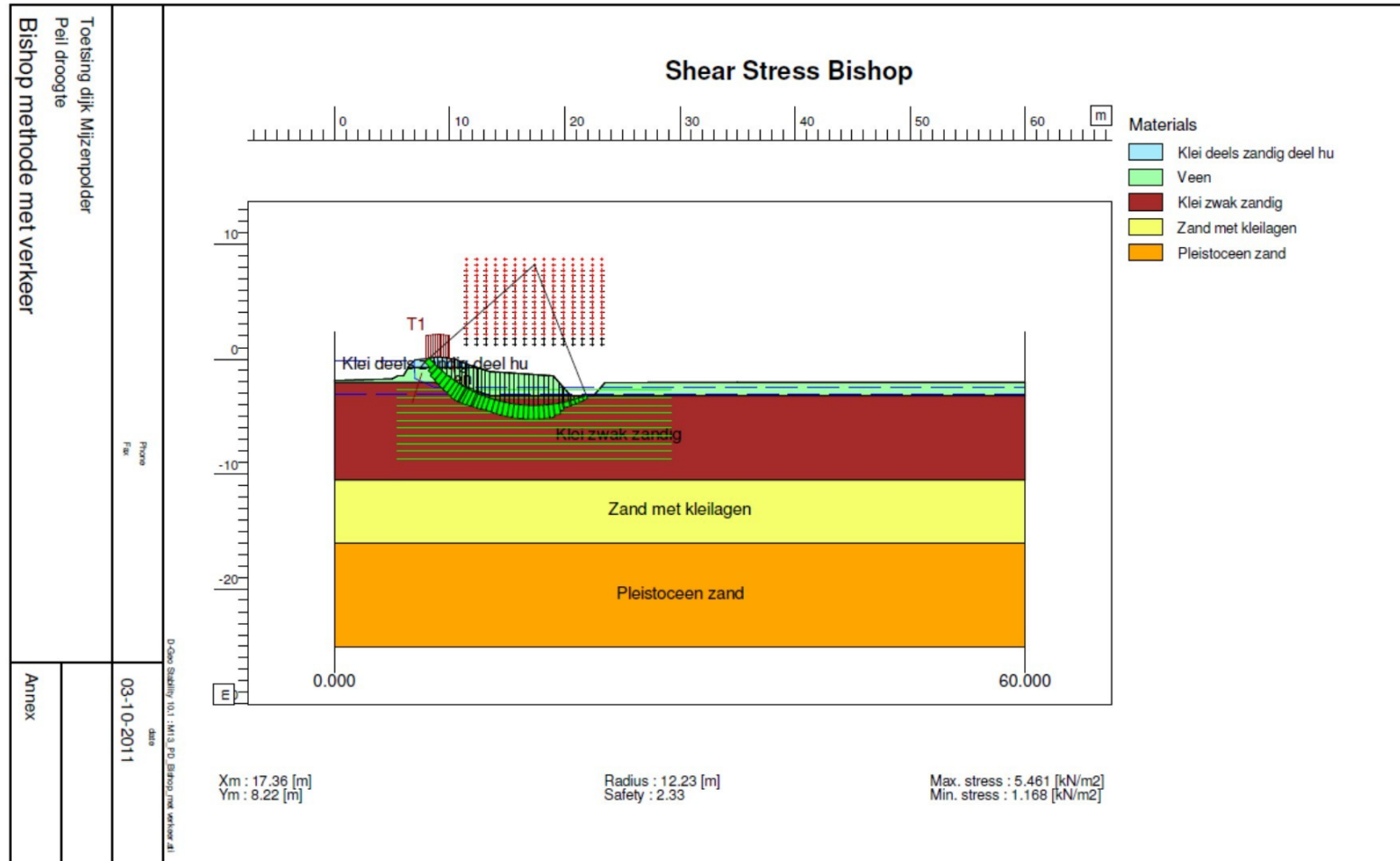
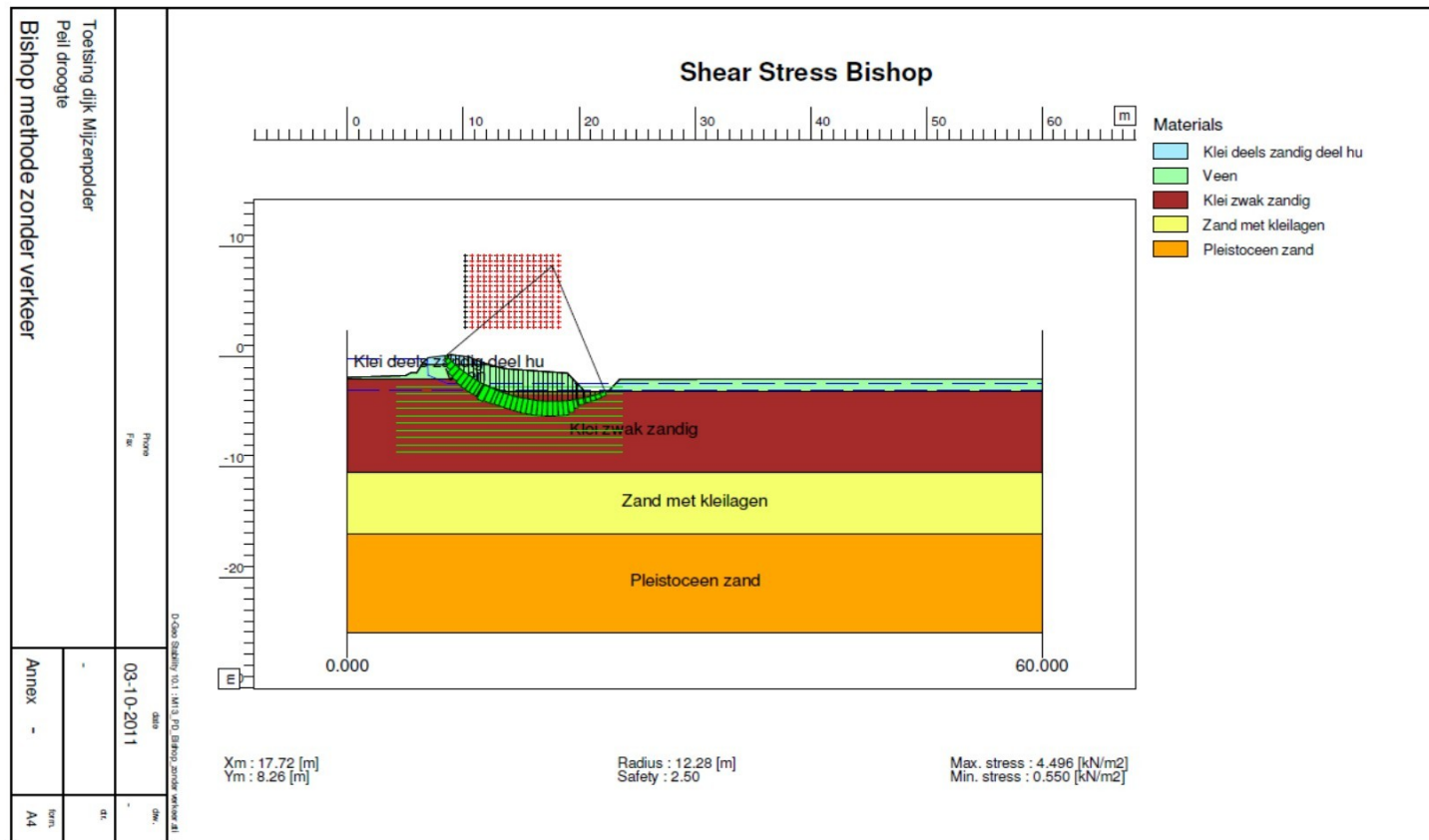


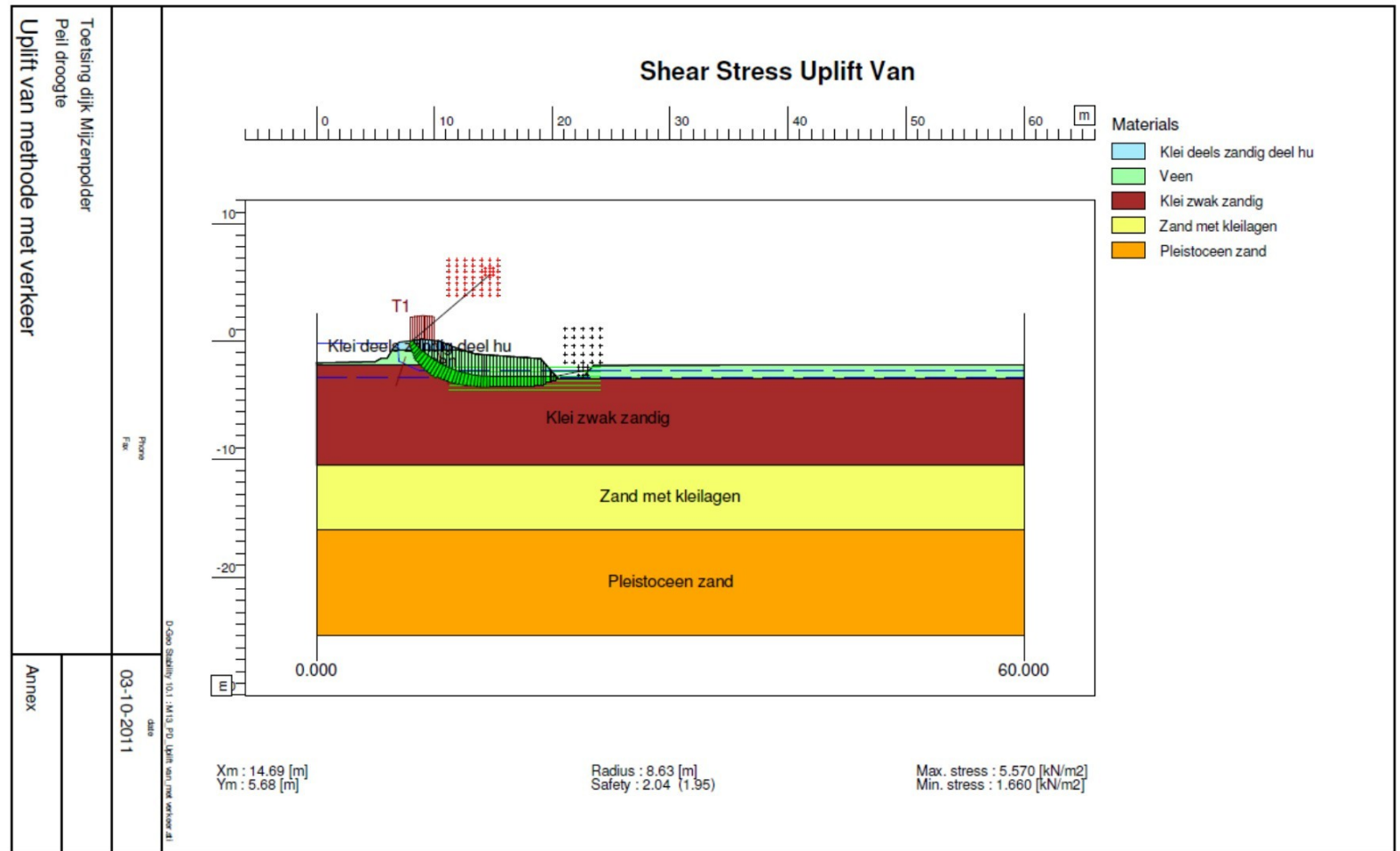
Resultaat STBI situatie droogte met verkeersbelasting



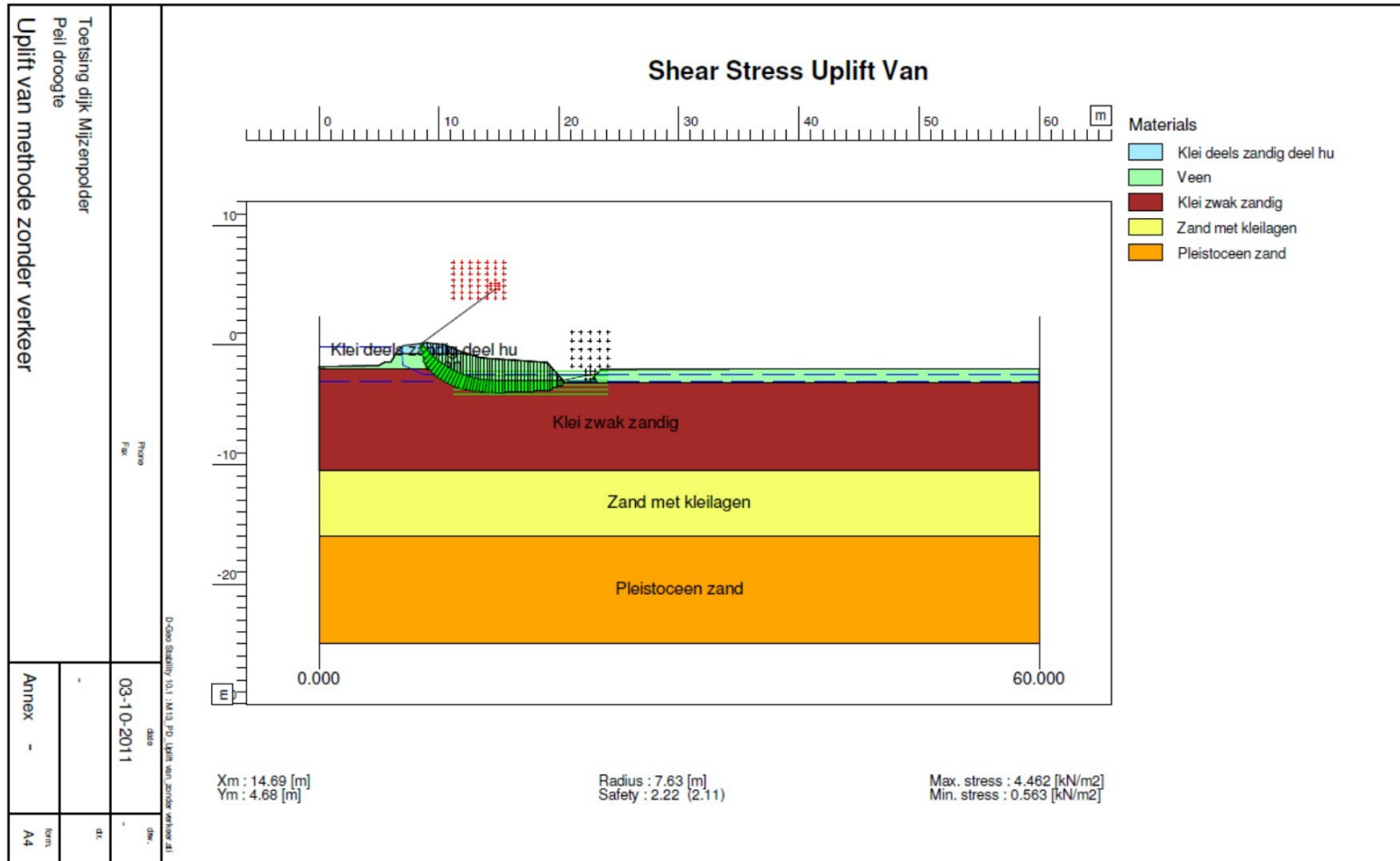
Resultaat STBI situatie droogte zonder verkeersbelasting



Resultaat STBI situatie droogte met verkeersbelasting (drukstaaf)



Resultaat STBI situatie droogte zonder verkeersbelasting (drukstaaf)



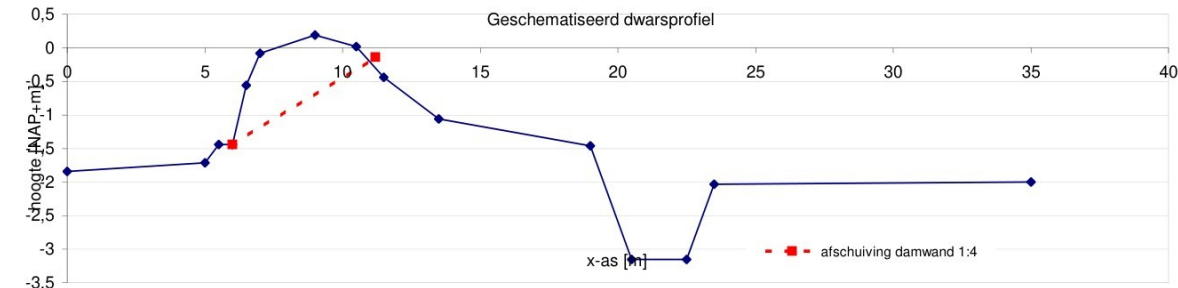
**Macrostablieit buitenwaarts (STBU)**

**Stap 1 Eenvoudige toetsing**

Een van deze voorwaarden van toepassing? (J)	Ja	gedetailleerde toetsing, stap 2
1. extreem laagwater door natuurlijke variatie (bij boezemkaden en rivierkeringen); 2. val van het waterpeil door een calamiteit elders; 3. verdieping van waterbodem (baggeren) of vooroever door erosie (stroming of scheepvaart) en schade aan beschoeiing; 4. extreme belastingen, bijvoorbeeld door zwaar verkeer; 5. extreem laagwater door (tijdelijke) verlaging van de waterstand door menselijke activiteiten.		

Damwand? Ja

Damwand ontworpen conform vigerende leidraad? Nee



Omschrijving	X coördinaat [m]
Snijpunt toetspeil met binnentalud	10,9
X-coördinaat minimaal benodigde breedte	9,4
Fictief bepaald X-coördinaat bij afschuiving	11,2
Voldoende na restbreedte	Onvoldoende restbreedte

Tussenoordeel Stap 1 Onvoldoende

**Stap 2 Gedetailleerde toetsing**

situatie	stablieiteitsfactor F
Met verkeer	6,88
Zonder verkeer	5,01

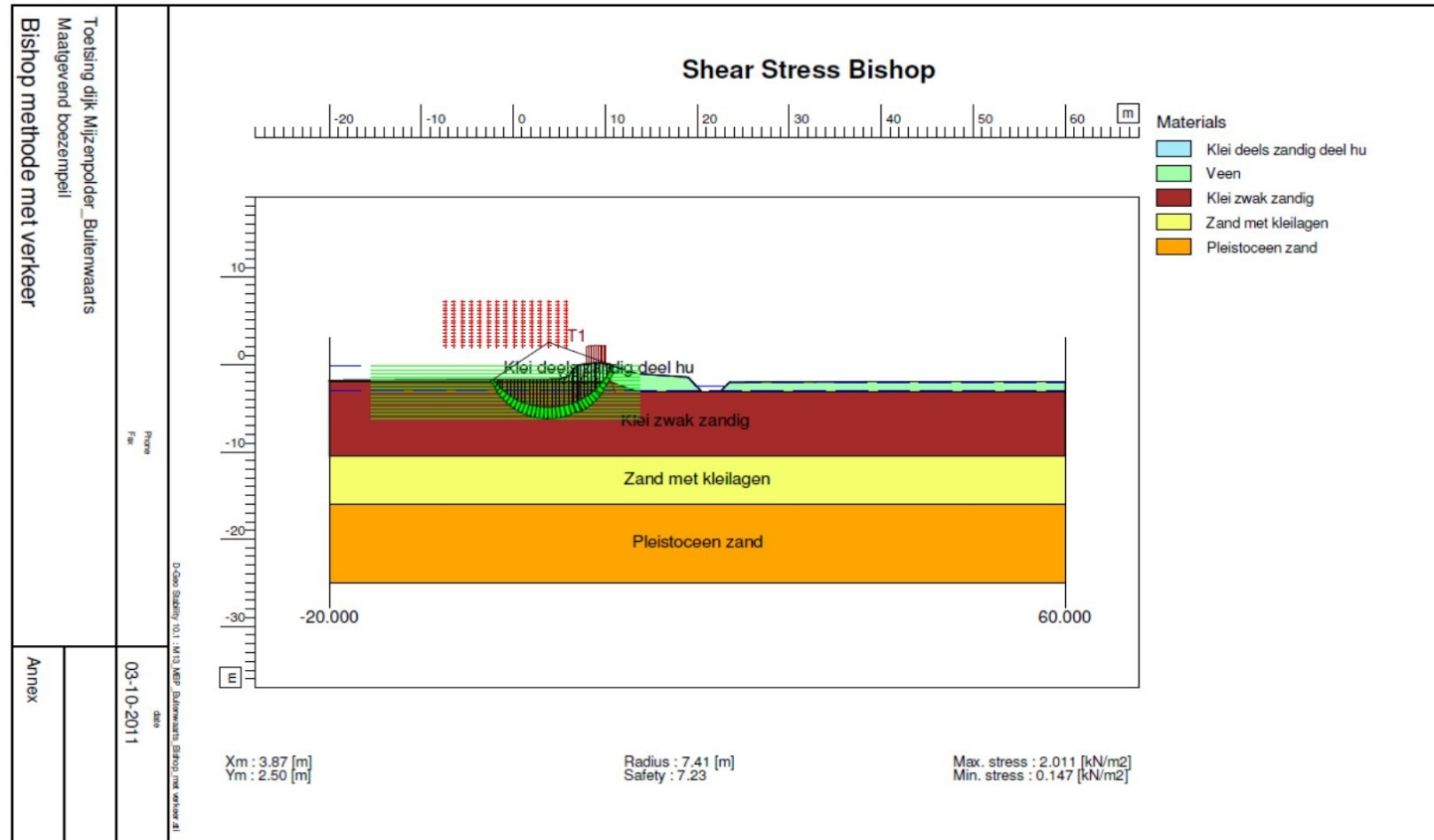
vereist 0,9

Tussenoordeel Stap 2 Voldoende

Eindoordeel STBU **Voldoende**

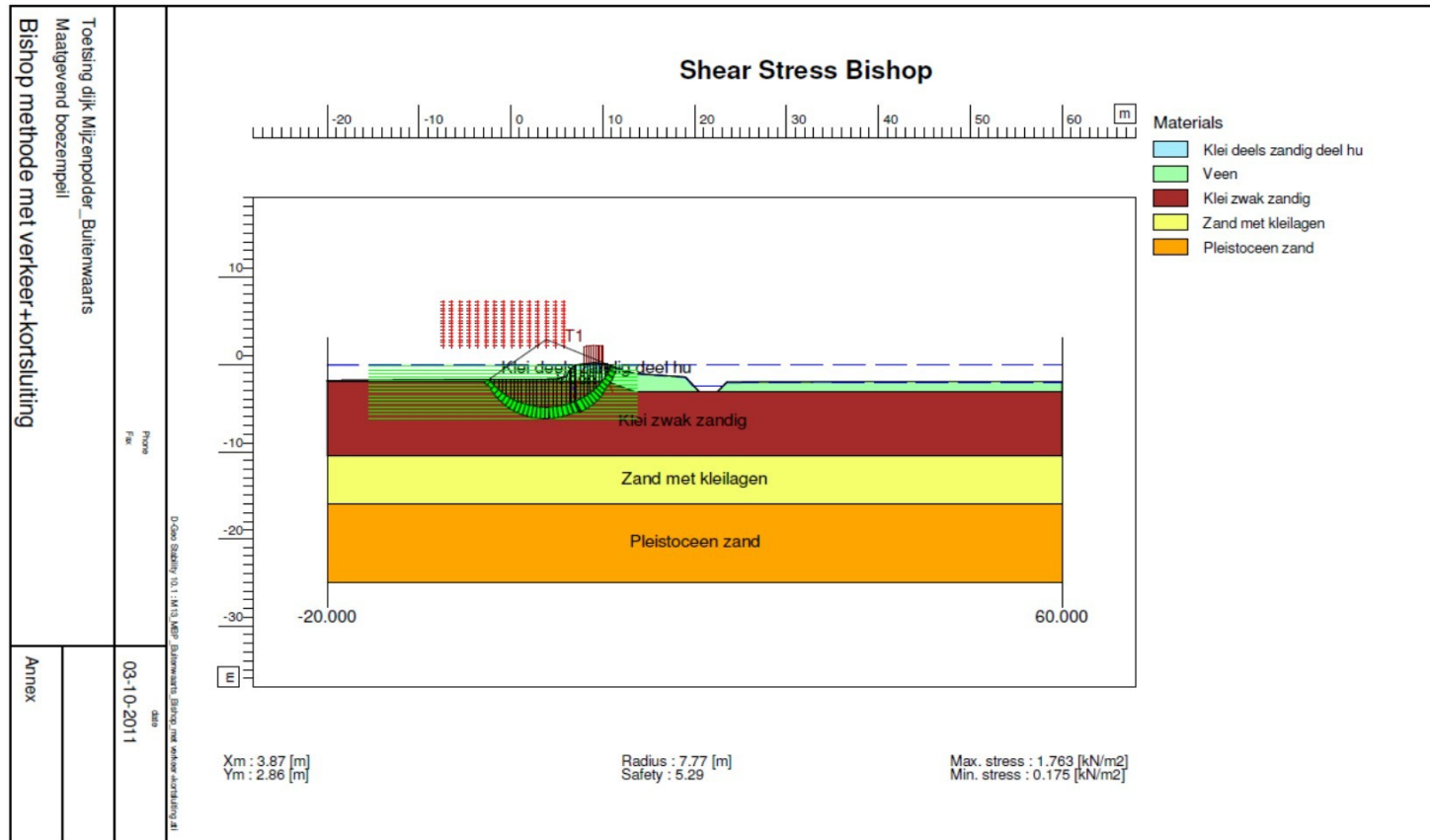
Resultaat

STBU met verkeersbelasting



Resultaat

STBU zonder verkeersbelasting



**Microstabiliteit (STMI)**

**Stap 1** **Controle op zand in boezemkade**

Grondlaag	Invloed
Klei, deels zandig deels humeus	N.v.t.
Veen	N.v.t.
Klei, zwak zandig	N.v.t.
Zand met kleilagen	Diepe zandlaag
Pleistoceen zand	Diepe zandlaag

Toetsen relevant? Niet relevant

taludhelling? voldoende gedraineerde binnenteen? (Ja/Nee) slechtdoorlatende kern? (Ja/Nee)	
--	--

Tussenoordeel stap 1 N.v.t.

**stap 2** **Gedetailleerde toetsing**

*zandijk met zandige binnentalud boven water; toetsing op uitspoelen*

TR waterkerende grondconstructies 5,4,5

$$\tan \alpha \leq \sqrt{\frac{\rho_g - \rho_w}{\rho_w \gamma_d \gamma_{m,\rho} \gamma_n}}$$

Tussenoordeel N.v.t.

*zandijk met zandige binnentalud boven water; toetsing op afschuiven*

TR waterkerende grondconstructies 5,4,6

$$\tan \varphi \geq \frac{\gamma_n \gamma_d \gamma_{m,\phi} \rho_g g \sin \alpha}{\rho_g g \cos \alpha - \frac{\rho_w g}{\cos \alpha}}$$

Tussenoordeel N.v.t.

Tussenoordeel stap 2 N.v.t.

Eindoordeel STMI Niet relevant

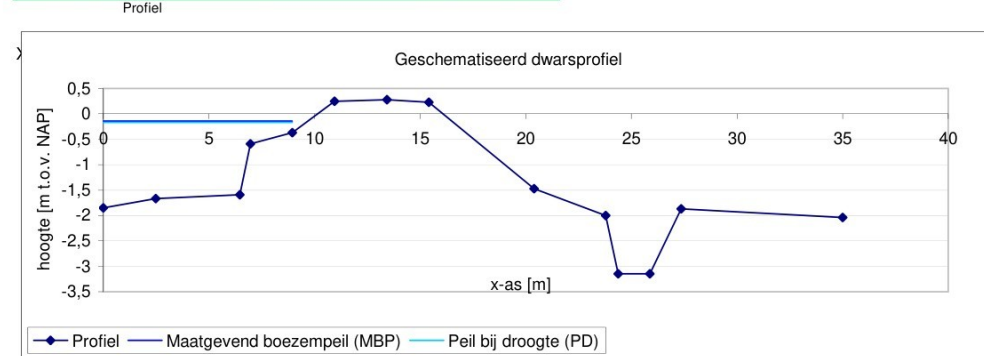
**Stabiliteit voorland (STVL)** Niet relevant

**Stabiliteit bekledingen (STBK)** Niet in deze opdracht

**Algemeen**

Project Toetsing Eilandspolder, Mijzenpolder en Ursem  
 Vak M14  
 Begin traject 11644 [m]  
 Einde traject 11722 [m]

Omschrijving	Waarde
IPO klasse	II
Profiel	M-14-11665
Peil bij droogte (PD)	-0,17 [m t.o.v. NAP]
Maatgevend boezempeil (MBP)	-0,14 [m t.o.v. NAP]
Laag polderpeil	-2,46 [m t.o.v. NAP]
Hoog polderpeil	-2,46 [m t.o.v. NAP]
Stijghoogte zonder kortsluiting	-3,00 [m t.o.v. NAP]
Stijghoogte met kortsluiting	0,00 [m t.o.v. NAP] (zie STPI stap 0 voor onderbouwing)
Peilbuismeting kruin	0,00 [m t.o.v. NAP]
Freatisch peil kruin	-0,14 [m t.o.v. NAP]
Teensloot	Ja [Ja / Nee]
Diepte teensloot	-3,15 [m t.o.v. NAP]



**Dwarsprofiel**

Nr	X	Y	Locatie	Code	Omschrijving
1	0	-1,85		A	Bodem damwand (indien aanwezig)
2	2,48	-1,67		B	Buitenteenlijn
3	6,46	-1,59	A	C	Buitenkruijlijn
4	6,96	-0,59		D	Binnenkruijlijn
5	8,95	-0,37	B	E	Binnenteenlijn
6	10,94	0,25	C	F1	Begin teensloot
7	13,43	0,28		F2	Einde teensloot
8	15,42	0,23	D		
9	20,39	-1,47	E		Let op, bodem teensloot bepalen!
10	23,79	-2			
11	24,37	-3,15	F1		
12	25,87	-3,15	F2		
13	27,36	-1,87			
14	35	-2,04			
15					
16					
17					
18					
19					
20					
21					
22					
23					
24					
25					
26					
27					

**Bodemopbouw**

Kruin	Hoogte bovenkant laag	Dikte	Teen	Hoogte bovenkant laag	Dikte
Laag	[m t.o.v. NAP]	[m]	Laag	[m t.o.v. NAP]	[m]
Klei, deels zandig deels humeus	0,25	0,25	Klei, zwak zandig	-3,15	6,85
Veen	0,00	0,50	Zand met kleilagen	-10,00	
Klei, zwak zandig	-0,50	9,50			
Zand met kleilagen	-10,00	3,30			
Pleistoceen zand	-13,30				

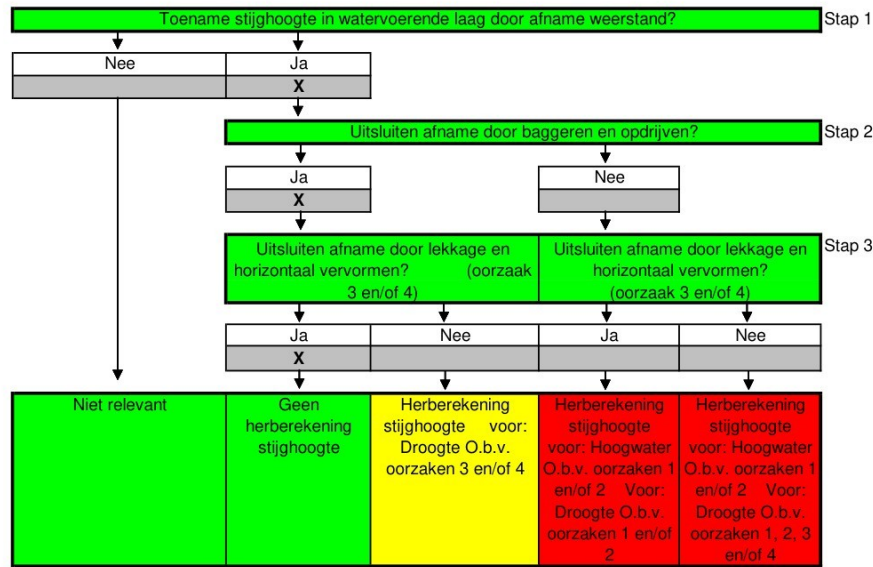
Randvoorwaarden	Gewicht nat [kN/m3]	Gewicht droog [kN/m3]	c	phi
Veen	10,1	2,0	3,8	19,1
Klei, deels zandig deels humeus	14,2	14,2	0,8	28,8
Klei, zwak zandig	14,4	14,4	2,3	28,1
Zandige klei met enkele zandinsluitingen	15,2	15,2	1,3	19,8
Zand met kleilagen	16,0	16,0	1,3	19,8
Zand	20,0	18,0	0,0	29,0
Basisveen	12,0	12,0	2,1	13,1
Pleistoceen zand	20,0	18,0	0,0	31,3

**Bepaling neerwaartse druk**

Situatie hoogwater	Dikte [m]	Gewicht [kN/m³]	Gewicht [kN]	Situatie droogte	Dikte [m]	Gewicht [kN/m³]	Gewicht [kN]
Water	0,7	10,0	6,9	Water	0,7	10,0	6,9
Klei, zwak zandig	6,9	14,4	98,5	Klei, zwak zandig	6,9	14,4	98,6
Zand met kleilagen							
			105,4				105,5

Piping / Heave (STPI)

Stap 0 Vermindering hydraulische weerstand vanuit de boezembodem



Stap	Oordeel
Stap 0	V
Stap 1	N.v.t.
Stap 2.1	N.v.t.
Stap 2.2	N.v.t.
Stap 3.1	N.v.t.
Stap 3.2	N.v.t.
Stap 4.1	N.v.t.
Stap 4.2	N.v.t.
Stap 5.1	N.v.t.
Stap 5.2	N.v.t.
Eindoordeel	Volgende

Vermindering van hydraulische weerstand (optreden van hydraulische kortsluiting) dient meegenomen te worden in:

Situatie	Ja / nee
Situatie hoogwater	Nee
Situatie droogte	Nee

Indien herberekening van stijghoogte benodigd is dient hiervoor de sheet: Potentiaalstijging onder kaden

Herberekende stijghoogte	[m t.o.v. NAP]

Stap 1 Controle aanwezigheid deklaag

Deklaag aanwezig in het achterland:	Ja

Stap 2.1 / 2.2 Controle opbarstveiligheid

Opbarstveiligheid situatie hoogwater

Situatie	Onderzijde deklaag [m t.o.v. NAP]	Stijghoogte [m t.o.v. NAP]	Opwaartse druk [kN]	Neerwaartse druk [kN]	Opbarstveiligheid [-]	Oordeel
Opbarstveiligheid zonder kortsluiting	-10,00	-3,00	97	105,4	1,09	O

Stap 4.1 / 4.2 Controle opbarstveiligheid

Opbarstveiligheid situatie droogte

Situatie	Onderzijde deklaag [m t.o.v. NAP]	Stijghoogte [m t.o.v. NAP]	Opwaartse druk [kN]	Neerwaartse druk [kN]	Opbarstveiligheid [-]	Oordeel
Opbarstveiligheid zonder kortsluiting	-10,00	-3,00	97	105,5	1,09	O

**Macrostabieliteit Binnenwaarts (STBI)**

**Stap 1 Beoordeling aan de hand van geometrie**

Is er een verval? (Ja/Nee)  Ja eenvoudige toetsing, stap 2.1

Tussenoordeel Stap 1 Onvoldoende

**Stap 2.1 Situatie hoogwater: eenvoudige toetsing**

Veenkade? (Ja/Nee)  Ja methode van bisschop, stap 2.2

Situatie	Kortsluiting	Toetsing
Hoogwater	Zonder kortsluiting	methode van bisschop, stap 2.2
Hoogwater	Met kortsluiting	methode van bisschop, stap 2.2
Droogte	Zonder kortsluiting	methode van bisschop, stap 2.2
Droogte	Met kortsluiting	methode van bisschop, stap 2.2

Tussenoordeel Stap 2.1 Onvoldoende

**Stap 2.2 Situatie hoogwater gedetailleerde toetsing**

situatie	kortsluiting	stabiliteitsfactor				horizontaal afschuiven		
		Bischop		drukstaafmethode		Met verkeer: 13 kN/m2		
		Met verkeer: 13 kN/m2	zonder verkeer	Met verkeer: 13 kN/m2	zonder verkeer	Met verkeer: 13 kN/m2	zonder verkeer	
Hoogwater	nee	0,73	0,88	0,73	0,86	N.v.t.	N.v.t.	
	ja	N.v.t.	N.v.t.	N.v.t.	N.v.t.	N.v.t.	N.v.t.	
Droogte	nee	1,54	1,66	1,46	1,53	1,5	1,46	
	ja	N.v.t.	N.v.t.	N.v.t.	N.v.t.	N.v.t.	N.v.t.	
<b>Vereiste veiligheid bij IPO: II</b>		<b>0,9</b>		<b>0,9</b>		<b>1,08</b>		
Tussenoordeel Stap 2.2		Onvoldoende	Onvoldoende	N.v.t.	N.v.t.	N.v.t.	N.v.t.	Onvoldoende
Tussenoordeel STBI		Onvoldoende						

**Stap 2.2 Situatie hoogwater restbreedte analyse**

Stap 1 Controleer toepasbaarheid restbreedte methode voor boezemkaden

Hoogwater Benodigd Uitvoeren

Voorwaarde	Waarde
Opdrijven van de deklaag (opbarstveiligheid > 1,2)	0,00
Objecten in de waterkering	Ja
Overslagdebied q < 0,1 l/m/s	0
Stabiliteitsfactor F = 1,0	Stabiliteit te laag
Uitvoeren	Niet uitvoerbaar

Tussenoordeel restbreedte analyse N.v.t.

Eindoordeel STBI  Onvoldoende

Droogte N.v.t.

Benodigd

Voorwaarde	Waarde
Opdrijven van de deklaag (opbarstveiligheid > 1,2)	
Objecten in de waterkering	
Overslagdebied q < 0,1 l/m/s	
Stabiliteitsfactor F = 1,0	
Uitvoeren	N.v.t.

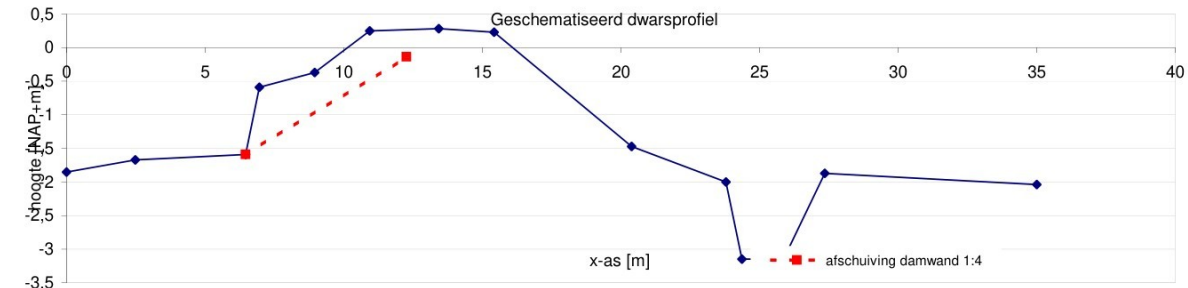
**Macrostabieliteit buitenwaarts (STBU)**

**Stap 1 Eenvoudige toetsing**

Een van deze voorwaarden van toepassing? (J)	Ja	gedetailleerde toetsing, stap 2
1. extreem laagwater door natuurlijke variatie (bij boezemkaden en rivierkeringen); 2. val van het waterpeil door een calamiteit elders; 3. verdieping van waterbodem (baggeren) of vooroever door erosie (stroming of scheepvaart) en schade aan beschoeiing; 4. extreme belastingen, bijvoorbeeld door zwaar verkeer; 5. extreem laagwater door (tijdelijke) verlaging van de waterstand door menselijke activiteiten.		

Damwand? Ja

Damwand ontworpen conform vigerende leidraad? Nee



Omschrijving	X coördinaat [m]
Snijpunt toetspeil met binnentalud	16,5
X-coördinaat minimaal benodigde breedte	15,0
Fictief bepaald X-coördinaat bij afschuiving	12,3
Voldoende na restbreedte	Voldoende restbreedte

Tussenoordeel Stap 1 Voldoende

**Stap 2 Gedetailleerde toetsing**

situatie	stabieliteitsfactor F
Met verkeer	
Zonder verkeer	

vereist 0,9

Tussenoordeel Stap 2 Onvoldoende

Eindoordeel STBU Voldoende

**Microstabiliteit (STMI)**

**Stap 1** **Controle op zand in boezemkade**

Grondlaag	Invloed
Klei, deels zandig deels humeus	N.v.t.
Veen	N.v.t.
Klei, zwak zandig	N.v.t.
Zand met kleilagen	Diepe zandlaag
Pleistoceen zand	Diepe zandlaag

Toetsen relevant? Niet relevant

taludhelling? voldoende gedraineerde binnenteen? (Ja/Nee) slechtdoorlatende kern? (Ja/Nee)	
--	--

Tussenoordeel stap 1 N.v.t.

**stap 2** **Gedetailleerde toetsing**

*zandijk met zandige binnentalud boven water; toetsing op uitspoelen*

TR waterkerende grondconstructies 5,4,5

$$\tan \alpha \leq \sqrt{\frac{\rho_g - \rho_w}{\rho_w \gamma_d \gamma_{m,\rho} \gamma_n}}$$

Tussenoordeel N.v.t.

*zandijk met zandige binnentalud boven water; toetsing op afschuiven*

TR waterkerende grondconstructies 5,4,6

$$\tan \varphi \geq \frac{\gamma_n \gamma_d \gamma_{m,\phi} \rho_g g \sin \alpha}{\rho_g g \cos \alpha - \frac{\rho_w g}{\cos \alpha}}$$

Tussenoordeel N.v.t.

Tussenoordeel stap 2 N.v.t.

Eindoordeel STMI Niet relevant

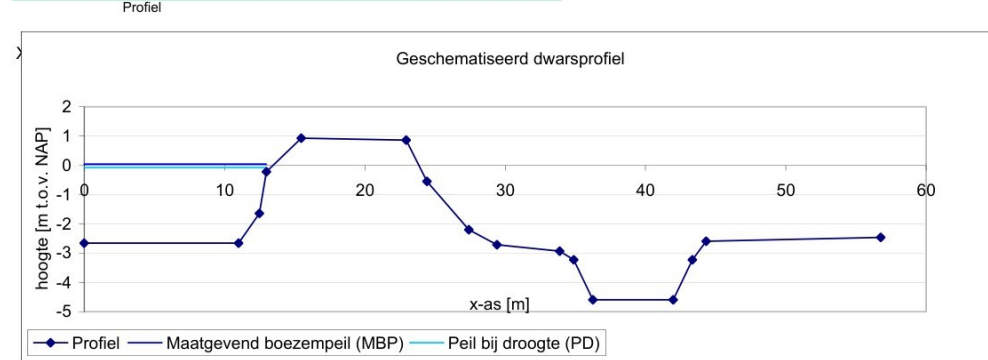
**Stabiliteit voorland (STVL)** Niet relevant

**Stabiliteit bekledingen (STBK)** Niet in deze opdracht

**Algemeen**

Project Toetsing Eilandspolder, Mijzenpolder en Ursem  
 Vak U01  
 Begin traject 0 [m]  
 Einde traject 2747 [m]

Omschrijving	Waarde
IPO klasse	IV
Profiel	U-01-356
Peil bij droogte (PD)	-0,08 [m t.o.v. NAP]
Maatgevend boezempeil (MBP)	0,04 [m t.o.v. NAP]
Laag polderpeil	-4,10 [m t.o.v. NAP]
Hoog polderpeil	-4,10 [m t.o.v. NAP]
Stijghoogte zonder kortsluiting	-3,00 [m t.o.v. NAP]
Stijghoogte met kortsluiting	-1,50 [m t.o.v. NAP] (zie STPI stap 0 voor onderbouwing)
Peilbuismeting kruin	0,00 [m t.o.v. NAP]
Freatisch peil kruin	0,04 [m t.o.v. NAP]
Teensloot	Ja [Ja / Nee]
Diepte teensloot	-4,65 [m t.o.v. NAP]



**Dwarsprofiel**

Nr	X	Y	Locatie	Code	Omschrijving
1	0	-2,66		A	Bodem damwand (indien aanwezig)
2	11	-2,66	A	B	Buitenteenlijn
3	12,492	-1,64		C	Buitenkruinlijn
4	12,99	-0,22	B	D	Binnenkruinlijn
5	15,477	0,93	C	E	Binnenteenlijn
6	22,94	0,86	D	F1	Begin teensloot
7	24,433	-0,55		F2	Einde teensloot
8	27,418	-2,2			
9	29,409	-2,71	E		Let op, bodem teensloot bepalen!
10	33,885	-2,93			
11	34,88	-3,23			
12	36,25	-4,60	F1		
13	41,968	-4,6	F2		
14	43,338	-3,23			
15	44,333	-2,59			
16	56,771	-2,46			
17					
18					
19					
20					
21					
22					
23					
24					
25					
26					
27					

**Bodemopbouw** voor teen - en kruin is U5 gebruikt (op basis van dikte veenlaag & b.k. zandige klei)

Kruin Laag	Hoogte bovenkant		Teen Laag	Hoogte bovenkant	
	laag [m t.o.v. NAP]	Dikte [m]		laag [m t.o.v. NAP]	Dikte [m]
Zand	0,93	1,33	Klei, zwak zandig	-4,65	3,15
Klei, deels zandig deels humeus	-0,40	1,80	Zandige klei met enkele zandinsluitinge	-7,80	4,20
Veen	-2,20	1,80	Klei, zwak zandig	-12,00	1,00
Klei, zwak zandig	-4,00	3,80	Zand	-13,00	
Zandige klei met enkele zandinslu	-7,80	4,20	Zand met kleilagen		
Klei, zwak zandig	-12,00	1,00			
Zand	-13,00				
Zand met kleilagen					

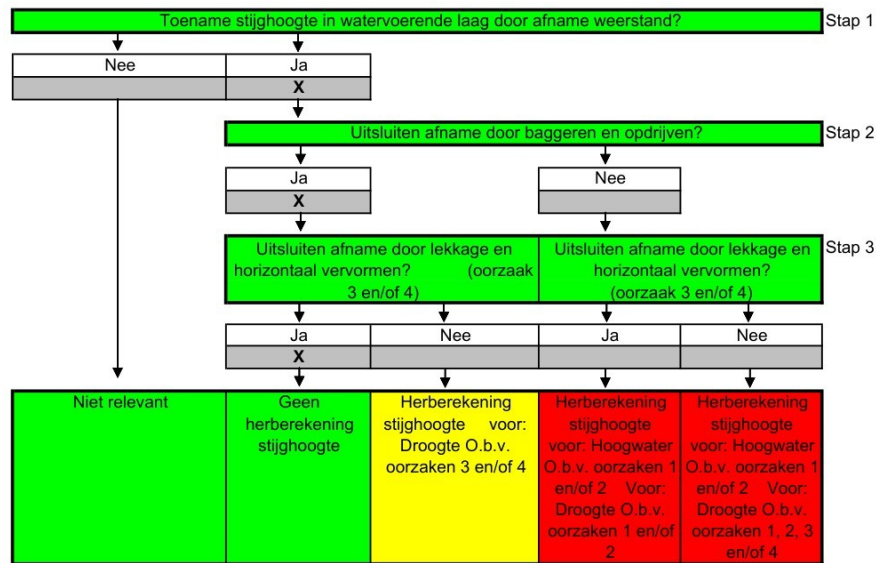
Randvoorwaarden	Gewicht nat [kN/m3]	Gewicht droog [kN/m3]	c	phi
Veen	10,1	2,0	3,8	19,1
Klei, deels zandig deels humeus	14,2	14,2	0,8	28,8
Klei, zwak zandig	14,4	14,4	2,3	28,1
Zandige klei met enkele zandinsluitingen	15,2	15,2	1,3	19,8
Zand met kleilagen	16,0	16,0	1,3	19,8
Zand	20,0	18,0	0,0	29,0
Basisveen	12,0	12,0	2,1	13,1
Pleistoceen zand	20,0	18,0	0,0	31,3

**Bepaling neerwaartse druk**

Situatie hoogwater	Dikte [m]	Gewicht [kN/m <sup>3</sup> ]	Gewicht [kN]	Situatie droogte	Dikte [m]	Gewicht [kN/m <sup>3</sup> ]	Gewicht [kN]
Water	0,6	10,0	5,5	Water	0,6	10,0	5,5
Klei, zwak zandig	3,2	14,4	45,3	Klei, zwak zandig	3,2	14,4	45,4
Zandige klei met enkele zandinslu	4,2	15,2	64,0	Zandige klei met enkele zandinsluitii	4,2	15,2	63,8
Klei, zwak zandig	1,0	14,4	14,4	Klei, zwak zandig	1,0	14,4	14,4
Zand				Zand			
Zand met kleilagen							
			129,2				129,1

Piping / Heave (STPI)

**Stap 0 Vermindering hydraulische weerstand vanuit de boezembodem**



Stap	Oordeel
Stap 0	V
Stap 1	N.v.t.
Stap 2.1	N.v.t.
Stap 2.2	N.v.t.
Stap 3.1	N.v.t.
Stap 3.2	N.v.t.
Stap 4.1	N.v.t.
Stap 4.2	N.v.t.
Stap 5.1	N.v.t.
Stap 5.2	N.v.t.
Eindoordeel	Voldoende

Vermindering van hydraulische weerstand (optreden van hydraulische kortsluiting) dient meegenomen te worden in:

Situatie	Ja / nee
Situatie hoogwater	Nee
Situatie droogte	Nee

Indien herberekening van stijghoogte benodigd is dient hiervoor de sheet: Potentiaalstijging onder kaden

Herberekende stijghoogte [m t.o.v. NAP]

**Stap 1 Controle aanwezigheid deklaag**

Deklaag aanwezig in het achterland: Ja

**Stap 2.1 / 2.2 Controle opbarstveiligheid**

Opbarstveiligheid situatie hoogwater

Situatie	Onderzijde deklaag [m t.o.v. NAP]	Stijghoogte [m t.o.v. NAP]	Opwaartse druk [kN]	Neerwaartse druk [kN]	Opbarstveiligheid [-]	Oordeel
Opbarstveiligheid zonder kortsluiting	-13,00	-3,00	127	129,2	1,02	O

**Stap 4.1 / 4.2 Controle opbarstveiligheid**

Opbarstveiligheid situatie droogte

Situatie	Onderzijde deklaag [m t.o.v. NAP]	Stijghoogte [m t.o.v. NAP]	Opwaartse druk [kN]	Neerwaartse druk [kN]	Opbarstveiligheid [-]	Oordeel
Opbarstveiligheid zonder kortsluiting	-13,00	-3,00	127	129,1	1,02	O

**Macrostabieliteit Binnenwaarts (STBI)****Stap 1 Beoordeling aan de hand van geometrie**Is er een verval? (Ja/Nee)  Ja  Nee eenvoudige toetsing, stap 2.1

Tussenoordeel Stap 1 Onvoldoende

**Stap 2.1 Situatie hoogwater: eenvoudige toetsing**Veenkade? (Ja/Nee)  Ja  Nee methode van bisschop, stap 2.2

Situatie	Kortsluiting	Toetsing
Hoogwater	Zonder kortsluiting	methode van bisschop, stap 2.2
Hoogwater	Met kortsluiting	methode van bisschop, stap 2.2
Droogte	Zonder kortsluiting	methode van bisschop, stap 2.2
Droogte	Met kortsluiting	methode van bisschop, stap 2.2

Tussenoordeel Stap 2.1 Onvoldoende

**Stap 2.2 Situatie hoogwater gedetailleerde toetsing**

situatie	kortsluiting	stabiliteitsfactor		drukstaafmethode		horizontaal afschuiven		
		Bischop	zonder verkeer	Met verkeer: 13 kN/m <sup>2</sup>	zonder verkeer	Met verkeer: 13 kN/m <sup>2</sup>	zonder verkeer	
Hoogwater	nee	0,63	0,73	0,7	0,64	N.v.t.	N.v.t.	
	ja	N.v.t.	N.v.t.	N.v.t.	N.v.t.	N.v.t.	N.v.t.	
Droogte	nee	1,13	1,12	1,06	1,26	1,43	1,43	
	ja	N.v.t.	N.v.t.	N.v.t.	N.v.t.	N.v.t.	N.v.t.	
	<b>Vereiste veiligheid bij IPO: IV</b>	<b>1</b>		<b>1</b>		<b>1,20</b>		
	Tussenoordeel Stap 2.2	Onvoldoende	Onvoldoende	N.v.t.	N.v.t.	N.v.t.	N.v.t.	Onvoldoende
Tussenoordeel STBI		<b>Onvoldoende</b>						

**Stap 2.2 Situatie hoogwater restbreedte analyse**

Stap 1 Controleer toepasbaarheid restbreedte methode voor boezemkaden

Hoogwater Uitvoeren

Benodigd

Voorwaarde	Waarde
Opdrijven van de deklaag (opbarstveiligheid > 1,2)	0,00
Objecten in de waterkering	Ja
Overslaggebied $q < 0,1$ l/m/s	0
Stabiliteitsfactor $F = 1,0$	Stabiliteit te laag
Uitvoeren	Niet uitvoerbaar

Tussenoordeel restbreedte analyse Onvoldoende

Eindoordeel STBI **Onvoldoende**

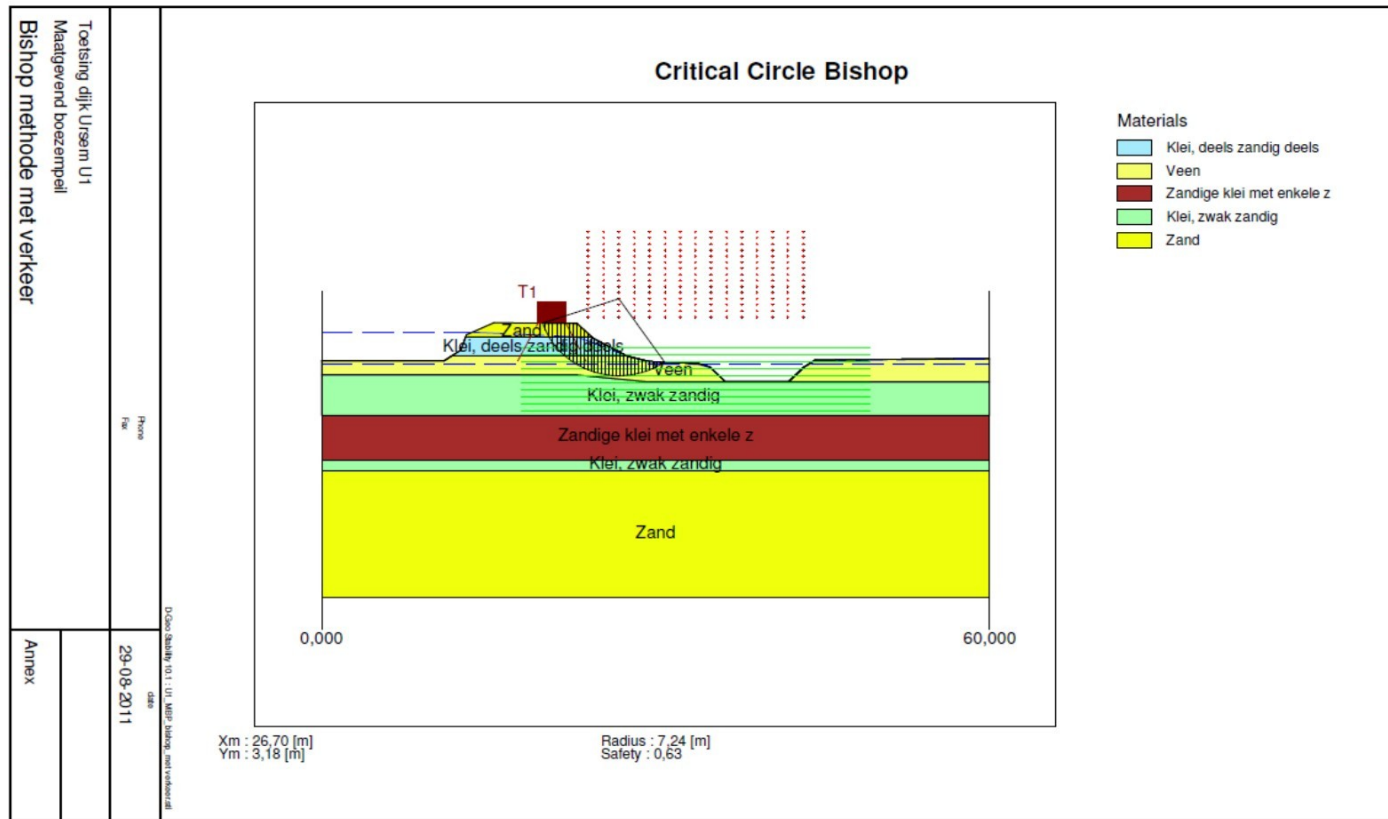
"reststerkte bij overhoogte" methode wijzigt het eindoordeel niet, omdat de drukstaafmethode ook onvoldoende is.

Droogte N.v.t.

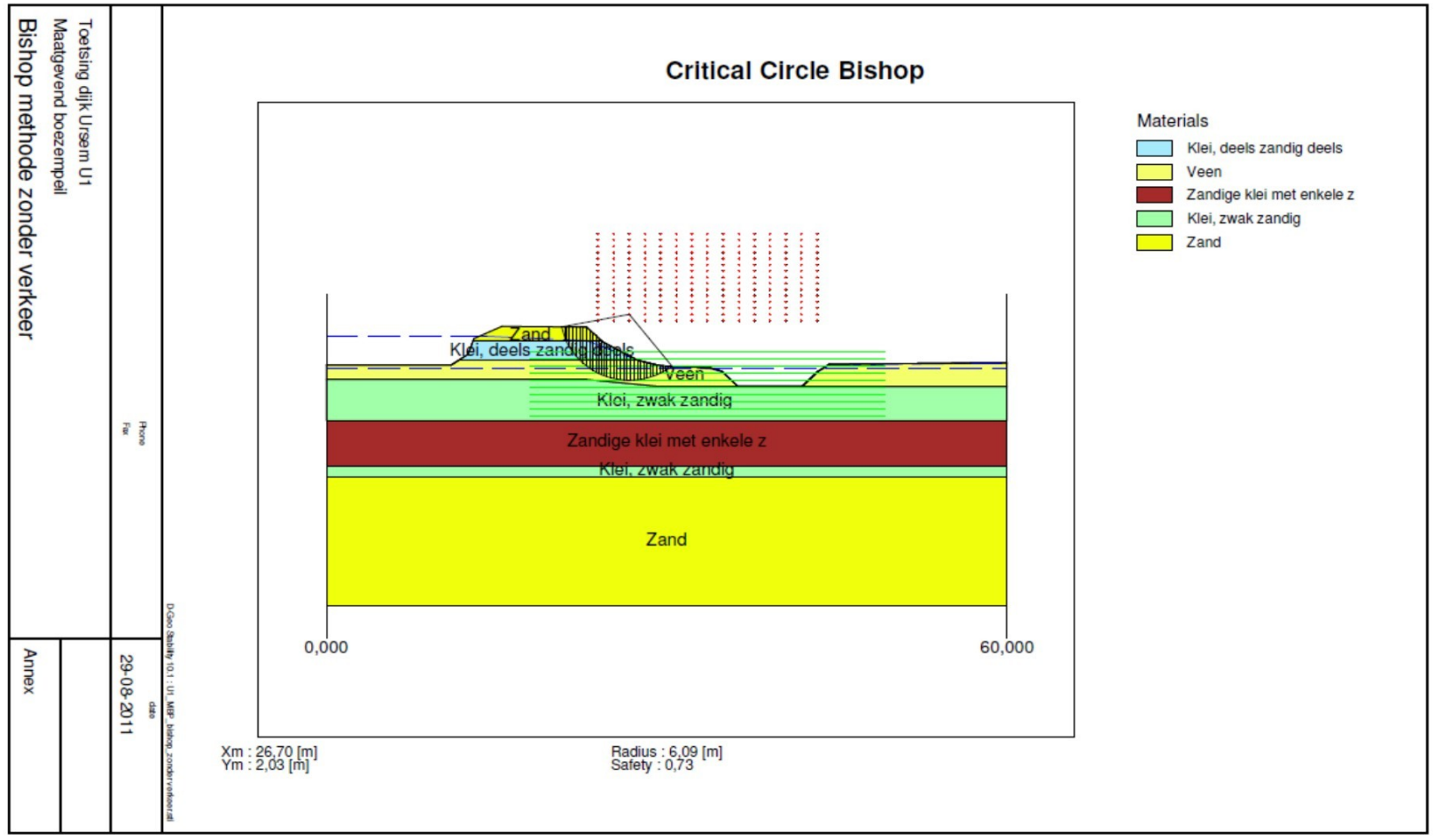
Benodigd

Voorwaarde	Waarde
Opdrijven van de deklaag (opbarstveiligheid > 1,2)	
Objecten in de waterkering	Ja
Overslaggebied $q < 0,1$ l/m/s	
Stabiliteitsfactor $F = 1,0$	
Uitvoeren	N.v.t.

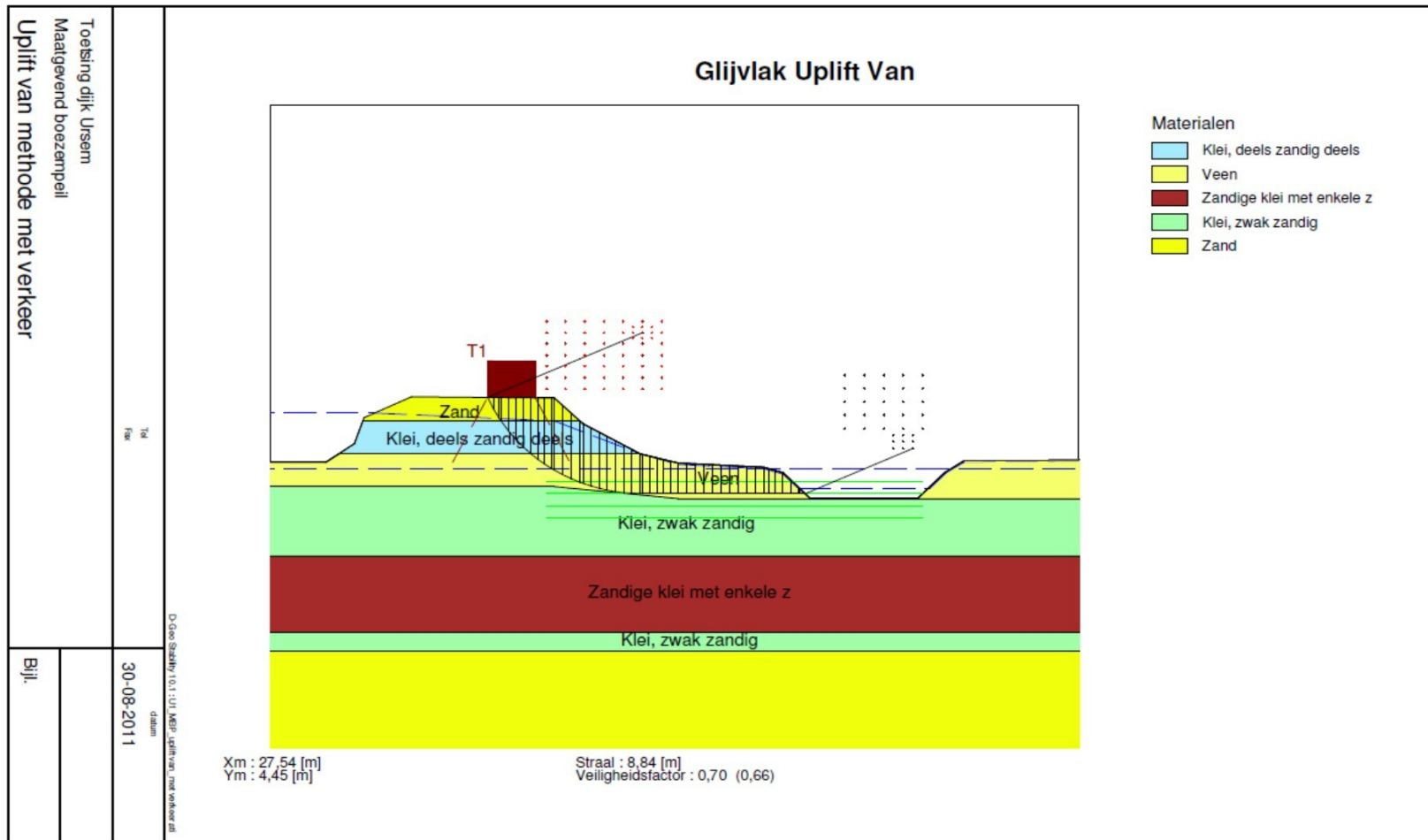
Resultaat STBI situatie hoogwater met verkeersbelasting



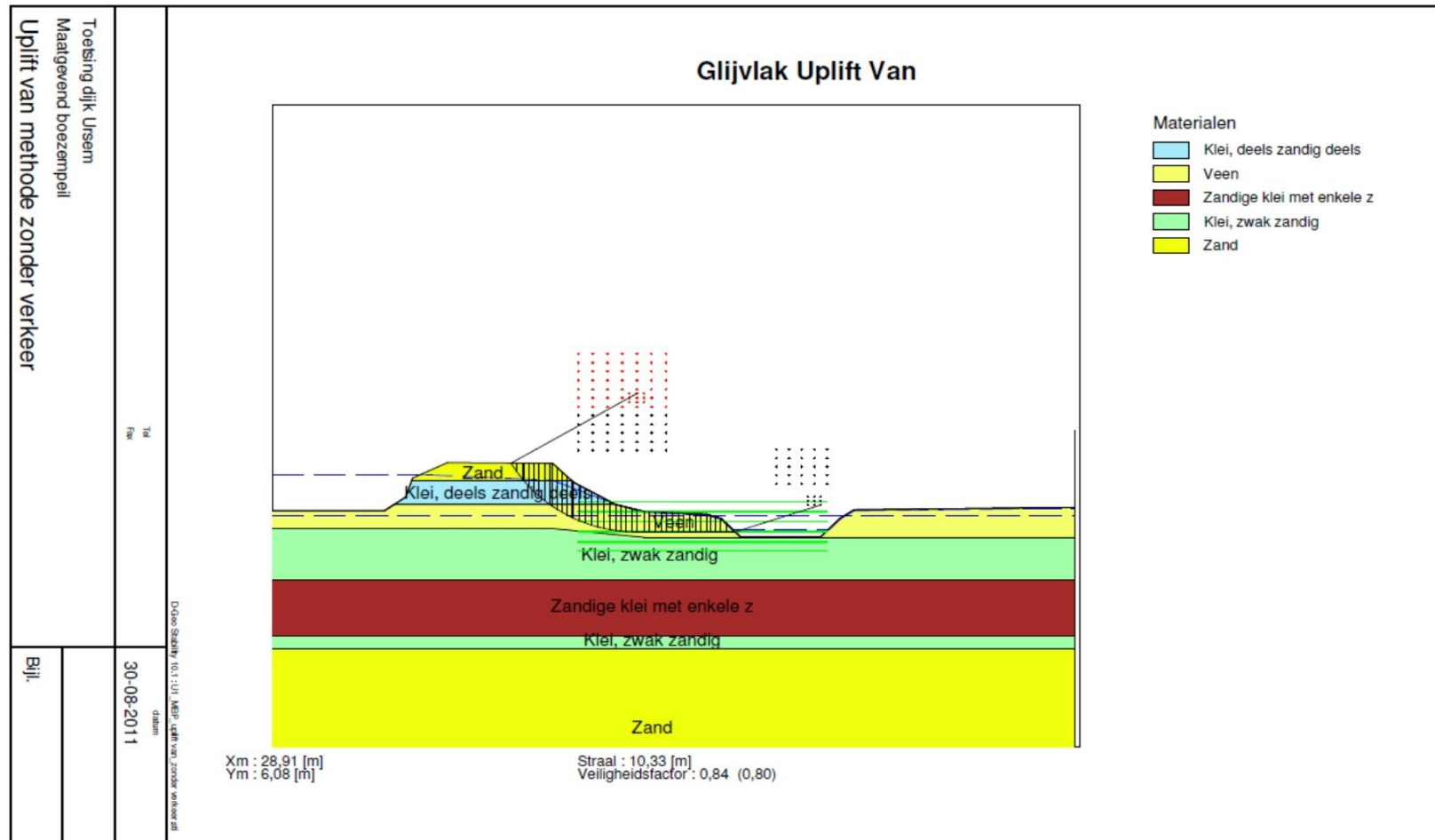
Resultaat STBI Situatie hoogwater zonder verkeersbelasting



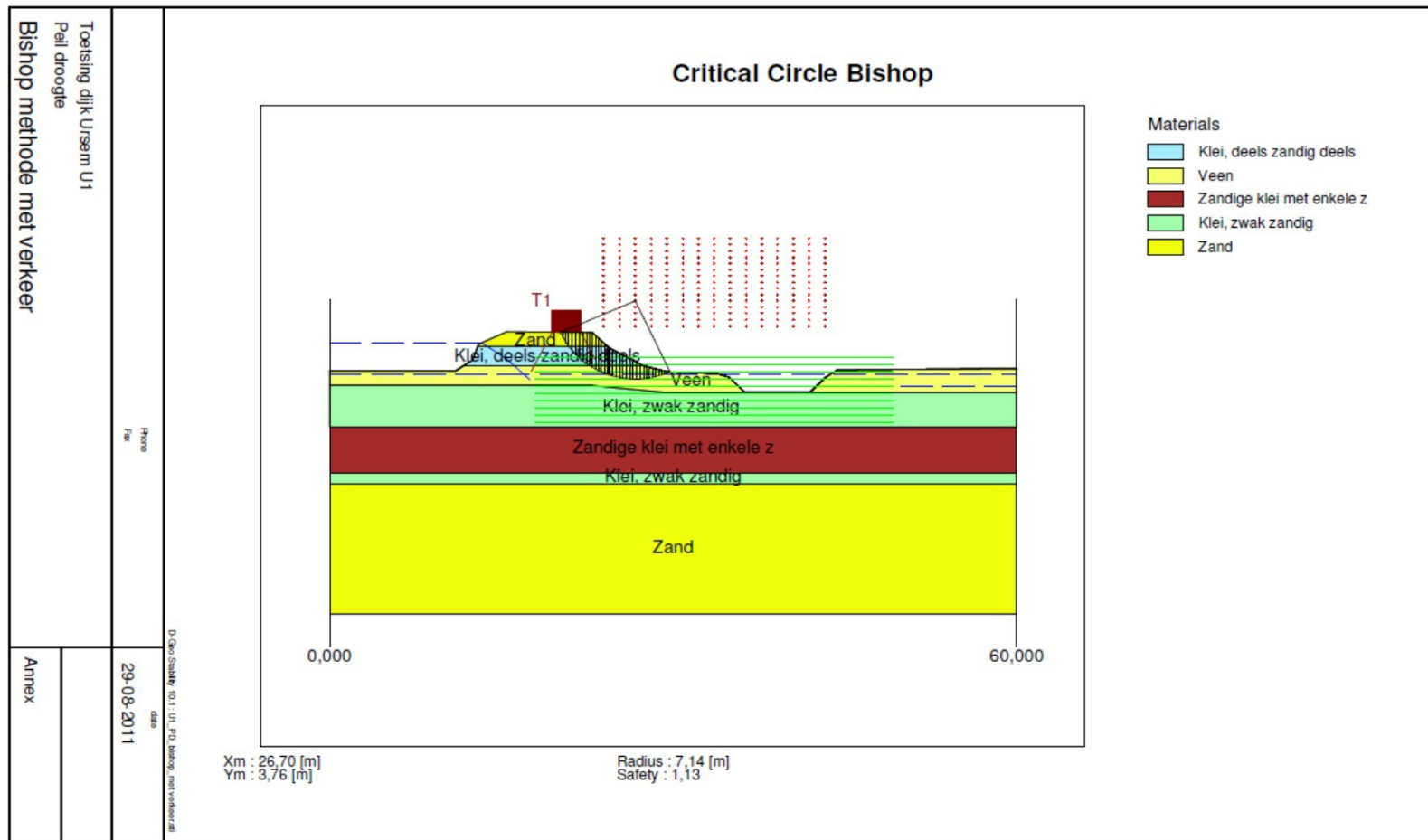
Resultaat STBI situatie hoogwater met verkeer (drukstaaf)



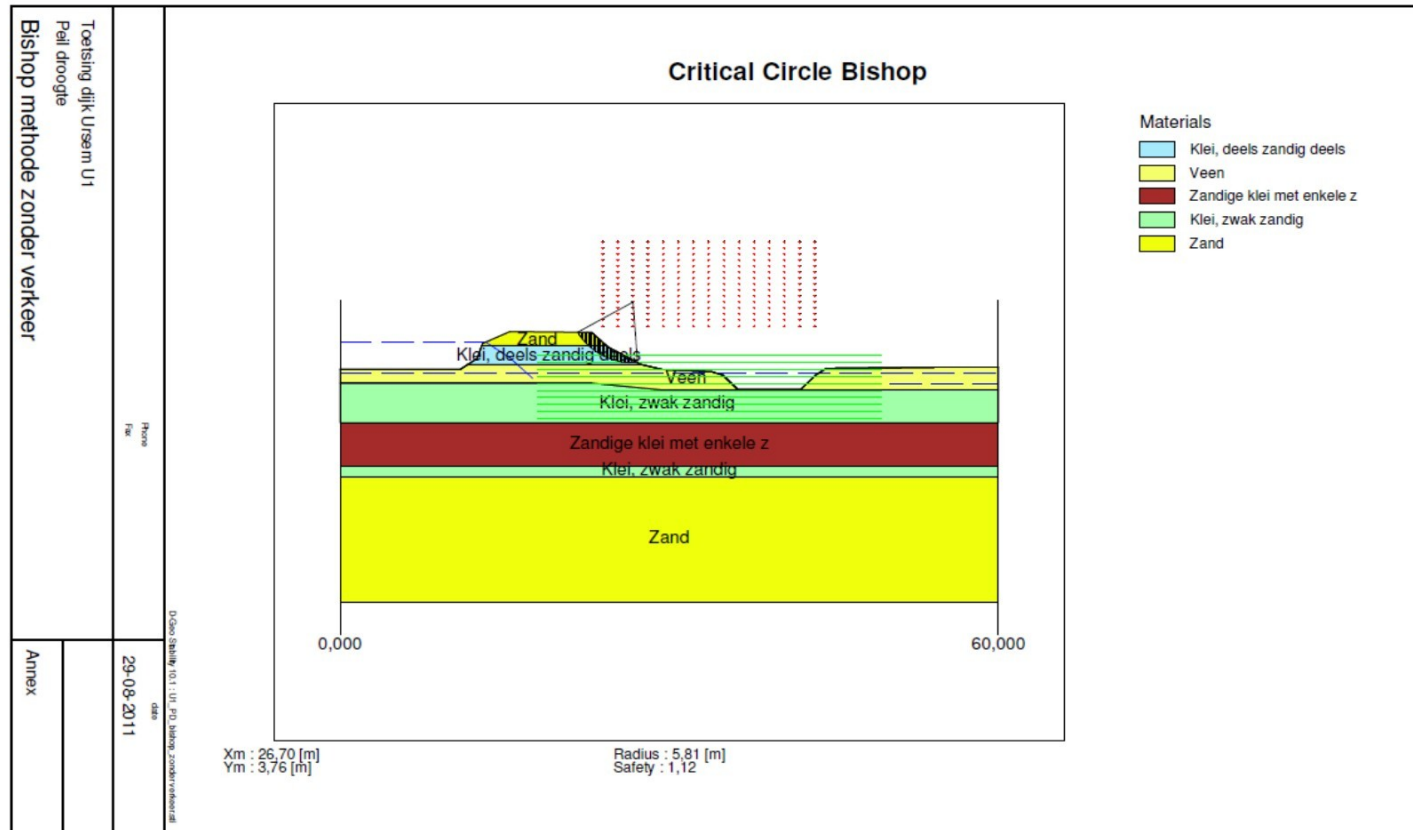
Resultaat STBI situatie hoogwater zonder verkeer (drukstaaf)



Resultaat STBI situatie droogte met verkeersbelasting

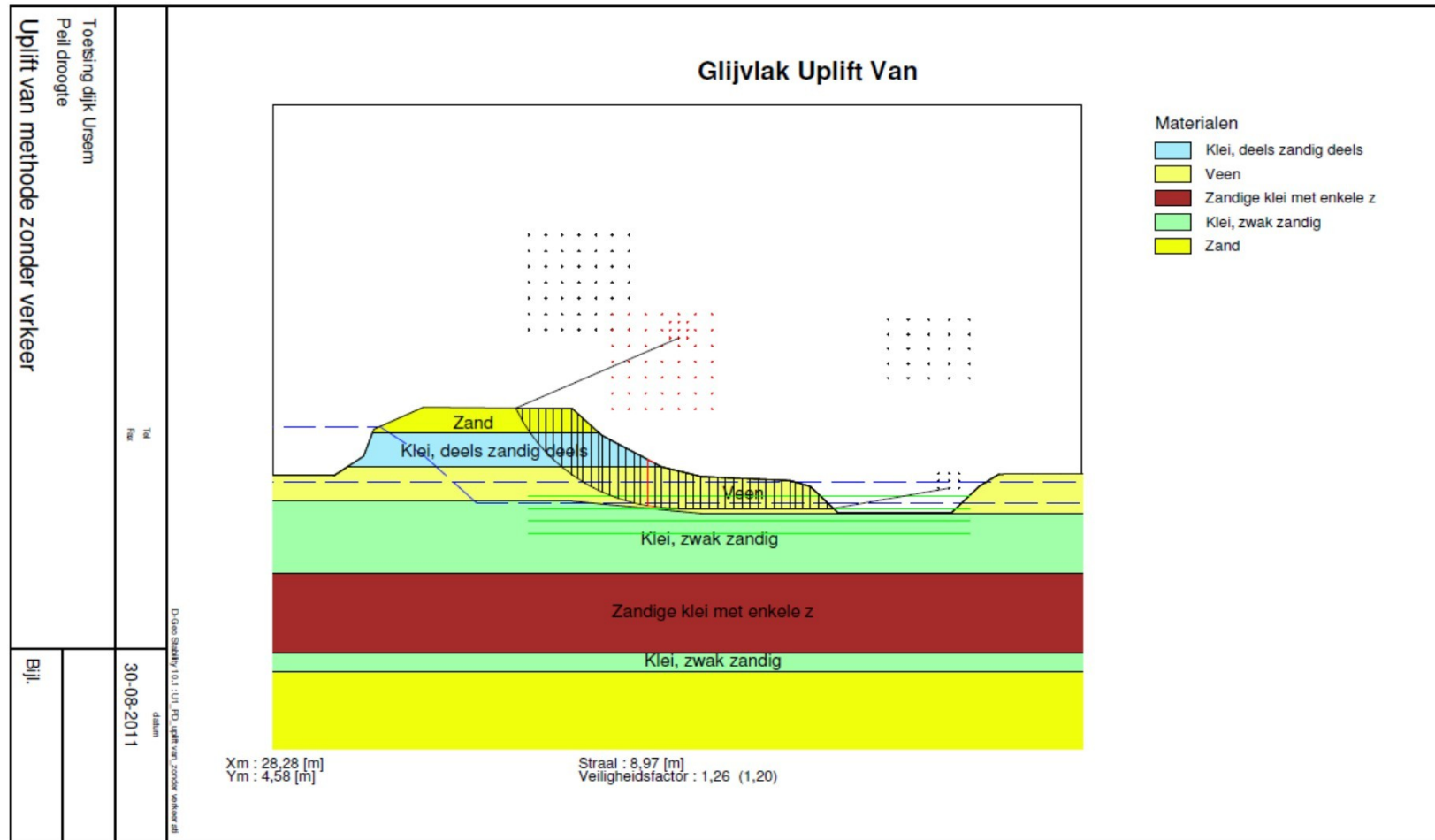


Resultaat STBI situatie droogte zonder verkeersbelasting





Resultaat STBI situatie droogte zonder verkeersbelasting (drukstaaf)



Macrostabieliteit buitenwaarts (STBU)

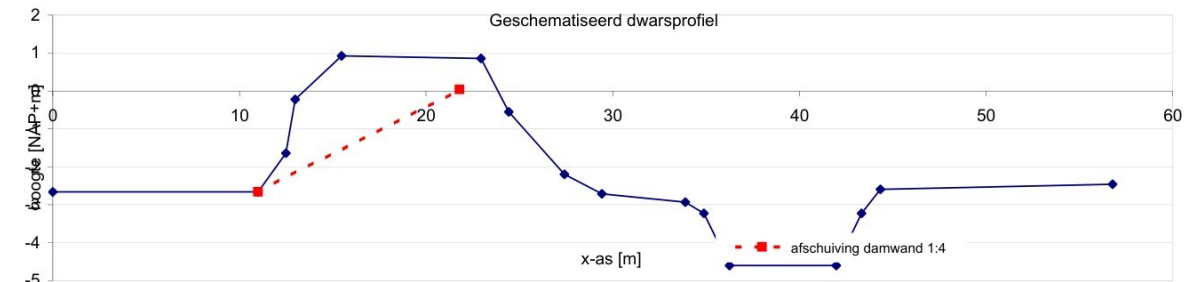
Stap 1 Eenvoudige toetsing

Een van deze voorwaarden van toepassing?  Ja  gedetailleerde toetsing, stap 2

1. extreem laagwater door natuurlijke variatie (bij boezemkaden en rivierkeringen);
2. val van het waterpeil door een calamiteit elders;
3. verdieping van waterbodembodem (baggeren) of vooroever door erosie (stroming of scheepvaart) en schade aan beschoeiing;
4. extreme belastingen, bijvoorbeeld door zwaar verkeer;
5. extreem laagwater door (tijdelijke) verlaging van de waterstand door menselijke activiteiten.

