

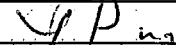



Ontwerpnota Oostelijke Sloehavendam / Kaloot [W31]

Gepland jaar van uitvoering: 2012

PZDT-R-10085 ontw.

Projectbureau Zeeweringen		Status: Definitief		
Dijkverbetering Ontwerpnota		Versie: D2		
Ontwerpnota		Datum: 25-05-2010		
controle	Auteur	Intern	Toetsgroep	Projectbureau Zeeweringen
Naam:				
Paraaf:				
Datum:	25-05-2010	3-6-2010	4-6-2010	7-6-2010
Documentnummer: PZDT-R-10085 ontw				



015173 2010 FZDT-R-10085 ontw

DepoOntwerpdata Oostelijke Sloehavendam / Kaloot W3

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	3
3	Randvoorwaarden	6
3.1	Veiligheidsniveau	6
3.2	Hydraulische randvoorwaarden	6
3.3	Ecologische randvoorwaarden	8
3.4	Landschapsvisie	9
3.5	Archeologie en cultuurhistorie	9
3.6	Recreatie	10
3.7	Hoge grondwaterstand	10
4	Toetsing	12
4.1	Algemeen	12
4.2	Toetsing toplaag	12
4.3	Conclusies	12
5	Keuze bekleding	13
5.1	Inleiding	13
5.2	Beschikbaarheid	13
5.3	Mogelijk toepasbare materialen	13
5.4	Voorselectie	14
5.5	Technische toepasbaarheid	15
5.6	Keuze voor bekleding	18
5.7	Onderhoudsstrook	20
5.8	Golfoverslag	20
6	Dimensionering	21
6.1	Kreukelberm en teenconstructie	21
6.2	Ingegoten breuksteen	22
6.3	Kruin en onderhoudsstrook	22
6.4	Binnenbeloop	23
6.5	Verborgten glooiing	24
7	Aandachtspunten voor bestek en uitvoering	25
7.1	Bekleding	25
7.2	Natuur	26
7.3	Archeologie en cultuurhistorie	26
7.4	Transportroute en depotlocatie	26
7.5	Overig	26

Bijlage 1	Figuren
Bijlage 2	Detailadviezen
Bijlage 3	Berekeningen

Lijst met tabellen

Tabel 0.1	Bekledingstypen	
Tabel 0.2	Nieuwe kreukelberm	
Tabel 3.1	Eigenschappen randvoorwaardenvakken	6
Tabel 3.2	Karakteristieke waterstanden	7
Tabel 3.3	Maatgevende golfrandvoorwaarden	7
Tabel 3.4	Golfrandvoorwaarden bij ontwerppeil 2010-2060.....	7
Tabel 3.5	Samenvatting ecologisch detailadvies getijdenzone.....	8
Tabel 3.6	Samenvatting ecologisch detailadvies boven GHW	8
Tabel 5.1	Vrijkomende hoeveelheden Haringmanblokken en granietblokken (exclusief verliezen)	13
Tabel 5.2	Voorkeuren uit het Detailadvies, rekening houdend met de beschikbaarheid en de voorselectie, de getijdenzone.....	15
Tabel 5.3	Voorkeuren uit het Detailadvies, rekening houdend met de beschikbaarheid en de voorselectie, boven GHW.....	15
Tabel 5.4	Nieuwe taludhelling, teenniveau en teenverschuiving	16
Tabel 5.5	Nieuwe bekleding (zie tabel 0.1)	19
Tabel 6.1	Nieuwe kreukelberm.....	21
Tabel 6.2	Eisen geokunststof weefsel.....	21
Tabel 6.3	Hoogte onderkant overlaging.....	22
Tabel 6.4	Nieuwe kruin	23
Tabel 6.5	Eisen geokunststof vlies	23

Samenvatting

Deze ontwerpnota, opgesteld in het kader van Project Zeeweringen van Rijkswaterstaat, betreft het ontwerp van de nieuwe dijkbekledingen voor het dijkvak Oostelijke Sloehavendam / Kaloot. Dit dijkvak ligt aan de Westerschelde, ten westen van de kern Borssele in het industriegebied Vlissingen-Oost. Het dijkvak betreft een havendam met een lengte van ongeveer 3,2km. Deze maakt geen onderdeel uit van een gesloten dijkkring, maar behoort wel tot de primaire waterkering. Naast het bieden van bescherming aan de direct achter de dam gelegen industrie, heeft de Oostelijke Sloehavendam een golfreducerende werking voor de achterliggende dijkkring. De havendam kent een eigen dijkpaalnummering, waarvan de oorsprong (dp 0) ligt tussen dp 573 en dp 574 van de achterliggende dijkkring.

Bij de aanzet van de dam bevindt zich een duingebied van geringe omvang, natuurgebied de Kaloot, dat de aanwezige steenbekleding deels bedekt. Voor het gehele traject is een hoog voorland van zand en resten schorlei aanwezig. Het dijkvak wordt beheerd door waterschap Zeeuwse Eilanden. Direct achter de dijk ligt de Europaweg-Zuid, welke in beheer is bij het havenschap Zeeland Seaports.

Het projectgebied is door het havenschap geselecteerd als locatie voor het realiseren van een nieuwe overslagkade, de Westerschelde Container Terminal (WCT). Op het moment van opstellen van deze nota is nog geen zekerheid over de uitvoering van de WCT en uitgangspunt van het Projectbureau is de in 2012 geplande realisatie van de in deze nota beschreven dijkversterking.

Bestaande situatie:

De steenbekleding op de dijk bestaat voornamelijk uit granietblokken met een gemiddelde taludhelling van 1:3,9 en begint bij de teenconstructie welke ligt op een hoogte variërend van NAP -0,3 m tot NAP +0,0 m. Vanaf teenniveau tot een hoogte van gemiddeld NAP +4,7 m bestaat de bekleding uit graniet. Boven de granietblokken bevinden zich van dp 14^{+76m} tot dp 24^{+35m} Haringmanblokken tot een gemiddelde hoogte van NAP +6,1 m. De helling van deze blokken varieert van 1:2,1 tot 1:3,4. Voor de aanwezige teenconstructie is slechts over een deel een kreukelberm aanwezig, van dp 18 tot dp 23.

Typerend voor de glooiing van de gehele Oostelijke Sloehavendam is het ontbreken van een buitenberm. De kruin, met een gemiddelde hoogte – gerekend zonder opgestoven zand - van circa NAP +6,50 m, is over de gehele lengte niet bekleed.

Het meest westelijke deel van het projectgebied, van dp 29 tot dp 33 en van dp 33 tot 27^{+90m} (Sloehavenzijde), bestaat uit een strekdam, loodrecht op de richting van de Oostelijke Sloehavendam gelegen. Op dit deel bestaat de bekleding uit granietblokken en basalt, plaatselijk ingegoten met zowel asfalt als beton. De teenconstructie ligt op dit traject gemiddeld op NAP -1,0 m. Voor de teen is een kreukelberm aanwezig. De bekleding loopt door tot een niveau van NAP + 5,0 m. Boven de steenbekledingen is aan weerszijden op het talud gras aanwezig. Op de kruin van dit gedeelte is een verhard pad aanwezig. Ter hoogte van dp 33 staat een havenlicht om de toegang tot het Sloegebied voor de scheepvaart te markeren.

Hydraulische randvoorwaarden:

De ontwerpwaterstand (Ontwerppeil 2009-2060) van de dam bedraagt NAP + 5,90 m. De bijbehorende ontwerpwaarde voor de golfhoogte H_s bedraagt 2,6 m en de ontwerpwaarden voor de golfperiode T_p variëren van 8,1 s tot 8,8 s.

In het dijklichaam en in achterliggend terrein bevindt het grondwater zich op een hoog niveau, gemiddeld NAP +2,8 m. Deze hoge grondwaterstand heeft waarschijnlijk aan de basis gelegen van opgetreden vervormingen van de huidige bekleding tussen dp 17 en dp 20, doordat onder de bekleding overdrukken optreden wanneer het water niet voldoende uitstroomt.

Toetsresultaat:

Conclusie van de toetsing van de bekleding is dat de gehele steenbekleding afgekeurd is en dus moet worden verbeterd.

Nieuwe Bekleding:

Bij het ontwerp van de nieuwe bekledingen is rekening gehouden met het eventuele hergebruik van materialen, de technische en ecologische toepasbaarheid van verschillende bekledingstypen, de inpasbaarheid in het landschap, uitvoerings- en beheersaspecten, en kosten. Door de aanwezigheid van een hoge grondwaterstand in het dijklichaam is voor de ondertafel en voor de boventafel slechts één bekledingstype technisch toepasbaar. Ter plaatse van dp 29 zal een verborgen glooiing aangebracht worden ter beëindiging van de als primaire waterkering aangemerkte havendam. De bekleding van het uiteinde van de havendam, tussen dp 29 en dp 33 behoeft hierdoor geen verbetering, zie Bijlage 2.9. In Tabel 0.1 zijn de nieuwe bekledingen weergegeven.

Tabel 0.1 Nieuwe bekleding

Dijkpaal	Beschrijving
0 ^{+85m} - 29	Ondertafel: breuksteen, patroongepentreed met gietasfalt Boventafel: breuksteen, vol-en-zat gepentreed met gietasfalt
t.p.v. 29	Ondertafel: breuksteen, vol-en-zat gepentreed met gietasfalt Boventafel: breuksteen, vol-en-zat gepentreed met gietasfalt

In Tabel 0.2 wordt een overzicht gegeven van de nieuwe kreukelberm voor het projectgebied.

Tabel 0.2 Nieuwe kreukelberm

RVW vak	Locatie		Hoogte t.o.v. NAP [m]	Sortering [kg]	Laagdikte [m]	Gepentreed
	Van [dp]	Tot [dp]				
18b	0 ^{+85m}	10 ^{+73m}	0,65	40-200	0,7	Nee
18a	10 ^{+73m}	29	0,55	40-200	0,7	Nee

Op het gehele traject is geen buitenberm aanwezig en ligt de kruin minder dan 1 m boven ontwerppeil. Hierdoor is gekozen de bekleding op de boventafel door te zetten tot het niveau van de nieuwe kruin. Op deze kruin wordt een nieuwe onderhoudsstrook aangelegd. De toplaag hiervan wordt in Open steenasfalt uitgevoerd, afgestrooid met grond en met gras ingezaaid. Vanwege de te verwachten golfoverslag zal het binnentalud tevens met Open steenasfalt worden bekleed tot aan de achterliggende Europaweg-Zuid.

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 de Zeeuwse waterschappen en Provincie Zeeland worden binnen dit project de taludbekledingen van de primaire waterkeringen in Zeeland verbeterd, zodanig dat ze voldoen aan de wettelijke eisen.

Voor de uitvoering in 2012 zijn meerdere dijkvakken langs de Oosterschelde en Westerschelde uitgekozen, waaronder het traject Oostelijke Sloehavendam / Kaloot. Het dijkvak betreft een havendam met eigen dijkpaalnummering waarvan de oorsprong (dp 0) ligt tussen dp 573 en dp 574 van de achterliggende dijkkring. Het dijkvak heeft een totale lengte van ongeveer 3,2 km. Ter plaatse van de aansluiting van de havendam op de achterliggende dijkkring is geen steenbekleding aanwezig. De huidige bekleding begint bij dp 0^{+85m}, vanaf hier zal de bekleding worden verbeterd hetgeen in deze nota beschreven. In de voorliggende nota wordt van dit traject het ontwerp uitgewerkt. In het Sloegebied zijn in 2007 twee dijkvakken reeds verbeterd, de Van Cittershaven en de Westelijke Sloehavendam. Voor 2012 staat ook het dijkvak Schorerpolder gepland voor uitvoering.

Het projectgebied is door havenschap Zeeland Seaports geselecteerd als locatie voor het realiseren van een nieuwe overslagkade, de Westerschelde Container Terminal (WCT). Op het moment van opstellen van deze nota is nog geen zekerheid over de uitvoering van de WCT en uitgangspunt van het Projectbureau is de in 2012 geplande realisatie van de in deze nota beschreven dijkversterking.

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 8 van de Wet op de waterkering (Wet op de waterkering is per 22 december 2009 opgenomen in de Waterwet).

Het ontwerp bestaat uit een overzicht van de ontwerpgegevens, die moeten worden opgenomen in het systeem van leggers en beheersregisters van het waterschap. De ontwerpnota vormt als zodanig een onderdeel van de documentatie die bij het overdrachtsprotocol, na het verstrijken van de onderhoudsperiode, aan het waterschap wordt overgedragen.

1.3 Het ontwerpproces

Het ontwerpproces is beschreven in het Kwaliteitshandboek [1] en in de Handleiding Ontwerpen Dijkbekledingen [2] van Projectbureau Zeeweringen en een aantal aanvullende kennis memo's [14][15][16].

Voor de berekening van gezette steenbekledingen wordt vanaf januari 2009 voor verschillende invoerparameters gebruik gemaakt van gemiddelde invoerwaarden, dus zonder toleranties of verwachte afwijkingen. Er worden bijvoorbeeld geen marges meer toegepast op helling, dichtheid en filterdikte.

In het ontwerp wordt vervolgens één veiligheidsfactor op de bekledingsdikte toegepast. Deze factor is 1,2 [16]. Daarnaast worden de ontwerpen gecontroleerd met het nieuwe Steentoets2010.

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 beschreven hoe gekomen is tot de voorkeursoplossing, met inachtneming van de vastgestelde uitgangspunten en randvoorwaarden. In Hoofdstuk 6 wordt de dimensionering van de bekledingen beschreven. In Hoofdstuk 7 wordt een lijst gegeven met aandachtspunten voor het bestek en de uitvoering. Tot slot is een literatuuroverzicht opgenomen.

2 Bestaande situatie

2.1 Projectgebied

Het dijkvak Oostelijke Sloehavendam / Kaloot ligt aan de Westerschelde, ten westen van de kern Borssele in het industriegebied Vlissingen-Oost, in de gemeente Vlissingen. De dam is geen onderdeel van een gesloten dijkkring, maar behoort wel tot primaire kering. Naast het bieden van bescherming aan de direct achter de dam gelegen industrie, heeft de Oostelijke Sloehavendam een golfreducerende werking op de achterliggende dijkkring. De situatie en het projectgebied zijn weergegeven in Figuur 1 en Figuur 2 in Bijlage 1. Het gedeelte dat is geselecteerd voor verbetering ligt tussen dp 0^{+85m}, nabij de Energiecentrale Borssele en dp 29, de monding van de Sloehaven. De lengte bedraagt ongeveer 3,2 km. Het traject ligt in de randvoorwaardenvakken 17, 18a en 18b. In deze nota wordt het dijkvak behandeld in oplopende volgorde van de dijkpaalnummering, van oost naar west. De havendam kent een eigen dijkpaalnummering, waarvan de oorsprong (dp 0) ligt tussen dp 573 en dp 574 van de achterliggende dijkkring.

Aan de meest oostelijke zijde van het dijkvak bevindt zich een duingebied van geringe omvang, natuurgebied de Kaloot, dat de aanwezige steenbekleding deels bedekt. Aan deze zijde is een strandje aanwezig en zijn restanten van vroegere schorren goed zichtbaar. Nabij de aanzet van de havendam grenst het dijkvak aan een traject waar zich geen steenbekleding bevindt. Hier zal een aansluiting gemaakt dienen te worden met het aangrenzend dijktraject, waarvan op het moment van opstellen van deze nota nog geen ontwerp voorhanden is.

Tegen de binnenzijde van nagenoeg de gehele dam is een terrein aanwezig van ca. een kilometer breed. Op dit terrein, met een hoogte van gemiddeld NAP +5,2 m, zijn verscheidene bedrijven gevestigd.

Aan de meest westelijke zijde is nog een strandje aanwezig. Tevens bevindt zich ter plaatse van het uiteinde van de dam een braakliggend terrein en op de kop van de havendam staat een havenlicht. Aan de Sloehavenzijde sluit de bekleding van het dijkvak aan op bestaande bekleding van het achterliggende terrein.

Het dijkvak wordt beheerd door waterschap Zeeuwse Eilanden. Direct achter de dijk ligt de Europaweg-Zuid, welke in beheer is bij het havenschap Zeeland Seaports.

2.2 Bestaande bekledingen

Bij het ontwerpen van een dijkbekleding is informatie nodig over de bestaande toplaag, de filterconstructie en het basismateriaal (kern). Het profiel van de dijk bestaat in het algemeen uit de teen, de ondertafel, de boventafel, de berm en het bovenbeloop. De grens tussen de ondertafel en de boventafel ligt op het niveau van het gemiddelde hoogwater (GHW), ca. NAP +2,10 m.

De bestaande bekledingen van het dijktraject zijn schematisch weergegeven in Figuur 3 in Bijlage 1. De karakteristieke dwarsprofielen zijn weergegeven in Figuur 6 en Figuur 7 in Bijlage 1.

dp 0^{+85m} – dp 14^{+76m}

De bestaande bekleding op dit traject bestaat grotendeels uit granietblokken met een gemiddelde taludhelling van 1:3,9 en begint bij de teenconstructie welke ligt op een

hoogte verlopend van NAP -0,25 m tot NAP +0,00 m. Het traject kent een hoog voorland, op het beschouwde deel gemiddeld NAP +2,0 m. De Oostelijke Sloehavendam is grotendeels aangelegd op voormalig schorgebied, dit is terug te zien in de aanwezigheid van oude schorklei en het resterende deel van natuurgebied de Kaloot. Op dit traject is voor de teen geen kreukelberm aanwezig. De bestaande teenconstructie bevindt zich op dit gedeelte overal tenminste 1,0 m onder het zand. Vanaf teenniveau tot een hoogte van gemiddeld NAP +4,75 m bestaat de bekleding uit graniet. De granietblokken liggen op een filter van puin op zand. Ter plaatse van dp 10 is een strekdammetje van breuksteen aanwezig, aansluitend op de bekleding van de havendam.

Typierend voor de glooiing van de gehele Oostelijke Sloehavendam is het ontbreken van een buitenberm. Boven het graniet loopt het talud door en is geen steenbekleding aanwezig, afgezien van dp 5 tot dp 8, waar zich boven het graniet nog enkele rijen Haringmanblokken bevinden. De kruin, met een gemiddelde hoogte – gerekend zonder opgestoven zand - van circa NAP +6,50 m, is over de gehele lengte niet bekleed.

dp 14^{+76m} – dp 29

Op dit traject bestaat de bestaande bekleding eveneens uit granietblokken met een gemiddelde taludhelling van 1:3,9. Gemiddelde hoogte van de teen is op dit deel NAP -0,20 m en de granietbekleding loopt gemiddeld tot een hoogte van NAP +4,65 m door. De granietblokken zijn gevlijd op een puinlaag, waaronder zich een kleilaag met variërende dikte bevindt, gemiddeld 0,8 m. Boven de granietblokken bevinden zich van dp 14^{+76m} tot dp 24^{+35m} Haringmanblokken tot een gemiddelde hoogte variërend van NAP +4,8 m tot NAP +6,1 m. De helling van deze blokken varieert van 1:2,1 tot 1:3,4. Voor de aanwezige teenconstructie is slechts over een deel een kreukelberm aanwezig, van dp 18 tot dp 23.

Op het beschouwde gedeelte bevindt zich tevens een voorland bestaande uit zand en oude schorklei. Het voorland ligt gemiddeld wel lager, op ca. NAP +0,75 m. Afgezien van de gedeelten waar de kreukelberm aanwezig is, bevindt de bestaande teenconstructie zich gemiddeld 0,8 m onder het zand. Ter plaatse van dp 25 en dp 26 zijn strekdammetjes van breuksteen aanwezig, aansluitend op de bekleding van de havendam.

Ook op dit traject ontbreekt een buitenberm en is het dijkvak voor onderhoud toegankelijk vanaf de kruin.

Op verschillende delen van het talud tussen dp 17 en dp 33 zijn herstellvakken zichtbaar, aangebracht na opgetreden stormschade aan de bekleding. Op verschillende locaties is breuksteen aangebracht en ingegoten met beton of gietasfalt, of is de bestaande bekleding ingegoten. Tevens zijn meerdere proefvakken van verschillende bekledingstypen aanwezig die door de beheerder zijn aangebracht om deze bekledingen te testen. De hiervoor genoemde vlakken zijn allen zo gering in grootte, dat deze ten aanzien van het ontwerp niet apart behandeld worden.

dp 29 – dp 33 en dp 33 – 27^{+90m} (Sloehavenzijde)

Het meest westelijke deel van het projectgebied, van dp 29 tot dp 33 en van dp 33 tot 27^{+90m} (Sloehavenzijde), bestaat uit een strekdam, loodrecht op de richting van de Oostelijke Sloehavendam gelegen. Op de glooiing aan de Westerscheldezijde van dit traject bestaat de bekleding uit graniet, waarvan de ondergrens zich bevindt bij de teenconstructie op NAP -1,0 m en de bovengrens ligt op ca. NAP + 5,0 m.

Rondom dp 33 en aan de Sloehavenzijde is het talud voornamelijk bekleed met basalt. Van dp 32 (Sloehavenzijde) tot dp 29^{+22m} (Sloehavenzijde) is in de ondertafel basalt en in de boventafel graniet aanwezig. Van dp 29^{+22m} (Sloehavenzijde) tot dp 27^{+90m}.

(Sloehavenzijde) is het gehele talud bekleed met granietblokken. De taludhelling aan de Sloehavenzijde is gemiddeld 1:3,0, de bekleding loopt gemiddeld van de teenconstructie op NAP -1,0 m tot NAP +5,0 m. Van dp 32 tot dp 27^{+90m} (Sloehavenzijde) is voor de bestaande teenconstructie een kreukelberm aanwezig.

Boven de steenbekledingen aan weerszijden, is op het talud gras aanwezig. Op de kruin van dit gedeelte is een verhard pad aanwezig. Ter hoogte van dp 33 staat een havenlicht om de toegang tot het Sloegebied voor de scheepvaart te markeren.

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 + 2 m, NAP + 4 m en NAP + 6 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 geëxtrapoleerd. Deze benadering zonder de beschouwing van de correlatie tussen de waterstand en de golfrandvoorwaarden kan, met name voor de hogere gedeelten van de bekleding, tot enige overschatting van de belasting leiden.

De waterstanden en het ontwerppeil zijn berekend door de basispeilen van 1985 te verhogen met de hoogwaterstijging op de Noordzee die veroorzaakt wordt door de zeespiegelrijzing. Hierbij is gerekend met een zeespiegelstijging over 75 jaar, vanaf het basispeil van 1985 (dus tot 2060).

3.2.1 Randvoorwaardenvakken

De basis van de ontwerpcondities is gelegd in het rapport "Detailadvies Oostelijke Sloehavendam" [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]
18b	0 ^{+85m}	10 ^{+73m}
18a	10 ^{+73m}	33
17	33	27 ^{+90m} (Sloehavenzijde)

RVW-vak = randvoorwaardenvak

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

- Voor RVW-vak 18b bevindt zich hoog voorland.

- Ter plaatse van dp 10, dp 25 en dp 26 zijn strekdammetjes aanwezig, welke niet zijn gedimensioneerd op een maatgevende storm en dus niet als reducerend voor de randvoorwaarden worden verondersteld.

Het uiteinde van de Oostelijke Sloehavendam, van dp 27^{+90m} tot dp 33 is evenals het overige projectgebied aangemerkt als primaire kering omwille van de golfreductie op achterliggende dijkkring. Uit nadere beschouwingen blijkt echter dat voor dit deel de golfreducerende werking op het achterliggende randvoorwaardenvak 18a en in de Sloehaven nihil is onder maatgevende condities. Bij het opstellen van het ontwerp kan dit deel dan ook als verloren beschouwd worden tijdens een maatgevende storm en behoeft niet noodzakelijkerwijs versterkt te worden, mits de sterkte van de Oostelijke Sloehavendam tot het uiteinde – bij dp 29 – gewaarborgd wordt, zie tevens Bijlage 2.9.

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]
18b	2,10	-1,85	5,90
18a	2,09	-1,85	5,90
17	2,08	-1,85	5,90

3.2.3 Golven

Svasek Hydraulics / Royal Haskoning heeft in opdracht van RIKZ de maatgevende golfrandvoorwaarden berekend, die zijn opgenomen in de randvoorwaardentabel [10]. In Tabel 3.3 zijn voor ieder randvoorwaardenvak deze golfrandvoorwaarden bij drie waterstanden opgenomen.

Tabel 3.3 Maatgevende golfrandvoorwaarden

RVW-vak	H _s [m]			T _{pm} [s]		
	bij waterstand t.o.v. NAP			bij waterstand t.o.v. NAP		
	+2	+4	+6	+2	+4	+6
18b	0,7	1,8	2,6	6,5	7,2	8,1
18a	1,8	2,1	2,6	7,4	7,8	8,3
17	2,4	2,5	2,6	8,2	8,5	8,8

Tot slot zijn in Tabel 3.4 de golfrandvoorwaarden behorend bij het Ontwerppeil 2010-2060 gegeven.

Tabel 3.4 Golfrandvoorwaarden bij ontwerppeil 2010-2060

RVW-vak	Ontwerppeil [NAP + m]	H _s [m]	T _{pm} [s]
18b	+5,90	2,6	8,1
18a	+5,90	2,6	8,3
17	+5,90	2,6	8,8

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 en de zone boven gemiddeld hoogwater. Voor de indeling van de bekledingstypen in categorieën wordt verwezen naar de Milieu-inventarisatie [9].

In juni van 2006 heeft de Meetadviesdienst Zeeland een gedetailleerd onderzoek laten uitvoeren naar de vegetatie op het onderhavige dijkvak. De resultaten van dit onderzoek zijn verwoord in het Detailadvies, dat is opgenomen in Bijlage 2.2. Gezien de datering van deze inventarisatie is ervoor gekozen opnieuw een inventarisatie van de aanwezige flora en wieren uit te voeren, waarvan de resultaten zijn opgenomen in het aanvullend memo in Bijlage 2.3. 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
0 ^{+85m} - 16 ^{+50m}	Geen voorkeur ¹⁾	Geen voorkeur ¹⁾
16 ^{+50m} - 25	Geen voorkeur ¹⁾	Geen voorkeur ¹⁾
25 - 30	Geen voorkeur ¹⁾	Geen voorkeur ¹⁾
30 - 33	Redelijk goed	Redelijk goed
33 - 27 ^{+90m} (Sloehavenzijde)	Redelijk goed	Redelijk goed

¹⁾ Vanwege het hoog voorland bestaande uit zand is de aangroei van wieren zeer gering

Tabel 3.6 *Samenvatting ecologisch detailadvies boven GHW*

Dijkpaal	Herstel	Verbetering
0 ^{+85m} - 30	Redelijk goed	Redelijk goed
30 - 33	Redelijk goed	Redelijk goed
33 - 27 ^{+90m} (Sloehavenzijde)	Redelijk goed	Redelijk goed

In het Detailadvies wordt voor de zone boven gemiddeld hoogwater voor het gehele dijkvak 'Redelijk goed' geadviseerd, vanwege de aanwezigheid van zoutplanten. Een doorgroeibare constructie heeft ten aanzien van deze planten de voorkeur.

3.3.1 Flora en Faunawet

Op de geïnventariseerde glooiing is de Blauwe zeedistel, een Flora en Faunawet beschermde soort, aangetroffen. Hiervoor geldt een gedragscode. In het voorland, het talud en binnentalud zijn verder geen andere 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 zeeweringen kunnen planten voorkomen uit voornamelijk de

soortengroepen Aanspoelselplanten en Schorplanten. Op het onderhavige dijkvak zijn planten van deze soortengroepen op de glooiing aangetroffen.

3.3.3 EU-Habitatrichtlijn

Het voorland bestaat uit slik en strand, habitattypen 1160 en 2110 (Grote ondiepe krekens en baaien en Embryonale wandelende duinen). Voor een deel bestaat het voorland uit ondiep water. Bij laagwater zal er slik droogvallen. Er zal dus voor een deel in het slik gegraven moeten worden. Als het slik na de werkzaamheden weer op de oude hoogte wordt afgewerkt en er voor gezorgd wordt dat er buiten de kreukelberm geen stenen achter blijven, zal het slik zich weer herstellen. Hierbij kan er het beste gebruik worden gemaakt van de mitigerende maatregelen genoemd in het rapport "Effecten werkstroken dijkverbetering op kwalificerende habitats [8]".

3.4 Landschapvisie

In het ontwerp moet rekening worden gehouden met de wensen uit de landschapvisie voor de Westerschelde [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 advies van afdeling Planvorming en Advies van Rijkswaterstaat Zeeland, dat is opgenomen in Bijlage 2.4. De belangrijkste punten uit dit advies zijn:

- Voorkeur gaat uit naar een open verharding van betonzuilen wat doorgroeiing van planten mogelijk maakt.
- Ten behoeve van een groen uiterlijk van de dijk het open steenasfalt afstrooien met grond en inzaaien met gras over een maximale breedte.
- Ter plaatse van de strandjes aan de oostzijde en westzijde van het traject zand op de nieuwe bekleding terugbrengen om een duinprofiel te verkrijgen. Indien nodig inplanten met helm.

3.5 Archeologie en cultuurhistorie

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

Op basis van de Cultuurhistorische Hoofdstructuur (CHS) zijn langs het dijkvak de volgende bijzonderheden te verwachten [12]:

- GEO-1682: Grenspaal – één van de twee overgebleven grenspalen tussen Walcheren en Zuid-Beveland. De paal staat op de Westerscheldedijk op de grens met de Van Citterspolder, de andere paal staat in de Quarlespolder. De palen dateren waarschijnlijk uit 1949 toen het restant van het Sloe werd

ingepolderd. Het zijn witbeschilderde betonnen palen met een punt, circa 1 meter hoog. (CHS-code GEO-1682, waardering: hoog)

Dit object is gelegen aan de binnenzijde van de dijk, ter hoogte van dp 3^{+50m}, binnen de werkstrook en dient derhalve ingepast te worden in het ontwerp. De grenspaal zal op dezelfde locatie minimaal 1,0 m boven het maaiveld uit moeten blijven steken.

