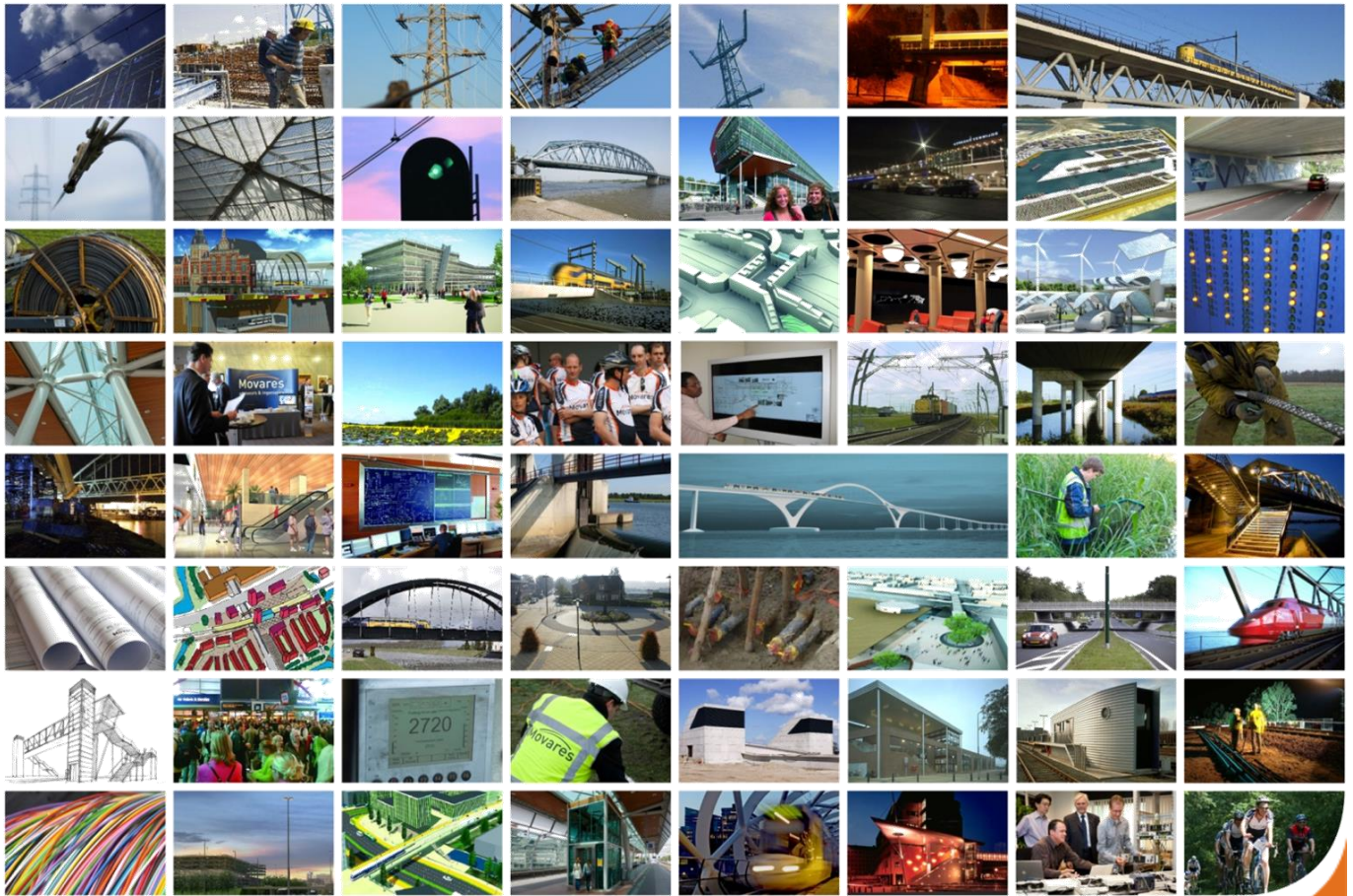




Spoorplas Beerze – definitief rapport geotechnisch advies

23 maart 2018- Versie 1.0

Autorisatieblad

	Naam	Akkoord	Datum
Opgesteld door	Daan Verbruggen	✓	22-03-2018
Gecontroleerd door	Onno Langhorst Langhorst, OS	✓	22-03-2018
Vrijgegeven door	Gilles Colard Colard, GNRG	✓	22-03-2018

Op dit autorisatieblad ontbreken de handtekeningen wegens de digitale verwerking van ons vrijgaveproces. Dit rapport is aantoonbaar vrijgegeven.

Versie historie

Versie	Naam	Datum	Korte toelichting
0.1	Daan Verbruggen	19-01-2018	Opstellen concept
0.2	Daan Verbruggen	24-01-2018	Herziene versie concept
1.0	Daan Verbruggen	22-03-2018	Definitief rapport

Samenvatting

Movares heeft in opdracht van Landschap Overijssel en ProRail een indicatief onderzoek uitgevoerd om het effect van de maatregelen op spoorbaan naast de spoorplas te beschouwen. Het betreft de naast de spoorplas te Beerze (geocode 204, km 31.600-32.000).

Bij deze beschouwing dienen de volgende onderzoeksvragen beantwoord te worden:
Wat voor effect hebben de maatregelen op de toekomstige stabiliteit van het baanlichaam en binnen welke randvoorwaarden kunnen de voorgenomen maatregelen uitgevoerd worden?

De toekomstige maatregelen zijn een grond dam in de spoorplas en het dempen van naastgelegen greppels. Dit zijn benodigde maatregelen om het waterpeil te kunnen verhogen ten behoeve van het hoogveenherstel.

De werkzaamheden zijn in de volgende stappen uitgevoerd. In stap 1 is het plan het plan van aanpak met LO/ProRail besproken en vastgesteld. In stap 2 zijn de inmetingen en het aanvullend grondonderzoek uitgevoerd. Als stap 3 wordt het baanlichaam geanalyseerd en getoetst. Ter plaatse van de spoorbaan zijn voor 2 maatgevende dwarsprofielen de stabiliteitsanalyse van zowel baan als talud beoordeeld conform de RLN00414-1 v001. Vervolgens is een principe toets op het bouwbesluit conform RLN00414-1 uitgevoerd. De effecten en te nemen maatregelen zijn vermeld als stap 4 (invloed op de spoorbaan). In stap 5 vindt de afronding van dit geotechnisch advies plaats.

Stabiliteitsanalyse: op basis van de gehanteerde uitgangspunten, randvoorwaarden, bodemopbouw en ingemeten profielen blijkt dat de volgende dwarsprofielen maatgevend zijn: dwarsprofiel 2 (km 31.731) en dwarsprofiel 4 (km 31.600).

Uit de stabiliteitsanalyse blijkt de volgens de berekeningsresultaten zowel de huidige situatie van de spoorbaan als nieuwe situatie (demping greppels en realisatie grond dam) niet voldoen. Onderstaand tabel geeft in één overzicht weer de berekende stabiliteitsfactoren voor de taludstabiliteit (RC2) en baanstabiliteit (RC3) conform RLN00414-1 toets constructieve veiligheid bestaande baanlichamen.

Onderstaand tabel geeft in één overzicht weer de berekende stabiliteitsfactoren voor de taludstabiliteit (RC2) en baanstabiliteit (RC3).

Tabel: verschil in stabiliteitsfactoren

DWP	Situatie	Berekeningsniveau	Stabiliteitsfactor		Conclusie	
			Berekend	Norm	Baan	Talud
DWP2	Bestaand	RLN RC 2 verbouw	0,65	1,00		VN
	Nieuw	RLN RC 2 verbouw	0,67	1,00		VN
	Bestaand	RLN RC 3 verbouw	0,59	1,00	VN	
	Nieuw	RLN RC 3 verbouw	0,61	1,00	VN	
	Bestaand	RLN RC 2 afkeur	0,76	1,00		VN
	Bestaand	RLN RC 3 afkeur	0,65	1,00	VN	
DWP4	Bestaand	RLN RC 2 verbouw	0,66	1,00		VN
	Nieuw	RLN RC 2 verbouw Waterpeil NAP +9,0m	0,78	1,00		VN
	Nieuw	RLN RC 2 verbouw Waterpeil NAP +9,5m	0,78	1,00		VN
	Bestaand	RLN RC 3 verbouw	0,60	1,00	VN	
	Nieuw	RLN RC 3 verbouw Waterpeil NAP +9,0m	0,70	1,00	VN	
	Nieuw	RLN RC 3 verbouw Waterpeil NAP +9,5m	0,70	1,00	VN	
	Bestaand	RLN RC 2 afkeur	0,77	1,00		VN
	Bestaand	RLN RC 3 afkeur	0,66	1,00	VN	

DWP: dwarsprofiel;
RLN: richtlijn.

Het dempen van de greppels en aanvullen van grond zal resulteren in een verhoging van de baan- en taludstabiliteit. Echter wordt hiermee ook het freatisch grondwaterniveau verhoogd, wat resulteert in een zeer slechte waterhuishouding van de spoorbaan. Hiermee wordt de droogleggingseis van ProRail niet behaald.

Door het aanleggen van een grond dam in de spoorplas van Beerze zal de stabiliteit worden verbeterd. Echter wordt hiermee alsnog niet het vereiste stabiliteitsniveau behaald. De wens van Landschap Overijssel ten behoeve van hoogveenherstel is het waterpeil van de spoorplas verhogen van NAP +8,9 m naar NAP +9,4 m. Dit zal resulteren dat het baanlichaam onder en deels in het ballastbed onder water komt te liggen. Hiervoor wordt geadviseerd om een fysieke horizontale afsluiting aan weerszijden van de spoorbaan te realiseren, inclusief een drainagesysteem om voldoende drooglegging te garanderen onder de spoorbaan.

Ten gevolge van de aanleg van de grond dam en het dempen van de greppels kunnen de volgende randvoorwaarden gesteld worden:

Stabiliteit

Vormt geen knelpunt voor Landschap Overijssel → geen randvoorwaarden.

Vormt knelpunt voor ProRail → randvoorwaarden → stabiliteit verhogende maatregel.

Binnen TVP (trein vrije periode):

- Grondverbetering: aardebaan in combinatie met drainage;
- Grondkerende wanden: in rand talud/schouwpad;
- Trillingsreducerende maatregelen tijdens uitvoering;
- Sterk verlagende maatregelen van het waterpeil veroorzaken zettingen;
- Drainage: afwateringsgebied is moeilijk te vinden.

Buiten TVP:

- Aanleggen folieconstructie;
- Polderconstructie:
 - Verticale afsluiting: veen en klei als waterremmende laag.
 - Horizontale afsluiting: damwanden of gelijkwaardig.

Drooglegging

Vormt knelpunt voor Landschap Overijssel → wateroverlast in omgeving → grond dam aanleggen om hoogveengebied.

Vormt groot knelpunt voor ProRail → huidige drooglegging van de aardebaan voldoet niet (water net onder het ballastbed) → maatregelen te treffen om de drooglegging van de spoorbaan te kunnen garanderen:

- Drainage;
- Folie;
- Grondverbetering met verticale afsluiting.

Zetting

Vormt geen knelpunt voor Landschap Overijssel → geen randvoorwaarden;

Vormt geen knelpunt voor ProRail → geen randvoorwaarden.

Reactie ProRail

ProRail heeft overleg gepleegd naar aanleiding van deze rapportage. Het vernatten van dit gebied en continu waterpeil houden gaat niet zonder risico's. Hiervoor dienen aanvullende maatregelen toegepast te worden. In **bijlage VIII** is de reactie opgenomen en besproken aan de hand van deze rapportage en dwarsprofielen.

Inhoudsopgave

Samenvatting	1
1 Inleiding	6
2 Probleemstelling	8
3 Plan van Aanpak	9
3.1 Plan van aanpak	9
3.1.1. <i>Proces</i>	9
3.1.2. <i>Werkzaamheden</i>	10
3.2 Inkadering	12
3.3 Maatgevende situaties	12
3.4 Algemeen	13
3.5 Dwarsprofiel 2 km 31.731	13
3.6 Dwarsprofiel 4 km 31.857	13
3.7 Zuidzijde van de spoorbaan	14
4 Grondonderzoek en bodemopbouw	15
4.1 Algemeen	15
4.2 Bestaand grondonderzoek	15
4.3 Aanvullend grondonderzoek	16
4.4 Grondopbouw	16
4.4.1. <i>DWP 2 km 31.731</i>	17
4.4.2. <i>DWP 4 km 31.857</i>	18
4.4.3. <i>Geotechnisch lengteprofiel</i>	19
4.5 Geohydrologische situatie	19
4.6 Huidig waterpeil	19
5 Stabiliteit baan	21
5.1 Algemeen	21
5.2 Toetsrichtlijn RLN00414-1	21
5.3 Uitgangspunten en randvoorwaarden	22
5.4 Grondparameters (representatief)	23
5.5 Grondparameters (rekenwaarden)	23
5.6 Te toetsen niveau	26
5.7 Resultaten Dwarsprofiel 2 31.731 Zuid	27
5.8 Resultaten Dwarsprofiel 4 km 31.857 Zuid	29
5.9 Conclusie	31
6 Maatregelen Landschap Overijssel	32
6.1 Maatregelen Landschap Overijssel	32
6.2 Maatregel 1	33
6.3 Maatregel 2	35
6.4 Aanleg werkweg	38
7 Zettingen	39
7.1 Uitgangspunten	39
7.2 Grondparameters	40

7.3 Resultaten berekeningen	40
7.4 Zettingen DWP 2 km 31.731	41
7.5 Zettingen DWP 4 km 31.857	42
7.6 Conclusie zettingen	42
8 Gevolgen maatregelen op de waterhuishouding aardebaan	43
8.1 Inleiding	43
8.2 Instellen constant waterpeil plas	43
8.3 Aanleg gronddam tussen spoorbaan en plas	43
8.4 Dempen greppels ten westen van de plas	45
8.5 Verhogen waterpeil	46
9 Toetstabellen richtlijn	47
9.1.1. <i>Functie dragen</i>	47
9.1.2. <i>Functie fixeren bovenbouw</i>	47
9.1.3. <i>Functie afwateren en ontwateren</i>	48
10 Samenvatting effecten maatregelen	49
10.1 Algemeen	49
10.2 Stabiliteit	49
10.3 Drooglegging	49
10.4 Zetting	49
11 Randvoorwaarden uitvoeringsmaatregelen	50
12 Conclusie en aanbevelingen	52
Colofon	54
12.1 Algemeen	7
12.2 Veiligheidsfilosofie	7
12.3 Stabiliteitsfactor aardebaan	7
12.4 Stabiliteitsfactor talud	7

Bijlage I	Schetsen dwarsdoorsneden dwarsprofielen
Bijlage II	Grondonderzoek
Bijlage III	In –en uitvoer D-Geo stability
Bijlage IV	Zettingen
Bijlage V	Isohypsen 1^e watervoerende pakket
Bijlage VI	Indicatie vernatting bij peil NAP +9,4 m
Bijlage VII	Veiligheidsfilosofie geotechnische faalmechanisme
Bijlage VIII	Reactie ProRail

1 Inleiding

Movares heeft in opdracht van Landschap Overijssel (LO) in samenwerking met ProRail (gecombineerd LO/ProRail) een indicatief onderzoek uitgevoerd ten aanzien van de baanstabieliteit van de spoorbaan bij spoorplas te Beerze (geocode 204, km 31.600 – km 32.000).

Het doel is om het effect van de maatregelen (dempen watergang, aanleg gronddam en waterpeilverhoging) op de toekomstige stabiliteit van het baanlichaam te bepalen. Daarnaast dient bepaald te worden onder welke randvoorwaarden de voorgenomen maatregelen uitgevoerd kunnen worden.

Het doel is om op basis van bestaande en aanvullende gegevens een rekenkundige toets om het veiligheidsniveau van het betreffende baanvak op baan- en taludstabiliteit te beoordelen. Hierdoor wordt een inzicht verkregen om de mogelijke knelpunten aan te kunnen wijzen. In ons plan van aanpak zijn alle uit te voeren werkzaamheden weergegeven.

Hiervoor zijn de volgende aspecten beschouwd:

- A: Toetsen bestaand baanlichaam conform RLN00414;
- B: Uitvoeren grondonderzoek (sonderingen en boringen) in het bestaande baanlichaam en in het spoor;
- C: Opstellen dwarsprofielen baanlichaam huidige situatie;
- D: Toetsen waterhuishouding in nieuwe situatie;
- E: Opstellen tekeningen en dwarsprofielen nieuwe (gewenste) situatie.

De resultaten uit bovenstaande aspecten geven antwoord op de volgende onderzoeksvragen:

- A: Wat voor effect hebben de maatregelen op de toekomstige stabiliteit van het baanlichaam?
- B: Binnen welke randvoorwaarden kunnen de voorgenomen maatregelen uitgevoerd worden?

In onderstaande foto is de situatie ter plaatse van de baan weergegeven.



Foto: deel baanvak geocode 204

In onderstaande figuur is de basisbeheerkaart ter plaatse van de baan weergegeven.

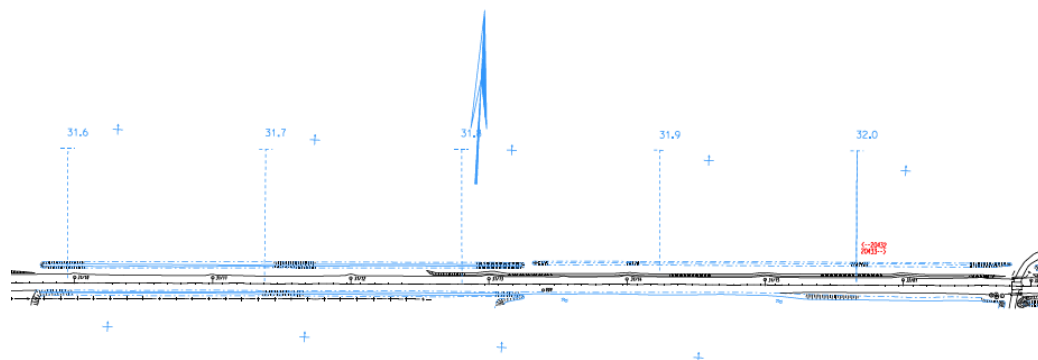


Foto: Spoorbaan bij spoorplas te Beerze, Basisbeheerkaart van ProRail

2 Probleemstelling

In het kader van het project Programma aanpak stikstof Natura 2000 (PAS N2000) Vecht en Beneden Regge (dit programma valt onder de verantwoordelijkheid van de provincie Overijssel) wordt hoogveenherstel nabij de spoorplas uitgevoerd. De werkzaamheden zijn op het spoortraject Ommen-Hardenberg (geocode 204, km 31.600 – 32.000) voorzien. Naar aanleiding van het overleg op 10 november 2017 tussen de heren M. Meyling (Landschap Overijssel), M. Klaibeda (ProRail), D. Verbruggen en G. Colard (Movares) is vastgesteld dat conform de eisen van de RLN00414-1 d.d. 01-07-2016, een onderzoek naar de constructieve veiligheid van de aardebaan (baanstabiliteit) dient te worden uitgevoerd.

Vervolgens dient te worden berekend welke mitigerende maatregelen getroffen dienen te worden. Om een nieuwe grondnam t.b.v. hoogveenherstel direct ten zuiden de spoordijk te realiseren. De invloed van deze grondnam op de huidige spoorbaan dient te worden getoetst conform het ontwerpvoorschrift Baanlichaam en geotechniek (OVS00056-7.1 V.004) van ProRail.

Het uit te voeren onderzoek wordt beperkt tot waar te realiseren aanpassingen van de spoorbaan zullen plaatsvinden. Het betreffende is spoortraject is geocode 204 van km 31.600 tot 32.000. Dit betreft het baanvak tussen Ommen en Hardenberg.

Toetsing locatie spoordijk

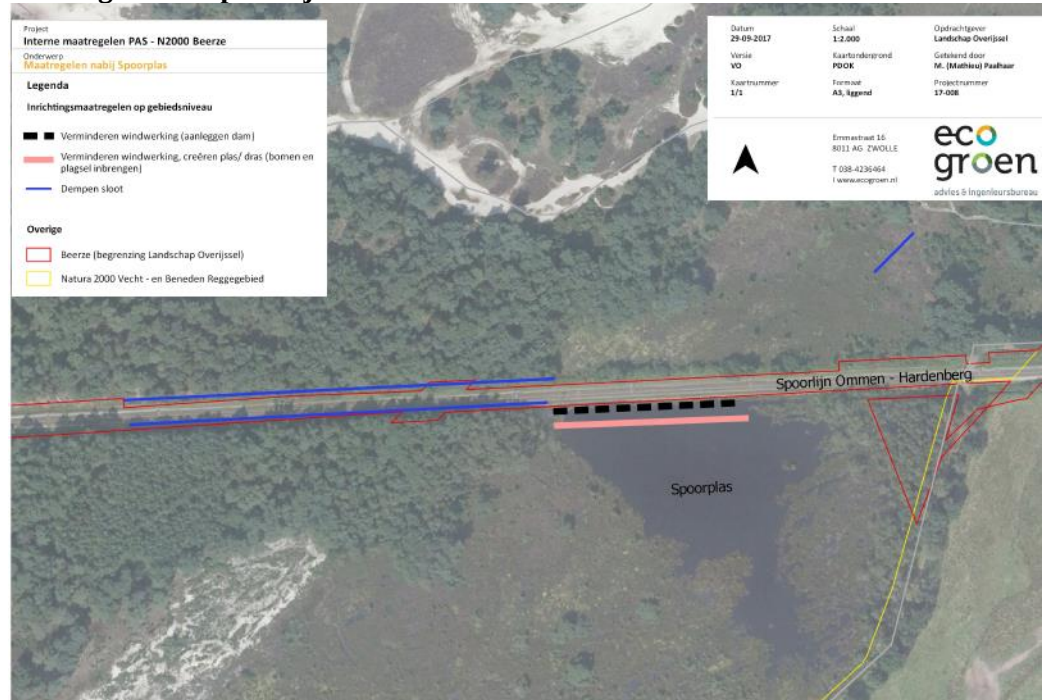


Foto: locatie te toetsen spoordijk (bron: Landschap Overijssel)

3 Plan van Aanpak

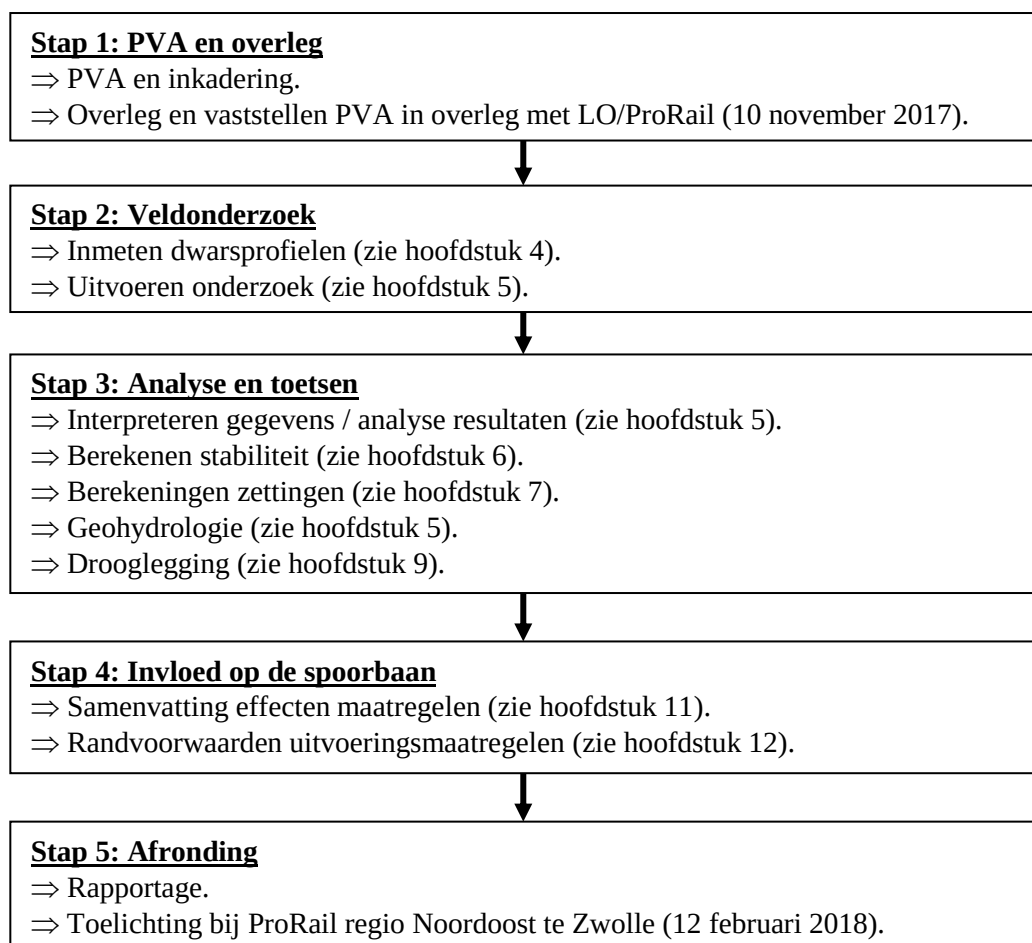
3.1 Plan van aanpak

Ons plan van aanpak

In onderstaand processchema is onze aanpak weergegeven waarop wij het onderzoek en advies uitgevoerd hebben.

3.1.1. Proces

Processchema: Voostel plan van aanpak



Op 20 november 2017, heeft Movares een tweetal rapporten ontvangen met betrekking tot hoogveenherstel gebied spoorplas te Beerze, te weten:

- Rapport [1] "Vooronderzoek (water)bodems PAS N2000 Beerze", projectnummer 20170946/ORUT met kenmerk 20170946_a2RAP, versie 13 september 2017;
- Rapport [2] "Hydro-ecologische systeemanalyse Beerzerveld", projectnummer 15.52.0760.02, versie december 2015.

Voor de beschrijving een nadere uitwerking van de uitgevoerde processtappen wordt verwezen naar de betreffende hoofdstukken.

3.1.2. Werkzaamheden

De uitgevoerde werkzaamheden zijn in onderstaande tekst beschreven.

Stap 1: Overleg Landschap Overijssel en ProRail (LO/ProRail)

In een overleg met LO/ProRail is op 10 november 2017 het plan van aanpak (PVA) en de inkadering van het onderzoek besproken. Op basis hiervan is het PVA vastgesteld. Het overleg heeft plaatsgevonden in het ProRail kantoor te Zwolle.

Stap 2: Veldonderzoek

Geeft inzicht in werkelijke ligging en geometrie.

De metingen zijn uitgevoerd door Multiconsult.

- Inmeten (incl. regelen) en uittekenen dwarsprofielen en situatietekening t.p.v.:
 - km 31.657;
 - km 31.731;
 - km 31.793;
 - km 31.857;
 - km 31.927;
 - km 31.990.

Tussen km 31.600 en 32.000 is aanvullend bodemonderzoek uitgevoerd door de firma Multiconsult. Dit onderzoek heeft het kenmerk MBO/180008/004895-001.

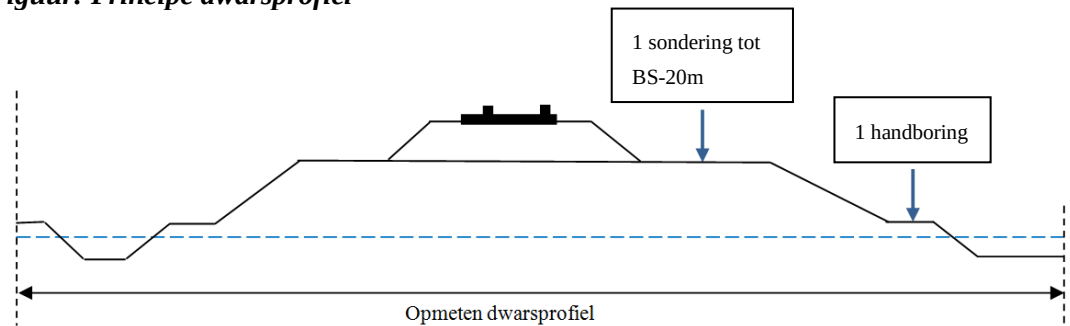
Het onderzoeksvoorstel is uitgevoerd ter plaatse van het betreffende baanvak. De voorbereidende werkzaamheden in het veld zijn als volgt geweest:

- Regelen Klic, ISV melding, voorman K&L, LLV, V&G, instructie LLV en RI&E, meeliften in BD tijdens nacht, PRC00055 light (4 weken voor uitvoering indienen).
- Planning t.b.v. sonderingen:
 - Op basis van meeliften met procesaannemer.
- Uitvoeren van grondonderzoek:
 - Derden:
 - Totaal 1 sondering ter plaatse van het schouwpad van het spoor per profiel tot een diepte van minimaal BS -20 m, inmeten in m t.o.v. NAP en X Y coördinaten. De sonderingen zijn uitgevoerd door derden en zijn uitgevoerd conform NEN-EN-ISO 22476-1 en betreft sonderingen TE2 in klasse 3 (registratie van de conusweerstand, plaatselijke wrijving, conushelling en waterspanning).
 - Movares:
 - Totaal 1 handboring per profiel ter plaatse van de teen van het talud tot een diepte van maaiveld -5 m, inmeten t.o.v. NAP en X-Y coördinaten. De handboringen zijn conform NEN-EN-ISO 22475-1 en NEN-EN 1997-2.
 - Uitwerken boringen in boorstaten en maken tekeningen met overzicht.

Voor het sondeer- en boorplan wordt verwezen naar §5.3 Aanvullend grondonderzoek.

In navolgende figuur is het grondonderzoek schematisch weergegeven.

Figuur: Principe dwarsprofiel



De sonderingen zijn separaat uitgevraagd bij Multiconsult. Sonderingen in PW/GRW met een rupsje op het schouwpad.

Stap 3: Analyse en toetsen

Het advies bestaat uit:

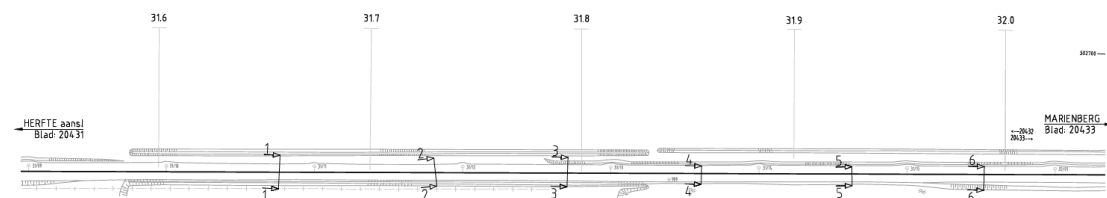
- Interpretieren gegevens / analyse resultaten.
- Herberekenen (waar het in de toekomst een nieuwe dam t.b.v. hoogveenherstel vanaf talud komt te liggen) van de stabiliteit van de aardebaan en formuleren maatregelen oplossingen (RLN00414-1 v001 en OVS00056-7.1 v004); Wat betreft de constructieve veiligheid van de aardebaan dient enkel te worden voldaan aan de eisen van de RLN00414-1 v001.
- Het toetsen van de nieuw te realiseren grondnamast de spoorbaan is conform OVS00056-7.1 v004 (ontwerpvoorschrift Baanlichaam en geotechniek).

Stap 4: Invloed op de spoorbaan

Bepalen effect maatregelen op de spoorbaan en het formuleren van de randvoorwaarden van de maatregelen.

3.2 Inkadering

In de onderstaande situatie tekening is het traject weergegeven. De dwarsprofielen zijn als volgt verdeeld:



Geocode 204:

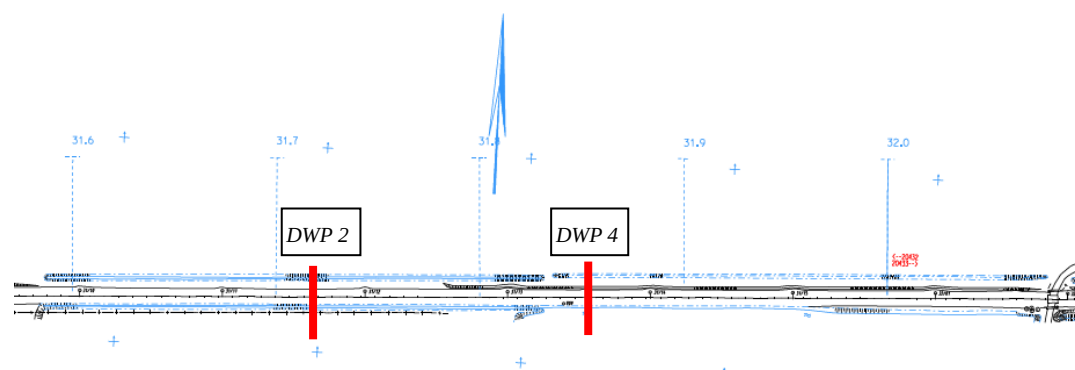
- 1: km 31.657;
- 2: km 31.731;
- 3: km 31.793;
- 4: km 31.857;
- 5: km 31.927;
- 6: km 31.990.

3.3 Maatgevende situaties

Maatgevende situaties bij de Spoorplas te Beerze

De maatgevende dwarsprofielen zijn nr. 2 (greppels langs de spoorbaan) en nr. 4 (spoorplas). Door het creëren van een grond dam is dwarsprofiel 4 (km 31.857) maatgevend n dwarsprofiel 2 (km 31.731) ten behoeve van de greppels langs de spoorbaan maatgevend. Deze profielen worden maatgevend geacht door de locatie van de toekomstige werkzaamheden (DWP 2 dempen greppels) en realisatie grond dam (DWP4). Gekozen is voor DWP 2 door de aanwezigheid van slappe lagen net beneden het maaiveld.

Figuur: Situatietekening met maatgevend gestelde dwarsprofielen 2+4



Het betreffende baanvak wordt gekenmerkt door het volgende:

- Lage ligging spoorbaan over het gehele onderzochte baanvak en daarmee geen grote hoogteverschillen tussen spoorbaan en aansluitend maaiveld;
- Over het algemeen geen steile taluds;
- Aan de zuid- en noordkant is tussen km 31.600 en 31.800 een greppel aanwezig;
- De spoorbaan is naast een plas gelegen aan de zuidkant is tussen km 31.800 en 32.000;
- Slappe ondergrond, bestaand uit slappe lagen (o.a. veen) (hoogveengebied).

3.4 Algemeen

Geometrie

De geometrie is in 6 dwarsprofielen bepaald op basis van inmeting, waarbij de hoogteverschillen en hellingen naast het spoor zo goed mogelijk in kaart zijn gebracht:

Geocode 204:

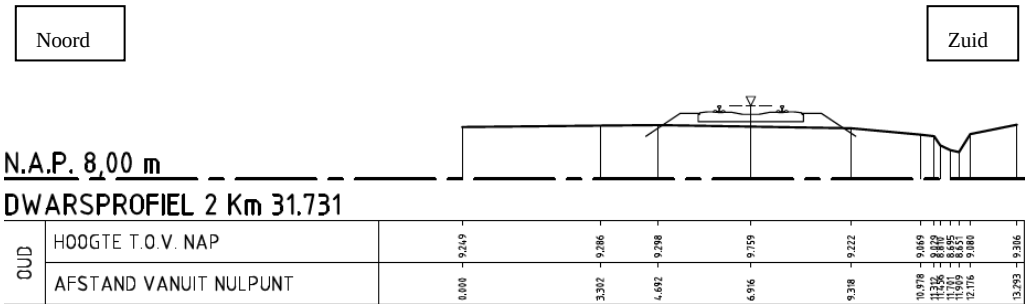
- 1: km 31.657;
- 2: km 31.731;
- 3: km 31.793;
- 4: km 31.857;
- 5: km 31.927;
- 6: km 31.990.

Buiten het ingemeten dwarsprofiel is gebruik gemaakt van informatie. Bestaande uit het geleverde grondprofiel en Algemeen Hoogtekaart Nederland gemaakt. De ingemeten dwarsprofielen zijn weergegeven op **bijlage I**.

3.5 Dwarsprofiel 2 km 31.731

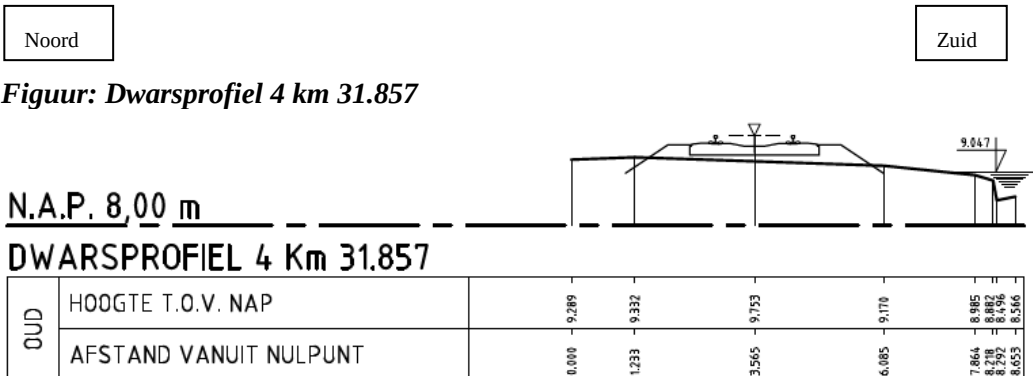
In onderstaand figuur is het maatgevend ingemeten dwarsprofiel 2 (greppel) weergegeven.

Figuur: Dwarsprofiel 2 km 31.731



3.6 Dwarsprofiel 4 km 31.857

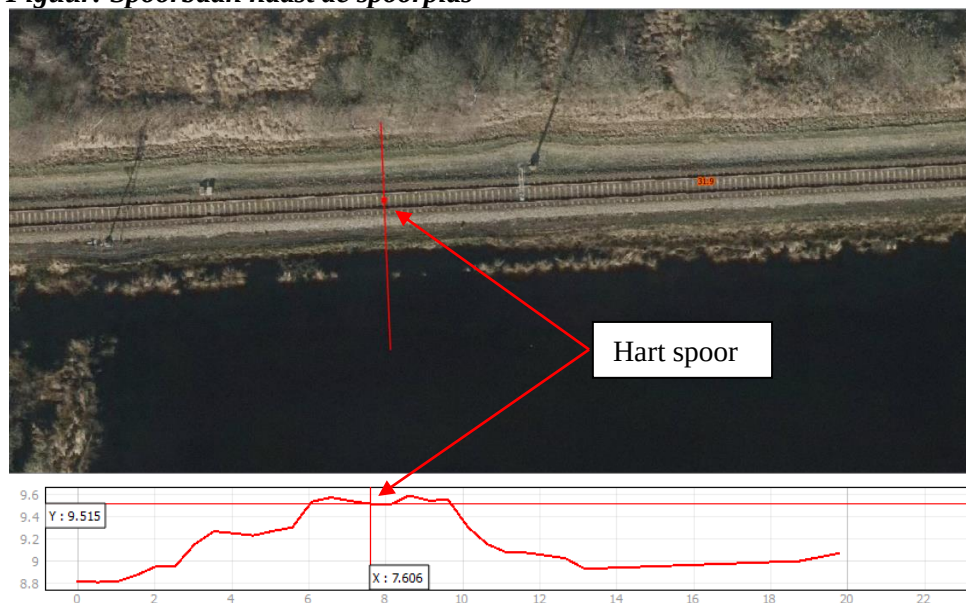
In onderstaand figuur is het maatgevend ingemeten dwarsprofiel 4 (spoorplas) weergegeven.



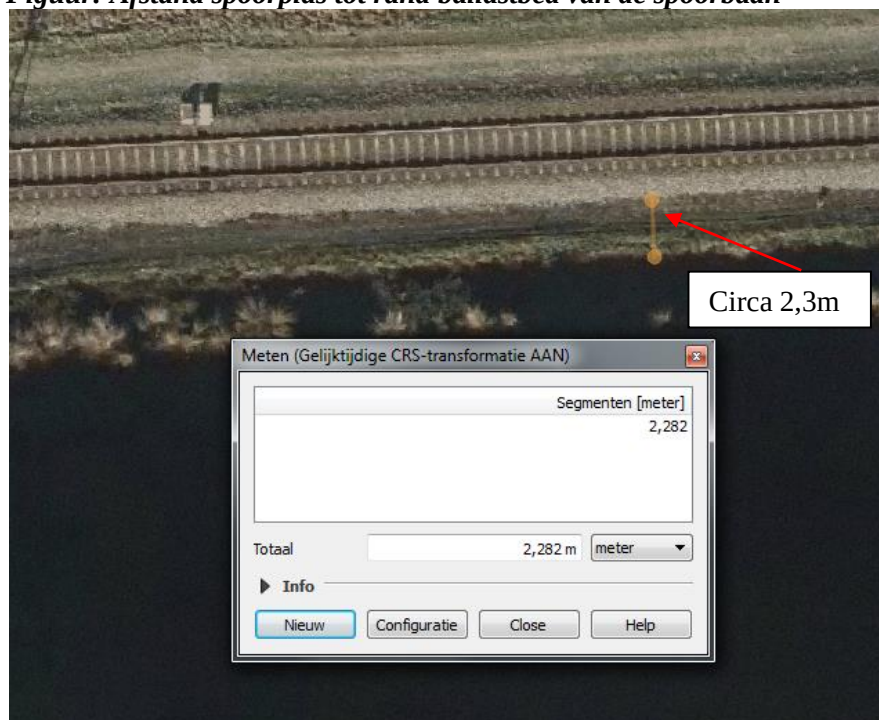
3.7 Zuidzijde van de spoorbaan

Het huidige BS (bovenkant spoor) ligt op een niveau van ca. NAP +9,75 m. De rand van het ballastbed van de spoorbaan ligt op een afstand van ca. 2,3 m naast de spoorplas. Het maaiveld in aansluiting op de spoorbaan is flauw glooiend tot aan de watergang. De spoorbaan ligt circa 0,4 m hoger dan het aansluitende maaiveld. De volgende figuren zijn middels de AHN2 (Actueel Hoogtebestand Nederland) gegevens gemaakt.

Figuur: Spoorbaan naast de spoorplas



Figuur: Afstand spoorplas tot rand ballastbed van de spoorbaan



4 Grondonderzoek en bodemopbouw

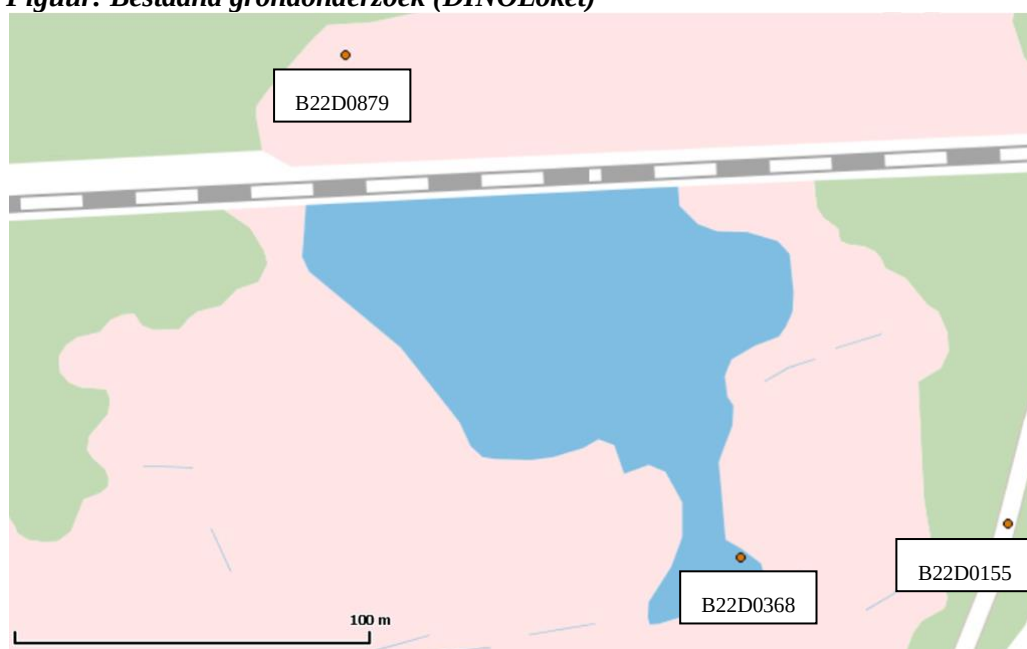
4.1 Algemeen

Uit een eerste inventarisatie (DINOLoket en Movares archief) blijkt dat bij het traject Spoorplas te Breeze km 31.000 en km 32.000 onvoldoende grondonderzoek aanwezig te zijn om stabiliteit- en zettingsberekening te kunnen uitvoeren. Daarom is er aanvullend grondonderzoek uitgevoerd conform offerte stap 2. Voor het vaststellen van de randvoorwaarden zijn per dwarsprofiel één sondering, een handboring uitgevoerd.

4.2 Bestaand grondonderzoek

Hieronder is op de locatie het grondonderzoek uit het DINOLoket weergegeven.

Figuur: Bestaand grondonderzoek (DINOLoket)



Het bestaand grondonderzoek bestaat uit:

- 3 boringen (B22D0155, B22D0368 en B22D0879).

Dit beschikbaar grondonderzoek is in eerste instantie voldoende om inzicht te verschaffen ten aanzien van:

1. Bepalen van de mogelijke knelpunten;
2. Uitvoeren van principe toets in het kader van het bouwbesluit (zie RLN00414-1 v001).

Voor een totaaloverzicht van het beschikbare grondonderzoek wordt verwezen naar **bijlage II**.

4.3 Aanvullend grondonderzoek

In het kader van dit project is nader grondonderzoek uitgevoerd. Hieronder volgt een overzicht van het aanvullend onderzoek, wat door Multiconsult uitgevoerd is op 19 december 2017.

Tabel: locatie handboringen en sonderingen aanvullend grondonderzoek

Km	Handboring	Sondering	Maaiveld	Diepte
			[m t.o.v. NAP]	
31.657	204/210 (HB01)		+9,27	+4,27
31.657		204/205 (S01)	+9,21	-10,70
31.731	204/211 (HB02)		+9,29	+4,29
31.731		204/206 (S02)	+9,25	-10,80
31.793	204/212 (HB03)		+9,19	+4,19
31.793		204/207 (S03)	+9,25	-10,70
31.857	204/213 (HB04)		+9,07	+4,07
31.857		204/208 (S04)	+9,15	-10,90
31.927	204/214 (HB05)		+9,12	+4,12
31.927		204/209 (S05)	+9,14	-10,80

Voor de locaties van de resultaten van het grondonderzoek wordt verwezen naar **bijlage II**.

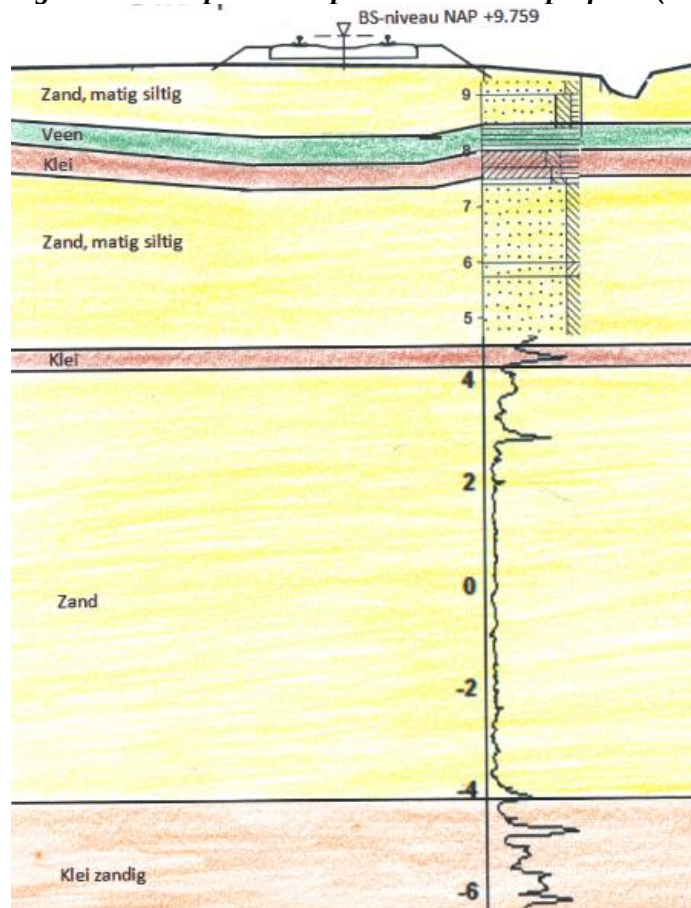
4.4 Grondopbouw

Op basis van de resultaten van het bodemonderzoek zijn per dwarsprofiel de grondopbouw bepaald en op een geotechnisch profiel weergegeven. Deze geotechnische profielen zijn in de volgende figuren weergegeven. Vervolgens is de grondopbouw van de 2 maatgevende dwarsprofielen in een tabel samengevat.

4.4.1. DWP 2 km 31.731

De grondopbouw van dwarsprofiel 2 is gemodelleerd op basis van sondering 206 en handboring 211.

Figuur: Grondopbouw ter plaatse van dwarsprofiel 2 (km 31.731)



Tabel: Bodemopbouw dwarsprofiel 2 km 31.731

Diepte [ca. m t.o.v. NAP]		Grondsoort
van	tot	
BS (ca. +9,76)	+9,00	Ballast
+9,00	+8,40	Zand, matig siltig, vast
+8,40	+8,00	Veer
+8,00	+7,50	Klei, matig siltig
+7,50	+4,50	Zand, matig grof, vast
+4,50	+4,00	Klei
+4,00	-4,00	Zand, los tot matig
-4,00	e.v.	Kleiig zand, los

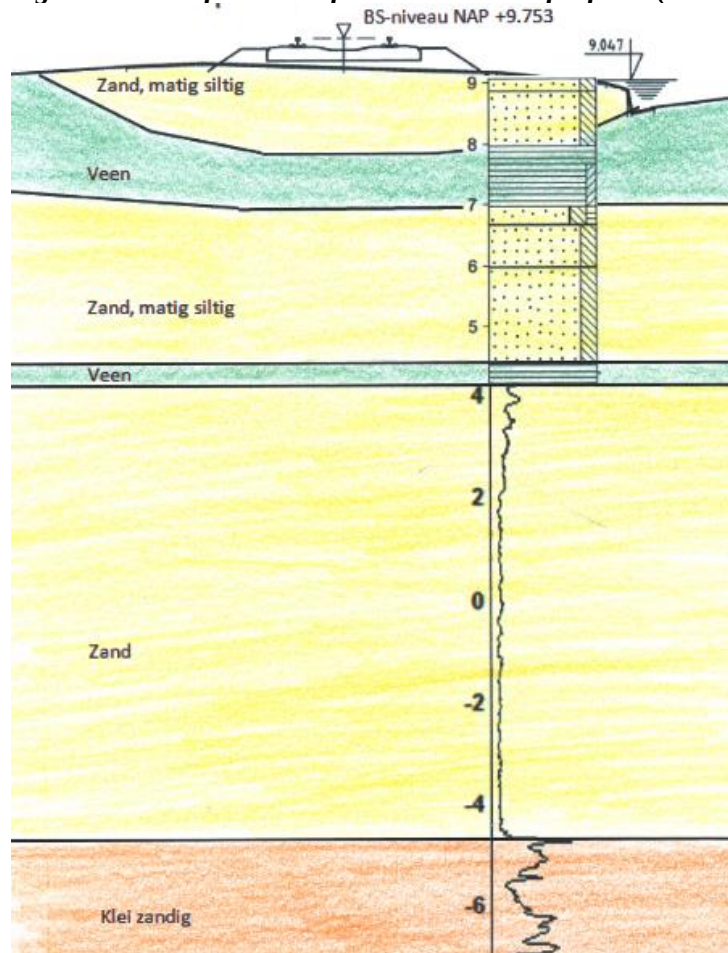
Waarin:

- BS: Bovenkant spoor;
- e.v.: en verder (einde waarneming vanuit sondering).