Damwand?  Ja

Damwand ontworpen conform vigerende leidra  Nee  Mail  aan  betreffende verbetering 18 mei 2011



Omschrijving	X coördinaat [m]
Snijpunt toetspeil met binnentalud	24,4
X-coördinaat minimaal benodigde breedte	22,9
Fictief bepaald X-coördinaat bij afschuiving	21,8
Voldoende na restbreedte	Voldoende restbreedte

Tussenoordeel Stap 1 Voldoende

Stap 2 Gedetailleerde toetsing

situatie	kortsluiting	stabiliteitsfactor F
hoogwater	nee	
	ja	

vereist 1

Tussenoordeel Stap 2 Onvoldoende

Eindoordeel STBU  Voldoende

**Microstabiliteit (STMI)**

Stap 1	Controle op zand in boezemkade
Grondlaag	Invloed
Zand	vervolg eenvoudige toetsing
Klei, deels zandig deels humeus	N.v.t.
Veen	N.v.t.
Klei, zwak zandig	N.v.t.
Zandige klei met enkele zandinsluitingen	Diepe zandlaag
Klei, zwak zandig	Diepe zandlaag

Toetsen relevant? Vervolg eenvoudige toetsing

taludhelling?	2	Steiler dan 1:5
voldoende gedraineerde binnenteen? (Ja/Nee)	Nee	
slechtdoorlatende kern? (Ja/Nee)	Ja	

Tussenoordeel stap 1 Voldoende

**stap 2 Gedetailleerde toetsing**

*zandijk met zandige binnentalud boven water; toetsing op uitspoelen*

TR waterkerende grondconstructies 5,4,5

$$\tan \alpha \leq \sqrt{\frac{\rho_g - \rho_w}{\rho_w \gamma_d \gamma_{m,\rho} \gamma_n}}$$

Tussenoordeel N.v.t.

*zandijk met zandige binnentalud boven water; toetsing op afschuiven*

TR waterkerende grondconstructies 5,4,6

$$\tan \varphi \geq \frac{\gamma_n \gamma_d \gamma_{m,\rho} \rho_g g \sin \alpha}{\rho_g g \cos \alpha - \frac{\rho_w g}{\cos \alpha}}$$

Tussenoordeel Onvoldoende

Tussenoordeel stap 2 N.v.t.

Eindoordeel STMI **Voldoende**

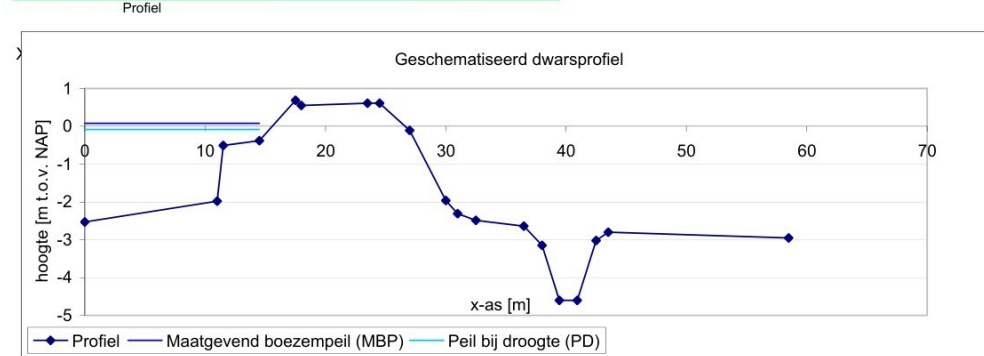
**Stabiliteit voorland (STVL)** Niet relevant

**Stabiliteit bekledingen (STBK)** Niet in deze opdracht

**Algemeen**

Project Toetsing Eilandspolder, Mijzenpolder en Ursem  
 Vak U02  
 Begin traject 2747 [m]  
 Einde traject 3738 [m]

Omschrijving	Waarde
IPO klasse	V
Profiel	U-02-3024
Peil bij droogte (PD)	-0,08 [m t.o.v. NAP]
Maatgevend boezempeil (MBP)	0,08 [m t.o.v. NAP]
Laag polderpeil	-4,10 [m t.o.v. NAP]
Hoog polderpeil	-4,10 [m t.o.v. NAP]
Stijghoogte zonder kortsluiting	-3,00 [m t.o.v. NAP]
Stijghoogte met kortsluiting	-1,50 [m t.o.v. NAP] (zie STPI stap 0 voor onderbouwing)
Peilbuismeting kruin	-0,60 [m t.o.v. NAP]
Freatisch peil kruin	-0,10 [m t.o.v. NAP]
Teensloot	Ja [Ja / Nee]
Diepte teensloot	-4,60 [m t.o.v. NAP]



**Dwarsprofiel**

Nr	X	Y	Locatie	Code	Omschrijving
1	0	-2,53		A	Bodem damwand (indien aanwezig)
2	11	-1,98	A	B	Buitenteenlijn
3	11,5	-0,51		C	Buitenkruinlijn
4	14,5	-0,38	B	D	Binnenkruinlijn
5	17,5	0,69	C	E	Binnenteenlijn
6	18	0,55		F1	Begin teensloot
7	23,5	0,61		F2	Einde teensloot
8	24,5	0,61	D		
9	27	-0,11			Let op, bodem teensloot bepalen!
10	30	-1,96			
11	31,00	-2,31			
12	32,50	-2,49	E		
13	36,5	-2,64			
14	38	-3,15			
15	39,45	-4,60	F1		
16	40,92	-4,60	F2		
17	42,5	-3,02			
18	43,5	-2,8			
19	58,5	-2,95			
20					
21					
22					
23					
24					
25					
26					
27					

**Bodemopbouw**

Kruin Laag	Hoogte bovenkant laag		Teen Laag	Hoogte bovenkant laag	
	laag	Dikte		laag	Dikte
	[m t.o.v. NAP]	[m]		[m t.o.v. NAP]	[m]
Klei, deels zandig deels humeus	0,69	2,69	Veen	-4,60	0,40
Veen	-2,00	2,00	Klei, zwak zandig	-5,00	3,20
Klei, zwak zandig	-4,00	4,00	Zandige klei met enkele zandinsluitingen	-8,20	5,90
Zandige klei met enkele zandinsluitingen	-8,00	5,00	Zand met kleilagen	-14,10	0,90
Zand met kleilagen	-13,00	1,00	Zand	-15,00	
Zand	-14,00				

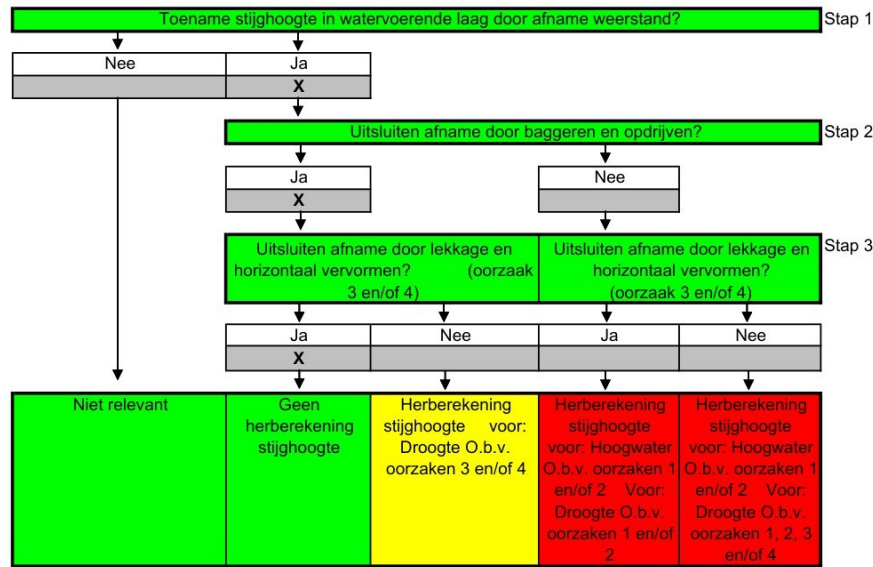
Randvoorwaarden	Gewicht nat [kN/m3]	Gewicht droog [kN/m3]	c	phi
Veen	10,1	2,0	3,8	19,1
Klei, deels zandig deels humeus	14,2	14,2	0,8	28,8
Klei, zwak zandig	14,4	14,4	2,3	28,1
Zandige klei met enkele zandinsluitingen	15,2	15,2	1,3	19,8
Zand met kleilagen	16,0	16,0	1,3	19,8
Zand	20,0	18,0	0,0	29,0
Basisveen	12,0	12,0	2,1	13,1
Pleistoceen zand	20,0	18,0	0,0	31,3

**Bepaling neerwaartse druk**

Situatie hoogwater	Dikte [m]	Gewicht [kN/m <sup>3</sup> ]	Gewicht [kN]	Situatie droogte	Dikte [m]	Gewicht [kN/m <sup>3</sup> ]	Gewicht [kN]
Water	0,5	10,0	5,0	Water	0,5	10,0	5,0
Veen	0,4	10,1	4,0	Veen	0,4	10,1	4,0
Klei, zwak zandig	3,2	14,4	46,0	Klei, zwak zandig	3,2	14,4	46,0
Zandige klei met enkele zandinsluitingen	5,9	15,2	90,0	Zandige klei met enkele zandinsluitingen	5,9	15,2	90,0
Zand met kleilagen				Zand met kleilagen			
Zand				Zand			
			145,0				145,0

Piping / Heave (STPI)

Stap 0 Vermindering hydraulische weerstand vanuit de boezembodem



Stap	Oordeel
Stap 0	V
Stap 1	N.v.t.
Stap 2.1	N.v.t.
Stap 2.2	N.v.t.
Stap 3.1	N.v.t.
Stap 3.2	N.v.t.
Stap 4.1	N.v.t.
Stap 4.2	N.v.t.
Stap 5.1	N.v.t.
Stap 5.2	N.v.t.
Eindoordeel	Volgende

Vermindering van hydraulische weerstand (optreden van hydraulische kortsluiting) dient meegenomen te worden in:

Situatie	Ja / nee
Situatie hoogwater	Nee
Situatie droogte	Nee

Indien herberekening van stijghoogte benodigd is dient hiervoor de sheet: Potentiaalstijging onder kader

Herberekende stijghoogte	[m t.o.v. NAP]
--------------------------	----------------

Stap 1 Controle aanwezigheid deklaag

Deklaag aanwezig in het achterland:	Ja
-------------------------------------	----

Stap 2.1 / 2.2 Controle opbarstveiligheid

Opbarstveiligheid situatie hoogwater

Situatie	Onderzijde deklaag [m t.o.v. NAP]	Stijghoogte [m t.o.v. NAP]	Opwaartse druk [kN]	Neerwaarse druk [kN]	Opbarstveiligheid [-]	Oordeel
Opbarstveiligheid zonder kortsluiting	-15,00	-3,00	147	145,0	0,99	O

Stap 4.1 / 4.2 Controle opbarstveiligheid

Opbarstveiligheid situatie droogte

Situatie	Onderzijde deklaag [m t.o.v. NAP]	Stijghoogte [m t.o.v. NAP]	Opwaartse druk [kN]	Neerwaarse druk [kN]	Opbarstveiligheid [-]	Oordeel
Opbarstveiligheid zonder kortsluiting	-15,00	-3,00	147	145,0	0,99	O

**Macrostabieliteit Binnenwaarts (STBI)**

**Stap 1 Beoordeling aan de hand van geometrie**

Is er een verval? (Ja/Nee)  Ja eenvoudige toetsing, stap 2.1

Tussenoordeel Stap 1 Onvoldoende

**Stap 2.1 Situatie hoogwater: eenvoudige toetsing**

Veenkade? (Ja/Nee)  Ja methode van bisschop, stap 2.2

Situatie	Kortsluiting	Toetsing
Hoogwater	Zonder kortsluiting	methode van bisschop, stap 2.2
Hoogwater	Met kortsluiting	methode van bisschop, stap 2.2
Droogte	Zonder kortsluiting	methode van bisschop, stap 2.2
Droogte	Met kortsluiting	methode van bisschop, stap 2.2

Tussenoordeel Stap 2.1 Onvoldoende

**Stap 2.2 Situatie hoogwater gedetailleerde toetsing**

situatie	kortsluiting	stabiliteitsfactor		drukstaafmethode		horizontaal afschuiven		Tussenoordeel
		Met verkeer: 13 kN/m2	zonder verkeer	Met verkeer: 13 kN/m2	zonder verkeer	Met verkeer: 13 kN/m2	zonder verkeer	
Hoogwater	nee	0,61	0,65	Bishop onvoldoende n.v.t.	Bishop onvoldoende n.v.t.	N.v.t.	N.v.t.	Onvoldoende
	ja	N.v.t.	N.v.t.	N.v.t.	N.v.t.	N.v.t.	N.v.t.	
Droogte	nee	Bishop onvoldoende n.v.t.	Bishop onvoldoende n.v.t.	Bishop onvoldoende n.v.t.	Bishop onvoldoende n.v.t.	Bishop onvoldoende n.v.t.	Bishop onvoldoende n.v.t.	Onvoldoende
	ja	N.v.t.	N.v.t.	N.v.t.	N.v.t.	N.v.t.	N.v.t.	
Vereiste veiligheid bij IPO: V		1,05		1,05		1,26		
Tussenoordeel Stap 2.2		Onvoldoende	Onvoldoende	N.v.t.	N.v.t.	N.v.t.	N.v.t.	Onvoldoende
Tussenoordeel STBI		Onvoldoende						

**Stap 2.2 Situatie hoogwater restbreedte analyse**

Stap 1 Controleer toepasbaarheid restbreedte methode voor boezemkader

Hoogwater  
Benodigd  
Uitvoeren

Voorwaarde	Waarde
Opdrijven van de deklaag (opbarstveiligheid > 1,2)	0,00
Objecten in de waterkering	Ja
Overslagdebiel q < 0,1 l/m/s	0
Stabiliteitsfactor F = 1,0	Stabiliteit te laag
Uitvoeren	Niet uitvoerbaar

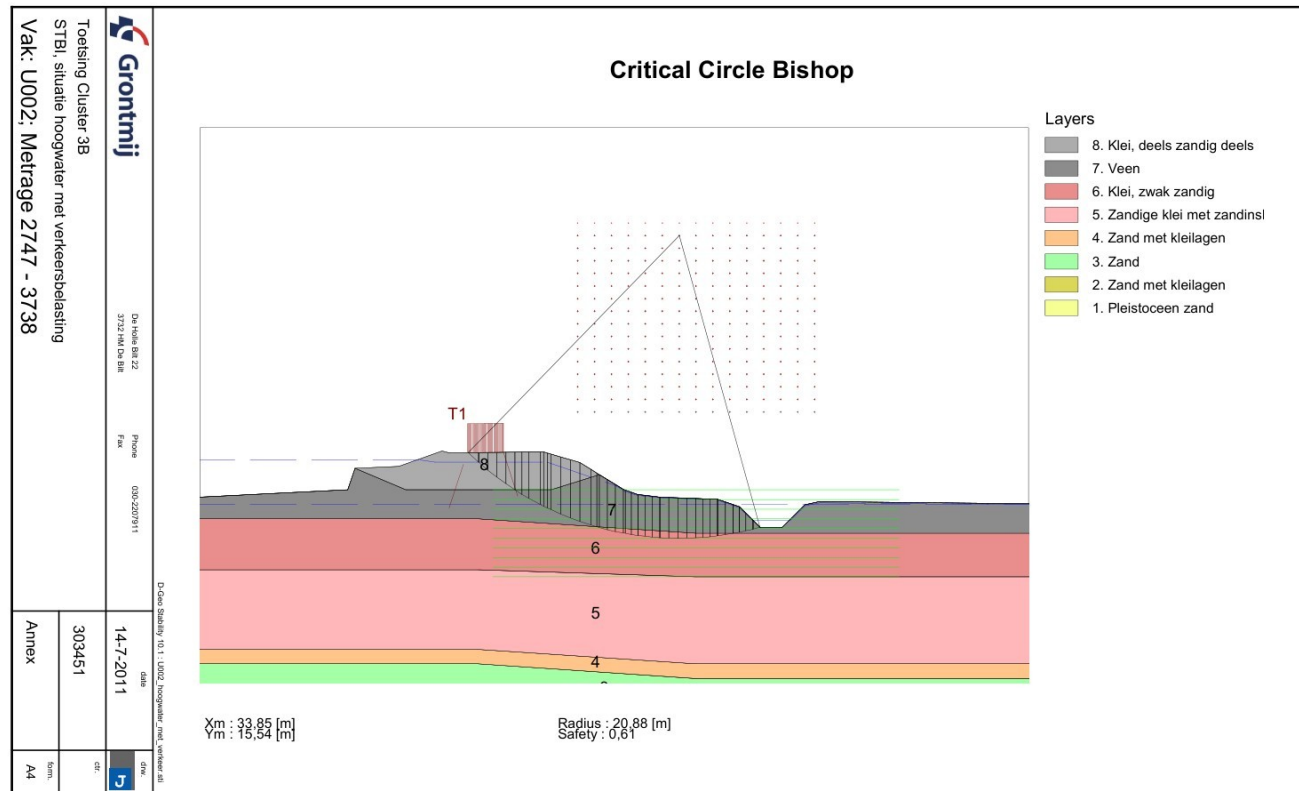
Tussenoordeel restbreedte analyse N.v.t.

Eindoordeel STBI  Onvoldoende

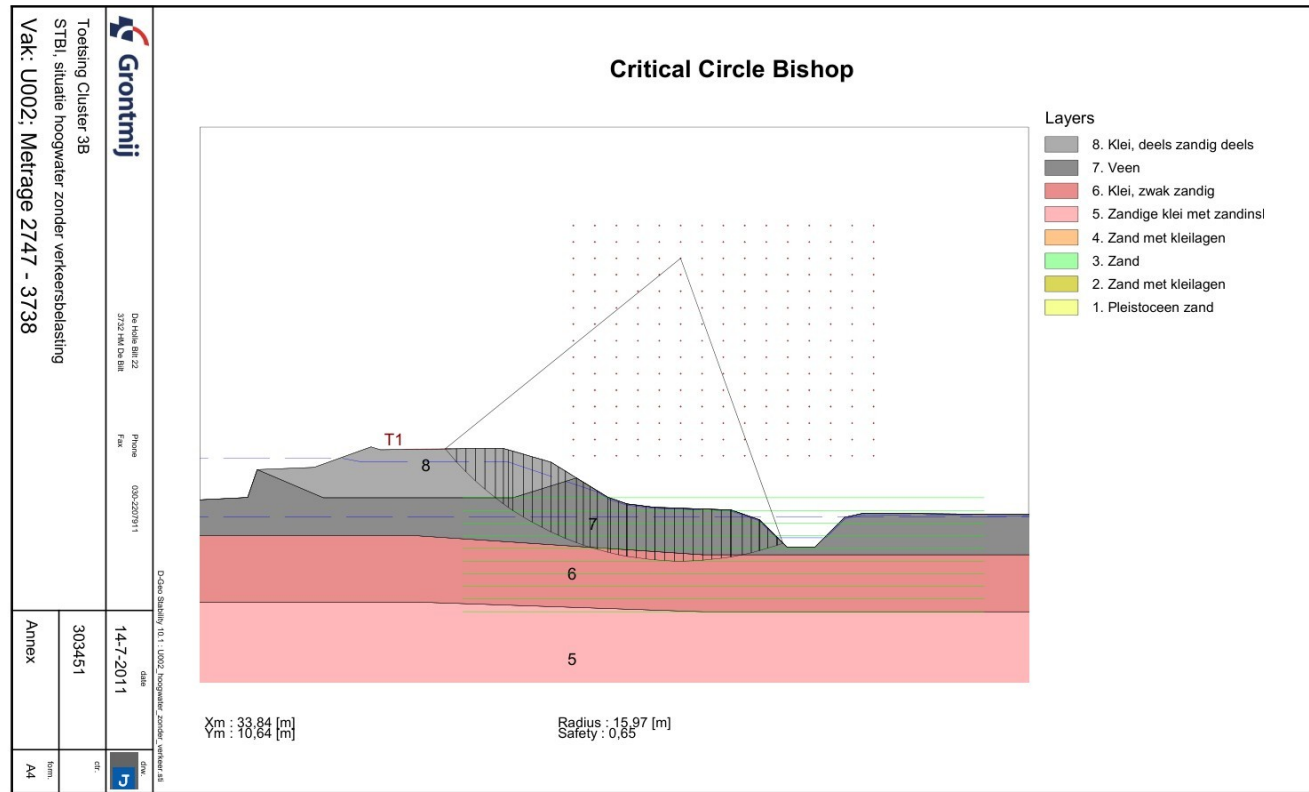
Droogte  
Benodigd  
Uitvoeren

Voorwaarde	Waarde
Opdrijven van de deklaag (opbarstveiligheid > 1,2)	
Objecten in de waterkering	
Overslagdebiel q < 0,1 l/m/s	
Stabiliteitsfactor F = 1,0	
Uitvoeren	N.v.t.

Resultaat STBI situatie hoogwater met verkeersbelasting



Resultaat **STBI Situatie hoogwater zonder verkeersbelasting**



**Macrostabieliteit buitenwaarts (STBU)**

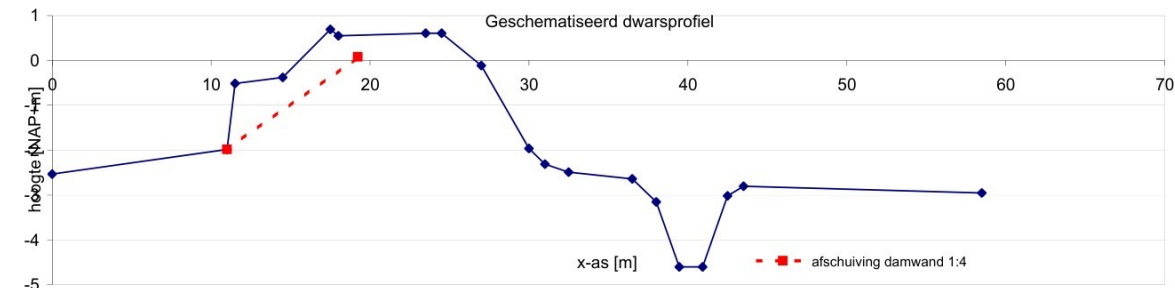
**Stap 1 Eenvoudige toetsing**

Een van deze voorwaarden van toepassing?  Ja  gedetailleerde toetsing, stap 2

1. extreem laagwater door natuurlijke variatie (bij boezemkaden en rivierkeringen);
2. val van het waterpeil door een calamiteit elders;
3. verdieping van waterbodem (baggeren) of voorreever door erosie (stroming of scheepvaart) en schade aan beschoeiing;
4. extreme belastingen, bijvoorbeeld door zwaar verkeer;
5. extreem laagwater door (tijdelijke) verlaging van de waterstand door menselijke activiteiten.

Damwand?  Ja

Damwand ontworpen conform vigerende leidra  Nee  Mail  aan  betreffende verbetering 18 mei 2011



Omschrijving	X coördinaat [m]
Snijpunt toetspeil met binnentalud	25,9
X-coördinaat minimaal benodigde breedte	24,4
Fictief bepaald X-coördinaat bij afschuiving	19,2
Voldoende na restbreedte	Voldoende restbreedte

Tussenoordeel Stap 1  Voldoende

**Stap 2 Gedetailleerde toetsing**

situatie	kortsluiting	stabieliteitsfactor F
hoogwater	nee	
	ja	
	vereist	1,05

Tussenoordeel Stap 2  Onvoldoende

Eindoordeel STBU  Voldoende

**Microstabiliteit (STMI)****Stap 1** **Controle op zand in boezemkade**

Grondlaag	Invloed
Klei, deels zandig deels humeus	N.v.t.
Veen	N.v.t.
Klei, zwak zandig	N.v.t.
Zandige klei met enkele zandinsluitingen	Diepe zandlaag
Zand met kleilagen	Diepe zandlaag
Zand	Diepe zandlaag

Toetsen relevant? Niet relevant

taludhelling? voldoende gedraineerde binnenteen? (Ja/Nee) slecht-doorlatende kern? (Ja/Nee)	
---	--

Tussenoordeel stap 1 N.v.t.

**stap 2** **Gedetailleerde toetsing**

*zandijk met zandige binnentalud boven water; toetsing op uitspoelen*

TR waterkerende grondconstructies 5,4,5

$$\tan \alpha \leq \sqrt{\frac{\rho_g - \rho_w}{\rho_w \gamma_d \gamma_{m,\rho} \gamma_n}}$$

Tussenoordeel N.v.t.

*zandijk met zandige binnentalud boven water; toetsing op afschuiven*

TR waterkerende grondconstructies 5,4,6

$$\tan \varphi \geq \frac{\gamma_n \gamma_d \gamma_{m,\phi} \rho_g g \sin \alpha}{\rho_g g \cos \alpha - \frac{\rho_w g}{\cos \alpha}}$$

Tussenoordeel

Tussenoordeel stap 2 N.v.t.

Eindoordeel STMI Niet relevant

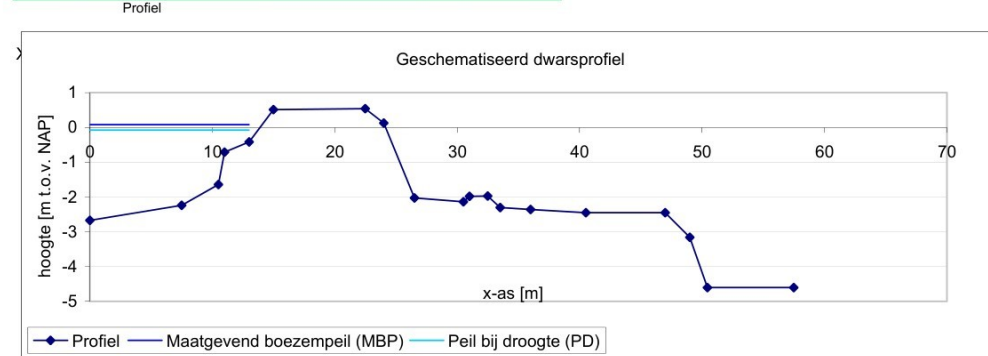
**Stabiliteit voorland (STVL)** Niet relevant

**Stabiliteit bekledingen (STBK)** Niet in deze opdracht

**Algemeen**

Project Toetsing Eilandspolder, Mijzenpolder en Ursem  
 Vak U03  
 Begin traject 3738 [m]  
 Einde traject 4239 [m]

Omschrijving	Waarde
IPO klasse	V
Profiel	U-03-3942
Peil bij droogte (PD)	-0,08 [m t.o.v. NAP]
Maatgevend boezempeil (MBP)	0,08 [m t.o.v. NAP]
Laag polderpeil	-4,10 [m t.o.v. NAP]
Hoog polderpeil	-4,10 [m t.o.v. NAP]
Stijghoogte zonder kortsluiting	-3,00 [m t.o.v. NAP]
Stijghoogte met kortsluiting	-1,50 [m t.o.v. NAP] (zie STPI stap 0 voor onderbouwing)
Peilbuismeting kruin	0,00 [m t.o.v. NAP]
Freatisch peil kruin	0,08 [m t.o.v. NAP]
Teensloot	Ja [Ja / Nee]
Diepte teensloot	-4,65 [m t.o.v. NAP]



**Dwarsprofiel**

Nr	X	Y	Locatie	Code	Omschrijving
1	0	-2,67		A	Bodem damwand (indien aanwezig)
2	7,5	-2,24		B	Buitenteenlijn
3	10,5	-1,64	A	C	Buitenkruinlijn
4	11	-0,71		D	Binnenkruinlijn
5	13	-0,42	B	E	Binnenteenlijn
6	15	0,51	C	F1	Begin teensloot
7	22,5	0,54	D	F2	Einde teensloot
8	24	0,13			
9	26,5	-2,03	E		Let op, bodem teensloot bepalen!
10	30,5	-2,14			
11	31,00	-1,98			
12	32,50	-1,97			
13	33,5	-2,3			
14	36	-2,36			
15	40,5	-2,45			
16	47	-2,45			
17	49	-3,16			
18	50,44	-4,6	F1		
19	57,5	-4,6	F2		
20					
21					
22					
23					
24					
25					
26					
27					

**Bodemopbouw**

Kruin Laag	Hoogte bovenkant		Teen Laag	Hoogte bovenkant	
	laag [m t.o.v. NAP]	Dikte [m]		laag [m t.o.v. NAP]	Dikte [m]
Klei, deels zandig deels humeus	0,51	2,51	Klei, zwak zandig	-4,65	3,55
Veen	-2,00	1,40	Zandige klei met enkele zandinsluitinge	-8,20	5,40
Klei, zwak zandig	-3,40	4,80	Klei, zwak zandig	-13,60	0,90
Zandige klei met enkele zandinslu	-8,20	5,40	Zand	-14,50	
Klei, zwak zandig	-13,60	0,90			
Zand	-14,50				

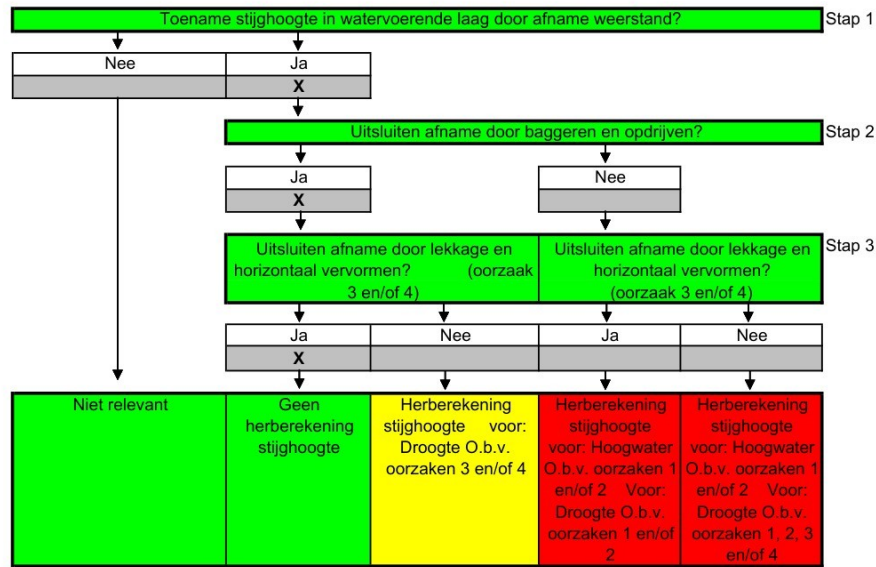
Randvoorwaarden	Gewicht nat [kN/m3]	Gewicht droog [kN/m3]	c	phi
Veen	10,1	2,0	3,8	19,1
Klei, deels zandig deels humeus	14,2	14,2	0,8	28,8
Klei, zwak zandig	14,4	14,4	2,3	28,1
Zandige klei met enkele zandinsluitingen	15,2	15,2	1,3	19,8
Zand met kleilagen	16,0	16,0	1,3	19,8
Zand	20,0	18,0	0,0	29,0
Basisveen	12,0	12,0	2,1	13,1
Pleistoceen zand	20,0	18,0	0,0	31,3

**Bepaling neerwaartse druk**

Situatie hoogwater				Situatie droogte			
Laag	Dikte [m]	Gewicht [kN/m³]	Gewicht [kN]	Laag	Dikte [m]	Gewicht [kN/m³]	Gewicht [kN]
Water	0,6	10,0	5,5	Water	0,6	10,0	5,5
Klei, zwak zandig	3,6	14,4	51,0	Klei, zwak zandig	3,6	14,4	51,1
Zandige klei met enkele zandinslu	5,4	15,2	82,3	Zandige klei met enkele zandinsluiti	5,4	15,2	82,1
Klei, zwak zandig	0,9	14,4	12,9	Klei, zwak zandig	0,9	14,4	13,0
Zand				Zand			
			151,8				151,7

Piping / Heave (STPI)

**Stap 0 Vermindering hydraulische weerstand vanuit de boezembodem**



Stap	Oordeel
Stap 0	V
Stap 1	N.v.t.
Stap 2.1	N.v.t.
Stap 2.2	N.v.t.
Stap 3.1	N.v.t.
Stap 3.2	N.v.t.
Stap 4.1	N.v.t.
Stap 4.2	N.v.t.
Stap 5.1	N.v.t.
Stap 5.2	N.v.t.
Eindoordeel	Voldoende

Vermindering van hydraulische weerstand (optreden van hydraulische kortsluiting) dient meegenomen te worden in:

Situatie	Ja / nee
Situatie hoogwater	Nee
Situatie droogte	Nee

Indien herberekening van stijghoogte benodigd is dient hiervoor de sheet: Potentiaalstijging onder kader

Herberekende stijghoogte	[m t.o.v. NAP]
--------------------------	----------------

**Stap 1 Controle aanwezigheid deklaag**

Deklaag aanwezig in het achterland:	Ja
-------------------------------------	----

**Stap 2.1 / 2.2 Controle opbarstveiligheid**

Opbarstveiligheid situatie hoogwater

Situatie	Onderzijde deklaag [m t.o.v. NAP]	Stijghoogte [m t.o.v. NAP]	Opwaartse druk [kN]	Neerwaartse druk [kN]	Opbarstveiligheid	Oordeel
Opbarstveiligheid zonder kortsluiting	-14,50	-3,00	142	151,8	1,07	O

**Stap 4.1 / 4.2 Controle opbarstveiligheid**

Opbarstveiligheid situatie droogte

Situatie	Onderzijde deklaag [m t.o.v. NAP]	Stijghoogte [m t.o.v. NAP]	Opwaartse druk [kN]	Neerwaartse druk [kN]	Opbarstveiligheid	Oordeel
Opbarstveiligheid zonder kortsluiting	-14,50	-3,00	142	151,7	1,07	O

**Macrostabieliteit Binnenwaarts (STBI)**

**Stap 1 Beoordeling aan de hand van geometrie**

Is er een verval? (Ja/Nee)  Ja eenvoudige toetsing, stap 2.1

Tussenoordeel Stap 1 Onvoldoende

**Stap 2.1 Situatie hoogwater: eenvoudige toetsing**

Veenkade? (Ja/Nee)  Ja methode van bisschop, stap 2.2

Situatie	Kortsluiting	Toetsing
Hoogwater	Zonder kortsluiting	methode van bisschop, stap 2.2
Hoogwater	Met kortsluiting	methode van bisschop, stap 2.2
Droogte	Zonder kortsluiting	methode van bisschop, stap 2.2
Droogte	Met kortsluiting	methode van bisschop, stap 2.2

Tussenoordeel Stap 2.1 Onvoldoende

**Stap 2.2 Situatie hoogwater gedetailleerde toetsing**

situatie	kortsluiting	stabiliteitsfactor		drukstaafmethode		horizontaal afschuiven		
		Bischoff	zonder verkeer	Met verkeer: 13 kN/m2	zonder verkeer	Met verkeer: 13 kN/m2	zonder verkeer	
Hoogwater	nee	0.62	0.75	0.97	1.02	N.v.t.	N.v.t.	
	ja	N.v.t.	N.v.t.	N.v.t.	N.v.t.	N.v.t.	N.v.t.	
Droogte	nee	1.34	1.34	2.25	2.52	1.9	1.9	
	ja	N.v.t.	N.v.t.	N.v.t.	N.v.t.	N.v.t.	N.v.t.	
<b>Vereiste veiligheid bij IPO: V</b>		<b>1,05</b>		<b>1,05</b>		<b>1,26</b>		
Tussenoordeel Stap 2.2		Onvoldoende	Onvoldoende	N.v.t.	N.v.t.	N.v.t.	N.v.t.	Onvoldoende
Tussenoordeel STBI		<b>Onvoldoende</b>						

**Stap 2.2 Situatie hoogwater restbreedte analyse**

Stap 1 Controleer toepasbaarheid restbreedte methode voor boezemkader

Hoogwater Uitvoeren

Benodigd

Voorwaarde	Waarde
Opdrijven van de deklaag (opbarstveiligheid > 1,2)	0,00
Objecten in de waterkering	Ja
Overslagdebied q < 0,1 l/m/s	0
Stabiliteitsfactor F = 1,0	Stabiliteit te laag
Uitvoeren	Niet uitvoerbaar

Droogte N.v.t.

Benodigd

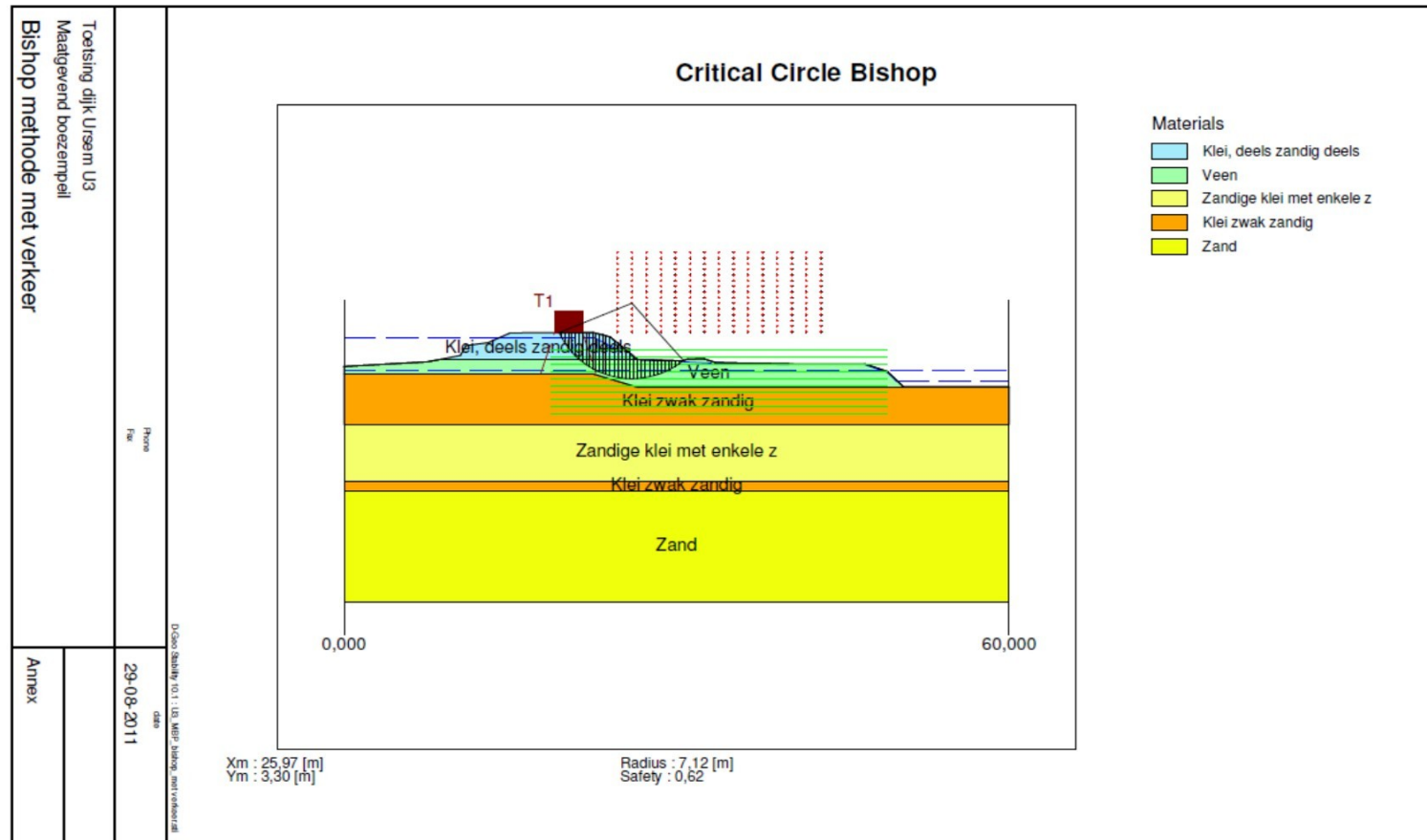
Voorwaarde	Waarde
Opdrijven van de deklaag (opbarstveiligheid > 1,2)	
Objecten in de waterkering	
Overslagdebied q < 0,1 l/m/s	
Stabiliteitsfactor F = 1,0	
Uitvoeren	N.v.t.

Tussenoordeel restbreedte analyse N.v.t.

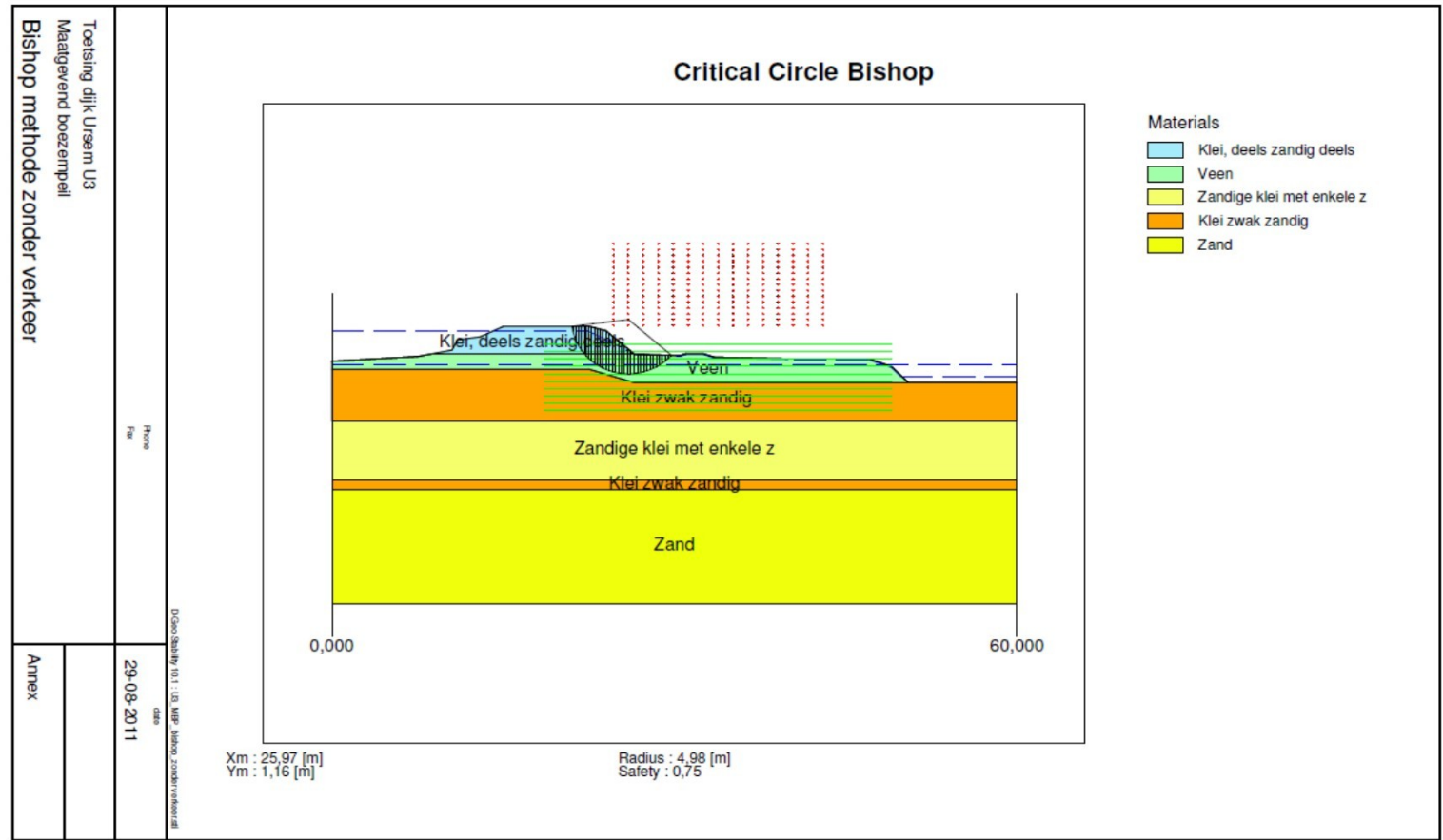
Eindoordeel STBI **Onvoldoende**

"reststerkte bij overhoogte" methode wijzigt het eindoordeel niet, omdat de drukstaafmethode ook onvoldoende is.

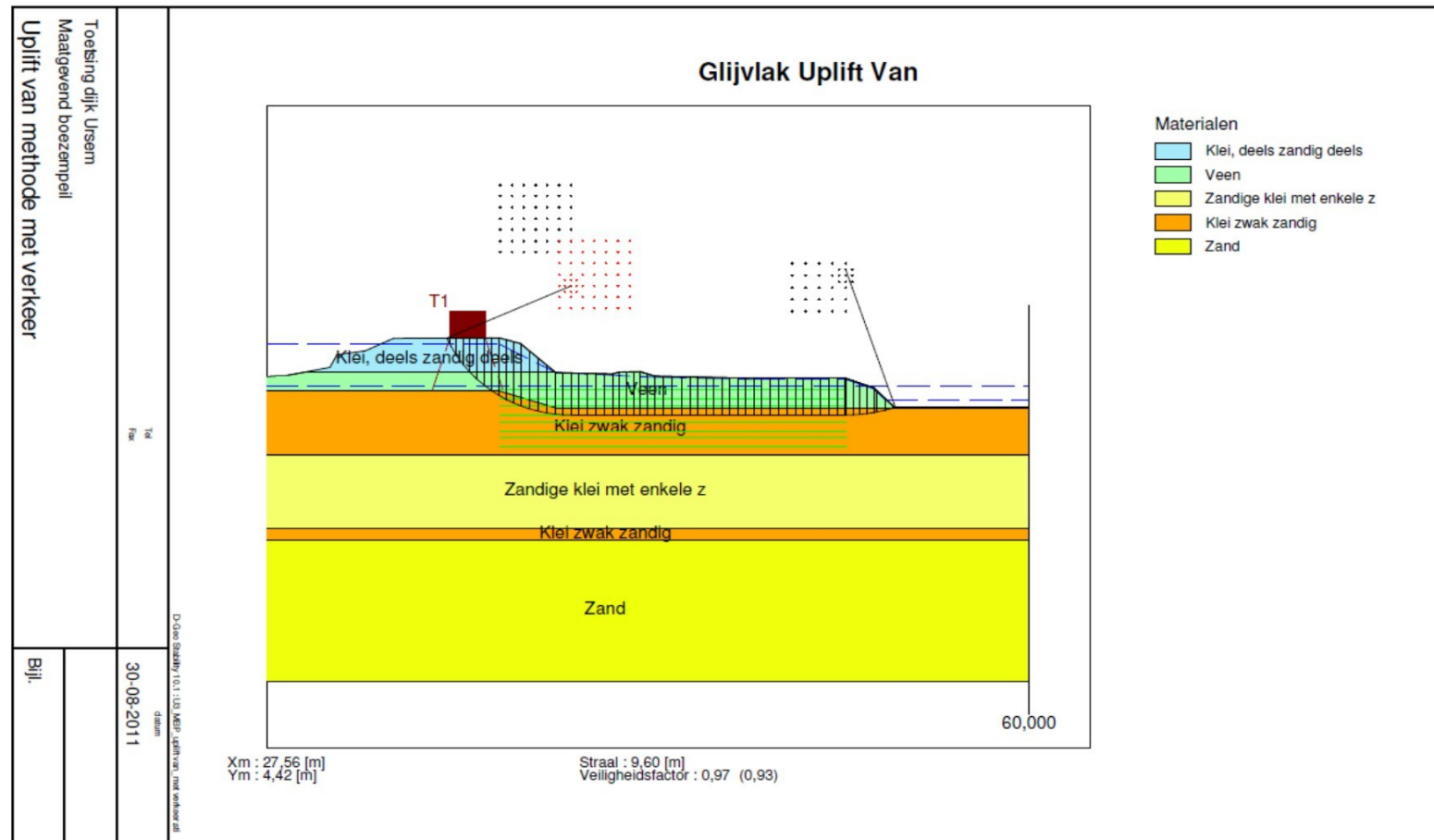
Resultaat STBI situatie hoogwater met verkeersbelasting



Resultaat

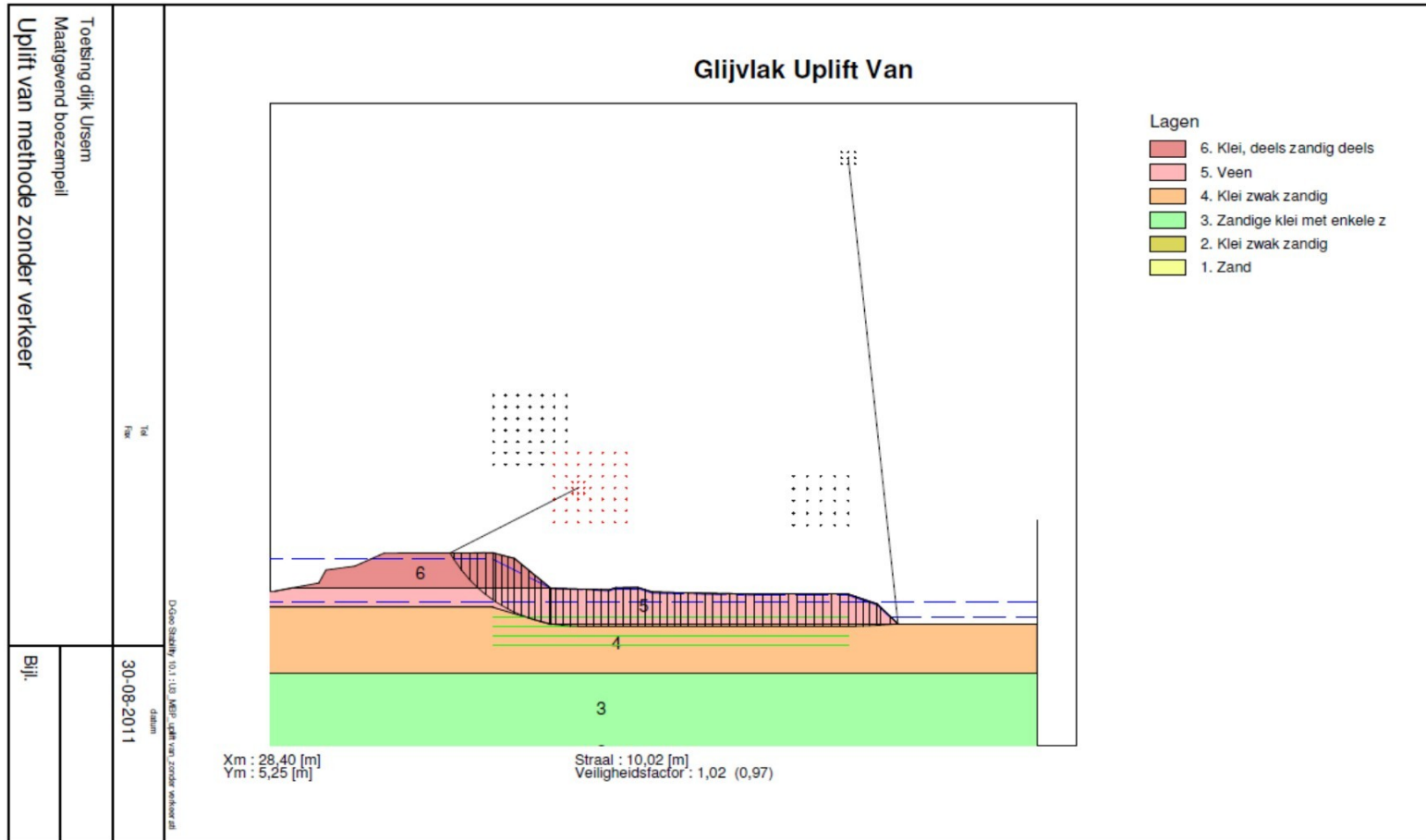


Resultaat STBI situatie hoogwater met verkeer (drukstaaf)

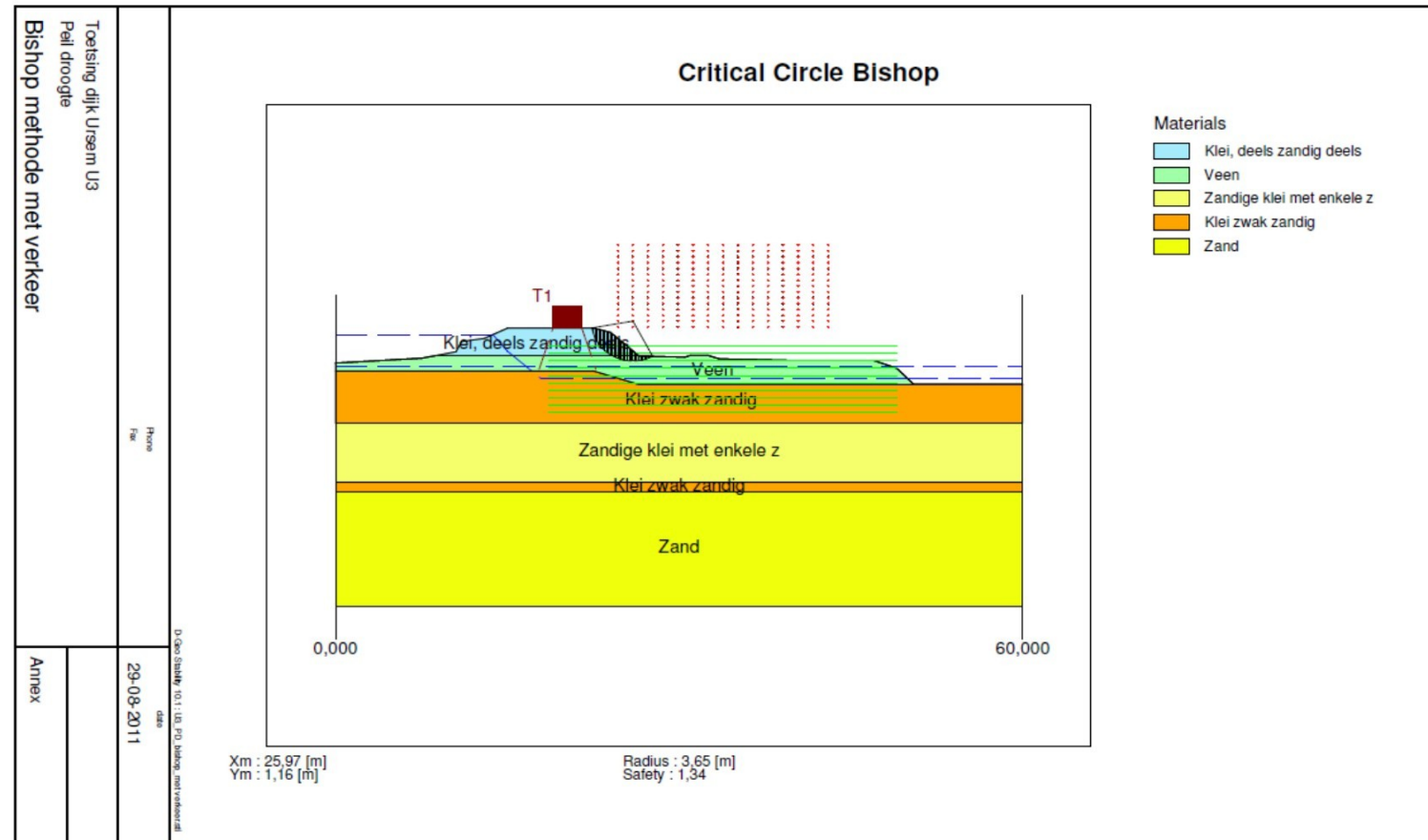


Resultaat

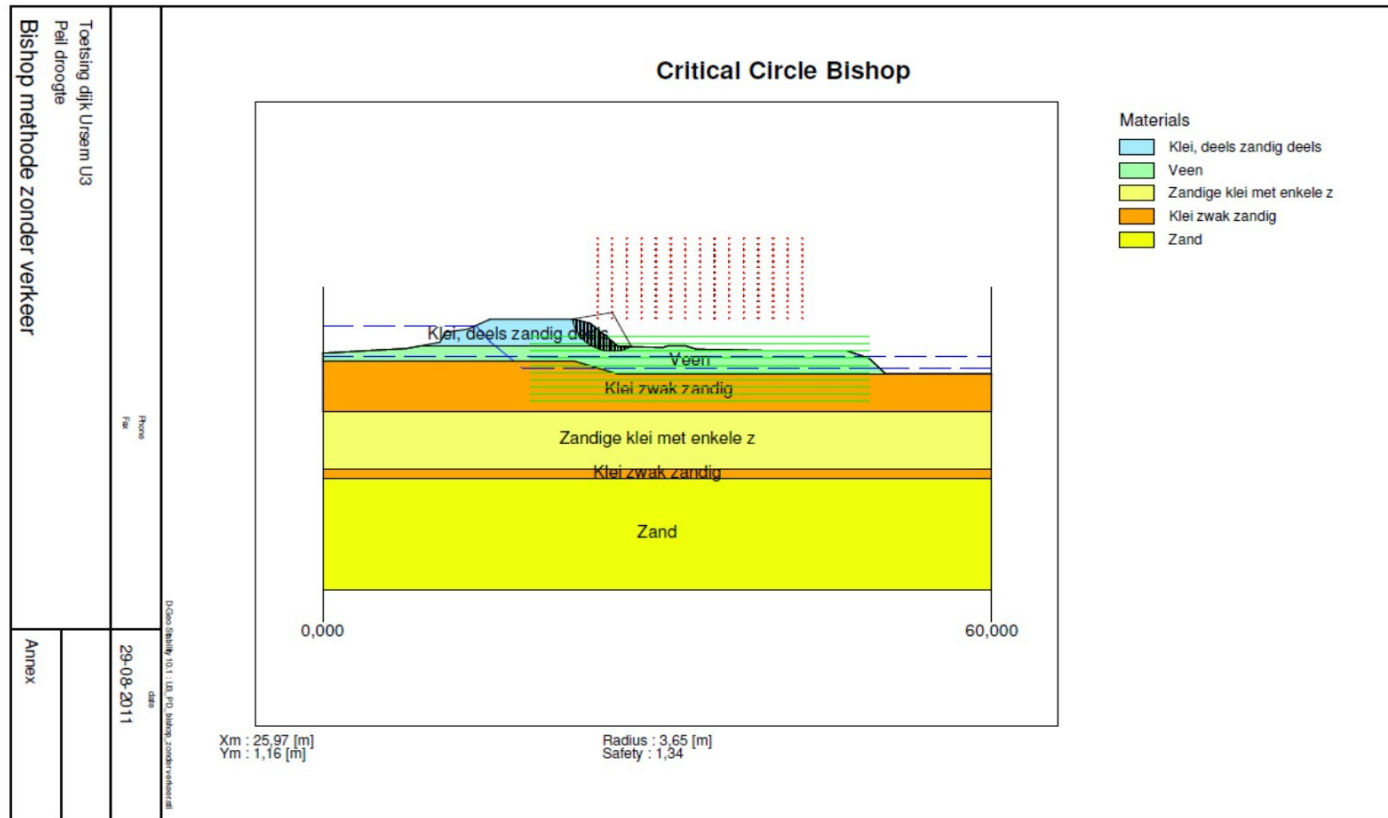
--	--	--	--



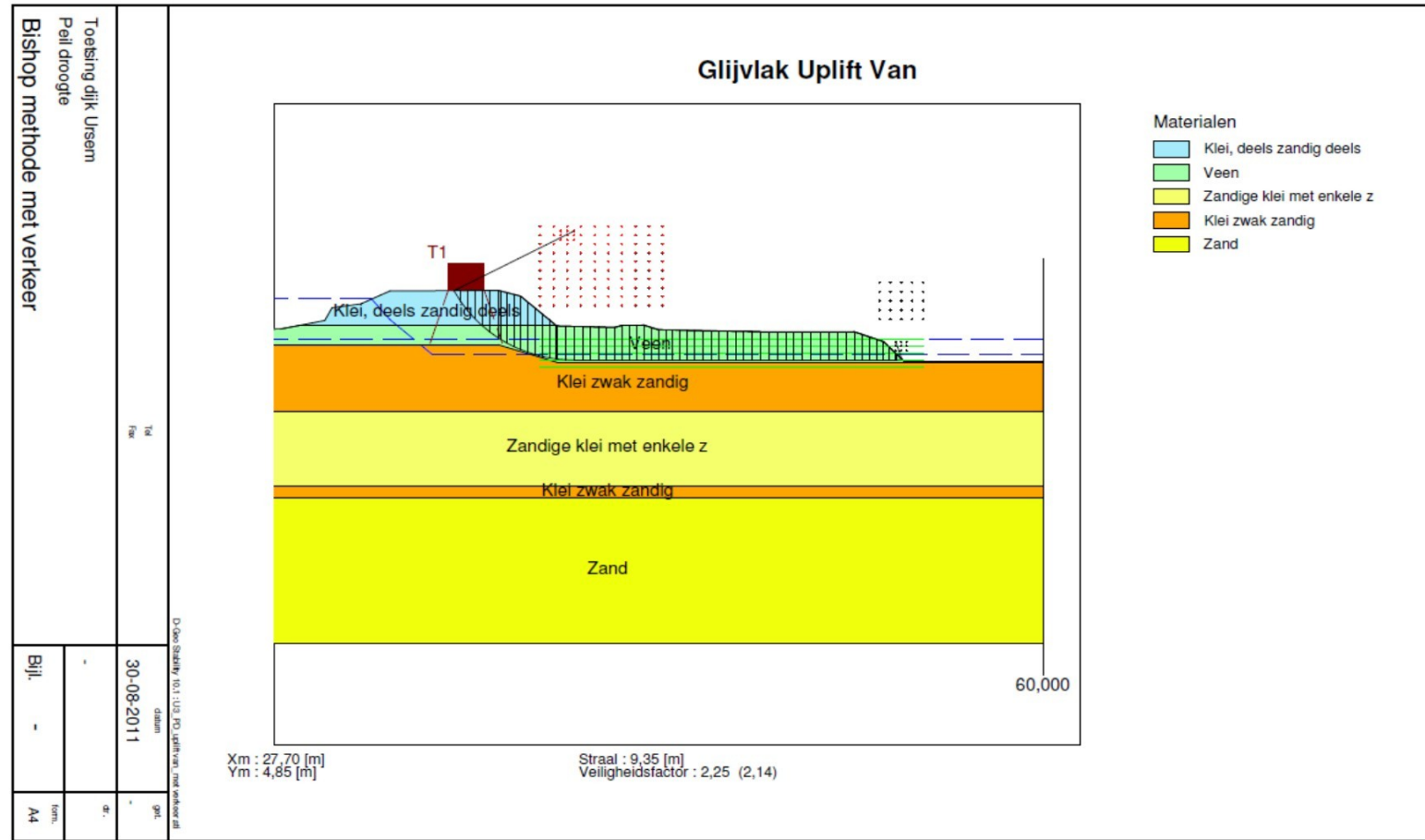
Resultaat STBI situatie droogte met verkeersbelasting



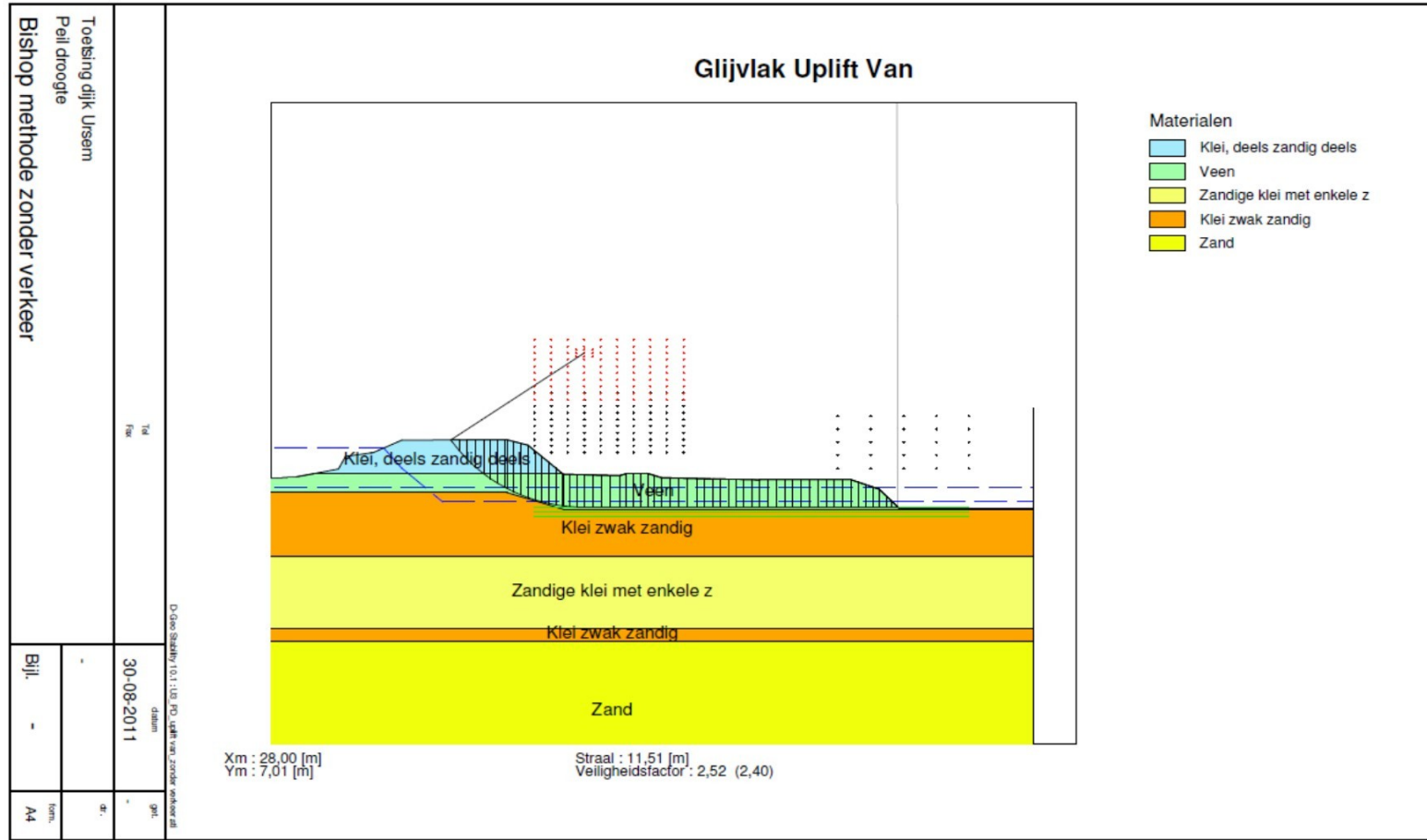
Resultaat STBI situatie droogte zonder verkeersbelasting



Resultaat STBI situatie droogte met verkeersbelasting (drukstaaf)



Resultaat STBI situatie droogte zonder verkeersbelasting (drukstaaf)



**Macrostabieliteit buitenwaarts (STBU)**

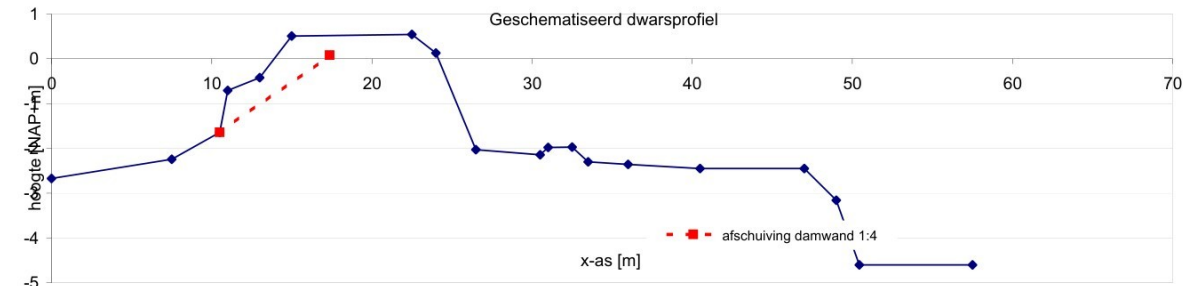
**Stap 1 Eenvoudige toetsing**

Een van deze voorwaarden van toepassing?  Ja  gedetailleerde toetsing, stap 2

1. extreem laagwater door natuurlijke variatie (bij boezemkaden en rivierkeringen);
2. val van het waterpeil door een calamiteit elders;
3. verdieping van waterbodem (baggeren) of voorreever door erosie (stroming of scheepvaart) en schade aan beschoeiing;
4. extreme belastingen, bijvoorbeeld door zwaar verkeer;
5. extreem laagwater door (tijdelijke) verlaging van de waterstand door menselijke activiteiten.

Damwand?  Ja

Damwand ontworpen conform vigerende leidra  Nee  Mail  aan  betreffende verbetering 18 mei 2011



Omschrijving	X coördinaat [m]
Snijpunt toetspeil met binnentalud	23,2
X-coördinaat minimaal benodigde breedte	21,7
Fictief bepaald X-coördinaat bij afschuiving	17,4
Voldoende na restbreedte	Voldoende restbreedte

Tussenoordeel Stap 1  Voldoende

**Stap 2 Gedetailleerde toetsing**

situatie	kortsluiting	stabieliteitsfactor F
hoogwater	nee	
	ja	
	vereist	1,05

Tussenoordeel Stap 2  Onvoldoende

Eindoordeel STBU  Voldoende

**Microstabiliteit (STMI)****Stap 1** **Controle op zand in boezemkade**

Grondlaag	Invloed
Klei, deels zandig deels humeus	N.v.t.
Veen	N.v.t.
Klei, zwak zandig	N.v.t.
Zandige klei met enkele zandinsluitingen	Diepe zandlaag
Klei, zwak zandig	Diepe zandlaag
Zand	Diepe zandlaag

Toetsen relevant? Niet relevant

taludhelling? voldoende gedraineerde binnenteen? (Ja/Nee) slecht-doorlatende kern? (Ja/Nee)	
---	--

Tussenoordeel stap 1 N.v.t.

**stap 2** **Gedetailleerde toetsing**

*zandijk met zandige binnentalud boven water; toetsing op uitspoelen*

TR waterkerende grondconstructies 5,4,5

$$\tan \alpha \leq \sqrt{\frac{\rho_g - \rho_w}{\rho_w \gamma_d \gamma_{m,\rho} \gamma_n}}$$

Tussenoordeel N.v.t.

*zandijk met zandige binnentalud boven water; toetsing op afschuiven*

TR waterkerende grondconstructies 5,4,6

$$\tan \varphi \geq \frac{\gamma_n \gamma_d \gamma_{m,\phi} \rho_g g \sin \alpha}{\rho_g g \cos \alpha - \frac{\rho_w g}{\cos \alpha}}$$

Tussenoordeel

Tussenoordeel stap 2 N.v.t.

Eindoordeel STMI Niet relevant

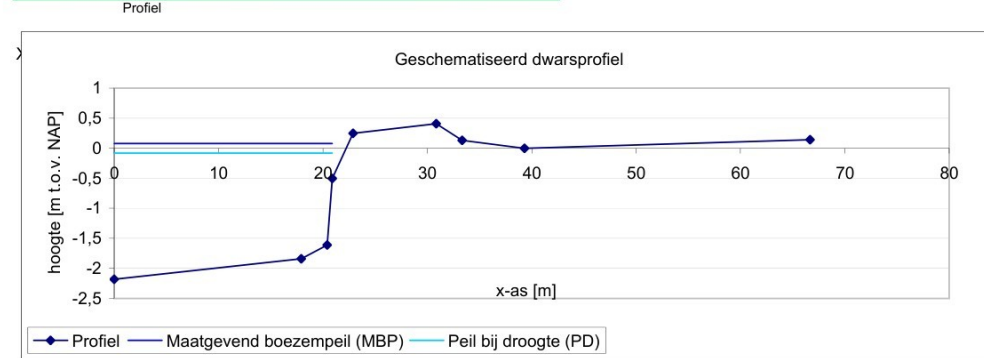
**Stabiliteit voorland (STVL)** Niet relevant

**Stabiliteit bekledingen (STBK)** Niet in deze opdracht

**Algemeen**

Project Toetsing Eilandspolder, Mijzenpolder en Ursem  
 Vak U04  
 Begin traject 4239 [m]  
 Einde traject 4768 [m]

Omschrijving	Waarde	
IPO klasse	V	
Profiel	U-04-4356	
Peil bij droogte (PD)	-0,08	[m t.o.v. NAP]
Maatgevend boezempeil (MBP)	0,08	[m t.o.v. NAP]
Laag polderpeil	-3,00	[m t.o.v. NAP]
Hoog polderpeil	-3,00	[m t.o.v. NAP]
Stijghoogte zonder kortsluiting	-3,00	[m t.o.v. NAP]
Stijghoogte met kortsluiting	-1,50	[m t.o.v. NAP] (zie STPI stap 0 voor onderbouwing)
Peilbuismeting kruin	0,00	[m t.o.v. NAP]
Freatisch peil kruin	0,08	[m t.o.v. NAP]
Teensloot	Nee	[Ja / Nee]
Hoogte maaiveld achterland	0,00	[m t.o.v. NAP]



Nr	X	Y	Locatie	Code	Omschrijving
1	0	-2,18		A	Bodem damwand (indien aanwezig)
2	17,911	-1,84		B	Buitenteenlijn
3	20,398	-1,61	A	C	Buitenkruinlijn
4	20,896	-0,5	B	D	Binnenkruinlijn
5	22,886	0,25	C	E	Binnenteenlijn
6	30,846	0,41	D	F1	Begin teensloot
7	33,334	0,13		F2	Einde teensloot
8	39,304	0	E		
9	66,667	0,14			Let op, bodem teensloot bepalen!
10					
11					
12					
13					
14					
15					
16					
17					
18					
19					
20					
21					
22					
23					
24					
25					
26					
27					

**Bodemopbouw** voor teen - en kruin is U5 gebruikt (op basis van dikte veenlaag & b.k. zandige klei)

Kruin Laag	Hoogte bovenkant		Teen Laag	Hoogte bovenkant	
	laag [m t.o.v. NAP]	Dikte [m]		laag [m t.o.v. NAP]	Dikte [m]
Klei, deels zandig deels humeus	0,25	1,95	Klei, deels zandig deels humeus	0,00	1,70
Veen	-1,70	2,00	Veen	-1,70	2,00
Klei, zwak zandig	-3,70	2,90	Klei, zwak zandig	-3,70	2,90
Zandige klei met enkele zandinslu	-6,60	7,40	Zandige klei met enkele zandinsluiting	-6,60	7,40
Zand met kleilagen	-14,00	2,00	Zand met kleilagen	-14,00	2,00
Zand	-16,00		Zand	-16,00	

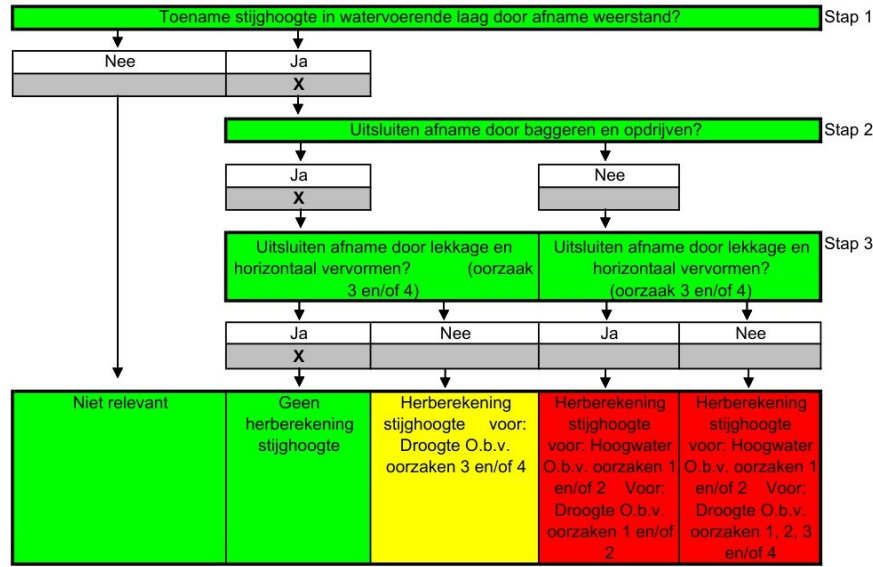
Randvoorwaarden	Gewicht nat [kN/m3]	Gewicht droog [kN/m3]	c	phi
Veen	10,1	2,0	3,8	19,1
Klei, deels zandig deels humeus	14,2	14,2	0,8	28,8
Klei, zwak zandig	14,4	14,4	2,3	28,1
Zandige klei met enkele zandinsluitingen	15,2	15,2	1,3	19,8
Zand met kleilagen	16,0	16,0	1,3	19,8
Zand	20,0	18,0	0,0	29,0
Basisveen	12,0	12,0	2,1	13,1
Pleistoceen zand	20,0	18,0	0,0	31,3

**Bepaling neerwaartse druk**

Situatie hoogwater Laag	Dikte [m]	Gewicht [kN/m <sup>3</sup> ]	Gewicht [kN]	Situatie droogte Laag	Dikte [m]	Gewicht [kN/m <sup>3</sup> ]	Gewicht [kN]
Klei, deels zandig deels humeus	1,7	14,2	24,2	Klei, deels zandig deels humeus	1,7	14,2	24,1
Veen	2,0	10,1	20,2	Veen	2,0	10,1	20,2
Klei, zwak zandig	2,9	14,4	41,7	Klei, zwak zandig	2,9	14,4	41,8
Zandige klei met enkele zandinslu	7,4	15,2	112,8	Zandige klei met enkele zandinsluiti	7,4	15,2	112,5
Zand met kleilagen				Zand met kleilagen			
Zand			199,0				198,6

Piping / Heave (STPI)

Stap 0 Vermindering hydraulische weerstand vanuit de boezembodem



Stap	Oordeel
Stap 0	V
Stap 1	N.v.t.
Stap 2.1	N.v.t.
Stap 2.2	N.v.t.
Stap 3.1	N.v.t.
Stap 3.2	N.v.t.
Stap 4.1	N.v.t.
Stap 4.2	N.v.t.
Stap 5.1	N.v.t.
Stap 5.2	N.v.t.
Eindoordeel	Volgende

Vermindering van hydraulische weerstand (optreden van hydraulische kortsluiting) dient meegenomen te worden in:

Situatie	Ja / nee
Situatie hoogwater	Nee
Situatie droogte	Nee

Indien herberekening van stijghoogte benodigd is dient hiervoor de sheet: Potentiaalstijging onder kader

Herberekende stijghoogte	[m t.o.v. NAP]
--------------------------	----------------

Stap 1 Controle aanwezigheid deklaag

Deklaag aanwezig in het achterland:	Ja
-------------------------------------	----

Stap 2.1 / 2.2 Controle opbarstveiligheid

Opbarstveiligheid situatie hoogwater

Situatie	Onderzijde deklaag [m t.o.v. NAP]	Stijghoogte [m t.o.v. NAP]	Opwaartse druk [kN]	Neerwaartse druk [kN]	Opbarstveiligheid	Oordeel
Opbarstveiligheid zonder kortsluiting	-16,00	-3,00	157	199,0	1,27	V

Stap 4.1 / 4.2 Controle opbarstveiligheid

Opbarstveiligheid situatie droogte

Situatie	Onderzijde deklaag [m t.o.v. NAP]	Stijghoogte [m t.o.v. NAP]	Opwaartse druk [kN]	Neerwaartse druk [kN]	Opbarstveiligheid	Oordeel
Opbarstveiligheid zonder kortsluiting	-16,00	-3,00	157	198,6	1,26	V

**Macrostabieliteit Binnenwaarts (STBI)**

**Stap 1 Beoordeling aan de hand van geometrie**

Is er een verval? (Ja/Nee)  Ja  Nee toetsoordeel: goed Wel verval maar geen laag achterland, TP en achterland zijn gelijk.