3.6 Recreatie

In het betreffende dijkvak bevinden zich twee strandjes, ter hoogte van de kop van de havendam en aan de oostzijde ter hoogte van de Kaloot. Met name laatstgenoemd strand kent een recreatief gebruik en trekt het gehele jaar door bezoekers. Het strand staat bekend als vindplaats van fossiele schelpen, andere fossielen en haaiantanden. Ook worden ter plaatse watersporten beoefend. Het verdient de voorkeur de beide strandjes toegankelijk te houden voor recreanten middels begaanbare overgangen.

3.7 Hoge grondwaterstand

Het achterland van de Oostelijke Sloehavendam / Kaloot is een opgespoten industrieterrein met een breedte van ca. 1 km, een lengte van ca. 2,75 km en een maaiveldniveau van ca. NAP +5,2 m. Het terrein wordt aan 3 zijden begrensd door getijdenwater (Westerschelde, Sloehaven en van Cittershaven) en is alleen aan de zuidoostzijde over de hele breedte van 1 km verbonden met Zuid-Beveland.

De grondwaterstand in dit terrein, en dus ook in het dijklichaam van de Oostelijke Sloehavendam / Kaloot, ligt op ca. NAP +2,8 m. Deze hoge grondwaterstand heeft waarschijnlijk aan de basis gelegen van opgetreden vervormingen van de huidige bekleding tussen dp 17 en dp 20. Oorzaak van de hoge grondwaterstand is de hoogte en de breedte van het achterland in combinatie met een slecht doorlatende ondergrond.

De hoogte van het achterland maakt dat weinig of geen drainage nodig is om het terrein begaanbaar te houden. Er zijn dus geen poldersloten die het neerslagoverschot afvoeren en de grondwaterstand laag houden. Het neerslagoverschot moet dan afgevoerd worden via de randen en de ondergrond van het terrein. De randen liggen relatief ver van elkaar en de ondergrond bestaat uit slecht doorlatende klei [13]. Hierdoor is een relatief groot verhang nodig om het neerslagoverschot af te kunnen laten stromen en stelt zich een hoge grondwaterstand in.

Door de beheerder zijn in de afgelopen jaren op meerdere plaatsen van dit traject schades geconstateerd. De glooiing is op deze plaatsen hersteld en de diverse herstellvlakken zijn goed terug te zien. De schades zijn mede veroorzaakt onder invloed van de aanwezige hoge grondwaterstanden.

In dit ontwerp zal rekening gehouden worden met de aanwezigheid van de hoge grondwaterstanden en zal de keuze voor het toe te passen bekledingstype hier mede van afhangen. De grondwaterstand verlagen middels drainage aan de achterzijde van het dijklichaam zou de invloed op de bekleding minimaliseren, hiervoor is niet gekozen omdat drainage niet onfeilbaar is en onderhoud vereist.

3.7.1 Grondonderzoek

In december 2009 is langs het gehele traject een grondonderzoek uitgevoerd [13]. Hierbij zijn ongeveer om de 400 m peilbuizen geplaatst tot verschillende niveaus en is tevens de grondopbouw ter plaatse vastgesteld. Vervolgens is in januari 2010

gedurende een halve getijperiode de waterstand in de verschillende buizen gemeten. De resultaten hiervan zijn opgenomen in Bijlage 2.6. Uit het grondonderzoek en de meetresultaten blijkt langs het gehele traject een redelijk gelijkwaardige opbouw en een eenduidig bijbehorend beeld ten aanzien van de heersende grondwaterstand.

Algemeen voor het gehele dijktraject kan gesteld worden dat er zich op ca. NAP -1,5 m een ondoorlatende kleilaag bevindt tot een niveau van ca. NAP -8,0 m. Eén peilbuis is onder deze kleilaag geplaatst en duidelijk is gebleken dat de waterspanning in dit zandpakket vrijwel direct reageert met de buitenwaterstand.

Tussen ca. NAP + 0,0 m en NAP + 1,0 m bevindt zich tevens een ondoorlatende kleilaag. Deze varieert in dikte. Gebleken is dat tussen deze kleilagen en boven de hoogstgelegen kleilaag de heersende waterdrukken niet beïnvloed worden door de buitenwaterstand. In deze zandpakketten ligt het freatisch vlak op een redelijk constant niveau en wordt bepaald door de toestroom van geïnfiltreerd hemelwater uit achterliggend terrein.

4 Toetsing

4.1 Algemeen

In 1996 heeft Grondmechanica Delft (GeoDelft) gerapporteerd over de toestand van de dijkbekledingen in Zeeland [4]. Daarna is een globale toetsing uitgevoerd aan de hand van de 'Leidraad toetsen op veiligheid, 1999' [5]. Aangezien uit de toetsresultaten is gebleken dat een groot aantal van de bekledingen niet voldoende sterk is, is Project Zeeweringen gestart. Binnen dit project worden de bekledingen opnieuw getoetst volgens het Voorschrift Toetsen op Veiligheid (VTV) [6], met verbeterde gegevens en golfrandvoorwaarden.

4.2 Toetsing toplaag

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

Het Projectbureau heeft vervolgens de toetsingen gecontroleerd en vrijgegeven voor het ontwerp [12]. Het eindoordeel van deze toetsingen, weergegeven in Figuur 4 in Bijlage 1, luidt als volgt:

- De gehele bekleding van zowel de ondertafel als de boventafel is onvoldoende getoetst.

4.3 Conclusies

De gehele gezette bekleding is afgekeurd en moet worden verbeterd.

5 Keuze bekleding

5.1 Inleiding

Uit de toetsing is gebleken dat de gehele 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 aan betonblokken en granietblokken weergegeven die vrijkomen bij het vernieuwen van de bekleding en die eventueel kunnen worden hergebruikt. 'Zeewaarts spreiden' van de vrijkomende bekledingen is niet toegestaan. Niet herbruikbare hoeveelheden dienen te worden afgevoerd.

Tabel 5.1 Vrijkomende hoeveelheden Haringmanblokken en granietblokken (exclusief verliezen)

Toplaag	Afmetingen	Oppervlakte [m ²]	Oppervlakte gekanteld [m ²]
Haringmanblokken	0,50 x 0,50 x 0,20 m ³	4.221	1.688
Granietblokken	0,21 m	60.317	n.v.t.

5.2.1 Materialen uit bestaande depots of uit andere dijkverbeteringen

De dijkverbetering van de Oostelijke Sloehavendam / Kaloot wordt in 2012 uitgevoerd. Op dit moment is nog niet bekend hoeveel bekledingsmateriaal bij de start van de uitvoering bij andere dijkverbeteringen vrij zal komen of aanwezig is in nabij gelegen depots. Wanneer de dijkverbetering van deze nota gelijktijdig met deze andere dijkverbeteringen wordt uitgevoerd, kunnen knelpunten ontstaan in de aanvoer van de te hergebruiken materialen, bijvoorbeeld als gevolg van mogelijke verschuivingen in de planning. In deze ontwerpnota wordt geen rekening gehouden met de aanvoer van bestaande materialen, die elders vrijkomen.

5.3 Mogelijk toepasbare materialen

De volgende bekledingstypen zijn mogelijk [2]:

- 1) zetsteen op uitvullaag:
 - a) (gekantelde) betonblokken,
 - b) (gekantelde) granietblokken,
 - c) (gekantelde) 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) patroon- of vol-en-zat gepenetreerde breuksteen of vrijkomend materiaal (eventueel gebroken) met asfalt of dicht colloïdaal beton; de vol-en-zat-variant kan ook in de categorie 'plaatconstructie' vallen;
 - 5) Kleidijk.

Ad 1.

Granietblokken komen, indien sprake is van het vervangen van de steenbekleding, bij dit dijkvak in grote hoeveelheden vrij. Omdat deze blokken in het algemeen te licht zijn, wordt de mogelijkheid van het herzetten van dit top laagtype buiten beschouwing gelaten.

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

Koperslakblokken en basalt zijn niet beschikbaar en komen dus niet in aanmerking voor hergebruik.

Ad 2./4.

Bekledingen van losse breuksteen bestaan in het algemeen uit sorteringen die zwaarder zijn dan of gelijk aan 60-300 kg. Uit oriënterende berekeningen blijkt voor het onderhavige dijkvak een sortering van 1-3 ton benodigd. Aangezien deze bekledingen daarom slecht toegankelijk zijn, bijvoorbeeld voor recreanten, worden bekledingen van losse breuksteen verder buiten beschouwing gelaten.

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

Ad 3.

Aangezien de bekleding hoger op het talud onderhevig is aan vrij forse golfaanval, is Open steenasfalt als alternatief niet in de afweging meegenomen als toepasbare bekleding op zowel de ondertafel als de boventafel. In dit dijkvak kan dit bekledingstype alleen worden toegepast als top laag van de kruin en het binnentalud.

Waterbouwasfaltbeton is op de boventafel en de constructieonderdelen boven het ontwerppeil een mogelijk toepasbaar bekledingstype.

Ad 5.

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

5.4 Voorselectie

Tabel 5.2 geeft de voorkeuren voor de bekledingstypen, die volgen uit het Detailadvies en aanvullend memo, welke zijn opgenomen in Bijlage 2.2 en Bijlage 2.3. In deze tabel is ook rekening gehouden met de beschikbaarheid en de voorselectie.

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

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

Dijkpaal	Getijdenzone	
	Herstel	Verbetering
0 ^{+85m} – 30	- betonzuilen - gepenetreerde breuksteen	- betonzuilen - gepenetreerde breuksteen
30 – 33	- betonzuilen - gepenetreerde breuksteen (schone koppen)	- betonzuilen - gepenetreerde breuksteen (schone koppen)
33 – 27 ^{+90m} (Sloehavenzijde)	- betonzuilen - gepenetreerde breuksteen (schone koppen)	- betonzuilen - gepenetreerde breuksteen (schone koppen)

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

Dijkpaal	Boven GHW	
	Herstel	Verbetering
0 ^{+85m} – 30	- betonzuilen	- betonzuilen
30 – 33	- betonzuilen	- betonzuilen
33 – 27 ^{+90m} (Sloehavenzijde)	- betonzuilen	- betonzuilen

Uit het detailadvies blijkt voor het grootste gedeelte van het dijkvak op de ondertafel geen voorkeur te zijn voor het toe te passen bekledingstype. De mogelijke bekledingstypen in de getijdenzone tussen dp 0^{+85m} en dp 30 in Tabel 5.2 zijn alleen op basis van beschikbaarheid en voorselectie bepaald. Enkel op het gedeelte rondom de kop van de havendam, van dp 30 tot dp 33 en van dp 33 tot dp 27^{+90m} (Sloehavenzijde), is de bekleding in de getijdenzone van belang voor de aanwezige begroeiing. Aangezien voor dit gedeelte ten aanzien van zowel de golfbelasting in de Sloehaven als de golfreducerende werking op achterliggend randvoorwaardenvak 18a geen versterking noodzakelijk is (paragraaf 3.2.1), is gekozen de bekleding hier niet aan te passen en de sterkte van de Oostelijke Sloehavendam te waarborgen middels een verborgen glooiing ter hoogte van dp 29, zie Figuur 8 in Bijlage 1 en Bijlage 2.9.

Uit Tabel 5.3 wordt geconcludeerd dat de nieuwe bekleding in de boventafel moet worden uitgevoerd in betonzuilen. In de volgende paragraaf zal echter duidelijk worden dat dit bekledingstype technisch niet toepasbaar is, vanwege de hoge grondwaterstand in het dijklichaam.

5.5 Technische toepasbaarheid

De technische toepasbaarheid van een bekleding met zetsteen moet worden aangetoond met het rekenprogramma ANAMOS, met inachtneming van het Technisch Rapport Steenzettingen [7], en uitgaande van de representatieve waarden voor de constructie en de randvoorwaarden. De rekenmethodiek wordt beschreven in de Handleiding Ontwerpen [2].

De berekeningen betreffen alleen het bezwijkmechanisme 'Instabiliteit van de topklaag'. Met het bezwijkmechanisme 'Afschuiving' wordt rekening gehouden door te werken met hellingen flauwer dan of gelijk aan 1:2,5. Steilere hellingen worden alleen toegelaten wanneer het niet anders kan, bijvoorbeeld bij de aansluiting op een gemaal

of sluis. De benodigde dikte van de kleilaag wordt gegeven in Hoofdstuk 6. Met het bezwijkmechanisme 'Materiaaltransport' wordt rekening gehouden bij het ontwerp van het geokunststof (Hoofdstuk 6).

De technische toepasbaarheid van ingegoten breuksteen dient te worden bepaald met de ontwerpregels in [2].

5.5.1 Taludhellingen, berm en teen

Een belangrijk aspect in de berekening van de technische toepasbaarheid is de taludhelling. Binnen bepaalde grenzen biedt het ontwerp de mogelijkheid tot het kiezen van de taludhelling. Het is in principe mogelijk om de taludhelling zo flauw te kiezen dat elk bekledingstype toepasbaar is. Er moeten 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 glooiing van de Oostelijke Sloehavendam / Kaloot 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]
0 ^{+85m} - 29	3.9	3,9	-0,20	-0,20	0	0
Verborgenglooiing: t.p.v. 29	-	2.5	-	-0,20	-	-

De nieuwe taludhelling in Tabel 5.4 is de gemiddelde taludhelling. De huidige taludhelling van 1:3,9 is relatief flauw, er wordt vanuit gegaan dat deze helling aangehouden wordt in de nieuwe situatie. Door het aanbrengen van tonrondte bij gezette steenbekledingen 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.

Op het gehele traject is momenteel geen berm aanwezig, ook is er geen ruimte tot het creëren van een buitenberm in de nieuwe situatie. Normaliter wordt in dergelijke gevallen de bekleding op het talud aangebracht tot het ontwerppeil $+ \frac{1}{2} H_s$, wat in dit geval zou resulteren in een niveau van NAP + 7,2 m. De huidige kruinhoogte ligt slechts 0,6 m boven ontwerppeil, op NAP + 6,5 m. Voor de bovengrens van de nieuwe bekleding wordt de kruin in de nieuwe situatie aangehouden.

Verwachting is dat het voorland in de komende jaren in hoogte zal afnemen. Deze afname is echter niet significant waardoor de huidige teenhoogtes ook in de nieuwe situatie aangehouden worden. Ter plaatse van de verborgen glooiing wordt het teenniveau tevens op NAP -0,20 m aangehouden.

5.5.2 Betonzuilen

Voor het onderhavige dijkvak is een belangrijk verschijnsel de hoge grondwaterstand in het dijklichaam. In het kennismemo Bekledingskeuze Oostelijke Sloehavendam / Kaloot in Bijlage 2.7 is beschreven dat de aanwezigheid van de hoge grondwaterstand in het dijklichaam van invloed is op de technische toepasbaarheid van de mogelijke bekledingstypes. Met name de mate van doorlatendheid is bepalend voor het ontstaan van overdrukken onder de bekleding. Het bekledingstype zelf is vervolgens weer bepalend voor de bestendigheid tegen deze mogelijke overdrukken. Tevens veroorzaakt de hoge grondwaterstand een veiligheidsrisico omdat de bekleding minder stabiel is.

Bij het toepassen van betonzuilen wordt normaliter een slecht doorlatende onderlaag van klei toegepast. Om de gehele bekledingslaag van betonzuilen, filter en onderlaag bestand te maken tegen de optredende grondwaterdruk is dit theoretisch mogelijk door een ondoorlatende onderlaag van ca. 2 à 3 m. dik aan te brengen. Praktisch en economisch gezien is dit geen haalbare optie.

Indien niet uitgegaan wordt van een ondoorlatende onderlaag heeft het toepassen van betonzuilen technisch gezien niet de voorkeur. Er dient dan een onderlaag aangebracht te worden die een orde minder doorlatend is dan het filter, maar doorlatender dan de kern van de dijk. Dit komt neer op een onderlaag met een doorlatendheid van $1 \cdot 10^{-4}$ à $1 \cdot 10^{-3}$ m/s. Uitvoeringstechnisch is deze bandbreedte erg smal en kan op voorhand voor geen enkel materiaal gegarandeerd worden dat deze eis gehaald wordt. Tevens heeft een dergelijke constructie opbouw zich onvoldoende bewezen om bij deze ontwerp golfbelasting toe te passen, zodat betonzuilen afvallen als reële optie.

5.5.3 Breuksteen

Een ingegoten bekleding van breuksteen 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.

Ten aanzien van de hoge grondwaterstand is het mogelijk een slecht doorlatende bekleding van vol-en-zat met gietasfalt gepenetreerde breuksteen toe te passen, zie Bijlage 2.7. Deze bekleding kenmerkt zich door de grote samenhang en sterkte. Daardoor is deze tot op zekere hoogte minder kwetsbaar voor hoge grondwaterdrukken dan andere dichte bekledingen. Verder is deze bekleding erg taai en duurt het na een eerste schade nog lang voordat ze bezwijkt. Echter bij hogere overdrukken, zoals deze zouden ontstaan op een niveau van ca. NAP +1,0 m ten gevolge van de aanwezige ondoorlatende kleilaag, volstaat dit bekledingstype niet bij toepassing van de gebruikelijke laagdikte. De benodigde grotere laagdikte is economisch en praktisch gezien niet gewenst. Ook bestaat bij het ondoorlatend afdekken van het onderste deel van het talud de kans op erosie onder de glooiing of aan de teen, ten gevolge van het mogelijk gaan opdrijven van de bekleding. Op de hoger gelegen delen is een bekleding van vol-en-zat gepenetreerde breuksteen een technisch goed toepasbaar bekledingsalternatief.

Wanneer het in de getijdenzone gewenst is dat de koppen van de stenen aan het oppervlak schoon zijn (niet vol-en-zat uit de Milieu-inventarisatie), dan worden direct na het ingieten lavasteen van de sortering 60/150 mm over het oppervlak uitgestrooid, die gedeeltelijk in het asfalt dienen weg te zakken. Dit zijn de zogenaamde schone koppen. In het Detailadvies van dit dijkvak zijn schone koppen voor het beoogde traject van dp 0^{+85m} tot dp 29 niet voorgeschreven.

Tevens is het mogelijk de bekleding van breuksteen slechts gedeeltelijk te penetreren met gietasfalt in een strokenpatroon. Deze constructie kan, in tegenstelling tot bovenstaande methoden van ingieten, worden gezien als goed doorlatend.

Het toepassen van een breuksteenbekleding met patroonpenetratie van gietasfalt heeft als voordeel dat dit bekledingstype wel goed doorlatend is en tevens een grote samenhang, sterkte en reststerkte geniet. Nadeel voor toepassing in dit dijkvak is de benodigde grotere sortering. Hierdoor is een patroongepenetreerde overlaging van breuksteen niet over het gehele talud wenselijk, op de boventafel is de golfbelasting dermate groot dat steensorteringen van 300-1000 kg benodigd zijn. Dit leidt tot hoog materiaalgebruik, grote laagdikten, hoge kosten en slechte begaanbaarheid van de glooiing. Dit is door de beheerder ongewenst. Op de ondertafel is de golfbelasting lager en is een overlaging van patroongepenetreerde breuksteen een technisch goed toepasbaar bekledingsalternatief. Tot een niveau van NAP +2,80 m volstaat een breuksteensortering van 40-200kg, patroongepenetreerd (stroken) met gietasfalt voor beide randvoorwaardenvakken 18b en 18a.

5.5.4 Waterbouwasfaltbeton

Algemeen kan waterbouwasfaltbeton alleen boven gemiddeld hoogwater worden toegepast. De laagdikte van de waterbouwasfaltbeton moet ten aanzien van golfklappen minimaal 0,15 m bedragen. Bij een dergelijke laagdikte is deze bekleding onvoldoende bestand tegen grondwaterdrukken en heeft weinig reststerkte.

Ten aanzien van de hoge grondwaterstand is waterbouwasfaltbeton een technisch toepasbare bekleding bij laagdiktes gelijkwaardig aan die van een vol-en-zat gepenetreerde bekleding van breuksteen. Doordat asfalt kostbaarder is dan breuksteen is dit bekledingstype economisch niet concurrerend.

5.6 Keuze voor bekleding

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

Het dijkvak Oostelijke Sloehavendam / Kaloot is niet onderverdeeld in deelgebieden en uit voorgaande paragrafen en bijgevoegd memo in Bijlage 2.7 blijkt dat er voor het gehele dijkvak slechts één constructiealternatief technisch toepasbaar is. Op de ondertafel dient een doorlatende bekleding toegepast te worden om het ontstaan van te hoge overdrukken te voorkomen. Tot een niveau van NAP +2,80 m is dit mogelijk middels het toepassen van een overlaging van breuksteen, met een sortering van 40-200kg en patroongepenetreerd (stroken) met gietasfalt. Tussen NAP +2,80 m en de nieuwe kruin wordt een nieuwe bekleding van vol-en-zat gepenetreerde breuksteen toegepast, dit bekledingstype is goed bestand tegen overdrukken en geniet een grote reststerkte. Waterbouwasfaltbeton kent bij gelijkwaardige dikten dezelfde positieve eigenschappen, maar is economisch niet concurrerend. Hiermee zijn de nieuwe bekledingstypen voor het gehele traject vastgesteld.

5.6.1 Bekledingstypen

In Tabel 5.5 zijn op basis van de technische toepasbaarheid de resulterende nieuwe bekledingstypen weergegeven voor het onderhavige dijkvak.

De ondertafel wordt overlaagd met patroongepenetreerde breuksteen. Op de boventafel wordt een bekleding aangebracht van vol-en-zat gepenetreerde breuksteen. Deze zal boven het ontwerppeil tot aan het niveau van de kruin worden doorgezet.

Ter plaatse van dp 29 zal een verborgen glooiing worden aangebracht, ter beëindiging van de nieuwe bekleding van de Oostelijke Sloehavendam (zie Bijlage 2.9). De verborgen glooiing bestaat zowel op de ondertafel als op de boventafel uit vol-en-zat gepenetreerde breuksteen.

Tabel 5.5 Nieuwe bekleding (zie tabel 0.1)

Dijkpaal	Beschrijving
0 ^{+85m} – 29	Ondertafel: breuksteen, patroongepenetreerd met gietasfalt Boventafel: breuksteen, vol-en-zat gepenetreerd met gietasfalt
t.p.v. 29	Ondertafel: breuksteen, vol-en-zat gepenetreerd met gietasfalt Boventafel: breuksteen, vol-en-zat gepenetreerd met gietasfalt

5.6.2 Landschap

Het toepassen van gepenetreerde breuksteen op de boventafel heeft ten aanzien van het landschap niet de voorkeur. Een bekleding van betonzuilen heeft de voorkeur, maar blijkt technisch niet toepasbaar. Het groene uiterlijk van de dijk kan worden behouden, door de bekleding op de kruin en het binnenbeloop af te strooien met grond en in te zaaien.

De gekozen bekleding van breuksteen, gepenetreerd met gietasfalt, vermindert de begaanbaarheid van de glooiing voor recreanten. Aan weerszijden van het projectgebied zijn strandjes aanwezig, welke toegankelijk zullen blijven door ter plaatse de bekleding af te dekken met zand en duintjes te creëren. Aan de bovenzijde van het talud tussen dp 0^{+85m} en dp 16^{+50m} (Achterduinweg) wordt op de glooiing tevens zand aangebracht. Het aan te brengen zand wordt met helmgras ingeplant om verstuiving te voorkomen.

5.6.3 Natuur

Een bekleding van gepenetreerde breuksteen komt niet overeen met het Detailadvies, met als voornaamste reden dat dit bekledingstype in de boventafel niet doorgroeibaar is. Door grote delen van de nieuwe bekleding af te dekken met zand is er goede kans op herstel van de aanwezigheid van zoutminnende planten. De door de Flora- en faunawet beschermde Blauwe zeedistel zal naar verwachting in voldoende mate terugkeren wanneer de aangebrachte zandlaag voldoende dikte omvat en de huidig top laag van 20cm zand met daarin aanwezige zaadlobben na werkzaamheden weer bovenop wordt toegepast.

Door een verborgen glooiing aan te brengen ter plaatse van dp 29 is het niet noodzakelijk de bekleding tussen dp 29 en dp 33 aan weerszijden te verbeteren. Hierdoor kan de huidig aanwezige wiervegetatie behouden blijven.

5.6.4 Kosten

In het algemeen is een bekleding van vol-en-zat gepenetreerde breuksteen economisch gunstig. Op de ondertafel is een grovere sortering nodig en dus een grotere laagdikte. Doordat hier de breuksteen slechts gedeeltelijk – in stroken – wordt ingegoten met gietasfalt zullen de kosten per saldo gelijkwaardig zijn aan een vol-en-zat gepenetreerde bekleding van breuksteen.

5.7 Onderhoudsstrook

Door het ontbreken van de berm is in de huidige situatie van een onderhoudsweg geen sprake, wel is het voor het uitvoeren van onderhoudswerkzaamheden mogelijk de kruin te berijden. In de nieuwe situatie zal op de kruin een onderhoudsstrook worden aangelegd. Omdat het geen noodzaak behoeft een fietspad aan te leggen wordt de onderhoudsstrook uitgevoerd in een toplaag van Open steenasfalt. Voor het behouden van het groene uiterlijk van de dijk zal de onderhoudsstrook afgestrooid worden met grond en worden ingezaaid met gras.

5.8 Golfoverslag

De Oostelijke Sloehavendam werkt als golfbreker voor de achterliggende dijkkring en biedt directe bescherming voor het aangrenzende achterliggende terrein. De havendam is als primair aangemerkt door de golfreducerende werking en daarom is bij maatgevende condities golfoverslag in hogere mate toelaatbaar dan bij primaire keringen die onderdeel uitmaken van een dijkkring. Wel dient voorkomen te worden dat de havendam door golfoverslag aan de binnenzijde teveel erodeert en daardoor verzwakt. Hiertoe heeft de beheerder geadviseerd dit dijkvak overslagbestendig te maken door tevens de kruin en het binnenbeloop van bekleding te voorzien, zie Bijlage 2.8.

6 Dimensionering

In dit hoofdstuk wordt het gekozen bekledingstype van het ontwerp, dat is weergegeven in Tabel 5.5 en Figuur 5 van Bijlage 1, nader uitgewerkt. De bijbehorende dwarsprofielen zijn weergegeven in Figuur 6 en Figuur 7 in Bijlage 1.

De dimensionering wordt beschreven per constructieonderdeel, van de kreukelberm tot het binnenbeloop. 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 geokunststof. De kreukelberm moet de teen van de bekleding tegen erosie beschermen en de bekleding ondersteunen. Daar waar vanaf de teen een bekleding van gezette steen wordt aangebracht, moet ook een teenconstructie worden geplaatst, eveneens ter ondersteuning van de bovenliggende bekleding.

Aangezien voor de huidige dijk geen of geen goede kreukelberm aanwezig is, moet een nieuwe kreukelberm worden aangebracht. De benodigde minimale sortering is bepaald volgens de Handleiding Ontwerpen [2] en bedraagt 40-200 kg. In Bijlage 3.2 is een berekening opgenomen. In Tabel 6.1 zijn de steensortering voor de verschillende randvoorwaardenvakken weergegeven, alsmede de hoogte ten opzichte van NAP. De nieuwe kreukelberm heeft een breedte van 5 m en een laagdikte van 0,7 m.

Tabel 6.1 Nieuwe kreukelberm

RVW vak	Locatie		Hoogte t.o.v. NAP [m]	Sortering [kg]	Laagdikte [m]	Gepene-treerd
	Van [dp]	Tot [dp]				
18b	0 ^{+85m}	10 ^{+73m}	0,65	40-200	0,7	Nee
18a	10 ^{+73m}	29	0,55	40-200	0,7	Nee

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

Tabel 6.2 Eisen geokunststof weefsel

Eigenschap	Waarde
Treksterkte	≥ 50 kN/m (ketting en inslag)
Rek bij breuk	≤ 20 % (ketting en inslag)
Doorstromingsweerstand	VI _{H50} -index ≥ 15 mm/s
Poriegrootte O ₉₀	≤ 350 μm
Levensduurverwachting	type B (NEN 5132)
Overlap	Banen geotextiel leggen met een overlap van ten minste 0,50 m

Er behoeft langs het gehele traject geen nieuwe teenconstructie te worden geplaatst.

6.2 Ingegoten breuksteen

Op de ondertafel tussen dp 0^{+85m} en dp 29 wordt de bestaande bekleding van granietblokken overlaagd met breuksteen, patroongepenetreerd met gietasfalt. Over de gehele lengte van de Oostelijke Sloehavendam bevindt zich op ca. NAP + 1,0 m een slecht doorlatende kleilaag [13]. Hierdoor is de grondwaterstand in het dijklichaam hoog, waargenomen zijn niveaus van ca. NAP +2,8 m. De bekleding van patroongepenetreerde breuksteen (stroken) wordt aangebracht met de onderzijde tot het niveau van gemiddeld hoogwater, NAP +2,10 m. Hierdoor kan geen ontoelaatbare overdruk onder deze nieuwe bekleding optreden. De overlaging over de gehele ondertafel wordt uitgevoerd met breuksteen 40-200kg, patroongepenetreerd (stroken) met gietasfalt. De toe te passen laagdikte betreft 0,70 m. De bovenzijde van deze bekleding loopt dus tot een niveau van NAP +2,8 m. In Bijlage 3.1 is zijn bijbehorende berekeningen voor de randvoorwaardenvakken 18b en 18a opgenomen.

De overlagingen op de boventafel worden uitgevoerd met breuksteen van 10-60 kg, die met een minimale laagdikte van 0,40 m aangebracht dient te worden. De waterspanningen in het dijklichaam die kunnen optreden onder deze ondoorlatende bekleding kunnen niet ontoelaatbaar hoog oplopen, gezien het water tussen een niveau van NAP +1,0 m en NAP +2,1 kan uittreden. De bekleding van vol-en-zat gepenetreerde breuksteen wordt aan de bovenzijde van het talud aangesloten op de nieuwe kruin.

