10 is voor een aantal dwarsprofielen het effect van het gewijzigde talud en de gewijzigde berm op de golfoploop gegeven. De berekening van de golfoploop is opgenomen in Bijlage 3.4. Hieruit wordt geconcludeerd dat de golfoploop op het gehele dijkvak afneemt.

Tabel 5.10 Effect op golfoploop

Dwarsprofiel (Dijkpaal)	Vergrotingsfactor golfoploop
1 (dp 28)	-
2 (dp 30)	0,89
3 (dp 31+50m)	-
4 (dp 34)	0,67
5 (dp 41)	0,72
6 (dp 45)	0,97
7 (dp 50)	0,85

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, dat is weergegeven in Tabel 5.7 en Figuur 6 van Bijlage 1, nader uitgewerkt. De bijbehorende dwarsprofielen zijn weergegeven in Figuur 8 t/m Figuur 14 in Bijlage 1.

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

6.1 Kreukelberm en teenconstructie

In het algemeen bestaat de kreukelberm uit 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.

Aangezien voor de huidige dijk geen goede kreukelberm aanwezig is, moet een nieuwe kreukelberm worden aangebracht. De benodigde sortering van de top laag, die is bepaald volgens de Handleiding Toetsing en Ontwerp [2], bedraagt 40-200 kg. Hierbij is uitgegaan van een voorland welke in de planperiode met 0,5m in hoogte zal afnemen. In Bijlage 3.3 is een berekening opgenomen. In Tabel 6.1 zijn de steensorteringen voor de verschillende randvoorwaardenvakken weergegeven. De nieuwe kreukelberm heeft een breedte van 5 m, in de haven is de breedte 3m vanwege de beperkte beschikbare ruimte door de aanwezige haveninrichting. De laagdikte is 0,7 m of 1,0 m, afhankelijk van de gekozen breedte.

Tabel 6.1 Nieuwe kreukelberm

RVW vak	Deel gebied	Locatie		Hoogte t.o.v. NAP [m]	Sortering [kg]	Laagdikte [m]	Gep.
		Van [dp]	Tot [dp]				
171b	I	26+85m	28+50m	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.
171b	II	28+50m	30+90m	-1,00	40-200	1,0	Nee
171b	III	30+90m	32	-1,00	40-200	0,7	Nee
171a	IV	32	34	-1,20	40-200	0,7	Nee
171a	V	34	42	-1,00	40-200	0,7	Nee
171a	VI	42	46+50m	-1,00	40-200	0,7	Nee
171a	VII	46+50m	53+93m	-1,00	40-200	0,7	Nee

Het geotextiel onder de kreukelberm is een polypropreen weefsel waarop een vlies is gestikt voor extra bescherming tijdens het storten van de steen. Hetzelfde weefsel wordt toegepast onder de geasfalteerde onderhoudsstrook. De contracteisen voor dit weefsel 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	VIH50-index ≥ 15 mm/s
Poriegrootte O90	≤ 350 μ m
Levensduurverwachting	type B (NEN 5132)
Overlap	Banen geotextiel leggen met een overlap van ten minste 0,50 m

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

In deelgebied IV tussen dp 32 en dp 34 wordt een nieuwe teenconstructie geplaatst. De bovenkant van de nieuwe teenconstructie bedraagt NAP -1,2m.

Een nieuwe teenconstructie bestaat uit een teenschot, met een hoogte van 0,60 m, en palen die het teenschot ondersteunen, met een lengte van 1,80 m (h.o.h. 0,30 m, doorsnede: 0,07x0,07 m²). De palen moeten van FSC-hout zijn, dat voldoet aan Duurzaamheidsklasse 1, en het teenschot mag niet dikker zijn dan 2 cm. Boven het teenschot wordt een afgeschuinde betonband aangebracht. Indien aanwezig en van voldoende kwaliteit, worden de betonbanden uit de bestaande bekleding opnieuw gebruikt.

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

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 filterlaag. Voor afschuiving is het van belang dat de dikte van de gehele bekleding, inclusief de onderliggende kleilaag, voldoende groot is. Het transport van klei door de bekleding moet worden voorkomen door op de klei een geotextiel aan te brengen.

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

Om deze onzekerheid van uitvoeringstoleranties af te dekken is bij de dimensionering van de gezette steenbekleding in de berekening per parameter uitgegaan van de

verwachtingswaarde zonder veiligheidsmarge, waarna een overall veiligheidsfactor van 1,2 wordt toegepast op de steendikte [2].

6.2.1 Toplaag van betonzuilen

In paragraaf 5.4.2 is vastgesteld dat betonzuilen technisch toepasbaar zijn langs het gehele dijkvak. Voor die delen waar betonzuilen worden aangebracht zijn de dimensies nader bepaald. Het resultaat van de berekeningen is een 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 toplaagdikten zijn gedimensioneerd met Steentoets2010. Daarbij is het hele bekledingsprofiel ingevoerd, incl. een eventueel gehandhaafde ondertafel of overlaging. Deze berekening heeft uitgewezen dat de genoemde typen betonzuilen stabiel zijn en dat er ook volgens Steentoets2010 een veiligheidsfactor van 1,2 aanwezig is. De resultaten zijn vermeld in Tabel 6.3.

Tabel 6.3 Mogelijke typen betonzuilen

RVW vak	Deel gebied	Type Betonzuil [cm] / [kg/m ³] ondertafel	Type Betonzuil [cm] / [kg/m ³] onderste deel boventafel	Type Betonzuil [cm] / [kg/m ³] bovenste deel boventafel	Niveau overgang typen betonzuil [+m NAP]
171b	II + III	overlaging	40/2700 45/2400	40/2700 45/2500	2,84
171a	IV	35/2600 40/2300	35/2700 40/2400 45/2300	35/2900 40/2700 45/2400	1,35 / 2,08
171a	V	behoud basalt	35/2800 40/2400 45/2300	35/2900 40/2700 45/2400	2,85
171a	VI	behoud basalt	35/2800 40/2500 45/2300	35/2900 40/2700 45/2500	2,84
171a	VII	behoud basalt	35/2800 40/2400 45/2300	35/2900 40/2700 45/2500	2,85

Rekening houdend met beheer, is het ongewenst dat zuilen met dezelfde hoogte en verschillende dichtheden in één profiel (onder elkaar) worden toegepast. Deze zuilen kunnen naast elkaar worden toegepast, indien dit betekent dat de dikte van de filterlaag niet hoeft te worden gewijzigd (gelijke constructiehoogte). Het aantal type zuilen per dijkvak wordt zoveel mogelijk beperkt gehouden. De uiteindelijk gekozen zuiltypen 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 gemakkelijk kan uitspoelen.

Tabel 6.4 Gekozen typen betonzuilen

RVW vak	Deel gebied	Type Betonzuil [cm] / [kg/m ³] ondertafel	Type Betonzuil [cm] / [kg/m ³] onderste deel boventafel	Type Betonzuil [cm] / [kg/m ³] bovenste deel boventafel	Niveau overgang typen betonzuil [+m NAP]
171b	II + III	overlaging	45/2500	45/2500	-
171a	IV	40/2300	45/2400	45/2400	1,35
171a	V	behoud basalt	45/2400	45/2400	-
171a	VI	behoud basalt	45/2500	45/2500	-
171a	VII	behoud basalt	45/2500	45/2500	-

De toplaag van de betonzuilen zal worden ingewassen met maximaal 70 kg/m² (bij zuilen van 0,45m) van gebroken materiaal. De standaard sortering van dit inwasmateriaal is 4/32 mm. Meer informatie over de uitgevoerde stabiliteitsberekeningen is opgenomen in Bijlage 3.2.

6.2.2 Toplaag van basaltzuilen

In de deelgebieden V, VI en VII wordt de bestaande basalt op de ondertafel gehandhaafd. In de ontwerpberekeningen in Steentoets2010 is het gehele profiel ingevoerd, inclusief deze basalttafel. Hieruit blijkt dat de bestaande toplaagdikte van de basalt, ingepast in het nieuwe ontwerpprofiel, stabiel is.

6.2.3 Filterlaag

De granulaire filterlaag onder de toplaag is voornamelijk van belang voor de uitvoering. Gelet op stabiliteit en uitvoering, moet het materiaal in deze filterlaag zo fijn mogelijk zijn. Het materiaal mag echter niet zo fijn zijn dat het tussen de elementen van de toplaag door kan wegspoelen. De fijnste sortering die uit dat oogpunt voor betonzuilen mogelijk is, bedraagt 14/32 mm. In de ontwerpberekeningen wordt uitgegaan van een bijbehorende D15 van 17 mm.

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

Voor de te behouden toplaag van basaltzuilen is uitgegaan van een aanwezige filter met een laagdikte van 0,05m en een D15 van 15 mm. Deze waarden zijn toegepast in de berekeningen in Steentoets en zijn, gezien de gemeten waarden bij verschillende breekpunten in het veld, conservatief ten opzichte van de werkelijk aanwezige filterlaag.

6.2.4 Geotextiel

Onder de gezette bekleding dient een vlies van geotextiel 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 1997-2011 wordt gekozen voor een polypropreen vlies met een gegarandeerde maximum openingsgrootte (O_{90}) van 100 μm , omdat een nog grotere grondichtheid niet goed te testen is en niet standaard leverbaar is. Bovendien is met proeven aangetoond dat de werkelijke openingsgrootte van het gekozen materiaal kleiner is dan 64 μm . Het vlies moet voldoen aan de eisen uit Tabel 6.5.

Tabel 6.5 Eisen vlies

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

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 te plaatsen overgangsconstructie waarna de betonband er tegenaan wordt gezet. Op de glooiing moet de overlapping tussen verschillende banen van het vlies minimaal 0,5 m breed zijn. Aan de bovenzijde wordt het vlies doorgetrokken tot onder de onderhoudsstrook op de berm, waarna het weefsel van de onderhoudsstrook er overheen gelegd wordt met een overlapping van minimaal 1 m. Op de locaties waar geen onderhoudsstrook boven de gezette bekleding wordt aangebracht wordt het vlies doorlopend onder de gezette bekleding en de nieuwe bekleding boven ontwerppeil van open steenasfalt aangebracht.

6.2.5 Basismateriaal

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

De slecht doorlatende en niet verwekingsgevoelige laag 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.

De vereiste dikte wordt onder meer bepaald door de taludhelling. Wanneer de taludhelling flauwer is dan 1:5, is de weerstand tegen afschuiving voldoende [2].

De aanwezige laagdikte moet in de praktijk groter zijn dan 60 cm (afhankelijk van het beheerdersoordeel). In steentoets wordt bepaald welke toplaagdikte benodigd is, als de aanwezige dikte onvoldoende is wordt een nieuwe onderlaag met berekende dikte aangebracht met een minimum van 0,8 m. In Tabel 6.6 zijn de minimale onderlaagdiktes gegeven evenals de aanwezige laagdiktes.

Tabel 6.6 Minimale diktes kleilaag onder zetsteenbekleding

Locatie		Minimale dikte onderlaag [m]	Aanwezige dikte onderlaag [m]	Tekort [m]
Van [dp]	Tot [dp]			
28+50m	30+90m	0,6	0,8	-
32	34	0,6	0,1 (ondertafel)	0,5
32	34	0,6	1,3 (boventafel)	-
34	42	0,6	0,8	-
42	46+50m	0,6	1,8	-
46+50m	53+93m	0,6	1,5	-

Aangezien de onderlaag in de huidige situatie op de ondertafel in deelgebied IV niet overal voldoende dik is, moet de bestaande kleilaag en een beperkt deel van het onderliggend zand eerst worden afgegraven, om ruimte te maken voor de nieuwe onderlaag.

In het algemeen wordt beneden gemiddeld hoogwater, in plaats van een nieuwe of een aanvullende kleilaag, een pakket fosforslakken (0/45 mm, hydraulisch bindend) van dezelfde dikte aangebracht. Dit omdat de klei onder water moeilijk is aan te brengen.

6.3 Ingegoten breuksteen

De overlagingen worden uitgevoerd met breuksteen van 10-60 kg, die met een minimale laagdikte van 0,40 m aangebracht dient te worden. Deze minimale laag moet over de volledige hoogte met gietasfalt worden ingegoten en worden afgestrooid met lavasteen.

Wateroverdrukken onder de ingegoten bekleding dienen te worden beperkt door aan de bovenrand (en aan de verticale randen) van deze nieuwe bekleding een afdichting aan te brengen, die het van bovenaf vollopen van de oude bekleding en de onderliggende filterconstructie moet voorkomen. Aan de horizontale bovenrand van de ingegoten bekleding dient het bovenste deel van de afgekeurde bekleding te worden verwijderd tot aan de onderlaag van klei, waarna de ontstane inkassing moet worden opgevuld met ingegoten breuksteen. Een dergelijk waterslot wordt in deelgebied II toegepast. De verticale randen dienen op dezelfde wijze te worden uitgevoerd. Overgangen dienen te worden voorzien van asfaltmestiek.

Gezien de beperkte overlagingenslengte en het lage niveau van aanleg wordt bij de horizontale bovenrand ter plaatse van de beëindiging van deze overlagingen onder de goedgeoetste basalt (deelgebied V t/m VII) geen inkassing aangebracht. De horizontale bovenrand dient hier afwaterend te worden aangelegd tot over de te behouden basalttafel. Er wordt een aangepaste steensortering 90/180 mm gebruikt om deze aansluiting goed te kunnen uitvoeren.

De onderkant van de overlaging begint lager dan de teen van de oude bekleding. De bekleding van breuksteen, gepenetreerd met gietasfalt, wordt doorgezet tot het benodigde niveau op een weefsel en waar nodig een waterremmende onderlaag. In Tabel 6.7 zijn de hoogtes gegeven waarop de onderkant van het laagste deel van de overlaging dient te worden aangebracht.

Tabel 6.7 *Hoogte onderkant overlaging*

Doorsprofiel	Dijkpaal	Onderkant overlaging [NAP + m]
1	28	n.v.t.
2	30	-1,00
3	31+50	-1,00
4	34	n.v.t.
5	41	-1,00
6	45	-1,00
7	50	-1,00

6.4 Open Steenasfalt

De open steenasfalt wordt toegepast boven het ontwerppeil, uitgezonderd bij de aansluiting van deelgebied I op deelgebied II bij dp 28+50m. De maatgevende belastingen voor het open steenasfalt zijn golfklappen en stroming. Bij toepassing op het buitentalud direct boven ontwerppeil dient gedimensioneerd te worden op golfklappen. De maatgevende golfklappen treden op bij een waterstand van ontwerppeil op NAP +3,50m, waarbij de open steenasfalt wordt belast tot ontwerppeil + $\frac{1}{4} H_s$.

Uit praktische overweging (tijdens uitvoering) wordt uitgegaan van éénzelfde laagdikte op het gehele talud. De laagdikte van het open steenasfalt is berekend met het programma Golfklap versie 1.3.2.2 (vermoeiingskromme). De laagdikte is vastgesteld op 0,20m. De berekeningen zijn opgenomen in Bijlage 3.2

6.5 Overgangsconstructies

Er dienen horizontale overgangsconstructies te worden geplaatst op de overgangen van de basaltzuilen en de overlagingen naar de betonzuilen. Daarbij dient de bovenste rand van de bestaande basalt (over een breedte van 1m) te worden herzet teneinde een goede tonronde en een doorlopend talud te verkrijgen. De betonzuilen dienen bij verticale overgangen zo goed mogelijk aan te sluiten op de bekledingen van het aangrenzende dijkvak. Kieren moeten worden gepenetreerd met gietasfalt of asfaltmastiek.

6.6 Overgang tussen boventafel en berm

De overgang tussen de boventafel en de berm wordt uitgevoerd door de betonzuilen aan te brengen met een afronding, waarvan de kromtestraal $R = 10$ m bedraagt. De betonzuilen worden over een lengte van 1 m op de berm doorgezet. Wegens de beperkte beschikbare ruimte binnen het bestaande profiel van de dijk in de haven, in de deelgebieden II en III, is deze afronding op deze trajecten achterwege gelaten. Met betrekking tot de filterlaag en het geotextiel wordt aangesloten bij de constructie volgens paragraaf 6.2.3 en 6.2.4.

6.7 Berm

In de haven is momenteel geen berm aanwezig. Van dp 26+85m tot dp 28+50m is momenteel een havenplateau op NAP +2,4m aanwezig, dat wordt gehandhaafd. Tussen dp 32 en dp 45 ligt de buitenkniklijn van de bestaande berm onder ontwerppeil, op circa NAP +2,4 m. Van dp 45 tot dp 53+93m ontbreekt een buitenberm. Tussen dp 42 en dp 45 neemt in de huidige situatie in oostelijke richting de bermbreedte af van ca. 6,0m bij dp 42 tot het punt waarop geen sprake meer is van een berm, maar een doorlopend talud, bij dp 45.

In het ontwerp van de dijkverbetering ligt de buitenknik van de berm tussen dp 28+50m en dp 42 op ontwerppeil, NAP +3,5 m. Ten oosten van dp 42 is onvoldoende ruimte binnen het profiel aanwezig om een buitenberm aan te brengen. De nieuwe bermbreedte heeft in de haven, tussen dp 28+50m en dp 32, een breedte van 2,5m. Tussen dp 32 en dp 42 is de nieuwe bermbreedte 3,0m. De nieuwe bermhoogtes en breedte zijn opgenomen in Tabel 6.8.

Tabel 6.8 Nieuwe berm

Locatie		Bestaande bermhoogte ¹⁾ [m +NAP]	Nieuwe bermhoogte ¹⁾ [m +NAP]	Breedte berm [m]
Van [dp]	Tot [dp]			
26+85m	28+50m	2,4 (havenplateau)	2,4 (havenplateau)	ca. 15,0
28+50m	30+90m	-	3,5	2,5
30+90m	32	2,2 (loskade)	3,5	2,5
	32	2,6	3,5	3,0
	34	2,4	3,5	3,0
	42	-	-	-
46+50m	53+93m	-	-	-

¹⁾ Hoogte bij buitenknik berm

Op de berm wordt een nieuwe onderhoudsstrook aangelegd, die tussen dp 28+50m en dp 32 toegankelijk wordt voor alle verkeer en die tussen dp 32 en dp 42 wordt opengesteld voor fietsers en recreanten. De toplaag wordt uitgevoerd in dicht asfaltbeton. De breedte van de nieuwe onderhoudsstrook is in de haven 2,5m en tussen dp 32 en dp 42 bedraagt de breedte 3,0m.

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

6.8 Verborgene glooiing

Ter plaatse van dp 32 zal de aanwezige havendam achterlangs gepasseerd worden middels een verborgen glooiing. Deze verborgen glooiing bestaat uit vol en zat gepenetreerde breuksteen 10-60kg, met een laagdikte van 0,40 m en wordt aangebracht onder een maximale helling van 1:2,5. De ondergrens ligt op NAP -1,00 m en de bovengrens op NAP +3,50 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 havendam tijdelijk verwijderd, om na aanbrengen van de verborgen glooiing weer teruggeplaatst te worden.

6.9 Naastliggende dijkvakken

Het gedeelte aan de westzijde is de Burgh- en Westlandpolder is in 2007 versterkt. Hier is de bekleding op de buitenzijde van de havendam over een lengte van 100m verbeterd. Op de ondertafel is een overlaging van breuksteen 5-40kg gepenetreerd met gietasfalt aanwezig. De breuksteen is volledig ingegoten en afgestrooid met fijne breuksteen 56/125mm. Op de boventafel zijn betonzuilen gezet met een toplaagdikte van 0,45 m en een dichtheid van 2300 kg /m³. Aan de bovenzijde sluiten de betonzuilen aan op een onderhoudsstrook van asfaltbeton. Deze bekleding eindigt op de zuidelijke havendam en sluit niet direct aan op het havenplateau bij dp 26+85m, waar het onderhavige dijktraject begint. Vanwege de aanwezigheid van de havendam en het feit dat de nieuwe bekleding in 2007 is aangebracht over een lengte van 100m op deze havendam, wordt ervan uitgegaan dat de aanzet van de havendam bij maatgevende condities niet geheel zal wegslaan wat de aansluiting tussen het reeds verbeterde dijkvak en het dijkvak Haven Burghsluis Koudekerksche inlaag waarborgt.

Aan de oostzijde sluit het te verbeteren traject bij dp 53+93m aan op de in 2010 verbeterde glooiing van Schelphoek-West. De nieuwe bekleding op dit aansluitende deel bestaat op de ondertafel uit betonzuilen met een hoogte van 0,45 m en een dichtheid van 2600 kg/m³, deze zuilen zijn voorzien van een eco-toplaag. Op de boventafel zijn zuilen van 0,50m toegepast met een dichtheid van 2300 kg/m³. Boven de betonzuilen is een bekleding van Open steenasfalt met een laagdikte van 0,20 m aanwezig, die aansluit op de voet van de gehandhaafde Muraltmuur.

7 Aandachtspunten voor contract en uitvoering

7.1 Bekledingstypen

Voorafgaande aan het aanbrengen van de overlagingen van ingegoten breuksteen moeten de onderliggende lagen worden schoongemaakt. Er mogen geen algen, en geen zand - en slibresten aanwezig zijn. Er moet rekening gehouden worden met de invloed van de getijbeweging op de kwaliteit van het ingieten. Aanvoer van sediment heeft, indien voorafgaand aan het ingieten, een verminderde sterkte tot gevolg door de slechtere hechting van de ingegoten asfalt aan de breuksteen en de onderlaag. Het heeft de voorkeur de breuksteen aan te brengen en in te gieten tijdens hetzelfde laagwater. Wanneer dit niet mogelijk is, dient een pomp met spuitlans aanwezig te zijn, zodat de breuksteen voorafgaand aan het ingieten schoon kan worden gespoten.

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

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

Aan de bovenrand en aan de verticale randen dient een afdichting te worden aangebracht, uitgezonderd de horizontale bovenrand van de overlaging direct onder de te handhaven basalttafel in de deelgebieden V t/m VII.

Bij het werken aan de overlagingen moet de kwaliteit van de te handhaven basaltbekledingen worden gewaarborgd.

Ter hoogte van de aansluiting van een nieuwe bekleding van betonzuilen op een bestaande, goedgeoetste bekleding van basaltzuilen, zal een deel van de goedgeoetste basaltzuilen moeten worden herzet. Alleen zuilen met een hoogte van minimaal 0,25 m mogen worden herzet. Wanneer onvoldoende basaltzuilen aanwezig zijn, dienen deze vanaf elders te worden aangevoerd.

Bij de verticale rand waar het dijkvak aansluit op reeds uitgevoerde dijkvak Schelphoek West bij dp 53+93m dient op de boventafel een gedeelte van de reeds verbeterde glooiing van betonzuilen herzet te worden om een naadloze aansluiting te verkrijgen en eventuele hoogteverschillen dienen te worden overbrugd. Op de ondertafel is momenteel een rand breuksteen met gietasfalt aangebracht als tijdelijke aansluiting. Doordat de basalttafel op het onderhavige dijkvak gehandhaafd blijft, zal in de contractvoorbereiding beoordeeld moeten worden of deze overgang voldoet als definitieve overgang of dat deze dient te worden aangepast.

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.

Breuksteen van de bestaande kreukelberm waarvan de sortering voldoet, maar welke niet op de juiste locatie in het profiel ligt, dient hergebruikt te worden in de nieuwe kreukelberm op locaties waar deze sortering vereist wordt. In de contractfase dient nagegaan te worden of de hoeveelheid bestaande breuksteen voldoende is om het voorgeschreven profiel voor de nieuwe kreukelberm te kunnen aanleggen of hoeveel breuksteen aangeleverd dient te worden om de bestaande breuksteen aan te vullen tot de benodigde hoeveelheid.

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

Het grondwerk dient vrij van stenen te worden opgeleverd.

Bij dp 32 waar de kleinste van de twee havendammen van haven Burghsluis aansluit op de dijk, dient de nieuwe bekleding onder de havendam te worden doorgezet, dat wil zeggen: er dient een verborgen bekleding van ingegoten breuksteen te worden aangelegd. Na gereedkomen van de verborgen glooiing zal de bestaande bekleding van de dam worden herplaatst, en worden aangesloten op de nieuwe bekleding aangrenzend aan de verborgen glooiing. Aandachtspunt hierbij is de te behouden betonnen damwand op de havendam. In tegenstelling tot de damwand van de loskade die afgebroken wordt, blijft deze damwand in de nieuwe situatie behouden. Na het aanbrengen van de verborgen glooiing dient dan ook een degelijke aansluiting tussen de nieuwe steenbekleding in de haven en de te behouden damwand gerealiseerd te worden.

In het ontwerp wordt uitgegaan van behoud van de aanwezige Muraltmuur. Om na te gaan of deze constructie technisch voldoet is het van belang dat onder de muur geen holle ruimten aanwezig zijn en dat de betonkwaliteit van de muur voldoende is. Hiertoe zijn twee onderzoeken in gang gezet. Met een L-band meter zijn metingen onder de voet van de Muraltmuur uitgevoerd. Een definitief rapport met eindconclusie is ten tijde van het opstellen van deze ontwerpnota nog niet beschikbaar, maar de eerste resultaten en verificatieboringen door de voet van de muur lijken uit te wijzen dat onder de muur geen significante holle ruimten aanwezig zijn die de stabiliteit van de muur teniet doen. Een onderzoek naar de betonkwaliteit wordt uitgevoerd in opdracht van de beheerder, aangezien naar verwachting deze resultaten slechts zullen leiden tot lokale reparaties of een aangepast onderhoudsbeleid.

In de contractfase dient nagegaan te worden hoe de bestaande steiger met het landhoofd op de nol bij dp30, ingepast kan worden in de nieuwe situatie. Daarbij verdient het de voorkeur om lokaal de breedte van de onderhoudsstrook zo breed mogelijk aan te leggen, gebruik makend van de beschikbare ruimte rondom dit landhoofd binnen het bestaande profiel, om de toegankelijkheid van de steiger te vergroten.

In het verleden is op het onderhavige dijktraject zowel een dijkval als een oeverval opgetreden. In de contractfase dient aandacht te worden besteed aan de risico's ten aanzien van de stabiliteit van de dijk en de vooroever in relatie tot de werkzaamheden.

7.2 Natuur

Het gehele traject grenst aan Natura 2000 gebied Oosterschelde. Habitatverlies en verstoring dient, indien mogelijk, voorkomen te worden. Aan de binnenzijde van het traject geldt de Koudekerksche inlaag als waardevol gebied met hoge natuurwaarden, deels behorend tot Natura2000 gebied. Ook dit gebied dient tijdens de uitvoering zo min mogelijk verstoord te worden.

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

In het gebied direct achter de waterkering is de noordse woelmuis aanwezig. Tevens is de rugstreeppad waargenomen. Bij bepaling van de depotruimtes en transporten dient rekening gehouden te worden met het leefgebied van deze soorten in de inlaag.

Op delen van het traject bevindt zich op de te handhaven basaltbekleding de zeldzame soort groefwier. Deze soort dient behouden te blijven en in de uitvoeringsfase dient extra aandacht geschonken te worden aan de werkwijze, met name bij het uitvoeren van werkzaamheden aan de kreukelberm en de overlaging van de Vilvoordse steen op de ondertafel op deze trajecten. Voorafgaand aan de werkzaamheden dienen de exacte locaties waar groefwier aanwezig is nader in beeld te worden gebracht door een ecooloog, zodat hier bij de uitvoering rekening mee gehouden kan worden.

7.3 Archeologie en cultuurhistorie

Tijdens werkzaamheden is het vooral in de nabijheid van de Plompe Toren mogelijk dat archeologisch waardevolle objecten aangetroffen worden, gezien de aanwezigheid van het voormalige dorp Koudekerke waar de huidige dijk midden door het centrum is aangelegd.

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 deels zullen verdwijnen. Voor de inlagen geldt dat deze in de huidige staat gehandhaafd zullen worden. Daarnaast geldt voor de volgende specifieke objecten:

- De Plompe Toren valt buiten het projectgebied, ook de bestaande bekleding op het binnentalud dient niet aangepast te worden binnen dit project.
- De Muraltmuur blijft behouden en wordt ingepast in het nieuwe ontwerp. Tussen dp 32 en dp 42 zal de muur ook vanaf de buitenzijde zichtbaar zijn voor fietsers en wandelaars over de nieuw aan te brengen onderhoudsstrook. Tussen dp 42 en dp 53+93m wordt tot tegen de muur aangesloten met de nieuwe bekleding: de Muraltmuur zal niet worden ingepakt en de zichtbaarheid zal zodoende niet verminderen.
- Haven Burghsluis blijft grotendeels in de oorspronkelijke toestand gehandhaafd, de havendammen en het havenplateau blijven ongewijzigd. Aan de noordzijde van de haven vindt de meest opvallende aanpassing plaats: daar wordt een nieuwe steenbekleding aangebracht, ook waar nu de loskade aanwezig is. De loskade wordt afgebroken. Tevens wordt een onderhoudsstrook langs de haven aangebracht.
- De Oostnol blijft in oorspronkelijke toestand gehandhaafd, aangezien de havendammen geen aanpassing behoeven.

7.4 Transportroute en depotlocaties

De transportroute is weergegeven in Figuur 15 in Bijlage 1.

Ten behoeve van de uitvoering van het werk zijn twee depotlocaties binnen het projectgebied beschikbaar. Aan de westzijde is dit het terrein aangrenzend aan de bestaande parkeerplaats naast de haven, bij dp 28. Dit terrein is ook als opslagterrein

gebruikt bij de dijkversterking van het in 2007 uitgevoerde dijkvak Burgh- en Westlandpolder. Aan de oostzijde is bij dp 54 een kleinere locatie beschikbaar als depot, dit terrein is gebruikt en heringericht bij de uitvoering van het werk Schelphoek West. In de contractfase zullen, gezien de natuurwaarden in de directe nabijheid van deze locatie, de geschiktheid en de mogelijke aanvullende maatregelen bij gebruik als depot door een ecooloog nader bepaald worden.

7.5 Overig

In de planfase dient overleg plaats te vinden met de watersportvereniging Burghsluis, de eigenaar van de veerdienst 'De Onrust', de eigenaar van de horecagelegenheid nabij de haven en de bewoners van de panden aan de Nieuwe Havenweg over de uitvoering van het dijktraject.

De huidige verkeersafwikkeling en parkeerfaciliteiten rondom de haven zijn volgens omwonenden, de eigenaar van veerdienst 'De Onrust' en de watersportvereniging niet optimaal. Ook de ontwerpschets opgesteld vanuit project 'Van Zierik tot Zee' ziet kansen tot verbetering van de verkeerskundige inrichting. Het valt buiten de scope van project Zeeweringen om aanpassingen aan de verkeerskundige situatie te initiëren. In de ontwerpfase is wel contact geweest met de wegbeheerder, gemeente Schouwen-Duiveland. Indien deze partij voornemens is de verkeerskundige inrichting rondom de haven aan te passen en hierover tijdig uitsluit is, kan in de contractfase worden nagegaan of de realisatie van deze aanpassingen gepaard kunnen worden uitgevoerd met de werkzaamheden aan de zeeweringen en of dit nog consequenties heeft voor het ontwerp van de dijkversterking als beschreven in deze ontwerpnota.

In het kader van 'Bloedkoralen van de Oosterschelde' is een verkenning uitgevoerd naar de mogelijkheden van aanpassingen van het gebied rondom de Plompe Toren. Uit deze verkenning zijn op het moment van opstellen van deze ontwerpnota nog geen concrete plannen beschikbaar. Mocht besloten worden het gebied rondom de toren aan te passen, is het raadzaam deze werkzaamheden gelijktijdig uit te voeren met de werkzaamheden van project Zeeweringen.

In de contractfase dient rekening te worden gehouden met de aanwezige persleiding bij dp 40.

Literatuur

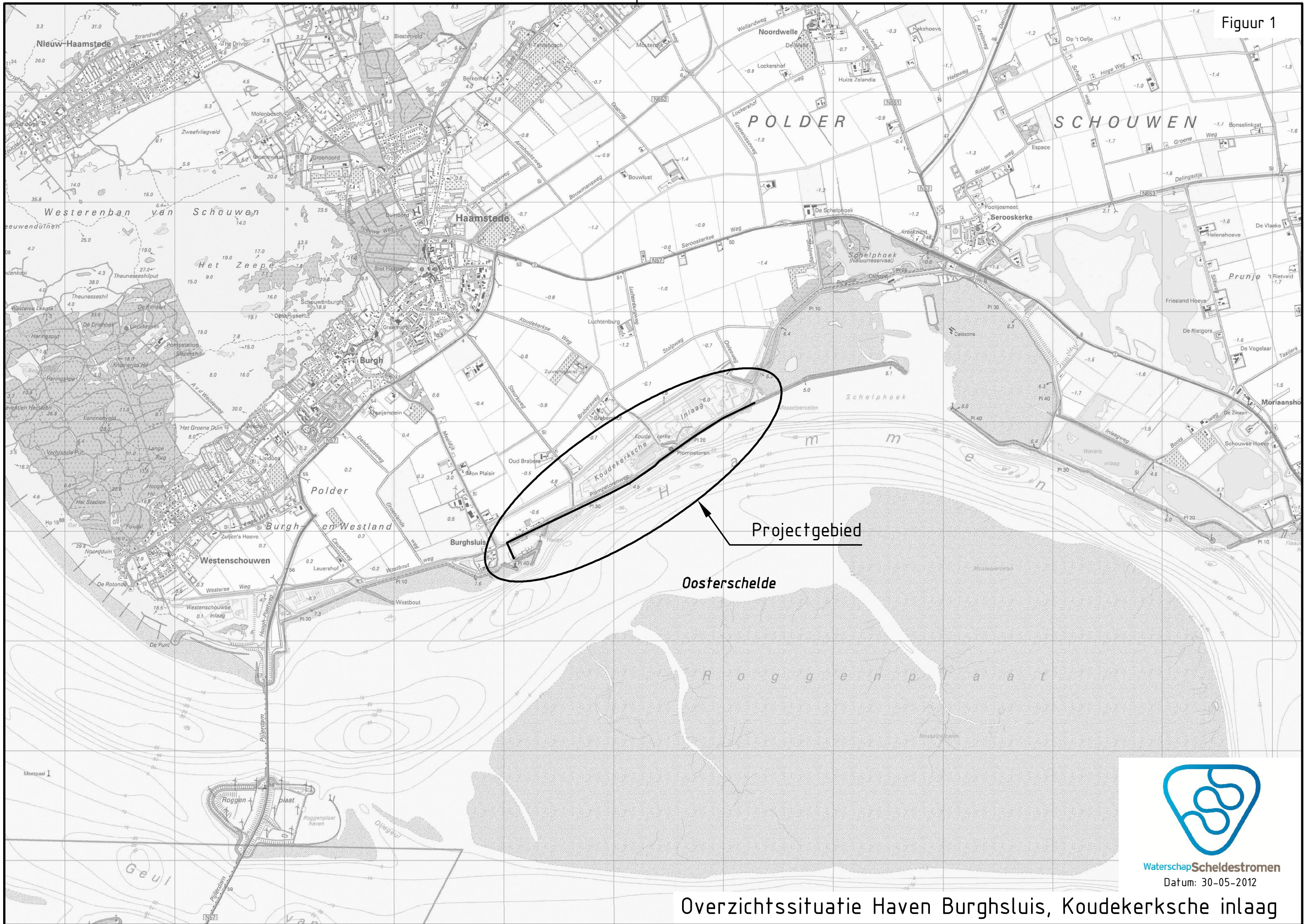
- [1] Kwaliteitshandboek Project Zeeweringen, Digitale versie 2006
- [2] Handleiding toetsing en ontwerp; technische werkwijze van Projectbureau Zeeweringen, R. Bosters, 23 april 2012, PZDT-R-12093 ken versie 2
- [3] Visie Oosterschelde, Dienst Landelijk Gebied, Zeeland, 2002
- [4] Cultuurhistorie aan de Oosterscheldedijken, Stichting dorp, stad & land, februari 2008, PZDB-R-08064.
- [5] Inventarisatie sterkte gezette taludbekledingen in Zeeland, Grondmechanica Delft, Delft, januari 1997, Kenmerk 362070/46
- [6] Leidraad Toetsen op Veiligheid, LTV, augustus 1999
- [7] De veiligheid van de primaire waterkeringen in Nederland, Voorschrift Toetsen op Veiligheid voor de tweede toetsronde 2001-2006 (VTV), januari 2004
- [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.b.v. Flora en wieren, Jentink, R., 19-02-2009
- [10] Hydraulisch Randvoorwaardenrapport Update detailadvies Schelphoek, E. Arnold, Royal Haskoning, 23-09-2011, 9V9006.A0/N0070/EARN/ILAN/Rott1 2001.07D
- [11] Mantel 2010.01 Golfrandvoorwaarden haven Burghsluis, E. Arnold, Royal Haskoning, 09-02-2011, 9V7794.A0/N0001/EARN/ILAN/Rott 2010.01B Golfrandvoorwaarden haven Burghsluis
- [12] Actualisatie toetsing bekleding Oosterschelde Ringdijk Schelphoek-west, dp 0040 - dp 0080, Waterschap Scheldestromen, 22-04-2005, PZDT-R-05163
- [13] Actualisatie toetsing bekleding Oosterschelde Polder Burgh- en Westland (Schouwen-Duiveland), Waterschap Scheldestromen, 20-12-2004, PZDT-O-04381
- [14] Controle toetsing Polder Burgh en Westland, dp 0000 – dp 0040, Besuijen, R. Projectbureau Zeeweringen, definitief, 04-04-2005, PZDT-M-05257
- [15] Vrijgave toetsing Polder Burgh en Westland, Vereeke, S., Projectbureau Zeeweringen, 21-07-2005, PZDT-M-05251
- [16] Controle/Vrijgave toetsing dijkvak Koudekerksche inlaag, dp 0032 - dp 0055, Voort, R. v.d., Projectbureau Zeeweringen, 01-12-2006, PZDT-M-06442

-
- [17] Validatie Steentoets 2008, M. Klein Breteler, Delft Hydraulics, onderzoeksprogramma Kennisleemtes Steenbekledingen, H4846, november 2008
 - [18] Uitvoeringsplan De Plompetoren op weg naar een betere toekomst, Herk, J. v., 18-11-2011, PZDT-R-11308
 - [19] Archeologisch onderzoek Plompe Toren Burgh Haamstede, Huizer, J. en Blom, J.M., 15-12-2011, PZDT-R-12155

Bijlage 1 Figuren

- Figuur 1: Overzichtssituatie
- Figuur 2: Projectgebied
- Figuur 3: Gloomingskaart huidige situatie
- Figuur 4: Gloomingskaart eindbeoordeling toetsing
- Figuur 5: Gloomingskaart variant 1
- Figuur 6: Gloomingskaart variant 2 (voorkeursvariant)
- Figuur 7: Gloomingskaart variant 3
- Figuur 8: Dwarsprofiel I, dp26+85m – dp28+50m
- Figuur 9: Dwarsprofiel II, dp28+50m – dp30+90m
- Figuur 10: Dwarsprofiel III, dp30+90m – 32
- Figuur 11: Dwarsprofiel IV, dp32 – dp34
- Figuur 12: Dwarsprofiel V, dp34 – dp42
- Figuur 13: Dwarsprofiel VI, dp42 – dp46+50m
- Figuur 14: Dwarsprofiel VII, dp 46+50m – dp 53+93m
- Figuur 15: Transportroutes

