

RAPPORT

Maas-Waalweg te Delwijnen

Herziening geotechnisch zettings- en stabiliteitsadvies

Klant: Gemeente Zaltbommel

Referentie: BH1391_T&P_RP_2105190903

Status: Definitief/1.0

Datum: 19 mei 2021

HASKONINGDHV NEDERLAND B.V.

Larixplein 1
5616 VB EINDHOVEN
Transport & Planning
Trade register number: 56515154

+31 88 348 42 50 **T**
info@rhdhv.com **E**
royalhaskoningdhv.com **W**

Titel document: Maas-Waalweg te Delwijnen

Ondertitel: Herziening geotechnisch zettings- en stabiliteitsadvies
Referentie: BH1391_T&P_RP_2105190903
Status: 1.0/Definitief
Datum: 19 mei 2021
Projectnaam: Maas-Waalweg
Projectnummer: BH1391
Auteur(s): O.P.M. Mooijman

Gecontroleerd door: A. Wiggers

Datum: 19 mei 2021

Goedgekeurd door: J. van Oorsouw

Datum: 19 mei 2021

Classificatie

Projectgerelateerd

Behoudens andersluidende afspraken met de Opdrachtgever, mag niets uit dit document worden verveelvoudigd of openbaar gemaakt of worden gebruikt voor een ander doel dan waarvoor het document is vervaardigd. HaskoningDHV Nederland B.V. aanvaardt geen enkele verantwoordelijkheid of aansprakelijkheid voor dit document, anders dan jegens de Opdrachtgever.

Let op: dit document bevat persoonsgegevens van medewerkers van HaskoningDHV Nederland B.V. en dient voor publicatie of anderszins openbaar maken te worden geanonimiseerd.

Inhoud

1	Algemeen	1
1.1	Inleiding	1
1.2	Projectomschrijving	1
1.3	Leeswijzer	2
1.4	Samenvatting in uitvoering te beheersen risico's	2
2	Gebruikte documenten en rapporten	4
2.1	Normen en richtlijnen	4
2.2	Projectdocumentatie	4
2.3	Tekeningen	4
2.4	Overige bronnen	4
3	Grondgegevens	5
3.1	Grondonderzoek	5
3.2	Geotechnisch laboratoriumonderzoek	5
4	Terrein- en bodemgesteldheid	6
4.1	Terrein- en bodemopbouw	6
4.2	Grondwaterstanden	6
4.3	Grondmechanische eigenschappen	7
5	Ontwerprandvoorwaarden	9
5.1	Algemeen	9
5.2	Eisen	9
5.2.1	Geotechnische categorie	9
5.2.2	Veiligheidsklasse	9
5.2.3	Bovenbelasting	9
5.3	Uitgangspunten	9
5.3.1	Toekomstige wegpeilen en geometrie terreinophoging	9
5.3.2	Zetting	10
5.3.3	Stabiliteit	10
5.3.4	Bouwfaserings	11
5.3.5	Ophoogzand en afdekgrond	11
5.3.6	Wegfundering	12
6	Voorbelastingsontwerp	13
6.1	Algemeen	13
6.2	Resultaten	14
6.3	Vorbereidende werkzaamheden	15

6.4	Slootdempingen	15
6.5	Verbreiding Weg over de Ezelaar	15
6.6	Verbreiding Molenachterdijk	16
6.7	Rotonde	17
6.8	Raakvlakken	17
6.9	Ophoogsnelheid	17
6.10	Oplossing t.p.v. brughoofd Hoofdwetering	18
7	Stabiliteit in gebruiksfase	21
7.1	DWP1 : verbreding Molenachterdijk	21
7.2	DWP2: Weg over de Ezelaar	21
7.3	DWP3: Tussen Weg over de Ezelaar en Hoofdwetering	22
7.4	DWP4: landhoofd nieuwe brug over de Hoofdwetering	22
7.5	DWP5: tussen nieuwe brug over de Hoofdwetering en de nieuwe rotonde	23
7.6	DWP6: aansluiting op nieuwe rotonde	24
7.7	DWP7: Rotonde	25
7.8	Samenvatting aanvullende maatregelen stabiliteit tijdens gebruiksfase	27
8	Beschoeiing kade Hoofdwetering (damwand)	29
8.1	Uitgangspunten	29
8.2	Parameters en rekenwijze	30
8.3	Damwandontwerp	30
9	Monitoring	32
9.1	Algemeen	32
9.2	Monitoringssysteem	32

Bijlagen

1. Verzameltekening uitgevoerd grondonderzoek.
2. Resultaten uitgevoerde onderzoeken
 - 2-1 Resultaten uitgevoerd aanvullend grond- en laboratoriumonderzoek (2020/2021)
 - 2-2 Resultaten uitgevoerd grondonderzoek (2015)
 - 2-3 Resultaten boringen verkennend bodemonderzoek (2015).
3. Resultaten zettingsberekeningen
 - 3-1 Resultaten zettingsberekeningen t.p.v. de rotonde
 - 3-2 Resultaten zettingsberekeningen t.p.v. het laag gelegen trace
 - 3-3 Resultaten zettingsberekeningen t.p.v. de landhoofden
 - 3-4 Resultaten zettingsberekeningen t.p.v. de Weg over de Ezelaar
 - 3-5 Resultaten zettingsberekeningen t.p.v. de Molenachterdijk
4. Resultaten damwandberekening

1 Algemeen

1.1 Inleiding

De Gemeente Zaltbommel is voornemens om de Maas-Waalweg te Delwijnen te verlengen, zodanig dat er een aansluiting ontstaat met de N832/De Achterdijk. De Gemeente Zaltbommel is voornemens de werkzaamheden in de vorm van een bestek (RAW) aan te besteden, waarbij de benodigde advies- en ontwerpwerkzaamheden van de inschrijvend aannemer beperkt zijn.

Voor dit project is eerder door derden een geotechnisch advies opgesteld. Uit een nadere beoordeling van dit advies (door Royal HaskoningDHV) is gebleken dat optimalisaties mogelijk waren t.a.v. de gehanteerde rekenwijze, en dat het advies op enkele punten (met name: stabiliteit) onvoldoende onderbouwing gaf om het werk direct tot een bestek uit te werken.

De Gemeente Zaltbommel heeft Royal HaskoningDHV vervolgens opdracht verleend om het geotechnisch advies te herzien en aan te vullen tot aan een ontwerp wat direct als basis kan dienen voor het uitwerken van een bestek.

Het nieuwe alignement kruist de Hoofdwetering (een A-watgang in het beheergebied van Waterschap Rivierenland) middels een nieuwe brug. Voor dit project is tevens (door derden) een constructief ontwerp van de nieuwe brug over de Hoofdwetering uitgewerkt. Ook dit ontwerp bleek na beoordeling van Royal HaskoningDHV qua uitwerkingsniveau onvoldoende om als basis te kunnen dienen voor een bestek. Herziening van dit ontwerp (door Royal HaskoningDHV) zal apart worden gerapporteerd.

1.2 Projectomschrijving

Het traject begint in het noorden bij de T-splitsing Maas-Waalweg / Wellseind / Delwijnestraat in de plaats Delwijnen. Deze T-splitsing wordt vervangen door een rotonde. Vanuit deze rotonde loopt het nieuwe alignement eerst in oostelijke richting, om vervolgens in zuidelijke richting af te buigen tot aan de Hoofdwetering.

De weg wordt gerealiseerd in de vorm van een traditionele aardenbaan. Tot aan de Hoofdwetering worden verschillende weilanden/polders, greppels en sloten gekruist.

De Hoofdwetering wordt middels een nieuwe brug gekruist. Het wegpeil ter plaatse van de brug ligt hoger dan het wegpeil van de aardenbaan. Het verschil wordt in de vorm van aanbruggen in de aardenbaan overbrugd.

Na het kruisen van de Hoofdwetering loopt het alignement in aardenbaan in zuidelijke richting door tot aan de Weg over de Ezelaar. In de huidige situatie betreft dit een smal, verhard pad (doodlopend). Dit pad zal worden verbeterd tot een erftoegangsweg type 1 (60 km/h). Het bestaande weglichaam zal hiertoe moeten worden verbreed. Vanaf het einde van de Weg over de Ezelaar tot aan de N382 zal de bestaande, smalle doorgaande weg (De Molenachterdijk) ook worden opgewaardeerd tot erftoegangsweg type 1 aan de N832 waar met behulp van een kruising op zal worden aangesloten.

In *Figuur 1-1* is het traject schematisch weergegeven. In blauw zijn de te realiseren dan wel op te waarderen infrastructuur aangegeven. De kruising over de hoofdwetering (nieuw kunstwerk) is met rood aangeduid.



Figuur 1-1: Ligging van het project. (bron: cyclopedia.com)

1.3 Leeswijzer

In dit rapport worden achtereenvolgens de uitgangspunten grondgegevens, ontwerpaanpak en de berekeningsresultaten beschreven. Tot slot worden nog enkele uitvoeringsaspecten aangegeven.

1.4 Samenvatting in uitvoering te beheersen risico's

De belangrijkste risico's en beheersmaatregelen voor de uitvoeringsfase zijn samengevat in onderstaande tabel.

Tabel 1-1: Samenvatting risico's geotechnisch ontwerp doortrekken Maas-Waalweg.

Paragraaf	Risico	Gevolg	Beheersmaatregel
6.1	Zettingen ontwikkelen zich niet conform voorspelling	Restzettingseis wordt niet gehaald	Zettingsmetingen en regelmatige evaluatie door geotechnisch adviseur.
			Rusttijd verlengen.
			Extra zand aanbrengen.
			Kortere onderhoudsinterval accepteren
6.2	Stripdrains tot in zandige stroomruggen	Mogelijk hydrologische kortsluiting met watervoerend pakket	Top zand regelmatig aanprikken en stripdrain diepte (waar nodig) in het werk aanpassen.
6.3	Ondiepe glijvlakken op resten begroeiing	Taluds schuiven af	Aanwezige begroeiing op de op te hogen terreinen verwijderen.
6.4	Extra zetting t.p.v. slootdempingen	Lokale onvlakheid in de weg	Extra meter voorbelasting plaatsen en zettingsgedrag gericht monitoren.
6.4	Uitpersen dempingsmateriaal onder terpranden	Afschuiven	Demping t.p.v. kruising met terpranden uitvoeren met zand.
6.5	Beperkte weerstand t.g.v. te handhaven sloot naast Weg over Ezelaar	Afschuiven (in uitvoeringsfase)	Uitsluitend de nieuwe wegverharding voorbelasten (afwerken met bigbags)

Paragraaf	Risico	Gevolg	Beheersmaatregel
6.6	Beperkte weerstand t.g.v. te handhaven sloot naast Molenachterdijk	Afschuiven (in uitvoeringsfase)	Uitsluitend de nieuwe wegverharding voorbelasten (afwerken met bigbags)
			Grondaanvulling op nieuwe berm zo laat mogelijk aanbrengen (na voorbelasting)
6.9	Sterkteverlies ondergrond door tijdelijke wateroverspanningen a.g.v. te snel ophogen aardenbaan.	Afschuiven	Waterspanningsmeters plaatsen, resultaten beoordelen door geotechnisch adviseur (vrijgave per ophoogslag).
			Op maatgevende posities hellingmeter in de teen van de ophoging plaatsen
6.10	Geringe draagkracht ondergrond kade Hoofdwetering t.b.v. inbrengmaterieel damwand	Afschuiven	Zwaar materieel op schotten plaatsen (ter beoordeling aannemer).
6.10	Sterkteverlies ondergrond door tijdelijke wateroverspanningen a.g.v. te snel ophogen t.p.v. oever Hoofdwetering	Vervormen damwand, afschuiven	Waterspanningsmeters plaatsen, resultaten beoordelen door geotechnisch adviseur (vrijgave per ophoogslag).
			Op maatgevende posities hellingmeter op damwandprofiel plaatsen en per ophoogslag vervormingen toetsen aan de voorspelling. Bij afwijking geotechnisch adviseur raadplegen.
6.10	Ongelijkmatig belasten slappe ondergrond bij aanvullen in den natte	Wegpersing	Onderste laag zand sproeiend aanbrengen.
6.10	Stijfheidsverschillen ondergrond (horizontaal)	Ongewenste verschillen in positie damwand t.o.v. landhoofd	Gording aanbrengen op damwand.
6.10	Opbouw horizontale gronddrukken tegen damwand t.g.v. verdichten	Ongewenste horizontale verplaatsing damwand	Gebied direct achter damwand behoedzaam verdichten, ontlastsleuf graven.
6.10	Horizontale grondverplaatsingen nabij Hoofdwetering	Instabiliteit	Hellingmeetprofielen op damwand lassen, regelmatig inmeten.
8.3	Afwijking schoorstand damwand (plaatsing)	Raakvlak met paalfundering	Nauwkeurige uitvoering, hellingmeetprofielen op damwand aanbrengen en schoorstand controleren.
8.3	Toename gronddruk op damwand t.g.v. heiwerk	Ongewenste horizontale verplaatsing damwand	Heivolgorde van de damwand af te kiezen.
			Paallocaties voorboren.

2 Gebruikte documenten en rapporten

2.1 Normen en richtlijnen

- Ref. [1] NEN 9997-1+C2:2017 (nl) Geotechnische ontwerp van constructies – Deel 1: Algemene regels; november 2017.
- Ref. [2] CUR 166 (6^e druk) Damwandconstructies.
- Ref. [3] CUR 162 Construeren met grond.

2.2 Projectdocumentatie

- Ref. [4] Geotechnische beschouwing Maas-Waalweg, opgesteld door Antea Group, d.d. 20 november 2015.
- Ref. [5] Milieukundig onderzoek Maas-Waalweg, opgesteld door Antea Group; d.d. 3 juni 2016.
- Ref. [6] Doortrekking maas-Waalweg, opgesteld door Antea Group; d.d. 29 oktober 2018.

2.3 Tekeningen

- Ref. [7] Doortrekken Maas-Waalweg, Bestekstekening (aanlegtekening, bovengrondse inrichting), Gemeente Zaltbommel, tekening nr. 2019-25-BT-03 (6 bladen), status: definitief, datum: 16 maart 2021.
- Ref. [8] Doortrekken Maas-Waalweg, Bestekstekening (dwarsprofielen), Gemeente Zaltbommel, tekening nr. 2019-25-BT-04, status: definitief, datum: 16 maart 2021.
- Ref. [9] Doortrekken Maas-Waalweg, Bestekstekening (lengteprofiel), Gemeente Zaltbommel, tekening nr. 2019-25-BT-05, status: definitief, datum: 16 maart 2021
- Ref. [10] Gemeente Maasdriel, Maas en Waalweg, Doortrekken Maas-Waalweg, Definitief ontwerp, Brug over de Hoofdwetering, Antea Group, tekening nr. 403787-C-2-0001, 2 december 2015.

2.4 Overige bronnen

- Ref. [11] Factsheet Verkeersbelastingen en Macrostabieliteit, Kennisplatform Risicobenadering (samenwerkingsverband Rijkswaterstaat en Waterschappen), 28 juli 2016.
- Ref. [12] Doortrekken van de Maas-Waalweg naar de N382 tussen Zaltbommel en Maasdriel, Koops Grondmechanica, 22 Januari 2021.

3 Grondgegevens

3.1 Grondonderzoek

De eerder door Antea Group in 2015 uitgebrachte geotechnische beschouwing (Ref. [4]) bevat resultaten van een door Koops & Romeijn Grondmechanica uitgevoerd grondonderzoek, bestaande uit 8 sonderingen. Deze sondeerresultaten zijn verwerkt in het voorliggende advies.

Het eerder door Antea Group in 2016 uitgevoerde milieukundig grondonderzoek (Ref. [5]) bevat resultaten van meerdere handboringen. De resultaten van diepe handboringen (met of zonder peilbuis) zijn verwerkt in het voorliggende advies.

Ten behoeve van de herziening van het geotechnisch advies is aanvullend grondonderzoek uitgevoerd. De resultaten van dit aanvullend grondonderzoek zullen tevens worden gebruikt in het apart te rapporteren funderingsadvies voor de nieuwe brug over de Hoofdwetering.

Het aanvullende grondonderzoek heeft bestaan uit:

- 2 Diepsonderingen, incl. meting plaatselijke kleef tot circa MV -25 m;
- 2 Mechanische boringen met geroerde- en ongeroerde monsternamen ca. MV -8 m en het afstellen van 1 peilfilter per boorgat;
- 4 Handboringen tot MV -4 m.

Het grondonderzoek is door Royal HaskoningDHV begeleid en op kwaliteit beoordeeld. De onderzoekspunten zijn ten opzichte van RD- coördinaten uitgezet en gewaterpast ten opzichte van NAP.

In Bijlage 1 is een verzameltekening opgenomen van al het uitgevoerde grondonderzoek (geotechnische boringen en sonderingen en diepe milieukundige boringen).

De resultaten van het grond en laboratoriumonderzoek zijn gegeven in Bijlage 2.

3.2 Geotechnisch laboratoriumonderzoek

In de eerder uitgebrachte geotechnische adviezen is gerekend met grondparameters die zijn gebaseerd op correlatie met sondeerresultaten, grondsoorten en ervaring. Voor de herziening van het geotechnisch advies is besloten om een aantal parameters direct vast te stellen middels geotechnisch laboratoriumonderzoek (aangevuld met indexproeven). Dit aanvullend geotechnisch laboratoriumonderzoek resulteert in hogere betrouwbaarheid en biedt tevens de mogelijkheid om te werken met geavanceerdere rekenmodellen voor zetting en stabiliteit.

Het voor dit project uitgevoerde laboratorium onderzoek heeft bestaan uit:

- 5 x Bepaling volumegewicht en watergehalte.
- 5 Samendrukingsproeven inclusief bepaling van de verticale consolidatiecoëfficiënt.
- 8 x Bepaling (indicatie) ongedraineerde schuifsterkte (pocketpenetrometer / torvane).

Verder is er op verzoek 2 maal een foto genomen van een lokale veenlaag.

Het laboratoriumonderzoek is uitgevoerd op door Royal HaskoningDHV geselecteerde monsters.

Voor compleet overzicht van de onderzoeksrapportage verwijzen wij naar de in de bijlage opgenomen rapportage van Koops & Romeijn Grondmechanica, zie ook Ref. [12].

4 Terrein- en bodemgesteldheid

4.1 Terrein- en bodemopbouw

Het traject waarop de terreinophoging wordt gerealiseerd is beschreven aan de hand van het uitgevoerde grond- en laboratoriumonderzoek.

Van de nieuwe rotonde in de Maas-Waalweg (km 1484,6) tot circa km 900 (HB103) is de bodemopbouw vrij uniform (deklaag bestaande uit klei met een dikte van 3 à 4 m).

Vanaf het maaiveld is een toplaag van ca. 1 m uitgedroogde/gerijpte klei aanwezig. Onder deze toplaag is een laag van circa 2,0 m aan slappe tot matig vaste klei aangetroffen. Deze kleilaag gaat op ca. NAP -0,5 m over in Pleistoceen zand. Gesproken kan worden van weinig zettingsgevoelige ondergrond.

Ter plaatse van DKM6 (circa km 850) is sprake van afwijkende bodemopbouw. De sondering laat de aanwezigheid zien van zandige geulafzettingen (tussen NAP -1,5 m en NAP -5,5 m). Het betreft hier naar verwachting een lokale insnijding in de top van het Pleistocene zandpakket. Het sondeerbeeld geeft overwegend los gepakt zand aan, met slechts een enkele (zandige) kleilaag. De zandige samenstelling van de geulafzettingen maakt dat dit bodemprofiel als weinig zettingsgevoelig kan worden gekenmerkt.

Bij DKM 5 (circa km 750, noordelijk landhoofd van de brug over de Hoofdwetering) is deze insnijding niet meer aanwezig en ligt de onderzijde van de deklaag op ca. NAP -3,7 m. Hier kan worden gesproken van zettingsgevoelige ondergrond. Ook in de rest van het tracé reikt de deklaag tot (ongeveer) dit niveau en is sprake van zettingsgevoelige ondergrond.

Ten zuiden van de Hoofdwetering (DKM3, circa km 475) is in het onderste deel van de deklaag een Holocene zandige stroomrug aanwezig. Ook bij sondering DKM2 is het onderste deel van de deklaag enigszins zandig. Het betreft hier een Holocene stroomrug. Dergelijke stroomruggen komen veel voor in het rivierengebied en hebben een gunstig effect op optredende zettingen. De zandige stroomrug is afgezet op basisveen. De stroomrug is gevormd door een meanderend rivierloopje en is naar verwachting slechts zeer plaatselijk aanwezig. In het zettingsmodel wordt de stroomrug niet meegenomen.

Het grootste deel van het tracé ligt in een weidegebied met een huidig maaiveldniveau van NAP +1,9 m à +1,7 m. In het laatste deel van het tracé (direct naast de Weg over de Ezelaar) ligt het op te hogen terrein iets lager, ca. NAP +1,4 m.

Het Pleistoceen zand wordt in praktische zin als zettingsvrije basis beschouwd in het ontwerp. De samendrukbaarheid van het Pleistoceen zand is gering en eventuele zettingen zullen snel tot ontwikkeling komen. Zakking uit diepere lagen (autonome bodemdaling) is tevens gering en wordt in het ontwerp buiten beschouwing gelaten.

4.2 Grondwaterstanden

De projectlocatie ligt in de Bommelerwaard, in peilgebied BOM 500. Het zomerpeil (zp) bedraagt NAP +1,00 m, en het winterpeil (wp) NAP +0,80 m (peilbesluit 6 maart 2018).

Uit het milieukundig onderzoek van Antea Group (Ref. [5]) blijkt een grondwaterstand van circa 1 m onder maaiveld, hetgeen overeenkomt met circa NAP + 0,6 m tot NAP +0,9 m over het gehele traject.

Peilbuismetingen in December 2020 laten een waterstand zien van NAP +1,25 à +1,15 m. Het betreft hier peilbuizen met een filter in het Pleistocene zand.

Voor het zettingsadvies wordt een freatische grondwaterstand van NAP +1,0 m (gelijk aan zomerpeil) aangehouden. De grondwaterstand in het diepe zandpakket lijkt iets hoger dan het polderpeil en fluctueert naar verwachting enigszins. Dit heeft (binnen de gemeten verschillen) weinig invloed op het zettingsadvies. Voor het zettingsmodel is uitgegaan van een grondwaterstand van NAP +1,0 m.

4.3 Grondmechanische eigenschappen

De in de berekeningen aangehouden grondparameters zijn afgeleid op basis van het uitgevoerde laboratoriumonderzoek, tabel 2b van NEN 9997 (ref. [1]) en ervaring.

De stijfheidsparameters zijn samengevat in *Tabel 4-1*.

Tabel 4-1: Grondparameters t.b.v. zettingsanalyse (representatieve waarden)

Grondsoort	$\gamma_{\text{droog}} / \gamma_{\text{nat}}$ [kN/m ³]	a [-]	b [-]	c [-]	C_v [m ² /s]	POP [kPa]
Toplaag	16.0 / 16.0	1.26×10^{-2}	5.44×10^{-2}	1.58×10^{-3}	1.00×10^{-6}	15.0
KLEI, zwak organisch	15.0 / 15.0	4.23×10^{-2}	2.11×10^{-1}	1.050×10^{-2}	5.0×10^{-8}	5.0
VEEN	10.8 / 10.8	4.20×10^{-2}	2.07×10^{-1}	1.01×10^{-2}	1.0×10^{-7}	5.0
KLEI, sterk organisch	14.0 / 14.0	2.10×10^{-2}	1.49×10^{-1}	8.98×10^{-3}	5.0×10^{-8}	5.0
VEEN, basisveen	12.0 / 12.0	1.43×10^{-2}	1.34×10^{-1}	1.27×10^{-2}	1.0×10^{-7}	30.0

Toelichting bij de tabel :

q_c	=	conusweerstand
γ_{droog}	=	droog volumegewicht [kN/m ³]
γ_{nat}	=	verzadigd volumegewicht [kN/m ³]
a	=	Isotachen herbelasting/zwelingsconstante [-]
b	=	Isotachen primaire samendrukkingsconstante [-]
c	=	Isotachen secundaire samendrukkingsconstante [-]
C_v	=	Consolidatiecoëfficiënt voor verticale afstroming van poriewater [m ² /s]

Voor de stabiliteitsanalyse zijn alleen de van nature aanwezige toplaag en de bovenste kleilaag van belang. De sterkteparameters zijn weergegeven in *Tabel 4-2*.

Tabel 4-2: Grondparameters t.b.v. stabiliteitsanalyse gebruiksfase (representatieve waarden)

Grondsoort	$q_c^{1)}$ [MPa]	s_u [kPa]	γ_{droog} [kN/m ³]	γ_{nat} [kN/m ³]	c'_{rep} [kN/m ²]	ϕ'_{rep} [°]
Ophoogzand	n.v.t.	n.v.t.	17,0	19,0	0,0	30,0
Toplaag	1 à 2	n.v.t.	16,0	16,0	5,0	22,5 (17,5)
KLEI, zwak organisch	0,25	20 à 25	15,0	15,0	2,0 (1,0)	22,5 (17,5)
KLEI, zwak organisch ¹⁾	0,10	~15	15,0	15,0	1,0	22,5 (17,5)
KLEI, zwak organisch ¹⁾	0,25	20 à 25	14,0	14,0	2,0(1,0)	22,5 (17,5)

Toelichting bij de tabel :

γ_{droog}	=	droog volumegewicht [kN/m ³]
γ_{nat}	=	verzadigd volumegewicht [kN/m ³]
ϕ'_{rep}	=	representatieve effectieve hoek van inwendige wrijving [kPa]
c'_{rep}	=	representatieve effectieve cohesie [kPa]
¹⁾	=	gemeten conusweerstand in deze laag [MPa].
²⁾	=	indicatie ongedraineerde schuifsterkte [kPa].
(17,5)	=	gereduceerde c' en ϕ' -waarden voor de stabiliteitsanalyse t.p.v. de Hoofdwetering en t.p.v. dempingen.

De stabiliteit van de terpranden wordt voor het belangrijkste deel bepaald door de sterkte-eigenschappen van de bovenste slappe kleilaag (KLEI, zwak organisch). Voor de analyse van de stabiliteit in de gebruiksfase is hierbij gebruik gemaakt van gedraineerde grondeigenschappen.

Tabel 2b van NEN 9997 geeft voor slappe klei vrij lage sterkte-eigenschappen (geen cohesie).

Uit indicatieve berekeningen met (ingeschatte) ongedraineerde parameters volgen aanmerkelijk hogere veiligheden, terwijl het risicoprofiel van de aardenbaan (m.u.v. de ophoging naast de Hoofdwetering) vrij laag is. In combinatie met de toepassing van partiële factoren conform Eurocode 7 RC2) worden relatief gunstige sterkteparameters acceptabel beoordeeld (voor analyse van stabiliteit in gebruiksfase).

Voor het ontwerp van de ophoging naast de Hoofdwetering worden wel iets veiliger parameters toegepast. Dit geldt ook voor taluds op recent aangevulde grond (slootdempingen).

De volgende werkwijze is aangehouden.

- De resultaten van het indicatieve, in het laboratorium uitgevoerde sterkte-onderzoek zijn beschouwd. Hieruit volgen ongedraineerde schuifsterktes (s_u) van 15 à 25 kPa.
- De ongedraineerde schuifsterkte is tevens indirect vastgesteld uit de gemeten sondeerweerstand van 0,2 à 0,25 MPa. Met een verhouding van $s_u = q_c / 15$ volgt een schuifsterkte van 15 kPa.
- Voor de gebruiks- en uitvoeringsfase is gerekend met gedraineerde parameters. In de uitvoeringsfase, met name bij de kruising met de Hoofdwetering, kunnen belastingveranderingen en belastingssnelheid relatief groot zijn. Daarom is voor de uitvoeringsfase gerekend met gereduceerde sterkte-eigenschappen om te compenseren voor ongedraineerd contractant grondgedrag.
- De effectieve cohesie c' is bepaald aan de hand van een correlatie (vuistregel) met de ongedraineerde schuifsterkte ($c' = 10\%$ van s_u)
- De ϕ -waarde voor klei is ingeschat aan de hand van ervaring en grotere proefverzamelingen (uit de regio).

De toplaag levert een belangrijke bijdrage aan de totale stabiliteit. Uit ervaring blijkt dat de grondmechanische eigenschappen van dergelijk materiaal vrij gunstig zijn (dit wordt bevestigd door de hoge gemeten conusweerstand van 1 à 1,5 MPa). Voor de toplaag is een relatief gunstige cohesie van 5 kPa aangehouden.

5 Ontwerprandvoorwaarden

5.1 Algemeen

Ten behoeve van het geotechnisch ontwerp van de terreinophoging van de nieuwe Maas-Waalweg zijn onderstaande eisen en uitgangspunten gehanteerd.

5.2 Eisen

Het ontwerp is opgesteld dat wordt voldaan aan de vigerende norm NEN 9997-1+C2:2017.

Waar van toepassing kan tevens gebruik gemaakt worden van CUR richtlijnen 162 (Construeren met grond) en 166 (Damwandconstructies).

5.2.1 Geotechnische categorie

De terreinophoging is ingedeeld in Geotechnische Categorie 2 conform ref. [1] (conventionele typen constructies en funderingen zonder buitengewone risico's of complexe grond- of belastingsgesteldheid).

5.2.2 Veiligheidsklasse

Voor de terreinophoging wordt uitgegaan van veiligheidsklasse CC2 conform ref. [1] (=RC2). Voor fietspaden kan (waar nodig) worden uitgegaan van RC1. De in de oever van de Hoofdwetering te plaatsen damwand vervult in eindfase de functie van beschoeiing. De damwand is uitgerekend met de laagste set partiële factoren (RC0).

5.2.3 Bovenbelasting

Voor de in geotechnische berekeningen aan te houden bovenbelastingen vanuit verkeer worden niet rechtstreeks in normen of (CROW) richtlijnen beschreven. De representatieve bovenbelasting (verkeersbelasting) op de weg is aangenomen als 8 kN/m² over een breedte van 3,0 m. Dit uitgangspunt is afgeleid uit het Factsheet "Verkeersbelastingen en macrostabiliteit" (Ref. [11]) en wordt in de praktijk gehanteerd voor de analyse van macrostabiliteit van waterkeringen. De 8 kN/m² is hierin representatief gesteld voor een belasting vanuit 2 maximaal beladen zandauto's binnen 50 m.

Voor de fietspaden zijn geen concrete richtlijnen bekend. Uitgegaan is van 1 kN/m² over de breedte van de rijstrook.

In de zettingsberekeningen wordt (als gebruikelijke vuistregel) 25% van de bovenbelasting als permanente belasting in rekening gebracht. In de stabiliteitsberekeningen wordt voor de consolidatiegraad uitgegaan tevens uitgegaan van 25% van de veranderlijke belasting.

5.3 Uitgangspunten

5.3.1 Toekomstige wegpeilen en geometrie terreinophoging

De opleverhoogte van de weg is NAP +2,25 m.

Bij de aansluiting op het bestaande deel Maas-Waalweg bedraagt het huidige wegpeil ca. NAP +3,0 m. Er wordt een nieuwe rotonde aangelegd met een wegpeil van NAP +3,35 (kant verharding midden rotonde).

Tussen de nieuwe rotonde en de aanbrug over de Hoofdwetering (lengte ca. 50 m) bedraagt het wegpeil NAP +2,25 m.

Bij de aansluiting op de brug over de Hoofdwetering (noordelijk landhoofd) is het wegpeil NAP +3,49 m. Ook het zuidelijk landhoofd heeft dit wegpeil en een aanbrug van ca. 50 m naar een wegpeil van NAP +2,25 m. Dit wegpeil is uniform tot aan de aansluiting op de Weg over de Ezelaar.

In de Weg over de Ezelaar loopt het wegpeil op van NAP +2,25 m tot NAP +2,52 m (wegpeil Molenachterdijk).

Het wegpeil van de Molenachterdijk is NAP +2,52 m. Dit wegpeil is uniform tot aan de aansluiting op de Lange Achterdijk. De benodigde aanpassingen zijn hier zeer beperkt.

De uitwendige geometrie van de aardebaan en de omgeving van de aardebaan is afgeleid uit de door de Gemeente Zaltbommel aangeleverde concept bestekstekeningen.

Uitgangspunt is dat ten minste vanaf 1 m uit de zijkant van de verharding onder een hoek van 45 graden zand wordt aangebracht in de ophoging. Taluds met een helling van 1:2 (v:h) kunnen voor het overige deel worden opgehoogd met hiertoe geschikte aanvulgrond (aan te voeren dan wel in het project vrijkomende klei). De onderste 0,5 m van de ophoging dient hierbij altijd in zand uitgevoerd te worden, om poriewater dat vrijkomt t.g.v. zetting in voorbelastingsfase naar de zijkant van de ophoging af te voeren.

5.3.2 Zetting

De door de opdrachtgever gestelde restzettingseis voor de wegverharding bedraagt 0,10 m gedurende 30 jaar (gerekend vanaf opleverhoogte). Relatief kleine afwijkingen (in ongunstige zin) hierop zijn acceptabel.

De bovenzijde van het Pleistocene zandpakket wordt als zettingsvrije basis beschouwd. Achtergrond zetting (natuurlijke kruip) wordt niet meegenomen.

Zetting van aardebaan wordt berekend in de bruikbaarheidsgrenstoestand (BGT). Indien uit monitoring tijdens uitvoering grote afwijkingen blijken kan bijsturing noodzakelijk zijn.

5.3.3 Stabiliteit

Macrostabiliteit wordt getoetst in de uiterste grenstoestand (UGT), waarbij rekenwaarden van sterkteparameters worden met partiële factoren, uitgaande van de in NEN 9997-1+C2:2017.

In de stabiliteitsberekeningen is over de volledige breedte van de verharding van de rijbaan (snelverkeer) een veranderlijke bovenbelasting aangebracht van 8 kN/m^2 (karakteristiek). Ter hoogte van de fietspaden is uitgegaan van 1 kN/m^3 (karakteristiek).

Bij toepassing van partiële factoren conform NEN9997-1 dient voor de gebruiksfase een veiligheid van 1,0 behaald te worden. In uitvoeringsfase is een veiligheid van 0,9 toelaatbaar.

Voor de stabiliteit van de ophoging naast de Hoofdwetering is omwille van inzichtelijkheid uitgegaan van karakteristieke parameters en overall veiligheden. Voor de uitvoeringsfase wordt een veiligheid van 1,1 nagestreefd.

5.3.4 Bouwfasering

De totale beschikbare bouwtijd voor het doortrekken van de Maas-Waalweg bedraagt ongeveer 1 jaar.

De berekeningsresultaten ten aanzien van ophogingen worden beïnvloed door het tijdsafhankelijk gedrag van cohesieve lagen in de ondergrond. Ten gevolge van dit raakvlak is de bouwfasering een belangrijk uitgangspunt. In deze paragraaf is de 'principe' bouwfasering van het grondwerk aangegeven waar in de berekeningen rekening mee wordt gehouden.

Bij het bepalen van de toelaatbare ophoogsnelheid (aspect uitvoeringsstabiliteit) is er rekening mee gehouden dat de nieuwe bermsloten worden aangelegd na de voorbelastingsfase.

Voorafgaand aan de ophogingen wordt minimaal de aanwezige begroeiing verwijderd. Aanwezige watergangen worden opgeschoond en gedempt met gebiedseigen grond (zie verder).

Paalfunderingen/constructie voor de brug worden aangelegd nadat de voorbelasting is afgerond.

Duikers ter vervanging van gedempte sloten worden na voorbelastingsfase ingegraven. Waar nodig zal gebruik gemaakt worden van tijdelijke duikers. Dit valt buiten de scope van dit ontwerp.

Ter plaatse van de aansluiting op het bestaande wegennet en de aanpassing van de Molenachterdijk zullen zettingsverschillen optreden. Tijdens uitvoeringsfase kan dit schade (vervormingen in dwarsrichting en scheurvorming) tot gevolg hebben. Er dient rekening gehouden te worden met enig (provisorisch) onderhoud.

5.3.5 Ophoogzand en afdekgrond

Voor het aan te brengen ophoogzand worden de volgende representatieve parameters aangehouden:

Droog verdicht volumegewicht (γ_{droog})	: 17,0 kN/m ³ .
Verzadigd verdicht volumegewicht (γ_{nat})	: 19,0 kN/m ³ .
Hoek van inwendige wrijving (ϕ')	: 30,0° effectief.
Cohesie (c')	: 0 kN/m ² effectief.

Bovengenoemde sterkteparameters betreffen de laag representatieve waarden.

Het zand dat in ophoging wordt aangebracht dient te worden verdicht tot minimaal 95% proctordichtheid met een gemiddelde proctordichtheid van minimaal 98%.

Ten aanzien van de afdekgrond is deels gebiedseigen grond voorzien. In het ontwerp wordt hiervoor in principe uitgegaan van de eigenschappen van de siltige kleilaag welke wordt aangetroffen vanaf maaiveldniveau.

De hellingshoek van de taluds is variabel (tussen 1:2 en 1:1,4). De taluds dienen in alle gevallen te worden afgedekt te worden met erosiebestendig materiaal. Bij de steilste taluds dienen aanvullende maatregelen getroffen te worden (taluds in gewapende grond). Het nader ontwerp van deze maatregelen valt buiten de scope van het geotechnisch ontwerp.

5.3.6 Wegfundering

De wegoopbouw is als volgt:

- Asfalt : 0,17 m ($\gamma_{\text{droog}} = 24,0 \text{ kN/m}^3$).
- Menggranulaat : 0,25 m ($\gamma_{\text{droog}} = 18,0 \text{ kN/m}^3$).
- Zandbed : 0,50 m ($\gamma_{\text{droog}} = 18,0 \text{ kN/m}^3$).

Deze materialen worden uitsluitend boven de grondwaterstand toegepast.

Het ontwerp van de wegfundering valt buiten de scope van dit ontwerp.

6 Voorbelastingsontwerp

6.1 Algemeen

De voor dit project benodigde voorbelastingen zijn bepaald middels gerichte zettingsberekeningen.

De zettingen zijn per tracédeel bepaald. De indeling ten behoeve van het voorbelastingsontwerp is weergegeven in onderstaande tabel.

Tabel 6-1: Indeling tracé en netto ophoging

Tracédeel	Omschrijving	KM van-tot [m]	Huidig maaiveld [m. tov NAP]	Nieuw wegpeil ¹⁾ [m. tov NAP]	Onderzoeks-punt
A1	Aansluiting op bestaande rotonde Maas-Waalweg	1565 - 1495	+3,0	+3,35	HB104
A2	Aansluiting op bestaande rotonde Maas-Waalweg	1495 – 1375	+1,9	+3,35 > 2,25	HB104
B	Wegvak tussen rotonde en aanbrug noord	1375 – 970	+1,88 à +1,66	+2,25	DKM8, DKM7, HB103
C1	Wegvak tussen rotonde en aanbrug noord	970 – 930	+1,88 à +1,66	+2,25	DKM6/DKM5
C2	Wegvak tussen rotonde en aanbrug noord	930 - 780	+1,88 à +1,66	+2,25	DKM6/DKM5 ³⁾
D	Aanbrug Noord	780 – 730	+1,66	+2,25 > +3,49	DKM102, MB102
E	Aanbrug Zuid	695 – 630	+1,66	+3,49 > +2,25	DKM101
F	Wegvak tussen aanbrug zuid en Weg over de Ezelaar	630 – 425	+1,70	+2,25	DKM2
G	Weg over de Ezelaar	425 – 260	+2,25 ²⁾ à +1,4	+2,25 > +2,52	DKM1, MB101
H	Molenachterdijk	260 – 0	+2,55 ²⁾ à +1,8	+2,52	DKM1, MB101

Toelichting bij de tabel

¹⁾ : bij oplevering, waarna een restzetting van maximaal 0,1 m in 30 jaar mag optreden.

²⁾ : bestaand wegpeil.

³⁾ : overgangsgebied, gecombineerd profiel.

Tracédeel A t/m H zijn in langsprofiel uitgewerkt. Tracédeel G (Weg over de Ezelaar) en H (Molenachterdijk) zijn in dwarsprofiel uitgewerkt.

De in bovenstaande tabel voor de nieuw te realiseren landhoofden (van de nieuwe brug over de Hoofdwetering) aangegeven voorbelasting kan niet tot aan het toekomstige landhoofd aangebracht worden. Dit i.v.m. het risico op instabiliteit richting de Hoofdwetering. Voor de voorbelasting direct achter het landhoofd wordt een maatwerk oplossing uitgewerkt (zetting en uitvoeringsstabiliteit). Deze oplossing is apart uitgewerkt in paragraaf 6.10 van dit rapport.

De in dit hoofdstuk gegeven resultaten betreffen prognoses, die moeten worden gecontroleerd aan de hand van veldmetingen (zakbaakmetingen).

6.2 Resultaten

De resultaten van de zettingsberekeningen voor de in het vrije veld aan te leggen aardenbaan zijn samengevat in onderstaande tabel.

Tabel 6-2: Ontwerp voorbelasting voor het behalen van een restzetting van 0,1 m in 30 jaar

Tracé-deel	Wegpeil [m tov NAP]	Bouwtijd ¹⁾ [dagen]	Rusttijd [dagen]	Netto [m]	Bruto [m]	ETOH [m]	TOTAAL [m]	Drains [h.o.h. / diepte NAP]
A1	+3,35	15	285	0,40	0,30	1,0	1,70	1,25 / -0,50
A2	+3,35	55	245	1,50	0,60	1,0	3,10	1,25 / -0,50
B	+2,25	0	300	0,40	0,15 ³⁾	0,0	0,55	-
C1	+2,25	30	270	0,50	0,35 ³⁾	1,0	1,85	-
C2	+2,25	30	270	0,55	0,55	1,0	2,10	1,25 / -2,50
D ⁴⁾	+3,49	85	215	1,85	0,95	1,0	3,80	0,80 / -2,75
E ⁴⁾	+3,49	85	215	1,85	0,85	1,0	3,70	0,80 / -2,50
F	+2,25	15	285	0,55	0,65	1,0	2,20	1,25 / -2,50
G	+2,52 ²⁾	55	245	0,95 ⁵⁾	0,80	1,0	2,75	1,25 / -2,50
H	+2,52	0	300	0,3 (var)	0,25	0,5	1,05	1,25 / -2,50

Toelichting bij de tabel:

- Netto : Netto ophoging (van huidig maaiveld tot wegpeil bij oplevering).
 Bruto : Bruto ophoging (compensatie van zettingen tijdens de voorbelasting).
 ETOH : Extra Tijdelijke Overhoogte.
¹⁾ : Globaal, t.b.v. zettingsberekeningen.
²⁾ : Weg over de Ezelaar, nieuw wegpeil loopt van NAP +2,25 m tot NAP +2,52 m op de aansluiting met de Molenachterdijk.
³⁾ : Voor bodemprofiel B geldt dat bij de voorspelde zetting de onderzijde van de zandaanvulling ruim hoger ligt dan de onderzijde van de wegfundering. Voor Bodemprofiel C1 geldt dat de onderzijde van de zandaanvulling na de voorspelde zetting slechts in geringe mate lager ligt dan de onderzijde van de wegfundering. Voor beide profielen wordt aanbevolen om voorafgaand aan het aanbrengen van de ophoging een ondiep zandcunet in te graven (0,25 à 0,5 m).
⁴⁾ : Geldt voor de normaal op te hogen aardenbaan achter de maatwerk oplossing die direct naast de Hoofdwatering wordt toegepast (zie paragraaf 6.10).
⁵⁾ : Ter plaatse van het laag gelegen, op te hogen terrein aan de overzijde van de te dempen sloot. Ter plaatse van de slootdemping is de netto ophoging hoger (en dient ook materiaal aangevoerd te worden voor het dempen van de watergang). Ter plaatse van de bestaande Weg over de Ezelaar is de netto ophoging kleiner.

De genoemde verticale stripdrains dienen tot aan de rand van de (tijdelijke) terpranden van de voorbelasting aangebracht te worden.

Wegvak F (tussen de nieuwe brug en de Weg over de Ezelaar) wordt gekruist door een zandige stroomrug (zie sondering DKM3). Het beschikbare grondonderzoek laat zien dat deze stroomrug niet in het watervoerend pakket (Pleistoceen zand) is gefundeerd. Het aanbrengen van drains tot in beter ontwikkelde delen van de stroomrug dient desondanks zoveel mogelijk te worden voorkomen. Tijdens het aanbrengen van de drains dient de top van de stroomrug door aanprikken (zonder stripdrain) te worden verkend (te starten ter hoogte van sondering DKM3). Een inbrengdiepte van ca. 0,5 m boven de top van het zandpakket volstaat. De inbrengdiepte van de drains dient door regelmatig aanprikken in het werk te worden geoptimaliseerd.

6.3 Voorbereidende werkzaamheden

Aanwezige begroeiing kan een horizontaal glijvlak veroorzaken en dient direct voor het aanbrengen van de 1^e ophoogslag te worden verwijderd.

6.4 Slootdempingen

Het project voorziet in de demping van meerdere watergangen van uiteenlopende breedte en diepte. Demping vindt plaats met partijen gebiedseigen grond (klei). Het dempen dient nauwgezet plaats te vinden om ongewenst grondgedrag (met name klink van de aanvulling) te voorkomen.

Voor de demping van sloten wordt, uit oogpunt van zettingen, de volgende werkwijze aanbevolen:

- Te dempen watergangen afdammen, leegzetten en opschonen. Vrijkomend slap materiaal in depot laten uitdrogen, vervolgens in een dunne laag uitrijden in het midden van de ophoging en oppervlakkig mengen met de natuurlijke toplaag (nadat begroeiing is verwijderd, zie voorgaand). Onderin de opgeschoonde watergang een geperforeerde drainagebuis of uitgerolde stripdrain aanbrengen tot buiten de aangevulde watergang (met afwatering richting open water).
- Watergang vullen met gebiedseigen, voor dit doel geschikte grond (geen humeus materiaal). Bij voorkeur dempen met relatief droge, goed verwerkbare en te verdichten brokken grond vanuit depot. Demping laagsgewijs aandrukken met de bak van de graafmachine of rups.
- Demping afwerken met tonrondte van ca. 10% van de maximale dikte van de demping.
- Gedempte sloot zo snel mogelijk voorbelasten met 1 m ophoogzand in een zone van 2 m voor tot 2 m na de boveninsteek van de gedempte sloot (extra breedte aanbrengen i.v.m. spanningsspreiding). Deze extra dikte in de hierop volgende ophoogslagen handhaven tot uit zakbaakmetingen blijkt dat de zettingssnelheid ter plaatse van de demping gelijk is aan de zettingssnelheid van de naastgelegen ophoging.

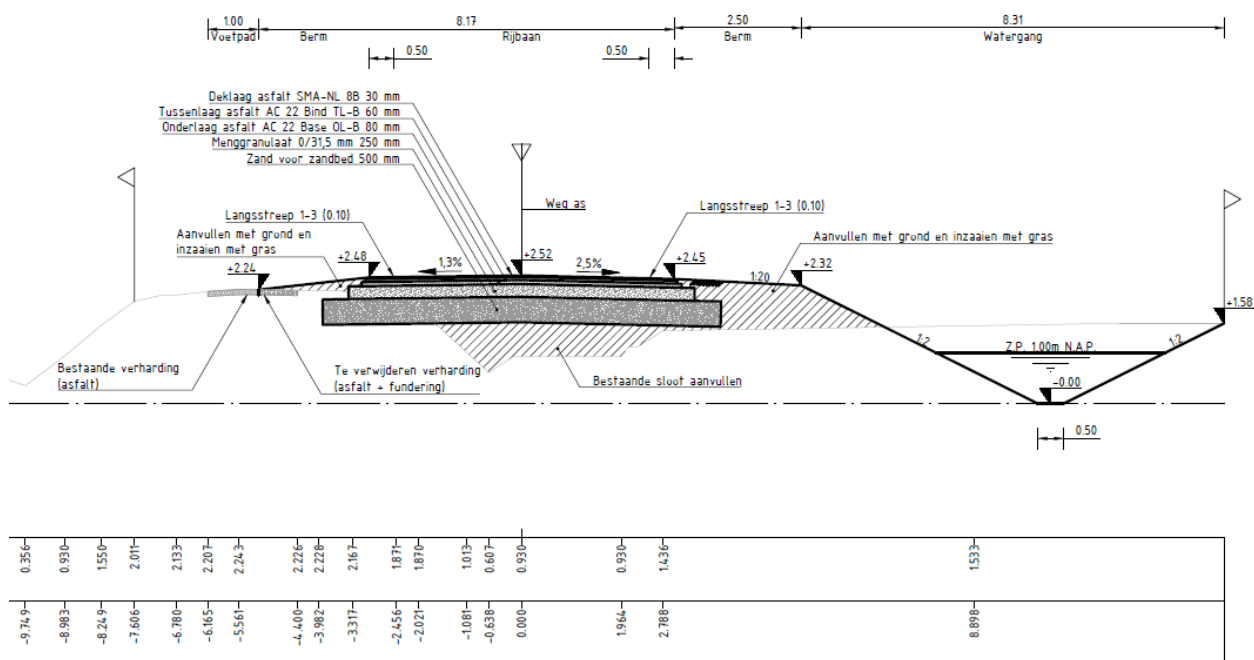
Bij demping met gebiedseigen, cohesieve grond (klei) dient er rekening mee gehouden te worden dat het vulmateriaal in de eerste periode na aanbrengen zeer slap gedrag kan vertonen. Bij kruisingen van gedempte sloten met terpranden bestaat hierdoor het risico op het (onder de teen van het talud) uitpersen van vulmateriaal (squeezeing). Hier dient de demping in zand uitgevoerd te worden. De werkwijze zoals hierboven omschreven dient over voldoende breedte (ca. 5m) voorbij de uiteindelijke rand de aardenbaan (in voorbelasting) voortgezet te worden.

6.5 Verbreding Weg over de Ezelaar

De nieuwe rijbaan van de Weg over de Ezelaar wordt aangebracht naast de bestaande weg, zie *Figuur 6-1*. Om de nieuwe weg aan te kunnen leggen zal de bestaande sloot naast de weg worden gedempt en verlegd. Ter plaatse dient rekening gehouden te worden met extra zettingen.

Verschilzettingen in dwarsprofiel vormen hier een belangrijk risico, wat zal worden beheerst door een voorbelasting met stripdrains en tijdelijke extra overhoogte. Ter plaatse van de sloot dient hierbij een extra overhoogte aangebracht te worden (zie paragraaf 6.3).

De voorbelasting dient zo ver mogelijk van de naastgelegen, te handhaven sloot aangebracht te worden. Geadviseerd wordt de voorbelasting aan deze zijde met bigbags af te werken tot aan de rand (in dwarsprofiel) van de toekomstige verharding.

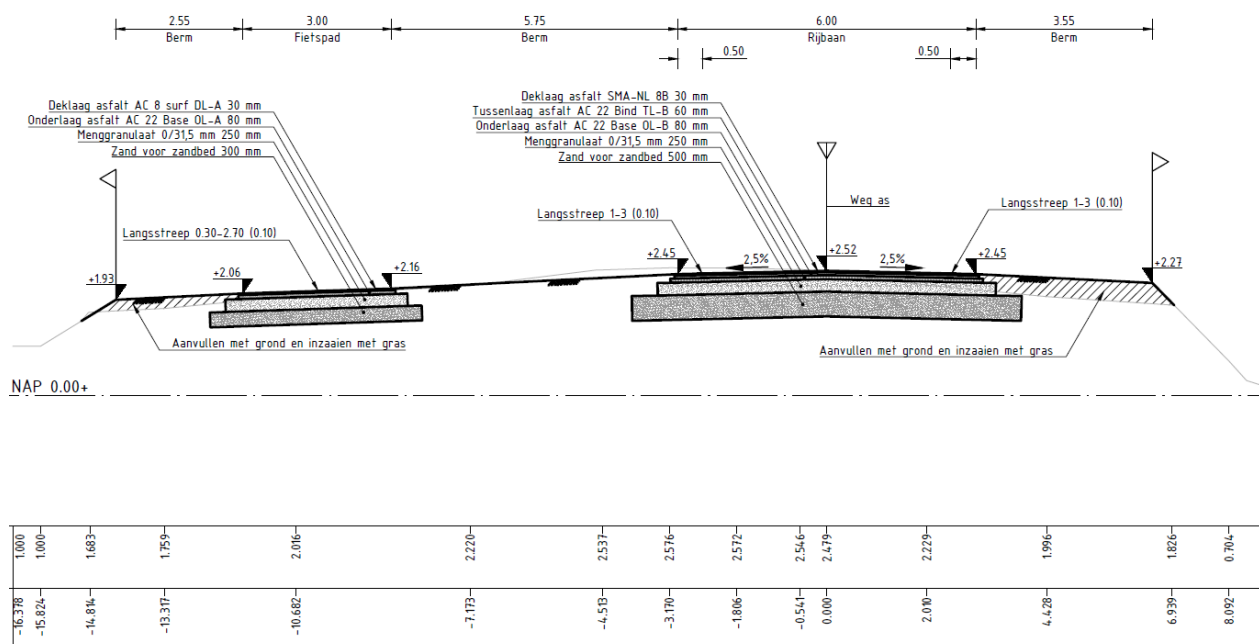


Figuur 6-1: Verbreding en verplaatsing Weg over de Ezelaar (bron: tekening 2019-25-BT-04)

Voor het voorkomen van schade door verschilzetting tijdens de gebruiksfase wordt hier toepassing van asfaltwapening geadviseerd.

6.6 Verbreding Molenachterdijk

De nieuwe rijbaan van de Molenachterdijk wordt aangebracht naast de bestaande weg, zie Figuur 6-2.



Figuur 6-2: Verbreding Molenachterdijk (bron: tekening 2019-25-BT-04)

De nieuwe rijbaan van de Molenachterdijk wordt aangebracht naast de bestaande weg, zie Figuur 6-2.

Verschilzettingen in dwarsprofiel vormen hier een belangrijk risico, wat zal worden beheerst door een voorbelasting met stripdrains en tijdelijke extra overhoogte. De voorbelasting dient door middel van bigbags zo dicht mogelijk tegen de bestaande rijbaan aangebracht te worden. Voor het voorkomen van schade door verschilzetting tijdens de gebruiksfase wordt hier toepassing van asfaltwapening geadviseerd.

Ter plaatse dient in de voorbelastingsfase rekening gehouden te worden met schade aan de bestaande wegverharding.

De voorbelasting dient zo ver mogelijk van de naastgelegen, te handhaven sloot aangebracht te worden. Geadviseerd wordt de voorbelasting aan deze zijde met bigbags af te werken tot aan de rand (in dwarsprofiel) van de toekomstige verharding. De aanvulling met grond op de nieuwe berm dient in een zo laat stadium (na het verwijderen van de voorbelasting) plaats te vinden.

T.a.v. het fietspad worden geen specifieke eisen gesteld aan restzettingen. Uit berekeningen volgt een zetting van ca. 0,2 m in 30 jaar.

6.7 Rotonde

Ter plaatse van de rotonde worden de assen van de aansluitende wegen (Wellseindsestraat, Delwijnsestraat) naar het zuidoosten verplaatst. De nieuwe rijbaan komt hierbij deels over de hier te dempen watergang te liggen. Ook hier wordt toepassing van asfaltwapening geadviseerd.

6.8 Raakvlakken

Het tracé is volgens opgave van de Gemeente Zaltbommel vrij van kabel en leidingen. In de nabijheid van de terreinophogingen zijn ook geen andere objecten aanwezig die gevoelig zijn voor zettingen of horizontale grondverplaatsingen.

6.9 Ophoogsnelheid

De maximaal toelaatbare ophoogsnelheid wordt in belangrijke mate bepaald door de aanwezigheid van watergangen nabij de randen van de ophoging.

Bestaande sloten langs het tracé worden (deels) gedempt. Sloten in de nabijheid van de terreinophogingen worden tijdelijk omgelegd. Uitzondering hierop vormt de Hoofdwetering, die een belangrijke functie vervult in de afwatering van de Bommelerwaard. De situatie ter plaatse van de Hoofdwetering wordt apart beschreven (zie volgende paragraaf).

Naast de voorbelasting worden ondiepe zaksloten (greppels) aangebracht. De invloed hiervan op de stabiliteit is nihil. De ophogingen dienen te worden aangebracht met terpranden 1:3 (v:h).

Gezien de afwezigheid van watergangen nabij de tijdelijke terpranden kan een ophoogschema aangehouden worden wat allen wordt beïnvloed door de aanwezigheid van verticale drains.

In de eerder uitgebrachte geotechnische rapportage Ref. [6] is de maximale ophoogsnelheid voor de situatie met verticale stripdrains bepaald. Hieruit volgt dat voor een ophoogdikte van 2,4 m een bouwtijd van 4 weken nodig is. Ten behoeve van planning kan worden uitgegaan van een gebruikelijke ophoogfasering van 1,0 m direct en vervolgens 0,5 m per 2 weken. De stripdrains kunnen na het aanbrengen van de eerste 0,5 m zand op de natuurlijke ondergrond worden aangebracht. De ophoogsnelheid dient op basis van waterspanningsmetingen en geotechnische analyses te worden geoptimaliseerd.

6.10 Oplossing t.p.v. brughoofd Hoofdwetering

Ter plaatse van de Hoofdwetering is sprake van een afwijkende en (qua stabiliteit) kritische situatie.

Voor het ontwerp van de voorbelasting is een gecombineerde zettings- en stabiliteitsanalyse uitgevoerd. De tijdens het ophogen optredende tijdelijke wateroverspanningen zijn hierbij met een gerichte zettingssom bepaald, uitgaande van de toepassing van verticale drains h-o-h 0,8 m (plaatsingsdiepte NAP -2,75 m ten noorden van de Hoofdwetering en NAP -2,50 m ten zuiden van de Hoofdwetering).

Uit de sommen blijkt, dat bij ingraving van een cunet tot NAP -1,0 m en (vervolgens) aanvulling tot het wegpeil van NAP +3,49 m een restzetting van ca. 0,1 m na oplevering van de weg wordt bereikt.

Voor het ontwerp van de oplossing naast de Hoofdwetering is gestreefd naar een veiligheid van 1,1, gebruik makend van veilige karakteristieke grondparameters. Aanvullend is globaal gecontroleerd op het faalmechanisme “squeezing” (wegpersen van de overgebleven slappe lagen onder de zandaanvulling), wederom uitgaande van een veiligheidsfactor van 1,1 en een veilige waarde voor de ongedraineerde schuifsterkte. Hieruit blijkt dat de weerstand tegen squeezing voldoende is.

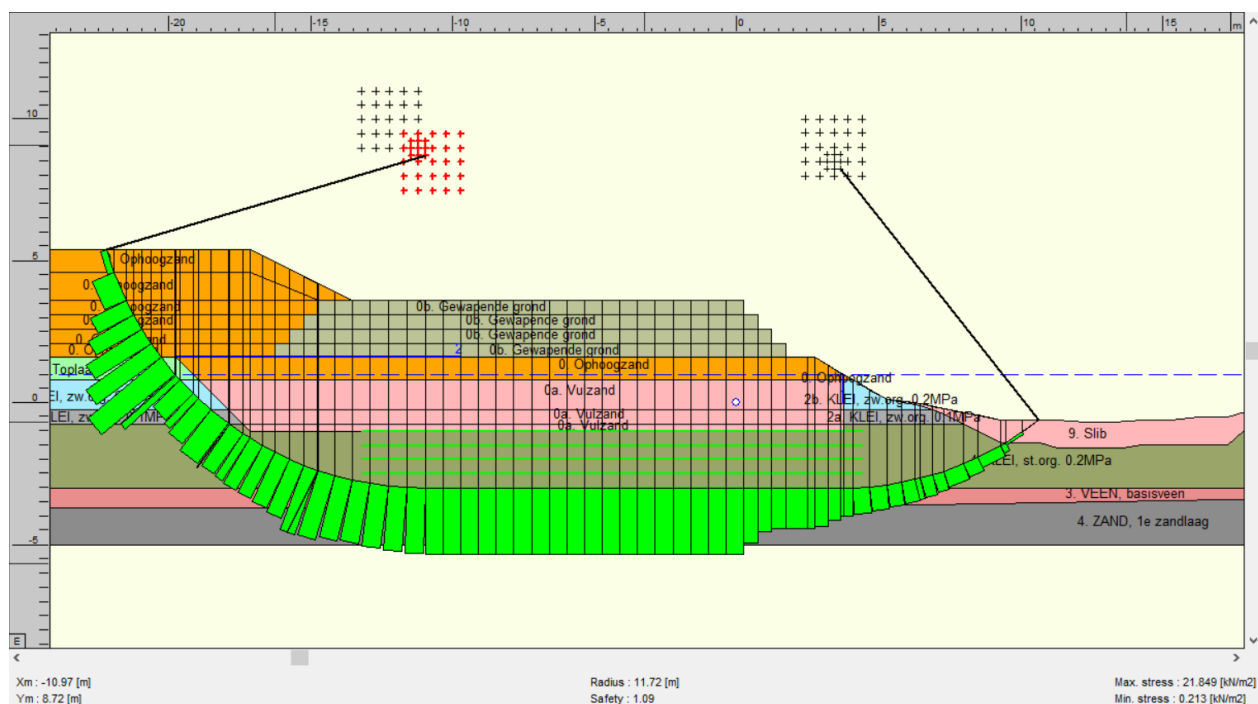
De damwand heeft in uitvoering hoofdzakelijk tot doel om de zandaanvulling mogelijk te maken. De damwand is in de stabiliteitsanalyse buiten beschouwing gelaten. In de gebruiksfase zal de damwand als beschoeiing fungeren (en heeft dan tot doel erosie door golfslag te voorkomen). Het damwandontwerp is gegeven in Hoofdstuk 8 van dit rapport.

De aanpak is (op hoofdlijnen) als volgt:

- Plaatsen van een damwand in de oever van de Hoofdwetering (nauwkeurig afgestemd op de definitieve locatie van het landhoofd en voorzien van een tijdelijke gording). Hierbij dient rekening gehouden te worden met de geringe draagkracht van de ondergrond t.b.v. het in te zetten materieel, zie ook hoofdstuk 8 van dit rapport).
- Ontgraven in den natte tot NAP -1,0 m tot ca. 23,5 m achter damwand (dit komt overeen met 20 m achter het toekomstige landhoofd).
- Aanvullen met zand tot aangrenzend maaiveld (ca. NAP +1,7 m). De onderste 1,0 m zand dient hierbij sproeiend te worden aangebracht om verstoring van de onderliggende lagen te voorkomen.
- Waterspanningsmeters verloren plaatsen ca. 5 m achter de damwand in de natuurlijke ondergrond onder de aanvulling (diepte NAP -2,25 m) en
- Waterspanningsmeters verloren plaatsen 25 m achter de damwand (diepte NAP -1,5 m) t.p.v. teen en kruin van de ophoging.
- Bij alle waterspanningsmeters een zakbaak plaatsen.
- Hellingmeter profielen lassen op de damwand en regelmatig inmeten.
- Ca. 2 weken rusttijd (i.c.m. monitoring). Hierbij wordt opgemerkt dat na het aanvullen in den natte in het gebied achter het zandcunet de normale ophoogfasering uitgevoerd kan worden, waarbij het maximale verschil in aanvulniveau met de oplossing ter hoogte van het cunet 2,0 m mag bedragen.
- Verdichten en verticale drains plaatsen h-o-h 0,8 m.
- lagen zand met een dikte 0,5 m aanbrengen in (tijdelijke) gewapende grond waarbij de onderste laag tot 16,5 m achter het landhoofd moet reiken. Ophoogtempo 1 laag per 2 weken. Per ophoogslag de zettingen en horizontale vervorming van de damwand inmeten. Bij afwijkingen in ongunstige zin t.o.v. voorspelling (zie paragraaf 8.3 van dit rapport) geotechnisch adviseur raadplegen. Gezien de werkvolgorde (ontgraven en aanvullen) is de onzekerheid in het zettingsgedrag hier (plaatselijk) relatief groot. Een extra compensatie laag kan evt. na het dissiperen van tijdelijke wateroverspanningen worden aangebracht.
- Rusttijd.
- Heiwerk.

Voor het verdichten van de in den natte aangebrachte zandaanvulling dient een tijdelijke bemaling aangebracht te worden, die de waterstand in de zandaanvulling ca. 1,0 m kan verlagen. Deze verlaging dient uitsluitend tijdens het verdichten plaats te vinden. Een melding van de onttrekking volstaat naar verwachting. Vervolgens kan het bovenste deel van de zandaanvulling met een zware trilplaat worden verdicht. Hierbij dient in de eerste 1 à 2 meter achter de damwand de verdichting te worden beperkt om opbouw van gronddrukken tegen de wand (als gevolg van overmatig verdichten) te voorkomen. Dit kan geschieden door het graven van een ontlastsleuf direct achter de wand en het (plaatselijk) gebruiken van een lichte trilplaat.

Het resultaat van de stabiliteitsanalyse is weergegeven in *Figuur 6-3*.

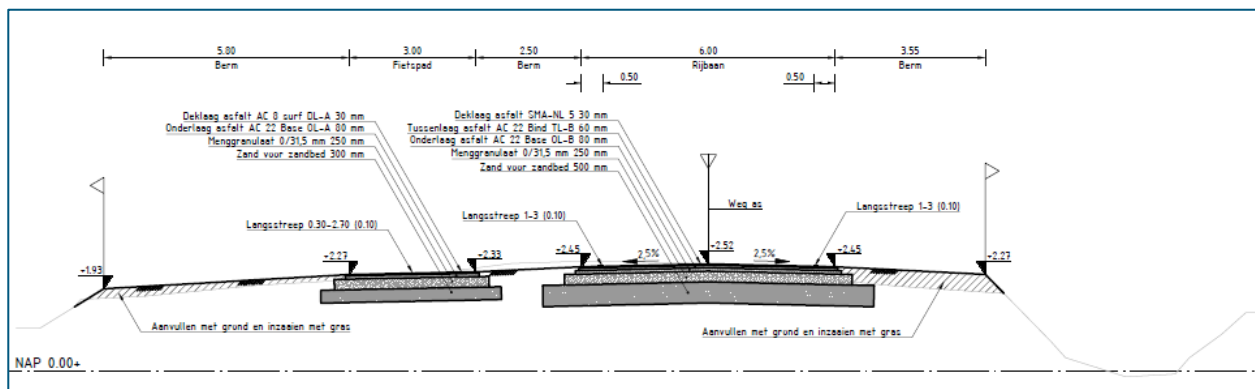


Figuur 6-3: Stabiliteit ophoging naast de Hoofdwetering.

7 Stabiliteit in gebruiksfase

7.1 DWP1 : verbreding Molenachterdijk

Dwarsprofiel 1 betreft de verbrede Molenachterdijk. Het profiel is weergegeven in *Figuur 7-1*.



Figuur 7-1: Dwarsprofiel 1 (Molenachterdijk), bron: tekening 2019-25-BT-04, 16 Maart 2021.

De stabiliteit tijdens gebruiksfase voldoet aan de gestelde eisen (UGT, $FS \geq 1,0$). Voor de slootkant wordt een iets lagere veiligheid berekend. In combinatie met partiële factoren conform Eurocode 7 (RC2) wordt dit als voldoende beoordeeld.

