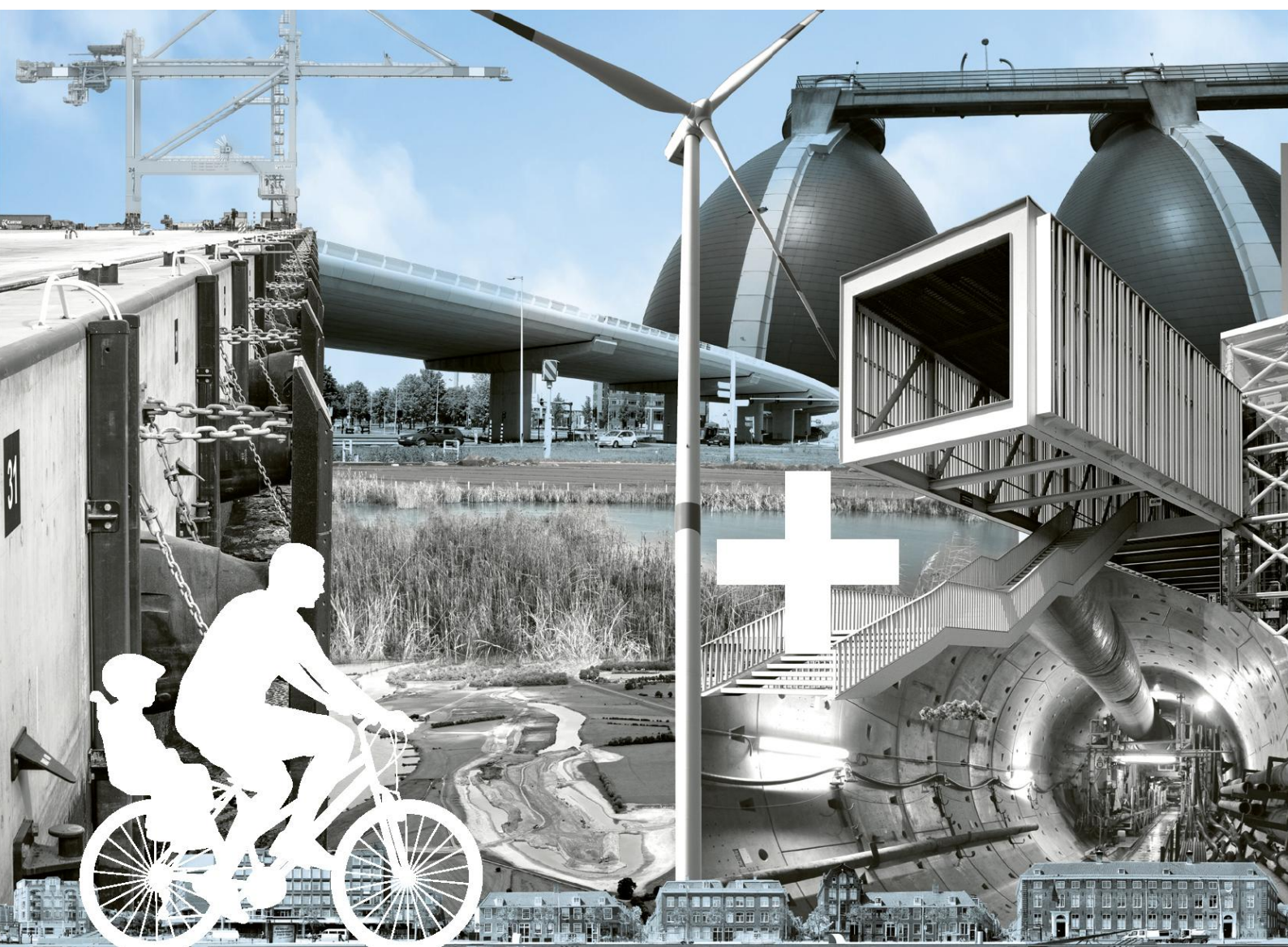




Grondwater aspect tunnel N372, Peize

Provincie Drenthe

15 december 2016

Project Grondwater aspect tunnel N372, Peize
Document
Status Concept 01
Datum 15 december 2016
Referentie ASN166-16/16-021.006

Opdrachtgever Provincie Drenthe
Projectcode ASN166-16
Projectleider ir. J. Klein
Projectdirecteur drs. M. Schilt

Auteur(s) J. Dunnewolt (CWG Ingenieurs bv), A. Sarayeva
Gecontroleerd door M. Borst (CWG Ingenieurs b.v.), ir. J.M. van der Meer
Goedgekeurd door ir. J.D. Klein

Paraaf



Adres Witteveen+Bos Raadgevende ingenieurs B.V.
Van Twickelostraat 2
Postbus 233
7400 AE Deventer
+31 (0)570 69 79 11
www.witteveenbos.com
KvK 38020751

Het kwaliteitsmanagementsysteem van Witteveen+Bos is gecertificeerd op basis van ISO 9001.
© Witteveen+Bos

Niets uit dit document mag worden verveelvoudigd en/of openbaar gemaakt in enige vorm zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van Witteveen+Bos Raadgevende ingenieurs B.V. noch mag het zonder dergelijke toestemming worden gebruikt voor enig ander werk dan waarvoor het is vervaardigd, behoudens schriftelijk anders overeengekomen. Witteveen+Bos aanvaardt geen aansprakelijkheid voor enigerlei schade die voortvloeit uit of verband houdt met het wijzigen van de inhoud van het door Witteveen+Bos geleverde document.