Figuur 1



Overzichtssituatie Haven Burghsluis, Koudekerksche inlaag

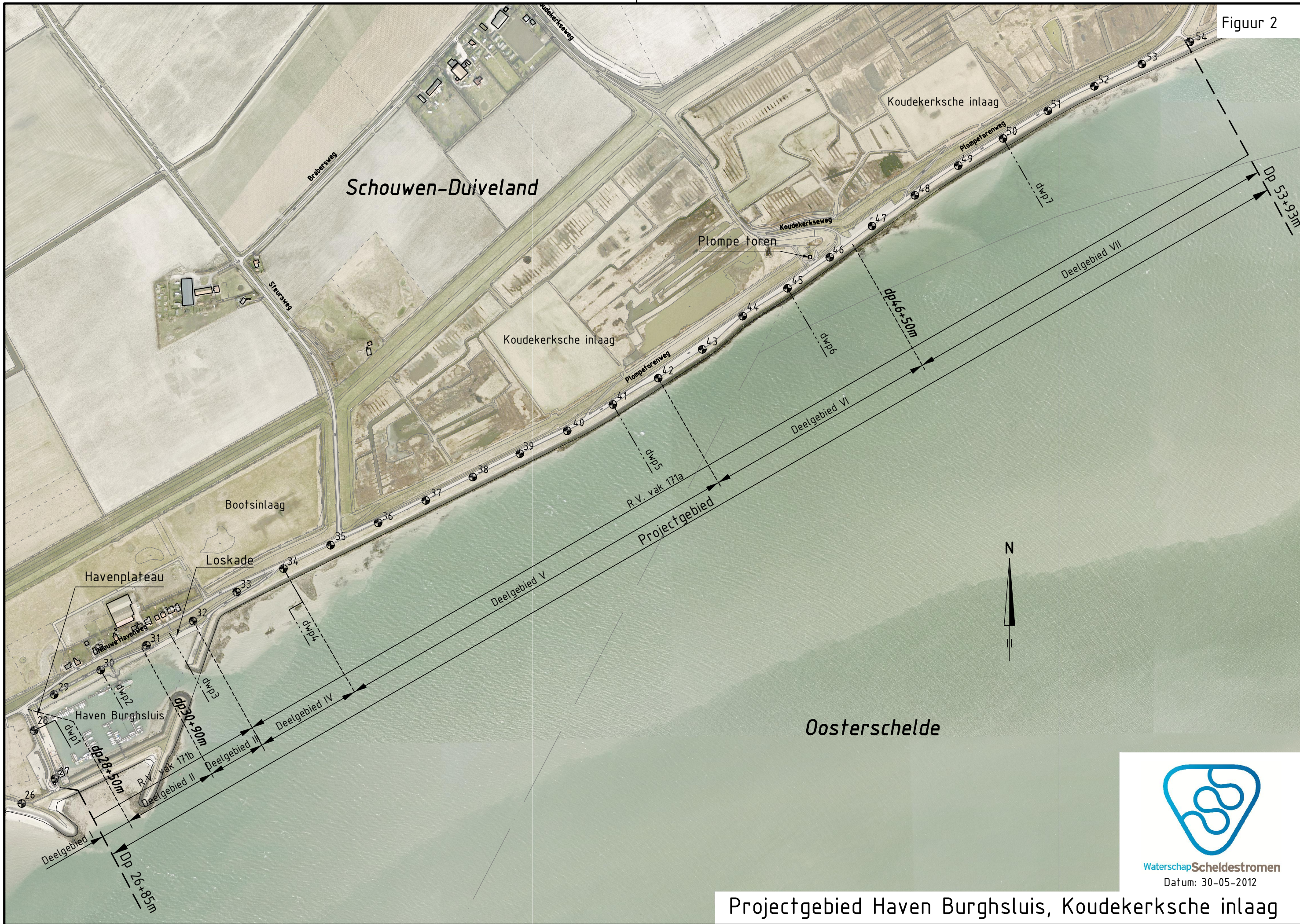


Waterschap Scheldestromen
 Datum: 30-05-2012

Topografische ondergrond: (c) Topografische Dienst Kadaster
 Kadastrale ondergrond: (c) Kadaster, Middelburg

FILENAAM: G:\VERKENNING\ZEEVERKENNINGEN\HAVEN BURGHSLUIS, KOUDEKERKSCH E INLAAG\ONTWIK-01\ST-HAVEN BURGHSLUIS, KOUDEKERKSCH E INLAAG.DWG
 PLOTDATUM: 5/27/2012 5:06:59

Figuur 2

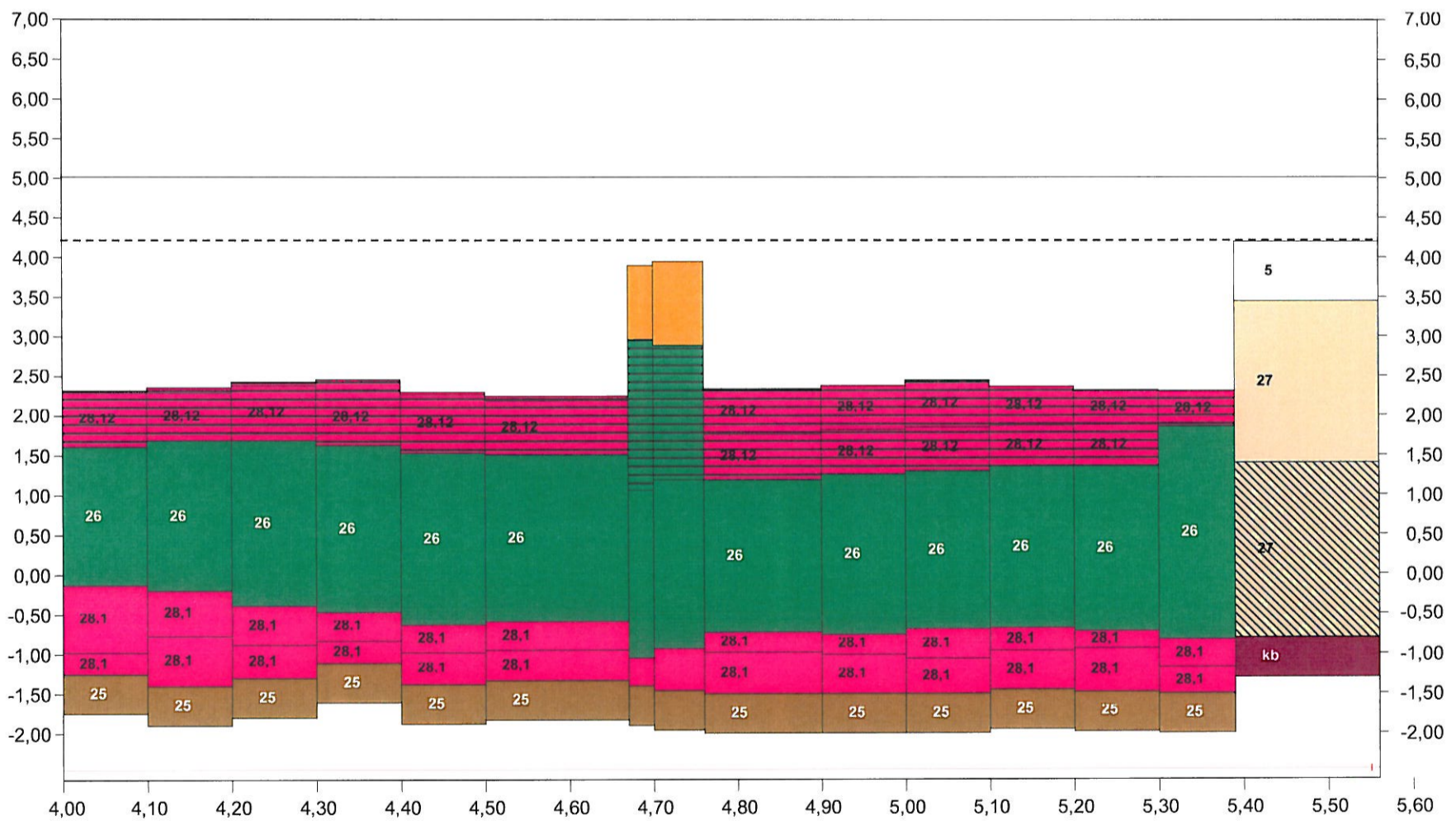
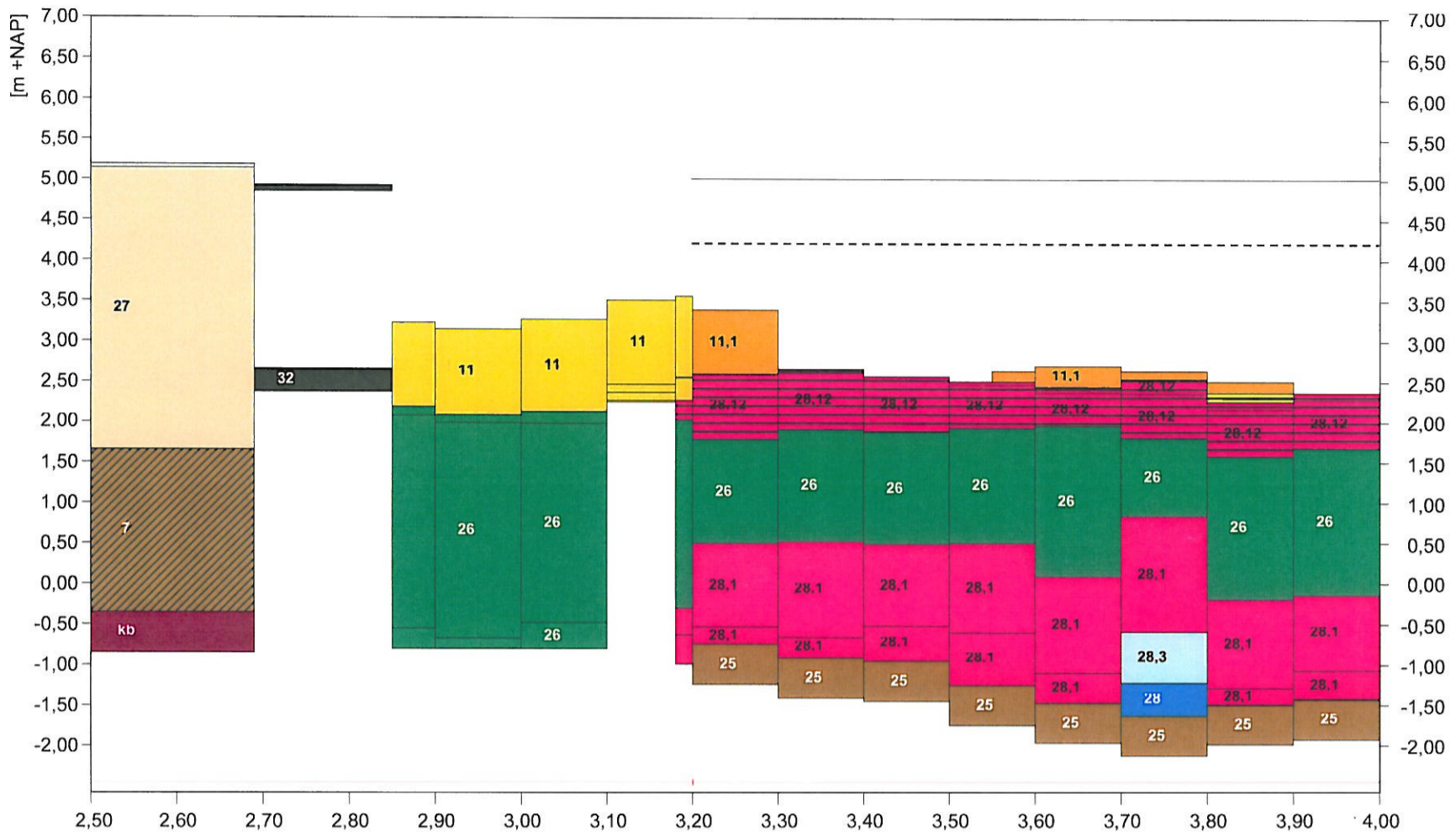


Waterschap Scheldestromen
Datum: 30-05-2012

Projectgebied Haven Burghsluis, Koudekerksche inlaag

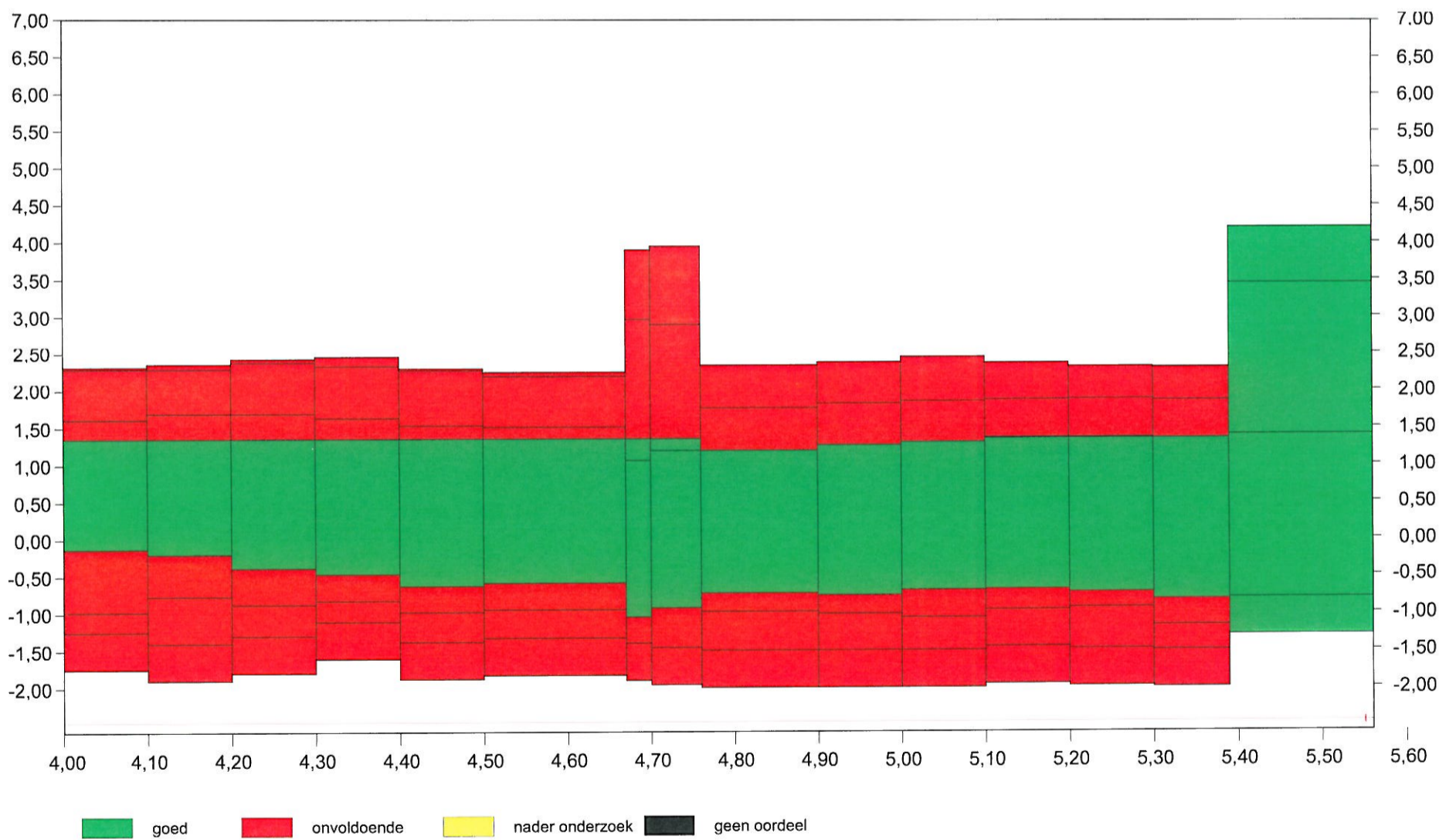
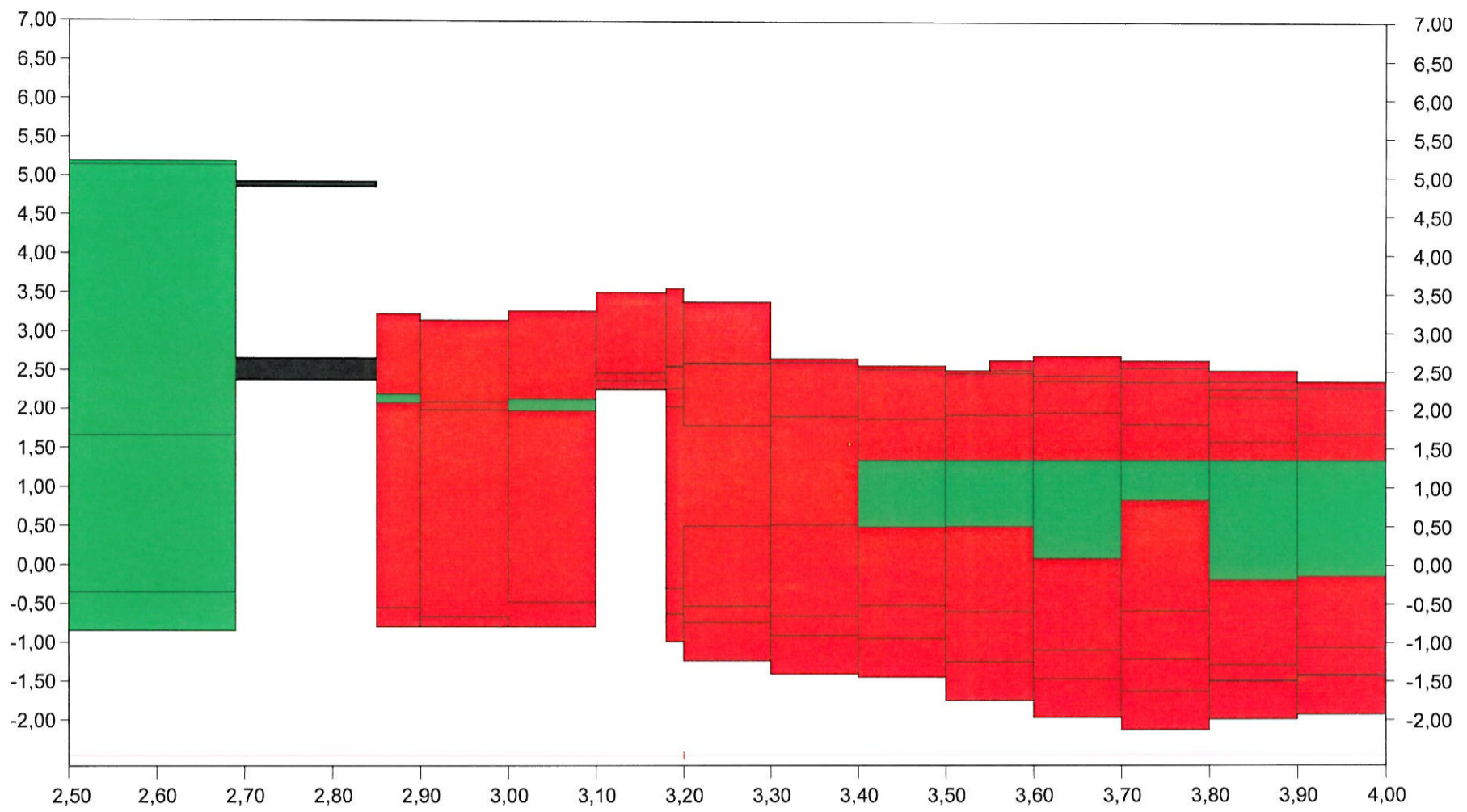
Topografische ondergrond: (c) Topografische Dienst Kadaster
 Kadastrale ondergrond: (c) Kadaster, Middelburg
 Topografische ondergrond: (c) Regionaal samenwerkingsverband Zeeland GBKN

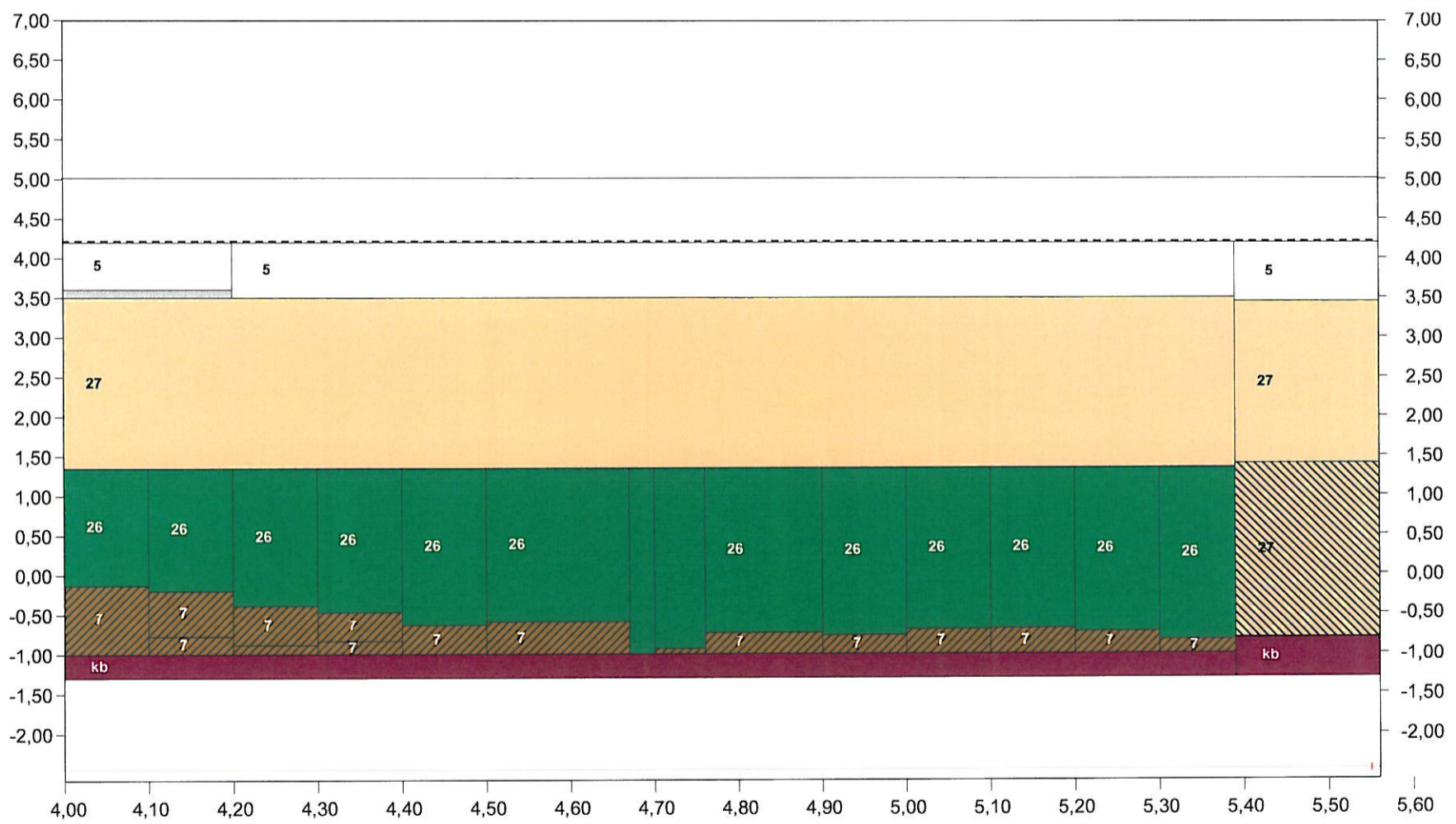
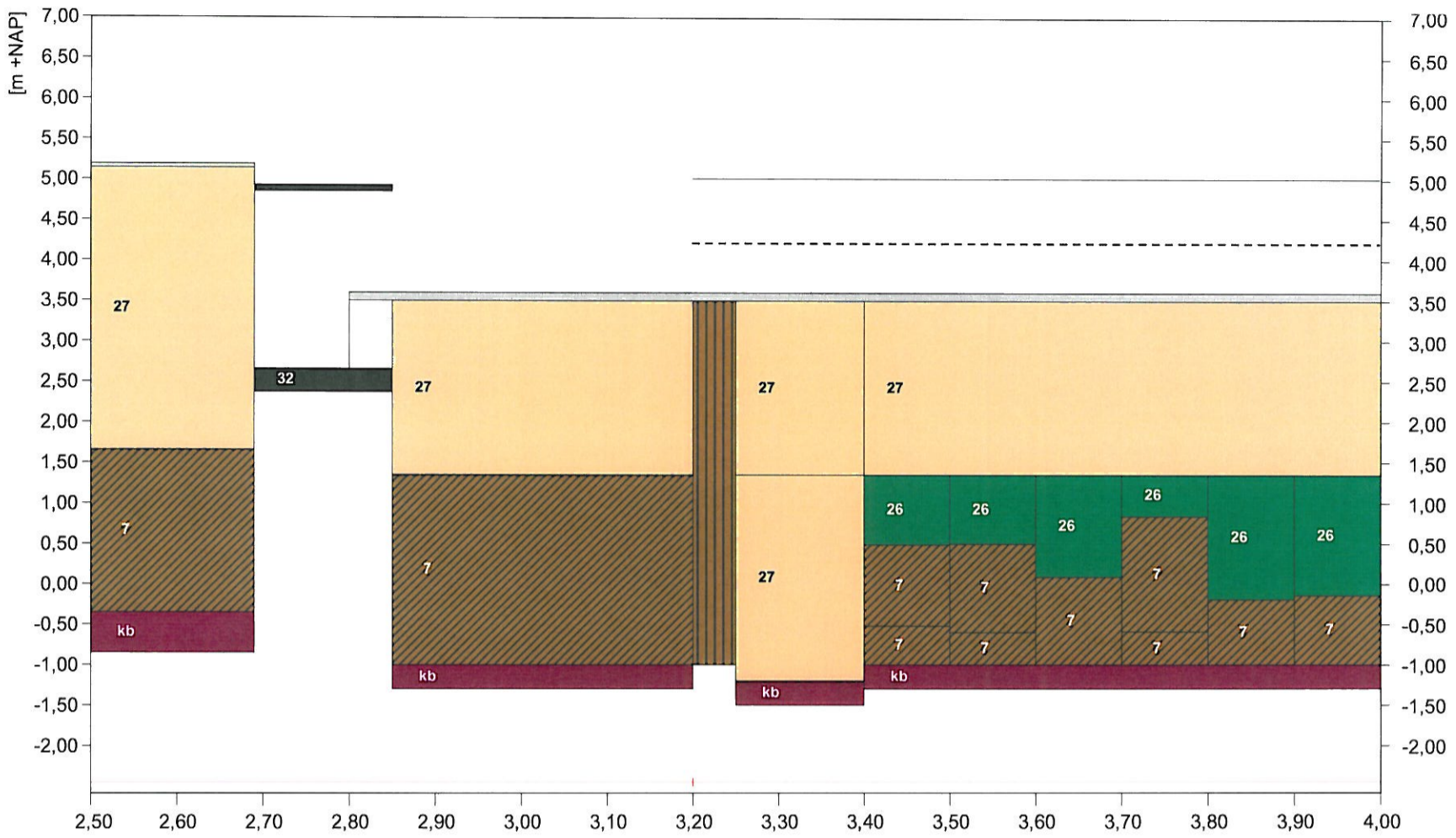
FILENAAM: G:\TERENING\ZEEVERINGEN\HAVEN BURGHSLUIS, KOUDEKERKSCH E INLAAG\ONTWIK-PROJEB-HAVEN BURGHSLUIS, KOUDEKERKSCH E INLAAG.DWG
 PLOTDATUM: 5/27/2012 5:02:41



Legenda

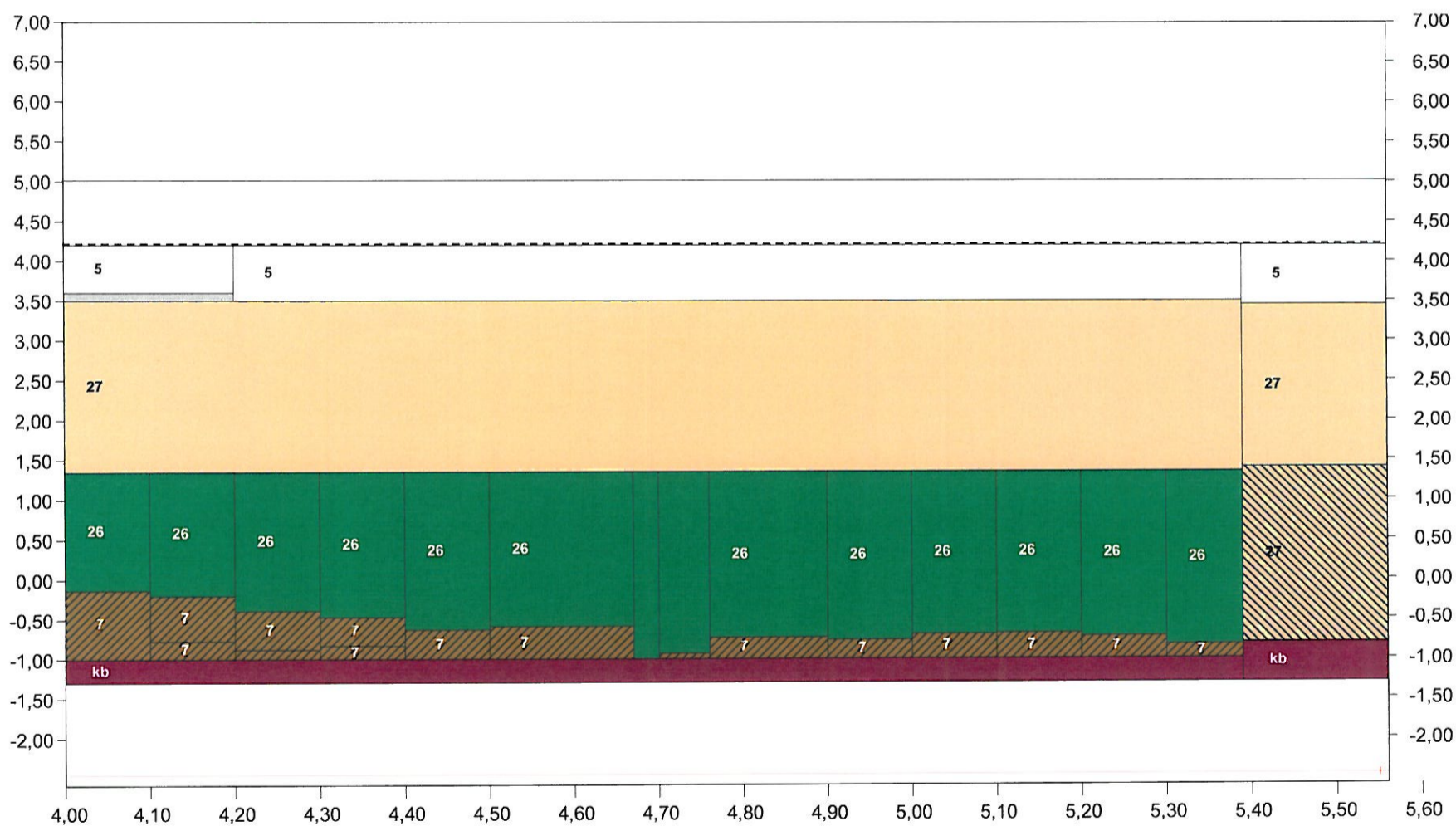
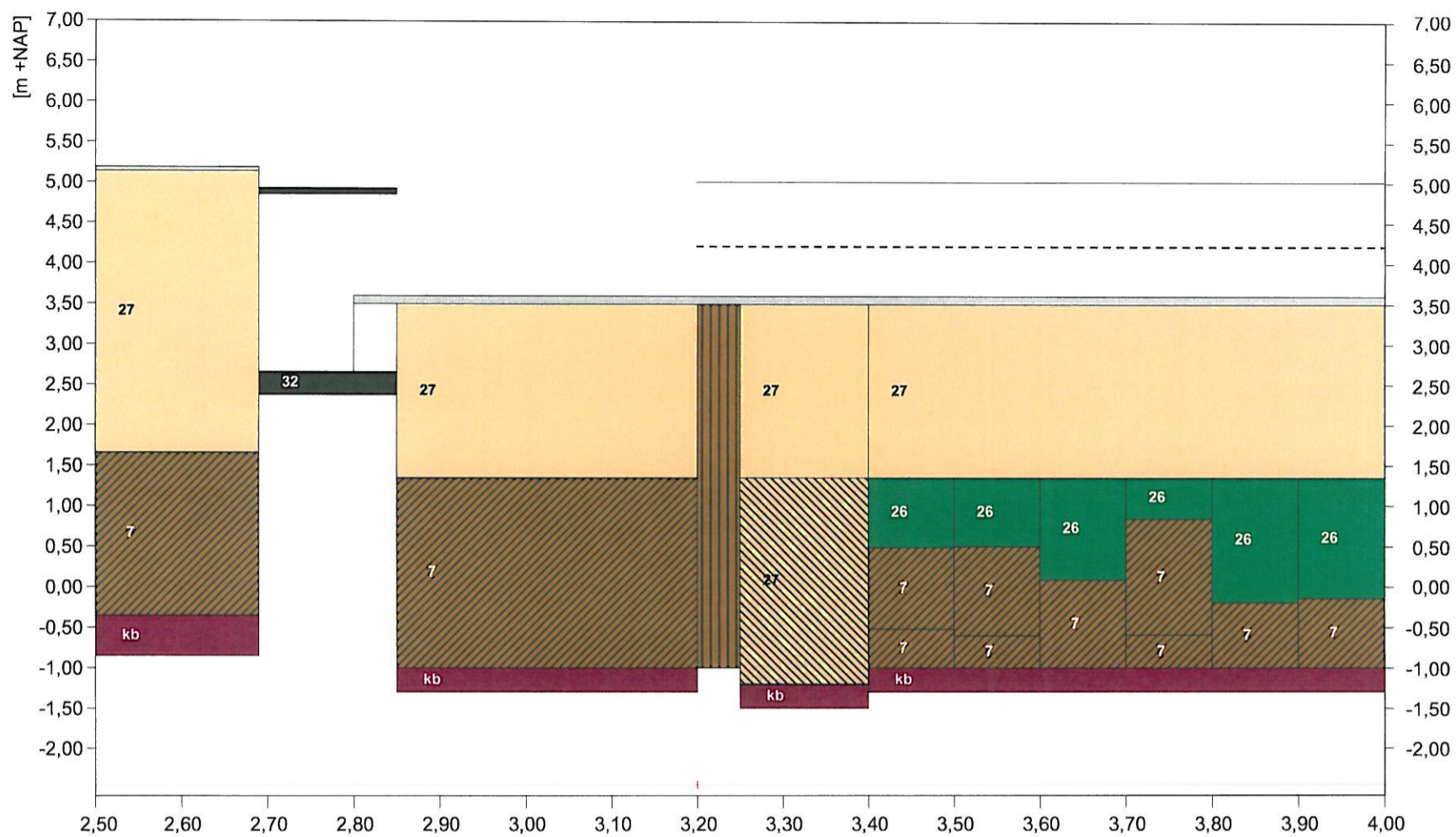
1	asfalt	11,4/5	betonblokken gekanteld	28,4	petit graniet	14-16	plaatbekleding	—	kruinlijn
5/5,1	open steenasfalt, Fixstone	29	koperslakblokken	28,5	granietblokken	20/21	gras	— .02	betonpenetratie
27	betonzuilen	26	basalt	28	overige natuursteen	17	doorgroeistenen	.01	asfaltpenetratie (vol en zat)
10/11	betonblokken	28,1	Vilvoordse	kb	kreukelberm	56	keermuur ed		asfaltpenetratie (patroon)
11,1	Haringmanblokken	28,2	Lessinische	7/9	gepenetreerde breuksteen		overige bekleding	////	asfaltpenetratie (Ecolaaq)
11,2	diaboolblokken	28,3	Doornikse	25	breuksteen		stortsteenlijn		ecoloplaag