De betonblokken, die worden overlaagd, moeten worden gebroken, voordat de overlaging wordt aangebracht. Zo wordt voorkomen, dat een eventuele holte onder de blokken, die is ontstaan door de uitspoeling van klei, onopgemerkt blijft en niet wordt opgevuld.

De onderkant van de overlaging mag niet lager beginnen dan de teen van de oude bekleding. In Tabel 6.3 zijn de hoogtes gegeven waarop de onderkant van het laagste deel van de overlaging dient te worden aangebracht.

Tabel 6.3 Hoogte onderkant overlaging

Dijkpaal	Onderkant overlaging [NAP + m]
8 ^{+87m}	0,65
20 ^{+86m}	0,55

6.3 Kruin en onderhoudsstrook

Tussen dp 0^{+85m} en dp 29 ligt de kruin op gemiddeld ca. NAP +6,5 m, plaatselijk lager op ca. NAP +6,0 m. Hierbij is gerekend tot de bovenzijde van de aanwezige kleilaag op de kruin. Gezien de functie van de Oostelijke Sloehavendam is het van belang dat de kruin in de nieuwe situatie van bekleding voorzien wordt en voldoende hoogte heeft om in reductie van de golfaanval op de achterliggende kering te voldoen. Daarnaast wordt hiermee de overslag onder verschillende omstandigheden tot een toelaatbare hoeveelheid beperkt, zie Bijlage 2.8.

De kruinhoogte in het ontwerp van de dijkverbetering wordt op één gelijk niveau aangehouden op NAP +6,80 m. De bekleding van de boventafel zal tot aan dit niveau worden doorgezet, met bovenaan een helling van 1:50 over een breedte van 0,5 m. De kruin wordt vanaf dit punt bekleed met Open steenasfalt dat onder dezelfde helling afwaterend wordt aangebracht. De kruinhoogten en breedte zijn opgenomen in Tabel 6.4.

Tabel 6.4 Nieuwe kruin

Locatie	Bestaande kruinhoogte ¹⁾ [m +NAP]	Nieuwe kruinhoogte [m +NAP]	Breedte nieuwe kruin [m]
dp 8 ^{+87m}	6,5	6,8	4,7
dp 20 ^{+86m}	6,0	6,8	4,3

¹⁾ Gemiddelde hoogte van de bovenzijde van de aanwezige kleilaag

Op de kruin wordt een nieuwe onderhoudstrook aangelegd, die over het gehele traject niet toegankelijk hoeft te worden voor fietsers. Om de groene uitstraling van de dijk te behouden wordt de onderhoudstrook uitgevoerd met een toplaag van 0,2 m Open steenasfalt. De breedte van de nieuwe onderhoudstrook is minimaal 3,0 m, maar bedraagt gemiddeld 4,5 m, de breedte van de kruin.

Tijdens de uitvoering wordt de kruin gebruikt als werkweg bestaande uit een 0,3 m dikke laag fosforslakken, van de sortering 0/45 mm (hydraulisch bindend), op een geokunststof 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 minimaal 0,3 m en afgedekt met asfalt. Gegeven een verdichte fundering van fosforslakken, stelt het toekomstige gebruik van de onderhoudstrook geen aanvullende sterkte-eisen.

6.4 Binnenbeloop

Om erosie ten gevolge van golfoverslag tegen te gaan, zal ook het binnentalud van het dijktraject van bekleding worden voorzien. Deze bekleding zal bestaan uit een toplaagtype van Open steenasfalt met een laagdikte van 0,20 m, zie Bijlage 2.8.

Aan de binnenteen zal het Open steenasfalt over een lengte van 0,5 m horizontaal doorgezet worden, op een niveau lager dan de bestaande asfaltweg (Europaweg-Zuid). Tevens dient de bekleding niet geheel aan te sluiten op de fundering van de weg waardoor hemelwater onder normale omstandigheden in de wegberm kan blijven draineren. Bij grote overslaghoeveelheden zal de ruimte tussen de bekleding van het binnenbeloop en de fundering van de weg zich voldoende vullen met water om erosie aan de binnenteen tegen te gaan.

Onder de bekleding van Open steenasfalt wordt een geotextiel type vlies aangebracht om uitspoeling van materiaal uit de onderlaag door de toplaag heen te voorkomen. Maatgevend hiervoor is de openingsgrootte O_{90} . Gelijk aan de eerder uitgevoerde dijkvakken van 1997-2009 wordt gekozen voor een polypropeen 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 geokunststof vlies

Eigenschap	Waarde
Treksterkte	≥ 20 kN/m
rek bij breuk	≤ 60 %
Duurzaamheid conform NEN EN ISO 13438	Reststerkte ≥ 70 %
Overlap	Banen geotextiel leggen met een overláp 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 bestek een verouderingsonderzoek voor en stelt eisen aan de resultaten hiervan.

Aan de bovenzijde wordt het vlies doorgetrokken tot op het weefsel dat onder de onderhoudstrook ligt, met een overlapping van minimaal 1 m. Op het talud moet de overlapping tussen verschillende banen van het vlies minimaal 0,5 m breed zijn. Aan de onderzijde van de bekleding wordt het vlies ter beëindiging rechttop gevouwen.

6.5 Verborgene glooiing

Ter plaatse van dp 29 zal een verborgene glooiing aangebracht worden. Deze sluit aan de Westerscheldezijde aan op de nieuwe bekleding, komt onder de bestaande Europaweg-Zuid door te liggen en zal tegen de weg tussen dp 29 en dp 28^{+50m} aan de binnenzijde doorlopen. Tussen dp 28⁺⁵⁰ en dp 28 zal de verborgene constructie verder worden aangebracht, waarbij de teen oploopt van NAP +0,00 m tot de aansluiting op de bestaande asfaltweg, zie Figuur 8 in Bijlage 1 en Bijlage 2.9.

De verborgene glooiing bestaat uit vol-en-zat gepenetreerde breuksteen 10-60kg, met een laagdikte van 0,40 m. Deze wordt aangebracht onder een helling van 1:2,5. De ondergrens ligt op NAP +0,00 m en de bovengrens op NAP +5,90 m. Onder de breuksteen wordt een geokunststof type weefsel toegepast, met eigenschappen als weergegeven in Tabel 6.2.

Aan de Westerscheldezijde wordt plaatselijk de bestaande bekleding van granietblokken verwijderd om na aanbrengen van de verborgene glooiing weer teruggeplaatst te worden.

7 Aandachtspunten voor bestek en uitvoering

7.1 Bekleding

Voorafgaande aan het aanbrengen van de overlagingen van ingegoten breuksteen moeten de onderliggende lagen worden schoongemaakt. Er mogen geen algen, en geen zand - en slibresten aanwezig zijn. Er moet rekening gehouden worden met de invloed van de getijbeweging op de kwaliteit van het ingieten. Aanvoer van sediment heeft, indien voorafgaand aan het ingieten, een verminderde sterkte tot gevolg door de slechtere hechting van 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 voorafgaande aan het ingieten schoon kan worden gespoten.

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

Op de gedeelten waar de breuksteen met een strokenpatroon ingegoten wordt met gietasfalt, dient ertoe zorggedragen te worden dat de bekleding aan de onderzijde niet ondoorlatend wordt door het teveel uitvloeien van gietasfalt. Wel dienen alle elementen door het ingieten gefixeerd te worden.

Haringmanblokken, die worden overlaagd, moeten worden gebroken, voordat de overlaging wordt aangebracht. Zo wordt voorkomen, dat een eventuele holte onder de blokken, ontstaan door de uitspoeling van klei, onopgemerkt blijft en niet wordt opgevuld.

De aan te brengen fosforslakken dienen voldoende verdicht te worden.

Waar de strekdammen ter hoogte van dp 10, dp 25 en dp 26 aansluiten op de dijk, dient de nieuwe bekleding onder deze dammen te worden doorgezet. Na werkzaamheden dienen de strekdammen weer in oorspronkelijke staat te worden hersteld.

Doordat door het aanbrengen van een extra laag bekleding de doorlaatbaarheid nooit groter kan worden dan de huidige situatie, is de kans op het verhogen van de grondwaterstand in de nieuwe situatie ter plaatse van het dijklichaam aanwezig. In de besteksfase zal nader onderzocht moeten worden wat de aanwezige grondwaterstand in het achterliggende terrein gemiddeld is en welke grondwaterstanden in het dijklichaam kunnen optreden. Indien deze significant hoger zijn dan verondersteld in deze nota dient bekeken te worden of de oplossing als beschreven in deze ontwerpnota volstaat, of dat middels verdere detaillering de doorlatendheid plaatselijk nog vergroot dient te worden.

In het algemeen dient rekening gehouden te worden met de aanwezigheid van kabels en leidingen. Specifiek ter hoogte van de verborgen glooiing geldt dat ter plaatse kabels aanwezig zijn. Ook is mede uit de aanwezigheid van een waarschuwbord in het voorland, af te leiden dat een 20kV-kabel aanwezig is in het projectgebied. In de besteksfase dient ten aanzien van de aanwezige kabels en leidingen het havenschap hierover benaderd te worden.

Voor het bestek zal specifiek moeten worden bekeken waar en hoeveel zand er nabij de strandjes en op het talud aangebracht wordt. Tevens zal gedetailleerd moeten worden waar en hoeveel helmbepanting noodzakelijk is.

Aan de meest oostelijke zijde van het dijkvak dient een goede aansluiting gemaakt te worden op het aangrenzende dijklichaam zonder steenbekleding. Op het moment van opstellen van deze nota is een ontwerp voor naastliggend dijkvak niet voorhanden. Gekozen is om dp 0^{+85m}, waar de huidige bekleding begint, als grens aan te houden zodat ruimte blijft voor het aanbrengen van een overgangsconstructie. Indien mogelijk verdient het de voorkeur naastliggend dijkvak gelijktijdig uit te voeren en de aansluiting in hetzelfde uitvoeringsjaar te realiseren.

7.2 Natuur

Bij de keuze van de nieuwe bekleding is het wegens technische toepasbaarheid niet mogelijk geweest het Detailadvies op te volgen. De bekleding op de boventafel is niet doorgroeibaar waardoor in de besteksfase extra aandacht zal moeten worden geschonken aan de gedragscode zoals deze geldt voor de Blauwe zeedistel. Hiertoe dienen mitigerende maatregelen bij uitvoering te worden getroffen.

7.3 Archeologie en cultuurhistorie

In het projectgebied is een oude grenspaal aanwezig die de grens tussen Walcheren en Zuid-Beveland markeerde. De grenspaal dient ingepast te worden in het ontwerp. In het bestek zal nader omschreven dienen te worden hoe dit uit te voeren.

7.4 Transportroute en depotlocatie

De transportroute is weergegeven in Figuur 9 in Bijlage 1. Per as is het projectgebied slechts via één ontsluitingsweg bereikbaar.

Als depotlocatie is het braakliggend terrein nabij dp 29 aangewezen. Dit terrein is in beheer bij het havenschap. Het gebruik van de depotlocatie zal in de besteksfase nader afgestemd worden met Zeeland Seaports.

7.5 Overig

Het projectgebied van deze nota, is door het havenschap Zeeland Seaports geselecteerd als locatie voor de aanleg van een nieuwe overslagkade, de Westerschelde Container Terminal (WCT). Op het moment van het opstellen van deze ontwerpnota is niet bekend of de aanleg hiervan doorgang zal vinden en wanneer uitvoering zal starten. Uitgangspunt van het Projectbureau is de in 2012 geplande realisatie van de in deze nota beschreven dijkversterking.

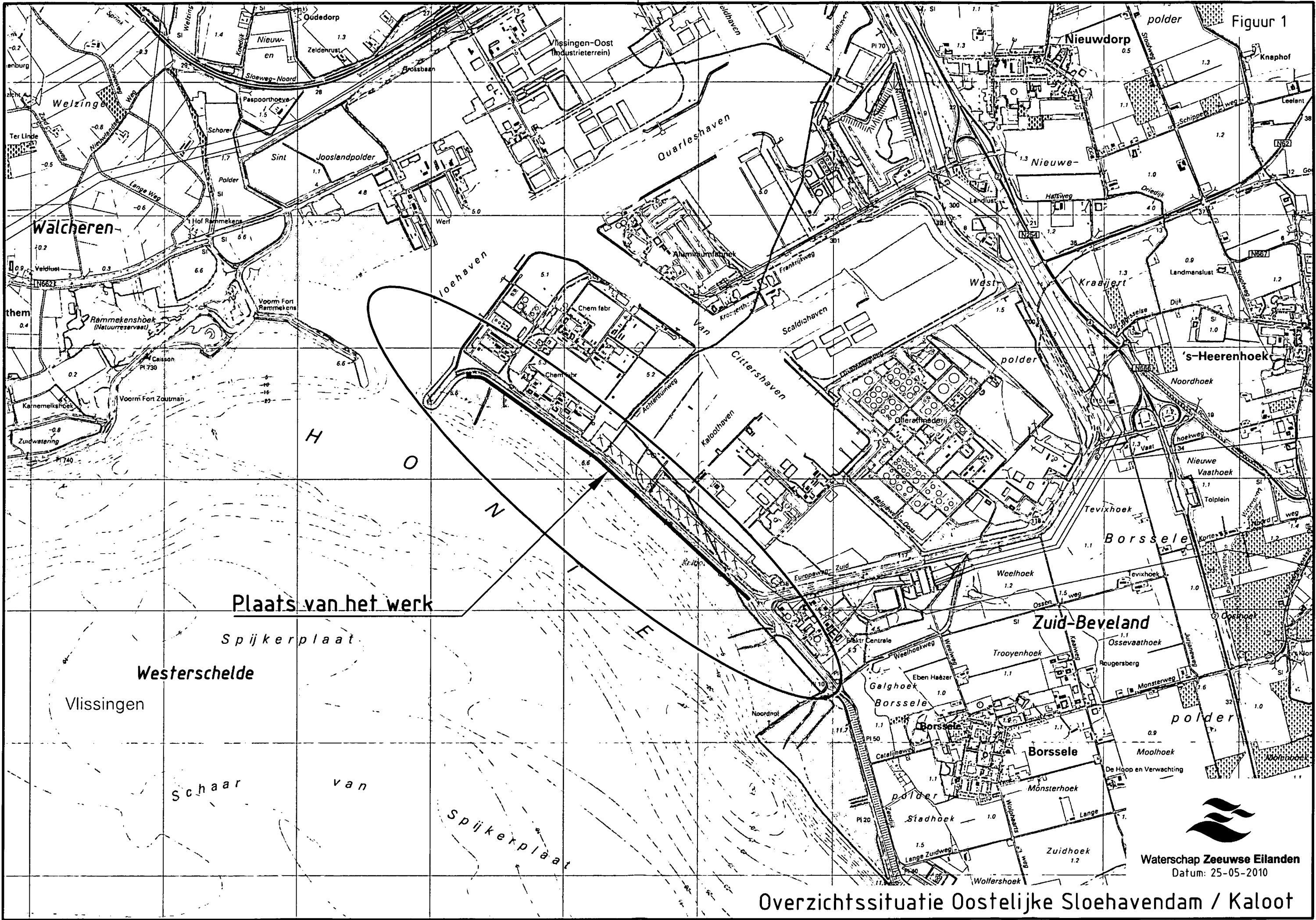
Literatuur

- [1] Kwaliteitshandboek Project Zeeweringen, Digitale versie 2006
- [2] Handleiding Ontwerpen Dijkbekledingen, Technische werkwijze van het projectbureau Zeeweringen, Werkgroep Kennis, Versie 11, 19-12-2006, PZDT-R-04.066 ken
- [3] Landschap Zeeweringen Westerschelde, Dienst Landelijk Gebied, Zeeland, juli 2001
- [4] Inventarisatie sterkte gezette taludbekledingen in Zeeland, Grondmechanica Delft, Delft, januari 1997, Kenmerk 362070/46
- [5] Leidraad toetsen op veiligheid, LTV, augustus 1999
- [6] De veiligheid van de primaire waterkeringen in Nederland, Voorschrift Toetsen op Veiligheid voor de tweede toetsronde 2001-2006 (VTV), januari 2004
- [7] Technisch Rapport Steenzettingen, TAW-rapport, december 2003, DWW-2003-097
- [8] Effecten werkstroken dijkverbetering op kwalificerende habitats, E. Stikvoort, 15-jul-2004, PZDB-R-04157
- [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] Detailadvies Oostelijke Sloehavendam, Arnold, E., Royal Haskoning, 31-03-2006, MJA/06148/1340/Opdracht 2006.03.28
- [11] Actualisatie toetsing bekleding Oostelijke Sloehavendam, Waterschap Zeeuwse Eilanden, versie 0.1, 15-06-2006, PZDT-R-06218 inv
- [12] Vrijgave toetsing dijkvak Oostelijke Sloehavendam, Km 0,00 – 3,92, Voort, R. van de, Projectbureau Zeeweringen, definitief, 02-03-2009, PZDT-M-09083 rev
- [13] Geotechnisch onderzoek Project Oostelijke Sloehavendam te Vlissingen, ir. E. Vlasblom, Fugro ingenieursbureau B.V., 18-12-2009, opdracht 7009-0352-000
- [14] Parameterwaarden voor toetsing en ontwerp, R. Bosters, Projectbureau Zeeweringen, jan 2009, PZDT-M-09014
- [15] Overall veiligheidsfactor voor ontwerp van betonzuilen en gekantelde blokken, R. Bosters, Projectbureau Zeeweringen, jan 2009, PZDT-M-09015
- [16] Ontwerp met overall veiligheidsfactor, R. Bosters, Projectbureau Zeeweringen, jan 2009, PZDT-M-09016
- [17] Validatie Steentoets 2008, M. Klein Breteler, Delft Hydraulics, onderzoeksprogramma Kennisleemtes Steenbekledingen, H4846, november 2008

Bijlage 1 Figuren

- Figuur 1: Overzichtssituatie
- Figuur 2: Projectgebied
- Figuur 3: Gloomingskaart huidige situatie
- Figuur 4: Gloomingskaart eindbeoordeling toetsing
- Figuur 5: Gloomingskaart nieuwe situatie
- Figuur 6: Dwarsprofiel I, dp 8^{+87m}
- Figuur 7: Dwarsprofiel II, dp 20^{+86m}
- Figuur 8: Verborgten glooiing t.p.v. dp 29
- Figuur 9: Transportroute

Figuur 1



Plaats van het werk

Spijkerplaat

Westerschelde

Vlissingen

Schaar

van

Spijkerplaat



Waterschap Zeeuwse Eilanden
 Datum: 25-05-2010

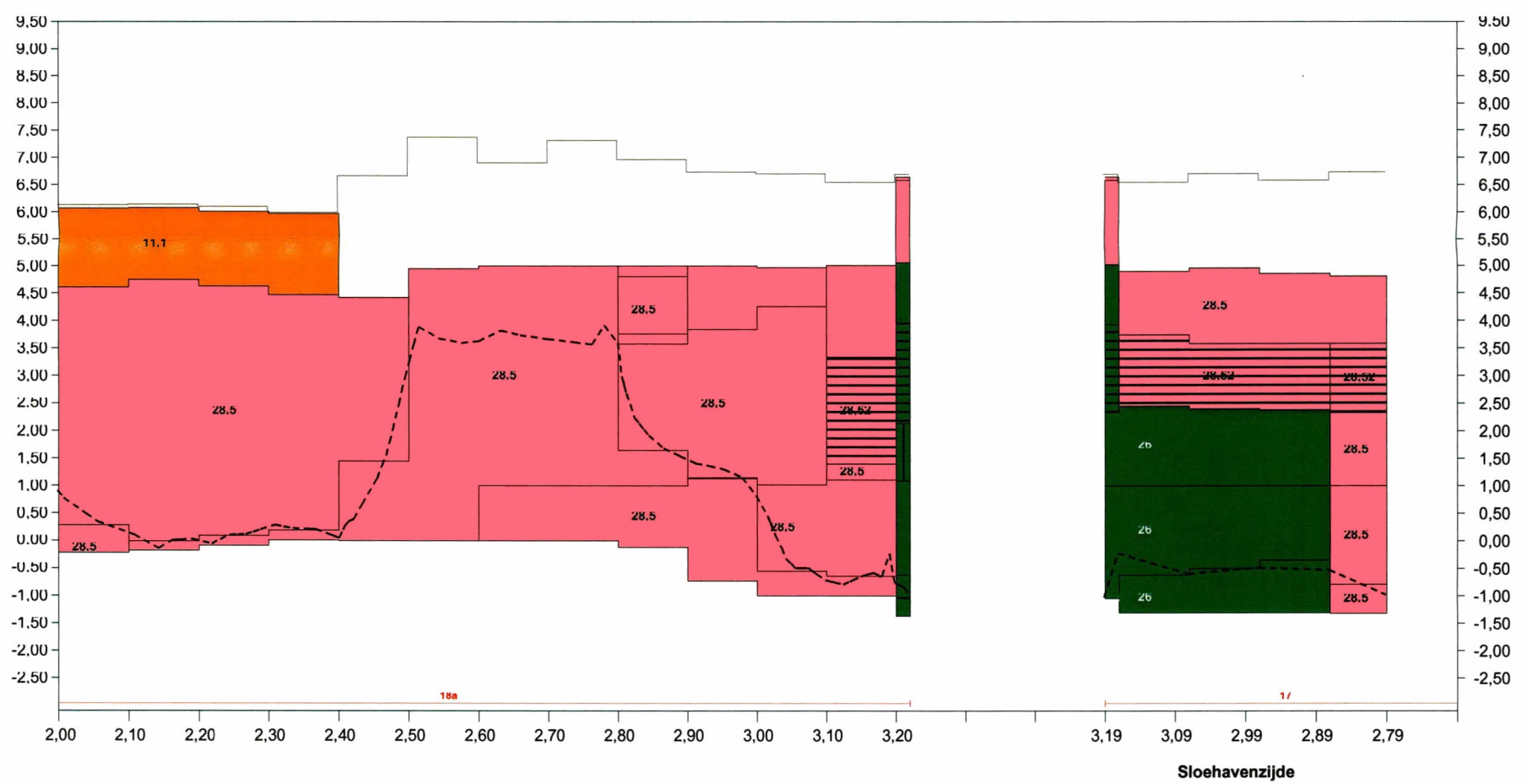
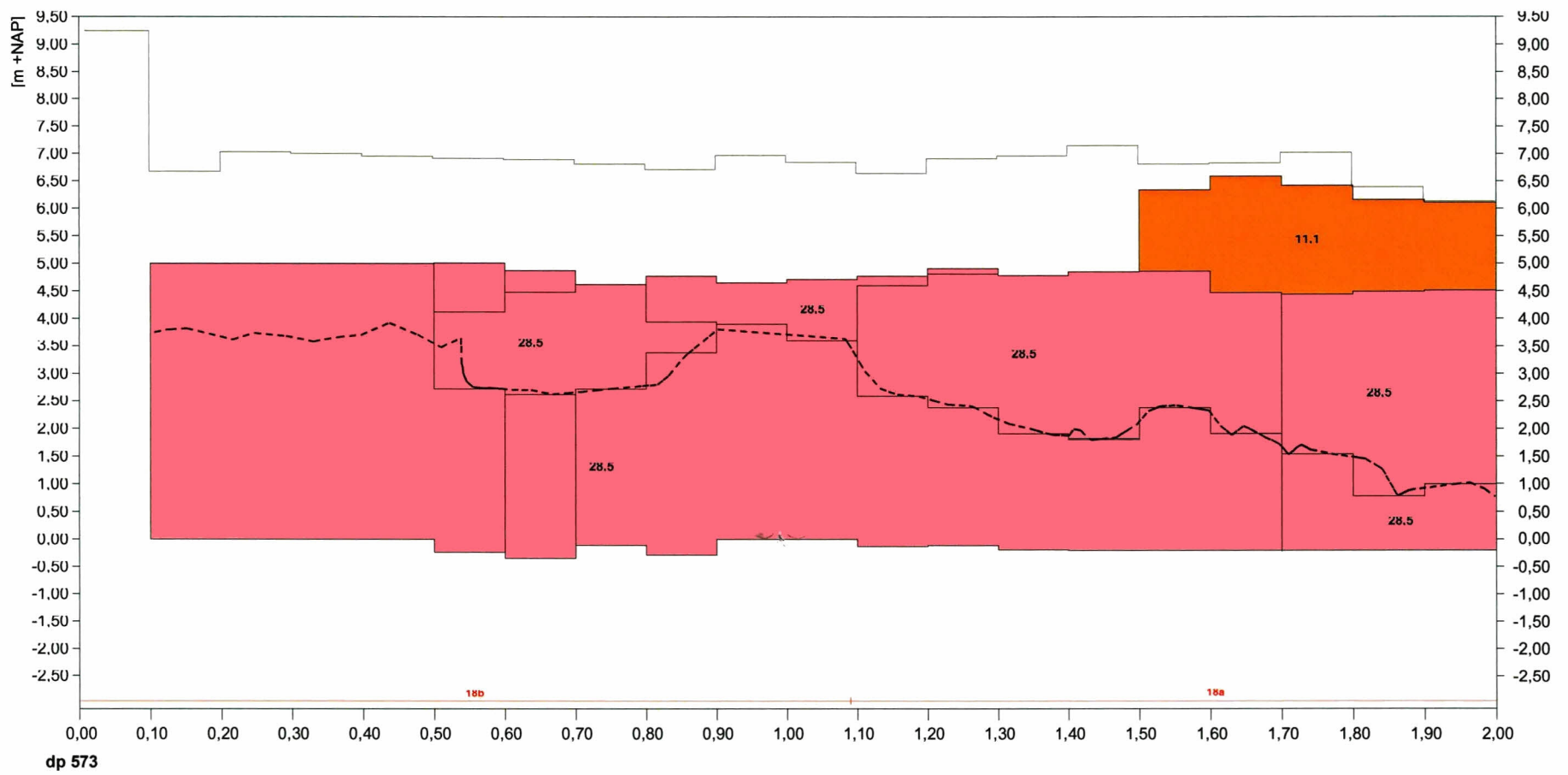
Overzichtssituatie Oostelijke Sloehavendam / Kaloot