4.4.2. DWP 4 km 31.857

De grondopbouw van dwarsprofiel 4 is gemodelleerd op basis van sondering 208 en handboring 213.

Figuur: Grondopbouw ter plaatse van dwarsprofiel 4 (km 31.857)



Tabel: Bodemopbouw dwarsprofiel 4 km 31.857

Diepte [ca. m t.o.v. NAP]		Grondsoort
van	tot	
BS (ca. +9,75)	+8,90	Ballast
+8,90	+8,00	Zand, matig siltig, matig
+8,00	+7,00	Veen
+7,00	+4,40	Zand, matig siltig, los
+4,40	+4,00	Veen
+4,00	-4,75	Zand, matig tot vast
-4,75	e.v.	Kleiig zand, los

Waarin:

- BS: Bovenkant spoor;
- e.v.: en verder (einde waarneming vanuit sondering).

4.4.3. Geotechnisch lengteprofiel

Een geotechnisch lengteprofiel van het spoortraject is op basis van het aanvullend bodemonderzoek opgesteld. Dit geotechnische lengteprofiel is opgenomen in **bijlage II**.

4.5 Geohydrologische situatie

Het niveau van het maaiveld in het gebied varieert van NAP +8,4 m (tussen plas en spoor) tot NAP +9,0 m in het westelijk gelegen bos. Kenmerkend voor het projectgebied is de aanwezigheid van slecht doorlatende grondlagen (veen, klei en gliede) relatief dicht onder maaiveld. In de directe omgeving van de spoorbaan zijn deze lagen tussen NAP +8,0 m à NAP+8,5 m en NAP +7,0 m à NAP +7,5 m aangetroffen. Deze lagen hebben een zeer lage doorlatendheid en zorgen ervoor dat hemelwater moeilijk in verticale richting kan afstromen. Afstroming van hemelwater dient dan grotendeels in horizontale richting plaats te vinden, via de zandlaag direct onder maaiveld. Afstroming in deze richting wordt echter bemoeilijkt door de geringe dikte en de relatief lage doorlatendheid van het (fijne) zand. Dit leidt ertoe dat het een nat gebied is met gunstige voorwaarden voor de ontwikkeling van hoogveen. Het zandpakket onder de slecht doorlatende lagen is het 1^e watervoerende pakket gelegen. Op een diepte van circa NAP -4 m bevindt zich een scheidende laag.

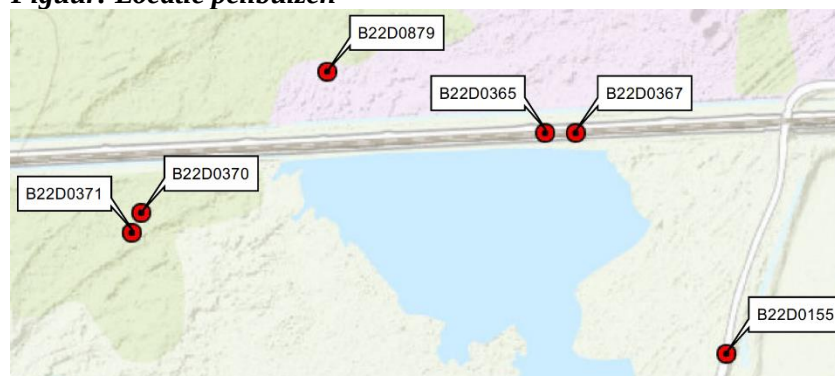
Bovenstaand beeld wordt bevestigd door de waarnemingen in peilbuizen uit het landelijk meetnet van TNO (DINO – loket). Uit metingen in de ondiepe filters (boven de slecht doorlatende lagen) volgt een grondwaterstand van NAP +8,0 m à NAP +8,5 m met vaak water op maaiveld. Uit metingen in de filters onder de slecht doorlatende lagen volgt een stijghoogte van NAP +6,0 m à NAP +7,0 m. De stijghoogte geeft een beeld van de waterdruk die in het 1^e watervoerende pakket heerst. In bijlage V is een isohypsenbeeld van 28 april 1995 van het 1^e watervoerende pakket weergegeven. Hieruit volgt dat de stijghoogte in het gebied hoger is dan in de omgeving.

De inmeting van de dwarsprofielen heeft aangetoond dat het waterpeil in de greppels en plas op NAP +9,0 m is, deze waarde is voor de stabiliteitsberekeningen aangehouden. Voor de stijghoogte van het 1^e watervoerend pakket is de meest ongunstige waarde aangehouden, namelijk NAP +7,0 m.

4.6 Huidig waterpeil

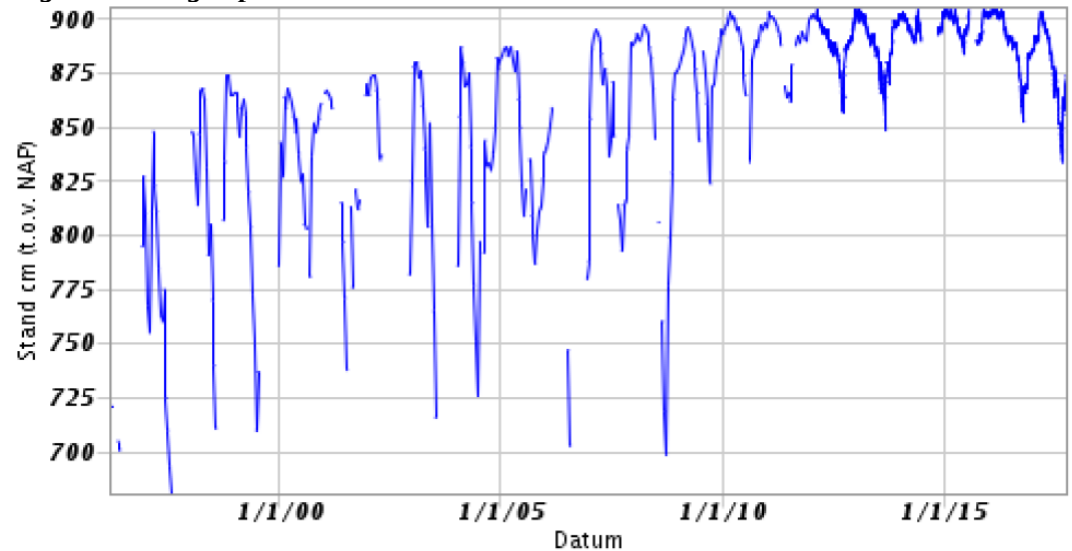
Het peil in de plas wordt beheerst door de Mariënbergerdijk. Peilbuis B22D0155 is nabij deze dijk gesitueerd. De ligging van peilbuizen in de projectgebied is weergegeven in de volgende figuur.

Figuur: Locatie peilbuizen



De metingen van de grondwaterstand voor de periode 1996 – 2017 zijn weergegeven in onderstaande figuur. Deze metingen worden representatief geacht voor de waterstand in de plas. Vanaf 25 februari 2012 wordt de waterstand dagelijks gemeten, daarvoor was de frequentie twee keer per maand.

Figuur: Metingen peilbuis PB22D0155 1996 - 2017



5 Stabiliteit baan

5.1 Algemeen

Om de stabiliteit van de baan te toetsen wordt gebruik gemaakt door ProRail opgestelde Richtlijn 'Toets constructieve veiligheid bestaande baanlichamen'. Dit document bevat het kenmerk RLN000414-1 (versie 001).

In het volgende paragraaf is de toetsrichtlijn uitgelegd. Hierbij wordt ingegaan op de algemene status en de functies waarop getoetst is. In deze situatie is alleen getoetst op de functie dragen omdat dit in het Bouwbesluit wordt geëist.

5.2 Toetsrichtlijn RLN00414-1

Voor het toetsen geldt alleen de **functie dragen**. Deze is vastgelegd in het Bouwbesluit. Dit is een wettelijke verplichting. De overige functies zijn belangrijk voor de beschikbaarheid, betrouwbaarheid en onderhoudbaarheid van het spoor. Dit is geen wettelijke verplichting doch beleid van ProRail.

De Richtlijn Beoordelen Bestaande Baan ProRail (RLN00408, datum 28-10-2014, versie 000.10) gold hierbij als basis, waarbij de veiligheidsfilosofie gestoeld was op representatieve waarden. De stabiliteitsfactor diende $\geq 1,3$ te bedragen bij diepe glijdcirkels die de integriteit van de baan beïnvloedde en $\geq 1,1$ à $1,2$ bij ondiepe glijdcirkels die de integriteit van de baan niet beïnvloedde.

Op 01-07-2016 is de nieuwe definitieve toetsrichtlijn (RLN00414-1 versie 001) verschenen en definitief van kracht geworden, waarbij de veiligheidsfilosofie gestoeld is op rekenwaarden. De stabiliteitsfactor dient $\geq 1,0$ te bedragen, rekening houdend met belastingsfactoren en partiële materiaalfactoren behorende bij de veiligheidsklasse van verbouw- en afkeurniveau en RC3 (baan) en RC 2 (talud). Deze richtlijn is alleen geldig voor een beoordeling van de bestaande spoorweginfrastructuur (aanleg < 2004, einde levensduur, beperkte geconstateerde en/of beperkte vermoede schade, schadebeelden, storingen, gemeten vervormingen, historische belastingen, etc) en is niet geldig voor functiewijzigingen zoals:

- wijzigingen in de omgeving (polderpeil, werkzaamheden, bouwwerken);
- herontwerp (of uitbreiding).

De toetsberekeningen zijn uitgevoerd zoals bij het wettelijk kader is aangegeven en hierbij dient een bestaande aardebaan minimaal het **afkeurniveau** te halen ($UC \geq 1,0$). Bij een bovenbouwvernieuwing (BBV) geldt ook dit afkeurniveau. Indien bij een bovenbouwvernieuwing de onderzijde van het ballastbed op een dieper niveau aangelegd wordt, dan dient de bestaande aardebaan minimaal het **verbouwniveau** te halen ($UC \geq 1,0$). Een afwijking van 5% van de berekende UC wordt acceptabel geacht.

5.3 Uitgangspunten en randvoorwaarden

De aanleiding voor dit onderzoek is om met name de baanstabieleit ter plaatse van de Spoorplas nader te onderzoeken. In deze stap zijn de volgende werkzaamheden uitgevoerd:

- Alle gegevens worden geïnterpreteerd en geanalyseerd;

De uit te voeren werkzaamheden zijn als volgt:

- Herberekenen van de stabiliteit aardebaan conform de RLN00414-1 v001 voor de dwarsprofielen km 31.731 en 31.857;
- Oplossingsrichting: Baan “in control”?
- Schematisatie grondopbouw

Op basis van het beschikbare grondonderzoek zijn de grondlagen geschematiseerd en in het dwarsprofiel ingetekend. Hierbij wordt tevens rekening gehouden met de uit het verleden bekende gegevens uit het archief van de baanopbouw, inclusief “gezakte” grondlagen, etc..

- Toekenning grondparameters conform tabel 2b NEN9997-1 + c1 2012

Aan de grondlagen zijn de volgende grondparameters (γ , c' , ϕ') toegekend:

- Volumiek gewicht (γ');
- Effectieve cohesie (c');
- Effectieve hoek van inwendige wrijving (ϕ').

Om aan de veiligheidsfilosofie van de RLN00414-1 v001 aan te sluiten zijn rekenwaarden van de grondparameters bepaald. Per profiel is dan een duidelijke onderbouwing van de keuze voor de verschillende parameters gemaakt;

De stabiliteit van de spoorbaan en het talud wordt berekend met het softwarepakket D-Geo Stability van Deltares Systems, versie 17.1. Hierbij is beoordeeld of de resultaten van de stabiliteitsberekeningen voldoen aan de RLN00414-1 v001, te weten:

- Diepe glijdvlakken door de invloed van spoorbelasting;
- Oppervlakte (talud) glijdvlakken, waarbij de integriteit van het spoor niet wordt aangetast;
- Op basis van de RLN00414-1 v001 wordt de baan beoordeeld op de ‘Functie dragen bovenbouw’ (stabiliteit en draagkracht);
- Formuleren oplossingsrichting/maatregelen: wanneer en met welke maatregel baan “in control” is?, wat betekent dit voor het gehele baanvak?

Indien taludstabiliteit onvoldoende blijkt te zijn, worden alle zwakke plekken geïdentificeerd met zo weinig mogelijk “vals alarm”. Met andere woorden: We voeren de stabiliteitsanalyses uit door scherp te rekenen met alle kennis, kunde en creativiteit die naadloos aansluiten op de situatie zoals buiten in de praktijk wordt aangetroffen. Hierbij trachten we kostbare vervolgfases te voorkomen, maar we blijven wel aan de “veilige kant”;

- De aanpassingen van de parameters ten behoeve van de gevoeligheidsanalyse zijn in de berekeningresultaten weergegeven.

5.4 Grondparameters (representatief)

In onderstaande tabel zijn de grondparameters (representatieve waarden) t.b.v. de stabiliteitsberekeningen samengevat.

Tabel: Grondparameters (representatieve waarden)

Grondsoort	$\gamma_{dr;rep}$ [kN/m ³]	$\gamma_{sat;rep}$ [kN/m ³]	c'_{rep} [kPa]	ϕ'_{rep} [°]
Zand ob ($q_c < 5$)	17,00	19,00	0,00	30,00
Veen ob	11,00	11,00	2,00	15,00
Klei ob	17,00	17,00	5,00	17,50
Zand matig siltig	18,00	20,00	0,00	32,50
Klei sterk zandig	18,00	18,00	0,00	27,50
Bekledingsgrond	16,00	16,00	2,00	22,50
Zand los vb	17,00	19,00	0,00	32,42
Veen vb	11,00	11,00	2,50	16,42
Klei vb	17,00	17,00	6,00	19,13

Waarin:

- $\gamma_{dr;rep}$: Representatieve waarde van volumiek gewicht van droge grond;
- $\gamma_{sat;rep}$: Representatieve waarde van volumiek gewicht van met water verzadigde grond;
- c'_{rep} : Representatieve waarden van effectieve cohesie;
- ϕ'_{rep} : Representatieve waarden van effectieve inwendige wrijvingshoek.
- ob: Onbelast;
- vb: Voorbelast.

5.5 Grondparameters (rekenwaarden)

In onderstaande tabel zijn de grondparameters t.b.v. de stabiliteitsberekeningen samengevat en omgerekend naar rekenwaarden voor de veiligheidsklasse RC2 (talud) voor verbouwniveau.

Tabel: Parameters (rekenwaarden) "RC 2 (talud) Verbouw"

Grondsoort	$\gamma_{dr;d}$ [kN/m ³]	$\gamma_{sat;d}$ [kN/m ³]	c'_d [kPa] $\gamma_{m;b}=1,3$	ϕ'_d [°] $\gamma_{m;b}=(\tan)1,2$
Zand ob ($q_c < 5$)	17,00	19,00	0,00	25,69
Veen ob	11,00	11,00	1,54	12,59
Klei ob	17,00	17,00	3,85	14,72
Zand matig siltig	18,00	20,00	0,00	27,96
Klei sterk zandig	18,00	18,00	0,00	23,45
Bekledingsgrond	16,00	16,00	1,54	19,04
Zand los vb	17,00	19,00	0,00	27,89
Veen vb	11,00	11,00	1,92	13,80
Klei vb	17,00	17,00	4,62	16,12

In onderstaande tabel zijn de grondparameters t.b.v. de stabiliteitsberekeningen samengevat en omgerekend naar rekenwaarden voor de veiligheidsklasse RC3 (baan) voor verbouwniveau.

Tabel: Parameters (rekenwaarden) “RC 3 (Baan) Verbouw”

Grondsoort	$\gamma_{dr;d}$ [kN/m ³]	$\gamma_{sat;d}$ [kN/m ³]	c'_d [kPa] $\gamma_{m;b}=1,45$	ϕ'_d [°] $\gamma_{m;b}=(\tan)1,25$
Zand ob ($q_c < 5$)	17,00	19,00	0,00	24,79
Veen ob	11,00	11,00	1,38	12,10
Klei ob	17,00	17,00	3,45	14,16
Zand matig siltig	18,00	20,00	0,00	27,01
Klei sterk zandig	18,00	18,00	0,00	22,61
Bekledingsgrond	16,00	16,00	1,38	18,33
Zand los vb	17,00	19,00	0,00	26,93
Veen vb	11,00	11,00	1,72	13,27
Klei vb	17,00	17,00	4,14	15,51

In onderstaande tabel zijn de grondparameters t.b.v. de stabiliteitsberekeningen samengevat en omgerekend naar rekenwaarden voor de veiligheidsklasse RC2 (talud) afkeurniveau.

Tabel: Parameters (rekenwaarden) “RC 2 (talud) Afkeur”

Grondsoort	$\gamma_{dr;d}$ [kN/m ³]	$\gamma_{sat;d}$ [kN/m ³]	c'_d [kPa] $\gamma_{m;b}=1,1$	ϕ'_d [°] $\gamma_{m;b}=(\tan)1,1$
Zand ob ($q_c < 5$)	17,00	19,00	0,00	27,69
Veen ob	11,00	11,00	1,82	13,69
Klei ob	17,00	17,00	4,55	15,99
Zand matig siltig	18,00	20,00	0,00	30,08
Klei sterk zandig	18,00	18,00	0,00	25,33
Bekledingsgrond	16,00	16,00	1,82	20,63
Zand los vb	17,00	19,00	0,00	30,00
Veen vb	11,00	11,00	2,27	15,00
Klei vb	17,00	17,00	5,45	17,50

In onderstaande tabel zijn de grondparameters t.b.v. de stabiliteitsberekeningen samengevat en omgerekend naar rekenwaarden voor de veiligheidsklasse RC3 (baan) voor afkeurniveau .

Tabel: Parameters (rekenwaarden) “RC 3 (Baan) Afkeur”

Grondsoort	$\gamma_{dr;d}$ [kN/m ³]	$\gamma_{sat;d}$ [kN/m ³]	c'_d [kPa] $\gamma_{m;b}=1,3$	ϕ'_d [°] $\gamma_{m;b}=(\tan)1,2$
Zand ob ($q_c < 5$)	17,00	19,00	0,00	25,69
Veen ob	11,00	11,00	1,54	12,59
Klei ob	17,00	17,00	3,85	14,72
Zand matig siltig	18,00	20,00	0,00	27,96
Klei sterk zandig	18,00	18,00	0,00	23,45
Bekledingsgrond	16,00	16,00	1,54	19,04
Zand los vb	17,00	19,00	0,00	27,89
Veen vb	11,00	11,00	1,92	13,80
Klei vb	17,00	17,00	4,62	16,12

De stabiliteit van het talud is conform de nieuwe toetsrichtlijn (RLN00414-1 v001) berekend, waarbij de veiligheidsfilosofie gestoeld is op rekenwaarden. De stabiliteitsfactor dient $\geq 1,0$ te bedragen, rekening houdend met belastingsfactoren en partiële materiaalfactoren behorende bij de veiligheidsklasse van verbouw- en afkeurniveau en RC3 (baan) en RC 2 (talud).

Uit de netverklaring 2019 (initieel) bijlage 13 versie 1.0 d.d. 08 december 2017 volgt dat op de spoorlijn Zwolle - Emmen een spoorbelasting van D2/80 km/h geldt.

De belasting D2/80 km/h is omgerekend naar rekenwaarden (zie onderstaande tabel).

Tabel: Rekenwaarde belastingen D2/80 over 3,0 m¹

RC	Verbouw $\gamma_b=1,3$		Afkeur $\gamma_b=1,2$	
	Hoofdspoor [kN/m ²]	Nevenspoor [kN/m ²] 80%	Hoofdspoor [kN/m ²]	Nevenspoor [kN/m ²] 80%
3 (baan)	45,5	36,4	42,0	33,6
RC	Verbouw $\gamma_b=1,2$		Afkeur $\gamma_b=1,1$	
	Hoofdspoor [kN/m ²]	Nevenspoor [kN/m ²] 80%	Hoofdspoor [kN/m ²]	Nevenspoor [kN/m ²] 80%
2 (talud)	42,0	33,6	38,5	30,8

5.6 Te toetsen niveau

Zoals bij het wettelijk kader is aangegeven dient de bestaande aardebaan minimaal het “afkeurniveau” te halen. Er wordt hier geen rekening gehouden met bovenbouwvernieuwing, waardoor geen sprake is van een belastingwijziging.

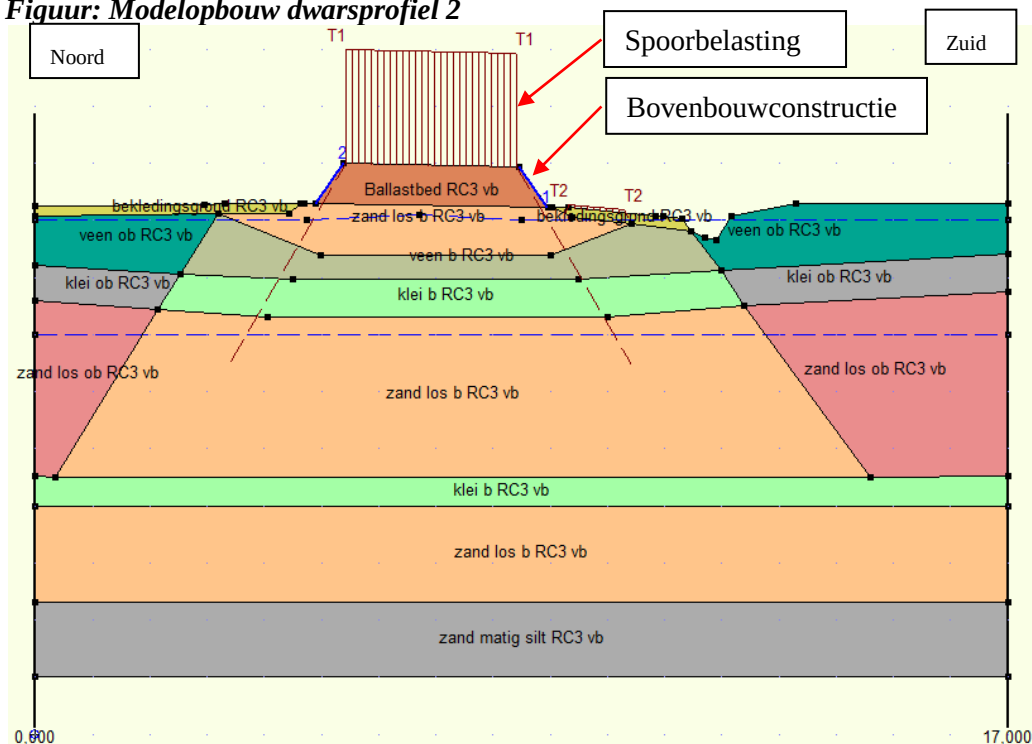
Met ingang van 1 april 2012 wijst het Bouwbesluit 2012 de NEN 8700 serie of de Eurocode 7 (NEN 9997-1) aan als normen waarmee de constructieve veiligheid en duurzaamheid van bestaande bouwwerken dient te worden aangetoond. Bij het beoordelen van de bestaande baan dient er gekeken te worden naar het vervullen van de functies. Deze functies zijn:

- dragen bovenbouw;
- fixeren bovenbouw;
- afwateren bovenbouw;
- ontwateren baanlichaam;
- verzorgen comfort (dynamisch gedrag);
- bieden ruimte, inpassen omgeving;
- faciliteren mogelijkheid tot kruisen.

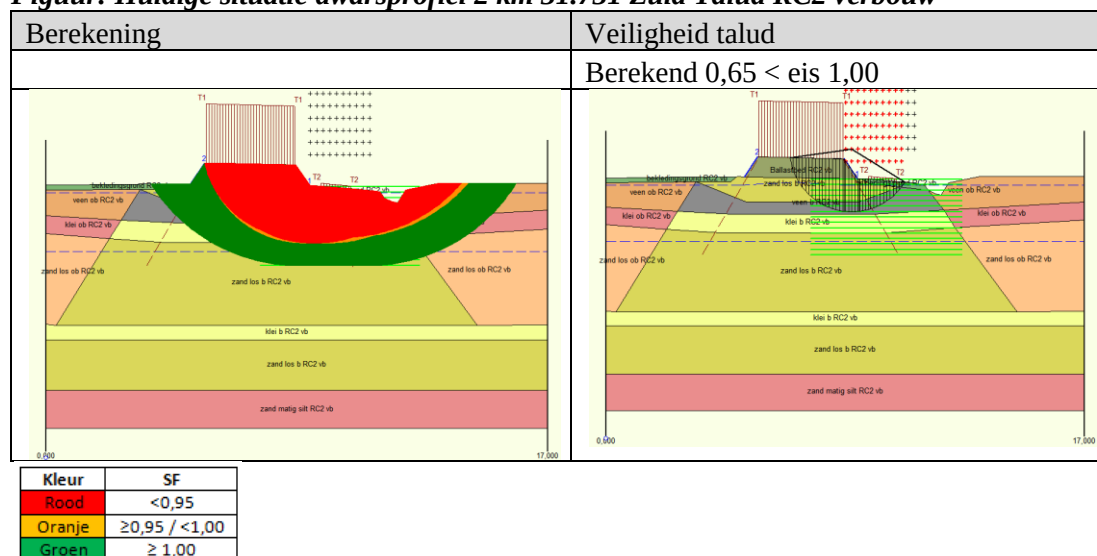
5.7 Resultaten Dwarsprofiel 2 31.731 Zuid

De huidige situatie van de aardebaan met een greppel is gemodelleerd en hieronder weergegeven. De **stabiliteitsberekeningen** zijn de resultaten in onderstaande figuren samengevat.

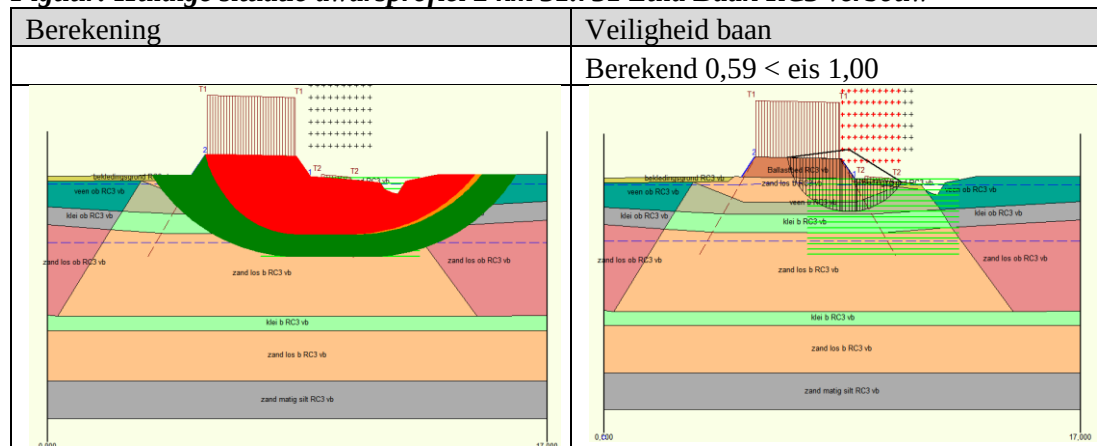
Figuur: Modelopbouw dwarsprofiel 2



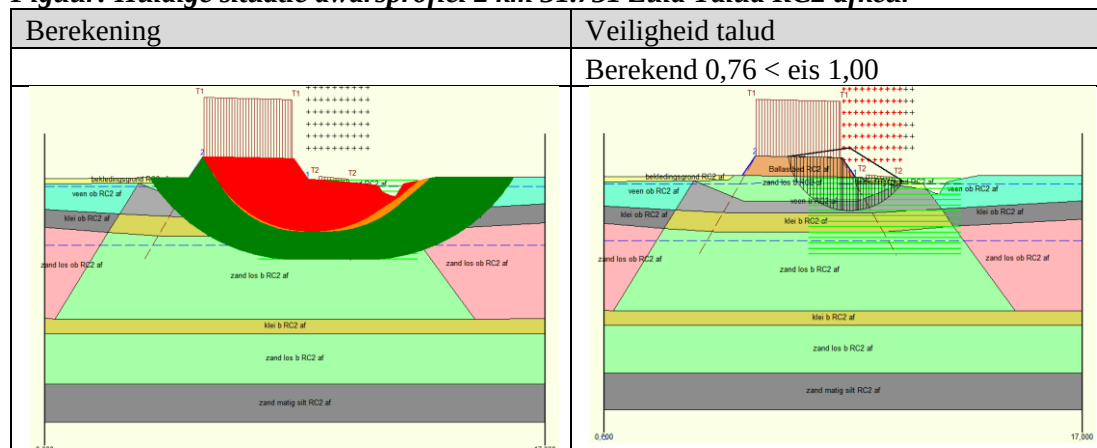
Figuur: Huidige situatie dwarsprofiel 2 km 31.731 Zuid Talud RC2 verbouw



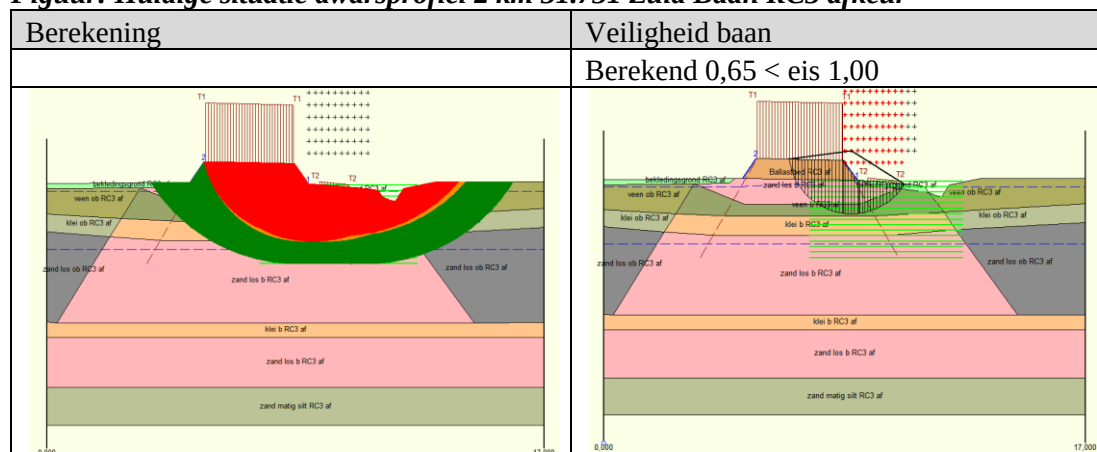
Figuur: Huidige situatie dwarsprofiel 2 km 31.731 Zuid Baan RC3 verbouw



Figuur: Huidige situatie dwarsprofiel 2 km 31.731 Zuid Talud RC2 afkeur



Figuur: Huidige situatie dwarsprofiel 2 km 31.731 Zuid Baan RC3 afkeur



In onderstaande tabel zijn de berekeningsresultaten samengevat.

Tabel: Huidige situatie dwarsprofiel 2 km 31.731 Zuid

Locatie	Type berekening	Stabiliteitsfactor		Conclusie	
		Berekend	Norm	Baan	Talud
Zuid	RLN "RC3 verbouw" Rekenwaarden	0,59	1,00	VN	
	RLN "RC3 afkeur" Rekenwaarden	0,65	1,00	VN	
	RLN "RC2 verbouw" Rekenwaarden	0,65	1,00		VN
	RLN "RC2 afkeur" Rekenwaarden	0,76	1,00		VN

Waarin:

V: Voldoet;

VN: Voldoet niet;

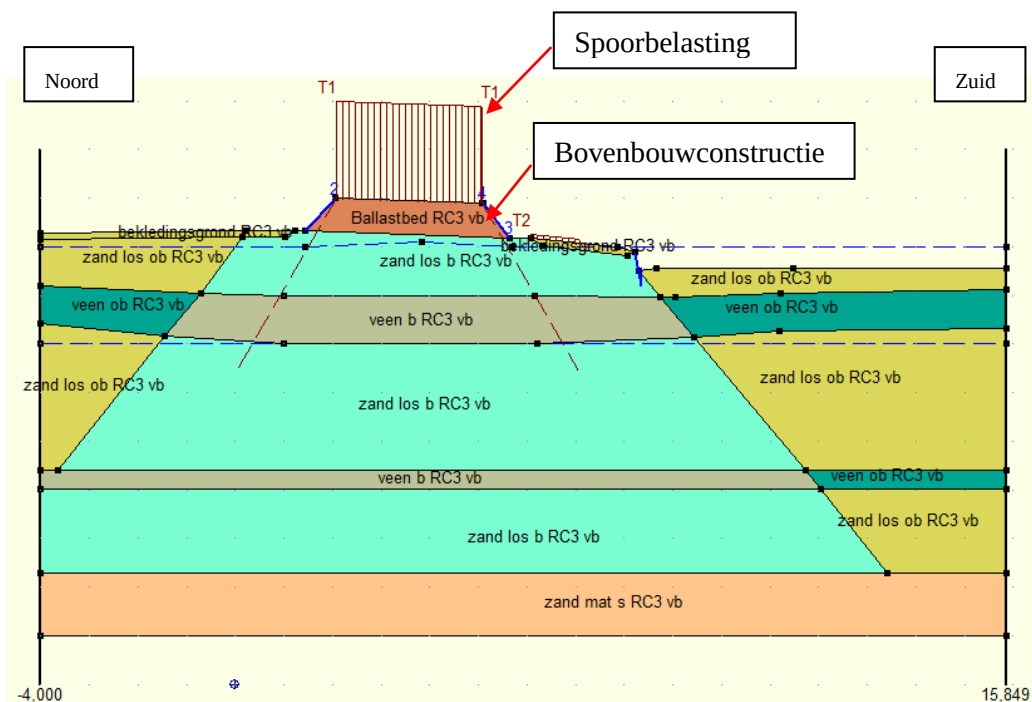
Conclusie:

Op basis van de gehanteerde uitgangspunten en randvoorwaarden blijkt dat de huidige stabiliteit van **de baan en het talud** voor het **dwarsprofiel 2 km 31.731 Zuid** niet voldoet op verbouw- en afkeurniveau.

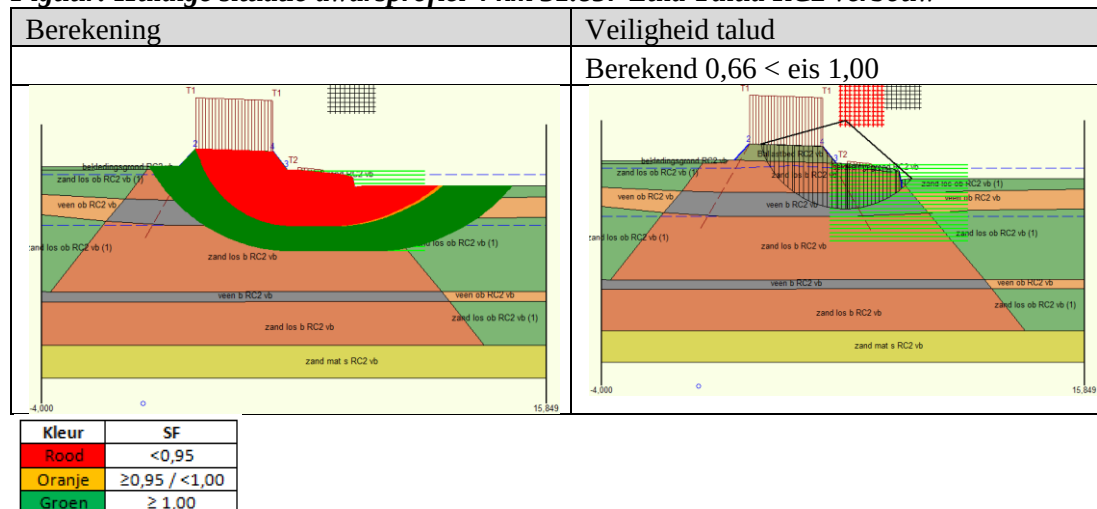
5.8 Resultaten Dwarsprofiel 4 km 31.857 Zuid

De huidige situatie van de aardebaan met een greppel is gemodelleerd en hieronder weergegeven. De **stabiliteitsberekeningen** zijn de resultaten in onderstaande figuren samengevat.

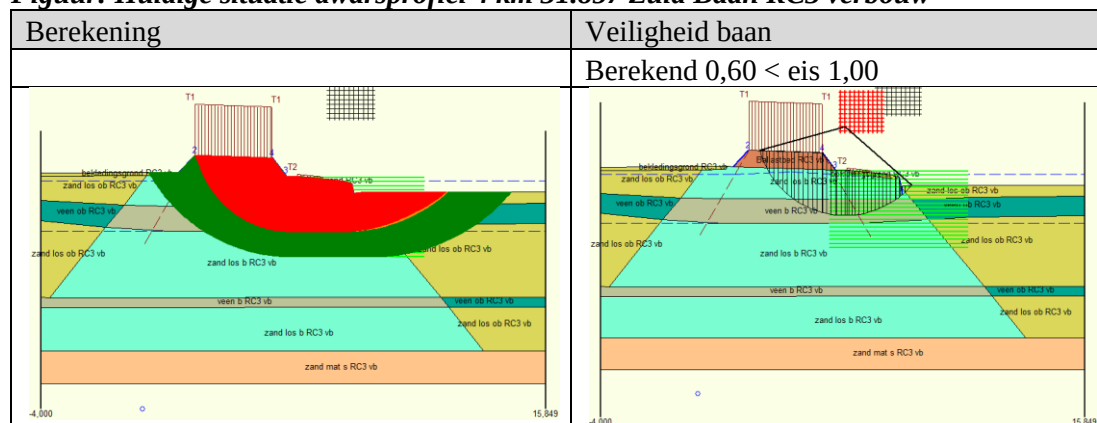
Figuur: Modelopbouw dwarsprofiel bij spoorsloot



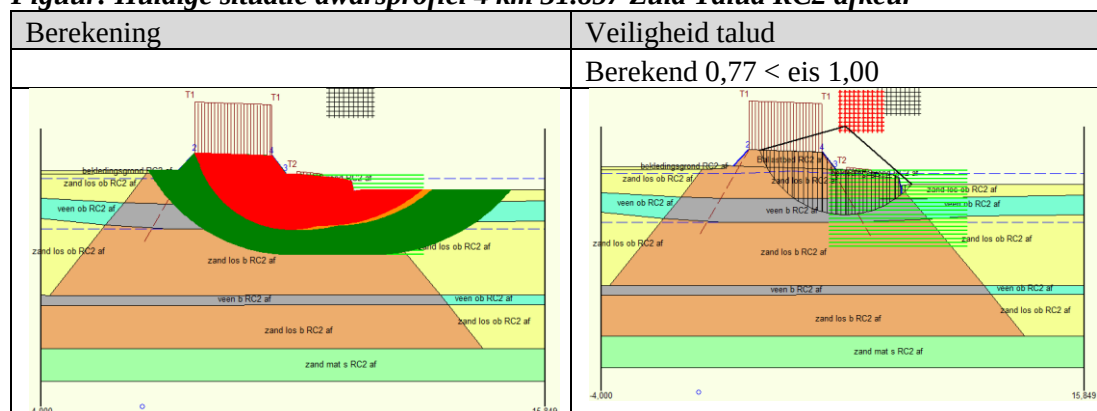
Figuur: Huidige situatie dwarsprofiel 4 km 31.857 Zuid Talud RC2 verbouw



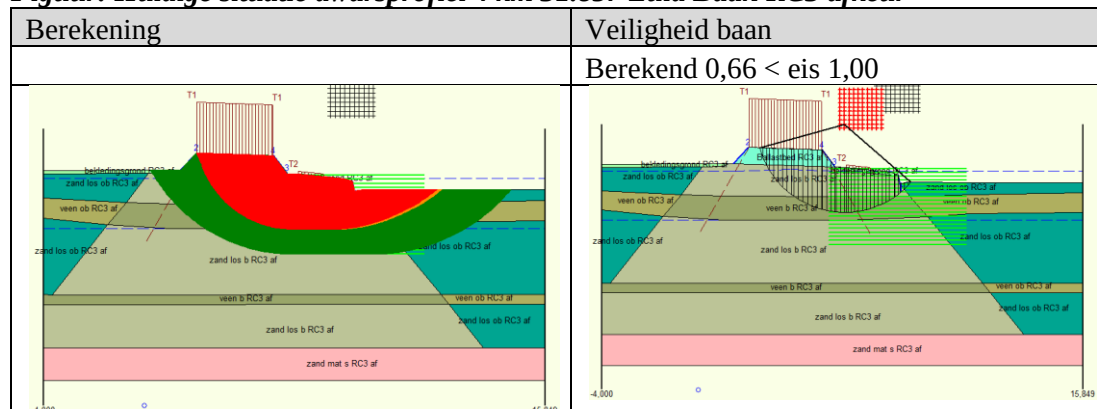
Figuur: Huidige situatie dwarsprofiel 4 km 31.857 Zuid Baan RC3 verbouw



Figuur: Huidige situatie dwarsprofiel 4 km 31.857 Zuid Talud RC2 afkeur



Figuur: Huidige situatie dwarsprofiel 4 km 31.857 Zuid Baan RC3 afkeur



In onderstaande tabel zijn de berekeningsresultaten samengevat.

Tabel: Huidige situatie dwarsprofiel 4 km 31.857 Zuid

Locatie	Type berekening	Stabiliteitsfactor		Conclusie	
		Berekend	Norm	Baan	Talud
Zuid	RLN “RC3 verbouw” Rekenwaarden	0,60	1,00	VN	
	RLN “RC3 afkeur” Rekenwaarden	0,66	1,00	VN	
	RLN “RC2 verbouw” Rekenwaarden	0,66	1,00		VN
	RLN “RC2 afkeur” Rekenwaarden	0,77	1,00		VN

Waarin:

V : voldoet;

VN : Voldoet niet.

Conclusie:

Op basis van de gehanteerde uitgangspunten en randvoorwaarden blijkt dat de huidige stabiliteit van **de baan en het talud** voor het dwarsprofiel 4 km 31.857 Zuid niet voldoet. Opgemerkt wordt dat de spoorbaan echter wel functioneert (bewezen op basis van sterkte). Rekenkundige stabiliteit van de huidige spoorbaan voldoet niet door de aanwezigheid van de slappe veenlagen.

5.9 Conclusie

Stabiliteitsanalyse: Op basis van de gehanteerde uitgangspunten en randvoorwaarden blijkt dat de huidige rekenkundige stabiliteit van de spoorbaan (dwarsprofiel 2 km 31.731 Zuid en dwarsprofiel 4 km 31.851 Zuid) niet voldoet. Om de veiligheid van de talud- en baanstabiliteit te garanderen dient de stabiliteitsfactor gelijk of groter dan 1,00 te zijn (RLN00414-1-V001).

In **bijlage III** zijn de resultaten van de berekeningen weergegeven.

6 Maatregelen Landschap Overijssel

6.1 Maatregelen Landschap Overijssel

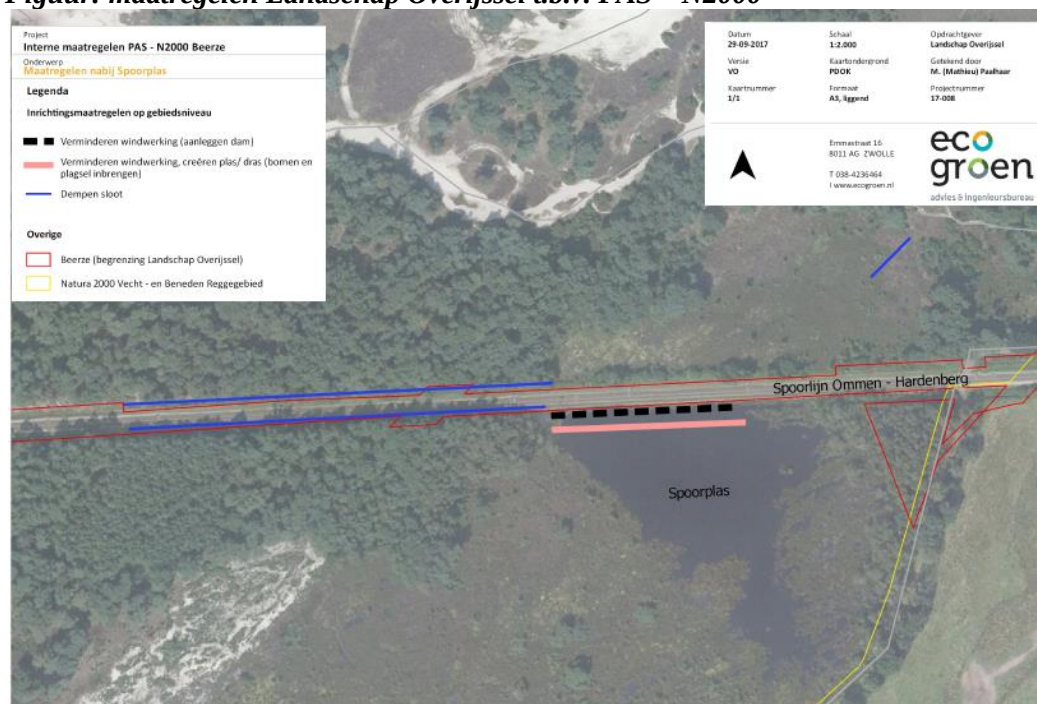
Door “Landschap Overijssel” wordt een aantal maatregelen/werkzaamheden naast de spoorbaan gerealiseerd.

Deze maatregelen bestaan uit:

- 1) Dempen greppels naast de spoorbaan;
- 2) Aanleggen gronddam tussen het spoor & de Spoorplas

In onderstaande figuur zijn de te realiseren maatregelen weergegeven.

Figuur: maatregelen Landschap Overijssel t.b.v. PAS – N2000



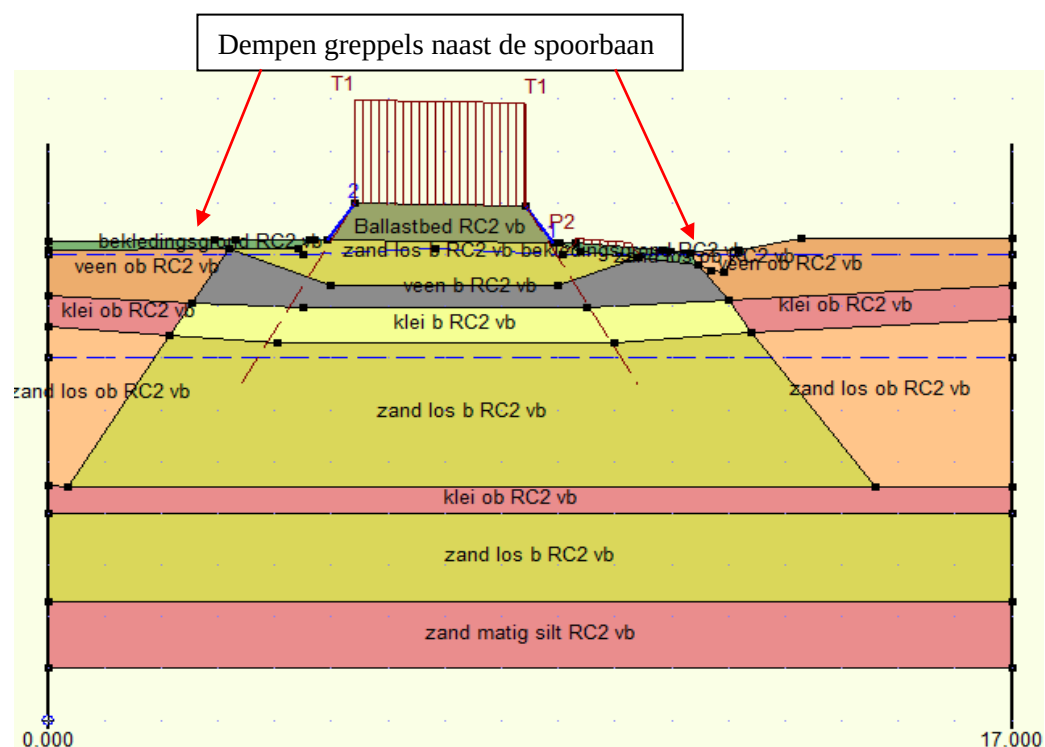
In de navolgende paragrafen zijn de effecten van de maatregelen op de stabiliteit van de aardebaan conform RLN00414-1 op verbouw getoetst.

6.2 Maatregel 1

Maatregel 1: dempen greppels naast de spoorbaan.

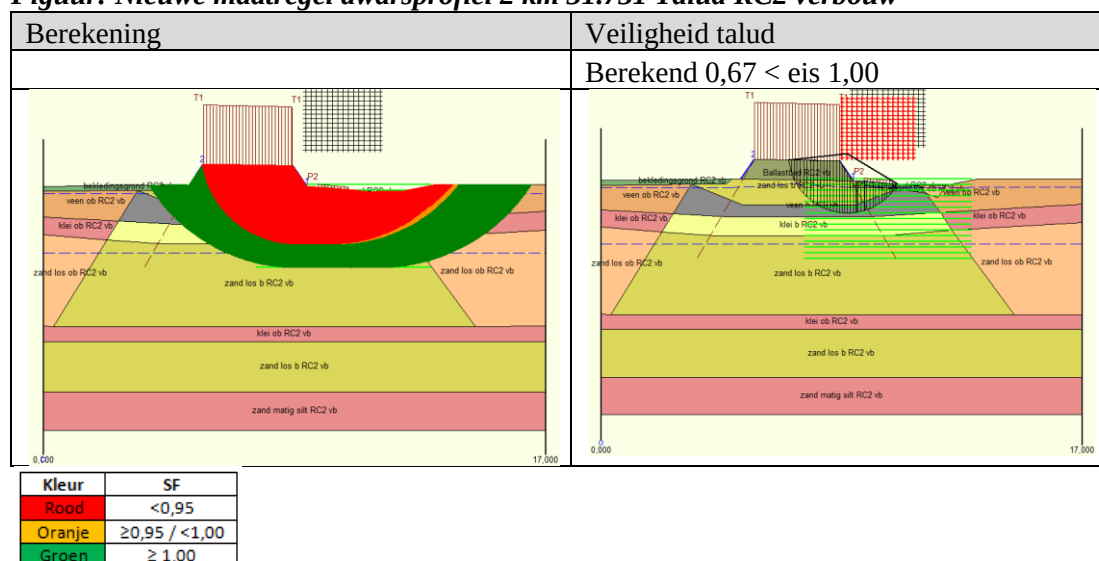
De greppels liggen aan weerszijden van de spoorbaan conform Model maatregel 1. Doordat de globale bodemopbouw en profiel symmetrisch is, wordt alleen de zuidzijde getoetst op de talud- en baanstabieleit.

