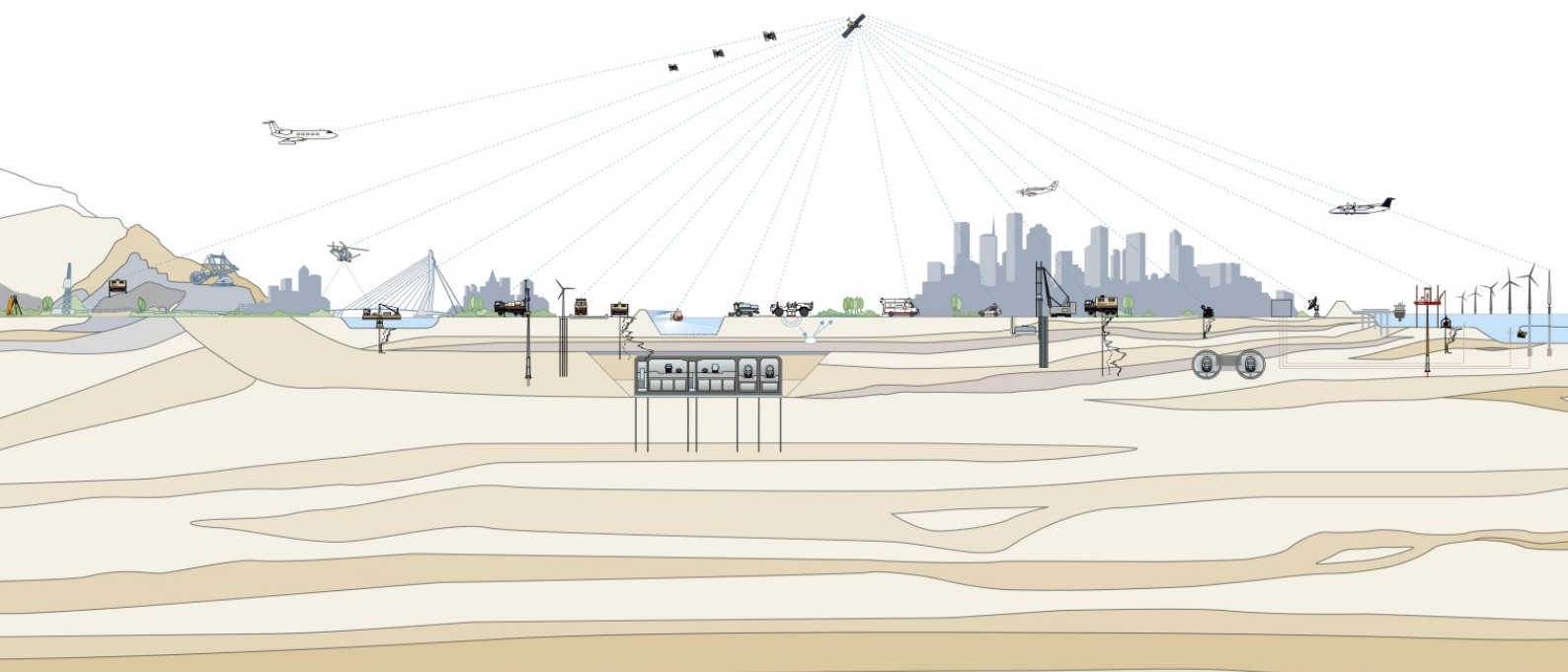


Zetting- en stabiliteitsberekeningen (DO)
Dijkversterking Zeeburgereiland

Document Nr.: 1218-0022-000.R01

Versie: 1.0

Datum: 17-4-2018



Opdrachtgever Gemeente Amsterdam
 Ingenieursbureau
 Weesperstraat 430
 Postbus 12693
 1100 AR Amsterdam

Opdrachtnemer Fugro NL Land B.V.
 Archimedesbaan 13
 3439 ME Nieuwegein
 T 030 60 28175

Projectleider Ir. J. Hockx
 Senior consultant Waterbouw
 T 030 60 28195

Versiebeheer

1.0	Initiële versie	Ir. M. Hop	Ir. J. Hockx	Ir. J. Hockx	17-4-2018
					
Rev	Omschrijving	Opgesteld	Gecontroleerd	Goedgekeurd	Datum

INHOUDSOPGAVE

INHOUDSOPGAVE	I
1. INLEIDING	1
2. PROJECTOMSCHRIJVING	2
2.1 Bronnenlijst	4
3. GEOTECHNISCH ONDERZOEK EN BODEMGESTELDHEID	6
3.1 Algemeen	6
3.2 Bodemschematisering	6
3.3 Grondwaterstanden en stijghoogten	8
3.4 Grondparameters	8
4. GEOTECHNISCHE ANALYSES	10
4.1 Zettingsberekeningen	10
4.1.1 Uitgangspunten	10
4.1.2 Zetting	10
4.1.3 Tijd-zettingsverloop	11
4.1.4 Berekende zetting	12
4.1.5 Restzetting bij toepassing van een tijdelijke voorbelasting	13
4.2 Stabiliteitsberekeningen	13
4.2.1 Uitgangspunten	13
4.2.2 Methode Bishop	15
4.2.3 Berekeningsresultaten	16
4.2.4 Uitvoeringsstabiliteit	17
5. SAMENVATTING EN CONCLUSIES	20
6. LITERATUUROVERZICHT EN LIJST VAN BEGRIPPEN EN DEFINITIES	22
6.1 Literatuuroverzicht	22
6.2 Lijst van begrippen en definities	22
BIJLAGEN	1
A. RESULTATEN ZETTINGSBEREKENING	2
A.1 DWP 3	2
A.2 DWP 5	4
A.3 DWP 6	6
A.4 DWP 8	8
A.5 DWP 11	11
A.6 DWP 14	13
B. RESULTATEN STABILITEITSBEREKENINGEN	16

ZETTING- EN STABILITEIT DIJKVERSTERKING ZEEBURGEREILAND

B.1	DWP3	16
B.2	DWP5	16
B.3	DWP6	16
B.4	DWP8	16
B.5	DWP11	16
B.6	DWP14	16
C.	DWARSPROFIELEN	17
D.	LOCATIE OERGEUL	18

Bijlage

Bijlage A	Resultaten zettingsberekeningen
Bijlage B	Resultaten stabiliteitsberekeningen
Bijlage C	Dwarsprofielen
Bijlage D	Oergeul

1. INLEIDING

Op 8 maart 2018 ontving Fugro te Nieuwgein van Ingenieursbureau Gemeente Amsterdam de opdracht voor het uitbrengen van een advies voor zetting- en stabiliteitsberekeningen voor het project dijkversterking waterkering Zeeburgereiland (ZBE) in het kader van het opstellen van het definitief ontwerp (DO).

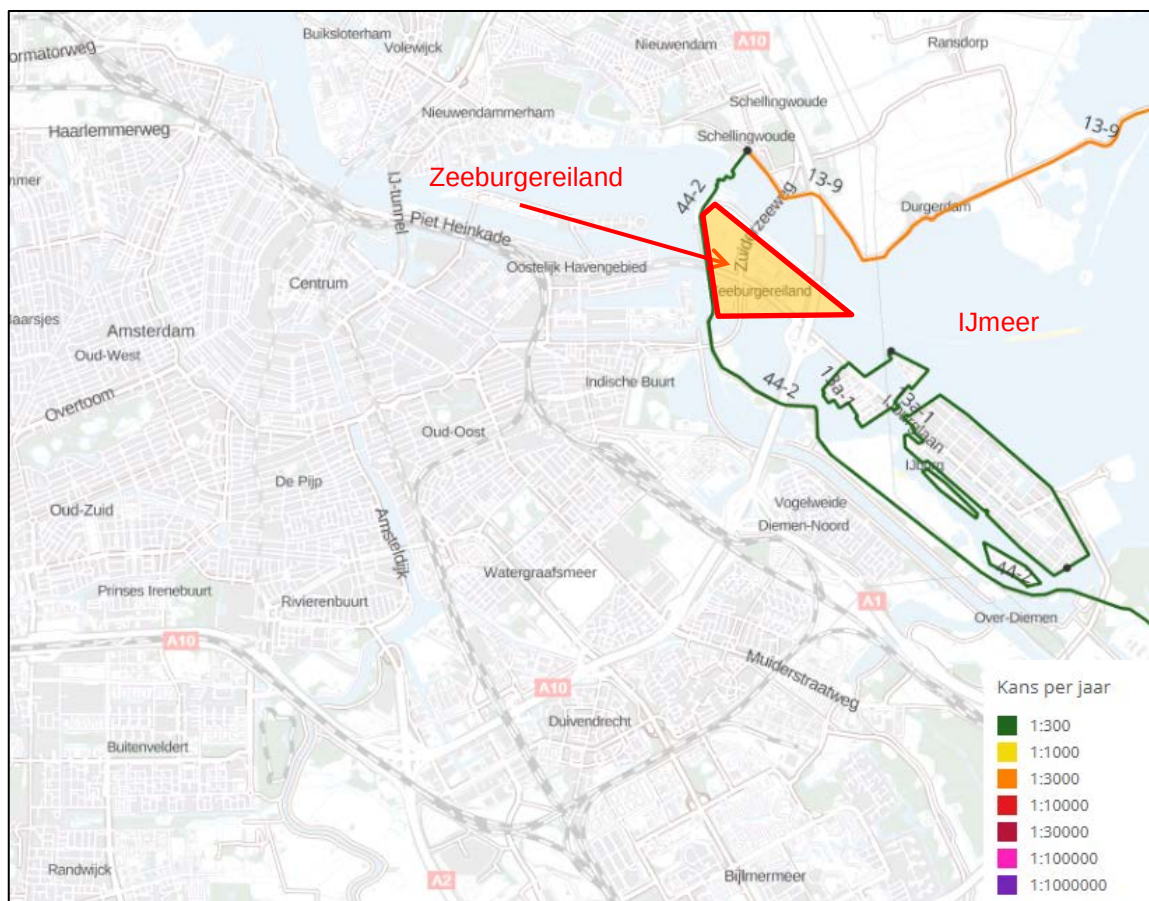
De resultaten van dit onderzoek zijn gebaseerd op de opdracht en de in het rapport beschreven uitgangspunten. Fugro neemt geen verantwoordelijkheid voor de juistheid van andere dan door ons gerapporteerde conclusies en interpretaties.

Dit rapport bevat:

- een korte projectomschrijving (hoofdstuk 2);
- een beschrijving van het uitgevoerde geotechnisch onderzoek en de bodemgesteldheid (hoofdstuk 3);
- een geotechnische analyse van de zetting, stabiliteit (hoofdstuk 4);
- samenvatting en conclusies (hoofdstuk 5);
- een lijst van de gehanteerde begrippen en definities m.b.t. zettingen (hoofdstuk 6).

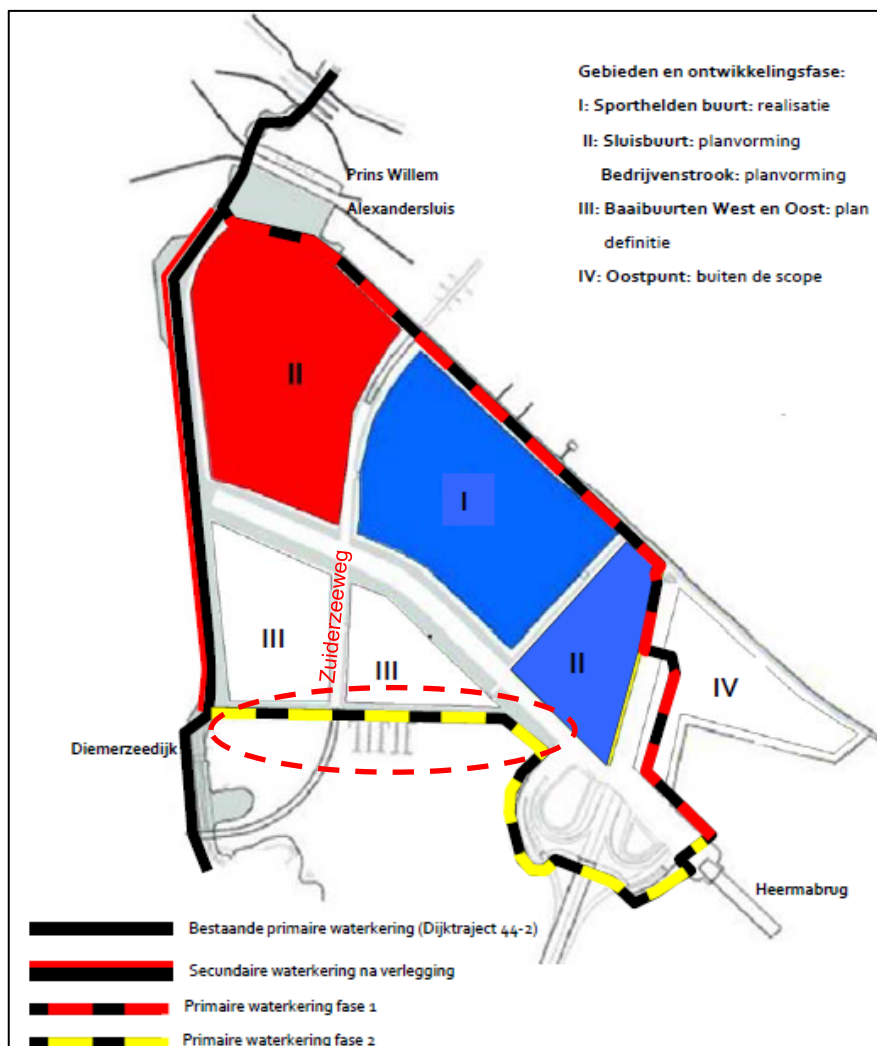
2. PROJECTOMSCHRIJVING

Het ZBE is door de gemeente Amsterdam aangewezen als herontwikkelingsgebied voor de bouw van circa 9700 woningen, inclusief voorzieningen. Het ZBE ligt momenteel 'buitendijks' in het Markermeer (IJmeer). Dit wil zeggen dat dit gebied niet beschermd is door een primaire waterkering (figuur 2-1).



Figuur 2-1: Situering Zeeburgereiland met ligging primaire waterkeringen met normering overstromingskansen (bron waterveiligheidsportaal.nl)

De gemeente Amsterdam, als initiatiefnemer van bovengenoemde ontwikkeling, is verantwoordelijk voor de realisatie van een hoogwaardige bescherming van het gebied tegen water. Het 'binnendijks' brengen van het ZBE wordt gerealiseerd door de opwaardering van de bestaande regionale waterkering aan de noordoost- en zuidrand van het ZBE tot primaire waterkeringen. (zie figuur 2-2).

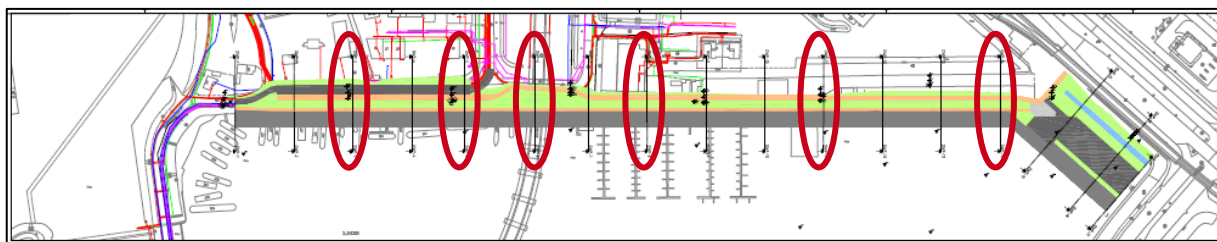


Figuur 2-2: Ontwikkeling deelgebieden en aanleg waterkeringen Zeeburgereiland (overgenomen uit [IAMS 2017c])

De huidige westrand van het eiland, langs het Amsterdam Rijnkanaal (ARK), maakt deel uit van Dijktraject 44-2, met een signaleringswaarde voor overstromingskans van 1/300 (zie figuur 2-1). In de toekomst zal de functie van primaire waterkering vervallen, als gevolg van de aanleg van de primaire waterkering aan de noordoost- en zuidrand van het ZBE. Deze waterkering zal hierdoor als secundaire waterkering worden aangemerkt.

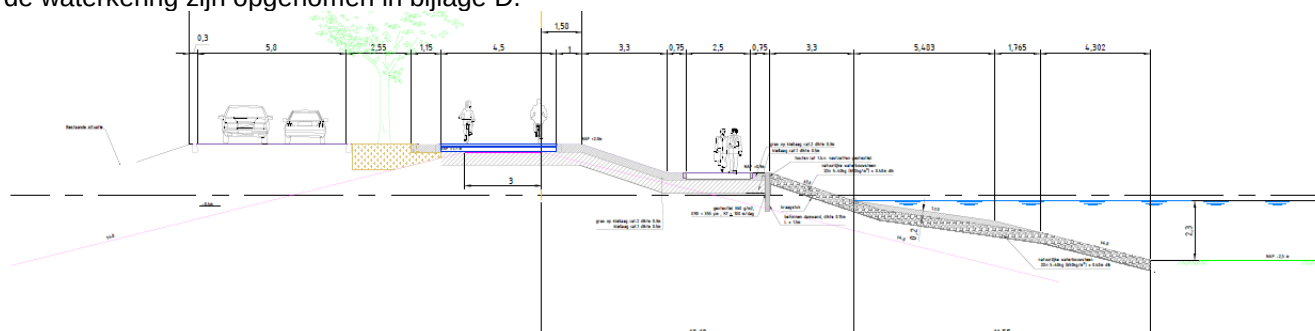
De versterking van de regionale waterkeringen vindt in twee fasen plaats. Fase 1 is reeds in 2014 voltooid. Deze zettings- en stabiliteitsberekeningen zijn van toepassing op Fase 2 en behelst de zuidrand vanaf de aansluiting bij de Heermabrug (oostzijde) tot aan de aansluiting met de Diemerzeedijk (westzijde).

In deze rapportage wordt voor het traject Zuider IJdijk en Zuiderzeeweg voor zes maatgevende dwarsprofielen (3, 5, 6, 8, 11 en 14) zetting en stabiliteitsberekeningen uitgevoerd in het kader van het opstellen van het definitief ontwerp, zie figuur 2-3 voor de locaties.



Figuur 2-3 Locatie dwarsprofielen [IAMS 2017a]

In figuur 2-4 is een voorbeeld gegeven van een dwarsprofiel. De dwarsprofielen van het ontwerp van de waterkering zijn opgenomen in bijlage D.



Figuur 2-4: Voorbeeld dwarsprofiel [IAMS 2017a]

2.1 Bronnenlijst

Bij het opstellen van deze rapportage is gebruik gemaakt van onderstaande informatie:

- [AMS 2018] Landmaken oksel A10- Dijkverzwaring Zeeburgereiland 2^e fase, Gemeente Amsterdam, Kenmerk: 32837d_nfp_v2.0, 9 februari 2018
- [IAMS 2017a] Waterkeringen Zeeburgereiland Dwarsprofielen voor geotechniek Zuiderijdkijk blad 1, Ingenieursbureau Amsterdam, 23-5-2017
- [IAMS 2017b] Waterkeringen Zeeburgereiland Dwarsprofielen voor geotechniek Zuiderijdkijk blad 2, Ingenieursbureau Amsterdam, 23-5-2017
- [IAMS 2017c] Zeeburgereiland, Projectplan primaire waterkering, kenmerk 28983d_PPfpv2.1, versie 2, definitief, Gemeente Amsterdam, 6 juni 2017
- [IAMS 2017d] 2 doorsnedes op Waterkering-Kom, Ingenieursbureau Amsterdam, 9-4-2018
- [IAMS 2017e] Doorsnede-W-F-V-2-5, Ingenieursbureau Amsterdam, 9-4-2018
- [NEN 9997-1] Geotechnisch ontwerp van constructies – Deel 1: Algemene regels, NEN 9997-1, NEN, 2016
- [WAT 2018] Waterschap Amstel, Gooi en Vecht, legger, geraadpleegd op 19-3-2018.
- [WAT 2011] Watergebiedsplan Bijlmerring, Hoogheemraadschap Amstel Gooi en Vecht, Augustus 2011
- [Fugro 2017] Rapportage laboratoriumonderzoek dijkversterking Zeeburgereiland, advies en onderzoek, Fugro,1217-0061-001, 19-12-2017
- [Multi 2016] Bodemonderzoek ten behoeve van project Waterkering Zeeburgereiland, Multiconsult, JS/BM160779/003801-001, 31-10-2016
- [Fugro 2018] Geotechnisch onderzoek Dijkversterking Zeeburgereiland, advies en onderzoek, Fugro, 1217-0061-001, 26 januari 2018

[CROW 2004] Betrouwbaarheid van zettingsprognoses, CROW, ISBN 9066284307, November 2004
[TRWG 2007] Addendum bij technisch rapport waterkerende grondconstructies, Ministerie van Verkeer
en Waterstaat- Expertise Netwerk Waterkeren, juli 2007

3. GEOTECHNISCH ONDERZOEK EN BODEMGESTELDHEID

3.1 Algemeen

Voor project dijkversterking Zeeburgereiland is door Fugro [Fugro 2018] en [Fugro 2017] en Multiconsult [Multi 2016] grondonderzoek uitgevoerd. Dit onderzoek heeft bestaan uit sonderingen en boringen op land en water.

3.2 Bodemschematisering

Het Zeeburgereiland is vroeger opgebracht door het aanbrengen van baggerslib. Een gedeelte van de Oer-IJ heeft door het eiland gelopen, in bijlage C is een indicatie van de locatie weergegeven. De oergeul is door de jaren heen opgevuld met slap materiaal. In tabel 3-1 staat per dwarsprofiel het gebruikte grondonderzoek weergegeven. Uit analyse van het grondonderzoek komt duidelijk de oergeul naar voeren in dwarsprofiel 6 en 8. Opgemerkt wordt dat uit het grondonderzoek blijkt dat er veel variatie in de ondergrond zit en dat grondonderzoek in enkele gevallen elkaar tegenspreken. Als dat het geval is, is er gekozen voor een conservatieve schematisatie van de bodemopbouw.

Tabel 3-1: Gebruikt grondonderzoek per dwarsprofiel

Dwarsprofiel	DWP3	DWP5	DWP6	DWP8	DWP11	DWP14
Sondering(land) [Multi 2016]	S08	S07	S06	S06 ¹	S04	S03, S02
Sondering(water) [Multi 2016]	WS08	WS07	WS06	WS06 ¹	WS04	WS02 ,WS11
Boringen [Multi 2016]		B04 ²	B03		B02	
Handboring [Fugro 2018]	HB2	HB2	HB3	HB4	HB5	HB6
Handboring [Multi 2016]	HB8.3 HB8.1	HB7.1 HB7.2	HB6.3	HB6.3	HB3.1 HB3.2 HB3.3	HB2.2 HB2.3
¹ Dwarsprofiel DWP 8 ligt precies tussen grondonderzoek S05, S06 en WS05,WS06 in, er is conservatief uitgegaan van S06 en WS06						
² Boring B04 laat kleine veenlaag zien, S07 laat dikkere laag zien, conservatief gekozen voor S07						

Er zijn berekeningen gemaakt voor de dwarsprofielen 3, 5, 6, 8 ,11 en 14. In onderstaande tabellen is voor iedere doorsnede de schematisering van de bodemopbouw gegeven. Gebaseerd op het grondonderzoek gespecificeerd in tabel 3-1.