Figuur 2



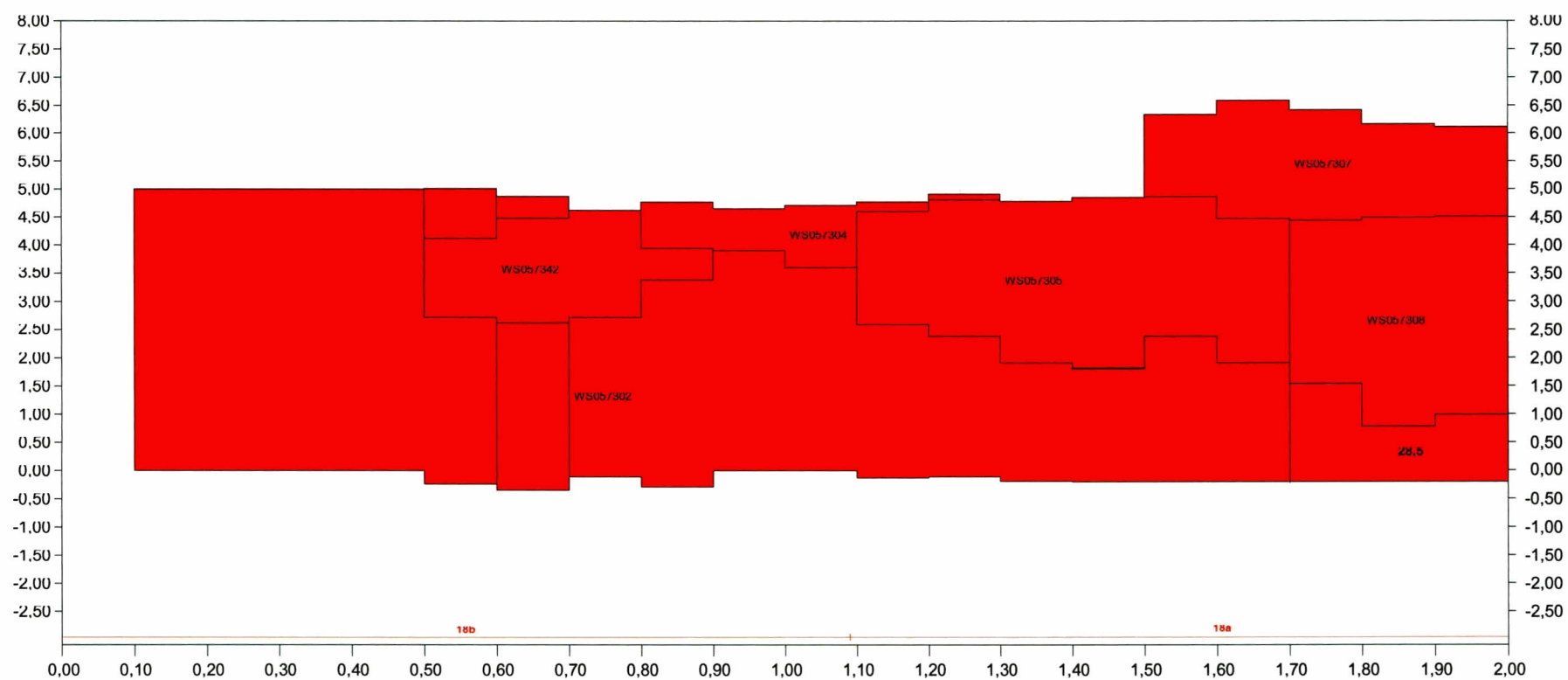

Waterschap Zeeuwse Eilanden
 Datum: 25-05-2010

Projectgebied Oostelijke Sloehavendam / Kaloot



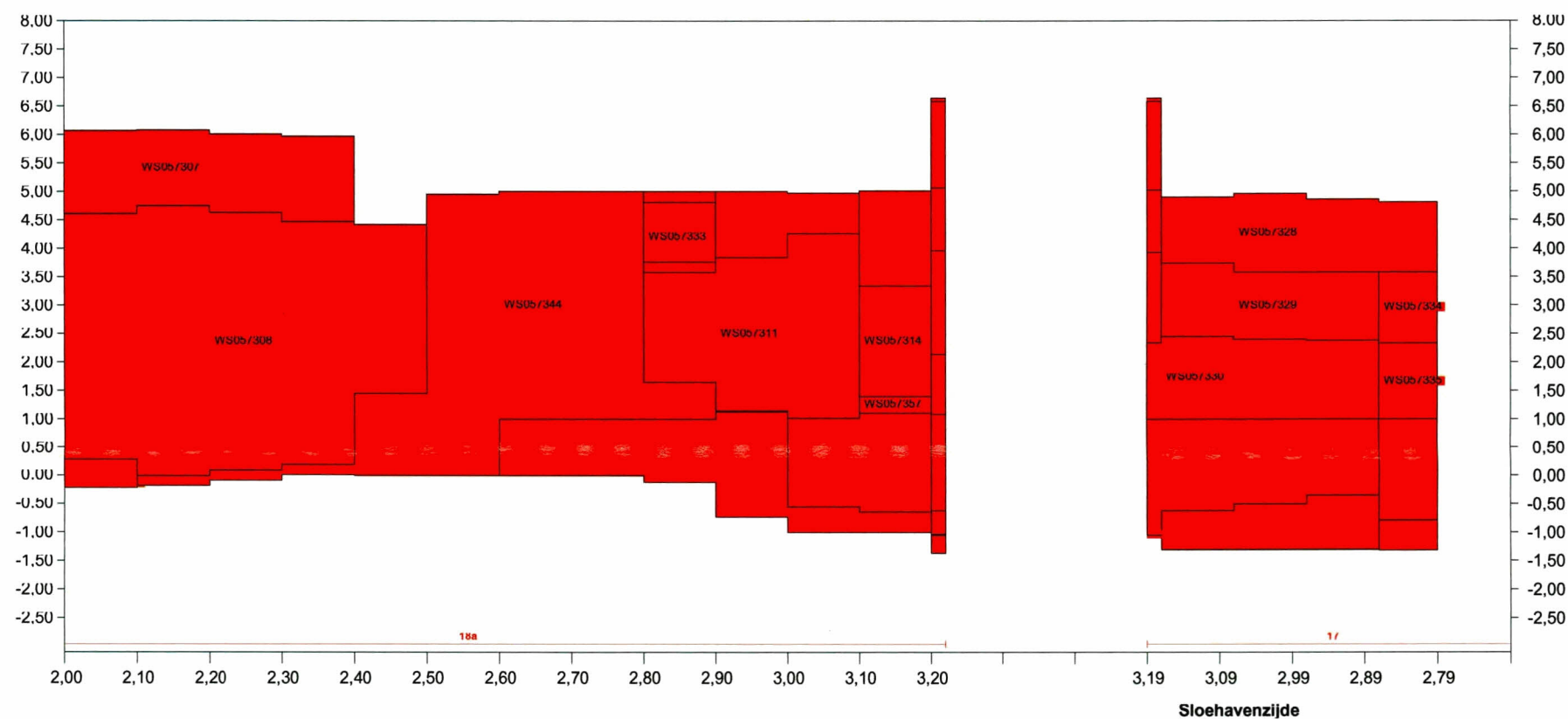
Legenda

1	asfalt	11.4/5	betonblokken gekanteld	28.4	petit graniet	12.5/6	plaatbekleding	—	kruinlijn
5/5.1	open steenasfalt, Fixstone	29	koperslakblokken	28.5	granietblokken	20/21	gras	—	betonpenetratie
27	betonzuilen	28.1	basalt	28	overige natuursteen	17	doorgroeistenen	—	asfaltpenetratie (vol en zat)
10/11	betonblokken	28.2	Vilvoordse	kb	kreukelberm	56	keermuur ed	—	asfaltpenetratie (patroon)
11.1	Haringmanblokken	28.3	Doornikse	7/9	gepenetreerde breuksteen	—	overige bekleding	—	asfaltpenetratie (Ecolaag)
11.2	diaboolblokken	25	breuksteen	—	—	—	—	—	ecotoplaag

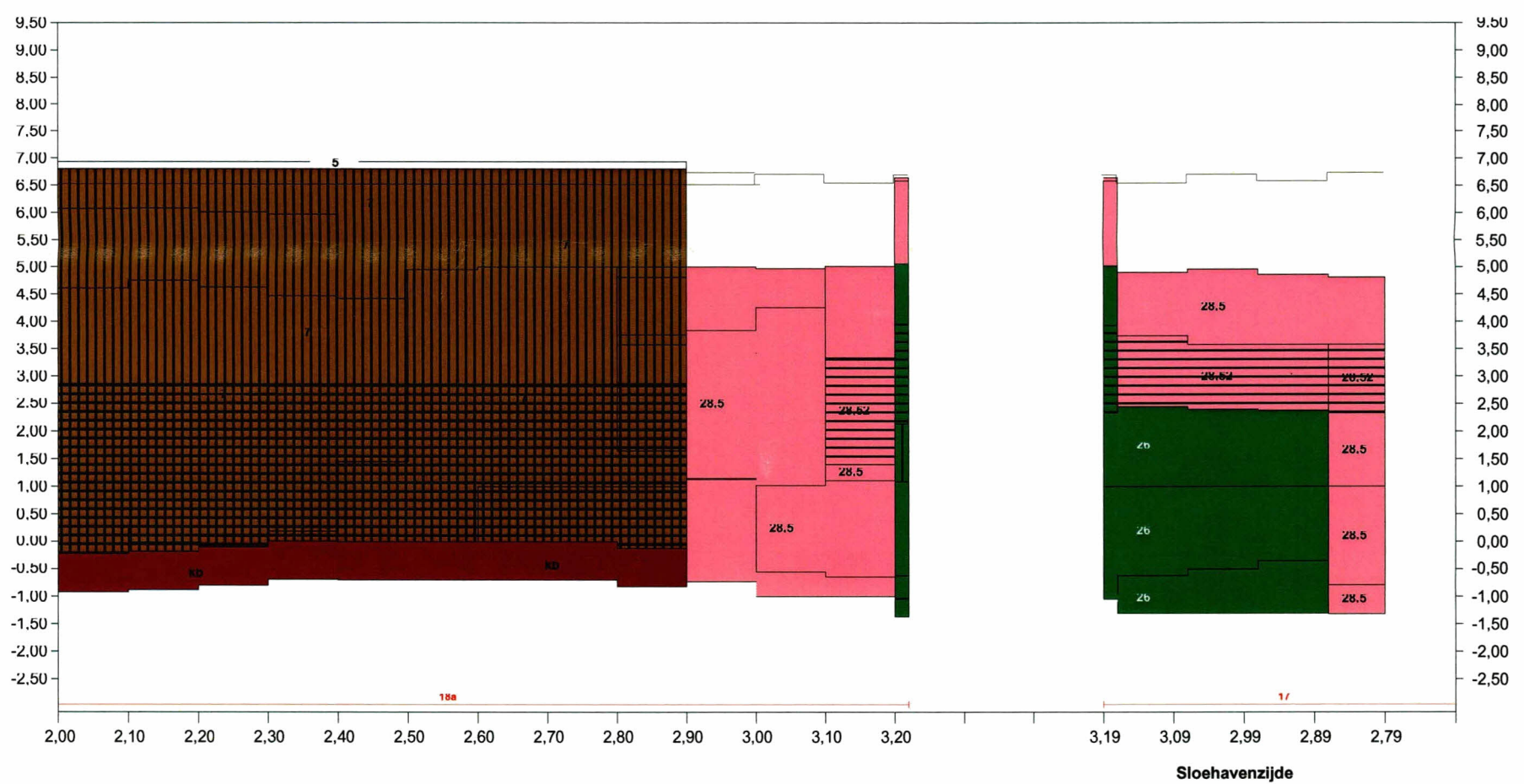
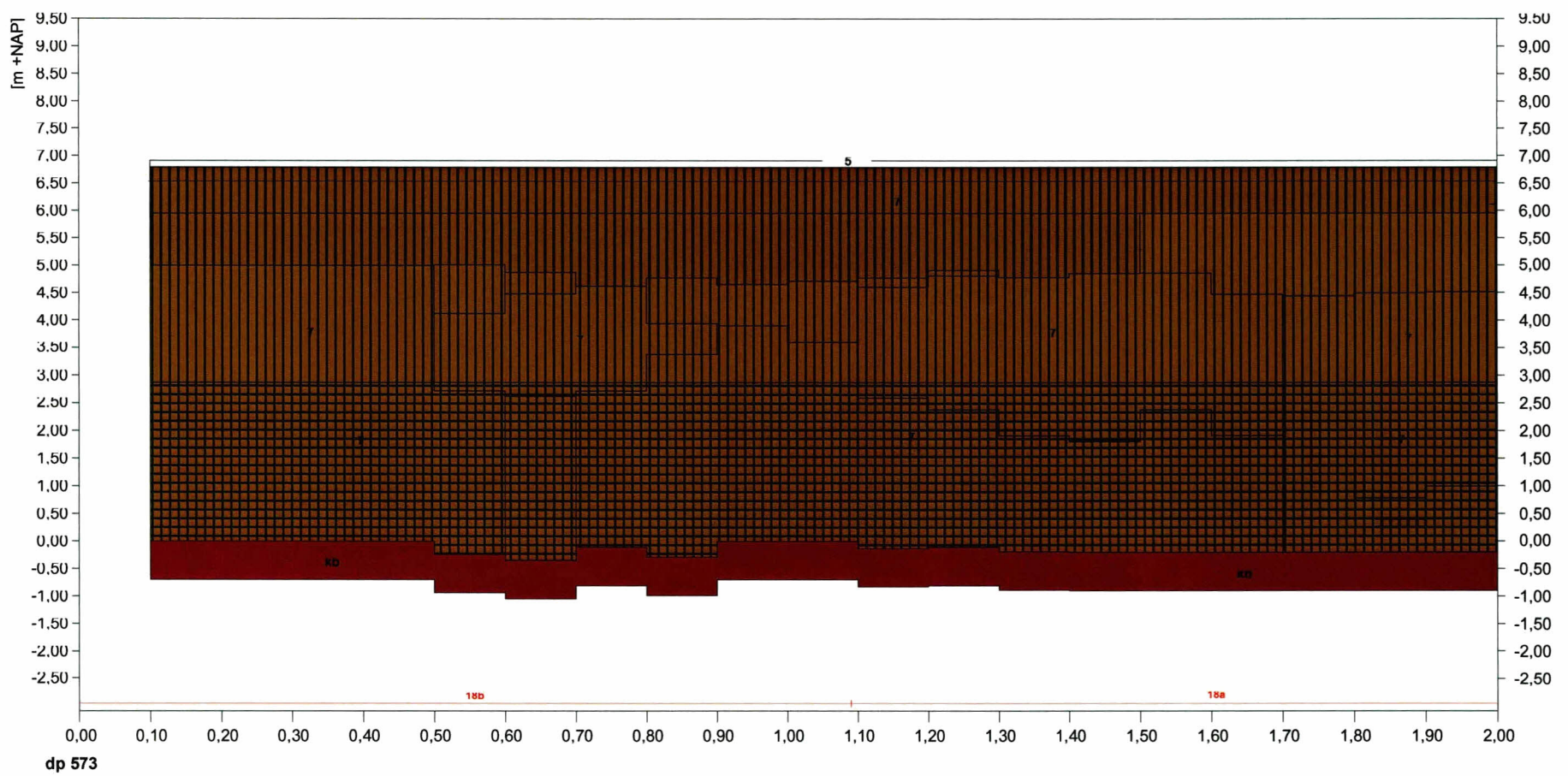


dp 573

- goed onvoldoende nader onderzoek geen oordeel
- onvoldoende mits te vervangen bekleding geen gegevens



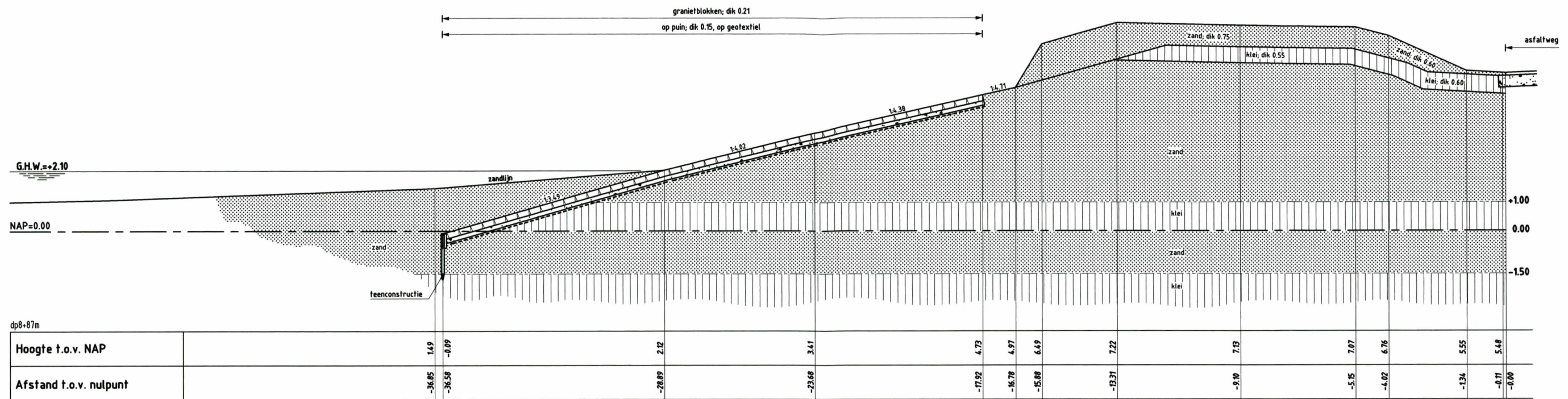
- goed onvoldoende nader onderzoek geen oordeel
- onvoldoende mits te vervangen bekleding geen gegevens



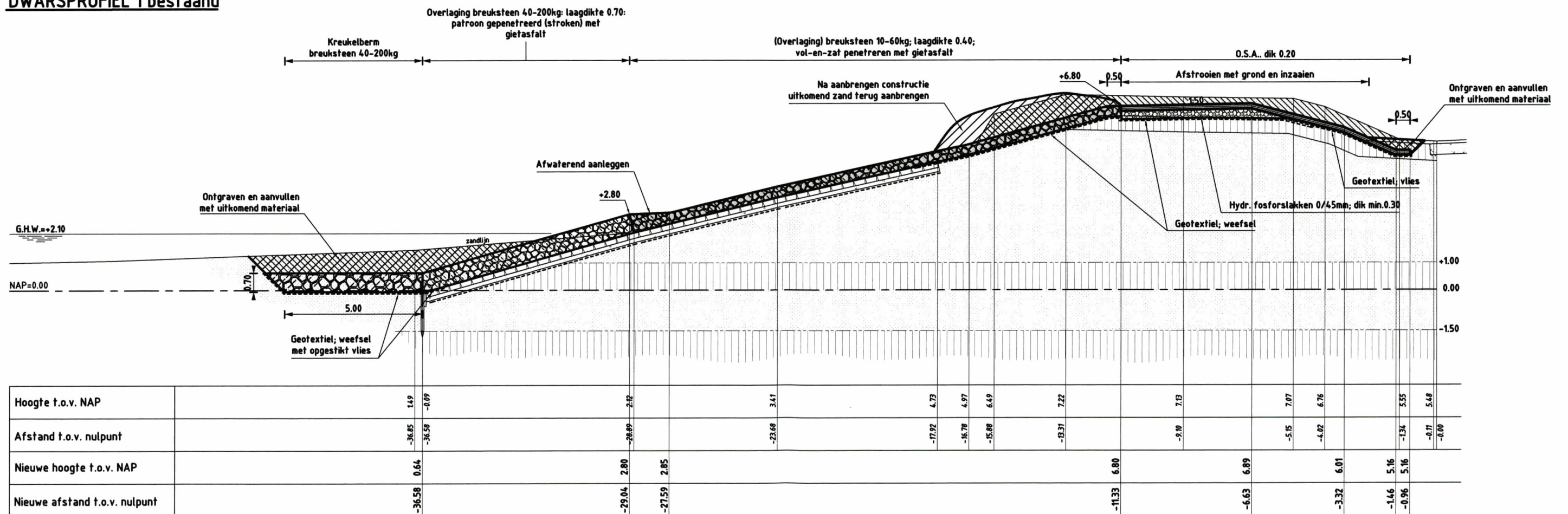
Legenda

1	asfalt	11.4/5	betonblokken gekanteld	28.4	petit graniet	14.1	plaatbekleding	—	kruinlijn
5/5.1	open steenasfalt, Fixstone	29	koperslakblokken	28.5	granietblokken	20/21	gras	—	betonpenetratie
27	betonzuilen	28	basalt	28	overige natuursteen	17	doorgroeiessen	—	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 (Ecolaag)
11.2	diaboolblokken	28.3	Doornikse	25	breuksteen		zand-/stortsteenlij	—	ecotoplaag

Figuur 6



DWARSPROFIEL 1 bestaand



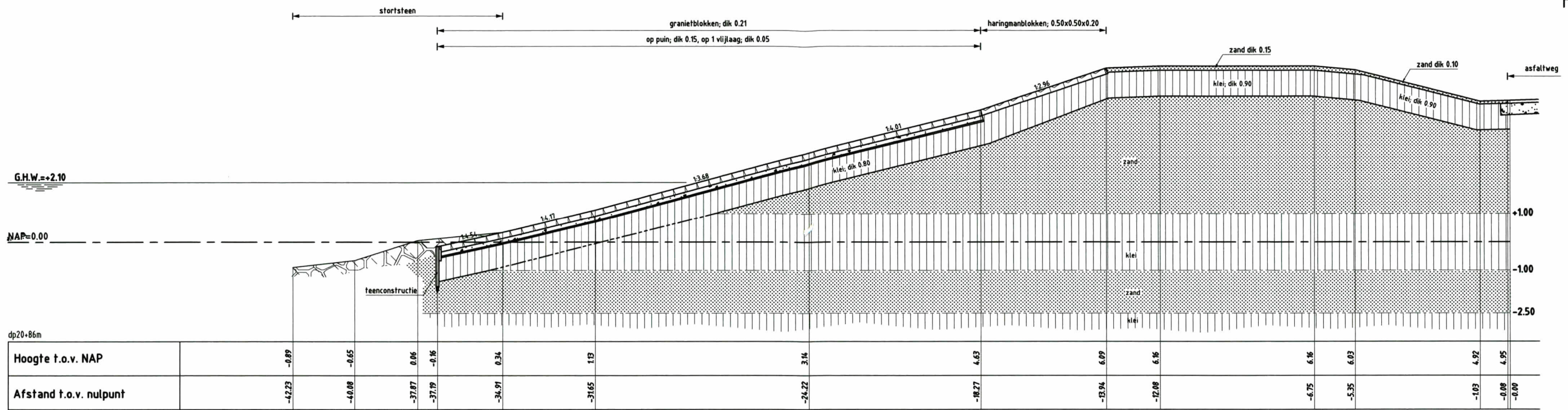
DWARSPROFIEL 1 nieuw



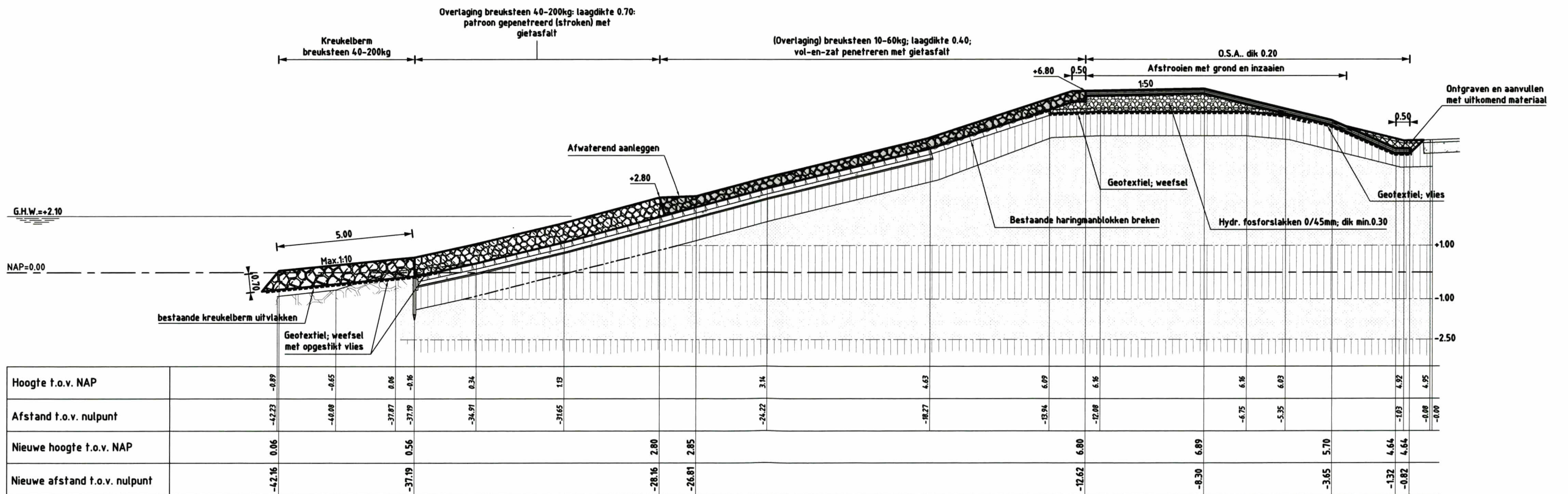
Waterschap Zeeuwse Eilanden
Datum: 25-05-2010

Oostelijke Sloehavendam / Kaloot

Figuur 7



DWARSPROFIEL 2 bestaand



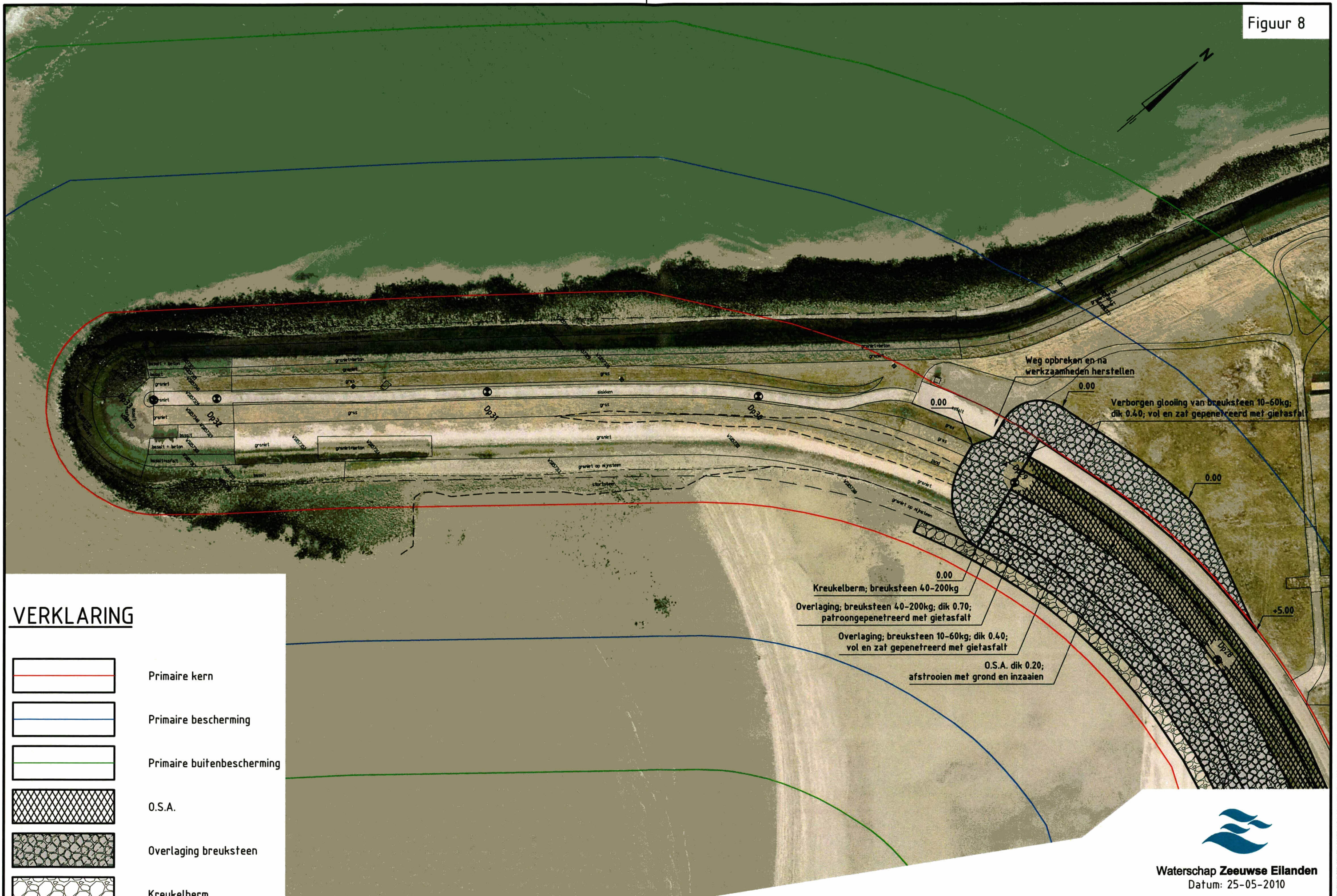
DWARSPROFIEL 2 nieuw



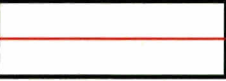





Waterschap Zeeuwse Eilanden
Datum: 25-05-2010

Oostelijke Sloehavendam / Kaloot

Figuur 8



VERKLARING

-  Primaire kern
-  Primaire bescherming
-  Primaire buitenbescherming
-  O.S.A.
-  Overlaging breuksteen
-  Kreukelberm

0.00
 Kreukelberm; breuksteen 40-200kg
 Overlaging; breuksteen 40-200kg; dik 0.70; patroongepenteerd met gietasfalt
 Overlaging; breuksteen 10-60kg; dik 0.40; vol en zat gepenteerd met gietasfalt
 O.S.A. dik 0.20; afstrooien met grond en inzaaien

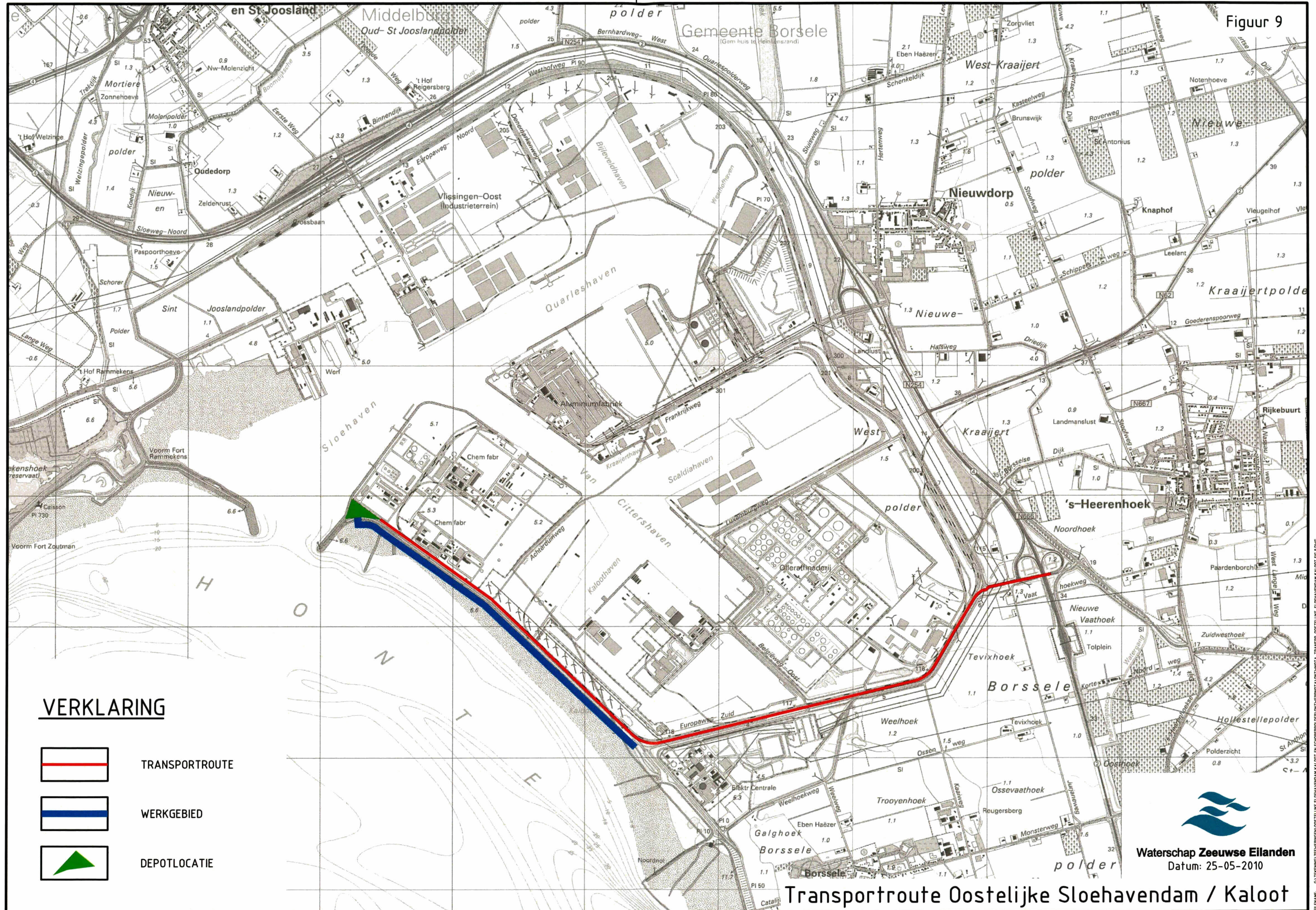
0.00
 Weg opbreken en na werkzaamheden herstellen
 0.00
 Verborgen glooiing van breuksteen 10-60kg; dik 0.40; vol en zat gepenteerd met gietasfalt






Waterschap Zeeuwse Eilanden
 Datum: 25-05-2010

Oostelijke Sloehavendam / Kaloot

Figuur 9



VERKLARING

-  TRANSPORTROUTE
-  WERKGEBIED
-  DEPOTLOCATIE



Waterschap Zeeuwse Eilanden
Datum: 25-05-2010

Transportroute Oostelijke Sloehavendam / Kaloot

Bijlage 2 Detailadviezen

Bijlage 2.1: Samenvatting hydraulische randvoorwaarden

* voor randvoorwaardenvak 17 gelden de golfcondities van de grijs gemarkeerde regel in Tabel 2.2.