Model maatregel 1

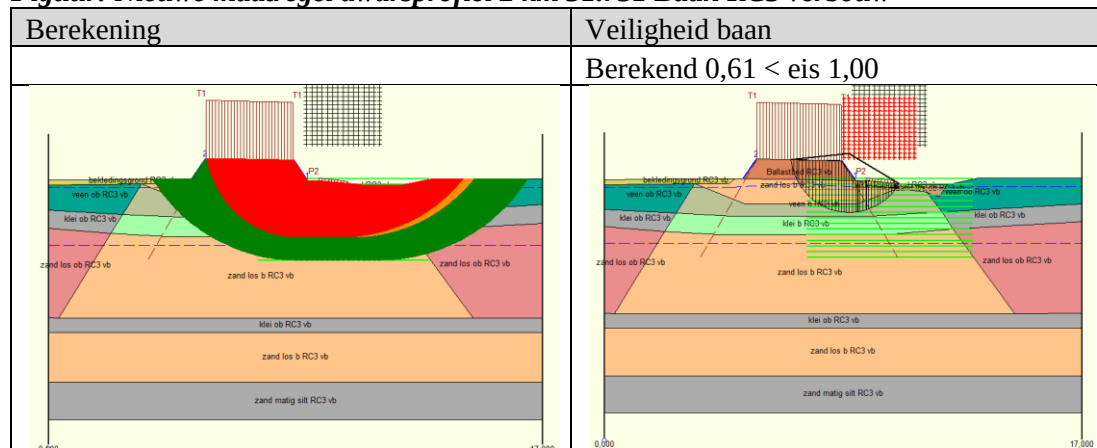


De *stabiliteitsberekeningen* zijn de resultaten in onderstaande figuren samengevat.

Figuur: Nieuwe maatregel dwarsprofiel 2 km 31.731 Talud RC2 verbouw



Figuur: Nieuwe maatregel dwarsprofiel 2 km 31.731 Baan RC3 verbouw



In onderstaande tabel zijn de berekeningsresultaten samengevat.

Tabel: Nieuwe maatregel dwarsprofiel 2 km 31.731

Locatie	Type berekening	Stabiliteitsfactor		Conclusie	
		Berekend	Norm	Baan	Talud
Zuid	RLN “RC3 verbouw” Rekenwaarden	0,61 (was 0,59)	1,00	VN	
	RLN “RC2 verbouw” Rekenwaarden	0,67 (was 0,65)	1,00		VN

Waarin:

V : voldoet;

VN : Voldoet niet;

Conclusie:

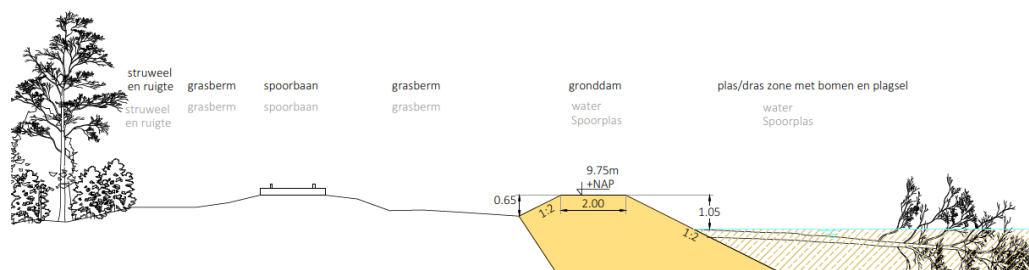
Op basis van de gehanteerde uitgangspunten en randvoorwaarden blijkt dat het dempen **dempen van de greppels**, de talud- en baanstabiliteit voor **dwarsprofiel 2 km 31.731** steeds niet voldoet. De baanstabiliteit heeft voor de huidige situatie een stabiliteitsfactor van 0,59 door grondopvulling wordt de berekende stabiliteitsfactor 0,61. Voor de taludstabiliteit is voor de huidige situatie een stabiliteitsfactor op 0,65 berekend, door de grondopvulling van de greppel wordt deze op 0,67 berekend en wordt de stabiliteit verbeterd.

6.3 Maatregel 2

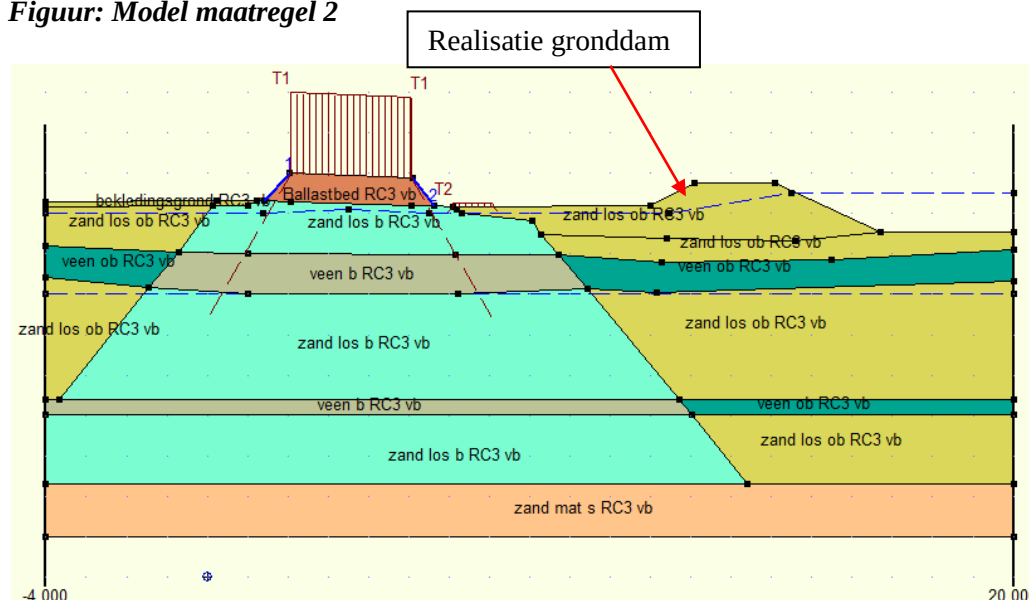
Maatregel 2: aanleggen gronddam Spoorplas

Landschap Overijssel wil naast de spoorbaan een gronddam aanleggen. Een DWP van de constructie, gemaakt door Landschap Overijssel is hierna weergegeven.

Figuur: Afmetingen gronddam bij Spoorplas (indicatief)



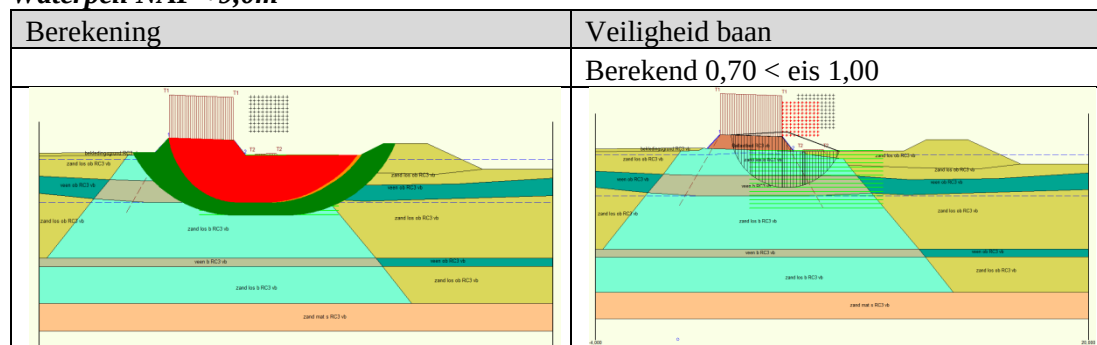
Figuur: Model maatregel 2



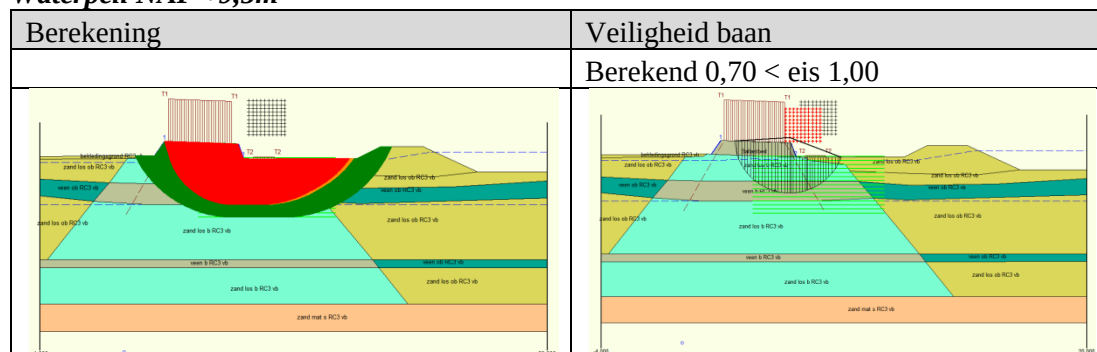
De **stabiliteitsberekeningen** zijn de resultaten in onderstaande figuren samengevat.

Het Landschap Overijssel wil het waterpeil van de spoorplas verhogen. Hierbij is het verschil tussen twee waterpeilen beschouwd. Namelijk het huidige gemeten waterpeil van NAP +9,0m en de gewenste uiterste situatie (NAP +9,5m). In de berekeningen is het waterpeil niet stapjes om 0,1m verhoogd maar uitgegaan van een maatgevend peil van NAP +9,5m. Uit de berekeningsresultaten is gebleken dat qua stabiliteit geen verschil tussen NAP +9,0m en + 9,5m is geconstateerd.

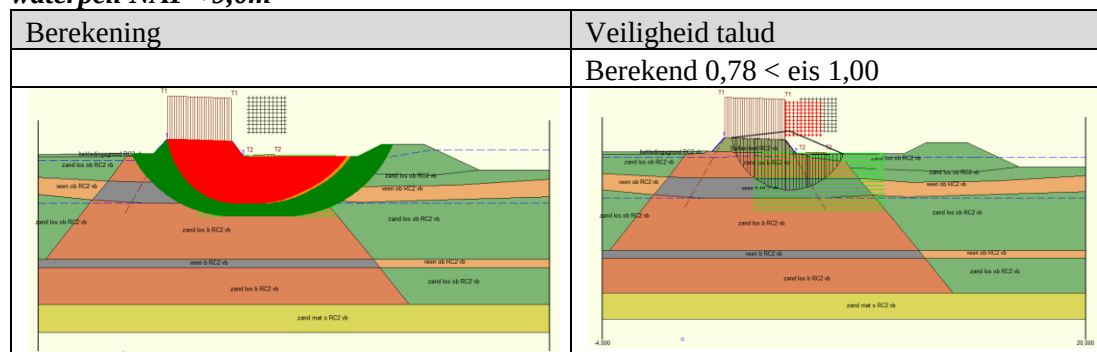
**Figuur: Nieuwe maatregel dwarsprofiel 4 km 31.857 Zuid Baan RC3 verbouw
Waterpeil NAP +9,0m**



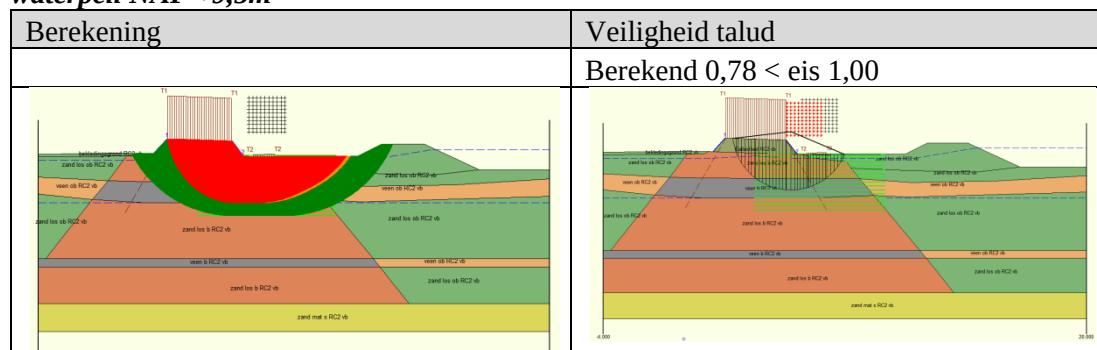
**Figuur: Nieuwe maatregel dwarsprofiel 4 km 31.857 Zuid Baan RC3 verbouw
Waterpeil NAP +9,5m**



**Figuur: Nieuwe maatregel dwarsprofiel 4 km 31.857 Zuid Talud RC2 verbouw
waterpeil NAP +9,0m**



Figuur: Nieuwe maatregel dwarsprofiel 4 km 31.857 Zuid Talud RC2 verbouw waterpeil NAP +9,5m



In onderstaande tabel zijn de berekeningsresultaten samengevat.

Tabel: Nieuwe maatregel dwarsprofiel 4 km 31.857 Zuid

Locatie	Type berekening	Stabiliteitsfactor		Conclusie	
		Berekend	Norm	Baan	Talud
Zuid	RLN "RC3 verbouw" Rekenwaarden Waterpeil NAP +9,0m	0,70	1,00	VN	
	RLN "RC3 verbouw" Rekenwaarden Waterpeil NAP +9,5m	0,70	1,00	VN	
	RLN "RC2 verbouw" Rekenwaarden Waterpeil NAP +9,0m	0,78	1,00		VN
	RLN "RC2 verbouw" Rekenwaarden Waterpeil NAP +9,5m	0,78	1,00		VN

Waarin:

V : voldoet;

VN : Voldoet niet;

Conclusie:

Op basis van de gehanteerde uitgangspunten en randvoorwaarden blijkt dat de nieuwe maatregel voor het **aanleggen van een grond dam en de verhoging van de waterstand tot NAP +9,5 m** de baanstabieleit voor de **nieuwe maatregel dwarsprofiel 4 km 31.857 Zuid** niet voldoet. Door een groter tegenwerkend en aandrijvende kracht (dat door de grond dam gecreëerd wordt) wordt echter wel de stabiliteit verbeterd. De baanstabieleit heeft voor de huidige situatie een stabiliteitsfactor van 0,74. Door de werkende kracht van de grond dam wordt de berekende stabiliteitsfactor 0,91. Voor de taludstabiliteit is voor de huidige situatie een stabiliteitsfactor op 0,82 berekend, door de grondopvulling van de grond dam wordt deze op 1,01 berekend en wordt de stabiliteit verbeterd. Opgemerkt dient te worden dat de verhoging van het grondwaterstand geen invloed heeft op de stabiliteit maar wel de waterhuishouding van de aardebaan.

Wegens het aanleggen van de grond dam wordt in de buurt van het spoor verbouwd. Hierdoor dient op verbouwniveau te worden berekend. Hierdoor wordt de nieuwe voor afkeurniveau niet beschouwd.

Onderstaand tabel geeft in één overzicht weer de berekende stabiliteitsfactoren voor de taludstabiliteit (RC2) en baanstabiliteit (RC3).

Tabel: verschil in stabiliteitsfactoren

DWP	Situatie	Berekeningsniveau	Stabiliteitsfactor		Conclusie	
			Berekend	Norm	Baan	Talud
DWP2	Bestaand	RLN RC 2 verbouw	0,65	1,00		VN
	Nieuw	RLN RC 2 verbouw	0,67	1,00		VN
	Bestaand	RLN RC 3 verbouw	0,59	1,00	VN	
	Nieuw	RLN RC 3 verbouw	0,61	1,00	VN	
	Bestaand	RLN RC 2 afkeur	0,76	1,00		VN
	Bestaand	RLN RC 3 afkeur	0,65	1,00	VN	
DWP4	Bestaand	RLN RC 2 verbouw	0,66	1,00		VN
	Nieuw	RLN RC 2 verbouw Waterpeil NAP +9,0m	0,78	1,00		VN
	Nieuw	RLN RC 2 verbouw Waterpeil NAP +9,5m	0,78	1,00		VN
	Bestaand	RLN RC 3 verbouw	0,60	1,00	VN	
	Nieuw	RLN RC 3 verbouw Waterpeil NAP +9,0m	0,70	1,00	VN	
	Nieuw	RLN RC 3 verbouw Waterpeil NAP +9,5m	0,70	1,00	VN	
	Bestaand	RLN RC 2 afkeur	0,77	1,00		VN
	Bestaand	RLN RC 3 afkeur	0,66	1,00	VN	

DWP: dwarsprofiel;

RLN: richtlijn.

De resultaten van de stabiliteitsberekeningen zijn in bijlage III weergegeven.

6.4 Aanleg werkweg

Een werkweg dient voor de onderhoudbaarheid van de grond dam. Tevens is een werkweg deels gemodelleerd in de voorgaande stabiliteitsberekening. Het realiseren van een werkweg zal tevens de stabiliteit van de spoorbaan vergroten. Deze werkweg zal vanaf de Mariëbergdijk gerealiseerd kunnen worden gelegen aan de grond dam.

7 Zettingen

7.1 Uitgangspunten

Naast de stabiliteit zijn ook de zettingen t.p.v. de spoorbaan als gevolg van het aanbrengen van de grondnam en dichten greppels berekend. Voor de twee maatgevende profielen is een zettingsberekening met D-Settlement 16.1 gemaakt. De berekeningen zijn toegevoegd in bijlage IV. De zettingen zijn met de methode Koppejan-Terzaghi-Buisman bepaald.

Voor de zettingsberekeningen worden onderstaande uitgangspunten aangehouden conform OVS0056-7.1 Baanlichaam en geotechniek. Hierbij wordt verstaan onder de restzetting: de zetting die zich voordoet in een periode vanaf de realisatie het dempen van greppels of de realisatie van de grondnam in de Spoorplas.

- Doordat het baanlichaam langer in exploitatie is, heeft de restzetting al opgetreden. Hierdoor komen de restzettingseisen te vervallen.
- In de berekeningen is uitgegaan van de gemiddelde grondwaterstand (NAP +9,0m) en een stijghoogte in tweede zandlaag van NAP+7,0 m;
- Eindzetting; zetting na een arbitrair gekozen periode van 10.000 dagen (=circa 30 jaar) vanaf realisatie grondnam bij Spoorplas;

Toelichting methode Koppejan-Terzaghi-Buisman

De zettingen worden veroorzaakt door een verhoging van de korrelspanning van aanwezige samendrukbare lagen. Het optreden van zettingen is tijdsafhankelijk. Ten eerste vinden zettingen plaats gedurende de hydrodynamische periode, (primaire en seculaire zettingen), ten tweede treedt kruip op (alleen seculaire zettingen).

De zettingen zijn berekend met de vereenvoudigde formule van Koppejan (gecombineerde formule Terzaghi-Buisman), die als volgt luidt:

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

Met :

S: zetting, samendrukking in m;

D: laagdikte in m;

C': samendrukkingscoëfficiënt;

T: tijd in dagen; voor 30 jaar, $\log t = 4$;

$\sigma'_{v;z}$: oorspronkelijke verticale korrelspanning in kN/m²;

$\Delta \sigma'_{v;z}$: verticale korrelspanningsverhoging in kN/m².

Met de methode Koppejan-Terzaghi-Buisman zijn de zettingen voor een periode van 10.000 dagen (ca. 30 jaar) berekend.

7.2 Grondparameters

De gehanteerde grondparameters zijn in de tabel hieronder weergegeven. Als uitgangspunt is tabel 2b van de NEN9997-1 gehanteerd.

Tabel: Gebruikte parameters t.b.v. modellering in D-Settlement

Grondsoort	Grondparameters					
	γ_{rep}	$\gamma_{sat,rep}$	OCR	C_v	C_p'/C_p	C_s'/C_s
	[kN/m ³]	[kN/m ³]	[-]	[m ² /s]	[-]	[-]
Ballast	18	20	1,0	1	500/1500	∞
Zand los belast	17	19	1,0	1	300/900	∞
Zand los onbelast	17	19	1,0	1	200/600	∞
Zand matig siltig	18	20	1,0	1	600/1800	∞
Veen belast	11	11	1,2	$1 \cdot 10^{-7}$	10/30	35/105
Veen onbelast	11	11	1,2	$1 \cdot 10^{-7}$	7,5/22,5	30/90
Klei belast	17	17	1,2	$6 \cdot 10^{-6}$	20/60	200/600
Klei onbelast	17	17	1,2	$6 \cdot 10^{-6}$	15/45	160/480

γ_{rep} : representatieve volumegewicht van grond boven de grondwaterstand;
 $\gamma_{sat,rep}$: representatieve volumegewicht van grond beneden de grondwaterstand;
 ϕ'_{rep} : representatieve effectieve hoek van inwendige wrijving;
 C_v : consolidatiecoëfficiënt;
 C_p'/C_p : primaire samendrukkingsconstanten;
 C_s'/C_s : secundaire samendrukkingsconstanten;
 OCR: overconsolidatieratio;
 e.w. einde waarneming.

7.3 Resultaten berekeningen

De zettingsberekeningen zijn voor DWP 2 & 4 uitgevoerd. Er is gekeken naar de zetting bij een gedempte greppel en dwarsprofiel 4, km 31.857 het effect van het aanleggen van een grond dam naast de spoorbaan.

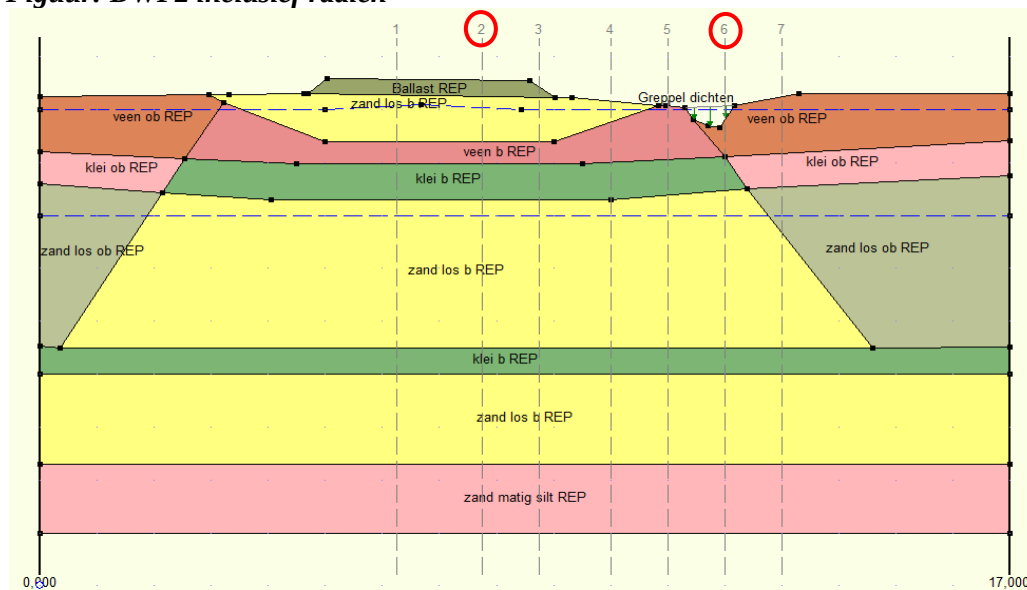
7.4 Zettingen DWP 2 km 31.731

Bij dwarsprofiel 2 worden de greppels langs de spoorbaan gedempt. Deze grondaanvulling van zand zorgt voor een extra belasting, waardoor voornamelijk de slappe lagen in de ondergrond inklinken (veen en klei aanwezig). Hieronder is dwarsprofiel 2 inclusief meetraaien weergegeven.

Raai 2: zuidelijke spoorstaaf.

Raai 6: te dempen greppel.

Figuur: DWP2 inclusief raaien



In tabel hieronder zijn de resultaten van de meetraaien weergegeven.

Tabel: meetraaien van DWP 2 [zetting in mm]

1	2	3	4	5	6	7
0	0	0	0	2	53	1

Conclusie:

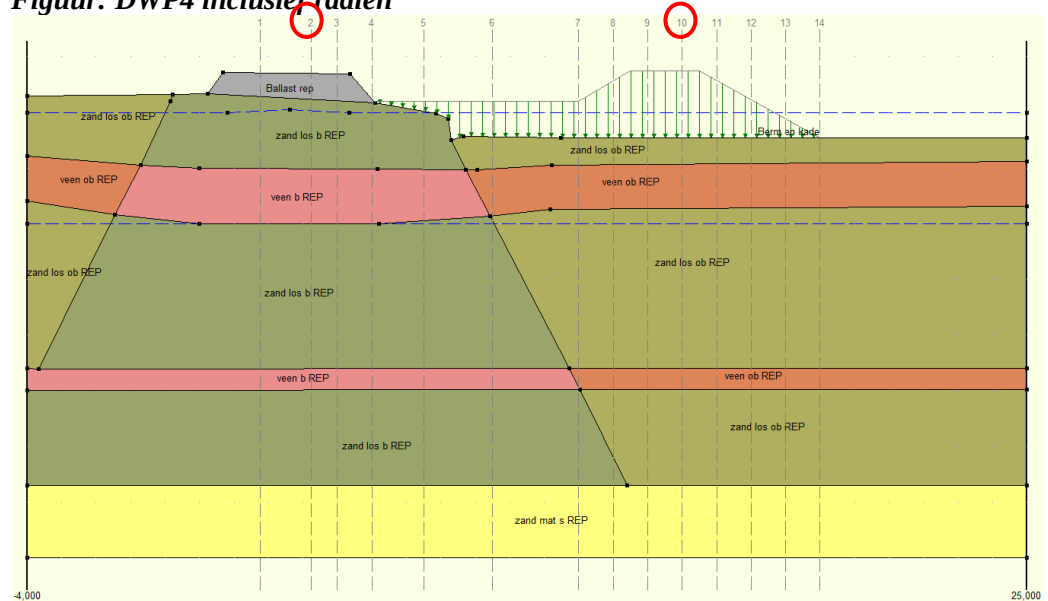
De maximale eindzetting van de gedempte greppel (berekend in raai 6) is 53mm en van het bestaande spoor is te verwaarlozen (berekend in raai 2 zijnde de zuidelijke spoorstaaf).

7.5 Zettingen DWP 4 km 31.857

Bij dwarsprofiel 4 wordt een grondnamast de spoorbaan gecreëerd in de spoorplas. Deze grondaanvulling zorgt voor een grotere belasting op de ondergrond, waardoor de ondergrond zal inklinken (voornamelijk veen aanwezig) en een maaiveldzetting veroorzaakt.

Raai 2: zuidelijke spoorstaaf.
Raai 6: hoogste niveau grondnam.

Figuur: DWP4 inclusief raaien



In tabel hieronder zijn de resultaten van de meetraaien weergegeven.

Tabel: meetraaien van DWP 4 zetting in [mm]

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
0	1	1	4	15	78	101	139	168	168	141

Conclusie:

De maximale eindzetting van de grondnam (berekend in raai 10) is 168 mm en van het bestaande spoor 1mm (zuidelijke spoorstaaf, berekend in raai 2).

7.6 Conclusie zettingen

De voorziene aanpassingen (dempen van de greppel & aanleggen van de grondnam) zullen minimale gevolgen voor de ligging van het spoor hebben. Daarmee hoeven geen mitigerende maatregelen te worden getroffen.

8 Gevolgen maatregelen op de waterhuishouding ardebaan

8.1 Inleiding

Landschap Overijssel is voornemens het waterregime van de plas in Beerze te wijzigen. Dit betekent dat men op korte termijn een constant waterpeil wil instellen, gelijk aan het huidige maximale niveau. De wens bestaat om op lange termijn het waterpeil te verhogen. Voorts worden de volgende maatregelen getroffen:

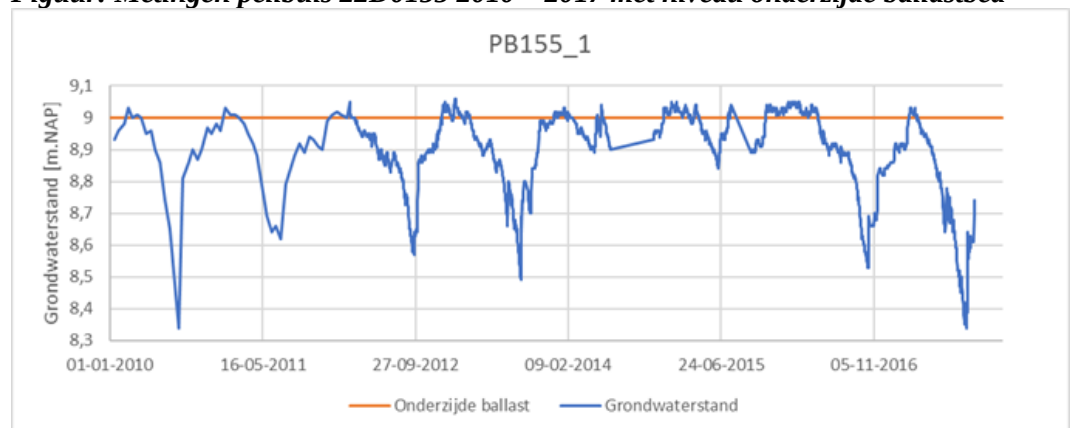
- aanleg gronddam tussen plas en spoorbaan
- dempen greppels langs spoorbaan (ten westen van de plas)

In deze notitie wordt ingegaan op de huidige drooglegging van de spoorbaan en de gevolgen van de maatregelen voor de drooglegging van de spoorbaan.

8.2 Instellen constant waterpeil plas

Uit de informatie in paragraaf 4.6 volgt dat de waterstand in de plas vanaf 2010 is toegenomen. In onderstaand figuur is nader ingezoomd op deze situatie. In figuur 3 zijn de metingen vanaf 2010 weergegeven met daarbij de onderzijde van het ballastbed (NAP +9,0 m).

Figuur: Metingen peilbuis 22D0155 2010 – 2017 met niveau onderzijde ballastbed

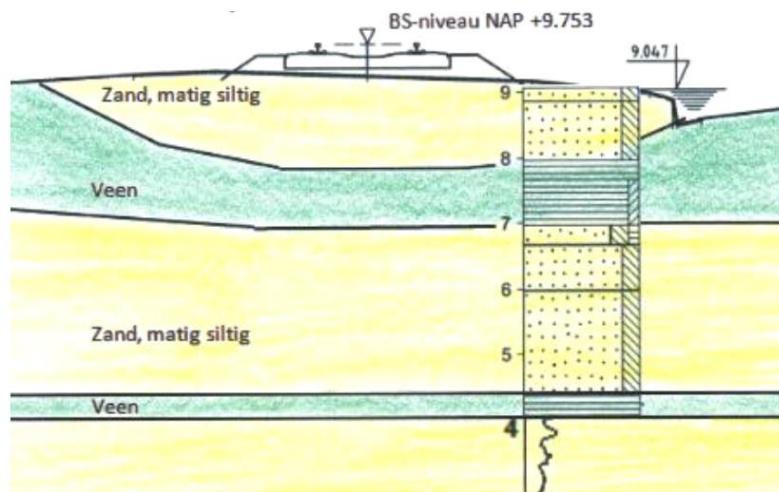


Voor de periode 2010 – 2017 is een gemiddelde waterstand van NAP +8,93 m berekend. Het peil bedraagt maximaal NAP +9,05 m. Dit betekent dat in de huidige situatie de grondwaterstand gemiddeld genomen lager is dan het niveau van onderzijde ballastbed. De waterstand NAP +9,00 m wordt 25 % van de tijd overschreden. In de nieuwe situatie, na het instellen van het maximale peil NAP +9,05 m, zal er altijd water in het ballastbed staan.

8.3 Aanleg gronddam tussen spoorbaan en plas

Bij de schematisatie (volgende figuur) van de situatie is er van uitgegaan dat aan de noordzijde van de baan vanaf maaiveld veen aanwezig is. De spoorbaan kan daardoor alleen in zuidelijke richting ontwateren.

Figuur: Geohydrologische dwarsprofiel spoorbaan nabij plas



Tussen de spoorbaan en de plas stonden twee peilbuizen. In deze peilbuizen is tot 2001 de grondwaterstand gemeten. Uit paragraaf volgt dat het waterpeil in de plas sinds 2010 is gestegen. De peilbuismetingen zijn daarom niet representatief voor de grondwaterstand in de spoorbaan. Het zandpakket onder de spoorbaan is goed doorlatend, ligt direct tegen de plas aan en is aan de noordzijde 'afgesloten'. Hierdoor zal grondwaterstand in de spoorbaan de waterstand in de plas snel volgen. De metingen van peilbuis 22D0155 worden dan ook representatief geacht voor de grondwaterstand in de spoorbaan.

Voor de berekening van de verandering van de drooglegging is gebruik gemaakt van de formule van Hooghoudt. De horizontale afvoer van neerslag Q_H is beschreven met de volgende formule:

$$Q_H = \frac{8 * K * D * \Delta H + 4 * K * (\Delta H)^2}{L^2}$$

Waarin:

Q_H = horizontale afstroming (m/dag)

K = doorlatendheid (m/dag)

D = dikte zandpakket onder drainageniveau (m)

ΔH = opbolling (m)

L = afstand (m) tussen ontwateringsmiddelen

De dikte D van het zandpakket bij het uitstroompunt (de plas) is afgeleid uit het ingemeten dwarsprofiel DP4 (km 31.857) en bedraagt 0,4 m. Met eenzijdige uitstroming dient in de formule met $2 * \text{breedte zandbed}$ te worden gerekend. Voor de huidige situatie is de breedte van het zandbed afgeleid uit het ingemeten dwarsprofielen 4 t/m 6 en bedraagt 11 m. Voor L wordt dan een waarde van 22 m gehanteerd. Conform de OVS is gerekend met een stationaire afvoer van 14 mm/dag. Op basis van de boorbeschrijvingen is voor de zandlaag (matig grof siltig zand) een doorlatendheid van 20 m/dag aangenomen.

Met de formule is een opbolling van circa 0,10 m berekend. Na het instellen van een constant peil van NAP +9,05 m staat het grondwater in het ballastbed. In natte perioden zal de grondwaterstand circa 0,10 m hoger zijn.

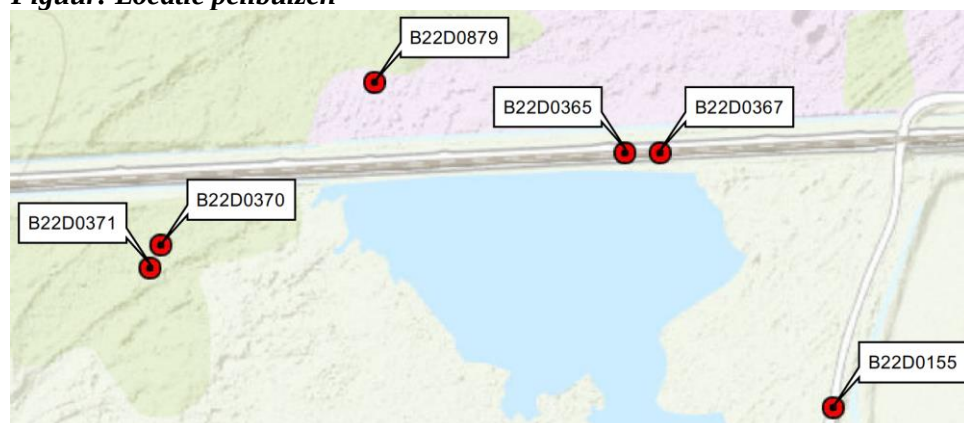
Als gevolg van het aanbrengen van de gronddam komt het drainageniveau circa 7,5 m verder van de spoorbaan af te liggen. L neemt dan toe van 22 m naar 37 m. Uit de berekening volgt dat de opbolling in de spoorbaan toeneemt van circa 0,10 m (huidige situatie) tot circa 0,25 m na aanleg van de gronddam. Dit heeft tot gevolg dat in natte perioden de grondwaterstand zich nog hoger in het ballastbed zal bevinden.

8.4 Demping greppels ten westen van de plas

De bodem van de greppels direct ten westen van de plas, ligt op een niveau van NAP +8,5 m à NAP +8,6 m (dwarsprofiel 2). Deze greppels staan in verbinding met de plas. Een groot deel van het jaar bedraagt de waterstand circa NAP +9,0 m. Tijdens de opname van 19 december 2017 was het peil in de greppels gelijk aan het peil in de plas (NAP +9,03 m). Het grondwaterpeil in de baan, gemeten in de boorgaten, bedroeg toen circa NAP +9,0 m. Gezien de aanwezigheid van greppels en de goede doorlatendheid van het zand is de opbolling onder spoorbaan zeer beperkt, uit een berekening volgt een opbolling van 0,02 m. De huidige gemiddelde grondwaterstand onder de spoorbaan kan dan worden berekend op $\text{NAP } +8,93 \text{ m} + 0,02 \text{ m} = \text{NAP } +8,95 \text{ m}$.

Na demping van de greppels en het instellen van een constant waterpeil zal onder de spoorbaan de ‘ongestoorde’ grondwaterstand aanwezig zijn. De beschikbare peilbuizen zijn in onderstaand figuur weergegeven. Iets ten zuiden van de greppels is peilbuis B22D0370 aanwezig. Deze heeft een ondiep filter. Echter, de meetperiode is van 1979 tot 2001. Deze metingen zijn niet representatief voor de huidige situatie. Om toch een uitspraak te kunnen doen over de huidige grondwaterstand, is onderzocht wat de relatie is tussen de metingen in peilbuis B22D0370 en peilbuis B22D0155 (vlakbij de Mariëngergerdijk). Hieruit volgt dat de metingen in peilbuis B22D0370 gemiddeld circa 0,25 m hoger zijn dan de metingen in peilbuis B22D0155. Dit leidt tot een grondwaterstand onder de spoorbaan van circa NAP +9,05 m (nieuw peil in plas) + 0,25 m = circa NAP +9,30 m. Dit is theoretisch een toename van circa 0,35 m. Echter, het niveau van het maaiveld naast de greppels bedraagt minimaal circa NAP +9,05 m (dwarsprofiel 2 en dwarsprofiel 3) Hierdoor zal er in natte tijden afstroming over maaiveld gaan optreden en kan de grondwaterstand niet verder stijgen dan dit maaiveldniveau.

Figuur: Locatie peilbuizen



Geconcludeerd wordt dat na het instellen van het nieuwe waterpeil, de grondwaterstand niet verder meer kan toenemen dan dit nieuwe waterpeil (NAP +9,05 m). Het dempen van de greppels heeft dan ook geen invloed op de grondwaterstand onder het spoor.

8.5 Verhogen waterpeil

Landschap Overijssel is voornemens het waterpeil in het gebied te verhogen. Zonder aanvullende maatregelen zal dit een negatieve invloed op de ontwatering van de spoorbaan hebben. Zo zal bij een verhoging van NAP +8,9 m tot NAP +9,4 m een groot deel van het maaiveld onder water komen te staan, ook zal dan water in het ballastbed komen te staan. Dit is weergegeven op de afbeeldingen in bijlage VI. Dit is niet gewenst. Het verhogen van het waterpeil in het gebied is dan ook alleen mogelijk als er een fysieke scheiding wordt aangebracht tussen spoorbaan en omgeving in combinatie met een drainage. In bijlage VI zijn diverse waterpeilen gemodelleerd, waarbij het verschil wordt weergegeven. Deze afbeeldingen zijn 3D gemodelleerd met behulp van AHN2 gegevens. De modellen geven aan dat bij een verhoging van het waterpeil het omliggende maaiveld van de spoorbaan onder water komt te staan.

Conclusie:

De vernatting van de omgeving en ontwatering van de spoorbaan geven conflicterende belangen, die alleen met (kostbare) maatregelen te realiseren zijn.

9 Toetstabellen richtlijn

In dit hoofdstuk wordt het toetsbeeld conform RLN00414-1-1V001 behandeld.
Voor de situatie Spoorplas Beerze is alleen getoetst op de functie dragen omdat dit in het Bouwbesluit wordt geëist.

9.1.1. Functie dragen

Voor het toetsen geldt alleen de functie dragen, deze is vastgelegd in het Bouwbesluit.
Dit is een wettelijke verplichting.

Functie dragen bovenbouw (stabiliteit en draagkracht)

Aspect faalvormen	RC	Analyse	Conclusie
Baanstabiliteit Diepe glijvlakken gehele baan onder invloed van spoorbelasting.	3	DWP2 km 31.731 DWP4 km 31.857	VN VN
Taludstabiliteit Oppervlakte / talud glijvlakken (integriteit spoor wordt niet aangetast)	2	DWP2 km 31.731 DWP4 km 31.857	VN VN
Uitzakken / vervormen schouders baanlichaam (integriteit spoor wordt niet aangetast)	2	#1	n.v.t.
Klappers spoor en slechte afwatering	2 (BGT)	#1	n.v.t.

#1: Onderhoudsgegevens zijn niet beschikbaar en dus ook niet geanalyseerd;

V: Voldoet;

VN: Voldoet niet.

9.1.2. Functie fixeren bovenbouw

Ter informatie: In onderstaande tabel is de functie fixeren bovenbouw weergegeven.

Functie fixeren bovenbouw (vervormingen t.a.v. doeltracé)

Aspect	Toelichting	Analyse	Conclusie
Horizontale vervorming	RLN00296 en OHD00033	n.v.t.	n.v.t. #1
Verticale vervorming	RLN00296 en OHD00033	n.v.t.	n.v.t. #1

#1: Onderhoudsgegevens zijn niet beschikbaar en dus ook niet geanalyseerd. Er is geen visuele terreininspectie uitgevoerd.

9.1.3. Functie afwateren en ontwateren

Ter informatie: In onderstaande tabel is de functie afwateren en ontwateren bovenbouw weergegeven.

Functie afwateren en ontwateren bovenbouw

Aspect	Toelichting	Analyse	Conclusie
Ontwatering	drooglegging hart aardebaan $\leq 1,0$ m freatische waterstand	grondwaterstand $BS \leq 1,7$ m	VN
Afwatering	maatgevende bui	Geen schouw uitgevoerd	n.v.t.
Afstroming via greppels	Dempen van de greppels.	Greppels worden gedempt	VN
Afstroming naar Spoorplas	Afstroming naar plas t.b.v. buffer	Waterstand wordt verhoogd, niet mogelijk om de afwatering hiernaar toe te leiden	VN
Minimale zanddikte	$\geq 1,9$ m	Uit handboringen blijkt een beperkte zandlaagdikte van ca. 1m aanwezig. Paar boringen geven een kleinere zandlaagdikte aan van minder dan 1m (boring 204/212 en 204/213).	VN
Waterrisico's		Invloed waterstandsverhoging. Instabiliteit van de spoorbaan en slecht doorlatend vanwege de ondiepe waterremmende lagen (veen).	VN

V: Voldoet;

VN: Voldoet niet.

In dit hoofdstuk zijn de risico's behandeld. Hierin wordt ingegaan op de geotechnische faalmechanismen, de veiligheidsfilosofie en de stabiliteitsfactor van de aardebaan en het talud.

In onderstaande tabel zijn de risico's en de te treffen beheersmaatregelen weergegeven. Deze hebben betrekking op de sporen, portalen en taluds.

10 Samenvatting effecten maatregelen

10.1 Algemeen

In dit onderzoek is de invloed van het dempen van de greppel, aanleggen van de grond dam en het verhogen van het waterpeil op de huidige spoorbaan beschouwd.

De resultaten van het onderzoek geven antwoord op de door Landschap Overijssel en ProRail gestelde onderzoeksvragen:

1. Wat voor effect hebben de maatregelen op de toekomstige stabiliteit van het baanlichaam (zie §11.2);
2. Binnen welke randvoorwaarden kunnen de voorgenomen maatregelen uitgevoerd worden (zie hoofdstuk 12).

Voor een totaalbeeld van het bepalen van deze invloed op de huidige spoorbaan zijn de volgende aspecten ook nog van belang:

1. Drooglegging van de spoorbaan (zie §11.3);
2. Zetting van de spoorbaan (zie §11.4).

10.2 Stabiliteit

Uit de berekeningsresultaten is gebleken dat de rekenkundige stabiliteit van de huidige spoorbaan onvoldoende is. Dit wordt hoofdzakelijk veroorzaakt door de aanwezigheid van een slappe veenlaag, die direct onder de spoorbaan aanwezig is.

Door de **aanleg van de grond dam** wordt de rekenkundige stabiliteit van de spoorbaan sterk verbeterd, maar deze stabiliteit van de spoorbaan blijft onvoldoende. Echter vormt dit geen knelpunt voor het functioneren van de huidige spoorbaan

Door de **het dempen van de greppels** wordt de rekenkundige stabiliteit van de spoorbaan sterk verbeterd, maar deze stabiliteit van de spoorbaan blijft onvoldoende maar vormen geen knelpunt voor het functioneren van de huidige spoorbaan.

Opgemerkt wordt dat de huidige spoorbaan echter wel functioneert.

10.3 Drooglegging

In het gebied en ter plaatse van de spoorbaan heerst een hoge grondwaterstand, waardoor de huidige spoorbaan niet voldoet aan de droogleggingseis. Opgemerkt wordt dat de huidige spoorbaan echter wel functioneert. Een verhoging van de grondwaterstand (waterpeil) met maximaal 0,5 m is ontoelaatbaar voor het functioneren van de huidige spoorbaan. De afbeeldingen ten gevolge van de vernatting zijn in **bijlage VI** opgenomen. Hierin zijn waterpeilen weergegeven van NAP +8,6 m, NAP +9,0 m, NAP +9,4 m en NAP +9,5 m. Het ballastbed van de spoorbaan komt onder water te staan, dit betekent dat de spoorbaan niet of nauwelijks meer zal functioneren. Er dienen maatregelen getroffen te worden om de drooglegging van de spoorbaan te kunnen garanderen.

De vernatting van de omgeving (verhoging waterpeil) en ontwatering van de spoorbaan zijn conflicterende belangen, die alleen met (kostbare) maatregelen te realiseren zijn.

10.4 Zetting

Zettingen ten gevolge van de aanleg van de grond dam hebben nagenoeg geen invloed op de spoorbaan en vormen geen knelpunt voor het functioneren van de huidige spoorbaan.

Zettingen ten gevolge van het dempen van de greppels hebben nagenoeg geen invloed op de spoorbaan en vormen geen knelpunt voor het functioneren van de huidige spoorbaan.

11 Randvoorwaarden uitvoeringsmaatregelen

Ten gevolge van het dempen van de greppels, aanleg van de gronddam en het verhogen van de waterstand kunnen de volgende randvoorwaarden gesteld worden:

Stabiliteit

Vormt geen knelpunt voor Landschap Overijssel → geen randvoorwaarden.

Vormt knelpunt voor ProRail → randvoorwaarden → stabiliteit verhogende maatregel.

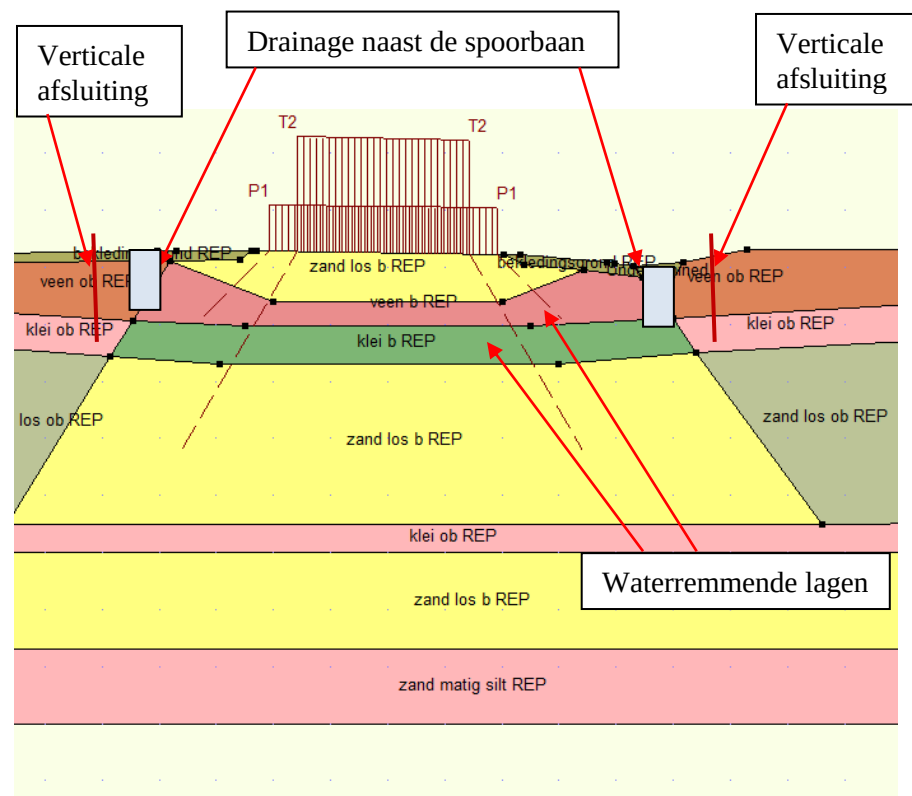
Binnen TVP (trein vrije periode):

- Grondverbetering: aardebaan in combinatie met drainage;
- Verticale afsluiting (grondkerende wanden): in rand talud/schouwpad;
- Trillingsreducerende maatregelen tijdens uitvoering;
- Sterk verlagende maatregelen van het waterpeil veroorzaken zettingen;
- Drainage: afwateringsgebied is moeilijk te vinden.

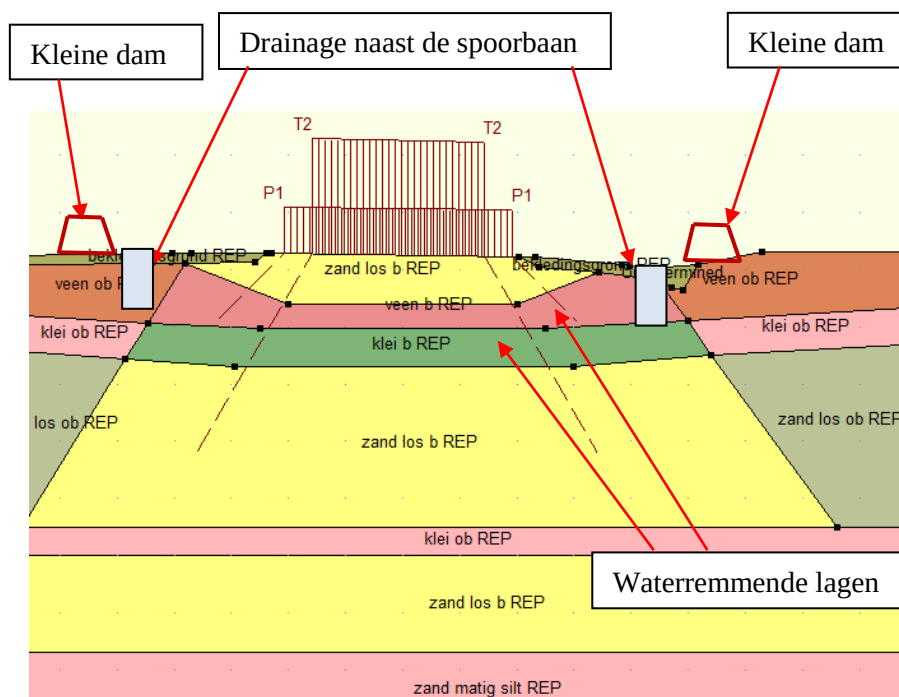
Buiten TVP:

- Aanleggen folieconstructie;
- Polderconstructie:
 - Verticale afsluiting: veen en klei als waterremmende laag.
 - Horizontale afsluiting: damwanden of gelijkwaardig.

Figuur: Indicatie polderconstructie



Figuur: indicatie met kleine afdamming naast de spoorbaan.



Het is mogelijk om de ondergrond onder de spoorbaan te verbeteren. Dit zou mogelijk gemaakt kunnen worden door een injectietechniek of gebruik maken van een steviger grondsoort (zandvulling i.p.v. veen en klei). Het gebruik van damwanden zal de stabiliteit van de spoorbaan verhogen. Mocht er gekozen worden voor het gebruik van damwanden, dan dient de exacte diepte van de damwanden nader uitgezocht te worden. De verticale afsluiting dient minimaal een 0,5 m in de waterremmende laag te bevinden.

Drooglegging

Vormt knelpunt voor Landschap Overijssel → wateroverlast in omgeving → grondnam aanleggen om hoogveengebied.