Tussenoordeel Stap 1 Goed

**Stap 2.1 Situatie hoogwater: eenvoudige toetsing**

Veenkade? (Ja/Nee)  Ja  Nee eenvoudige toetsing

Situatie	Kortsluiting	Toetsing
Hoogwater	Zonder kortsluiting	methode van bisschop, stap 2.2
Hoogwater	Met kortsluiting	methode van bisschop, stap 2.2
Droogte	Zonder kortsluiting	methode van bisschop, stap 2.2
Droogte	Met kortsluiting	methode van bisschop, stap 2.2

Tussenoordeel Stap 2.1 Voldoende

**Stap 2.2 Situatie hoogwater gedetailleerde toetsing**

situatie	kortsluiting	stabiliteitsfactor Bischop		drukstaafmethode		horizontaal afschuiven		
		Met verkeer: 13 kN/m2	zonder verkeer	Met verkeer: 13 kN/m2	zonder verkeer	Met verkeer: 13 kN/m2	zonder verkeer	
Hoogwater	nee					N.v.t.	N.v.t.	
Droogte	ja	N.v.t.	N.v.t.	N.v.t.	N.v.t.	N.v.t.	N.v.t.	
	nee							
	ja	N.v.t.	N.v.t.	N.v.t.	N.v.t.	N.v.t.	N.v.t.	
Vereiste veiligheid bij IPO: V		1,05		1,05		1,26		
Tussenoordeel Stap 2.2			Toetsing uitvoeren		Toetsing uitvoeren	Toetsing uitvoeren	Toetsing uitvoeren	Onvoldoende
Tussenoordeel STBI	Voldoende							

**Stap 2.2 Situatie hoogwater restbreedte analyse**

Stap 1 Controleer toepasbaarheid restbreedte methode voor boezemkader

Hoogwater N.v.t.

Benodigd

Voorwaarde	Waarde
Opdrijven van de deklaag (opbarstveiligheid > 1,2)	
Objecten in de waterkering	Ja
Overslagdebied $q < 0,1$ l/m/s	
Stabiliteitsfactor $F = 1,0$	
Uitvoeren	N.v.t.

Tussenoordeel restbreedte analyse N.v.t.

Eindoordeel STBI Voldoende

Droogte N.v.t.

Benodigd

Voorwaarde	Waarde
Opdrijven van de deklaag (opbarstveiligheid > 1,2)	
Objecten in de waterkering	
Overslagdebied $q < 0,1$ l/m/s	
Stabiliteitsfactor $F = 1,0$	
Uitvoeren	N.v.t.

**Macrostabieliteit buitenwaarts (STBU)**

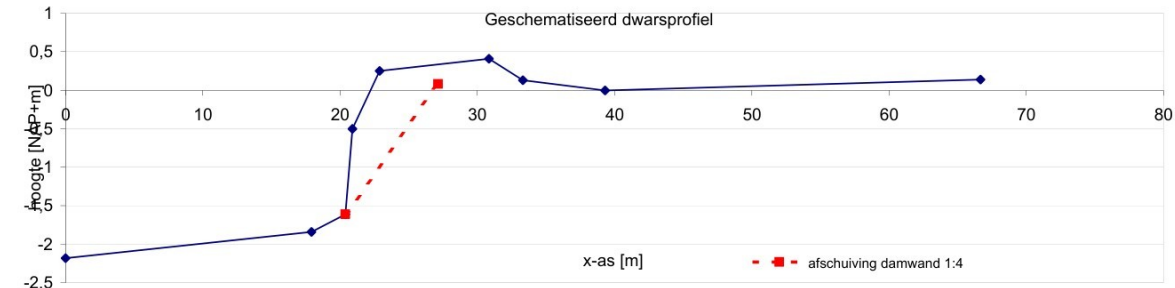
**Stap 1 Eenvoudige toetsing**

Een van deze voorwaarden van toepassing?  Ja  gedetailleerde toetsing, stap 2

1. extreem laagwater door natuurlijke variatie (bij boezemkaden en rivierkeringen);
2. val van het waterpeil door een calamiteit elders;
3. verdieping van waterbodem (baggeren) of voorreever door erosie (stroming of scheepvaart) en schade aan beschoeiing;
4. extreme belastingen, bijvoorbeeld door zwaar verkeer;
5. extreem laagwater door (tijdelijke) verlaging van de waterstand door menselijke activiteiten.

Damwand?  Ja

Damwand ontworpen conform vigerende leidra  Nee  Mail  aan  betreffende verbetering 18 mei 2011



Omschrijving	X coördinaat [m]
Snijpunt toetspeil met binnentalud	37,7
X-coördinaat minimaal benodigde breedte	36,2
Fictief bepaald X-coördinaat bij afschuiving	27,2
Voldoende na restbreedte	Voldoende restbreedte

Tussenoordeel Stap 1  Voldoende

**Stap 2 Gedetailleerde toetsing**

situatie	kortsluiting	stabieliteitsfactor F
hoogwater	nee	
	ja	
	vereist	1,05

Tussenoordeel Stap 2  Onvoldoende

Eindoordeel STBU  Voldoende

**Microstabiliteit (STMI)****Stap 1** **Controle op zand in boezemkade**

Grondlaag	Invloed
Klei, deels zandig deels humeus	N.v.t.
Veen	N.v.t.
Klei, zwak zandig	Diepe zandlaag
Zandige klei met enkele zandinsluitingen	Diepe zandlaag
Zand met kleilagen	Diepe zandlaag
Zand	Diepe zandlaag

Toetsen relevant? Niet relevant

<p>taludhelling?</p> <p>voldoende gedraineerde binnenteen? (Ja/Nee)</p> <p>slecht-doorlatende kern? (Ja/Nee)</p>	
--	--

Tussenoordeel stap 1 N.v.t.

**stap 2** **Gedetailleerde toetsing**

*zandijk met zandige binnentalud boven water; toetsing op uitspoelen*

TR waterkerende grondconstructies 5,4,5

$$\tan \alpha \leq \sqrt{\frac{\rho_g - \rho_w}{\rho_w \gamma_d \gamma_{m,\rho} \gamma_n}}$$

Tussenoordeel N.v.t.

*zandijk met zandige binnentalud boven water; toetsing op afschuiven*

TR waterkerende grondconstructies 5,4,6

$$\tan \varphi \geq \frac{\gamma_n \gamma_d \gamma_{m,\rho} \rho_g g \sin \alpha}{\rho_g g \cos \alpha - \frac{\rho_w g}{\cos \alpha}}$$

Tussenoordeel

Tussenoordeel stap 2 N.v.t.

Eindoordeel STMI Niet relevant

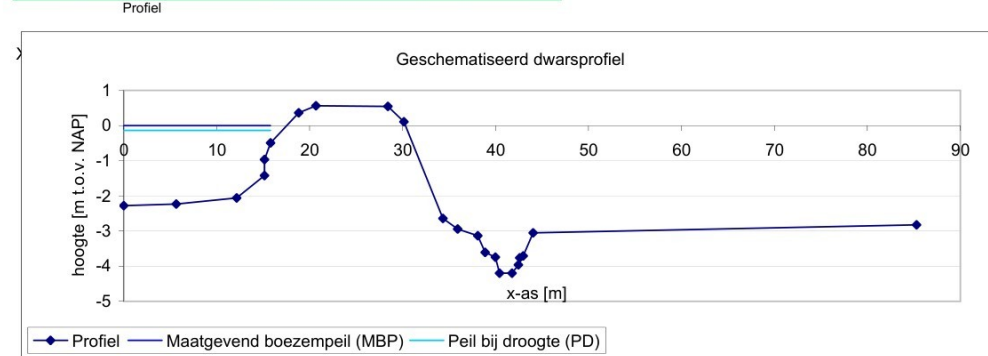
**Stabiliteit voorland (STVL)** Niet relevant

**Stabiliteit bekledingen (STBK)** Niet in deze opdracht

**Algemeen**

Project Toetsing Eilandspolder, Mijzenpolder en Ursem  
 Vak U05  
 Begin traject 4768 [m]  
 Einde traject 5672 [m]

Omschrijving	Waarde
IPO klasse	V
Profiel	Profiel 15
Peil bij droogte (PD)	-0,14 [m t.o.v. NAP]
Maatgevend boezempeil (MBP)	0,00 [m t.o.v. NAP]
Laag polderpeil	-3,80 [m t.o.v. NAP]
Hoog polderpeil	-3,80 [m t.o.v. NAP]
Stijghoogte zonder kortsluiting	-3,00 [m t.o.v. NAP]
Stijghoogte met kortsluiting	-1,50 [m t.o.v. NAP] (zie STPI stap 0 voor onderbouwing)
Peilbuismeting kruin	-0,75 [m t.o.v. NAP]
Freatisch peil kruin	-0,25 [m t.o.v. NAP]
Teensloot	Ja [Ja / Nee]
Diepte teensloot	-4,20 [m t.o.v. NAP]



**Dwarsprofiel**

Nr	X	Y	Locatie	Code	Omschrijving
1	0	-2,28		A	Bodem damwand (indien aanwezig)
2	5,629	-2,235		B	Buitenteenlijn
3	12,14	-2,062		C	Buitenkruinlijn
4	15,124	-1,424		D	Binnenkruinlijn
5	15,147	-0,964		E	Binnenteenlijn
6	15,791	-0,492	B	F1	Begin teensloot
7	18,806	0,359		F2	Einde teensloot
8	20,681	0,565	C		
9	28,407	0,544	D		Let op, bodem teensloot bepalen!
10	30,128	0,109			
11	34,35	-2,64			
12	35,93	-2,94	E		
13	38,088	-3,136			
14	38,887	-3,606			
15	39,985	-3,75			
16	40,425	-4,20	F1		
17	41,773	-4,2	F2		
18	42,464	-3,964			
19	42,587	-3,763			
20	42,969	-3,708			
21	44,03	-3,053			
22	85,279	-2,825			
23					
24					
25					
26					
27					

**Bodemopbouw**

Kruin Laag	Hoogte bovenkant		Teen Laag	Hoogte bovenkant	
	laag [m t.o.v. NAP]	Dikte [m]		laag [m t.o.v. NAP]	Dikte [m]
Klei, deels zandig deels humeus	0,57	2,57	Klei, zwak zandig	-4,20	2,30
Veen	-2,00	2,00	Zandige klei met enkele zandinsluitingen	-6,50	4,50
Klei, zwak zandig	-4,00	3,50	Zand	-11,00	
Zandige klei met enkele zandinsluitingen	-7,50	4,50			
Zand	-12,00	3,00			
Klei, zwak zandig	-15,00	2,00			
Zand met kleilagen	-17,00	1,00			
Pleistoceen zand	-18,00				

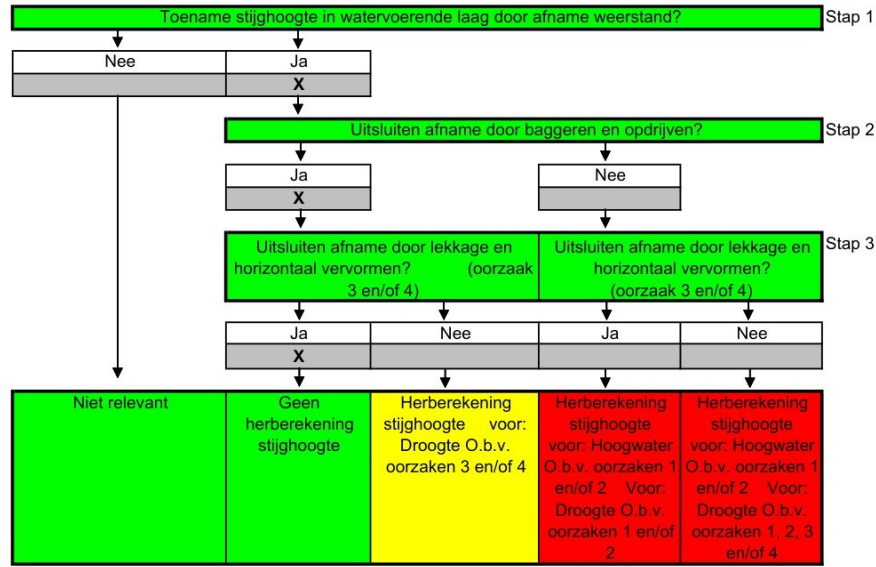
Randvoorwaarden	Gewicht nat [kN/m <sup>3</sup> ]	Gewicht droog [kN/m <sup>3</sup> ]	c	phi
Veen	10,1	2,0	3,8	19,1
Klei, deels zandig deels humeus	14,2	14,2	0,8	28,8
Klei, zwak zandig	14,4	14,4	2,3	28,1
Zandige klei met enkele zandinsluitingen	15,2	15,2	1,3	19,8
Zand met kleilagen	16,0	16,0	1,3	19,8
Zand	20,0	18,0	0,0	29,0
Basisveen	12,0	12,0	2,1	13,1
Pleistoceen zand	20,0	18,0	0,0	31,3

**Bepaling neerwaartse druk**

Situatie hoogwater				Situatie droogte			
Laag	Dikte [m]	Gewicht [kN/m <sup>3</sup> ]	Gewicht [kN]	Laag	Dikte [m]	Gewicht [kN/m <sup>3</sup> ]	Gewicht [kN]
Water	0,4	10,0	4,0	Water	0,4	10,0	4,0
Klei, zwak zandig	2,3	14,4	33,1	Klei, zwak zandig	2,3	14,4	33,1
Zandige klei met enkele zandinslu	4,5	15,2	68,6	Zandige klei met enkele zandinsluiti	4,5	15,2	68,6
Zand							
			105,7				105,7

Piping / Heave (STPI)

Stap 0 Vermindering hydraulische weerstand vanuit de boezembodem



Stap	Oordeel
Stap 0	V
Stap 1	N.v.t.
Stap 2.1	N.v.t.
Stap 2.2	N.v.t.
Stap 3.1	N.v.t.
Stap 3.2	N.v.t.
Stap 4.1	N.v.t.
Stap 4.2	N.v.t.
Stap 5.1	N.v.t.
Stap 5.2	N.v.t.
Eindoordeel	Voldoende

Vermindering van hydraulische weerstand (optreden van hydraulische kortsluiting) dient meegenomen te worden in:

Situatie	Ja / nee
Situatie hoogwater	Nee
Situatie droogte	Nee

Indien herberekening van stijghoogte benodigd is dient hiervoor de sheet: Potentiaalstijging onder kader

Herberekende stijghoogte	[m t.o.v. NAP]
--------------------------	----------------

Stap 1 Controle aanwezigheid deklaag

Deklaag aanwezig in het achterland:	Ja
-------------------------------------	----

Stap 2.1 / 2.2 Controle opbarstveiligheid

Opbarstveiligheid situatie hoogwater

Situatie	Onderzijde deklaag [m t.o.v. NAP]	Stijghoogte [m t.o.v. NAP]	Opwaartse druk [kN]	Neerwaarse druk [kN]	Opbarstveiligheid [-]	Oordeel
Opbarstveiligheid zonder kortsluiting	-11,00	-3,00	107	105,7	0,99	O

Stap 4.1 / 4.2 Controle opbarstveiligheid

Opbarstveiligheid situatie droogte

Situatie	Onderzijde deklaag [m t.o.v. NAP]	Stijghoogte [m t.o.v. NAP]	Opwaartse druk [kN]	Neerwaarse druk [kN]	Opbarstveiligheid [-]	Oordeel
Opbarstveiligheid zonder kortsluiting	-11,00	#VERW!	#VERW!	#VERW!	#VERW!	#VERW!

**Macrostabieliteit Binnenwaarts (STBI)****Stap 1 Beoordeling aan de hand van geometrie**Is er een verval? (Ja/Nee)  Ja eenvoudige toetsing, stap 2.1

Tussenoordeel Stap 1 Onvoldoende

**Stap 2.1 Situatie hoogwater: eenvoudige toetsing**Veenkade? (Ja/Nee)  Ja methode van bisschop, stap 2.2

Situatie	Kortsluiting	Toetsing
Hoogwater	Zonder kortsluiting	methode van bisschop, stap 2.2
Hoogwater	Met kortsluiting	methode van bisschop, stap 2.2
Droogte	Zonder kortsluiting	methode van bisschop, stap 2.2
Droogte	Met kortsluiting	methode van bisschop, stap 2.2

Tussenoordeel Stap 2.1 Onvoldoende

**Stap 2.2 Situatie hoogwater gedetailleerde toetsing**

situatie	kortsluiting	stabiliteitsfactor		drukstaafmethode		horizontaal afschuiven		
		Bischop	zonder verkeer	Met verkeer: 13 kN/m <sup>2</sup>	zonder verkeer	Met verkeer: 13 kN/m <sup>2</sup>	zonder verkeer	
Hoogwater	nee	0,64	0,67	N.v.t.	N.v.t.	N.v.t.	N.v.t.	
	ja	N.v.t.	N.v.t.	N.v.t.	N.v.t.	N.v.t.	N.v.t.	
Droogte	nee	N.v.t.	N.v.t.	N.v.t.	N.v.t.	N.v.t.	N.v.t.	
	ja	N.v.t.	N.v.t.	N.v.t.	N.v.t.	N.v.t.	N.v.t.	
<b>Vereiste veiligheid bij IPO: V</b>		<b>1,05</b>		<b>1,05</b>		<b>1,26</b>		
Tussenoordeel Stap 2.2		Onvoldoende	Onvoldoende	N.v.t.	N.v.t.	N.v.t.	N.v.t.	Onvoldoende
Tussenoordeel STBI		<b>Onvoldoende</b>						

**Stap 2.2 Situatie hoogwater restbreedte analyse**

Stap 1 Controleer toepasbaarheid restbreedte methode voor boezemkader

Hoogwater Uitvoeren

Benodigd

Voorwaarde	Waarde
Opdrijven van de deklaag (opbarstveiligheid > 1,2)	0,00
Objecten in de waterkering	Ja
Overslagdebied $q < 0,1$ l/m/s	Voldoende
Stabiliteitsfactor $F = 1,0$	Stabiliteit te laag
Uitvoeren	Niet uitvoerbaar

Tussenoordeel restbreedte analyse N.v.t.

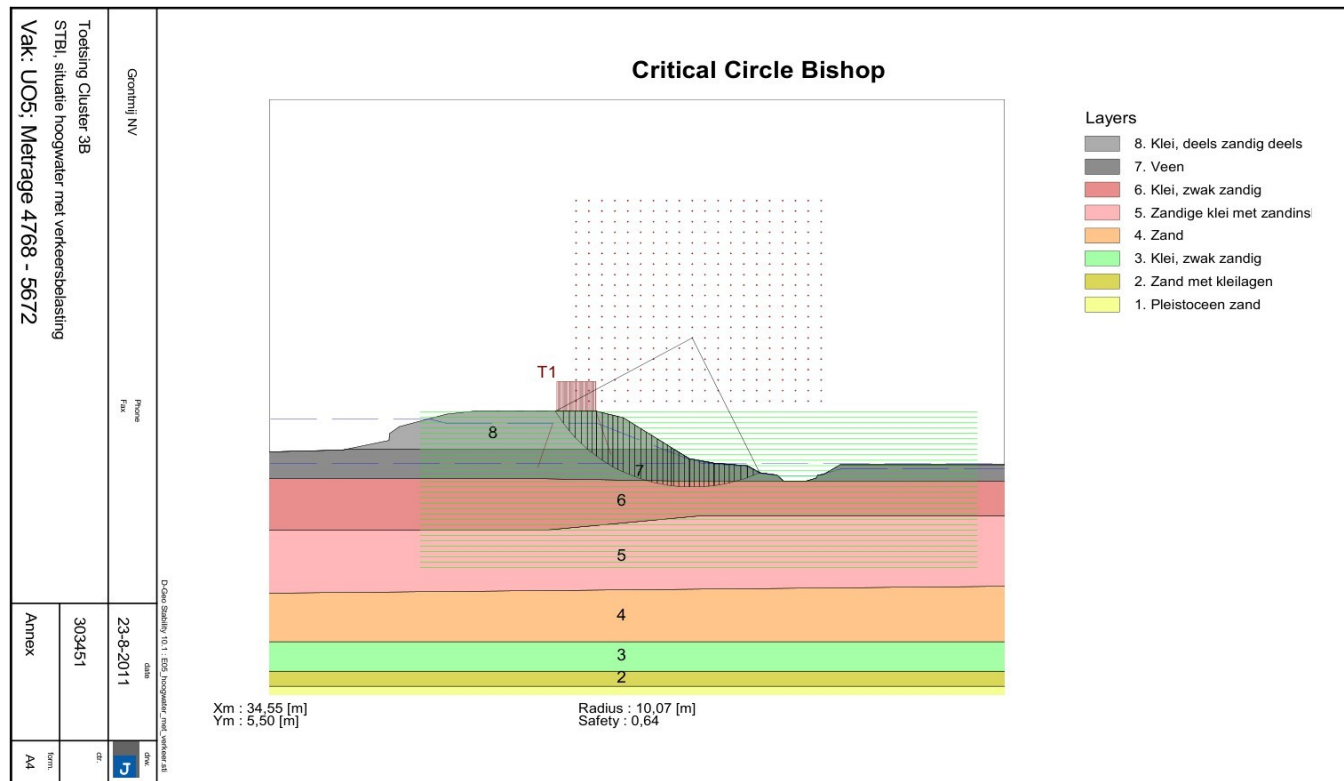
Eindoordeel STBI **Onvoldoende**

Droogte N.v.t.

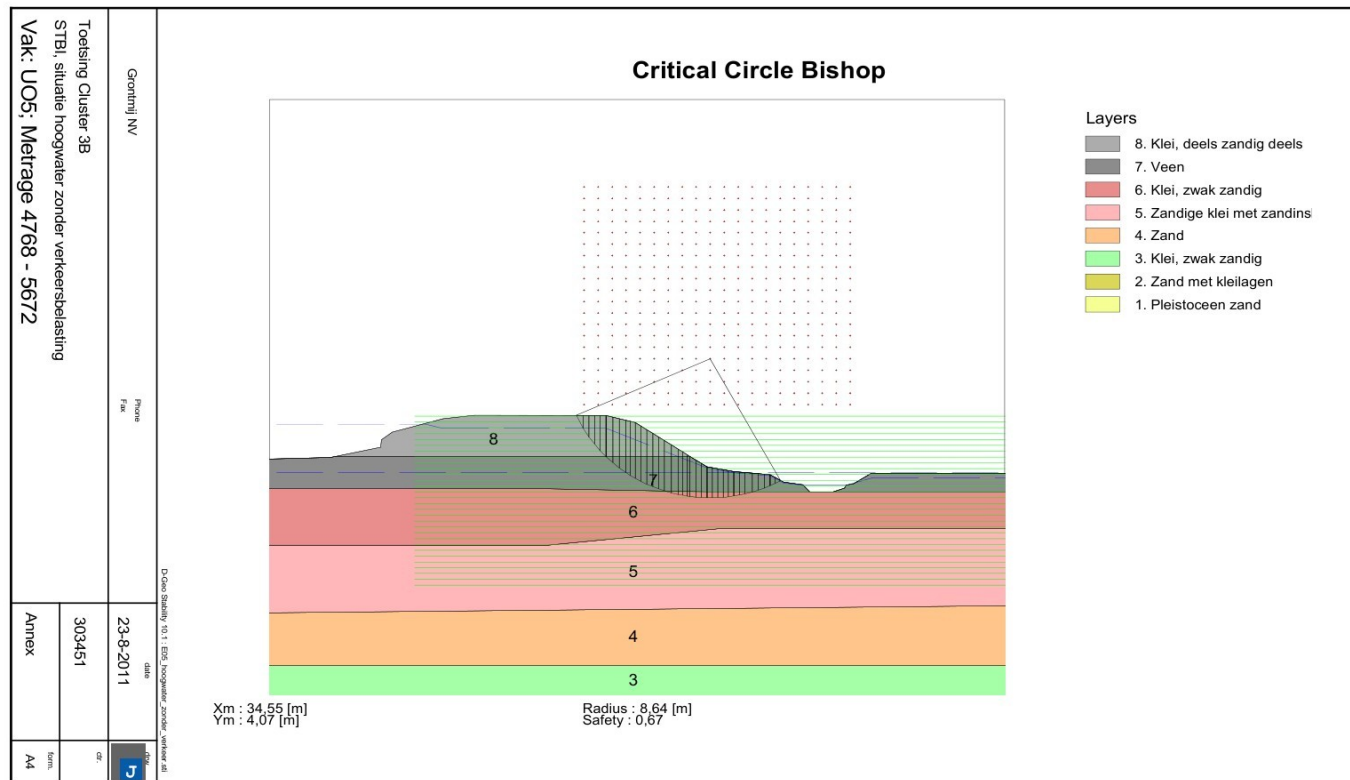
Benodigd

Voorwaarde	Waarde
Opdrijven van de deklaag (opbarstveiligheid > 1,2)	
Objecten in de waterkering	
Overslagdebied $q < 0,1$ l/m/s	
Stabiliteitsfactor $F = 1,0$	
Uitvoeren	N.v.t.

Resultaat STBI situatie hoogwater met verkeersbelasting



Resultaat STBI Situatie hoogwater zonder verkeersbelasting



Macrostabieliteit buitenwaarts (STBU)

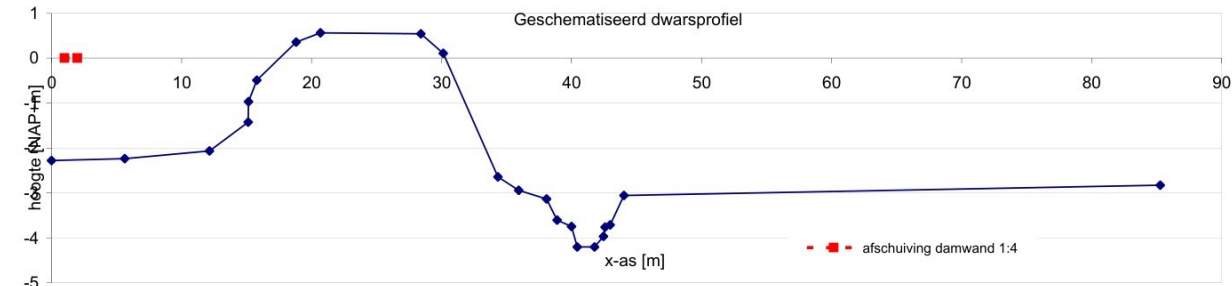
Stap 1 Eenvoudige toetsing

Een van deze voorwaarden van toepassing?  Ja  gedetailleerde toetsing, stap 2

1. extreem laagwater door natuurlijke variatie (bij boezemkaden en rivierkeringen);
2. val van het waterpeil door een calamiteit elders;
3. verdieping van waterbodembodem (baggeren) of vooroever door erosie (stroming of scheepvaart) en schade aan beschoeiing;
4. extreme belastingen, bijvoorbeeld door zwaar verkeer;
5. extreem laagwater door (tijdelijke) verlaging van de waterstand door menselijke activiteiten.

Damwand?  Nee

Damwand ontworpen conform vigerende leidraad  Nee  Mail  aan  betreffende verbetering 18 mei 2011



Omschrijving	X coördinaat [m]
Snijpunt toetspeil met binnentalud	N.v.t.
X-coördinaat minimaal benodigde breedte	N.v.t.
Fictief bepaald X-coördinaat bij afschuiving	N.v.t.
Voldoende na restbreedte	N.v.t.

Tussenoordeel Stap 1 N.v.t.

Stap 2 Gedetailleerde toetsing

Situatie	stabieliteitsfactor F
Met verkeer	1,14
Zonder verkeer	1,36

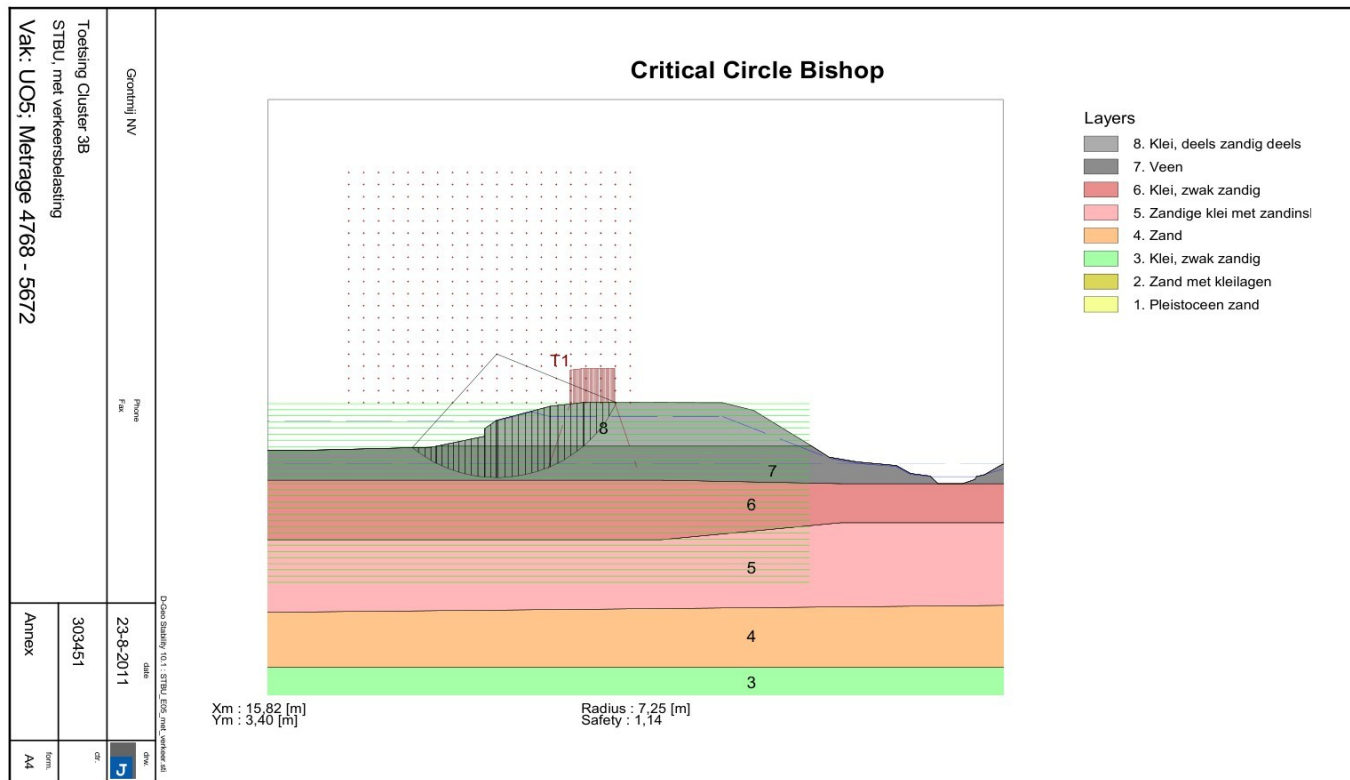
vereist 1,05

Tussenoordeel Stap 2 Voldoende

Eindoordeel STBU  Voldoende

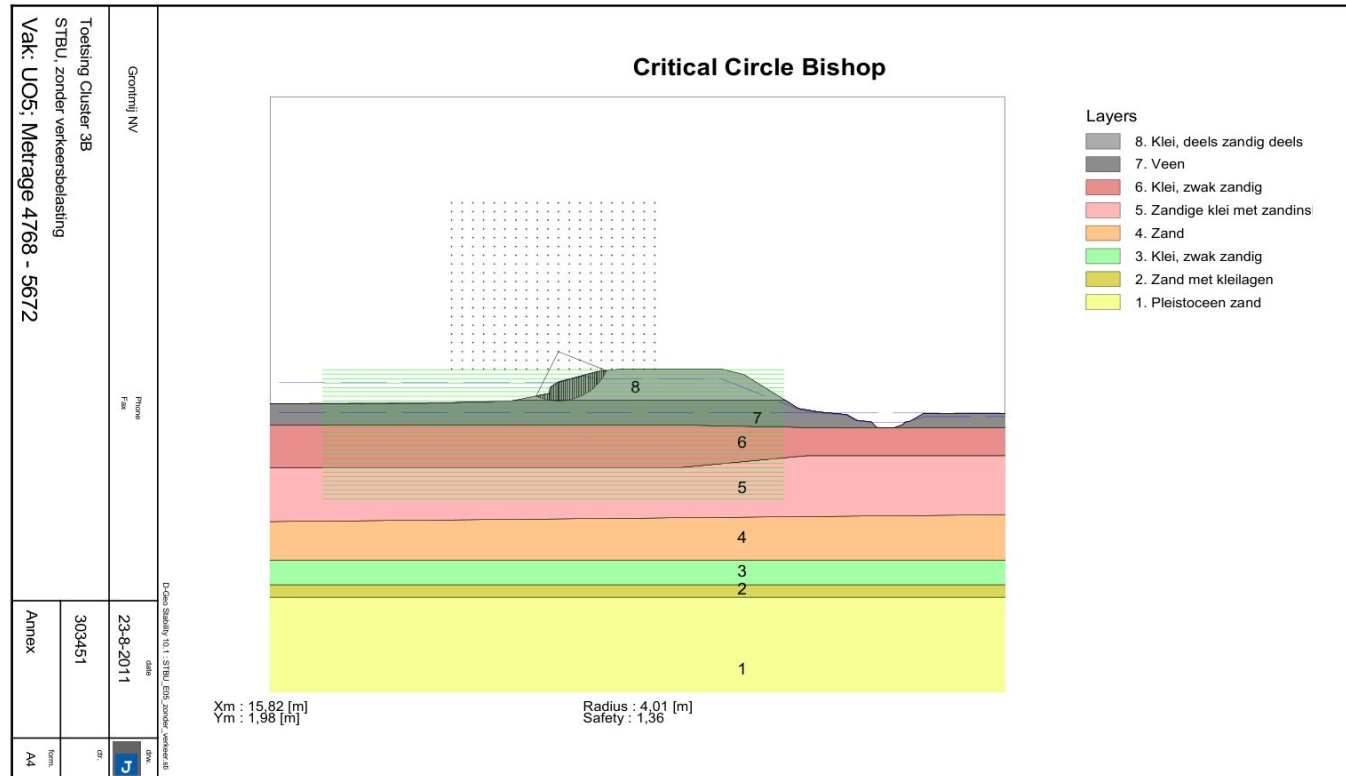
Resultaat

STBU met verkeersbelasting



Resultaat

STBU zonder verkeersbelasting



**Microstabiliteit (STMI)**

**Stap 1** **Controle op zand in boezemkade**

Grondlaag	Invloed
Klei, deels zandig deels humeus	N.v.t.
Veen	N.v.t.
Klei, zwak zandig	Diepe zandlaag
Zandige klei met enkele zandinsluitingen	Diepe zandlaag
Zand	Diepe zandlaag
Klei, zwak zandig	Diepe zandlaag

Toetsen relevant? Niet relevant

taludhelling?   
 voldoende gedraineerde binnenteen? (Ja/Nee)   
 slechtdoorlatende kern? (Ja/Nee)

Tussenoordeel stap 1 N.v.t.

**stap 2** **Gedetailleerde toetsing**

*zandijk met zandige binnentalud boven water; toetsing op uitspoelen*

TR waterkerende grondconstructies 5,4,5

$$\tan \alpha \leq \sqrt{\frac{\rho_g - \rho_w}{\rho_w \gamma_d \gamma_{m,\rho} \gamma_n}}$$

Tussenoordeel N.v.t.

*zandijk met zandige binnentalud boven water; toetsing op afschuiven*

TR waterkerende grondconstructies 5,4,6

$$\tan \varphi \geq \frac{\gamma_n \gamma_d \gamma_{m,\phi} \rho_g g \sin \alpha}{\rho_g g \cos \alpha - \frac{\rho_w g}{\cos \alpha}}$$

Tussenoordeel N.v.t.

Tussenoordeel stap 2 N.v.t.

Eindoordeel STMI Niet relevant

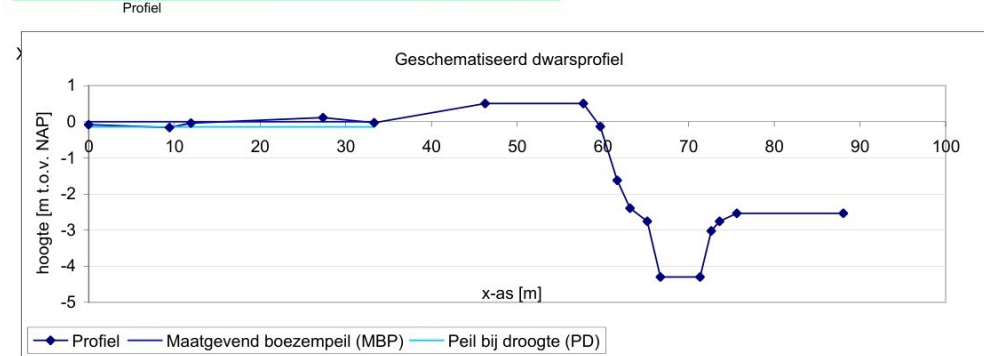
**Stabiliteit voorland (STVL)** Niet relevant

**Stabiliteit bekledingen (STBK)** Niet in deze opdracht

**Algemeen**

Project Toetsing Eilandspolder, Mijzenpolder en Ursem  
 Vak U06  
 Begin traject 5672 [m]  
 Einde traject 5825 [m]

Omschrijving	Waarde
IPO klasse	IV
Profiel	U-06-5763
Peil bij droogte (PD)	-0,14 [m t.o.v. NAP]
Maatgevend boezempeil (MBP)	0,00 [m t.o.v. NAP]
Laag polderpeil	-3,80 [m t.o.v. NAP]
Hoog polderpeil	-3,80 [m t.o.v. NAP]
Stijghoogte zonder kortsluiting	-3,00 [m t.o.v. NAP]
Stijghoogte met kortsluiting	-1,50 [m t.o.v. NAP] (zie STPI stap 0 voor onderbouwing)
Peilbuismeting kruin	0,00 [m t.o.v. NAP]
Freatisch peil kruin	0,00 [m t.o.v. NAP]
Teensloot	Ja [Ja / Nee]
Diepte teensloot	-4,20 [m t.o.v. NAP]



**Dwarsprofiel**

Nr	X	Y	Locatie	Code	Omschrijving
1	0	-0,08		A	Bodem damwand (indien aanwezig)
2	9,453	-0,16		B	Buitenteenlijn
3	11,941	-0,04		C	Buitenkruinlijn
4	27,363	0,11		D	Binnenkruinlijn
5	33,334	-0,03	B	E	Binnenteenlijn
6	46,269	0,5	C	F1	Begin teensloot
7	57,712	0,5	D	F2	Einde teensloot
8	59,702	-0,13			
9	61,692	-1,62			Let op, bodem teensloot bepalen!
10	63,184	-2,39			
11	65,17	-2,76	E		
12	66,71	-4,30	F1		
13	71,357	-4,3	F2		
14	72,637	-3,02			
15	73,632	-2,76			
16	75,622	-2,54			
17	88,06	-2,54			
18					
19					
20					
21					
22					
23					
24					
25					
26					
27					

**Bodemopbouw**

Kruin Laag	Hoogte bovenkant		Teen Laag	Hoogte bovenkant	
	laag [m t.o.v. NAP]	Dikte [m]		laag [m t.o.v. NAP]	Dikte [m]
Klei, deels zandig deels humeus	0,50	2,50	Veen	-4,20	0,30
Veen	-2,00	2,00	Klei, zwak zandig	-4,50	2,50
Klei, zwak zandig	-4,00	3,00	Zandige klei met enkele zandinsluitingen	-7,00	4,00
Zandige klei met enkele zandinsluitingen	-7,00	6,00	Zand	-11,00	
Zand	-13,00	2,00			
Klei, zwak zandig	-15,00	0,50			
Zand met kleilagen	-15,50	0,50			
Pleistoceen zand	-16,00				

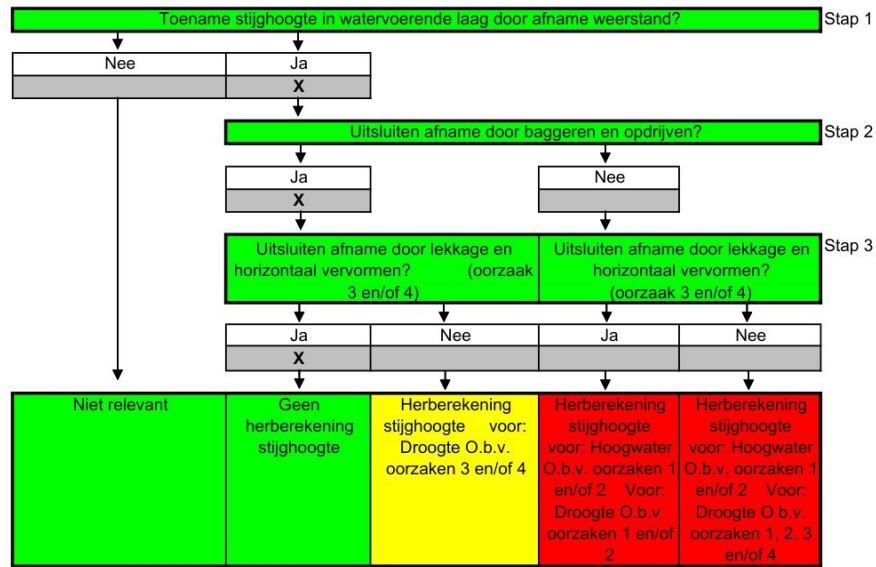
Randvoorwaarden	Gewicht nat [kN/m3]	Gewicht droog [kN/m3]	c	phi
Veen	10,1	2,0	3,8	19,1
Klei, deels zandig deels humeus	14,2	14,2	0,8	28,8
Klei, zwak zandig	14,4	14,4	2,3	28,1
Zandige klei met enkele zandinsluitingen	15,2	15,2	1,3	19,8
Zand met kleilagen	16,0	16,0	1,3	19,8
Zand	20,0	18,0	0,0	29,0
Basisveen	12,0	12,0	2,1	13,1
Pleistoceen zand	20,0	18,0	0,0	31,3

**Bepaling neerwaartse druk**

Situatie hoogwater				Situatie droogte			
Laag	Dikte [m]	Gewicht [kN/m <sup>3</sup> ]	Gewicht [kN]	Laag	Dikte [m]	Gewicht [kN/m <sup>3</sup> ]	Gewicht [kN]
Water	0,4	10,0	4,0	Water	0,4	10,0	4,0
Veen	0,3	10,1	3,0	Veen	0,3	10,1	3,0
Klei, zwak zandig	2,5	14,4	35,9	Klei, zwak zandig	2,5	14,4	35,9
Zandige klei met enkele zandinslu	4,0	15,2	61,0	Zandige klei met enkele zandinsluti	4,0	15,2	61,0
Zand							
			104,0				104,0

Piping / Heave (STPI)

Stap 0 Vermindering hydraulische weerstand vanuit de boezembodem



Stap	Oordeel
Stap 0	V
Stap 1	N.v.t.
Stap 2.1	N.v.t.
Stap 2.2	N.v.t.
Stap 3.1	N.v.t.
Stap 3.2	N.v.t.
Stap 4.1	N.v.t.
Stap 4.2	N.v.t.
Stap 5.1	N.v.t.
Stap 5.2	N.v.t.
Eindoordeel	Volgende

Vermindering van hydraulische weerstand (optreden van hydraulische kortsluiting) dient meegenomen te worden in:

Situatie	Ja / nee
Situatie hoogwater	Nee
Situatie droogte	Nee

Indien herberekening van stijghoogte benodigd is dient hiervoor de sheet: Potentiaalstijging onder kader

Herberekende stijghoogte	[m t.o.v. NAP]
--------------------------	----------------

Stap 1 Controle aanwezigheid deklaag

Deklaag aanwezig in het achterland:	Ja
-------------------------------------	----

Stap 2.1 / 2.2 Controle opbarstveiligheid

Opbarstveiligheid situatie hoogwater

Situatie	Onderzijde deklaag [m t.o.v. NAP]	Stijghoogte [m t.o.v. NAP]	Opwaartse druk [kN]	Neerwaartse druk [kN]	Opbarstveiligheid	Oordeel
Opbarstveiligheid zonder kortsluiting	-11,00	-3,00	107	104,0	0,97	O

Stap 4.1 / 4.2 Controle opbarstveiligheid

Opbarstveiligheid situatie droogte

Situatie	Onderzijde deklaag [m t.o.v. NAP]	Stijghoogte [m t.o.v. NAP]	Opwaartse druk [kN]	Neerwaartse druk [kN]	Opbarstveiligheid	Oordeel
Opbarstveiligheid zonder kortsluiting	-11,00	-3,00	107	104,0	0,97	O

**Macrostabieliteit Binnenwaarts (STBI)**

**Stap 1 Beoordeling aan de hand van geometrie**

Is er een verval? (Ja/Nee)  Ja eenvoudige toetsing, stap 2.1

Tussenoordeel Stap 1 Onvoldoende

**Stap 2.1 Situatie hoogwater: eenvoudige toetsing**

Veenkade? (Ja/Nee)  Ja methode van bisschop, stap 2.2

Situatie	Kortsluiting	Toetsing
Hoogwater	Zonder kortsluiting	methode van bisschop, stap 2.2
Hoogwater	Met kortsluiting	methode van bisschop, stap 2.2
Droogte	Zonder kortsluiting	methode van bisschop, stap 2.2
Droogte	Met kortsluiting	methode van bisschop, stap 2.2

Tussenoordeel Stap 2.1 Onvoldoende

**Stap 2.2 Situatie hoogwater gedetailleerde toetsing**

situatie	kortsluiting	stabieliteitsfactor Bischoep		drukstaafmethode		horizontaal afschuiven		
		Met verkeer: 13 kN/m <sup>2</sup>	zonder verkeer	Met verkeer: 13 kN/m <sup>2</sup>	zonder verkeer	Met verkeer: 13 kN/m <sup>2</sup>	zonder verkeer	
Hoogwater	nee					N.v.t.	N.v.t.	
	ja	N.v.t.	N.v.t.	N.v.t.	N.v.t.	N.v.t.	N.v.t.	
Droogte	nee							
	ja	N.v.t.	N.v.t.	N.v.t.	N.v.t.	N.v.t.	N.v.t.	
	<b>Vereiste veiligheid bij IPO: IV</b>	<b>1</b>		<b>1</b>		<b>1,20</b>		
	Tussenoordeel Stap 2.2		Toetsing uitvoeren		Toetsing uitvoeren	Toetsing uitvoeren	Toetsing uitvoeren	Onvoldoende
Tussenoordeel STBI	<b>Voldoende</b>							

**Stap 2.2 Situatie hoogwater restbreedte analyse**

Stap 1 Controleer toepasbaarheid restbreedte methode voor boezemkader

Hoogwater N.v.t.

Benodigd

Voorwaarde	Waarde
Opdrijven van de deklaag (opbarstveiligheid > 1,2)	
Objecten in de waterkering	Ja
Overslagdebied q < 0,1 l/m/s	
Stabiliteitsfactor F = 1,0	
Uitvoeren	N.v.t.

Tussenoordeel restbreedte analyse N.v.t.

Eindoordeel STBI **Voldoende** Op basis van brede afmetingen voldoende

Droogte N.v.t.

Benodigd

Voorwaarde	Waarde
Opdrijven van de deklaag (opbarstveiligheid > 1,2)	
Objecten in de waterkering	
Overslagdebied q < 0,1 l/m/s	
Stabiliteitsfactor F = 1,0	
Uitvoeren	N.v.t.

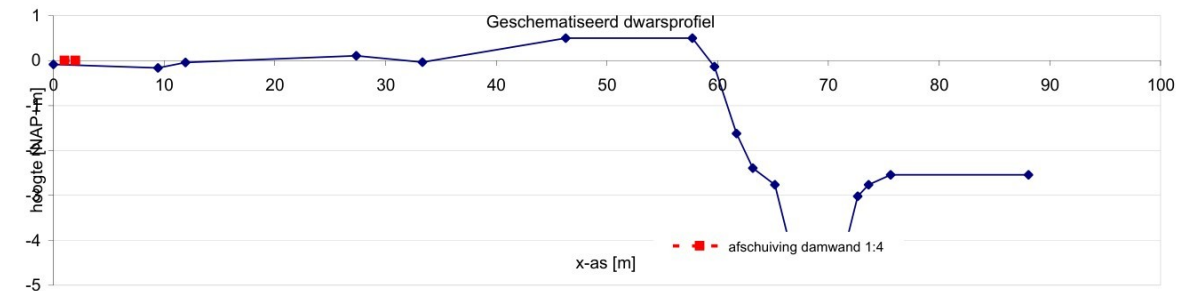
**Macrostabieliteit buitenwaarts (STBU)**

**Stap 1 Eenvoudige toetsing**

Een van deze voorwaarden van toepassing? (	Ja	gedetailleerde toetsing, stap 2
1. extreem laagwater door natuurlijke variatie (bij boezemkaden en rivierkeringen); 2. val van het waterpeil door een calamiteit elders; 3. verdieping van waterbodem (baggeren) of vooroever door erosie (stroming of scheepvaart) en schade aan beschoeiing; 4. extreme belastingen, bijvoorbeeld door zwaar verkeer; 5. extreem laagwater door (tijdelijke) verlaging van de waterstand door menselijke activiteiten.		

Damwand? Nee

Damwand ontworpen conform vigerende leidra Nee



Omschrijving	X coördinaat [m]
Snijpunt toetspeil met binnentalud	N.v.t.
X-coördinaat minimaal benodigde breedte	N.v.t.
Fictief bepaald X-coördinaat bij afschuiving	N.v.t.
Voldoende na restbreedte	Voldoende restbreedte

Tussenoordeel Stap 1 N.v.t.

**Stap 2 Gedetailleerde toetsing**

situatie	kortsluiting	stabieliteitsfactor F
hoogwater	nee	
	ja	

vereist 1

Tussenoordeel Stap 2 Onvoldoende

Eindoordeel STBU **Voldoende** Op basis van breed voorland voldoende

**Microstabiliteit (STMI)****Stap 1** **Controle op zand in boezemkade**

Grondlaag	Invloed
Klei, deels zandig deels humeus	N.v.t.
Veen	N.v.t.
Klei, zwak zandig	Diepe zandlaag
Zandige klei met enkele zandinsluitingen	Diepe zandlaag
Zand	Diepe zandlaag
Klei, zwak zandig	Diepe zandlaag

Toetsen relevant? Niet relevant

<p>taludhelling?</p> <p>voldoende gedraineerde binnenteen? (Ja/Nee)</p> <p>slechtdoorlatende kern? (Ja/Nee)</p>	
---	--

Tussenoordeel stap 1 N.v.t.

**stap 2** **Gedetailleerde toetsing**

*zandijk met zandige binnentalud boven water; toetsing op uitspoelen*

TR waterkerende grondconstructies 5,4,5

$$\tan \alpha \leq \sqrt{\frac{\rho_g - \rho_w}{\rho_w \gamma_d \gamma_{m,\rho} \gamma_n}}$$

Tussenoordeel N.v.t.

*zandijk met zandige binnentalud boven water; toetsing op afschuiven*

TR waterkerende grondconstructies 5,4,6

$$\tan \varphi \geq \frac{\gamma_n \gamma_d \gamma_{m,\phi} \rho_g g \sin \alpha}{\rho_g g \cos \alpha - \frac{\rho_w g}{\cos \alpha}}$$

Tussenoordeel

Tussenoordeel stap 2 N.v.t.

Eindoordeel STMI Niet relevant

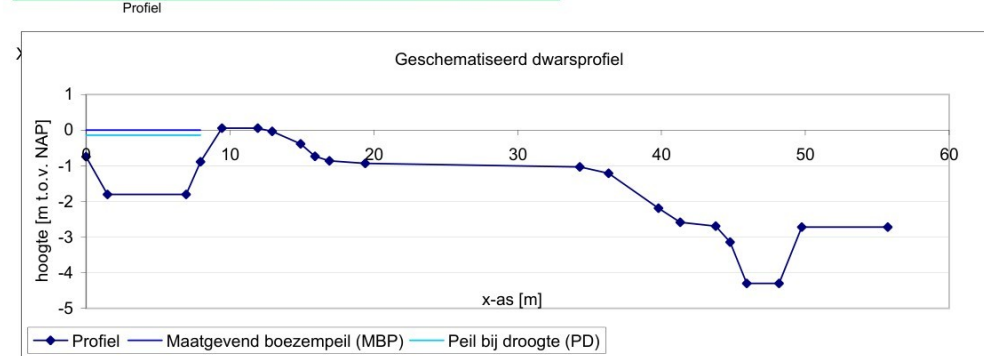
**Stabiliteit voorland (STVL)** Niet relevant

**Stabiliteit bekledingen (STBK)** Niet in deze opdracht

**Algemeen**

Project Toetsing Eilandspolder, Mijzenpolder en Ursem  
 Vak U07  
 Begin traject 5825 [m]  
 Einde traject 6261 [m]

Omschrijving	Waarde
IPO klasse	IV
Profiel	U-07-6054
Peil bij droogte (PD)	-0,14 [m t.o.v. NAP]
Maatgevend boezempeil (MBP)	0,00 [m t.o.v. NAP]
Laag polderpeil	-3,80 [m t.o.v. NAP]
Hoog polderpeil	-3,80 [m t.o.v. NAP]
Stijghoogte zonder kortsluiting	-3,00 [m t.o.v. NAP]
Stijghoogte met kortsluiting	-1,50 [m t.o.v. NAP] (zie STPI stap 0 voor onderbouwing)
Peilbuismeting kruin	-0,75 [m t.o.v. NAP]
Freatisch peil kruin	-0,25 [m t.o.v. NAP]
Teensloot	Ja [Ja / Nee]
Diepte teensloot	-4,20 [m t.o.v. NAP]



**Dwarsprofiel**

Nr	X	Y	Locatie	Code	Omschrijving
1	0	-0,74		A	Bodem damwand (indien aanwezig)
2	1,486	-1,8		B	Buitenteenlijn
3	6,964	-1,8		C	Buitenkruinlijn
4	7,961	-0,89	B	D	Binnenkruinlijn
5	9,453	0,06	C	E	Binnenteenlijn
6	11,941	0,06	D	F1	Begin teensloot
7	12,936	-0,03		F2	Einde teensloot
8	14,926	-0,38			
9	15,921	-0,73			
10	16,916	-0,86			Let op, bodem teensloot bepalen!
11	19,40	-0,93			
12	34,33	-1,03			
13	36,319	-1,21			
14	39,801	-2,19			
15	41,294	-2,58	E		
16	43,782	-2,69			
17	44,777	-3,14			
18	45,937	-4,3	F1		
19	48,172	-4,3	F2		
20	49,752	-2,72			
21	55,722	-2,72			
22					
23					
24					
25					
26					
27					

**Bodemopbouw**

Kruin Laag	Hoogte bovenkant laag [m t.o.v. NAP]		Teen Laag	Hoogte bovenkant laag [m t.o.v. NAP]	
	laag	Dikte [m]		laag	Dikte [m]
Klei, deels zandig deels humeus	0,06	2,06	Klei, zwak zandig	-4,20	2,30
Veen	-2,00	2,00	Zandige klei met enkele zandinsluitingen	-6,50	5,50
Klei, zwak zandig	-4,00	3,00	Zand	-12,00	
Zandige klei met enkele zandinsluitingen	-7,00	4,50			
Zand	-11,50	3,50			
Zand met kleilagen	-15,00	1,00			
Pleistoceen zand	-16,00				

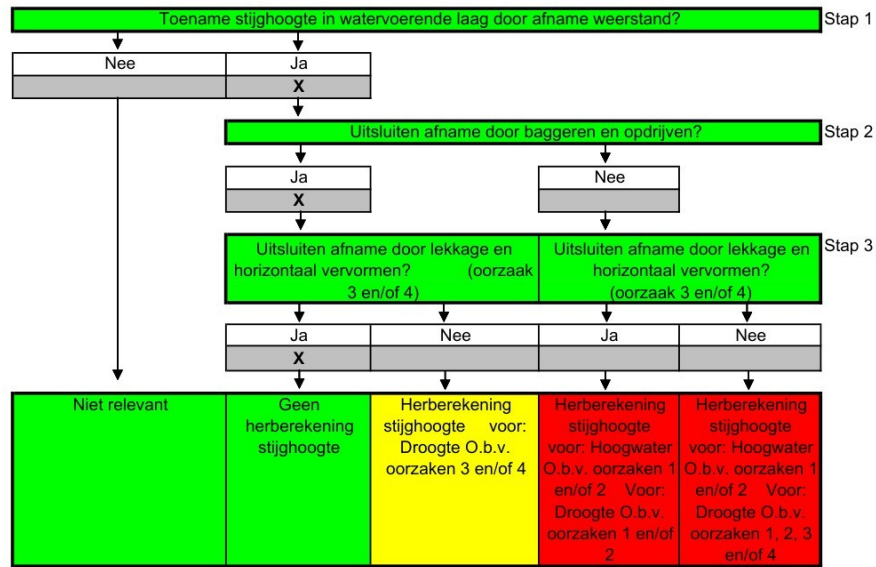
Randvoorwaarden	Gewicht nat [kN/m3]	Gewicht droog [kN/m3]	c	phi
Veen	10,1	2,0	3,8	19,1
Klei, deels zandig deels humeus	14,2	14,2	0,8	28,8
Klei, zwak zandig	14,4	14,4	2,3	28,1
Zandige klei met enkele zandinsluitingen	15,2	15,2	1,3	19,8
Zand met kleilagen	16,0	16,0	1,3	19,8
Zand	20,0	18,0	0,0	29,0
Basisveen	12,0	12,0	2,1	13,1
Pleistoceen zand	20,0	18,0	0,0	31,3

**Bepaling neerwaartse druk**

Situatie hoogwater				Situatie droogte			
Laag	Dikte [m]	Gewicht [kN/m <sup>3</sup> ]	Gewicht [kN]	Laag	Dikte [m]	Gewicht [kN/m <sup>3</sup> ]	Gewicht [kN]
Water	0,4	10,0	4,0	Water	0,4	10,0	4,0
Klei, zwak zandig	2,3	14,4	33,1	Klei, zwak zandig	2,3	14,4	33,1
Zandige klei met enkele zandinslu	5,5	15,2	83,9	Zandige klei met enkele zandinsluti	5,5	15,2	83,9
Zand							
			120,9				120,9

Piping / Heave (STPI)

Stap 0 Vermindering hydraulische weerstand vanuit de boezembodem



Stap	Oordeel
Stap 0	V
Stap 1	N.v.t.
Stap 2.1	N.v.t.
Stap 2.2	N.v.t.
Stap 3.1	N.v.t.
Stap 3.2	N.v.t.
Stap 4.1	N.v.t.
Stap 4.2	N.v.t.
Stap 5.1	N.v.t.
Stap 5.2	N.v.t.
Eindoordeel	Volgende

Vermindering van hydraulische weerstand (optreden van hydraulische kortsluiting) dient meegenomen te worden in:

Situatie	Ja / nee
Situatie hoogwater	Nee
Situatie droogte	Nee

Indien herberekening van stijghoogte benodigd is dient hiervoor de sheet: Potentiaalstijging onder kader

Herberekende stijghoogte	[m t.o.v. NAP]
--------------------------	----------------

Stap 1 Controle aanwezigheid deklaag

Deklaag aanwezig in het achterland:	Ja
-------------------------------------	----

Stap 2.1 / 2.2 Controle opbarstveiligheid

Opbarstveiligheid situatie hoogwater

Situatie	Onderzijde deklaag [m t.o.v. NAP]	Stijghoogte [m t.o.v. NAP]	Opwaartse druk [kN]	Neerwaarse druk [kN]	Opbarstveiligheid [-]	Oordeel
Opbarstveiligheid zonder kortsluiting	-12,00	-3,00	117	120,9	1,03	O

Opbarstveiligheid situatie droogte

Situatie	Onderzijde deklaag [m t.o.v. NAP]	Stijghoogte [m t.o.v. NAP]	Opwaartse druk [kN]	Neerwaarse druk [kN]	Opbarstveiligheid [-]	Oordeel
Opbarstveiligheid zonder kortsluiting	-12,00	-3,00	117	120,9	1,03	O

**Macrostabieliteit Binnenwaarts (STBI)****Stap 1 Beoordeling aan de hand van geometrie**Is er een verval? (Ja/Nee)  Ja  Nee eenvoudige toetsing, stap 2.1

Tussenoordeel Stap 1 Onvoldoende

**Stap 2.1 Situatie hoogwater: eenvoudige toetsing**Veenkade? (Ja/Nee)  Ja  Nee methode van bisschop, stap 2.2

Situatie	Kortsluiting	Toetsing
Hoogwater	Zonder kortsluiting	methode van bisschop, stap 2.2
Hoogwater	Met kortsluiting	methode van bisschop, stap 2.2
Droogte	Zonder kortsluiting	methode van bisschop, stap 2.2
Droogte	Met kortsluiting	methode van bisschop, stap 2.2

Tussenoordeel Stap 2.1 Onvoldoende

**Stap 2.2 Situatie hoogwater gedetailleerde toetsing**

situatie	kortsluiting	stabiliteitsfactor Bischoep		drukstaafmethode		horizontaal afschuiven		Tussenoordeel
		Met verkeer: 13 kN/m <sup>2</sup>	zonder verkeer	Met verkeer: 13 kN/m <sup>2</sup>	zonder verkeer	Met verkeer: 13 kN/m <sup>2</sup>	zonder verkeer	
Hoogwater	nee	1,02	1,02	2,06	2,99	N.v.t.	N.v.t.	
	ja	N.v.t.	N.v.t.	N.v.t.	N.v.t.	N.v.t.	N.v.t.	
Droogte	nee	2,15	2,15	3,35	4,13	3,51	4,33	
	ja	N.v.t.	N.v.t.	N.v.t.	N.v.t.	N.v.t.	N.v.t.	
Vereiste veiligheid bij IPO: IV		1	1	1	1,20	1,20	1,20	Voldoende
Tussenoordeel Stap 2.2		Goed	Goed	Goed	Goed	Goed	Goed	
Tussenoordeel STBI		Voldoende						

**Stap 2.2 Situatie hoogwater restbreedte analyse**

Stap 1 Controleer toepasbaarheid restbreedte methode voor boezemkader

Hoogwater N.v.t.

Benodigd

Voorwaarde	Waarde
Opdrijven van de deklaag (opbarstveiligheid > 1,2)	
Objecten in de waterkering	Ja
Overslagdebied $q < 0,1$ l/m/s	
Stabiliteitsfactor $F = 1,0$	
Uitvoeren	N.v.t.

Tussenoordeel restbreedte analyse N.v.t.

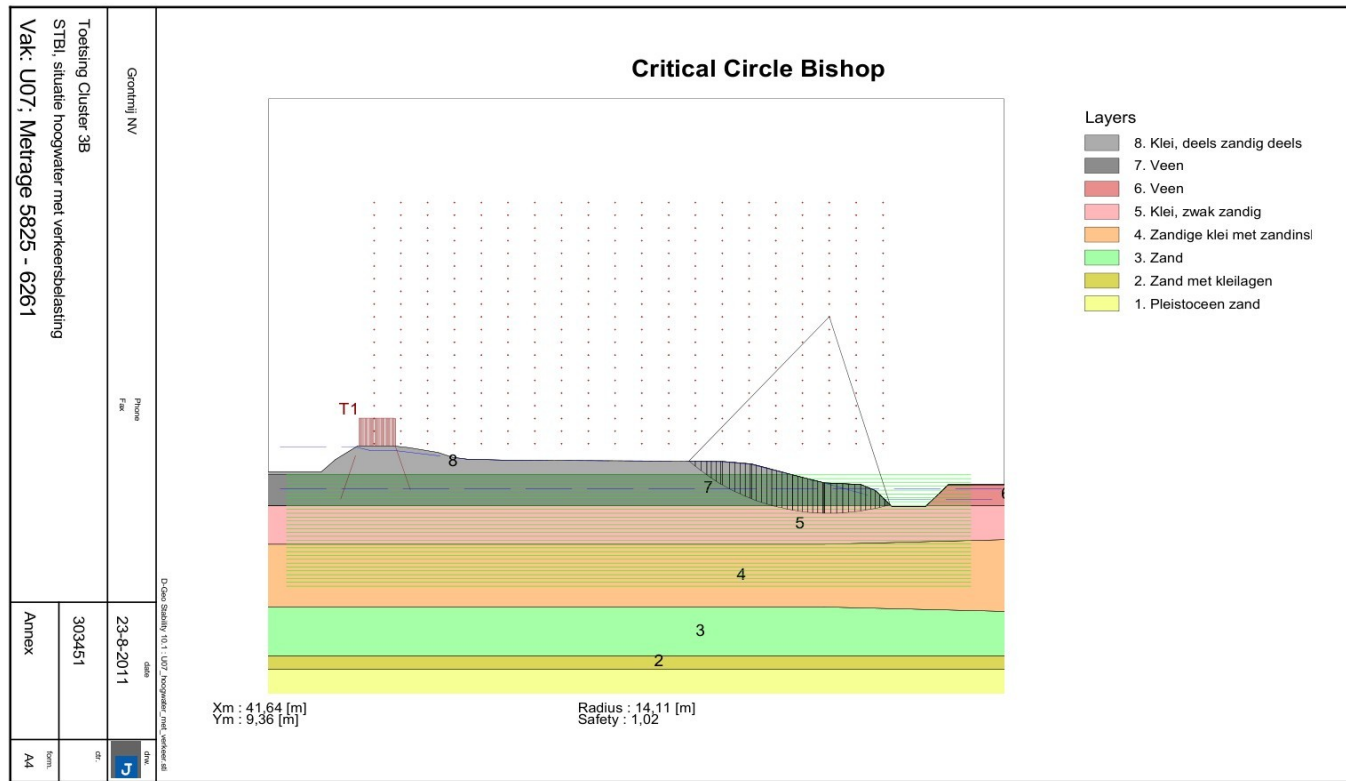
Eindoordeel STBI  Voldoende  Onvoldoende

Droogte N.v.t.

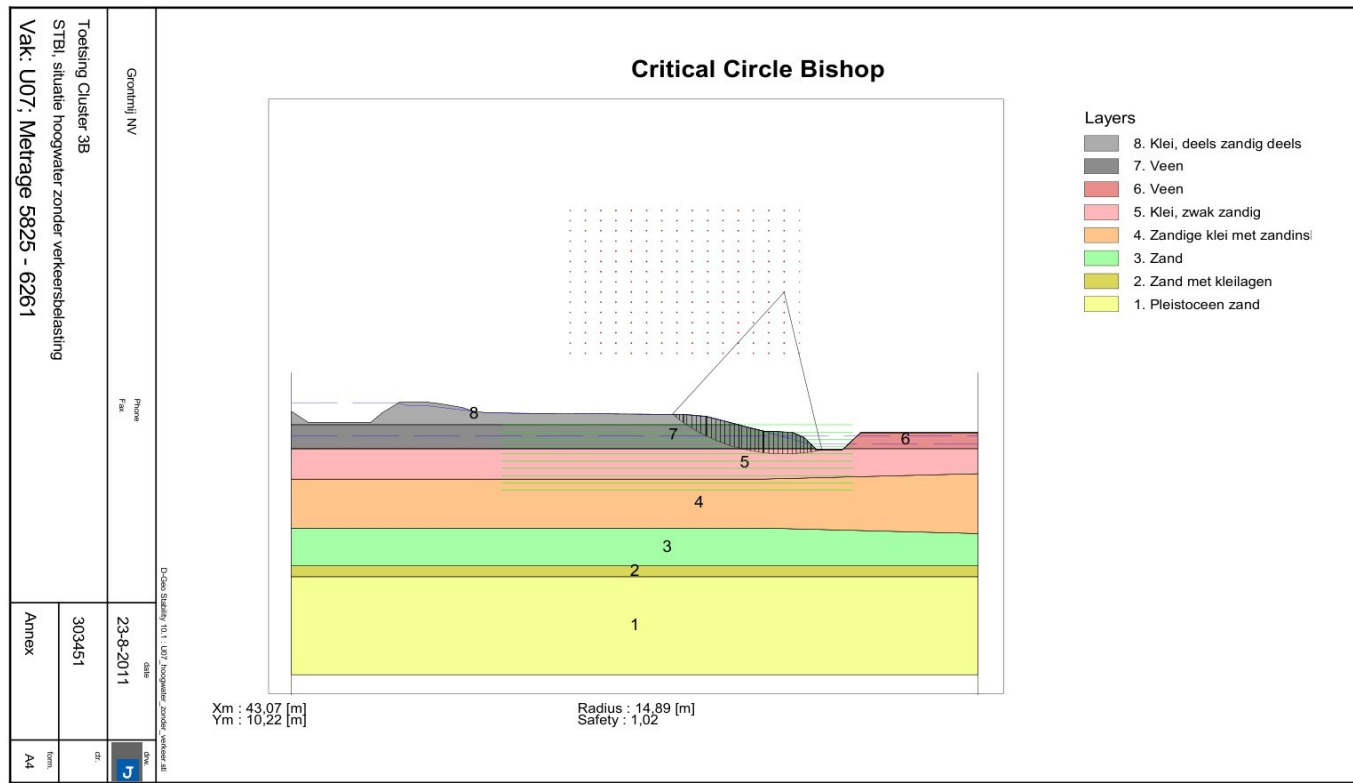
Benodigd

Voorwaarde	Waarde
Opdrijven van de deklaag (opbarstveiligheid > 1,2)	
Objecten in de waterkering	
Overslagdebied $q < 0,1$ l/m/s	
Stabiliteitsfactor $F = 1,0$	
Uitvoeren	N.v.t.