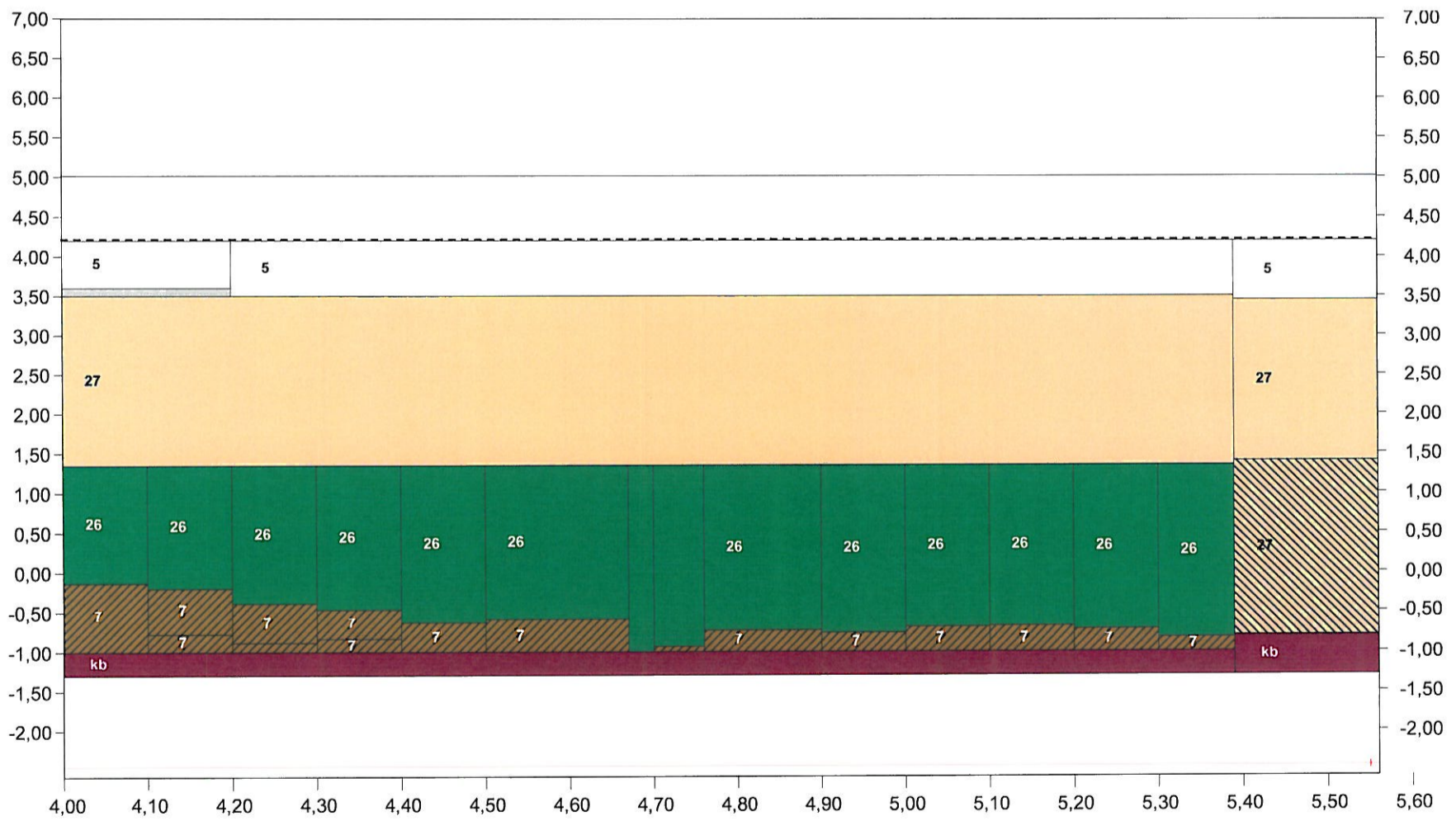
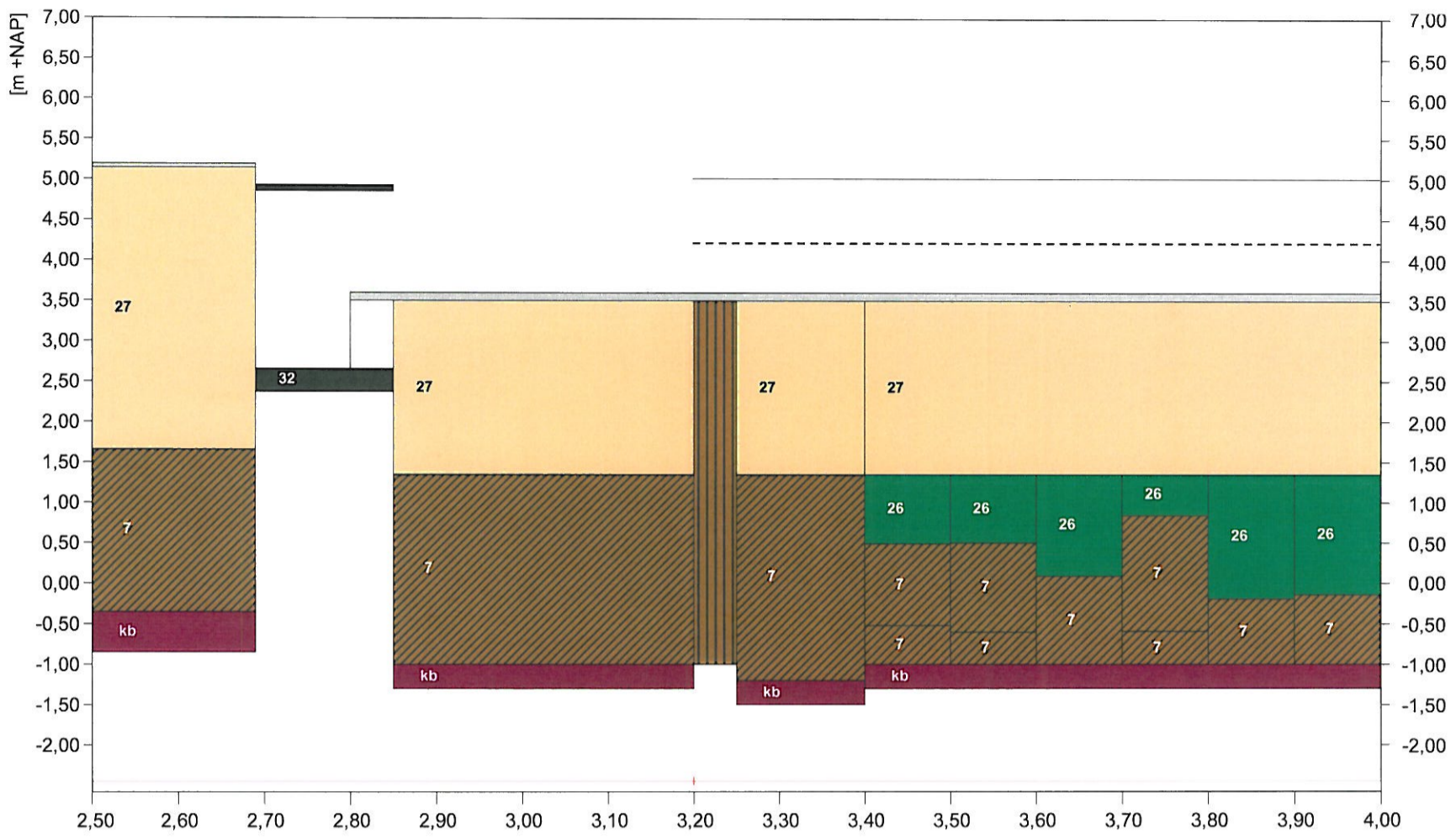
Legenda

1	asfalt	11.4/5	betonblokken gekanteld	28.4	petit graniet	14-16	plaatbekleding	—	kruinlijn
5/5.1	open steenasfalt, Fixstone	29	koperslakblokken	28.5	granietblokken	20/21	gras	—	betonpenetratie
27	betonzuilen	26	basalt	28	overige natuursteen	17	doorgroeienden	—	asfaltpenetratie (vol en zat)
10/11	betonblokken	28.1	Vilvoordse	kb	kreukelberm	56	keermuur ed	—	asfaltpenetratie (patroon)
11.1	Haringmanblokken	28.2	Lessinische	7/9	gepenetreerde breuksteen	—	overige bekleding	—	asfaltpenetratie (Ecolaaq)
11.2	diaboolblokken	28.3	Doomikse	25	breuksteen	—	stortsteenlijn	—	ecotoplaag



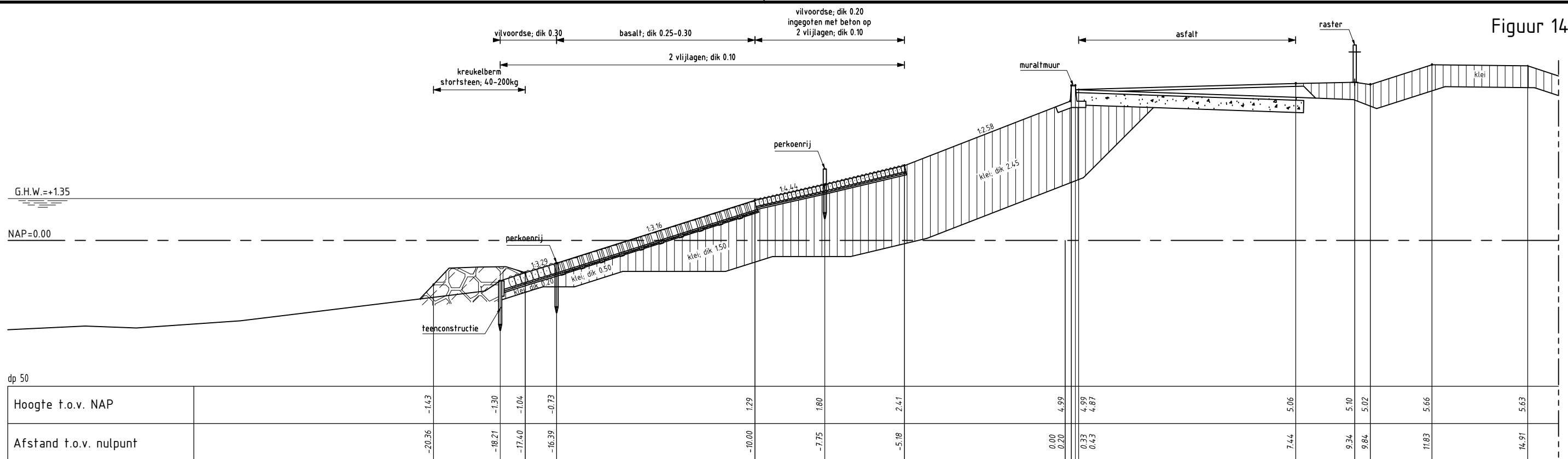
Legenda

1	asfalt	11.4/5	betonblokken gekanteld	28.4	petit graniet	14-16	plaatbekleding	—	kruinlijn
5/5.1	open steenasfalt, Fixstone	29	koperslakblokken	28.5	granietblokken	20/21	gras	—02	betonpenetratie
27	betonzuilen	26	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	7/9	gepenetreerde breuksteen	—	overige bekleding		asfaltpenetratie (Ecolaaq)
11.2	diaboolblokken	28.3	Doornikse	25	breuksteen	---	stortsteenlijn		ecoloplaag

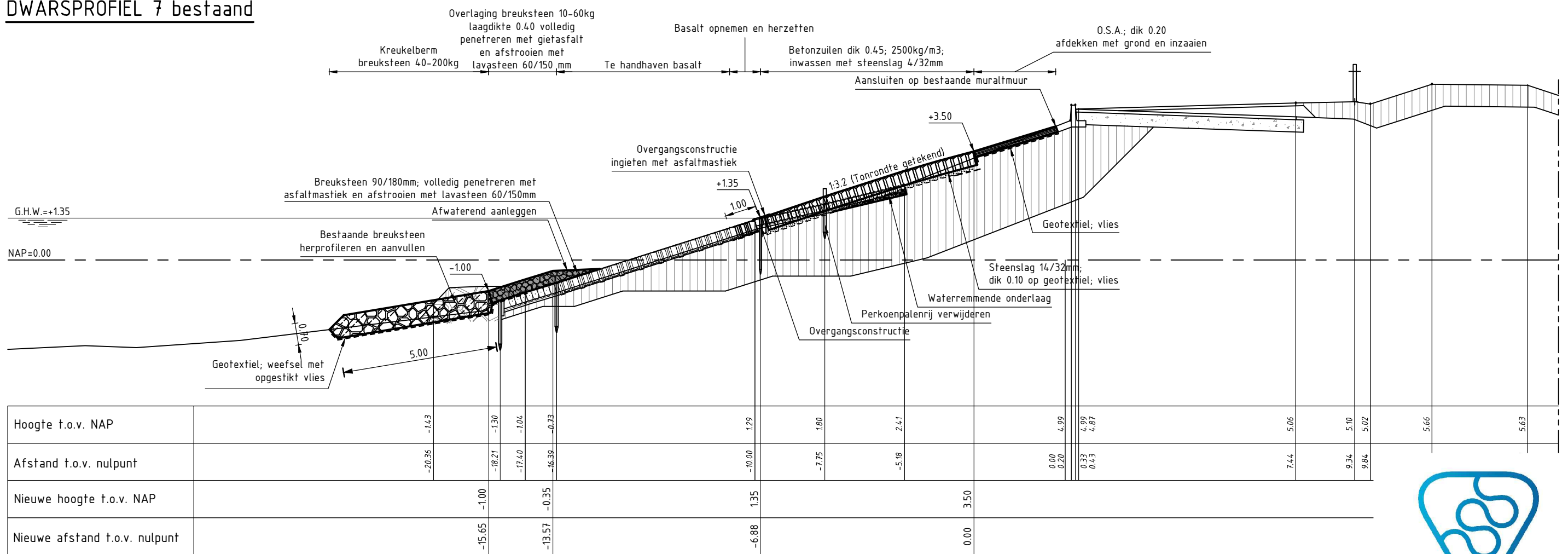


Legenda

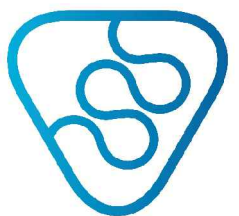
1	asfalt	11.4/5	betonblokken gekanteld	28.4	petit graniet	14-16	plaatbekleding	—	kruinlijn
5/5.1	open steenasfalt, Fixstone	29	koperslakblokken	28.5	granietblokken	20/21	gras	—02	betonpenetratie
27	betonzuilen	26	basalt	28	overige natuursteen	17	doorgroeistenen	01	asfaltpenetratie (vol en zat)
10/11	betonblokken	28.1	Vilvoordse	kb	kreukelberm	56	keermuur ed		asfaltpenetratie (patroon)
11.1	Haringmanblokken	28.2	Lessinische	7/9	gepenetreerde breuksteen	—	overige bekleding		asfaltpenetratie (Ecolaaq)
11.2	diaboolblokken	28.3	Doornikse	25	breuksteen	---	stortsteenlijn		ecoloplaag



DWARSPROFIEL 7 bestaand



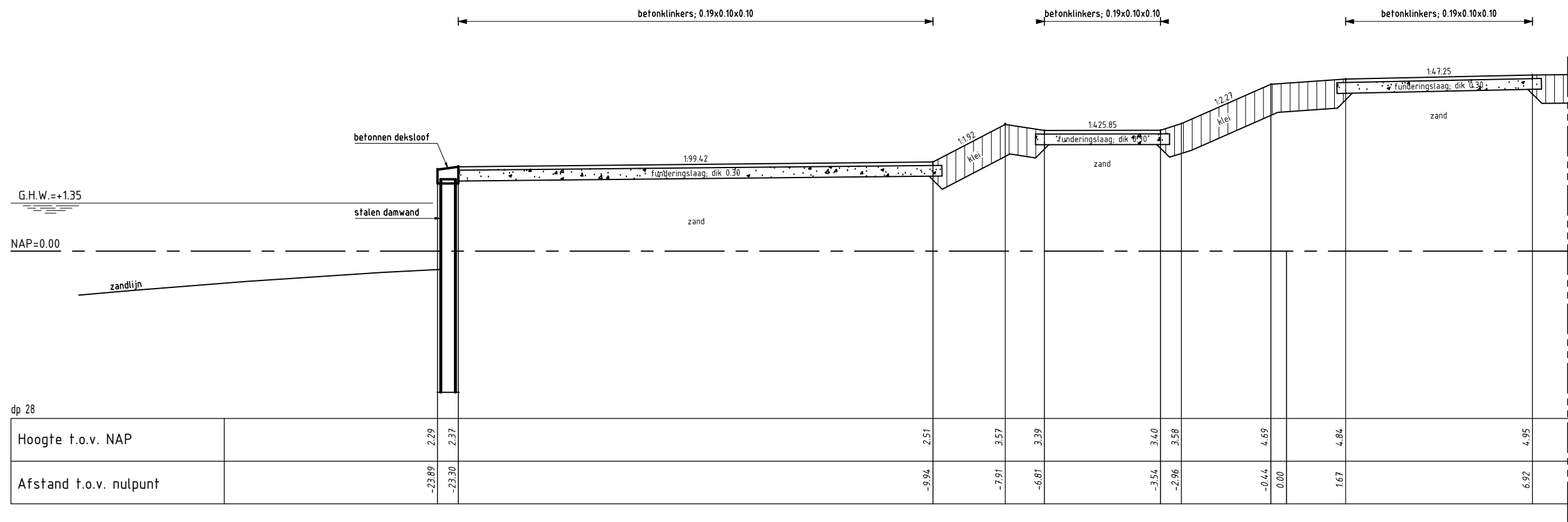
DWARSPROFIEL 7 nieuw van dp46+50m tot dp53+93m



Waterschap Scheldestromen

Datum: 30-05-2012

Haven Burghsluis, Koudekerksche inlaag



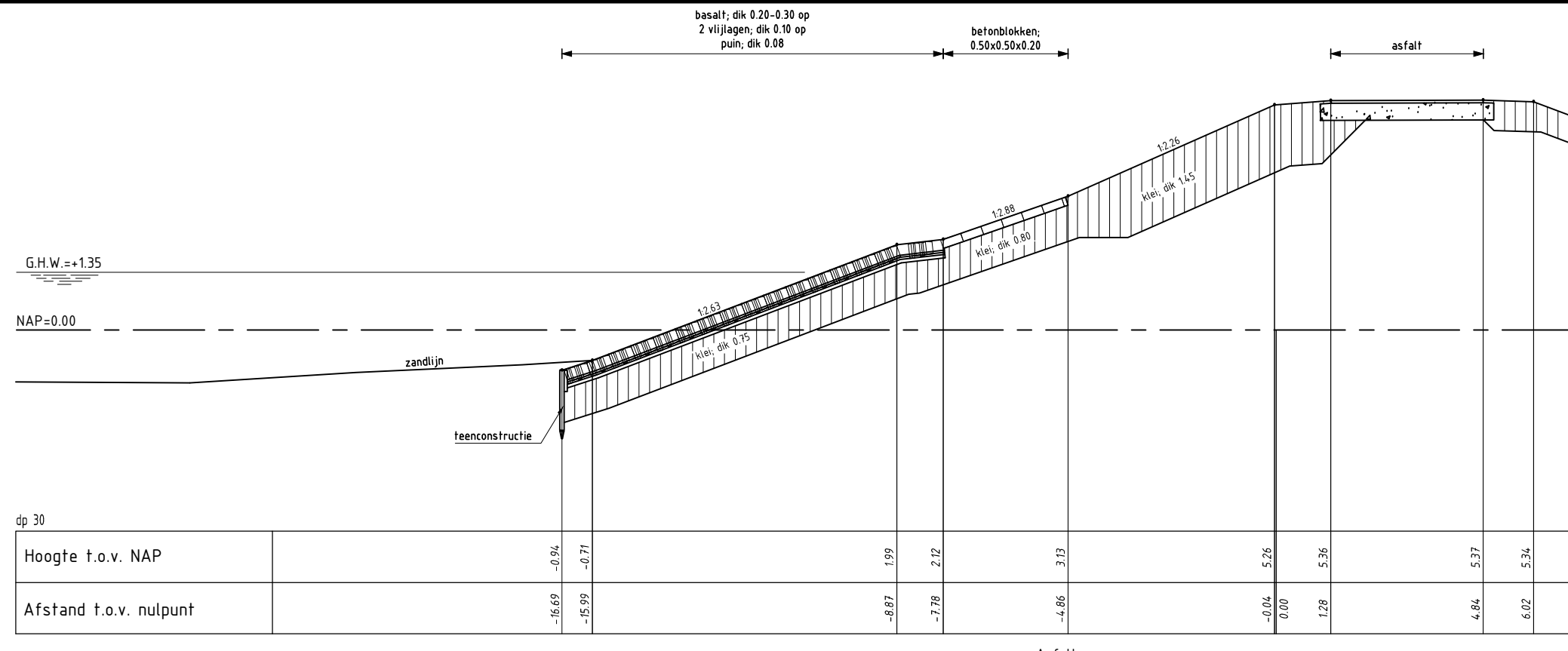
DWARSPROFIEL 1 bestaand van dp26+85m tot dp28+50m



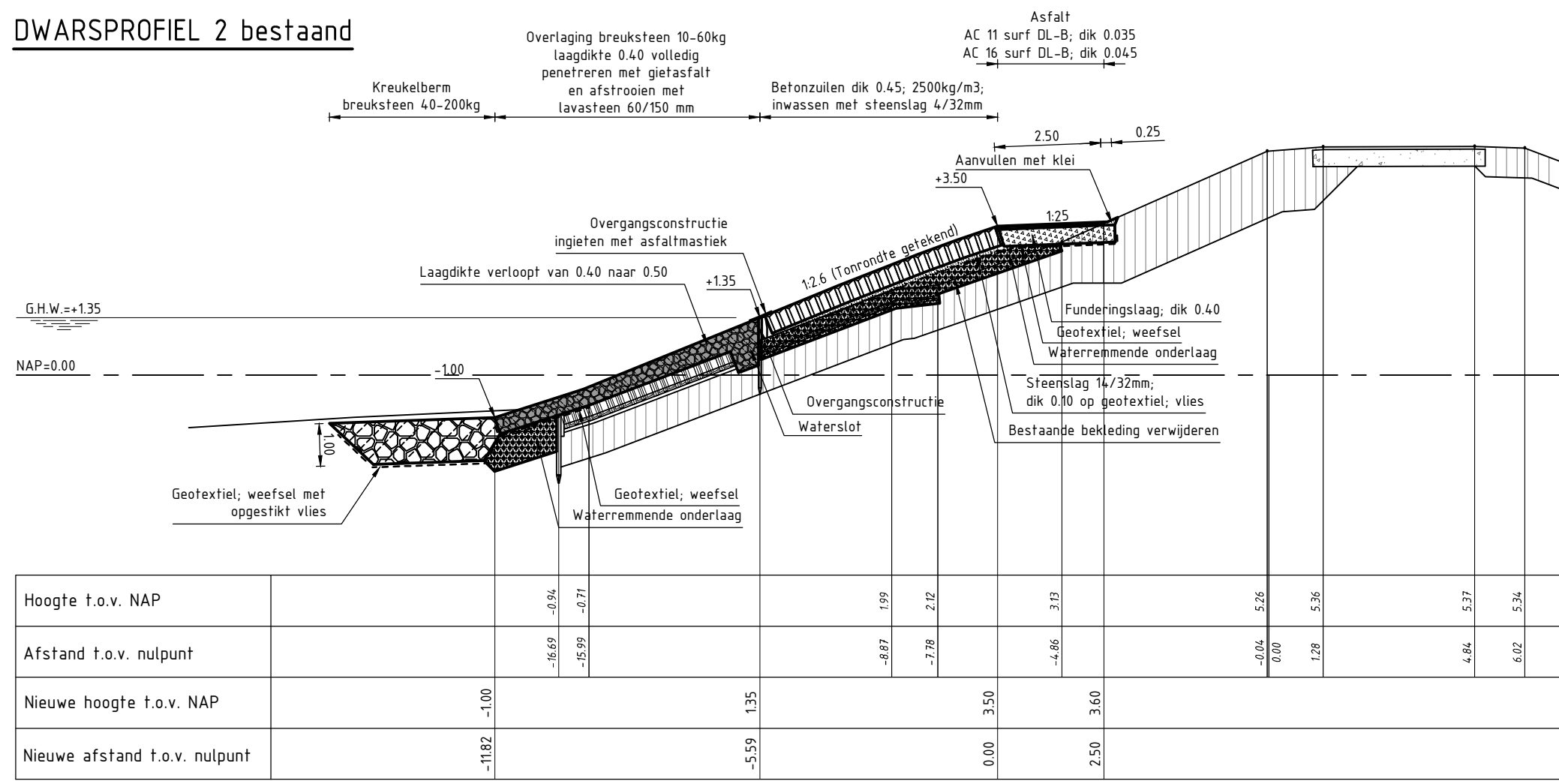
Waterschap Scheldestromen

Datum: 30-05-2012

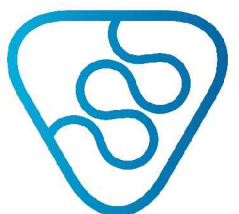
Haven Burghsluis, Koudekerksche inlaag



DWARSPROFIEL 2 bestaand



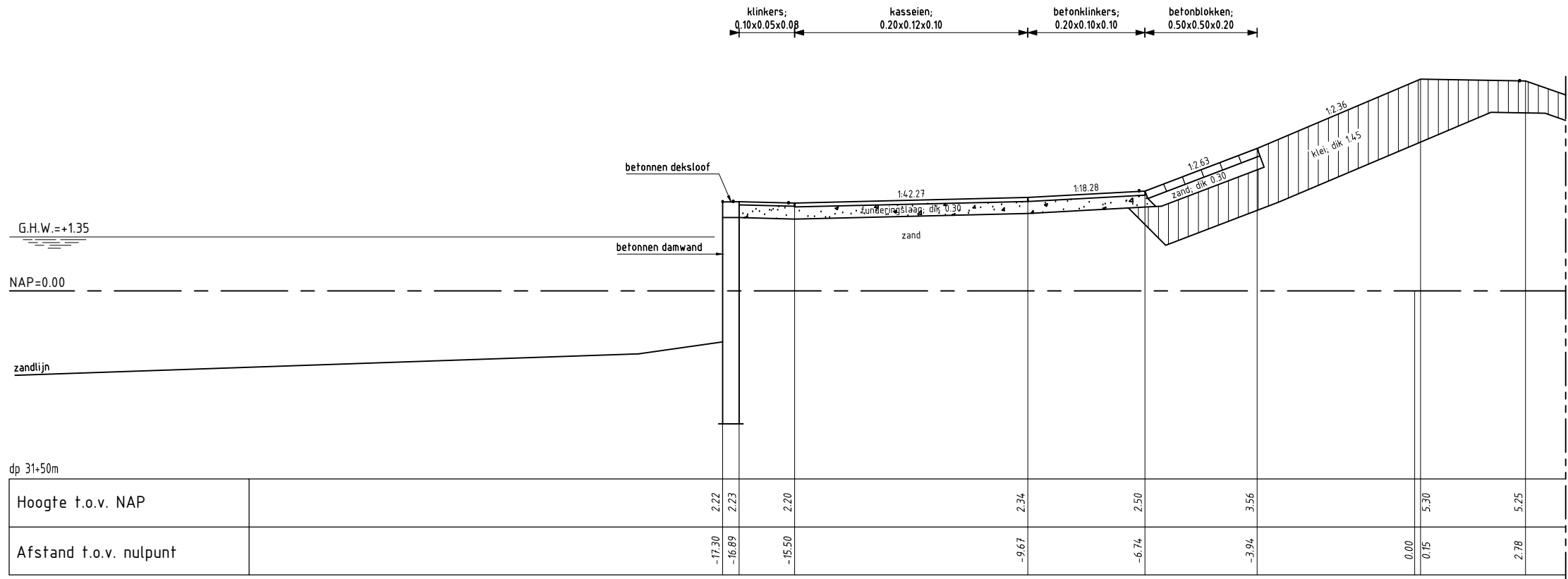
DWARSPROFIEL 2 nieuw van dp28+50m tot dp30+90m



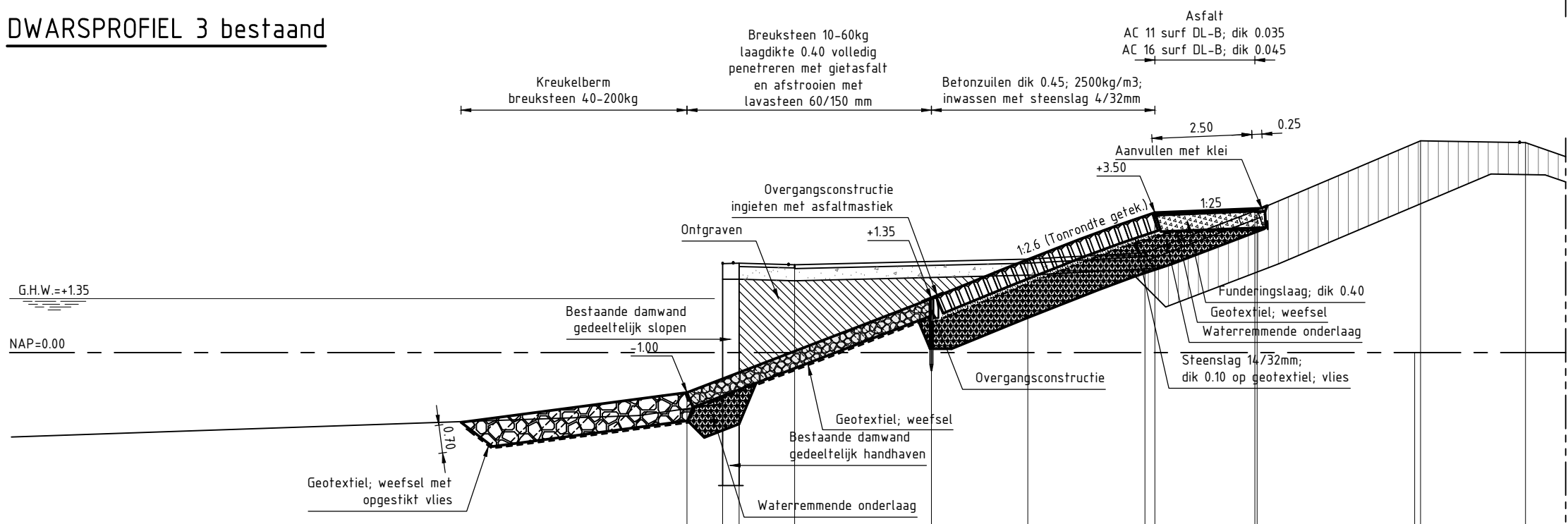
Waterschap Scheldestromen

Datum: 30-05-2012

Haven Burghsluis, Koudekerksche inlaag

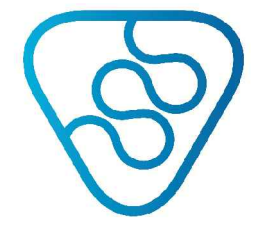


DWARSPROFIEL 3 bestaand



Hoogte t.o.v. NAP		2.22	2.23	2.20		2.34	2.50	3.56		5.30	5.25
Afstand t.o.v. nulpunt		-17.30	-16.89	-15.50		-9.67	-6.74	-3.94		0.00	2.78
Nieuwe hoogte t.o.v. NAP		-1.00				1.35	3.50	3.60			
Nieuwe afstand t.o.v. nulpunt		-11.70				-5.59	0.00	2.50			

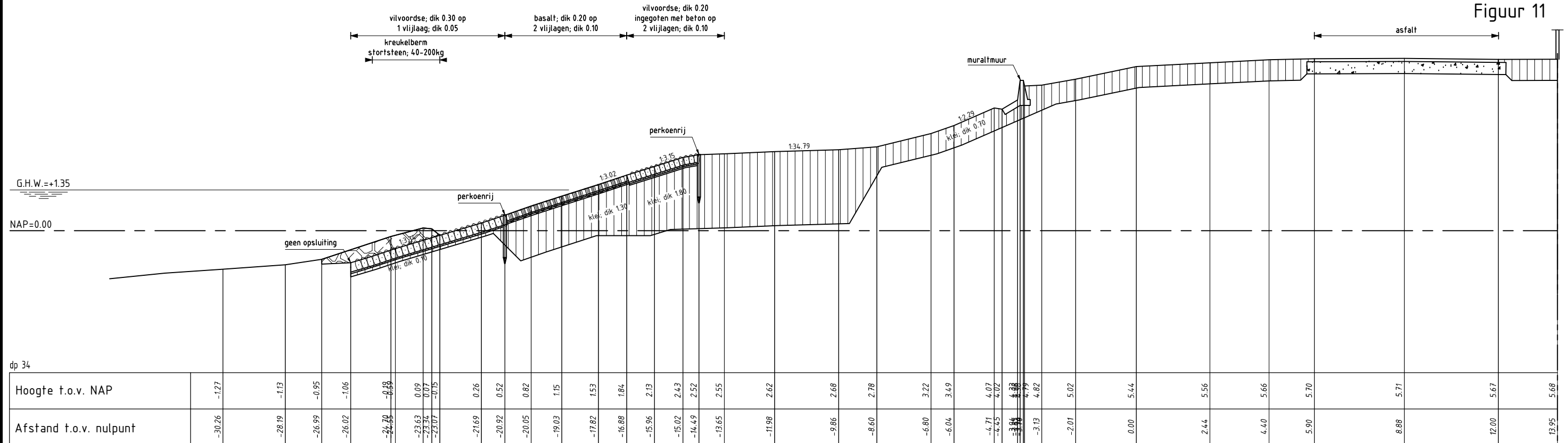
DWARSPROFIEL 3 nieuw van dp30+90m tot dp32



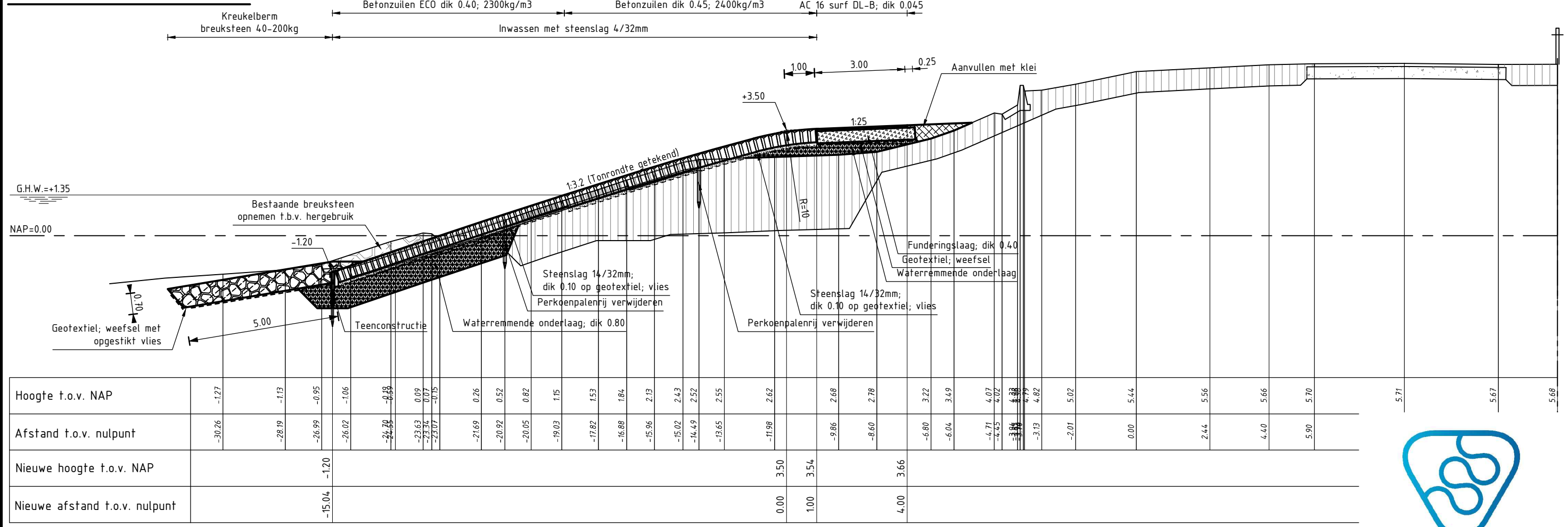
Waterschap Scheldestromen
Datum: 30-05-2012

Haven Burghsluis, Koudekerksche inlaag

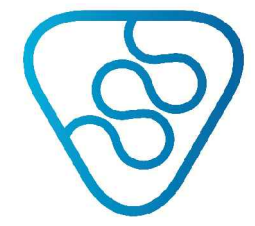
Figuur 11



DWARSPROFIEL 4 bestaand



DWARSPROFIEL 4 nieuw van dp32 tot dp34



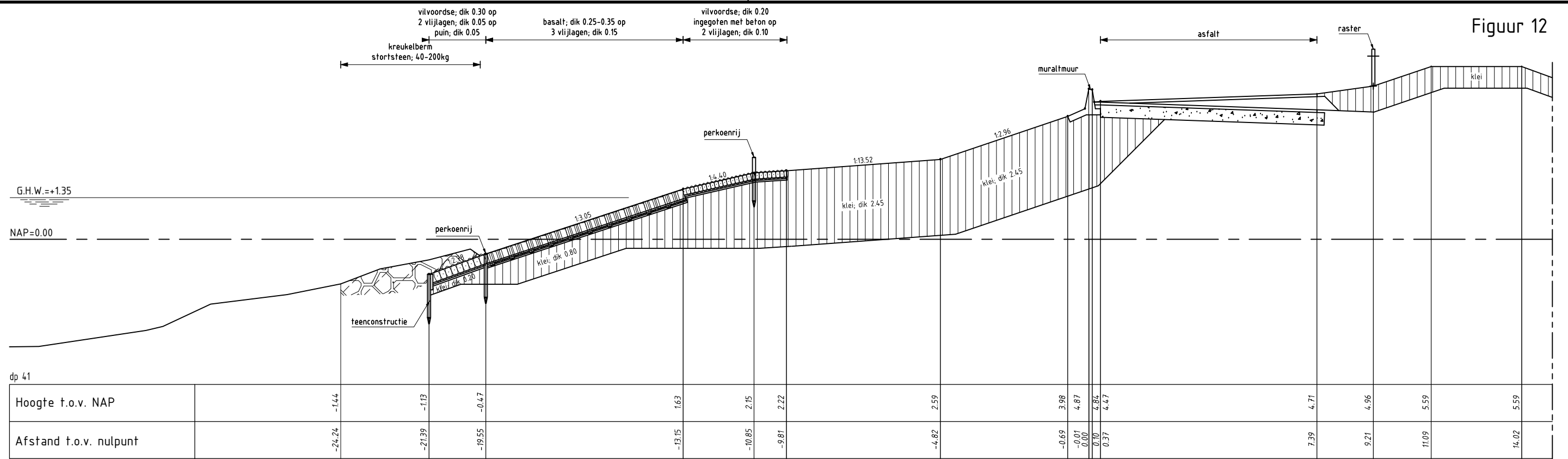
Waterschap Scheldestromen
Datum: 30-05-2012

Haven Burghsluis, Koudekerksche inlaag

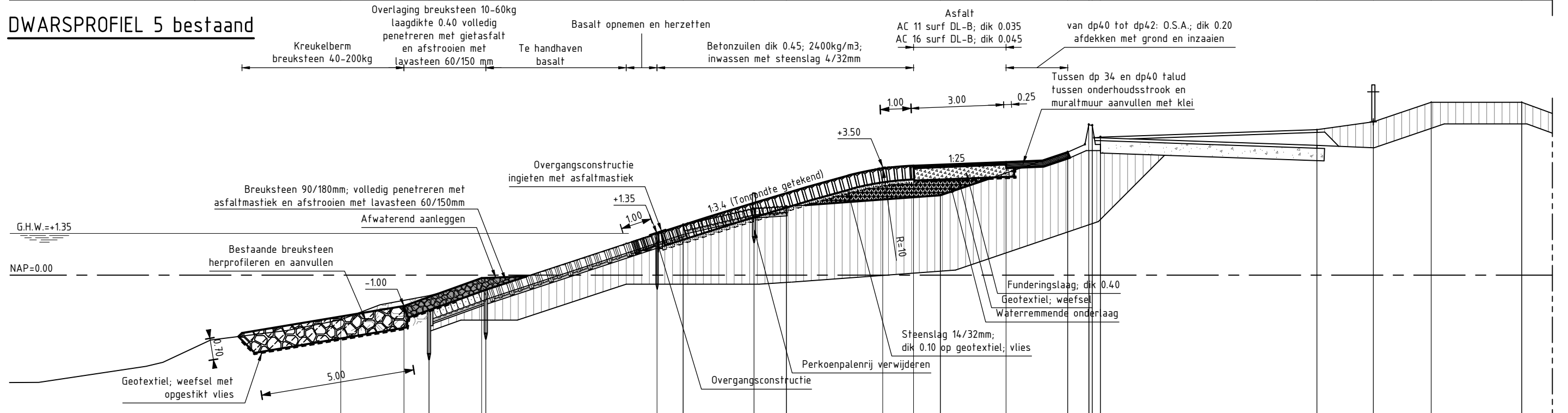
Topografische ondergrond: (c) Topografische Dienst Kadaster
Kadastrale ondergrond: (c) Kadaster, Middelburg
Topografische ondergrond: (c) Regionaal samenwerkingsverband Zeeland GBKN

FILENAME: G:\VEKING\ZEKERINGEN\HAVEN BURGHSLUIS, KOUDEKERKSCH INLAAG\DWTA-DMP-HAVEN BURGHSLUIS, KOUDEKERKSCH INLAAG.DWG
 PLOTDATE: 5/29/2012 5:00:02