INHOUDSOPGAVE

1	INLEIDING	1
2	GRONDWATERASPECTEN FIETSTUNNEL BRUNLAAN	2
2.1	Projectinformatie	2
2.2	Geohydrologische uitgangspunten	3
2.3	Bemalingsadvies	5
2.4	Verlaging grondwaterstand	5
2.5	Regelgeving	7
3	GEVOLGEN VOOR BEBOUWING	8
3.1	Uitgangspunten	8
3.2	Resultaten zettingsberekening	9
3.3	Advies	11
4	OVERIGE EFFECTEN	12
4.1	Groen en natuur	12
4.2	Grondwaterverontreinigingen	12
4.3	Grondwateronttrekkingen	12
5	CONCLUSIES EN AANBEVELINGEN	13
	Laatste pagina	13
	Bijlage(n)	Aantal pagina's
I	verstrekke tekeningen	1
II	grondonderzoek	7
III	grondwaterstanden	1
VI	rapportage zettingsberekening d-settlement	8

1

INLEIDING

In Peize wordt bij de Brunlaan een fietstunnel onder de N372 aangelegd. Voor de aanleg van de tunnel is tijdelijk bronbemaling nodig. In het kader van deze procedure en de benodigde watervergunning is het nodig dat de effecten op de omgeving bekend zijn. Het gaat hier om de verlaging van de grondwaterstand tijdens de aanleg. De provincie wil in beeld gebracht hebben wat de verlagingscontouren zijn van het grondwater, tot op de 5 cm verlagingcontour.

Daarnaast zullen eventuele gevolgen van de grondwaterstandsverlaging voor omliggende woningen in kaart worden gebracht.

leeswijze

Hoofdstuk 2 gaat in op de grondwateraspecten van de aanleg van de fietstunnel. De gevolgen voor woningen in de omgeving worden hoofdstuk 3 behandeld. Hoofdstuk 4 gaat kort in op mogelijke overige effecten. Het rapport sluit af met de conclusies en aanbevelingen.

2

GRONDWATERASPECTEN FIETSTUNNEL BRUNLAAN

De Provincie Drenthe is voornemens om een fietstunnel te realiseren ter hoogte van de kruising N372/Brunlaan te Peize. Dit hoofdstuk geeft het bemalingsadvies voor de realisatie van de fietstunnel.

2.1 Projectinformatie

Door de opdrachtgever is de volgende relevante projectinformatie aangeleverd:

- 1 schetsontwerp conceptversie, beschikbaar door de provincie Drenthe, projectnummer N372scTUBR-01;
- 2 geotechnisch onderzoek, uitgevoerd door Wiertsema & Partners, 16 oktober 2013, projectnummer VN-58891-1;
- 3 grondwaterstanden gemeten, gerapporteerd door de provincie Drenthe, 24 juli 2015;
- 4 tekening 'profiel ten behoeve van realisatie'.

In bijlage I is het verstrekte schetsontwerp opgenomen om een beeld te geven van de voorgenomen werkzaamheden.

De fietstunnel zal juist ten noorden van het kruispunt van de Brunlaan en de N372 worden aangelegd. Deze werkzaamheden zullen worden uitgevoerd in open ontgraving. Ten behoeve van een droge bouwput zal het grondwater verlaagd worden tot 0,3 à 0,5 m beneden de onderkant van de constructie.

De pompput zal gerealiseerd worden op het laagst gelegen punt van de project locatie ter hoogte van metrerings 120 m. De afmetingen van de pompput worden geschat op circa 2 x 2 m. Ten behoeve van een droge bouwput zal de grondwaterstand verlaagd worden tot circa NAP -4,4 m.

Op basis van door de opdrachtgever verstrekte informatie zijn de in tabel 2.1 aangegeven ontgravingsniveaus en afmetingen afgeleid.

Tabel 2.1 Uitgangspunten

Onderdeel	Afmeting	Onderkant vloer	Grondwaterstand verlagen tot	Bemalingsduur
	[m x m]	[NAP m]	[NAP m]	[weken]
fietstunnel	140 x 8	-3,1	-3,6	6
Pompput	2 x 2	-4,1	-4,4	1 (tijdens aanleg tunnel)

2.2 Geohydrologische uitgangspunten

Grondopbouw

Door Wiertsema en Partners zijn in 2013 sonderingen en boringen uitgevoerd voor het in beeld brengen van de grondslag rondom de kruising N372/Brunlaan. Het veldwerk is uitgevoerd ter hoogte van de nieuw te realiseren fietstunnel. In bijlage II zijn de sonderingen en boringen weergegeven inclusief de betreffende situatietekening.

De maaiveldhoogte varieert van NAP +0,22 m tot NAP +0,72 m. Vanaf maaiveld tot de maximaal verkende diepte van NAP -14,5 m is zand met sporen van silt en leem aangetroffen.

Geohydrologische schematisering

Aan de hand van het beschikbare grondonderzoek, RegisII.1, en de grondwaterkaart is de geohydrologische schematisering opgesteld als weergegeven in tabel 2.2