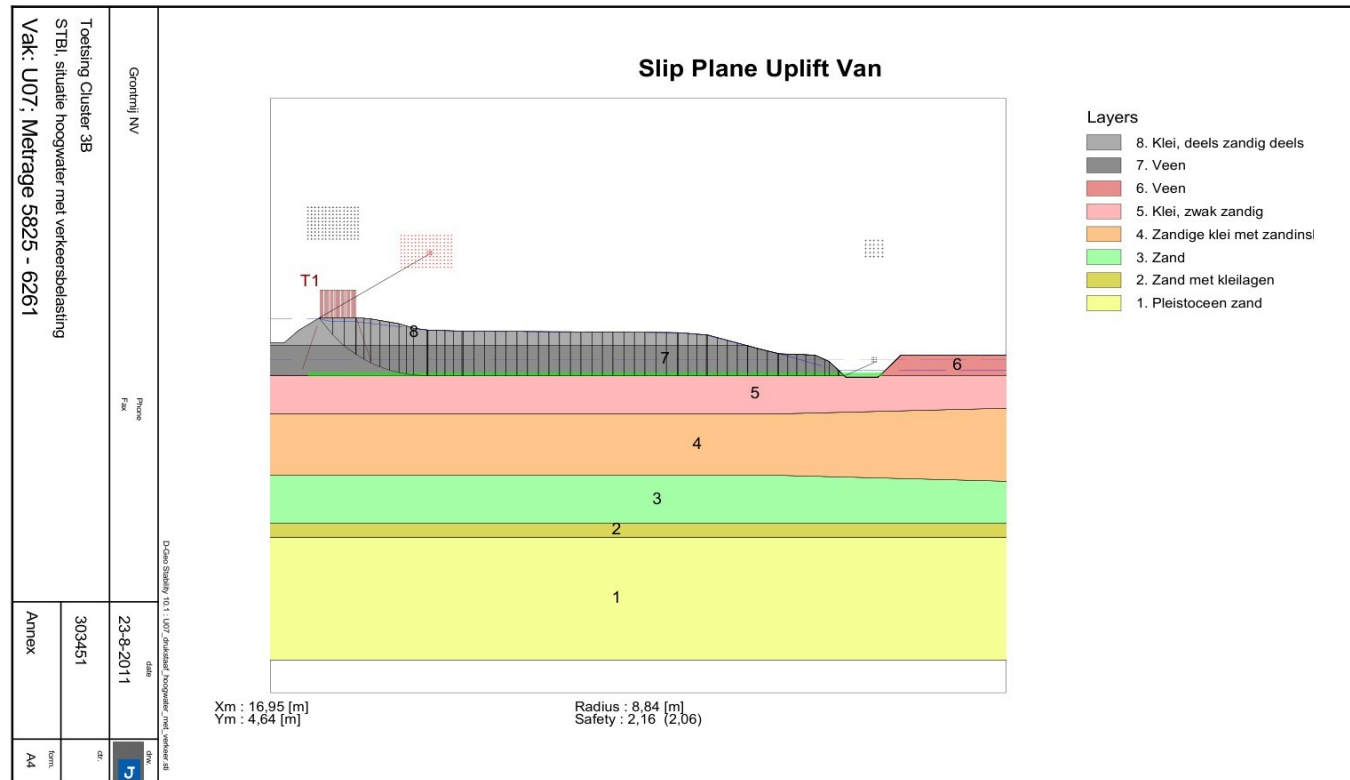
Resultaat STBI situatie hoogwater met verkeersbelasting



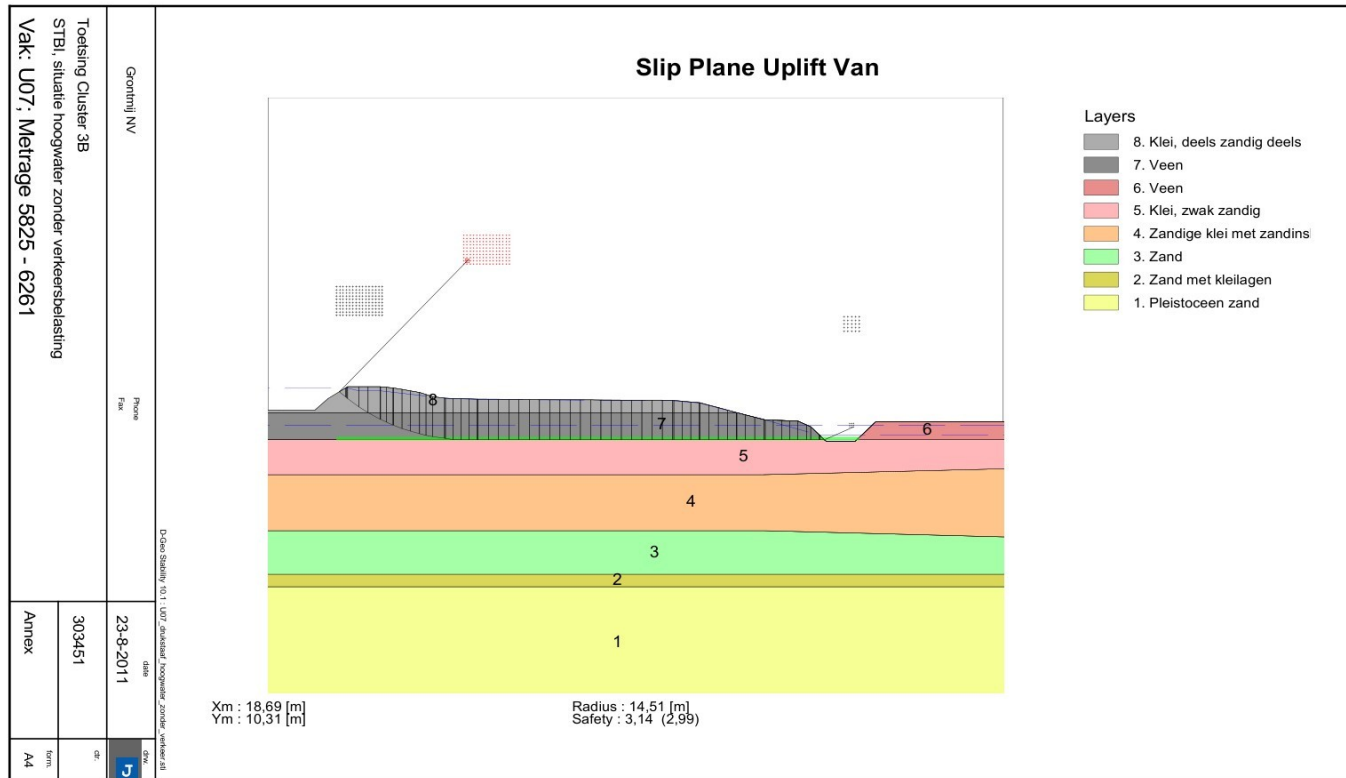
Resultaat STBI Situatie hoogwater zonder verkeersbelasting



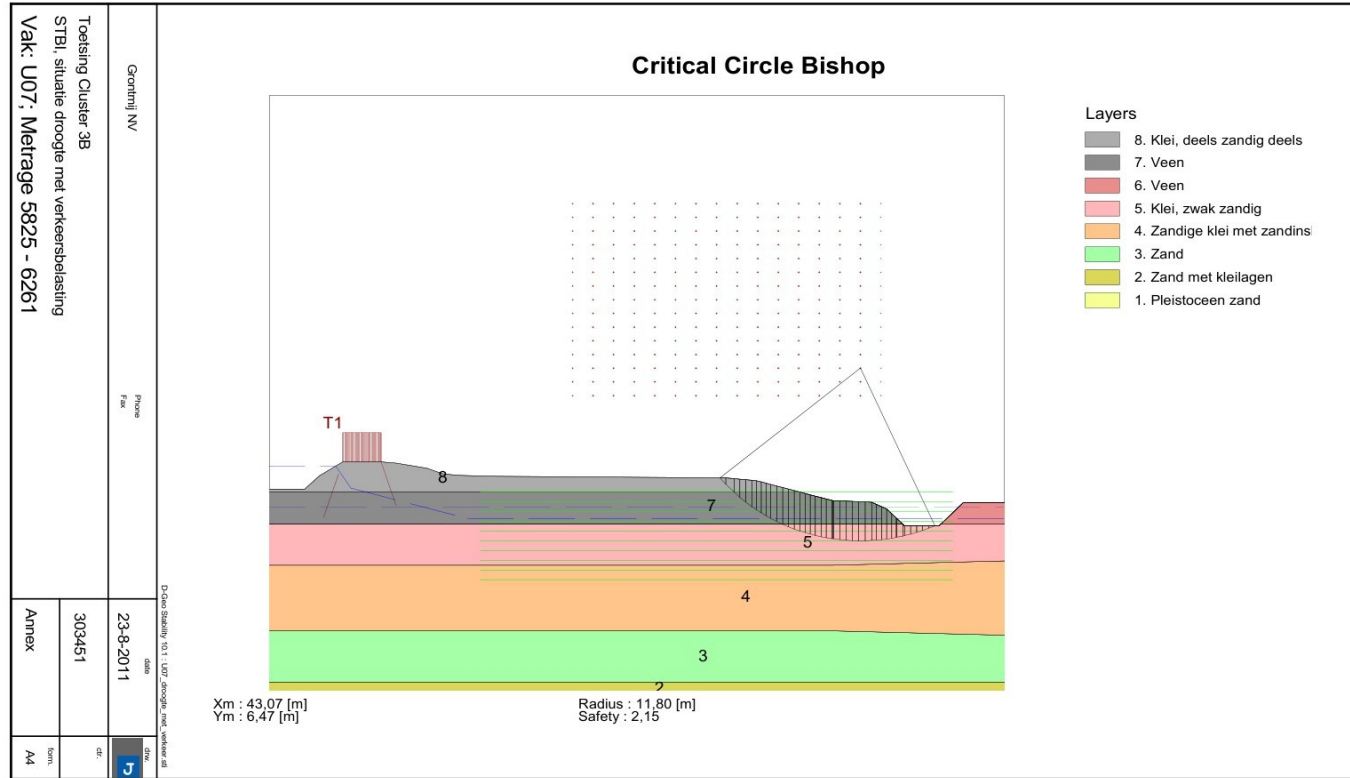
Resultaat STBI situatie hoogwater met verkeer (drukstaaf)



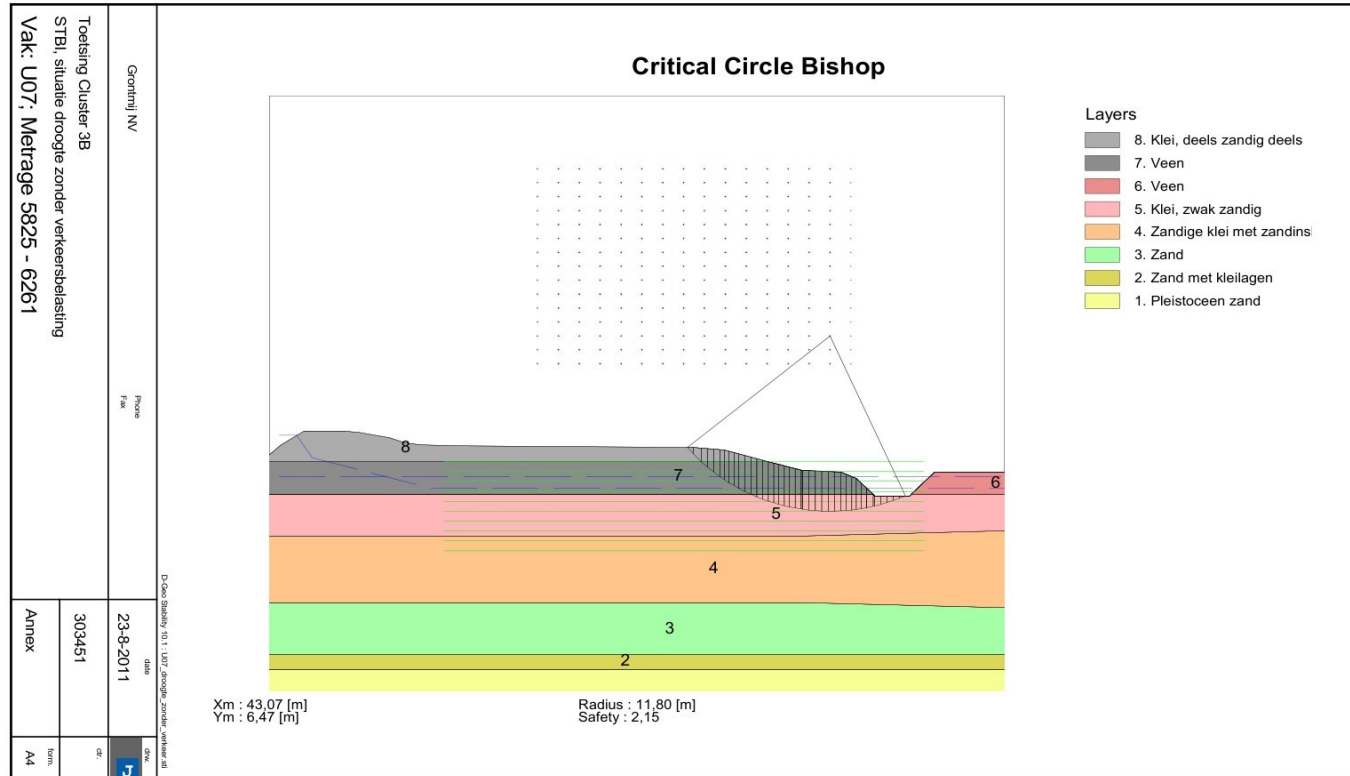
Resultaat STBI situatie hoogwater zonder verkeer (drukstaaf)



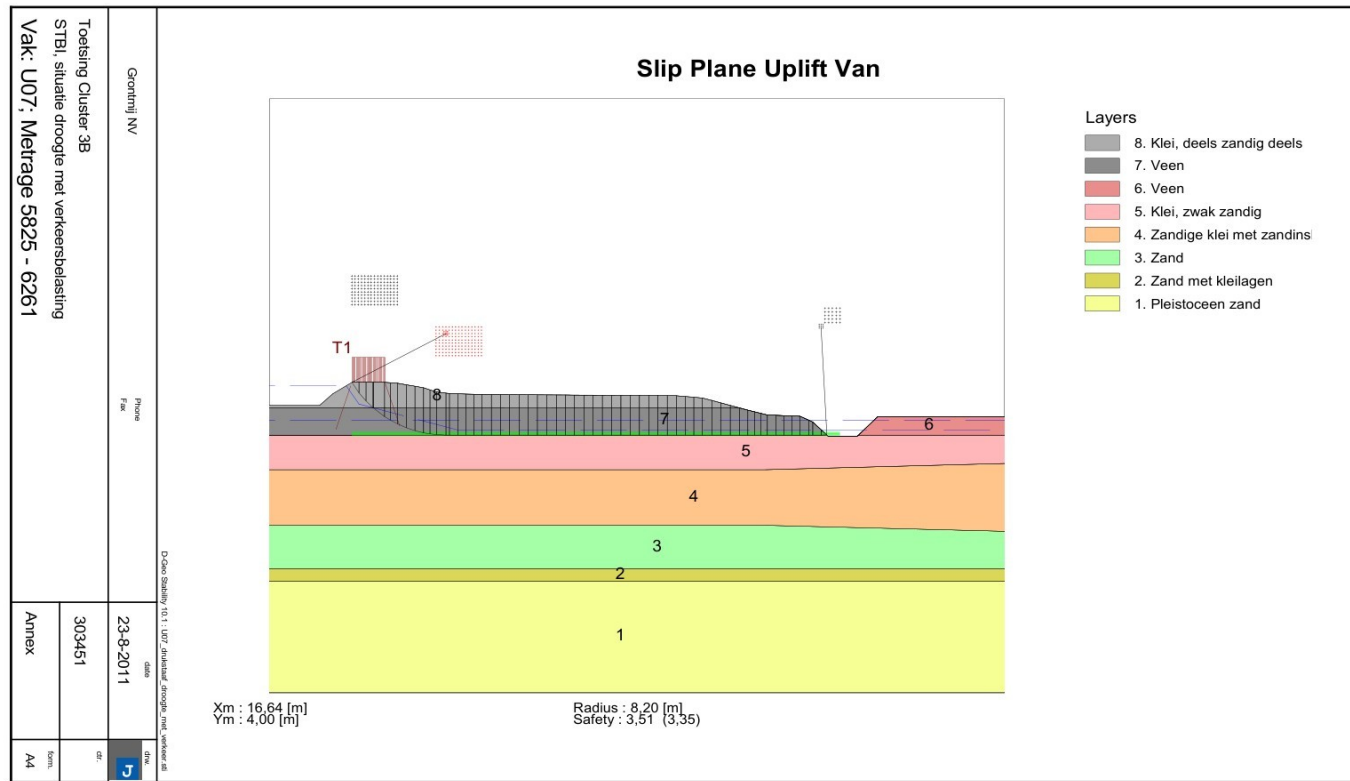
Resultaat STBI situatie droogte met verkeersbelasting



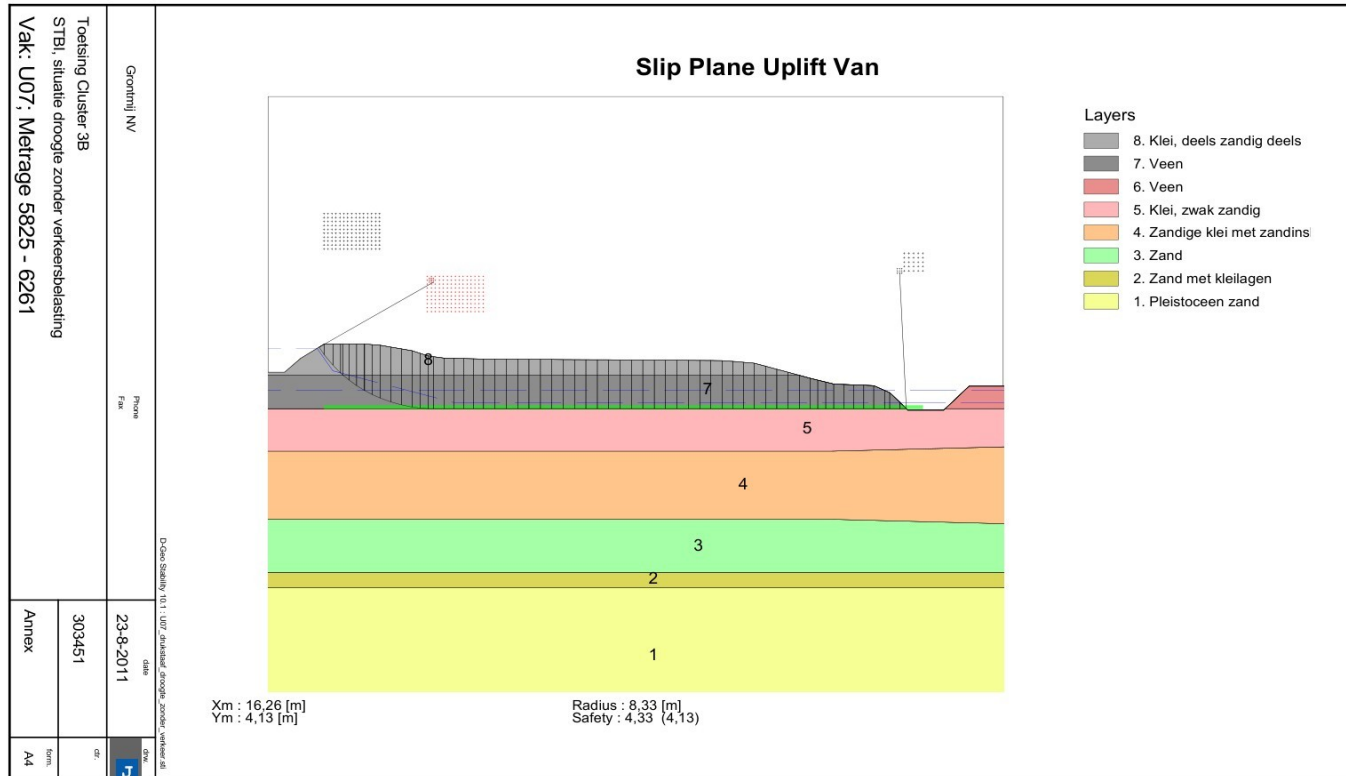
Resultaat STBI situatie droogte zonder verkeersbelasting



Resultaat STBI situatie droogte met verkeersbelasting (drukstaaf)



Resultaat STBI situatie droogte zonder verkeersbelasting (drukstaaf)



Macrostabieliteit buitenwaarts (STBU)

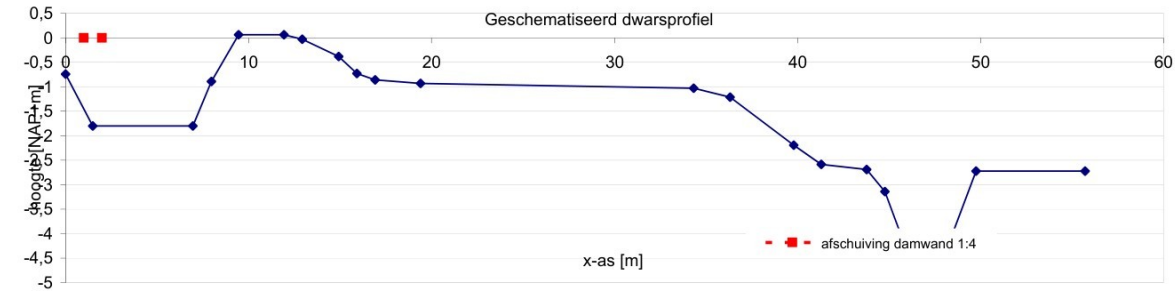
Stap 1 Eenvoudige toetsing

Een van deze voorwaarden van toepassing?  Ja  gedetailleerde toetsing, stap 2

1. extreem laagwater door natuurlijke variatie (bij boezemkaden en rivierkeringen);
2. val van het waterpeil door een calamiteit elders;
3. verdieping van waterbodem (baggeren) of vooroever door erosie (stroming of scheepvaart) en schade aan beschoeiing;
4. extreme belastingen, bijvoorbeeld door zwaar verkeer;
5. extreem laagwater door (tijdelijke) verlaging van de waterstand door menselijke activiteiten.

Damwand?  Nee

Damwand ontworpen conform vigerende leidraad  Nee  Mail  aan  betreffende verbetering 18 mei 2011



Omschrijving	X coördinaat [m]
Snijpunt toetspeil met binnentalud	N.v.t.
X-coördinaat minimaal benodigde breedte	N.v.t.
Fictief bepaald X-coördinaat bij afschuiving	N.v.t.
Voldoende na restbreedte	N.v.t.

Tussenoordeel Stap 1 N.v.t.

Stap 2 Gedetailleerde toetsing

Situatie	stabiliteitsfactor F
Met verkeer	0,51
Zonder verkeer	0,96

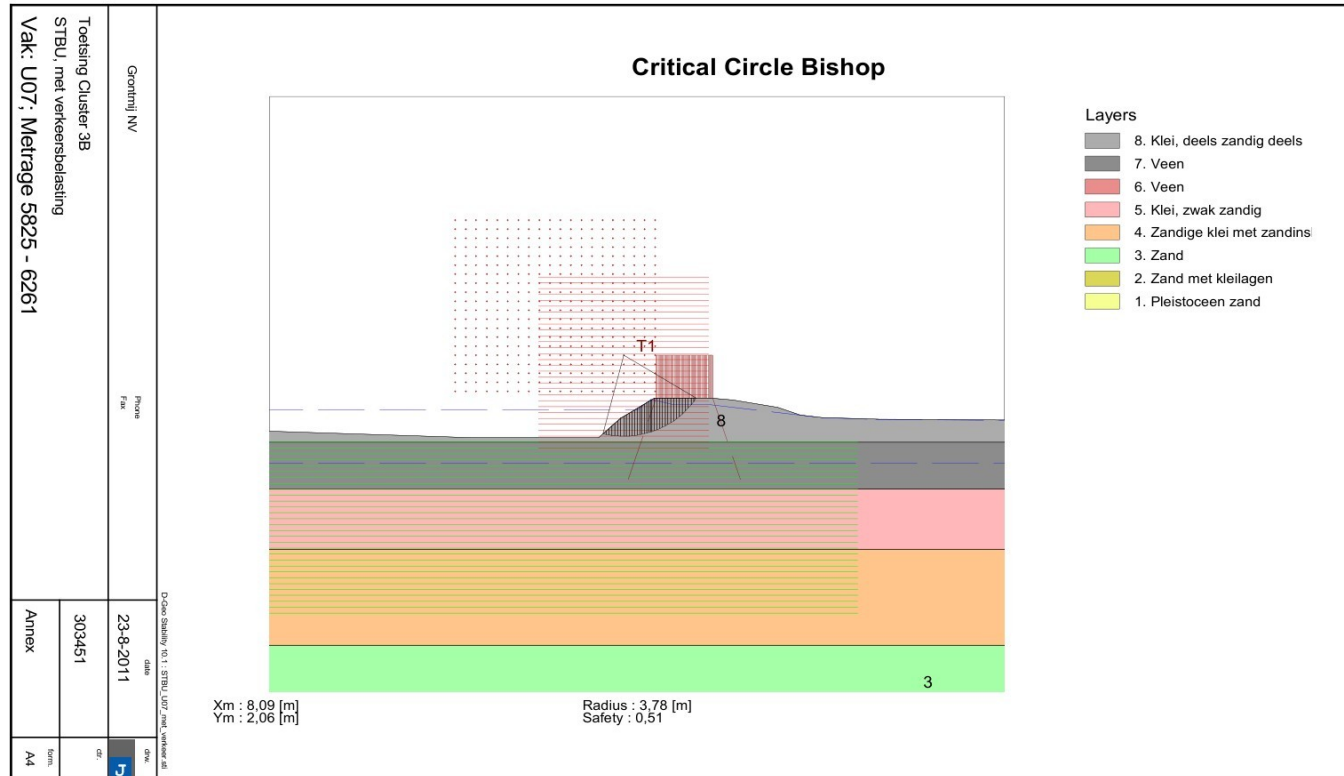
vereist 1

Tussenoordeel Stap 2 Onvoldoende

Eindoordeel STBU **Onvoldoende**

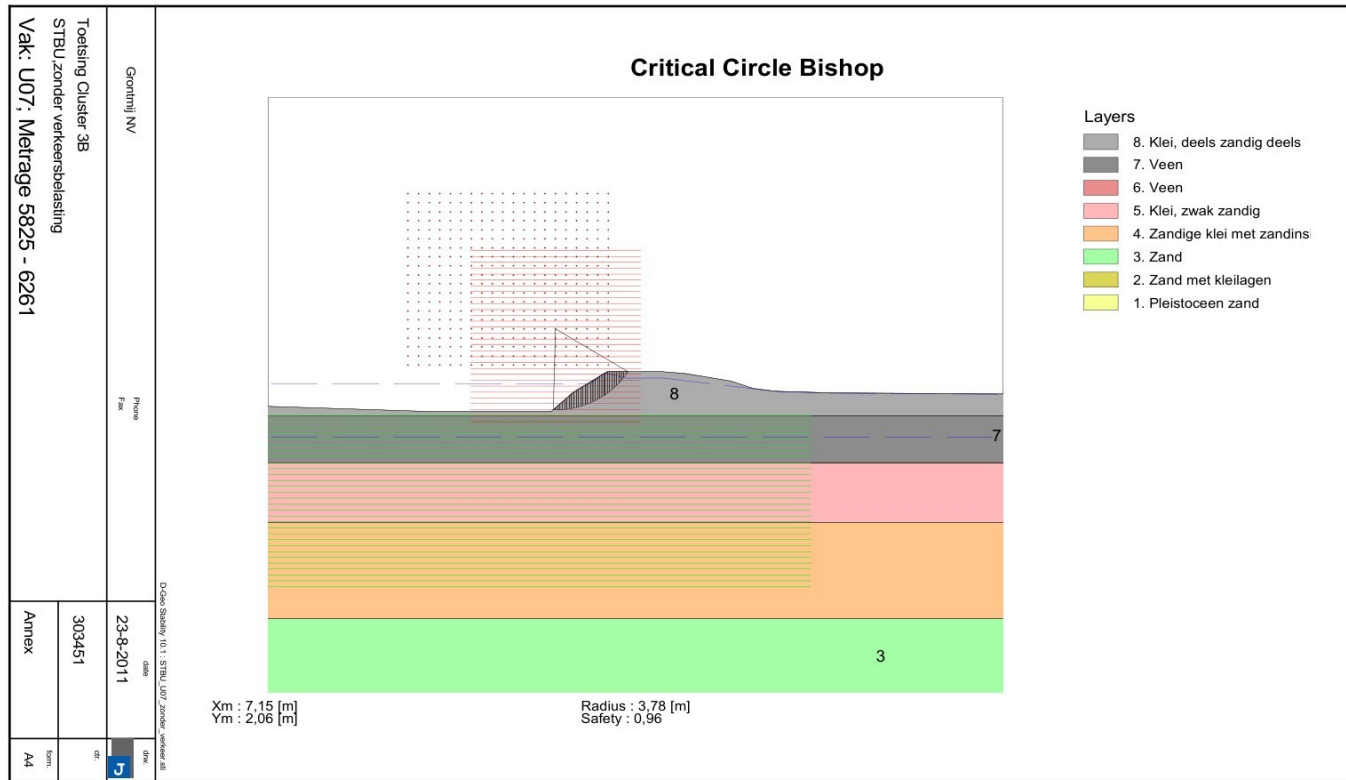
Resultaat

STBU met verkeersbelasting



Resultaat

STBU zonder verkeersbelasting



**Microstabiliteit (STMI)****Stap 1** **Controle op zand in boezemkade**

Grondlaag	Invloed
Klei, deels zandig deels humeus	N.v.t.
Veen	N.v.t.
Klei, zwak zandig	Diepe zandlaag
Zandige klei met enkele zandinsluitingen	Diepe zandlaag
Zand	Diepe zandlaag
Zand met kleilagen	Diepe zandlaag

Toetsen relevant? Niet relevant

taludhelling? voldoende gedraineerde binnenteen? (Ja/Nee) slecht-doorlatende kern? (Ja/Nee)	
---	--

Tussenoordeel stap 1 N.v.t.

**stap 2** **Gedetailleerde toetsing**

*zandijk met zandige binnentalud boven water; toetsing op uitspoelen*

TR waterkerende grondconstructies 5,4,5

$$\tan \alpha \leq \sqrt{\frac{\rho_g - \rho_w}{\rho_w \gamma_d \gamma_{m,\rho} \gamma_n}}$$

Tussenoordeel N.v.t.

*zandijk met zandige binnentalud boven water; toetsing op afschuiven*

TR waterkerende grondconstructies 5,4,6

$$\tan \varphi \geq \frac{\gamma_n \gamma_d \gamma_{m,\phi} \rho_g g \sin \alpha}{\rho_g g \cos \alpha - \frac{\rho_w g}{\cos \alpha}}$$

Tussenoordeel

Tussenoordeel stap 2 N.v.t.

Eindoordeel STMI Niet relevant

**Stabiliteit voorland (STVL)** Niet relevant

**Stabiliteit bekledingen (STBK)** Niet in deze opdracht

## **Bijlage 10**

### Herberekening stijghoogte

## Theorie Spreadsheet 'Potentiaalstijging onder kaden door stroming vanuit de boezem

Stroming vanuit boezem onder kade naar polder

### Aannamen

Kade rust op doorlatende zandlaag  
 Boezembodem, kade, sloot bodem, polder deklaag slecht doorlatend  
 Verticale inzijging vanuit boezem naar het zand  
 Onder kade: horizontale stroming in het zand  
 Onder sloot: horizontale stroming in het zand én lekstroming naar het freatische vlak  
 Onder de polder: horizontale stroming in het zand én lekstroming naar het freatische vlak

Let wel: geometrie dijktalud en de diepte van het polder freatisch niveau doen niet terzake.

### Invoerparameters

$\varphi_0$  stijghoogte boezem [mNAP]  
 $\varphi_p$  sloot- en polderpeil [mNAP]  
 $L_1$  halve breedte boezem [m]  
 $L_2$  breedte kade [m]  
 $L_3$  breedte sloot [m]  
 $k_b$  doorlatendheid boezembodem [m/s]  
 $d_b$  dikte boezembodem [m]  
 $K$  doorlatendheid zand [m/s]  
 $D$  dikte zand [m]  
 $k_s$  doorlatendheid slootbodembodem [m/s]  
 $d_s$  dikte slootbodembodem [m]  
 $k_p$  doorlatendheid polderdeklaag [m/s]  
 $d_p$  dikte polderdeklaag [m]

### Uitvoerparameters

$\varphi_1$  stijghoogte in zand onder boezem [mNAP]  
 $\varphi_2$  stijghoogte in zand links onder sloot [mNAP]  
 $\varphi_3$  stijghoogte in zand rechts onder sloot [mNAP]  
 $Q$  debiet vanuit boezem [m<sup>3</sup>/m/s]  
 $Q_s$  debiet vanuit zand naar sloot [m<sup>3</sup>/m/s]  
 $Q_p$  restdebiet naar polder [m<sup>3</sup>/m/s]

### Hulpgrootheden

$c_b = d_b/k_b$  weerstand boezembodem [s]  
 $KD$  geleidbaarheid zand [m<sup>2</sup>/s]  
 $c_s = d_s/k_s$  weerstand slootbodembodem [s]  
 $c_p = d_p/k_p$  weerstand polderdeklaag [s]  
 $\lambda_b = \sqrt{KDc_b}$  leklengte onder boezem [m]  
 $\lambda_s = \sqrt{KDc_s}$  leklengte onder sloot [m]  
 $\lambda_p = \sqrt{KDc_p}$  leklengte onder polder [m]

### Vergelijkingen

- Stroming vanuit boezem naar het zand  
 $Q = -(\varphi_1 - \varphi_0) L_1 / c_b$  Q,  $\varphi_1$  I
- Stroming onder kade  
 $Q = -(\varphi_2 - \varphi_1) KD / L_2$  Q,  $\varphi_2$ ,  $\varphi_1$  II
- Onder de sloot geldt de d.v.  
 $\varphi'' - (\varphi - \varphi_p) / \lambda_s^2$   
 met als oplossing  
 $\varphi = \varphi_p + A \exp(x / \lambda_s) + B \exp(-x / \lambda_s)$   
 met x gerekend vanaf de linkerkant van de sloot  
 De randvoorwaarden zijn  
 $x = 0: \varphi_2 = \varphi_p + A + B$   
 $\varphi' = -Qc_s / \lambda_s^2 = A / \lambda_s - B / \lambda_s$   
 met als oplossing  
 $A = (\varphi_2 - \varphi_p - Qc_s / \lambda_s) / 2$   
 $B = (\varphi_2 - \varphi_p + Qc_s / \lambda_s) / 2$   
 Dan volgt  
 $\varphi_3 = \varphi_p + A \exp(L_3 / \lambda_s) + B \exp(-L_3 / \lambda_s)$  Q,  $\varphi_2$ ,  $\varphi_3$  III  
 $en = \varphi_p + (\varphi_2 - \varphi_p) \cosh(L_3 / \lambda_s) - Qc_s \sinh(L_3 / \lambda_s) / \lambda_s$   
 $Q_s = \frac{1}{c_s} \int_0^{L_3} (\varphi - \varphi_p) dx$  Q,  $\varphi_2$ ,  $Q_s$  IV  
 $= Q(1 - \cosh(L_3 / \lambda_s)) + (\varphi_2 - \varphi_p) \lambda_s \sinh(L_3 / \lambda_s) / c_s$
- Stroming onder polder: standaard oplossing voor lekstroming  
 $Q_p = -(\varphi_3 - \varphi_p) \lambda_p / c_p$   $\varphi_3$ ,  $Q_p$  V
- Massabehoud  
 $Q = Q_s + Q_p$  Q,  $Q_s$ ,  $Q_p$  VI

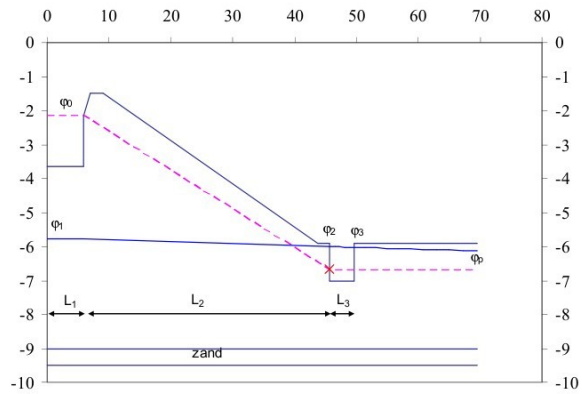
De 6 vergelijkingen I t/m VI bevatten 6 onbekenden. Door eliminatie wordt verkregen

$$Q = \frac{\varphi_0 - \varphi_p}{\frac{\lambda_b D' c_s + C}{c_p C + c_s} + \frac{KD + L_1}{L_2 c_b} + \frac{KD L_1}{L_2 c_b}}$$

waarmee de overige onbekenden successievelijk zijn te bepalen.

Bevindt zich een beschoeiing langs de boezem waarlangs boezemwater naar het zand kan lekken, dan wordt de weerstand onder de boezem verminderd. Daartoe kan  $c_b$  worden aangepast door uit te gaan van een parallelle schakeling van weerstanden:

$$c_b = \frac{L_1}{\frac{k_b(L_1 - L_1')}{d_b} + \frac{k_b' L_1'}{d_b'}}$$



$$d_b \quad d'_b$$

waarin de accenten van toepassing zijn onder de beschoeiing.

Bij meerdijken is de boezembreedte groot ten opzichte van de breedte van de kade, en neemt de stijghoogte in het zand toe naar het midden van het meer toe. De waarde  $\varphi_1$  is dus niet langer constant onder de boezem. Het verloop wordt gegeven door

$$\varphi - \varphi_0 = (\varphi_m - \varphi_0) \cosh(x_0 / \lambda'_0)$$

waarin  $\varphi_m$  de stijghoogte is in het zand ter plaatse van het midden van het meer, en  $x_0$  de x-coördinaat is ten opzichte van het midden van het meer. De bijdrage van het meer aan het debiet onder de kade wordt verwerkt door  $c_b$  in bovenstaande vergelijkingen te vervangen

$$\frac{\frac{c_m}{\lambda'_m \tanh(L_m / \lambda'_m)} + \frac{c' \tanh(L' / \lambda')}{\lambda'}}{1 + \frac{c_m \lambda' \tanh(L' / \lambda')}{c' \lambda'_m \tanh(L_m / \lambda'_m)}} L_1$$

waarin de index m voor meer verwisseld kan worden met de index b voor boezem in de eerdere vergelijkingen, en de index ' van toepassing is op de damwand die gedacht is op de overgang tussen meer en kade. Onder het meer zijn er nu 3 kenmerkende potentialen:  $\varphi_m$  in het midden van het meer, en de potentialen aan weerszijden van de damwand. De beide laatste verschillen uiteraard slechts weinig van elkaar, zolang de breedte van de damwand reële waarden heeft.

Stroming onder kaden vanuit boezem

Toetsing Cluster 3B

E01

**Blauwe velden voorzien van invoerparameters**

geometrie / peilen

L <sub>1</sub>	20 m	½ breedte boezem of meer
L <sub>2</sub>	29,4 m	breedte kade
L <sub>3</sub>	2 m	breedte sloot
φ <sub>0</sub>	-0,16 mNAP	stijghoogte boezem
φ <sub>P</sub>	-4,12 mNAP	stijghoogte polder

weerstand etc

	-5 mNAP	bovenkant zand
k <sub>b</sub>	2,00E-07 m/s	doorlatendheid waterbodem [m/s]
d <sub>b</sub>	0,5 m	dikte waterbodem [m]
K	1,00E-04 m/s	doorlatendheid zand [m/s]
D	5,5 m	dikte zand [m]
k <sub>S</sub>	2,00E-07 m/s	doorlatendheid sloot [m/s]
d <sub>S</sub>	0,35 m	dikte onder sloot [m]
k <sub>p</sub>	2,00E-07 m/s	doorlatendheid polder [m/s]
d <sub>p</sub>	1 m	dikte polder [m]
γ <sub>S</sub>	10,1 kN/m <sup>3</sup>	volumiek gewicht slootbodem

damwand / beschoeiing

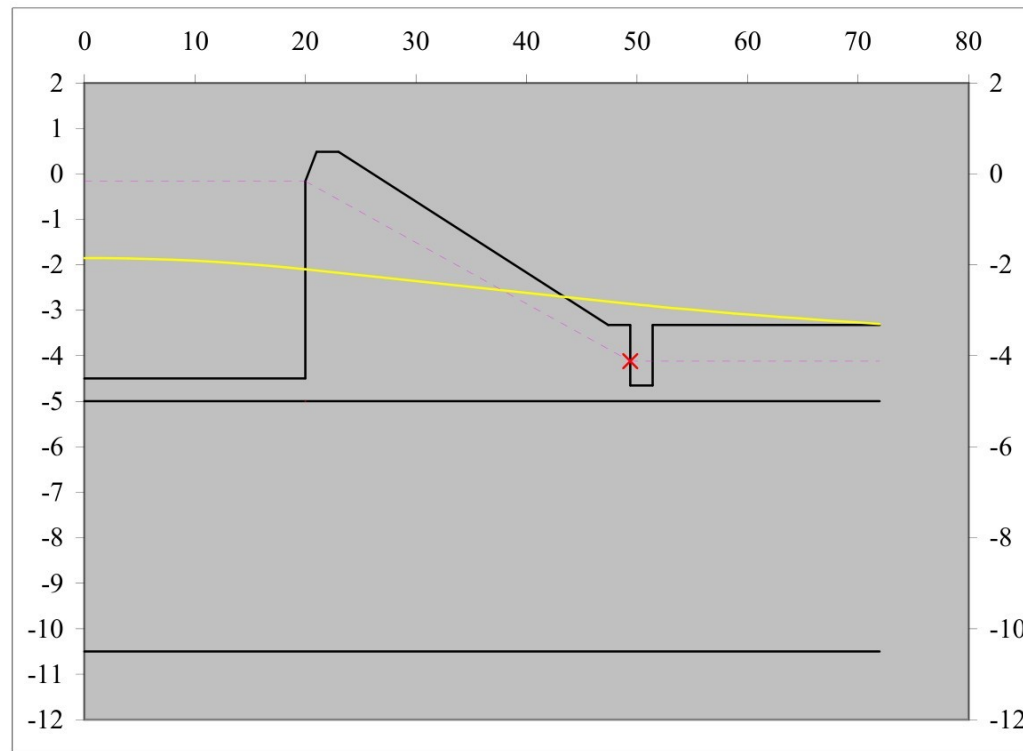
L'	0 m	breedte damwandspleet
d'	0,00001 m	dikte onder spleet
k'	2,00E-07 m/s	doorlatendheid onder spleet

rekenresultaten

φ <sub>1</sub>	-2,10 mNAP	stijghoogte onder boezem
φ <sub>2</sub>	-2,86 mNAP	stijghoogte onder sloot
φ <sub>3</sub>	-2,90 mNAP	stijghoogte onder sloot rechts
Q	1,42E-05 1223,64	m <sup>3</sup> /m/s ltr/m/dag debiet
Q <sub>s</sub>	1,42E-06 m <sup>3</sup> /m/s	debiet naar sloot
Q <sub>p</sub>	1,27E-05 m <sup>3</sup> /m/s	debiet naar polder
Q <sub>s</sub> +Q <sub>p</sub>	1,42E-05 0,0E+00	check
φ <sub>m</sub>	-1,85 mNAP	stijghoogte onder meermidden
φ <sub>kl</sub>	-2,10 mNAP	stijghoogte onder rand meer
Q <sub>m</sub>	1,42E-05 m <sup>3</sup> /m/s	debiet uit meer
Q <sub>k</sub>	0,00E+00 m <sup>3</sup> /m/s	debiet beschoeiing
Q <sub>m</sub> .Q <sub>k</sub>	1,42E-05 0,0E+00	check

hulpwaarden

c <sub>b</sub>	2,50E+06	
c <sub>b</sub> of c <sub>b</sub> '	2,74E+06 sec	weerstand boezem
KD	5,50E-04 m <sup>2</sup> /sec	zand
c <sub>s</sub>	1,75E+06 sec	weerstand sloot
c <sub>p</sub>	5,00E+06 sec	weerstand sloot
λ <sub>s</sub>	31 m	leklengte sloot
λ <sub>p</sub>	52 m	leklengte polder
A	0,2327	
B	1,0315	
cosh	1,0021	
sinh	6,45E-02	
c'	5,00E+01 sec	weerstand spleet
λ'	0 m	leklengte spleet
λ <sub>b</sub>	37 m	leklengte waterbodem



φ <sub>s,GRENS</sub>	-4,1 mNAP	X grenspotentialiaal sloot
	-1,26 mwk	verschilddruk: OPBARSTEN
0,18	0,42	1,01 opdrukveiligheid: min. - actueel - max.

geometrie uitvoer

x <sub>1</sub>	0	0	-1,847
x <sub>2</sub>	20	2	-1,850
x <sub>3</sub>	49,4	4	-1,857
x <sub>4</sub>	51,4	6	-1,869
1.4x <sub>4</sub>	72	8	-1,887
		10	-1,909
0	-10,5	12	-1,936
72	-10,5	14	-1,969
		16	-2,007
0	-5	18	-2,050
72	-5	20	-2,099
		20	#N/B
0	-4,5	20	#N/B
20	-4,5	20	#N/B
20	-0,16	20	#N/B
21	0,49	20	-2,099
23	0,49	49,4	-2,856
47,4	-3,32	49,8	-2,866
49,4	-3,32	50,2	-2,876
49,4	-4,65	50,6	-2,886
51,4	-4,65	51	-2,895
51,4	-3,32	51,4	-2,905
72	-3,32	53,2	-2,945
		55,0	-2,985
0	-10,5	56,9	-3,025
72	0	58,8	-3,065
		60,8	-3,104
0	-0,16	62,9	-3,144
20	-0,16	65,1	-3,183
49,4	-4,12	67,3	-3,222
72	-4,12	69,6	-3,261
		72,0	-3,299
20	#N/B		
20	-5		
20	-4,99999		
20	#N/B		

Stroming onder kaden vanuit boezem

Toetsing Cluster 3B

E02

**Blauwe velden voorzien van invoerparameters**

*geometrie / peilen*

L <sub>1</sub>	20 m	½ breedte boezem of meer
L <sub>2</sub>	25 m	breedte kade
L <sub>3</sub>	4 m	breedte sloot
φ <sub>0</sub>	-0,16 mNAP	stijghoogte boezem
φ <sub>P</sub>	-2,27 mNAP	stijghoogte polder

*weerstand etc*

	-5 mNAP	bovenkant zand
k <sub>b</sub>	2,00E-07 m/s	doorlatendheid waterbodem [m/s]
d <sub>b</sub>	0,5 m	dikte waterbodem [m]
K	1,00E-04 m/s	doorlatendheid zand [m/s]
D	20 m	dikte zand [m]
k <sub>S</sub>	2,00E-07 m/s	doorlatendheid sloot [m/s]
d <sub>S</sub>	2 m	dikte onder sloot [m]
k <sub>p</sub>	2,00E-07 m/s	doorlatendheid polder [m/s]
d <sub>p</sub>	3 m	dikte polder [m]
γ <sub>S</sub>	10,2 kN/m <sup>3</sup>	volumiek gewicht slootbodem

*damwand / beschoeiing*

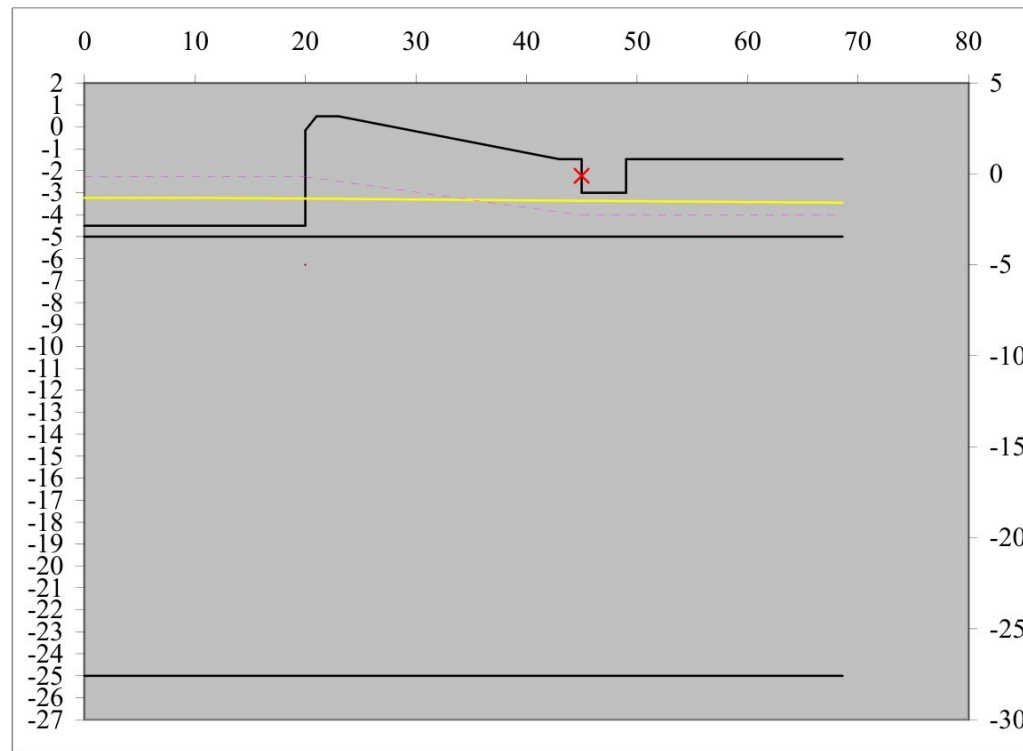
L'	0 m	breedte damwandspleet
d'	0,00001 m	dikte onder spleet
k'	2,00E-07 m/s	doorlatendheid onder spleet

*rekenresultaten*

φ <sub>1</sub>	-1,36 mNAP	stijghoogte onder boezem
φ <sub>2</sub>	-1,47 mNAP	stijghoogte onder sloot
φ <sub>3</sub>	-1,49 mNAP	stijghoogte onder sloot rechts
Q	9,32E-06	805,04 m <sup>3</sup> /m/s ltr/m/dag debiet
Q <sub>S</sub>	3,15E-07 m <sup>3</sup> /m/s	debiet naar sloot
Q <sub>P</sub>	9,00E-06 m <sup>3</sup> /m/s	debiet naar polder
Q <sub>S</sub> +Q <sub>P</sub>	9,32E-06	0,0E+00 check
φ <sub>m</sub>	-1,31 mNAP	stijghoogte onder meermidden
φ <sub>kl</sub>	-1,36 mNAP	stijghoogte onder rand meer
Q <sub>m</sub>	9,32E-06 m <sup>3</sup> /m/s	debiet uit meer
Q <sub>k</sub>	0,00E+00 m <sup>3</sup> /m/s	debiet beschoeiing
Q <sub>m</sub> .Q <sub>k</sub>	9,32E-06	0,0E+00 check

*hulpwaarden*

c <sub>b</sub>	2,50E+06	
c <sub>b</sub> of c <sub>b</sub> '	2,57E+06 sec	weerstand boezem
KD	2,00E-03 m <sup>2</sup> /sec	zand
c <sub>S</sub>	1,00E+07 sec	weerstand sloot
c <sub>P</sub>	1,50E+07 sec	weerstand sloot
λ <sub>S</sub>	141 m	leklengte sloot
λ <sub>P</sub>	173 m	leklengte polder
A	0,0695	
B	0,7284	
cosh	1,0004	
sinh	2,83E-02	
c'	5,00E+01 sec	weerstand spleet
λ'	0 m	leklengte spleet
λ <sub>b</sub>	71 m	leklengte waterbodem



φ <sub>S,GRENS</sub>	-2,2 mNAP	X grenspotentialiaal sloot
	-0,75 mwk	verschilddruk: OPBARSTEN
0,58	0,80	1,03 opdrukveiligheid: min. - actueel - max.

*geometrie uitvoer*

x <sub>1</sub>	0	0	-1,309
x <sub>2</sub>	20	2	-1,310
x <sub>3</sub>	45	4	-1,311
x <sub>4</sub>	49	6	-1,313
1.4x <sub>4</sub>	69	8	-1,317
		10	-1,321
0	-25	12	-1,326
69	-25	14	-1,332
		16	-1,339
0	-5	18	-1,347
69	-5	20	-1,356
		20	#N/B
0	-4,5	20	#N/B
20	-4,5	20	#N/B
20	-0,16	20	#N/B
21	0,49	20	-1,356
23	0,49	45	-1,472
43	-1,47	45,8	-1,476
45	-1,47	46,6	-1,479
45	-3	47,4	-1,483
49	-3	48,2	-1,487
49	-1,47	49	-1,490
69	-1,47	50,7	-1,498
		52,4	-1,506
0	-25	54,2	-1,513
69	0	56,1	-1,522
		58,0	-1,530
0	-0,16	60,0	-1,538
20	-0,16	62,0	-1,547
45	-2,27	64,1	-1,556
69	-2,27	66,3	-1,565
		68,6	-1,574
20	#N/B		
20	-5		
20	-4,99999		
20	#N/B		

Stroming onder kaden vanuit boezem

Toetsing Cluster 3B

E03

**Blauwe velden voorzien van invoerparameters**

*geometrie / peilen*

L <sub>1</sub>	20 m	½ breedte boezem of meer
L <sub>2</sub>	36 m	breedte kade
L <sub>3</sub>	2 m	breedte sloot
φ <sub>0</sub>	-0,16 mNAP	stijghoogte boezem
φ <sub>P</sub>	-2,27 mNAP	stijghoogte polder

*weerstand etc*

	-5 mNAP	bovenkant zand
k <sub>b</sub>	2,00E-07 m/s	doorlatendheid waterbodem [m/s]
d <sub>b</sub>	0,5 m	dikte waterbodem [m]
K	1,00E-04 m/s	doorlatendheid zand [m/s]
D	20 m	dikte zand [m]
k <sub>S</sub>	2,00E-07 m/s	doorlatendheid sloot [m/s]
d <sub>S</sub>	2 m	dikte onder sloot [m]
k <sub>p</sub>	2,00E-07 m/s	doorlatendheid polder [m/s]
d <sub>p</sub>	3 m	dikte polder [m]
γ <sub>S</sub>	10,2 kN/m <sup>3</sup>	volumiek gewicht slootbodem

*damwand / beschoeiing*

L'	0 m	breedte damwandspleet
d'	0,00001 m	dikte onder spleet
k'	2,00E-07 m/s	doorlatendheid onder spleet

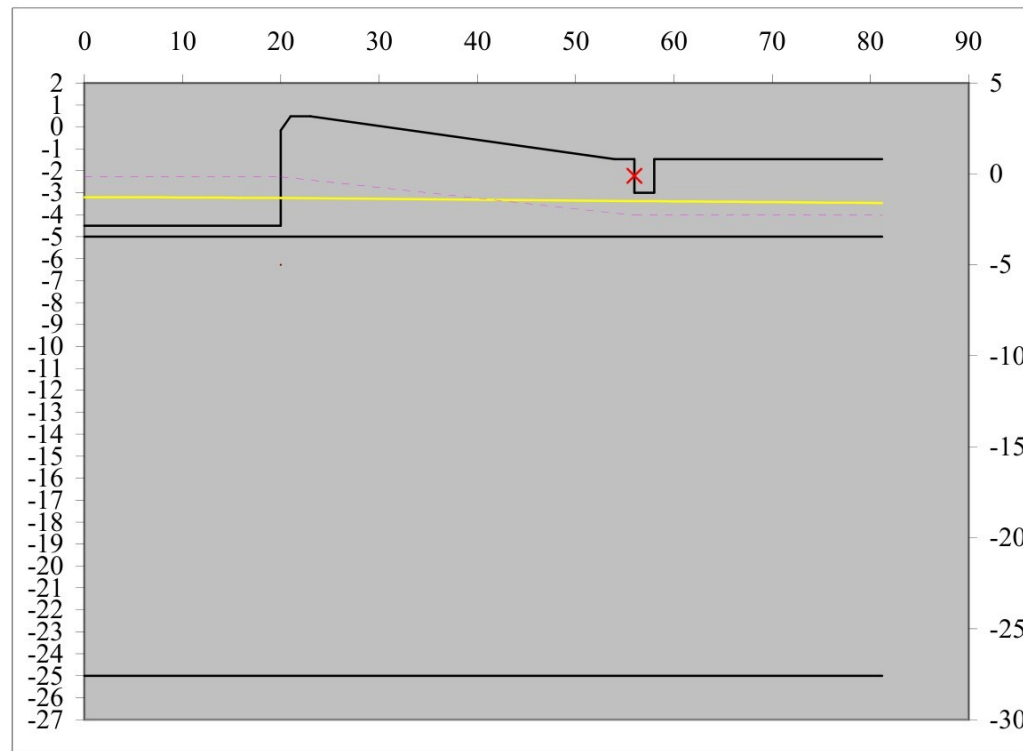
*rekenresultaten*

φ <sub>1</sub>	-1,32 mNAP	stijghoogte onder boezem
φ <sub>2</sub>	-1,49 mNAP	stijghoogte onder sloot
φ <sub>3</sub>	-1,50 mNAP	stijghoogte onder sloot rechts
Q	9,08E-06	784,35 m <sup>3</sup> /m/s ltr/m/dag debiet
Q <sub>s</sub>	1,55E-07 m <sup>3</sup> /m/s	debiet naar sloot
Q <sub>p</sub>	8,92E-06 m <sup>3</sup> /m/s	debiet naar polder
Q <sub>s</sub> +Q <sub>p</sub>	9,08E-06	0,0E+00 check
φ <sub>m</sub>	-1,28 mNAP	stijghoogte onder meermidden
φ <sub>kl</sub>	-1,32 mNAP	stijghoogte onder rand meer
Q <sub>m</sub>	9,08E-06 m <sup>3</sup> /m/s	debiet uit meer
Q <sub>k</sub>	0,00E+00 m <sup>3</sup> /m/s	debiet beschoeiing
Q <sub>m</sub> .Q <sub>k</sub>	9,08E-06	0,0E+00 check

*hulpwaarden*

c <sub>b</sub>	2,50E+06	
c <sub>b</sub> of c <sub>b</sub> '	2,57E+06 sec	weerstand boezem
KD	2,00E-03 m <sup>2</sup> /sec	zand
c <sub>s</sub>	1,00E+07 sec	weerstand sloot
c <sub>p</sub>	1,50E+07 sec	weerstand sloot
λ <sub>s</sub>	141 m	leklengte sloot
λ <sub>p</sub>	173 m	leklengte polder
A	0,0699	
B	0,7118	
cosh	1,0001	
sinh	1,41E-02	

c'	5,00E+01 sec	weerstand spleet
λ'	0 m	leklengte spleet
λ <sub>b</sub>	71 m	leklengte waterbodem



φ<sub>s,GRENS</sub> -2,2 mNAP X grenspotentialiaal sloot  
 -0,73 mwk verschildruk: OPBARSTEN  
 0,58 0,80 1,03 opdrukveiligheid: min. - actueel - max.

*geometrie uitvoer*

x <sub>1</sub>	0	0	-1,280
x <sub>2</sub>	20	2	-1,280
x <sub>3</sub>	56	4	-1,282
x <sub>4</sub>	58	6	-1,284
1.4x <sub>4</sub>	81	8	-1,287
		10	-1,291
0	-25	12	-1,296
81	-25	14	-1,302
		16	-1,309
0	-5	18	-1,316
81	-5	20	-1,325
		20	#N/B
0	-4,5	20	#N/B
20	-4,5	20	#N/B
20	-0,16	20	#N/B
21	0,49	20	-1,325
23	0,49	56	-1,488
54	-1,47	56,4	-1,490
56	-1,47	56,8	-1,492
56	-3	57,2	-1,494
58	-3	57,6	-1,495
58	-1,47	58	-1,497
81	-1,47	60,0	-1,506
		62,0	-1,515
0	-25	64,2	-1,524
81	0	66,4	-1,534
		68,6	-1,543
0	-0,16	71,0	-1,553
20	-0,16	73,4	-1,563
56	-2,27	75,9	-1,573
81	-2,27	78,5	-1,584
		81,2	-1,594
20	#N/B		
20	-5		
20	-4,99999		
20	#N/B		

Stroming onder kaden vanuit boezem

Toetsing Cluster 3B

E04

Blauwe velden voorzien van invoerparameters

geometrie / peilen

L <sub>1</sub>	20 m	½ breedte boezem of meer
L <sub>2</sub>	17 m	breedte kade
L <sub>3</sub>	2 m	breedte sloot
φ <sub>0</sub>	-0,16 mNAP	stijghoogte boezem
φ <sub>P</sub>	-2,27 mNAP	stijghoogte polder

weerstand etc

	-5 mNAP	bovenkant zand
k <sub>b</sub>	2,00E-07 m/s	doorlatendheid waterbodem [m/s]
d <sub>b</sub>	0,5 m	dikte waterbodem [m]
K	1,00E-04 m/s	doorlatendheid zand [m/s]
D	20 m	dikte zand [m]
k <sub>S</sub>	2,00E-07 m/s	doorlatendheid sloot [m/s]
d <sub>S</sub>	2 m	dikte onder sloot [m]
k <sub>p</sub>	2,00E-07 m/s	doorlatendheid polder [m/s]
d <sub>p</sub>	3 m	dikte polder [m]
γ <sub>S</sub>	10,2 kN/m <sup>3</sup>	volumiek gewicht slootbodem

damwand / beschoeiing

L'	0 m	breedte damwandspleet
d'	0,00001 m	dikte onder spleet
k'	2,00E-07 m/s	doorlatendheid onder spleet

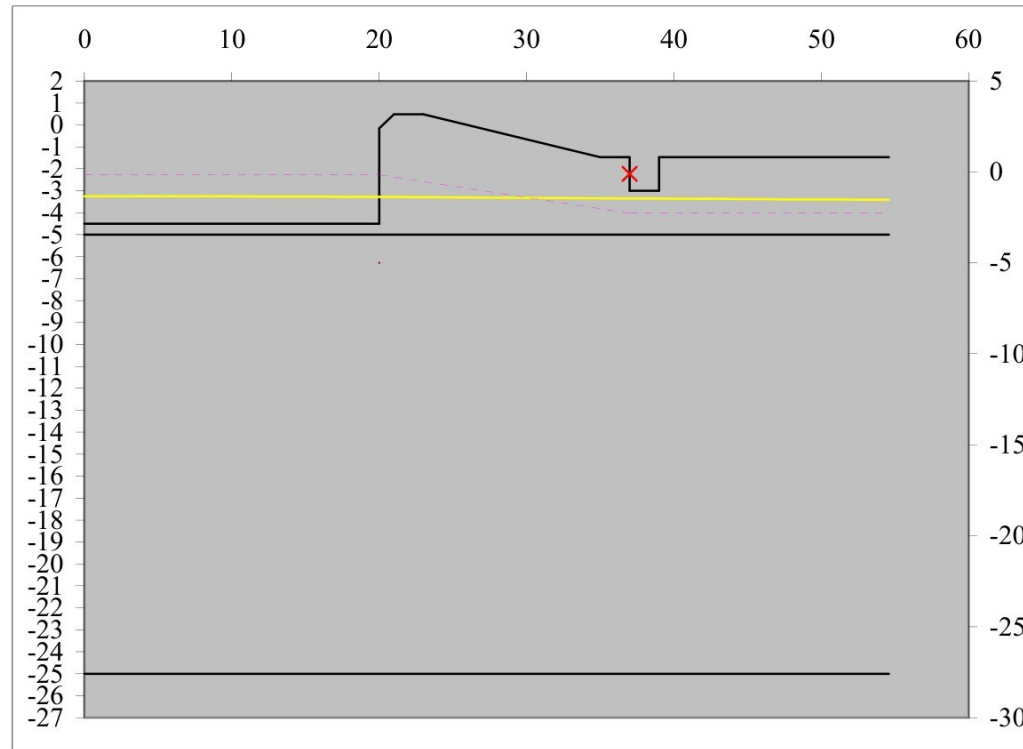
rekenresultaten

φ <sub>1</sub>	-1,37 mNAP	stijghoogte onder boezem
φ <sub>2</sub>	-1,45 mNAP	stijghoogte onder sloot
φ <sub>3</sub>	-1,46 mNAP	stijghoogte onder sloot rechts
Q	9,46E-06	817,78 m <sup>3</sup> /m/s ltr/m/dag debiet
Q <sub>s</sub>	1,62E-07 m <sup>3</sup> /m/s	debiet naar sloot
Q <sub>p</sub>	9,30E-06 m <sup>3</sup> /m/s	debiet naar polder
Q <sub>s</sub> +Q <sub>p</sub>	9,46E-06	0,0E+00 check
φ <sub>m</sub>	-1,33 mNAP	stijghoogte onder meermidden
φ <sub>kl</sub>	-1,37 mNAP	stijghoogte onder rand meer
Q <sub>m</sub>	9,46E-06 m <sup>3</sup> /m/s	debiet uit meer
Q <sub>k</sub>	0,00E+00 m <sup>3</sup> /m/s	debiet beschoeiing
Q <sub>m</sub> .Q <sub>k</sub>	9,46E-06	0,0E+00 check

hulpwaarden

c <sub>b</sub>	2,50E+06	
c <sub>b</sub> of c <sub>b</sub> '	2,57E+06 sec	weerstand boezem
KD	2,00E-03 m <sup>2</sup> /sec	zand
c <sub>s</sub>	1,00E+07 sec	weerstand sloot
c <sub>p</sub>	1,50E+07 sec	weerstand sloot
λ <sub>s</sub>	141 m	leklengte sloot
λ <sub>p</sub>	173 m	leklengte polder
A	0,0729	
B	0,7422	
cosh	1,0001	
sinh	1,41E-02	

c'	5,00E+01 sec	weerstand spleet
λ'	0 m	leklengte spleet
λ <sub>b</sub>	71 m	leklengte waterbodem



φ <sub>s,GRENS</sub>	-2,2 mNAP	X grenspotentialiaal sloot
	-0,77 mwk	verschilddruk: OPBARSTEN
0,58	0,79	1,03 opdrukveiligheid: min. - actueel - max.

geometrie uitvoer

x <sub>1</sub>	0	0	-1,327
x <sub>2</sub>	20	2	-1,328
x <sub>3</sub>	37	4	-1,329
x <sub>4</sub>	39	6	-1,332
1.4x <sub>4</sub>	55	8	-1,335
		10	-1,339
0	-25	12	-1,344
55	-25	14	-1,350
		16	-1,358
0	-5	18	-1,366
55	-5	20	-1,375
		20	#N/B
0	-4,5	20	#N/B
20	-4,5	20	#N/B
20	-0,16	20	#N/B
21	0,49	20	-1,375
23	0,49	37	-1,455
35	-1,47	37,4	-1,457
37	-1,47	37,8	-1,459
37	-3	38,2	-1,461
39	-3	38,6	-1,462
39	-1,47	39	-1,464
55	-1,47	40,3	-1,471
		41,7	-1,477
0	-25	43,1	-1,483
55	0	44,6	-1,490
		46,1	-1,497
0	-0,16	47,7	-1,504
20	-0,16	49,4	-1,511
37	-2,27	51,0	-1,518
55	-2,27	52,8	-1,526
		54,6	-1,534
20	#N/B		
20	-5		
20	-4,99999		
20	#N/B		

Stroming onder kaden vanuit boezem

Toetsing Cluster 3B

E05

**Blauwe velden voorzien van invoerparameters**

*geometrie / peilen*

$L_1$	20 m	½ breedte boezem of meer
$L_2$	22 m	breedte kade
$L_3$	2 m	breedte sloot
$\varphi_0$	-0,16 mNAP	stijghoogte boezem
$\varphi_P$	-2,27 mNAP	stijghoogte polder

*weerstand etc*

	-5 mNAP	bovenkant zand
$k_b$	2,00E-07 m/s	doorlatendheid waterbodem [m/s]
$d_b$	0,5 m	dikte waterbodem [m]
$K$	1,00E-04 m/s	doorlatendheid zand [m/s]
$D$	20 m	dikte zand [m]
$k_s$	2,00E-07 m/s	doorlatendheid sloot [m/s]
$d_s$	2 m	dikte onder sloot [m]
$k_p$	2,00E-07 m/s	doorlatendheid polder [m/s]
$d_p$	3 m	dikte polder [m]
$\gamma_s$	10,2 kN/m <sup>3</sup>	volumiek gewicht slootbodem

*damwand / beschoeiing*

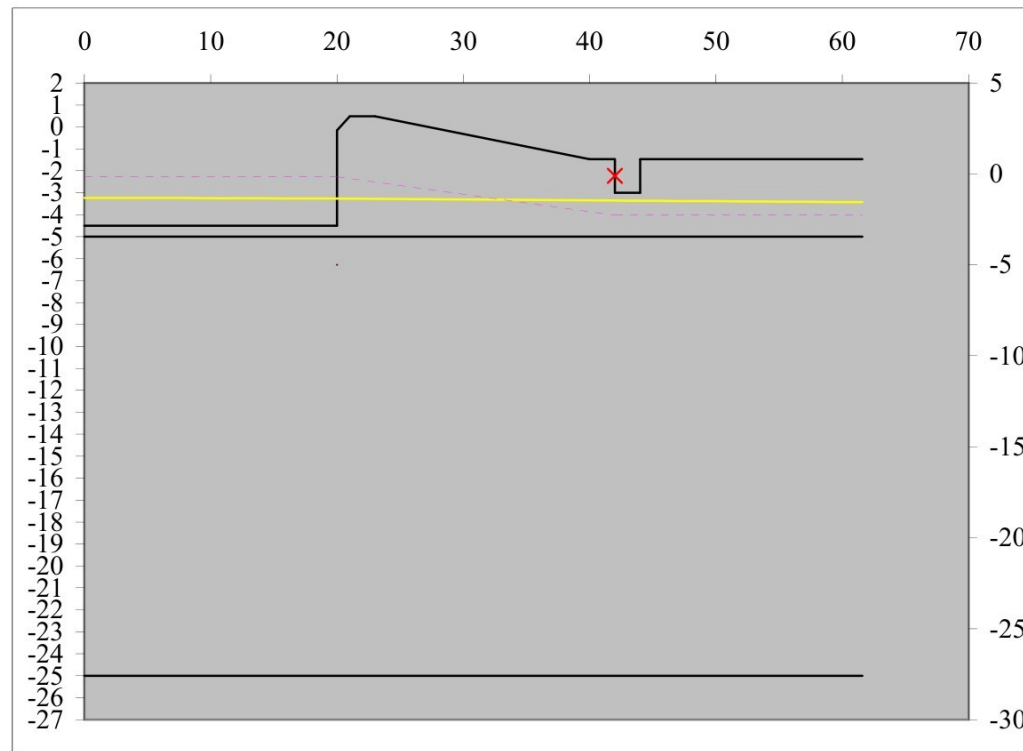
$L'$	0 m	breedte damwandspleet
$d'$	0,00001 m	dikte onder spleet
$k'$	2,00E-07 m/s	doorlatendheid onder spleet

*rekenresultaten*

$\varphi_1$	-1,36 mNAP	stijghoogte onder boezem
$\varphi_2$	-1,46 mNAP	stijghoogte onder sloot
$\varphi_3$	-1,47 mNAP	stijghoogte onder sloot rechts
$Q$	9,36E-06 808,71	m <sup>3</sup> /m/s ltr/m/dag debiet
$Q_s$	1,60E-07 m <sup>3</sup> /m/s	debiet naar sloot
$Q_p$	9,20E-06 m <sup>3</sup> /m/s	debiet naar polder
$Q_s+Q_p$	9,36E-06 0,0E+00	check
$\varphi_m$	-1,31 mNAP	stijghoogte onder meermidden
$\varphi_{kl}$	-1,36 mNAP	stijghoogte onder rand meer
$Q_m$	9,36E-06 m <sup>3</sup> /m/s	debiet uit meer
$Q_k$	0,00E+00 m <sup>3</sup> /m/s	debiet beschoeiing
$Q_m, Q_k$	9,36E-06 0,0E+00	check

*hulpwaarden*

$c_b$	2,50E+06	
$c_b$ of $c_b'$	2,57E+06 sec	weerstand boezem
$KD$	2,00E-03 m <sup>2</sup> /sec	zand
$c_s$	1,00E+07 sec	weerstand sloot
$c_p$	1,50E+07 sec	weerstand sloot
$\lambda_s$	141 m	lek lengte sloot
$\lambda_p$	173 m	lek lengte polder
A	0,0721	
B	0,7339	
cosh	1,0001	
sinh	1,41E-02	
$c'$	5,00E+01 sec	weerstand spleet
$\lambda'$	0 m	lek lengte spleet
$\lambda_b$	71 m	lek lengte waterbodem



$\varphi_{s,GRENS}$	-2,2 mNAP	X grenspotentialiaal sloot
	-0,76 mwk	verschilruk: OPBARSTEN
0,58	0,80	1,03 opdrukveiligheid: min. - actueel - max.

*geometrie uitvoer*

$x_1$	0	0	-1,315
$x_2$	20	2	-1,315
$x_3$	42	4	-1,316
$x_4$	44	6	-1,319
$1.4x_4$	62	8	-1,322
		10	-1,326
0	-25	12	-1,331
62	-25	14	-1,337
		16	-1,344
0	-5	18	-1,352
62	-5	20	-1,361
		20	#N/B
0	-4,5	20	#N/B
20	-4,5	20	#N/B
20	-0,16	20	#N/B
21	0,49	20	-1,361
23	0,49	42	-1,464
40	-1,47	42,4	-1,466
42	-1,47	42,8	-1,468
42	-3	43,2	-1,470
44	-3	43,6	-1,471
44	-1,47	44	-1,473
62	-1,47	45,5	-1,480
		47,1	-1,487
0	-25	48,7	-1,494
62	0	50,3	-1,502
		52,1	-1,510
0	-0,16	53,8	-1,517
20	-0,16	55,7	-1,525
42	-2,27	57,6	-1,533
62	-2,27	59,6	-1,542
		61,6	-1,550
20	#N/B		
20	-5		
20	-4,99999		
20	#N/B		

Stroming onder kaden vanuit boezem

Toetsing Cluster 3B

E06

**Blauwe velden voorzien van invoerparameters**

*geometrie / peilen*

L <sub>1</sub>	20 m	½ breedte boezem of meer
L <sub>2</sub>	10 m	breedte kade
L <sub>3</sub>	2 m	breedte sloot
φ <sub>0</sub>	-0,16 mNAP	stijghoogte boezem
φ <sub>P</sub>	-0,6 mNAP	stijghoogte polder

*weerstand etc*

	-5 mNAP	bovenkant zand
k <sub>b</sub>	2,00E-07 m/s	doorlatendheid waterbodem [m/s]
d <sub>b</sub>	2 m	dikte waterbodem [m]
K	1,00E-04 m/s	doorlatendheid zand [m/s]
D	20 m	dikte zand [m]
k <sub>S</sub>	2,00E-07 m/s	doorlatendheid sloot [m/s]
d <sub>S</sub>	2 m	dikte onder sloot [m]
k <sub>p</sub>	2,00E-07 m/s	doorlatendheid polder [m/s]
d <sub>p</sub>	3 m	dikte polder [m]
γ <sub>S</sub>	10,2 kN/m <sup>3</sup>	volumiek gewicht slootbodem

*damwand / beschoeiing*

L'	0 m	breedte damwandspleet
d'	0,00001 m	dikte onder spleet
k'	2,00E-07 m/s	doorlatendheid onder spleet

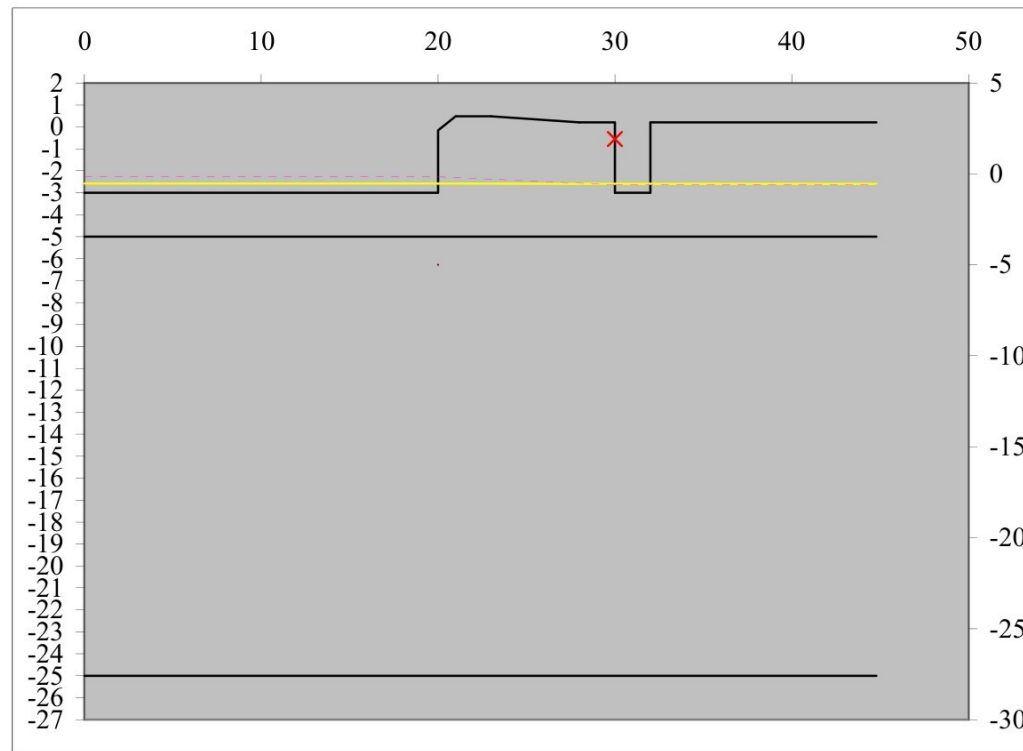
*rekenresultaten*

φ <sub>1</sub>	-0,53 mNAP	stijghoogte onder boezem
φ <sub>2</sub>	-0,54 mNAP	stijghoogte onder sloot
φ <sub>3</sub>	-0,54 mNAP	stijghoogte onder sloot rechts
Q	7,40E-07 m <sup>3</sup> /m/s	63,95 m <sup>3</sup> /m/s ltr/m/dag debiet
Q <sub>s</sub>	1,27E-08 m <sup>3</sup> /m/s	debiet naar sloot
Q <sub>p</sub>	7,28E-07 m <sup>3</sup> /m/s	debiet naar polder
Q <sub>s</sub> +Q <sub>p</sub>	7,40E-07 m <sup>3</sup> /m/s	0,0E+00 check
φ <sub>m</sub>	-0,53 mNAP	stijghoogte onder meermidden
φ <sub>kl</sub>	-0,53 mNAP	stijghoogte onder rand meer
Q <sub>m</sub>	7,40E-07 m <sup>3</sup> /m/s	debiet uit meer
Q <sub>k</sub>	0,00E+00 m <sup>3</sup> /m/s	debiet beschoeiing
Q <sub>m</sub> -Q <sub>k</sub>	7,40E-07 m <sup>3</sup> /m/s	0,0E+00 check

*hulpwaarden*

c <sub>b</sub>	1,00E+07	
c <sub>b</sub> of c <sub>b</sub> '	1,01E+07 sec	weerstand boezem
KD	2,00E-03 m <sup>2</sup> /sec	zand
c <sub>s</sub>	1,00E+07 sec	weerstand sloot
c <sub>p</sub>	1,50E+07 sec	weerstand sloot
λ <sub>s</sub>	141 m	leklengte sloot
λ <sub>p</sub>	173 m	leklengte polder
A	0,0057	
B	0,0580	
cosh	1,0001	
sinh	1,41E-02	

c'	5,00E+01 sec	weerstand spleet
λ'	0 m	leklengte spleet
λ <sub>b</sub>	141 m	leklengte waterbodem



*geometrie uitvoer*

x <sub>1</sub>	0	0	-0,529
x <sub>2</sub>	20	2	-0,529
x <sub>3</sub>	30	4	-0,529
x <sub>4</sub>	32	6	-0,529
1.4x <sub>4</sub>	45	8	-0,529
		10	-0,530
0	-25	12	-0,530
45	-25	14	-0,531
		16	-0,531
0	-5	18	-0,532
45	-5	20	-0,533
		20	#N/B
0	-3	20	#N/B
20	-3	20	#N/B
20	-0,16	20	#N/B
21	0,49	20	-0,533
23	0,49	30	-0,536
28	0,2	30,4	-0,536
30	0,2	30,8	-0,537
30	-3	31,2	-0,537
32	-3	31,6	-0,537
32	0,2	32	-0,537
45	0,2	33,1	-0,537
		34,2	-0,538
0	-25	35,4	-0,538
45	0	36,6	-0,539
		37,9	-0,539
0	-0,16	39,2	-0,540
20	-0,16	40,5	-0,540
30	-0,6	41,9	-0,540
45	-0,6	43,3	-0,541
		44,8	-0,541
20	#N/B		
20	-5		
20	-4,99999		
20	#N/B		

φ <sub>s,GRENS</sub>	-0,6 mNAP	X grenspotential sloot
	-0,02 mwk	verschilddruk: OPBARSTEN
0,93	1,01	1,02 opdrukveiligheid: min. - actueel - max.

Stroming onder kaden vanuit boezem

Toetsing Cluster 3B

E07

**Blauwe velden voorzien van invoerparameters**

*geometrie / peilen*

$L_1$	20 m	½ breedte boezem of meer
$L_2$	10 m	breedte kade
$L_3$	2 m	breedte sloot
$\varphi_0$	-0,16 mNAP	stijghoogte boezem
$\varphi_P$	-0,6 mNAP	stijghoogte polder

*weerstand etc*

	-5 mNAP	bovenkant zand
$k_b$	2,00E-07 m/s	doorlatendheid waterbodem [m/s]
$d_b$	2 m	dikte waterbodem [m]
$K$	1,00E-04 m/s	doorlatendheid zand [m/s]
$D$	20 m	dikte zand [m]
$k_s$	2,00E-07 m/s	doorlatendheid sloot [m/s]
$d_s$	2 m	dikte onder sloot [m]
$k_p$	2,00E-07 m/s	doorlatendheid polder [m/s]
$d_p$	3 m	dikte polder [m]
$\gamma_s$	10,2 kN/m <sup>3</sup>	volumiek gewicht slootbodem

*damwand / beschoeiing*

$L'$	0 m	breedte damwandspleet
$d'$	0,00001 m	dikte onder spleet
$k'$	2,00E-07 m/s	doorlatendheid onder spleet

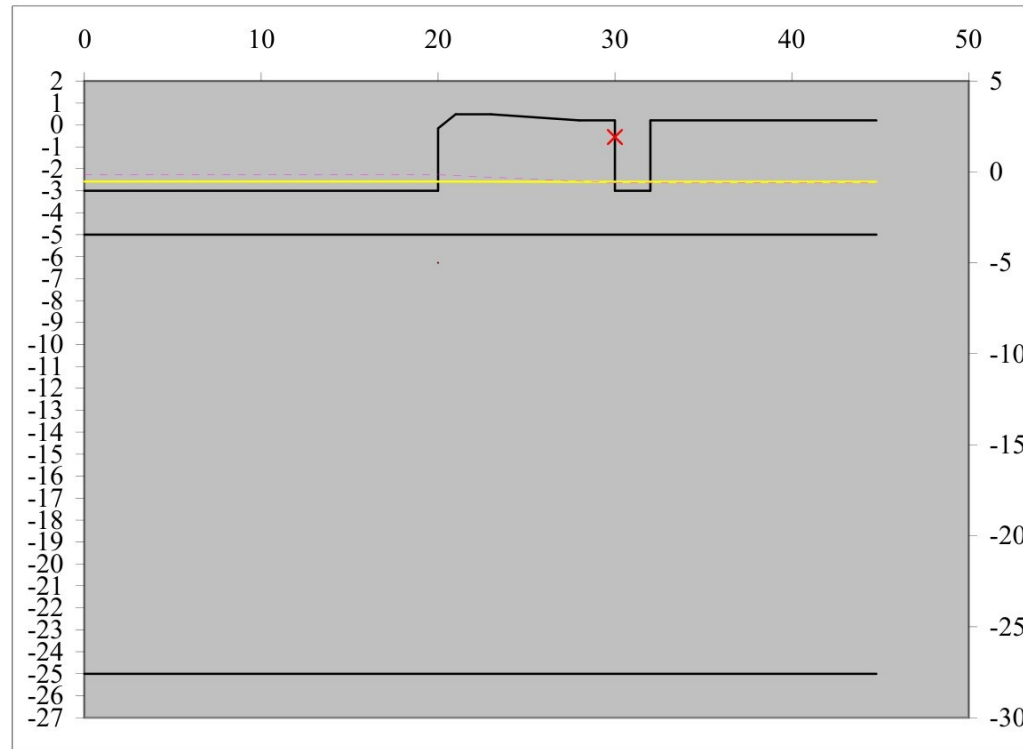
*rekenresultaten*

$\varphi_1$	-0,53 mNAP	stijghoogte onder boezem
$\varphi_2$	-0,54 mNAP	stijghoogte onder sloot
$\varphi_3$	-0,54 mNAP	stijghoogte onder sloot rechts
$Q$	7,40E-07 m <sup>3</sup> /m/s	63,95 m <sup>3</sup> /m/s ltr/m/dag debiet
$Q_s$	1,27E-08 m <sup>3</sup> /m/s	debiet naar sloot
$Q_p$	7,28E-07 m <sup>3</sup> /m/s	debiet naar polder
$Q_s+Q_p$	7,40E-07 m <sup>3</sup> /m/s	0,0E+00 check
$\varphi_m$	-0,53 mNAP	stijghoogte onder meermidden
$\varphi_{kl}$	-0,53 mNAP	stijghoogte onder rand meer
$Q_m$	7,40E-07 m <sup>3</sup> /m/s	debiet uit meer
$Q_k$	0,00E+00 m <sup>3</sup> /m/s	debiet beschoeiing
$Q_m-Q_k$	7,40E-07 m <sup>3</sup> /m/s	0,0E+00 check

*hulpwaarden*

$c_b$	1,00E+07	
$c_b$ of $c_b'$	1,01E+07 sec	weerstand boezem
$KD$	2,00E-03 m <sup>2</sup> /sec	zand
$c_s$	1,00E+07 sec	weerstand sloot
$c_p$	1,50E+07 sec	weerstand sloot
$\lambda_s$	141 m	leklengte sloot
$\lambda_p$	173 m	leklengte polder
A	0,0057	
B	0,0580	
cosh	1,0001	
sinh	1,41E-02	

$c'$	5,00E+01 sec	weerstand spleet
$\lambda'$	0 m	leklengte spleet
$\lambda_b$	141 m	leklengte waterbodem



$\varphi_{s,GRENS}$  -0,6 mNAP X grenspotential sloot  
 -0,02 mwk verschildruk: OPBARSTEN  
 0,93 1,01 1,02 opdrukveiligheid: min. - actueel - max.