Figuur 12



DWARSPROFIEL 5 bestand



DWARSPROFIEL 5 nieuw

van dp34 tot dp42



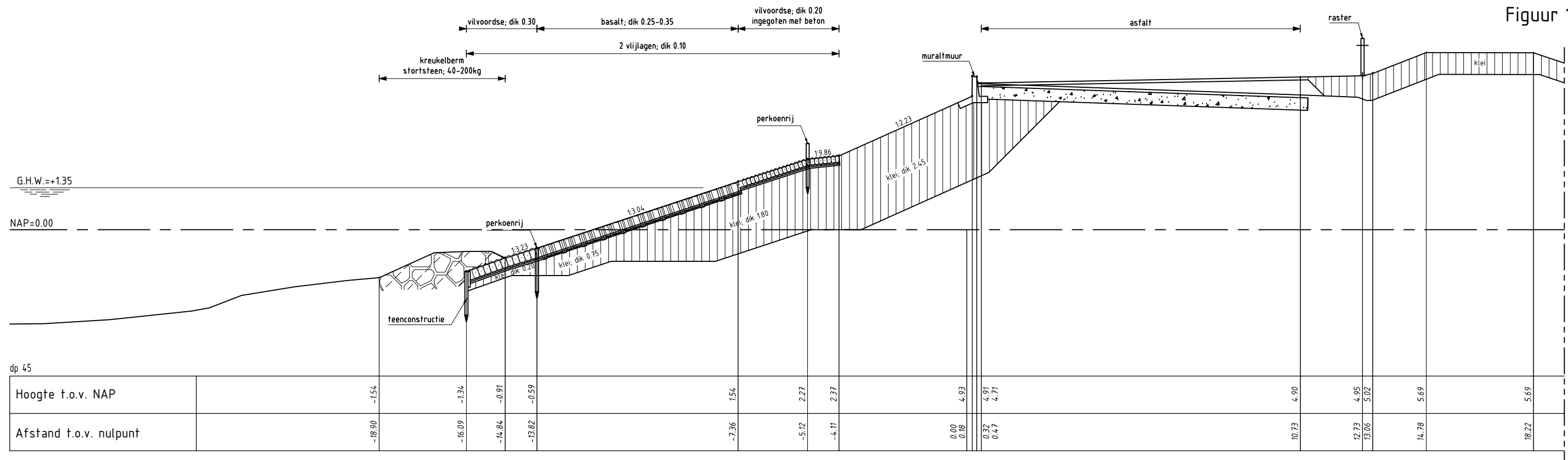
Waterschap Scheldestromen

Datum: 30-05-2012

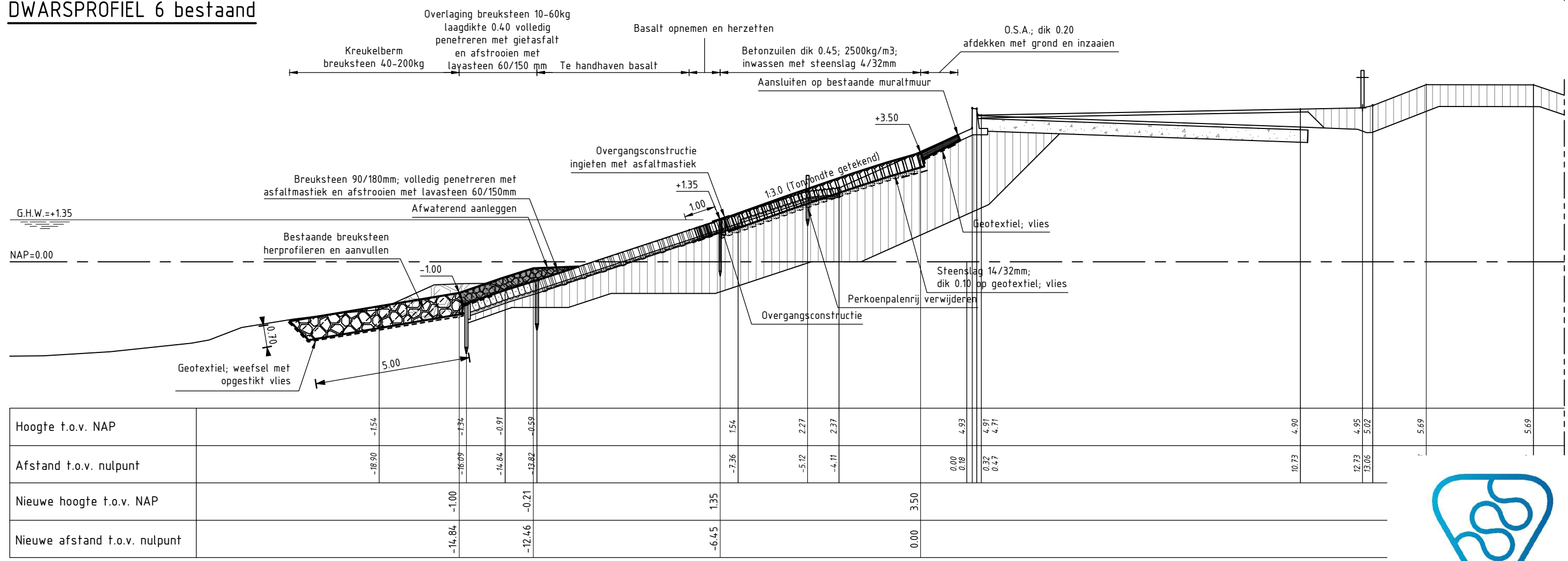
Haven Burghsluis, Koudekerksche inlaag

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

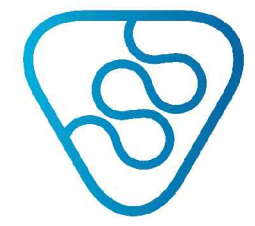
FILENAME: G:\VEKING\ZEKERINGEN\HAVEN BURGHSLUIS, KOUDEKERKSCH E INLAAG\ONTWONTA-OMP-HAVEN BURGHSLUIS, KOUDEKERKSCH E INLAAG.DWG
 PLOTDATE: 5/29/2012 5:00:03



DWARSPROFIEL 6 bestaand



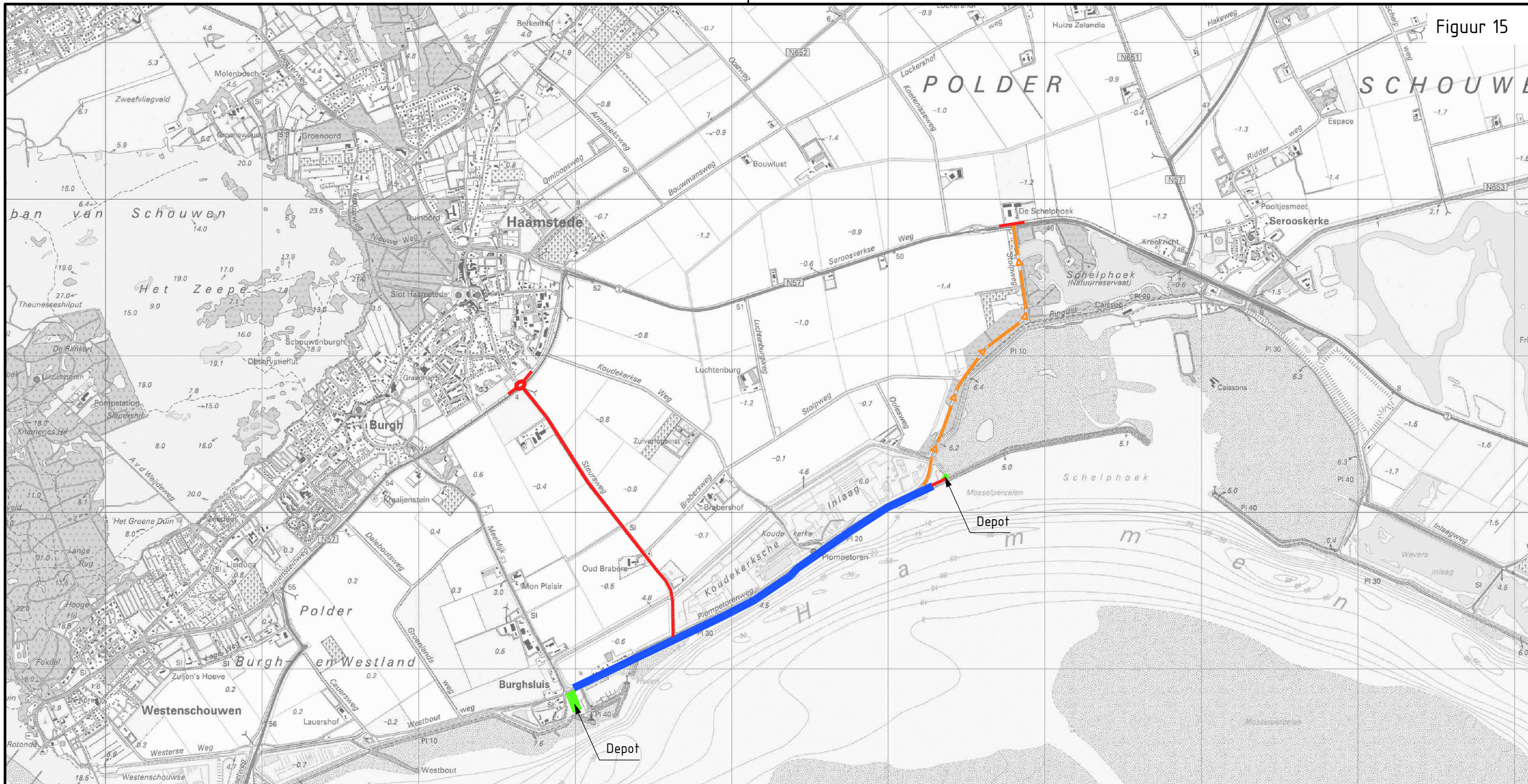
DWARSPROFIEL 6 nieuw van dp42 tot dp46+50m



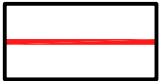


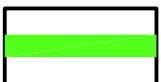
Waterschap Scheldestromen
Datum: 30-05-2012

Haven Burghsluis, Koudekerksche inlaag

Figuur 15



VERKLARING

-  TRANSPORTROUTE
-  TRANSPORTROUTE ÉÉN RICHTING
-  WERKGEBIED
-  DEPOTLOCATIE



Waterschap Scheldestromen
Datum: 30-05-2012

Transportroute Haven Burghsluis, Koudekerksche inlaag

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

FILENAAM: G:\TEKENINGEN\WERKEN\HAVEN BURGHSLUIS - KOUDEKERKSCHEN INLAAG\DWG\WTA-TRANSPR-HAVEN BURGHSLUIS - KOUDEKERKSCHEN INLAAG.DWG
 PLOT DATUM: 5/29/2012 5:04:09

Bijlage 2 Detailadviezen

Bijlage 2.1: Hydraulische randvoorwaarden

Update detailadvies Schelphoek

Aan : ██████████ (Projectbureau Zeeweringen)
 Van : ██████████ (Royal Haskoning)
 Tweede lezer : ██████████ (Svašek Hydraulics)
 Datum : 23 september 2011
 Betreft : 2011.07D Update detailadvies Schelphoek
 Status : Definitief
 Ref. Svašek : 1605/U10279/C/PvdR
 Ref. Royal Haskoning : 9V9006.A0/N0070/EARN/ILAN/Rott1

Let op: Dit detailadvies is een herziening van het oorspronkelijke detailadvies Schelphoek [ref 8] en is ten opzichte van update detailadvies Schelphoek [ref. 16] uitgebreid met dijkvak 171b.

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

In dit detailadvies zijn de golfcondities beschreven voor Schelphoek, Polder Schouwen, welke betrekking heeft op het traject van dijkkilometer 1.9 tot 12.0. Het ontwerptraject loopt van dijkkilometer 2.7 tot 5.4. Dijkkilometer 2.7 ligt in dijkvak 171b en dijkkilometer 5.4 ligt in dijkvak 171a.

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

Tabel 1: Beschouwde dijkvakken

Dijk- vak no.	Dijkvakscheidings- coördinaten tov Parijs (m)				Dijk kilometrering (km)		Poldernaam
	van		tot		van	tot	
	x	y	x	y			
171b	41387	410695	42354	411055	1.90	3.20	Polder Schouwen tot aan Stormvloedkering
171a	42354	411055	44385	412218	3.20	5.55	Polder Schouwen tot aan Stormvloedkering
170	44385	412218	45102	413212	5.55	7.00	(delingsdijk) Polder Schouwen
169b	45102	413212	46077	413348	7.00	8.00	(ringdijk Schelphoek) Polder Schouwen
169a	46077	413348	46895	411727	8.00	10.10	(ringdijk Schelphoek) Polder Schouwen
168	46895	411727	48280	411051	10.10	11.65	(Weeversinlaag) Polder Schouwen
167c	48280	411051	48474	411094	11.65	11.85	(Flaauwersinlaag) Polder Schouwen
167b	48474	411094	48605	411024	11.85	12.00	(Flaauwersinlaag) Polder Schouwen

Tabel 2: Maatgevende golfcondities voor betonzuilen

Dijk- vak no.	Dijk kilometrerings (km)		Hs [m] bij waterstand t.o.v. NAP				T _{pm} [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
171b	1.90	3.20	1.30	1.91	2.11	2.01	4.80	4.67	4.80	4.58	2.4	4.4	5.4	6.4	240	210	210	180
171a	3.20	5.55	1.31	1.81	2.03	2.12	3.98	4.63	4.99	4.78	3.3	5.3	6.3	7.3	210	210	210	180
170	5.55	7.00	1.26	1.91	2.12	2.25	4.74	4.67	5.04	4.94	2.7	5.0	6.0	7.0	240	210	210	210
169b	7.00	8.00	1.67	2.15	2.40	2.32	4.17	4.41	4.88	4.88	4.2	6.9	7.9	8.9	240	210	210	210
169a	8.00	10.10	1.56	2.03	2.24	2.38	3.98	4.42	4.79	4.75	5.9	8.5	9.5	10.5	270	240	240	210
168	10.10	11.65	1.60	2.10	2.35	2.47	3.99	4.41	4.62	4.84	12.6	9.5	7.0	8.0	270	240	240	240
167c	11.65	11.85	1.55	2.10	2.35	2.47	3.56	4.23	4.38	4.57	12.4	14.4	15.4	16.4	270	270	240	240
167b	11.85	12.00	1.53	2.12	2.38	2.46	3.55	4.22	4.43	4.60	19.7	21.7	22.7	23.7	270	270	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 13]. De maatgevende golfcondities zijn afhankelijk van de taludhelling en de constructie afhankelijke constante (F). Bij bepaling van de maatgevende golfcondities is uitgegaan van een taludhelling van 1:3,5 en een F-waarde van 6. Indien de taludhelling in het ontwerp steiler is dan 1:3,0 of flauwer dan 1:4,5 of de F-waarde is niet gelijk aan 6 kunnen de maatgevende golfcondities afwijken. In dat geval dient contact te worden opgenomen met de adviesschrijver.
- Voor de verschillende bekledingstypen en faalmechanismen zijn vier verschillende belastingfuncties gebruikt om de maatgevende golfcondities te bepalen. Hierdoor dient voor het ontwerp per bekledingstypen en/of faalmechanisme een afzonderlijke tabel toegepast te worden.
 - (gekantelde) Betonblokken en patroon geopeneteerde breuksteen: Tabel 5.1
 - Betonzuilen: Tabel 2 of 5.2
 - Afschuiving en de bekledingstypen WAB, OSA en vol en zat geopeneteerde breuksteen: Tabel 5.3
 - Losse breuksteen van de kreukelberm: Tabel 5.4.
- De stabiliteit van betonzuilen is het kleinst bij $\xi_{op} = 2$. Indien $\xi_{op} > 2$ en er een ondiep voorland voor de dijk aanwezig is, zijn de maatgevende golfcondities voor betonzuilen mogelijk niet de maatgevende golfcondities [ref 13]. Daarom moeten golfcondities waarvoor geldt $\xi_{op} > 2$ (bij de aanwezigheid van een hoog voorland) aangepast worden [ref 13], zodat geldt $\xi_{op} = 2$. Bij het beschouwde dijktraject is $\xi_{op} < 2$ en hoeven de golfcondities niet te worden bijgesteld.
- Bij verschillende dijkvakken is de golfperiode en/of golfhoogte bij NAP +3m hoger dan bij NAP +4m (zie oranje arcering in de Tabellen 5.1 t/m 5.4 en Tabel 2). Dit komt door de relatief grote invloed van de stroming op de golfcondities tot en met NAP +3 meter. Daarnaast neemt voor dijkvak 170 en 171b (Tabel 2, 5.1, 5.2 en 5.4) de golfperiode T_{pm} af bij een waterstand van NAP +2m i.v.m. NAP +0m. Dit wordt veroorzaakt door het maatgevend worden van een andere windrichting.
- Dit detailadvies is een herziening en uitbereiding van het oorspronkelijke detailadvies Schelphoek [ref 8]. De randvoorwaarden in dit advies zijn niet gelijk aan het voorgaande advies, doordat deze met andere belastingfuncties [ref 13] en met aangescherpte correcties [ref 4] zijn bepaald. Daarnaast is dit advies een uitbreiding van het advies [ref. 16], waarbij dijkvak 171b aan het advies is toegevoegd.
- In dit detailadvies worden alleen de randvoorwaarden beschouwd die gelden voor de buitenzijde van het inlaaggebied bij Schelphoek (zie figuur 1.4). Voor het inlaaggebied kunnen de randvoorwaarden gebruikt worden van de randvoorwaardenvakken 249 t/m 254 die zijn afgegeven in het advies Ringdijk Schelphoek [ref 9]. Opgemerkt moet worden dat in het advies [ref 9] er vanuit is gegaan dat beide dammen onderdeel zijn van de primaire waterkering. Indien de dammen niet bestand worden gemaakt tegen de 1/4000 jaar situatie zullen opnieuw randvoorwaarden bepaald moeten worden dijk voor de randvoorwaardenvakken 249 t/m 254. Daarnaast is in het advies Ringdijk Schelphoek [ref 9] geen gebruik gemaakt van nieuwe belastingfuncties [ref 13] en aangescherpte correcties [ref 4]
- Dijkvak 169a betreft de buitenzijde van de oostelijke dam, dijkvak 170 de buitenzijde van de westelijke dam, en 169b het gedeelte daartussenin (zie figuur 1.4). De dijkvakken 167b t/m 168 liggen aan de oostzijde van het inlaaggebied (zie figuur 1.3) en dijkvak 171a / 171b aan de westzijde (zie figuur 1.1). Beschut achter de twee dammen ligt het inlaaggebied Schelphoek, met betrekkelijk ondiep water (uitgezonderd de noordrand).

- Ter plaatse van de dijkvakken 167b en 167c zijn twee dammen aanwezig. De reducerende werking van deze dammen is niet in de berekening van de randvoorwaarden van deze dijkvakken meegenomen, waardoor deze dammen in feite als 'verloren' zijn beschouwd.
- Bij dijkvak 171b bevindt zich de haven van Burghsluis. De aanwezige havendammen worden niet bestand gemaakt tegen 1/4000^{ste} stormcondities. De havendammen zijn daarom niet meegenomen bij het bepalen van de golfcondities voor de achterliggende waterkering. Indien de havendammen toch versterkt worden tegen 1/4000^{ste} stormcondities kunnen de golfcondities uit het advies 'Golfrandvoorwaarden haven Burghsluis' [ref 17] gebruikt worden bij het ontwerp van de achterliggende waterkering.

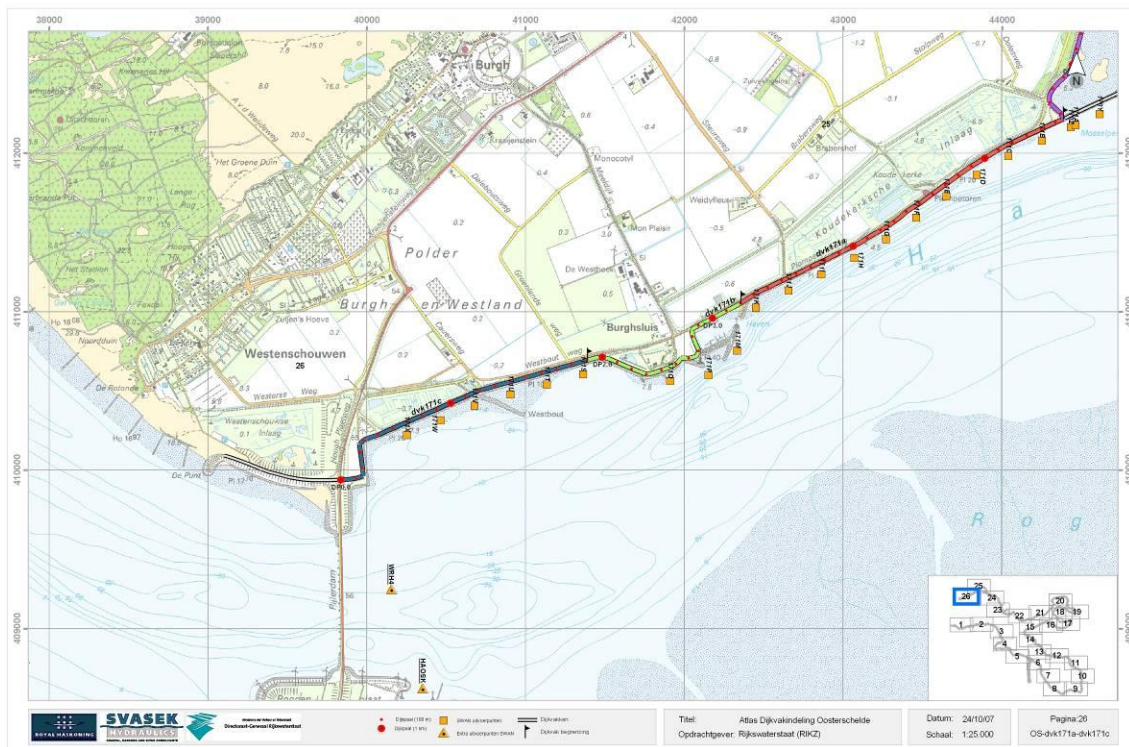
Tabel 3: Waterstanden en ontwerppeilen

Dijk- vak no.	Ontwerppeil [m] tov NAP	GHW [m] tov NAP	GLW [m] tov. NAP	Springtij		Doodtij	
				HW [m] tov NAP	LW [m] tov. NAP	HW [m] tov NAP	LW [m] tov. NAP
171b	3.5	1.35	-1.20	1.55	-1.25	1.10	-1.10
171a	3.5	1.35	-1.25	1.55	-1.25	1.10	-1.10
170	3.5	1.35	-1.25	1.55	-1.25	1.10	-1.10
169b	3.5	1.40	-1.25	1.55	-1.25	1.15	-1.15
169a	3.5	1.40	-1.25	1.60	-1.30	1.15	-1.15
168	3.5	1.40	-1.25	1.60	-1.30	1.15	-1.15
167c	3.5	1.40	-1.25	1.60	-1.30	1.15	-1.15
167b	3.5	1.40	-1.25	1.60	-1.30	1.15	-1.15

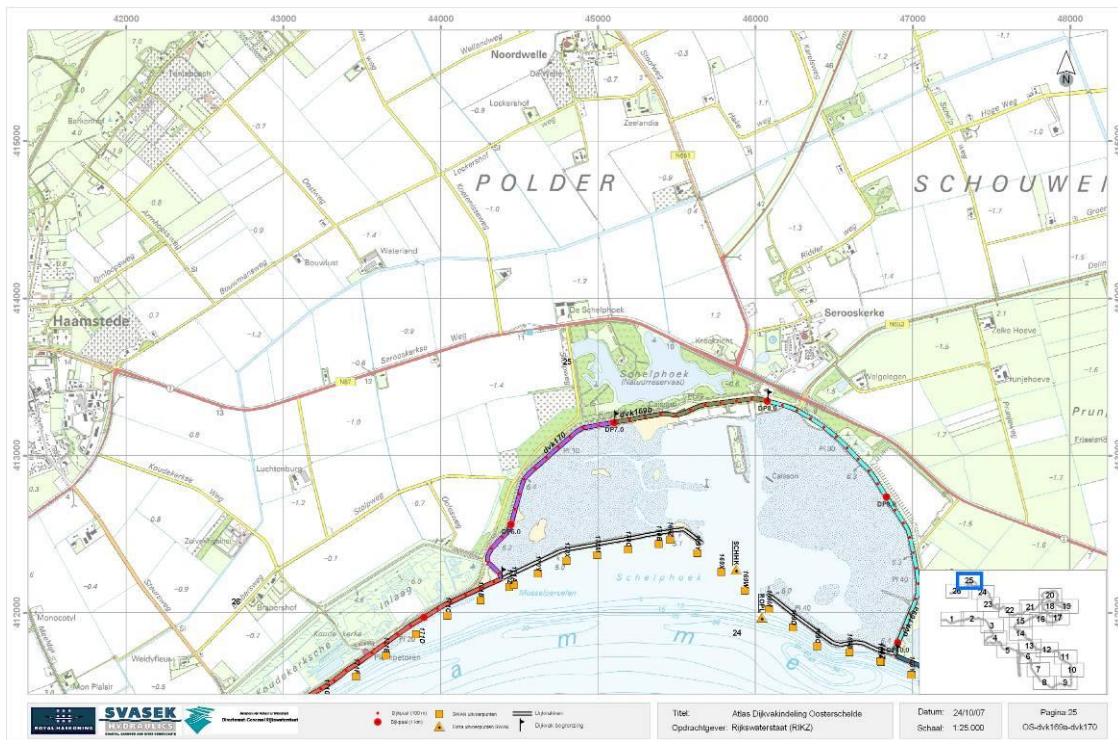
Tabel 4: Bodemligging

Dijk- vak no.	Dijk kilometrering (km)		Representatieve bodempligging [m] tov NAP	Gemiddelde bodempligging [m] tov NAP	Stand.dev. bodempligging [m] tov. NAP
	van	tot			
171b	1.90	3.20	-11.89	-7.42	4.47
171a	3.20	5.55	-9.92	-5.93	3.99
170	5.55	7.00	-3.11	-2.95	0.16
169b	7.00	8.00	-5.46	-4.90	0.57
169a	8.00	10.10	-9.35	-6.31	3.05
168	10.10	11.65	-13.64	-10.05	3.59
167c	11.65	11.85	-12.35	-12.35	0.00
167b	11.85	12.00	-19.69	-19.69	0.00

Figuur 1.1: Dijkvak 171a en 171b



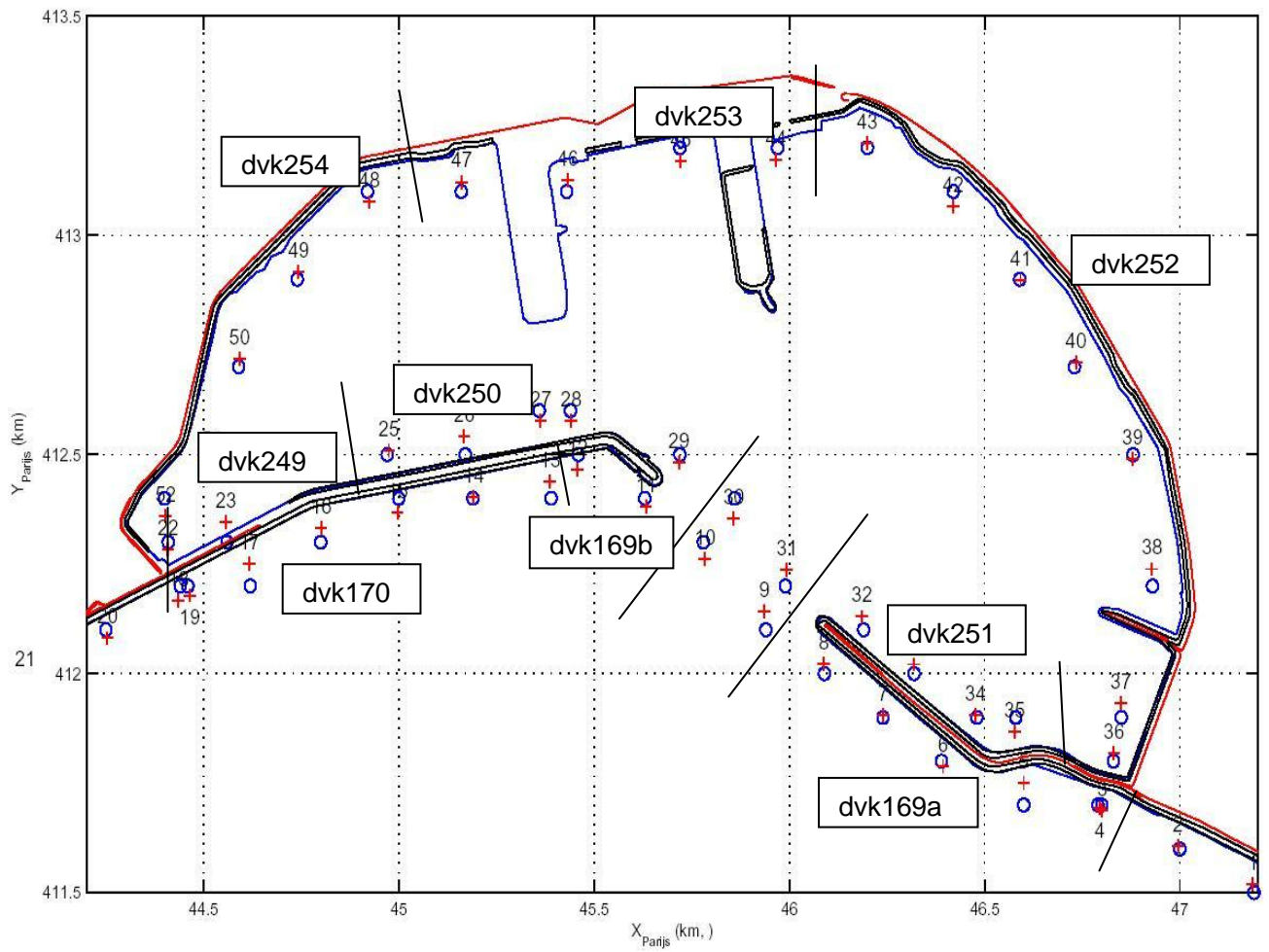
Figuur 1.2: Dijkvakken 169a t/m 171a



Figuur 1.3: Dijkvakken 167b t/m 169a



Figuur 1.4: Dijkvakindeling buitengebied en inlaaggebied Schelphoek en ligging SWAN-uitvoerpunten [ref 9]



Bijlagen 1: Aanpak en resultaten detailadvies

1 Ligging dijkvakken

Dit detailadvies gaat over de dijkvakken 167b t/m 171b (zie Figuur 1.1 t/m 1.4). Deze dijkvakken bevinden zich aan de noordoever van de Oosterschelde bij Schelphoek, Polder Schouwen, welke betrekking heeft op het traject van dijkkilometer 1.9 tot 12.0. Het ontwerptraacé loopt van dijkkilometer 2.7 tot 5.4. Dijkkilometer 2.7 ligt in dijkvak 171b en dijkkilometer 5.4 ligt in dijkvak 171a.

Dijkvak 169a betreft de buitenzijde van de oostelijke dam, dijkvak 170 de buitenzijde van de westelijke dam, en 169b het gedeelte daartussenin (zie figuur 1.4). De dijkvakken 167b t/m 168 liggen aan de oostzijde van het inlaaggebied (zie figuur 1.3) en dijkvak 171a / 171b aan de westzijde (zie figuur 1.1). Beschut achter de twee dammen ligt het inlaaggebied Schelphoek, met betrekkelijk ondiep water (uitgezonderd de noordrand).

Voor het inlaaggebied kunnen de randvoorwaarden gebruikt worden van de randvoorwaardenvakken 249 t/m 254 die zijn afgegeven in het advies Ringdijk Schelphoek (zie figuur 1.4) [ref 9]. Opgemerkt moet worden dat in het advies [ref 9] er vanuit is gegaan dat beide dammen onderdeel zijn van de primaire waterkering. Indien de dammen niet bestand worden gemaakt tegen de 1/4000 jaar situatie zullen opnieuw randvoorwaarden bepaald moeten worden voor de randvoorwaardenvakken 249 t/m 254. Daarnaast is in het advies Ringdijk Schelphoek [ref 9] geen gebruik gemaakt van nieuwe belastingfuncties [ref 13] en aangescherpte correcties [ref 4].

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

2 Situatiebeschrijving

Het gebied ligt op Schouwen (noordoever van de Oosterschelde) op circa 2 km - 7 km ten oosten van de Oosterscheldekering, nabij Schelphoek. De dijkvakken grenzen aan de Hammen, een diepe geul (orde 30-40 m) tussen de Roggenplaat en Schouwen.

Betreffende de directe omgeving van Schelphoek worden in dit detailadvies alleen de randvoorwaarden beschouwd die gelden voor de buitenzijde van het inlaaggebied bij Schelphoek (zie figuur 1.4). Voor het inlaaggebied kunnen de randvoorwaarden gebruikt worden van de randvoorwaardenvakken 249 t/m 254, zoals beschreven in [ref 9].

Ter plaatse van de dijkvakken 167b en 167c zijn twee dammen aanwezig. De reducerende werking van deze dammen is niet in de berekening van de randvoorwaarden van deze dijkvakken meegenomen, waardoor deze dammen in feite als 'verloren' zijn beschouwd.

Bij dijkvak 171b bevindt zich de haven van Burghsluis. De aanwezige havendammen worden niet bestand gemaakt tegen 1/4000ste stormcondities. De havendammen zijn daarom niet meegenomen bij het bepalen van de golfcondities voor de achterliggende waterkering. Indien de havendammen toch versterkt worden tegen 1/4000ste stormcondities kunnen de golfcondities uit het advies 'Golf randvoorwaarden haven Burghsluis' [ref 17] gebruikt worden bij het ontwerp van de achterliggende waterkering.

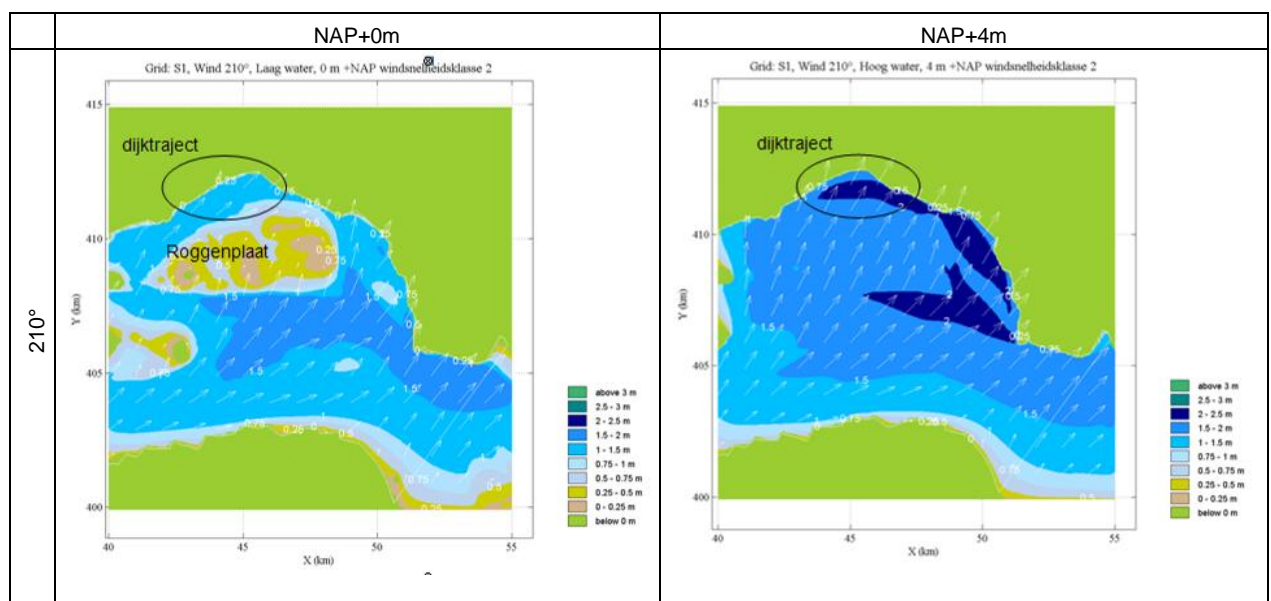
Er zijn geen grote variaties aanwezig voor wat betreft de geometrie en golfbelasting per dijkvak. Er is derhalve geen reden om de indeling in randvoorwaardenvakken aan te passen.

3 Golfcondities

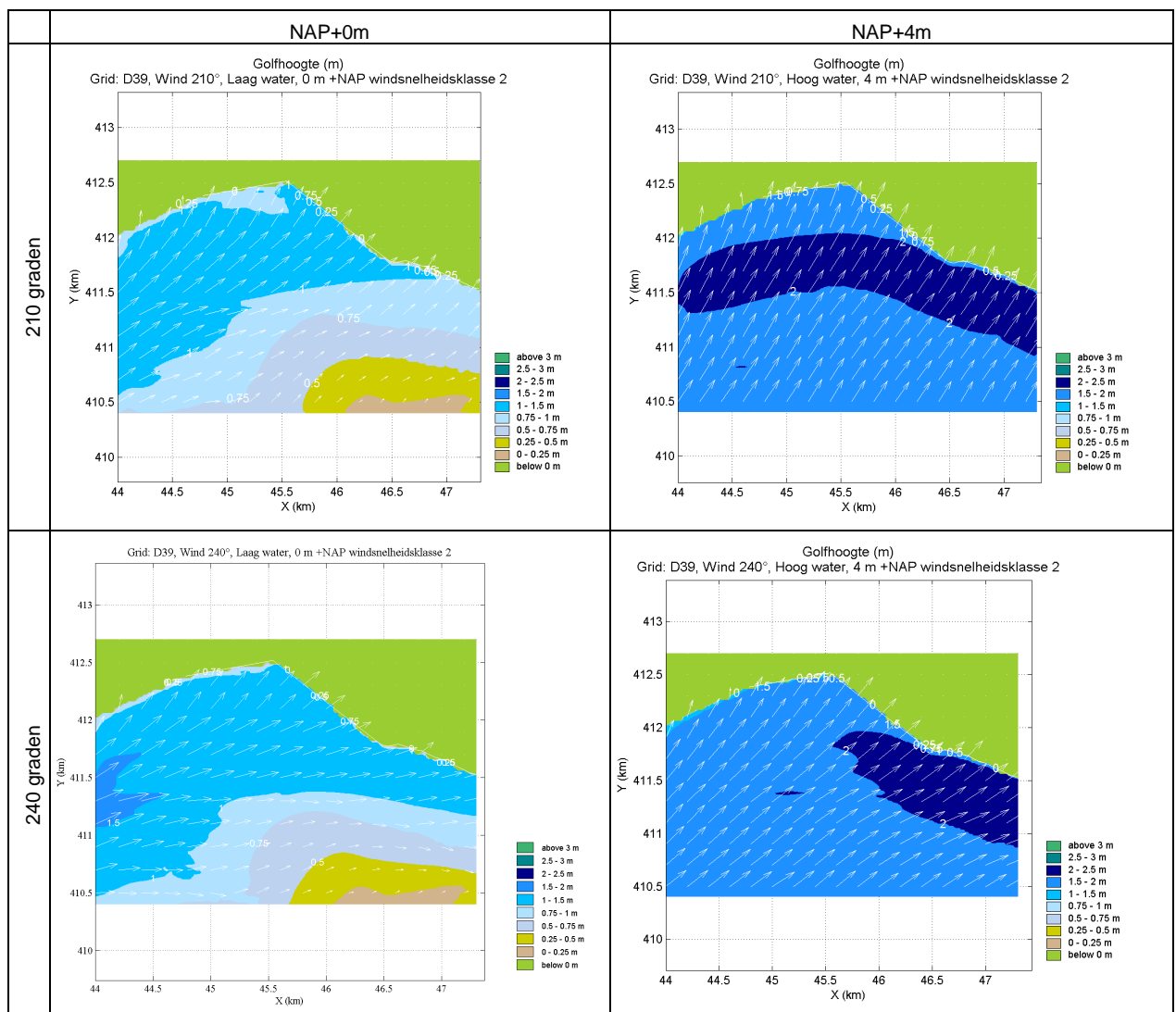
De dijkvakken in het beschouwde traject worden het zwaarst door golven belast bij storm vanuit het zuidwesten tot westen (210° tot 270°). Uitzondering hierop is dijkvak 167b bij een waterstand van NAP +0m (tabel 5.1 en 5.4), dijkvak 171a bij een waterstand van NAP +4m (tabel 2, 5.2 en 5.3) en dijkvak 171b bij een waterstand van NAP +4m (tabel 5.2 t/m 5.4), alwaar de windrichting uit het zuiden maatgevend is (150° of 180°). Bij hoge waterstanden zijn voor de oostelijk gelegen dijkvakken (167b t/m 168) de windrichting 240° en 270° meestal maatgevend en voor de westelijk gelegen dijkvakken (169b t/m 171a) de windrichting 210° (zie ook Figuur 3). Bij lage waterstanden is voor de oostelijke gelegen vakken de windrichting 270° meestal maatgevend en voor de westelijke vakken 210° of 240° . Bij lage waterstanden ondervinden golven veel hinder van de Roggenplaat, waardoor andere windrichtingen maatgevend worden (zie figuur 2).