Vormt groot knelpunt voor ProRail → drooglegging van de aardebaan voldoet niet (water net onder het ballastbed) → maatregelen te treffen om de drooglegging van de spoorbaan te kunnen garanderen:

- Drainage;
- Folie;
- Grondverbetering met verticale afsluiting.

De ondiepe veenlaag kan gebruikt worden als waterremmende laag, Hierdoor dient aan de zijkant van de spoorbaan water verticaal tegen gehouden worden. Dit zou middels een kwelscherm, damwanden of een kleine grondnam gerealiseerd kunnen worden. Om zo het afstromen van water op de spoorbaan tegen te gaan.

Zetting

Vormt geen knelpunt voor Landschap Overijssel → geen randvoorwaarden.

Vormt geen knelpunt voor ProRail → geen randvoorwaarden.

12 Conclusie en aanbevelingen

Onderstaand tabel geeft in één overzicht weer de berekende stabiliteitsfactoren voor de taludstabiliteit (RC2) en baanstabiliteit (RC3) van maatgevende DWP 2 & 4.

Tabel: verschil in stabiliteitsfactoren

DWP	Situatie	Berekeningsniveau	Stabiliteitsfactor		Conclusie	
			Berekend	Norm	Baan	Talud
DWP2	Bestaand	RLN RC 2 verbouw	0,65	1,00		VN
	Nieuw	RLN RC 2 verbouw	0,67	1,00		VN
	Bestaand	RLN RC 3 verbouw	0,59	1,00	VN	
	Nieuw	RLN RC 3 verbouw	0,61	1,00	VN	
	Bestaand	RLN RC 2 afkeur	0,76	1,00		VN
	Bestaand	RLN RC 3 afkeur	0,65	1,00	VN	
DWP4	Bestaand	RLN RC 2 verbouw	0,66	1,00		VN
	Nieuw	RLN RC 2 verbouw Waterpeil NAP +9,0m	0,78	1,00		VN
	Nieuw	RLN RC 2 verbouw Waterpeil NAP +9,5m	0,78	1,00		VN
	Bestaand	RLN RC 3 verbouw	0,60	1,00	VN	
	Nieuw	RLN RC 3 verbouw Waterpeil NAP +9,0m	0,70	1,00	VN	
	Nieuw	RLN RC 3 verbouw Waterpeil NAP +9,5m	0,70	1,00	VN	
	Bestaand	RLN RC 2 afkeur	0,77	1,00		VN
	Bestaand	RLN RC 3 afkeur	0,66	1,00	VN	

DWP: dwarsprofiel;

RLN: richtlijn.

Ten gevolge van de aanleg van de grond dam en het dempen van de greppels kunnen de volgende randvoorwaarden gesteld worden:

Stabiliteit

Vormt geen knelpunt voor Landschap Overijssel → geen randvoorwaarden.

Vormt knelpunt voor ProRail → randvoorwaarden → stabiliteit verhogende maatregel.

Binnen TVP (trein vrije periode):

- Grondverbetering: aardebaan in combinatie met drainage;
- Grondkerende wanden: in rand talud/schouwpad;
- Trillingsreducerende maatregelen tijdens uitvoering;
- Sterk verlagende maatregelen van het waterpeil veroorzaken zettingen;
- Drainage: afwateringsgebied is moeilijk te vinden.

Buiten TVP:

- Aanleggen folieconstructie;
- Polderconstructie:
 - Verticale afsluiting: veen en klei als waterremmende laag.
 - Horizontale afsluiting: damwanden of gelijkwaardig.

Drooglegging

Vormt knelpunt voor Landschap Overijssel → wateroverlast in omgeving → grondnam aanleggen om hoogveengebied.

Vormt groot knelpunt voor ProRail → drooglegging van de aardebaan voldoet niet (water net onder het ballastbed) → maatregelen te treffen om de drooglegging van de spoorbaan te kunnen garanderen:

- Drainage;
- Folie;
- Grondverbetering met verticale afsluiting.

Zetting

Vormt geen knelpunt voor Landschap Overijssel → geen randvoorwaarden;

Vormt geen knelpunt voor ProRail → geen randvoorwaarden.

Reactie ProRail

ProRail heeft overleg gepleegd naar aanleiding van deze rapportage. Het vernatten van dit gebied en continu waterpeil houden gaat niet zonder risico's. Hiervoor dienen aanvullende maatregelen toegepast te worden. In **bijlage VIII** is de reactie opgenomen en besproken aan de hand van deze rapportage en dwarsprofielen.

Colofon

Opdrachtgever Landschap Overijssel
Marten Meyling

Uitgave Movares Nederland B.V.

Divisie Ruimte, Mobiliteit en Infra
Afdeling Infrastructuur: Waterbouw, Geotechniek en Dynamica

Utrecht

Telefoon 06-51031399

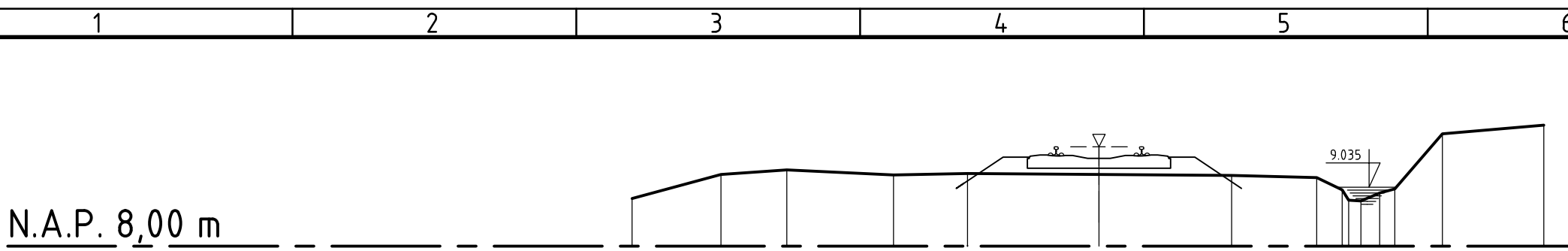
Ondertekenaar
adviseur geotechniek

Projectnummer RM005471

Kenmerk D80-GCO-KA-1700131 Definitief rapport.docx

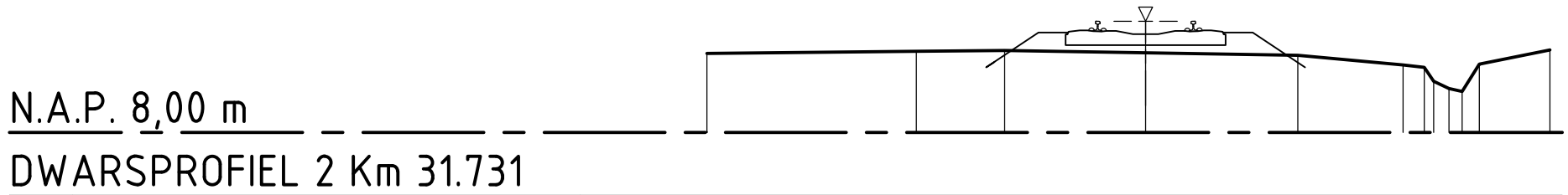
Fout! Tekstfragment niet gedefinieerd.

Bijlage I Schetsen dwarsdoorsneden dwarsprofielen



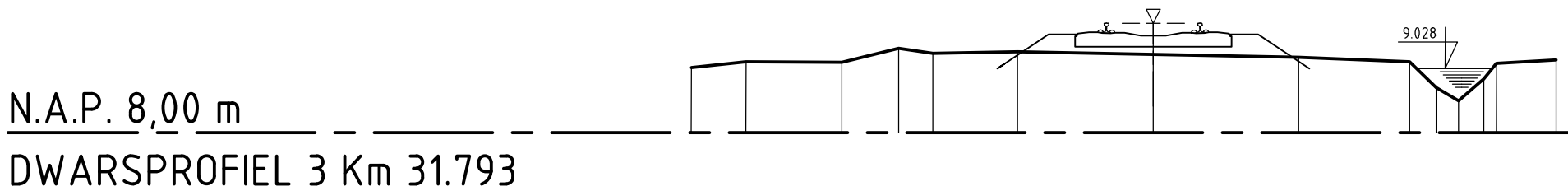
DWARSPROFIEL 1 Km 31.657

OID	HOOGTE T.O.V. NAP	8.838	9.258	9.342	9.252	9.276	9.746	9.244	9.284	8.808	9.005	9.974	10.126
	AFSTAND VANUIT NULPUNT	0.000	1.567	2.727	4.404	5.908	8.224	10.559	13.064	13.508	13.645	14.277	16.059
NIEUW	HOOGTE T.O.V. NAP												
	AFSTAND VANUIT NULPUNT												



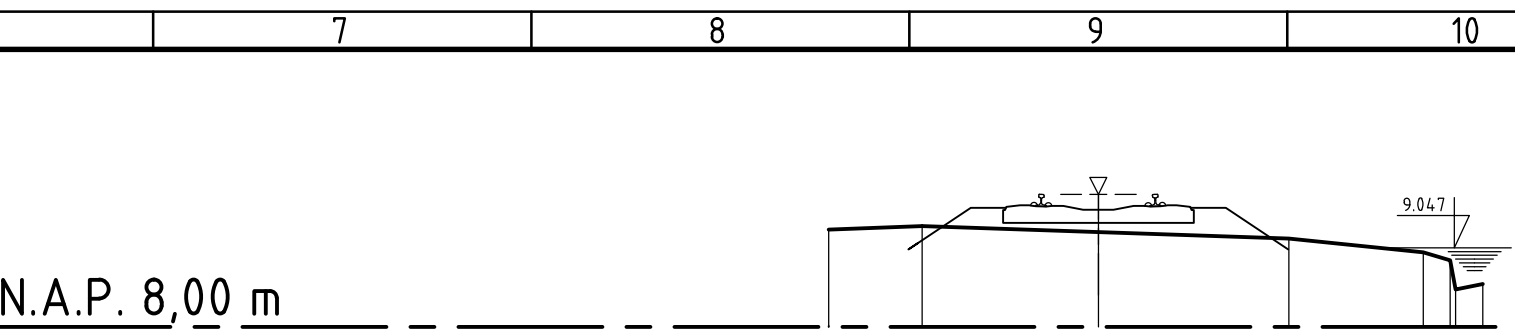
DWARSPROFIEL 2 Km 31.731

OID	HOOGTE T.O.V. NAP	9.249	9.286	9.298	9.759	9.222	9.069	8.808	8.657	9.306
	AFSTAND VANUIT NULPUNT	0.000	3.302	4.692	6.916	9.338	10.978	11.256	11.505	13.293
NIEUW	HOOGTE T.O.V. NAP									
	AFSTAND VANUIT NULPUNT									



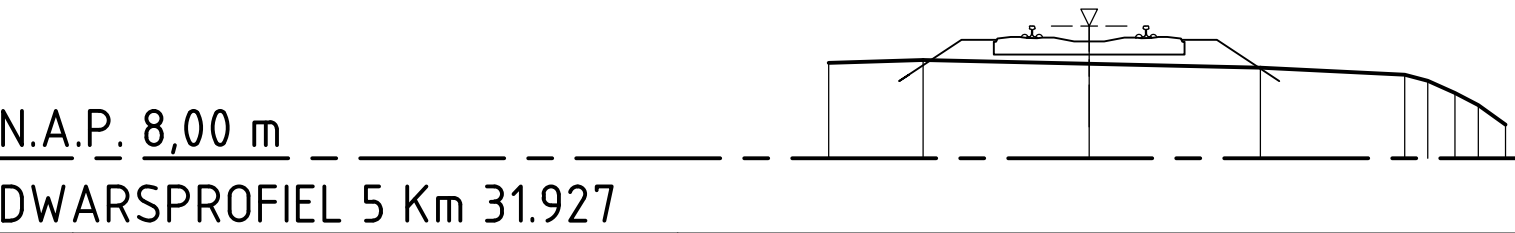
DWARSPROFIEL 3 Km 31.793

OID	HOOGTE T.O.V. NAP	9.044	9.140	9.191	9.191	9.352	9.275	9.758	9.301	9.209	8.722	8.510	8.862	9.167
	AFSTAND VANUIT NULPUNT	0.000	0.880	2.423	3.338	3.887	5.250	7.437	9.775	11.561	12.351	12.755	13.920	15.167
NIEUW	HOOGTE T.O.V. NAP													
	AFSTAND VANUIT NULPUNT													



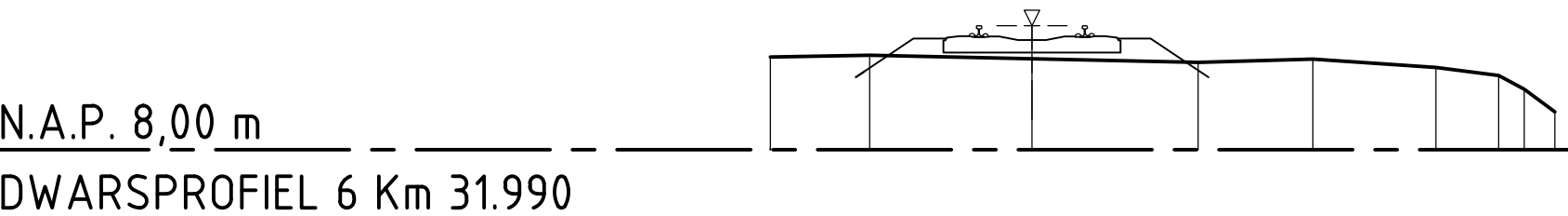
DWARSPROFIEL 4 Km 31.857

OID	HOOGTE T.O.V. NAP	9.289	9.332	9.753	9.110	8.985	8.882	8.496	8.555
	AFSTAND VANUIT NULPUNT	0.000	1.233	3.565	6.085	7.864	8.218	8.972	9.053
NIEUW	HOOGTE T.O.V. NAP								
	AFSTAND VANUIT NULPUNT								



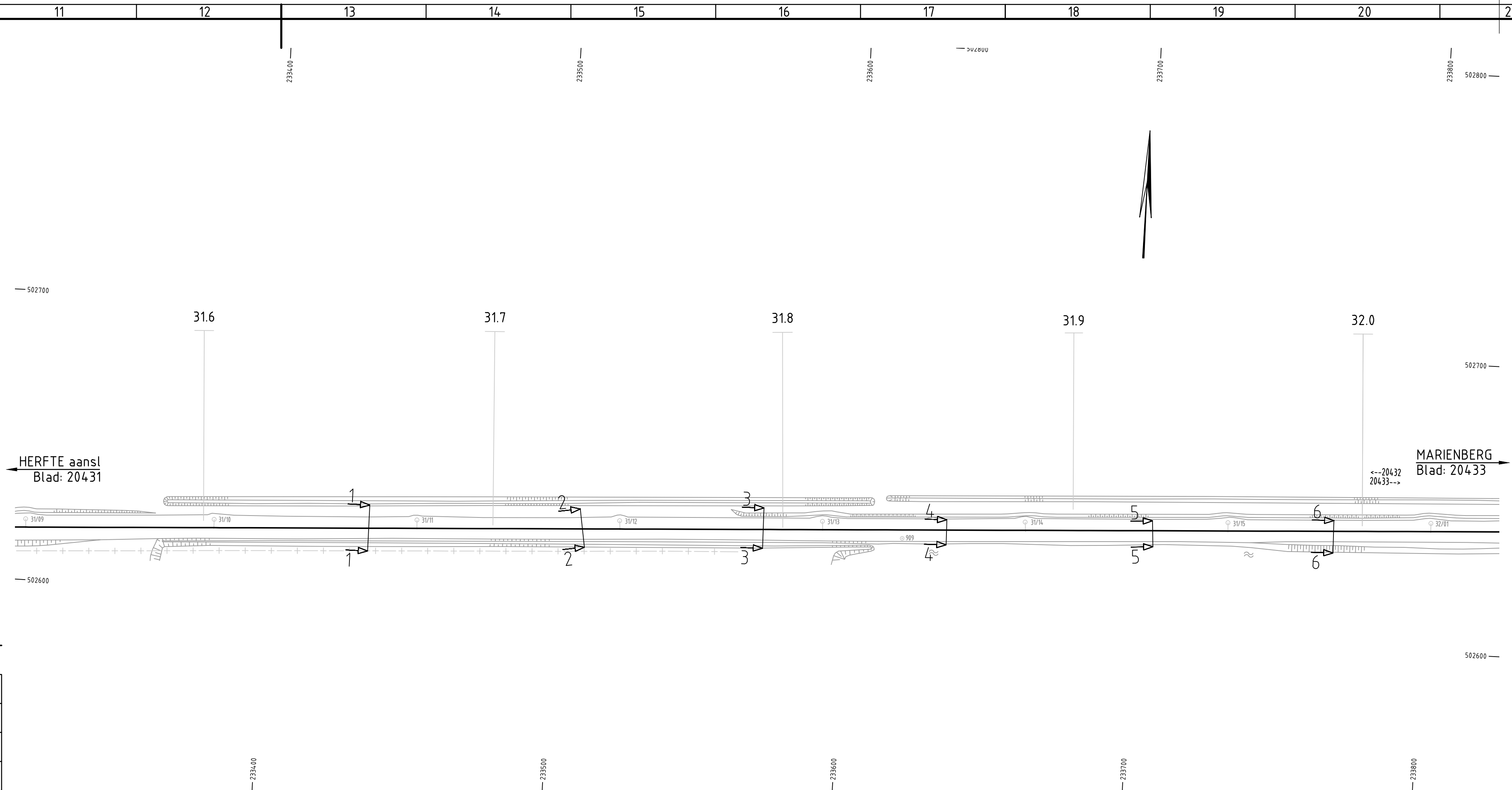
DWARSPROFIEL 5 Km 31.927

OID	HOOGTE T.O.V. NAP	9.261	9.299	9.758	9.199	9.103	9.022	8.864	8.550	8.445
	AFSTAND VANUIT NULPUNT	0.000	1.247	3.444	5.711	7.617	7.922	8.287	8.550	8.445
NIEUW	HOOGTE T.O.V. NAP									
	AFSTAND VANUIT NULPUNT									



DWARSPROFIEL 6 Km 31.990

OID	HOOGTE T.O.V. NAP	9.318	9.343	9.760	9.241	9.289	9.168	9.057	8.862	8.538
	AFSTAND VANUIT NULPUNT	0.000	1.416	3.728	6.094	7.729	9.481	10.373	10.737	11.175
NIEUW	HOOGTE T.O.V. NAP									
	AFSTAND VANUIT NULPUNT									



Sporas van opgevraagde PVS d.d. 10-01-2018

Projectnummer	RM005471	ProRail HERFTE aansl - MARIENBERG onderzoek baanlichaam Spoorplas Beerze Schetsontwerp Spoordijkonderzoek Beerze
Versie	0.1	
Versiedatum	10-01-2018	
Documentstatus	Concept	
Formaat	A4x6	
Schaal	1:1000/1:100	
Tekenaar	Klaarbergen, S van	
Controleur	Jong, EA de	
Projectleider	Colard, GNRG	
Geocode	204	
Kilometerring	31.600 tot 32.000	
Contractnummer		
Divisie Ruimte, Mobiliteit en Infra RM-IN-SPT Postbus 2855 3500 GW Utrecht		

Tekeningnummer

D80-SKL-AU-1800005

Serie

100

Bladnr.

20432

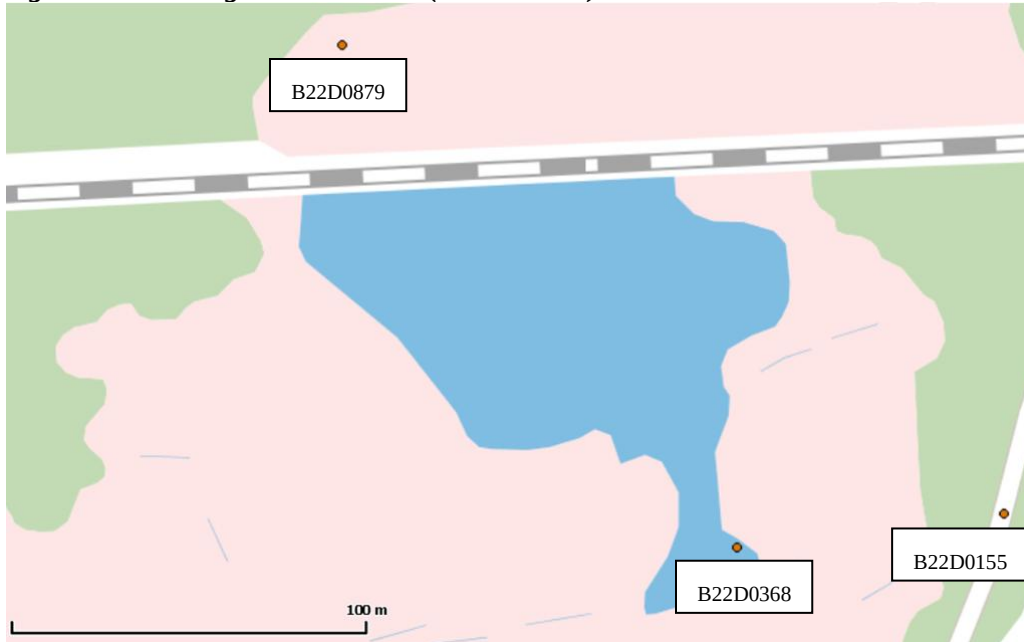
Movares

Bijlage II Grondonderzoek

Bestaand bodemonderzoek

Hieronder is op de locatie het grondonderzoek uit het DINO Locket weergegeven.

Figuur: Bestaand grondonderzoek (DINO Locket)



Het bestaand grondonderzoek bestaat uit:

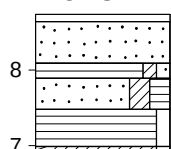
- 3 boringen (B22D0155, B22D0368 en B22D0879).

DIEPTE (m) t.o.v. NAP	MV (8,80)	MONSTER	DIEPTE NAP [m]		BESCHRIJVING	
			↓LAAG↓	VAN TOT		
8			1	1	8,80 6,30	zand; bruin 'ZZFO' ZM=150.000 mm
7						
6			2	2	6,30 3,80	zand; bruin 'ZZFO' ZM=150.000 mm
5						
4			3	3	3,80 1,30	zand; grijs 'ZMGO' ZM=300.000 mm
3						
2			4	4	1,30 -1,20	zand; grijs 'ZMFO' ZM=210.000 mm
1						
0			5	5	-1,20 -3,70	zand; grijs 'ZZGO' ZM=420.000 mm
-1						
-2			6	6	-3,70 -6,20	zand; grijs 'ZZGO' ZM=420.000 mm
-3						
-4						Einde Boring B22D0155
-5						
-6						
Geboord tot NAP -6,20 m Aantal peilbuizen:2						
maaiveld: NAP 8,80 m X = 233830 m Y = 502530 m (RD)						
DELTA RES			Boussinesqweg 2629 HV DELFT		Telefoon Telefax	088 - 335 82 73
					datum	1989-01-24
					get.	Cole
					gez.	DINO-BOR
					form.	BIJL.
						A4

DIEPTE (m) t.o.v. NAP

MV
(8,74)

MONSTER



Geboord tot
NAP 6,93 m
Aantal peilbuizen:1

LAAG	
1	1
2	
3	
4	2
5	
6	3
7	
8	4
9	
10	5
11	
12	6
13	
14	7

DIEPTE NAP [m]

VAN

TOT

BESCHRIJVING

niet benoemd; niet benoemd
'zode'

zand; bruin-, geel
'ZMG'

veen, zwak kleilig, zwak zandig; AVX=???
'vettig tot kleilig niet homogeen door boring of van
origine'

ZKH=???; zwart-, bruin
'iets kleiiger meer organische stof donkerder (viezig
bruin)'

veen, KZ=???, 1=???; AVX=???
'zeer vet plaatselijk zeggewortelmatjes'

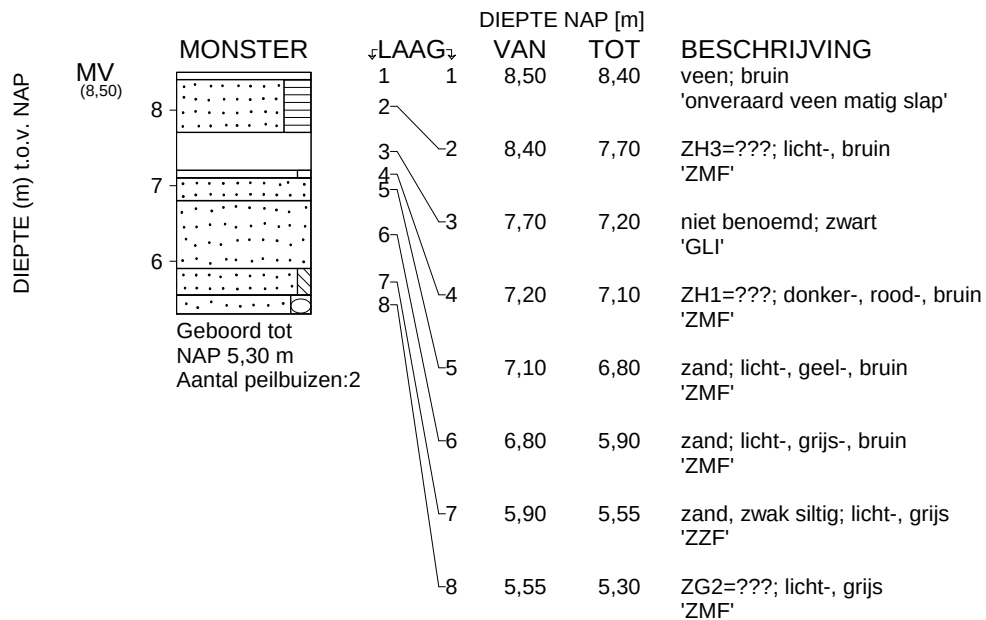
KH1=???; klei, slakken, A=???
'veel organische stof'

niet benoemd; GLI=???
'begin van gliede'

Einde Boring B22D0368

maaiveld: NAP 8,74 m
X = 233750 m Y = 502520 m (RD)

DELTA RES	Boussinesqweg 2629 HV DELFT	Telefoon Telefax	088 - 335 82 73	datum 1977-07-04	get. Wim
-				DINO-BOR	gez.
-				BIJL.	form. A4



GWS 0,0

X = 233632 m Y = 502670 m (RD)

DELTAIRES	Boussinesqweg 2629 HV DELFT	Telefoon Telefax	088 - 335 82 73	datum 2012-12-06	get. R.G.
-				DINO-BOR	gez.
-				BIJL.	form. A4

Aanvullend bodemonderzoek uitgevoerd door Multiconsult



Multiconsult

Contactweg 60, 1014 BW Amsterdam
Telefoon +31(0)20 410 85 43 / www.multiconsult.nl / info@multiconsult.nl

Rapport



Bodemonderzoek

Spoorplas Beerze – Mariënberg, baanvak Herfte aansl. – Mariënberg geocode 204 km 31.6 – 32.0

MBO/180008/004895-001

Auteur: Drs. M. Bosboom

Opdrachtgever

Movares Nederland bv

Drs. G. Colard

Postbus 2855

3511 SX Utrecht

01	Definitief	11-01-2018	MBO		JS		MBO	
Versie	Status	Datum vrijgave	Auteur	Paraaf	Verificatie	Paraaf	Vrijgave	Paraaf

INHOUDSOPGAVE

- √ Tabel uitgevoerd werk met bijzonderheden/afwijkingen
- √ Locatietekeningen
- √ Sondeergrafieken (conform NEN-EN-ISO 22476-1)
- √ Boorbeschrijvingen, incl. legenda (conform NEN 5104)
- √ Dwarsprofielen (inmeetgegevens alleen digitaal verstrekt)

Tabel uitgevoerd werk

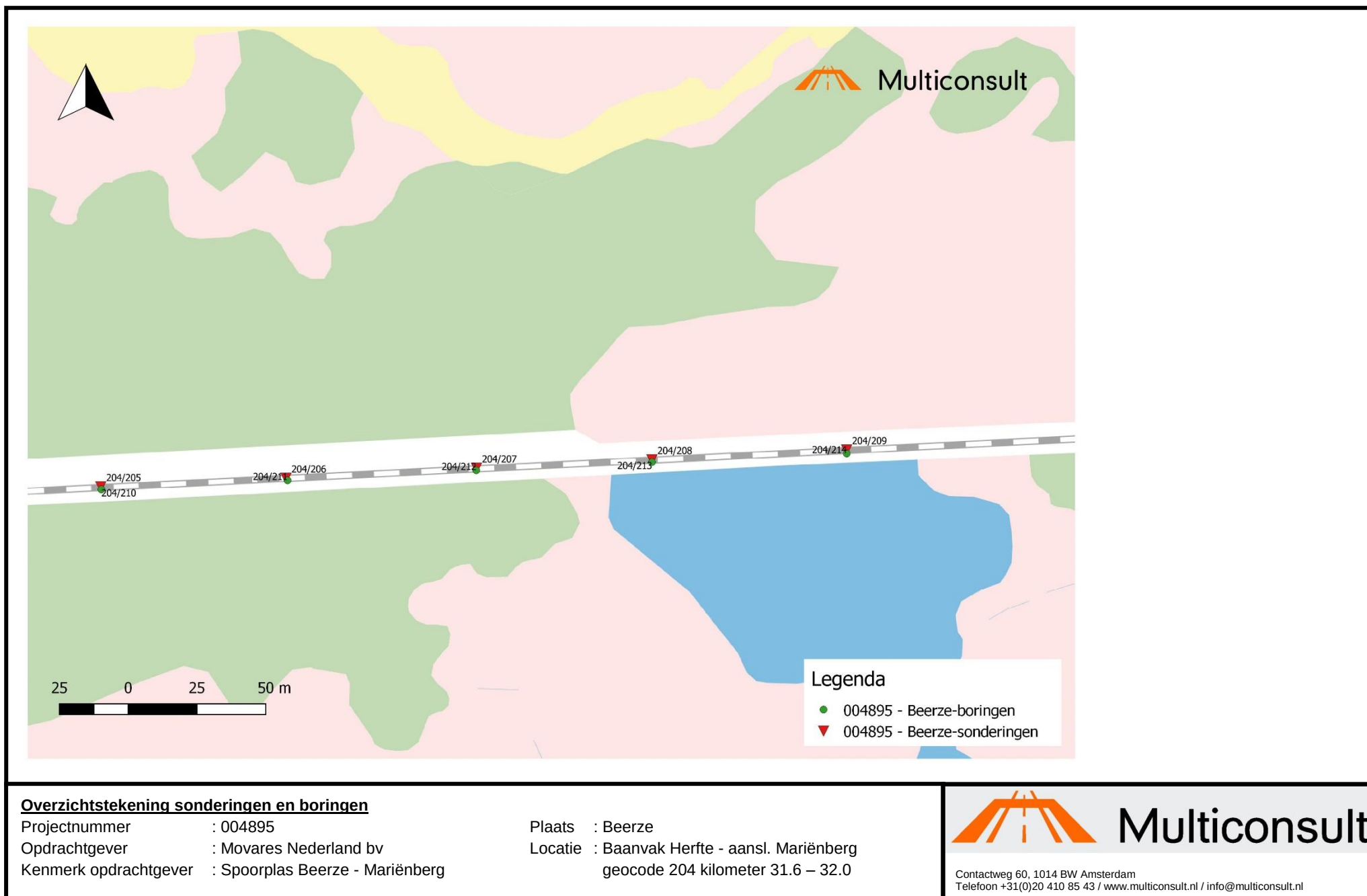
Overzichtstabel werkzaamheden

Loc. nr.	Materieel	Activiteit	Datum	Diepte (m -/- mv.)	Maaiveld t.o.v. NAP	X- Coördinaat	Y- Coördinaat	Bijzonderheden
Sonderingen								
204/205	Sondeerrups	Sondering	18 december 2017	20.00	+9.21	233434.5	502621.0	Schouwpad (zuidzijde)
204/205	Sondeerrups	Sondering	19 december 2017	20.00	+9.25	233501.9	502624.2	Schouwpad (zuidzijde)
204/207	Sondeerrups	Sondering	19 december 2017	20.00	+9.25	233571.1	502627.8	Schouwpad (zuidzijde)
204/208	Sondeerrups	Sondering	19 december 2017	20.00	+9.15	233634.9	502630.9	Schouwpad (zuidzijde)
204/209	Sondeerrups	Sondering	20 december 2017	20.00	+9.14	233705.6	502634.5	Schouwpad (zuidzijde)
Boringen								
204/210	Handboorgereedschap	Geotechnische boring	19 december 2017	5.00	+9.27	233434.8	502620.1	Rand schouwpad/teen talud (zuidzijde)
204/211	Handboorgereedschap	Geotechnische boring	19 december 2017	5.00	+9.29	233502.4	502623.4	Rand schouwpad/teen talud (zuidzijde)
204/212	Handboorgereedschap	Geotechnische boring	19 december 2017	5.00	+9.19	233571.0	502627.1	Rand schouwpad/teen talud (zuidzijde)
204/213	Handboorgereedschap	Geotechnische boring	19 december 2017	5.00	+9.07	233634.9	502630.1	Rand schouwpad/teen talud (zuidzijde)
204/214	Handboorgereedschap	Geotechnische boring	20 december 2017	5.00	+9.12	233705.7	502633.2	Rand schouwpad/teen talud (zuidzijde)

Overzichtstabel werkzaamheden (vervolg)

Loc. nr.	Materieel	Activiteit	Datum	Beginpunt X-Coordinaat	Beginpunt Y-Coordinaat	Eindpunt X-Coördinaat	Eindpunt Y-Coördinaat	Bijzonderheden
Dwarsprofielen								
DWP1	Topcon GNSS HiPer SR	Inmeten dwarsprofiel	20 december 2017	233435.486	502616.043	233435.444	502632.102	
DWP2	Topcon GNSS HiPer SR	Inmeten dwarsprofiel	20 december 2017	233510.168	502621.257	233508.125	502634.392	
DWP3	Topcon GNSS HiPer SR	Inmeten dwarsprofiel	20 december 2017	233571.594	502624.105	233571.447	502638.024	
DWP4	Topcon GNSS HiPer SR	Inmeten dwarsprofiel	20 december 2017	233634.827	502628.611	233634.659	502637.262	
DWP5	Topcon GNSS HiPer SR	Inmeten dwarsprofiel	20 december 2017	233706.153	502631.698	233705.610	502640.632	
DWP6	Topcon GNSS HiPer SR	Inmeten dwarsprofiel	20 december 2017	233768.338	502632.799	233768.046	502643.970	

Locatietekeningen





Overzichtstekening sonderingen en boringen

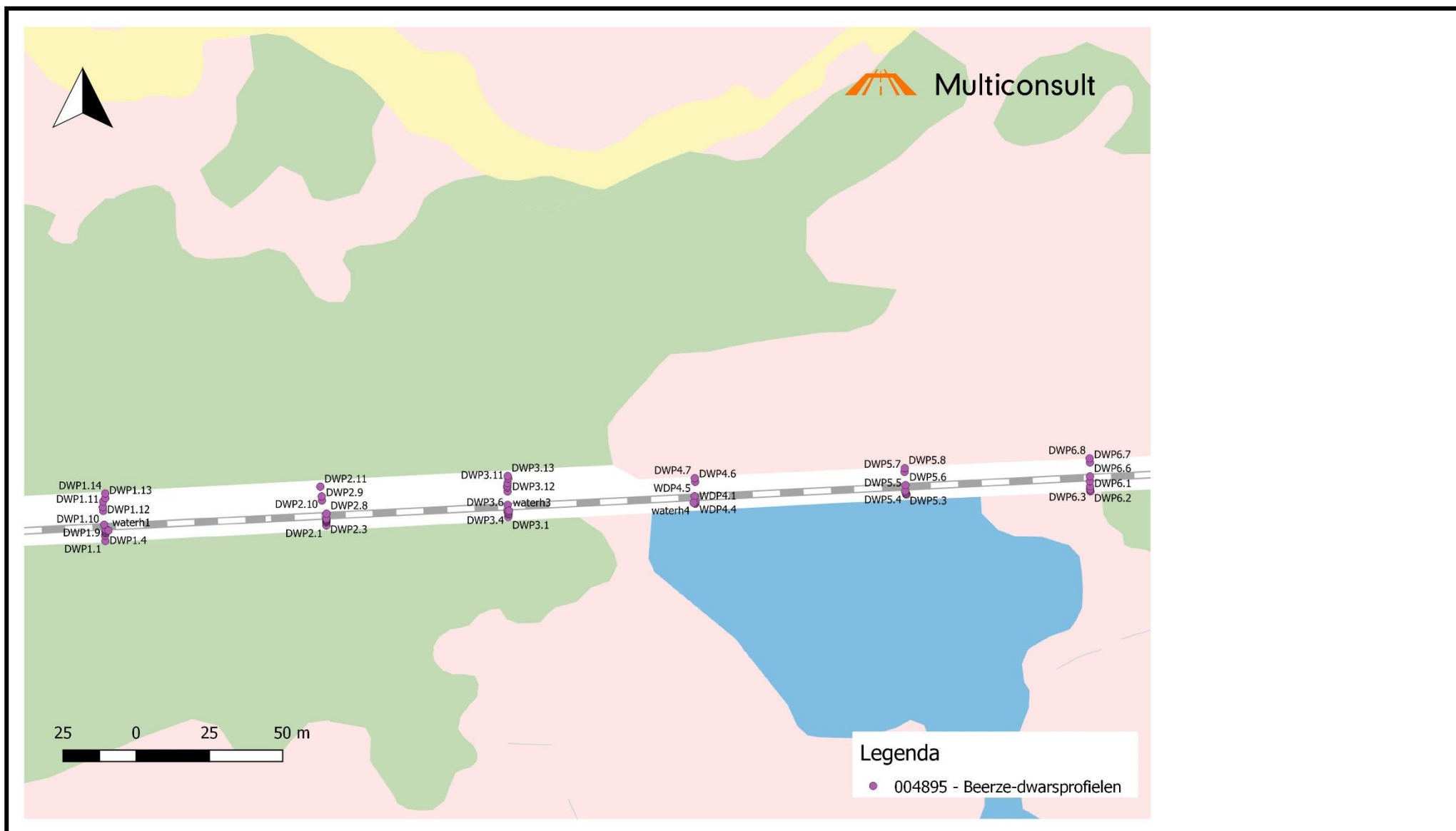
Projectnummer : 004895
 Opdrachtgever : Movares Nederland bv
 Kenmerk opdrachtgever : Spoorplas Beerze - Mariëenberg

Plaats : Beerze
 Locatie : Baanvak Herfte - aansl. Mariëenberg
 geocode 204 kilometer 31.6 – 32.0



Multiconsult

Contactweg 60, 1014 BW Amsterdam
 Telefoon +31(0)20 410 85 43 / www.multiconsult.nl / info@multiconsult.nl



Overzichtstekening dwarsprofielen

Projectnummer : 004895
 Opdrachtgever : Movares Nederland bv
 Kenmerk opdrachtgever : Spoorplas Beerze - Marienberg

Plaats : Beerze
 Locatie : Baanvak Herfte - aansl. Marienberg
 geocode 204 kilometer 31.6 – 32.0



Multiconsult

Contactweg 60, 1014 BW Amsterdam
 Telefoon +31(0)20 410 85 43 / www.multiconsult.nl / info@multiconsult.nl



Overzichtstekening dwarsprofielen

Projectnummer : 004895
 Opdrachtgever : Movares Nederland bv
 Kenmerk opdrachtgever : Spoorplas Beerze - Mariëenberg

Plaats : Beerze
 Locatie : Baanvak Herfte - aansl. Mariëenberg
 geocode 204 kilometer 31.6 – 32.0

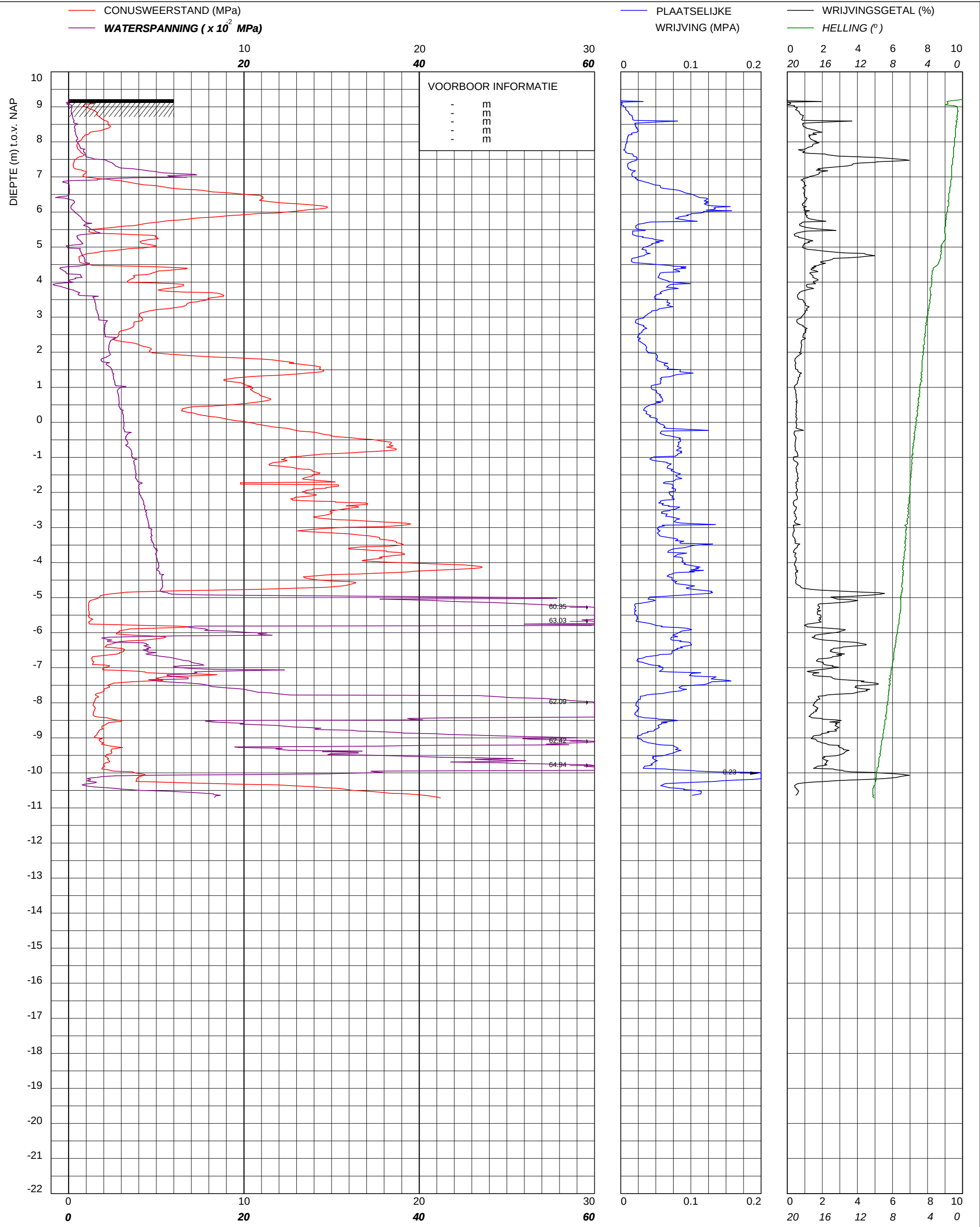


Multiconsult

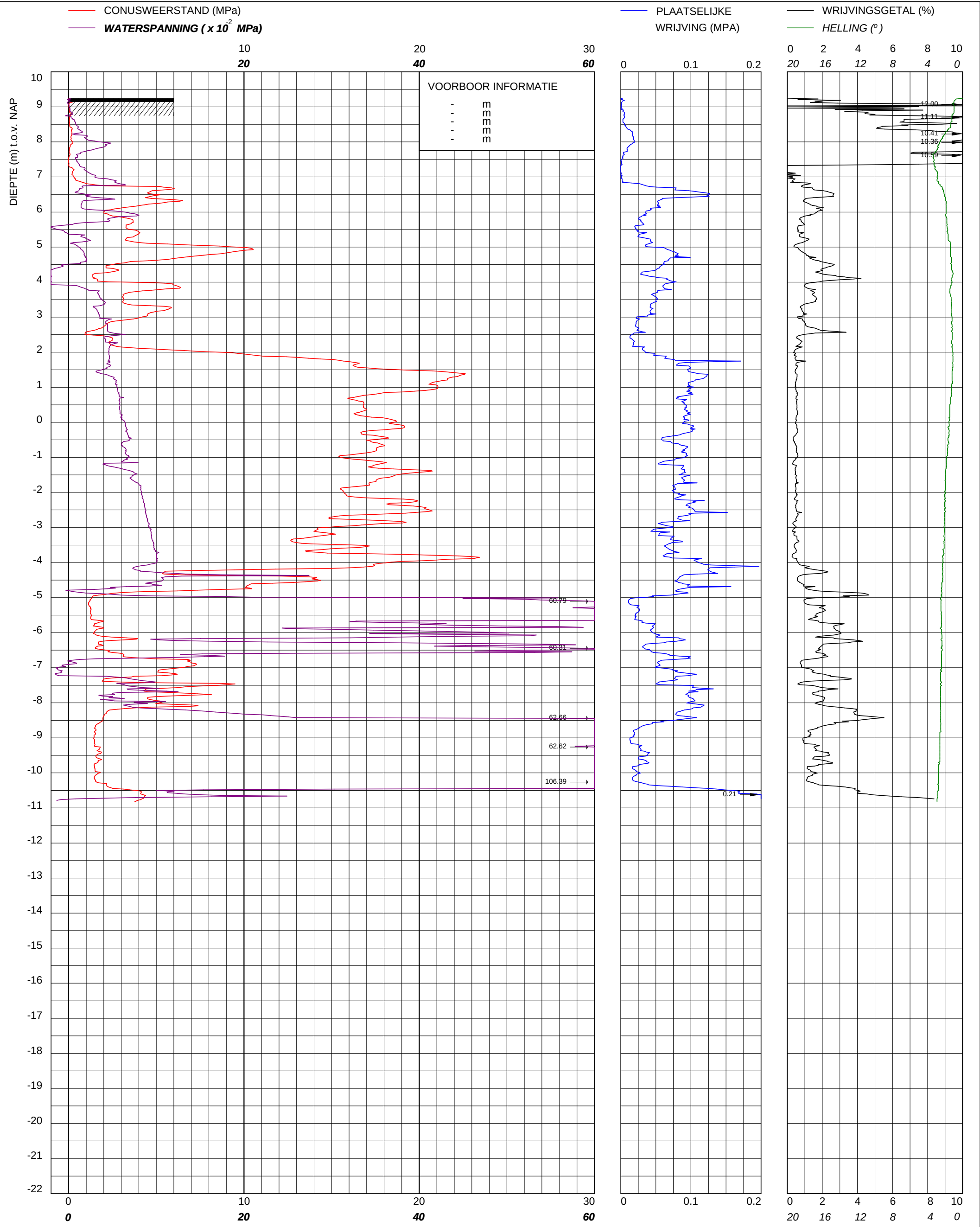
Contactweg 60, 1014 BW Amsterdam
 Telefoon +31(0)20 410 85 43 / www.multiconsult.nl / info@multiconsult.nl

Sondeergrafieken

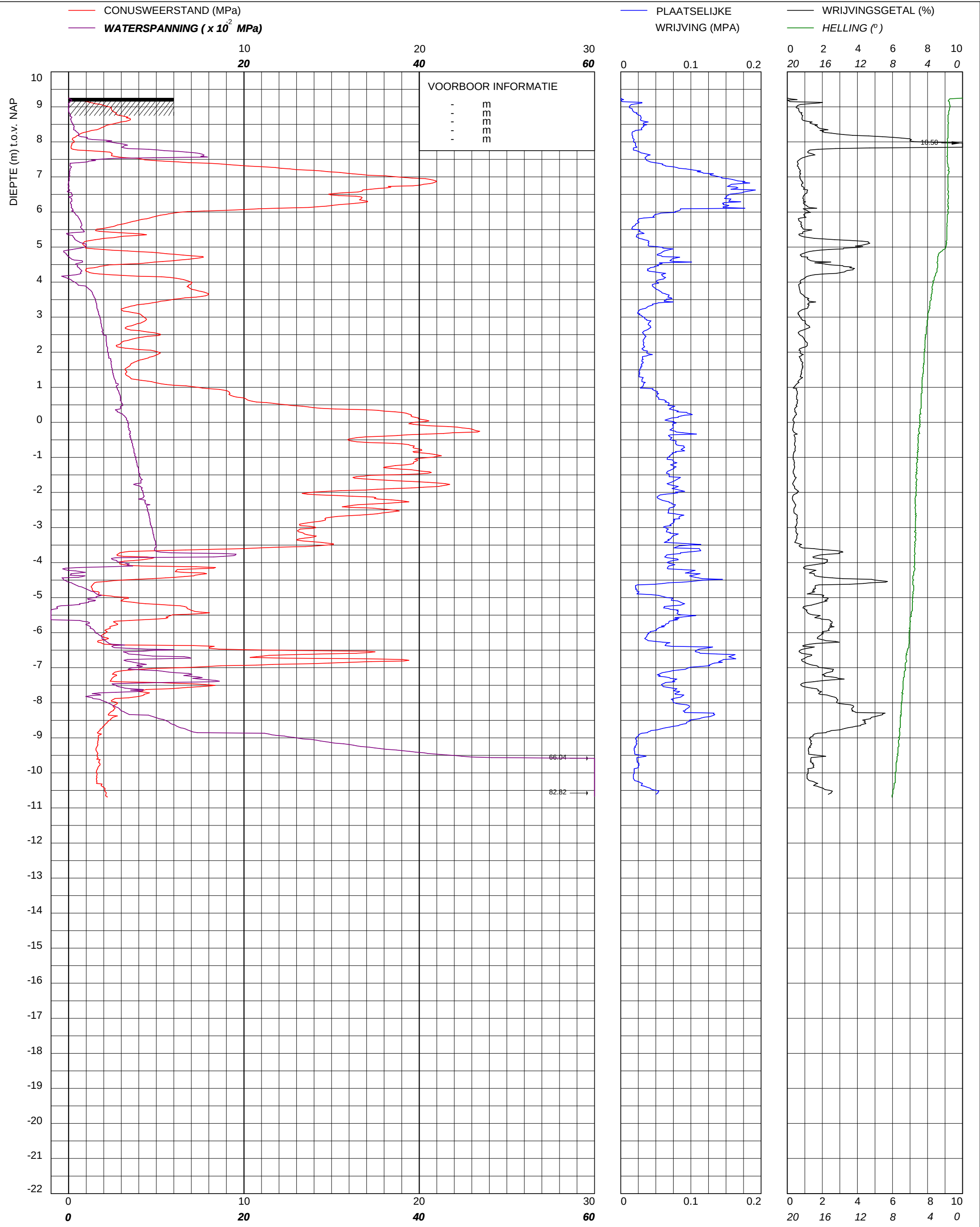
**Sondeergegevens zijn tevens digitaal als GEF
bestand verstrekt**