Tabel 7-1: Stabiliteit gebruiksfase Molenachterdijk (DWP1)

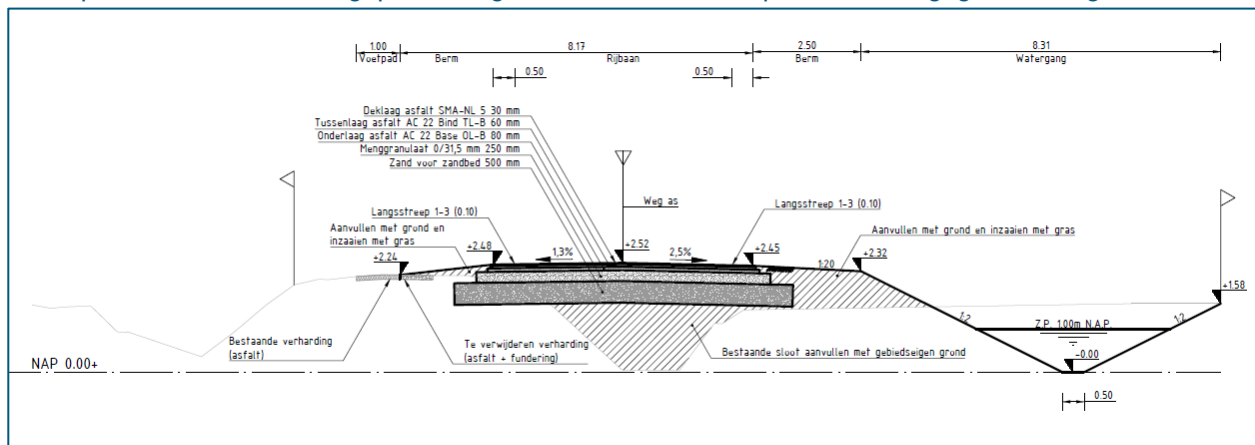
Oplossing	Veiligheids-factor	Resultaat
Basis profiel	1,01 (0,96)	Goedgekeurd

Toelichting bij de tabel:

(0,96) : de factor 0,96 geldt voor het bezwijken van de slootkant en wordt als voldoende beoordeeld.

7.2 DWP2: Weg over de Ezelaar

Dwarsprofiel 2 betreft de aangepaste Weg over de Ezelaar. Het profiel is weergegeven in *Figuur 7-2*.



Figuur 7-2: Dwarsprofiel 2 (Weg over de Ezelaar), bron: tekening 2019-25-BT-04, 16 Maart 2021.

Zonder verder aanpassingen voldoet de stabiliteit tijdens gebruiksfase aan de gestelde eisen (UGT, $FS \geq 1,0$).

Tabel 7-2: Stabiliteit gebruiksfase Weg over de Ezelaar (DWP2)

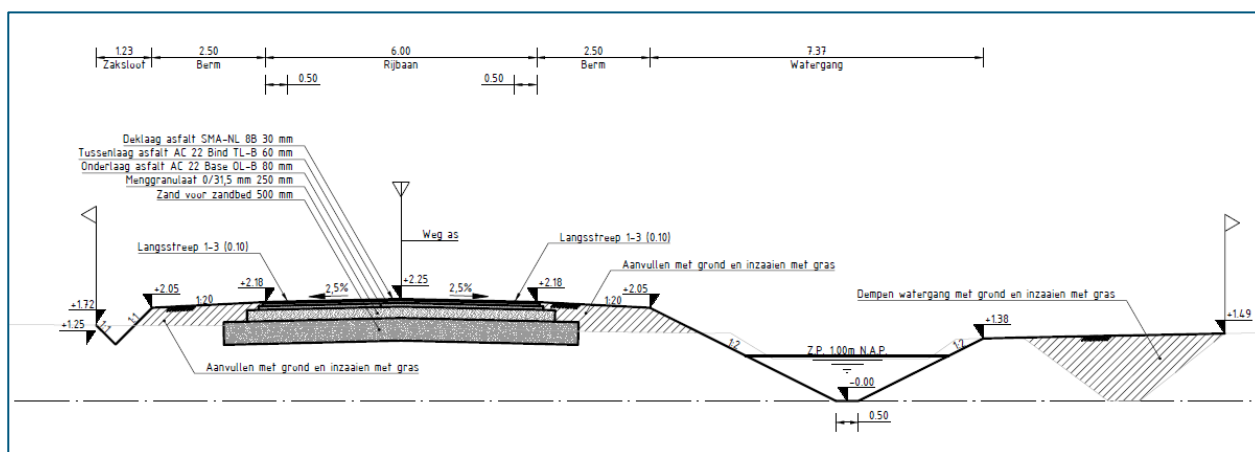
Oplossing	Veiligheids-factor	Resultaat
Basis profiel	1,04	Goedgekeurd

Toelichting bij de tabel:

1) : van -5,0 m tot +7,0 m ten opzichte van nieuwe wegas, aanlegniveau NAP +1,25 m (of lager).

7.3 DWP3: Tussen Weg over de Ezelaar en Hoofdwetering

Dwarsprofiel 3 betreft nieuwe wegvak tussen de Weg over de Ezelaar en de nieuwe brug over de Hoofdwetering. Het profiel is weergegeven in *Figuur 7-3*.



Figuur 7-3: Dwarsprofiel 3 (Tussen Weg over de Ezelaar en nieuwe brug over de Hoofdwetering), bron: tekening 2019-25-BT-04, 16 Maart 2021.

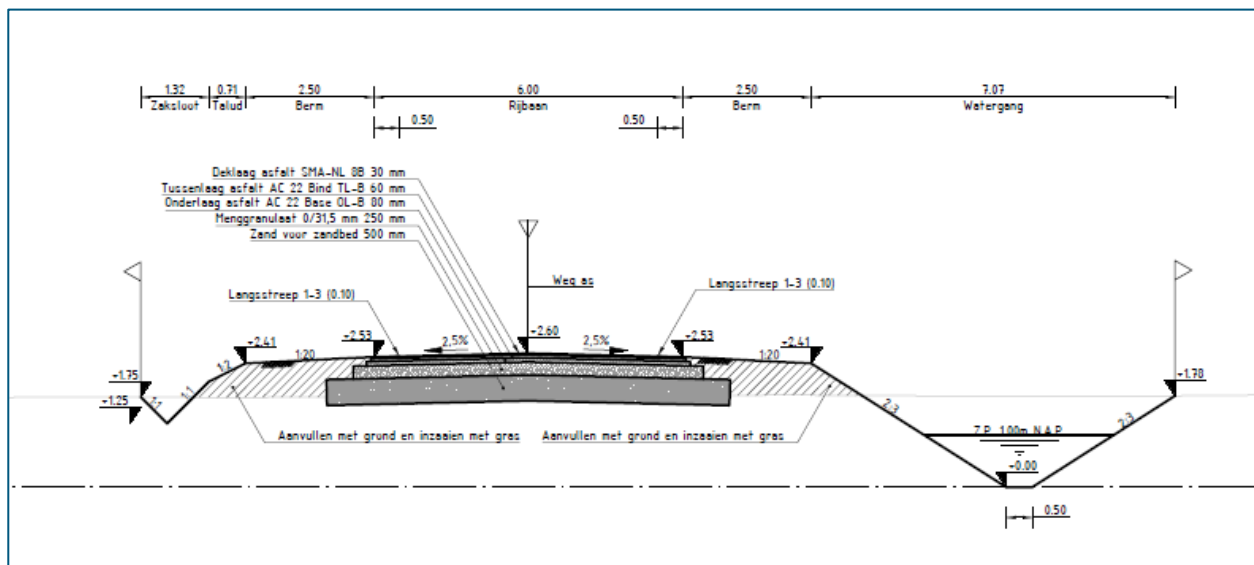
Zonder verder aanpassingen voldoet de stabiliteit tijdens gebruiksfase aan de gestelde eisen (UGT, $FS \geq 1,0$).

Tabel 7-3: Stabiliteit gebruiksfase Tussen Weg over de Ezelaar en nieuwe brug over de Hoofdwetering (DWP3)

Oplossing	Veiligheids-factor	Resultaat
Basis profiel	1,11	Goedgekeurd

7.4 DWP4: landhoofd nieuwe brug over de Hoofdwetering

Dwarsprofiel 4 betreft de landhoofden van de nieuwe brug over de Hoofdwetering. Het profiel is weergegeven in *Figuur 7-4*. Opgemerkt wordt dat dwarsprofiel 4 niet is genomen ter plaatse van de maatgevende hoogte van NAP +3,49 m. In het rekenprofiel is deze maatgevende hoogte wel aangehouden.



Figuur 7-4: Dwarsprofiel 4 (landhoofd nieuwe brug over de Hoofdwetering), bron: tekening 2019-25-BT-04, 16 Maart 2021.

Zonder verder aanpassingen voldoet de stabiliteit tijdens gebruiksfase niet aan de gestelde eisen (UGT, $FS \geq 1,0$). Bij toepassing van een Base Layer (rekenwaarde trekweerstand 25 kN/m^2) wordt wel voldoende stabiliteit bereikt.

Uit de zettingsanalyse volgt dat ter plaatse van de landhoofden zettingen tot ca. 1,0 m moeten worden verwacht. Indien (veiligheidshalve) wordt uitgegaan van een ondergrens van 0,5 m zetting betekent dit bij een startniveau van ca. NAP +1,75 m en het plaatsen van de Base Layer op een eerste laag zand van 0,5 m dat de Base Layer in de eindsituatie zakt naar een niveau van ca. NAP +1,75 m.

De Base Layer dient tot aan de (tijdelijke) gewapende grond achter het landhoofd aangebracht te worden.

Tabel 7-4: Stabiliteit gebruiksfase landhoofden nieuwe brug over de Hoofdwetering (DWP4)

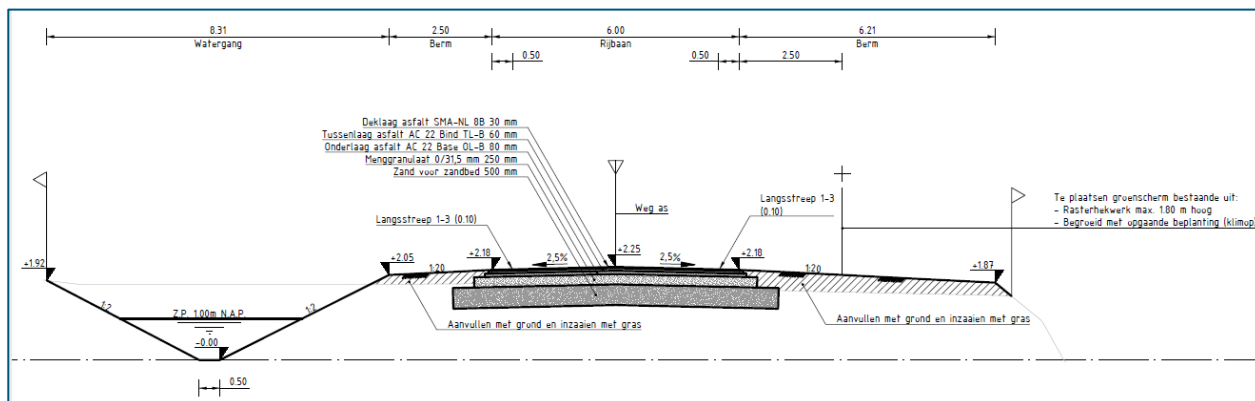
Oplossing	Veiligheidsfactor	Resultaat
Basis profiel	0,96	Afgekeurd
Basis profiel met base layer ¹⁾ 25 kN/m	1,08 (1,00)	Goedgekeurd

Toelichting bij de tabel:

- ¹⁾ : van -8,0 m tot +8,0 m ten opzichte van nieuwe wegas, aanlegniveau NAP +1,25 m (of lager).
(1,00) : de factor 1,00 geldt voor het bezwijken van het talud.

7.5 DWP5: tussen nieuwe brug over de Hoofdwetering en de nieuwe rotonde

Dwarsprofiel 5 betreft het nieuwe wegvak tussen de nieuwe brug over de Hoofdwetering en de nieuwe rotonde. Het profiel is weergegeven in *Figuur 7-5*.



Figuur 7-5: Dwarsprofiel 5 (tussen nieuwe brug over de Hoofdwetering), bron: tekening 2019-25-BT-04, 16 Maart 2021.

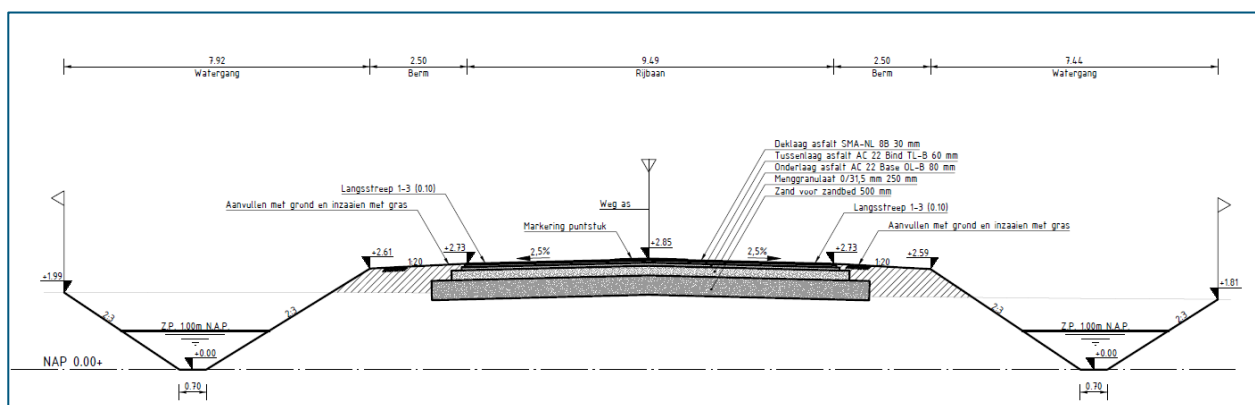
Zonder verder aanpassingen voldoet de stabiliteit tijdens gebruiksfase aan de gestelde eisen (UGT, FS $\geq 1,0$).

Tabel 7-5: Stabiliteit gebruiksfase tussen nieuwe brug over de Hoofdwetering en de nieuwe rotonde (DWP5) wegpeil NAP +2,25 m

Oplossing	Veiligheids-factor	Resultaat
Basis profiel	1,08	Goedgekeurd

7.6 DWP6: aansluiting op nieuwe rotonde

Dwarsprofiel 6 betreft de aansluiting op de nieuwe rotonde. Het profiel is weergegeven in *Figuur 7-6*.



Figuur 7-6: Dwarsprofiel 6 (aansluiting op nieuwe rotonde), bron: tekening 2019-25-BT-04, 16 Maart 2021.

Dwarsprofiel 6 is genomen in het wegvak waar het wegpeil oploopt van NAP +2,25 m tot NAP +3,35 m. De maatgevende hoogte van dwarsprofiel 6 wordt gevonden bij km 1436 waar het wegpeil NAP +3,22 m bedraagt.

Voor het gedeelte van het nieuwe wegvak dat op de natuurlijke ondergrond wordt geplaatst geldt dat de stabiliteit van diepe glijvlakken net niet voldoet aan de gestelde eisen (UGT, $FS \geq 1,0$). De stabiliteit van de taluds is echter ruim onvoldoende, er hier dient een stabiliteitsverhogende maatregel voor getroffen te worden. Uit berekeningen volgt dat met gebruikmaking van een Base Layer voldoende stabiliteit wordt bereikt. De stabiliteit van ondiepe glijvlakken in de taluds (1:1,38) is dan nog steeds onvoldoende. De taluds dienen in gewapende grond opgebouwd te worden.

De oplossing is hiermee als volgt:

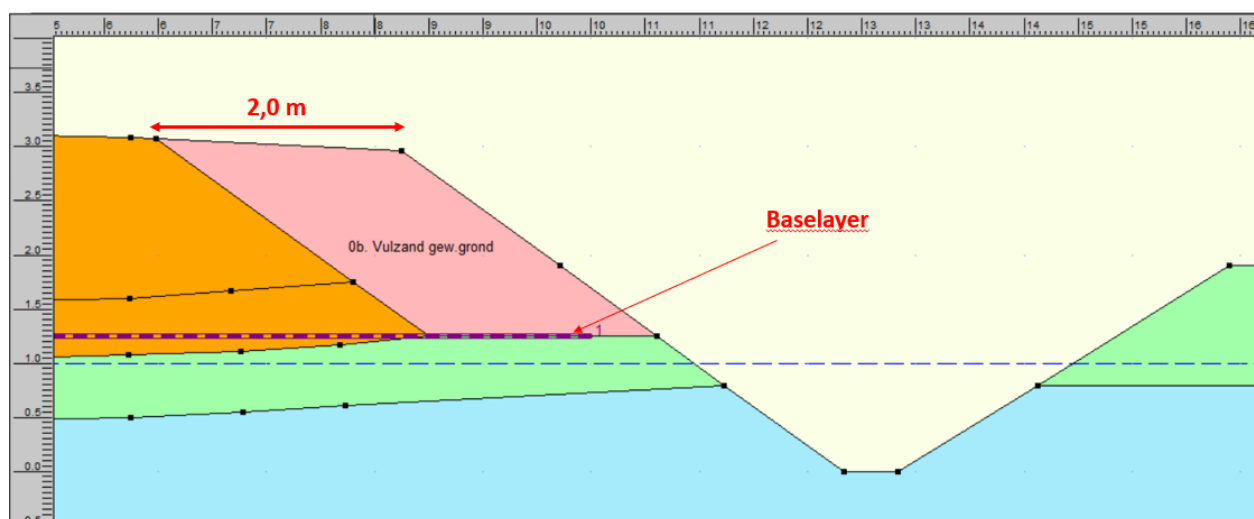
- Toplaag integraal ontgraven tot NAP +1,00 m (= open waterpeil).
- 0,5 m zand aanbrengen, verdichten en verticale stripdrains plaatsen.
- Base Layer geogrid 25 kN/m plaatsen tot aan toekomstig talud en verder ophogen.
- In eindsituatie taluds ontgraven tot aan de Base Layer en taluds stabiliseren met een gewapende grond constructie over een (horizontale) breedte van 2,0 m.

De resultaten voor dwarsprofiel 6 zijn samengevat in *Tabel 7-6*. De oplossing is schematisch weergegeven in *Figuur 7-7*.

Tabel 7-6: Stabiliteit gebruiksfase aansluiting op nieuwe rotonde (DWP6-hoog) wegpeil NAP +3,22 m

Oplossing	Veiligheids-factor	Resultaat
Basis profiel op natuurlijke ondergrond	0,99 (0,81)	Afgekeurd
Zandcunet 0,5 m met baselayer 25 kN/m ² en taluds in gewapende grond.	1,13 (1,00)	Goedgekeurd

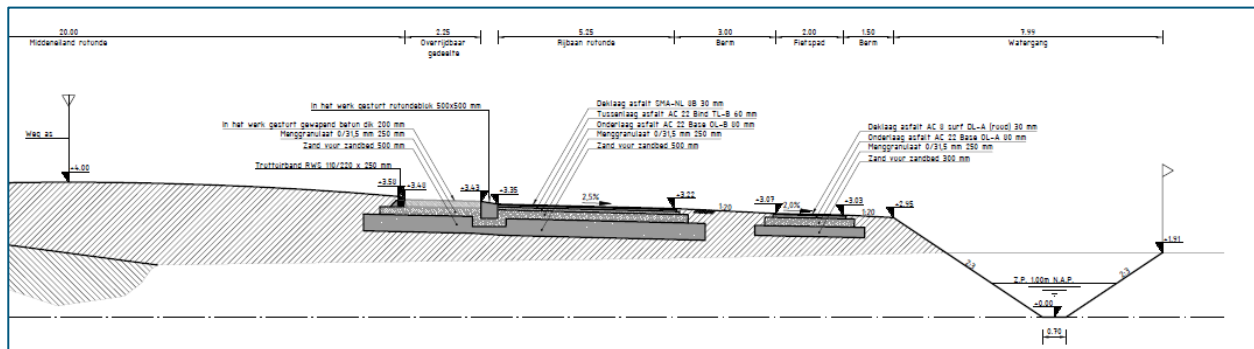
Het ontwerp van de gewapende grondconstructie t.b.v. het stabiliseren van de steile taluds valt buiten de scope van dit ontwerp.



Figuur 7-7: oplossing rand aardenbaan, Dwarsprofiel 6

7.7 DWP7: Rotonde

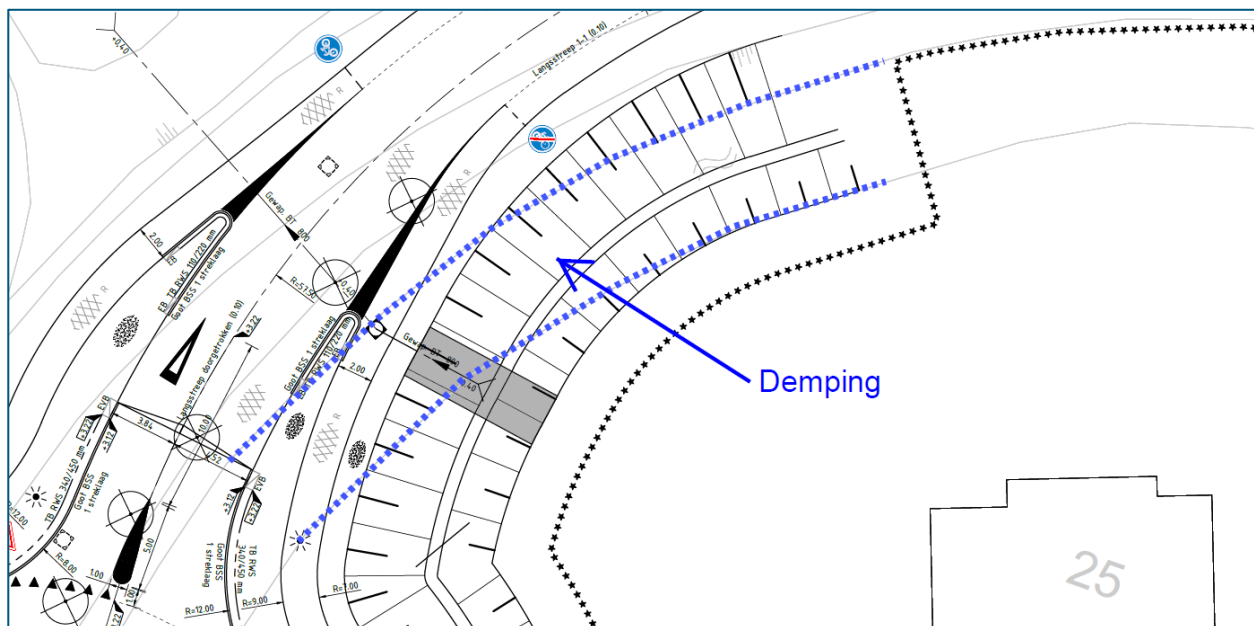
Dwarsprofiel 7 betreft de rand van de nieuwe rotonde. Het profiel is weergegeven in *Figuur 7-8*.



Figuur 7-8: Dwarsprofiel 7 (kant nieuwe rotonde), bron: tekening 2019-25-BT-04, 16 Maart 2021.

Vanwege het hier aanwezige fietspad is de afstand naar de rand van de wegverharding relatief groot. Zonder verder aanpassingen voldoet de stabiliteit van de wegverharding tijdens gebruiksfase ruimschoots (UGT, $FS \geq 1,0$).

De stabiliteit van het talud (met fietspad) is apart berekend met partiële factoren volgens een lagere risicocategorie (RC1). Een deel van de nieuwe taluds (aan weerszijde van het nieuwe wegvak) wordt geplaatst op een gedempte watergang, zie *Figuur 7-9*. Alhoewel voorbelast, wordt de stabiliteit hier veiligheidshalve berekend met gereduceerde grondparameters.



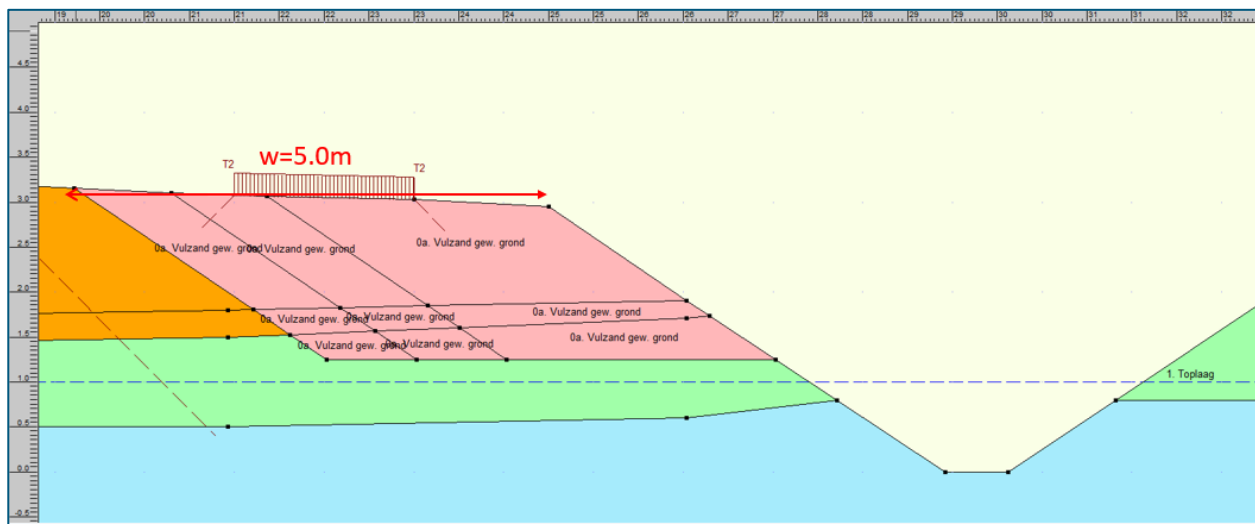
Figuur 7-9: Demping bij nieuwe rotonde, bron: tekening 2019-25-BT-06, 16 Maart 2021 (situatie ten zuidwesten van de rotonde is identiek).

Vanwege de steile taludhelling (i.c.m. gereduceerde sterkteparameters) is toepassing van een gestabiliseerd talud noodzakelijk. De resultaten zijn samengevat in

Tabel 7-7. De oplossing ter plaatse van de rand van het talud is weergegeven in *Figuur 7-10*.

Tabel 7-7: Stabiliteit gebruiksfase aansluiting op nieuwe rotonde (DWP7) wegpeil NAP +2,85 m

Oplossing	Veiligheidsfactor	Resultaat
Basis profiel	$>>1,00$ (0,78)	Afgekeurd
Talud gestabiliseerd in gewapende grond $w=5,0$ m.	$>>1,00$ (1,07)	Goedgekeurd



Figuur 7-10: oplossing rand aardenbaan, Dwarsprofiel 7

7.8 Samenvatting aanvullende maatregelen stabiliteit tijdens gebruiksfase

De in de voorafgaande paragrafen aangegeven stabiliteitsverhogende maatregelen zijn samengevat in

Tabel 7-8.

Tabel 7-8: Samenvatting stabiliteitsverhogende maatregelen

Dwarsprofiel	KM van-tot [m]	Baselayer		Opmerking
		Sterkte ¹⁾ [kN/m ²]	Van – tot ²⁾ [m]	
DWP1	0 – 261	-	-	-
DWP2	261 – 458	-	-	-
DWP3	458 – 632	-	-	-
DWP4-hoog	632 – 694 716 – 778	25,0	Tot ca. -8,0 - +8,0	Base Layer over de volle uiteindelijke breedte (variabel) aan te brengen.
DWP5	778 – 1378	-	-	-
DWP6	1378 – 1436	25,0	Tot ca. -10,0 - +10,0	Talud stabiliseren $w_{hor}=2,0m$, Baselayer over de volle uiteindelijke breedte (variabel) aan te brengen.
DWP7	Rotonde	-	-	Talud stabiliseren $w_{hor}=5,0m$

Toelichting bij de tabel:

- 1) : Rekenwaarde van de treksterkte, de kwaliteit van het toe te passen geogrid dient door de leverancier te worden bepaald.
- 2) : $W_{gas} = 0$.

De Base Layer oplossing is toegepast om het weerstandsbiedend moment in de maatgevende glijvlakken te vergroten.

In de berekening van een Base Layer is de zogenaamde verankeringslengte van belang. Dit is de lengte aan het uiteinde van Base Layer waarover de maximale trekweerstand (van de Base Layer) wordt ontwikkeld. De wijze waarop de verankeringslengte dient te worden bepaald is niet normatief vastgesteld.

De volgende rekenwijze is aangehouden:

- Wrijvingsweerstand tussen geogrid en grond = $R \cdot \tan(\varphi'_{grond})$ met $R=0.7$ (gebruikelijke waarde).
- Wrijvingsweerstand 1-zijdig.
- Verankeringslengte = $F_t / (R \cdot \tan(\varphi'_{grond}) \cdot \sigma'_v)$ met F_t = treksterkte van de Base Layer en σ'_v = verticale korrelspanning op het aanlegniveau van de Base Layer.

In de bepaling van de verankeringslengte is σ'_v gereduceerd voor taludeffecten.

De algemene werkwijze is als volgt:

- 0,5 m zand ophogen (tenzij anders aangegeven).
- Verticale drains plaatsen.
- Base Layer aanbrengen.
- Verder ophogen.

De Base Layer moet in alle gevallen door ophoogzand worden omgeven. Ter plaatse van secties waar geringe zettingen optreden is hiertoe een beperkt extra zandcunet noodzakelijk.

De Base Layer wordt in de enkele gevallen niet tot aan de rand van de voorbelasting uitgelegd. De Base Layer is daarom ook niet meegenomen in de bepaling van de ophoogsnelheid.

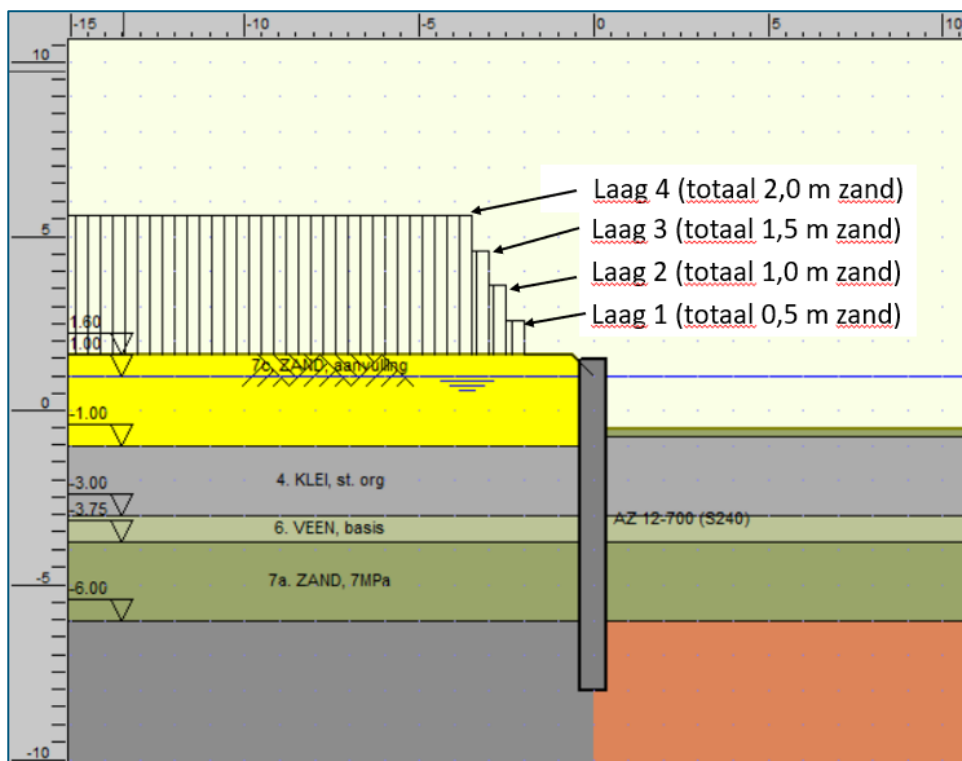
De opgegeven waarden voor de treksterkte (van de Base Layer) zijn rekenwaarden. De leverancier dient het hiervoor geschikte materiaal te bepalen op basis van de geldende normen/richtlijnen.

8 Beschoeiing kade Hoofdwetering (damwand)

8.1 Uitgangspunten

Voor het ontwerp van de damwand zijn de volgende uitgangspunten aangehouden:

- Het ontwerp voorziet in een vrijstaande damwand, schoor 1:5 (h:v) geplaatst richting de watergang.
- In de invloedzone van de damwand bevinden zich geen voor gronddeformaties gevoelige objecten.
- De natuurlijke ondergrond achter de damwand zal worden ontgraven tot NAP -1,0 m en vervolgens worden aangevuld met zand.
- Achter de damwand vindt een ophoging in zand in gewapende grond plaats. In de damwandsom is uitsluitend rekening gehouden met het gewicht van de aanvulling (als statische bovenbelasting).
- De damwand dient na het gereedkomen van de nieuwe brug als beschoeiing. Het restprofiel (t.g.v. corrosie) is gecontroleerd voor een levensduur van 50 jaar en voldoet ruimschoots.
- De damwand wordt over de volledige breedte van het landhoofd aangebracht (tot aan de teenlijn van de taluds aan weerszijde van het landhoofd).
- De damwand levert geen bijdrage aan de macro stabiliteit tijdens uitvoering (zoals beschreven in paragraaf 6.10) alsmede de gebruiksfase. De fase met de maximale bovenbelasting (zie *Figuur 8-1*) is volledigheidshalve ook op sterkte getoetst (met partiële factoren RC0).



Figuur 8-1: Damwand met maximale aanvulling

8.2 Parameters en rekenwijze

De bodemopbouw op de projectlocatie is in Hoofdstuk 4 van dit rapport omschreven. De sterkte- en stijfheidseigenschappen van de verschillende grondlagen zijn opgenomen in bijlage 4 (berekening).

De schoorstand van de damwand richting de watergang heeft een (beperkt) gunstig effect op de te verwachten vervormingen. De schoorstand is in de berekening buiten beschouwing gelaten.

8.3 Damwandontwerp

Voor de damwand is gekozen voor het profiel AZ12-700 staalkwaliteit S240 met een kopniveau van NAP +1,5 m en een puntniveau van NAP -8,0 m. Het kopniveau is praktisch gekozen (0,5 m boven het waterpeil van de Hoofdwetering). De voorspelde verplaatsing van de kop van de damwand (per bouwphase) is in onderstaande tabel weergegeven.

Tabel 8-1: Verplaatsing kop damwand (NAP +1,5 m) per bouwphase

Bouwphase	Verplaatsing [mm]
Aanvullen in den natte	20 à 25
Aanbrengen 1 ^e laag	ca. 30
Aanbrengen 2 ^e laag	ca. 40
Aanbrengen 3 ^e laag	ca. 50
Aanbrengen 4 ^e laag	ca. 60

De damwand wordt schoor 1:5 (h:v) geplaatst, gelijk de schoorstand van de later achter de damwand aan te brengen paalfundering. De dagmaat tussen waterlijn en de schoor naar de voorzijde te plaatsen palen bedraagt ca. 1,1 m. De hoogte van het AZ12-700 profiel bedraagt 0,3 m. Hiermee resteert bij nauwkeurige plaatsing een dagmaat tussen paal en damwand van ca. 0,8 m. Het plaatsen van de damwand (en in een later stadium, de palen) dient derhalve uiterst zorgvuldig plaats te vinden. Geadviseerd wordt op enkele planken een hellingmeet profiel aan te brengen zodat de schoorstand na uitvoering kan worden gecontroleerd.

Uitbuiging van de damwand (richting de watergang) heeft een verkleining van het doorstroomprofiel tot gevolg. Afhankelijk van de hierbij te realiseren nauwkeurigheid kan er voor worden gekozen de damwand in beperkte mate naar achteren te plaatsen. Overmatige uitbuiging kan (na het verwijderen van de voorbelasting) door het graven van ontlastsleuven achter de damwand deels worden gecompenseerd, (waarbij wordt opgemerkt dat voor de bouw van het landhoofd altijd een ontgraving nodig zal zijn). De heivolgorde dient van de damwand af te worden gekozen, en de paallocaties dienen tot aan de onderzijde van het zandcunet op ca. NAP -1,0 m te worden voorgeboord.

Op de kop van de damwand dient aan de buitenzijde een gording aangebracht te worden, met als doel deformatieverschillen in lengterichting te beperken. Uitgaan kan worden van een staalprofiel HEB240 (praktische keuze).

Voor het inbrengen van de damwand is zwaar materieel benodigd. Rekening gehouden moet worden met de geringe draagkracht van de ondergrond direct naast de bestaande kade. De aannemer van het werk dient de draagkracht o.b.v. van het door hem in te zetten materieel te controleren en passende aanvullende maatregelen te treffen (zoals bijv. het aanbrengen van tijdelijke schotten).

Voor de bouw van het landhoofd zal een tijdelijke bemaling in het zandcunet noodzakelijk zijn. Naar verwachting kan volstaan worden met een melding van de onttrekking bij de bevoegde instantie.

9 Monitoring

9.1 Algemeen

In dit rapport worden eisen geverifieerd aan de hand van geotechnische beschouwingen (voorspellingen). Geotechnische voorspellingen worden gekenmerkt door inherente onzekerheden, die alleen door veldmetingen kunnen worden beheerst. Door het inrichten en onderhouden van een adequaat meetsysteem en regelmatige geotechnische beoordeling van de meetresultaten kan bij het ontstaan van afwijkingen worden bijgestuurd. In dit rapport wordt het monitoringsplan op hoofdlijnen beschreven.

9.2 Monitoringssysteem

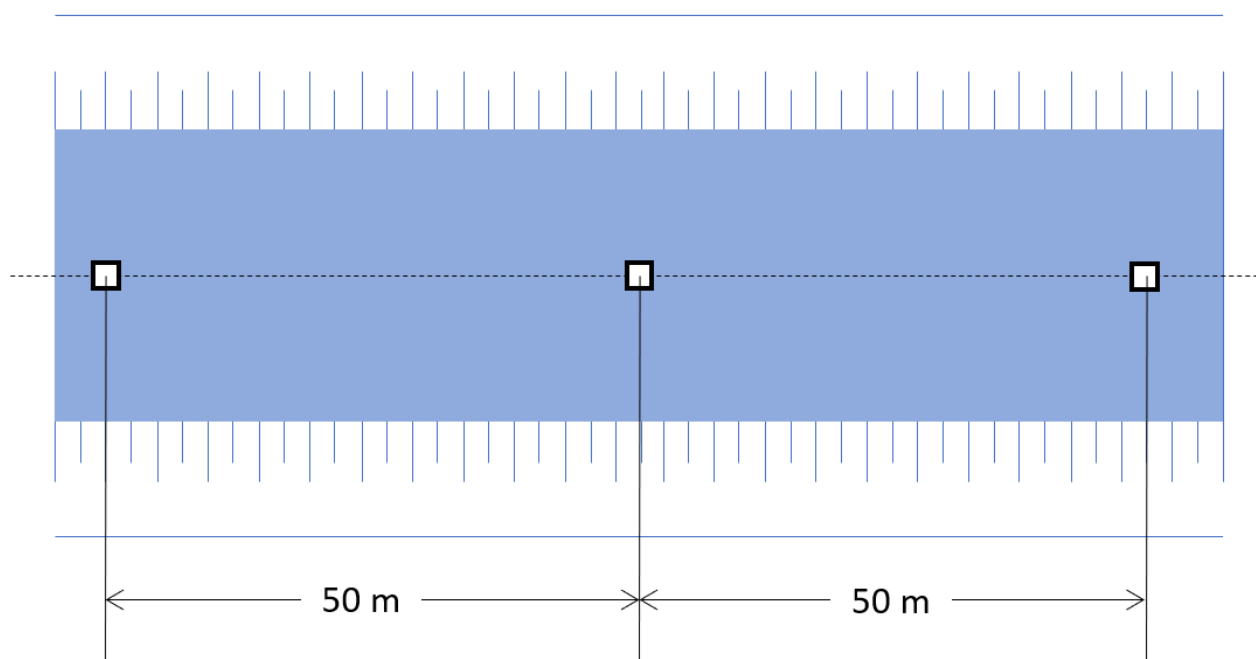
Het voor dit project voorziene monitoringssysteem voorziet in de volgende metingen:

- Zakbaakmetingen voor het volgen van zettingen tijdens ophogen en rustperiode.
- Waterspanningsmetingen voor het volgen van tijdelijke wateroverspanningen ter controle, het dissipatiepatroon en het zo nodig bijsturen van de ophoogsnelheid mocht dit nodig blijken in het kader van risicobeheersing of optimalisatie.
- Hellingmetingen om verplaatsingen aan de teen van de taluds (ter plaatse van de grootste ophogingen) te kunnen monitoren.
- Hellingmeetprofielen op enkele damwandprofielen lassen om schoorstand te controleren en vervormingen tijdens het aanbrengen van de terreinophogingen te controleren.
- Perkoenpalen voor het controleren van horizontale vervormingen.

Zakbaakmetingen

Tijdens het aanbrengen van de terreinophogingen en de hier op volgende rustperiode worden zettingen middels zakbaakmetingen gecontroleerd.

In het gehele tracé worden zakbaken geplaatst h-o-h 50 m. Ter hoogte van de sondeerlocaties wordt, in de weg op kortste afstand van het onderzoekspunt een extra zakbaken geplaatst. Zakbaken binnen 15 m afstand van elkaar kunnen hierbij worden vervangen door 1 zakbaak.



Figuur 9-1: Positionering zakbaken in ophoging

Ter hoogte van kruisende slootdempingen dient een extra zakbaken geplaatst te worden, met 2 extra zakbakens in de wegas 10 m voor en 10 m na de demping. Ook hier geldt dat zakbaken van het reguliere 50 m stramien binnen 15 m afstand van de meetpunten bij een slootdemping kunnen worden samengevoegd.

Een zakbaak bestaat uit een stalen plaat met omlengbare verticale buis. De zakbaak dient ruim vóór de start van de terreinophoging op het oorspronkelijke maaiveld geplaatst en ingemeten (stalen plaat op of net onder het bestaande maaiveld).

Tijdens het ophogen vindt minimaal één meting per week plaats. In aanvulling hierop vindt per ophoogslag één meting direct voor en één meting direct na het aanvullen plaats.

De meetfrequentie van 1x per week dient in de eerste maand na het op hoogte komen van de aanvulling aangehouden te worden. Vervolgens kan de meetfrequentie worden verlaagd tot 1x per 2 weken. De meetfrequentie kan op basis van de meetresultaten in een later stadium mogelijk nog verder worden verlaagd.

Per zakbaak dienen ten minste de volgende gegevens geregistreerd te worden:

- X, Y (RD), voetplaatniveau (NAP) en baaklengte (t.o.v. voetplaat) tijdens plaatsen.
- Per meetronde : maaiveldniveau (NAP), bovenkant baak (NAP) en baaklengte (m).

Perkoenpalen

Direct naast de grootste ophogingen (bij de kruising met de Hoofdwetering en de aansluiting op de bestaande Maas-Waalweg is het risico op ongecontroleerde horizontale grondbewegingen het grootst. Om het (plaatselijk) optreden van grote vervormingen tijdig te signaleren worden hier in de teen van de talud perkoenpalen geplaatst (h-o-h 25 m). Teneinde een snelle visuele inspectie mogelijk te maken worden de perkoenpalen zoveel mogelijk in één lijn, dan wel vloeiend met de boogstraal van de ophoging geplaatst.

De perkoenpaal kan bestaan uit een eenvoudige houten afrasteringspaal, op de kop voorzien van een meetspijker. Tijdens het plaatsen wordt de perkoenpaal in X en Y (RD) ingemeten.

Tijdens het ophogen wordt het alignement van de perkoenpalen regelmatig (wekelijks) en ten minste na iedere ophoogslag visueel gecontroleerd. Herhalingsmetingen van de X,Y positie van de perkoenpalen vinden alleen plaats indien de visuele inspectie hiertoe aanleiding geeft.

Hellingmetingen

Aan weerszijde van de Hoofdwetering worden in de teen van de ophoging (achter de oplossing direct achter het landhoofd) hellingmeetbuizen geïnstalleerd. De hellingmeter wordt geïnstalleerd in een boorgat tot een diepte van NAP -6,0 m. Tijdens het plaatsen wordt de hellingmeter in X, Y en Z-richting ingemeten.

Tijdens het ophogen vindt minimaal één meting per week plaats, tot en met 1 week na het op hoogte komen van de ophoging. In aanvulling hierop vindt per ophoogslag één meting direct voor en één meting direct na het aanvullen plaats. Vanaf 1 week na het op hoogte komen van de ophoging worden 3 metingen uitgevoerd met een interval van 1 maand. Hierna kan de meetfrequentie worden verlaagd tot 1x per 3 maanden met een laatste meting direct voor de start van het afwerken van de aardenbaan t.b.v. de eindsituatie.

Op de damwand worden hellingmeetprofielen gelast (ter plaatse van de uiteinden van het landhoofd). De schoorstand van de damwand kan hiermee worden gecontroleerd alsmede de vervorming van de damwand (per ophoogslag).

Waterspanningsmeters

De stabiliteit van de ophoging tijdens uitvoering wordt middels waterspanningsmeters gecontroleerd. Nieuwe ophoogslagen kunnen pas dan worden aangebracht wanneer middels geotechnische analyses is vastgesteld, dat tijdelijke wateroverspanningen in voldoende mate zijn gedissipeerd.

De waterspanningsmeters worden op 2 locaties geplaatst, te weten:

- 1 waterspanningsmeter onder het zandcunet wat direct achter de landhoofden wordt aangebracht, op een diepte van NAP -2,25 m.
- 2 waterspanningsmeters in de maatgevende terreinophoging aan beide zijden van de kruising van de Hoofdwetering op een diepte van NAP -1,5 m, te weten één in de kruin en één in de teen van de ophoging. Nabij de waterspanningsmeter in de kruin van de ophoging wordt een zakbaak geplaatst.

Bij het plaatsen van de waterspanningsmeters dient daarnaast het volgende in acht genomen te worden:

- Wanneer verticale drainage wordt geplaatst dienen de waterspanningsmeters na installatie te worden geplaatst om te garanderen dat deze zich in het zwaartepunt van de omliggende verticale drains bevinden. In dit geval wordt het lokale polderpeil als nulmeting gebruikt.
- De sensor van de waterspanningsmeter dient 'verloren' te worden geplaatst. Hiermee wordt bedoeld dat de sensor niet meer terug te halen is.
- De meetkabel moet met de zakbaak mee omhoog worden gebracht.

De waterspanningsmeters worden handmatig uitgelezen. In overleg met de geotechnisch adviseur worden deze momenten bepaald.

Bijlage 1

Verzameltekening uitgevoerd grondonderzoek



Legenda

- 185 Hoogtemeting bestaande situatie (27-10-2015)
- Niet te betreden
- Uitgevoerde sondering met plaatselijke wijziging
- 2020 sondering
- 2020 handboring
- Uitgevoerde mechanische boring
- 2020 mechanische boring
- Hoogte nieuwe situatie
- Duiker

Opmerkingen

- Peilmaten in meters t.o.v. N.A.P., tenzij anders vermeld.
- Coördinaten in meters t.o.v. het stelsel van de Rijksdriehoeksmeting (RD0)

Grondonderzoek 2020			
Soort	Naam	X	Y
Sondering	101	141527,91	419400,67
	102	141511,61	419437,13
Handboring	HB101	141992,17	419118,75
	HB102	141530,4	419408,24
	HB103	141371,12	419637,67
	HB104	140886,5	419757,85
Mechanische Boring	MB101	141718,31	419040,45
	MB102	141512,4	419434,99

In 2016 uitgevoerde boringen		
Mech.bor.nmr.	X	Y
B06 (p)	142009.200	419113.940
B12 (p)	141733.340	419029.640
B14 (p)	141673.170	419000.810
B16 (p)	141605.720	419211.560
B26 (p)	140949.670	419752.060
B27 (p)	141493.360	419455.450
B33 (p)	141302.430	419656.120
B35 (p)	141229.140	419674.000
B39 (p)	141007.540	419714.600

In 2015 uitgevoerde sonderingen			
sond.nr.	X	Y	Z (N.A.P.)
DKM01	141988.230	419139.780	158 +
DKM02	141721.380	419040.900	173 +
DKM03	141591.360	419252.230	168 +
DKM04	141522.920	419411.070	174 +
DKM05	141503.430	419456.370	168 +
DKM06	141430.070	419598.720	150 +
DKM07	141148.200	419687.790	188 +
DKM08	140970.250	419727.500	166 +

Zakelijke gegevens		Konink van Gennep	Steen van Chroux	Maat Doorloot	HS-11-2020
Wettelijke	omschrijving	gepland	gevoerd	afgevoerd	afgevoerd
opdrachtgever					
Gemeente Maasdriel					
project					
Maas-Waalweg Delwijnen					
omschrijving					
Aanvullend grondonderzoek					
documentatie					
Definitief					
documentnummer					
T&P-BH1391-100-100-TE-ME-00-1000					
formaat					
A0					
schalen					
1:2					
tekst					
Definitief ontwerp					
bladen					
1					
van					
1					

in bewerking 01-03-2021

Royal HaskoningDHV
Enhancing Society Together
HaskoningDHV Nederland B.V.
Transport & Planning

Bijlage 2

Resultaten uitgevoerde onderzoeken

Geotechnisch onderzoek

Project Doortrekken van de Maas-Waalweg naar de N382 tussen Zaltbommel en Maasdriel

Projectnummer 2020-2058

Opdrachtgever Royal HaskoningDHV / t.a.v. de heer ing. B. van Oirsouw

Uw projectnummer

Datum Roden, 22 januari 2021

Opgesteld door H. Westerhof

- Bijlagen**
- Situatiekening
 - Sondeergrafieken DKM101 en DKM102
 - Boorstaten MB101 en MB102 en HB101 t/m HB104
 - inpeilen stijghoogte peibuisen
 - Laboratoriumonderzoek

Postadres Postbus 151, 9300 AD Roden
Bezoekadres Oosteinde 4B, 9301 LJ Roden
Telefoon (0522) 26 00 84

Email info@koopsggrondmechanica.nl
Website www.koops-grondmechanica.nl

Koops grondmechanica is partner in de Koops & Romeijn Geogroep. Een groep onafhankelijke, zelfstandige en ervaren adviseurs voor grondonderzoek, geotechniek en geohydrologie die sinds 1996 samenwerkt. U kunt ons vinden in: Ammerstol, Gorredijk, Oegstgeest, Roden, Velp, Wageningen en Wijchen.

Op al onze werkzaamheden zijn de algemene leveringsvoorwaarden (ALV 2018) van de Vereniging Ondernemers Technisch Bodemonderzoek (V.O.T.B.), zoals gedeponeerd bij de Kamer van Koophandel Midden-Nederland te Utrecht onder nr. 40476246 en de rechtsverhouding opdrachtgever-architect, ingenieurs en adviseur DNR2011 van toepassing.





Geachte heer Van Oirsouw,

Op 27 november 2021 ontvingen wij van u de opdracht voor het uitvoeren van een geotechnisch onderzoek ten behoeve van bovengenoemd project. In de vorm van dit rapport, doen wij u de resultaten toekomen.

Veldwerkzaamheden

Het grondonderzoek is uitgevoerd in de periode van 4 december t/m 15 december 2020 en heeft bestaan uit 2 sonderingen, waarvan de resultaten zijn gepresenteerd op de sondeergrafieken DKM101 en DKM102.

De conus- en wrijvingsweerstand, uitgedrukt in MN/m^2 , is hierop uitgezet tegen de diepte in meters ten opzichte van N.A.P.

De sonderingen zijn uitgevoerd met onze standaard sondeerwagen.

De metingen zijn verricht met een gladde elektrische (kleef-)mantelconus met hellingmeter, een en ander conform norm NEN-EN-ISO 22476-1 klasse 3.

Bij de kleefmantelsondering (DKM101 en DKM102) is naast de conusweerstand eveneens de plaatselijke wrijvingsweerstand geregistreerd. Het op de betreffende sondeergrafieken weergegeven wrijvingsgetal, geeft de verhouding weer tussen de wrijvingsweerstand en de conusweerstand in procenten en is kenmerkend voor de verschillende grondsoorten.

Als indicatie kunnen voor normaal geconsolideerde grondlagen, onder de grondwaterstand de volgende percentages worden aangehouden;

<u>Wrijvingsgetal in %</u>			<u>Grondsoort</u>
0.3	-	1.2	Zand, grof tot fijn
1.5	-	2.0	Silt
2.5	-	5.0	Klei
> 5.0			Veen

Tussen de verschillende grondsoorten komen overgangsvormen voor waardoor de aangegeven grenzen niet als maatgevend zijn te beschouwen.

Teneinde een inzicht te krijgen in de aard van de toplagen en de ligging van de grondwaterstand, zijn in aanvulling op de sonderingen een 4-tal handboringen uitgevoerd. Het opgeboorde materiaal is in het veld geclassificeerd (conform de NEN-EN-ISO14688), samengesteld tot de handboorstaten HB101 t/m HB104 en als bijlage aan dit rapport toegevoegd.

Tevens zijn er een 2-tal mechanische boringen uitgevoerd. Ook dit materiaal in het veld geclassificeerd (conform de NEN-EN-ISO14688), samengesteld tot de mechanische boorstaten MB101 en MB102. In de 2 boorgaten is een peilbuis geplaatst. De grondwaterstand in de peilbuizen is na plaatsing 3 maal ingemeten, de resultaten zijn als bijlage aan dit rapport toegevoegd.

Tijdens de uitvoering van de mechanische boringen zijn er 10 ongeroerde monster gestoken. Op deze monsters is op aangegeven van de opdrachtgever in ons geotechnisch laboratorium te Roden laboratoriumonderzoek uitgevoerd.



De laboratoriumonderzoek heeft bestaan uit :

- 6 maal bepaling nat en droog volumegewicht
- 9 maal torvane test
- 2 maal fotograferen monsters
- 5 maal 7-traps samendrukkingsproef

De resultaten van de bovengenoemde proeven zijn eveneens als bijlage aan dit rapport toegevoegd.

De hoogte en de coördinaten van de onderzoekslocaties zijn bepaald in N.A.P. en RD. De maximale afwijking van de meting van de coördinaten bedraagt 10 cm, de maximale afwijking van de meting van de hoogte bedraagt 5 cm.

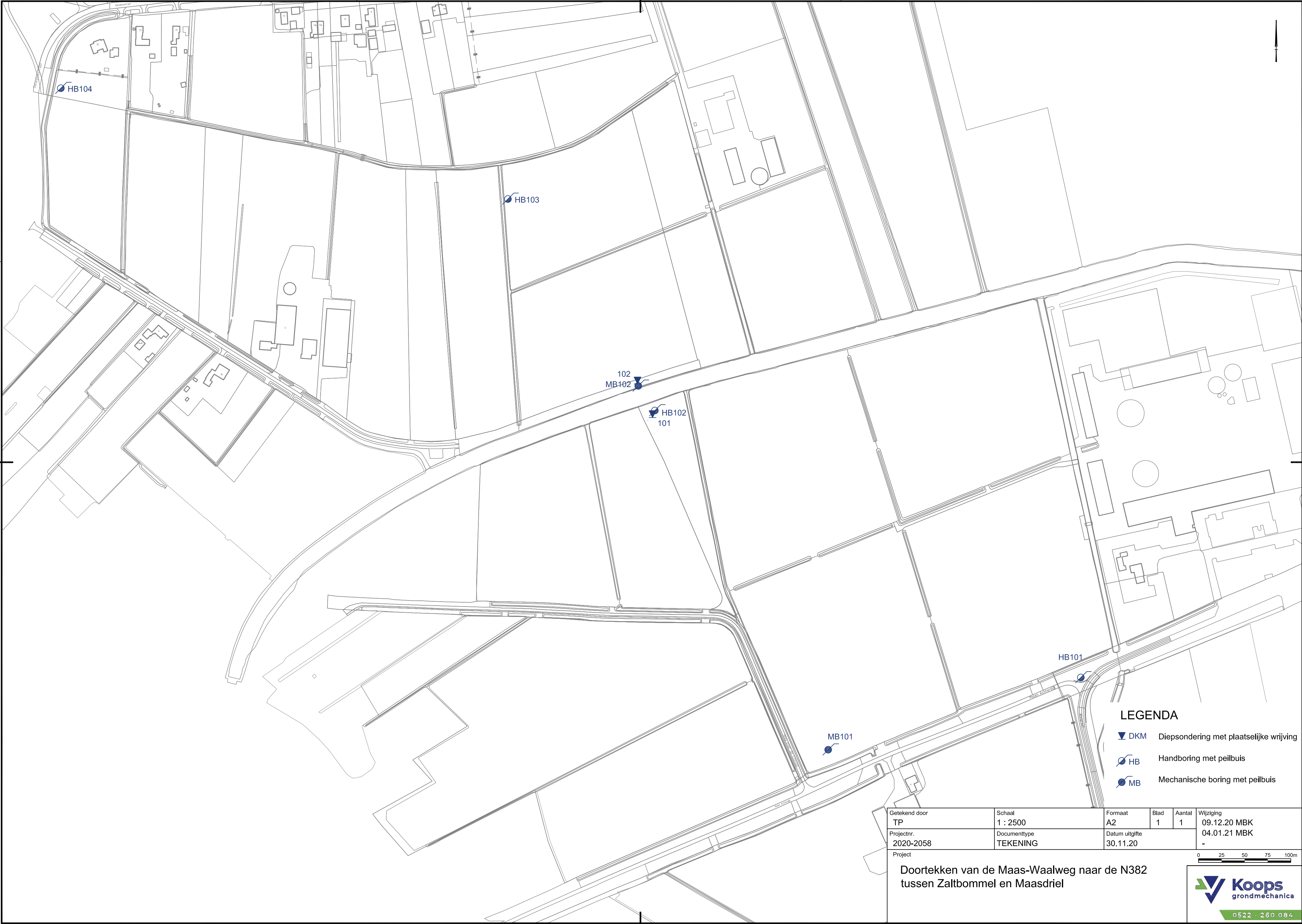
De ligging van de sondeer- en boorlocaties is weergegeven op de bijgaande situatietekening.

De hoogtebepaling van de onderzoekslocaties is uitgevoerd met als doel de bodemopbouw te refereren aan een vaste referentiehoogte. Deze gegevens zijn niet geschikt voor andere doeleinden dan dit onderzoek.

Vertrouwende u hierbij van dienst te zijn geweest, verblijven wij.

