

Bestaande situatie Houtribdijk

Deel 2: Veiligheidsanalyse

Rijkswaterstaat Dienst IJsselmeergebied

23 november 2012

Definitief rapport

9X4628.A2



VD B.V.
RIVERS, DELTAS & COASTS

Barbarossastraat 35
Postbus 151
6500 AD Nijmegen
+31 24 328 42 84 Telefoon
info@nijmegen.royalhaskoning.com E-mail
www.royalhaskoning.com Internet
Arnhem 09122561 KvK

Documenttitel	Versterking Houtribdijk Beschrijving bestaande situatie, deel 2: Veiligheidsanalyse
Verkorte documenttitel	Veiligheidsanalyse
Status	Definitief
Datum	23 november 2012
Projectnaam	Versterking Houtribdijk
Projectnummer	9X4628.A2
Opdrachtgever	Rijkswaterstaat Dienst IJsselmeergebied
Referentie	9X4628.A2/R0007/903309/Rott

Auteur(s)	D. Hordijk, J.W. Nel, M. vanden Berg, G. Liesting
Collegiale toets	Michel Tonneijck 
Datum/paraaf	23 november 2012
Vrijgegeven door	Martin Groenewoud 
Datum/paraaf	23 november 2012

INHOUDSOPGAVE

	Blz.
1 INLEIDING	1
1.1 Aanleiding & doel	1
1.2 Leeswijzer	1
2 OVERZICHT BEOORDELINGSRESULTATEN TWEEDE TOETSRONDE	3
3 UITGANGSPUNTEN VEILIGHEIDSANALYSE	5
3.1 Dijksecties en kilometrering	5
3.2 Hydraulische Randvoorwaarden	5
3.2.1 Uitgangspunten berekening hydraulische (ontwerp)randvoorwaarden	5
3.2.2 Hydraulische Randvoorwaarden 2065	8
3.3 Geotechnische uitgangspunten	11
3.4 Overige uitgangspunten	16
4 UITWERKING VEILIGHEIDSANALYSE	17
4.1 Beoordeling dijkhoogte (HT)	17
4.2 Beoordeling piping en heave (STPH)	18
4.3 Beoordeling macrostabiliteit buitenwaarts (STBU)	19
4.4 Beoordeling macrostabiliteit binnenwaarts (STBI)	20
4.5 Beoordeling microstabiliteit (STMI)	21
4.6 Beoordeling stabiliteit voorland (STVL)	22
4.7 Beoordeling bekledingen (STBK)	22
4.7.1 Steenbekledingen: basalt	22
4.7.2 Steenbekledingen: breuksteen	25
4.7.3 Asfaltbekledingen	27
4.7.4 Grasbekledingen	28
4.8 Beoordeling havendammen, leidammen en aansluitende grondconstructies	30
5 GEVOELIGHEID RESULTATEN VOOR NIEUWE INZICHTEN WTI2011	31
5.1 Nieuwe inzichten in hydraulische randvoorwaarden IJsselmeer	31
5.2 Uitgangspunten gevoeligheidsanalyse WTI2011	31
5.2.1 Algemene uitgangspunten	31
5.2.2 Hydraulische randvoorwaarden	32
5.2.3 Overige uitgangspunten	33
5.3 Consequenties nieuwe inzichten voor resultaten veiligheidsanalyse	34
5.3.1 Consequenties voor beoordeling dijkhoogte (HT)	34
5.3.2 Consequenties voor beoordeling piping en heave (STPH)	35
5.3.3 Consequenties voor beoordeling stabiliteit buitenwaarts (STBU)	35
5.3.4 Consequenties voor beoordeling stabiliteit binnenwaarts (STBI)	35
5.3.5 Consequenties voor beoordeling microstabiliteit (STMI)	36
5.3.6 Consequenties voor beoordeling stabiliteit voorland (STVL)	36
5.3.7 Consequenties voor beoordeling bekledingen (STBK)	36
5.3.8 Consequenties beoordeling haven- en leidammen & aansluitende grondconstructies	37

6	GEVOELIGHEID RESULTATEN VOOR VARIATIE VAN DE PLANPERIODE	38
6.1	Invloed van de planperiode	38
6.2	Consequenties verkorting planperiode voor resultaten veiligheidsanalyse	38
6.2.1	Consequenties voor beoordeling dijkhoogte (HT)	38
6.2.2	Consequenties voor beoordeling piping en heave (STPH)	38
6.2.3	Consequenties voor beoordeling stabiliteit buitenwaarts (STBU)	38
6.2.4	Consequenties voor beoordeling stabiliteit binnenwaarts (STBI)	39
6.2.5	Consequenties voor beoordeling microstabiliteit (STMI)	40
6.2.6	Consequenties voor beoordeling stabiliteit voorland (STVL)	40
6.2.7	Consequenties voor beoordeling bekledingen (STBK)	40
6.2.1	Consequenties beoordeling haven- en leidammen & aansluitende grondconstructies	41
7	SAMENVATTING VAN RESULTATEN & VERVOLGSTAPPEN	42
7.1	Samenvatting resultaten	42
7.2	Vervolgstappen	47
8	LITERATUUR	48

BIJLAGEN:

1. Beoordelingsresultaten tweede toetsronde
2. Kilometrering N302 Houtribdijk
3. Toelichting Hydra-profielen
4. Bepaling vervalbelasting macrostabiliteit & verificatie bekledingsparameters
5. Bekledingsrandvoorwaarden Hydra-Q
6. Rekenresultaten veiligheidsanalyse bekledingen
7. Rekenresultaten stabiliteitsberekeningen
8. Rekenresultaten Plaxflow
9. Samenvattende tabellen beoordelingsresultaten
10. Verificatietabel

1 INLEIDING

1.1 Aanleiding & doel

Tijdens de tweede landelijke toetsronde van de primaire waterkeringen (2001-2006) is gebleken dat delen van de Houtribdijk niet voldoen aan de wettelijk gestelde veiligheidseisen. Naar aanleiding van dit resultaat is de versterkingsopgave van deze verbindende waterkering opgenomen in het Hoogwaterbeschermingsprogramma (HWBP2) en is recent de verkenningsfase gestart. Het eindproduct van deze verkenning betreft een uitgewerkt voorkeursalternatief dat voldoet aan de eisen voor subsidieverlening vanuit het Hoogwaterbeschermingsprogramma.

Eén van de eerste stappen binnen de verkenning is het eenduidig vastleggen van de informatie over de bestaande situatie en het creëren van een compleet beeld van de versterkingsopgave. Deze stap is nodig om de omvang en impact van het project te kunnen schetsen en later in het proces te kunnen verifiëren of de gehele dijk (na uitvoering van beoogde versterkingsmaatregelen) voldoende robuust en toekomstbestendig is. De (algemene) beschrijving van de bestaande situatie is gedocumenteerd in het rapport 'Versterking Houtribdijk, beschrijving bestaande situatie Deel 1'¹. De voorliggende rapportage betreft het bij bovengenoemde rapportage behorende deel 2 en beschrijft de aanpak en de resultaten van de veiligheidsanalyse.

Het doel van de veiligheidsanalyse is tweeledig:

1. Het eerste doel is het inzichtelijk maken van de exacte versterkingsopgave, uitgaande van een ontwerplevensduur van 50 jaar. Hiertoe dient te worden nagegaan of het huidige profiel van de Houtribdijk de voor de ontwerppeildatum representatieve hydraulische randvoorwaarden kan weerstaan. Op basis van deze *ontwerpanalyse* dient per toetsspoor de versterkingsopgave in beeld te worden gebracht;
2. Het tweede doel van de veiligheidsanalyse is het verkennen van de gevoeligheid van de in beeld gebrachte versterkingsopgave voor verandering van uitgangspunten. Hierbij dienen allereerst de consequenties van de nieuwe inzichten op het gebied van hydraulische belastingen vanuit IJsselmeerzijde (zoals deze zijn toegepast bij de afleiding van de concept-HR2011) in beeld te worden gebracht. Daarnaast dient de impact van een eventuele verkorting van de planperiode te worden verkend.

1.2 Leeswijzer

In hoofdstuk 2 wordt allereerst een overzicht gegeven van de toetsresultaten van de tweede landelijke toetsronde, welke uitgangspunt vormt voor de verkenning. Hoofdstuk 3 gaat vervolgens in op de voor de veiligheidsanalyse gehanteerde uitgangspunten. Aansluitend volgt in hoofdstuk 4 de uitwerking van de veiligheidsanalyse voor de verschillende (toets)onderdelen van de Houtribdijk. De gevoeligheid van de resultaten van de veiligheidsanalyse voor verandering van hydraulische ontwerprandvoorwaarden

¹ De rapportage 'Versterking Houtribdijk, beschrijving bestaande situatie Deel 1' is alleen in conceptvorm beschikbaar. De opmerkingen die door RWS op deze rapportage zijn gemaakt worden verwerkt in vervolgproducten binnen de verkenning.

(conform nieuwe inzichten concept-HR2011) en verkorting van de planperiode wordt achtereenvolgens behandeld in de hoofdstukken 5 en 6.

In hoofdstuk 7 worden de resultaten van voorgaande hoofdstukken samengevat en worden vervolgstappen ten behoeve van voornamelijk nadere verificatie van (geotechnische) uitgangspunten beschreven. Hoofdstuk 8 geeft ten slotte een overzicht van de gehanteerde literatuur.

2 OVERZICHT BEOORDELINGSRESULTATEN TWEEDE TOETSRONDE

Uitgangspunt voor de huidige verkenning zijn de resultaten van de tweede toetsronde (2006-2011). In bijlage 1 is een overzicht opgenomen van de toetsresultaten zoals deze zijn gerapporteerd in de toetsrapportage [LRT, 2006] en bijbehorende rapportages van de technische beoordeling [Grontmij, 2004a], [DHV, 2004], [DHV, 2005], [Grontmij, 2004b]. De tabellen 2.1 en 2.2 geven een samenvattend overzicht van de niet goedgekeurde objecten en trajectlengtes per toetsonderdeel.

Tabel 2.1: Resultaten 2^e toetsronde Markermeerzijde

Toetsonderdeel	Resultaat	Trajectlengte LRT [m]	Trajectlengte veiligheidsanalyse [m]
Hoogte	geen oordeel	14.500	14.500
Stabiliteit	onvoldoende	200	200
Steenbekleding	onvoldoende	900	850
Zandasfalt	onvoldoende	24.200*	23.840
Opensteenafalt	onvoldoende	24.200*	7400
Grasbekleding	geen oordeel	22.500	22.340
Grasbekleding	onvoldoende	500	660
Breuksteen berm	onvoldoende	18.100**	15.260
Breuksteen talud	onvoldoende	18.100**	11.600
Object			
Leidam A	onvoldoende	-	-
Schutdeuren Krabbersgat	onvoldoende	-	-
NWO			
Kabels & leidingen	onvoldoende	2.800	***
Overige NWO's (vangrail)	onvoldoende	12.400	***

*De lengte van beide voorkomende asfalttypen is in [LRT, 2006] gecombineerd.

** De lengte van beide voorkomende breuksteenbekleding is in [LRT, 2006] gecombineerd.

*** NWO's zijn niet beschouwd in de veiligheidsanalyse

De verschillen in tabel 2.1 in de grasbekleding en het zandasfalt worden veroorzaakt doordat de lengtes van de dijklichamen A, B en C niet expliciet zijn meegenomen in de [LRT, 2006]. Om deze lengtes te kwantificeren is gebruik gemaakt van gegevens uit de 3^e toetsronde. Leidam A is als object meegenomen omdat deze geen lengte op het kilometreringstraject heeft. De lengte van dit object bedraagt 1000 meter.

Tabel 2.2: Resultaten 2^e toetsronde IJsselmeerzijde

Toetsonderdeel	Resultaat	Trajectlengte LRT [m]	Trajectlengte veiligheidsanalyse [m]
Steenbekleding	onvoldoende	100	100
Steenbekleding	twijfelachtig	300	300
Steenlagasfalt	gedetailleerd	6.200	11.710
Grasbekleding	goed + twijfel	700	700
Grasbekleding	onvoldoende	1.800	1.800
Breuksteen berm	onvoldoende	4.300	4.300
Object			
Havendammen	Onvoldoende/ gedet.	-	-

Toetsonderdeel	Resultaat	Trajectlengte LRT [m]	Trajectlengte veiligheidsanalyse [m]
Havendammen	Goed/ gedet..	-	-

De verschillen in tabel 2.2 in het steenslagasfalt worden veroorzaakt doordat in de [LRT, 2006] de lengtes gebruikt zijn van de deels afgekeurde vakken. In de veiligheidsanalyse wordt het toetsoordeel van de vakken als geheel beschouwd.

De havendammen bij de Trintelhaven en de Houtribsluizen zijn als objecten meegenomen omdat deze geen lengte op het kilometreringstraject hebben. De lengtes van deze objecten zijn respectievelijk 550 m en 950 meter.

3 UITGANGSPUNTEN VEILIGHEIDSANALYSE

3.1 Dijksecties en kilometrering

Conform de 2^e toetsronde is de kilometrering gebaseerd op de hectometerpalen van de N302 over de Houtribdijk. Hierbij is onderscheid gemaakt tussen de IJsselmeer en Markermeer kilometrering. Naast de kilometrering is ook qua dijkvakindeling aangesloten op de tweede toetsronde. Deze indeling is opgenomen in tabel 3.1.

Tabel 3.1: Overzicht dijksecties en IJsselmeer en Markermeer kilometrering

Dijksecties	IJsselmeer kilometrering	Markermeer kilometrering
Dijksectie 1	26,95 - 23,7	49,7 – 53,0
Dijksectie 2	23,7 - 21,2	53,0 - 55,4
Dijksectie 3	21,2 - 16,2	55,4 - 60,5
Dijksectie 4	16,2 - 8,6	60,5 - 68,1
Dijksectie 5	8,6 - 3,6	68,1 - 73,1
Dijksectie 6	3,6 - 1,7	73,1 – 75,0

Het gebruik van de verschillende kilometreringen heeft in het verleden voor verwarring gezorgd, daarom wordt op dit moment een nieuwe kruinlijn en bijbehorende kilometrering voor de Houtribdijk afgeleid. Omdat deze informatie op dit moment nog niet beschikbaar is, is ervoor gekozen om in deze fase de Markermeer kilometrering te hanteren. Het heeft sterk onze voorkeur om in een volgende projectfase over te stappen op de nieuwe kilometrering.

De originele kilometrering (de hectometerpalen van de N302) en de kruinlijn zijn opgevraagd bij RWS maar nog niet ontvangen. Daarom is (vooruitlopend op de aanlevering) gebruik gemaakt van de hectometerpalen van de N302 uit eigen archief (alleen de Markermeer kilometrering is beschikbaar). Daarnaast is gebruik gemaakt van een dijkkringlijn uit eigen archief (verkregen uit het RWS dijkkringlijnenbestand 2009 van heel Nederland). Na ontvangst van de gegevens van RWS wordt de juistheid van de nu gebruikte (eigen) gegevens geverifieerd.

Op basis van het AHN2 zijn om de 100 meter dwarsprofielen gegenereerd van de Houtribdijk, hierbij is als referentielijn voor de kruin de hierboven genoemde dijkkringlijn gebruikt. In bijlage 2 is de gebruikte kilometrering (hectometerpalen) samen met de dwarsprofiellocaties (en nummering), de dijksecties en Hydra uitvoerlocaties weergegeven in een overzichtskaart en detailkaarten.

3.2 Hydraulische Randvoorwaarden

3.2.1 Uitgangspunten berekening hydraulische (ontwerp)randvoorwaarden

Deze paragraaf beschrijft de uitgangspunten die zijn gehanteerd voor de bepaling van de hydraulische randvoorwaarden ten behoeve van de in de voorliggende rapportage uitgewerkte veiligheidsanalyse. De berekende condities vormen (vooralsnog) tevens de basis voor het verdere ontwerpproces.

Onderscheid is gemaakt in de volgende type uitgangspunten:

- Modelinstrumentarium & basisgegevens.
- Algemene uitgangspunten Hydra-berekeningen.
- Uitvoerlocaties & dijk-/voorlandprofielen.
- Robuustheidstoelagen.

Modelinstrumentarium & basisgegevens

De voor de berekening van de hydraulische randvoorwaarden gehanteerde methode is uitgebreid toegelicht in bijlage 2 van het Afweegkader NR&D. Deze methode is gebaseerd op het Addendum Leidraad Zee- en Meerdijken [ENW, 2009]. Voor de afleiding van de randvoorwaarden is gebruik gemaakt van het vigerende Hydra-instrumentarium (Hydra-M en Hydra-Q) en de daarbij behorende databases. Hiermee is volledig aangesloten op de in het kader van de 2^e en 3^e landelijke toetsronde gehanteerde modellen en basisgegevens.

Algemene uitgangspunten Hydra-berekeningen

Voor de berekeningen zijn de volgende algemene uitgangspunten gehanteerd:

- De normfrequentie van de Houtribdijk bedraagt 1/10.000 per jaar.
- De hydraulische randvoorwaarden zijn afgeleid voor een planperiode van 50 jaar, dit is conform HWBP criteria Techniek [HWBP]. Het zichtjaar voor de afleiding van de hydraulische randvoorwaarden is daarmee 2065. In de verdere rapportage worden de ontwerprandvoorwaarden daarom ook wel aangeduid als HR2065.
- Er is uitgegaan van het KNMI 2006 Klimaatscenario G [KNMI, 2006]. Dit resulteert in een bovengrens van de zeespiegelstijging van 0,36 meter gedurende de periode tot 2065.
- Er is rekening gehouden met een toename van de spuicapaciteit van de spuisystemen in de Afsluitdijk, welke de meerpeilstijging op het IJsselmeer tot 2050 (0,25 meter) volledig compenseert. De meerpeilstijging op het IJsselmeer tot 2065 is zodoende gelijk aan 0,11 meter. De peilstijging op het Markermeer is gelijkgesteld aan 60% van de meerpeilstijging op het IJsselmeer en bedraagt dus 0,07 meter gedurende de periode tot 2065.
- Er zijn drie sets ontwerprandvoorwaarden berekend, te weten: ontwerppeilen, maatgevende waterstand/golf combinaties voor het faalmechanisme golfoverslag (op basis van overslagcriterium 1 l/m/s) en bekledingsrandvoorwaarden voor steen-, asfalt- en grasbekleding.
- De bekledingsrandvoorwaarden zijn voor alle drie de type bekledingen (steen-, asfalt- en grasbekleding) bepaald met de bekledingsparameters voor steenzettingen ($a = 0,66$, $b = 0,66$). Dit is geoorloofd omdat het toepassen van bekleding specifieke waarden voor de drie typen in nagenoeg dezelfde golfbelastingen resulteert. Dit is geverifieerd en in bijlage 4 voor een aantal uitvoerlocaties aangetoond.
- De bekledingsparameters zijn bepaald voor alle waterstanden vanaf NAP -1 meter tot NAP +4 meter, met tussenstappen van 0,5 meter.

Dijk-/voorlandprofielen

Voor de hydra-berekeningen zijn alle beschikbare uitvoerlocaties aan IJsselmeer- en Markermeerzijde gebruikt. Het betreft 19 locaties voor de IJsselmeerzijde en 13 locaties voor de Markermeerzijde (zie voor ligging van deze uitvoerlocaties bijlage 2). Voor de berekeningen zijn per uitvoerlocatie dwarsprofielen samengesteld. De gevolgde werkwijze en resultaten zijn beschreven in bijlage 3. Zoals beschreven in deze bijlage

zijn de profielen gecorrigeerd voor autonome bodemdaling en meerpeilstijging. Dit was nodig om met het Hydra-instrumentarium voor 2065 representatieve Hydraulische Randvoorwaarden te kunnen bepalen. Voor een nadere toelichting van de gevolgde werkwijze wordt verwezen naar bijlage 2 van de NR&D.

Robuustheidtoeslagen

De met het Hydra-instrumentarium berekende hydraulische condities zijn vertaald naar robuuste ontwerprandvoorwaarden (2065) door de berekende waterstanden en golfcondities te verhogen met een robuustheidstoeslag. Hiervoor zijn conform de onderbouwing in bijlage 2 van de NR&D de volgende robuustheidstoeslagen toegepast:

- Berekende waterstanden zijn verhoogd met een robuustheidstoeslag van 0,20 meter.
- Golfhoogtes en golfperiodes zijn verhoogd met 10 procent.

Maatgevende vervalsituatie

De tweezijdige belastingsituatie is bepaald door de maximale opwaaiing aan de IJsselmeerzijde te combineren met de afwaaiing die aan Markermeerzijde is gevonden bij dezelfde windrichting en –snelheid. Deze methodiek [Faber, 2004] is eerder ook toegepast in de 2^e toetsronde. Opgemerkt wordt dat het niet mogelijk is om de eerdere uitvoer op basis van een Hydra-M berekening te reproduceren:

- Het betreft berekeningen met een vast meerpeil en een maatgevende windsnelheid voor verschillende windrichtingen. Deze berekeningen kunnen niet zondermeer worden uitgevoerd in Hydra-M.
- Aangenomen is dat de rekenresultaten uit [Faber, 2004] destijds afgeleid zijn uit de hydraulische randvoorwaarden database van Hydra-M, welke de basis vormde voor de HR2001. Deze database is voor de Houtribdijk niet gewijzigd bij de overstap op HR2006, waardoor de eerdere rekenresultaten nog steeds bruikbaar zijn.

Op basis van de destijds bepaalde waterstanden en vervallen zijn in de voorliggende rapportage condities voor ontwerpomstandigheden bepaald:

- De waarden uit [Faber, 2004] zijn verhoogd met de verwachte meerpeilstijging tot 2065.
- Per vervalsituatie is de meerpeilstijging slechts aan 1 zijde (te weten: aan de opwaai zijde) meegenomen. Dit is een conservatieve benadering.
- Golfbrekende werking van havendammen- en geleidedammen is niet meegenomen in de hydra-schematisering omdat de standzekerheid niet is aangetoond. Dit is een conservatieve benadering.

Stormduur

In vigerende leidraden is voor het IJsselmeer en Markermeer geen waarde voor de aan te houden stormduur opgenomen. In het VTV2006 is wel genoemd dat voor toetsing 35 uur kan worden aangehouden, maar dat deze waarde te laag is voor het ontwerp. Wij gaan voor dit project uit van een stormduur van 48 uur. Deze waarde is conform het TR Ontwerpbelastingen Benedenrivierengebied en is tevens in overleg met het HWBP toegepast voor dijkversterking Edam-Amsterdam.

De waarde van 48 uur is bovendien ook geheel in lijn met de uitgangspunten voor het project WT12011. Binnen dit project is namelijk voor zowel de afleiding van waterstand

verlopen (voor het IJsselmeer en het Markermeer) als voor de berekening van concept hydraulische randvoorwaarden (voor het IJsselmeer) uitgegaan van een stormduur van 48 uur.

3.2.2 Hydraulische Randvoorwaarden 2065

Ontwerppeilen & maatgevende belastingcombinatie golfoverslag

De op basis van de resultaten van Hydra-M afgeleide ontwerppeilen en maatgevende waterstand/golf combinaties voor golfoverslag zijn weergegeven in tabel 3.2. Alle opgenomen waarden gelden voor de peildatum 2065 en zijn inclusief robuustheids-toeslagen.

Met betrekking tot de in tabel 3.2 opgenomen waterstanden wordt opgemerkt dat de voor golfoverslag maatgevende waterstand voor de uitvoerlocaties Houtribdijk 320 en Houtribdijk 330 enkele centimeters hoger is dan het ontwerppeil. Dit zou, aangezien dezelfde normfrequentie voor de waterstandberekeningen en golfoverslagberekeningen is gehanteerd, uiteraard niet het geval mogen zijn. Het betreft een onvolkomenheid in Hydra-M waarover met RWS-WD is gecommuniceerd. De verschillen zijn weliswaar opmerkelijk, echter de consequenties zijn in dit geval verwaarloosbaar.

Tabel 3.2: Ontwerppeilen en maatgevende condities voor golfoverslag

Uitvoerlocatie	Ontwerppeil [m + NAP]	Dijk- normaal [°]	Illustratiepunt golfoverslag (1 l/m/s)			
			H _s [m]	T _p [s]	Waterstand [m + NAP]	Golfinvals- hoek [°]
H-IJM235	1,40	19	1,08	6,01	0,96	11
H-IJM218	1,40	24	1,42	6,35	1,06	35
H-IJM202	1,41	24	1,32	5,97	1,14	41
H-IJM188	1,41	46	1,08	6,04	1,20	63
H-IJM169	1,44	47	1,08	6,04	1,29	67
H-IJM160	1,46	47	1,06	6,09	1,31	64
H-IJM144	1,55	58	0,83	5,92	1,40	76
H-IJM124	1,66	58	1,16	6,04	1,53	65
H-IJM119	1,69	58	1,28	6,11	1,53	60
H-IJM086	1,87	58	1,10	6,63	1,71	65
H-IJM079	1,93	65	1,18	6,75	1,73	71
H-IJM072	1,97	65	1,32	6,66	1,76	57
H-IJM058	2,02	73	1,73	6,86	1,77	76
H-IJM049	2,04	162	1,57	5,58	0,04	4
H-IJM038	2,04	142	1,17	5,68	0,70	80
H-IJM035	2,03	142	1,21	5,80	0,71	84
H-IJM030	2,03	133	1,10	5,83	0,72	71
H-IJM019	2,06	112	0,97	5,75	0,74	78
H-IJM009	2,06	112	0,91	5,95	1,06	81

Uitvoerlocatie	Ontwerppeil [m + NAP]	Dijk- normaal [°]	Illustratiepunt golfoverslag (1 l/m/s)			
			H _s [m]	T _p [s]	Waterstand [m + NAP]	Golfinvals- hoek [°]
Houtribdijk 260	1,79	204	1,65	6,13	1,65	4
Houtribdijk 270	1,91	227	1,65	5,75	1,90	3
Houtribdijk 280	1,93	227	1,74	5,89	1,92	6
Houtribdijk 290	1,92	238	1,79	6,46	1,92	16
Houtribdijk 300	1,88	238	2,40	6,86	1,85	2
Houtribdijk 310	1,90	238	2,44	6,00	1,85	0
Houtribdijk 320	1,95	253	2,49	7,05	1,96	11
Houtribdijk 330	1,98	253	2,42	7,17	2,02	14
Houtribdijk 340	1,78	311	2,84	7,08	1,75	45
Houtribdijk 350	1,72	292	2,41	6,97	1,72	22
Houtribdijk 360	1,68	274	2,07	6,89	1,67	4

Bekledingsrandvoorwaarden

De op basis van de Hydra-Q resultaten bepaalde bekledingsrandvoorwaarden zijn voor alle doorgerekende waterstanden opgenomen in bijlage 5. Alle opgenomen waarden gelden voor de peildatum 2065 en zijn inclusief robuustheidstoelagen. Ter illustratie zijn in tabel 3.3 de condities voor één (willekeurige) waterstand opgenomen, te weten voor waterstand NAP +0 meter. Zowel in tabel 3.3 als in de bijlage komen lege cellen voor. Voor betreffende uitvoerpunten genereert Hydra-Q bij gegeven waterstand geen uitvoer. Hier geeft Hydra-Q de melding dat de *toetsbelasting lager is dan de drempelwaarde*. In het ontwerp zou voor betreffende situaties gerekend kunnen worden met de golfbelastingen bij de eerstvolgende (hogere) waterstand.

Tabel 3.3: Bekledingsrandvoorwaarden voor waterstand NAP+0 meter

Uitvoerlocatie	H _s [m]	T _p [s]	Golfinvalshoek [°]
H-IJM235	1,07	5,97	6,8
H-IJM218	1,45	6,34	35,1
H-IJM202	1,50	5,65	41,5
H-IJM188	1,23	5,58	27,5
H-IJM169	1,29	5,59	26,3
H-IJM160	1,40	6,06	77,1
H-IJM144	1,18	5,09	26,3
H-IJM124	1,55	5,73	8,1
H-IJM119	1,35	6,19	59,9
H-IJM086	1,67	6,00	20,3
H-IJM079	1,73	6,11	31,2
H-IJM072	1,57	6,58	44,4
H-IJM058	1,80	6,27	27,1
H-IJM049	0,72	5,82	78,1
H-IJM038	0,67	5,76	78,5
H-IJM035	0,59	5,89	83,3
H-IJM030	0,58	5,84	81,3
H-IJM019	0,43	5,71	84,9
H-IJM009	1,00	5,39	36,4

Uitvoerlocatie	H _s [m]	T _p [s]	Golfinvalshoek [°]
Houtribdijk 235	1,75	6,78	2,9
Houtribdijk 240	1,61	5,93	15,3
Houtribdijk 250	1,49	5,81	8,9
Houtribdijk 260	1,66	6,05	15,1
Houtribdijk 270	1,68	5,68	17,5
Houtribdijk 280	*	*	*
Houtribdijk 290	*	*	*
Houtribdijk 300	2,32	6,79	8,2
Houtribdijk 310	2,37	6,92	9,9
Houtribdijk 320	2,37	7,02	11,3
Houtribdijk 330	2,31	7,07	22,4
Houtribdijk 340	2,16	7,01	53,4
Houtribdijk 350	2,28	6,91	12,3
Houtribdijk 360	1,99	6,82	3,7

* Hydra-Q geeft voor de waterstand NAP+0m geen uitvoer (melding: toetsbelasting is lager dan drempelwaarde)

Tweezijdige belastingsituatie

Voor de beoordeling van de stabiliteit van de Houtribdijk (en in de ontwerpfase: controle op afschuiving van bekleding) zijn naast ontwerppeilen tevens maatgevende vervalsituaties van belang. Deze zijn al in een eerder stadium bepaald en gerapporteerd in bijlage 2 van de NR&D. De resultaten zijn hier overgenomen. Tabellen 3.4 en 3.5 tonen de maatgevende vervallen vanaf IJsselmeer- en Markermeerzijde. NB: met maatgevend verval wordt hier bedoeld: het grootste verval over de kering. Ten behoeve van de beoordeling van de macrostabiliteit is tevens de situatie MHW-winterpeil (met bijbehorend ander verval!) beschouwd. Zie voor nadere toelichting paragraaf 3.3.

Tabel 3.4: Maatgevende vervallen vanaf IJsselmeerzijde

Hydra-locatie IJsselmeer	Hydra-locatie Markermeer	Windrichting [° tov N]	Waterstand IJsselmeerzijde [m+NAP]	Waterstand Markermeerzijde [m+NAP]	Verval [m]
H-IJM235	Houtribdijk 240	330	0,72	-1,58	2,30
H-IJM218	Houtribdijk 250	330	0,84	-1,46	2,30
H-IJM202	Houtribdijk 260	330	0,91	-1,32	2,23
H-IJM188	Houtribdijk 260	330	0,99	-1,32	2,31
H-IJM169	Houtribdijk 270	360	0,84	-1,44	2,28
H-IJM160	Houtribdijk 280	360	0,87	-1,27	2,14
H-IJM144	Houtribdijk 280	360	0,93	-1,27	2,20
H-IJM124	Houtribdijk 290	330	1,39	-0,66	2,05
H-IJM119	Houtribdijk 300	360	1,00	-0,92	1,92
H-IJM086	Houtribdijk 310	330	1,56	-0,32	1,88
H-IJM079	Houtribdijk 320	360	1,09	-0,27	1,81
H-IJM072	Houtribdijk 320	360	1,11	-0,72	1,83
H-IJM058	Houtribdijk 320	330	1,68	-0,18	1,86
H-IJM049	Houtribdijk 330	360	1,17	-0,62	1,79
H-IJM038	Houtribdijk 340	330	1,72	-0,05	1,77
H-IJM035	Houtribdijk 340	330	1,72	-0,05	1,77
H-IJM030	Houtribdijk 340	330	1,72	-0,05	1,77
H-IJM019	Houtribdijk 350	330	1,76	0,03	1,73
H-IJM009	Houtribdijk 350	330	1,78	0,03	1,75

Tabel 3.5: Maatgevende vervallen vanaf Markermeerzijde

Hydra-locatie Markermeer	Hydra-locatie IJsselmeer	Windrichting [° tov N]	Waterstand Markermeerzijde [m+NAP]	Waterstand IJsselmeerzijde [m+NAP]	Verval [m]
Houtribdijk 235	H-IJM235	210	1,17	-1,78	2,95
Houtribdijk 240	H-IJM235	240	1,22	-1,87	3,09
Houtribdijk 250	H-IJM235	240	1,36	-1,87	3,23
Houtribdijk 260	H-IJM188	210	1,35	-1,73	3,08
Houtribdijk 270	H-IJM169	210	1,31	-1,85	3,16
Houtribdijk 280	H-IJM160	210	1,24	-1,92	3,16
Houtribdijk 290	H-IJM144	240	1,54	-1,28	2,82
Houtribdijk 300	H-IJM119	210	1,02	-1,63	2,65
Houtribdijk 310	H-IJM086	210	0,94	-1,72	2,66
Houtribdijk 320	H-IJM058	210	0,85	-1,80	2,65
Houtribdijk 330	H-IJM049	210	0,74	-1,87	2,61
Houtribdijk 340	H-IJM030	210	0,65	-2,00	2,65
Houtribdijk 350	H-IJM009	210	0,51	-2,17	2,68
Houtribdijk 360	H-IJM009	210	0,36	-2,17	2,53

3.3 Geotechnische uitgangspunten

Bodemopbouw

De gehanteerde bodemopbouw is overgenomen uit de rekenprofielen van de 2^e toetsronde en is weergegeven in de grafische uitdraai van de stabiliteitsberekeningen, zie bijlage 7.

De ligging en aanwezigheid van het cunet is feitelijk niet goed genoeg bekend. Tot nu toe heeft de dijkbeheerder nader onderzoek hiernaar te kostbaar geacht. Voor de veiligheidsanalyse is ervan uitgegaan dat het cunet onder de gehele dijk aanwezig is, met uitzondering van de dijkstrekking ter plaatse van het Enkhuizerzand. Indien de rand van het cunet zich binnen de teen van het huidige dijklichaam bevindt zijn de gepresenteerde resultaten te gunstig.

Grondparameters

In tabel 3.6 zijn de voor de berekeningen gehanteerde grondparameters weergegeven. De representatieve grondparameters zijn overgenomen uit het toetsarchief.

Tabel 3.6: Grondparameters (bron: toetsarchief)

Grondsoort	$\gamma_{\text{dry}} / \gamma_{\text{sat}}$ [kN/m ³]	c'_d (c'_{rep}) [kPa]	ϕ'_d (ϕ'_{rep}) [°]
Keileem	16 / 16	1,6 (2,0)	16,9 (20,0)
Klei (Hoog)	14 / 14	2,4 (3,0)	16,9 (20,0)
Klei (Laag)	16 / 16	4,0 (5,0)	19,0 (22,5)
Veen	11 / 11	1,3 (2,0)	12,1 (15,0)
Zand (Kleiig)	18 / 18	-	21,2 (25,0)
Zand (Dijkmateriaal)	17 / 19	-	25,7 (30,0)
Zand (Geulmateriaal)	17 / 19	-	25,7 (30,0)
Zand (Holoceen)	17 / 19	-	25,7 (30,0)
Zand (Pleistoceen)	18 / 20	-	28,0 (32,5)

Gebruikte partiële factoren:

$\gamma_m : 1,0$

$\gamma_{c; \text{klei/ zand/ veen}} : 1,25/ - / 1,50$

$\gamma_{\phi; \text{klei/ zand/ veen}} : 1,20/ 1,20/ 1,25$ (van toepassing op $\tan \phi'$)

Bepaling schadefactoren en schematiseringsfactor voor STBU en STBI.

Voor het mechanisme macrostabiliteit geldt de volgende invulling:

$$\gamma_R = \gamma_b \times \gamma_d \times \gamma_m \times \gamma_n$$

Waarin:

γ_b = partiële veiligheidsfactor die verband houdt met het schematiseren van de ondergrond (schematiseringsfactor);

γ_d = partiële veiligheidsfactor die verband houdt met het gebruikte model (modelfactor);

γ_m = partiële veiligheidsfactor die verband houdt met de materiaalparameters (materiaalfactor);

γ_n = partiële veiligheidsfactor die verband houdt met de schade (schadefactor)

Schadefactor

De gehanteerde relaties voor het bepalen van de schadefactoren zijn conform het "Addendum bij het technisch rapport waterkerende grondconstructies" [ENW, 2007]. Deze relaties kunnen worden gebruikt aangezien de Houtribdijk een verbindende waterkering is en daarmee onder dezelfde regelgeving valt als het benedenrivieren gebied. Om de betrouwbaarheid van de waterkering te beoordelen wordt getoetst aan een schadefactor. De schadefactor (γ_n) is direct aan de betrouwbaarheidsindex (β) gekoppeld.

Voor het bepalen van de schadefactor en de betrouwbaarheidsindex is gebruik gemaakt van de formules 5.3.8 en 5.3.9 zoals deze zijn omschreven in bovengenoemde referentie. Op basis van 5.3.8 zijn de volgende schadefactoren bepaald voor zowel binnenwaartse en buitenwaartse stabiliteit: (dijkvakbenadering en dijkkringlengte 66 km):

- $\gamma_{n; \text{binnen}}: 1,14$ [-]
- $\gamma_{n; \text{buiten}}: 1,08$ [-]

Modelfactor

Deze verdisconteert onder andere onzekerheden ten aanzien van het rekenmodel. Bij toepassing van de methode Bishop wordt een modelfactor van 1,0 gehanteerd.

Materiaalfactor

De materiaalfactoren zijn overgenomen uit het addendum bij het technisch rapport waterkerende grondconstructies [ENW, 2007].

Schematiseringsfactor

Anders dan bij een toetsing dient voor een ontwerp een schematiseringsfactor in rekening te worden gebracht. In dit stadium is een relatief hoge waarde van 1,2 gehanteerd, zonder rekenkundige onderbouwing. Gezien het optreden van ondiepe glijcirkels (zie berekeningsresultaten bijlage 7) – waarbij de bodemopbouw van de ondergrond geen invloed heeft op het berekeningsresultaat – wordt verwacht dat een waarde van 1,2 een bovengrens is. Tijdens de ontwerpfase kan in een nadere analyse de schematiseringsfactor mogelijk worden verlaagd tot een waarde tussen 1,1 en 1,2.

Benodigde macrostabiliteitsfactor

De benodigde macrostabiliteitsfactor is als volgt bepaald:

- $SF_{\text{benodigd;binnen}} = 1,25 \text{ à } 1,37$ ($1,0 \times 1,14 \times 1,1 \text{ à } 1,2$)
- $SF_{\text{benodigd;buiten}} = 1,19 \text{ à } 1,30$ ($1,0 \times 1,08 \times 1,1 \text{ à } 1,2$)

Beschouwde profielen

In tabel 3.7 zijn de beschouwde profielen weergegeven [RWS, 2009].

Tabel 3.7: Beschouwde profielen

KM	Bijbehorend leggerprofiel
51,0-53,2	Dijkvak 4
53,2-55,5	Dijkvak 5
55,5-60,6	Dijkvak 6
60,6-68,2	Dijkvak 7
68,2-73,1	Dijkvak 8
73,1-75,0	Dijkvak 9

(Grond-)waterstand en stijghoogte

De stijghoogte bedraagt NAP-2,0 meter en is overgenomen uit de resultaten van de 2^e toetsronde. Voor het ontwerp zal nogmaals kritisch naar deze waarde worden gekeken. De (per profiel uit tabel 3.2 afgeleide) ontwerpwaterstand is per profiel gegeven in tabel 3.8.

Tabel 3.8: Ontwerppeil per profiel

KM	OWP Markermeer [m NAP]	OWP IJsselmeer [m NAP]
51,0-53,2	1,40	1,71
53,2-55,5	1,41	1,79
55,5-60,6	1,55	1,86
60,6-68,2	1,97	1,91
68,2-73,1	2,06	1,93
73,1-75,0	2,06	1,62

Maatgevend scenario waterstandverval macrostabiliteit

In tabel 3.4 zijn de voor de Houtribdijk maatgevende vervallen opgenomen. Het betreft in het verleden bepaalde maximale vervallen over de kering [Faber, 2004]. Naast deze vervalbelasting is voor macrostabiliteit ook het verval bij de combinatie van ontwerppeil aan de ene zijde van de dijk en winterpeil aan de andere zijde beschouwd. Voor beide scenario's zijn stabiliteitsberekeningen uitgevoerd. Uit de resultaten is gebleken dat de combinatie van ontwerppeil en winterpeil (en bijbehorend verval) voor macrostabiliteit maatgevend is boven de in tabel 3.4 opgenomen tweezijdige vervalbelasting. De combinatie van ontwerppeil en winterpeil is daarom aangehouden voor de in voorliggende rapportage beschreven veiligheidsanalyse.

Opgemerkt wordt dat de waterstand in de ontwerppeilsituatie aan de laagwaterzijde ten gevolge van afwaaiing mogelijk zelfs lager zou kunnen zijn dan het winterpeil, waardoor het waterstandverval toeneemt. Op voorhand is niet te zeggen of een eventueel lagere waterstand een positieve of negatieve invloed op de macrostabiliteit heeft, wel wordt verwacht dat de invloed marginaal is. Om de precieze invloed inzichtelijk te maken dienen beide situaties (winterpeil en verlaagde waterstand) doorgerekend te worden.

Omdat de eventuele waterstandsverlaging niet zondermeer te berekenen is met de beschikbare Hydra-programmatuur, is in de veiligheidsanalyse vooralsnog uitgegaan van de combinatie van ontwerppeil en (onverlaagd) winterpeil. Aanbevolen wordt om in een vervolgfase de invloed van afwaaiing en eventuele consequenties voor de uitkomsten van de stabiliteitsberekeningen nader te verkennen.

Freatische lijn in dijklichaam; binnenwaartse macrostabiliteit

De modellering van de freatische lijn volgens de TRWD [DWW, 2004] is:

- Buitenwaterstand (punt C₁ uit TRWD) volgens tabel 3.8;
- Verval naar binnenwaterstand (punt D₁ uit TRWD), gelijk aan winterpeil -0,40 m NAP;
- De freatische lijn verloopt lineair tussen voornoemde punten.

Gezien het echter een zanddijk op zandondergrond betreft met een relatief dunne afdeklaag, is met Plaxflow berekeningen onderzocht of dit voor dit geval de juiste wijze van modelleren is. Deze berekeningen zijn toegevoegd aan bijlage 8.

Het blijkt dat de freatische lijn in de dijk zich op een hoger niveau bevindt dan volgens de VTV2006 [V&W, 2007a]. In de berekeningen is daarom uitgegaan van de navolgende schematisering (*zonder overslag*):

- Buitenwaterstand (punt C₁ uit TRWD) volgens tabel 3.8.
- Lineair verval naar NAP+0,3 m op het scheidingsvlak tussen keileembekleding en de zandkern.
- Lineair verval vanaf het scheidingsvlak naar de buitenwaterstand (winterpeil NAP-0,40 m).

Wanneer rekening wordt gehouden met overslag van meer dan 10 l/s/m wordt het waterstandsverloop ongunstiger dan hierboven geschematiseerd. Om inzicht te krijgen in het verloop van de freatische lijn, zijn niet-stationaire 2D berekeningen met Plaxflow uitgevoerd, waarbij rekening is gehouden met een beperkte tijdsduur van de storm. De berekeningen met toelichting en uitgangspunten zijn opgenomen in bijlage 8. Er is vanuit gegaan dat 100% van de overslag infiltreert. Dat lijkt conservatief, op veel plaatsen is de dijk echter zo laag dat onder maatgevende omstandigheden er ook veel meer overslag is.

Op basis van de Plaxflow berekeningen blijkt dat de freatische lijn in de dijk zich als volgt ontwikkelt:

- Buitenwaterstand (punt C₁ uit TRWD) volgens tabel 3.8.
- Tot op het scheidingsvlak tussen het keileem en de zandkern verloopt de freatische lijn horizontaal (niveau buitenwaterstand).
- Lineair verval vanaf het scheidingsvlak naar de buitenwaterstand (winterpeil NAP-0,40 m).

Freatische lijn in dijklichaam; buitenwaartse macrostabiliteit

Voor de buitenwaartse stabiliteit is de situatie na val van de buitenwaterstand maatgevend. In eerste instantie is conform het TRWD [DWW, augustus 2004] uitgegaan van een instantaan verval van de ontwerpwaterstand naar het streefpeil. Eén en ander

is beschreven in “c2.3.4.3 Schematisering 2.1 - Val buitenwater” van genoemde referentie.

Deze wijze van modelleren is voor een zanddijk echter niet realistisch. De daling vanaf de ontwerpwaterstand zal namelijk geleidelijk verlopen. Gedurende deze periode zal ook de freatische waterstand in de dijk worden beïnvloed en met enige vertraging mee zakken met de buitenwaterstand.

Om dit proces nader te onderbouwen zijn er berekeningen uitgevoerd met Plaxflow. De berekeningen met toelichting en uitgangspunten zijn toegevoegd aan bijlage 8. Uit de berekeningen volgt dat op zijn minst de navolgende modellering toegestaan is:

Belasting vanaf het Markermeer:

- Freatische lijn vanaf NAP -0,40m (gemiddeld peil) naar NAP +0,10 m op de scheiding tussen de kleibekleding en de zandkern van het buitentalud.
- Vervolgens naar NAP op de scheiding van de kleibekleding en de zandkern op het binnentalud.
- Lineair verval naar NAP -0,40 m voor het binnenpeil.

Belasting vanaf het IJsselmeer:

- Freatische lijn vanaf NAP -0,40 m (gemiddeld peil) naar NAP +0,40 m in de kleibekleding op 0,5 m van het buitentalud.
- Vervolgens naar NAP op de scheiding van de kleibekleding en de zandkern op het binnentalud.
- Lineair verval naar NAP -0,40 m voor het binnenpeil.

Schematisering waterspanningsverloop met de diepte

De schematisering van het waterspanningsverloop met de diepte vindt plaats conform TRWD voor de combinatie van geval 2A (zanddijk op samendrukbare ondergrond) en 2B (zanddijk op een zandondergrond, cunet). Voor de waterspanning in het zand (dijklichaam en cunet) is uitgegaan van een hydrostatisch verloop met de diepte vanaf de freatische waterstand. Vanaf onderzijde van het cunet vindt er over de resterende samendrukbare laag (dikte ca. 0,5 m) een sprong plaats naar de meerjarige stijghoogte. Buiten het dijklichaam bevindt zich in toenemende mate een samendrukbaar pakket waarvan de dikte afhangt van de geometrie van het cunet. Aldaar verloopt de waterspanning met de diepte lineair van de waterstand naar de langjarige stijghoogte.

Voorgaande schematisering is gebaseerd op de schematisering uit de 2^e toetsronde. Voor het ontwerpstadium zal deze schematisering nog eens kritisch beschouwd worden, waarbij specifiek gekeken zal worden naar gevoeligheden en effecten van de waterstandsverhoging op de stijghoogte in het Pleistocene zand. Verkennende berekeningen wijzen uit dat de gevoeligheid voor de macrostabiliteit bij een andere (ongunstigere) schematisering, relatief beperkt is.

Extreme neerslag

Een mogelijk faalmechanisme voor macrostabiliteit betreft extreme neerslag. Conform de TRWD [DWW, 2004] is gerekend met een verhoging van de freatische lijn van 0,5 meter onder de kruin van het dijklichaam, waarbij voor de buitenwaterstand aan beide zijden een waterstand van NAP +0,5 meter is aangehouden.

Verkeersbelasting

De aangehouden verkeersbelasting bedraagt $13,3 \text{ kN/m}^2$ over een breedte van 2,5 m met een spreiding van 45° uitgaande van een zanddijk. De wateroverspanning ten gevolge van de verkeersbelasting bedraagt 100% (0% consolidatie) in het geval van samendrukbare lagen.

Overige uitgangspunten

- Zettingen zijn niet beschouwd. Gegeven de aanwezigheid van een zandcunet worden er ook geen significante zettingen meer verwacht.
- De aangehouden bodemdaling bedraagt conform het advies van de Helpdesk Water 5 centimeter tot 2065 [RWS, 2012]. De bodemdaling is integraal op de modellen inclusief grondschematisering toegepast.
- Er is geen zonering toegepast.
- Voor de modellering van ijsbelasting zijn vooralsnog geen goede richtlijnen voor. In die zin is het niet in de berekening van de macrostabiliteit meegenomen.