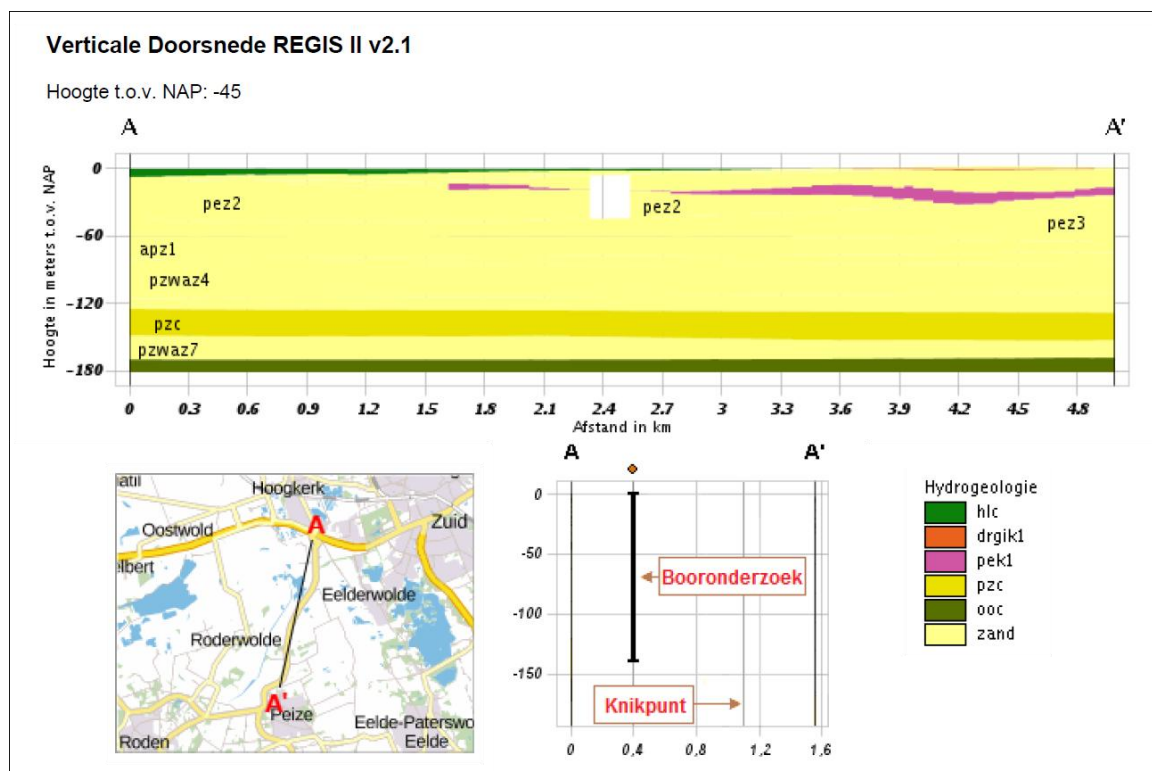
Tabel 2.2 Geohydrologische schematisering

Van [NAP m]	Tot [NAP m]	Laag	Doorlaatvermogen [m²/dag]	Waterremmendheid [dagen]
+0,7 (maaiveld)		Voedingsweerstand		800
+0,7	tot -6	Bovenste deel watervoerende pakket 1	100	
-6	tot -6	Fictieve weerstand		1,5
-6	tot -15	Onderste deel watervoerende pakket 1	100	
-15	en verder	Geohydrologische basis		∞

Bij de sonderingen tot een diepte van NAP -14,5 m is tot de einddiepte zand aangetroffen. Op grond van RegisII.1 wordt vanaf circa NAP -15 m een waterremmende laag verwacht. Deze laag is opgenomen in de schematisering. Volgens de REGISII.1-model dwarsdoorsnede (zie afbeelding 2.1) verkregen via het TNO DINO loket is de bovengrens van de Peelo kleilaag sterk variërend, de laag is echter wel consistent aanwezig. In de modellering is ervan uitgegaan dat de Peelo kleilaag aanwezig is op de projectlocatie vanaf een diepte van NAP -15 m. Geadviseerd wordt om een sondering tot een diepte van NAP -25 m uit te voeren om te verifiëren dat deze laag aanwezig is.

Voor het doorlaatvermogen en de waterremmendheid van de grondlagen zijn de parameters uit RegisII.1 gehanteerd. In de praktijk kunnen de parameters afwijken; dit kan consequenties hebben voor het te onttrekken debiet.

Bij de berekeningen met MicroFEM is niet expliciet rekening gehouden met het omliggende oppervlaktewater.



Grondwaterstand

Om inzicht te krijgen in de fluctuaties van de grondwaterstand heeft de Provincie Drenthe meetreeksen aangeleverd. In bijlage III zijn de locaties en meetreeksen van de betreffende peilbuizen opgenomen. Tevens zijn in onderstaande tabel enige beschrijvende getallen van deze meetreeksen opgenomen.

Tabel 2.3 Peilbuizen Provincie Drenthe

Peilbuisgegevens [NAP m]		
peilbuis	BRUN01-1	BRUN02-1
bovenkant filter	-1,02	-1,04
onderkant filter	-2,02	-2,04
aantal metingen	357	357
stijghoogten [NAP m]		
90-percentiel	-0,29	-0,11
gemiddelde	-0,59	-0,39
10-percentiel	-0,81	-0,64

Voor de berekeningen wordt er uitgegaan van een gemiddelde hoge grondwaterstand op de projectlocatie van NAP -0,2 m.

2.3 Bemalingsadvies

Ten behoeve van de realisatie van de fietstunnel zal worden ontgraven tot NAP -3,1 m. De grondwaterstand zal in deze fase worden verlaagd tot NAP -3,6 m. Uitgaande van een maatgevend hoge grondwaterstand van NAP -0,2 m bedraagt de benodigde verlaging 3,4 m.

Ten behoeve van de realisatie van de pompput zal worden ontgraven tot NAP -4,1 m. De grondwaterstand zal in deze fase worden verlaagd tot NAP -4,4 m. Uitgaande van een maatgevend hoge grondwaterstand van NAP -0,2 m bedraagt de benodigde verlaging 4,2 m.

Bemalingssysteem

Op basis van de nu beschikbare informatie wordt een bemaling met horizontale drains aanbevolen. De drains dienen machinaal op een niveau van NAP -4,6 m te worden aangelegd (circa 1,0 m beneden de te realiseren grondwaterstand). De drains dienen te worden aangelegd in sleuven die tot het ontgravingsniveau worden aangevuld met goed doorlatend zand. De drains moeten door middel van een blinde buis tot aan maaiveld worden doorgevoerd en vervolgens op een pomp worden aangesloten.