*geometrie uitvoer*

$x_1$	0	0	-0,529
$x_2$	20	2	-0,529
$x_3$	30	4	-0,529
$x_4$	32	6	-0,529
$1.4x_4$	45	8	-0,529
		10	-0,530
0	-25	12	-0,530
45	-25	14	-0,531
		16	-0,531
0	-5	18	-0,532
45	-5	20	-0,533
		20	#N/B
0	-3	20	#N/B
20	-3	20	#N/B
20	-0,16	20	#N/B
21	0,49	20	-0,533
23	0,49	30	-0,536
28	0,2	30,4	-0,536
30	0,2	30,8	-0,537
30	-3	31,2	-0,537
32	-3	31,6	-0,537
32	0,2	32	-0,537
45	0,2	33,1	-0,537
		34,2	-0,538
0	-25	35,4	-0,538
45	0	36,6	-0,539
		37,9	-0,539
0	-0,16	39,2	-0,540
20	-0,16	40,5	-0,540
30	-0,6	41,9	-0,540
45	-0,6	43,3	-0,541
		44,8	-0,541
20	#N/B		
20	-5		
20	-4,99999		
20	#N/B		

Stroming onder kaden vanuit boezem

Toetsing Cluster 3B

E08

**Blauwe velden voorzien van invoerparameters**

*geometrie / peilen*

L <sub>1</sub>	8,00 m	½ breedte boezem of meer
L <sub>2</sub>	17,83 m	breedte kade
L <sub>3</sub>	1,35 m	breedte sloot
φ <sub>0</sub>	-0,13 mNAP	stijghoogte boezem
φ <sub>P</sub>	-2,27 mNAP	stijghoogte polder

*weerstand etc*

	-5,26 mNAP	bovenkant zand
k <sub>b</sub>	2,00E-07 m/s	doorlatendheid waterbodem [m/s]
d <sub>b</sub>	1,4 m	dikte waterbodem [m]
K	1,00E-04 m/s	doorlatendheid zand [m/s]
D	20 m	dikte zand [m]
k <sub>S</sub>	2,00E-07 m/s	doorlatendheid sloot [m/s]
d <sub>S</sub>	3 m	dikte onder sloot [m]
k <sub>p</sub>	2,00E-07 m/s	doorlatendheid polder [m/s]
d <sub>p</sub>	3,5 m	dikte polder [m]
γ <sub>S</sub>	13,0 kN/m <sup>3</sup>	volumiek gewicht slootbodem

*damwand / beschoeiing*

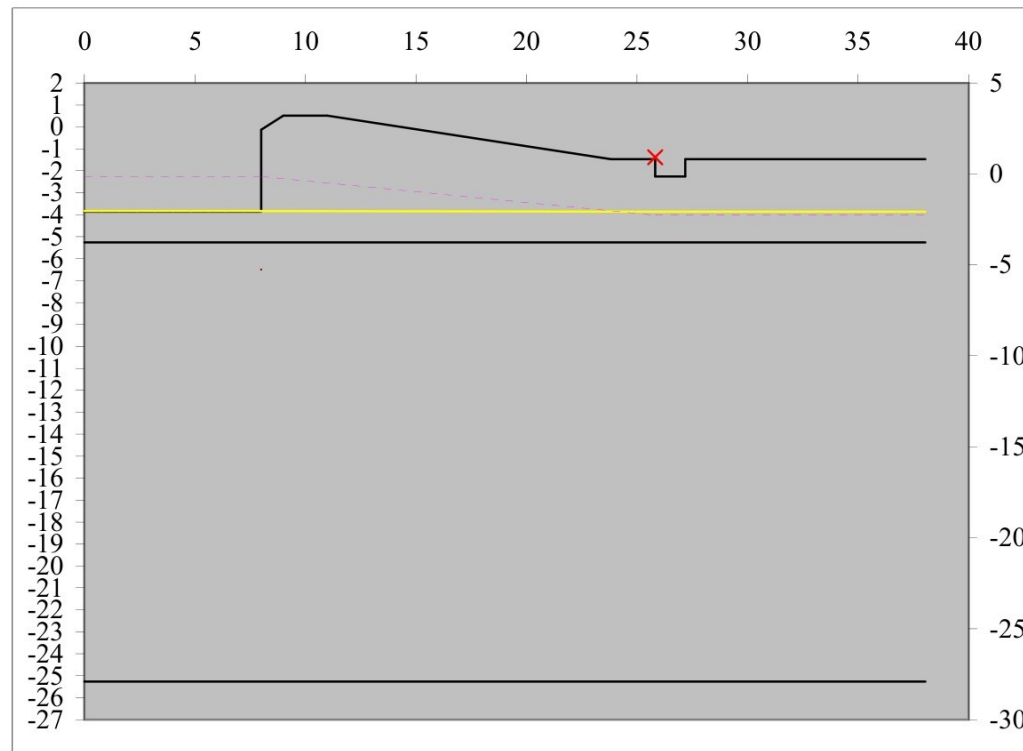
L'	0 m	breedte damwandspleet
d'	0,00001 m	dikte onder spleet
k'	2,00E-07 m/s	doorlatendheid onder spleet

*rekenresultaten*

φ <sub>1</sub>	-2,05 mNAP	stijghoogte onder boezem
φ <sub>2</sub>	-2,07 mNAP	stijghoogte onder sloot
φ <sub>3</sub>	-2,07 mNAP	stijghoogte onder sloot rechts
Q	2,19E-06	188,92 m <sup>3</sup> /m/s ltr/m/dag debiet
Q <sub>s</sub>	1,83E-08 m <sup>3</sup> /m/s	debiet naar sloot
Q <sub>p</sub>	2,17E-06 m <sup>3</sup> /m/s	debiet naar polder
Q <sub>s</sub> +Q <sub>p</sub>	2,19E-06	-4,2E-21 check
φ <sub>m</sub>	-2,04 mNAP	stijghoogte onder meermidden
φ <sub>kl</sub>	-2,05 mNAP	stijghoogte onder rand meer
Q <sub>m</sub>	2,19E-06 m <sup>3</sup> /m/s	debiet uit meer
Q <sub>k</sub>	0,00E+00 m <sup>3</sup> /m/s	debiet beschoeiing
Q <sub>m</sub> .Q <sub>k</sub>	2,19E-06	0,0E+00 check

*hulpwaarden*

c <sub>b</sub>	7,00E+06	
c <sub>b</sub> of c <sub>b</sub> '	7,01E+06 sec	weerstand boezem
KD	2,00E-03 m <sup>2</sup> /sec	zand
c <sub>s</sub>	1,50E+07 sec	weerstand sloot
c <sub>p</sub>	1,75E+07 sec	weerstand sloot
λ <sub>s</sub>	173 m	leklengte sloot
λ <sub>p</sub>	187 m	leklengte polder
A	0,0075	
B	0,1968	
cosh	1,0000	
sinh	7,79E-03	
c'	5,00E+01 sec	weerstand spleet
λ'	0 m	leklengte spleet
λ <sub>b</sub>	118 m	leklengte waterbodem



φ <sub>s,GRENS</sub>	-1,4 mNAP	X grenspotentialiaal sloot
	0,69 mwk	verschilruk: geen opbarsten
0,77	1,24	1,32 opdrukveiligheid: min. - actueel - max.

*geometrie uitvoer*

x <sub>1</sub>	0	0	-2,042
x <sub>2</sub>	8	0,8	-2,042
x <sub>3</sub>	25,829	1,6	-2,042
x <sub>4</sub>	27,179	2,4	-2,042
1.4x <sub>4</sub>	38	3,2	-2,043
		4	-2,043
0	-25,26	4,8	-2,043
38	-25,26	5,6	-2,044
		6,4	-2,045
0	-5,26	7,2	-2,045
38	-5,26	8	-2,046
		8	#N/B
0	-3,86	8	#N/B
8	-3,86	8	#N/B
8	-0,13	8	#N/B
9	0,52	8	-2,048
11	0,52	25,829	-2,066
23,829	-1,47	26,099	-2,066
25,829	-1,47	26,369	-2,066
25,829	-2,26	26,639	-2,067
27,179	-2,26	26,909	-2,067
27,179	-1,47	27,179	-2,067
38	-1,47	28,1	-2,068
		29,1	-2,069
0	-25,26	30,1	-2,070
38	1	31,1	-2,071
		32,2	-2,073
0	-0,13	33,3	-2,074
8	-0,13	34,4	-2,075
25,829	-2,27	35,6	-2,076
38	-2,27	36,8	-2,077
		38,1	-2,079
8	#N/B		
8	-5		
8	-5,25999		
8	#N/B		

Stroming onder kaden vanuit boezem

Toetsing Cluster 3B

E10

**Blauwe velden voorzien van invoerparameters**

*geometrie / peilen*

L <sub>1</sub>	7,50 m	½ breedte boezem of meer
L <sub>2</sub>	16,80 m	breedte kade
L <sub>3</sub>	2,51 m	breedte sloot
φ <sub>0</sub>	-0,13 mNAP	stijghoogte boezem
φ <sub>P</sub>	-2,27 mNAP	stijghoogte polder

*weerstand etc*

	-5,83 mNAP	bovenkant zand
k <sub>b</sub>	2,00E-07 m/s	doorlatendheid waterbodem [m/s]
d <sub>b</sub>	1,54 m	dikte waterbodem [m]
K	1,00E-04 m/s	doorlatendheid zand [m/s]
D	20 m	dikte zand [m]
k <sub>S</sub>	2,00E-07 m/s	doorlatendheid sloot [m/s]
d <sub>S</sub>	4 m	dikte onder sloot [m]
k <sub>p</sub>	2,00E-07 m/s	doorlatendheid polder [m/s]
d <sub>p</sub>	4,57 m	dikte polder [m]
γ <sub>S</sub>	15,1 kN/m <sup>3</sup>	volumiek gewicht slootbodem

*damwand / beschoeiing*

L'	0 m	breedte damwandspleet
d'	0,00001 m	dikte onder spleet
k'	2,00E-07 m/s	doorlatendheid onder spleet

*rekenresultaten*

φ <sub>1</sub>	-2,05 mNAP	stijghoogte onder boezem
φ <sub>2</sub>	-2,07 mNAP	stijghoogte onder sloot
φ <sub>3</sub>	-2,07 mNAP	stijghoogte onder sloot rechts
Q	1,87E-06	161,76 m <sup>3</sup> /m/s ltr/m/dag debiet
Q <sub>s</sub>	2,49E-08 m <sup>3</sup> /m/s	debiet naar sloot
Q <sub>p</sub>	1,85E-06 m <sup>3</sup> /m/s	debiet naar polder
Q <sub>s</sub> +Q <sub>p</sub>	1,87E-06	-4,0E-21 check
φ <sub>m</sub>	-2,05 mNAP	stijghoogte onder meermidden
φ <sub>kl</sub>	-2,05 mNAP	stijghoogte onder rand meer
Q <sub>m</sub>	1,87E-06 m <sup>3</sup> /m/s	debiet uit meer
Q <sub>k</sub>	0,00E+00 m <sup>3</sup> /m/s	debiet beschoeiing
Q <sub>m</sub> .Q <sub>k</sub>	1,87E-06	0,0E+00 check

*hulpwaarden*

c <sub>b</sub>	7,70E+06	
c <sub>b</sub> of c <sub>b</sub> '	7,71E+06 sec	weerstand boezem
KD	2,00E-03 m <sup>2</sup> /sec	zand
c <sub>s</sub>	2,00E+07 sec	weerstand sloot
c <sub>p</sub>	2,29E+07 sec	weerstand sloot
λ <sub>s</sub>	200 m	leklengte sloot
λ <sub>p</sub>	214 m	leklengte polder
A	0,0063	
B	0,1935	
cosh	1,0001	
sinh	1,26E-02	
c'	5,00E+01 sec	weerstand spleet
λ'	0 m	leklengte spleet
λ <sub>b</sub>	124 m	leklengte waterbodem



φ<sub>s,GRENS</sub> -0,2 mNAP X grenspotentialiaal sloot  
 1,84 mwk verschildruk: geen opbarsten  
 1,00 1,52 1,60 opdrukveiligheid: min. - actueel - max.

*geometrie uitvoer*

x <sub>1</sub>	0	0	-2,051
x <sub>2</sub>	7,5	0,75	-2,051
x <sub>3</sub>	24,3	1,5	-2,051
x <sub>4</sub>	26,81	2,25	-2,051
1.4x <sub>4</sub>	38	3	-2,052
		3,75	-2,052
0	-25,83	4,5	-2,052
38	-25,83	5,25	-2,053
		6	-2,053
0	-5,83	6,75	-2,054
38	-5,83	7,5	-2,054
		7,5	#N/B
0	-4,29	7,5	#N/B
7,5	-4,29	7,5	#N/B
7,5	-0,13	7,5	#N/B
8,5	0,52	7,5	-2,054
10,5	0,52	24,3	-2,070
22,3	-1,47	24,802	-2,071
24,3	-1,47	25,304	-2,071
24,3	-1,83	25,806	-2,072
26,81	-1,83	26,308	-2,072
26,81	-1,47	26,81	-2,073
38	-1,47	27,7	-2,073
		28,7	-2,074
0	-25,83	29,7	-2,075
38	1	30,7	-2,076
		31,7	-2,077
0	-0,13	32,8	-2,078
7,5	-0,13	33,9	-2,079
24,3	-2,27	35,1	-2,080
38	-2,27	36,3	-2,081
		37,5	-2,082
7,5	#N/B		
7,5	-6		
7,5	-5,82999		
7,5	#N/B		

Stroming onder kaden vanuit boezem

Toetsing Cluster 3B

E11

**Blauwe velden voorzien van invoerparameters**

*geometrie / peilen*

L <sub>1</sub>	8,00 m	½ breedte boezem of meer
L <sub>2</sub>	46,83 m	breedte kade
L <sub>3</sub>	5,70 m	breedte sloot
φ <sub>0</sub>	-0,13 mNAP	stijghoogte boezem
φ <sub>P</sub>	-2,27 mNAP	stijghoogte polder

*weerstand etc*

	-0,8 mNAP	bovenkant zand
k <sub>b</sub>	2,00E-07 m/s	doorlatendheid waterbodem [m/s]
d <sub>b</sub>	0,0000002 m	dikte waterbodem [m]
K	1,00E-04 m/s	doorlatendheid zand [m/s]
D	0,7 m	dikte zand [m]
k <sub>S</sub>	2,00E-07 m/s	doorlatendheid sloot [m/s]
d <sub>S</sub>	0,2 m	dikte onder sloot [m]
k <sub>p</sub>	2,00E-07 m/s	doorlatendheid polder [m/s]
d <sub>p</sub>	0,6 m	dikte polder [m]
γ <sub>S</sub>	15,1 kN/m <sup>3</sup>	volumiek gewicht slootbodem

*damwand / beschoeiing*

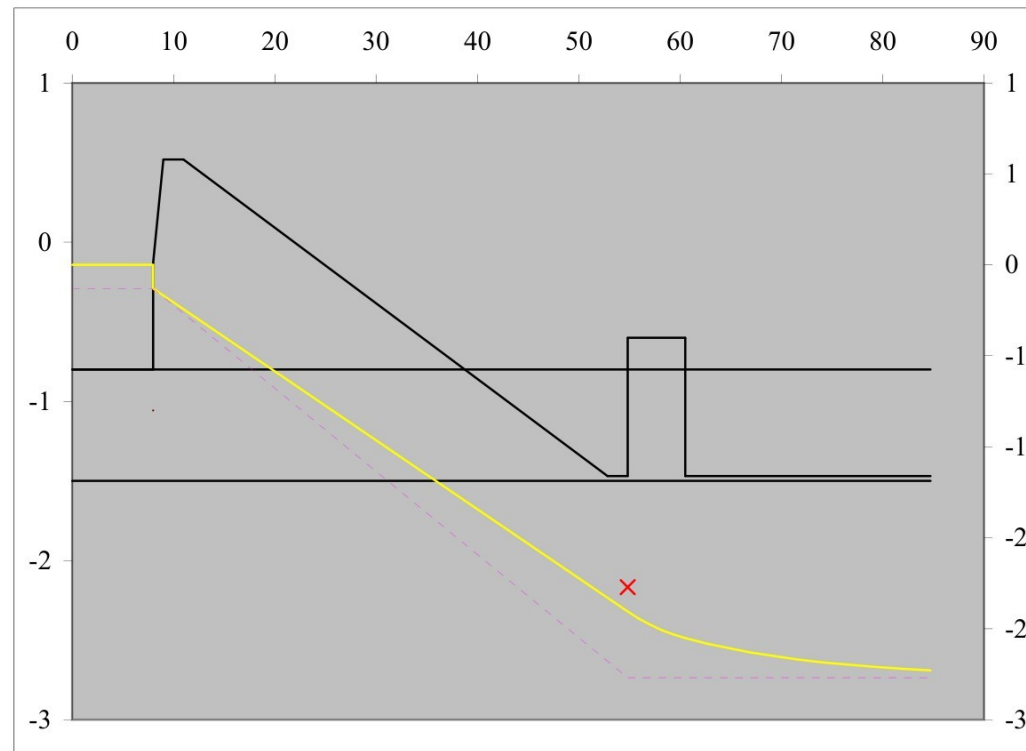
L'	0 m	breedte damwandspleet
d'	0,00001 m	dikte onder spleet
k'	2,00E-07 m/s	doorlatendheid onder spleet

*rekenresultaten*

φ <sub>1</sub>	-0,13 mNAP	stijghoogte onder boezem
φ <sub>2</sub>	-1,91 mNAP	stijghoogte onder sloot
φ <sub>3</sub>	-2,05 mNAP	stijghoogte onder sloot rechts
Q	2,65E-06	229,33 m <sup>3</sup> /m/s ltr/m/dag debiet
Q <sub>s</sub>	1,60E-06 m <sup>3</sup> /m/s	debiet naar sloot
Q <sub>p</sub>	1,06E-06 m <sup>3</sup> /m/s	debiet naar polder
Q <sub>s</sub> +Q <sub>p</sub>	2,65E-06	0,0E+00 check
φ <sub>m</sub>	#GETAL!	mNAP stijghoogte onder meermidden
φ <sub>kl</sub>	-0,13 mNAP	stijghoogte onder rand meer
Q <sub>m</sub>	2,65E-06 m <sup>3</sup> /m/s	debiet uit meer
Q <sub>k</sub>	0,00E+00 m <sup>3</sup> /m/s	debiet beschoeiing
Q <sub>m</sub> .Q <sub>k</sub>	2,65E-06	-6,3E-20 check

*hulpwaarden*

c <sub>b</sub>	1,00E+00	
c <sub>b</sub> of c <sub>b</sub> '	9,56E+02 sec	weerstand boezem
KD	7,00E-05 m <sup>2</sup> /sec	zand
c <sub>s</sub>	1,00E+06 sec	weerstand sloot
c <sub>p</sub>	3,00E+06 sec	weerstand sloot
λ <sub>s</sub>	8 m	leklengte sloot
λ <sub>p</sub>	14 m	leklengte polder
A	0,0234	
B	0,3406	
cosh	1,2412	
sinh	7,35E-01	
c'	5,00E+01 sec	weerstand spleet
λ'	0 m	leklengte spleet
λ <sub>b</sub>	0 m	leklengte waterbodem



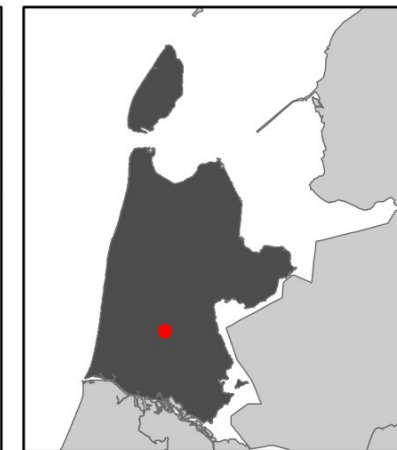
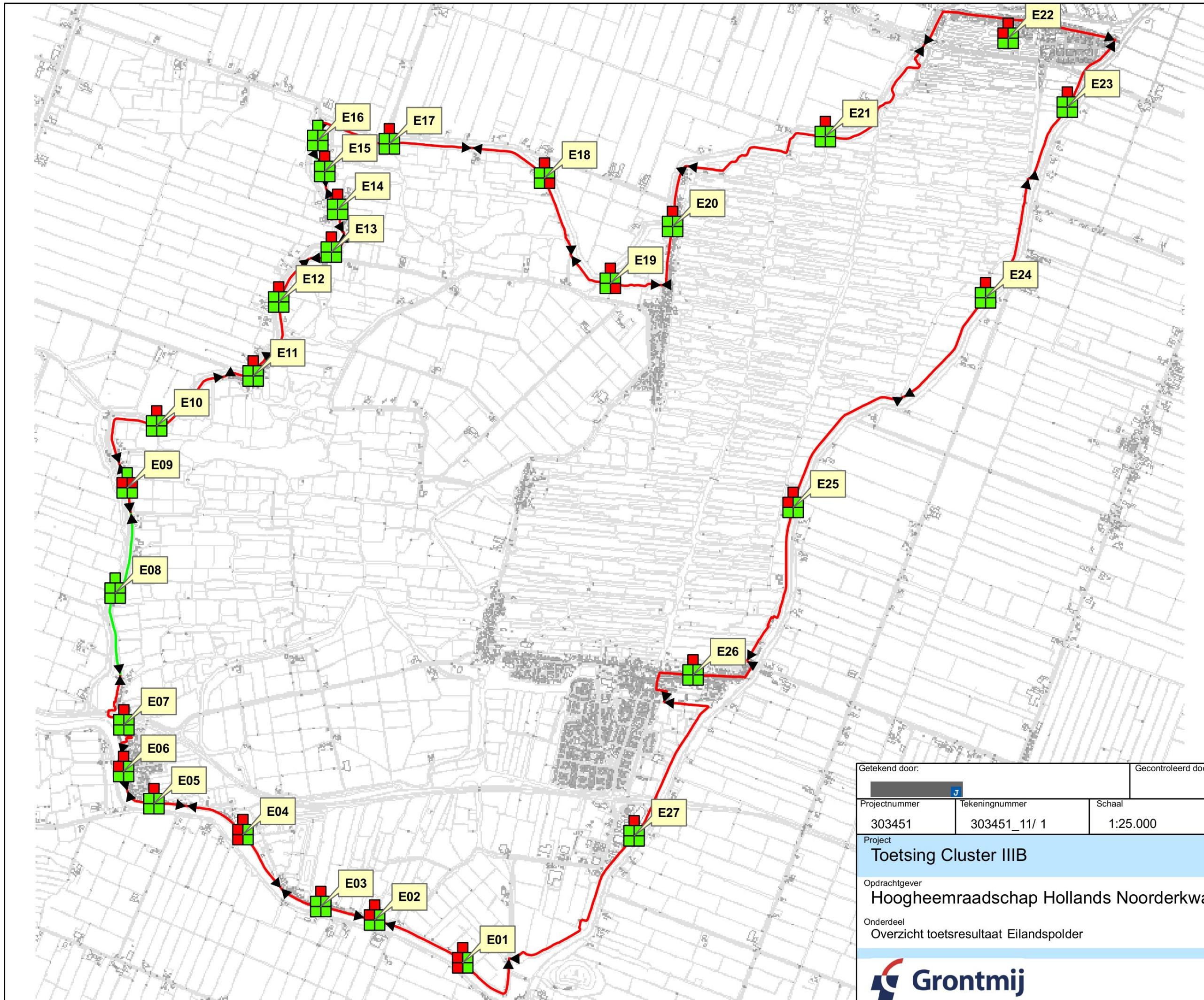
φ<sub>s,GRENS</sub> -2,2 mNAP X grenspotentialiaal sloot  
 -0,26 mwk  
 -2,03 1,23 0,93 opdrukveiligheid: min. - actueel - max.

*geometrie uitvoer*

x <sub>1</sub>	0	0	#GETAL!
x <sub>2</sub>	8	0,8	#GETAL!
x <sub>3</sub>	54,83	1,6	#GETAL!
x <sub>4</sub>	60,53	2,4	#GETAL!
1.4x <sub>4</sub>	85	3,2	#GETAL!
		4	#GETAL!
0	-1,5	4,8	#GETAL!
85	-1,5	5,6	#GETAL!
		6,4	#GETAL!
0	-0,8	7,2	#GETAL!
85	-0,8	8	#GETAL!
		8	#N/B
0	-0,8	8	#N/B
8	-0,8	8	#N/B
8	-0,13	8	#N/B
9	0,52	8	-0,130
11	0,52	54,83	-1,906
52,83	-1,47	55,97	-1,946
54,83	-1,47	57,11	-1,980
54,83	-0,6	58,25	-2,009
60,53	-0,6	59,39	-2,032
60,53	-1,47	60,53	-2,051
85	-1,47	62,6	-2,081
		64,7	-2,107
0	-1,5	67,0	-2,130
85	1	69,3	-2,150
		71,6	-2,168
0	-0,13	74,1	-2,184
8	-0,13	76,6	-2,198
54,83	-2,27	79,2	-2,210
85	-2,27	81,9	-2,220
		84,7	-2,229
8	#N/B		
8	-1		
8	-0,79999		
8	#N/B		

# **Bijlage 11**

## Overzichtskaart eindoordeel toetsing



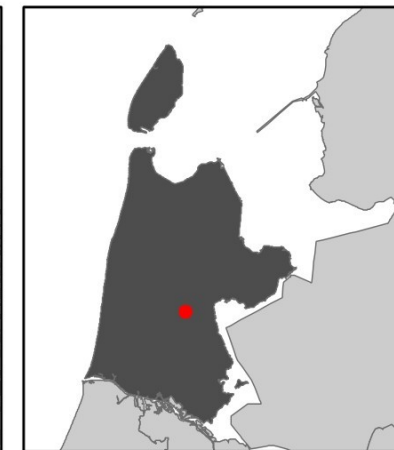
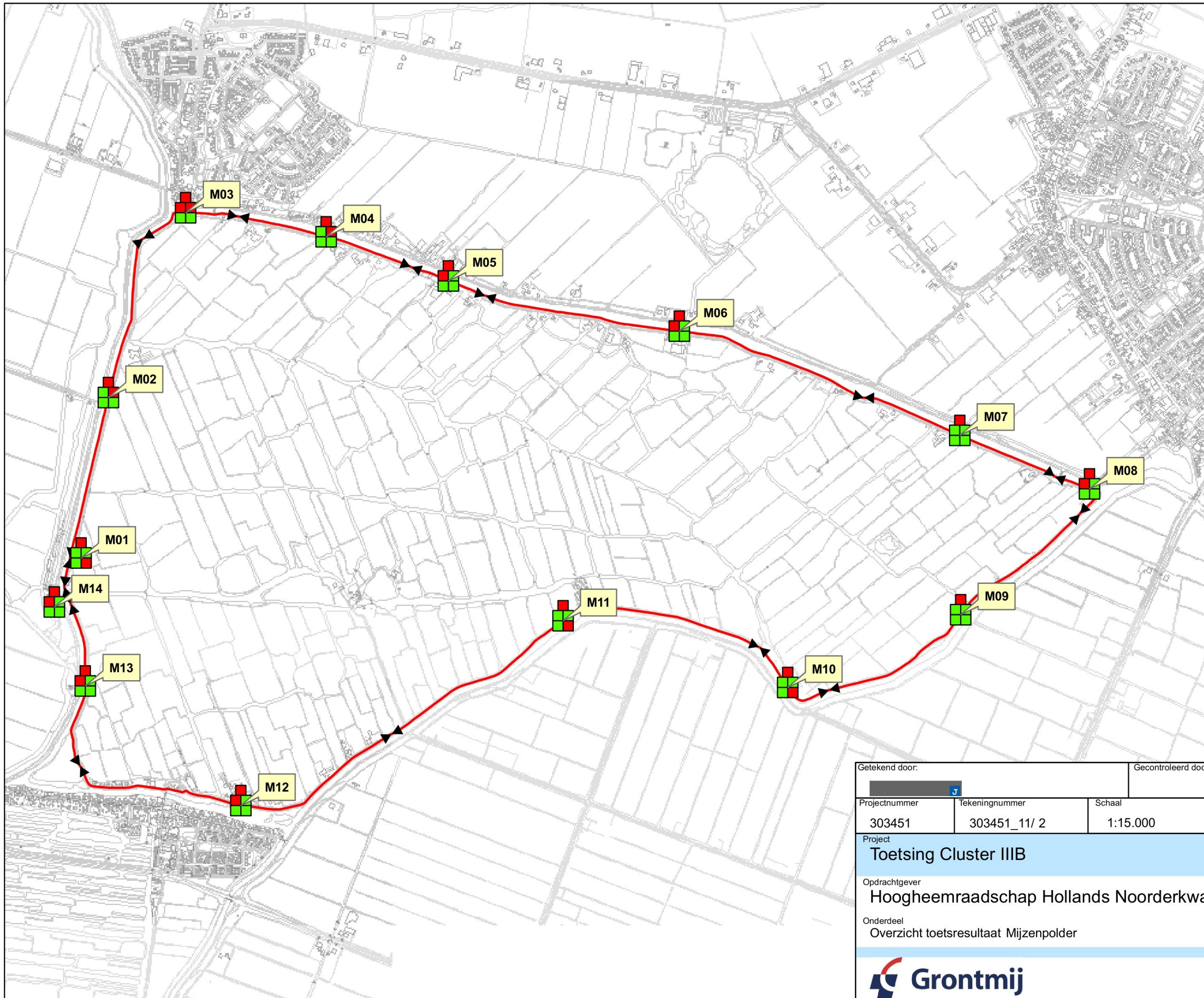
### Legenda

#### Toetsoordelen Eindoordeel

- Onvoldoende
- Voldoende

Toetspoor		Toetsoordeel	
Hoogte		 	
STBI	STBU		
STPI	STMI		

Getekend door:		Gecontroleerd door:				
Projectnummer	Tekeningnummer	Schaal	Aantal	Blad	Formaat	Status
303451	303451_11/ 1	1:25.000	1	1	A3	DEF
Project <b>Toetsing Cluster IIIB</b>						
Opdrachtgever Hoogheemraadschap Hollands Noorderkwartier						
Onderdeel Overzicht toetsresultaat Eilandspolder						



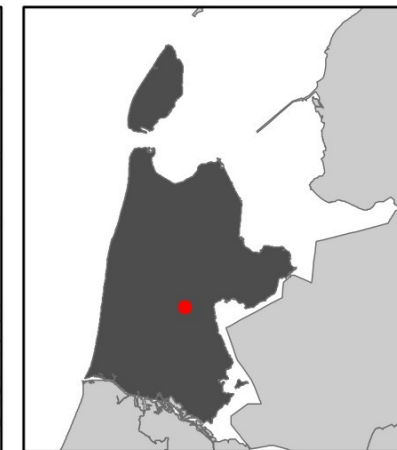
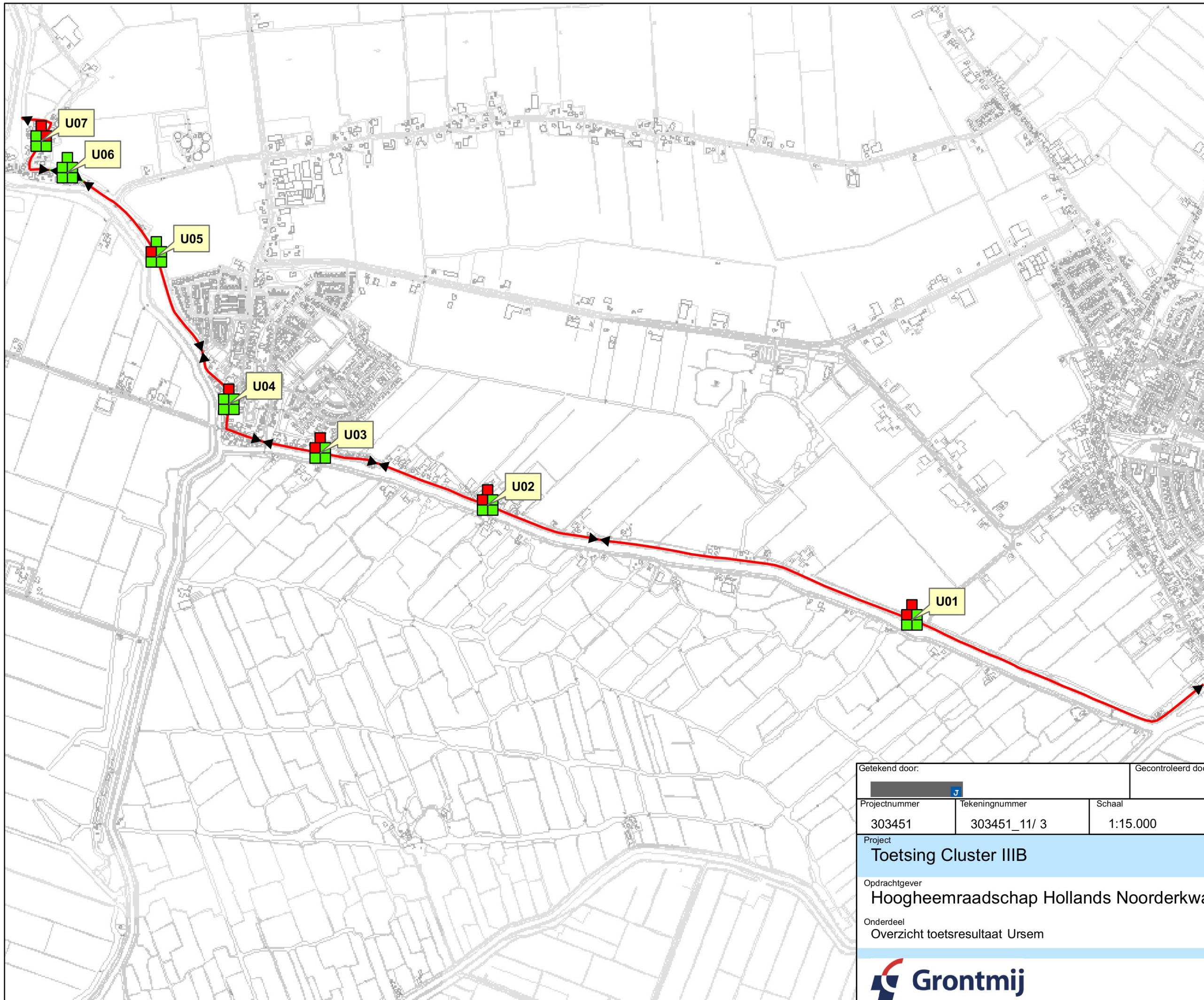
### Legenda

#### Toetsoordelen Eindoordeel

- Onvoldoende
- Voldoende

Toetspoor		Toetsoordeel	
Hoogte		 	
STBI	STBU		
STPI	STMI		

Getekend door:		Gecontroleerd door:					
[Signature]		[Signature]					
Projectnummer	Tekeningnummer	Schaal	Aantal	Blad	Formaat	Status	
303451	303451_11/ 2	1:15.000	1	1	A3	DEF	
Project <b>Toetsing Cluster IIIB</b>							
Opdrachtgever Hoogheemraadschap Hollands Noorderkwartier							
Onderdeel Overzicht toetsresultaat Mijzenpolder							



### Legenda

#### Toetsoordelen

#### Eindoordeel

- Onvoldoende
- Voldoende

Toetspoor		Toetsoordeel	
Hoogte		 	
STBI	STBU		
STPI	STMI		

Getekend door:		Gecontroleerd door:					
[Signature]		[Signature]					
Projectnummer	Tekeningnummer	Schaal	Aantal	Blad	Formaat	Status	
303451	303451_11/ 3	1:15.000	1	1	A3	DEF	
Project <b>Toetsing Cluster IIIB</b>							
Opdrachtgever Hoogheemraadschap Hollands Noorderkwartier							
Onderdeel Overzicht toetsresultaat Ursem							



## Toelichting grondslagen

In dit document kunt u secties vinden die onleesbaar zijn gemaakt. Deze informatie is achterwege gelaten op basis van de Wet open overheid (Woo). De letter die hierbij is vermeld correspondeert met de bijbehorende grondslag in onderstaand overzicht.

### **J** Art. 5.1 lid 2 sub e

Het belang van de openbaarmaking van deze informatie weegt niet op tegen het belang van de eerbiediging van de persoonlijke levenssfeer van betrokkenen

**Aanmelder**Postcode  
Naam  
Plaats  
Telefoonnummer  
E-mailStraatnaam  
Huisnummer**Details**Korte omschrijving  
Soort melding  
Categorie  
SubcategorieDriehuizen lekke dijk  
Melding  
Waterveiligheid / W&W  
Diverse**Object**Object ID  
SoortDriehuizen  
Schermer**Planning**Prioriteit  
Streefdatum  
Doorlooptijd  
On holdNormaal  
7 mei 2024 8:13  
2 dagen  
Nee**Afhandeling**Behandelaarsgroep  
Behandelaar  
Status  
Gereed  
Datum gereed  
Afgemeld  
Datum afgemeld  
Geregistreerde tijdGebiedsbeheer  
Afgehandeld  
Ja  
13 mei 2024 8:59  
Ja  
13 mei 2024 8:59  
00:00**Verzoek****TOPdesk Mail Import Service**

Mailimport 3 mei 2024 8:13



Beste lezer,  
Het volgende formulier is bij uw organisatie ingediend.

Naam formulier: **Melding openbare ruimte**Referentie: **00000022c50**Datum en tijdstip: **03-05-2024 08:12 uur**

Wat wilt u melden?

Omschrijf uw melding: **We kwamen thuis van vakantie om onze oprit en terras overstroomd te vinden. Het water komt van de dijk, niet ons huis. Er werd een paar dagen geleden werk gedaan naast de brug, zeiden onze burens. We zijn bezorgd dat er een lek in de dijk zit.**

Wilt u een bijlage of foto meesturen?: **Ja**

Bijlage of foto meesturen

**Voeg een bijlage of foto bij. Klik op 'Bestand kiezen' om een bestand van uw computer of mobiel op te zoeken en toe te voegen.**

Bijlage \*: **2fc97e7c-04be-476e-8324-f20f3e630b1e.jpeg (1014.4 KB)**

Wij houden u graag op de hoogte van deze melding

Hoe wilt u de melding doen?: **Ik vul mijn eigen gegevens in**

Uw gegevens

Voorletter(s): [redacted] J  
Tussenvoegsel(s): [redacted]  
Achternaam: [redacted] J  
Straatnaam: **Driehuizen**  
Huisnummer: [redacted] J  
Huisnummertoevoeging: [redacted] J  
Postcode: [redacted] J  
Woonplaats: **Driehuizen**  
Telefoonnummer: [redacted] J  
E-mailadres: [redacted] J  
Met vriendelijke groet,  
SIMform  
(Deze email is automatisch gegenereerd)

---

## Actie

[redacted] J  
Deze melding is behandeld door [redacted] J die had Wachtdienst

13 mei 2024 8:11

---

## Informatie

Aanmelddatum	3 mei 2024 8:13	Standaardoplossing	Er is geen standaardoplossing gekoppeld
Gerealiseerde doorlooptijd	54:46		
Doorlooptijd 'On hold'	00:00		
Aangepaste doorlooptijd	54:46		
Doorlooptijd 'Afgerond'	00:00		
Doorlooptijd 'Uitvoering'	54:46		
Geregistreerde tijd	00:00		

---

## Referenties & Besluiten

### Referentienummers

Referentienummer Watersch@pp 0.0

## Toelichting grondslagen

In dit document kunt u secties vinden die onleesbaar zijn gemaakt. Deze informatie is achterwege gelaten op basis van de Wet open overheid (Woo). De letter die hierbij is vermeld correspondeert met de bijbehorende grondslag in onderstaand overzicht.

### **J** Art. 5.1 lid 2 sub e

Het belang van de openbaarmaking van deze informatie weegt niet op tegen het belang van de eerbiediging van de persoonlijke levenssfeer van betrokkenen

## 2 HHNK2405-0160 Driehuizen lekke dijk door regen

### Aanmelder

Postcode  
Naam  
Plaats

[Redacted] 

### Details

Korte omschrijving  
Soort melding  
Categorie  
Subcategorie

Driehuizen lekke dijk door regen  
Melding  
Waterveiligheid / W&W  
Diverse

### Object

Object ID  
Soort

Driehuizen  
Schermer

### Planning

Prioriteit  
Streefdatum  
Doorlooptijd  
On hold

Normaal  
7 mei 2024 8:33  
2 dagen  
Nee

### Afhandeling

Behandelaarsgroep  
Behandelaar  
Status  
Gereed  
Datum gereed  
Afgemeld  
Datum afgemeld  
Geregistreerde tijd





Gebiedsbeheer  
[Redacted]   
Afgehandeld  
Ja  
13 mei 2024 9:01  
Ja  
13 mei 2024 9:01  
00:00

### Verzoek

#### TOPdesk Mail Import Service

Mailimport 3 mei 2024 8:33

Bestemming FrontOffice  
Ingevoerd op 03-05-2024 08:14:47  
Onvolledig Bericht Zie betreft

Aanhef [Redacted]   
Naam [Redacted]   
Postcode [Redacted]   
Huisnummer [Redacted] 




Straat Driehuizen  
Woonplaats Driehuizen  
Telefoonnummer [Redacted] 

Locatie, waar probleem bevindt voor het huis

Met vriendelijke groet,

A2 Antwoordservice

### Actie

[Redacted]   
[Redacted]  belde voor een update, doorgezet naar [Redacted] 

5 juni 2024 9:44

[Redacted]   
Deze melding is opgepakt door afdeling waterkeringen

13 mei 2024 8:09

[Redacted] 

## Informatie

Aanmelddatum	3 mei 2024 8:33	Standaardoplossing	Er is geen standaardoplossing gekoppeld
Gerealiseerde doorlooptijd	54:28		
Doorlooptijd 'On hold'	00:00		
Aangepaste doorlooptijd	54:28		
Doorlooptijd 'Afgerond'	00:00		
Doorlooptijd 'Uitvoering'	54:28		
Geregistreerde tijd	00:00		

---

## Referenties & Besluiten

### Referentienummers

Referentienummer Watersch@pp	0.0
------------------------------	-----

## Toelichting grondslagen

In dit document kunt u secties vinden die onleesbaar zijn gemaakt. Deze informatie is achterwege gelaten op basis van de Wet open overheid (Woo). De letter die hierbij is vermeld correspondeert met de bijbehorende grondslag in onderstaand overzicht.

### **J** Art. 5.1 lid 2 sub e

Het belang van de openbaarmaking van deze informatie weegt niet op tegen het belang van de eerbiediging van de persoonlijke levenssfeer van betrokkenen

Aanmelder

Postcode  
Naam  
Plaats  
Mobiel nummer  
Straatnaam  
Huisnummer



Details

Korte omschrijving  
Soort melding  
Categorie  
Subcategorie

Driehuizen water uit de dijk  
Melding  
PAO  
Terugbelverzoek

Object

Object ID  
Soort

Driehuizen  
Schermer

Planning

Prioriteit  
Streefdatum  
Doorlooptijd  
On hold

Normaal  
16 mei 2024 12:51  
2 dagen  
Nee

Afhandeling

Behandelaarsgroep  
Behandelaar  
Status  
Gereed  
Datum gereed  
Afgemeld  
Datum afgemeld  
Geregistreerde tijd

PAO  
Afgehandeld  
Ja  
14 mei 2024 15:32  
Ja  
14 mei 2024 15:32  
00:00

Verzoek

TOPdesk Mail Import Service

Mailimport 14 mei 2024 12:51



Beste lezer,  
Het volgende formulier is bij uw organisatie ingediend.

Naam formulier: **Melding openbare ruimte**  
Referentie: **00000022d55**  
Datum en tijdstip: **14-05-2024 12:51 uur**  
Wat wilt u melden?

Omschrijf uw melding: **Er loopt water uit de dijk bij onze bureu. Hier is reeds melding van gemaakt. Het water begint nu ook onze kant op te lopen en blijft in plasjes staan naast ons huis. HHNK zou hebben aangegeven dat het geen calamiteit is maar wij maken ons zorgen.**

Wilt u een bijlage of foto meesturen?: **Nee**

Wij houden u graag op de hoogte van deze melding

Hoe wilt u de melding doen?: **Ik vul mijn eigen gegevens in**

Uw gegevens

Voorletter(s):

Tussenvoegsel(s):

Achternaam:

Straatnaam: **Driehuizen**

Huisnummer:

Huisnummertoevoeging:

Postcode: [REDACTED] J  
Woonplaats: **Driehuizen**  
Telefoonnummer: [REDACTED] J  
E-mailadres: [REDACTED] J  
Met vriendelijke groet,  
SIMform  
(Deze email is automatisch gegenereerd)

---

## Actie

[REDACTED] J  
Melding afgehandeld!

14 mei 2024 15:32

Hartelijke groeten,

[REDACTED] J

[REDACTED] J  
J gesproken.

14 mei 2024 13:04

Zie ook melding HHNK2405-0622

---

## Informatie

Aanmelddatum	14 mei 2024 12:51	Standaardoplossing	Er is geen standaardoplossing gekoppeld
Gerealiseerde doorlooptijd	02:41		
Doorlooptijd 'On hold'	00:00		
Aangepaste doorlooptijd	02:41		
Doorlooptijd 'Afgerond'	00:00		
Doorlooptijd 'Uitvoering'	02:41		
Geregistreerde tijd	00:00		

---

## Referenties & Besluiten

### Referentienummers

Referentienummer Watersch@pp 0.0

[REDACTED] J

## Toelichting grondslagen

In dit document kunt u secties vinden die onleesbaar zijn gemaakt. Deze informatie is achterwege gelaten op basis van de Wet open overheid (Woo). De letter die hierbij is vermeld correspondeert met de bijbehorende grondslag in onderstaand overzicht.

### **J** Art. 5.1 lid 2 sub e

Het belang van de openbaarmaking van deze informatie weegt niet op tegen het belang van de eerbiediging van de persoonlijke levenssfeer van betrokkenen

Aanmelder

Postcode  
Naam  
Plaats  
Telefoonnummer  
Straatnaam  
Huisnummer



Details

Korte omschrijving  
Soort melding  
Categorie  
Subcategorie

Driehuizen water uit de dijk  
Melding  
PAO  
Terugbelverzoek

Object

Object ID  
Soort

Driehuis NH  
Velsen

Planning

Prioriteit  
Streefdatum  
Doorlooptijd  
On hold

Normaal  
16 mei 2024 13:04  
2 dagen  
Nee

Afhandeling

Behandelaarsgroep  
Behandelaar  
Status  
Gereed  
Datum gereed  
Afgemeld  
Datum afgemeld  
Geregistreerde tijd

PAO  
[Redacted]  
Afgehandeld  
Ja  
14 mei 2024 15:31  
Ja  
14 mei 2024 15:31  
00:00

Verzoek

[Redacted] wilt even gebeld worden op [Redacted].  
Het gaat over de wateroverlast op de dijk in Driehuizen.  
Het water loopt de straat in en langs de schuur.  
[Redacted] zegt dat er drains worden aangelegd maar dat lost het probleem niet op.  
Ze wilt even contact hebben.

14 mei 2024 13:07

Actie

[Redacted]  
Melding afgehandeld!

14 mei 2024 15:31

Hartelijke groeten,



Informatie

Aanmelddatum 14 mei 2024 13:04  
Gerealiseerde doorlooptijd 02:27  
Doorlooptijd 'On hold' 00:00  
Aangepaste doorlooptijd 02:27  
Doorlooptijd 'Afgerond' 00:00  
Doorlooptijd 'Uitvoering' 02:27  
Geregistreerde tijd 00:00

Standaardoplossing

Er is geen  
standaardoplossing  
gekoppeld

## Referenties & Besluiten

### Referentienummers

Referentienummer Watersch@pp

0.0

## Toelichting grondslagen

In dit document kunt u secties vinden die onleesbaar zijn gemaakt. Deze informatie is achterwege gelaten op basis van de Wet open overheid (Woo). De letter die hierbij is vermeld correspondeert met de bijbehorende grondslag in onderstaand overzicht.

### **J** Art. 5.1 lid 2 sub e

Het belang van de openbaarmaking van deze informatie weegt niet op tegen het belang van de eerbiediging van de persoonlijke levenssfeer van betrokkenen

## Notitie

Voor: Hoogheemraadschap Hollands Noorderkwartier  
Van:   
Gecontroleerd:   
Goedgekeurd:   
Bedrijf: Iv-Infra b.v.  
Datum: 12 juli 2019  
Referentie: INFR180772 N02  
Onderwerp: INFR180772 - Verfijning toetsing waterkering Eilandspolder

---

# 1 Inleiding

---

## 1.1. Aanleiding en doel oplegnotitie

Deze notitie is geschreven als aanvulling op het toetsrapport Eilandspolder [1] (hierna: toetsrapport). Na het opleveren van het toetsrapport is een overleg geweest met de beheerder van de boezemkades van de Eilandspolder. Dit overleg heeft op 12 april 2019 plaatsgevonden. De technische toetsing is besproken en op een aantal onderdelen is de beheerder van mening dat meer sterkte aanwezig is, mede vanwege recent uitgevoerde versterkingen. Dit heeft geresulteerd in een nader onderzoek naar de boezemkades voor een aantal kadevakken. Met de nieuw verkregen informatie is de verwachting dat een aantal kadevakken voor verschillende faalmechanismes alsnog goedgekeurd worden.

Het doel van deze notitie is het definitief vastleggen van de versterkingsscope van de Eilandspolder.

## 1.2. Scope nader onderzoek

Het nader onderzoek behelst in grote lijnen een drietal werkzaamheden, namelijk:

- 1 Het doen van nadere inmetingen door landmeters om de hoogte van de kade vast te stellen, hierbij is ook bij particuliere percelen ingemeten. Deze inmetingen zijn verwerkt en deze locaties zijn opnieuw voor hoogte getoetst.
- 2 Het opknippen van een aantal kadevakken voor een gedetailleerder resultaat. De reden dat geknipt is, is dat de beheerder heeft aangegeven dat bepaalde delen van een kadevak recent zijn versterkt. De versterkte delen zijn niet gebruikt in de toetsing, dit was logischerwijs geen maatgevende doorsnede van een vak. Het recent versterkte deel is opnieuw getoetst.
- 3 Het herzien van toetsscores vanwege het aanleveren van nieuwe informatie die vrij is gekomen na het gesprek met de beheerder. Te denken valt aan de buitenwaartse versterkingen met klei en asfaltdoek nabij West-Grafdijk. Ook zijn er stalen damplanken onder water aanwezig nabij West-Grafdijk die niet bekend waren bij het projectteam ten tijde van de toetsing.

Op basis van het overleg met de beheerder is besloten om voor de volgende kadevakken de toetsing te verfijnen om mogelijk een nieuw oordeel te krijgen, zie tabel 1. Er is direct aangegeven of de verfijning heeft geleid tot goedkeuring.

Tabel 1: Overzicht verfijning toetsing

Kadevak	Verfijning op faalmechanisme (s)	Nu wel goedgekeurd?
1	STBI	Nee
2.2	STBU	Ja
2.3	STBU	Ja
2.4	STBU	Ja, deels
3.1	Hoogte	Ja
3.2	Hoogte	Ja, deels
	STBI	Nee
	STBU	Ja, deels
4.1+4.3	STBU	Ja
4.2+4.4	STBU	Ja
4.5	Hoogte	Nee
7.2	Hoogte	Ja,
9.2	Hoogte	Ja
	STBI	Ja, deels
	STBK	Ja

## 2 Samenvatting resultaten

Na het uitvoeren van extra metingen voor de hoogte, het opknippen van kadevakken en nader onderzoek op basis van nieuw verkregen informatie zijn de resultaten van de toetsing gewijzigd. Ten behoeve van het verfijnen van de toetsresultaten zijn een aantal kadevakken opgeknipt. De nieuwe toetsvakindeling is weergegeven in figuur 1 en de resultaten van de toetsing na verfijning zijn weergegeven in tabel 2.



Figuur 1: Nieuwe toetsvakindeling na verfijning van de toetsing

Tabel 2: Toetsresultaten regionale waterkering Eilandspolder

Kadevakken	Hoogte	STPH	STBI	STBU	STMI	STBK	STVL
1	V	V	O	V	V	V	V
2.1	V	V	V	V	V	V	V
2.2	V	V	V	V (O)	V	V	V
2.3	V	V	V	V (O)	V	V	V
2.4a	V	V	V	V (O)	V	V	V
2.4b	V	V	V	O	V	V	V
3.1	V (O)	V	V	V	V	V	V
3.2a	O*	V	O	V (O)	V	V	V
3.2b	V (O)	V	O	O	V	V	V
4.1+4.3	V	V	V	V (O)	V	V	V
4.2+4.4	V	V	V	V (O)	V	V	V
4.5	O*	V	O	V	V	V	V
4.6+4.8+4.10	V	V	O	V	V	V	V
4.7+4.9	V	V	V (O)	V	V	V	V
5	O	V	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.
5.1	n.v.t.	n.v.t.	O	V	V	V	V
5.2	n.v.t.	n.v.t.	V	O	V	V	V
5.3	n.v.t.	n.v.t.	O	O	V	V	V
6	O*	V	O	V	V	V	V
7.1	V	V	V	V	V	V	V
7.2	V (O)	V	V	V	V	V	V
7.3	O*	V	O	V	V	V	V
8.1	V	V	V	V	V	V	V
8.2	O*	V	O	V	V	V	V
8.3	O*	V	V	V	V	V	V
9.1	V	V	V	V	V	V	V
9.2a	V (O)	V	V (O)	V	V	V (O)	V
9.2b	O	V	O	V	V	O*	V

Het oordeel (O) tussen haakjes betreft het oude toetsoordeel [1]

\*De waterkering is op een aantal toetssporen (Hoogte en STBK) slechts lokaal afgekeurd.

## 3 Verfijning toetsing

---

Voor drie toetssporen is de toetsing verfijnd. Voor sommige kadevakken ging dit samen met het opknippen van het kadevak. De toetssporen waar naar gekeken is zijn hoogte, macrostabiliteit binnenwaarts (STBI) en macrostabiliteit buitenwaarts (STBU).

### 3.1. HT

De toetsing op hoogte was uitgevoerd op basis van de ingemeten profielen alsook het AHN3. Omdat de ingemeten profielen slechts lokaal zijn en een toetsing met het AHN3 gebiedsdekkend gedaan kon worden is voornamelijk uitgegaan van het AHN3. Echter levert het AHN3 op locaties van veel begroeiing en bebouwing soms zeer gefragmenteerd beeld, waardoor niet met 100% zekerheid een vak goed- of afgekeurd kan worden.

Dit is het geval geweest bij drie kadevakken:

- Kadevak 3.1;
- Kadevak 4.5;
- Kadevak 7.2.

Door de beheerder is aangegeven dat kadevak 3.1 recent is versterkt en dat daarvoor ook informatie aanwezig is. Dit kadevak is opnieuw beschouwd op basis van de informatie van de versterking.

Bij kadevak 4.5 zijn delen op het AHN3 fragmentarisch. Deze delen zijn ingemeten in het veld zodat het beeld van de hoogte voor dit kadevak dekkend gemaakt is.

Bij kadevak 7.2 is een grondkerende constructie aanwezig. De hoogte van deze constructie is ingemeten zodat bepaald kan worden of deze constructie voor het waterkerend vermogen van de kering zorgt.

In bijlage A is een uitgebreide beschouwing van de hoogtemetingen beschreven.

#### 3.1.1. Kadevak 3.1

Bij kadevak 3.1 is recentelijk een versterkingsproject uitgevoerd. Van dit versterkingsproject waren ten tijde van de reguliere toetsing bij de opdrachtnemer (Iv-Infra) geen gegevens bekend. Na levering van deze gegevens is gebleken dat dit kadevak op basis van de As-buit tekeningen [1] (ingemeten op 12 en 16 mei 2017) goedgekeurd kan worden op hoogte.

Bij dit versterkingsproject is bij een deel van kadevak 3.1 een type 1 constructie geplaatst die het waterkerend vermogen van de kering op zich neemt. En bij een overig deel zijn grondlichamen aangebracht die voldoende breedte op de benodigde kruinhoogte hebben.

De minimale hoogte van de type 1 constructie is NAP + 0,06 m en de gemiddelde hoogte is circa NAP + 0,10 m. De minimaal benodigde hoogte voor dit kadevak is NAP -0,10 m. De constructie voldoet ruim aan de benodigde hoogte.

De minimale hoogte van de grondlichamen is NAP – 0,02 m, maar dit betreft zeer kleine delen. De gemiddelde hoogte is eveneens circa NAP + 0,10 m. Ook de grondlichamen voldoen daarmee aan de benodigde hoogte.

### 3.1.2. Kadevak 4.5

Bij kadevak 4.5 zijn zes profielen ingemeten die daardoor het fragmentarische AHN een beter beeld geven. Echter is het niet gelukt om overal precies op de locatie waar AHN informatie ontbreekt te meten, in dergelijke gevallen is nabij deze locatie gemeten en met behulp van foto's bevestigd dat op deze locatie een vergelijkbare hoogte aanwezig is. In figuur 2 is een overzicht gegeven van de locaties waar gemeten is.



Figuur 2: Overzichtsplaatje van de locaties waar profielen ingemeten zijn, bij kadevak 4.5

Van de zes ingemeten profielen is er bij vijf voldoende hoogte aanwezig om dat profiel goed te keuren op het toetsspoor hoogte. Bij meting 4.5\_profiel\_5 is net niet voldoende hoogte aanwezig, het betreft echter een zeer klein deel (ca. 5 tot 10 m).

Tabel 3: Oordeel kadevak 4.5, ingemeten profielen t.o.v. benodigde hoogte

Kadevakken	Profiel	Oordeel	Opmerking
4.5	4.5_profiel_1	Voldoet	
	4.5_profiel_2	Voldoet	Inmetingen gecorrigeerd met 25 cm, nog steeds ruim voldoende hoogte aanwezig
	4.5_profiel_3	Voldoet	Uitgangspunt is dat de gemeten hoogte ook aanwezig is op de locatie waar de metingen wenselijk waren
	4.5_profiel_4	Voldoet	
	4.5_profiel_5	Voldoet niet	Het hoogste punt raakt net de minimaal benodigde kruinhoogte, de rest van het maaiveld ligt er onder.
	4.5_profiel_6	Voldoet	Uitgangspunt is dat de gemeten hoogte ook aanwezig is op de locatie waar de metingen wenselijk waren

### 3.1.3. Kadevak 7.2

Bij dit kadevak was onbekend of de grondkerende constructie mogelijk voldoende hoogte heeft om voor het waterkerende vermogen te zorgen. Daarom is van dit kadevak de hoogte van de grondkerende constructie ingemeten. In figuur 3 is een overzicht weergegeven van de profielen die zijn ingemeten. Bij beide profielen is voldoende hoogte gemeten ten opzichte van de benodigde hoogte (NAP +0,00 m).



Figuur 3: Overzichtsplaatje van de locaties waar profielen ingemeten zijn, bij kadevak 7.2

NB: Op veel locaties was wel een beplanking aanwezig op de betonnen kadeconstructie. De beplanking verkeert veelal in slechte staat. Daardoor is het ook niet goed mogelijk geweest om de hoogte van de betonnen kadeconstructie in te meten. Voor de inmetingen is daarom een correctie factor toegepast voor een veilige benadering.

### 3.2. STBI

In het overleg met de beheerder is naar voren gekomen dat optimalisaties mogelijk zijn voor STBI ten opzichte van de technische toetsing [1]. Dit heeft met verschillende zaken te maken. Bij twee kadevakken zijn recent versterkingen uitgevoerd, waardoor het niet logisch is dat deze kadevakken op dit moment niet

voldoen. En voor één kadevak is door de beheerder aangegeven dat de berekende veiligheidsfactor niet overeenkomt met het beeld dat hij heeft van dat kadevak.

Van de recente versterkingen zijn gegevens aangeleverd door HHNK, deze gegevens worden beoordeeld en mogelijk kunnen de kadevakken op basis van deze gegevens goedgekeurd worden. Bij het kadevak waarvan de berekende veiligheidsfactor niet overeenkomt met het beeld van de beheerder, wordt van grof naar fijn gewerkt om te beoordelen of geoptimaliseerd kan worden met de huidige gegevens.

De kadevakken waarvoor het resultaat op STBI opnieuw beschouwd is, zijn:

- Kadevak 1;
- Kadevak 3.2;
- Kadevak 9.2.

Bij kadevak 1 heeft de beheerder het beeld dat het een robuuste dijk is en dat komt niet overeen met de berekende veiligheidsfactor. Ten aanzien van het beeld van de beheerder is daarom van grof naar fijn gewerkt om te beoordelen of een beter resultaat verkregen kon worden met de huidige gegevens.

Kadevak 3.2 is recent versterkt. Het is daarom niet logisch dat deze afgekeurd wordt op STBI. Op basis van door HHNK aangeleverde gegevens van de recente versterking is dit kadevak opnieuw beoordeeld.

Een deel van kadevak 9.2 is ook recent versterkt. Dit kadevak wordt daarom opgeknipt (9.2a en 9.2b) in een deel dat wel versterkt is en een deel dat niet versterkt is. Het deel dat wel versterkt is wordt opnieuw beoordeeld.

In bijlage B is een uitgebreide beschouwing van de verfijning van de toetsing voor STBI beschreven.

### **3.2.1. Kadevak 1**

Voor dit kadevak is stapsgewijs van grof naar fijn gewerkt door te optimaliseren in uitgangspunten met als doel het kadevak of een deel van het kadevak goed te keuren.

Voor de optimalisatie van de uitgangspunten zijn de volgende stappen doorlopen:

- 1 Bodemopbouw bij maatgevende locatie i.p.v. maatgevende bodemopbouw en maatgevende locatie;
- 2 Geotechnische parameters gebaseerd op grondonderzoek i.p.v. op de proevenverzameling;
- 3 Opknippen kadevak.

Bij stap 1 is gekozen om op de locatie van het ingemeten profiel de bodemopbouw te gebruiken voor de toetsing. Hier is namelijk de bodemopbouw in de kruin maatgevend, maar in de teen niet. Dit is wel een realistische combinatie in plaats van een combinatie van de maatgevende bodemopbouw in de kruin met de maatgevende bodemopbouw in de teen. Deze optimalisatie heeft niet geresulteerd in het goedkeuren van kadevak 1.

Vervolgens is stap 2 uitgevoerd waarbij de geotechnische parameters van de grondlagen op locatie zijn beschouwd. Hieruit blijkt dat het aanwezige veen meer een combinatie is van veen en klei, het soortelijk

gewicht van de geschematiseerde veenlagen is hoger (10,15 en 10,6 kN/m<sup>3</sup>) dan het gewicht van veen in de proevenverzameling (9,8 en 9,9 kN/m<sup>3</sup>).

Bovenop de optimalisatie van stap 1 is de optimalisatie van stap 2 uitgevoerd, maar ook dit heeft niet geleid tot goedkeuren.

Vervolgens is beoordeeld of opknippen van kadevak 1 zinvol is. Bij dit vak zijn namelijk strekkingen aanwezig met een iets afwijkende bodemopbouw dan het getoetste dwarsprofiel. Er is voor de twee profielen met de meest afwijkende bodemopbouw een controle berekeningen gedaan. Beide profielen zijn met een Bishop berekening gecontroleerd en hebben ook beide nog steeds een veiligheidsfactor (Bishop) die ruim te laag is.

Zowel optimaliseren als opknippen heeft er niet voor gezorgd dan kadevak 1 of een deel van kadevak 1 goedgekeurd kon worden. Dit heeft er mee te maken dat de berekende veiligheidsfactor zeer laag is waardoor er een aanzienlijk afstand is tot de vereiste veiligheidsfactor. In tabel 4 zijn de resultaten van de berekeningen gegeven.

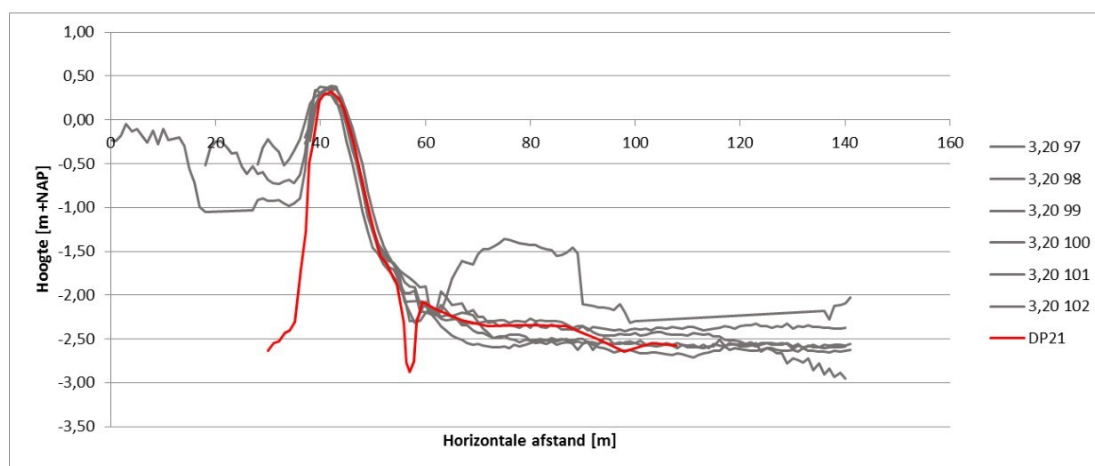
Tabel 4: Resultaten van de berekeningen met optimalisering en opknippen

Kadevak	Vereiste stabiliteitsfactor			Berekende stabiliteitsfactor			Oordeel gedetailleerde toets
	Bishop	Lift Van	Spencer*	Bishop	Lift Van	Spencer	
1_stap 1	1,01	1,06	0,96/1,06	0,70	0,62	n.v.t.	✗ Voldoet niet
1_stap 2	1,01	1,06	0,96/1,06	0,73	0,65	n.v.t.	✗ Voldoet niet
1_stap 3 (a)	1,01	1,06	0,96/1,06	0,77	n.v.t.	n.v.t.	✗ Voldoet niet
1_stap 3 (c)	1,01	1,06	0,96/1,06	0,80	n.v.t.	n.v.t.	✗ Voldoet niet

### 3.2.2. Kadevak 3.2

Door de beheerder is aangegeven dat het gebruikte profiel voor dit kadevak slechts zeer lokaal geldig is. Bij dit kadevak is slechts één ingemeten profiel aanwezig, dit profiel is vergeleken met het AHN3. In figuur 4 is het ingemeten profiel (DP21) vergeleken met dwarsprofielen die uit het AHN3 komen. Het is duidelijk te zien dat het ingemeten profiel nagenoeg hetzelfde profiel heeft als de dwarsprofielen uit het AHN3. Wat opvalt is dat er bij de dwarsprofielen uit het AHN3 geen teensloot aanwezig is, maar dit komt doordat het AHN3 alleen maaiveldniveaus boven water bevat.

Op basis van figuur 4 is geconcludeerd dat het gebruikte profiel bij de toetsing van dit kadevak voor het gehele kadevak geldt en niet slechts lokaal geldig is. Ook de grondopbouw is relatief uniform voor dit vak waardoor opknippen van het vak niet leidt tot betere resultaten.



Figuur 4: Ingemeten dwarsprofiel (DP21) vergeleken met het AHN3

### 3.2.3. Kadevak 9.2

Een deel van kadevak 9.2 is in 2013 versterkt. Bij de toetsing is juist een maatgevende doorsnede gehanteerd die niet in het versterkte deel ligt. Kadevak 9.2 is nu opgedeeld in twee vakken. Waarbij het deel dat versterkt is, los wordt beschouwd van de rest van het kadevak. De volgende benaming wordt gehanteerd:

- Kadevak 9.2a (Versterkte deel);
- Kadevak 9.2b.

Voor kadevak 9.2a is het maatgevende dwarsprofiel bepaald. Daarbij is van de ingemeten profielen het maatgevende profiel voor STBI geselecteerd. Vervolgens is de bodemopbouw aanwezig bij dit profiel gebruikt voor de berekeningen. De bodemopbouw in kadevak 9.2a bevat weinig variatie waardoor er vanuit gegaan kan worden dat het gekozen profiel representatief is.

Bij de recente versterking van kadevak 9.2a is kleimateriaal bij de binnenteen aangebracht met een hoger soortelijk gewicht ( $16,4 \text{ kN/m}^3$ ) dan is gehanteerd in de oorspronkelijke toetsing van kadevak 9.2. Dit is meegenomen in de berekening.

Toetsing van kadevak 9.2a heeft geresulteerd in het goedkeuren van deze strekking. In tabel 5 zijn de resultaten van de toetsing weergegeven.

Tabel 5: Resultaten stabiliteitsberekeningen binnentalud kadevak 9.2a (vb = verkeersbelasting)

Kadevak	Vereiste stabiliteitsfactor			Berekende stabiliteitsfactor			Oordeel gedetailleerde toets
	Bishop	Lift Van	Spencer*	Bishop	Lift Van	Spencer	
9.2a (excl. vb)	1,06	1,11	1,01/1,11	1,42	1,39	1,37	✓ Voldoet
9.2a (incl. vb)	1,06	1,11	1,01/1,11	1,26	1,21	1,25	✓ Voldoet

### 3.3. STBU

In het overleg met de beheerder is naar voren gekomen dat optimalisaties voor STBU mogelijk zijn ten opzichte van de technische toetsing [1]. Dit heeft met verschillende zaken te maken. Bij een aantal kadevakken is recent een versterking uitgevoerd en bij een aantal vakken is niet gerekend met de werkelijke planklengte van de damwand.

Van de recente versterkingen zijn gegevens aangeleverd door HHNK, deze gegevens zijn beoordeeld en op basis van deze gegevens zijn een aantal kadevakken alsnog goedgekeurd. En daar waar niet met de werkelijke planklengte van de damwand is gerekend zijn de berekeningen opnieuw uitgevoerd.

Bij kadevak 2.2 tot en met 2.4 is opnieuw getoetst aan de hand van de werkelijke planklengte van de damwand.

Bij kadevak 3.2 tot en met 4.4 is recent een versterking uitgevoerd, daarom is hier aan de hand van aangeleverde tekeningen de berekeningen aangepast en opnieuw getoetst.

In bijlage C is een uitgebreide beschouwing van de verfijning van de toetsing voor STBU beschreven.

#### 3.3.1. Kadevakken 2.2 en 2.3

Bij kadevak 2.2 en 2.3 is over de gehele strekking een damwand aanwezig. In de toetsing is een vuistregel gehanteerd voor de lengte van de damwand. Door de beheerder is aangegeven dat op basis van beschikbare tekeningen de werkelijke lengte van de damwand gehanteerd dient te worden.

De resultaten van de berekeningen op basis van de werkelijke planklengte zijn gegeven in tabel 6.

Tabel 6: Resultaten STBU berekeningen kadevakken 2.2 en 2.3

Kadevak	Vereiste veiligheidsfactor (Bishop)	Berekende veiligheidsfactor (Bishop)	Oordeel gedetailleerde toets
2.2	1,06	6,69	✓ Voldoet
2.3	1,06	6,12	✓ Voldoet

#### 3.3.2. Kadevak 2.4

De damwand die aanwezig is bij de kadevakken 2.2 en 2.3, is ook deels bij kadevak 2.4 aanwezig. Vervolgens loopt de kering verder door het dorp West-Grafdijk, hier is een andere grondkerende constructie aanwezig. Het kadevak 2.4 wordt daarom opgeknipt in de kadevakken 2.4a en 2.4b. 2.4a is het deel dat vergelijkbaar is met kadevakken 2.2 en 2.3. kadevak 2.4b is het deel dat door het dorp West-Grafdijk loopt.

##### Kadevak 2.4a

Kadevak 2.4a is opnieuw getoetst en dit heeft geresulteerd in het resultaat in tabel 7.

Tabel 7: Resultaten STBU berekeningen kadevak 2.4a

Kadevak	Vereiste veiligheidsfactor (Bishop)	Berekende veiligheidsfactor (Bishop)	Oordeel gedetailleerde toets
2.4a	1,06	5,21	✓ Voldoet

### Kadevak 2.4b

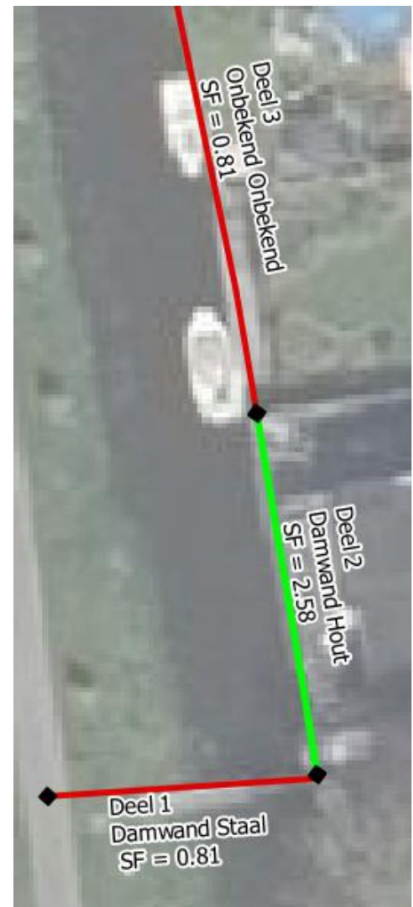
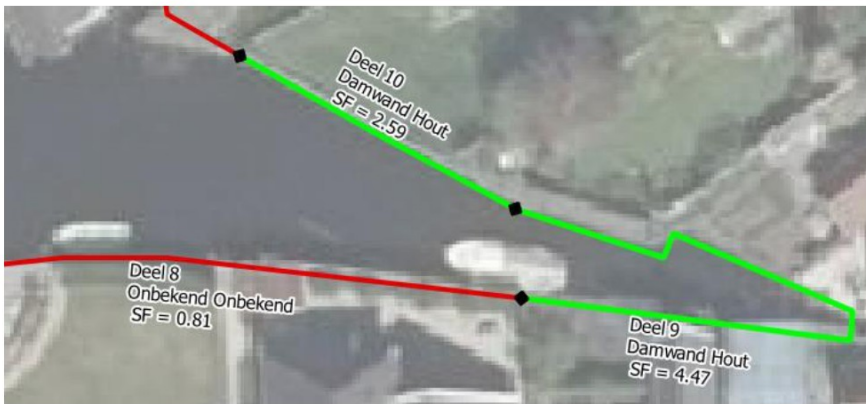
Voor kadevak 2.4b is slechts voor een aantal kleine delen van het kadevak bekend wat er aan grondkerende constructie zit. In figuur 5 en figuur 6 (volgende pagina) is in het groen weergegeven van welke delen voldoende informatie bekend is.



Figuur 5: Kadevak 2.4b, in groen de delen waarvan voldoende gegevens beschikbaar zijn

Met de beschikbare gegevens [6] is per deel de STBU berekening zodanig aangepast dat die toepasbaar is voor de lokale situatie. In figuur 6 is per deel aangegeven welk type grondkerende constructie er zit, ook is de berekende veiligheidsfactor gegeven. Indien geen of onvoldoende gegevens aanwezig zijn heeft een deel de veiligheidsfactor gekregen die in de reguliere toetsing voor kadevak 2.4 is berekend ( $SF = 0,81$ ).

Door HHNK is aangegeven dat bij dit gehele kadevak de grondkerende constructies rond 2013 zijn vervangen. En dat de nieuw geplaatste grondkerende constructies zijn ontworpen conform vigerende richtlijnen. Echter is hier verder geen informatie over beschikbaar. Bij de veldinspectie grondkerende constructies zijn geen gebreken geconstateerd. Het advies is met het beheerdersoordeel dit kadevak alsnog goed te keuren.



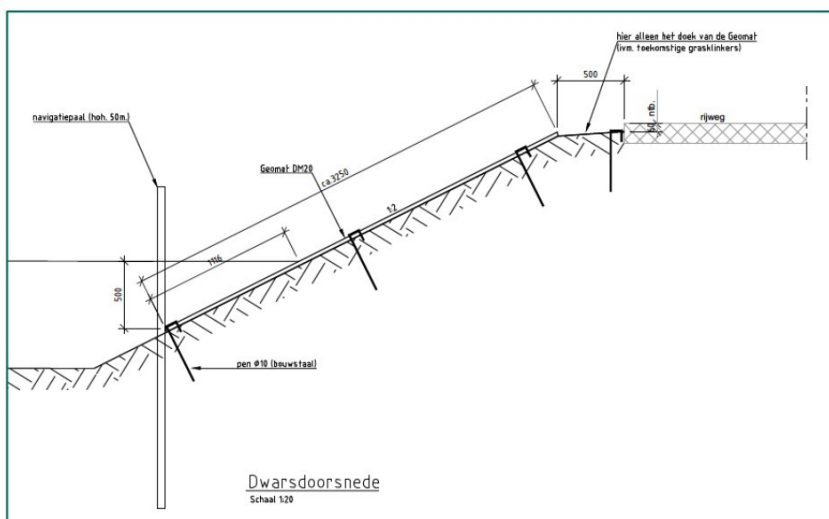
Figuur 6: Per deel het type grondkerende constructie incl. berekende veiligheidsfactor

### 3.3.3. Kadevak 3.2 t/m 4.4

Bij deze kadevakken is over de strekking van dijkpaal EI0048 tot dijkpaal EI0065 het buitentalud hersteld en vervolgens een geomat op het buitentalud aangelegd om het buitentalud te beschermen. Deze kadevakken zijn opnieuw getoetst waarbij het herstel van het buitentalud meegenomen is in de berekeningen.