3.4 Overige uitgangspunten

- In de veiligheidsanalyse hebben wij ons gericht op de dijk- en damlichamen. Lokale afwijkende situaties buiten het standaard dijk- of damlichaam (zoals bijvoorbeeld: aansluitende grondconstructies bij sluizen, het naviduct en het eiland Houtribsluizen) zijn niet beschouwd. Van deze situaties zijn nog onvoldoende gegevens beschikbaar. Verwacht wordt dat deze situaties geen significante invloed hebben op de omvang van de versterkingsopgave. In het verdere ontwerpproces zullen betreffende gevallen (voor zover deze binnen de projectscope vallen) in detail beschouwd worden en worden daar waar nodig maatoplossingen voorgesteld.
- Kunstwerken, op de schutdeur van de Krabbersgatsluis na, vallen buiten de scope van de versterkingsopgave. In de 3e toetsronde is aangegeven dat met het aanbrengen plooiverstijvingen, de schutdeur weer kan voldoen. Omdat een veiligheidsanalyse voor één set deuren van een sluis niet volledig is (de sluis moet immers als geheel beschouwd worden) valt dit buiten de scope van de veiligheidsanalyse.

4 UITWERKING VEILIGHEIDSANALYSE

4.1 Beoordeling dijkhoogte (HT)

Aanpak

De toetsing van de hoogte is uitgevoerd door de benodigde ontwerpkuinhoogte 2065 van de Houtribdijk op basis van ontwerp randvoorwaarden en uitgangspunten voor 2065 te vergelijken met de verwachte aanwezige kuinhoogte van de Houtribdijk in 2065 (kuinhoogte 2065). Hiervoor zijn de in hoofdstuk 3 opgenomen randvoorwaarden voor golfoverslag ingevoerd in PC-Overslag met de betreffende profielen uit bijlage 3. De PC-Overslag profielen wijken af van de Hydra profielen. Er is namelijk geen voorland meegenomen, de in bijlage 3 besproken profielaanpassingen zijn niet nodig en de PC-Overslag profielen zijn dan ook alleen voor verwachte autonome bodemdaling gecorrigeerd.

Uit de PC-Overslag berekeningen volgt het hydraulisch belastingniveau bij een overslagdebiet van 1,0 l/m/s. Om de benodigde ontwerpkuinhoogte 2065 te kunnen bepalen is een toeslag van 0,10 meter toegepast voor meerpeilslingeringen. De robuustheidstoeslag is al verwerkt in de gehanteerde randvoorwaarden en dus niet nogmaals in rekening gebracht.

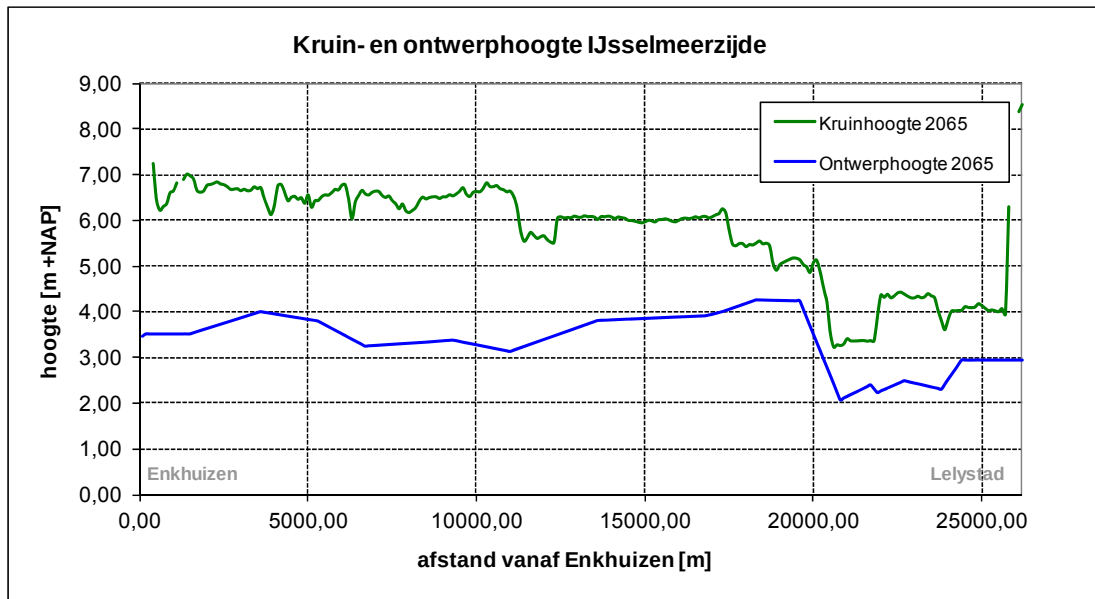
De kuinhoogte 2065 is bepaald op basis van de AHN2 dwarsprofielen. Als kuinhoogte is de maximale hoogte uit de AHN2 dwarsprofielen aangenomen. De bodemdaling is hierop in mindering gebracht. Daar waar de aanwezige kuinhoogte in 2065 lager bleek dan de benodigde hoogte (op basis van 1 l/m/s overslag), is de beoordeling van de hoogte mede gebaseerd op de beoordeling van de bekleding op de kuin en het binnentalud.

Resultaat

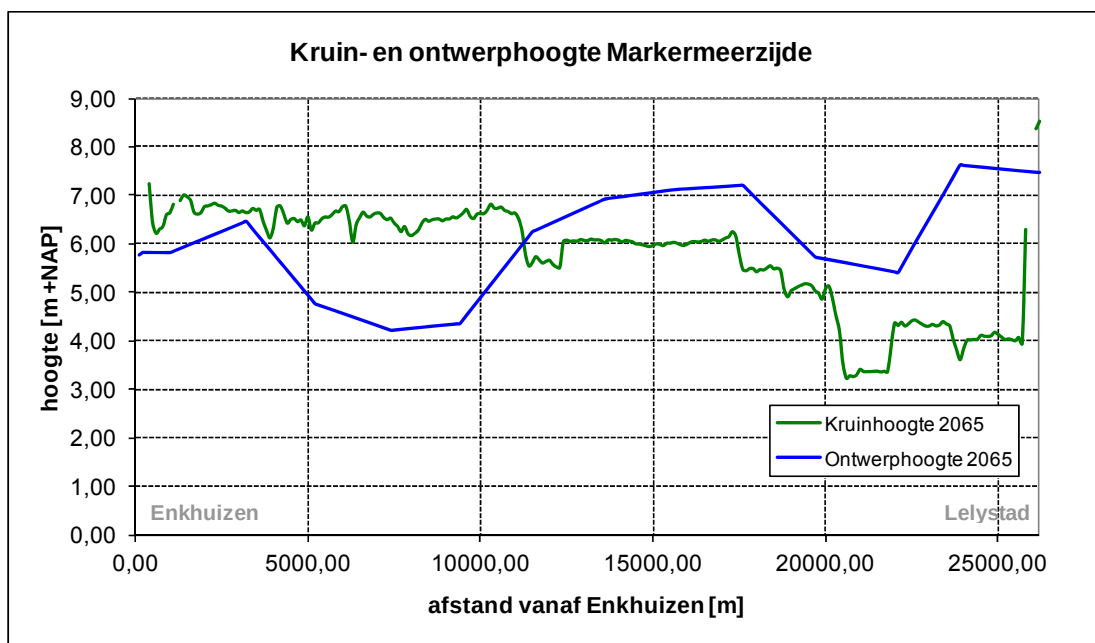
Het resultaat van de vergelijking tussen de kuinhoogte 2065 en de ontwerpkuinhoogte 2065 is weergegeven in de figuren 4.1 en 4.2. Uit de figuren blijkt dat de kuinhoogte van de Houtribdijk bij belasting vanaf de IJsselmeerzijde voldoende is. Bij belasting vanaf de Markermeerzijde loopt het kuinhoogte tekort op tot maximaal 4 meter. Hierbij treedt een overslagdebiet van meer dan 100 l/m/s op (zie figuur 4.1). Bij een dergelijk groot overslagdebiet zal vrijwel elk bekledingstype op de kuin en het binnentalud (dit is dus de IJsselmeerzijde) bezwijken².

Op basis van bovenstaande is geconcludeerd dat de beoordeling van de hoogte van de Houtribdijk bij belasting vanaf de IJsselmeerzijde goed is. Bij belasting vanaf de Markermeerzijde varieert het overslagdebiet voor de dijksecties 4, 5 en 6 (kilometer 60,7 tot kilometer 75) tussen ca. 5 en 120 l/m/s. Gegeven deze hoge waarden en ontbrekende informatie over de ondergrond is geen beoordeling van het binnentalud uitgevoerd en is er hier van uitgegaan dat de langs het gehele traject aanwezige grasbekleding onvoldoende sterk is om de berekende overslaghoeveelheden te kunnen weerstaan. Op basis hiervan is de hoogte op aangegeven trajecten als 'onvoldoende' beoordeeld. Daarbij komt nog dat infiltratie leidt tot meer indringing van water, meer dan vollopen van het zandlichaam en mogelijk stabiliteitsverlies.

² Vanuit de geschiedenis van de Houtribdijk is dit een logische conclusie. De dijk is vooral te laag in de richting van Lelystad, waar ook vanaf de IJsselmeerzijde vrijwel geen golfaanval is



Figuur 4.1: Actuele kruinhoogte en ontwerpkuinhoogte 2065 IJsselmeerzijde



Figuur 4.2: Actuele kruinhoogte en ontwerpkuinhoogte 2065 Markermeerzijde

4.2 Beoordeling piping en heave (STPH)

Voor dijken of dammen bestaande uit zand op een goed doorlatende ondergrond (type 2B) is piping niet relevant. Op basis van de 6 profielen met een maatgevende opbouw (tabel 4.1) is vastgesteld dat de Houtribdijk volledig type 2B is en piping dus niet relevant is. Het spoor STPH is hiermee als 'voldoende' beoordeeld.

Tabel 4.1: Dijktype

KM	Materiaal	Type
49,7-53,0	Zanddijk op zandcunet	2B
53,0-55,4	Zanddijk op zand*	2B
55,4-60,5	Zanddijk op zand	2B
60,5-68,1	Zanddijk op zandcunet	2B
68,1-73,1	Zanddijk op zandcunet	2B
73,1-75,0	Zanddijk op zandcunet	2B

* Voor 53,2-55,5 geld dat er een zeer dunne kleilaag van 0,25 m aanwezig is. Het is niet realistisch om deze dunne laag aan te merken als slecht doorlatende ondergrond. Het is maar zeer de vraag of deze laag over de gehele dijkbreedte en vaklengte aanwezig is, de kans hierop wordt als zeer onwaarschijnlijk aangemerkt.

4.3 Beoordeling macrostabiliteit buitenwaarts (STBU)

Als gevolg van de dubbelkerende functie van de Houtribdijk dienen beide zijden op buitenwaartse stabiliteit te worden beoordeeld. STBU-YS betekent dat de stabiliteit van het talud aan de zijde van het IJsselmeer is beoordeeld na een val van het IJsselmeerpeil van MHW naar winterpeil (WP). STBU-MM betekent dat de stabiliteit van het talud aan de zijde van het Markermeer is beoordeeld na een val van het Markermeerpeil van MHW naar WP. De stabiliteitsanalyse is in eerste instantie uitgevoerd volgens het VTV 2006 [V&W, 2007]. De resultaten zijn opgenomen in tabel 4.2. Resultaten zijn berekend voor een schematiseringsfactor 1,1 en 1,2. De resultaten voor 1,2 worden vooralsnog aangehouden in de veiligheidsanalyse (zie hiervoor de toelichting van de geotechnische uitgangspunten in hoofdstuk 3).

Tabel 4.2: Resultaten STBU - freatische lijn volgens VTV2006

KM	STBU-YS [1,2]	STBU-YS [1,1]	STBU-MM [1,2]	STBU-MM [1,1]
Benodigde SF	1,30	1,19	1,30	1,19
49,7-53,0	1,21	1,21	0,85	0,85
53,0-55,4	1,05	1,05	1,10	1,10
55,4-60,5	1,05	1,05	1,05	1,05
60,5-68,1	0,92	0,92	1,13	1,13
68,1-73,1	0,90	0,90	0,91	0,91
73,1-75,0	0,87	0,87	0,76	0,76

Uit de berekeningen blijkt dat de maatgevende glijcirkels ondiep zijn en vrijwel uitsluitend door het dijklichaam gaan. Mede daardoor heeft de schematisering van de val van de freatische lijn langs het talud een grote invloed op het berekeningsresultaat. Voor een zanddijk is dit niet realistisch. Daarom zijn aanvullende niet stationaire 2D modelberekeningen uitgevoerd met Plaxflow (zie bijlage 8). De resultaten zijn opgenomen in tabel 4.3. De glijcirkels en safety overviews van de aangescherpte berekeningen behorend bij de resultaten in tabel 4.3 zijn opgenomen in bijlage 7.

Tabel 4.3: Resultaten STBU - freatische lijn op basis van Plaxflow

KM	STBU-YS ¹ [1,2]	STBU-YS ¹ [1,1]	STBU-MM ¹ [1,2]	STBU-MM ¹ [1,1]
Benodigde SF	1,30	1,19	1,30	1,19
49,7-53,0	1,38	1,38	1,11	1,11
53,0-55,4	1,25 ²	1,25	1,47	1,47
55,4-60,5	1,29 ²	1,29	1,47	1,47
60,5-68,1	1,37	1,37	1,45	1,45
68,1-73,1	1,39	1,39	1,79	1,79
73,1-75,0	1,25 ²	1,25	1,30	1,30

¹ STBU-YS betekent hoogwater aan IJsselmeerzijde, buitentalud ook en

STBU-MM betekent hoogwater aan Markermeerzijde en buitentalud dus ook

² Met een aanscherping van de modellering is het wellicht mogelijk dat dit profiel wordt goedgekeurd, een nadere analyse is onderdeel van de ontwerpfase

4.4 Beoordeling macrostabiliteit binnenwaarts (STBI)

STBI-YS betekent dat de stabiliteit van het talud aan de zijde van het Markermeer is beoordeeld met MHW op het IJsselmeerpeil en WP op het Markermeer. STBI-MM betekent dat de stabiliteit van het talud aan de zijde van het IJsselmeer is beoordeeld met MHW op het Markermeer en WP op het IJsselmeer.

Zonder overslag

De stabiliteitsanalyse is in eerste uitgevoerd volgens de VTV 2006 met de verhoogde freatische lijn zoals deze is bepaald in Plaxflow. De resultaten zijn opgenomen in tabel 4.4.

Tabel 4.4: Resultaten STBI - freatische lijn o.b.v. Plaxflow zonder overslag

KM	STBI-YS ¹ [1,2]	STBI-YS ¹ [1,1]	STBI-MM ¹ [1,2]	STBI-MM ¹ [1,1]
Benodigde SF	1,37	1,25	1,37	1,25
49,7-53,0	1,13	1,13	1,48	1,48
53,0-55,4	1,46	1,46	1,31 ²	1,31
55,4-60,5	1,42	1,42	1,46	1,46
60,5-68,1	1,42	1,42	1,19	1,19
68,1-73,1	1,76	1,76	1,28 ²	1,28
73,1-75,0	1,32 ²	1,32	1,67	1,67

¹ STBI-YS betekent hoogwater aan IJsselmeerzijde en binnentalud dus aan Markermeerzijde,

STBI-MM vice versa

² Met een aanscherping van de modelering is het wellicht mogelijk dat dit profiel wordt goedgekeurd, een nadere analyse is onderdeel van de ontwerpfase

Met overslag

Gezien het feit dat er drie profielen zijn afgekeurd op hoogte voor belasting vanuit het Markermeer, is hiervoor een beschouwing gemaakt voor een freatische lijn die beïnvloed is door infiltratie na golfoverslag. Een berekening met infiltratie is benodigd aangezien de VTV ervan uitgaat dat de kruin op hoogte is en er 0,1 l/m/s of minder overslag plaatsvindt. De resultaten zijn opgenomen in tabel 4.5.

Tabel 4.5: Resultaten STBI - freatische lijn op basis van Plaxflow met overslag 10 l/s/m

KM	STBI-MM [1,2]	STBI-MM [1,1]
Benodigde SF	1,37	1,25
60,5-68,1	1,08	1,08
68,1-73,1	1,14	1,14
73,1-75,0	1,04	1,04

Bij de afgekeurde profielen moet worden opgemerkt dat er is uitgegaan van gefaalde bekleding waardoor 100% infiltratie optreedt. Indien de bekleding niet faalt kan gerekend worden met minder of geen infiltratie en kunnen de beoordelingen in tabel 4.5 wijzigen. Een dergelijke nadere detailuitwerking is onderdeel van het ontwerpproces.

Extreme neerslag

Er zijn geen berekeningen uitgevoerd voor extreme neerslag. De freatische lijn die ontstaat als gevolg van extreme neerslag is niet maatgevend ten opzichte van de hierboven beschreven scenario's.

4.5 Beoordeling microstabiliteit (STMI)

Bij het beoordelen op microstabiliteit is de eerste stap (Stap 1 - Eenvoudige toetsing) 'controleren of wordt voldaan aan één van de eisen zoals deze zijn genoemd in de VTV [V&W, 2007a]' doorlopen. Concreet is gecontroleerd of de teen van de dijk in voldoende mate gedraineerd is. Voor het gehele traject geldt dat de ondergrond (het cunet) voldoende drainerende werking heeft. Daarnaast heeft de zandige helling grenzend aan de kreukelberm een talud van 1:6 en dit is flauwer dan de grenswaarde van 1:5, welke is opgenomen in de VTV. De resultaten zijn opgenomen in tabel 4.6.

Tabel 4.6: Drainerende werking ondergrond

KM	Drainerende werking ondergrond?	
	IJsselmeertalud	Markermeertalud
49,7-53,0	Ja	Ja
53,0-55,4	Ja	Ja
55,4-60,5	Ja	Ja
60,5-68,1	Ja	Ja
68,1-73,1	Ja	Ja
73,1-75,0	Ja	Ja

4.6 Beoordeling stabiliteit voorland (STVL)

Voor de beoordeling van het voorland zijn de onderbouwingen van de verschillende toetsrapporten beschouwd. De beschouwde rapporten zijn:

- WG-SE20040800, versie 4, juli 2004 DHV B.V.
(Eenvoudige toetsing)
- V&I-99345034/Koo/Ik, rev. D01, april 2004, Grontmij.
(Eenvoudige toetsing)

Aangezien de verandering van de hydraulische uitgangspunten ten opzichte van de toetsing geen invloed heeft op de beoordeling van het spoor 'stabiliteit voorland' is de score gelijk aan het beoordelingsresultaat van de toetsing. Het oordeel is 'voldoende'.

4.7 Beoordeling bekledingen (STBK)

4.7.1 Steenbekledingen: basalt

Situatie

Aan de IJsselmeerszijde van de Houtribdijk is over vrijwel de hele lengte een steenbekleding in de vorm van basaltzuilen aanwezig. In totaal gaat het om een traject circa 27 kilometer steenbekleding. In de 2^e toetsronde is vrijwel het gehele traject goedgekeurd. 100 meter steenbekleding tussen km 67,90 en km 68,00 is 'onvoldoende' getoetst. Dit betreft een proefvak met 'Terrafix' blokken. Deze zijn inmiddels vervangen door basaltzuilen. Bij gebrek aan gegevens van deze bekleding is in de veiligheidsanalyse uitgegaan van de materiaaleigenschappen van naastliggende basaltbekleding. Dit is een conservatieve werkwijze (basalt is immers zwaarder dan betonzuilen).

Vakindeling

De vakindeling is bepaald aan de hand van de vakindeling zoals deze gebruikt is tijdens de 2^e toetsronde. Hierdoor kan eenduidig inzicht gegeven worden in het resultaat van deze veiligheidsanalyse.

Uitgangspunten

- Om de stabiliteit van de steenbekleding te bepalen is het rekenmodel Steentoets (v1.12 mei 2012) gebruikt [Deltares, 2012].
- De benodigde invoerparameters zijn verkregen uit de gegevens van de 2^e toetsronde.
- Daar waar benodigde invoerparameters ontbreken is een standaardwaarde gezocht in de handleiding van Steentoets. Als tweede bron is het Technisch Rapport Steenzettingen gebruikt.
- Binnen Steentoets is het 'ontwerp' tabblad gebruikt. Concreet houdt dit in dat de zuilhoogte een factor 1,2 hoger is dan zou volgen uit het gebruik van het tabblad 'toetsing'.
- Als stormduur is een stormduur van 48 uur aangehouden.
- De invloed van de golfrichting is meegenomen in het bepalen van de maatgevende belastingen.
- Uit de gegevens van de 2^e toetsronde blijkt dat de zuilen niet ingewassen zijn (conservatieve aanname), uit navraag bij de beheerder bleek er wel inwassing

aanwezig te zijn. Omdat onbekend is wat voor inwasmateriaal is toegepast is uitgegaan van een standaard waarde.

Resultaten

Met Steentoets zijn de volgende faalmechanismen geanalyseerd:

- Toplaagstabiliteit onder golfaanval (ZTG) is geanalyseerd op basis van de in hoofdstuk 3 afgeleide hydraulische randvoorwaarden. Tabel 4.7 geeft de resultaten van de veiligheidsanalyse weer.
- Toplaagstabiliteit onder langsstroming (ZTS) is niet geanalyseerd, vanwege een gebrek aan gegevens. Verwacht wordt dat dit faalmechanisme niet maatgevend is.
- Afschuiving (ZAF) is geanalyseerd volgens de methode VTV2006. Eén traject voldoet niet.
- Materiaaltransport vanuit ondergrond (ZMO) is geanalyseerd op basis (incomplete) gegevens in de 2^e toetsronde. Dit heeft geleid tot twee trajecten die goedgekeurd kunnen worden. Eventuele aanscherping van gegevens over de filterlagen en ondergrond kunnen leiden tot een positiever oordeel.
- Materiaaltransport vanuit granulaire laag (ZMG) is geanalyseerd op basis (incomplete) gegevens in de 2^e toetsronde. Dit heeft geleid tot twee trajecten die afgekeurd zijn. Eventuele aanscherping van gegevens over de filterlagen en ondergrond kan leiden tot een positiever oordeel.

Voor gedetailleerde resultaten van de veiligheidsanalyse wordt verwezen naar bijlage 6.

Tabel 4.7: Resultaten veiligheidsanalyse (Rood = onvoldoende, groen = goed)

DWP	Uitvoer- locatie	van [km]	Tot [km]	EINDOORDEEL	ZTG	ZAF	ZMO	ZMG
6	H-IJM009	1,73	2,5					
6	H-IJM009	2,5	3,2					
6	H-IJM009	3,2	3,4					
5	H-IJM019	3,4	4,2					
5	H-IJM030	4,2	5,15					
5	H-IJM035	5,15	5,5					
5	H-IJM038	5,5	6,1					
5	H-IJM049	6,1	6,5					
5	H-IJM049	6,5	6,82					
5	H-IJM049	6,82	7,2					
5	H-IJM058	7,2	8,19					
5	H-IJM058	8,19	8,36					
5	H-IJM072	8,36	8,68					
4	H-IJM072	8,68	9,5					
4	H-IJM079	9,5	10,2					
4	H-IJM086	10,2	12,1					
4	H-IJM119	12,1	14					
4	H-IJM124	14	15,75					
4	H-IJM124	15,75	16,2					
3	H-IJM144	16,2	17,2					
3	H-IJM160	17,2	18,55					
3	H-IJM169	18,55	19,8					
3	H-IJM188	19,8	21,35					
3	H-IJM202	21,35	21,7					
2	H-IJM202	21,7	22,2					
2	H-IJM202	22,2	22,9					
2	H-IJM218	22,9	23,7					
1	H-IJM218	23,7	23,9					
1	H-IJM218	23,9	24,8					
1	H-IJM235	24,8	25,8					
1	H-IJM235	25,8	26,1					
1	H-IJM235	26,1	26,3					
1	H-IJM235	26,3	26,95					

4.7.2 Steenbekledingen: breuksteen

Situatie

Zowel aan de Markermeerzijde als de IJsselmeerzijde is over de gehele lengte van de dijk een teenbestorting (ook wel: stortberm, kreukelberm) in de vorm van een kraagstuk met breuksteen aanwezig. Het kraagstuk is 10 meter lang (haaks op de dijk) en bestaat uit wiepen. De staat van het kraagstuk is onduidelijk. In de toetsing is de teenbestorting getoetst op instabiliteit van breuksteen onder golfaanval. Circa 15 kilometer aan de Markermeerzijde en 5,6 kilometer aan de IJsselmeerzijde is 'onvoldoende' getoetst.

Aan de Markermeerzijde is breuksteen gebruikt als reparatie voor zandasfalt bekledingen: op ernstig beschadigde stukken zandasfalt is een geotextiel aangebracht met daarop een laag breuksteen. In de 2^e toetsronde is het grootste deel van deze breuksteen 'onvoldoende' getoetst: circa 11 kilometer.

Vakindeling

De vakindeling is bepaald aan de hand van de vakindeling zoals deze gebruikt is tijdens de 2^e toetsronde. Hierdoor kan eenduidig inzicht gegeven worden in het resultaat van deze veiligheidsanalyse. Aan de Markermeerzijde is er voor gekozen om de resultaten van de 2^e toetsronde per illustratiepunt weer te geven. Daar waar per illustratiepunt een verschil in profielopbouw of eindoordeel was tijdens de 2^e toetsronde zijn twee illustratiepunten doorgerekend (a/b toevoeging).

Uitgangspunten

Hieronder worden de belangrijkste uitgangspunten opgesomd (zie ook bijlage 6):

- De benodigde steendiameters/schade getallen zijn bepaald aan de hand van de formules van 'van der Meer' [CIRCIA, 2007].
- Als taludhelling is het meest steile deel van de teenbestorting gekozen: 1:4.
- Het soortelijk gewicht van breuksteen (ook wel: waterbouwsteen) is aangenomen op 2650 kg/m³.
- Het schadegetal is wanneer deze groter is dan 30 niet verder berekend. Waarden van $S > 30$ vallen buiten het geldigheidsgebied van de gebruikte vergelijking.
- De aangenomen verhouding tussen H_s en $H_{2\%}$ bedraagt 40% (H_s is groter).

Resultaten

In de tabellen 4.8 en 4.9 zijn de resultaten van de veiligheidsanalyse samengevat. Voor een gedetailleerd overzicht van de berekeningen wordt verwezen naar bijlage 6.

IJsselmeerzijde

Tabel 4.8 geeft de resultaten van de veiligheidsanalyse voor de IJsselmeerzijde. Het oordeel is conform de 2^e toetsronde bepaald aan de hand van de nominale diameter van de benodigde breuksteen.

**Tabel 4.8: Resultaten veiligheidsanalyse bestorting IJsselmeerzijde
(Rood = onvoldoende, groen = goed)**

Uitvoerlocatie		EINDOORDEEL	D _{n50} [m]	
			Huidig	2065
H-IJM	009		0,42	0,38
H-IJM	019		0,42	0,39
H-IJM	030		0,42	0,47
H-IJM	035		0,42	0,45
H-IJM	038		0,42	0,49
H-IJM	049		0,42	0,52
H-IJM	058		0,42	0,91
H-IJM	072		0,42	0,59
H-IJM	079		0,42	0,61
H-IJM	086		0,42	0,59
H-IJM	119		0,42	0,51
H-IJM	124		0,42	0,54
H-IJM	144		0,42	0,42
H-IJM	160		0,42	0,52
H-IJM	169		0,42	0,47
H-IJM	188		0,42	0,45
H-IJM	202		0,42	0,52
H-IJM	218		0,42	0,54
H-IJM	235		0,42	0,42

Markermeerzijde

Tabel 4.9 geeft de resultaten van de veiligheidsanalyse van de Markermeerzijde. Het oordeel is conform de 2^e toetsronde bepaald aan de hand van de nominale diameter van de benodigde breuksteen.

Tabel 4.9: Resultaten veiligheidsanalyse bestorting Markermeerzijde (rood = afgekeurd)

Uitvoerlocatie		Teenbestorting			Taludbestorting		
		OORDEEL	D _{n50} [m]		OORDEEL	D _{n50} [m]	
			Huidig	2065		Huidig	2065
Houtribdijk	360		0,42	0,71			
Houtribdijk	350		0,42	1,14			
Houtribdijk	340		0,42	1,10			
Houtribdijk	330		0,42	1,16			
Houtribdijk	320		0,42	1,18		0,42	1,67
Houtribdijk	310		0,42	1,17		0,42	1,35
Houtribdijk	300		0,42	1,14		0,42	1,32
Houtribdijk	290a		0,42	0,62		0,42	1,02
Houtribdijk	290b		0,42	0,57		0,42	1,02
Houtribdijk	280		0,42	0,57			
Houtribdijk	270		0,42	0,59			
Houtribdijk	260		0,42	0,53		0,42	0,95
Houtribdijk	250a		0,42	0,57		0,42	0,45
Houtribdijk	250b		0,42	0,71		0,42	0,45

4.7.3 Asfaltbekledingen

Situatie

Op de Markermeerzijde van de Houtribdijk komen drie typen asfaltbekleding voor: zandasfalt (1), open steenasfalt(2) en asfaltbeton(3) (wegverharding):

- Zandasfalt komt over de gehele lengte van de Markermeerzijde van de Houtribdijk voor. Uit de toetsing (2^e toetsronde) blijkt dat op veel plaatsen ernstige dwars- en langsscheuren zijn ontstaan in het zandasfalt. Hierdoor heeft de zandasfaltbekleding over gehele lengte van de Houtribdijk het toetsoordeel 'onvoldoende' gekregen en is daarmee afgekeurd.
- Open steenasfalt komt over een lengte van ca. 6,5 km voor. Uit de toetsing (2^e toetsronde) blijkt dat het open steenasfalt naast enkele schades ook een tekort aan dikte heeft. Hierdoor heeft de open steenasfalt bekleding het toetsoordeel 'onvoldoende' gekregen en is daarmee afgekeurd.
- De asfaltbeton bekleding (wegverharding) is over de gehele lengte van de dijk goedgekeurd.

Langs de IJsselmeerzijde van de Houtribdijk is over bijna de gehele lengte een asfaltbekleding van steenslagasfaltbeton aanwezig. Over een lengte van ca. 17,8 km zijn schades in de asfaltbekleding geconstateerd die hebben geleid tot een toetsscore 'onvoldoende'.

Uitgangspunten

- Het asfalt aan de Markermeerzijde is in het verleden ontworpen met een beoogde levensduur van slechts 10 jaar. Door het uitblijven van de inpoldering van het Markermeer (Markerwaard) zijn de asfaltbekledingen aan de Markermeerzijde tot ver na hun ontwerp levensduur blijven liggen. Bovenstaande in combinatie met het schadebeeld heeft geleid tot het uitgangspunt dat de asfaltbekleding aan de Markermeerzijde ‘einde levensduur’ is en daarmee over de gehele lengte van de dijk niet meer voldoet.
- Het asfalt aan de IJsselmeerzijde is destijds ontworpen op een langere levensduur dan het asfalt aan de Markermeerzijde. Op basis van het schadebeeld, en de verslechtering van de asfaltbekleding tussen de 2^e en 3^e toetsronde, kan gesteld worden dat de asfaltbekleding het einde van zijn levensduur nadert. En dat ver voor 2065 de asfaltbekleding ‘einde levensduur’ is.

Resultaten

Gezien de uitgangspunten omtrent de restlevensduur van de huidig aanwezige asfaltbekledingen op de Houtribdijk kan gesteld worden dat ruim vóór 2065 alle asfaltbekledingen aan het einde van hun levensduur zullen zijn.

4.7.4 Grasbekledingen

Situatie

Markermeerzijde

Over de gehele lengte van de Houtribdijk is aan de Markermeerzijde een grasbekleding aanwezig. In de 2^e toetsronde heeft een groot deel (21,8 km) van de grasbekleding op basis van het faalmechanisme ‘erosie door golfoploop’ het toetsoordeel ‘geen oordeel’ gekregen. Een lengte van 0,3 km heeft het toetsoordeel ‘onvoldoende’ gekregen. Ten behoeve van de gedetailleerde toetsing is de zode kwaliteit van het gras op de Markermeerzijde van de Houtribdijk onderzocht. Voorwaarde voor een goede kwaliteit is dat het zandgehalte van de klei maximaal 70% is. Uit analyse van taludboringen (uitgevoerd in het kader van de gedetailleerde toets van de Markermeerzijde) blijkt dat geen van de kleilagen onder de grasbekledingen van goede kwaliteit is. Dit is de onderliggende reden voor de grasbekledingen die ‘geen oordeel’ als toetsoordeel hebben gehad.

IJsselmeerzijde

Over de gehele lengte van de Houtribdijk is aan de IJsselmeerzijde een grasbekleding aanwezig. In de 2^e toetsronde heeft een lengte van 1,8 km het toetsoordeel ‘onvoldoende’ gekregen. Ten behoeve van de gedetailleerde toetsing in de 2^e toetsronde is de zode kwaliteit van het gras op de IJsselmeerzijde van de Houtribdijk onderzocht. Voorwaarde voor een goede kwaliteit is dat het zandgehalte van de klei maximaal 70% is. Uit analyse van taludboringen (uitgevoerd in het kader van de gedetailleerde toets van de Markermeerzijde) blijkt dat het talud aan de IJsselmeerzijde op twee trajecten na, voldoet aan deze voorwaarde. Uitzonderingen zijn de trajecten hm 8,8-9,5 en 10,4-10,5. In de 3^e toetsronde is op basis van een ‘quick scan’ van de grasbekleding de toets op de grasbekleding opnieuw uitgevoerd.

Hierdoor heeft boven op de 'onvoldoende' getoetste bekleding uit de 2^e toetsronde, 6,1 km grasbekleding het oordeel 'geen oordeel' gekregen. Onderliggende reden hiervoor is het te hoge zandgehalte in de kleilaag onder het gras.

Uitgangspunten

- Vakken die in het verleden het toetsoordeel 'geen oordeel' hebben gekregen op basis van het zandgehalte van de onderlaag worden in deze veiligheidsanalyse als 'onvoldoende' beoordeeld.
- Indien grasbekledingen in de toetsing de score 'goed' hebben gehad in de 3^e toetsronde (tabel 4.10) worden deze in de veiligheidsanalyse getoetst aan het spoor GEOP (erosie door golfploop) met de gedetailleerde rekenregels conform de VTV2006, zie bijlage 6.
- De gemiddelde talud helling zoals deze gebruikt wordt in de gedetailleerde rekenregels is bepaald aan de hand van de dwarsprofielen die gebruikt zijn ten behoeve van de legger [RWS, 2009].
- Gegevens over de zode kwaliteit van de grasbekleding zijn afkomstig uit de 3^e toetsronde.
- De golfcondities en waterstanden gebruikt als input voor de PC-Overslag berekeningen zijn gebruikt voor het bepalen van de toepasbaarheid van de grasbekleding. Dit zijn maatgevende golfcondities en waterstanden voor golfoverslag.
- Uit bijlage 6 blijkt dat de grasbekledingen zich in de golfploopzone bevinden. Daarom zijn de overige faalmechanismen voor grasbekleding in andere zones niet beschouwd.

Tabel 4.10: Overzicht goedgekeurde trajecten (3^e toetsronde)

Traject	Lengte	Illustratiepunten	Dwarsprofielen
53,3-54,9	1,6	Houtribdijk 260	2
49,37-60,50	11,13	H-IJM 235 t/m 144	1 t/m 3
61,30-64,60	3,3	H-IJM 124, 119	4
70,60-73,20	2,6	H-IJM 038 t/m 019	5

Resultaten

In tabel 4.11 zijn de resultaten van de veiligheidsanalyse voor de grasbekleding aan de IJsselmeerszijde weergegeven. Voor achtergronden wordt verwezen naar bijlage 6.

Tabel 4.11: Resultaten veiligheidsanalyse grasbekleding IJsselmeerzijde

Illustratiepunten	Zodekwaliteit	Oordeel	Toepassings niveau [m NAP]	Onderzijde [m NAP]
Houtribdijk 260	slecht	Goed	2,05	2,9
H-IJM 019	matig	Goed	1,04	3,6
H-IJM 030	matig	Goed	1,32	3,6
H-IJM 035	matig	Goed	1,31	3,6
H-IJM 038	matig	Goed	1,3	3,6
H-IJM 119	matig	Goed	2,73	3,7
H-IJM 124	matig	Goed	2,33	3,7
H-IJM 144	matig	Goed	2,0	4,2
H-IJM 160	matig	Goed	2,41	4,2
H-IJM 169	slecht	Goed	2,99	4,2
H-IJM 188	matig	Goed	2,40	4,2
H-IJM 202	matig	Goed	3,24	4,2
H-IJM 218	slecht	Goed	4,06	4,2
H-IJM 235	slecht	Goed	3,36	4,2

4.8 Beoordeling havendammen, leidammen en aansluitende grondconstructies

Situatie

IJsselmeerzijde

In de 2^e toetsronde zijn de havendammen bij de Trintelhaven afgekeurd en heeft de leidam bij de Houtribsluizen de score 'geen oordeel' (geavanceerd) gekregen vanwege het te steile talud.

Markermeerzijde

Leidam A scoorde in de 2^e toetsronde 'onvoldoende', evenals de aansluitende grondlichamen A, B en C.

Resultaten

De reeds afgekeurde dammen zullen uitgaande van de zwaardere HR2065 ook 'onvoldoende' scoren. De in de 2^e toetsronde als 'voldoende' of 'goed' beoordeelde haven- en leidammen zijn bij gebrek aan voldoende gegevens niet beoordeeld in de veiligheidsanalyse. De beoordeling dient alsnog plaats te vinden in de ontwerpfase.

5 GEVOELIGHEID RESULTATEN VOOR NIEUWE INZICHTEN WTI2011

5.1 Nieuwe inzichten in hydraulische randvoorwaarden IJsselmeer

Het voor de toetsing benodigde toetsinstrumentarium wordt voorafgaande aan elke toetsronde beschikbaar gesteld door het Rijk. Onderdeel van dit instrumentarium is een set Hydraulische Randvoorwaarden en software om aanvullende of aangescherpte condities te berekenen. Voor de derde toetsronde (2006-2011) zijn hiertoe de HR2006 en bijbehorende Hydra-modellen en onderliggende databases beschikbaar gesteld. Deze vormen zoals toegelicht in hoofdstuk de basis voor de afgeleide ontwerprandvoorwaarden 2065. De afgelopen jaren heeft de Waterdienst binnen het project Wettelijk Toetsinstrumentarium 2011 (WTI2011) gewerkt aan de opstelling van het toetsinstrumentarium voor de destijds beoogde vierde landelijke toetsronde 2011-2017. Omdat uiteindelijk is besloten om deze eerder beoogde toetsronde niet uit te voeren, is het opgestelde instrumentarium niet vastgesteld en heeft het voorsnog een conceptstatus. Vanwege deze status zijn de als onderdeel van het instrumentarium berekende concept-HR2011 en bijbehorende (nieuwe) Hydra-modellen en onderliggende databases niet openbaar beschikbaar gesteld. In uitzonderlijke gevallen verleent DGW echter wel toestemming om consequenties van de in de concept-HR2011 toegepaste nieuwe inzichten voor lopende projecten en processen te verkennen. Zo is ook toestemming verleend om de concept-HR2011 te gebruiken voor een gevoeligheidsanalyse voor de Houtribdijk, met als doel om de consequenties van de nieuwe inzichten voor de versterkingsopgave inzichtelijk te maken. Aangezien binnen WTI2011 geen nieuwe Hydraulische Randvoorwaarden voor het Markermeer zijn afgeleid zijn alleen voor de IJsselmeerszijde van de Houtribdijk concept-HR2011 berekend.

Naar aanleiding van de door DGW verleende toestemming heeft de Waterdienst onder embargo concept-HR2011 beschikbaar gesteld, bestaande uit: toetspeilen en maatgevende waterstand/golf combinaties voor het faalmechanisme golfoverslag. Bekledingsrandvoorwaarden zijn niet afgeleid binnen WTI2011 en derhalve niet aangeleverd.

Om de consequenties van de nieuwe WTI2011 inzichten voor de versterkingsopgave voor de Houtribdijk inzichtelijk te kunnen maken zijn allereerst op basis van de aangeleverde toetscondities ontwerprandwaarden (peildatum 2065) afgeleid. Vervolgens is de invloed van het gebruik van deze ontwerprandvoorwaarden voor de eerder in hoofdstuk 4 beschouwde toetsonderdelen en beoordelingsresultaten verkend. Opgemerkt wordt dat de diepgang van de gevoeligheidsanalyse door het ontbreken van gegevens (in het bijzonder bekledingsrandvoorwaarden) voor een aantal toetsonderdelen beperkt is.

5.2 Uitgangspunten gevoeligheidsanalyse WTI2011

5.2.1 Algemene uitgangspunten

Uitvoerlocaties

Voor de Markermeerszijde van de Houtribdijk zijn geen concept-HR2011 afgeleid. De gevoeligheidsanalyse richt zich dan ook alleen op de nieuwe inzichten in de hydraulische belastingen aan de IJsselmeerszijde van de dijk. De concept-HR2011 zijn hier berekend met het golfmodel SWAN, waterstandmodel WAQUA en het

probabilistische belastingenmodel Hydra-Zoet. Voor de met deze modellen uitgevoerde berekeningen heeft Rijkswaterstaat nieuwe uitvoerlocaties gedefinieerd. Ten behoeve van de huidige verkenning heeft de Waterdienst een koppeling van oude locaties (welke zijn opgenomen in Hydra-M en Hydra-Q) en nieuwe uitvoerlocaties gemaakt, tabel 5.1. Uitgangspunt is dat de hydraulische belastingen van gekoppelde oude en nieuwe locaties, ondanks de soms aanzienlijke tussenafstand (gemiddeld enkele honderden meters) onderling vergelijkbaar zijn. Opgemerkt wordt dat er nabij de oude locatie H-IJM144 (zie bijlage 2) geen WTI2011-uitvoerlocatie beschikbaar is. Deze oude locatie is daarom niet meegenomen in de gevoeligheidsanalyse.

Tabel 5.1: Koppeling oude en nieuwe uitvoerlocaties

HR2006-locatie			WTI2011-locatie			Tussenafstand [m]
Naam	x	y	Naam	x	y	
H-IJM235	149349	523121	HRcomb_ijsselm_299	149130	522828	366
H-IJM218	151185	522231	HRcomb_ijsselm_313	151058	521999	264
H-IJM202	152816	521526	HRcomb_ijsselm_325	152705	521274	275
H-IJM188	154044	520627	HRcomb_ijsselm_335	153831	520302	389
H-IJM169	155239	519281	HRcomb_ijsselm_346	154957	519096	337
H-IJM160	155694	518592	HRcomb_ijsselm_352	155571	518438	197
H-IJM144	156791	517204	-	-	-	-
H-IJM124	157878	515537	HRcomb_ijsselm_364	156598	516966	306
H-IJM119	158174	515015	HRcomb_ijsselm_377	157622	515307	344
H-IJM086	159836	512297	HRcomb_ijsselm_381	157939	514798	320
H-IJM079	160227	511749	HRcomb_ijsselm_402	159603	512123	291
H-IJM072	160464	510777	HRcomb_ijsselm_406	159887	511596	373
H-IJM058	160797	509581	HRcomb_ijsselm_412	160151	510735	316
H-IJM049	160002	508360	HRcomb_ijsselm_421	160541	509443	291
H-IJM038	159431	507849	HRcomb_ijsselm_430	159937	508459	118
H-IJM035	159265	507737	HRcomb_ijsselm_436	159131	508076	376
H-IJM030	158901	507349	HRcomb_ijsselm_441	158665	507495	647
H-IJM019	158760	506350	HRcomb_ijsselm_448	158259	506526	1044
H-IJM009	158223	505681	HRcomb_ijsselm_454	157915	505695	1069

Omrekening golfperiode

De door de modellen Hydra-M en Hydra-Q uitgevoerde golfperiode betreft de piekperiode T_p . Vanuit project WTI2011 zijn spectrale golfperioden (T_{m-10}) aangeleverd. Deze ten behoeve van de gevoeligheidsanalyse omgerekend naar T_p -waarden. Hiervoor is gebruik gemaakt van het hiervoor in [V&W, 2007b] opgenomen rekenvoorschrift: $T_p = 1,1 * T_{m-10}$.

5.2.2 Hydraulische randvoorwaarden

Zoals eerder toegelicht in paragraaf 5.1 zijn vanuit WTI2011 toetspeilen en waterstand/golf combinaties voor golfoverslag aangeleverd. Deze zijn afgeleid voor toetsing uitgaande van peildatum 2017. Om de impact van de in de concept- HR2011 toegepaste nieuwe inzichten voor de versterkingsopgave voor de Houtribdijk inzichtelijk te kunnen maken, dienen de toetscondities vertaald te worden naar ontwerpcondities. Hiervoor zijn dezelfde toeslagen gehanteerd als voor de afleiding van de in hoofdstuk 3 beschreven ontwerpwaarden 2065. Dit betekent dat de waterstanden zijn verhoogd met

een robuustheidstoets van 0,20 meter en een verwachte meerpeilstijging van 0,11 meter en dat de golfcondities (golfhoogte en –periode) verhoogd zijn met tien procent. De op deze wijze berekende ontwerpcondities zijn opgenomen in tabel 5.2.

Tabel 5.2: Ontwerprandvoorwaarden op basis van concept-HR2011

Uitvoerlocatie	Ontwerppeil [m + NAP]	Illustratiepunt golfoverslag (1 l/m/s)			
		H _s [m]	T _p [s]	Waterstand [m + NAP]	Golfrichting t.o.v. dijknormaal [°]
HR_ym235	1,46	1,32	4,72	1,10	10
HR_ym218	1,46	2,05	5,69	1,06	348
HR_ym202	1,47	1,72	4,72	1,23	323
HR_ym188	1,49	1,63	5,20	1,29	346
HR_ym169	1,52	1,85	5,08	1,42	335
HR_ym160	1,56	1,95	5,20	1,47	334
HR_ym124	1,65	1,72	4,84	1,68	337
HR_ym119	1,79	2,12	5,32	1,81	345
HR_ym086	1,81	2,24	5,57	1,82	346
HR_ym079	2,01	2,63	6,05	2,02	349
HR_ym072	2,06	2,39	5,81	2,09	346
HR_ym058	2,11	2,37	6,17	1,75	5
HR_ym049	2,18	1,54	4,72	0,77	64
HR_ym038	2,20	1,12	5,57	1,84	43
HR_ym035	2,19	1,12	5,57	1,87	55
HR_ym030	2,20	1,18	4,48	1,94	36
HR_ym019	2,21	1,36	4,24	1,90	31
HR_ym009	2,24	1,39	3,99	2,00	25

5.2.3 Overige uitgangspunten

Aanpassing golfrichting WT12011

Voor enkele uitvoerlocaties (HR_ym049, HR_ym038 en HR_ym030) wordt op basis van het WT12011 een golfrichting gevonden die een hoek maakt van meer dan 90 graden t.o.v. dijknormaal. Voor deze gevallen zijn strijkende golven aangenomen (invalshoek 90 graden).

Gehanteerde ontwerpwaterstanden stabiliteitsbeoordeling

Voor de beoordeling van de macrostabiliteit is per dijksectie één dwarsprofiel doorgerekend. Per dijksectie is hiertoe de maatgevende ontwerpwaterstand gehanteerd. De geselecteerde waterstanden en verschillen ten opzichte van de in hoofdstuk 3 bepaalde ontwerpwaterstanden zijn weergegeven in tabel 5.3.