Om de drains machinaal aan te brengen, dient voldoende ruimte beschikbaar te zijn. Aan de kopse kant kan worden begonnen met het aanleggen van de drains. Aan de andere kant dient voldoende uitloop aanwezig te zijn voor de draineermachine. Geadviseerd wordt om de drains aan te leggen op een onderlinge afstand (h.o.h.) van circa 4 à 7 meter. Geadviseerd wordt om tenminste drie strengen toe te passen. Mogelijk is een voorontgraving nodig gelet op de diepte ten opzichte van maaiveld.

Geadviseerd wordt om aanvullend rondom de pompput enkele verticale filters toe te passen om plaatselijk een extra verlaging te realiseren. De filters dienen te reiken tot NAP -6 m en om een goed droog talud te verkrijgen dienen de filters over de onderste 3 m te worden omstort/omhuld. De filters dienen te worden voorzien van inhangers die worden aangesloten op een ringleiding en vervolgens op een pomp.

Te onttrekken debiet

Met behulp van het eindige-elementen model MicroFEM is een berekening gemaakt, waarin de geohydrologische parameters uit tabel 2.3 zijn verwerkt.

Voor het verlagen van de grondwaterstand met 3,4 m ten behoeven van de aanleg van de fietstunnel wordt een te onttrekken stationair debiet van circa 70 m³/uur afgeleid. In de instationaire beginfase kan het debiet lichtelijk hoger zijn.

Voor een verlaging van de grondwaterstand met 4,2 m bij de pompput wordt een aanvullend te onttrekken debiet van circa 10 m³/uur afgeleid.

Om de onttrekking af te stemmen op de benodigde verlaging, wordt geadviseerd voorafgaand en tijdens de uitvoering de grondwaterstanden te monitoren.

2.4 Verlaging grondwaterstand

Ten gevolge van de uitvoering van een grondwateronttrekking zal de grondwaterstand in de omgeving worden verlaagd. Hierdoor kunnen negatieve effecten optreden, zoals bijvoorbeeld zettingen, verplaatsing van verontreinigingen of schade aan bomen en gewas. In dit hoofdstuk zijn eventuele effecten indicatief uitgewerkt.

Met behulp van het opgestelde MicroFEM model zijn de verlagingen in de omgeving berekend.

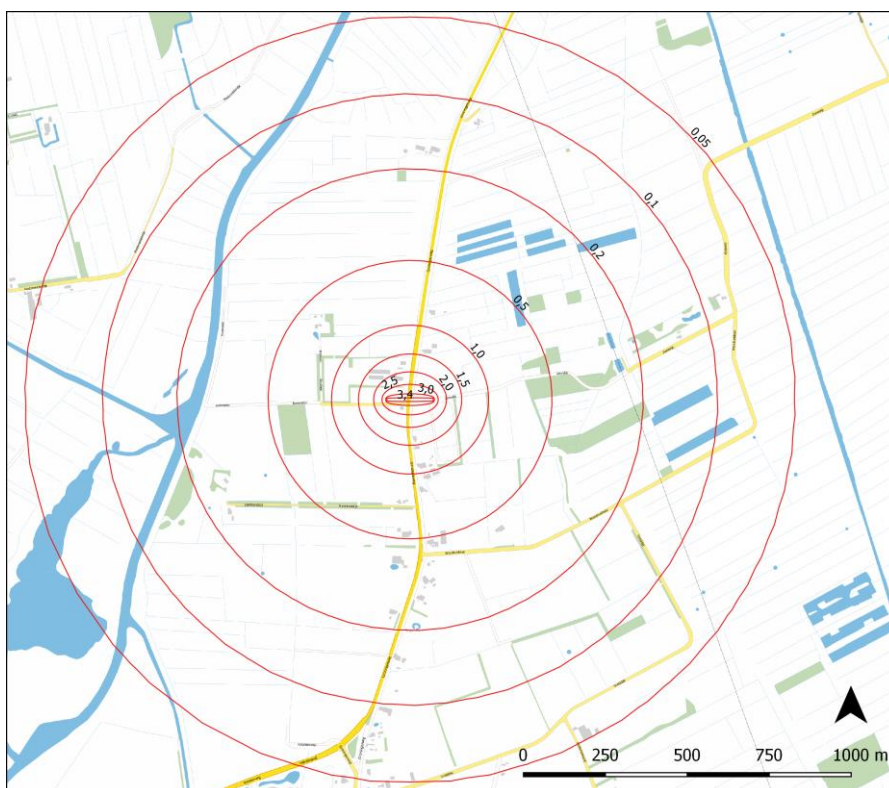
De in tabel 2.2.4 gepresenteerde verlagingen betreffen de stationaire situatie bij een verlaging van 3,4 m ter plaatse van de fietstunnel, in een situatie met een gemiddeld hoge grondwaterstand van NAP -0,2 m.

Tabel 2.4 Verlagenen grondwaterstand

Verlaging	Grondwaterstand
[m]	Afstand tot onttrekking [m]
3,6	0
3,0	5
2,5	15
2,0	40
1,5	90
1,0	170
0,5	370
0,2	650
0,1	880
0,05	1100

In afbeelding 22.is het invloedsgebied van de bemaling weergegeven.

Afbeelding 2.2 Contourlijnen van het invloedsgebied van de bemaling.



2.5 Regelgeving

Onttrekking

De projectlocatie is gelegen in het beheersgebied van het Waterschap Noorderzijlvest. In het Waterschap van Noorderzijlvest geldt dat grondwateronttrekkingen ten behoeve van bouwputbemaling onder een melding kunnen worden uitgevoerd, indien aan de onderstaande voorwaarde wordt voldaan:

- debiet < 80 m³/uur.

Als voor de onttrekking een vergunning moet worden aangevraagd, dient bij de aanvraag rekening te worden gehouden met een proceduretermijn van 8 weken, uitgaande van de standaard vergunningsprocedure.