Tabel 3-2: Bodemschematisering en karakteristieke waarden grondparameters profiel 3

Nr.	Grondlaag dijklichaam	Bovenkant laag [m NAP]	Grondlaag voorland	Bovenkant laag [m NAP]
1	Zand losgepakt	1,73	Baggerslib	-1,45
2	Opgebracht Slib	-6,00	Wadzand	-7,00
3	Wadzand	-7,00	Hydrobiaklei	-8,00
4	Hydrobiaklei	-9,50	Zand (watervoerend)	-12,00
5	Zand (watervoerend)	-11,50	Klei	-14,00
6	Klei	-15,00		

Tabel 3-3: Bodemschematisering en karakteristieke waarden grondparameters profiel 5

Nr.	Grondlaag dijklichaam	Bovenkant laag [m NAP]	Grondlaag voorland	Bovenkant laag [m NAP]
1	Zand losgepakt	1,40	Baggerslib	-1,45
2	Klei	-0,40	Wadzand	-7,90
3	Opgebracht Slib	-1,00	Hydrobiaklei	-9,50
4	Zand losgepakt	-3,30	Zand (watervoerend)	-13,00
5	Wadklei	-5,70		
6	Wadzand	-7,40		
7	Hydrobiaklei	-8,80		
8	Zand (watervoerend)	-12,50		

Tabel 3-4: Bodemschematisering en karakteristieke waarden grondparameters profiel 6

Nr.	Grondlaag dijklichaam	Bovenkant laag [m NAP]	Grondlaag voorland	Bovenkant laag [m NAP]
1	Zand losgepakt	1,14	Baggerslib	-1,10
2	Opgebracht Slib	-1,00	Zand (watervoerend)	-16,00
3	Klei slap	-7,00	Klei	-18,00
4	Klei	-11,00	Zand (watervoerend)	-19,00
5	Zand (watervoerend)	-17,50		

Tabel 3-5: Bodemschematisering en karakteristieke waarden grondparameters profiel 8

Nr.	Grondlaag dijklichaam	Bovenkant laag [m NAP]	Grondlaag voorland	Bovenkant laag [m NAP]
1	Zand losgepakt	1,33	Baggerslib	-1,10
2	Opgebracht Slib	-2,00	Zand (watervoerend)	-16,00
3	Klei slap	-6,50	Klei	-18,00
4	Klei	-11,00	Zand (watervoerend)	-19,00
5	Zand (watervoerend)	-17,50		

Tabel 3-6: Bodemschematisering en karakteristieke waarden grondparameters profiel 11

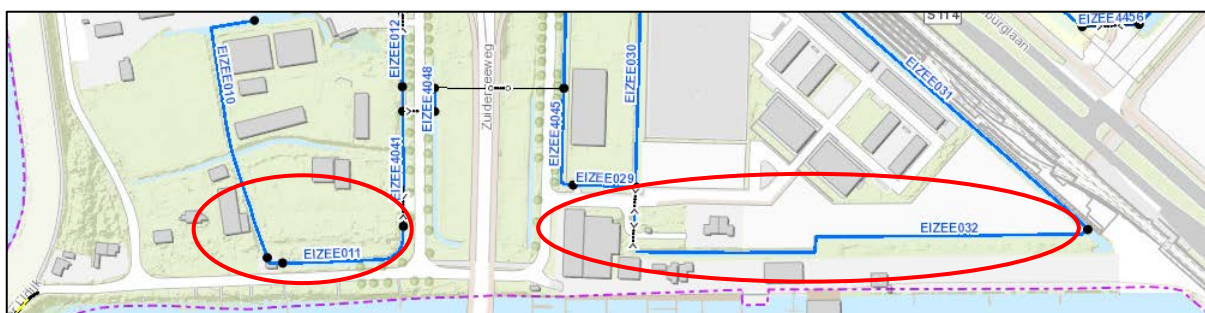
Nr.	Grondlaag dijklichaam	Bovenkant laag [m NAP]	Grondlaag voorland	Bovenkant laag [m NAP]
1	Zand losgepakt	1,91	Baggerslib	-1,10
2	Opgebracht Slib	0,00	Klei	-6,50
3	Zand losgepakt	-1,50	Zand (watervoerend)	-13,50
4	Klei	-4,00		
5	Basisveen	-11,00		
6	Zand (watervoerend)	-12,00		

Tabel 3-7: Bodemschematisering en karakteristieke waarden grondparameters profiel 14

Nr.	Grondlaag dijklichaam	Bovenkant laag [m NAP]	Grondlaag voorland	Bovenkant laag [m NAP]
1	Klei	1,17	Baggerslib	-1,30
2	Zand losgepakt	-1,30	Hydrobiaklei	-8,00
3	Wadklei	-7,30	Basisveen	-12,00
4	Wadzand	-9,10	Zand (watervoerend)	-12,50
5	Hydrobiaklei	-10,00	Klei	-14,00
6	Basisveen	-12,00	Zand (watervoerend)	-18,00
7	Zand (watervoerend)	-12,30		
8	Klei	-13,70		
9	Zand (watervoerend)	-18,00		

3.3 Grondwaterstanden en stijghoogten

Voor het waterpeil van het IJmeer wordt het winter streefpeil van NAP-0,4 m aangehouden [IAMS 2017c]. Uit de legger [WAT 2018] blijkt dat er twee watergangen achter de Zuider IJdijk aanwezig zijn, zie figuur 3-1.



Figuur 3-1: Overzicht watergangen Zeeburgereiland [WAT 2018]

De dimensies van de watergangen staan weergegeven in tabel 3-8.

Tabel 3-8 Dimensies watergangen langs Zuider IJdijk [WAT 2018]

Onderdeel	EIZEE011	EIZEE032
Waterpeil	NAP-0,40 m	NAP-0,05 m
Waterdiepte	0,50 m	0,50 m
Talud	1:1,5	1:1
Bodembreedte	1,48 m	1,50 m
Breedte op ref peil	2,90 m	2,50 m

Voor de freatische lijn wordt een opbolling van 0,5 m ter plaatste van het dijklichaam aangehouden. De eerste watervoerende zandlaag heeft een stijghoogte van NAP -1,3 m [AMS 2018].

3.4 Grondparameters

De grondparameters zijn grotendeels overgenomen uit [AMS 2018]. In tabel 3-9 zijn de parameters gepresenteerd zoals gebruikt in de zettingsberekeningen. Aangepaste parameters zijn:

- Baggerslib is gebaseerd op slib-toplaag, is toegevoegd omdat er geen onderscheid te maken is tussen top en onderlaag.

ZETTING- EN STABILITEIT

DIJKVERSTERKING ZEEBURGEREILAND

- Klei slap volgt uit tabel 2.b [NEN 9997-1] en is toegevoegd wegens het slappe materiaal in de oergeul ter plaatse van dwp 6 en 8.
- Aangebracht slib is gebaseerd op slib-onderlaag, omdat sonderingen veen aangaven op locaties waar geen veen voorkomt.

Tabel 3-9: Representatieve grondparameters gebruikt voor zetting

Materiaal	γ_d	γ	C_p	C_p'	C_s	C_s'	c_v	c_h/c_v	POP	OCR
	[kN/m ³]	[kN/m ³]	[-]	[-]	[-]	[-]	[m ² /s]	[-]	[kN/m ²]	[-]
asfalt/puin	17,0	20,0	1500	-	-	-	-	-	5	-
zand (losgepakt)	17,0	19,0	1800	760	-	-	-	-	5	-
Baggerslib ¹	12,9	12,9	366	115	128	641	1.0 ⁻⁸	1,25	5	-
slib-toplaag	12,9	12,9	366	115	128	641	1.0 ⁻⁸	1,25	5	-
slib-onderlaag	13,9	13,9	41,6	13,4	151	79,3	5.0 ⁻⁸	1,25	5	-
Wadklei	16,2	16,2	69	24	288	187	1.0 ⁻⁷	1,00	5	-
Hydrobiaklei	14,5	14,5	80	15	170	95	1.16 ⁻⁷	1,25	5	-
Basisveen	10,5	10,5	25	10	85	40	9.26 ⁻⁷	2,50	5	-
zand (watervoerend)	18,0	20,0	3000	1000	-	-	-	-	-	1,3
Wadzand	17,0	17,0	69	24	288	187	-	-	5	-
klei	17,5	17,5	69	24	288	187	1.0 ⁻⁷	1,00	5	-
Klei slap ²	14,0	14,0	28	7	320	80	1.0 ⁻⁷	1,00	5	-
Aangebracht slib ³	13,9	13,9	41,6	13,4	151	79,3	5.0 ⁻⁸	1,25	5	-
Ophoogmateriaal	18,0	20,0	-	-	-	-	-	-	-	-

¹. Parameters volgens Slib-toplaag
². Parameters volgens tabel 2.b [NEN 9997-1]
³. Parameter volgens Slib-onderlaag

In [AMS 2018] staan de rekenwaarden zoals gebruikt voor de stabiliteits berekeningen, de materiaalfactoren volgen uit [TRWG 2007].

Tabel 3-10: Rekenwaarde en representatieve grondparameters gebruikt voor stabiliteit

Materiaal	γ_d	γ	C'_{rep}	Φ'_{rep}	$\gamma_{m;c'}$	$\gamma_{m;\tan(\phi')}$	C'_d	Φ'_d
	[kN/m ³]	[kN/m ³]	[kN/m ²]	[°]	[-]	[-]	[kN/m ²]	[kN/m ²]
asfalt/puin	17,0	20,0	0	35	n.v.t.	1,20	0	30,26
zand (losgepakt)	17,0	19,0	0	30	n.v.t.	1,20	0	25,69
Baggerslib ¹	12,9	12,9	3,0	18,0	1,25	1,20	2,40	15,15
slib-toplaag	12,9	12,9	3,0	18,0	1,25	1,20	2,40	15,15
slib-onderlaag	13,9	13,9	4,0	20,0	1,25	1,20	3,20	16,87
Wadklei	16,2	16,2	3,0	25,0	1,25	1,20	2,40	21,24
Hydrobiaklei	14,5	14,5	7,0	23,0	1,25	1,20	5,60	19,48
Basisveen	10,5	10,5	5,0	18,0	1,50	1,25	3,33	14,57
zand (watervoerend)	18,0	20,0	0	32,5	n.v.t.	1,20	0	27,96
Wadzand	17,0	17,0	0	30	n.v.t.	1,20	0	25,69
klei	17,5	17,5	5	17,5	1,25	1,20	3,33	14,72
Klei slap ²	14,0	14,0	0	17,5	1,25	1,20	0	14,72
Aangebracht slib ³	13,9	13,9	4,0	20,0	1,25	1,20	3,20	16,87
Ophoogmateriaal	18,0	20,0	0	32,5	n.v.t.	1,20	0	27,96
Breksteen	18,0	20,0	0	35	n.v.t.	1,20	0	30,26

¹. Parameters volgens Slib-toplaag
². Parameters volgens tabel 2.b [NEN 9997-1]
³. Parameter volgens Slib-onderlaag

4. GEOTECHNISCHE ANALYSES

4.1 Zettingsberekeningen

4.1.1 Uitgangspunten

De zettingsberekening zijn uitgevoerd met behulp van D-Settlement versie 18.1. Hierbij zijn de volgende uitgangspunten gehanteerd:

- Toepassing van het Koppejan rekenmodel met natural strain en het consolidatie model van Terzaghi.
- Een zettingstijd van 30 weken voor dwarsprofielen 3, 5 en 6 (opgave Gemeente Amsterdam).
- Een zettingstijd van 12 weken voor dwarsprofielen 8, 11 en 14 (opgave Gemeente Amsterdam).
- De restzettingseis bedraagt maximaal 0,3 m zetting over een periode van 50 jaar (opgave Gemeente Amsterdam). Hiervan bedraagt een deel autonome bodemdaling.
- De grootte van de autonome bodemdaling is niet bekend voor het Zeeburgereiland bij zowel de Gemeente Amsterdam als de toekomstig waterkering beheerder Waternet. De grootte van de autonome bodemdaling wordt daarom arbitrair ingeschat op 0,1 m over een periode van 50 jaar. Dit is een relatief kleine waarde. Aanwijzing voor deze relatief geringe autonome bodemdaling is dat er geen zichtbare zettingsverschillen zijn aangetroffen tussen de aansluitingen van de bestaande Zuider IJdijk op constructies die zettingsvrij op palen zijn gefundeerd. Dit zijn bijvoorbeeld de kokervormige tunnel onder de Amsterdamse brug en de uitlaat van het Gemaal Zuider IJdijk.
- Het Koppejan zettingsmodel berekent geen autonome bodemdaling. De restzettingseis voor de berekeningen met dit zettingsmodel bedraagt daarom 0,2 m gedurende 50 jaar.
- De berekende zettingen worden afgerond op een veelvoud van 0,05 m.
- Voor de afmetingen van de dijkversterking worden de ontwerptekeningen [IAMS 2017a], [IAMS 2017b], [IAMS 2017d] en [IAMS 2017e] gebruikt.
- De parameters weergegeven in tabel 3-9 zijn gebruikt voor de berekening en volgen grotendeels uit [AMS 2018].

4.1.2 Zetting

Door het aanbrengen van ophogingen zal een zettingsproces op gang worden gebracht. De zettingen worden veroorzaakt door verhogingen van de korrelspanningen. Deze korrelspanningen worden beïnvloed door het aanbrengen of weghalen van ophogingen en veranderingen in de grondwaterstanden. De zettingen treden tijdsafhankelijk op. Enerzijds is sprake van het uitdrijven van water (consolidatie gedurende de hydrodynamische periode), anderzijds treedt kruip op (ook wel secundaire zakking genoemd). De berekende zettingen betreffen theoretische eindzettingen en zullen pas na geruime tijd worden bereikt. Hiervoor is een periode van 30 jaar in acht genomen. Het zettingsproces gedurende de consolidatiefase kan in het algemeen worden versneld door het aanbrengen van drains in de samendrukbare lagen en het eventueel aanbrengen van een tijdelijke overhoogte.

De zettingen zijn berekend met de formule van Koppejan (gecombineerde formule Terzaghi-Buisman), die in grote lijnen als volgt kan worden geschreven:

$$s = d \cdot \left(\frac{1}{C_p} + \frac{\log t}{C_s} \right) \cdot \ln \left(\frac{\sigma'_{v;z} + \Delta \sigma'_{v;z}}{\sigma'_{v;z}} \right)$$

Vergelijking 4.1

Waarin:

s	= zetting, samendrukking [m]
d	= laagdikte [m]
C_p	= primaire samendrukkingscoëfficiënt
C_s	= secundaire samendrukkingscoëfficiënt
t	= tijd [dagen]; voor 50 jaar: $\log t = \text{circa } 4,26$
$\sigma'_{v,z}$	= oorspronkelijke verticale korrelspanning [kN/m ²]
$\Delta\sigma'_{v,z}$	= verticale korrelspanningsverhoging [kN/m ²]

De berekeningen zijn onder andere uitgevoerd met het computerprogramma DSettlement. Dit programma voor de berekening van zettingen in een semi-driedimensionale ruimte houdt rekening met spreiding van de belasting(en) in de ondergrond, van zowel bestaande als nieuwe ophogingen.

De stijfheidseigenschappen van de bodem zijn gebaseerd op de aangeleverde gegevens [AMS 2018] en staan gepresenteerd in tabel 3-9. Bij de analyses is rekening gehouden met het onder water zakken van de grondlagen, waardoor het effectief gewicht van de ophoging vermindert. De berekeningen geven het verloop van de zetting in de tijd en de zogenaamde eindzettingen, dat wil zeggen de zettingen die over een periode van ca. 50 jaar optreden. De onnauwkeurigheid in de berekende zetting bedraagt circa 30 %.

4.1.3 Tijd-zettingsverloop

Het optreden van zettingen is een tijdsafhankelijk proces. In eerste instantie zal een ophoging een wateroverspanning veroorzaken in de samendrukbare lagen. Het hierdoor ontstane potentiaalverschil geeft een grondwaterstroming, waardoor de wateroverspanning geleidelijk afneemt en de korrelspanning toeneemt, hetgeen zetting veroorzaakt. De tijdsduur van dit proces wordt de hydrodynamische periode genoemd. De lengte van deze periode (t_e) is afhankelijk van de laagdikte, de doorlatendheid van de samendrukbare lagen en de afstromingsmogelijkheden van het uit te persen water. De hydrodynamische periode is met de volgende formule berekend:

$$t_e = \frac{T \cdot (a \cdot d)^2}{c_v}$$

Vergelijking 4.2

Waarin:

t_e	= hydrodynamische periode [s]
d	= laagdikte samendrukbaar pakket [m]
c_v	= consolidatiecoëfficiënt [m ² /s]
T	= tijdfactor; praktisch einde van de consolidatie bij $T=2$
a	= constante; bij tweezijdige afstroming $a = 0,5$; bij eenzijdige afstroming $a = 1$

Het verband tussen de consolidatiegraad U en de tijdfactor T is benaderd volgens:

$$U_v(\Delta t) = \sqrt[6]{\frac{T^3}{0,5 + T^3}}$$

Vergelijking 4.3

Waarin:

$U_v(\Delta t)$ = consolidatiegraad na tijdsduur Δt bij alleen verticale afstroming

De zetting die in de hydrodynamische periode optreedt bestaat deels uit primaire en deels uit secundaire zetting. Na het verstrijken van de hydrodynamische periode treden alleen nog secundaire zettingen op. In geval van een dik pakket slappe lagen bepaalt de lengte van de hydrodynamische periode in belangrijke mate de grootte van de restzettingen na ingebruikname.

Bij toepassing van verticale drainage is de consolidatietijd berekend met de formule van Barron/Kjellman.

4.1.4 Berekende zetting

De zetting is berekend voor de bruikbaarheidsgrenstoestand (BGT) zodat alle partiële factoren de waarde 1,0 hebben. In tabel 4-1 is voor elk dwarsprofiel de zetting na de zettingstijd en na 50 jaar weergegeven voor de maatgevende rekenverticaal. In bijlage A staan voor de andere locaties de resultaten gepresenteerd.

Tabel 4-1 Berekende zetting na uitvoeringsperiode en na 50 jaar

DWP	Einde zettingstijd [week]	Reken-verticaal	Zetting (einde zettingstijd) [m]	Zetting (50 jaar) [m]	Restzetting [m]	Benodigde overhoogte [m]
3	30	5	0,15	0,20	0,05	0,20
5	30	5	0,30	0,40	0,10	0,40
6	30	10	0,25	0,85	0,60	0,85
8	12	12	0,25	0,95	0,70	0,95
11	12	12	0,05	0,20	0,15	0,20
14	12	12	0,25	0,75	0,50	0,75

Uit de resultaten in tabel 4-1 blijkt dat voor DWP 6 ,8 en 14 niet voldaan wordt aan de restzettingseis van 0,2 m over een periode van 50 jaar. Deze dwarsprofielen bevinden zich op locaties met zeer slappe gronden. Voor deze dwarsprofielen zijn extra maatregelen nodig om aan de restzettingseis te voldoen. Dwarsprofiel 6 moet integraal met de brug bekeken worden omdat maatregelen ook effect hebben op de aanwezige paalfundering van de brug.

Uit stabiliteitsberekeningen voor de uitvoering komt naar voren dat de zettingstijd van 12 weken voor dwarsprofielen 8 en 14 te kort is. Geadviseerd wordt deze naar 30 weken te verlengen. **In de hier op volgende resultaten is er van een zettingstijd van 30 weken uitgegaan.**

Voor dwarsprofiel 8 bestaan de maatregelen uit het versnellen van het zettingsproces door het aanbrengen van verticale drainage in combinatie met het tijdelijk aanbrengen van extra overhoogte. De verticale drainage bestaat uit strip drainage over een breedte van 16,5 m in een driehoeksgrid met een h.o.h. afstand van 1 m aangebracht tot een diepte van NAP-10,0 m. De extra overhoogte bestaat uit een extra zandpakket op de buitenberm met een hoogte van NAP+2,5 m. De taludhelling bedraagt 1v:8h om met voldoende stabiliteit de extra overhoogte aan te kunnen brengen.

Voor dwarsprofiel 14 bestaan de maatregelen uit verticale drainage in combinatie met het aanbrengen van extra overhoogte. De verticale drainage bestaat uit verticale drainage over een breedte van 13,0 m in een driehoeksgrid met een h.o.h. afstand van 1 m aangebracht tot een diepte van NAP-10,0 m. De extra overhoogte bestaat uit een extra zandpakket op de buitenberm met een hoogte van NAP+2,5m. De taludhelling bedraagt 1v:8h om met voldoende stabiliteit de extra overhoogte aan te kunnen brengen.

Monitoring

Uit de zettingsmetingen en de evaluatie daarvan kan blijken dat het zettingsgedrag anders is dan verwacht. In dat geval zijn mogelijke aanpassingen:

- zandophoging langer laten liggen;
- andere hoeveelheid zand verwijderen;
- zand (gedeeltelijk) vervangen door lichte ophoogmaterialen (bijvoorbeeld Bimszand, EPS en/of schuimbeton).

4.1.5 Restzetting bij toepassing van een tijdelijke voorbelasting

Bij toepassing van een tijdelijke extra overhoogte is de berekende restzetting als volgt gecorrigeerd conform de Product-methodebladen van RWS:

$$s_{rest} = s_{eind} - \frac{s_{eind;aanleg}}{\alpha}$$

Vergelijking 4.4

Waarbij $s_{rest} \geq 0$

Waarin:

- s_{rest} = verwachte restzetting [m]
 $s_{eind\ aanleg}$ = berekende zetting aan het eind van de periode met tijdelijke extra overhoogte [m]
 s_{eind} = berekende eindzetting van de ophoging zonder tijdelijke extra overhoogte [m]
 α = correctiefactor ($> 1,0$) waarvoor veelal 1,05 wordt aangehouden

De correctiefactor α reduceert de zetting die door middel van de extra overhoogte is geforceerd.

4.2 Stabiliteitsberekeningen

4.2.1 Uitgangspunten

De stabiliteitsberekening zijn uitgevoerd met behulp van D-Geo Stability, versie 18.1. Hierbij zijn de volgende uitgangspunten gehanteerd:

- De buitenwaartse stabiliteit in de eindsituatie wordt berekend.
- Het maatgevende belastinggeval bedraagt val na hoogwater. Dit houdt in dat de freatische lijn is aangepast aan het hoogwater van NAP +1.1 m en de buitenwaterstand is gedaald tot NAP-0,4 m.
- Een vereiste buitenwaartse stabiliteitsfactor bedraagt 1,22 in de eindsituatie. Deze is opgebouwd uit een schadefactor (0,94), modelfactor (Bishop 1,00), en een schematiseringfactor (1,30).
- Het Mohr-Coulomb model wordt gehanteerd.
- Een vereiste stabiliteitsfactor van 1,0 tijdens uitvoering.
- De stortsteen bekleding op het buitentalud zoals te zien op figuur 2-4 wordt alleen geschematiseerd als er niet voldaan wordt aan de vereiste stabiliteitsfactor
- De kruinhoogte na 50 jaar bedraagt NAP +2,0 m.

- Tijdens maatgevende omstandigheden wordt een verkeersbelasting van 13,3 kN/m² over 2,5 m breedte met consolidatie graad van 20% in de cohesieve lagen, en een spreiding van de belasting in de ondergrond onder 45° toegepast.
- Tijdens uitvoering wordt een verkeersbelasting van 15,0 kN/m² over 2,5 m breedte met consolidatie graad van 20% in de cohesieve lagen, en een spreiding van de belasting in de ondergrond onder 45° toegepast.

Veiligheidsfactor

De vereiste veiligheidsfactor voor buitenwaartse macrostabiliteit is conform OI2014v4 berekent met onderstaande formule

$$SF \geq SF_{min} = \gamma_n * \gamma_d * \gamma_b$$

Waarin:

- γ_n Schadefactor [-]; Partiële factor die verband houdt met de normhoogte, het al dan niet falen door hoogwater en het lengte-effect
- γ_d Modelfactor [-]; Partiële factor voor de modelonzekerheid
- γ_b Schematiseringsfactor [-]; Partiële factor voor de onzekerheid over de ondergrondopbouw en water(over)spanningen

Schadefactor

Deze factor brengt de effecten van de overstromingskansnorm en het lengte-effect in rekening

$$\gamma_n = 1 + 0,13 * (\beta_{eis,dsn} - 4,0) \text{ met } \beta_{eis,dsn} = -\phi^{-1}(P_{eis,dsn})$$

Waarin:

- γ_n Schadefactor voor het faalmechanisme macrostabiliteit [-]
- $\beta_{eis,dsn}$ Geëiste betrouwbaarheidsindex voor een doorsnede [-]
- $P_{eis,dsn}$ Faalkanseis per doorsnede voor macrostabiliteit [per jaar]

Tabel 4-2 Faalkanseis op doorsnedeniveau voor STBU [IAMS 2017c]

Beschrijving	STBU	Eenheid
Toelaatbare overstromingskans	1/100	1/jaar
Faalkansbudget	0,04	-
$L_{traject}$	26.200	m
A	0,033	-
B	50	m
Lengte effect factor N	18,3	-
Kans op falen gegeven instabiliteit	0,1	1/jaar
Faalkanseis op doorsnede niveau	$2,19 \cdot 10^{-4}$	1/jaar

Met de gegevens uit tabel 4-2 en bovenstaande formule wordt conform OI2014v4 een schadefactor van 0,94 berekend.

