



Datum
15 augustus 2021

Ons kenmerk
21.020337

Scopebepaling V252

| Meentkade--Zuid

Colofon

Opdrachtgever	
Afdeling	Waterinfrastructuur
Projectleider	██████████
Projectnummer	

Opdrachtnemer	
Afdeling	Onderzoek en Advies
Projectleider	██████████
Kwaliteitsborger	██████████
Projectnummer	01.1138-002/V252

Rapport	
Rapporteur	██████████
Versie	1
Rapportnummer	21.020337
Trefwoorden	Geotechniek, Kering, Veiligheid

Inhoud

	Voorwoord	8
1	Inleiding	9
2	Samenvatting toetsing 2024	10
3	Conclusies en aanbevelingen	12
3.1	Hoogte (HT)	12
3.2	Piping (STPH)	12
3.3	Stabiliteit binnenwaarts (STBI)	13
3.4	Stabiliteit buitenwaarts (STBU)	13
3.5	Microstabiliteit (STMI)	14
4	Aanpak toetsing 2024	14
5	Berekeningen en beoordeling resultaten toetsing 2024	15
5.1	Hoogte (HT)	15
5.2	Hydraulische kortsluiting	16
5.3	Piping en heave (STPH)	16
5.3.1	Eenvoudige toetsing	16
5.3.2	Gedetailleerde toetsing	17
5.4	Stabiliteit (STBI)	17
5.4.1	Eenvoudige toetsing	17
5.4.2	Gedetailleerde toetsing	17
5.5	Stabiliteit buitenwaarts (STBU)	18
5.6	Microstabiliteit (STMI)	19
6	Berekeningsuitgangspunten 2012 en 2024	20
6.1	Normering	20
6.2	Waterpeilen	21
6.2.1	Maatgevend hoogwater (MHW)	21
6.2.2	Streefpeil boezem	21
6.2.3	Polderpeil	21
6.2.4	Stijghoogte	22
6.2.5	Verloop freatische lijn in de dijk	22
6.3	Diepte watergangen	22
6.4	Verkeersbelasting	23
6.5	Dijkvakken	23
6.6	Sterkteparameters	23
7	Mogelijke dijkverbeteringsmaatregelen	24
7.1	Hoogte en stabiliteit	24
7.1.1	Planperiode 30 jaar	24
7.1.2	Planperiode 10 jaar	27
7.1.3	Uitgangspunten voor berekeningen	28
7.1.4	Berekeningsresultaten	29
7.1.5	Conclusie	30
7.2	Piping	31
8	Referenties	33

Bijlagen

Bijlage 1: Dwarsprofielmeting maart 2021

Bijlage 2: Berekeningen piping

Bijlage 3: Berekeningen STBI

Bijlage 4: Resultaat potentiële dijkverbeteringsmaatregelen HT (D-Settlement)

Bijlage 5: Resultaat potentiële dijkverbeteringsmaatregelen STBI (D-Stab)

Bijlage 6: Resultaat potentiële dijkverbeteringsmaatregelen STBU (D-Stab)

Voorwoord

Het project *Scopebepaling dijken* heeft tot doel de laatste toetsing van met name afgekeurde dijktrajecten kritisch te bekijken en waar nodig te verbeteren, om daarna een eenduidige scope voor de benodigde dijkverbetering te kunnen geven. Daarbij worden echter ook goedgekeurde dijkvakken binnen het dijktraject nog eens kritisch tegen het licht gehouden. Behalve helderheid verschaffen, wil men hiermee ook fouten in eerdere schematiseringen en berekeningen vroegtijdig opsporen en verbeteren.

De stappen die in de scopebepaling achtereenvolgens worden doorlopen zijn:

1. Review toetsingsrapport
2. Review stabiliteitsberekeningen
3. Review beheerdersoordeel
4. Doorspreken bevindingen met expertteam
5. Aanbrengen van verbeteringen in schematiseringen en berekeningen
6. Aangeven van potentiële dijkverbeteringsmaatregelen
7. Een eerste doorrekening van potentiële dijkverbeteringsmaatregelen
8. Vaststellen definitieve scope dijkverbetering
9. Overdracht aan afdeling Projecten

1 Inleiding

Dit rapport beschrijft de technische scopebepaling van het dijktraject Meentkade-Zuid met codering V252, gelegen aan de zuidwestzijde van de polder Hilversumse Ondermeent 26.2. Het traject ligt ten westen van Bussum, de metrerings start bij de rotonde op de aansluiting Frans Kampweg (N236) en de Hilversumse Meentweg. De waterkering is een zogenoemde 'groene' waterkering. Dat wil zeggen dat er geen verharding op de waterkering aanwezig is. Over de hele lengte van de strekking is in de teen een teensloot aanwezig. De totale lengte van het dijktraject bedraagt 2138 meter. In Figuur 1 is het onderzochte dijktraject lichtblauw gemarkeerd.

Figuur 1. Ligging van het dijktraject V252 Meentkade- Zuid



Deze kade is ook in 2012 getoetst. In deze toetsing is van 2538 meter dijktraject 1738 meter afgekeurd op hoogte (HT), 1100 meter op Piping, 1928 meter op stabiliteit binnenwaarts (STBI), 2178 meter op stabiliteit buitenwaarts (STBU) en 650 meter op microstabiliteit STMI. De toetsingsresultaten uit de toetsing van 2012 staan in Tabel 1-1 [Ref. 1].

Tabel 1-1. Samenvatting toetsingsresultaten 2012 (Meentkade- Zuid)

Metrering [m]		HT	STPH	Stabiliteitstoetsing			STMI
Van	Tot			STBI (nat)	STBI (droog)	STBU	
0 (-)*	400 (-)	G.O.	V	O	V	O	O
400 (0)	760 (360)	O	V	V	V	V	V
760 (360)	1010 (610)	O	V	V	V	O	O
1010 (610)	2100 (1700)	O	O	O	O	O	V
2100 (1700)	2538 (2138)	O	O	O	O	O	V
Totaal voldoet [m]		0	1010	610	1010	360	1888
Totaal geen oordeel [m]		400	0	0	0	0	0
Totaal voldoet niet [m]		1738	1528	1928	1528	2178	650

*De dijkvakken van de toetsing uit 2012 verschillen 400 meter met de dijkvakken van de toetsing uit 2024. De metrerings in () staat voor de metrerings in 2024.

2 Samenvatting toetsing 2024

Alle dijkvakken zijn in de toetsing van 2024 opnieuw getoetst. Op basis van de verschillen in bodemopbouw (dijklichaam en achterland), geometrie en de verkeerbelasting is een nieuwe indeling gemaakt. De berekeningsresultaten van de toetsing van 2024 zijn samengevat in Tabel 2-1.

Tabel 2-1. Samenvatting toetsingsresultaten 2024 (Meentkade- Zuid)

Dijkvak* [-]	Metrering [m]		HT	STPH	Stabiliteitstoetsing			STMI
	Van	Tot			STBI (nat)	STBI (droog)**	STB U	
1	0	360	V	V	V	V	V	V
2a	360	440	V	O	V	V	V	V
2b	440	610	O	O	V	V	V	V
3	610	1700	O	O	V	V	V	V
4	1700	2138	O	O	O	V	V	V
Totaal voldoende [m]			440	360	1700	2138	2138	2138
Totaal onvoldoende [m]			1698	1778	438	0	0	0

*De dijkvakken van de toetsing uit 2012 verschillen 400 meter met de dijkvakken van de toetsing uit 2024. Metrering 0 is metrering 400 in 2012.

**De dijk is niet droogtegevoelig. Er is klei en een zandlaag met een minimale dikte van 0,5 m op de deklaag.

Bij het vergelijken van de toetsingsresultaten in 2024 en 2012 valt het volgende op:

HT

De hoogtetoets van 2024 scoort bij metrering 0-440 een 'Voldoende'. In 2012 was dat bij deze metrering nog een 'Onvoldoende'.

In 2024 is naast de meting van de kruinhoogte op de referentielijn ook de kruinhoogte op een afstand van 1,5 en 3 meter van de referentielijn gemeten. Op deze manier kan de kruinhoogte over een grotere breedte worden bepaald. Hierdoor kan het dijktraject met metrering 0-440 worden goedgekeurd.

De gebruikte kruinhoogtemetingen voor de toetsing van 2012 zijn de geëxtrapoleerde gegevens van de meting van 2006 tot 2012. De metingen in 2006 zijn alleen op de referentielijn gedaan.

STPH

De toets voor STPH van 2024 is ongunstiger dan de toets voor STPH van 2012, omdat de toetscriteria volgens de Leidraad 2015 om STPH te bepalen conservatiever zijn dan die van de toetsing van 2012.

STBI/STBU

Bij de toetsing voor STBI/STBU in 2024 voldoen meer dijkvakken dan bij de toetsing van 2012. Door de toepassing van de nieuwe AGV proevenverzameling en de schematisering van de verkeersbelasting voldoen alle dijkvakken aan de stabiliteitseis.

Daarnaast zijn er bij de toetsing voor STBU van 2024 andere toetscriteria benaderd dan in 2012. Met behulp van een eenvoudige toetsing voldoen alle dijkvakken aan de buitenwaartse stabiliteitseis.

STMI

De toets voor STMI van 2024 scoorde bij metrerings 360-610 m (volgens de nieuwe metrerings van het dijktraject) een 'Voldoende'. In 2012 was dat bij deze metrerings nog een 'Onvoldoende'. Door nader onderzoek en een gedetailleerde aanpak is dit dijkvak bij de toetsing voor STMI in 2024 goedgekeurd.

3 Conclusies en aanbevelingen

3.1 Hoogte (HT)

Bij de toetsing zijn de dijkvakken 2b, 3 en 4 afgekeurd op het toetsspoor hoogte (HT). Dijkvak 1 en 2a voldoen wel aan de toetscriteria.

Grote delen van de waterkering dienen dus op korte termijn te worden opgehoogd. In verband met de vereiste ophoging van de dijk is in Hoofdstuk 7 een ontwerp opgesteld voor de locaties waar de dijk niet op hoogte voldoet. Om inzicht te krijgen in de benodigde kruinhoogte bij uitvoering is een zettingsberekening gemaakt. In de versterking is afhankelijk van planperiode uitgegaan van twee verschillende kruinbreedtes. Een kruinbreedte van 3,0 meter (conform legger, planperiode 30 jaar) en een kruinbreedte van 1,5 m voor een kortere planperiode (10 jaar). De grond wordt opgehoogd met klei met een soortelijk gewicht van 17 kN/m^3 . De zettingsberekeningen zijn te vinden in Bijlage 4 en 5.

Voor een planperiode van 30 jaar dient grofweg rekening te worden gehouden met het volgende versterkingsontwerp:

- Kruinophoging (netto): 0,55 m à 0,68 m (uitgegaan van 30 jaar onderhoud)
- Kruinbreedte: 3,0 m (uitgegaan van 30 jaar onderhoud).
- Binnentaludhelling: 1:2 à 1:3.
- Buitentaludhelling: 1:1,5 à 1:2.

Voor een planperiode van 10 jaar moet grofweg worden rekening gehouden met het volgende versterkingsontwerp:

- Kruinophoging (netto): 0,4 m à 0,45 m (uitgegaan van 10 jaar onderhoud).
- Kruinbreedte: 1,5 m (uitgegaan van 10 jaar onderhoud).
- Binnentaludhelling: 1:2 à 1:3.
- Buitentaludhelling: 1:1,5 à 1:2.

3.2 Piping (STPH)

Alle dijkvakken, met uitzondering van dijkvak 1, zijn afgekeurd op Piping (zie Tabel 5-3). De Pleistocene zandlaag ligt hoog, vrijwel tot de boezembodem/slootbodem en de afstand tussen de boezem en de sloot is klein. Naar verwachting wordt de kwelstroom voornamelijk tegengehouden door een dunne sliblaag op de bodem van de boezem.

Tijdens baggeren kan de sliblaag op de bodem van de boezem worden verwijderd, waardoor in de teensloot wellen ontstaan. Als deze wellen zand mee gaan voeren is er sprake van piping, wat kan zorgen voor het bezwijken van de dijk.

Om een ontwerp te maken dat voldoet aan de eisen m.b.t. piping zijn een aantal opties mogelijk, met name:

- Het aanbrengen van een kwelscherp (bijvoorbeeld van kunststof/bentoniet, hout of staal);
- Gebruikmaken van een granulaire filterconstructie op de bodem van de sloot, eventueel in combinatie met een grondricht doek. Hierdoor zal de kwelstroom niet worden tegengegaan, maar wordt voorkomen dat zandkorrels meespoelen met de kwelstroom.

Bij dijkvak 4 zijn volgende opties mogelijk:

- Gebruikmaken van een granulaire filterconstructie op de bodem van de sloot, eventueel in combinatie met een grond dicht doek. Hierdoor zal de kwelstroom niet worden tegengegaan, maar wordt voorkomen dat zandkorrels meespoelen met de kwelstroom.
- De beschoeiing in de binnen- en buitenteen (alleen bij een planperiode van 30 jaar) vervangen. Deze maatregel kan, indien voldoende robuust uitgevoerd, ook bijdragen aan de stabiliteit binnen- en buitenwaarts. Daarnaast kan bij deze oplossing de beschoeiing fungeren als kwelscherm. Voor deze toepassing dient wel een doorlopende damwand of beschoeiing te worden gebruikt en niet een paal-plankbeschoeiing. Bij toepassing van een paal-plankbeschoeiing dient ook een filterconstructie in de sloot (tegen piping) te worden toegepast.

3.3 Stabiliteit binnenwaarts (STBI)

Uit de stabiliteitsberekeningen blijkt dat dijkvak 4 niet aan de stabiliteitseis voldoet (zie Tabel 5-3). Bij toetsing van 2024 scoort 437 meter een 'Onvoldoende'. De totale lengte die bij de toetsing van 2024 niet voldoet op stabiliteit binnenwaarts is 937 meter. De nieuwe AGV proevenverzameling en de schematisering van de verkeersbelasting hebben bij deze dijktrajecten slechts een beperkt effect op de stabiliteit binnenwaarts. Dijkvak 4 is ook afgekeurd op hoogte. In verband met de vereiste ophoging van de dijk is een ontwerp opgesteld. In Hoofdstuk 7 zijn mogelijke dijkverbeteringsmaatregelen globaal uitgewerkt.

Bij het ontwerp van de versterking zijn twee kruinbreedten aangehouden:

- Kruinbreedte 3,0 m, met een planperiode van 30 jaar.
- Kruinbreedte 1,5 m, met een planperiode van 10 jaar.

Naast de genoemde ophoging moet bij dijkvak 4 ook een stabiliteitsverbeterende maatregel worden getroffen. Dat kan via het verflauwen van de binnentaludhelling, waarbij de huidige situatie van de sloot dient te worden aangepast. Of een constructieve oplossing. Bijvoorbeeld een stabiliteitsscherm in de binnenteen tot tenminste NAP -4,0 m. Dimensionering van dit scherm valt buiten het kader van de scope en dient in de ontwerpfase te worden uitgevoerd.

In de Bijlage 5 staan de schematiseringen van de dijkverbeteringen in D-Geo Stab.

3.4 Stabiliteit buitenwaarts (STBU)

Het faalmechanisme stabiliteit buitenwaarts is bij de toetsing voor het hele dijktraject uitgesloten (zie Paragraaf 5.5).

Voor de versterking dient hier wel naar te worden gekeken. Bij een versterking met een van planperiode van 30 jaar is het advies om of een beschoeiing aan te brengen in de buitenteen tot een minimaal niveau van NAP -4,0 m (dimensionering van dit scherm valt buiten het kader van de scope en dient in de ontwerpfase te worden uitgevoerd) of de buitentaludhelling te verflauwen op 1:2 à 1:2,5.

3.5 Microstabiliteit (STMI)

Alle dijkvakken voldoen aan een of meerdere voorwaarden, waardoor het hele dijktraject op STMI is goedgekeurd (zie Paragraaf 5.6).

4 Aanpak toetsing 2024

In 2012 is het dijktraject getoetst (gedetailleerde niveau 2). Het hele traject had een lengte van 2538 meter. De referentielijn van het dijktraject van 2012 komt lokaal niet overeen met de referentielijn van 2024. De huidige referentielijn is 400 meter korter. In de toetsing van 2024 is het hele dijktraject getoetst en onderverdeeld in vier dijkvakken. In de onderstaande tabel zijn de dijkvakken met de maatgevende dwarsprofielen opgenomen. De vakindeling is in eerste instantie vastgesteld op basis van de geometrie. Vervolgens heeft een verdere indeling plaatsgevonden op basis van de bodemopbouw. De dijk is een groene dijk. Het is daarom lastiger om de achtergrondzetting te bepalen met behulp van het AHN2/3 en is er een iets grotere onnauwkeurigheid in de prognose van de kruinhoogte voor 2024. In maart 2021 is de kruinhoogte van het hele dijktraject ingemeten. Daarnaast zijn vier dwarsprofielen (de meest ongunstige dwarsprofielen in elk dijkvak) ingemeten. In Bijlage 1 zijn de gemeten dwarsprofielen weergegeven. Voor de toetsing van 2024 is gebruikgemaakt van de grondonderzoeken uit de toetsing van 2012.

Tabel 4-1. Vakindeling dijktraject V252 met gebruikte boringen/sonderingen per vak

Dijkvak [-]	Metrering [m]		Metrering van de maatgevende dwarsprofielen [m]	Gebruikte boring/ sondering kruin	Gebruikte boring/sondering achterland of binnentalud
	Van	Tot			
1	0	360	250	L13-5	L12-2/L12-1
2a	360	440	525	L12-3	B31F2084/L12-3
2b	440	610	525	L12-3	B31F2084/L12-3
3	610	1700	1500	K12-45	K12-46
4	1700	2138	1845	K12-48	B25H0908

Voor de toetsing worden sterkteparameters bij een 5% rekgrens gebruikt [Ref. 4]. Tabel 4-2 toont de rekenwaarden van de sterkteparameters bij 5% rek die op basis van de volumieke gewichten aan de grondsoorten zijn toegewezen.

Tabel 4-2. Rekenwaarden sterkteparameters grondsoorten bij 5% rek [Ref. 4].

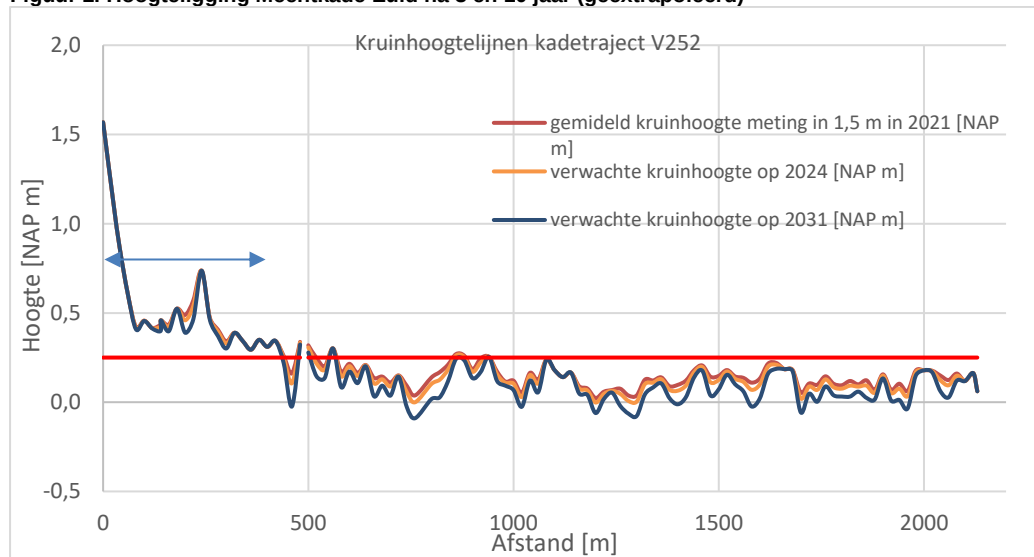
Grondsoort	Volumieke massa	Sterkteparameter 5% rek	
	γ_{nat} (kN/m ³)	c'_d (kPa)	ϕ'_d (°)
Veen [10.0-10.8]	10,2 à 10,8	1,44	26,11
Klei i [10.8-13.5]	13/13	3,84	25,14
Klei [17]	17	0,09	31,83
ZA [17.0-19.0]	17/19	0	30
ZP [19.0]	19/21	0	32,5

5 Berekeningen en beoordeling resultaten toetsing 2024

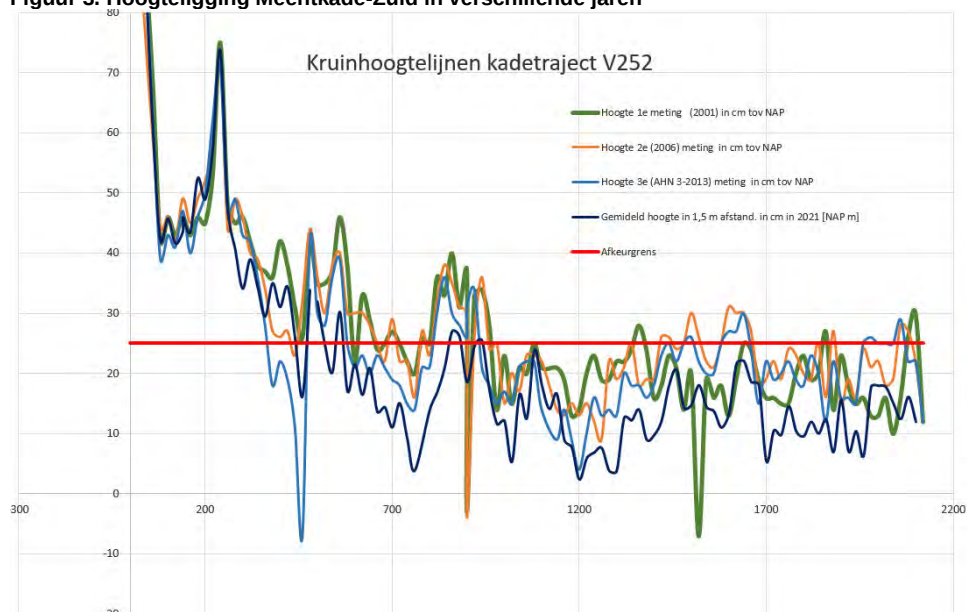
5.1 Hoogte (HT)

De hoogte van de Meentkade-Zuid is gemeten in 2001, 2006 (AHN2), 2013 (AHN3) en mei 2021. De afkeurgrens van de Meentkade-Zuid ligt op NAP 0,25 m. Voor de hoogtetoetsing is gebruikgemaakt van metingen uit maart 2021 (zie Figuur 2 en Tabel 5-1). Figuur 3 toont de gemeten kruinhoogten in verschillende jaren. Voor de extrapolatie van de hoogtemetingen is een achtergrondzetting bepaald van 0 à 1 cm/jaar. Voor het bepalen van de achtergrondzetting is gebruikgemaakt van de kruinhoogtemetingen uit 2001 en metingen in maart 2021 (Zie Figuur 3).

Figuur 2. Hoogteligging Meentkade-Zuid na 3 en 10 jaar (geëxtrapoleerd)



Figuur 3. Hoogteligging Meentkade-Zuid in verschillende jaren



Conclusie toetsspoor Hoogte (HT)

Tabel 5-1 bevat de resultaten van de hoogtoetsing. In de huidige situatie voldoet circa 1700 meter van het dijktraject niet aan de hoogtoets. Uiteraard blijft dit zo voor het ijkpunt 2024 en 2031 als er geen maatregelen worden getroffen.

De vakken die nu op hoogte liggen, zullen in 2024 en 2031 nog steeds voldoende hoog liggen.

Tabel 5-1: Resultaten hoogtoetsing

Dijkvak [-]	Metrering [m]		Beoordeling hoogtoetsing		
	Van	Tot	Huidige situatie: 2021	Over 3 jaar: 2024	Over 10 jaar: 2031
1	0	360	V	V	V
2a	360	440	V	V	V
2b	440	610	O	O	O
3	610	1700	O	O	O
4	1700	2138	O	O	O
Totaal voldoende [m]			440	440	440
Totaal onvoldoende [m]			1698	1698	1698

5.2 Hydraulische kortsluiting

Het risico op kortsluiting volgens de Leidraad [Ref. 2] wordt voldoende beheerst en er kan geen kortsluiting optreden als onder de watergang een afdekkende laag aanwezig is met een dikte van minimaal 1,5 m en een soortelijk gewicht van minimaal 11 kN/m³.

De bodemhoogte van de boezem ligt op NAP -1,9 m. De Pleistocene zandlaag begint op NAP-0,4 m à -2,2 m, met bijna geen afdekkende laag. De kans op hydraulische kortsluiting is voor dit dijktraject groot. Waarschijnlijk is er nu al kortsluiting of wordt dit voorkomen door een dunne sliblaag op de boezembodem.

5.3 Piping en heave (STPH)

5.3.1 Eenvoudige toetsing

In de eenvoudige toetsing voor piping is gecontroleerd of de opbouw van de dijk en de ondergrond gevoelig zijn voor piping. Piping is niet relevant als aan een van de onderstaande voorwaarden wordt voldaan:

- De dijk is opgebouwd uit zand en ligt direct op de zandondergrond.
 - Nee, de dijk ligt direct op zand, maar heeft een klei-/veenker.
- Een intredepunt is afwezig.
 - Nee, een intredepunt is afwezig als hydraulische kortsluiting kan worden uitgesloten. Dit is van toepassing als een afdekkende laag met een dikte van minimaal 1,5 meter en een minimaal soortelijk gewicht van 11 kN/m³ onder de watergang aanwezig is. De bodemhoogte van de boezem ligt op NAP -1,9 m. De Pleistocene zandlaag begint op NAP-0,4 m à -2,2 m, met bijna geen afdekkende laag.
- Een uitredepunt is afwezig.
 - Nee, bij alle dijkvakken is er kans op kwel.

Alle dijkvakken kunnen op basis van de eenvoudige toetsing niet worden goedgekeurd. Deze dijkvakken worden verder getoetst met de gedetailleerde toets.

5.3.2 Gedetailleerde toetsing

De gedetailleerde toets bestaat uit drie stappen. Als aan een van deze stappen wordt voldaan, wordt het dijkvak goedgekeurd als het gaat om piping.

- Bepaling of sprake kan zijn van opbarsten van de afdekkende laag in het achterland indien de stijghoogte gedetailleerd wordt berekend.
 - Bij alle dijkvakken is er kans op kwel
- Bepaling of sprake kan zijn van heave indien de stijghoogte gedetailleerd wordt berekend.
 - Bij alle dijkvakken is er geen of nauwelijks een deklaag. Heave is hier niet van toepassing.
- Controle of de dijk aan de toetsingsregel voldoet.
 - Voor alle dijkvakken is een Sellmeijer-berekening uitgevoerd (zie volgende paragraaf). Hierin zijn alle dijkvakken, met uitzondering van dijkvak 1, afgekeurd als het gaat om piping.

De uitgewerkte Sellmeijer-berekening is te vinden in Bijlage 2. Uit de berekening blijkt dat alleen dijkvak 1 voldoet op piping (zie Tabel 5-2).

Tabel 5-2: Resultaten opbarsten, heave en piping

Dijkvak [-]	Metrering [m]		DWP	Eenvoudige toetsing	Optreden opbarsten	Berekening piping		Oordeel piping
	Van	Tot				Optreden heave	Sellmeijer	
1	0	360	250	O	n.v.t. ¹⁾	n.v.t. ²⁾	V	V
2a en 2b	360	610	525	O	n.v.t. ¹⁾	n.v.t. ²⁾	O	O
3	610	1700	1500	O	n.v.t. ¹⁾	n.v.t. ²⁾	O	O
4	1700	2138	1845	O	n.v.t. ¹⁾	n.v.t. ²⁾	O	O

¹⁾ Kwel

²⁾ Bijna geen deklaag

5.4 Stabiliteit (STBI)

5.4.1 Eenvoudige toetsing

Conform de leidraad kan de dijk in de eenvoudige toetsing worden goedgekeurd op STBI als aan de volgende voorwaarden wordt voldaan:

- De helling van het binnentalud is flauwer dan 1:8, mits de bodemopbouw van de dijk/het achterland niet uit veen bestaat.
- De waterkerende hoogte is < 0,5 m, mits de bodemopbouw van de dijk/het achterland niet uit veen bestaat.

Voldoet het maatgevende dwarsprofiel aan een van deze eisen, dan is STBI uitgesloten. Anders dient met behulp van D-Geo Stability een berekening te worden uitgevoerd. Geen van de dwarsprofielen voldoet aan deze geometrische eisen, waardoor het hele dijktraject wordt getoetst conform de gedetailleerde toets.

5.4.2 Gedetailleerde toetsing

Voor het bepalen van stabiliteit binnenwaarts is uitgegaan van een natte situatie. Omdat in de dijk boven binnendijks maaiveldniveau geen veenlagen meer voorkomen, hoeft er geen droogtetoets te worden uitgevoerd.

De resultaten van de stabiliteitsberekeningen staan in Tabel 5-3. Uit de D-Geo Stability-berekeningen blijkt dat alle dijkvakken, met uitzondering van dijkvak 4, voldoende scores op STBI. De D-Geo Stability-sommen staan in Bijlage 3. Er moet worden opgemerkt dat de analyses zijn uitgevoerd op basis van de actuele geometrie. Eventuele dijkverhogingen zijn van invloed op de stabiliteit. In **Paragraaf 7** zijn de potentiële dijkverbeteringsmaatregelen naarder bepaald.

Tabel 5-3. Resultaten stabiliteitsberekeningen

Dijkvak [-]	Metrering [m]		DWP	Opbarsten toets?	Hoogte toets?	Resultaat Spencer/Bishop/Uplift-Van ²⁾	Oordeel STBI
	Van	Tot					
1	0	360	250	Ja ¹⁾	V	1,59 / 1,72 / 1,59	V
2a	360	440	525	Ja ¹⁾	V	2,2 / 1,86 / 1,64	V
2b	440	610			O		V
3	610	1700	1500	Ja ¹⁾	O	1,42 / 1,40 / 3,14	V
4	1700	2138	1845	Ja ¹⁾	O	0,77 / 0,79 / 0,82	O

¹⁾ Kwel²⁾ Veiligheidseisen Spencer/Bishop/Uplift-Van: 1,13/1,19/1,13 (geen robuustheidsfactor)

5.5 Stabiliteit buitenwaarts (STBU)

Voor het faalmechanisme STBU is een (her)beschouwing uitgevoerd aan de hand van de LTVRW 2015, Module C [4]. De richtlijn stelt dat macrostabiliteit buitenwaarts in sommige situaties geen rol speelt als het gaat om de waterveiligheid. Als een van de volgende situaties zich voordoet, is verdere toetsing van de stabiliteit buitenwaarts niet nodig:

- Extreem laagwater door natuurlijke variaties.
 - **Nee**, het boezempeil is vastgesteld op NAP 0,150 m, variatie is beperkt.
- Val van het peil door een calamiteit elders.
 - **Nee**, een peilval wordt uitgesloten, omdat aan de boezem geen waterkering ligt die ten minste twee normklassen lager is beoordeeld.
- Verdieping van de waterbodem of vooroever en schade aan de oeverconstructie.
 - **Nee**, aangenomen wordt dat voldoende adequaat wordt beheerd.
- Extreme verkeersbelasting.
 - **Nee**, er is geen reden om extreme verkeersbelasting op de dijk te verwachten. Uiteindelijk dient de beheerder een uitspraak te doen over de vraag of extreme verkeersbelasting relevant is.
- Extreem laagwater door een (tijdelijke) verlaging van de waterstand door menselijke activiteit.
 - **Nee**, voor dergelijke projecten is ontheffing vereist. Tijdens de behandeling van deze ontheffing wordt bepaald of de waterstand kan worden verlaagd.

Het faalmechanisme STBU is niet relevant wanneer aan vijf voorwaarden wordt voldaan. Hiermee kan STBU als relevant faalmechanisme worden uitgesloten. Wel wordt aanbevolen in de uitvoering praktische maatregelen te nemen om de buitenstabiliteit niet verder te laten afnemen, of beter nog, waar mogelijk, gedurende de dijkverbetering te verbeteren.

Tabel 5-4. Oordeel beoordeling STBU

Dijkvak [-]	Metrering [m]		Oordeel STBU
	Van	Tot	
1	0	360	V
2a en 2b	360	610	V
3	610	1700	V
4	1700	2138	V

5.6 Microstabiliteit (STMI)

De dijk wordt in de eenvoudige toetsing goedgekeurd op STMI als aan een van de volgende voorwaarden wordt voldaan:

1. De binnentoe van de dijk wordt in voldoende mate gedraineerd. Dit kan doordat de ondergrond uit voldoende waterdoorlatend materiaal bestaat en op natuurlijke wijze kan afwateren (kwelsloot) of er omdat een goed functionerende drainage-constructie aanwezig is.
2. De dijk heeft een slecht doorlatende kleikern, waarvan de hoogte gelijk is aan of hoger is dan het toetsingspeil + toeslagen en waarvan de basis aansluit op een slecht doorlatende ondergrond. In dit geval zal er geen water uit het binnentalud stromen en zal opdrukken van de toplaag niet kunnen optreden.
3. Het hele dijklichaam binnenwaarts van de binnenkruinlijn bestaat volledig uit slecht doorlatend materiaal.
4. De dijk is zandig en heeft een zandig binnentalud met een helling flauwer dan 1V:5H. Met een zandig binnentalud wordt bedoeld een binnentalud met een ongeveer gelijke doorlatendheid als de kern van de dijk. Een kleibekleding ontbreekt in dit geval.

Het falen als het gaat om de microstabiliteit kan voor alle vakken via een eenvoudige toetsing worden uitgesloten. Tabel 5-5 bevat de resultaten per voorwaarde.