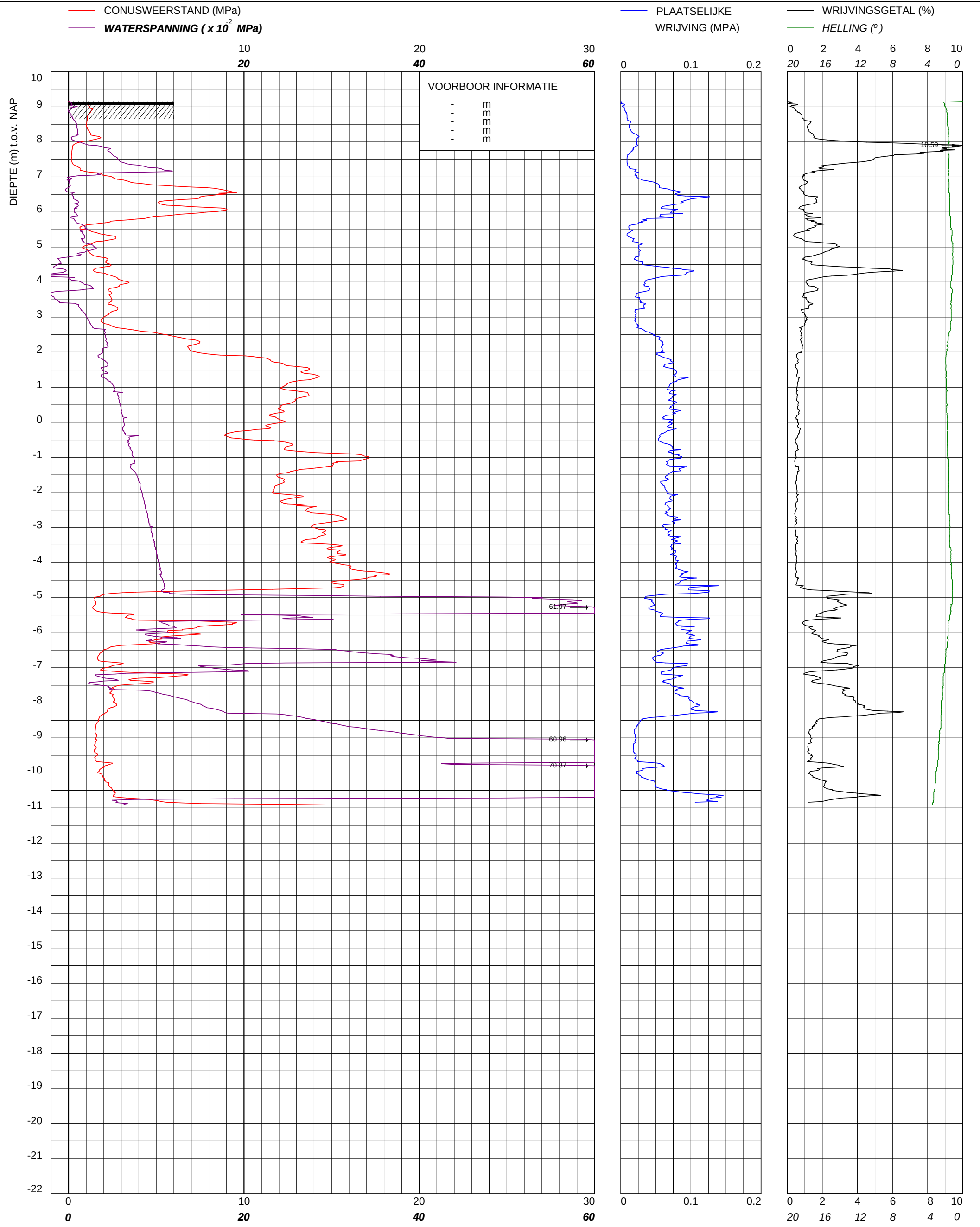
Multiconsult Multiconsult Contactweg 60 1014 BW AMSTERDAM Telefoon (020) 410 85 43 Email info@multiconsult.nl	© copyright	Sondering TE2 volgens NEN-EN-22476, klasse 3 Conus: 70081, Ac: 1.500 mm2 Filterpositie U2	MV	9.214	m NAP	X	233435	Opdrachtnummer :
			Km			Y	502621	004895
	Movares Nederland B.V. Spoorplas Beerze - Marienberg		Uitvoeringsdatum		18-12-2017		Locatie code :	
			Printdatum		21-12-2017		204/205	



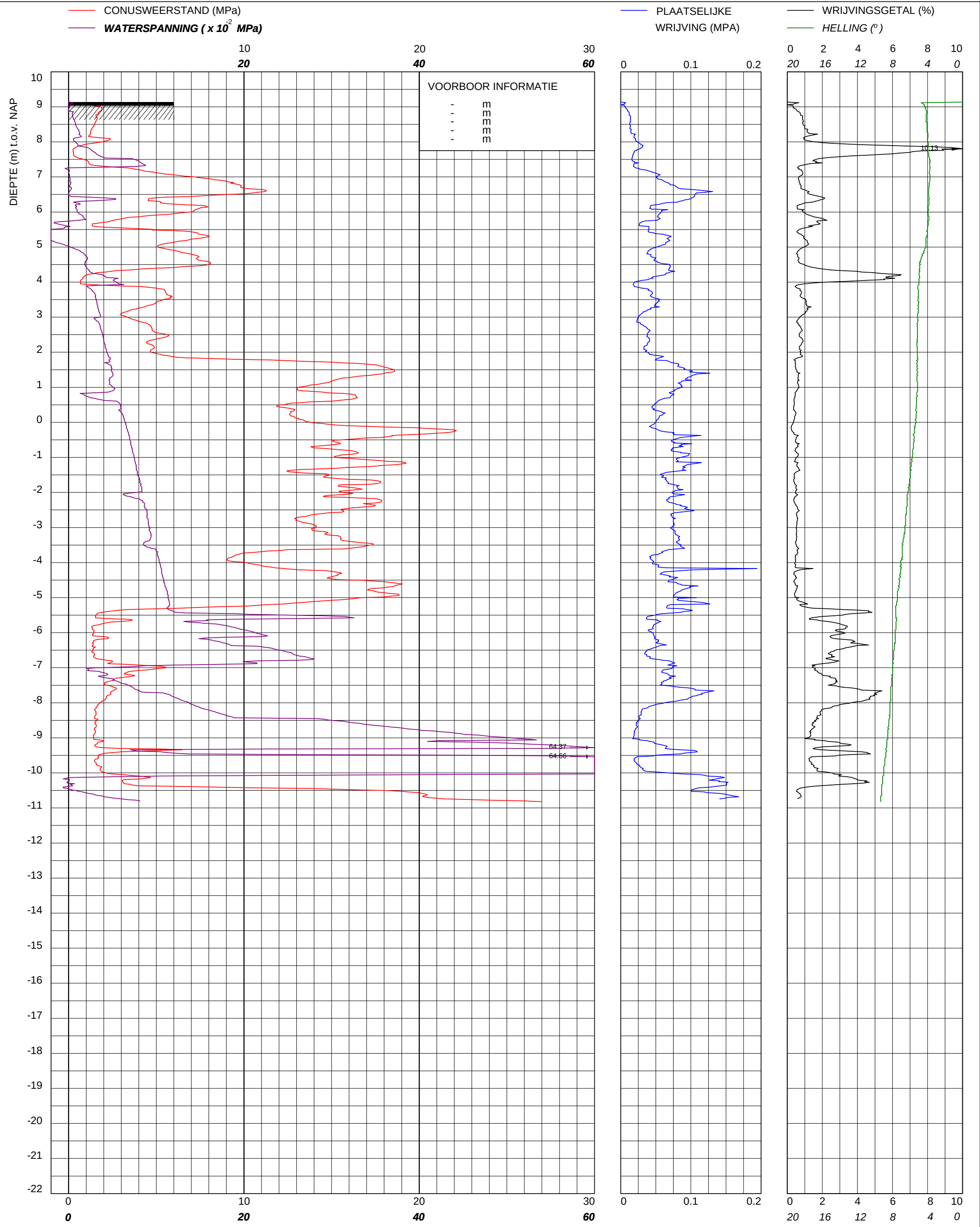
 © copyright Multiconsult Multiconsult Contactweg 60 1014 BW AMSTERDAM Telefoon (020) 410 85 43 Email info@multiconsult.nl	Sondering TE2 volgens NEN-EN-22476, klasse 3 Conus: 70081, Ac: 1.500 mm2 Filterpositie U2		MV	9.245 m NAP	X	233502	Opdrachtnummer :
	Movares Nederland B.V. Spoorplas Beerze - Marienberg		Km		Y	502624	004895
			Uitvoeringsdatum		19-12-2017		Locatie code : 204/206
			Printdatum		21-12-2017		



 © copyright Multiconsult Multiconsult Contactweg 60 1014 BW AMSTERDAM Telefoon (020) 410 85 43 Email info@multiconsult.nl	Sondering TE2 volgens NEN-EN-22476, klasse 3 Conus: 70081, Ac: 1.500 mm2 Filterpositie U2		MV	9.248 m NAP	X	233571	Opdrachtnummer :
	Movares Nederland B.V. Spoorplas Beerze - Marienberg		Km		Y	502627	004895
			Uitvoeringsdatum		19-12-2017		Locatie code : 204/207
			Printdatum		21-12-2017		



 © copyright Multiconsult Multiconsult Contactweg 60 1014 BW AMSTERDAM Telefoon (020) 410 85 43 Email info@multiconsult.nl	Sondering TE2 volgens NEN-EN-22476, klasse 3 Conus: 70081, Ac: 1.500 mm2 Filterpositie U2	MV	9.153 m NAP	X	233635	Opdrachtnummer :
	Movares Nederland B.V. Spoorplas Beerze - Marienberg	Km		Y	502631	004895
		Uitvoeringsdatum		19-12-2017		Locatie code :
		Printdatum		21-12-2017		204/208



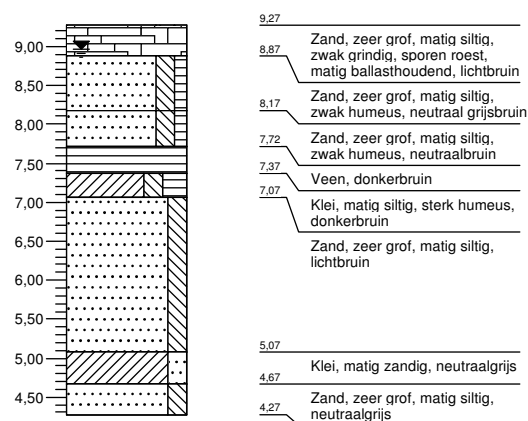
© copyright  Multiconsult Contactweg 60 1014 BW AMSTERDAM Telefoon (020) 410 85 43 Email info@multiconsult.nl	Sondering TE2 volgens NEN-EN-22476, klasse 3 Conus: 70081, Ac: 1.500 mm2 Filterpositie U2	MV	9.137 m NAP	X	233706	Opdrachtnummer :
	Movares Nederland B.V. Spoorplas Beerze - Marienberg	Km		Y	502634	004895
		Uitvoeringsdatum		20-12-2017		Locatie code :
		Printdatum		21-12-2017		204/209

Boorbeschrijvingen

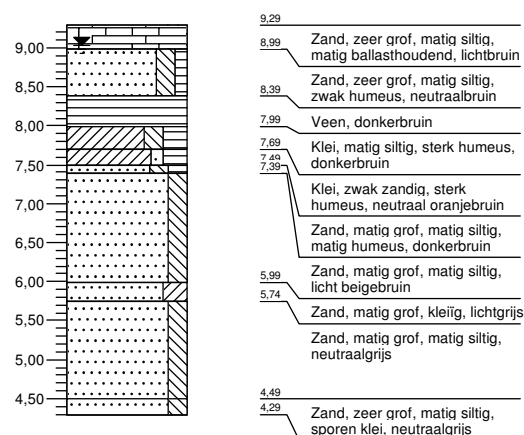
**Boorgegevens zijn tevens digitaal als GEF bestand
verstrekt**

Boring: 204/210

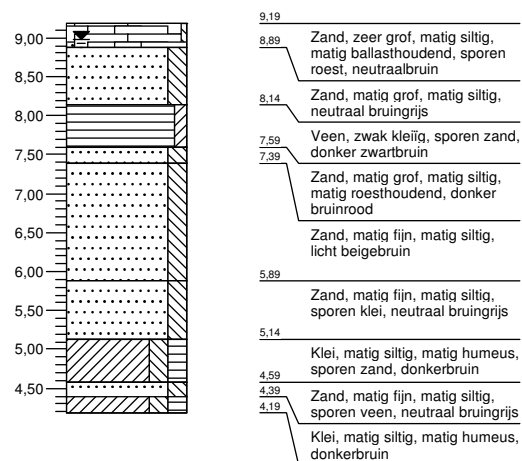
Datum: 19-12-2017
X: 233434,77
Y: 502620,09

**Boring: 204/211**

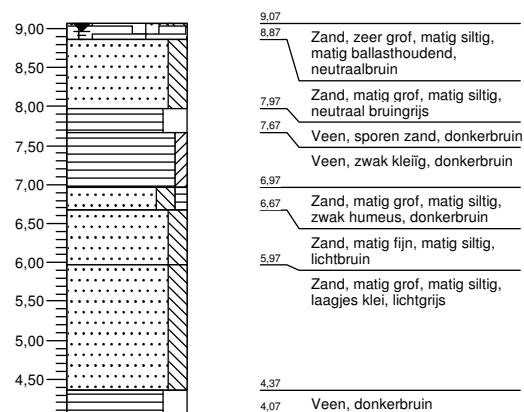
Datum: 19-12-2017
X: 233502,44
Y: 502623,41

**Boring: 204/212**

Datum: 19-12-2017
X: 233571,01
Y: 502627,06

**Boring: 204/213**

Datum: 19-12-2017
X: 233634,88
Y: 502630,06

**Multiconsult**

Contactweg 60
1014 BW AMSTERDAM
Telefoon (020) 410 85 43
Email info@multiconsult.nl

Projectnaam: Spoorplas Beerze - Marienberg

Opdrachtgever: Movares Nederland B.V.

Projectcode: 004895

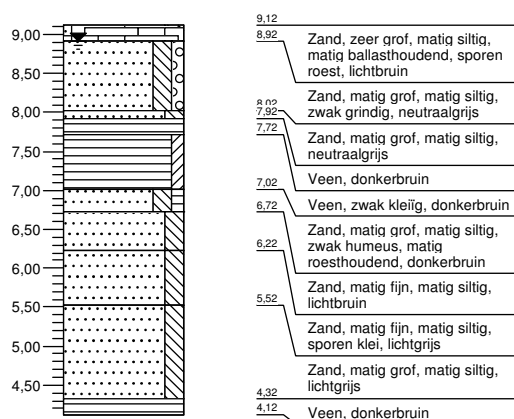
Boormeester: J. Stajkovac

Projectleider: M. Bosboom

Pagina: 1 / 2

Boring: 204/214

Datum: 20-12-2017
X: 233705,66
Y: 502633,16



Multiconsult

Contactweg 60
1014 BW AMSTERDAM
Telefoon (020) 410 85 43
Email info@multiconsult.nl

Projectnaam: Spoorplas Beerze - Marienberg

Opdrachtgever: Movares Nederland B.V.

Projectcode: 004895

Boormeester: J. Stajkovac

Projectleider: M. Bosboom

Pagina: 2 / 2

Legenda (conform NEN 5104)

grind

	Grind, siltig
	Grind, zwak zandig
	Grind, matig zandig
	Grind, sterk zandig
	Grind, uiterst zandig

zand

	Zand, kleiig
	Zand, zwak siltig
	Zand, matig siltig
	Zand, sterk siltig
	Zand, uiterst siltig

veen

	Veen, mineraalarm
	Veen, zwak kleiig
	Veen, sterk kleiig
	Veen, zwak zandig
	Veen, sterk zandig

klei

	Klei, zwak siltig
	Klei, matig siltig
	Klei, sterk siltig
	Klei, uiterst siltig
	Klei, zwak zandig
	Klei, matig zandig
	Klei, sterk zandig

leem

	Leem, zwak zandig
	Leem, sterk zandig

overige toevoegingen

	zwak humeus
	matig humeus
	sterk humeus
	zwak grindig
	matig grindig
	sterk grindig

geur

	geen geur
	zwakke geur
	matige geur
	sterke geur
	uiterste geur

olie

	geen olie-water reactie
	zwakke olie-water reactie
	matige olie-water reactie
	sterke olie-water reactie
	uiterste olie-water reactie

p.i.d.-waarde

	>0
	>1
	>10
	>100
	>1000
	>10000

monsters

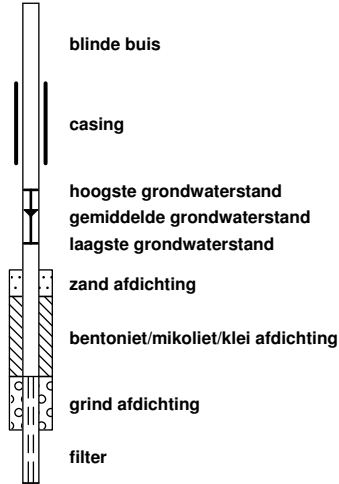
	geroerd monster
	ongeroerd monster
	volumering

overig

	bijzonder bestanddeel
	Gemiddeld hoogste grondwaterstand
	grondwaterstand
	Gemiddeld laagste grondwaterstand

	slib
	water

peilbuis



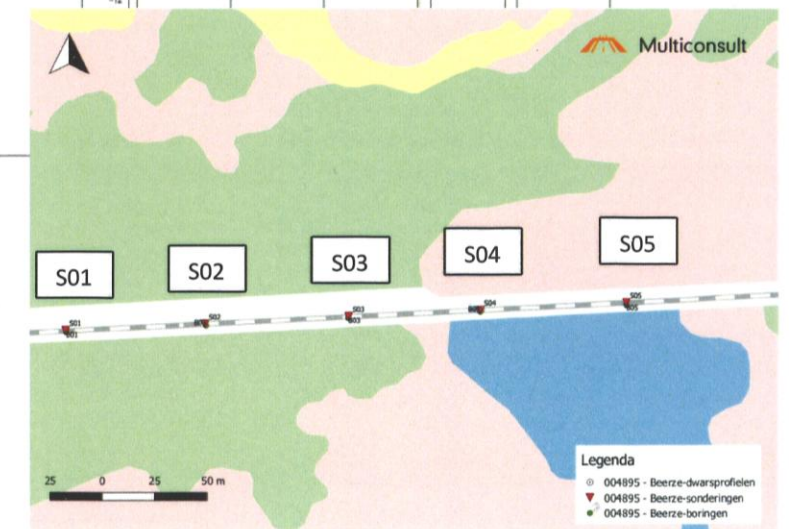
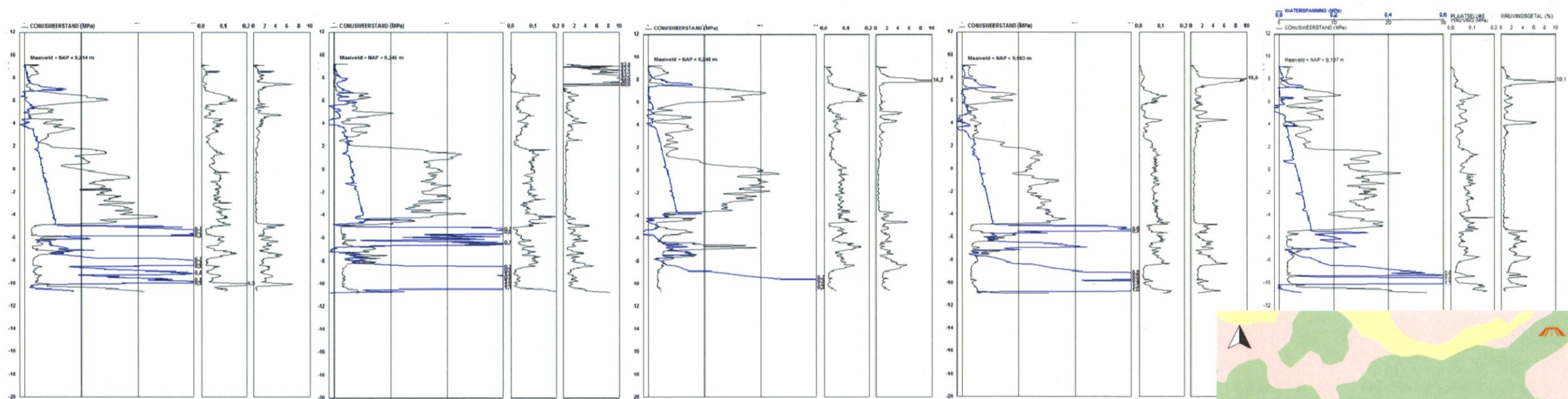
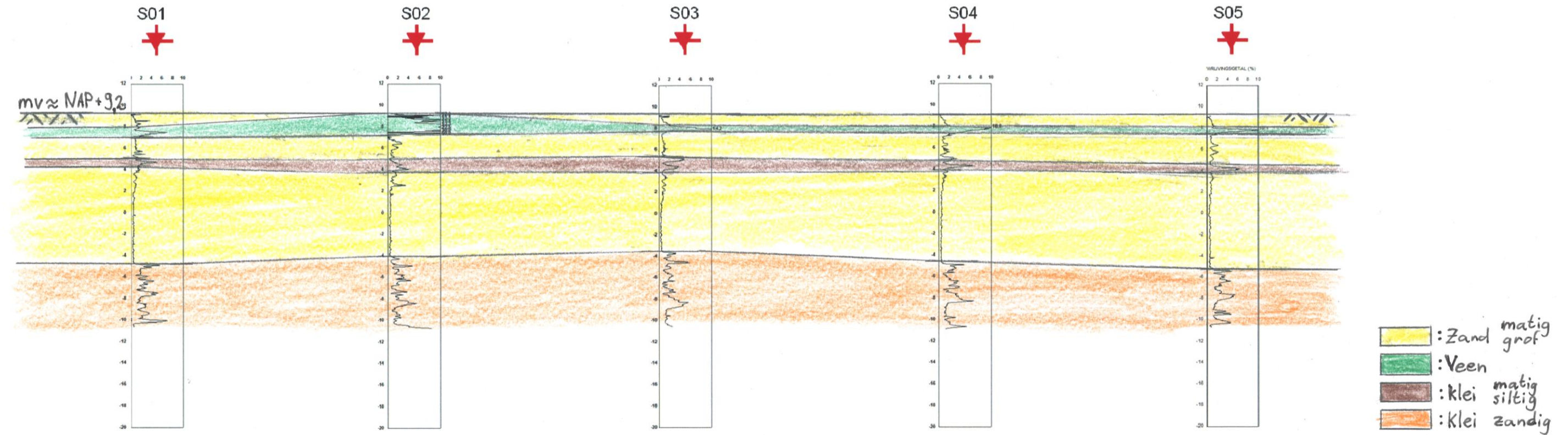
Dwarsprofielen

**Inmeetgegevens zijn uitsluitend digitaal als
tekst/excel bestand verstrekt**

Spoorplas Beerze

Projectnummer: RM005471

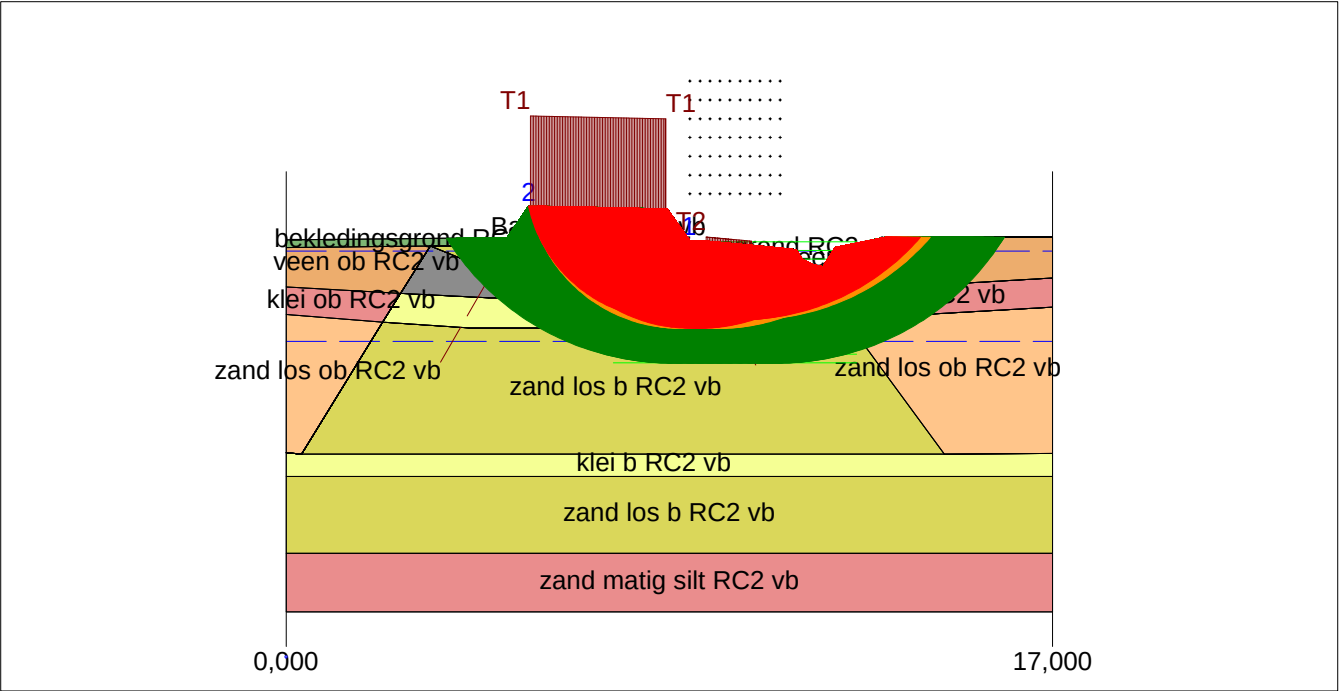
Geocode 204, km 31.600 – 32.00



Bijlage III In –en uitvoer D-Geo stability

Safety Overview

- Materials
- Ballastbed RC2 vb
 - bekledingsgrond RC2 vb
 - veen ob RC2 vb
 - veen b RC2 vb
 - klei ob RC2 vb
 - zand los ob RC2 vb
 - klei b RC2 vb
 - zand los b RC2 vb
 - zand matig silt RC2 vb



Postbus 2855
3500 GW Utrecht
Phone +31 302 655555
Fax -

D-Geo Stability 17.1 : DWP 2 km 31.731 RC2 talud VB zuid + SH-sil

date
16-03-2018

drw:
DV

Spoorplas Beerze

Dwarsprofiel 2 Zuid

RM005471

ct:

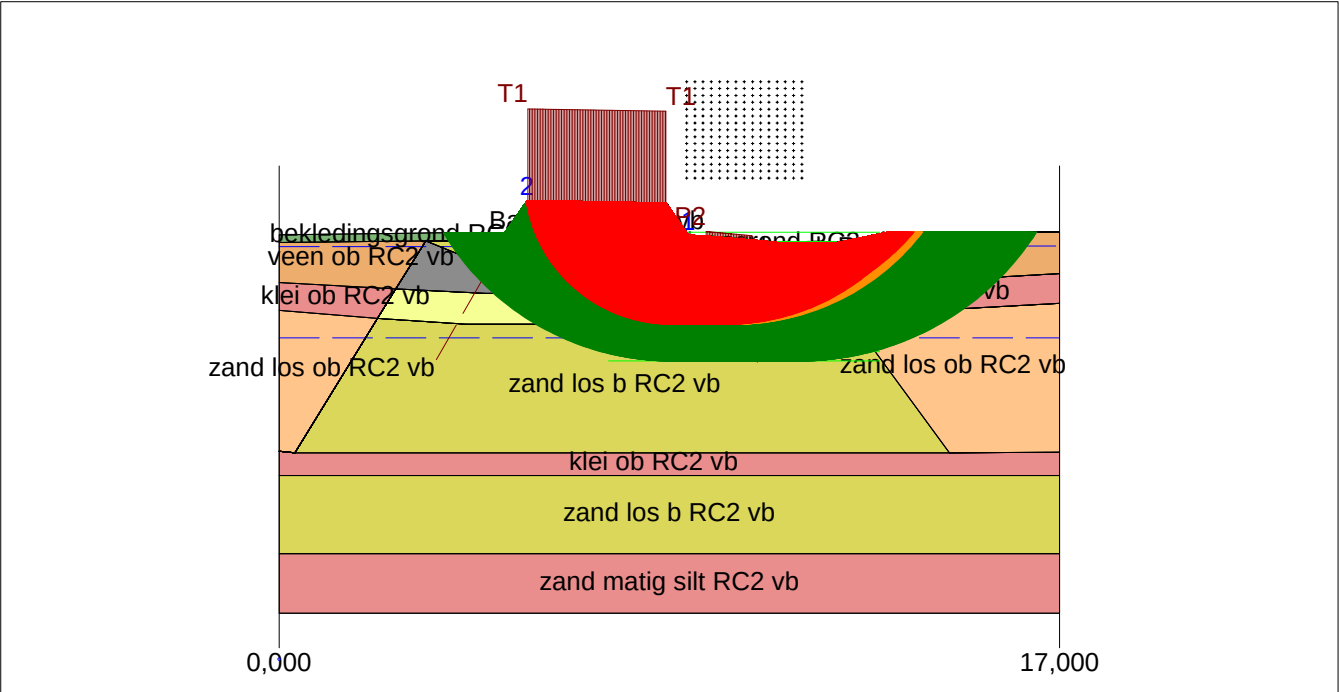
Berekening RC2 (baan) verbouw bestand

Annex 100

form.
A4

Safety Overview

- Materials
- Ballastbed RC2 vb
 - bekledingsgrond RC2 vb
 - veen ob RC2 vb
 - veen b RC2 vb
 - klei b RC2 vb
 - zand los ob RC2 vb
 - klei ob RC2 vb
 - zand los b RC2 vb
 - zand matig silt RC2 vb



Postbus 2855
3500 GW Utrecht

Phone +3130265555
Fax -

D-Geo Stability 17.1 : DWP 2 km 31.731 mw situ RC2 vb stijfhoogte NAP +7 en GWS 9 sil

date
16-03-2018

drw.
Daan

Spoorplas Beerze

Dwarsprofiel 2 Zuid nieuwe situatie

Berekening RC2 verbouw

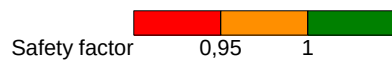
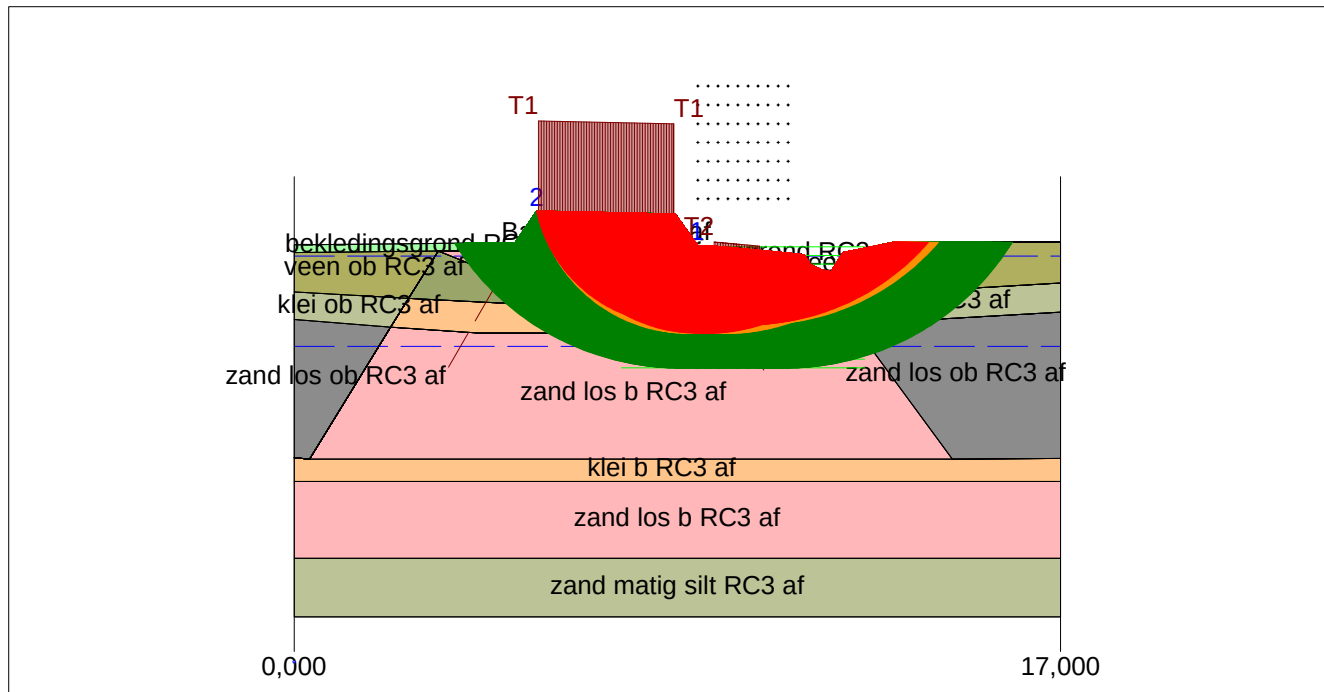
Annex -

form.
A4

Safety Overview

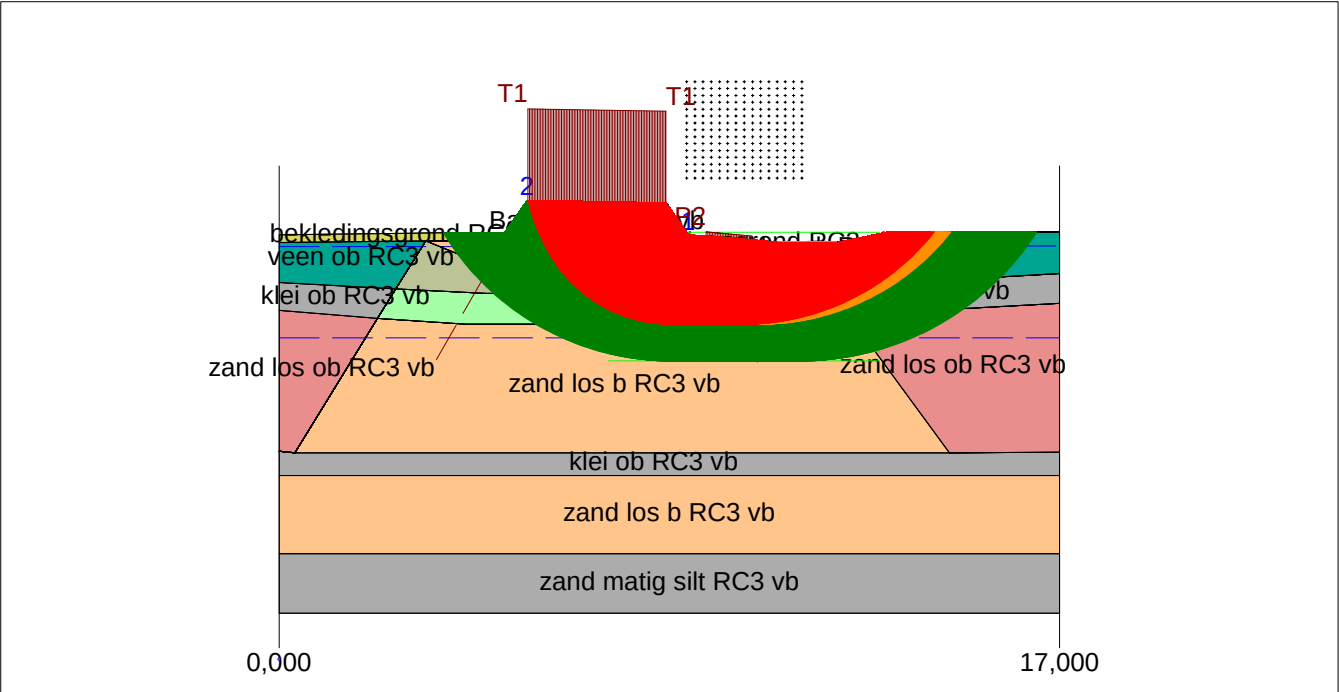
Materials

- Ballastbed RC3 af
- bekledingsgrond RC3 af
- veen ob RC3 af
- veen b RC3 af
- klei ob RC3 af
- zand los ob RC3 af
- klei b RC3 af
- zand los b RC3 af
- zand matig silt RC3 af



Safety Overview

- Materials
- Ballastbed RC3 vb
 - bekledingsgrond RC3 vb
 - veen ob RC3 vb
 - veen b RC3 vb
 - klei b RC3 vb
 - zand los ob RC3 vb
 - klei ob RC3 vb
 - zand los b RC3 vb
 - zand matig silt RC3 vb



Postbus 2855
3500 GW Utrecht

Phone +3130265555
Fax -

D-Geo Stability 17.1 : DWP 2 km 31.731 mw situ RC3 vb stijfhoogte NAP +7 en GWS 9 sil

date
16-03-2018

drv.
Daan

Spoorplas Beerze

Dwarsprofiel 2 Zuid nieuwe situatie

Berekening RC3 verbouw

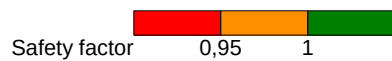
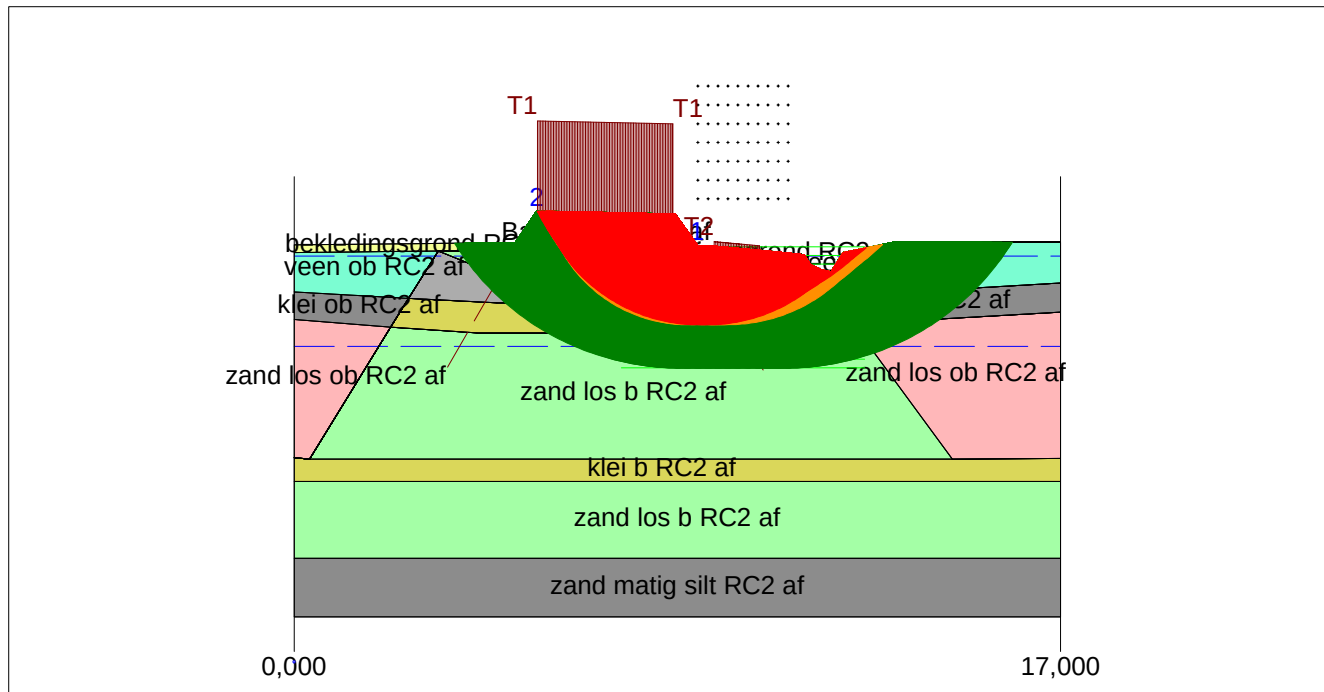
Annex -

form.
A4

Safety Overview

Materials

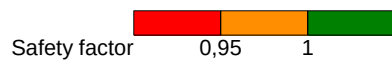
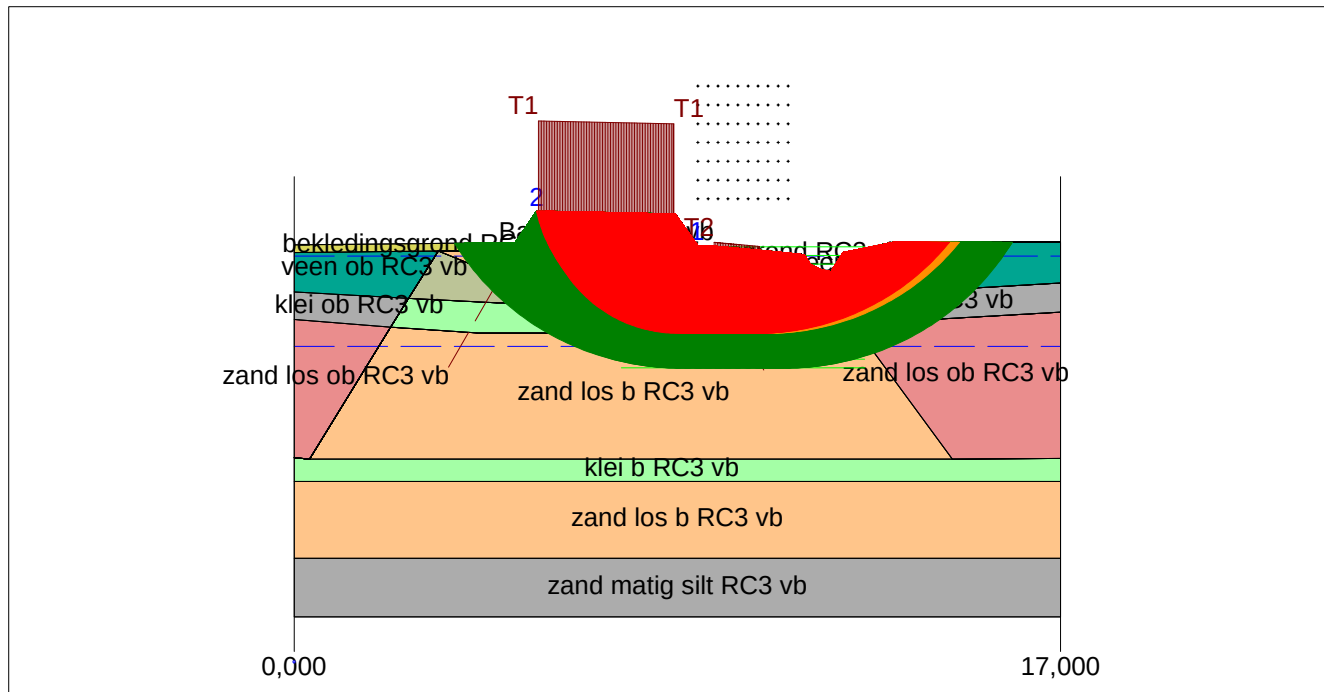
- Ballastbed RC2 af
- bekledingsgrond RC2 af
- veen ob RC2 af
- veen b RC2 af
- klei ob RC2 af
- zand los ob RC2 af
- klei b RC2 af
- zand los b RC2 af
- zand matig silt RC2 af



Safety Overview

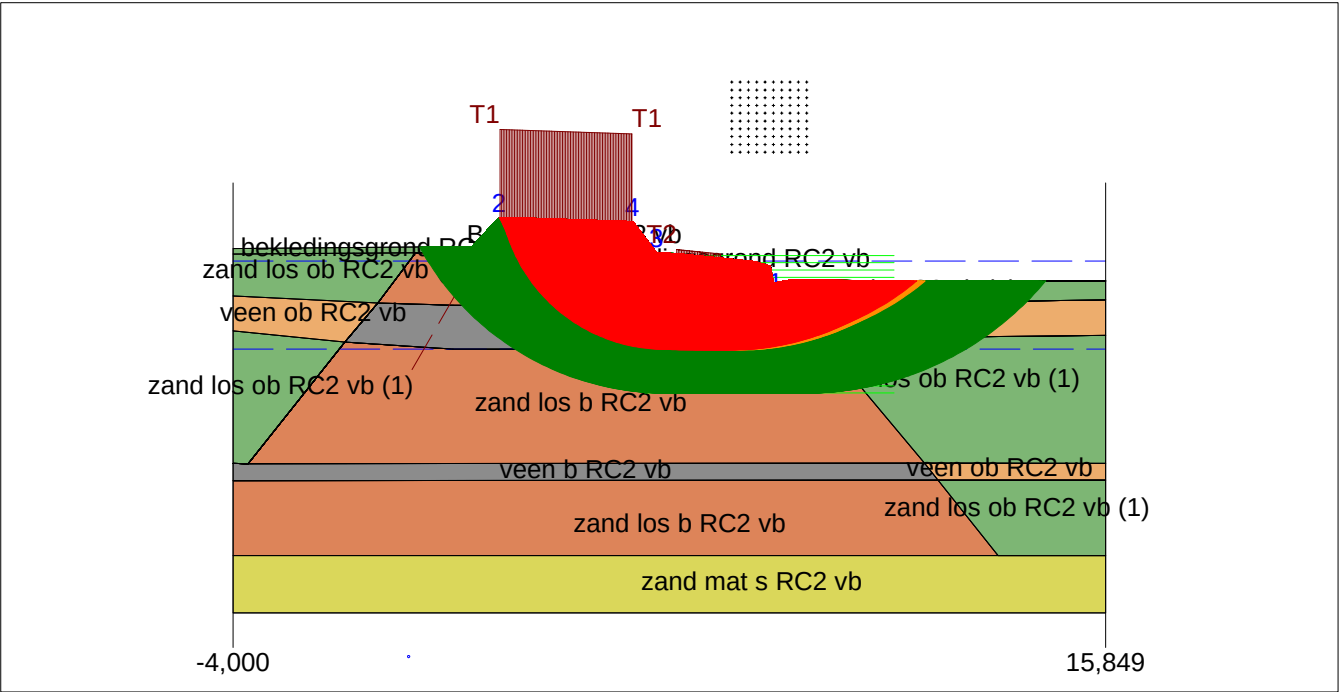
Materials

- Ballastbed RC3 vb
- bekledingsgrond RC3 vb
- veen ob RC3 vb
- veen b RC3 vb
- klei ob RC3 vb
- zand los ob RC3 vb
- klei b RC3 vb
- zand los b RC3 vb
- zand matig silt RC3 vb



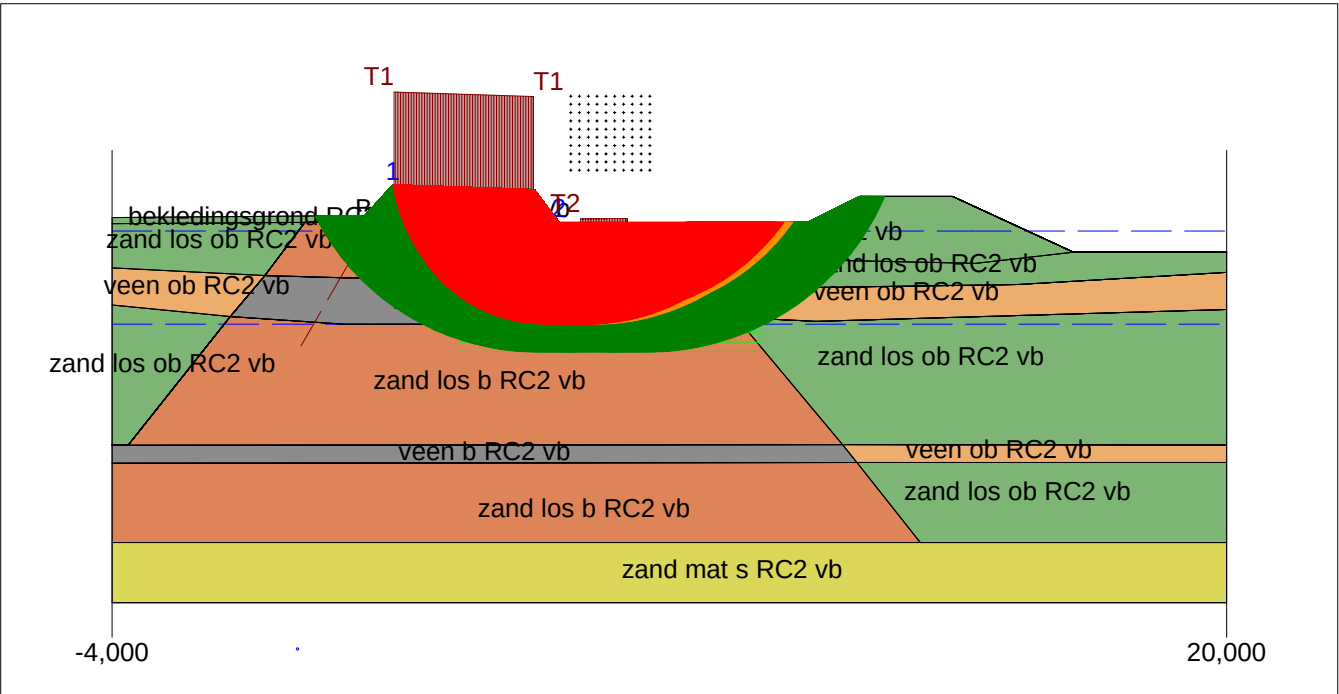
Safety Overview

- Materials
- Ballastbed RC2 vb
 - bekledingsgrond RC2 vb
 - veen ob RC2 vb
 - veen b RC2 vb
 - zand los ob RC2 vb (1)
 - zand los b RC2 vb
 - zand mat s RC2 vb



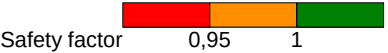
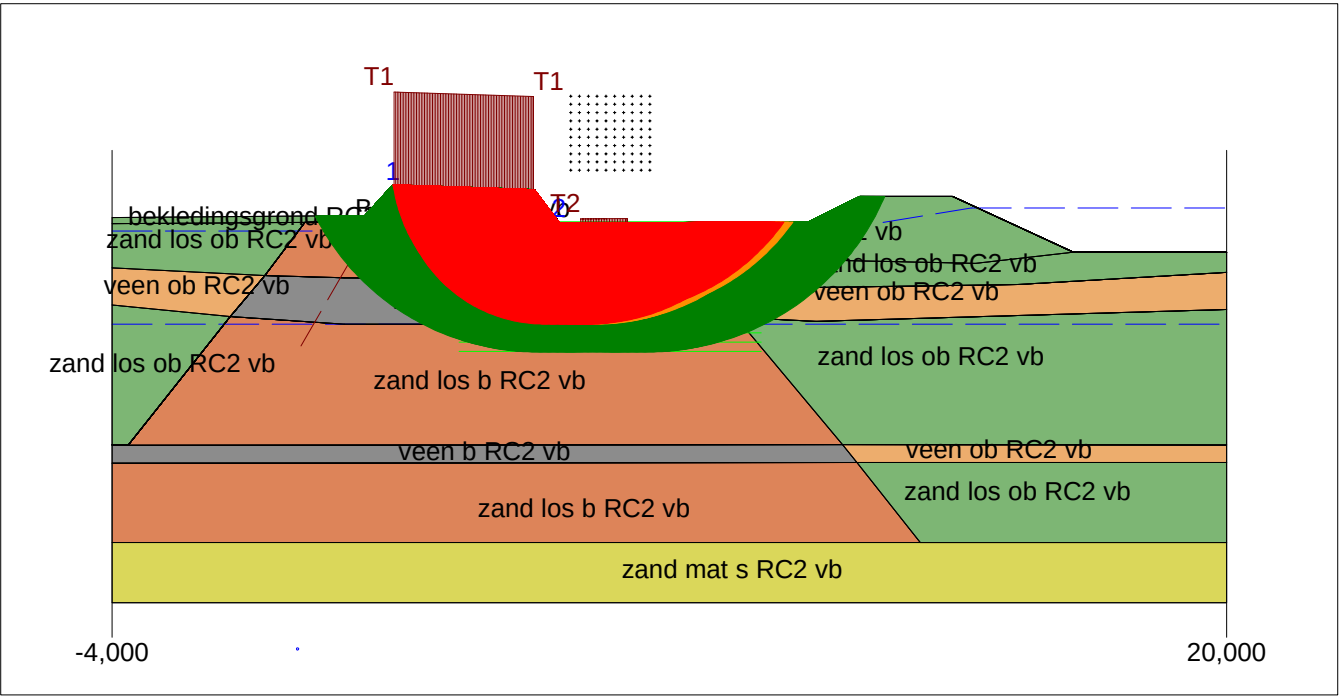
Safety Overview