Modelfactor

Via de modelfactor worden onzekerheden in het rekenmodel verdisconteerd. Bij toepassing van het Mohr-Coulomb model samen met het rekenmodel Bishop volgt een modelfactor van 1,0 [IAMS 2017c]

Schematiseringsfactor

De schematiseringsfactor brengt onzekerheden in het schematiseren van de ondergrond en grondwater in rekening. Voor deze berekening is een schematiseringfactor van 1,3 aangehouden.

Vereiste veiligheidsfactor

De minimaal vereiste veiligheidsfactor berekent bedraagt:

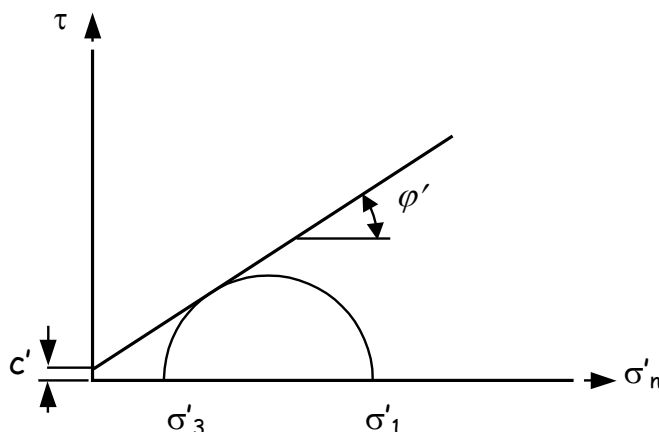
$$SF \geq SF_{min} = \gamma_n * \gamma_d * \gamma_b = 0,94 * 1,0 * 1,3 = 1,22$$

4.2.2 Methode Bishop

De stabiliteit van de ophogingen is geanalyseerd door het uitvoeren van glijvlakberekeningen volgens de vereenvoudigde methode Bishop met het computerprogramma D-Geo Stability. Hierbij wordt de veiligheidsfactor van een grondmoot langs een cirkelvormig glijvlak berekend.

In de berekeningen zijn de afmetingen van de dwarsprofielen aangenomen conform de door de opdrachtgever verstrekte tekeningen.

De ondergrond is verdeeld in een aantal lagen waarbij voor iedere laag het volumegewicht en de wrijvings eigenschappen (hoek van inwendige wrijving φ' en de cohesie c') zijn bepaald, zie onderstaand figuur. Deze parameters zijn gebaseerd op de aangeleverde gegevens [AMS 2018] en staan gepresenteerd in tabel 3-10 staan de rekenwaarden zoals gebruikt voor de stabiliteitsberekeningen, de materiaalfactoren volgen uit [TRWG 2007].



Figuur 4-1: Schuifweerstand

Per grondlaag is ook het aanpassingspercentage opgegeven, dat wil zeggen, de mate waarin de korrelspanning is aangepast aan het gewicht van de aangebrachte ophogingen. Bij slecht doorlatende grond als klei- en veen resulteert het aanbrengen van een ophoging in eerste instantie in het optreden van wateroverspanningen. Het aanpassingspercentage is dan laag, bijvoorbeeld 20% à 30%. Na verloop van tijd, als het overspannen water de gelegenheid heeft gekregen om af te stromen, neemt het aanpassingspercentage toe waardoor ook de korrelspanningen en de weerstand tegen afschuiven toenemen. Na het verstrijken van de hydrodynamische periode, is sprake van 100% aanpassing.

4.2.3 Berekeningsresultaten

De berekeningsresultaten zijn weergegeven in bijlage B en zijn tevens samengevat in onderstaande tabel. In tabel 4-3 zijn voor elk dwarsprofiel stabiliteitsberekeningen gemaakt van het ontwerp zoals gespecificeerd op de tekeningen [IAMS 2017].

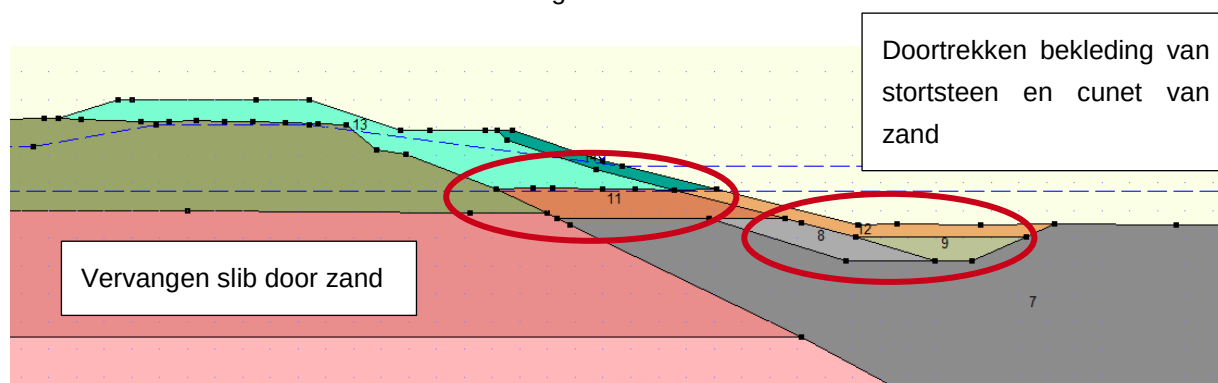
Tabel 4-3: Resultaten berekening buitenwaartse stabiliteit (eindsituatie)

DWP	S.F. (ontwerp) [-]	S.F. (eis) [-]	Voldoet
3	1,36	$\geq 1,22$	Ja
5	1,35	$\geq 1,22$	Ja
6	1,11 ¹⁾	$\geq 1,22$	Ja, met voorwaarden
8	1,02	$\geq 1,22$	nee
11	1,27	$\geq 1,22$	ja
14	1,10	$\geq 1,22$	nee

¹⁾ DWP 6 is op locatie brug, voor deze berekeningen is hier geen rekening mee gehouden, indien er rekeningen gehouden wordt met de fundatie van de brug d.m.v. een forbidden line dan is de safety factor 1,31

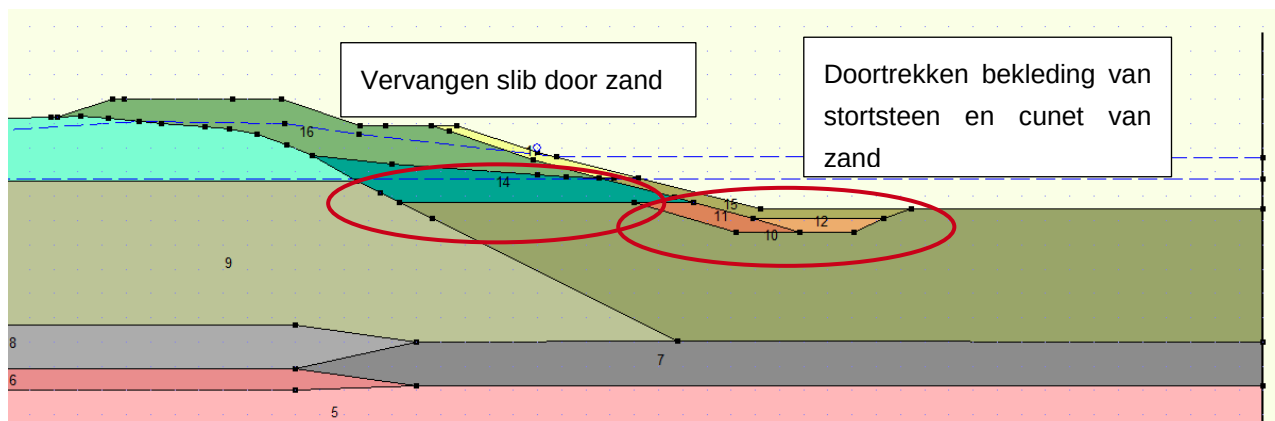
Uit de resultaten gepresenteerd in tabel 4-3 blijkt dat het ontwerp van DWP 6, 8 en 14 niet aan de beoogde veiligheidsfactor voldoen. DWP 6 is een speciale situatie aangezien deze zich onder/in de aanwezige brug bevindt. In het ontwerp is hier geen rekening mee gehouden. Indien de brug wordt meegenomen als een forbidden line dan voldoet het profiel aan de vereiste veiligheidsfactor ($1,31 \geq 1,22$). Opgemerkt wordt dat de fundering van de brug zeer waarschijnlijk niet bestand is tegen het ophogen van het dijklichaam, nader onderzoek is hier nodig.

Het ontwerp van dwarsprofiel 8 voldoet niet aan de stabiliteitsfactor. Een aangepast ontwerp van de teenconstructie is nodig om aan de vereiste stabiliteitsfactor te voldoen, zie figuur 4-2. Deze aanpassing leidt tot een stabiliteitsfactor van 1,25. De aanpassing bestaat uit het aanbrengen van een zandcunet en het doortrekken van de stortsteen bekleding.



Figuur 4-2: Aangepast ontwerp DWP 8 met extra cunet bestaande uit zand en stortsteen S.F. 1,25

Het ontwerp van dwarsprofiel 14 voldoet eveneens niet aan de stabiliteitsfactor. Op twee plaatsen van het ontwerp zijn aanpassingen nodig. In figuur 4-3 zijn deze wijzigingen aangegeven. Er wordt geadviseerd een teenconstructie van breuksteen aan te brengen, en een gedeelte van de sliblaag af te graven en te vervangen door zand. Deze maatregelen leiden tot een stabiliteitsfactor van 1,27.



Figuur 4-3: Aangepast ontwerp DWP 14 met zandcunet en stortsteen bekleding en het een gedeelte van het slib vervangen door zand S.F. 1,27

4.2.4 Uitvoeringsstabiliteit

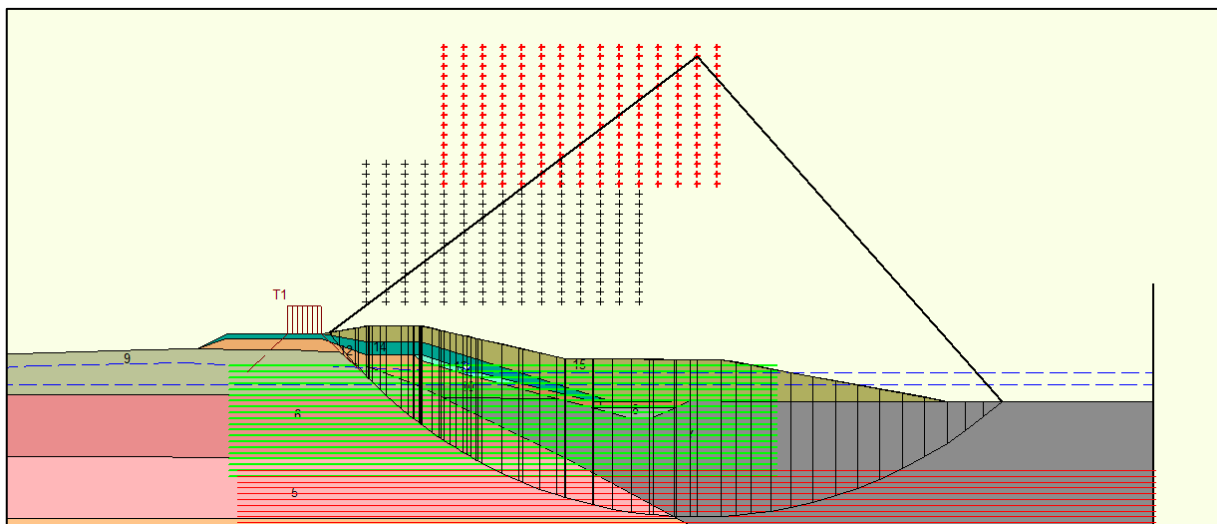
Tijdens de uitvoering moet zand aangebracht worden en rijdt er zwaar materieel over de dijk. Voor de verkeersbelasting wordt 15 kN/m^2 over $2,5 \text{ m}$ breedte aangehouden. Bij het opbrengen van een nieuwe laag zand wordt een consolidatiegraad van 20% aangehouden in de onderliggende cohesieve lagen. De vereiste stabiliteitsfactor tijdens de uitvoering bedraagt 1,0.

In tabel 4-4 is voor elke fase de uitvoeringsstabiliteit berekend. Zoals te zien zijn DWP 3, 5 en 11 zonder problemen aan te brengen. Zowel voor het direct aanbrengen van het grondlichaam voor de versterking (uitvoering) als na het aanbrengen van de overhoogte voldoet de stabiliteit aan de gestelde stabiliteitsfactor van $S.F. = 1,0$. DWP 8 en 14 zijn niet stabiel genoeg en moeten gefaseerd aangebracht worden.

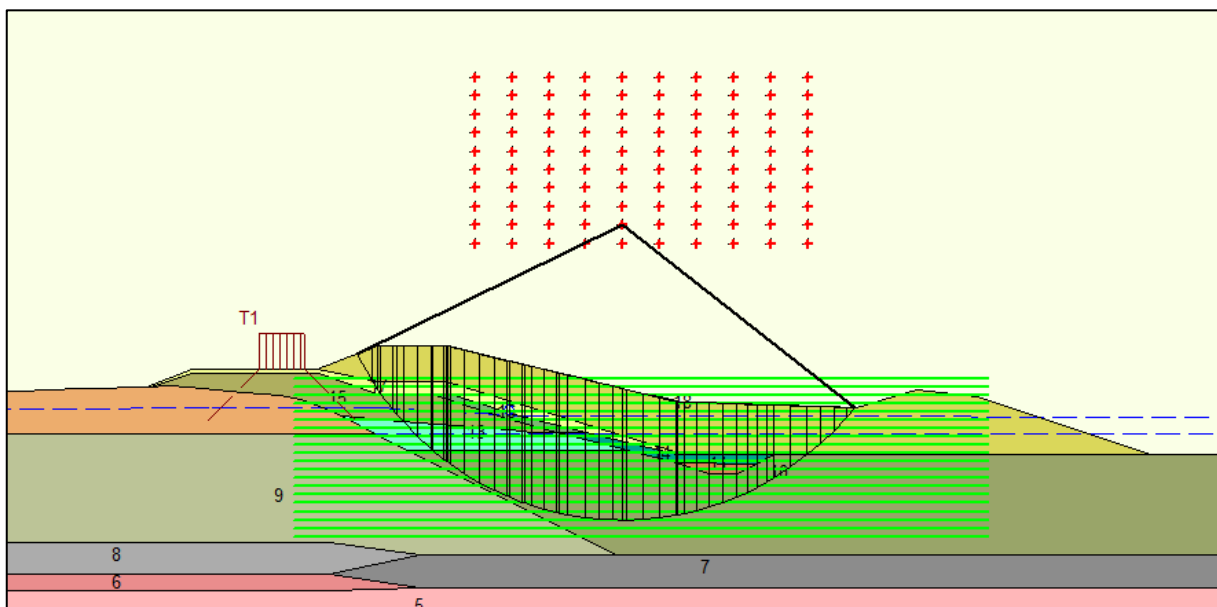
Tabel 4-4: Berekende stabiliteit tijdens uitvoering

DWP	S.F. (uitvoering) [-]	S.F. (overhoogte) [-]	S.F. (extra overhoogte) [-]
3	1,52	1,51	-
5	1,27	1,13	-
6	-	-	-
8	0,98	-	0,68 (Talud 1:3)
11	1,31	1,19	-
14	0,84	-	0,62 (Talud 1:3)

Wegens de korte zettingstijd van 12 weken voor DWP 8 en 14 en de aanwezigheid van een dik, slap lagenpakket kunnen de waterspanningen niet afstromen. Daarom is extra veel zand nodig om een stabiele ophoging te creëren. Zoals te zien in onderstaande figuren is een grote steunberm nodig. Dit is niet wenselijk zodat wordt geadviseerd de uitvoeringsperiode te verlengen tot minimaal 30 weken.

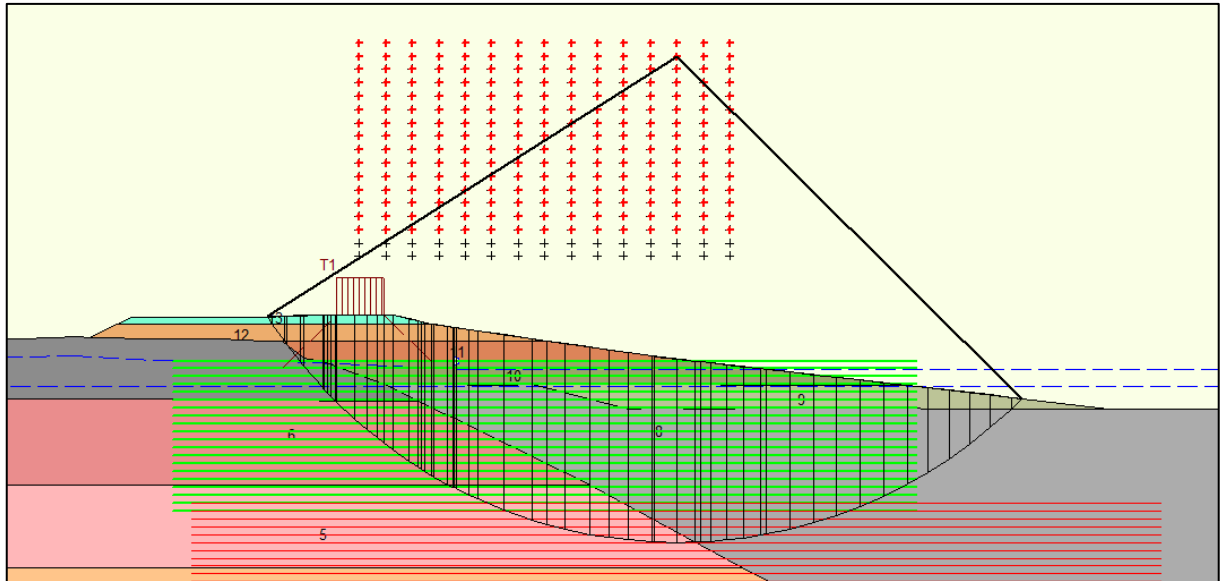


Figuur 4-4: Uitvoeringsstabiliteit DWP 8 benodigde steunberm bij zettingstijd van 12 weken S.F.=1,03

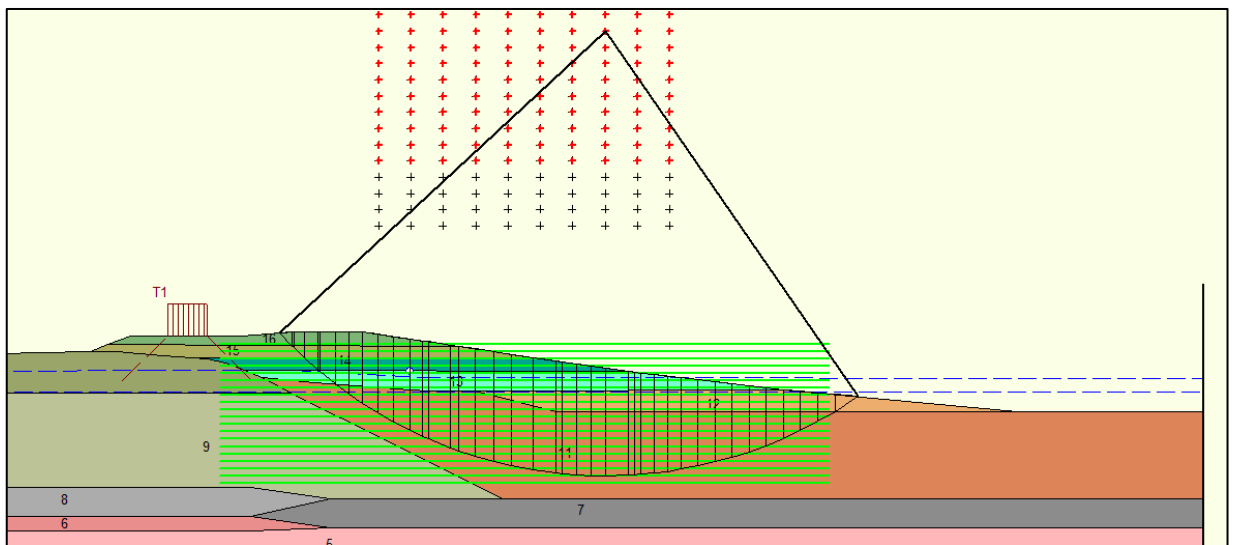


Figuur 4-5: uitvoeringsstabiliteit DWP 14 benodigde steunberm bij zettingstijd van 12 weken S.F.=1,04

Als de aanpassingen aan de zettingsperiode worden doorgevoerd dan heeft dat de volgende gevolgen. De extra overhoogte wordt aangebracht tot NAP+2,5m. De ophoogslagen kunnen zonder tijdsbeperkingen plaatsvinden. Het talud om met voldoende stabiliteit de extra overhoogte aan te brengen is 1v:8h. Zie figuur 4-6 en figuur 4-7.



Figuur 4-6: Uitvoeringsstabiliteit DWP 8 benodigde steunberm bij zettingstijd van 30 weken
S.F.=1,01



Figuur 4-7: Uitvoeringsstabiliteit DWP 14 benodigde steunberm bij zettingstijd van 30 weken
S.F.=1,0

5. SAMENVATTING EN CONCLUSIES

Voor de dijkversterking van het Zeeburgereiland traject Zuider IJdijk en Zuiderzeeweg zijn voor zes dwarsprofielen zettings en stabiliteitsberekeningen gemaakt. Uit de resultaten komt naar voren dat voor de dwarsprofielen 6, 8 en 14 aanpassingen aan het ontwerp gedaan moeten worden wegens onvoldoende stabiliteit. Voor deze dwarsprofielen geldt ook dat er zetting versnellende maatregelen getroffen moeten worden om aan de beoogde restzettingseis te voldoen.

Stabiliteit ontwerp

In tabel 5-1 staan de resultaten van de stabiliteitsberekeningen gepresenteerd. Uit de stabiliteitsberekeningen komt naar dat voor dwarsprofielen 8 en 14 het huidige ontwerp niet voldoet aan de stabiliteitseis. Geadviseerd wordt voor dwarsprofiel 8 een verstevigde teen van stortsteen aan te brengen. Voor dwarsprofiel 14 wordt eveneens geadviseerd een verstevigde teen van stortsteen aan te brengen en daarnaast een gedeelte van de sliblaag af te graven en te vervangen door zand (dit gebeurt zeer waarschijnlijk al tijdens de uitvoeringsperiode). Voor dwarsprofiel 6 wordt er geadviseerd om deze integraal met de aanwezige brug te bekijken. Het huidige ontwerp houdt geen rekening met de aanwezigheid van de fundering. De fundering is naar alle waarschijnlijkheid niet ontworpen op de additionele belasting die de dijkversterking op die locatie met zich mee brengt.

Tabel 5-1: Resultaten berekening buitenwaartse stabiliteit (eindsituatie)

DWP	S.F. (ontwerp) [-]
3	1,36
5	1,35
6	1,11 ¹⁾
8	1,02 ²⁾
11	1,27
14	1,10 ³⁾

¹⁾ DWP 6 is op locatie brug, voor deze berekeningen is hier geen rekening mee gehouden, indien er rekeningen gehouden wordt met de fundatie van de brug d.m.v. een forbidden line dan is de safety factor 1,31

²⁾ Na aanpassing aan het ontwerp is de safety factor 1,25

³⁾ Na aanpassing aan het ontwerp is de safety factor 1,27

Zetting ontwerp

In Tabel 5-2 zijn de resultaten van de zettingsberekeningen weergegeven. Voor de het ontwerp zijn er twee verschillende zettingstijden. Voor het gebied ten westen van de brug bedraagt deze 30 weken. Voor het gebied ten oosten van de brug bedraagt deze 12 weken. Na uitvoering is de restzettingseis 0,2 m. Voor DWP 3, 5 en 11 is zijn er geen beperking en is het mogelijk om het zandlichaam zonder enige beperking aan te brengen. Voor DWP 6, 8 en 14 zijn er maatregelen nodig. DWP 6 en 8 bevinden zich ter hoogte van de historische oergeul die opgevuld is met slap materiaal. Hier treedt veel zetting op en zijn verticale drainage en extra overhoogte nodig om te voldoen aan de restzettingseis. Voor DWP 6 moet er rekening gehouden worden met de aanwezige brug fundering. Door de aanwezigheid van de brug is het aanbrengen van verticale drainage en extra overhoogte beperkt. Voor DWP 14 is er eveneens extra overhoogte en verticale drainage nodig om de restzetting te beperken.