Op basis van het verwachte te onttrekken debiet (70 m³/uur indien de gehele tunnel wordt bemalen + 10 m³/uur voor de pompput) kan worden overwogen om de bemaling in delen uit te voeren, zodat het debiet onder de 80 m³/uur (vergunningsgrens) blijft. In dat geval kan het werk onder een melding worden uitgevoerd.

Lozing

Voor het onttrokken water wordt lozing op omliggend oppervlaktewater als de meest voor de hand liggende oplossing beschouwd. In het Waterschap Noorderzijlvest geldt in dat geval dat de lozing op oppervlaktewater onder een melding kan worden uitgevoerd, indien aan de onderstaande voorwaarde wordt voldaan:

- lozing op open water < 60 m³/uur.

Zekerheidshalve wordt geadviseerd om voor de lozing een vergunning aan te vragen voor 75 m³/uur.

GEVOLGEN VOOR BEBOUWING

Dit hoofdstuk gaat in op eventuele zettingen van de ondergrond die een gevolg kunnen zijn van de bemaling en het effect op bebouwing in de omgeving.

3.1 Uitgangspunten

Grondopbouw

Door Wiertsema en Partners zijn in 2013 sonderingen en boringen uitgevoerd voor het in beeld brengen van de grondslag rondom de kruising N372/Brunlaan. Het veldwerk is uitgevoerd ter hoogte van de nieuw te realiseren fietstunnel, zie [ref. 1]. In bijlage II zijn de sonderingen en boringen weergegeven inclusief de betreffende situatietekening.

De huidige maaiveldhoogte varieert van NAP +0,22 m tot NAP +0,72 m. Vanaf maaiveld tot de maximaal verkende diepte van NAP -14,5 m is zand met sporen van silt en leem aangetroffen. Vanwege de zandige ondergrond worden zeer beperkte tot geen zettingen verwacht ten gevolge van de bemaling. Om dit aan te tonen zal toch een zettingsberekening worden opgesteld met behulp van zettingsparameters uit de literatuur. De grond parameters worden gedefinieerd op basis van Tabel 2.b NEN9997-1+C1 en zijn gepresenteerd in Tabel 3.1.

Tabel 3.1 Karakteristieke waarden van grond parameters

Gron type	Van	Tot	$\gamma_{\text{nat}}/\gamma_{\text{sat}}$	q_c	φ'	c'	CR	RR	$C\alpha$	c_v
	[NAP m]	[NAP m]	[kN/ m ³]	[MPa]	[°]	[kPa]	[-]	[-]	[-]	[m ² /s]
zand, schoon matig	-0,5	-14,5	18/20	15-22	32,5	0	0,003 8	0,001 3	0	drained

Grondwaterstand

Voor de berekeningen wordt er uitgegaan van een gemiddelde hoge grondwaterstand op de projectlocatie van NAP -0,2 m [ref.3].

Bemaling

De gegevens van de bemaling zijn overgenomen uit het bemalingsadvies. Op basis van door de opdrachtgever verstrekte informatie zijn de in Tabel 3.2 aangegeven ontgravingsniveaus en afmetingen afgeleid.

Tabel 3.2 Uitgangspunten

Onderdeel	Afmeting	Onderkant vloer	Grondwaterstand verlagen tot	Bemalingsduur
	[m x m]	[NAP m]	[NAP m]	[weken]
fietstunnel	140 x 8	-3,1	-3,6	6
pompput	2 x 2	-4,1	-4,4	1 (tijdens aanleg tunnel)

De in Tabel 3.3 gepresenteerde verlagingen betreffen de stationaire situatie bij een verlaging van 3,4 m ter plaatse van de fietstunnel, in een situatie met een gemiddeld hoge grondwaterstand van NAP -0,2 m.

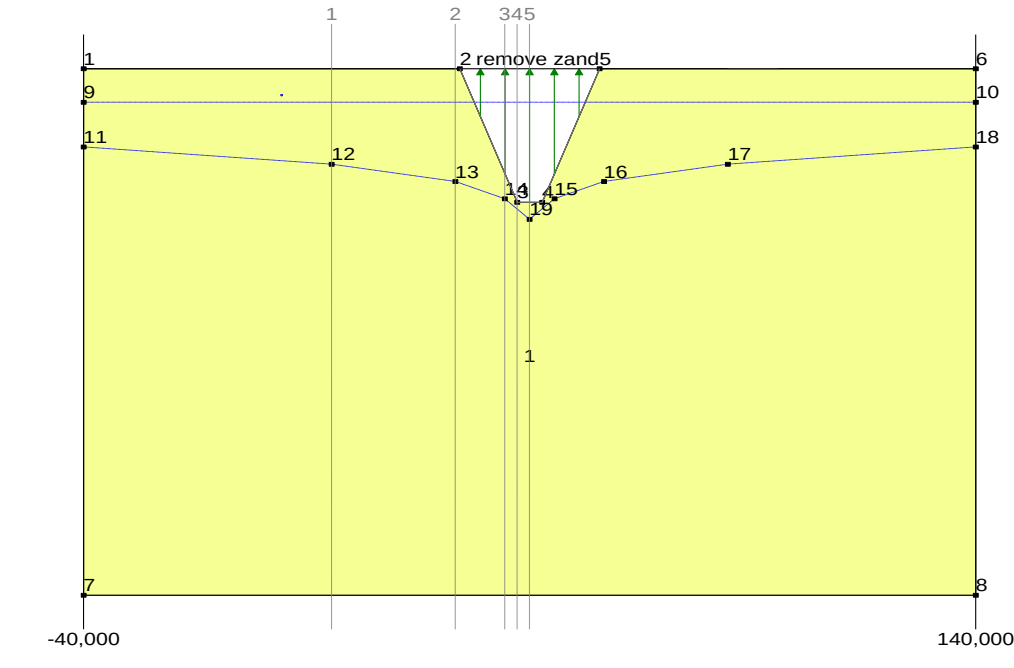
Tabel 3.3 Verlagingen grondwaterstand

Verlaging	Grondwaterstand	Zettingsmodel
[m]	Afstand tot onttrekking [m]	verticale
3,6	0	5
3,0	5	3
2,5	15	2
2,0	40	1
1,5	90	-
1,0	170	-
0,5	370	-
0,2	650	-
0,1	880	-
0,05	1100	-