In figuur 7 is een concept dwarsdoorsnede weergegeven van de geomat op het buitentalud. Het herstellen van het buitentalud hield naast de aanleg van de geomat ook in dat er een kleilaag is aangebracht. In de ingemeten profielen is heel goed te zien dat er sprake is van uitspoeling van het buitentalud. Op basis van een concept tekening [5] is de uitspoeling opgevuld met klei, zie figuur 7.

In tabel 8 zijn de resultaten van de berekeningen gegeven. Kadevak 3.2 voldoet niet aan de eis, maar kadevakken 4.1 t/m 4.4 wel.



Figuur 7: Dwarsdoorsnede van de aanleg van de geomat bij kadevakken 3.2 t/m 4.5 [5]

Tabel 8: Resultaten STBU berekeningen met hersteld buitentalud

Kadevak	Vereiste veiligheidsfactor (Bishop)	Berekende veiligheidsfactor (Bishop)	Oordeel gedetailleerde toets
3.2	0,95	0,87	✗ Voldoet niet
4.1 + 4.3	0,90	0,91	✓ Voldoet
4.2 + 4.4	0,90	0,93	✓ Voldoet

### 3.3.4. Kadevak 3.2

Bij een deel van dit kadevak is het buitentalud hersteld, maar bij een deel ook niet. Bij dit laatste deel is ook een voorland aanwezig. Daarom is kadevak 3.2 opgeknipt in kadevak 3.2a en 3.2b. Kadevak 3.2a heeft een voorland wat variërend is in breedte. De exacte grens tussen 3.2a en 3.2b is bepaald op het benodigde voorland om STBU te laten voldoen.

Er is bij het ingemeten profiel een voorland toegevoegd met dezelfde grondopbouw als de kering zelf. Dit voorland is dusdanig breed gemaakt totdat het profiel voldeed. Uit de berekeningen is gebleken dat er

minimaal een 3,4 m breed voorland aanwezig moet zijn. De grens tussen 3.2a en 3.2b ligt hierdoor net iets voorbij dijkpaal EI0048, zie figuur 8. Kadevak 3.2a voldoet wel aan STBU en kadevak 3.2b niet.



Figuur 8: Kadevak 3.2a (groen) en kadevak 3.2b (rood)

## 4 Conclusie en aanbevelingen

### 4.1. Conclusie

Nieuwe inzichten, aangeleverde gegevens en opknippen van de vakken hebben ertoe geleid dat een deel van de afgekeurde kadevakken alsnog zijn goedgekeurd.

De versterkingscope voor het VBK programma is vastgelegd in tabel 9. Het totaal aantal afgekeurde meters per faalmechanisme is vastgelegd in tabel 10.

Tabel 9: Per kadevak en toetspoot het oordeel uit de verfijning

Kadevakken	Hoogte	STPH	STBI	STBU	STMI	STBK	STVL
1	V	V	O	V	V	V	V
2.1	V	V	V	V	V	V	V
2.2	V	V	V	V	V	V	V
2.3	V	V	V	V	V	V	V
2.4a	V	V	V	V	V	V	V
2.4b	V	V	V	O	V	V	V
3.1	V	V	V	V	V	V	V
3.2a	O*	V	O	V	V	V	V
3.2b	V	V	O	O	V	V	V
4.1+4.3	V	V	V	V	V	V	V
4.2+4.4	V	V	V	V	V	V	V
4.5	O*	V	O	V	V	V	V
4.6+4.8+4.10	V	V	O	V	V	V	V
4.7+4.9	V	V	V	V	V	V	V
5	O	V	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.
5.1	n.v.t.	n.v.t.	O	V	V	V	V
5.2	n.v.t.	n.v.t.	V	O	V	V	V
5.3	n.v.t.	n.v.t.	O	O	V	V	V
6	O*	V	O	V	V	V	V
7.1	V	V	V	V	V	V	V
7.2	V	V	V	V	V	V	V
7.3	O*	V	O	V	V	V	V
8.1	V	V	V	V	V	V	V
8.2	O*	V	O	V	V	V	V
8.3	O*	V	V	V	V	V	V
9.1	V	V	V	V	V	V	V
9.2a	V	V	V	V	V	V	V
9.2b	O	V	O	V	V	O*	V

Tabel 10 - Aantal afgekeurde meters per faalmechanisme

Faalmechanisme	Afgekeurde lengte
Hoogte	ca. 650 m
STBI	ca. 13,7 km
STBU	ca. 2,1 km
STBK	20 m

Voor de toetssporen STBI en STBU is ook de afstand tot de norm voor de afgekeurde vakken globaal gegeven.

Bij STBI en STBU is gecategoriseerd in 3 groepen:

- 1 Afstand tot de norm  $< 0,1$ ;
- 2 Afstand tot de norm  $> 0,1$  en  $< 0,2$ ;
- 3 Afstand tot de norm  $> 0,2$  en  $< 0,3$ ;
- 4 Afstand tot de norm  $> 0,3$ .

Tabel 11: Kadevakken ingedeeld in categorieën voor de afstand tot de norm

Categorie	Afstand tot de norm	Kadevakken STBI	Kadevakken STBU
1	$< 0,1$	4.5	3.2b
2	$> 0,1$ en $< 0,2$	3.2, 4.6, 4.7, 4.8, 4.9, 4.10, 6, 8.2	
3	$> 0,2$ en $< 0,3$	5.1, 5.3, 7.3	
4	$> 0,3$	1, 9.2b	

## 4.2. Aanbevelingen

Ondanks dat de verfijning geleid heeft tot het goedkeuren van een groot deel van de kadevakken zijn er toch nog enkele aanbevelingen die in een vervolg fase meegenomen kunnen worden om zo de versterkings-scope te verkleinen.

- Tijdens de optimalisaties voor STBI voor kadevak 1 is geconstateerd dat het verloop van de waterspanningen een groot effect heeft op de veiligheidsfactor. In de berekening is gekozen voor een veilige schematisatie. Om een beter beeld te krijgen van het verloop van de waterspanningen wordt aanbevolen hiervoor metingen te doen. Een gunstiger verloop van de waterspanningen kan niet alleen bij kadevak 1, maar ook bij andere afgekeurde kadevakken tot een beter resultaat leiden.
- Bij kadevak 2.4b is van een groot deel van het kadevak geen informatie beschikbaar van de grondkerende constructies om de toetsing goed uit te voeren. Daardoor wordt dit deel alsnog afgekeurd. Door HHNK is aangegeven dat de grondkerende constructies voor het gehele kadevak rond 2013 nog vervangen zijn. Tijdens de inspectie zijn geen gebreken geconstateerd. Het advies is dit kadevak op STBU met het beheerdersoordeel goed te keuren.

## 5 Referenties

---

- [1] Iv-Infra b.v., INFR180772 R01 3 Toetsrapport Waterkering Eilandspolder incl. bijlagen, 18 maart 2019
- [2] HHNK, tekening Boezemwaterkeringen vanaf 2015 (GBKN = oranje), 17-5-2017
- [3] Inpijn-Blokpoel, Grondonderzoek regionale en primaire waterkeringen 2018, 14 september 2018
- [4] Provincie Noord-Holland, Tekening: Noordhollands Kanaal, K20 Noordhollands Kanaal vervangen oevers Midden, 27 mei 2014
- [5] Ooms Construction, Tekening: Bescherming dijklichaam aan de Oudelandsdijkje tussen Westgrafdijk en Driehuizen, 15 oktober 2018
- [6] Aannemingsmaatschappij Markus b.v., De Boer & De Groot Civiele werken, Tekening: Vervangen damwand West-Grafdijk, 4 april 2015

## 6 Bijlagen

### A. Hoogte

#### A.1. Inleiding

In de reguliere toetsing zijn een aantal kadevakken afgekeurd op hoogte. Voornamelijk omdat op basis van het AHN niet overal voldoende kerende hoogte aanwezig was. Echter is een deel van deze vakken ook afgekeurd omdat het AHN fragmentarisch is, waardoor niet met 100% zekerheid gezegd kon worden of het vak wel voldoet. Ook ligt de leggerlijn bij één kadevak (7.2) op de oeverlijn, waardoor bij dit kadevak het vermoeden bestond dat het kerend vermogen niet vanuit het dijklichaam komt maar vanuit een type 1 constructie.

Om zowel op de locaties waar het AHN fragmentarisch is een beter beeld te verkrijgen als het vermoeden te bevestigen dat de grondkerende constructie bij kadevak 7.2 een type 1 constructie is, zijn extra metingen uitgevoerd.

Aan de hand van deze metingen worden de resultaten uit de reguliere toetsing nogmaals tegen het licht gehouden.

#### A.2. Kadevakken

De kadevakken waarvoor een herbeschouwing van het toetsspoor hoogte is gedaan zijn:

- Kadevak 3.1;
- Kadevak 4.5;
- Kadevak 7.2.

Onderstaande tabellen beschrijven uitgangspunten en resultaten (van de reguliere toetsing) van deze kadevakken.

In tabel 12 staat de vereiste kruinhoogte per kadevak.

Tabel 12: Vereiste kruinhoogte per kadevak

Kadevakken	Verhard/onverhard	Vereiste kruinhoogte (AHN/Ingemeten profielen)
3.1	Verhard	NAP -0,05 m / NAP -0,10 m
4.5	Verhard	NAP -0,05 m / NAP -0,10 m
7.2	Onverhard (deels verhard)	NAP +0,05 m / NAP +0,00 m

### Resultaten toets op hoogte (AHN)

Tabel 13: Resultaten onderdeel 1 (AHN)

Kadevakken	Oordeel	Opmerking
3.1	n.t.b.	AHN niet duidelijk, op enkele locaties niet voldoende kruinhoogte over 1,5 m breedte.
4.5	Voldoet niet	Op enkele stukken onvoldoende breedte met benodigde kruinhoogte. Betreft ca. 20 meter. Ter plaatse van dijkpalen EI0075 en EI0078.
7.2	Voldoet niet	AHN bij de gebouwen niet duidelijk, dient nader bepaald te worden. Bij de zachte kering is er op meerdere locaties (totaal ca. 75 m) onvoldoende kruinbreedte aanwezig op de benodigde kruinhoogte. Bij dijkpaal EI0175.

### Resultaten toets op hoogte (Ingemeten profielen (IP))

Tabel 14: Resultaten onderdeel 1 (IP)

Kadevakken	Oordeel	Opmerking
3.1	Voldoet niet	Op de locatie waar de kruinhoogte hoger is dan de benodigde kruinhoogte is minimaal ingemeten waardoor niet met zekerheid gezegd kan worden dat er voldoende breedte aanwezig is.
5	Voldoet	DP7 heeft op de kruin weinig meetpunten, met interpoleren blijkt er ca. 3 m kruinbreedte aanwezig te zijn. De vraag is of interpoleren terecht is. Alle andere profielen hebben voldoende kruinbreedte op het juist niveau.
7.2	Voldoet niet	DP51 heeft niet voldoende kruinbreedte op de benodigde kruinhoogte

### Resultaten toets op hoogte (AHN en IP samengevoegd)

Tabel 15: Resultaten onderdeel 1 (AHN en IP samengevoegd)

Kadevakken	Oordeel AHN	Oordeel (IP)	Opmerking
3.1	n.t.b.	Voldoet niet	Oordeel ingemeten profielen wordt gebruikt
4.5	Voldoet niet	Voldoet	Op de locaties waar (volgens het AHN) onvoldoende kruinhoogte aanwezig is, zijn geen inmetingen gedaan.
7.2	Voldoet niet	Voldoet niet	

### **A.3. Beschikbare gegevens**

Bij kadevak 3.1 is recentelijk een versterkingsproject uitgevoerd. Van dit versterkingsproject waren ten tijde van de reguliere toetsing bij de opdrachtnemer (lv-Infra) geen gegevens bekend. Na levering van deze gegevens is gebleken dat dit kadevak op basis van de As-built tekeningen [1] (ingemeten op 12 en 16 mei 2017) goedgekeurd kan worden op hoogte.

Bij dit versterkingsproject is bij een deel van kadevak 3.1 een type 1 constructie geplaatst die het waterkerend vermogen van de kering op zich neemt. En bij een overig deel zijn grondlichamen aangebracht die voldoende breedte op de benodigde kruinhoogte hebben.

De minimale hoogte van de type 1 constructie is NAP + 0,06 m en de gemiddelde hoogte is circa NAP + 0,10 m. De minimaal benodigde hoogte voor dit kadevak is NAP -0,10 m. De constructie voldoet ruim aan de benodigde hoogte.

De minimale hoogte van de grondlichamen is NAP – 0,02 m, maar dit betreft zeer kleine delen. De gemiddelde hoogte is eveneens circa NAP + 0,10 m. Ook de grondlichamen voldoen daarmee aan de benodigde hoogte.

### **A.4. Extra metingen**

Bij kadevak 4.5 en bij kadevak 7.2 zijn extra metingen gedaan. Deze metingen worden hier beschreven.

#### **A.4.1. Kadevak 4.5**

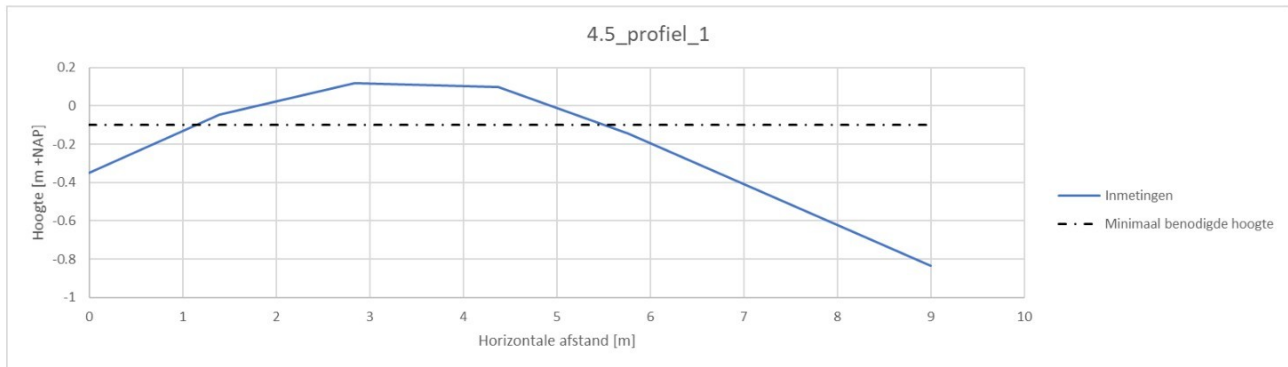
Bij kadevak 4.5 zijn zes profielen ingemeten die daardoor het fragmentarische AHN een beter beeld geven. Echter is het niet gelukt om overal precies op de locatie waar AHN informatie ontbreekt te meten, in dergelijke gevallen is nabij deze locatie gemeten en met behulp van foto's bevestigd dat op deze locatie een vergelijkbare hoogte aanwezig is. In figuur 9 is een overzicht gegeven van de locaties waar gemeten is.



Figuur 9: Overzichtsplatte van de locaties waar profielen ingemeten zijn, bij kadevak 4.5

### Profiel 1

In figuur 10 zijn de inmetingen weergegeven.



Figuur 10: Ingemeten profiel (4.5\_profiel\_1)

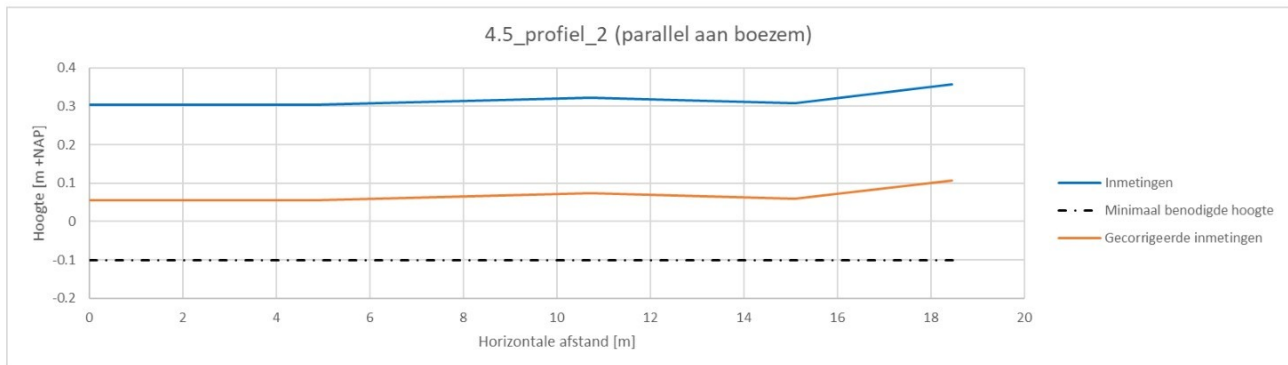
### Profiel 2

Hier ligt op/in de kering een gebouw. Aan de boezemzijde van het gebouw is wel een grondlichaam opgebouwd tegen het gebouw aan. Echter is circa 20 tot 25 cm boven dit grondlichaam een vlonder aanwezig, zie figuur 11. Het was daarom niet mogelijk om de hoogte van het grondlichaam te meten. Daarom is de hoogte van de vlonder ingemeten en gecorrigeerd.

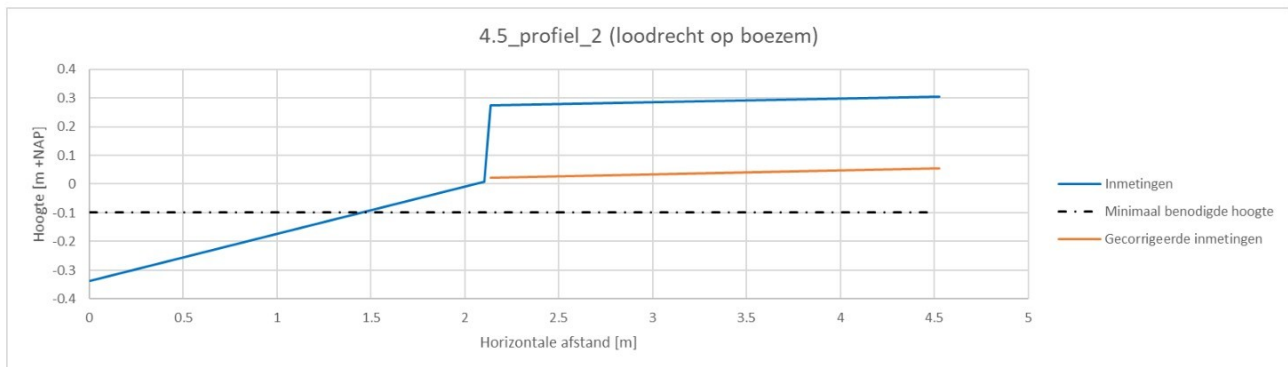


Figuur 11: Vlonder aan de boezemzijde van het gebouw, boezem is links gelegen

Bij dit profiel is zowel parallel aan de boezem gemeten (figuur 12) als loodrecht op de boezem (figuur 13).



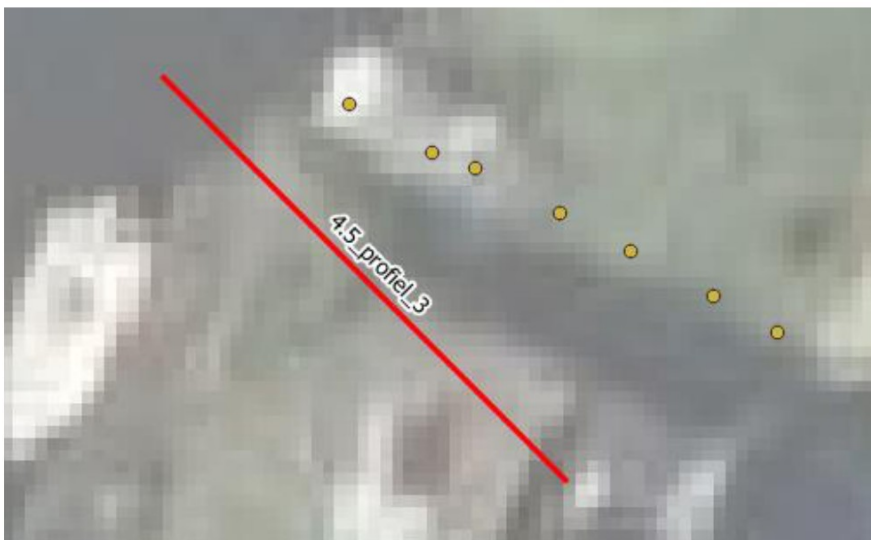
Figuur 12: Inmetingen parallel aan de boezem (4.5\_profiel\_2)



Figuur 13: Inmetingen loodrecht op de boezem (4.5\_profiel\_2)

### Profiel 3

Bij dit profiel was het niet mogelijk om op de exact gewenste locatie te meten, zie figuur 14.



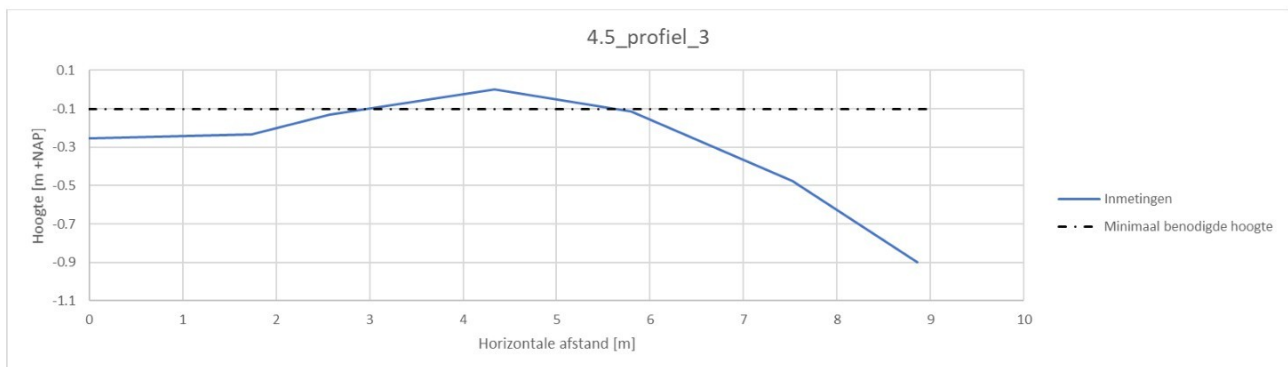
Figuur 14: Rode lijn is de gewenste locatie voor inmetingen, oranje punten zijn de inmetingen

In figuur 15 zijn twee foto's weergegeven op de locatie van de inmetingen. De inmetingen zijn direct naast de schutting gemaakt. Rechts van de schutting betreft een tuin van bewoners die niet aanwezig waren ten tijde van de inmetingen. Op de foto van de tuin van de bewoners is te zien dat daar een grondlichaam aanwezig

is. De schutting staat in dit grondlichaam, het is dus aannemelijk dat de hoogte links van de schutting gelijk is aan de hoogte rechts van de schutting. In figuur 16 zijn de inmetingen weergegeven.



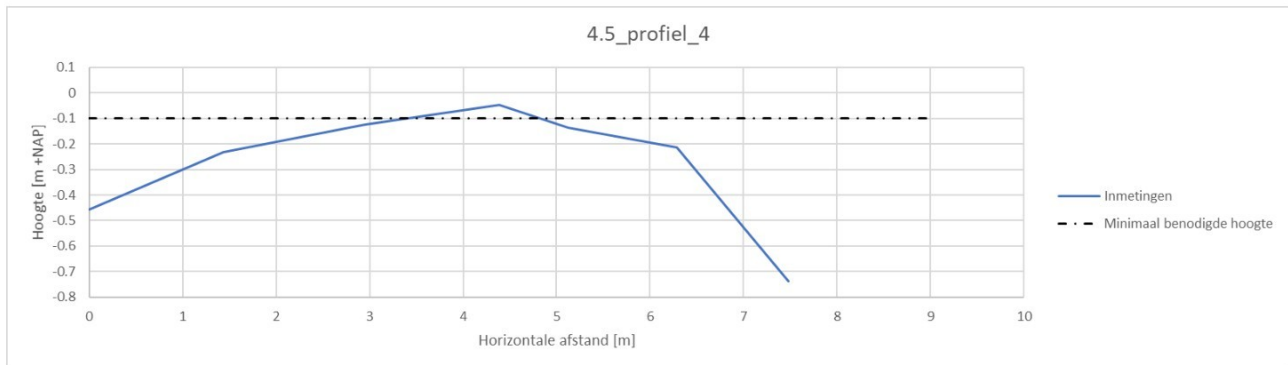
Figuur 15: (rechts) locatie waar ingemeten is, (links) direct links van de schutting is dit grondlichaam aanwezig, boezem is in de achtergrond van de foto gelegen



Figuur 16: Inmetingen profiel (4.5\_profiel\_3)

### Profiel 4

In figuur 17 zijn de inmetingen weergegeven.



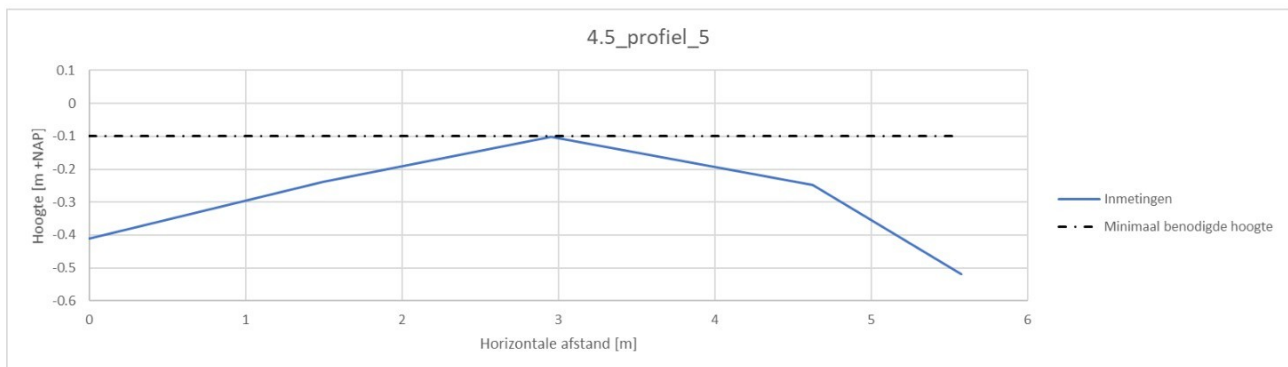
Figuur 17: Inmetingen profiel (4.5\_profiel\_4)

### Profiel 5

Bij dit profiel is direct naast de heg ingemeten. In figuur 19 zijn de inmetingen weergegeven.



Figuur 18: Locatie van de inmetingen, boezem is rechts gelegen



Figuur 19: Inmetingen profiel (4.5\_profiel\_5)

### Profiel 6

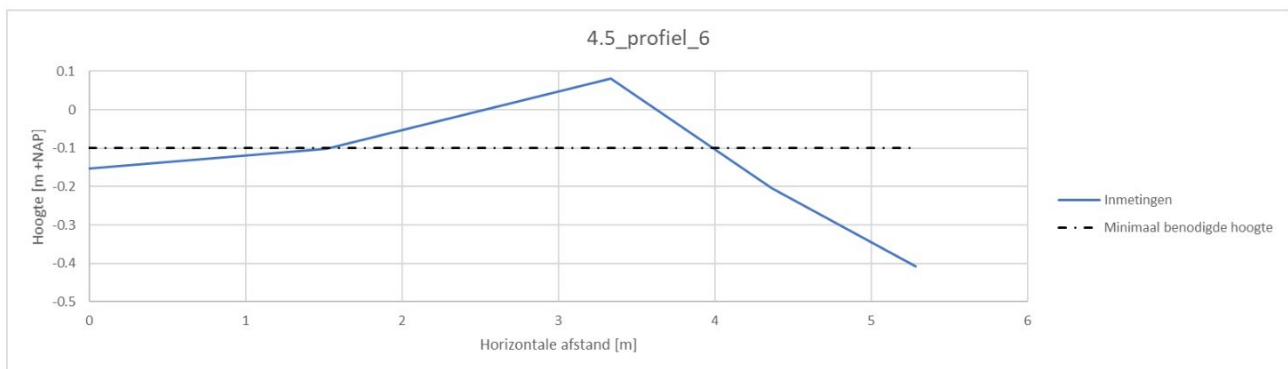
Bij dit profiel kon niet op de gewenste locatie worden ingemeten omdat de bewoners ten tijde van de metingen niet thuis waren. Er is daarom in de tuin ernaast ingemeten. In figuur 20 is de locatie van de metingen te zien, er is langs de rode heg gemeten. Achter de heg ligt de gewenste locatie voor de metingen, in figuur 21 is te zien dat hier een grondlichaam aanwezig is. Op basis van de veldwaarnemingen is geconcludeerd dat het aannemelijk is dat de hoogte van de kering vóór de heg gelijk is aan de hoogte van de kering achter de heg. In figuur 22 zijn de inmetingen weergegeven.



Figuur 20: Locatie van de inmetingen, boezem is rechts gelegen



Figuur 21: Gewenste locatie inmetingen, boezem is rechts gelegen



Figuur 22: Inmetingen profiel (4.5\_profiel\_6)

#### A.4.2. Kadevak 7.2

Bij dit kadevak was onbekend of de grondkerende constructie mogelijk voldoende hoogte heeft om voor het waterkerende vermogen te zorgen. Daarom is van dit kadevak de hoogte van de grondkerende constructie ingemeten. In figuur 23 is een overzichtsplaatje weergegeven van de profielen die zijn ingemeten.



Figuur 23: Overzichtsplaatje van de locaties waar profielen ingemeten zijn, bij kadevak 7.2

### Profiel 1

Bij de inmetingen is geconcludeerd dat de grondkerende constructie een betonnen kadeconstructie betreft. Afwisselend is deze kadeconstructie bekleed met een gemetseld schort of met een houten beschoeiing. In het geval van de houten beschoeiing is op veel plekken de beschoeiing aan vervanging toe. Wel is geconstateerd dat de betonnen kadeconstructie nog in een goede staat verkeert. In figuur 24 tot en met figuur 28 zijn een aantal foto's weergegeven, genomen tijdens de metingen.



Figuur 24: Houten beschoeiing (op betonnen kadeconstructie) bij kadevak 7.2



Figuur 25: Gemetseld schort (op betonnen kadeconstructie) bij kadevak 7.2



Figuur 26: Houten beschoeiing in slechte staat, betonnen kadeconstructie zichtbaar

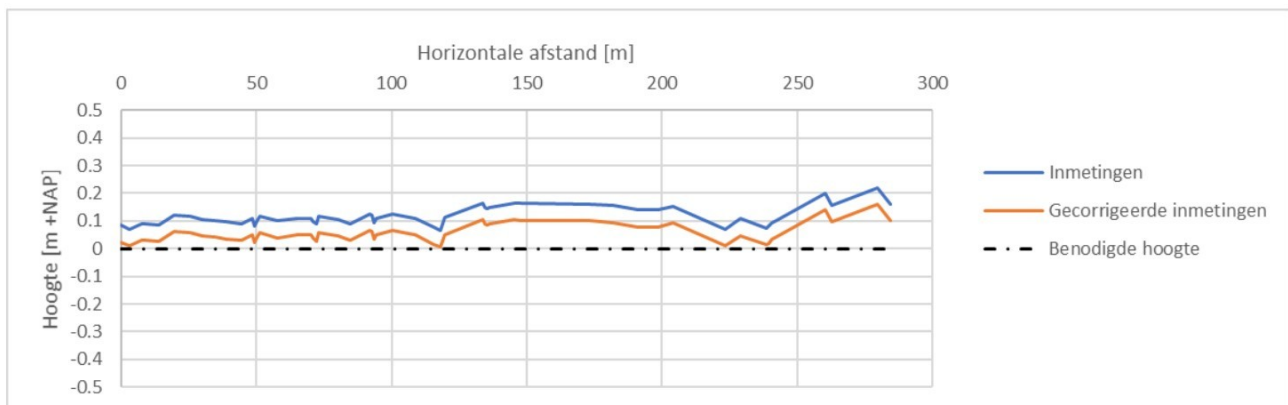


Figuur 27: Houten beschoeiing in slechte staat, betonnen kadeconstructie zichtbaar



Figuur 28: Betonnen kadeconstructie zichtbaar achter houten beschoeiing, staat is goed

Zoals in de figuren te zien is, is bij de delen van de kadeconstructie bovenop het beton ook beplanking aanwezig. Echter is geconcludeerd dat de kwaliteit hiervan niet overal meer goed is. Dit hout kan daardoor niet bijdragen in de kerende hoogte. De ingemeten hoogte wordt daarom gecorrigeerd met de hoogte van deze planken. Op een aantal plekken waar de kwaliteit van planken zo slecht is dat het beton zichtbaar is, is een verschilmeting gedaan. Daaruit is gebleken dat de hoogte van de planken ten opzichte van de bovenkant betonkade gemiddeld gezien 5 cm is en in een maximaal geval 6,7 cm. De hoogte is daarom gecorrigeerd met 6,7 cm, dit is echter wel ruim genomen omdat in veel gevallen de plank direct op het beton ligt en niet dikker is dan 4 cm. In figuur 29 zijn de inmetingen weergegeven.



Figuur 29: Inmetingen profiel (7.2\_profiel\_1)

### Profiel 2

Bij dit profiel is een vergelijkbare kadeconstructie aanwezig als bij profiel 1. Ook hier is geconcludeerd dat de houten beschoeiing op sommige plekken in slechte staat is, maar dat de betonnen kadeconstructie wel in een goede staat verkeerd.

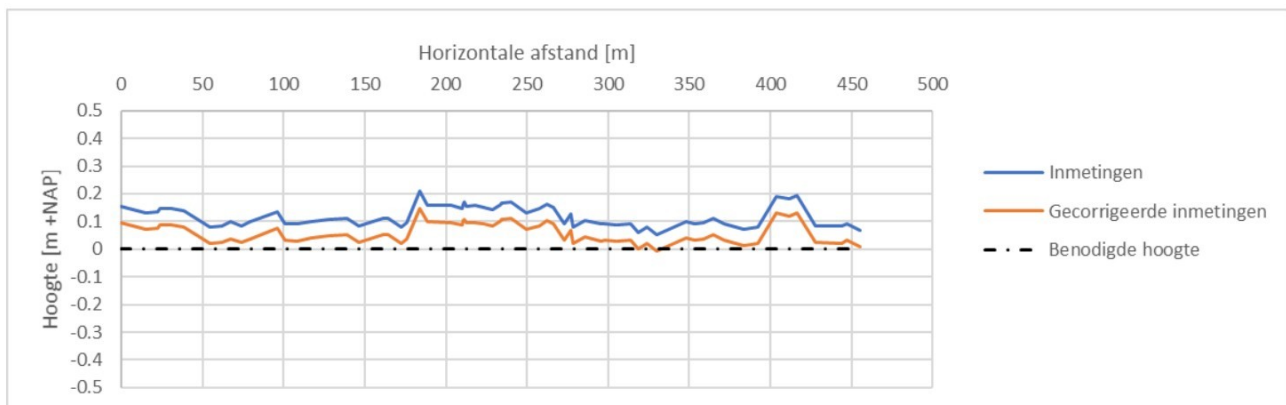


Figuur 30: Gemetseld schort op betonnen kadeconstructie bij profiel 2



Figuur 31: Houten beschoeiing op betonnen kadeconstructie bij profiel 2

Dezelfde correctie als bij profiel 1 is toegepast bij profiel 2. In figuur 32 zijn de inmetingen weergegeven.



Figuur 32: Inmetingen profiel (7.2\_profiel\_2)

### A.5. Hertoetsing

Per profiel zijn de metingen weergegeven ten opzichte van de minimaal benodigde kruinhoogte. In tabel 16 zijn de resultaten daarvan samengevat en of de ingemeten profielen voldoen aan de toets op hoogte.

Tabel 16: Oordeel kadevakken en ingemeten profielen t.o.v. benodigde hoogte

Kade- vakken	Profiel	Oordeel	Opmerking
3.1	n.v.t.	Voldoet	Op basis van de As-built tekeningen is geconcludeerd dat bij dit kadevak voldoende hoogte aanwezig is.
4.5	4.5_profiel_1	Voldoet	
	4.5_profiel_2	Voldoet	Inmetingen gecorrigeerd met 25 cm, nog steeds ruim voldoende hoogte aanwezig
	4.5_profiel_3	Voldoet	Uitgangspunt is dat de gemeten hoogte ook aanwezig is op de locatie waar de metingen wenselijk waren
	4.5_profiel_4	Voldoet	
	4.5_profiel_5	Voldoet niet	Het hoogste punt raakt net de minimaal benodigde kruinhoogte, de rest van het maaiveld ligt er onder.
	4.5_profiel_6	Voldoet	Uitgangspunt is dat de gemeten hoogte ook aanwezig is op de locatie waar de metingen wenselijk waren
7.2	7.2_profiel_1	Voldoet	
	7.2_profiel_2	Voldoet	

Op basis van de as-built tekeningen en de inmetingen kunnen de kadevakken 3.1 en 7.2 worden goedgekeurd. Kadevak 4.5 kan echter niet worden goedgekeurd, hier is een heel klein deel (ca. 5 tot 10 m) aanwezig dat onvoldoende hoogte heeft.

## B. STBI

### B.1. *Inleiding*

In een overleg met de beheerder is naar voren gekomen dat de beheerder het niet eens is met de resultaten van een aantal kadevakken. Dit heeft met verschillende zaken te maken. Bij twee kadevakken zijn recent versterkingen uitgevoerd, waardoor het niet logisch lijkt dat deze kadevakken op dit moment niet voldoen. En voor één kadevak is door de beheerder aangegeven dat de berekende veiligheidsfactor niet overeenkomt met het beeld dat hij heeft van dat kadevak.

Van de recente versterkingen zijn gegevens aangeleverd door HHNK, deze gegevens worden beoordeeld en mogelijk kunnen de kadevakken op basis van deze gegevens goedgekeurd worden. Bij het kadevak waarvan de berekende veiligheidsfactor niet overeenkomt met het beeld van de beheerder, wordt van grof naar fijn gewerkt om te beoordelen of geoptimaliseerd kan worden met de huidige gegevens.

### B.2. *Kadevakken*

De kadevakken waarvoor het resultaat op STBI opnieuw wordt beschouwd, zijn:

- Kadevak 1;
- Kadevak 3.2;
- Kadevak 9.2.

Bij kadevak 1 heeft de beheerder het beeld dat het een robuuste dijk is en dat komt niet overeen met de berekende veiligheidsfactor. Ten aanzien van het beeld van de beheerder is daarom van grof naar fijn gewerkt om te beoordelen of een beter resultaat verkregen kon worden met de huidige gegevens.

Kadevak 2.4 is recent versterkt. Het is daarom niet logisch dat deze afgekeurd wordt op STBI. Op basis van door HHNK aangeleverde gegevens van de recente versterking is dit kadevak opnieuw beoordeeld.

Een deel van kadevak 9.2 is ook recent versterkt. Dit kadevak wordt daarom opgeknipt in een deel dat wel versterkt is en een deel dat niet versterkt is. Het deel dat wel versterkt is wordt opnieuw beoordeeld.

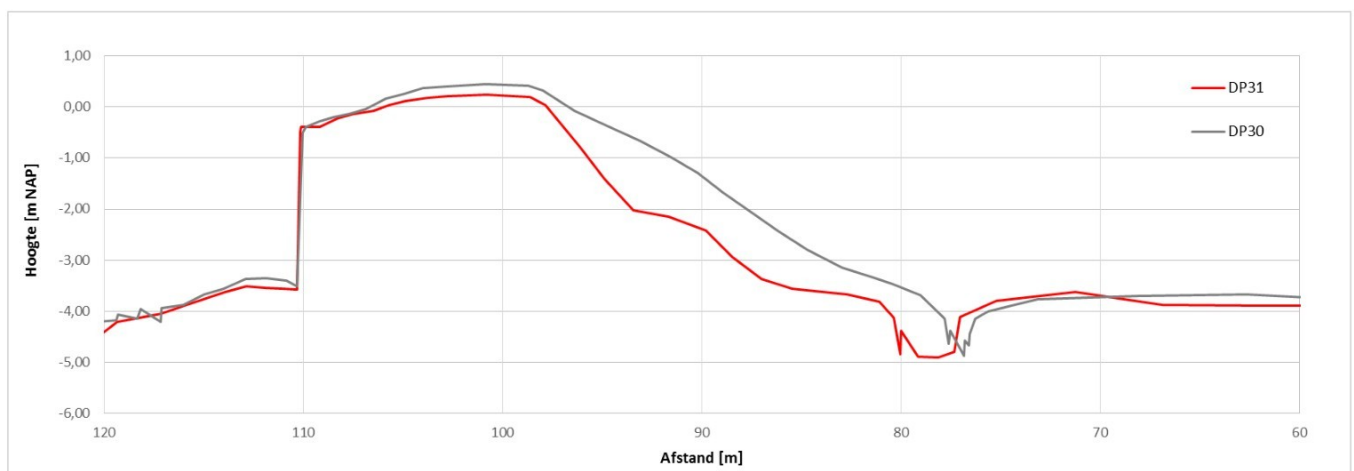
### B.3. Kadevak 1

#### B.3.1. Geometrie en bodemopbouw toetsing

In deze paragraaf staat beschreven welke geometrie en bodemopbouw is gehanteerd voor de toetsing.

##### Geometrie

In kadevak 1 zijn twee ingemeten profielen beschikbaar. Dwarsprofiel 31 is maatgevend, gezien het steilste binnentalud in combinatie met de kortste afstand tot de teensloot. Binnen de gevoeligheidsanalyse is beoordeeld dat het gekozen profiel representatief is voor kadevak 1.



Figuur 33: Maatgevend profiel kadevak 1

##### Bodemopbouw

Voor de toetsing van kadevak 1 op STBI is de bodemopbouw gehanteerd uit tabel 17. De gebruikte bodemopbouw is de meest maatgevende binnen het kadevak.

Tabel 17: Maatgevende bodemopbouw kadevak 1

Kruin (BR00252)	b.k. laag [m NAP]	Dikte [m]	Binnentalud / teen (HB043)	b.k. laag [m NAP]	Dikte [m]
Klei_dijkmateriaal_h	0	1,5	Klei_dijkmateriaal_h	-1,66	0,8
Hollandveen_o_dijk – VW (NW)	-1,5	1,0	Hollandveen_n_dijk	-2,46	1,8
Klei_onderveen_s_h2_o_dijk	-2,5	0,34	Klei_onderveen_s_z_h_o_dijk	-4,26	1,1
Hollandveen_o_dijk – VW (NW)	-2,84	1,84	Zand	-5,36	-
Klei_onderveen_s_z_h_o_dijk	-4,65	0,45			
Zand	-5,1	2,2			
Klei_wadzanden_gelaagd	-7,3	0,5			
Zand	-7,8	-			

### B.3.2. Optimalisatie

Voor de verfijning van de toetsing zijn de uitgangspunten geoptimaliseerd. De optimalisatie is in een aantal stappen uitgevoerd:

- 1 Bodemopbouw bij maatgevende locatie i.p.v. maatgevende bodemopbouw en maatgevende locatie;
- 2 Geotechnische parameters gebaseerd op grondonderzoek i.p.v. op de proevenverzameling;
- 3 Opknippen kadevak.

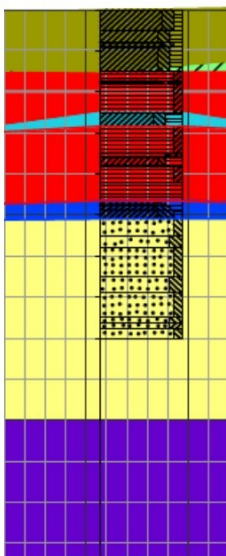
### B.3.3. Geoptimaliseerde geometrie en bodemopbouw

In de toetsing is voor dit kadevak gekozen om de maatgevende geometrie te combineren met de maatgevende bodemopbouw. In de gevoeligheidsanalyse is gebleken dat het maatgevende profiel van de ingemeten profielen, representatief is voor het kadevak.

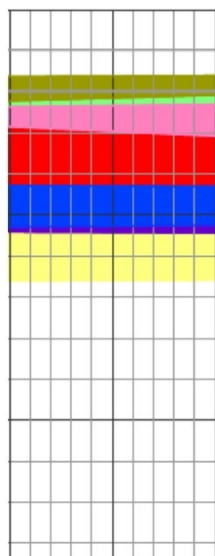
De gebruikte bodemopbouw is een samenvoeging van een boring in de kruin en een boring in de teen die niet in dezelfde raai liggen. Er zit ongeveer honderd meter tussen. Dat betekent dat dit geen realistische situatie is. Voor de optimalisatie wordt daarom gekozen om de bodemopbouw in de kruin en teen op dezelfde locatie te kiezen, dat betekent echter dat er bodemopbouw op basis van interpolatie wordt geselecteerd. De locatie van het ingemeten profiel bepaalt de locatie van de bodemopbouw.

#### Geoptimaliseerd bodemopbouw

Op basis van het GTL is op de locatie van het ingemeten profiel de bodemopbouw bepaald. De locatie van het ingemeten profiel is midden tussen dijkpalen EI00007 en EI00008. Op deze locatie is een boring gedaan in de kruin en is de bodemopbouw in de teen op basis van interpolatie bepaald. In tabel 18 is de bodemopbouw beschreven voor de kruin en de teen bij het ingemeten profiel.



Figuur 34: Bodemopbouw in de kruin



Figuur 35: Bodemopbouw in de teen

Tabel 18: Bodemopbouw in de kruin en de teen bij het ingemeten profiel

Kruin (BR00252)	b.k. laag [m NAP]	Dikte [m]	Binnentalud / teen (interpolatie)	b.k. laag [m NAP]	Dikte [m]
Klei_dijkmateriaal_h	0	1,5	Klei_dijkmateriaal_h	-1,66	0,44
Hollandveen_o_dijk – VW (NW)	-1,5	1,0	Klei_bovenveen_s_h2	-2,1	0,9
Klei_onderveen_s_h2_o_dijk	-2,5	0,34	Hollandveen_n_dijk	-3,0	1,2
Hollandveen_o_dijk – VW (NW)	-2,84	1,84	Klei_onderveen_s_z_h_n_dijk	-4,2	1,0
Klei_onderveen_s_z_h_o_dijk	-4,65	0,45	Zand	-5,2	-
Zand	-5,1	2,2			
Klei_wadzanden_gelaagd	-7,3	0,5			
Zand	-7,8	-			

Met deze optimalisatie is het dwarsprofiel opnieuw doorgerekend in D-Geo Stability. Dit is gedaan met zowel het Bishop model en het UpLift Van model. Omdat het dwarsprofiel niet voldoet is er niet getoetst met Spencer. In tabel 19 zijn de resultaten van de berekeningen weergegeven.

Tabel 19: Resultaten van de berekeningen met geoptimaliseerde bodemopbouw

Kadevak	Vereiste stabiliteitsfactor			Berekende stabiliteitsfactor			Oordeel gedetailleerde toets
	Bishop	Lift Van	Spencer*	Bishop	Lift Van	Spencer	
1_opt-1	1,01	1,06	0,96/1,06	0,70	0,62	x	* Voldoet niet

#### Geoptimaliseerde geotechnische parameters

Voor de reguliere toetsing zijn geotechnische parameters toegewezen aan de grondlagen op basis van de proevenverzameling van HHNK. Echter is vooraf aan de toetsing grondonderzoek uitgevoerd [3], als optimalisatie van de berekeningen worden de, in het grondonderzoek bepaalde, geotechnische parameters toegewezen aan de grondlagen.

Binnen kadevak 1 zijn vijf boringen gedaan:

- HB040-BIT;
- HB041-BIT;
- HB042-BIT;
- HB043-BIT;
- HB044-BIT.

Wat opvalt is dat de veenlagen in het grondonderzoek gemiddeld gezien een hoger soortelijk gewicht hebben dan wat de proevenverzameling geeft. Daarin is te zien dat de veenlagen in de teen gemiddeld een soortelijk gewicht heeft van 10,6 kN/m<sup>3</sup> en de veenlagen in de kruin gemiddeld een soortelijk gewicht van 10,15 kN/m<sup>3</sup> hebben. In de proevenverzameling is het soortelijk gewicht van veen 9,8 kN/m<sup>3</sup>.

Tabel 20: Lab resultaten van boringen uit het grondonderzoek [3]

	van	tot	Classificatie	Bijmenging	Diepte class	Y <sub>nat</sub>	Y <sub>droog</sub>
	[t.o.v. NAP]	[t.o.v. NAP]				[kN/m <sup>3</sup> ]	[kN/m <sup>3</sup> ]
HB040-BIT	-4,26	-4,31	Vk3		-4,29	10,7	4,5
HB041-BIT	-3,48	-3,53	Vk1		-3,51	11,1	3,6
HB042-BIT	-3,28	-3,33	Vk1		-3,30	8,6	2,0
HB043-BIT	-3,16	-3,21	Vk1	sc6	-3,18	10,9	3,2
HB044-BIT	-4,39	-4,44	Vk3		-4,41	11,6	2,5
B006-KR_PB	-2,89	-3,22	Vm	ho1	-3,06	10,4	2,4
B006-KR_PB	-3,39	-3,72	Vm	pl1	-3,56	9,9	1,9

Als optimalisatie wordt in de berekeningen voor de grondlaag hollandveen onder de dijk een soortelijk gewicht van 10,15 kN/m<sup>3</sup> aangehouden en voor hollandveen naast de dijk een soortelijk gewicht van 10,6 kN/m<sup>3</sup>.

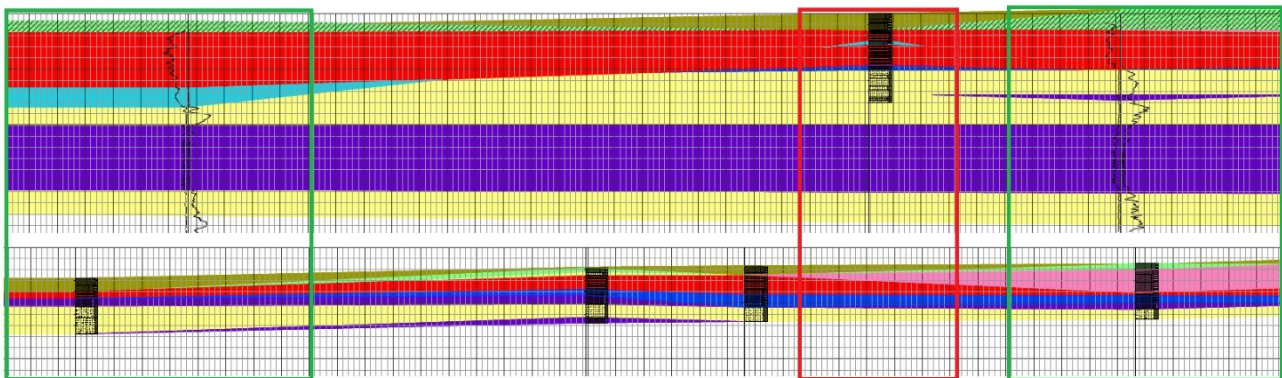
Deze optimalisatie is toegepast op het dwarsprofiel met geoptimaliseerde bodemopbouw en is vervolgens opnieuw doorgerekend met D-Geo Stability. Omdat het dwarsprofiel niet voldoet is er niet getoetst met Spencer. In tabel 21 zijn de resultaten van de berekeningen weergegeven.

Tabel 21: Resultaten van de berekeningen met geoptimaliseerde bodemopbouw én geoptimaliseerde geotechnische parameters

Kadevak	Vereiste stabiliteitsfactor			Berekende stabiliteitsfactor			Oordeel gedetailleerde toets
	Bishop	Lift Van	Spencer*	Bishop	Lift Van	Spencer	
1_opt-1	1,01	1,06	0,96/1,06	0,73	0,65	x	* Voldoet niet

### B.3.4. Opknippen kadevak

Door de uitgangspunten te optimaliseren is het niet gelukt om het kadevak goed te keuren. In het GTL is zichtbaar dat er strekkingen zijn met een iets andere bodemopbouw binnen het kadevak, zie figuur 36. Daarom is ervoor gekozen om te beoordelen of het zinvol is om het kadevak op te knippen, waardoor mogelijk een deel van het kadevak alsnog wordt goedgekeurd.



Figuur 36: GTL kadevak 1, rode kader is getoetste bodemopbouw en groene kader is strekkingen met andere bodemopbouw

Om te controleren of het zinvol is het kadevak op te knippen is de meest afwijkende bodemopbouw van de strekkingen getoetst. Daarbij is de geometrie van het dwarsprofiel hetzelfde gehouden, omdat in geometrie weinig verschil zit over de gehele strekking van kadevak 1.

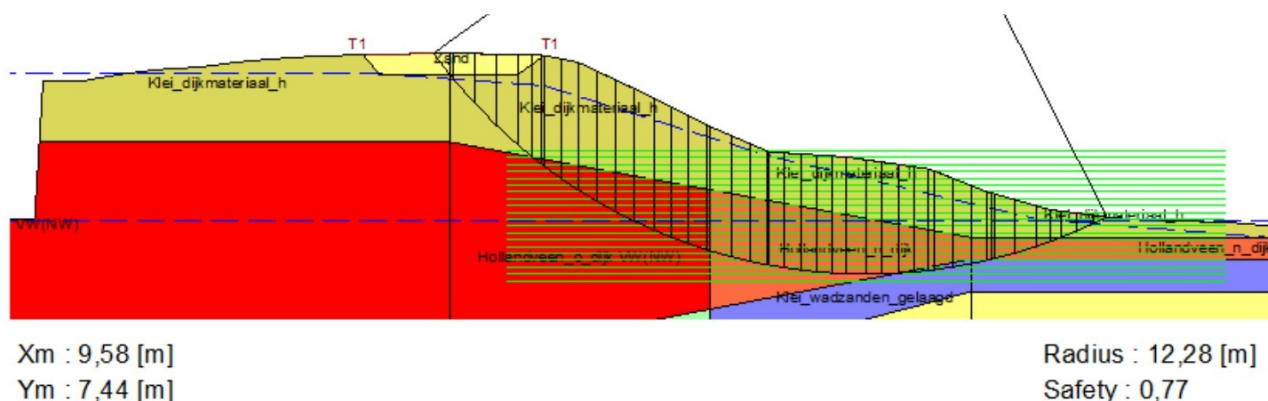
Het kadevak wordt voor de berekeningen opgesplitst in drie delen:

- 1 Kadevak 1a, nabij dijkpaal EI0001 (links in figuur 36);
- 2 Kadevak 1b, getoetste dwarsprofiel;
- 3 Kadevak 1c, nabij dijkpaal EI0010 (rechts in figuur 36).

Kadevak 1a en kadevak 1c zijn alleen getoetst met een Bishop cirkel, zonder verkeersbelasting. Als deze toetsing resulteert in voldoende hoge veiligheidsfactoren wordt zinvol geacht om het kadevak op te knippen. Indien de veiligheidsfactor nog steeds te laag is, is het niet zinvol om het kadevak op te knippen.

### B.3.5. Kadevak 1a

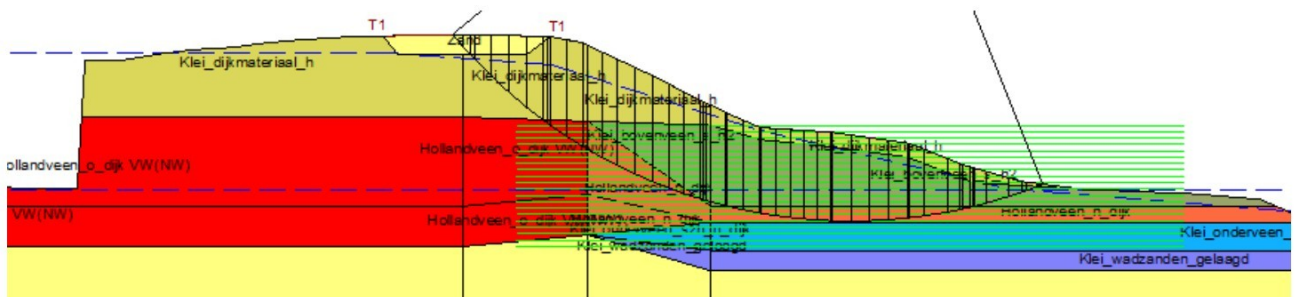
Bij dit kadevak is er onder de hollandveenlaag in de kruin ook een kleilaag aanwezig van meer dan een meter dik. En in de teen is de veenlaag een stuk dunner. Echter zoals in figuur 37 te zien is, is de veiligheidsfactor bij een Bishop cirkel wel hoger maar nog lang niet voldoende. Het is daarom niet zinvol om een kadevak 1 op te knippen op basis van de bodemopbouw bij kadevak 1a.



Figuur 37: Bishop glijvlak bij kadevak 1a

### B.3.6. Kadevak 1c

Bij dit kadevak is in de kruin bijna geen verschil in bodemopbouw. Maar is in de teen de veenlaag een stuk dunner en is er een kleilaag aanwezig bovenop de veenlaag. In figuur 38 is de Bishop glijcirkel weergegeven voor kadevak 1c, ook hier is de veiligheidsfactor onvoldoende en is het niet zinvol om kadevak 1 op te knippen op basis van de bodemopbouw bij kadevak 1c.



Xm : 9,58 [m]

Ym : 8,45 [m]

Radius : 12,82 [m]

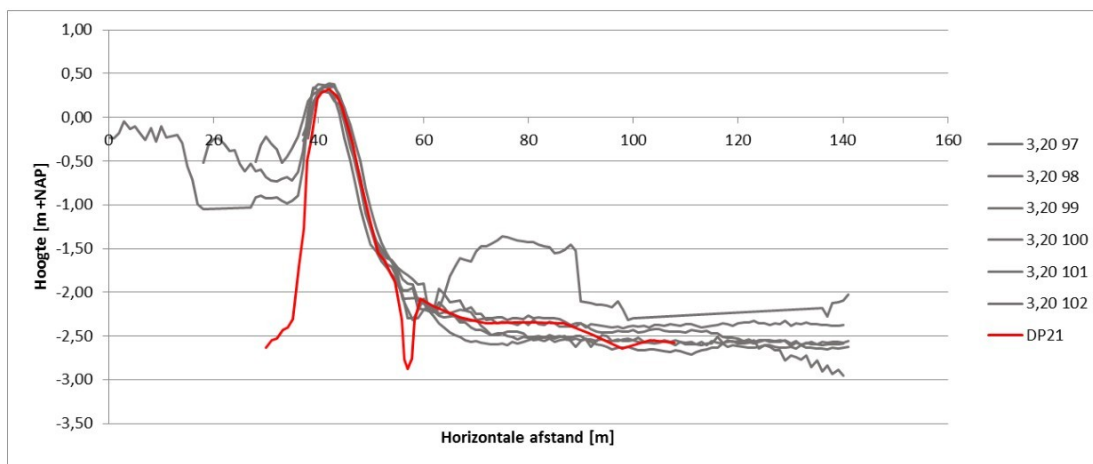
Safety : 0,80

Figuur 38: Bishop glijvlak bij kadevak 1c

#### B.4. Kadevak 3.2

Door de beheerder is aangegeven dat het gebruikte profiel voor dit kadevak slechts zeer lokaal geldig is. Bij dit kadevak is slechts één ingemeten profielen aanwezig, dit profiel is vergeleken met het AHN3. In figuur 39 is het ingemeten profiel (DP21) vergeleken met dwarsprofielen die uit het AHN3 komen. Het is duidelijk te zien dat het ingemeten profiel nagenoeg hetzelfde profiel heeft als de dwarsprofielen uit het AHN3. Wat opvalt is dat er bij de dwarsprofielen uit het AHN3 geen teensloot aanwezig is, maar dit komt doordat het AHN3 alleen maaiveldniveaus boven water bevat.

Op basis van figuur 39 is daarom geconcludeerd dat het gebruikte profiel bij de toetsing van dit kadevak voor het gehele kadevak geldt en niet slechts lokaal geldig is.



Figuur 39: Ingemeten dwarsprofiel (DP21) vergeleken met het AHN3

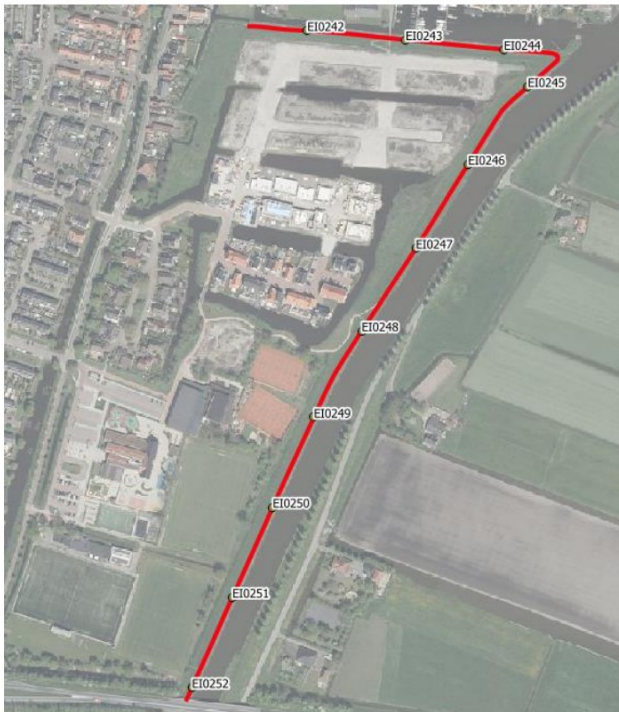
### B.5. Kadevak 9.2

Een deel van kadevak 9.2 is in 2013 versterkt. Bij de toetsing is juist een maatgevende doorsnede gehanteerd die niet in het versterkte deel ligt. Daarom wordt kadevak 9.2 opgedeeld in twee vakken. Waarbij het deel dat versterkt is, los wordt beschouwd van de rest van het kadevak. De volgende benaming wordt gehanteerd:

- Kadevak 9.2a (Versterkte deel);
- Kadevak 9.2b.

#### B.5.1. Kadevak 9.2a

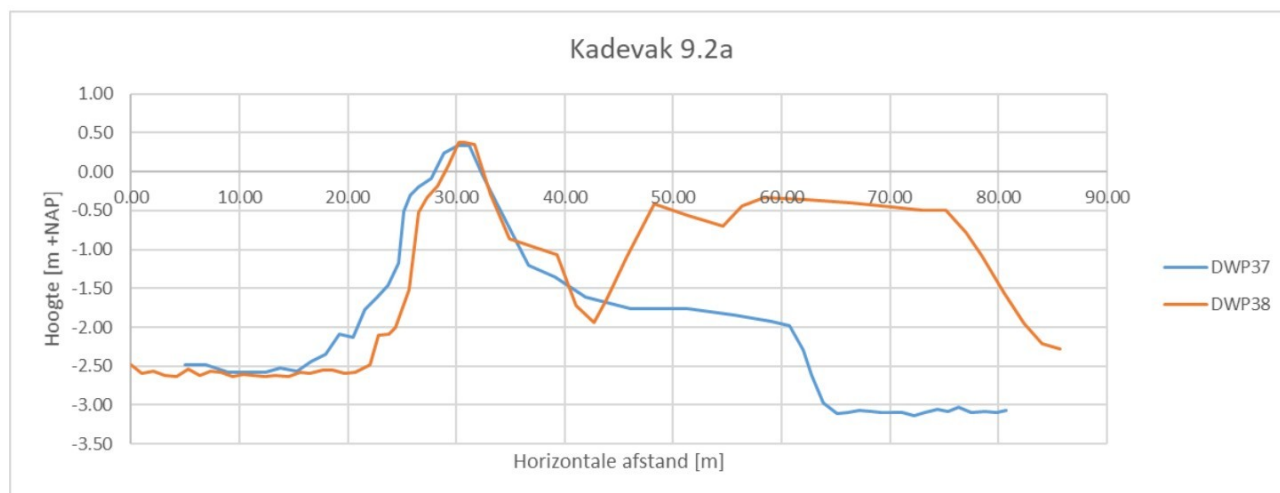
Kadevak 9.2a loopt van dijkpaal EI0242 tot dijkpaal EI0252, zie figuur 40.



Figuur 40: Kadevak 9.2a

#### Geometrie

Binnen dit kadevak zijn twee ingemeten profielen aanwezig, DWP37 en DWP38. Door het hoger gelegen achterland en de binnenberm bij DWP38 is DWP37 geselecteerd als maatgevend profiel voor STBI. Beide profielen zijn weergegeven in figuur 41.



Figuur 41: Ingemeten profielen DWP37 en DWP38

### Bodemopbouw

Op basis van het GTL is er weinig variatie te zien in de bodemopbouw bij kadevak 9.2a. Het verschil zit voornamelijk in de bodemopbouw in het binnentalud/de binnenteen. Tussen dijkpaal EI0242 en EI0247 is er sprake van een binnenberm die in de kern uit zand bestaat. Daardoor zijn de slappe/samendrukbare lagen in dit deel lager gelegen dan bij de rest van kadevak 9.2a.

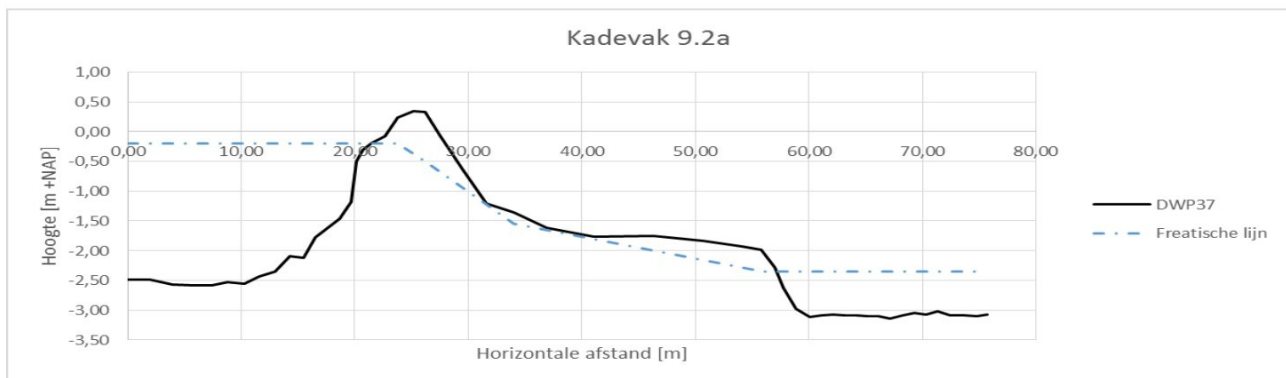
Er wordt daarom een bodemopbouw geselecteerd die ook bij de inmeting (DWP37) aanwezig is.

Tabel 22: Bodemopbouw op basis van het GTL bij kadevak 9.2a

Kruin (SR03454)	b.k. laag [m NAP]	Dikte [m]	Binnentalud / teen (HB050-BIT)	b.k. laag [m NAP]	Dikte [m]
Klei_dijkmateriaal_h	mv	-	Klei_dijkmateriaal_h	-1,6	0,9
Hollandveen_o_dijk – VW (NW)	-1,1	2,4	Hollandveen_n_dijk	-2,5	1,3
Klei_onderveen_s_z_h_o_dijk	-3,5	1,5	Klei_onderveen_s_h2_n_dijk	-3,8	1,7
Klei_wadzanden_gelaagd	-5	2,2	Klei_wadzanden_gelaagd	-5,5	-
Zand	-7,2	2,8			
Klei_wadzanden_gelaagd	-12	1,8			
Zand	-13,8	-			

### Hydraulische randvoorwaarden

De hydraulische randvoorwaarden zijn conform het toetsrapport. Bij kadevak 9.2a is er in de polder sprake van een seizoensgebonden dynamisch peil, NAP -2,33 m in de zomer en NAP -2,35 m in de winter. Maatgevend hoogwater is gelijk aan NAP -0,20 m en het verloop van de freatische lijn is weergegeven in figuur 42.



Figuur 42: Verloop freatische lijn voor het dwarsprofiel bij kadevak 9.2a

Peilbuis 7 is het dichtst bij kadevak 9.2a gelegen. Bij deze peilbuis is op drie niveaus de stijghoogte gemeten. De freatische lijn in de kruin, in de eerste watervoerende (zand)laag en in de tweede watervoerende (zand)laag. In de eerste watervoerende laag is een variërende stijghoogte gemeten tussen NAP -1,2 m en NAP -1,5 m. Op basis van de peilbuismetingen is te zien dat deze stijghoogte gedempt reageert op de freatische lijn.

#### Optimalisatie geotechnische parameters

Langs kadevak 9.2a is op verschillende locaties een boring in de binnenteen gedaan. Bij die boringen is uit de verschillende grondlagen ook een monster genomen en onderzocht in het laboratorium. Een deel van de resultaten is weergegeven in tabel 23. In tabel 23 is te zien dat de kleilaag bovenop het veen, gemiddeld een verzadigd soortelijk gewicht heeft van  $16,4 \text{ kN/m}^3$ . De bodemopbouw beschreven in tabel 22 geeft een laag klei dijkmetaal h bovenop het veen, deze grondlaag heeft volgens de proevenverzameling echter slechts een soortelijk gewicht van  $13,9 \text{ kN/m}^3$ . Er wordt daarom in de berekeningen uitgegaan van een soortelijk gewicht van  $16,4 \text{ kN/m}^3$  voor het klei dijkmetaal naast de dijk.

Tabel 23: (deel) Resultaten laboratorium onderzoek boringen langs kadevak 9.2a

	van	tot	Classificatie	Bijmenging	Diepte class	Y <sub>nat</sub>	Y <sub>droog</sub>
	[t.o.v. NAP]	[t.o.v. NAP]				[kN/m <sup>3</sup> ]	[kN/m <sup>3</sup> ]
HB050-BIT	-2,06	-2,11	Kz3h2	sc1wo1	-2,09	16,5	11,4
HB050-BIT	-3,26	-3,31	Vm	pl2	-3,29	9,9	1,2
HB050-BIT	-4,16	-4,21	Ks1h3		-4,19	14,4	7,0
HB050-BIT	-5,16	-5,21	Ks1h3	pl6	-5,19	13,9	6,5
HB050-BIT	-6,16	-6,21	Z3s3	sc1	-6,19	18,3	14,2
HB051-BIT	-1,78	-1,83	Kz1h2	wo1	-1,81	15,8	10,2
HB051-BIT	-3,63	-3,68	Vm	pl1	-3,66	9,9	1,7
HB051-BIT	-5,08	-5,13	Ks2h3		-5,11	14,0	6,5
HB051-BIT	-6,38	-6,43	Z3s2h1		-6,41	17,6	12,2
HB052-BIT	-1,51	-1,56	Ks2h2	wo1	-1,54	17,3	13,9
HB052-BIT	-2,51	-2,56	Kz1h2	sc1	-2,54	16,0	11,7
HB052-BIT	-3,61	-3,66	Vm	pl1	-3,64	10,0	1,6
HB052-BIT	-4,51	-4,56	Ks1h3		-4,54	14,0	6,7
HB052-BIT	-5,51	-5,56	Ks1h2		-5,54	15,5	8,9

#### Toetsing

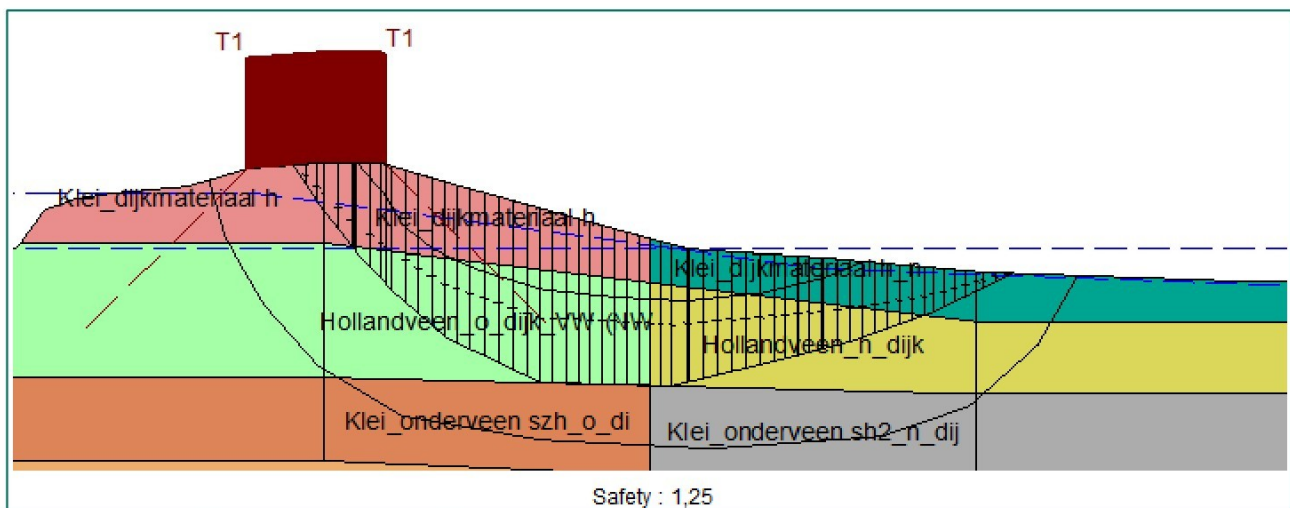
Kadevak 9.2a is op stabiliteit binnenwaarts getoetst met behulp van D-Geo Stability. Daarbij zijn drie rekenmodellen beschouwd:

- Bishop;
- UpLift Van;
- Spencer- van der Meij.

Met alle rekenmodellen is kadevak 9.2a goedgekeurd. In tabel 24 zijn de resultaten weergegeven van de berekeningen en in figuur 43 is de glijcirkel bij de Spencer-van der Meij berekening weergegeven.

Tabel 24: Resultaten stabiliteitsberekeningen binnentalud kadevak 9.2a (vb = verkeersbelasting)

Kadevak	Vereiste stabiliteitsfactor			Berekende stabiliteitsfactor			Oordeel gedetailleerde toets
	Bishop	Lift Van	Spencer*	Bishop	Lift Van	Spencer	
9.2a (excl. vb)	1,06	1,11	1,01/1,11	1,42	1,39	1,37	✓ Voldoet
9.2a (incl. vb)	1,06	1,11	1,01/1,11	1,26	1,21	1,25	✓ Voldoet



Figuur 43: Resultaat D-Geo Stability kadevak 9.2a met model Spencer-van der Meij

## C. STBU

### C.1. *Inleiding*

In een overleg met de beheerder is naar voren gekomen dat de beheerder het niet eens is met de resultaten voor STBU van een aantal kadevakken. Dit heeft met verschillende zaken te maken. Bij een aantal kadevakken is recent een versterking uitgevoerd en bij een aantal vakken is niet gerekend met de werkelijke planklengte van de damwand.

Van de recente versterkingen zijn gegevens aangeleverd door HHNK, deze gegevens worden beoordeeld en mogelijk kunnen de kadevakken op basis van deze gegevens goedgekeurd worden. Daar waar niet met de werkelijke planklengte van de damwand is gerekend dienen de berekeningen opnieuw uitgevoerd te worden.

### C.2. *Kadevakken*

De kadevakken waarvoor het resultaat op STBU opnieuw wordt beschouwd, zijn:

- Kadevak 2.2;
- Kadevak 2.3;
- Kadevak 2.4;
- Kadevak 3.2;
- Kadevak 4.1;
- Kadevak 4.2;
- Kadevak 4.3;
- Kadevak 4.4;

Bij kadevak 2.2 tot en met 2.4 dient opnieuw getoetst te worden aan de hand van de werkelijke planklengte van de damwand.

Bij kadevak 3.2 tot en met 4.4 is recent een versterking uitgevoerd, daarom wordt hier aan de hand van tekeningen de berekeningen aangepast en opnieuw getoetst.

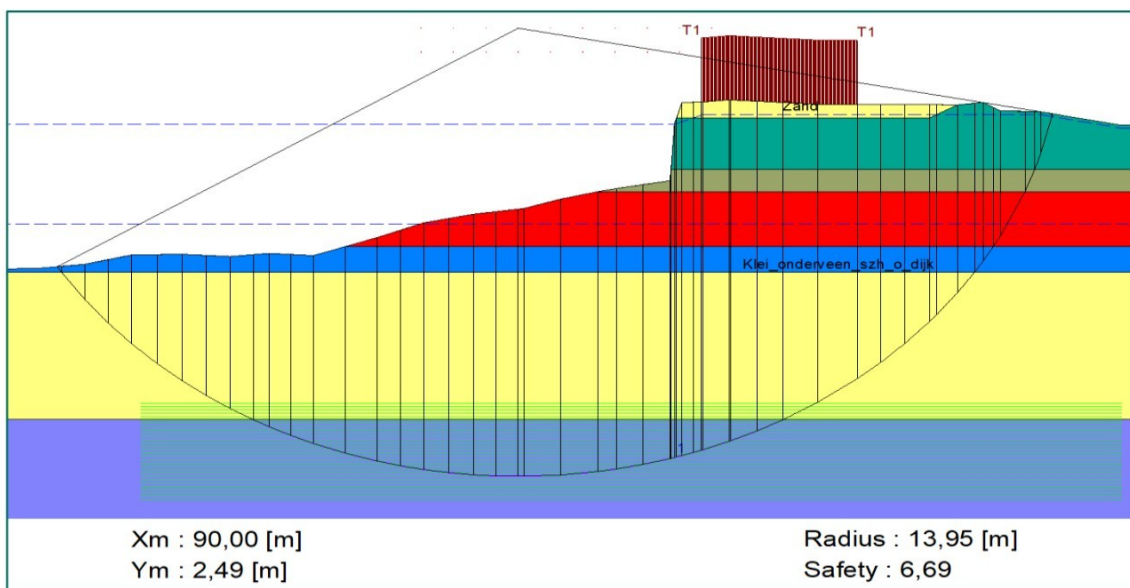
### C.3. Kadevakken 2.2 en 2.3

Bij kadevak 2.2 en 2.3 is over de gehele strekking een damwand aanwezig. In de toetsing is een vuistregel gehanteerd voor de lengte van de damwand. Door de beheerder is aangegeven dat op basis van beschikbare tekeningen de werkelijke lengte van de damwand gehanteerd dient te worden.

#### Kadevak 2.2

Van dit kadevak zijn er detailtekeningen van overkluizingen beschikbaar van het project Noordhollands Kanaal vervangen oevers Midden [4]. Op deze tekeningen is aangegeven dat de diepte van de damwandplanken naast de overkluizingen gelijk is aan NAP -10,80 m. Er vanuit gaande dat deze diepte geldt voor de gehele strekking wordt in de D-Geo berekeningen de 'forbidden line' geschematiseerd tot een diepte van NAP -10,80 m.

In figuur 44 is de glijcirkel zichtbaar bij kadevak 2.2 als de damwand geschematiseerd is tot NAP -10,80 m. Opgemerkt dient te worden dat als uitgangspunt gehanteerd wordt dat de damwand als constructie voldoende sterk en stabiel is.