Tabel 5-5. Resultaten toetsing op microstabiliteit

Dijkvak [-]	Metrering [m]		Eenvoudige toetsing voorwaarden				Oordeel STMI
	Van	Tot	1	2	3	4	
1	0	360	Ja	Ja	Nee	Nee	V
2a en 2b	360	610	Ja	Ja	Nee	Nee	V
3	610	1700	Ja	Ja	Nee	Nee	V
4	1700	2138	Ja	Ja	Nee	Nee	V

6 Berekeningsuitgangspunten 2012 en 2024

Tabel 6-1 bevat de verschillende uitgangspunten van de toetsingen van 2012 en 2024.

Tabel 6-1. Overzicht uitgangspunten 2012 en 2024

Onderdeel	Uitgangspunten 2012	Uitgangspunten 2024															
Kadefklasse	IPO III Overschrijdingsfrequentie: 1/100. Schadefactoren: binnenwaarts zone 1: 0,90 en zone 2 en buitenwaarts 0,85.	Ongewijzigd															
Schematiseringsfactor	1,0	1,20															
Rekenmethode	Bishop	Bishop; Spencer-Van der Meij en Spencer Uplift															
Rekenpakket	Mstab (versie 9.1)	D-Geo Stability (versie 18.1)															
Modelfactor	Conform rekenmethode (Bishop $\gamma_d=1,00$ (-).	Conform rekenmethode (Bishop $\gamma_d=1,00$ (-); Spencer-Van der Meij $\gamma_d=0,95$ (-) voor situaties zonder opdrukken en $\gamma_d = 1,05$ (-) voor situaties met opdrukken [Ref. 2].															
Vakindeling	De vakindeling uit [Ref. 1].	Nieuwe dijkvakindeling															
Metreering	0-2538 m	0-2138 m Het dijktraject is aan het begin 400 meter korter geworden.															
Geometrie	Op basis van hoogtemetingen uit 2006, aan de hand van de gemiddelde kruindaling, zijn kruinhoogtemetingen geëxtrapoleerd naar 2012 [Ref. 1].	Ingemeten maart 2021.															
Grondopbouw	De grondopbouw en volumieke gewichten van de grondlagen zijn overgenomen uit de vorige geotechnische toetsing [Ref. 1].	De grondopbouw en volumieke gewichten van de grondlagen zijn overgenomen uit de vorige geotechnische toetsing ([Ref. 1].															
Sterkteparameters	AGV proevenverzameling 2012.	AGV proevenverzameling 2019 ([Ref. 4]). Sterkteparameters behorende bij 5% rek conform [Ref. 6].															
Verkeersbelasting	13 kN/m ² over een breedte van 2,5 m [Ref.1], Bijlage 1 (randvoorwaarden en uitgangspunten). Groene dijk. Spreiding: 45 graden	5 kN/m ² over een breedte van 2,5 m bij groene dijk (conform Ref. 2], §1.5, Tabel 3.1) Locatie: binnenkruin (conservatief) Wateroverspanning: conform Ref. 2 (§1.5, Tabel 3.1) spreiding: conform Ref. 2 (§1.5) (zie ook het Handboek toetsen op Veiligheid [Ref. 4]).															
Maatgevend boezempeil [NAP m]	0,15	Ongewijzigd															
Polderpeil [NAP m]	<table border="0"> <tr> <td>- Begin metreering</td> <td>400</td> <td>760</td> </tr> <tr> <td>- Eind metreering</td> <td>760</td> <td>2538</td> </tr> <tr> <td>- Jaarpeil [m t.o.v. NAP]</td> <td>-0,40</td> <td>-1,15</td> </tr> <tr> <td>- Laag jaarpeil [m t.o.v. NAP]</td> <td>-0,45</td> <td>-1,2</td> </tr> <tr> <td>- Hoog jaarpeil [m t.o.v. NAP]</td> <td>-0,35</td> <td>-1,1</td> </tr> </table>	- Begin metreering	400	760	- Eind metreering	760	2538	- Jaarpeil [m t.o.v. NAP]	-0,40	-1,15	- Laag jaarpeil [m t.o.v. NAP]	-0,45	-1,2	- Hoog jaarpeil [m t.o.v. NAP]	-0,35	-1,1	Ongewijzigd
- Begin metreering	400	760															
- Eind metreering	760	2538															
- Jaarpeil [m t.o.v. NAP]	-0,40	-1,15															
- Laag jaarpeil [m t.o.v. NAP]	-0,45	-1,2															
- Hoog jaarpeil [m t.o.v. NAP]	-0,35	-1,1															
Verloop freatische lijn	Het verloop van de freatische lijn in de kering is geschematiseerd volgens onderstaande Tabel 7 uit het toetsrapport [Ref.1].	Het verloop van de freatische lijn in de kering is geschematiseerd volgens Tabel 7 [Ref. 4]															

6.1 Normering

Schadefactor

De schadefactor bedraagt 0,9 (zie Tabel 6-1).

Model en modelfactor

De modelfactor varieert tussen de 0,95 en 1.05 (zie Tabel 6-1).

Schematiseringsfactor

De schematiseringsfactor bedraagt 1,2 (zie Tabel 6-1).

Veiligheidsfactor

De bepaling van de schematiseringsfactor is afgeleid van de methode uit de Leidraad. Als geen aanvullend grondonderzoek en gevoeligheidsanalyses worden uitgevoerd naar de variatie in geometrie, bodemopbouw en waterspanningen, dan dient $\gamma_s = 1,2$ [-] te worden aangehouden. De schematiseringsfactor is in alle dijkvakken gehouden op 1,2.

De stabiliteitseis luidt: $\frac{F}{\gamma_n \gamma_d \gamma_s} \geq 1,0$, oftewel: $F \geq \gamma_n \gamma_d \gamma_s$

met:

schadefactor (γ_n)	= 0,90	(IPO klasse III)
modelfactor (γ_d)	= 1,00/1,10	(Bishop, zonder/met opdrukken)
modelfactor (γ_d)	= 0,95/1,05	(Spencer, zonder/met opdrukken)
schematiseringsfactor (γ_s)	= 1,2	

De waarden van de vereiste veiligheidsfactor verschillen dus per model:

Bishop zonder opdrukken	$0,90 * 1,00 * 1,20 = 1,08$
Bishop met opdrukken	$0,90 * 1,10 * 1,20 = 1,19$
Spencer zonder opdrukken	$0,90 * 0,95 * 1,20 = 1,03$
Spencer met opdrukken	$0,90 * 1,05 * 1,20 = 1,13$

Robuustheidsfactor

Voor het ontwerp van de versterkingsmaatregel is een robuustheidsfactor van 1,05 aangehouden. Deze robuustheidsfactor komt boven op de schadefactor.

De robuustheidsfactor wordt bij de toetsing niet meegenomen. Waar nu een versterkingsopgave wordt gevonden, wordt deze ook zonder robuustheidsfactor gevonden.

6.2 Waterpeilen

6.2.1 Maatgevend hoogwater (MHW)

Het maatgevend hoogwater (HMW) op alle buitendijks gelegen waterlichamen bedraagt NAP +0,15 m.

6.2.2 Streefpeil boezem

Het streefpeil in het hele dijktraject bedraagt NAP -0,25 m.

6.2.3 Polderpeil

Alle polderpeilen in het achterland van het dijktraject zijn weergegeven in Tabel 6-2.

Tabel 6-2. Slootpeil/polderpeil bepalend voor berekening voor dijktraject V252

Metreering van..tot	Slootpeil/polderpeil bepaald voor berekening [NAP..m]
0-360	-0,35
360-610	-1,10
610-1700	-1,10
1700-2138	-1,10

6.2.4 Stijghoogte

De stijghoogte in de Pleistocene zandlaag is bepaald op basis van de Isohypsenaak van ArcGIS 2021. De stijghoogte varieert per locatie tussen de NAP - 0,75 m en NAP -1,0 m. Omdat de teensloot insnijdt in het Pleistocene zand, is voor de berekening uitgegaan van een stijghoogte in het Pleistoceen gelijk aan het polderpeil. Dit is een veilige aanname. Tabel 6-3 toont de stijghoogte per metrerung afgelezen uit ArcGIS 2021 (Isohypsenaak, AGV 2019) en de bepaalde stijghoogte de voor berekening.

Tabel 6-3. Stijghoogtegegevens per dijkvak bij dijktraject V252

Metrerung van..tot	Stijghoogte afgelezen van ArcGis 2021 [NAP..m]	Stijghoogte bepaald voor berekening [NAP..m]
0-360	-0,75	-0,35
360-610	-1,0	-1,10
610-1700	-1,0	-1,10
1700-2138	-1,0	-1,10

6.2.5 Verloop freatische lijn in de dijk

Het verloop van de freatische lijn is weergegeven in de onderstaande tabel.

Tabel 6-4. Freatisch vlak onder maatgevende omstandigheden (huidige toetsing)

Tabel 6-4: Freatisch vlak onder maatschappelijke omstandigheden (waardige toestand)

	Hoogte freatische lijn					
	Peilvak Metrering [m]	A Boezem- peil [NAP.. m]	B Buiten- kruinlijn [NAP.. m]	C Binnen- kruinlijn [NAP.. m]	D Talud [NAP.. m]	Slootpeil/ polderpeil winter/zomer* [NAP..m]
	0-360	0,15	-0,05	-0,45	-	-0,35
	360-610	0,15	-0,05	-0,45	-	-1,1
	610-1700	0,15	-0,05	-0,45	-	-1,1
	1700-2138	0,15	-0,05	-0,45	-	-1,1

* Voor stabiliteitsberekening/piping is uitgegaan van het winterpeil (nat), gezien de kans op kwel

* Voor stabiliteitsberekening/piping is uitgegaan van het winterpeil (nat), gezien de kans op kwel

6.3 Diepte watergangen

Boezem

De bodem van de watergang ligt (conform legger) op NAP-1,90 m.

Sloot

Voor het bepalen van de slootbodem is uitgegaan van de meetgegevens uit ArcGIS 2021, dwarsprofielmetingen van maart 2021. De slootgegevens zijn weergegeven in de onderstaande tabel.

Tabel 6-5. Gegevens van diepte/breedte sloot langs dijktraject V252

Metrerung van..tot	Dijkvak	Slootbreedte [NAP..m]	Slootdiepte Volgens ArcGIS-meting [NAP..m]	Slootdiepte volgens meting maart 2021 [NAP..m]	Slootdiepte voor berekeningen [NAP..m]
0-360	1	3 à 4	-0,5 à -0,8		-0,8
360-610	2a en 2b	4 à 4	-1,25	-1,25	-1,25
610-1700	3	5 à 4	-1,4 à -1,85		-1,85
1700-2138	4	Vanaf 4 m oplopend tot 8,5 m	-1,9 (op 2,5 m afstand van de binnenteen)		-1,9

6.4 Verkeersbelasting

Voor de uitgangspunten van de verkeersbelasting zie Tabel 6-1.

6.5 Dijkvakken

Figuur 4 toont de opgedeelde dijkvakken van de Meentkade-Zuid V252. In Tabel 4-1 is de vakindeling weergegeven.

Figuur 4. Indeling dijkvakken V252



6.6 Sterkteparameters

Tijdens de toetsing van 2011 is in een aantal boringen het soortelijk gewicht bepaald, gebaseerd op de NEN-EN 9997. In deze toetsing worden de soortelijke gewichten van de natuurlijk aanwezige grondlagen uit 2011 aangehouden. De bijbehorende sterkteparameters van de grondsoorten zijn conform de regionale proevenverzameling AGV 2019 [Ref.3].

Tabel 6-6 bevat de rekenwaarden van de sterkteparameters bij 5% rek die aan de betreffende grondsoorten zijn toegewezen, op basis van volumieke gewichten voor de toetsing van 2024.

Tabel 6-6: Overzicht rekenwaarden sterkteparameters

Grondsoort	Benoeming	Soortelijk gewicht [kN/m ³]	Sterkteparameter	
			5% rek proevenverzameling 2019)	
			c'_d (kPa)	ϕ'_d [°]
Basisveen	V[10.0-10.8]	10,8	1,44	26,11
Klei	K[13.5 - 15,0]	13,5	4,2	25,38
ophoogklei	K[17.0]	17,0	0,09	31,83
Antropogeen (zand)	Z[17.0]	18/20	0	30
Pleistoceen zand	ZP[19.0]	20/20	0	32,5

7 Mogelijke dijkverbeteringsmaatregelen

Op basis van de toetsing van 2024 voldoet het dijktraject V252 niet op volgende faalmechanismen:

- Hoogte: ca. 1700 m
- Piping: ca. 1780 m
- Stabiliteit binnenwaarts: ca. 440 m

In dit hoofdstuk worden de potentiële maatregelen onderzocht en mogelijkheden gegeven voor het versterken van de waterkering. Dit rapport is geen versterkingsadvies, maar geeft op hoofdlijnen de mogelijkheid om de waterkering te laten voldoen aan de vigerende eisen. Gedetailleerde uitwerking van de versterking moet plaatsvinden in het versterkings- en uitvoeringsadvies.

7.1 Hoogte en stabiliteit

Alle dijkvakken zijn afgekeurd op HT, met uitzondering van de dijkvakken 1 en 2a. In verband met de vereiste ophoging van de dijk is in deze paragraaf een ontwerp opgesteld voor de locaties waar de dijk niet op hoogte voldoet. Met behulp van het rekenprogramma D-Settlement is een berekening gemaakt om het ophogingsniveau van de dijk te bepalen. De stabiliteit binnen- en buitenwaarts is voor het versterkingsontwerp getoetst met het programma D-Stab.

Alle dijkvakken zijn goedgekeurd op STBI, met uitzondering van dijkvak 4 (zie Tabel 5-3). Bij dijkvak 4 is gekeken naar maatregelen voor het oplossen van de stabiliteit binnenwaarts.

In de versterking is afhankelijk van de planperiode uitgegaan van twee verschillende kruinbreedtes; één kruinbreedte van 3,0 meter (conform legger, planperiode van 30 jaar) en één met een kruinbreedte van 1,5 m voor een kortere planperiode (10 jaar). De grond wordt opgehoogd met klei met een soortelijk gewicht van 17 kN/m^3 . Alle resultaten van de berekeningen zijn te vinden in Bijlage 4 en 5.

7.1.1 Planperiode 30 jaar

Grofweg komt het versterkingsontwerp per dijkvak neer op het volgende:

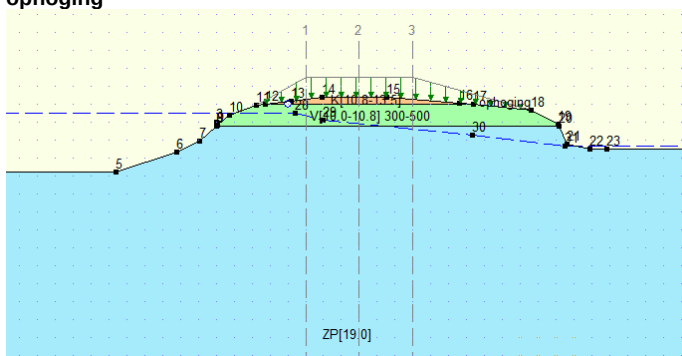
- Kruinophoging (netto): 0,75 m à 0,85 m.
- Kruinbreedte: 3,0 m binnentaludhelling: 1:2 à 1:3.
- Buitentaludhelling: 1:1,5 à 1:2.

In de Figuur 5 t/m Figuur 8 staan de schematiseringen van de dijkverbetering in D-Geo Stability en D-Settlement.

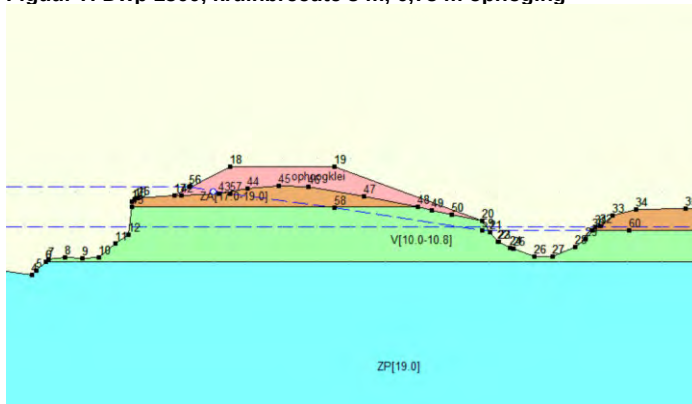
Figuur 5, Dwp 525, kruinbreedte 3 m, 0,75 m ophoging



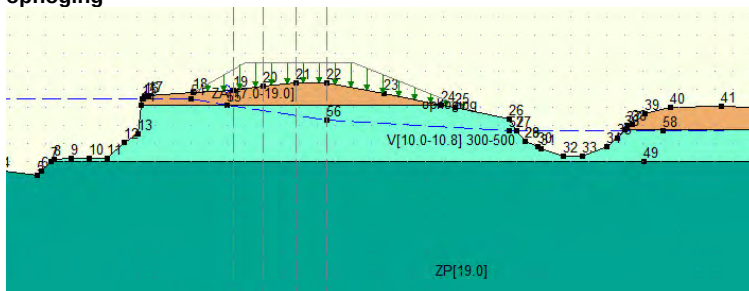
Figuur 6. Grafische weergave zettingsberekening, dwp 525, kruinbreedte 3 m, 0,85 m ophoging



Figuur 7. Dwp 1500, kruinbreedte 3 m, 0,75 m ophoging



Figuur 8. Grafische weergave zettingsberekening, dwp 1500, kruinbreedte 3 m, 0,85 m ophoging



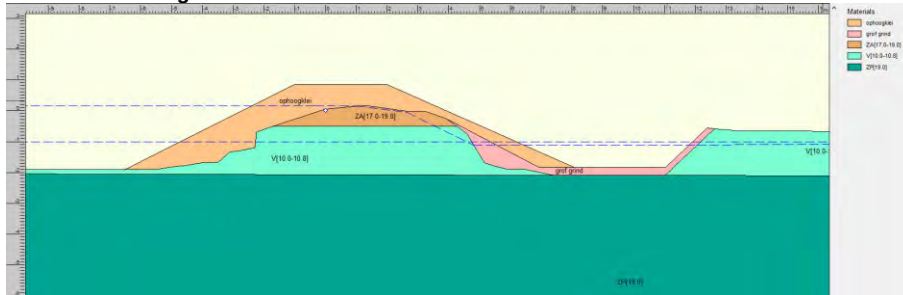
In dijkvak 4 dient naast de genoemde ophoging ook een stabiliteitsverbeterende maatregel te worden getroffen. Als maatregel worden de volgende opties voorgesteld:

Optie 1:

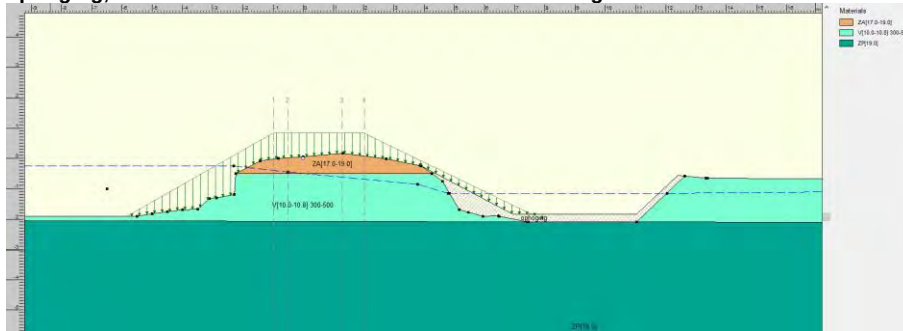
- Verflauwen van de binnentaludhelling op 1:2 à 1,3.
- Verflauwen van de binnentaludhelling op 1:2 à 1,25.
- Aanpassing huidige sloot (verplaatsen ca. 2 m richting achterland).

In Figuur 9 en Figuur 10 staan de schematiseringen van de dijkverbetering in D-Geo Stab en D-Settlement met een kruinbreedte van 3 m, 0,85 m ophoging, verflauwen van de binnen- en buitentaludhelling en combinatie van een granulaire filterconstructie in sloot. De granulaire filterconstructie (20 à 30 cm grof grind) in de sloot is i.v.m. piping problematiek in dit gebied (zie Paragraaf 7.2)

Figuur 9. Dwp 1845, kruinbreedte 3 m, 0,85 m ophoging, verflauwen van de binnen- en buitentaludhelling



Figuur 10. Grafische weergave zettingsberekening, dwp 1845, kruinbreedte 3 m, 0,85 m ophoging, verflauwen van de binnen- en buitentaludhelling

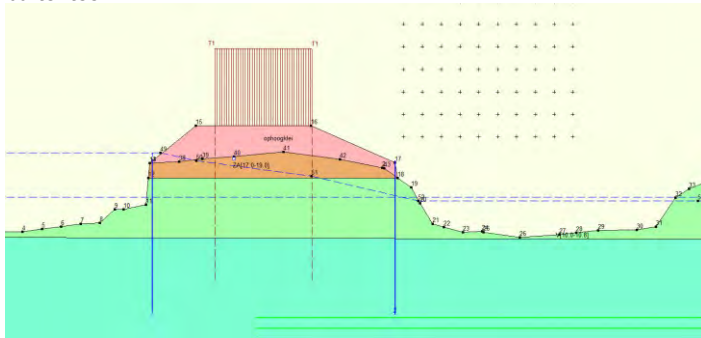


Optie 2:

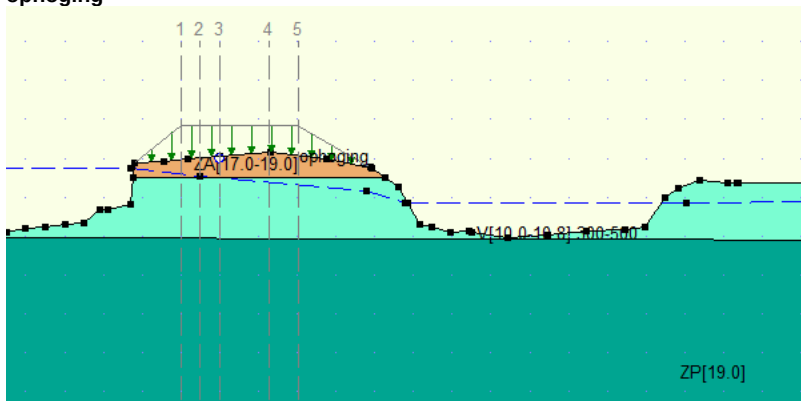
- Binnentaludhelling: 1:2 à 1:3 in combinatie met een beschoeiing in het binnentalud tot een minimale diepte van NAP -4,0 m.
- Buitentaludhelling: 1:1,5 à 1:2 in combinatie met een beschoeiing in het buitentalud tot een minimale diepte van NAP -4,0 m.

In Figuur 11 en Figuur 12 staan de schematiseringen van de dijkverbetering in D-Geo Stab en D-Settlement.

Figuur 11. Dwp 1845, kruinbreedte 3 m, 0,85 m ophoging, beschoeiing in de binnen- en buitenteen



Figuur 12. Grafische weergave zettingsberekening, dwp 1845, kruinbreedte 3 m, 0,85 m ophoging



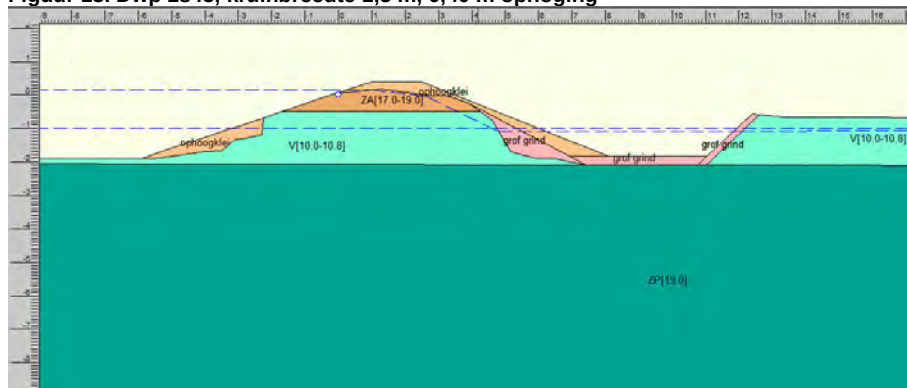
7.1.2 Planperiode 10 jaar

Grofweg komt het versterkingsontwerp per dijkvak neer op het volgende:

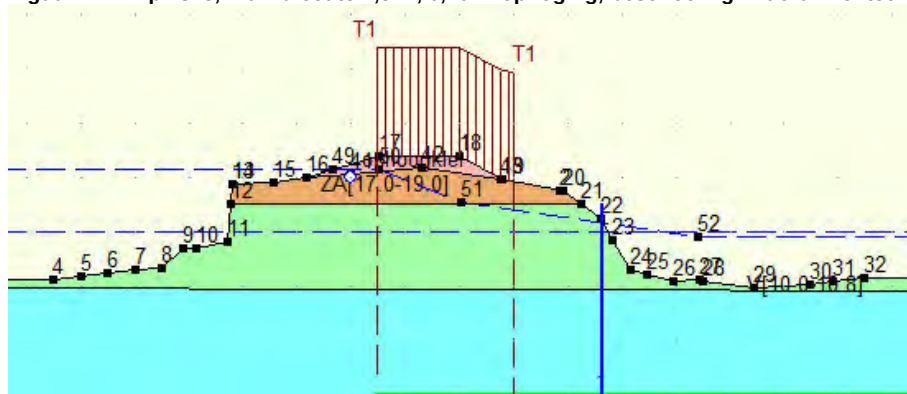
- Kruinophoging (netto): 0,4 m à 0,45 m.
- Kruinbreedte: 1,5 m.
- Binnentaludhelling: 1:2 à 1:3.
- Buitentaludhelling: 1:1,5 à 1:2.

De berekeningen voor de planperiode van 10 jaar zijn gemaakt zoals voor de planperiode van 30 jaar, met behulp van D-Settlement en D-stab voor de dijkvakken 2b t/m 4. Als voorbeeld voor een schematisatie van de dwarsprofielen is in Figuur 13 en Figuur 14 dwarsprofiel 1845 weergegeven. De granulaire filterconstructie in Figuur 13 (20 à 30 cm grof grind) in de sloot is i.v.m. piping problematiek in dit gebied (zie Paragraaf 7.2). De beschoeiing in Figuur 14 in de binnenteen is desgelijks i.v.m. piping problematiek in dit gebied (zie Paragraaf 7.2).

Figuur 13. Dwp 1845, kruinbreedte 1,5 m, 0,40 m ophoging



Figuur 14. Dwp 1845, kruinbreedte 1,5 m, 0,40 m ophoging, beschoeiing in de binnenteen



7.1.3 Uitgangspunten voor berekeningen

D-stability: stabiliteitsberekening

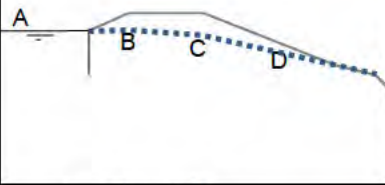
Voor de stabiliteitsberekening zijn de schematisatie van dwarsprofielen, bodemopbouw, hydraulische randvoorwaarden, sterkteparameters, robuustheidsfactor en veiligheidseisen volgens Hoofdstuk 6 gehanteerd.

D-Settlement: zettingsberekeningen

Voor zettingsberekening zijn de basisschematisatie zoals bodemopbouw en geometrie volgens de uitgangspunten van Hoofdstuk 6 gehanteerd. De berekeningen zijn gemaakt met behulp van het computerprogramma D-Settlement 18.2. Bij de zettingsberekeningen is uitgegaan van de achtergrondzetting van 10 mm/jaar volgens Paragraaf 5.1. De afkeurgrens bedraagt NAP+ 0,25 m. Tabel 3 en Figuur 3 tonen het resultaat van de zettingsberekening.

Het verloop van de freatische lijn voor de zettingsberekening is weergegeven in de onderstaande tabel. Voor zettingsberekening is uitgegaan van een streefpeil in boezem. Het verloop van de freatische lijn is lager dan de waarden bij de Stab-berekeningen, omdat de lagere freatische lijn maatgevend is voor het bepalen van de zettingen.

Tabel 7-1. Freatisch vlak onder maatgevende omstandigheden (huidige toetsing)

	Hoogte freatische lijn					
	Peilvak Metrering [m]	A Boezem- Peil* [NAP... m]	B Buiten- kruinlijn [NAP... m]	C Binnen- kruinlijn [NAP... m]	D Talud [NAP... m]	Slootpeil/ polderpeil zomer [NAP...m]
	0-360	-0,25	-0,45	-0,85	-	-0,4
	360-610	-0,25	-0,45	-0,85	-	-1,15
	610-1700	-0,25	-0,45	-0,85	-	-1,15
	1700-2138	-0,25	-0,45	-0,85	-	-1,15

* Streefpeil

De gehanteerde zettingsparameters zijn afgeleid uit de AGV proevenverzameling 2015 [Ref 5]. In Tabel 7-2 zijn de rekenwaarden van de gebruikte zettingsparameters gepresenteerd. Voor zand zijn de zettingsparameters gebaseerd op de waarden uit de NEN 9997-1:2016;2017. Voor veen is gerekend met de parameters behorende bij een watergehalte tussen de 300 en 500%.

Tabel 7-2. Zettingsparameters

Laag	$\gamma_{nat}; \gamma_{droog}$	POP/OCR	cv	Cp	Cp'	Cs	Cs'
	[kN/m ³]	[kN/m ²]	[m ² /s]	[-]	[-]	[-]	[-]
Ophoogklei	17	- / 1	1,48-06	42,15	16,57	292,91	45,82
Klei <13	13	- / 1	1,02 ^E -06	24,5	5,85	137	28,4
Veen	10,2	5/-	8,80 ^E -07	27,35	4,01	66,2	57,07
Zand	17/19	- / 1	-	200	67,0	1,00 ^E +10	1,00 ^E +10
Pleistoceen zand	19/21	- / 1,3	-	2400	600	1,00 ^E +10	1,00 ^E +10

7.1.4 Berekeningsresultaten

D-stability: stabiliteitsberekening

De meest ongunstige situatie voor het versterkingsontwerp is de kruinbreedte van 3 m. Als de dijk voldoet aan stabiliteit bij een kruinbreedte van 3 m, voldoet het per definitie op STBI bij een kruinbreedte van 1,5 m.

In onderstaande tabel zijn de resultaten van de stabiliteitsberekening voor het versterkingsontwerp weergegeven voor een kruinbreedte van 3 m.

Tabel 7-3. Resultaten stabiliteitsberekeningen versterkingsontwerp (3 m kruinbreedte)

Dijkvak [-]	Metrering [m]		DWP	Ophoging [m]	Resultaat (STBI)	Resultaat (STBU)	Oordeel STBI
	Van	Tot			Spencer/Bishop/Uplift-Van ³⁾	Bishop	
1	0	360	250	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	V
2a en 2b	360	610	525	0,75	2,05 / 1,73 / 2,55	2,14	V
3	610	1700	1500	0,75	1,33 / 1,34 / 1,38	1,72	V
4 ¹⁾	1700	2138	1845	0,85	- / 2,45 / -	4,4	V
4 ²⁾	1700	2138	1845	0,85	1,37 / 1,27 / 1,31	1,77	V

¹⁾ Inclusief beschoeiingen in het binnen- en buitentalud tot een minimaal niveau van NAP-4,0 m.

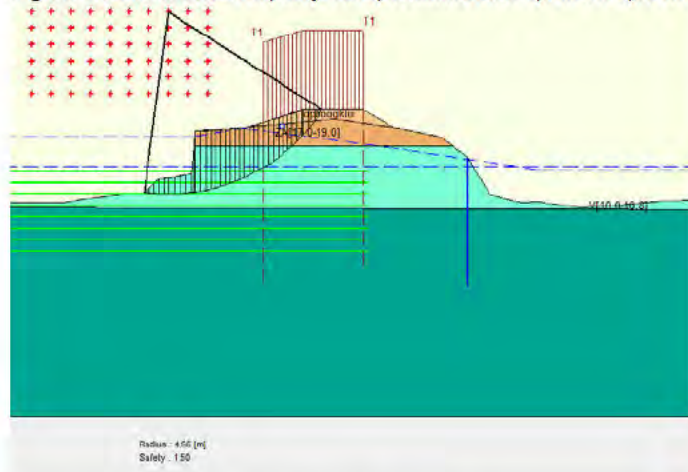
²⁾ Verflauwen van de binnen- en buitentaludhelling in combinatie met een granulaire filterconstructie in de sloot.

³⁾ Veiligheidseisen Spencer/Bishop/Uplift-Van: 1,18/1,24/ 1,18 (met een robuustheidsfactor van 0,05)

Let op! De beschoeiing in de buitenteen of het verflauwen van het buitentalud tot de buitenteen is alleen in het geval van hogere ophoging met een kruinbreedte 3 m van toepassing. Bij een planperiode van 10 jaar en een kruinbreedte van 1,5 m voldoet

het dijkvak op STBU zonder beschoeiing ($SF=1,5 > 1,19$) (zie onderstaande figuur en Bijlage 6).

Figuur 15. Resultaat STBI, dwp 1845, kruinbreedte 1,5 m en 0,40 m ophoging



D-Settlement: zettingsberekeningen

Bij de zettingsberekeningen is uitgegaan van de achtergrondzetting van 10 mm/jaar, volgens Paragraaf 5.1. De afkeurgrens bedraagt NAP+ 0,25 m. Tabel 7-4 en Tabel 7-5 tonen de resultaten van de zettingsberekening voor het versterkingsontwerp met een kruinbreedte van 1,5 m en 3 m in een planperiode van 10 en 30 jaar bij de maximale kruinzetting (maximale getal tussen verticaals 1 t/m 3 in de D-settlement-berekening).