3.2 Resultaten zettingsberekening

De zettingen ten gevolge van de bemaling zijn berekend met behulp van het programma D-Settlement (versie 16.1). Hierbij is gebruik gemaakt van het NEN-Bjerrum zettingsmodel. De ontgraving van de open bouwput is geschematiseerd met een 'non-uniform load' en de bemaling met behulp van een 'water load' waarin de grondwaterstand wordt verlaagd (zie Tabel 3.3). De input van het model is weergegeven in Afbeelding 3.1. Hierin zijn ook de zogenoemde rekenverticalen weergegeven. Dit zijn de punten waar de zetting wordt berekend.

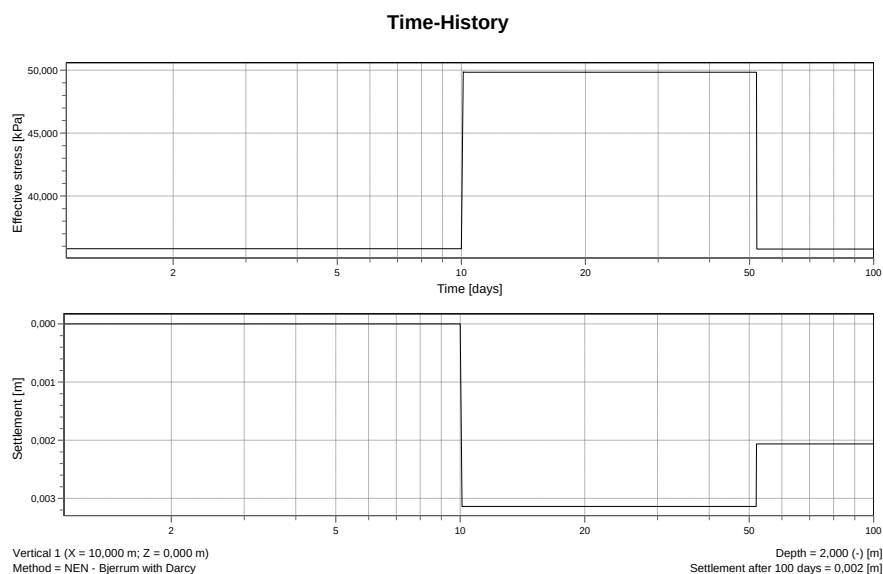
Afbeelding 3.1 Input van de bemaling ter plaatse van de fietstunnel in het programma D-Settlement



De zettingsberekening is bijgevoegd in bijlage IV. Hieruit blijken samengevat de volgende resultaten:

- de effectieve spanningen nemen toe als gevolg van een verlaging van de grondwaterstand. Dit resulteert in kleine zettingen naast de bouwput. Doordat de bouwput wordt ontgraven nemen daar de effectieve spanningen af en treedt er theoretisch een kleine zwel op;
- de berekende zetting aan het maaiveld bij vertikaal 1 op 40 m van de onttrekking bedraagt 3 mm tijdens de bemaling en 2 mm als blijvende vervorming na de werkzaamheden, zie ook Afbeelding 3.2;
- in het midden van de bouwput wordt een maximale zwel van 5 mm berekend, maar dit is niet te verwachten in werkelijkheid. Bovendien vormt deze vervorming geen risico voor de omgeving.

Afbeelding 3.2. Verticale 1. Effectieve spanningen en zettingen



3.3 Advies

Voor de realisatie van een fietstunnel bij het kruispunt N372/Brunlaan te Peize zal bemaling worden toegepast. Hierbij wordt uitgegaan van toepassing van horizontale drains, aangevuld met verticale filters voor de pompput. De grondopbouw in de omgeving is zeer zandig zodat eigenlijk geen zettingen worden verwacht. De theoretische berekende zetting aan het maaiveld bedraagt ongeveer 3 mm naast de bouwput. Dit wil echter niet zeggen dat eventuele bebouwing ook 3 mm zal zetten. De beoordeling van de bebouwing is afhankelijk van meer factoren:

- de wijze van funderen van de bebouwing (op staal of op palen);
- de historie van de ondergrond ter plaatse van de bebouwing. De belasting van de bebouwing en eventuele eerdere variaties in de grondwaterstand zijn niet in rekening gebracht.

Samengevat kan worden gesteld dat gezien de zandige ondergrond zeer weinig tot geen zettingen worden verwacht. Bebouwing kan normaalgesproken kleine zettingen opvangen. Dit geldt ook bij bebouwing die op staal is gefundeerd. Problemen kunnen alleen optreden indien de staat van de bebouwing nu al matig is. In alle gevallen wordt aanbevolen om ruim voor de start van de bronbemaling de staat van het gebouw op te nemen. Wanneer de staat matig of slecht is, dient een meer gedetailleerde beschouwing te worden gemaakt.

4

OVERIGE EFFECTEN

4.1 Groen en natuur

Binnen het invloedsgebied van de projectlocatie zijn bomen aanwezig. Indien de bemaling in het groeiseizoen wordt uitgevoerd, wordt geadviseerd om nabijgelegen bomen in overleg met een bomendeskundige van water te voorzien. Tevens dient mogelijke schade aan gewassen te worden beschouwd.

4.2 Grondwaterverontreinigingen

Vooralsnog is geen gedetailleerd onderzoek gedaan naar grondwaterverontreinigingen in de omgeving van de projectlocatie. Voor zover bekend is bij het nabijgelegen tankstation geen bodemverontreiniging meer aanwezig. Bij nadere uitwerking voor een vergunning moet dit aspect nader worden onderzocht.