Figuur 2 toont ter indicatie het golfveld volgens de SWAN berekeningen (zonder enige correcties) bij een waterstand van NAP +0m en NAP+4 m en zuidwesten wind (uit 210°). Duidelijk is te zien dat bij lage waterstanden (NAP +0m) de golven veel lager zijn dan bij hogere waterstanden, doordat golven breken op de Roggenplaat. Figuur 3 toont dezelfde golfcondities, maar dan voor een fijn rooster, ingezoomd op het dijktraject. Bij de westelijk gelegen dijkvakken zijn de golfcondities bij windrichting 210° vaak hoger dan bij windrichting 240° en 270° . Dit wordt veroorzaakt door de relatief lange strijklengte en de oriëntatie van de geul.

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



Figuur 2: SWAN resultaten voor H_{m0} (m) voor de windrichting 210 graden bij de waterstanden van NAP+0m en NAP +4m (grof rooster)



Figuur 3: SWAN resultaten voor H_{m0} (m) voor de windrichtingen 210 en 240 graden bij de waterstanden van NAP+0m en NAP +4m

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

De tabellen vertonen logische waarden: zowel de significante golfhoogte (H_s) als de golfperiode (T_{pm}) nemen toe bij een toenemende waterdiepte. Bij verschillende dijkvakken is de golfperiode en/of golfhoogte bij NAP +3m hoger dan bij NAP +4m (zie oranje arcering in de Tabellen 5.1 t/m 5.4 en Tabel 2). Dit komt door de relatief grote invloed van de stroming op de golfcondities tot en met NAP +3 meter. Daarnaast neemt voor dijkvak 170 en 171b (Tabel 2, 5.1, 5.2 en 5.4) de golfperiode T_{pm} af bij een waterstand van NAP +2m i.v.m. NAP +0m. Dit wordt veroorzaakt door het maatgevend worden van een andere windrichting.

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

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

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

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

Dijk- vak no.	Dijk 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
171b	1.90	3.20	1.18	1.80	1.99	1.94	5.51	5.09	5.23	4.87	2.4	4.4	5.4	6.4	270	240	240	150
171a	3.20	5.55	1.24	1.81	2.03	2.09	4.40	4.63	4.99	4.93	3.3	5.3	6.3	7.2	240	210	210	210
170	5.55	7.00	1.26	1.91	2.12	2.25	4.74	4.67	5.04	4.94	2.7	5.0	6.0	7.0	240	210	210	210
169b	7.00	8.00	1.67	2.13	2.40	2.32	4.17	4.46	4.88	4.88	4.2	6.2	7.9	8.9	240	210	210	210
169a	8.00	10.10	1.56	2.03	2.24	2.35	3.98	4.42	4.79	4.91	5.9	8.5	9.5	10.5	270	240	240	240
168	10.10	11.65	1.60	2.10	2.31	2.47	3.99	4.41	4.77	4.84	12.6	9.5	10.5	8.0	270	240	240	240
167c	11.65	11.85	1.55	2.10	2.30	2.47	3.56	4.23	4.51	4.57	12.4	14.4	15.4	16.4	270	270	270	240
167b	11.85	12.00	1.46	2.12	2.38	2.46	4.01	4.22	4.43	4.60	19.7	21.7	22.7	23.7	180	270	240	240

Tabel 5.2 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
171b	1.90	3.20	1.30	1.91	2.11	2.01	4.80	4.67	4.80	4.58	2.4	4.4	5.4	6.4	240	210	210	180
171a	3.20	5.55	1.31	1.81	2.03	2.12	3.98	4.63	4.99	4.78	3.3	5.3	6.3	7.3	210	210	210	180
170	5.55	7.00	1.26	1.91	2.12	2.25	4.74	4.67	5.04	4.94	2.7	5.0	6.0	7.0	240	210	210	210
169b	7.00	8.00	1.67	2.15	2.40	2.32	4.17	4.41	4.88	4.88	4.2	6.9	7.9	8.9	240	210	210	210
169a	8.00	10.10	1.56	2.03	2.24	2.38	3.98	4.42	4.79	4.75	5.9	8.5	9.5	10.5	270	240	240	210
168	10.10	11.65	1.60	2.10	2.35	2.47	3.99	4.41	4.62	4.84	12.6	9.5	7.0	8.0	270	240	240	240
167c	11.65	11.85	1.55	2.10	2.35	2.47	3.56	4.23	4.38	4.57	12.4	14.4	15.4	16.4	270	270	240	240
167b	11.85	12.00	1.53	2.12	2.38	2.46	3.55	4.22	4.43	4.60	19.7	21.7	22.7	23.7	270	270	240	240

Tabel 5.3 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
171b	1.90	3.20	1.38	1.91	2.11	2.01	3.77	4.67	4.80	4.58	13.3	4.4	5.4	6.4	210	210	210	180
171a	3.20	5.55	1.32	1.81	2.03	2.12	3.80	4.63	4.99	4.78	13.7	5.3	6.3	7.3	210	210	210	180
170	5.55	7.00	1.26	1.91	2.12	2.25	4.66	4.67	5.04	4.94	3.2	5.0	6.0	7.0	240	210	210	210
169b	7.00	8.00	1.67	2.15	2.40	2.32	4.17	4.41	4.88	4.88	4.2	6.9	7.9	8.9	240	210	210	210
169a	8.00	10.10	1.57	2.04	2.27	2.38	3.78	4.29	4.62	4.75	11.9	13.9	9.5	10.5	270	240	210	210
168	10.10	11.65	1.60	2.10	2.35	2.47	3.99	4.25	4.62	4.84	12.6	14.6	7.0	8.0	270	240	240	240
167c	11.65	11.85	1.55	2.10	2.35	2.47	3.56	4.02	4.38	4.57	12.4	14.4	15.4	16.4	270	240	240	240
167b	11.85	12.00	1.53	2.13	2.38	2.46	3.55	4.06	4.43	4.60	19.7	21.7	22.7	23.7	270	240	240	240

Tabel 5.4 Maatgevende golfcondities voor losse breuksteen kreukelberm

Dijk- vak no.	Dijk kilometrerings (km)		Hs [m] bij waterstand t.o.v. NAP				Tpm [s] bij waterstand t.o.v. NAP				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
171b	1.90	3.20	1.30	1.91	2.11	2.01	4.80	4.67	4.80	4.58	2.4	4.4	5.4	6.4	240	210	210	180
171a	3.20	5.55	1.31	1.81	2.03	2.09	3.98	4.63	4.99	4.93	3.3	5.3	6.3	7.2	210	210	210	210
170	5.55	7.00	1.26	1.91	2.12	2.25	4.74	4.67	5.04	4.94	2.7	5.0	6.0	7.0	240	210	210	210
169b	7.00	8.00	1.67	2.15	2.40	2.32	4.17	4.41	4.88	4.88	4.2	6.9	7.9	8.9	240	210	210	210
169a	8.00	10.10	1.56	2.03	2.24	2.35	3.98	4.42	4.79	4.91	5.9	8.5	9.5	10.5	270	240	240	240
168	10.10	11.65	1.60	2.10	2.34	2.47	3.99	4.41	4.65	4.84	12.6	9.5	7.4	8.0	270	240	240	240
167c	11.65	11.85	1.55	2.10	2.35	2.47	3.56	4.23	4.38	4.57	12.4	14.4	15.4	16.4	270	270	240	240
167b	11.85	12.00	1.46	2.12	2.38	2.46	4.01	4.22	4.43	4.60	19.7	21.7	22.7	23.7	180	270	240	240

4 Waterstanden

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

Tabel 6: Waterstanden en ontwerppeilen

Dijk- vak no.	Ontwerppeil [m] tov NAP	GHW [m] tov NAP	GLW [m] tov NAP	Springtij		Doottij	
				HW [m] tov NAP	LW [m] tov NAP	HW [m] tov NAP	LW [m] tov NAP
171b	3.5	1.35	-1.20	1.55	-1.25	1.10	-1.10
171a	3.5	1.35	-1.25	1.55	-1.25	1.10	-1.10
170	3.5	1.35	-1.25	1.55	-1.25	1.10	-1.10
169b	3.5	1.40	-1.25	1.55	-1.25	1.15	-1.15
169a	3.5	1.40	-1.25	1.60	-1.30	1.15	-1.15
168	3.5	1.40	-1.25	1.60	-1.30	1.15	-1.15
167c	3.5	1.40	-1.25	1.60	-1.30	1.15	-1.15
167b	3.5	1.40	-1.25	1.60	-1.30	1.15	-1.15

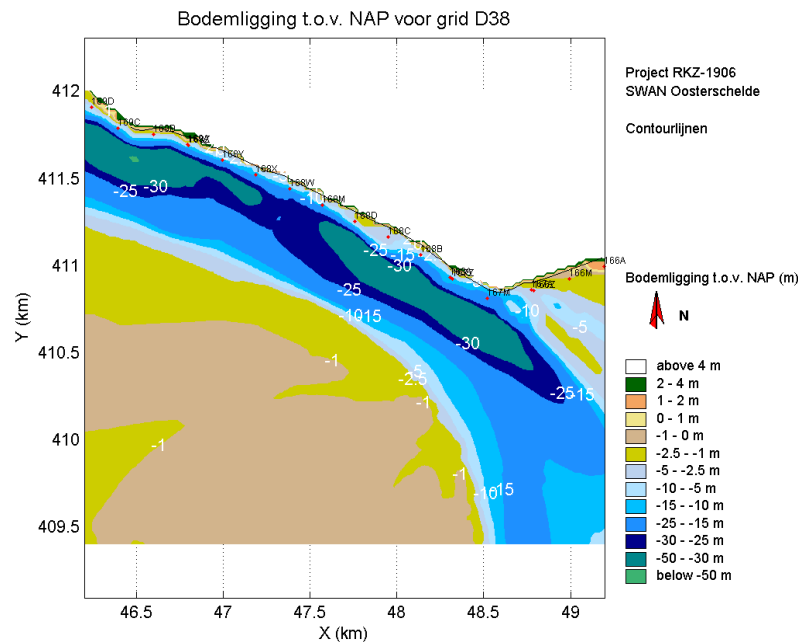
5 Bodemligging en golfcondities lagere waterstanden

De representatieve bodemligging [ref. 5 en 6] voor de dijkvakken is weergegeven in Tabel 7. De representatieve bodemligging varieert in de beschouwde dijkvakken van NAP -3,11 m tot NAP -19,69 m. Onderling varieert de bodemligging voor de verschillende dijkvakken sterk. Vrijwel alle dijkvakken, behalve dijkvak 170, liggen echter dieper dan NAP -5m. De bodemligging is in lijn met Figuur 4 en hoeft daarom niet te worden aangepast.

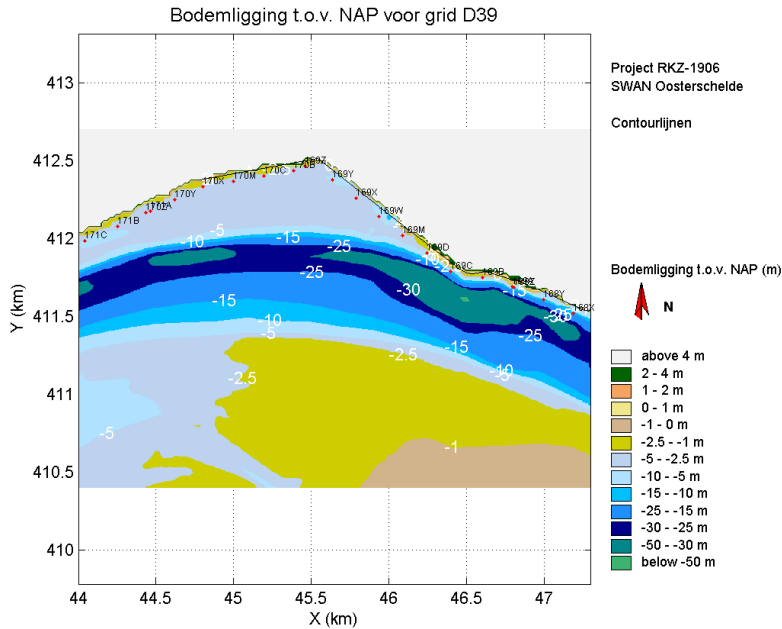
Tabel 7: Bodemligging

Dijk- vak no.	Dijk kilometrerig (km)		Representatieve bodemligging [m] tov NAP	Gemiddelde bodemligging [m] tov NAP	Stand.dev. bodemligging [m] tov. NAP
	van	tot			
171b	1.90	3.20	-11.89	-7.42	4.47
171a	3.20	5.55	-9.92	-5.93	3.99
170	5.55	7.00	-3.11	-2.95	0.16
169b	7.00	8.00	-5.46	-4.90	0.57
169a	8.00	10.10	-9.35	-6.31	3.05
168	10.10	11.65	-13.64	-10.05	3.59
167c	11.65	11.85	-12.35	-12.35	0.00
167b	11.85	12.00	-19.69	-19.69	0.00

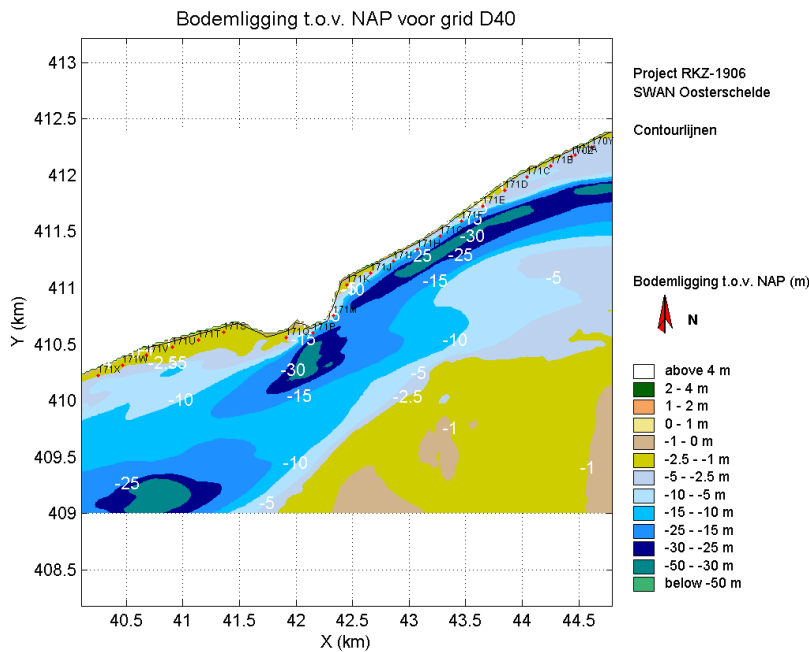
Figuur 4.1: Bodemligging rond dijktraject detailrooster D38



Figuur 4.2: Bodemligging rond dijktraject detailrooster D39



Figuur 4.3: Bodemligging rond dijktraject detailrooster D40



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

beneden te extrapoleren.

Uit Tabel 8 blijkt dat de voorwaarden $H_s/D=0.7$ in geen enkel geval overschreden wordt. In Tabel 9 is voor de maatgevende golfcondities voor losse breuksteen gecontroleerd of de voorwaarde $H_s/L_0=0.06$ wordt overschreden bij de waterstanden NAP -1m en NAP -2m. Bij de dijkvakken 167c (bij de waterstanden van NAP -1m en NAP -2m), 168 en 169a (bij de waterstand NAP -1m) blijkt deze voorwaarde overschreden te worden en zijn de betreffende golfhoogte naar beneden bijgesteld (zie grijze arcering Tabel 9).

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

Dijk- vak no.	Dijk kilometrerings (km)		Hs [m] bij waterstand t.o.v. NAP		D (m) bij waterstand t.o.v. NAP		Hs/D bij waterstand t.o.v. NAP		Hs en bijgestelde Hs bij waterstand t.o.v. NAP	
	van	tot	-2m	-1m	-2m	-1m	-2m	-1m	-2m	-1m
171b	1.90	3.20	0.69	1.00	9.89	10.89	0.07	0.09	0.69	1.00
171a	3.20	5.55	0.81	1.06	7.92	8.92	0.10	0.12	0.81	1.06
170	5.55	7.00	0.61	0.94	1.11	2.11	0.55	0.44	0.61	0.94
169b	7.00	8.00	1.19	1.43	3.46	4.46	0.34	0.32	1.19	1.43
169a	8.00	10.10	1.09	1.33	7.35	8.35	0.15	0.16	1.09	1.33
168	10.10	11.65	1.10	1.35	11.64	12.64	0.09	0.11	1.10	1.35
167c	11.65	11.85	1.00	1.28	10.35	11.35	0.10	0.11	1.00	1.28
167b	11.85	12.00	0.80	1.13	17.69	18.69	0.05	0.06	0.80	1.13

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

Dijk- vak no.	Dijk kilometrerings (km)		Hs [m] bij waterstand t.o.v. NAP		Tpm [s] bij waterstand t.o.v. NAP		L0 [m] bij waterstand t.o.v. NAP		Hs/L0 [-] bij waterstand t.o.v. NAP		Aan te houden Hs [m] bij waterstand t.o.v. NAP	
	van	tot	-2m	-1m	-2m	-1m	-2m	-1m	-2m	-1m	-2m	-1m
171b	1.90	3.20	0.69	1.00	4.93	4.87	37.9	36.9	0.018	0.027	0.69	1.00
171a	3.20	5.55	0.81	1.06	3.33	3.66	17.3	20.8	0.047	0.051	0.81	1.06
170	5.55	7.00	0.61	0.94	4.81	4.78	36.1	35.6	0.017	0.026	0.61	0.94
169b	7.00	8.00	1.19	1.43	3.93	4.05	24.1	25.6	0.049	0.056	1.19	1.43
169a	8.00	10.10	1.09	1.33	3.54	3.76	19.5	22.1	0.056	0.060	1.09	1.32
168	10.10	11.65	1.10	1.35	3.57	3.78	19.9	22.3	0.055	0.061	1.10	1.34
167c	11.65	11.85	1.00	1.28	2.89	3.23	13.0	16.2	0.077	0.079	0.79	0.97
167b	11.85	12.00	0.80	1.13	3.80	3.91	22.5	23.8	0.036	0.048	0.80	1.13

6 Bodemprognose

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

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

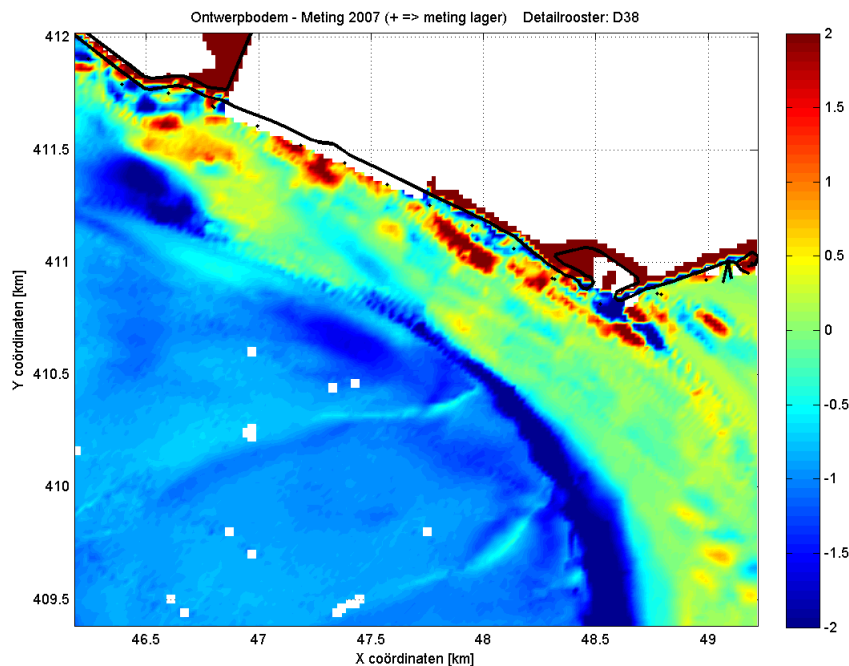
De impact op de golfbrandvoorwaarden door de het gebruik van deze prognosebodem in plaats van de ontwerpbodem is bestudeerd in ref 14 en 15. Hieruit blijkt dat de golfbrandvoorwaarden op basis van prognosebodem op een aantal locaties hoger zijn dan bij de ontwerpbodem. In deze paragraaf wordt geadviseerd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

worden niet zonder meer de randvoorwaarden op basis van de prognosebodem geadviseerd.

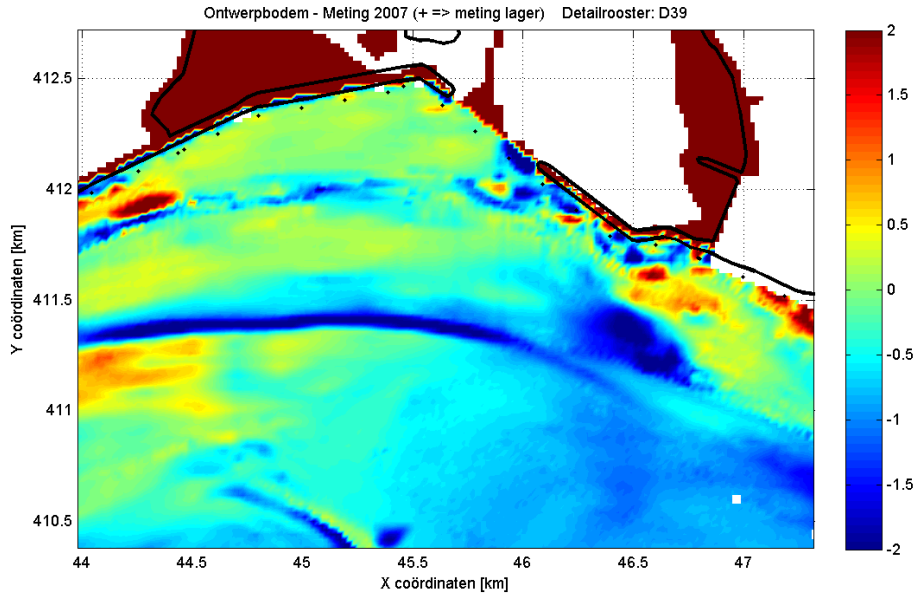
In de figuren 5.1 t/m 5.3 is het verschil weergegeven tussen de bodemligging uit de ontwerpbodem, waarop de randvoorwaarden in dit advies gebaseerd zijn, minus de bodemligging op basis van metingen uit 2007. Positieve waarden geven aan dat de huidige bodemligging (meting uit 2007) lager ligt dan de ontwerpbodem. Uit de figuren 5.1 t/m 5.3 blijkt dat plaatselijk op een aantal locaties, de bodem die volgt uit metingen van 2007 lager ligt dan de ontwerpbodem. De metingen van 2007 geven voor de Roggenplaat nog een aanzienlijk hogere ligging dan de bodem van de ontwerpbodem.

Uit berekeningen op basis van de prognosebodem in vergelijking met de ontwerpbodem blijkt dat de totale golfbelasting Z1 voor dijkvak 167b en 167c bij een waterstand van NAP +0m licht toeneemt [tabel 7.1 uit ref 15]. Aangeraden wordt om voor deze dijkvakken enige robuustheid in het ontwerp in te bouwen.

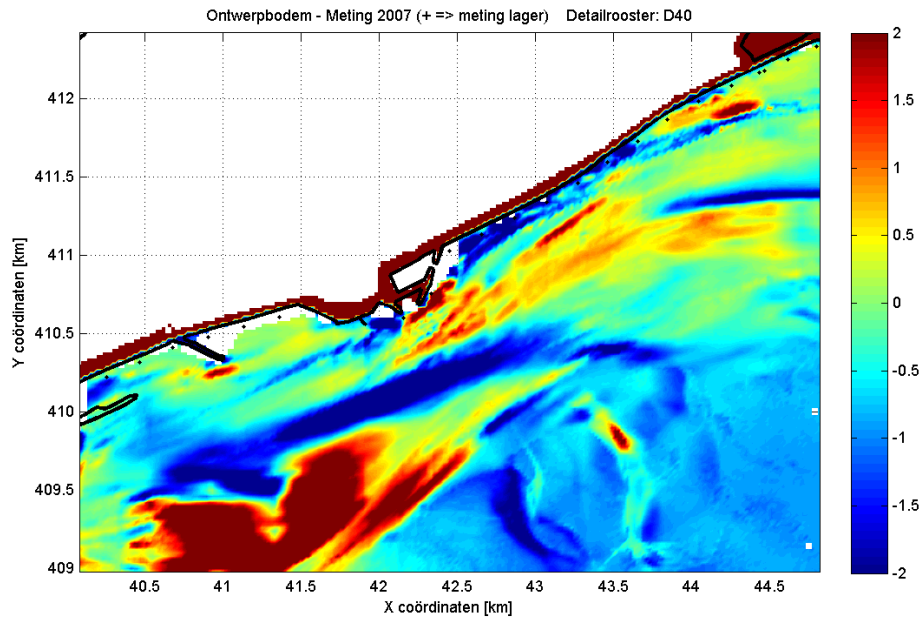
Figuur 5.1: Verschil in ligging ontwerpbodem minus bodem die volgt uit meting 2007 voor detailrooster D38



Figuur 5.2: Verschil in ligging ontwerpbodemp minus bodemp die volgt uit meting 2007 voor detailrooster D39



Figuur 5.3: Verschil in ligging ontwerpbodemp minus bodemp die volgt uit meting 2007 voor detailrooster D40



Referenties

- [1.] Kamsteeg, A.T. et al: '*Golfberekeningen Oosterschelde*', RIKZ/2001.006
- [2.] Alkyon: '*Update golfcondities RAND2001 beïnvloedingsgebied OS-kering, Herberekening westelijke winden*', d.d. augustus 2005, Alkyonrapport.
- [3.] Jansen, M: '*Hoog- en laagwaterstand en ontwerppeil per dijkvak Oosterschelde*', d.d. januari 2010, RKZ-1906.016 van mantelovereenkomst RKZ-1906.
- [4.] Svašek Hydraulics, van de Rest, P.: '*Update correctiewaarden Zeeland*', d.d 1 november 2010, kenmerk: 1585/U10250/D/PvdR.
- [5.] Royal Haskoning en Svašek Hydraulics: '*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.] Royal Haskoning en Svašek Hydraulics: '*Handleiding hydraulische detailadviezen Oosterschelde en Westerschelde 20aa t.b.v. projectbureau Zeeweringen; Deel 2 van 3: Achtergrond detailadviezen*', d.d. 23 februari 2011.
- [7.] Royal Haskoning en Svašek Hydraulics: '*2011.07D Factsheet Update detailadvies Schelphoek.xls*', d.d. 23 september 2011.
- [8.] Svašek Hydraulics en Royal Haskoning: '*Detailadvies Schelphoek (Opdracht 2006.05.36)*', d.d. 1 juni 2006.
- [9.] Svašek Hydraulics en Royal Haskoning: '*Detailadvies Ringdijk Schelphoek (Opdracht 2005.10.09)*', d.d. 19 oktober 2005
- [10.] Deltares, Klein Breteler, M.: '*Belastingfunctie voor keuze maatgevende golfcondities*', d.d. 21 oktober 2009.
- [11.] Groenendaal. E.: '*Toepassen minimale H_s en T_{pm} voor hydraulische advisering aan Projectbureau Zeeweringen*, Memo H5102/EG/01, 31 maart 2008.
- [12.] Svašek Hydraulics en Royal Haskoning: '*Overzichtskaart Oosterschelde en Westerschelde (RKZ1906.25)*', mei 2010.
- [13.] Svašek Hydraulics, van de Rest, P.: '*Memo Nieuwe belastingfuncties steenbekledingen*' d.d. 18 januari 2010, PvdR/09358/1573/D.
- [14.] Royal Haskoning: '*Toekomstprognose ontwikkeling intergetijdengebied Oosterschelde*', kenmerk 9T4814.A0/R0002/SJAC/SSOM/Rott, d.d. 12 december 2008.
- [15.] Svašek Hydraulics, van den Boomgaard, M en van de Rest, P.: '*Impact bodemprognose op detailadviezen Oosterschelde*', MB/1565/09388/C, d.d 8 januari 2010.
- [16.] Royal Haskoning en Svašek Hydraulics: '*2010.07C Update detailadvies Schelphoek*', d.d. 1 november 2010.
- [17.] Svašek Hydraulics en Royal Haskoning: '*Mantel 2010.01B Golfrandvoorwaarden haven Burghsluis*', d.d. 9 februari 2011.

Bijlage 2.2: Ecologisch detailadvies



-

Rijkswaterstaat Zeeland

Projectbureau Zeeweringen

P/a Waterschap Zeeuwse
Eilanden

Kanaalweg 1

Middelburg

P/a Postadres: Postbus 1000

4330 ZW Middelburg

T (0118) 62 13 70

F (0118) 62 19 93

www.zeeweringen.nl

Contactpersoon

[REDACTED]

T 011 [REDACTED]

[REDACTED]

Datum

3 mei 2010

Bijlage(n)

-

memo

Ecologisch advies w haven Burghsluis

De dijkverbeteringswerken van het haventje Burghsluis vindt in 2014 plaats. Op 22 april 2010 hebben [REDACTED] en [REDACTED] rond het haventje bij Burghsluis een inventarisatie wieren uitgevoerd. Op basis van deze inventarisatie is een advies gegeven voor het stukje tussen dp 28+50m - dp 31 betreft het toepassen van een substraat zodat de aanwezige natuurwaarde (wieren) zich kan herstellen of zelfs verbeteren. De andere delen zijn ter informatie.

Dijkpaal 27

In 2007 is het dijkvak Burgh en Westland uitgevoerd tot dijkpaal 27. De wiervegetatie vertoont een type 3 op schone koppen, bestaande uit Kleine zeeëik, Blaaswier en Darmwier.

Vanaf dijkpaal 27 – buitenzijde haven

Vanaf dijkpaal 27 een type 3 op basalt en vilvoordse steen. De levensgemeenschappen korstmossen, cyanobacteriën, Klein darmwier, Kleine zeeëik, Blaaswier en een enkele Knotswier komen voor.

Buitenzijde en binnenzijde havendam

Op het basalt en de vilvoordse steen is een type 3 aanwezig. De voorkomende levensgemeenschappen zijn Klein darmwier, Kleine zeeëik met een enkele Knotswier. Japans bessenwier is in een zone onder aan de dijk in het water aanwezig.

De Strandbiet, een Provinciale aandachtsoort, is waargenomen in de zone boven de gemiddeld hoogwater lijn.

Binnenzijde haven tot aan dijkpaal 27

Aan de binnen zijde bevindt is het basalt bedekt met veel Knotswier. Onder het Knotswier zijn anemonen en zeepokken aanwezig. Een enkele Blaaswier komt voor. Dit deel is een type 4.

Dijkpaal 28+50m - dijkpaal 31 (binnenzijde haven)

Tussen de beide damwanden in, in het haventje Burghsluis, komt op het basalt een type 3 voor. Bovenaan komen korstmossen voor met daaronder cyanobacteriën. De wiervegetatie bestaat uit Knotswier.

De dijkverbetering gaat achter het haventje Burghsluis langs. Dit betekent dat enkel de wieren tussen dijkpaal 28+50 – dijkpaal 31 op de schop gaan. Om de aanwezige natuurwaarde te herstellen of te verbeteren is een steenbekleding uit de categorie “redelijk goed” aanbevolen (betonzuilen heeft de voorkeur met eventueel een “ecologische toplaag”).

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

Contactpersoon



Telefoon

0118-622108

Datum

04-03-2010

Bijlage(n)

-

Ons kenmerk

-

Uw kenmerk

-

Onderwerp

Detailadvies dijkvak 2 "Koudekerksche inlaag" DP32 t/m DP54

Dijkvak 2 "Koudekerksche inlaag", is in juni en augustus 2009 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 (juni 2009).
2. Steenbekleding getijdezone tussen GLW en GHW (ondertafel) met daarin een classificatie op zicht van de wiergemeenschappen (augustus 2009).
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 (juni 2009).
4. Vanaf bovenrand verharding tot aan kruin van de dijk (talud) op voorkomen van Flora- en Faunawet beschermde soorten, Provinciale Aandachtssoorten en NB-wetsoorten (juni 2009).
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 (juni 2009).

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 dijktyping (Meyer, 1989) en gemeenschapstype, met de bijbehorende zonerings (Meyer en van Beek, 1988).

De ondertafel is opgedeeld in 2 opnames en de boventafel in 3 opnames. Deze indeling wordt hieronder verder besproken.

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 zonerings, 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.

Het dijkvak Koudekerksche inlaag ligt nabij de Plompe toren aan de zuidkant van Schouwen-Duiveland. Alleen in de hoek bij de toegang naar het haventje Burghsluis ligt slik wat droog valt. Het dijkvak ligt direct langs een geul. De lengte van het dijktraject is 2,2 km. Een groot deel van het traject was in vergelijking met andere dijktrajecten het meest soortenrijke traject in de Oosterschelde. De laatste jaren zijn een aantal soorten, kleine wiersoorten en diersoorten verdwenen. Tussen dijkpaal 36 en dijkpaal 54 komen op enkele plekken een aantal exemplaren groefwier (*Pelvetia canaliculata*) voor. Over het gehele traject komen paardeanemonen (*Actinia equina*) en gewone schaalhoorn (*Patella vulgata*) voor.

Er ligt een kreukelberm langs de geulrand en bij de toegang naar het haventje Burghsluis op het slik.

Resultaten ondertafel

Het dijkvak bevat een kort (traject 1) en een lang traject (traject 2). Over het hele traject is een kreukelberm aanwezig. Op enkele plekken komen losse exemplaren groefwier (*Pelvetia canaliculata*) voor.

Tabel 1 geeft de resultaten weer van de ondertafel die op 14 augustus 2009 is geïnventariseerd door Bureau Waardenburg.

Tabel 1: overzicht aangetroffen wiertypen met bijbehorende adviezen voor herstel en verbetering "Koudekerksche inlaag", 14 augustus (DP 32 t/m DP 54).

Dijktraject	Dijkpaal	Actueel type 1995 ¹	Potentieel type 2009 ²	Actueel Type ³ 2009	Advies Herstel	Advies Verbetering
2-1	32 - 36	8	8	7	Redelijk goed	Goed
2-2	36 - 54	8	8	8	Goed	Goed

¹ Type zoals genoemd in "Hardsubstraatlevensgemeenschappen in de getijdzone van de Oosterschelde" (Van Berchum & Meijer, 1997).

² Potentieel type 2008 uit onderzoek Bureau Waardenburg 2008.

³ Actueel type 2008 zoals gebleken uit onderzoek Bureau Waardenburg 2008.

Gezien de potenties 2008, is dit een dijkvak met goede mogelijkheden voor de aangroei van wieren.

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

2-1 Dp32 – Dp36

De bekleding bestaat achtereenvolgens uit de volgende bekledingstypen, cement over basalt, basalt, kalksteen en breuksteen op glooiing. Er is een kreukelberm aanwezig en er liggen stenen op het slik. Op het slik liggen oesterbanken.

De totale wierbedekking is 60%, vooral gevormd door blaaswier en in mindere mate door kleine zee-eik en gezaagde zee-eik. In dit traject is geen groefwier (*Pelvetia canaliculata*) waargenomen.

De paardeanemoon komt geregeld voor. Het roodwier *Gelidium pusillum* is waargenomen vanaf de zone met breuksteen over de glooiing, als ook de gewone schaalhoorn, maar het aantal is gering. Bovenaan de glooiing komen op het cement korstmossen voor. Op het basalt zijn de levensgemeenschappen zeepokken/alikruiken waargenomen. In de kreukelberm is de levensgemeenschap bestaande uit zeepokken/alikruiken/Japanse oester/mossel en de Japanse oester aanwezig.

De ecologische waardering is een type 7, dijkvakken met kreukelberm, met zonerings van redelijk ontwikkelde levensgemeenschappen.

Het advies voor **herstel is redelijk goed, het advies voor verbetering is goed**. Een geul langs de dijk is gunstig voor de overspoelingsfrequentie en aanvoer van voedingsstoffen voor wieren.

2-2 Dp36 – Dp54

De bekleding bestaat uit cement over kalksteen, basalt en kalksteen. Op de ondertafel is de glooiing bedekt met stortsteen. Er is een kreukelberm aanwezig.

De wierbedekking bedraagt 70% en bestaat vooral uit grote bruinwieren. Op het basalt komt een brede zone kleine zee-eik voor met daaronder een zone van afwisselend gezaagde zee-eik en blaaswier. Op de stortstenen en in de kreukelberm is blaaswier waargenomen.

Bovenaan de glooiing komen korstmossen en cyanobacteriën voor. Tussen dijkpaal 51 en 52 is de bestorting kaal. Hier komen veel Japanse oesters en gewone schaalhoorn voor. De paardeanemoon zit tussen de spleten van het basalt. Het roodwier moswier is halverwege op het basalt waargenomen. In dit traject is het zeldzame groefwier op diverse plaatsen, in de bovenste zone van basalt aangetroffen (van dijkpaal 37,5 –38,2; 43,6 – 43,9 en 49,2 – 51,1) bij dijkpaal 50 een zone vormend.