Tabel 5.3: Gehanteerde ontwerppeilen dijksecties

Dijksectie	KM	OWP IJsselmeer [m NAP]	Verschil met HR2006 [m]
Dijksectie 1	49,7-53,0	1,46	+0,06
Dijksectie 2	53,0-55,4	1,47	+0,06
Dijksectie 3	55,4-60,5	1,60	+0,05
Dijksectie 4	60,5-68,1	2,06	+0,09
Dijksectie 5	68,1-73,1	2,21	+0,15
Dijksectie 6	73,1-75,0	2,24	+0,18

Opzet freatische lijn

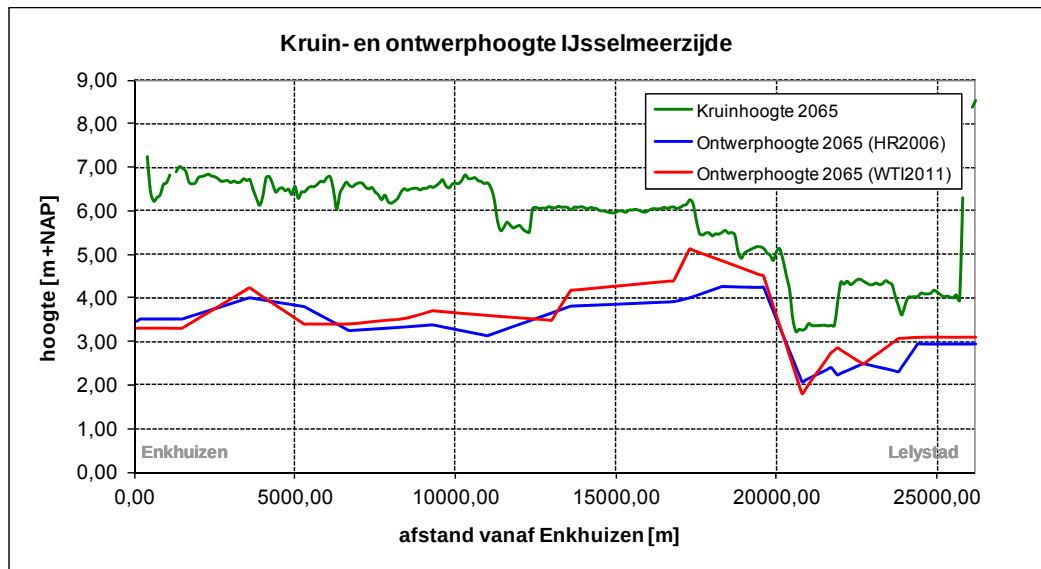
De opzet van de freatische lijn is voor de in hoofdstuk 4 beschreven veiligheidsanalyse gekoppeld aan een Plaxflow berekening. Voor de verkenning van de consequenties van de nieuwe WTI2011-inzichten is geen nieuwe Plaxflow berekening uitgevoerd. De in bovenstaande tabel weergegeven verschillen zijn direct aan de freatische lijn in de dijk gekoppeld. Opgemerkt wordt dat dit een conservatieve benadering is. De verschillen die in bovenstaande tabel zijn weergegeven zijn direct op de buitenwaterstand gezet zonder daarbij de hoogte van de waterstand waarnaar het verval optreedt (NAP+0,3 m) aan te passen (bij STBI).

5.3 Consequenties nieuwe inzichten voor resultaten veiligheidsanalyse

5.3.1 Consequenties voor beoordeling dijkhoogte (HT)

De consequenties voor de beoordeling van de dijkhoogte zijn verkend door de overslagberekeningen met PC-Overslag te herhalen met de ontwerpwaarden 2065 op basis van WTI2011-inzichten. Op basis van de uitkomsten zijn vervolgens de benodigde ontwerpkuinhoogte en verwachte aanwezige hoogte in 2065 met elkaar vergeleken. Deze werkwijze is conform de toegepaste werkwijze in paragraaf 4.1. De resultaten zijn gegeven in figuur 5.1. NB: het betreft alleen resultaten voor de IJsselmeerzijde omdat er voor Markermeerzijde geen nieuwe WTI2011 inzichten zijn.

Uit figuur 5.1 blijkt dat de ontwerpkuinhoogte op basis van WTI2011-ontwerpwaarden over het algemeen iets hoger is dan de ontwerpkuinhoogte op basis van de in hoofdstuk 3 bepaalde HR2065. Het verschil in benodigde kuinhoogte varieert van -0,25 tot +1,25 meter. In geen enkel geval heeft dit gevolgen voor de beoordeling van de hoogte van de Houtribdijk aan de IJsselmeerzijde.



Figuur 5.1: Vergelijking ontwerpkuinhoogte 2065 op basis van WTI2011 en HR2006.

5.3.2 Consequenties voor beoordeling piping en heave (STPH)

Aangezien de hydraulische uitgangspunten geen invloed hebben op de beoordeling van het spoor piping en heave (gegeven dijkopbouw type 2B) leidt toepassing van de nieuwe inzichten conform WTI2011 niet tot een ander beoordelingsresultaat.

5.3.3 Consequenties voor beoordeling stabiliteit buitenwaarts (STBU)

De nieuwe inzichten hebben alleen betrekking op de STBU-YS, niet op STBU-mm. Voor STBU-YS zijn de eerdere berekeningen aangepast op basis van de ontwerpwaarden conform WTI2011-kennis. In tabel 5.4 zijn de resultaten weergegeven.

Tabel 5.4: Resultaten STBU o.b.v. WTI2011 (freatische lijn o.b.v. Plaxflow)

KM	STBU-YS [1,2]	STBU-YS [1,1]
Benodigde SF	1,30	1,19
49,7-53,0	1,38	1,38
53,0-55,4	1,22	1,22
55,4-60,5	1,25*	1,25
60,5-68,1	1,30	1,30
68,1-73,1	1,33	1,33
73,1-75,0	1,20	1,20

* Met een aanscherping van de modelering is het wellicht mogelijk dat dit profiel wordt goedgekeurd, een nadere analyse is onderdeel van de ontwerpfase

5.3.4 Consequenties voor beoordeling stabiliteit binnenwaarts (STBI)

De nieuwe inzichten hebben alleen betrekking op de STBI-YS, niet op STBI-mm. Voor STBI-YS zijn de eerdere berekeningen aangepast op basis van de ontwerpwaarden conform WTI2011-kennis. In tabel 5.5 zijn de resultaten weergegeven.

Tabel 5.5: Resultaten STBI o.b.v. WT12011 (freatische lijn o.b.v. Plaxflow)

KM	STBI-YS [1,2]	STBI-YS [1,1]
Benodigde SF	1,37	1,25
49,7-53,0	1,15	1,15
53,0-55,4	1,46	1,46
55,4-60,5	1,41	1,41
60,5-68,1	1,42	1,42
68,1-73,1	1,75	1,75
73,1-75,0	1,32*	1,32

* Met een aanscherping van de modelering is het wellicht mogelijk dat dit profiel wordt goedgekeurd, een nadere analyse is onderdeel van de ontwerpfase

5.3.5 Consequenties voor beoordeling microstabiliteit (STMI)

Er zijn geen wijzigingen aangebracht naar het waterstandsniveau waarnaar de buitenwaterstand door het dijklichaam vervalt (NAP +0,3 m). De hydraulische uitgangspunten hebben daarmee geen invloed op de beoordeling betreffende het spoor microstabiliteit zodat de nieuwe inzichten van WT12011 niet zullen leiden tot een andere beoordeling.

5.3.6 Consequenties voor beoordeling stabiliteit voorland (STVL)

Aangezien de hydraulische uitgangspunten geen invloed hebben op de beoordeling van de stabiliteit van het voorland leidt toepassing van de nieuwe inzichten conform WT12011 niet tot een ander beoordelingsresultaat.

5.3.7 Consequenties voor beoordeling bekledingen (STBK)

Toelichting beoordelingswijze

Omdat er geen bekledingsrandvoorwaarden beschikbaar zijn, is het niet mogelijk om de consequenties van de WT12011-inzichten voor de beoordeling van de bekledingen in beeld te brengen. De gevoeligheidsanalyse voor bekledingen is daarom beperkt tot een kwalitatieve inschatting op basis van de waargenomen trend in de verandering van golfbelastingen voor het faalmechanisme golfoverslag. Uitgangspunt is dat eenzelfde trend ook geldt voor lagere (voor bekleding relevante) waterstanden.

Steenzettingen

De steenzettingen aan de IJsselmeerszijde zijn in de veiligheidsanalyse over de gehele lengte afgekeurd. De op basis van WT12011-inzichten bepaalde golftrandvoorwaarden voor golfoverslag zijn over het algemeen zwaarder dan de in hoofdstuk 3 bepaalde HR2065. Indien deze trend ook geldt voor de bekledingsrandvoorwaarden (hetgeen wel verwacht wordt) zal de benodigde toplaagdikte van de steenzettingen toenemen.

Breuksteenbekledingen

De breuksteenbekledingen op de Houtribdijk zijn voor slechts enkele dijkvakken (waarin de uitvoerpunten H-IJM 009, 019 en 235 liggen) goedgekeurd. Uitgaande van de verwachting dat de bekledingsrandvoorwaarden op basis van de WT12011-inzichten zwaarder zullen zijn dan de in hoofdstuk 3 gerapporteerde belastingen, wordt verwacht dat het meenemen van de nieuwe inzichten zal leiden tot afkeuring van de in de veiligheidsanalyse (hoofdstuk 4) nog goedgekeurde vakken.

Asfaltbekledingen

De asfaltbekledingen zijn in de eerdere veiligheidsanalyse (hoofdstuk 4) al afgekeurd op basis van een te korte (of geen) restlevensduur. Het meenemen van de nieuwe WT12011-inzichten is niet van invloed op het eindoordeel.

Grasbekledingen

De grasbekledingen die zijn afgekeurd in de veiligheidsanalyse zijn afgekeurd op basis van een te hoog zandgehalte van het onderliggende materiaal (klei). Het meenemen van de nieuwe WT12011-inzichten is niet van invloed op dit eindoordeel.

De grasbekledingen die zijn goedgekeurd in de veiligheidsanalyse kunnen door het toenemen van de hydraulische belasting wel afgekeurd worden. Vooral de dijkvakken waarvan, in de veiligheidsanalyse, de ondergrens van de grasbekleding binnen 1 meter van het toepassingsgebied ligt.

5.3.8 Consequenties beoordeling haven- en leidammen & aansluitende grondconstructies

De reeds in de toetsing afgekeurde dammen zullen uitgaande van de WT12011 inzichten ook 'onvoldoende' (blijven) scoren. De in de 2^e toetsronde als 'voldoende' of 'goed' beoordeelde haven- en leidammen zijn zoals aangegeven in paragraaf 4.8 bij gebrek aan voldoende gegevens niet beoordeeld in de veiligheidsanalyse. De impact van WT12011-inzichten is voor deze dammen dan ook niet verkend.

6 GEVOELIGHEID RESULTATEN VOOR VARIATIE VAN DE PLANPERIODE

6.1 Invloed van de planperiode

Uitgangspunt voor de verkenning is een planperiode van 50 jaar en dus de ontwerppeildatum 2065. Een eventuele verkorting van de planperiode is van invloed op de hydraulische ontwerpcondities en hierdoor mogelijk ook op de omvang van de versterkingsopgave. Op verzoek van de opdrachtgever is deze invloed globaal verkend. De resultaten zijn beschreven in het voorliggende hoofdstuk. Voor een aantal stabiliteitsonderdelen is een kwantitatieve onderbouwing gegeven, echter voor de overige onderdelen is de verkenning kwalitatief van aard.

6.2 Consequenties verkorting planperiode voor resultaten veiligheidsanalyse

6.2.1 Consequenties voor beoordeling dijkhoogte (HT)

Uitgangspunt voor het project is dat de zeespiegelstijging tot 2050 volledig gecompenseerd kan worden door extra spuicapaciteit. De toename van de voor de hoogte relevante hydraulische belasting speelt dus pas vanaf 2050. Verkorting van de planperiode tot bijvoorbeeld 2050 zal vanwege de kleine afname van de hydraulische belasting (maximaal 11 centimeter waterstandverlaging op het IJsselmeer en hierdoor mogelijk enkele centimeters afname van de golfhoogte) en verwaarloosbaar verschil in autonome bodemdaling een zeer beperkt effect hebben op de benodigde kruinhoogte op de ontwerppeildatum. Gegeven de aangetoonde kruinhoogtemarge aan IJsselmeerzijde worden voor deze zijde van de dijk geen consequenties verwacht voor de beoordeling van de dijkhoogte. Gegeven de abrupte overgang van een kruinhoogtemarge naar een kruinhoogtetekort aan Markermeerzijde (zie figuur 4.2) zal het effect op het beoordelingsresultaat ook hier nihil zijn.

Uitgangspunt hierbij is uiteraard wel dat de nu toegepaste robuustheidstoelagen van toepassing blijven bij de overstap op een kortere planperiode.

6.2.2 Consequenties voor beoordeling piping en heave (STPH)

Aangezien de hydraulische uitgangspunten geen invloed hebben op de beoordeling van het spoor piping en heave (gegeven dijkopbouw type 2B) leidt toepassing van de nieuwe inzichten conform WTI2011 niet tot een ander beoordelingsresultaat.

6.2.3 Consequenties voor beoordeling stabiliteit buitenwaarts (STBU)

De berekeningen van de in hoofdstuk 4 beschreven veiligheidsanalyse zijn herhaald op basis van een verlaagd ontwerppeil behorende bij peildatum 2050. Deze peildatum is gekozen omdat tot 2050 het meerpeil gelijk blijft (door extra spuicapaciteit). Verkorting van de planperiode heeft dus maximaal effect bij verkorting tot 35 jaar (en dus maximale meerpeil reductie t.o.v. 2065). De resultaten zijn opgenomen in tabel 6.1.

De profielen met een parkeerhaven zijn in de gevoeligheidsanalyse voor de variatie in planperiode niet beschouwd.

Tabel 6.1: Resultaten STBU o.b.v. HR2006 OWP-2050 (freatische lijn Plaxflow)

HM	STBU-YS [1,2]	STBU-YS [1,1]	STBU-MM [1,2]	STBU-MM [1,1]
Benodigde SF	1,30	1,19	1,30	1,19
49,7-53,0	1,38	1,38	1,11	1,11
53,0-55,4	1,25*	1,25	1,48	1,48
55,4-60,5	1,29*	1,29	1,48	1,48
60,5-68,1	1,38	1,38	1,45	1,45
68,1-73,1	1,39	1,39	1,79	1,79
73,1-75,0	1,25*	1,25	1,31	1,31

* Met een aanscherping van de modelering is het wellicht mogelijk dat dit profiel wordt goedgekeurd, een nadere analyse is onderdeel van de ontwerpfase

6.2.4 Consequenties voor beoordeling stabiliteit binnenwaarts (STBI)

De berekeningen van de in hoofdstuk 4 beschreven veiligheidsanalyse zijn herhaald op basis van een verlaagd ontwerppeil behorende bij peildatum 2050. Deze peildatum is gekozen omdat tot 2050 het meerpeil gelijk blijft (door extra spuicapaciteit). Verkorting van de planperiode heeft dus maximaal effect bij verkorting tot 35 jaar (en dus maximale meerpeil reductie t.o.v. 2065). De resultaten zijn opgenomen in tabellen 6.2 en 6.3.

Tabel 6.2: Resultaten STBI o.b.v. HR2006 OWP-2050 (freatische lijn Plaxflow)

HM	STBI-YS [1,2]	STBI-YS [1,1]	STBI-MM [1,2]	STBI-MM [1,1]
Benodigde SF	1,37	1,25	1,37	1,25
49,7-53,0	1,14	1,14	1,48	1,48
53,0-55,4	1,46	1,46	1,35*	1,35
55,4-60,5	1,42	1,42	1,46	1,46
60,5-68,1	1,42	1,42	1,19 ¹	1,19 ¹
68,1-73,1	1,76	1,76	1,28*	1,28
73,1-75,0	1,32*	1,32	1,67	1,67

* Met een aanscherping van de modelering is het wellicht mogelijk dat dit profiel wordt goedgekeurd, een nadere analyse is onderdeel van de ontwerpfase

Tabel 6.3: Resultaten STBI o.b.v. HR2006 OWP-2050 Plaxflow + overslag

HM	STBI-MM [1,2]	STBI-MM [1,1]
Benodigde SF	1,37	1,25
60,5-68,1	1,09	1,09
68,1-73,1	1,15	1,15
73,1-75,0	1,05	1,05

6.2.5 Consequenties voor beoordeling microstabiliteit (STMI)

Er zijn geen wijzigingen aangebracht naar het waterstandsniveau waarnaar de buitenwaterstand door het dijklichaam vervalt (NAP +0,3 m). De hydraulische uitgangspunten hebben daarmee geen invloed op de beoordeling betreffende het spoor microstabiliteit zodat verkorting van de planperiode niet zal leiden tot een andere beoordeling.

6.2.6 Consequenties voor beoordeling stabiliteit voorland (STVL)

Aangezien de hydraulische uitgangspunten geen invloed hebben op de beoordeling van de stabiliteit van het voorland leidt toepassing van de nieuwe inzichten conform WT12011 niet tot een ander beoordelingsresultaat.

6.2.7 Consequenties voor beoordeling bekledingen (STBK)

Steenbekledingen: Steenzettingen

Zoals gesteld in paragraaf 6.2.1 zijn de gevolgen van het verkorten van de planperiode voor de hydraulische randvoorwaarden voor golfoverslag klein. De verwachting is dat dit voor bekledingsrandvoorwaarden niet anders zal zijn en verkorting van de planperiode weinig effect zal hebben op de beoordelingsresultaten.

Steenbekledingen: Breuksteenbekledingen

Zoals gesteld in paragraaf 6.2.1 zijn de gevolgen van het verkorten van de planperiode voor de hydraulische randvoorwaarden voor golfoverslag klein. De verwachting is dat dit voor bekledingsrandvoorwaarden niet anders zal zijn en verkorting van de planperiode weinig effect zal hebben op de beoordelingsresultaten.

Asfaltbekledingen

De asfaltbekledingen zijn in de eerdere veiligheidsanalyse (hoofdstuk 4) al afgekeurd op basis van een te korte (of geen) restlevensduur. De asfaltbekleding aan de Markermeerzijde is op dit moment al aan het einde van zijn levensduur. De asfaltbekleding aan de IJsselmeerzijde kan door een reparatie van de scheuren weer functioneren als dijkbekleding. Hierbij valt wel te verwachten dat naarmate de tijd vordert vaker onderhoud gepleegd moet worden. Belangrijk aandachtspunt hierbij is dat er in het asfalt naast scheuren ook zwakke plekken met doorgroei van riet aanwezig zijn. Deze zullen regelmatig uitgefreesd en met asfalt opgevuld moeten worden. De ervaring leert echter dat op deze wijze herstelde zwakke plekken al na een aantal jaar opnieuw doorgroei van riet vertonen. Dit is mogelijk het gevolg van onvoldoende verdichting van het asfalt op de zachte keileemondergrond. De verwachting is dat het aantal zwakke plekken ten gevolge van veroudering van het asfalt in de tijd in aantal en omvang zal toenemen.

Grasbekledingen

De grasbekledingen die zijn afgekeurd in de veiligheidsanalyse zijn afgekeurd op basis van een te hoog zandgehalte van het onderliggende materiaal (klei). Het verkorten van de planperiode is niet van invloed op dit eindoordeel.

6.2.1 Consequenties beoordeling haven- en leidammen & aansluitende grondconstructies

De reeds in de toetsing afgekeurde dammen zullen ongeacht de planperiode nog steeds 'onvoldoende' (blijven) scoren. De in de 2^e toetsronde als 'voldoende' of 'goed' beoordeelde haven- en leidammen zijn zoals aangegeven in paragraaf 4.8 bij gebrek aan voldoende gegevens niet beoordeeld in de veiligheidsanalyse. De impact van een eventuele verkorting van de planperiode is voor deze dammen dan ook niet verkend.

7 SAMENVATTING VAN RESULTATEN & VERVOLGSTAPPEN

7.1 Samenvatting resultaten

In de voorgaande drie hoofdstukken zijn achtereenvolgend beschreven:

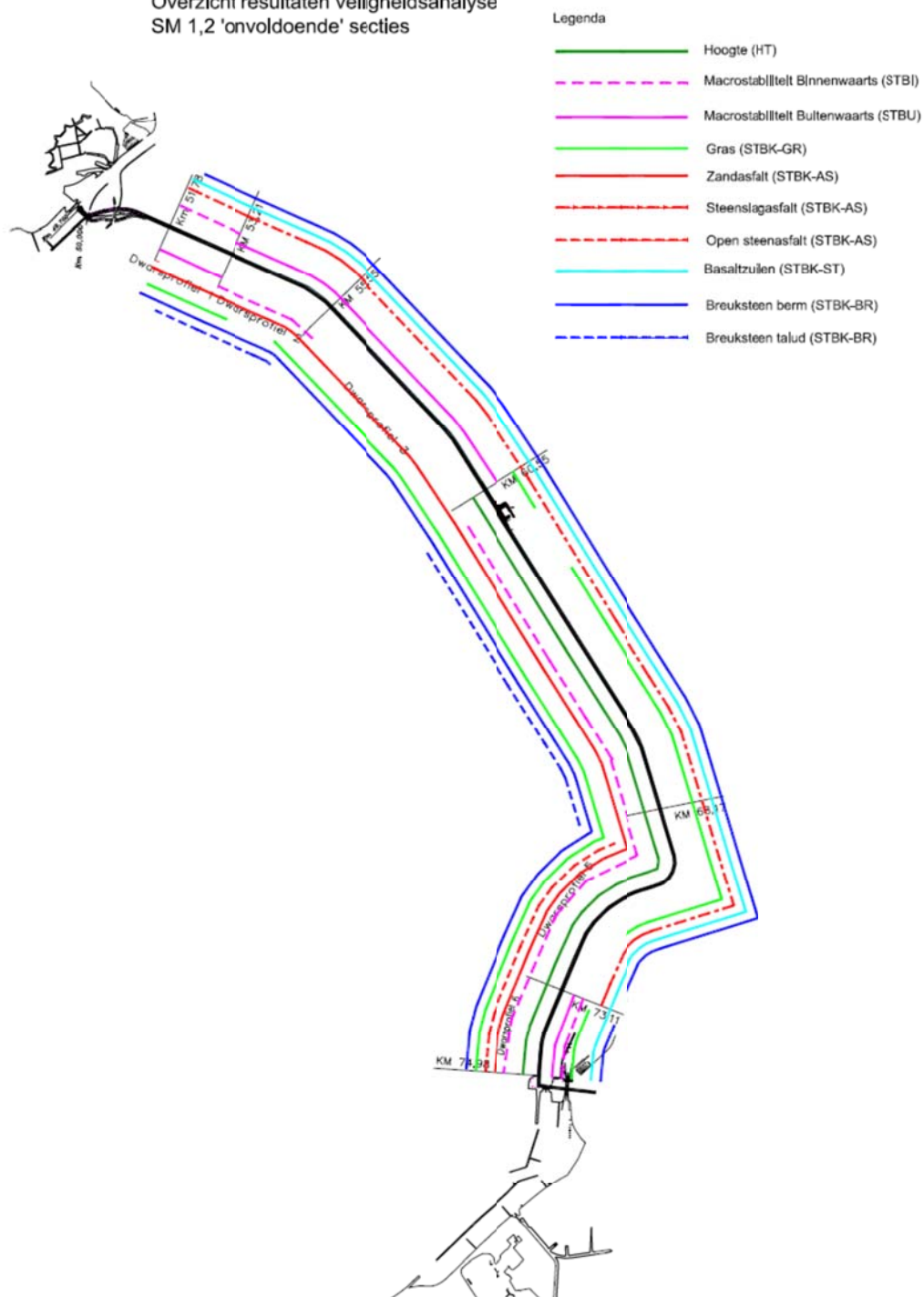
- Veiligheidsanalyse op basis van HR2065, waarbij de HR2065 bepaald zijn met vigerende Hydra-modellen en onderliggende (ook voor de 2^e toetsronde toegepaste) databases. De in deze veiligheidsanalyse in beeld gebrachte versterkingsopgave vormt voornamelijk uitgangspunt voor de verdere verkenning.
- Gevoeligheidsanalyse op basis van nieuwe inzichten uit het project WTI2011 op het gebied van de hydraulische belastingen op het IJsselmeer. Doel van deze exercitie was het inzichtelijk maken van de eventuele consequenties van toepassing van genoemde nieuwe inzichten voor de versterkingsopgave.
- Gevoeligheidsanalyse (voornamelijk kwalitatief) op basis van variatie (lees: verkorting) van de planperiode. Doel van deze exercitie was het inzichtelijk maken van de eventuele invloed van een verkorting van de planperiode voor de versterkingsopgave. De resultaten van deze verkenning kunnen mogelijk dienen ter ondersteuning van het verdere besluitvormingsproces rondom de versterking van de Houtribdijk.

De resultaten van bovengenoemde drie analyses zijn samengevat in de volgende vier figuren:

- Figuur 7.1a en 7.1b: Resultaten van de veiligheidsanalyse (hoofdstuk 4). Beide figuren tonen de op basis van de HR2065 afgekeurde onderdelen. Het verschil tussen beide figuren heeft betrekking op de voor macrostabiliteit gehanteerde schematiseringsfactor. Figuur 7.1a toont de resultaten op basis van factor 1,2 en figuur 7.1b toont de resultaten op basis van factor 1,1. De in eerstgenoemde figuur opgenomen resultaten zijn voornamelijk leidend, de tweede figuur is toegevoegd ter indicatie van de gevoeligheid van de resultaten van de veiligheidsanalyse voor eventueel mogelijke aanscherping van de schematiseringsfactor in de ontwerpfase.
- Figuur 7.2: Resultaten van de gevoeligheidsanalyse voor WTI2011-inzichten (hoofdstuk 5). De figuur toont de ten opzichte van figuur 7.1 aanvullende afgekeurde onderdelen, waarbij de afkeuring direct het gevolg is van toepassing van de nieuwe WTI-inzichten. Opgemerkt wordt dat de bekledingen niet kwantitatief beoordeeld zijn wegens ontbrekende bekledingsrandvoorwaarden. De aanvullende opgave zal vermoedelijk groter zijn dan getoond in figuur 7.2.
- Figuur 7.3: Resultaten van de gevoeligheidsanalyse voor planperiode verkorting (hoofdstuk 6). De figuur toont alleen de onderdelen die in de veiligheidsanalyse (hoofdstuk 4) zijn afgekeurd en door verkorting van de planperiode waarschijnlijk alsnog goedgekeurd kunnen worden. In feite toont de figuur dus de reductie van de versterkingsopgave ten gevolge van verkorting van de planperiode.

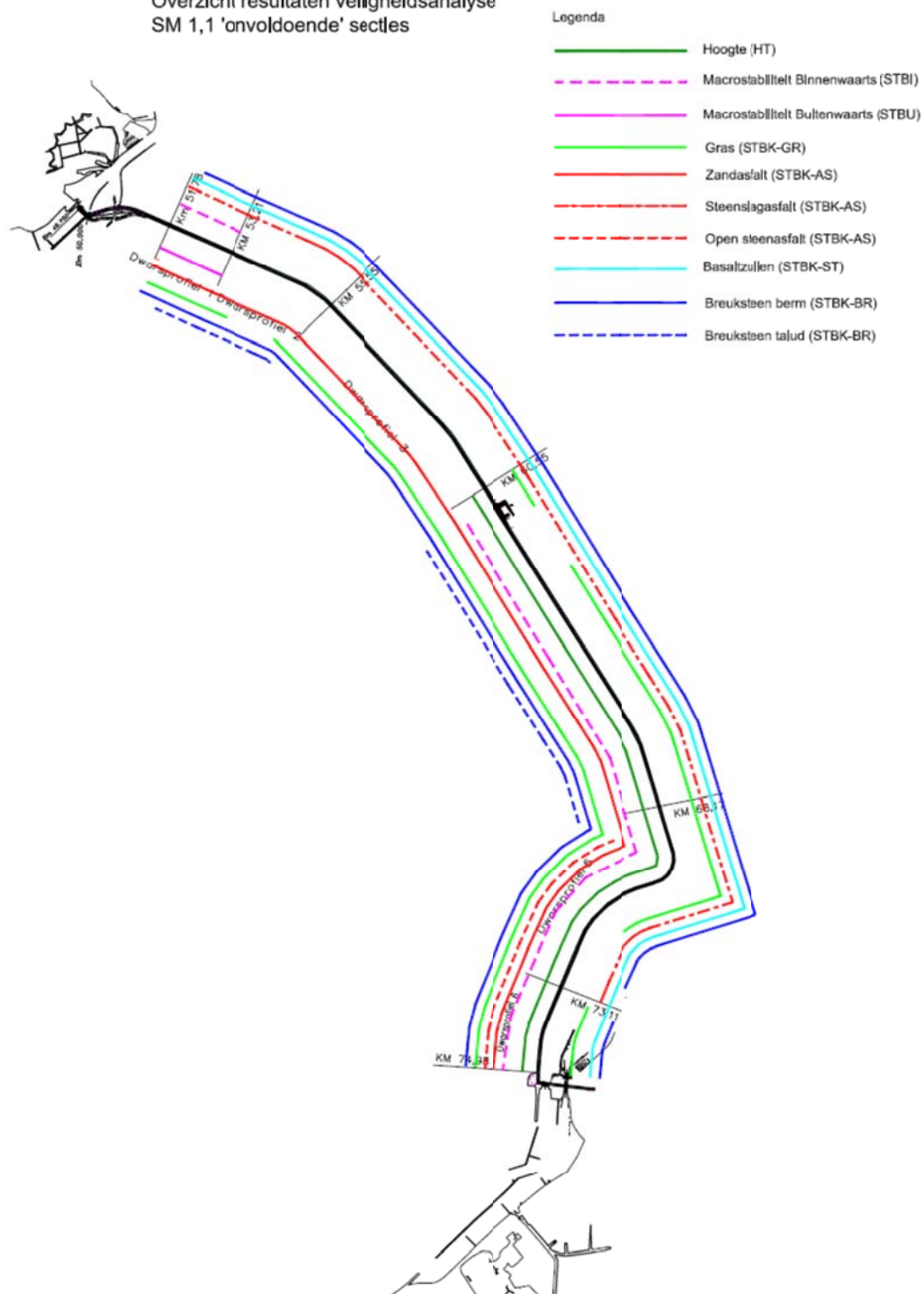
Een meer gedetailleerd overzicht van de beoordelingsresultaten voor de drie uitgevoerde analyses is (exclusief de indicatieve gevoeligheid voor aanscherping van de schematiseringsfactor, zoals getoond in figuur 7.1b) in tabelvorm opgenomen in bijlage 9.

Overzicht resultaten veiligheidsanalyse
SM 1,2 'onvoldoende' secties



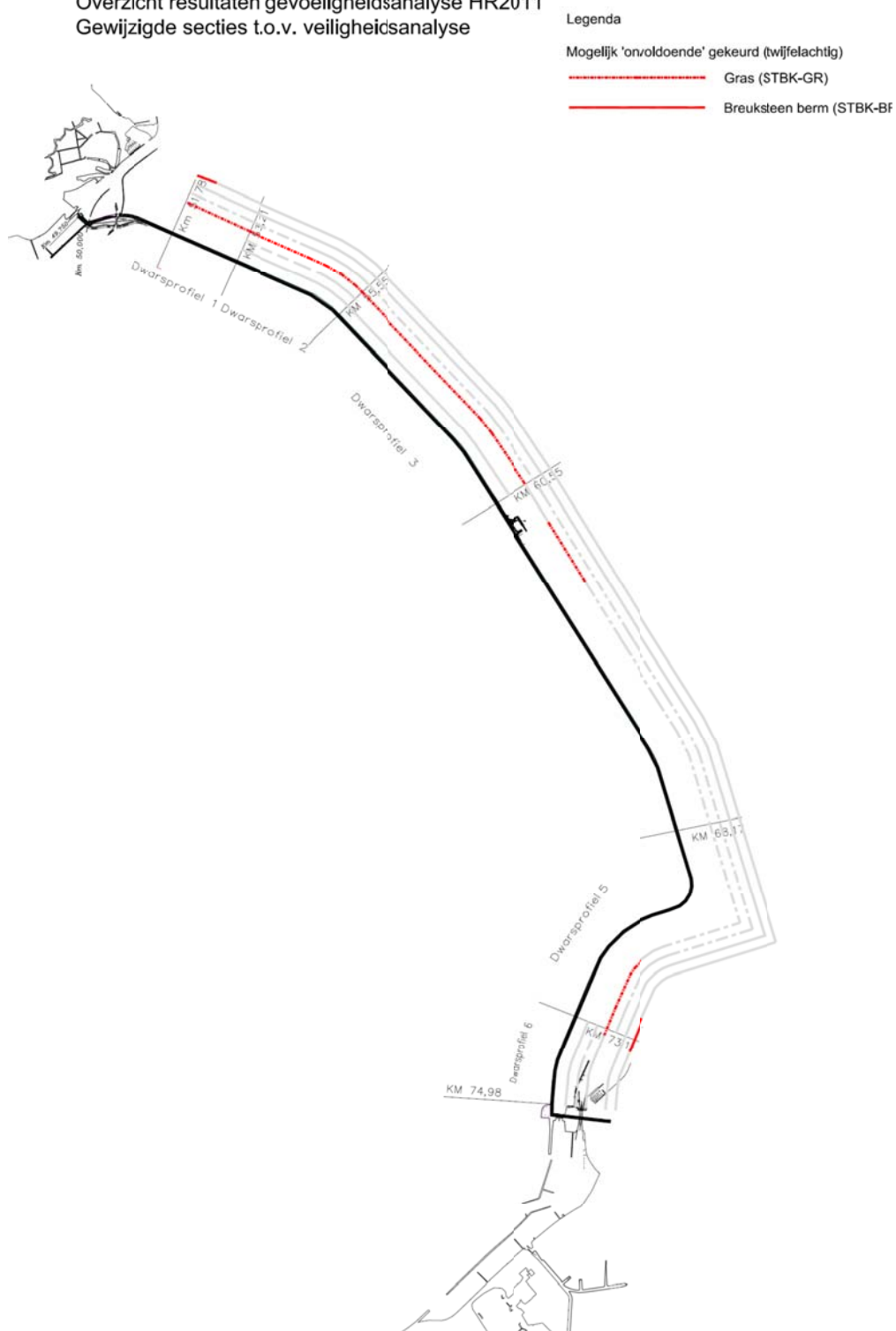
Figuur 7.1a: Overzicht resultaten veiligheidsanalyse o.b.v. HR2065 (HR2006-basis) en schematiseringsfactor 1,2

Overzicht resultaten veiligheidsanalyse
SM 1,1 'onvoldoende' secties



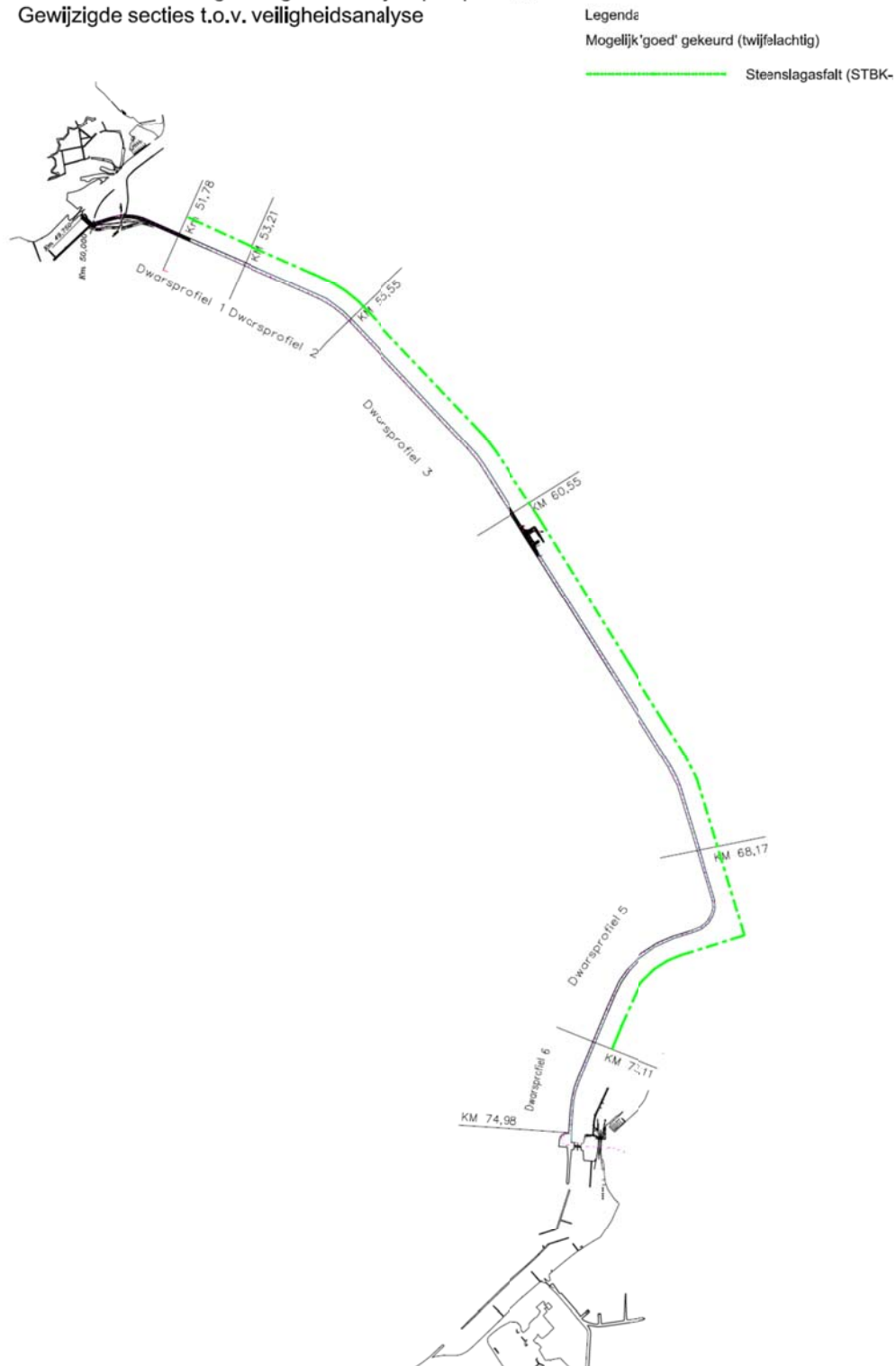
Figuur 7.1b: Overzicht resultaten veiligheidsanalyse o.b.v. HR2065 (HR2006-basis) en schematiseringsfactor 1,1

Overzicht resultaten gevoeligheidsanalyse HR2011
 Gewijzigde secties t.o.v. veiligheidsanalyse



Figuur 7.2: Overzicht mogelijke consequenties WT2011-inzichten

Overzicht resultaten gevoeligheidsanalyse planperiode
 Gewijzigde secties t.o.v. veiligheidsanalyse



Figuur 7.3: Overzicht mogelijke consequenties kortere planperiode

7.2 Vervolgstappen

Voor de geotechniek zijn verschillende vervolgstappen benodigd. Deze worden opgepakt binnen het verdere ontwerpproces. De stappen worden hieronder toegelicht:

Analyse grondonderzoek

De resultaten zoals gepresenteerd in dit rapport zijn gebaseerd op de geschematiseerde bodemopbouw en grondparameter set uit de 2^e toetsronde. De volledigheid van het grond- en laboratoriumonderzoek dient nog te worden vastgesteld. Mogelijk volgt daaruit dat aanvullend grondonderzoek nodig is of dat er een conservatieve benadering op basis van de beschikbare gegevens gehanteerd dient te worden.

Vervolgstappen macrostabiliteit

Tevens worden – op grond van de uitgevoerde veiligheids- en gevoeligheidsanalyse - in de beginfase van het ontwerpproces de navolgende minimale vervolgstappen voorzien met betrekking tot de nadere vaststelling van de macrostabiliteit:

- Evaluatie van de huidige indeling in dijkvakken en de maatgevendheid van de doorgerekende profielen.
- Verificatie van de bodemopbouw (en sterkteparameters).
- Verificatie van de stijghoogte van het Pleistoceen en de schematisering van het waterspanningsverloop met de diepte.
- Mogelijk aanvullende Plaxflow berekeningen ten behoeve van de realistische schematisatie van de freatische lijn (indien van toepassing ook bij de situatie met overslag).
- Vaststelling van de schematiseringsfactor door middel van het uitvoeren van aanvullende berekeningen van de macrostabiliteit.
- Beschouwing effecten van autonome bodemdaling.
- Uitwerken van enkele oplossingsvarianten (zoals bijvoorbeeld flauwer talud, berm e.d.) in het kader van het schetsontwerp.

8 LITERATUUR

[CIRCI, 2007]: The Rock Manual Edition 2007, CIRCI/CUR, C683, juni, 2007

[Deltares, 2012]: Handleiding Steentoets2008, Deltares, 1204727-009, mei 2009

[DWW, 2004]: Technisch rapport Waterspanningen bij dijken (TRWD), TAW, DWW-2004-057, augustus 2004

[DHV, 2004]: Eenvoudige toets Houtribdijk IJsselmeerzijde, deel A: voorbereiding en deel B: toets, juli 2004, DHV

[DHV, 2005]: Gedetailleerde toets Houtribdijk IJsselmeerzijde, februari 2005, DHV

[ENW, 2007]: Addendum bij het Technisch Rapport Waterkerende Grondconstructies, Ministerie van Verkeer en Waterstaat/ENW, juli 2007

[ENW, 2009]: Addendum Leidraad Zee- en Meerdijken, Ministerie van Verkeer en Waterstaat/ ENW, maart 2009

[Faber, 2004]: Vervalbepaling Houtribdijk, Faber, H.C., mei 2004

[Grontmij, 2004a]: Eenvoudige toetsing van de Houtribdijk voor de belasting vanaf de Markermeerzijde, april 2004, Grontmij

[Grontmij, 2004b]: Gedetailleerde toets Houtribdijk Markermeerzijde, december 2004, Grontmij

[HWBP]: HWBP Criteria Techniek, HWBP

[KNMI, 2006]: KNMI Climate Change Scenarios 2006 for the Netherlands, KNMI, De Bilt, 2006

[LRT, 2006]: Landelijke Toetsrapportage 2006, Achtergrondrapport, deel 2 Verbindende Waterkeringen, Ministerie van Verkeer en Waterstaat, September 2006, Lelystad

[RWS, 2009]: Legger Houtribdijk, RWS IJsselmeergebied Waterdistrict IJsselmeergebied, november 2009

[RWS, 2012]: Email: Afhandeling vraag nr. 1208-0221, RWS, 7-9-2012

[V&W, 2007a]: Voorschrift Toetsen op Veiligheid 2006 van de primaire waterkeringen, Verkeer en Waterstaat, september 2007

[V&W, 2007b]: Hydraulische Randvoorwaarden 2006 voor toetsing van de primaire waterkeringen, Verkeer en Waterstaat, september 2007

Bijlage 1

Beoordelingsresultaten tweede toetsronde

Dijkvak	subvak	Kilometrerings Markermeerzijde		lengte	Toetsing Markermeerzijde									
		van [km]	tot[km]		Hoogtoets (HT)	Stabiliteit (ST)	Steen bekleding	Zandafalt	Opensteenafalt	Grasbekleding	Breuksteen berm	Breuksteen talud	Kunstwerk	Voorland
HRS schutsluizen		75,52	75,46	60									G	G
eiland Hourtribsluizen 6-HRS		75,46	75,13	540	G	G		O	O	g.o.	O			G
HRS spuisluizen		75,13	75	130									G	G
Kerende constructie Houtribsluizen		75,52	75	520	G	G	G				G	G		G
Dijkvak 6 A	6A-1	75	74,4	600	g.o.	G		O	O	g.o.	O			G
Dijkvak 6 B	6B-1	74,4	73,22	1180	g.o.	G		O	O	g.o.	O			G
	6B-2	73,22	73,1	120	g.o.	G		O	O	g.o.	O			G
Dijkvak 5A	5A-1	73,1	72,45	650	g.o.	G		O	O	g.o.	O			G
	5A-2	72,45	71,9	550	g.o.	G		O	O	g.o.	O			G
Dijkvak 5B	5B-1	71,9	71,22	680	g.o.	G		O	O	g.o.	O			G
Dijkvak 5C	5C-1	71,22	70,35	870	g.o.	G		O	O	g.o.	O			G
Dijkvak 5D	5D-1	70,35	70,05	300	g.o.	G		O	O	g.o.	O			G
	5D-2	70,05	69,2	850	g.o.	G		O	O	g.o.	O			G
Dijkvak 5E	5E-1	69,2	68,34	860	g.o.	G		O	O	g.o.	O	O		G
	5E-2	68,34	68,1	240	g.o.	G		O		g.o.	O	O		G
Dijkvak 4A	4A-1	68,1	68	100	g.o.	G		O		g.o.	O	O		G
	4A-2	68	66,35	1650	g.o.	G		O		g.o.	O	O		G
	4A-3	66,35	66,25	100	g.o.	G		O		g.o.	O	O		G
	4A-4	66,25	66,08	170	g.o.	G		O		g.o.	O	O		G
	4A-5	66,08	65,2	880	g.o.	G		O		g.o.	O	O		G
Dijkvak 4B	4B-1	65,2	64,7	500	g.o.	G		O		g.o.	O	O		G
	4B-2	64,7	64,55	150	g.o.	G		O		g.o.	O	O		G
	4B-3	64,55	64,3	250	g.o.	G	O	O		g.o.	O	O		G
	4B-4	64,3	63,9	400	g.o.	G		O		g.o.	O	O		G
Dijkvak 4C	4C-1	63,9	63,2	700	g.o.	G		O		g.o.	O	O		G
Dijkvak 4D	4D-1	63,2	62,74	460	g.o.	G		O		g.o.	O	O		G
	4D-2	62,74	62,7	40	g.o.	G		O		g.o.	O	O		G
	4D-3	62,7	61,5	1200	g.o.	G		O		g.o.	O	O		G
Dijkvak 4E	4E-1	61,5	60,5	1000	g.o.	G		O		g.o.	O	O		G
Dijkvak 3A	3A-1	60,5	60,28	220	G	G		O		g.o.	O	O		G
	3A-2	60,28	59,78	500	G	G		O		g.o.	G			G
	3A-3	59,78	59,3	480	G	G		O		g.o.	G			G
Dijkvak 3B	3B-1	59,3	59,2	100	G	G	O	O		g.o.	G			G
	3B-2	59,2	59,1	100	G	G		O		g.o.	G			G
	3B-3	59,1	58,2	900	G	G		O		g.o.	G			G
	3B-4	58,2	57,7	500	G	G		O		g.o.	G			G
Dijkvak 3C	3C-1	57,7	56,9	800	G	G		O		g.o.	G			G
	3C-2	56,9	55,18	1720	G	G		O		g.o.	G			G
Dijkvak 2A	2A-1	55,18	54,9	280	G	G		O		g.o.	G	O		G
	2A-2	54,9	54,65	250	G	G		O		g.o.	G	O		G
	2A-3	54,65	54,5	150	G	G		O		g.o.	G	O		G
Dijkvak 2B	2B-1	54,5	54,18	320	G	G		O		G	G	G		G
	2B-2	54,18	53,3	880	G	G		O		G	G	O		G
	2B-3	53,3	53,12	180	G	G		O		O	G	O		G
	2B-4	53,12	53	120	G	G		O		O	G	O		G
Dijkvak 1A	1A-1	53	52,68	320	G	G		O		g.o.	G	O		G
	1A-2	52,68	52,5	180	G	G	O	O		g.o.	G	O		G
	1A-3	52,5	52,3	200	G	O	O	O		g.o.	G	O		G
	1A-4	52,3	52,18	120	G	G	O	O		g.o.	G	O		G
Dijkvak 1B	1B-1	52,18	51,7	480	G	G		O		g.o.	G			G
naviductpolderdijk		51,7	49,9	1800	G	G					G	G		G
naviduct + schutsluis		50,3	50,26	40	G	G								G
vooroeversprojectnaviduct		51,7	49,9	1800							G	G		G
Grondlichamen A & B		49,9	49,37	160		G	G			O	G	G		G
KGS spuisluizen		49,37	49,33	40									G	G
KGS schutsluis		49,27	49,26	10									G	G
Kerende constructie Krabbegats sluizen		49,37	49,26	110										G
leidam A		49,5	49,5	0					O	O	G	G		G
havendammen B&C		49,5	49,1	400							G	G		G
Dijklichaam C				200	G	G			O	O	G	G		G