Tabel 2: Golfcondities

Tabel 2.1 Golfcondities met gewicht Hs en Tpm volgens verhouding Hs*Tpm

Dijk- vak	Dijkvakscheidings- coördinaten tov Parijs (m)				Dijk kilometrerings (km)		Hs [m] bij waterstand Lo.v. NAP			Tpm [s] bij waterstand Lo.v. NAP			Waterdiepte (m) bij waterstand Lo.v. NAP			Windrichting (°) nautisch bij waterstand Lo.v. NAP	golfrichtingsband nautisch (°) bij waterstand Lo.v. NAP		spectrumvorm bij waterstand Lo.v. NAP		
	van		tot		van	tot	+2m	+4m	+6m	+2m	+4m	+6m	+2m	+4m	+6m	+6m	van	tot	+2m	+4m	+6m
	x	y	x	y																	
18b	38500	384000	37608	384703	-57.30	-56.30	0.7	1.8	2.6	6.5	7.2	8.1	1.1	3.1	5.1	270	224	261	2	2	1
18a	37608	384703	36000	385570	-56.30	-54.08	1.8	2.1	2.6	7.4	7.8	8.3	4.2	6.2	6.3	270	209	242	2	4	1

Tabel 2.2 Golfcondities bij de monding van de Sloehaven

	Monding Sloehaven + kop Westelijke havendam + Oostelijke havendam								
	NAP +2m			NAP +4m			NAP +6m		
	Hs [m]	Tp[s]	Golfrichting [°]	Hs [m]	Tp[s]	Golfrichting [°]	Hs [m]	Tp[s]	Golfrichting [°]
180	1.9	6.9	180	2.0	7.0	180	2.0	7.1	180
210	2.3	7.5	200	2.4	7.7	200	2.5	7.8	200
240	2.4	8.2	220	2.5	8.5	220	2.6	8.8	220
270	2.2	8.5	240	2.3	8.9	240	2.4	9.2	240

* voor randvoorwaardenvak 17 gelden de golfcondities van de grijs gemarkeerde regel in Tabel 2.2.

Tabel 3: GHW-standen en ontwerppeilen

Dijk- vak	Dijkvakscheidings- coördinaten tov Parijs (m)				Poldernaam	Zeespiegelrijzing 75 jaar [m]	Basispeil 1985 [m] tov NAP	Ontwerppeil 2060 [m] tov NAP	GHW [m] tov NAP
	van			tot					
no.	x	y	x	y					
18b	38500	384000	37608	384703	Oostelijke Sloehavendam	0.55	5.35	5.90	2.10
18a	37608	384703	36000	385570	Oostelijke Sloehavendam	0.55	5.35	5.90	2.09

Tabel 4: Bodemligging

Dijk- vak	Dijkvakscheidings- coördinaten tov Parijs (m)				Dijk kilometering (km)		Poldernaam	Repr. bodemligging (m) t.o.v. NAP	Gemiddelde bodemligging (m) t.o.v. NAP	Bodemligging st. dev. (m) t.o.v. NAP
	van		tot		van	tot				
no.	x	y	x	y	van	tot				
18b	38500	384000	37608	384703	-57.3	-56.30	Oostelijke Sloehavendam	-0.03	0.50	0.53
18a	37608	384703	36000	385570	-56.30	-54.08	Oostelijke Sloehavendam	-1.98	-1.01	0.97

Tabel 5: Hs/D bepaling bij lage waterstanden

Dijk- vak	Hs [m] bij waterstand t.o.v. NAP			D [m] bij waterstand t.o.v. NAP			Hs/D bij waterstand t.o.v. NAP			bijgestelde Hs [m] bij waterstand t.o.v. NAP		
	-1m	0m	+1m	-1m	0m	+1m	-1m	0m	+1m	-1m	0m	+1m
18b			0.2	-	0.03	1.03	-	-	0.1	-	-	0.2
18a	1.4	1.5	1.7	0.98	1.98	2.98	1.4	0.8	0.6	0.7	1.5	1.7

Bijlage 2.2: Ecologisch detailadvies

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

Contactpersoon

Datum

16-02-2009

Ons kenmerk

-

Onderwerp

detailadvies dijkvak W31 Oostelijke Sloehavendam

Doorkiesnummer

Bijlage(n)

Uw kenmerk

-

Dijkvak W31 Oostelijke Sloehavendam is in juni 2006 geïnventariseerd, door Grontmij-Aqua-sense. De volgende dijkstroken zijn apart bekeken:

- 1) Strook van 30m voorland, met daarin alle voorkomende soorten vegetatie en habitattypen. (18-6-2007).
- 2) Steenbekleding Getijdenzone (ondertafel) met daarin een classificatie op zicht van de wiergemeenschappen. (22-06-2007)
- 3) Steenbekleding boven GHW (boventafel), begroeiing opgenomen volgens 'Classificatie van zoutplanten 1.0' MAD-RWS-DZL, met aanvulling FF beschermde soorten. (18 en 22-6-2007)
- 4) Vanaf steenbekleding tot aan kruin van de dijk op voorkomen van FF beschermde soorten. (18-6-2007)
- 5) Vanaf de kruin van de dijk tot aan de onderzijde van binnenkant dijk op voorkomen van FF beschermde soorten. (18-6-2007)

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

De ondertafel is op gedeeld in 6 delen, de boventafel in 3 delen. 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, Blaaswier, Groefwier en Suikerwier is uniek. Vele soorten komen alleen in de Oosterschelde voor. De diversiteit van de wiervegetaties verschilt per locatie en is onder andere afhankelijk van het stromingspatroon ter plaatse, de droogligtijd, de overspoelingsfrequentie en het 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 omgegaan te worden. 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 onderscheidt wordt gemaakt in een dijk met kreukelberm en een dijk zonder kreukelberm. Categorie 1 tot en met 4 is voor dijk met kreukelberm en categorie 5 tot en met 8 is voor een dijk met kreukelberm. Het zander dus om dezelfde verdeling met 1 en 5 als het minst waardevol en 4 en 8 als het meest waardevol. Het betreffende dijkvak heeft een zichtbare kreukelberm bij de Sloehavendam. Bij het overige deel van het dijkvak is geen kreukelberm waarneembaar. De aanwezige wiervegetaties behoren dus tot de typen 1 tot en met 8.

Resultaten getijdenzone (ondertafel)

In tabel 1 is een overzicht van de resultaten van de inventarisatie weergegeven.

Tabel 1: overzicht resultaten inventarisatie getijdenzone op juni en juli 2006.

Dijkvak	Deel	Type 2006 ¹	Advies herstel	Advies verbetering
WS031-1	Westkant Sloehavendam	7-8	Redelijk goed	Redelijk goed
WS031-2	Oostkant Sloehavendam	7	Redelijk goed	Redelijk goed
WS031-3	Bij strandje	1	Geen voorkeur	Geen voorkeur
WS031-4	Strandje-Achterduinweg	6	Geen voorkeur	Geen voorkeur
WS031-5	Achterduinweg-DP573	2	Geen voorkeur	Geen voorkeur
WS031-6	Rond DP573	1	Geen voorkeur	Geen voorkeur

¹ Type zoals gebleken uit onderzoek Grontmij/AquaSense 2006.

Hieronder volgt een korte toelichting per gedeelte.

Deel 1 Westkant Sloehavendam

De glooiing bestaat hier uit Haringmanblokken, graniet, basalt en asfalt over basalt. Het type voorland is water en ondiep water. De kreukelberm bestaat uit een brede strook met stortsteen.

De wierbedekking varieert van 50 tot 95%. Bovenin de zone tussen GHW en GLW komen cyanobacteriën en darmwier voor. Onder deze zone zijn Kleine zeeëik, Blaaswier, met hier en daar purperwier en zeesla en een enkele keer Knotswier aangetroffen. De kreukelberm is begroeid met Japanse oester, Blaaswier, Gezaagde zeeëik en roodwieren. De ecologische waardering voor dit dijktraject is een type 7, dijkvakken met kreukelberm met zonering van redelijk ontwikkelde levensgemeenschappen.

Op het nu aanwezige substraat komt een interessante en gevarieerde wievegetatie voor. De bedekking is hoog, tot 95%. Het voorland, bestaande uit water, is gunstig voor de aangroei van wieren. Het advies voor herstel en verbetering is dan ook een steenbekleding uit de categorie redelijk goed.

Deel 2 Oostkant Sloehavendam

De bekleding bestaat uit graniet en gietbeton. Het voorland is water, water met een oesterrif en een stukje strand. De kreukelberm bestaat uit een brede strook met stortsteen. De wierbedekking varieert van 50 tot 80%.

Het bovenste deel is begroeid met korstmossen, cyanobacteriën en darmwieren. Onder deze zone komen Kleine zeeëik, Blaaswier, Gezaagde zeeëik, Japanse oester en zeepokken voor. In de kreukelberm zijn Blaaswier en Gezaagde zeeëik samen met roodwieren aanwezig. Tenslotte zijn in de kreukelberm de schelpdieren Japanse oester en zeepokken waargenomen.

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

Gezien de redelijk goede zonering en variatie is het advies voor herstel en verbetering een steenbekleding uit de categorie redelijk goed. De wierlevensgemeenschappen hebben dan een goede kans om zich na de dijkverbetering te hervestigen.

Deel 3 Bij strandje

De glooiing bestaat hier uit graniet waarvan een deel onder het zand ligt. Het voorland is strand en er is geen kreukelberm aanwezig. Er zijn geen, op enkel wat darmwier na, geen wieren aanwezig op dit dijktraject. Wel zijn er cyanobacteriën en alikruiken gevonden.

De ecologische waardering voor dit dijktraject is een type 1, kale of soortenarme dijkvakken zonder kreukelberm met weinig potentiële ontwikkelingsmogelijkheden.

Het advies voor herstel en verbetering is een steenbekleding uit de categorie geen voorkeur. Het strandzand ligt hoog op de glooiing. Er is weinig tot geen ruimte op de glooiing voor de aangroei van wieren.

Deel 4 Strand-Achterduinweg

De bekleding bestaat uit graniet en graniet onder gietbeton. Het voorland is strand en er is een kreukelberm aanwezig. De bedekking door wieren varieert van 60 tot 70%.

In de getijdenzone groeien achtereenvolgens cyanobacteriën, darmieren, Kleine zeeëik en Blaaswier. De kreukelberm is begroeid met zeepokken en Blaaswier.

De ecologische waardering van dit dijktraject is een type 6, dijkvakken met soortenrijke dijkvloeiing en redelijk soortenarme kreukelberm.

Het voorland bestaat uit strandzand. Dit is niet gunstig voor de aangroei van wieren. Het zand kan voor een schurende werking zorgen. Als het strandzand hoog op de glooiing ligt is er beperkte ruimte voor de aangroei van wieren. Het advies voor herstel en verbetering is een steenbekleding uit de categorie geen voorkeur.

Deel 5 Achterduinweg-DP573

Dit dijktraject is bekleed met graniet. Het voorland is strand. Er is geen kreukelberm aanwezig of deze ligt onder het strandzand. De wieren komen voor met een bedekking van 0 tot 60%.

Bovenaan de glooiing is een zone van cyanobacteriën. Onder de zone van cyanobacteriën is volgens een mozaïkpatroon Kleine zeeëik tussen darmwier aanwezig.

De ecologische waardering van dit dijktraject is een type 2, soortenarme dijkvakken zonder kreukelberm, met enkele slecht ontwikkelde levensgemeenschappen. De aanwezigheid van strandzand belemmert de aangroei van wieren op dit dijktraject. Het advies voor herstel en verbetering is een steenbekleding uit de categorie geen voorkeur.

Deel 6 Rond DP576

De bekleding van het laatste stuk van dit dijkvak bestaat uit graniet. Het voorland is strand en er is geen kreukelberm aanwezig. Het zandstrand ligt hier zo hoog op de glooiing dat er geen wieren of andere organismen aangetroffen zijn. Het advies voor herstel en verbetering is een steen bekleding uit de categorie geen voorkeur.

Resultaten zone boven GHW (boventafel)

De zone boven GHW is opgenomen in 3 gedeelten. Hieronder een korte beschrijving per dijksdeel.

Deel 1 Sloehavendam

De bekleding bestaat uit basalt, Haringmanblokken en gramiet. Het voorland is de Sloehaven. Er zijn 8 zoutsoorten aangetroffen met een lage bedekking. In tabel 2 staan de soorten die zijn waargenomen in deel 1 van het dijkvak.

Tabel 2: inventarisatie plantensoorten dijkvak Oostelijke Sloehavendam op 28 juni 2006, deel 1.

Nederlandse naam	Bedekking ¹	Latijnse naam	Zoutgetal
Gerande schijnspurrie	r	<i>Spergularia maritima</i>	4
Gewone zoutmelde	o	<i>Atriplex portulacoides</i>	4
Lamsoor	r	<i>Limonium vulgare</i>	4
Melkkruid	r	<i>Glaux maritima</i>	3
Zeealsem	r	<i>Artemisia maritima</i>	3
Zeekool	r	<i>Crambe maritima</i>	3
Zeeraket	o	<i>Cakile maritima</i>	2
Zeevetmuur	r	<i>Sagina maritima</i>	2
Rood zwenkgras	r	<i>Festuca rubra ssp. coummutata</i>	2
Spiesmelde	o	<i>Atriplex prostrata</i>	1
Strandkweek	fr	<i>Elymus athericus</i>	3
Zeewinde	r	<i>Calystegia soldanella</i>	2

¹Bedekking: r = zeldzaam o = weinig voorkomend fr = regelmatig voorkomend a = groter aantal/bedekking d = overheersend.

Deze vegetatie komt overeen met een klasse 4a uit de classificatie van zoutplanten. Er is een redelijke variatie in zoutplanten aanwezig, maar met een lage bedekking. Het advies voor herstel is redelijk goed. Zoutplanten en zouttolerante planten kunnen zich beter vestigen in een substraat met voegen. Aangezien er een redelijke variatie aan zoutplanten aanwezig is, is het advies voor verbetering een steenbekleding uit de categorie redelijk goed.

Deel 2 Oostkant van havendam

De oostkant van de havendam bestaat uit graniet (teer?) en basalt. Het voorland is slik. In tabel 3 is aangegeven welke soorten er in deel 2 van het dijkvak voorkomen.

Tabel 3: inventarisatie plantensoorten dijkvak Oostelijke Sloehavendam op 28 juni 2006, deel 2.

Nederlandsenaam	Bedekking	Latijnse naam	Zoutgetal
Gerande schijnspurrie	r	<i>Spergularia maritima</i>	4

Gewone zoutmelde	o	<i>Atriplex portulacoides</i>	4
Kustmelde	r	<i>Atriplex glabriuscula</i>	2
Melkkruid	r	<i>Glaux maritima</i>	3
Zeepostelein	r	<i>Honckenya peploides</i>	2
Engels raaigras	r	<i>Lolium perenne</i>	1
Rood zwenkgras	r	<i>Festuca rubra ssp. coummutata</i>	2
Strandkweek	fr	<i>Elymus athericus</i>	3
Zeewinde	r	<i>Calystegia soldanella</i>	2

¹Bedekking: r = zeldzaam o = weinig voorkomend fr = regelmatig voorkomend a = groter aantal/bedekking d = overheersend.

Ondanks een minder goed begroeibaar substraat voor planten, komt deze vegetatie overeen met een klasse 3a uit de classificatie voor zoutplanten. Dit houdt in dat het voor herstel en verbetering het advies geldt een steenbekleding uit de categorie redelijk goed.

Deel 3 Havendam tot dijkpaal 573

Voorland is slik en strand. De glooiing bestaat uit graniet en gietbeton. Het grootste deel van het traject is kaal. Eén enkele plek heeft een bedekking van 99%. Tabel 4 staan de plantensoorten gevonden in deel 3 van het dijkvak.

Tabel 4: inventarisatie plantensoorten dijkvak Oostelijke Sloehavendam op 28 juni 2006, deel 3.

Nederlandsenaam	Bedekking	Latijnse naam	Zoutgetal
Gerande schijnspurrie	o	<i>Spergularia maritima</i>	4
Gewone zoutmelde	o	<i>Atriplex portulacoides</i>	4
Kustmelde	o	<i>Atriplex glabriuscula</i>	2
Lamsoor	r	<i>Limonium vulgare</i>	4
Melkkruid	o	<i>Glaux maritima</i>	3
Schorrenkruid	r	<i>Suaeda maritima</i>	4
Zeealsem	fr	<i>Artemisia maritima</i>	3
Zeeaster	r	<i>Aster tripolium</i>	4
Zeepostelein	o	<i>Honckenya peploides</i>	2
Zeeraket	r	<i>Cakile maritima</i>	2
Zeevetmuur	r	<i>Sagina maritima</i>	2
Herfstleeuwetand	r	<i>Leontodon autumnalis</i>	2
Reukeloze kamille	r	<i>Matricaria maritima</i>	3
Rood zwenkgras	o	<i>Festuca rubra ssp. commutata</i>	2
Spiesmelde	r	<i>Atriplex prostrata</i>	1
Strandkweek	fr	<i>Elymus athericus</i>	3
Blauwe zeedistel	o	<i>Eryngium maritimum</i>	2
Zeewinde	o	<i>Calystegia soldanella</i>	2

¹Bedekking: r = zeldzaam o = weinig voorkomend fr = regelmatig voorkomend a = groter aantal/bedekking d = overheersend.

Deze vegetatie komt overeen met een klasse 4a uit de classificatie voor zoutplanten. Het grootste deel van het traject is kaal. Daar waar de bedekking hoog is komt een interessante variatie aan zoutplanten voor. Een klasse 4a heeft als advies en herstel een steenbekleding uit de categorie redelijk goed. Een substraat met voegen verbetert de mogelijkheid van zoutplanten om zich te kunnen vestigen.

Flora en Faunawet

Op de geïnventariseerde glooiing is de Blauwe zeedistel, een FF-wet beschermde soort, aangetroffen.

In het voorland, het talud en binnentalud zijn geen plantensoorten aangetroffen die beschermd zijn volgens de Flora- en Faunawet.

Nota soortenbeleid Provincie Zeeland en NB-wetbesluit

In de Nota Soortenbeleid worden een aantal aandachtsoorten genoemd. Op de zeeweringen kunnen vooral planten voorkomen uit de soortengroepen Aanspoelselplanten en Schorplanten. De soorten die tot deze soortengroep worden gerekend staan in de Nota Soortenbeleid Provincie Zeeland (pag. 34 t/m 38). In tabel 5 staan de soorten van deze lijst die zijn aangetroffen op de glooiing.

Tabel 5: aangetroffen aandachtsoorten op de glooiing uit Nota Soortenbeleid Provincie Zeeland.

Soortgroep	Soort
Schorplanten	Gewone zoutmelde
	Lamsoor
	Zeealsem
Aanspoelselplanten	Kustmelde
	Zeekool
	Zeeraket
Duingraslandplant	Blauwe zeedistel
	Zeewinde

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

EU-Habitatrichtlijn (gebiedsbeschermingsregime)

Het voorland bestaat uit slik en strand, habitatype 1160 en 2110 (Grote ondiepe krekens en baaien en Embryonale wandelende duinen). Voor een deel bestaat het voorland uit ondiep water. Bij laagwater zal er slik droogvallen. Er zal dus voor een deel in het slik gegraven moeten worden. Als het slik na de werkzaamheden weer op de oude hoogte wordt afgewerkt en er voor gezorgd wordt dat er buiten de kreukelberm geen stenen achter blijven, zal het slik zich weer herstellen. Hierbij kan er het beste gebruik worden gemaakt van de mitigerende maatregelen genoemd in het rapport "Effecten werkstroken dijkverbetering op kwalificerende habitats". Tijdens de werkzaamheden vrij komende materialen als perkoenpalen, teenbeschoot en filterdoek dienen afgevoerd te worden. Deze materialen mogen niet in de kreukelberm, het water of op het slik terechtkomen.

Literatuur

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

Meijer, A.J.M., 1989. "Onderzoek hardsubstraat levensgemeenschappen in de getijdzone van de Oosterschelde. Ecologische waardering dijkvakken. Bureau Maagdenburg bv. Culembourg.

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

Bijlage 2.3: Aanvullend memo op 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] 8
[Redacted].nl

Robert Jentink
T 0118 [Redacted] 0
[Redacted].nl

Datum
18 augustus 2009

Bijlage(n)

memo

Aanvullend advies flora en wieren Oostelijke
Sloehavendam

Naar aanleiding van het startoverleg dijkvak W31 Oostelijke Sloehavendam / Kaloot 18 februari 2009, een aanvullend advies flora en wieren.

Op 18 augustus 2009 is door [Redacted] het dijkvak W31 Oostelijke Sloehavendam / Kaloot geïnventariseerd op Flora- en faunawet beschermde soorten en andere bijzonderheden die van invloed kunnen zijn op de dijkwerkzaamheden.

Planten

Het dijkvak W31 Oostelijke Sloehavendam is een gevoelig gebied. Er komen veel verschillende Provinciale aandachtsoorten voor én een Flora- faunawet tabel 2 beschermde soort (Blauwe zeedistel).

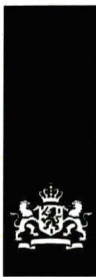
De Provinciale aandachtsoorten (Gelobde melde, Gewone zoutmelde, Strandbiet, Zeealsem, Zeekool, Zeewinde, coördinaten zie kaarten) groeien op de verharde glooiing tussen de spleten van de granietblokken. Dit geldt tevens voor de Blauwe zeedistel. Deze komt in grote aantallen voor op de verharde glooiing tussen de naden van de granietblokken (zie foto 1, coördinaten zie kaarten). Daarnaast zijn ook enkele Blauwe zeedistels waargenomen in de duintjes op de glooiing van de dijk.

Het is duidelijk dat de verharde glooiing en de duintjes op de glooiing van het dijkvak Oostelijke Sloehavendam een hoge natuurwaarde herbergt. Door het aanleggen van een nieuwe dijkbekleding zullen veel soorten, verantwoordelijk voor deze hoge natuurwaarde, verloren gaan.

Aanbeveling: uit ecologisch oogpunt is het aanbevolen een voor planten doorgroeibare constructie aan te brengen. Verschillende plantensoorten en de Blauwe zeedistel krijgen op deze manier de mogelijkheid om zich na het voltooiën van de dijkwerkzaamheden terug te vestigen.

De Blauwe zeedistel is een Flora- faunawet tabel 2 beschermde soort. Hiervoor geldt een gedragscode. Dit betekent dat er gewerkt moet worden met een goedgekeurde gedragscode (Blauwe zeedistel verplanten en terugzetten bijvoorbeeld).

De toplaag van de duintjes in depot zetten en na de dijkwerkzaamheden terugplaatsen, geeft de Blauwe zeedistel in de duintjes op de glooiing de kans om terug te komen.



Rijkswaterstaat Zeeland
Projectbureau Zeeweringen

Datum
18 augustus 2009

Foto 1 Blauwe zeedistel (coördinaten zie kaarten) op de verharde glooiing tussen de spleten van de granietblokken, dijkvak Oostelijke Sloehavendam.

Wieren

Wieren komen overwegend voor op het hardsubstraat van de oostelijke havendam. De nieuwe glooiing wordt aangelegd achter langs de havendam. De dijkwerkzaamheden hebben op deze manier weinig tot geen invloed op de havendam aanwezige wieren.

Fauna

Op het talud zaten plusminus 30 Bontbekplevieren. In het water is een zeehond gesignaleerd. Binnendijks (waterpartij bij Weelhoekweg) was het een drukte van 17 Kleine zilverreigers, 1 Ooievaar, 1 Lepelaar en nog vele andere watervogels (door toedracht van mensen op het strand aan andere kant van de dijk).

Extra

Schorerpolder

Het toepassen van gekantelde blokken in de ondertafel en zuilen in de boventafel zal niet voor problemen zorgen. Mits er zorgvuldig wordt omgesprongen met het voorliggende schor en het enkel op deze plek in de Westerschelde voorkomende Zeegras.



Locaties Blauwe Zeedistel 1

Overige soorten ter indicatie
niet alle groeiplaatsen
vastgelegd

Soorten

positie groeiplaatsen

- Blauwe zeedistel
- Gelobde melde
- Gewone zoutmelde
- Strandbiet
- Zeealsem
- Zeekool
- Zeepostelein
- Zeewinde

Auteur:

Datum: 18-9-2009

Kaartnummer:

Schaal: 1:3.712

Bron:

0 40 80 120 160 meter



Ministerie van Verkeer en Waterstaat
Rijkswaterstaat



Locaties Blauwe Zeedistel 2

Overige soorten ter indicatie
niet alle groeiplaatsen
vastgelegd

Soorten

positie groeiplaatsen

- Blauwe zeedistel
- Gelobde melde
- Gewone zoutmelde
- Strandbiet
- Zeealsem
- Zeekool
- Zeepostelein
- Zeewinde

Auteur:

Datum: 18-9-2009

Kaartnummer:

Schaal: 1:3.424

Bron:

0 40 80 120 160 meter



Ministerie van Verkeer en Waterstaat
Rijkswaterstaat

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] k [redacted] n
[redacted] 08
[redacted] s.nl

nota

Resultaten inventarisatie 18 augustus 2009 Oostelijke Sloehavendam gedaan door
[redacted] k [redacted] k [redacted].

Datum
19 augustus 2009

Ons kenmerk

Uw kenmerk

Resultaten inventarisatie 18/08/2009, Oostelijke Sloehavendam.

Duin en dijktalud	Nederlandse naam	Nederlandse naam
	Akkerdistel	Cirsium arvense
	Bezemkruiskruid	Senecio inaequidens
	Blauwe zeedistel	Eryngium maritimum
	Bitterzoet	Solanum dulcamara
	Duizendblad	Achillea millefolium
	Gelobde melde	Atriplex laciniata
	Gewone zoutmelde	Atriplex portulacoides
	Helm	Ammophila arenaria
	Klein hoefblad	Tussilago farfare
	Krulzuring	Rumex crispus
	Melkdistel	Sonchus
	Reukeloze kamille	Matricaria maritima
	Rozenbottel	Rosa canina
	Smalle rolklaver	Lotus corniculatus subsp. tenuifolius
	Spiesmelde	Atriplex prostrata
	Stekend loogkruid	Salsola kali subsp. kali
	Strandbiet	Beta vulgaris subsp. maritima
	Strandmelde	Atriplex littoralis
	Zandhaver	Leymus arenarius
	Zandkweek	Elytrigia repens
	Zeealsem	Artemisia maritima
	Zeepostelein	Honckenya peploides
	Zeeraket	Cakile maritima
	Zeewinde	Calystegia soldanella
	Zilte schijnspurrie	Spergularia salina
	Zwarte toorts	Verbascum nigrum

Bijlage(n)

Op de kruin van de dijk en binnentalud dijk	Nederlandse naam	Nederlandse naam
	Biggekruid	<i>Hypochaeris glabra</i>
	Bijvoet	<i>Artemisia vulgaris</i>
	Dubbelkelk	<i>Picris echioides</i>
	Gele morgenster	<i>Tragopogon pratensis</i> subsp. <i>pratensis</i>
	Klein streepzaad	<i>Crepis capillaris</i>
	Leeuwentand	<i>Leontodon</i>
	Pastinaak	<i>Pastinaca sativa</i> subsp. <i>sativa</i>
	Reigersbek	<i>Erodium cicutarium</i>
	Teunisbloem	<i>Oenothera</i>
Terrein achter Sloehavendam	Hazenpootje	<i>Trifolium arvense</i>

Rijkswaterstaat Zeeland
Projectbureau Zeeweringen

Datum
19 augustus 2009

Ons kenmerk

Provinciale aandachtsoorten:

- Gelobde melde
- Gewone zoutmelde
- Strandbiet
- Strandmelde
- Zeealsem
- Zeeraket
- Zeewinde

Flora- en faunawet beschermde soorten:

- Blauwe zeedistel

Bijlage 2.4: Detailadvies landschap en cultuur



Aan:

██████████ n ██████████ r
Secretariaat PBZ

Rijkswaterstaat Zeeland

Poelendaelesingel 18

4335 JA Middelburg

Postbus 5014

4330 KA Middelburg

Contactpersoon

Margret Bakker

Margret.bakker@rws.nl

memo

Landschapsadvies Oostelijke Sloehavendam / Kaloot

Datum

25-03-2010

Bijlage(n)

-

Documentnr.