Tabel 7-4. Resultaten zettingsberekening (kruinbreedte 3 m)

Dijkvak [-]	Kruin- hoogte- meting 2021 (NAP m)	Planperiode 10 jaar				Planperiode 30 jaar				Oordeel HT
		Ophoging tot (NAP m)	Netto ophoging (m)	Maximale netto zetting t.g.v. ophoging (m)	Kruinhoogte na de plan- periode (NAP m)	Ophoging tot (NAP m)	Netto ophoging (m)	Maximale netto zetting t.g.v. ophoging (m)	Kruinhoogte na de plan- periode (NAP m)	
1	0,65	-	-	-	-	-	-	-	-	V
2a en 2b	0,20	0,5	0,3	0,116	0,28	0,75	0,55	0,197	0,25	V
3	0,18	0,45	0,27	0,073	0,28	0,75	0,57	0,189	0,26	V
4	0,17	0,5	0,33	0,133	0,27	0,85	0,68	0,264	0,29	V

Tabel 7-5. Resultaten zettingsberekening (kruinbreedte 1,5 m, planperiode van 10 jaar)

Dijkvak [-]	Kruinhoogte- meting 2021 (NAP m)	Planperiode 10 jaar			Oordeel HT
		Ophoging tot (NAP m)	Netto ophoging (m)	Maximale netto zetting t.g.v. ophoging (m)	
1	0,65	-	-	-	V
2a en 2b	0,20	0,45	0,25	0,105	V
3	0,18	0,4	0,22	0,041	V
4	0,17	0,4	0,23	0,045	V

7.1.5 Conclusie

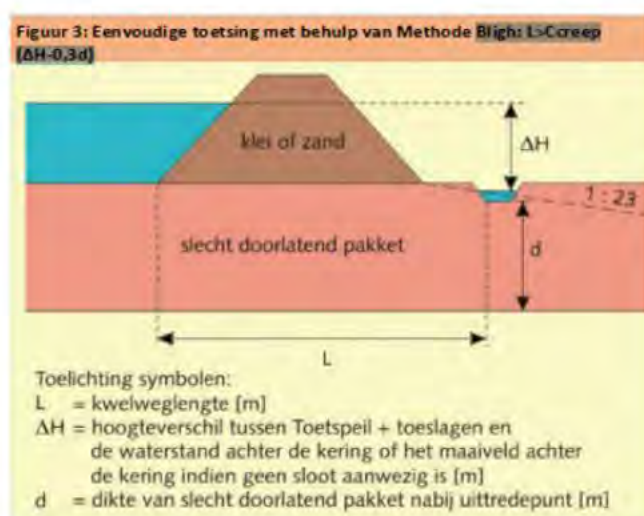
Alle dijkvakken voldoen op basis van het versterkingsontwerp (genoemd in Paragraaf 7.1.1 en 7.1.2) aan de veiligheidseisen voor de stabiliteit en hoogte.

7.2 Piping

Alle dijkvakken, met uitzondering van dijkvak 1, zijn afgekeurd op piping (zie Tabel 5-3). De Pleistocene zandlaag ligt hoog tot boezembodem en slootbodern. De afstand tussen de boezem en sloot is klein. Daarom is de kans groot dat er tijdens baggeren door het verwijderen van de eventuele dunne sliblaag in de boezem of sloot kwellen gaan staan, wat door piping het bezwijken van de dijk als gevolg heeft.

Uitgaande van $C_{creep}=18$ (Tabel 4.1 van Technisch rapport Zandmeevoerende) zal de kwelling als volgt worden berekend:

Kwelling: $L = C_{creep} * (\Delta H / 0,3d)$



In Tabel 7-6 is voor elk dijkvak op basis van de methode Bligh de benodigde kwelling bepaald.

Tabel 7-6. Benodigde kwelling om te voldoen aan piping

Dijkvak [-]	MBP [NAP m]	Grenspotential ¹⁾	Kwelweglengte van in- tot uittredepunt ²⁾	Berekende kwelling ³⁾ [m]	Tekort aan kwelling [m]	Minimaal verticale kwelscherm lengte in de grond
1	0,15	-0,35	10,5	9,00	-	
2a en 2b	0,15	-1,10	10,5	22,50	12,00	6,00
3	0,15	-1,10	11,3	22,50	11,20	5,60
4	0,15	-1,10	8,6	22,50	13,90	6,95

1) Grenspotential=polderpeil (gezien de kwel).

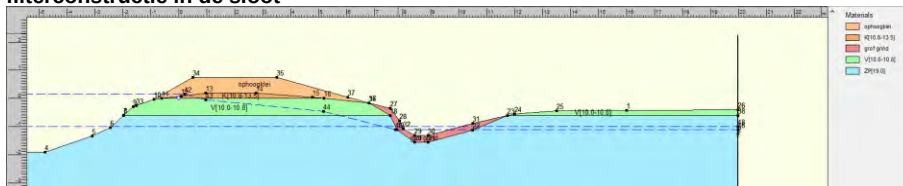
2) Onderkant boezem-onderkant sloot volgens metingen maart 2021.

3) L (kwelling)= $C_{creep} * (\Delta H / 0,3d)$, $C_{creep}=18$.

Als maatregelen voor het probleem rondom piping zijn een aantal opties mogelijk, zoals:

- Gebruikmaken van een granulaire filterconstructie op de bodem van de teensloot, zodat de zandkorrels niet mee kunnen spoelen. In de Figuur 9, Figuur 13 en Figuur 16 staan de schematiseringen van de dijkverbetering in D-Geo Stability en D-Settlement.

Figuur 16. Dwp 525, kruinbreedte 3 m, 0,75 m ophoging, aanbrengen granulaire filterconstructie in de sloot



Of

- Aanbrengen van een kwelscherm van kunststof, cement-bentoniet of hout, of stalen damwanden van 6 à 7 m diep (afhankelijk van het dijkvak, zie Tabel 7-6)

Bij de keuze voor het aanbrengen van een kwelscherm is het advies om bij dijkvak 4 de beschoeiing in de binnen- en buitenteen te vervangen. De nieuwe beschoeiing kan dan zodanig worden ontworpen dat die ook dienstdoet als stabiliteitsmaatregel voor de binnen- en buitenwaartse stabiliteit. Daarnaast kan de beschoeiing dienstdoen als kwelscherm, mits gebruikt wordt gemaakt van een doorlopende wand.

Let op! De beschoeiing in de buitenteen is alleen nodig bij een hogere ophoging en met kruinbreedte van 3 m. Bij een planperiode van 10 jaar en een kruinbreedte van 1,5 m voldoet het dijkvak zonder beschoeiing op STBU.

Een combinatie van beschoeiing met palen en gording (tegen instabiliteit) en het aanbrengen van een filterconstructie in de sloot (tegen piping) kan ook een optie zijn.

8 Referenties

1. Waternet (2013). Rapportage toetsing op veiligheid Meentkade- Zuid (VO2-V252), Meentkade-Zuid. Rapportnummer 315161. Datum 5 januari 2012.
2. STOWA (2015). Leidraad toetsen op veiligheid regionale waterkeringen, STOWA 2015-15, 2015
3. Waternet (2019). Regionale proevenverzameling; Sterkteparameters ondergrond beheergebied AGV, rapportnummer 16.083578, 1 september 2019
4. (Waternet) Handboek Toetsen op Veiligheid. Corsanummer is er nog niet.
5. Waternet (2015). Review AGV en Omegam Proevenverzameling (samendrukkingsparameters), rapportnummer 15.053940, 30 april 2015

Bijlage 1 Dwarsprofielmeting maart 2021

N.A.P. 0.00

WWD-V252_250

Bestaande hoogte in centimeters t.o.v. N.A.P.	-27	-55	-54	-27	44	59	65	68	62	33	-45	-65	-90	-65
Bestaande afstand in centimeters t.o.v. 0-punt	-306	-297	-238	-216	-75	1	272	439	561	618	669	731	819	830

X=137481.96, Y=474664.85

0 1 2 3 4m

Getekend:	Datum: 25-03-2021	Projectleider:	Gecontroleerd:	Status:			
Ondrachtoever:	Projectnummer: 01.1138	Besteknr.	Formaat: A3	Schaal: 1:100	Documentsoort:	Tekeningnr. 01.1138	bladnr. 1
Project: 4 dwarsprofielen			Sector TOP				
Onderwerp: DWP WWD-V252_250			Projecten/Civiele Techniek & Bouwkunde				
			Korte Ouderkerkerdijk 7 1096 AC Amsterdam tel. 0900-9394				
			 waterschap amstel gooi en vecht gemeente amsterdam				

N.A.P. 0.00

X=137210.36, Y=474676.32

WWD-V252_525

Bestaande hoogte in centimeters t.o.v. N.A.P.	-27	-59	-27	-3	8	20	20	4	-16	-56	-125	-111
Bestaande afstand in centimeters t.o.v. 0-punt	-255	-198	-162	-89	10	96	276	477	679	753	842	851

0 1 2 3 4m

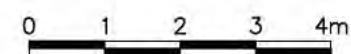
Getekend:	Datum:	Projectleider:	Gecontroleerd:	Status:
Ondrachtoever	Projectnummer: 01.1138	Besteknr.	Formaat: A3	Schaal: 1:100
Project: 4 dwarsprofielen			Documentsoort:	
Onderwerp: DWP WWD-V252_525			Tekeningnr. 01.1138	
Sector TOP			bladnr. 2	
Projecten/Civiele Techniek & Bouwkunde			waternet	
Korte Ouderkerkdijk 7 1096 AC Amsterdam tel. 0900-9394			waterschap amstel gooi en vecht gemeente amsterdam	

N.A.P. 0.00

X=136927.36, Y=475595.59

WWD-V252_1500

Bestaande hoogte in centimeters t.o.v. N.A.P.	-27 -133	-124 -277	-8 -17	-3 -10	10 18	17 17	-11 -11	-51 -51	-83 -114	-52 -152	-152 -152
Bestaande afstand in centimeters t.o.v. 0-punt	-431 -420	-352 -344	-191 -116	-81 -81	1 92	176 176	338 338	534 534	682 702	732 732	782 782



Getekend:	Datum:	Projectleider:	Gecontroleerd:	Status:
Ondrachtoever:	Projectnummer: 01.1138	Besteknr.	Formaat: A3	Schaal: 1:100
Project: 4 dwarsprofielen			Documentsoort:	
Onderwerp: DWP WWD-V252_1500			Tekeningnr. 01.1138	
Sector TOP Projecten/Civiele Techniek & Bouwkunde			bladnr. 3	
Korte Ouderkerkerdijk 7 1096 AC Amsterdam tel. 0900-9394			waternet waterschap amstel gooi en vecht gemeente amsterdam	

N.A.P. 0.00

X=136818.91, Y=475922.04

WWD-V252_1845

Bestaande hoogte in centimeters t.o.v. N.A.P.	-27	-13	-119	-12	-8	0	5	17	-2	-23	-75	-118	-169	-178	-116
Bestaande afstand in centimeters t.o.v. 0-punt	-293	-386	-328	-219	-142	-81	1	130	276	390	462	463	517	548	553

0 1 2 3 4m

Getekend:	Datum:	Projectleider:	Gecontroleerd:	Status:
Ondrachtoever:	Projectnummer: 01.1138	Besteknr.	Formaat: A3	Schaal: 1:100
Project: 4 dwarsprofielen			Documentsoort:	
Onderwerp: DWP WWD-V252_1845			Tekeningnr. 01.1138	
Sector TOP Projecten/Civiele Techniek & Bouwkunde			bladnr. 4	
Korte Ouderkerkdijk 7 1096 AC Amsterdam tel. 0900-9394			waternet waterschap amstel gooi en vecht gemeente amsterdam	

Bijlage 2 Piping-berekeningen

BEOORDELINGSTABEL PIPING / HEAVE		Blauwe waarden invullen	
		Er moet minimaal éénmaal Voldoet worden gescoord	
Project:	Meentkade-Zuid		
Nummer:	V252		versie 05-10-2018
vak:	1 (360-610), L12-2/L12-1		
Datum:	22-2-2021		
EENVOUDIGE BEOORDELING		Voldoet niet	
A.	<u>De dijk is opgebouwd uit zand, en ligt direct op de zandondergrond?</u>		nee
B.	<u>Een intredepunt is afwezig?</u>		nee
	Direct aantoonbaar igv de aanwezigheid v/e slecht doorlatende laag op de waterbodem over de volledige breedte, met:		
	1. een dikte van tenminste 1,5 m (minimumeis);		nee
	2. die voldoende slecht doorlatend is cq voldoende hydraulische weerstand heeft (lutumgehalte $\geq 20\%$, zandgehalte $\leq 35\%$);		nee
	3. dat niet (gedeeltelijk) zal opdrijven; omdat		ja
	- de slecht doorlatende laag geen mineraal-arme veenlagen bevat ; of:		-
	- de aanwezige mineraal-arme veenlagen in de slecht doorlatende laag worden afgedekt met grondlagen (beneden een eventueel onderhouds- of baggerprofiel) met een gezamenlijke gewicht dat voldoende is om een oprijfvermogen van 1 kN/m ³ van de mineraal-arme veenlagen te weerstaan (nb. veen met $\gamma_{nat} > 10 + 1 > 11$ kN/m ³ voldoet ook), en		-
	4. en optreden van hydraulische kortsluiting kan worden uitgesloten (vb. lekkage via een oeverconstructie, na baggerwerk, etc).		nee
ALGEMENE INVOERGEGEVENS*			
	Maatgevend Boezempeil	h	0,15 [m+NAP]
	streefpeil	h _{streef}	-0,25 [m+NAP]
	Freatisch niveau teensloot (polderpeil)	h _p , h _{exit}	-0,35 [m+NAP]
	Stijghoogte in de polder (stationaire toestand, rvw bij uittredepunt)	ϕ_p , ϕ_{polder}	-0,75 [m+NAP]
	Dempingsfactor (Boezeminvloed over de afstand intredepunt - uittredepunt)**	r _{exit}	1,000 [-]
	Stijghoogte in de watervoerende laag bij het uittredepunt	ϕ_2 , ϕ_{exit}	-0,35 [m+NAP]
	* Er is uitgegaan van de aanwezigheid van een teensloot		
	** ϕ_2 , ϕ_{exit} kan worden in geval van kortsluiting worden bepaald met de Deltares spreadsheet "Potentiaalstijging onder kaden door stroming vanuit boezem 2.xls".		
	<i>Invoerwaarden t.b.v. (eventuele) invloed taluds op opbarsten</i>		
	Is er een dijksloot (teensloot) aanwezig?		ja
	Waterlijnbreedte dijksloot		3,00 [m]
	Taludhelling (1:m)	m	1,0 [-]
	Drooglegging (verticale afstand waterlijn tot maaiveld)		0,50 [m]
	Waterdiepte	H _s	0,45 [m]
	Breedte dijksloot op maaiveld	B	4 [m]
	Breedte waterbodem dijksloot	B _{bs}	2,1 [m]
	<i>Methode 1. Par.10.2 NEN9997</i>		
	Horizontale breedte taludhelling	a	0,95 [m]
	Halve breedte sleuf/sloot/bodem	b	1,05 [m]
	Geometrie / spreidingsfactor effect taluds	f	0,000 [-]
	<i>Methode 2. Ringtoets</i>		
	Dikte van de samendrukbare laag	H ₁	0,95 [m]
	Dikte van de samendrukbare laag obv snijpunt 1:2 helling	H ₃	-2,10 [m]
	Effectieve laagdikte	D _{eff}	0,00 [m]
GEDETAILLEERDE BEOORDELING*		#####	
C/F	<u>Een uittredepunt is afwezig (geen opbarsting)</u>		

	Rekening houden met effect van (sloot)taluds		nee	
	Rekening houden met cohesie deklaag?		nee	
	Bovenzijde deklaag (slootbodem)		-0,80	[m+NAP]
	Onderzijde deklaag		-0,80	[m+NAP]
	Verzadigd volumiek gewicht cohesieve deklaag	γ_{sat}	0,00	[kN/m ³]
	Cohesie deklaag	c	0,00	[kPa]
	Volumiek gewicht water	γ_w	9,81	[kN/m ³]
	Veiligheidsfactor (=1,2)	$\gamma_n, \gamma_{\text{opbarsten}}$	1,20	[-]
	Dikte deklaag (onder sloot)	D_{deklaag}	0,00	[m]
	Opwaartse druk	σ_w	4,41	[kPa]
	Neerwaartse druk	σ_g	4,41	[kPa]
	Grenspotentiaal	ϕ_{grens}	-0,35	[m+NAP]
	Opbarstveiligheid (UC) (excl. Veiligheidsfactor)	σ_g/σ_w	1,00	[-]
	Grenstoestandfunctie	Z_h	-0,88	[m]
			Voldoet niet	
D/G	Verticaal zandtransport (Heave) treedt niet op?			
	<u>* Heave criterium</u>			
	Veiligheidsfactor (=1,0)	$\gamma_n, \gamma_{\text{Heave}}$	1,00	[-]
	Kritieke heave gradiënt (0,5 = veilige waarde)	$i_{c,H}$	0,50	[-]
	Optredende heave gradiënt	i_{optr}	#####	[-]
	Veiligheid (UC)	$i_{c,H} / i_{\text{optr}}$	#####	[-]
	Grenstoestandfunctie	Z_h	#####	[-]
			#####	
E	De watervoerende zandlaag is dunner dan 0,5 m?			
	Dikte van de zandlaag	D	10	[m]
			Voldoet niet	
H.	<u>Toetsing op Piping Sellmeijer (2 krachtenmodel) (o.b.v. verval over kering)</u>			
	Kinematische viscositeit [= 1,33 · 10 ⁻⁶ (m ² /s)]	ν	1,33E-06	[m ² /s]
	Sleepkrachtfactor (coëfficiënt van White) [= 0,25 (-)]	η	0,25	[-]
	Rolweerstandshoek van de zandkorrels (= 41, 39 of 37 °)	θ	37	[°]
	Versnelling van de zwaartekracht [= 9,81 (m ² /s)]	g	9,81	[m/s ²]
	(Schijnbaar) volume gewicht van zandkorrels onder water [= 16,5 à 17,5 (kN/m ³)]	γ_p	16,5	[kN/m ³]
	Volumiek gewicht van water [= 1000 (kg/m ³)]	γ_w	9,81	[kN/m ³]
	70-percentielwaarde van de korrelverdeling van pipinggevoelige laag	d_{70}	2,50E-04	[m]
	Referentie d_{70} -waarde [= 2,08 × 10 ⁻⁴ (m)]	$d_{70,m}$	2,08E-04	[m]
	Doorlatendheid zandlaag	k	4,00E-04	[m/s]
	Kwelweglengte van in- tot uitredpunt	L	10,5	[m]
	Dikte van de zandlaag	D	10	[m]
	Veiligheidsfactoren toepassen ?		ja	
	Rekenen met fictief intredepunt waterbodem of voorland ?		nee	
	Veiligheidsfactor (zie tabel D.2 uit LRTV (2015))	$\gamma_n, \gamma_{\text{piping}}$	1,20	[-]
	Schematiseringsfactor	γ_b	1,00	[-]
	Modelfactor [= 1,0 (-)]	m_p	1,00	[-]
	Reductiefactor voor weerstand in de deklaag bij uitredpunt [= 0,30 (m)]	r_c	0,30	[-]
	Freatisch niveau, of hoogte maaiveld, bij het uitredpunt	h_{exit}	-0,35	[m+NAP]
	Dikte deklaag	D_{deklaag}	0,00	[m]
	Boezempeil	h	0,15	[m+NAP]
	$\kappa = v_{\text{water}} * k / g$ (Intrinsieke doorlatendheid van de korrelverdeling)	κ	5,42E-11	[m ²]
	$F_{\text{resistance}} = \eta * (\gamma_p / \gamma_w) * \tan(\theta)$	$F_{\text{resistance}}$	0,317	[-]

$F_{scale} = d_{70,m} / \sqrt[3]{(\kappa \cdot L) \cdot (d_{70}/d_{70,m})^{0,4}}$	F_{scale}	0,270	[-]
$F_{geometry} = 0,91 \cdot (D/L)^{(0,28/((D/L)^{2,8}-1))+0,04}$	$F_{geometry}$	1,011	[-]
$\Delta H_c/L = F_{resistance} \cdot F_{scale} \cdot F_{geometry}$	$\Delta H_c/L$	0,09	[-]
Kritiek verval (karakteristieke waarde) ($\Delta H_c = L \cdot F_{resistance} \cdot F_{scale} \cdot F_{geometry}$)	$\Delta H_{c,kar}$	0,91	[m]
Kritiek verval rekenwaarde = $\Delta H_{c,kar} / \gamma_{piping} / \gamma_b$	$\Delta H_{c,d}$	0,76	[m]
Aanwezig verval = $h - h_{exit} - r_c \cdot D_{deklaag}$	ΔH_{act}	0,50	[m]
Veiligheid (UC)	$\Delta H_{act}/\Delta H_{c,kar}$	1,82	[-]
Kritieke kwelweglengte = $L / \gamma_{piping} / \gamma_b$	$L_{c,teken}$	6,94	[m]
Aanwezige kwelweglengte	$L_{c,act}$	8,00	[m]
Grenstoestandfunctie: $Z_p = m_p \cdot \Delta H_{c,teken} - (h - h_{exit} - r_c \cdot D_{deklaag})$	Z_p	0,26	[m]
		Voldoet	
<u>Fictief intredepunt</u>			
Breedte waterbodembodem (van buitenteen tot buitenteen)	B_b	10,00	[m]
Lengte voorland of waterbodembodem met afdekkende laag (=max. 1/2*B)	L_1	0,00	[m]
<i>Afdekkende slecht doorlatende laag</i>			
Doorlatendheid afdekkende slecht doorlatende laag [k-waarde]	k_1	0,03	[m/dag]
Dikte afdekkende slecht doorlatende laag	d_1	0,20	[m]
Weerstand van de afdekkende slecht doorlatende laag	c	6,67	[dag]
<i>Zandpakket</i>			
Doorlatendheid van het zandpakket [k-waarde]	k	25,00	[m/dag]
Dikte zandpakket	D	2,50	[m]
Transmissiviteit watervoerende zandlaag	kD	62,50	[m ² /dag]
Leklengte	λ_1	20,41	[m]
Fictieve lengte voorland of waterbodembodem	L'_1	0,00	[m]

BEOORDELINGSTABEL PIPING / HEAVE		Blauwe waarden invullen	
		Er moet minimaal éénmaal Voldoet worden gescoord	
Project:	Meentkade-Zuid		
Nummer:	V252		versie 05-10-2018
vak:	2 (360-610), B31F2084/L12-3		
Datum:	22-2-2021		
EENVOUDIGE BEOORDELING		Voldoet niet	
A.	De dijk is opgebouwd uit zand, en ligt direct op de zandondergrond?		nee
B.	Een intredepunt is afwezig?		nee
	Direct aantoonbaar igv de aanwezigheid v/e slecht doorlatende laag op de waterbodem over de volledige breedte, met:		
	1. een dikte van tenminste 1,5 m (minimumeis);		nee
	2. die voldoende slecht doorlatend is cq voldoende hydraulische weerstand heeft (lutumgehalte $\geq 20\%$, zandgehalte $\leq 35\%$);		nee
	3. dat niet (gedeeltelijk) zal opdrijven; omdat		ja
	- de slecht doorlatende laag geen mineraal-arme veenlagen bevat ; of:		-
	- de aanwezige mineraal-arme veenlagen in de slecht doorlatende laag worden afgedekt met grondlagen (beneden een eventueel onderhouds- of baggerprofiel) met een gezamenlijke gewicht dat voldoende is om een oprijfvermogen van 1 kN/m ³ van de mineraal-arme veenlagen te weerstaan (nb. veen met $\gamma_{nat} > 10 + 1 > 11$ kN/m ³ voldoet ook), en		-
	4. en optreden van hydraulische kortsluiting kan worden uitgesloten (vb. lekkage via een oeverconstructie, na baggerwerk, etc).		nee
ALGEMENE INVOERGEGEVENS*			
	Maatgevend Boezempeil	h	0,15 [m+NAP]
	streefpeil	h _{streef}	-0,25 [m+NAP]
	Freatisch niveau teensloot (polderpeil)	h _p , h _{exit}	-1,10 [m+NAP]
	Stijghoogte in de polder (stationaire toestand, rww bij uittredepunt)	ϕ_p , ϕ_{polder}	-1,00 [m+NAP]
	Dempingsfactor (Boezeminvloed over de afstand intredepunt - uittredepunt)**	r _{exit}	-0,250 [-]
	Stijghoogte in de watervoerende laag bij het uittredepunt	ϕ_2 , ϕ_{exit}	-1,10 [m+NAP]
Er wordt gerekend met een gereduceerd intredepunt			
* Er is uitgegaan van de aanwezigheid van een teensloot			
** ϕ_2 , ϕ_{exit} kan worden in geval van kortsluiting worden bepaald met de Deltares spreadsheet "Potentiaalstijging onder kaden door stroming vanuit boezem 2.xls".			
<i>Invoerwaarden t.b.v. (eventuele) invloed taluds op opbarsten</i>			
	Is er een dijksloot (teensloot) aanwezig?		ja
	Waterlijnbreedte dijksloot		3,85 [m]
	Taludhelling (1:m)	m	1,0 [-]
	Drooglegging (verticale afstand waterlijn tot maaiveld)		0,50 [m]
	Waterdiepte	H _s	0,15 [m]
	Breedte dijksloot op maaiveld	B	4,85 [m]
	Breedte waterbodem dijksloot	B _{bs}	3,55 [m]
	<i>Methode 1. Par.10.2 NEN9997</i>		
	Horizontale breedte taludhelling	a	0,65 [m]
	Halve breedte sleuf/sloot/bodem	b	1,775 [m]
	Geometrie / spreidingsfactor effect taluds	f	0,000 [-]
	<i>Methode 2. Ringtoets</i>		
	Dikte van de samendrukbare laag	H ₁	0,65 [m]
	Dikte van de samendrukbare laag obv snijpunt 1:2 helling	H ₃	-3,55 [m]
	Effectieve laagdikte	D _{eff}	0,00 [m]
GEDETAILLEERDE BEOORDELING*			
		#####	
C/F	Een uittredepunt is afwezig (geen opbarsting)		

	Rekening houden met effect van (sloot)taluds		nee	
	Rekening houden met cohesie deklaag?		nee	
	Bovenzijde deklaag (slootbodem)		-1,25	[m+NAP]
	Onderzijde deklaag		-1,25	[m+NAP]
	Verzadigd volumiek gewicht cohesieve deklaag	γ_{sat}	0,00	[kN/m ³]
	Cohesie deklaag	c	0,00	[kPa]
	Volumiek gewicht water	γ_w	9,81	[kN/m ³]
	Veiligheidsfactor (=1,2)	$\gamma_n, \gamma_{opbarsten}$	1,20	[-]
	Dikte deklaag (onder sloot)	$D_{deklaag}$	0,00	[m]
	Opwaartse druk	σ_w	1,47	[kPa]
	Neerwaartse druk	σ_g	1,47	[kPa]
	Grenspotentiaal	ϕ_{grens}	-1,10	[m+NAP]
	Opbarstveiligheid (UC) (excl. Veiligheidsfactor)	σ_g/σ_w	1,00	[-]
	Grenstoestandfunctie	Z_h	-0,29	[m]
			Voldoet niet	
D/G	Verticaal zandtransport (Heave) treedt niet op?			
	<u>* Heave criterium</u>			
	Veiligheidsfactor (=1,0)	γ_n, γ_{Heave}	1,00	[-]
	Kritieke heave gradiënt (0,5 = veilige waarde)	$i_{c,H}$	0,50	[-]
	Optredende heave gradiënt	i_{optr}	#####	[-]
	Veiligheid (UC)	$i_{c,H} / i_{optr}$	#####	[-]
	Grenstoestandfunctie	Z_h	#####	[-]
			#####	
E	De watervoerende zandlaag is dunner dan 0,5 m?			
	Dikte van de zandlaag	D	10	[m]
			Voldoet niet	
H.	<u>Toetsing op Piping Sellmeijer (2 krachtenmodel) (o.b.v. verval over kering)</u>			
	Kinematische viscositeit [= 1,33 · 10 ⁻⁶ (m ² /s)]	ν	1,33E-06	[m ² /s]
	Sleepkrachtfactor (coëfficiënt van White) [= 0,25 (-)]	η	0,25	[-]
	Rolweerstandshoek van de zandkorrels (= 41, 39 of 37 °)	θ	37	[°]
	Versnelling van de zwaartekracht [= 9,81 (m ² /s)]	g	9,81	[m/s ²]
	(Schijnbaar) volume gewicht van zandkorrels onder water [= 16,5 à 17,5 (kN/m ³)]	γ_p	16,5	[kN/m ³]
	Volumiek gewicht van water [= 1000 (kg/m ³)]	γ_w	9,81	[kN/m ³]
	70-percentielwaarde van de korrelverdeling van pipinggevoelige laag	d_{70}	2,50E-04	[m]
	Referentie d_{70} -waarde [= 2,08 × 10 ⁻⁴ (m)]	$d_{70,m}$	2,08E-04	[m]
	Doorlatendheid zandlaag	k	4,00E-04	[m/s]
	Kwelweglengte van in- tot uitredpunt	L	10,5	[m]
	Dikte van de zandlaag	D	10	[m]
	Veiligheidsfactoren toepassen ?		ja	
	Rekenen met fictief intredepunt waterbodem of voorland ?		nee	
	Veiligheidsfactor (zie tabel D.2 uit LRTV (2015))	$\gamma_n, \gamma_{piping}$	1,20	[-]
	Schematiseringsfactor	γ_b	1,00	[-]
	Modelfactor [= 1,0 (-)]	m_p	1,00	[-]
	Reductiefactor voor weerstand in de deklaag bij uitredpunt [= 0,30 (m)]	r_c	0,30	[-]
	Freatisch niveau, of hoogte maaiveld, bij het uitredpunt	h_{exit}	-1,10	[m+NAP]
	Dikte deklaag	$D_{deklaag}$	0,00	[m]
	Boezempeil	h	0,15	[m+NAP]
	$\kappa = v_{water} * k / g$ (Intrinsieke doorlatendheid van de korrelverdeling)	κ	5,42E-11	[m ²]
	$F_{resistance} = \eta * (\gamma_p / \gamma_w) * \tan(\theta)$	$F_{resistance}$	0,317	[-]

$F_{scale} = d_{70,m} / \sqrt[3]{(\kappa \cdot L) \cdot (d_{70}/d_{70,m})^{0,4}}$	F_{scale}	0,270	[-]
$F_{geometry} = 0,91 \cdot (D/L)^{(0,28/((D/L)^{2,8}-1))+0,04}$	$F_{geometry}$	1,011	[-]
$\Delta H_c/L = F_{resistance} \cdot F_{scale} \cdot F_{geometry}$	$\Delta H_c/L$	0,09	[-]
Kritiek verval (karakteristieke waarde) ($\Delta H_c = L \cdot F_{resistance} \cdot F_{scale} \cdot F_{geometry}$)	$\Delta H_{c,kar}$	0,91	[m]
Kritiek verval rekenwaarde = $\Delta H_{c,kar} / \gamma_{piping} / \gamma_b$	$\Delta H_{c,d}$	0,76	[m]
Aanwezig verval = $h - h_{exit} - r_c \cdot D_{deklaag}$	ΔH_{act}	1,25	[m]
Veiligheid (UC)	$\Delta H_{act}/\Delta H_{c,kar}$	0,73	[-]
Kritieke kwelweglengte = $L / \gamma_{piping} / \gamma_b$	$L_{c,teken}$	17,34	[m]
Aanwezige kwelweglengte	$L_{c,act}$	8,00	[m]
Grenstoestandfunctie: $Z_p = m_p \cdot \Delta H_{c,teken} - (h - h_{exit} - r_c \cdot D_{deklaag})$	Z_p	-0,49	[m]
		Voldoet niet	
Er wordt niet voldaan aan toepassingsvoorwaarde Sellmeijer: $L > 10 \cdot H$			
<u>Fictief intredepunt</u>			
Breedte waterbodembodem (van buitenteen tot buitenteen)	B_b	10,00	[m]
Lengte voorland of waterbodembodem met afdekkende laag (=max. $1/2 \cdot B$)	L_1	0,00	[m]
<i>Afdekkende slecht doorlatende laag</i>			
Doorlatendheid afdekkende slecht doorlatende laag [k-waarde]	k_1	0,03	[m/dag]
Dikte afdekkende slecht doorlatende laag	d_1	0,20	[m]
Weerstand van de afdekkende slecht doorlatende laag	c	6,67	[dag]
<i>Zandpakket</i>			
Doorlatendheid van het zandpakket [k-waarde]	k	25,00	[m/dag]
Dikte zandpakket	D	2,50	[m]
Transmissiviteit watervoerende zandlaag	kD	62,50	[m ² /dag]
Leklengte	λ_1	20,41	[m]
Fictieve lengte voorland of waterbodembodem	L'_1	0,00	[m]