Met vriendelijke groet,
Koops grondmechanica

Harry Westerhof
Telefoonnummer: 06 13 14 22 42
Email: h.westerhof@koopsggrondmechanica.nl



LEGENDA

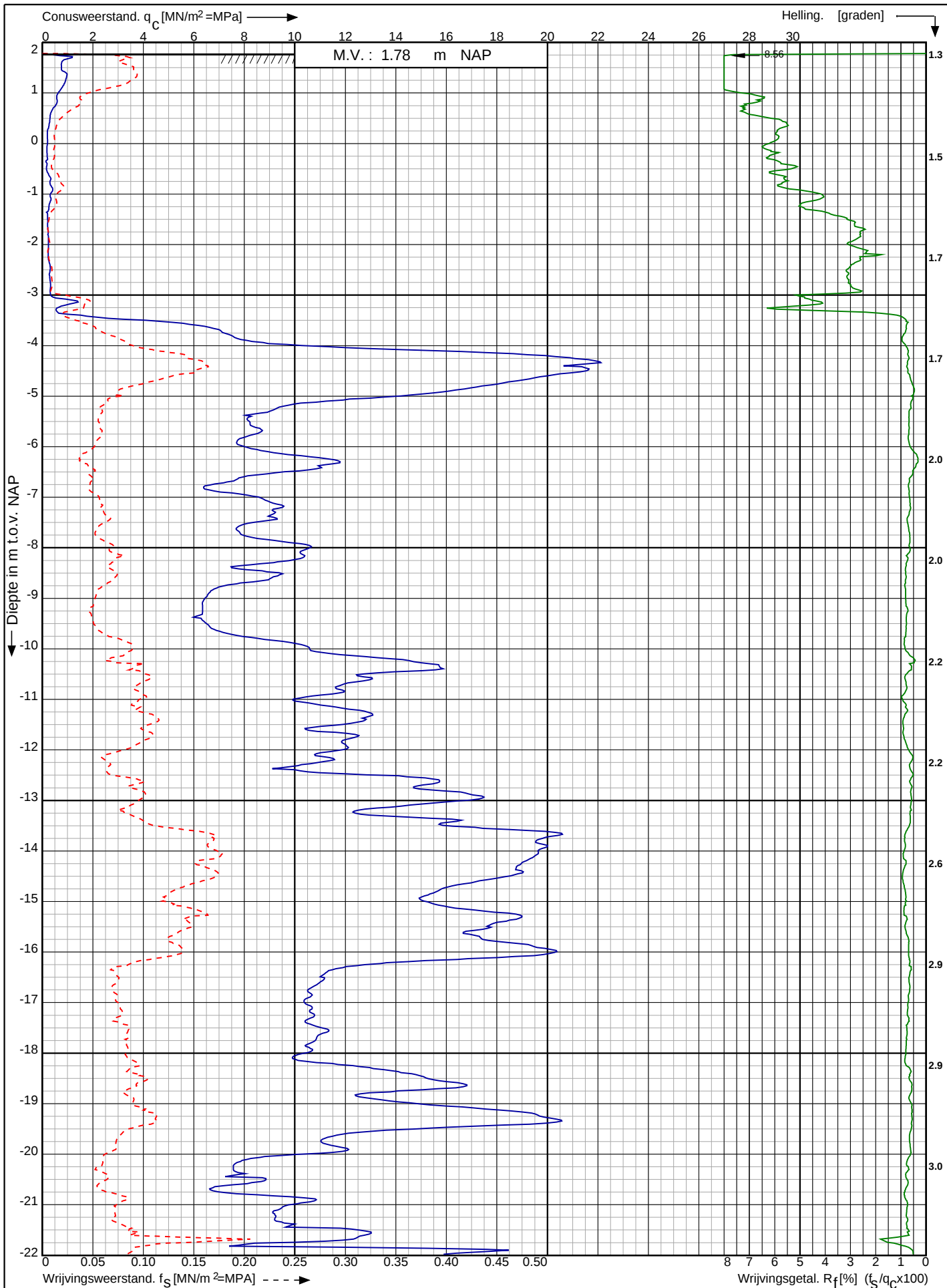
-  DKM Diepsondering met plaatselijke wrijving
-  HB Handboring met peilbuis
-  MB Mechanische boring met peilbuis

Getekend door TP	Schaal 1 : 2500	Formaat A2	Blad 1	Aantal 1	Wijziging 09.12.20 MBK 04.01.21 MBK -
Projectnr. 2020-2058	Documenttype TEKENING	Datum uitgifte 30.11.20			
Project					0 25 50 75 100m
Doortekken van de Maas-Waalweg naar de N382 tussen Zaltbommel en Maasdriel					 Koops grondmechanica 0522 - 260 084

Conusserienummer: 001692

Conustype: cilindrisch elektrisch SUB-15

Sondering volgens norm NEN-EN-ISO 22476-1 klasse 3



Doortekken van de Maas-Waalweg naar de N382 tussen
Zaltbommel en Maasdriel

RD-coördinaten : X = 141527.91 Y = 419400.67

Opdr. nr. : 2020-2058

Datum uitv. : 4-12-2020

Sond. nr. : 101

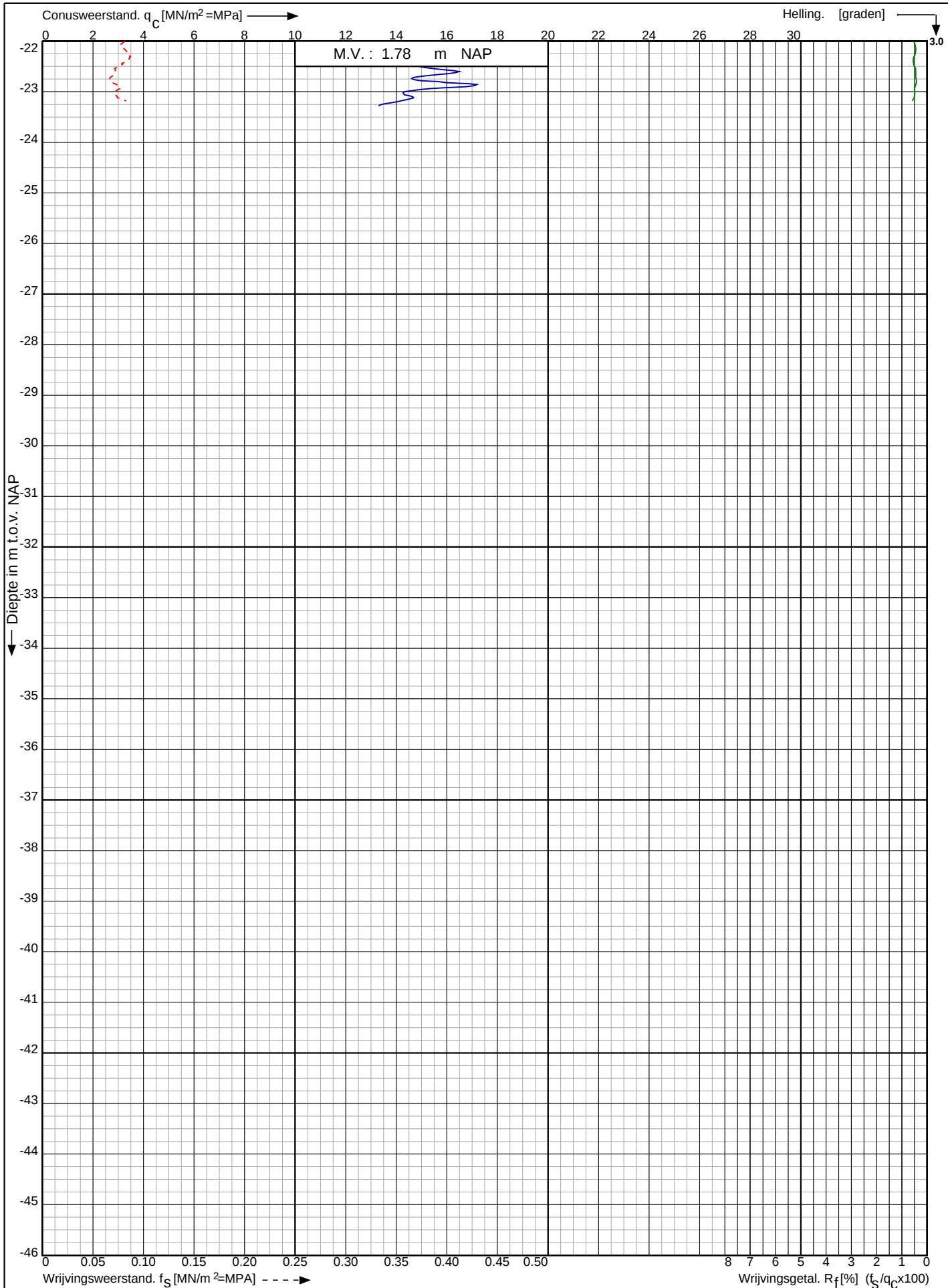


0522 - 260 084

Conusserienummer: 001692

Conustype: cilindrisch elektrisch SUB-15

Sondering volgens norm NEN-EN-ISO 22476-1 klasse 3



Doortekken van de Maas-Waalweg naar de N382 tussen
Zaltbommel en Maasdriel

RD-coördinaten : X = 141527.91 Y = 419400.67

Opdr. nr. : 2020-2058

Datum uitv. : 4-12-2020

Sond. nr. : 101

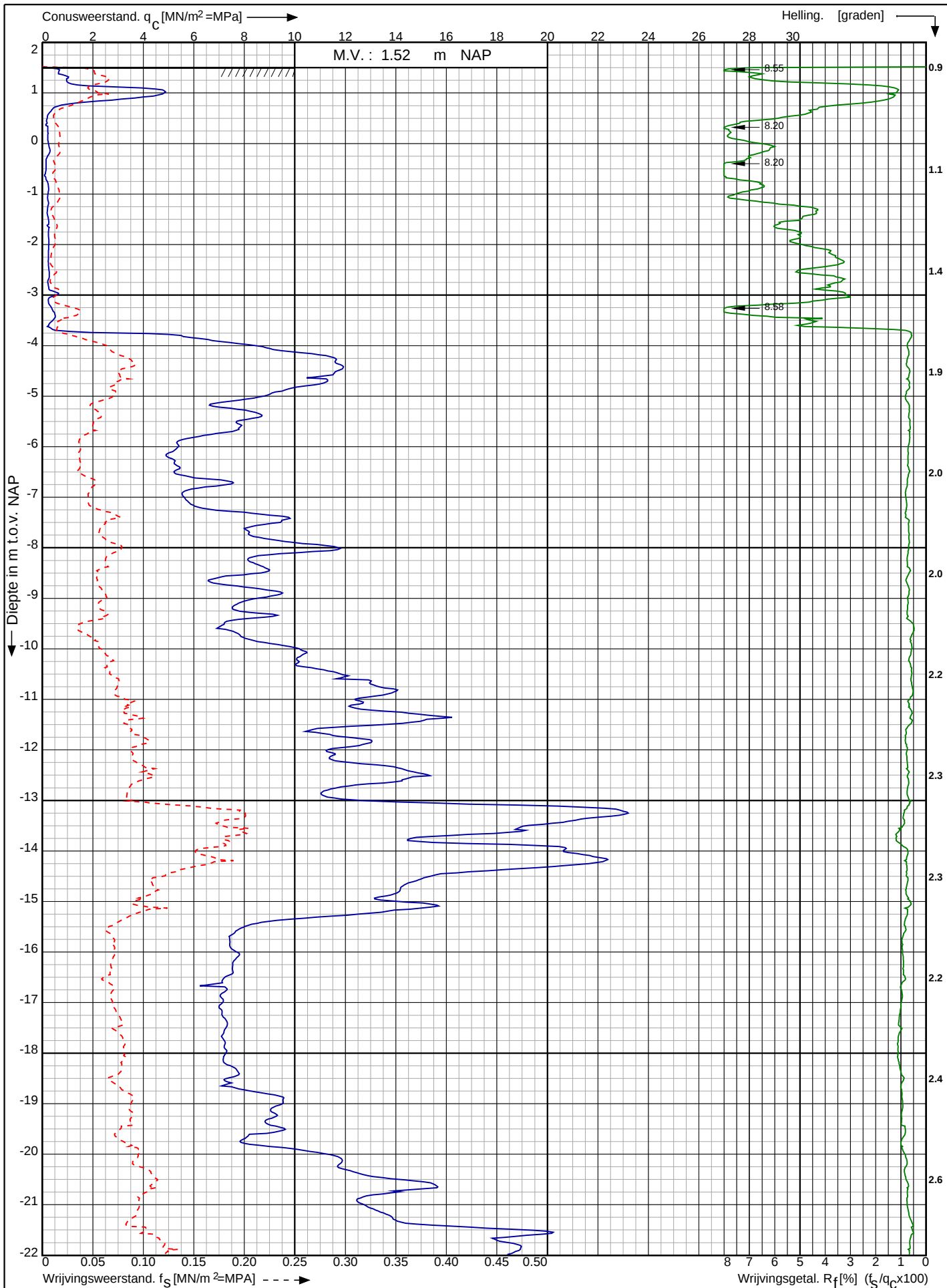


0522 - 260 084

Conusserienummer: 001692

Conustype: cilindrisch elektrisch SUB-15

Sondering volgens norm NEN-EN-ISO 22476-1 klasse 3



Doortekken van de Maas-Waalweg naar de N382 tussen
Zaltbommel en Maasdriel

RD-coördinaten : X = 141511.61 Y = 419437.13

Opdr. nr. : 2020-2058

Datum uitv. : 4-12-2020

Sond. nr. : 102

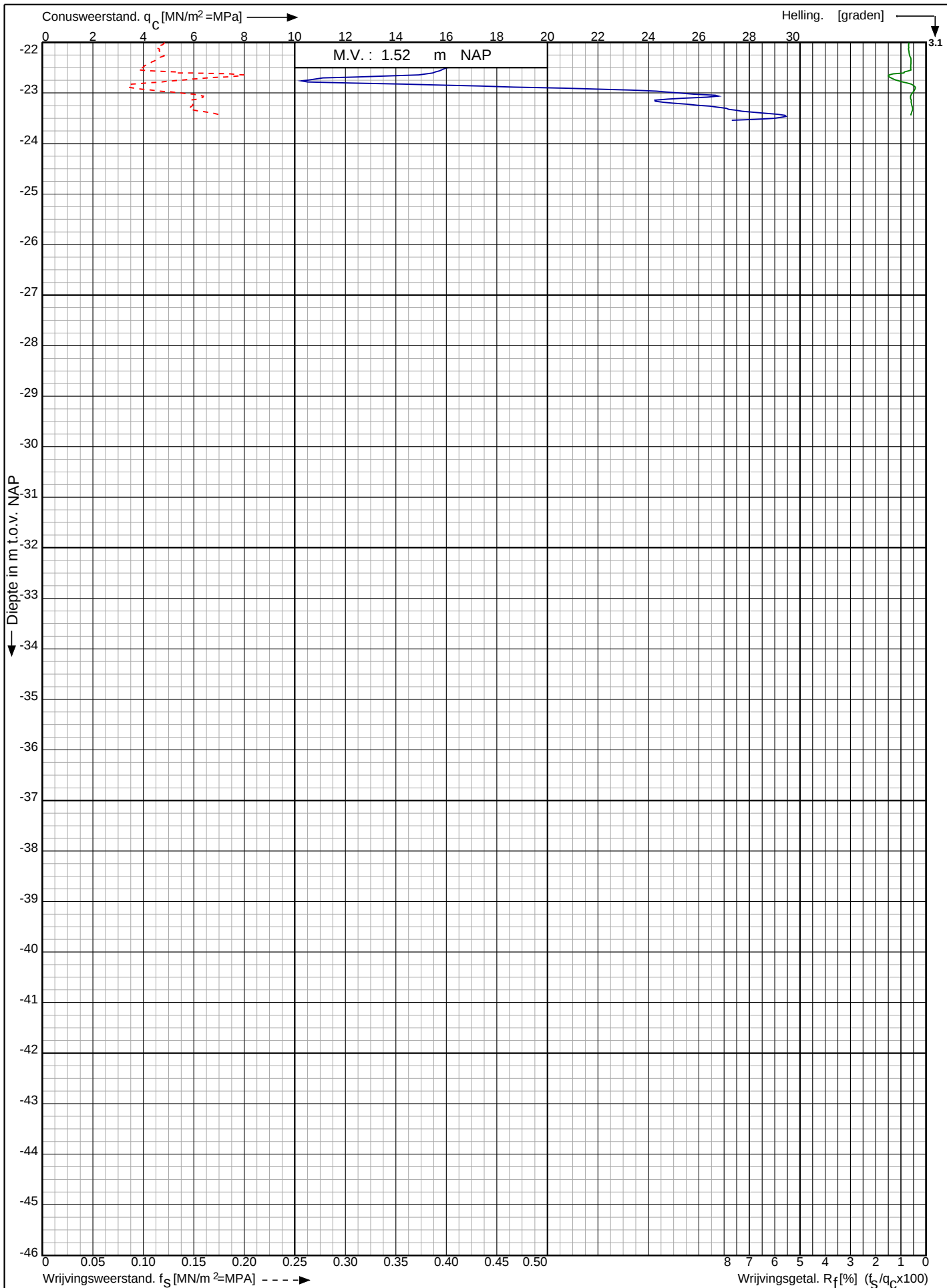


0522 - 260 084

Conusserienummer: 001692

Conustype: cilindrisch elektrisch SUB-15

Sondering volgens norm NEN-EN-ISO 22476-1 klasse 3



Doortekken van de Maas-Waalweg naar de N382 tussen
Zaltbommel en Maasdriel

RD-coördinaten : X = 141511.61 Y = 419437.13

Opdr. nr. : 2020-2058

Datum uitv. : 4-12-2020

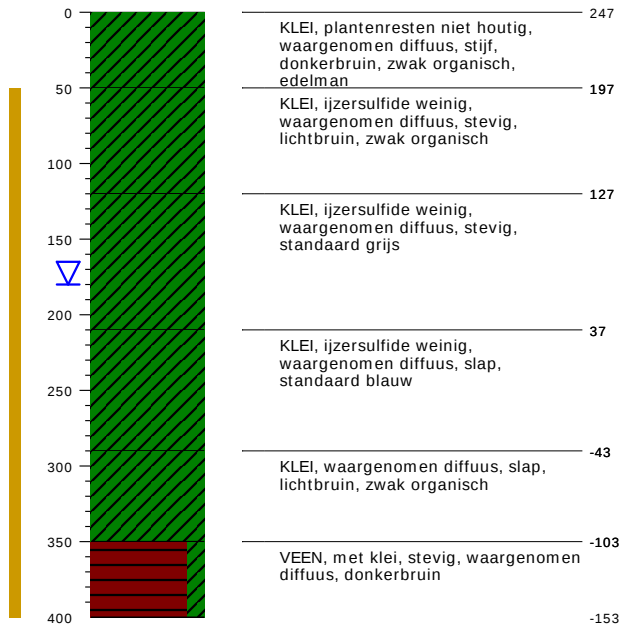
Sond. nr. : 102



0522 - 260 084

HB101

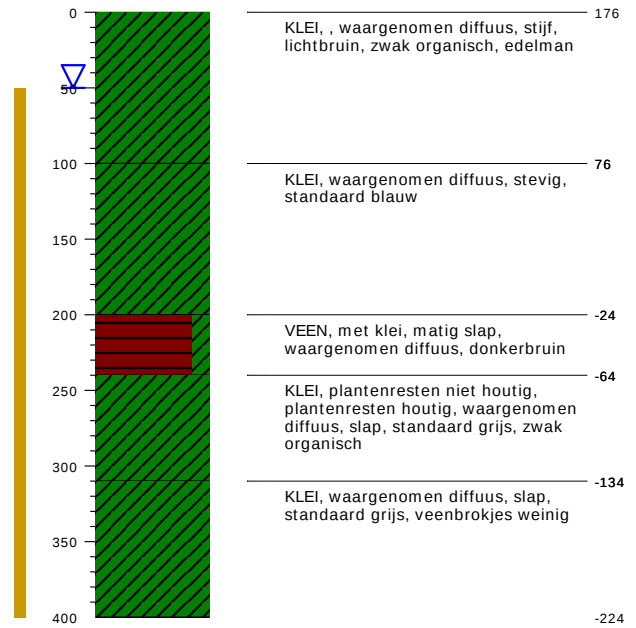
gras, NAP



type **grondboring**
datum **15-12-2020**
boormeester **den Hartog**
x **141992.17**
y **419118.75**
glg **2.90**
ghg **1.10**
beschrijflocatie **veld**
beschrijfprocedure **iso14688d1v2019c2020**
beschrijfkwaliteit **klasse2ongedifferentieerd**
boorprocedure **onbekend**
boortechniek **hand draaien**
type maaiveld **grasland**
bemonsteringsprocedure **iso22475d1v2019**

HB102

gras, NAP



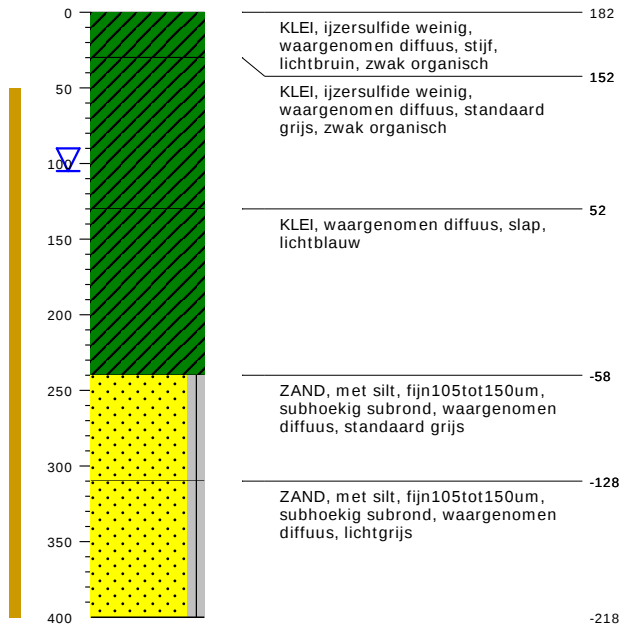
type **grondboring**
datum **15-12-2020**
boormeester **den Hartog**
x **141530.40**
y **419408.24**
glg **1.20**
ghg **0.30**
beschrijflocatie **veld**
beschrijfprocedure **iso14689d1v2018**
beschrijfkwaliteit **klasse2ongedifferentieerd**
boorprocedure **onbekend**
boortechniek **hand draaien**
type maaiveld **akker**
bemonsteringsprocedure **iso22475d1v2019**

bodemprofielen schaal 1:50

onderzoek **Maas en Waalweg te Zaltbommel**
projectcode **2020-2058**
getekend conform **NEN-EN-ISO 14688**
vakgebied **geotechniek**
kader aanlevering **publieke taak**
kader inwinning **infrastructuur land**
kaderstellende procedure **en1997d2v2007**

HB103

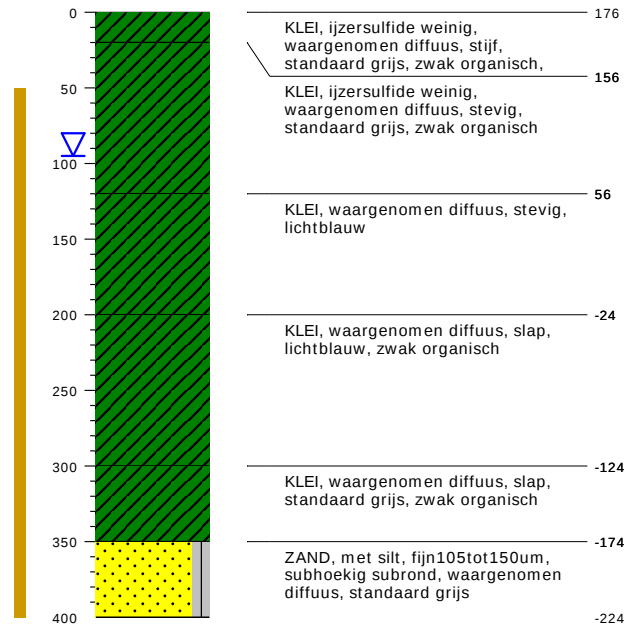
gras, NAP



type **grondboring**
 datum **15-12-2020**
 boormeester **den Hartog**
 x **141371.12**
 y **419637.67**
 glg **1.30**
 ghg **0.75**
 beschrijflocatie **veld**
 beschrijfprocedure **iso14688d1v2019c2020**
 beschrijfkwaliteit **klasse2ongedifferentieerd**
 boorprocedure **onbekend**
 boortechniek **hand draaien**
 type maaiveld **grasland**
 bemonsteringsprocedure **iso22475d1v2019**

HB104

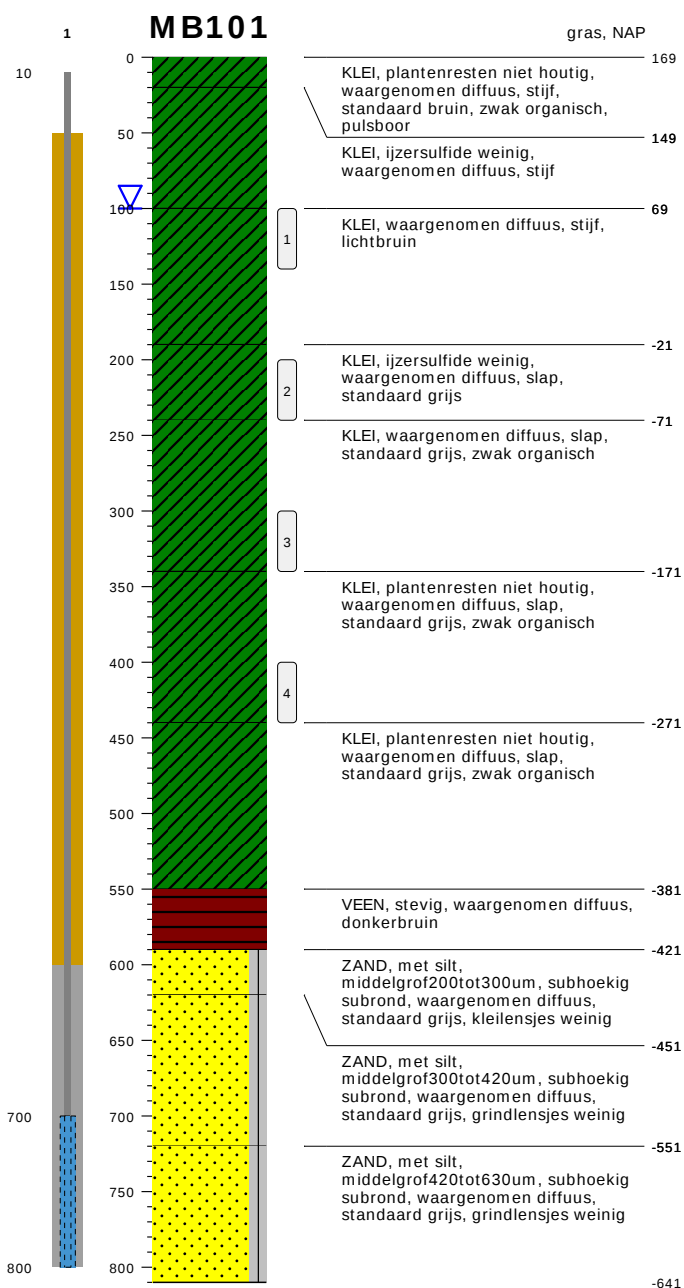
gras, NAP



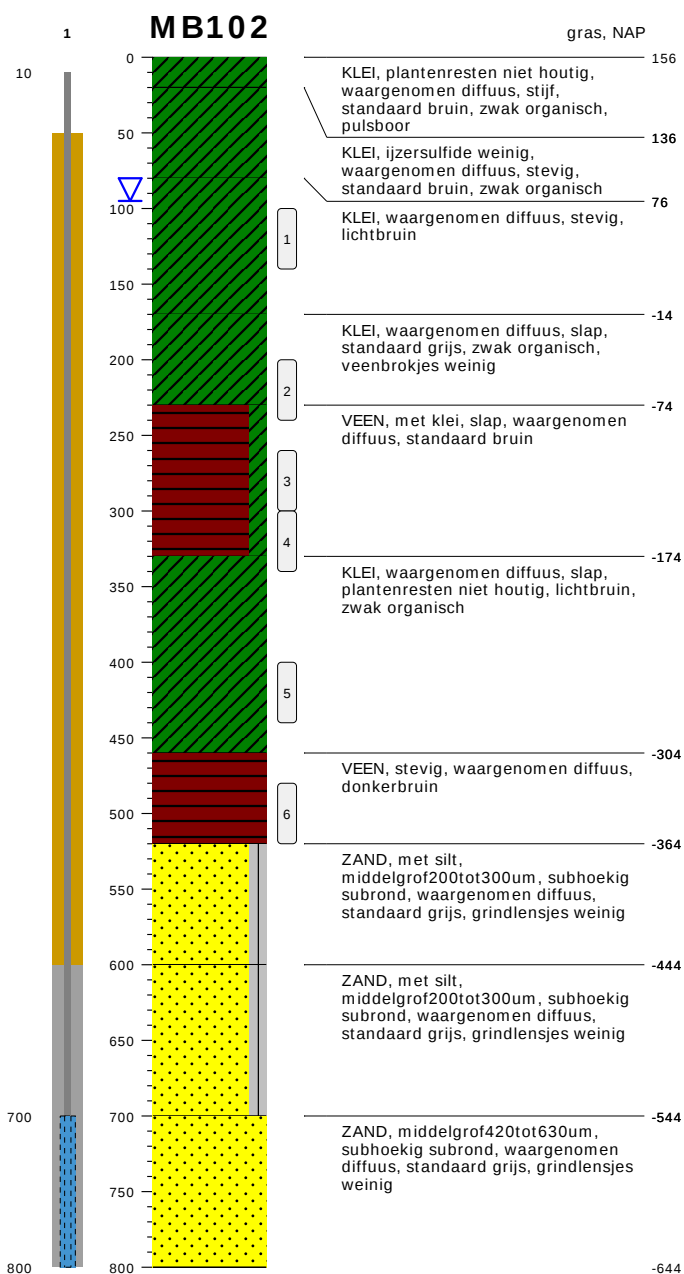
type **grondboring**
 datum **15-12-2020**
 boormeester **den Hartog**
 x **140886.50**
 y **419757.85**
 glg **1.20**
 ghg **0.70**
 beschrijflocatie **veld**
 beschrijfprocedure **iso14688d1v2019c2020**
 beschrijfkwaliteit **klasse2ongedifferentieerd**
 boorprocedure **onbekend**
 boortechniek **hand draaien**
 type maaiveld **grasland**
 bemonsteringsprocedure **iso22475d1v2019**

bodemprofielen schaal 1:50

onderzoek **Maas en Waalweg te Zaltbommel**
 projectcode **2020-2058**
 getekend conform **NEN-EN-ISO 14688**
 vakgebied **geotechniek**
 kader aanlevering **publieke taak**
 kader inwinning **infrastructuur land**
 kaderstellende procedure **en1997d2v2007**



type **grondboring**
datum **14-12-2020**
boormeester **den Hartog**
x **141718.31**
y **419040.45**
beschrijflocatie **veld**
beschrijfprocedure **iso14688d1v2019c2020**
beschrijfkwaliteit **klasse2geroerd**
boorprocedure **sikb2101vanaf v3.3**
boortechniek **mechanisch pulsen**
type maaiveld **grasland**
bemonsteringsprocedure **iso22475d1v2019**

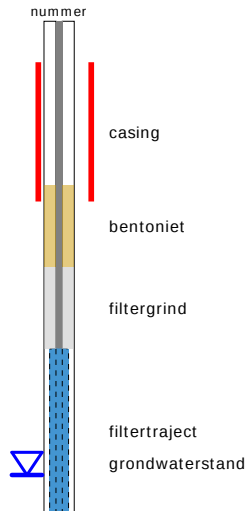


type **grondboring**
datum **14-12-2020**
boormeester **den Hartog**
x **141512.40**
y **419434.99**
beschrijflocatie **veld**
beschrijfprocedure **iso14688d1v2019c2020**
beschrijfkwaliteit **klasse2geroerd**
boorprocedure **sikb2101vanaf v3.3**
boortechniek **mechanisch pulsen**
type maaiveld **grasland**
bemonsteringsprocedure **iso22475d1v2019**

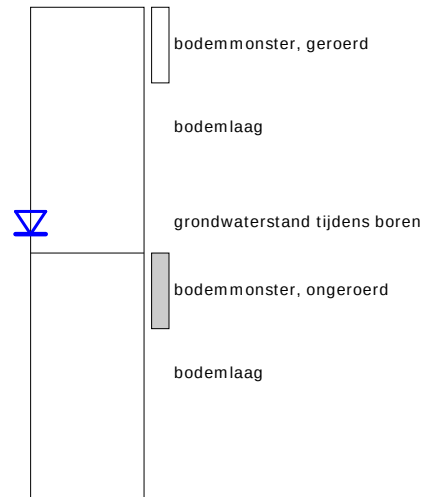
bodemprofielen schaal 1:50

onderzoek **Maas en Waalweg te Zaltbommel**
projectcode **2020-2058**
getekend conform **NEN-EN-ISO 14688**
vakgebied **geotechniek**
kader aanlevering **publieke taak**
kader inwinning **infrastructuur land**
kaderstellende procedure **en1997d2v2007**

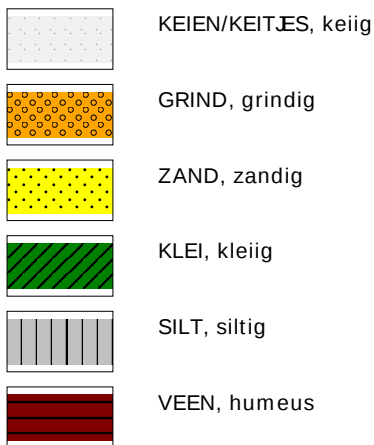
PEILBUIS



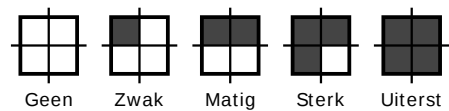
BORING



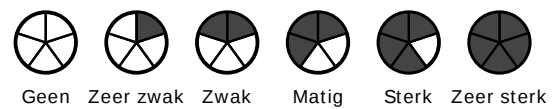
GRONDSOORTEN



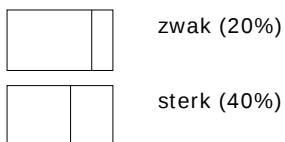
OLIE OP WATER REACTIE



GEUR INTENSITEIT



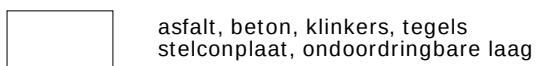
MATE VAN BIJMENGING



GRADATIE ZAND

grof (0,63-2mm)
middelgrof (0,2-0,63mm)
fijn (0,063-0,2 mm)

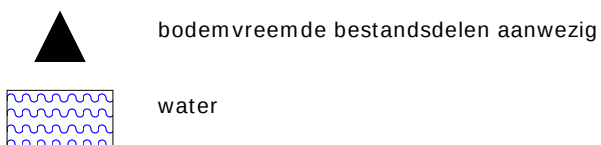
VERHARDINGEN



GRADATIE GRIND

f = fijn (2-5.6 mm)
mg = matig grof (5.6-16 mm)
zg = zeer grof (16-63 mm)

OVERIG



BESCHRIJVING BODEMLAAG

pid = foto ionisatie detector
bv = bodemvocht
ow = olie op water

diepte aanduidingen links op de y-as zijn in cm onder maaiveld
diepte aanduidingen rechts van het profiel zijn in cm boven NAP

Resultaten inpeilen stijghoogte peilbuizen

MB101			
d.d. inpeiling	inpeiling in m t.o.v. NAP	Maaiveld in m t.o.v. NAP	Bovenkant peilbuis in m t.o.v. NAP
18-dec-20	0,799	1.689	1.589
25-dec-20	1,249	1.689	1.589
2-jan-21	1.219	1.689	1.589

MB102			
d.d. inpeiling	inpeiling	Maaiveld in m t.o.v. NAP	Bovenkant peilbuis in m t.o.v. NAP
18-dec-20	0,722	1.561	1.462
25-dec-20	1,122	1.561	1.462
2-jan-21	1,212	1.561	1.462

Project omschr.: Maas-Waalweg te Delwijnen

Projectnr.: 2020-2058

Datum: 18-12-2020

Labtec: CAS

Datum: 18-12-2020

Foto's monsters



Boring	Monster	Diepte	Grondsoort
nummer	nummer	m-mv	
MB102	3A	2,60-2,77	KLEI, sterk organisch, kalkloos, donkergrijs
MB102	3B	2,77-2,98	VEEN, kleilig, donkergrijs/donkerbruin
MB102	4	3,00-3,40	KLEI, sterk organisch, kalkloos, plantresten, donkergrijs

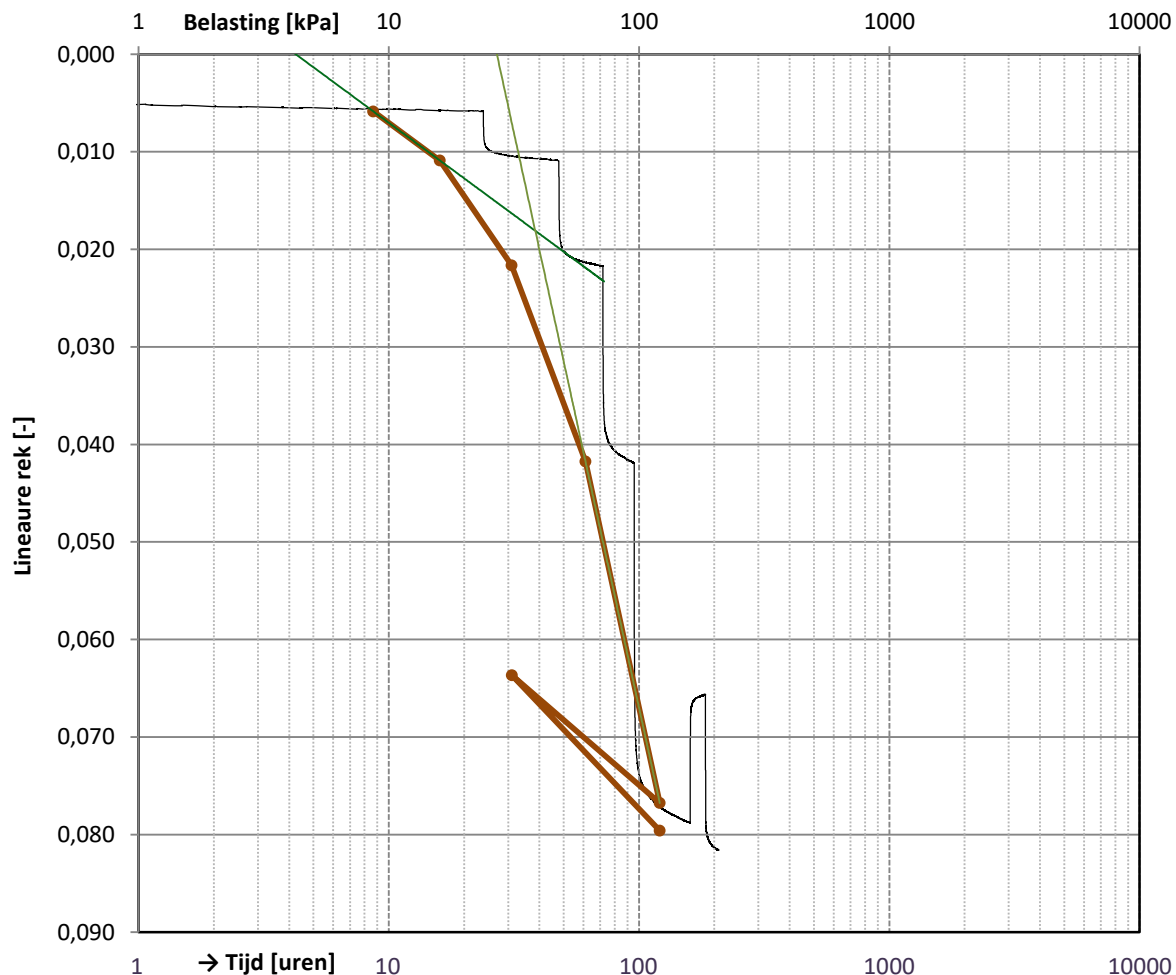
Resultaat één-dimensionale samendrukkingsproef

www.koops-grondmechanica.nl

NEN-EN-ISO 17892-5 en CUR 101

NEN-Bjerrum

Monster- en proefgegevens				Materiaal:	
Boring/monster	B101	2		klei, siltig, zwak organisch	
Diepte [m - mv]	2,34			γ_n (begin* / eind) [kN/m ³]	16,9 18,0
Monsterhoogte /-diam. [mm]	19,8	63,5		γ_d (begin* / eind) [kN/m ³]	11,1 12,1
Monstervoorbereiding	monster uitgedrukt in snijring			e_0 (begin* / eind) [-]	1,3 1,1
Opstelling:	11			W _g [%]**	51,9 48,9
Datum (begin / eind)	4-01-21	13-01-21		ρ_k [Mg/m ³]**	2,58 2,58
Gem. temperatuur in lab [°C]	14			Sr [%]	100% 100%



* bepaald met steekringmethode

**volumieke massa van vaste delen is geschat op basis van correlatie met droog volumegewicht

Opmerking: de resultaten zijn gecorrigeerd voor toesteldeformatie en temperatuur

Belastingtrappen [kN/m ²]	$\Delta e / \log \Delta P$		E_{oed} [Mpa]	Afgeleide waarden	
1	1,03	8,7	0,0063	1,3	RR 2,69E-02
2	8,7	16,0	0,0189	1,5	CR 1,18E-01
3	16,0	31,0	0,0374	1,4	SR 2,22E-02
4	31,0	61,1	0,0683	1,5	S_c 8,5
5	61,1	121,1	0,1179	1,7	σ'_p [kPa] 38,5
6	121,1	31,0	0,0222	6,9	rek bij σ'_p 0,018
7	31,0	121,1	0,0269	5,7	

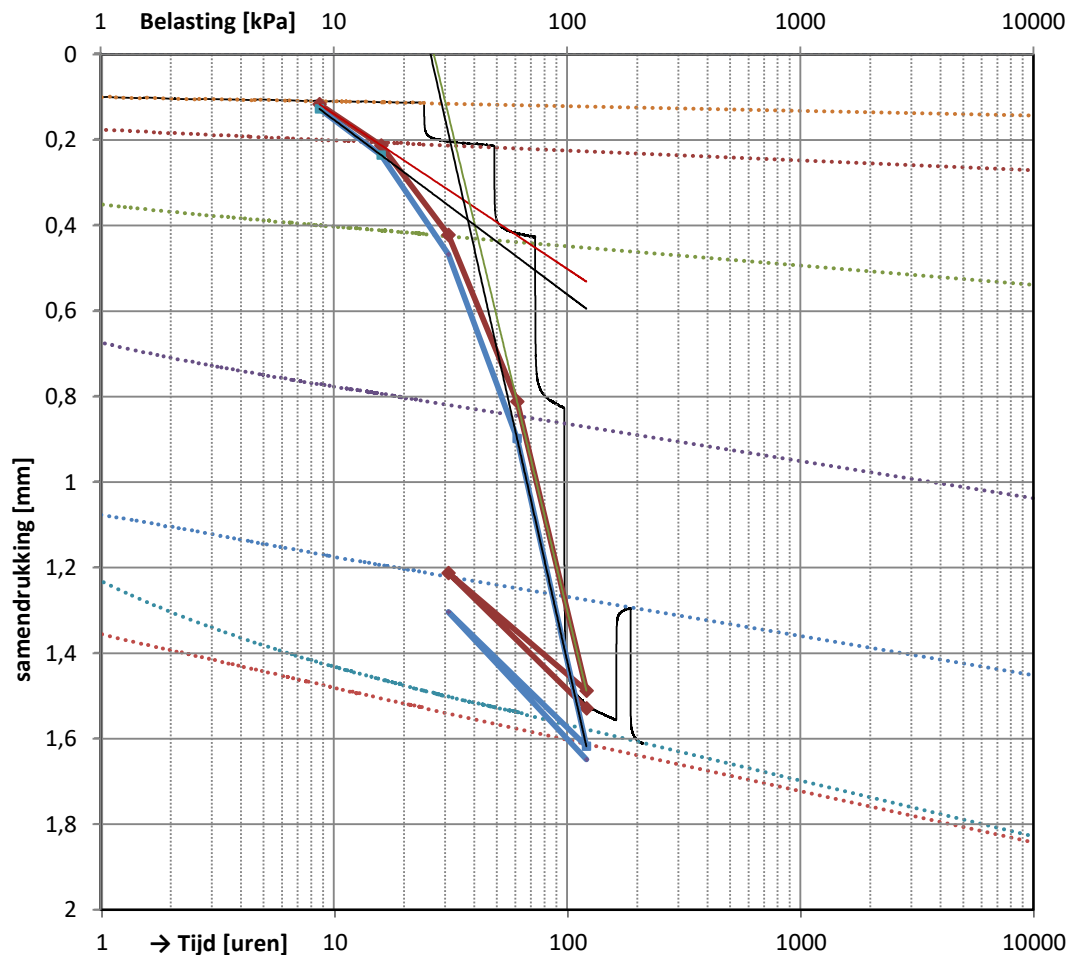
Resultaat één-dimensionale samendrukkingsproef

www.koops-grondmechanica.nl

NEN-EN-ISO 17892-5 en CUR 101

Koppejan

Monster- en proefgegevens				Materiaal:		klei, siltig, zwak organisch	
Boring/monster	B101	2		γ_n (begin / eind) [kN/m ³]	16,9	18,0	
Diepte [m - mv]	2,34			γ_d (begin* / eind) [kN/m ³]	11,1	12,1	
Monsterhoogte /-diam. [mm]	19,8	63,5		e_0 (begin* / eind) [-]	1,3	1,1	
Monstervoorbereiding	monster uitgedrukt in snijring			Wg [%]**	51,9	48,9	
Opstelling:	11			ρ_k [Mg/m ³]**	2,58	2,58	
Datum (begin / eind)	4-01-21	13-01-21		Sr [%]	100%	100%	
Gem. temperatuur in lab [°C]	14						



* bepaald met steekringmethode

**volumieke masse van vaste delen is geschat op basis van correlatie met droog volumegewicht

Opmerking: de resultaten zijn gecorrigeerd voor toesteldeformatie en temperatuur

Belastingtrappen [kN/m ²]	$\Delta e / \ln \Delta P$		$\Delta e / \ln \Delta P^{-1}$		Afgeleide waarden	
1	1,0	8,7	2,75E-03	363,8	Cp	126,1
2	8,7	16,0	7,93E-03	126,1	Cp'	20,1
3	16,0	31,0	1,59E-02	62,7	Cs	994,5
4	31,0	61,1	2,90E-02	34,5	Cs'	311,7
5	61,1	121,1	4,98E-02	20,1	C	122,3
6	121,1	31,0	1,02E-02	98,1	C'	19,8
7	31,0	121,1	1,17E-02	85,3	σ'_p [kPa]	38,3
					rek bij σ'_p	0,018

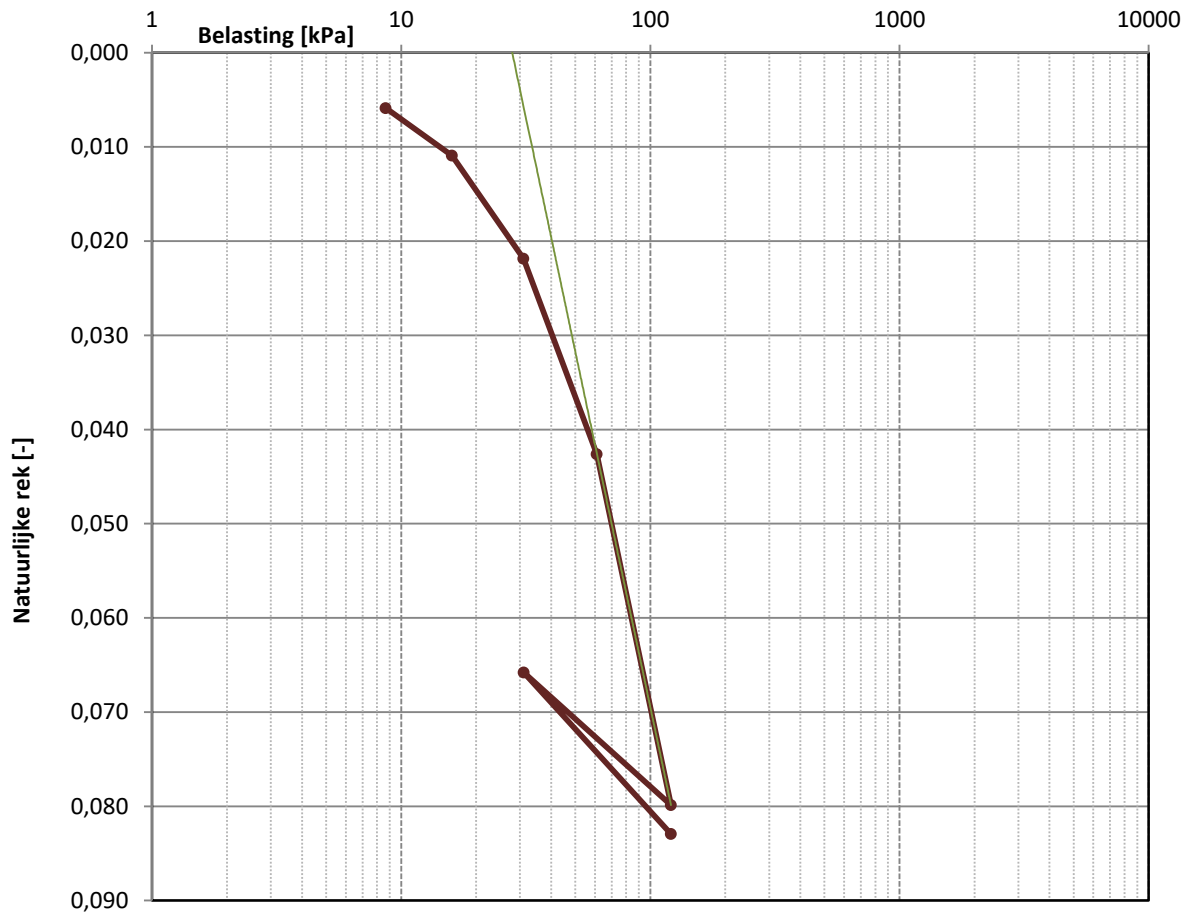
Resultaat één-dimensionale samendrukkingsproef

www.koops-grondmechanica.nl

NEN-EN-ISO 17892-5 en CUR 101

Isotachen

Monster- en proefgegevens				Materiaal:	
Boring/monster	B101	2		klei, siltig, zwak organisch	
Diepte [m - mv]	2,34			γ_n (begin / eind) [kN/m ³]	16,9 18,0
Monsterhoogte /-diam. [mm]	19,8	63,5		γ_d (begin* / eind) [kN/m ³]	11,1 12,1
Monstervoorbereiding	monster uitgedrukt in snijring			e_0 (begin* / eind) [-]	1,3 1,1
Opstelling:	11			Wg [%]**	51,9 48,9
Datum (begin / eind)	4-01-21	13-01-21		ρ_k [Mg/m ³]**	2,58 2,58
Gem. temperatuur in lab [°C]	14			Sr [%]	100% 100%



* bepaald met steekringmethode

**volumieke masse van vaste delen is geschat op basis van correlatie met droog volumegegewicht

Opmerking: de resultaten zijn gecorrigeerd voor toesteldeformatie en temperatuur

Belastingtrappen [kN/m ²]	$\Delta eH / \ln \Delta P$		$C_{isotachen}$ per trap		Afgeleide waarden	
1	1,03	8,7	0,0028	2,38E-04	A	1,260E-02
2	8,7	16,0	0,0083	3,48E-04	B	5,444E-02
3	16,0	31,0	0,0165	6,37E-04	C	1,577E-03
4	31,0	61,1	0,0306	1,20E-03		
5	61,1	121,1	0,0544	1,95E-03	σ'_p [kPa]	27,9
6	121,1	31,0	0,0103		rek bij σ'_p	0
7	31,0	121,1	0,0126	7,07E-04		volgens CUR 101

Resultaat één-dimensionale samendrukkingsproef

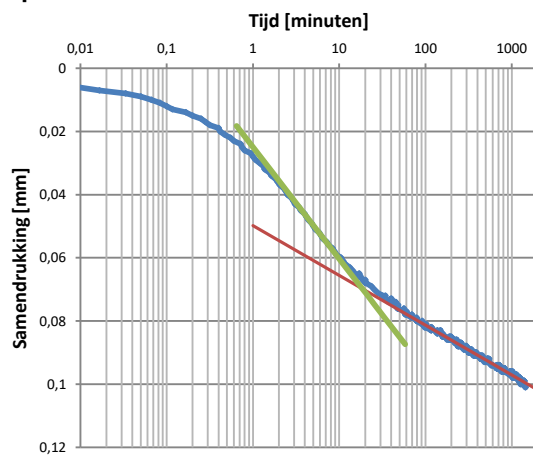
www.koops-grondmechanica.nl

NEN-EN-ISO 17892-5 en CUR 101

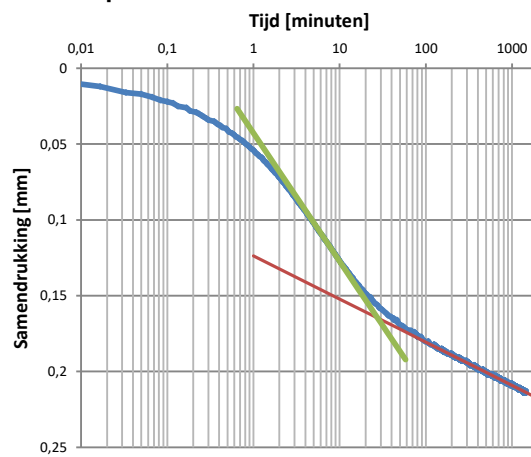
Casagrande

Monster- en proefgegevens							
Boring/monster	B101	2		Materiaal:	klei, siltig, zwak organisch		
Diepte [m - mv]	2,34			γ_n (begin / eind) [kN/m ³]	16,9	18,0	
Monsterhoogte /-diam. [mm]	19,8	63,5		γ_d (begin* / eind) [kN/m ³]	11,1	12,1	
Monstervoorbereiding	monster uitgedrukt in snijring			e_0 (begin* / eind) [-]	1,3	1,1	
Opstelling:	11			W _g [%]	51,9	48,9	
Datum (begin / eind)	4-01-21	13-01-21		ρ_k [Mg/m ³]	2,58	2,58	
Gem. temperatuur in lab [°C]	14			Sr [%]	100%	100%	

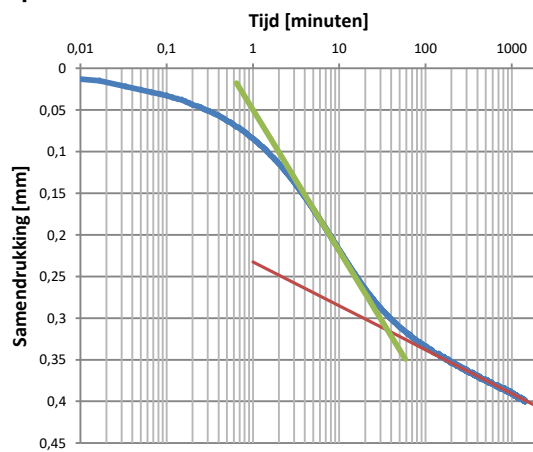
Trap 2



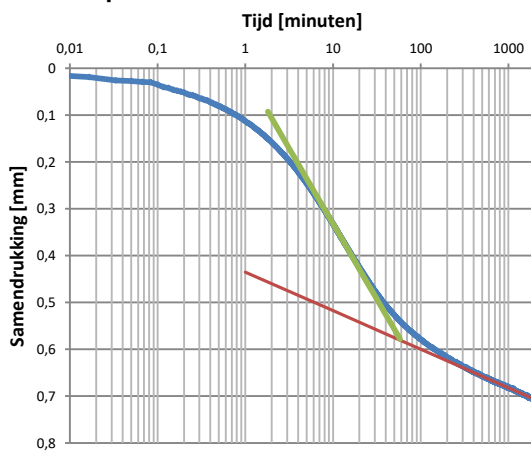
Trap 3



Trap 4



Trap 5



Trap	ΔP kPa	C_v m ² /s	M_v m ² /kN	k m/s	C_α	T_{50} s
2	7,3	5,75E-07	6,70E-04	3,78E-09	7,99E-04	40
3	15,0	1,33E-07	7,18E-04	9,40E-10	1,45E-03	168
4	30,1	8,73E-08	6,80E-04	5,83E-10	2,71E-03	251
5	60,0	4,89E-08	6,14E-04	2,94E-10	4,33E-03	434
6	-90,0		1,64E-04			
7	90,0	1,37E-07	1,92E-04	2,59E-10	1,60E-03	140

Resultaat één-dimensionale samendrukkingsproef

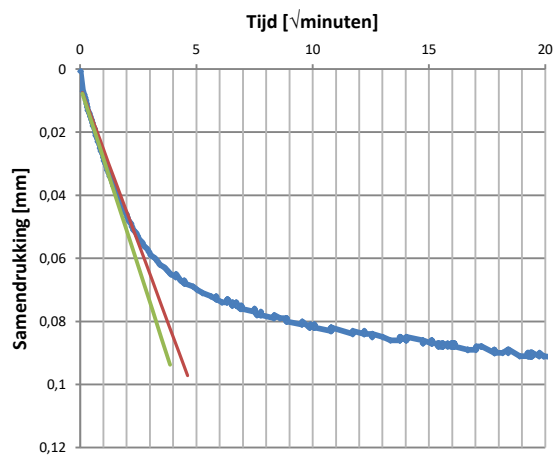
www.koops-grondmechanica.nl

NEN-EN-ISO 17892-5 en CUR 101

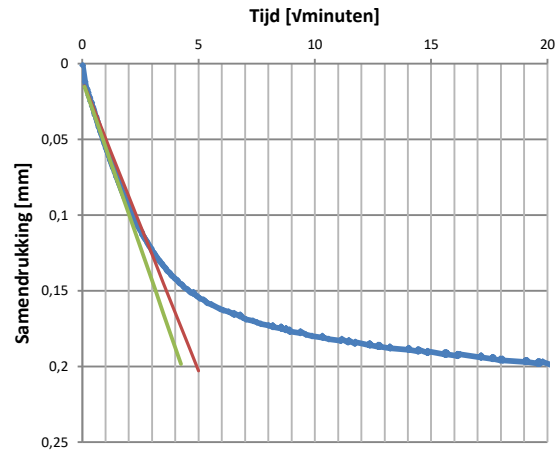
Taylor

Monster- en proefgegevens							
Boring/monster	B101	2		Materiaal:	klei, siltig, zwak organisch		
Diepte [m - mv]	2,34			γ_n (begin / eind) [kN/m ³]	16,9	18,0	
Monsterhoogte /-diam. [mm]	19,8	63,5		γ_d (begin* / eind) [kN/m ³]	11,1	12,1	
Monstervoorbereiding	monster uitgedrukt in snijring			e_0 (begin* / eind) [-]	1,3	1,1	
Opstelling:	11			W _g [%]	51,9	48,9	
Datum (begin / eind)	4-01-21	13-01-21		ρ_k [Mg/m ³]	2,58	2,58	
Gem. temperatuur in lab [°C]	14			Sr [%]	100%	100%	

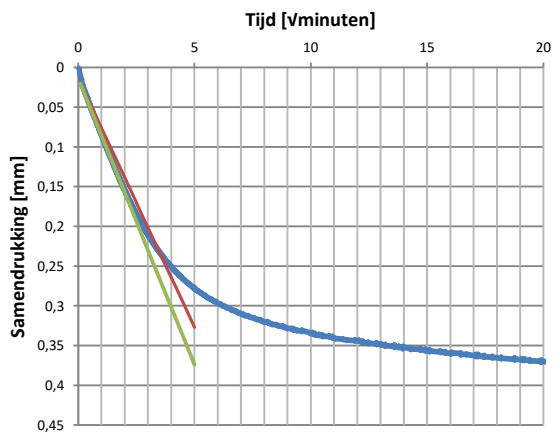
Trap 2



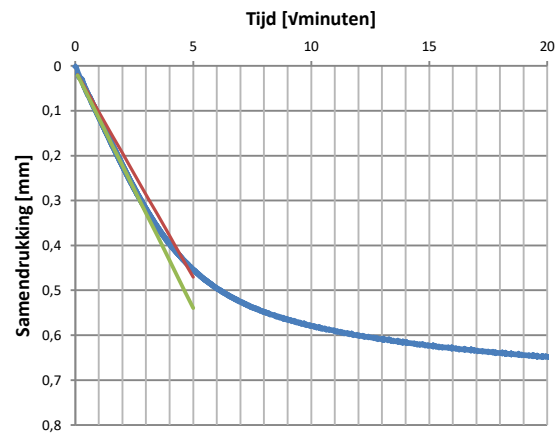
Trap 3



Trap 4



Trap 5



Trap	ΔP kPa	C_v m ² /s	M_v m ² /kN	k m/s	T_{90} s
2	7,3	3,09E-07	6,70E-04	2,03E-09	317
3	15,0	2,06E-07	7,18E-04	1,45E-09	467
4	30,1	1,30E-07	6,80E-04	8,66E-10	730
5	60,0	7,30E-08	6,14E-04	4,39E-10	1256
6	-90,0		1,64E-04		
7	90,0	1,83E-07	1,92E-04	3,44E-10	454

Resultaat één-dimensionale samendrukkingsproef

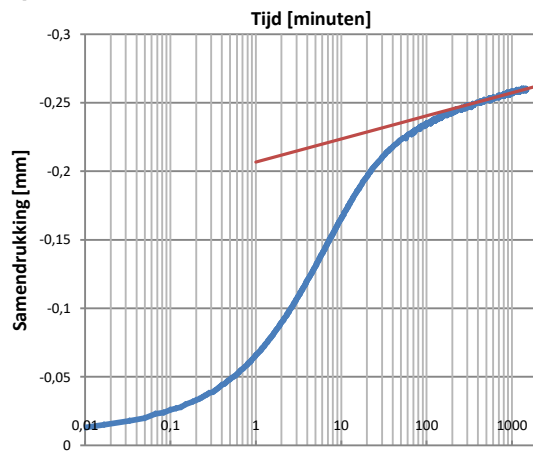
www.koops-grondmechanica.nl

NEN-EN-ISO 17892-5 en CUR 101

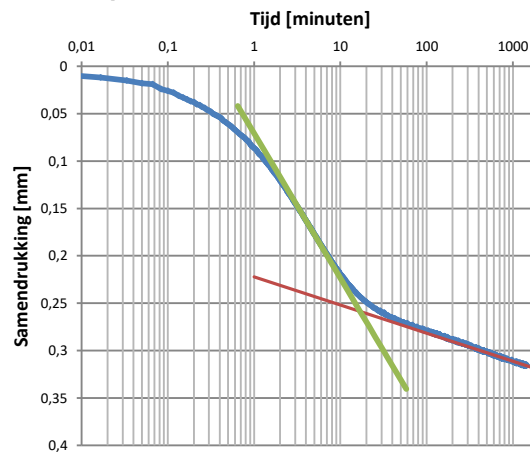
Casagrande

Monster- en proefgegevens							
Boring/monster	B101	2		Materiaal:	klei, siltig, zwak organisch		
Diepte [m - mv]	2,34			γ_n (begin / eind) [kN/m ³]	16,9	18,0	
Monsterhoogte /-diam. [mm]	19,8	63,5		γ_d (begin* / eind) [kN/m ³]	11,1	12,1	
Monstervoorbereiding	monster uitgedrukt in snijring			e_0 (begin* / eind) [-]	1,3	1,1	
Opstelling:	11			W _g [%]	51,9	48,9	
Datum (begin / eind)	4-01-21	13-01-21		ρ_k [Mg/m ³]	2,58	2,58	
Gem. temperatuur in lab [°C]	14			Sr [%]	100%	100%	

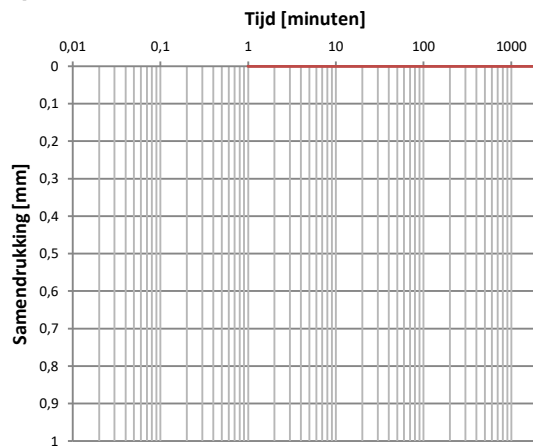
Trap 6



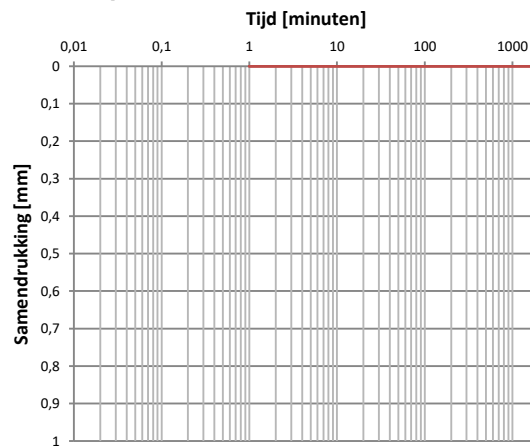
Trap 7



Trap 8



Trap 9



Trap	ΔP kPa	C_v m ² /s	M_v m ² /kN	k m/s	C_α	T_{50} s
2	7,3	5,75E-07	6,70E-04	3,78E-09	7,99E-04	40
3	15,0	1,33E-07	7,18E-04	9,40E-10	1,45E-03	168
4	30,1	8,73E-08	6,80E-04	5,83E-10	2,71E-03	251
5	60,0	4,89E-08	6,14E-04	2,94E-10	4,33E-03	434
6	-90,0		1,64E-04			
7	90,0	1,37E-07	1,92E-04	2,59E-10	1,60E-03	140

Resultaat één-dimensionale samendrukkingsproef

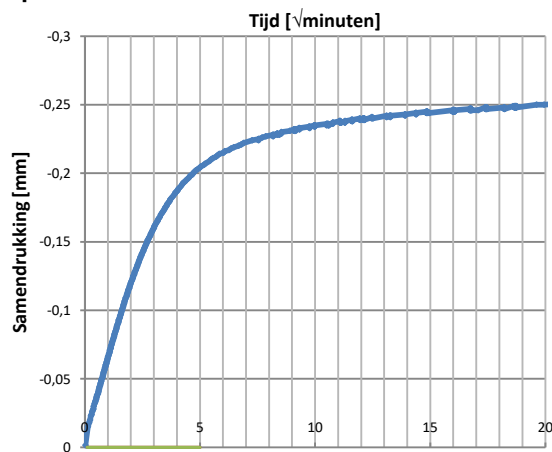
www.koops-grondmechanica.nl

NEN-EN-ISO 17892-5 en CUR 101

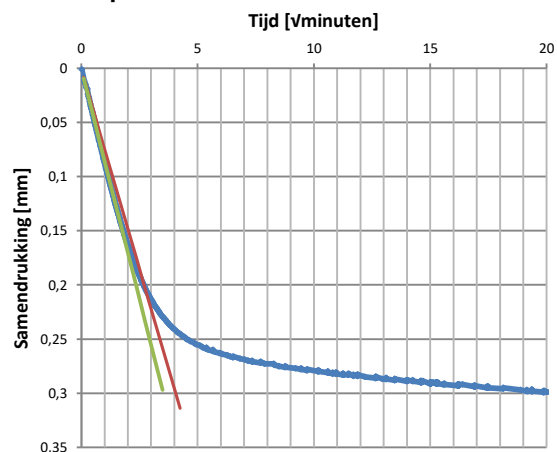
Taylor

Monster- en proefgegevens					
Boring/monster	B101	2	Materiaal:	klei, siltig, zwak organisch	
Diepte [m - mv]	2,34		γ_n (begin / eind) [kN/m ³]	16,9	18,0
Monsterhoogte /-diam. [mm]	19,8	63,5	γ_d (begin* / eind) [kN/m ³]	11,1	12,1
Monstervoorbereiding	monster uitgedrukt in snijring		e_0 (begin* / eind) [-]	1,3	1,1
Opstelling:	11		W _g [%]	51,9	48,9
Datum (begin / eind)	4-01-21	13-01-21	ρ_k [Mg/m ³]	2,58	2,58
Gem. temperatuur in lab [°C]	14		Sr [%]	100%	100%

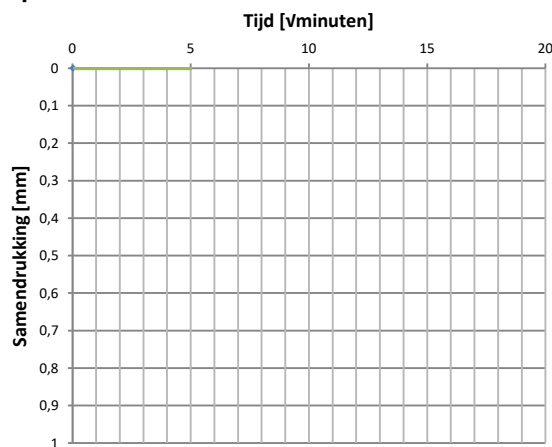
Trap 6



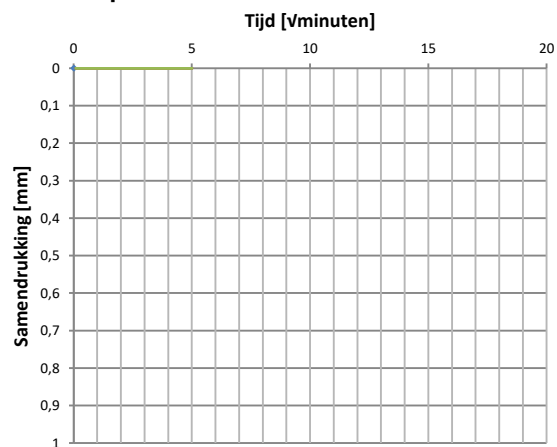
Trap 7



Trap 8



Trap 9



Trap	ΔP kPa	C_v m ² /s	M_v m ² /kN	k m/s	T_{90} s
2	7,3	3,09E-07	6,70E-04	2,03E-09	317
3	15,0	2,06E-07	7,18E-04	1,45E-09	467
4	30,1	1,30E-07	6,80E-04	8,66E-10	730
5	60,0	7,30E-08	6,14E-04	4,39E-10	1256
6	-90,0		1,64E-04		
7	90,0	1,83E-07	1,92E-04	3,44E-10	454

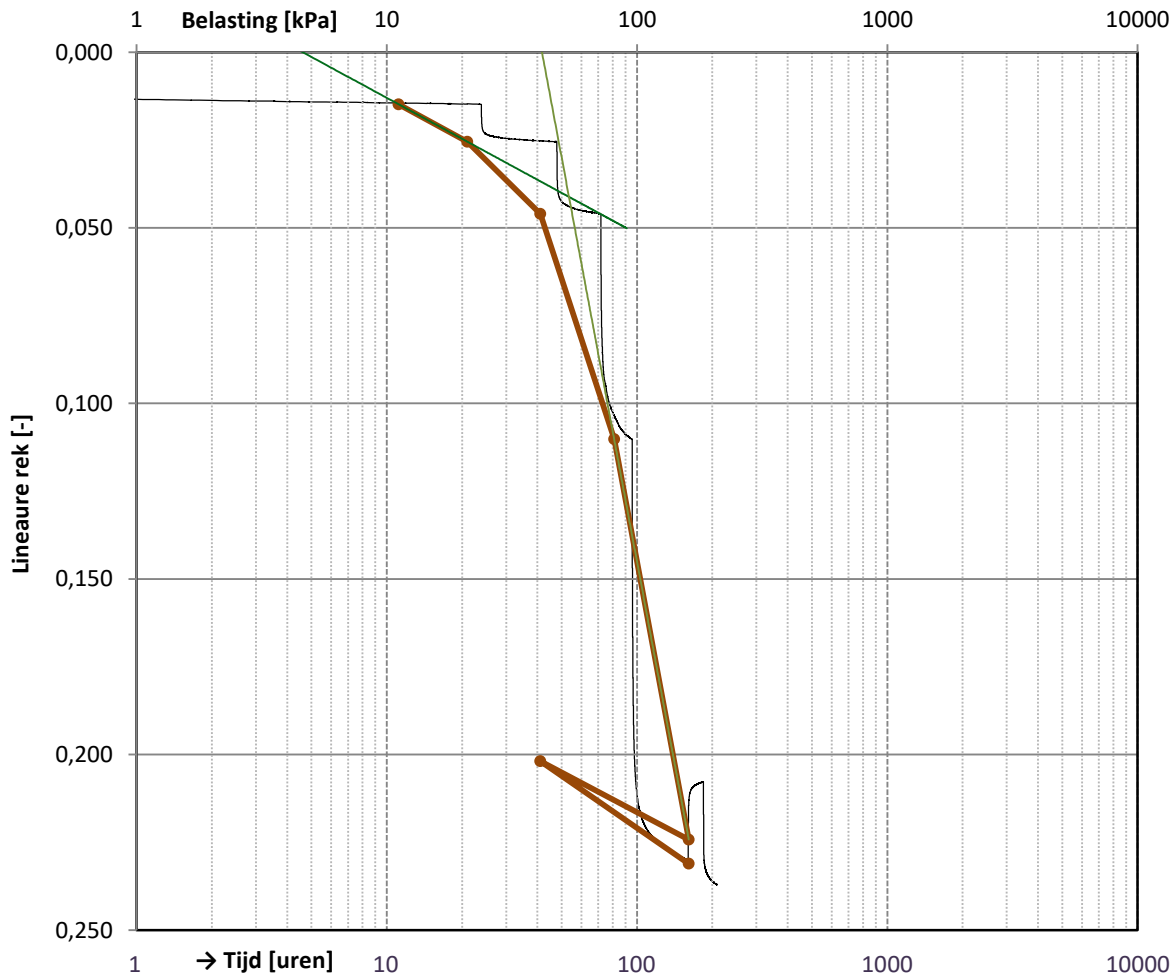
Resultaat één-dimensionale samendrukkingsproef

www.koops-grondmechanica.nl

NEN-EN-ISO 17892-5 en CUR 101

NEN-Bjerrum

Monster- en proefgegevens				Materiaal:	
Boring/monster	B101	4		klei, siltig, zwak organisch	
Diepte [m - mv]	4,17			γ_n (begin* / eind) [kN/m ³]	14,0 16,3
Monsterhoogte /-diam. [mm]	19,9	63,5		γ_d (begin* / eind) [kN/m ³]	6,9 8,9
Monstervoorbereiding	monster uitgedrukt in snijring			e_0 (begin* / eind) [-]	2,3 1,6
Opstelling:	12			W _g [%]**	104,0 82,9
Datum (begin / eind)	4-01-21	13-01-21		ρ_k [Mg/m ³]**	2,34 2,34
Gem. temperatuur in lab [°C]	14			Sr [%]	100% 100%



* bepaald met steekringmethode

**volumieke massa van vaste delen is geschat op basis van correlatie met droog volumegewicht

Opmerking: de resultaten zijn gecorrigeerd voor toesteldeformatie en temperatuur

Belastingtrappen [kN/m ²]	$\Delta e / \log \Delta P$		E_{oed} [Mpa]		Afgeleide waarden	
1	1,04	11,2	0,0144	0,7	RR	4,92E-02
2	11,2	21,0	0,0387	0,9	CR	3,82E-01
3	21,0	41,1	0,0703	1,0	SR	3,76E-02
4	41,1	81,0	0,2177	0,6	S_c	2,6
5	81,0	161,0	0,3822	0,7	σ'_p [kPa]	53,5
6	161,0	41,1	0,0376	5,4	rek bij σ'_p	0,041
7	41,1	161,0	0,0492	4,1		