PZDB-M-10090

Landschapsadvies en advies cultuurhistorie Oostelijke Sloehavendam / Kaloot

Algemene beschrijving projectgebied

Het projectgebied omvat een dijk/duingedeelte (havendam) van ongeveer 3,5 kilometer, met als voorland Westerscheldestrand op een bijzondere plek. Het achterland is nu het uitgebreide en ruime industriegebied het Sloe. Vroeger echter bevond zich hier het intergetijden- schorregebied "De Kaloot", de natuurlijke scheiding tussen de eilanden Walcheren en Beveland.

De westelijke begrenzing van de toegang tot het Sloegebied wordt gevormd door de Westelijke Sloehavendam, welke reeds in 2007 is verbeterd. Tussen deze dam en het projectgebied bevindt zich de toegangshaven tot het gebied Vlissingen-Oost.

Momenteel is het strand en het gebied nog steeds bekend door de aanwezigheid van fossiele schelpen en andere fossielen. Dit trekt het hele jaar mensen, die speciaal hiervoor naar het strand komen. Het strand is door de ligging wat minder in gebruik voor luieren en zwemmen, maar toch kan het op warme dagen aardig druk zijn met lokale bewoners en (Belgische) vissers. Ondanks de nadrukkelijke aanwezigheid van industrie en kerncentrale Borssele maakt het strand met name aan de oostzijde een natuurlijke indruk. Hier bevindt zich ook nog een klein restant van de Kaloot als natuurgebied.

Op de dijk bevindt zich een betonnen vierkante grenspaal, die de voormalige scheiding tussen Walcheren en Zuid-Beveland markeert en van cultuurhistorisch belang is.

De dijk is in het beheer van het waterschap. De aangrenzende Europaweg-Zuid en achterliggend terrein vallen onder beheer van het havenschap.

Huidig technisch profiel

De huidige bekleding bestaat grotendeels uit graniet met daarboven plaatselijk een smalle rand Haringmanblokken. De kop van de havendam bestaat uit (ingegoten) basalt.

Gewenst technisch profiel

De dam zal grotendeels worden overlaagd. Door een hoge waterspanning in de dijk zijn niet alle bekledingstypen technisch toepasbaar, onderzocht zijn zowel goed doorlatende als slecht doorlatende toplaagtypen. Door de grote golfbelasting is een goed doorlatende bekleding in dit geval technisch niet mogelijk. De voorkeur gaat uit naar het overlagen met breuksteen,

gepenetreerd met gietasfalt. Voor de teen aan de zeezijde wordt een kreukelberm aangebracht.

Rijkswaterstaat Zeeland
Projectbureau Zeeweringen

Bij het uiteinde van de havendam zal achterlangs gegaan worden (zogen. Verborgene glooiing) en aangesloten worden bij de bekleding van de binnenhaven.

Datum
25-03-2010

Landschapsadvies

De gekozen oplossing is niet optimaal voor landschap, natuur en recreatie. Een open verharding van betonzuilen met doorgroeiing had een gewenster beeld opgebracht. Het beeld wordt nu erg eentonig en eenzijdig. Gekeken moet worden of de kruin van de dijk zo groen mogelijk kan worden afgewerkt. Dit betekent het met grond afstrooien van open steenasfalt en dit inzaaien met gras over een maximale breedte.

Het is gewenst dat de dijk makkelijk over te gaan is door recreanten, in ieder geval aan de westelijke en oostelijke zijde van het strand.

Aan de meest westelijke en oostelijke (overgangszijde) kant duintjes creëren en helm inplanten teneinde op deze plekken een beschutter gebied voor bezoekers te maken.

De grenspaal moet zoveel mogelijk gehandhaafd op dezelfde plek en zoveel mogelijk zichtbaar blijven. Hiertoe moet de paal minimaal 1.00 meter boven maaiveld uit blijven steken.



Figuur 1 Eén van de twee nog aanwezige grenspalen, welke de scheiding tussen Walcheren en Zuid-Beveland markeren.

Bijlage 2.5: Aandachtspunten fauna ontwerpnota Oostelijke Sloehavendam / Kaloot



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 (0118) [Redacted] 0
[Redacted]s.nl

memo

Aandachtspunten natuur dijktraject Oostelijke Sloedam -
Kaloot

Datum
29 september 2009

Bijlage(n)

Kenmerk
PZDB-M-09213

Hoogwatervluchtplaatsen

- * het traject is niet of nauwelijks als hoogwatervluchtplaats in gebruik.
- * in 2007 is het traject hiertoe voor het laatst onderzocht, komende winter vindt dat opnieuw plaats (i.o.v. ZSP/WCT).
- * heb gebied te zuiden van het traject (Kaloot) wordt wel in enige mate als zodanig gebruikt.
- * een effect van de werkzaamheden op hvp's is vrijwel uitgesloten.

Laagwatertellingen

- * langs het traject ligt vnl strand, dat in slechts geringe mate door vogels wordt gebruikt om te foerageren. Een voorheen aanwezig slik dat door foeragerende vogels werd gebruikt, in de hoek dam/dijk, is vrijwel verdwenen.
- * het ten zuiden van het traject gelegen Kalootgebied wordt wel door foeragerende vogels bezocht.
- * een significant (tijdelijk) effect op foeragerende vogels is onwaarschijnlijk.

Broedvogels

- * er zijn recent verschillende broedvogelinventarisaties uitgevoerd i.o.v. de WCT-organisatie en ZSP. Het laatste onderzoek is in 2009 verricht, de resultaten komen binnenkort beschikbaar.
- * buitendijks broeden weinig vogels, maar daar zijn wel enkele kwalificerende soorten onder.
- * binnendijks, direct aan de andere zijde van de weg op de braakliggende terreinen van het havenbedrijf, bevinden zich o.a. grote broedkolonies van zilver- en mantelmeeuwen.
- * van de werkzaamheden kan een beperkt, waarschijnlijk verwaarsloosbaar, verstrend effect uitgaan op de aanwezige beperkte aantallen broedvogels. Transportbewegingen aan de andere zijde van de waterkering vallen in het niet bij de gebruikelijke verkeersbewegingen, en zullen niet van invloed zijn op de meeuwenkolonies. Gebruik van dergelijke terreinen voor opslag kan wel van invloed zijn. Buiten het broedseizoen werken blijft aan te raden.

Habitattypen

- * hoewel verdwenen, kwalificeert een deel van het gebied voor het traject zich voor het habitat 'dynamisch duin', het gaat daarbij om de hoek dam/dijk, en mogelijk een klein gedeelte aan de zuidzijde op de overgang naar de Kaloot.



Overige soorten

- * vooral in de noordwestelijke hoek bij de dam en aan de zuidkant, op de grens met de Kaloot, maar ook verspreid over het dijktraject zijn beschermde blauwe zeedistels waargenomen. De soort kan ook elders op het traject aanwezig zijn.
- * noordse woelmuizen komen niet voor, vleermuizen zijn niet aangetroffen bij recent onderzoek.
- * een voortplantingslocatie van de rugstreeppad bevindt zich op ongeveer 2 km afstand. In dit deel van het havengebied zijn nooit waarnemingen gedaan, maar het voorkomen van zwervende dieren is niet volledig uitgesloten.

Kansen

- * ligging aan dynamisch stuk zee biedt kansen voor soorten van zeereep, m.n. blauwe zeedistel, als dijklichaam kan worden afgerond met zand.

Met vriendelijke groet,

[Redacted signature]

Rijkswaterstaat Zeeland
Projectbureau Zeeweringen

Datum
29 september 2009

Kenmerk
PZDB-M-09213

Bijlage 2.6: Resultaten peilbuismetingen

Peilen buizen Sloedam

Meting ronde:

I	II	III	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
---	----	-----	---	----	-----	------	----	---	----	-----

Meetresultaten d.d. 13-01-2010

dp4	pb1	NAP +1.90 tot +2.90	tijd (meting)	9:12		10:25	11:53		13:19				15:00
	5,2		afstand waterniveau t.o.v. bovenzijde peilbuis	4,82		4,82	4,83		4,82				4,82
	1,98		bovenzijde peilbuis t.o.v. NAP	7,18	7,18	7,18	7,18	7,18	7,18	7,18	7,18	7,18	7,18
			waterstand in peilbuis t.o.v. NAP	2,36		2,36	2,35		2,36				2,36

pb2	NAP -1.10 tot -0.10	tijd (meting)	9:12		10:25	11:53		13:19		14:23		15:00
	8,2		afstand waterniveau t.o.v. bovenzijde peilbuis	5,46		5,46	5,46		5,41		5,39	5,40
	-1,05		bovenzijde peilbuis t.o.v. NAP	7,15	7,15	7,15	7,15	7,15	7,15	7,15	7,15	7,15
			waterstand in peilbuis t.o.v. NAP	1,69		1,69	1,69		1,74		1,76	1,75

dp8	pb3	NAP +1.65 tot +2.65	tijd (meting)	9:19		10:34	12:03		13:22				15:05
	5,11		afstand waterniveau t.o.v. bovenzijde peilbuis	4,36		4,36	4,36		4,36				4,36
	1,79		bovenzijde peilbuis t.o.v. NAP	6,90	6,90	6,90	6,90	6,90	6,90	6,90	6,90	6,90	6,90
			waterstand in peilbuis t.o.v. NAP	2,54		2,54	2,54		2,54				2,54

dp12	pb4	NAP +1.31 tot +2.31	tijd (meting)	9:26		10:40	12:10		13:26				15:09
	5,31		afstand waterniveau t.o.v. bovenzijde peilbuis	4,48		4,48	4,47		4,47				4,47
	1,69		bovenzijde peilbuis t.o.v. NAP	7,00	7,00	7,00	7,00	7,00	7,00	7,00	7,00	7,00	7,00
			waterstand in peilbuis t.o.v. NAP	2,52		2,52	2,53		2,53				2,53

pb5	NAP -0.69 tot +0.31	tijd (meting)	9:26		10:40	12:10		13:26		14:27		15:09
	8,96		afstand waterniveau t.o.v. bovenzijde peilbuis	5,07		5,08	5,07		4,93		4,91	4,94
	-1,99		bovenzijde peilbuis t.o.v. NAP	6,97	6,97	6,97	6,97	6,97	6,97	6,97	6,97	6,97
			waterstand in peilbuis t.o.v. NAP	1,90		1,89	1,90		2,04		2,06	2,03

dp16	pb6	NAP +1.20 tot +2.20	tijd (meting)	9:34		10:50	12:19		13:40				15:15
	5,51		afstand waterniveau t.o.v. bovenzijde peilbuis	4,27		4,28	4,28		4,28				4,27
	1,54		bovenzijde peilbuis t.o.v. NAP	7,05	7,05	7,05	7,05	7,05	7,05	7,05	7,05	7,05	7,05
			waterstand in peilbuis t.o.v. NAP	2,78		2,77	2,77		2,77				2,78

			Meting ronde:											
			I	II	III	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
dp19 pb7	NAP +0.96 tot +1.96	tijd (meting)	9:40	9:54	10:55	12:26	12:49	13:43	13:58	14:13	14:36	14:54	15:20	
	5,12	afstand waterniveau t.o.v. bovenzijde peilbuis	3,66	3,67	3,67	3,67	3,67	3,67	3,67	3,67	3,67	3,67	3,67	
	1,15	bovenzijde peilbuis t.o.v. NAP	6,27	6,27	6,27	6,27	6,27	6,27	6,27	6,27	6,27	6,27	6,27	
		waterstand in peilbuis t.o.v. NAP	2,61	2,60	2,60	2,60	2,60	2,60	2,60	2,60	2,60	2,60	2,60	

pb8	NAP -2.04 tot -1.04	tijd (meting)	9:40	9:54	10:55	12:26	12:49	13:43	13:58	14:13	14:36	14:54	15:20
	8,27	afstand waterniveau t.o.v. bovenzijde peilbuis	4,15	4,15	4,17	4,13	4,13	4,11	4,10	4,09	4,08	4,08	4,08
	-2,03	bovenzijde peilbuis t.o.v. NAP	6,24	6,24	6,24	6,24	6,24	6,24	6,24	6,24	6,24	6,24	6,24
		waterstand in peilbuis t.o.v. NAP	2,09	2,09	2,07	2,11	2,11	2,13	2,14	2,15	2,16	2,16	2,16

pb9	NAP -9.54 tot -8.54	tijd (meting)	9:40	9:54	10:55	12:26	12:49	13:43	13:58	14:13	14:36	14:54	15:20
	15,69	afstand waterniveau t.o.v. bovenzijde peilbuis	7,17	7,11	6,55	5,32	5,20	5,07	5,09	5,12	5,18	5,23	-
	-9,48	bovenzijde peilbuis t.o.v. NAP	6,21	6,21	6,21	6,21	6,21	6,21	6,21	6,21	6,21	6,21	6,21
		waterstand in peilbuis t.o.v. NAP	-0,96	-0,90	-0,34	0,89	1,01	1,14	1,12	1,09	1,03	0,98	-

dp23 pb10	NAP +1.29 tot +2.29	tijd (meting)	9:47		11:04	12:39		14:07					15:25
	5,13	afstand waterniveau t.o.v. bovenzijde peilbuis	4,70		4,79	4,78		4,78					4,78
	1,51	bovenzijde peilbuis t.o.v. NAP	6,64	6,64	6,64	6,64	6,64	6,64	6,64	6,64	6,64	6,64	6,64
		waterstand in peilbuis t.o.v. NAP	1,94		1,85	1,86		1,86					1,86

pb11	NAP -1.71 tot -0.71	tijd (meting)	9:47		11:04	12:39		14:07		14:45			15:25
	7,98	afstand waterniveau t.o.v. bovenzijde peilbuis	4,85		4,85	4,78		4,78		4,78			4,79
	-1,39	bovenzijde peilbuis t.o.v. NAP	6,59	6,59	6,59	6,59	6,59	6,59	6,59	6,59	6,59	6,59	6,59
		waterstand in peilbuis t.o.v. NAP	1,74		1,74	1,81		1,81		1,81			1,80

Bijlage 2.7: Kennismemo Bekledingskeuze Oostelijke Sloehavendam / Kaloot



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

memo

Bekledingskeuze Oostelijke Sloehavendam/Kaloot (dp 0 t/m dp 29)

Contactpersonen



Datum
September 2009

Kenmerk
PZDT-M-09323 ken

Bijlage(n)
Geen

Inleiding

Het Projectbureau Zeeweringen is belast met het vernieuwen van de steenbekledingen in Zeeland. In 2012 komt het dijkvak Oostelijke Sloehavendam/Kaloot in uitvoering. Momenteel wordt de nieuwe bekleding ontworpen.

Tussen de aanzet van de havendam en dijkpaal 30 is in de Oostelijke Sloehavendam een hoge grondwaterstand aangetroffen van ca. NAP +2,80 m. Deze heeft waarschijnlijk aan de basis gelegen van opgetreden vervormingen van de momenteel aanwezige bekleding. Verder is er op het dijkvak een grote golfbelasting.

Bij de keuze van de nieuwe bekleding dient voor het hele dijkvak rekening gehouden te worden met een hoge grondwaterstand (zie onder). Dit memo onderbouwt de keuze van de nieuwe bekleding.

Oorzaak hoge grondwaterstand

Het achterland van de Oostelijke Sloehavendam/Kaloot is een opgespoten industrieterrein met een breedte van ca. 1 km, een lengte van ca. 2,75 km en een maaiveldniveau van ca. NAP +5,2 m. Het terrein wordt aan 3 zijden begrensd door getijdewater (Westerschelde, Sloehaven en van Cittershaven) en is alleen aan de zuidoostzijde over de hele breedte van 1 km verbonden met Zuid-Beveland.

De hoge grondwaterstand wordt waarschijnlijk veroorzaakt door de hoogte en de breedte van het achterland in combinatie met een slecht doorlatende (natuurlijke) ondergrond:

De hoogte van het achterland maakt dat weinig of geen drainage nodig is om het terrein begaanbaar te houden. Er zijn dus geen poldersloten die het neerslagoverschot afvoeren en de grondwaterstand laag houden. Het neerslagoverschot moet dan afgevoerd worden via de randen en de ondergrond

van het terrein. De randen liggen relatief ver van elkaar en in de ondergrond is een slecht doorlatende kleilaag aanwezig. Hierdoor is een relatief groot verhang nodig om het neerslagoverschot af te kunnen laten stromen en stelt zich een hoge grondwaterstand in.

Rijkswaterstaat Zeeland
Projectbureau Zeeweringen

Datum
September 2009

Kenmerk
PZDT-M-09323 ken

Een hoge grondwaterstand treedt op langs het hele dijkvak, al dan niet na extreme neerslag.

Invloed van hoge grondwaterstand op bekleding

Als de bekleding doorlatender is dan de ondergrond (bv. open steenasfalt op geotextiel op een zandkern) dan voert de bekleding het grondwater sneller af dan de ondergrond het water aan kan voeren. In dat geval zijn er direct onder de bekleding geen hoge grondwaterdrukken, ook niet bij een hoge grondwaterstand in het dijklichaam.

Als de bekleding minder doorlatend is dan de ondergrond (bv. een steenzetting op een kleilaag of een (gesloten) asfaltbekleding), dan zijn er bij een hoge grondwaterstand in het dijklichaam ook hoge grondwaterdrukken onder de kleilaag of de asfaltbekleding. Als deze grondwaterdrukken hoger zijn dan het (opdrijf)gewicht van de bekleding (incl. kleilaag) dan kan deze in theorie opdrijven. Bij proeven is echter gebleken dat water onder een opgedreven bekleding makkelijk ontsnapt en dat het grondwater te traag toestroomt om de 'opdriving' in stand te houden.

In de praktijk is het onderscheid tussen een goed en een slecht doorlatende bekleding moeilijk te maken. Een hoge grondwaterstand in het dijklichaam uit zich in beide gevallen in één of meer van de volgende verschijnselen:

1. Er sijpelt continu water uit de bekleding;
2. Er is sprake van langzame vervormingen van de bekleding en de ondergrond (scheuren of spleten in de toplaag, verzakkingen en kleine S-profielen in het talud);
3. Aan de teen bevinden zich welletjes, die ook zand mee kunnen voeren;
4. Bij openbreken van de bekleding en/of boren in de eventuele kleilaag ontstaan wellen.

E.e.a. wordt in versterkte mate waargenomen na periodes met veel neerslag, omdat de grondwaterstand in de dijk dan hoger is.

De genoemde verschijnselen leiden tot hogere kosten voor beheer en onderhoud. Verder vormen de hoge grondwaterstand een veiligheidsrisico omdat de bekleding minder stabiel is: Doordat de ondergrond verzadigd is met water is er minder draagkracht en minder weerstand tegen o.a. golfbelasting. De vigerende toets- en rekenmethodes voor zowel steenzettingen als asfaltbekledingen gaan er dan ook van uit dat de grondwaterstand in het dijklichaam laag is. Er zijn geen toetsmethodes voor hoge grondwaterstanden en er wordt impliciet verondersteld dat deze worden voorkomen.

Opties voor bekleding Sloehavendam/Kaloot

Rijkswaterstaat Zeeland
Projectbureau Zeeweringen

De hoge grondwaterstand kan door de bekleding niet verholpen worden. Wel zal bij een goed doorlatende bekleding de grondwaterstand minder ver oplopen en zijn er geen grondwaterdrukken direct onder de bekleding. Een goed doorlatende bekleding is daardoor (relatief) minder kwetsbaar dan een slecht doorlatende bekleding.

Datum
September 2009

Kenmerk
PZDT-M-09323 ken

De grondwaterstand kan eventueel verlaagd worden door drainage aan de achterkant van de dam. Drainage is echter niet onfeilbaar en met name op termijn kan drainage minder goed gaan werken en kan zich opnieuw een hoge grondwaterstand instellen. Daarom mag de bekleding niet al te kwetsbaar zijn voor grondwaterdrukken en dient bij voorkeur veel reststerkte te hebben. Bij verminderde stabiliteit door een onverwacht hoge grondwaterstand zal het dan bij de ontwerp golfbelasting toch nog lang duren voor de bekleding daadwerkelijk bezwijkt.

Hieronder worden 4 opties voor een goed doorlatende bekleding en 3 opties voor een slecht doorlatende bekleding kort geëvalueerd.

Goed doorlatende bekleding van gezette steen

Om de bekleding als geheel goed doorlatend te laten zijn dient een onderlaag aangebracht te worden die een orde minder doorlatend is dan het filter, maar doorlatender dan de kern van de dijk. Dit komt neer op een onderlaag met een doorlatendheid van $1 \cdot 10^{-4}$ à $1 \cdot 10^{-3}$ m/s. Uitvoeringstechnisch is deze bandbreedte erg smal en kan op voorhand voor geen enkel materiaal gegarandeerd worden dat deze eis gehaald wordt. Mede gezien de grote ontwerp golfbelasting ligt deze (onbewezen) constructie dan ook niet voor de hand.

Goed doorlatende bekleding van losse breuksteen

Uit oriënterende berekeningen blijkt dat bij de ontwerp golfbelasting een steensortering van 1-3 ton nodig is. Deze sortering leidt tot een hoog materiaalverbruik, hoge kosten en een moeilijk te onderhouden talud wegens slechte begaanbaarheid. Ook in zones op het talud waar de golfbelasting lager is, zijn de sorteringen te groot om als alternatief voor de toe te passen bekleding te doen gelden.

Goed doorlatende breuksteenbekleding met patroonpenetratie van gietasfalt

Uit oriënterende berekeningen blijkt dat bij de ontwerp golfbelasting een steensortering van 300-1000 kg nodig is. Ook deze sortering leidt tot een hoog materiaalverbruik, hoge kosten en een slecht begaanbaar talud. In zones waar de golfbelasting lager is, zoals het onderste deel van het talud, is dit bekledingstype toepasbaar in een sortering van 40-200kg. Deze sortering is ten aanzien van materiaalgebruik, kosten en begaanbaarheid toelaatbaar. Het overlagen van de ondertafel met deze breuksteensortering, ingegoten met gietasfalt in een strokenpatroon biedt een doorlatende bekleding met een goede samenhang en een behoorlijke reststerkte.

Goed doorlatende bekleding van open steenasfalt, open colloïdaal beton of verlijmde steenslag

De golfbelasting op het dijkvak is zodanig dat een bekleding van open steenasfalt onvoldoende duurzaam is. De ervaringen met open colloïdaal beton zijn slecht omdat het bij de aanleg te gemakkelijk uitspoelt. Verlijmde steenslag is een innovatie die zich nog onvoldoende bewezen heeft.

In de onderhavige situatie zijn nieuwe vervormingen van de ondergrond niet uit te sluiten. Colloïdaal beton en verlijmde steenslag kunnen deze onvoldoende volgen.

Slecht doorlatende bekleding van gezette steen

De huidige granietbekleding toont aan dat een traditionele bekleding van gezette steen op een kleilaag onvoldoende bestand is tegen de aanwezige grondwaterdrukken. Dit is theoretisch mogelijk te verhelpen door over het hele talud een slecht doorlatende onderlaag van 2 à 3 m dikte aan te brengen, maar praktisch dit geen haalbare optie. Tevens heeft een gezette bekleding weinig reststerkte indien zich direct onder de gezette steen toch waterdruk opbouwt.

Slecht doorlatende bekleding van vol-en-zat met gietasfalt gepenetreerde breuksteen

Deze bekleding kenmerkt zich door haar grote samenhang en sterkte. Daardoor is ze minder kwetsbaar voor hoge grondwaterdrukken dan andere dichte bekledingen. Verder is deze bekleding erg taai en duurt het na een eerste schade nog lang voordat ze bezwijkt. Toepassing over het gehele talud zal er echter wel toe leiden dat er door de permanente aandrang van grondwater continu waterspanning onder de bekleding staat. Met name op het onderste deel van het talud, waar de waterspanningen het hoogst zijn, vergroot dit de kans op opdrijven van de bekleding. Dit is theoretisch mogelijk te verhelpen door een laagdikte van meer dan 1 m aan te brengen. Dit is economisch gezien geen haalbare optie. Een vol-en-zat met gietasfalt gepenetreerde breuksteen bekleding is technisch echter goed toepasbaar op de zone boven gemiddeld hoogwater.

Slecht doorlatende bekleding van waterbouwasfaltbeton

Bij de gebruikelijke diktes is deze bekleding onvoldoende bestand tegen grondwaterdrukken en heeft weinig reststerkte. Bij grotere diktes kan deze bekleding even goed presteren als een bekleding van vol-en-zat gepenetreerde breuksteen, maar is dan economisch niet meer concurrerend.

Conclusies en advies

Op het hele dijkvak Sloehavendam/Kaloot treedt een hoge grondwaterstand op. Hiermee dient rekening gehouden te worden bij de keuze van de bekleding.

Een goed doorlatende bekleding is minder kwetsbaar voor een hoge grondwaterstand dan een slecht doorlatende bekleding, maar in beide gevallen vermindert een hoge grondwaterstand in het dijklichaam de stabiliteit van de bekleding.

Een goed doorlatende bekleding is op de Sloehavendam enkel haalbaar op de ondertafel van het talud, middels het overlagen van de huidige bekleding met breuksteen 40-200kg en welke patroongepenetreerd (stroken) wordt met gietasfalt. Een slecht doorlatende bekleding op de ondertafel is ten gevolge van de optredende wateroverdrukken bovendien ongewenst. Op de boventafel is de golfaanval het grootst, en zullen de waterspanningen niet zo groot zijn als op de ondertafel, waardoor een ondoorlatende bekleding van vol-en-zat met gietasfalt gepenetreerde breuksteen het meest geschikt is.

Bijlage 2.8: Memo Analyse overslag Oostelijke Sloehavendam + Beëindiging versterking



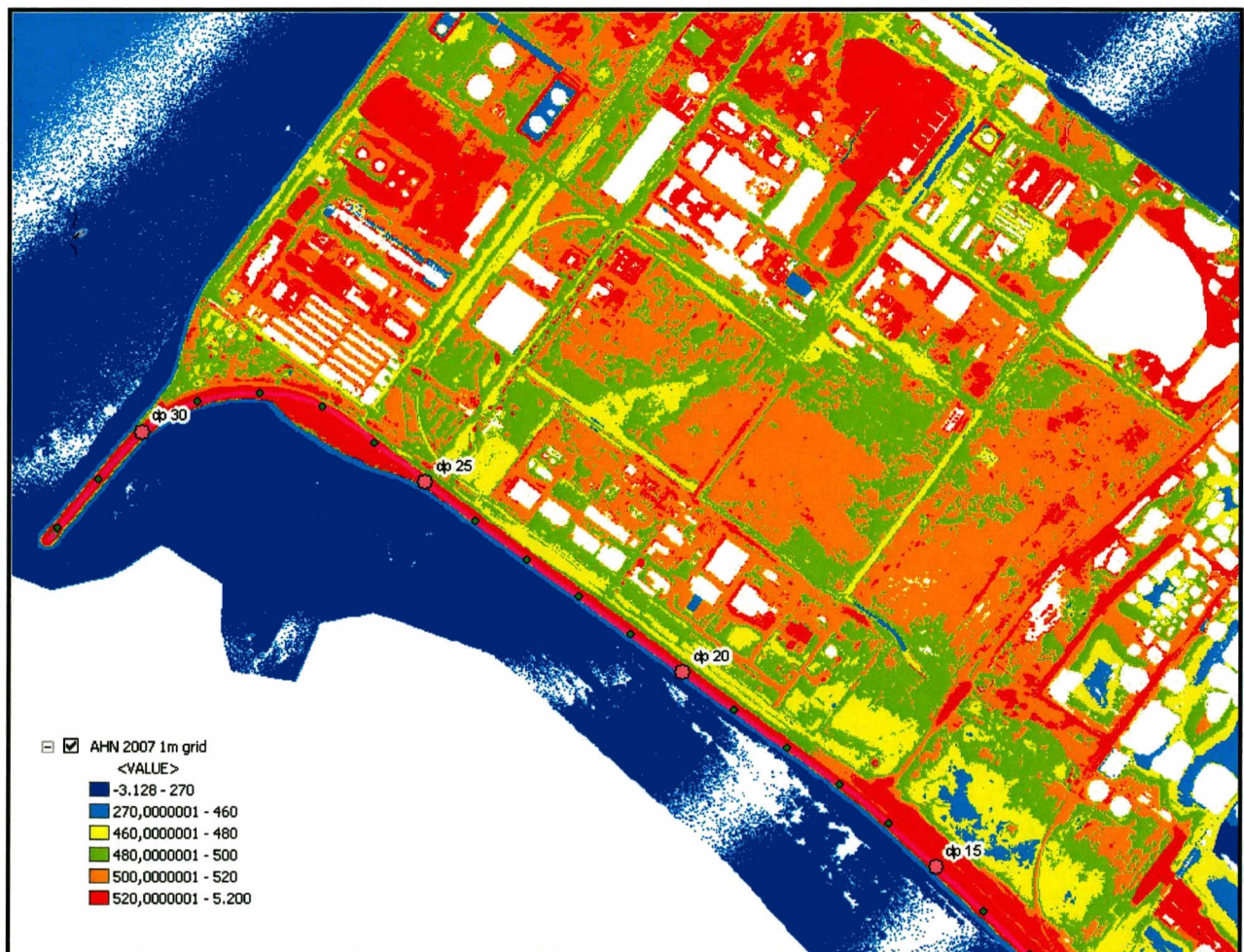
Waterschap **Zeeuwse Eilanden**

Memo

Aan : Project bureau Zeeweringen, [REDACTED]
van : [REDACTED]
Afschrift : [REDACTED]
Datum : 26 maart 2010
Betreft : ANALYSE OVERSLAG OOSTELIJKE SLOEHAVENDAM + BEËINDIGING VERSTERKING
Referentie : wwbp1hs 2010 memo 0326 Analyse overslag oostelijke sloehavendam HR2006.doc

1. Inleiding

De oostelijke Sloehavendam zorgt voor bescherming van het buitendijkse haventerrein en het achterliggende polderland. De reductie van de golfaanval tijdens minder extreme stormvloeden op de direct achterliggende haventerreinen is sterk afhankelijk van de optredende waterstand en de aanwezige kruinhoogte van de havendam. De hoogteligging van het haventerrein is dusdanig dat vanaf een waterstand van 5 meter + NAP het terrein via de kades in de Sloehaven zal onderlopen.