BEOORDELINGSTABEL PIPING / HEAVE		Blauwe waarden invullen	
		Er moet minimaal éénmaal Voldoet worden gescoord	
Project:	Meentkade-Zuid		
Nummer:	V252		versie 05-10-2018
vak:	3 (610-1700), K12-46		
Datum:	22-2-2021		
EENVOUDIGE BEOORDELING		Voldoet niet	
A.	De dijk is opgebouwd uit zand, en ligt direct op de zandondergrond?		nee
B.	Een intredepunt is afwezig?		nee
	Direct aantoonbaar igv de aanwezigheid v/e slecht doorlatende laag op de waterbodem over de volledige breedte, met:		
	1. een dikte van tenminste 1,5 m (minimumeis);		nee
	2. die voldoende slecht doorlatend is cq voldoende hydraulische weerstand heeft (lutumgehalte $\geq 20\%$, zandgehalte $\leq 35\%$);		nee
	3. dat niet (gedeeltelijk) zal opdrijven; omdat		ja
	- de slecht doorlatende laag geen mineraal-arme veenlagen bevat ; of:		-
	- de aanwezige mineraal-arme veenlagen in de slecht doorlatende laag worden afgedekt met grondlagen (beneden een eventueel onderhouds- of baggerprofiel) met een gezamenlijke gewicht dat voldoende is om een oprijfvermogen van 1 kN/m ³ van de mineraal-arme veenlagen te weerstaan (nb. veen met $\gamma_{nat} > 10 + 1 > 11$ kN/m ³ voldoet ook), en		-
	4. en optreden van hydraulische kortsluiting kan worden uitgesloten (vb. lekkage via een oeverconstructie, na baggerwerk, etc).		nee
ALGEMENE INVOERGEGEVENS*			
	Maatgevend Boezempeil	h	0,15 [m+NAP]
	streefpeil	h _{streef}	-0,25 [m+NAP]
	Freatisch niveau teensloot (polderpeil)	h _p , h _{exit}	-1,10 [m+NAP]
	Stijghoogte in de polder (stationaire toestand, rvw bij uittredepunt)	ϕ_p , ϕ_{polder}	-1,00 [m+NAP]
	Dempingsfactor (Boezeminvloed over de afstand intredepunt - uittredepunt)**	r _{exit}	-0,250 [-]
	Stijghoogte in de watervoerende laag bij het uittredepunt	ϕ_2 , ϕ_{exit}	-1,10 [m+NAP]
Er wordt gerekend met een gereduceerd intredepunt			
* Er is uitgegaan van de aanwezigheid van een teensloot			
** ϕ_2 , ϕ_{exit} kan worden in geval van kortsluiting worden bepaald met de Deltares spreadsheet "Potentiaalstijging onder kaden door stroming vanuit boezem 2.xls".			
<i>Invoerwaarden t.b.v. (eventuele) invloed taluds op opbarsten</i>			
	Is er een dijksloot (teensloot) aanwezig?		ja
	Waterlijnbreedte dijksloot		5,00 [m]
	Taludhelling (1:m)	m	1,0 [-]
	Drooglegging (verticale afstand waterlijn tot maaiveld)		0,50 [m]
	Waterdiepte	H _s	0,75 [m]
	Breedte dijksloot op maaiveld	B	6 [m]
	Breedte waterbodem dijksloot	B _{bs}	3,5 [m]
<i>Methode 1. Par.10.2 NEN9997</i>			
	Horizontale breedte taludhelling	a	1,25 [m]
	Halve breedte sleuf/sloot/bodem	b	1,75 [m]
	Geometrie / spreidingsfactor effect taluds	f	0,000 [-]
<i>Methode 2. Ringtoets</i>			
	Dikte van de samendrukbare laag	H ₁	1,40 [m]
	Dikte van de samendrukbare laag obv snijpunt 1:2 helling	H ₃	-3,20 [m]
	Effectieve laagdikte	D _{eff}	0,15 [m]
GEDETAILLEERDE BEOORDELING*			
		#####	
C/F	Een uittredepunt is afwezig (geen opbarsting)		

	Rekening houden met effect van (sloot)taluds		nee	
	Rekening houden met cohesie deklaag?		nee	
	Bovenzijde deklaag (slootbodern)		-1,85	[m+NAP]
	Onderzijde deklaag		-2,00	[m+NAP]
	Verzadigd volumiek gewicht cohesieve deklaag	γ_{sat}	10,50	[kN/m ³]
	Cohesie deklaag	c	1,00	[kPa]
	Volumiek gewicht water	γ_w	9,81	[kN/m ³]
	Veiligheidsfactor (=1,2)	$\gamma_n, \gamma_{\text{opbarsten}}$	1,20	[-]
	Dikte deklaag (onder sloot)	D_{deklaag}	0,15	[m]
	Opwaartse druk	σ_w	8,83	[kPa]
	Neerwaartse druk	σ_g	8,93	[kPa]
	Grenspotentiaal	ϕ_{grens}	-1,09	[m+NAP]
	Opbarstveiligheid (UC) (excl. Veiligheidsfactor)	σ_g/σ_w	1,01	[-]
	Grenstoestandfunctie	Z_h	-1,66	[m]
			Voldoet niet	
D/G	Verticaal zandtransport (Heave) treedt niet op?			
	* <u>Heave criterium</u>			
	Veiligheidsfactor (=1,0)	$\gamma_n, \gamma_{\text{Heave}}$	1,00	[-]
	Kritieke heave gradiënt (0,5 = veilige waarde)	$i_{c,H}$	0,50	[-]
	Optredende heave gradiënt	i_{optr}	0,00	[-]
	Veiligheid (UC)	$i_{c,H} / i_{\text{optr}}$	#####	[-]
	Grenstoestandfunctie	Z_h	0,50	[-]
			#####	
E	De watervoerende zandlaag is dunner dan 0,5 m?			
	Dikte van de zandlaag	D	10	[m]
			Voldoet niet	
H.	<u>Toetsing op Piping Sellmeijer (2 krachtenmodel) (o.b.v. verval over kering)</u>			
	Kinematische viscositeit [= 1,33 · 10 ⁻⁶ (m ² /s)]	ν	1,33E-06	[m ² /s]
	Sleepkrachtfactor (coëfficiënt van White) [= 0,25 (-)]	η	0,25	[-]
	Rolweerstandshoek van de zandkorrels (= 41, 39 of 37 °)	θ	37	[°]
	Versnelling van de zwaartekracht [= 9,81 (m ² /s)]	g	9,81	[m/s ²]
	(Schijnbaar) volume gewicht van zandkorrels onder water [= 16,5 à 17,5 (kN/m ³)]	γ_p	16,5	[kN/m ³]
	Volumiek gewicht van water [= 1000 (kg/m ³)]	γ_w	9,81	[kN/m ³]
	70-percentielwaarde van de korrelverdeling van pipinggevoelige laag	d_{70}	2,50E-04	[m]
	Referentie d_{70} -waarde [= 2,08 × 10 ⁻⁴ (m)]	$d_{70,m}$	2,08E-04	[m]
	Doorlatendheid zandlaag	k	4,00E-04	[m/s]
	Kwelweglengte van in- tot uitredpunt	L	11,3	[m]
	Dikte van de zandlaag	D	10	[m]
	Veiligheidsfactoren toepassen ?		ja	
	Rekenen met fictief intredepunt waterbodern of voorland ?		nee	
	Veiligheidsfactor (zie tabel D.2 uit LRTV (2015))	$\gamma_n, \gamma_{\text{piping}}$	1,20	[-]
	Schematiseringsfactor	γ_b	1,00	[-]
	Modelfactor [= 1,0 (-)]	m_p	1,00	[-]
	Reductiefactor voor weerstand in de deklaag bij uitredpunt [= 0,30 (m)]	r_c	0,30	[-]
	Freatisch niveau, of hoogte maaiveld, bij het uitredpunt	h_{exit}	-1,10	[m+NAP]
	Dikte deklaag	D_{deklaag}	0,15	[m]
	Boezempeil	h	0,15	[m+NAP]
	$\kappa = v_{\text{water}} * k / g$ (Intrinsieke doorlatendheid van de korrelverdeling)	κ	5,42E-11	[m ²]
	$F_{\text{resistance}} = \eta * (\gamma_p / \gamma_w) * \tan(\theta)$	$F_{\text{resistance}}$	0,317	[-]

$F_{scale} = d_{70,m} / \sqrt[3]{(\kappa \cdot L) \cdot (d_{70}/d_{70,m})^{0,4}}$	F_{scale}	0,264	[-]
$F_{geometry} = 0,91 \cdot (D/L)^{(0,28/((D/L)^{2,8}-1))+0,04}$	$F_{geometry}$	1,019	[-]
$\Delta H_c/L = F_{resistance} \cdot F_{scale} \cdot F_{geometry}$	$\Delta H_c/L$	0,09	[-]
Kritiek verval (karakteristieke waarde) ($\Delta H_c = L \cdot F_{resistance} \cdot F_{scale} \cdot F_{geometry}$)	$\Delta H_{c,kar}$	0,96	[m]
Kritiek verval rekenwaarde = $\Delta H_{c,kar} / \gamma_{piping} / \gamma_b$	$\Delta H_{c,d}$	0,80	[m]
Aanwezig verval = $h - h_{exit} - r_c \cdot D_{deklaag}$	ΔH_{act}	1,21	[m]
Veiligheid (UC)	$\Delta H_{act}/\Delta H_{c,kar}$	0,80	[-]
Kritieke kwelweglengte = $L / \gamma_{piping} / \gamma_b$	$L_{c,teken}$	16,99	[m]
Aanwezige kwelweglengte	$L_{c,act}$	8,00	[m]
Grenstoestandfunctie: $Z_p = m_p \cdot \Delta H_{c,teken} - (h - h_{exit} - r_c \cdot D_{deklaag})$	Z_p	-0,40	[m]
		Voldoet niet	
Er wordt niet voldaan aan toepassingsvoorwaarde Sellmeijer: $L > 10 \cdot H$			
<u>Fictief intredepunt</u>			
Breedte waterbodembodem (van buitenteen tot buitenteen)	B_b	20,00	[m]
Lengte voorland of waterbodembodem met afdekkende laag (=max. $1/2 \cdot B$)	L_1	0,00	[m]
<i>Afdekkende slecht doorlatende laag</i>			
Doorlatendheid afdekkende slecht doorlatende laag [k-waarde]	k_1	0,03	[m/dag]
Dikte afdekkende slecht doorlatende laag	d_1	0,20	[m]
Weerstand van de afdekkende slecht doorlatende laag	c	6,67	[dag]
<i>Zandpakket</i>			
Doorlatendheid van het zandpakket [k-waarde]	k	25,00	[m/dag]
Dikte zandpakket	D	2,50	[m]
Transmissiviteit watervoerende zandlaag	kD	62,50	[m ² /dag]
Leklengte	λ_1	20,41	[m]
Fictieve lengte voorland of waterbodembodem	L'_1	0,00	[m]

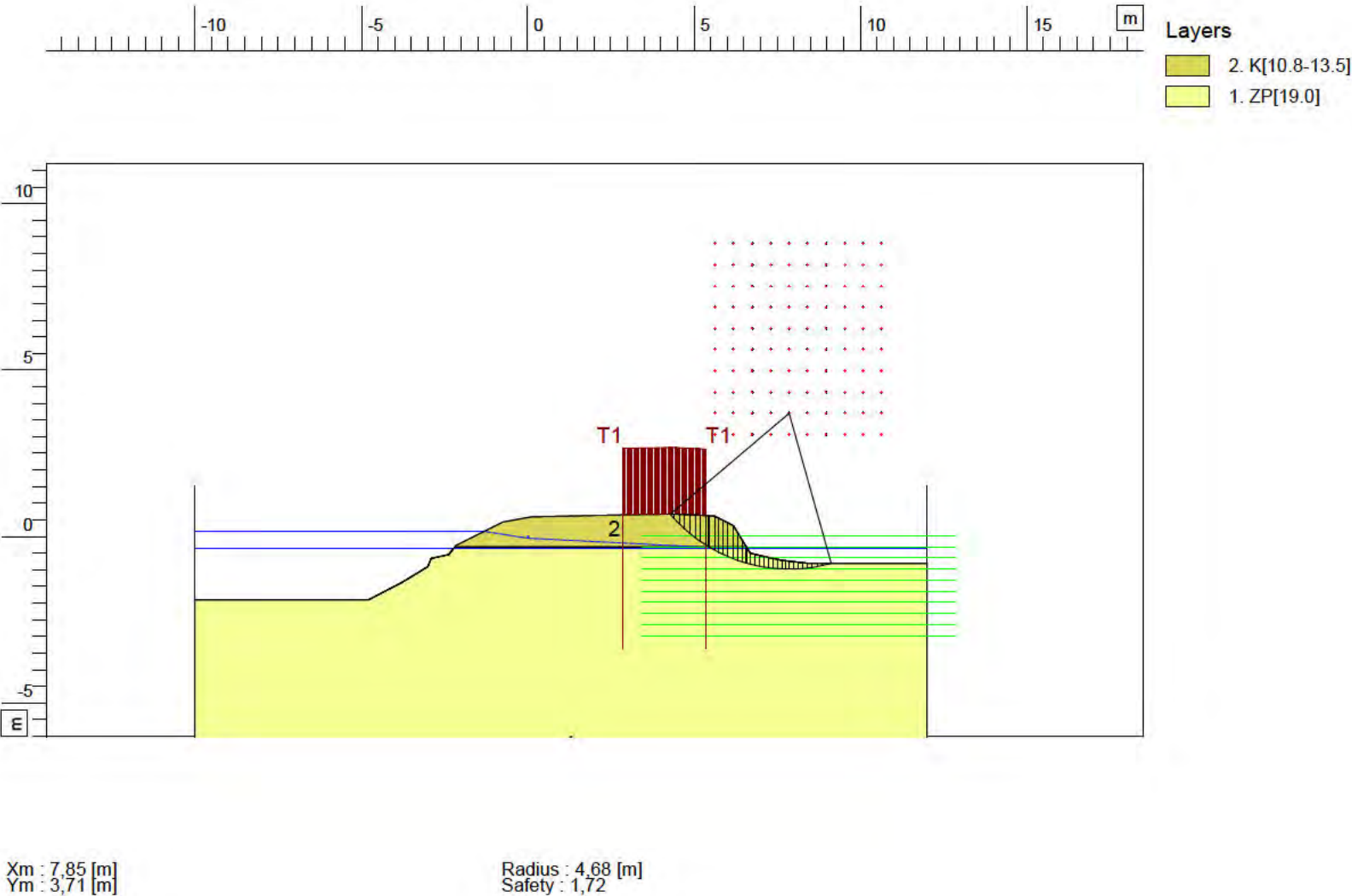
BEOORDELINGSTABEL PIPING / HEAVE		Blauwe waarden invullen	
		Er moet minimaal éénmaal Voldoet worden gescoord	
Project:	Meentkade-Zuid		
Nummer:	V252		versie 05-10-2018
vak:	4 (1700-2138), B25H0908		
Datum:	22-2-2021		
EENVOUDIGE BEOORDELING		Voldoet niet	
A.	De dijk is opgebouwd uit zand, en ligt direct op de zandondergrond?		nee
B.	Een intredepunt is afwezig?		nee
	Direct aantoonbaar igv de aanwezigheid v/e slecht doorlatende laag op de waterbodem over de volledige breedte, met:		
	1. een dikte van tenminste 1,5 m (minimumeis);		nee
	2. die voldoende slecht doorlatend is cq voldoende hydraulische weerstand heeft (lutumgehalte $\geq 20\%$, zandgehalte $\leq 35\%$);		nee
	3. dat niet (gedeeltelijk) zal opdrijven; omdat		ja
	- de slecht doorlatende laag geen mineraal-arme veenlagen bevat ; of:		-
	- de aanwezige mineraal-arme veenlagen in de slecht doorlatende laag worden afgedekt met grondlagen (beneden een eventueel onderhouds- of baggerprofiel) met een gezamenlijke gewicht dat voldoende is om een oprijfvermogen van 1 kN/m ³ van de mineraal-arme veenlagen te weerstaan (nb. veen met $\gamma_{nat} > 10 + 1 > 11$ kN/m ³ voldoet ook), en		-
	4. en optreden van hydraulische kortsluiting kan worden uitgesloten (vb. lekkage via een oeverconstructie, na baggerwerk, etc).		nee
ALGEMENE INVOERGEGEVENS*			
	Maatgevend Boezempeil	h	0,15 [m+NAP]
	streefpeil	h _{streef}	-0,25 [m+NAP]
	Freatisch niveau teensloot (polderpeil)	h _p , h _{exit}	-1,1000 [m+NAP]
	Stijghoogte in de polder (stationaire toestand, rvw bij uittredepunt)	ϕ_p , ϕ_{polder}	-1,00 [m+NAP]
	Dempingsfactor (Boezeminvloed over de afstand intredepunt - uittredepunt)**	r _{exit}	-0,250 [-]
	Stijghoogte in de watervoerende laag bij het uittredepunt	ϕ_2 , ϕ_{exit}	-1,0999 [m+NAP]
Er wordt gerekend met een gereduceerd intredepunt			
* Er is uitgegaan van de aanwezigheid van een teensloot			
** ϕ_2 , ϕ_{exit} kan worden in geval van kortsluiting worden bepaald met de Deltares spreadsheet "Potentiaalstijging onder kaden door stroming vanuit boezem 2.xls".			
<i>Invoerwaarden t.b.v. (eventuele) invloed taluds op opbarsten</i>			
	Is er een dijksloot (teensloot) aanwezig?		ja
	Waterlijnbreedte dijksloot		5,00 [m]
	Taludhelling (1:m)	m	1,0 [-]
	Drooglegging (verticale afstand waterlijn tot maaiveld)		0,50 [m]
	Waterdiepte	H _s	0,90 [m]
	Breedte dijksloot op maaiveld	B	6 [m]
	Breedte waterbodem dijksloot	B _{bs}	3,2 [m]
	Methode 1. Par.10.2 NEN9997		
	Horizontale breedte taludhelling	a	1,40 [m]
	Halve breedte sleuf/sloot/bodem	b	1,6 [m]
	Geometrie / spreidingsfactor effect taluds	f	0,000 [-]
	Methode 2. Ringtoets		
	Dikte van de samendrukbare laag	H ₁	1,40 [m]
	Dikte van de samendrukbare laag obv snijpunt 1:2 helling	H ₃	-3,20 [m]
	Effectieve laagdikte	D _{eff}	0,00 [m]
GEDETAILLEERDE BEOORDELING*			
		#####	
C/F	Een uittredepunt is afwezig (geen opbarsting)		

	Rekening houden met effect van (sloot)taluds		nee	
	Rekening houden met cohesie deklaag?		nee	
	Bovenzijde deklaag (slootbodern)		-2,00	[m+NAP]
	Onderzijde deklaag		-2,00	[m+NAP]
	Verzadigd volumiek gewicht cohesieve deklaag	γ_{sat}	10,50	[kN/m ³]
	Cohesie deklaag	c	1,00	[kPa]
	Volumiek gewicht water	γ_w	9,81	[kN/m ³]
	Veiligheidsfactor (=1,2)	$\gamma_n, \gamma_{opbarsten}$	1,20	[-]
	Dikte deklaag (onder sloot)	$D_{deklaag}$	0,00	[m]
	Opwaartse druk	σ_w	8,83	[kPa]
	Neerwaartse druk	σ_g	8,83	[kPa]
	Grenspotentiaal	ϕ_{grens}	-1,10	[m+NAP]
	Opbarstveiligheid (UC) (excl. Veiligheidsfactor)	σ_g/σ_w	1,00	[-]
	Grenstoestandfunctie	Z_h	-1,77	[m]
			Voldoet niet	
D/G	Verticaal zandtransport (Heave) treedt niet op?			
	<u>* Heave criterium</u>			
	Veiligheidsfactor (=1,0)	γ_n, γ_{Heave}	1,00	[-]
	Kritieke heave gradiënt (0,5 = veilige waarde)	$i_{c,H}$	0,50	[-]
	Optredende heave gradiënt	i_{optr}	#####	[-]
	Veiligheid (UC)	$i_{c,H} / i_{optr}$	#####	[-]
	Grenstoestandfunctie	Z_h	#####	[-]
			#####	
E	De watervoerende zandlaag is dunner dan 0,5 m?			
	Dikte van de zandlaag	D	10	[m]
			Voldoet niet	
H.	<u>Toetsing op Piping Sellmeijer (2 krachtenmodel) (o.b.v. verval over kering)</u>			
	Kinematische viscositeit [= 1,33 · 10 ⁻⁶ (m ² /s)]	ν	1,33E-06	[m ² /s]
	Sleepkrachtfactor (coëfficiënt van White) [= 0,25 (-)]	η	0,25	[-]
	Rolweerstandshoek van de zandkorrels (= 41, 39 of 37 °)	θ	37	[°]
	Versnelling van de zwaartekracht [= 9,81 (m ² /s)]	g	9,81	[m/s ²]
	(Schijnbaar) volume gewicht van zandkorrels onder water [= 16,5 à 17,5 (kN/m ³)]	γ_p	16,5	[kN/m ³]
	Volumiek gewicht van water [= 1000 (kg/m ³)]	γ_w	9,81	[kN/m ³]
	70-percentielwaarde van de korrelverdeling van pipinggevoelige laag	d_{70}	2,50E-04	[m]
	Referentie d_{70} -waarde [= 2,08 × 10 ⁻⁴ (m)]	$d_{70,m}$	2,08E-04	[m]
	Doorlatendheid zandlaag	k	4,00E-04	[m/s]
	Kwelweglengte van in- tot uitredpunt	L	8,6	[m]
	Dikte van de zandlaag	D	10	[m]
	Veiligheidsfactoren toepassen ?		ja	
	Rekenen met fictief intredepunt waterbodern of voorland ?		nee	
	Veiligheidsfactor (zie tabel D.2 uit LRTV (2015))	$\gamma_n, \gamma_{piping}$	1,20	[-]
	Schematiseringsfactor	γ_b	1,00	[-]
	Modelfactor [= 1,0 (-)]	m_p	1,00	[-]
	Reductiefactor voor weerstand in de deklaag bij uitredpunt [= 0,30 (m)]	r_c	0,30	[-]
	Freatisch niveau, of hoogte maaiveld, bij het uitredpunt	h_{exit}	-1,10	[m+NAP]
	Dikte deklaag	$D_{deklaag}$	0,00	[m]
	Boezempeil	h	0,15	[m+NAP]
	$\kappa = v_{water} * k / g$ (Intrinsieke doorlatendheid van de korrelverdeling)	κ	5,42E-11	[m ²]
	$F_{resistance} = \eta * (\gamma_p / \gamma_w) * \tan(\theta)$	$F_{resistance}$	0,317	[-]

$F_{scale} = d_{70.m} / \sqrt[3]{(\kappa \cdot L) \cdot (d_{70}/d_{70.m})^{0.4}}$	F_{scale}	0,289	[-]
$F_{geometry} = 0,91 \cdot (D/L)^{(0,28/((D/L)^2 \cdot 8 - 1)) + 0,04}$	$F_{geometry}$	0,992	[-]
$\Delta H_c/L = F_{resistance} \cdot F_{scale} \cdot F_{geometry}$	$\Delta H_c/L$	0,09	[-]
Kritiek verval (karakteristieke waarde) ($\Delta H_c = L \cdot F_{resistance} \cdot F_{scale} \cdot F_{geometry}$)	$\Delta H_{c,kar}$	0,78	[m]
Kritiek verval rekenwaarde = $\Delta H_{c,kar} / \gamma_{piping} / \gamma_b$	$\Delta H_{c,d}$	0,65	[m]
Aanwezig verval = $h - h_{exit} - r_c \cdot D_{deklaag}$	ΔH_{act}	1,25	[m]
Veiligheid (UC)	$\Delta H_{act}/\Delta H_{c,kar}$	0,62	[-]
Kritieke kwelweglengte = $L / \gamma_{piping} / \gamma_b$	$L_{c,teken}$	16,53	[m]
Aanwezige kwelweglengte	$L_{c,act}$	8,00	[m]
Grenstoestandfunctie: $Z_p = m_p \cdot \Delta H_{c,teken} - (h - h_{exit} - r_c \cdot D_{deklaag})$	Z_p	-0,60	[m]
		Voldoet niet	
Er wordt niet voldaan aan toepassingsvoorwaarde Sellmeijer: $L > 10 \cdot H$			
<u>Fictief intredepunt</u>			
Breedte waterbodembodem (van buitenteen tot buitenteen)	B_b	20,00	[m]
Lengte voorland of waterbodembodem met afdekkende laag (=max. $1/2 \cdot B$)	L_1	0,00	[m]
<i>Afdekkende slecht doorlatende laag</i>			
Doorlatendheid afdekkende slecht doorlatende laag [k-waarde]	k_1	0,03	[m/dag]
Dikte afdekkende slecht doorlatende laag	d_1	0,20	[m]
Weerstand van de afdekkende slecht doorlatende laag	c	6,67	[dag]
<i>Zandpakket</i>			
Doorlatendheid van het zandpakket [k-waarde]	k	25,00	[m/dag]
Dikte zandpakket	D	2,50	[m]
Transmissiviteit watervoerende zandlaag	kD	62,50	[m ² /dag]
Leklengte	λ_1	20,41	[m]
Fictieve lengte voorland of waterbodembodem	L'_1	0,00	[m]

Bijlage 3 STBI-berekeningen

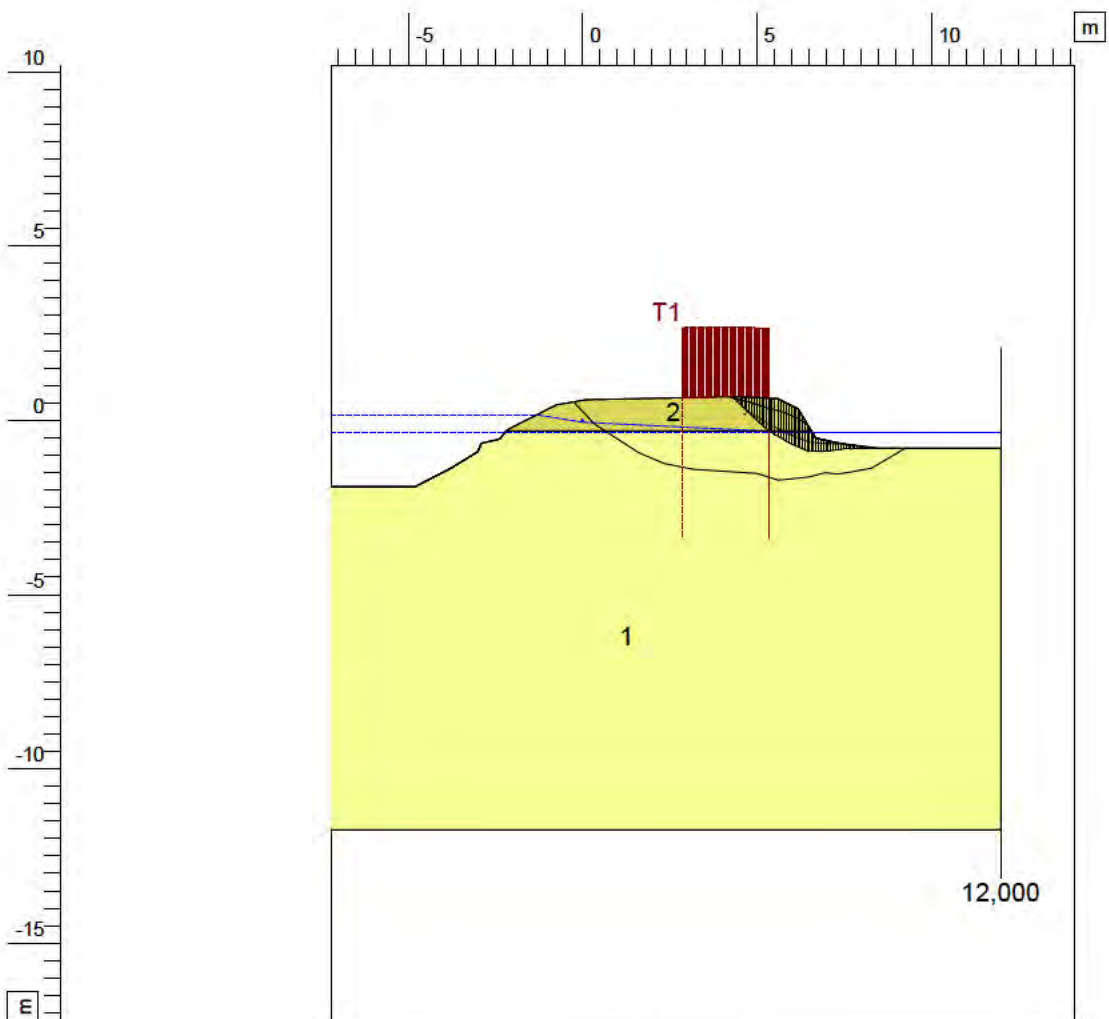
Critical Circle Bishop



Layers

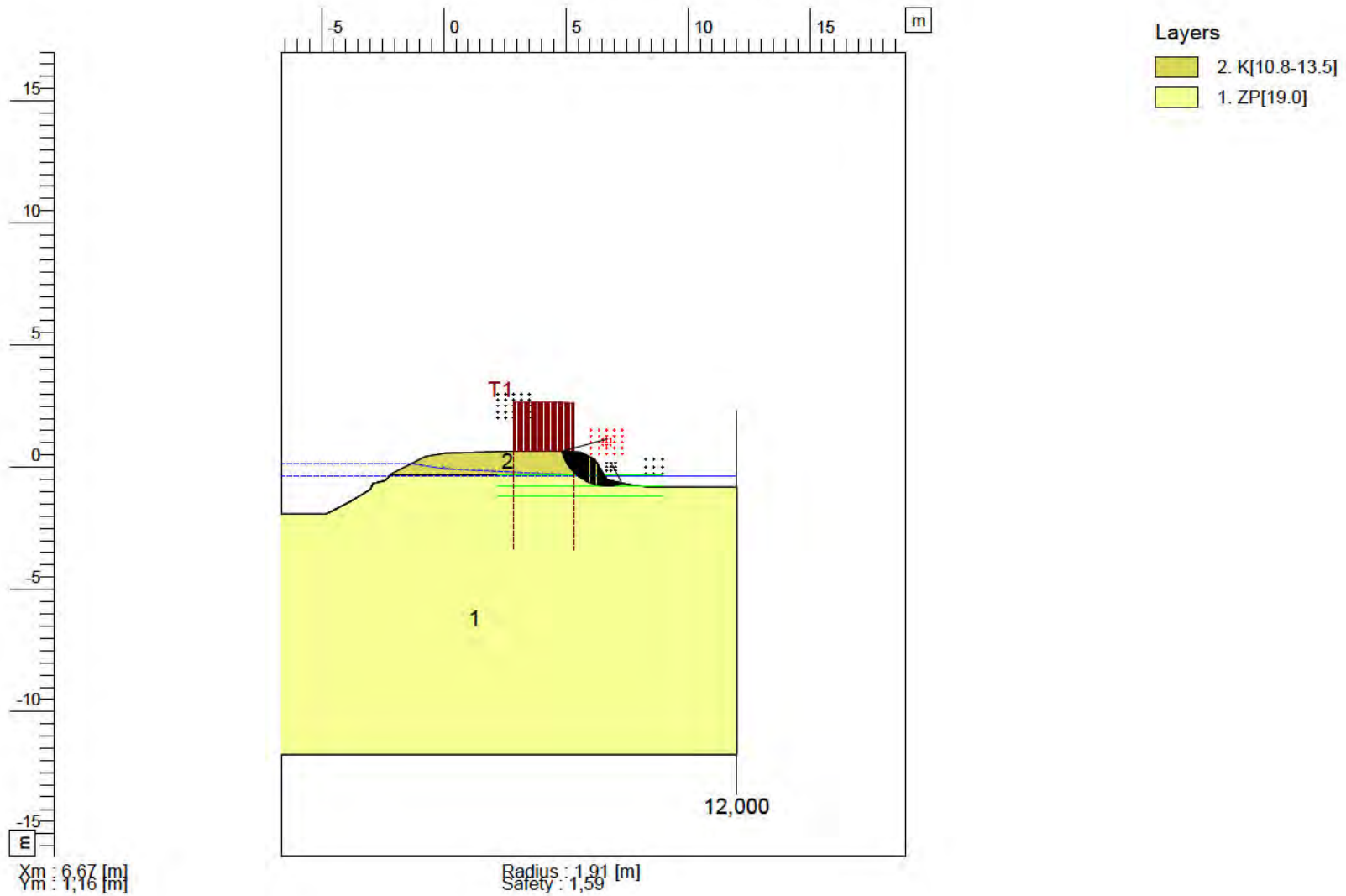
- 2. K[10.8-13.5]
- 1. ZP[19.0]

Slip Plane Spencer



Safety : 1,59

Slip Plane Uplift Van



waternet
waterschap amstel ijssel en vecht
gemeente amsteldam

Afdeling O&A - team B&G

Korte Ouderkerkdijk 7	Phone	0900 - 9394
1096 AC Amsterdam	Fax	

D-Geo Stability 18.1 : V252_0250_STBI Nat_Uplift/analysis

date
8-6-2021

drw.
K.S.