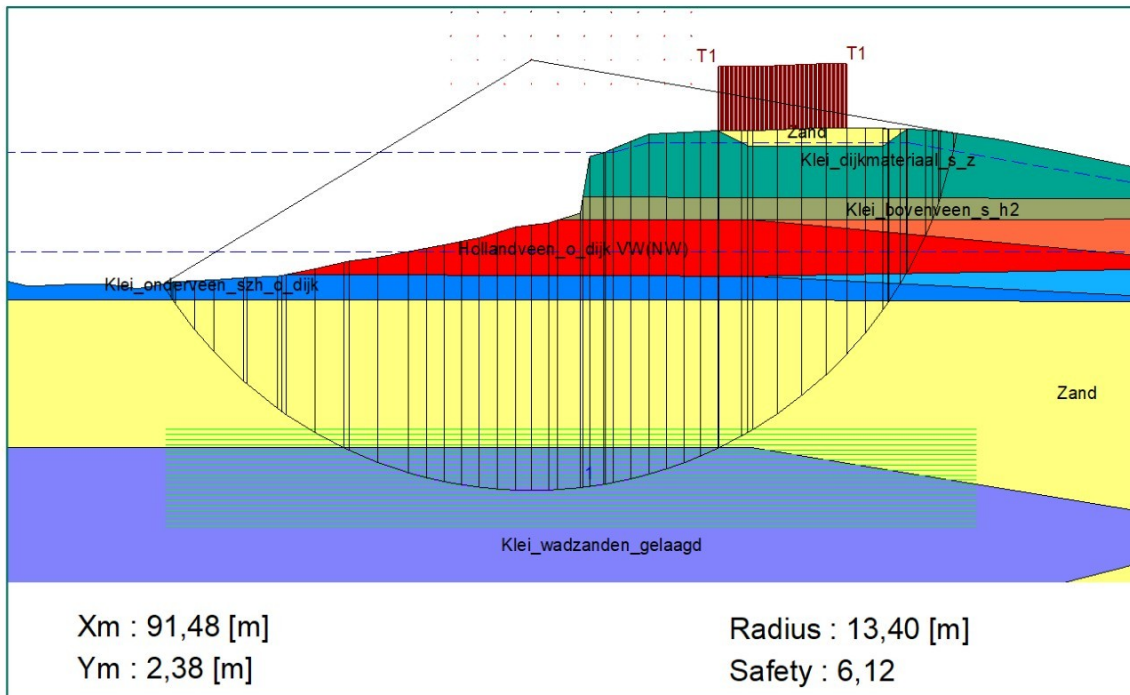
Figuur 44: STBU kadevak 2.2 met damwand tot NAP -10,80 m

#### Kadevak 2.3

Voor kadevak 2.3 worden dezelfde uitgangspunten gehanteerd als voor kadevak 2.2:

- Damwand tot diepte van NAP -10,80 m [4];
- Damwand is als constructie voldoende sterk en stabiel.

In figuur 45 is de glijcirkel zichtbaar bij kadevak 2.3 als de damwand geschematiseerd is tot NAP -10,80 m



Figuur 45: STBU kadevak 2.3 met damwand tot NAP -10,80 m

#### C.4. Kadevak 2.4

De damwand die aanwezig is bij de kadevakken 2.2 en 2.3, is ook deels bij kadevak 2.4 aanwezig. Vervolgens loopt de kering verder door het dorp West-Graftdijk, hier is een andere grondkerende constructie aanwezig. Het kadevak 2.4 wordt daarom opgeknipt in de kadevakken 2.4a en 2.4b. 2.4a is het deel dat vergelijkbaar is met kadevakken 2.2 en 2.3. 2.4b is het deel dat door het dorp West-Graftdijk loopt.

##### C.4.1. Kadevak 2.4a

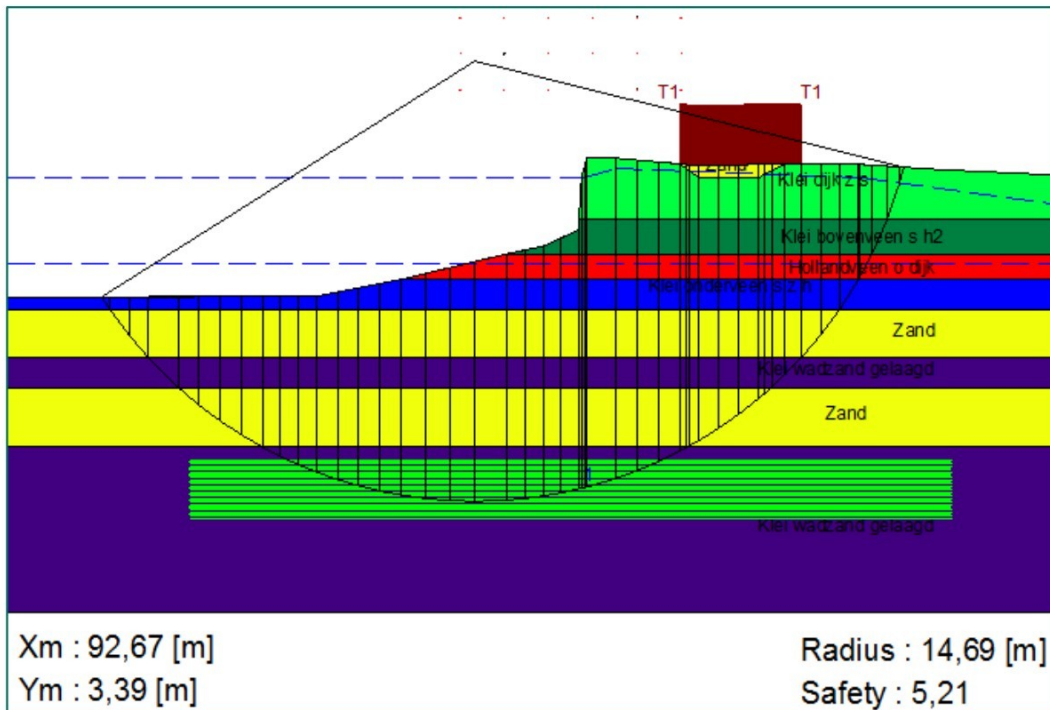
In figuur 46 is de locatie van kadevak 2.4a weergegeven. Net als bij kadevak 2.3 wordt hier van dezelfde uitgangspunten uitgegaan als bij kadevak 2.2.

- Damwand tot diepte van NAP -10,80 m [4];
- Damwand is als constructie voldoende sterk en stabiel.



Figuur 46: Kadevak 2.4a bij West-Grafdijk

Het profiel dat gebruikt is in de toetsing ligt nabij dijkpaal EI0031, dat betekent dat voor de toetsing van kadevak 2.4a de D-Geo berekening van de toetsing van kadevak 2.4 gebruikt kan worden met aangepaste damwandlengte. In figuur 47 is de glijcirkel weergegeven berekend in D-Geo Stability voor kadevak 2.4a.



Figuur 47: STBU kadevak 2.4a met damwand tot NAP -10,80 m

#### C.4.2. Kadevak 2.4b

Voor kadevak 2.4b is slechts voor een aantal kleine delen van het kadevak bekend wat er aan grondkerende constructie zit. In figuur 48 is in het groen weergegeven van welke delen voldoende informatie bekend is.



Figuur 48: Kadevak 2.4b, in groen de delen waarvan voldoende gegevens beschikbaar zijn

Met de beschikbare gegevens is per deel de STBU berekening zodanig aangepast dat die toepasbaar is voor de lokale situatie. In figuur 49 is per deel aangegeven welk type grondkerende constructie er zit, ook is de berekende veiligheidsfactor gegeven. Indien geen of onvoldoende gegevens aanwezig zijn heeft een deel de veiligheidsfactor gekregen die in de reguliere toetsing voor kadevak 2.4 is berekend (SF = 0,81).



Figuur 49: Per deel het type grondkerende constructie incl. berekende veiligheidsfactor

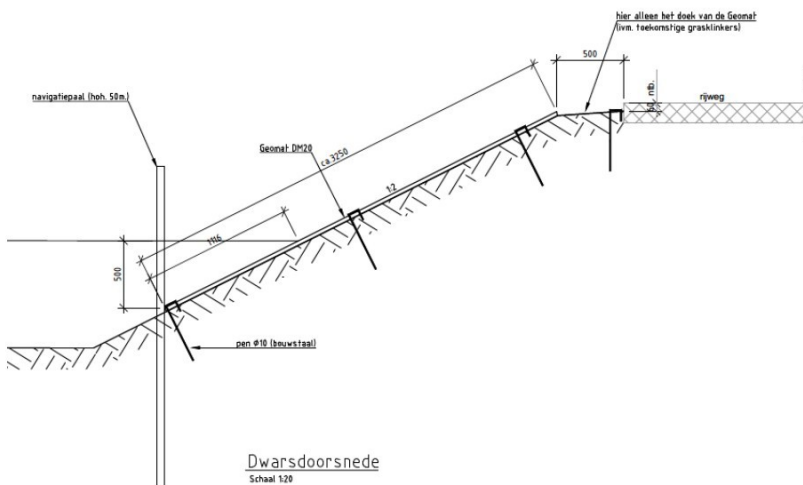
Zoals in figuur 48 en figuur 49 te zien is, zijn er van kadevak 2.4b onvoldoende gegevens beschikbaar om het hele kadevak goed te keuren. Zo lang er niet meer informatie is wat betreft de andere grondkerende constructies kan dit kadevak niet worden goed gekeurd.

### C.5. Kadevakken 3.2 t/m 4.4

Bij deze kadevakken is over de strekking van dijkpaal EI0048 tot dijkpaal EI0065 het buitentalud hersteld en vervolgens een geomat op het buitentalud aangelegd om het buitentalud te beschermen. Deze kadevakken worden her-toetst waarbij het herstel van het buitentalud meegenomen wordt in de berekeningen.

In figuur 50 is een concept dwarsdoorsnede weergegeven van de geomat op het buitentalud. Het herstellen van het buitentalud hield naast de aanleg van de geomat ook in dat er een kleilaag is aangebracht. In de ingemeten profielen is heel goed te zien dat er sprake is van uitspoeling van het buitentalud. Op basis van een concept tekening [5] is de uitspoeling opgevuld met klei, zie figuur 50.

In tabel 25 zijn de resultaten van de berekeningen gegeven. Kadevak 3.2 voldoet niet aan de eis, maar kadevakken 4.1 t/m 4.4 wel. Kadevak 4.5 is niet opnieuw getoetst aangezien deze in de reguliere toetsing al goedgekeurd is.



Figuur 50: Dwarsdoorsnede van de aanleg van de geomat bij kadevakken 3.2 t/m 4.5 [5]

Tabel 25: Resultaten STBU berekeningen met hersteld buitentalud

Kadevak	Vereiste veiligheidsfactor (Bishop)	Berekende veiligheidsfactor (Bishop)	Oordeel gedetailleerde toets
3.2	0,95	0,87	✗ Voldoet niet
4.1 + 4.3	0,90	0,91	✓ Voldoet
4.2 + 4.4	0,90	0,93	✓ Voldoet

## C.6. Kadevak 3.2

Bij een deel van dit kadevak is het buitentalud hersteld, maar bij een deel ook niet. Bij dit laatste deel is ook een voorland aanwezig. Daarom wordt kadevak 3.2 opgeknipt in kadevak 3.2a en 3.2b. Daarbij heeft kadevak 3.2b het getoetste dwarsprofiel van paragraaf C.5 en wordt dus afgekeurd op STBU. Kadevak 3.2a heeft een voorland wat variërend is in breedte. De exacte grens tussen 3.2a en 3.2b wordt bepaald op het benodigde voorland om STBU te laten voldoen.

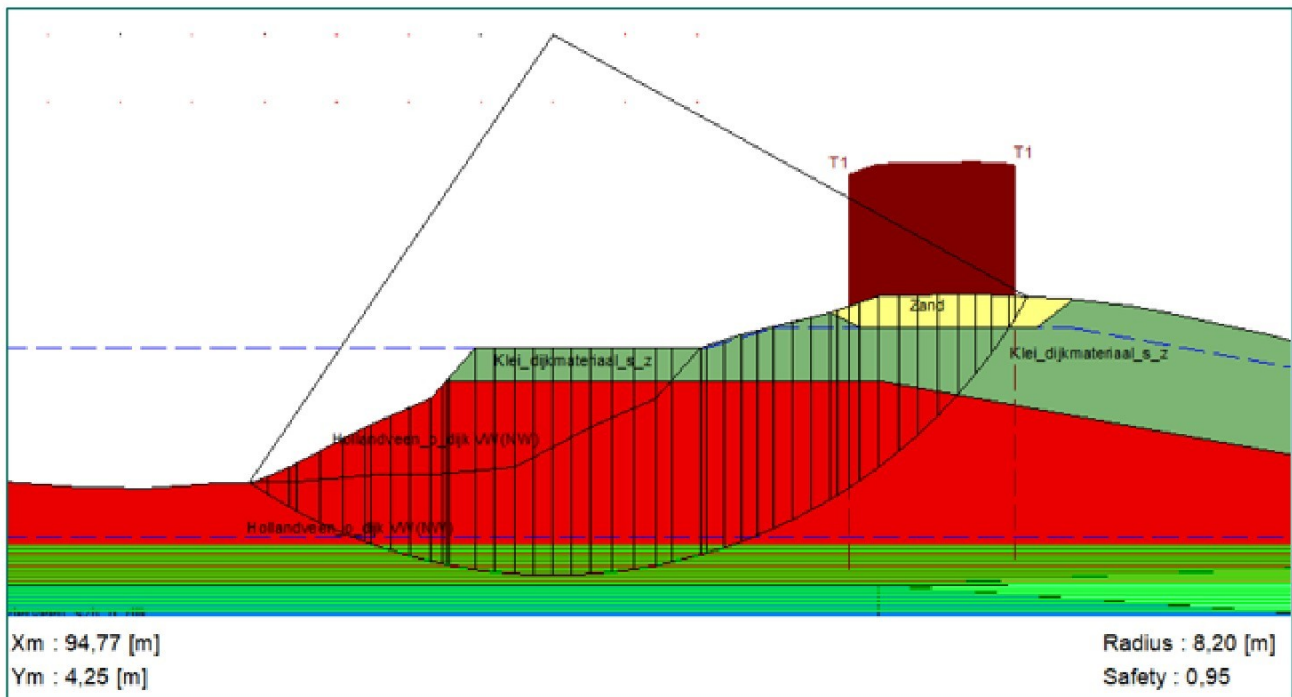
Aangezien er bij het deel met voorland geen ingemeten profiel aanwezig is, wordt het profiel van 3.2b gebruikt waarbij er een voorland bij aangeplakt wordt. Het profiel met voorland waarbij de maatgevende cirkel gelijk is aan de norm cirkel wordt op deze manier gezocht.

### C.6.1. Kadevak 3.2a

Door het voorland breder te maken is de veiligheidsfactor van de maatgevende glijcirkel gelijk aan de vereiste veiligheidsfactor. Daarbij zijn drie verschillende situaties beschouwd.

- 1 Het onderwater talud is vergelijkbaar met het ingemeten talud;
- 2 Het onderwater talud is steiler dan het ingemeten talud;
- 3 Het onderwater talud is flauwer dan het ingemeten talud.

Als resultaat is hieruit gekomen dat de breedte van het voorland in ieder geval tussen de 3 m en 3,4 m moet liggen om ervoor te zorgen dat het buitentalud voldoende stabiel is. Als voorbeeld is in figuur 51 situatie 1 weergegeven waarbij de lengte van het voorland 3,4 meter is.



Figuur 51: STBU bij kadevak 3.2a, situatie 1 met een voorland van 3,4 m breed

Circa 170 m van kadevak 3.2 heeft een voorland dat breder is dan 3,4 meter. Deze 170 meter wordt daarom kadevak 3.2a en kan worden goedgekeurd op STBU. Het overige deel van kadevak 3.2 wordt afgekeurd op STBU. In figuur 52 is de scheiding tussen de kadevakken 3.2a en 3.2b weergegeven.



Figuur 52: Kadevak 3.2a (groen) en kadevak 3.2b (rood)

## Toelichting grondslagen

In dit document kunt u secties vinden die onleesbaar zijn gemaakt. Deze informatie is achterwege gelaten op basis van de Wet open overheid (Woo). De letter die hierbij is vermeld correspondeert met de bijbehorende grondslag in onderstaand overzicht.

### **J** Art. 5.1 lid 2 sub e

Het belang van de openbaarmaking van deze informatie weegt niet op tegen het belang van de eerbiediging van de persoonlijke levenssfeer van betrokkenen



# Toetsing boezemkades Eilandspolder

Uitgangspunten en toetsing

# Toetsing boezemkades Eilandspolder

Uitgangspunten en toetsing

Opdrachtgever: Hoogheemraadschap Hollands Noorderkwartier

Referentie: INFR180772 R-01

Revisie: 3

Datum: 18 maart 2019

**Iv-Infra b.v.**

Ingenieursbureau met Passie voor Techniek

Titel document: Toetsing boezemkades Eilandspolder

Ondertitel document: Uitgangspunten en toetsing

Referentie: INFR180772 R-01

Revisie: 3

Datum: 18 maart 2019

Opdrachtgever: Hoogheemraadschap Hollands Noorderkwartier

Projectnummer opdrachtgever: INFR180772

Project: Toetsing Eilandspolder


Projectnummer: INFR180798

Opgesteld door:  J

Paraaf:


 J

 J

Gecontroleerd door:  J

Paraaf:

 J

Goedgekeurd door:  J

Paraaf:

## Samenvatting

In dit rapport is de regionale waterkering de Eilandspolder getoetst op waterveiligheid voor het Hoogheemraadschap Hollands Noorderkwartier. Na het uitvoeren van de toetsing zijn in tabel 1-1 de resultaten van de toetsing op waterveiligheid voor ieder kadevak per toetsspoor weergegeven.

Tabel 1-1: Toetsresultaten regionale waterkering Eilandspolder

Kadevakken	Hoogte	STPH	STBI	STBU	STMI	STBK	STVL
1	V	V	O	V	V	V	V
2.1	V	V	V	V	V	V	V
2.2*	V	V	V	O*	V	V	V
2.3*	V	V	V	O*	V	V	V
2.4*	V	V	V	O*	V	V	V
3.1	O	V	V	V	V	V	V
3.2	O	V	O	O	V	V	V
4.1+4.3*	V	V	V	O*	V	V	V
4.2+4.4*	V	V	V	O*	V	V	V
4.5	O	V	O	V	V	V	V
4.6+4.8+4.10	V	V	O	V	V	V	V
4.7+4.9	V	V	O	V	V	V	V
5	O	V	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.
5.1	n.v.t.	n.v.t.	O	V	V	V	V
5.2	n.v.t.	n.v.t.	V	O	V	V	V
5.3	n.v.t.	n.v.t.	O	O	V	V	V
6	O	V	O	V	V	V	V
7.1	V	V	V	V	V	V	V
7.2 <sup>1</sup>	O	V	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.
7.2	n.v.t.	n.v.t.	V	V	V	V	V
7.3	n.v.t.	n.v.t.	O	V	V	V	V
8.1	V	V	V	V	V	V	V
8.2	O	V	O	V	V	V	V
8.3	O	V	V	V	V	V	V
9.1	V	V	V	V	V	V	V
9.2	O	V	O	V	V	O	V

Zoals in tabel 1-1 weergegeven is, zijn er een aantal vakken die op alle toetssporen zijn goedgekeurd. Dat zijn de kadevakken 2.1, 7.1, 8.1 en 9.1. Voor deze kadevakken is het niet nodig om verbetermaatregelen op te stellen.

Daarnaast zijn een aantal kadevakken alleen afgekeurd op STBU (kadevakken met \*), de verwachting is dat met het opstellen van het beheerdersoordeel door HHNK deze vakken goedgekeurd worden.

## Inhoudsopgave

<b>1</b>	<b>Inleiding</b>	<b>7</b>
1.1.	Aanleiding toetsing	7
1.2.	Doel	7
1.3.	Leeswijzer	7
<b>2</b>	<b>Projectgebied beschrijving</b>	<b>8</b>
2.1.	Projectgebied	8
2.2.	Kenmerken Eilandspolder	9
<b>3</b>	<b>Uitgangspunten</b>	<b>10</b>
3.1.	Kadevakindeling	10
3.2.	Veiligheidsnormering	11
3.3.	Partiële veiligheidsfactoren	13
3.4.	Hydraulische randvoorwaarden	15
3.5.	Geometrie	19
3.6.	Geotechnische uitgangspunten	20
3.7.	Bodemdaling	22
3.8.	Verkeersbelasting	22
3.9.	Relevante toetssporen en te hanteren software	23
<b>4</b>	<b>Toetsing op waterveiligheid</b>	<b>24</b>
4.1.	Hoogte (overlopen/ overslag)	24
4.2.	Piping	33
4.3.	Stabiliteit binnentalud	41
4.4.	Stabiliteit buitentalud	49
4.5.	Microstabiliteit	54
4.6.	Bekledingen	56
4.7.	Stabiliteit voorland	57
<b>5</b>	<b>Niet waterkerende objecten</b>	<b>58</b>
5.1.	Kabels en leidingen	58
5.2.	Overige NWO's	58
<b>6</b>	<b>Conclusie en aanbevelingen</b>	<b>59</b>
6.1.	Resultaten toetsing op waterveiligheid	59
6.2.	Aanbevelingen	60
	<b>Referenties</b>	<b>62</b>

<b>Bijlagen</b>	<b>63</b>
A. Kadevakindeling	63
B. Schematiseringsfactor	64
C. Polderpeilen	67
D. Freatische lijn	68
E. Stijghoogte	69
F. GTL	70
G. Maatgevende bodemopbouw	71
H. Kabels en leidingen	72
I. Hoogte (HT)	73
J. Maatgevende profielen	74
K. Eenvoudige geometrische toets STBI	76
L. Piping en heave (STPH)	77
M. Analyse droogtegevoeligheid	79

# 1 Inleiding

---

## 1.1. Aanleiding toetsing

Alle genormeerde regionale keringen van het Hoogheemraadschap Hollands Noorderkwartier (HHNK) moeten in 2024 zijn getoetst. Deze toetsing is ondergebracht in het project “tweede toetsronde regionale waterkeringen (2012-2024)”. Voor het project “tweede toetsronde regionale waterkeringen (2012-2024)” is een raamovereenkomst opgesteld en als deelopdracht is uitgevraagd om de waterkering van de Eilandspolder te toetsen onder de projectnaam Alkmaar 01.

## 1.2. Doel

Het doel van de opdracht is om de waterkering van Eilandspolder te toetsen op waterveiligheid. In deze rapportage worden alle uitgangspunten die benodigd zijn voor de toetsing vastgelegd alsook de resultaten van de toetsing.

De volgende zaken vallen binnen de opdracht:

- Uitvoeren van een veldinspectie grondkerende constructies, inclusief het opstellen van een plan van aanpak voor de veldinspectie;
- Bureaustudie bepalen risicovolle kabels & leidingen;
- Opstellen geotechnisch lengteprofiel (GTL) van de kruin van de waterkering en indien voldoende ondergrondse gegevens aanwezig zijn ook een GTL van de teen en van het achterland;
- Opstellen uitgangspunten waaronder, kadevakindeling, maatgevende bodemopbouw per vak, schematisering freatische lijn per vak en schematiseringsfactor;
- Uitvoeren toetsing, waarbij alle toetssporen doorlopen worden en eventuele restbreedteanalyses en gevoeligheidsanalyses worden uitgevoerd;
- Opstellen van de veiligheidsrapportage;
- Bepalen verbetermaatregelen inclusief een schetsontwerp voor de afgekeurde vakken.

## 1.3. Leeswijzer

In hoofdstuk 2 wordt begonnen met een projectgebied beschrijving, waarbij het projectgebied beschreven wordt met bijbehorende specifieke kenmerken. Vervolgens worden de uitgangspunten voor de toetsing in hoofdstuk 3 uiteengezet. In hoofdstuk 4 zijn de toetsmethoden voor de verschillende toetssporen beschreven en wordt een oordeel gegeven per kadevak. Niet waterkerende objecten komen aan bod in hoofdstuk 5. Als laatste wordt een conclusie gegeven.

## 2 Projectgebied beschrijving

Dit hoofdstuk beschrijft het projectgebied en de bijbehorende specifieke kenmerken.

### 2.1. Projectgebied

De Eilandspolder ligt ingeklemd tussen de droogmakerijen Schermer en Beemster in het midden van Noord-Holland. Binnen de Eilandspolder bevinden zich kleinschalige droogmakerijen. Opvallend is de hoge ligging van de Eilandspolder ten opzichte van de droogmakerijen Schermer en Beemster. De Eilandspolder, met in rood de te toetsen waterkering, is weergegeven in figuur 2-1.



Figuur 2-1: Overzicht Eilandspolder

## 2.2. Kenmerken Eilandspolder

De waterkering van de Eilandspolder heeft een totale lengte van circa 27 kilometer. Aan en op deze waterkering liggen diverse dorpen: West-Graftdijk, Driehuizen, Grootshermer, Schermerhorn, De Rijk en Oost-Graftdijk. In en rondom de dorpen lopen grote delen van de waterkering over privaat terrein en zijn er diverse steigers langs de waterkering aanwezig. Ter plaatse van het dorp De Rijk loopt de kering dwars door het dorp en is deze volledig gelegen op privaat terrein.

### 2.2.1. Kenmerken kades

Ter hoogte van deze dorpen is vaak een harde waterkering aanwezig in de vorm van een damwand of beschoeiing, tevens is langs het gehele Noordhollandsch kanaal een harde kering aanwezig. Tussen de dorpen is een groene kade aanwezig en langs deze trajecten ligt veelal een teensloot achter de kade. Het buitentalud van de waterkering is over het gehele traject begroeid met rietkragen waarbij op de groene kade deze rietkragen een behoorlijke omvang hebben.

Op locatie waar de waterkering kruist met een gasleiding is een overkluizing in de waterkering aangebracht. Deze bestaat uit een stalen damwand met een deksloof.

Er zijn geen bomen op de waterkering aanwezig met uitzondering van het gedeelte van de waterkering bij West-graftdijk en bij Schermerhorn.

### 2.2.2. Algemene bodemopbouw

De Eilandspolder is van oorsprong een licht zilt laagveengebied. De huidige bodemopbouw rondom de waterkering kenmerkt zich doordat er vrijwel uitsluitend klei en veenlagen aanwezig zijn tot minimaal vier meter onder het maaiveld.

### 2.2.3. Scheepvaart

De Eilandspolder ligt ingesloten tussen het Noordhollandsch kanaal, de Schermerringvaart en de Beemsterringvaart. Deze watergangen vormen het boezemwater van de Eilandspolder. Op de boezemwatergangen, met uitzondering van het Noordhollandsch kanaal, is naast wat pleziervaart geen sprake van beroepsvaart. Hoofdzakelijk varen er enkele sportvissers. In het zuiden tussen West-Graftdijk en Kamerhop/Spijkerboor loopt het Noordhollandsch kanaal. Op het Noordhollandsch kanaal zijn een aantal veren actief, zo ook tussen Spijkerboor en 'Kamerhop'. Daarnaast er is op het Noordhollandsch kanaal meer pleziervaart aanwezig dan in de boezemwatergangen. Tevens wordt het Noordhollandsch kanaal gebruikt voor de beroepsvaart CEMT klasse IV [13].

## 3 Uitgangspunten

Dit hoofdstuk beschrijft de kadevakindeling met bijbehorende veiligheidsnormering en partiële veiligheidsfactoren. Daarnaast beschrijft dit hoofdstuk ook de uitgangspunten betreffende de hydraulische en geotechnische randvoorwaarden.

### 3.1. Kadevakindeling

De kadevakindeling is in meerdere stappen tot stand gekomen. De stappen zijn in chronologische volgorde uitgevoerd waardoor van stap 1 tot en met stap 3 de kadevakindeling met elke stap is aangescherpt.

- 1 Indeling op basis van normering;
- 2 Indeling op basis van geometrie (kruinhoogte/-breedte, binnentalud, maaiveldhoogte achterland);
- 3 Indeling op basis van bodemopbouw;
- 4 Indeling op basis van toetsspoor.

De eerste drie stappen van dit stappenplan hebben geresulteerd in een totaal van zesentwintig kadevakken, binnen dit totaal heeft een clustering van kadevakken plaatsgevonden wat geresulteerd heeft in twintig te toetsen kadevakken. Tijdens de toetsing is gebleken dat voor de toetssporen stabiliteit binnenwaarts en stabiliteit buitenwaarts een nadere opdeling van een aantal vakken heeft geleid tot het verkleinen van de versterkingscope. Daarom is stap vier toegevoegd voor deze nadere opdeling, het totaal aantal kadevakken is daardoor gelijk aan 23.

In bijlage A is de argumentatie gegeven voor het opdelen en clusteren van de kadevakken. In tabel 3-1 is een overzicht gegeven van de te toetsen kadevakken en de locatie van deze kadevakken.

Tabel 3-1: Overzicht te toetsen kadevakken Eilandspolder

Kadevakken	Dijkpalen	Kilometrerig [km]
1	EI0000 tot EI0012	0 – 1,2
2.1	EI0012 tot EI0014	1,2 – 1,4
2.2	EI0014 tot EI0020	1,4 – 2,0
2.3	EI0020 tot EI0029	2,0 – 2,9
2.4	EI0029 tot EI0044	2,9 – 4,4
3.1	EI0044 tot EI0046	4,4 – 4,6
3.2	EI0046 tot EI0050	4,6 – 5,0
4.1 + 4.3	EI0050 tot EI0054 + EI0055 tot EI0058	5,0 – 5,4 + 5,5 – 5,8
4.2 + 4.4	EI0054 tot EI0055 + EI0058 tot EI0062	5,4 – 5,5 + 5,8 – 6,2
4.5	EI0062 tot EI0080	6,2 – 8,0
4.6 + 4.8 + 4.10	EI0080 tot EI0087 + EI0095 tot EI00114 + EI0120 tot EI0124	8,0 – 8,7 + 9,5 – 11,4 + 12,0 – 12,4
4.7 + 4.9	EI0087 tot EI0095 + EI0114 tot EI0120	8,7 – 9,5 + 11,4 – 12,0
5.1	EI0124 tot EI0129	12,4 – 12,9

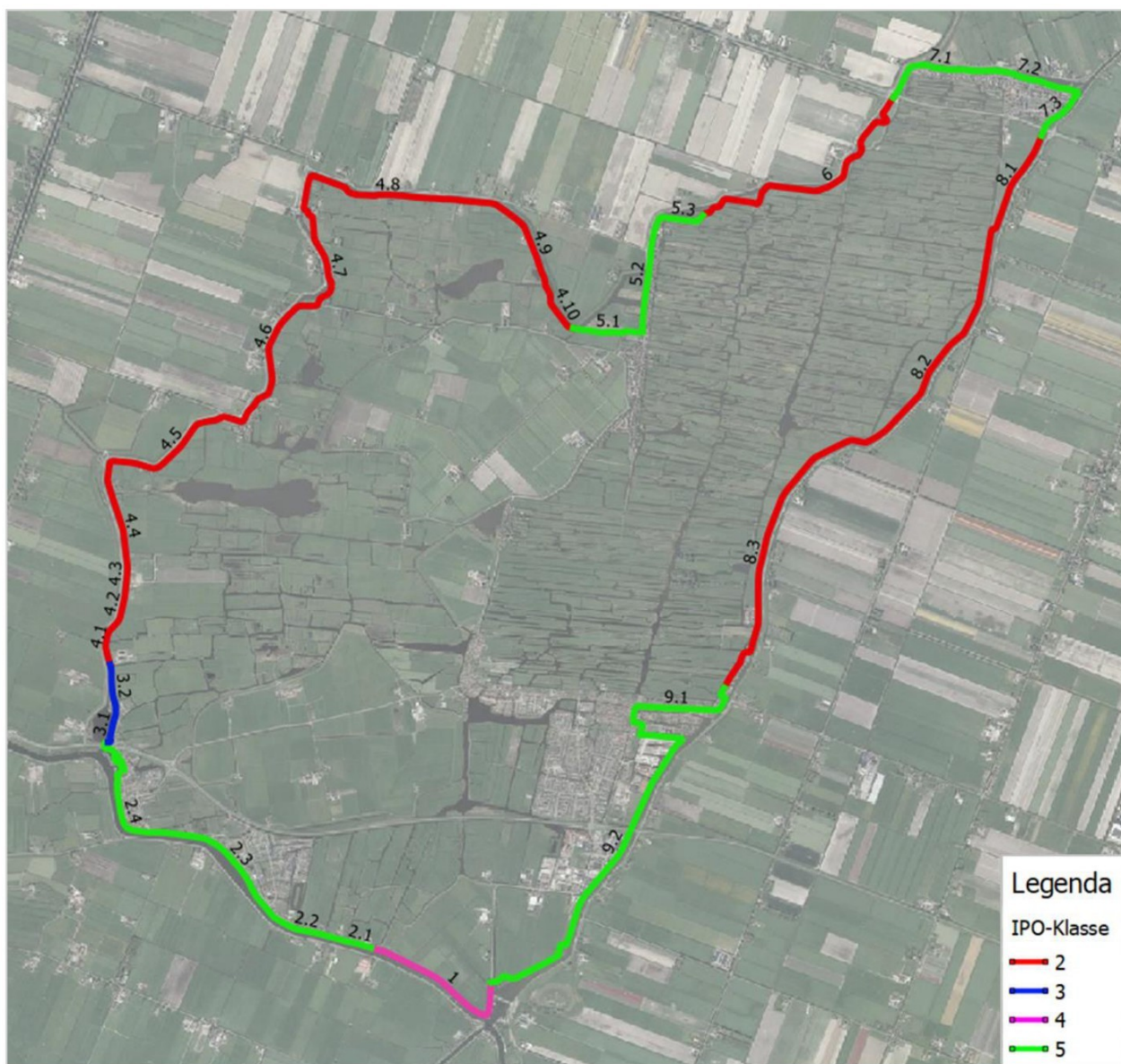
5.2	EI0129 tot EI0137	12,9 – 13,7
5.3	EI0137 tot EI0141	13,7 - 14,1
6	EI0141 tot EI0161	14,1 – 16,1
7.1	EI0161 tot EI0168	16,1 – 16,8
7.2	EI0168 tot EI0177	16,8 – 17,7
7.3	EI0177 tot EI0181	17,7 – 18,1
8.1 + 8.3	EI0181 tot EI0188 + EI0212 tot EI0230	18,1 – 18,8 + 21,2 – 23,0
8.2	EI0188 tot EI0212	18,8 – 21,2
9.1	EI0230 tot EI0241	23,0 – 24,1
9.2	EI0241 tot EI0269	24,1 – 26,9

### 3.2. Veiligheidsnormering

De boezemkades van de Eilandspolder zijn genormeerd met de IPO klassen variërend van IPO klasse 2 tot 5. In tabel 3-2 en figuur 3-1 is een overzicht gegeven met de normering per deel van de waterkering.

Tabel 3-2: IPO-Klasse en normering per kadevak

Kadevakken	IPO-Klasse	Normering
1	4	1/300
2.1	5	1/1.000
2.2	5	1/1.000
2.3	5	1/1.000
2.4	5	1/1.000
3.1	3	1/100
3.2	3	1/100
4.1 + 4.3	2	1/30
4.2 + 4.4	2	1/30
4.5	2	1/30
4.6 + 4.8 + 4.10	2	1/30
4.7 + 4.9	2	1/30
5.1	5	1/1.000
5.2	5	1/1.000
5.3	5	1/1.000
6	2	1/30
7.1	5	1/1.000
7.2	5	1/1.000
7.3	5	1/1.000
8.1 + 8.3	2	1/30
8.2	2	1/30
9.1	5	1/1.000
9.2	5	1/1.000



Figuur 3-1: IPO-Klasse waterkering Eilandspolder

### 3.3. Partiële veiligheidsfactoren

#### 3.3.1. Schadefactor

De schadefactor is bepaald aan de hand van de geldende IPO-klasse voor de betreffende waterkering. De boezemkade van de Eilandspolder is genormeerd met meerdere IPO-klassen. De voorkomende IPO-klassen en bijbehorende schadefactor zijn weergegeven in tabel 3-3 [5].

Tabel 3-3: Schadefactor per IPO-Klasse

IPO-Klasse [-]	Normfrequentie [1/jaar]	$\gamma_n$ [-]
II	1/30	0,85
III	1/100	0,90
IV	1/300	0,95
V	1/1.000	1,00

#### 3.3.2. Materiaalfactoren

De materiaalfactoren zijn weergegeven in tabel 3-7 waarin de geotechnische gegevens uit de proevenverzameling van HHNK [15] zijn opgenomen.

#### 3.3.3. Modelfactor

De modelfactor is gekoppeld aan het te hanteren glijvlakmodel. De toetsing op stabiliteit dient met zowel de methode Bishop, Lift Van en Spencer-Van der Meij berekend te worden [4]. Tabel 3-4 geeft de modelfactoren van de te gebruiken modellen weer.

Tabel 3-4: Modelfactoren [5]

Rekenmodel/stabiliteitsanalyse		Modelfactor
Bishop		1,0
LiftVan		1,05
Spencer – Van der Meij	Zonder opdrukken	0,95
	Met opdrukken	1,05

#### 3.3.4. Schematiseringsfactor

De schematiseringsfactor is onderbouwd verlaagd middels bijlage II van de LTVRW2015 [10]. De schematiseringsfactor is onderbouwd verlaagd van 1,20 naar 1,06, zie bijlage B. Deze schematiseringsfactor is gehanteerd bij alle kadevakken.

### 3.3.5. Vereiste stabiliteitsfactor

De vereiste stabiliteitsfactor wordt berekend door de onderstaande formule toe te passen. Vereiste stabiliteitsfactor:

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

Hierin is:

$\gamma_r$  = Vereiste stabiliteitsfactor [-]

$\gamma_b$  = Schematiseringsfactor [-]

$\gamma_d$  = Modelfactor [-]

$\gamma_m$  = Materiaalfactor [-]

$\gamma_n$  = Schadefactor [-]

De materiaalfactor is direct op de grondparameters toegepast. In tabel 3-5 is per kadevak weergegeven wat de vereiste stabiliteitsfactor is.

Tabel 3-5: Vereiste stabiliteitsfactor per kadevak

Kadevakken	IPO-Klasse	Schadefactor	Schematiseringsfactor	Vereiste stabiliteitsfactor Bishop	Vereiste stabiliteitsfactor Spencer [zonder/met opdrukken]	Vereiste stabiliteitsfactor Lift Van
1	4	0,95	1,06	1,01	0,96/1,06	1,06
2.1	5	1,00	1,06	1,06	1,01/1,11	1,11
2.2	5	1,00	1,06	1,06	1,01/1,11	1,11
2.3	5	1,00	1,06	1,06	1,01/1,11	1,11
2.4	5	1,00	1,06	1,06	1,01/1,11	1,11
3.1	3	0,90	1,06	0,95	0,91/1,00	1,00
3.2	3	0,90	1,06	0,95	0,91/1,00	1,00
4.1 + 4.3	2	0,85	1,06	0,90	0,86/0,95	0,95
4.2 + 4.4	2	0,85	1,06	0,90	0,86/0,95	0,95
4.5	2	0,85	1,06	0,90	0,86/0,95	0,95
4.6 + 4.8 + 4.10	2	0,85	1,06	0,90	0,86/0,95	0,95
4.7 + 4.9	2	0,85	1,06	0,90	0,86/0,95	0,95
5.1	5	1,00	1,06	1,06	1,01/1,11	1,11
5.2	5	1,00	1,06	1,06	1,01/1,11	1,11
5.3	5	1,00	1,06	1,06	1,01/1,11	1,11
6	2	0,85	1,06	0,90	0,86/0,95	0,95
7.1	5	1,00	1,06	1,06	1,01/1,11	1,11
7.2	5	1,00	1,06	1,06	1,01/1,11	1,11
7.3	5	1,00	1,06	1,06	1,01/1,11	1,11
8.1 + 8.3	2	0,85	1,06	0,90	0,86/0,95	0,95
8.2	2	0,85	1,06	0,90	0,86/0,95	0,95
9.1	5	1,00	1,06	1,06	1,01/1,11	1,11
9.2	5	1,00	1,06	1,06	1,01/1,11	1,11

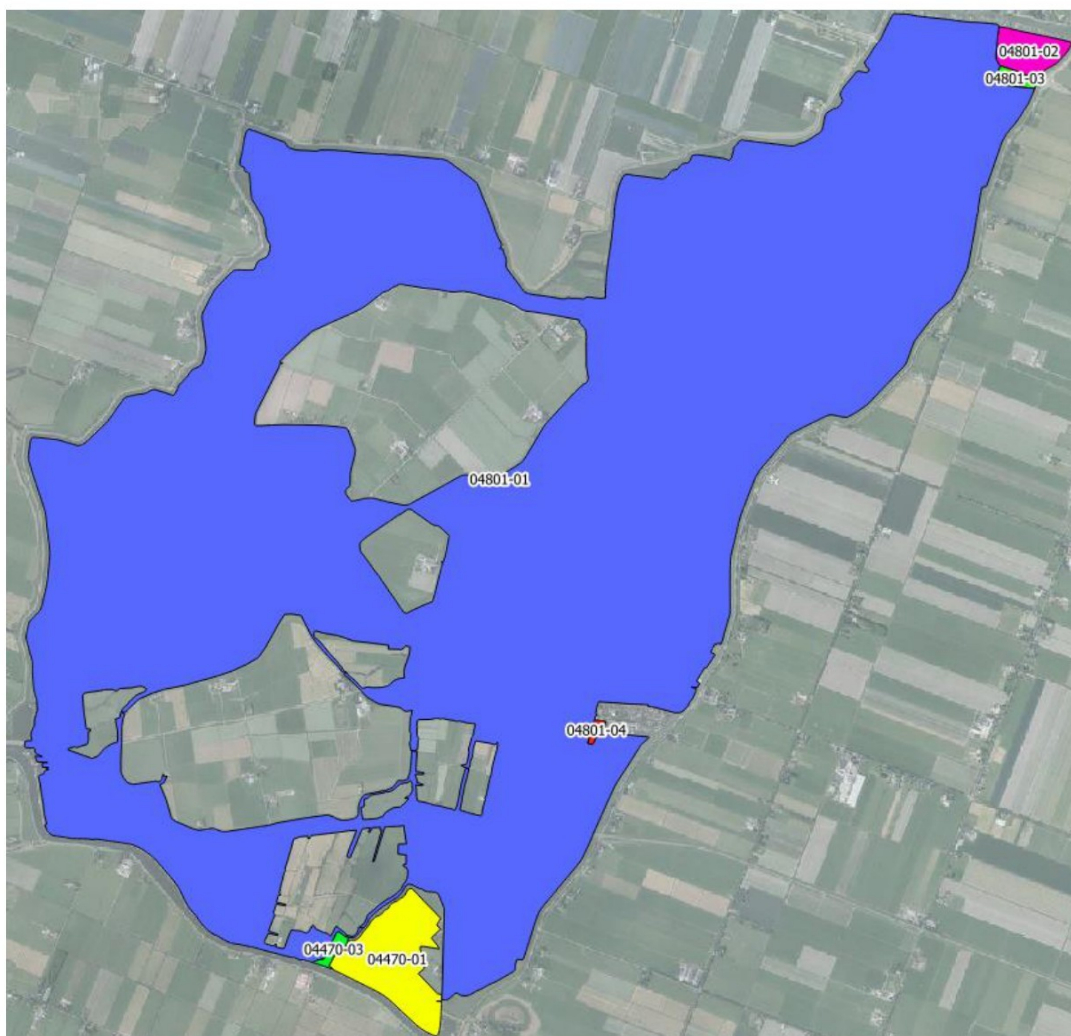
### 3.4. Hydraulische randvoorwaarden

#### 3.4.1. Boezempeil

Het heersende boezempeil is dat van de Schermerboezem. Het peilbeheer dat voor de Schermerboezem wordt toegepast is een dynamisch peilbeheer. Hier is het streefpeil NAP -0,50 m [2].

#### 3.4.2. Polderpeilen

Binnen de Eilandspolder gelden diverse peilen. Een overzichtstekening met de peilgebieden is weergegeven in figuur 3-2 [1]. Zoals in figuur 3-2 [1] is weergegeven geldt in het grootste gedeelte van de Eilandspolder hetzelfde peil, dit is het seizoensgebonden dynamisch peil van NAP -2,33/ -2,35 m. Binnen de Eilandspolder zijn er nog diverse gebieden met een vast peil, dan wel vast zomer- en winterpeil. Daarnaast zijn er ook nog enkele lokale gebieden waar een seizoensgebonden dynamisch peilbeheer wordt gehanteerd. De overzichtstekening uit figuur 3-2 [1] is tevens opgenomen in bijlage C.



Figuur 3-2: Overzichtstekening peilgebieden

Met betrekking tot de toetsing van de boezemkade van de Eilandspolder zijn alleen de polderpeilen die gelden direct achter de waterkering relevant, zie tabel 3-6. Het betreft de volgende peilgebieden:

- 04801-01: Seizoensgebonden dynamisch peil;
- 04801-02: Vast peil;
- 04801-03: Vast peil;
- 04801-04: Vast peil;
- 04470-01: Seizoensgebonden dynamisch peil;
- 04470-03: Vast peil.

Tabel 3-6: Relevante peilgebieden voor de te toetsen kadevakken van de waterkering Eilandspolder

Kadevakken	Peilgebied nr.	Peilen (zomer-/winterpeil) [m +NAP]	Peilbeheer
1	04470-01 & 04470-03	-4,12 / -4,17 & -3,80	Seizoensgebonden dynamisch peil & vast peil
2.1	04801-01	-2,33 / -2,35	Seizoensgebonden dynamisch peil
2.2	04801-01	-2,33 / -2,35	Seizoensgebonden dynamisch peil
2.3	04801-01	-2,33 / -2,35	Seizoensgebonden dynamisch peil
2.4	04801-01	-2,33 / -2,35	Seizoensgebonden dynamisch peil
3.1	04801-01	-2,33 / -2,35	Seizoensgebonden dynamisch peil
3.2	04801-01	-2,33 / -2,35	Seizoensgebonden dynamisch peil
4.1 + 4.3	04801-01	-2,33 / -2,35	Seizoensgebonden dynamisch peil
4.2 + 4.4	04801-01	-2,33 / -2,35	Seizoensgebonden dynamisch peil
4.5	04801-01	-2,33 / -2,35	Seizoensgebonden dynamisch peil
4.6 + 4.8 + 4.10	04801-01	-2,33 / -2,35	Seizoensgebonden dynamisch peil
4.7 + 4.9	04801-01	-2,33 / -2,35	Seizoensgebonden dynamisch peil
5.1	04801-01	-2,33 / -2,35	Seizoensgebonden dynamisch peil
5.2	04801-01	-2,33 / -2,35	Seizoensgebonden dynamisch peil
5.3	04801-01	-2,33 / -2,35	Seizoensgebonden dynamisch peil
6	04801-01	-2,33 / -2,35	Seizoensgebonden dynamisch peil
7.1	04801-01	-2,33 / -2,35	Seizoensgebonden dynamisch peil
7.2	04801-01 & 04801-02	-2,33 / -2,35 & -2,00	Seizoensgebonden dynamisch peil & vast peil
7.3	04801-02 & 04801-03	-2,00 & -2,10	Vast peil & vast peil
8.1 + 8.3	04801-01	-2,33 / -2,35	Seizoensgebonden dynamisch peil
8.2	04801-01	-2,33 / -2,35	Seizoensgebonden dynamisch peil
9.1	04801-01 & 04801-04	-2,33 / -2,35 & -0,60	Seizoensgebonden dynamisch peil & vast peil
9.2	04801-01	-2,33 / -2,35	Seizoensgebonden dynamisch peil

### 3.4.3. Maatgevend hoogwater

De maatgevende hoogwaterstand is gelijk aan NAP -0,20 m [8].

### 3.4.4. Freatische lijn

Sinds halverwege juli 2018 wordt het grondwater op negen locaties in de waterkering van de Eilandspolder gemonitord [11], de doorlooptijd van de metingen is ongeveer een jaar. Bij deze metingen is ook de

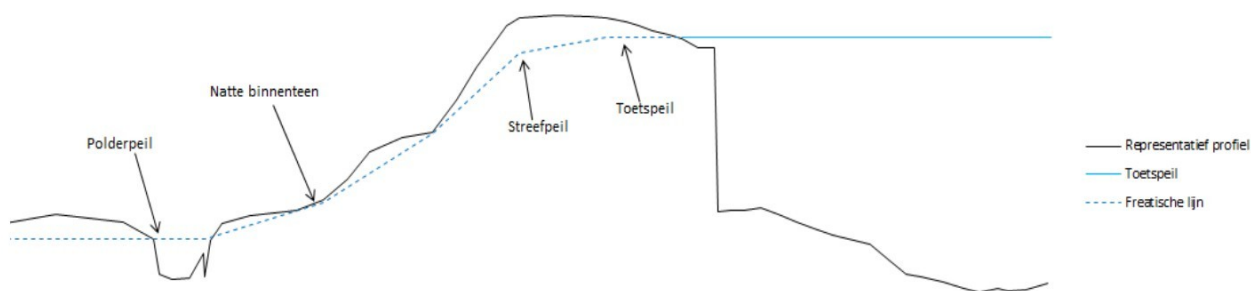
freatische lijn gemeten. De freatische lijn ligt op het moment erg laag wat waarschijnlijk door de droge zomer van 2018 komt. Ten aanzien van de toetsing dient uitgegaan te worden van een situatie bij de norm. Omdat niet te verwachten is dat deze situatie zich heeft voorgedaan tijdens de metingen, worden de metingen niet gebruikt om de freatische lijn te bepalen.

#### Schematisatie freatische lijn voor stabiliteit binnenwaarts

De schematisering van de freatische lijn is voor ieder kadevak opgesteld, zie bijlage D. De volgende werkwijze is voor de schematisering van de freatische lijn gehanteerd:

- Buitenkruin, freatische lijn is gelijk aan toetspeil;
- Binnenkruin, freatische lijn is gelijk aan streefpeil (lineair verloop);
- Binnenteen, freatische lijn is gelijk aan maaiveld (natte binnenteen, veilig uitgangspunt);
- Teensloot, freatische lijn is gelijk aan polderpeil.

In figuur 3-3 is een schematisatie van de freatische lijn voor stabiliteit binnenwaarts weergegeven.



Figuur 3-3: Schematisatie freatische lijn bij maatgevend hoogwater

#### Schematisatie freatische lijn voor stabiliteit buitenwaarts

Voor stabiliteit buitenwaarts wordt gerekend met streefpeil op de boezem plus een verhoging van de freatische lijn door neerslag in de kern van de kade [3]. Hier wordt dus belastinggeval extreme neerslag getoetst.

Andere belastingsituaties die van belang kunnen zijn voor de stabiliteit buitenwaarts zijn [6]:

- A Snelle val boezemwaterstand na doorbraak van een andere kade (met lagere kadeklasse);
- B Snelle val boezempeil na doorbraak van andere kade (met lagere kadeklasse) en aansluitend een snelle toename van de waterstand.

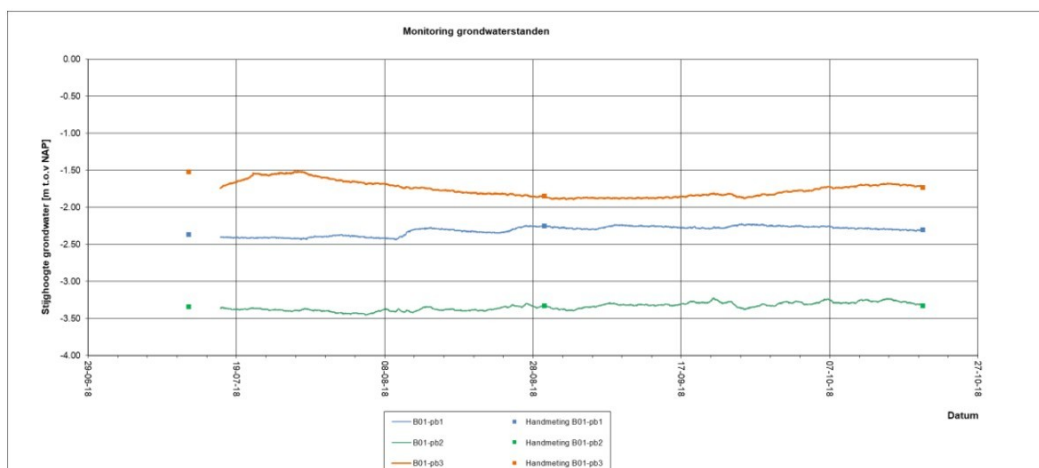
Deze belastingsituaties zijn beschreven in [6]. Daarbij is ook geconcludeerd dat beide scenario's (A en B) niet maatgevend zijn en dus ook niet worden meegenomen in de toetsing.

#### **3.4.5. Stijghoogte**

De stijghoogtemetingen [11] zijn gebruikt om de stijghoogtes te bepalen van het eerste watervoerend pakket. Per locatie staan meerdere peilbuizen geclusterd met verschillende filter dieptes, zie voor de locaties figuur 3-5. Doordat er op de peilbuislocaties meerdere filters zijn geplaatst zijn er meerdere stijghoogtes gemeten. Voor de toetsing wordt op basis van de bodemopbouw bepaald welke stijghoogte voorkomt in aanwezigte

watervoerende pakketten. Een voorbeeld van een peilbuislocatie met meerdere filters is weergegeven in figuur 3-4.

Voor de schematisatie van de stijghoogte, bij de overgang tussen de watervoerende laag en slecht doorlatende laag, wordt een indringingslengte van 1,0 m aangehouden zoals beschreven in het Technisch rapport Waterspanningen bij Dijken [16]. In bijlage E is beschreven wat de stijghoogte is in de watervoerende pakketten bij streefpeil en de daarbij gehanteerde maatgevende bodemopbouw per kadevak.



Figuur 3-4: Voorbeeld peilbuis locatie met meerdere filters



Figuur 3-5: Locaties peilbuizen rondom de waterkering Eilandspolder

#### **3.4.6. Situatie droogte**

De waterstand die gehanteerd wordt bij het optreden van situatie droogte is NAP -0,40 m [3]. Uit de analyse droogtegevoeligheid in bijlage M blijkt dat de kadevakken in de Eilandspolder niet droogtegevoelig zijn.

#### **3.4.7. Windgolven**

De golfbelasting door windgolven is te verwaarlozen [3].

#### **3.4.8. Scheepvaart en drijvende objecten**

De golfbelasting op de waterkering ten behoeve van scheepvaart is te verwaarlozen met uitzondering bij de kadevakken langs het Noordhollandsch kanaal. Op het Noordhollandsch kanaal wordt gevaren met duwbakken en dus wordt de golfbelasting vanuit de scheepvaart op het Noordhollandsch kanaal wel beschouwd tijdens de toetsing. Conform de Rock Manual zijn de maatgevende belastingen door scheepsgolven bepaald. Als uitgangspunt is gehanteerd dat de maximaal toegestane snelheid op het Noordhollandsch kanaal 9 km/uur is. Ook is er vanuit gegaan dat schepen relatief dicht (2 meter) langs de kade varen. Uit de berekeningen is gebleken dat de maatgevende golfhoogte 0,17 m is.

### **3.5. Geometrie**

De geometrie van de kering is afgeleid uit hoogtegegevens van AHN3 en de ingemeten profielen [12]. AHN3 data bevat een bepaalde onnauwkeurigheid waarmee rekening gehouden dient te worden. Omdat AHN3 gebiedsdekkend is wordt deze data bij de toets op hoogte gebruikt. Vanwege mogelijke onnauwkeurigheden van AHN3 data wordt voor de hoogtetoets een correctie in rekening gebracht van 5 cm. Tevens worden de ingemeten profielen ook getoetst op hoogte. Aan de hand van beide resultaten kan beter worden bepaald welke kadevakken voldoen en welke niet.

Voor de overige toetssporen zijn voornamelijk de ingemeten profielen gehanteerd, omdat deze nauwkeuriger zijn. De ingemeten profielen worden vergeleken met de AHN3-data, wanneer de AHN3 maatgevend is, wordt deze gehanteerd (mits representatief).

Het representatieve profiel voor de stabiliteit binnenwaarts is per kadevak bepaald. Uitgangspunten voor de stabiliteit binnenwaarts zijn het verval over de kering (kruin hoogte tot maaiveld achterland) en de steilheid van het binnentalud. Op basis van de vergelijking wordt een representatief profiel gekozen aan de hand van de uitgangspunten, hierbij heeft een ingemeten profiel de voorkeur vanwege de nauwkeurigheid en de ingemeten teensloot (indien aanwezig).

De werkwijze voor de bepaling van het representatieve profiel voor stabiliteit buitenwaarts, is gelijk aan de werkwijze voor de bepaling van het representatieve profiel voor stabiliteit binnenwaarts. De aanwezigheid van een harde constructie of rietkragen wordt bij stabiliteit buitenwaarts ook meegenomen in de bepaling van het representatieve profiel.

## 3.6. Geotechnische uitgangspunten

### 3.6.1. Geotechnische parameters

HHNK heeft grondonderzoek uit laten voeren waaruit een proevenverzameling [15] voor de geotechnische parameters is voortgekomen, de waarden zijn weergegeven in tabel 3-7.

Tabel 3-7: Geotechnische parameters

Grondsoort [-]	$\gamma_{nat/dr}$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$\phi_{kar}$ [°]	$c_{kar}$ [kPa]	$\gamma_{m;\phi}$ [-]	$\gamma_{m;c}$ [-]	$\phi_{reken}$ [°]	$c_{reken}$ [kPa]
Veraard veen**	-/12,0	23,5	0,5	1,15	1,20	20,7	0,4
Hollandveen_n_dijk*	9,8/9,8	23,5	2,5*	1,15	1,20	20,7	2,08*
Hollandveen_o_dijk_VW (NW)	9,9/9,9	22,8	2,6	1,15	1,20	20,1	2,2
Klei_bovenveen s_h2	13,9/13,9	27,4	1,1	1,15	1,20	24,3	0,9
Klei_bovenveen s_z_h	15,4/15,4	34,8	0,0	1,15	1,20	31,1	0,0
Klei_dijkmateriaal h	13,9/13,9	27,4	1,1	1,15	1,20	24,3	0,9
Klei_dijkmateriaal z_s	16,7/16,7	36,2	0,0	1,15	1,20	32,4	0,0
Klei_onderveen s_h2_n_dijk	14,0/14,0	27,4	1,1	1,15	1,20	24,3	0,9
Klei_onderveen s_h2_o_dijk	13,9/13,9	29,3	1,1	1,15	1,20	26,0	1,0
Klei_onderveen s_z_h_n_dijk	15,3/15,3	28,0	1,7	1,15	1,20	24,8	1,4
Klei_onderveen s_z_h_o_dijk	15,4/15,4	30,7	2,9	1,15	1,20	27,3	2,4
Klei_wadzanden_gelaagd_o_dijk	16,3/16,3	26,1	0,0	1,15	1,20	23,1	0,0
Zand, los	19,0/17,0	30,0	0,0	1,15	1,20	26,7	0

\*Bij dit type grond wordt gebruik gemaakt van een aangepaste sigma-tau curve waarbij dit de cohesie niet lager wordt dan 2,5 (karakteristieke waarde) en 2,08 (rekenwaarde).

\*\* Voor veen boven de grondwaterstand wordt het materiaal veraard veen aangehouden met dezelfde sterkteparameters als Hollandveen\_n\_dijk en een volumegewicht van  $\gamma_{nat/dr} = 12,0/12,0$  kN/m<sup>3</sup>. Dit materiaal is in tabel 3-7 opgenomen.

In het geotechnisch lengteprofiel is het materiaal *klei\_dijkmateriaal* gehanteerd als afdeklaag van de kade. Voor de onderliggende klei humeuze lagen is een andere benaming gehanteerd. Op basis van volumegewicht bepalingen uit labresultaten [12], is het materiaal *klei\_bovenveen\_s\_h2* met dezelfde eigenschappen als *klei\_dijkmateriaal\_h* aangenomen voor de onderliggende humeuze kleilagen. Dit materiaal is in tabel 3-7 opgenomen.

In een memo van HHNK [9] is geadviseerd om bij het materiaal Hollandveen\_n\_dijk een aangepaste sigma/tau curve toe te passen. Met de huidige proevenverzameling leidt extrapolatie bij lage spanningen (met name aan het maaiveld) tot zeer lage (soms negatieve) waarden voor de cohesie. Dit resulteert in nagenoeg geen sterkte voor veen bij lage spanningen [9]. Met een aangepaste sigma/tau curve wordt er meer sterkte toegekend aan Hollandveen\_n\_dijk. In tabel 3-8 zijn de rekenwaarden gegeven voor de sigma/tau curve.

Tabel 3-8: Rekenwaarden Sigma/Tau curve voor Hollandveen\_n\_dijk

Eurocode_max_c	
Sigma [kPa]	Tau [kPa]
0	2,08
1	2,08
2	2,08
4,41	2,08
5	2,31
10	4,20
15	6,09
20	7,98
30	11,76
40	15,54
50	19,32
75	28,77
100	38,23
200	76,04

### 3.6.2. Geotechnisch lengteprofiel (GTL)

Op basis van aangeleverd grondonderzoek en sonderingen en boringen uit het archief van HHNK, zijn twee geotechnische lengteprofielen opgesteld. Eén in de kruin van de waterkering en één in het binnentalud/de teen van de waterkering. Het GTL is terug te vinden in bijlage F.

### 3.6.3. Maatgevende bodemopbouw

Met behulp van het GTL is per kadevak de maatgevende bodemopbouw bepaald. Deze maatgevende bodemopbouw per vak is weergegeven in bijlage G. De maatgevende bodemopbouw is gehanteerd om de toetsing mee uit te voeren. Ten aanzien van de geotechnische informatie in het achterland is het volgende aangenomen.

#### Klei deklaag:

Aangezien grondonderzoekgegevens ter plaatse van de teensloot en achterland ontbreken, wordt een aanname gemaakt voor de toplaag in het binnentalud van veenkades. Indien in de boring/sondering in de teen een deklaag is gemeten dan wordt er vanuit gegaan dat deze deklaag ook in het achterland aanwezig is. In de schematisering wordt uitgegaan van een waterstand 30 cm onder maaiveld met daarboven een 30 cm dikke toplaag van klei. Een dergelijke deklaag wordt ook bevestigd op basis van een boringen/sonderingen uit Dino Loket.

Als er in de boring en/of sondering van de teen géén deklaag is gemeten dan is een dergelijke deklaag zoals hierboven beschreven niet geschematiseerd.

### 3.7. Bodemdaling

Bodemdaling is in de toetsing niet meegenomen, conform de uitgangspunten van HHNK.

### 3.8. Verkeersbelasting

Tijdens het toetsen van de waterkering dient rekening gehouden te worden met de verkeersbelasting. De waterkering van de Eilandspolder wordt met betrekking tot de verkeersbelasting opgedeeld in twee type keringen. Een waterkering met een weg erop en een waterkering zonder weg, de zogenaamde 'groene kade'. In tabel 3-9 zijn voor deze type kades de aanpassingspercentages voor cohesieve grondsoorten weergegeven [10].

De richtlijnen voor toetsing en ontwerp van HHNK [5] beschrijft dat de volgende verkeersbelasting kan worden gehanteerd:

- 13 kN/m<sup>2</sup> over 2,5 meter voor waterkeringen met daarop een (weg)verharding;
- 5 kN/m<sup>2</sup> over 2,5 meter voor waterkeringen zonder een (weg) verharding (groene kaden).

Echter, kan bij een waterkering met een (weg)verharding een enigszins gunstiger verkeersbelasting aangenomen worden zoals beschreven in de LTVRW2015 [10]. Op de waterkering bij de Eilandspolder waar een (weg)verharding aanwezig is, is sprake van een goede verharding. Dat betekent dat de stijfheid van het wegcunet bijdraagt aan een gunstige spreiding van de verkeersbelasting.

Dit wordt als volgt geschematiseerd:

- De verkeersbelasting kan gespreid worden over de breedte van de weg met als bovengrens vier meter. Voor een vier meter brede weg is er in plaats van 13 kN/m<sup>2</sup> slechts 8,13 kN/m<sup>2</sup> aanwezig.
- Vervolgens wordt voor de spreiding in de ondergrond een hoek van 0° (= geen spreiding) aangehouden.

Voor de aanpassingspercentages worden de percentage voor zware verkeersbelasting gehanteerd (zie tabel 3-9).

Tabel 3-9: Aanpassingspercentages cohesieve grondsoorten[10]

Type kade	Zware belasting [13kN/m <sup>2</sup> ]		Lichte belasting [5kN/m <sup>2</sup> ]	
	Hoogwater	Droogte	Hoogwater	Droogte
Kade met weg	50%	30%	100%	30%
Kade zonder weg "groene kade"	n.v.t.	n.v.t.	50%	30%

### 3.9. Relevante toetssporen en te hanteren software

In onderstaande tabel 3-10 zijn de relevante toetssporen voor de waterkering van de Eilandspolder gegeven met daarbij de tools en software die bij de toetsing worden gebruikt. Er wordt gebruik gemaakt van de op moment van toetsen meest recente versie. Voor de onderdelen waarbij het versienummer relevant is voor de berekeningsresultaten is deze in de tabel opgenomen.

Tabel 3-10: Relevante toetssporen en bijbehorende tools, software

Toetsspoor	Onderdelen	Software / versie
Hoogte (HT)	Eenvoudige toets	Arcmap / QGIS
	Gedetailleerde toets	Promotor
Piping & Heave (STPH)	Hydraulische kortsluiting / opbarsten en opdrijven	Rekensheet Excel
	Geometrische toets	Rekensheet Excel
	Gedetailleerde toets	Rekensheet Excel
Macrostabieliteit binnenwaarts (STBI)	Geometrische toets	Arcmap / QGIS
	Gedetailleerde toets	D-Geo Stability v18.1 (of later)
Macrostabieliteit buitenwaarts (STBU)	Geometrische toets	Arcmap
	Gedetailleerde toets	D-Geo Stability v18.1 (of later)
Microstabieliteit (STMI)	Eenvoudige toets	Rekensheet Excel
Stabiliteit bekleding (STBK)	Harde bekleding (buitentalud)	Rekensheet Excel
Stabiliteit Voorland (STVL)	Eenvoudige toets	Rekensheet Excel

## 4 Toetsing op waterveiligheid

---

Hoofdstuk 4 beschrijft de aanpak en de resultaten van de toetsing op waterveiligheid voor de verschillende faalmechanismen.

### 4.1. Hoogte (overlopen/ overslag)

#### 4.1.1. Werkwijze toetsing

Voor de toets op hoogte is gebruik gemaakt van de toetsmethodiek zoals beschreven in de LTVRW2015. Daarnaast zijn in de richtlijnen technische toetsing en ontwerp regionale keringen [6] enkele aanvullingen gegeven voor de toets op hoogte. De richtlijnen technische toetsing [6] is als leidend beschouwd.

Samengevat worden volgende paragrafen uit de diverse leidraden en voorschriften gebruikt:

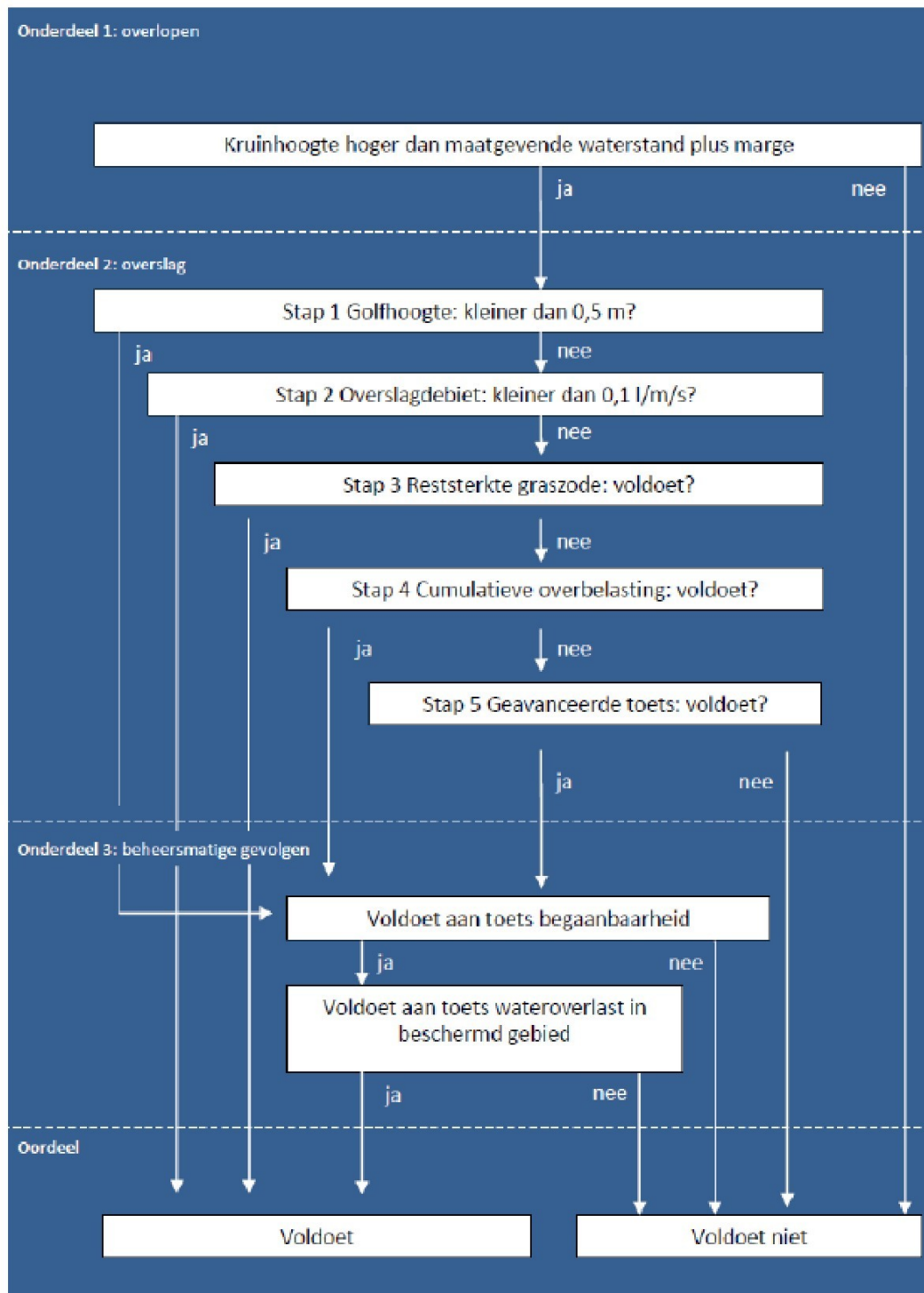
- LTVRW2015 – Module D – Par 1.2
- Richtlijnen technische toetsing en ontwerp regionale keringen – Par. 4.1

Als input voor de kruinhoogte van de kadevakken wordt er zowel naar AHN3 gekeken als naar de ingemeten profielen van Inpijn-Blokpoel [12]. De AHN3 data is namelijk gebiedsdekkend waardoor over de gehele waterkering de hoogte bepaald kan worden, de AHN3 data is wel onnauwkeuriger dan de ingemeten profielen.

De kadevakken 5 en 7.2<sup>1</sup> zijn na toetsing van STBI en STBU verder opgedeeld in de kadevakken 5.1, 5.2, 5.3, 7.2 en 7.3. Deze opdeling heeft plaatsgevonden nadat de toetsing voor Hoogte al was uitgevoerd. De toets op Hoogte is niet aangepast aan de nieuwe kadevakindeling.

#### 4.1.2. Uitvoering toetsing

Voor de uitvoering van de toetsing is het schema gehanteerd zoals deze weergegeven is in de LTVRW2015, zie figuur 4-1. Deze stappen zijn per kadevak één voor één doorlopen en heeft geleid tot een toetsoordeel.



Figuur 4-1: Schema hoogtetoets [10]

### Onderdeel 1: overlopen

Bij dit onderdeel is getoetst of de kruinhoogte voldoende hoog is. De vereiste hoogte van de kade is gelijk aan het maatgevende boezempeil + de waakhoogte + een toeslag voor zetting en klink. Voor de vereiste waakhoogte zijn in de richtlijnen technische toetsing [6] minimale waarden gegeven:

- Verharde kade: minimaal 0,10 meter;
- Onverharde kade: minimaal 0,20 meter;

Indien een kadevak zowel een verhard deel als een onverhard deel heeft is uitgegaan van de meest ongunstige situatie, dat wil zeggen minimaal 0,20 meter waakhoogte voor de onverharde kade.

Het maatgevend boezempeil is NAP -0,20 meter. Conform uitgangspunten van HHNK is er geen toeslag gerekend voor zetting en klink.

Als laatste is er ook een toeslag gerekend voor de onnauwkeurigheid in het AHN3 van 5 cm. Bij elkaar resulteert dit in de volgende vereiste kruinhoogtes.

Vereiste kruinhoogte kade voor AHN3:

- Verharde kade: NAP -0,20 m + 0,10 m + 0,05 m = NAP -0,05 m
- Onverharde kade: NAP -0,20 m + 0,20 m + 0,05 m = NAP +0,05 m

Vereiste kruinhoogte kade voor ingemeten profielen (IP):

- Verharde kade: NAP -0,20 m + 0,10 m = NAP -0,10 m
- Onverharde kade: NAP -0,20 m + 0,20 m = NAP +0,00 m

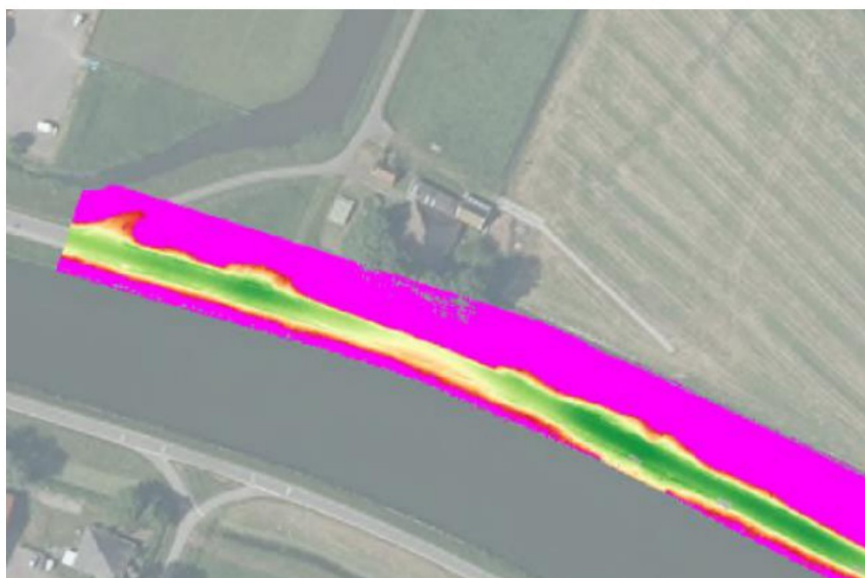
De vereiste kruinhoogte per kadevak is gegeven in tabel 4-1.

Tabel 4-1: Vereiste kruinhoogte per kadevak

Kadevakken	Verhard/onverhard	Vereiste kruinhoogte (AHN3 / Ingemeten Profielen)
1	Verhard	NAP -0,05 m / NAP -0,10 m
2.1	Verhard	NAP -0,05 m / NAP -0,10 m
2.2	Verhard	NAP -0,05 m / NAP -0,10 m
2.3	Verhard	NAP -0,05 m / NAP -0,10 m
2.4	Verhard	NAP -0,05 m / NAP -0,10 m
3.1	Verhard	NAP -0,05 m / NAP -0,10 m
3.2	Verhard	NAP -0,05 m / NAP -0,10 m
4.1+4.3	Verhard	NAP -0,05 m / NAP -0,10 m
4.2+4.4	Verhard	NAP -0,05 m / NAP -0,10 m
4.5	Verhard	NAP -0,05 m / NAP -0,10 m
4.6+4.8+4.10	Onverhard (deels verhard)	NAP +0,05 m / NAP +0,00 m
4.7+4.9	Onverhard (deels verhard)	NAP +0,05 m / NAP +0,00 m

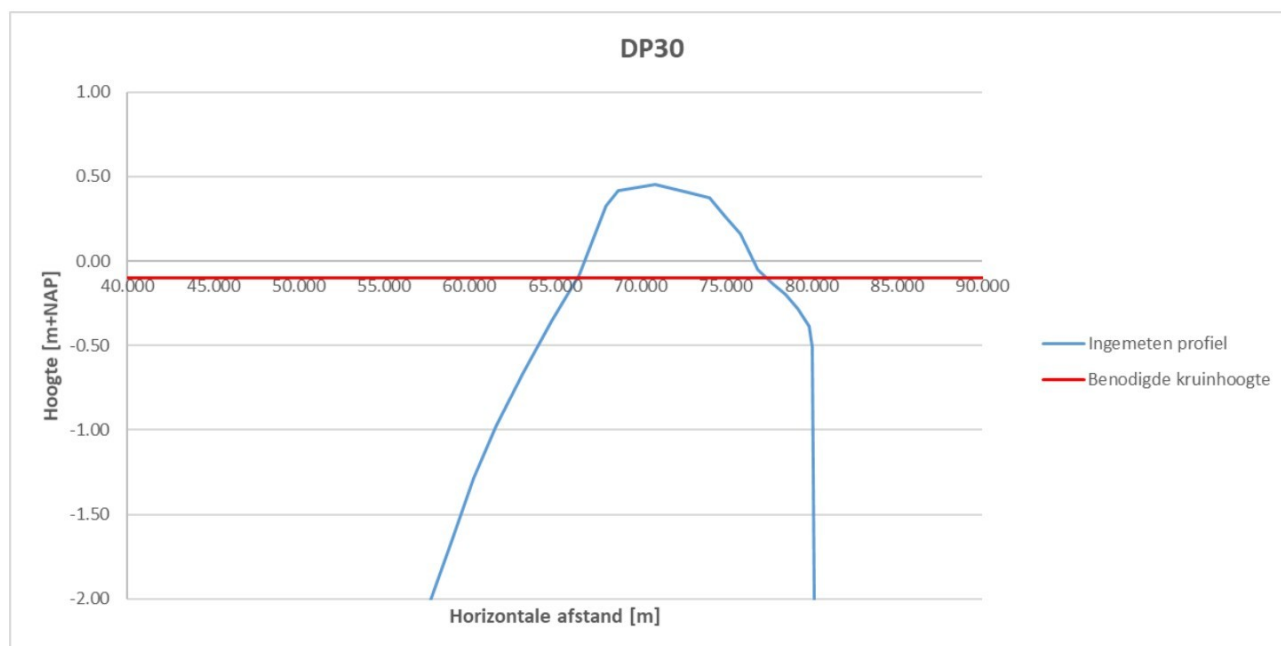
5	Onverhard (deels verhard)	NAP +0,05 m / NAP +0,00 m
6	Onverhard (deels verhard)	NAP +0,05 m / NAP +0,00 m
7.1	Verhard	NAP -0,05 m / NAP -0,10 m
7.2 <sup>1</sup>	Onverhard (deels verhard)	NAP +0,05 m / NAP +0,00 m
8.1+8.3	Onverhard (deels verhard)	NAP +0,05 m / NAP +0,00 m
8.2	Onverhard (deels verhard)	NAP +0,05 m / NAP +0,00 m
9.1	Verhard	NAP -0,05 m / NAP -0,10 m
9.2	Onverhard	NAP +0,05 m / NAP +0,00 m

In Bijlage I is de analyse van de hoogtetoets gegeven. Per kadevak is een gebiedsdekkend beeld gegeven van de AHN3 hoogtes. In figuur 4-2 is hier een voorbeeld van gegeven. Over het AHN3 raster is een filter gelegd waarbij alle waarden die lager zijn dan de vereiste kruinhoogte paars zijn weergegeven. Alle waarden boven de vereiste kruinhoogte zijn weergegeven met een kleurenschaal waarbij rood de vereiste kruinhoogte is en groen een halve meter of meer hoger.