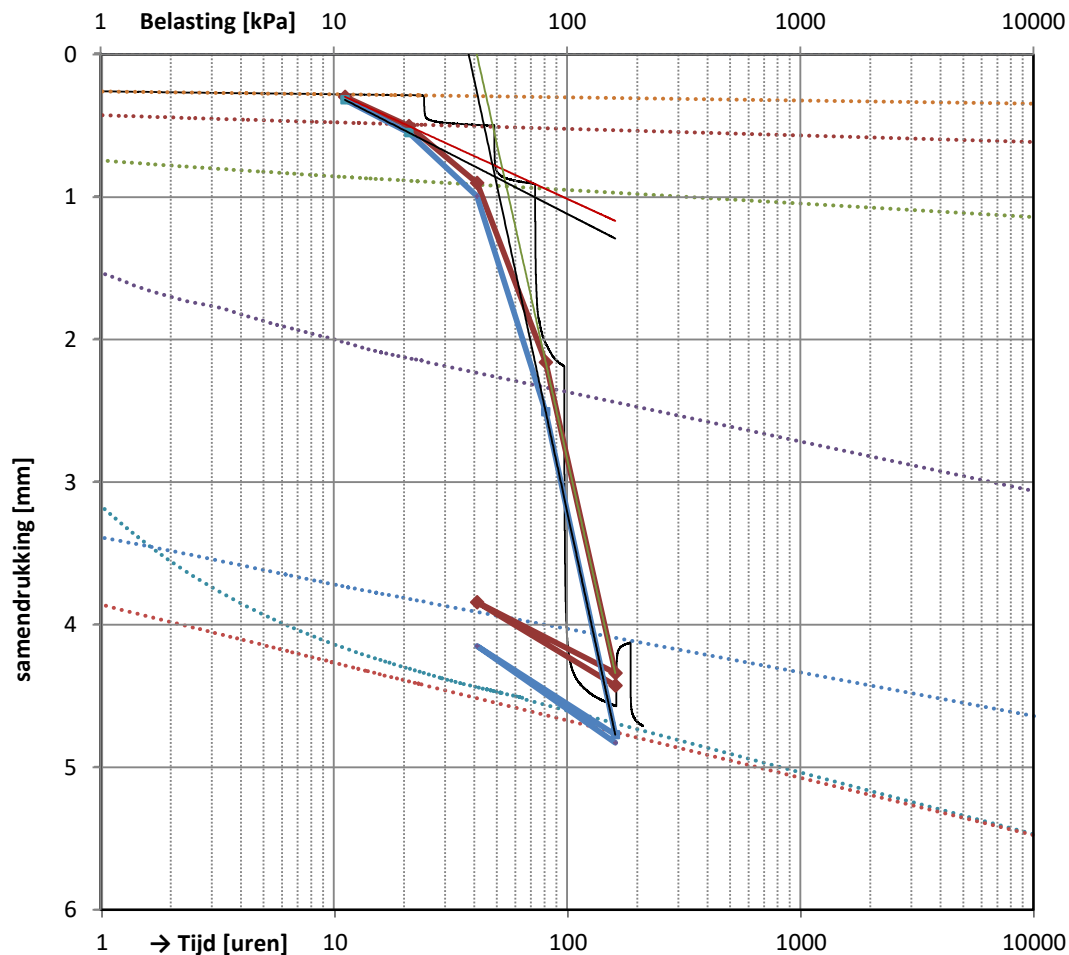
Resultaat één-dimensionale samendrukkingsproef

www.koops-grondmechanica.nl

NEN-EN-ISO 17892-5 en CUR 101

Koppejan

Monster- en proefgegevens				Materiaal:	
Boring/monster	B101	4		klei, siltig, zwak organisch	
Diepte [m - mv]	4,17			γ_n (begin / eind) [kN/m ³]	14,0 16,3
Monsterhoogte /-diam. [mm]	19,9	63,5		γ_d (begin* / eind) [kN/m ³]	6,9 8,9
Monstervoorbereiding	monster uitgedrukt in snijring			e_0 (begin* / eind) [-]	2,3 1,6
Opstelling:	12			Wg [%]**	104,0 82,9
Datum (begin / eind)	4-01-21	13-01-21		ρ_k [Mg/m ³]**	2,34 2,34
Gem. temperatuur in lab [°C]	14			Sr [%]	100% 100%



* bepaald met steekringmethode

**volumieke masse van vaste delen is geschat op basis van correlatie met droog volumegewicht

Opmerking: de resultaten zijn gecorrigeerd voor toesteldeformatie en temperatuur

Belastingtrappen [kN/m ²]	$\Delta e / \ln \Delta P$	$\Delta e / \ln \Delta P^{-1}$	Afgeleide waarden	
1	1,0	11,2	6,25E-03	160,0
2	11,2	21,0	1,64E-02	61,1
3	21,0	41,1	2,97E-02	33,7
4	41,1	81,0	9,30E-02	10,8
5	81,0	161,0	1,59E-01	6,3
6	161,0	41,1	1,82E-02	54,8
7	41,1	161,0	2,14E-02	46,7
			Cp	61,1
			Cp'	6,3
			Cs	523,2
			Cs'	161,0
			C	59,4
			C'	6,2
			σ'_p [kPa]	52,9
			rek bij σ'_p	0,040

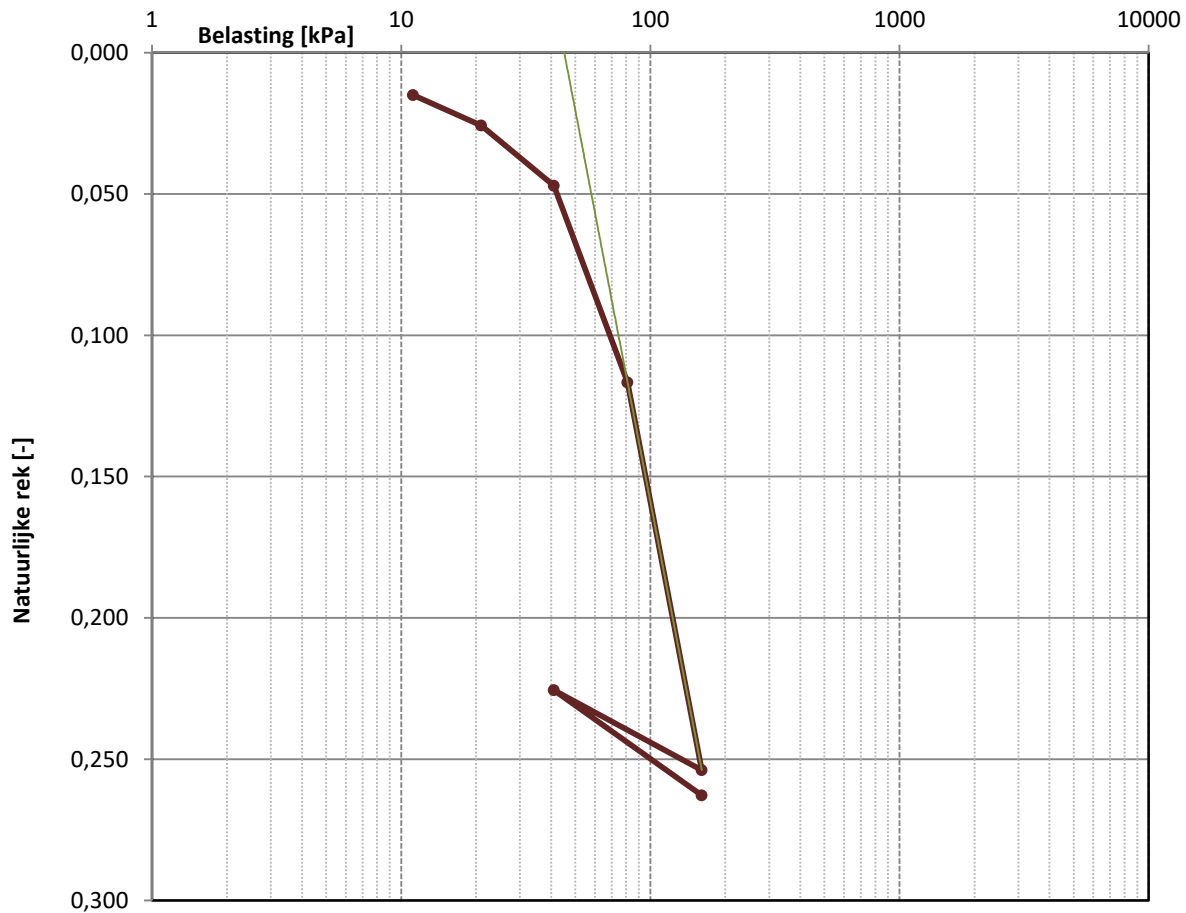
Resultaat één-dimensionale samendrukkingsproef

www.koops-grondmechanica.nl

NEN-EN-ISO 17892-5 en CUR 101

Isotachen

Monster- en proefgegevens				Materiaal:	
Boring/monster	B101	4		klei, siltig, zwak organisch	
Diepte [m - mv]	4,17			γ_n (begin / eind) [kN/m ³]	14,0 16,3
Monsterhoogte /-diam. [mm]	19,9	63,5		γ_d (begin* / eind) [kN/m ³]	6,9 8,9
Monstervoorbereiding	monster uitgedrukt in snijring			e_0 (begin* / eind) [-]	2,3 1,6
Opstelling:	12			W _g [%]**	104,0 82,9
Datum (begin / eind)	4-01-21	13-01-21		ρ_k [Mg/m ³]**	2,34 2,34
Gem. temperatuur in lab [°C]	14			Sr [%]	100% 100%



* bepaald met steekringmethode

**volumieke masse van vaste delen is geschat op basis van correlatie met droog volumegewicht

Opmerking: de resultaten zijn gecorrigeerd voor toesteldeformatie en temperatuur

Belastingtrappen [kN/m ²]	$\Delta e_H / \ln \Delta P$		$C_{isotachen}$ per trap		Afgeleide waarden	
1	1,04	11,2	0,0063	4,82E-04	A	2,727E-02
2	11,2	21,0	0,0172	7,15E-04	B	1,996E-01
3	21,0	41,1	0,0317	1,49E-03	C	7,141E-03
4	41,1	81,0	0,1026	6,94E-03		
5	81,0	161,0	0,1996	7,34E-03	σ'_p [kPa]	45,2
6	161,0	41,1	0,0207		rek bij σ'_p	0
7	41,1	161,0	0,0273	2,88E-03		volgens CUR 101

Resultaat één-dimensionale samendrukkingsproef

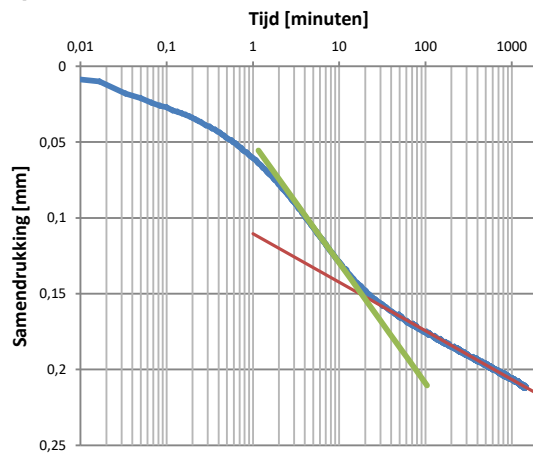
www.koops-grondmechanica.nl

NEN-EN-ISO 17892-5 en CUR 101

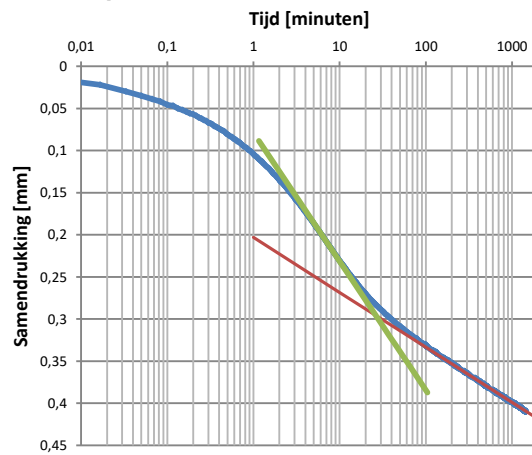
Casagrande

Monster- en proefgegevens							
Boring/monster	B101	4		Materiaal:	klei, siltig, zwak organisch		
Diepte [m - mv]	4,17			γ_n (begin / eind) [kN/m ³]	14,0	16,3	
Monsterhoogte /-diam. [mm]	19,9	63,5		γ_d (begin* / eind) [kN/m ³]	6,9	8,9	
Monstervoorbereiding	monster uitgedrukt in snijring			e_0 (begin* / eind) [-]	2,3	1,6	
Opstelling:	12			W _g [%]	104,0	82,9	
Datum (begin / eind)	4-01-21	13-01-21		ρ_k [Mg/m ³]	2,34	2,34	
Gem. temperatuur in lab [°C]	14			Sr [%]	100%	100%	

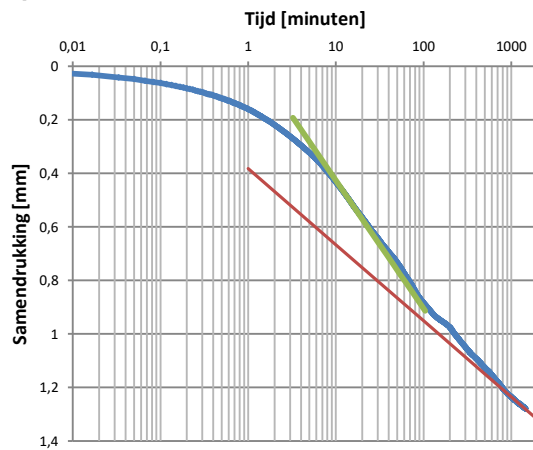
Trap 2



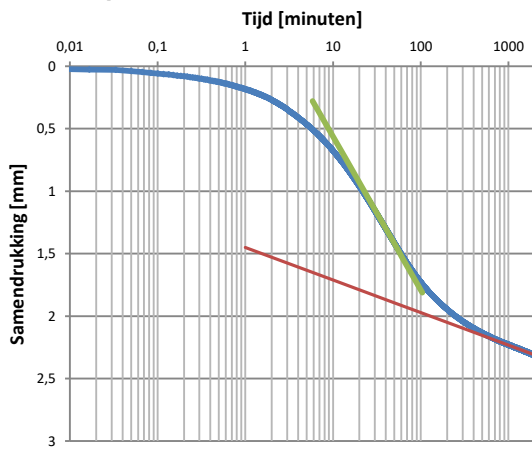
Trap 3



Trap 4



Trap 5



Trap	ΔP kPa	C_v m ² /s	M_v m ² /kN	k m/s	C_α	T_{50} s
2	9,8	5,08E-06	1,08E-03	5,37E-08	1,63E-03	5
3	20,1	1,44E-07	1,04E-03	1,47E-09	3,36E-03	153
4	39,9	2,33E-08	1,77E-03	4,05E-10	1,49E-02	891
5	80,0	1,41E-08	1,75E-03	2,42E-10	1,47E-02	1331
6	-119,9		2,57E-04			
7	119,9	6,14E-08	3,14E-04	1,89E-10	6,40E-03	224

Resultaat één-dimensionale samendrukkingsproef

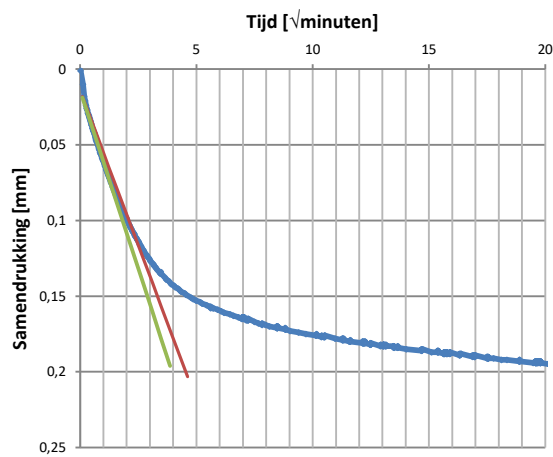
www.koops-grondmechanica.nl

NEN-EN-ISO 17892-5 en CUR 101

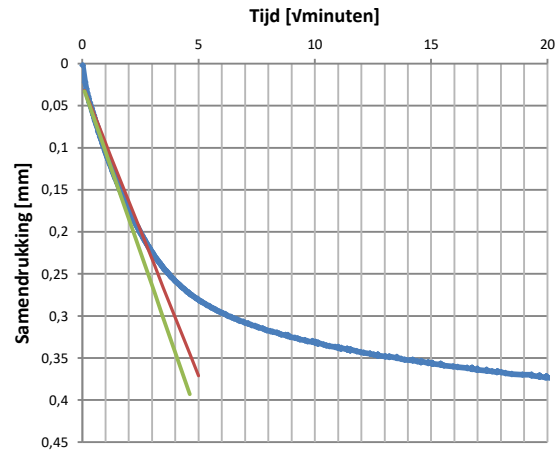
Taylor

Monster- en proefgegevens							
Boring/monster	B101	4		Materiaal:	klei, siltig, zwak organisch		
Diepte [m - mv]	4,17			γ_n (begin / eind) [kN/m ³]	14,0	16,3	
Monsterhoogte /-diam. [mm]	19,9	63,5		γ_d (begin* / eind) [kN/m ³]	6,9	8,9	
Monstervoorbereiding	monster uitgedrukt in snijring			e_0 (begin* / eind) [-]	2,3	1,6	
Opstelling:	12			W _g [%]	104,0	82,9	
Datum (begin / eind)	4-01-21	13-01-21		ρ_k [Mg/m ³]	2,34	2,34	
Gem. temperatuur in lab [°C]	14			Sr [%]	100%	100%	

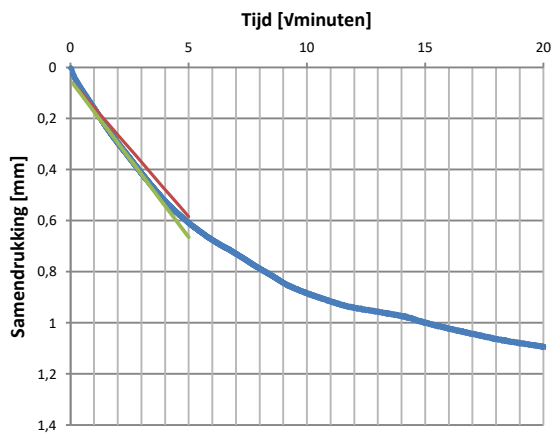
Trap 2



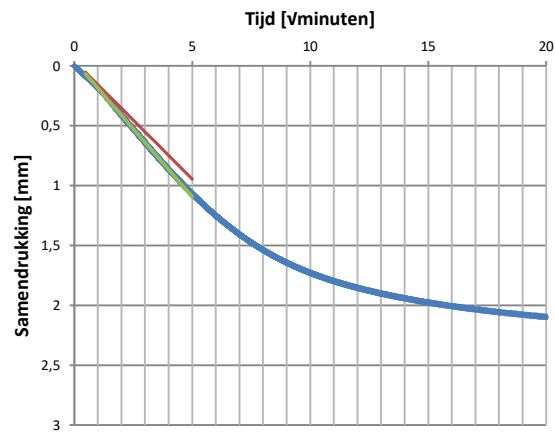
Trap 3



Trap 4



Trap 5



Trap	ΔP kPa	C_v m ² /s	M_v m ² /kN	k m/s	T_{90} s
2	9,8	3,15E-07	1,08E-03	3,34E-09	314
3	20,1	2,32E-07	1,04E-03	2,36E-09	409
4	39,9	4,71E-08	1,77E-03	8,20E-10	1918
5	80,0	2,15E-08	1,75E-03	3,69E-10	3837
6	-119,9		2,57E-04		
7	119,9	6,33E-08	3,14E-04	1,95E-10	934

Resultaat één-dimensionale samendrukkingsproef

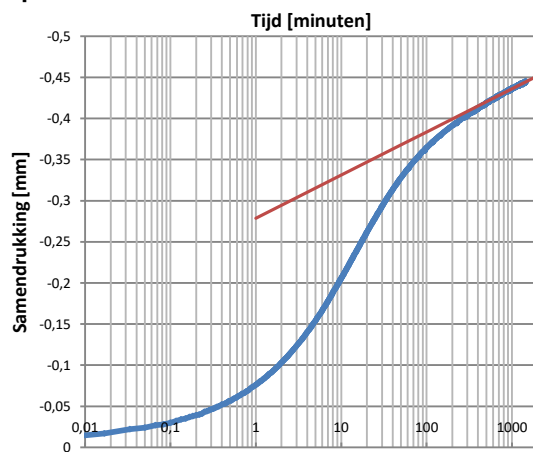
www.koops-grondmechanica.nl

NEN-EN-ISO 17892-5 en CUR 101

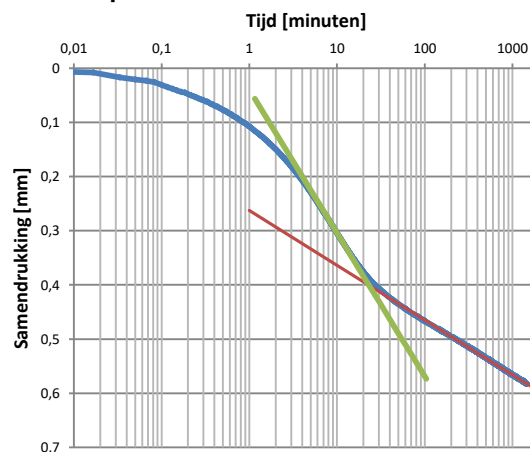
Casagrande

Monster- en proefgegevens							
Boring/monster	B101	4		Materiaal:	klei, siltig, zwak organisch		
Diepte [m - mv]	4,17			γ_n (begin / eind) [kN/m ³]	14,0	16,3	
Monsterhoogte /-diam. [mm]	19,9	63,5		γ_d (begin* / eind) [kN/m ³]	6,9	8,9	
Monstervoorbereiding	monster uitgedrukt in snijring			e_0 (begin* / eind) [-]	2,3	1,6	
Opstelling:	12			W _g [%]	104,0	82,9	
Datum (begin / eind)	4-01-21	13-01-21		ρ_k [Mg/m ³]	2,34	2,34	
Gem. temperatuur in lab [°C]	14			Sr [%]	100%	100%	

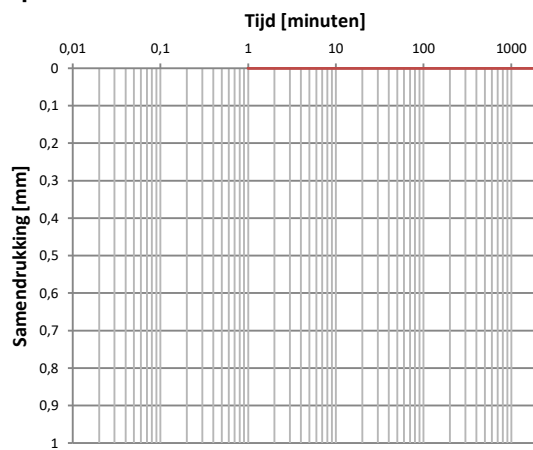
Trap 6



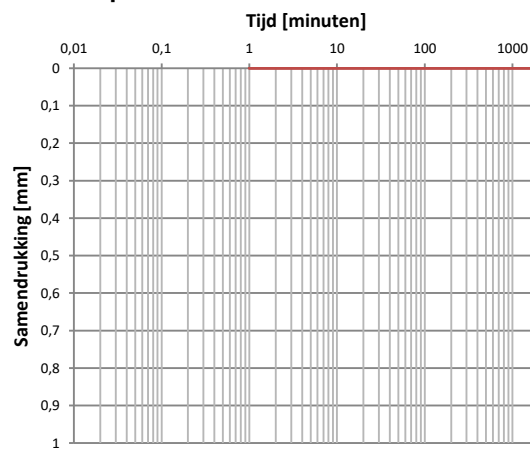
Trap 7



Trap 8



Trap 9



Trap	ΔP kPa	C_v m ² /s	M_v m ² /kN	k m/s	C_α	T_{50} s
2	9,8	5,08E-06	1,08E-03	5,37E-08	1,63E-03	5
3	20,1	1,44E-07	1,04E-03	1,47E-09	3,36E-03	153
4	39,9	2,33E-08	1,77E-03	4,05E-10	1,49E-02	891
5	80,0	1,41E-08	1,75E-03	2,42E-10	1,47E-02	1331
6	-119,9		2,57E-04			
7	119,9	6,14E-08	3,14E-04	1,89E-10	6,40E-03	224

Resultaat één-dimensionale samendrukkingsproef

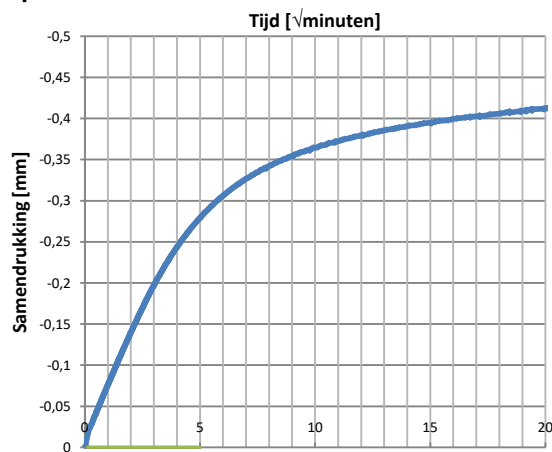
www.koops-grondmechanica.nl

NEN-EN-ISO 17892-5 en CUR 101

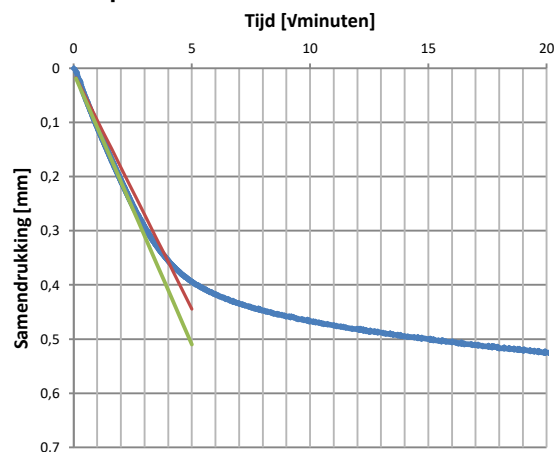
Taylor

Monster- en proefgegevens							
Boring/monster	B101	4		Materiaal:	klei, siltig, zwak organisch		
Diepte [m - mv]	4,17			γ_n (begin / eind) [kN/m ³]	14,0	16,3	
Monsterhoogte /-diam. [mm]	19,9	63,5		γ_d (begin* / eind) [kN/m ³]	6,9	8,9	
Monstervoorbereiding	monster uitgedrukt in snijring			e_0 (begin* / eind) [-]	2,3	1,6	
Opstelling:	12			W _g [%]	104,0	82,9	
Datum (begin / eind)	4-01-21	13-01-21		ρ_k [Mg/m ³]	2,34	2,34	
Gem. temperatuur in lab [°C]	14			Sr [%]	100%	100%	

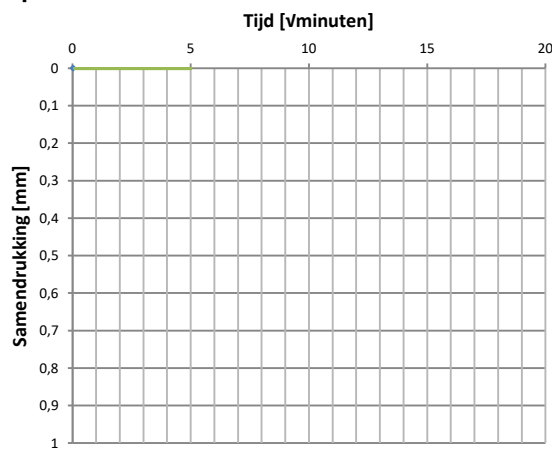
Trap 6



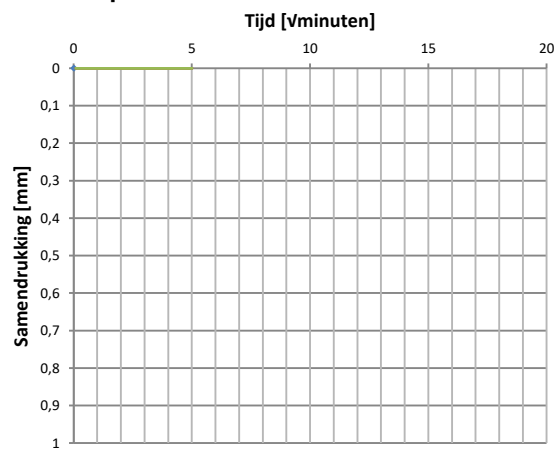
Trap 7



Trap 8



Trap 9



Trap	ΔP kPa	C_v m ² /s	M_v m ² /kN	k m/s	T_{90} s
2	9,8	3,15E-07	1,08E-03	3,34E-09	314
3	20,1	2,32E-07	1,04E-03	2,36E-09	409
4	39,9	4,71E-08	1,77E-03	8,20E-10	1918
5	80,0	2,15E-08	1,75E-03	3,69E-10	3837
6	-119,9		2,57E-04		
7	119,9	6,33E-08	3,14E-04	1,95E-10	934

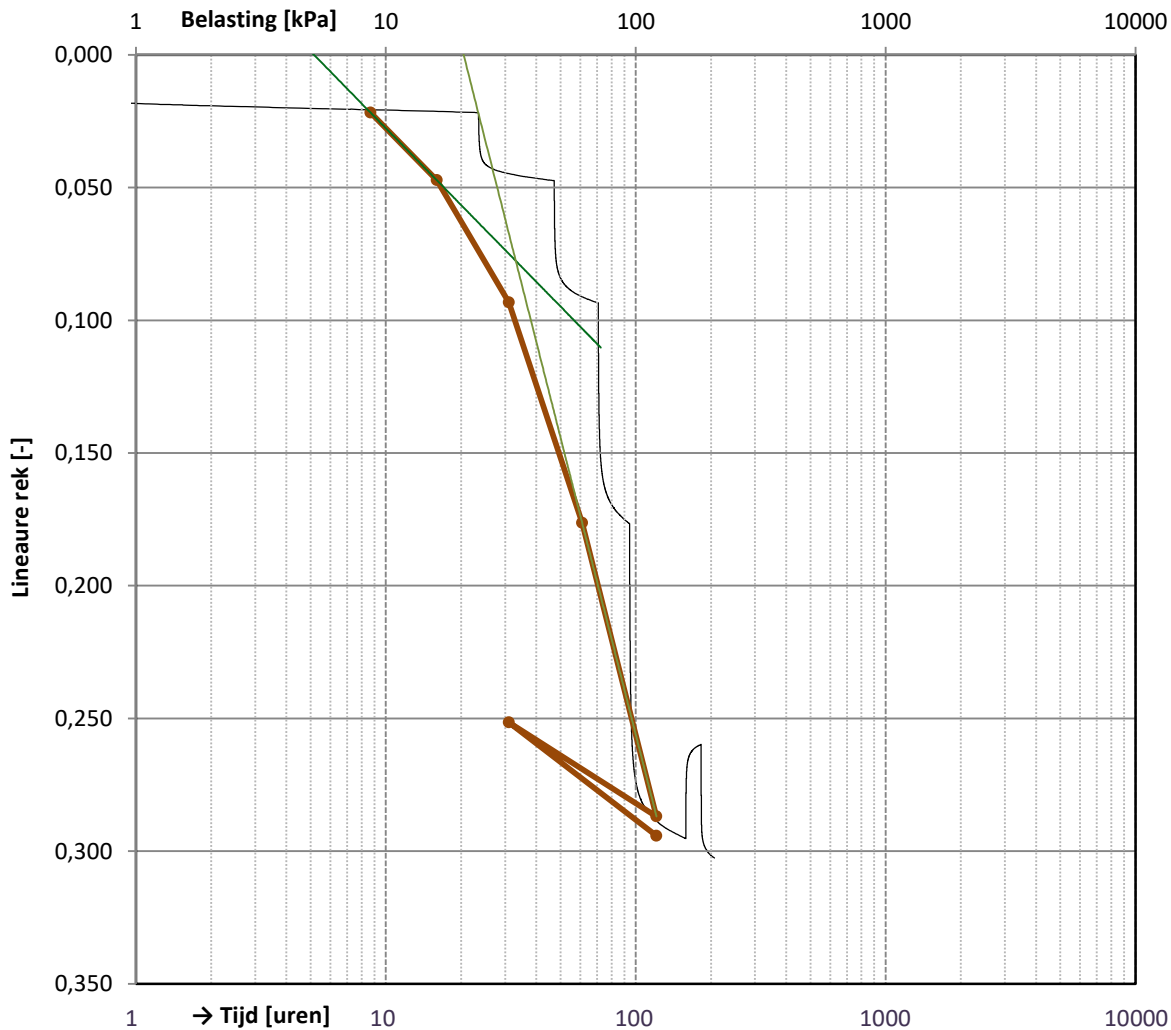
Resultaat één-dimensionale samendrukkingsproef

www.koops-grondmechanica.nl

NEN-EN-ISO 17892-5 en CUR 101

NEN-Bjerrum

Monster- en proefgegevens				Materiaal:	
Boring/monster	B102	2		klei, siltig, zwak organisch	
Diepte [m - mv]	2,04			γ_n (begin* / eind) [kN/m ³]	15,6 21,0
Monsterhoogte /-diam. [mm]	19,9	63,5		γ_d (begin* / eind) [kN/m ³]	9,0 12,9
Monstervoorbereiding	monster uitgedrukt in snijring			e_0 (begin* / eind) [-]	1,7 0,9
Opstelling:	13			Wg [%]**	72,4 63,0
Datum (begin / eind)	4-01-21	13-01-21		ρ_k [Mg/m ³]**	2,51 2,51
Gem. temperatuur in lab [°C]	14			Sr [%]	100% 100%



* bepaald met steekringmethode

**volumieke masse van vaste delen is geschat op basis van correlatie met droog volumegewicht

Opmerking: de resultaten zijn gecorrigeerd voor toesteldeformatie en temperatuur

Belastingtrappen [kN/m ²]	$\Delta e / \log \Delta P$		E_{ged} [Mpa]	Afgeleide waarden	
1	1,04	8,7	0,0236	0,4	RR 7,23E-02
2	8,7	16,0	0,0961	0,3	CR 3,72E-01
3	16,0	31,1	0,1595	0,3	SR 6,00E-02
4	31,1	61,0	0,2836	0,4	S_e 2,7
5	61,0	121,0	0,3718	0,5	σ'_p [kPa] 33,1
6	121,0	31,1	0,0600	2,5	rek bij σ'_p 0,078
7	31,1	121,0	0,0723	2,1	

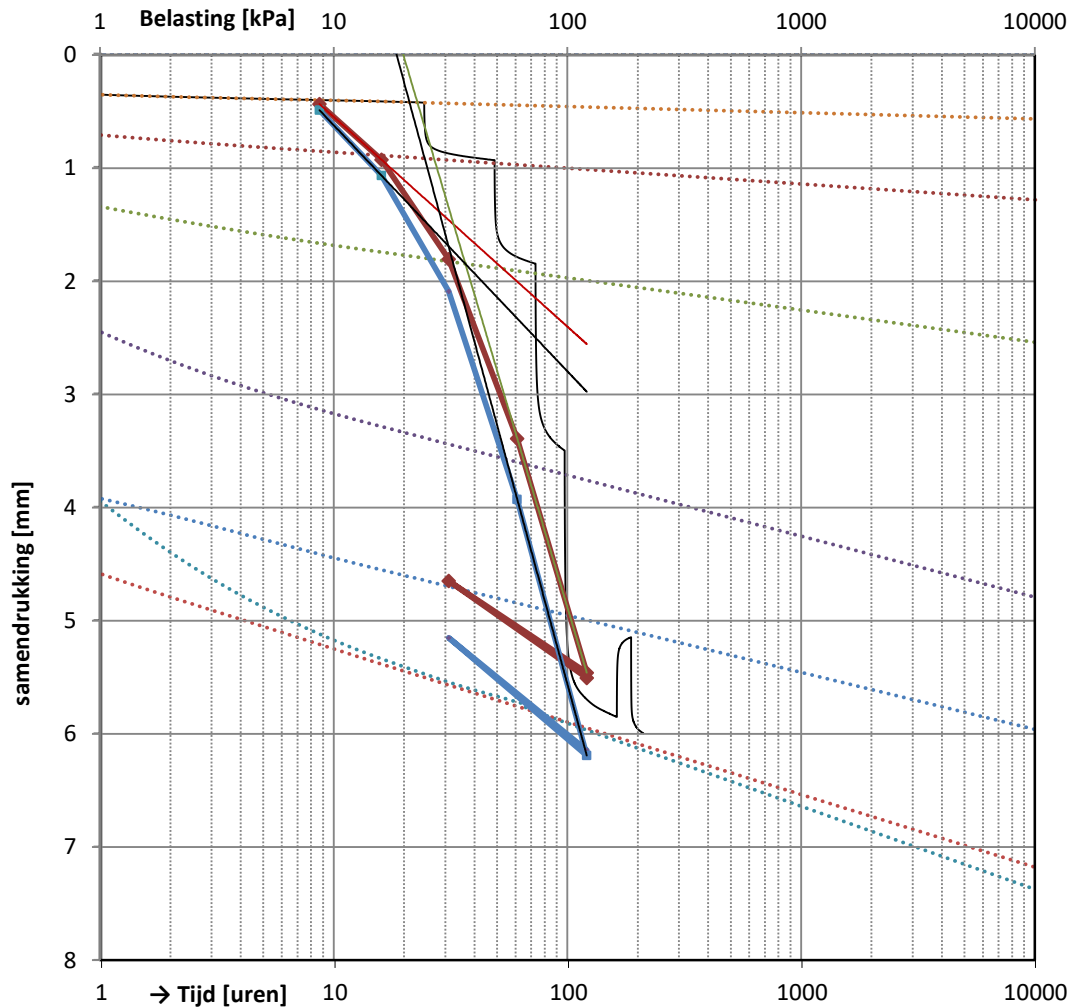
Resultaat één-dimensionale samendrukkingsproef

www.koops-grondmechanica.nl

NEN-EN-ISO 17892-5 en CUR 101

Koppejan

Monster- en proefgegevens				Materiaal:		klei, siltig, zwak organisch	
Boring/monster	B102	2		γ_n (begin / eind) [kN/m ³]	15,6	21,0	
Diepte [m - mv]	2,04			γ_d (begin* / eind) [kN/m ³]	9,0	12,9	
Monsterhoogte / -diam. [mm]	19,9	63,5		e_0 (begin* / eind) [-]	1,7	0,9	
Monstervoorbereiding	monster uitgedrukt in snijring			Wg [%]**	72,4	63,0	
Opstelling:	13			ρ_k [Mg/m ³]**	2,51	2,51	
Datum (begin / eind)	4-01-21	13-01-21		Sr [%]	100%	100%	
Gem. temperatuur in lab [°C]	14						



* bepaald met steekringmethode

**volumieke massa van vaste delen is geschat op basis van correlatie met droog volumegewicht

Opmerking: de resultaten zijn gecorrigeerd voor toesteldeformatie en temperatuur

Belastingtrappen [kN/m ²]		$\Delta e / \ln \Delta P$		$\Delta e / \ln \Delta P^{-1}$	Afgeleide waarden	
1	1,0	8,7	1,02E-02	97,6	Cp	24,7
2	8,7	16,0	4,05E-02	24,7	Cp'	6,6
3	16,0	31,1	6,66E-02	15,0	Cs	142,8
4	31,1	61,0	1,18E-01	8,5	Cs'	70,0
5	61,0	121,0	1,52E-01	6,6	C	23,7
6	121,0	31,1	3,00E-02	33,3	C'	6,4
7	31,1	121,0	3,17E-02	31,5	σ'_p [kPa]	32,6
					rek bij σ'_p	0,075

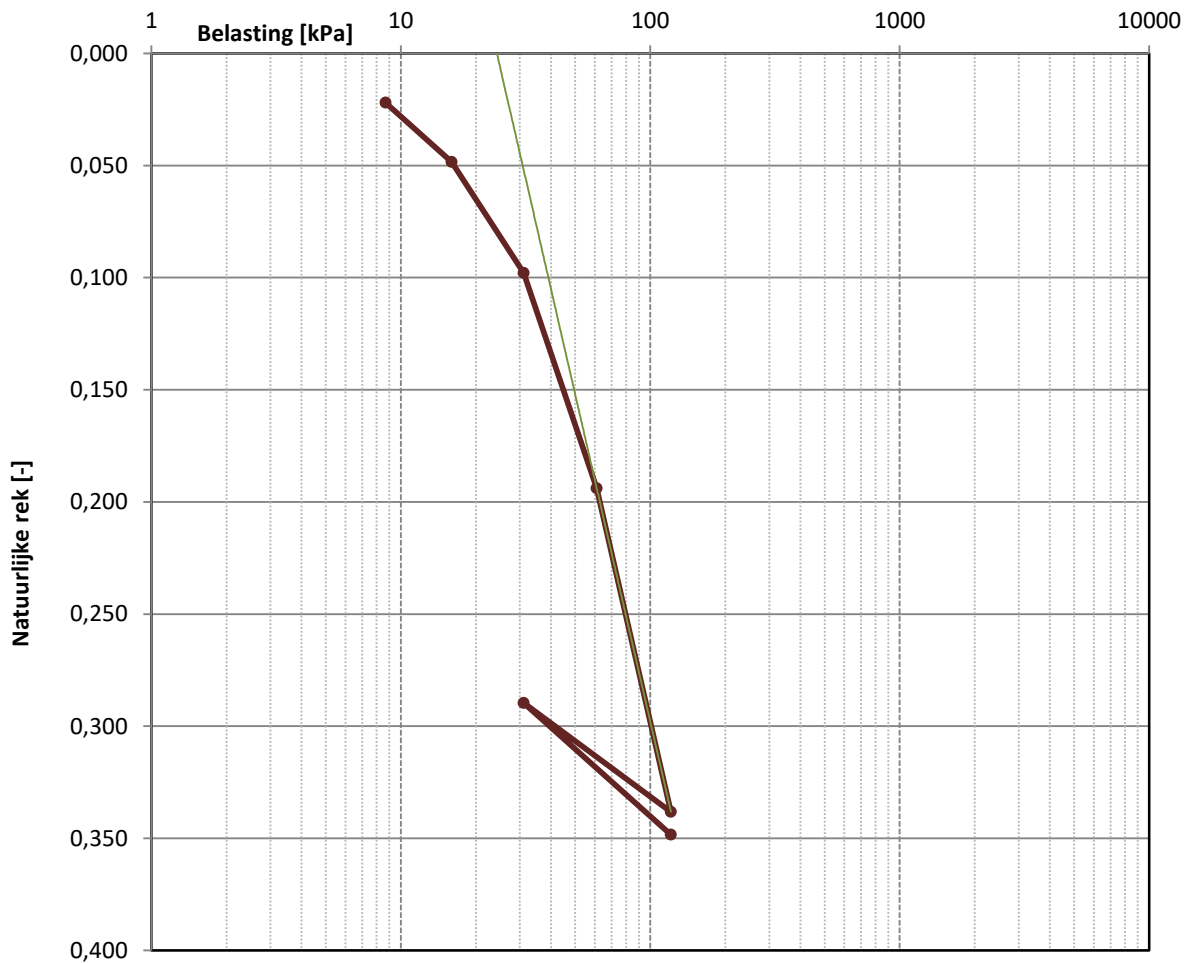
Resultaat één-dimensionale samendrukkingsproef

NEN-EN-ISO 17892-5 en CUR 101

Isotachen

www.koops-grondmechanica.nl

Monster- en proefgegevens							
Boring/monster	B102	2		Materiaal:	klei, siltig, zwak organisch		
Diepte [m - mv]	2,04			γ_n (begin / eind) [kN/m ³]	15,6	21,0	
Monsterhoogte /-diam. [mm]	19,9	63,5		γ_d (begin* / eind) [kN/m ³]	9,0	12,9	
Monstervoorbereiding	monster uitgedrukt in snijring			e_0 (begin* / eind) [-]	1,7	0,9	
Opstelling:	13			Wg [%]**	72,4	63,0	
Datum (begin / eind)	4-01-21	13-01-21		ρ_k [Mg/m ³]**	2,51	2,51	
Gem. temperatuur in lab [°C]	14			Sr [%]	100%	100%	



* bepaald met steekringmethode

**volumieke masse van vaste delen is geschat op basis van correlatie met droog volumegewicht

Opmerking: de resultaten zijn gecorrigeerd voor toesteldeformatie en temperatuur

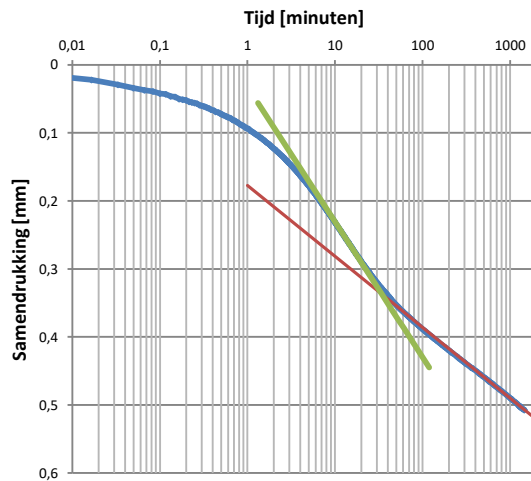
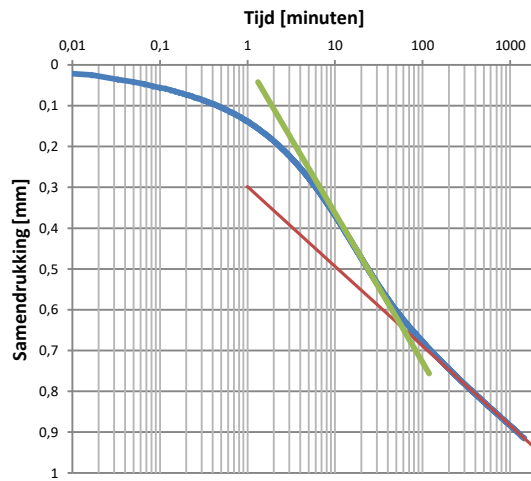
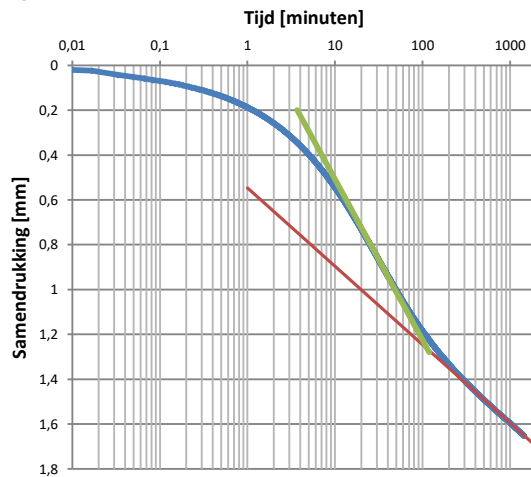
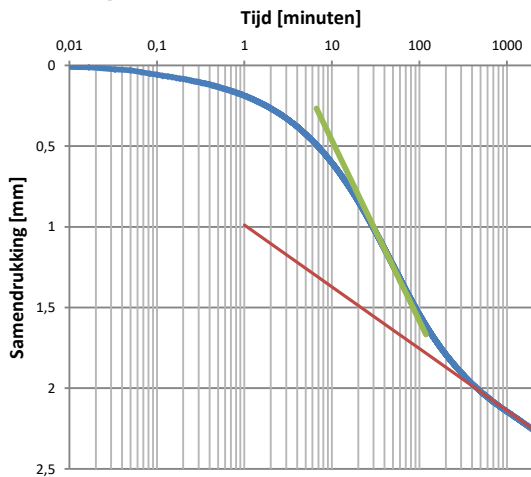
Belastingtrappen [kN/m²]					$\Delta eH/\ln \Delta P$	$C_{isotachen}$ per trap	Afgeleide waarden	
1	1,04	8,7	0,0104	1,22E-03	A	4,320E-02		
2	8,7	16,0	0,0432	2,39E-03	B	2,105E-01		
3	16,0	31,1	0,0745	4,69E-03	C	1,047E-02		
4	31,1	61,0	0,1425	9,25E-03				
5	61,0	121,0	0,2105	1,17E-02	σ_p [kPa]	24,3		
6	121,0	31,1	0,0356		rek bij σ_p	0		volgens CUR 101
7	31,1	121,0	0,0432	4,32E-03				

Resultaat één-dimensionale samendrukkingsproef

NEN-EN-ISO 17892-5 en CUR 101

Casagrande

Monster- en proefgegevens			Materiaal:		
Boring/monster	B102	2	klei, siltig, zwak organisch		
Diepte [m - mv]	2,04		γ_n (begin / eind) [kN/m ³]	15,6	21,0
Monsterhoogte /-diam. [mm]	19,9	63,5	γ_d (begin* / eind) [kN/m ³]	9,0	12,9
Monstervoorbereiding	monster uitgedrukt in snijring		e_0 (begin* / eind) [-]	1,7	0,9
Opstelling:	13		Wg [%]	72,4	63,0
Datum (begin / eind)	4-01-21	13-01-21	ρ_k [Mg/m ³]	2,51	2,51
Gem. temperatuur in lab [°C]	14		Sr [%]	100%	100%

Trap 2**Trap 3****Trap 4****Trap 5**

Trap	ΔP kPa	C_v m ² /s	M_v m ² /kN	k m/s	C_α	T_{50} s
2	7,3	1,10E-07	3,55E-03	3,83E-09	5,36E-03	204
3	15,1	4,94E-08	3,22E-03	1,56E-09	1,03E-02	428
4	29,9	2,29E-08	3,21E-03	7,22E-10	1,94E-02	848
5	60,0	1,16E-08	2,39E-03	2,72E-10	2,34E-02	1468
6	-90,0		5,92E-04			
7	90,0	2,91E-08	6,63E-04	1,89E-10	9,39E-03	395

Resultaat één-dimensionale samendrukkingsproef

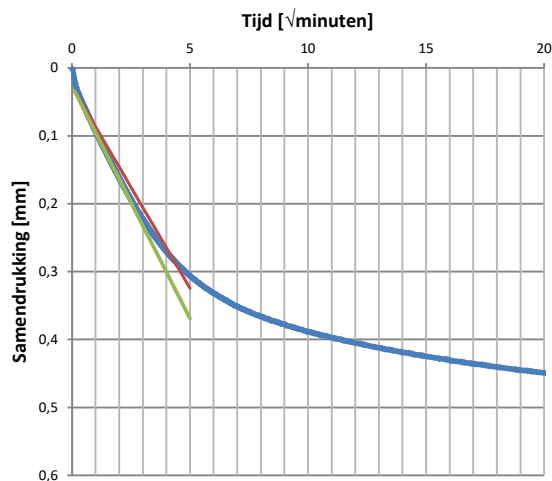
NEN-EN-ISO 17892-5 en CUR 101

Taylor

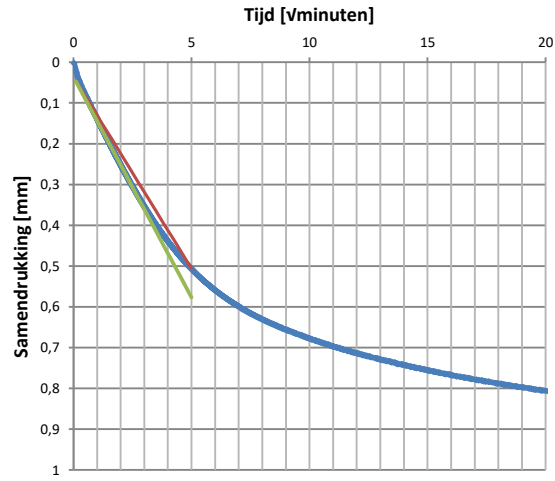
www.koops-grondmechanica.nl

Monster- en proefgegevens			Materiaal: klei, siltig, zwak organisch		
Boring/monster	B102	2	γ_n (begin / eind) [kN/m ³]	15,6	21,0
Diepte [m - mv]	2,04		γ_d (begin* / eind) [kN/m ³]	9,0	12,9
Monsterhoogte /-diam. [mm]	19,9	63,5	e_0 (begin* / eind) [-]	1,7	0,9
Monstervoorbereiding	monster uitgedrukt in snijring		Wg [%]	72,4	63,0
Opstelling:	13		ρ_k [Mg/m ³]	2,51	2,51
Datum (begin / eind)	4-01-21	13-01-21	Sr [%]	100%	100%
Gem. temperatuur in lab [°C]	14				

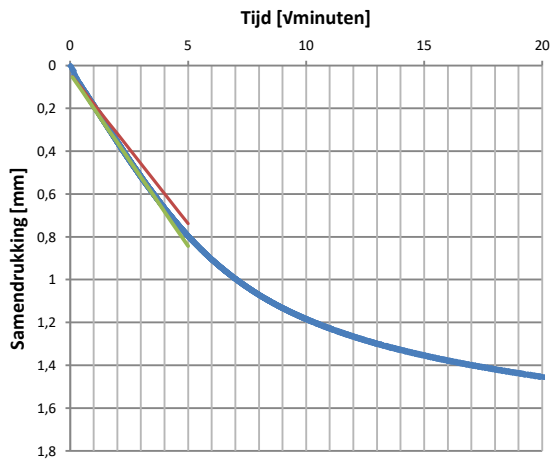
Trap 2



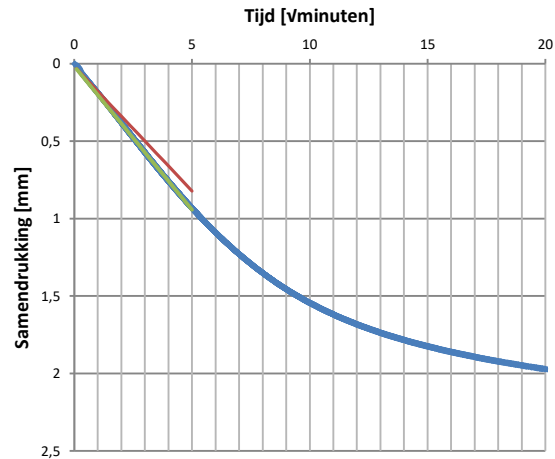
Trap 3



Trap 4



Trap 5



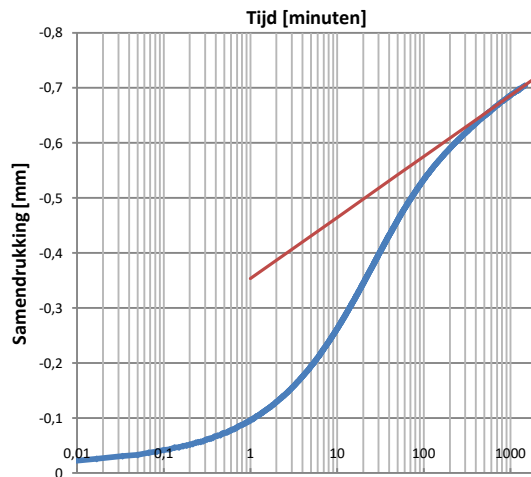
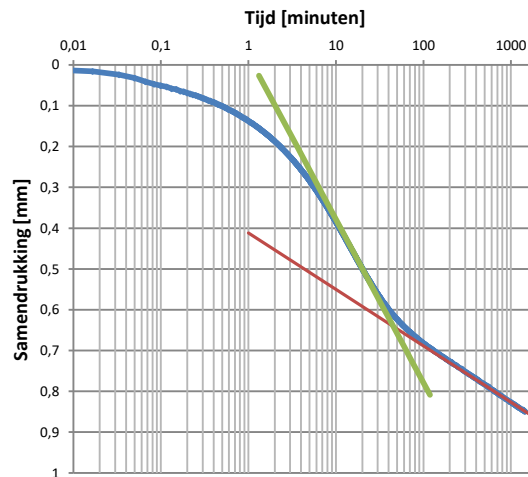
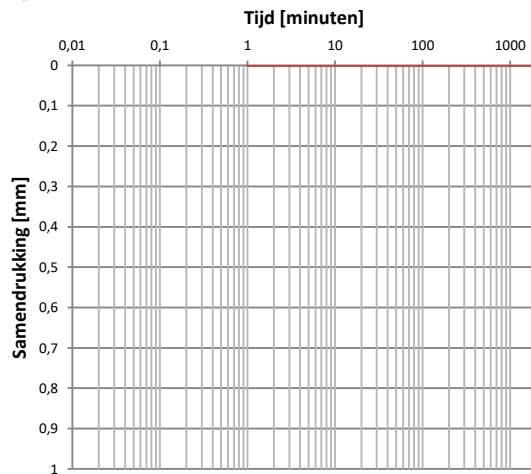
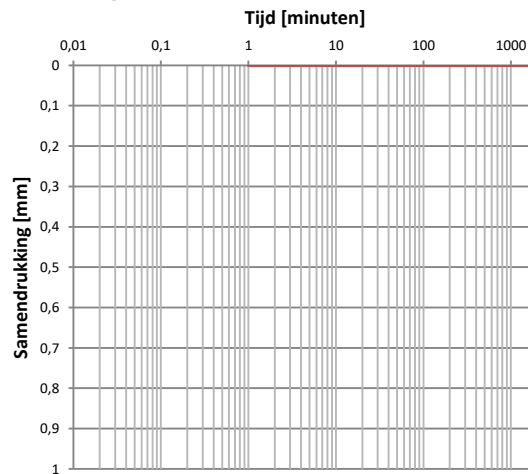
Trap	ΔP kPa	C_v m ² /s	M_v m ² /kN	k m/s	T_{90} s
2	7,3	8,77E-08	3,55E-03	3,05E-09	1105
3	15,1	6,04E-08	3,22E-03	1,91E-09	1513
4	29,9	3,24E-08	3,21E-03	1,02E-09	2607
5	60,0	1,60E-08	2,39E-03	3,75E-10	4652
6	-90,0		5,92E-04		
7	90,0	3,27E-08	6,63E-04	2,12E-10	1518

Resultaat één-dimensionale samendrukkingsproef

NEN-EN-ISO 17892-5 en CUR 101

Casagrande

Monster- en proefgegevens			Materiaal:		
Boring/monster	B102	2	klei, siltig, zwak organisch		
Diepte [m - mv]	2,04		γ_n (begin / eind) [kN/m ³]	15,6	21,0
Monsterhoogte /-diam. [mm]	19,9	63,5	γ_d (begin* / eind) [kN/m ³]	9,0	12,9
Monstervoorbereiding	monster uitgedrukt in snijring		e_0 (begin* / eind) [-]	1,7	0,9
Opstelling:	13		Wg [%]	72,4	63,0
Datum (begin / eind)	4-01-21	13-01-21	ρ_k [Mg/m ³]	2,51	2,51
Gem. temperatuur in lab [°C]	14		Sr [%]	100%	100%

Trap 6**Trap 7****Trap 8****Trap 9**

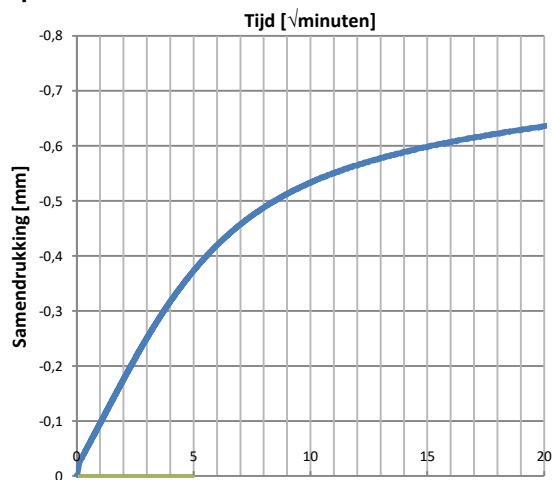
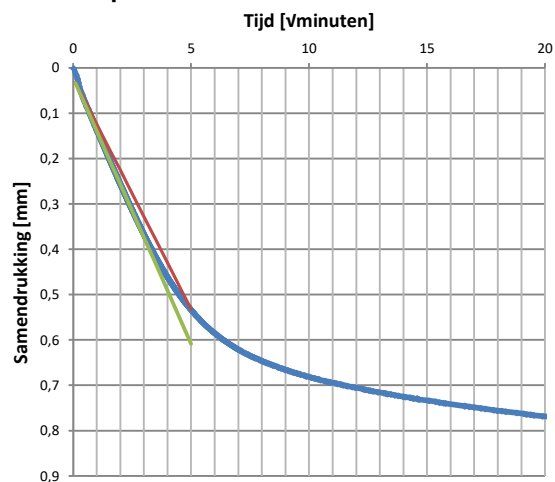
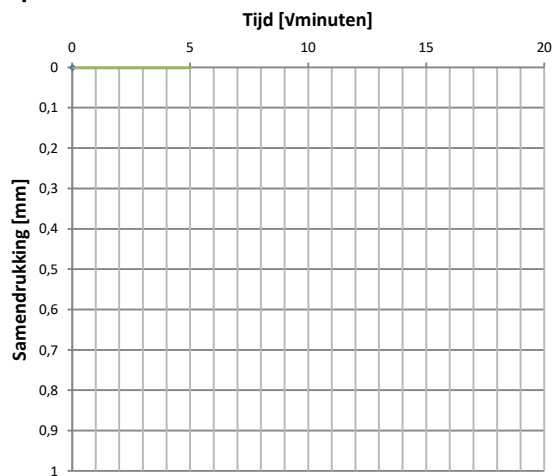
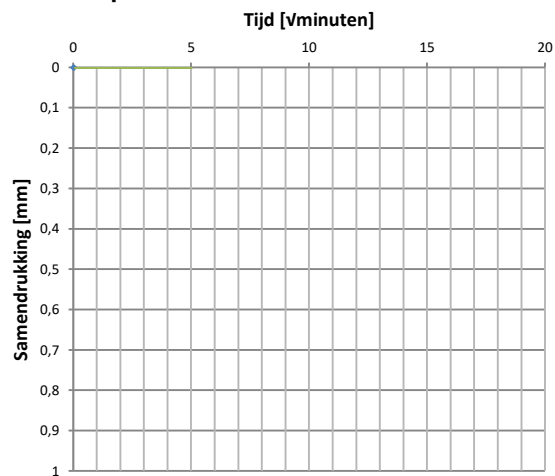
Trap	ΔP kPa	C_v m ² /s	M_v m ² /kN	k m/s	C_α	T_{50} s
2	7,3	1,10E-07	3,55E-03	3,83E-09	5,36E-03	204
3	15,1	4,94E-08	3,22E-03	1,56E-09	1,03E-02	428
4	29,9	2,29E-08	3,21E-03	7,22E-10	1,94E-02	848
5	60,0	1,16E-08	2,39E-03	2,72E-10	2,34E-02	1468
6	-90,0		5,92E-04			
7	90,0	2,91E-08	6,63E-04	1,89E-10	9,39E-03	395

Resultaat één-dimensionale samendrukkingsproef

NEN-EN-ISO 17892-5 en CUR 101

Taylor

Monster- en proefgegevens					
Boring/monster	B102	2	Materiaal:	klei, siltig, zwak organisch	
Diepte [m - mv]	2,04		γ_n (begin / eind) [kN/m ³]	15,6	21,0
Monsterhoogte /-diam. [mm]	19,9	63,5	γ_d (begin* / eind) [kN/m ³]	9,0	12,9
Monstervoorbereiding	monster uitgedrukt in snijring		e_0 (begin* / eind) [-]	1,7	0,9
Opstelling:	13		Wg [%]	72,4	63,0
Datum (begin / eind)	4-01-21	13-01-21	ρ_k [Mg/m ³]	2,51	2,51
Gem. temperatuur in lab [°C]	14		Sr [%]	100%	100%

Trap 6**Trap 7****Trap 8****Trap 9**

Trap	ΔP kPa	C_v m ² /s	M_v m ² /kN	k m/s	T_{90} s
2	7,3	8,77E-08	3,55E-03	3,05E-09	1105
3	15,1	6,04E-08	3,22E-03	1,91E-09	1513
4	29,9	3,24E-08	3,21E-03	1,02E-09	2607
5	60,0	1,60E-08	2,39E-03	3,75E-10	4652
6	-90,0		5,92E-04		
7	90,0	3,27E-08	6,63E-04	2,12E-10	1518

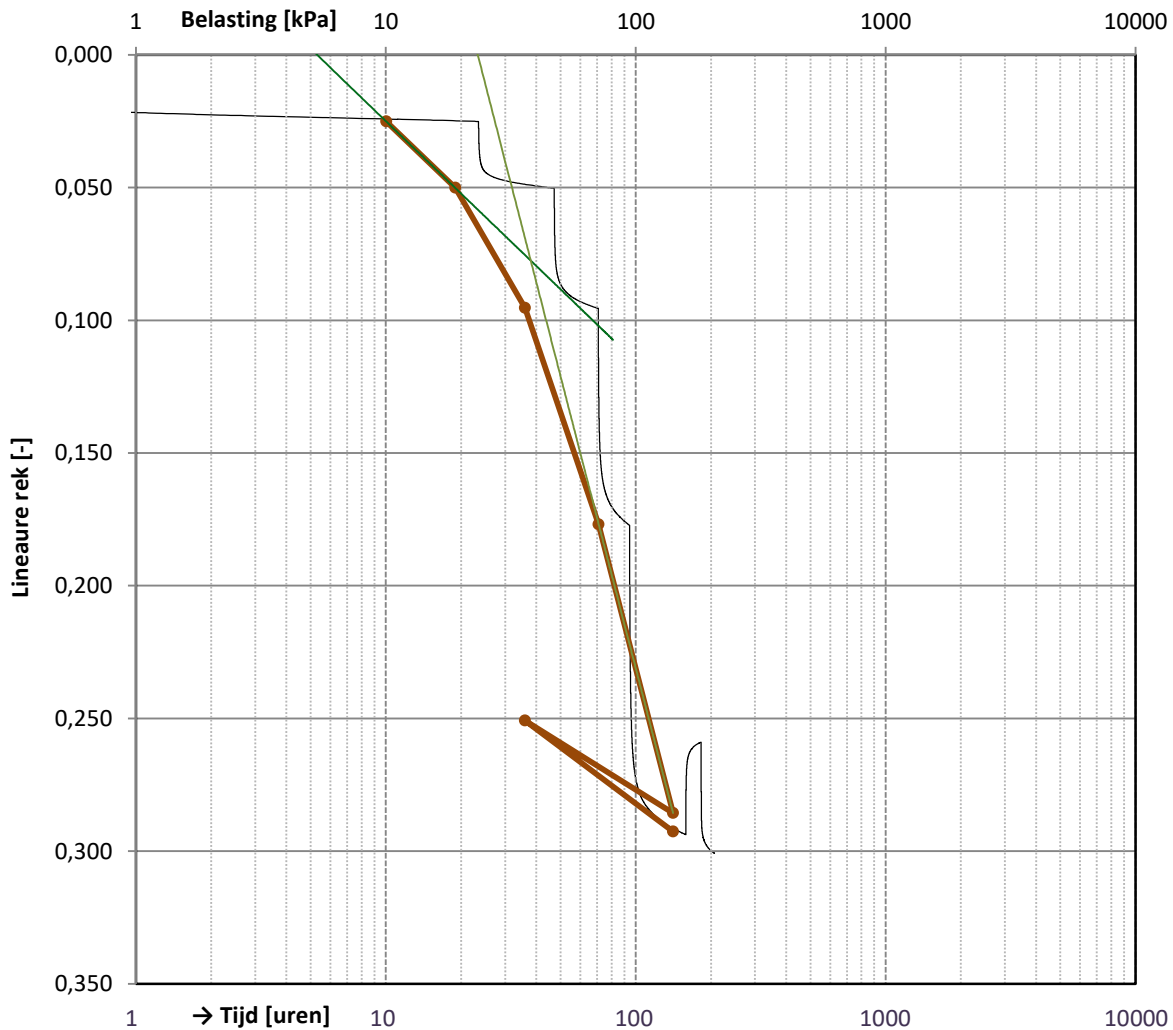
Resultaat één-dimensionale samendrukkingsproef

www.koops-grondmechanica.nl

NEN-EN-ISO 17892-5 en CUR 101

NEN-Bjerrum

Monster- en proefgegevens			Materiaal: veen, kleiig		
Boring/monster	B102	3	γ_n (begin* / eind) [kN/m ³]	12,4	15,3
Diepte [m - mv]	2,92		γ_d (begin* / eind) [kN/m ³]	4,6	6,6
Monsterhoogte /-diam. [mm]	20,2	63,5	e_0 (begin* / eind) [-]	3,3	2,0
Monstervoorbereiding	monster uitgedrukt in snijring		Wg [%]**	168,5	133,0
Opstelling:	14		ρ_k [Mg/m ³]**	2,01	2,01
Datum (begin / eind)	4-01-21	13-01-21	Sr [%]	100%	100%
Gem. temperatuur in lab [°C]	14				