Tabel 5-2 Resultaten zetting en maatregelen

DWP	Einde zettingstijd [week]	Maatregel	Benodigde overhoogte [m]	Benodigde Extra overhoogte [m]	Restzetting [m]
3	30	Overhoogte	0,2	-	0,05
5	30	Overhoogte	0,4	-	0,10
6 ¹⁾	30	Overhoogte +Extra overhoogte + Verticale drainage	1)	1)	1)
8	30 ²⁾	Overhoogte +Extra overhoogte + Verticale drainage	0,15 ³	1,6 m	0,15
11	12	Overhoogte	0,20	-	0,15
14	30 ²⁾	Overhoogte +Extra overhoogte + Verticale drainage	0,20 ³	1,6 m	0,20

¹⁾ Maatregelen moeten integraal met aanwezig brug genomen worden Na aanpassing aan het ontwerp is de safety factor 1,31

²⁾ Oorspronkelijke uitvoeringsperiode is 12 weken, geadviseerd wordt 30 weken

³⁾ Overhoogte na verwijderen extra overhoogte

Stabiliteit uitvoering

Uit de stabiliteitsberekeningen voor de stabiliteit tijdens de uitvoering komt naar voren dat er voor DWP 3 , 5, en 11 geen maatregelen genomen hoeven te worden. Voor DWP 6, 8 en 14 is een aanzienlijke steunberm nodig is om het profiel op te bouwen. Wegens de beperkte zettingstijd van 12 weken voor deze dwarsprofielen is er veel extra overhoogte nodig en kunnen de wateroverspanningen niet afstromen. Daarom wordt er geadviseerd de zettingstijd te verlengen naar 30 weken. Dit heeft tot resultaat dat er minder extra overhoogte nodig is, en dat het profiel opgebouwd kan worden.

Dwarsprofiel 6

Dwarsprofiel 6 bevindt zich ter hoogte van de brug zuiderzeeweg waardoor er complicaties optreden. Uit het grondonderzoek uit de buurt komt naar voren dat er zeer veel slap materiaal aanwezig is. Geadviseerd wordt om een extra boring onder de brug te maken om duidelijkheid te scheppen. De fundering van de brug is zeer waarschijnlijk niet gedimensioneerd op deze extra belasting. Door de beperkte hoogte van de brug is het niet mogelijk verticale drainage aan te brengen, het zelfde geldt voor het aanbrengen van extra overhoogte. Geadviseerd wordt een integraal plan op te stellen voor de brug.

6. LITERATUUROVERZICHT EN LIJST VAN BEGRIPPEN EN DEFINITIES

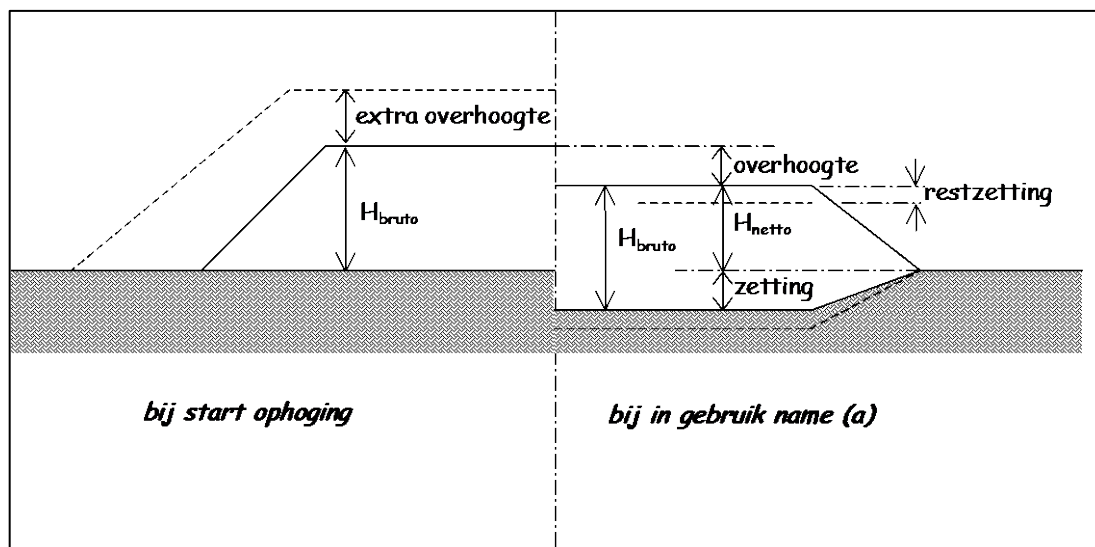
6.1 Literatuuroverzicht

- *Construeren met grond*, CUR rapport 162, CUR Gouda, 1992, ISBN 90-376-0024-7
- *Verticale drainage*, CROW rapport 77, CROW Ede, 1993, ISBN 90-6628-163-4
- *Betrouwbaarheid van zettingsprognoses*, CROW publicatie 204, CROW Ede, 2004, ISBN 90-6628-430-7

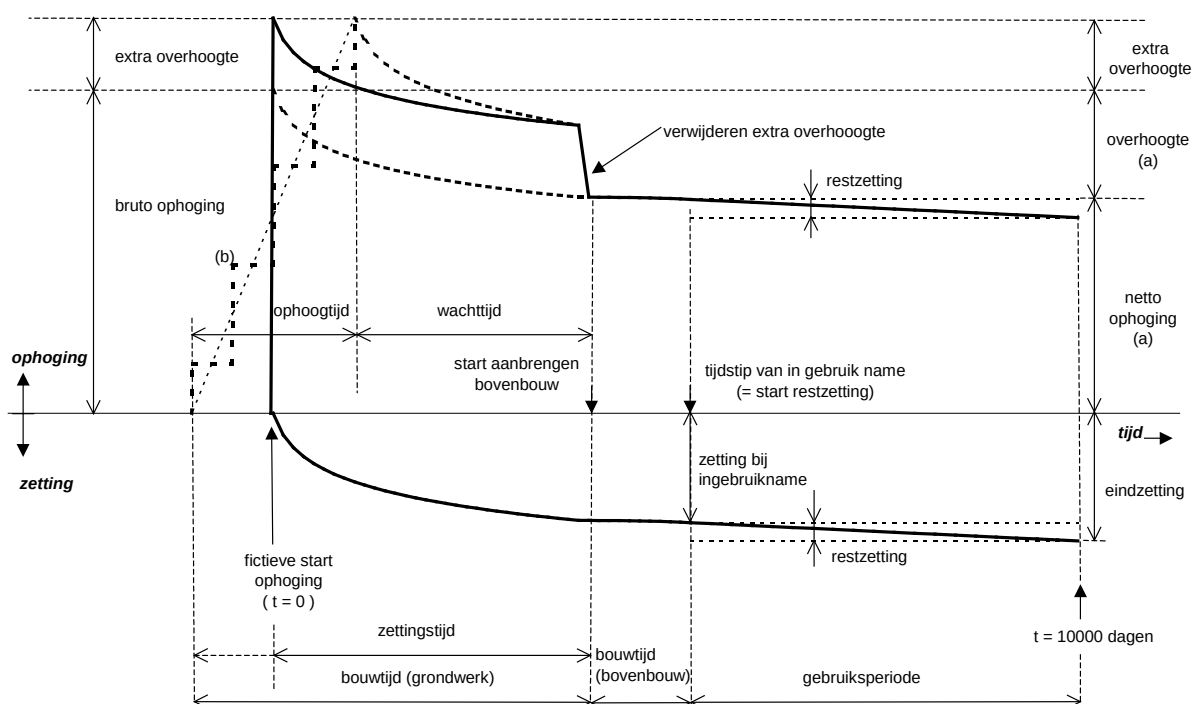
6.2 Lijst van begrippen en definities

Begrip	Omschrijving
ophoging	Gedeelte van de grondconstructie dat boven het oorspronkelijk maaiveld uitsteekt.
netto ophoging	Gedeelte van de grondconstructie dat na een arbitrair gekozen periode van 10000 dagen boven het oorspronkelijk maaiveld uitsteekt.
bruto ophoging	Totale hoogte van de aangebrachte grondconstructie. bruto ophoging = netto ophoging + overhoogte
overhoogte	Zandlaagdikte (hoeveelheid grond) die wordt aangebracht met het doel na zetting van de ondergrond de gewenste hoogte van de constructie te bereiken.
extra overhoogte	Extra zandlaagdikte (hoeveelheid grond) die tijdelijk wordt aangebracht om zetting van het grondlichaam te bespoedigen.
fictieve start ophoging	Tijdstip waarop een gefaseerde ophoging geacht wordt in zijn geheel aanwezig te zijn. Dit begrip wordt gebruikt indien in de berekening een gefaseerde ophoging wordt geschematiseerd tot een eenmalige ophoging van dezelfde grootte. Dit tijdstip wordt aangeduid met $t = 0$ en wordt, bij een gelijkmatige ophoogsnelheid, doorgaans halverwege de ophooftijd genomen; soms wordt 2/3 aangehouden.
zetting	Geleidelijk en min of meer gelijkmatig afnemen van de hoogteligging van het maaiveld of de cunetbodem waarop de constructie is aangelegd.
eindzetting	Zetting na een arbitrair gekozen periode van 10000 dagen (= circa 27 jaar) vanaf start ophoging. Soms wordt aangehouden: 10, 50 of 100 jaar.
restzetting	Zetting die zich voordoet in een bepaalde periode vanaf de oplevering van de bovenbouw (verharding/spoorstaven).
zettingsverschil	Verschil in zetting van twee locaties.
achtergrondzetting of autonome zetting	Zetting ten gevolge van inklinking in polders door polderpeilverlaging, voortgaande zetting door vroegere ophogingen, gas- en zoutwinning en dergelijke.
bouwtijd (grondwerk)	Tijdsduur vanaf begin ophoging tot begin aanbrengen verharding of spoorstaven.
bouwtijd (bovenbouw)	Tijdsduur benodigd voor het aanbrengen van de verharding of de spoorstaven.
ophooftijd	Tijdsduur vanaf begin ophoging tot tijdstip waarop bruto ophoging geheel aanwezig is.
Zettingstijd/ wachttijd	Tijdsduur die voor de slappe lagen beschikbaar is om te zetten (consolideren) onder het gewicht van de ophoging, voordat de verharding of bovenbouw wordt aangebracht (einde bouwtijd grondwerk).

Zie ook onderstaande figuren, overgenomen uit CROW publicatie 204.



Figuur 6-1: Toelichting terminologie in schematisch dwarsprofiel



Figuur 6-2: Toelichting terminologie in ophoging - zetting - tijd - diagram

- (a) hier aangegeven: overhoogte is zetting bij ingebruikname; andere definitie is: overhoogte is eindzetting;
- (b) de stippellijn geeft het theoretisch verloop van de ophoging weer; in werkelijkheid treedt tijdens de ophoofgfasen ook al zetting op.

BIJLAGEN

A. RESULTATEN ZETTINGSBEREKENING

- A.1 DWP 3
- A.2 DWP 5
- A.3 DWP 6
- A.4 DWP 8
- A.5 DWP 11
- A.6 DWP 14

B. RESULTATEN STABILITEITSBEREKENINGEN

- B.1 DWP3
- B.2 DWP5
- B.3 DWP6
- B.4 DWP8
- B.5 DWP11
- B.6 DWP14

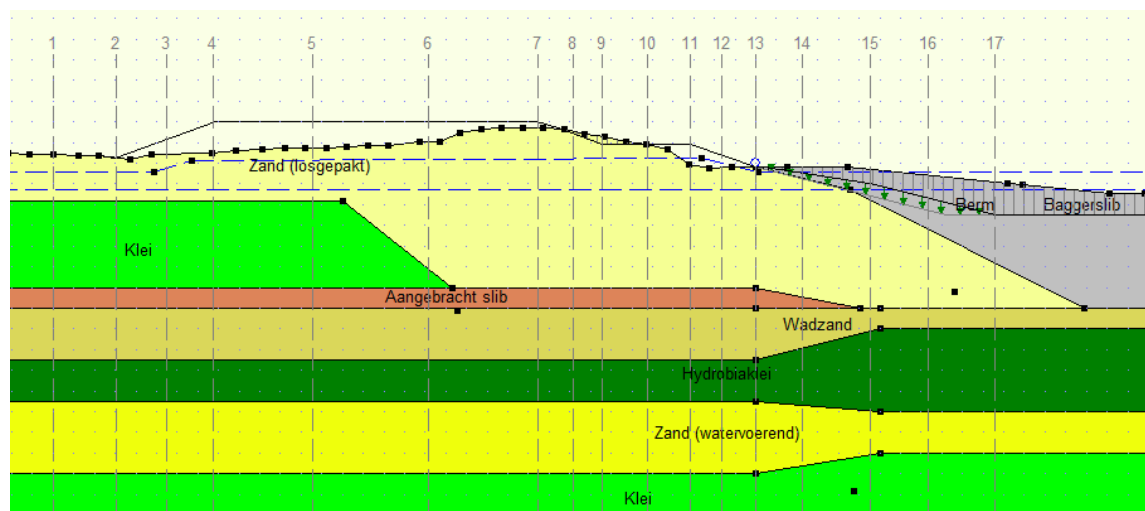
C. DWARSPROFIELEN

D. LOCATIE OERGEUL

ZETTING- EN STABILITEIT DIJKVERSTERKING ZEEBURGEREILAND

A. RESULTATEN ZETTINGSBEREKENING

A.1 DWP 3



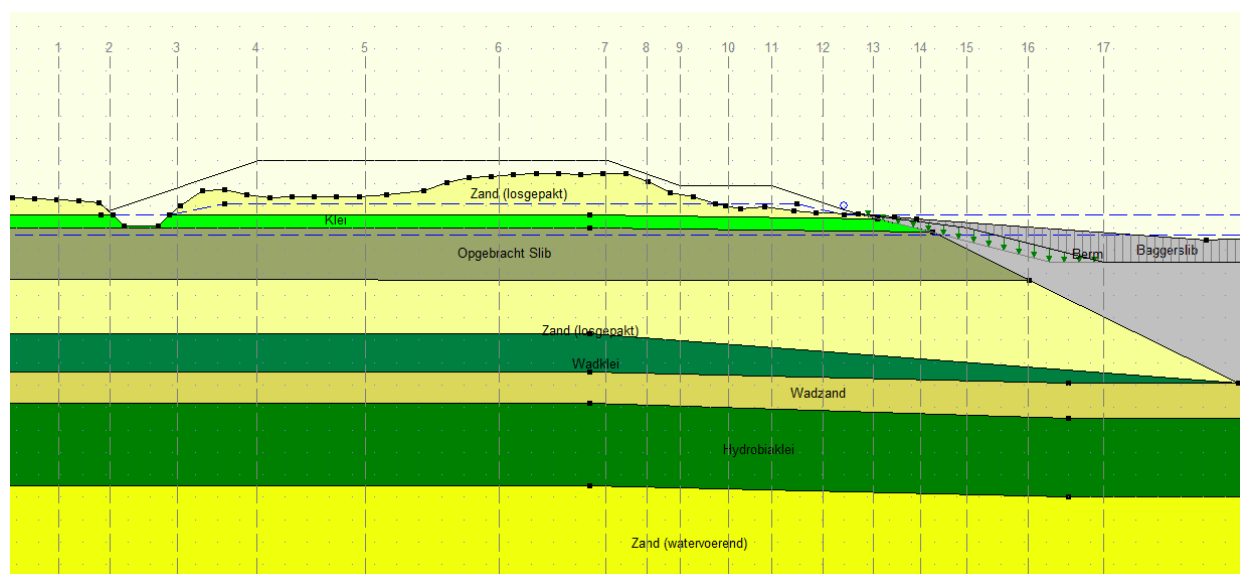
Overzicht schematisatie dwarsprofiel 3

ZETTING- EN STABILITEIT
DIJKVERSTERKING ZEEBURGEREILAND

Resultaten zettingsberekening opgetreden zettingen en restzetting na uitvoering voor dwarsprofiel 3

Vertical number	Time [days]	Settlement [m]	Part of final settlement [%]	Residual settlements [m]
1	210	0,018	67,926	0,009
	18250	0,027	100,000	0,000
2	210	0,056	67,603	0,027
	18250	0,082	100,000	0,000
3	210	0,108	68,363	0,050
	18250	0,158	100,000	0,000
4	210	0,146	68,586	0,067
	18250	0,213	100,000	0,000
5	210	0,153	68,701	0,070
	18250	0,223	100,000	0,000
6	210	0,091	85,938	0,015
	18250	0,105	100,000	0,000
7	210	0,025	81,995	0,005
	18250	0,030	100,000	0,000
8	210	0,011	73,030	0,004
	18250	0,015	100,000	0,000
9	210	0,006	63,420	0,003
	18250	0,009	100,000	0,000
10	210	0,011	78,541	0,003
	18250	0,014	100,000	0,000
11	210	0,029	91,105	0,003
	18250	0,032	100,000	0,000
12	210	0,023	90,733	0,002
	18250	0,025	100,000	0,000
13	210	0,007	83,329	0,001
	18250	0,009	100,000	0,000
14	210	-0,010	82,830	-0,002
	18250	-0,013	100,000	0,000
15	210	-0,034	63,589	-0,019
	18250	-0,053	100,000	0,000
16	210	-0,028	59,751	-0,019
	18250	-0,047	100,000	0,000
17	210	-0,033	55,368	-0,026
	18250	-0,059	100,000	0,000

A.2 DWP 5

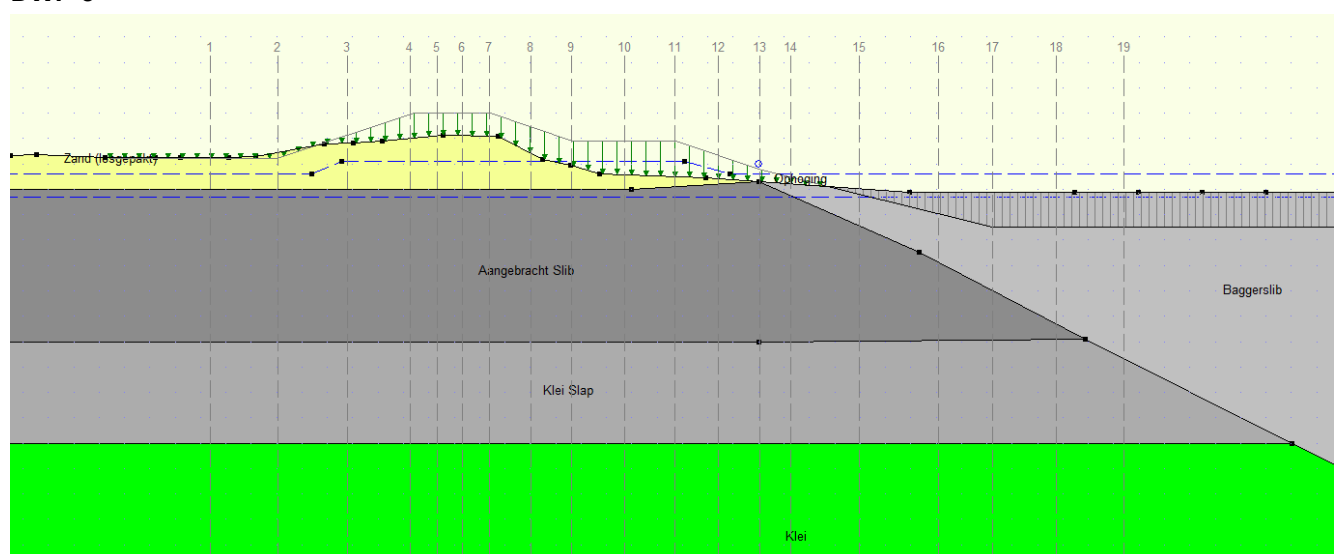


Overzicht schematisatie dwarsprofiel 5

Resultaten zettingsberekening opgetreden zettingen en restzetting na uitvoering voor dwarsprofiel 5

Vertical number	Time [days]	Settlement [m]	Part of final settlement [%]	Residual settlements [m]
1	210	0,034	72,300	0,013
	18250	0,047	100,000	0,000
2	210	0,121	70,481	0,050
	18250	0,171	100,000	0,000
3	210	0,252	70,558	0,105
	18250	0,357	100,000	0,000
4	210	0,276	71,092	0,112
	18250	0,388	100,000	0,000
5	210	0,297	71,142	0,121
	18250	0,418	100,000	0,000
6	210	0,143	71,882	0,056
	18250	0,199	100,000	0,000
7	210	0,100	72,163	0,038
	18250	0,138	100,000	0,000
8	210	0,101	71,991	0,039
	18250	0,140	100,000	0,000
9	210	0,131	71,261	0,053
	18250	0,184	100,000	0,000
10	210	0,197	70,683	0,082
	18250	0,279	100,000	0,000
11	210	0,181	70,721	0,075
	18250	0,256	100,000	0,000
12	210	0,124	70,313	0,053
	18250	0,177	100,000	0,000
13	210	0,039	70,620	0,016
	18250	0,055	100,000	0,000
14	210	-0,019	53,755	-0,016
	18250	-0,036	100,000	0,000
15	210	-0,052	53,399	-0,045
	18250	-0,096	100,000	0,000
16	210	-0,078	50,586	-0,077
	18250	-0,155	100,000	0,000
17	210	-0,056	47,916	-0,061
	18250	-0,118	100,000	0,000

A.3 DWP 6



Overzicht schematisatie dwarsprofiel 6

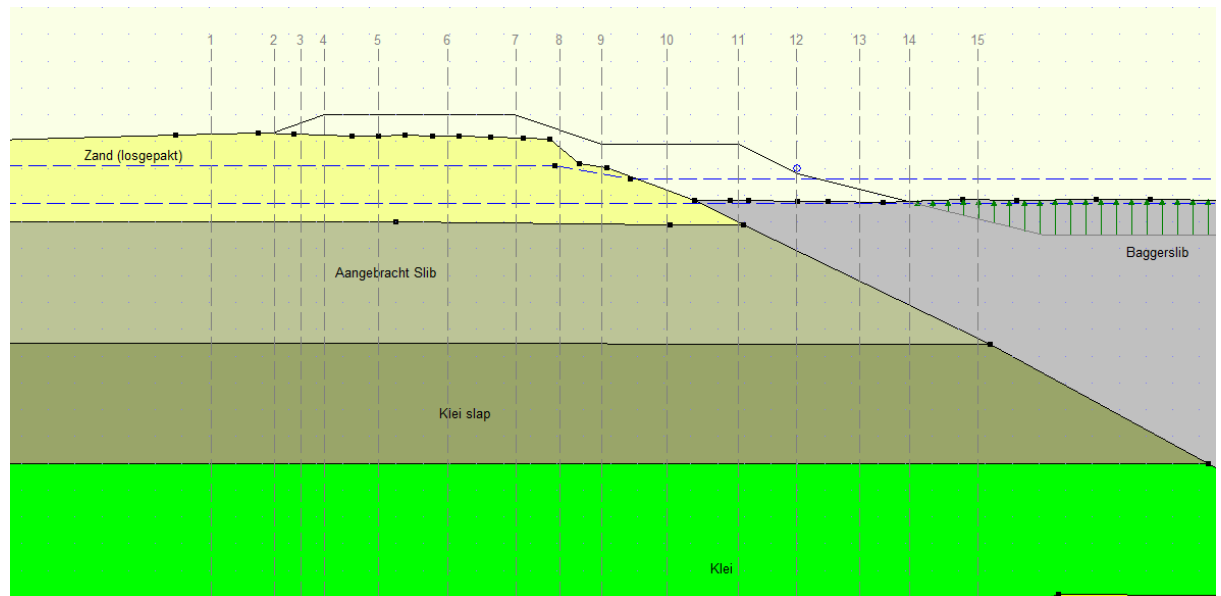
ZETTING- EN STABILITEIT

DIJKVERSTERKING ZEEBURGEREILAND

Resultaten zettingsberekening opgetreden zettingen en restzetting na uitvoering voor dwarsprofiel 6 zonder maatregelen en uitvoeringsperiode van 30 weken