Nr.	Kilometrerings Markermeerzijde		lengte	Toetsing IJsselmeer							
	van [km]	tot[km]		Hoogtoets (HT)	Stabiliteit (ST)	Steen bekleding	Steenlagafalt	Grasbekleding	Breuksteen berm	Voorland	Havendammen
41	49,05	49,75	700	G	V	G		G	G		
40	49,75			G	V	G		G	G	G	G
a				G							
b				G							
c				G							
d				G							
39	51,2	49,75	1450	G	V	G	G	G	G	G	
38	51,9	51,2	700	G	V	G	G	G	G	G	
37	52,5	51,9	600	G	V	G	G	G	G	G	
36	52,7	52,5	200	G	V	G	G	G	G	G	
35	53	52,7	300	G	V	T	G	G	G	G	
34	53,8	53	800	G	V	G	G	G	G	G	
33	54,8	53,8	1000	G	V	G	G	G	G	G	
32	55,35	54,8	550	G	V	G	G	G	G	G	
31	55,5	55,35	150	G	V	G	G	G	G	G	
30	56,9	55,5	1400	G	V	G	ged	G	G	G	
29	58,15	56,9	1250	G	V	G	ged	G	G	G	
28	59,2	58,15	1050	G	V	G	G	G	G	G	
27	59,5	59,2	300	G	V	G	G	G	G	G	
26	60,5	59,5	1000	G	V	G	G	G	G	G	
25	60,95	60,5	450	G	V	G	ged	G	G	G	
24	61,3	60,95	350	G	V	G	ged	G	G	G	O+G
23	62,7	61,3	1400	G	V	G	ged	G	G	G	
22	62,8	62,7	100	G	V	G	ged	G	O	G	
21	64,6	62,8	1800	G	V	G	ged	G	O	G	
20	66,2	64,6	1600	G	V	G	G	G	V	G	
19	66,3	66,2	100	G	V	G	G	G	O	G	
18	66,5	66,3	200	G	V	G	G	G	O	G	
17	67,2	66,5	700	G	V	G	G	G	O	G	
16	67,9	67,2	700	G	V	G	G	G	G	G	
15	68	67,9	100	G	V	O	G	G	G	G	
14	68,1	68	100	G	V	G	G	G	G	G	
13	68,34	68,1	240	G	V	G	G	G	O	G	
12	69,1	68,34	760	G	V	G	ged	G	O	G	
11	69,5	69,1	400	G	V	G	ged	G	O	G	
10	70	69,5	500	G	V	G	ged	G	G	G	
9	70,6	70	600	G	V	G	ged	G	G	G	
8	71,2	70,6	600	G	V	G	ged	G	G	G	
7	71,55	71,2	350	G	V	G	ged	G	G	G	
6	72,5	71,55	950	G	V	G	ged	G	G	G	
5	73,1	72,5	600	G	V	G	ged	G	G	G	
4	73,2	73,1	100	G	V	G	ged	G	G	G	
3	73,3	73,2	100	G	V	G	ged	O	G	G	
2	75	73,3	1700	G	V	G		O	G	G	
1	75,7	75	700	G	V	G		G+T	G	G	G+G
a				G						G	
b				G						G	
c				G						G	
d				G						G	
e				G						G	

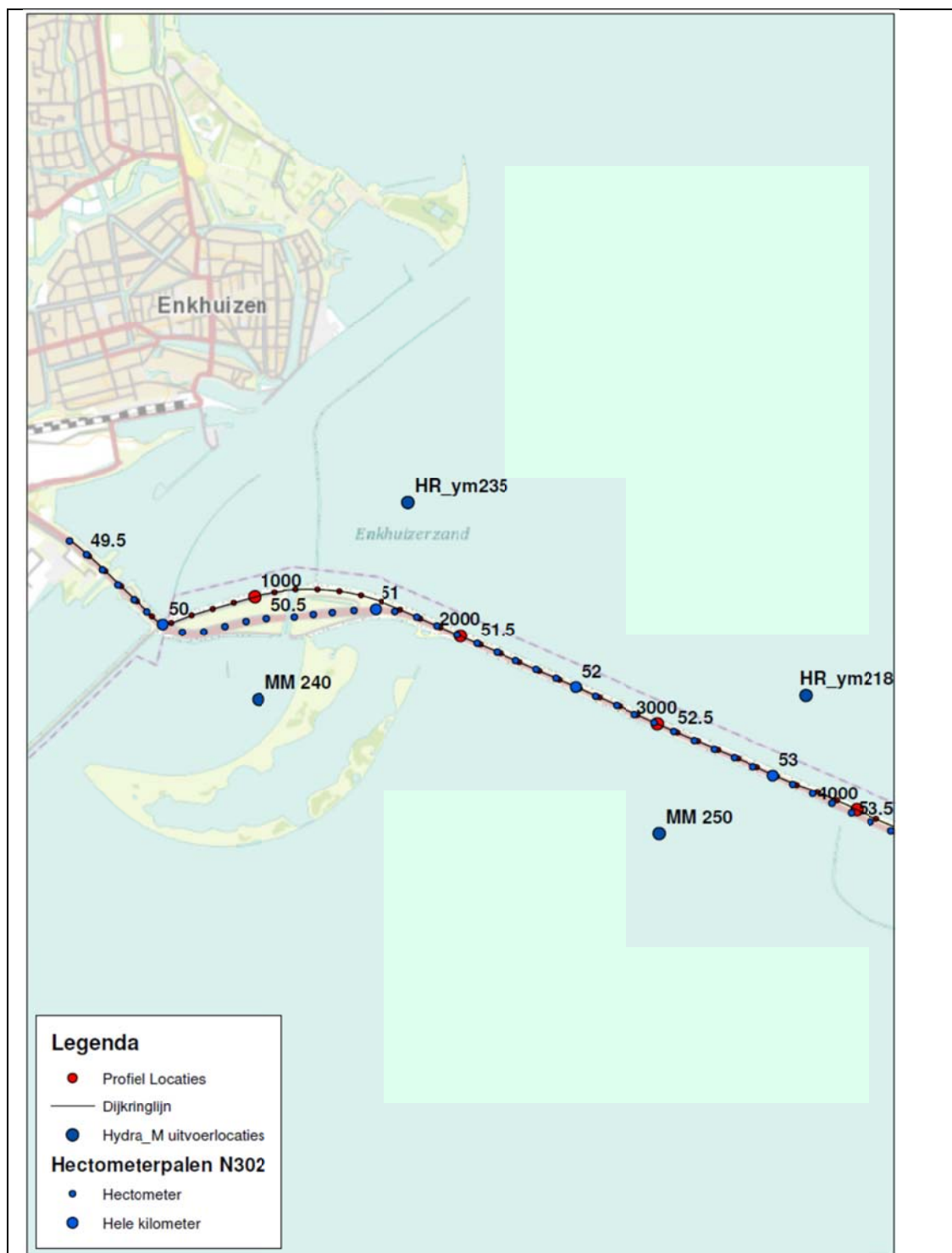
Bijlage 2

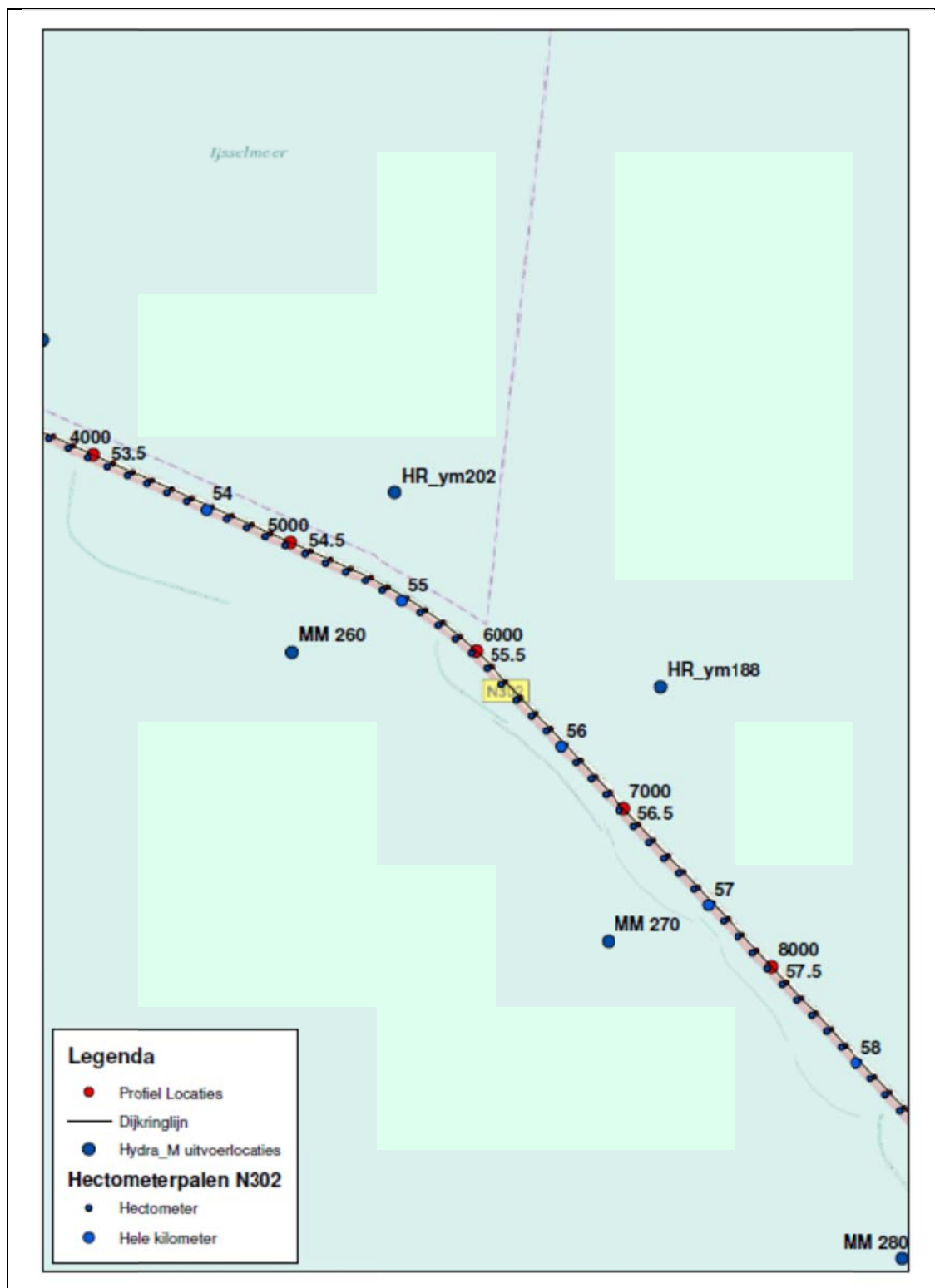
Kilometrering N302 Houtribdijk

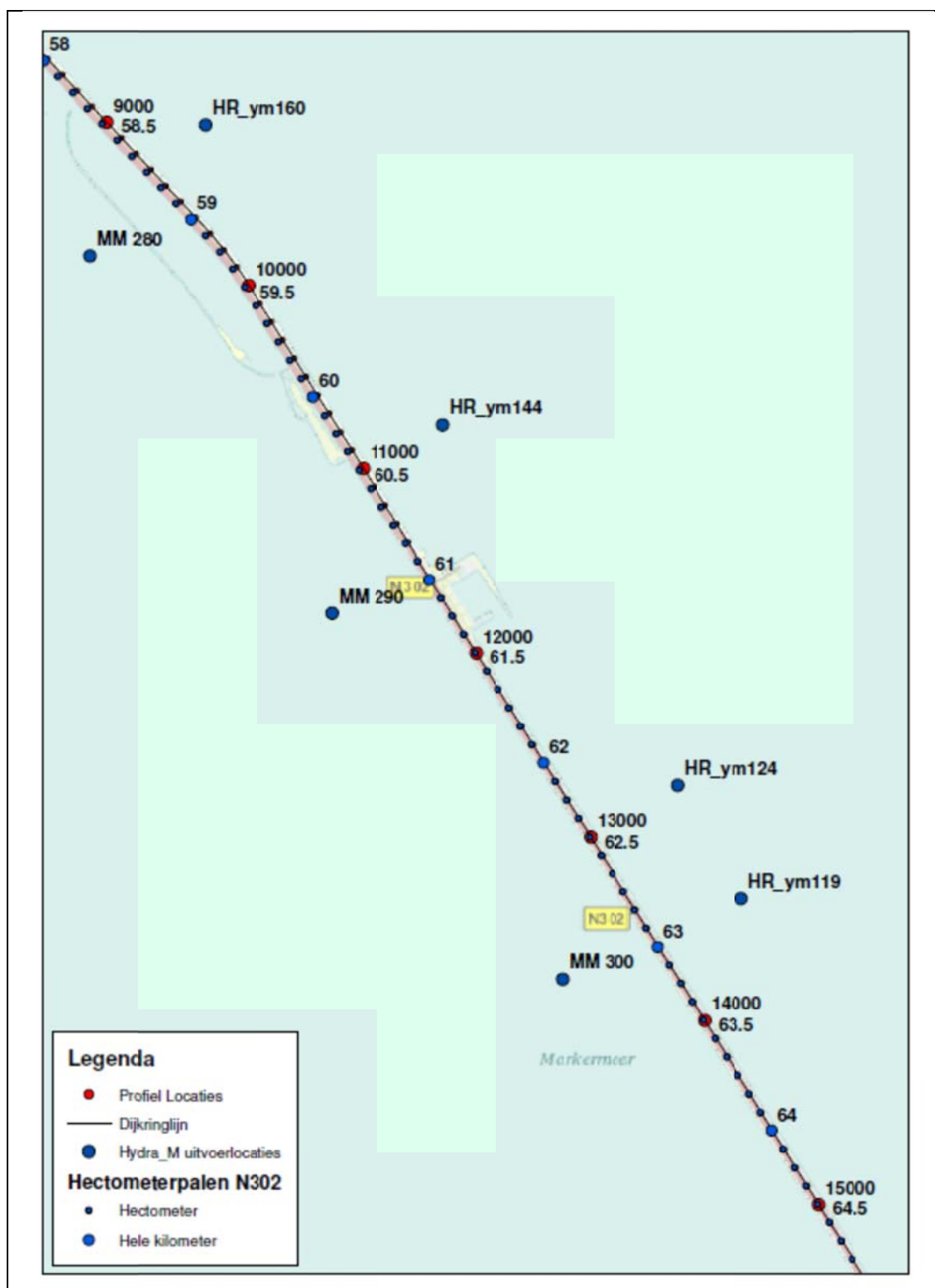
Figuur B2.1: Overzicht van de Hydra uitvoerlocaties, de aangepaste dijkkringlijn Houtribdijk, de gehanteerde kilometrerings en de dwarsprofielsecties.

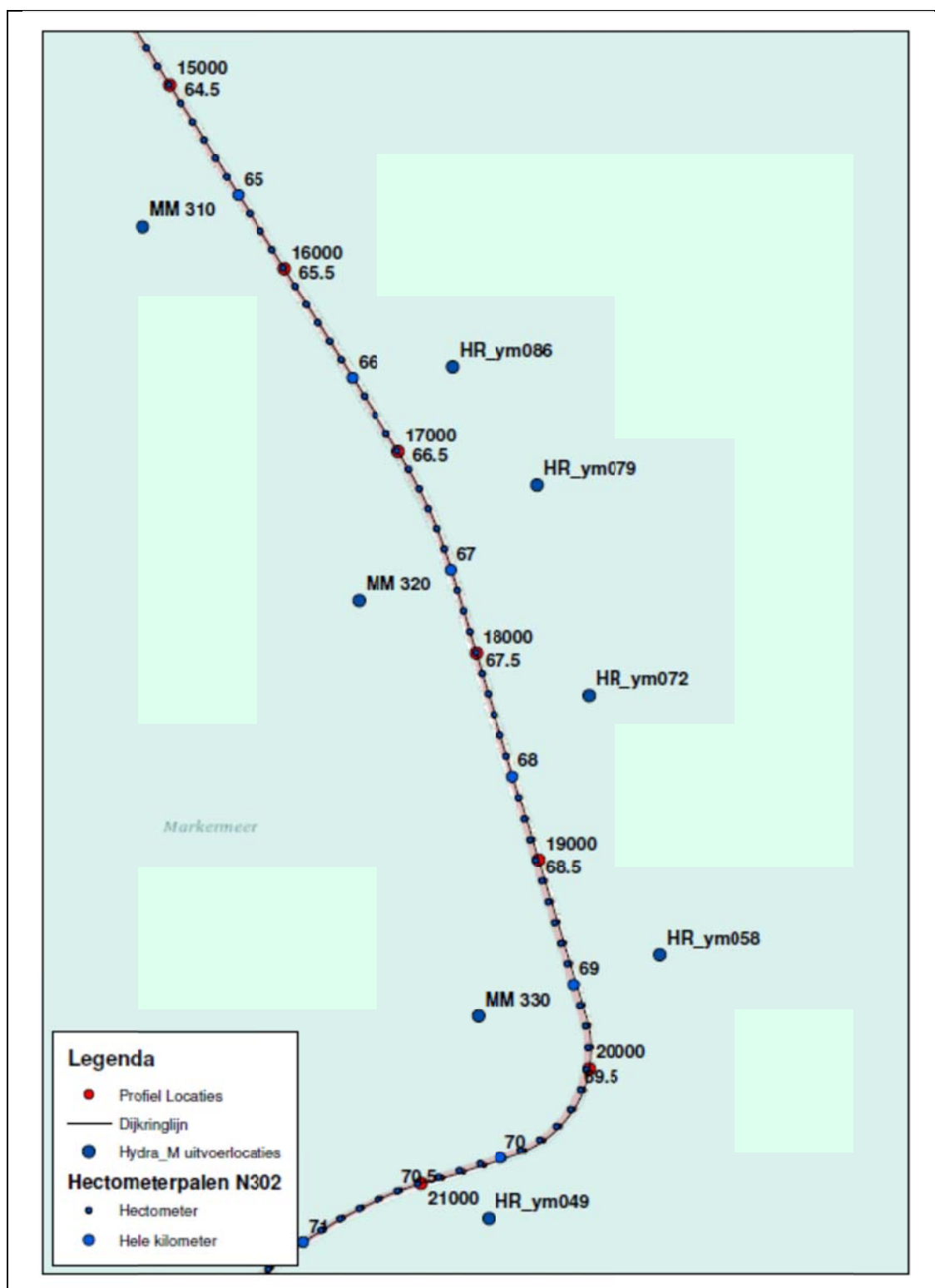


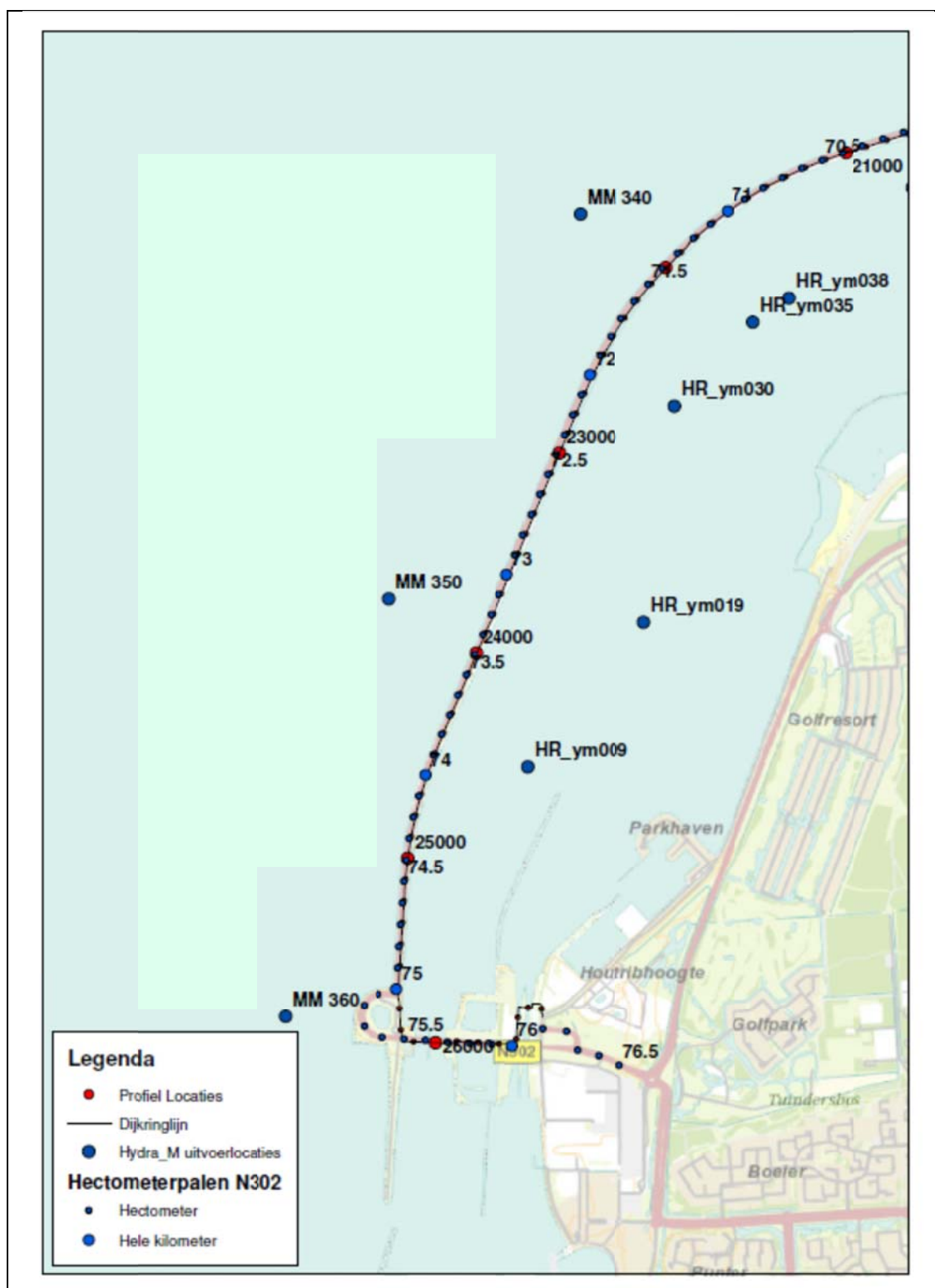
Figuur B2.2: Detailkaarten Hydra uitvoerlocaties, aangepaste dijkkringlijn Houtribdijk en gehanteerde kilometrerings











Bijlage 3

Toelichting Hydra-profielen

De in Hydra ingevoerde dijkprofielen zijn gebaseerd op theoretische dwarsprofielen die in 1998 door Rijkswaterstaat Dienst IJsselmeergebied zijn afgeleid voor de dijksecties 1 t/m 6. De dwarsprofielen zijn overgenomen van de tekening “Houtribdijk – Overzicht standaard dwarsprofielen”, theoretische dwarsprofielen 1 t/m 6, d.d. 1-07-1998, reg.nr. 98-02-07-01-01. De representativiteit van de profielen is gecontroleerd door middel van een vergelijking van de profielen met het door RWS aangeleverde AHN2-bestand. Daar waar nodig zijn de theoretische dwarsprofielen aangepast. De dwarsprofielen zijn zodanig aangepast dat deze een zo goed mogelijk beeld geven van het grootste deel van de profielen per dijksectie. De gecontroleerde (en daar waar nodig aangepaste) theoretische dwarsprofielen zijn samen met de op basis van het AHN2 gegenereerde dijkprofielen weergegeven in figuur B1.1. In deze figuren is het (aangepaste) theoretische dwarsprofiel weergegeven met een dikke blauwe lijn. De AHN2 profielen zijn weergegeven met de dunne gekleurde lijnen. Uit deze figuren blijkt dat de aangepaste theoretische profielen een representatief beeld geven van het dijkprofiel van de Houtribdijk (boven ca. NAP -0,2 m).

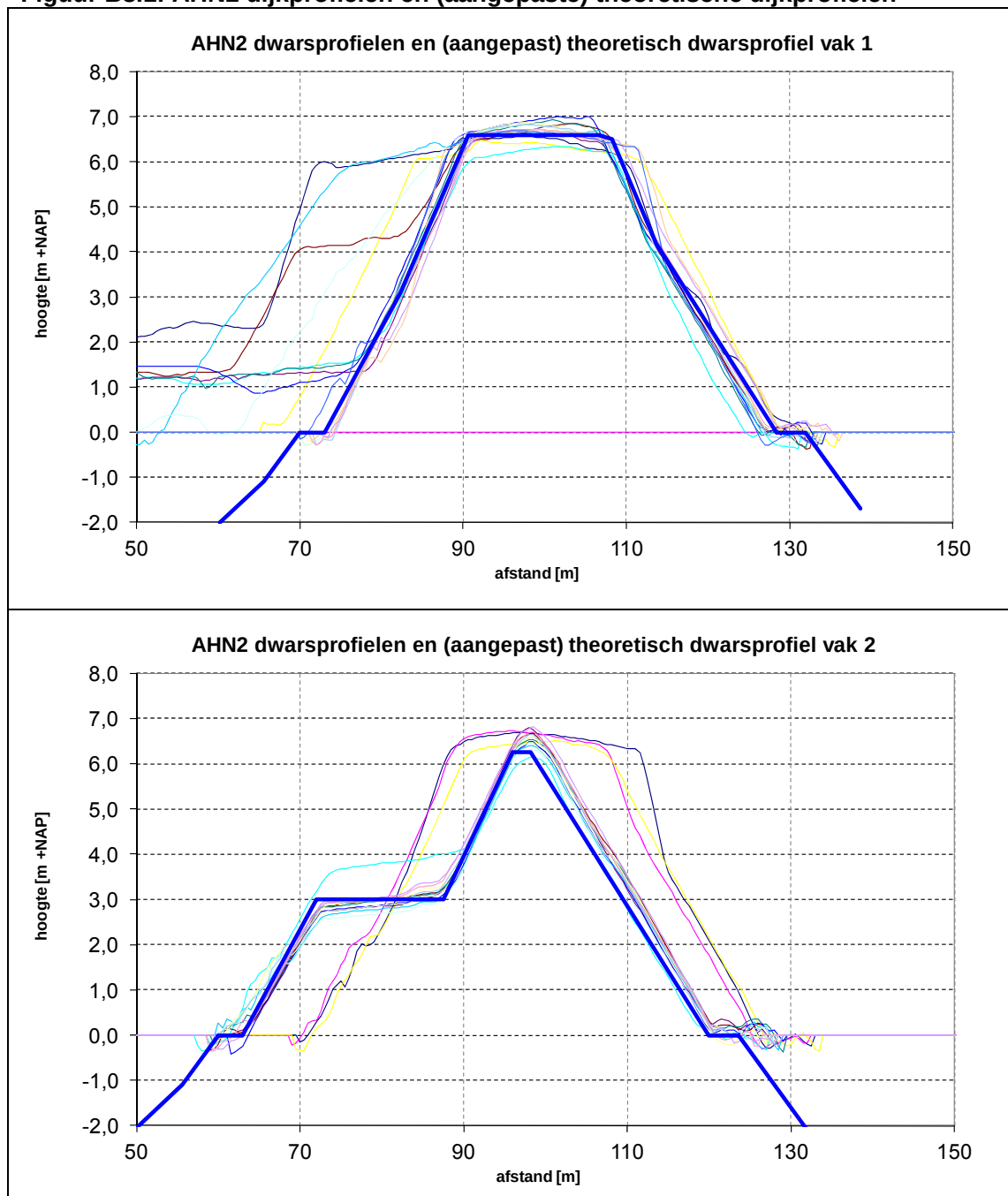
Om de invloed van de aanwezige voorlanden op de golfcondities mee te kunnen nemen in de Hydra-berekeningen zijn de dijkprofielen gekoppeld aan voorlandprofielen. In 2008, 2009 en 2010 is met behulp van single beam lodingen de bodem van het IJsselmeer en Markermeer gepeild met een raai afstand van 100 tot 200 meter. Aanvullend zijn de vaar- en toegangseu len vlakdekkend gepeild met de Geoswath (vaargeu len) cq. Multibeam (toegangsgeu len). De single beam lodingen zijn geïnterpoleerd naar een 5 x 5 meter rooster, waarna de geu len hierin zijn ingelezen. Op basis van dit rooster zijn per Hydra uitvoerlocatie voorlandraa ien bepaald. Deze zijn ten behoeve van de invoer in de Hydra-modellen geschematiseerd. De gegenereerde voorlandprofielen zijn weergegeven in figuur B1.2. De uiteindelijk (door koppeling van dijk- en voorlandprofielen) gecombineerde dwarsprofielen zijn weergegeven in figuur B1.3.

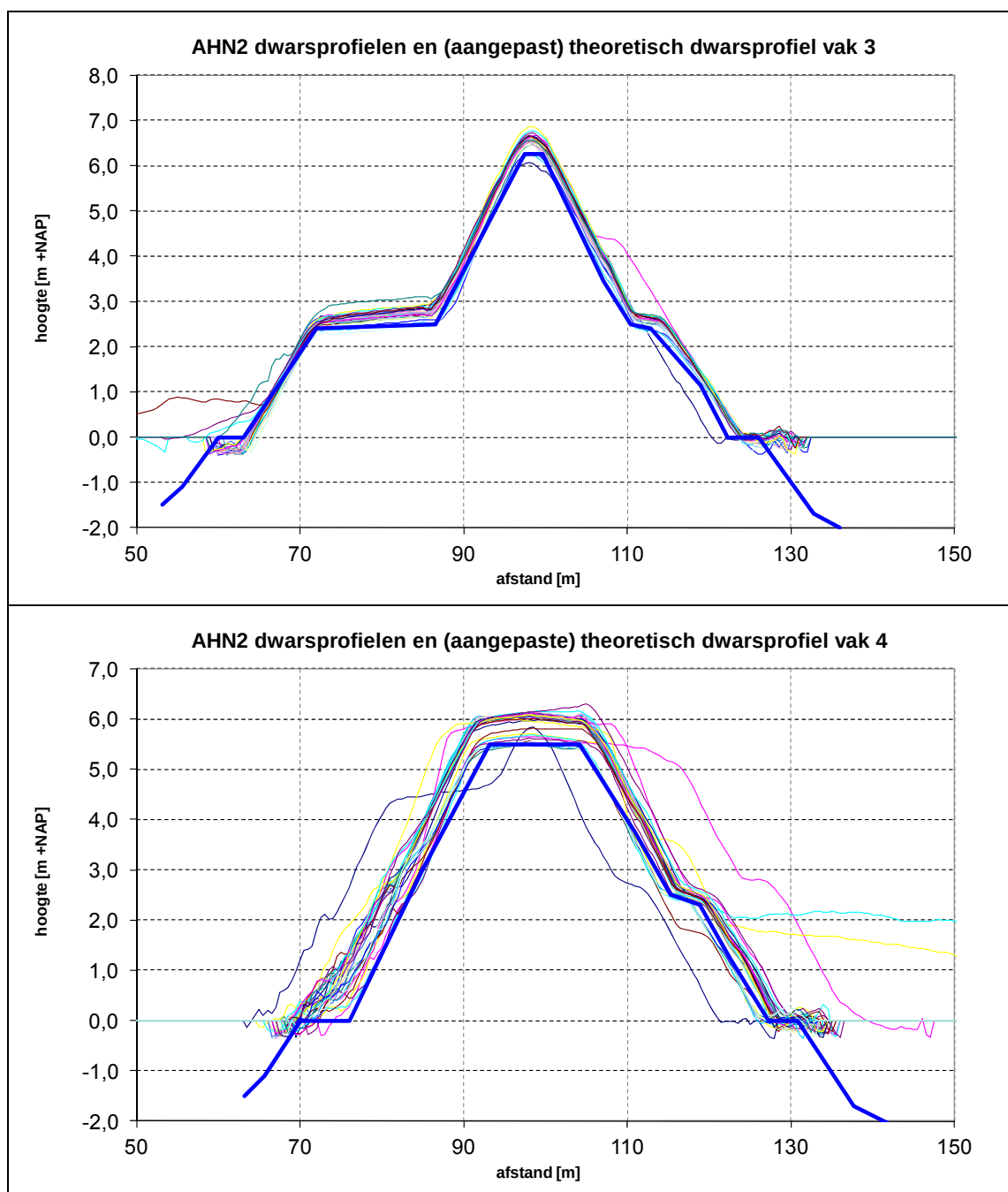
Met betrekking tot de gegenereerde Hydra-profielen worden de volgende opmerkingen gemaakt:

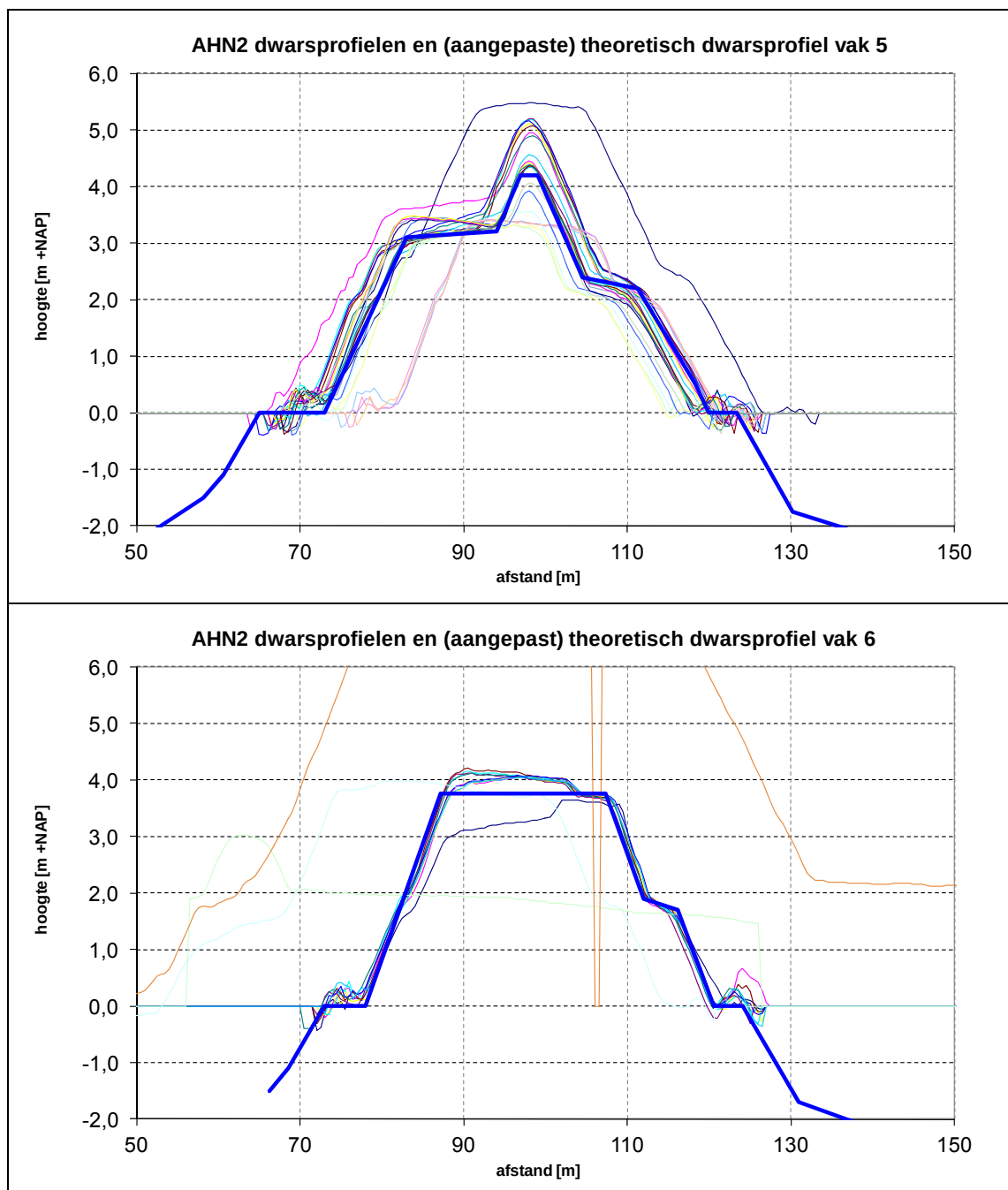
- De afgeleide voorlandprofielen overlappen in sommige gevallen met de theoretische dijkprofielen, waarbij de hoogteligging van beide bronnen niet altijd overeen kwam. Dit is waarschijnlijk het gevolg van de interpolatie van het rooster met de lodingen onder de houtribdijk door. De theoretische profielen zijn in dergelijke gevallen als leidend beschouwd.
- De profielen zijn op de kruin gesplitst (in IJsselmeer- en Markermeerprofiel) en omgeschreven naar Hydra coördinaten (één van de Hydra voorwaarden is dat de coördinaten moeten oplopen en dat de kruin ‘rechts’ ligt).
- De profielen zijn in enkele gevallen nog iets aangepast omdat deze niet voldeden aan de vanuit het Hydra instrumentarium gestelde voorwaarden met betrekking tot de profieldefinitie. Concreet zijn hiertoe de volgende aanpassingen doorgevoerd:
 - * Bij de koppeling van dijkprofielen en voorlandprofielen is de hoogte van het eerste voorlandpunt of de hoogte van de teen van de dijk aangepast als de teen van de dijk lager lag dan het eerste voorlandpunt.
 - * Als het eerste voorlandpunt minder dan 10 m van de teen van de dijk lag is het voorlandpunt verder van de dijk gelegd.
 - * In het geval van horizontale bermen is het meest naar buiten gelegen berm punt verlaagd om de minimaal vereiste helling van 1:100 te bereiken.
 - * Daar waar profielpunten te dicht bij elkaar lagen zijn punten verwijderd en de zo ontstane ‘gaten’ opgevuld door middel van doorzetting van de hellingen van direct omliggende profieldelen;

- * In een enkel geval is de steilheid van het onderste dijksegment aangepast om de minimaal vereiste steilheid van 1:8 te bereiken.
- De op hiervoor beschreven wijze geschematiseerde profielen zijn gecorrigeerd voor bodemdaling gedurende de beoogde planperiode. Tevens is een hoogtecorrectie uitgevoerd om de toekomstige meerpeilstijging in Hydra te kunnen simuleren. Zie voor toelichting van de achtergrond bijlage 2 van de NR&D.

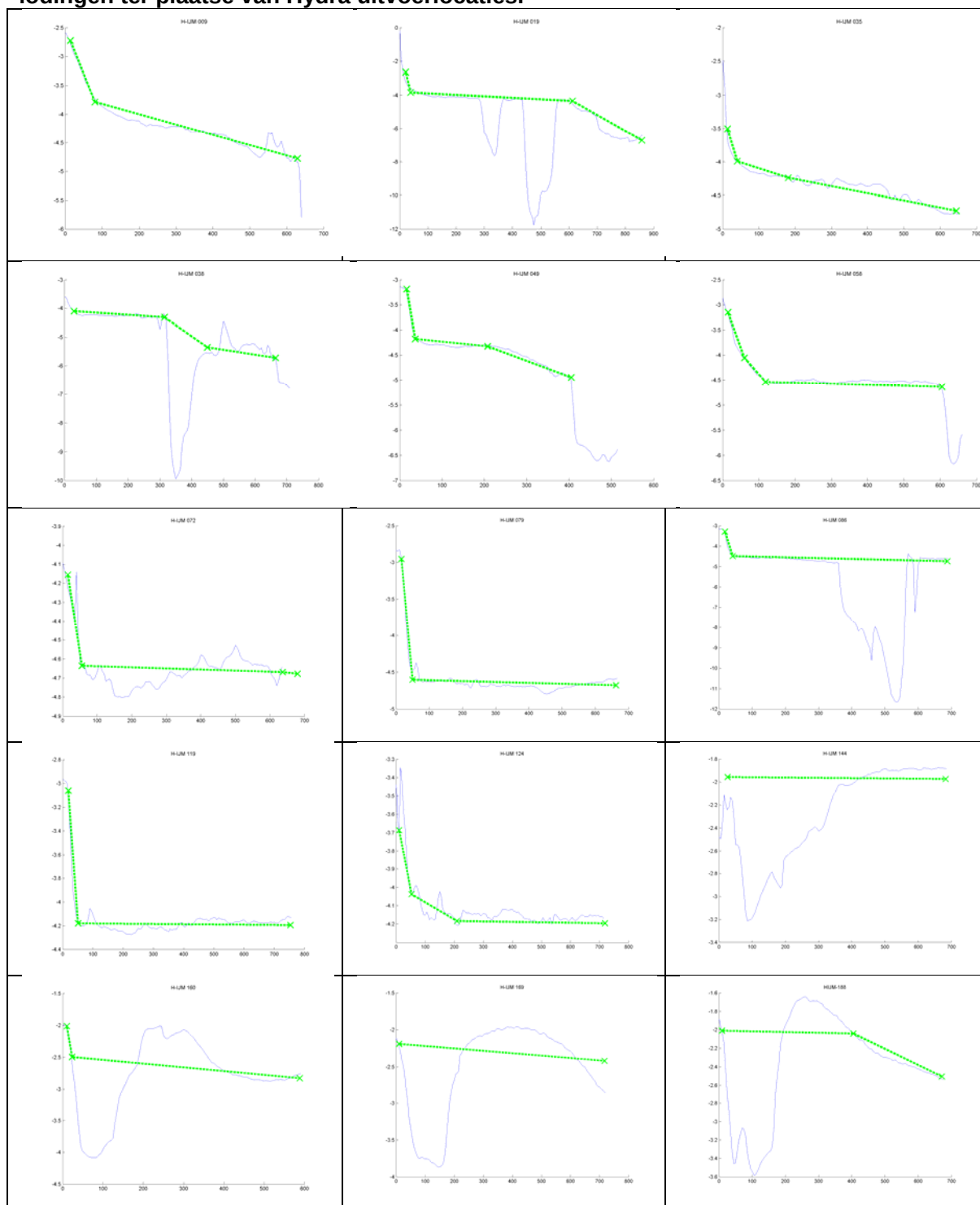
Figuur B3.1: AHN2 dijkprofielen en (aangepaste) theoretische dijkprofielen

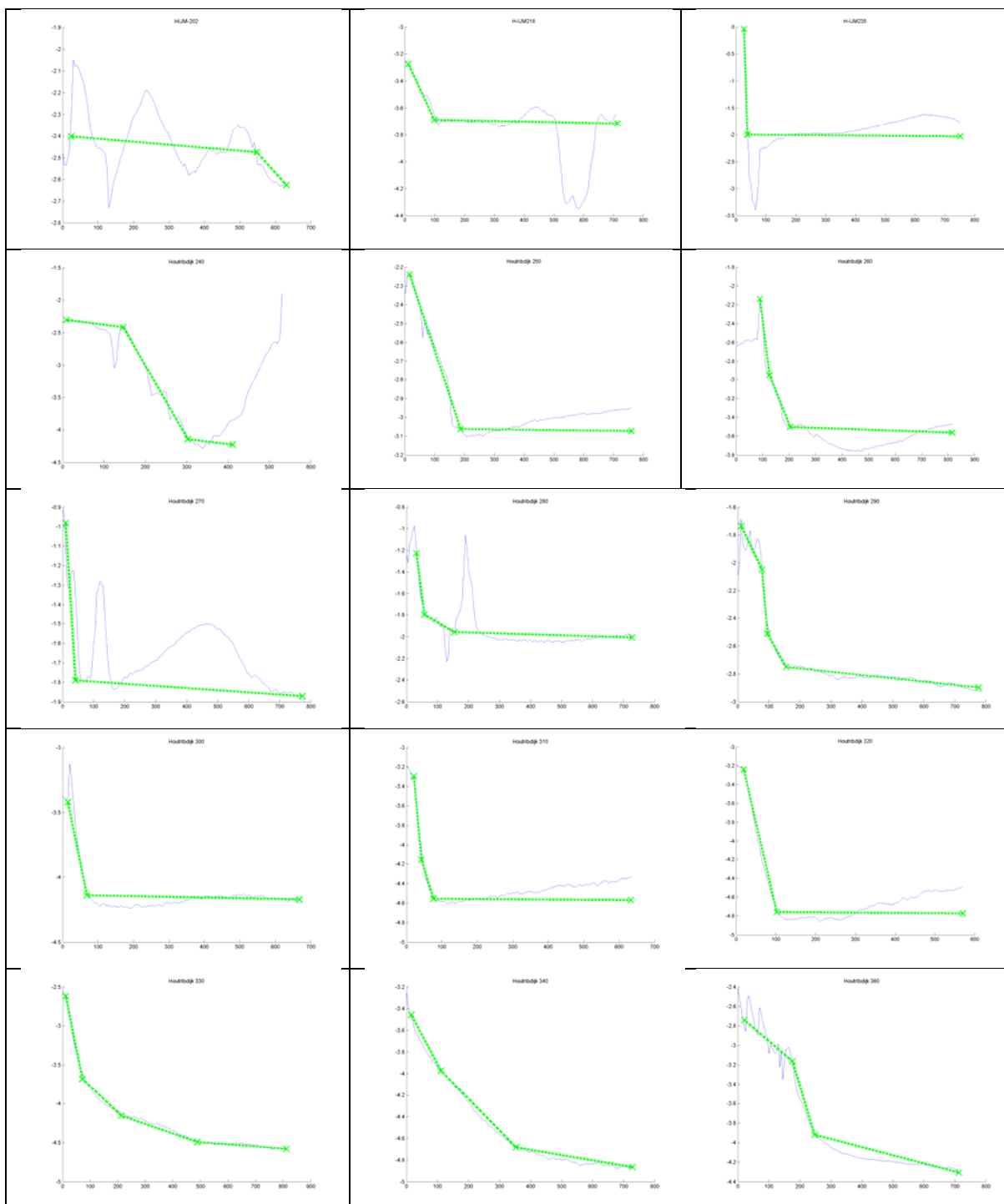




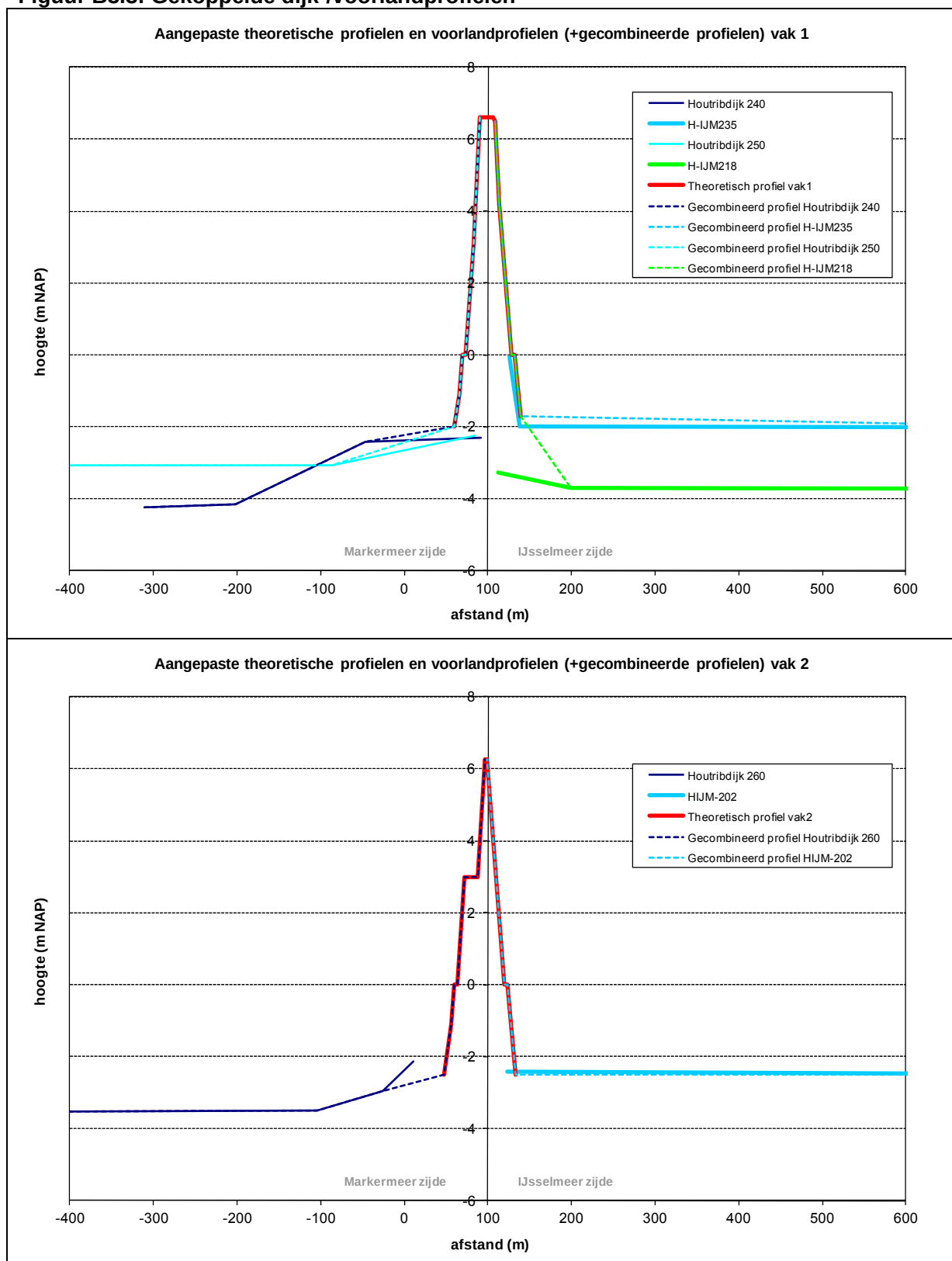


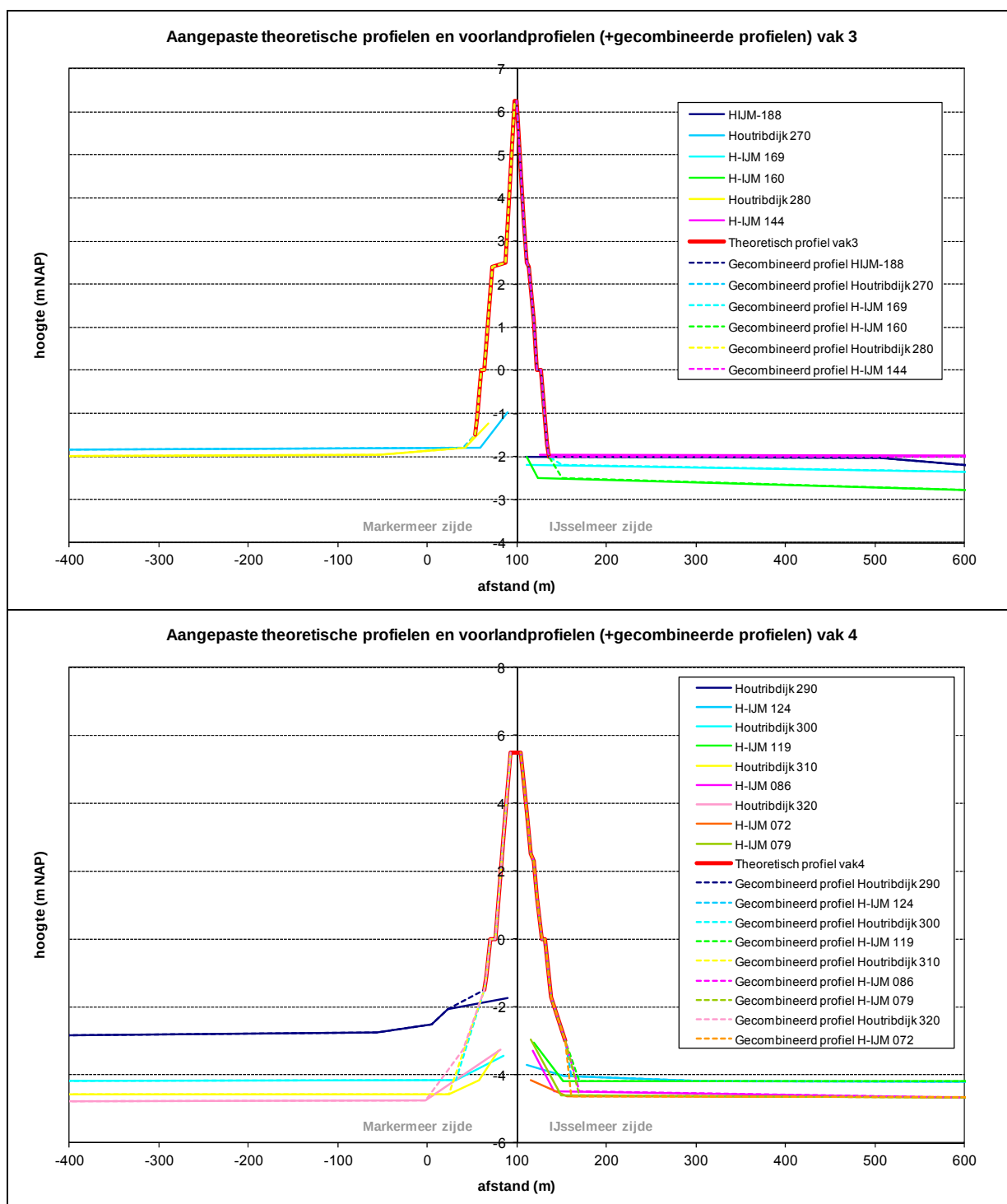
Figuur B3.2: Geschematiseerde voorlandprofielen (groene lijn) op basis van lodingen ter plaatse van Hydra uitvoerlocaties.