- Materials
- bekledingsgrond RC2 vb
 - Ballastbed RC2 vb
 - veen ob RC2 vb
 - veen b RC2 vb
 - zand los ob RC2 vb
 - zand los b RC2 vb
 - zand mat s RC2 vb



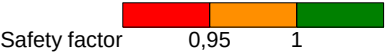
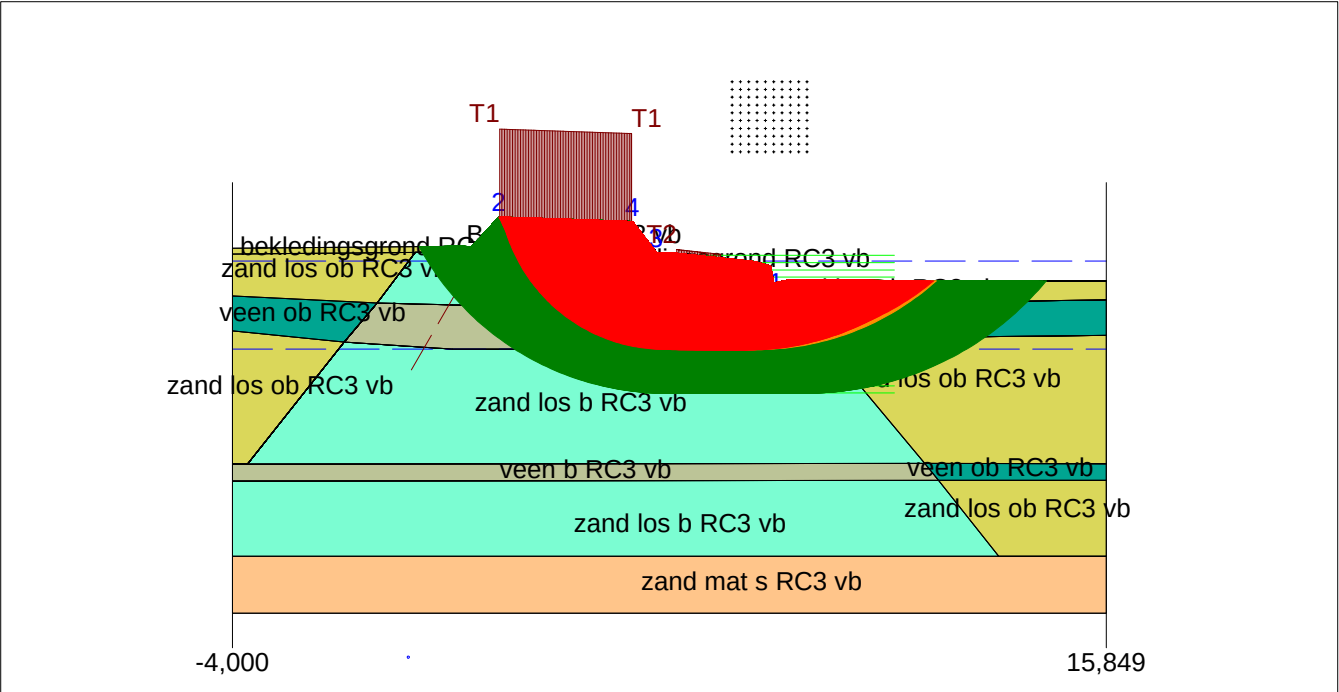
Safety Overview

- Materials
- bekledingsgrond RC2 vb
 - Ballastbed RC2 vb
 - veen ob RC2 vb
 - veen b RC2 vb
 - zand los ob RC2 vb
 - zand los b RC2 vb
 - zand mat s RC2 vb



Safety Overview

- Materials
- Ballastbed RC3 vb
 - bekledingsgrond RC3 vb
 - veen ob RC3 vb
 - veen b RC3 vb
 - zand los ob RC3 vb
 - zand los b RC3 vb
 - zand mat s RC3 vb



Postbus 2855
3500 GW Utrecht

Phone +3130265555
Fax -

D-Geo Stability 17.1 : DWP 4 km 31.857 RC3 baan VB zuid + SH-sil

date
16-03-2018

drw.
Daan

Spoorplas Beerze

Dwarsprofiel 4

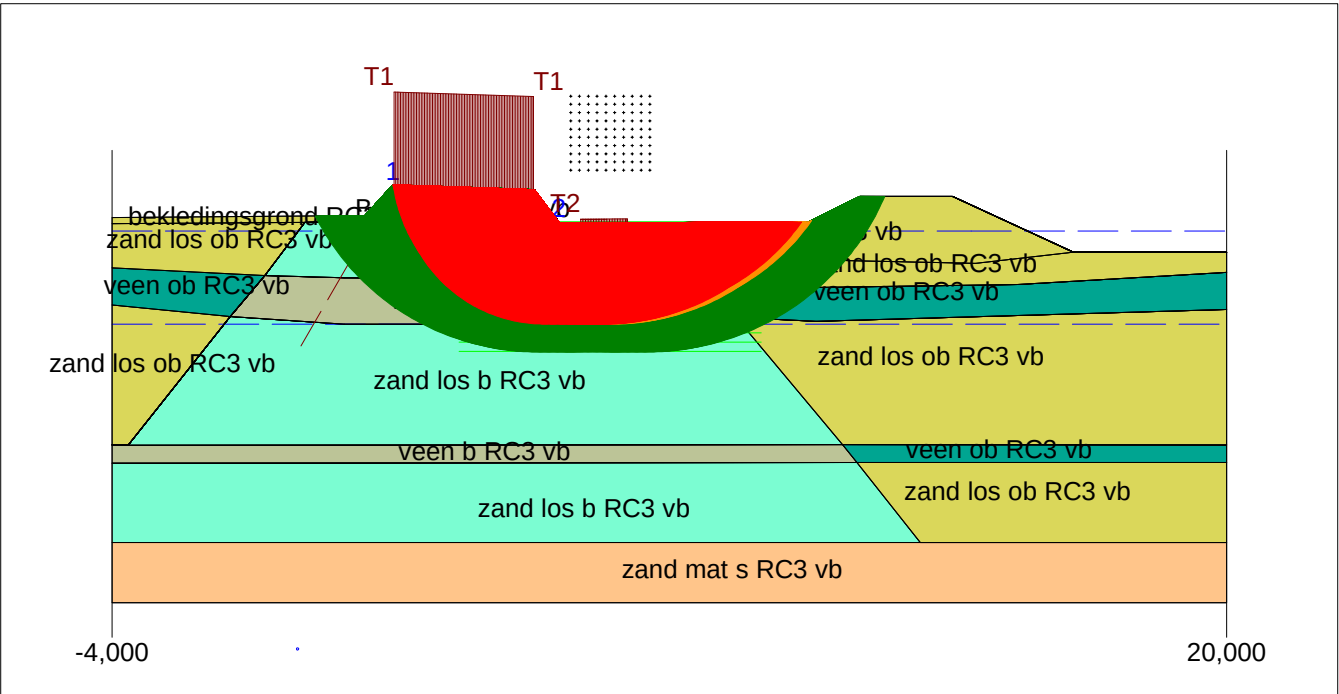
Berekening RC3 (baan) verbouw Zuid

Annex -

form.
A4

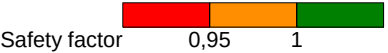
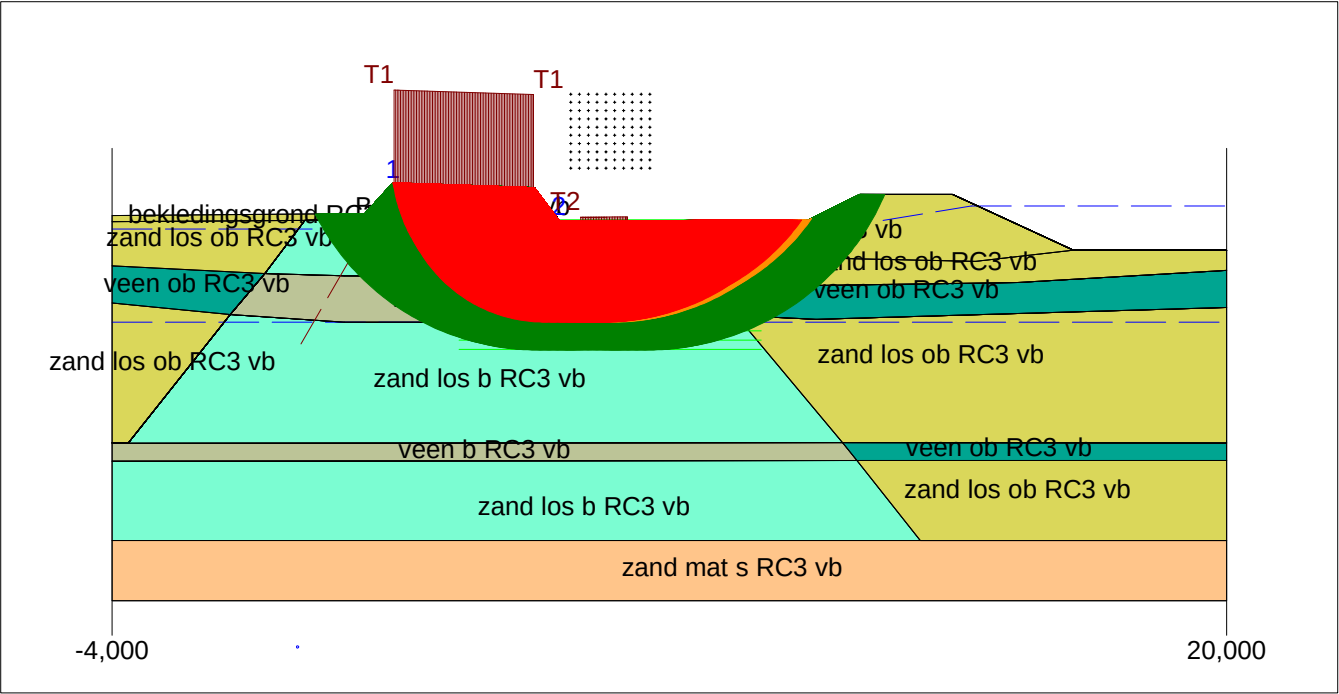
Safety Overview

- Materials
- bekledingsgrond RC3 vb
 - Ballastbed RC3 vb
 - veen ob RC3 vb
 - veen b RC3 vb
 - zand los ob RC3 vb
 - zand los b RC3 vb
 - zand mat s RC3 vb



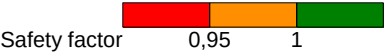
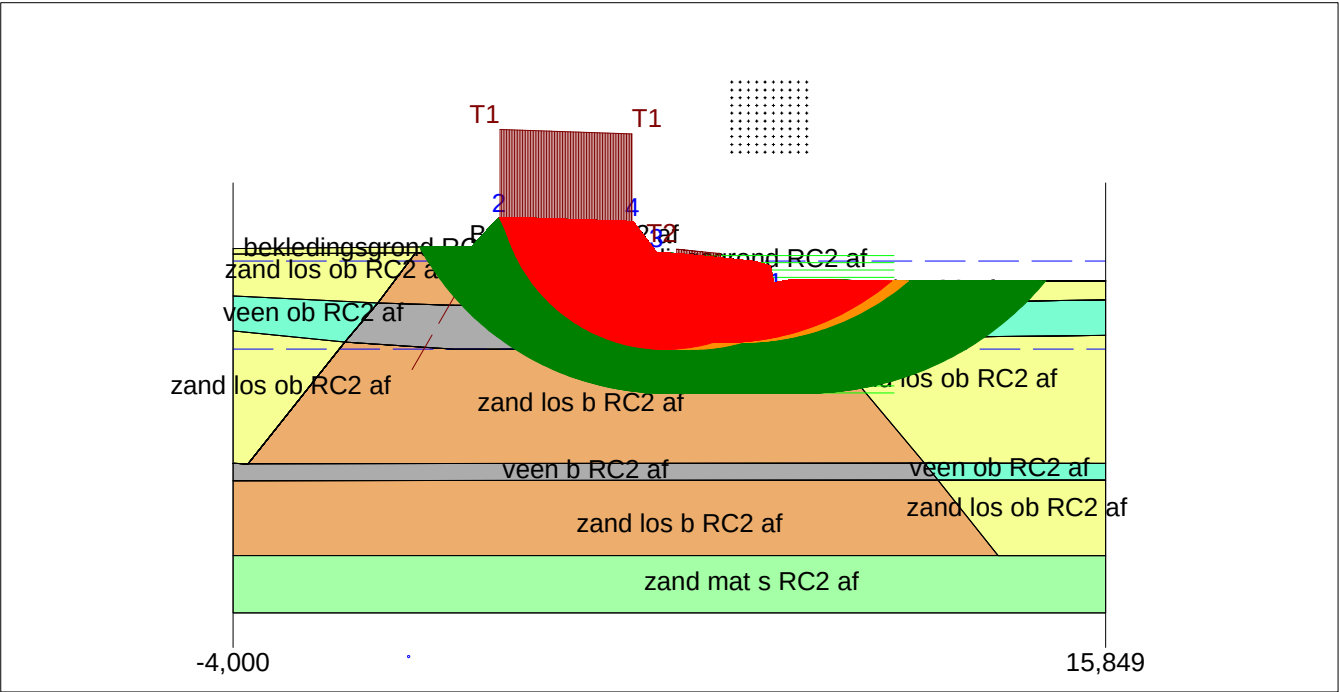
Safety Overview

- Materials
- bekledingsgrond RC3 vb
 - Ballastbed RC3 vb
 - veen ob RC3 vb
 - veen b RC3 vb
 - zand los ob RC3 vb
 - zand los b RC3 vb
 - zand mat s RC3 vb



Safety Overview

- Materials
- Ballastbed RC2 af
 - bekledingsgrond RC2 af
 - veen ob RC2 af
 - veen b RC2 af
 - zand los ob RC2 af
 - zand los b RC2 af
 - zand mat s RC2 af



Postbus 2855
3500 GW Utrecht
Phone +3130265555
Fax -

D-Geo Stability 17.1 : DWP 4 km 31.857 RC2 talud Af zuid + SH-stl

date
16-03-2018
drw.
Daan

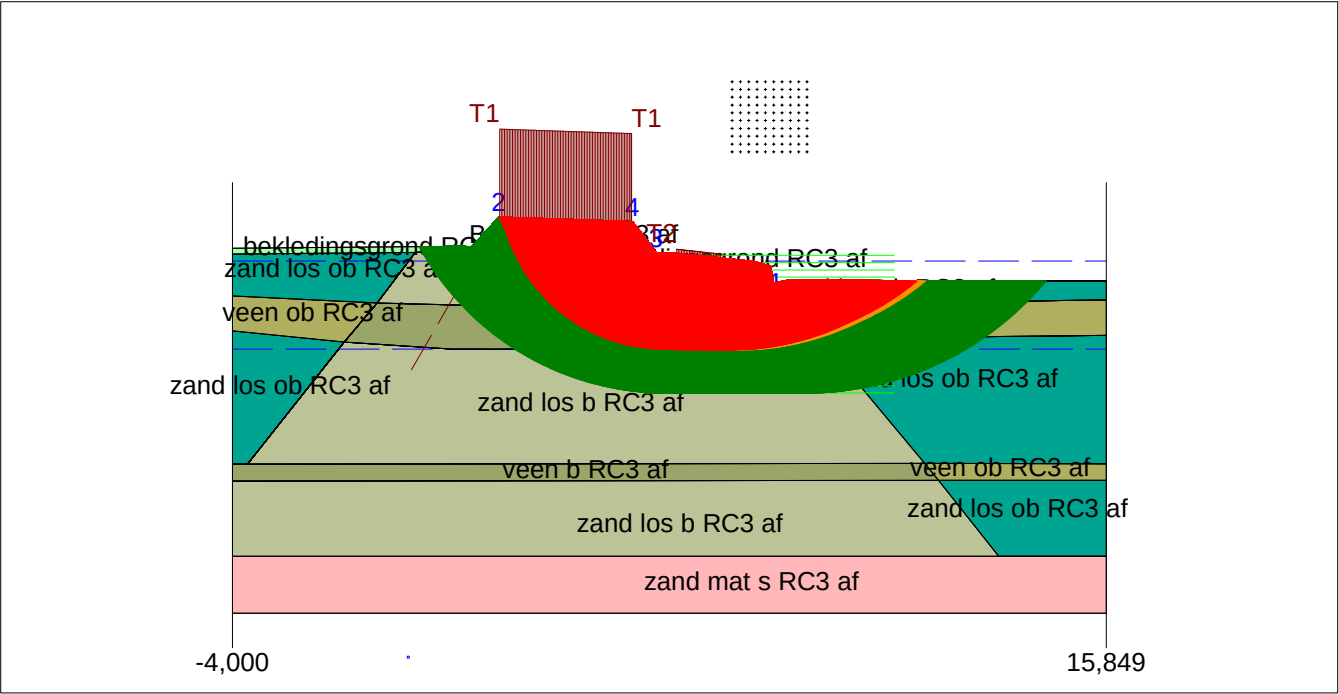
Spoorplas Beerze
Dwarsprofiel 4

Berekening RC2 (baan) afkeur bestand

Annex -
form.
A4

Safety Overview

- Materials
- Ballastbed RC3 af
 - bekledingsgrond RC3 af
 - veen ob RC3 af
 - veen b RC3 af
 - zand los ob RC3 af
 - zand los b RC3 af
 - zand mat s RC3 af



Bijlage IV Zettingen

Report for D-Settlement 16.1

Settlement Calculations
Developed by Deltares



Company:	Movares Nederland B.V.
Date of report:	19-01-2018
Time of report:	17:23:43
Date of calculation:	19-01-2018
Time of calculation:	12:19:00
Filename:	P:\..\Berekeningen\Zettingen\Zettingsberekening DWP 2 Beerze + SH
Project identification:	Spoorplas Beerze Dwarsprofiel 2 Zuid Zettingsberekening

1 Table of Contents

1 Table of Contents	2
2 Echo of the Input	3
2.1 Layer Boundaries	3
2.2 PI-lines	4
2.3 General Data	4
2.4 Soil Profiles	4
2.5 Soil Properties	5
2.6 Non-Uniform Loads	6
2.7 Verticals	6
3 Results per Vertical	7
3.1 Results for Vertical 1 (X = 6,25 m; Z = 0,00 m)	7
3.2 Results for Vertical 2 (X = 7,75 m; Z = 0,00 m)	8
3.3 Results for Vertical 3 (X = 8,75 m; Z = 0,00 m)	9
3.4 Results for Vertical 4 (X = 10,00 m; Z = 0,00 m)	10
3.5 Results for Vertical 5 (X = 11,00 m; Z = 0,00 m)	12
3.6 Results for Vertical 6 (X = 12,00 m; Z = 0,00 m)	13
3.7 Results for Vertical 7 (X = 13,00 m; Z = 0,00 m)	14
4 Settlements	16
4.1 Settlements	16
5 Warnings and errors	17

2 Echo of the Input

2.1 Layer Boundaries

Boundary number	Co-ordinates [m]				
14 - X -	0,000	2,953	3,302	4,623	4,692
14 - Y -	9,249	9,282	9,286	9,297	9,298
14 - X -	5,033	8,589	9,023	9,318	10,839
14 - Y -	9,577	9,556	9,230	9,222	9,082
14 - X -	10,978	11,312	11,456	11,701	11,909
14 - Y -	9,069	9,029	8,810	8,695	8,651
14 - X -	12,176	13,293	17,000		
14 - Y -	9,080	9,306	9,306		
13 - X -	0,000	2,953	3,302	4,623	4,692
13 - Y -	9,249	9,282	9,286	9,297	9,298
13 - X -	9,023	9,318	10,839	10,978	11,312
13 - Y -	9,230	9,222	9,082	9,069	9,029
13 - X -	11,456	11,701	11,909	12,176	13,293
13 - Y -	8,810	8,695	8,651	9,080	9,306
13 - X -	17,000				
13 - Y -	9,306				
12 - X -	0,000	2,953	3,219	4,987	9,000
12 - Y -	9,249	9,282	9,134	8,390	8,390
12 - X -	10,839	10,978	11,312	11,456	11,701
12 - Y -	9,082	9,069	9,029	8,810	8,695
12 - X -	11,909	12,176	13,293	17,000	
12 - Y -	8,651	9,080	9,306	9,306	
11 - X -	0,000	2,538	3,219	4,987	9,000
11 - Y -	8,209	8,066	9,134	8,390	8,390
11 - X -	10,839	10,978	11,312	11,456	11,701
11 - Y -	9,082	9,069	9,029	8,810	8,695
11 - X -	11,909	12,176	13,293	17,000	
11 - Y -	8,651	9,080	9,306	9,306	
10 - X -	0,000	2,138	2,538	3,219	4,987
10 - Y -	7,599	7,428	8,066	9,134	8,390
10 - X -	9,000	10,839	10,978	11,312	11,456
10 - Y -	8,390	9,082	9,069	9,029	8,810
10 - X -	11,701	11,909	12,176	13,293	17,000
10 - Y -	8,695	8,651	9,080	9,306	9,306
9 - X -	0,000	0,342	2,138	2,538	3,219
9 - Y -	4,530	4,500	7,428	8,066	9,134
9 - X -	4,987	9,000	10,839	10,978	11,312
9 - Y -	8,390	8,390	9,082	9,069	9,029
9 - X -	11,456	11,701	11,909	12,176	13,293
9 - Y -	8,810	8,695	8,651	9,080	9,306
9 - X -	17,000				
9 - Y -	9,306				
8 - X -	0,000	0,342	2,138	2,538	3,219
8 - Y -	4,530	4,500	7,428	8,066	9,134
8 - X -	4,987	9,000	10,839	10,978	11,312
8 - Y -	8,390	8,390	9,082	9,069	9,029
8 - X -	11,456	12,000	17,000		
8 - Y -	8,810	8,116	8,405		
7 - X -	0,000	0,342	2,138	2,538	4,496
7 - Y -	4,530	4,500	7,428	8,066	7,969
7 - X -	9,500	12,000	17,000		
7 - Y -	7,969	8,116	8,405		
6 - X -	0,000	0,342	2,138	2,538	4,496
6 - Y -	4,530	4,500	7,428	8,066	7,969
6 - X -	9,500	12,000	12,400	17,000	
6 - Y -	7,969	8,116	7,500	7,757	
5 - X -	0,000	0,342	2,138	4,054	10,000
5 - Y -	4,530	4,500	7,428	7,300	7,300
5 - X -	12,400	17,000			

Boundary number	Co-ordinates [m]				
5 - Y -	7,500	7,757			
4 - X -	0,000	0,342	2,138	4,054	10,000
4 - Y -	4,530	4,500	7,428	7,300	7,300
4 - X -	12,400	14,600	17,000		
4 - Y -	7,500	4,500	4,512		
3 - X -	0,000	0,342	14,600	17,000	
3 - Y -	4,530	4,500	4,500	4,512	
2 - X -	0,000	17,000			
2 - Y -	4,000	4,000			
1 - X -	0,000	17,000			
1 - Y -	2,300	2,300			
0 - X -	0,000	17,000			
0 - Y -	1,000	1,000			

2.2 PI-lines

PI-line number	Co-ordinates [m]				
1 - X -	0,000	4,996	6,680	8,438	17,000
1 - Y -	9,000	9,000	9,100	9,000	9,000
2 - X -	0,000	17,000			
2 - Y -	7,000	7,000			

2.3 General Data

Soil model:	Koppejan
Consolidation model:	Terzaghi
Strain model:	Linear
Groundwater level:	Initial determined by PI-line number 1
Unit weight of water:	9,81 [kN/m³]
Dispersion conditions layer boundaries	
- Top:	drained
- Bottom:	drained
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
No imaginary surface	
With submerging	
(only for non uniform loads)	
- Iteration stop criterium :	0,10 [m]
Load column width	
- Non-Uniform Loads :	1,00 [m]
- Trapezoidal Loads :	1,00 [m]

2.4 Soil Profiles

Layer number	Material name	PI-line top	PI-line bottom
14	Ballast REP	1	1
13	zand los b REP	1	1
12	veen ob REP	1	2
11	klei ob REP	1	2
10	zand los ob REP	2	2
9	veen ob REP	1	2
8	veen b REP	1	99
7	klei ob REP	1	2
6	klei b REP	99	2
5	zand los ob REP	2	2
4	zand los b REP	2	2
3	klei b REP	2	2
2	zand los b REP	2	2
1	zand matig silt REP	2	2

2.5 Soil Properties

Layer number	Drained	Unit weight	
		Unsaturated [kN/m ³]	Saturated [kN/m ³]
14	Yes	18,00	20,00
13	Yes	17,00	19,00
12	No	11,00	11,00
11	No	17,00	17,00
10	Yes	17,00	19,00
9	No	11,00	11,00
8	No	11,00	11,00
7	No	17,00	17,00
6	No	17,00	17,00
5	Yes	17,00	19,00
4	Yes	17,00	19,00
3	No	17,00	17,00
2	Yes	17,00	19,00
1	Yes	18,00	20,00

Layer number	Vert. consolid. coefficient Cv [m ² /s]
14	-
13	-
12	1,00E-07
11	6,00E-06
10	-
9	1,00E-07
8	1,00E-07
7	6,00E-06
6	6,00E-06
5	-
4	-
3	6,00E-06
2	-
1	-

Layer number	Precons. pressure [kN/m ²]	POP	OCR
		[kN/m ²]	[-]
14	-	-	1,00
13	-	-	1,00
12	-	-	1,20
11	-	-	1,20
10	-	-	1,00
9	-	-	1,20
8	-	-	1,20
7	-	-	1,20
6	-	-	1,20
5	-	-	1,00
4	-	-	1,00
3	-	-	1,20
2	-	-	1,00
1	-	-	1,00

Layer number	Primary compr. coeff.		Secular compr. coef.		Swell constants	
	Cp [-]	Cp' [-]	Cs [-]	Cs' [-]	Ap [-]	As [-]
14	1,50E+03	5,00E+02	1,00E+99	1,00E+99	1,00E+00	1,00E+00
13	9,00E+02	3,00E+02	1,00E+99	1,00E+99	1,00E+00	1,00E+00
12	2,25E+01	7,50E+00	9,00E+01	3,00E+01	1,00E+00	1,00E+00
11	4,50E+01	1,50E+01	4,80E+02	1,60E+02	1,00E+00	1,00E+00
10	6,00E+02	2,00E+02	1,00E+99	1,00E+99	1,00E+00	1,00E+00
9	2,25E+01	7,50E+00	9,00E+01	3,00E+01	1,00E+00	1,00E+00
8	3,00E+01	1,00E+01	1,05E+02	3,50E+01	1,00E+00	1,00E+00
7	4,50E+01	1,50E+01	4,80E+02	1,60E+02	1,00E+00	1,00E+00

Layer number	Primary compr. coeff.		Secular compr. coef.		Swell constants	
	Cp [-]	Cp' [-]	Cs [-]	Cs' [-]	Ap [-]	As [-]
6	6,00E+01	2,00E+01	6,00E+02	2,00E+02	1,00E+00	1,00E+00
5	6,00E+02	2,00E+02	1,00E+99	1,00E+99	1,00E+00	1,00E+00
4	9,00E+02	3,00E+02	1,00E+99	1,00E+99	1,00E+00	1,00E+00
3	6,00E+01	2,00E+01	6,00E+02	2,00E+02	1,00E+00	1,00E+00
2	9,00E+02	3,00E+02	1,00E+99	1,00E+99	1,00E+00	1,00E+00
1	1,80E+03	6,00E+02	1,00E+99	1,00E+99	1,00E+00	1,00E+00

2.6 Non-Uniform Loads

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

Load number	Co-ordinates [m]					
1 - X -	11,31	12,18				
1 - Y -	9,03	9,08				

2.7 Verticals

Vertical number	X co-ordinates [m]				
1 - 5	6,250	7,750	8,750	10,000	11,000
6 - 7	12,000	13,000			

3 Results per Vertical

3.1 Results for Vertical 1 (X = 6,25 m; Z = 0,00 m)

Depth [m]	Initial stress			Final stress		
	S-total [kN/m ²]	S-water [kN/m ²]	S-eff. [kN/m ²]	S-total [kN/m ²]	S-water [kN/m ²]	S-eff. [kN/m ²]
Layer 14						
9,57	0,001	0,000	0,001	0,001	0,000	0,001
9,47	1,800	0,000	1,800	1,800	0,000	1,800
9,42	2,666	0,000	2,666	2,666	0,000	2,666
9,37	3,600	0,000	3,600	3,600	0,000	3,600
9,27	5,333	0,000	5,333	5,333	0,000	5,333
Layer 13						
9,27	5,333	0,000	5,333	5,333	0,000	5,333
9,27	5,396	0,000	5,396	5,396	0,000	5,396
9,17	7,096	0,000	7,096	7,096	0,000	7,096
9,07	8,717	0,000	8,717	8,717	0,000	8,717
9,07	8,806	0,046	8,760	8,806	0,046	8,760
8,97	10,706	1,027	9,679	10,706	1,027	9,679
8,87	12,606	2,008	10,598	12,606	2,008	10,598
8,83	13,328	2,381	10,948	13,329	2,381	10,948
8,77	14,506	2,989	11,517	14,506	2,989	11,517
8,67	16,406	3,970	12,436	16,406	3,970	12,436
8,57	18,306	4,951	13,355	18,306	4,951	13,355
8,39	21,722	6,715	15,007	21,722	6,715	15,007
Layer 8						
8,39	21,722	6,715	15,008	21,722	6,715	15,008
8,18	24,038	4,850	19,188	24,038	4,850	19,188
7,97	26,353	2,984	23,369	26,353	2,985	23,369
Layer 6						
7,97	26,353	2,984	23,369	26,353	2,985	23,369
7,63	32,040	0,021	32,019	32,040	0,021	32,019
7,30	37,726	0,000	37,726	37,728	0,000	37,727
Layer 4						
7,30	37,726	0,000	37,726	37,728	0,000	37,728
7,00	43,426	0,000	43,426	43,429	0,000	43,429
6,40	54,826	5,886	48,940	54,833	5,886	48,947
5,90	64,326	10,791	53,535	64,339	10,791	53,548
5,20	77,626	17,658	59,968	77,650	17,658	59,992
4,50	90,926	24,525	66,401	90,962	24,525	66,437
Layer 3						
4,50	90,926	24,525	66,401	90,963	24,525	66,437
4,25	95,176	26,977	68,199	95,217	26,978	68,239
4,00	99,426	29,430	69,996	99,471	29,430	70,041
Layer 2						
4,00	99,426	29,430	69,996	99,471	29,430	70,041
3,15	115,576	37,769	77,808	115,635	37,769	77,867
2,30	131,726	46,107	85,619	131,797	46,107	85,690
Layer 1						
2,30	131,726	46,107	85,619	131,797	46,107	85,690
1,65	144,726	52,483	92,243	144,804	52,484	92,320
1,00	157,726	58,860	98,866	157,809	58,860	98,949

Layer number	Swelling		Settlement b. Sp.		Settlement a. Sp.	
	Primary	Secondary	Primary	Secondary 10 [days]	Primary	Secondary 10 [days]
	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]
14	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
13	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
8	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
6	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
4	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000

Layer number	Swelling		Settlement b. Sp.		Settlement a. Sp.	
	Primary	Secondary	Primary	Secondary	Primary	Secondary
	[m]	[m]	[m]	10 [days] [m]	[m]	10 [days] [m]
3	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
2	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
1	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
Total	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000

Depth		Layer number	Total settlement (100% cons.)			Percentage of original layer height [%]
From	To		Primary	Secondary	After	
[m]	[m]		[m]	10 [days] [m]	10000 [days] [m]	
9,57	9,27	14	0,0000	0,0000	0,0000	0,00
9,27	8,39	13	0,0000	0,0000	0,0000	0,00
8,39	7,97	8	0,0000	0,0000	0,0000	0,00
7,97	7,30	6	0,0000	0,0000	0,0000	0,00
7,30	4,50	4	0,0000	0,0000	0,0000	0,00
4,50	4,00	3	0,0000	0,0000	0,0000	0,00
4,00	2,30	2	0,0000	0,0000	0,0000	0,00
2,30	1,00	1	0,0000	0,0000	0,0000	0,00
Total			0,0000	0,0000	0,0000	

3.2 Results for Vertical 2 (X = 7,75 m; Z = 0,00 m)

Depth	Initial stress			Final stress		
	S-total	S-water	S-eff.	S-total	S-water	S-eff.
[m]	[kN/m ²]	[kN/m ²]	[kN/m ²]	[kN/m ²]	[kN/m ²]	[kN/m ²]
Layer 14						
9,56	0,001	0,000	0,001	0,001	0,000	0,001
9,46	1,800	0,000	1,800	1,800	0,000	1,800
9,41	2,799	0,000	2,799	2,799	0,000	2,799
9,36	3,600	0,000	3,600	3,600	0,000	3,600
9,26	5,400	0,000	5,400	5,400	0,000	5,400
9,25	5,597	0,000	5,597	5,597	0,000	5,597
Layer 13						
9,25	5,598	0,000	5,598	5,598	0,000	5,598
9,16	7,111	0,000	7,111	7,111	0,000	7,111
9,06	8,811	0,000	8,811	8,811	0,000	8,811
9,04	9,182	0,000	9,182	9,182	0,000	9,182
8,96	10,667	0,767	9,900	10,668	0,767	9,900
8,86	12,567	1,748	10,819	12,568	1,748	10,819
8,82	13,346	2,150	11,196	13,346	2,150	11,196
8,76	14,467	2,729	11,738	14,468	2,729	11,738
8,66	16,367	3,710	12,657	16,368	3,710	12,657
8,56	18,267	4,691	13,576	18,268	4,691	13,576
8,39	21,515	6,368	15,147	21,516	6,368	15,147
Layer 8						
8,39	21,516	6,368	15,148	21,516	6,368	15,148
8,18	23,831	4,570	19,261	23,832	4,570	19,261
7,97	26,146	2,772	23,375	26,147	2,772	23,375
Layer 6						
7,97	26,147	2,772	23,375	26,148	2,772	23,376
7,63	31,833	0,000	31,833	31,836	0,000	31,835
7,30	37,519	0,000	37,519	37,526	0,000	37,525
Layer 4						
7,30	37,520	0,000	37,520	37,526	0,000	37,526
7,00	43,219	0,000	43,219	43,231	0,000	43,230
6,40	54,619	5,886	48,733	54,646	5,886	48,759
5,90	64,119	10,791	53,328	64,162	10,791	53,370
5,20	77,419	17,658	59,761	77,485	17,658	59,827
4,50	90,719	24,525	66,194	90,806	24,525	66,281
Layer 3						
4,50	90,720	24,525	66,195	90,807	24,525	66,281
4,25	94,969	26,977	67,992	95,063	26,978	68,085

Depth [m]	Initial stress			Final stress		
	S-total [kN/m ²]	S-water [kN/m ²]	S-eff. [kN/m ²]	S-total [kN/m ²]	S-water [kN/m ²]	S-eff. [kN/m ²]
4,00	99,219	29,430	69,789	99,319	29,430	69,888
Layer 2						
4,00	99,220	29,430	69,790	99,319	29,430	69,888
3,15	115,369	37,769	77,601	115,484	37,769	77,715
2,30	131,519	46,107	85,412	131,642	46,107	85,535
Layer 1						
2,30	131,520	46,107	85,413	131,643	46,107	85,536
1,65	144,519	52,483	92,036	144,646	52,484	92,162
1,00	157,519	58,860	98,659	157,647	58,860	98,787

Layer number	Swelling		Settlement b. Sp.		Settlement a. Sp.	
	Primary [m]	Secondary [m]	Primary [m]	Secondary 10 [days] [m]	Primary [m]	Secondary 10 [days] [m]
14	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
13	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
8	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
6	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
4	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
3	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
2	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
1	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
Total	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000

Depth		Layer number	Total settlement (100% cons.)			Percentage of original layer height [%]
From [m]	To [m]		Primary [m]	Secondary 10 [days] [m]	After 10000 [days] [m]	
9,56	9,25	14	0,0000	0,0000	0,0000	0,00
9,25	8,39	13	0,0000	0,0000	0,0000	0,00
8,39	7,97	8	0,0000	0,0000	0,0000	0,00
7,97	7,30	6	0,0000	0,0000	0,0000	0,00
7,30	4,50	4	0,0000	0,0000	0,0000	0,00
4,50	4,00	3	0,0000	0,0000	0,0000	0,00
4,00	2,30	2	0,0000	0,0000	0,0000	0,00
2,30	1,00	1	0,0000	0,0000	0,0000	0,00
Total			0,0000	0,0000	0,0000	

3.3 Results for Vertical 3 (X = 8,75 m; Z = 0,00 m)

Depth [m]	Initial stress			Final stress		
	S-total [kN/m ²]	S-water [kN/m ²]	S-eff. [kN/m ²]	S-total [kN/m ²]	S-water [kN/m ²]	S-eff. [kN/m ²]
Layer 14						
9,44	0,001	0,000	0,001	0,001	0,000	0,001
9,34	1,800	0,000	1,800	1,800	0,000	1,800
9,33	1,807	0,000	1,807	1,807	0,000	1,807
9,24	3,600	0,000	3,600	3,600	0,000	3,600
9,23	3,614	0,000	3,614	3,614	0,000	3,614
Layer 13						
9,23	3,614	0,000	3,614	3,614	0,000	3,614
9,14	5,301	0,000	5,301	5,301	0,000	5,301
9,04	7,001	0,000	7,001	7,001	0,000	7,001
9,00	7,597	0,000	7,597	7,598	0,001	7,597
8,94	8,831	0,637	8,194	8,831	0,638	8,194
8,84	10,731	1,618	9,113	10,731	1,619	9,113
8,81	11,166	1,843	9,323	11,167	1,844	9,323
8,74	12,631	2,599	10,032	12,631	2,600	10,032
8,64	14,531	3,580	10,951	14,531	3,581	10,951
8,54	16,431	4,561	11,870	16,431	4,562	11,870
8,44	18,331	5,542	12,789	18,331	5,543	12,789
8,39	19,187	5,984	13,203	19,188	5,985	13,203

Depth [m]	Initial stress			Final stress		
	S-total [kN/m ²]	S-water [kN/m ²]	S-eff. [kN/m ²]	S-total [kN/m ²]	S-water [kN/m ²]	S-eff. [kN/m ²]
Layer 8						
8,39	19,187	5,984	13,203	19,188	5,985	13,203
8,18	21,502	4,260	17,242	21,504	4,261	17,243
7,97	23,818	2,536	21,282	23,821	2,537	21,284
Layer 6						
7,97	23,818	2,536	21,282	23,821	2,537	21,285
7,63	29,504	0,000	29,504	29,514	0,001	29,513
7,30	35,191	0,000	35,191	35,212	0,001	35,211
Layer 4						
7,30	35,191	0,000	35,191	35,212	0,001	35,212
7,00	40,891	0,000	40,891	40,926	0,001	40,926
6,40	52,291	5,886	46,405	52,361	5,887	46,474
5,90	61,791	10,791	51,000	61,890	10,792	51,099
5,20	75,091	17,658	57,433	75,223	17,658	57,565
4,50	88,391	24,525	63,866	88,545	24,525	64,019
Layer 3						
4,50	88,391	24,525	63,866	88,545	24,526	64,019
4,25	92,641	26,977	65,663	92,800	26,978	65,822
4,00	96,891	29,430	67,461	97,054	29,430	67,624
Layer 2						
4,00	96,891	29,430	67,461	97,054	29,430	67,624
3,15	113,041	37,769	75,272	113,211	37,769	75,442
2,30	129,191	46,107	83,084	129,361	46,107	83,254
Layer 1						
2,30	129,191	46,107	83,084	129,361	46,107	83,254
1,65	142,191	52,483	89,707	142,358	52,484	89,874
1,00	155,191	58,860	96,331	155,353	58,860	96,493

Layer number	Swelling		Settlement b. Sp.		Settlement a. Sp.	
	Primary	Secondary	Primary	Secondary 10 [days]	Primary	Secondary 10 [days]
	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]
14	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
13	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
8	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
6	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
4	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
3	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
2	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
1	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
Total	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000

Depth		Layer number	Total settlement (100% cons.)			Percentage of original layer height [%]
From	To		Primary	Secondary 10 [days]	After 10000 [days]	
[m]	[m]		[m]	[m]	[m]	
9,44	9,23	14	0,0000	0,0000	0,0000	0,00
9,23	8,39	13	0,0000	0,0000	0,0000	0,00
8,39	7,97	8	0,0000	0,0000	0,0000	0,00
7,97	7,30	6	0,0000	0,0000	0,0000	0,00
7,30	4,50	4	0,0000	0,0000	0,0000	0,00
4,50	4,00	3	0,0000	0,0000	0,0000	0,01
4,00	2,30	2	0,0000	0,0000	0,0000	0,00
2,30	1,00	1	0,0000	0,0000	0,0000	0,00
Total			0,0001	0,0000	0,0001	

3.4 Results for Vertical 4 (X = 10,00 m; Z = 0,00 m)

Depth [m]	Initial stress			Final stress		
	S-total [kN/m ²]	S-water [kN/m ²]	S-eff. [kN/m ²]	S-total [kN/m ²]	S-water [kN/m ²]	S-eff. [kN/m ²]
Layer 13						

Depth [m]	Initial stress			Final stress		
	S-total [kN/m ²]	S-water [kN/m ²]	S-eff. [kN/m ²]	S-total [kN/m ²]	S-water [kN/m ²]	S-eff. [kN/m ²]
9,16	0,001	0,000	0,001	0,001	0,000	0,001
9,06	1,700	0,000	1,700	1,700	0,000	1,700
9,00	2,707	0,000	2,707	2,709	0,002	2,707
8,96	3,414	0,365	3,049	3,417	0,368	3,049
8,96	3,482	0,400	3,082	3,484	0,402	3,082
8,86	5,382	1,381	4,001	5,384	1,383	4,001
8,77	7,147	2,293	4,855	7,150	2,295	4,855
Layer 8						
8,77	7,147	2,293	4,855	7,150	2,295	4,855
8,76	7,225	2,267	4,958	7,227	2,270	4,958
8,66	8,325	1,910	6,415	8,327	1,913	6,415
8,56	9,425	1,553	7,872	9,428	1,556	7,872
8,46	10,525	1,196	9,329	10,529	1,198	9,330
8,38	11,371	0,922	10,449	11,376	0,924	10,452
8,36	11,625	0,839	10,786	11,631	0,841	10,790
8,26	12,725	0,482	12,243	12,735	0,484	12,251
8,16	13,825	0,125	13,700	13,841	0,127	13,714
8,00	15,594	0,000	15,594	15,624	0,002	15,623
Layer 6						
8,00	15,594	0,000	15,594	15,625	0,002	15,623
7,65	21,531	0,000	21,531	21,610	0,002	21,608
7,30	27,467	0,000	27,467	27,607	0,001	27,605
Layer 4						
7,30	27,467	0,000	27,467	27,607	0,001	27,606
7,00	33,167	0,000	33,167	33,355	0,001	33,354
6,40	44,567	5,886	38,681	44,824	5,887	38,936
5,90	54,067	10,791	43,276	54,351	10,792	43,559
5,20	67,367	17,658	49,709	67,660	17,659	50,001
4,50	80,667	24,525	56,142	80,951	24,526	56,426
Layer 3						
4,50	80,667	24,525	56,142	80,952	24,526	56,426
4,25	84,917	26,977	57,939	85,196	26,978	58,218
4,00	89,167	29,430	59,737	89,440	29,430	60,010
Layer 2						
4,00	89,167	29,430	59,737	89,441	29,430	60,010
3,15	105,317	37,769	67,548	105,569	37,769	67,801
2,30	121,467	46,107	75,360	121,699	46,107	75,592
Layer 1						
2,30	121,467	46,107	75,360	121,699	46,107	75,592
1,65	134,467	52,483	81,983	134,684	52,484	82,200
1,00	147,467	58,860	88,607	147,670	58,860	88,810

Layer number	Swelling		Settlement b. Sp.		Settlement a. Sp.	
	Primary	Secondary	Primary	Secondary 10 [days]	Primary	Secondary 10 [days]
	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]
13	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
8	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
6	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
4	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0001	0,0000
3	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
2	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
1	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
Total	0,0000	0,0000	0,0001	0,0000	0,0001	0,0000

Depth		Layer number	Total settlement (100% cons.)			Percentage of original layer height [%]
From	To		Primary	Secondary 10 [days]	After 10000 [days]	
[m]	[m]		[m]	[m]	[m]	
9,16	8,77	13	0,0000	0,0000	0,0000	0,00
8,77	8,00	8	0,0000	0,0000	0,0000	0,00
8,00	7,30	6	0,0000	0,0000	0,0001	0,01
7,30	4,50	4	0,0001	0,0000	0,0001	0,00
4,50	4,00	3	0,0000	0,0000	0,0001	0,01

Depth		Layer number	Total settlement (100% cons.)			Percentage of original layer height [%]
From	To		Primary	Secondary 10 [days]	After 10000 [days]	
[m]	[m]		[m]	[m]	[m]	
4,00	2,30	2	0,0000	0,0000	0,0000	0,00
2,30	1,00	1	0,0000	0,0000	0,0000	0,00
Total			0,0002	0,0000	0,0002	

3.5 Results for Vertical 5 (X = 11,00 m; Z = 0,00 m)

Depth [m]	Initial stress			Final stress		
	S-total [kN/m ²]	S-water [kN/m ²]	S-eff. [kN/m ²]	S-total [kN/m ²]	S-water [kN/m ²]	S-eff. [kN/m ²]
Layer 8						
9,07	0,001	0,000	0,001	0,001	0,000	0,001
9,00	0,730	0,000	0,730	0,749	0,019	0,730
8,97	1,100	0,000	1,100	1,119	0,019	1,100
8,87	2,200	0,000	2,200	2,219	0,019	2,200
8,77	3,300	0,000	3,300	3,326	0,019	3,307
8,67	4,400	0,000	4,400	4,449	0,019	4,430
8,57	5,500	0,000	5,500	5,587	0,018	5,569
8,56	5,550	0,000	5,550	5,640	0,018	5,622
8,47	6,600	0,000	6,600	6,744	0,017	6,727
8,37	7,700	0,000	7,700	7,918	0,015	7,902
8,27	8,800	0,000	8,800	9,101	0,013	9,088
8,17	9,900	0,000	9,900	10,284	0,011	10,273
8,07	11,000	0,000	11,000	11,460	0,008	11,452
8,06	11,101	0,000	11,101	11,568	0,008	11,560
Layer 6						
8,06	11,101	0,000	11,101	11,568	0,008	11,560
7,72	16,829	0,000	16,829	17,464	0,005	17,459
7,38	22,557	0,000	22,557	23,241	0,002	23,238
Layer 4						
7,38	22,557	0,000	22,557	23,241	0,002	23,239
7,00	29,840	0,000	29,840	30,507	0,002	30,505
6,44	40,448	5,477	34,971	41,047	5,479	35,567
5,94	49,948	10,382	39,566	50,481	10,384	40,097
5,20	64,040	17,658	46,382	64,490	17,659	46,830
4,50	77,340	24,525	52,815	77,729	24,526	53,202
Layer 3						
4,50	77,340	24,525	52,815	77,729	24,526	53,202
4,25	81,590	26,977	54,612	81,960	26,978	54,982
4,00	85,840	29,430	56,410	86,193	29,430	56,762
Layer 2						
4,00	85,840	29,430	56,410	86,193	29,430	56,762
3,15	101,990	37,769	64,221	102,294	37,769	64,526
2,30	118,140	46,107	72,033	118,407	46,107	72,300
Layer 1						
2,30	118,140	46,107	72,033	118,407	46,107	72,300
1,65	131,140	52,483	78,656	131,384	52,484	78,901
1,00	144,140	58,860	85,280	144,365	58,860	85,505

Layer number	Swelling		Settlement b. Sp.		Settlement a. Sp.	
	Primary	Secondary	Primary	Secondary 10 [days]	Primary	Secondary 10 [days]
	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]
8	0,0000	0,0000	0,0005	0,0002	0,0000	0,0000
6	0,0000	0,0000	0,0004	0,0000	0,0000	0,0000
4	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0001	0,0000
3	0,0000	0,0000	0,0001	0,0000	0,0000	0,0000
2	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
1	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
Total	0,0000	0,0000	0,0010	0,0002	0,0002	0,0000

Depth		Layer number	Total settlement (100% cons.)			Percentage of original layer height [%]
From	To		Primary	Secondary 10 [days]	After 10000 [days]	
[m]	[m]		[m]	[m]	[m]	
9,07	8,06	8	0,0005	0,0002	0,0011	0,11
8,06	7,38	6	0,0004	0,0000	0,0006	0,09
7,38	4,50	4	0,0001	0,0000	0,0001	0,00
4,50	4,00	3	0,0001	0,0000	0,0001	0,02
4,00	2,30	2	0,0000	0,0000	0,0000	0,00
2,30	1,00	1	0,0000	0,0000	0,0000	0,00
Total			0,0012	0,0002	0,0020	

3.6 Results for Vertical 6 (X = 12,00 m; Z = 0,00 m)

Depth [m]	Initial stress			Final stress		
	S-total [kN/m²]	S-water [kN/m²]	S-eff. [kN/m²]	S-total [kN/m²]	S-water [kN/m²]	S-eff. [kN/m²]
Layer 9						
8,80	1,990	1,989	0,001	4,581	2,512	2,069
8,70	3,089	0,090	2,999	5,834	0,406	5,429
8,60	4,189	0,000	4,189	6,501	0,219	6,281
8,50	5,289	0,000	5,289	7,620	0,154	7,466
8,46	5,736	0,000	5,736	8,072	0,131	7,941
8,40	6,389	0,000	6,389	8,697	0,102	8,595
8,30	7,489	0,000	7,489	9,685	0,063	9,622
8,20	8,589	0,000	8,589	10,638	0,034	10,604
8,12	9,483	0,000	9,483	11,409	0,019	11,390
Layer 6						
8,12	9,483	0,000	9,483	11,409	0,019	11,390
8,10	9,802	0,000	9,802	11,702	0,018	11,685
8,00	11,502	0,000	11,502	13,269	0,014	13,255
7,90	13,202	0,000	13,202	14,845	0,011	14,834
7,80	14,902	0,000	14,902	16,432	0,009	16,423
7,79	15,002	0,000	15,002	16,526	0,009	16,517
7,47	20,521	0,000	20,521	21,751	0,003	21,748
Layer 4						
7,47	20,522	0,000	20,522	21,751	0,003	21,748
7,00	29,388	0,000	29,388	30,340	0,002	30,337
6,48	39,205	5,069	34,136	39,960	5,071	34,890
5,98	48,705	9,973	38,731	49,333	9,975	39,357
5,20	63,588	17,658	45,930	64,083	17,659	46,424
4,50	76,888	24,525	52,363	77,304	24,526	52,778
Layer 3						
4,50	76,888	24,525	52,363	77,304	24,526	52,778
4,25	81,138	26,977	54,161	81,531	26,978	54,553
4,00	85,388	29,430	55,958	85,761	29,430	56,330
Layer 2						
4,00	85,388	29,430	55,958	85,761	29,430	56,330
3,15	101,538	37,769	63,770	101,855	37,769	64,086
2,30	117,688	46,107	71,581	117,964	46,107	71,857
Layer 1						
2,30	117,688	46,107	71,581	117,964	46,107	71,857
1,65	130,688	52,483	78,205	130,939	52,484	78,455
1,00	143,688	58,860	84,828	143,918	58,860	85,058

Layer number	Swelling		Settlement b. Sp.		Settlement a. Sp.	
	Primary [m]	Secondary [m]	Primary [m]	Secondary 10 [days] [m]	Primary [m]	Secondary 10 [days] [m]
9	0,0000	0,0000	0,0055	0,0014	0,0202	0,0050
6	0,0000	0,0000	0,0011	0,0001	0,0000	0,0000
4	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0002	0,0000
3	0,0000	0,0000	0,0001	0,0000	0,0000	0,0000
2	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000

Layer number	Swelling		Settlement b. Sp.		Settlement a. Sp.	
	Primary	Secondary	Primary	Secondary	Primary	Secondary
	[m]	[m]	[m]	10 [days] [m]	[m]	10 [days] [m]
1	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
Total	0,0000	0,0000	0,0067	0,0015	0,0204	0,0050

Depth		Layer number	Total settlement (100% cons.)			Percentage of original layer height [%]
From	To		Primary	Secondary	After	
[m]	[m]		[m]	10 [days] [m]	10000 [days] [m]	
8,80	8,12	9	0,0257	0,0064	0,0514	7,55
8,12	7,47	6	0,0011	0,0001	0,0016	0,24
7,47	4,50	4	0,0002	0,0000	0,0002	0,01
4,50	4,00	3	0,0001	0,0000	0,0001	0,02
4,00	2,30	2	0,0000	0,0000	0,0000	0,00
2,30	1,00	1	0,0000	0,0000	0,0000	0,00
Total			0,0271	0,0065	0,0533	

3.7 Results for Vertical 7 (X = 13,00 m; Z = 0,00 m)

Depth [m]	Initial stress			Final stress		
	S-total [kN/m ²]	S-water [kN/m ²]	S-eff. [kN/m ²]	S-total [kN/m ²]	S-water [kN/m ²]	S-eff. [kN/m ²]
Layer 9						
9,25	0,001	0,000	0,001	0,001	0,000	0,001
9,15	1,100	0,000	1,100	1,100	0,000	1,100
9,05	2,200	0,000	2,200	2,200	0,000	2,200
9,00	2,714	0,000	2,714	2,719	0,005	2,714
8,95	3,300	0,000	3,300	3,305	0,005	3,300
8,85	4,400	0,000	4,400	4,405	0,005	4,400
8,75	5,500	0,000	5,500	5,506	0,005	5,500
8,71	5,901	0,000	5,901	5,907	0,005	5,902
8,65	6,600	0,000	6,600	6,607	0,005	6,602
8,55	7,700	0,000	7,700	7,711	0,005	7,706
8,45	8,800	0,000	8,800	8,818	0,005	8,813
8,35	9,900	0,000	9,900	9,931	0,005	9,926
8,25	11,000	0,000	11,000	11,049	0,004	11,044
8,17	11,802	0,000	11,802	11,868	0,004	11,863
Layer 7						
8,17	11,802	8,105	3,697	11,868	8,109	3,759
7,85	17,244	1,436	15,809	17,409	1,439	15,970
7,53	22,687	0,000	22,687	22,954	0,002	22,952
Layer 5						
7,53	22,687	0,000	22,687	22,955	0,002	22,953
7,11	30,778	0,000	30,778	31,141	0,002	31,139
7,00	32,824	0,000	32,824	33,202	0,002	33,200
6,68	38,869	3,121	35,748	39,275	3,123	36,152
Layer 4						
6,68	38,869	3,121	35,748	39,275	3,123	36,152
6,09	50,096	8,918	41,178	50,508	8,920	41,589
5,59	59,596	13,823	45,773	59,992	13,824	46,167
5,00	70,824	19,620	51,204	71,191	19,621	51,570
4,50	80,324	24,525	55,799	80,666	24,526	56,140
Layer 3						
4,50	80,324	24,525	55,799	80,666	24,526	56,140
4,25	84,574	26,977	57,596	84,904	26,978	57,926
4,00	88,824	29,430	59,394	89,142	29,430	59,712
Layer 2						
4,00	88,824	29,430	59,394	89,142	29,430	59,712
3,15	104,974	37,769	67,205	105,256	37,769	67,488
2,30	121,124	46,107	75,017	121,376	46,107	75,269
Layer 1						
2,30	121,124	46,107	75,017	121,377	46,107	75,269
1,65	134,124	52,483	81,640	134,357	52,484	81,873

Depth [m]	Initial stress			Final stress		
	S-total [kN/m ²]	S-water [kN/m ²]	S-eff. [kN/m ²]	S-total [kN/m ²]	S-water [kN/m ²]	S-eff. [kN/m ²]
1,00	147,124	58,860	88,264	147,340	58,860	88,480

Layer number	Swelling		Settlement b. Sp.		Settlement a. Sp.	
	Primary	Secondary	Primary	Secondary 10 [days]	Primary	Secondary 10 [days]
	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]
9	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
7	0,0000	0,0000	0,0002	0,0000	0,0000	0,0000
5	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
4	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0001	0,0000
3	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
2	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
1	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
Total	0,0000	0,0000	0,0003	0,0000	0,0001	0,0000

Depth		Layer number	Total settlement (100% cons.)			Percentage of original layer height [%]
From	To		Primary	Secondary 10 [days]	After 10000 [days]	
[m]	[m]		[m]	[m]	[m]	
9,25	8,17	9	0,0000	0,0000	0,0001	0,01
8,17	7,53	7	0,0002	0,0000	0,0002	0,03
7,53	6,68	5	0,0000	0,0000	0,0000	0,01
6,68	4,50	4	0,0001	0,0000	0,0001	0,00
4,50	4,00	3	0,0000	0,0000	0,0001	0,01
4,00	2,30	2	0,0000	0,0000	0,0000	0,00
2,30	1,00	1	0,0000	0,0000	0,0000	0,00
Total			0,0004	0,0000	0,0005	

4 Settlements

4.1 Settlements

Vertical number	X co-ordinate [m]	Z co-ordinate [m]	Surface level [m]	Settlement [m]
1	6,25	0,00	9,57	0,000
2	7,75	0,00	9,56	0,000
3	8,75	0,00	9,44	0,000
4	10,00	0,00	9,16	0,000
5	11,00	0,00	9,07	0,002
6	12,00	0,00	8,80	0,053
7	13,00	0,00	9,25	0,001

5 Warnings and errors

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

- 1 D-Settlement will incorporate submerging as a one-off load reduction at time zero, due to the limitations of the Terzaghi model. Use the Darcy model for a gradual weight reduction of soil and loading during submerging
- 2 The Terzaghi model uses one consolidation coefficient for loading/unloading. This can underestimate residual settlements after unloading. Switch to Darcy for, more accurate calculations of the consolidation stage.