Vertical number	Time [days]	Settlement [m]	Part of final settlement [%]	Residual settlements [m]
1	210	0,050	41,274	0,071
	18250	0,121	100,000	0,000
2	210	0,089	40,981	0,128
	18250	0,217	100,000	0,000
3	210	0,136	41,602	0,191
	18250	0,327	100,000	0,000
4	210	0,180	42,445	0,244
	18250	0,424	100,000	0,000
5	210	0,188	42,403	0,255
	18250	0,443	100,000	0,000
6	210	0,197	42,250	0,269
	18250	0,466	100,000	0,000
7	210	0,208	42,084	0,286
	18250	0,493	100,000	0,000
8	210	0,267	41,607	0,375
	18250	0,643	100,000	0,000
9	210	0,323	41,253	0,460
	18250	0,783	100,000	0,000
10	210	0,350	40,995	0,504
	18250	0,855	100,000	0,000
11	210	0,347	40,872	0,503
	18250	0,850	100,000	0,000
12	210	0,333	40,692	0,486
	18250	0,819	100,000	0,000
13	210	0,298	40,506	0,437
	18250	0,735	100,000	0,000
14	210	0,213	39,417	0,327
	18250	0,540	100,000	0,000
15	210	0,073	39,787	0,110
	18250	0,183	100,000	0,000
16	210	0,005	34,394	0,010
	18250	0,015	100,000	0,000
17	210	-0,012	41,612	-0,017
	18250	-0,029	100,000	0,000
18	210	-0,020	40,099	-0,029
	18250	-0,049	100,000	0,000
19	210	-0,021	40,462	-0,031
	18250	-0,052	100,000	0,000

A.4 DWP 8



Overzicht schematisatie dwarsprofiel 8

ZETTING- EN STABILITEIT

DIJKVERSTERKING ZEEBURGEREILAND

Resultaten zettingsberekening opgetreden zettingen en restzetting na uitvoering voor dwarsprofiel 8 zonder maatregelen en uitvoeringsperiode van 12 weken

Vertical number	Time [days]	Settlement [m]	Part of final settlement [%]	Residual settlements [m]
1	84	0,013	25,574	0,038
	18250	0,052	100,000	0,000
2	84	0,033	27,648	0,086
	18250	0,119	100,000	0,000
3	84	0,051	31,027	0,114
	18250	0,165	100,000	0,000
4	84	0,064	31,776	0,137
	18250	0,201	100,000	0,000
5	84	0,083	31,050	0,184
	18250	0,267	100,000	0,000
6	84	0,097	30,062	0,225
	18250	0,322	100,000	0,000
7	84	0,108	29,221	0,263
	18250	0,371	100,000	0,000
8	84	0,124	28,452	0,313
	18250	0,437	100,000	0,000
9	84	0,158	27,884	0,409
	18250	0,567	100,000	0,000
10	84	0,208	27,214	0,556
	18250	0,764	100,000	0,000
11	84	0,235	27,109	0,633
	18250	0,868	100,000	0,000
12	84	0,263	27,219	0,703
	18250	0,965	100,000	0,000
13	84	0,182	25,304	0,536
	18250	0,717	100,000	0,000
14	84	0,119	26,499	0,329
	18250	0,448	100,000	0,000
15	84	0,077	28,997	0,188
	18250	0,264	100,000	0,000
16	84	0,018	30,003	0,041
	18250	0,058	100,000	0,000
17	84	0,000	18,938	0,002
	18250	0,003	100,000	0,000
18	84	-0,004	33,279	-0,007
	18250	-0,011	100,000	0,000
19	84	-0,006	33,651	-0,012
	18250	-0,019	100,000	0,000
20	84	-0,007	33,988	-0,013
	18250	-0,020	100,000	0,000
21	84	-0,008	34,899	-0,015
	18250	-0,023	100,000	0,000
22	84	-0,008	35,517	-0,014
	18250	-0,022	100,000	0,000

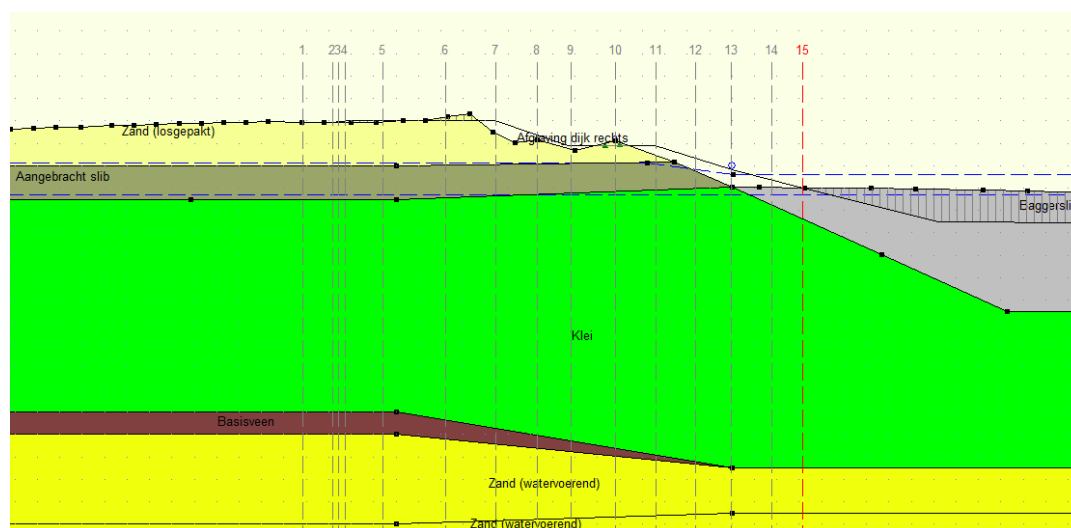
ZETTING- EN STABILITEIT

DIJKVERSTERKING ZEEBURGEREILAND

Resultaten zettingsberekening opgetreden zettingen en restzetting na uitvoering voor dwarsprofiel 8 inclusief extra overhoogte en verticale drainage

Vertical number	Time [days]	Settlement [m]	Residual settlements [m]	Vertical number	Time [days]	Settlement [m]	Residual settlements [m]
1	210	0,02	0,03	12	210	0,85	0,15
	18250	0,05	0		18250	1,00	0
2	210	0,05	0,07	13	210	0,63	0,12
	18250	0,12	0		18250	0,75	0
3	210	0,08	0,09	14	210	0,44	0,03
	18250	0,17	0		18250	0,47	0
4	210	0,09	0,11	15	210	0,32	-0,04
	18250	0,2	0		18250	0	0
5	210	0,12	0,15	16	210	0,11	-0,05
	18250	0,27	0		18250	0	0
6	210	0,18	0,15	17	210	0,06	-0,05
	18250	0,33	0		18250	0	0
7	210	0,35	0,04	18	210	0,02	-0,03
	18250	0,39	0		18250	0	0
8	210	0,42	0,04	19	210	0,01	-0,03
	18250	0,46	0		18250	0	0
9	210	0,53	0,06	20	210	0,00	-0,02
	18250	0,59	0		18250	0	0
10	210	0,69	0,11	21	210	0,00	-0,02
	18250	0,80	0		18250	0	0
11	210	0,77	0,14	22	210	-0,01	-0,02
	18250	0,91	0		18250	0	0

A.5 DWP 11

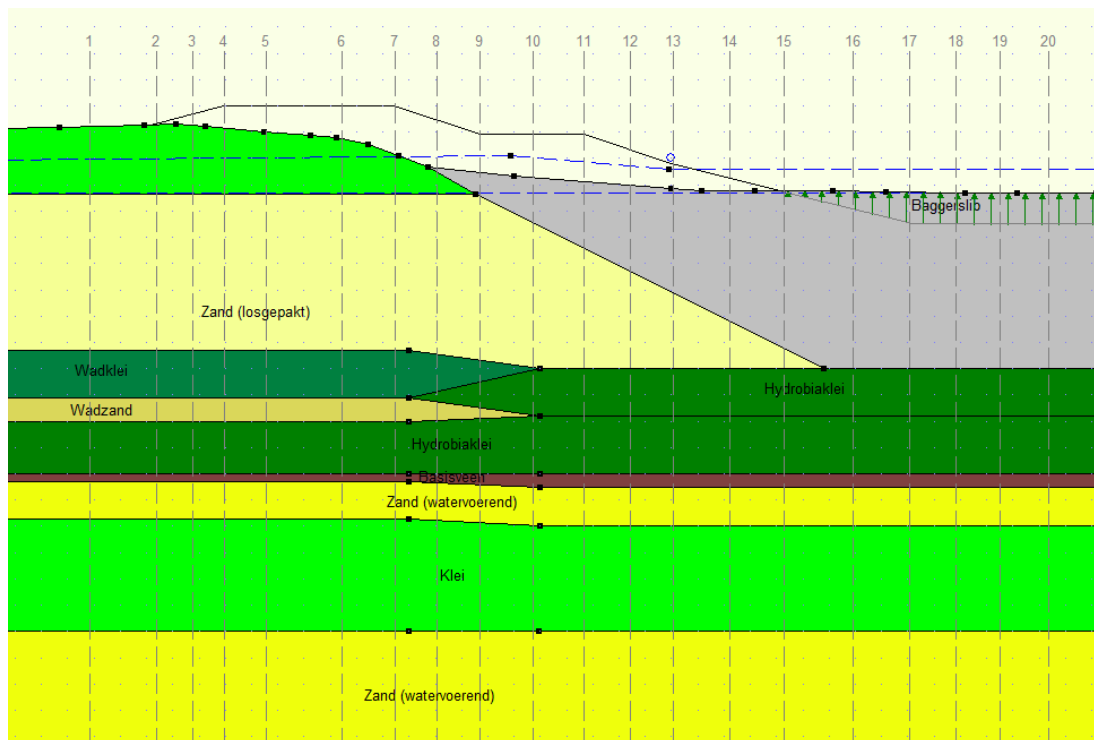


Overzicht schematisatie dwarsprofiel 11

Resultaten zettingsberekening opgetreden zettingen en restzetting na uitvoering voor dwarsprofiel 11

Vertical number	Time [days]	Settlement [m]	Part of final settlement [%]	Residual settlements [m]
1	84	0,001	32,231	0,002
	18250	0,003	100,000	0,000
2	84	0,002	39,964	0,003
	18250	0,004	100,000	0,000
3	84	0,002	44,759	0,003
	18250	0,005	100,000	0,000
4	84	0,003	48,340	0,003
	18250	0,006	100,000	0,000
5	84	0,003	43,450	0,003
	18250	0,006	100,000	0,000
6	84	-0,001	-29,261	0,004
	18250	0,003	100,000	0,000
7	84	0,017	46,419	0,019
	18250	0,036	100,000	0,000
8	84	0,018	38,170	0,029
	18250	0,047	100,000	0,000
9	84	0,015	35,254	0,027
	18250	0,042	100,000	0,000
10	84	0,007	29,178	0,017
	18250	0,023	100,000	0,000
11	84	0,033	32,069	0,069
	18250	0,102	100,000	0,000
12	84	0,062	29,642	0,148
	18250	0,211	100,000	0,000
13	84	0,038	28,929	0,093
	18250	0,131	100,000	0,000
14	84	0,033	36,537	0,058
	18250	0,091	100,000	0,000
15	84	0,018	36,684	0,031
	18250	0,049	100,000	0,000

A.6 DWP 14



Overzicht schematisatie dwarsprofiel 14

Resultaten zettingsberekening opgetreden zettingen na 50 jaar dwarsprofiel 14

Vertical number	X co-ordinate [m]	Z co-ordinate [m]	Surface level [m]	Settlement [m]
1	-22,17	0,00	1,20	0,025
2	-19,62	0,00	1,28	0,058
3	-18,25	0,00	1,26	0,110
4	-17,04	0,00	1,16	0,157
5	-15,42	0,00	0,99	0,189
6	-12,56	0,00	0,74	0,229
7	-10,55	0,00	0,17	0,253
8	-8,93	0,00	-0,38	0,277
9	-7,32	0,00	-0,53	0,373
10	-5,26	0,00	-0,72	0,538
11	-3,33	0,00	-0,87	0,668
12	-1,58	0,00	-1,01	0,732
13	0,08	0,00	-1,14	0,714
14	2,23	0,00	-1,23	0,587
15	4,28	0,00	-1,24	0,314
16	6,91	0,00	-1,25	0,011
17	9,06	0,00	-1,27	-0,061
18	10,84	0,00	-1,30	-0,104
19	12,51	0,00	-1,31	-0,124
20	14,36	0,00	-1,31	-0,138

ZETTING- EN STABILITEIT

DIJKVERSTERKING ZEEBURGEREILAND

Resultaten zettingsberekening opgetreden zettingen en restzetting na uitvoering zonder maatregelen voor dwarsprofiel 14

Vertical number	Time [days]	Settlement [m]	Part of final settlement [%]	Residual settlements [m]
1	84	0,015	61,619	0,009
	18250	0,025	100,000	0,000
2	84	0,036	62,632	0,022
	18250	0,058	100,000	0,000
3	84	0,069	62,869	0,041
	18250	0,110	100,000	0,000
4	84	0,101	64,257	0,056
	18250	0,157	100,000	0,000
5	84	0,125	66,145	0,064
	18250	0,189	100,000	0,000
6	84	0,158	68,825	0,071
	18250	0,229	100,000	0,000
7	84	0,186	73,200	0,068
	18250	0,253	100,000	0,000
8	84	0,204	73,558	0,073
	18250	0,277	100,000	0,000
9	84	0,235	63,131	0,138
	18250	0,373	100,000	0,000
10	84	0,266	49,326	0,273
	18250	0,538	100,000	0,000
11	84	0,263	39,302	0,405
	18250	0,668	100,000	0,000
12	84	0,265	36,135	0,468
	18250	0,732	100,000	0,000
13	84	0,244	34,150	0,470
	18250	0,714	100,000	0,000
14	84	0,191	32,578	0,396
	18250	0,587	100,000	0,000
15	84	0,106	33,933	0,207
	18250	0,314	100,000	0,000
16	84	0,004	34,396	0,007
	18250	0,011	100,000	0,000
17	84	-0,021	33,420	-0,041
	18250	-0,061	100,000	0,000
18	84	-0,035	33,883	-0,069
	18250	-0,104	100,000	0,000
19	84	-0,042	34,164	-0,082
	18250	-0,124	100,000	0,000
20	84	-0,048	34,417	-0,091
	18250	-0,138	100,000	0,000

ZETTING- EN STABILITEIT

DIJKVERSTERKING ZEEBURGEREILAND

Resultaten zettingsberekening opgetreden zettingen en restzetting na uitvoering voor dwarsprofiel 14 inclusief extra overhoogte en verticale drainage

Vertical number	Time [days]	Settlement [m]	Residual settlements [m]	Vertical number	Time [days]	Settlement [m]	Residual settlements [m]
1	210	0,02	0,00	11	210	0,71	-0,01
	18250	0,02	0,00		18250	0	0,00
2	210	0,05	0,01	12	210	0,79	-0,02
	18250	0,06	0,00		18250	0	0,00
3	210	0,10	0,02	13	210	0,84	-0,09
	18250	0,12	0,00		18250	0,83	0,00
4	210	0,14	0,03	14	210	0,44	0,17
	18250	0,17	0,00		18250	0,61	0,00
5	210	0,17	0,03	15	210	0,32	0,01
	18250	0,20	0,00		18250	0,33	0,00
6	210	0,22	0,02	16	210	0,13	-0,11
	18250	0,24	0,00		18250	0	0,00
7	210	0,28	-0,01	17	210	0,03	-0,09
	18250	0,27	0,00		18250	0	0,00
8	210	0,30	-0,01	18	210	-0,03	-0,08
	18250	0,29	0,00		18250	0	0,00
9	210	0,40	-0,01	19	210	-0,05	-0,07
	18250	0,39	0,00		18250	0	0,00
10	210	0,56	0,00	20	210	-0,06	-0,09
	18250	0,56	0,00		18250	0	0,00

B. RESULTATEN STABILITEITSBEREKENINGEN

B.1 DWP3

Ontwerp
Uitvoering

B.2 DWP5

Ontwerp
Uitvoering

B.3 DWP6

Ontwerp
Ontwerp+ Brug

B.4 DWP8

Ontwerp
Aangepast Ontwerp
Uitvoering Aangepast Ontwerp Talud 1:3
Uitvoering T=12 Weken
Uitvoering T=30 Weken

B.5 DWP11

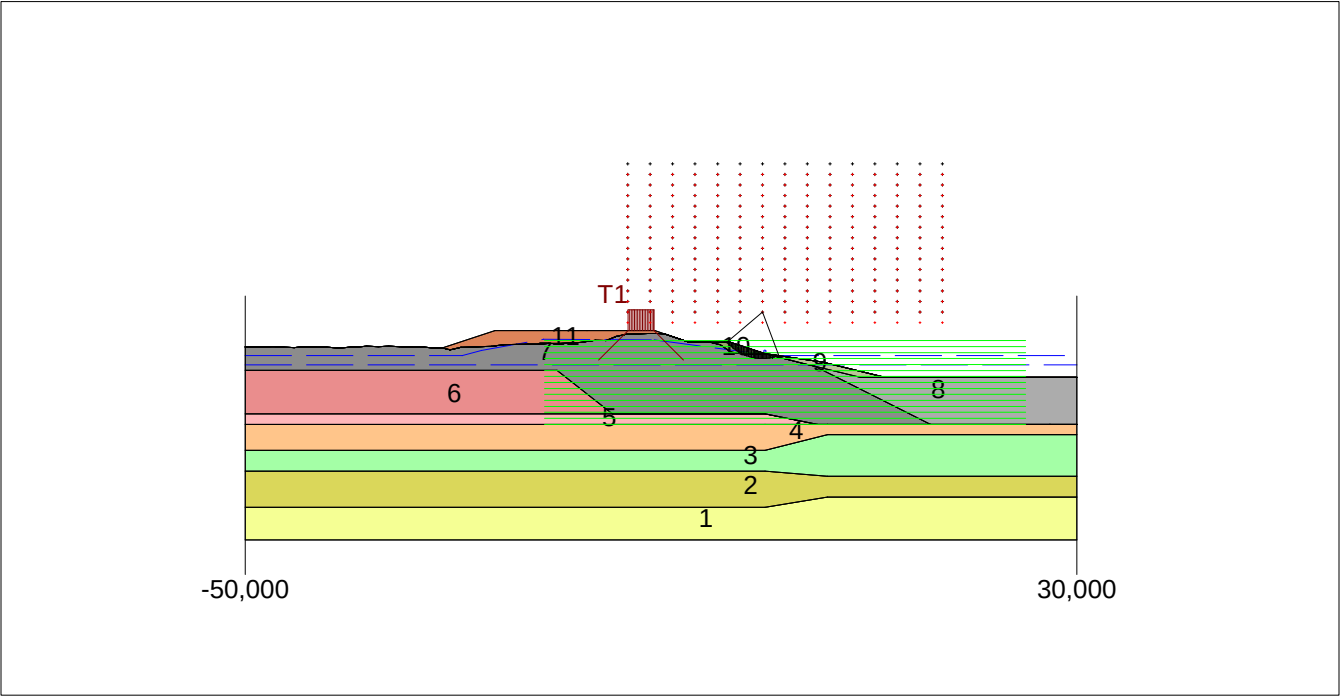
Ontwerp
Uitvoering

B.6 DWP14

Ontwerp
Aangepast Ontwerp
Uitvoering Aangepast Ontwerp Talud 1:3
Uitvoering T=12 Weken
Uitvoering T=30 Weken

Critical Circle Bishop

- Layers
- 11. Zand_ophoog
 - 10. Zand_ophoog
 - 9. Zand_ophoog
 - 8. Baggerslib
 - 7. Zand (losgepakt)
 - 6. Klei
 - 5. Aangebracht slib
 - 4. Wadzand
 - 3. Hydrobiaklei
 - 2. Zand (watervoerend)
 - 1. Klei



Xm : -0,23 [m]
Ym : 3,80 [m]

Radius : 4,48 [m]
Safety : 1,36

Phone
Fax

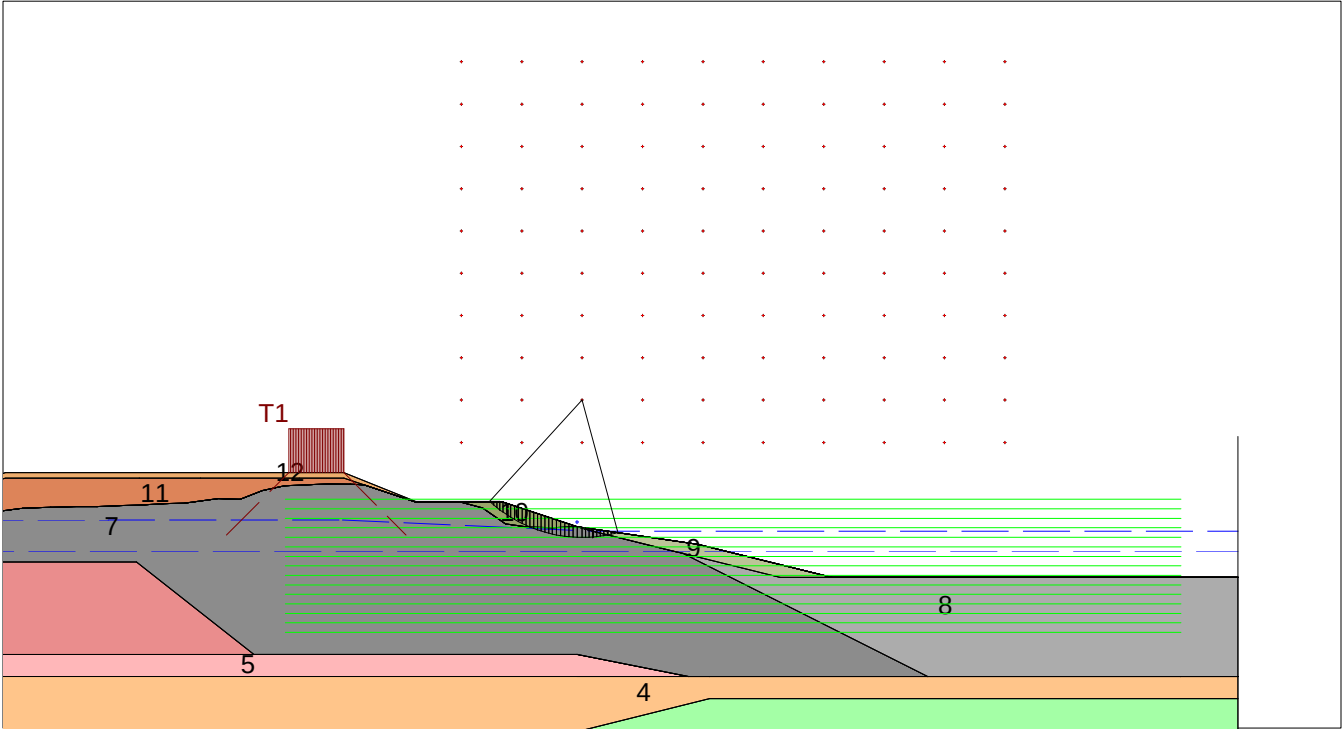
date
10-4-2018
D-Geo Stability 18.1 : Profil_3.sil

Dijkversterking Zeeburgereiland
Stabiliteit Profiel 3

Annex
1218-0022-000

Critical Circle Bishop

- Layers
- 12. Zand_ophoog
 - 11. Zand_ophoog
 - 10. Zand_ophoog
 - 9. Zand_ophoog
 - 8. Baggerslib
 - 7. Zand (losgepakt)
 - 6. Klei
 - 5. Aangebracht slib
 - 4. Wadzand
 - 3. Hydrobiaklei
 - 2. Zand (watervoerend)
 - 1. Klei



Xm : 0,23 [m]
Ym : 5,54 [m]