Figuur 1, Situatie met hoogteligging op basis van AHN-2 uit 2007

Hydraulische Belasting

Met hydra-k zijn de hydraulische belastingen bepaald. In onderstaande tabel wordt de hydraulische belasting in het illustratiepunt ter plaatse van Oostelijke sloehavendam voor verschillende (gemiddelde) herhalingstijden gepresenteerd.

herhal. tijd	MHW	HMO	TM-1,0	β	swl
4.000	5,4400	2,450	6,000	0,000	5,440
400	4,9300	2,170	5,720	0,000	4,930
100	4,3600	2,140	5,590	0,000	4,360
40	4,1500	2,000	5,450	0,000	4,150
10	3,8000	1,750	5,200	0,000	3,800
4	3,5200	1,600	5,000	0,000	3,520
1	3,1000	1,270	4,670	0,000	3,100

Uit de tabel blijkt dat gemiddeld minder dan één keer per 400 jaar het haventerrein onder water zal lopen. Bij maatgevende omstandigheden (1/4000) zal een waterschijf van ± 40 cm op het terrein te verwachten zijn.

2. Resulterende overslag bij verschillende kruinhoogten en herhalingstijden

Met het spreadsheetmodel van PC-overslag zijn overslagberekeningen gemaakt. Hierbij is uitgegaan van het aanwezig profiel met een buitentalud van 1 op 4 zonder buitenberm en vier verschillende kruinhoogten (6,50, 6,80, 7,30 en 7,80 m+NAP). In onderstaande tabel worden de resultaten weergegeven. De huidige kruin van de dijk ligt grotendeels op 6,50 m +NAP.

HR2006 Hydra-K		Gemiddeld overslagdebiet (l/s/m)				ontwerp kruinhoogte	
herhal. tijd	MHW	hkr = 6,5 m +NAP	hkr = 6,8 m +NAP	hkr = 7,3 m +NAP	hkr = 7,8 m +NAP	hKruin (z2%)	hKruin q=1l/s/m
4.000	5,4400	407,32	262,38	126,07	60,57	10,57	10,60
400	4,9300	125,10	76,63	33,85	14,95	9,54	9,46
100	4,3600	42,71	25,78	11,11	4,79	8,83	8,73
40	4,1500	21,47	12,56	5,14	2,11	8,36	8,22
10	3,8000	5,37	2,94	1,08	0,40	7,56	7,34
4	3,5200	1,60	0,83	0,28	0,09	6,98	6,72
1	3,1000	0,11	0,05	0,01	0,00	5,98	5,64

In de laatste 2 kolommen worden de ontwerpwaarden voor kruinhoogte gegeven op basis van oploop (z2%) en overslag van 1 l/s/m. De ontwerpuitgangspunten bij een gemiddelde herhalingstijd van 4000 jaar horen bij dijken en niet bij havendammen.

3. Erosiebestendigheid

Afhankelijk van de aanwezige kruinhoogte zal onder maatgevende omstandigheden de gemiddelde overslag 60 à 400 l/s/m bedragen. Voor de binnenteen zal de maximale belastingsituatie optreden bij een waterstand van 5 meter +NAP, omdat bij een hogere waterstand het haventerrein onder water zal staan. De gemiddelde overslag ligt dan in de orde van 15 à 125 l/s/m. Om de schade beheersbaar te houden is het derhalve noodzakelijk dat het buitenbeloop, de kruin en het binnenbeloop overslagbestendig worden gemaakt.

Door het toepassen van open steenasfalt met een laagdikte van 20 cm op het buitentalud boven MHW tot en met binnenteen wordt de erosiebestendigheid bereikt en zal de havendam zonder schade de delvastorm kunnen weerstaan.

4. Optimalisatie kruinhoogte

Door het erosiebestendige ontwerp van de havendam hoeft bij de optimalisatie van de kruinhoogte alleen gekeken te worden naar de mate van wateroverlast op het achterliggende buitendijkse haventerrein rekening houdend met de hoogte van het haventerrein zelf.

Voor het achterliggende terrein representeert een kruinhoogte van minimaal 9,50 m +NAP het optimum: geen significante overslag tot het moment dat het terrein via de kades gaat onderlopen.

Om een betere inschatting te kunnen maken van de mate van overlast worden de volgende twee (theoretische) invalshoeken beschouwd.

- a) **Resulterende waterdiepte bij alleen berging**, met een bergingbreedte van 250 meter en representatieve belastingduur van 3 uur voor het bepalen van het totale overslagvolume.
- b) **Stroomsnelheid bij volledige afstroming** over een oppervlakte van 0,5 x 50 meter met een representatieve overslaglengte van 3 km.

buffer=250 m		a. resulterende waterdiepte (m) met alleen berging				b. stroomsnelheid (m/s) bij L=3000 m en stroomopp = 0,5 x 50 m ²			
herhal. tijd	MHW	hkr = 6,5 m +NAP	hkr = 6,8 m +NAP	hkr = 7,3 m +NAP	hkr = 7,8 m +NAP	hkr = 6,5 m +NAP	hkr = 6,8 m +NAP	hkr = 7,3 m +NAP	hkr = 7,8 m +NAP
4.000	5,4400	17,60	11,33	5,45	2,62	48,88	31,49	15,13	7,27
400	4,9300	5,40	3,31	1,46	0,65	15,01	9,20	4,06	1,79
100	4,3600	1,85	1,11	0,48	0,21	5,13	3,09	1,33	0,57
40	4,1500	0,93	0,54	0,22	0,09	2,58	1,51	0,62	0,25
10	3,8000	0,23	0,13	0,05	0,02	0,64	0,35	0,13	0,05
4	3,5200	0,07	0,04	0,01	0,00	0,19	0,10	0,03	0,01
1	3,1000	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,01	0,00	0,00

Uit de tabel blijkt dat in de huidige situatie (met een kruinhoogte van 6,50 m+NAP) 1 keer in de 10 jaar een waterschijf van 20 cm te verwachten is. Bij een kruinhoogte van 7,8 m +NAP zou dit slechts 1 keer per 100 jaar voorkomen.

Grotere waterschijven leiden sowieso tot afstroming en hebben geen praktische betekenis.

Voor het bepalen van een representatieve stroomsnelheid wordt met een doorstromingsoppervlakte van 25 m² gerekend (=0,5 x 50 m²). In de huidige situatie is dan 1 keer in de 20 jaar een maximale stroomsnelheid van 1 m/s te verwachten. Bij een kruinhoogte van 7,8 meter is dit 1 keer in de 200 jaar.

Door de kruin met 30 cm te verhogen (van 6,50 naar 6,80 m+NAP) wordt de overlast met een factor van 1,5 à 2 gereduceerd. Iedere verhoging van 0,50 meter verkleint de overlast met een factor van 2,5 à 3. Dus een verhoging van één meter verkleint de overlast met een factor van 6 à 9. (2,5² à 3²).

Conclusie

Gezien het grote verschil tussen de optimale hoogte (9,50 m+NAP) en de aanwezige hoogte (6,50 m+NAP) wordt geadviseerd om een maximale hoogte te realiseren binnen het bestaande dijklichaam. Hiervoor wordt geadviseerd om uit te gaan van een binnenbeloop van maximaal 1:2,5, een kruin van 2 meter breedte en een buitenbeloop boven MHW van maximaal 1:3,5. Hiermee kan een aanleghoogte van minimaal 6,8 m+NAP worden gerealiseerd¹.

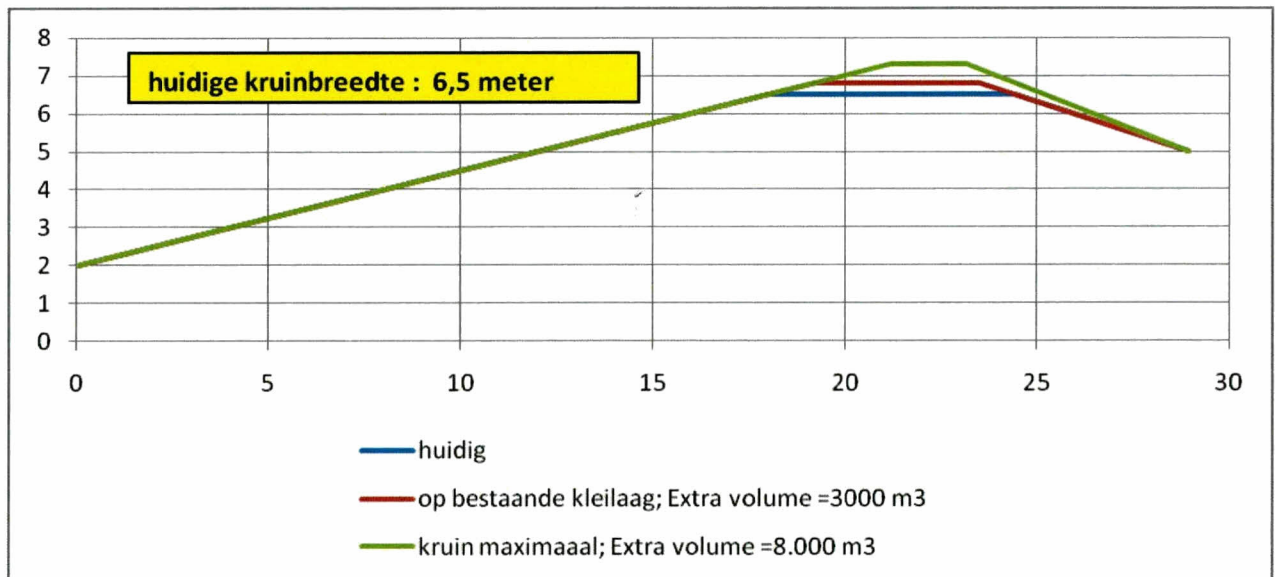
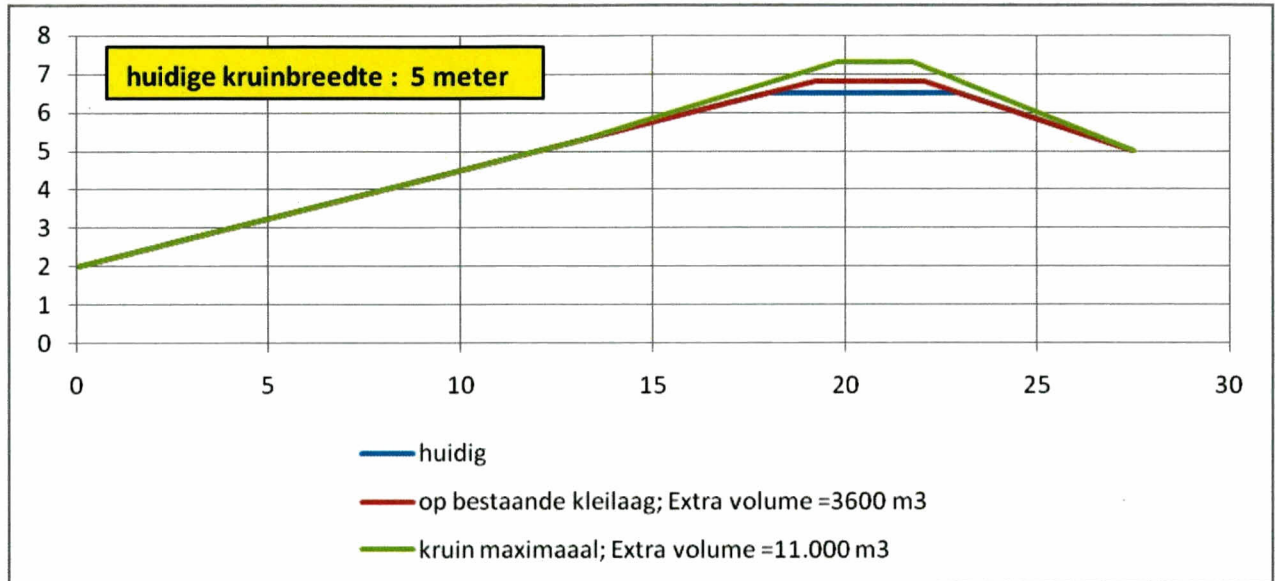
Verder wordt geadviseerd om de beëindiging aan de binnenkant van de open steenasfalt dusdanig uit te voeren dat het wegzakken van regenwater tussen weg en binnenteen niet extra belemmerd wordt.

Vervolg

Voor de Beëindiging in langsrichting van het werk wordt verwezen naar het memo "wwbplhs 2010 memo 0412 Beëindiging oostelijke sloehavendam.doc".

¹ Voor de verhoging van 6,8 meter naar 7,3 meter +NAP over een lengte van 3 km is 8.000 à 11.000 m³ klei nodig. Zie bijlage 1

Bijlage 1



Bijlage 2.9: Memo Beëindiging Oostelijke Sloehavendam



Waterschap **Zeeuwse Eilanden**

Memo

Aan : Project bureau Zeeweringen, [REDACTED]
van : [REDACTED]
Datum : 26 maart 2010
Betreft : BEËINDIGING OOSTELIJKE SLOEHAVENDAM
Referentie : wwbp1hs 2010 memo 0412 Beëindiging oostelijke sloehavendam.doc

1. Inleiding

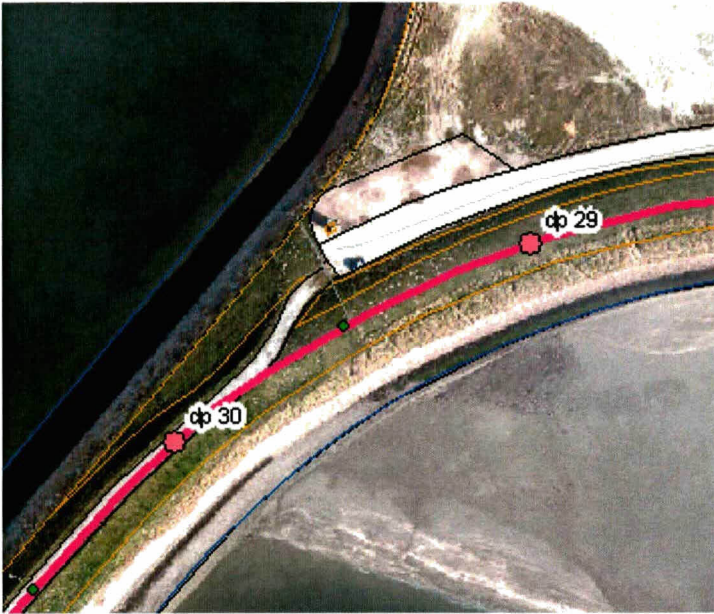
Het werk langs de Oostelijke Sloehavendam dient aan te sluiten op de dijk bij de kerncentrale (ws dp 573). De 3,2 kilometer lange havendam zorgt voor golfreductie op de achterliggende waterkering. Tijdens maatgevende omstandigheden is weliswaar schade toegestaan aan de havendam zelf, maar omdat dit alleen beheersbare schade betreft zal toch de bekleding van de havendam versterkt moeten worden. Bij de haveningang (dp 29- dp32) heeft schade geen negatieve consequenties op de achterliggende mits schadegroei verhinderd is.



Figuur 1, Situatie met dijkpaalnummering

2. Beëindiging bij haveningang (dp29-dp30)

Vanaf dp 29 kan de versterking beëindigd worden. Voorwaarde hierbij is dat de constructie dusdanig wordt uitgevoerd dat de kans op achterloopsheid verwaarloosbaar is. Aan binnenzijde dient de constructie vanaf MV (5 m +NAP) tot een hoogte van 0 m+NAP te worden doorgezet over een lengte van 50 meter en vervolgens over een lengte van 50 meter geleidelijk laten aansluiten op de reguliere verzwaring (open steenasfalt t/m binnenteen op 5 m+NAP).

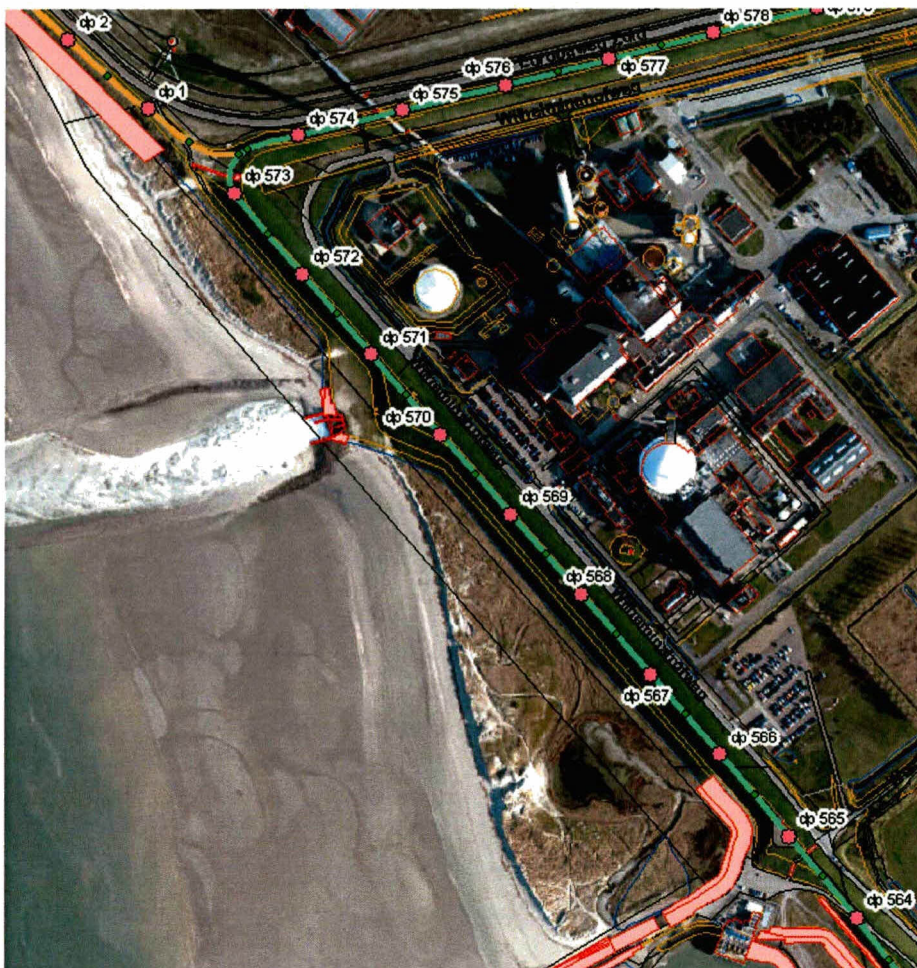


Bij een beëindiging tussen dp 29 en 29,3 is er geen aansluiting nodig met de bestaande bekleding aan de binnenzijde van de havendam. Wel dient de bekleding te worden doorgezet tot aan 0 m + NAP.

Vanaf dp29,5 moet juist wel een goede aansluiting met de bestaande bekleding aan de binnenzijde worden gerealiseerd.

3. Beëindiging bij Kerncentrale (dp0)

In het kader van Project Zeeweringen zijn de werken uitgevoerd t/m 570. Tot en met de inlaat (-dp566) is een harde bekleding versterkt. Tussen de inlaat en de uitlaat (dp 566-570) is extra klei aangebracht vanaf 1 m onder het maaiveld van het schor tot en met de berm. Op het beloop is de dikte minimaal 1 meter en op de berm maximaal 0,5 meter (te controleren door WZE !!!). Deze kleiaanvulling is nog niet in het beheerregister verwerkt !.



De veiligheid van de waterkering tussen de inlaat en de uitlaat wordt geleverd door een kleidijk met een hoogliggend strand. Het duingebed zal tijdens storm ongevormd worden tot een strand waarbij de golfreductie ertoe bijdraagt dat de kleidijk slechts kort tijdens het hoogtepunt van de storm belast zal worden.

Uitlaat kerncentrale

De bekleding bij de uitlaat dient te worden versterkt zodat de kans op schade tijdens maatgevende omstandigheden nihil zal zijn.

Tussen uitlaat en begin havendam

Door de aanwezigheid van een hoog liggend strand met een smal duin wordt voor dit traject uitgegaan van een kleidijk. Hiertoe dient op het buitenbeloop 1 meter klei vanaf 1 m + NAP tot en met de kruin worden aangebracht. Zolang er een droog strand met een breedte van minimaal 20 meter aanwezig is, voldoet de waterkering als kleidijk. De verwachting is dat voor de komende 50 jaar zonder verdere aanvulling deze situatie zal blijven bestaan.

Aansluiting havendam

De overlaging op de havendam moet met een overlap van 50 meter worden aangesloten op de kleioverlaging van het traject dp 570 – dp 573. De binnenkant versterft op de klei. Aande buitenzijde gaat de overlaging over de nieuwe kleiaanvulling.

Bijlage 3 Berekeningen

Bijlage 3.1: Ontwerpberekeningen bekleding

verwijder invoer
kreukelberm

POLDER	Oostelijke Sloehavendam
DIJKVAKNR	18b

Invoer Algemeen		
Gebied: OS/WS/NZ	ws	
Breuksteen als overlaging	<input checked="" type="radio"/>	
Breuksteen op geotextiel op klei/zand	<input type="radio"/>	
Schorrandverdediging	<input type="radio"/>	
Havendam?	<input type="checkbox"/>	
parameter	eenheid	
cot α	[-]	3,90
H _a	[m]	1,1
T _p	[s]	6,8
dikte kleilaag	[m]	
T _p /T _m	[-]	1,1
γ	[-]	0,86
P	[-]	0,10
ρ _w	[ton/m ³]	1,025
N	[-]	2000
S	[-]	4

Tussenresultaten losse breuksteen		
E _{50p}	[-]	2,08
E _{50m}	[-]	1,89
E _{50c}	[-]	2,05
soort golf		plunging
AD ₁₅₀	[m]	0,70

Patroon penetraties		
parameter	eenheid	
cot α	[-]	3,9
H _a	[m]	1,1
T _p	[s]	6,8
ρ _w	[ton/m ³]	1,025
φ _u (patroon-stippen)	[-]	3,4
φ _u (patroon-stroken)	[-]	5
b	[-]	0,6

Tussenresultaten		
E _{50p}	[-]	2,08
AD ₁₅₀ stippen	[m]	0,52
AD ₁₅₀ stroken	[m]	0,35

Vol en zat penetratie met dicht colloidaal beton		
holle ruimte percentage	[%]	
cot α	[-]	3,9
H _a	[m]	1,1
T _p	[s]	6,8
ρ _w	[ton/m ³]	1,025
ρ _b	[ton/m ³]	2,25

Vol en zat breuksteen op klei/zand asfalt en beton		
controle op stat. overdrukken onder de kleilaag		
parameter	eenheid	
niveau onderkant bekleding	[m t.o.v. NAP]	
ontwerppeil	[m t.o.v. NAP]	
cot α	[-]	3,9
breedte gesloten teen	[m]	
lengte damwandscherm	[m]	
ρ _{steen gem}	[ton/m ³]	
holle ruimte percentage	[%]	
dikte kleilaag	[m]	0
ρ _{penetratiemateriaal}	[ton/m ³]	2,2
ρ _w	[ton/m ³]	1,025
ρ _{klei}	[ton/m ³]	2
Q _n	[-]	1,06
R _w	[-]	1
parameter	eenheid	
ρ _{bekleding}	[ton/m ³]	0
r	[m]	0,00
q	[m]	0,00
z+r of z+q	[m]	0,00
d _{min}	[m]	nvt

OVERZICHT UITVOER																			
Ontwerp op golfbelasting																			
ρ _s [ton/m ³]	losse breuksteen						patroon penetratie						Bijbehorende range						
	stippen			stroken			losse breuksteen			stippen			stroken						
	D ₁₅₀ [m]	M ₅₀ [kg]	sortering [kg]	D ₁₅₀ [m]	M ₅₀ [kg]	sortering [kg]	D ₁₅₀ [m]	M ₅₀ [kg]	sortering [kg]	ΔD ₁₅₀ [m]	D ₁₅₀ [m]	M ₅₀ [kg]	ΔD ₁₅₀ [-]	D ₁₅₀ [m]	M ₅₀ [kg]	ΔD ₁₅₀ [m]	D ₁₅₀ [m]	M ₅₀ [kg]	
2,65	0,439	223,97	300 - 1000	0,33	92,38	40 - 200	0,22	29,05	40-200 [10-60]	0,96 - 1,05	0,61 - 0,66	594 - 759	0,52 - 0,59	0,33 - 0,37	92 - 138	0,34 - 0,4	0,21 - 0,26	25,2 - 44,1	
2,7	0,43	208,37	300 - 1000	0,32	85,94	40 - 200	0,22	27,02	40-200 [10-60]	0,99 - 1,07	0,6 - 0,66	594 - 759	0,53 - 0,61	0,32 - 0,37	92 - 138	0,34 - 0,41	0,21 - 0,25	25,2 - 44,1	
2,75	0,41	194,30	300 - 1000	0,31	80,14	40 - 200	0,21	25,20	40-200 [10-60]	1,01 - 1,1	0,6 - 0,65	594 - 759	0,54 - 0,62	0,32 - 0,37	92 - 138	0,35 - 0,42	0,21 - 0,25	25,2 - 44,1	
2,8	0,40	181,58	60 - 300	0,30	74,89	40 - 200	0,20	23,55	40-200 [10-60]	0,64 - 0,75	0,37 - 0,43	144 - 228	0,55 - 0,63	0,32 - 0,37	92 - 138	0,36 - 0,43	0,21 - 0,25	25,2 - 44,1	
2,85	0,39	170,05	60 - 300	0,29	70,14	40 - 200	0,20	22,05	40-200 [10-60]	0,66 - 0,77	0,37 - 0,43	144 - 228	0,57 - 0,65	0,32 - 0,36	92 - 138	0,37 - 0,44	0,21 - 0,25	25,2 - 44,1	
2,9	0,38	159,55	60 - 300	0,28	65,81	40 - 200	0,19	20,69	40-200 [10-60]	0,67 - 0,78	0,37 - 0,43	144 - 228	0,58 - 0,66	0,32 - 0,36	92 - 138	0,38 - 0,45	0,21 - 0,25	25,2 - 44,1	
2,95	0,37	149,98	60 - 300	0,28	61,86	40 - 200	0,19	19,45	40-200 [10-60]	0,69 - 0,8	0,37 - 0,43	144 - 228	0,59 - 0,68	0,31 - 0,36	92 - 138	0,38 - 0,46	0,2 - 0,25	25,2 - 44,1	
3	0,36	141,23	60 - 300	0,27	58,25	40 - 200	0,18	18,32	40-200 [5-40]	0,7 - 0,82	0,36 - 0,42	144 - 228	0,6 - 0,69	0,31 - 0,36	92 - 138	0,31 - 0,39	0,16 - 0,2	12,5 - 25	
3,05	0,35	133,21	60 - 300	0,26	54,94	40 - 200	0,18	17,28	40-200 [5-40]	0,71 - 0,83	0,36 - 0,42	144 - 228	0,61 - 0,7	0,31 - 0,36	92 - 138	0,32 - 0,4	0,16 - 0,2	12,5 - 25	
3,1	0,34	125,84	60 - 300	0,26	51,90	40 - 200	0,17	16,32	40-200 [5-40]	0,73 - 0,85	0,36 - 0,42	144 - 228	0,63 - 0,72	0,31 - 0,35	92 - 138	0,32 - 0,41	0,16 - 0,2	12,5 - 25	
3,15	0,34	119,05	60 - 300	0,25	49,10	40 - 200	0,17	15,44	40-200 [5-40]	0,74 - 0,86	0,36 - 0,42	144 - 228	0,64 - 0,73	0,31 - 0,35	92 - 138	0,33 - 0,41	0,16 - 0,2	12,5 - 25	
3,2	0,33	112,79	40 - 200	0,24	46,52	40 - 200	0,17	14,63	40-200 [5-40]	0,65 - 0,74	0,31 - 0,35	92 - 138	0,65 - 0,74	0,31 - 0,35	92 - 138	0,33 - 0,42	0,16 - 0,2	12,5 - 25	
3,25	0,32	107,00	40 - 200	0,24	44,13	40 - 200	0,16	13,88	40-200 [5-40]	0,66 - 0,76	0,3 - 0,35	92 - 138	0,66 - 0,76	0,3 - 0,35	92 - 138	0,34 - 0,43	0,16 - 0,2	12,5 - 25	
3,3	0,31	101,64	40 - 200	0,23	41,92	40 - 200	0,16	13,18	40-200 [5-40]	0,67 - 0,77	0,3 - 0,35	92 - 138	0,67 - 0,77	0,3 - 0,35	92 - 138	0,35 - 0,44	0,16 - 0,2	12,5 - 25	
3,35	0,31	96,67	40 - 200	0,23	39,87	40 - 200	0,16	12,54	40-200 [5-40]	0,68 - 0,78	0,3 - 0,35	92 - 138	0,68 - 0,78	0,3 - 0,35	92 - 138	0,35 - 0,44	0,16 - 0,2	12,5 - 25	
3,4	0,30	92,04	40 - 200	0,22	37,96	40 - 200	0,15	11,94	40-200 [5-40]	0,7 - 0,8	0,3 - 0,34	92 - 138	0,7 - 0,8	0,3 - 0,34	92 - 138	0,36 - 0,45	0,15 - 0,19	12,5 - 25	
3,45	0,29	87,74	40 - 200	0,22	36,19	40 - 200	0,15	11,38	40-200 [5-40]	0,71 - 0,81	0,3 - 0,34	92 - 138	0,71 - 0,81	0,3 - 0,34	92 - 138	0,36 - 0,46	0,15 - 0,19	12,5 - 25	
3,5	0,29	83,72	40 - 200	0,21	34,53	40-200 [10-60]	0,15	10,86	40-200 [5-40]	0,72 - 0,82	0,3 - 0,34	92 - 138	0,72 - 0,82	0,19 - 0,23	25,2 - 44,1	0,37 - 0,47	0,15 - 0,19	12,5 - 25	
3,55	0,28	79,97	40 - 200	0,21	32,99	40-200 [10-60]	0,14	10,37	40-200 [5-40]	0,73 - 0,83	0,3 - 0,34	92 - 138	0,73 - 0,83	0,19 - 0,23	25,2 - 44,1	0,37 - 0,47	0,15 - 0,19	12,5 - 25	
3,6	0,28	76,47	40 - 200	0,21	31,54	40-200 [10-60]	0,14	9,92	40-200 [5-40]	0,74 - 0,85	0,29 - 0,34	92 - 138	0,74 - 0,85	0,19 - 0,23	25,2 - 44,1	0,38 - 0,48	0,15 - 0,19	12,5 - 25	
3,65	0,27	73,18	40 - 200	0,20	30,18	40-200 [10-60]	0,14	9,49	40-200 [5-40]	0,75 - 0,86	0,29 - 0,34	92 - 138	0,75 - 0,86	0,19 - 0,23	25,2 - 44,1	0,39 - 0,49	0,15 - 0,19	12,5 - 25	

OVERZICHT UITVOER		
Ontwerp op golfbelasting		
ρ _s [ton/m ³]	vol en zat penetratie met dicht coll. beton	
	ρ _{beton} [ton/m ³]	D _{min} [m]
2,65		
2,7		
2,75		
2,8		
2,85		
2,9		
2,95		
3		
3,05		
3,1		
3,15		
3,2		
3,25		
3,3		
3,35		
3,4		
3,45		
3,5		
3,55		
3,6		
3,65		

Ruimte voor opmerkingen:

Uit de berekening volgt dat een sortering (patroongepenteerd) van 10-60kg volstaat. Vanwege uitvoeringsrisico van het ongewenst dichtgeraken van de overlaging aan de onderzijde wordt een minimale sortering van 40-200kg geadviseerd en voor dit ontwerp aangehouden.