End of Report

Report for D-Settlement 16.1

Settlement Calculations
Developed by Deltares



Company:	Movares Nederland B.V.
Date of report:	19-01-2018
Time of report:	17:24:31
Date of calculation:	19-01-2018
Time of calculation:	12:26:37
Filename:	P:\..\Berekeningen\Zettingen\Zettingsberekening DWP 4 Beerze + SH
Project identification:	Spoorplas Beerze Dwarsprofiel 4 Zuid Berekening zetting spoor

1 Table of Contents

1 Table of Contents	2
2 Echo of the Input	3
2.1 Layer Boundaries	3
2.2 PI-lines	4
2.3 General Data	4
2.4 Soil Profiles	4
2.5 Soil Properties	4
2.6 Non-Uniform Loads	6
2.7 Verticals	6
3 Results per Vertical	7
3.1 Results for Vertical 1 (X = 2,75 m; Z = 0,00 m)	7
3.2 Results for Vertical 2 (X = 4,25 m; Z = 0,00 m)	8
3.3 Results for Vertical 3 (X = 5,00 m; Z = 0,00 m)	9
3.4 Results for Vertical 4 (X = 6,00 m; Z = 0,00 m)	10
3.5 Results for Vertical 5 (X = 7,50 m; Z = 0,00 m)	11
3.6 Results for Vertical 6 (X = 9,50 m; Z = 0,00 m)	12
3.7 Results for Vertical 7 (X = 12,00 m; Z = 0,00 m)	14
3.8 Results for Vertical 8 (X = 13,00 m; Z = 0,00 m)	15
3.9 Results for Vertical 9 (X = 14,00 m; Z = 0,00 m)	16
3.10 Results for Vertical 10 (X = 15,00 m; Z = 0,00 m)	17
3.11 Results for Vertical 11 (X = 16,00 m; Z = 0,00 m)	18
3.12 Results for Vertical 12 (X = 17,00 m; Z = 0,00 m)	19
3.13 Results for Vertical 13 (X = 18,00 m; Z = 0,00 m)	20
3.14 Results for Vertical 14 (X = 19,00 m; Z = 0,00 m)	21
4 Settlements	23
4.1 Settlements	23
5 Warnings and errors	24

2 Echo of the Input

2.1 Layer Boundaries

Boundary number	Co-ordinates [m]				
15 - X -	-4,000	0,219	1,233	1,669	5,363
15 - Y -	9,289	9,324	9,332	9,713	9,692
15 - X -	6,085	7,864	8,218	8,292	8,653
15 - Y -	9,170	8,985	8,882	8,496	8,566
15 - X -	11,485	25,000			
15 - Y -	8,549	8,549			
14 - X -	-4,000	-0,709	0,152	0,219	1,233
14 - Y -	8,209	8,046	9,192	9,324	9,332
14 - X -	1,669	5,363	6,085	7,864	8,218
14 - Y -	9,713	9,692	9,170	8,985	8,882
14 - X -	8,292	8,653	11,485	25,000	
14 - Y -	8,496	8,566	8,549	8,549	
13 - X -	-4,000	-1,457	-0,709	0,152	0,219
13 - Y -	7,414	7,160	8,046	9,192	9,324
13 - X -	1,233	1,669	5,363	6,085	7,864
13 - Y -	9,332	9,713	9,692	9,170	8,985
13 - X -	8,218	8,292	8,653	11,485	25,000
13 - Y -	8,882	8,496	8,566	8,549	8,549
12 - X -	-4,000	-3,656	-1,457	-0,709	0,152
12 - Y -	4,400	4,393	7,160	8,046	9,192
12 - X -	0,219	1,233	1,669	5,363	6,085
12 - Y -	9,324	9,332	9,713	9,692	9,170
12 - X -	7,864	8,218	8,292	8,653	11,485
12 - Y -	8,985	8,882	8,496	8,566	8,549
12 - X -	25,000				
12 - Y -	8,549				
11 - X -	-4,000	-3,656	-1,457	-0,709	0,152
11 - Y -	4,400	4,393	7,160	8,046	9,192
11 - X -	0,219	1,233	6,085	7,864	8,218
11 - Y -	9,324	9,332	9,170	8,985	8,882
11 - X -	8,292	8,653	11,485	25,000	
11 - Y -	8,496	8,566	8,549	8,549	
10 - X -	-4,000	-3,656	-1,457	-0,709	0,152
10 - Y -	4,400	4,393	7,160	8,046	9,192
10 - X -	0,219	1,233	6,085	7,864	8,218
10 - Y -	9,324	9,332	9,170	8,985	8,882
10 - X -	8,292	8,726	9,051	11,224	25,000
10 - Y -	8,496	7,970	7,969	8,049	8,117
9 - X -	-4,000	-3,656	-1,457	-0,709	1,000
9 - Y -	4,400	4,393	7,160	8,046	8,000
9 - X -	6,169	8,726	9,051	11,224	25,000
9 - Y -	7,980	7,970	7,969	8,049	8,117
8 - X -	-4,000	-3,656	-1,457	-0,709	1,000
8 - Y -	4,400	4,393	7,160	8,046	8,000
8 - X -	6,169	8,726	9,440	11,180	25,000
8 - Y -	7,980	7,970	7,140	7,262	7,315
7 - X -	-4,000	-3,656	-1,457	1,000	6,210
7 - Y -	4,400	4,393	7,160	7,000	7,000
7 - X -	9,440	11,180	25,000		
7 - Y -	7,140	7,262	7,315		
6 - X -	-4,000	-3,656	-1,457	1,000	6,210
6 - Y -	4,400	4,393	7,160	7,000	7,000
6 - X -	9,440	11,728	25,000		
6 - Y -	7,140	4,405	4,400		
5 - X -	-4,000	-3,656	11,728	25,000	
5 - Y -	4,400	4,393	4,405	4,400	
4 - X -	-4,000	-3,656	11,728	12,036	25,000
4 - Y -	4,400	4,393	4,405	4,018	4,021
3 - X -	-4,000	12,036	25,000		

Boundary number	Co-ordinates [m]				
3 - Y -	4,007	4,018	4,021		
2 - X -	-4,000	12,036	13,403	25,000	
2 - Y -	4,007	4,018	2,300	2,300	
1 - X -	-4,000	13,403	25,000		
1 - Y -	2,300	2,300	2,300		
0 - X -	-4,000	25,000			
0 - Y -	1,000	1,000			

2.2 PI-lines

PI-line number	Co-ordinates [m]				
1 - X -	-4,000	1,822	3,611	5,333	25,000
1 - Y -	9,000	9,000	9,054	9,000	9,000
2 - X -	-4,000	25,000			
2 - Y -	7,000	7,000			

2.3 General Data

Soil model:	Koppejan
Consolidation model:	Terzaghi
Strain model:	Linear
Groundwater level:	Initial determined by PI-line number 1
Unit weight of water:	9,81 [kN/m ³]
Dispersion conditions layer boundaries	
- Top:	drained
- Bottom:	drained
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
No imaginary surface	
With submerging	
(only for non uniform loads)	
- Iteration stop criterium :	0,10 [m]
Load column width	
- Non-Uniform Loads :	1,00 [m]
- Trapezoidal Loads :	1,00 [m]

2.4 Soil Profiles

Layer number	Material name	PI-line top	PI-line bottom
15	zand los ob REP	1	1
14	veen ob REP	1	2
13	zand los ob REP	1	2
12	Ballast rep	1	1
11	zand los ob REP	1	1
10	zand los b REP	1	1
9	veen ob REP	1	2
8	veen b REP	1	2
7	zand los ob REP	2	2
6	zand los b REP	2	2
5	veen ob REP	2	2
4	veen b REP	2	2
3	zand los ob REP	2	2
2	zand los b REP	2	2
1	zand mat s REP	2	2

2.5 Soil Properties

Layer number	Drained	Unit weight	
		Unsaturated [kN/m ³]	Saturated [kN/m ³]
15	Yes	17,00	19,00
14	No	11,00	11,00
13	Yes	17,00	19,00
12	Yes	18,00	20,00
11	Yes	17,00	19,00
10	Yes	17,00	19,00
9	No	11,00	11,00
8	No	11,00	11,00
7	Yes	17,00	19,00
6	Yes	17,00	19,00
5	No	11,00	11,00
4	No	11,00	11,00
3	Yes	17,00	19,00
2	Yes	17,00	19,00
1	Yes	18,00	20,00

Layer number	Vert. consolid. coefficient Cv [m ² /s]
15	-
14	1,00E-07
13	-
12	-
11	-
10	-
9	1,00E-07
8	1,00E-07
7	-
6	-
5	1,00E-07
4	1,00E-07
3	-
2	-
1	-

Layer number	Precons. pressure [kN/m ²]	POP [kN/m ²]	OCR [-]
15	-	-	1,00
14	-	-	1,20
13	-	-	1,00
12	-	-	1,00
11	-	-	1,00
10	-	-	1,00
9	-	-	1,20
8	-	-	1,20
7	-	-	1,00
6	-	-	1,00
5	-	-	1,20
4	-	-	1,20
3	-	-	1,00
2	-	-	1,00
1	-	-	1,00

Layer number	Primary compr. coeff.		Secular compr. coef.		Swell constants	
	Cp [-]	Cp' [-]	Cs [-]	Cs' [-]	Ap [-]	As [-]
15	6,00E+02	2,00E+02	1,00E+99	1,00E+99	1,00E+00	1,00E+00
14	2,25E+01	7,50E+00	9,00E+01	3,00E+01	1,00E+00	1,00E+00
13	6,00E+02	2,00E+02	1,00E+99	1,00E+99	1,00E+00	1,00E+00
12	1,50E+03	5,00E+02	1,00E+99	1,00E+99	1,00E+00	1,00E+00
11	6,00E+02	2,00E+02	1,00E+99	1,00E+99	1,00E+00	1,00E+00
10	9,00E+02	3,00E+02	1,00E+99	1,00E+99	1,00E+00	1,00E+00
9	2,25E+01	7,50E+00	9,00E+01	3,00E+01	1,00E+00	1,00E+00
8	3,00E+01	1,00E+01	1,05E+02	3,50E+01	1,00E+00	1,00E+00

Layer number	Primary compr. coeff.		Secular compr. coef.		Swell constants	
	Cp [-]	Cp' [-]	Cs [-]	Cs' [-]	Ap [-]	As [-]
7	6,00E+02	2,00E+02	1,00E+99	1,00E+99	1,00E+00	1,00E+00
6	9,00E+02	3,00E+02	1,00E+99	1,00E+99	1,00E+00	1,00E+00
5	2,25E+01	7,50E+00	9,00E+01	3,00E+01	1,00E+00	1,00E+00
4	3,00E+01	1,00E+01	1,05E+02	3,50E+01	1,00E+00	1,00E+00
3	6,00E+02	2,00E+02	1,00E+99	1,00E+99	1,00E+00	1,00E+00
2	9,00E+02	3,00E+02	1,00E+99	1,00E+99	1,00E+00	1,00E+00
1	1,80E+03	6,00E+02	1,00E+99	1,00E+99	1,00E+00	1,00E+00

2.6 Non-Uniform Loads

Load number	Time [days]	Unit weight	
		Unsaturated [kN/m³]	Saturated [kN/m³]
1	0	19,00	19,00

Load number	Co-ordinates [m]						
1 - X -	6,04	12,00	13,50	15,50	19,00		
1 - Y -	9,20	9,20	9,75	9,75	8,55		

2.7 Verticals

Vertical number	X co-ordinates [m]				
1 - 5	2,750	4,250	5,000	6,000	7,500
6 - 10	9,500	12,000	13,000	14,000	15,000
11 - 14	16,000	17,000	18,000	19,000	

3 Results per Vertical

3.1 Results for Vertical 1 (X = 2,75 m; Z = 0,00 m)

Depth [m]	Initial stress			Final stress		
	S-total [kN/m ²]	S-water [kN/m ²]	S-eff. [kN/m ²]	S-total [kN/m ²]	S-water [kN/m ²]	S-eff. [kN/m ²]
Layer 12						
9,71	0,001	0,000	0,001	0,001	0,000	0,001
9,61	1,800	0,000	1,800	1,800	0,000	1,800
9,51	3,600	0,000	3,600	3,600	0,000	3,600
9,49	3,830	0,000	3,830	3,830	0,000	3,830
9,41	5,400	0,000	5,400	5,400	0,000	5,400
9,31	7,200	0,000	7,200	7,200	0,000	7,200
9,28	7,659	0,000	7,659	7,659	0,000	7,659
Layer 10						
9,28	7,659	0,000	7,659	7,659	0,000	7,659
9,21	8,926	0,000	8,926	8,926	0,000	8,926
9,11	10,626	0,000	10,626	10,626	0,000	10,626
9,03	11,966	0,000	11,966	11,969	0,003	11,966
9,01	12,368	0,208	12,160	12,371	0,211	12,160
8,91	14,268	1,189	13,079	14,271	1,192	13,079
8,81	16,168	2,170	13,998	16,171	2,173	13,998
8,71	18,068	3,151	14,917	18,071	3,154	14,917
8,64	19,390	3,833	15,557	19,393	3,836	15,557
7,99	31,627	10,151	21,475	31,633	10,154	21,479
Layer 8						
7,99	31,627	10,151	21,476	31,633	10,154	21,479
7,50	37,089	5,076	32,014	37,106	5,079	32,027
7,00	42,552	0,000	42,552	42,590	0,003	42,588
Layer 6						
7,00	42,552	0,000	42,552	42,591	0,003	42,588
6,40	53,971	5,896	48,075	54,057	5,899	48,158
5,70	67,271	12,763	54,508	67,441	12,766	54,676
5,10	78,690	18,659	60,032	78,956	18,661	60,295
4,40	91,990	25,526	66,465	92,389	25,528	66,861
Layer 4						
4,40	91,990	25,526	66,465	92,389	25,528	66,861
4,20	94,115	27,421	66,695	94,553	27,422	67,130
4,01	96,240	29,316	66,924	96,717	29,317	67,401
Layer 2						
4,01	96,241	29,316	66,925	96,718	29,317	67,401
3,16	112,501	37,711	74,789	113,167	37,712	75,455
2,30	128,761	46,107	82,654	129,622	46,107	83,515
Layer 1						
2,30	128,761	46,107	82,654	129,622	46,107	83,515
1,65	141,761	52,483	89,278	142,768	52,484	90,285
1,00	154,761	58,860	95,901	155,910	58,860	97,050

Layer number	Swelling		Settlement b. Sp.		Settlement a. Sp.	
	Primary	Secondary	Primary	Secondary 10 [days]	Primary	Secondary 10 [days]
	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]
12	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
10	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
8	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
6	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
4	0,0000	0,0000	0,0001	0,0000	0,0000	0,0000
2	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0001	0,0000
1	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
Total	0,0000	0,0000	0,0001	0,0000	0,0001	0,0000

Depth		Layer number	Total settlement (100% cons.)			Percentage of original layer height [%]
From	To		Primary	Secondary	After	
[m]	[m]		[m]	10 [days] [m]	10000 [days] [m]	
9,71	9,28	12	0,0000	0,0000	0,0000	0,00
9,28	7,99	10	0,0000	0,0000	0,0000	0,00
7,99	7,00	8	0,0000	0,0000	0,0000	0,00
7,00	4,40	6	0,0000	0,0000	0,0000	0,00
4,40	4,01	4	0,0001	0,0000	0,0002	0,05
4,01	2,30	2	0,0001	0,0000	0,0001	0,00
2,30	1,00	1	0,0000	0,0000	0,0000	0,00
Total			0,0002	0,0000	0,0003	

3.2 Results for Vertical 2 (X = 4,25 m; Z = 0,00 m)

Depth [m]	Initial stress			Final stress		
	S-total [kN/m ²]	S-water [kN/m ²]	S-eff. [kN/m ²]	S-total [kN/m ²]	S-water [kN/m ²]	S-eff. [kN/m ²]
Layer 12						
9,70	0,001	0,000	0,001	0,001	0,000	0,001
9,60	1,800	0,000	1,800	1,800	0,000	1,800
9,50	3,600	0,000	3,600	3,600	0,000	3,600
9,46	4,204	0,000	4,204	4,204	0,000	4,204
9,40	5,400	0,000	5,400	5,400	0,000	5,400
9,30	7,200	0,000	7,200	7,200	0,000	7,200
9,23	8,407	0,000	8,407	8,407	0,000	8,407
Layer 10						
9,23	8,407	0,000	8,407	8,407	0,000	8,407
9,20	8,967	0,000	8,967	8,967	0,000	8,967
9,10	10,667	0,000	10,667	10,667	0,000	10,667
9,03	11,761	0,000	11,761	11,769	0,008	11,761
9,00	12,438	0,350	12,089	12,446	0,357	12,089
8,90	14,338	1,331	13,008	14,346	1,338	13,008
8,80	16,238	2,312	13,927	16,246	2,319	13,927
8,70	18,138	3,293	14,846	18,147	3,300	14,846
8,61	19,829	4,165	15,663	19,838	4,173	15,665
7,99	31,645	10,267	21,379	31,679	10,274	21,405
Layer 8						
7,99	31,646	10,266	21,379	31,679	10,274	21,405
7,49	37,076	5,133	31,943	37,161	5,140	32,021
7,00	42,507	0,000	42,507	42,672	0,006	42,666
Layer 6						
7,00	42,507	0,000	42,507	42,672	0,006	42,666
6,40	53,915	5,890	48,025	54,209	5,896	48,314
5,70	67,215	12,757	54,458	67,693	12,763	54,930
5,10	78,623	18,647	59,976	79,276	18,652	60,623
4,40	91,923	25,514	66,409	92,789	25,519	67,270
Layer 4						
4,40	91,923	25,514	66,409	92,790	25,519	67,270
4,21	94,049	27,410	66,639	94,973	27,413	67,560
4,01	96,175	29,306	66,869	97,156	29,307	67,849
Layer 2						
4,01	96,175	29,306	66,869	97,156	29,307	67,849
3,16	112,445	37,706	74,738	113,682	37,707	75,975
2,30	128,715	46,107	82,608	130,193	46,107	84,085
Layer 1						
2,30	128,715	46,107	82,608	130,193	46,107	84,085
1,65	141,715	52,483	89,232	143,360	52,484	90,876
1,00	154,715	58,860	95,855	156,514	58,860	97,654

Layer number	Swelling		Settlement b. Sp.		Settlement a. Sp.	
	Primary	Secondary	Primary	Secondary 10 [days]	Primary	Secondary 10 [days]
	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]

Layer number	Swelling		Settlement b. Sp.		Settlement a. Sp.	
	Primary	Secondary	Primary	Secondary	Primary	Secondary
	[m]	[m]	[m]	10 [days] [m]	[m]	10 [days] [m]
12	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
10	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
8	0,0000	0,0000	0,0001	0,0000	0,0000	0,0000
6	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0001	0,0000
4	0,0000	0,0000	0,0002	0,0001	0,0000	0,0000
2	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0001	0,0000
1	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
Total	0,0000	0,0000	0,0003	0,0001	0,0002	0,0000

Depth		Layer number	Total settlement (100% cons.)			Percentage of original layer height [%]
From	To		Primary	Secondary	After	
[m]	[m]		[m]	10 [days] [m]	10000 [days] [m]	
9,70	9,23	12	0,0000	0,0000	0,0000	0,00
9,23	7,99	10	0,0000	0,0000	0,0000	0,00
7,99	7,00	8	0,0001	0,0000	0,0002	0,02
7,00	4,40	6	0,0001	0,0000	0,0001	0,00
4,40	4,01	4	0,0002	0,0001	0,0004	0,10
4,01	2,30	2	0,0001	0,0000	0,0001	0,01
2,30	1,00	1	0,0000	0,0000	0,0000	0,00
Total			0,0005	0,0001	0,0008	

3.3 Results for Vertical 3 (X = 5,00 m; Z = 0,00 m)

Depth [m]	Initial stress			Final stress		
	S-total [kN/m ²]	S-water [kN/m ²]	S-eff. [kN/m ²]	S-total [kN/m ²]	S-water [kN/m ²]	S-eff. [kN/m ²]
Layer 12						
9,69	0,001	0,000	0,001	0,001	0,000	0,001
9,59	1,800	0,000	1,800	1,800	0,000	1,800
9,49	3,600	0,000	3,600	3,600	0,000	3,600
9,45	4,391	0,000	4,391	4,391	0,000	4,391
9,39	5,400	0,000	5,400	5,400	0,000	5,400
9,29	7,200	0,000	7,200	7,200	0,000	7,200
9,21	8,781	0,000	8,781	8,781	0,000	8,781
Layer 10						
9,21	8,781	0,000	8,781	8,781	0,000	8,781
9,19	8,988	0,000	8,988	8,988	0,000	8,988
9,09	10,688	0,000	10,688	10,688	0,000	10,688
9,01	12,109	0,000	12,109	12,123	0,013	12,109
8,99	12,421	0,161	12,260	12,434	0,174	12,260
8,89	14,321	1,142	13,179	14,334	1,155	13,179
8,79	16,221	2,123	14,098	16,236	2,136	14,100
8,69	18,121	3,104	15,017	18,139	3,117	15,022
8,60	19,996	4,072	15,924	20,020	4,085	15,935
7,98	31,602	10,064	21,538	31,721	10,077	21,644
Layer 8						
7,98	31,602	10,064	21,538	31,721	10,077	21,644
7,49	37,017	5,032	31,985	37,256	5,043	32,212
7,00	42,432	0,000	42,432	42,808	0,008	42,800
Layer 6						
7,00	42,432	0,000	42,432	42,808	0,008	42,800
6,40	53,834	5,887	47,947	54,401	5,895	48,505
5,70	67,134	12,754	54,380	67,943	12,762	55,181
5,10	78,536	18,641	59,895	79,560	18,649	60,911
4,40	91,836	25,508	66,328	93,106	25,516	67,591
Layer 4						
4,40	91,836	25,509	66,328	93,107	25,516	67,591
4,21	93,963	27,405	66,558	95,296	27,409	67,887
4,01	96,089	29,301	66,788	97,485	29,302	68,183
Layer 2						

Depth [m]	Initial stress			Final stress		
	S-total [kN/m ²]	S-water [kN/m ²]	S-eff. [kN/m ²]	S-total [kN/m ²]	S-water [kN/m ²]	S-eff. [kN/m ²]
4,01	96,089	29,301	66,788	97,485	29,303	68,183
3,16	112,364	37,704	74,660	114,033	37,705	76,328
2,30	128,639	46,107	82,532	130,553	46,107	84,445
Layer 1						
2,30	128,639	46,107	82,532	130,553	46,108	84,446
1,65	141,639	52,483	89,155	143,718	52,484	91,234
1,00	154,639	58,860	95,779	156,865	58,860	98,005

Layer number	Swelling		Settlement b. Sp.		Settlement a. Sp.	
	Primary	Secondary	Primary	Secondary 10 [days]	Primary	Secondary 10 [days]
	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]
12	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
10	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
8	0,0000	0,0000	0,0002	0,0001	0,0000	0,0000
6	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0001	0,0000
4	0,0000	0,0000	0,0003	0,0001	0,0000	0,0000
2	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0001	0,0000
1	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
Total	0,0000	0,0000	0,0005	0,0001	0,0003	0,0000

Depth		Layer number	Total settlement (100% cons.)			Percentage of original layer height [%]
From	To		Primary	Secondary 10 [days]	After 10000 [days]	
[m]	[m]		[m]	[m]	[m]	
9,69	9,21	12	0,0000	0,0000	0,0000	0,00
9,21	7,98	10	0,0000	0,0000	0,0000	0,00
7,98	7,00	8	0,0002	0,0001	0,0005	0,05
7,00	4,40	6	0,0001	0,0000	0,0001	0,00
4,40	4,01	4	0,0003	0,0001	0,0005	0,14
4,01	2,30	2	0,0001	0,0000	0,0001	0,01
2,30	1,00	1	0,0000	0,0000	0,0000	0,00
Total			0,0008	0,0001	0,0014	

3.4 Results for Vertical 4 (X = 6,00 m; Z = 0,00 m)

Depth [m]	Initial stress			Final stress		
	S-total [kN/m ²]	S-water [kN/m ²]	S-eff. [kN/m ²]	S-total [kN/m ²]	S-water [kN/m ²]	S-eff. [kN/m ²]
Layer 12						
9,23	0,001	0,000	0,001	0,001	0,000	0,001
9,20	0,528	0,000	0,528	0,528	0,000	0,528
9,17	1,055	0,000	1,055	1,055	0,000	1,055
Layer 10						
9,17	1,055	0,000	1,055	1,056	0,000	1,056
9,13	1,759	0,000	1,759	1,779	0,000	1,779
9,03	3,459	0,000	3,459	3,591	0,000	3,591
9,00	3,993	0,000	3,993	4,246	0,043	4,203
8,93	5,296	0,672	4,623	5,691	0,716	4,975
8,83	7,196	1,653	5,542	7,717	1,696	6,020
8,73	9,096	2,634	6,461	9,688	2,677	7,011
8,63	10,996	3,615	7,380	11,633	3,658	7,975
8,58	12,035	4,152	7,883	12,691	4,194	8,496
8,53	12,896	4,596	8,299	13,565	4,639	8,926
8,43	14,796	5,577	9,218	15,490	5,619	9,871
8,33	16,696	6,558	10,137	17,413	6,600	10,812
8,23	18,596	7,539	11,056	19,334	7,581	11,753
7,98	23,361	10,000	13,361	24,153	10,041	14,112
Layer 8						
7,98	23,361	10,000	13,361	24,153	10,041	14,112
7,49	28,755	5,000	23,755	29,657	5,026	24,631
7,00	34,148	0,000	34,148	35,199	0,015	35,184

Depth [m]	Initial stress			Final stress		
	S-total [kN/m ²]	S-water [kN/m ²]	S-eff. [kN/m ²]	S-total [kN/m ²]	S-water [kN/m ²]	S-eff. [kN/m ²]
Layer 6						
7,00	34,148	0,000	34,148	35,199	0,015	35,184
6,30	47,443	6,864	40,579	48,765	6,879	41,886
5,70	58,843	12,750	46,093	60,410	12,764	47,645
5,00	72,138	19,615	52,523	73,977	19,628	54,350
4,40	83,538	25,501	58,037	85,592	25,513	60,079
Layer 4						
4,40	83,538	25,501	58,037	85,593	25,513	60,079
4,21	85,665	27,397	58,267	87,780	27,405	60,375
4,01	87,791	29,294	58,497	89,965	29,297	60,668
Layer 2						
4,01	87,792	29,294	58,497	89,965	29,297	60,668
3,16	104,073	37,701	66,373	106,502	37,702	68,800
2,30	120,355	46,107	74,248	123,000	46,108	76,893
Layer 1						
2,30	120,355	46,107	74,248	123,001	46,108	76,893
1,65	133,355	52,483	80,871	136,141	52,484	83,657
1,00	146,355	58,860	87,495	149,261	58,860	90,401

Layer number	Swelling		Settlement b. Sp.		Settlement a. Sp.	
	Primary [m]	Secondary [m]	Primary [m]	Secondary 10 [days] [m]	Primary [m]	Secondary 10 [days] [m]
12	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
10	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0002	0,0000
8	0,0000	0,0000	0,0012	0,0004	0,0000	0,0000
6	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0003	0,0000
4	0,0000	0,0000	0,0005	0,0001	0,0000	0,0000
2	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0002	0,0000
1	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0001	0,0000
Total	0,0000	0,0000	0,0017	0,0005	0,0008	0,0000

Depth		Layer number	Total settlement (100% cons.)			Percentage of original layer height [%]
From [m]	To [m]		Primary [m]	Secondary 10 [days] [m]	After 10000 [days] [m]	
9,23	9,17	12	0,0000	0,0000	0,0000	0,00
9,17	7,98	10	0,0002	0,0000	0,0002	0,02
7,98	7,00	8	0,0012	0,0004	0,0026	0,27
7,00	4,40	6	0,0003	0,0000	0,0003	0,01
4,40	4,01	4	0,0005	0,0001	0,0010	0,25
4,01	2,30	2	0,0002	0,0000	0,0002	0,01
2,30	1,00	1	0,0001	0,0000	0,0001	0,01
Total			0,0025	0,0005	0,0044	

3.5 Results for Vertical 5 (X = 7,50 m; Z = 0,00 m)

Depth [m]	Initial stress			Final stress		
	S-total [kN/m ²]	S-water [kN/m ²]	S-eff. [kN/m ²]	S-total [kN/m ²]	S-water [kN/m ²]	S-eff. [kN/m ²]
Layer 10						
9,02	0,001	0,000	0,001	3,085	0,000	3,085
9,00	0,388	0,000	0,388	3,789	0,144	3,645
8,92	1,854	0,757	1,097	5,254	0,897	4,358
8,82	3,754	1,738	2,016	7,130	1,874	5,256
8,72	5,654	2,719	2,935	8,972	2,852	6,119
8,62	7,554	3,700	3,854	10,804	3,831	6,973
8,52	9,454	4,681	4,773	12,634	4,811	7,824
8,50	9,911	4,917	4,994	13,073	5,046	8,028
8,42	11,354	5,662	5,692	14,461	5,790	8,671
8,32	13,254	6,643	6,611	16,290	6,770	9,520
8,22	15,154	7,624	7,530	18,130	7,750	10,381

Depth [m]	Initial stress			Final stress		
	S-total [kN/m ²]	S-water [kN/m ²]	S-eff. [kN/m ²]	S-total [kN/m ²]	S-water [kN/m ²]	S-eff. [kN/m ²]
8,12	17,054	8,605	8,449	19,991	8,730	11,262
8,02	18,954	9,586	9,368	21,876	9,710	12,167
7,97	19,867	10,057	9,810	22,791	10,181	12,610
Layer 8						
7,97	19,868	10,057	9,810	22,791	10,181	12,610
7,52	24,921	4,754	20,167	27,964	4,821	23,143
7,06	29,975	0,000	29,975	33,197	0,029	33,168
Layer 6						
7,06	29,975	0,000	29,975	33,197	0,029	33,168
7,00	31,037	0,000	31,037	34,282	0,029	34,252
6,33	43,790	6,584	37,206	47,233	6,612	40,621
5,73	55,190	12,470	42,720	58,752	12,496	46,256
5,10	67,105	18,622	48,483	70,771	18,646	52,125
4,40	80,405	25,489	54,916	84,181	25,512	58,669
Layer 4						
4,40	80,405	25,489	54,916	84,181	25,512	58,669
4,21	82,533	27,387	55,146	86,329	27,400	58,929
4,01	84,660	29,284	55,376	88,477	29,288	59,188
Layer 2						
4,01	84,660	29,284	55,376	88,477	29,289	59,188
3,16	100,951	37,695	63,256	104,887	37,698	67,189
2,30	117,243	46,107	71,136	121,276	46,108	75,168
Layer 1						
2,30	117,243	46,107	71,136	121,277	46,108	75,168
1,65	130,243	52,483	77,759	134,333	52,484	81,849
1,00	143,243	58,860	84,383	147,373	58,860	88,513

Layer number	Swelling		Settlement b. Sp.		Settlement a. Sp.	
	Primary	Secondary	Primary	Secondary 10 [days]	Primary	Secondary 10 [days]
	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]
10	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0023	0,0000
8	0,0000	0,0000	0,0045	0,0013	0,0000	0,0000
6	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0007	0,0000
4	0,0000	0,0000	0,0009	0,0002	0,0000	0,0000
2	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0003	0,0000
1	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0001	0,0000
Total	0,0000	0,0000	0,0053	0,0015	0,0035	0,0000

Depth		Layer number	Total settlement (100% cons.)			Percentage of original layer height [%]
From	To		Primary	Secondary 10 [days]	After 10000 [days]	
[m]	[m]		[m]	[m]	[m]	
9,02	7,97	10	0,0023	0,0000	0,0023	0,22
7,97	7,06	8	0,0045	0,0013	0,0096	1,04
7,06	4,40	6	0,0007	0,0000	0,0007	0,03
4,40	4,01	4	0,0009	0,0002	0,0018	0,47
4,01	2,30	2	0,0003	0,0000	0,0003	0,02
2,30	1,00	1	0,0001	0,0000	0,0001	0,01
Total			0,0088	0,0015	0,0149	

3.6 Results for Vertical 6 (X = 9,50 m; Z = 0,00 m)

Depth [m]	Initial stress			Final stress		
	S-total [kN/m ²]	S-water [kN/m ²]	S-eff. [kN/m ²]	S-total [kN/m ²]	S-water [kN/m ²]	S-eff. [kN/m ²]
Layer 11						
8,56	4,309	4,308	0,001	12,141	5,072	7,069
8,46	6,207	5,288	0,919	14,050	6,040	8,010
8,36	8,107	6,269	1,838	15,951	7,012	8,939
8,27	9,774	7,130	2,644	17,620	7,866	9,755
8,26	10,007	7,250	2,757	17,855	7,986	9,869

Depth [m]	Initial stress			Final stress		
	S-total [kN/m ²]	S-water [kN/m ²]	S-eff. [kN/m ²]	S-total [kN/m ²]	S-water [kN/m ²]	S-eff. [kN/m ²]
8,16	11,907	8,231	3,676	19,760	8,961	10,799
8,06	13,807	9,212	4,595	21,664	9,937	11,727
7,99	15,240	9,952	5,288	23,098	10,673	12,425
Layer 9						
7,99	15,240	9,952	5,288	23,098	10,673	12,425
7,96	15,511	9,619	5,891	23,325	10,296	13,029
7,86	16,611	8,268	8,342	24,277	8,795	15,482
7,76	17,711	6,917	10,793	25,259	7,330	17,929
7,66	18,811	5,566	13,244	26,258	5,888	20,370
7,56	19,867	4,269	15,598	27,229	4,521	22,709
7,56	19,911	4,215	15,695	27,269	4,465	22,805
7,14	24,494	0,000	24,494	31,537	0,054	31,483
Layer 7						
7,14	24,494	0,000	24,494	31,538	0,054	31,484
7,11	25,216	0,000	25,216	32,245	0,054	32,191
7,07	25,937	0,000	25,937	32,952	0,053	32,899
Layer 6						
7,07	25,937	0,000	25,937	32,952	0,053	32,899
7,00	27,234	0,000	27,234	34,223	0,053	34,171
6,34	39,855	6,516	33,339	46,605	6,564	40,041
5,74	51,255	12,402	38,853	57,852	12,447	45,405
5,10	63,272	18,607	44,665	69,768	18,649	51,119
4,40	76,572	25,474	51,098	82,992	25,513	57,479
Layer 4						
4,40	76,572	25,474	51,098	82,992	25,513	57,479
4,21	78,701	27,372	51,329	85,087	27,395	57,692
4,02	80,829	29,270	51,559	87,182	29,278	57,904
Layer 2						
4,02	80,829	29,271	51,559	87,182	29,278	57,904
3,16	97,134	37,689	59,445	103,398	37,693	65,705
2,30	113,438	46,107	67,331	119,592	46,109	73,483
Layer 1						
2,30	113,438	46,107	67,331	119,592	46,109	73,484
1,65	126,438	52,483	73,955	132,492	52,484	80,007
1,00	139,438	58,860	80,578	145,377	58,860	86,517

Layer number	Swelling		Settlement b. Sp.		Settlement a. Sp.	
	Primary	Secondary	Primary	Secondary 10 [days]	Primary	Secondary 10 [days]
	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]
11	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0044	0,0000
9	0,0000	0,0000	0,0068	0,0017	0,0272	0,0068
7	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0001	0,0000
6	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0014	0,0000
4	0,0000	0,0000	0,0015	0,0004	0,0000	0,0000
2	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0006	0,0000
1	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0002	0,0000
Total	0,0000	0,0000	0,0083	0,0021	0,0339	0,0068

Depth		Layer number	Total settlement (100% cons.)			Percentage of original layer height [%]
From	To		Primary	Secondary 10 [days]	After 10000 [days]	
[m]	[m]		[m]	[m]	[m]	
8,56	7,99	11	0,0044	0,0000	0,0044	0,77
7,99	7,14	9	0,0340	0,0085	0,0680	8,09
7,14	7,07	7	0,0001	0,0000	0,0001	0,12
7,07	4,40	6	0,0014	0,0000	0,0014	0,05
4,40	4,02	4	0,0015	0,0004	0,0032	0,83
4,02	2,30	2	0,0006	0,0000	0,0006	0,03
2,30	1,00	1	0,0002	0,0000	0,0002	0,01
Total			0,0422	0,0089	0,0780	

3.7 Results for Vertical 7 (X = 12,00 m; Z = 0,00 m)

Depth [m]	Initial stress			Final stress		
	S-total [kN/m ²]	S-water [kN/m ²]	S-eff. [kN/m ²]	S-total [kN/m ²]	S-water [kN/m ²]	S-eff. [kN/m ²]
Layer 11						
8,55	4,425	4,424	0,001	13,972	5,411	8,561
8,45	6,324	5,405	0,919	15,857	6,377	9,479
8,35	8,224	6,386	1,838	17,750	7,349	10,401
8,30	9,138	6,858	2,280	18,662	7,816	10,846
8,25	10,124	7,367	2,757	19,650	8,322	11,328
8,15	12,024	8,348	3,676	21,559	9,297	12,263
8,05	13,852	9,292	4,560	23,405	10,235	13,171
Layer 9						
8,05	13,852	9,292	4,560	23,406	10,234	13,171
8,05	13,894	9,234	4,660	23,439	10,167	13,272
7,95	14,994	7,724	7,270	24,374	8,455	15,919
7,85	16,094	6,214	9,879	25,371	6,794	18,576
7,75	17,194	4,704	12,489	26,409	5,166	21,244
7,66	18,184	3,345	14,838	27,370	3,718	23,651
7,65	18,294	3,195	15,099	27,477	3,558	23,919
7,55	19,394	1,685	17,709	28,568	1,968	26,600
7,27	22,516	0,000	22,516	31,722	0,098	31,623
Layer 7						
7,27	22,516	0,000	22,516	31,722	0,098	31,624
7,00	27,554	0,000	27,554	36,950	0,094	36,856
6,44	38,288	5,542	32,746	47,996	5,629	42,367
5,84	49,688	11,428	38,260	59,551	11,508	48,043
5,10	63,561	18,591	44,970	73,397	18,663	54,734
4,40	76,861	25,458	51,403	86,507	25,524	60,983
Layer 5						
4,40	76,861	25,458	51,403	86,507	25,524	60,983
4,23	78,740	27,134	51,606	88,298	27,174	61,124
4,06	80,619	28,810	51,809	90,085	28,825	61,259
Layer 4						
4,06	80,619	28,810	51,809	90,085	28,825	61,260
4,04	80,868	29,032	51,836	90,322	29,044	61,277
4,02	81,117	29,254	51,863	90,558	29,264	61,295
Layer 2						
4,02	81,117	29,254	51,863	90,559	29,264	61,295
3,16	97,438	37,680	59,757	106,470	37,686	68,784
2,30	113,758	46,107	67,651	122,330	46,109	76,221
Layer 1						
2,30	113,759	46,107	67,652	122,330	46,109	76,221
1,65	126,758	52,483	74,275	134,973	52,485	82,489
1,00	139,758	58,860	80,898	147,621	58,860	88,761

Layer number	Swelling		Settlement b. Sp.		Settlement a. Sp.	
	Primary	Secondary	Primary	Secondary 10 [days]	Primary	Secondary 10 [days]
	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]
11	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0044	0,0000
9	0,0000	0,0000	0,0064	0,0016	0,0367	0,0092
7	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0033	0,0000
5	0,0000	0,0000	0,0026	0,0006	0,0000	0,0000
4	0,0000	0,0000	0,0003	0,0001	0,0000	0,0000
2	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0008	0,0000
1	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0002	0,0000
Total	0,0000	0,0000	0,0092	0,0023	0,0455	0,0092

Depth		Layer number	Total settlement (100% cons.)			Percentage of original layer height [%]
From	To		Primary	Secondary 10 [days]	After 10000 [days]	
[m]	[m]		[m]	[m]	[m]	

Depth		Layer number	Total settlement (100% cons.)			Percentage of original layer height [%]
From	To		Primary	Secondary	After	
[m]	[m]		[m]	10 [days] [m]	10000 [days] [m]	
8,55	8,05	11	0,0044	0,0000	0,0044	0,90
8,05	7,27	9	0,0430	0,0108	0,0861	10,93
7,27	4,40	7	0,0033	0,0000	0,0033	0,12
4,40	4,06	5	0,0026	0,0006	0,0051	1,50
4,06	4,02	4	0,0003	0,0001	0,0005	1,19
4,02	2,30	2	0,0008	0,0000	0,0008	0,05
2,30	1,00	1	0,0002	0,0000	0,0002	0,02
Total			0,0547	0,0115	0,1006	

3.8 Results for Vertical 8 (X = 13,00 m; Z = 0,00 m)

Depth [m]	Initial stress			Final stress		
	S-total [kN/m ²]	S-water [kN/m ²]	S-eff. [kN/m ²]	S-total [kN/m ²]	S-water [kN/m ²]	S-eff. [kN/m ²]
Layer 11						
8,55	4,425	4,424	0,001	18,463	5,789	12,674
8,45	6,324	5,405	0,919	20,346	6,753	13,593
8,35	8,224	6,386	1,838	22,240	7,723	14,517
8,30	9,091	6,834	2,257	23,107	8,166	14,941
8,25	10,124	7,367	2,757	24,144	8,695	15,449
8,15	12,024	8,348	3,676	26,058	9,668	16,390
8,06	13,758	9,243	4,514	27,808	10,557	17,251
Layer 9						
8,06	13,758	9,243	4,515	27,808	10,556	17,251
8,05	13,854	9,111	4,743	27,879	10,397	17,482
7,95	14,954	7,605	7,349	28,735	8,626	20,109
7,85	16,054	6,099	9,956	29,644	6,914	22,730
7,75	17,154	4,592	12,562	30,583	5,241	25,341
7,66	18,096	3,302	14,794	31,401	3,831	27,570
7,65	18,254	3,086	15,168	31,539	3,596	27,944
7,55	19,354	1,579	17,775	32,509	1,971	30,538
7,27	22,434	0,000	22,434	35,248	0,121	35,126
Layer 7						
7,27	22,435	0,000	22,435	35,248	0,121	35,127
7,00	27,545	0,000	27,545	40,249	0,116	40,133
6,44	38,247	5,525	32,721	50,654	5,632	45,022
5,84	49,647	11,411	38,235	61,668	11,509	50,159
5,10	63,559	18,595	44,964	75,041	18,683	56,358
4,40	76,859	25,462	51,397	87,787	25,543	62,243
Layer 5						
4,40	76,859	25,462	51,397	87,787	25,543	62,243
4,21	78,984	27,356	51,627	89,722	27,404	62,319
4,02	81,108	29,251	51,857	91,659	29,265	62,394
Layer 3						
4,02	81,109	29,251	51,857	91,660	29,266	62,394
3,41	92,620	35,195	57,425	102,682	35,204	67,478
2,81	104,132	41,138	62,993	113,716	41,143	72,573
Layer 2						
2,81	104,132	41,139	62,993	113,717	41,143	72,573
2,55	108,943	43,623	65,320	118,334	43,626	74,708
2,30	113,755	46,107	67,648	122,955	46,109	76,846
Layer 1						
2,30	113,755	46,107	67,648	122,955	46,109	76,846
1,65	126,755	52,483	74,271	135,486	52,485	83,002
1,00	139,755	58,860	80,895	148,045	58,860	89,185

Layer number	Swelling		Settlement b. Sp.		Settlement a. Sp.	
	Primary	Secondary	Primary	Secondary	Primary	Secondary
	[m]	[m]	[m]	10 [days] [m]	[m]	10 [days] [m]
11	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0052	0,0000

Layer number	Swelling		Settlement b. Sp.		Settlement a. Sp.	
	Primary	Secondary	Primary	Secondary	Primary	Secondary
	[m]	[m]	[m]	10 [days] [m]	[m]	10 [days] [m]
9	0,0000	0,0000	0,0064	0,0016	0,0544	0,0136
7	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0040	0,0000
5	0,0000	0,0000	0,0031	0,0008	0,0003	0,0001
3	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0010	0,0000
2	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0002	0,0000
1	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0002	0,0000
Total	0,0000	0,0000	0,0095	0,0024	0,0654	0,0137