V252 Meentkade - Zuid

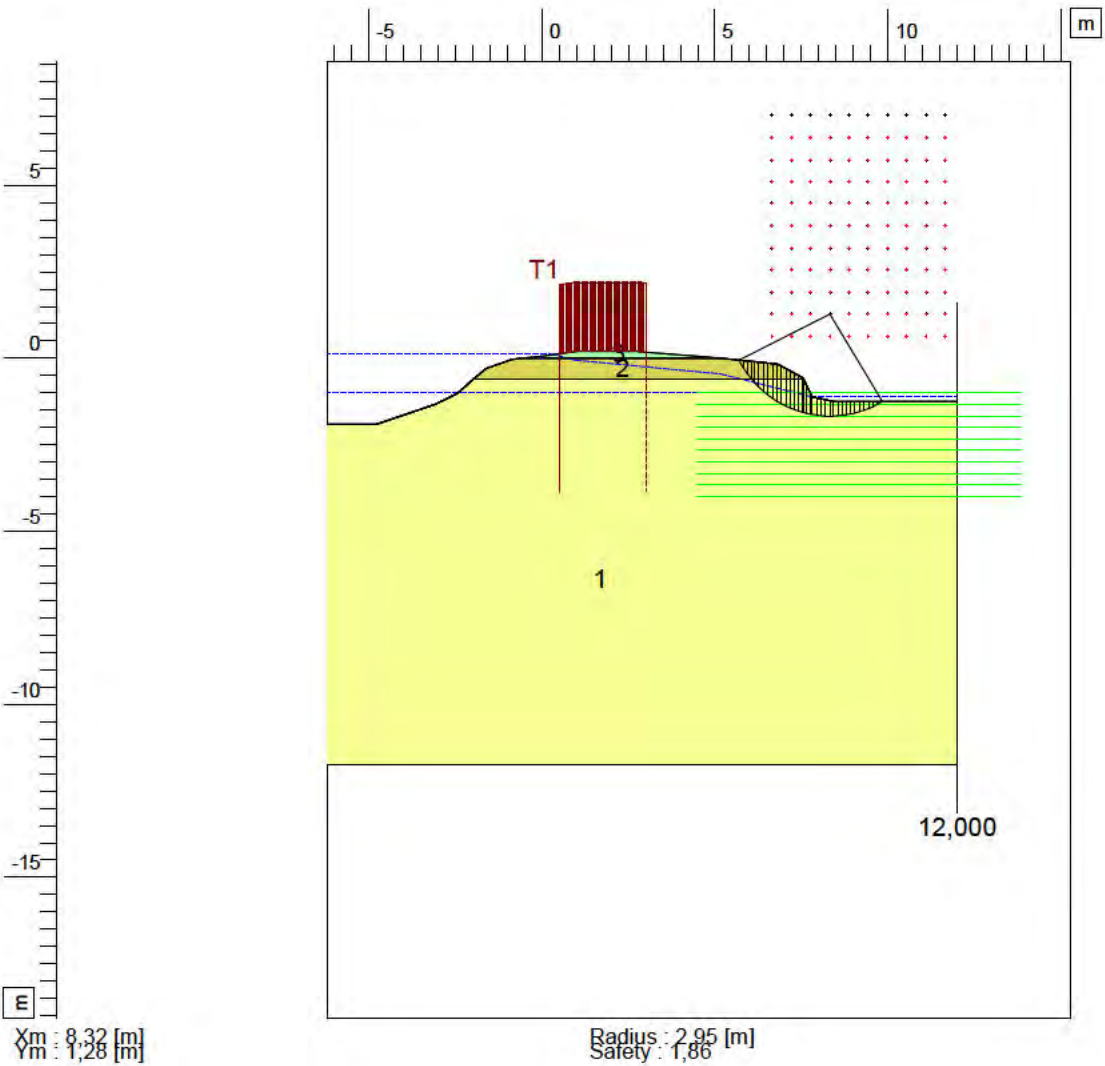
DWP 0250_STBI Nat_UpliftVan

L-13-5 kruin L12-2/L12-1(achterland)

Annex

form.
A4

Critical Circle Bishop



Layers

- | | |
|---|-----------------|
|  | 3. K[10.8-13.5] |
|  | 2. V[10.0-10.8] |
|  | 1. ZP[19.0] |

waternet
waterschap aartsel/ gois en veocht
gemeente amsteldam

gemeente amsterdam

Afdeling O&A - team B&G

Korte Ouderkerckdijk 7	Phone	0800 - 9394
1086 AC Amsterdam	Fax	

Fax

0900 - 9394

D-Geo Stability 18.1 : V252_0525_STBI Nail_Bishop.stl

date

8-6-2021

drw.
K.S.

1. *Journal of the American Medical Association*, 2000; 283: 2689-2695.

DWP 0525_STBI Nat_Bishop

L12-3 (kruin) B31F2084/L12-3 (achterland)

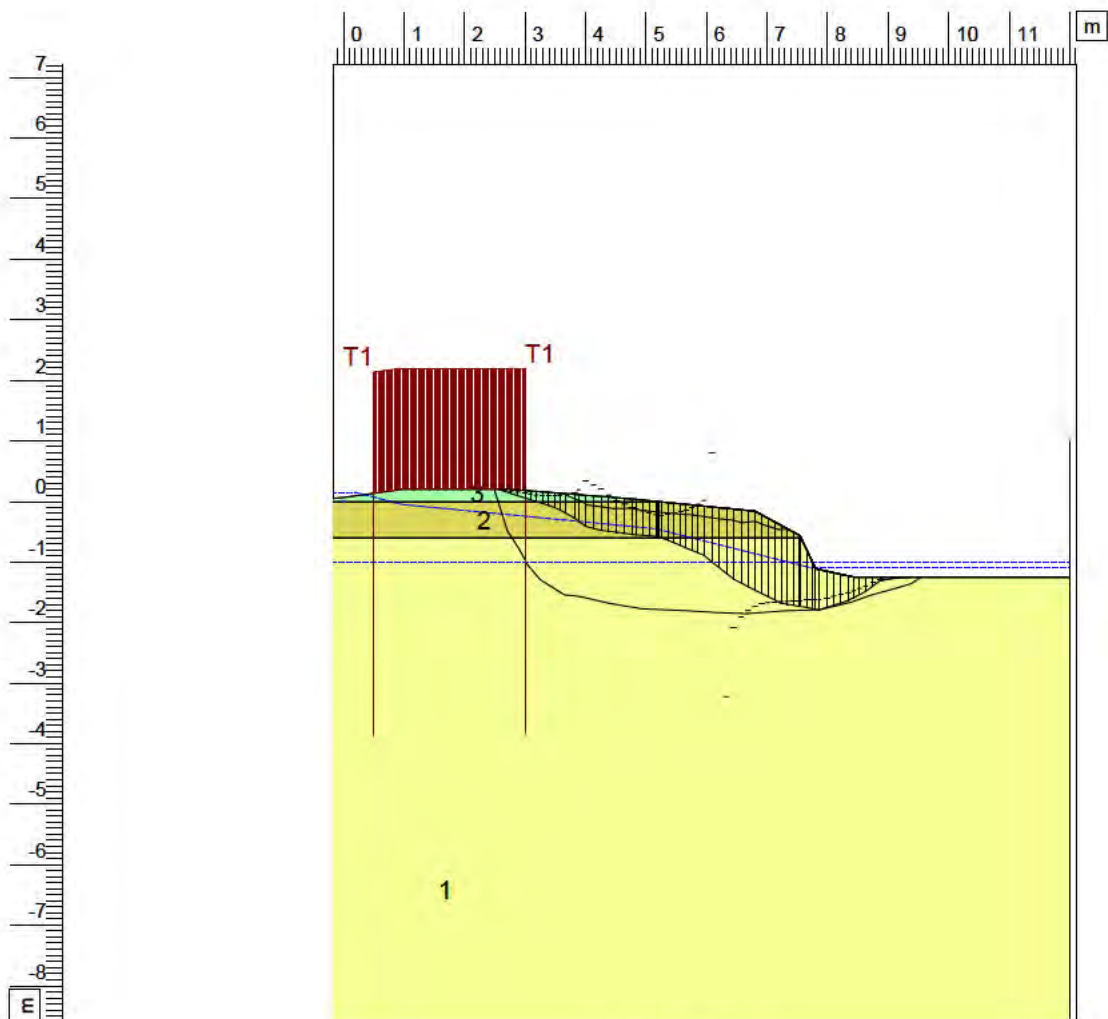
Annex

form.
A4

Layers

- 3. K[10.8-13.5]
- 2. V[10.0-10.8]
- 1. ZP[19.0]

Slip Plane Spencer

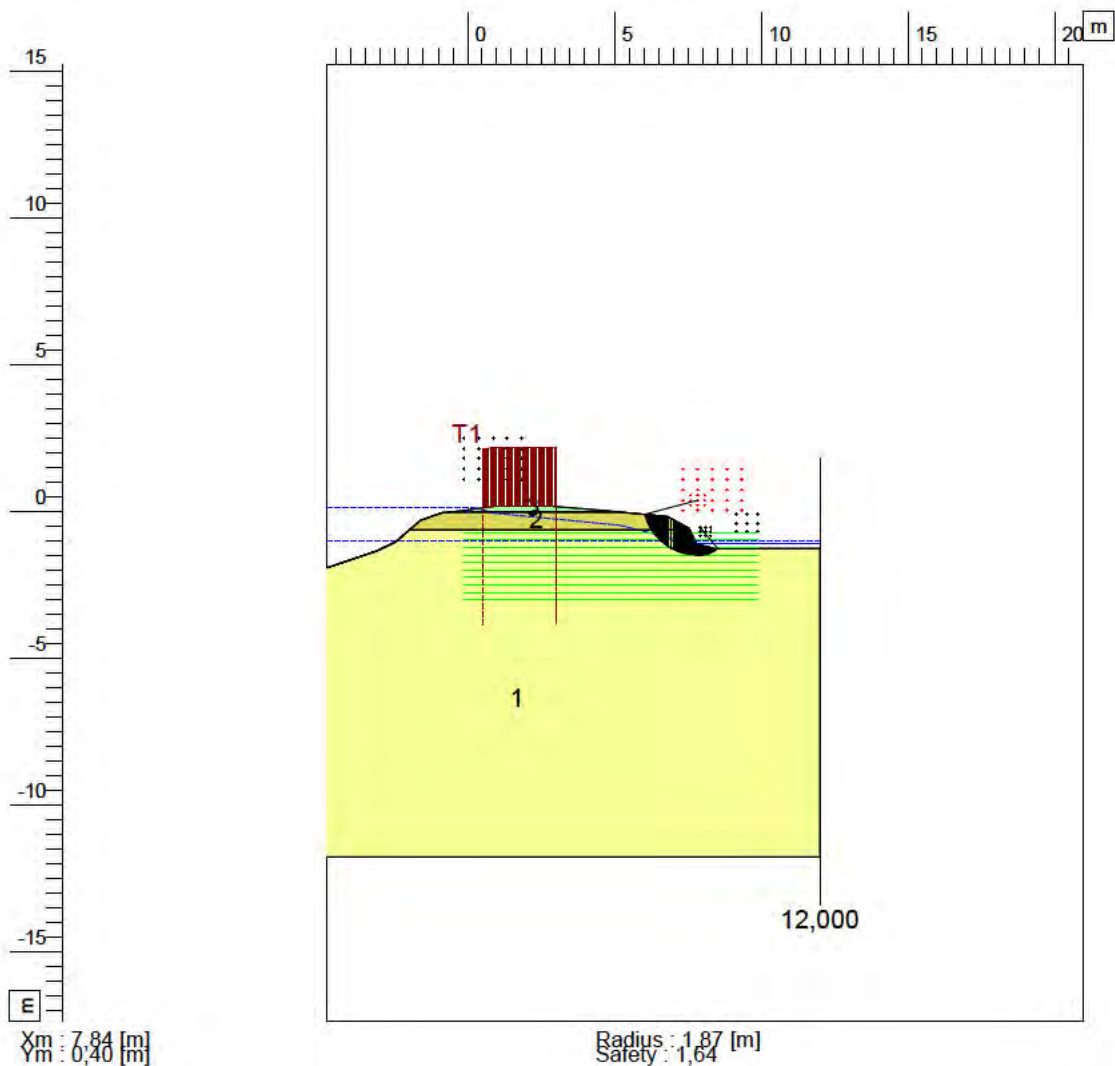


Safety : 2,20

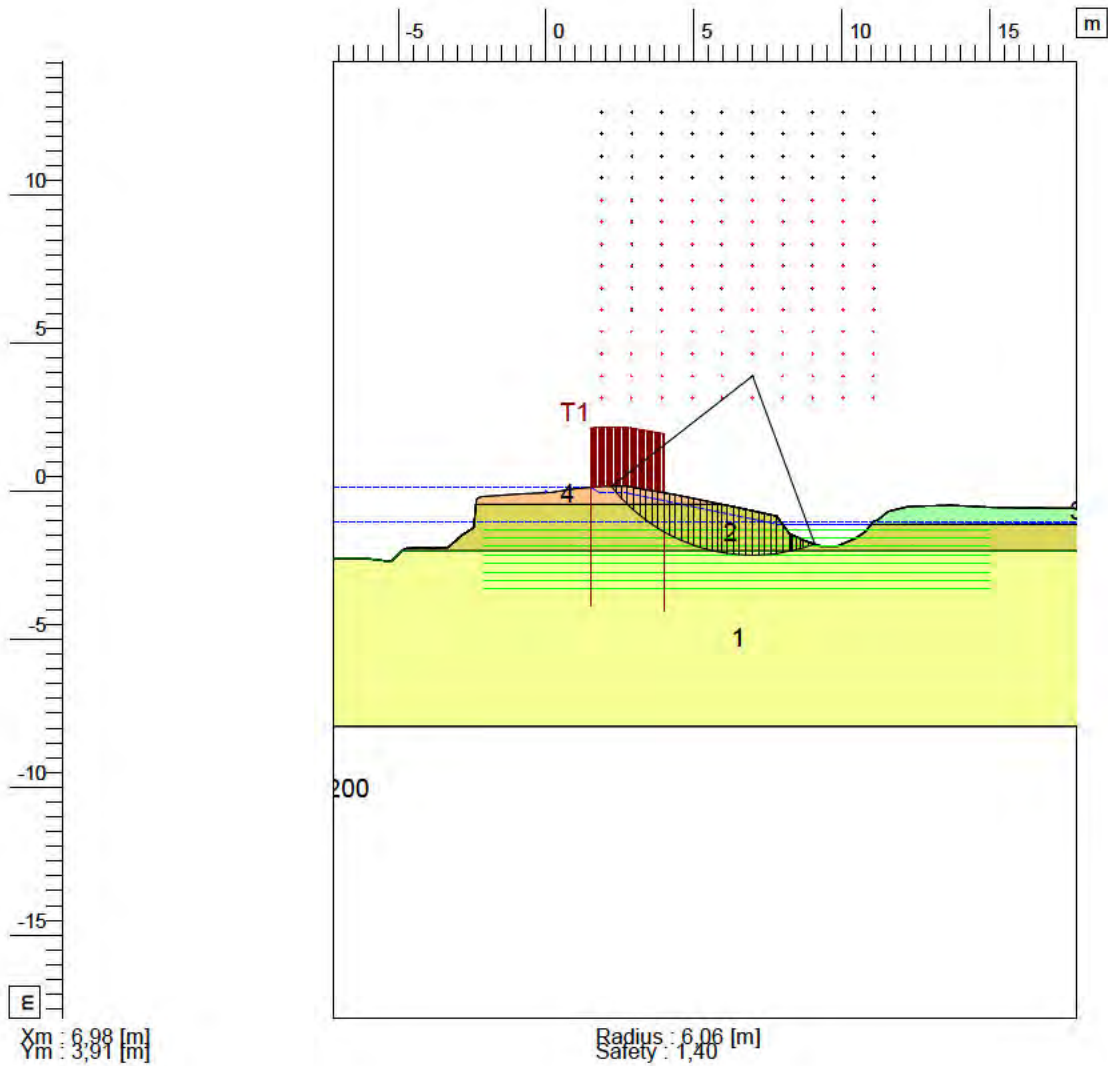
Layers

- 3. K[10.8-13.5]
- 2. V[10.0-10.8]
- 1. ZP[19.0]

Slip Plane Uplift Van

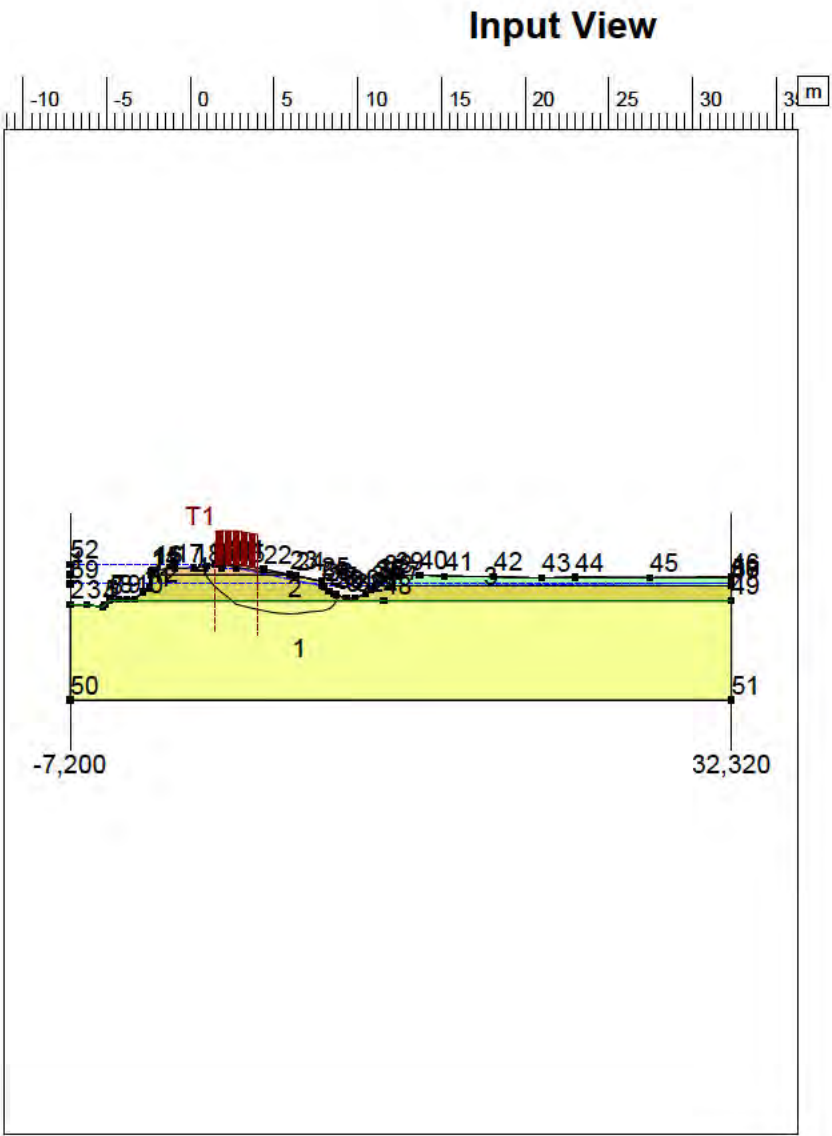


Critical Circle Bishop

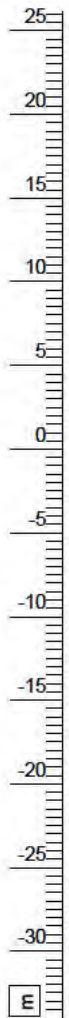


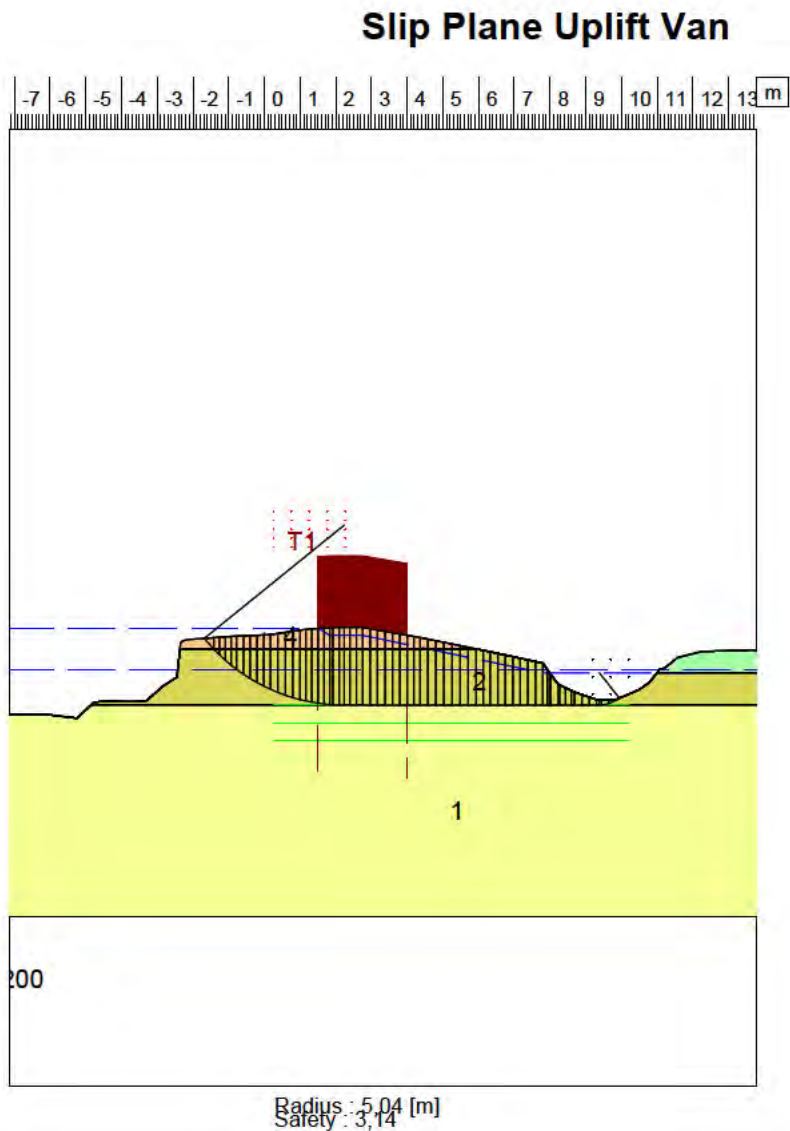
Layers

- | | |
|---|------------------|
|  | 4. ZA[17.0-19.0] |
|  | 3. ZA[17.0-19.0] |
|  | 2. V[10.0-10.8] |
|  | 1. ZP[19.0] |



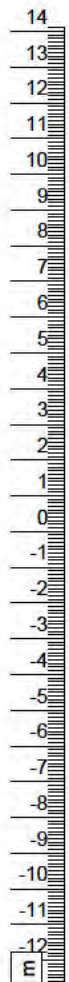
- Layers**
- 4. ZA[17.0-19.0]
 - 3. ZA[17.0-19.0]
 - 2. V[10.0-10.8]
 - 1. ZP[19.0]





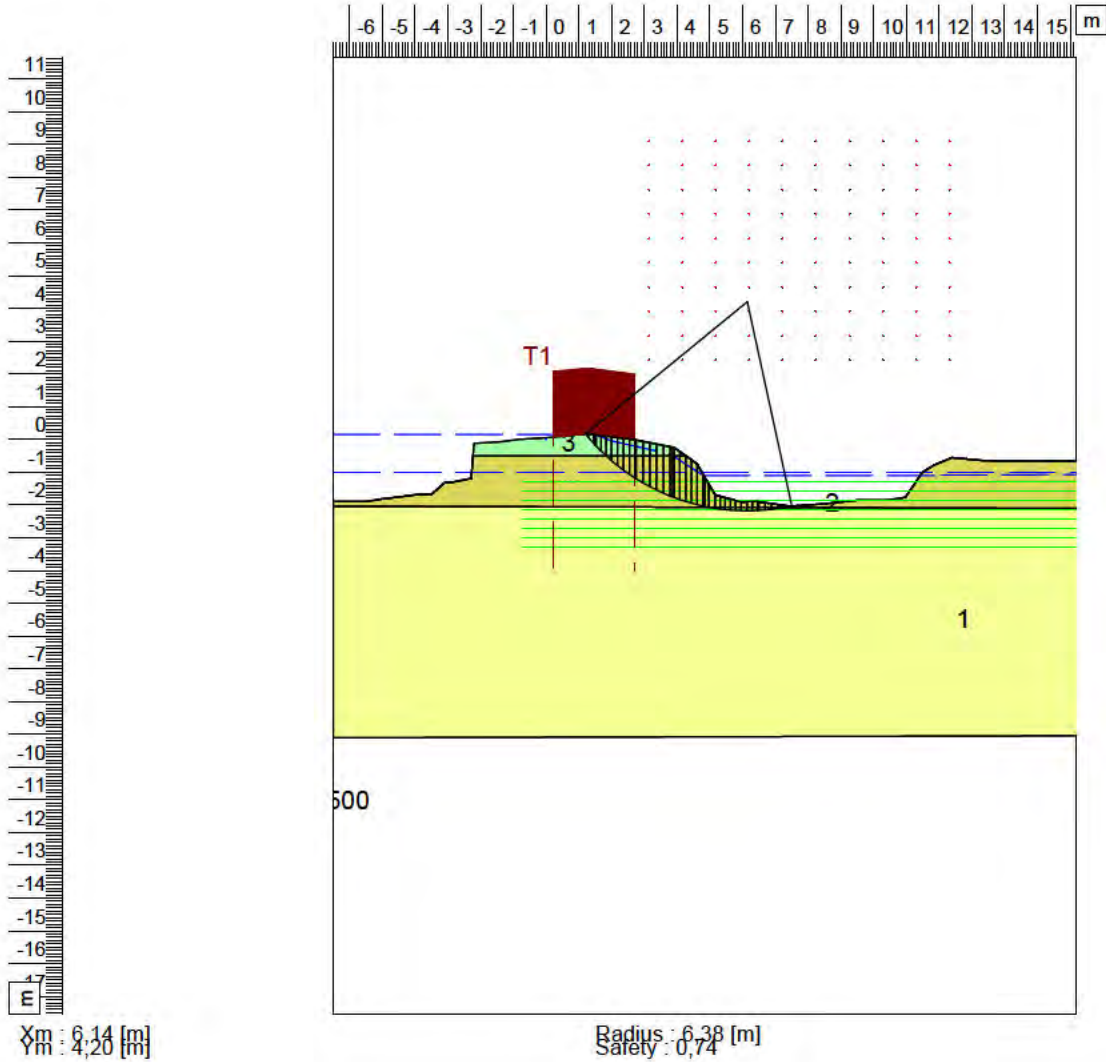
Layers

- 4. ZA[17.0-19.0]
- 3. ZA[17.0-19.0]
- 2. V[10.0-10.8]
- 1. ZP[19.0]



Xm : 2,23 [m]
Ym : 3,04 [m]

Critical Circle Bishop



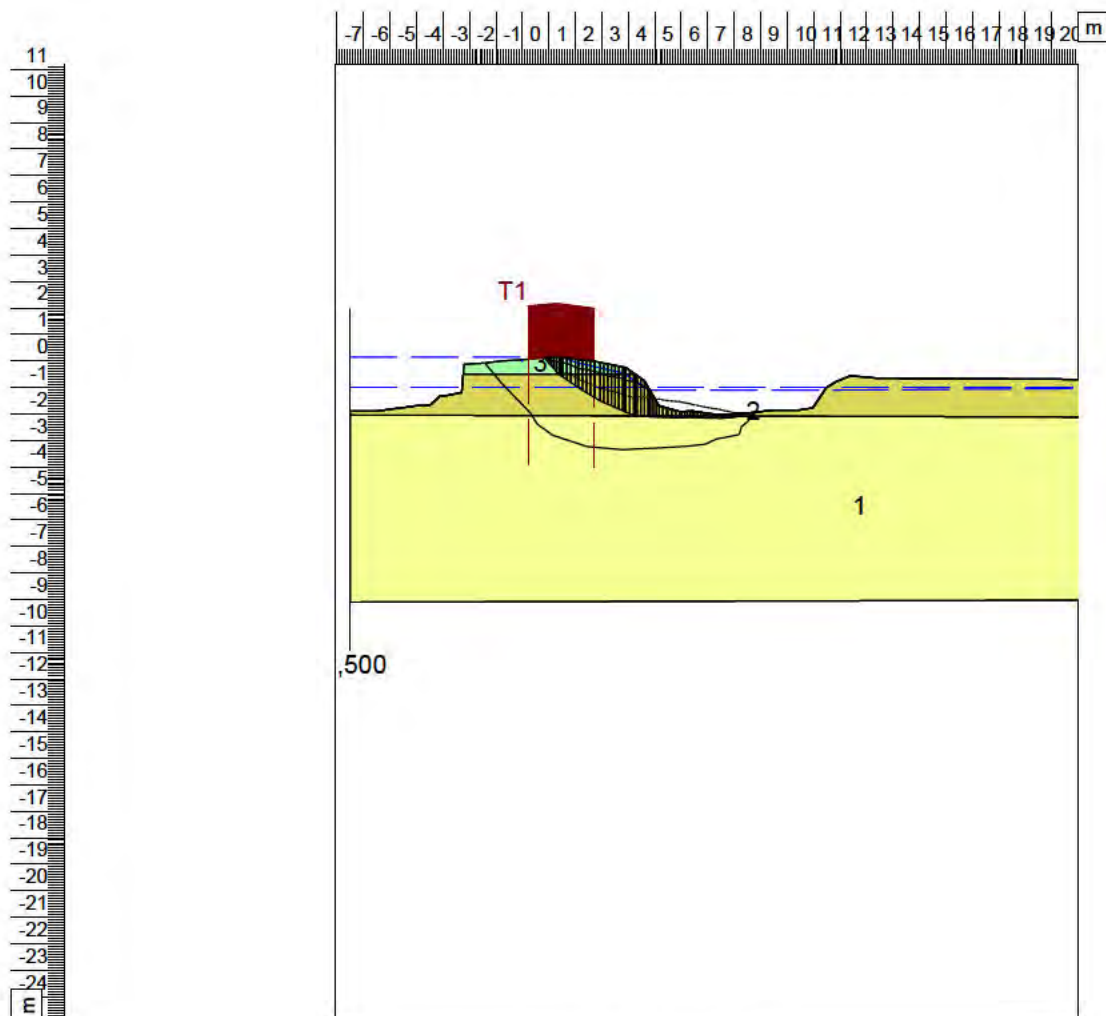
Layers

-  3. ZA[17.0-19.0]
 2. V[10.0-10.8]
 1. ZP[19.0]

Layers

- 3. ZA[17.0-19.0]
- 2. V[10.0-10.8]
- 1. ZP[19.0]

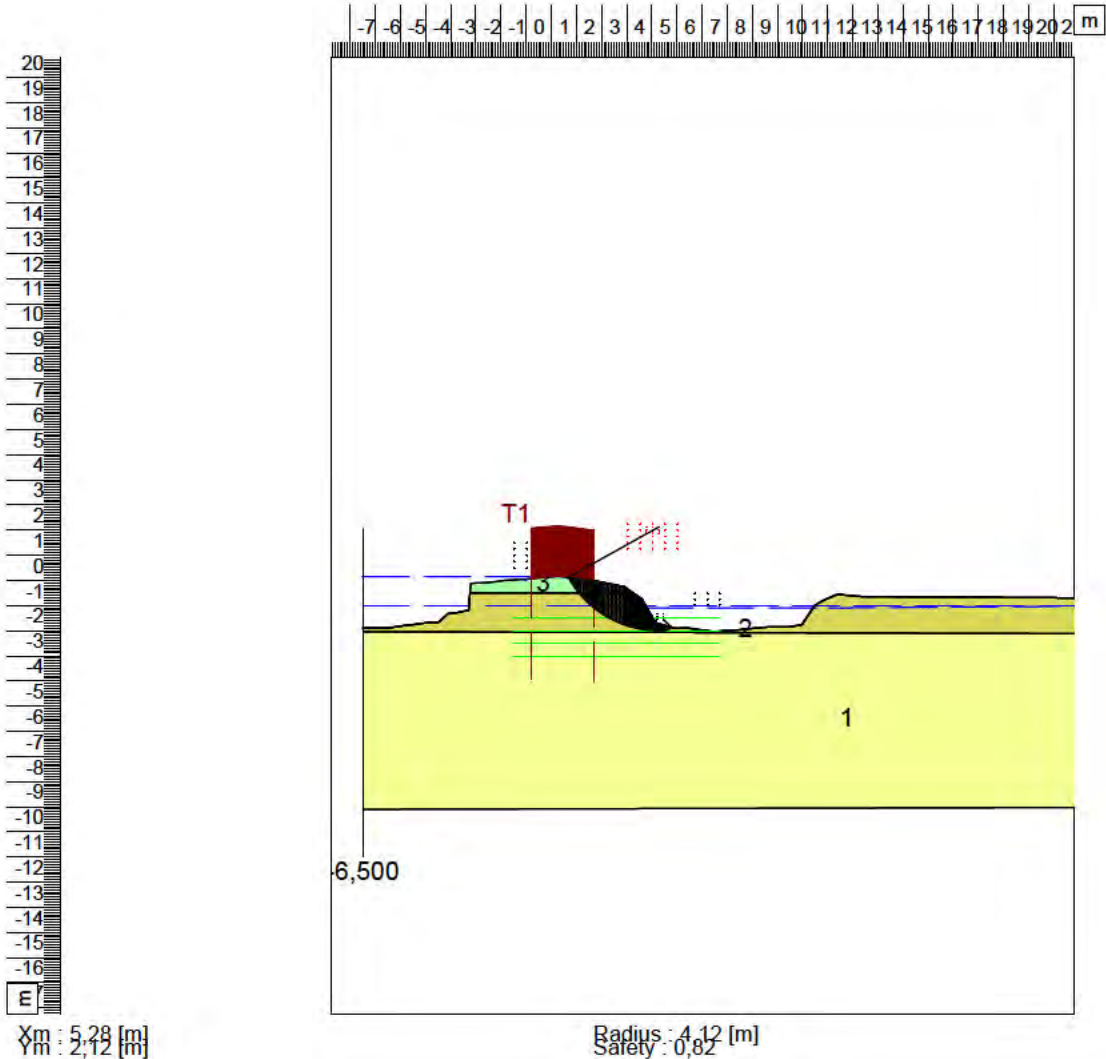
Slip Plane Spencer



Safety : 0,79

Slip Plane Uplift Van

- Layers
- 3. ZA[17.0-19.0]
 - 2. V[10.0-10.8]
 - 1. ZP[19.0]



Bijlage 4 Resultaat potentiële dijkverbeteringsmaatregelen HT (D-settlement)

Report for D-Settlement 20.1

Settlement Calculations
Developed by Deltares



Company: Waternet
Afdeling O&A - team B&G

Date of report: 13-7-2021
Time of report: 16:08:26
Report with version: 20.1.2.32548

Date of calculation: 13-7-2021
Time of calculation: 16:08:06
Calculated with version: 20.1.2.32548

File name: V252_0525-0,75 m ophoging na 30 jaar op 0,25

Project identification: V252 Meentkade - Zuid
DWP 0525-0,75 m ophoging na 30 jaar op 0,25
L12-3 (kruin) B31F2084/L12-3 (achterland)