* bepaald met steekringmethode

**volumieke masse van vaste delen is geschat op basis van correlatie met droog volumegewicht

Opmerking: de resultaten zijn gecorrigeerd voor toesteldeformatie en temperatuur

Belastingtrappen [kN/m ²]	$\Delta e / \log \Delta P$	E_{ged} [Mpa]	Afgeleide waarden	
1	1,02	10,0	RR	7,05E-02
2	10,0	19,0	CR	3,66E-01
3	19,0	36,1	SR	5,87E-02
4	36,1	71,1	S_e	2,7
5	71,1	141,0	σ'_p [kPa]	38,0
6	141,0	36,1	rek bij σ'_p	0,078
7	36,1	141,0		

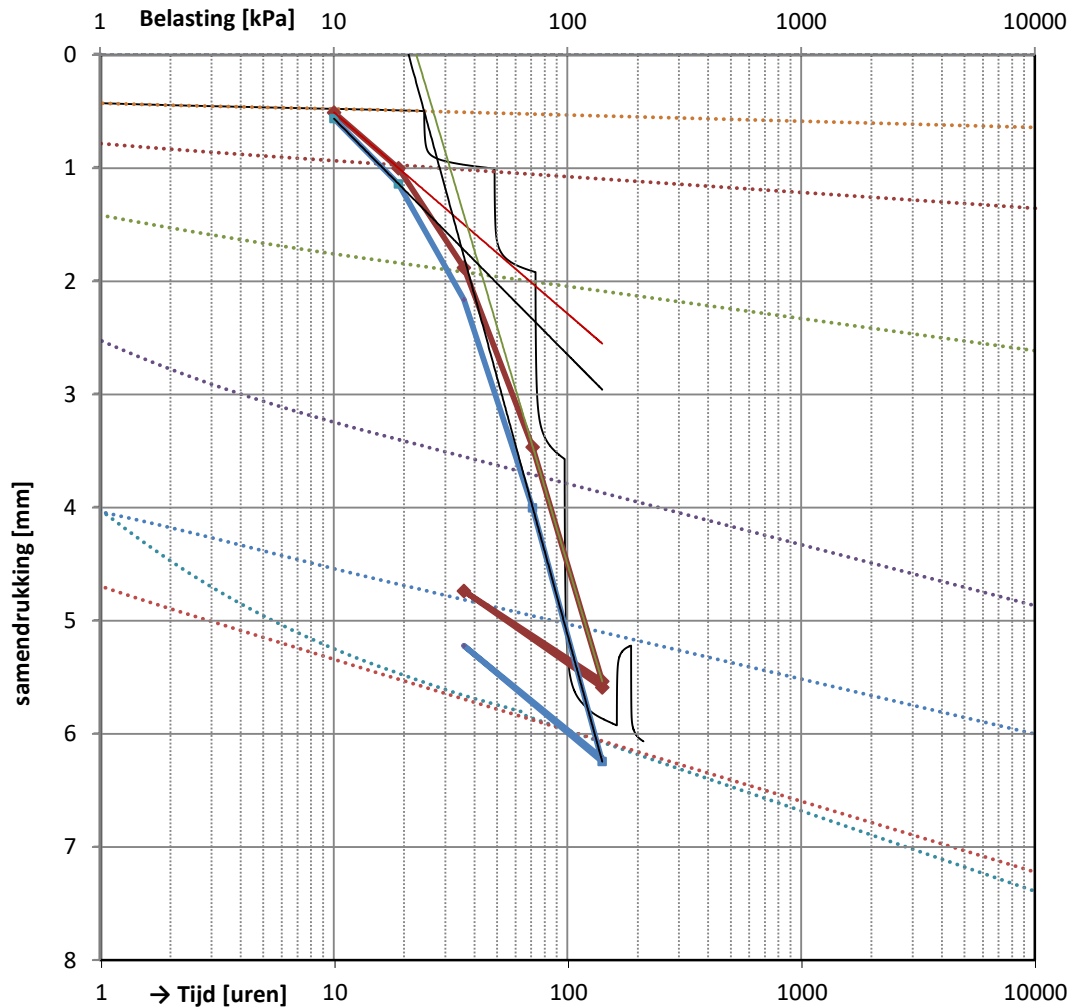
Resultaat één-dimensionale samendrukkingsproef

www.koops-grondmechanica.nl

NEN-EN-ISO 17892-5 en CUR 101

Koppejan

Monster- en proefgegevens				Materiaal: veen, kleig	
Boring/monster	B102	3		γ_n (begin / eind) [kN/m ³]	12,4 15,3
Diepte [m - mv]	2,92			γ_d (begin* / eind) [kN/m ³]	4,6 6,6
Monsterhoogte /-diam. [mm]	20,2	63,5		e_0 (begin* / eind) [-]	3,3 2,0
Monstervoorbereiding	monster uitgedrukt in snijring			Wg [%]**	168,5 133,0
Opstelling:	14			ρ_k [Mg/m ³]**	2,01 2,01
Datum (begin / eind)	4-01-21	13-01-21		Sr [%]	100% 100%
Gem. temperatuur in lab [°C]	14				



* bepaald met steekringmethode

**volumieke massa van vaste delen is geschat op basis van correlatie met droog volumegewicht

Opmerking: de resultaten zijn gecorrigeerd voor toesteldeformatie en temperatuur

Belastingtrappen [kN/m ²]	$\Delta e / \ln \Delta P$		$\Delta e / \ln \Delta P^{-1}$		Afgeleide waarden	
1	1,0	10,0	1,10E-02	91,2	Cp	26,2
2	10,0	19,0	3,82E-02	26,2	Cp'	6,7
3	19,0	36,1	6,76E-02	14,8	Cs	151,7
4	36,1	71,1	1,15E-01	8,7	Cs'	80,7
5	71,1	141,0	1,49E-01	6,7	C	25,1
6	141,0	36,1	2,90E-02	34,5	C'	6,6
7	36,1	141,0	3,09E-02	32,3	σ'_p [kPa]	37,4
					rek bij σ'_p	0,075

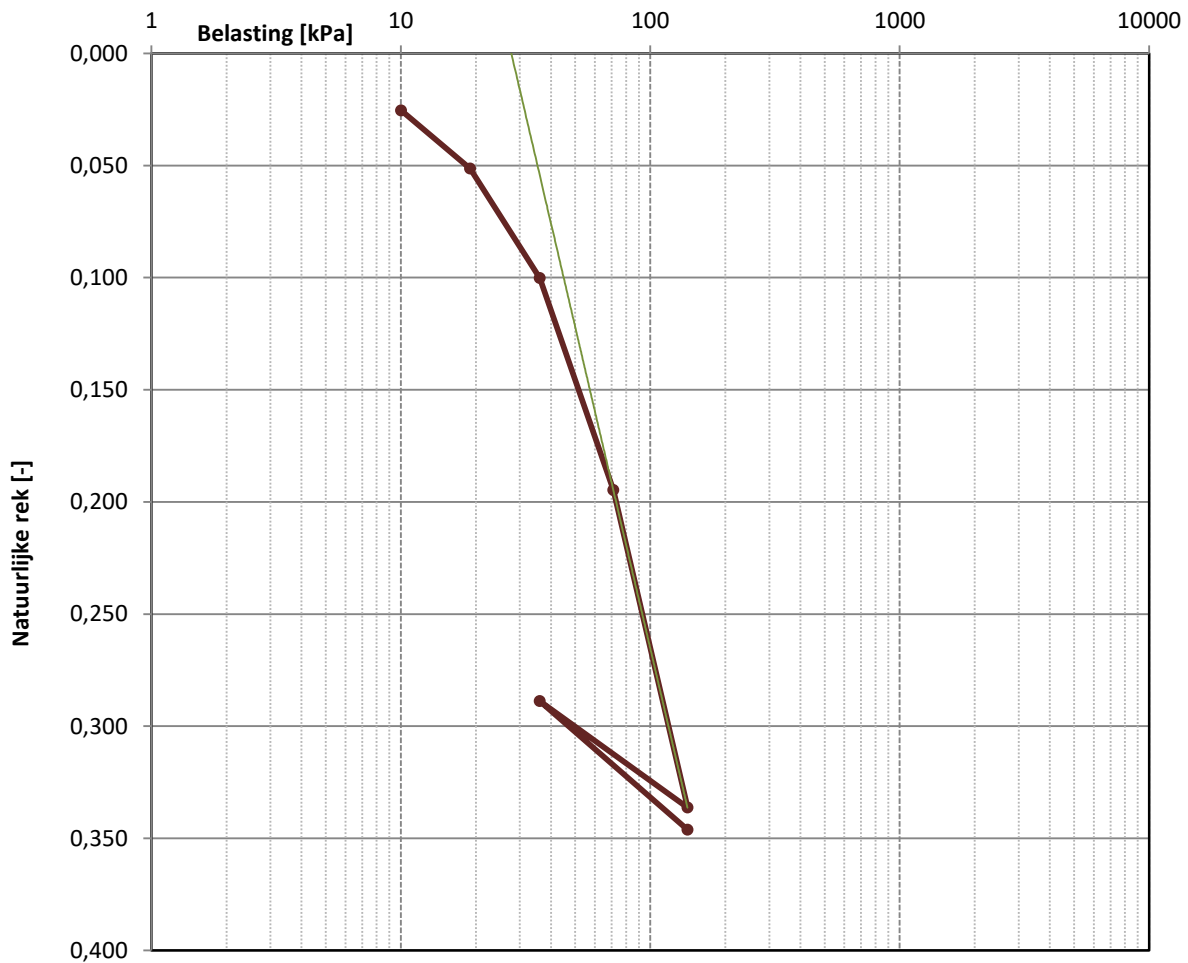
Resultaat één-dimensionale samendrukkingsproef

NEN-EN-ISO 17892-5 en CUR 101

Isotachen

www.koops-grondmechanica.nl

Monster- en proefgegevens					
Boring/monster	B102	3	Materiaal:	veen, kleig	
Diepte [m - mv]	2,92		γ_n (begin / eind) [kN/m ³]	12,4	15,3
Monsterhoogte /-diam. [mm]	20,2	63,5	γ_d (begin* / eind) [kN/m ³]	4,6	6,6
Monstervoorbereiding	monster uitgedrukt in snijring		e_0 (begin* / eind) [-]	3,3	2,0
Opstelling:	14		Wg [%]**	168,5	133,0
Datum (begin / eind)	4-01-21	13-01-21	ρ_k [Mg/m ³]**	2,01	2,01
Gem. temperatuur in lab [°C]	14		Sr [%]	100%	100%



* bepaald met steekringmethode

**volumieke masse van vaste delen is geschat op basis van correlatie met droog volumegewicht

Opmerking: de resultaten zijn gecorrigeerd voor toesteldeformatie en temperatuur

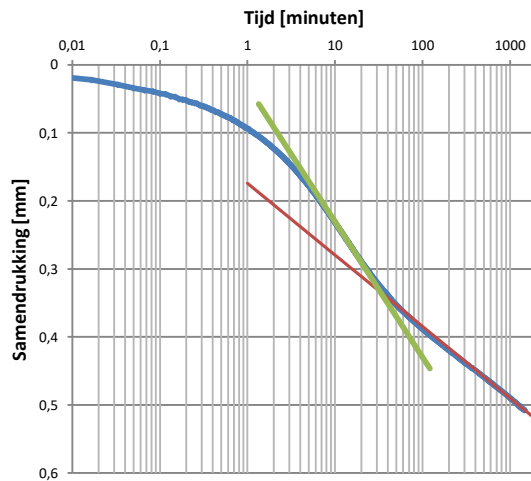
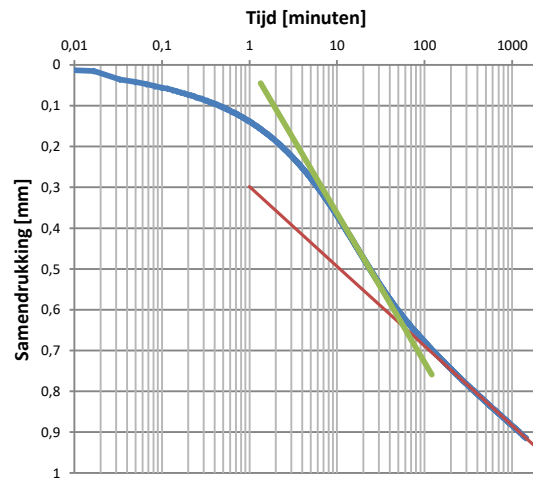
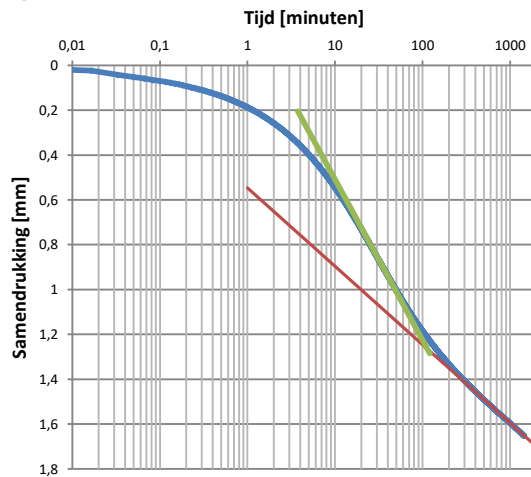
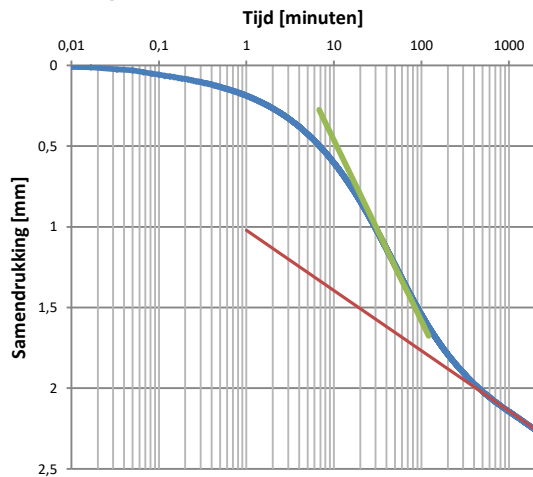
Belastingtrappen [kN/m ²]		$\Delta eH/\ln \Delta P$	$C_{isotachen}$ per trap	Afgeleide waarden	
1	1,02	10,0	0,0111	1,20E-03	A 4,204E-02
2	10,0	19,0	0,0409	2,38E-03	B 2,068E-01
3	19,0	36,1	0,0758	4,62E-03	C 1,014E-02
4	36,1	71,1	0,1392	9,09E-03	
5	71,1	141,0	0,2068	1,12E-02	σ'_p [kPa] 27,7
6	141,0	36,1	0,0349		rek bij σ'_p 0
7	36,1	141,0	0,0420	4,24E-03	volgens CUR 101

Resultaat één-dimensionale samendrukkingsproef

NEN-EN-ISO 17892-5 en CUR 101

Casagrande

Monster- en proefgegevens			Materiaal:		
Boring/monster	B102	3	veen, kleig		
Diepte [m - mv]	2,92		γ_n (begin / eind) [kN/m ³]	12,4	15,3
Monsterhoogte /-diam. [mm]	20,2	63,5	γ_d (begin* / eind) [kN/m ³]	4,6	6,6
Monstervoorbereiding	monster uitgedrukt in snijring		e_0 (begin* / eind) [-]	3,3	2,0
Opstelling:	14		Wg [%]	168,5	133,0
Datum (begin / eind)	4-01-21	13-01-21	ρ_k [Mg/m ³]	2,01	2,01
Gem. temperatuur in lab [°C]	14		Sr [%]	100%	100%

Trap 2**Trap 3****Trap 4****Trap 5**

Trap	ΔP kPa	C_v m ² /s	M_v m ² /kN	k m/s	C_α	T_{50} s
2	8,9	6,57E-07	2,87E-03	1,85E-08	5,34E-03	35
3	17,1	5,09E-08	2,80E-03	1,40E-09	1,02E-02	428
4	35,0	2,36E-08	2,70E-03	6,25E-10	1,91E-02	848
5	69,9	1,18E-08	2,02E-03	2,33E-10	2,24E-02	1495
6	-104,9		4,92E-04			
7	104,9	2,99E-08	5,55E-04	1,63E-10	9,22E-03	400

Resultaat één-dimensionale samendrukkingsproef

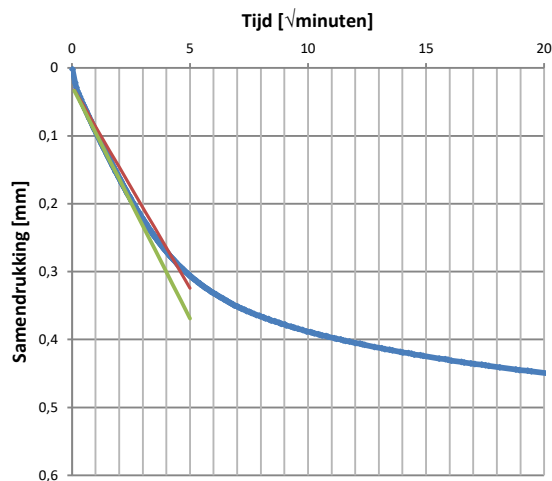
NEN-EN-ISO 17892-5 en CUR 101

Taylor

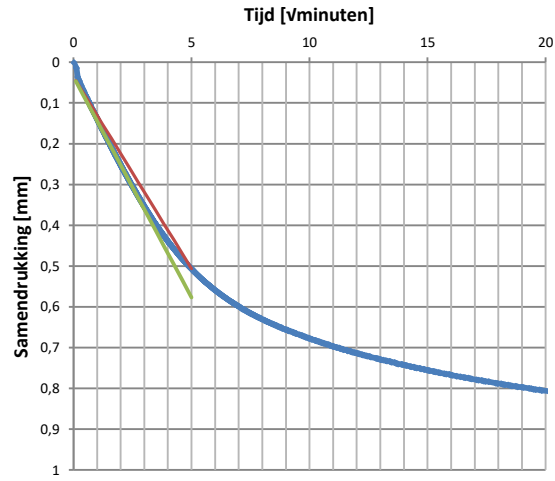
www.koops-grondmechanica.nl

Monster- en proefgegevens					
Boring/monster	B102	3	Materiaal:	veen, kleig	
Diepte [m - mv]	2,92		γ_n (begin / eind) [kN/m ³]	12,4	15,3
Monsterhoogte /-diam. [mm]	20,2	63,5	γ_d (begin* / eind) [kN/m ³]	4,6	6,6
Monstervoorbereiding	monster uitgedrukt in snijring		e_0 (begin* / eind) [-]	3,3	2,0
Opstelling:	14		Wg [%]	168,5	133,0
Datum (begin / eind)	4-01-21	13-01-21	ρ_k [Mg/m ³]	2,01	2,01
Gem. temperatuur in lab [°C]	14		Sr [%]	100%	100%

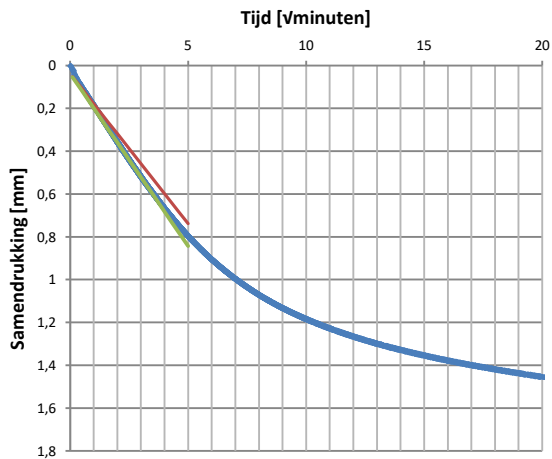
Trap 2



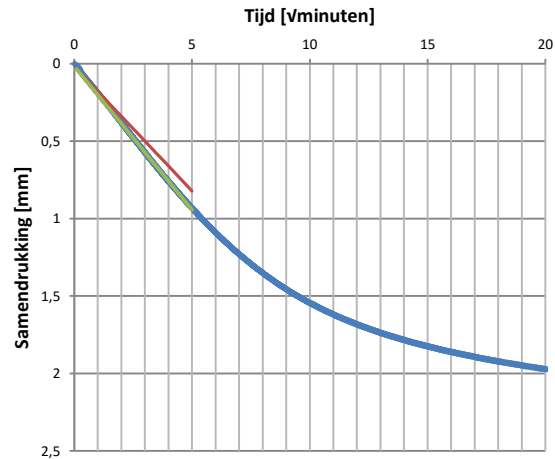
Trap 3



Trap 4



Trap 5



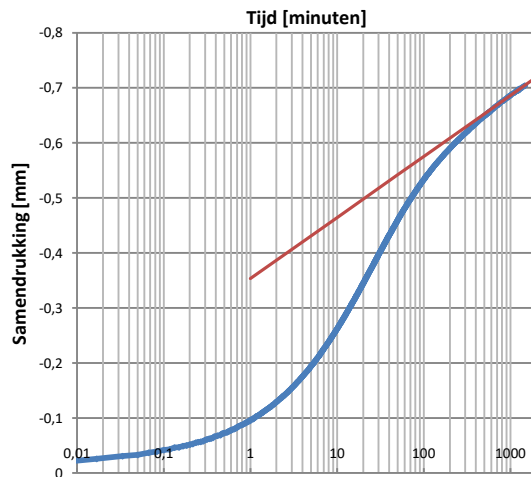
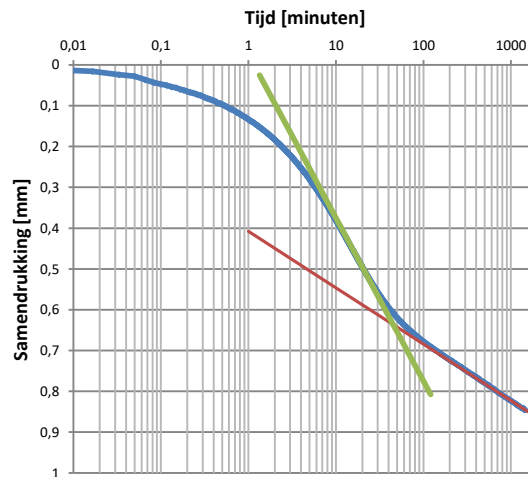
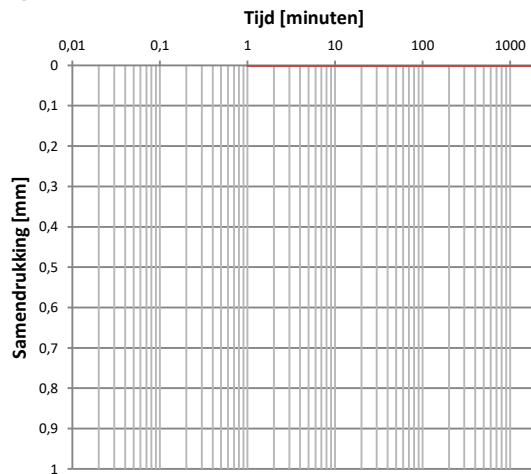
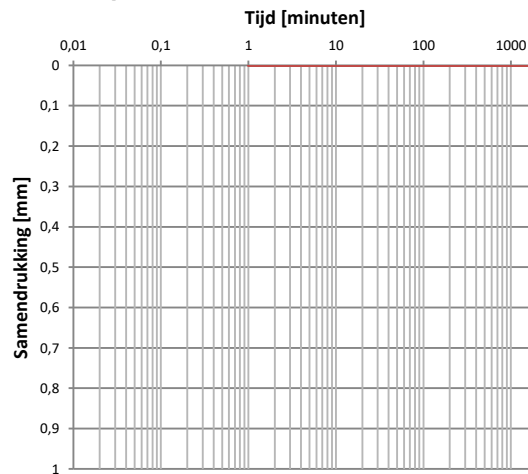
Trap	ΔP kPa	C_v m ² /s	M_v m ² /kN	k m/s	T_{90} s
2	8,9	9,17E-08	2,87E-03	2,58E-09	1105
3	17,1	6,21E-08	2,80E-03	1,71E-09	1513
4	35,0	3,34E-08	2,70E-03	8,83E-10	2607
5	69,9	1,65E-08	2,02E-03	3,26E-10	4652
6	-104,9		4,92E-04		
7	104,9	3,40E-08	5,55E-04	1,85E-10	1518

Resultaat één-dimensionale samendrukkingsproef

NEN-EN-ISO 17892-5 en CUR 101

Casagrande

Monster- en proefgegevens			Materiaal: veen, kleig		
Boring/monster	B102	3	γ_n (begin / eind) [kN/m ³]	12,4	15,3
Diepte [m - mv]	2,92		γ_d (begin* / eind) [kN/m ³]	4,6	6,6
Monsterhoogte /-diam. [mm]	20,2	63,5	e_0 (begin* / eind) [-]	3,3	2,0
Monstervoorbereiding	monster uitgedrukt in snijring		Wg [%]	168,5	133,0
Opstelling:	14		ρ_k [Mg/m ³]	2,01	2,01
Datum (begin / eind)	4-01-21	13-01-21	Sr [%]	100%	100%
Gem. temperatuur in lab [°C]	14				

Trap 6**Trap 7****Trap 8****Trap 9**

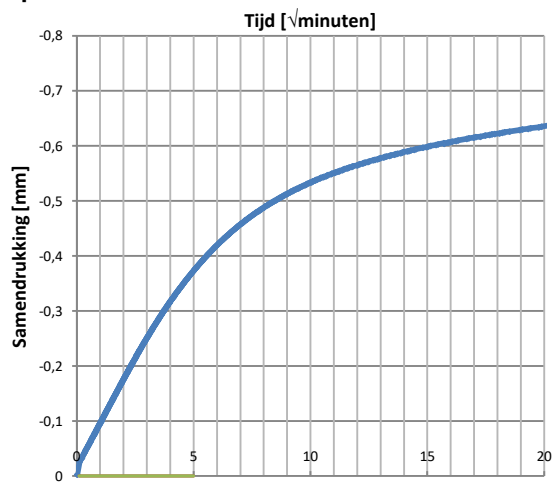
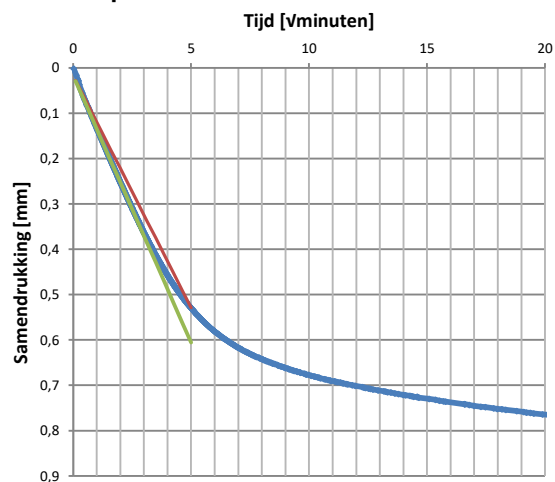
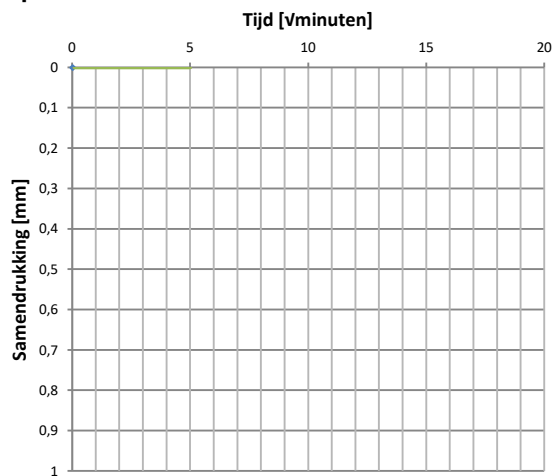
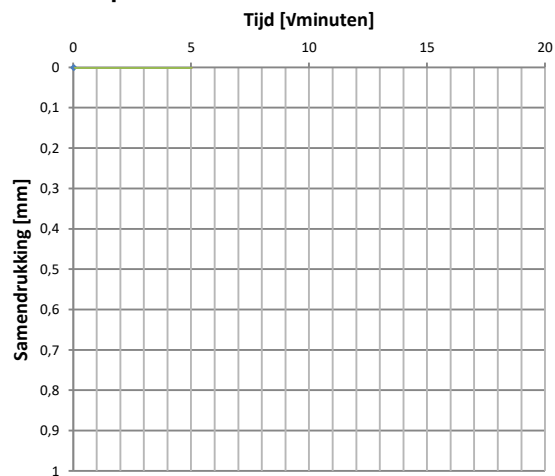
Trap	ΔP kPa	C_v m ² /s	M_v m ² /kN	k m/s	C_α	T_{50} s
2	8,9	6,57E-07	2,87E-03	1,85E-08	5,34E-03	35
3	17,1	5,09E-08	2,80E-03	1,40E-09	1,02E-02	428
4	35,0	2,36E-08	2,70E-03	6,25E-10	1,91E-02	848
5	69,9	1,18E-08	2,02E-03	2,33E-10	2,24E-02	1495
6	-104,9		4,92E-04			
7	104,9	2,99E-08	5,55E-04	1,63E-10	9,22E-03	400

Resultaat één-dimensionale samendrukkingsproef

NEN-EN-ISO 17892-5 en CUR 101

Taylor

Monster- en proefgegevens					
Boring/monster	B102	3	Materiaal:	veen, kleig	
Diepte [m - mv]	2,92		γ_n (begin / eind) [kN/m ³]	12,4	15,3
Monsterhoogte /-diam. [mm]	20,2	63,5	γ_d (begin* / eind) [kN/m ³]	4,6	6,6
Monstervoorbereiding	monster uitgedrukt in snijring		e_0 (begin* / eind) [-]	3,3	2,0
Opstelling:	14		Wg [%]	168,5	133,0
Datum (begin / eind)	4-01-21	13-01-21	ρ_k [Mg/m ³]	2,01	2,01
Gem. temperatuur in lab [°C]	14		Sr [%]	100%	100%

Trap 6**Trap 7****Trap 8****Trap 9**

Trap	ΔP kPa	C_v m ² /s	M_v m ² /kN	k m/s	T_{90} s
2	8,9	9,17E-08	2,87E-03	2,58E-09	1105
3	17,1	6,21E-08	2,80E-03	1,71E-09	1513
4	35,0	3,34E-08	2,70E-03	8,83E-10	2607
5	69,9	1,65E-08	2,02E-03	3,26E-10	4652
6	-104,9		4,92E-04		
7	104,9	3,40E-08	5,55E-04	1,85E-10	1518

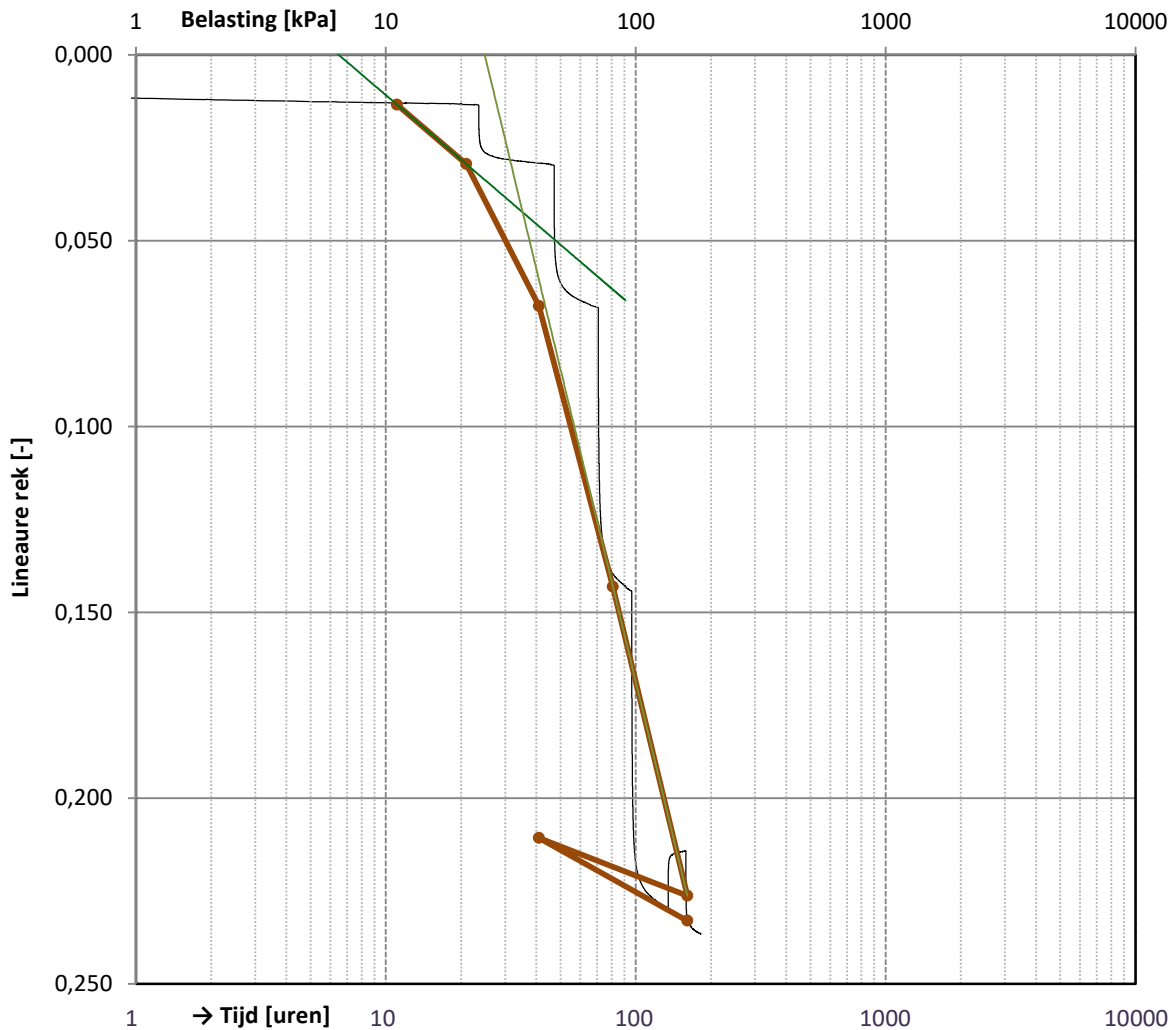
Resultaat één-dimensionale samendrukkingsproef

www.koops-grondmechanica.nl

NEN-EN-ISO 17892-5 en CUR 101

NEN-Bjerrum

Monster- en proefgegevens				Materiaal:		klei, siltig, sterk organisch	
Boring/monster	B102	5		γ_n (begin* / eind) [kN/m ³]	15,2	17,7	
Diepte [m - mv]	4,31			γ_d (begin* / eind) [kN/m ³]	8,7	11,3	
Monsterhoogte / -diam. [mm]	20,1	50,0		e_0 (begin* / eind) [-]	1,8	1,2	
Monstervoorbereiding	monster uitgedrukt in snijring			Wg [%]**	75,5	56,9	
Opstelling:	8			ρ_k [Mg/m ³]**	2,49	2,49	
Datum (begin / eind)	5-01-21	13-01-21		Sr [%]	100%	100%	
Gem. temperatuur in lab [°C]	14						



* bepaald met steekringmethode

**volumieke massa van vaste delen is geschat op basis van correlatie met droog volumegewicht

Opmerking: de resultaten zijn gecorrigeerd voor toesteldeformatie en temperatuur

Belastingtrappen [kN/m ²]	$\Delta e / \log \Delta P$		E_{sed} [Mpa]	Afgeleide waarden	
1	1,79	11,1	0,0169	RR	3,76E-02
2	11,1	21,0	0,0576	CR	2,79E-01
3	21,0	41,0	0,1316	SR	2,62E-02
4	41,0	81,0	0,2552	S_e	3,6
5	81,0	160,8	0,2791	σ'_p [kPa]	35,3
6	160,8	41,0	0,0262	rek bij σ'_p	0,042
7	41,0	160,8	0,0376		

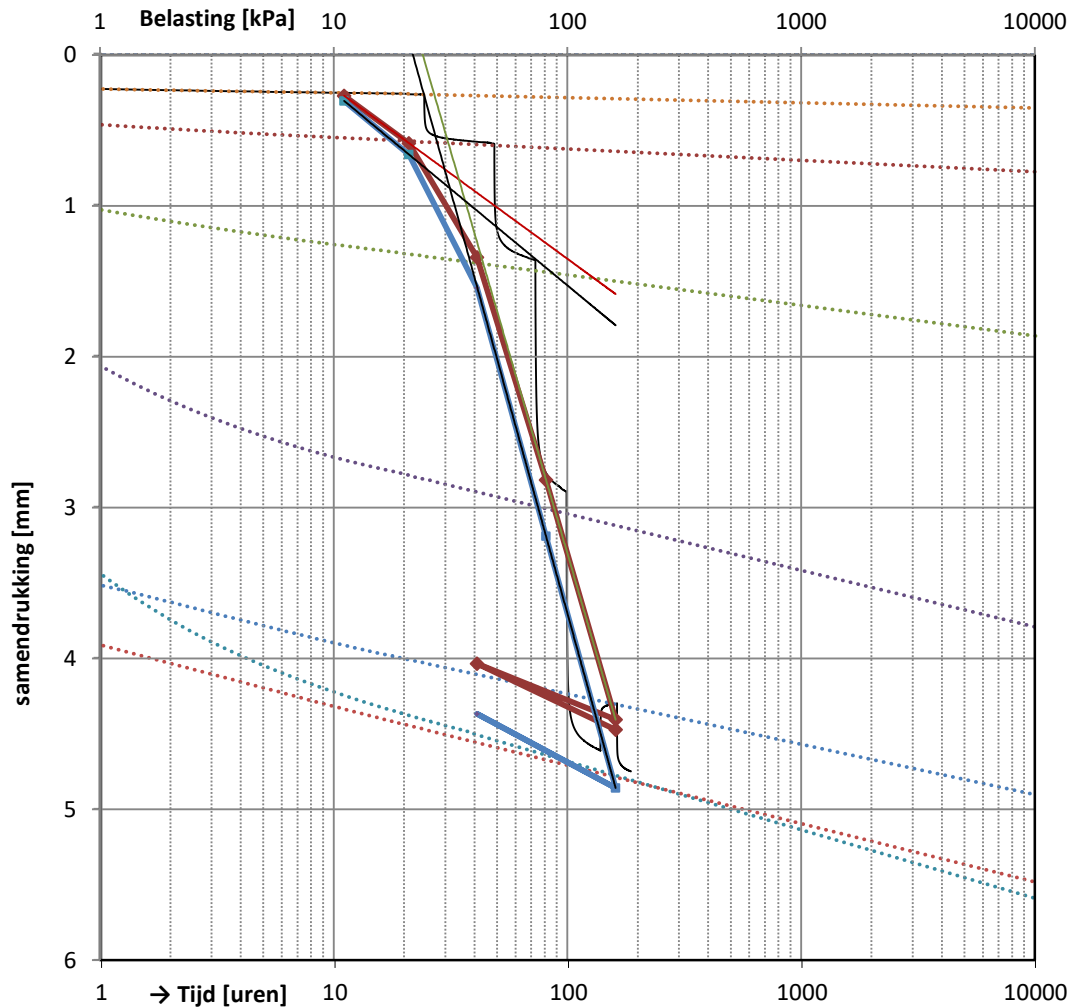
Resultaat één-dimensionale samendrukkingsproef

www.koops-grondmechanica.nl

NEN-EN-ISO 17892-5 en CUR 101

Koppejan

Monster- en proefgegevens				Materiaal:		klei, siltig, sterk organisch	
Boring/monster	B102	5		γ_n (begin / eind) [kN/m ³]	15,2	17,7	
Diepte [m - mv]	4,31			γ_d (begin* / eind) [kN/m ³]	8,7	11,3	
Monsterhoogte / -diam. [mm]	20,1	50,0		e_0 (begin* / eind) [-]	1,8	1,2	
Monstervoorbereiding	monster uitgedrukt in snijring			Wg [%]**	75,5	56,9	
Opstelling:	8			ρ_k [Mg/m ³]**	2,49	2,49	
Datum (begin / eind)	5-01-21	13-01-21		Sr [%]	100%	100%	
Gem. temperatuur in lab [°C]	14						



* bepaald met steekringmethode

**volumieke massa van vaste delen is geschat op basis van correlatie met droog volumegewicht

Opmerking: de resultaten zijn gecorrigeerd voor toesteldeformatie en temperatuur

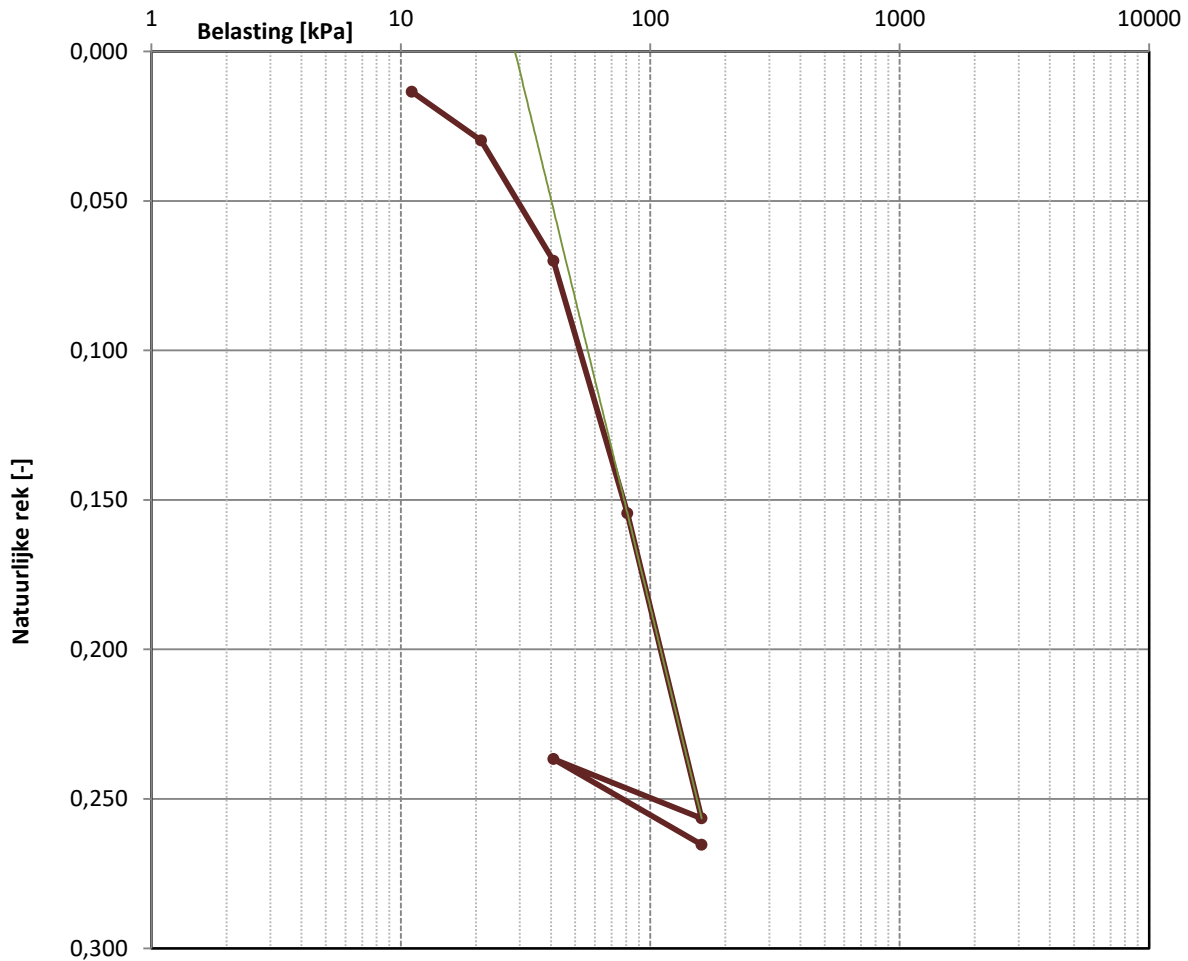
Belastingtrappen [kN/m ²]	$\Delta e / \ln \Delta P$		$\Delta e / \ln \Delta P^{-1}$		Afgeleide waarden	
1	1,8	11,1	7,36E-03	135,9	Cp	41,0
2	11,1	21,0	2,44E-02	41,0	Cp'	8,7
3	21,0	41,0	5,61E-02	17,8	Cs	311,3
4	41,0	81,0	1,08E-01	9,3	Cs'	175,2
5	81,0	160,8	1,15E-01	8,7	C	39,7
6	160,8	41,0	1,35E-02	73,9	C'	8,6
7	41,0	160,8	1,60E-02	62,7	σ'_p [kPa]	34,3
					rek bij σ'_p	0,041

Resultaat één-dimensionale samendrukkingsproef

NEN-EN-ISO 17892-5 en CUR 101

Isotachen

Monster- en proefgegevens				Materiaal:		klei, siltig, sterk organisch	
Boring/monster	B102	5		γ_n (begin / eind) [kN/m ³]	15,2	17,7	
Diepte [m - mv]	4,31			γ_d (begin* / eind) [kN/m ³]	8,7	11,3	
Monsterhoogte / -diam. [mm]	20,1	50,0		e_0 (begin* / eind) [-]	1,8	1,2	
Monstervoorbereiding	monster uitgedrukt in snijring			Wg [%]**	75,5	56,9	
Opstelling:	8			ρ_k [Mg/m ³]**	2,49	2,49	
Datum (begin / eind)	5-01-21	13-01-21		Sr [%]	100%	100%	
Gem. temperatuur in lab [°C]	14						



* bepaald met steekringmethode

**volumieke masse van vaste delen is geschat op basis van correlatie met droog volumegewicht

Opmerking: de resultaten zijn gecorrigeerd voor toesteldeformatie en temperatuur

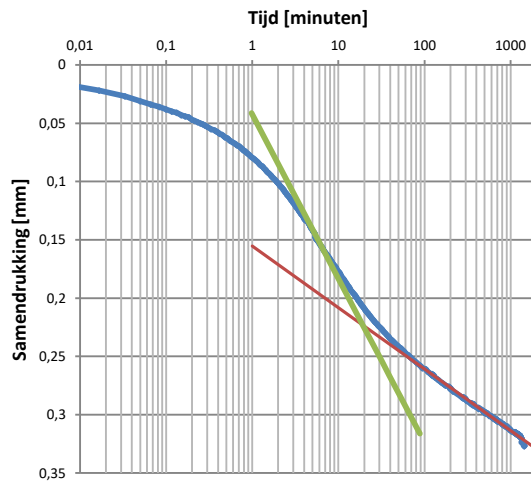
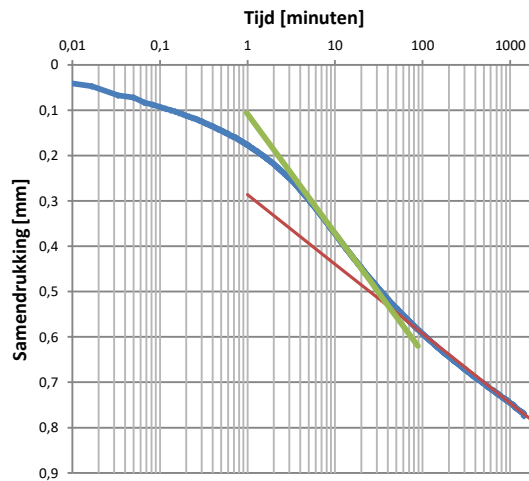
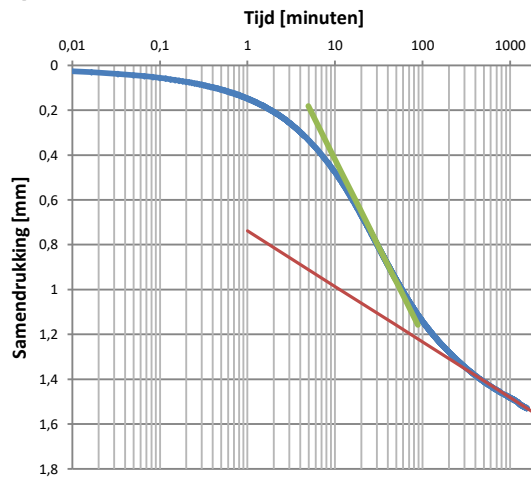
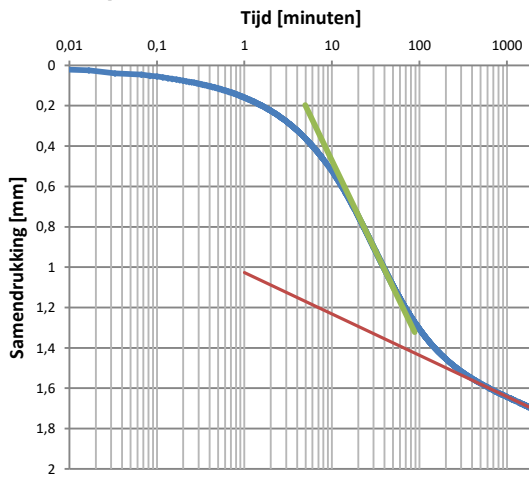
Belastingtrappen [kN/m ²]	$\Delta eH / \ln \Delta P$	$C_{isotachen}$ per trap	Afgeleide waarden	
1	1,79	11,1	0,0074	7,44E-04
2	11,1	21,0	0,0256	1,17E-03
3	21,0	41,0	0,0601	3,54E-03
4	41,0	81,0	0,1240	6,24E-03
5	81,0	160,8	0,1488	5,71E-03
6	160,8	41,0	0,0145	
7	41,0	160,8	0,0210	2,08E-03
			σ'_p [kPa]	28,7
			rek bij σ'_p	0
			volgens CUR 101	

Resultaat één-dimensionale samendrukkingsproef

NEN-EN-ISO 17892-5 en CUR 101

Casagrande

Monster- en proefgegevens							
Boring/monster	B102	5		Materiaal:	klei, siltig, sterk organisch		
Diepte [m - mv]	4,31			γ_n (begin / eind) [kN/m ³]	15,2	17,7	
Monsterhoogte /-diam. [mm]	20,1	50,0		γ_d (begin* / eind) [kN/m ³]	8,7	11,3	
Monstervoorbereiding	monster uitgedrukt in snijring			e_0 (begin* / eind) [-]	1,8	1,2	
Opstelling:	8			Wg [%]	75,5	56,9	
Datum (begin / eind)	5-01-21	13-01-21		ρ_k [Mg/m ³]	2,49	2,49	
Gem. temperatuur in lab [°C]	14			Sr [%]	100%	100%	

Trap 2**Trap 3****Trap 4****Trap 5**

Trap	ΔP kPa	C_v m ² /s	M_v m ² /kN	k m/s	C_α	T_{50} s
2	9,9	1,66E-07	1,62E-03	2,63E-09	2,66E-03	140
3	20,0	1,00E-07	2,01E-03	1,98E-09	7,84E-03	222
4	40,0	2,17E-08	2,13E-03	4,53E-10	1,32E-02	957
5	79,8	1,66E-08	1,27E-03	2,06E-10	1,19E-02	1138
6	-119,8		1,93E-04			
7	119,8	8,75E-08	2,34E-04	2,01E-10	4,67E-03	161

Resultaat één-dimensionale samendrukkingsproef

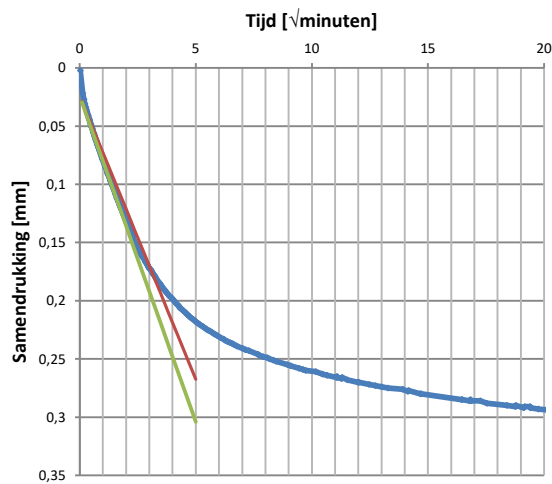
NEN-EN-ISO 17892-5 en CUR 101

Taylor

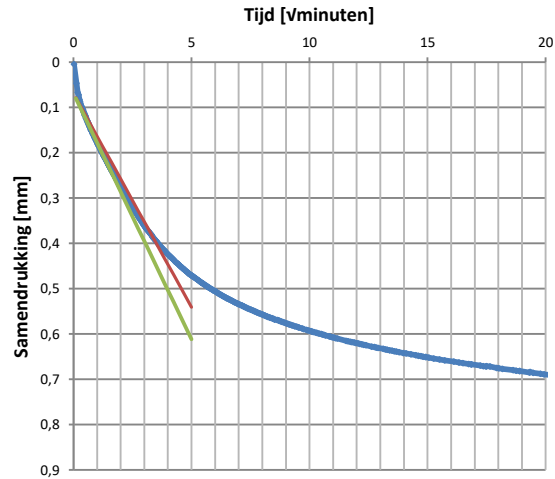
www.koops-grondmechanica.nl

Monster- en proefgegevens			Materiaal:		
Boring/monster	B102	5	klei, siltig, sterk organisch		
Diepte [m - mv]	4,31		γ_n (begin / eind) [kN/m ³]	15,2	17,7
Monsterhoogte /-diam. [mm]	20,1	50,0	γ_d (begin* / eind) [kN/m ³]	8,7	11,3
Monstervoorbereiding	monster uitgedrukt in snijring		e_0 (begin* / eind) [-]	1,8	1,2
Opstelling:	8		Wg [%]	75,5	56,9
Datum (begin / eind)	5-01-21	13-01-21	ρ_k [Mg/m ³]	2,49	2,49
Gem. temperatuur in lab [°C]	14		Sr [%]	100%	100%

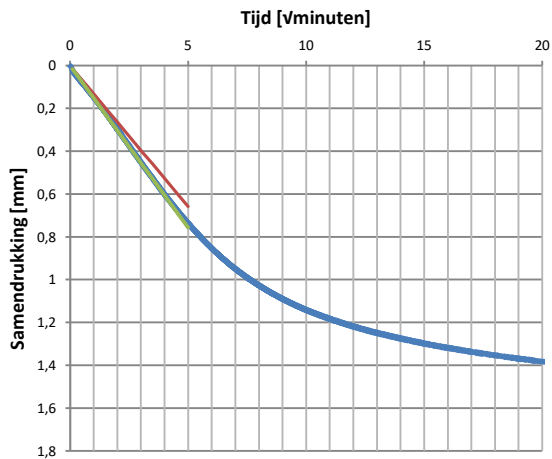
Trap 2



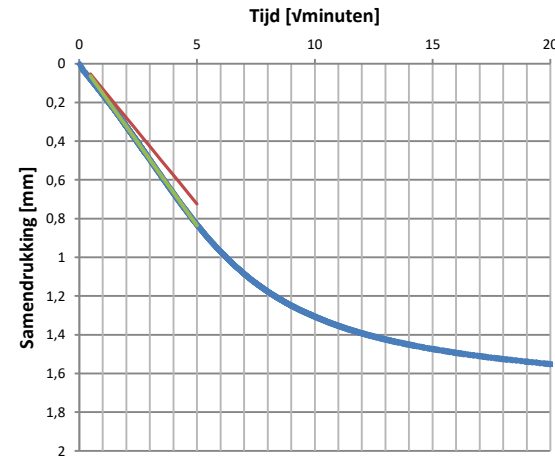
Trap 3



Trap 4



Trap 5



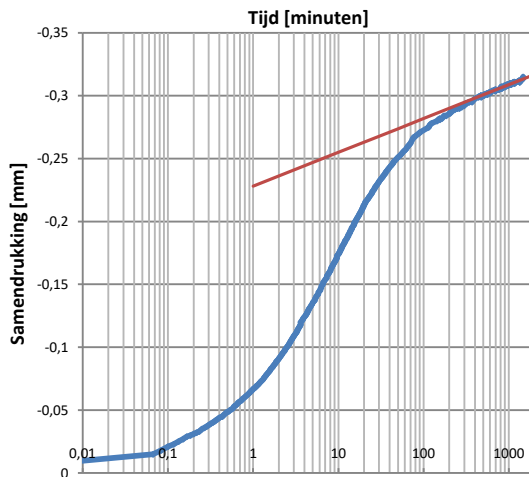
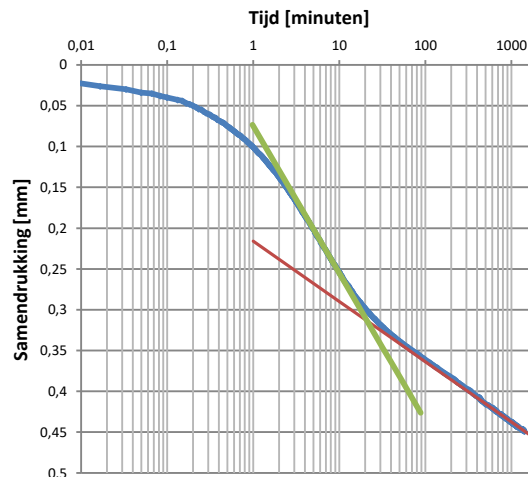
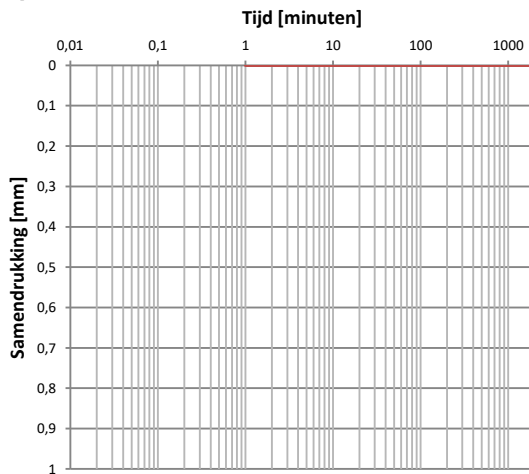
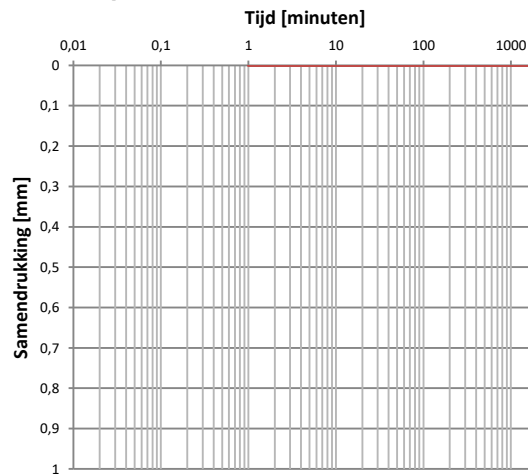
Trap	ΔP kPa	C_v m ² /s	M_v m ² /kN	k m/s	T_{90} s
2	9,9	1,71E-07	1,62E-03	2,71E-09	586
3	20,0	1,42E-07	2,01E-03	2,80E-09	676
4	40,0	2,63E-08	2,13E-03	5,48E-10	3435
5	79,8	2,09E-08	1,27E-03	2,59E-10	3937
6	-119,8		1,93E-04		
7	119,8	1,03E-07	2,34E-04	2,38E-10	585

Resultaat één-dimensionale samendrukkingsproef

NEN-EN-ISO 17892-5 en CUR 101

Casagrande

Monster- en proefgegevens							
Boring/monster	B102	5		Materiaal:	klei, siltig, sterk organisch		
Diepte [m - mv]	4,31			γ_n (begin / eind) [kN/m ³]	15,2	17,7	
Monsterhoogte /-diam. [mm]	20,1	50,0		γ_d (begin* / eind) [kN/m ³]	8,7	11,3	
Monstervoorbereiding	monster uitgedrukt in snijring			e_0 (begin* / eind) [-]	1,8	1,2	
Opstelling:	8			Wg [%]	75,5	56,9	
Datum (begin / eind)	5-01-21	13-01-21		ρ_k [Mg/m ³]	2,49	2,49	
Gem. temperatuur in lab [°C]	14			Sr [%]	100%	100%	

Trap 6**Trap 7****Trap 8****Trap 9**

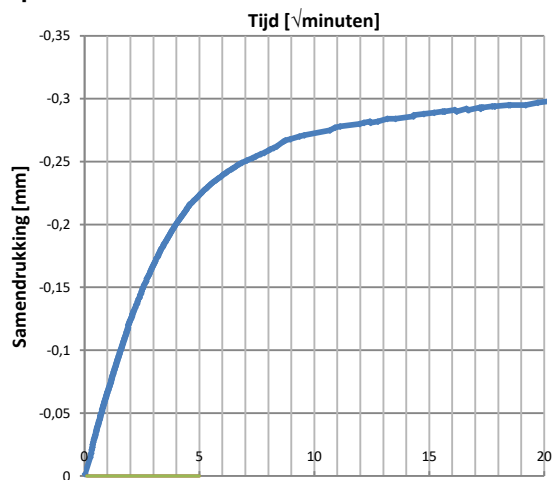
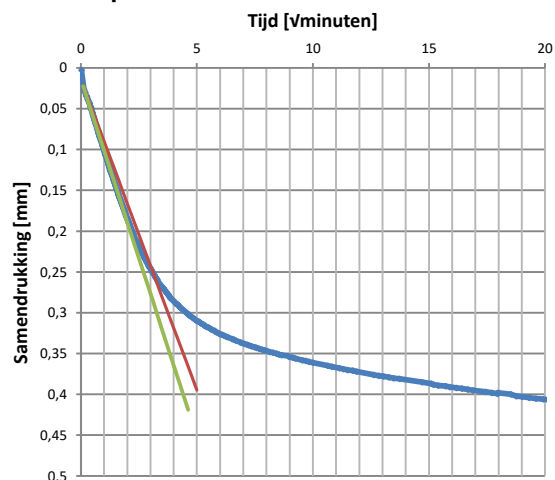
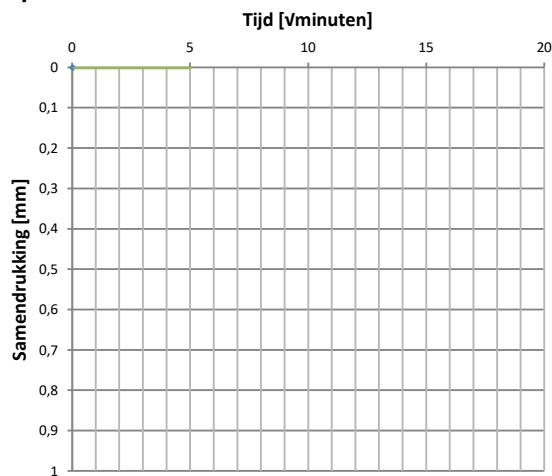
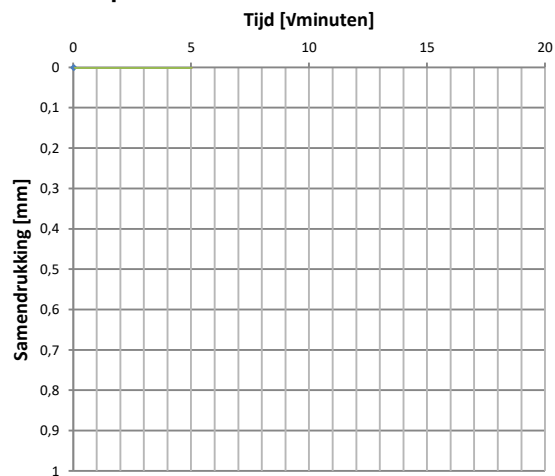
Trap	ΔP kPa	C_v m ² /s	M_v m ² /kN	k m/s	C_α	T_{50} s
2	9,9	1,66E-07	1,62E-03	2,63E-09	2,66E-03	140
3	20,0	1,00E-07	2,01E-03	1,98E-09	7,84E-03	222
4	40,0	2,17E-08	2,13E-03	4,53E-10	1,32E-02	957
5	79,8	1,66E-08	1,27E-03	2,06E-10	1,19E-02	1138
6	-119,8		1,93E-04			
7	119,8	8,75E-08	2,34E-04	2,01E-10	4,67E-03	161

Resultaat één-dimensionale samendrukkingsproef

NEN-EN-ISO 17892-5 en CUR 101

Taylor

Monster- en proefgegevens					
Boring/monster	B102	5	Materiaal:	klei, siltig, sterk organisch	
Diepte [m - mv]	4,31		γ_n (begin / eind) [kN/m ³]	15,2	17,7
Monsterhoogte /-diam. [mm]	20,1	50,0	γ_d (begin* / eind) [kN/m ³]	8,7	11,3
Monstervoorbereiding	monster uitgedrukt in snijring		e_0 (begin* / eind) [-]	1,8	1,2
Opstelling:	8		Wg [%]	75,5	56,9
Datum (begin / eind)	5-01-21	13-01-21	ρ_k [Mg/m ³]	2,49	2,49
Gem. temperatuur in lab [°C]	14		Sr [%]	100%	100%

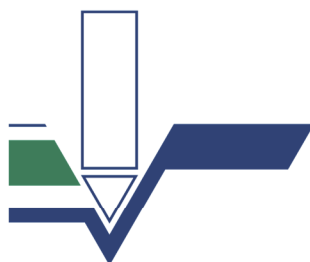
Trap 6**Trap 7****Trap 8****Trap 9**

Trap	ΔP kPa	C_v m ² /s	M_v m ² /kN	k m/s	T_{90} s
2	9,9	1,71E-07	1,62E-03	2,71E-09	586
3	20,0	1,42E-07	2,01E-03	2,80E-09	676
4	40,0	2,63E-08	2,13E-03	5,48E-10	3435
5	79,8	2,09E-08	1,27E-03	2,59E-10	3937
6	-119,8		1,93E-04		
7	119,8	1,03E-07	2,34E-04	2,38E-10	585

Geotechnisch onderzoek t.b.v.