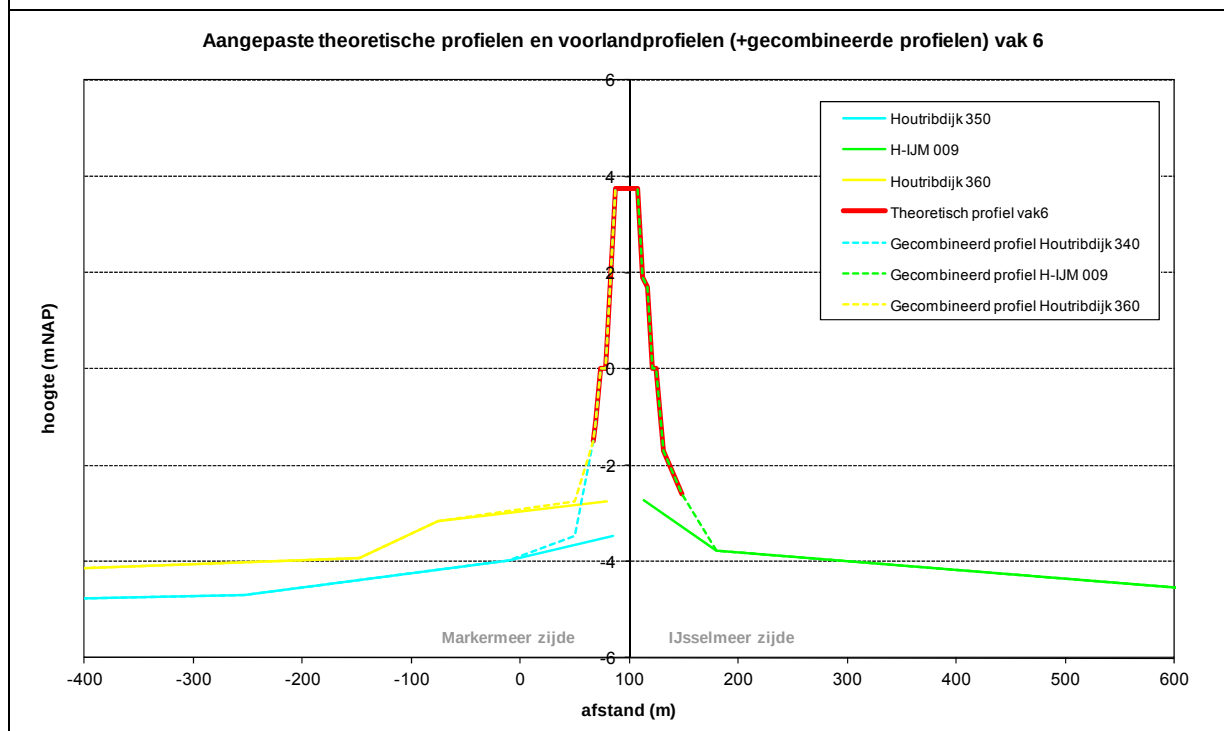
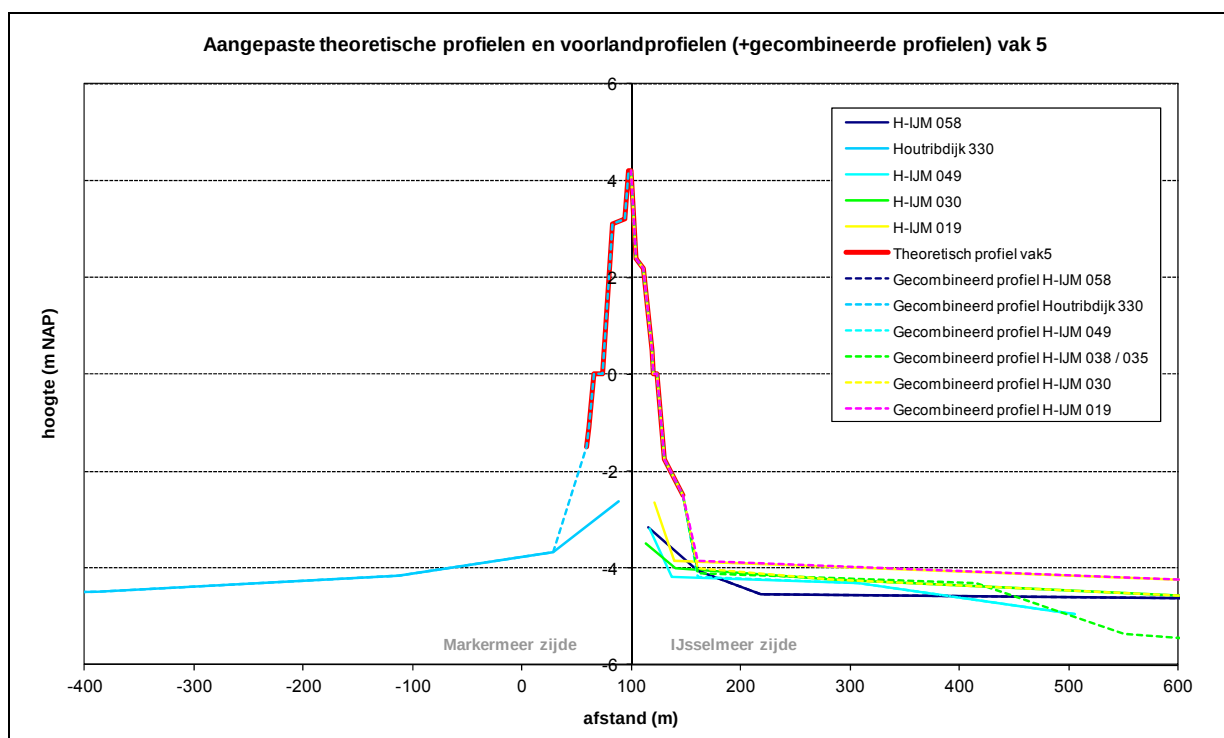




Figuur B3.3: Gekoppelde dijk-/voorlandprofielen







Bijlage 4

Bepaling vervalbelasting macrostabiliteit & verificatie bekledingsparameters

Bepaling maatgevende vervalbelasting macrostabiliteit

In de veiligheidsanalyse is voor macrostabiliteit het traditionele scenario beschouwd dat ook bij toetsen wordt gehanteerd: maatgevend hoogwater aan de belastingzijde (in dit geval het ontwerppeil 2065) in combinatie met het winterpeil aan de weerstandszijde. Aanvullend is ook een scenario getoetst waarbij de maximale vervalbelasting over de Houtribdijk optreedt conform tabel 3.4.

De in tabel 3.4 opgenomen maximale vervalbelastingen vinden plaats bij meerpeilen die in alle gevallen lager liggen dan maatgevend hoogwater (MHW) aan de belastingzijde en het winterpeil (WP) aan de weerstandszijde. Door het lager liggen van deze peilen en daarmee ook de freatische lijn werd op voorhand verwacht dat dit scenario niet maatgevend zou zijn boven MHW in combinatie met WP. Door het lager liggen van de freatische lijn zijn de korrelspanningen namelijk hoger en wordt er over het gehele glijvlak meer weerstand ontwikkeld dan in het scenario met MHW. Om dit te controleren zijn er voor een aantal doorsneden stabiliteitsanalyses uitgevoerd met de waterstanden conform beide vervalscenario's.

De profielen die zijn gebruikt zijn profielen waarbij de grootste vervalbelasting optreedt en de profielen waarbij het meerpeil aan de belastingzijde het hoogst is. De bijbehorende berekende stabiliteitsfactoren zijn weergegeven in tabel B4.1, samen met de berekende stabiliteitsfactoren behorend bij MHW en WP volgens VTV (let op: zonder Plaxflow).

Tabel B4.1: Rekenresultaten STBI

HM	STBI-YS [VA*]	STBI-YS [MVB*]	STBI-MM [VA]	STBI-MM [MVB]
49,7-53,0	1,21 ^a	1,37 ^a	0,85 ^a	1,58 ^b
73,1-75,0	0,87 ^a	1,58 ^b	0,76 ^a	1,58 ^b
* VA: SF behorend bij de veiligheidsanalyse (VTV zonder Plaxflow)				
* MVB: SF behorend bij de maximale vervalbelasting.				
^a) Ondiepe glijcirkel				
^b) Diepe glijcirkel				

Onderbouwing van de gehanteerde profielen:

YS_49,7-53,0_STBI: Laagste waterstand aan de belastingzijde + grootste vervalwaarde

YS_73,1-75,0_STBI: Hoogste waterstand aan de belasting zijde

MM_49,7-53,0_STBI: Hoogste waterstand aan de belasting zijde + grootste vervalwaarde

MM_73,1-75,0_STBI: Laagste waterstand aan de belasting zijde

Conclusie

Op basis van de uitgevoerde analyse zoals hierboven beschreven is het scenario waarbij met MHW en WP wordt gerekend maatgevend voor het bepalen van de binnenwaartse macrostabiliteit. De veiligheidsanalyse is daarom gebaseerd op dit scenario.

Verificatie bekledingsparameters

Per bekledingstype zijn in de handleiding van Hydra-Q verschillende bekledingsparameters gedefinieerd, zie tabel B4.2. Parameter a bepaalt het gewicht van de golfhoogte in de door Hydra-Q gehanteerde belastingfunctie, parameter b het gewicht van de golfperiode. Om de invloed van de bekleding specifieke a- en b-waarden op de uiteindelijk door Hydra-Q bepaalde maatgevende golfcondities te verkennen, is in deze bijlage voor twee uitvoerlocaties een vergelijking gemaakt tussen de uitkomsten op basis van de in tabel B4.2 opgenomen a/b-combinaties. De resultaten zijn opgenomen in de tabellen B4.3 en B4.4. Op basis van deze resultaten wordt geconcludeerd dat de invloed van de a en b-waarden verwaarloosbaar is. Dit is ook logisch aangezien de in de Hydra-databases opgenomen golfbelastingen berekend zijn met de methode Bretschneider, waardoor een toenemende golfhoogte gepaard gaat met een toenemende golfperiode. Het aan beide parameters toegekende gewicht in de belastingfunctie is hierdoor niet of nauwelijks van invloed op de selectie van de maatgevende golfbelasting.

Op basis van bovenstaande conclusie zijn alleen bekledingsrandvoorwaarden voor steenbekledingen berekend en zijn de uitkomsten representatief gesteld voor alle drie de bekledingstypen.

Tabel B4.2: Bekledingsparameters Hydra-Q

Type bekleding	a	b
Steenzetting	0,66	0,66
Asfaltbekleding	2,5	0
Grasmat	1,5	1

Tabel B4.3: Rekenresultaten voor uitvoerlocatie Houtribdijk360

Type bekleding	H _s [m]	T _p [s]	Golfrichting t.o.v. dijknormaal [°]
Steenzetting	1,81	6,20	3,7
Asfaltbekleding	1,81	6,20	3,7
Grasmat	1,81	6,20	3,7

Tabel B4.4: Rekenresultaten voor uitvoerlocatie H-IJM 072

Type bekleding	H _s [m]	T _p [s]	Golfrichting t.o.v. dijknormaal [°]
Steenzetting	1,43	5,98	44,4
Asfaltbekleding	1,45	6,02	44,5
Grasmat	1,43	5,99	44,4

Bijlage 5

Bekledingsrandvoorwaarden Hydra-Q

IJsselmeerzijde	-1,0 mNAP			-0,5 mNAP			0 mNAP			0,5 mNAP			1,0 mNAP			1,5 mNAP			2,0 mNAP			2,5 mNAP			3,0 mNAP			3,5 mNAP		
	H _s [m]	T _p [m]	β [°]	H _s [m]	T _p [m]	β [°]	H _s [m]	T _p [m]	β [°]	H _s [m]	T _p [m]	β [°]	H _s [m]	T _p [m]	β [°]	H _s [m]	T _p [m]	β [°]	H _s [m]	T _p [m]	β [°]	H _s [m]	T _p [m]	β [°]						
H-IJM235							1,07	5,97	6,80	1,07	5,97	6,80	1,07	5,97	6,80	1,09	6,02	6,80												
H-IJM218				1,45	6,33	35,10	1,45	6,34	35,10	1,45	6,34	35,10	1,45	6,34	35,10	1,44	6,34	35,10	1,44	6,35	35,10									
H-IJM202	1,36	5,25	21,90	1,49	5,64	41,50	1,50	5,65	41,50	1,50	5,65	41,50	1,50	5,65	41,50	1,35	5,95	64,00	1,36	5,96	64,00									
H-IJM188				1,21	5,53	27,50	1,23	5,58	27,50	1,23	5,58	27,50	1,23	5,57	27,50	1,18	5,85	50,20												
H-IJM169	1,03	4,90	3,90	1,27	5,56	26,20	1,29	5,59	26,30	1,29	5,59	26,30	1,29	5,59	26,30	1,22	5,85	50,00												
H-IJM160	1,21	4,95	4,90	1,34	5,78	56,80	1,40	6,06	77,10	1,40	6,06	77,10	1,40	6,06	77,10	1,38	6,03	77,10	1,40	6,06	77,10									
H-IJM144	0,80	4,81	42,90	1,12	5,03	13,10	1,18	5,09	26,30	1,18	5,09	26,30	1,17	5,08	26,30	0,84	5,92	75,70												
H-IJM124	1,52	5,68	8,10	1,54	5,72	8,10	1,54	5,73	8,10	1,55	5,73	8,10	1,50	5,79	46,50	1,45	5,73	46,40	1,18	6,05	67,70									
H-IJM119	1,38	5,67	4,60	1,41	5,70	4,70	1,43	5,74	4,70	1,35	6,19	59,90	1,34	6,18	59,90	1,32	6,14	59,80	1,29	6,11	59,70									
H-IJM086	1,65	5,95	20,10	1,67	5,98	20,30	1,67	6,00	20,30	1,67	6,00	20,30	1,67	5,98	20,30	1,42	6,41	46,70	1,10	6,62	65,30									
H-IJM079	1,71	6,06	31,00	1,72	6,09	31,10	1,73	6,11	31,20	1,73	6,11	31,20	1,73	6,09	31,20	1,47	6,51	59,10	1,10	6,75	74,70									
H-IJM072	1,51	6,02	29,50	1,55	6,56	44,30	1,57	6,58	44,40	1,57	6,58	44,40	1,57	6,59	44,40	1,55	6,56	44,30	1,25	6,63	60,30	1,28	6,66	60,30						
H-IJM058	1,77	6,20	26,90	1,79	6,25	27,00	1,80	6,27	27,10	1,80	6,27	27,10	1,80	6,27	27,10	1,63	6,73	48,10	1,23	6,79	66,20	1,24	6,81	66,20						
H-IJM049	1,02	4,88	43,10	1,02	4,88	43,10	1,01	4,87	43,00	0,72	5,82	78,10	0,31	4,32	92,60															
H-IJM038	0,92	5,04	50,40	0,92	5,05	50,50	0,91	5,02	50,20	0,67	5,76	78,50	0,29	4,37	92,00															
H-IJM035	0,91	4,75	44,30	0,91	4,76	44,30	0,81	5,05	58,30	0,59	5,89	83,30																		
H-IJM030	0,95	4,68	39,10	0,95	4,68	39,20	0,95	4,49	38,50	0,58	5,84	81,30																		
H-IJM019	0,76	4,54	28,90	0,76	4,57	28,80	0,73	4,49	29,80	0,43	5,71	84,90																		
H-IJM009	0,97	5,34	35,90	1,01	5,40	36,50	1,01	5,41	36,50	1,00	5,39	36,40	0,74	5,92	61,40	0,54	5,61	80,20												
Markermeerzijde																														
Houtribdijk 235							1,75	6,78	2,90	1,75	6,78	2,90	1,75	6,78	2,90	1,75	6,78	2,90	1,77	6,80	2,90	1,77	6,80	2,90						
Houtribdijk 240							1,61	5,93	15,30	1,61	5,93	15,30	1,61	5,93	15,30	1,61	5,93	15,30	1,61	5,92	15,30	1,61	5,94	15,30						
Houtribdijk 250	0,32	3,39	71,50				1,43	5,72	8,90	1,49	5,81	8,90	1,49	5,81	8,90	1,49	5,81	8,90	1,49	5,81	8,90	1,50	5,69	19,90						
Houtribdijk 260				1,40	5,53	4,60	1,64	6,02	15,10	1,66	6,05	15,10	1,66	6,05	15,10	1,66	6,05	15,10	1,66	6,05	15,10	1,63	5,94	32,70						
Houtribdijk 270	0,58	3,82	62,60				1,68	5,68	17,50	1,68	5,68	17,50	1,68	5,68	17,50	1,68	5,68	17,50	1,68	5,68	17,50	1,68	5,68	17,50						
Houtribdijk 280										1,63	5,82	12,70	1,63	5,82	12,70	1,63	5,82	12,70	1,63	5,82	12,70	1,63	5,82	12,70						
Houtribdijk 290										1,72	6,37	2,10	1,72	6,37	2,10	1,72	6,37	2,10	1,72	6,37	2,10	1,72	6,38	2,10		1,72	6,38	2,10		
Houtribdijk 300				2,30	6,78	8,20	2,32	6,79	8,20	2,32	6,79	8,20	2,32	6,79	8,20	2,32	6,79	8,20	2,32	6,79	8,20	2,31	6,79	8,20	2,33	6,81	8,20	2,33	6,81	8,20
Houtribdijk 310				2,35	6,91	9,90	2,37	6,92	9,90	2,37	6,92	9,90	2,37	6,92	9,90	2,37	6,92	9,90	2,37	6,92	9,90	2,35	6,91	9,90	2,39	6,94	9,90	2,39	6,94	9,90
Houtribdijk 320				2,34	7,00	11,30	2,37	7,02	11,30	2,37	7,02	11,30	2,37	7,02	11,30	2,37	7,02	11,30	2,37	7,02	11,30	2,35	7,01	11,30	2,33	6,99	34,00	2,33	6,99	34,00
Houtribdijk 330							2,31	7,07	22,40	2,31	7,07	22,40	2,31	7,07	22,40	2,31	7,07	22,40	2,31	7,07	22,40	2,30	7,06	22,30	2,30	7,07	22,30	2,30	7,07	22,30
Houtribdijk 340	2,10	6,62	22,90	2,15	6,99	53,40	2,16	7,01	53,40	2,16	7,01	53,40	2,16	7,01	53,40	2,16	7,01	53,40	2,16	7,01	53,40	2,16	7,01	53,40	2,16	7,01	53,40			
Houtribdijk 350				2,28	6,91	12,30	2,28	6,91	12,30	2,28	6,91	12,30	2,28	6,91	12,30	2,28	6,91	12,30	2,28	6,91	12,30	2,28	6,91	12,30		2,28	6,91	12,30		
Houtribdijk 360				1,95	6,77	3,70	1,99	6,82	3,70	1,99	6,82	3,70	1,99	6,82	3,70	1,99	6,82	3,70	1,99	6,82	3,70	1,99	6,82	3,70		1,99	6,82	3,70		

Bijlage 6

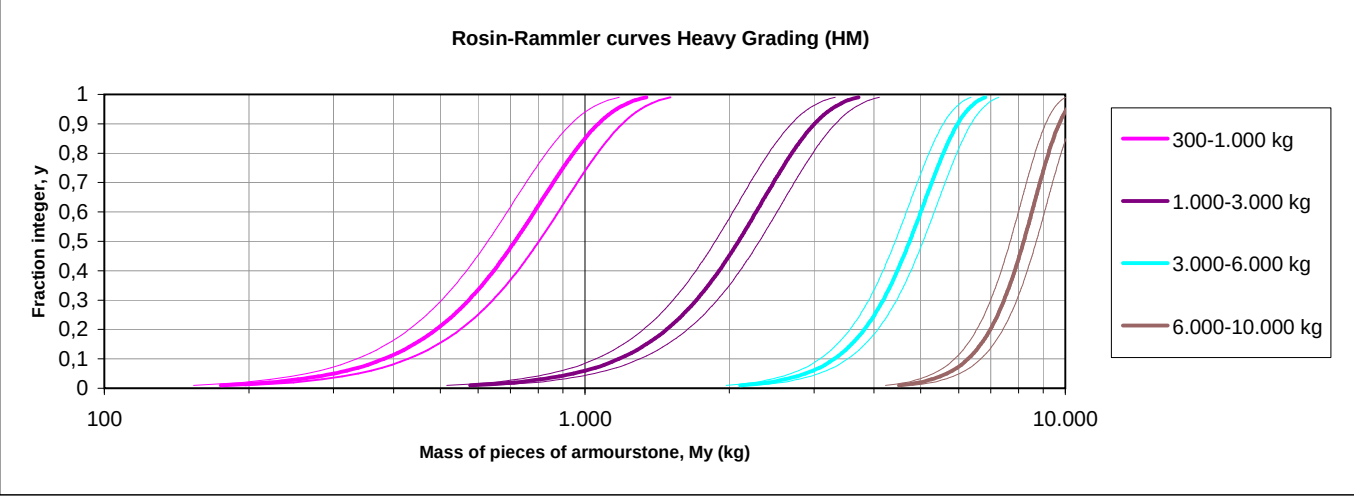
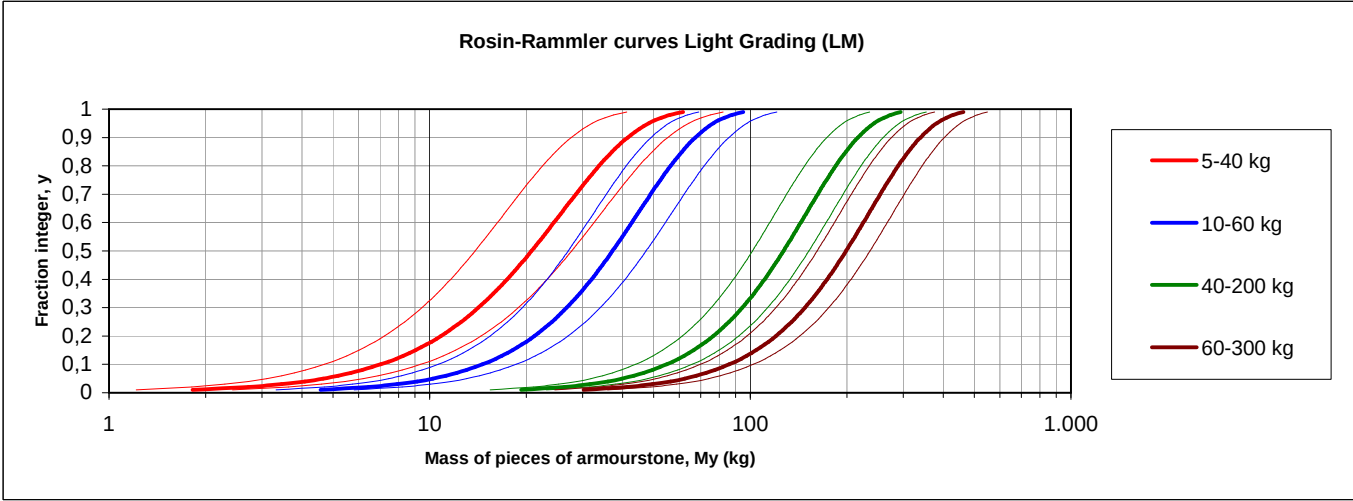
Rekenresultaten veiligheidsanalyse bekledingen

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z	AA	AH	AI	AJ	AK	AL	AM	AN	AO	
4	STEENTOETS2008 versie 1.12, Deltares, maart 2012						havendam	richting	voorland		niveau	niveau	helling	segmentbreedte	type		TOPLAAG															
5	fout?	Anders	vlak- nummer	dwars- profiel	Subvakgrenzen randvv. & vlak		of lage dam? (blanco=dijk)	normaal op dijk	niveau bij teen	helling	onder- grens	boven- grens		(alleen nodig als tanα=0)	toplaag	onderlagen (filter, geotex- tiel, klei, etc)	D	B	L	spleet		open	gaten in	karak.	soortelijke	inge-	D15 inwas-	goed	oneffenheden	Ingegoten toplaag		
6		Naam van dijkvak			van	tot	ja/blanco	[gr tov N]	[m NAP]	tanα _{bodem}	[m NAP]	[m NAP]	tanα	[m]			[m]	[m]	[m]	stootvoeg [mm]	langsvoeg [mm]	oppervlak [%]	steen? ja/nee	[mm]	[kg/m ³]	wassen ja/nee	materiaal [mm]	geklemd ja/nee?	havendam [m]	diepte [m]	VGD [GPa]	
7																																
8		vak 1		1	1,73	2,5		92			0	1,5	0,3077		26	pu vl	0,26					10			2900	ja	6					
9		vak 2a		2	2,5	3,2		109			0	1,5	0,3522		26	pu vl	0,25					13			2900	ja	6					
10		vak 2b		3	3,2	3,4		109			0	1,5	0,3025		26	pu vl	0,25					13			2900	ja	6					
11		vak 3a		4	3,4	4,2		109			0	0,3	0,317647		26	pu vl	0,25					10			2900	ja	6					
12		vak 3b		5	4,2	5,15		109			0	0,3	0,283333		26	pu vl	0,25					10			2900	ja	6					
13		vak 4a		6	5,15	5,5		129			0	0,3	0,312883		26	pu vl	0,27					12			2900	ja	6					
14		vak 4b		7	5,5	6,1		129			0	0,3	0,347305		26	pu vl	0,27					12			2900	ja	6					
15		vak 4c		8	6,1	6,5		129			0	0,3	0,341463		26	pu vl	0,27					12			2900	ja	6					
16		vak 5a		9	6,5	6,82		159			0	0,3	0,284153		26	pu vl	0,26					12			2900	ja	6					
17		vak 5b		10	6,82	7,2		159			0	0,3	0,331081		26	pu vl	0,26					12			2900	ja	6					
18		vak 6		11	7,2	8,19		73			0	0,3	0,295455		26	pu vl	0,26					13			2900	ja	6					
19		vak 7a		12	8,19	8,35		73			0,1	1,25	0,2563		26	pu vl kl	0,28					20			2900	ja	6					
20		vak 7b		13	8,36	8,68		73			0,1	1,48	0,302128		26	pu vl kl	0,28					20			2900	ja	6					
21		vak 16a		22	9,11	9,5		73			0,1	1,25	0,302128		26	pu vl ge	0,25					13			2900	ja	6					
22		vak 16b		23	9,5	10,2		73			0,1	1,25	0,284797		26	pu vl ge	0,25					14			2900	ja	6					
23		vak 17		24	10,2	12,1		59			0,1	1,25	0,302128		26	pu vl ge	0,28					13			2900	ja	6					
24		vak 18a		25	12,1	14		59			0,1	1,25	0,306998		26	pu vl	0,24					15			2900	ja	6					
25		vak 18b		26	14	15,75		59			0,1	1,25	0,316703		26	pu vl	0,24					15			2900	ja	6					
26		vak 21		29	15,75	16,2		59			0,1	1,75	0,2957		26	pu vl	0,26					14			2900	ja	6					
27		vak 22		30	16,2	17,2		59			0,3	1,75	0,304536		26	pu vl	0,26					12			2900	ja	6					
28		vak 23a		31	17,2	18,55		48			0,3	1,75	0,279383		26	pu vl ge	0,24					13			2900	ja	6					
29		vak 23b		32	18,55	19,8		48			0,3	1,75	0,299029		26	pu vl ge	0,24					13			2900	ja	6					
30		vak 23c		33	19,8	21,35		48			0,3	1,75	0,273946		26	pu vl ge	0,24					13			2900	ja	6					
31		vak 24a		34	21,35	21,7		48			0,3	1,75	0,346756		26	pu vl	0,23					15			2900	ja	6					
32		vak 24b		35	21,7	22,2		48			0,3	1,75	0,3171		26	pu vl	0,23					15			2900	ja	6					
33		vak 25a		36	22,2	22,9		23			0,3	1,75	0,302		26	pu vl	0,27					12			2900	ja	6					
34		vak 25b		37	22,9	23,7		23			0,3	1,75	0,342175		26	pu vl	0,27					12			2900	ja	6					
35		vak 26a		38	23,7	23,9		23			0,3	1,75	0,373		26	pu vl	0,24					10			2900	ja	6					
36		vak 26b		39	23,9	24,8		23			0,3	1,75	0,321		26	pu vl	0,24					10			2900	ja	6					
37		vak 27a		40	24,8	25,8		23			0,3	1,75	0,28		26	pu vl	0,24					12			2900	ja	6					
38		vak 27b		41	25,8	26,1		23			0,3	1,75	0,28		26	pu vl	0,24					12			2900	ja	6					
39		vak 27 c		42	26,1	26,3		23			0,3	1,75	0,28		26	pu vl	0,24					12			2900	ja	6					
40		vak 27 d		43	26,3	26,95		23			0,3	1,75	0,28		26	pu vl	0,24					12			2900	ja	6					
41		Trintelhaven		44	15,4	15,75		59			0	1,25	0,25		26	pu vl	0,24					12			2900	ja	6					

	A	B	AP	AT	AU	AV	AW	AY	AZ	BA	BB	BC	BD	BE	BF	BG	BH	BI	BJ	BK	BL	BM	BN	BO	BP	BQ	BR	BS	BT	BU	BV	
4	STEENTOETS2008 versie 1.12, Deltares			BOVENSTE FILTERLAAG				TWEEDE FILTERLAAG				GEOTEXTIEL				KLEI				ZAND			type bovenste	>150 m brede	goed-	opmerkingen	HYDRAULISCHE RANDVOOC					
5	fout?	Anders	geotextiel	b	D15	D50	poro-	b	D15	D50	poro-	O90	dikte	doorlatendheid	dijkopbouw	b _{klei}	kwaliteit	D50	D90	D15	D50	D90	overgangs-	waterkering	gekeurd bij		waterstand	Golven-	GHW	max.	maatgevende	
6		Naam van dijkvak	tussen top-	[m]	[mm]	[mm]	-]	[m]	[mm]	[mm]	-]	[mm]	[mm]	debiet/m2	verval	gk/kl/kk/zs	[m]	g/m/w	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	a0 ... c1	op NAP +2,5m			toetsing?	1/2/3	[m+NAP]	[m+NAP]	[m+NAP]
7			laag en filter?												[l/s/m²]	[mm]									j/n/?			ja/nee				
8		vak 1		0,1	25			0,1	25							KLEI	0,6	m					a0		ja			1	-0,20	1,96	1,11	
9		vak 2a		0,055	25			0,12	25							KLEI	0,6	m					a1		ja		1	-0,20	1,96	1,01		
10		vak 2b		0,055	25			0,12	25							KLEI	0,6	m					a2		ja		1	-0,20	1,96	1,11		
11		vak 3a		0,1	15			0,12	15							KLEI	0,6	m					a3		ja		1	-0,20	1,96	1,21		
12		vak 3b		0,1	15			0,12	15							KLEI	0,6	m					a4		ja		1	-0,20	1,86	0,81		
13		vak 4a		0,5	20			0,1	20							KLEI	0,6	m					a5		ja		1	-0,20	1,86	1,56		
14		vak 4b		0,5	20			0,1	20							KLEI	0,6	m					a6		ja		1	-0,20	1,86	1,61		
15		vak 4c		0,5	20			0,1	20							KLEI	0,6	m					a7		ja		1	-0,20	1,86	1,76		
16		vak 5a		0,1	15			0,12	15							KLEI	0,6	m					a8		ja		1	-0,20	1,86	1,16		
17		vak 5b		0,1	15			0,12	15							KLEI	0,6	m					a9		ja		1	-0,20	1,86	1,16		
18		vak 6		0,1	25			0,12	25							KLEI	0,6	m					a10		ja		1	-0,20	1,86	0,74		
19		vak 7a		0,08	25			0,12	25							KLEI	0,6	m					a11		ja		1	-0,20	1,86	0,81		
20		vak 7b		0,08	25			0,12	25							KLEI	0,6	m					a12		ja		1	-0,20	1,86	0,81		
21		vak 16a		0,08	20			0,12	20							KLEI	0,6	m					a13		ja		1	-0,20	1,86	0,81		
22		vak 16b		0,08	20			0,12	20							KLEI	0,6	m					a14		ja		1	-0,20	1,76	1,66		
23		vak 17		0,1	15			0,06	15							KLEI	0,6	m					a15		ja		1	-0,20	1,76	0,81		
24		vak 18a		0,1	20			0,12	20							KLEI	0,6	m					a16		ja		1	-0,20	1,56	1,51		
25		vak 18b		0,1	20			0,12	20							KLEI	0,6	m					a17		ja		1	-0,20	1,56	1,51		
26		vak 21		0,01	30			0,12	30							KLEI	0,6	m					a18		ja		1	-0,20	1,56	1,46		
27		vak 22		0,12	25			0,12	25							KLEI	0,6	m					a19		ja		1	-0,20	1,36	1,31		
28		vak 23a		0,1	30			0,12	30							KLEI	0,6	m					a20		ja		1	-0,20	1,36	0,47		
29		vak 23b		0,1	30			0,12	30							KLEI	0,6	m					a21		ja		1	-0,20	1,26	0,45		
30		vak 23c		0,1	30			0,12	30							KLEI	0,6	m					a22		ja		1	-0,20	1,26	0,81		
31		vak 24a		0,1	20			0,1	20							KLEI	0,6	m					a23		ja		1	-0,20	1,26	0,81		
32		vak 24b		0,1	20			0,1	20							KLEI	0,6	m					a24		ja		1	-0,20	1,26	0,81		
33		vak 25a		0,12	25			0,12	25							KLEI	0,6	m					a25		ja		1	-0,20	1,26	0,81		
34		vak 25b		0,12	25			0,12	25							KLEI	0,6	m					a26		ja		1	-0,20	1,26	0,81		
35		vak 26a		0,14	25			0,11	25							KLEI	0,6	m					a27		ja		1	-0,20	1,26	0,81		
36		vak 26b		0,14	25			0,11	25							KLEI	0,6	m					a28		ja		1	-0,20	1,26	0,81		
37		vak 27a		0,12	30			0,12	30							KLEI	0,6	m					a29		ja		1	-0,20	1,26	0,86		
38		vak 27b		0,12	30			0,12	30							KLEI	0,6	m					a30		ja		1	-0,20	1,26	0,86		
39		vak 27 c		0,12	30			0,12	30							KLEI	0,6	m					a31		ja		1	-0,20	1,26	0,86		
40		vak 27 d		0,12	30			0,12	30							KLEI	0,6	m					a32		ja		1	-0,20	1,26	0,86		
41		Trintelhaven		0,1	20			0,12	20							KLEI	0,6	m					a33		ja		1	-0,20	1,56	1,51		

	A	B	BW	BX	BY	BZ	CB	CC	CD	CE	CF	CH	CI	CJ	CK	CL	CM	CO	CP	CQ
4		STEENTOETS2008 versie 1.12, Deltares RWAARDEN					AFSCHUIVING	MATERIAALTRANSPORT			STABILITEIT TOPLAAG							EINDOORDEEL	minimaal benodigde dikte	
5	four?	Anders	Anders		golf- invalshoek	belasting duur	methode Oordeel	vanuit ondergrond	vanuit granulaire laag door toplaag	bermfactor C _{berm} [-]	$\rho = 1000 \text{ kg/m}^3$ H _o /ΔD [-]	ξ _{op} [-]	F=ξ ² /3 *H _o /ΔD [-]	beoordeling golven				STEENTOETS	toplaag [m]	kleilaag en/of filterlaag [m]
6		Naam van dijkvak	Hs [m]	Tp [s]										type	kwantitatief		Score			
7															g/t	t/o				
8																				
9		vak 1	1,07	5,97	85,2	25,0	goed	niet goed	goed	1,00	2,59	2,22	4,41	3	1,92	99,00	goed	niet goed	0,19	0,05
10		vak 2a	1,07	5,97	102,2	27,8	goed	niet goed	goed	1,00	2,70	2,54	5,02	3	1,95	99,00	goed	niet goed	0,18	0,05
11		vak 2b	1,07	5,97	102,2	24,6	goed	niet goed	goed	1,00	2,70	2,18	4,54	3	1,98	99,00	goed	niet goed	0,21	0,05
12		vak 3a	1,45	6,34	73,9	27,3	goed	niet goed	niet goed	1,00	3,67	2,09	5,99	3	1,68	99,00	goed	niet goed	0,21	0,05
13		vak 3b	1,50	5,65	67,5	27,2	goed	niet goed	niet goed	1,00	3,78	1,64	5,25	3	0,85	2,20	niet goed	niet goed	0,26	0,05
14		vak 4a	1,23	5,57	101,5	25,5	goed	niet goed	goed	1,00	2,88	1,96	4,51	3	1,51	99,00	goed	niet goed	0,20	0,05
15		vak 4b	1,29	5,59	102,7	27,5	goed	niet goed	goed	1,00	3,01	2,14	4,99	3	1,44	99,00	goed	niet goed	0,20	0,05
16		vak 4c	1,40	6,06	51,9	26,3	goed	niet goed	goed	1,00	3,27	2,19	5,51	3	0,07	0,32	niet goed	niet goed	0,43	0,05
17		vak 5a	1,40	6,06	81,9	27,2	goed	niet goed	goed	1,00	3,39	1,82	5,06	3	2,04	99,00	goed	niet goed	0,17	0,05
18		vak 5b	1,40	6,06	81,9	26,7	goed	niet goed	goed	1,00	3,39	2,12	5,60	3	1,97	99,00	goed	niet goed	0,19	0,05
19		vak 6	1,17	5,08	46,7	23,8	goed	niet goed	goed	1,00	2,84	1,74	4,10	3	0,68	1,81	niet goed	niet goed	0,30	0,05
20		vak 7a	1,17	5,08	46,7	22,7	goed	goed	goed	1,00	2,63	1,51	3,46	3	0,61	1,75	niet goed	niet goed	0,32	0,05
21		vak 7b	1,50	5,78	64,9	29,9	goed	goed	goed	1,00	3,39	1,78	4,98	3	0,60	1,98	niet goed	niet goed	0,32	0,05
22		vak 16a	1,50	5,78	64,9	29,9	goed	niet goed	goed	1,00	3,80	1,78	5,58	3	0,41	1,62	niet goed	niet goed	0,32	0,05
23		vak 16b	1,34	6,18	13,1	4,9	goed	niet goed	goed	1,00	3,39	1,90	5,20	3	0,09	0,65	niet goed	niet goed	0,40	0,05
24		vak 17	1,67	5,99	38,7	29,2	goed	niet goed	goed	1,00	3,77	1,75	5,47	3	0,16	0,65	niet goed	niet goed	0,45	0,05
25		vak 18a	1,73	6,09	27,8	4,1	goed	niet goed	goed	1,00	4,54	1,78	6,67	3	0,07	0,41	niet goed	niet goed	0,45	0,05
26		vak 18b	1,57	6,59	14,6	4,1	goed	niet goed	goed	1,00	4,14	2,08	6,74	3	0,06	0,36	niet goed	niet goed	0,43	0,17
27		vak 21	1,57	6,59	14,6	5,0	goed	niet goed	goed	1,00	3,82	1,94	5,94	3	0,10	0,52	niet goed	niet goed	0,44	0,05
28		vak 22	1,80	6,27	31,9	4,1	goed	niet goed	goed	1,00	4,38	1,78	6,43	3	0,07	0,44	niet goed	niet goed	0,46	0,05
29		vak 23a	0,68	4,62	30,1	26,4	goed	niet goed	goed	1,00	1,80	1,95	2,81	3	1,27	99,00	goed	niet goed	0,20	
30		vak 23b	0,63	4,72	30,5	28,8	goed	niet goed	goed	1,00	1,66	2,22	2,82	3	1,26	99,00	goed	niet goed	0,20	
31		vak 23c	0,81	5,05	35,3	15,9	goed	niet goed	goed	1,00	2,14	1,91	3,30	3	0,25	1,39	niet goed	niet goed	0,25	0,05
32		vak 24a	0,95	4,49	33,3	15,9	goed	niet goed	goed	1,00	2,60	2,00	4,12	3	0,25	1,42	niet goed	niet goed	0,29	0,05
33		vak 24b	0,95	4,49	33,3	15,9	goed	niet goed	goed	1,00	2,60	1,83	3,88	3	0,28	1,45	niet goed	niet goed	0,29	0,05
34		vak 25a	0,95	4,49	58,3	15,9	goed	niet goed	goed	1,00	2,21	1,74	3,20	3	1,45	99,00	goed	niet goed	0,26	0,05
35		vak 25b	0,73	4,49	61,9	15,9	goed	niet goed	goed	1,00	1,70	2,25	2,92	3	1,62	99,00	goed	niet goed	0,20	0,05
36		vak 26a	0,73	4,49	61,9	15,9	niet goed	niet goed	goed	1,00	1,91	2,45	3,48	3	1,36	99,00	goed	niet goed	0,20	
37		vak 26b	0,73	4,49	61,9	15,9	goed	niet goed	goed	1,00	1,91	2,11	3,14	3	1,42	99,00	goed	niet goed	0,20	0,05
38		vak 27a	0,78	5,85	13,4	13,6	goed	niet goed	goed	1,00	2,04	2,32	3,58	3	0,08	1,12	niet goed	niet goed	0,33	0,05
39		vak 27b	0,78	5,85	13,4	13,6	goed	niet goed	goed	1,00	2,04	2,32	3,58	3	0,08	1,12	niet goed	niet goed	0,33	0,05
40		vak 27 c	0,78	5,85	13,4	13,6	goed	niet goed	goed	1,00	2,04	2,32	3,58	3	0,08	1,12	niet goed	niet goed	0,33	0,05
41		vak 27 d	0,78	5,85	13,4	13,6	goed	niet goed	goed	1,00	2,04	2,32	3,58	3	0,08	1,12	niet goed	niet goed	0,33	0,05
42		Trintelhaven	1,57	6,59	14,6	4,1	goed	niet goed	goed	1,00	4,14	1,64	5,76	3	0,06	0,34	niet goed	niet goed	0,45	0,05