De ecologische waardering van dit dijktraject is een type 8. Dijkvloeiing met zonering van meerdere levensgemeenschappen, waaronder korstmossen, cyanobacteriën en de grote bruinwieren. De aanwezigheid van groefwier kan gezien worden als een climax stadium.

Het advies voor **herstel en verbetering is een steenbekleding uit de categorie goed**. Dit traject was voorheen het meest soortenrijk van de Oosterschelde. Een mogelijkheid om het groefwier te behouden is het groefwier te verplaatsen en op dezelfde hoogte plaatsen aan de buitenzijde van het naast gelegen haventje Burghsluis. Een ander alternatief is het toepassen van betonzulen met een ecotoplaag van basaltspit.

Resultaten boventafel

Tabel 2 geeft een samenvatting van de resultaten van de boventafel die in de maand juni 2009 is geïnventariseerd door Bureau Waardenburg. De opnames zijn per dijktraject beschreven en uitgewerkt.

Tabel 2: samenvatting resultaten inventarisatie boventafel "Koudekerksche inlaag" (juni 2009).

Opname	Dijkpaal	Voorlandtype	Klasse	Herstel	Verbetering
1	32 - 38	1160 (slik, geul)	4b	Redelijk goed	Redelijk goed
2	38 - 47	1160 (geul)	2b	Voldoende	Redelijk goed
3	47 - 54	1160 (geul)	4b	Redelijk goed	Redelijk goed

Deel 1 Dp32 – Dp38

De dijkbekleding bestaat uit cement over kalksteen. Het voorland is slik en een geul (habitattype 1160, Grote ondiepe krekken en baaien, Janssen & Schaminée, 2003).

Er zijn in totaal 15 plantensoorten aangetroffen: 9 zoutplanten en 6 zouttolerante planten (zie tabel 3).

Tabel 3: aangetroffen zoutplanten (**vet**) en zouttolerante planten dijkvak 2 "Koudekerksche inlaag" in juni 2009, deel 1 Dp32 – Dp38.

Nederlandse naam	Bedekking ¹	Latijnse naam	Zoutgetal
Deens lepelblad	r	Cochlearia danica	2
Gerande schijnspurrie	fr	Spergularia maritima	4
Gewone zoutmelde	d	Atriplex portulacoides	4
Lamsoor	r	Limonium vulgare	4
Zeealsem	o	Artemisia maritima	3
Zeevetmuur	o	Sagina maritima	2
Zilte rus	r	Juncus gerardi	3
Zilte schijnspurrie	o	Spergularia salina	4
Zulte	r	Aster tripolium	4
Fioringras	o	Agrostis stolonifera	2
Hertshoornweegbree	fr	Plantago coronopus	3
Rood zwenkgras	o	Festuca rubra ssp. commutata	2
Smalle rolklaver	o	Lotus corniculatus ssp. tenuifolius	3
Spiesmelde	o	Atriplex prostrata	1
Strandkweek	d	Elymus athericus	3

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)

De in tabel 3 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**.

Deel 2 Dp38 – Dp47

Dit traject bestaat geheel uit een bekleding van basalt. In het voorland ligt een geul (habitattype 1160, Grote ondiepe kreken en baaien, Janssen & Schaminée, 2003).

Er zijn in totaal 5 plantensoorten aangetroffen: 3 zoutplanten en 2 zouttolerante planten (zie tabel 4).

Tabel 4: aangetroffen zoutplanten (**vet**) en zouttolerante planten dijkvak 2 "Koudekerksche inlaag" in juni 2009, deel 2 Dp38 – Dp47.

Nederlandse naam	Bedekking ²	Latijnse naam	Zoutgetal
Deens lepelblad	r	Cochlearia danica	2
Gewone zoutmelde	fr	Atriplex portulacoides	4
Zeeaster	r	Aster tripolium	4
Rood zwenkgras	o	Festuca rubra ssp. commutata	2
Strandkweek	fr	Elymus athericus	3

De in tabel 4 weergegeven vegetatie komt overeen met klasse 2b 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**. Dit traject scoort slechter dan traject 1 en 3. De begroeiing van de trajecten 1 en 3 groeit op kalksteen, traject 2 bestaat volledig uit basalt. De potenties voor de aangroei van (zout)planten zijn aanwezig. Toepassen van een doorgroeibare constructie biedt mogelijkheden voor (zout)planten om zich terug te vestigen. Het advies voor **verbetering** is een steenbekleding uit categorie **redelijk goed**.

Deel 3 Dp47 – Dp54

In het bovenste deel van het talud bestaat de bekleding uit kalksteen. In het voorland ligt een geul (habitattype 1160, Grote ondiepe kreken en baaien, Janssen & Schaminée, 2003).

Er zijn in totaal 13 plantensoorten aangetroffen: 7 zoutplanten en 6 zouttolerante planten (zie tabel 5).

Tabel 5: aangetroffen zoutplanten (**vet**) en zouttolerante planten dijkvak 2 "Koudekerksche inlaag" in juni 2009, deel 3 Dp47 – Dp54.

Nederlandse naam	Bedekking ²	Latijnse naam	Zoutgetal
Gerande schijnspurrie	o	Spergularia maritima	4
Gewone zoutmelde	a	Atriplex portulacoides	4
Strandmelde	r	Atriplex littoralis	4
Lamsoor	o	Limonium vulgare	4
Zeealsem	a	Artemisia maritima	3
Zeeaster	r	Aster Tripolium	4
Zilte rus	o	Juncus gerardi	3
Fioringras	r	Agrostis stolonifera	2
Hertshoornweegbree	o	Plantago coronopus	3

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)

Nederlandse naam	Bedekking ²	Latijnse naam	Zoutgetal
Rood zwenkgras	o	Festuca rubra ssp. commutata	2
Smalle rolklaver	fr	Lotus corniculatus ssp. tenuifolius	3
Spiesmelde	r	Atriplex prostrata	1
Strandkweek	a	Elymus athericus	3

De in tabel 5 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**.

Resultaten voorland, talud en binnentalud

Het voorland, het talud en het binnentalud is in juni 2009 geïnventariseerd door Bureau Waardenburg.

Enkel bij het haventje van Burghsluis valt wat slik droog met oesterbanken.

Op het talud zijn donderkruid (5 expl. bij dp34.) kattendoorn (5 en 10 expl. respectievelijk bij dp48 en dp37) en kamgras (ca. 50 expl. bij dp47) gevonden. Kattendoorn en kamgras zijn beide Rode lijst soorten. Glanshaver en roodzwenkgras domineren. Kruisdistel, echt walstro, wilde peen, kaasjeskruid zijn ook waargenomen.

Op het binnentalud zijn kamgras (tussen dp48 en dp54) en ca. 50 expl. goudhaver (dp52) gevonden. Het gedeelte van dijkpaal 32 tot ca. 46 was gemaaid. Van dijkpaal 46 tot dijkpaal 54 is het binnentalud soortenarm met de dominerende soorten gewone witbol en fioringras. Roodzwenkgras komt frequent voor.

Flora- en Faunawet

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

Nota soortenbeleid Provincie Zeeland en NB-wetbesluit

In de Nota Soortenbeleid (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 34 t/m 38 van de Nota Soortenbeleid Provincie Zeeland. Tabel 6 en 7 geven de soorten weer uit de Nota Soortenbeleid Provincie Zeeland die zijn aangetroffen op respectievelijk de boventafel (zone 3) en het talud (zone 4). Tevens is vermeld of deze soorten genoemd worden in het NB-wetbesluit voor de Oosterschelde.

Tabel 6: op de boventafel aangetroffen soorten uit de Nota Soortenbeleid Provincie Zeeland en uit de soortenlijst NB-wetbesluit Oosterschelde (juni 2009).

Soortgroep	Soort	Nota Soortbl. Prov. Zld	NB-wet
Schorplanten	Gewone zoutmelde	x	x
	Lamsoor	x	x
	Zeealsem	x	x
Aanspoelselplanten	Strandmelde	x	

Tabel 7: op het talud aangetroffen soort uit de Nota Soortenbeleid Provincie Zeeland en uit de soortenlijst NB-wetbesluit Oosterschelde (juni 2009).

Soortgroep	Soort	Nota Soortbl. Prov. Zld	NB-wet
Dijkplant	Donderkruid	x	
	Kattendoorn	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 Koudekerksche inlaag bestaat grotendeels water (geul). Enkel bij het haventje van Burghsluis ligt slik met oesterbanken. Van enige vegetatie is hier geen sprake (habitattype 1160, Janssen & Schaminée, 2003).

Een bijzondere waarneming is het groefwier (*Pelvetia canaliculata*), vanwege de zeldzaamheid van deze soort. Groefwier is op diverse plekken aangetroffen en bij dijkpaal 50 een zone vormend. Hier dient rekening mee te worden gehouden bij de dijkwerkzaamheden. Bijvoorbeeld een verplaatsing naar het naast gelegen haventje Burghsluis. Een andere mogelijkheid is het toepassen van betonzuilen met een ecotoplaag van basaltsplit.

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. Gebiedsvreemd materiaal, zoals oud teenbeschoot, filterdoek en perkoenpalen, mogen niet in de Oosterschelde terecht komen maar dienen te worden afgevoerd.

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.



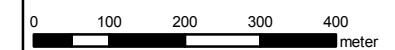
Koudekerksche inlaag

- Groefwier
- Dijkpalen Oosterschelde
- Zone boven GWW
- Getijdenzone



Auteur: A. Persijn
 Datum: 23-6-2010
 Kaartnummer:
 Referentie:

Schaal: 1:10.000
 Bron:



Bijlage 2.3: Detailadvies landschap

Aan:

Secretariaat PBZ

Rijkswaterstaat Zeeland

Poelendaelesingel 18
4335 JA Middelburg
Postbus 5014
4330 KA Middelburg

Contactpersoon

Datum

11-05-2012

Bijlage(n)

-

Documentnr.

PZDB-M-12179

memo

Landschapsadvies Haven Burghsluis Koudekerksche
inlaag

Landschapsadvies en advies cultuurhistorie Haven Burghsluis Koudekerksche inlaag

Algemeen

Het traject van 2.7 km bevindt zich aan de zuid-westkant van Schouwen. Het grenst aan de oostkant aan het reeds uitgevoerde project Schelphoek-West. Aan de westzijde van het dijkvak bevindt zich de haven Burghsluis. Landschappelijk en cultuurhistorisch betreft het hier één van de meest interessante dijkgedeelten rond de Oosterschelde. Op de zeezijde bevindt zich nu een asfaltweg, die aan de Oosterscheldezijde begrensd wordt door een Muraltmuur. Vanaf deze Plompetorenweg is van de Muraltmuur slechts een geringe hoogte zichtbaar. De Muraltmuur kent aan de waterzijde wel een redelijke zichtbare hoogte van ongeveer 1.20 m. Achter de dijk, landinwaarts, bevindt zich een uniek beschermd inlaagegebied met een grote vogelrijkdom en zeldzame ziltvegetatie.

De Plompetoren, een voormalige kerktoren van het inmiddels verdwenen dorp Koudekerke, is een opvallend cultuurhistorisch en landschappelijk waardevol object net achter de dijk bij dp 46+70m. Er bestaan plannen voor het herinrichten van het gebied rond de Plompetoren in het kader van "Bloedkoralen van de Oosterschelde", maar deze zijn op dit moment nog niet bestuurlijk en financieel rond. Binnen het project "Van Zierik tot Zee" is een schetsontwerp voor een inrichtingsplan opgesteld voor de haven Burghsluis. Ook hiervoor geldt dat van een concreet uitvoeringsplan (nog) geen sprake is.

Bestaande bekleding

Haven Burghsluis: de stalen damwand aan de westzijde is goedgekeurd. De betonnen damwand van de loskade oostelijk in de haven is afgekeurd. Het grootste deel van zowel het havenplateau als de loskade bestaat uit klinkers. Tussen het havenplateau en de loskade is een glooiing van basalt en betonblokken aanwezig. Ter plaatse van de haven is zowel een weg op als achter de dijk aanwezig. Eén route voor doorgaand verkeer loopt langs de huizen achter de dijk en er is ook een route over het havenplateau.

Dijk oostelijk van haven: dit traject wordt gekenmerkt door vrij steile taluds. Van onder naar boven bestaat de bekleding uit: een kreukelberm, Vilvoordse steen, basalt, Vilvoordse steen en/of Haringmanblokken en daarboven gras tot aan de Muraltmuur. Uit geavanceerde toetsing is gebleken dat een groot deel van de basalt gehandhaafd kan blijven. Op het basalt komt plaatselijk zeldzaam groefwier voor.

Voorstel toekomstige bekleding.

Het havenplateau aan de westzijde van de haven wordt gehandhaafd. Ook de havendammen behoeven in de nieuwe situatie geen aanpassing. Ter plaatse van de huidige glooiing in de haven wordt een nieuwe bekleding aangebracht. De ondertafel kent als verharding een overlaging van gepenetreerde breuksteen en de boventafel wordt in betonzuilen uitgevoerd. Voor de afgekeurde damwand en loskade wordt voorgesteld deze constructie te slopen en daarvoor in de plaats de glooiingsconstructie zoals voorgesteld dwarsprofiel op het aangrenzende deel in de westelijke haven door te trekken. Er komt een smal onderhoudspad van asfalt op de buitenberm die opengesteld wordt voor verkeer.

Bij de havendam aan de oostzijde wordt gekozen achterlangs te passeren met een verborgen glooiing van breuksteen met gietasfalt. De havendam blijft hierbij in oude staat behouden. Voor het dijkgedeelte dat voor de Bootsinlaag ligt, wordt voorgesteld de boventafel uit te voeren in betonzuilen en voor de ondertafel zijn er drie alternatieven: overlaging met gepenetreerde breuksteen en afstrooien met lavasteen ofwel het toepassen van zuilen, die al dan niet voorzien kunnen worden van een eco-toplaag. Het toepassen van betonzuilen op dit traject heeft als technisch nadeel dat de draagkracht van de ondergrond onder de glooiing, nabij de dijkteen laag is. Op het traject van de dijk voor de Koudekerksche inlaag kan de bestaande basalt op de ondertafel gehandhaafd blijven. Op de boventafel gaat de voorkeur vanuit ecologische afweging uit naar het toepassen van betonzuilen. Verder wordt boven de nieuwe betonzuilen een asfaltpad aangebracht. Tussen dp 42 en dp 53 +93m is geen ruimte voor aanleg van een verharde onderhoudstrook en zal met open steenasfalt aangesloten worden op de Muraltmuur. Dit voorgestelde dwarsprofiel sluit aan op het aangrenzende reeds verbeterde dijkgedeelte Schelphoek West. Na het aanbrengen zal de open steenasfalt afgewerkt worden met grond en worden ingezaaid. Het onderhoudspad wordt bij dp 42 aangesloten op de Plompetorenweg. De Muraltmuur en het bovenst groene talud blijven verder gehandhaafd.

Landschapsadvies

Voor de haven geldt zoveel mogelijk het handhaven van het oorspronkelijk karakter, inclusief de plateaus, meerpalen en havendammen. Dit wordt deels bereikt door het havenplateau aan de westzijde te sparen en bij de havendam aan de oostzijde achterlangs de zeewering te versterken middels een verborgen glooiing. Zowel landschappelijk als cultuurhistorisch is het minder wenselijk dat de loskade met de betonnen damwand niet gehandhaafd kan blijven. Ook de begroeiing van zilte planten tussen de bestrating op dit plateau verdwijnt hierdoor. Bij aanpassing van verhardingen op havenplateaus gaat de voorkeur uit naar een elementenverharding of asfalt, voorzien van streetprint. Het doortrekken van de glooiingsconstructie in de haven doet verder afbreuk aan de havenbeleving, maar omdat een deel van de haven deze oplossing al kent is het uiteindelijk landschappelijk acceptabel om de constructie consequent door te zetten. Er zal wel een nieuw havenbeeld ontstaan met het verdwijnen van de loskade. Voor de verkeerskundige doorstroming moet in overleg met gemeente en omwonenden een passende oplossing gevonden worden,

waarbij het wenselijk is om ter plaatse van de haven fiets- en voetverkeer zo veel mogelijk apart te houden van overig verkeer. Tevens gaat ten aanzien van landschap de voorkeur ernaar uit om de doorgaande route langs de haven op te heffen en de route over de dijk of binnendijks te laten lopen. Dergelijke aanpassingen reiken echter buiten het doel en de werkzaamheden van project Zeeweringen. Het voorgestelde fiets-/onderhoudspad is redelijk smal.

De steile dijk oostelijk van de haven Burghsluis en voor de inlagen moet ook een zo consequent mogelijk horizontaal profiel kennen, overeenkomstig de landschapsvisie Oosterschelde. Het handhaven van een basaltstrook gaat echter boven een consequent dwarsprofiel: wel moeten de overgangen met de betonzuilen logisch afgewerkt worden.

Voor deelgebied IV betekent dit een lichte landschappelijke voorkeur voor de variant waarbij de gehele ondertafel in gepenetreerde breuksteen, afgestrooid met lavasteen, wordt uitgevoerd en de boventafel in betonzuilen. Gezien het cultuurhistorisch beeld van een bekleding met basaltzuilen, die grotendeels behouden blijft in de nieuwe situatie, is er landschappelijk echter ook een voorkeur voor het doorzetten van een elementenbekleding op dit deelgebied met relatief geringe lengte, dus het toepassen van betonzuilen op de ondertafel. Het toepassen van een eco-toplaag op deze zuilen zorgt voor een snellere begroeiing waardoor het streefbeeld van een donkere ondertafel sneller bewerkstelligd wordt.

Het toepassen van open steenasfalt, afgedekt met grond en ingezaaid met gras, lijkt aan te kunnen sluiten bij het nieuwe dijkbeeld. Het handhaven van de Muraltmuur en een groen boventalud is landschappelijk positief. Op het bovenbeloop en de kruin van de dijk geldt tevens een voorkeur voor een groen uiterlijk.

Mochten de plannen rond de Plompetoren doorgaan, dan moeten mogelijk hier aanpassingen in het technisch ontwerp van de dijkversterking ter plaatse van dp 46+70m worden doorgevoerd, mits dit in de tijd nog mogelijk is.

Cultuurhistorie

Op basis van het rapport Cultuurhistorie aan de Oosterscheldedijken (PZDB-R-08064) valt het dijktraject binnen de cultuurhistorische cluster "Doorbraakgebied Schelphoek". Bijzonderheden ten aanzien van cultuurhistorie zijn:

- CZO-053: Plompe Toren, dp 45+70m – Toren aan de dijk tussen Burghsluis en Serooskerke (z.g. Plompe Toren van Westerschouwen). Bakstenen toren van drie geledingen, ingangspoortje aan de oostzijde. Inwendig stenen spiltrap en aanzet van stenen gewelf. Rijksmonument, toren van een in 1583 afgebroken kerkgebouw. Dijkbekleding ter plaatse: met asfalt overgoten Vilvoordse steen; palenrij en Muraltmuur aanwezig. (CHS-code 4328NP-00012-01, waardering zeer hoog (Rijksmonument))
- CZO-054: Koudekerkse Inlaag, dp 35 - dp 53 +93m – Met inlaagdijk omgeven rechthoekig stuk land met drassige grond. Voormalige kerktoren van verdwenen dorp (Plompe Toren). Bekleding buitentalud: losse brokken

basalt, Vilvoordse steen overgoten met beton. Muraltmuur en houten dijkpaaltjes aanwezig. Op de kruin ligt een doorgaande weg. (CHS-code GEO-091, waardering zeer hoog)

- CZO-056: Muraltmuur – Betonnen, op elkaar aansluitende segmenten, geplaatst op de dijk van de Plompetorenweg, nabij de Plompetoren/Koudekerksche Inlaag. Loopt door tot haven Burghsluis. (CHS-code GEO-083, waardering zeer hoog)
- CZO-057: Bootsinaag, dp 28 +50m - dp 35 – Regelmatig gevormde inlaag, in gebruik als landbouwgebied. Bekleding buitentalud: losse brokken basalt, Vilvoordse steen overgoten met beton. Muraltmuur en houten paaltjes aanwezig. Gras en doorgaande weg op kruin. (CHS-code: GEO-226, waardering zeer hoog)
- CZO-058: Haventje van Burghsluis – Vierhoekig havenbassin, met voormalige lichtkoepel ten westen van het bassin. Plezierhaven, in redelijk goede staat. Aangelegd rond 1500, na de teloorgang van het dorp Westenschouwen, en in 1953 sterk aangepast. Vóór de inlaag van Burghsluis ligt een oude aanlegdam. Bekleding van het oostelijk (oude) gedeelte: kade met betonklinkers en meerpalen, enigszins vervallen staat. Rest: binnentalud bekleed met basalt en nieuwe steigers aanwezig. Nieuwe lichtmast en havenrestaurant aanwezig. Buitentalud: basalt, deels overgoten met beton. Enkele oude dijkpalen. Klein deel reeds nieuwe bekleding: hydroblokken. (CHS-code: GEO-50, waardering zeer hoog)
- CZO-060: Oostnol, in huidige situatie een onderdeel van de zuidelijke havendam van haven Burghsluis – Restanten van een dijk. Bekleding: basalt met natuursteen en beton, gras op kruin. Houten palenrij en oude dijkpaal aanwezig. (CHS-code GEO-124, waardering zeer hoog)
- CZO-062: Inlaag van Burghsluis, terrein ten zuidwesten van de haven – Enigszins onregelmatig gevormde inlaag waarin bebouwing is gelegen en aan de westkant een waterplas aanwezig is. Bekleding buitentalud reeds vernieuwd met hydroblokken (project Burgh- en Westlandpolder, uitgevoerd in 2007). (CHS-code GEO-99, waardering zeer hoog)

Bijlage 2.4: Aandachtspunten ecologie ontwerpnota Haven Burghsluis
Koudekerksche inlaag

Aandachtspunten ecologie voor dijkvak Koudekerksche Inlaag in het kader van de voorontwerpnootitie

30-06-2011

[REDACTED] (Projectbureau Zeeweringen)

Documentnummer PZDB-M-11186

Uitgevoerde onderzoeken

In 2009 is een broedvogel, zoogdieren en herpetofauna onderzoek uitgevoerd (Vergeer, 2009). In maart 2010 is ook de wierenvegetatie langs de ondertafel en flora langs buiten- en binnenzijde van de hoogwaterkering geïnventariseerd. Op basis hiervan is een detailadvies wieren en zoutplanten gemaakt (+ bron). Daarnaast worden langs de gehele Oosterschelde maandelijks niet-broedvogels geteld en gekarteerd.

Algemeen

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

Beschermde natuurgebieden

Het gehele voorland met uitzondering van de haven en een groot deel (met uitzondering van de binnendijkse bebouwing) van de Koudekerksche Inlaag maken onderdeel uit van het Natura 2000 gebied Oosterschelde. Habitatverlies en verstoring dienen, indien mogelijk, voorkomen te worden.

Habitats

Het voorland van het traject bestaat uit het habitattype H1160 (grote ondiepe krekken en baaien). Als gevolg van de werkzaamheden treedt tijdelijke verstoring op. Na afronding van de werkzaamheden zal de oude situatie weer terug keren, er worden geen blijvende effecten verwacht.

Broedvogels

In 2009 zijn in de Koudekerksche Inlaag broedterritoria van 51 broedvogelsoorten gevonden. Kustbroedvogels als kluut, kokmeeuw, zilvermeeuw en kleine mantelmeeuw en weidevogels als tureluur, Kievit en grutto waren aanwezig. Soorten van urbaan gebied en opgaande begroeiing, zoals zomertortel en spotvogel, zijn redelijk vertegenwoordigd in en rond de bebouwing van het dorpje Burghsluis. De enige op de zeedijk aangetroffen broedvogel was de graspieper.

Van de zeven kwalificerende broedvogelsoorten van Natura 2000 gebied Oosterschelde (kluut, visdief, grote stern, dwergstern, bontbekplevier, strandplevier, bruine kiekendief), werd in 2009 alleen kluut aangetroffen (21 paren in de inlaag). Voorheen broedde ook Visdief en Bontbekplevier. In 2010 was geen enkele kwalificerende broedvogelsoort van het Natura2000 gebied Oosterschelde aanwezig. Gegevens van 2011 zijn nog niet beschikbaar.

Vervanging van de steenbekleding zal tot ruimtebeslag van een beperkt aantal broedterritoria van de graspieper leiden. Broeden van deze soort in het jaar van uitvoering kan voorkomen worden door voorafgaand aan de werkzaamheden het gras van de dijk kort te maaien. Andere broedterritoria kunnen afhankelijk van de transportroute en fasering van werkzaamheden verstoord worden. Dit dient zo veel mogelijk te worden voorkomen.

Niet-broedvogels

Het voorland bestaat uit water, waarbij bij gemiddeld laagwater alleen bij de haven Burghsluis ter hoogte van dp 31 – 36 een strook slikkige bodem droogvalt. Het gebiedje is van matige kwaliteit (veel stenen) en heeft nauwelijks een foerageerfunctie voor vogels. Ook zijn buitendijks nauwelijks hoogwatervluchtplaatsen aanwezig. Als gevolg hiervan is het waarschijnlijk niet nodig specifieke maatregelen te nemen t.a.v. buitendijkse activiteiten.

In de Inlaag zijn meer foeragerende, rustende en overtuigende vogels aanwezig

(www.rijkswaterstaatgeodata.nl). Afhankelijk van de transportroute en fasering van werkzaamheden kunnen de binnendijkse niet-broedvogels verstoord worden. Dit dient zo veel mogelijk te worden voorkomen.

Zoogdieren

Noordse woelmuis werd in 2004 en 2005 frequent aangetroffen in de Koudekerksche Inlaag. Ook komt de soort voor in de moerassige vegetatie tussen de zeewering en de Schelphoek-west. Gezien de geschiktheid van het biotoop voor de soort, is het aannemelijk dat de noordse woelmuis nog steeds aanwezig is in de Inlaag. Bij bepaling van de depotruimtes dient rekening gehouden te worden met het leefgebied van de noordse woelmuis in de inlaag.

In de omgeving van het projectgebied (ca 4 km) ligt zandplaat de Roggenplaat, hier rusten en foerageren zeehonden. Transport over water zou tot verstoring kunnen leiden (nader te onderzoeken), hiermee dient rekening gehouden te worden.

Tijdens een veldbezoek in 2009 zijn ree en damhert in de Koudekerksche Inlaag waargenomen. Buitendijks werd bruinvis waargenomen. Er is geen onderzoek naar kleine zoogdieren uitgevoerd in 2009. In (de directe omgeving van) het projectgebied zijn algemene soorten zoals haas en mol te verwachten. Deze soorten zullen verstoord worden door de werkzaamheden. Ter voorkoming dat zoogdieren gedood worden dient het biotoop op de zeewering ongeschikt gemaakt te worden door het gras voor aanvang van de werkzaamheden kort te maaien en houden tijdens de werkzaamheden.

Herpetofauna

In de Koudekerksche inlaag ter hoogte van dp 49 – 53 en buitendijks ter hoogte van dp 24 zijn verschillende waarnemingen van rugstreepdpad gedaan in 2009. Er zijn geen eerdere waarnemingen bekend. Het betreft een mobiele soort, die ondiepe plassen en zandhopen respectievelijk gebruikt als voortplantings- en overwinteringsplek. Bij bepaling van de locatie van depotruimtes dient rekening gehouden te worden met de soort. Afhankelijk van de locatie wordt overwogen of maatregelen getroffen moeten worden ter voorkoming van kolonisatie van de depotlocatie door rugstreepdpad. Daarnaast is groene kikker waargenomen in de inlaag. Algemene soort, die vermoedelijk niet wordt beïnvloed door de werkzaamheden.



Fig 1 Waarnemingen van rugstreeppad in (de omgeving van) het projectgebied (Vergeer, 2009).

(Sub-)litorale fauna

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

Wieren

Het traject is een van de soortenrijkste trajecten wat betreft wieren in de Oosterschelde. Hoewel de laatste jaren enkele soorten verdwenen zijn, komen enkele exemplaren van groefwier, een zeldzame soort, nog steeds ter plekke voor. Ook komen langs het gehele traject paardenanemonen voor. Tussen dp 32 – 36 is de totale wierbedekking 60 %, vooral gevormd door blaaswier en in mindere mate door kleine zee-eik en gezaagde zee-eik. In dit traject is geen groefwier (*Pelvetia canaliculata*) waargenomen. Tussen 36 – 54 bedraagt de wierbedekking ca 70 %, en deze bestaat vooral uit grote bruinwieren. In dit traject is het zeldzame groefwier op diverse plaatsen, in de bovenste zone van basalt aangetroffen (van dijkpaal 37,5 – 38,2; 43,6 – 43,9 en 49,2 – 51,1) bij dijkpaal 50 een zone vormend.

De vervanging van de dijkbekleding zal leiden tot verwijdering van alle begroeiing op onder- en boventafel. Het gehele traject kent goede mogelijkheden voor de aangroei van wieren. Door de ligging aan de geul spoelen wieren uit de omgeving aan, wat herkolonisatie mogelijk maakt. Aangeraden de ondertafel met ecozuilen te bekleden en eventueel voor aanvang van de werkzaamheden vanwege hun zeldzaamheid de exemplaren van groefwier te verplaatsen, bijvoorbeeld naar de haven van Burghsluis

Zoutplanten

Langs het gehele traject komen op de boventafel diverse soorten zoutplanten voor. Gewone zoutmelde is dominant aanwezig in het deelgebied dp 32 – 38, terwijl de soorten gewone zoutmelde en zeealsem in dp 47 – 54 veel voorkomen. In het deelgebied 38 – 47 zijn minder zoutplanten aanwezig.

Traject	Aantal zoutplanten	Aantal zouttolerante planten
Dp 32 - 38	9	6
Dp 38 - 47	3	2
Dp 47 - 54	7	6

Als gevolg van vervanging van de steenbekleding op de boventafel zal de vegetatie op de boventafel verdwijnen. In het detailadvies wordt daarom advies voor herstel en verbetering van de aanwezige natuurwaarden op een steenbekleding uit de categorie *redelijk goed* gegeven. Voor dit dijktraject wordt voor **herstel en verbetering** van de aanwezige natuurwaarden een steenbekleding uit de categorie **redelijk goed** geadviseerd.

Overige beschermde flora

In het projectgebied zijn geen Flora en faunawet beschermde plantensoorten aangetroffen.

Ten slotte zijn langs het traject drie soorten schorplanten en een soort aanspoelselplant aangetroffen die vermeld staan op de soortenlijst van Nota Soortenbeleid van de Provincie Zeeland (tabel 6). Daarnaast werden nog twee soorten dijkplanten op het talud aangetroffen (tabel 7).

Als gevolg van werkzaamheden zullen deze planten (tijdelijk) verdwijnen. Met betrekking tot type bekleding wordt net als bij zoutplanten aangeraden een type bekleding op juiste hoogte aan te brengen die herkolonisatie van deze soorten toelaat. Met name de schor en aanspoelselplanten hebben dan goede kans om zich op nieuw te vestigen in het projectgebied. Eventueel top laag opzij zetten zodat zadenbank terug gezet kan worden.

Tabel 6: op de boventafel aangetroffen soorten uit de Nota Soortenbeleid Provincie Zeeland en uit de soortenlijst NB-wetbesluit Oosterschelde (juni 2009).

Soortgroep	Soort	Nota Soortbl. Prov. Zld	NB-wet
Schorplanten	Gewone zoutmelde	x	x
	Lamsoor	x	x
	Zeealsem	x	x
Aanspoelselplanten	Strandmelde	x	

Tabel 7: op het talud aangetroffen soort uit de Nota Soortenbeleid Provincie Zeeland en uit de soortenlijst NB-wetbesluit Oosterschelde (juni 2009).

Soortgroep	Soort	Nota Soortbl. Prov. Zld	NB-wet
Dijkplant	Donderkruid	x	
	Kattendoorn	x	

Referenties

Vergeer, J.W., 2009. Broedvogels haven Burghsluis - Koudekerksche Inlaag
 Persijn, A., 2010. Detailadvies dijkvak 2 "Koudekerksche inlaag" DP32 t/m DP54

Bijlage 2.5: Memo afslagberekening dp 26+85m – dp 28+50m

Bijlage 3 Berekeningen

Bijlage 3.1: Keuzemodel met invoermodule

Dijkvak : Haven Burghsluis Koudekerksche inlaag
 van dp tot dp : 26+85m - 53+93m

variant 1		Variant 1						Score: 77,3	Kosten: 1,01	Score/kosten: 76,2	Rang: 1
dp:	26+85m - 28+50m	28+50m - 30+90m	30+90m - 32	32 - 34	34 - 42	42 - 46+50m	46+50m - 53+93m				
lengte [m]:	165	240	110	200	800	450	743			score landschap	
Boventafel	1	27	27	27	27	27	27			3	
	001 Asfaltbeton (WAB/GAI)	27 Betonzuilen	27 Betonzuilen	27 Betonzuilen	27 Betonzuilen	27 Betonzuilen	27 Betonzuilen			bekleding	
Ondertafel	1	7,s	7,s	27	26	26	26			2	
	001 Asfaltbeton (WAB/GAI)	7 Breuksteen, Ecolaag	7 Breuksteen, Ecolaag	27 Betonzuilen	0026 Basalt, gezet	0026 Basalt, gezet	0026 Basalt, gezet			bekleding	
score flora:	1	2	2	2	3	3	3			1	
score habitat:	1	3	2	3	3	3	3			1	
grondverbetering	geen	geen	geen	ondertafel	geen	geen	geen			geen	
variant 2		Variant 2						Score: 79,5	Kosten: 1,02	Score/kosten: 78,3	Rang: 1
dp:	26+85m - 28+50m	28+50m - 30+90m	30+90m - 32	32 - 34	34 - 42	42 - 46+50m	46+50m - 53+93m				
lengte [m]:	165	240	110	200	800	450	743			score landschap	
Boventafel	1	27	27	27	27	27	27			3	
	001 Asfaltbeton (WAB/GAI)	27 Betonzuilen	27 Betonzuilen	27 Betonzuilen	27 Betonzuilen	27 Betonzuilen	27 Betonzuilen			bekleding	
Ondertafel	1	7,s	7,s	27,e	26	26	26			3	
	001 Asfaltbeton (WAB/GAI)	7 Breuksteen, Ecolaag	7 Breuksteen, Ecolaag	27 Betonzuilen, Ecotop	0026 Basalt, gezet	0026 Basalt, gezet	0026 Basalt, gezet			bekleding	
score flora:	1	2	2	3	3	3	3			1	
score habitat:	1	3	2	3	3	3	3			1	
grondverbetering	geen	geen	geen	ondertafel	geen	geen	geen			geen	
variant 3		Variant 3						Score: 74,8	Kosten: 1	Score/kosten: 74,8	Rang: 3
dp:	26+85m - 28+50m	28+50m - 30+90m	30+90m - 32	32 - 34	34 - 42	42 - 46+50m	46+50m - 53+93m				
lengte [m]:	165	240	110	200	800	450	743			score landschap	
Boventafel	1	27	27	27	27	27	27			3	
	001 Asfaltbeton (WAB/GAI)	27 Betonzuilen	27 Betonzuilen	27 Betonzuilen	27 Betonzuilen	27 Betonzuilen	27 Betonzuilen			bekleding	
Ondertafel	1	7,s	7,s	7,s	26	26	26			1	
	001 Asfaltbeton (WAB/GAI)	7 Breuksteen, Ecolaag	7 Breuksteen, Ecolaag	7 Breuksteen, Ecolaag	0026 Basalt, gezet	0026 Basalt, gezet	0026 Basalt, gezet			bekleding	
score flora:	1	2	2	1	3	3	3			1	
score habitat:	1	3	2	3	3	3	3			1	
grondverbetering	geen	geen	geen	geen	geen	geen	geen			geen	
variant 4		Variant 4									
dp:	26+85m - 28+50m	28+50m - 30+90m	30+90m - 32	32 - 34	34 - 42	42 - 46+50m	46+50m - 53+93m				
lengte [m]:	165	240	110	200	800	450	743			score landschap	
Boventafel										1	
	bekleding	bekleding	bekleding	bekleding	bekleding	bekleding	bekleding			bekleding	
Ondertafel										1	
	bekleding	bekleding	bekleding	bekleding	bekleding	bekleding	bekleding			bekleding	
score flora:	1	1	1	1	1	1	1			1	
score habitat:	1	1	1	1	1	1	1			1	
grondverbetering	geen	geen	geen	geen	geen	geen	geen			geen	

Keuzemodel v2.5 augustus 2011

Dijkvak: Haven Burghsluis Koudekerksche
dp: 26+85m - 53+93m

Minimaal 2 varianten doorrekenen. De waarden zijn relatief.

Te behalen scores liggen tussen 1 en 3.

Wijzigingen t.o.v. versie 2.4:
grondverbeteringen toegevoegd

Criteria	Constructie	Uitvoering	Hergebruik	Onderhoud	Landschap	Natuur	Totaal (1)	Wegingsfactor
Constructie (flexibiliteit/overgangen)	0	3	3	2	3	2	13	21,7
Uitvoering	1	0	2	1	2	1	7	11,7
Hergebruik	1	2	0	1	2	1	7	11,7
Onderhoud	2	3	3	0	3	2	13	21,7
Landschap	1	2	2	1	0	1	7	11,7
Natuur	2	3	3	2	3	0	13	21,7
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	2,1	1	2,4	2,3	2,5	1,9	2,0	2,5	2,8	2,9	2,5	2,7	2,8
variant 2	2,1	1	2,4	2,3	2,5	1,9	2,0	2,5	2,8	2,9	3,0	2,7	2,8
variant 3	2,1	1	2,3	2,3	2,5	1,9	1,9	2,5	2,7	2,9	2,0	2,6	2,8
variant 4													

Gewogen score	Constructie	Uitvoering	Hergebruik	Onderhoud	Landschap	Natuur	Totaal	Kosten	Score/kosten	Rang
variant 1	11,1	9,3	7,4	19,9	9,7	19,9	77,3	1,01	76,24	2
variant 2	11,1	9,3	7,4	19,9	11,7	20,2	79,5	1,02	78,27	1
variant 3	11,2	9,3	7,4	19,5	7,8	19,6	74,8	1,00	74,82	3
variant 4										

Opmerkingen: Vanwege de aanwezige verborgen glooiing bij dp 32 levert een bekledingstypeverschil tussen deelgebied III en IV geen extra overgang. De score voor de overgangen is daarom bij alle varianten gelijk gehouden: Bij variant 1 en 2 is in deelgebied IV geen horizontale overgang, maar wel een verticale overgang met deelgebied V. Bij variant 3 is geen verticale overgang met deelgebied V, maar is in deelgebied IV een horizontale overgang tussen de overlaging en de betonzuilen op onder- en boventafel aanwezig.