**Aanleg verbindingsweg tussen de Maas-
Waalweg en de Molenachterdijk te Wellseind**

Ordernr.:2015-652



Koops & Romeijn grondmechanica

Samenwerkende, zelfstandige adviseurs voor grondonderzoek, geotechniek en geohydrologie



Geotechnisch onderzoek t.b.v.

**Aanleg verbindingsweg tussen de Maas-
Waalweg en de Molenachterdijk te Wellseind**

Ordernr.:2015-652

Opdrachtgever: Antea Group
t.a.v. de heer ir. G.J. Wittenberg
Postbus 8590
3009 AN Rotterdam

Datum grondonderzoek: 19 oktober 2015

Datum rapportage: 26 oktober 2015

Bijlagen: Situatietekening
Sondeergrafieken: DKM-01 t/m DKM-08



Koops & Romeijn grondmechanica

Samenwerkende, zelfstandige adviseurs voor grondonderzoek, geotechniek en geohydrologie

A. Palsma

E-mail: a.palsma@koopsggrondmechanica.nl

Telefoon: 06 - 50 29 84 41

H. Koops

E-mail: h.koops@koopsggrondmechanica.nl

Telefoon: 06 - 29 09 81 00

Koops grondmechanica

Postbus 428, 7940 AK Meppel

Telefoon: (0522) 26 00 84

E-mail: info@koopsggrondmechanica.nl

IBAN nr. NL35 RABO 0300 4695 35

KvK Meppel nr. 61574031

BTW nr. NL 8543.96.664.B01

www.koops-romeijn.nl

Antea Group
t.a.v. de heer ir. G.J. Wittenberg
Postbus 8590
3009 AN Rotterdam

KG-2015-652 AP/ap Meppel, 26 oktober 2015

Betreft: **Aanleg verbindingsweg tussen de Maas-Waalweg en de Molenachterdijk te Wellseind**

Uw projectnummer: **403787**

Geachte heer Wittenberg,

Op 9 oktober 2015 ontvingen wij van U de opdracht voor het uitvoeren van een geotechnisch onderzoek ten behoeve van bovengenoemd project. In de vorm van dit briefrapport, doen wij u de resultaten toekomen.

Veldwerkzaamheden.

Het grondonderzoek heeft bestaan uit 8 sonderingen, waarvan de resultaten zijn gepresenteerd op de sondeergrafieken DKM-01 t/m DKM-08. De conus- en wrijvingsweerstand, uitgedrukt in mN/m^2 , is hierop uitgezet tegen de diepte in meters ten opzichte van NAP.

De sonderingen zijn uitgevoerd vanaf onze 18 -tons rups aangedreven sondeerwagens.

De metingen zijn verricht met een gladde elektrische (kleef) mantelconus met hellingmeter, een en ander conform Norm NEN-EN-ISO 22476-1 klasse 3.

Bij de kleefmantelsonderingen (DKM) is naast de conusweerstand eveneens de plaatselijke wrijvingsweerstand geregistreerd. Het op de betreffende sondeergrafieken weergegeven wrijvingsgetal, geeft de verhouding weer tussen de wrijvingsweerstand en de conusweerstand in procenten en is kenmerkend voor de verschillende grondsoorten. Tevens is tijdens het sonderen de waterspanning gemeten, hierbij is de waterspanning gemeten achter de conuspunt (U^2).



Als indicatie kunnen voor normaal geconsolideerde grondlagen, onder de grondwaterstand de volgende percentages worden aangehouden;

<u>Wrijvingsgetal in %</u>			<u>Grondsoort</u>
0.3	-	1.2	Zand, grof tot fijn
1.5	-	2.0	Silt
2.5	-	5.0	Klei
> 5.0			Veen

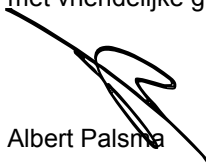
Tussen de verschillende grondsoorten komen overgangsvormen voor waardoor de aangegeven grenzen niet als maatgevend zijn te beschouwen.

De onderzochte punten en een aantal referentiehoogtes zijn door onze veldmedewerker uitgezet in RD-coördinaten en in hoogte vastgelegd ten opzichte van NAP.

De ligging van de sondeer-en boorlocaties zijn weergegeven op de bijgaande situatietekening.

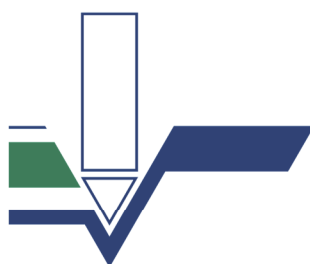
Vertrouwende u hierbij van dienst te zijn geweest,
verblijven wij,

met vriendelijke groet,



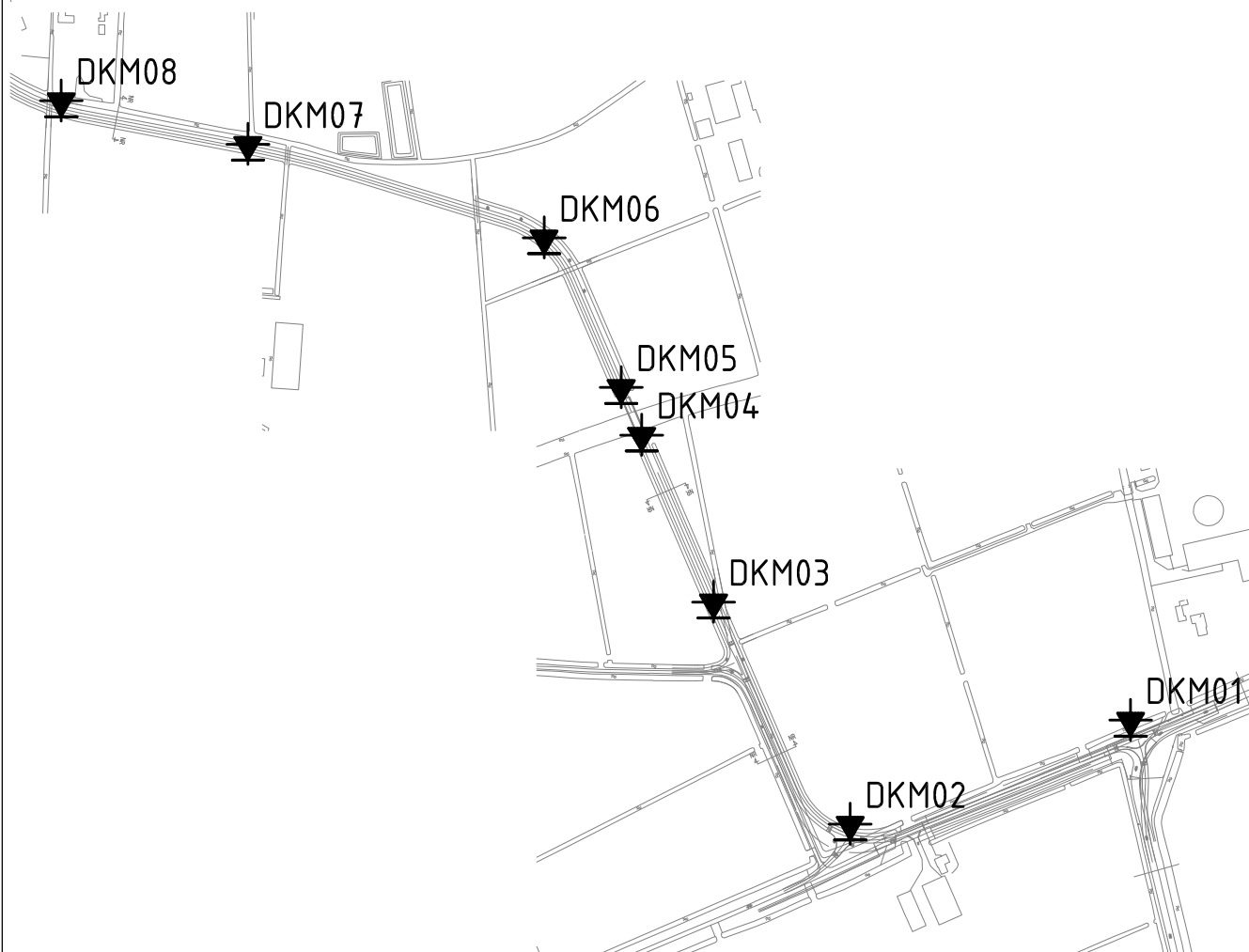
Albert Palsma

Bijlage:
Situatietekening



Koops & Romeijn grondmechanica

Samenwerkende, zelfstandige adviseurs voor grondonderzoek, geotechniek en geohydrologie



sond.nr.	X	Y	Z (N.A.P.)
DKM01	141988.230	419139.780	1.58 +
DKM02	141721.380	419040.900	1.73 +
DKM03	141591.360	419252.230	1.68 +
DKM04	141522.920	419411.070	1.74 +
DKM05	141503.430	419456.370	1.68 +
DKM06	141430.070	419598.720	1.90 +
DKM07	141148.200	419687.790	1.88 +
DKM08	140970.250	419727.500	1.66 +

VERKLARING DER TEKENS	
	SONDERING
	SONDERING MET PL.WRIJVING
	NIET UITGEVOERD
	SONDERING MET BORING
	BORING
	REEDS UITGEVOERDE SONDERING

Peilmaten indicatief, niet te gebruiken als uitgangshoogte

Aanleg verbindingsweg tussen
de Maas-Waalweg en de Molenachterdijk
te Wellseind

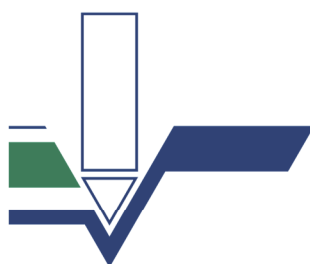
Opdr.nr. : 2015-652

Datum uitv. : 19-10-2015

Situatietekening

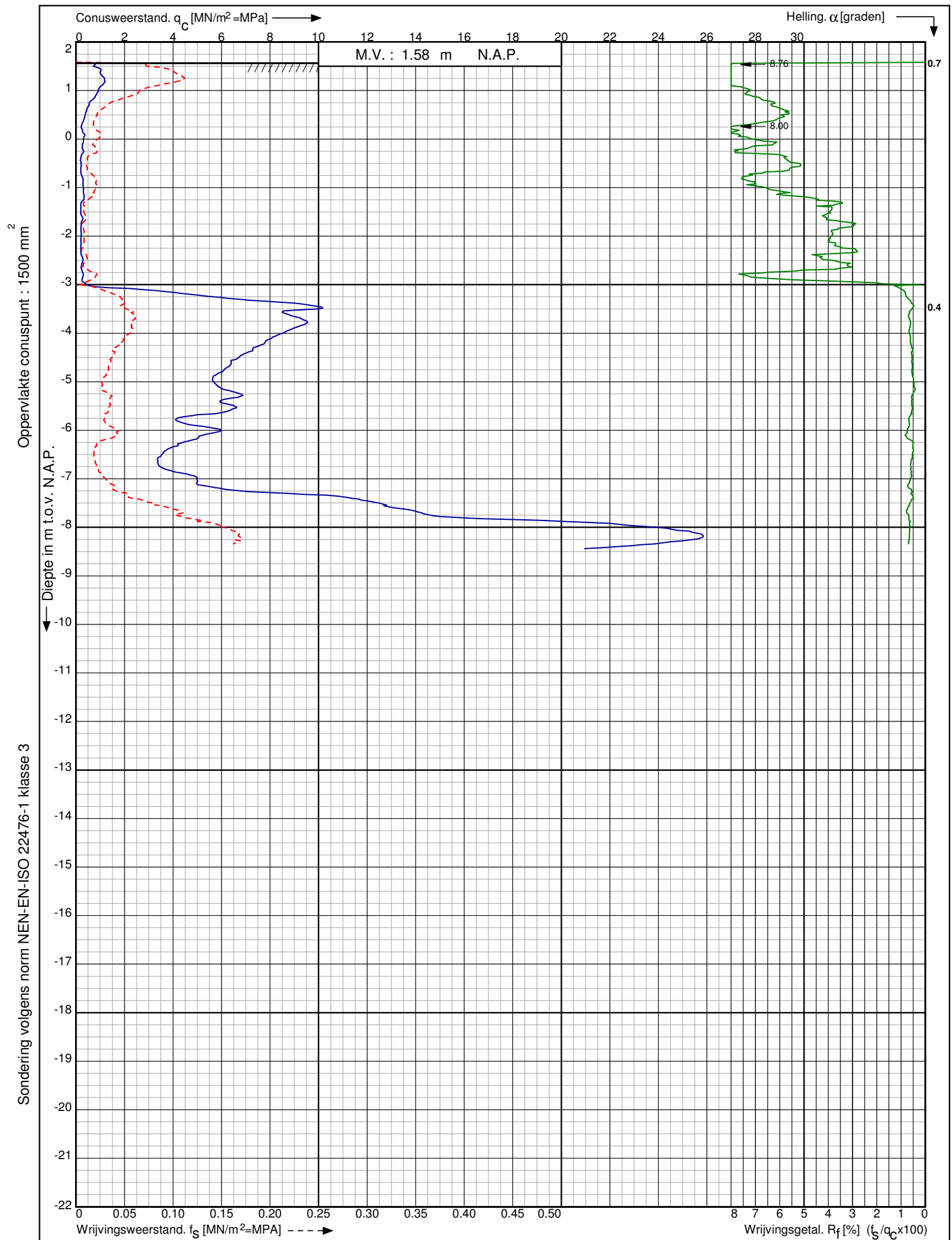


Bijlage:
Sondeergrafieken



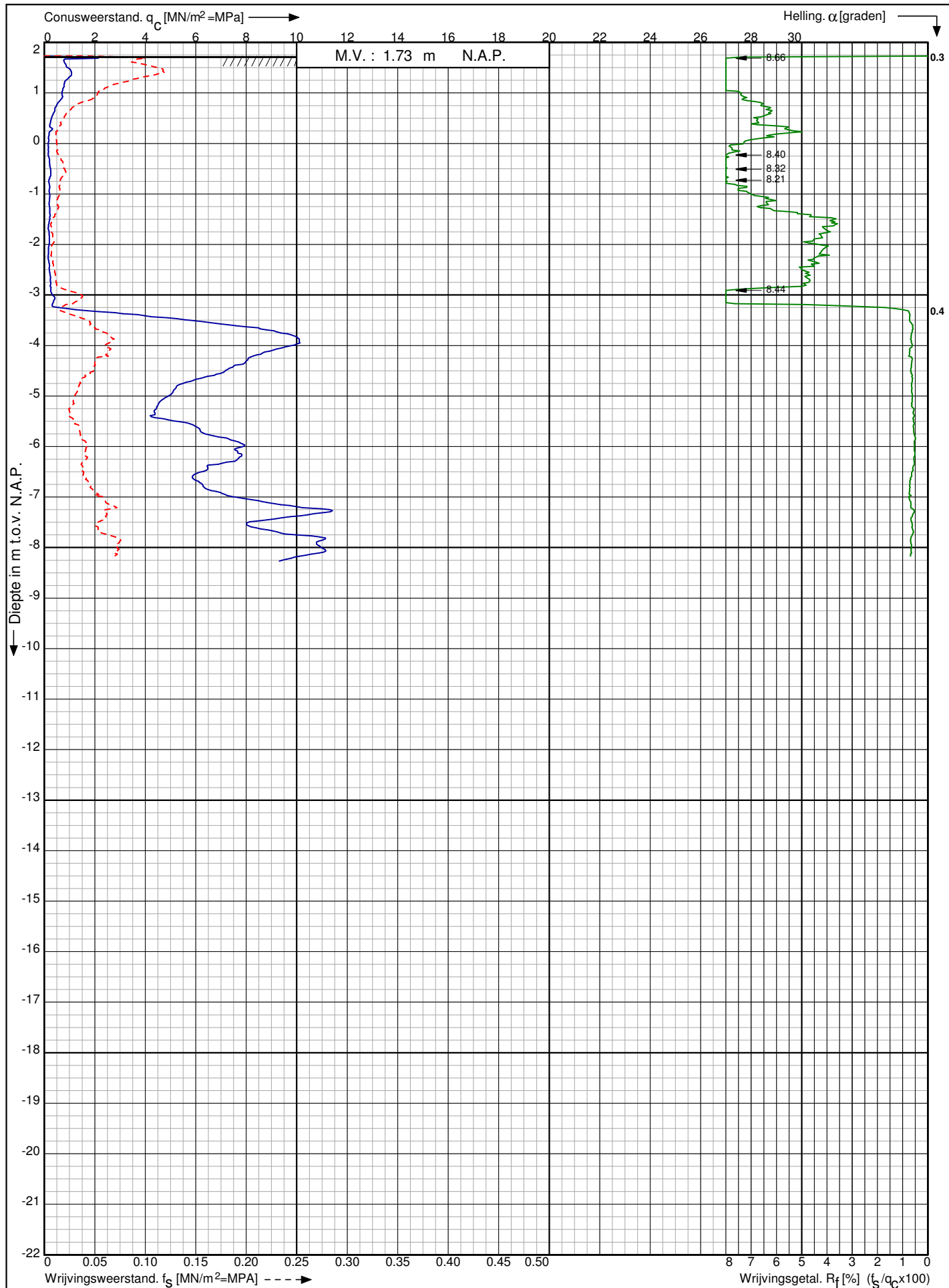
Koops & Romeijn grondmechanica

Samenwerkende, zelfstandige adviseurs voor grondonderzoek, geotechniek en geohydrologie



Oppervlakte conuspunt : 1500 mm²

Sondering volgens norm NEN-EN-ISO 22476-1 klasse 3



Aanleg verbindingsweg tussen de Maas- Waalweg
en de Molenachterdijk te Wellseind.

RD-coördinaten : X = 141721.380 Y = 419040.900

Opdr. nr. : 2015-652

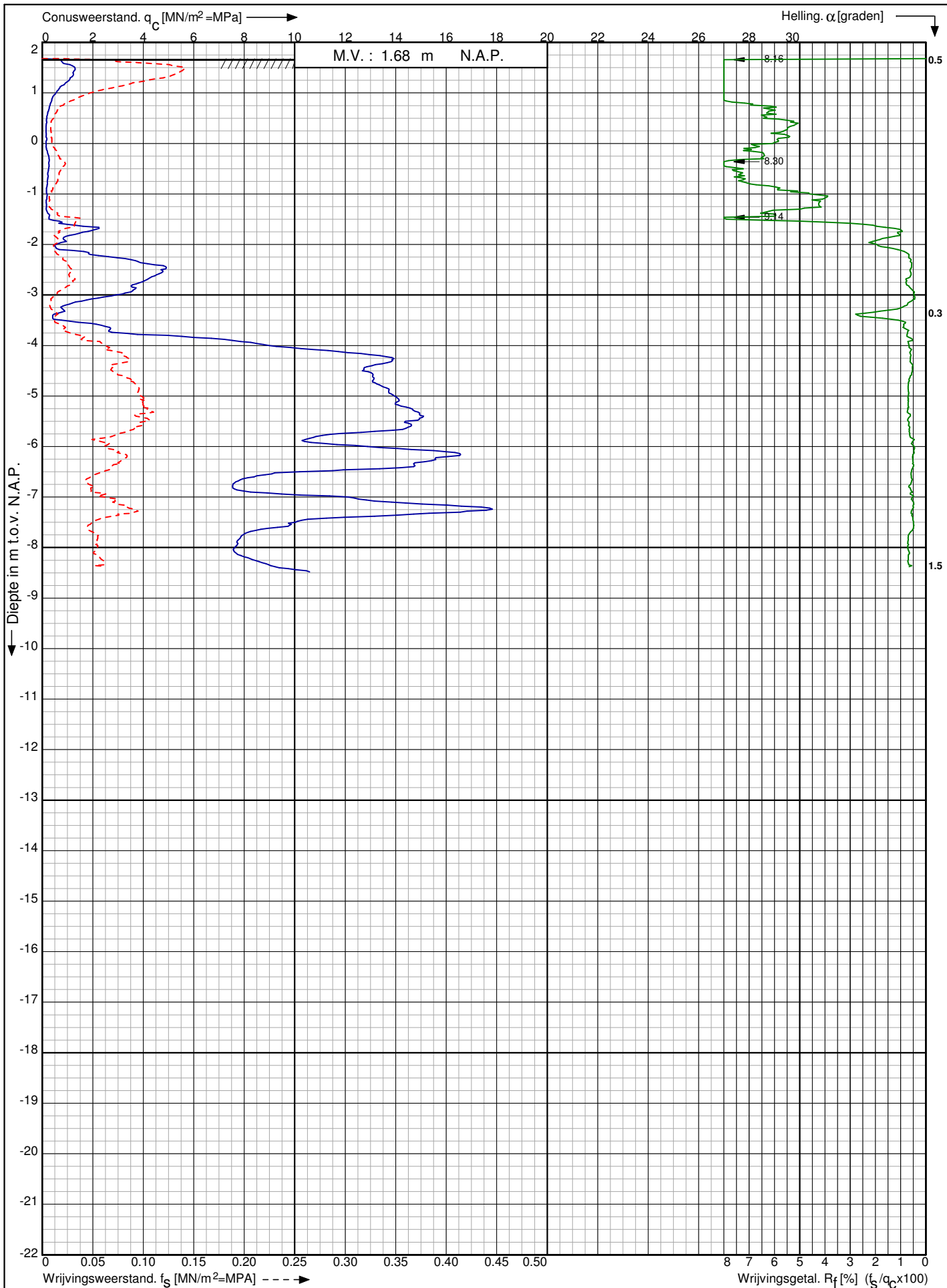
Datum uitv. : 19-10-2015

Sond. nr. : 2



Oppervlakte conuspunt : 1500 mm²

Sondering volgens norm NEN-EN-ISO 22476-1 klasse 3



Aanleg verbindingsweg tussen de Maas- Waalweg
en de Molenachterdijk te Wellseind.

RD-coördinaten : X = 141591.360 Y = 419252.230

Opdr. nr. : 2015-652

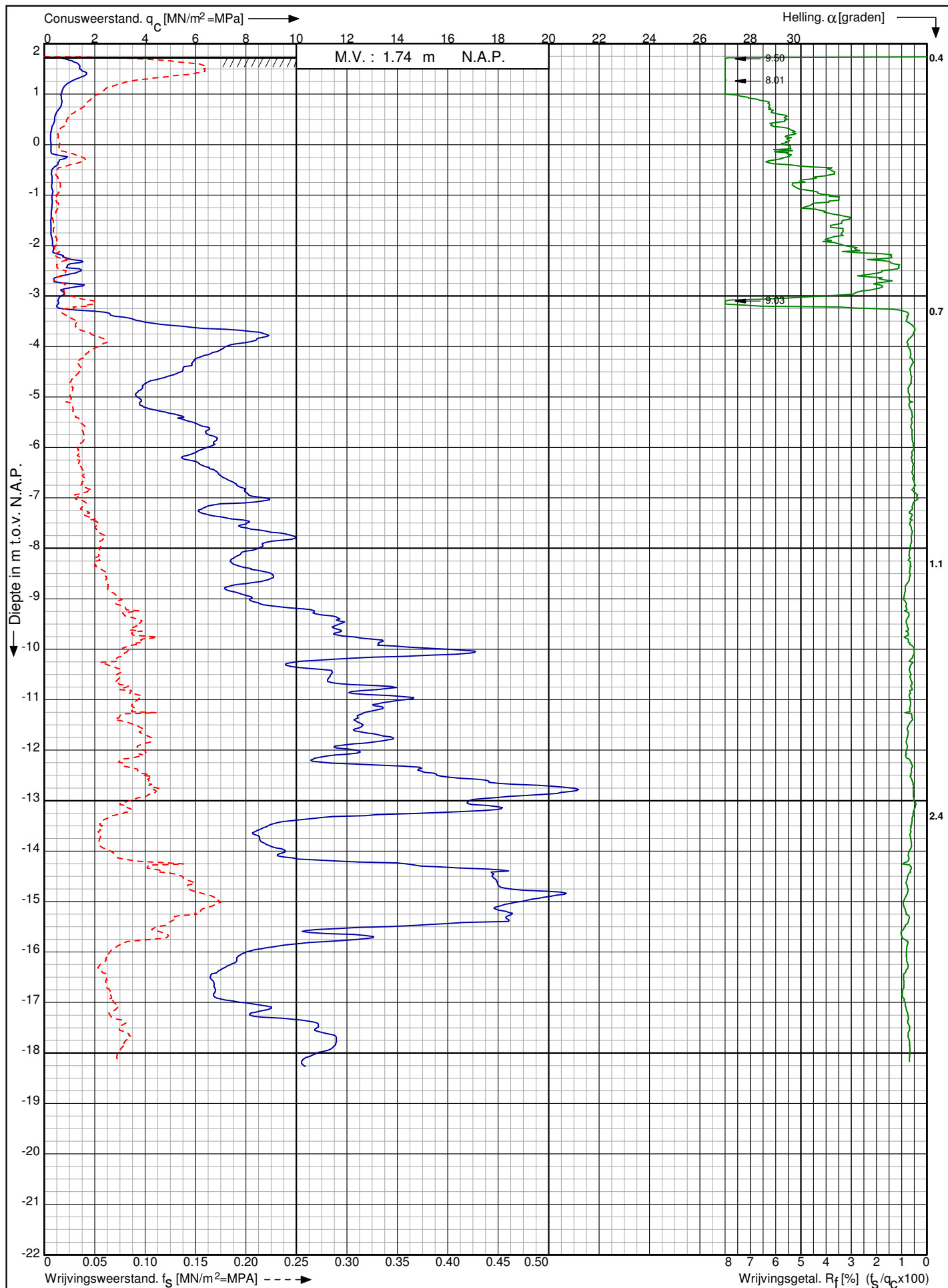
Datum uitv. : 19-10-2015

Sond. nr. : 3



2
Oppervlakte conuspunt : 1500 mm

Sondering volgens norm NEN-EN-ISO 22476-1 klasse 3



Aanleg verbindingsweg tussen de Maas- Waalweg
en de Molenachterdijk te Wellseind.

RD-coördinaten : X = 141522.920 Y = 419411.070

Opdr. nr. : 2015-652

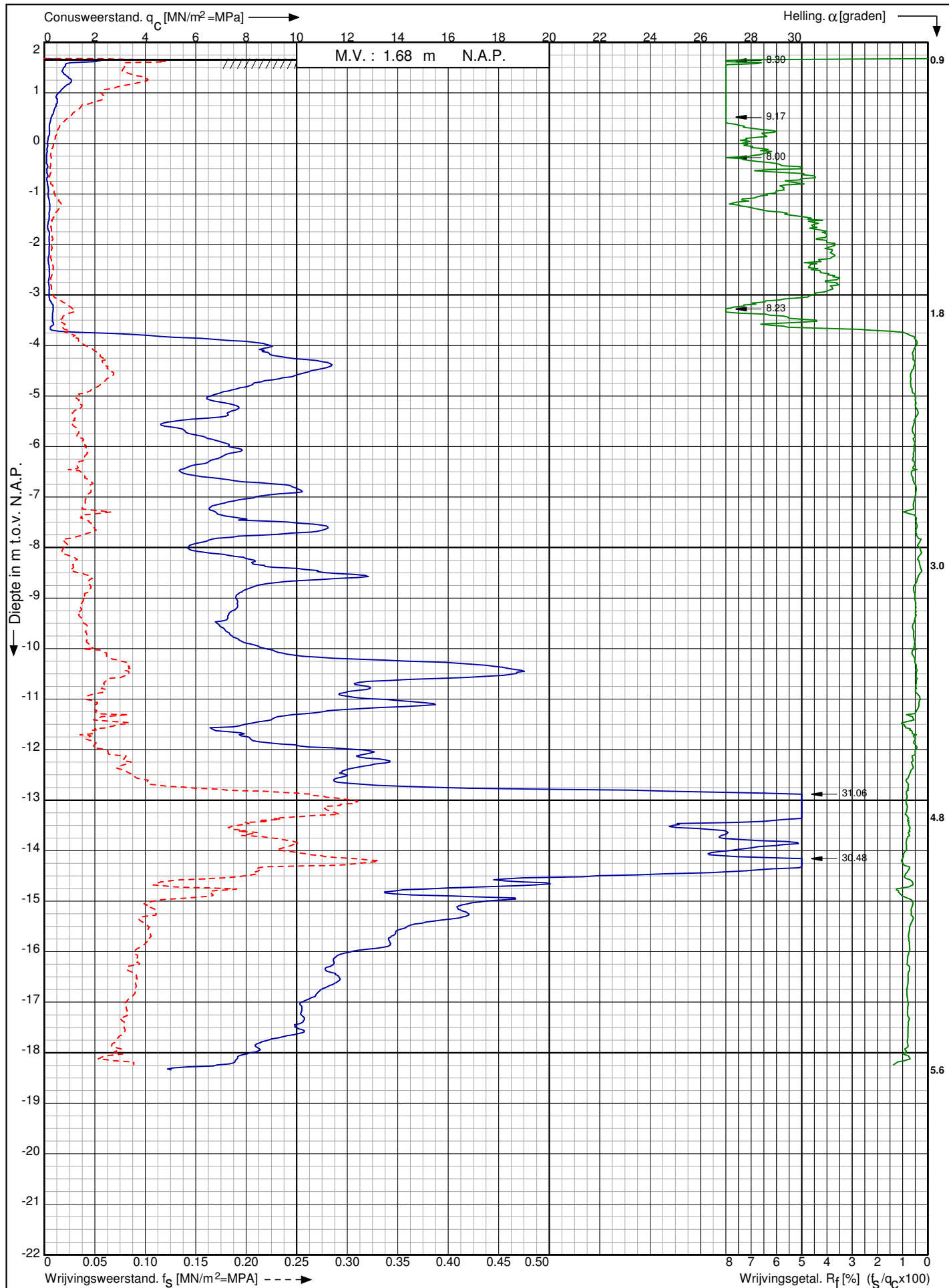
Datum uitv. : 19-10-2015

Sond. nr. : 4



Oppervlakte conuspunt : 1500 mm²

Sondering volgens norm NEN-EN-ISO 22476-1 klasse 3



Aanleg verbindingsweg tussen de Maas- Waalweg
en de Molenachterdijk te Wellseind.

RD-coördinaten : X = 141503.430 Y = 419456.370

Opdr. nr. : 2015-652

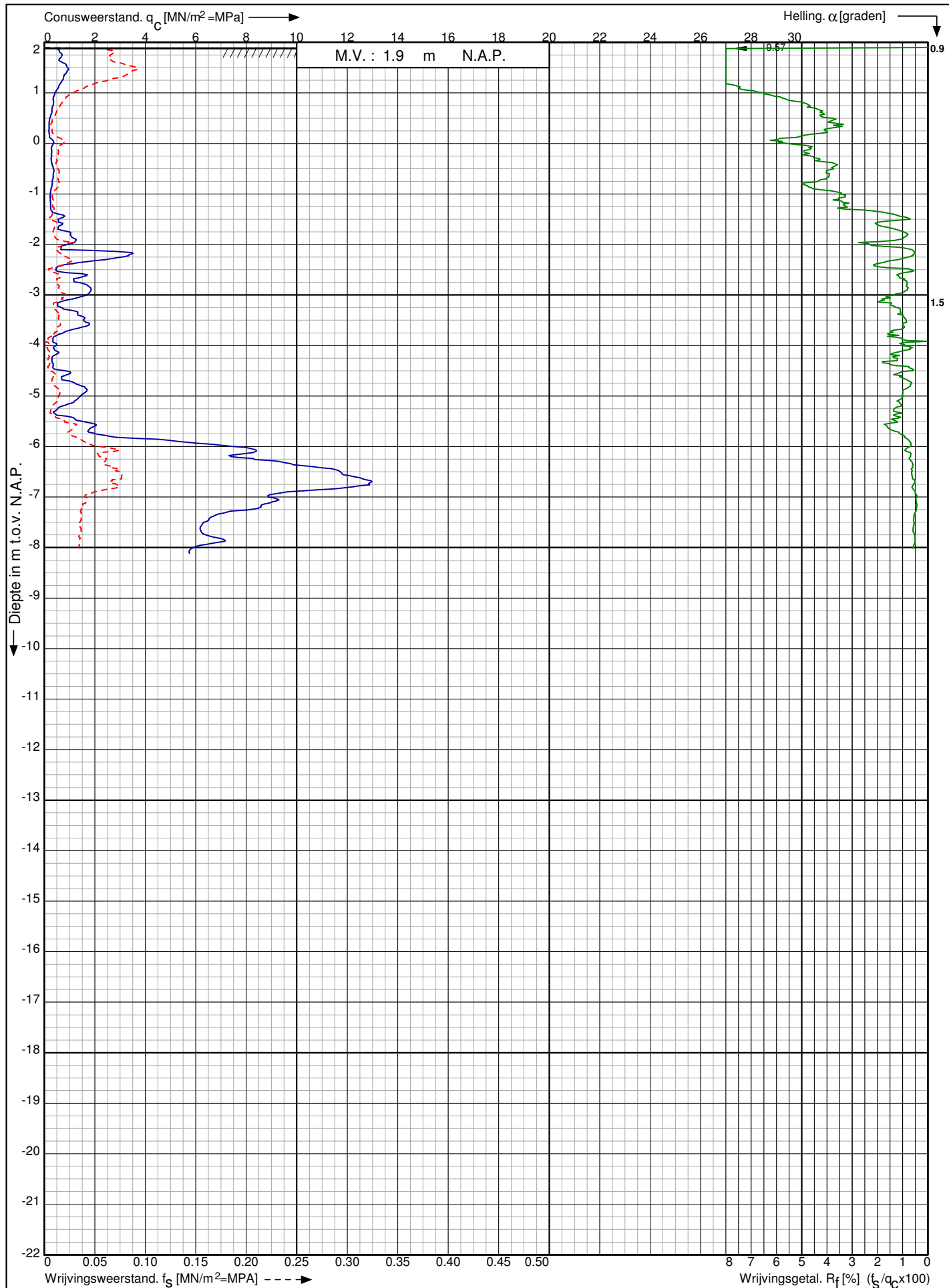
Datum uitv. : 19-10-2015

Sond. nr. : 5



Oppervlakte conuspunt : 1500 mm²

Sondering volgens norm NEN-EN-ISO 22476-1 klasse 3



Aanleg verbindingsweg tussen de Maas- Waalweg
en de Molenachterdijk te Wellseind.

RD-coördinaten : X = 141430.070 Y = 419598.720

Opdr. nr. : 2015-652

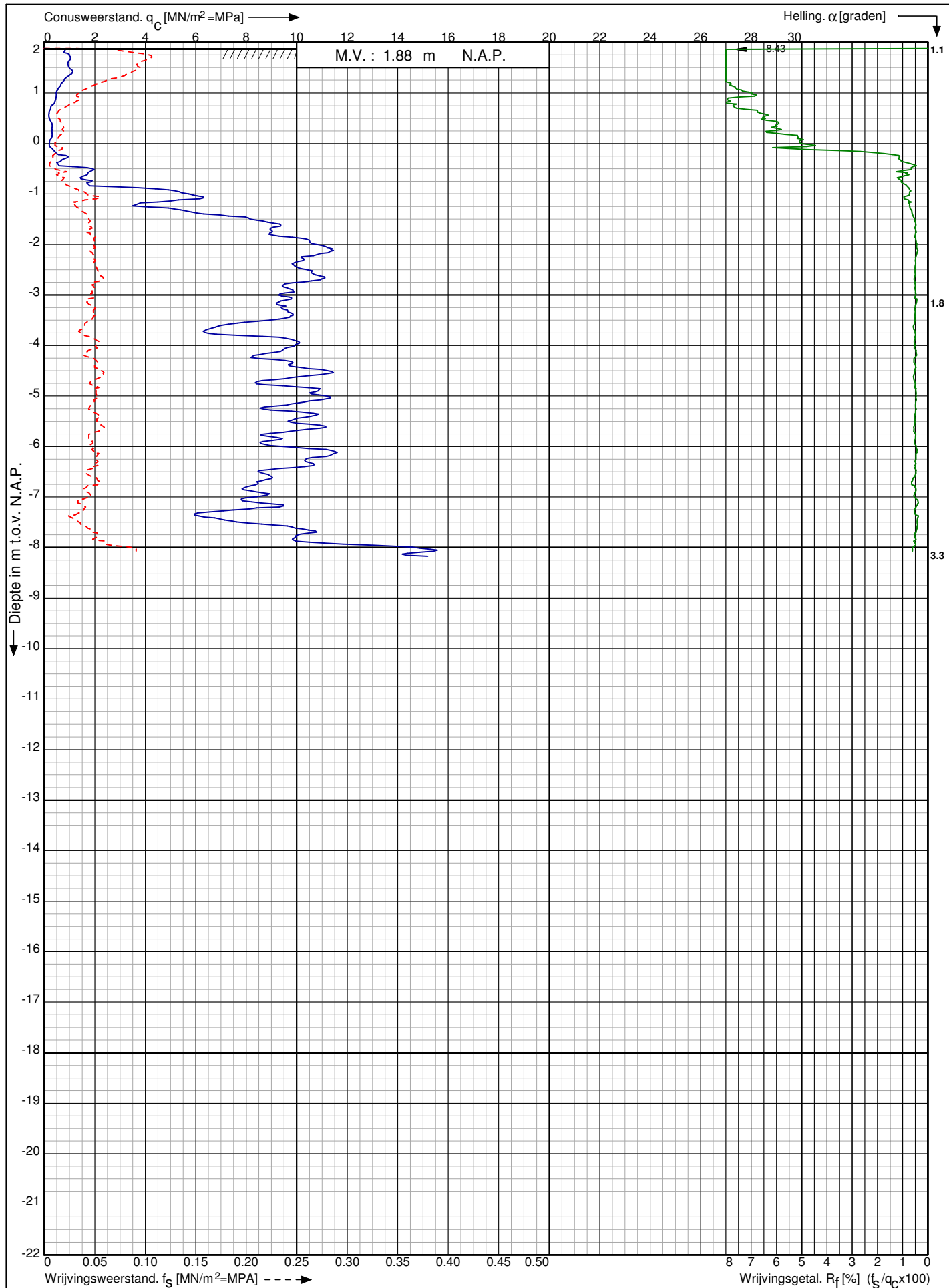
Datum uitv. : 19-10-2015

Sond. nr. : 6



Oppervlakte conuspunt : 1500 mm²

Sondering volgens norm NEN-EN-ISO 22476-1 klasse 3



Aanleg verbindingsweg tussen de Maas- Waalweg
en de Molenachterdijk te Wellseind.

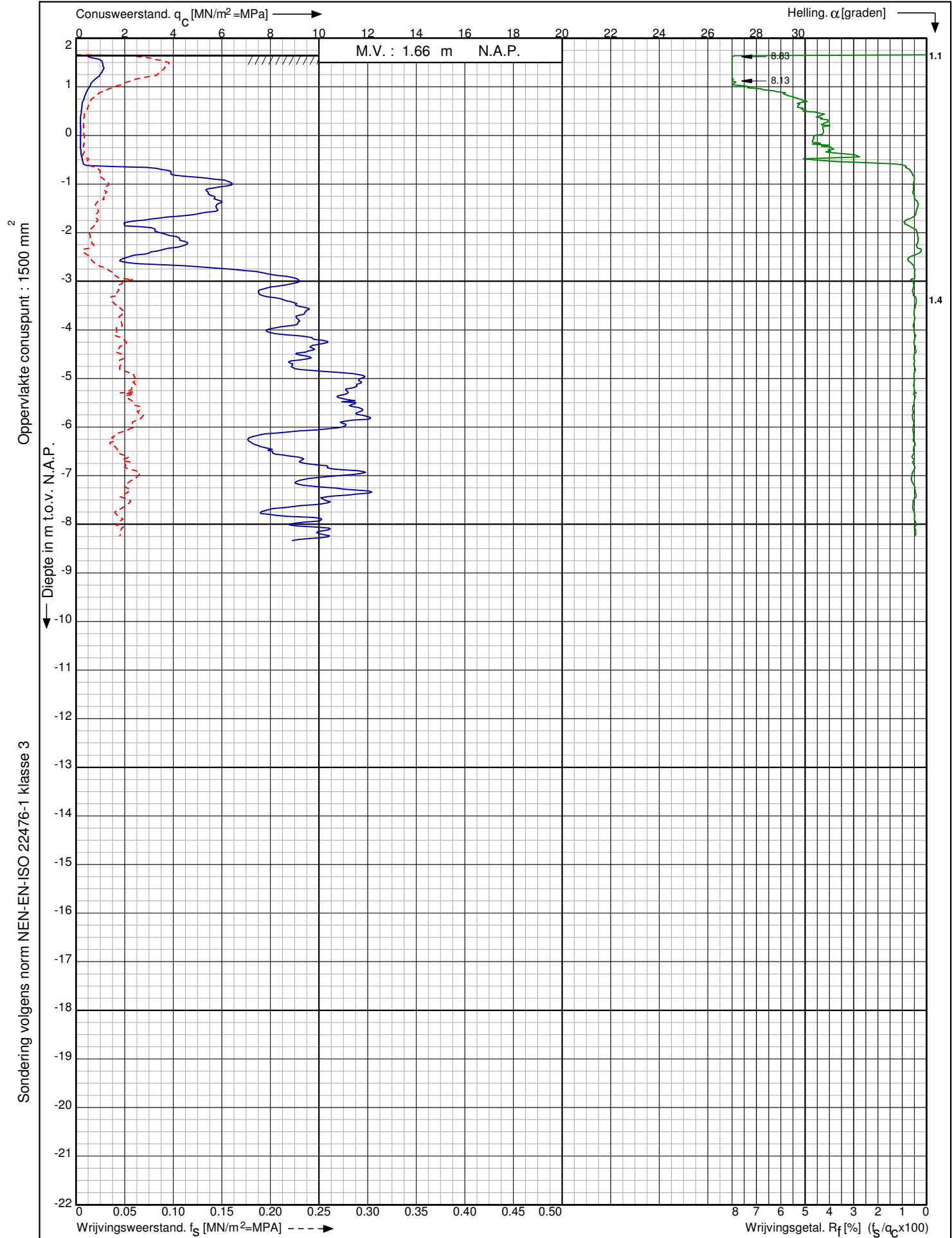
RD-coördinaten : X = 141148.200 Y = 419687.790

Opdr. nr. : 2015-652

Datum uitv. : 19-10-2015

Sond. nr. : 7





Aanleg verbindingsweg tussen de Maas- Waalweg
en de Molenachterdijk te Wellseind.

RD-coördinaten : X = 140970.250 Y = 419727.500

Opdr. nr. : 2015-652

Datum uitv. : 19-10-2015

Sond. nr. : 8





Koops & Romeijn grondmechanica

Samenwerkende, zelfstandige adviseurs voor grondonderzoek, geotechniek en geohydrologie

Koops grondmechanica bv
Postbus 428
7940 AK Meppel
tel.: (0522) 260 084
fax: (0522) 245 479
a.palsma@koops-romeijn.nl

Ros grondmechanica advies
Lange Voorst 249
2343 CE Oestgeest
tel.: 06 - 51 06 74 20
j.ros@koops-romeijn.nl

Meurs grondmechanica advies
De Plak 23
6681 DN Bommel
tel.: (0481) 451 179
fax: (0481) 450 880
j.meurs@koops-romeijn.nl

Teeuw Grondmechanica
Lekdijk 134
2865 LG Ammerstol
tel.: (0182) 672 708
fax: (0182) 670 176
j.teeuw@koops-romeijn.nl

Kranendonk Geohydrologie
Reinaldstraat 95
6883 HL Velp
tel.: (026) 369 00 30
fax: (026) 369 00 39
p.kranendonk@koops-romeijn.nl

Fundatech
De Ververt 11-08
6605 AD Wijchen
tel.: (024) 645 44 01
fax: (024) 645 44 02
j.nicolasen@koops-romeijn.nl

Diensten

Geotechnisch bodemonderzoek

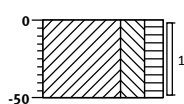
- sonderingen
- grondboringen

Geotechnisch labonderzoek

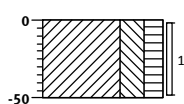
Geotechnische adviezen

- funderingsadviezen
- zettinsanalyses
- schade en expertise
- damwandberekeningen
- bemalingsadviezen

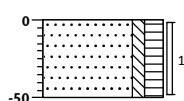
Milieukundig Bodem- en grondwateronderzoek en advies

Boring: B01
Datum: 22-10-2015X: 141997,38
Y: 419096,38

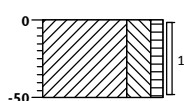
0 gras
(50) Klei, sterk siltig, matig humeus, geen
olie-water reactie, licht bruinbruin,
Edelmanboor, diameter=70
50

Boring: B02
Datum: 22-10-2015X: 142007,66
Y: 419049,16

0 gras
(50) Klei, sterk siltig, matig humeus, geen
olie-water reactie, neutraal grijsbeige,
Edelmanboor, diameter=70
50

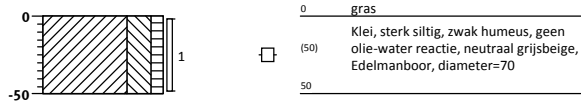
Boring: B03
Datum: 22-10-2015X: 141983,83
Y: 419094,60

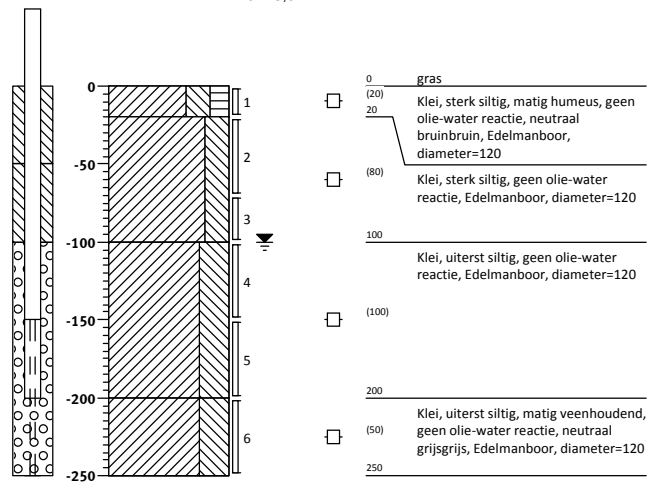
0 gras
(50) Zand, matig fijn, zwak siltig, matig
humeus, geen olie-water reactie,
Edelmanboor, diameter=70
50

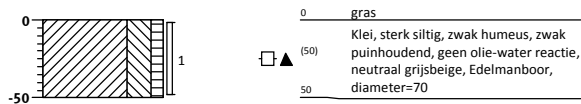
Boring: B04
Datum: 22-10-2015X: 141930,60
Y: 419075,40

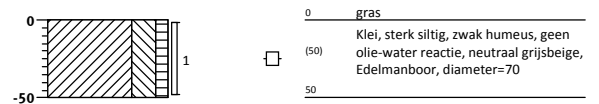
0 gras
(50) Klei, sterk siltig, zwak humeus, matig
baksteenhoudend, sporen kolengruis,
geen olie-water reactie, neutraal
grijsbruin, Edelmanboor, diameter=70
50

Boring: B05
 Datum: 22-10-2015

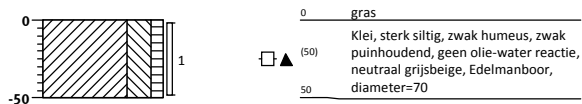
 X: 141764,34
 Y: 419044,62

Boring: B06
 Datum: 22-10-2015

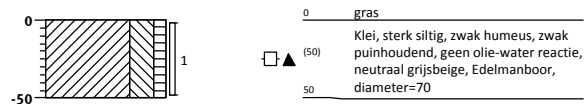
 X: 142009,20
 Y: 419113,94

Boring: B07
 Datum: 22-10-2015

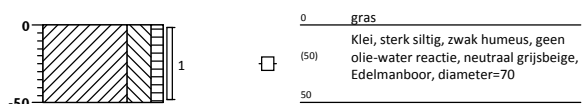
 X: 142052,03
 Y: 419137,06

Boring: B08
 Datum: 22-10-2015

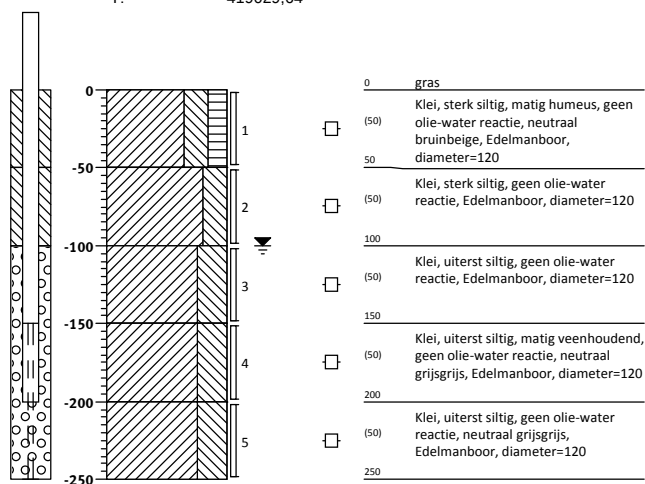
 X: 142092,47
 Y: 419152,06


Boring: B09
 Datum: 22-10-2015

 X: 142050,72
 Y: 419142,78

Boring: B10
 Datum: 22-10-2015

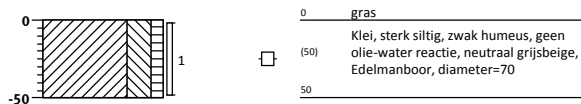
 X: 141951,05
 Y: 419127,84

Boring: B11
 Datum: 22-10-2015

 X: 141866,83
 Y: 419072,12

Boring: B12
 Datum: 22-10-2015

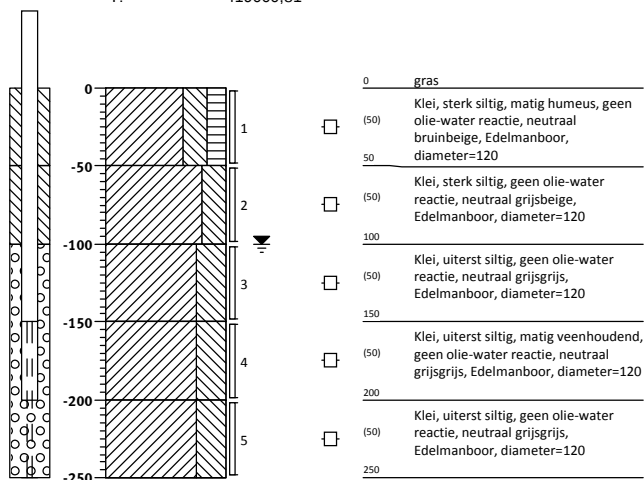
 X: 141733,34
 Y: 419029,64


Boring: B13

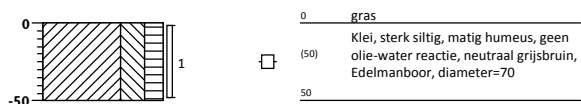
Datum: 22-10-2015

X: 141697,83
Y: 419033,12**Boring: B14**

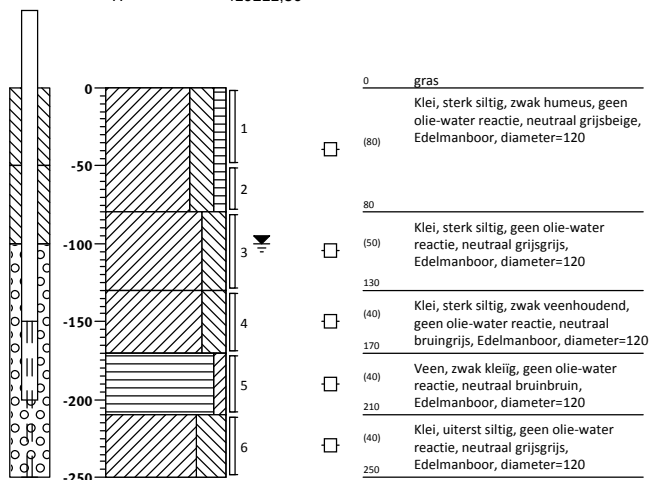
Datum: 22-10-2015

X: 141673,17
Y: 419000,81**Boring: B15**

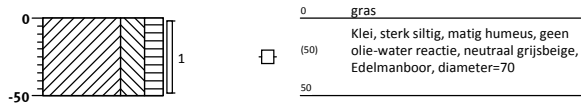
Datum: 23-10-2015

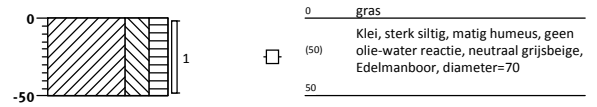
X: 141583,34
Y: 419187,44**Boring: B16**

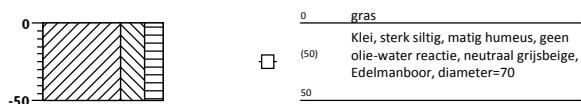
Datum: 23-10-2015

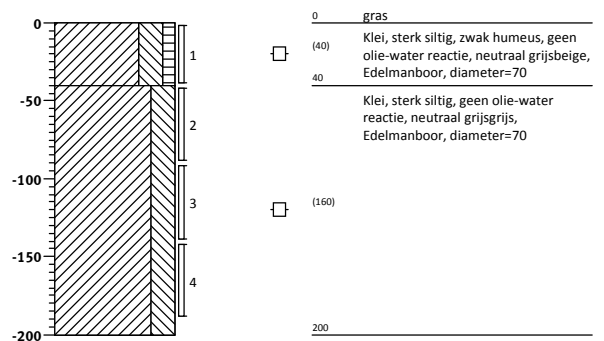
X: 141605,72
Y: 419211,56

Boring: B17
 Datum: 23-10-2015

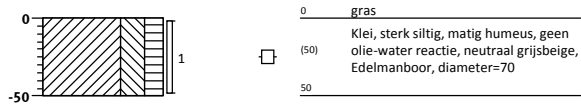
 X: 141585,81
 Y: 419252,47

Boring: B18
 Datum: 23-10-2015

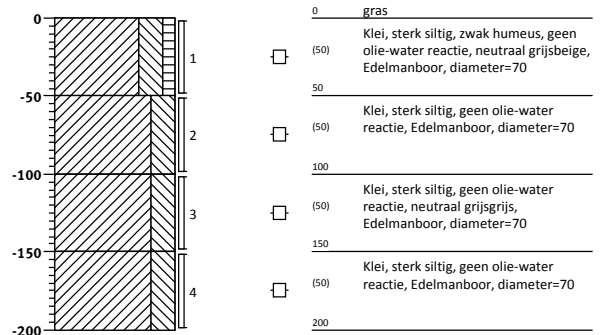
 X: 141539,62
 Y: 419299,44

Boring: B19
 Datum: 23-10-2015

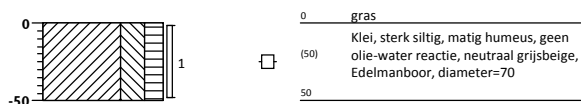
 X: 141537,94
 Y: 419397,97

Boring: B20
 Datum: 23-10-2015

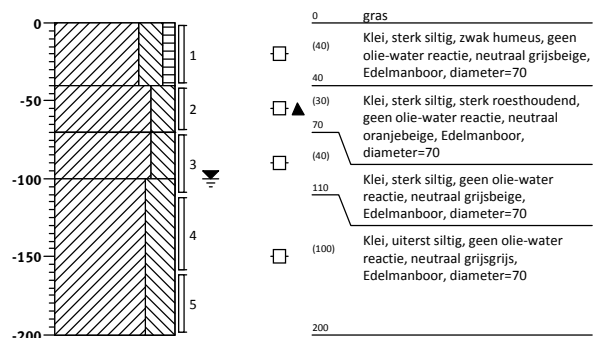
 X: 141578,17
 Y: 419296,56


Boring: B21
 Datum: 23-10-2015

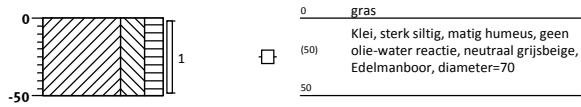
 X: 141621,52
 Y: 419184,47

Boring: B22
 Datum: 23-10-2015

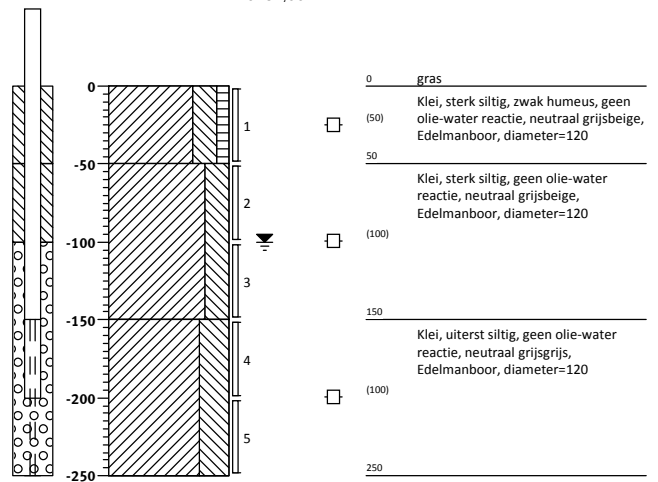
 X: 141656,42
 Y: 419123,50

Boring: B23
 Datum: 23-10-2015

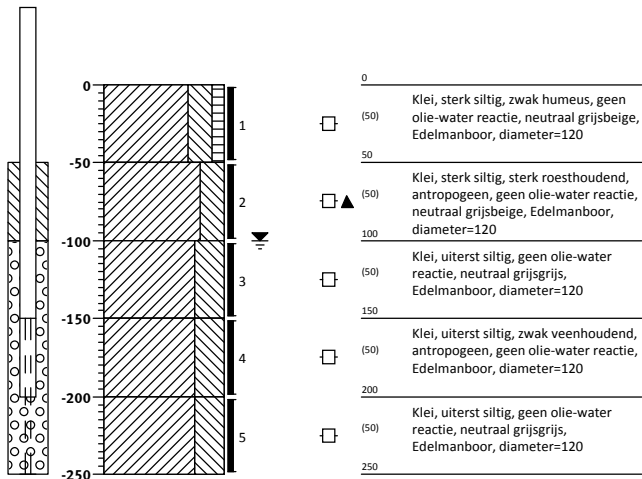
 X: 141683,19
 Y: 419061,62

Boring: B24
 Datum: 23-10-2015

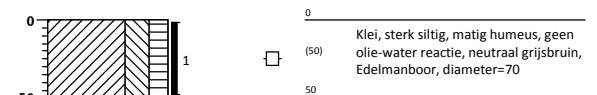
 X: 140869,78
 Y: 419736,80


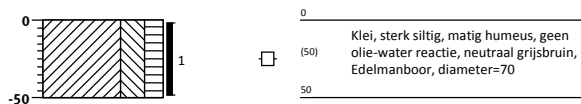
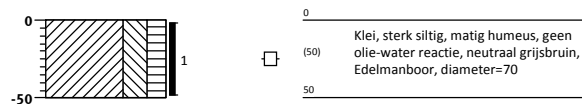
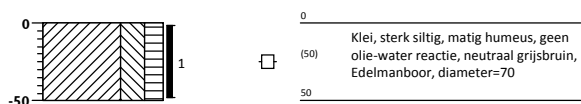
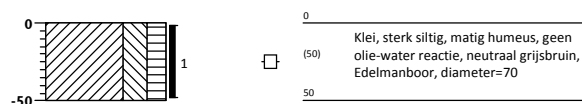
Boring: B25
 Datum: 23-10-2015

 X: 140912,83
 Y: 419763,62

Boring: B26
 Datum: 23-10-2015

 X: 140949,67
 Y: 419752,06

Boring: B27
 Datum: 26-10-2015

 X: 141493,36
 Y: 419455,45

Boring: B28
 Datum: 26-10-2015

 X: 141499,74
 Y: 419509,10


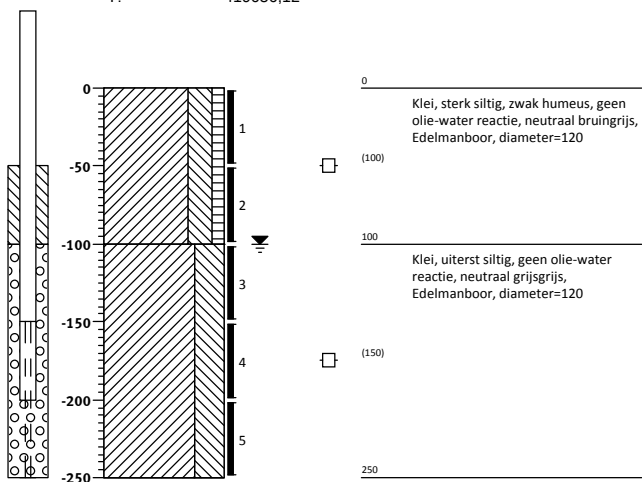
Boring: B29
Datum: 26-10-2015X: 141452,22
Y: 419539,62**Boring: B30**
Datum: 26-10-2015X: 141448,58
Y: 419576,38**Boring: B31**
Datum: 26-10-2015X: 141382,91
Y: 419627,94**Boring: B32**
Datum: 26-10-2015X: 141356,21
Y: 419641,90

Boring: B33

Datum: 26-10-2015

X: 141302,43

Y: 419656,12

**Boring: B33a**

X: 0,00

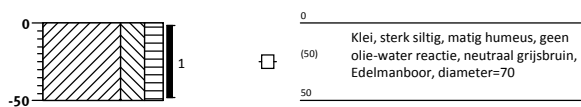
Y: 0,00

**Boring: B34**

Datum: 26-10-2015

X: 141276,75

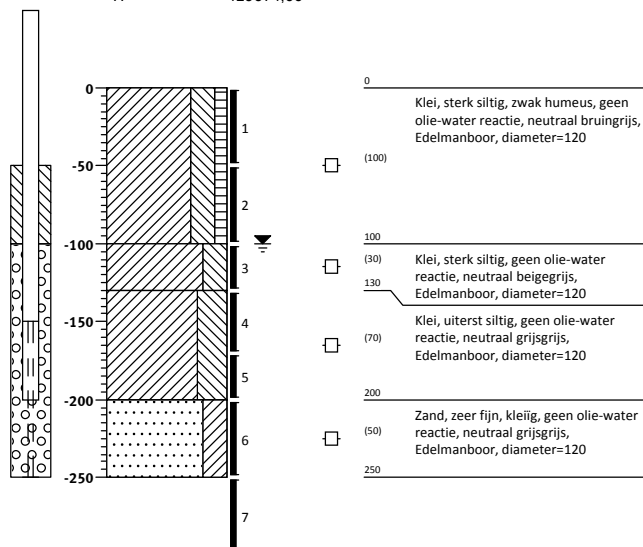
Y: 419640,39

**Boring: B35**

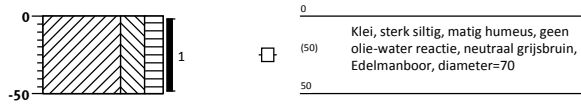
Datum: 26-10-2015

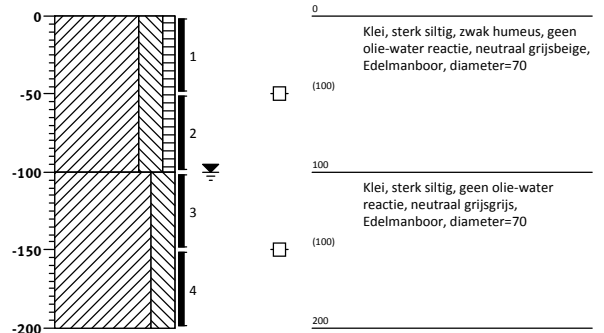
X: 141229,14

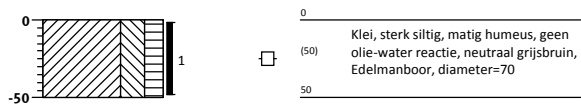
Y: 419674,00

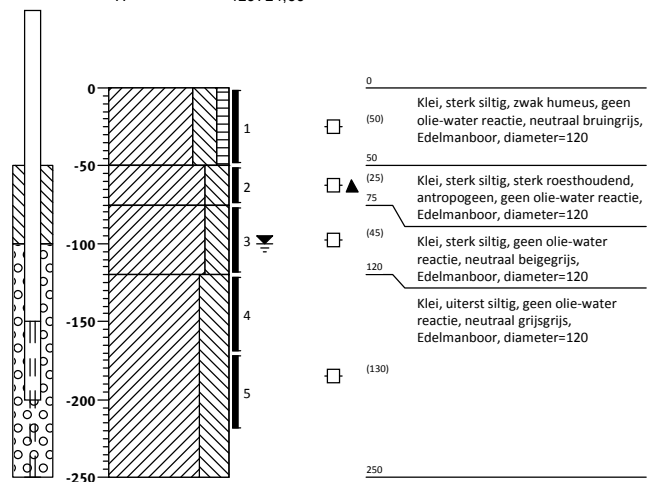


Boring: B36
 Datum: 26-10-2015

 X: 141103,22
 Y: 419703,56

Boring: B37
 Datum: 26-10-2015

 X: 141152,13
 Y: 419687,49

Boring: B38
 Datum: 26-10-2015

 X: 141051,39
 Y: 419716,21

Boring: B39
 Datum: 26-10-2015

 X: 141007,54
 Y: 419714,60


Bijlage 3

Resultaten zettingsberekeningen

Report for D-Settlement 18.2

Settlement Calculations
Developed by Deltares



Company: Royal HaskoningDHV

Date of report: 28-4-2021
Time of report: 15:48:36
Report with version: 18.2.1.20481

Date of calculation: 28-4-2021
Time of calculation: 15:46:18
Calculated with version: 18.2.1.20481

File name: C:\..\BH1391 Maas-Waalweg\Zettingen\Langsdoorsnede_rotonde_20210402

Project identification: Maas-Waalweg te Delwijnen
Voorbelasting tpv rotonde

1 Table of Contents

1 Table of Contents	2
2 Echo of the Input	3
2.1 Layer Boundaries	3
2.2 PI-lines	5
2.3 General Data	5
2.4 Soil Profiles	6
2.5 Soil Properties	6
2.6 Uniform Loads	7
2.7 Non-Uniform Loads	7
2.8 Verticals	8
2.9 Vertical Drain	8
3 Results per Vertical	9
3.1 Results for Vertical 1 (X = 50.00 m; Z = 0.00 m)	9
3.2 Results for Vertical 2 (X = 100.00 m; Z = 0.00 m)	9
4 Settlements	11
4.1 Settlements	11
4.2 Residual Times	11