4.3 Grondwateronttrekkingen

Vooralsnog is geen onderzoek gedaan naar andere grondwateronttrekkingen in de omgeving van de projectlocatie. Bij nadere uitwerking voor een vergunning moet dit nader worden onderzocht.

CONCLUSIES EN AANBEVELINGEN

Bronbemaling

Voor de realisatie van een fietstunnel bij het kruispunt N372/Brunlaan te Peize zal bemaling worden toegepast. Hierbij wordt uitgegaan van toepassing van horizontale drains, aangevuld met verticale filters voor de pompput.

Voor het debiet van de bemaling is de aanwezigheid van een kleilaag op ca 15 m diepte van belang. Het nu uitgevoerde grondonderzoek reikt niet tot deze diepte. Daarom wordt aanbevolen om een aanvullende sondering met kleefmeting uit te voeren (tot een diepte van NAP -25) om de aanwezigheid van de ondoorlatende kleilaag te verifiëren.

Op grond van het verwachte debiet voor de fietstunnel ($70 \text{ m}^3/\text{uur}$) en de pompput (aanvullend $10 \text{ m}^3/\text{uur}$) kan worden overwogen de bouwput in delen te bemalen. In dat geval wordt het haalbaar geacht om de onttrekking uit te voeren onder een melding. Deze dient te worden gedaan bij het Waterschap Noorderzijlvest.

Om de onttrekking af te stemmen op de benodigde verlaging, wordt geadviseerd voorafgaand en tijdens de uitvoering de grondwaterstanden te monitoren.

Effecten op de omgeving

De grondopbouw in de omgeving is zeer zandig zodat eigenlijk geen zettingen worden verwacht. De theoretische berekende zetting aan het maaiveld bedraagt ongeveer 3 mm naast de bouwput. Dit wil echter niet zeggen dat eventuele bebouwing ook 3 mm zal zetten. De beoordeling van de bebouwing is afhankelijk van meer factoren:

- de wijze van funderen van de bebouwing (op staal of op palen);
- de historie van de ondergrond ter plaatse van de bebouwing. De belasting van de bebouwing en eventuele eerdere variaties in de grondwaterstand zijn niet in rekening gebracht.

Samengevat kan worden gesteld dat gezien de zandige ondergrond zeer weinig tot geen zettingen worden verwacht. Bebouwing kan normaalgesproken kleine zettingen opvangen. Dit geldt ook bij bebouwing die op staal is gefundeerd. Problemen kunnen alleen optreden indien de staat van de bebouwing nu al matig is. In alle gevallen wordt aanbevolen om ruim voor de start van de bronbemaling de staat van het gebouw op te nemen. Wanneer de staat matig of slecht is, dient een meer gedetailleerde beschouwing te worden gemaakt.

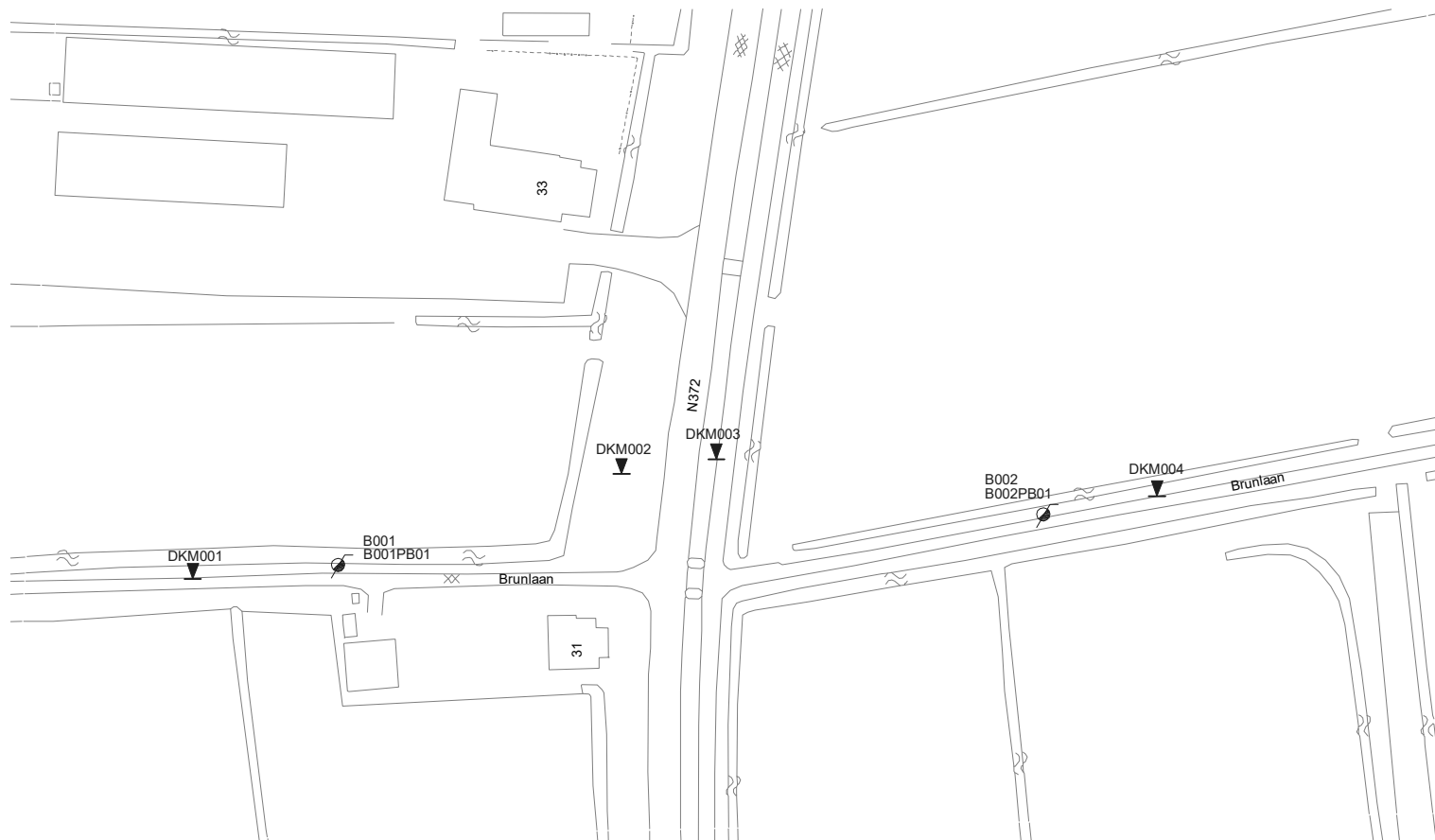
Bijlage(n)