Bijlage 3.2: Ontwerpberekeningen bekleding

	A	B	C	D	E	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z							
3	Golfcondities, waterstanden en stroming voor toetsing																															
4	Let op: De veranderingen in deze GOLVENTabel worden pas doorgerekend nadat																															
5	in het menu "Toetsing" "Bereken alles opnieuw" is gekozen of F9 is aangeslagen.																															
6	Als de golfrandvoorwaarden slechts bekend zijn bij drie waterstanden, dan moet cel N9 blanco gelaten worden.																															
7	De waterstanden in H9, J9, L9 en N9, waar Hs en Tp bekend zijn, kunnen in tabel 1 aangepast worden, maar moeten in tabel 2 en 3 gelijk zijn aan die in tabel 1																															
8	gebied: Oosterschelde		stormduur: 35										tabel 1										tabel 2									
9	Locatie		GLW	GHW	toetspeil + toe-	h = NAP+ 0,00		h = NAP+ 2,00		h = NAP+ 3,00		h = NAP+ 4,00		Golfrichting		h = NAP+ 0,00		h = NAP+ 2,00		h = NAP+ 3,00		h = NAP+ 4,00		Golfrichting								
10	van	tot	[m+NAP]	[m+NAP]	slagen [m+NAP]	Hs [m]	Tp [s]	Hs [m]	Tp [s]	Hs [m]	Tp [s]	Hs [m]	Tp [s]	van [gr]	tot [gr]	Hs [m]	Tp [s]	Hs [m]	Tp [s]	Hs [m]	Tp [s]	Hs [m]	Tp [s]	van [gr]	tot [gr]							
11	26,85	32,00	-1,20	1,35	3,50	1,3	4,8	1,91	4,67	2,11	4,8	2,11	4,80																			
12	32,00	54,00	-1,25	1,35	3,50	1,31	3,98	1,81	4,63	2,03	4,99	2,12	4,99																			
13																																
14																																
15																																
16																																
17																																

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z	AA	AB	AC	AJ	AK	AL	AM	AN	AO	AP	AQ	AR	AV	AW	AX	AY	
4	STEENTOETS2010 versie 1.10, Deltares, maart 2012, niet voor 3e toetsronde					aanleg-	schade	havendam of	richting	voorland		niveau	niveau	helling	segmentbreedte	type		TOPLAAG														BOVENSTE FILTERLAAG						
5	Oosterschelde		vlak-	dwars-	Subvakgrenzen	jaar	in	lage dijk?	normaal	niveau	helling	onder-	boven-	helling	(alleen nodig	toplaag	onderlagen	D	B	L	spleetbreedte		open	gaten in	karakt.	soortelijke	inge-	D15 inwas-	goed	oneffenheden	Ingegoten toplaag	geotextiel	b	D15	D50	poro-		
6	Naam van dijkvak		nummer	profiel	randv.w. & vlak		jaar	ja/blanco	op dijk	bij teen	tan α_{oedem}	grens	grens	tan α	als tan $\alpha=0$		(filter, geotex-	[m]	[m]	[m]	stootvoeg	langsvoeg	oppervlak	steen?	opening	massa	wassen	materiaal	geklemd?	havendam	diepte	VGD	tussen top-	laag en filter?	[m]	[mm]	[mm]	siteit
7			van	tot				[gr tov N]	[m NAP]		[m NAP]	[m NAP]				tiel, klei, etc)				[mm]	[mm]	[%]	ja/nee	[mm]	[kg/m ³]	ja/nee	[mm]	ja/nee?	[m]	[m]	[GPa]							
8	Overlaging breuksteen	1	2	28,5	32					-1,5	0,2078	-1	1,35	0,38023	7	kl	0,3333																					
9	Betonzuilen dik 0,45 2500 1:2,6	2	2	28,5	32							1,35	2,84	0,40077	27	st ge kl	0,375						10			2500	j	6	ja					0,1	17			
10	Betonzuilen dik 0,45 2500 1:2,6	3	2	28,5	32							2,84	3,5	0,35282	27	st ge kl	0,375						10			2500	j	6	ja					0,1	17			
11	Betonzuilen dik 0,4 2300 1:3,2	1	4	32,5	34					-1,13	0,1758	-1,2	1,35	0,32829	27	st ge kl	0,3333						10			2300	j	6	ja					0,1	17			
12	Betonzuilen dik 0,45 2400 1:3,2	2	4	32,5	34							1,35	2,08	0,28135	27	st ge kl	0,375						10			2400	j	6	ja					0,1	17			
13	Betonzuilen dik 0,45 2400 1:3,2	3	4	32,5	34							2,08	3,5	0,28135	27	st ge kl	0,375						10			2400	j	6	ja					0,1	17			
14	Overlaging breuksteen	1	5	34	42,5					-1,44	0,1696	-1	-0,47	0,3597	7	kl	0,3333																					
15	Te behouden basalt	2	5	34	42,5							-0,47	1,35	0,34711	26,1	pu vl kl	0,285						12			2900	j	6	j					0,05	15			
16	Betonzuilen dik 0,45 2400 1:3,4	3	5	34	42,5							1,35	2,85	0,30982	27	st ge kl	0,375						10			2400	j	6	ja					0,1	17			
17	Betonzuilen dik 0,45 2400 1:3,4	4	5	34	42,5							2,85	3,5	0,26311	27	st ge kl	0,375						10			2400	j	6	ja					0,1	17			
18	Open steenasfalt	5	5	34	42,5							3,5	3,98	0,08	5	ge kl	0,2																					
19	Overlaging breuksteen	1	6	42,5	46,5					-1,54	0,1676	-1	-0,59	0,3304	7	kl	0,3333																					
20	Te behouden basalt	2	6	42,5	46,5							-0,59	1,35	0,32972	26,1	pu vl kl	0,25						12			2900	j	6	j					0,05	15			
21	Betonzuilen dik 0,45 2500 1:3,0	3	6	42,5	46,5							1,35	2,84	0,34922	27	st ge kl	0,375						10			2500	j	6	ja					0,1	17			
22	Betonzuilen dik 0,45 2500 1:3,0	4	6	42,5	46,5							2,84	3,5	0,30201	27	st ge kl	0,375						10			2500	j	6	ja					0,1	17			
23	Open steenasfalt	5	6	42,5	46,5							3,5	4,73	0,4878	5	ge kl	0,2																					
24	Overlaging breuksteen	1	7	46,5	53,93					-1,43	0,1698	-1	-0,73	0,31319	7	kl	0,3333																					
25	Te behouden basalt	2	7	46,5	53,93							-0,73	1,35	0,31612	26,1	pu vl kl	0,285						12			2900	j	6	j					0,05	15			
26	Betonzuilen dik 0,45 2500 1:3,2	3	7	46,5	53,93							1,35	2,85	0,32829	27	st ge kl	0,375						10			2500	j	6	ja					0,1	17			
27	Betonzuilen dik 0,45 2500 1:3,2	4	7	46,5	53,93							2,85	3,5	0,28135	27	st ge kl	0,375						10			2500	j	6	ja					0,1	17			
28	Open steenasfalt	5	7	46,5	53,93							3,5	4,79	0,30581	5	ge kl	0,2																					

4	AZ	BE	BF	BG	BH	BI	BJ	BK	BL	BM	BN	BO	BP	BQ	BR	BS	BT	BU	BW	BX	BY	BZ	CA	CB	CC	CD	CE	CF	CG	CI	CJ	CK	CL
5	GEOTEXTIEL				KLEI				ZAND				type bovenste overgang (-sconstructie)	>150m brede waterkering op NAP+2,5m	ERVARING				Opmerkingen	HYDRAULISCHE RANDVOORWAARDEN							AFSCHUIVING		MATERIAALTRANSPORT				
6	2e filter laag?	O90	dikte	doorlatendheid	dijkopbouw	b _{klei}	kwaliteit c1/c2/c3	D50	D90	D15	D50	D90		overgang (-sconstructie)	uit ondergrond	uit granulaire laag	afschuiving	overgang (-sconstructie)	afstandhouders		Golven-tabel 1/2/3	GHW [m+NAP]	toetspeil + toeslagen [m+NAP]	maatgevende waterstand [m+NAP]	Oosterschelde		golf-invalshoek [gr]	belasting duur [uur]	1e stap geavanc. Score	klei/filter-dikte overschot [m]	vanuit ondergrond	vanuit granulaire laag door toplaag	
7	ja/nee	[mm]	[mm]	[l/s/m ²]	[mm]	gk/kl/kk/zs	[m]	g/m/w	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]		a0 c1	j/n/?	g/o/?	g/o/?	g/o/?	g/l/o/?	g/t/o					H _s [m]	T _p [s]							
8					kl	0,6	g							b1	g	g	g	g			1	1,35	3,50				0		?		?	?	
9					kl	0,6	g							a0	g	g	g	g			1	1,35	3,50	2,50	2,01	4,74	0	25,0	goed	0,49	goed	goed	
10					kl	0,6	g							b0	g	g	g	g			1	1,35	3,50	3,50	2,11	4,80	0	5,0	goed	0,48	goed	goed	
11					kl	0,6	g							a0	g	g	g	g			1	1,35	3,50	2,50	1,92	4,81	0	25,0	goed	0,54	goed	goed	
12					kl	0,6	g							a0	g	g	g	g			1	1,35	3,50	2,50	1,92	4,81	0	25,0	goed	0,56	goed	goed	
13					kl	0,6	g							b0	g	g	g	g			1	1,35	3,50	3,50	2,08	4,99	0	5,0	goed	0,48	goed	goed	
14					kl	0,6	g							b1	g	g	g	g			1	1,35	3,50				0		?		?	?	
15					kl	1,3	g							b1	g	g	g	g			1	1,35	3,50	2,50	1,92	4,81	0	25,0	goed	1,29	goed	goed	
16					kl	0,6	g							a0	g	g	g	g			1	1,35	3,50	2,50	1,92	4,81	0	25,0	goed	0,50	goed	goed	
17					kl	0,6	g							b0	g	g	g	g			1	1,35	3,50	3,50	2,08	4,99	0	5,0	goed	0,48	goed	goed	
18					kl	0,6	g								g	g	g	g			1	1,35	3,50				0		?		?	?	
19					kl	0,6	g							b1	g	g	g	g			1	1,35	3,50				0		?		?	?	
20					kl	1,3	g							b1	g	g	g	g			1	1,35	3,50	2,50	1,92	4,81	0	25,0	goed	1,23	goed	goed	
21					kl	0,6	g							a0	g	g	g	g			1	1,35	3,50	3,50	2,08	4,99	0	5,0	goed	0,54	goed	goed	
22					kl	0,6	g							b0	g	g	g	g			1	1,35	3,50	3,50	2,08	4,99	0	5,0	goed	0,51	goed	goed	
23					kl	0,6	g								g	g	g	g			1	1,35	3,50				0		?		?	?	
24					kl	0,6	g							b1	g	g	g	g			1	1,35	3,50				0		?		?	?	
25					kl	1,3	g							b1	g	g	g	g			1	1,35	3,50	2,50	1,92	4,81	0	25,0	goed	1,29	goed	goed	
26					kl	0,6	g							a0	g	g	g	g			1	1,35	3,50	3,50	2,08	4,99	0	5,0	goed	0,54	goed	goed	
27					kl	0,6	g							b0	g	g	g	g			1	1,35	3,50	3,50	2,08	4,99	0	5,0	goed	0,51	goed	goed	
28					kl	0,6	g								g	g	g	g			1	1,35	3,50				0		?		?	?	

4	CM	CN	CP	CQ	CR	CS	CT	CU	CW	CX	CY	CZ	DA	DB	DC	DD	DE	DG	DH	DI	
5	STABILITEIT TOPLAAG										EROSIE ONDERLAGEN			EINDSCORE	BEHEERDERS-	Vershil tussen	TOELICHTING	EINDOORDEEL	Foutmeldingen	Waarschuwingen	
6	bermfactor	$\rho = 1025 \text{ kg/m}^3$	toetsing op golven							dikte-	score	filter-	klei-	Score	STEENTOETS	oordeel	STEENTOETS en				
7	C_{berm}	$H_w/\Delta D$	ξ_{opp}	$F = \xi^2/3$	type	kwantitatief		Score	overschot	laag	laag					beheerdersoordeel?					
8	[-]	[-]	[-]	$* H_w/\Delta D$		g/t	t/o	[m]	[uur]	[uur]	[g / t / o]										
8	1,00				0			?	?	0,0	0,0	?	?					?		Dit type toplaag kan niet met Steentoets doorgerekend worden.	
9	1,00	3,72	1,62	5,13	3	1,36	99,00	goed	0,04	goed	1,0	0,0	nvt	goed				goed			
10	1,00	3,91	1,58	5,30	3	1,07	99,00	goed	0,01	goed	0,9	0,0	nvt	goed				goed			
11	1,00	4,63	1,33	5,61	3	1,17	99,00	goed	0,05	goed	1,1	1,0	nvt	goed				goed			
12	1,00	3,82	1,33	4,63	3	1,42	99,00	goed	0,06	goed	1,1	1,0	nvt	goed				goed			
13	1,00	4,12	1,27	4,84	3	1,02	99,00	goed	0,01	goed	0,8	0,0	nvt	goed				goed			
14	1,00				0			?	?	0,0	0,0	?	?					?		Dit type toplaag kan niet met Steentoets doorgerekend worden.	
15	1,00	3,68	1,44	4,69	3	1,43	99,00	goed	0,09	goed	0,0	4,5	nvt	goed				goed			
16	1,00	3,82	1,44	4,86	3	1,38	99,00	goed	0,04	goed	1,1	1,0	nvt	goed				goed			
17	1,00	4,12	1,33	4,99	3	1,01	99,00	goed	0,01	goed	0,8	0,0	nvt	goed				goed			
18	1,00				0			?	?	0,0	0,0	?	?					?		Dit type toplaag kan niet met Steentoets doorgerekend worden.	
19	1,00				0			?	?	0,0	0,0	?	?					?		Dit type toplaag kan niet met Steentoets doorgerekend worden.	
20	1,00	4,20	1,46	5,41	3	1,25	99,00	goed	0,05	goed	0,0	4,5	nvt	goed				goed			
21	1,00	3,85	1,47	4,97	3	1,46	99,00	goed	0,06	goed	0,8	0,0	nvt	goed				goed			
22	1,00	3,85	1,44	4,91	3	1,30	99,00	goed	0,01	goed	0,8	0,0	nvt	goed				goed			
23	1,00				0			?	?	0,0	0,0	?	?					?		Dit type toplaag kan niet met Steentoets doorgerekend worden.	
24	1,00				0			?	?	0,0	0,0	?	?					?		Dit type toplaag kan niet met Steentoets doorgerekend worden.	
25	1,00	3,68	1,39	4,59	3	1,45	99,00	goed	0,09	goed	0,0	4,5	nvt	goed				goed			
26	1,00	3,85	1,36	4,71	3	1,50	99,00	goed	0,06	goed	0,8	0,0	nvt	goed				goed			
27	1,00	3,85	1,36	4,71	3	1,31	99,00	goed	0,01	goed	0,8	0,0	nvt	goed				goed			
28	1,00				0			?	?	0,0	0,0	?	?					?		Dit type toplaag kan niet met Steentoets doorgerekend worden.	

Koudekerkse inlaag 1-3

Datum berekening 15-5-2012 14:58:18

C:\Users\Kees\Desktop\Koudekerkse inlaag 1-3.rtf

Golfklap 1.3.2.2

Algemene gegevens

berekening	Toetsing	
aantal inslagpunten	20	
ρ_{water}	1025,0	kg m ⁻³
g	9,810	m s ⁻²

Constructiegegevens

parameter	waarde	eenheid
a	2,50	-
log (k)	2,80	MPa ⁻¹
c	30,0	MPa m ⁻¹
d1	0,20	m
E1	1000	MPa
tweelagensysteem	nee	
v	0,350	-
aantal rekenpunten	20	
h_{min}	3,50	m+NAP
h_{max}	4,50	m+NAP

Hoogte voorland en geschematiseerd dwarsprofiel

h_{vl}		m+NAP
x [m]	z [m+NAP]	
-14,73	-1,54	
0,00	3,50	
2,00	4,50	

Hydraulische randvoorwaarden

stormopzet	Vrije invoer	
getij	nee	
stappen SWL	10	-

Ingevoerde stormopzet

t [u]	h [m+NAP]	
0,000	3,50	
5,000	3,50	
5,300	2,50	
35,000	2,50	

Ingevoerde golfhoogte en golfperiode

h [m+NAP]	T_g [s]	H_s [m]
0,00	3,80	1,32
2,00	4,63	1,81
3,00	4,99	2,03
4,00	4,78	2,12

Resultaat

Waarschuwing:

De helling van taluddeel 1 is steiler dan 1:3.

De helling van taluddeel 2 is steiler dan 1:3.

Door GOLFKLAP gevonden maximum minersom:0,027

Index [-]	z [m+NAP]	Minersom [-]
1	3,525	0,0273
2	3,575	0,0254
3	3,625	0,0244
4	3,675	0,0233
5	3,725	0,0217
6	3,775	0,0194
7	3,825	0,0171
8	3,875	0,0130
9	3,925	0,0077
10	3,975	0,0035
11	4,025	0,0012
12	4,075	0,0003
13	4,125	0,0000
14	4,175	0,0000
15	4,225	0,0000
16	4,275	0,0000
17	4,325	0,0000
18	4,375	0,0000
19	4,425	0,0000
20	4,475	0,0000

Koudekerkse inlaag 1-32

Datum berekening 15-5-2012 14:57:14
 F:\Koudekerkse inlaag 1-32.rtf
 Golfklap 1.3.2.2

Algemene gegevens

berekening	Toetsing	
aantal inslagpunten	20	
ρ_{water}	1025,0	kg m ⁻³
g	9,810	m s ⁻²

Constructiegegevens

parameter	waarde	eenheid
a	2,50	-
log (k)	2,80	MPa ⁻¹
c	30,0	MPa m ⁻¹
d1	0,20	m
E1	1000	MPa
tweelagensysteem	nee	
v	0,350	-
aantal rekenpunten	20	
h_{min}	3,50	m+NAP
h_{max}	4,13	m+NAP

Hoogte voorland en geschematiseerd dwarsprofiel

h_{vi}		m+NAP
x [m]	z [m+NAP]	
-19,65	-1,33	
-4,00	3,50	
-0,93	4,14	

Hydraulische randvoorwaarden

stormopzet	Vrije invoer	
getij	nee	
stappen SWL	10	-

Ingevoerde stormopzet

t [u]	h [m+NAP]	
0,000	3,50	
5,000	3,50	
5,300	2,50	
35,000	2,50	

Ingevoerde golfhoogte en golfperiode

h [m+NAP]	T_g [s]	H_s [m]
0,00	3,80	1,32
2,00	4,63	1,81
3,00	4,99	2,03
4,00	4,78	2,12

Resultaat

Door GOLFKLAP gevonden maximum minersom:0,014

Index [-]	z [m+NAP]	Minersom [-]
1	3,516	0,0127

2	3,547	0,0144
3	3,579	0,0140
4	3,610	0,0082
5	3,642	0,0047
6	3,673	0,0065
7	3,705	0,0086
8	3,736	0,0062
9	3,768	0,0035
10	3,799	0,0042
11	3,831	0,0065
12	3,862	0,0056
13	3,894	0,0025
14	3,925	0,0006
15	3,957	0,0001
16	3,988	0,0000
17	4,020	0,0000
18	4,051	0,0000
19	4,083	0,0000
20	4,114	0,0000

Bijlage 3.3: Ontwerpberekeningen kreukelberm

Ontwerp kreukelberm

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

Gewijzigd t.o.v. vorige versie: Richtlijn schadegetal gewijzigd (zie Rekenblad), berekening bij hoge waterstanden wordt ook uitgevoerd bij ligging onder slik (wegens mogelijke ontgronding).

Invoer

Dijkvak		Koudekerksche inlaag								
Randvoorwaardenvak		30 laag								
		Waterstand [m NAP]								
Opgegeven		-2		-1		0		2		Als er slechts 3 waterstanden zijn, vul dan de gegevens bij de middelste waterstand twee keer in (in de kolommen E t/m H)
golfrandvoorwaarden op uitvoerpunt		H _s [m]	T _p [s]	H _s [m]	T _p [s]	H _s [m]	T _p [s]	H _s [m]	T _p [s]	
		0,69	4,93	1,00	4,87	1,30	4,80	1,91	4,67	
Gebied	[-]	OS Vul in: OS voor Oosterschelde, WS voor Westerschelde, NZ voor Noordzee								
OP	[m NAP]	3,50 Ontwerppeil								
Z _{krtb}	[m NAP]	-1,00 Niveau bovenzijde kreukelberm (teenniveau)								
Z _{vrt}	[m NAP]	-1,00 Huidig niveau voorland direct vóór kreukelberm								
Z _{uvp}	[m NAP]	-11,89 Bodemniveau uitvoerpunt (uit randvoorwaardetabel of detailadvies)								

Samenvatting resultaten

Waterstand	[m NAP]	2,00	-1,00	-0,44	0,13	0,69	1,25	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 _{op}	[m]	34	37	36	36	35	35	34	34	33	33	Golflengte
Golven dieptebeperkt?		Nee	Nee	Nee	Nee	Nee	Nee	Nee	Nee	Nee	Nee	
H _{s,steen}	[m]	1,91	1,00	1,17	1,34	1,51	1,68	1,85	2,02	2,20	2,37	Significante golfhoogte aan teen
D _{n50,LOS,LWS}	[m]	-	0,34	0,32	0,30	0,28	-	-	-	-	-	D _{n50} bij lage waterstanden
D _{n50,LOS,HWS,G}	[m]	0,26	-	-	0,33	0,31	0,29	0,27	0,24	0,22	0,20	D _{n50} bij hoge waterstanden (Gerding)
D _{n50,LOS,HWS,M}	[m]	0,19	-	-	0,18	0,18	0,18	0,18	0,19	0,20	0,21	D _{n50} bij hoge waterstanden (Van der Meer)

Benodigde steensortering en dikte kreukelberm

		Losse breuksteen		Patroonpenetratie		
		LWS	HWS;M	Stroken	Stippen	
D _{n50}	[m]	0,34	0,21	0,15	0,22	D _{n50} (maatgevende waarde)
D _{n50;d}	[m]	0,34		0,15	0,22	Benodigde D _{n50} (ontwerpwaarde, incl. ontwerpveiligheid)
Sortering		40-200 kg		10-60 kg	10-60 kg	Benodigde steensortering
D _{n50;sortering}	[m]	0,36		0,24	0,24	D _{n50} van benodigde steensortering
2D _{n50;sortering}	[m]	0,73		0,48	0,48	Benodigde laagdikte

Controle bodemligging:

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

Standaard steensorteringen conform NEN-EN 13383-1

Steen-sortering	ρ _s (kg/m ³): 2650		Dichtheid breuksteen (default 2650)
	M ₅₀ (kg)	D _{n50} (m)	
10-60 kg	37	0,24	
40-200 kg	127	0,36	
60-300 kg	193	0,42	
300-1.000	715	0,65	
1-3 ton	2088	0,92	
3-6 ton	4743	1,21	
6-10 ton	8192	1,46	

Ontwerp kreukelberm

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

Gewijzigd t.o.v. vorige versie: Richtlijn schadegetal gewijzigd (zie Rekenblad), berekening bij hoge waterstanden wordt ook uitgevoerd bij ligging onder slik (wegens mogelijke ontgronding).

Invoer

Dijkvak		Koudekerksche inlaag								
Randvoorwaardenvak		30 hoog								
		Waterstand [m NAP]								
Opgegeven		0		2		3		4		Als er slechts 3 waterstanden zijn, vul dan de gegevens bij de middelste waterstand twee keer in (in de kolommen E t/m H)
golfrandvoorwaarden op uitvoerpunt		H _s [m]	T _p [s]	H _s [m]	T _p [s]	H _s [m]	T _p [s]	H _s [m]	T _p [s]	
		1,30	4,80	1,91	4,67	2,11	4,80	2,01	4,58	
Gebied	[-]	OS Vul in: OS voor Oosterschelde, WS voor Westerschelde, NZ voor Noordzee								
OP	[m NAP]	3,50 Ontwerppeil								
Z _{krtb}	[m NAP]	-1,00 Niveau bovenzijde kreukelberm (teenniveau)								
Z _{vrt}	[m NAP]	-1,00 Huidig niveau voorland direct vóór kreukelberm								
Z _{uvp}	[m NAP]	-11,89 Bodemniveau uitvoerpunt (uit randvoorwaardetabel of detailadvies)								

Samenvatting resultaten

Waterstand	[m NAP]	2,00	-1,00	-0,44	0,13	0,69	1,25	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 _{op}	[m]	34	37	36	36	35	35	34	35	36	34	Golflengte
Golven dieptebeperkt?		Nee	Nee	Nee	Nee	Nee	Nee	Nee	Nee	Nee	Nee	
H _{s,steen}	[m]	1,91	1,00	1,17	1,34	1,51	1,68	1,85	1,99	2,10	2,06	Significante golfhoogte aan teen
D _{n50,LOS,LWS}	[m]	-	0,34	0,32	0,30	0,28	-	-	-	-	-	D _{n50} bij lage waterstanden
D _{n50,LOS,HWS,G}	[m]	0,26	-	-	0,33	0,31	0,29	0,27	0,23	0,19	-	D _{n50} bij hoge waterstanden (Gerding)
D _{n50,LOS,HWS,M}	[m]	0,19	-	-	0,18	0,18	0,18	0,18	0,19	0,19	0,18	D _{n50} bij hoge waterstanden (Van der Meer)

Benodigde steensortering en dikte kreukelberm

		Losse breuksteen		Patroonpenetratie		
		LWS	HWS;M	Stroken	Stippen	
D _{n50}	[m]	0,34	0,19	0,15	0,22	D _{n50} (maatgevende waarde)
D _{n50;d}	[m]	0,34		0,15	0,22	Benodigde D _{n50} (ontwerpwaarde, incl. ontwerpveiligheid)
Sortering		40-200 kg		10-60 kg	10-60 kg	Benodigde steensortering
D _{n50;sortering}	[m]	0,36		0,24	0,24	D _{n50} van benodigde steensortering
2D _{n50;sortering}	[m]	0,73		0,48	0,48	Benodigde laagdikte

Standaard steensorteringen conform NEN-EN 13383-1

Steen-sortering	ρ _s (kg/m ³): 2650		Dichtheid breuksteen (default 2650)
	M ₅₀ (kg)	D _{n50} (m)	
10-60 kg	37	0,24	
40-200 kg	127	0,36	
60-300 kg	193	0,42	
300-1.000	715	0,65	
1-3 ton	2088	0,92	
3-6 ton	4743	1,21	
6-10 ton	8192	1,46	

Controle bodemligging:

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

Ontwerp kreukelberm

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

Gewijzigd t.o.v. vorige versie: Richtlijn schadegetal gewijzigd (zie Rekenblad), berekening bij hoge waterstanden wordt ook uitgevoerd bij ligging onder slik (wegens mogelijke ontgronding).

Invoer

Dijkvak		Koudekerksche inlaag								
Randvoorwaardenvak		31+50m laag								
Opgegeven		Waterstand [m NAP]								
golfrandvoorwaarden op uitvoerpunt		-2		-1		0		2		Als er slechts 3 waterstanden zijn, vul dan de gegevens bij de middelste waterstand twee keer in (in de kolommen E t/m H)
		H _s [m]	T _p [s]	H _s [m]	T _p [s]	H _s [m]	T _p [s]	H _s [m]	T _p [s]	
		0,69	4,93	1,00	4,87	1,30	4,80	1,91	4,67	
Gebied	[-]	OS Vul in: OS voor Oosterschelde, WS voor Westerschelde, NZ voor Noordzee								
OP	[m NAP]	3,50 Ontwerppeil								
Z _{krtb}	[m NAP]	-1,00 Niveau bovenzijde kreukelberm (teenniveau)								
Z _{vrt}	[m NAP]	-1,50 Huidig niveau voorland direct vóór kreukelberm								
Z _{uvp}	[m NAP]	-11,89 Bodemniveau uitvoerpunt (uit randvoorwaardetabel of detailadvies)								

Samenvatting resultaten

Waterstand	[m NAP]	2,00	-1,00	-0,44	0,13	0,69	1,25	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 _{op}	[m]	34	37	36	36	35	35	34	34	33	33	Golflengte
Golven dieptebeperkt?		Nee	Nee	Nee	Nee	Nee	Nee	Nee	Nee	Nee	Nee	
H _{s,steen}	[m]	1,91	1,00	1,17	1,34	1,51	1,68	1,85	2,02	2,20	2,37	Significante golfhoogte aan teen
D _{n50,LOS,LWS}	[m]	-	0,34	0,32	0,30	0,28	-	-	-	-	-	D _{n50} bij lage waterstanden
D _{n50,LOS,HWS,G}	[m]	0,26	-	-	0,33	0,31	0,29	0,27	0,24	0,22	0,20	D _{n50} bij hoge waterstanden (Gerding)
D _{n50,LOS,HWS,M}	[m]	0,23	-	-	0,26	0,24	0,23	0,23	0,24	0,24	0,25	D _{n50} bij hoge waterstanden (Van der Meer)

Benodigde steensortering en dikte kreukelberm

		Losse breuksteen		Patroonpenetratie		D _{n50} (maatgevende waarde)
		LWS	HWS;M	Stroken	Stippen	
D _{n50}	[m]	0,34	0,26	0,15	0,22	D _{n50} (ontwerpwaarde, incl. ontwerpveiligheid)
D _{n50;d}	[m]	0,34		0,15	0,22	Benodigde steensortering
Sortering		40-200 kg		10-60 kg	10-60 kg	D _{n50} van benodigde steensortering
D _{n50;sortering}	[m]	0,36		0,24	0,24	Benodigde laagdikte
2D _{n50;sortering}	[m]	0,73		0,48	0,48	

Standaard steensorteringen conform NEN-EN 13383-1

Steen-sortering	ρ _s (kg/m ³): 2650		Dichtheid breuksteen (default 2650)
	M ₅₀ (kg)	D _{n50} (m)	
10-60 kg	37	0,24	
40-200 kg	127	0,36	
60-300 kg	193	0,42	
300-1.000	715	0,65	
1-3 ton	2088	0,92	
3-6 ton	4743	1,21	
6-10 ton	8192	1,46	

Controle bodemligging:

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

Ontwerp kreukelberm

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

Gewijzigd t.o.v. vorige versie: Richtlijn schadegetal gewijzigd (zie Rekenblad), berekening bij hoge waterstanden wordt ook uitgevoerd bij ligging onder slik (wegens mogelijke ontgronding).

Invoer

Dijkvak		Koudekerksche inlaag								
Randvoorwaardenvak		31+50m hoog								
Opgegeven		Waterstand [m NAP]								
golfrandvoorwaarden op uitvoerpunt		0		2		3		4		Als er slechts 3 waterstanden zijn, vul dan de gegevens bij de middelste waterstand twee keer in (in de kolommen E t/m H)
		H _s [m]	T _p [s]	H _s [m]	T _p [s]	H _s [m]	T _p [s]	H _s [m]	T _p [s]	
		1,30	4,80	1,91	4,67	2,11	4,80	2,01	4,58	
Gebied	[-]	OS Vul in: OS voor Oosterschelde, WS voor Westerschelde, NZ voor Noordzee								
OP	[m NAP]	3,50 Ontwerppeil								
Z _{krtb}	[m NAP]	-1,00 Niveau bovenzijde kreukelberm (teenniveau)								
Z _{vrt}	[m NAP]	-1,50 Huidig niveau voorland direct vóór kreukelberm								
Z _{uvp}	[m NAP]	-11,89 Bodemniveau uitvoerpunt (uit randvoorwaardetabel of detailadvies)								

Samenvatting resultaten

Waterstand	[m NAP]	2,00	-1,00	-0,44	0,13	0,69	1,25	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 _{op}	[m]	34	37	36	36	35	35	34	35	36	34	Golflengte
Golven dieptebeperkt?		Nee	Nee	Nee	Nee	Nee	Nee	Nee	Nee	Nee	Nee	
H _{s,steen}	[m]	1,91	1,00	1,17	1,34	1,51	1,68	1,85	1,99	2,10	2,06	Significante golfhoogte aan teen
D _{n50;LOS;LWS}	[m]	-	0,34	0,32	0,30	0,28	-	-	-	-	-	D _{n50} bij lage waterstanden
D _{n50;LOS;HWS;G}	[m]	0,26	-	-	0,33	0,31	0,29	0,27	0,23	0,19	-	D _{n50} bij hoge waterstanden (Gerding)
D _{n50;LOS;HWS;M}	[m]	0,23	-	-	0,26	0,24	0,23	0,23	0,23	0,23	0,22	D _{n50} bij hoge waterstanden (Van der Meer)

Benodigde steensortering en dikte kreukelberm

		Losse breuksteen		Patroonpenetratie		
		LWS	HWS;M	Stroken	Stippen	
D _{n50}	[m]	0,34	0,26	0,15	0,22	D _{n50} (maatgevende waarde)
D _{n50;d}	[m]	0,34		0,15	0,22	Benodigde D _{n50} (ontwerpwaarde, incl. ontwerpveiligheid)
Sortering		40-200 kg		10-60 kg	10-60 kg	Benodigde steensortering
D _{n50;sortering}	[m]	0,36		0,24	0,24	D _{n50} van benodigde steensortering
2D _{n50;sortering}	[m]	0,73		0,48	0,48	Benodigde laagdikte

Controle bodemligging:

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

Standaard steensorteringen conform NEN-EN 13383-1

Steen-sortering	ρ _s (kg/m ³): 2650		Dichtheid breuksteen (default 2650)
	M ₅₀ (kg)	D _{n50} (m)	
10-60 kg	37	0,24	
40-200 kg	127	0,36	
60-300 kg	193	0,42	
300-1.000	715	0,65	
1-3 ton	2088	0,92	
3-6 ton	4743	1,21	
6-10 ton	8192	1,46	

Ontwerp kreukelberm

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

Gewijzigd t.o.v. vorige versie: Richtlijn schadegetal gewijzigd (zie Rekenblad), berekening bij hoge waterstanden wordt ook uitgevoerd bij ligging onder slik (wegens mogelijke ontgronding).

Invoer

Dijkvak		Koudekerksche inlaag								
Randvoorwaardenvak		34 laag								
		Waterstand [m NAP]								
Opgegeven		-2		-1		0		2		Als er slechts 3 waterstanden zijn, vul dan de gegevens bij de middelste waterstand twee keer in (in de kolommen E t/m H)
golfrandvoorwaarden		H _s [m]	T _p [s]	H _s [m]	T _p [s]	H _s [m]	T _p [s]	H _s [m]	T _p [s]	
op uitvoerpunt		0,81	3,33	1,06	3,66	1,31	3,98	1,81	4,63	
Gebied	[-]	OS Vul in: OS voor Oosterschelde, WS voor Westerschelde, NZ voor Noordzee								
OP	[m NAP]	3,50 Ontwerppeil								
Z _{krtb}	[m NAP]	-1,00 Niveau bovenzijde kreukelberm (teenniveau)								
Z _{vrt}	[m NAP]	-1,27 Huidig niveau voorland direct vóór kreukelberm								
Z _{uvp}	[m NAP]	-9,92 Bodemniveau uitvoerpunt (uit randvoorwaardetabel of detailadvies)								

Samenvatting resultaten

Waterstand	[m NAP]	2,00	-1,00	-0,44	0,13	0,69	1,25	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 _{op}	[m]	33	21	23	25	28	30	33	35	38	41	Golflengte
Golven dieptebeperkt?		Nee	Nee	Nee	Nee	Nee	Nee	Nee	Nee	Nee	Nee	
H _{s,steen}	[m]	1,81	1,06	1,20	1,34	1,48	1,62	1,76	1,90	2,04	2,19	Significante golfhoogte aan teen
D _{n50,LOS,LWS}	[m]	-	0,31	0,28	0,26	-	-	-	-	-	-	D _{n50} bij lage waterstanden
D _{n50,LOS,HWS,G}	[m]	0,22	-	-	0,33	0,30	0,26	0,23	0,20	0,17	-	D _{n50} bij hoge waterstanden (Gerding)
D _{n50,LOS,HWS,M}	[m]	0,20	-	-	0,23	0,21	0,20	0,20	0,20	0,21	0,21	D _{n50} bij hoge waterstanden (Van der Meer)

Benodigde steensortering en dikte kreukelberm

		Losse breuksteen		Patroonpenetratie		
		LWS	HWS;M	Stroken	Stippen	
D _{n50}	[m]	0,31	0,23	0,13	0,19	D _{n50} (maatgevende waarde)
D _{n50;d}	[m]	0,31		0,13	0,19	Benodigde D _{n50} (ontwerpwaarde, incl. ontwerpveiligheid)
Sortering		40-200 kg		10-60 kg	10-60 kg	Benodigde steensortering
D _{n50;sortering}	[m]	0,36		0,24	0,24	D _{n50} van benodigde steensortering
2D _{n50;sortering}	[m]	0,73		0,48	0,48	Benodigde laagdikte

Standaard steensorteringen conform NEN-EN 13383-1

Steen-sortering	ρ _s (kg/m ³): 2650		Dichtheid breuksteen (default 2650)
	M ₅₀ (kg)	D _{n50} (m)	
10-60 kg	37	0,24	
40-200 kg	127	0,36	
60-300 kg	193	0,42	
300-1.000	715	0,65	
1-3 ton	2088	0,92	
3-6 ton	4743	1,21	
6-10 ton	8192	1,46	

Controle bodemligging:

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

Ontwerp kreukelberm

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

Gewijzigd t.o.v. vorige versie: Richtlijn schadegetal gewijzigd (zie Rekenblad), berekening bij hoge waterstanden wordt ook uitgevoerd bij ligging onder slik (wegens mogelijke ontgronding).

Invoer

Dijkvak		Koudekerksche inlaag								
Randvoorwaardenvak		34 hoog								
		Waterstand [m NAP]								
Opgegeven		0		2		3		4		Als er slechts 3 waterstanden zijn, vul dan de gegevens bij de middelste waterstand twee keer in (in de kolommen E t/m H)
golfrandvoorwaarden op uitvoerpunt		H _s [m]	T _p [s]	H _s [m]	T _p [s]	H _s [m]	T _p [s]	H _s [m]	T _p [s]	
		1,31	3,98	1,81	4,63	2,03	4,99	2,09	4,93	
Gebied	[-]	OS Vul in: OS voor Oosterschelde, WS voor Westerschelde, NZ voor Noordzee								
OP	[m NAP]	3,50 Ontwerppeil								
Z _{krtb}	[m NAP]	-1,00 Niveau bovenzijde kreukelberm (teenniveau)								
Z _{vrt}	[m NAP]	-1,27 Huidig niveau voorland direct vóór kreukelberm								
Z _{uvp}	[m NAP]	-9,92 Bodemniveau uitvoerpunt (uit randvoorwaardetabel of detailadvies)								

Samenvatting resultaten

Waterstand	[m NAP]	2,00	-1,00	-0,44	0,13	0,69	1,25	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 _{op}	[m]	33	21	23	25	28	30	33	35	39	38	Golflengte
Golven dieptebeperkt?		Nee	Nee	Nee	Nee	Nee	Nee	Nee	Nee	Nee	Nee	
H _{s,steen}	[m]	1,81	1,06	1,20	1,34	1,48	1,62	1,76	1,89	2,02	2,06	Significante golfhoogte aan teen
D _{n50,LOS,LWS}	[m]	-	0,30	0,28	0,26	-	-	-	-	-	-	D _{n50} bij lage waterstanden
D _{n50,LOS,HWS,G}	[m]	0,22	-	-	0,33	0,30	0,26	0,23	0,20	-	-	D _{n50} bij hoge waterstanden (Gerding)
D _{n50,LOS,HWS,M}	[m]	0,20	-	-	0,23	0,21	0,20	0,20	0,20	0,21	0,20	D _{n50} bij hoge waterstanden (Van der Meer)

Benodigde steensortering en dikte kreukelberm

		Losse breuksteen		Patroonpenetratie		
		LWS	HWS;M	Stroken	Stippen	
D _{n50}	[m]	0,30	0,23	0,13	0,19	D _{n50} (maatgevende waarde)
D _{n50;d}	[m]	0,30		0,13	0,19	Benodigde D _{n50} (ontwerpwaarde, incl. ontwerpveiligheid)
Sortering		40-200 kg		10-60 kg	10-60 kg	Benodigde steensortering
D _{n50;sortering}	[m]	0,36		0,24	0,24	D _{n50} van benodigde steensortering
2D _{n50;sortering}	[m]	0,73		0,48	0,48	Benodigde laagdikte

Standaard steensorteringen conform NEN-EN 13383-1

Steen-sortering	ρ _s (kg/m ³): 2650		Dichtheid breuksteen (default 2650)
	M ₅₀ (kg)	D _{n50} (m)	
10-60 kg	37	0,24	
40-200 kg	127	0,36	
60-300 kg	193	0,42	
300-1.000	715	0,65	
1-3 ton	2088	0,92	
3-6 ton	4743	1,21	
6-10 ton	8192	1,46	

Controle bodemligging:

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

Ontwerp kreukelberm

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

Gewijzigd t.o.v. vorige versie: Richtlijn schadegetal gewijzigd (zie Rekenblad), berekening bij hoge waterstanden wordt ook uitgevoerd bij ligging onder slik (wegens mogelijke ontgronding).