1 Settlements

1.1 Settlements

Vertical number	X co-ordinate [m]	Z co-ordinate [m]	Surface level [m]	Settlement [m]
1	0,50	0,00	0,14	0,183
2	2,00	0,00	0,20	0,197
3	3,50	0,00	0,14	0,181

1.2 Residual Times

Vertical number	Time [days]	Settlement [m]	Part of final settlement [%]	Residual settlements [m]
1	3650	0,177	96,468	0,006
	10000	0,183	100,000	0,000
2	3650	0,190	96,453	0,007
	10000	0,197	100,000	0,000
3	3650	0,175	96,481	0,006
	10000	0,181	100,000	0,000

End of Report

Report for D-Settlement 20.1

Settlement Calculations
Developed by Deltares



Company: Waternet
Afdeling O&A - team B&G

Date of report: 13-7-2021
Time of report: 16:12:41
Report with version: 20.1.2.32548

Date of calculation: 13-7-2021
Time of calculation: 16:10:28
Calculated with version: 20.1.2.32548

File name: V252_1500-0,75 m ophoging na 30 jaar op 0,25

Project identification: V252 Meentkade - Zuid
DWP 1500-0,75m ophoging na 30 jaar op 0,25
K12-45 krin K12-46 achterland

1 Settlements

1.1 Settlements

Vertical number	X co-ordinate [m]	Z co-ordinate [m]	Surface level [m]	Settlement [m]
1	0,17	0,00	-0,03	0,181
2	1,00	0,00	0,10	0,189
3	1,91	0,00	0,18	0,164
4	2,75	0,00	0,17	0,161

1.2 Residual Times

Vertical number	Time [days]	Settlement [m]	Part of final settlement [%]	Residual settlements [m]
1	3650	0,175	96,246	0,007
	10000	0,181	100,000	0,000
2	3650	0,182	96,718	0,006
	10000	0,189	100,000	0,000
3	3650	0,158	96,732	0,005
	10000	0,164	100,000	0,000
4	3650	0,155	96,757	0,005
	10000	0,161	100,000	0,000

End of Report

Report for D-Settlement 20.1

Settlement Calculations
Developed by Deltares



Company: Waternet
Afdeling O&A - team B&G

Date of report: 13-7-2021
Time of report: 16:18:07
Report with version: 20.1.2.32548

Date of calculation: 13-7-2021
Time of calculation: 16:16:32
Calculated with version: 20.1.2.32548

File name: V252_1845-0,85 m ophoging na 30 jaar op 0,25

Project identification: V252 Meentkade - Zuid
DWP 1845-0,85m ophoging na 30 jaar op 0,25
K12-48 kruin B25H0908achterland

1 Settlements

1.1 Settlements

Vertical number	X co-ordinate [m]	Z co-ordinate [m]	Surface level [m]	Settlement [m]
1	-0,98	0,00	-0,02	0,255
2	-0,50	0,00	0,02	0,264
3	0,00	0,00	0,05	0,253
4	1,29	0,00	0,17	0,198
5	2,02	0,00	0,08	0,182

1.2 Residual Times

Vertical number	Time [days]	Settlement [m]	Part of final settlement [%]	Residual settlements [m]
1	3650	0,247	96,852	0,008
	10000	0,255	100,000	0,000
2	3650	0,256	96,991	0,008
	10000	0,264	100,000	0,000
3	3650	0,246	97,009	0,008
	10000	0,253	100,000	0,000
4	3650	0,192	96,943	0,006
	10000	0,198	100,000	0,000
5	3650	0,176	96,767	0,006
	10000	0,182	100,000	0,000

End of Report

Report for D-Settlement 20.1

Settlement Calculations
Developed by Deltares



Company: Waternet
Afdeling O&A - team B&G

Date of report: 13-7-2021
Time of report: 12:14:01
Report with version: 20.1.2.32548

Date of calculation: 13-7-2021
Time of calculation: 11:56:13
Calculated with version: 20.1.2.32548

File name: V252_1845-0,85 m ophoging na 30 jaar op 0,25-granulair filter

Project identification: V252 Meentkade - Zuid
DWP 1845-0,85m ophoging na 30 jaar op 0,25
K12-48 kruin B25H0908achterland

1 Table of Contents

1 Table of Contents	2
2 Echo of the Input	3
2.1 Layer Boundaries	3
2.2 PI-lines	3
2.3 General Data	3
2.4 Soil Profiles	4
2.5 Soil Properties	4
2.6 Non-Uniform Loads	4
2.7 Verticals	4
3 Results per Vertical	5
3.1 Results for Vertical 1 (X = -0,98 m; Z = 0,00 m)	5
3.2 Results for Vertical 2 (X = -0,50 m; Z = 0,00 m)	5
3.3 Results for Vertical 3 (X = 1,29 m; Z = 0,00 m)	6
3.4 Results for Vertical 4 (X = 2,02 m; Z = 0,00 m)	6
4 Settlements	8
4.1 Settlements	8
4.2 Residual Times	8
5 Warnings and errors	9

2 Echo of the Input

2.1 Layer Boundaries

Boundary number	Co-ordinates [m]				
4 - X -	-12,500	-5,510	-5,000	-4,500	-3,990
4 - Y -	-1,900	-1,900	-1,820	-1,760	-1,690
4 - X -	-3,490	-3,100	-2,870	-2,290	-2,232
4 - Y -	-1,670	-1,320	-1,310	-1,190	-0,500
4 - X -	-1,430	-0,820	0,000	1,300	2,750
4 - Y -	-0,080	0,000	0,050	0,170	-0,020
4 - X -	3,908	4,258	4,610	4,840	5,160
4 - Y -	-0,251	-0,500	-0,750	-1,160	-1,690
4 - X -	5,460	5,950	6,450	6,490	7,424
4 - Y -	-1,780	-1,910	-1,890	-1,906	-2,088
4 - X -	7,437	11,026	12,620	13,373	32,000
4 - Y -	-2,091	-2,092	-0,580	-0,650	-0,760
3 - X -	-12,500	-5,510	-5,000	-4,500	-3,990
3 - Y -	-1,900	-1,900	-1,820	-1,760	-1,690
3 - X -	-3,490	-3,100	-2,870	-2,290	-2,232
3 - Y -	-1,670	-1,320	-1,310	-1,190	-0,500
3 - X -	4,258	4,610	4,840	5,160	5,460
3 - Y -	-0,500	-0,750	-1,160	-1,690	-1,780
3 - X -	5,950	6,450	6,490	7,424	7,437
3 - Y -	-1,910	-1,890	-1,906	-2,088	-2,091
3 - X -	11,026	12,620	13,373	32,000	
3 - Y -	-2,092	-0,580	-0,650	-0,760	
2 - X -	-12,500	7,424	7,437	11,026	12,620
2 - Y -	-2,038	-2,088	-2,091	-2,092	-0,580
2 - X -	13,373	32,000			
2 - Y -	-0,650	-0,760			
1 - X -	-12,500	7,424	7,437	11,026	32,000
1 - Y -	-2,038	-2,088	-2,091	-2,092	-2,150
0 - X -	-12,500	32,000			
0 - Y -	-9,108	-9,000			

2.2 PI-lines

PI-line number	Co-ordinates [m]				
1 - X -	-12,500	-2,300	-0,500	3,788	4,800
1 - Y -	-0,250	-0,250	-0,450	-0,850	-1,150
1 - X -	12,045	32,000			
1 - Y -	-1,150	-0,960			

2.3 General Data

Soil model:	Koppejan
Consolidation model:	Darcy
Strain model:	Natural
Groundwater level:	Initial determined by PI-line number 1
Unit weight of water:	9,81 [kN/m³]
Stress distribution	
- Soil:	Buisman
- Loads:	None
End of consolidation:	10000,00 [days]
No maintain profile	
Pc (initial):	Variable parallel to the initial effective stress
Pc (per step):	Automatic increased to the final effective stresses
Creep rate reference time:	1,000 [days]
With imaginary surface:	determined by layer boundary number 4
Load column width:	1,00 [m]
With submerging	
(only for non uniform loads)	
- Iteration stop criterium :	0,10 [m]

Load column width
 - Non-Uniform Loads : 1,00 [m]
 - Trapeziform Loads : 1,00 [m]

2.4 Soil Profiles

Layer number	Material name	PI-line top	PI-line bottom
4	ZA[17.0-19.0]	1	1
3	V[10.0-10.8] 300-500	1	1
2	V[10.0-10.8] 300-500	1	1
1	ZP[19.0]	1	1

2.5 Soil Properties

Layer number	Drained	Unit weight	
		Unsaturated [kN/m³]	Saturated [kN/m³]
4	Yes	17,00	19,00
3	No	10,80	10,80
2	No	10,80	10,80
1	Yes	19,00	21,00

Layer number	Storage type	Vert. consolid. coefficient Cv [m²/s]	Vertical permeability [m/s]	Permeability strain mod. [-]	Initial vertical permeability [m/s]
4	Vert. cons.	-	-	-	-
3	Vert. cons.	8,80E-07	-	-	-
2	Vert. cons.	8,80E-07	-	-	-
1	Vert. cons.	-	-	-	-

Layer number	Precons. pressure [kN/m²]	POP [kN/m²]	OCR [-]
4	-	-	1,00
3	-	5,00	-
2	-	5,00	-
1	-	-	1,30

Layer number	Primary compr. coeff.		Secular compr. coeff.		Swell constants	
	Cp [-]	Cp' [-]	Cs [-]	Cs' [-]	Ap [-]	As [-]
4	2,00E+02	6,70E+01	1,00E+10	1,00E+10	2,00E+02	1,00E+10
3	2,74E+01	4,01E+00	6,62E+01	5,71E+01	1,00E+00	1,00E+00
2	2,74E+01	4,01E+00	6,62E+01	5,71E+01	1,00E+00	1,00E+00
1	2,40E+03	6,00E+02	1,00E+10	1,00E+10	2,40E+08	1,00E+10

2.6 Non-Uniform Loads

Load number	Time [days]	Unit weight	
		Unsaturated [kN/m³]	Saturated [kN/m³]
1	0	18,00	20,00
2	10	17,00	17,00

Load number	Co-ordinates [m]					
1 - X -	3,91	6,93	11,03	12,39	12,62	
1 - Y -	-0,25	-1,83	-1,84	-0,56	-0,58	
2 - X -	-5,84	-1,00	2,00	8,09		
2 - Y -	-1,90	0,85	0,85	-2,09		

2.7 Verticals

Vertical number	X co-ordinates [m]			
1 - 4	-0,980	-0,500	1,286	2,025

3 Results per Vertical

3.1 Results for Vertical 1 (X = -0,98 m; Z = 0,00 m)

Depth [m]	Effective Stress [kPa]	Hydraulic head [m]	Loading [kPa]	Settlement [m]
-0,021	14,723	-0,021	14,722	0,275
-0,121	15,326	-0,121	13,626	0,271
-0,221	17,512	-0,221	14,112	0,268
-0,260	18,161	-0,260	14,089	0,267
-0,321	19,075	-0,321	13,975	0,266
-0,397	20,135	-0,397	13,749	0,264
-0,421	20,275	-0,397	13,665	0,264
-0,500	20,724	-0,397	13,387	0,263
-0,500	20,724	-0,397	13,387	0,263
-0,521	20,673	-0,397	13,316	0,259
-0,621	20,473	-0,397	13,017	0,240
-0,721	20,341	-0,397	12,786	0,221
-0,821	20,261	-0,397	12,607	0,203
-0,921	20,208	-0,397	12,455	0,185
-1,021	20,165	-0,397	12,313	0,167
-1,283	20,047	-0,397	11,935	0,123
-2,067	19,715	-0,397	10,827	0,001
-2,067	19,715	-0,397	10,827	0,001
-2,873	28,096	-0,397	10,184	0,001
-3,873	38,735	-0,397	9,632	0,000
-4,873	49,372	-0,397	9,079	0,000
-5,573	56,813	-0,397	8,687	0,000
-6,380	65,400	-0,397	8,249	0,000
-7,380	76,083	-0,397	7,742	0,000
-8,380	86,812	-0,397	7,281	0,000
-9,080	94,350	-0,397	6,985	0,000

3.2 Results for Vertical 2 (X = -0,50 m; Z = 0,00 m)

Depth [m]	Effective Stress [kPa]	Hydraulic head [m]	Loading [kPa]	Settlement [m]
0,020	13,991	0,020	13,990	0,272
-0,080	15,786	-0,080	14,086	0,268
-0,180	17,470	-0,180	14,070	0,265
-0,240	18,460	-0,240	14,045	0,263
-0,280	19,124	-0,280	14,024	0,263
-0,380	20,757	-0,380	13,957	0,261
-0,450	21,876	-0,450	13,895	0,260
-0,480	22,125	-0,450	13,863	0,259
-0,500	22,283	-0,450	13,841	0,259
-0,500	22,283	-0,450	13,841	0,259
-0,580	22,263	-0,450	13,742	0,244
-0,680	22,219	-0,450	13,599	0,226
-0,780	22,163	-0,450	13,444	0,208
-0,880	22,100	-0,450	13,282	0,190
-0,980	22,037	-0,450	13,120	0,173
-1,284	21,857	-0,450	12,639	0,121
-2,068	21,481	-0,450	11,488	0,001
-2,068	21,481	-0,450	11,488	0,001
-2,873	29,594	-0,450	10,588	0,001
-3,873	40,012	-0,450	9,817	0,000
-4,873	50,575	-0,450	9,190	0,000
-5,573	58,006	-0,450	8,787	0,000

Depth [m]	Effective Stress [kPa]	Hydraulic head [m]	Loading [kPa]	Settlement [m]
-6,379	66,585	-0,450	8,354	0,000
-7,379	77,276	-0,450	7,855	0,000
-8,379	88,011	-0,450	7,400	0,000
-9,079	95,550	-0,450	7,106	0,000

3.3 Results for Vertical 3 (X = 1,29 m; Z = 0,00 m)

Depth [m]	Effective Stress [kPa]	Hydraulic head [m]	Loading [kPa]	Settlement [m]
0,169	11,578	0,169	11,577	0,202
0,069	12,724	0,069	11,024	0,198
-0,031	15,091	-0,031	11,691	0,196
-0,131	16,775	-0,131	11,675	0,194
-0,166	17,354	-0,166	11,670	0,193
-0,231	18,477	-0,231	11,677	0,192
-0,331	20,206	-0,331	11,706	0,191
-0,431	21,930	-0,431	11,730	0,189
-0,500	23,106	-0,500	11,738	0,189
-0,500	23,106	-0,500	11,738	0,189
-0,531	23,445	-0,531	11,739	0,185
-0,617	24,363	-0,617	11,736	0,173
-0,631	24,377	-0,617	11,735	0,172
-0,731	24,459	-0,617	11,718	0,159
-0,831	24,531	-0,617	11,691	0,146
-1,286	24,769	-0,617	11,479	0,091
-2,073	24,967	-0,617	10,898	0,001
-2,073	24,967	-0,617	10,898	0,001
-2,874	33,249	-0,617	10,218	0,000
-3,874	43,695	-0,617	9,473	0,000
-4,874	54,321	-0,617	8,909	0,000
-5,574	61,833	-0,617	8,588	0,000
-6,375	70,465	-0,617	8,258	0,000
-7,375	81,267	-0,617	7,869	0,000
-8,375	92,080	-0,617	7,493	0,000
-9,075	99,656	-0,617	7,235	0,000

3.4 Results for Vertical 4 (X = 2,02 m; Z = 0,00 m)

Depth [m]	Effective Stress [kPa]	Hydraulic head [m]	Loading [kPa]	Settlement [m]
0,075	13,780	0,075	13,779	0,194
-0,025	14,048	-0,025	12,348	0,190
-0,125	15,249	-0,125	11,849	0,187
-0,212	16,602	-0,212	11,715	0,185
-0,225	16,801	-0,225	11,701	0,185
-0,325	18,398	-0,325	11,598	0,184
-0,425	19,987	-0,425	11,487	0,182
-0,500	21,171	-0,500	11,396	0,181
-0,500	21,171	-0,500	11,396	0,181
-0,525	21,409	-0,525	11,364	0,178
-0,625	22,359	-0,625	11,234	0,164
-0,686	22,934	-0,686	11,155	0,156
-0,725	22,922	-0,686	11,105	0,152
-0,825	22,896	-0,686	10,979	0,139
-0,925	22,876	-0,686	10,860	0,127
-1,287	22,853	-0,686	10,479	0,085
-2,074	22,974	-0,686	9,821	0,001
-2,074	22,975	-0,686	9,821	0,001

Depth [m]	Effective Stress [kPa]	Hydraulic head [m]	Loading [kPa]	Settlement [m]
-2,874	31,399	-0,686	9,302	0,000
-3,874	42,125	-0,686	8,839	0,000
-4,874	52,980	-0,686	8,504	0,000
-5,574	60,602	-0,686	8,293	0,000
-6,373	69,302	-0,686	8,050	0,000
-7,373	80,174	-0,686	7,732	0,000
-8,373	91,032	-0,686	7,401	0,000
-9,073	98,630	-0,686	7,165	0,000

4 Settlements

4.1 Settlements

Vertical number	X co-ordinate [m]	Z co-ordinate [m]	Surface level [m]	Settlement [m]
1	-0,98	0,00	-0,02	0,275
2	-0,50	0,00	0,02	0,272
3	1,29	0,00	0,17	0,202
4	2,02	0,00	0,08	0,194

4.2 Residual Times

Vertical number	Time [days]	Settlement [m]	Part of final settlement [%]	Residual settlements [m]
1	3650	0,266	96,926	0,008
	10000	0,275	100,000	0,000
2	3650	0,264	97,011	0,008
	10000	0,272	100,000	0,000
3	3650	0,196	96,957	0,006
	10000	0,202	100,000	0,000
4	3650	0,188	96,844	0,006
	10000	0,194	100,000	0,000

5 Warnings and errors

List of non-fatal warnings and errors generated during calculation.

- 1 Model Koppejan is not ideal for unloading (e.g. load removal, temporary dewatering, gradual submerging). If A_s is much larger than C_s' , unloading will yield almost no effect on creep. Switch to the NEN-Bjerrum or abc Isotache model for improved predictions.

End of Report

Report for D-Settlement 20.1

Settlement Calculations
Developed by Deltares



Company: Waternet
Afdeling O&A - team B&G

Date of report: 13-7-2021
Time of report: 15:50:58
Report with version: 20.1.2.32548

Date of calculation: 13-7-2021
Time of calculation: 15:50:14
Calculated with version: 20.1.2.32548

File name: V252_0525-0,25 m ophoging na 10 jaar op 0,25

Project identification: V252 Meentkade - Zuid
DWP 0525-0,25 m ophoging na 10 jaar op 0,25
L12-3 (kruin) B31F2084/L12-3 (achterland)

1 Settlements

1.1 Settlements

Vertical number	X co-ordinate [m]	Z co-ordinate [m]	Surface level [m]	Settlement [m]
1	1,75	0,00	0,20	0,110

1.2 Residual Times

Vertical number	Time [days]	Settlement [m]	Part of final settlement [%]	Residual settlements [m]
1	3650	0,105	95,346	0,005
	10000	0,110	100,000	0,000

End of Report

Report for D-Settlement 20.1

Settlement Calculations
Developed by Deltares



Company: Waternet
Afdeling O&A - team B&G

Date of report: 13-7-2021
Time of report: 15:53:08
Report with version: 20.1.2.32548

Date of calculation: 13-7-2021
Time of calculation: 15:52:47
Calculated with version: 20.1.2.32548

File name: V252_1500-0,22 m ophoging na 10 jaar op 0,25

Project identification: V252 Meentkade - Zuid
DWP 1500-0,22m ophoging na 30 jaar op 0,25
K12-45 krin K12-46 achterland

1 Settlements

1.1 Settlements

Vertical number	X co-ordinate [m]	Z co-ordinate [m]	Surface level [m]	Settlement [m]
1	1,00	0,00	0,10	0,044

1.2 Residual Times

Vertical number	Time [days]	Settlement [m]	Part of final settlement [%]	Residual settlements [m]
1	3650	0,041	94,227	0,003

End of Report

Report for D-Settlement 20.1

Settlement Calculations
Developed by Deltares



Company: Waternet
Afdeling O&A - team B&G

Date of report: 13-7-2021
Time of report: 15:54:00
Report with version: 20.1.2.32548

Date of calculation: 12-7-2021
Time of calculation: 15:14:07
Calculated with version: 20.1.2.32548

File name: V252_1845-0,23 m ophoging na 10 jaar op 0,25

Project identification: V252 Meentkade - Zuid
DWP 1845-0,23m ophoging na 10 jaar op 0,25
K12-48 kruin B25H0908achterland

1 Settlements

1.1 Settlements

Vertical number	X co-ordinate [m]	Z co-ordinate [m]	Surface level [m]	Settlement [m]
1	0,45	0,00	0,09	0,048
2	1,29	0,00	0,17	0,046
3	2,02	0,00	0,08	0,042

1.2 Residual Times

Vertical number	Time [days]	Settlement [m]	Part of final settlement [%]	Residual settlements [m]
1	3650	0,045	94,315	0,003
	10000	0,048	100,000	0,000
2	3650	0,043	94,397	0,003
	10000	0,046	100,000	0,000
3	3650	0,039	94,360	0,002
	10000	0,042	100,000	0,000

End of Report

Report for D-Settlement 20.1

Settlement Calculations
Developed by Deltares



Company: Waternet
Afdeling O&A - team B&G

Date of report: 13-7-2021
Time of report: 16:02:14
Report with version: 20.1.2.32548

Date of calculation: 13-7-2021
Time of calculation: 16:00:36
Calculated with version: 20.1.2.32548

File name: V252_1845-0,23 m ophoging na 10 jaar op 0,25-granulair filteren verflauwen talud

Project identification: V252 Meentkade - Zuid
DWP 1845-0,23m ophoging na 10 jaar op 0,25
K12-48 kruin B25H0908achterland

1 Settlements

1.1 Settlements

Vertical number	X co-ordinate [m]	Z co-ordinate [m]	Surface level [m]	Settlement [m]
1	1,00	0,00	0,14	0,039
2	1,66	0,00	0,12	0,050
3	2,31	0,00	0,04	0,057
4	32,00	0,00	-0,76	0,000

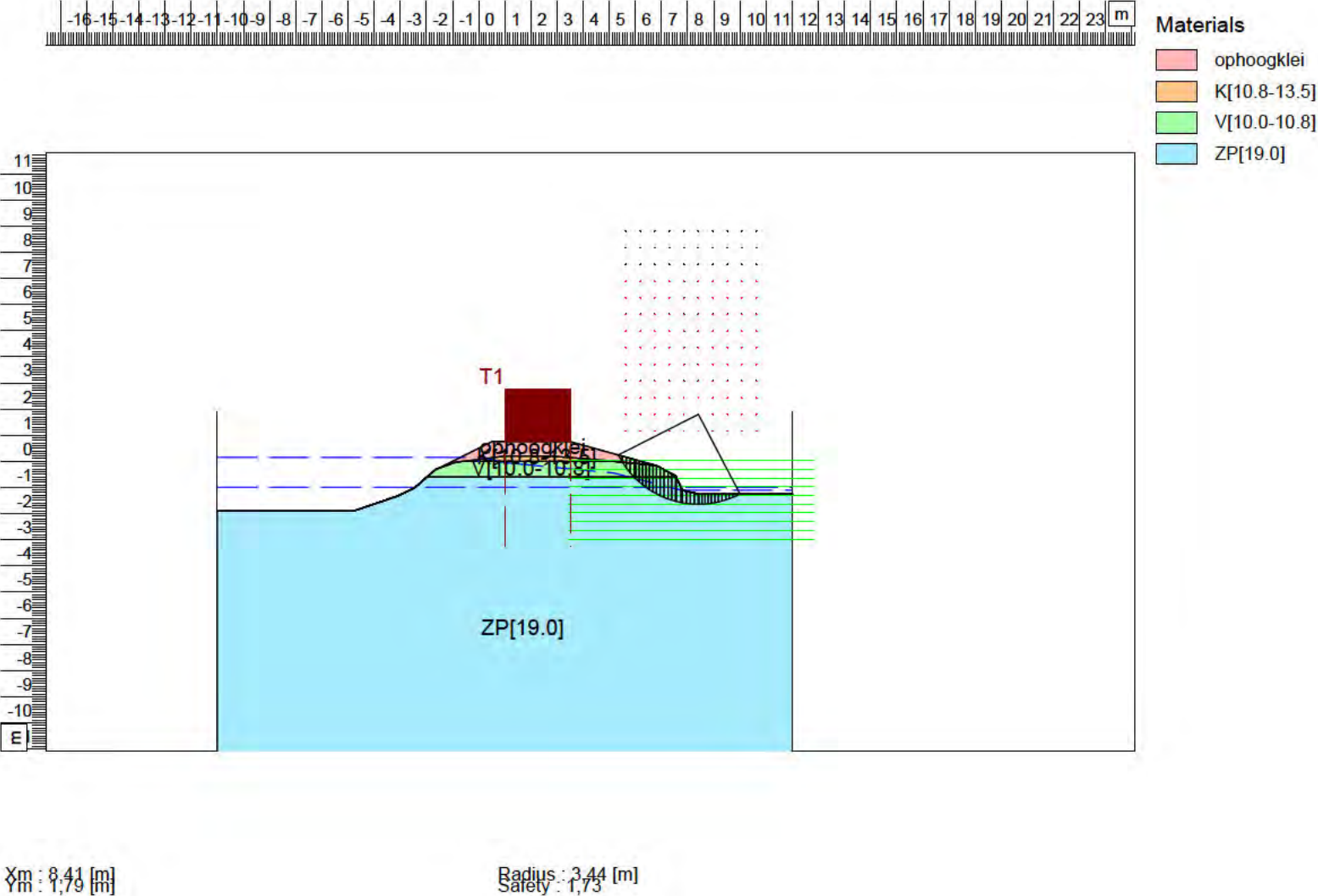
1.2 Residual Times

Vertical number	Time [days]	Settlement [m]	Part of final settlement [%]	Residual settlements [m]
1	3650	0,037	94,316	0,002
	10000	0,039	100,000	0,000
2	3650	0,047	94,350	0,003
	10000	0,050	100,000	0,000
3	3650	0,054	94,371	0,003
	10000	0,057	100,000	0,000
4	3650	0,000	66,667	0,000
	10000	0,000	100,000	0,000

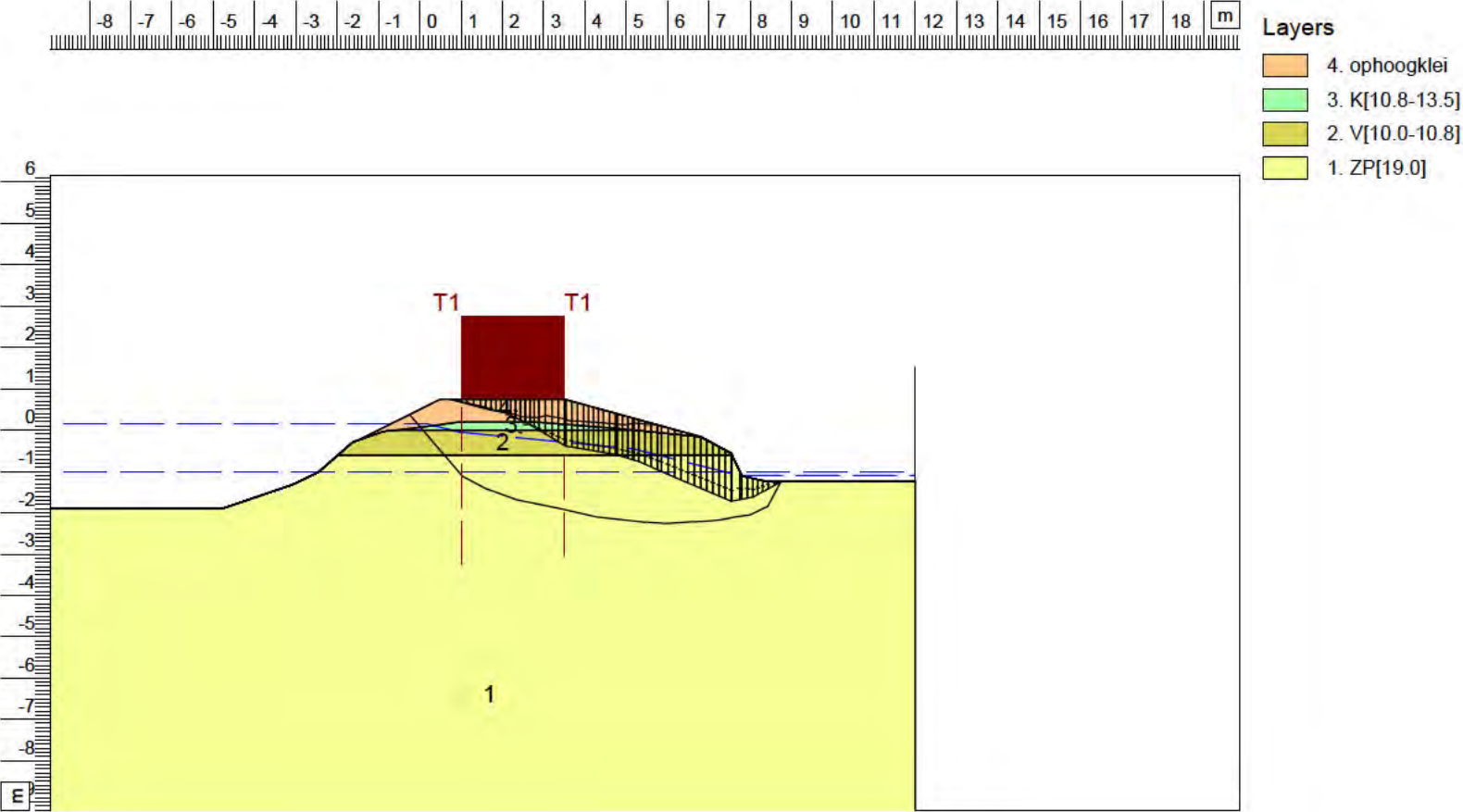
End of Report

Bijlage 5 Resultaat potentiële dijkverbeteringsmaatregelen STBU (D-Stab)