Rock Armour Stability - v.d. Meer		CUR683	Veiligheidsanalyse Houtribdijk IJsselmeerzijde v1.0		10-10-2012	Jan-Willem Nell																							
Uitgangspunten			Van der Meer formulas			Deep water		Shallow water		Definition of toe depth																			
<table><tr><td>Porosity</td><td>0,1 [-]</td></tr><tr><td>Prock</td><td>2650 [kg/m³]</td></tr><tr><td>Pwater</td><td>1000 [kg/m³]</td></tr><tr><td>delta</td><td>1,65 [-]</td></tr><tr><td>Stromduration (top)</td><td>48 hours</td></tr><tr><td>Sd</td><td>2 [-]</td></tr><tr><td>Hs/H2%</td><td>1,4 [-]</td></tr><tr><td>Slope</td><td>4 [1:x]</td></tr><tr><td>Tm-1,0/Tp</td><td>1,1 [-]</td></tr><tr><td>Tm/Tp</td><td>1,15 [-]</td></tr></table>			Porosity	0,1 [-]	Prock	2650 [kg/m³]	Pwater	1000 [kg/m³]	delta	1,65 [-]	Stromduration (top)	48 hours	Sd	2 [-]	Hs/H2%	1,4 [-]	Slope	4 [1:x]	Tm-1,0/Tp	1,1 [-]	Tm/Tp	1,15 [-]	$\text{Plunging : } \frac{H_s}{\Delta D_{n50}} = c_{pl} P^{0.18} \left(\frac{S_d}{\sqrt{N}} \right)^{0.2} \xi_m^{-0.5}$ $\text{Surging: } \frac{H_s}{\Delta D_{n50}} = c_s P^{-0.13} \left(\frac{S_d}{\sqrt{N}} \right)^{0.2} \sqrt{\cot \alpha} \xi_m^P$			$\text{Plunging: } \frac{H_s}{\Delta D_{n50}} = c_{pl} P^{0.18} \left(\frac{S_d}{\sqrt{N}} \right)^{0.2} \left(\frac{H_s}{H_{2\%}} \right) (\xi_{s-1,0})^{-0.5}$ $\text{Surging: } \frac{H_s}{\Delta D_{n50}} = c_s P^{-0.13} \left(\frac{S_d}{\sqrt{N}} \right)^{0.2} \left(\frac{H_s}{H_{2\%}} \right) \sqrt{\cot \alpha} (\xi_{s-1,0})^P$			
Porosity	0,1 [-]																												
Prock	2650 [kg/m³]																												
Pwater	1000 [kg/m³]																												
delta	1,65 [-]																												
Stromduration (top)	48 hours																												
Sd	2 [-]																												
Hs/H2%	1,4 [-]																												
Slope	4 [1:x]																												
Tm-1,0/Tp	1,1 [-]																												
Tm/Tp	1,15 [-]																												
	Dwarsprofiel	Illustratiepunt	Hs	Tp	ht	h	Shallow or deep	Number of waves	H2%	Tm-1,0	Tm	Lop	Slope	Cpl	Cs	Type of wave (shallow)	Dn50	M50	Grading										
			[m]	[s]	[m NAP]	[m NAP]		[-]	[m]	[s]	[s]	[m]	[1:x]	[-]	[-]		[m]	[kg]											
Teenbestorting	6	H-IJM009	1,01	5,41	1,7	0	shallow water	7200	1,42	4,92	4,71	34,58	4	6,2	1	plunging	0,55	437	0.3-1.0 ton										
	5	H-IJM019	0,73	4,49	1,7	0	shallow water	7200	1,02	4,08	3,90	23,78	4	6,2	1	plunging	0,39	156	60-300kg										
	5	H-IJM030	0,95	4,49	1,7	0	shallow water	7200	1,32	4,08	3,90	23,78	4	6,2	1	plunging	0,47	283	0.3-1.0 ton										
	5	H-IJM035	0,81	5,05	1,7	0	shallow water	7200	1,14	4,59	4,39	30,10	4	6,2	1	plunging	0,45	241	0.3-1.0 ton										
	5	H-IJM038	0,91	5,02	1,7	0	shallow water	7200	1,28	4,56	4,36	29,70	4	6,2	1	plunging	0,49	309	0.3-1.0 ton										
	5	H-IJM049	1,01	4,87	1,7	0	shallow water	7200	1,42	4,43	4,24	28,03	4	6,2	1	plunging	0,52	373	0.3-1.0 ton										
	5	H-IJM058	1,80	6,27	1,7	0	shallow water	7200	2,53	5,70	5,45	46,41	4	6,2	1	plunging	0,91	2000	1 - 3 ton										
	4	H-IJM072	1,57	6,58	1,7	0	shallow water	7200	2,20	5,98	5,72	51,08	4	6,2	1	plunging	0,59	538	0.3-1.0 ton										
	4	H-IJM079	1,73	6,11	1,7	0	shallow water	7200	2,42	5,55	5,31	44,00	4	6,2	1	plunging	0,61	594	0.3-1.0 ton										
	4	H-IJM086	1,67	6,00	1,7	0	shallow water	7200	2,34	5,45	5,21	42,43	4	6,2	1	plunging	0,59	537	0.3-1.0 ton										
	4	H-IJM119	1,43	5,74	1,7	0	shallow water	7200	2,00	5,22	4,99	38,92	4	6,2	1	plunging	0,51	354	0.3-1.0 ton										
	4	H-IJM124	1,54	5,73	1,7	0	shallow water	7200	2,16	5,21	4,98	38,78	4	6,2	1	plunging	0,54	417	0.3-1.0 ton										
	3	H-IJM144	1,18	5,09	1,7	0	shallow water	7200	1,65	4,63	4,43	30,62	4	6,2	1	plunging	0,42	191	0.3-1.0 ton										
	3	H-IJM160	1,40	6,06	1,7	0	shallow water	7200	1,96	5,51	5,27	43,37	4	6,2	1	plunging	0,52	364	0.3-1.0 ton										
	3	H-IJM169	1,29	5,59	1,7	0	shallow water	7200	1,80	5,08	4,86	36,86	4	6,2	1	plunging	0,47	268	0.3-1.0 ton										
	3	H-IJM188	1,23	5,58	1,7	0	shallow water	7200	1,72	5,07	4,85	36,72	4	6,2	1	plunging	0,45	242	0.3-1.0 ton										
	2	H-IJM202	1,50	5,65	1,7	0	shallow water	7200	2,09	5,14	4,92	37,74	4	6,2	1	plunging	0,52	383	0.3-1.0 ton										
	1	H-IJM218	1,45	6,34	1,7	0	shallow water	7200	2,03	5,76	5,51	47,39	4	6,2	1	plunging	0,54	425	0.3-1.0 ton										
	1	H-IJM235	1,07	5,97	1,7	0	shallow water	7200	1,49	5,43	5,19	42,12	4	6,2	1	plunging	0,42	194	0.3-1.0 ton										



Rock Armour Stability - v.d. Meer

CUR683

Veiligheidsanalyse Houtribdijk Markmeerszijde v1.0

10-10-2012

Jan-Willem Nell

Uitgangspunten

Porosity	0,1 [-]
Prock	2650 [kg/m³]
Pwater	1000 [kg/m³]
delta	1,65 [-]
Stromduration (top)	48 hours
Sd	2 [-]
Hs/H2%	1,4 [-]
Slope	4 [1:x]
Tm-1,0/Tp	1,1 [-]
Tm/Tp	1,15 [-]

Van der Meer formulas

Deep water

Plunging : $\frac{H_s}{\Delta D_{n50}} = c_{pl} P^{0.18} \left(\frac{S_d}{\sqrt{N}} \right)^{0.2} \xi_m^{-0.5}$

Surging: $\frac{H_s}{\Delta D_{n50}} = c_s P^{-0.13} \left(\frac{S_d}{\sqrt{N}} \right)^{0.2} \sqrt{\cot \alpha} \xi_m^P$

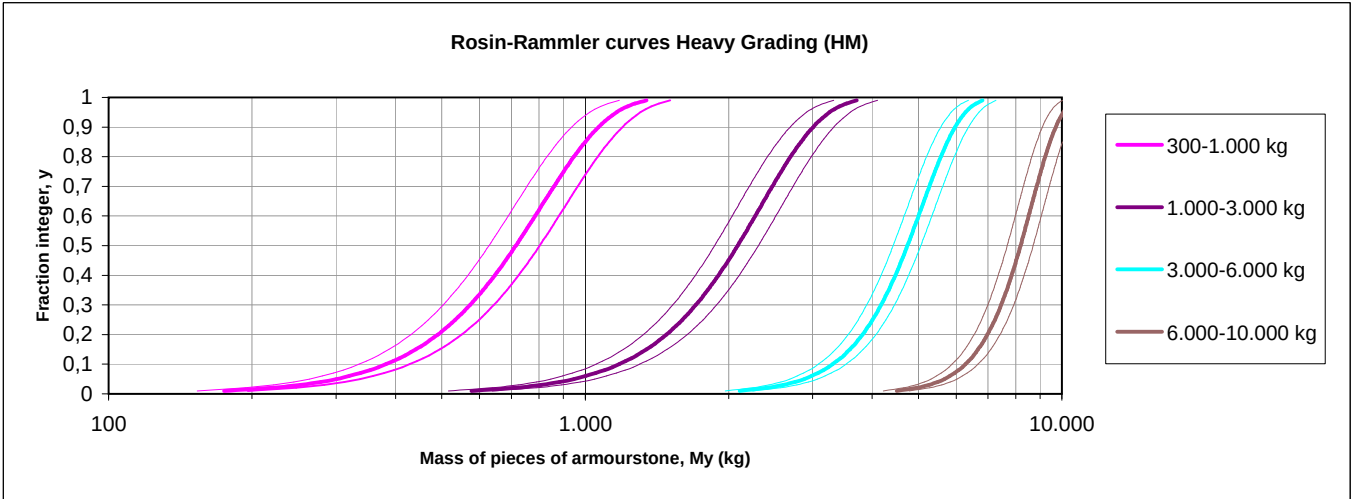
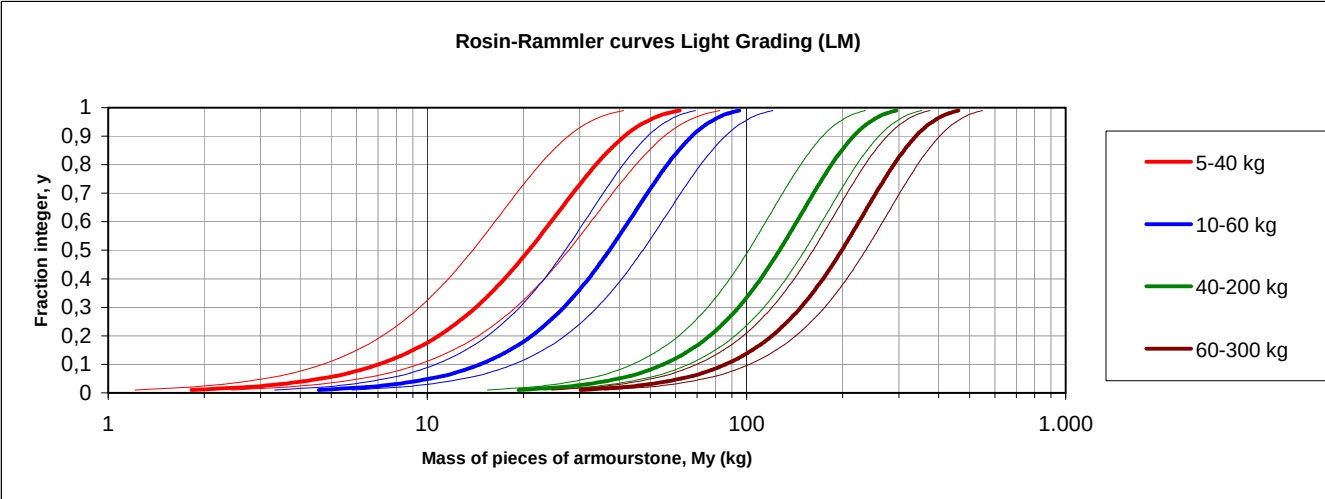
Shallow water

Plunging: $\frac{H_s}{\Delta D_{n50}} = c_{pl} P^{0.18} \left(\frac{S_d}{\sqrt{N}} \right)^{0.2} \left(\frac{H_s}{H_{2\%}} \right) (\xi_{s-1,0})^{-0.5}$

Surging: $\frac{H_s}{\Delta D_{n50}} = c_s P^{-0.13} \left(\frac{S_d}{\sqrt{N}} \right)^{0.2} \left(\frac{H_s}{H_{2\%}} \right) \sqrt{\cot \alpha} (\xi_{s-1,0})^P$

Definition of toe depth

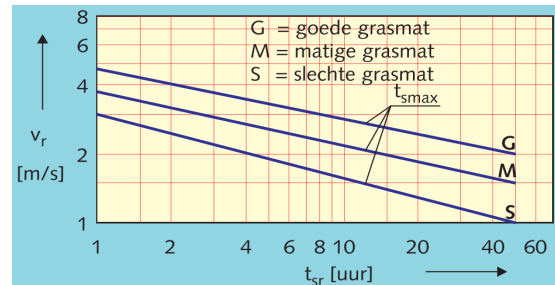
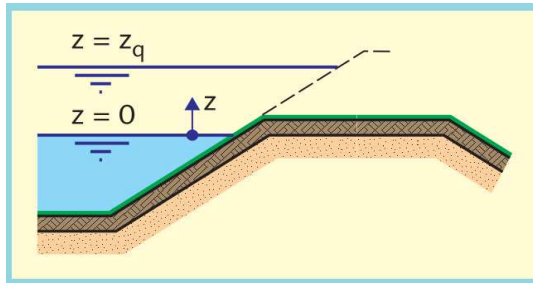
	Dwarsprofiel	Illustratiepunt	Hs	Tp	h _t	h	Shallow or deep	Number of waves	H _{2%}	T _{m-1,0}	T _m	L _{op}	Slope	C _{pl}	C _s	Type of wave (shallow)	D _{n50}	M ₅₀	Grading
			[m]	[s]	[m NAP]	[m NAP]		[-]	[m]	[s]	[s]	[m]	[1:x]	[-]	[-]		[m]	[kg]	
Teenbestorting	6	360	1,99	6,82	1,5	0	shallow water	7200	2,79	6,20	5,93	54,91	4	6,2	1	plunging	0,71	966	1.000-3.000 kg
	5	350	2,28	6,91	1,5	0	shallow water	7200	3,19	6,28	6,01	56,34	4	6,2	1	plunging	1,14	3905	3.000-6.000 kg
	5	340	2,16	7,01	1,5	0	shallow water	7200	3,02	6,37	6,09	57,96	4	6,2	1	plunging	1,10	3528	3.000-6.000 kg
	5	330	2,31	7,07	1,5	0	shallow water	7200	3,23	6,43	6,15	59,06	4	6,2	1	plunging	1,16	4179	3.000-6.000 kg
	4	320	2,37	7,02	1,5	0	shallow water	7200	3,31	6,38	6,10	58,15	4	6,2	1	plunging	1,18	4355	3.000-6.000 kg
	4	310	2,37	6,92	1,5	0	shallow water	7200	3,31	6,29	6,02	56,52	4	6,2	1	plunging	1,17	4263	3.000-6.000 kg
	4	300	2,32	6,79	1,5	0	shallow water	7200	3,25	6,17	5,90	54,38	4	6,2	1	plunging	1,14	3970	3.000-6.000 kg
	4	290	1,72	6,37	1,5	0	shallow water	7200	2,40	5,79	5,54	47,89	4	6,2	1	plunging	0,62	624	300-1.000 kg
	3	280	1,63	5,82	1,5	0	shallow water	7200	2,28	5,29	5,06	39,98	4	6,2	1	plunging	0,57	484	300-1.000 kg
	3	270	1,68	5,68	1,5	0	shallow water	7200	2,36	5,16	4,94	38,03	4	6,2	1	plunging	0,57	502	300-1.000 kg
	2	260	1,66	6,05	1,5	0	shallow water	7200	2,33	5,50	5,26	43,21	4	6,2	1	plunging	0,59	537	300-1.000 kg
	2	250	1,49	5,81	1,5	0	shallow water	7200	2,08	5,28	5,05	39,82	4	6,2	1	plunging	0,53	392	300-1.000 kg
	1	240	1,61	5,93	1,5	0	shallow water	7200	2,25	5,39	5,16	41,50	4	6,2	1	plunging	0,57	483	300-1.000 kg
Talubekleding	4a	320	2,37	7,02	1,5	3	shallow water	7199	3,31	6,38	6,10	58,15	2	6,2	1	plunging	1,67	12317	6.000-10.000 kg
	4a	310	2,37	6,92	1,5	3	shallow water	7200	3,31	6,29	6,02	56,52	3	6,2	1	plunging	1,35	6563	6.000-10.000 kg
	4a	300	2,32	6,79	1,5	3	shallow water	7200	3,25	6,17	5,90	54,38	3	6,2	1	plunging	1,32	6112	6.000-10.000 kg
	4a	290	1,72	6,37	1,5	3	shallow water	7200	2,40	5,79	5,54	47,89	3	6,2	1	plunging	1,02	2816	3.000-6.000 kg
	2a	260	2,37	6,92	1,5	3	shallow water	7200	3,31	6,29	6,02	56,52	3	6,2	1	plunging	0,95	2238	1.000-3.000 kg
	2a	250	1,49	5,81	1,5	3	deep water	7200	2,08	5,28	5,05	39,82	3	8,4	1,3	plunging	0,45	243	300-1.000 kg
	1a	240	1,61	5,93	1,5	3	shallow water	7200	2,25	5,39	5,16	41,50	3	6,2	1	plunging	0,65	743	300-1.000 kg



Toepassingsgebied grasbekleding golfploopzone

Houttribdijk

18-10-2012 v.07



$$t_{sr} = m_2 \cdot t_s \quad m_2 = 1 - z/z_q$$

$$v_r = 700 \cdot H_s / T_p \cdot (0,085 - H_s / L_{0p}) \cdot (1 - z/z_q)^{0,5} \cdot \tan \alpha_o$$

Waarin:

- m1 In leidraden niet verklaarde factor [= 700]
- H_s Significante golfhoogte [m]
- T_p Piekperiode [s]
- L_{0p} Golf lengte op basis van peikperiode [m]
- z_q Golfploop niveau behorende bij een debiet van $q = 0,1 \text{ l/m/s}$ [m] (MHBN-WS)
- z Niveau op buitentalud ten opzichte van stilwaterlijn [m]
- α_o Gemiddelde talud tussen $1,5 \cdot H_s < \text{Ontwerppeil} < 1,5 \cdot H_s$ [-]
- v_r De rekensnelheid voor de maximale stroomsnelheid in de golfploopzone van een grastalud [m/s]

z_q bepaald m.b.v. PCoverslag

DWP 1

H-IJM235									
m ₁	H _s	T _p	L _{op}	MHBN	WS	zq	z	α ₀	v _r
[-]	[m]	[s]	[m]	[m NAP]	[m NAP]	[m]	[m]	[-]	[m/s]
700,00	0,98	5,45	46,37	4,20	0,96	3,24	1,50	0,33	2,04
700,00	0,98	5,45	46,37	4,20	0,96	3,24	1,60	0,33	1,98
700,00	0,98	5,45	46,37	4,20	0,96	3,24	1,70	0,33	1,92
700,00	0,98	5,45	46,37	4,20	0,96	3,24	1,80	0,33	1,86
700,00	0,98	5,45	46,37	4,20	0,96	3,24	1,90	0,33	1,79
700,00	0,98	5,45	46,37	4,20	0,96	3,24	2,00	0,33	1,72
700,00	0,98	5,45	46,37	4,20	0,96	3,24	2,10	0,33	1,65
700,00	0,98	5,45	46,37	4,20	0,96	3,24	2,20	0,33	1,58
700,00	0,98	5,45	46,37	4,20	0,96	3,24	2,30	0,33	1,50
700,00	0,98	5,45	46,37	4,20	0,96	3,24	2,40	0,33	1,42
700,00	0,98	5,45	46,37	4,20	0,96	3,24	2,50	0,33	1,33
700,00	0,98	5,45	46,37	4,20	0,96	3,24	2,60	0,33	1,24
700,00	0,98	5,45	46,37	4,20	0,96	3,24	2,70	0,33	1,14
700,00	0,98	5,45	46,37	4,20	0,96	3,24	2,80	0,33	1,03

DWP 1

H-IJM218									
m ₁	H _s	T _p	L _{op}	MHBN	WS	zq	z	α ₀	v _r
[-]	[m]	[s]	[m]	[m NAP]	[m NAP]	[m]	[m]	[-]	[m/s]
700,00	1,42	6,35	62,96	4,81	1,06	3,75	2,00	0,29	1,99
700,00	1,42	6,35	62,96	4,81	1,06	3,75	2,10	0,33	2,25
700,00	1,42	6,35	62,96	4,81	1,06	3,75	2,20	0,33	2,18
700,00	1,42	6,35	62,96	4,81	1,06	3,75	2,30	0,33	2,11
700,00	1,42	6,35	62,96	4,81	1,06	3,75	2,40	0,33	2,03
700,00	1,42	6,35	62,96	4,81	1,06	3,75	2,50	0,33	1,96
700,00	1,42	6,35	62,96	4,81	1,06	3,75	2,60	0,33	1,88
700,00	1,42	6,35	62,96	4,81	1,06	3,75	2,70	0,33	1,79
700,00	1,42	6,35	62,96	4,81	1,06	3,75	2,80	0,33	1,71
700,00	1,42	6,35	62,96	4,81	1,06	3,75	2,90	0,33	1,61
700,00	1,42	6,35	62,96	4,81	1,06	3,75	3,00	0,33	1,52
700,00	1,42	6,35	62,96	4,81	1,06	3,75	3,10	0,33	1,41
700,00	1,42	6,35	62,96	4,81	1,06	3,75	3,20	0,33	1,30
700,00	1,42	6,35	62,96	4,81	1,06	3,75	3,30	0,33	1,18
700,00	1,42	6,35	62,96	4,81	1,06	3,75	3,40	0,33	1,04

Effectieve stormduur				
t _s	t _{sr}	benadering vr,max		
[uur]	[uur]	G	M	S
48,00	25,78	2,29	1,75	1,20
48,00	24,30	2,32	1,77	1,22
48,00	22,81	2,35	1,80	1,25
48,00	21,33	2,39	1,83	1,27
48,00	19,85	2,42	1,86	1,30
48,00	18,37	2,46	1,90	1,32
48,00	16,89	2,50	1,94	1,36
48,00	15,41	2,55	1,98	1,39
48,00	13,93	2,61	2,03	1,43
48,00	12,44	2,67	2,08	1,48
48,00	10,96	2,74	2,15	1,53
48,00	9,48	2,82	2,22	1,60
48,00	8,00	2,92	2,31	1,67
48,00	6,52	3,05	2,43	1,77

Effectieve stormduur				
t _s	t _{sr}	benadering vr,max		
[uur]	[uur]	G	M	S
48,00	22,42	2,36	1,81	1,25
48,00	21,14	2,39	1,83	1,27
48,00	19,86	2,42	1,86	1,30
48,00	18,58	2,46	1,89	1,32
48,00	17,30	2,49	1,92	1,35
48,00	16,02	2,53	1,96	1,38
48,00	14,74	2,58	2,00	1,41
48,00	13,46	2,63	2,04	1,45
48,00	12,18	2,68	2,09	1,49
48,00	10,91	2,74	2,15	1,53
48,00	9,63	2,81	2,21	1,59
48,00	8,35	2,90	2,29	1,65
48,00	7,07	3,00	2,38	1,73
49,00	5,91	3,11	2,49	1,82
50,00	4,70	3,27	2,63	1,94

DWP 2

H-IJM202									
m ₁	H _s	T _p	L _{op}	MHBN	WS	zq	z	α ₀	v _r
[-]	[m]	[s]	[m]	[m NAP]	[m NAP]	[m]	[m]	[-]	[m/s]
700,00	1,32	5,97	55,65	4,50	1,14	3,36	1,00	0,29	2,37
700,00	1,32	5,97	55,65	4,50	1,14	3,36	1,10	0,29	2,32
700,00	1,32	5,97	55,65	4,50	1,14	3,36	1,20	0,29	2,27
700,00	1,32	5,97	55,65	4,50	1,14	3,36	1,30	0,29	2,22
700,00	1,32	5,97	55,65	4,50	1,14	3,36	1,40	0,29	2,16
700,00	1,32	5,97	55,65	4,50	1,14	3,36	1,50	0,29	2,11
700,00	1,32	5,97	55,65	4,50	1,14	3,36	1,60	0,29	2,05
700,00	1,32	5,97	55,65	4,50	1,14	3,36	1,70	0,29	1,99
700,00	1,32	5,97	55,65	4,50	1,14	3,36	1,80	0,29	1,93
700,00	1,32	5,97	55,65	4,50	1,14	3,36	1,90	0,29	1,86
700,00	1,32	5,97	55,65	4,50	1,14	3,36	2,00	0,29	1,80
700,00	1,32	5,97	55,65	4,50	1,14	3,36	2,10	0,29	1,73
700,00	1,32	5,97	55,65	4,50	1,14	3,36	2,20	0,29	1,66
700,00	1,32	5,97	55,65	4,50	1,14	3,36	2,30	0,29	1,59
700,00	1,32	5,97	55,65	4,50	1,14	3,36	2,40	0,29	1,51
700,00	1,32	5,97	55,65	4,50	1,14	3,36	2,50	0,29	1,43
700,00	1,32	5,97	55,65	4,50	1,14	3,36	2,60	0,29	1,34

DWP 3

H-IJM188									
m ₁	H _s	T _p	L _{op}	MHBN	WS	zq	z	α ₀	v _r
[-]	[m]	[s]	[m]	[m NAP]	[m NAP]	[m]	[m]	[-]	[m/s]
700,00	1,08	6,04	56,96	3,70	1,20	2,50	0,50	0,27	2,05
700,00	1,08	6,04	56,96	3,70	1,20	2,50	0,60	0,27	1,99
700,00	1,08	6,04	56,96	3,70	1,20	2,50	0,70	0,27	1,94
700,00	1,08	6,04	56,96	3,70	1,20	2,50	0,80	0,27	1,89
700,00	1,08	6,04	56,96	3,70	1,20	2,50	0,90	0,27	1,83
700,00	1,08	6,04	56,96	3,70	1,20	2,50	1,00	0,27	1,77
700,00	1,08	6,04	56,96	3,70	1,20	2,50	1,10	0,27	1,71
700,00	1,08	6,04	56,96	3,70	1,20	2,50	1,20	0,27	1,65
700,00	1,08	6,04	56,96	3,70	1,20	2,50	1,30	0,27	1,59
700,00	1,08	6,04	56,96	3,70	1,20	2,50	1,40	0,27	1,52
700,00	1,08	6,04	56,96	3,70	1,20	2,50	1,50	0,27	1,45
700,00	1,08	6,04	56,96	3,70	1,20	2,50	1,60	0,27	1,37
700,00	1,08	6,04	56,96	3,70	1,20	2,50	1,70	0,27	1,29
700,00	1,08	6,04	56,96	3,70	1,20	2,50	1,80	0,27	1,21
700,00	1,08	6,04	56,96	3,70	1,20	2,50	1,90	0,27	1,12
700,00	1,08	6,04	56,96	3,70	1,20	2,50	2,00	0,27	1,02

Effectieve stormduur				
t _s	t _{sr}	benadering vr,max		
[uur]	[uur]	G	M	S
48,00	33,70	2,17	1,64	1,12
48,00	32,27	2,19	1,66	1,13
49,00	31,49	2,20	1,67	1,14
50,00	30,64	2,21	1,68	1,15
51,00	29,73	2,23	1,69	1,16
52,00	28,77	2,24	1,70	1,17
53,00	27,74	2,26	1,72	1,18
54,00	26,66	2,28	1,74	1,19
55,00	25,51	2,30	1,75	1,21
56,00	24,31	2,32	1,77	1,22
57,00	23,04	2,35	1,80	1,24
58,00	21,72	2,38	1,82	1,26
59,00	20,34	2,41	1,85	1,29
60,00	18,90	2,45	1,88	1,31
61,00	17,39	2,49	1,92	1,35
62,00	15,83	2,54	1,97	1,38
63,00	14,21	2,60	2,02	1,42

Effectieve stormduur				
t _s	t _{sr}	benadering vr,max		
[uur]	[uur]	G	M	S
48,00	38,40	2,11	1,59	1,08
48,00	36,49	2,14	1,61	1,09
49,00	35,29	2,15	1,62	1,10
50,00	34,01	2,17	1,64	1,11
51,00	32,65	2,18	1,65	1,13
52,00	31,21	2,21	1,67	1,14
53,00	29,69	2,23	1,69	1,16
54,00	28,09	2,25	1,71	1,18
55,00	26,41	2,28	1,74	1,20
56,00	24,66	2,32	1,77	1,22
57,00	22,82	2,35	1,80	1,25
58,00	20,90	2,40	1,84	1,28
59,00	18,90	2,45	1,88	1,31
60,00	16,82	2,51	1,94	1,36
61,00	14,66	2,58	2,00	1,41
62,00	12,42	2,67	2,08	1,48

DWP 3

H-IJM169									
m ₁	H _s	T _p	L _{op}	MHBN	WS	zq	z	α ₀	v _r
[-]	[m]	[s]	[m]	[m NAP]	[m NAP]	[m]	[m]	[-]	[m/s]
700,00	1,08	6,04	56,96	3,79	1,29	2,50	0,50	0,27	2,05
700,00	1,08	6,04	56,96	3,79	1,29	2,50	0,60	0,27	1,99
700,00	1,08	6,04	56,96	3,79	1,29	2,50	0,70	0,27	1,94
700,00	1,08	6,04	56,96	3,79	1,29	2,50	0,80	0,27	1,89
700,00	1,08	6,04	56,96	3,79	1,29	2,50	0,90	0,27	1,83
700,00	1,08	6,04	56,96	3,79	1,29	2,50	1,00	0,27	1,77
700,00	1,08	6,04	56,96	3,79	1,29	2,50	1,10	0,27	1,71
700,00	1,08	6,04	56,96	3,79	1,29	2,50	1,20	0,27	1,65
700,00	1,08	6,04	56,96	3,79	1,29	2,50	1,30	0,27	1,58
700,00	1,08	6,04	56,96	3,79	1,29	2,50	1,40	0,27	1,52
700,00	1,08	6,04	56,96	3,79	1,29	2,50	1,50	0,27	1,45
700,00	1,08	6,04	56,96	3,79	1,29	2,50	1,60	0,27	1,37
700,00	1,08	6,04	56,96	3,79	1,29	2,50	1,70	0,27	1,29
700,00	1,08	6,04	56,96	3,79	1,29	2,50	1,80	0,27	1,21
700,00	1,08	6,04	56,96	3,79	1,29	2,50	1,90	0,27	1,12
700,00	1,08	6,04	56,96	3,79	1,29	2,50	2,00	0,27	1,02
700,00	1,08	6,04	56,96	3,79	1,29	2,50	2,10	0,27	0,91

DWP 3

H-IJM160									
m ₁	H _s	T _p	L _{op}	MHBN	WS	zq	z	α ₀	v _r
[-]	[m]	[s]	[m]	[m NAP]	[m NAP]	[m]	[m]	[-]	[m/s]
700,00	1,06	6,09	57,91	3,84	1,31	2,53	0,50	0,27	2,01
700,00	1,06	6,09	57,91	3,84	1,31	2,53	0,60	0,27	1,96
700,00	1,06	6,09	57,91	3,84	1,31	2,53	0,70	0,27	1,91
700,00	1,06	6,09	57,91	3,84	1,31	2,53	0,80	0,27	1,86
700,00	1,06	6,09	57,91	3,84	1,31	2,53	0,90	0,27	1,81
700,00	1,06	6,09	57,91	3,84	1,31	2,53	1,00	0,27	1,75
700,00	1,06	6,09	57,91	3,84	1,31	2,53	1,10	0,27	1,69
700,00	1,06	6,09	57,91	3,84	1,31	2,53	1,20	0,27	1,63
700,00	1,06	6,09	57,91	3,84	1,31	2,53	1,30	0,27	1,57
700,00	1,06	6,09	57,91	3,84	1,31	2,53	1,40	0,27	1,50
700,00	1,06	6,09	57,91	3,84	1,31	2,53	1,50	0,27	1,44
700,00	1,06	6,09	57,91	3,84	1,31	2,53	1,60	0,27	1,37
700,00	1,06	6,09	57,91	3,84	1,31	2,53	1,70	0,27	1,29
700,00	1,06	6,09	57,91	3,84	1,31	2,53	1,80	0,27	1,21
700,00	1,06	6,09	57,91	3,84	1,31	2,53	1,90	0,27	1,12
700,00	1,06	6,09	57,91	3,84	1,31	2,53	2,00	0,27	1,03

Effectieve stormduur				
t _s	t _{sr}	benadering vr,max		
[uur]	[uur]	G	M	S
48,00	38,39	2,11	1,59	1,08
48,00	36,47	2,14	1,61	1,09
49,00	35,26	2,15	1,62	1,10
50,00	33,98	2,17	1,64	1,11
51,00	32,62	2,19	1,65	1,13
52,00	31,17	2,21	1,67	1,14
53,00	29,65	2,23	1,69	1,16
54,00	28,05	2,25	1,72	1,18
55,00	26,36	2,28	1,74	1,20
56,00	24,60	2,32	1,77	1,22
57,00	22,76	2,35	1,80	1,25
58,00	20,83	2,40	1,84	1,28
59,00	18,83	2,45	1,89	1,32
60,00	16,74	2,51	1,94	1,36
61,00	14,58	2,58	2,00	1,41
62,00	12,34	2,67	2,09	1,48
63,00	10,01	2,79	2,19	1,57

Effectieve stormduur				
t _s	t _{sr}	benadering vr,max		
[uur]	[uur]	G	M	S
48,00	38,53	2,11	1,59	1,08
48,00	36,63	2,13	1,61	1,09
49,00	35,46	2,15	1,62	1,10
50,00	34,21	2,16	1,64	1,11
51,00	32,88	2,18	1,65	1,12
52,00	31,47	2,20	1,67	1,14
53,00	29,99	2,22	1,69	1,15
54,00	28,42	2,25	1,71	1,17
55,00	26,78	2,28	1,73	1,19
56,00	25,05	2,31	1,76	1,21
57,00	23,25	2,34	1,79	1,24
58,00	21,37	2,39	1,83	1,27
59,00	19,41	2,43	1,87	1,30
60,00	17,37	2,49	1,92	1,35
61,00	15,25	2,56	1,98	1,40
62,00	13,05	2,64	2,06	1,46

DWP 3

H-IJM144									
m ₁	H _s	T _p	L _{0p}	MHBN	WS	zq	z	α ₀	v _r
[-]	[m]	[s]	[m]	[m NAP]	[m NAP]	[m]	[m]	[-]	[m/s]
700,00	0,83	5,92	54,72	3,45	1,40	2,05	0,00	0,27	1,90
700,00	0,83	5,92	54,72	3,45	1,40	2,05	0,10	0,27	1,85
700,00	0,83	5,92	54,72	3,45	1,40	2,05	0,20	0,27	1,80
700,00	0,83	5,92	54,72	3,45	1,40	2,05	0,30	0,27	1,75
700,00	0,83	5,92	54,72	3,45	1,40	2,05	0,40	0,27	1,70
700,00	0,83	5,92	54,72	3,45	1,40	2,05	0,50	0,27	1,65
700,00	0,83	5,92	54,72	3,45	1,40	2,05	0,60	0,27	1,60
700,00	0,83	5,92	54,72	3,45	1,40	2,05	0,70	0,27	1,54
700,00	0,83	5,92	54,72	3,45	1,40	2,05	0,80	0,27	1,48
700,00	0,83	5,92	54,72	3,45	1,40	2,05	0,90	0,27	1,42
700,00	0,83	5,92	54,72	3,45	1,40	2,05	1,00	0,27	1,36
700,00	0,83	5,92	54,72	3,45	1,40	2,05	1,10	0,27	1,29
700,00	0,83	5,92	54,72	3,45	1,40	2,05	1,20	0,27	1,22
700,00	0,83	5,92	54,72	3,45	1,40	2,05	1,30	0,27	1,15
700,00	0,83	5,92	54,72	3,45	1,40	2,05	1,40	0,27	1,07
700,00	0,83	5,92	54,72	3,45	1,40	2,05	1,50	0,27	0,98
700,00	0,83	5,92	54,72	3,45	1,40	2,05	1,60	0,27	0,89

DWP 4

H-IJM124									
m ₁	H _s	T _p	L _{0p}	MHBN	WS	zq	z	α ₀	v _r
[-]	[m]	[s]	[m]	[m NAP]	[m NAP]	[m]	[m]	[-]	[m/s]
700,00	1,16	6,04	56,96	4,05	1,53	2,52	0,50	0,23	1,82
700,00	1,16	6,04	56,96	4,05	1,53	2,52	0,60	0,23	1,78
700,00	1,16	6,04	56,96	4,05	1,53	2,52	0,70	0,23	1,73
700,00	1,16	6,04	56,96	4,05	1,53	2,52	0,80	0,23	1,68
700,00	1,16	6,04	56,96	4,05	1,53	2,52	0,90	0,23	1,63
700,00	1,16	6,04	56,96	4,05	1,53	2,52	1,00	0,23	1,58
700,00	1,16	6,04	56,96	4,05	1,53	2,52	1,10	0,23	1,53
700,00	1,16	6,04	56,96	4,05	1,53	2,52	1,20	0,23	1,47
700,00	1,16	6,04	56,96	4,05	1,53	2,52	1,30	0,23	1,42
700,00	1,16	6,04	56,96	4,05	1,53	2,52	1,40	0,23	1,36
700,00	1,16	6,04	56,96	4,05	1,53	2,52	1,50	0,23	1,29
700,00	1,16	6,04	56,96	4,05	1,53	2,52	1,60	0,23	1,23
700,00	1,16	6,04	56,96	4,05	1,53	2,52	1,70	0,23	1,16
700,00	1,16	6,04	56,96	4,05	1,53	2,52	1,80	0,23	1,09
700,00	1,16	6,04	56,96	4,05	1,53	2,52	1,90	0,23	1,01
700,00	1,16	6,04	56,96	4,05	1,53	2,52	2,00	0,23	0,92

Effectieve stormduur				
t _s	t _{sr}	benadering vr,max		
[uur]	[uur]	G	M	S
48,00	48,00	2,02	1,51	1,01
48,00	45,66	2,04	1,53	1,03
49,00	44,23	2,05	1,54	1,04
50,00	42,69	2,07	1,55	1,05
51,00	41,06	2,08	1,57	1,06
52,00	39,33	2,10	1,58	1,07
53,00	37,51	2,12	1,60	1,08
54,00	35,58	2,15	1,62	1,10
55,00	33,56	2,17	1,64	1,12
56,00	31,44	2,20	1,67	1,14
57,00	29,23	2,24	1,70	1,16
58,00	26,91	2,27	1,73	1,19
59,00	24,50	2,32	1,77	1,22
60,00	22,00	2,37	1,82	1,26
61,00	19,39	2,43	1,87	1,30
62,00	16,69	2,51	1,94	1,36
63,00	13,89	2,61	2,03	1,43

Effectieve stormduur				
t _s	t _{sr}	benadering vr,max		
[uur]	[uur]	G	M	S
48,00	38,48	2,11	1,59	1,08
48,00	36,57	2,13	1,61	1,09
49,00	35,39	2,15	1,62	1,10
50,00	34,13	2,16	1,64	1,11
51,00	32,79	2,18	1,65	1,13
52,00	31,37	2,20	1,67	1,14
53,00	29,87	2,23	1,69	1,16
54,00	28,29	2,25	1,71	1,17
55,00	26,63	2,28	1,74	1,19
56,00	24,89	2,31	1,76	1,22
57,00	23,07	2,35	1,80	1,24
58,00	21,18	2,39	1,83	1,27
59,00	19,20	2,44	1,88	1,31
60,00	17,14	2,50	1,93	1,35
61,00	15,01	2,57	1,99	1,40
62,00	12,80	2,65	2,07	1,47

DWP 4

H-IJM119									
m_1	H_s	T_p	L_{op}	MHBN	WS	zq	z	α_0	v_r
[-]	[m]	[s]	[m]	[m NAP]	[m NAP]	[m]	[m]	[-]	[m/s]
700,00	1,28	6,11	58,29	4,26	1,53	2,73	0,50	0,23	1,96
700,00	1,28	6,11	58,29	4,26	1,53	2,73	0,60	0,23	1,91
700,00	1,28	6,11	58,29	4,26	1,53	2,73	0,70	0,23	1,87
700,00	1,28	6,11	58,29	4,26	1,53	2,73	0,80	0,23	1,82
700,00	1,28	6,11	58,29	4,26	1,53	2,73	0,90	0,23	1,77
700,00	1,28	6,11	58,29	4,26	1,53	2,73	1,00	0,23	1,72
700,00	1,28	6,11	58,29	4,26	1,53	2,73	1,10	0,23	1,67
700,00	1,28	6,11	58,29	4,26	1,53	2,73	1,20	0,23	1,62
700,00	1,28	6,11	58,29	4,26	1,53	2,73	1,30	0,23	1,57
700,00	1,28	6,11	58,29	4,26	1,53	2,73	1,40	0,23	1,51
700,00	1,28	6,11	58,29	4,26	1,53	2,73	1,50	0,23	1,45
700,00	1,28	6,11	58,29	4,26	1,53	2,73	1,60	0,23	1,39
700,00	1,28	6,11	58,29	4,26	1,53	2,73	1,70	0,23	1,33
700,00	1,28	6,11	58,29	4,26	1,53	2,73	1,80	0,23	1,26
700,00	1,28	6,11	58,29	4,26	1,53	2,73	1,90	0,23	1,19
700,00	1,28	6,11	58,29	4,26	1,53	2,73	2,00	0,23	1,12
700,00	1,28	6,11	58,29	4,26	1,53	2,73	2,10	0,23	1,04

Effectieve stormduur				
t_s	t_{sr}	benadering vr,max		
[uur]	[uur]	G	M	S
48,00	39,20	2,10	1,58	1,07
48,00	37,44	2,12	1,60	1,08
49,00	36,42	2,14	1,61	1,09
50,00	35,33	2,15	1,62	1,10
51,00	34,17	2,16	1,64	1,11
52,00	32,93	2,18	1,65	1,12
53,00	31,62	2,20	1,67	1,14
54,00	30,24	2,22	1,68	1,15
55,00	28,78	2,24	1,70	1,17
56,00	27,25	2,27	1,73	1,19
57,00	25,65	2,30	1,75	1,21
58,00	23,97	2,33	1,78	1,23
59,00	22,22	2,37	1,81	1,26
60,00	20,39	2,41	1,85	1,29
61,00	18,50	2,46	1,89	1,32
62,00	16,53	2,52	1,95	1,36
63,00	14,48	2,59	2,01	1,42

DWP 5

H-IJM038									
m ₁	H _s	T _p	L _{op}	MHBN	WS	zq	z	α ₀	v _r
[-]	[m]	[s]	[m]	[m NAP]	[m NAP]	[m]	[m]	[-]	[m/s]
700,00	1,17	5,68	50,37	2,74	0,70	2,04	0,00	0,21	1,90
700,00	1,17	5,68	50,37	2,74	0,70	2,04	0,10	0,21	1,85
700,00	1,17	5,68	50,37	2,74	0,70	2,04	0,20	0,21	1,80
700,00	1,17	5,68	50,37	2,74	0,70	2,04	0,30	0,21	1,75
700,00	1,17	5,68	50,37	2,74	0,70	2,04	0,40	0,21	1,70
700,00	1,17	5,68	50,37	2,74	0,70	2,04	0,50	0,21	1,65
700,00	1,17	5,68	50,37	2,74	0,70	2,04	0,60	0,21	1,59
700,00	1,17	5,68	50,37	2,74	0,70	2,04	0,70	0,21	1,54
700,00	1,17	5,68	50,37	2,74	0,70	2,04	0,80	0,21	1,48
700,00	1,17	5,68	50,37	2,74	0,70	2,04	0,90	0,21	1,42
700,00	1,17	5,68	50,37	2,74	0,70	2,04	1,00	0,21	1,35
700,00	1,17	5,68	50,37	2,74	0,70	2,04	1,10	0,21	1,29
700,00	1,17	5,68	50,37	2,74	0,70	2,04	1,20	0,21	1,22
700,00	1,17	5,68	50,37	2,74	0,70	2,04	1,30	0,21	1,14
700,00	1,17	5,68	50,37	2,74	0,70	2,04	1,40	0,21	1,06
700,00	1,17	5,68	50,37	2,74	0,70	2,04	1,50	0,21	0,98
700,00	1,17	5,68	50,37	2,74	0,70	2,04	1,60	0,21	0,88

DWP 5

H-IJM035									
m ₁	H _s	T _p	L _{op}	MHBN	WS	zq	z	α ₀	v _r
[-]	[m]	[s]	[m]	[m NAP]	[m NAP]	[m]	[m]	[-]	[m/s]
700,00	1,21	5,80	52,52	2,56	0,71	1,85	0,00	0,21	1,93
700,00	1,21	5,80	52,52	2,56	0,71	1,85	0,10	0,21	1,88
700,00	1,21	5,80	52,52	2,56	0,71	1,85	0,20	0,21	1,82
700,00	1,21	5,80	52,52	2,56	0,71	1,85	0,30	0,21	1,77
700,00	1,21	5,80	52,52	2,56	0,71	1,85	0,40	0,21	1,71
700,00	1,21	5,80	52,52	2,56	0,71	1,85	0,50	0,21	1,65
700,00	1,21	5,80	52,52	2,56	0,71	1,85	0,60	0,21	1,58
700,00	1,21	5,80	52,52	2,56	0,71	1,85	0,70	0,21	1,52
700,00	1,21	5,80	52,52	2,56	0,71	1,85	0,80	0,21	1,45
700,00	1,21	5,80	52,52	2,56	0,71	1,85	0,90	0,21	1,38
700,00	1,21	5,80	52,52	2,56	0,71	1,85	1,00	0,21	1,31
700,00	1,21	5,80	52,52	2,56	0,71	1,85	1,10	0,21	1,23
700,00	1,21	5,80	52,52	2,56	0,71	1,85	1,20	0,21	1,14
700,00	1,21	5,80	52,52	2,56	0,71	1,85	1,30	0,21	1,05
700,00	1,21	5,80	52,52	2,56	0,71	1,85	1,40	0,21	0,95
700,00	1,21	5,80	52,52	2,56	0,71	1,85	1,50	0,21	0,84

Effectieve stormduur				
t _s	t _{sr}	benadering vr,max		
[uur]	[uur]	G	M	S
48,00	48,00	2,02	1,51	1,01
48,00	45,64	2,04	1,53	1,03
49,00	44,19	2,05	1,54	1,04
50,00	42,64	2,07	1,55	1,05
51,00	40,99	2,08	1,57	1,06
52,00	39,24	2,10	1,58	1,07
53,00	37,40	2,12	1,60	1,08
54,00	35,45	2,15	1,62	1,10
55,00	33,41	2,17	1,65	1,12
56,00	31,27	2,20	1,67	1,14
57,00	29,03	2,24	1,70	1,16
58,00	26,69	2,28	1,74	1,19
59,00	24,26	2,32	1,78	1,23
60,00	21,73	2,38	1,82	1,26
61,00	19,10	2,44	1,88	1,31
62,00	16,37	2,52	1,95	1,37
63,00	13,54	2,62	2,04	1,44

Effectieve stormduur				
t _s	t _{sr}	benadering vr,max		
[uur]	[uur]	G	M	S
48,00	48,00	2,02	1,51	1,01
48,00	45,40	2,04	1,53	1,03
49,00	43,69	2,06	1,54	1,04
50,00	41,88	2,07	1,56	1,05
51,00	39,95	2,10	1,58	1,07
52,00	37,92	2,12	1,60	1,08
53,00	35,78	2,14	1,62	1,10
54,00	33,53	2,17	1,64	1,12
55,00	31,17	2,21	1,67	1,14
56,00	28,70	2,24	1,71	1,17
57,00	26,13	2,29	1,74	1,20
58,00	23,44	2,34	1,79	1,24
59,00	20,65	2,40	1,85	1,28
60,00	17,75	2,48	1,91	1,34
61,00	14,75	2,58	2,00	1,41
62,00	11,63	2,71	2,12	1,51

DWP 5

H-IJM030									
m ₁	H _s	T _p	L _{op}	MHBN	WS	zq	z	α ₀	v _r
[-]	[m]	[s]	[m]	[m NAP]	[m NAP]	[m]	[m]	[-]	[m/s]
700,00	1,10	5,83	53,07	2,83	0,72	2,11	0,00	0,21	1,81
700,00	1,10	5,83	53,07	2,83	0,72	2,11	0,10	0,21	1,77
700,00	1,10	5,83	53,07	2,83	0,72	2,11	0,20	0,21	1,72
700,00	1,10	5,83	53,07	2,83	0,72	2,11	0,30	0,21	1,68
700,00	1,10	5,83	53,07	2,83	0,72	2,11	0,40	0,21	1,63
700,00	1,10	5,83	53,07	2,83	0,72	2,11	0,50	0,21	1,58
700,00	1,10	5,83	53,07	2,83	0,72	2,11	0,60	0,21	1,53
700,00	1,10	5,83	53,07	2,83	0,72	2,11	0,70	0,21	1,48
700,00	1,10	5,83	53,07	2,83	0,72	2,11	0,80	0,21	1,43
700,00	1,10	5,83	53,07	2,83	0,72	2,11	0,90	0,21	1,37
700,00	1,10	5,83	53,07	2,83	0,72	2,11	1,00	0,21	1,31
700,00	1,10	5,83	53,07	2,83	0,72	2,11	1,10	0,21	1,25
700,00	1,10	5,83	53,07	2,83	0,72	2,11	1,20	0,21	1,19
700,00	1,10	5,83	53,07	2,83	0,72	2,11	1,30	0,21	1,12
700,00	1,10	5,83	53,07	2,83	0,72	2,11	1,40	0,21	1,05
700,00	1,10	5,83	53,07	2,83	0,72	2,11	1,50	0,21	0,97
700,00	1,10	5,83	53,07	2,83	0,72	2,11	1,60	0,21	0,89

DWP 5

H-IJM019									
m ₁	H _s	T _p	L _{op}	MHBN	WS	zq	z	α ₀	v _r
[-]	[m]	[s]	[m]	[m NAP]	[m NAP]	[m]	[m]	[-]	[m/s]
700,00	0,97	5,75	51,62	2,65	0,74	1,91	0,00	0,21	1,67
700,00	0,97	5,75	51,62	2,65	0,74	1,91	0,10	0,21	1,62
700,00	0,97	5,75	51,62	2,65	0,74	1,91	0,20	0,21	1,58
700,00	0,97	5,75	51,62	2,65	0,74	1,91	0,30	0,21	1,53
700,00	0,97	5,75	51,62	2,65	0,74	1,91	0,40	0,21	1,48
700,00	0,97	5,75	51,62	2,65	0,74	1,91	0,50	0,21	1,43
700,00	0,97	5,75	51,62	2,65	0,74	1,91	0,60	0,21	1,38
700,00	0,97	5,75	51,62	2,65	0,74	1,91	0,70	0,21	1,33
700,00	0,97	5,75	51,62	2,65	0,74	1,91	0,80	0,21	1,27
700,00	0,97	5,75	51,62	2,65	0,74	1,91	0,90	0,21	1,21
700,00	0,97	5,75	51,62	2,65	0,74	1,91	1,00	0,21	1,15
700,00	0,97	5,75	51,62	2,65	0,74	1,91	1,10	0,21	1,08
700,00	0,97	5,75	51,62	2,65	0,74	1,91	1,20	0,21	1,01
700,00	0,97	5,75	51,62	2,65	0,74	1,91	1,30	0,21	0,94
700,00	0,97	5,75	51,62	2,65	0,74	1,91	1,40	0,21	0,86
700,00	0,97	5,75	51,62	2,65	0,74	1,91	1,50	0,21	0,77