2 Echo of the Input

2.1 Layer Boundaries

Boundary number	Co-ordinates [m]				
13 - X -	0.000	34.110	78.656	86.696	88.000
13 - Y -	2.967	2.970	2.997	2.198	1.624
13 - X -	89.779	92.000	95.550	137.005	163.106
13 - Y -	1.290	1.279	1.878	1.880	1.875
13 - X -	214.000	250.785	294.000	353.115	394.000
13 - Y -	1.846	1.869	1.821	1.827	1.875
13 - X -	534.000	568.626	594.000	599.043	600.000
13 - Y -	1.848	1.827	1.806	0.800	0.609
13 - X -	605.756	606.136	611.252	635.115	679.558
13 - Y -	0.729	0.800	1.756	1.755	1.759
13 - X -	714.885	745.558	776.000	828.000	854.885
13 - Y -	1.754	1.743	1.715	1.659	1.658
13 - X -	855.909	857.644	858.596	859.343	865.080
13 - Y -	0.800	-0.442	-1.268	-1.420	-1.425
13 - X -	866.975	868.578	871.848	874.443	960.000
13 - Y -	-1.101	-0.391	0.800	1.652	1.698
13 - X -	980.000	1018.885	1048.000	1068.000	1077.771
13 - Y -	1.708	1.701	1.691	1.486	1.482
13 - X -	1078.000	1080.000	1086.000	1086.230	1092.655
13 - Y -	1.366	0.878	0.823	1.466	1.406
13 - X -	1093.690	1093.953	1094.000	1099.391	1104.000
13 - Y -	0.800	0.645	0.618	0.639	0.657
13 - X -	1104.366	1106.000	1118.000	1124.435	1180.000
13 - Y -	0.800	1.432	1.429	1.369	1.373
12 - X -	0.000	200.000	375.000	599.043	600.000
12 - Y -	0.800	0.800	0.800	0.800	0.609
12 - X -	605.756	606.136	611.252	635.115	679.558
12 - Y -	0.729	0.800	1.756	1.755	1.759
12 - X -	714.885	745.558	776.000	828.000	854.885
12 - Y -	1.754	1.743	1.715	1.659	1.658
12 - X -	855.909	857.644	858.596	859.343	865.080
12 - Y -	0.800	-0.442	-1.268	-1.420	-1.425
12 - X -	866.975	868.578	871.848	874.443	960.000
12 - Y -	-1.101	-0.391	0.800	1.652	1.698
12 - X -	980.000	1018.885	1048.000	1068.000	1077.771
12 - Y -	1.708	1.701	1.691	1.486	1.482
12 - X -	1078.000	1080.000	1086.000	1086.230	1092.655
12 - Y -	1.366	0.878	0.823	1.466	1.406
12 - X -	1093.690	1093.953	1094.000	1099.391	1104.000
12 - Y -	0.800	0.645	0.618	0.639	0.657
12 - X -	1104.366	1106.000	1118.000	1124.435	1180.000
12 - Y -	0.800	1.432	1.429	1.369	1.373
11 - X -	0.000	200.000	375.000	599.043	600.000
11 - Y -	0.800	0.800	0.800	0.800	0.609
11 - X -	605.756	606.136	838.881	855.909	857.644
11 - Y -	0.729	0.800	0.800	0.800	-0.442
11 - X -	858.596	859.343	865.080	866.975	868.578
11 - Y -	-1.268	-1.420	-1.425	-1.101	-0.391
11 - X -	871.848	874.443	960.000	980.000	1018.885
11 - Y -	0.800	1.652	1.698	1.708	1.701
11 - X -	1048.000	1068.000	1077.771	1078.000	1080.000
11 - Y -	1.691	1.486	1.482	1.366	0.878
11 - X -	1086.000	1086.230	1092.655	1093.690	1093.953
11 - Y -	0.823	1.466	1.406	0.800	0.645
11 - X -	1094.000	1099.391	1104.000	1104.366	1106.000

Boundary number	Co-ordinates [m]				
11 - Y -	0.618	0.639	0.657	0.800	1.432
11 - X -	1118.000	1124.435	1180.000		
11 - Y -	1.429	1.369	1.373		
10 - X -	0.000	100.000	200.000	374.951	603.000
10 - Y -	-1.740	-1.740	-0.600	-0.621	-0.580
10 - X -	700.000	840.855	857.644	858.596	859.343
10 - Y -	-1.500	-0.740	-0.442	-1.268	-1.420
10 - X -	865.080	866.975	868.578	871.848	874.443
10 - Y -	-1.425	-1.101	-0.391	0.800	1.652
10 - X -	960.000	980.000	1018.885	1048.000	1068.000
10 - Y -	1.698	1.708	1.701	1.691	1.486
10 - X -	1077.771	1078.000	1080.000	1086.000	1086.230
10 - Y -	1.482	1.366	0.878	0.823	1.466
10 - X -	1092.655	1093.690	1093.953	1094.000	1099.391
10 - Y -	1.406	0.800	0.645	0.618	0.639
10 - X -	1104.000	1104.366	1106.000	1118.000	1124.435
10 - Y -	0.657	0.800	1.432	1.429	1.369
10 - X -	1180.000				
10 - Y -	1.373				
9 - X -	0.000	100.000	200.000	374.951	603.000
9 - Y -	-1.740	-1.740	-0.600	-0.621	-0.580
9 - X -	700.000	841.141	858.596	859.343	865.080
9 - Y -	-1.500	-1.740	-1.268	-1.420	-1.425
9 - X -	866.975	868.578	871.848	874.443	960.000
9 - Y -	-1.101	-0.391	0.800	1.652	1.698
9 - X -	980.000	1018.885	1048.000	1068.000	1077.771
9 - Y -	1.708	1.701	1.691	1.486	1.482
9 - X -	1078.000	1080.000	1086.000	1086.230	1092.655
9 - Y -	1.366	0.878	0.823	1.466	1.406
9 - X -	1093.690	1093.953	1094.000	1099.391	1104.000
9 - Y -	0.800	0.645	0.618	0.639	0.657
9 - X -	1104.366	1106.000	1118.000	1124.435	1180.000
9 - Y -	0.800	1.432	1.429	1.369	1.373
8 - X -	0.000	100.000	200.000	374.951	603.000
8 - Y -	-1.740	-1.740	-0.600	-0.621	-0.580
8 - X -	700.000	841.141	858.596	859.343	865.080
8 - Y -	-1.500	-1.740	-1.268	-1.420	-1.425
8 - X -	866.975	868.578	871.848	1000.000	1093.690
8 - Y -	-1.101	-0.391	0.800	0.800	0.800
8 - X -	1093.953	1094.000	1099.391	1104.000	1104.366
8 - Y -	0.645	0.618	0.639	0.657	0.800
8 - X -	1106.000	1118.000	1124.435	1180.000	
8 - Y -	1.432	1.429	1.369	1.373	
7 - X -	0.000	100.000	200.000	374.951	603.000
7 - Y -	-1.740	-1.740	-0.600	-0.621	-0.580
7 - X -	700.000	841.141	858.596	859.343	865.080
7 - Y -	-1.500	-1.740	-1.268	-1.420	-1.425
7 - X -	866.975	868.578	871.848	1000.000	1093.690
7 - Y -	-1.101	-0.391	0.800	0.800	0.800
7 - X -	1093.953	1094.000	1099.391	1104.000	1104.366
7 - Y -	0.645	0.618	0.639	0.657	0.800
7 - X -	1180.000				
7 - Y -	0.800				
6 - X -	0.000	100.000	200.000	374.951	603.000
6 - Y -	-1.740	-1.740	-0.600	-0.621	-0.580
6 - X -	700.000	841.141	858.596	859.343	865.080
6 - Y -	-1.500	-1.740	-1.268	-1.420	-1.425
6 - X -	866.975	868.578	900.000	996.594	1180.000
6 - Y -	-1.101	-0.391	-0.240	-0.212	-0.351
5 - X -	0.000	100.000	200.000	374.951	603.000
5 - Y -	-1.740	-1.740	-0.600	-0.621	-0.580

Boundary number	Co-ordinates [m]				
5 - X -	700.000	841.141	858.596	859.343	865.080
5 - Y -	-1.500	-1.740	-1.268	-1.420	-1.425
5 - X -	866.975	899.725	996.594	1180.000	
5 - Y -	-1.101	-0.640	-0.576	-0.351	
4 - X -	0.000	100.000	200.000	374.951	603.000
4 - Y -	-1.740	-1.740	-0.600	-0.621	-0.580
4 - X -	700.000	839.093	900.000	900.155	1001.445
4 - Y -	-1.500	-3.001	-3.000	-3.000	-1.826
4 - X -	1180.000				
4 - Y -	-2.750				
3 - X -	0.000	100.000	200.000	374.951	603.000
3 - Y -	-1.740	-1.740	-0.600	-0.621	-0.580
3 - X -	700.000	700.864	799.129	839.093	900.000
3 - Y -	-5.500	-5.484	-3.702	-3.001	-3.000
3 - X -	900.155	1001.445	1180.000		
3 - Y -	-3.000	-1.826	-2.750		
2 - X -	0.000	100.000	200.000	374.951	603.000
2 - Y -	-1.740	-1.740	-0.600	-0.621	-0.580
2 - X -	700.000	700.864	799.129	839.093	900.000
2 - Y -	-5.500	-5.484	-3.702	-3.001	-3.000
2 - X -	999.775	1180.000			
2 - Y -	-3.143	-2.750			
1 - X -	0.000	100.000	200.000	374.951	603.000
1 - Y -	-1.740	-1.740	-0.600	-0.621	-0.580
1 - X -	700.000	700.864	799.129	839.546	900.225
1 - Y -	-5.500	-5.484	-3.702	-3.700	-3.300
1 - X -	1000.000	1180.000			
1 - Y -	-3.500	-3.250			
0 - X -	0.000	1180.000			
0 - Y -	-6.000	-6.000			

2.2 PI-lines

PI-line number	Co-ordinates [m]				
1 - X -	0.000	1180.000			
1 - Y -	1.000	1.000			

2.3 General Data

Soil model:	Isotache
Consolidation model:	Darcy
Strain model:	Natural
Groundwater level:	Initial determined by PI-line number 1
Unit weight of water:	9.81 [kN/m ³]
Stress distribution	
- Soil:	Buisman
- Loads:	None
End of consolidation:	10000.00 [days]
No maintain profile	
Creep rate reference time:	1.000 [days]
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]
- Trapeziform Loads :	1.00 [m]

2.4 Soil Profiles

Layer number	Material name	PI-line top	PI-line bottom
13	1. Toplaag	1	1
12	1. Toplaag	1	1
11	2. Klei, zwak org.	1	1
10	3. Veen	1	1
9	1. Toplaag	1	1
8	1. Toplaag	1	1
7	2. Klei, zwak org.	1	1
6	3. Veen	1	1
5	4. Klei, sterk org.	1	1
4	5. Zand, Holocene	1	1
3	4. Klei, sterk org.	1	1
2	6. Basisveen	1	1
1	7. Zand, Pleistoceen	1	1

2.5 Soil Properties

Layer number	Drained	Unit weight	
		Unsaturated [kN/m³]	Saturated [kN/m³]
13	No	16.00	16.00
12	No	16.00	16.00
11	No	15.00	15.00
10	No	10.80	10.80
9	No	16.00	16.00
8	No	16.00	16.00
7	No	15.00	15.00
6	No	10.80	10.80
5	No	14.00	14.00
4	Yes	18.00	20.00
3	No	14.00	14.00
2	No	12.00	12.00
1	Yes	18.00	20.00

Layer number	Storage type	Vert. consolid. coefficient Cv [m²/s]	Ratio Ch/Cv [-]	Vertical permeability [m/s]	Ratio hor/vert permeability [-]	Permeability strain mod. [-]	Initial vertical permeability [m/s]
13	Vert. cons.	1.00E-06	1.000	-	-	-	-
12	Vert. cons.	1.00E-06	1.000	-	-	-	-
11	Vert. cons.	5.00E-08	1.000	-	-	-	-
10	Vert. cons.	1.00E-07	1.000	-	-	-	-
9	Vert. cons.	1.00E-06	1.000	-	-	-	-
8	Vert. cons.	1.00E-06	1.000	-	-	-	-
7	Vert. cons.	5.00E-08	1.000	-	-	-	-
6	Vert. cons.	1.00E-07	1.000	-	-	-	-
5	Vert. cons.	5.00E-08	1.000	-	-	-	-
4	Vert. cons.	-	1.000	-	-	-	-
3	Vert. cons.	5.00E-08	1.000	-	-	-	-
2	Vert. cons.	1.00E-07	1.000	-	-	-	-
1	Vert. cons.	-	1.000	-	-	-	-

Layer number	POP [kN/m²]	OCR [-]	Equiv. age [days]
13	15.00	-	-
12	15.00	-	-
11	5.00	-	-
10	5.00	-	-
9	15.00	-	-

Layer number	POP [kN/m ²]	OCR [-]	Equiv. age [days]
8	15.00	-	-
7	5.00	-	-
6	5.00	-	-
5	5.00	-	-
4	-	1.30	-
3	5.00	-	-
2	30.00	-	-
1	-	1.30	-

Layer number	Secondary swelling type	Secondary swelling factor[-]	Unloading stress ratio[-]
13	Full	-	-
12	Full	-	-
11	Full	-	-
10	Full	-	-
9	Full	-	-
8	Full	-	-
7	Full	-	-
6	Full	-	-
5	Full	-	-
4	Full	-	-
3	Full	-	-
2	Full	-	-
1	Full	-	-

Layer number	Reloading/ swelling const. a [-]	Primaire comp. index b [-]	Secondary compr. const c [-]
13	1.260E-02	5.440E-02	1.580E-03
12	1.260E-02	5.440E-02	1.580E-03
11	4.230E-02	2.110E-01	1.050E-02
10	4.200E-02	2.070E-01	1.010E-02
9	1.260E-02	5.440E-02	1.580E-03
8	1.260E-02	5.440E-02	1.580E-03
7	4.230E-02	2.110E-01	1.050E-02
6	4.200E-02	2.070E-01	1.010E-02
5	2.100E-02	1.490E-01	5.980E-03
4	1.000E-03	2.000E-03	1.000E-06
3	2.100E-02	1.490E-01	5.980E-03
2	1.340E-02	1.340E-01	1.270E-02
1	1.000E-04	2.000E-04	1.000E-06

2.6 Uniform Loads

Load number	Time [days]	Magnitude [kN/m ³]	Height [m]	Y-app. [m]
1	0	0.10	0.10	-5.50
2	365	5.00	1.00	2.25

2.7 Non-Uniform Loads

Load number	Time [days]	Unit weight	
		Unsaturated [kN/m ³]	Saturated [kN/m ³]
1	10	17.00	19.00
2	40	17.00	19.00
3	65	17.00	19.00

Load number	Co-ordinates [m]					
1 - X -	78.66	90.00	120.00	130.00	275.00	280.00
1 - Y -	3.00	3.00	3.00	2.25	2.25	2.25
1 - X -	585.00	590.00	615.00	620.00	735.00	740.00
1 - Y -	2.25	2.25	2.25	2.25	2.25	2.25
1 - X -	800.00	810.00	849.00	854.88	855.91	857.64
1 - Y -	2.25	3.50	3.50	1.66	0.80	-0.44
1 - X -	858.60	859.34	865.08	866.98	868.58	871.85
1 - Y -	-1.27	-1.42	-1.43	-1.10	-0.39	0.80
1 - X -	874.44	880.00	920.00	930.00	1045.00	1050.00
1 - Y -	1.65	3.50	3.50	2.25	2.25	2.25
1 - X -	1170.00	1180.00				
1 - Y -	2.25	1.37				
2 - X -	0.00	5.00	75.00	85.00	120.00	130.00
2 - Y -	2.97	3.65	3.65	3.95	3.95	2.40
2 - X -	275.00	280.00	585.00	590.00	615.00	620.00
2 - Y -	2.40	2.40	2.40	2.40	2.40	2.70
2 - X -	735.00	740.00	800.00	810.00	849.00	854.88
2 - Y -	2.70	2.70	2.70	4.45	4.45	1.66
2 - X -	855.91	857.64	858.60	859.34	865.08	866.98
2 - Y -	0.80	-0.44	-1.27	-1.42	-1.43	-1.10
2 - X -	868.58	871.85	874.44	880.00	920.00	930.00
2 - Y -	-0.39	0.80	1.65	4.30	4.30	2.70
2 - X -	1045.00	1050.00	1170.00	1180.00		
2 - Y -	2.70	3.20	3.20	1.37		
3 - X -	0.00	5.00	75.00	85.00	120.00	130.00
3 - Y -	2.97	4.65	4.65	4.95	4.95	2.40
3 - X -	275.00	280.00	585.00	590.00	615.00	620.00
3 - Y -	2.40	2.40	2.40	2.40	2.40	3.70
3 - X -	735.00	740.00	800.00	810.00	849.00	854.88
3 - Y -	3.70	3.70	3.70	5.45	5.45	1.66
3 - X -	855.91	857.64	858.60	859.34	865.08	866.98
3 - Y -	0.80	-0.44	-1.27	-1.42	-1.43	-1.10
3 - X -	868.58	871.85	874.44	880.00	920.00	930.00
3 - Y -	-0.39	0.80	1.65	5.30	5.30	3.70
3 - X -	1045.00	1050.00	1170.00	1180.00		
3 - Y -	3.70	4.17	4.17	1.37		

2.8 Verticals

Vertical number	X co-ordinates [m]				
1 - 2	50.000	100.000			

Discretisation = 100

2.9 Vertical Drain

Drain type		Strip
Horizontal range "From"	[m]	75.000
Horizontal range "To"	[m]	125.000
Bottom position	[m]	-0.500
Center to center distance	[m]	1.250
Width	[m]	0.100
Thickness	[m]	0.003
Grid		Triangular

Drainage schedule		Off
Start of drainage	[days]	0.000

3 Results per Vertical

3.1 Results for Vertical 1 (X = 50.00 m; Z = 0.00 m)

Depth [m]	Effective Stress [kPa]	Hydraulic head [m]	Loading [kPa]	Settlement [m]
2.980	11.395	2.980	11.394	0.405
2.880	12.995	2.880	11.396	0.399
2.780	14.594	2.780	11.396	0.393
2.680	16.194	2.680	11.396	0.389
2.580	17.793	2.580	11.396	0.385
2.480	19.392	2.480	11.396	0.381
2.380	20.991	2.380	11.396	0.377
2.280	22.590	2.280	11.396	0.374
2.180	29.189	2.180	16.396	0.371
2.080	30.788	2.080	16.396	0.368
1.980	32.386	1.981	16.396	0.365
1.890	33.822	1.891	16.396	0.362
1.000	44.737	1.002	13.086	0.343
0.800	46.006	1.003	13.121	0.339
0.800	46.006	1.003	13.121	0.339
0.130	50.308	1.007	13.987	0.249
-0.470	54.181	1.008	14.758	0.170
-1.140	58.542	1.006	15.618	0.081
-1.740	62.490	1.000	16.396	0.000
-1.740	62.490	1.000	16.396	0.000
-2.470	69.930	1.000	16.397	0.000
-3.470	80.123	1.000	16.399	0.000
-3.870	84.200	1.000	16.400	0.000
-4.600	91.641	1.000	16.403	0.000
-5.600	101.847	1.000	16.418	0.000
-6.000	105.925	1.000	16.421	0.000

3.2 Results for Vertical 2 (X = 100.00 m; Z = 0.00 m)

Depth [m]	Effective Stress [kPa]	Hydraulic head [m]	Loading [kPa]	Settlement [m]
1.878	40.221	1.878	40.220	0.666
1.778	41.626	1.798	40.220	0.656
1.678	43.013	1.720	40.220	0.647
1.578	43.824	1.643	39.662	0.639
1.478	44.264	1.569	38.753	0.632
1.378	44.681	1.496	37.839	0.625
1.339	44.841	1.468	37.480	0.622
1.278	45.089	1.424	36.920	0.619
1.178	45.505	1.351	35.997	0.613
1.078	45.943	1.275	35.070	0.607
1.000	46.312	1.212	34.342	0.603
0.978	46.420	1.216	34.353	0.602
0.878	46.950	1.230	34.402	0.597
0.800	47.401	1.237	34.439	0.593
0.800	47.401	1.237	34.439	0.593
0.130	51.470	1.338	36.019	0.430
-0.470	56.386	1.292	37.366	0.290
-1.140	62.767	1.147	38.849	0.136

Depth [m]	Effective Stress [kPa]	Hydraulic head [m]	Loading [kPa]	Settlement [m]
-1.740	68.649	1.000	40.177	0.000
-1.740	68.649	1.000	40.177	0.000
-2.470	76.113	1.000	40.203	0.000
-3.470	86.366	1.000	40.265	0.000
-3.870	90.472	1.000	40.296	0.000
-4.600	97.967	1.000	40.352	0.000
-5.600	108.232	1.000	40.426	0.000
-6.000	112.326	1.000	40.445	0.000

4 Settlements

4.1 Settlements

Vertical number	X co-ordinate [m]	Z co-ordinate [m]	Surface level [m]	Settlement [m]
1	50.00	0.00	2.98	0.405
2	100.00	0.00	1.88	0.666

4.2 Residual Times

Vertical number	Time [days]	Settlement [m]	Part of final settlement [%]	Residual settlements [m]
1	375	0.311	76.881	0.094
2	375	0.618	92.712	0.049

End of Report

Report for D-Settlement 18.2

Settlement Calculations
Developed by Deltares



Company: Royal HaskoningDHV

Date of report: 28-4-2021
Time of report: 15:45:45
Report with version: 18.2.1.20481

Date of calculation: 28-4-2021
Time of calculation: 15:44:01
Calculated with version: 18.2.1.20481

File name: C:\.\BH1391 Maas-Waalweg\Zettingen\Langsdoorsnede_trace_202104002

Project identification: Maas-Waalweg te Delwijnen
100=HB104;200=DKM8;375=DKM7;600=HB103;
700=DKM6;840=DKM5.

1 Table of Contents

1 Table of Contents	2
2 Echo of the Input	3
2.1 Layer Boundaries	3
2.2 PI-lines	5
2.3 General Data	5
2.4 Soil Profiles	6
2.5 Soil Properties	6
2.6 Uniform Loads	7
2.7 Non-Uniform Loads	7
2.8 Verticals	8
2.9 Vertical Drain	8
3 Results per Vertical	9
3.1 Results for Vertical 1 (X = 374.17 m; Z = 0.00 m)	9
3.2 Results for Vertical 2 (X = 635.31 m; Z = 0.00 m)	9
3.3 Results for Vertical 3 (X = 775.00 m; Z = 0.00 m)	10
3.4 Results for Vertical 4 (X = 1000.60 m; Z = 0.00 m)	10
4 Settlements	12
4.1 Settlements	12
4.2 Residual Times	12

2 Echo of the Input

2.1 Layer Boundaries

Boundary number	Co-ordinates [m]				
13 - X -	0.000	34.110	78.656	86.696	88.000
13 - Y -	2.967	2.970	2.997	2.198	1.624
13 - X -	89.779	92.000	95.550	137.005	163.106
13 - Y -	1.290	1.279	1.878	1.880	1.875
13 - X -	214.000	250.785	294.000	353.115	394.000
13 - Y -	1.846	1.869	1.821	1.827	1.875
13 - X -	534.000	568.626	594.000	599.043	600.000
13 - Y -	1.848	1.827	1.806	0.800	0.609
13 - X -	605.756	606.136	611.252	635.115	679.558
13 - Y -	0.729	0.800	1.756	1.755	1.759
13 - X -	714.885	745.558	776.000	828.000	854.885
13 - Y -	1.754	1.743	1.715	1.659	1.658
13 - X -	855.909	857.644	858.596	859.343	865.080
13 - Y -	0.800	-0.442	-1.268	-1.420	-1.425
13 - X -	866.975	868.578	871.848	874.443	960.000
13 - Y -	-1.101	-0.391	0.800	1.652	1.698
13 - X -	980.000	1018.885	1048.000	1068.000	1077.771
13 - Y -	1.708	1.701	1.691	1.486	1.482
13 - X -	1078.000	1080.000	1086.000	1086.230	1092.655
13 - Y -	1.366	0.878	0.823	1.466	1.406
13 - X -	1093.690	1093.953	1094.000	1099.391	1104.000
13 - Y -	0.800	0.645	0.618	0.639	0.657
13 - X -	1104.366	1106.000	1118.000	1124.435	1180.000
13 - Y -	0.800	1.432	1.429	1.369	1.373
12 - X -	0.000	200.000	375.000	599.043	600.000
12 - Y -	0.800	0.800	0.800	0.800	0.609
12 - X -	605.756	606.136	611.252	635.115	679.558
12 - Y -	0.729	0.800	1.756	1.755	1.759
12 - X -	714.885	745.558	776.000	828.000	854.885
12 - Y -	1.754	1.743	1.715	1.659	1.658
12 - X -	855.909	857.644	858.596	859.343	865.080
12 - Y -	0.800	-0.442	-1.268	-1.420	-1.425
12 - X -	866.975	868.578	871.848	874.443	960.000
12 - Y -	-1.101	-0.391	0.800	1.652	1.698
12 - X -	980.000	1018.885	1048.000	1068.000	1077.771
12 - Y -	1.708	1.701	1.691	1.486	1.482
12 - X -	1078.000	1080.000	1086.000	1086.230	1092.655
12 - Y -	1.366	0.878	0.823	1.466	1.406
12 - X -	1093.690	1093.953	1094.000	1099.391	1104.000
12 - Y -	0.800	0.645	0.618	0.639	0.657
12 - X -	1104.366	1106.000	1118.000	1124.435	1180.000
12 - Y -	0.800	1.432	1.429	1.369	1.373
11 - X -	0.000	200.000	375.000	599.043	600.000
11 - Y -	0.800	0.800	0.800	0.800	0.609
11 - X -	605.756	606.136	838.881	855.909	857.644
11 - Y -	0.729	0.800	0.800	0.800	-0.442
11 - X -	858.596	859.343	865.080	866.975	868.578
11 - Y -	-1.268	-1.420	-1.425	-1.101	-0.391
11 - X -	871.848	874.443	960.000	980.000	1018.885
11 - Y -	0.800	1.652	1.698	1.708	1.701
11 - X -	1048.000	1068.000	1077.771	1078.000	1080.000
11 - Y -	1.691	1.486	1.482	1.366	0.878
11 - X -	1086.000	1086.230	1092.655	1093.690	1093.953
11 - Y -	0.823	1.466	1.406	0.800	0.645
11 - X -	1094.000	1099.391	1104.000	1104.366	1106.000

Boundary number	Co-ordinates [m]				
11 - Y -	0.618	0.639	0.657	0.800	1.432
11 - X -	1118.000	1124.435	1180.000		
11 - Y -	1.429	1.369	1.373		
10 - X -	0.000	100.000	200.000	374.951	603.000
10 - Y -	-1.740	-1.740	-0.600	-0.621	-0.580
10 - X -	700.000	840.855	857.644	858.596	859.343
10 - Y -	-1.500	-0.740	-0.442	-1.268	-1.420
10 - X -	865.080	866.975	868.578	871.848	874.443
10 - Y -	-1.425	-1.101	-0.391	0.800	1.652
10 - X -	960.000	980.000	1018.885	1048.000	1068.000
10 - Y -	1.698	1.708	1.701	1.691	1.486
10 - X -	1077.771	1078.000	1080.000	1086.000	1086.230
10 - Y -	1.482	1.366	0.878	0.823	1.466
10 - X -	1092.655	1093.690	1093.953	1094.000	1099.391
10 - Y -	1.406	0.800	0.645	0.618	0.639
10 - X -	1104.000	1104.366	1106.000	1118.000	1124.435
10 - Y -	0.657	0.800	1.432	1.429	1.369
10 - X -	1180.000				
10 - Y -	1.373				
9 - X -	0.000	100.000	200.000	374.951	603.000
9 - Y -	-1.740	-1.740	-0.600	-0.621	-0.580
9 - X -	700.000	841.141	858.596	859.343	865.080
9 - Y -	-1.500	-1.740	-1.268	-1.420	-1.425
9 - X -	866.975	868.578	871.848	874.443	960.000
9 - Y -	-1.101	-0.391	0.800	1.652	1.698
9 - X -	980.000	1018.885	1048.000	1068.000	1077.771
9 - Y -	1.708	1.701	1.691	1.486	1.482
9 - X -	1078.000	1080.000	1086.000	1086.230	1092.655
9 - Y -	1.366	0.878	0.823	1.466	1.406
9 - X -	1093.690	1093.953	1094.000	1099.391	1104.000
9 - Y -	0.800	0.645	0.618	0.639	0.657
9 - X -	1104.366	1106.000	1118.000	1124.435	1180.000
9 - Y -	0.800	1.432	1.429	1.369	1.373
8 - X -	0.000	100.000	200.000	374.951	603.000
8 - Y -	-1.740	-1.740	-0.600	-0.621	-0.580
8 - X -	700.000	841.141	858.596	859.343	865.080
8 - Y -	-1.500	-1.740	-1.268	-1.420	-1.425
8 - X -	866.975	868.578	871.848	1000.000	1093.690
8 - Y -	-1.101	-0.391	0.800	0.800	0.800
8 - X -	1093.953	1094.000	1099.391	1104.000	1104.366
8 - Y -	0.645	0.618	0.639	0.657	0.800
8 - X -	1106.000	1118.000	1124.435	1180.000	
8 - Y -	1.432	1.429	1.369	1.373	
7 - X -	0.000	100.000	200.000	374.951	603.000
7 - Y -	-1.740	-1.740	-0.600	-0.621	-0.580
7 - X -	700.000	841.141	858.596	859.343	865.080
7 - Y -	-1.500	-1.740	-1.268	-1.420	-1.425
7 - X -	866.975	868.578	871.848	1000.000	1093.690
7 - Y -	-1.101	-0.391	0.800	0.800	0.800
7 - X -	1093.953	1094.000	1099.391	1104.000	1104.366
7 - Y -	0.645	0.618	0.639	0.657	0.800
7 - X -	1180.000				
7 - Y -	0.800				
6 - X -	0.000	100.000	200.000	374.951	603.000
6 - Y -	-1.740	-1.740	-0.600	-0.621	-0.580
6 - X -	700.000	841.141	858.596	859.343	865.080
6 - Y -	-1.500	-1.740	-1.268	-1.420	-1.425
6 - X -	866.975	868.578	900.000	996.594	1180.000
6 - Y -	-1.101	-0.391	-0.240	-0.212	-0.351
5 - X -	0.000	100.000	200.000	374.951	603.000
5 - Y -	-1.740	-1.740	-0.600	-0.621	-0.580

Boundary number	Co-ordinates [m]				
5 - X -	700.000	841.141	858.596	859.343	865.080
5 - Y -	-1.500	-1.740	-1.268	-1.420	-1.425
5 - X -	866.975	899.725	996.594	1180.000	
5 - Y -	-1.101	-0.640	-0.576	-0.351	
4 - X -	0.000	100.000	200.000	374.951	603.000
4 - Y -	-1.740	-1.740	-0.600	-0.621	-0.580
4 - X -	700.000	839.093	900.000	900.155	1001.445
4 - Y -	-1.500	-3.001	-3.000	-3.000	-1.826
4 - X -	1180.000				
4 - Y -	-2.750				
3 - X -	0.000	100.000	200.000	374.951	603.000
3 - Y -	-1.740	-1.740	-0.600	-0.621	-0.580
3 - X -	700.000	700.864	799.129	839.093	900.000
3 - Y -	-5.500	-5.484	-3.702	-3.001	-3.000
3 - X -	900.155	1001.445	1180.000		
3 - Y -	-3.000	-1.826	-2.750		
2 - X -	0.000	100.000	200.000	374.951	603.000
2 - Y -	-1.740	-1.740	-0.600	-0.621	-0.580
2 - X -	700.000	700.864	799.129	839.093	900.000
2 - Y -	-5.500	-5.484	-3.702	-3.001	-3.000
2 - X -	999.775	1180.000			
2 - Y -	-3.143	-2.750			
1 - X -	0.000	100.000	200.000	374.951	603.000
1 - Y -	-1.740	-1.740	-0.600	-0.621	-0.580
1 - X -	700.000	700.864	799.129	839.546	900.225
1 - Y -	-5.500	-5.484	-3.702	-3.700	-3.300
1 - X -	1000.000	1180.000			
1 - Y -	-3.500	-3.250			
0 - X -	0.000	1180.000			
0 - Y -	-6.000	-6.000			

2.2 PI-lines

PI-line number	Co-ordinates [m]				
1 - X -	0.000	1180.000			
1 - Y -	1.000	1.000			

2.3 General Data

Soil model:	Isotache
Consolidation model:	Darcy
Strain model:	Natural
Groundwater level:	Initial determined by PI-line number 1
Unit weight of water:	9.81 [kN/m ³]
Stress distribution	
- Soil:	Buisman
- Loads:	None
End of consolidation:	10000.00 [days]
No maintain profile	
Creep rate reference time:	1.000 [days]
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]
- Trapeziform Loads :	1.00 [m]

2.4 Soil Profiles

Layer number	Material name	PI-line top	PI-line bottom
13	1. Toplaag	1	1
12	1. Toplaag	1	1
11	2. Klei, zwak org.	1	1
10	3. Veen	1	1
9	1. Toplaag	1	1
8	1. Toplaag	1	1
7	2. Klei, zwak org.	1	1
6	3. Veen	1	1
5	4. Klei, sterk org.	1	1
4	5. Zand, Holocene	1	1
3	4. Klei, sterk org.	1	1
2	6. Basisveen	1	1
1	7. Zand, Pleistoceen	1	1

2.5 Soil Properties

Layer number	Drained	Unit weight	
		Unsaturated [kN/m³]	Saturated [kN/m³]
13	No	16.00	16.00
12	No	16.00	16.00
11	No	15.00	15.00
10	No	10.80	10.80
9	No	16.00	16.00
8	No	16.00	16.00
7	No	15.00	15.00
6	No	10.80	10.80
5	No	14.00	14.00
4	Yes	18.00	20.00
3	No	14.00	14.00
2	No	12.00	12.00
1	Yes	18.00	20.00

Layer number	Storage type	Vert. consolid. coefficient Cv [m²/s]	Ratio Ch/Cv [-]	Vertical permeability [m/s]	Ratio hor/vert permeability [-]	Permeability strain mod. [-]	Initial vertical permeability [m/s]
13	Vert. cons.	1.00E-06	1.000	-	-	-	-
12	Vert. cons.	1.00E-06	1.000	-	-	-	-
11	Vert. cons.	5.00E-08	1.000	-	-	-	-
10	Vert. cons.	1.00E-07	1.000	-	-	-	-
9	Vert. cons.	1.00E-06	1.000	-	-	-	-
8	Vert. cons.	1.00E-06	1.000	-	-	-	-
7	Vert. cons.	5.00E-08	1.000	-	-	-	-
6	Vert. cons.	1.00E-07	1.000	-	-	-	-
5	Vert. cons.	5.00E-08	1.000	-	-	-	-
4	Vert. cons.	-	1.000	-	-	-	-
3	Vert. cons.	5.00E-08	1.000	-	-	-	-
2	Vert. cons.	1.00E-07	1.000	-	-	-	-
1	Vert. cons.	-	1.000	-	-	-	-

Layer number	POP [kN/m²]	OCR [-]	Equiv. age [days]
13	15.00	-	-
12	15.00	-	-
11	5.00	-	-
10	5.00	-	-
9	15.00	-	-

Layer number	POP [kN/m ²]	OCR [-]	Equiv. age [days]
8	15.00	-	-
7	5.00	-	-
6	5.00	-	-
5	5.00	-	-
4	-	1.30	-
3	5.00	-	-
2	30.00	-	-
1	-	1.30	-

Layer number	Secondary swelling type	Secondary swelling factor[-]	Unloading stress ratio[-]
13	Full	-	-
12	Full	-	-
11	Full	-	-
10	Full	-	-
9	Full	-	-
8	Full	-	-
7	Full	-	-
6	Full	-	-
5	Full	-	-
4	Full	-	-
3	Full	-	-
2	Full	-	-
1	Full	-	-

Layer number	Reloading/ swelling const. a [-]	Primaire comp. index b [-]	Secondary compr. const c [-]
13	1.260E-02	5.440E-02	1.580E-03
12	1.260E-02	5.440E-02	1.580E-03
11	4.230E-02	2.110E-01	1.050E-02
10	4.200E-02	2.070E-01	1.010E-02
9	1.260E-02	5.440E-02	1.580E-03
8	1.260E-02	5.440E-02	1.580E-03
7	4.230E-02	2.110E-01	1.050E-02
6	4.200E-02	2.070E-01	1.010E-02
5	2.100E-02	1.490E-01	5.980E-03
4	1.000E-03	2.000E-03	1.000E-06
3	2.100E-02	1.490E-01	5.980E-03
2	1.340E-02	1.340E-01	1.270E-02
1	1.000E-04	2.000E-04	1.000E-06

2.6 Uniform Loads

Load number	Time [days]	Magnitude [kN/m ³]	Height [m]	Y-app. [m]
1	0	0.10	0.10	-5.50
2	375	5.00	1.00	2.25

2.7 Non-Uniform Loads

Load number	Time [days]	Unit weight	
		Unsaturated [kN/m ³]	Saturated [kN/m ³]
1	10	17.00	19.00
2	25	17.00	19.00
3	40	17.00	19.00

Load number	Co-ordinates [m]					
1 - X -	78.66	90.00	120.00	130.00	275.00	280.00
1 - Y -	3.00	3.00	3.00	2.25	2.25	2.25
1 - X -	585.00	590.00	615.00	620.00	735.00	740.00
1 - Y -	2.25	2.25	2.25	2.25	2.25	2.25
1 - X -	800.00	810.00	849.00	854.88	855.91	857.64
1 - Y -	2.25	3.50	3.50	1.66	0.80	-0.44
1 - X -	858.60	859.34	865.08	866.98	868.58	871.85
1 - Y -	-1.27	-1.42	-1.43	-1.10	-0.39	0.80
1 - X -	874.44	880.00	920.00	930.00	1045.00	1050.00
1 - Y -	1.65	3.50	3.50	2.25	2.25	2.25
1 - X -	1170.00	1180.00				
1 - Y -	2.25	1.37				
2 - X -	0.00	5.00	75.00	85.00	120.00	130.00
2 - Y -	2.97	3.65	3.65	3.95	3.95	2.40
2 - X -	275.00	280.00	585.00	590.00	615.00	620.00
2 - Y -	2.40	2.40	2.40	2.40	2.40	2.60
2 - X -	735.00	740.00	800.00	810.00	849.00	854.88
2 - Y -	2.60	2.80	2.80	4.45	4.45	1.66
2 - X -	855.91	857.64	858.60	859.34	865.08	866.98
2 - Y -	0.80	-0.44	-1.27	-1.42	-1.43	-1.10
2 - X -	868.58	871.85	874.44	880.00	920.00	930.00
2 - Y -	-0.39	0.80	1.65	4.30	4.30	2.90
2 - X -	1045.00	1050.00	1170.00	1180.00		
2 - Y -	2.90	3.20	3.20	1.37		
3 - X -	0.00	5.00	75.00	85.00	120.00	130.00
3 - Y -	2.97	4.65	4.65	4.95	4.95	2.40
3 - X -	275.00	280.00	585.00	590.00	615.00	620.00
3 - Y -	2.40	2.40	2.40	2.40	2.40	3.60
3 - X -	735.00	740.00	800.00	810.00	849.00	854.88
3 - Y -	3.60	3.80	3.80	5.45	5.45	1.66
3 - X -	855.91	857.64	858.60	859.34	865.08	866.98
3 - Y -	0.80	-0.44	-1.27	-1.42	-1.43	-1.10
3 - X -	868.58	871.85	874.44	880.00	920.00	930.00
3 - Y -	-0.39	0.80	1.65	5.30	5.30	3.90
3 - X -	1045.00	1050.00	1170.00	1180.00		
3 - Y -	3.90	4.17	4.17	1.37		

2.8 Verticals

Vertical number	X co-ordinates [m]				
1 - 4	374.169	635.310	775.000	1000....	

Discretisation = 100

2.9 Vertical Drain

Drain type	Strip
Horizontal range "From"	[m] 675.000
Horizontal range "To"	[m] 1180.000
Bottom position	[m] -2.500
Center to center distance	[m] 1.250
Width	[m] 0.100
Thickness	[m] 0.003
Grid	Triangular

Drainage schedule	Off
Start of drainage	[days] 0.000

3 Results per Vertical

3.1 Results for Vertical 1 (X = 374.17 m; Z = 0.00 m)

Depth [m]	Effective Stress [kPa]	Hydraulic head [m]	Loading [kPa]	Settlement [m]
1.852	14.317	1.852	14.316	0.251
1.752	15.909	1.752	14.309	0.246
1.652	17.515	1.652	14.316	0.242
1.552	19.117	1.552	14.318	0.239
1.452	20.718	1.452	14.319	0.236
1.352	22.318	1.352	14.320	0.234
1.326	22.732	1.326	14.320	0.233
1.252	23.918	1.252	14.320	0.231
1.152	24.789	1.152	13.592	0.229
1.052	25.428	1.052	12.631	0.227
1.000	25.757	1.000	12.133	0.226
0.952	26.064	1.000	12.141	0.225
0.852	26.700	1.000	12.159	0.223
0.800	27.029	1.000	12.168	0.222
0.800	27.029	1.000	12.168	0.222
0.090	31.793	1.001	13.254	0.110
-0.621	36.559	1.000	14.319	0.000
-0.621	36.559	1.000	14.319	0.000
-1.510	45.624	1.000	14.319	0.000
-2.510	55.814	1.000	14.320	0.000
-3.310	63.967	1.000	14.320	0.000
-4.200	73.031	1.000	14.320	0.000
-5.200	83.222	1.000	14.321	0.000
-6.000	91.384	1.000	14.331	0.000

3.2 Results for Vertical 2 (X = 635.31 m; Z = 0.00 m)

Depth [m]	Effective Stress [kPa]	Hydraulic head [m]	Loading [kPa]	Settlement [m]
1.755	19.365	1.755	19.364	0.364
1.655	20.964	1.655	19.364	0.357
1.555	22.564	1.555	19.364	0.350
1.455	24.164	1.455	19.364	0.345
1.355	25.763	1.355	19.364	0.340
1.278	26.441	1.278	18.802	0.336
1.255	26.590	1.255	18.591	0.335
1.155	27.249	1.155	17.651	0.331
1.055	27.904	1.055	16.706	0.328
1.000	28.264	1.000	16.186	0.326
0.955	28.557	1.000	16.200	0.324
0.855	29.208	1.000	16.233	0.321
0.800	29.566	1.000	16.251	0.319
0.800	29.566	1.000	16.251	0.319
0.755	29.887	1.000	16.339	0.310
-0.043	35.518	1.001	17.833	0.157
-0.886	41.419	1.000	19.348	0.002
-0.886	41.419	1.000	19.348	0.002
-1.553	48.213	1.000	19.354	0.001
-2.219	55.006	1.000	19.358	0.000

Depth [m]	Effective Stress [kPa]	Hydraulic head [m]	Loading [kPa]	Settlement [m]
-2.219	55.006	1.000	19.358	0.000
-3.209	65.098	1.000	19.356	0.000
-4.109	74.266	1.000	19.353	0.000
-5.100	84.356	1.000	19.349	0.000
-6.000	93.532	1.000	19.354	0.000

3.3 Results for Vertical 3 (X = 775.00 m; Z = 0.00 m)

Depth [m]	Effective Stress [kPa]	Hydraulic head [m]	Loading [kPa]	Settlement [m]
1.716	23.429	1.716	23.428	0.566
1.616	24.784	1.641	23.432	0.558
1.516	25.793	1.569	23.112	0.551
1.416	26.179	1.499	22.190	0.545
1.316	26.551	1.429	21.261	0.539
1.258	26.766	1.389	20.720	0.537
1.216	26.925	1.359	20.327	0.535
1.116	27.318	1.286	19.388	0.530
1.016	27.746	1.209	18.444	0.527
1.000	27.819	1.197	18.294	0.526
0.916	28.226	1.211	18.323	0.523
0.816	28.761	1.223	18.357	0.520
0.800	28.851	1.225	18.362	0.519
0.800	28.851	1.225	18.362	0.519
0.716	29.179	1.253	18.532	0.502
-0.148	33.693	1.412	20.121	0.339
-1.095	40.074	1.426	21.724	0.175
-1.095	40.074	1.426	21.724	0.175
-1.361	40.908	1.413	22.162	0.130
-1.628	41.880	1.386	22.606	0.085
-1.628	41.880	1.386	22.606	0.085
-1.968	45.203	1.233	23.003	0.044
-2.309	49.329	1.000	23.416	0.002
-2.309	49.330	1.000	23.416	0.002
-3.224	58.668	1.000	23.430	0.001
-4.140	68.007	1.000	23.443	0.000
-4.140	68.007	1.000	23.443	0.000
-5.070	77.495	1.000	23.453	0.000
-6.000	86.995	1.000	23.474	0.000

3.4 Results for Vertical 4 (X = 1000.60 m; Z = 0.00 m)

Depth [m]	Effective Stress [kPa]	Hydraulic head [m]	Loading [kPa]	Settlement [m]
1.704	25.328	1.704	25.327	0.653
1.604	26.309	1.630	24.965	0.644
1.504	26.717	1.559	24.053	0.637
1.404	27.098	1.489	23.133	0.631
1.304	27.468	1.420	22.206	0.626
1.252	27.661	1.384	21.720	0.623
1.204	27.842	1.350	21.273	0.621
1.104	28.236	1.278	20.336	0.616
1.004	28.668	1.201	19.394	0.612

Depth [m]	Effective Stress [kPa]	Hydraulic head [m]	Loading [kPa]	Settlement [m]
1.000	28.688	1.197	19.354	0.612
0.904	29.152	1.214	19.389	0.608
0.804	29.691	1.226	19.426	0.605
0.800	29.715	1.226	19.427	0.605
0.800	29.715	1.226	19.427	0.605
0.704	30.082	1.260	19.627	0.584
0.292	32.005	1.365	20.443	0.501
-0.215	34.863	1.438	21.383	0.405
-0.215	34.863	1.438	21.383	0.405
-0.393	35.279	1.445	21.697	0.373
-0.571	35.730	1.450	22.012	0.340
-0.571	35.730	1.450	22.012	0.340
-1.203	39.060	1.456	22.760	0.264
-1.836	42.755	1.423	23.476	0.191
-1.836	42.755	1.423	23.476	0.191
-2.489	47.343	1.308	24.205	0.116
-3.141	52.779	1.109	24.952	0.039
-3.141	52.779	1.109	24.952	0.039
-3.320	53.883	1.055	25.137	0.020
-3.499	55.005	1.000	25.325	0.000
-3.499	55.005	1.000	25.325	0.000
-4.150	61.634	1.000	25.326	0.000
-4.750	67.749	1.000	25.327	0.000
-5.400	74.377	1.000	25.328	0.000
-6.000	80.502	1.000	25.339	0.000

4 Settlements

4.1 Settlements

Vertical number	X co-ordinate [m]	Z co-ordinate [m]	Surface level [m]	Settlement [m]
1	374.17	0.00	1.85	0.251
2	635.31	0.00	1.76	0.364
3	775.00	0.00	1.72	0.566
4	1000.60	0.00	1.70	0.653

4.2 Residual Times

Vertical number	Time [days]	Settlement [m]	Part of final settlement [%]	Residual settlements [m]
1	375	0.144	57.302	0.107
2	375	0.344	94.491	0.020
3	375	0.536	94.785	0.030
4	375	0.613	93.943	0.040

End of Report

Report for D-Settlement 18.2

Settlement Calculations
Developed by Deltares



Company: Royal HaskoningDHV

Date of report: 28-4-2021
Time of report: 15:50:21
Report with version: 18.2.1.20481

Date of calculation: 28-4-2021
Time of calculation: 15:49:18
Calculated with version: 18.2.1.20481

File name: C:\.\BH1391 Maas-Waalweg\Zettingen\Langsdoorsnede_brug_20210402

Project identification: Maas-Waalweg te Delwijnen
Voorbelasting tpv brug Hoofdwetering

1 Table of Contents

1 Table of Contents	2
2 Echo of the Input	3
2.1 Layer Boundaries	3
2.2 PI-lines	5
2.3 General Data	5
2.4 Soil Profiles	6
2.5 Soil Properties	6
2.6 Uniform Loads	7
2.7 Non-Uniform Loads	7
2.8 Verticals	8
2.9 Vertical Drain	8
3 Results per Vertical	9
3.1 Results for Vertical 1 (X = 830.00 m; Z = 0.00 m)	9
3.2 Results for Vertical 2 (X = 900.00 m; Z = 0.00 m)	9
4 Settlements	11
4.1 Settlements	11
4.2 Residual Times	11

2 Echo of the Input

2.1 Layer Boundaries

Boundary number	Co-ordinates [m]				
13 - X -	0.000	34.110	78.656	86.696	88.000
13 - Y -	2.967	2.970	2.997	2.198	1.624
13 - X -	89.779	92.000	95.550	137.005	163.106
13 - Y -	1.290	1.279	1.878	1.880	1.875
13 - X -	214.000	250.785	294.000	353.115	394.000
13 - Y -	1.846	1.869	1.821	1.827	1.875
13 - X -	534.000	568.626	594.000	599.043	600.000
13 - Y -	1.848	1.827	1.806	0.800	0.609
13 - X -	605.756	606.136	611.252	635.115	679.558
13 - Y -	0.729	0.800	1.756	1.755	1.759
13 - X -	714.885	745.558	776.000	828.000	854.885
13 - Y -	1.754	1.743	1.715	1.659	1.658
13 - X -	855.909	857.644	858.596	859.343	865.080
13 - Y -	0.800	-0.442	-1.268	-1.420	-1.425
13 - X -	866.975	868.578	871.848	874.443	960.000
13 - Y -	-1.101	-0.391	0.800	1.652	1.698
13 - X -	980.000	1018.885	1048.000	1068.000	1077.771
13 - Y -	1.708	1.701	1.691	1.486	1.482
13 - X -	1078.000	1080.000	1086.000	1086.230	1092.655
13 - Y -	1.366	0.878	0.823	1.466	1.406
13 - X -	1093.690	1093.953	1094.000	1099.391	1104.000
13 - Y -	0.800	0.645	0.618	0.639	0.657
13 - X -	1104.366	1106.000	1118.000	1124.435	1180.000
13 - Y -	0.800	1.432	1.429	1.369	1.373
12 - X -	0.000	200.000	375.000	599.043	600.000
12 - Y -	0.800	0.800	0.800	0.800	0.609
12 - X -	605.756	606.136	611.252	635.115	679.558
12 - Y -	0.729	0.800	1.756	1.755	1.759
12 - X -	714.885	745.558	776.000	828.000	854.885
12 - Y -	1.754	1.743	1.715	1.659	1.658
12 - X -	855.909	857.644	858.596	859.343	865.080
12 - Y -	0.800	-0.442	-1.268	-1.420	-1.425
12 - X -	866.975	868.578	871.848	874.443	960.000
12 - Y -	-1.101	-0.391	0.800	1.652	1.698
12 - X -	980.000	1018.885	1048.000	1068.000	1077.771
12 - Y -	1.708	1.701	1.691	1.486	1.482
12 - X -	1078.000	1080.000	1086.000	1086.230	1092.655
12 - Y -	1.366	0.878	0.823	1.466	1.406
12 - X -	1093.690	1093.953	1094.000	1099.391	1104.000
12 - Y -	0.800	0.645	0.618	0.639	0.657
12 - X -	1104.366	1106.000	1118.000	1124.435	1180.000
12 - Y -	0.800	1.432	1.429	1.369	1.373
11 - X -	0.000	200.000	375.000	599.043	600.000
11 - Y -	0.800	0.800	0.800	0.800	0.609
11 - X -	605.756	606.136	838.881	855.909	857.644
11 - Y -	0.729	0.800	0.800	0.800	-0.442
11 - X -	858.596	859.343	865.080	866.975	868.578
11 - Y -	-1.268	-1.420	-1.425	-1.101	-0.391
11 - X -	871.848	874.443	960.000	980.000	1018.885
11 - Y -	0.800	1.652	1.698	1.708	1.701
11 - X -	1048.000	1068.000	1077.771	1078.000	1080.000
11 - Y -	1.691	1.486	1.482	1.366	0.878
11 - X -	1086.000	1086.230	1092.655	1093.690	1093.953
11 - Y -	0.823	1.466	1.406	0.800	0.645
11 - X -	1094.000	1099.391	1104.000	1104.366	1106.000

Boundary number	Co-ordinates [m]				
11 - Y -	0.618	0.639	0.657	0.800	1.432
11 - X -	1118.000	1124.435	1180.000		
11 - Y -	1.429	1.369	1.373		
10 - X -	0.000	100.000	200.000	374.951	603.000
10 - Y -	-1.740	-1.740	-0.600	-0.621	-0.580
10 - X -	700.000	840.855	857.644	858.596	859.343
10 - Y -	-1.500	-0.740	-0.442	-1.268	-1.420
10 - X -	865.080	866.975	868.578	871.848	874.443
10 - Y -	-1.425	-1.101	-0.391	0.800	1.652
10 - X -	960.000	980.000	1018.885	1048.000	1068.000
10 - Y -	1.698	1.708	1.701	1.691	1.486
10 - X -	1077.771	1078.000	1080.000	1086.000	1086.230
10 - Y -	1.482	1.366	0.878	0.823	1.466
10 - X -	1092.655	1093.690	1093.953	1094.000	1099.391
10 - Y -	1.406	0.800	0.645	0.618	0.639
10 - X -	1104.000	1104.366	1106.000	1118.000	1124.435
10 - Y -	0.657	0.800	1.432	1.429	1.369
10 - X -	1180.000				
10 - Y -	1.373				
9 - X -	0.000	100.000	200.000	374.951	603.000
9 - Y -	-1.740	-1.740	-0.600	-0.621	-0.580
9 - X -	700.000	841.141	858.596	859.343	865.080
9 - Y -	-1.500	-1.740	-1.268	-1.420	-1.425
9 - X -	866.975	868.578	871.848	874.443	960.000
9 - Y -	-1.101	-0.391	0.800	1.652	1.698
9 - X -	980.000	1018.885	1048.000	1068.000	1077.771
9 - Y -	1.708	1.701	1.691	1.486	1.482
9 - X -	1078.000	1080.000	1086.000	1086.230	1092.655
9 - Y -	1.366	0.878	0.823	1.466	1.406
9 - X -	1093.690	1093.953	1094.000	1099.391	1104.000
9 - Y -	0.800	0.645	0.618	0.639	0.657
9 - X -	1104.366	1106.000	1118.000	1124.435	1180.000
9 - Y -	0.800	1.432	1.429	1.369	1.373
8 - X -	0.000	100.000	200.000	374.951	603.000
8 - Y -	-1.740	-1.740	-0.600	-0.621	-0.580
8 - X -	700.000	841.141	858.596	859.343	865.080
8 - Y -	-1.500	-1.740	-1.268	-1.420	-1.425
8 - X -	866.975	868.578	871.848	1000.000	1093.690
8 - Y -	-1.101	-0.391	0.800	0.800	0.800
8 - X -	1093.953	1094.000	1099.391	1104.000	1104.366
8 - Y -	0.645	0.618	0.639	0.657	0.800
8 - X -	1106.000	1118.000	1124.435	1180.000	
8 - Y -	1.432	1.429	1.369	1.373	
7 - X -	0.000	100.000	200.000	374.951	603.000
7 - Y -	-1.740	-1.740	-0.600	-0.621	-0.580
7 - X -	700.000	841.141	858.596	859.343	865.080
7 - Y -	-1.500	-1.740	-1.268	-1.420	-1.425
7 - X -	866.975	868.578	871.848	1000.000	1093.690
7 - Y -	-1.101	-0.391	0.800	0.800	0.800
7 - X -	1093.953	1094.000	1099.391	1104.000	1104.366
7 - Y -	0.645	0.618	0.639	0.657	0.800
7 - X -	1180.000				
7 - Y -	0.800				
6 - X -	0.000	100.000	200.000	374.951	603.000
6 - Y -	-1.740	-1.740	-0.600	-0.621	-0.580
6 - X -	700.000	841.141	858.596	859.343	865.080
6 - Y -	-1.500	-1.740	-1.268	-1.420	-1.425
6 - X -	866.975	868.578	900.000	996.594	1180.000
6 - Y -	-1.101	-0.391	-0.240	-0.212	-0.351
5 - X -	0.000	100.000	200.000	374.951	603.000
5 - Y -	-1.740	-1.740	-0.600	-0.621	-0.580

Boundary number	Co-ordinates [m]				
5 - X -	700.000	841.141	858.596	859.343	865.080
5 - Y -	-1.500	-1.740	-1.268	-1.420	-1.425
5 - X -	866.975	899.725	996.594	1180.000	
5 - Y -	-1.101	-0.640	-0.576	-0.351	
4 - X -	0.000	100.000	200.000	374.951	603.000
4 - Y -	-1.740	-1.740	-0.600	-0.621	-0.580
4 - X -	700.000	839.093	900.000	900.155	1001.445
4 - Y -	-1.500	-3.001	-3.000	-3.000	-1.826
4 - X -	1180.000				
4 - Y -	-2.750				
3 - X -	0.000	100.000	200.000	374.951	603.000
3 - Y -	-1.740	-1.740	-0.600	-0.621	-0.580
3 - X -	700.000	700.864	799.129	839.093	900.000
3 - Y -	-5.500	-5.484	-3.702	-3.001	-3.000
3 - X -	900.155	1001.445	1180.000		
3 - Y -	-3.000	-1.826	-2.750		
2 - X -	0.000	100.000	200.000	374.951	603.000
2 - Y -	-1.740	-1.740	-0.600	-0.621	-0.580
2 - X -	700.000	700.864	799.129	839.093	900.000
2 - Y -	-5.500	-5.484	-3.702	-3.001	-3.000
2 - X -	999.775	1180.000			
2 - Y -	-3.143	-2.750			
1 - X -	0.000	100.000	200.000	374.951	603.000
1 - Y -	-1.740	-1.740	-0.600	-0.621	-0.580
1 - X -	700.000	700.864	799.129	839.546	900.225
1 - Y -	-5.500	-5.484	-3.702	-3.700	-3.300
1 - X -	1000.000	1180.000			
1 - Y -	-3.500	-3.250			
0 - X -	0.000	1180.000			
0 - Y -	-6.000	-6.000			

2.2 PI-lines

PI-line number	Co-ordinates [m]				
1 - X -	0.000	1180.000			
1 - Y -	1.000	1.000			

2.3 General Data

Soil model:	Isotache
Consolidation model:	Darcy
Strain model:	Natural
Groundwater level:	Initial determined by PI-line number 1
Unit weight of water:	9.81 [kN/m³]
Stress distribution	
- Soil:	Buisman
- Loads:	None
End of consolidation:	10000.00 [days]
No maintain profile	
Creep rate reference time:	1.000 [days]
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]
- Trapeziform Loads :	1.00 [m]

2.4 Soil Profiles

Layer number	Material name	PI-line top	PI-line bottom
13	1. Toplaag	1	1
12	1. Toplaag	1	1
11	2. Klei, zwak org.	1	1
10	3. Veen	1	1
9	1. Toplaag	1	1
8	1. Toplaag	1	1
7	2. Klei, zwak org.	1	1
6	3. Veen	1	1
5	4. Klei, sterk org.	1	1
4	5. Zand, Holocene	1	1
3	4. Klei, sterk org.	1	1
2	6. Basisveen	1	1
1	7. Zand, Pleistoceen	1	1

2.5 Soil Properties

Layer number	Drained	Unit weight	
		Unsaturated [kN/m³]	Saturated [kN/m³]
13	No	16.00	16.00
12	No	16.00	16.00
11	No	15.00	15.00
10	No	10.80	10.80
9	No	16.00	16.00
8	No	16.00	16.00
7	No	15.00	15.00
6	No	10.80	10.80
5	No	14.00	14.00
4	Yes	18.00	20.00
3	No	14.00	14.00
2	No	12.00	12.00
1	Yes	18.00	20.00

Layer number	Storage type	Vert. consolid. coefficient Cv [m²/s]	Ratio Ch/Cv [-]	Vertical permeability [m/s]	Ratio hor/vert permeability [-]	Permeability strain mod. [-]	Initial vertical permeability [m/s]
13	Vert. cons.	1.00E-06	1.000	-	-	-	-
12	Vert. cons.	1.00E-06	1.000	-	-	-	-
11	Vert. cons.	5.00E-08	1.000	-	-	-	-
10	Vert. cons.	1.00E-07	1.000	-	-	-	-
9	Vert. cons.	1.00E-06	1.000	-	-	-	-
8	Vert. cons.	1.00E-06	1.000	-	-	-	-
7	Vert. cons.	5.00E-08	1.000	-	-	-	-
6	Vert. cons.	1.00E-07	1.000	-	-	-	-
5	Vert. cons.	5.00E-08	1.000	-	-	-	-
4	Vert. cons.	-	1.000	-	-	-	-
3	Vert. cons.	5.00E-08	1.000	-	-	-	-
2	Vert. cons.	1.00E-07	1.000	-	-	-	-
1	Vert. cons.	-	1.000	-	-	-	-

Layer number	POP [kN/m²]	OCR [-]	Equiv. age [days]
13	15.00	-	-
12	15.00	-	-
11	5.00	-	-
10	5.00	-	-
9	15.00	-	-

Layer number	POP [kN/m ²]	OCR [-]	Equiv. age [days]
8	15.00	-	-
7	5.00	-	-
6	5.00	-	-
5	5.00	-	-
4	-	1.30	-
3	5.00	-	-
2	30.00	-	-
1	-	1.30	-

Layer number	Secondary swelling type	Secondary swelling factor[-]	Unloading stress ratio[-]
13	Full	-	-
12	Full	-	-
11	Full	-	-
10	Full	-	-
9	Full	-	-
8	Full	-	-
7	Full	-	-
6	Full	-	-
5	Full	-	-
4	Full	-	-
3	Full	-	-
2	Full	-	-
1	Full	-	-

Layer number	Reloading/ swelling const. a [-]	Primaire comp. index b [-]	Secondary compr. const c [-]
13	1.260E-02	5.440E-02	1.580E-03
12	1.260E-02	5.440E-02	1.580E-03
11	4.230E-02	2.110E-01	1.050E-02
10	4.200E-02	2.070E-01	1.010E-02
9	1.260E-02	5.440E-02	1.580E-03
8	1.260E-02	5.440E-02	1.580E-03
7	4.230E-02	2.110E-01	1.050E-02
6	4.200E-02	2.070E-01	1.010E-02
5	2.100E-02	1.490E-01	5.980E-03
4	1.000E-03	2.000E-03	1.000E-06
3	2.100E-02	1.490E-01	5.980E-03
2	1.340E-02	1.340E-01	1.270E-02
1	1.000E-04	2.000E-04	1.000E-06

2.6 Uniform Loads

Load number	Time [days]	Magnitude [kN/m ³]	Height [m]	Y-app. [m]
1	0	0.10	0.10	-5.50
2	375	5.00	1.00	2.50

2.7 Non-Uniform Loads

Load number	Time [days]	Unit weight	
		Unsaturated [kN/m ³]	Saturated [kN/m ³]
1	25	17.00	19.00
2	55	17.00	19.00
3	95	17.00	19.00

Load number	Co-ordinates [m]					
1 - X -	78.66	90.00	120.00	130.00	275.00	280.00
1 - Y -	3.00	3.00	3.00	2.25	2.25	2.25
1 - X -	585.00	590.00	615.00	620.00	735.00	740.00
1 - Y -	2.25	2.25	2.25	2.25	2.25	2.25
1 - X -	800.00	810.00	849.00	854.88	855.91	857.64
1 - Y -	2.25	3.50	3.50	1.66	0.80	-0.44
1 - X -	858.60	859.34	865.08	866.98	868.58	871.85
1 - Y -	-1.27	-1.42	-1.43	-1.10	-0.39	0.80
1 - X -	874.44	880.00	920.00	930.00	1045.00	1050.00
1 - Y -	1.65	3.50	3.50	2.25	2.25	2.25
1 - X -	1170.00	1180.00				
1 - Y -	2.25	1.37				
2 - X -	0.00	5.00	75.00	85.00	120.00	130.00
2 - Y -	2.97	3.65	3.65	3.95	3.95	2.40
2 - X -	275.00	280.00	585.00	590.00	615.00	620.00
2 - Y -	2.40	2.40	2.40	2.40	2.40	2.70
2 - X -	735.00	740.00	800.00	810.00	849.00	854.88
2 - Y -	2.70	2.70	2.70	4.45	4.45	1.66
2 - X -	855.91	857.64	858.60	859.34	865.08	866.98
2 - Y -	0.80	-0.44	-1.27	-1.42	-1.43	-1.10
2 - X -	868.58	871.85	874.44	880.00	920.00	930.00
2 - Y -	-0.39	0.80	1.65	4.30	4.30	2.70
2 - X -	1045.00	1050.00	1170.00	1180.00		
2 - Y -	2.70	3.20	3.20	1.37		
3 - X -	0.00	5.00	75.00	85.00	120.00	130.00
3 - Y -	2.97	4.65	4.65	4.95	4.95	2.40
3 - X -	275.00	280.00	585.00	590.00	615.00	620.00
3 - Y -	2.40	2.40	2.40	2.40	2.40	3.70
3 - X -	735.00	740.00	800.00	810.00	849.00	854.88
3 - Y -	3.70	3.70	3.70	5.45	5.45	1.66
3 - X -	855.91	857.64	858.60	859.34	865.08	866.98
3 - Y -	0.80	-0.44	-1.27	-1.42	-1.43	-1.10
3 - X -	868.58	871.85	874.44	880.00	920.00	930.00
3 - Y -	-0.39	0.80	1.65	5.30	5.30	3.70
3 - X -	1045.00	1050.00	1170.00	1180.00		
3 - Y -	3.70	4.17	4.17	1.37		

2.8 Verticals

Vertical number	X co-ordinates [m]				
1 - 2	830.000	900.000			

Discretisation = 100

2.9 Vertical Drain

Drain type		Strip
Horizontal range "From"	[m]	800.000
Horizontal range "To"	[m]	920.000
Bottom position	[m]	-2.500
Center to center distance	[m]	0.800
Width	[m]	0.100
Thickness	[m]	0.003
Grid		Triangular

Drainage schedule		Off
Start of drainage	[days]	0.000

3 Results per Vertical

3.1 Results for Vertical 1 (X = 830.00 m; Z = 0.00 m)

Depth [m]	Effective Stress [kPa]	Hydraulic head [m]	Loading [kPa]	Settlement [m]
1.659	49.693	1.659	49.692	1.017
1.559	49.902	1.601	48.711	1.006
1.459	50.067	1.547	47.730	0.996
1.359	50.196	1.497	46.749	0.988
1.259	50.317	1.448	45.768	0.980
1.229	50.355	1.433	45.479	0.978
1.159	50.461	1.396	44.787	0.972
1.059	50.664	1.338	43.806	0.966
1.000	50.824	1.300	43.228	0.962
0.959	50.959	1.312	43.228	0.959
0.859	51.366	1.334	43.228	0.953
0.800	51.653	1.342	43.228	0.949
0.800	51.653	1.342	43.228	0.949
0.759	51.722	1.357	43.228	0.937
0.659	51.943	1.387	43.228	0.908
0.001	54.478	1.477	43.228	0.725
-0.799	59.848	1.495	44.632	0.519
-0.799	59.849	1.495	44.632	0.519
-1.260	61.443	1.493	45.745	0.404
-1.721	63.150	1.479	46.861	0.289
-1.721	63.150	1.479	46.861	0.289
-2.312	68.227	1.316	47.858	0.186
-2.903	74.796	1.000	48.854	0.083
-2.903	74.796	1.000	48.854	0.083
-3.032	76.107	1.000	48.852	0.083
-3.160	77.418	1.000	48.851	0.082
-3.161	77.418	1.000	48.851	0.082
-3.430	78.392	1.001	49.238	0.041
-3.700	79.375	1.000	49.624	0.000
-3.700	79.375	1.000	49.624	0.000
-4.250	84.952	1.000	49.599	0.000
-4.850	91.031	1.000	49.565	0.000
-5.400	96.595	1.000	49.526	0.000
-6.000	102.669	1.000	49.486	0.000