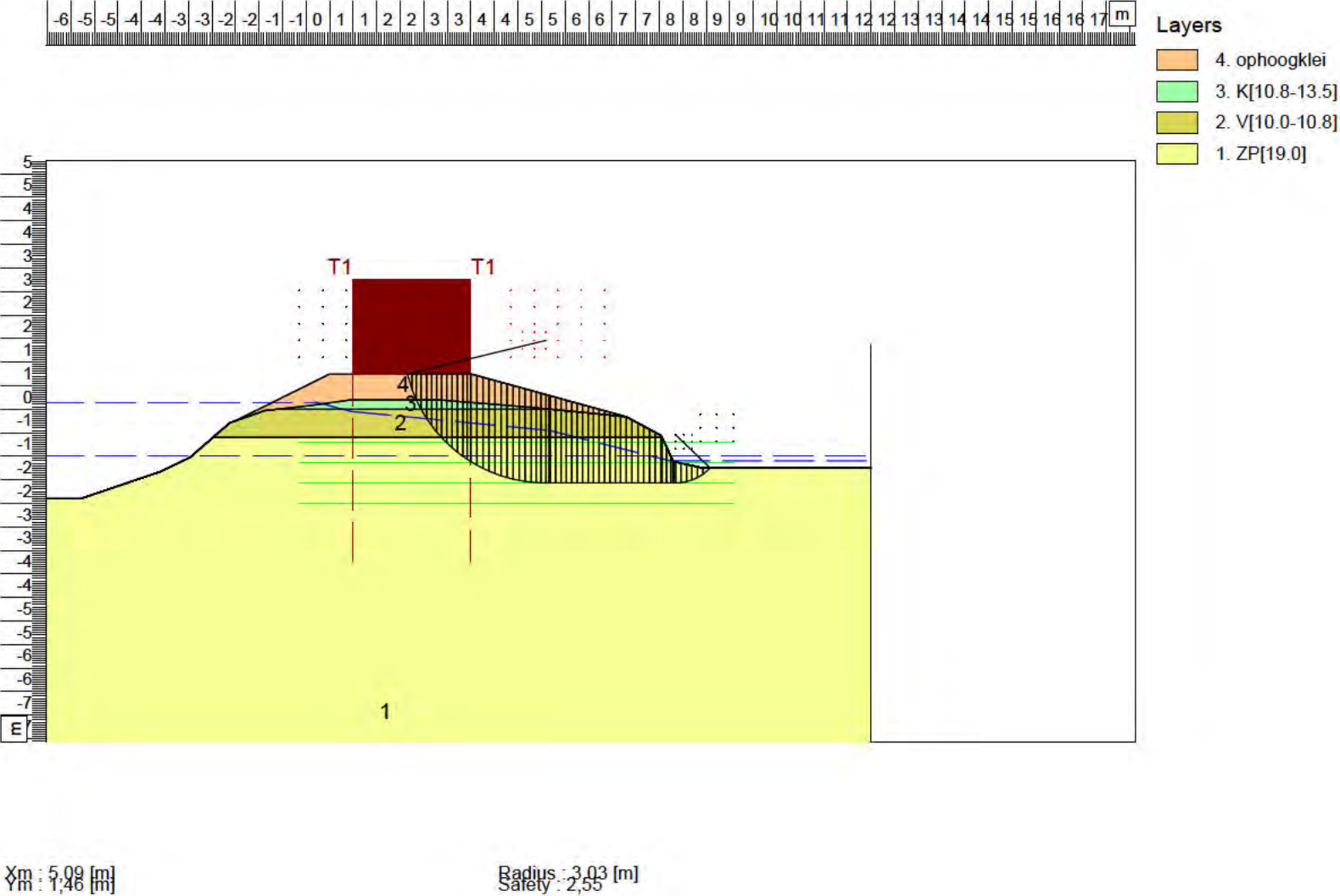
Critical Circle Bishop



Slip Plane Spencer



Slip Plane Uplift Van



date
8-6-2021

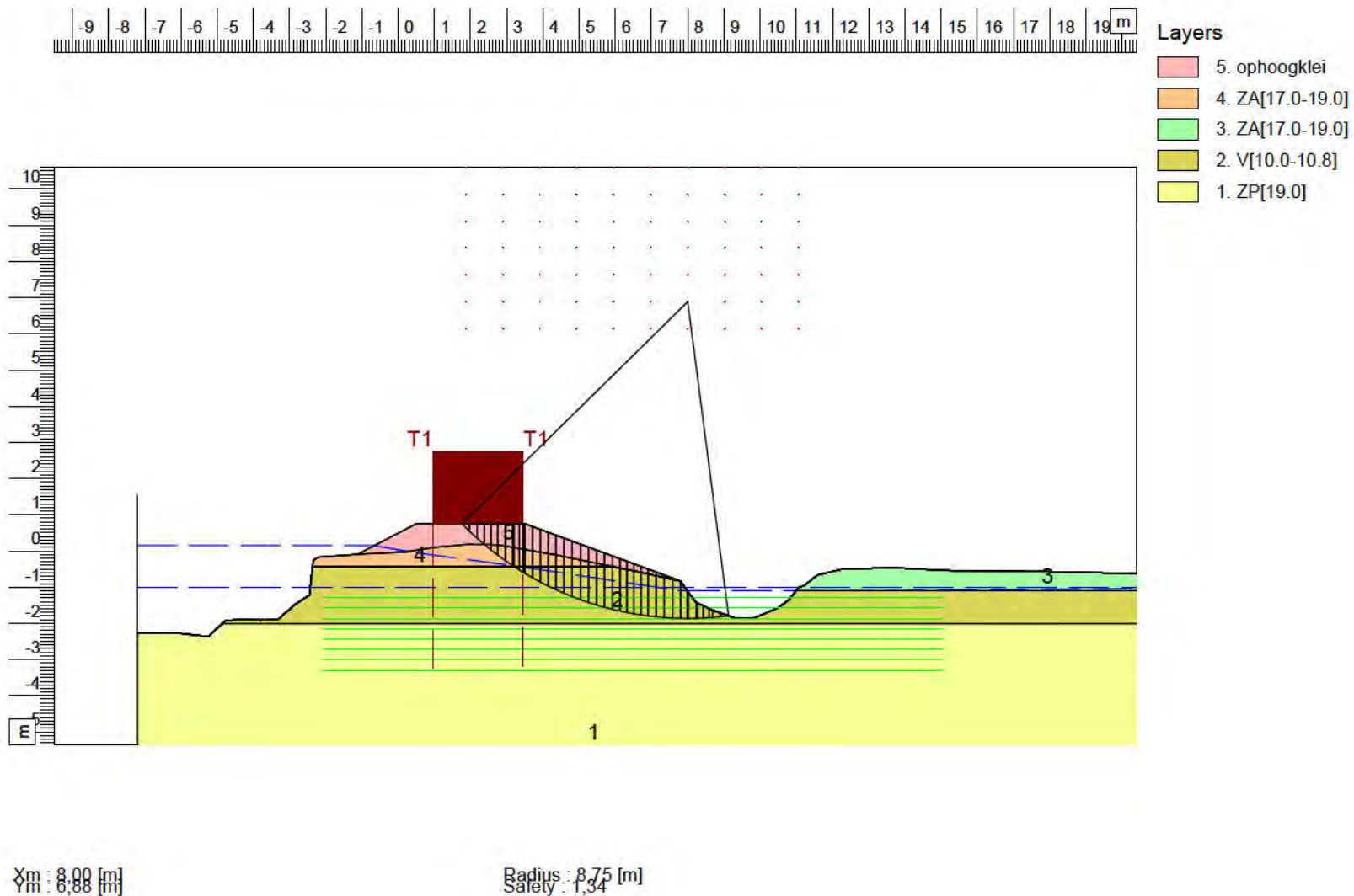
drw.
KS

V252 Meentkade - Zuid
DWP 1508_STBI Nat_Bishop-ophoging 0,75m
K12-45 krin K12-46 achterland

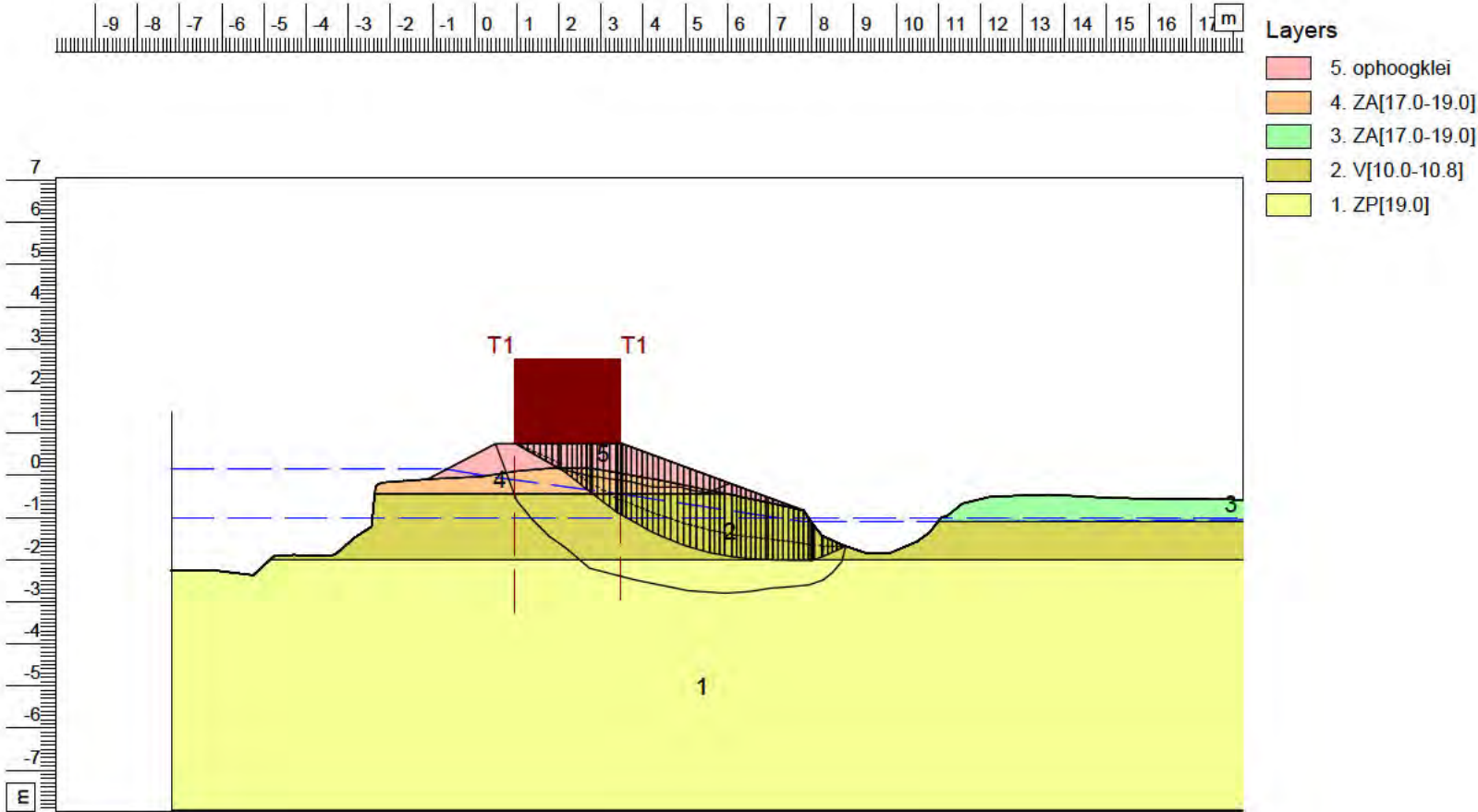
Annex -

form.
A4

Critical Circle Bishop

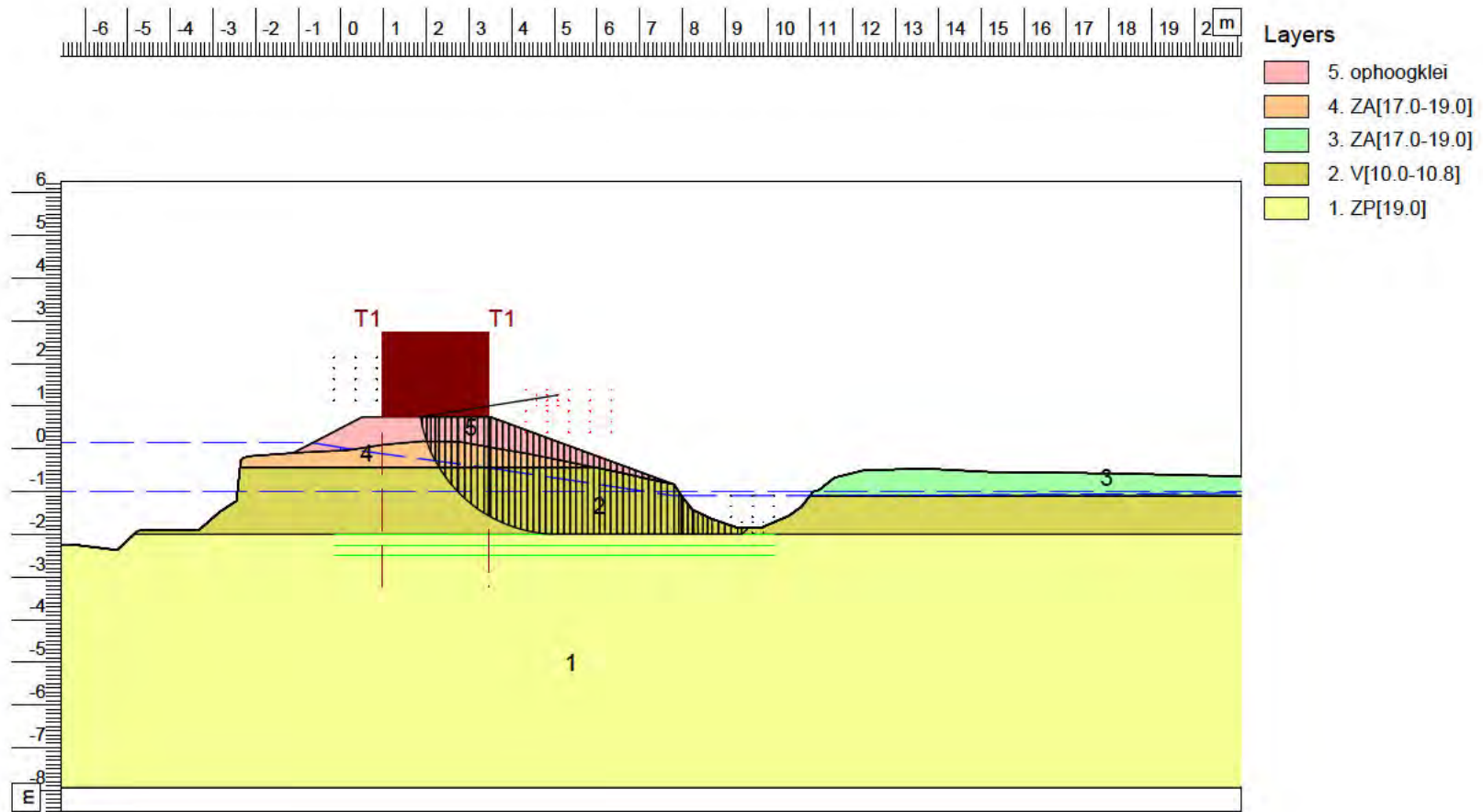


Slip Plane Spencer



Safety : 1,33

Slip Plane Uplift Van


$$Y_m = 1,26 \text{ [m]}$$

Radius : 3,26 [m]
Safety : 1,38

watermet
waterschap amstel goud en noord
periment amsterdam

Afdeling O&A - team B&G

Korte Ouderkerkerdijk 7	Phone	0900 - 9394
1096 AC Amsterdam	Fax	

D-Geo Stability 18.1 : V252_1500_STBI Nat_logplog0.75 m_UpmIVan.sli

date
8-6-2021

drw.
KS

V252 Meentkade - Zuid

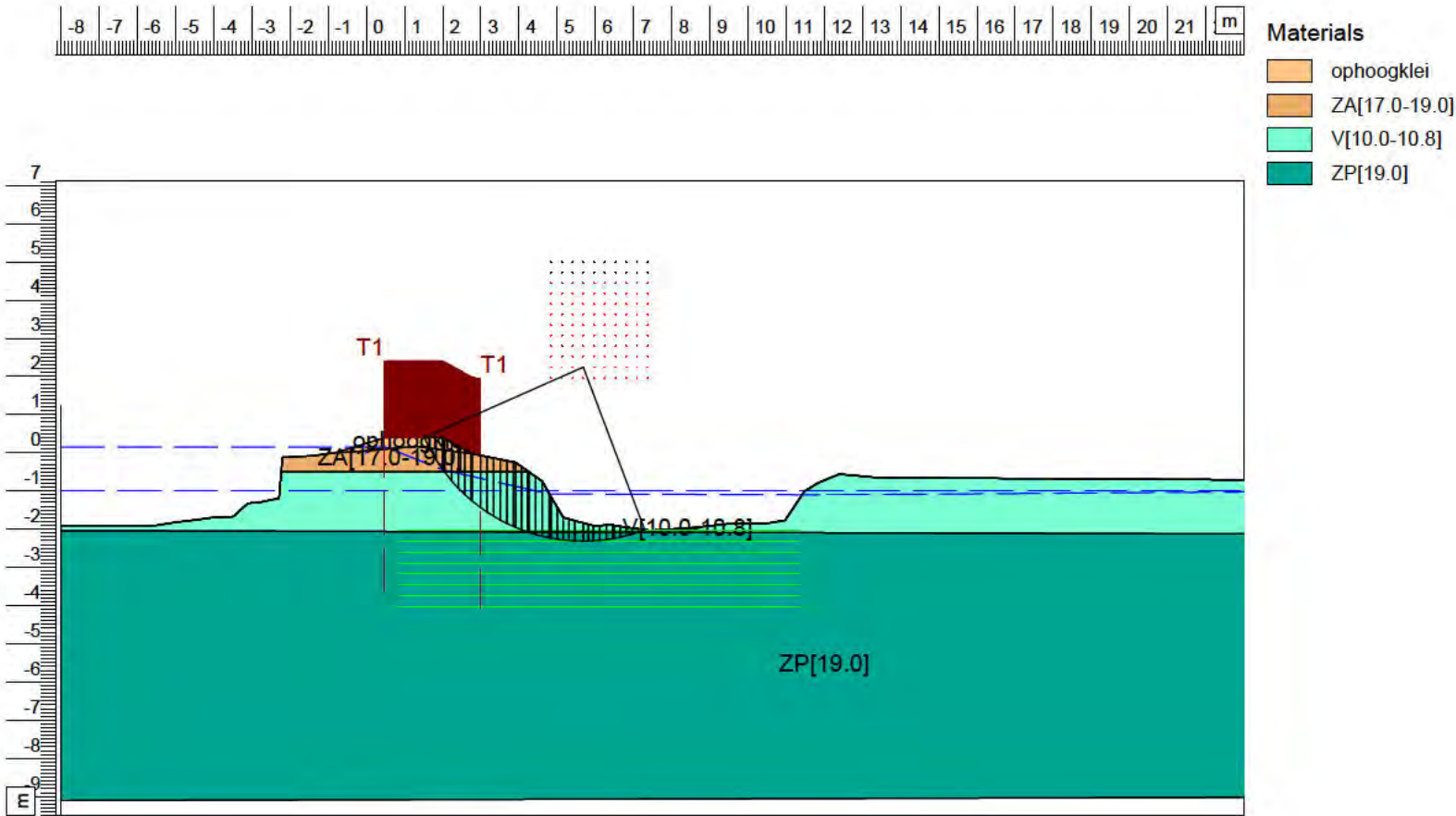
DWP 1508_STBI Nat_UpliftVan-ophoging 0,75m

K12-45 krin K12-46 achterland

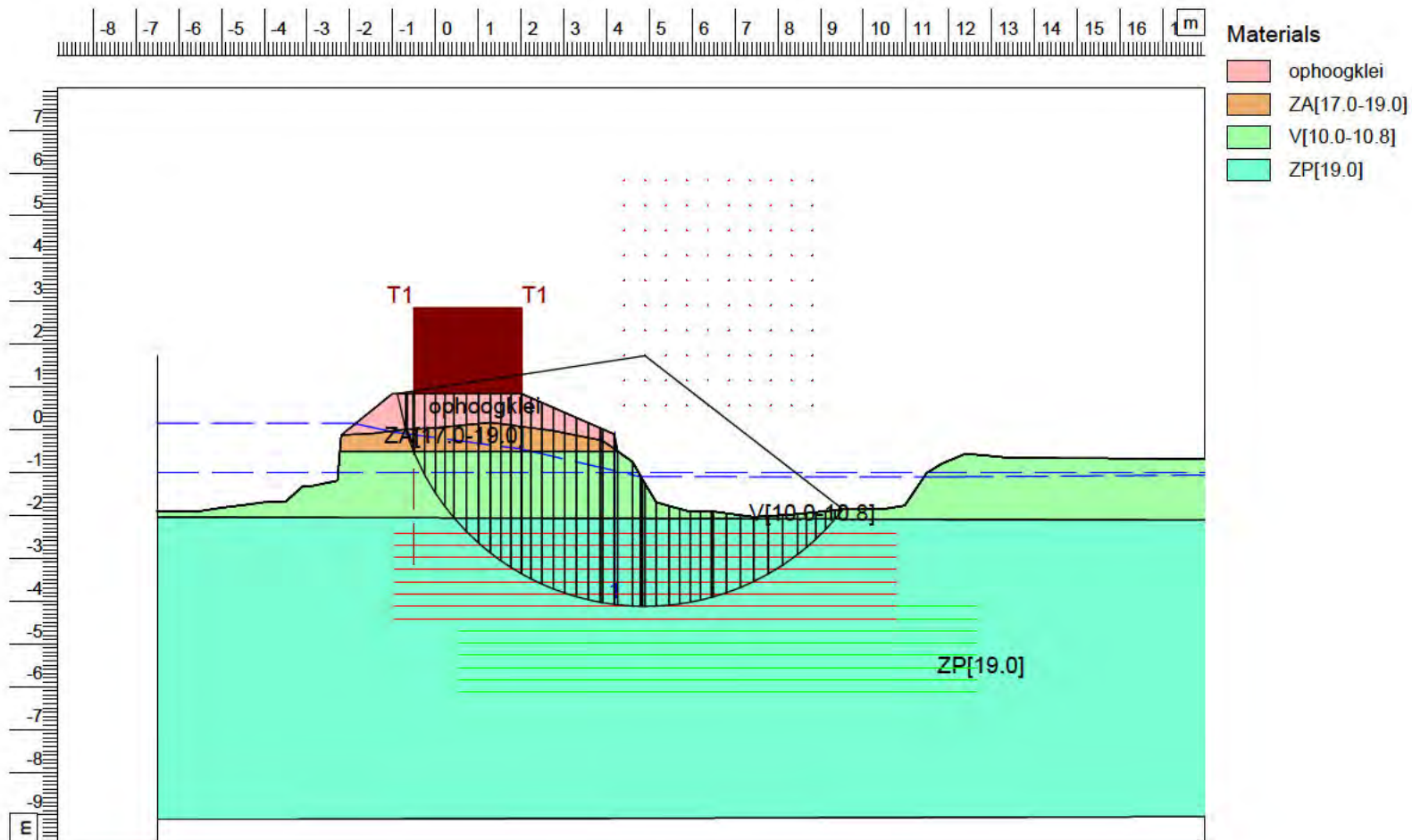
Annex -

form:
A4

Critical Circle Bishop



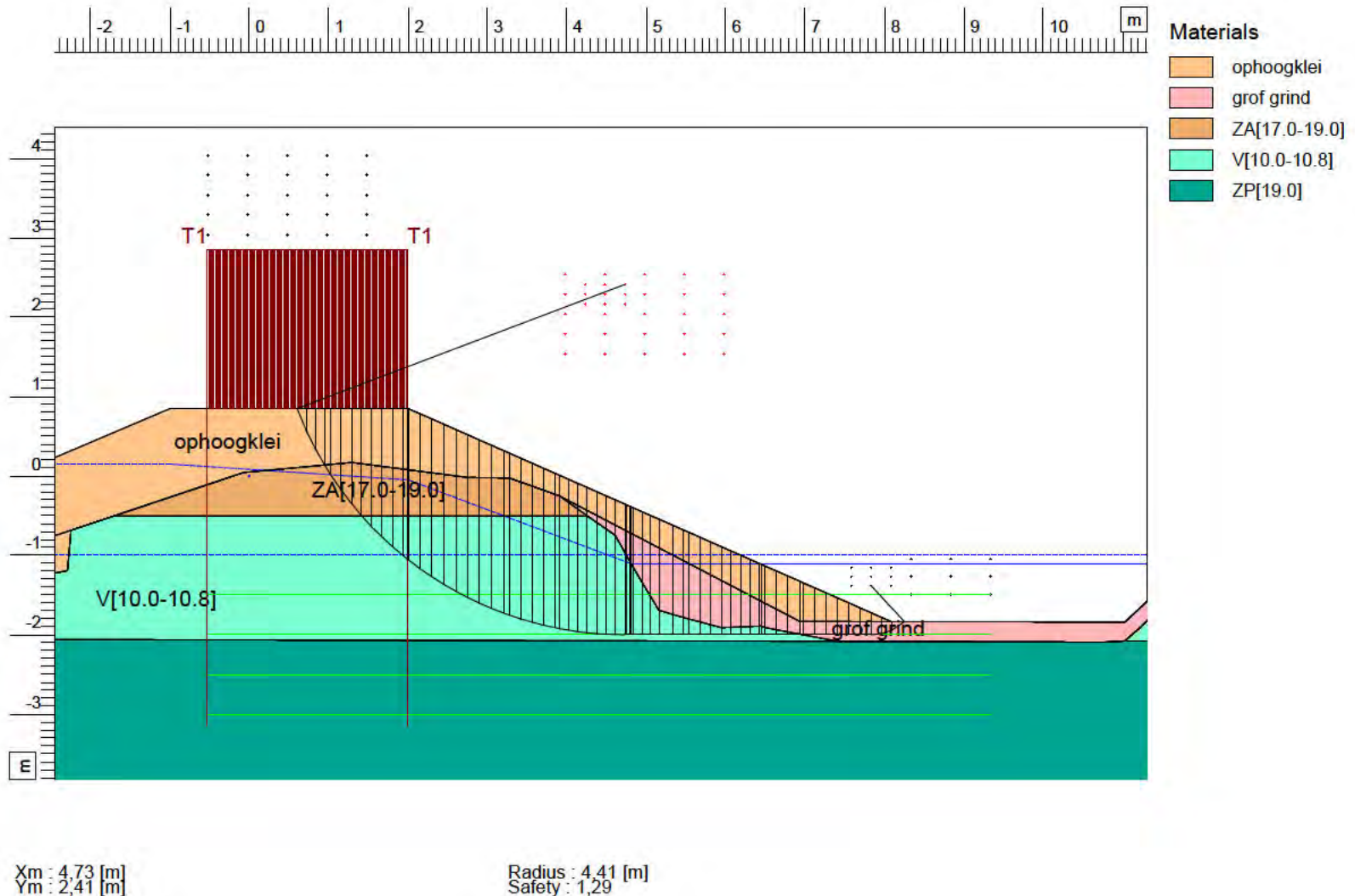
Critical Circle Bishop



Xm : 4,90 [m]
Ym : 1,73 [m]

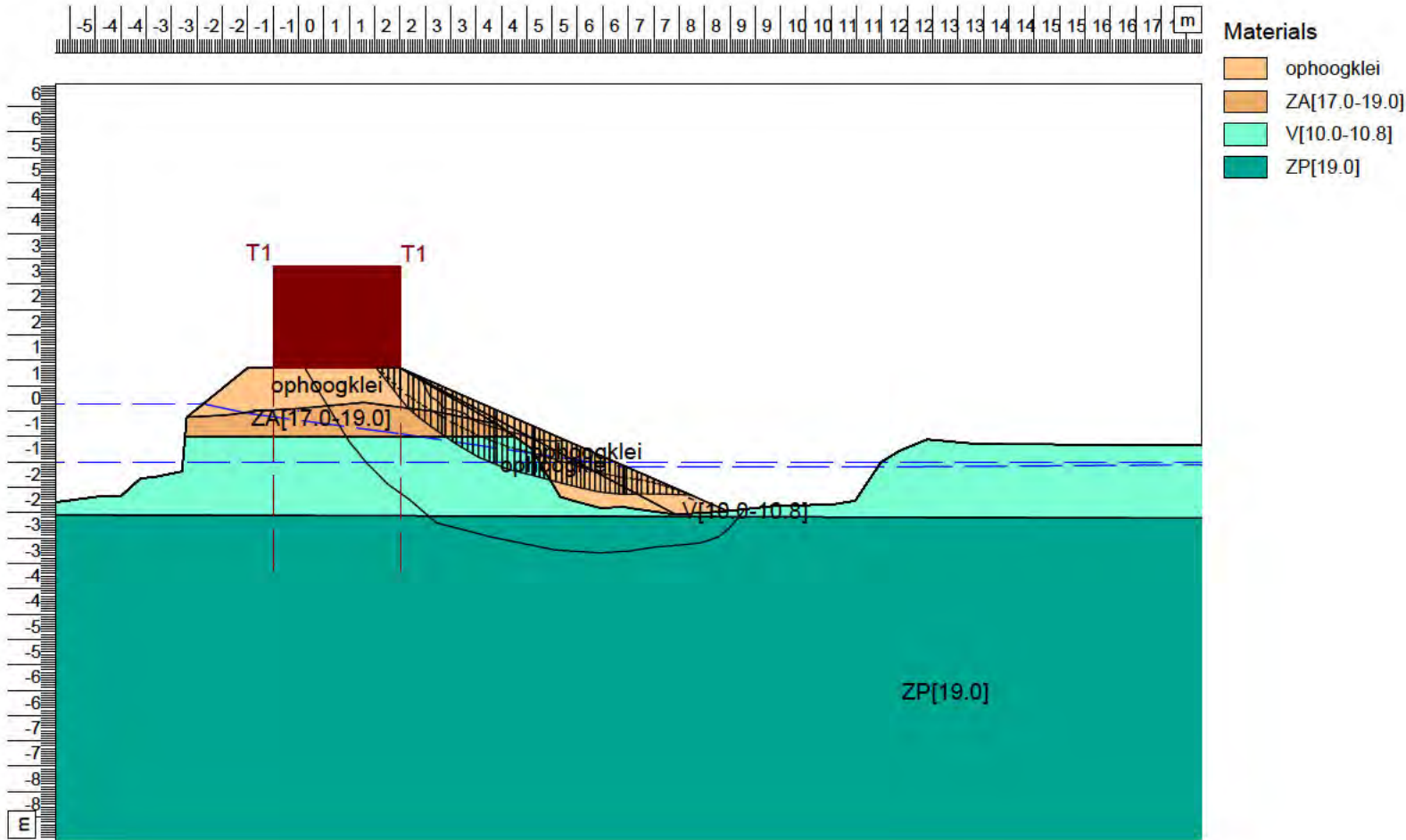
Radius : 5,86 [m]
Safety : 2,45

Slip Plane Uplift Van


$$\begin{aligned} X_m &= 4,73 \text{ [m]} \\ Y_m &= 2,41 \text{ [m]} \end{aligned}$$

Radius : 4,41 [m]
Safety : 1,29

Slip Plane Spencer

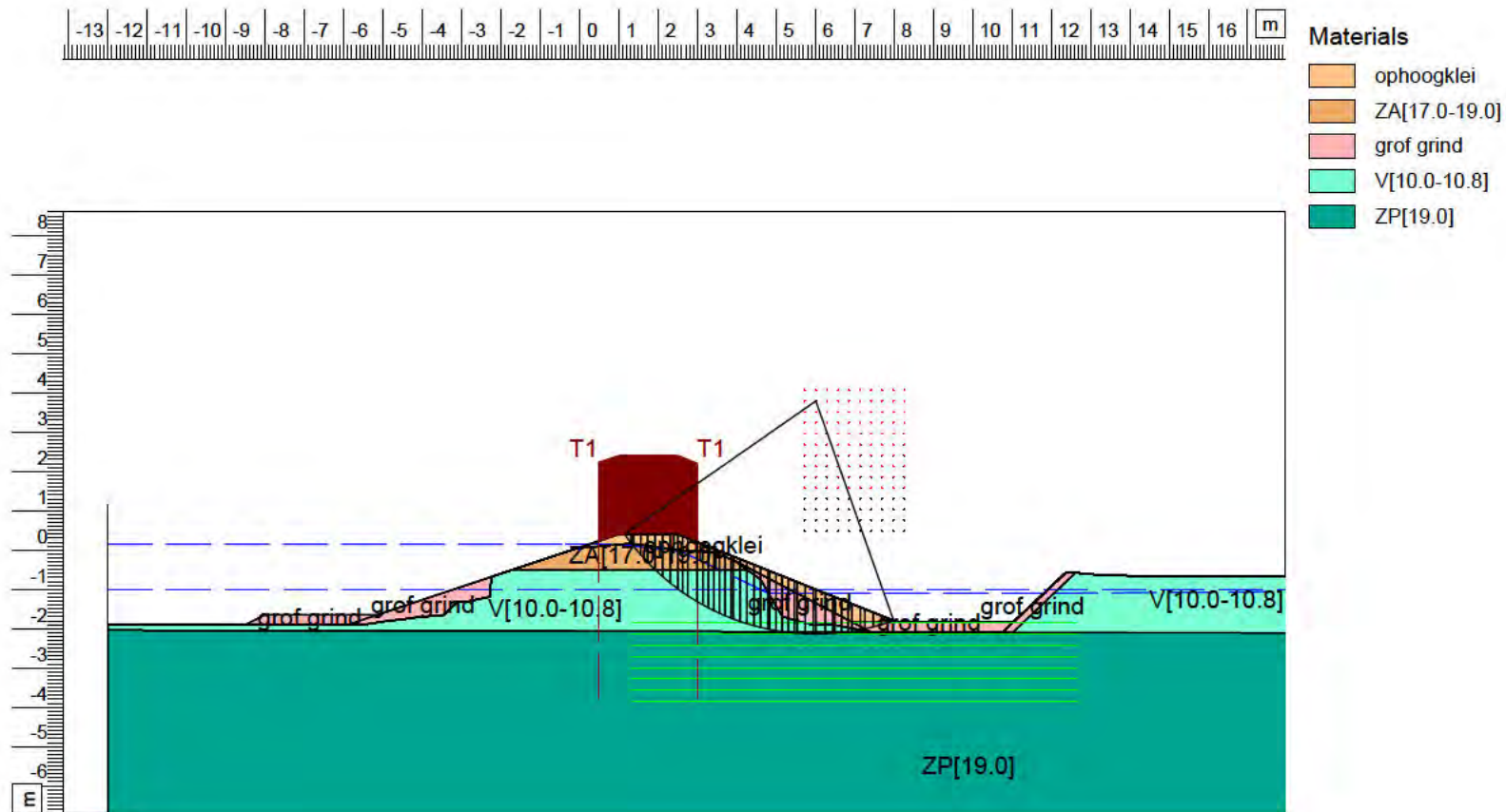


Safety : 1,27

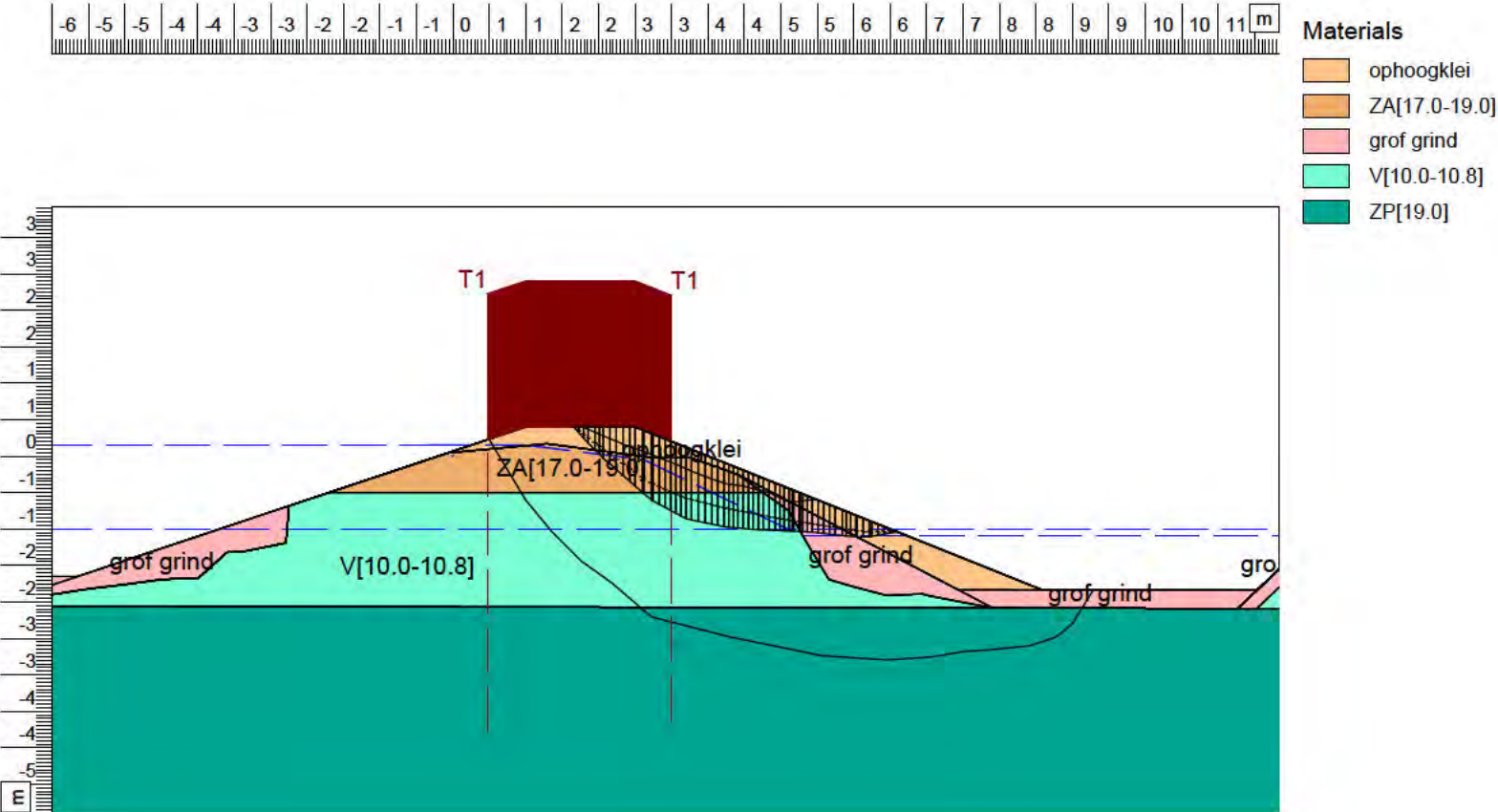
V252 Meentkade - Zuid
 DWP 1845_STBI Nat_oophoging0,23 m_Bishopkruin
 K12-48 kruinB25H0908 achterland

Annex	-	date	12-7-2021	drw.	KS
				ct.	
A4		form.			