Invoer

Dijkvak		Koudekerksche inlaag								
Randvoorwaardenvak		41 laag								
		Waterstand [m NAP]								
Opgegeven		-2		-1		0		2		Als er slechts 3 waterstanden zijn, vul dan de gegevens bij de middelste waterstand twee keer in (in de kolommen E t/m H)
golfrandvoorwaarden		H _s [m]	T _p [s]	H _s [m]	T _p [s]	H _s [m]	T _p [s]	H _s [m]	T _p [s]	
op uitvoerpunt		0,81	3,33	1,06	3,66	1,31	3,98	1,81	4,63	
Gebied	[-]	OS Vul in: OS voor Oosterschelde, WS voor Westerschelde, NZ voor Noordzee								
OP	[m NAP]	3,50 Ontwerppeil								
Z _{krtb}	[m NAP]	-1,00 Niveau bovenzijde kreukelberm (teenniveau)								
Z _{vrt}	[m NAP]	-1,44 Huidig niveau voorland direct vóór kreukelberm								
Z _{uvp}	[m NAP]	-9,92 Bodemniveau uitvoerpunt (uit randvoorwaardetabel of detailadvies)								

Samenvatting resultaten

Waterstand	[m NAP]	2,00	-1,00	-0,44	0,13	0,69	1,25	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 _{op}	[m]	33	21	23	25	28	30	33	35	38	41	Golflengte
Golven dieptebeperkt?		Nee	Nee	Nee	Nee	Nee	Nee	Nee	Nee	Nee	Nee	
H _{s,steen}	[m]	1,81	1,06	1,20	1,34	1,48	1,62	1,76	1,90	2,04	2,19	Significante golfhoogte aan teen
D _{n50,LOS,LWS}	[m]	-	0,31	0,28	0,26	-	-	-	-	-	-	D _{n50} bij lage waterstanden
D _{n50,LOS,HWS,G}	[m]	0,22	-	-	0,33	0,30	0,26	0,23	0,20	0,17	-	D _{n50} bij hoge waterstanden (Gerding)
D _{n50,LOS,HWS,M}	[m]	0,22	-	-	0,25	0,23	0,22	0,22	0,22	0,22	0,23	D _{n50} bij hoge waterstanden (Van der Meer)

Benodigde steensortering en dikte kreukelberm

		Losse breuksteen		Patroonpenetratie		
		LWS	HWS;M	Stroken	Stippen	
D _{n50}	[m]	0,31	0,25	0,13	0,19	D _{n50} (maatgevende waarde)
D _{n50;d}	[m]	0,31		0,13	0,19	Benodigde D _{n50} (ontwerpwaarde, incl. ontwerpveiligheid)
Sortering		40-200 kg		10-60 kg	10-60 kg	Benodigde steensortering
D _{n50;sortering}	[m]	0,36		0,24	0,24	D _{n50} van benodigde steensortering
2D _{n50;sortering}	[m]	0,73		0,48	0,48	Benodigde laagdikte

Standaard steensorteringen conform NEN-EN 13383-1

Steen-sortering	ρ _s (kg/m ³): 2650		Dichtheid breuksteen (default 2650)
	M ₅₀ (kg)	D _{n50} (m)	
10-60 kg	37	0,24	
40-200 kg	127	0,36	
60-300 kg	193	0,42	
300-1.000	715	0,65	
1-3 ton	2088	0,92	
3-6 ton	4743	1,21	
6-10 ton	8192	1,46	

Controle bodemligging:

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

Ontwerp kreukelberm

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

Gewijzigd t.o.v. vorige versie: Richtlijn schadegetal gewijzigd (zie Rekenblad), berekening bij hoge waterstanden wordt ook uitgevoerd bij ligging onder slik (wegens mogelijke ontgronding).

Invoer

Dijkvak		Koudekerksche inlaag								
Randvoorwaardenvak		41 hoog								
		Waterstand [m NAP]								
Opgegeven		0		2		3		4		Als er slechts 3 waterstanden zijn, vul dan de gegevens bij de middelste waterstand twee keer in (in de kolommen E t/m H)
golfrandvoorwaarden		H _s [m]	T _p [s]	H _s [m]	T _p [s]	H _s [m]	T _p [s]	H _s [m]	T _p [s]	
op uitvoerpunt		1,31	3,98	1,81	4,63	2,03	4,99	2,09	4,93	
Gebied	[-]	OS Vul in: OS voor Oosterschelde, WS voor Westerschelde, NZ voor Noordzee								
OP	[m NAP]	3,50 Ontwerppeil								
Z _{krtb}	[m NAP]	-1,00 Niveau bovenzijde kreukelberm (teenniveau)								
Z _{vrt}	[m NAP]	-1,44 Huidig niveau voorland direct vóór kreukelberm								
Z _{uvp}	[m NAP]	-9,92 Bodemniveau uitvoerpunt (uit randvoorwaardetabel of detailadvies)								

Samenvatting resultaten

Waterstand	[m NAP]	2,00	-1,00	-0,44	0,13	0,69	1,25	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 _{op}	[m]	33	21	23	25	28	30	33	35	39	38	Golflengte
Golven dieptebeperkt?		Nee	Nee	Nee	Nee	Nee	Nee	Nee	Nee	Nee	Nee	
H _{s,steen}	[m]	1,81	1,06	1,20	1,34	1,48	1,62	1,76	1,89	2,02	2,06	Significante golfhoogte aan teen
D _{n50,LOS,LWS}	[m]	-	0,30	0,28	0,26	-	-	-	-	-	-	D _{n50} bij lage waterstanden
D _{n50,LOS,HWS,G}	[m]	0,22	-	-	0,33	0,30	0,26	0,23	0,20	-	-	D _{n50} bij hoge waterstanden (Gerding)
D _{n50,LOS,HWS,M}	[m]	0,22	-	-	0,25	0,23	0,22	0,22	0,22	0,22	0,21	D _{n50} bij hoge waterstanden (Van der Meer)

Benodigde steensortering en dikte kreukelberm

		Losse breuksteen		Patroonpenetratie		
		LWS	HWS;M	Stroken	Stippen	
D _{n50}	[m]	0,30	0,25	0,13	0,19	D _{n50} (maatgevende waarde)
D _{n50;d}	[m]	0,30		0,13	0,19	Benodigde D _{n50} (ontwerpwaarde, incl. ontwerpveiligheid)
Sortering		40-200 kg		10-60 kg	10-60 kg	Benodigde steensortering
D _{n50;sortering}	[m]	0,36		0,24	0,24	D _{n50} van benodigde steensortering
2D _{n50;sortering}	[m]	0,73		0,48	0,48	Benodigde laagdikte

Standaard steensorteringen conform NEN-EN 13383-1

Steen-sortering	ρ _s (kg/m ³): 2650		Dichtheid breuksteen (default 2650)
	M ₅₀ (kg)	D _{n50} (m)	
10-60 kg	37	0,24	
40-200 kg	127	0,36	
60-300 kg	193	0,42	
300-1.000	715	0,65	
1-3 ton	2088	0,92	
3-6 ton	4743	1,21	
6-10 ton	8192	1,46	

Controle bodemligging:

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

Ontwerp kreukelberm

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

Gewijzigd t.o.v. vorige versie: Richtlijn schadegetal gewijzigd (zie Rekenblad), berekening bij hoge waterstanden wordt ook uitgevoerd bij ligging onder slik (wegens mogelijke ontgronding).

Invoer

Dijkvak		Koudekerksche inlaag								
Randvoorwaardenvak		45 laag								
Opgegeven		Waterstand [m NAP]								
golfrandvoorwaarden op uitvoerpunt		-2		-1		0		2		Als er slechts 3 waterstanden zijn, vul dan de gegevens bij de middelste waterstand twee keer in (in de kolommen E t/m H)
		H _s [m]	T _p [s]	H _s [m]	T _p [s]	H _s [m]	T _p [s]	H _s [m]	T _p [s]	
		0,81	3,33	1,06	3,66	1,31	3,98	1,81	4,63	
Gebied	[-]	OS Vul in: OS voor Oosterschelde, WS voor Westerschelde, NZ voor Noordzee								
OP	[m NAP]	3,50 Ontwerppeil								
Z _{krtb}	[m NAP]	-1,00 Niveau bovenzijde kreukelberm (teenniveau)								
Z _{vrt}	[m NAP]	-1,54 Huidig niveau voorland direct vóór kreukelberm								
Z _{uvp}	[m NAP]	-9,92 Bodemniveau uitvoerpunt (uit randvoorwaardetabel of detailadvies)								

Samenvatting resultaten

Waterstand	[m NAP]	2,00	-1,00	-0,44	0,13	0,69	1,25	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 _{op}	[m]	33	21	23	25	28	30	33	35	38	41	Golflengte
Golven dieptebeperkt?		Nee	Nee	Nee	Nee	Nee	Nee	Nee	Nee	Nee	Nee	
H _{s,steen}	[m]	1,81	1,06	1,20	1,34	1,48	1,62	1,76	1,90	2,04	2,19	Significante golfhoogte aan teen
D _{n50,LOS,LWS}	[m]	-	0,31	0,28	0,26	-	-	-	-	-	-	D _{n50} bij lage waterstanden
D _{n50,LOS,HWS,G}	[m]	0,22	-	-	0,33	0,30	0,26	0,23	0,20	0,17	-	D _{n50} bij hoge waterstanden (Gerding)
D _{n50,LOS,HWS,M}	[m]	0,22	-	-	0,26	0,24	0,23	0,22	0,23	0,23	0,23	D _{n50} bij hoge waterstanden (Van der Meer)

Benodigde steensortering en dikte kreukelberm

		Losse breuksteen		Patroonpenetratie		
		LWS	HWS;M	Stroken	Stippen	
D _{n50}	[m]	0,31	0,26	0,13	0,19	D _{n50} (maatgevende waarde)
D _{n50;d}	[m]	0,31		0,13	0,19	Benodigde D _{n50} (ontwerpwaarde, incl. ontwerpveiligheid)
Sortering		40-200 kg		10-60 kg	10-60 kg	Benodigde steensortering
D _{n50;sortering}	[m]	0,36		0,24	0,24	D _{n50} van benodigde steensortering
2D _{n50;sortering}	[m]	0,73		0,48	0,48	Benodigde laagdikte

Standaard steensorteringen conform NEN-EN 13383-1

Steen-sortering	ρ _s (kg/m ³): 2650		Dichtheid breuksteen (default 2650)
	M ₅₀ (kg)	D _{n50} (m)	
10-60 kg	37	0,24	
40-200 kg	127	0,36	
60-300 kg	193	0,42	
300-1.000	715	0,65	
1-3 ton	2088	0,92	
3-6 ton	4743	1,21	
6-10 ton	8192	1,46	

Controle bodemligging:

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

Ontwerp kreukelberm

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

Gewijzigd t.o.v. vorige versie: Richtlijn schadegetal gewijzigd (zie Rekenblad), berekening bij hoge waterstanden wordt ook uitgevoerd bij ligging onder slik (wegens mogelijke ontgronding).

Invoer

Dijkvak		Koudekerksche inlaag								
Randvoorwaardenvak		45 hoog								
		Waterstand [m NAP]								
Opgegeven		0		2		3		4		Als er slechts 3 waterstanden zijn, vul dan de gegevens bij de middelste waterstand twee keer in (in de kolommen E t/m H)
golfrandvoorwaarden op uitvoerpunt		H _s [m]	T _p [s]	H _s [m]	T _p [s]	H _s [m]	T _p [s]	H _s [m]	T _p [s]	
		1,31	3,98	1,81	4,63	2,03	4,99	2,09	4,93	
Gebied	[-]	OS Vul in: OS voor Oosterschelde, WS voor Westerschelde, NZ voor Noordzee								
OP	[m NAP]	3,50 Ontwerppeil								
Z _{krtb}	[m NAP]	-1,00 Niveau bovenzijde kreukelberm (teenniveau)								
Z _{vrt}	[m NAP]	-1,54 Huidig niveau voorland direct vóór kreukelberm								
Z _{uvp}	[m NAP]	-9,92 Bodemniveau uitvoerpunt (uit randvoorwaardetabel of detailadvies)								

Samenvatting resultaten

Waterstand	[m NAP]	2,00	-1,00	-0,44	0,13	0,69	1,25	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 _{op}	[m]	33	21	23	25	28	30	33	35	39	38	Golflengte
Golven dieptebeperkt?		Nee	Nee	Nee	Nee	Nee	Nee	Nee	Nee	Nee	Nee	
H _{s,steen}	[m]	1,81	1,06	1,20	1,34	1,48	1,62	1,76	1,89	2,02	2,06	Significante golfhoogte aan teen
D _{n50,LOS,LWS}	[m]	-	0,30	0,28	0,26	-	-	-	-	-	-	D _{n50} bij lage waterstanden
D _{n50,LOS,HWS,G}	[m]	0,22	-	-	0,33	0,30	0,26	0,23	0,20	-	-	D _{n50} bij hoge waterstanden (Gerding)
D _{n50,LOS,HWS,M}	[m]	0,22	-	-	0,26	0,24	0,23	0,22	0,22	0,23	0,22	D _{n50} bij hoge waterstanden (Van der Meer)

Benodigde steensortering en dikte kreukelberm

		Losse breuksteen		Patroonpenetratie		
		LWS	HWS;M	Stroken	Stippen	
D _{n50}	[m]	0,30	0,26	0,13	0,19	D _{n50} (maatgevende waarde)
D _{n50;d}	[m]	0,31		0,13	0,19	Benodigde D _{n50} (ontwerpwaarde, incl. ontwerpveiligheid)
Sortering		40-200 kg		10-60 kg	10-60 kg	Benodigde steensortering
D _{n50;sortering}	[m]	0,36		0,24	0,24	D _{n50} van benodigde steensortering
2D _{n50;sortering}	[m]	0,73		0,48	0,48	Benodigde laagdikte

Standaard steensorteringen conform NEN-EN 13383-1

Steen-sortering	ρ _s (kg/m ³): 2650		Dichtheid breuksteen (default 2650)
	M ₅₀ (kg)	D _{n50} (m)	
10-60 kg	37	0,24	
40-200 kg	127	0,36	
60-300 kg	193	0,42	
300-1.000	715	0,65	
1-3 ton	2088	0,92	
3-6 ton	4743	1,21	
6-10 ton	8192	1,46	

Controle bodemligging:

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

Ontwerp kreukelberm

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

Gewijzigd t.o.v. vorige versie: Richtlijn schadegetal gewijzigd (zie Rekenblad), berekening bij hoge waterstanden wordt ook uitgevoerd bij ligging onder slik (wegens mogelijke ontgronding).

Invoer

Dijkvak		Koudekerksche inlaag								
Randvoorwaardenvak		50 laag								
		Waterstand [m NAP]								
Opgegeven		-2		-1		0		2		Als er slechts 3 waterstanden zijn, vul dan de gegevens bij de middelste waterstand twee keer in (in de kolommen E t/m H)
golfrandvoorwaarden		H _s [m]	T _p [s]	H _s [m]	T _p [s]	H _s [m]	T _p [s]	H _s [m]	T _p [s]	
op uitvoerpunt		0,81	3,33	1,06	3,66	1,31	3,98	1,81	4,63	
Gebied	[-]	OS Vul in: OS voor Oosterschelde, WS voor Westerschelde, NZ voor Noordzee								
OP	[m NAP]	3,50 Ontwerppeil								
Z _{krtb}	[m NAP]	-1,00 Niveau bovenzijde kreukelberm (teenniveau)								
Z _{vrt}	[m NAP]	-1,43 Huidig niveau voorland direct vóór kreukelberm								
Z _{uvp}	[m NAP]	-9,92 Bodemniveau uitvoerpunt (uit randvoorwaardetabel of detailadvies)								

Samenvatting resultaten

Waterstand	[m NAP]	2,00	-1,00	-0,44	0,13	0,69	1,25	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 _{op}	[m]	33	21	23	25	28	30	33	35	38	41	Golflengte
Golven dieptebeperkt?		Nee	Nee	Nee	Nee	Nee	Nee	Nee	Nee	Nee	Nee	
H _{s,steen}	[m]	1,81	1,06	1,20	1,34	1,48	1,62	1,76	1,90	2,04	2,19	Significante golfhoogte aan teen
D _{n50,LOS,LWS}	[m]	-	0,31	0,28	0,26	-	-	-	-	-	-	D _{n50} bij lage waterstanden
D _{n50,LOS,HWS,G}	[m]	0,22	-	-	0,33	0,30	0,26	0,23	0,20	0,17	-	D _{n50} bij hoge waterstanden (Gerding)
D _{n50,LOS,HWS,M}	[m]	0,22	-	-	0,25	0,23	0,22	0,22	0,22	0,22	0,23	D _{n50} bij hoge waterstanden (Van der Meer)

Benodigde steensortering en dikte kreukelberm

		Losse breuksteen		Patroonpenetratie		
		LWS	HWS;M	Stroken	Stippen	
D _{n50}	[m]	0,31	0,25	0,13	0,19	D _{n50} (maatgevende waarde)
D _{n50;d}	[m]	0,31		0,13	0,19	Benodigde D _{n50} (ontwerpwaarde, incl. ontwerpveiligheid)
Sortering		40-200 kg		10-60 kg	10-60 kg	Benodigde steensortering
D _{n50;sortering}	[m]	0,36		0,24	0,24	D _{n50} van benodigde steensortering
2D _{n50;sortering}	[m]	0,73		0,48	0,48	Benodigde laagdikte

Standaard steensorteringen conform NEN-EN 13383-1

Steen-sortering	ρ _s (kg/m ³): 2650		Dichtheid breuksteen (default 2650)
	M ₅₀ (kg)	D _{n50} (m)	
10-60 kg	37	0,24	
40-200 kg	127	0,36	
60-300 kg	193	0,42	
300-1.000	715	0,65	
1-3 ton	2088	0,92	
3-6 ton	4743	1,21	
6-10 ton	8192	1,46	

Controle bodemligging:

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

Ontwerp kreukelberm

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

Gewijzigd t.o.v. vorige versie: Richtlijn schadegetal gewijzigd (zie Rekenblad), berekening bij hoge waterstanden wordt ook uitgevoerd bij ligging onder slik (wegens mogelijke ontgronding).

Invoer

Dijkvak		Koudekerksche inlaag								
Randvoorwaardenvak		50 hoog								
		Waterstand [m NAP]								
Opgegeven		0		2		3		4		Als er slechts 3 waterstanden zijn, vul dan de gegevens bij de middelste waterstand twee keer in (in de kolommen E t/m H)
golfrandvoorwaarden op uitvoerpunt		H _s [m]	T _p [s]	H _s [m]	T _p [s]	H _s [m]	T _p [s]	H _s [m]	T _p [s]	
		1,31	3,98	1,81	4,63	2,03	4,99	2,09	4,93	
Gebied	[-]	OS Vul in: OS voor Oosterschelde, WS voor Westerschelde, NZ voor Noordzee								
OP	[m NAP]	3,50 Ontwerppeil								
Z _{krtb}	[m NAP]	-1,00 Niveau bovenzijde kreukelberm (teenniveau)								
Z _{vrt}	[m NAP]	-1,43 Huidig niveau voorland direct vóór kreukelberm								
Z _{uvp}	[m NAP]	-9,92 Bodemniveau uitvoerpunt (uit randvoorwaardetabel of detailadvies)								

Samenvatting resultaten

Waterstand	[m NAP]	2,00	-1,00	-0,44	0,13	0,69	1,25	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 _{op}	[m]	33	21	23	25	28	30	33	35	39	38	Golflengte
Golven dieptebeperkt?		Nee	Nee	Nee	Nee	Nee	Nee	Nee	Nee	Nee	Nee	
H _{s,steen}	[m]	1,81	1,06	1,20	1,34	1,48	1,62	1,76	1,89	2,02	2,06	Significante golfhoogte aan teen
D _{n50,LOS,LWS}	[m]	-	0,30	0,28	0,26	-	-	-	-	-	-	D _{n50} bij lage waterstanden
D _{n50,LOS,HWS,G}	[m]	0,22	-	-	0,33	0,30	0,26	0,23	0,20	-	-	D _{n50} bij hoge waterstanden (Gerding)
D _{n50,LOS,HWS,M}	[m]	0,22	-	-	0,25	0,23	0,22	0,22	0,22	0,22	0,21	D _{n50} bij hoge waterstanden (Van der Meer)

Benodigde steensortering en dikte kreukelberm

		Losse breuksteen		Patroonpenetratie		
		LWS	HWS;M	Stroken	Stippen	
D _{n50}	[m]	0,30	0,25	0,13	0,19	D _{n50} (maatgevende waarde)
D _{n50;d}	[m]	0,30		0,13	0,19	Benodigde D _{n50} (ontwerpwaarde, incl. ontwerpveiligheid)
Sortering		40-200 kg		10-60 kg	10-60 kg	Benodigde steensortering
D _{n50;sortering}	[m]	0,36		0,24	0,24	D _{n50} van benodigde steensortering
2D _{n50;sortering}	[m]	0,73		0,48	0,48	Benodigde laagdikte

Standaard steensorteringen conform NEN-EN 13383-1

Steen-sortering	ρ _s (kg/m ³): 2650		Dichtheid breuksteen (default 2650)
	M ₅₀ (kg)	D _{n50} (m)	
10-60 kg	37	0,24	
40-200 kg	127	0,36	
60-300 kg	193	0,42	
300-1.000	715	0,65	
1-3 ton	2088	0,92	
3-6 ton	4743	1,21	
6-10 ton	8192	1,46	

Controle bodemligging:

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

Rekenblad

Zwart is default invoer, **lila** zijn tussenresultaten, **rood** zijn eindresultaten.

Toelichting

Het spreadsheet berekent de benodigde kreukelberm bij losse breuksteen en bij patroongepentreeerde breuksteen.

De berekening voor losse breuksteen is gebaseerd op de studie "Ontwerpregel teenbestorting bij een ondiep, flauw voorland" (Infram, i507, 2002).

Voor meerdere waterstanden wordt de benodigde steendiameter (D_{n50}) in de kreukelberm berekend.

Vervolgens worden de maatgevende waarde voor D_{n50} , de steensortering en de laagdikte bepaald.

Er wordt gebruik gemaakt van de methode 'geknipte taluds' (The Rock Manual 2007, blz. 620 onderste figuur) bij lage waterstanden en de methode 'teenbescherming bij golfbrekers' (The Rock Manual 2007, blz. 623) bij hoge waterstanden.

Bij de methode 'geknipte taluds' wordt de benodigde correctiefactor f in het sheet als volgt berekend: $f = 0,86 + 0,09h$

De methode 'geknipte taluds' is conservatief. Bij de methode 'teenbescherming bij golfbrekers' is er een conservatieve formule (Gerding) en een neutrale formule (Van der Meer). Conform de studie van Infram is gebruik gemaakt van de neutrale formule. Omdat de formule neutraal is wordt op de berekende D_{n50} (als deze maatgevend blijkt) een ontwerpveiligheid toegepast van 1,2. Ter info worden eveneens de resultaten met de conservatieve formule berekend.

De berekening voor een patroonpenetratie gebeurt met de formule van Pilarczyk (TR Asfalt, blz. 128).

Hierbij is de correctiefactor toegepast uit de methode 'geknipte taluds'.

De patroonpenetratie wordt alleen uitgerekend bij een waterstand aan de bovenzijde van de kreukelberm. Deze blijkt altijd maatgevend, omdat bij hogere waterstanden de stabiliteit altijd sneller toeneemt dan de golfhoogte.

Invoer

Dijkvak	Koudekerksche inlaag	Waterstand [m NAP]							
Randvoorwaardenvak	30	-2		-1		0		2	
Opgegeven									
golfrandvoorwaarden op uitvoerpunt	H_s [m]	T_p [s]	H_s [m]	T_p [s]	H_s [m]	T_p [s]	H_s [m]	T_p [s]	
	0,69	4,93	1,00	4,87	1,30	4,80	1,91	4,67	
Gebied	[-]	OS							
OP	[m NAP]	3,50	Ontwerppeil						
Z_{krb}	[m NAP]	-1,00	Niveau bovenzijde kreukelberm (teenniveau)						
Z_{vri}	[m NAP]	-1,00	Huidig niveau voorland direct vóór kreukelberm						
Z_{uwp}	[m NAP]	-11,89	Bodemniveau uitvoerpunt (uit randvoorwaardetabel of detailadvies)						
ρ_s	[kg/m ³]	2650	Dichtheid breuksteen (default 2650)						
ρ_w	[kg/m ³]	1025	Dichtheid zeewater (default 1025)						
$H_{2\%}/H_{s,deep}$	[-]	1,4	Golfverdeling diep water (default 1,4)						
$H_{2\%}/H_{s,ondiep}$	[-]	1,4	Golfverdeling ondiep water (default 1,4 bij regulier ontwerp en 1,2 bij geavanceerd ontwerp)						
$N_{L,op}$	[-]	1,0	Aantal golfengtes wat nodig is om de golven dieptebeperkt te laten worden (default 1,0 bij regulier ontwerp en 0,5 bij geavanceerd ontwerp)						
Y_{Hs}	[-]	0,5	Reductiefactor voor H_s bij dieptebeperkte golven (default 0,5)						
$H_{s,teen,min}$	[-]	0,1	Minimale H_s aan teen (default 0,1)						
ΔZ_{vri}	[m]	0,5	Afname voorland tijdens levensduur constructie (default 0,5)						
Δx_{uwp}	[m]	50	Afstand uitvoerpunt tot teen van dijk (default 50)						
h_{min}	[m]	0,1	Minimale waterdiepte direct vóór kreukelberm (default 0,1)						
$\cotan\alpha_{krb}$	[-]	6,0	Taludhelling kreukelberm (default 6,0)						
S	[-]	3	Schadegetal Van der Meer (als $S = 3$ (default) leidt tot een sortering zwaarder dan 40-200 kg mag $S = 10$ toegepast worden)						
P	[-]	0,1	Doorlatendheidsfactor (default 0,1)						
$\Psi_{str}\Phi_{sw,STR}$	[-]	5,0	Rekenparameter strokenpenetratie (default 5,0)						
$\Psi_{stip}\Phi_{sw,STP}$	[-]	3,4	Rekenparameter stippenpenetratie (default 3,4)						
b	[-]	0,6	Rekenparameter patroonpenetratie (default 0,6)						
V_{Dn50}	[-]	1,2	Veiligheidsfactor voor D_{n50} als een hoge waterstand maatgevend is (default 1,2)						

Schadegetal (S)			
Talud	Begin van schade	Matige schade	Bezwijken
1:6	3	8-12	17

Berekening golfrandvoorwaarden aan teen en D_{n50}

Tussenresultaten

$h_{t,max}$	[m]	4,50	Maximale waterdiepte boven kreukelberm
$L_{op,max}$	[m]	37	Maximale golfengte
Typering golferloop		De golven zijn bij geen enkele waterstand dieptebeperkt	
$Y_{H2\%}$	[-]	1,00	Reductiefactor $H_{2\%}$ bij dieptebeperkte golven
t	[u]	20	Belastingduur voor golfklappen (verblijftijd waterstand rond kreukelberm)
$Z_{vri,ik}$	[m NAP]	-1,50	Toekomstig voorlandniveau direct vóór kreukelberm
$\tan\alpha_{vri}$	[-]	0,21	Toekomstige voorlandhelling
α_{krb}	[°]	9,5	Taludhelling kreukelberm in graden
$\cos\alpha_{krb}$	[-]	0,99	Cosinus van taludhelling kreukelberm
Δ_{WS}		0,56	Stapgrootte waterstand
Δ_s	[-]	1,59	Relatieve dichtheid breuksteen
$\xi_{0m,cr}$	[-]	1,43	Kritische brekerparameter Van der Meer
$S_{0m,cr}$	[-]	0,014	Kritische golfsteilheid Van der Meer
N_{sd}	[-]	1,50	Schadegetal ($N_{sd} = 0,5S$)
Y_{stip}	[-]	0,68	Reductiefactor stippenpenetratie

Berekening golfrandvoorwaarden aan teen

Waterstand [m NAP]	2,00	-1,00	-0,44	0,13	0,69	1,25	1,81	2,38	2,94	3,50	Waterstand	
$H_{s,uwp}$	[m]	1,91	1,00	1,17	1,34	1,51	1,68	1,85	2,02	2,20	2,37	Significante golfhoogte op uitvoerpunt (interpolatie)
T_p	[s]	4,67	4,87	4,83	4,79	4,76	4,72	4,68	4,65	4,61	4,57	Piekperiode op uitvoerpunt en aan teen (interpolatie)
L_{op}	[m]	34	37	36	36	35	35	34	34	33	33	Golfengte
Z_{dtp}	[m NAP]	-8,57	-9,19	-9,07	-8,95	-8,84	-8,72	-8,61	-8,50	-8,39	-8,28	Maatgevend bodemniveau voor golfbreking
d_{dtp}	[m]	10,57	8,19	8,63	9,07	9,52	9,97	10,42	10,88	11,33	11,78	Maatgevende waterdiepte voor golfbreking
$H_{s,max,d}$	[m]	5,29	4,10	4,32	4,54	4,76	4,99	5,21	5,44	5,66	5,89	Maximale H_s i.v.m. waterdiepte
$H_{s,max,s}$	[m]	3,34	3,48	3,46	3,44	3,41	3,38	3,35	3,31	3,27	3,23	Maximale H_s i.v.m. golfsteilheid
$S_{0p,max}$	[-]	0,098	0,094	0,095	0,096	0,097	0,097	0,098	0,098	0,099	0,099	Maximale golfsteilheid i.v.m. golfbreking
$H_{s,max}$	[m]	3,34	3,48	3,46	3,44	3,41	3,38	3,35	3,31	3,27	3,23	Maximale H_s i.v.m. golfbreking (maatgevende waarde)
Golven dieptebeperkt?		Nee	Nee	Nee	Nee	Nee	Nee	Nee	Nee	Nee	Nee	
$H_{s,teen}$	[m]	1,91	1,00	1,17	1,34	1,51	1,68	1,85	2,02	2,20	2,37	Waterstand waarbij golven juist dieptebeperkt zijn (omslagpunt)
$Y_{H2\%}$	[-]	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	Significante golfhoogte aan teen (na correctie voor waterdiepte en golfsteilheid)
$\xi_{0p,teen}$	[-]	0,70	1,01	0,93	0,86	0,81	0,76	0,72	0,68	0,65	0,62	Reductiefactor $H_{2\%}$ i.v.m. dieptebeperking golven
												Brekerparameter aan teen

Berekening D_{n50} voor losse breuksteen bij LAGE waterstanden (methode geknipte taluds, The Rock Manual 2007, blz. 620 onderste figuur)

h_t	[m]	3,00	0,00	0,56	1,13	1,69	2,25	2,81	3,38	3,94	4,50	Waterdiepte boven kreukelberm
$T_{p,cr}$	[s]	11,39	8,24	8,91	9,54	10,13	10,69	11,22	11,73	12,22	12,69	Kritische piekperiode op basis van $T_p = 1,2 \cdot T_m$
T_m	[s]	4,25	4,43	4,39	4,36	4,32	4,29	4,26	4,22	4,19	4,16	Gemiddelde golfperiode
ξ_{0m}	[-]	0,64	0,92	0,85	0,78	0,73	0,69	0,65	0,62	0,59	0,56	Gemiddelde brekerparameter
N	[-]	7500	7500	7500	7500	7500	7500	7500	7500	7500	7500	Aantal golven (maximaal 7500)
D_{n50}	[m]	0,46	0,29	0,32	0,36	0,39	0,42	0,45	0,48	0,51	0,54	D_{n50} bij golfklappen (Van der Meer (1988), Rock Manual formule 5.136)
D_{n50}'	[m]	0,46	0,29	0,32	0,36	0,39	0,42	0,45	0,48	0,51	0,54	D_{n50} bij golfklappen (idem, met correctie voor dieptebeperkte golven)
$f_{i,gemiddeld}$	[-]	2,08	0,86	1,02	1,20	1,41	1,66	1,96	2,34	2,84	3,52	Reductiefactor op basis van Rock Manual figuur 5.71 (gemiddeld)
$f_{i,conservatief}$	[-]	1,54	0,86	0,95	1,05	1,16	1,30	1,47	1,68	1,96	2,34	Reductiefactor op basis van Rock Manual figuur 5.71 (conservatief)
D_{n50}''	[m]	0,22	0,34	0,32	0,30	0,28	0,25	0,23	0,21	0,18	0,15	D_{n50} bij lage waterstanden (met correctie voor golfterugloop en dieptebeperkte golven)
h_t/D_{n50}''	[-]	13,52	0,00	1,77	3,78	6,10	8,86	12,22	16,45	21,99	29,61	Er moet gelden: $h_t/D_{n50}'' < 6,6$
$D_{n50,LOS,LWS}$	[m]	-	0,34	0,32	0,30	0,28	-	-	-	-	-	D_{n50} voor losse breuksteen bij lage waterstanden (na toetsing aan geldigheids criterium)

Berekening D_{n50} voor losse breuksteen bij HOGE waterstanden (methode teenbescherming bij golfbrekers, The Rock Manual 2007, blz. 623)

h	[m]	3,50	0,50	1,06	1,63	2,19	2,75	3,31	3,88	4,44	5,00	Waterdiepte direct vóór kreukelberm
h_t/h	[-]	0,86	0,00	0,53	0,69	0,77	0,82	0,85	0,87	0,89	0,90	Er moet gelden: $0,4 < h_t/h < 0,9$
$D_{n50,G}$	[m]	0,26	0,37	0,35	0,33	0,31	0,29	0,27	0,24	0,22	0,20	D_{n50} bij hoge waterstanden (Gerding (1993), Rock Manual formule 5.187)
$D_{n50,G}'$	[m]	0,26	0,37	0,35	0,33	0,31	0,29	0,27	0,24	0,22	0,20	D_{n50} bij hoge waterstanden (idem, met correctie voor dieptebeperkte golven)
$h_t/D_{n50,G}'$	[-]	11,6	0,0	1,6	3,4	5,5	7,9	10,6	13,8	17,6	22,1	Er moet gelden: $3 < h_t/D_{n50,G}' < 25$
$D_{n50,LOS,HWS,G}$	[m]	0,26	-	-	0,33	0,31	0,29	0,27	0,24	0,22	0,20	D_{n50} voor losse breuksteen bij hoge waterstanden (Gerding, na toetsing aan geldigheids criteria)
$D_{n50,M}$	[m]	0,19	0,30	0,22	0,18	0,18	0,18	0,18	0,19	0,20	0,21	D_{n50} bij hoge waterstanden (Van der Meer (1998), Rock Manual formule 5.188)
$D_{n50,M}'$	[m]	0,19	0,30	0,22	0,18	0,18	0,18	0,18	0,19	0,20	0,21	D_{n50} bij hoge waterstanden (idem, met correctie voor dieptebeperkte golven)
$h_t/D_{n50,M}'$	[-]	16,1	0,0	2,5	6,1	9,6	12,6	15,3	17,6	19,6	21,3	Er moet gelden: $3 < h_t/D_{n50,M}' < 25$
$D_{n50,LOS,HWS,M}$	[m]	0,19	-	-	0,18	0,18	0,18	0,18	0,19	0,20	0,21	D_{n50} voor losse breuksteen bij hoge waterstanden (Van der Meer, na toetsing aan geldigheids criteria)

Berekening D_{n50} bij patroonpenetratie (combinatie TR Asfalt, blz. 128, en The Rock Manual 2007, blz. 620 onderste figuur)

$D_{n50,STR}$	[m]	0,13	D_{n50} bij strokenpenetratie (TR Asfalt, formule blz. 128)
$D_{n50,STR}$	[m]	0,15	D_{n50} bij strokenpenetratie (met correctie voor golfterugloop en dieptebeperkte golven)
$D_{n50,STP}$	[m]	0,22	D_{n50} bij stippenpenetratie (met correctie voor golfterugloop en dieptebeperkte golven)

Bijlage 3.4: Berekening vergrotingsfactor golfoploop

Spreadsheet Invloed op golfploop

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

Te kopiëren t/m regel 54	Dijkvak	raai	H _s _{ontwerp} peil [m]	T _p _{ontwerp} peil [s]	ontwerppeil [m tov NAP]	bermhoogte [m tov NAP]	bermbreedte [m]	talud onder berm 1:	talud boven berm 1:	verhouding [-]	<1 betekent minder golfploop
Profiel oud	Haven Burghsluis	30	2,11	4,8	3,5	1,99	1,09	2,63	2,46	0,89	
Profiel nieuw			2,11	4,8	3,5	3,5	2,5	2,6	2,26		
Profiel oud	Koudekerksche inlaag	34	2,08	4,99	3,5	2,52	5,89	3,2	3,35	0,67	
Profiel nieuw			2,08	4,99	3,5	3,5	3	3,2	8,64		
Profiel oud	Koudekerksche inlaag	41	2,08	4,99	3,5	2,15	6,03	3,21	2,96	0,72	
Profiel nieuw			2,08	4,99	3,5	3,5	3	3,5	6,2		
Profiel oud	Koudekerksche inlaag	45	2,08	4,99	3,5	2,27	1,01	3,04	2,23	0,97	
Profiel nieuw			2,08	4,99	3,5	3,5	0	3,41	2,06		
Profiel oud	Koudekerksche inlaag	50	2,08	4,99	3,5	2,41	0	3,51	2,58	0,85	
Profiel nieuw			2,08	4,99	3,5	3,5	0	3,5	3,27		