Figuur 4-2: Voorbeeld gebiedsdekkend AHN3

De ingemeten profielen zijn in Excel getoetst aan de vereiste kruinhoogte zoals weergegeven in figuur 4-3. Onderbouwing van de resultaten is te vinden in bijlage I.1. Resultaat van de toetsing is weergegeven in tabel 4-2.



Figuur 4-3: Voorbeeld van ingemeten profiel getoetst aan de vereiste kruinhoogte

Tabel 4-2: Resultaat onderdeel 1: overlopen

Kadevakken	Oordeel AHN3	Oordeel (Ingemeten Profiel)	Opmerking
1	✓ Voldoet	✓ Voldoet	
2.1	✓ Voldoet	N.v.t.	Oordeel AHN wordt gebruikt, geen ingemeten profiel beschikbaar.
2.2	✓ Voldoet	✓ Voldoet	
2.3	✓ Voldoet	✓ Voldoet	
2.4	✓ Voldoet	✓ Voldoet	
3.1	Geen oordeel	✗ Voldoet niet	Oordeel ingemeten profielen wordt gebruikt, AHN3 gefragmenteerd.
3.2	✗ Voldoet niet	✓ Voldoet	
4.1+4.3	✓ Voldoet	N.v.t.	Oordeel AHN wordt gebruikt, geen ingemeten profiel beschikbaar.
4.2+4.4	✓ Voldoet	✓ Voldoet	
4.5	✗ Voldoet niet	✓ Voldoet	Op de locaties waar (volgens het AHN) onvoldoende kruinhoogte aanwezig is, zijn geen inmetingen gedaan.
4.6+4.8+4.10	✓ Voldoet	✓ Voldoet	
4.7+4.9	✓ Voldoet	✓ Voldoet	
5	✗ Voldoet niet	✓ Voldoet	Op de locaties waar (volgens het AHN) onvoldoende kruinhoogte aanwezig is, zijn geen inmetingen gedaan.
6	✗ Voldoet niet	✓ Voldoet	De locatie waar (volgens het AHN) onvoldoende kruinhoogte aanwezig is, is heel lokaal. Dichtstbijzijnde meting is ca. 250m verder.
7.1	Geen oordeel	✓ Voldoet	Oordeel ingemeten profielen wordt gebruikt, AHN3 gefragmenteerd.

7.2 <sup>1</sup>	✗ Voldoet niet	✗ Voldoet niet	
8.1	✓ Voldoet	✓ Voldoet	
8.2	✗ Voldoet niet	✓ Voldoet	Op de locaties waar (volgens het AHN) onvoldoende kruinhoogte aanwezig is, zijn geen inmetingen gedaan.
8.3	✗ Voldoet niet	✓ Voldoet	Op de locaties waar (volgens het AHN) onvoldoende kruinhoogte aanwezig is, zijn geen inmetingen gedaan.
9.1	Geen oordeel	✓ Voldoet	Oordeel ingemeten profielen wordt gebruikt, AHN3 gefragmenteerd.
9.2	✗ Voldoet niet	✓ Voldoet	Op de locaties waar (volgens het AHN) onvoldoende kruinhoogte aanwezig is, zijn geen inmetingen gedaan.

De kadevakken 3.1, 3.2, 4.5, 5, 6, 7.2<sup>1</sup>, 8.2, 8.3 en 9.2 voldoen niet aan onderdeel 1: overlopen. Voor de overige kadevakken wordt de toetsing vervolgd met onderdeel 2: overslag.

#### Onderdeel 2: overslag – stap 1

Windgolven zijn te verwaarlozen (par. 3.4.7) en sloopgolven zijn maximaal 17 cm. Daarmee voldoen alle kadevakken aan onderdeel 2. En wordt de toetsing vervolgd met onderdeel 3: beheersmatige gevolgen.

#### Onderdeel 3: beheersmatige gevolgen van overslag

Bij grote overslagdebieten (10 l/m/s en hoger) moet ook worden gecontroleerd op de gevolgen ten aanzien van de begaanbaarheid en het ontstaan van wateroverlast.

Aangezien er alleen sprake is van sloopgolven die maximaal 17 cm zijn is het niet te verwachten dat de overslagdebieten groter worden dan 10 l/m/s. Daarnaast is de duur van sloopvaartgolven dusdanig kort dat het niet tot onbegaanbaarheid van de kade of wateroverlast zal leiden.

### 4.1.3. Resultaten toets op hoogte

In tabel 4-3 zijn de resultaten weergegeven voor de toets op hoogte.

Tabel 4-3: Resultaten toets op hoogte

Kadevakken	Oordeel Toets op hoogte
1	✓ Voldoet
2.1	✓ Voldoet
2.2	✓ Voldoet
2.3	✓ Voldoet
2.4	✓ Voldoet
3.1	✗ Voldoet niet
3.2	✗ Voldoet niet
4.1+4.3	✓ Voldoet
4.2+4.4	✓ Voldoet
4.5	✗ Voldoet niet
4.6+4.8+4.10	✓ Voldoet
4.7+4.9	✓ Voldoet
5	✗ Voldoet niet
6	✗ Voldoet niet
7.1	✓ Voldoet
7.2 <sup>1</sup>	✗ Voldoet niet
8.1	✓ Voldoet
8.2	✗ Voldoet niet
8.3	✗ Voldoet niet
9.1	✓ Voldoet
9.2	✗ Voldoet niet

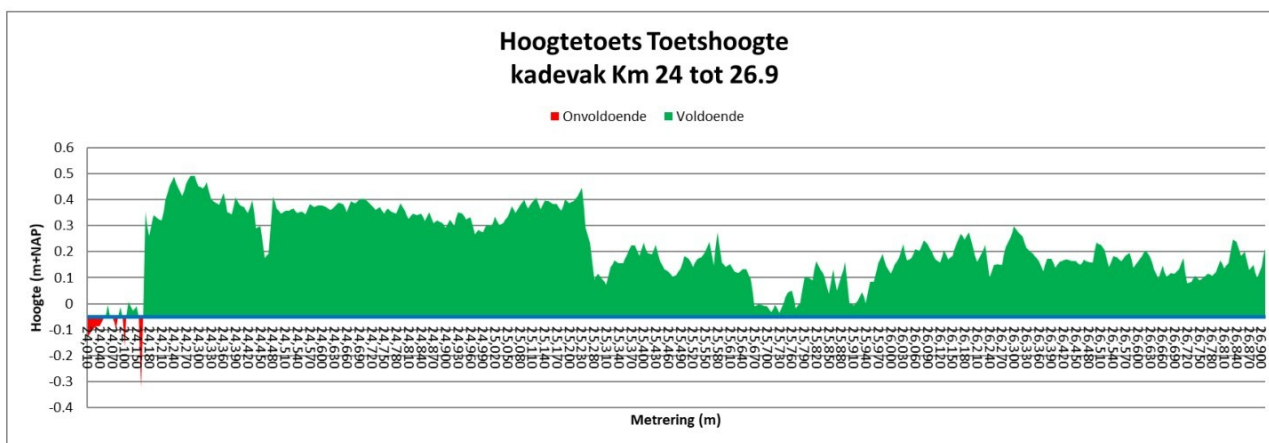
### 4.1.4. Doorkijk komende 30 jaar

Om een beeld te geven van de mate van veiligheid van de keringen, is een doorkijk gedaan voor de komende 30 jaar. Bij deze doorkijk is gekeken naar de huidige hoogte uit AHN3 en is deze gecorrigeerd met bodemdaling.

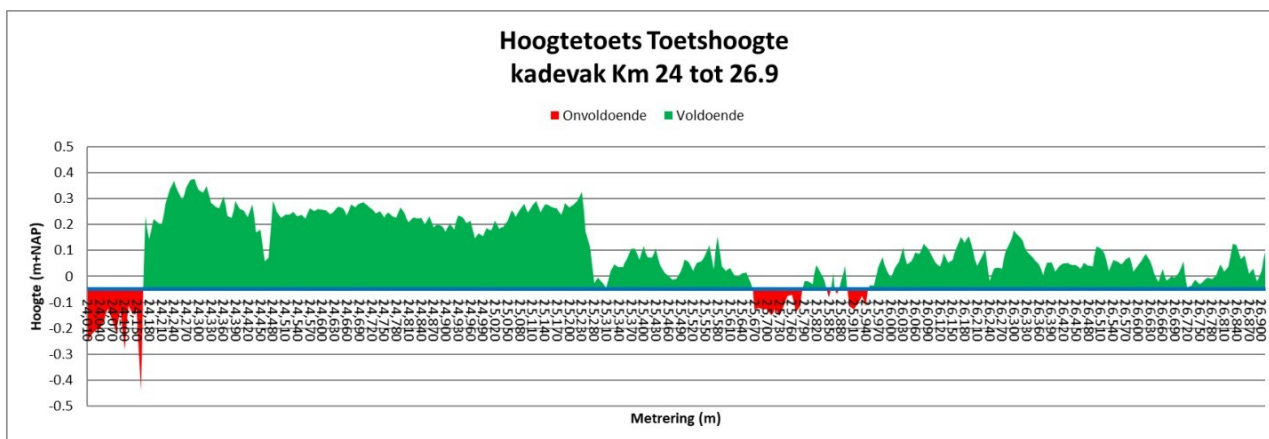
Om de bodemdaling te bepalen is gebruik gemaakt van de bodemdalingskaart [18]. De bodemdaling is gegeven over gebieden van 2 km bij 2 km. En varieert voor de gehele Eilandspolder tussen de 0,64 mm/jaar en 4,6 mm/jaar.

Voor de doorkijk is naar drie situaties gekeken waarbij uitgegaan is van een planperiode van 30 jaar:

- Weinig bodemdaling (0,64 mm/jaar)
- Gemiddelde bodemdaling (2,62 mm/jaar)
- Veel bodemdaling (4,6 mm/jaar)



Figuur 4-4: Voorbeeld van de doorkijk voor een situatie met weinig bodemdaling



Figuur 4-5: Voorbeeld van de doorkijk voor een situatie met veel bodemdaling

Op basis van de leggerlijn is er iedere twee kilometer gekeken hoeveel procent van de leggerlijn boven de benodigde kruinhoogte ligt. Daarbij dient vermeld te worden dat dit geen officiële toetsing betreft waarbij gekeken wordt naar een dwarsprofiel met meer dan 1,5 m breedte op de benodigde kruinhoogte. Ook kan de locatie van de leggerlijn ongelukkig zijn ten opzichte van de beschikbare AHN3 data. Dit betekent dan ook dat de resultaten van de doorkijk niet hoeven overeen te komen met de huidige toetsing ofwel een toekomstige toetsing. Deze doorkijk geeft slechts een idee wat het effect van de bodemdaling is. In tabel 4-4 is het percentage afgekeurde waterkering weergegeven voor de drie verschillende scenario's en de huidige situatie.

Tabel 4-4: Doorkijk toets op hoogte Eilandspolder, percentage afgekeurde kering voor drie verschillende scenario's alsook voor de huidige situatie

Kilometrering	Huidig	Weinig bodemdaling	Gemiddelde bodemdaling	Veel bodemdaling
	% afgekeurd	% afgekeurd	% afgekeurd	% afgekeurd
0 – 2	2	3	11	21
2 – 4	7	12	20	28
4 – 6	18	19	23	27
6 – 8	2	2	9	18
8 – 10	0	0	0	1
10 – 12	0	0	0	1
12 – 14	15	21	31	39
14 – 16	0	0	1	3
16 – 18	28	28	32	47
18 – 20	0	0	0	0
20 – 22	0	0	0	0
22 – 24	21	24	27	31
24 – 26,9	3	3	10	12

Het is duidelijk te zien dat bij verschillende strekkingen er de komende 30 jaar weinig problemen ten aanzien van hoogte zullen optreden, terwijl bij andere strekking er juist wel problemen zullen optreden.

## 4.2. Piping

### 4.2.1. Werkwijze toetsing

In het beoordelingsschema van piping & heave zijn conform LTVRW2015 [10] drie niveaus van toetsing onderscheiden:

- 1 Eenvoudige beoordeling: dit niveau betreft een controle of de opbouw van de dijk en ondergrond gevoelig is voor piping.
- 2 Gedetailleerde beoordeling: dit betreft een nadere controle op opbarsten en heave op basis van een gedetailleerde bepaling van de stijghoogte, en vervolgens een beoordeling op piping aan de hand van de nieuwe rekenregel van Sellmeijer.
- 3 Geavanceerde beoordeling: in deze beoordeling kan aanvullend rekening worden gehouden met specifieke, al dan niet lokaal aanwezige kenmerken.

De beoordeling wordt uitgevoerd aan de hand van de volgende documenten:

- Leidraad toetsen op veiligheid regionale keringen (LTVRW2015 [10]);
  - Module B – par. 1.4;
  - Module C – par. 1.3;
  - Module D – par. 1.3;
- Onderzoeksrapport Zandmeevoerende Wellen (OZW [22]);
- Technisch Rapport Waterspanningen bij Dijken (TRWD [21]);
- Richtlijnen technische toetsing ontwerp en realisatie regionale keringen [6].

Als input voor het bepalen van of er een dergelijke slecht doorlatend pakket aanwezig is, is het meest maatgevende ingemeten profiel (mits representatief) geselecteerd. Indien er geen ingemeten profiel aanwezig is, is gebruik gemaakt van AHN.

Voor de bodemopbouw is uitgegaan van het geotechnisch lengteprofiel en is aangenomen dat deze bodemopbouw ook over de volledige breedte van de waterbodembodem voorkomt.

De volledige uitwerking van de beoordeling van piping & heave is te vinden in bijlage L.

De kadevakken 5 en 7.2<sup>1</sup> zijn na toetsing van STBI en STBU verder opgedeeld in de kadevakken 5.1, 5.2, 5.3, 7.2 en 7.3. Deze opdeling heeft plaatsgevonden nadat de toetsing op hoogte al was uitgevoerd. De toets op hoogte is niet aangepast aan de nieuwe kadevakindeling.

#### 4.2.2. Eenvoudige beoordeling

De eenvoudige beoordeling voor piping betreft een toetsing aan de hand van voorwaarden. Het mechanisme piping is niet relevant indien wordt voldaan aan één van de onderstaande voorwaarden:

- A. De dijk is opgebouwd uit zand, en ligt direct op de zandondergrond;
- B. Een intredepunt is afwezig;
- C. Een uitredepunt is afwezig;
- D. Verticaal zandtransport (heave) treedt niet op.

In het geval van de eenvoudige beoordeling kan voor beschouwing van de voorwaarden C en D de stijghoogte gelijk worden verondersteld aan toetspeil, uitgaande van een volledige respons van de stijghoogtepotentiaal in de gehele watervoerende laag. Hierbij is een opdrukveiligheid van 1,0 gehanteerd [10].

##### De dijk is opgebouwd uit zand

Bij geen van de kadevakken is de dijk opgebouwd uit zand en ligt deze direct op de zandondergrond. Op basis van deze voorwaarde kan bij geen van de kadevakken piping worden uitgesloten.

##### Een intredepunt is afwezig

Om te beoordelen of een intredepunt afwezig is moet gecontroleerd worden of op de bodem een slecht doorlatend pakket ligt. Indien er over de volledige breedte op de waterbodem een slecht doorlatend pakket met voldoende hydraulische weerstand altijd aanwezig is, is een intredepunt afwezig.

Ten aanzien van dit slecht doorlatend pakket op de waterbodem geldt dat:

- 1 Dit een dikte van tenminste 1,5 m moet hebben;
- 2 Dit voldoende slecht doorlatend is cq. voldoende hydraulische weerstand heeft;
- 3 Moet worden aangetoond dat het niet (gedeeltelijk) zal opdrijven;
- 4 Het optreden van hydraulische kortsluiting kan worden uitgesloten.

Op basis van de voorwaarde afwezigheid van een intredepunt kan voor tien kadevakken piping worden uitgesloten. Het betreffen de volgende kadevakken:

- 4.2 + 4.4;
- 4.5;
- 4.6 + 4.8 + 4.10;
- 4.7 + 4.9;
- 5;
- 6;
- 7.2<sup>1</sup>;
- 8.1 + 8.3;
- 8.2;
- 9.1.

De overige kadevakken worden verder beschouwd ten aanzien van afwezigheid van een uitredepunt.

### Een uittredepunt is afwezig

Een uittredepunt is afwezig indien de deklaag in het achterland niet opbarst en ook niet anderszins geperforeerd is. De aanname bij deze beoordeling is dat de deklaag niet geperforeerd is en dat alleen een opbarst berekening uitgevoerd dient te worden. De opbarst berekening wordt gedaan conform formule 7.2 in het OZW [22].

$$\frac{\sigma_g}{\sigma_w} \geq 1,2 * \gamma_b$$

Waarin:

$\sigma_g$  = waarde van de gronddruk aan de onderzijde van het afdekkende pakket van de slecht doorlatende lagen. [kN/m<sup>2</sup>]

$\sigma_w$  = opwaartse waterdruk onder het afdekkend pakket slecht doorlatende lagen [kN/m<sup>2</sup>]

$\gamma_b$  = schematiseringsfactor voor opbarsten

De LTVRW2015 [10] beschrijft dat een volledige respons van de stijghoogtepotentiaal in de watervoerende laag gehanteerd kan worden waarbij de opdrukveiligheid 1,0 is.

Dat houdt in dat formule 7.2 vervolgens herschreven wordt tot:

$$\frac{\sigma_g}{\sigma_w} \geq 1,0$$

Op basis van de opbarst berekeningen kan bij geen enkel kadevak afwezigheid van een uittredepunt worden aangetoond waardoor op voor deze voorwaarde bij geen van de kadevakken piping kan worden uitgesloten.

### Verticaal zandtransport (heave) treedt niet op

Indien er sprake kan zijn van opbarsten, betekent dat niet dat er gevaar voor piping is. Piping kan namelijk niet optreden als er geen sprake is van verticaal zandtransport. Om te beoordelen of verticaal zandtransport kan optreden dient getoetst te worden of het optredend verhang kleiner is dan de veilige toelaatbare waarde van het verhang (0,5) conform OZW [22]:

$$i_{optr} = \left( \frac{\phi_0 - h_p}{D} \right)_{optr} \leq i_{toel}$$

Ook hier wordt gerekend met volledige respons van de stijghoogtepotentiaal in de watervoerende laag. De toetsing op verticaal zandtransport in de eenvoudige toets voor piping leidt tot het uitsluiten van piping bij kadevak 2.2.

Op basis van de heave berekeningen kan voor geen van de kadevakken piping worden uitgesloten. De overige vakken dienen gedetailleerd getoetst te worden.

#### **4.2.3. Gedetailleerde beoordeling**

Als uit de eenvoudige beoordeling is gebleken dat piping een relevant mechanisme is, dan dient een gedetailleerde beoordeling uitgevoerd te worden.

De gedetailleerde beoordeling bestaat uit drie stappen:

- Bepaling of sprake kan zijn van opbarsten van de afdekkende laag in het achterland indien de stijghoogte gedetailleerd wordt berekend;
- Bepaling of sprake kan zijn van heave indien de stijghoogte gedetailleerd wordt berekend;
- Controle of de dijk aan de toetsingsregel (Sellmeijer) voldoet.

### Aangepaste stijghoogte

Allereerst is conform bijlage 4 van het TRWD [21] het stijghoogteverloop bepaald in het geval van kortsluiting. De gebruikte doorlatendheid voor de deklaag is aangenomen op basis van tabel c2.1 van het TRWD:

- Deklaag is 0,001 m/dag voor alleen veen en 0,005 m/dag in het geval van een combinatie van veen en klei (interpolatie tussen veen 0,001 en klei ondiep 0,01).

Voor de doorlatendheid van zand is uitgegaan van het grondonderzoek [12]. Op de locaties waar de peilbuizen geplaatst zijn, is ook de korrelverdeling van de watervoerende lagen bepaald. Op basis van deze korrelverdeling is in het grondonderzoek met meerdere methodes de waterdoorlatendheid bepaald, van deze methodes is het gemiddelde genomen. De doorlatendheid voor het zandpakket ligt daarmee tussen de 1,05 m/etmaal en de 3,12 m/etmaal.

De spreidingslengte in zowel het voorland als het achterland is bepaald met de volgende formule:

$$\lambda = \sqrt{k * D * c_i}$$

Waarin:

$\lambda$  = de spreidingslengte of lekfactor;

$k$  = doorlatendheid van de watervoerende (zand)laag;

$D$  = dikte van de watervoerende (zand)laag;

$c_i = d_i/k_{vi}$ ;

$d_i$  = dikte van de afdekkende laag in het voorland of achterland;

$k_{vi}$  = doorlatendheid van de afdekkende laag in het voorland of achterland.

Met de spreidingslengte aan zowel de binnenzijde als de buitenzijde van de kering kan het verloop van de stijghoogte worden geschematiseerd. Op de locatie waar de deklaag in het achterland het dunst is, is opnieuw de stijghoogte bepaald. Aan de hand van deze nieuwe waarde voor de stijghoogte zijn de opbarst berekeningen en de heave berekeningen opnieuw uitgevoerd.

Dit heeft ertoe geleid dat kadevakken 3.1, 3.2, 4.1 + 4.3, 7.1 en 9.2 zijn goedgekeurd op basis van het heave criterium met aangepaste stijghoogte.

### Sellmeijer

Conform het OZW [22] is piping getoetst volgens de methode van Sellmeijer.

$$\frac{\Delta H_c}{\gamma_n * \gamma_b} > (\Delta H - 0,3d)$$

Met:

$\Delta H_c$  = Kritiek verval over de waterkering [m]

$\gamma_n$  = veiligheidsfactor (van de vereiste betrouwbaarheidsindex afhankelijke partiële weerstandsfactor) [-]

$\gamma_b$  = schematiseringsfactor [-]

$\Delta H$  = aanwezige verval over de waterkering ten opzichte van maatgevend hoogwater [m]

$d$  = karakteristieke waarde van de dikte van de afdekkende laag [m]

In tabel D.2 in de LTVRW zijn veiligheidsfactoren ( $\gamma_n$ ) gegeven per normfrequentie afhankelijk van de dikte van de deklaag binnendijks. In tabel 4-5 zijn deze veiligheidsfactoren weergegeven. Voor de schematiseringsfactor is in eerste instantie conservatief uitgegaan van 1,3. Het afleiden van de schematiseringsfactor kan zinvol zijn.

Tabel 4-5: Veiligheidsfactor  $\gamma_n$

Normklasse	Geen of dunne deklaag binnendijks ( <i>Dikte &lt; 2 meter</i> )	Met deklaag binnendijks ( <i>Dikte <math>\geq</math> 2 meter</i> )
1/10 – 1/100	1,2	1,1
1/300 en 1/1000	1,4	1,3

Voor de Sellmeijer berekeningen is uitgegaan van dezelfde doorlatendheden als bij de gedetailleerde berekening van de stijghoogte. De lengte van de kwelweg is in eerste instantie bepaald door de afstand van de buitenteen tot aan de teensloot te nemen. Op basis van de toetsing aan de hand van de methode van zijn kadevak 2.1, 2.2, 2.3 en 2.4 goedgekeurd.

Voor kadevak 1 is conform de LTVRW de kwelweglengte verlengd aangezien er sprake is van een sliblaag op de boezembodem. Het verlengen van de kwelweglengte heeft vervolgens ook geresulteerd in het goedkeuren van kadevak 1 bij de berekening met de methode van Sellmeijer.

#### 4.2.1. Samenvatting beoordeling STPH

Een samenvatting van de totale beoordeling piping per kadevak is weergegeven in tabel 4-6.

Tabel 4-6: Samenvatting resultaten toets piping

Kadevakken	Oordeel piping	Opmerking
1	✓ Voldoet	<i>Gedetailleerde toets</i> , voldoet aan piping criterium Sellmeijer na aanpassen van de kwelweglengte conform de LTVRW
2.1	✓ Voldoet	<i>Gedetailleerde toets</i> , voldoet aan piping criterium Sellmeijer
2.2	✓ Voldoet	<i>Gedetailleerde toets</i> , voldoet aan piping criterium Sellmeijer
2.3	✓ Voldoet	<i>Gedetailleerde toets</i> , voldoet aan piping criterium Sellmeijer
2.4	✓ Voldoet	<i>Gedetailleerde toets</i> , voldoet aan piping criterium Sellmeijer
3.1	✓ Voldoet	<i>Gedetailleerde toets</i> , voldoet aan heave criterium na gedetailleerd bepaalde stijghoogte
3.2	✓ Voldoet	<i>Gedetailleerde toets</i> , voldoet aan heave criterium na gedetailleerd bepaalde stijghoogte
4.1+4.3	✓ Voldoet	<i>Gedetailleerde toets</i> , voldoet aan heave criterium na gedetailleerd bepaalde stijghoogte
4.2+4.4	✓ Voldoet	<i>Eenvoudige toets</i> , intredepunt is afwezig
4.5	✓ Voldoet	<i>Eenvoudige toets</i> , intredepunt is afwezig
4.6+4.8+4.10	✓ Voldoet	<i>Eenvoudige toets</i> , intredepunt is afwezig
4.7+4.9	✓ Voldoet	<i>Eenvoudige toets</i> , intredepunt is afwezig
5	✓ Voldoet	<i>Eenvoudige toets</i> , intredepunt is afwezig
6	✓ Voldoet	<i>Eenvoudige toets</i> , intredepunt is afwezig

7.1	✓ Voldoet	<i>Gedetailleerde toets</i> , voldoet aan heave criterium na gedetailleerd bepaalde stijghoogte
7.2 <sup>1</sup>	✓ Voldoet	<i>Eenvoudige toets</i> , intredepunt is afwezig
8.1+8.3	✓ Voldoet	<i>Eenvoudige toets</i> , intredepunt is afwezig
8.2	✓ Voldoet	<i>Eenvoudige toets</i> , intredepunt is afwezig
9.1	✓ Voldoet	<i>Eenvoudige toets</i> , intredepunt is afwezig
9.2	✓ Voldoet	<i>Gedetailleerde toets</i> , voldoet aan heave criterium na gedetailleerd bepaalde stijghoogte

#### 4.2.1. Gevoeligheidsanalyse piping

Ondanks dat alle vakken zijn goedgekeurd op het faalmechanisme piping is toch besloten een gevoeligheidsanalyse uit te voeren. Deze keuze is gemaakt omdat voor zand doorlatendheden zijn gebruikt welke niet gemeten zijn, maar berekend zijn op basis van de korrelverdelingen. De gebruikte doorlatendheden wijken behoorlijk af (ca. een factor 10) van voorgestelde doorlatendheden uit het OZW [22]. Ook zijn de korrelverdelingen slechts op 9 locaties in de Eilandspolder bepaald.

In de gevoeligheidsanalyse is bij de kadevakken waarbij in de toetsing gebruik gemaakt wordt van de doorlatendheid, ook gekeken naar de resultaten indien de voorgestelde doorlatendheden uit het OZW [22] worden gebruikt. Het betreft hier alle kadevakken die gedetailleerd getoetst zijn:

- 1;
- 2.1;
- 2.2;
- 2.3;
- 2.4;
- 3.1;
- 3.2;
- 4.1 + 4.3;
- 7.1;
- 9.2.

De gebruikte doorlatendheden en de voorgestelde doorlatendheden zijn weergegeven in tabel 4-7. De voorgestelde doorlatendheden zijn bepaald op basis tabel 9.1 in het OZW [22].

Tabel 4-7: Gebruikte en voorgestelde doorlatendheden per kadevak

Kadevakken	Gebruikte doorlatendheid [m/etm]	Voorgestelde doorlatendheid [21] [m/etm]
1	1,934	17,28 (korrelverdeling 62 µm – 152 µm)
2.1	1,934	17,28 (korrelverdeling 62 µm – 152 µm)
2.2	1,934	17,28 (korrelverdeling 62 µm – 152 µm)
2.3	1,934	17,28 (korrelverdeling 62 µm – 152 µm)
2.4	3,12	17,28 – 34,56 (korrelverdeling 73 µm – 192 µm)
3.1	3,12	17,28 – 34,56 (korrelverdeling 73 µm – 192 µm)
3.2	3,12	17,28 – 34,56 (korrelverdeling 73 µm – 192 µm)
4.1+4.3	3,12	17,28 – 34,56 (korrelverdeling 73 µm – 192 µm)
7.1	1,05	17,28 (korrelverdeling 50 µm – 149 µm)

9.2	1,934	17,28 (korrelverdeling 62 µm – 152 µm)
-----	-------	--

Variëren in de doorlatendheid van het watervoerende pakket heeft impact op de gedetailleerd bepaalde stijghoogte ter plaatse van de teensloot en op de Sellmeijer berekening. Het wijzigen van de korrelverdeling heeft het volgende effect op de berekende stijghoogte ter plaatse van de teensloot. Het verschil in de stijghoogte kan oplopen in het geval van de beschouwde kadevakken tot 1,4 m, zoals te zien in tabel 4-8.

Tabel 4-8: Invloed van gewijzigde korrelverdeling op de berekende stijghoogte ter plaatse van de teensloot

Kadevakken	Stijghoogte bij gebruikte doorlatendheid [m +NAP]	Stijghoogte bij voorgestelde doorlatendheid [m +NAP]	Vershil [m]
1	-2.78	-1.38	1,4
2.1	-1.24	-0.89	0,35
2.2	-1.26	-0.79	0,47
2.3	-0.91	-0.47	0,44
2.4	-1.50	-1.09	0,41
3.1	-1.87	-1.57	0,30
3.2	-1.47	-1.35	0,12
4.1+4.3	-1.96	-1.64	0,32
7.1	-2.35	-2.22	0,13
9.2	-1.55	-1.41	0,14

Dit verschil in stijghoogte heeft niet geleid tot het afkeuren van kadevakken op het heave criterium (voldoet als heave criterium < 0,5).

Bij de kadevakken 3.1, 3.2, 4.1 + 4.3, 7.1 en 9.2 is het effect van de gewijzigde stijghoogte relatief klein. Het is aannemelijk dat als de daadwerkelijke doorlatendheid van de zandlaag varieert tussen de waarden uit het grondonderzoek en de waarden uit het OZW [22], mogelijk wordt afgekeurd op heave maar vervolgens wel zal worden goedgekeurd met de methode van Sellmeijer.

Vervolgens is voor de kadevakken 1, 2.1, 2.2, 2.3 en 2.4 ook piping beschouwd door berekeningen met de methode van Sellmeijer uit te voeren. Deze vakken zijn in de toetsing ook met de methode van Sellmeijer getoetst.

Bij Sellmeijer wordt uiteindelijk met de volgende formule bepaald of piping kan optreden:

$$\frac{\Delta H_c}{\gamma_n * \gamma_b} > (\Delta H - 0,3d)$$

Voor kadevak 1 is het resultaat:

$$1,48 > 3,94 \quad \text{Niet OK!}$$

Voor kadevak 2.1 is het resultaat:

$$1,94 > 1,81 \quad \text{OK!}$$

Voor kadevak 2.2 is het resultaat:

1,61 > 1,78 *Niet OK!*

Voor kadevak 2.3 is het resultaat:

1,29 > 1,62 *Niet OK!*

Voor kadevak 2.4 is het resultaat:

1,18 > 1,89 *Niet OK!*

Het is duidelijk dat voor deze twee vakken een verkeerde inschatting van de doorlatendheden een grote impact kan hebben. Door de specifieke gebiedseigenschappen is het een terechte keuze geweest om de doorlatendheden uit het grondonderzoeksrapport te hanteren. Bij boezemkades zoals bij de Eilandspolder zal door de aanwezigheid van de slecht doorlatende lagen en de slibdeeltjes de kwel tijdelijk zijn omdat de afgelegde route van het water snel dichtslibt. Het ontstaan van een doorgaande pipe wordt hierdoor geremd. Daarnaast zijn de gestoken monsters uit het grondonderzoek als representatief voor de zandlagen te beschouwen omdat de zandlagen relatief dun zijn.

## 4.3. Stabiliteit binnentalud

### 4.3.1. Werkwijze toetsing

In het beoordelingsschema van stabiliteit binnentalud zijn conform LTVRW2015 [10] drie niveaus van toetsing onderscheiden:

- 1 Eenvoudige beoordeling: op dit niveau kan zonder uitgebreid rekenwerk tot een oordeel worden gekomen op basis van een geometrische toets.
- 2 Gedetailleerde beoordeling: een beoordeling aan de hand van rekenmodellen zoals beschreven in de vigerende leidraden en technische rapporten.
- 3 Geavanceerde beoordeling: toetsing op basis van de nieuwste kennis over het faalmechanisme met geavanceerde rekenmodellen, aanscherping van uitgangspunten of andere benaderingen.

Kadevakken die niet voldoen aan de eenvoudige beoordeling worden met behulp van D-Geo Stability (versie 18.1) getoetst in een gedetailleerde beoordeling. De stabiliteit wordt met zowel de methode van Bishop, Lift Van en Spencer berekend. De waterkering wordt goedgekeurd als alle glijvlakmodellen aan de veiligheidseisen ten aanzien van macrostabiliteit binnenwaarts voldoen. Indien de waterkering in de gedetailleerde toets al wordt afgekeurd met de glijvlakmodellen Bishop en Lift Van, dan wordt geen Spencer berekening uitgevoerd. Er kan dan al worden uitgesloten dat de waterkering voldoet. Alle berekeningen worden gedraineerd uitgevoerd.

### 4.3.2. Eenvoudige geometrische beoordeling

De eenvoudige geometrische toets betreft een beoordeling van de stabiliteit op basis van veilige afmetingen. Hiervoor moet gelden dat het beoordelingsprofiel past binnen de beschouwde geometrie met een vereiste kruinbreedte van 1,5 m.

Kadevak 2 en kadevak 4 zijn opgedeeld in subkadevakken en vervolgens geclusterd op basis van vergelijkbare geometrie en/of bodemopbouw. Aangezien deze kadevakken genormeerd zijn met een verschillende IPO-klasse (IPO-klasse 5 en 2, respectievelijk) worden hiervoor afzonderlijke beoordelingsprofielen voor afgeleid. Het minimum veiligheidsprofiel is bepaald op basis van de meest ongunstige/maatgevend combinatie van uitgangspunten, die op de betreffende kadevakken van toepassing zijn. Aan de hand van dit veiligheidsprofiel wordt getracht meerdere kadevakken goed te keuren. Een uitgebreide uitwerking van de eenvoudige geometrische toets van de verschillende kadevakken is weergegeven in bijlage K. Een samenvatting van het toetsoordeel op basis van de eenvoudige geometrische beoordeling is weergegeven in tabel 4-9.

#### Stedelijk gebied

Een aantal kadevakken van de Eilandspolder grenzen aan dorpskernen. Deze kadevakken hebben een bredere geometrie ten opzichte van de overige kadevakken en worden beoordeeld op basis van het minimum veiligheidsprofiel. Hiervoor wordt het beoordelingsprofiel van kadevak 2 gebruikt, omdat deze dezelfde IPO-klasse heeft als de kadevakken met dorpskernen.

Tabel 4-9: Resultaten eenvoudige geometrische toets

Kadevak	Stedelijk gebied	Oordeel eenvoudige geometrische toets
2.1	-	✓ Voldoet
2.2	Ja	✓ Voldoet
2.3	-	✓ Voldoet
2.4	Ja	✓ Voldoet m.u.v. lokale strekking
3.1	Ja	✓ Voldoet
4.1+4.3	-	✓ Voldoet
4.2+4.4	-	✗ Voldoet niet
4.5	-	✗ Voldoet niet
4.6+4.8+4.10	-	✗ Voldoet niet
4.7+4.9	-	✗ Voldoet niet
5.2	Ja	✓ Voldoet
7.1	Ja	✓ Voldoet
7.2	Ja	✓ Voldoet
9.1	Ja	✓ Voldoet

#### 4.3.3. Gedetailleerde beoordeling

Bij de gedetailleerde toets is een stabiliteitsanalyse uitgevoerd. De stabiliteitsberekening is uitgevoerd voor de maatgevende geometrie en de maatgevende grondopbouw binnen het betreffende kadevak. De combinatie leidt tot een maatgevende schematisering, indien dit profiel wordt goedgekeurd op stabiliteit binnenwaarts kan de gehele kade een oordeel voldoende krijgen.

In de gedetailleerde toets is de natte situatie beoordeeld; met en zonder verkeersbelasting. In alle gevallen wordt de stabiliteit met zowel de methode van Bishop, Lift Van en spencer berekend. Geen van de kadevakken is droogtegevoelig conform de voorwaarden uit LTVRW2015 [10]. Indien bij de gedetailleerde berekening al is afgekeurd op de methode van Bishop en/of Lift Van, dan voldoet het betreffende kadevak niet op macrostabiliteit binnenwaarts en wordt geen Spencer berekening opgesteld. Een overzicht van de resultaten uit de gedetailleerde beoordeling is weergegeven in tabel 4-10.

Tabel 4-10: Resultaten gedetailleerde toets

Kadevak	Vereiste stabiliteitsfactor			Berekende stabiliteitsfactor			Oordeel gedetailleerde toets
	Bishop	Lift Van	Spencer*	Bishop	Lift Van	Spencer	
1	1,01	1,06	0,96/1,06	0,68	0,60	x	✗ Voldoet niet
2.4	1,06	1,11	1,01/1,11	1,27	1,51	1,60	✓ Voldoet (lokale strekking ca. 50 meter)
3.2	0,95	1,00	0,91/1,00	0,83	0,90	x	✗ Voldoet niet
4.2+4.4	0,90	0,95	0,86/0,95	1,18	1,18	1,10	✓ Voldoet
4.5	0,90	0,95	0,86/0,95	0,90	0,86	x	✗ Voldoet niet
4.6+4.8+4.10	0,90	0,95	0,86/0,95	0,87	0,82	x	✗ Voldoet niet

4.7+4.9	0,90	0,95	0,86/0,95	0,83	0,79	x	✗ Voldoet niet
5.1	1,06	1,11	1,01/1,11	0,82	0,78	x	✗ Voldoet niet
5.3	1,06	1,11	1,01/1,11	0,88	0,86	x	✗ Voldoet niet
6	0,90	0,95	0,86/0,95	0,88	0,82	x	✗ Voldoet niet
7.3	1,06	1,11	1,01/1,11	0,87	0,85	x	✗ Voldoet niet
8.1+8.3	0,90	0,95	0,86/0,95	1,10	1,07	0,98	✓ Voldoet
8.2	0,90	0,95	0,86/0,95	0,79	0,75	x	✗ Voldoet niet
9.2	1,06	1,11	1,01/1,11	0,88	0,78	x	✗ Voldoet niet
* Vereiste stabiliteitsfactor Spencer voor zonder/met opdrukken							

### Wijzigingen ten opzichte van de uitgangspunten

#### *Kadevak 2.4*

Met uitzondering van een lokale strekking van circa 50 meter is heel kadevak 2.4 goedgekeurd in de eenvoudige toets. Voor deze lokale strekking is een gedetailleerde toets uitgevoerd. Wijziging ten opzichte van de uitgangspunten is de grondopbouw. Voor deze lokale strekking is de lokale grondopbouw conform het opgestelde GTL gebruikt. Deze grondopbouw is weergegeven in tabel 4-11.

Tabel 4-11: Grondopbouw lokale strekking kadevak 2.4

Kruin	b.k. laag [m NAP]	Dikte [m]	Binnentalud / teen	b.k. laag [m NAP]	Dikte [m]
Klei_dijkmateriaal_z_s	0,19	2,09	Dezelfde bodemopbouw als kruin		
Klei_bovenveen_s_h2	-1,9	1,15			
Hollandveen_o_dijk - VW (NW)	-3,05	0,85			
Klei_onderveen_s_z_h_o_dijk	-3,9	1,0			
Zand	-4,9	1,6			
Klei_wadzanden_gelaagd	-6,5	1,0			
Zand	-7,5	2,0			
Klei_wadzanden_gelaagd	-9,5	-			

#### **4.3.4. Geavanceerde beoordeling**

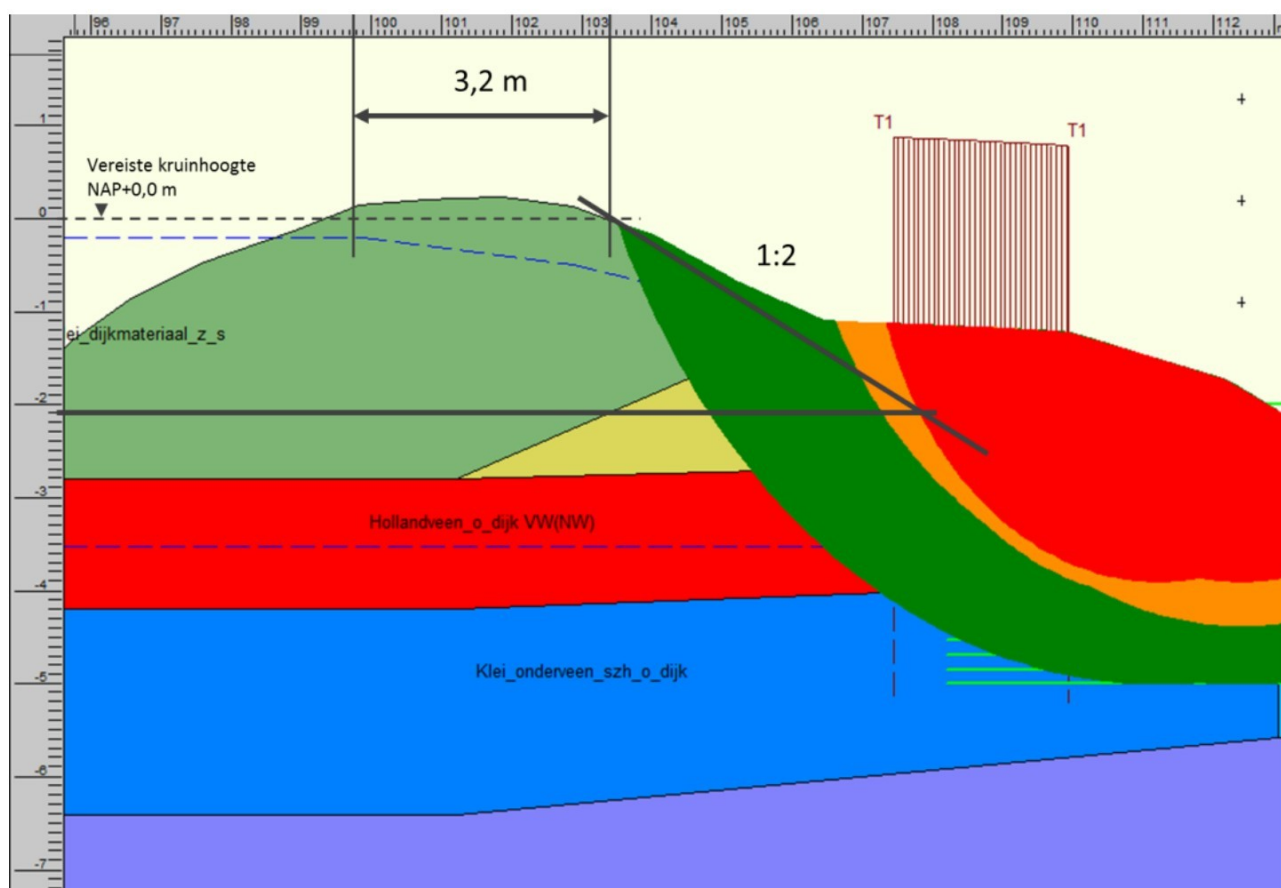
Indien de gedetailleerde toetsing niet leidt tot het oordeel dat de stabiliteit voldoet aan de norm, is de toetsing vervolgd op geavanceerd niveau. Voor macrostabiliteit binnenwaarts bestaan verschillende methodes die een scherpere beoordeling mogelijk maken, zoals bijvoorbeeld aanvullend grondonderzoek, het nauwkeuriger voorspellen van het freatisch vlak in de waterkering, restbreedte-analyse, het optimaliseren van de stijghoogte in watervoerende lagen of het gebruik van zogenaamde eindige elementen methode (EEM) in combinatie met geavanceerde materiaalmodellen. Gezien de geometrie van kadevak 4.7+4.9 en

8.2 is voor deze kadevakken gekozen voor een restbreedte-analyse. Hieronder is de restbreedte-analyse voor beide kadevakken op geavanceerd niveau kort toegelicht.

#### Kadevak 4.7+4.9

Kadevak 4.7+4.9 is afgekeurd op basis van de gedetailleerde toets. Indien sprake is van een kade met ruime afmeting kan op basis van een analyse van de restbreedte na afschuiven alsnog het oordeel 'voldoet' worden vastgesteld.

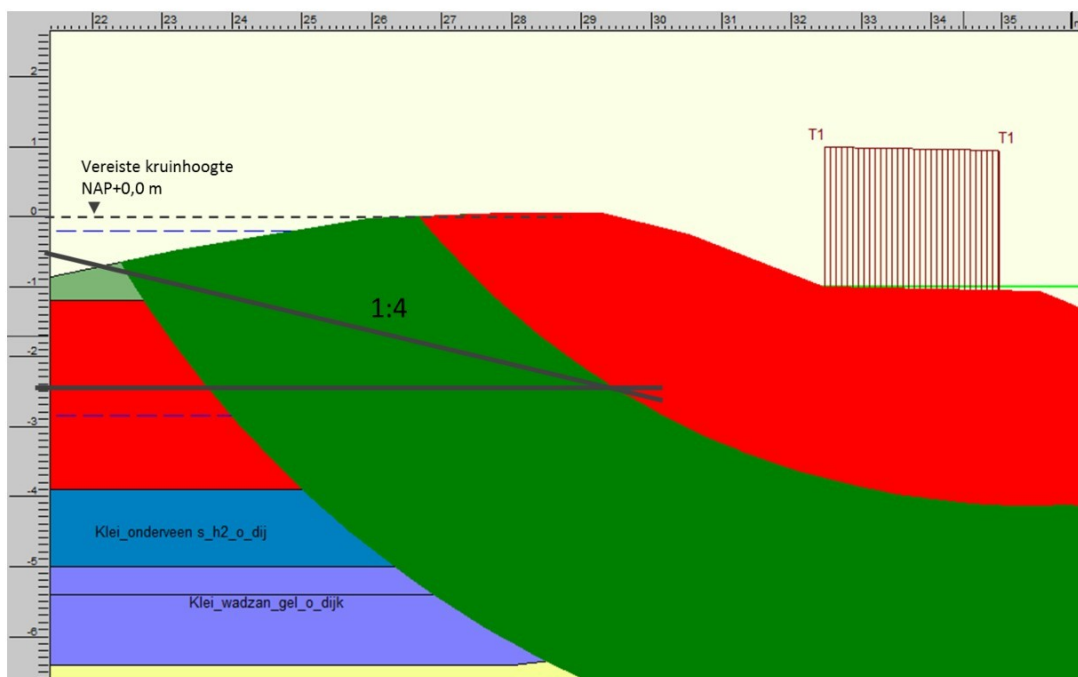
Voor kadevak 4.7+4.9 is middels een restbreedte-analyse conform [10] getoetst of de kade voldoet op veilige afmetingen na afschuiven. Ten aanzien van de waterveiligheidseisen is te zien dat de benodigde kruinhoogte van NAP+0,0 m aanwezig is over een afstand van 3,2 m (>1,5 m). Daarmee voldoet de kering op restbreedte.



Figuur 4-6: Restbreedte-analyse kadevak 4.7+4.9

#### Kadevak 8.2

Kadevak 8.2 is afgekeurd op basis van de gedetailleerde toets. In de geavanceerde toets is middels een restbreedte-analyse conform [10] getoetst of de kade voldoet op veilige afmetingen na afschuiven. In figuur 4-7 is te zien dat, na afschuiven, de benodigde kruinhoogte van NAP+0,0 m niet aanwezig is over een afstand van 1,5 m. Daarmee voldoet de waterkering niet op restbreedte.



Figuur 4-7: Restbreedte-analyse kadevak 8.2

### Resultaten geavanceerde beoordeling

In tabel 4-12 zijn de resultaten uit de geavanceerde beoordeling weergegeven.

Tabel 4-12: Resultaten geavanceerde beoordeling

Kadevak	Methode	Oordeel geavanceerde beoordeling
4.7+4.9	Restbreedte na afschuiven	✓ Voldoet
8.2	Restbreedte na afschuiven	✗ Voldoet niet

### 4.3.5. Samenvatting beoordeling STBI

Een samenvatting van de totale beoordeling macrostabiliteit binnenwaarts per kadevak is weergegeven in tabel 4-13.

Tabel 4-13: Samenvatting resultaten toets macrostabiliteit binnenwaarts

Kadevakken	Oordeel STBI	Opmerking
1	✗ Voldoet niet	<i>Gedetailleerde toets</i>
2.1	✓ Voldoet	<i>Eenvoudige toets</i>
2.2	✓ Voldoet	<i>Eenvoudige toets, stedelijk gebied</i>
2.3	✓ Voldoet	<i>Eenvoudige toets</i>
2.4	✓ Voldoet	<i>Eenvoudige toets, stedelijk gebied, gedetailleerde toets voor lokale strekking</i>
3.1	✓ Voldoet	<i>Eenvoudige toets, stedelijk gebied</i>
3.2	✗ Voldoet niet	<i>Gedetailleerde toets</i>
4.1+4.3	✓ Voldoet	<i>Eenvoudige toets</i>

4.2+4.4	✓ Voldoet	<i>Gedetailleerde toets</i>
4.5	✗ Voldoet niet	<i>Gedetailleerde toets</i>
4.6+4.8+4.10	✗ Voldoet niet	<i>Gedetailleerde toets</i>
4.7+4.9	✓ Voldoet	<i>Geavanceerde toets</i>
5.1	✗ Voldoet niet	<i>Gedetailleerde toets</i>
5.2	✓ Voldoet	<i>Eenvoudige toets, stedelijk gebied</i>
5.3	✗ Voldoet niet	<i>Gedetailleerde toets</i>
6	✗ Voldoet niet	<i>Gedetailleerde toets</i>
7.1	✓ Voldoet	<i>Eenvoudige toets, stedelijk gebied</i>
7.2	✓ Voldoet	<i>Eenvoudige toets, stedelijk gebied</i>
7.3	✗ Voldoet niet	<i>Gedetailleerde toets</i>
8.1+8.3	✓ Voldoet	<i>Gedetailleerde toets</i>
8.2	✗ Voldoet niet	<i>Geavanceerde toets</i>
9.1	✓ Voldoet	<i>Eenvoudige toets, stedelijk gebied</i>
9.2	✗ Voldoet niet	<i>Gedetailleerde toets</i>

#### 4.3.6. Gevoeligheidsanalyse macrostabiliteit binnenwaarts

Voor de tien afgekeurde vakken 1, 3.2, 4.5, 4.6+4.8+4.10, 5.1, 5.3, 6, 7.3, 8.2 en 9.2 is een gevoeligheidsanalyse uitgevoerd. De gevoeligheid is beschouwd voor de volgende uitgangspunten:

##### 1 Geometrie:

Is het profiel maatgevend of representatief? Voor de geometrie van de rekenprofielen zijn voornamelijk de ingemeten profielen gebruikt, deze worden nog eens kritisch vergeleken met AHN3 om te beoordelen of het gebruikte profiel reëel is.

##### 2 Bodemopbouw:

Voor de huidige berekeningen is de meest maatgevende bodemopbouw gehanteerd met dikste veenpakket. Aan de hand van het GTL wordt kritisch bekeken of de dikte van het veenpakket representatief is voor het kadevak.

##### 3 Volumegewicht veen:

In de huidige berekeningen is veen met kleilig bijmengsel (Gyttja) geschematiseerd als hollandveen met een lager volumegewicht vergeleken met Gyttja. In de gevoeligheidsanalyse is een gemiddelde waarde voor het volumegewicht voor hollandveen aangenomen van 10,6 kN/m<sup>3</sup>.

##### 4 Freatische lijn:

Het verloop van de freatische lijn is onzeker en is daarom veilig geschematiseerd. De gevoeligheid is beschouwd waarbij de freatische lijn ter plaatse van binnenkruinlijn 30 cm lager ligt.

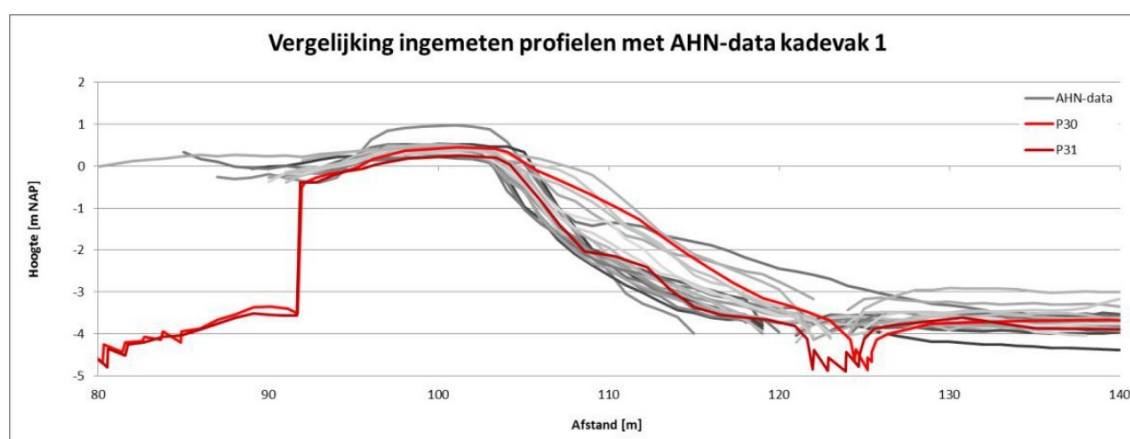
##### 5 Stijghoogte:

In de huidige berekeningen is de maximale stijghoogte geschematiseerd. Dit is een goede keuze omdat de meetreeks vrij kort is, waardoor geen goed inzicht wordt verkregen in de extreme stijghoogtes. Echter, er wordt wel gevarieerd met een lagere, gemiddelde stijghoogte om te beoordelen wat de invloed hiervan is.

## Geometrie

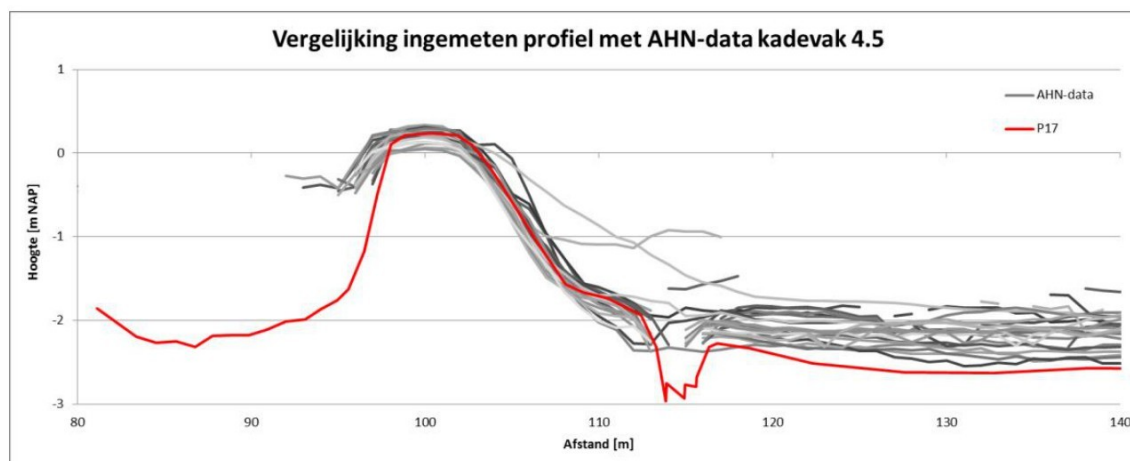
Voor de langste kadevakken wordt het ingemeten profiel vergeleken met de AHN3-data in het betreffende kadevak. Een vergelijking is gemaakt of de gehanteerde, ingemeten geometrie in de rekenprofielen varieert over de gehele lengte van het kadevak.

Voor kadevak 1 is het ingemeten profiel P31 gehanteerd als maatgevende geometrie in het rekenprofiel. Zoals weergegeven in figuur 4-8 ligt het grootste gedeelte van de AHN-profielen binnen een kleine bandbreedte van deze geometrie. De gehanteerde geometrie in de berekening kan daarmee als representatief worden beschouwd voor het gehele kadevak. Enkele AHN-profielen laten een flauwer binnentalud zien, wat goed overeenkomt het andere ingemeten profiel P30. Deze profielen zijn echter niet maatgevend en zijn niet gebruikt in de rekenprofielen.



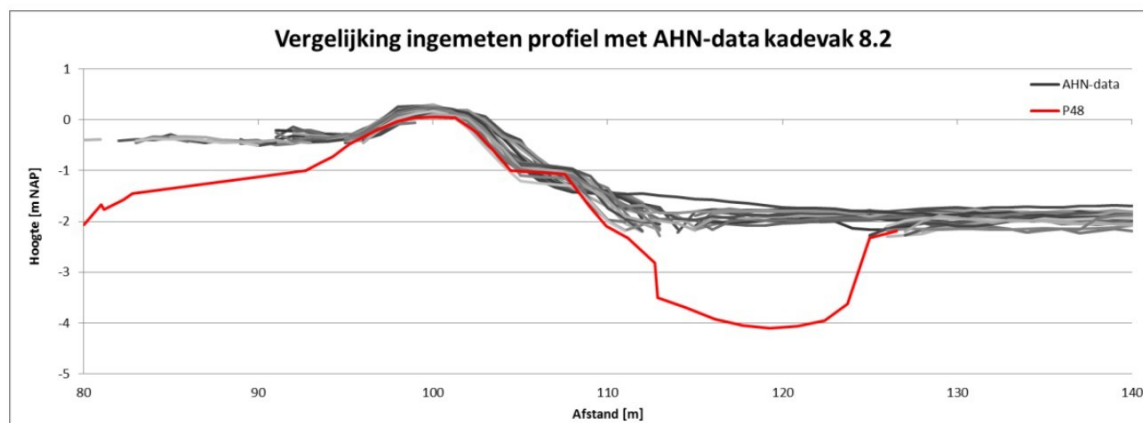
Figuur 4-8: Vergelijking ingemeten profielen met AHN-data kadevak 1

Voor kadevak 4.5 is het ingemeten profiel P17 gehanteerd als maatgevend geometrie in het rekenprofiel. Zoals weergegeven in figuur 4-9 liggen de AHN-profielen binnen in kleine bandbreedte van het ingemeten profiel. De steilheid van het binnentalud, alsmede de kruinhoogte, zijn representatief voor het gehele kadevak.



Figuur 4-9: Vergelijking ingemeten profiel met AHN-data kadevak 4.5

Op basis van AHN3-data is duidelijk te zien dat in kadevak 8.2 een binnendijkse berm aanwezig is over de gehele lengte van het kadevak. Zoals weergegeven in figuur 4-10 liggen de AHN-profielen binnen een kleine bandbreedte van het ingemeten profiel. De gehanteerde geometrie in het rekenprofiel is daarmee representatief voor dit gehele kadevak.



Figuur 4-10: Vergelijking ingemeten profiel met AHN-data kadevak 8.2

### Bodemopbouw

De kadevakindeling is in meerdere stappen tot stand gekomen. De kadevakindeling op basis van geometrie is verder aangescherpt op basis van bodemopbouw. Hierbij is voornamelijk gekeken naar de dikte van het veenpakket. Door het aanscherpen van de kadevakindeling op basis van bodemopbouw wordt de variatie in de dikte van het veenpakket binnen een bepaald kadevak aanzienlijk gereduceerd. De gehanteerde schematisatie van de maatgevende bodemopbouw in de rekenprofielen kan daarmee als representatief worden beschouwd binnen het betreffende kadevak.

### Volumegewicht veen, freatische lijn en stijghoogte

Voor de afgekeurde vakken voor het faalmechanisme STBI is een gevoeligheidsanalyse in de vorm van een berekening uitgevoerd, waarbij de uitgangspunten omtrent volumegewicht veen, verloop freatische lijn en de aangehouden stijghoogte gevarieerd zijn. Een overzicht van de gevoeligheid tussen de berekende veiligheidsfactoren per kadevak is weergegeven in tabel 4-14. De veiligheidsfactoren zijn berekend met het glijvlakmodel Lift Van.

Tabel 4-14: Berekeningsresultaten gevoeligheidsanalyse STBI

Kadevak	Vereiste SF Lift Van	Berekende SF toetsing Lift Van	SF $\gamma_{\text{Hollandveen}} =$ 10,6 kN/m <sup>3</sup>	SF Freatische lijn	SF stijghoogte	SF $\gamma_{\text{Hollandveen}} + \text{freatische lijn}$
1	1,06	0,60	0,64	0,65	0,60	0,69
3.2	1,00	0,90	0,94	0,99	0,91	1,03
4.5	0,95	0,86	0,91	0,98	0,86	0,98
4.6+4.8+4.10	0,95	0,82	0,84	0,92	0,82	0,94
5.1	1,11	0,78	0,82	0,87	0,78	0,90
5.3	1,11	0,86	0,95	0,93	0,86	1,01
6	0,95	0,82	0,89	0,91	0,82	0,97

7.3	1,11	0,85	0,87	0,96	0,85	0,98
8.2	0,95	0,75	0,81	0,86	0,75	0,92
9.2	1,11	0,78	0,82	0,90	0,78	0,93

Te zien is dat het aanpassen van de stijghoogte in de berekeningen weinig tot geen effect heeft. Daarentegen verhogen de aanpassingen in het volumegewicht van veen en de schematisatie van de freatische lijn de berekende veiligheidsfactor. Zeker in het geval als deze beiden optreden. Het is zinvol deze parameters nader te onderzoeken in een vervolgfase.

#### 4.4. Stabiliteit buitentalud

##### 4.4.1. Werkwijze toetsing

Voor de toetsing van macrostabiliteit buitenwaarts is een gedetailleerd toetsniveau gehanteerd. Het faalmechanisme stabiliteit buitenwaarts is met de methode van Bishop berekend. Bij een aantal kadevakken bevindt zich een grondkerende constructie in het buitentalud. De gedetailleerde toetsing bestaat uit kadevakken met en zonder constructie in het buitentalud.

Gedetailleerde beoordeling macrostabiliteit buitenwaarts:

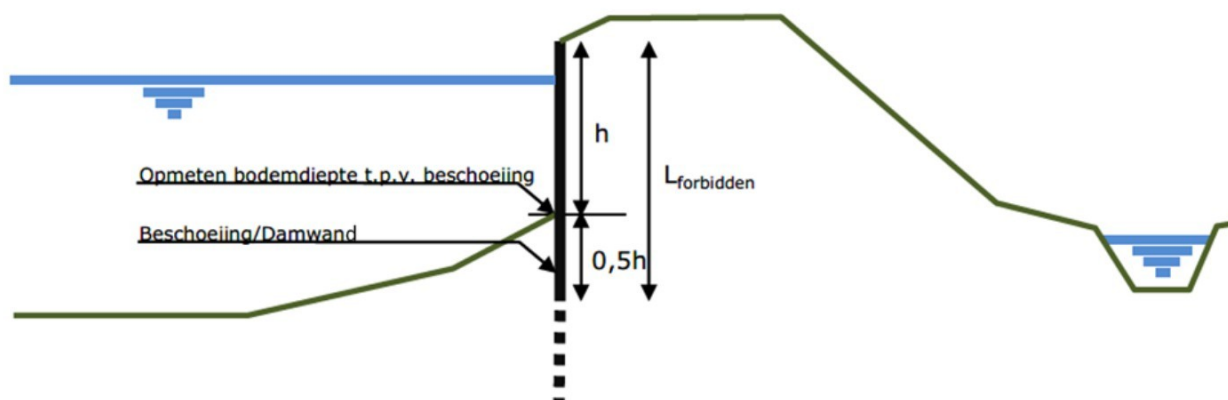
- 1 Met constructie in buitentalud;
- 2 Zonder constructie in buitentalud.

##### 4.4.2. Gedetailleerde beoordeling met constructie in buitentalud

Bij een aantal kadevakken bevindt zich een grondkerende constructie in het buitentalud. Aan de hand van een visuele inspectie<sup>1</sup> is de aanwezigheid en de staat van constructies vastgesteld. Gezien er geen informatie beschikbaar is over het ontwerp van de constructies, is in de toetsing een beschoeiing opgenomen in D-Geo Stability als forbidden line conform de volgende veilige vuistregel [6].

De onderzijde van de forbidden line wordt in D-Geo Stability tot maximaal de helft van de kerende hoogte (h) onder de bodemdiepte opgenomen, zoals geschematiseerd in figuur 4-11. Op deze wijze wordt het optreden van ondiepe glijcirkels in D-Geo Stability voorkomen. Dit is ook de feitelijke functie van een beschoeiing. Er mag verondersteld worden dat de beschoeiing deze functie goed kan vervullen bij een goede staat van onderhoud. Indien de kering niet voldoet in deze beoordeling moet een beheerdersoordeel worden opgesteld waarin de staat van de waterkering is opgenomen. In samenspraak met HHNK wordt vervolgens een veiligheidsoordeel opgesteld.

<sup>1</sup> Visuele inspectie uitgevoerd op 31 oktober 2018. De resultaten zijn opgeleverd middels .shp bestanden.



Figuur 4-11: Vuistregel opnemen constructie als forbidden line [6]

In tabel 4-15 zijn de resultaten van de toetsing STBU voor kadevakken met grondkerende constructie in het buitentalud opgenomen.

Tabel 4-15: Resultaten gedetailleerde toets met constructie in buitentalud

Kadevak	Type constructie*	Staat constructie*	Vereiste SF Bishop	Berekende SF Bishop	Oordeel gedetailleerde toets met constructie
1	Houten damwand	Goed	1,01	2,71	✓ Voldoet
2.1	Houten damwand	Goed	1,06	0,71	✓ Voldoet
2.2	Stalen damwand	Goed	1,06	0,72	✗ Voldoet niet
2.3	Betonnen damwand	Goed	1,06	0,90	✗ Voldoet niet
2.4**	Stalen damwand	Goed	1,06	0,81	✗ Voldoet niet
3.1	Onbekend	Onbekend	0,95	2,62	✓ Voldoet
5.2	Houten palenrij	Matig/slecht	1,06	1,05	✗ Voldoet niet
7.1	Onbekend	Onbekend	1,06	1,54	✓ Voldoet
7.2	Onbekend	Onbekend	1,06	1,06	✓ Voldoet
9.1	Onbekend	Onbekend	1,06	1,25	✓ Voldoet

\*Type en staat van constructie vastgesteld aan de hand van visuele inspectie. Geen constructieve gegevens damwand bekend. Bij enkele kadevakken is het type en staat van damwand onbekend omdat de locatie niet toegankelijk was.

\*\* Alleen het damwandtype bij de Sluiskade is bekend. Damwandeigenschappen voor resterende strekking langs West Grafdijk zijn onbekend, waardoor deze damwand niet representatief is voor kadevak 2.4. Beoordeling is uitgevoerd conform vuistregel [6].

#### 4.4.3. Gedetailleerde beoordeling zonder constructie in buitentalud

De toetsing op macrostabiliteit buitenwaarts voor de kadevakken zonder constructie in het buitentalud is berekend aan de hand van een rekenmodel in D-Geo Stability. Een overzicht van de resultaten uit deze beoordeling is weergegeven in tabel 4-16.

Tabel 4-16: Resultaten gedetailleerde toets zonder constructie in buitentalud

Kadevak	Vereiste SF Bishop	Berekende SF Bishop	Oordeel gedetailleerde toets zonder constructie
3.2	0,95	0,77	✗ Voldoet niet
4.1+4.3	0,90	0,82	✗ Voldoet niet
4.2+4.4	0,90	0,88	✗ Voldoet niet
4.5	0,90	1,03	✓ Voldoet
4.6+4.8+4.10	0,90	1,09	✓ Voldoet
4.7+4.9	0,90	1,30	✓ Voldoet
5.1	1,06	1,07	✓ Voldoet
5.3	1,06	1,01	✗ Voldoet niet
6	0,90	0,93	✓ Voldoet
7.3	1,06	1,43	✓ Voldoet
8.1+8.3	0,90	1,01	✓ Voldoet
8.2	0,90	1,08	✓ Voldoet
9.2	1,06	1,24	✓ Voldoet

#### 4.4.4. Geavanceerde beoordeling

Indien de gedetailleerde beoordeling niet leidt tot het oordeel dat de stabiliteit voldoet aan de norm, wordt de toetsing vervolgd op het geavanceerde niveau. Bij de beoordeling van de stabiliteit buitenwaarts is het van belang of het falen van het buitentalud kan leiden tot een overstroming. Conform [10] is de mogelijkheid tot een restbreedte methode onderzocht voor het buitentalud. Deze methode is gebaseerd op de restbreedte methode voor het binnentalud.

Het falen van het buitentalud leidt niet tot een overstroming indien ondanks de aantasting van de waterkering de resterende kruinbreedte op het niveau van de vereiste kruinhoogte minimaal 1,5 meter bedraagt. Bij deze beoordeling kan voor de aantasting worden uitgegaan van een afschuiving onder een 1:4 helling, gerekend vanaf het waterbodenniveau (al dan niet bij de aanwezigheid van een constructie).

Voor een aantal afgekeurde kadevakken is deze geavanceerde beoordeling voor de stabiliteit buitenwaarts beschouwd. Echter, de geometrie van buitenzijde van de gehele waterkering is zodanig smal dat een restbreedte benadering met een 1:4 helling geen voordeel oplevert. De geavanceerde beoordeling leidt in dit geval niet tot een oordeel 'voldoet' en is niet verder uitgewerkt in deze rapportage.

#### 4.4.5. Samenvatting beoordeling STBU

Een samenvatting van de beoordeling macrostabiliteit buitenwaarts per kadevak is weergegeven in tabel 4-17.

Tabel 4-17: Samenvatting resultaten toets macrostabiliteit buitenwaarts

Kadevakken	Oordeel macrostabiliteit buitenwaarts	Opmerking
1	✓ Voldoet	<i>Gedetailleerde toets met constructie</i>
2.1	✓ Voldoet	<i>Gedetailleerde toets met constructie</i>
2.2	✗ Voldoet niet	<i>Gedetailleerde toets met constructie</i>
2.3	✗ Voldoet niet	<i>Gedetailleerde toets met constructie</i>
2.4	✗ Voldoet niet	<i>Gedetailleerde toets met constructie</i>
3.1	✓ Voldoet	<i>Gedetailleerde toets met constructie</i>
3.2	✗ Voldoet niet	<i>Gedetailleerde toets zonder constructie</i>
4.1+4.3	✗ Voldoet niet	<i>Gedetailleerde toets zonder constructie</i>
4.2+4.4	✗ Voldoet niet	<i>Gedetailleerde toets zonder constructie</i>
4.5	✓ Voldoet	<i>Gedetailleerde toets zonder constructie</i>
4.6+4.8+4.10	✓ Voldoet	<i>Gedetailleerde toets zonder constructie</i>
4.7+4.9	✓ Voldoet	<i>Gedetailleerde toets zonder constructie</i>
5.1	✓ Voldoet	<i>Gedetailleerde toets zonder constructie</i>
5.2	✗ Voldoet niet	<i>Gedetailleerde toets met constructie</i>
5.3	✗ Voldoet niet	<i>Gedetailleerde toets zonder constructie</i>
6	✓ Voldoet	<i>Gedetailleerde toets zonder constructie</i>
7.1	✓ Voldoet	<i>Gedetailleerde toets met constructie</i>
7.2	✓ Voldoet	<i>Gedetailleerde toets met constructie</i>
7.3	✓ Voldoet	<i>Gedetailleerde toets zonder constructie</i>
8.1+8.3	✓ Voldoet	<i>Gedetailleerde toets zonder constructie</i>
8.2	✓ Voldoet	<i>Gedetailleerde toets zonder constructie</i>
9.1	✓ Voldoet	<i>Gedetailleerde toets met constructie</i>
9.2	✓ Voldoet	<i>Gedetailleerde toets zonder constructie</i>

#### 4.4.6. Aandachtspunt beoordeling STBU

Omdat het type constructie en de staat van de constructie zijn vastgesteld aan de hand van een visuele inspectie, zijn de eigenschappen en lengtes van deze constructies onbekend. Bovenstaand toetsoordeel is gebaseerd op de vuistregel conform [6]. Geadviseerd wordt de afgekeurde constructies aan de hand van een beheerdersoordeel te toetsen.

#### 4.4.7. Gevoeligheidsanalyse

Voor de afgekeurde vakken is een gevoeligheidsanalyse uitgevoerd. De gevoeligheidsanalyse voor STBU is opgedeeld in kadevakken met en zonder constructie in het buitentalud.

##### Met constructie

Voor de kadevakken met constructie is gevarieerd met de volgende uitgangspunten:

1. In de toetsing zijn de grondkerende constructies geschematiseerd met een forbidden line conform [6] met een lengte tot maximaal de helft van de kerende hoogte onder de bodemdiepte. In veel gevallen is deze lengte een (te) veilige aanname. Voor een onverankerde damwand is het aannemelijk om voor de lengteverhouding 1/3 kerende hoogte met 2/3 onder bodemniveau aan te houden.
2. Mogelijk zijn de kerende constructies verankerd, waardoor de glijcirkel verder van de damwand insteekt. De aanwezigheid van verankering is niet in de visuele inspectie vastgesteld. Aangezien de glijcirkels reeds op meer dan 3 m horizontale afstand vanuit de damwand insteken is de variatie in een grotere Bishop cirkel niet meegenomen.

##### Zonder constructie

Voor de kadevakken zonder constructie wordt gevarieerd met de volgende uitgangspunten:

1. In de huidige berekeningen is veen met kleilig bijmengsel (Gyttja) geschematiseerd als hollandveen met een lager volumegewicht vergeleken met Gyttja. In de gevoeligheidsanalyse is een gemiddelde waarde voor het volumegewicht voor hollandveen aangenomen van 10,6 kN/m<sup>3</sup>.
2. Voor stabiliteit buitenwaarts wordt gerekend met streefpeil op de boezem plus een verhoging van de freatische lijn door neerslag in de kern van de kade. Onder dagelijkse omstandigheden is de waterstand in de kruin van de kade lager. Hiervoor wordt een grondwaterstand gelijk aan streefpeil aangenomen in de kruin van de kade.
3. Combinatie 1 en 2.

Een overzicht van de berekeningsresultaten uit de gevoeligheidsanalyse voor STBU is weergegeven in tabel 4-18.

Tabel 4-18: Berekeningsresultaten gevoeligheidsanalyse STBU

Kadevak	Constructie in buitentalud	Vereiste SF	Berekende SF toetsing	Met constructie	Zonder constructie		
				SF Lengteverhouding 1/3 - 2/3	SF $\gamma_{\text{Hollandveen}} = 10,6 \text{ kN/m}^3$	SF Grondwaterstand in kruin streefpeil	SF gecombineerd $\gamma_{\text{Hollandveen}}$ en streefpeil
2.2	Ja	1,06	0,72	4,09	-	-	-
2.3	Ja	1,06	0,90	2,65	-	-	-
2.4	Ja	1,06	0,81	3,27	-	-	-
3.2	Nee	0,95	0,77	-	0,81	0,86	0,91
4.1+4.3	Nee	0,90	0,82	-	0,85	0,90	0,93
4.2+4.4	Nee	0,90	0,88	-	0,94	0,97	1,02
5.2	Ja	1,06	1,05	1,27	-	-	-
5.3	Nee	1,06	1,01	-	1,12	1,12	1,23

Te zien is dat de kadevakken met constructie alsnog worden goedgekeurd bij het aanpassen van de lengte van de geschematiseerde constructie. Voor kadevakken zonder constructie is de invloed van het volumegewicht van veen goed terug te zien. Lokaal onderzoek naar het volumegewicht van veen is zinvol.

#### 4.4.8. Aandachtspunt gevoeligheidsanalyse

Uit de toetsing van het buitentalud met constructie conform de vuistregel [6] volgt dat de kadevakken niet voldoen aan de vereiste veiligheidsfactor. Uit de gevoeligheidsanalyse volgt dat deze kadevakken wel voldoen bij een damwandlengteverhouding van 1/3 kerende hoogte met 2/3 onder bodemniveau. Geadviseerd wordt om in een beheerdersoordeel na te gaan of deze lengteverhouding daadwerkelijk aanwezig is. Indien dit het geval is, kan het betreffende kadevak goedgekeurd worden.

### 4.5. Microstabiliteit

#### 4.5.1. Werkwijze toetsing

De toetsing van microstabiliteit bestaat uit vier stappen.

##### 1 Eenvoudige beoordeling

Dit is een beoordeling op basis van een aantal toepassingsvoorwaarden. Indien het kadevak aan één van die toepassingsvoorwaarden voldoet kan het vak goedgekeurd worden. Als er niet aan de toepassingsvoorwaarden wordt voldaan kan er uitgegaan worden van een restprofielbenadering. Er wordt dan een globale schatting gemaakt van het schadeprofiel. Om te beoordelen of dit schadeprofiel acceptabel is dient het getoetst te worden op de sporen stabiliteit van bekledingen, piping en heave en macrostabiliteit binnenwaarts. Als het schadeprofiel acceptabel is worden de kadevakken goedgekeurd.

##### 2 Gehanteerde ontwerpmethod

Als profiel niet in de eenvoudige beoordeling is goedgekeurd dient de wijze van ontwerpen te worden nagegaan. Als ontworpen is conform de ontwerpleidraden voor Boven- en Benedenrivieren, de Leidraad Zee- en Meerdijken of het technisch rapport Waterkerende Grondconstructies en de geometrie en randvoorwaarden zijn niet ongunstiger geworden t.o.v. het ontwerp dan kan het profiel worden goedgekeurd. Als dit niet het geval is dient de toetsing vervolgd te worden met de gedetailleerde beoordeling.

##### 3 Gedetailleerde toetsing

- Stap 3.1: modelmatige verfijning (conform vigerende technische rapporten). Bij deze stap worden grondwaterstromingsberekeningen uitgevoerd en wordt daarmee een schema gevolgd waarbij gekeken wordt naar de kleiafdekking en uitspoelen en afschuiven van het binnentalud.
- Stap 3.2: Gegevensverzameling: Bij deze stap worden extra gegevens van het profiel verzameld om met deze extra gegevens mogelijk het profiel in stap 3.1 alsnog goed te kunnen keuren.

##### 4 Geavanceerde toetsing

Vervolgens is er nog de mogelijkheid om een geavanceerde toetsing uit te voeren. Bij deze toetsing kan gedacht worden aan:

- Nauwkeuriger mechanismebesrijving. Hierbij kan worden gedacht aan het beter vaststellen van het punt van initieel bezwijken of het vervolgmecanisme na initieel bezwijken;