Critical Circle Bishop



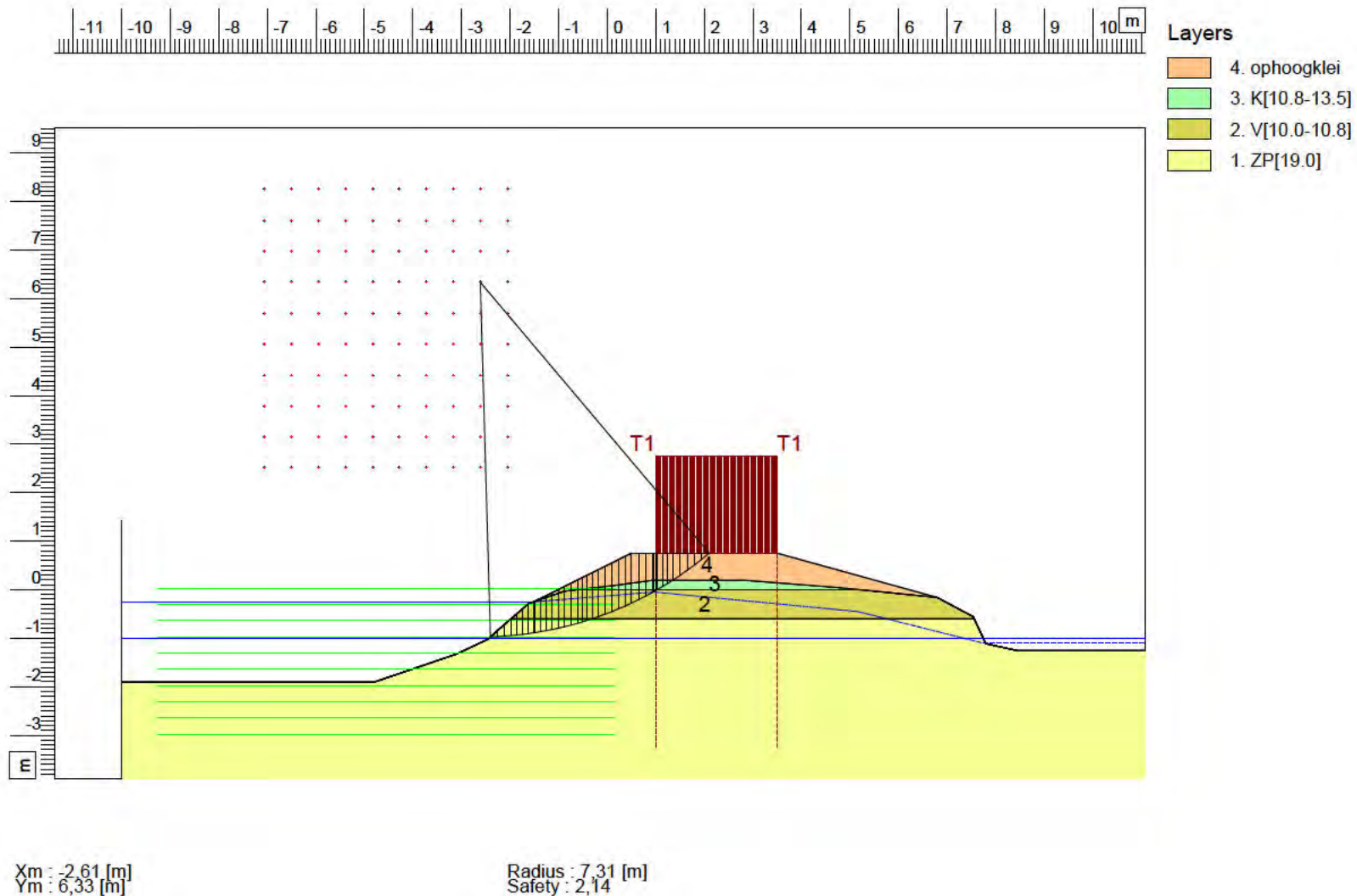
Slip Plane Spencer



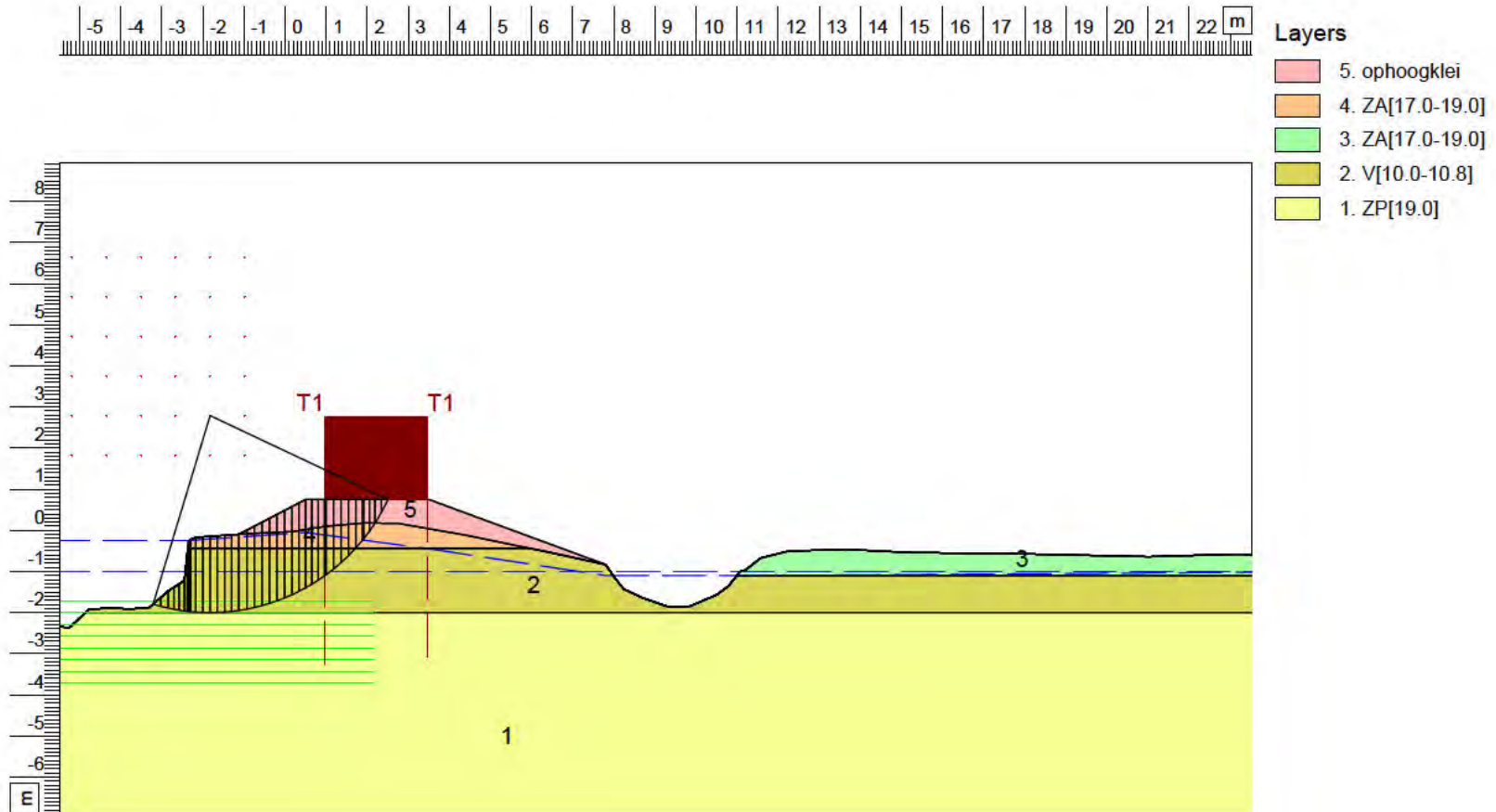
Safety : 1,39

Bijlage 6 Resultaat potentiële dijkverbeteringsmaatregelen STBI (D-Stab)

Critical Circle Bishop



Critical Circle Bishop



Xm : -1,83 [m]
Ym : 2,79 [m]

Radius : 4,79 [m]
Safety : 1,72

date
 11-6-2021

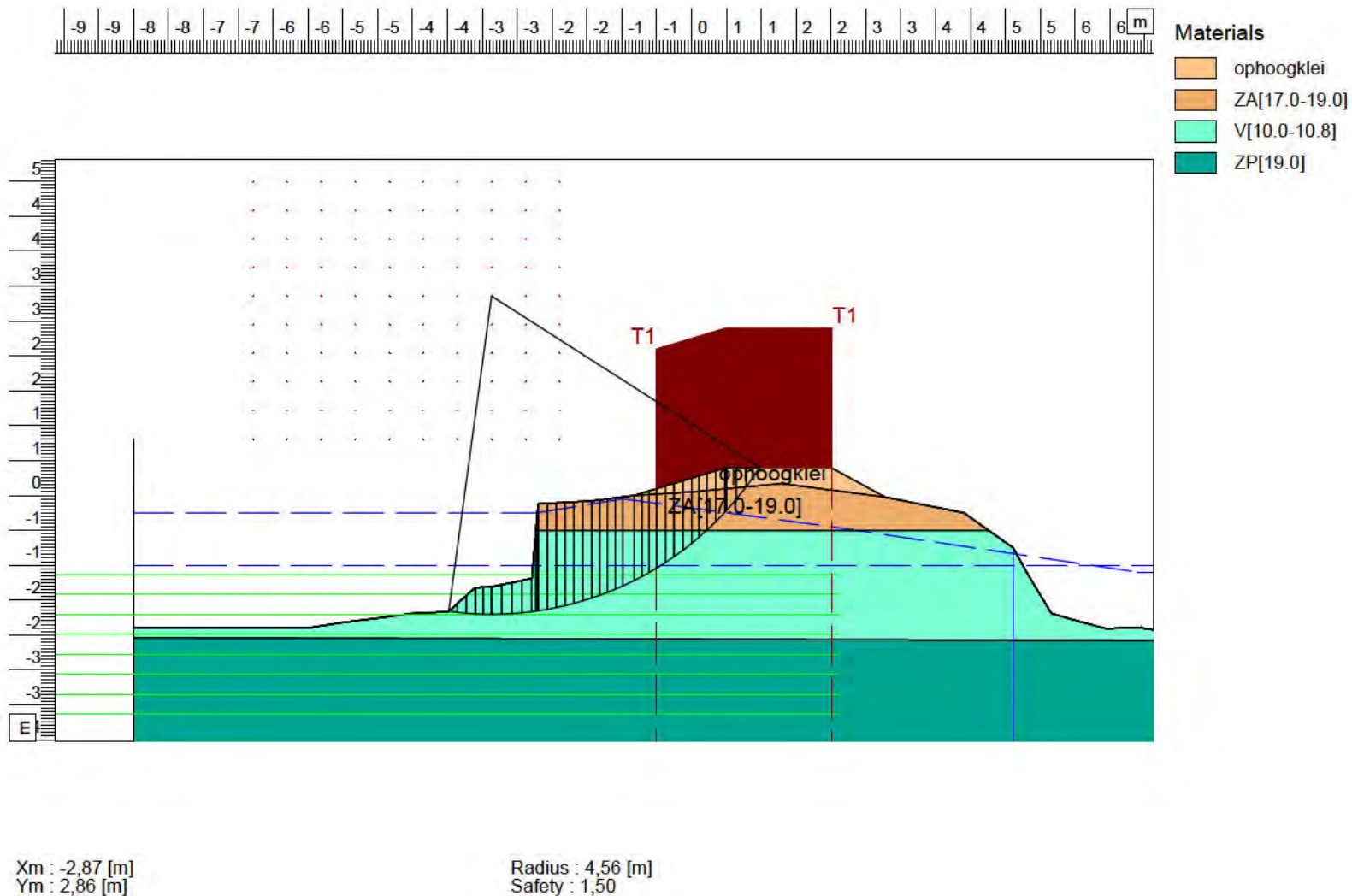
drv.
 KS

V252 Meentkade - Zuid
 DWP 1845_STBU Nat_ophoging0,23 m_Bishopkruin
 K12-48 kruinB25H0908 achterland

Annex -

form.
 A4

Critical Circle Bishop



date
 11-6-2021

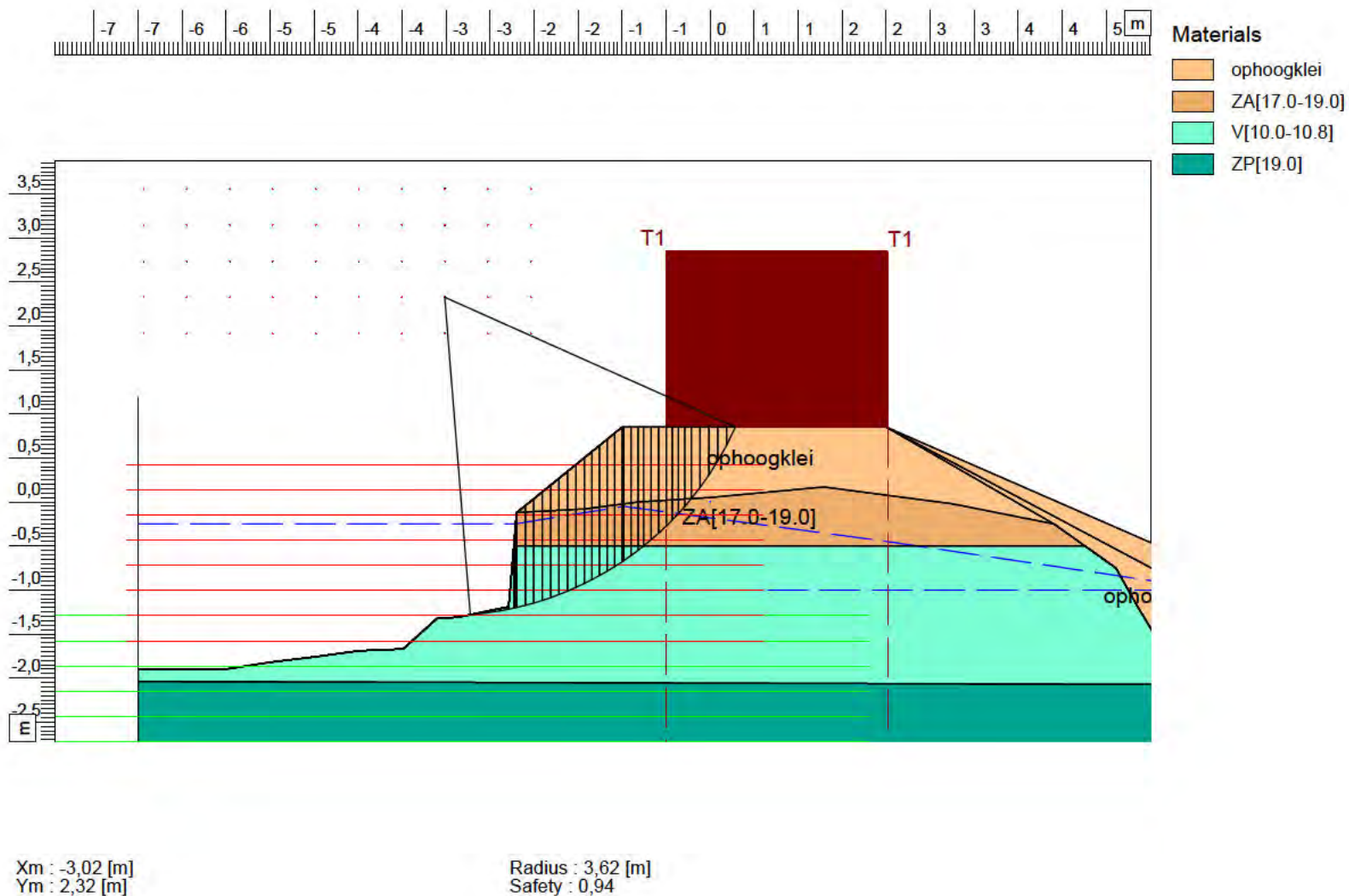
drw.
 KS

V252 Meentkade - Zuid
 DWP 1845_STBU Nat-ophoging0,85_m_Bishop
 K12-48 kruinB25H0908 achterland

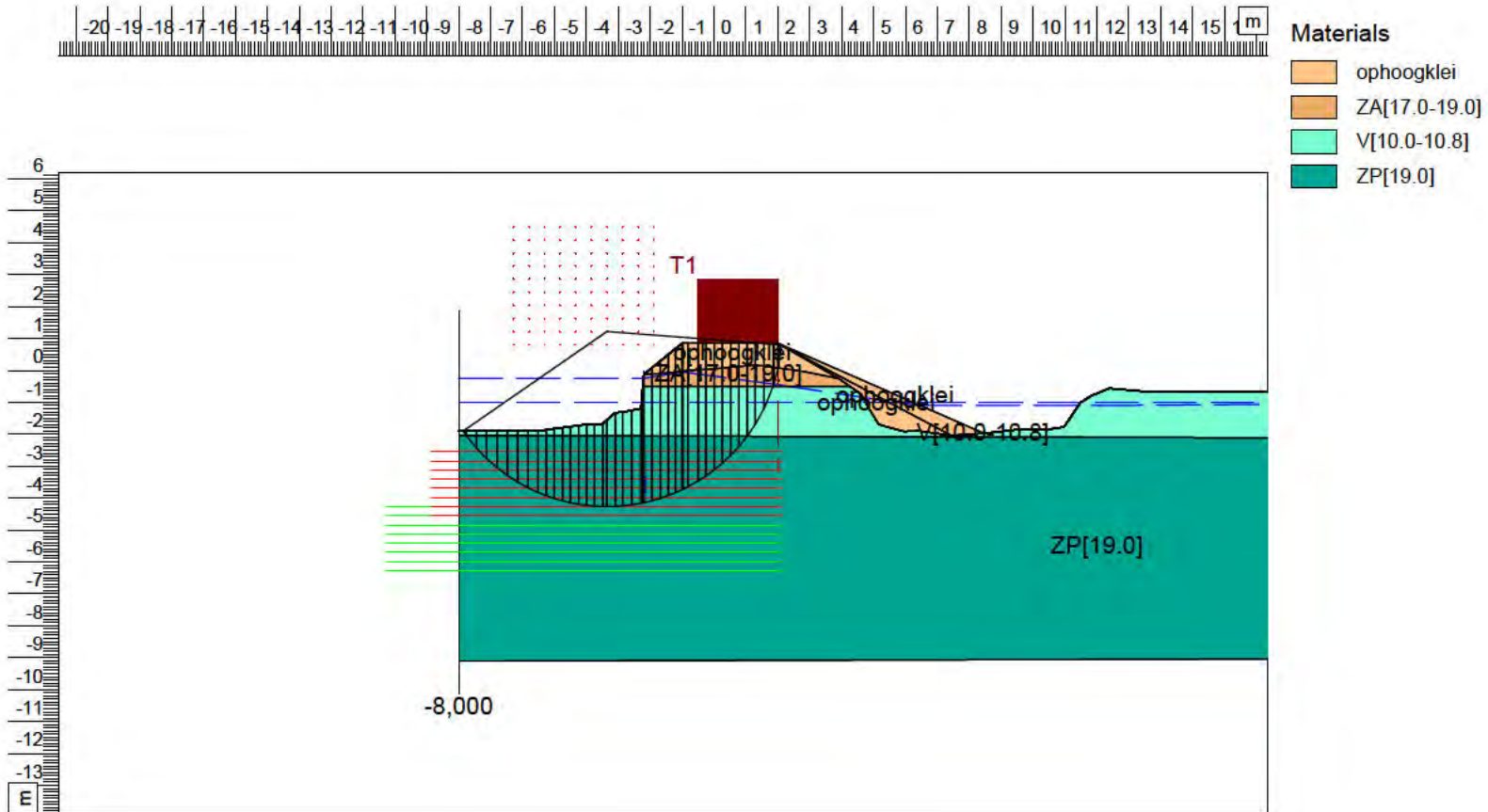
Annex -

form.
 A4

Critical Circle Bishop



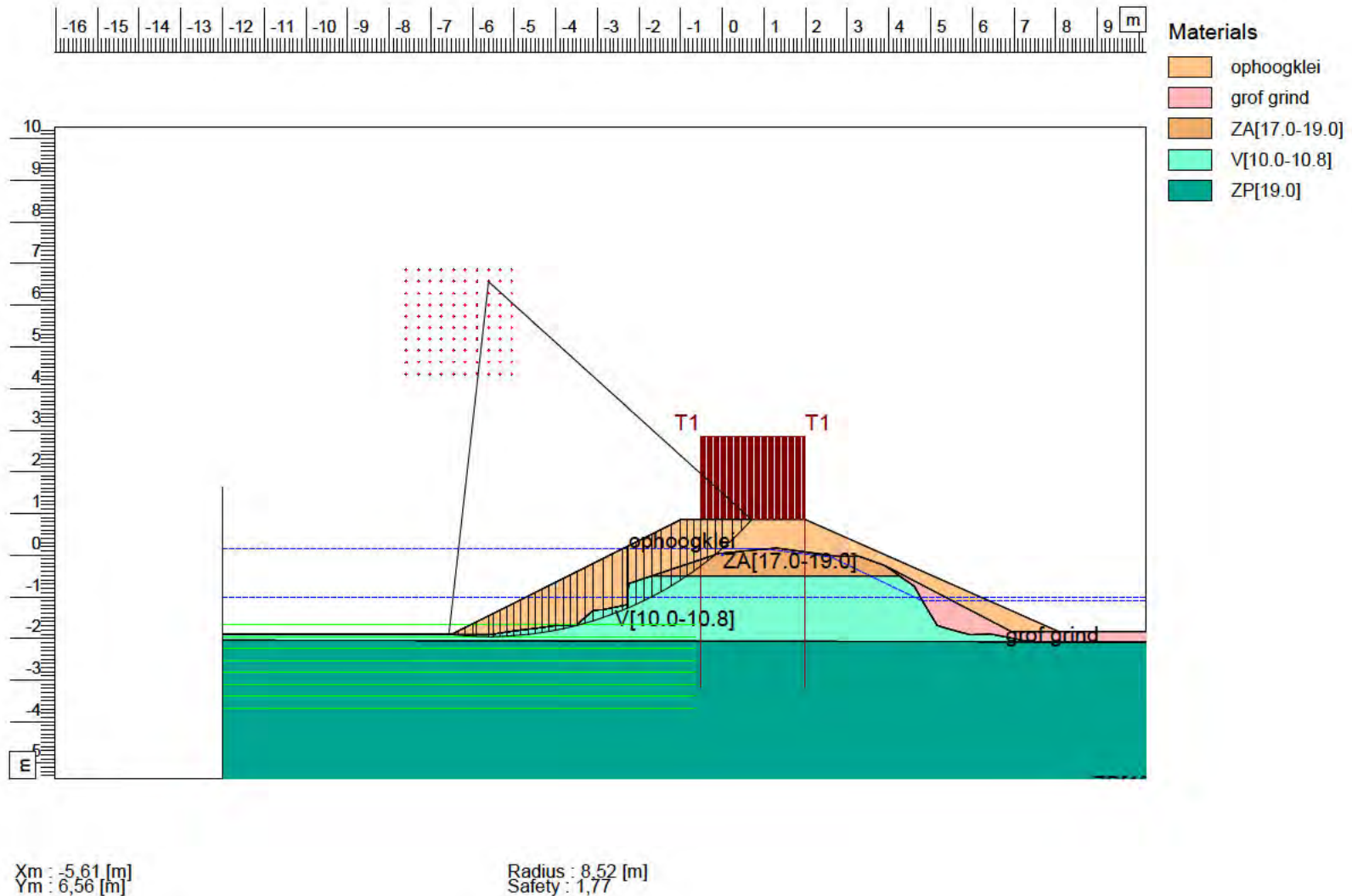
Critical Circle Bishop



$X_m : -3,36 \text{ [m]}$
 $Y_m : 1,22 \text{ [m]}$

Radius : 5,48 [m]
Safety : 4,14

Critical Circle Bishop


$$\begin{aligned} X_m &: -5,61 \text{ [m]} \\ Y_m &: 6,56 \text{ [m]} \end{aligned}$$

Radius : 8,52 [m]
Safety : 1,77

waterstof op aardgas en wordt
geïmporteerd uit Nederland

waterlooschap amsterdam en veicht
gemeente amsterdam

Afdeling O&A - team B&G

Korte Ouderkerkerdijk 7
1096 AC Amsterdam

Phone 0900 - 9394
Fax

D-Geo Stability 18.2: VZ52_1845_STBU Natl_opnongno.85_m_granular filter-Bishop.st

date

13-7-2021

drw.
KS

V252 Meentkade - Zuid

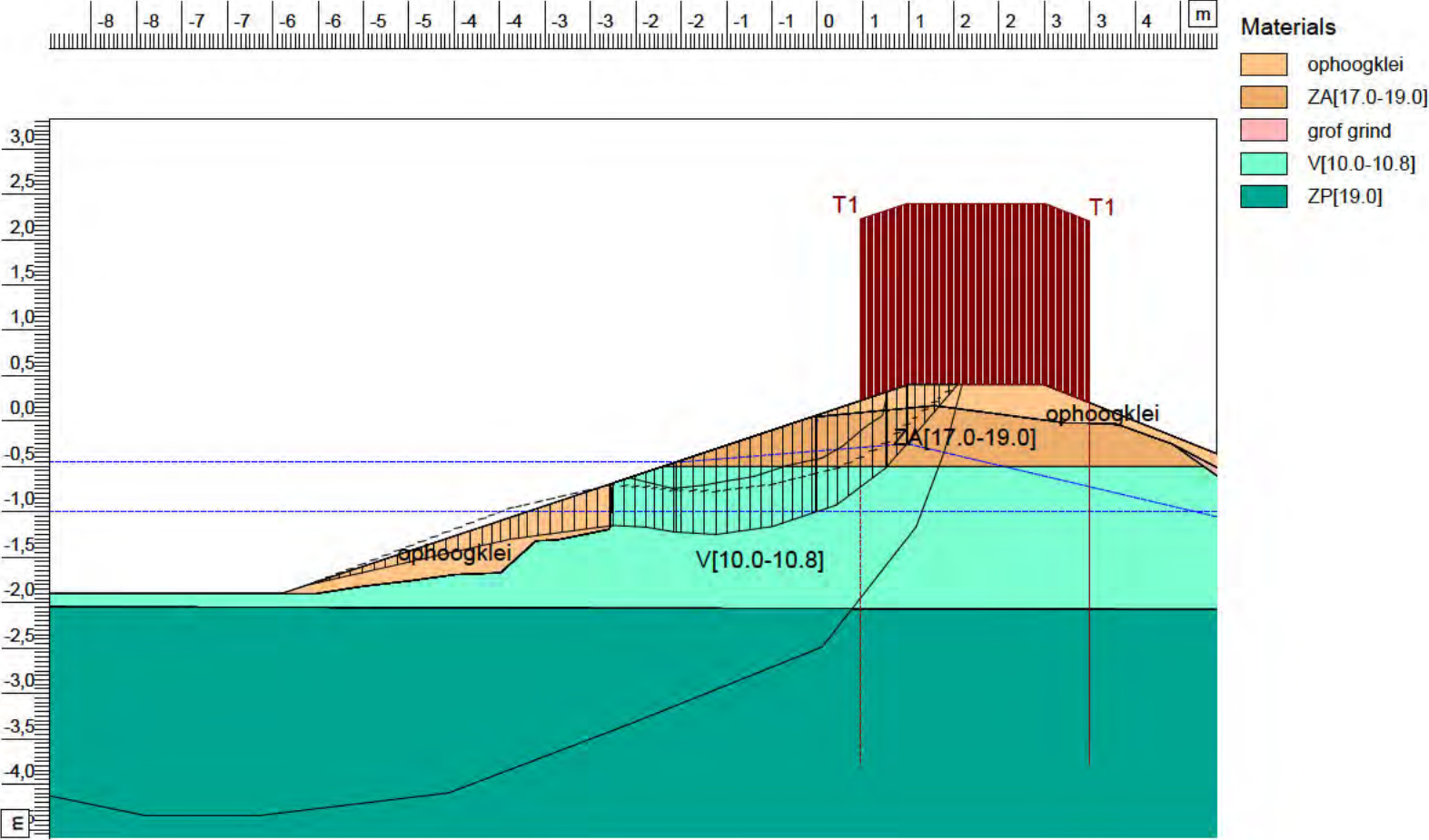
DWP 1845_STBU Nat_oophoging0,85 m_granulair filte

K12-48 kruinB25H0908 achterland

- Annex

form
A4

Slip Plane Spencer



Safety : 1,44



Rapportbegeleidingsformulier (rapform)

Postregistratienummer rapform¹:				
• Algemeen				
Rapport/postregistratie-nummer ¹	21.020337 Scopebepaling dijktraject V252-2_commLZ-ks			
Projectcode/omschrijving	01.0392/006			
Projectleider/auteur	[REDACTED]			
[REDACTED]	[REDACTED]			
[REDACTED] uit. verzenddatum	20-08-2021			
Opmerkingen	Graag ook een CC van rapport naar auteur sturen.			
• Gegevens opdrachtgever/geadresseerde²				
Naam bedrijf/instelling	Waternet			
Contactpersoon	[REDACTED]			
Afdeling + kamernummer	B13			
Adres	Korte Ouderkerkerdijk 7			
Postcode + plaats	1096 AC Amsterdam			
• Voortgang				
Fase	Datum	Handtekening³	Naam/Opmerking(en)	
Kwaliteitsborging			[REDACTED]	
Eindcontrole projectleider	11-08-2021		[REDACTED]	
Postregistratie document(en) en redactionele controle (secretariaat)	11-8-2021	[REDACTED]	T&L	
Eindborging teamleider				
Pdf-bestand gemaakt/opgeslagen	31-8-2021	„	„	
Verspreid (zie hieronder)	„	„	„	
Rapform gedigitaliseerd/ gearchiveerd	„	„	„	

Verspreiding (in stuks)	Ingebonden rapport kleur/zwart-wit⁴	Losbladig kopie kleur/zwart-wit⁴	Losbladig origineel	Pdf-bestand
Opdrachtgever	[REDACTED]			1
Projectleider				
Auteur	[REDACTED]			1
Webredactie				
Corsa				1
CardWeb				

Trefwoorden z.o.z.

Trefwoorden:

Hieronder staan algemene trefwoorden. Gebruik liever geen andere trefwoorden dan deze. Een combinatie van meerdere trefwoorden kan weergeven wat je wilt, bijvoorbeeld Afvalwater en Zuivering voor afvalwaterzuivering. Als je een trefwoord mist dat je vaak nodig hebt, laat het dan even weten.

Aanklikken: klik op het vierkantje aan het begin van de regel (evt. ongedaan maken: Control-Z)

☐ Afvalwater	☐ Locatie:
☐ Baggeren	☐
☐ Beheer	☐
☐ Beleid	☐
☐ Bodem	☐
☐ Calamiteit	☐
☐ Discrepantie	☐
☐ Drainage (waterafvoer)	☐
☐ Drinkwater	☐
☐ Duurbemonstering	☐
☐ Duurzaamheid	☐
☐ Ecologie	☐
☐ Energie	☐
☐ Geotechniek	☐
☐ Grondwater	☐
☐ Hydrologie	☐
☐ Innovatie	☐
☐ Kaderrichtlijn Water (KRW)	☐
☐ Klimaatneutraal	☐
☐ Klimaatadaptatie (klimaatbestendig)	☐
☒ Kering	☐
☐ Kunstwerk (zoals rioolgemaal)	☐
☐ LCA (levenscyclusanalyse)	☐
☐ Lozingen	☐
☐ Milieutechnologie	☐
☐ Oppervlaktewater	☐
☐ Organisme	☐
☐ Plan	☐
☐ Riolering	☐
☐ SMART bedrijfsvoering	☐
☐ Toxicologie	☐
☐ Transportleidingen	☐
☐ Veiligheid	☐
☐ Verbinden met de omgeving	☐
☐ Verontreiniging	☐
☐ Waterbalans	☐
☐ Waterbodemkwaliteit	☐
☐ Waterkwaliteit	☐
☐ Watersysteem	☐
☐ Wet- en regelgeving	☐
☐ Zuivering	☐
☐ Zwemwaterrichtlijn	☐