Radius : 6,23 [m]
Safety : 1,51

Phone
Fax

date
10-4-2018
D-Geo Stability 18.1 : Profil_3_C20.sli

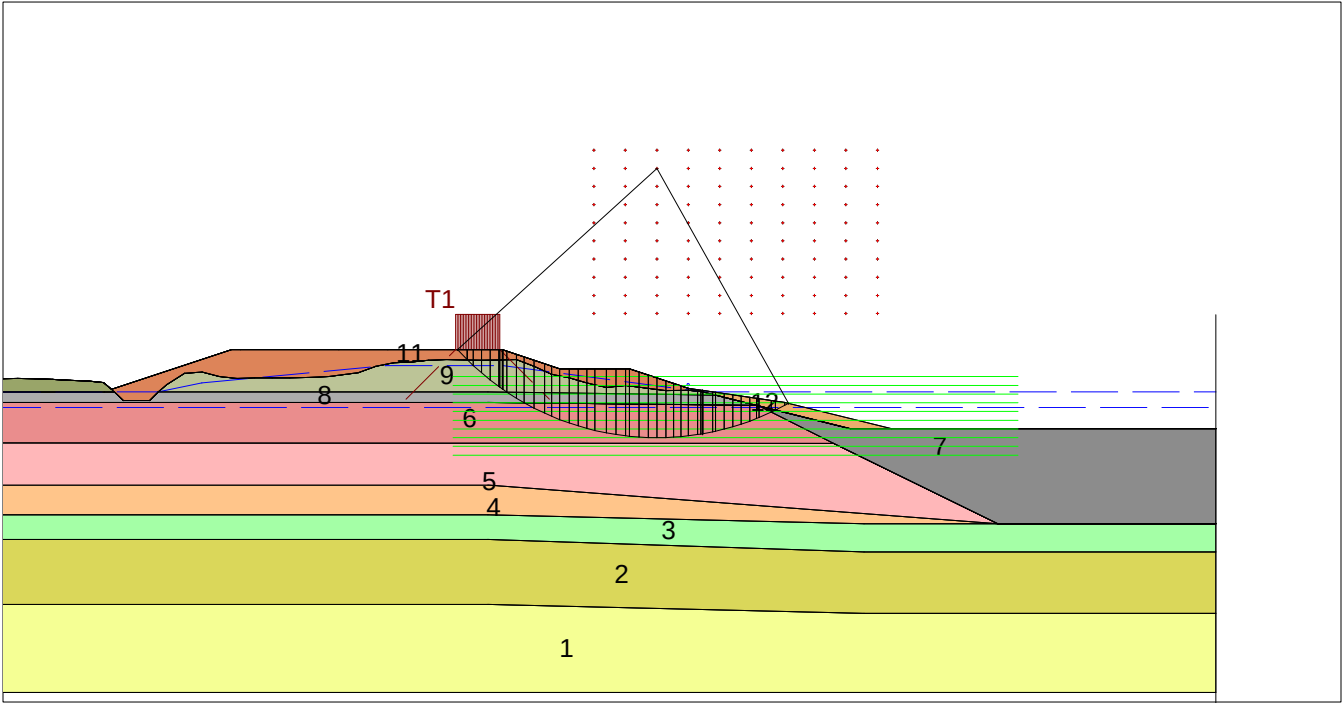
Dijkversterking Zeeburgereiland
Stabiliteit Profiel 3 Uitvoering

Annex

1218-0022-000

Critical Circle Bishop

- Layers
- 12. Zand ophoog
 - 11. Zand ophoog
 - 10. Zand (losgepakt)
 - 9. Zand (losgepakt)
 - 8. Klei
 - 7. Baggerslib
 - 6. Opgebracht Slib
 - 5. Zand (losgepakt)
 - 4. Wadklei
 - 3. Wadzand
 - 2. Hydrobiaklei
 - 1. Zand (watervoerend)



Xm : -1,80 [m]
Ym : 12,32 [m]

Radius : 15,33 [m]
Safety : 1,35

Phone
Fax

D-Geo Stability 18.1 : DWP_5.sil
date
10-4-2018

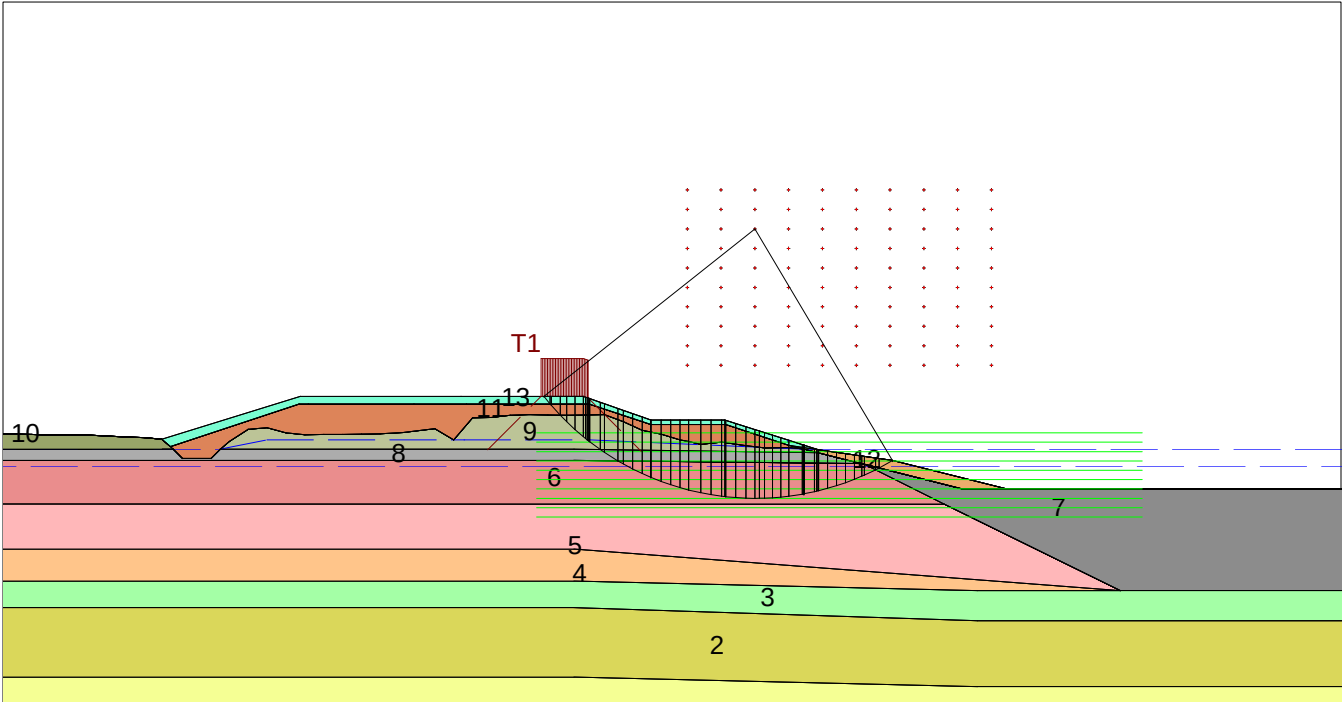
Dijkversterking Zeeburgereiland
Stabiliteit profiel 5

Annex

1218-0022-000

Critical Circle Bishop

- Layers
- 13. Zand ophoog
 - 12. Zand ophoog
 - 11. Zand ophoog
 - 10. Zand (losgepakt)
 - 9. Zand (losgepakt)
 - 8. Klei
 - 7. Baggerslib
 - 6. Opgebracht Slib
 - 5. Zand (losgepakt)
 - 4. Wadklei
 - 3. Wadzand
 - 2. Hydrobiaklei
 - 1. Zand (watervoerend)



Xm : -1,80 [m]
Ym : 11,29 [m]

Radius : 14,29 [m]
Safety : 1,14

Phone
Fax

date
10-4-2018

D-Geo Stability 18.1 : DWP_5_C20.sli

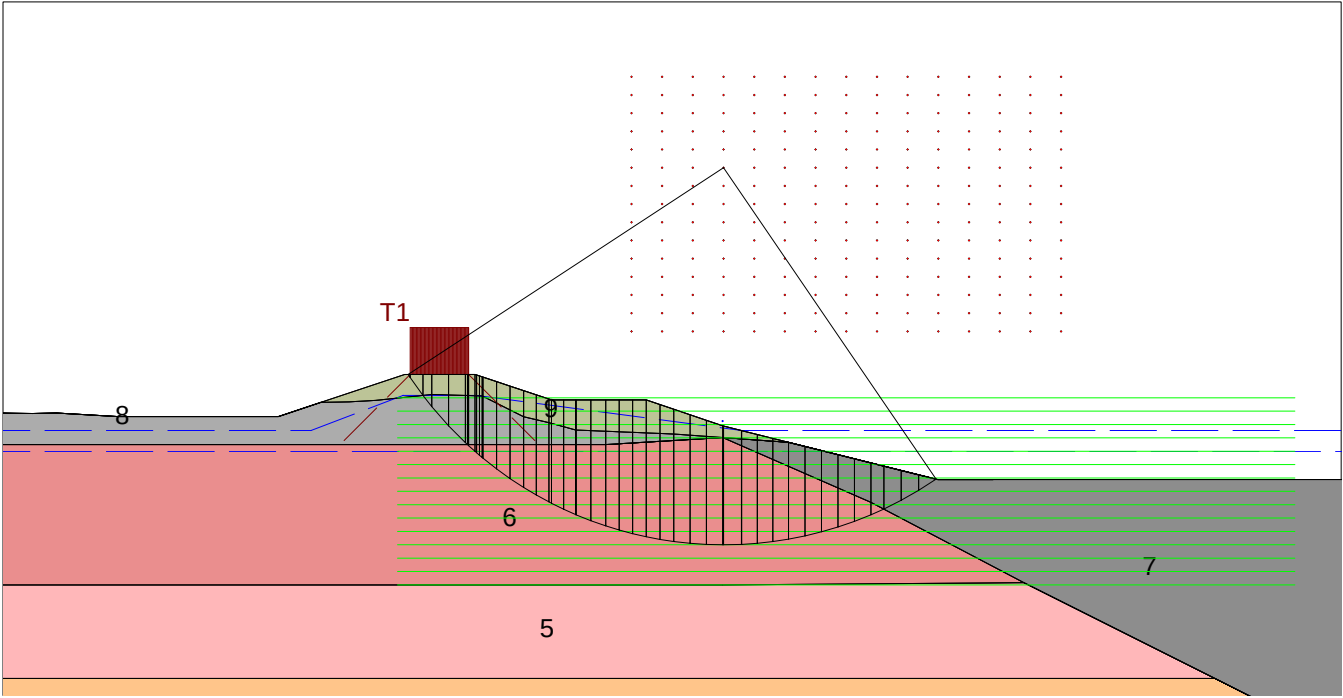
Dijkversterking Zeeburgereiland
Stabiliteit profiel 5 Uitvoering

Annex

1218-0022-000

Critical Circle Bishop

- Layers
- 9. Zand ophoog
 - 8. Zand (losgepakt)
 - 7. Baggerslib
 - 6. Aangebracht Slib
 - 5. Klei Slap
 - 4. Klei
 - 3. Zand (watervoerend)
 - 2. Klei
 - 1. Zand (watervoerend)



Xm : 0,04 [m]
Ym : 10,84 [m]

Radius : 16,12 [m]
Safety : 1,11

Phone
Fax

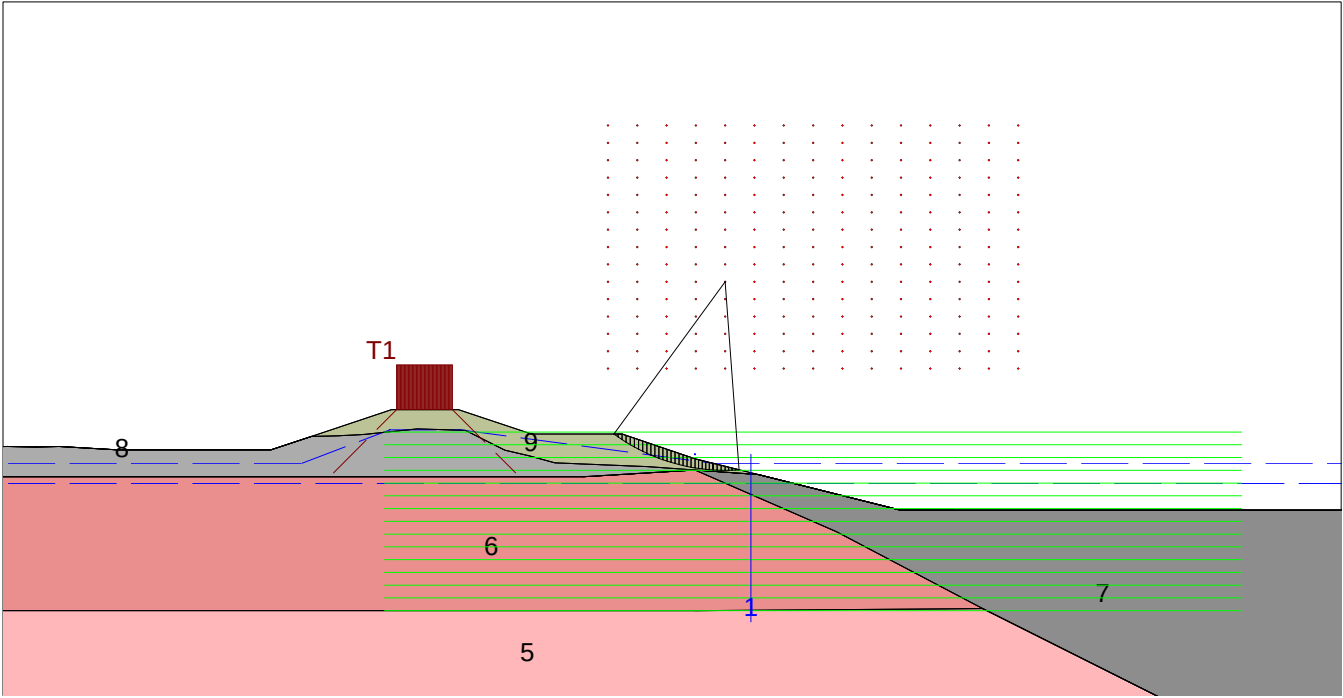
D-Geo Stability 18.1 : DWP6_Ontwerp.stl
date
12-4-2018

Dijkversterking Zeeburgereiland
Stabiliteit profiel 6

Annex
1218-0022-000

Critical Circle Bishop

- Layers
- 9. Zand ophoog
 - 8. Zand (losgepakt)
 - 7. Baggerslib
 - 6. Aangebracht Slib
 - 5. Klei Slap
 - 4. Klei
 - 3. Zand (watervoerend)
 - 2. Klei
 - 1. Zand (watervoerend)



X_m : 1,35 [m]
Y_m : 7,73 [m]

Radius : 8,44 [m]
Safety : 1,31

Phone
Fax

date
12-4-2018

D-Geo Stability 18.1 : DWP6_Brug.stl

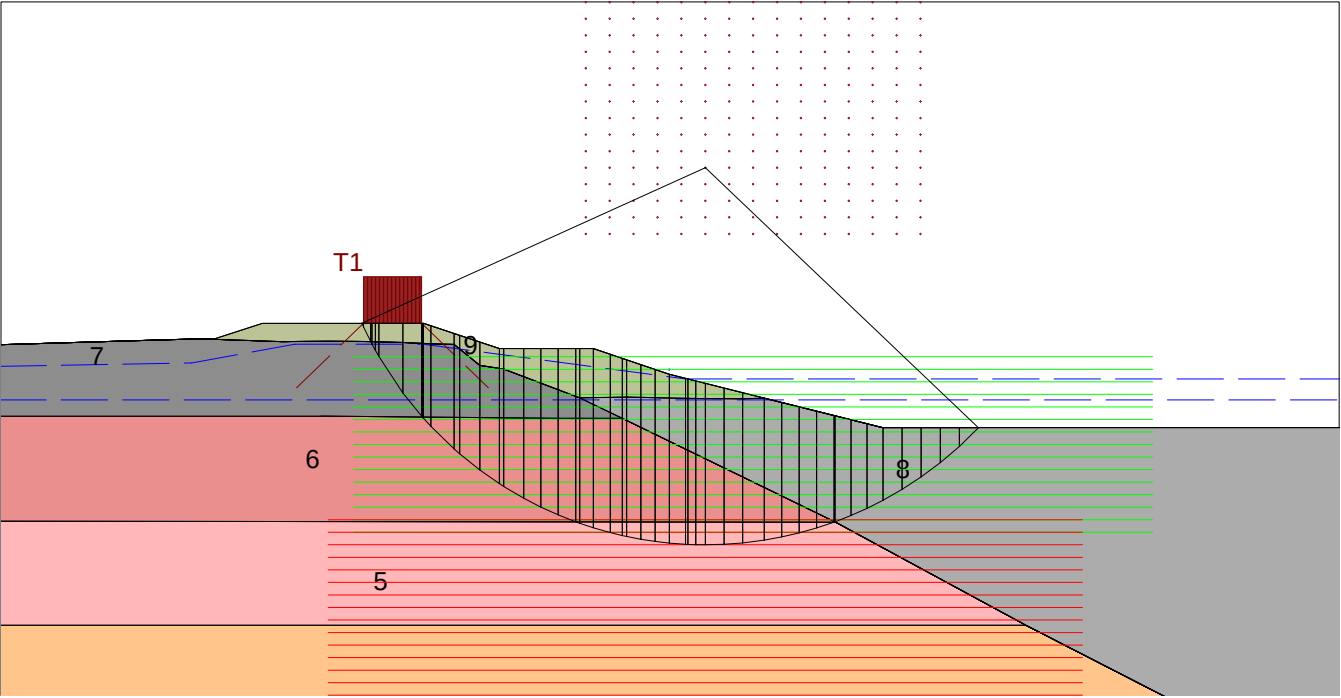
Dijkversterking Zeeburgereiland
Stabiliteit profiel 6 Brug

Annex

1218-0022-000

Critical Circle Bishop

- Layers
- 9. Zand ophoog
 - 8. Baggerslib
 - 7. Zand (losgepakt)
 - 6. Aangebracht Slib
 - 5. Klei slap
 - 4. Klei
 - 3. Zand (watervoerend)
 - 2. Klei
 - 1. Zand (watervoerend)



Xm : 1,55 [m]
Ym : 8,70 [m]

Radius : 16,24 [m]
Safety : 1,02

Phone
Fax

date
12-4-2018
D-Gao Stability 18.1 : DWP8_V3_Ontwerp.stl

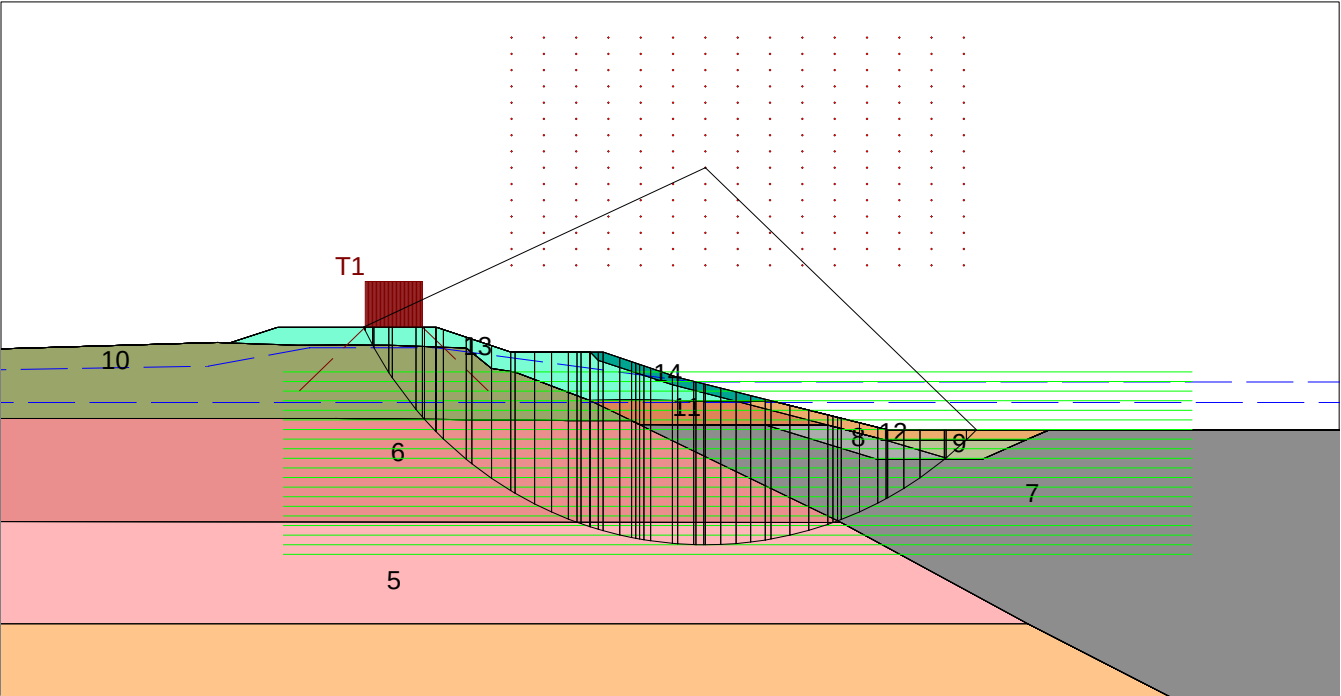
Dijkversterking Zeeburgereiland
Stabiliteit profiel 8 Originele Ontwerp

Annex

1218-0022-000

Critical Circle Bishop

- Layers
- 14. Zand ophoog
 - 13. Zand ophoog
 - 12. Zand ophoog
 - 11. Zand ophoog
 - 10. Zand (losgepakt)
 - 9. Zand ophoog
 - 8. Zand ophoog
 - 7. Baggerslib
 - 6. Aangebracht Slib
 - 5. Klei slap
 - 4. Klei
 - 3. Zand (watervoerend)
 - 2. Klei
 - 1. Zand (watervoerend)



Xm : 1,21 [m]
Ym : 8,99 [m]

Radius : 16,52 [m]
Safety : 1,25

Phone
Fax

date
17-4-2018

D-Geo Stability 18.1 : DWP8_V3_Detail_SF1_22.stl

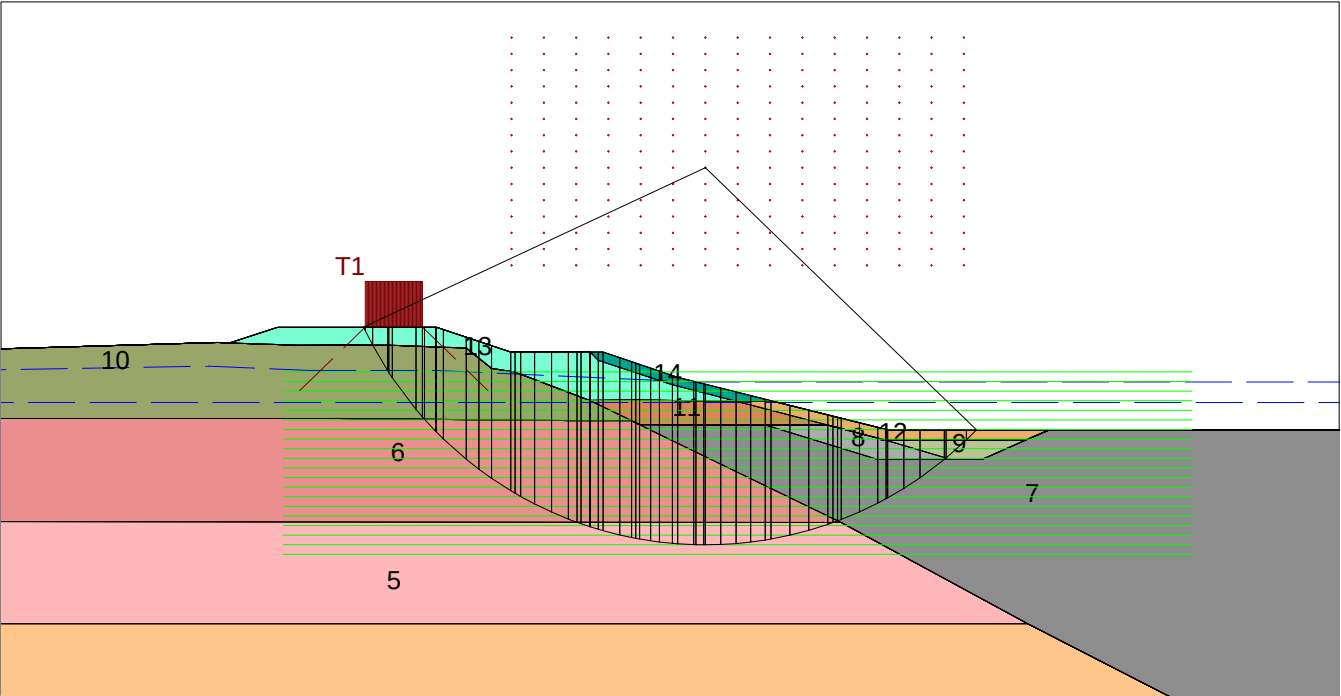
Dijkversterking Zeeburgereiland
Stabiliteit profiel 8 Aangepast Ontwerp

1218-0022-000

Annex

Critical Circle Bishop

- Layers
- 14. Zand ophoog
 - 13. Zand ophoog
 - 12. Zand ophoog
 - 11. Zand ophoog
 - 10. Zand (losgepakt)
 - 9. Zand ophoog
 - 8. Zand ophoog
 - 7. Baggerslib
 - 6. Aangebracht Slib
 - 5. Klei slap
 - 4. Klei
 - 3. Zand (watervoerend)
 - 2. Klei
 - 1. Zand (watervoerend)