Depth		Layer number	Total settlement (100% cons.)			Percentage of original layer height [%]
From	To		Primary	Secondary	After	
[m]	[m]		[m]	10 [days] [m]	10000 [days] [m]	
8,55	8,06	11	0,0052	0,0000	0,0052	1,06
8,06	7,27	9	0,0608	0,0152	0,1215	15,41
7,27	4,40	7	0,0040	0,0000	0,0040	0,14
4,40	4,02	5	0,0034	0,0009	0,0069	1,78
4,02	2,81	3	0,0010	0,0000	0,0010	0,08
2,81	2,30	2	0,0002	0,0000	0,0002	0,04
2,30	1,00	1	0,0002	0,0000	0,0002	0,02
Total			0,0749	0,0160	0,1391	

3.9 Results for Vertical 9 (X = 14,00 m; Z = 0,00 m)

Depth [m]	Initial stress			Final stress		
	S-total [kN/m ²]	S-water [kN/m ²]	S-eff. [kN/m ²]	S-total [kN/m ²]	S-water [kN/m ²]	S-eff. [kN/m ²]
Layer 11						
8,55	4,425	4,424	0,001	22,790	6,074	16,716
8,45	6,324	5,405	0,919	24,671	7,038	17,633
8,35	8,224	6,386	1,838	26,551	8,006	18,545
8,31	9,044	6,810	2,235	27,359	8,425	18,934
8,25	10,124	7,367	2,757	28,417	8,977	19,441
8,15	12,024	8,348	3,676	30,264	9,949	20,315
8,06	13,664	9,195	4,469	31,841	10,788	21,053
Layer 9						
8,06	13,664	9,195	4,469	31,841	10,788	21,053
8,05	13,815	8,989	4,826	31,932	10,532	21,399
7,95	14,915	7,486	7,429	32,637	8,719	23,918
7,85	16,015	5,983	10,032	33,393	6,971	26,422
7,75	17,115	4,480	12,634	34,179	5,266	28,913
7,67	18,008	3,259	14,749	34,834	3,905	30,929
7,65	18,215	2,977	15,237	34,987	3,593	31,394
7,55	19,315	1,474	17,840	35,811	1,944	33,866
7,27	22,353	0,000	22,353	38,127	0,138	37,989
Layer 7						
7,27	22,353	0,000	22,353	38,127	0,138	37,989
7,00	27,536	0,000	27,536	42,893	0,132	42,761
6,44	38,205	5,509	32,697	52,684	5,629	47,054
5,84	49,605	11,395	38,211	63,173	11,505	51,668
5,10	63,557	18,598	44,959	76,094	18,699	57,395
4,40	76,857	25,465	51,392	88,508	25,559	62,949
Layer 5						
4,40	76,858	25,465	51,392	88,508	25,559	62,949
4,21	78,979	27,357	51,622	90,363	27,411	62,952
4,02	81,100	29,249	51,851	92,227	29,265	62,962
Layer 3						
4,02	81,100	29,249	51,851	92,227	29,265	62,962
3,16	97,425	37,678	59,747	107,642	37,686	69,955
2,30	113,751	46,107	67,644	123,168	46,109	77,059
Layer 1						
2,30	113,751	46,107	67,644	123,168	46,110	77,059

Depth [m]	Initial stress			Final stress		
	S-total [kN/m ²]	S-water [kN/m ²]	S-eff. [kN/m ²]	S-total [kN/m ²]	S-water [kN/m ²]	S-eff. [kN/m ²]
1,65	126,751	52,483	74,267	135,631	52,485	83,147
1,00	139,751	58,860	80,891	148,143	58,860	89,283

Layer number	Swelling		Settlement b. Sp.		Settlement a. Sp.	
	Primary	Secondary	Primary	Secondary 10 [days]	Primary	Secondary 10 [days]
	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]
11	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0058	0,0000
9	0,0000	0,0000	0,0064	0,0016	0,0678	0,0169
7	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0045	0,0000
5	0,0000	0,0000	0,0031	0,0008	0,0008	0,0002
3	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0014	0,0000
1	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0002	0,0000
Total	0,0000	0,0000	0,0095	0,0024	0,0805	0,0172

Depth		Layer number	Total settlement (100% cons.)			Percentage of original layer height [%]
From	To		Primary	Secondary 10 [days]	After 10000 [days]	
[m]	[m]		[m]	[m]	[m]	
8,55	8,06	11	0,0058	0,0000	0,0058	1,19
8,06	7,27	9	0,0742	0,0185	0,1484	18,78
7,27	4,40	7	0,0045	0,0000	0,0045	0,16
4,40	4,02	5	0,0040	0,0010	0,0079	2,05
4,02	2,30	3	0,0014	0,0000	0,0014	0,08
2,30	1,00	1	0,0002	0,0000	0,0002	0,02
Total			0,0901	0,0195	0,1682	

3.10 Results for Vertical 10 (X = 15,00 m; Z = 0,00 m)

Depth [m]	Initial stress			Final stress		
	S-total [kN/m ²]	S-water [kN/m ²]	S-eff. [kN/m ²]	S-total [kN/m ²]	S-water [kN/m ²]	S-eff. [kN/m ²]
Layer 11						
8,55	4,425	4,424	0,001	22,790	6,076	16,713
8,45	6,324	5,405	0,919	24,670	7,039	17,631
8,35	8,224	6,386	1,838	26,551	8,008	18,543
8,31	8,997	6,785	2,212	27,313	8,402	18,910
8,25	10,124	7,367	2,757	28,419	8,978	19,440
8,15	12,024	8,348	3,676	30,267	9,951	20,317
8,07	13,570	9,146	4,424	31,757	10,742	21,015
Layer 9						
8,07	13,570	9,146	4,424	31,757	10,742	21,015
8,05	13,775	8,867	4,908	31,881	10,395	21,487
7,95	14,875	7,368	7,508	32,593	8,587	24,005
7,85	15,975	5,868	10,107	33,353	6,844	26,509
7,75	17,075	4,369	12,707	34,143	5,144	28,999
7,67	17,921	3,216	14,704	34,763	3,859	30,905
7,65	18,175	2,869	15,306	34,952	3,475	31,477
7,55	19,275	1,370	17,905	35,776	1,830	33,947
7,28	22,271	0,000	22,271	38,052	0,132	37,920
Layer 7						
7,28	22,271	0,000	22,271	38,052	0,132	37,920
7,00	27,527	0,000	27,527	42,865	0,126	42,739
6,44	38,163	5,492	32,672	52,559	5,606	46,953
5,84	49,563	11,378	38,186	62,965	11,483	51,482
5,10	63,556	18,602	44,954	75,838	18,697	57,141
4,40	76,856	25,469	51,387	88,200	25,557	62,643
Layer 5						
4,40	76,856	25,469	51,387	88,200	25,557	62,643
4,21	78,974	27,358	51,616	90,046	27,408	62,637
4,02	81,092	29,247	51,845	91,902	29,262	62,640
Layer 3						

Depth [m]	Initial stress			Final stress		
	S-total [kN/m ²]	S-water [kN/m ²]	S-eff. [kN/m ²]	S-total [kN/m ²]	S-water [kN/m ²]	S-eff. [kN/m ²]
4,02	81,092	29,247	51,845	91,902	29,262	62,640
3,16	97,419	37,677	59,742	107,307	37,685	69,622
2,30	113,747	46,107	67,640	122,847	46,109	76,738
Layer 1						
2,30	113,747	46,107	67,640	122,847	46,109	76,738
1,65	126,747	52,483	74,263	135,327	52,485	82,843
1,00	139,747	58,860	80,887	147,860	58,860	89,000

Layer number	Swelling		Settlement b. Sp.		Settlement a. Sp.	
	Primary	Secondary	Primary	Secondary 10 [days]	Primary	Secondary 10 [days]
	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]
11	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0057	0,0000
9	0,0000	0,0000	0,0064	0,0016	0,0682	0,0170
7	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0045	0,0000
5	0,0000	0,0000	0,0031	0,0008	0,0006	0,0001
3	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0013	0,0000
1	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0002	0,0000
Total	0,0000	0,0000	0,0095	0,0024	0,0806	0,0172

Depth		Layer number	Total settlement (100% cons.)			Percentage of original layer height [%]
From	To		Primary	Secondary 10 [days]	After 10000 [days]	
[m]	[m]		[m]	[m]	[m]	
8,55	8,07	11	0,0057	0,0000	0,0057	1,19
8,07	7,28	9	0,0746	0,0186	0,1492	18,86
7,28	4,40	7	0,0045	0,0000	0,0045	0,16
4,40	4,02	5	0,0037	0,0009	0,0074	1,92
4,02	2,30	3	0,0013	0,0000	0,0013	0,08
2,30	1,00	1	0,0002	0,0000	0,0002	0,02
Total			0,0901	0,0196	0,1684	

3.11 Results for Vertical 11 (X = 16,00 m; Z = 0,00 m)

Depth [m]	Initial stress			Final stress		
	S-total [kN/m ²]	S-water [kN/m ²]	S-eff. [kN/m ²]	S-total [kN/m ²]	S-water [kN/m ²]	S-eff. [kN/m ²]
Layer 11						
8,55	4,425	4,424	0,001	18,775	5,808	12,967
8,45	6,324	5,405	0,919	20,658	6,773	13,885
8,35	8,224	6,386	1,838	22,550	7,742	14,808
8,31	8,950	6,761	2,189	23,275	8,113	15,162
8,25	10,124	7,367	2,757	24,450	8,714	15,737
8,15	12,024	8,348	3,676	26,356	9,687	16,669
8,07	13,476	9,098	4,378	27,811	10,431	17,380
Layer 9						
8,07	13,476	9,098	4,379	27,811	10,431	17,380
8,05	13,736	8,745	4,990	27,998	10,004	17,994
7,95	14,836	7,249	7,586	28,837	8,247	20,591
7,85	15,936	5,753	10,182	29,721	6,547	23,174
7,75	17,036	4,257	12,778	30,628	4,885	25,743
7,68	17,833	3,173	14,660	31,293	3,698	27,596
7,65	18,136	2,761	15,374	31,548	3,250	28,298
7,55	19,236	1,265	17,970	32,476	1,636	30,840
7,28	22,189	0,000	22,189	34,977	0,110	34,867
Layer 7						
7,28	22,190	0,000	22,190	34,977	0,110	34,867
7,00	27,519	0,000	27,519	40,052	0,104	39,948
6,44	38,122	5,475	32,647	50,088	5,569	44,519
5,84	49,522	11,361	38,161	60,857	11,447	49,410
5,10	63,554	18,606	44,948	74,140	18,684	55,456
4,40	76,854	25,473	51,381	86,782	25,544	61,238

Depth [m]	Initial stress			Final stress		
	S-total [kN/m ²]	S-water [kN/m ²]	S-eff. [kN/m ²]	S-total [kN/m ²]	S-water [kN/m ²]	S-eff. [kN/m ²]
Layer 5						
4,40	76,854	25,473	51,381	86,782	25,544	61,238
4,21	78,969	27,359	51,610	88,699	27,401	61,298
4,02	81,083	29,244	51,839	90,621	29,258	61,363
Layer 3						
4,02	81,084	29,245	51,839	90,621	29,258	61,363
3,16	97,413	37,676	59,737	106,264	37,683	68,581
2,30	113,743	46,107	67,636	121,989	46,109	75,880
Layer 1						
2,30	113,743	46,107	67,636	121,989	46,109	75,880
1,65	126,743	52,483	74,259	134,580	52,484	82,096
1,00	139,743	58,860	80,883	147,207	58,860	88,347

Layer number	Swelling		Settlement b. Sp.		Settlement a. Sp.	
	Primary	Secondary	Primary	Secondary 10 [days]	Primary	Secondary 10 [days]
	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]
11	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0052	0,0000
9	0,0000	0,0000	0,0064	0,0016	0,0559	0,0140
7	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0039	0,0000
5	0,0000	0,0000	0,0029	0,0007	0,0000	0,0000
3	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0012	0,0000
1	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0002	0,0000
Total	0,0000	0,0000	0,0094	0,0023	0,0664	0,0140

Depth		Layer number	Total settlement (100% cons.)			Percentage of original layer height [%]
From	To		Primary	Secondary 10 [days]	After 10000 [days]	
[m]	[m]		[m]	[m]	[m]	
8,55	8,07	11	0,0052	0,0000	0,0052	1,08
8,07	7,28	9	0,0624	0,0156	0,1247	15,75
7,28	4,40	7	0,0039	0,0000	0,0039	0,14
4,40	4,02	5	0,0029	0,0007	0,0059	1,53
4,02	2,30	3	0,0012	0,0000	0,0012	0,07
2,30	1,00	1	0,0002	0,0000	0,0002	0,02
Total			0,0758	0,0163	0,1411	

3.12 Results for Vertical 12 (X = 17,00 m; Z = 0,00 m)

Depth [m]	Initial stress			Final stress		
	S-total [kN/m ²]	S-water [kN/m ²]	S-eff. [kN/m ²]	S-total [kN/m ²]	S-water [kN/m ²]	S-eff. [kN/m ²]
Layer 11						
8,55	4,425	4,424	0,001	13,241	5,337	7,903
8,45	6,324	5,405	0,919	15,125	6,304	8,821
8,35	8,224	6,386	1,838	17,016	7,275	9,741
8,31	8,903	6,737	2,166	17,693	7,623	10,070
8,25	10,124	7,367	2,757	18,910	8,249	10,661
8,15	12,024	8,348	3,676	20,807	9,224	11,583
8,08	13,383	9,050	4,333	22,165	9,921	12,243
Layer 9						
8,08	13,383	9,049	4,333	22,165	9,921	12,244
8,05	13,696	8,624	5,072	22,416	9,431	12,984
7,95	14,796	7,132	7,665	23,344	7,759	15,585
7,85	15,896	5,639	10,257	24,320	6,133	18,188
7,75	16,996	4,146	12,850	25,328	4,535	20,793
7,68	17,745	3,130	14,615	26,027	3,459	22,568
7,65	18,096	2,654	15,442	26,357	2,958	23,400
7,55	19,196	1,161	18,035	27,403	1,395	26,008
7,28	22,108	0,000	22,108	30,208	0,086	30,122
Layer 7						
7,28	22,108	0,000	22,108	30,208	0,086	30,122

Depth [m]	Initial stress			Final stress		
	S-total [kN/m ²]	S-water [kN/m ²]	S-eff. [kN/m ²]	S-total [kN/m ²]	S-water [kN/m ²]	S-eff. [kN/m ²]
7,00	27,510	0,000	27,510	35,644	0,082	35,562
6,44	38,080	5,458	32,622	46,238	5,533	40,705
5,84	49,480	11,344	38,136	57,592	11,413	46,179
5,10	63,553	18,609	44,943	71,519	18,672	52,847
4,40	76,853	25,476	51,376	84,622	25,534	59,088
Layer 5						
4,40	76,853	25,477	51,376	84,623	25,534	59,088
4,21	78,964	27,359	51,604	86,651	27,394	59,257
4,02	81,075	29,242	51,833	88,677	29,254	59,424
Layer 3						
4,02	81,075	29,242	51,833	88,678	29,254	59,424
3,16	97,407	37,675	59,732	104,710	37,681	67,029
2,30	113,739	46,107	67,632	120,729	46,109	74,621
Layer 1						
2,30	113,739	46,107	67,632	120,730	46,109	74,621
1,65	126,739	52,483	74,255	133,496	52,484	81,012
1,00	139,739	58,860	80,879	146,267	58,860	87,407

Layer number	Swelling		Settlement b. Sp.		Settlement a. Sp.	
	Primary	Secondary	Primary	Secondary 10 [days]	Primary	Secondary 10 [days]
	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]
11	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0042	0,0000
9	0,0000	0,0000	0,0064	0,0016	0,0336	0,0084
7	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0029	0,0000
5	0,0000	0,0000	0,0024	0,0006	0,0000	0,0000
3	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0010	0,0000
1	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0002	0,0000
Total	0,0000	0,0000	0,0088	0,0022	0,0418	0,0084

Depth		Layer number	Total settlement (100% cons.)			Percentage of original layer height [%]
From	To		Primary	Secondary 10 [days]	After 10000 [days]	
[m]	[m]		[m]	[m]	[m]	
8,55	8,08	11	0,0042	0,0000	0,0042	0,88
8,08	7,28	9	0,0401	0,0100	0,0801	10,10
7,28	4,40	7	0,0029	0,0000	0,0029	0,10
4,40	4,02	5	0,0024	0,0006	0,0047	1,23
4,02	2,30	3	0,0010	0,0000	0,0010	0,06
2,30	1,00	1	0,0002	0,0000	0,0002	0,01
Total			0,0506	0,0106	0,0930	

3.13 Results for Vertical 13 (X = 18,00 m; Z = 0,00 m)

Depth [m]	Initial stress			Final stress		
	S-total [kN/m ²]	S-water [kN/m ²]	S-eff. [kN/m ²]	S-total [kN/m ²]	S-water [kN/m ²]	S-eff. [kN/m ²]
Layer 11						
8,55	4,425	4,424	0,001	8,152	4,799	3,353
8,45	6,324	5,405	0,919	10,041	5,770	4,271
8,35	8,224	6,386	1,838	11,936	6,745	5,191
8,32	8,857	6,713	2,144	12,568	7,069	5,498
8,25	10,124	7,367	2,757	13,836	7,721	6,115
8,15	12,024	8,348	3,676	15,743	8,699	7,045
8,08	13,289	9,001	4,288	17,017	9,350	7,668
Layer 9						
8,08	13,289	9,001	4,288	17,017	9,349	7,668
8,05	13,657	8,503	5,154	17,356	8,815	8,541
7,95	14,757	7,014	7,743	18,406	7,247	11,159
7,85	15,857	5,525	10,332	19,492	5,705	13,787
7,75	16,957	4,036	12,921	20,604	4,179	16,424
7,69	17,657	3,087	14,570	21,322	3,213	18,109

Depth [m]	Initial stress			Final stress		
	S-total [kN/m ²]	S-water [kN/m ²]	S-eff. [kN/m ²]	S-total [kN/m ²]	S-water [kN/m ²]	S-eff. [kN/m ²]
7,65	18,057	2,547	15,510	21,734	2,664	19,070
7,55	19,157	1,058	18,099	22,878	1,156	21,722
7,29	22,026	0,000	22,026	25,894	0,060	25,835
Layer 7						
7,29	22,026	0,000	22,026	25,895	0,060	25,835
7,00	27,501	0,000	27,501	31,590	0,058	31,532
6,45	38,038	5,441	32,598	42,543	5,495	37,048
5,85	49,438	11,327	38,112	54,327	11,377	42,950
5,10	63,551	18,613	44,938	68,791	18,659	50,132
4,40	76,851	25,480	51,371	82,302	25,523	56,779
Layer 5						
4,40	76,851	25,480	51,371	82,302	25,523	56,779
4,21	78,959	27,360	51,599	84,434	27,386	57,048
4,02	81,067	29,240	51,827	86,560	29,249	57,311
Layer 3						
4,02	81,067	29,240	51,827	86,560	29,249	57,311
3,16	97,401	37,673	59,727	102,972	37,678	65,293
2,30	113,735	46,107	67,628	119,295	46,109	73,186
Layer 1						
2,30	113,735	46,107	67,628	119,295	46,109	73,186
1,65	126,735	52,483	74,251	132,247	52,484	79,763
1,00	139,735	58,860	80,875	145,175	58,860	86,315

Layer number	Swelling		Settlement b. Sp.		Settlement a. Sp.	
	Primary	Secondary	Primary	Secondary 10 [days]	Primary	Secondary 10 [days]
	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]
11	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0027	0,0000
9	0,0000	0,0000	0,0063	0,0016	0,0084	0,0021
7	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0017	0,0000
5	0,0000	0,0000	0,0017	0,0004	0,0000	0,0000
3	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0008	0,0000
1	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0002	0,0000
Total	0,0000	0,0000	0,0080	0,0020	0,0138	0,0021

Depth		Layer number	Total settlement (100% cons.)			Percentage of original layer height [%]
From	To		Primary	Secondary 10 [days]	After 10000 [days]	
[m]	[m]		[m]	[m]	[m]	
8,55	8,08	11	0,0027	0,0000	0,0027	0,58
8,08	7,29	9	0,0147	0,0037	0,0294	3,71
7,29	4,40	7	0,0017	0,0000	0,0017	0,06
4,40	4,02	5	0,0017	0,0004	0,0034	0,89
4,02	2,30	3	0,0008	0,0000	0,0008	0,04
2,30	1,00	1	0,0002	0,0000	0,0002	0,01
Total			0,0218	0,0041	0,0382	

3.14 Results for Vertical 14 (X = 19,00 m; Z = 0,00 m)

Depth [m]	Initial stress			Final stress		
	S-total [kN/m ²]	S-water [kN/m ²]	S-eff. [kN/m ²]	S-total [kN/m ²]	S-water [kN/m ²]	S-eff. [kN/m ²]
Layer 11						
8,55	4,425	4,424	0,001	5,315	4,525	0,789
8,45	6,324	5,405	0,919	7,209	5,501	1,707
8,35	8,224	6,386	1,838	9,108	6,480	2,627
8,32	8,810	6,689	2,121	9,693	6,782	2,911
8,25	10,124	7,367	2,757	11,010	7,460	3,551
8,15	12,024	8,348	3,676	12,919	8,440	4,480
8,09	13,195	8,953	4,242	14,099	9,044	5,056
Layer 9						
8,09	13,195	8,953	4,243	14,099	9,043	5,056

Depth [m]	Initial stress			Final stress		
	S-total [kN/m ²]	S-water [kN/m ²]	S-eff. [kN/m ²]	S-total [kN/m ²]	S-water [kN/m ²]	S-eff. [kN/m ²]
8,05	13,617	8,383	5,235	14,524	8,468	6,056
7,95	14,717	6,897	7,820	15,641	6,972	8,669
7,85	15,817	5,411	10,406	16,770	5,478	11,292
7,75	16,917	3,925	12,992	17,910	3,986	13,924
7,69	17,570	3,044	14,526	18,590	3,101	15,489
7,65	18,017	2,440	15,578	19,059	2,495	16,564
7,55	19,117	0,954	18,163	20,216	1,004	19,212
7,29	21,944	0,000	21,944	23,215	0,037	23,178
Layer 7						
7,29	21,945	0,000	21,945	23,216	0,037	23,178
7,00	27,492	0,000	27,492	29,002	0,037	28,965
6,45	37,997	5,424	32,573	39,987	5,459	34,529
5,85	49,397	11,310	38,087	51,895	11,343	40,552
5,10	63,549	18,617	44,932	66,602	18,648	47,954
4,40	76,849	25,484	51,365	80,323	25,513	54,810
Layer 5						
4,40	76,849	25,484	51,365	80,323	25,513	54,810
4,21	78,954	27,361	51,593	82,515	27,378	55,136
4,02	81,058	29,238	51,821	84,700	29,244	55,455
Layer 3						
4,02	81,059	29,238	51,821	84,700	29,244	55,455
3,16	97,395	37,672	59,722	101,362	37,676	63,686
2,30	113,731	46,107	67,624	117,910	46,108	71,802
Layer 1						
2,30	113,731	46,107	67,624	117,911	46,108	71,802
1,65	126,731	52,483	74,247	131,011	52,484	78,527
1,00	139,731	58,860	80,871	144,072	58,860	85,212

Layer number	Swelling		Settlement b. Sp.		Settlement a. Sp.	
	Primary	Secondary	Primary	Secondary 10 [days]	Primary	Secondary 10 [days]
	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]
11	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0010	0,0000
9	0,0000	0,0000	0,0027	0,0007	0,0000	0,0000
7	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0009	0,0000
5	0,0000	0,0000	0,0011	0,0003	0,0000	0,0000
3	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0005	0,0000
1	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0001	0,0000
Total	0,0000	0,0000	0,0039	0,0010	0,0026	0,0000

Depth		Layer number	Total settlement (100% cons.)			Percentage of original layer height [%]
From	To		Primary	Secondary 10 [days]	After 10000 [days]	
[m]	[m]		[m]	[m]	[m]	
8,55	8,09	11	0,0010	0,0000	0,0010	0,23
8,09	7,29	9	0,0027	0,0007	0,0054	0,69
7,29	4,40	7	0,0009	0,0000	0,0009	0,03
4,40	4,02	5	0,0011	0,0003	0,0023	0,59
4,02	2,30	3	0,0005	0,0000	0,0005	0,03
2,30	1,00	1	0,0001	0,0000	0,0001	0,01
Total			0,0064	0,0010	0,0103	

4 Settlements

4.1 Settlements

Vertical number	X co-ordinate [m]	Z co-ordinate [m]	Surface level [m]	Settlement [m]
1	2,75	0,00	9,71	0,000
2	4,25	0,00	9,70	0,001
3	5,00	0,00	9,69	0,001
4	6,00	0,00	9,23	0,004
5	7,50	0,00	9,02	0,015
6	9,50	0,00	8,56	0,078
7	12,00	0,00	8,55	0,101
8	13,00	0,00	8,55	0,139
9	14,00	0,00	8,55	0,168
10	15,00	0,00	8,55	0,168
11	16,00	0,00	8,55	0,141
12	17,00	0,00	8,55	0,093
13	18,00	0,00	8,55	0,038
14	19,00	0,00	8,55	0,010

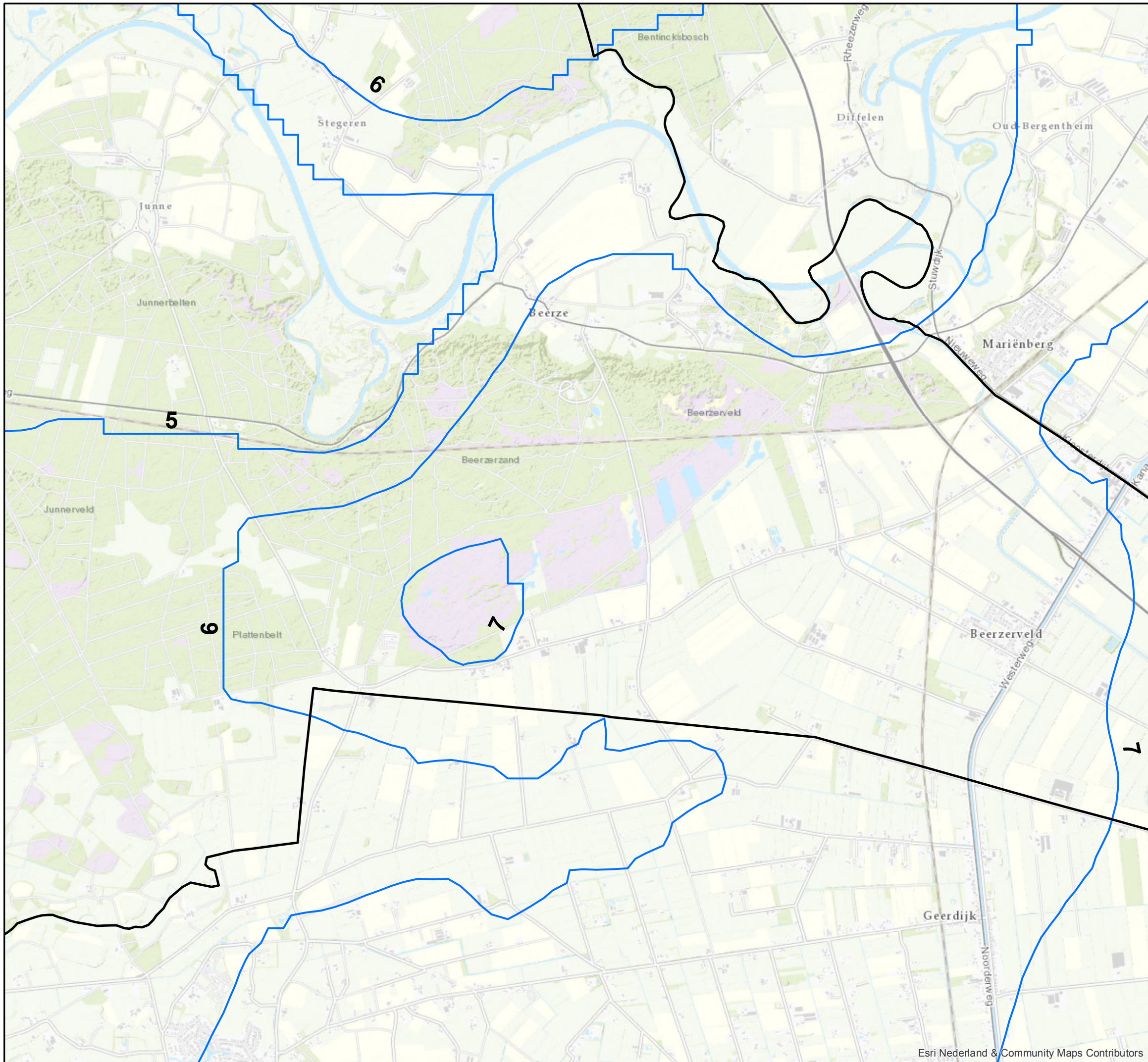
5 Warnings and errors

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

- 1 D-Settlement will incorporate submerging as a one-off load reduction at time zero, due to the limitations of the Terzaghi model. Use the Darcy model for a gradual weight reduction of soil and loading during submerging
- 2 The Terzaghi model uses one consolidation coefficient for loading/unloading. This can underestimate residual settlements after unloading. Switch to Darcy for, more accurate calculations of the consolidation stage.

End of Report

Bijlage V Isohypsens 1^e watervoerende pakket



Legenda

— WVP1A 28-04-1995



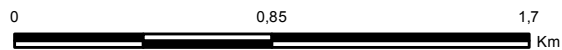
Movares

Postbus 2855
3500 GW Utrecht
030-2654378

Isohypsen kaart

Overijssel

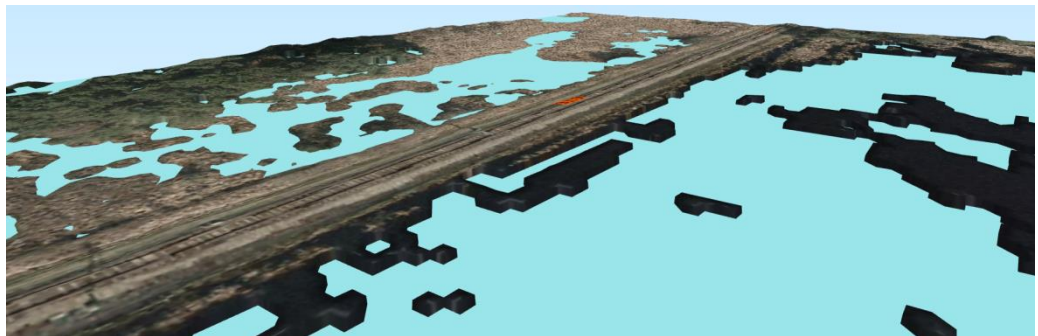
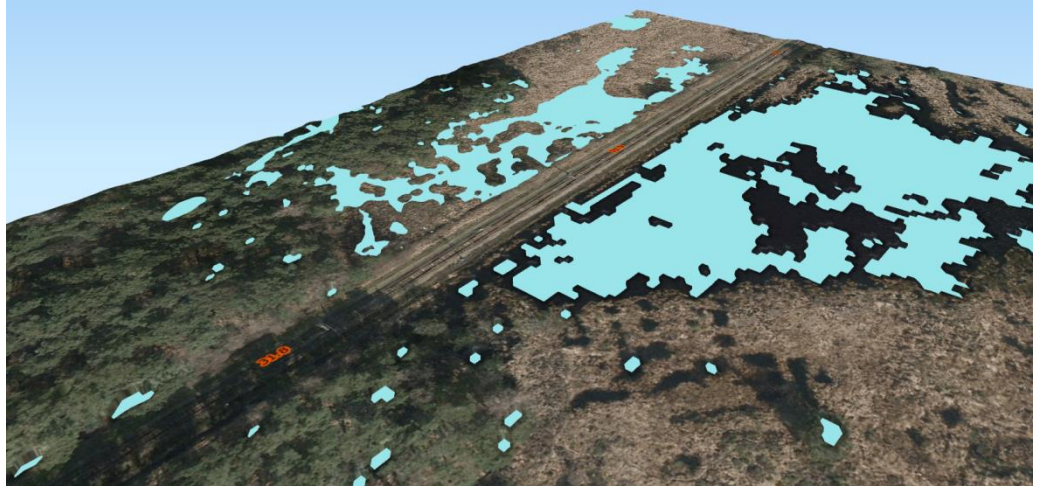
Datum 15 maart 2016
Formaat A3 liggend
Schaal 1 : 25000



Bijlage VI Indicatie vernatting bij peil NAP +9,4 m

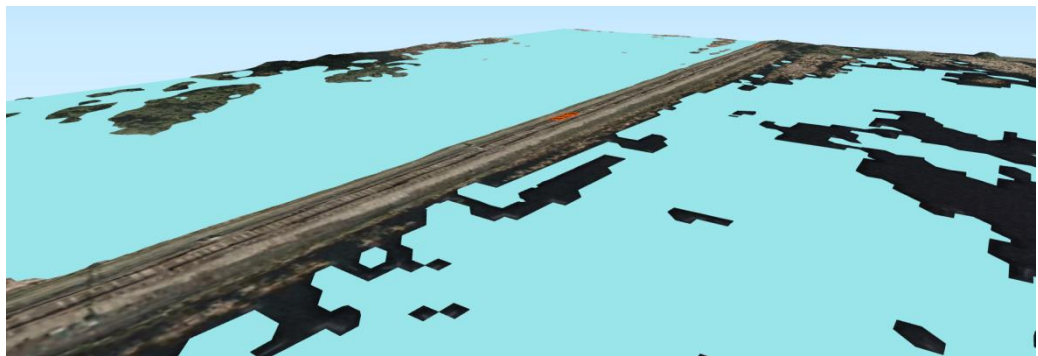
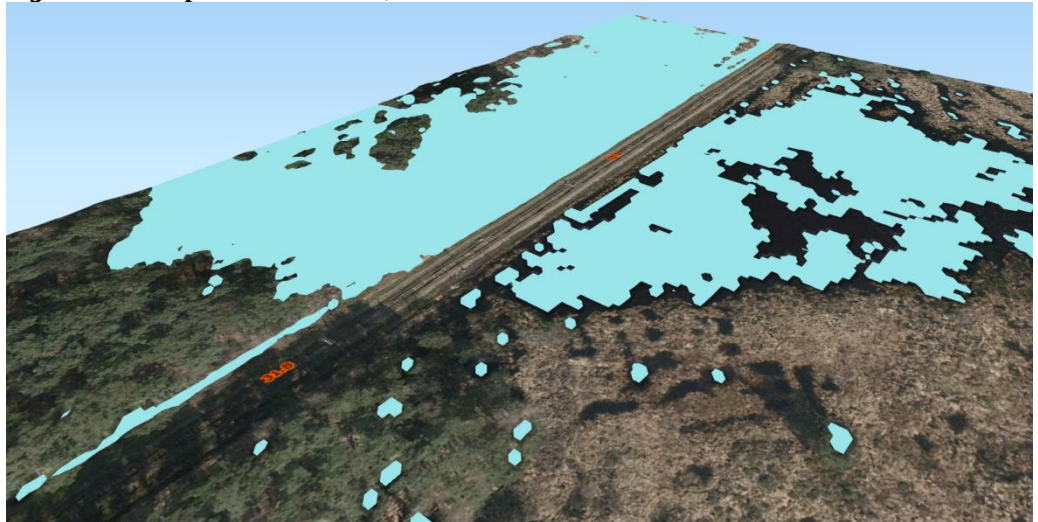
Het huidige waterpeil is ingemeten op NAP +9,0m. Echter op de voorgelegde situatie van Landschap Overijssel is het waterpeil weergegeven op NAP +8,6m. Dit geeft hieronder een indicatie aan wat het waterpeil zou zijn ter plaatse van de spoorplas.

Figuren: waterpeil van NAP +8,6m



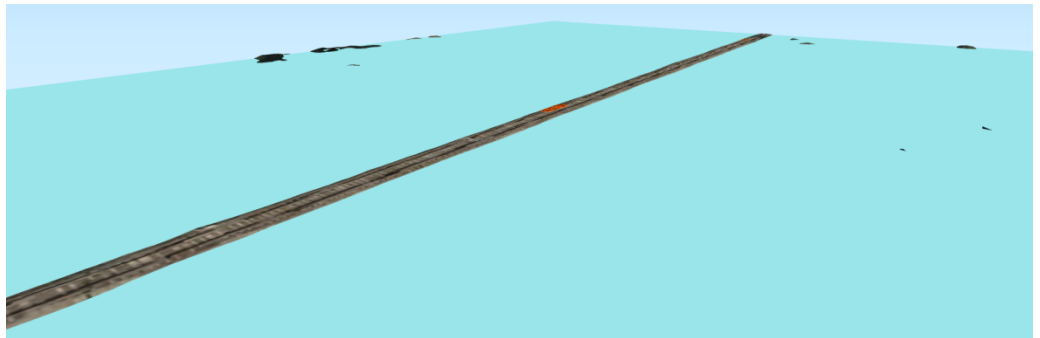
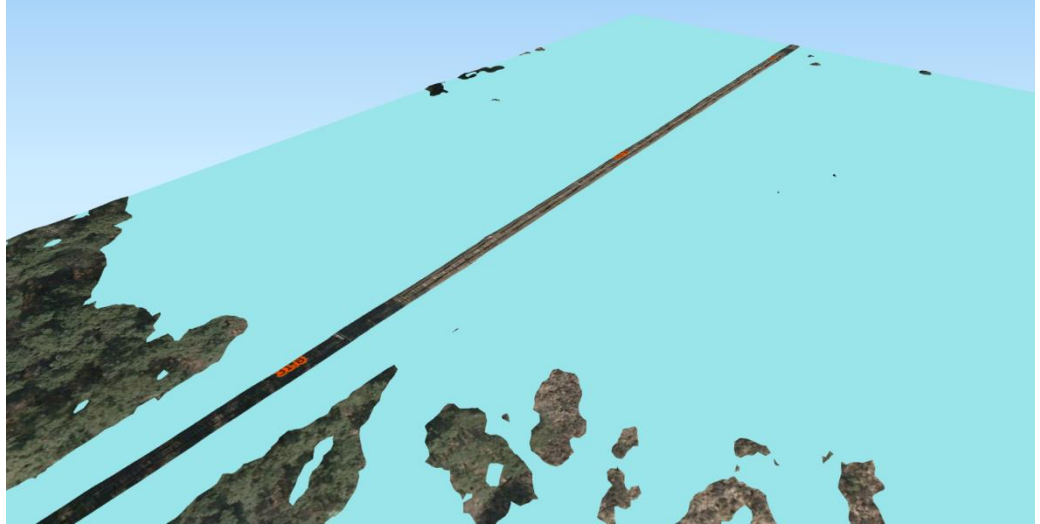
De huidige situatie volgens de uitgevoerde opmeting van de benodigde dwarsprofielen geeft een waterpeil aan van NAP +9,0m.

Figuren: waterpeil van NAP +9,0m

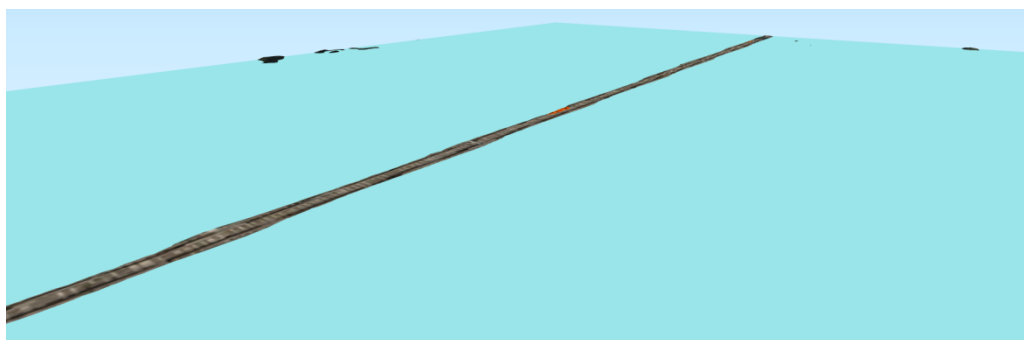
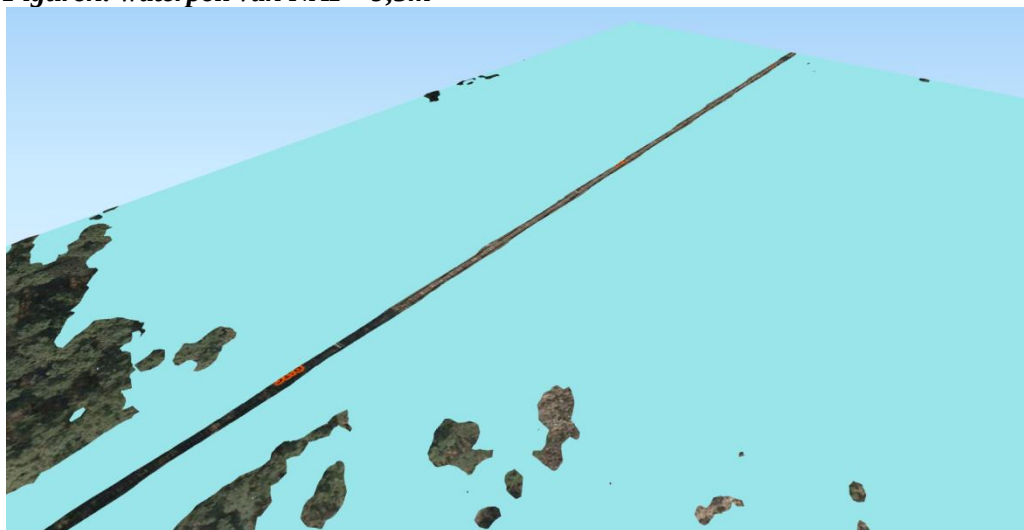


Om de gewenste situatie te bereiken wordt het waterpeil van de spoorplas verhoogd met 0,5m. Dit geeft een nadelig effect waardoor het waterpeil rondom de spoorbaan komt.

Figuren: waterpeil van NAP +9,4m



Figuren: waterpeil van NAP +9,5m



Bijlage VII Veiligheidsfilosofie geotechnische faalmechanisme

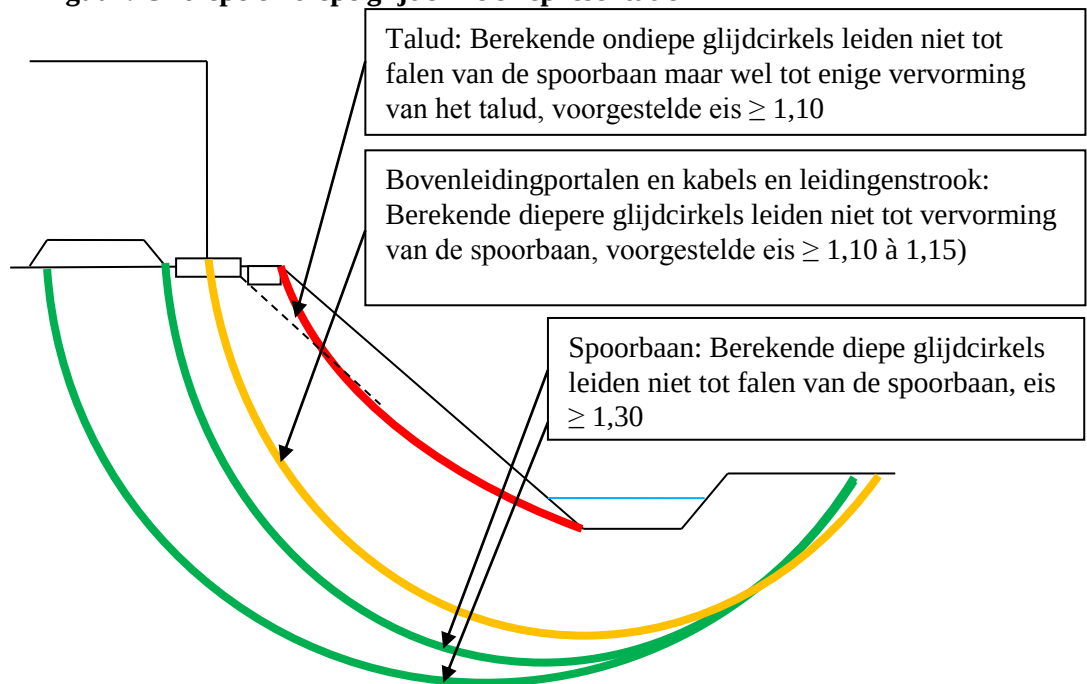
12.1 Algemeen

Op basis van de taludstabiliteit conform de OVS00056-7.1 en RLN00414-1 v001 is op een enkele locatie een klein probleem, omdat de taludhelling te steil is. Dit is een relatief ondiepe glijdcirkel. Wordt het gehele baanlichaam beschouwd (inclusief de sporen), dan blijkt dat de stabiliteit geen probleem te zijn.

12.2 Veiligheidsfilosofie

In onderstaande figuur is een beeld gegeven van de invloed op de baanstabiliteit van de ondiepe en diepe glijdcirkels in relatie met de mogelijke aantasting van de integriteit van de spoorbaan conform de toetsrichtlijn.

Figuur: Ondiepe en diepe glijdcirkels representatief



12.3 Stabiliteitsfactor aardebaan

De stabiliteit ter plaatse van de *gehele aardebaan* is apart berekend. Indien deze situatie (VO min fase) een stabiliteitsfactor $\geq 1,30$ wordt berekend, dan is de stabiliteit van de gehele spoorbaan dan in orde (groene cirkels in bovenstaande figuur). De spoorbaan voldoet aan de OVS00056-7.1 en is dan in “control” en kan veilig bereden worden (functionaliteit spoorbaan, bovenleidingportalen en kabels en leidingenstrook). Belangrijk hierbij is dat de rekenresultaten naadloos aansluiten op de situatie zoals buiten in de praktijk is aangetroffen. Dit betreffen berekeningen die uitgevoerd zijn met representatieve waarden.

12.4 Stabiliteitsfactor talud

De stabiliteit ter plaatse van het *talud* is apart berekend te worden. Indien deze situatie (VO min fase) een stabiliteitsfactor $< 1,30$ wordt berekend, dan is de stabiliteit van het talud dan niet in orde. Door de aanwezigheid van een steil talud, het grotendeels ontbreken van steunbermen en door de geconstateerde vervormingen buiten in de praktijk zullen glijdcirkels niet leiden tot falen van de spoorbaan maar wel tot enige vervorming van het talud, waarbij de stabiliteitsfactor in orde van grootte $1,10$ à $1,15$ bedragen (eerste schatting in VO min fase, zie oranje en rode cirkels in bovenstaande figuur). Het talud van de spoorbaan voldoet niet aan de OVS00056-7.1 maar is wel stabiel en is dan in “control” en kan de spoorbaan veilig bereden worden (functionaliteit spoorbaan, bovenleidingportalen en kabels en leidingenstrook).

Belangrijk hierbij is dat de rekenresultaten naadloos aansluiten op de situatie zoals buiten in de praktijk is aangetroffen. Dit betreffen berekeningen die uitgevoerd zijn met representatieve waarden.

Bijlage VIII Reactie ProRail

Hierbij de uitkomsten van het gesprek tussen Marco Klaibeda (vakspecialist Civiele Techniek regio Noordoost) met Stephan van Eeten, specialist geotechniek ProRail, betreffende het rapport spoorplas Beerze.

DWP2

Op de locatie 31.600-31.850 wil Landschap Overijssel de spoorloot/greppel dempen om de omgeving natter te maken. Movares heeft onderzocht wat de gevolgen zijn voor de baanstabieleit, waterhuishouding en zettingen van de spoorbaan. Uit dit onderzoek is gekomen dat de baanstabieleit en waterhuishouding op deze locatie niet voldoet aan de huidige eisen van ProRail (RLN00414).

- Het dempen van de (zak)sloten heeft een positief gevolg op de baanstabieleit.
- Het dempen van de (zak)sloten heeft een negatief gevolg op de waterhuishouding. De huidige grondwaterstand varieert tussen de +8,50 en +9,00 m NAP. Door de demping van de (zak)sloot zal de grondwaterstand met 0,05 m a 0,15 m stijgen.
- Het dempen van de (zak)sloten geeft te verwaarlozen zettingen in de spoorbaan.

ProRail heeft als eis in de OVS baanlichaam (OVS00056-7.1 paragraaf 8.3) staan dat een minimale droogleggingseis (ontwateringsdiepte) 1,00 m moet bedragen. Met een onderzijde ballastbed van NAP +9,2 m en een grondwaterstand van max. NAP +9,0 m wordt hier bij lange na niet aan voldaan. Om deze reden is het niet akkoord om de (zak)sloten te dempen zonder aanvullende maatregelen te nemen om de ontwateringsdiepte niet te verslechteren. Een voor de hand liggende maatregel om de ontwateringsdiepte te verbeteren is het ophogen van de spoorbaan.

DWP4

Op de locatie 31.850-32.000 wil Landschap Overijssel het spoortalud verbreden met een berm voor bevordering van de natuur. Movares heeft onderzocht wat de gevolgen zijn voor de baanstabieleit, waterhuishouding en zettingen van de spoorbaan. Uit dit onderzoek is gekomen dat de baanstabieleit en waterhuishouding op deze locatie niet voldoet aan de huidige eisen van ProRail (RLN00414).

- Het aanbrengen van een brede berm heeft een positief gevolg op de baanstabieleit.
- Het aanbrengen van de brede berm heeft een negatief gevolg op de waterhuishouding. De huidige grondwaterstand varieert tussen de +8,50 en +9,00 m NAP.. Door de aanleg van de brede berm zal de grondwaterstand met 0,15 m stijgen.
- Het aanbrengen van de brede berm geeft te verwaarlozen zettingen in de spoorbaan.

ProRail heeft als eis in de OVS baanlichaam (OVS00056-7.1 paragraaf 8.3) staan dat een minimale droogleggingseis (ontwateringsdiepte) 1,00 m moet bedragen. Met een onderzijde ballastbed van NAP +9,2 m en een grondwaterstand van max. NAP +9,0 m wordt hier bij lange na niet aan voldaan. Om deze reden is het niet akkoord om de brede berm aan te leggen zonder aanvullende maatregelen te nemen om de ontwateringsdiepte niet te verslechteren.

Een voor de hand liggende maatregel om de ontwateringsdiepte te verbeteren is het ophogen van de spoorbaan.

Verhoging waterpeil spoorplas Beerze

Op de locatie 31.850-32.00 grenst de spoorbaan Herfte – Mariëenberg aan de spoorplas Beerze. Landschap Overijssel is voornemens om het waterpeil te verhogen om zo de natuur in en rondom de waterplas te stimuleren. Aangezien de spoorplas direct aan de spoorbaan grenst is het waterniveau van de plas zeer sterk gekoppeld aan de aanwezige grondwaterstand in de spoorbaan. In het rapport van Movares is beschreven dat de grondwaterstand op dit moment ongeveer +9.00 NAP is. Met een onderkant ballastbed op +9.20 NAP wordt niet voldaan aan de ontwateringsdiepte van 1,00 m die geëist wordt in de OVS.

Het verhogen van het waterniveau in de spoorplas is om deze reden dan ook niet toegestaan zonder aanvullende maatregelen te nemen in en rondom de spoorbaan. Deze restrictie is niet alleen van toepassing op de maximaal toegestane waterniveau, maar ook op het gemiddeld waterniveau. Oftewel, als er nu 1 week per jaar een maximale waterstand wordt gemeten, dan is het niet akkoord om deze maximaal gemeten waterstand 52 weken per jaar (kunstmatig) te realiseren omdat hiermee de ontwateringsdiepte ook negatief beïnvloed wordt.