De overlaging wordt aangebracht met de onderzijde op een niveau van NAP +2,10 Voor de bovenzijde van de overlaging wordt de laagdikte hierbij opgeteld: NAP +2,10 m + 0,7 = NAP +2,80 m

Bij het bepalen van de golfcondities is met de bijbehorende Hs en Tp van deze waterstand gerekend.

Controle op afschuiving		
Losse breuksteen direct op klei		
parameter	eenheid	
H _a	[m]	1,1
cos α	[-]	0,97
ρ _{klei}	[ton/m ³]	1,80
benodigde ΔD breuksteen + klei	[-]	0,45
aanwezige ΔD breuksteen + klei	[m]	0,49
parameter	eenheid	
controle op afschuiving		
bij breuksteen direct op klei	twijfel/goed	
bij steen van 2,65 ton/m3		

verwijder invoer
kreukelberm

POLDER	Oostelijke Sloehavendam
DIJKVAKNR	18a

Invoer Algemeen		
Gebied: OS/WS/NZ	ws	⊙
Breuksteen als overlaging		⊙
Breuksteen op geotextiel op klei/zand		⊙
Schorrandverdediging		⊙
Havendam?		<input type="checkbox"/>
parameter	eenheid	
cot α	[-]	3,90
H _a	[m]	1,9
T _p	[s]	7,6
dikte kleilaag	[m]	
T _p /T _m	[-]	1,1
Y	[-]	0,90
P	[-]	0,10
ρ _w	[ton/m ³]	1,025
N	[-]	2000
S	[-]	4

Tussenresultaten losse breuksteen		
E _{50p}	[-]	1,77
E _{50m}	[-]	1,61
E _{50c}	[-]	2,05
soort golf		plunging
ΔD ₁₅₀	[m]	1,06

Patroon penetraties		
parameter	eenheid	
cot α	[-]	3,9
H _a	[m]	1,9
T _p	[s]	7,6
ρ _w	[ton/m ³]	1,025
φ _u (patroon-stippen)	[-]	3,4
φ _u (patroon-stroken)	[-]	5
b	[-]	0,6

Tussenresultaten		
E _{50p}	[-]	1,77
ΔD ₁₅₀ stippen	[m]	0,81
ΔD ₁₅₀ stroken	[m]	0,55

Vol en zat penetratie met dicht colloidaal beton		
controle op golfklap		
parameter	eenheid	
holle ruimte percentage	[%]	
cot α	[-]	3,9
H _a	[m]	1,9
T _p	[s]	7,6
ρ _w	[ton/m ³]	1,025
ρ _b	[ton/m ³]	2,25

Vol en zat breuksteen op klei/zand asfalt en beton		
controle op stat. overdrukken onder de kleilaag		
parameter	eenheid	
niveau onderkant bekleding	[m t.o.v. NAP]	
ontwerppeil	[m t.o.v. NAP]	
cot α	[-]	3,9
breedte gesloten teen	[m]	
lengte damwandscherm	[m]	
ρ _{steen gem}	[ton/m ³]	
holle ruimte percentage	[%]	
dikte kleilaag	[m]	0
ρ _{penetratiemateriaal}	[ton/m ³]	2,2
ρ _w	[ton/m ³]	1,025
ρ _{klei}	[ton/m ³]	2
Q _n	[-]	1,06
R _w	[-]	1

Uitvoer		
ρ _{bekleding}	[ton/m ³]	0
r	[m]	0,00
q	[m]	0,00
z+r of z+q	[m]	0,00
d _{min}	[m]	nvt

OVERZICHT UITVOER																								
Ontwerp op golfbelasting																								
ρ _s [ton/m ³]	losse breuksteen						patroon penetratie						Bijbehorende range											
	stippen			stroken			stippen			stroken			losse breuksteen				stippen				stroken			
	D ₁₅₀ [m]	M ₅₀ [kg]	sortering [kg]	D ₁₅₀ [m]	M ₅₀ [kg]	sortering [kg]	D ₁₅₀ [m]	M ₅₀ [kg]	sortering [kg]	D ₁₅₀ [m]	M ₅₀ [kg]	sortering [kg]	ΔD ₁₅₀ [m]	D ₁₅₀ [m]	M ₅₀ [kg]	1819 - 2247	0,96 - 1,05	D ₁₅₀ [m]	M ₅₀ [kg]	594 - 759	0,52 - 0,59	D ₁₅₀ [m]	M ₅₀ [kg]	92 - 138
2,65	0,671	800,31	1000 - 3000	0,51	355,61	300 - 1000	0,35	111,81	40 - 200	1,4 - 1,5	0,88 - 0,95	1819 - 2247	0,96 - 1,05	0,61 - 0,66	594 - 759	0,52 - 0,59	0,33 - 0,37	92 - 138						
2,7	0,65	744,55	1000 - 3000	0,50	330,83	300 - 1000	0,34	104,02	40 - 200	1,43 - 1,54	0,88 - 0,94	1819 - 2247	0,99 - 1,07	0,6 - 0,66	594 - 759	0,53 - 0,61	0,32 - 0,37	92 - 138						
2,75	0,63	694,29	1000 - 3000	0,48	308,50	300 - 1000	0,33	97,00	40 - 200	1,47 - 1,57	0,87 - 0,93	1819 - 2247	1,01 - 1,1	0,6 - 0,65	594 - 759	0,54 - 0,62	0,32 - 0,37	92 - 138						
2,8	0,61	648,84	300 - 1000	0,47	288,30	300 - 1000	0,32	90,65	40 - 200	1,03 - 1,12	0,6 - 0,65	594 - 759	1,03 - 1,12	0,6 - 0,65	594 - 759	0,55 - 0,63	0,32 - 0,37	92 - 138						
2,85	0,60	607,62	300 - 1000	0,46	269,99	300 - 1000	0,31	84,89	40 - 200	1,06 - 1,15	0,59 - 0,64	594 - 759	1,06 - 1,15	0,59 - 0,64	594 - 759	0,57 - 0,65	0,32 - 0,36	92 - 138						
2,9	0,58	570,12	300 - 1000	0,44	253,33	300 - 1000	0,30	79,65	40 - 200	1,08 - 1,17	0,59 - 0,64	594 - 759	1,08 - 1,17	0,59 - 0,64	594 - 759	0,58 - 0,66	0,32 - 0,36	92 - 138						
2,95	0,57	535,92	300 - 1000	0,43	238,13	300 - 1000	0,29	74,88	40 - 200	1,1 - 1,19	0,59 - 0,64	594 - 759	1,1 - 1,19	0,59 - 0,64	594 - 759	0,59 - 0,68	0,31 - 0,36	92 - 138						
3	0,55	504,65	300 - 1000	0,42	224,24	300 - 1000	0,29	70,51	40 - 200	1,12 - 1,22	0,58 - 0,63	594 - 759	1,12 - 1,22	0,58 - 0,63	594 - 759	0,6 - 0,69	0,31 - 0,36	92 - 138						
3,05	0,54	475,99	300 - 1000	0,41	211,50	300 - 1000	0,28	66,50	40 - 200	1,15 - 1,24	0,58 - 0,63	594 - 759	1,15 - 1,24	0,58 - 0,63	594 - 759	0,61 - 0,7	0,31 - 0,36	92 - 138						
3,1	0,53	449,66	300 - 1000	0,40	199,80	300 - 1000	0,27	62,82	40 - 200	1,17 - 1,27	0,58 - 0,63	594 - 759	1,17 - 1,27	0,58 - 0,63	594 - 759	0,63 - 0,72	0,31 - 0,35	92 - 138						
3,15	0,51	425,41	300 - 1000	0,39	189,03	300 - 1000	0,27	59,44	40 - 200	1,19 - 1,29	0,57 - 0,62	594 - 759	1,19 - 1,29	0,57 - 0,62	594 - 759	0,64 - 0,73	0,31 - 0,35	92 - 138						
3,2	0,50	403,04	300 - 1000	0,38	179,08	60 - 300	0,26	56,31	40 - 200	1,21 - 1,31	0,57 - 0,62	594 - 759	0,75 - 0,88	0,36 - 0,41	144 - 228	0,65 - 0,74	0,31 - 0,35	92 - 138						
3,25	0,49	382,36	300 - 1000	0,37	169,89	60 - 300	0,25	53,42	40 - 200	1,23 - 1,34	0,57 - 0,62	594 - 759	0,77 - 0,9	0,35 - 0,41	144 - 228	0,66 - 0,76	0,3 - 0,35	92 - 138						
3,3	0,48	363,20	300 - 1000	0,37	161,38	60 - 300	0,25	50,74	40 - 200	1,25 - 1,36	0,56 - 0,61	594 - 759	0,78 - 0,91	0,35 - 0,41	144 - 228	0,67 - 0,77	0,3 - 0,35	92 - 138						
3,35	0,47	345,42	300 - 1000	0,36	153,48	60 - 300	0,24	48,26	40 - 200	1,27 - 1,38	0,56 - 0,61	594 - 759	0,79 - 0,93	0,35 - 0,41	144 - 228	0,68 - 0,78	0,3 - 0,35	92 - 138						
3,4	0,46	328,90	300 - 1000	0,35	146,14	60 - 300	0,24	45,95	40 - 200	1,3 - 1,41	0,56 - 0,61	594 - 759	0,81 - 0,94	0,35 - 0,41	144 - 228	0,7 - 0,8	0,3 - 0,34	92 - 138						
3,45	0,45	313,51	300 - 1000	0,34	139,31	60 - 300	0,23	43,80	40 - 200	1,32 - 1,43	0,56 - 0,6	594 - 759	0,82 - 0,96	0,35 - 0,4	144 - 228	0,71 - 0,81	0,3 - 0,34	92 - 138						
3,5	0,44	299,17	300 - 1000	0,34	132,93	60 - 300	0,23	41,80	40 - 200	1,34 - 1,45	0,55 - 0,6	594 - 759	0,83 - 0,97	0,35 - 0,4	144 - 228	0,72 - 0,82	0,3 - 0,34	92 - 138						
3,55	0,43	285,77	300 - 1000	0,33	126,98	60 - 300	0,22	39,93	40 - 200	1,36 - 1,47	0,55 - 0,6	594 - 759	0,85 - 0,99	0,34 - 0,4	144 - 228	0,73 - 0,83	0,3 - 0,34	92 - 138						
3,6	0,42	273,24	300 - 1000	0,32	121,41	60 - 300	0,22	38,18	40 - 200	1,38 - 1,5	0,55 - 0,6	594 - 759	0,86 - 1	0,34 - 0,4	144 - 228	0,74 - 0,85	0,29 - 0,34	92 - 138						
3,65	0,42	261,50	300 - 1000	0,32	116,20	60 - 300	0,22	36,54	40 - 200	1,4 - 1,52	0,55 - 0,59	594 - 759	0,87 - 1,02	0,34 - 0,4	144 - 228	0,75 - 0,86	0,29 - 0,34	92 - 138						

OVERZICHT UITVOER		
Ontwerp op golfbelasting		
ρ _s [ton/m ³]	vol en zat penetratie met dicht coll. beton	
	ρ _{bekl} [ton/m ³]	D _{min} [m]
2,65		
2,7		
2,75		
2,8		
2,85		
2,9		
2,95		
3		
3,05		
3,1		
3,15		
3,2		
3,25		
3,3		
3,35		
3,4		
3,45		
3,5		
3,55		
3,6		
3,65		

Ruimte voor opmerkingen:
De overlaging wordt aangebracht met de onderzijde op een niveau van NAP +2,10
Voor de bovenzijde van de overlaging wordt de laagdikte hierbij opgeteld:
NAP +2,10 m + 0,7 = NAP +2,80 m
Bij het bepalen van de golfcondities is met de bijbehorende Hs en Tp van deze waterstand gerekend

Controle op afschuiving		
Losse breuksteen direct op klei		
parameter	eenheid	
H _a	[m]	1,9
cos α	[-]	0,97
ρ _{klei}	[ton/m ³]	1,80
benodigde ΔD breuksteen + klei	[-]	0,78
aanwezige ΔD breuksteen + klei	[m]	0,74
bij steen van 2,65 ton/m3		
Uitvoer		
controle op afschuiving		
bij breuksteen direct op klei	twijfel/goed	
bij steen van 2,65 ton/m3		

Bijlage 3.2: Ontwerpberekeningen kreukelberm

Spreadsheet breuksteen; blad kreukelberm

POLDER	Oostelijke Sloehavendam / Kaloot
DIJKVAK	18b

Randvoorwaarden RIKZ		
Gebied: OS/WS/NZ	ws	
Ws [m + NAP]	Hs [m]	Tp [s]
2	0,7	6,5
4	1,8	7,2
6	2,6	8,1
Ontwerppeil 2060 [m tov NAP] :	5,9	

Algemene invoer		
Voorland stabiel?	[ja/nee]	ja
Lengte voorland flauwer dan 1:30	[m]	100
Gem. hoogte voorland	[m tov NAP]	0
Bovenzijde kreukelberm	[m tov NAP]	0,65

**Overzetten
invoer kreukelberm
naar breuksteen**

Uitvoer algemeen	
Type berekening	voorland

Ruimte voor opmerkingen:

Uitvoer bij voorland		
parameter	eenheid	
L _{0p}	[m]	59,1
W _s	[m tov NAP]	1,0
H _s	[m]	2,6
T _p	[s]	6,2
sortering	[kg]	40 - 200

Uitvoer bij steile vooroever talud 1:5, plunging, Tp/Tm=1,1 (breuksteenberekening zonder factor Y)		
parameter	eenheid	
S	[-]	3
P	[-]	0,1
pw	[ton/m ³]	1,025
N	[-]	2000
W _s	[m tov NAP]	0,6
H _s	[m]	0,50
T _p	[s]	6,01
T _p /T _m	[-]	1,1
cot α	[-]	5
ξ _m	[-]	1,93
ξ _{mc}	[-]	1,67
soort golf		plunging
ΔD _{n50}	[m]	

ps [ton/m ³]	Dn50 [m]	M50 [kg]	sortering [kg]	Bijbehorende range		
				ΔDn50 [m]	Dn50 [m]	M50 [kg]
2,65						
2,7						
2,75						
2,8						
2,85						
2,9						
2,95						
3						
3,05						
3,1						
3,15						
3,2						
3,25						
3,3						
3,35						
3,4						
3,45						
3,5						
3,55						
3,6						
3,65						

Spreadsheet breuksteen; blad kreukelberm

POLDER	Oostelijke Sloehavendam
DIJKVAK	18a

Randvoorwaarden RIKZ		
Gebied: OS/WS/NZ	ws	
Ws [m + NAP]	Hs [m]	Tp [s]
2	1,8	7,4
4	2,1	7,8
6	2,6	8,3
Ontwerppeil 2060 [m tov NAP] :	5,9	

Algemene invoer		
Voorland stabiel?	[ja/nee]	ja
Lengte voorland flauwer dan 1:30	[m]	100
Gem. hoogte voorland	[m tov NAP]	-1,98
Bovenzijde kreukelberm	[m tov NAP]	0,55

**Overzetten
invoer kreukelberm
naar breuksteen**

Uitvoer algemeen	
Type berekening	breuksteen

Ruimte voor opmerkingen:

Uitvoer bij voorland		
parameter	eenheid	
L _{op}	[m]	82,7
W _s	[m tov NAP]	1,4
H _s	[m]	1,7
T _p	[s]	7,3
sortering	[kg]	nvt

Uitvoer bij steile vooroever talud 1:5, plunging, Tp/Tm=1,1 (breuksteenberekening zonder factor Y)		
parameter	eenheid	
S	[-]	3
P	[-]	0,1
p _w	[ton/m ³]	1,025
N	[-]	2000
W _s	[m tov NAP]	0,5
H _s	[m]	1,58
T _p	[s]	7,10
T _p /T _m	[-]	1,1
cot α	[-]	5
ξ _m	[-]	1,29
ξ _{mc}	[-]	1,67
soort golf		plunging
ΔD _{n50}	[m]	

ps [ton/m ³]	Dn50 [m]	M50 [kg]	sortering [kg]	Bijbehorende range		
				ΔDn50 [m]	Dn50 [m]	M50 [kg]
2,65						
2,7						
2,75						
2,8						
2,85						
2,9						
2,95						
3						
3,05						
3,1						
3,15						
3,2						
3,25						
3,3						
3,35						
3,4						
3,45						
3,5						
3,55						
3,6						
3,65						

verwijder invoer
kreukelberm

POLDER	Oostelijke Sloehavendam
DIJKVAKNR	18a

Invoer Algemeen		Kreukelberm als breuksteen	
Gebied: OS/WS/NZ	ws		
Breuksteen als overlaging	<input type="radio"/>		
Breuksteen op geotextiel op klei/zand	<input checked="" type="radio"/>		
Schorrandverdediging	<input type="radio"/>		
Havendam?	<input type="checkbox"/>		
parameter	eenheid		
cot α	[-]	10,00	
H _a	[m]	1,575	
T _p	[s]	7,1	
dikte kleilaag	[m]		
T _p /T _m	[-]	1,1	
Y	[-]	1,00	
P	[-]	0,10	
ρ _w	[ton/m ³]	1,025	
N	[-]	2000	
S	[-]	3	

Tussenresultaten losse breuksteen	
E _{50p}	[-] 0,71
E _{50m}	[-] 0,64
E _{50c}	[-] 0,93
soort golf	plunging
AD ₁₅₀	[m] 0,53

Patroon penetraties	
Invoer	
parameter	eenheid
cot α	[-] 10
H _a	[m] 1,575
T _p	[s] 7,1
ρ _w	[ton/m ³] 1,025
φ _u (patroon-stippen)	[-] 3,4
φ _u (patroon-stroken)	[-] 5
b	[-] 0,6
Tussenresultaten	
E _{50p}	[-] 0,71
AD ₁₅₀ stippen	[m] 0,38
AD ₁₅₀ stroken	[m] 0,26

Vol en zat penetratie met dicht colloidaal beton	
controle op golfklap	
Invoer	
holle ruimte percentage	[%]
cot α	[-] 10
H _a	[m] 1,575
T _p	[s] 7,1
ρ _w	[ton/m ³] 1,025
ρ _b	[ton/m ³] 2,25
Tussenresultaten	
E _{50p}	[-]

Vol en zat breuksteen op klei/zand asfalt en beton	
controle op stat. overdrukken onder de kleilaag	
Invoer	
parameter	eenheid
niveau onderkant bekleding	[m t.o.v. NAP]
ontwerppeil	[m t.o.v. NAP]
cot α	[-] 10
breedte gesloten teen	[m]
lengte damwandscherm	[m]
ρ _{steen gem}	[ton/m ³]
holle ruimte percentage	[%]
dikte kleilaag	[m] 0
ρ _{penetratiemateriaal}	[ton/m ³] 2,2
ρ _w	[ton/m ³] 1,025
ρ _{klei}	[ton/m ³] 2
Q _n	[-] 1
R _w	[-] 1
Uitvoer	
ρ _{bekleding}	[ton/m ³] 0
r	[m] 0,00
q	[m] 0,00
z+r of z+q	[m] 0,00
d _{min}	[m] Geen klei

OVERZICHT UITVOER																			
Ontwerp op golfbelasting																			
Breuksteen voor kreukelberm NAP 0,55																			
ρ _s [ton/m ³]	losse breuksteen						patroon penetratie						Bijbehorende range						
	stippen			stroken			losse breuksteen			stippen			stroken						
	D ₁₅₀ [m]	M ₅₀ [kg]	sortering [kg]	D ₁₅₀ [m]	M ₅₀ [kg]	sortering [kg]	D ₁₅₀ [m]	M ₅₀ [kg]	sortering [kg]	D ₁₅₀ [m]	D ₁₅₀ [m]	M ₅₀ [kg]	ΔD ₁₅₀ [-]	D ₁₅₀ [m]	M ₅₀ [kg]	ΔD ₁₅₀ [m]	D ₁₅₀ [m]	M ₅₀ [kg]	
2,65	0,334	98,52	40 - 200	0,24	35,94	40 - 200	0,16	11,30	40-200 [5-40]	0,52 - 0,59	0,33 - 0,37	92 - 138	0,52 - 0,59	0,33 - 0,37	92 - 138	0,27 - 0,33	0,17 - 0,21	12,5 - 25	
2,7	0,32	91,65	40 - 200	0,23	33,44	40-200 [10-60]	0,16	10,51	40-200 [5-40]	0,53 - 0,61	0,32 - 0,37	92 - 138	0,34 - 0,41	0,21 - 0,25	25,2 - 44,1	0,27 - 0,34	0,17 - 0,21	12,5 - 25	
2,75	0,31	85,47	40 - 200	0,22	31,18	40-200 [10-60]	0,15	9,80	40-200 [5-40]	0,54 - 0,62	0,32 - 0,37	92 - 138	0,35 - 0,42	0,21 - 0,25	25,2 - 44,1	0,28 - 0,35	0,17 - 0,21	12,5 - 25	
2,8	0,31	79,87	40 - 200	0,22	29,14	40-200 [10-60]	0,15	9,16	40-200 [5-40]	0,55 - 0,63	0,32 - 0,37	92 - 138	0,36 - 0,43	0,21 - 0,25	25,2 - 44,1	0,29 - 0,36	0,16 - 0,21	12,5 - 25	
2,85	0,30	74,80	40 - 200	0,21	27,29	40-200 [10-60]	0,14	8,58	40-200 [5-40]	0,57 - 0,65	0,32 - 0,36	92 - 138	0,37 - 0,44	0,21 - 0,25	25,2 - 44,1	0,29 - 0,37	0,16 - 0,21	12,5 - 25	
2,9	0,29	70,18	40 - 200	0,21	25,60	40-200 [10-60]	0,14	8,05	40-200 [5-40]	0,58 - 0,66	0,32 - 0,36	92 - 138	0,38 - 0,45	0,21 - 0,25	25,2 - 44,1	0,3 - 0,38	0,16 - 0,21	12,5 - 25	
2,95	0,28	65,97	40 - 200	0,20	24,07	40-200 [10-60]	0,14	7,57	40-200 [5-40]	0,59 - 0,68	0,31 - 0,36	92 - 138	0,38 - 0,46	0,2 - 0,25	25,2 - 44,1	0,3 - 0,38	0,16 - 0,2	12,5 - 25	
3	0,27	62,12	40 - 200	0,20	22,66	40-200 [10-60]	0,13	7,13	40-200 [5-40]	0,6 - 0,69	0,31 - 0,36	92 - 138	0,39 - 0,47	0,2 - 0,24	25,2 - 44,1	0,31 - 0,39	0,16 - 0,2	12,5 - 25	
3,05	0,27	58,59	40 - 200	0,19	21,38	40-200 [10-60]	0,13	6,72	40-200 [5-40]	0,61 - 0,7	0,31 - 0,36	92 - 138	0,4 - 0,48	0,2 - 0,24	25,2 - 44,1	0,32 - 0,4	0,16 - 0,2	12,5 - 25	
3,1	0,26	55,35	40 - 200	0,19	20,19	40-200 [10-60]	0,13	6,35	40-200 [5-40]	0,63 - 0,72	0,31 - 0,35	92 - 138	0,41 - 0,49	0,2 - 0,24	25,2 - 44,1	0,32 - 0,41	0,16 - 0,2	12,5 - 25	
3,15	0,26	52,37	40 - 200	0,18	19,10	40-200 [10-60]	0,12	6,01	40-200 [5-40]	0,64 - 0,73	0,31 - 0,35	92 - 138	0,41 - 0,5	0,2 - 0,24	25,2 - 44,1	0,33 - 0,41	0,16 - 0,2	12,5 - 25	
3,2	0,25	49,61	40 - 200	0,18	18,10	40-200 [5-40]	0,12	5,69	40-200 [5-40]	0,65 - 0,74	0,31 - 0,35	92 - 138	0,33 - 0,42	0,16 - 0,2	12,5 - 25	0,33 - 0,42	0,16 - 0,2	12,5 - 25	
3,25	0,24	47,07	40 - 200	0,17	17,17	40-200 [5-40]	0,12	5,40	40-200 [5-40]	0,66 - 0,76	0,3 - 0,35	92 - 138	0,34 - 0,43	0,16 - 0,2	12,5 - 25	0,34 - 0,43	0,16 - 0,2	12,5 - 25	
3,3	0,24	44,71	40 - 200	0,17	16,31	40-200 [5-40]	0,12	5,13	40-200 [5-40]	0,67 - 0,77	0,3 - 0,35	92 - 138	0,35 - 0,44	0,16 - 0,2	12,5 - 25	0,35 - 0,44	0,16 - 0,2	12,5 - 25	
3,35	0,23	42,52	40 - 200	0,17	15,51	40-200 [5-40]	0,11	4,88	40-200 [5-40]	0,68 - 0,78	0,3 - 0,35	92 - 138	0,35 - 0,44	0,16 - 0,2	12,5 - 25	0,35 - 0,44	0,16 - 0,2	12,5 - 25	
3,4	0,23	40,49	40 - 200	0,16	14,77	40-200 [5-40]	0,11	4,64	40-200 [5-40]	0,7 - 0,8	0,3 - 0,34	92 - 138	0,36 - 0,45	0,15 - 0,19	12,5 - 25	0,36 - 0,45	0,15 - 0,19	12,5 - 25	
3,45	0,22	38,59	40 - 200	0,16	14,08	40-200 [5-40]	0,11	4,43	40-200 [5-40]	0,71 - 0,81	0,3 - 0,34	92 - 138	0,36 - 0,46	0,15 - 0,19	12,5 - 25	0,36 - 0,46	0,15 - 0,19	12,5 - 25	
3,5	0,22	36,83	40 - 200	0,16	13,44	40-200 [5-40]	0,11	4,22	40-200 [5-40]	0,72 - 0,82	0,3 - 0,34	92 - 138	0,37 - 0,47	0,15 - 0,19	12,5 - 25	0,37 - 0,47	0,15 - 0,19	12,5 - 25	
3,55	0,21	35,18	40 - 200	0,15	12,83	40-200 [5-40]	0,10	4,04	40-200 [5-40]	0,73 - 0,83	0,3 - 0,34	92 - 138	0,37 - 0,47	0,15 - 0,19	12,5 - 25	0,37 - 0,47	0,15 - 0,19	12,5 - 25	
3,6	0,21	33,64	10 - 60	0,15	12,27	40-200 [5-40]	0,10	3,86	40-200 [5-40]	0,48 - 0,58	0,19 - 0,23	25,2 - 44,1	0,38 - 0,48	0,15 - 0,19	12,5 - 25	0,38 - 0,48	0,15 - 0,19	12,5 - 25	
3,65	0,21	32,19	10 - 60	0,15	11,74	40-200 [5-40]	0,10	3,69	40-200 [5-40]	0,49 - 0,59	0,19 - 0,23	25,2 - 44,1	0,39 - 0,49	0,15 - 0,19	12,5 - 25	0,39 - 0,49	0,15 - 0,19	12,5 - 25	

OVERZICHT UITVOER		
Ontwerp op golfbelasting		
ρ _s [ton/m ³]	vol en zat penetratie met dicht coll. beton	
	ρ _{bak} [ton/m ³]	D _{min} [m]
2,65		
2,7		
2,75		
2,8		
2,85		
2,9		
2,95		
3		
3,05		
3,1		
3,15		
3,2		
3,25		
3,3		
3,35		
3,4		
3,45		
3,5		
3,55		
3,6		
3,65		

Ruimte voor opmerkingen:

Controle op afschuiving		
Losse breuksteen direct op klei		
Invoer		
parameter	eenheid	
H _a	[m]	1,6
cos α	[-]	1,00
ρ _{klei}	[ton/m ³]	1,80
benodigde ΔD breuksteen + klei	[-]	0,63
aanwezige ΔD breuksteen + klei	[m]	0,37
bij steen van 2,65 ton/m3		
Uitvoer		
controle op afschuiving bij breuksteen direct op klei		
bij steen van 2,65 ton/m3	twijfel/goed	