Effectieve stormduur				
t _s	t _{sr}	benadering vr,max		
[uur]	[uur]	G	M	S
48,00	48,00	2,02	1,51	1,01
48,00	45,72	2,04	1,53	1,03
49,00	44,35	2,05	1,54	1,03
50,00	42,88	2,06	1,55	1,04
51,00	41,32	2,08	1,56	1,05
52,00	39,67	2,10	1,58	1,07
53,00	37,91	2,12	1,60	1,08
54,00	36,07	2,14	1,62	1,10
55,00	34,13	2,16	1,64	1,11
56,00	32,09	2,19	1,66	1,13
57,00	29,96	2,22	1,69	1,15
58,00	27,73	2,26	1,72	1,18
59,00	25,41	2,30	1,76	1,21
60,00	23,00	2,35	1,80	1,24
61,00	20,49	2,41	1,85	1,28
62,00	17,88	2,48	1,91	1,33
63,00	15,18	2,56	1,99	1,40

Effectieve stormduur				
t _s	t _{sr}	benadering vr,max		
[uur]	[uur]	G	M	S
48,00	48,00	2,02	1,51	1,01
48,00	45,48	2,04	1,53	1,03
49,00	43,86	2,06	1,54	1,04
50,00	42,13	2,07	1,56	1,05
51,00	40,30	2,09	1,57	1,06
52,00	38,37	2,11	1,59	1,08
53,00	36,32	2,14	1,61	1,09
54,00	34,18	2,16	1,64	1,11
55,00	31,93	2,19	1,66	1,13
56,00	29,57	2,23	1,69	1,16
57,00	27,11	2,27	1,73	1,19
58,00	24,54	2,32	1,77	1,22
59,00	21,87	2,37	1,82	1,26
60,00	19,10	2,44	1,88	1,31
61,00	16,22	2,53	1,95	1,37
62,00	13,23	2,63	2,05	1,45

Bijlage 7

Rekenresultaten stabiliteitsberekeningen

D-Geo Stability 10.1

Program : D-Geo Stability
Version : 10.1.1.4
License : Unknown
Company :
Date : 18-10-2012
Time : 13:28:28

Output file : \\dhn1002fp010\wa_lw3_prj_amf\BB3030-100-100\06 Werkdocumenten\01 V
Input file : \\dhn1002fp010\wa_lw3_prj_amf\BB3030-100-100\06 Werkdocumenten\01 V

===== BEGINNING OF DATA =====

ECHO OF THE INPUT =====

Problem identification : MM_1_STBU
: OWP2065

Calculation model : Bishop
Default shear strength : C phi

LAYER BOUNDARIES =====

Boundary no.	Co-ordinates [m]					
16 - X -	-50.00	0.00	11.50	17.52	18.80	21.80
16 - Y -	-2.05	-2.05	-2.05	-0.40	-0.05	-0.05
16 - X -	26.52	39.50	41.00	55.50	56.80	62.40
16 - Y -	1.71	6.55	6.55	6.55	6.55	4.35
16 - X -	77.60	80.70	81.74	85.09	86.90	101.00
16 - Y -	-0.05	-0.05	-0.40	-1.53	-2.05	-2.05
16 - X -	200.00					
16 - Y -	-2.05					
15 - X -	-50.00	0.00	11.50	30.40	30.40	39.50
15 - Y -	-2.05	-2.05	-2.05	-2.05	1.65	5.55
15 - X -	41.00	41.00	55.50	56.80	62.40	77.60
15 - Y -	5.55	6.55	6.55	6.55	4.35	-0.05
15 - X -	80.70	81.74	85.09	86.90	101.00	200.00
15 - Y -	-0.05	-0.40	-1.53	-2.05	-2.05	-2.05
14 - X -	-50.00	0.00	11.50	30.40	30.40	39.50
14 - Y -	-2.05	-2.05	-2.05	-2.05	1.65	5.55
14 - X -	41.00	41.00	55.50	55.50	56.80	62.40
14 - Y -	5.55	6.55	6.55	5.55	5.55	2.95
14 - X -	67.80	76.40	85.09	86.90	101.00	200.00
14 - Y -	1.95	-1.65	-1.53	-2.05	-2.05	-2.05
13 - X -	-50.00	0.00	11.50	30.40	30.40	34.00
13 - Y -	-2.05	-2.05	-2.05	-2.05	1.65	-2.05
13 - X -	86.90	101.00	200.00			
13 - Y -	-2.05	-2.05	-2.05			
12 - X -	-50.00	0.00	11.50	30.40	34.00	86.90
12 - Y -	-2.05	-2.05	-2.05	-2.05	-2.05	-2.05
12 - X -	101.00	200.00				
12 - Y -	-2.05	-2.05				
11 - X -	-50.00	0.00	2.88	6.56	12.82	15.61
11 - Y -	-2.05	-2.05	-3.60	-5.70	-8.80	-10.00
11 - X -	19.00	82.00	84.54	86.84	93.18	97.56
11 - Y -	-11.55	-11.55	-10.00	-8.80	-5.70	-3.60
11 - X -	101.00	200.00				

D-Geo Stability 10.1

11	-	Y	-	-2.05	-2.05						
10	-	X	-	-50.00	2.88	6.56	12.82	15.61	19.00		
10	-	Y	-	-3.60	-3.60	-5.70	-8.80	-10.00	-11.55		
10	-	X	-	82.00	84.54	86.84	93.18	97.56	101.00		
10	-	Y	-	-11.55	-10.00	-8.80	-5.70	-3.60	-2.05		
10	-	X	-	200.00							
10	-	Y	-	-2.05							
9	-	X	-	-50.00	6.56	12.82	15.61	19.00	82.00		
9	-	Y	-	-5.70	-5.70	-8.80	-10.00	-11.55	-11.55		
9	-	X	-	84.54	86.84	93.18	97.56	101.00	200.00		
9	-	Y	-	-10.00	-8.80	-5.70	-3.60	-2.05	-2.05		
8	-	X	-	-50.00	12.82	15.61	19.00	82.00	84.54		
8	-	Y	-	-8.80	-8.80	-10.00	-11.55	-11.55	-10.00		
8	-	X	-	86.84	93.18	97.56	101.00	200.00			
8	-	Y	-	-8.80	-5.70	-3.60	-2.05	-2.05			
7	-	X	-	-50.00	15.61	19.00	82.00	84.54	86.84		
7	-	Y	-	-10.00	-10.00	-11.55	-11.55	-10.00	-8.80		
7	-	X	-	93.18	97.56	101.00	200.00				
7	-	Y	-	-5.70	-3.60	-2.05	-2.05				
6	-	X	-	-50.00	15.61	19.00	82.00	84.54	86.84		
6	-	Y	-	-10.00	-10.00	-11.55	-11.55	-10.00	-8.80		
6	-	X	-	93.18	97.56	200.00					
6	-	Y	-	-5.70	-3.60	-3.60					
5	-	X	-	-50.00	15.61	19.00	82.00	84.54	86.84		
5	-	Y	-	-10.00	-10.00	-11.55	-11.55	-10.00	-8.80		
5	-	X	-	93.18	200.00						
5	-	Y	-	-5.70	-5.70						
4	-	X	-	-50.00	15.61	19.00	82.00	84.54	86.84		
4	-	Y	-	-10.00	-10.00	-11.55	-11.55	-10.00	-8.80		
4	-	X	-	200.00							
4	-	Y	-	-8.80							
3	-	X	-	-50.00	15.61	19.00	82.00	84.54	200.00		
3	-	Y	-	-10.00	-10.00	-11.55	-11.55	-10.00	-10.00		
2	-	X	-	-50.00	200.00						
2	-	Y	-	-12.10	-12.10						
1	-	X	-	-50.00	200.00						
1	-	Y	-	-12.70	-12.70						
0	-	X	-	-50.00	200.00						
0	-	Y	-	-25.05	-25.05						

PL LINES =====

PL line no.	Co-ordinates [m]					
1	-	X	-	-50.00	17.52	18.80
1	-	Y	-	-0.40	-0.40	-0.05
1	-	X	-	74.08	200.00	21.80
1	-	Y	-	-0.40	-0.40	-0.05
2	-	X	-	-50.00	200.00	31.73
2	-	Y	-	-2.00	-2.00	0.10
						72.34
						0.02

Unit weight of water used for calculation: 9.81 [kN/m3]
 The groundwater level is determined by PL-line number 1

FORBIDDEN LINES
 =====

Line number	X-start [m]	Y-start [m]	X-end [m]	Y-end [m]
1	21.80	-0.05	21.80	-1.25

SOIL PROPERTIES
 =====

Layer no. | Material name

16	Keileem
15	Keileem
14	Zand, Dijkmateriaal
13	Zand, Dijkmateriaal
12	Zand, Geulmateriaal
11	Zand, Kleiig
10	Zand, Kleiig
9	Klei, Hoog
8	Veen
7	Zand, Kleiig
6	Zand, Kleiig
5	Klei, Hoog
4	Veen
3	Klei, Laag
2	Veen
1	Zand, Pleistoceen

Layer number	Gam usat [kN/m3]	Gam sat [kN/m3]	PL-line top	PL-line bottom
16	16.00	16.00	1	1
15	16.00	16.00	1	1
14	17.00	19.00	1	1
13	17.00	19.00	1	1
12	17.00	19.00	1	1
11	18.00	18.00	1	1
10	18.00	18.00	1	1
9	14.00	14.00	99	99
8	11.00	11.00	99	99
7	18.00	18.00	1	1
6	18.00	18.00	1	1
5	14.00	14.00	99	99
4	11.00	11.00	99	99
3	16.00	16.00	99	99
2	11.00	11.00	99	99
1	18.00	20.00	2	-

Layer number	Cohesion [kN/m2]	Phi [degrees]	Cu/Pc [-]	POP [kN/m2]	Cu top [kN/m2]	Cu bot. [kN/m2]	Cu grad. [kN/m2/m]
16	1.60	16.87	-	-	-	-	-
15	1.60	16.87	-	-	-	-	-
14	0.00	25.69	-	-	-	-	-
13	0.00	25.69	-	-	-	-	-
12	0.00	25.69	-	-	-	-	-
11	0.00	21.24	-	-	-	-	-
10	0.00	21.24	-	-	-	-	-
9	2.40	16.87	-	-	-	-	-
8	1.33	12.10	-	-	-	-	-
7	0.00	21.24	-	-	-	-	-
6	0.00	21.24	-	-	-	-	-
5	2.40	16.87	-	-	-	-	-
4	1.33	12.10	-	-	-	-	-
3	4.00	19.04	-	-	-	-	-
2	1.33	12.10	-	-	-	-	-

D-Geo Stability 10.1

1 | 0.00 | 27.96 | - | - | - | - | - |

No degree of consolidation <> 100% input.

CENTER POINT GRID AND TANGENT LINES =====

X co-ordinate grid left : -0.72 [m]
X co-ordinate grid right : 35.14 [m]
Number of grid points in X - direction : 15

Y co-ordinate grid bottom : 18.08 [m]
Y co-ordinate grid top : 27.55 [m]
Number of grid points in Y - direction : 15

Y co-ordinate tangent smallest circle : -0.24 [m]
Y co-ordinate tangent biggest circle : -12.24 [m]
Number of circles per grid point : 15

No fixed points input.

Total number of center points in the grid: 225
Total number of slip circles in the grid : 3375

LINE LOADS =====

No line loads input.

UNIFORM LOAD =====

Uniform load number	Magnitude [kN/m]	X start [m]	X end [m]	Distrib. degrees	Load Type
1	13.30	41.00	43.50	18.00	Temporary

TREE ON SLOPE =====

No tree on slope was input.

DEGREE OF CONSOLIDATION : TEMPORARY LOADS =====

Layer number	Degree of consolidation
16	0
15	0
14	100
13	100
12	100
11	100
10	100
9	0
8	0
7	100
6	100
5	0
4	0
3	0
2	0
1	100

GEOTEXTILES
=====

No geotextiles were input.

EARTHQUAKE
=====

No earth quake factors were input.

***** The input has been tested, and is correct. *****

□

RESULTS OF THE SLOPE STABILITY ANALYSIS
=====

The center point of the critical circle lies on the edge of the grid.

New grid with : X minimum = -0.72 [m]
X maximum = 35.14 [m]
Y minimum = 17.41 [m]
Y maximum = 26.88 [m]

The center point of the critical circle lies on the edge of the grid.

New grid with : X minimum = -0.72 [m]
X maximum = 35.14 [m]
Y minimum = 16.73 [m]
Y maximum = 26.20 [m]

Information on the critical circle : Fmin = 1.107
Calculation method used : Bishop - C phi

=====

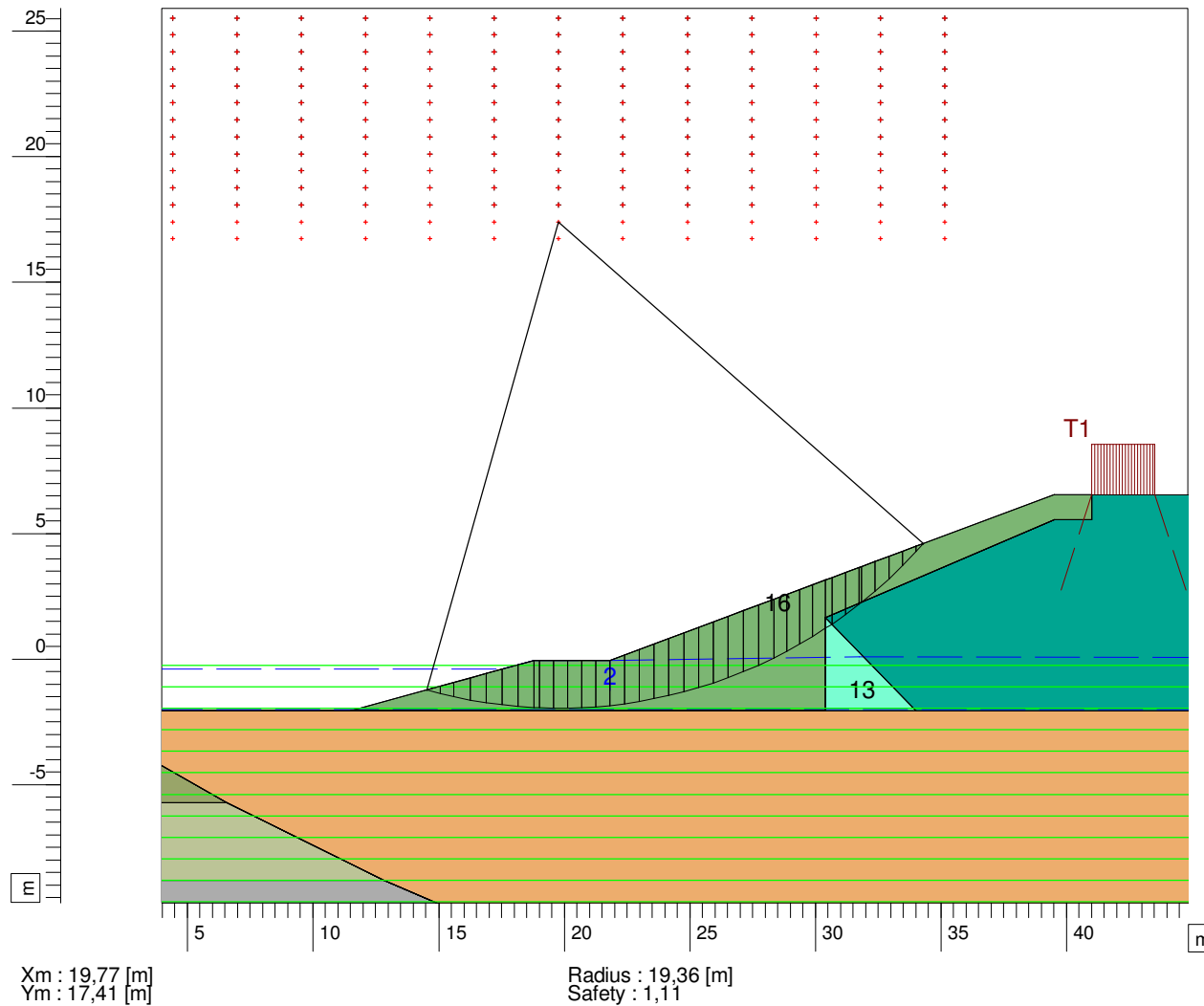
X co-ordinate center point	:	19.77 [m]
Y co-ordinate center point	:	17.41 [m]
Radius of critical circle	:	19.36 [m]

The center point of the critical circle is enclosed

Driving moment soil	:	-2572.62 [kNm/m]
Driving moment free water	:	112.21 [kNm/m]
Driving moment external loads	:	0.00 [kNm/m]
Iterated resisting moment	:	2572.62 [kNm/m]
Non-iterated resisting moment	:	2818.65 [kNm/m]

END OF D-Geo Stability OUTPUT
=====

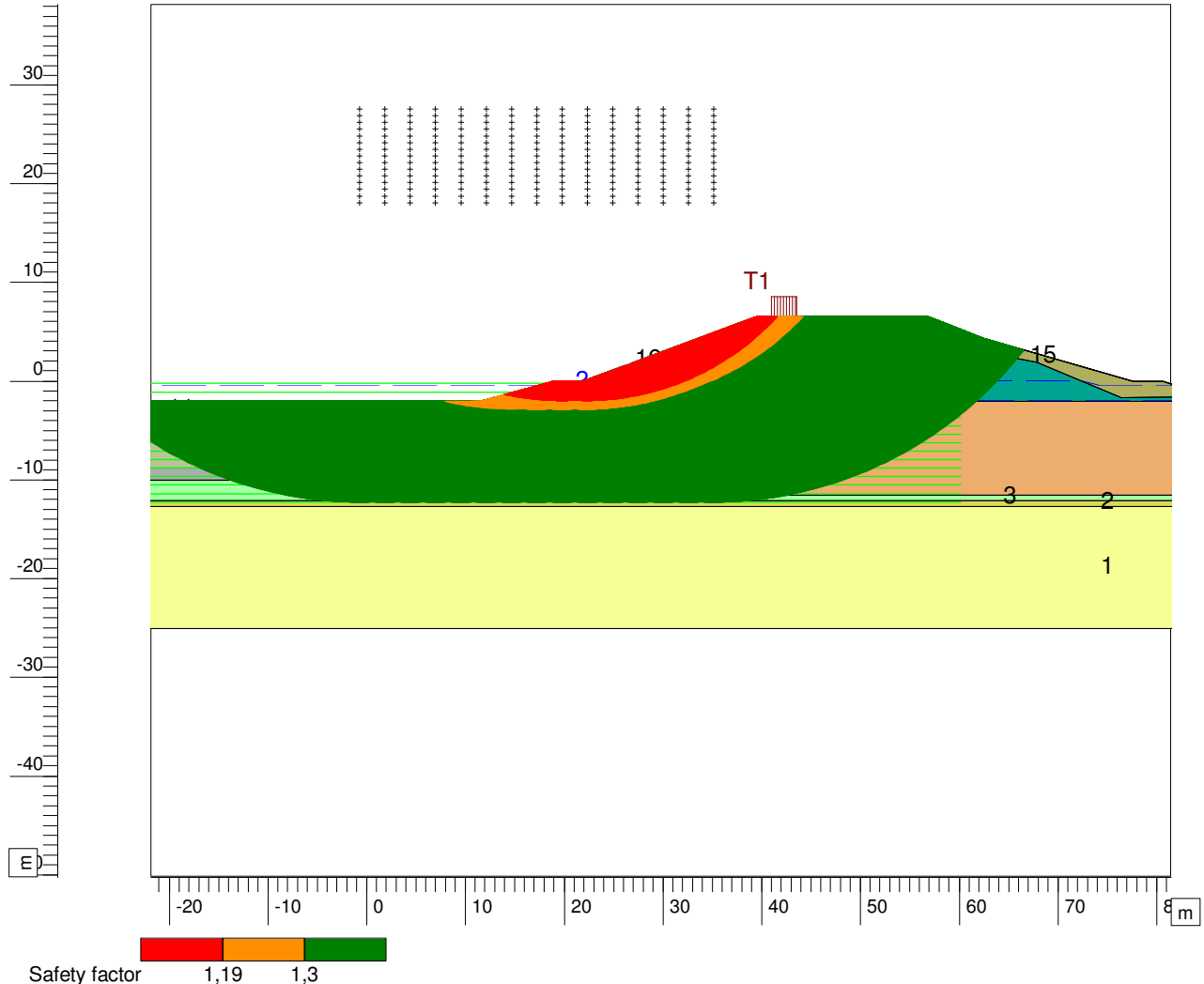
Critical Circle Bishop



- ### Layers
- | | |
|---|-------------------------|
|  | 16. Keileem |
|  | 15. Keileem |
|  | 14. Zand, Dijkmateriaal |
|  | 13. Zand, Dijkmateriaal |
|  | 12. Zand, Geulmateriaal |
|  | 11. Zand, Kleiig |
|  | 10. Zand, Kleiig |
|  | 9. Klei, Hoog |
|  | 8. Veen |
|  | 7. Zand, Kleiig |
|  | 6. Zand, Kleiig |
|  | 5. Klei, Hoog |
|  | 4. Veen |
|  | 3. Klei, Laag |
|  | 2. Veen |
|  | 1. Zand, Pleistoceen |

		D-Geo Stability 10.1 : MM_1_STBU.sit	
MM_1_STBU OWP2065	Phone Fax	date 18-10-2012	drw. -
	-		ctr.
	Annex -		form. A4

Safety Overview

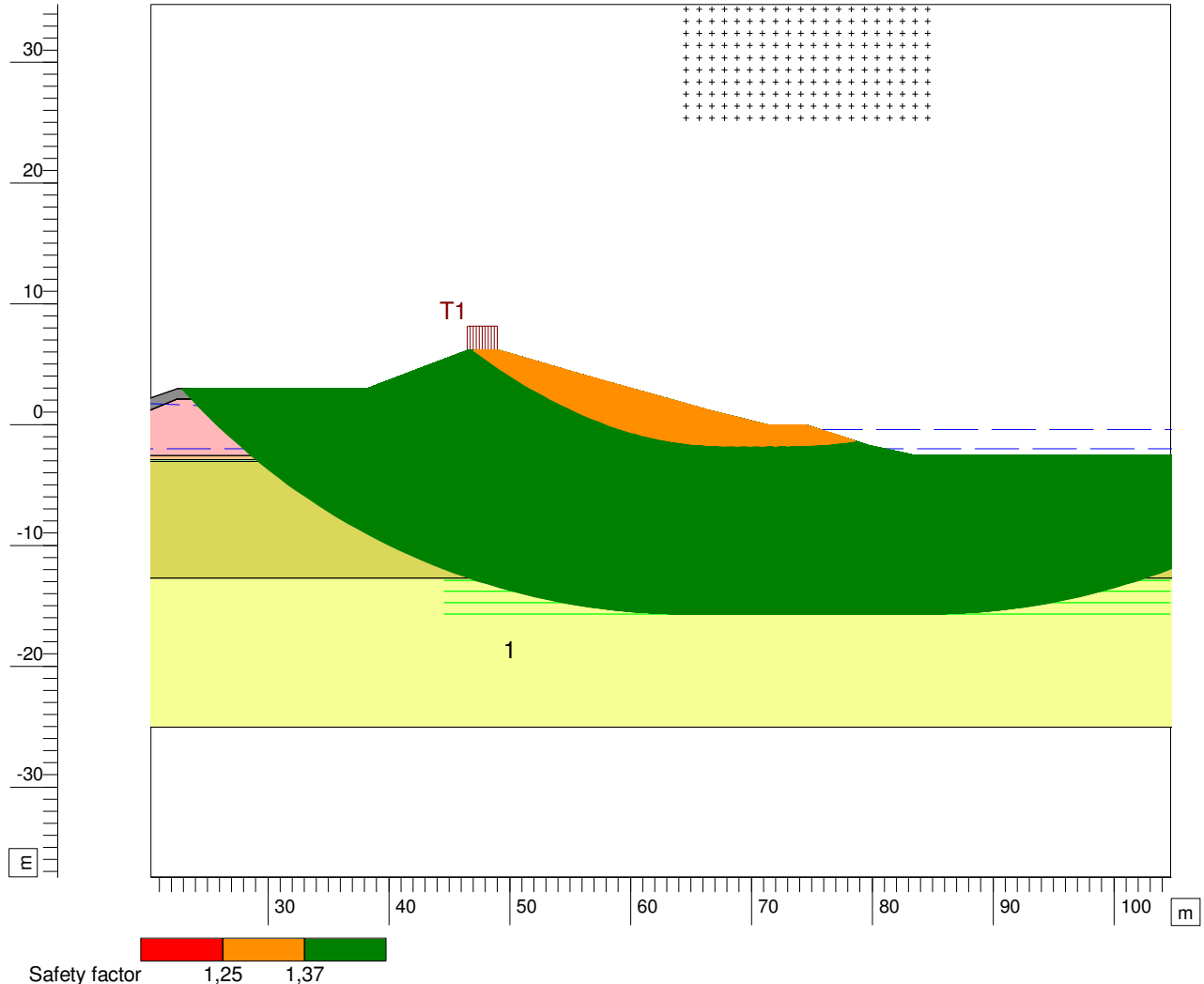


- Layers
- 16. Keileem
 - 15. Keileem
 - 14. Zand, Dijkmateriaal
 - 13. Zand, Dijkmateriaal
 - 12. Zand, Geulmateriaal
 - 11. Zand, Kleilig
 - 10. Zand, Kleilig
 - 9. Klei, Hoog
 - 8. Veen
 - 7. Zand, Kleilig
 - 6. Zand, Kleilig
 - 5. Klei, Hoog
 - 4. Veen
 - 3. Klei, Laag
 - 2. Veen
 - 1. Zand, Pleistoceen

MM_1_STBU OWP2065		Phone Fax	
Annex	-	date 18-10-2012	drw. -
A4	form.	dr.	-

D-Geo Stability 10.1 : MM_1_STBU.stl

Safety Overview



Phone
Fax

date
18-10-2012

D:Geo Stability 10.1 : MM_2_STBI.stl

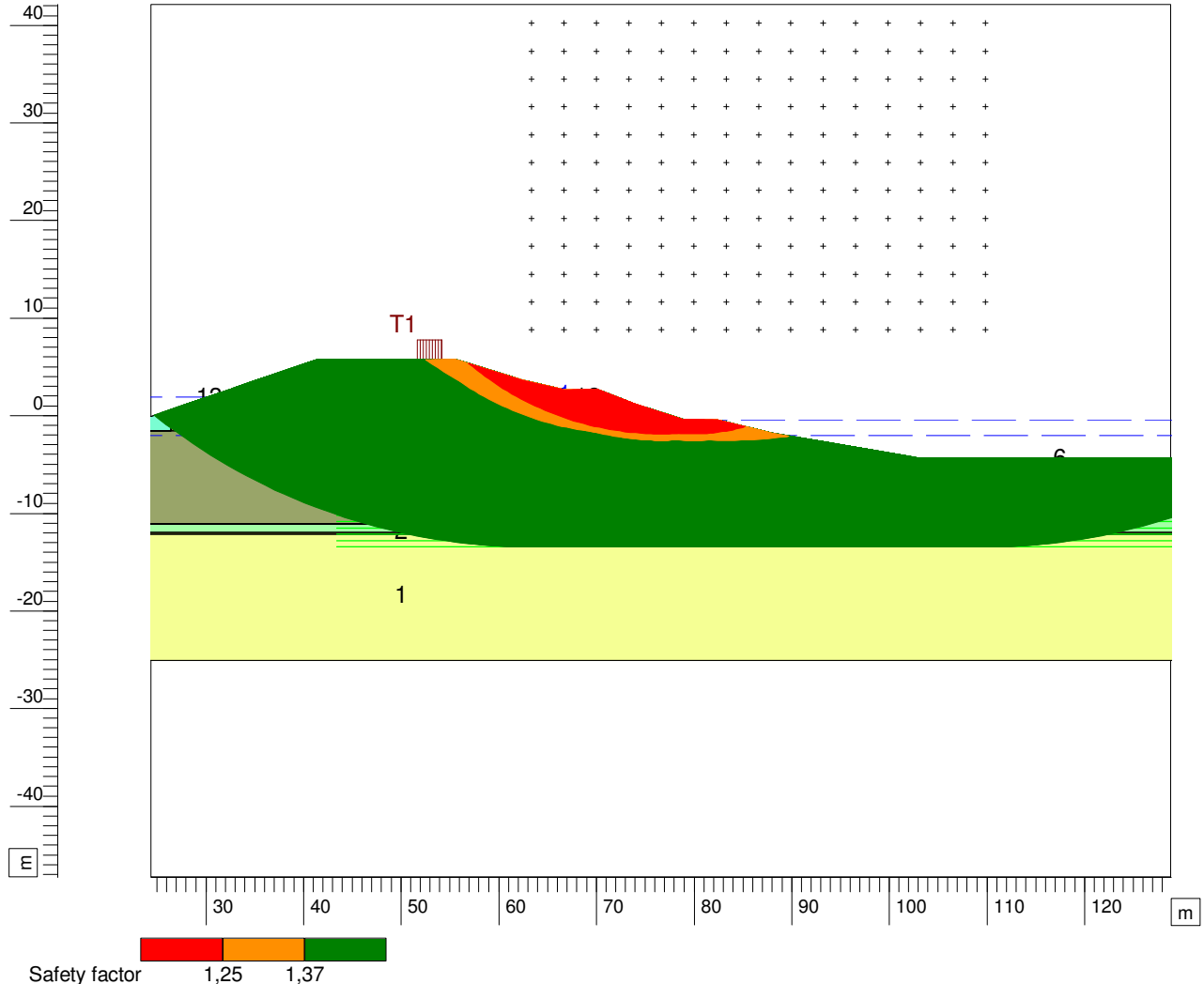
MM_2_STBI
OWP-2065

Annex -
A4

-
form.

drw.
-
dtr.

Safety Overview

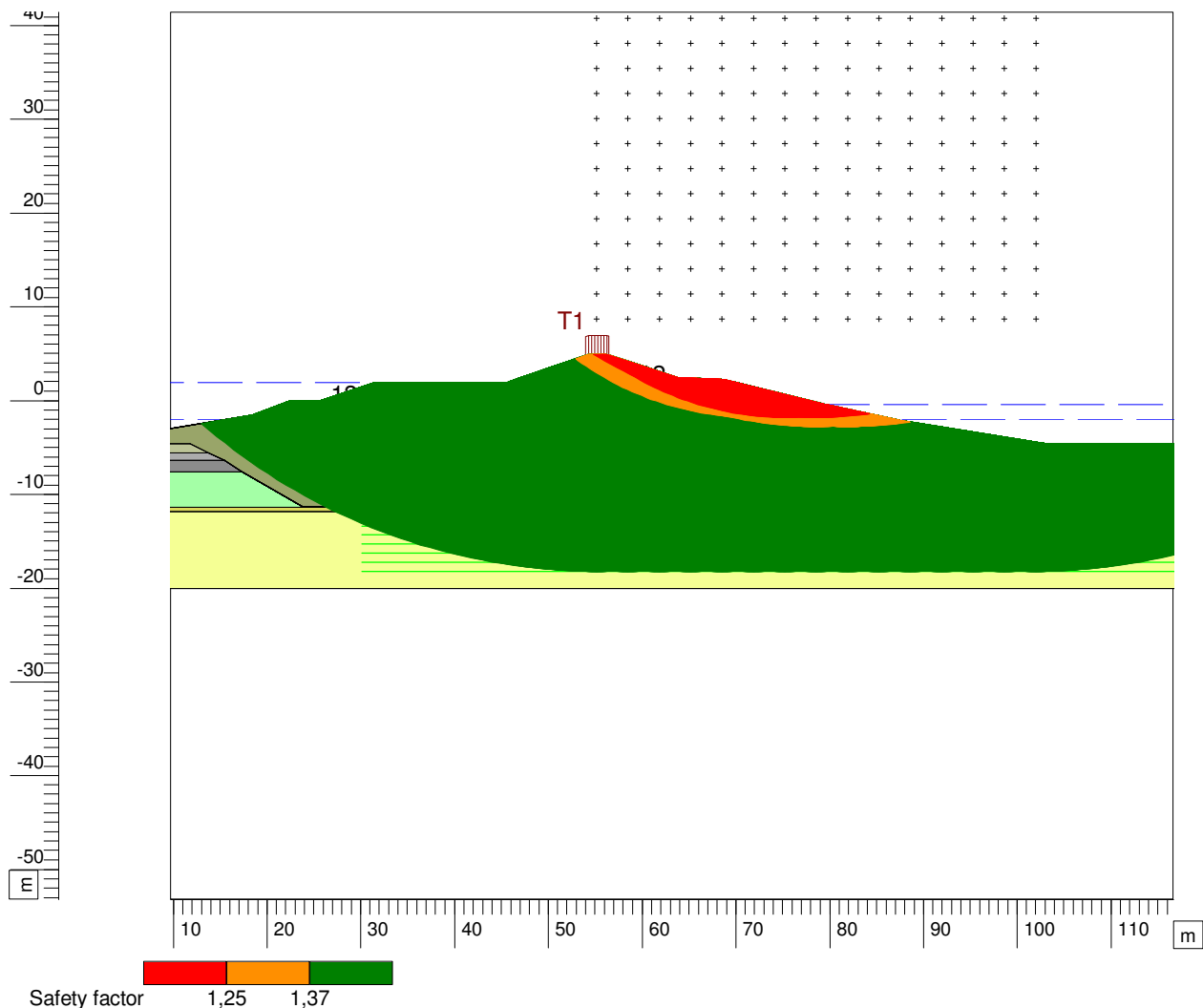


- Layers
- 13. Keileem
 - 12. Keileem
 - 11. Zand, Dijkmateriaal
 - 10. Zand, Geulmateriaal
 - 9. Zand, Holocene
 - 8. Klei, Hoog
 - 7. Veen
 - 6. Zand, Holocene
 - 5. Klei, Hoog
 - 4. Veen
 - 3. Klei, Laag
 - 2. Veen
 - 1. Zand, Pleistoecen

MM_4_STBI		Phone		date		drw.	
OWP-2065 + overlage		Fax		18-10-2012		-	
				Annex -		A4	
						form.	

D:Geo Stability 10.1 : MM_4_STBI.stl

Safety Overview

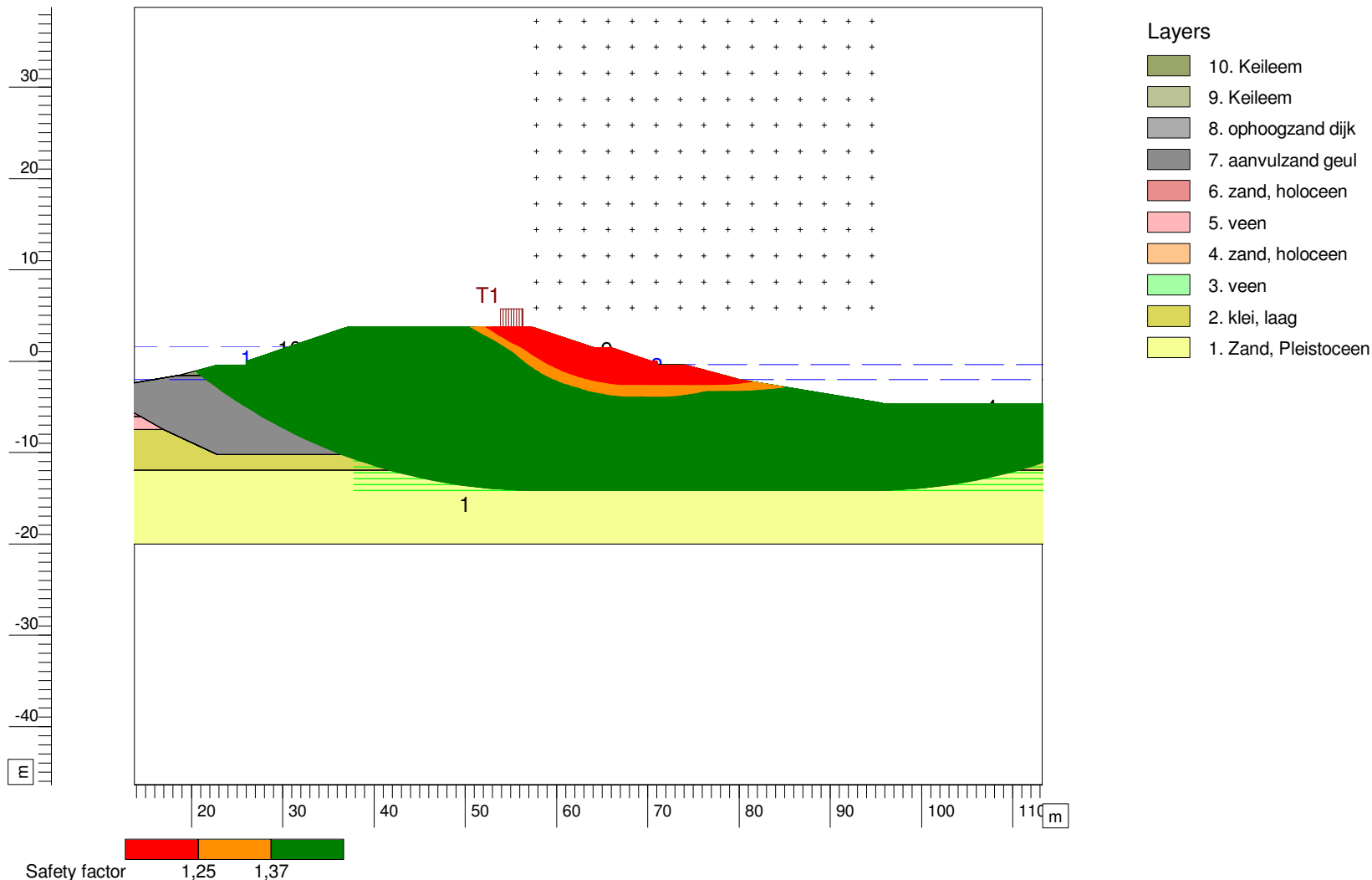


- Layers
- 13. Keileem
 - 12. Keileem
 - 11. Ophoogzand, dijk
 - 10. aanvulmateriaal, geul
 - 9. zand, Pleistoceen
 - 8. klei, hoog
 - 7. veen
 - 6. zand, Pleistoceen
 - 5. klei, hoog
 - 4. veen
 - 3. klei, laag
 - 2. veen
 - 1. Pleistoceen

MM_5_STBI		Phone	
OWP-2065 + overslag		Fax	
Annex -		date	18-10-2012
A4		drw.	-
form.		dt.	-

D-Geo Stability 10.1 : MM_5_STBI.stl

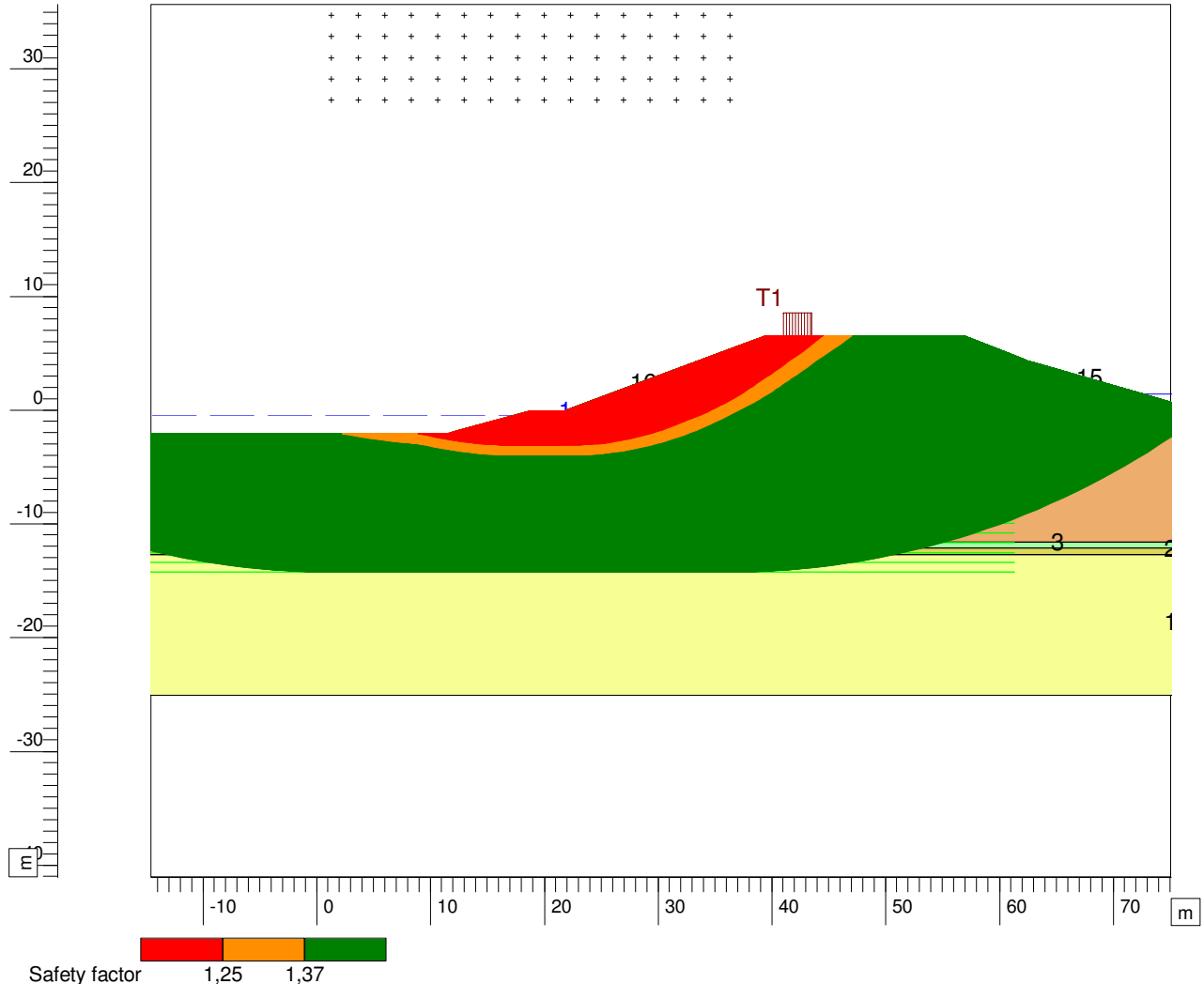
Safety Overview



D-Geo Stability 10.1 : MM_6_STBI.stl	
date	18-10-2012
Phone	
Fax	

MM_6_STBI	OWP-2065 + overslag	
Annex	-	
form.	A4	
drw.	-	
dtc.	-	

Safety Overview



Phone
Fax

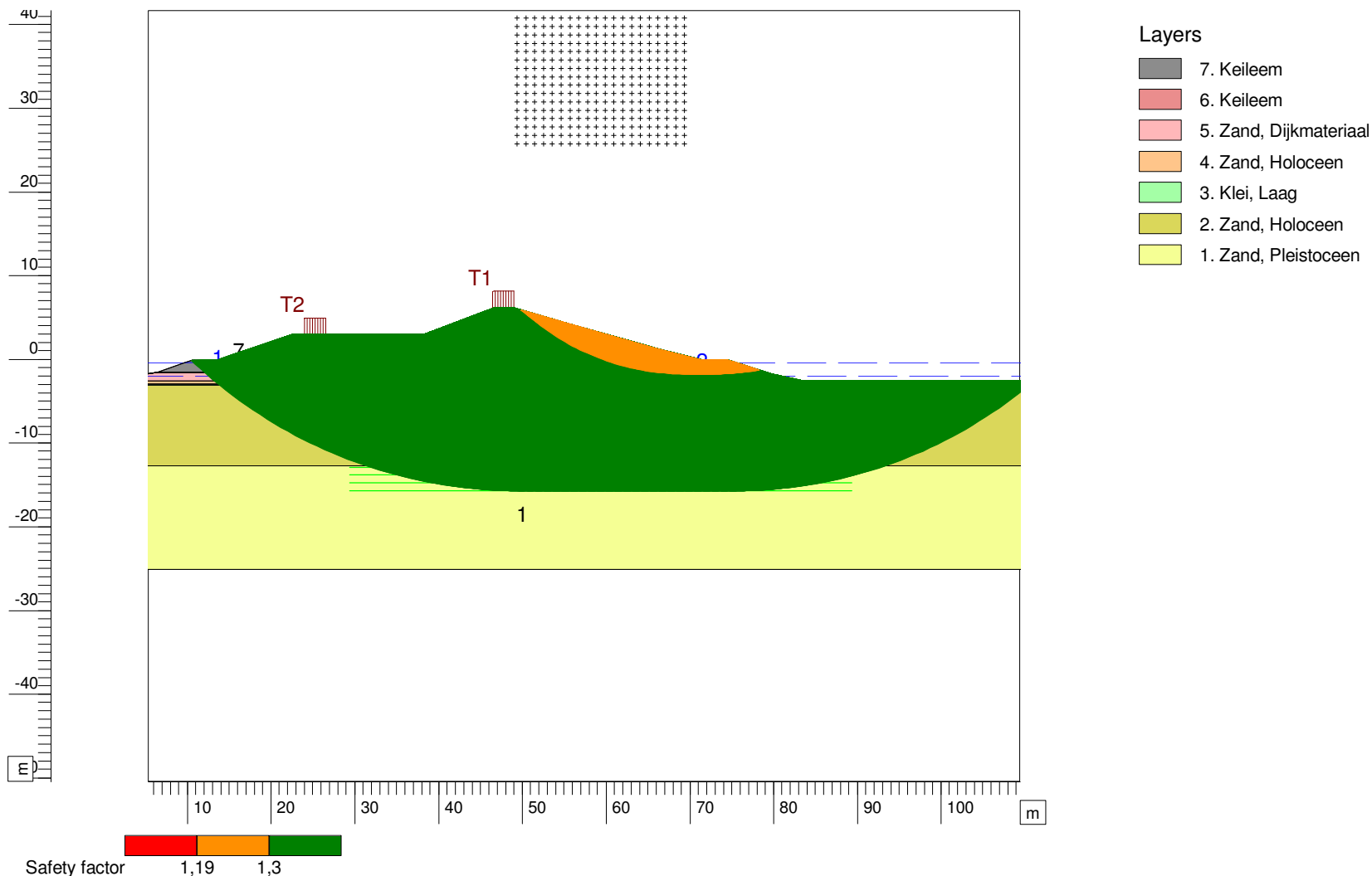
date
18-10-2012

D-Geo Stability 10.1 : YS_1_STBI.stl

YS_1_STBI
OWP-2065

Annex -
A4

Safety Overview



Phone
Fax

date
18-10-2012

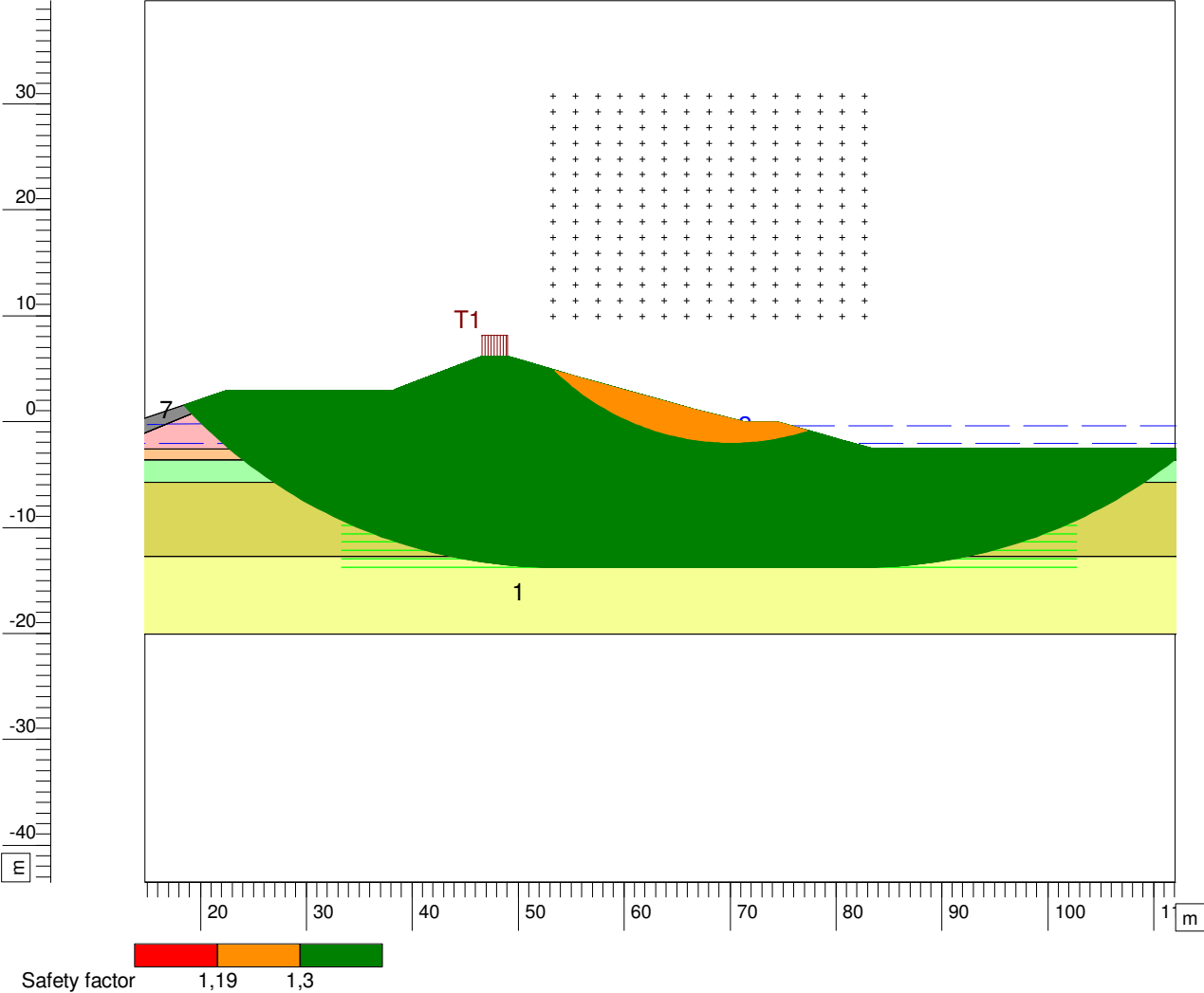
D:Geo Stability 10.1 : VS_2 STBU.stl

YS_2_STBU
OWP-2065

Annex -

A4
form.