Xm : 1,21 [m]
Ym : 8,99 [m]

Radius : 16,52 [m]
Safety : 0,98

D-Geo Stability 18.1 : DWP8_V3_Detail_SF1.22_Uitvoering.stl

Phone
Fax

date
17-4-2018

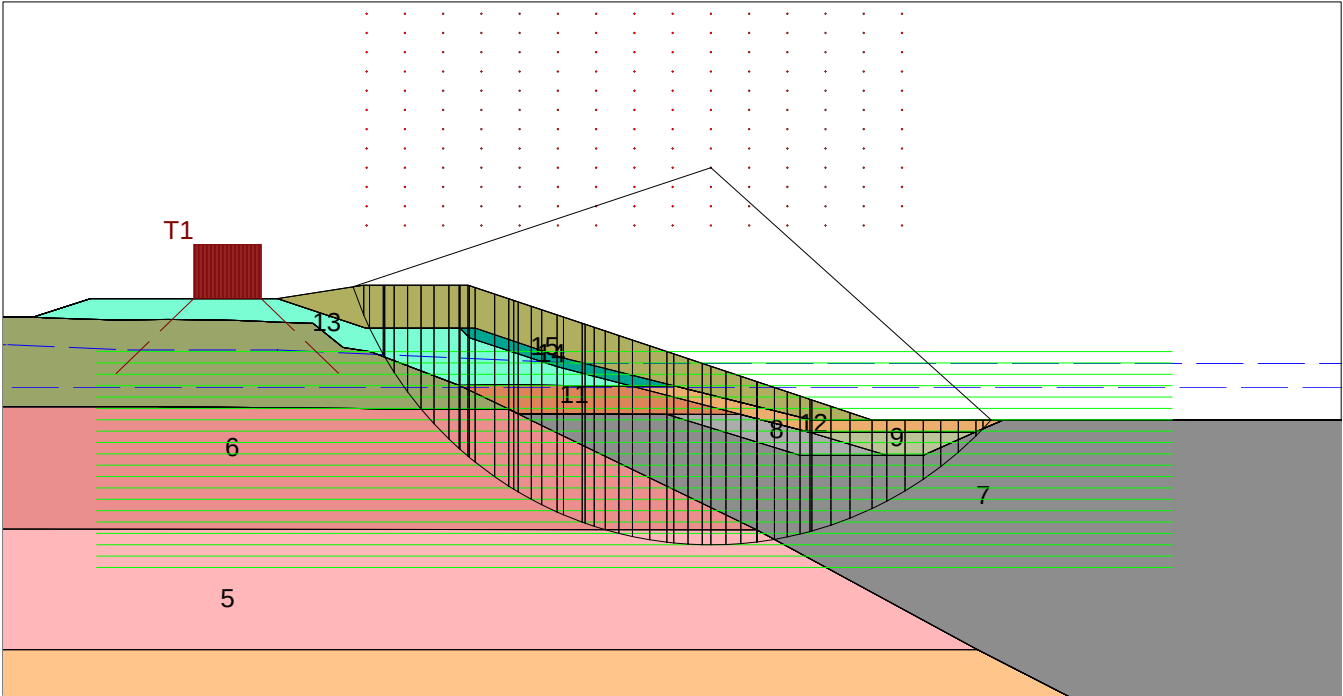
Dijkversterking Zeeburgereiland
Stabiliteit profiel 8 Aangepast Ontwerp Uitvoering

1218-0022-000

Annex

Critical Circle Bishop

- Layers
- 15. Zand ophoog
 - 14. Zand ophoog
 - 13. Zand ophoog
 - 12. Zand ophoog
 - 11. Zand ophoog
 - 10. Zand (losgepakt)
 - 9. Zand ophoog
 - 8. Zand ophoog
 - 7. Baggerslib
 - 6. Aangebracht Slib
 - 5. Klei slap
 - 4. Klei
 - 3. Zand (watervoerend)
 - 2. Klei
 - 1. Zand (watervoerend)



Xm : 5,46 [m]
Ym : 6,85 [m]

Radius : 13,96 [m]
Safety : 0,68

Phone
Fax

D-Geo Stability 18.1 : DWP8_V3_Detail_SF1_22_Uitvoering_EOverstij

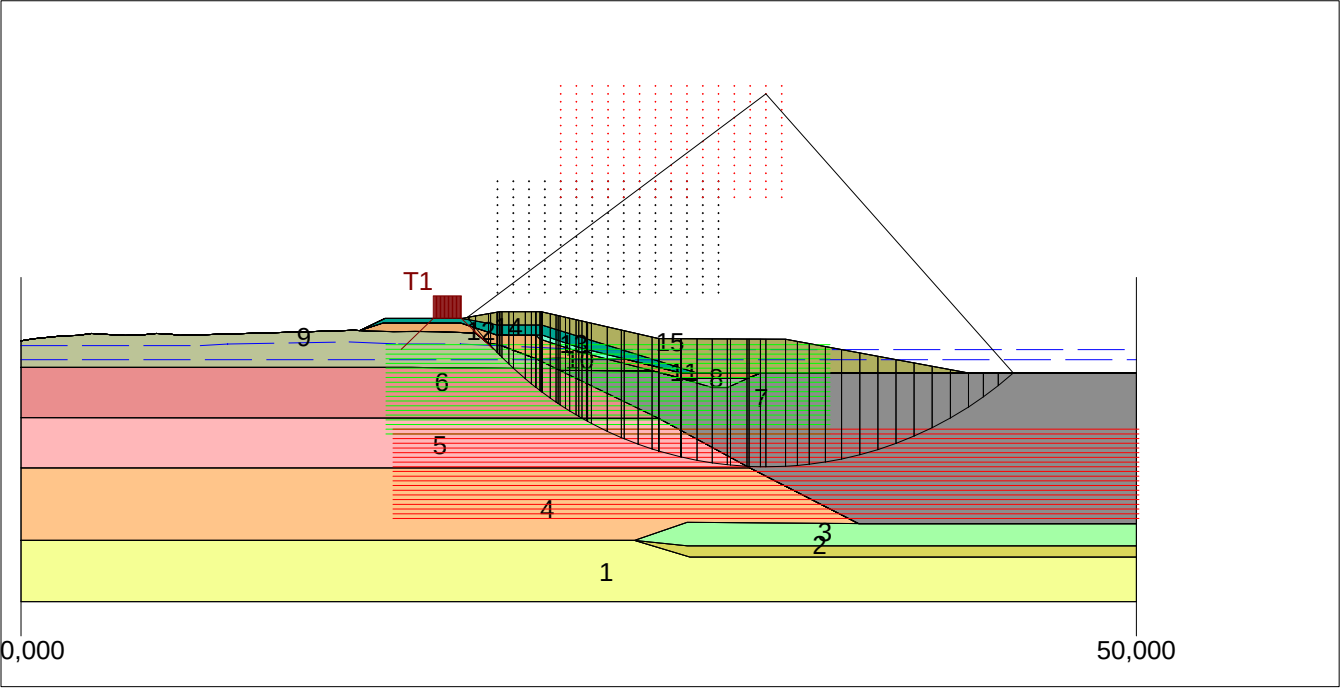
date
17-4-2018

1218-0022-000

Annex

Dijkversterking Zeeburgereiland
Stabiliteit profiel 8 Aangepast Ontwerp Uitvoering
Extra overhoogte

Critical Circle Bishop



- Layers
- 15. Zand ophoog
 - 14. Zand ophoog
 - 13. Zand ophoog
 - 12. Zand ophoog
 - 11. Baggerslib
 - 10. Baggerslib
 - 9. Zand (losgepakt)
 - 8. Baggerslib
 - 7. Baggerslib
 - 6. Aangebracht Slib
 - 5. Klei slap
 - 4. Klei
 - 3. Zand (watervoerend)
 - 2. Klei
 - 1. Zand (watervoerend)

Xm : 16,79 [m]
Ym : 22,53 [m]

Radius : 33,44 [m]
Safety : 1,04

Phone
Fax

date
12-4-2018

D-Geo Stability 18.1 : DWP8_V3 Uitvoering_T12.stl

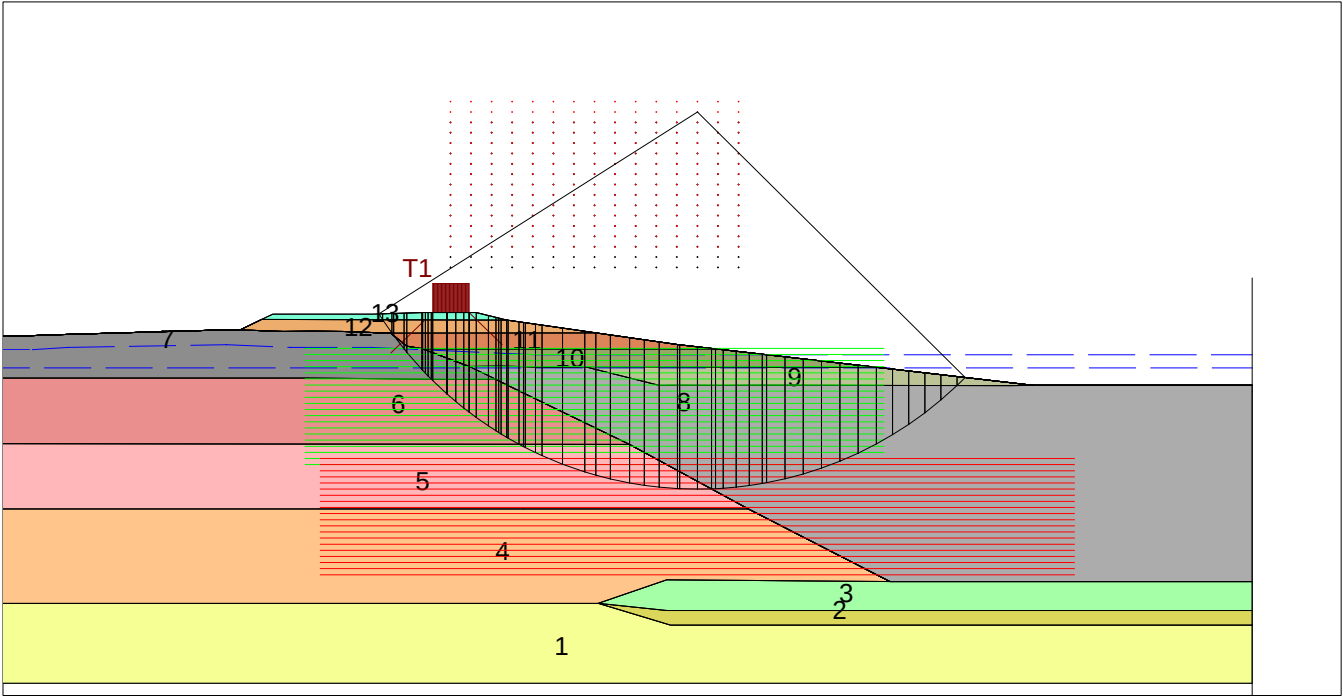
Dijkversterking Zeeburgereiland
Stabiliteit profiel 8 Uitvoering T=12 weken

1218-0022-000

Annex

Critical Circle Bishop

- Layers
- 13. Zand ophoog
 - 12. Zand ophoog
 - 11. Zand ophoog
 - 10. Zand ophoog
 - 9. Zand ophoog
 - 8. Baggerslib
 - 7. Zand (losgepakt)
 - 6. Aangebracht Slib
 - 5. Klei slap
 - 4. Klei
 - 3. Zand (watervoerend)
 - 2. Klei
 - 1. Zand (watervoerend)



Xm : 11,83 [m]
Ym : 16,30 [m]

Radius : 25,94 [m]
Safety : 1,01

Phone
Fax

D-Geo Stability 18.1 : DWPF8_V3_ Uitvoering_Totaal_T30.slt

date
12-4-2018

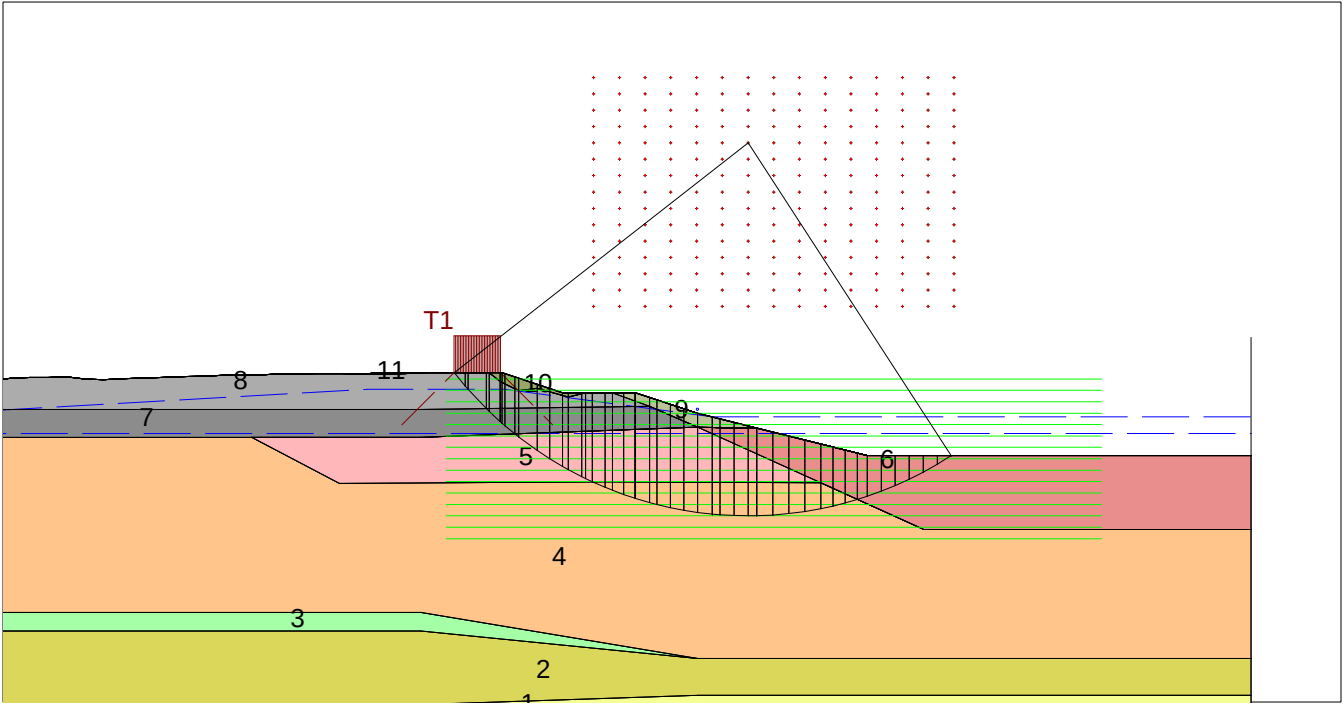
1218-0022-000

Annex

Dijkversterking Zeeburgereiland
Stabiliteit profiel 8 Uitvoering T=30 weken

Critical Circle Bishop

- Layers
- 12. Zand (losgepakt)
 - 11. Zand (watervoerend)
 - 10. Zand ophoog
 - 9. Zand ophoog
 - 8. Zand (losgepakt)
 - 7. Aangebracht slib
 - 6. Baggerslib
 - 5. Zand (losgepakt)
 - 4. Klei
 - 3. Basisveen
 - 2. Zand (watervoerend)
 - 1. Zand (watervoerend)



Xm : 2,74 [m]
Ym : 14,45 [m]

Radius : 20,21 [m]
Safety : 1,27

Phone
Fax

D-Geo Stability 18.1 : DW/P11.sil
date
10-4-2018

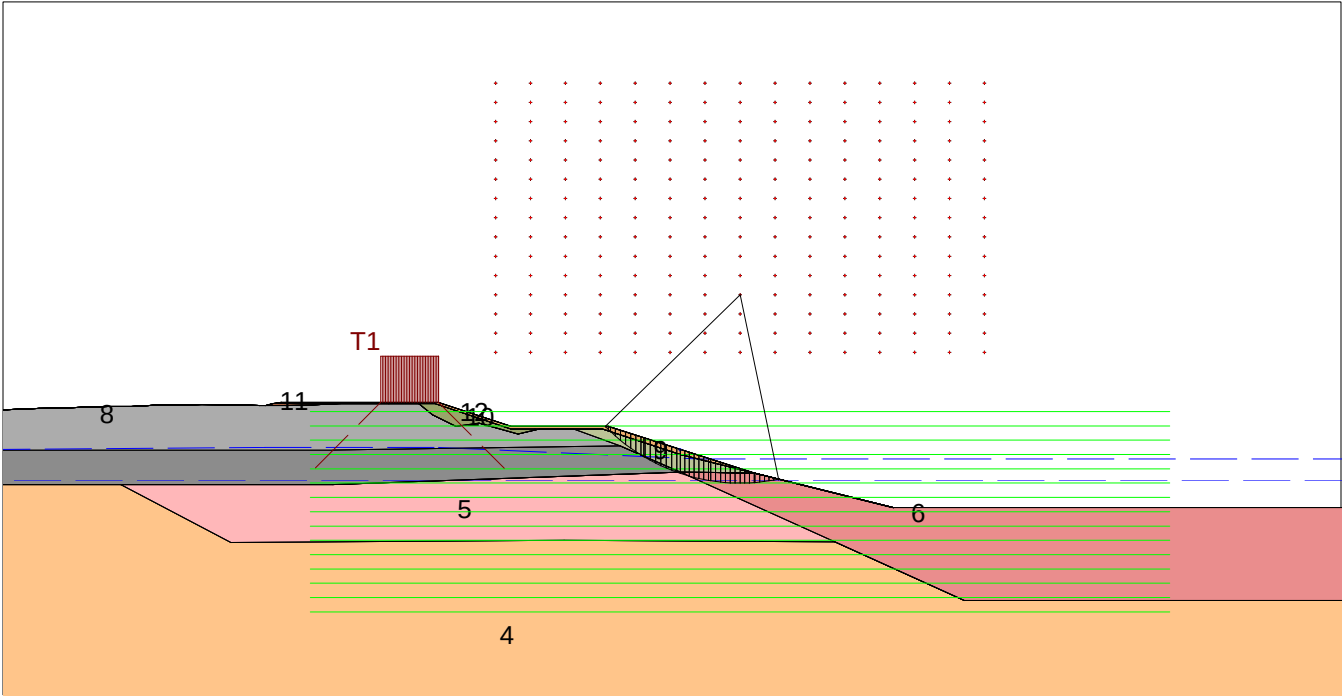
Dijkversterking Zeeburgereiland
Stabiliteit profiel 11

1218-0022-000

Annex

Critical Circle Bishop

- Layers
- 13. Aangebracht slib
 - 12. Zand ophoog
 - 11. Zand (watervoerend)
 - 10. Zand ophoog
 - 9. Zand ophoog
 - 8. Zand (losgepakt)
 - 7. Aangebracht slib
 - 6. Baggerslib
 - 5. Zand (losgepakt)
 - 4. Klei
 - 3. Basisveen
 - 2. Zand (watervoerend)
 - 1. Zand (watervoerend)



Xm : 2,58 [m]
Ym : 6,70 [m]

Radius : 8,14 [m]
Safety : 1,19

Phone
Fax

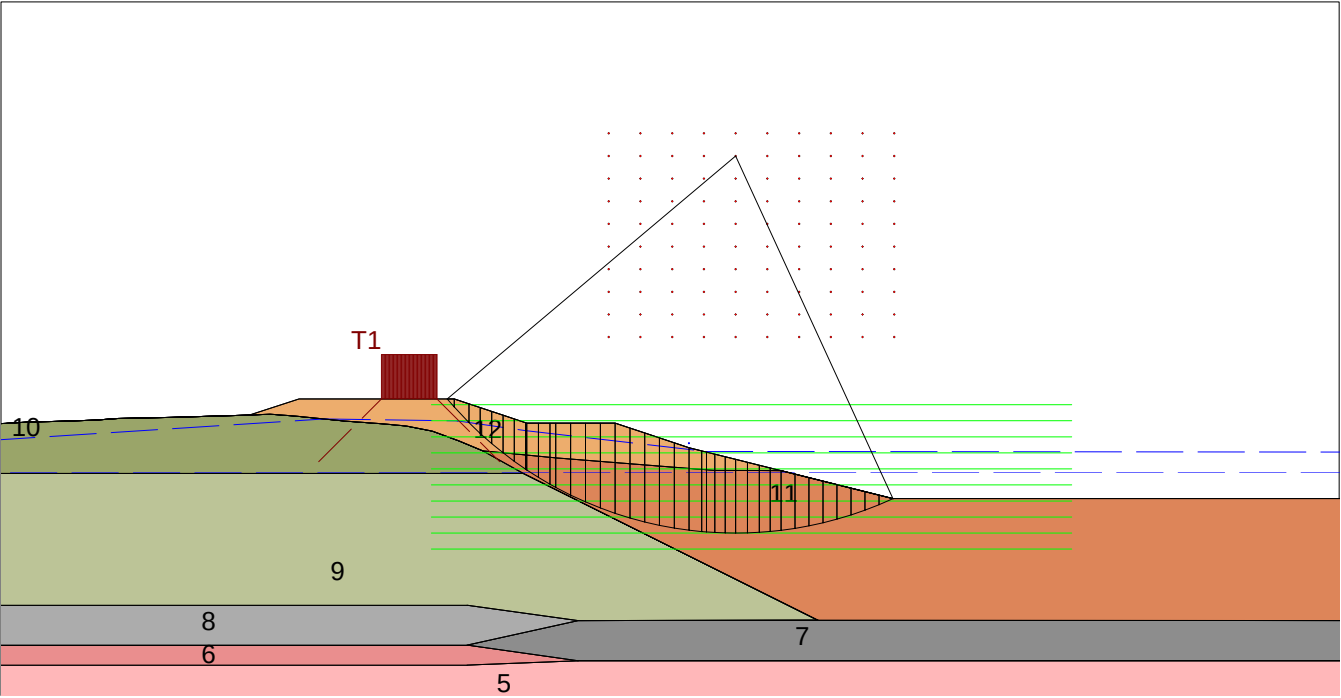
date
10-4-2018
D-Geo Stability 18.1 : DWP11_C20.sli

Dijkversterking Zeeburgereiland
Stabiliteit profiel 11

Annex
1218-0022-000

Critical Circle Bishop

- Layers
- 12. Zand ophoog
 - 11. Baggerslib
 - 10. Klei
 - 9. Zand (losgepakt)
 - 8. Wadklei
 - 7. Hydrobiaklei
 - 6. Wadzand
 - 5. Hydrobiaklei
 - 4. Basisveen
 - 3. Zand (watervoerend)
 - 2. Klei
 - 1. Zand (watervoerend)



Xm : 2,10 [m]
Ym : 12,96 [m]

Radius : 17,01 [m]
Safety : 1,10

Phone
Fax

date
12-4-2018

D-Geo Stability 18.1 : DWP14, V3, Ontwerp.sli

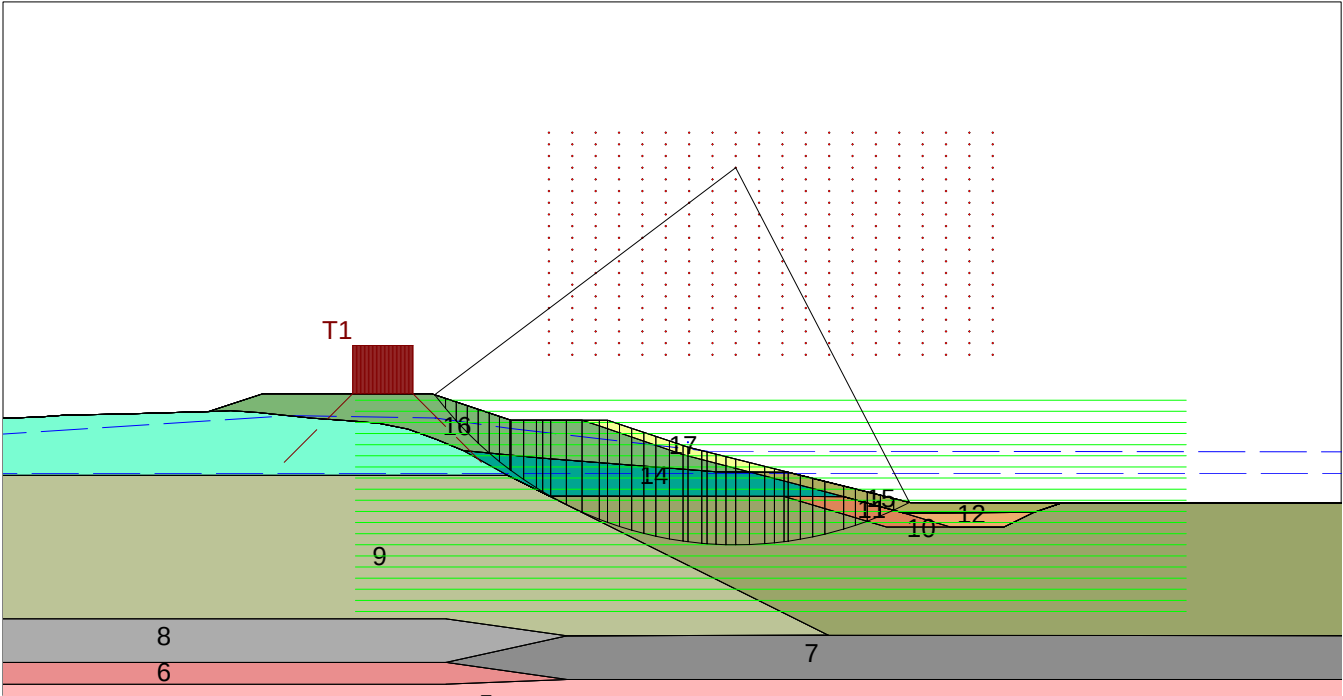
Dijkversterking Zeeburgereiland
Stabiliteit profiel 14 Origineel ontwerp