3.2 Results for Vertical 2 (X = 900.00 m; Z = 0.00 m)

Depth [m]	Effective Stress [kPa]	Hydraulic head [m]	Loading [kPa]	Settlement [m]
1.666	47.976	1.666	47.975	0.900
1.566	48.194	1.607	46.996	0.889
1.466	48.367	1.552	46.014	0.880
1.366	48.501	1.502	45.033	0.871
1.266	48.624	1.452	44.052	0.864
1.233	48.667	1.436	43.730	0.861
1.166	48.768	1.401	43.071	0.856
1.066	48.967	1.343	42.090	0.850
1.000	49.144	1.301	41.445	0.845
0.966	49.256	1.311	41.445	0.843

Depth [m]	Effective Stress [kPa]	Hydraulic head [m]	Loading [kPa]	Settlement [m]
0.866	49.656	1.333	41.444	0.837
0.800	49.975	1.342	41.444	0.833
0.800	49.975	1.342	41.444	0.833
0.766	50.030	1.355	41.444	0.823
0.666	50.243	1.386	41.444	0.794
0.280	51.559	1.456	41.442	0.687
-0.240	55.082	1.490	42.605	0.550
-0.240	55.082	1.490	42.605	0.550
-0.440	55.748	1.493	43.102	0.498
-0.640	56.432	1.495	43.600	0.447
-0.640	56.432	1.495	43.600	0.447
-1.220	59.881	1.492	44.597	0.345
-1.820	63.631	1.468	45.590	0.242
-2.400	68.090	1.356	46.524	0.145
-3.000	73.890	1.119	47.484	0.046
-3.000	73.890	1.119	47.484	0.046
-3.151	75.011	1.060	47.697	0.023
-3.301	76.143	1.000	47.911	0.000
-3.301	76.143	1.000	47.911	0.000
-3.951	82.736	1.000	47.887	0.000
-4.651	89.836	1.000	47.855	0.000
-5.300	96.414	1.000	47.816	0.000
-6.000	103.507	1.000	47.776	0.000

4 Settlements

4.1 Settlements

Vertical number	X co-ordinate [m]	Z co-ordinate [m]	Surface level [m]	Settlement [m]
1	830.00	0.00	1.66	1.017
2	900.00	0.00	1.67	0.900

4.2 Residual Times

Vertical number	Time [days]	Settlement [m]	Part of final settlement [%]	Residual settlements [m]
1	375	0.963	94.716	0.054
2	375	0.859	95.371	0.042

End of Report

Report for D-Settlement 18.2

Settlement Calculations
Developed by Deltares



Company: Royal HaskoningDHV

Date of report: 28-4-2021
Time of report: 16:03:50
Report with version: 18.2.1.20481

Date of calculation: 28-4-2021
Time of calculation: 16:01:37
Calculated with version: 18.2.1.20481

File name: C:\.\BH1391 Maas-Waalweg\Zettingen\Dwarsdoorsnede_Ezelaar_20210402

Project identification: Doortrekken Maas-Waalweg
Weg over de Ezelaar

1 Table of Contents

1 Table of Contents	2
2 Echo of the Input	3
2.1 Layer Boundaries	3
2.2 Pl-lines	3
2.3 General Data	4
2.4 Soil Profiles	4
2.5 Soil Properties	4
2.6 Rectangular Loads	5
2.7 Uniform Loads	5
2.8 Non-Uniform Loads	5
2.9 Verticals	6
2.10 Vertical Drain	6
3 Results per Vertical	7
3.1 Results for Vertical 1 ($X = 28.68$ m; $Z = 0.00$ m)	7
4 Settlements	8
4.1 Settlements	8
4.2 Residual Times	8
5 Warnings and errors	9

2 Echo of the Input

2.1 Layer Boundaries

Boundary number	Co-ordinates [m]				
7 - X -	0.000	12.616	13.030	13.236	13.857
7 - Y -	1.632	1.526	1.473	1.364	0.976
7 - X -	14.477	15.098	15.718	16.339	16.546
7 - Y -	0.918	0.853	0.825	0.899	1.062
7 - X -	17.166	17.787	18.241	18.600	22.600
7 - Y -	1.618	1.994	2.064	2.068	2.070
7 - X -	23.164	23.578	24.198	24.819	24.847
7 - Y -	2.040	1.885	1.408	0.804	0.801
7 - X -	25.439	25.852	26.473	26.661	26.887
7 - Y -	0.731	0.721	0.756	0.801	0.855
7 - X -	27.300	27.714	28.128	28.541	28.955
7 - Y -	1.032	1.322	1.484	1.515	1.521
7 - X -	40.000				
7 - Y -	1.672				
6 - X -	0.000	12.616	13.030	13.236	13.857
6 - Y -	1.632	1.526	1.473	1.364	0.976
6 - X -	14.477	15.098	15.718	16.339	16.546
6 - Y -	0.918	0.853	0.825	0.899	1.062
6 - X -	17.166	17.787	18.241	18.600	18.634
6 - Y -	1.618	1.994	2.064	2.068	1.170
6 - X -	22.575	22.600	23.164	23.578	24.198
6 - Y -	1.182	2.070	2.040	1.885	1.408
6 - X -	24.819	24.847	25.439	25.852	26.473
6 - Y -	0.804	0.801	0.731	0.721	0.756
6 - X -	26.661	26.887	27.300	27.714	28.128
6 - Y -	0.801	0.855	1.032	1.322	1.484
6 - X -	28.541	28.955	40.000		
6 - Y -	1.515	1.521	1.672		
5 - X -	0.000	24.847	25.439	25.852	26.473
5 - Y -	0.800	0.801	0.731	0.721	0.756
5 - X -	26.661	26.887	27.300	27.714	28.128
5 - Y -	0.801	0.855	1.032	1.322	1.484
5 - X -	28.541	28.955	40.000		
5 - Y -	1.515	1.521	1.672		
4 - X -	0.000	24.847	25.439	25.852	26.473
4 - Y -	0.800	0.801	0.731	0.721	0.756
4 - X -	26.661	40.000			
4 - Y -	0.801	0.800			
3 - X -	0.000	40.000			
3 - Y -	-1.500	-1.500			
2 - X -	0.000	40.000			
2 - Y -	-2.900	-2.900			
1 - X -	0.000	40.000			
1 - Y -	-3.200	-3.200			
0 - X -	0.000	40.000			
0 - Y -	-10.000	-10.000			

2.2 PI-lines

PI-line number	Co-ordinates [m]				
1 - X -	0.000	40.000			
1 - Y -	0.841	0.847			

2.3 General Data

Soil model:	Isotache
Consolidation model:	Darcy
Strain model:	Natural
Groundwater level:	Initial determined by PI-line number 1
Unit weight of water:	9.81 [kN/m ³]
Stress distribution	
- Soil:	Buisman
- Loads:	None
End of consolidation:	10000.00 [days]
No maintain profile	
Creep rate reference time:	1.000 [days]
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]
- Trapeziform Loads :	1.00 [m]

2.4 Soil Profiles

Layer number	Material name	PI-line top	PI-line bottom
7	0. Zand voor Zandbed	1	1
6	1. Toplaag	1	1
5	1. Toplaag	1	1
4	2. Klei, zwak org.	1	1
3	3. Klei, sterk org.	1	1
2	4. Basisveen	1	1
1	5. Zand, Pleistoceen	1	1

2.5 Soil Properties

Layer number	Drained	Unit weight	
		Unsaturated [kN/m ³]	Saturated [kN/m ³]
7	Yes	20.00	21.00
6	No	16.00	16.00
5	No	16.00	16.00
4	No	15.00	15.00
3	No	14.00	14.00
2	No	12.00	12.00
1	Yes	18.00	20.00

Layer number	Storage type	Vert. consolid. coefficient Cv [m ² /s]	Ratio Ch/Cv [-]	Vertical permeability [m/s]	Ratio hor/vert permeability [-]	Permeability strain mod. [-]	Initial vertical permeability [m/s]
7	Vert. cons.	-	1.000	-	-	-	-
6	Vert. cons.	1.00E-06	1.000	-	-	-	-
5	Vert. cons.	1.00E-06	1.000	-	-	-	-
4	Vert. cons.	5.00E-08	1.000	-	-	-	-
3	Vert. cons.	5.00E-08	1.000	-	-	-	-
2	Vert. cons.	1.00E-07	1.000	-	-	-	-
1	Vert. cons.	-	1.000	-	-	-	-

Layer number	POP [kN/m ²]	OCR [-]	Equiv. age [days]
7	50.00	-	-
6	5.00	-	-

Layer number	POP [kN/m ²]	OCR [-]	Equiv. age [days]
5	5.00	-	-
4	5.00	-	-
3	5.00	-	-
2	-	3.00	-
1	-	1.30	-

Layer number	Secondary swelling type	Secondary swelling factor[-]	Unloading stress ratio[-]
7	Full	-	-
6	Full	-	-
5	Full	-	-
4	Full	-	-
3	Full	-	-
2	Full	-	-
1	Full	-	-

Layer number	Reloading/ swelling const. a [-]	Primaire comp. index b [-]	Secondary compr. const c [-]
7	1.000E-06	2.000E-06	1.000E-06
6	2.000E-02	6.000E-02	4.000E-03
5	2.000E-02	6.000E-02	4.000E-03
4	4.230E-02	2.110E-01	1.050E-02
3	2.100E-02	1.490E-01	5.980E-03
2	1.340E-02	1.340E-01	1.270E-02
1	1.000E-06	2.000E-06	1.000E-06

2.6 Rectangular Loads

Load number	Time [days]	Magnitude [kN/m ²]	Dimension		Center			Shape factor [-]
			Width(x) [m]	Width(z) [m]	X [m]	Y [m]	Z [m]	
2	375	5.00	8.00	100.00	26.00	2.25	0.00	0.00

2.7 Uniform Loads

Load number	Time [days]	Magnitude [kN/m ³]	Height [m]	Y-app. [m]
1	0	1.00	0.10	-7.00

2.8 Non-Uniform Loads

Load number	Time [days]	Unit weight	
		Unsaturated [kN/m ³]	Saturated [kN/m ³]
1	10	17.00	19.00
2	40	17.00	19.00
3	65	17.00	19.00

Load number	Co-ordinates [m]					
1 - X -	19.94	23.00	26.00	29.00	31.00	
1 - Y -	2.07	2.52	2.52	2.52	1.55	
2 - X -	19.97	23.00	26.00	29.00	31.98	
2 - Y -	2.07	3.25	3.75	3.30	1.56	
3 - X -	19.98	23.00	26.00	29.00	31.98	
3 - Y -	2.07	4.25	4.75	4.30	1.56	

2.9 Verticals

Vertical number	X co-ordinates [m]				
1	28.680				

Discretisation = 100

2.10 Vertical Drain

Drain type		Strip
Horizontal range "From"	[m]	20.000
Horizontal range "To"	[m]	32.000
Bottom position	[m]	-2.500
Center to center distance	[m]	1.250
Width	[m]	0.100
Thickness	[m]	0.003
Grid		Triangular
Drainage schedule		Off
Start of drainage	[days]	0.000

3 Results per Vertical

3.1 Results for Vertical 1 (X = 28.68 m; Z = 0.00 m)

Depth [m]	Effective Stress [kPa]	Hydraulic head [m]	Loading [kPa]	Settlement [m]
1.517	35.178	1.517	35.177	0.864
1.417	35.736	1.411	34.073	0.847
1.317	36.268	1.303	32.932	0.833
1.217	36.795	1.195	31.777	0.820
1.159	37.045	1.131	31.046	0.813
1.117	37.209	1.086	30.501	0.808
1.017	37.579	0.975	29.170	0.797
0.917	37.956	0.864	27.835	0.787
0.845	38.243	0.783	26.885	0.780
0.817	38.360	0.779	26.790	0.777
0.801	38.428	0.777	26.736	0.776
0.801	38.428	0.777	26.736	0.776
0.717	39.001	0.735	26.464	0.754
0.617	39.706	0.685	26.153	0.729
0.517	40.424	0.634	25.858	0.703
-0.350	48.493	0.259	25.751	0.488
-0.900	52.788	0.157	26.190	0.356
-1.500	56.455	0.156	26.731	0.218
-1.500	56.455	0.156	26.731	0.218
-2.200	57.477	0.357	26.786	0.115
-2.900	56.953	0.698	26.681	0.021
-2.900	56.953	0.698	26.681	0.021
-3.050	56.434	0.772	26.557	0.011
-3.200	55.915	0.845	26.428	0.000
-3.200	55.915	0.845	26.428	0.000
-4.200	64.548	0.845	24.871	0.000
-5.200	73.188	0.845	23.321	0.000
-6.200	81.897	0.845	21.840	0.000
-6.600	85.408	0.845	21.275	0.000
-7.300	91.693	0.845	20.427	0.000
-8.300	100.624	0.845	19.168	0.000
-9.300	109.666	0.845	18.020	0.000
-10.000	116.058	0.845	17.279	0.000

4 Settlements

4.1 Settlements

Vertical number	X co-ordinate [m]	Z co-ordinate [m]	Surface level [m]	Settlement [m]
1	28.68	0.00	1.52	0.864

4.2 Residual Times

Vertical number	Time [days]	Settlement [m]	Part of final settlement [%]	Residual settlements [m]
1	375	0.786	90.916	0.078

5 Warnings and errors

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

- 1 Non-uniform load [2]: Co-ordinate (5) lies below surface
- 2 Non-uniform load [3]: Co-ordinate (5) lies below surface

End of Report

Report for D-Settlement 18.2

Settlement Calculations
Developed by Deltares



Company: Royal HaskoningDHV

Date of report: 28-4-2021
Time of report: 16:30:27
Report with version: 18.2.1.20481

Date of calculation: 28-4-2021
Time of calculation: 16:08:29
Calculated with version: 18.2.1.20481

File name: C:\.\Zettingen\Dwarsdoorsnede_Molenachterdijk_20210402

Project identification: Maas-Waalweg te Delwijnen
Molenachterdijk

1 Table of Contents

1 Table of Contents	2
2 Echo of the Input	3
2.1 Layer Boundaries	3
2.2 Pl-lines	3
2.3 General Data	3
2.4 Soil Profiles	4
2.5 Soil Properties	4
2.6 Rectangular Loads	5
2.7 Uniform Loads	5
2.8 Non-Uniform Loads	5
2.9 Verticals	5
2.10 Vertical Drain	6
3 Results per Vertical	7
3.1 Results for Vertical 1 ($X = 2.50$ m; $Z = 0.00$ m)	7
4 Settlements	8
4.1 Settlements	8
4.2 Residual Times	8

2 Echo of the Input

2.1 Layer Boundaries

Boundary number	Co-ordinates [m]				
7 - X -	-20.000	-15.824	-14.814	-13.317	-10.682
7 - Y -	1.005	1.000	1.683	1.759	2.016
7 - X -	-7.173	-6.889	-3.000	-0.279	0.000
7 - Y -	2.220	2.254	2.450	2.513	2.479
7 - X -	2.010	4.428	6.939	7.993	8.092
7 - Y -	2.229	1.996	1.826	0.800	0.704
7 - X -	9.874	11.039	12.069	12.142	12.704
7 - Y -	-0.139	-0.077	0.800	0.862	1.366
7 - X -	18.836	20.000			
7 - Y -	1.511	1.538			
6 - X -	-20.000	-15.824	-14.300	-11.750	-8.750
6 - Y -	1.005	1.000	1.330	1.460	1.560
6 - X -	-3.000	0.000	3.000	6.550	7.993
6 - Y -	1.530	1.600	1.530	1.350	0.800
6 - X -	8.092	9.874	11.039	12.069	12.142
6 - Y -	0.704	-0.139	-0.077	0.800	0.862
6 - X -	12.704	18.836	20.000		
6 - Y -	1.366	1.511	1.538		
5 - X -	-20.000	7.993	8.092	9.874	11.039
5 - Y -	0.800	0.800	0.704	-0.139	-0.077
5 - X -	12.069	12.142	12.704	18.836	20.000
5 - Y -	0.800	0.862	1.366	1.511	1.538
4 - X -	-20.000	7.993	8.092	9.874	11.039
4 - Y -	0.800	0.800	0.704	-0.139	-0.077
4 - X -	12.069	20.000			
4 - Y -	0.800	0.800			
3 - X -	-20.000	20.000			
3 - Y -	-0.351	-0.351			
2 - X -	-20.000	20.000			
2 - Y -	-2.900	-2.900			
1 - X -	-20.000	20.000			
1 - Y -	-3.200	-3.200			
0 - X -	-20.000	20.000			
0 - Y -	-6.000	-6.000			

2.2 PI-lines

PI-line number	Co-ordinates [m]				
1 - X -	-20.000	20.000			
1 - Y -	1.000	1.000			

2.3 General Data

Soil model:	Isotache
Consolidation model:	Darcy
Strain model:	Natural
Groundwater level:	Initial determined by PI-line number 1
Unit weight of water:	9.81 [kN/m ³]
Stress distribution	
- Soil:	Buisman
- Loads:	None
End of consolidation:	10000.00 [days]
No maintain profile	
Creep rate reference time:	1.000 [days]
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]

- Trapeziform Loads : 1.00 [m]

2.4 Soil Profiles

Layer number	Material name	PI-line top	PI-line bottom
7	0. Ophoogzand	1	1
6	1. Toplaag	1	1
5	1. Toplaag	1	1
4	2. Klei, zwak org.	1	1
3	4. Klei, sterk org.	1	1
2	6. Basisveen	1	1
1	7. Zand, Pleistoceen	1	1

2.5 Soil Properties

Layer number	Drained	Unit weight	
		Unsaturated [kN/m³]	Saturated [kN/m³]
7	Yes	16.00	16.00
6	No	16.00	16.00
5	No	16.00	16.00
4	No	15.00	15.00
3	No	14.00	14.00
2	No	12.00	12.00
1	Yes	18.00	20.00

Layer number	Storage type	Vert. consolid. coefficient Cv [m²/s]	Ratio Ch/Cv [-]	Vertical permeability [m/s]	Ratio hor/vert permeability [-]	Permeability strain mod. [-]	Initial vertical permeability [m/s]
7	Vert. cons.	-	1.000	-	-	-	-
6	Vert. cons.	1.00E-06	1.000	-	-	-	-
5	Vert. cons.	1.00E-06	1.000	-	-	-	-
4	Vert. cons.	5.00E-08	1.000	-	-	-	-
3	Vert. cons.	5.00E-08	1.000	-	-	-	-
2	Vert. cons.	1.00E-07	1.000	-	-	-	-
1	Vert. cons.	-	1.000	-	-	-	-

Layer number	POP [kN/m²]	OCR [-]	Equiv. age [days]
7	-	1.30	-
6	15.00	-	-
5	15.00	-	-
4	5.00	-	-
3	5.00	-	-
2	-	3.00	-
1	-	1.30	-

Layer number	Secondary swelling type	Secondary swelling factor[-]	Unloading stress ratio[-]
7	Full	-	-
6	Full	-	-
5	Full	-	-
4	Full	-	-
3	Full	-	-
2	Full	-	-

Layer number	Secondary swelling type	Secondary swelling factor [-]	Unloading stress ratio [-]
1	Full	-	-

Layer number	Reloading/ swelling const. a [-]	Primaire comp. index b [-]	Secondary compr. const c [-]
7	1.000E-03	2.000E-03	1.000E-06
6	1.260E-02	5.440E-02	1.580E-03
5	1.260E-02	5.440E-02	1.580E-03
4	4.230E-02	2.110E-01	1.050E-02
3	2.100E-02	1.490E-01	5.980E-03
2	1.340E-02	1.340E-01	1.270E-02
1	1.000E-04	2.000E-04	1.000E-06

2.6 Rectangular Loads

Load number	Time [days]	Magnitude [kN/m²]	Dimension		Center			Shape factor [-]
			Width(x) [m]	Width(z) [m]	X [m]	Y [m]	Z [m]	
2	375	5.00	6.00	100.00	0.00	2.00	0.00	0.00

2.7 Uniform Loads

Load number	Time [days]	Magnitude [kN/m³]	Height [m]	Y-app. [m]
1	0	1.00	0.10	-5.00

2.8 Non-Uniform Loads

Load number	Time [days]	Unit weight	
		Unsaturated [kN/m³]	Saturated [kN/m³]
1	0	17.00	19.00
2	0	17.00	19.00
3	0	17.00	19.00

Load number	Co-ordinates [m]						
1 - X -	-14.81	-14.30	-11.75	-8.75	-6.89	-3.00	
1 - Y -	1.68	1.93	2.06	2.16	2.25	2.45	
1 - X -	-0.28	0.00	3.00	6.55	7.99		
1 - Y -	2.51	2.52	2.45	2.27	0.80		
2 - X -	-14.81	-14.30	-11.75	-8.75	-6.89	-3.00	
2 - Y -	1.68	2.08	2.21	2.31	2.25	2.45	
2 - X -	-0.28	0.00	3.00	6.55	7.99		
2 - Y -	2.51	2.77	2.75	2.52	0.80		
3 - X -	-14.81	-14.30	-11.75	-8.75	-6.89	-3.00	
3 - Y -	1.68	2.08	2.21	2.31	2.25	2.45	
3 - X -	-0.28	0.00	3.00	6.55	7.99		
3 - Y -	2.51	3.27	3.25	3.02	0.80		

2.9 Verticals

Vertical number	X co-ordinates [m]				
1	2.500				

Discretisation = 100

2.10 Vertical Drain

Drain type		Strip
Horizontal range "From"	[m]	0.000
Horizontal range "To"	[m]	6.000
Bottom position	[m]	-2.500
Center to center distance	[m]	1.250
Width	[m]	0.100
Thickness	[m]	0.003
Grid		Triangular
Drainage schedule		Off
Start of drainage	[days]	0.000

3 Results per Vertical

3.1 Results for Vertical 1 (X = 2.50 m; Z = 0.00 m)

Depth [m]	Effective Stress [kPa]	Hydraulic head [m]	Loading [kPa]	Settlement [m]
2.182	9.509	2.182	9.508	0.320
2.082	11.311	2.082	9.711	0.319
1.982	22.732	1.982	19.532	0.319
1.882	24.306	1.882	19.506	0.319
1.862	24.615	1.862	19.494	0.319
1.782	25.812	1.782	19.412	0.318
1.682	27.203	1.682	19.203	0.318
1.582	28.474	1.582	18.874	0.318
1.542	28.957	1.542	18.715	0.318
1.542	28.957	1.542	18.715	0.318
1.482	29.460	1.502	18.459	0.316
1.382	30.262	1.437	18.001	0.313
1.282	30.833	1.371	17.309	0.310
1.182	30.699	1.303	15.891	0.308
1.171	30.687	1.296	15.736	0.308
1.000	30.609	1.169	13.357	0.304
0.800	30.829	1.197	12.620	0.301
0.800	30.829	1.198	12.620	0.301
0.225	31.233	1.358	11.615	0.227
-0.351	32.995	1.422	11.017	0.162
-0.351	32.995	1.422	11.017	0.162
-1.026	34.917	1.445	10.335	0.120
-1.625	37.281	1.417	9.907	0.085
-2.300	40.957	1.295	9.568	0.044
-2.900	45.161	1.104	9.380	0.005
-2.900	45.161	1.104	9.380	0.005
-3.050	45.887	1.052	9.272	0.003
-3.200	46.627	1.000	9.169	0.000
-3.200	46.627	1.000	9.169	0.000
-3.900	53.208	1.000	8.618	0.000
-4.600	59.848	1.000	8.125	0.000
-5.300	66.638	1.000	7.782	0.000
-6.000	73.371	1.000	7.381	0.000

4 Settlements

4.1 Settlements

Vertical number	X co-ordinate [m]	Z co-ordinate [m]	Surface level [m]	Settlement [m]
1	2.50	0.00	2.18	0.320

4.2 Residual Times

Vertical number	Time [days]	Settlement [m]	Part of final settlement [%]	Residual settlements [m]
1	375	0.231	72.125	0.089

End of Report

Bijlage 4

Resultaten damwandberekening

Report for D-Sheet Piling 18.2

Design of Diaphragm and Sheet Pile Walls
Developed by Deltares



Company: Royal HaskoningDHV

Date of report: 26-4-2021
Time of report: 14:50:06
Report with version: 18.2.1.20477

Date of calculation: 26-4-2021
Time of calculation: 14:38:40
Calculated with version: 18.2.1.20477

File name: C:\Projects\BH1391 Maas-Waalweg\Damwand\BH1391 Damwand_v0.2

Project identification: Doortrekken Maas-Waalweg te Delwijnen
Damwand ten behoeve van beschoeing onder nieuwe
brug Hoofdwetering. Grondopbouw DKM102 en DKM4

Verification according to National Annex of Eurocode 7 in the Netherlands (NEN 9997-1:2016)

1 Table of Contents

1 Table of Contents	2
2 Summary	3
2.1 Overview per Stage and Test	3
3 Input Data for all Stages	4
3.1 General Input Data	4
3.2 Sheet Piling Properties	4
3.2.1 General properties	4
3.2.2 Stiffness EI (elastic behaviour)	4
3.2.3 Maximum allowable moments	4
3.2.4 Properties for vertical balance	4
3.3 Calculation Options	4
4 Step 6.5 Stage 6: Laag 4	6
4.1 Input Data Left	6
4.1.1 Calculation Method	6
4.1.2 Water Level	6
4.1.3 Surface	6
4.1.4 Soil Material Properties in Profile: DKM102 (aangevuld)	6
4.1.5 Modulus of Subgrade Reaction (Secant)	6
4.2 Calculated Earth Pressure Coefficients Left	7
4.3 Calculated force from a layer Left	9
4.4 Input Data Right	9
4.4.1 Calculation Method	9
4.4.2 Water Level	10
4.4.3 Surface	10
4.4.4 Soil Material Properties in Profile: DKM102 (bodem)	10
4.4.5 Modulus of Subgrade Reaction (Secant)	10
4.5 Calculated Earth Pressure Coefficients Right	11
4.6 Calculated force from a layer Right	13
4.7 Calculation Results	13
4.7.1 Moments, Forces and Displacements	13
4.7.2 Stresses	15
4.7.3 Percentage mobilized resistance	16
4.7.4 Vertical Force Balance	16
4.7.5 Vertical Force Balance - Contribution per Layer	17
4.7.6 Charts of Moments, Forces and Displacements	13
4.7.7 Charts of Stresses	15

2 Summary

2.1 Overview per Stage and Test

Stage nr.	Verification	Displacement [mm]	Moment [kNm]	Shear force [kN]	Mob. perc. moment [%]	Mob. perc. resistance [%]	Vertical balance
6	Not verified						
6	Not verified						
6	Not verified						
6	Not verified						
6	Not verified						
6	EC7(NL)-Step 6.3		-67.28	39.58	0.0	64.3	Sufficient
6	EC7(NL)-Step 6.4		-67.28	39.63	0.0	64.3	Sufficient
6	EC7(NL)-Step 6.5	60.4	-37.09	18.51	0.0	41.3	Sufficient
6	EC7(NL)-Step 6.5 * 1.20		-44.51	22.21			
7	Not verified						
Max		60.4	-67.28	39.63	0.0	64.3	Sufficient

3 Input Data for all Stages

3.1 General Input Data

Verification according to National Annex of Eurocode 7 in the Netherlands (NEN 9997-1:2016)

Model	Sheet piling
Check vertical balance	Yes
Number of construction stages	7
Unit weight of water	12.20 kN/m ³
Number of curves for spring characteristics	3
Unloading curve on spring characteristic	No
Elastic calculation	Yes

3.2 Sheet Piling Properties

Length	9.50 m
Level top side	1.50 m
Number of sections	1
q _b ;max	10.00 MPa
Xi factor	1.39

3.2.1 General properties

Section name	From [m]	To [m]	Material type	Acting width [m]
AZ 12-700 (S240)	-8.00	1.50	Steel	0.45

3.2.2 Stiffness EI (elastic behaviour)

Section name	Elastic stiffness EI [kNm ² /m']	Red. factor on EI [-]	Corrected elas. stiffness EI [kNm ²]	Note to reduction factor
AZ 12-700 (S240)	3.9648E+04	1.00	1.7842E+04	

3.2.3 Maximum allowable moments

Section name	Mr;char;el [kNm/m']	Modification factor [-]	Material factor [-]	Red. factor allow. moment [-]	Mr;d;el [kNm]
AZ 12-700 (S240)	289.00	1.00	1.00	1.00	130.05

3.2.4 Properties for vertical balance

Section name	From [m]	To [m]	Height [mm]	Coating area [m ² /m ² wall]	Section area [cm ² /m']
AZ 12-700 (S240)	-8.00	1.50	314.00	1.22	55.35

3.3 Calculation Options

First stage represents initial situation
Calculation refinement
Reduce delta(s) according to CUR
Verification

No
Fine
Yes

EC7 NA NL - method B: Partial factors (design values) in verified sta
Eurocode 7 using the factors as described in the National
Annex of the Netherlands. It is basically design approach
III.

Verification of stage	6: Laag 4
Used partial factor set	RC 0 RC0 is added for simple constructions. To be compared with CUR class I
Factors on loads	
- Permanent load, unfavourable	1.00
- Permanent load, favourable	1.00
- Variable load, unfavourable	1.00
- Variable load, favourable	0.00
Factors on representative values	
- Partial factor on M, D and Pmax	1.20
Material factors	
- Cohesion	1.00
- Tangent phi	1.05
- Delta (wall friction angle)	1.05
- Modulus of low representative subgrade reaction	1.30
Geometry modification	
- Increase retaining height	10.00 %
- Maximum increase retaining height	0.50 m
- Reduction in phreatic line on passive side	0.15 m
- Raise in phreatic line on passive side	0.15 m
- Raise in phreatic line on active side	0.05 m
Overall stability factors	
- Cohesion	1.30
- Tangent phi	1.20
- Factor on unit weight soil	1.00
Vertical balance factors	
- Partial factor base resistance (gamma_b)	1.20

4 Step 6.5 Stage 6: Laag 4

4.1 Input Data Left

4.1.1 Calculation Method

Calculation method: C, phi, delta

4.1.2 Water Level

Water level: 1.00 [m]

4.1.3 Surface

X [m]	Y [m]
0.00	1.00
0.60	1.60

4.1.4 Soil Material Properties in Profile: DKM102 (aangevuld)

Layer name	Level [m]	Unit weight		Cohesion [kN/m ²]	Friction angle phi [°]	Delta friction angle [°]
		Unsat [kN/m ³]	Sat. [kN/m ³]			
7c. ZAND, aan...	3.60	17.00	19.00	0.00	27.00	18.00
4. KLEI, st. org	-1.00	14.00	14.00	1.00	17.50	5.83
6. VEEN, basis	-3.00	13.00	13.00	5.00	17.50	0.00
7a. ZAND, 7MPa	-3.75	18.00	20.00	0.00	30.00	20.00
7b. ZAND, 5MPa	-6.00	18.00	20.00	0.00	30.00	20.00

Layer name	Level [m]	Shell factor [-]	OCR [-]	Grain type
7c. ZAND, aan...	3.60	1.00	1.00	Coarse
4. KLEI, st. org	-1.00	1.00	1.00	Fine
6. VEEN, basis	-3.00	1.00	1.00	Fine
7a. ZAND, 7MPa	-3.75	1.00	1.00	Coarse
7b. ZAND, 5MPa	-6.00	1.00	1.00	Coarse

Layer name	Level [m]	Earth pressure coefficients			Additional pore pressure	
		Active [-]	Neutral [-]	Passive [-]	Top [kN/m ²]	Bottom [kN/m ²]
7c. ZAND, aan...	3.60	n.a.	n.a.	n.a.	0.00	0.00
4. KLEI, st. org	-1.00	n.a.	n.a.	n.a.	0.00	0.00
6. VEEN, basis	-3.00	n.a.	n.a.	n.a.	0.00	0.00
7a. ZAND, 7MPa	-3.75	n.a.	n.a.	n.a.	0.00	0.00
7b. ZAND, 5MPa	-6.00	n.a.	n.a.	n.a.	0.00	0.00

4.1.5 Modulus of Subgrade Reaction (Secant)

Layer name	Level [m]	Branch 1		Branch 2	
		Top [kN/m ³]	Bottom [kN/m ³]	Top [kN/m ³]	Bottom [kN/m ³]
7c. ZAND, aan...	3.60	12000.00	12000.00	6000.00	6000.00
4. KLEI, st. org	-1.00	1800.00	1800.00	700.00	700.00
6. VEEN, basis	-3.00	12000.00	12000.00	6000.00	6000.00
7a. ZAND, 7MPa	-3.75	16000.00	16000.00	8000.00	8000.00
7b. ZAND, 5MPa	-6.00	6000.00	6000.00	3000.00	3000.00

Layer name	Level [m]	Branch 3	
		Top [kN/m ³]	Bottom [kN/m ³]
7c. ZAND, aan...	3.60	3000.00	3000.00
4. KLEI, st. org	-1.00	400.00	400.00
6. VEEN, basis	-3.00	3000.00	3000.00
7a. ZAND, 7MPa	-3.75	4000.00	4000.00
7b. ZAND, 5MPa	-6.00	1500.00	1500.00

4.2 Calculated Earth Pressure Coefficients Left

Segment number	Level [m]	Horizontal pressure		Fictive earth pressure coefficients		
		Active [kN/m ²]	Passive [kN/m ²]	Ka [-]	Ko [-]	Kp [-]
1	0.96	2.2	62.0	1.65	6.93	46.04
2	0.92	2.5	55.7	1.30	5.91	29.53
3	0.88	2.7	54.3	1.05	4.99	21.38
4	0.84	2.9	54.2	0.88	4.31	16.77
5	0.80	3.0	54.5	0.79	3.82	14.51
6	0.80	3.1	54.9	0.73	3.82	13.01
7	0.73	3.3	56.0	0.64	3.24	11.00
8	0.67	3.5	61.1	0.56	2.84	9.82
9	0.60	3.7	69.9	0.51	2.56	9.57
10	0.53	3.9	80.9	0.47	2.34	9.67
11	0.47	4.1	90.7	0.44	2.17	9.94
12	0.47	4.2	98.4	0.43	2.17	10.22
13	0.40	4.3	111.9	0.41	2.03	10.79
14	0.33	4.5	132.9	0.39	1.92	11.74
15	0.27	4.6	130.9	0.38	1.82	10.67
16	0.20	4.8	128.1	0.36	1.74	9.72
17	0.13	4.9	138.4	0.36	1.67	9.99
18	0.13	5.0	148.1	0.35	1.67	10.37
19	0.07	5.1	164.8	0.34	1.60	11.03
20	0.00	5.3	191.5	0.33	1.55	12.11
21	-0.07	5.4	207.0	0.33	1.49	12.42
22	-0.13	5.6	194.4	0.32	1.45	11.10
23	-0.20	5.7	197.1	0.31	1.41	10.87
24	-0.20	5.8	208.3	0.31	1.41	11.24
25	-0.26	5.9	226.0	0.31	1.37	11.84
26	-0.32	6.0	253.1	0.30	1.34	12.76
27	-0.38	6.1	273.0	0.30	1.30	13.28
28	-0.44	6.7	260.0	0.31	1.28	12.21
29	-0.50	8.1	253.9	0.37	1.25	11.63
30	-0.50	8.1	261.7	0.37	1.25	11.80
31	-0.55	8.3	277.2	0.36	1.23	12.25
32	-0.60	8.8	300.0	0.38	1.20	12.92
33	-0.65	9.9	325.5	0.41	1.18	13.66
34	-0.70	10.1	332.3	0.41	1.17	13.61
35	-0.75	10.2	322.1	0.41	1.15	12.96
36	-0.75	10.3	317.2	0.41	1.15	12.61
37	-0.80	10.4	311.4	0.41	1.13	12.16
38	-0.85	10.6	305.5	0.41	1.11	11.66
39	-0.90	10.8	301.2	0.40	1.10	11.25
40	-0.95	11.4	298.0	0.41	1.08	10.89
41	-1.00	12.4	296.1	0.45	1.07	10.72
42	-1.00	14.0	255.6	0.50	1.07	9.19
43	-1.08	14.4	248.2	0.51	1.13	8.79
44	-1.16	15.0	238.7	0.52	1.11	8.31
45	-1.24	15.5	229.7	0.53	1.09	7.85
46	-1.32	16.6	222.7	0.56	1.08	7.48
47	-1.40	17.9	221.8	0.59	1.06	7.36

Segment number	Level [m]	Horizontal pressure		Fictive earth pressure coefficients		
		Active [kN/m ²]	Passive [kN/m ²]	Ka [-]	Ko [-]	Kp [-]
48	-1.40	18.1	221.6	0.60	1.06	7.29
49	-1.48	18.5	221.3	0.60	1.05	7.19
50	-1.56	18.8	221.0	0.60	1.03	7.07
51	-1.64	19.0	220.8	0.60	1.02	6.95
52	-1.72	19.2	220.6	0.60	1.01	6.84
53	-1.80	19.3	220.5	0.59	0.99	6.76
54	-1.80	19.4	220.4	0.59	0.99	6.71
55	-1.88	19.6	220.4	0.59	0.98	6.64
56	-1.96	19.7	207.0	0.59	0.97	6.15
57	-2.04	19.9	197.5	0.58	0.96	5.79
58	-2.12	20.1	195.6	0.58	0.94	5.66
59	-2.20	20.2	176.1	0.58	0.93	5.04
60	-2.20	20.3	176.2	0.58	0.93	5.02
61	-2.28	20.4	176.4	0.57	0.92	4.98
62	-2.36	20.5	161.2	0.57	0.91	4.49
63	-2.44	20.7	156.3	0.57	0.90	4.30
64	-2.52	20.8	146.1	0.57	0.89	3.97
65	-2.60	20.9	137.0	0.56	0.88	3.69
66	-2.60	21.0	137.1	0.56	0.88	3.68
67	-2.68	21.1	137.3	0.56	0.87	3.65
68	-2.76	21.2	137.6	0.56	0.86	3.62
69	-2.84	21.9	137.8	0.57	0.85	3.59
70	-2.92	23.0	138.1	0.59	0.84	3.56
71	-3.00	23.1	138.3	0.59	0.84	3.54
72	-3.00	17.3	147.3	0.44	0.84	3.75
73	-3.08	17.4	146.9	0.44	0.83	3.72
74	-3.15	17.5	146.3	0.44	0.82	3.68
75	-3.23	17.6	145.5	0.44	0.81	3.63
76	-3.30	17.8	145.8	0.44	0.81	3.62
77	-3.38	19.2	145.5	0.47	0.80	3.59
78	-3.38	19.4	145.5	0.48	0.80	3.58
79	-3.45	19.5	145.6	0.48	0.79	3.56
80	-3.52	20.4	145.6	0.50	0.79	3.54
81	-3.60	18.9	145.6	0.46	0.78	3.52
82	-3.67	19.8	145.7	0.47	0.78	3.50
83	-3.75	19.8	145.7	0.47	0.77	3.45
84	-3.75	22.5	209.3	0.53	0.77	4.90
85	-3.84	23.3	223.2	0.54	0.67	5.14
86	-3.93	23.5	240.2	0.53	0.67	5.42
87	-4.02	23.3	256.4	0.51	0.66	5.67
88	-4.11	23.1	260.3	0.50	0.65	5.64
89	-4.20	22.9	262.7	0.49	0.64	5.61
90	-4.20	22.8	264.6	0.48	0.64	5.59
91	-4.29	23.1	266.6	0.48	0.64	5.55
92	-4.38	24.1	269.6	0.49	0.63	5.51
93	-4.47	24.4	272.9	0.49	0.62	5.48
94	-4.56	24.6	276.9	0.48	0.62	5.46
95	-4.65	24.8	314.3	0.48	0.61	6.12
96	-4.65	24.9	316.5	0.48	0.61	6.10
97	-4.74	25.0	319.1	0.48	0.60	6.08
98	-4.83	25.2	344.8	0.47	0.60	6.46
99	-4.92	25.5	363.4	0.47	0.59	6.69
100	-5.01	25.9	371.4	0.47	0.59	6.73
101	-5.10	26.0	408.0	0.47	0.58	7.31
102	-5.10	26.2	409.0	0.46	0.58	7.27
103	-5.19	26.3	410.8	0.46	0.58	7.22
104	-5.28	26.5	440.4	0.46	0.57	7.62
105	-5.37	26.8	455.9	0.46	0.57	7.77
106	-5.46	27.1	457.8	0.45	0.57	7.69

Segment number	Level [m]	Horizontal pressure		Fictive earth pressure coefficients		
		Active [kN/m ²]	Passive [kN/m ²]	Ka [-]	Ko [-]	Kp [-]
107	-5.55	27.3	459.3	0.45	0.56	7.63
108	-5.55	27.5	460.4	0.45	0.56	7.60
109	-5.64	27.6	462.2	0.45	0.56	7.55
110	-5.73	27.7	464.8	0.45	0.55	7.49
111	-5.82	26.0	467.5	0.41	0.55	7.43
112	-5.91	26.2	470.3	0.41	0.55	7.37
113	-6.00	26.3	472.5	0.41	0.54	7.33
114	-6.00	26.4	473.9	0.41	0.54	7.31
115	-6.08	26.6	475.9	0.41	0.54	7.28
116	-6.16	27.0	478.7	0.41	0.54	7.24
117	-6.24	27.2	481.6	0.41	0.54	7.20
118	-6.32	27.5	484.5	0.41	0.53	7.16
119	-6.40	26.9	486.7	0.40	0.53	7.14
120	-6.40	25.8	488.1	0.38	0.53	7.12
121	-6.48	25.8	490.4	0.37	0.53	7.10
122	-6.56	25.9	493.4	0.37	0.53	7.07
123	-6.64	26.1	496.5	0.37	0.52	7.04
124	-6.72	26.3	499.6	0.37	0.52	7.01
125	-6.80	26.6	501.9	0.37	0.52	6.99
126	-6.80	26.7	503.5	0.37	0.52	6.97
127	-6.88	27.0	505.9	0.37	0.52	6.95
128	-6.96	27.2	416.8	0.37	0.52	5.67
129	-7.04	27.1	382.3	0.37	0.51	5.15
130	-7.12	25.9	385.2	0.35	0.51	5.14
131	-7.20	25.7	387.4	0.34	0.51	5.13
132	-7.20	25.8	388.9	0.34	0.51	5.13
133	-7.28	25.9	391.6	0.34	0.51	5.13
134	-7.36	26.1	395.4	0.34	0.51	5.13
135	-7.44	26.3	398.9	0.34	0.51	5.13
136	-7.52	26.5	403.7	0.34	0.50	5.14
137	-7.60	26.7	406.3	0.34	0.50	5.14
138	-7.60	26.8	408.4	0.34	0.50	5.14
139	-7.68	26.9	411.2	0.34	0.50	5.14
140	-7.76	27.2	415.8	0.34	0.50	5.16
141	-7.84	26.7	419.8	0.33	0.50	5.16
142	-7.92	25.8	424.2	0.31	0.50	5.17
143	-8.00	25.7	427.4	0.31	0.50	5.17

4.3 Calculated force from a layer Left

Name	Force
7c. ZAND, aanvulling	0.00
4. KLEI, st. org	38.94
6. VEEN, basis	14.10
7a. ZAND, 7MPa	56.57
7b. ZAND, 5MPa	74.49

4.4 Input Data Right

4.4.1 Calculation Method

Calculation method: C, phi, delta

4.4.2 Water Level

Water level: 1.00 [m]

4.4.3 Surface

X [m]	Y [m]
0.00	-0.50

4.4.4 Soil Material Properties in Profile: DKM102 (bodem)

Layer name	Level [m]	Unit weight		Cohesion [kN/m ²]	Friction angle phi [°]	Delta friction angle [°]
		Unsat [kN/m ³]	Sat. [kN/m ³]			
2. KLEI, zw. org...	-0.50	15.00	15.00	1.00	17.50	5.83
4. KLEI, st. org	-0.75	14.00	14.00	1.00	17.50	5.83
6. VEEN, basis	-3.00	13.00	13.00	5.00	17.50	0.00
7a. ZAND, 7MP...	-3.75	18.00	20.00	0.00	30.00	20.00
7b. ZAND, 5MP...	-6.00	18.00	20.00	0.00	30.00	10.00

Layer name	Level [m]	Shell factor [-]	OCR [-]	Grain type
2. KLEI, zw. org...	-0.50	1.00	1.00	Fine
4. KLEI, st. org	-0.75	1.00	1.00	Fine
6. VEEN, basis	-3.00	1.00	1.00	Fine
7a. ZAND, 7MP...	-3.75	1.00	1.00	Coarse
7b. ZAND, 5MP...	-6.00	1.00	1.00	Coarse

Layer name	Level [m]	Earth pressure coefficients			Additional pore pressure	
		Active [-]	Neutral [-]	Passive [-]	Top [kN/m ²]	Bottom [kN/m ²]
2. KLEI, zw. org...	-0.50	n.a.	n.a.	n.a.	0.00	0.00
4. KLEI, st. org	-0.75	n.a.	n.a.	n.a.	0.00	0.00
6. VEEN, basis	-3.00	n.a.	n.a.	n.a.	0.00	0.00
7a. ZAND, 7MP...	-3.75	n.a.	n.a.	n.a.	0.00	0.00
7b. ZAND, 5MP...	-6.00	n.a.	n.a.	n.a.	0.00	0.00

4.4.5 Modulus of Subgrade Reaction (Secant)

Layer name	Level [m]	Branch 1		Branch 2	
		Top [kN/m ³]	Bottom [kN/m ³]	Top [kN/m ³]	Bottom [kN/m ³]
2. KLEI, zw. org...	-0.50	2000.00	2000.00	800.00	800.00
4. KLEI, st. org	-0.75	1800.00	1800.00	700.00	700.00
6. VEEN, basis	-3.00	12000.00	12000.00	6000.00	6000.00
7a. ZAND, 7MP...	-3.75	16000.00	16000.00	8000.00	8000.00
7b. ZAND, 5MP...	-6.00	6000.00	6000.00	3000.00	3000.00

Layer name	Level [m]	Branch 3	
		Top [kN/m ³]	Bottom [kN/m ³]
2. KLEI, zw. org...	-0.50	500.00	500.00
4. KLEI, st. org	-0.75	400.00	400.00
6. VEEN, basis	-3.00	3000.00	3000.00
7a. ZAND, 7MP...	-3.75	4000.00	4000.00
7b. ZAND, 5MP...	-6.00	1500.00	1500.00

4.5 Calculated Earth Pressure Coefficients Right

Segment number	Level [m]	Horizontal pressure		Fictive earth pressure coefficients		
		Active [kN/m ²]	Passive [kN/m ²]	Ka [-]	Ko [-]	Kp [-]
1	-0.55	0.0	3.4	0.00	0.70	24.58
2	-0.60	0.0	3.7	0.00	0.70	13.35
3	-0.65	0.0	4.0	0.00	0.70	9.61
4	-0.70	0.0	4.3	0.00	0.70	7.74
5	-0.75	0.0	4.6	0.00	0.70	7.27
6	-0.75	0.0	4.7	0.00	0.70	6.96
7	-0.80	0.0	4.8	0.00	0.70	6.52
8	-0.85	0.0	5.0	0.00	0.70	6.05
9	-0.90	0.0	5.2	0.00	0.70	5.66
10	-0.95	0.0	5.4	0.00	0.70	5.35
11	-1.00	0.0	5.5	0.00	0.70	5.15
12	-1.00	0.0	5.7	0.00	0.70	4.99
13	-1.08	0.0	5.9	0.00	0.70	4.74
14	-1.16	0.0	6.2	0.00	0.70	4.47
15	-1.24	0.0	6.5	0.00	0.70	4.25
16	-1.32	0.0	6.8	0.00	0.70	4.07
17	-1.40	0.0	7.1	0.00	0.70	3.95
18	-1.40	0.0	7.2	0.00	0.70	3.88
19	-1.48	0.0	7.4	0.00	0.70	3.79
20	-1.56	0.0	7.7	0.00	0.70	3.67
21	-1.64	0.0	8.0	0.00	0.70	3.57
22	-1.72	0.0	8.4	0.00	0.70	3.49
23	-1.80	0.0	8.6	0.00	0.70	3.43
24	-1.80	0.0	8.7	0.00	0.70	3.39
25	-1.88	0.0	9.0	0.00	0.70	3.34
26	-1.96	0.0	9.3	0.00	0.70	3.28
27	-2.04	0.0	9.6	0.00	0.70	3.22
28	-2.12	0.0	9.9	0.00	0.70	3.17
29	-2.20	0.0	10.1	0.00	0.70	3.14
30	-2.20	0.0	10.3	0.00	0.70	3.12
31	-2.28	0.0	10.5	0.00	0.70	3.08
32	-2.36	0.0	10.8	0.00	0.70	3.05
33	-2.44	0.0	11.1	0.00	0.70	3.01
34	-2.52	0.0	11.4	0.00	0.70	2.98
35	-2.60	0.0	11.6	0.00	0.70	2.95
36	-2.60	0.0	11.8	0.00	0.70	2.94
37	-2.68	0.0	12.0	0.00	0.70	2.92
38	-2.76	0.0	12.3	0.00	0.70	2.89
39	-2.84	0.0	12.6	0.00	0.70	2.87
40	-2.92	0.0	13.0	0.00	0.70	2.84
41	-3.00	0.0	13.2	0.00	0.70	2.86
42	-3.00	0.0	22.8	0.00	0.70	4.91
43	-3.08	0.0	22.8	0.00	0.70	4.87
44	-3.15	0.0	22.9	0.00	0.70	4.83
45	-3.23	0.0	23.0	0.00	0.70	4.79
46	-3.30	0.0	23.1	0.00	0.70	4.75
47	-3.38	0.0	23.1	0.00	0.70	4.72
48	-3.38	0.0	23.2	0.00	0.70	4.70
49	-3.45	0.0	23.3	0.00	0.70	4.67
50	-3.52	0.0	23.4	0.00	0.70	4.64
51	-3.60	0.0	23.5	0.00	0.70	4.60
52	-3.67	0.0	23.6	0.00	0.70	4.57
53	-3.75	0.0	23.6	0.00	0.70	4.22
54	-3.75	0.0	53.6	0.00	0.70	9.05
55	-3.84	0.0	47.7	0.00	0.50	7.40
56	-3.93	0.0	47.9	0.00	0.50	6.70

Segment number	Level [m]	Horizontal pressure		Fictive earth pressure coefficients		
		Active [kN/m ²]	Passive [kN/m ²]	Ka [-]	Ko [-]	Kp [-]
57	-4.02	0.0	50.0	0.00	0.50	6.36
58	-4.11	0.0	52.7	0.00	0.50	6.17
59	-4.20	0.0	55.1	0.00	0.50	6.06
60	-4.20	0.0	56.7	0.00	0.50	6.01
61	-4.29	0.0	59.2	0.00	0.50	5.94
62	-4.38	0.0	62.7	0.00	0.50	5.88
63	-4.47	0.0	66.2	0.00	0.50	5.83
64	-4.56	0.0	69.9	0.00	0.50	5.79
65	-4.65	0.0	72.6	0.00	0.50	5.77
66	-4.65	0.0	74.5	0.00	0.50	5.76
67	-4.74	0.0	77.3	0.00	0.50	5.74
68	-4.83	0.0	81.1	0.00	0.50	5.72
69	-4.92	0.0	84.9	0.00	0.50	5.71
70	-5.01	0.4	88.7	0.02	0.50	5.70
71	-5.10	4.4	91.6	0.27	0.50	5.69
72	-5.10	4.5	93.6	0.27	0.50	5.69
73	-5.19	4.6	96.5	0.27	0.50	5.68
74	-5.28	4.8	100.4	0.27	0.50	5.68
75	-5.37	5.0	104.3	0.27	0.50	5.68
76	-5.46	5.2	108.2	0.27	0.50	5.67
77	-5.55	5.4	111.2	0.27	0.50	5.67
78	-5.55	5.5	113.2	0.27	0.50	5.67
79	-5.64	5.6	116.1	0.27	0.50	5.67
80	-5.73	5.8	120.1	0.27	0.50	5.67
81	-5.82	6.0	124.1	0.27	0.50	5.67
82	-5.91	6.2	128.0	0.27	0.50	5.67
83	-6.00	6.3	131.0	0.27	0.50	5.67
84	-6.00	7.0	96.0	0.30	0.50	4.09
85	-6.08	7.1	97.8	0.30	0.50	4.09
86	-6.16	7.3	100.4	0.30	0.50	4.09
87	-6.24	7.5	102.9	0.30	0.50	4.09
88	-6.32	7.7	105.4	0.30	0.50	4.09
89	-6.40	7.8	107.3	0.30	0.50	4.08
90	-6.40	7.9	108.5	0.30	0.50	4.08
91	-6.48	8.1	110.4	0.30	0.50	4.08
92	-6.56	8.2	112.9	0.30	0.50	4.08
93	-6.64	8.4	115.4	0.30	0.50	4.08
94	-6.72	8.6	117.9	0.30	0.50	4.08
95	-6.80	8.8	119.8	0.30	0.50	4.08
96	-6.80	8.9	121.1	0.30	0.50	4.08
97	-6.88	9.0	122.9	0.30	0.50	4.08
98	-6.96	9.2	125.5	0.30	0.50	4.08
99	-7.04	9.4	128.0	0.30	0.50	4.07
100	-7.12	9.6	130.5	0.30	0.50	4.07
101	-7.20	9.7	132.4	0.30	0.50	4.07
102	-7.20	9.8	133.6	0.30	0.50	4.07
103	-7.28	10.0	135.5	0.30	0.50	4.07
104	-7.36	10.2	138.0	0.30	0.50	4.07
105	-7.44	10.3	140.5	0.30	0.50	4.07
106	-7.52	10.5	143.1	0.30	0.50	4.07
107	-7.60	10.7	144.9	0.30	0.50	4.07
108	-7.60	10.8	146.2	0.30	0.50	4.07
109	-7.68	10.9	148.1	0.30	0.50	4.07
110	-7.76	11.1	150.6	0.30	0.50	4.07
111	-7.84	11.3	153.1	0.30	0.50	4.07
112	-7.92	11.5	155.6	0.30	0.50	4.07
113	-8.00	11.6	157.5	0.30	0.50	4.07

4.6 Calculated force from a layer Right

Name	Force
2. KLEI, zw. org. 0.1 M...	0.90
4. KLEI, st. org	19.86
6. VEEN, basis	17.78
7a. ZAND, 7MPa (P)	124.03
7b. ZAND, 5MPa (P)	33.35

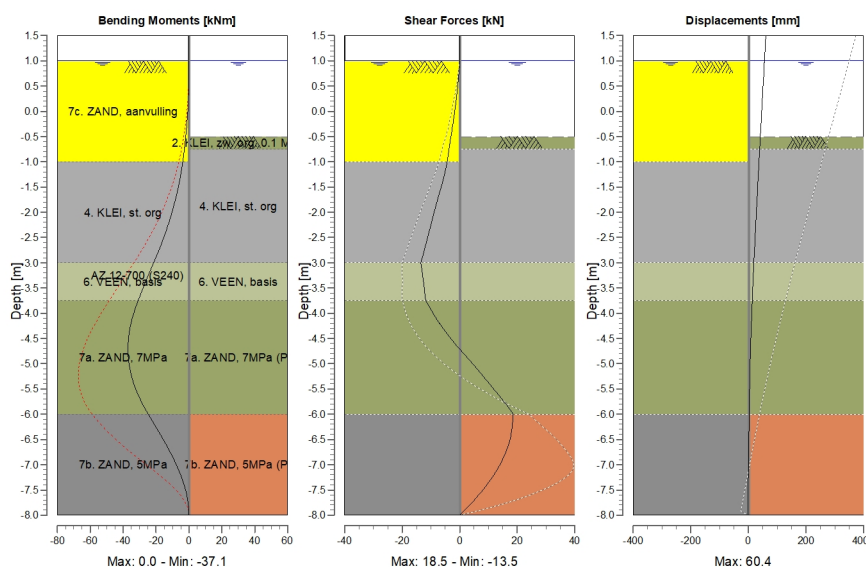
4.7 Calculation Results

Number of iterations: 5

4.7.1 Charts of Moments, Forces and Displacements

Moments/Forces/Displacements - Stage 6: Laag 4

Step 6.5 - Partial factor set: RC 0

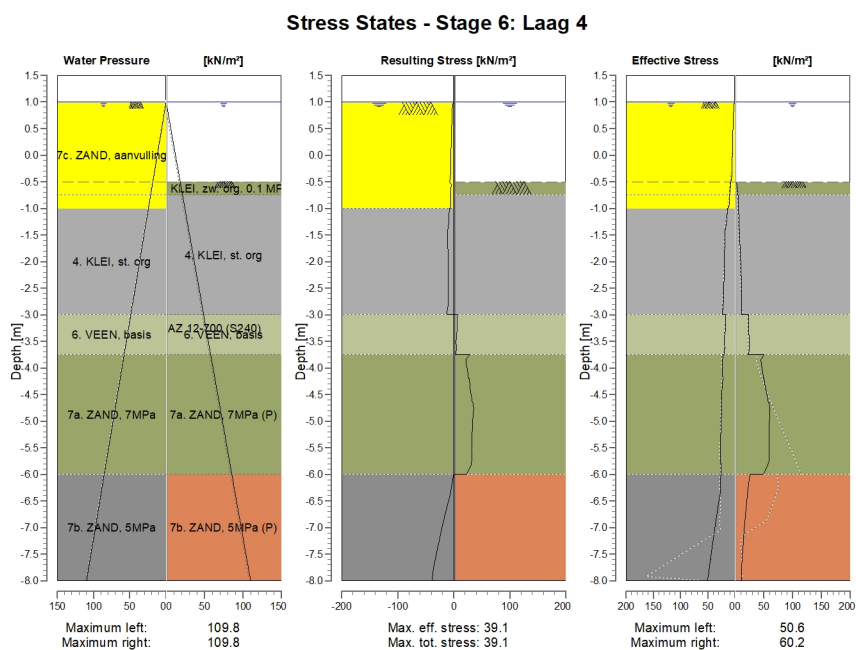


4.7.2 Moments, Forces and Displacements

Segment number	Level [m]	Moment [kNm]	Shear force [kN]	Displacement [mm]
1	1.50	0.00	0.00	60.4
1	1.06	0.00	0.00	56.2
2	1.06	0.00	0.00	56.2
2	1.00	0.00	0.00	55.6
3	1.00	0.00	0.00	55.6
3	0.80	-0.02	-0.21	53.7
4	0.80	-0.02	-0.21	53.7
4	0.47	-0.17	-0.75	50.6
5	0.47	-0.17	-0.75	50.6
5	0.13	-0.53	-1.43	47.4

Segment number	Level [m]	Moment [kNm]	Shear force [kN]	Displacement [mm]
6	0.13	-0.53	-1.43	47.4
6	-0.20	-1.14	-2.23	44.3
7	-0.20	-1.14	-2.23	44.3
7	-0.50	-1.93	-3.09	41.4
8	-0.50	-1.93	-3.09	41.4
8	-0.75	-2.79	-3.72	39.1
9	-0.75	-2.79	-3.72	39.1
9	-1.00	-3.79	-4.34	36.7
10	-1.00	-3.79	-4.34	36.7
10	-1.40	-5.84	-5.97	33.0
11	-1.40	-5.84	-5.97	33.0
11	-1.80	-8.63	-7.94	29.3
12	-1.80	-8.63	-7.94	29.3
12	-2.20	-12.18	-9.81	25.7
13	-2.20	-12.18	-9.81	25.7
13	-2.60	-16.46	-11.60	22.2
14	-2.60	-16.46	-11.60	22.2
14	-3.00	-21.48	-13.53	18.9
15	-3.00	-21.48	-13.53	18.9
15	-3.38	-26.36	-12.57	15.9
16	-3.38	-26.36	-12.57	15.9
16	-3.75	-30.95	-11.88	13.2
17	-3.75	-30.95	-11.88	13.2
17	-4.20	-35.22	-7.04	10.2
18	-4.20	-35.22	-7.03	10.2
18	-4.65	-37.07	-0.98	7.7
19	-4.65	-37.07	-0.97	7.7
19	-5.10	-35.93	5.96	5.5
20	-5.10	-35.93	5.96	5.5
20	-5.55	-31.77	12.49	3.7
21	-5.55	-31.77	12.50	3.7
21	-6.00	-24.72	18.51	2.4
22	-6.00	-24.72	18.51	2.4
22	-6.40	-17.42	17.83	1.4
23	-6.40	-17.42	17.83	1.4
23	-6.80	-10.66	15.68	0.5
24	-6.80	-10.66	15.68	0.5
24	-7.20	-5.10	11.88	-0.2
25	-7.20	-5.10	11.88	-0.2
25	-7.60	-1.35	6.60	-0.9
26	-7.60	-1.35	6.60	-0.9
26	-8.00	0.00	0.00	-1.6
Max		-37.07	18.51	60.4
Max, minor nodes incl.		-37.09	18.51	60.4

4.7.3 Charts of Stresses



4.7.4 Stresses

Node number	Level [m]	Left				Right			
		Effective stress [kN/m²]	Water stress [kN/m²]	Stat*	Mob* [%]	Effective stress [kN/m²]	Water stress [kN/m²]	Stat*	Mob* [%]
1	1.50	0.00	0.00	-		0.00	0.00	-	
1	1.06	0.00	0.00	-		0.00	0.00	-	
2	1.06	0.00	0.00	-		0.00	0.00	-	
2	1.00	0.00	0.00	-		0.00	0.00	-	
3	1.00	0.00	0.00	A		0.00	0.00	-	
3	0.80	2.98	2.44	A		0.00	2.44	-	
4	0.80	3.09	2.44	A		0.00	2.44	-	
4	0.47	4.06	6.51	A		0.00	6.51	-	
5	0.47	4.15	6.51	A		0.00	6.51	-	
5	0.13	4.92	10.57	A		0.00	10.57	-	
6	0.13	5.00	10.57	A		0.00	10.57	-	
6	-0.20	5.70	14.64	A		0.00	14.64	-	
7	-0.20	5.77	14.64	A		0.00	14.64	-	
7	-0.50	8.05	18.30	A		0.00	18.30	-	
8	-0.50	8.14	18.30	A		0.00	18.30	P	
8	-0.75	10.22	21.35	A		4.83	21.35	P	
9	-0.75	10.31	21.35	A		5.03	21.35	P	
9	-1.00	12.45	24.40	A		5.80	24.40	P	
10	-1.00	14.13	24.40	A		5.92	24.40	P	
10	-1.40	18.02	29.28	A		7.25	29.28	P	
11	-1.40	18.30	29.28	A		7.40	29.28	P	
11	-1.80	19.50	34.16	A		8.76	34.16	P	
12	-1.80	19.59	34.16	A		8.91	34.16	P	

Node number	Level [m]	Left				Right			
		Effective stress [kN/m ²]	Water stress [kN/m ²]	Stat*	Mob* [%]	Effective stress [kN/m ²]	Water stress [kN/m ²]	Stat*	Mob* [%]
12	-2.20	20.33	39.04	A		10.27	39.04	P	
13	-2.20	20.41	39.04	A		10.43	39.04	P	
13	-2.60	21.05	43.92	A		10.96	43.92	3	93
14	-2.60	21.12	43.92	A		11.06	43.92	3	93
14	-3.00	23.27	48.80	A		11.58	48.80	3	86
15	-3.00	17.42	48.80	A		23.39	48.80	P	
15	-3.38	19.35	53.38	A		23.76	53.38	P	
16	-3.38	19.54	53.38	A		23.80	53.38	P	
16	-3.75	19.80	57.95	A		22.53	57.95	P	
17	-3.75	22.39	57.95	A		50.01	57.95	P	
17	-4.20	22.83	63.44	A		49.11	63.44	3	93
18	-4.20	22.73	63.44	A		50.21	63.44	3	92
18	-4.65	24.66	68.93	A		57.61	68.93	3	82
19	-4.65	24.77	68.93	A		58.87	68.93	3	82
19	-5.10	25.95	74.42	A		58.64	74.42	2	66
20	-5.10	26.06	74.42	A		59.40	74.42	2	65
20	-5.55	27.26	79.91	A		58.59	79.91	2	54
21	-5.55	27.37	79.91	A		59.36	79.91	2	54
21	-6.00	26.26	85.40	A		49.01	85.40	1	38
22	-6.00	26.37	85.40	A		25.65	85.40	1	27
22	-6.40	28.02	90.28	1		21.04	90.28	1	20
23	-6.40	28.21	90.28	1		21.20	90.28	1	20
23	-6.80	34.24	95.16	1		17.53	95.16	1	15
24	-6.80	34.43	95.16	1		17.69	95.16	1	15
24	-7.20	39.89	100.04	1	10	14.60	100.04	1	
25	-7.20	40.08	100.04	1	10	14.76	100.04	1	
25	-7.60	45.28	104.92	1	11	11.95	104.92	1	
26	-7.60	45.46	104.92	1	11	12.11	104.92	1	
26	-8.00	50.59	109.80	1	12	11.51	109.80	A	

*

Stat Status (A=active, P=passive, Number is branche, 0 is unloading)
Mob Percentage passive mobilized

4.7.5 Percentage mobilized resistance

Horizontal soil pressure	Left [kN]	Right [kN]
Effective	88.2	88.2
Water	222.3	222.3
Total	310.5	310.5

Considered as passive side	Right
Maximum passive effective resistance	213.44 kN
Mobilized passive effective resistance	88.16 kN
Percentage mobilized resistance	41.3 %

4.7.6 Vertical Force Balance

Xi factor	1.39
Partial factor base resistance	1.20
Maximum point resistance	10.00 [MPa]

Vertical force balance unplugged	Force [kN]
Vertical force active	-24.99
Vertical force passive	23.91
Resulting vertical force (no dead weight)	-1.08
Vertical toe capacity Rb;d	33.18
Vertical toe capacity is sufficient (1 <= 33)	

Vertical force balance plugged	Force [kN]
Vertical force active	-24.99
Vertical force passive	23.91
Resulting vertical force (no dead weight)	-1.08
Vertical toe capacity Rb;d	847.12
Vertical toe capacity is sufficient (1 <= 847)	

4.7.7 Vertical Force Balance - Contribution per Layer

Left			Right		
Level [m]	Layer name	Contribution [kN]	Level [m]	Layer name	Contribution [kN]
1.00	7c. ZAND, aan...	-1.74	-0.50	2. KLEI, zw. org...	0.04
-1.00	4. KLEI, st. org	-1.79	-0.75	4. KLEI, st. org	0.91
-3.00	6. VEEN, basis	0.00	-3.00	6. VEEN, basis	0.00
-3.75	7a. ZAND, 7MPa	-9.27	-3.75	7a. ZAND, 7MP...	20.31
-6.00	7b. ZAND, 5MPa	-12.20	-6.00	7b. ZAND, 5MP...	2.65

End of Report