Safety Overview



Layers

- 7. Keileem
- 6. Keileem
- 5. Zand, Dijkmateriaal
- 4. Zand, Holocene
- 3. Zand, Holocene
- 2. Zand, Holocene
- 1. Zand, Pleistoecen

Phone

Fax

date
18-10-2012

D:Geo Stability 10.1 : YS_3_STBU.stl

drw.

-

ctf.

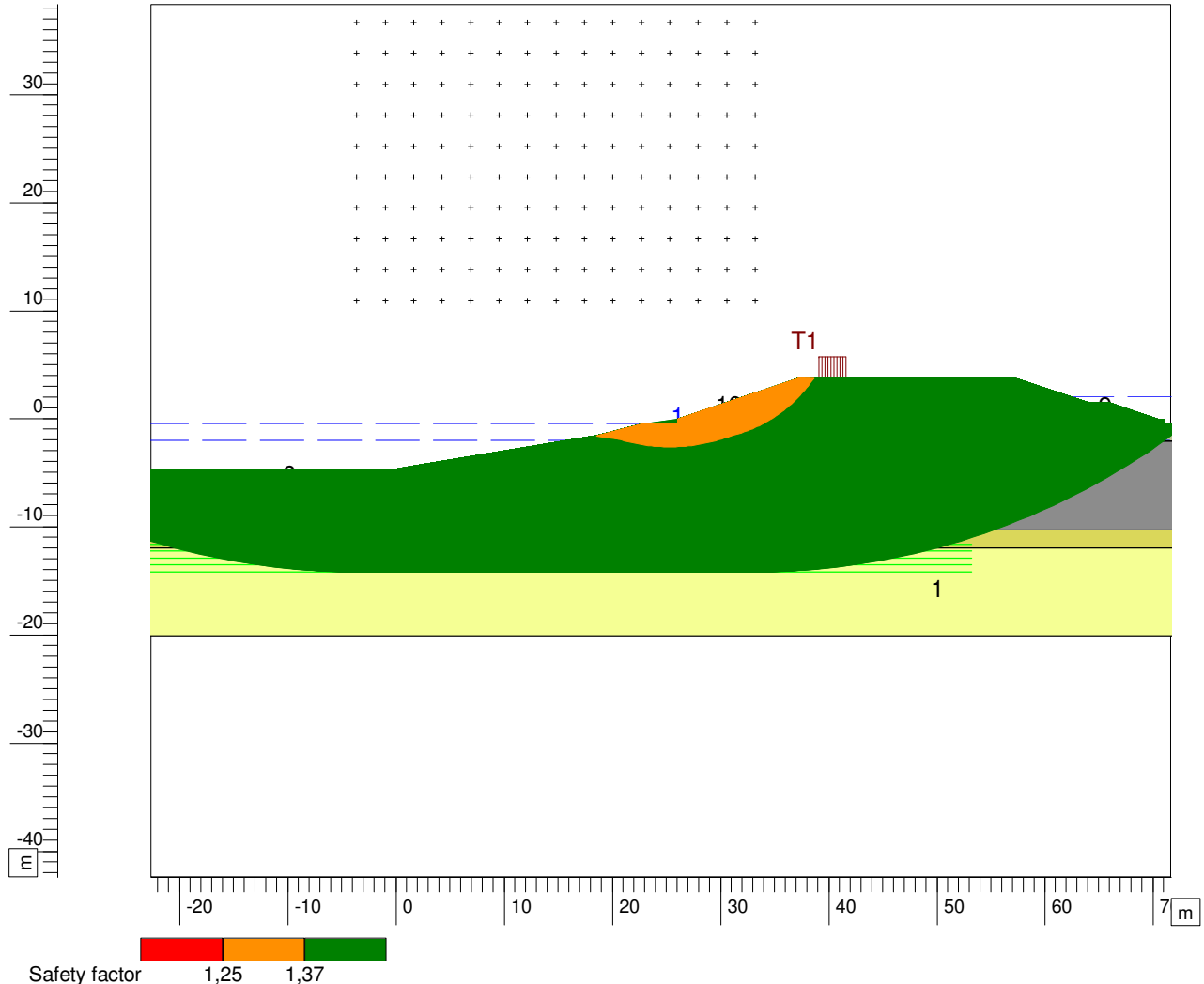
Annex

-

A4

YS_3_STBU
OWP-2065

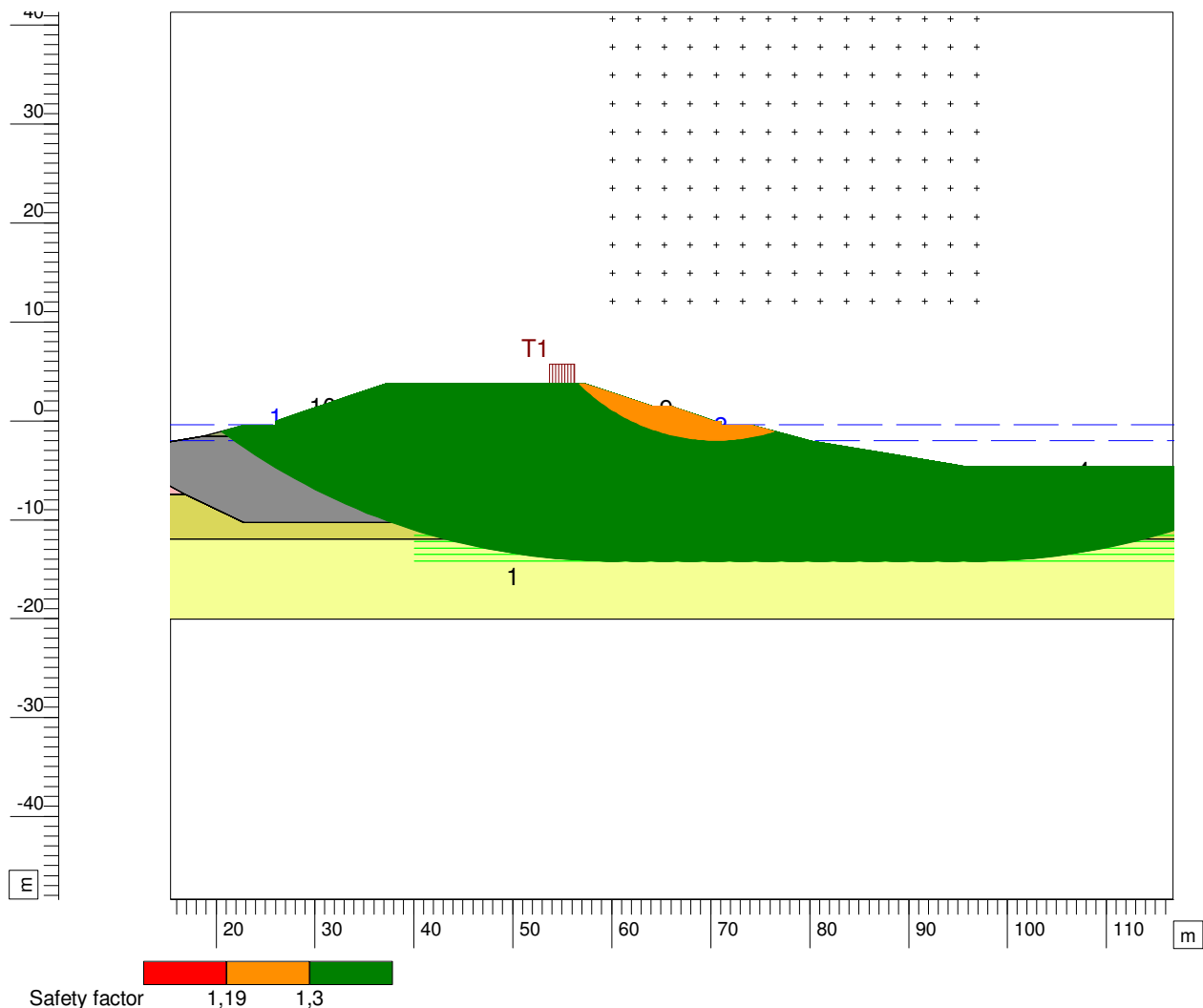
Safety Overview



- Layers
- 10. Keileem
 - 9. Keileem
 - 8. Zand, Dijkmateriaal
 - 7. Zand, Geulmateriaal
 - 6. Zand, Holocene
 - 5. Veen
 - 4. Zand, Holocene
 - 3. Veen
 - 2. Klei, Laag
 - 1. Zand, Pleistoceen

YS_6_STBI OWP-2065		Phone Fax		D-Geo Stability 10.1 : YS_6_STBI.stl	
Annex	-	date	18-10-2012	drw.	-
A4	form.	dr.	-		

Safety Overview



- Layers
- 10. Keileem
 - 9. Keileem
 - 8. Zand, Dijkmateriaal
 - 7. Zand, Geulmateriaal
 - 6. Zand, Holoceen
 - 5. Veen
 - 4. Zand, Holoceen
 - 3. Veen
 - 2. Klei, Laag
 - 1. Zand, Pleistoceen

D-Geo Stability 10.1 : VS_6_STBU.stl	
date	18-10-2012
Phone	
Fax	

YS_6_STBU
OWP-2065

Annex	-
form.	A4
drw.	-
dr.	-

Bijlage 8

Rekenresultaten Plaxflow

Modellering heeft plaatsgevonden op basis van profiel 68,2-73,1.

In navolgende tabel zijn de gehanteerde representatieve grondparameters weergegeven:

Tabel 1: representatieve grondparameters

Grondsoort	Gedrag	$\gamma_{\text{dry}} / \gamma_{\text{sat}}$ [m ³]	$K_x = K_y$ [m/dag]
Keileem (afdeklaag)	Undrained	16 / 16	2,0E-03
Klei, Laag	Undrained	16 / 16	2,0E-03
Veen	Undrained	11 / 11	5,0E-03
Zand, Talud	Drained	17 / 19	1,0E+00
Zand, Dijkmateriaal	Drained	17 / 19	1,0E+00
Zand, Dijkmateriaal	Drained	17 / 19	2,0E+01
Zand, Peistocéen	Drained	18 / 20	2,0E+01

In het model is uitgegaan van lineair elastisch gedrag van de grond. De invloed van de sterkteparameters wordt hiermee teniet gedaan en zijn daarom niet vermeld in bovenstaande tabel.

Er zijn 3 modellen gebruikt om de invloed van de doorlatendheid te bepalen:

1. Kernmateriaal zand 20m/dag + klei bekleding
2. Kernmateriaal zand 1m/dag + klei bekleding
3. Kernmateriaal zand 20m/dag + zandbekleding 1m/dag (dit in verband met de afkeuring van het overgrote deel van de bekleding)

Er is gekeken naar de maatgevende belasting van het Markermeer 1,93 m +NAP en de maatgevende belasting van het IJsselmeer 2,06 m +NAP.

Voor drie profielen die zijn afgekeurd op hoogte is het van belang om het effect van overslag mee te nemen. Door het afkeuren van de bekleding is er in dit stadium van uitgegaan dat er 100% infiltratie optreedt, hetgeen een conservatieve aanname betreft.

Het overslag debiet is vastgesteld op 10 l/s/m. Voor de vertaling naar een stijging van de freatische lijn in het dijklichaam, is de breedte van het infiltratie oppervlak bepaald. Met behulp van deze breedte en verrekening van de tijdsduur is de inflow bepaald op 3,5 m/dag. De duur van de inflow is gekoppeld aan de top van de storm (4 uur)

Neerslag is niet gemodelleerd.

De navolgende fasering is beschouwd:

1. Stationaire grondwaterstromingsberekening uitgaande van een gemiddeld buitenwaterpeil en een gemiddeld binnenwaterpeil.
2. Niet stationaire grondwaterstromingsberekening waarbij de buitenwaterstand over een periode van 24 uur wordt verhoogd naar de ontwerpwaterstand behorend bij de betreffende belastingszijde.

3. Niet stationaire grondwaterstromingsberekening waarbij de buitenwaterstand over een periode van 24 uur wordt verlaagd naar de buitenwaterstand van 0,40 m -NAP betreffende de belastingszijde.

Voor de profielen die op hoogte zijn afgekeurd, is er een overslag debiet toegevoegd aan de fasen 2 en 3. Op de top van de storm (t+22 uur tot t+26 uur) wordt het overslag debiet opgezet. Hierbij geldt dat tijdens deze 4 uur het volledige debiet word opgelegd.

In onderstaande tabellen en figuren zijn de resultaten van de verschillende berekeningen toegevoegd.

Tabel 2: Waterstanden bij belasting vanaf het Markermeer

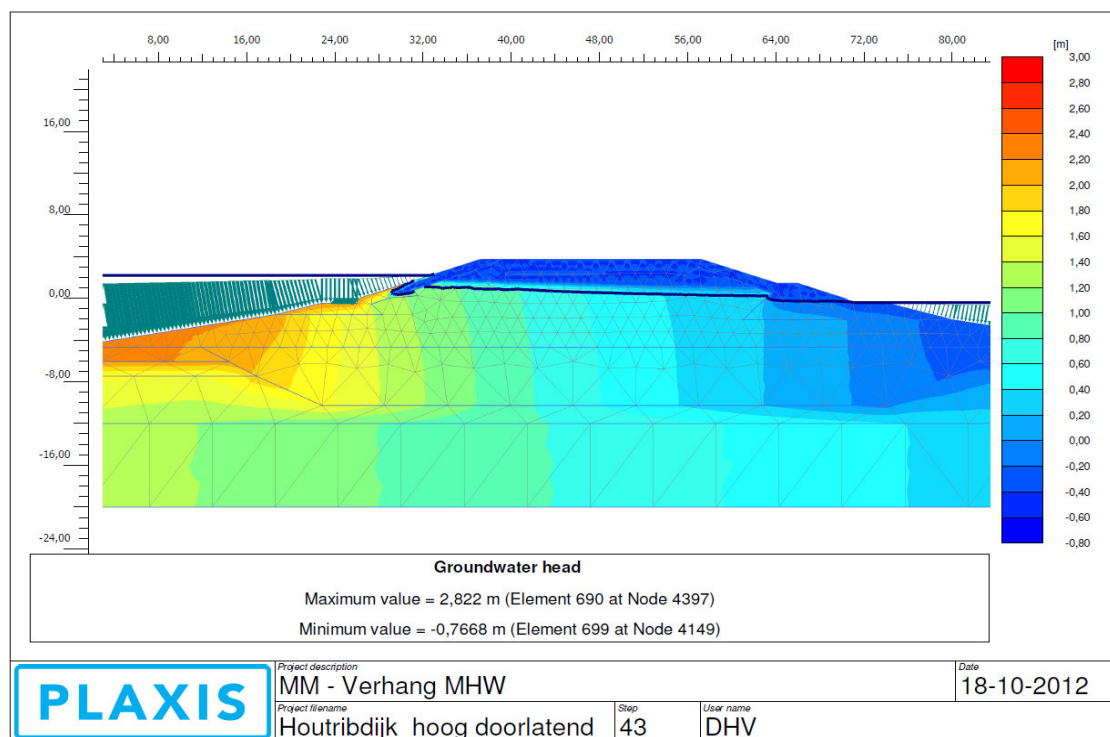
Scenario	Waterstand tpv scheiding bekleding en kern buitentalud	Waterstand tpv scheiding bekleding en kern binnentalud	Waterstand tpv scheiding bekleding en kern buitentalud na VAL
1	+1,20	+0,30	+0,06
2	+0,40	+0,30	+0,10
3	+1,20	+0,30	+0,10
Aangehouden voor DSTAB	+1,20	+0,30	+0,10

Tabel 3: Waterstanden bij belasting vanaf het IJsselmeer

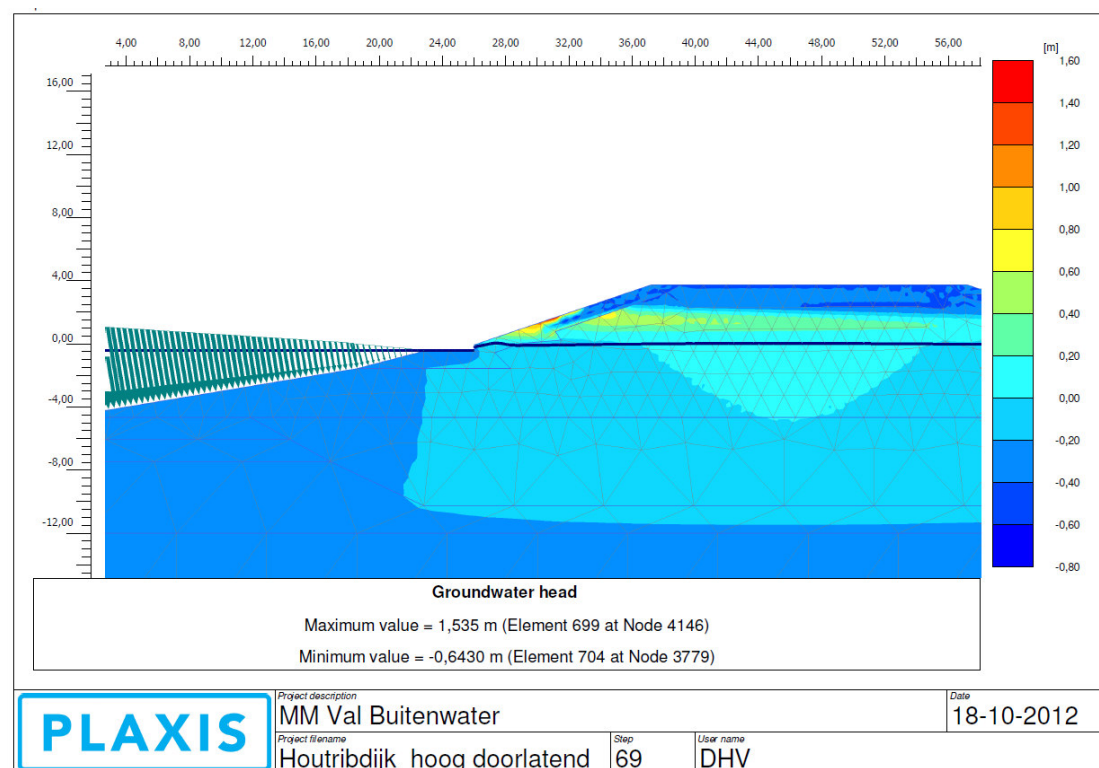
Scenario	Waterstand tpv scheiding bekleding en kern buitentalud	Waterstand tpv scheiding bekleding en kern binnentalud	Waterstand tpv scheiding bekleding en kern buitentalud na VAL
1	+0,70	+0,30	+0,39
2	+0,05	+0,30	+0,37
3	+0,95	+0,30	+0,10
Aangehouden voor DSTAB	+0,95	+0,30	+0,39

Tabel 4: Waterstanden bij belasting vanaf het Markemeer + overslag

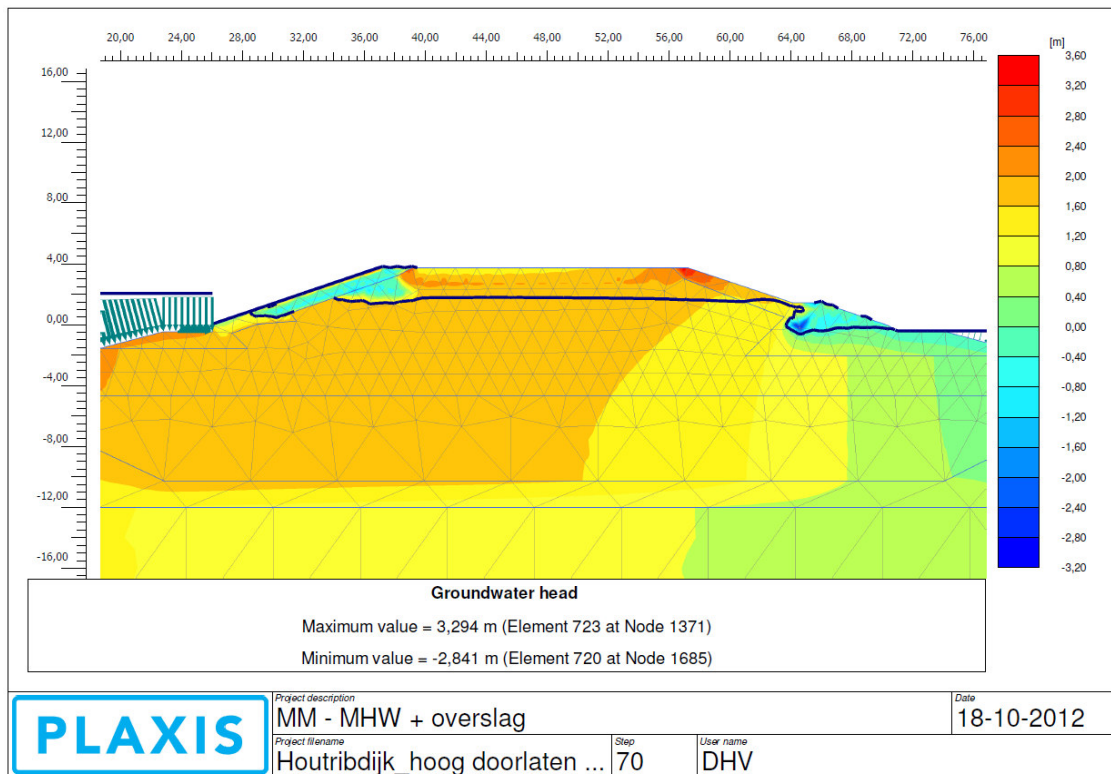
Scenario	Waterstand tpv scheiding bekleding en kern buitentalud	Waterstand tpv scheiding bekleding en kern binnentalud
Aangehouden voor DSTAB	≈MHW	≈MHW



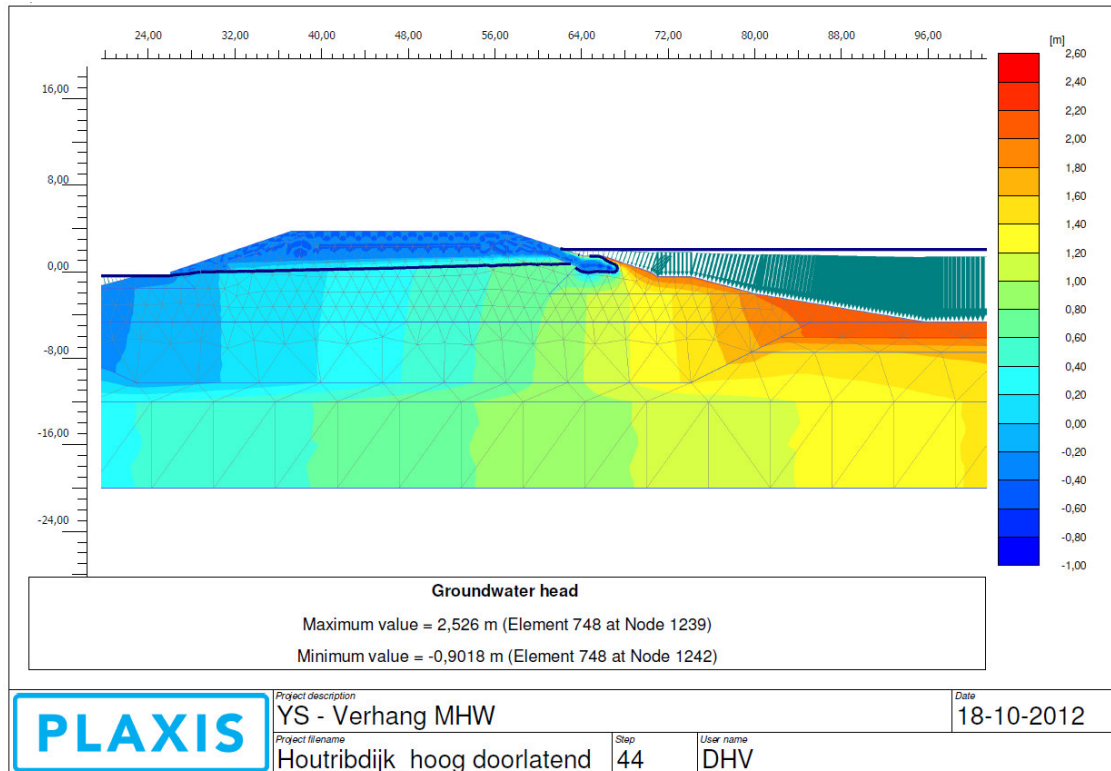
Figuur 1: Markermeer – freatische lijn bij MHW



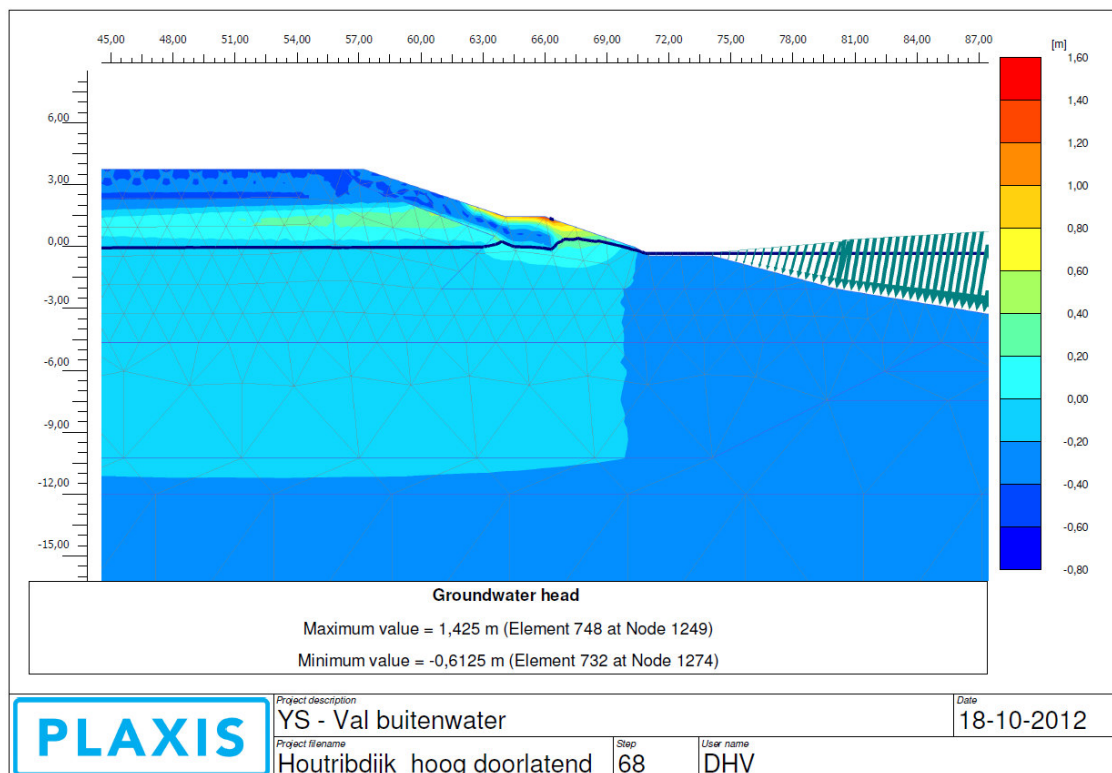
Figuur 2: Markermeer – freatische lijn bij val van buitenwater



Figuur 3: Markermeer – MHW en overslagdebiet



Figuur 4: IJsselmeer - freatische lijn bij MHW



Figuur 5: IJsselmeer - freatische lijn bij val van buitenwater

Bijlage 9

Samenvattende tabellen beoordelingsresultaten

	Kilometrerijde			Veiligheidsanalyse Markermeerzijde											
Dijkvak	van [km]	tot [km]	lengte [m]	Hoogtetoets (HT)	pijping en heave (STPH)	macrostabiliteit buitenwaarts (STBU)	macrostabiliteit binnenwaarts (STBI)	microstabiliteit (STMI)	stabiliteit voorland (STVL)	Steenzetting (STBK-ST)	Zandafalt (STBK-AS)	Opensteenasfalt (STBK-AS)	Grasbekleding (STBK-GR)	Breuksteen berm (STBK-BR)	Breuksteen talud (STBK-BR)
6A-1	75	74,4	600	O	G	G	O	G	G		O	O	O	O	
6B-1	74,4	73,22	1180	O	G	G	O	G	G		O	O	O	O	
6B-2	73,22	73,1	120	O	G	G	O	G	G		O	O	O	O	
5A-1	73,1	72,45	650	O	G	G	O	G	G			O	O	O	
5A-2	72,45	71,9	550	O	G	G	O	G	G		O	O	O	O	
5B-1	71,9	71,22	680	O	G	G	O	G	G		O	O	O	O	
5C-1	71,22	70,35	870	O	G	G	O	G	G		O	O	O	O	
5D-1	70,35	70,05	300	O	G	G	O	G	G		O	O	O	O	
5D-2	70,05	69,2	850	O	G	G	O	G	G		O	O	O	O	
5E-1	69,2	68,34	860	O	G	G	O	G	G		O	O	O	O	O
5E-2	68,34	68,1	240	O	G	G	O	G	G				O	O	O
4A-1	68,1	68	100	O	G	G	O	G	G		O		O	O	O
4A-2	68	66,35	1650	O	G	G	O	G	G		O		O	O	O
4A-3	66,35	66,25	100	O	G	G	O	G	G		O		O	O	O
4A-4	66,25	66,08	170	O	G	G	O	G	G		O		O	O	O
4A-5	66,08	65,2	880	O	G	G	O	G	G		O		O	O	O
4B-1	65,2	64,7	500	O	G	G	O	G	G		O		O	O	O
4B-2	64,7	64,55	150	O	G	G	O	G	G		O		O	O	O
4B-3	64,55	64,3	250	O	G	G	O	G	G		O		O	O	O
4B-4	64,3	63,9	400	O	G	G	O	G	G		O		O	O	O
4C-1	63,9	63,2	700	O	G	G	O	G	G		O		O	O	O
4D-1	63,2	62,74	460	O	G	G	O	G	G		O		O	O	O
4D-2	62,74	62,7	40	O	G	G	O	G	G		O		O	O	O
4D-3	62,7	61,5	1200	O	G	G	O	G	G		O		O	O	O
4E-1	61,5	60,5	1000	O	G	G	O	G	G		O		O	O	O
3A-1	60,5	60,28	220	G	G	G	G	G	G		O		O	O	O
3A-2	60,28	59,78	500	G	G	G	G	G	G		O		O	O	
3A-3	59,78	59,3	480	G	G	G	G	G	G				O	O	
3B-1	59,3	59,2	100	G	G	G	G	G	G	O	O		O	O	
3B-2	59,2	59,1	100	G	G	G	G	G	G		O		O	O	
3B-3	59,1	58,2	900	G	G	G	G	G	G		O		O	O	
3B-4	58,2	57,7	500	G	G	G	G	G	G		O		O	O	
3C-1	57,7	56,9	800	G	G	G	G	G	G		O		O	O	
3C-2	56,9	55,18	1720	G	G	G	G	G	G		O		O	O	
2A-1	55,18	54,9	280	G	G	G	O	G	G		O		O	O	O
2A-2	54,9	54,65	250	G	G	G	O	G	G		O		G	O	O
2A-3	54,65	54,5	150	G	G	G	O	G	G		O		G	O	O
2B-1	54,5	54,18	320	G	G	G	O	G	G		O		G	O	O
2B-2	54,18	53,3	880	G	G	G	O	G	G		O		G	O	O
2B-3	53,3	53,12	180	G	G	G	O	G	G		O		O	O	O
2B-4	53,12	53	120	G	G	G	O	G	G		O		O	O	O
1A-1	53	52,68	320	G	G	O	G	G	G				O	O	O
1A-2	52,68	52,5	180	G	G	O	G	G	G	O	O		O	O	O
1A-3	52,5	52,3	200	G	G	O	G	G	G	O	O		O	O	O
1A-4	52,3	52,18	120	G	G	O	G	G	G	O	O		O	O	O
1B-1	52,18	51,7	480	G	G	O	G	G	G		O		O	O	

Dijkvak	Kilometrerijng Markermeerzijde			Veiligheidsanalyse IJsselmeer									
	van [km]	tot [km]	lengte [m]	Hoogtetoets (HT)	pijping en heave (STPH)	macrostabiliteit buitenwaarts (STBU)	macrostabiliteit binnenwaarts (STBI)	microstabiliteit (STMI)	stabiliteit voorland (STVL)	Steenzetting (STBK-ST)	Steenslagasfalt (STBK-AS)	Grasbekleding (STBK-GR)	Breuksteen berm (STBK-BR)
1-39	51,2	49,75	1450	G	G	G	O	G	G	O	O	G	G
1-38	51,9	51,2	700	G	G	G	O	G	G	O	O	G	G
1-37	52,5	51,9	600	G	G	G	O	G	G	O	O	G	O
1-36	52,7	52,5	200	G	G	G	O	G	G	O	O	G	O
1-35	53	52,7	300	G	G	G	O	G	G	O	O	G	O
2-34	53,8	53	800	G	G	O	G	G	G	O	O	G	O
2-33	54,8	53,8	1000	G	G	O	G	G	G	O	O	G	O
2-32	55,35	54,8	550	G	G	O	G	G	G	O	O	G	O
3-31	55,5	55,35	150	G	G	O	G	G	G	O	O	G	O
3-30	56,9	55,5	1400	G	G	O	G	G	G	O	O	G	O
3-29	58,15	56,9	1250	G	G	O	G	G	G	O	O	G	O
3-28	59,2	58,15	1050	G	G	O	G	G	G	O	O	G	O
3-27	59,5	59,2	300	G	G	O	G	G	G	O	O	G	O
3-26	60,5	59,5	1000	G	G	O	G	G	G	O	O	G	O
4-25	60,95	60,5	450	G	G	G	G	G	G	O	O	O	O
4-24	61,3	60,95	350	G	G	G	G	G	G	O	O	O	O
4-23	62,7	61,3	1400	G	G	G	G	G	G	O	O	G	O
4-22	62,8	62,7	100	G	G	G	G	G	G	O	O	G	O
4-21	64,6	62,8	1800	G	G	G	G	G	G	O	O	O	O
4-20	66,2	64,6	1600	G	G	G	G	G	G	O	O	O	O
4-19	66,3	66,2	100	G	G	G	G	G	G	O	O	O	O
4-18	66,5	66,3	200	G	G	G	G	G	G	O	O	O	O
4-17	67,2	66,5	700	G	G	G	G	G	G	O	O	O	O
4-16	67,9	67,2	700	G	G	G	G	G	G	O	O	O	O
4-15	68	67,9	100	G	G	G	G	G	G	O	O	O	O
4-14	68,1	68	100	G	G	G	G	G	G	O	O	O	O
5-13	68,34	68,1	240	G	G	G	G	G	G	O	O	O	O
5-12	69,1	68,34	760	G	G	G	G	G	G	O	O	O	O
5-11	69,5	69,1	400	G	G	G	G	G	G	O	O	O	O
5-10	70	69,5	500	G	G	G	G	G	G	O	O	O	O
5-9	70,6	70	600	G	G	G	G	G	G	O	O	O	O
5-8	71,2	70,6	600	G	G	G	G	G	G	O	O	G	O
5-7	71,55	71,2	350	G	G	G	G	G	G	O	O	G	O
5-6	72,5	71,55	950	G	G	G	G	G	G	O	O	G	O
5-5	73,1	72,5	600	G	G	G	G	G	G	O	O	G	G
6-4	73,2	73,1	100	G	G	O	O	G	G	O	O	G	G
6-3	73,3	73,2	100	G	G	O	O	G	G	O	O	O	G
6-2	75	73,3	1700	G	G	O	O	G	G	O		O	O
6-1	75,7	75	700	G	G	O	O	G	G	O		O	O

Kilometrerings Markermeerzijde				Gevoeligheidsanalyse HR2011 IJsselmeer									
Dijkvak	van [km]	tot [km]	lengte [m]	Hoogte toets (HT)	pipen en heave (STPH)	macrostabiliteit buitenwaarts (STBU)	macrostabiliteit binnenwaarts (STBI)	microstabiliteit (STMI)	stabiliteit voorland (STVL)	Steenzetting (STBK-ST)	Steenlagasfalt (STBK-AS)	Grasbekleding (STBK-GR)	Brucksteen berm (STBK-BR)
1-39	51,2	49,75	1450	G	G	G		G	G			T	T
1-38	51,9	51,2	700	G	G	G		G	G			T	T
1-37	52,5	51,9	600	G	G	G		G	G			T	
1-36	52,7	52,5	200	G	G	G		G	G			T	
1-35	53	52,7	300	G	G	G		G	G			T	
2-34	53,8	53	800	G	G			G	G			T	
2-33	54,8	53,8	1000	G	G			G	G			T	
2-32	55,35	54,8	550	G	G			G	G			T	
3-31	55,5	55,35	150	G	G		G	G	G			T	
3-30	56,9	55,5	1400	G	G		G	G	G			T	
3-29	58,15	56,9	1250	G	G		G	G	G			T	
3-28	59,2	58,15	1050	G	G		G	G	G			T	
3-27	59,5	59,2	300	G	G		G	G	G			T	
3-26	60,5	59,5	1000	G	G		G	G	G			T	
4-25	60,95	60,5	450	G	G	G	G	G	G				
4-24	61,3	60,95	350	G	G	G	G	G	G				
4-23	62,7	61,3	1400	G	G	G	G	G	G			T	
4-22	62,8	62,7	100	G	G	G	G	G	G			T	
4-21	64,6	62,8	1800	G	G	G	G	G	G				
4-20	66,2	64,6	1600	G	G	G	G	G	G				
4-19	66,3	66,2	100	G	G	G	G	G	G				
4-18	66,5	66,3	200	G	G	G	G	G	G				
4-17	67,2	66,5	700	G	G	G	G	G	G				
4-16	67,9	67,2	700	G	G	G	G	G	G				
4-15	68	67,9	100	G	G	G	G	G	G				
4-14	68,1	68	100	G	G	G	G	G	G				
5-13	68,34	68,1	240	G	G	G	G	G	G				
5-12	69,1	68,34	760	G	G	G	G	G	G				
5-11	69,5	69,1	400	G	G	G	G	G	G				
5-10	70	69,5	500	G	G	G	G	G	G				
5-9	70,6	70	600	G	G	G	G	G	G				
5-8	71,2	70,6	600	G	G	G	G	G	G			T	
5-7	71,55	71,2	350	G	G	G	G	G	G			T	
5-6	72,5	71,55	950	G	G	G	G	G	G			T	
5-5	73,1	72,5	600	G	G	G	G	G	G			T	T
6-4	73,2	73,1	100	G	G			G	G			T	T
6-3	73,3	73,2	100	G	G			G	G				T
6-2	75	73,3	1700	G	G			G	G				
6-1	75,7	75	700	G	G			G	G				

	Kilometrerings Markermeerzijde			Gevoeligheidsanalyse Planperiode Markermeerzijde											
Dijkvak	van [km]	tot [km]	lengte [m]	Hoogtetoets (HT)	pipen en heave (STPH)	macrostabiliteit buitenwaarts (STBU)	macrostabiliteit binnenwaarts (STBI)	microstabiliteit (STM)	stabiliteit voorland (STVL)	Steenzetting (STBK-ST)	Zandafalt (STBK-AS)	Opensteenasfalt (STBK-AS)	Grasbekleding (STBK-GR)	Breuksteen berm (STBK-BR)	Breuksteen talud (STBK-BR)
6A-1	75	74,4	600	O			O					O	O	O	
6B-1	74,4	73,22	1180	O			O				O	O	O	O	
6B-2	73,22	73,1	120	O			O				O	O	O	O	
5A-1	73,1	72,45	650	O			O				O	O	O	O	
5A-2	72,45	71,9	550	O			O				O	O	O	O	
5B-1	71,9	71,22	680	O			O				O	O	O	O	
5C-1	71,22	70,35	870	O			O				O	O	O	O	
5D-1	70,35	70,05	300	O			O				O	O	O	O	
5D-2	70,05	69,2	850	O			O				O	O	O	O	
5E-1	69,2	68,34	860	O			O				O	O	O	O	O
5E-2	68,34	68,1	240	O			O				O		O	O	O
4A-1	68,1	68	100	O			O				O		O	O	O
4A-2	68	66,35	1650	O			O				O		O	O	O
4A-3	66,35	66,25	100	O			O				O		O	O	O
4A-4	66,25	66,08	170	O			O				O		O	O	O
4A-5	66,08	65,2	880	O			O				O		O	O	O
4B-1	65,2	64,7	500	O			O				O		O	O	O
4B-2	64,7	64,55	150	O			O				O		O	O	O
4B-3	64,55	64,3	250	O			O				O		O	O	O
4B-4	64,3	63,9	400	O			O				O		O	O	O
4C-1	63,9	63,2	700	O			O				O		O	O	O
4D-1	63,2	62,74	460	O			O				O		O	O	O
4D-2	62,74	62,7	40	O			O				O		O	O	O
4D-3	62,7	61,5	1200	O			O				O		O	O	O
4E-1	61,5	60,5	1000	O			O				O		O	O	O
3A-1	60,5	60,28	220								O		O	O	O
3A-2	60,28	59,78	500								O		O	O	
3A-3	59,78	59,3	480								O		O	O	
3B-1	59,3	59,2	100							O	O		O	O	
3B-2	59,2	59,1	100								O		O	O	
3B-3	59,1	58,2	900								O		O	O	
3B-4	58,2	57,7	500								O		O	O	
3C-1	57,7	56,9	800								O		O	O	
3C-2	56,9	55,18	1720								O		O	O	
2A-1	55,18	54,9	280				O				O		O	O	O
2A-2	54,9	54,65	250				O				O			O	O
2A-3	54,65	54,5	150				O				O			O	O
2B-1	54,5	54,18	320				O				O			O	O
2B-2	54,18	53,3	880				O				O			O	O
2B-3	53,3	53,12	180				O				O		O	O	O
2B-4	53,12	53	120				O				O		O	O	O
1A-1	53	52,68	320			O	O				O		O	O	O
1A-2	52,68	52,5	180			O	O			O	O		O	O	O
1A-3	52,5	52,3	200			O	O			O	O		O	O	O
1A-4	52,3	52,18	120			O	O			O	O		O	O	O
1B-1	52,18	51,7	480			O	O			O	O		O	O	

Kilometrereng Markermeerzijde		Gevoeligheidsanalyse Planperiode IJsselmeerzijde											
Dijkvak	van [km]	tot [km]	lengte [m]	Hoogtetoets (HT)	pieping en heave (STPH)	macrostabiliteit buitenwaarts (STBU)	macrostabiliteit binnenwaarts (STBI)	microstabiliteit (STMI)	stabiliteit voorland (STVL)	Steenzetting (STBK-ST)	Steenlagasfalt (STBK-AS)	Grasbekleding (STBK-GR)	Breuksteen berm (STBK-BR)
1-39	51,2	49,75	1450				O			O	T		
1-38	51,9	51,2	700				O			O	T		
1-37	52,5	51,9	600				O			O	T		O
1-36	52,7	52,5	200				O			O	T		O
1-35	53	52,7	300				O			O	T		O
2-34	53,8	53	800			O	O			O	T		O
2-33	54,8	53,8	1000			O	O			O	T		O
2-32	55,35	54,8	550			O	O			O	T		O
3-31	55,5	55,35	150			O				O	T		O
3-30	56,9	55,5	1400			O				O	T		O
3-29	58,15	56,9	1250			O				O	T		O
3-28	59,2	58,15	1050			O				O	T		O
3-27	59,5	59,2	300			O				O	T		O
3-26	60,5	59,5	1000			O				O	T		O
4-25	60,95	60,5	450							O	T	O	O
4-24	61,3	60,95	350							O	T	O	O
4-23	62,7	61,3	1400							O	T		O
4-22	62,8	62,7	100							O	T		O
4-21	64,6	62,8	1800							O	T	O	O
4-20	66,2	64,6	1600							O	T	O	O
4-19	66,3	66,2	100							O	T	O	O
4-18	66,5	66,3	200							O	T	O	O
4-17	67,2	66,5	700							O	T	O	O
4-16	67,9	67,2	700							O	T	O	O
4-15	68	67,9	100							O	T	O	O
4-14	68,1	68	100							O	T	O	O
5-13	68,34	68,1	240							O	T	O	O
5-12	69,1	68,34	760							O	T	O	O
5-11	69,5	69,1	400							O	T	O	O
5-10	70	69,5	500							O	T	O	O
5-9	70,6	70	600							O	T	O	O
5-8	71,2	70,6	600							O	T		O
5-7	71,55	71,2	350							O	T		O
5-6	72,5	71,55	950							O	T		O
5-5	73,1	72,5	600							O	T		
6-4	73,2	73,1	100			O	O			O	T		
6-3	73,3	73,2	100			O	O			O	T	O	
6-2	75	73,3	1700			O	O			O		O	O
6-1	75,7	75	700			O	O			O		O	O

Bijlage 10

Verificatietabel

Product	Product-/proceseis (vraagspecificatie)	Waar te vinden
Bestaande situatie Deel 2 – Veiligheidsanalyse	Tekeningen en ontwerpmodellen moeten voldoen aan 'Nederlandse CAD Standaard voor de GWW (NLCS)' (WWA nummer 799)	Niet van toepassing, tekeningen volgen in het verdere ontwerpproces
Bestaande situatie Deel 2 – Veiligheidsanalyse	Conform Specificaties levering GIS-producten	Niet van toepassing, tekeningen volgen in het verdere ontwerpproces
Bestaande situatie Deel 1 – algemene beschrijving en autonome ontwikkeling Bestaande situatie Deel 2 – Veiligheidsanalyse	ON is verantwoordelijk voor het toetsen van het materiaal op actualiteit, kwaliteit en bruikbaarheid voor het doen van het ontwerp c.q. de effectenstudies, en brengt deze indien nodig op het benodigde niveau voor, Plan-MER, Project-MER waarbij duidelijk is welke toetsing door instanties noodzakelijk c.q. gewenst is	Deel 1: verspreid over hoofdstukken 2, 3 en 4, vervolgonderzoek samengevat in hoofdstuk 5
	De stappen S1 uit hoofdstuk 3 van 'Systems Engineering, Reader Stappenplan' (WWA nummer 681) te doorlopen en de informatie uit deze stappen te verwerken in de vastlegging van de bestaande situatie	