Annex

1218-0022-000

Critical Circle Bishop

- Layers
- 17. Zand ophoog
 - 16. Zand ophoog
 - 15. Zand ophoog
 - 14. Zand ophoog
 - 13. Klei
 - 12. Zand ophoog
 - 11. Zand ophoog
 - 10. Baggerslib
 - 9. Zand (losgepakt)
 - 8. Wadklei
 - 7. Hydrobiaklei
 - 6. Wadzand
 - 5. Hydrobiaklei
 - 4. Basisveen
 - 3. Zand (watervoerend)
 - 2. Klei
 - 1. Zand (watervoerend)



Xm : 1,98 [m]
Ym : 11,35 [m]

Radius : 15,59 [m]
Safety : 1,27

Phone
Fax

D-Geo Stability 18.1 : DWP14_V3_Ontwerp_SF_1_22.stl

date
17-4-2018

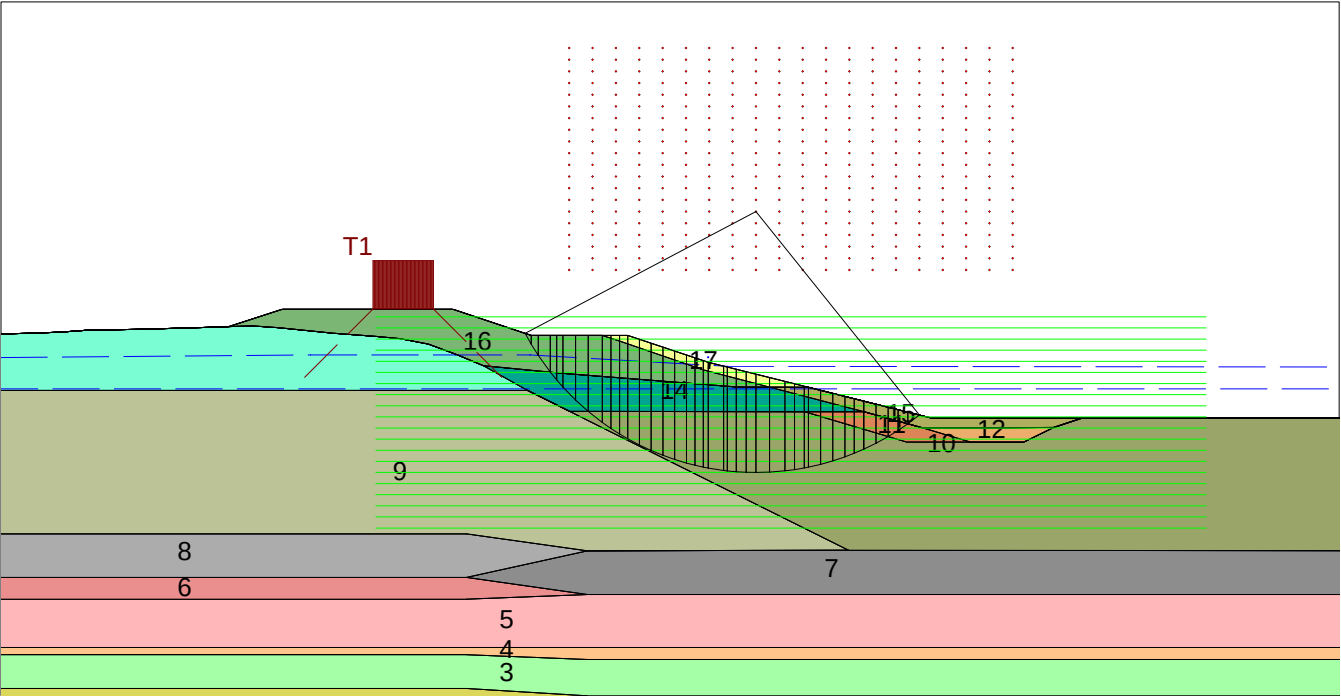
Dijkversterking Zeeburgereiland
Stabiliteit profiel 14 Aangepast ontwerp

1218-0022-000

Annex

Critical Circle Bishop

- Layers
- 17. Zand ophoog
 - 16. Zand ophoog
 - 15. Zand ophoog
 - 14. Zand ophoog
 - 13. Klei
 - 12. Zand ophoog
 - 11. Zand ophoog
 - 10. Baggerslib
 - 9. Zand (losgepakt)
 - 8. Wadklei
 - 7. Hydrobiaklei
 - 6. Wadzand
 - 5. Hydrobiaklei
 - 4. Basisveen
 - 3. Zand (watervoerend)
 - 2. Klei
 - 1. Zand (watervoerend)



Xm : 1,98 [m]
Ym : 6,03 [m]

Radius : 10,79 [m]
Safety : 0,84

Phone
Fax

D-Geo Stability 18.1 : DWP14_V3_ Ontwerp_SF_1.22_ Uitvoering.stl

date
17-4-2018

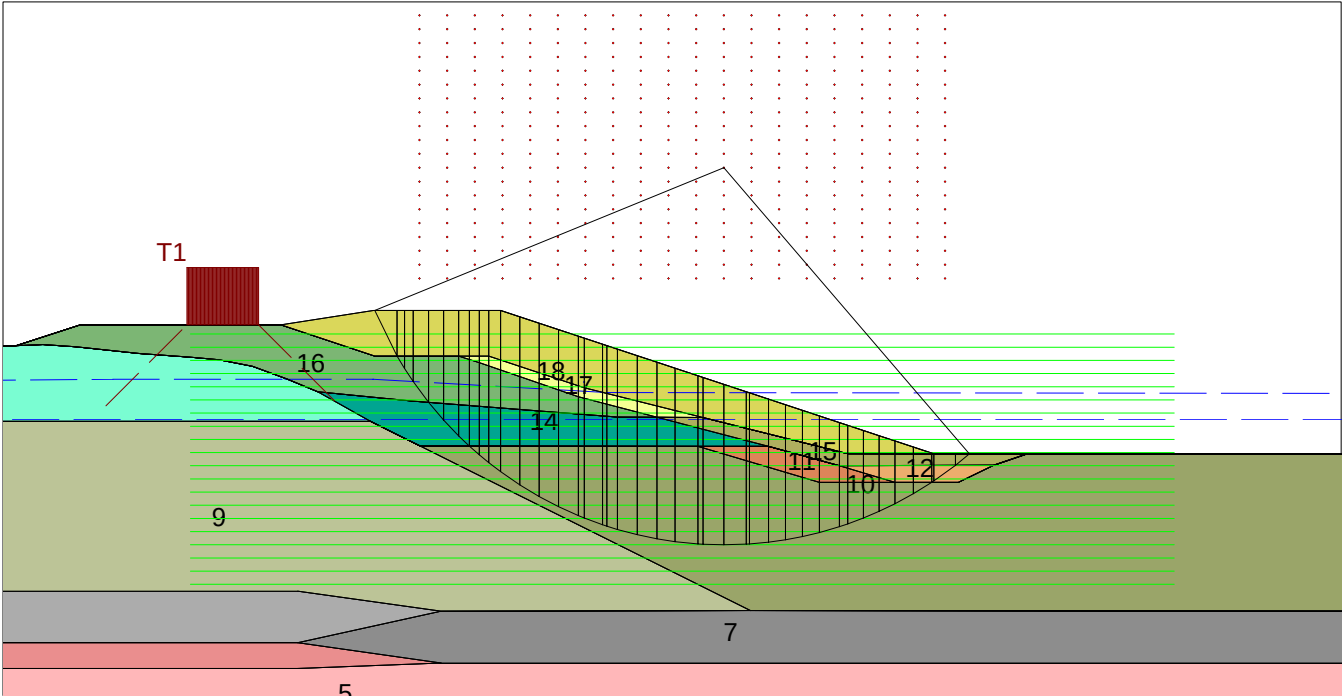
1218-0022-000

Annex

Dijkversterking Zeeburgereiland
Stabiliteit profiel 14 Aangepast ontwerpUitvoering

Critical Circle Bishop

- Layers
- 18. Zand ophoog
 - 17. Zand ophoog
 - 16. Zand ophoog
 - 15. Zand ophoog
 - 14. Zand ophoog
 - 13. Klei
 - 12. Zand ophoog
 - 11. Zand ophoog
 - 10. Baggerslib
 - 9. Zand (losgepakt)
 - 8. Wadklei
 - 7. Hydrobiaklei
 - 6. Wadzand
 - 5. Hydrobiaklei
 - 4. Basisveen
 - 3. Zand (watervoerend)
 - 2. Klei
 - 1. Zand (watervoerend)



Xm : 4,87 [m]
Ym : 7,49 [m]

Radius : 13,17 [m]
Safety : 0,62

Phone
Fax

D-Geo Stability 18.1 : DWPI4 V3_Ortwerp_SF_1.22 Uitvoering_EOverstl

date
17-4-2018

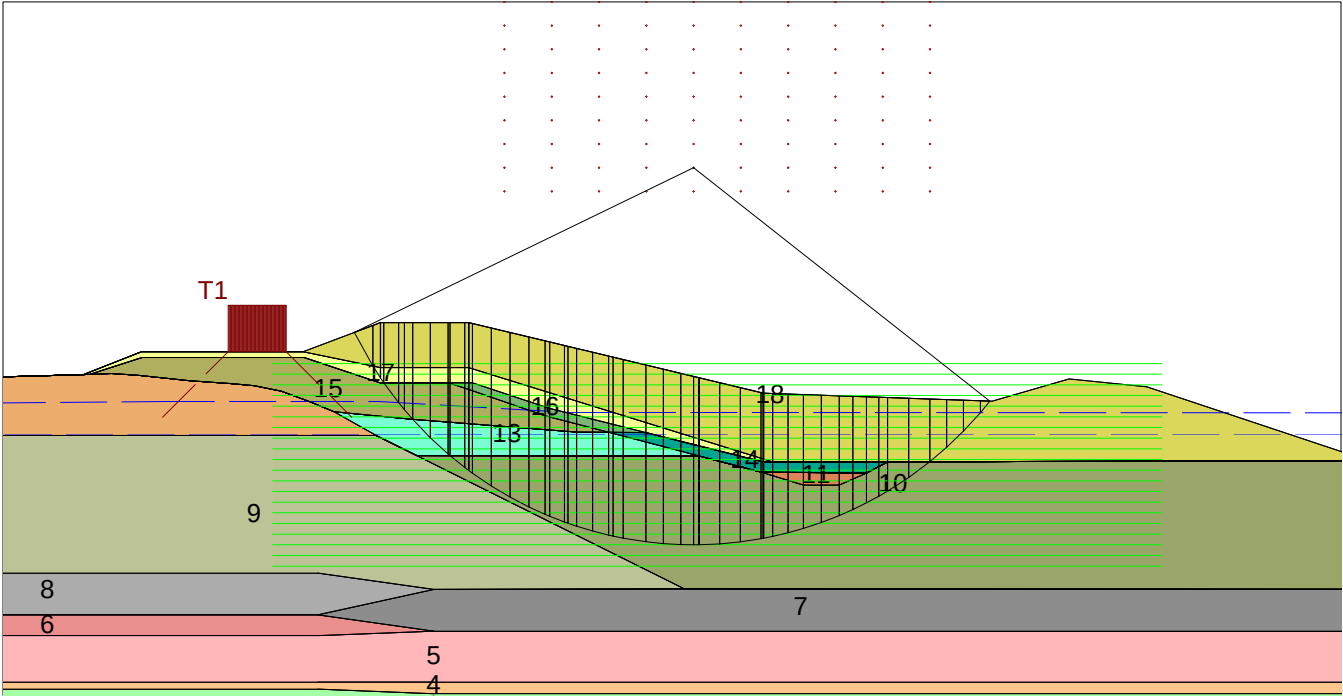
1218-0022-000

Annex

Dijkversterking Zeeburgereiland
Stabiliteit profiel 14 Aangepast ontwerpUitvoering
Extra overhoogte

Critical Circle Bishop

- Layers
- 18. Zand ophoog
 - 17. Zand ophoog
 - 16. Zand ophoog
 - 15. Zand ophoog
 - 14. Baggerslib
 - 13. Baggerslib
 - 12. Klei
 - 11. Baggerslib
 - 10. Baggerslib
 - 9. Zand (losgepakt)
 - 8. Wadklei
 - 7. Hydrobiaklei
 - 6. Wadzand
 - 5. Hydrobiaklei
 - 4. Basisveen
 - 3. Zand (watervoerend)
 - 2. Klei
 - 1. Zand (watervoerend)



Xm : 6,21 [m]
Ym : 10,18 [m]

Radius : 16,26 [m]
Safety : 1,04

D-Geo Stability 18.1 : DWP14_V3 Uitvoering_Totaal_T12.stl

Phone
Fax

date
12-4-2018

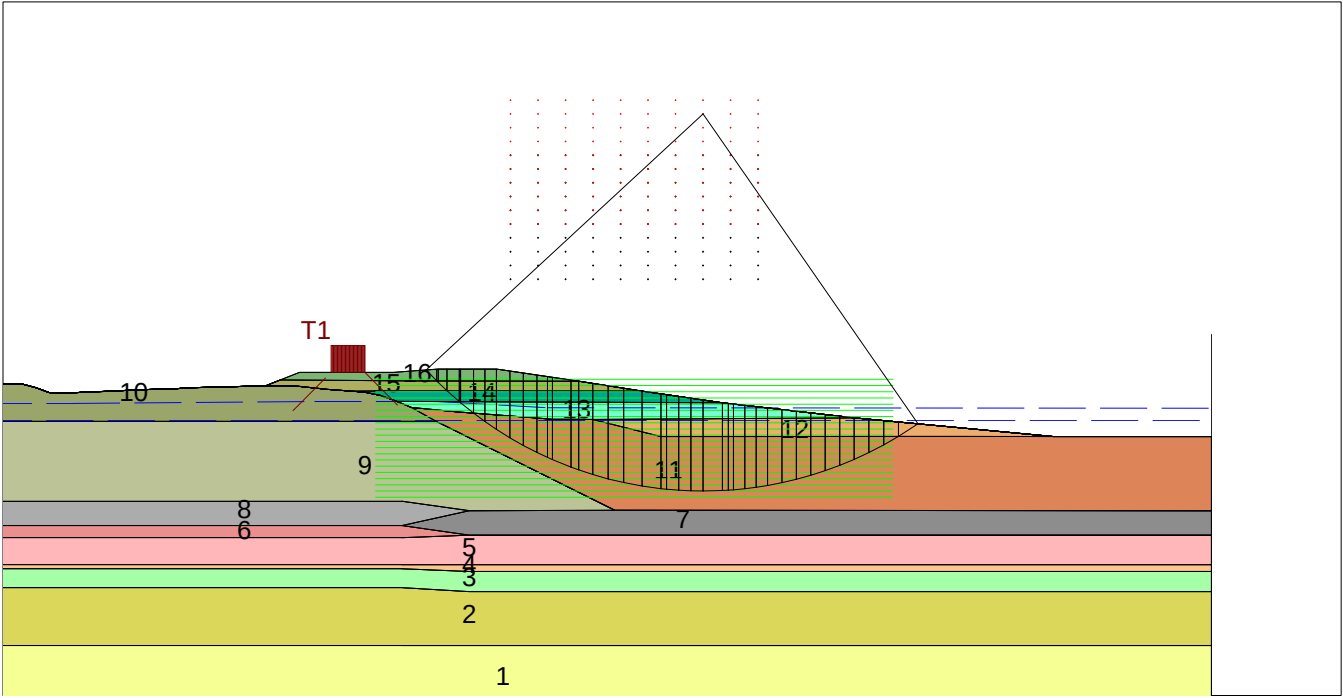
1218-0022-000

Annex

Dijkversterking Zeeburgereiland
Stabiliteit profiel 14 Uitvoering T=12 weken

Critical Circle Bishop

- Layers
- 16. Zand ophoog
 - 15. Zand ophoog
 - 14. Zand ophoog
 - 13. Zand ophoog
 - 12. Zand ophoog
 - 11. Baggerslib
 - 10. Klei
 - 9. Zand (losgepakt)
 - 8. Wadklei
 - 7. Hydrobiaklei
 - 6. Wadzand
 - 5. Hydrobiaklei
 - 4. Basisveen
 - 3. Zand (watervoerend)
 - 2. Klei
 - 1. Zand (watervoerend)



Xm : 12,32 [m]
Ym : 21,41 [m]

Radius : 27,95 [m]
Safety : 1,00

Phone
Fax

D-Geo Stability 18.1 : DWP14_V3 Uitvoering_Totaal_T30.stl

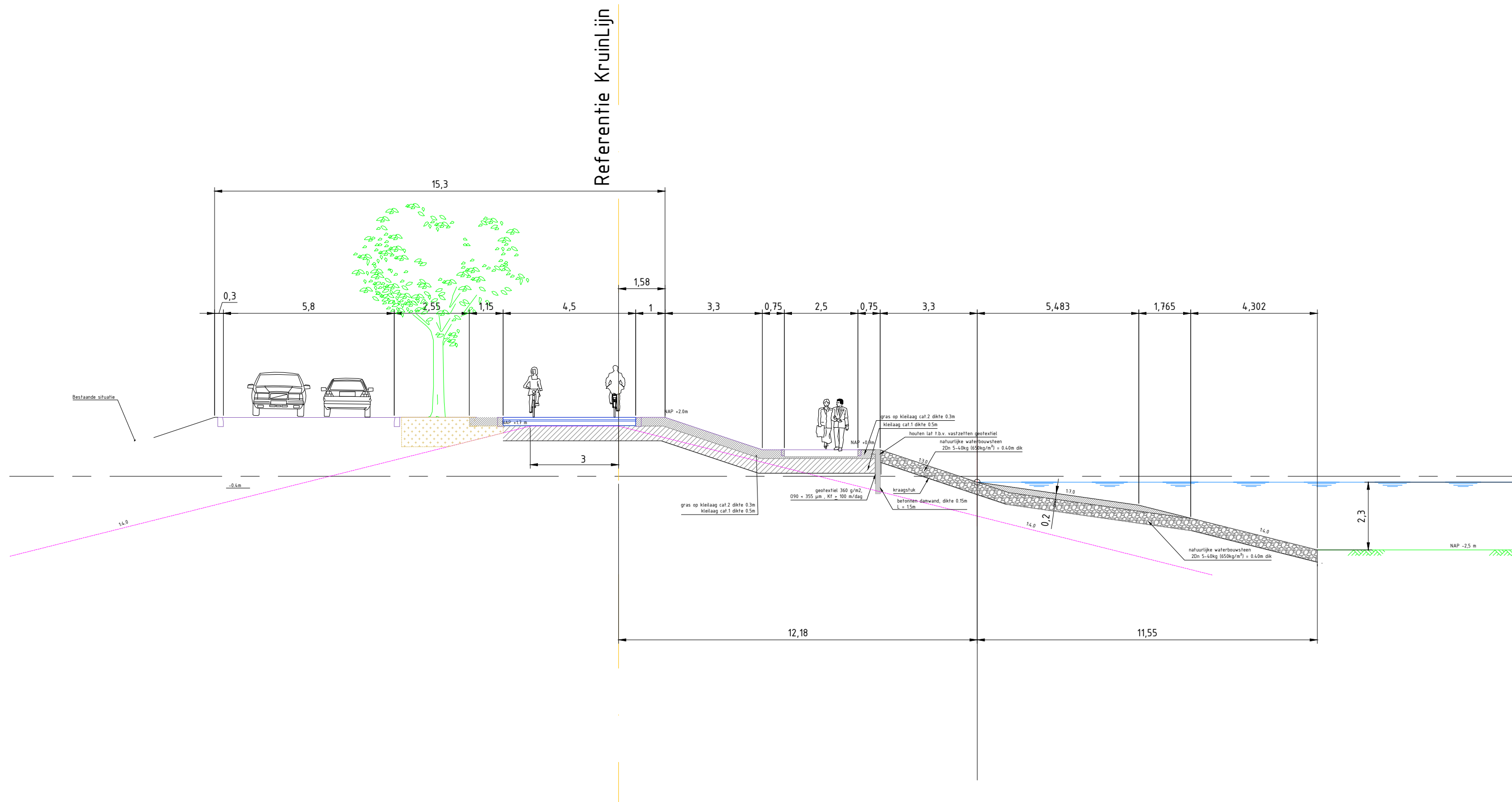
date
12-4-2018

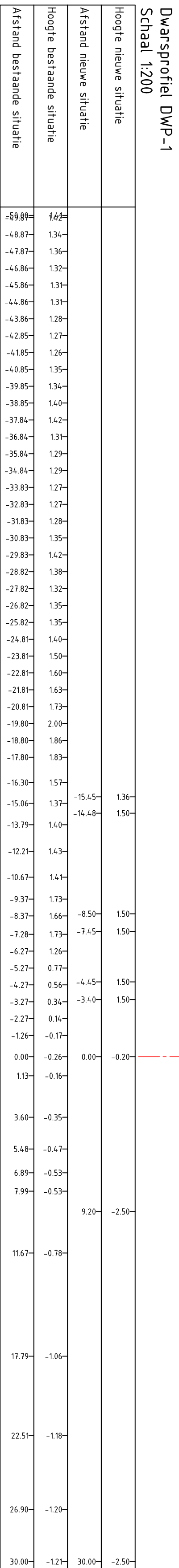
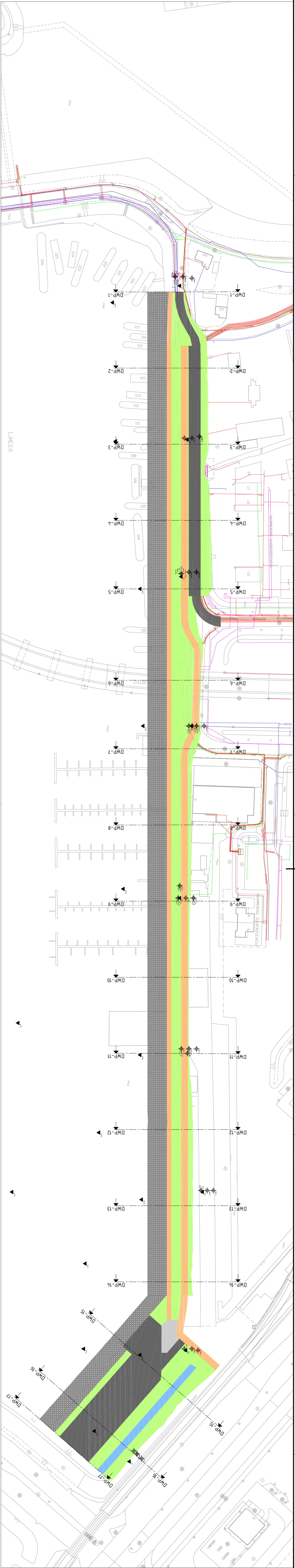
1218-0022-000

Annex

Dijkversterking Zeeburgereiland
Stabiliteit profiel 14 Uitvoering T=30 weken

C. DWARSPROFIELEN





D. LOCATIE OERGEUL