I

BIJLAGE: VERSTREKTE TEKENINGEN

II

BIJLAGE: GRONDONDERZOEK



LEGENDA

- DKM
▼ Diepsondering met plaatselijke wrijving
- B
⊗ Handboring met peilbuis

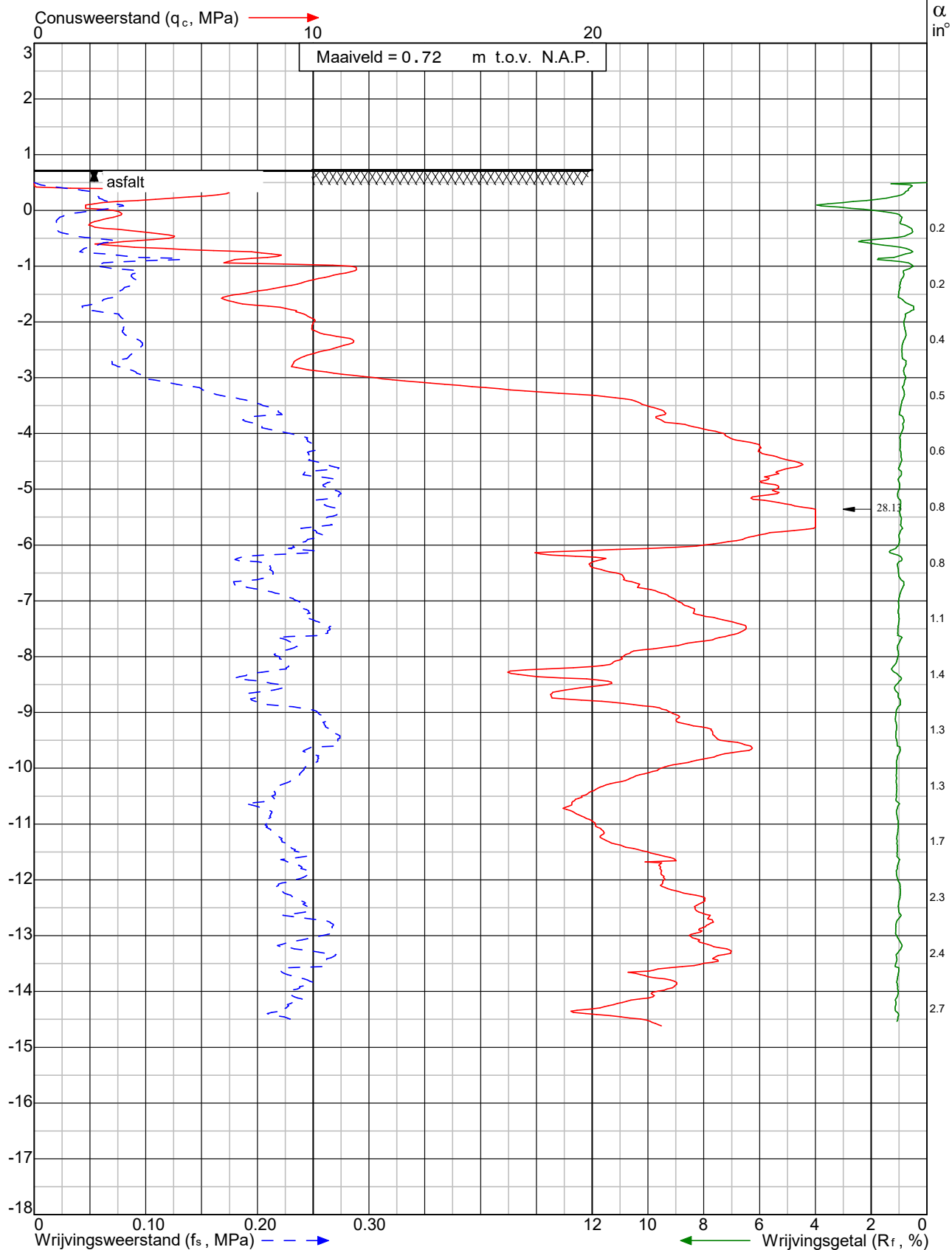
Situatietekening	Datum : 03.10.13	Gew: 15.10.13/AE
	Getekend : MBK	Gew:
Aanleg fietstunnel in N372/Brunlaan te Peize	Schaal : 1: 1000	Gew:
	Formaat : A3	Gew:
Blad : 1-1	Opdracht: VN-58891-1	
	0 m 10 m 50 m AKKOORD UITV	



Wiertsema & Partners
RAADGEVEND INGENIEURS

Sondering volgens norm NEN 5140 Conusmeter: cilindrisch elektrisch SUB-10 Conusmeternummer: 081005 Klasse: 2

Diepte in meters ten opzichte van N.A.P.



Project: Aanleg fietstunnel in N372/Brunlaan
te Peize

Sondering: DKM001



Wiertsema & Partners
RAADGEVEND INGENIEURS

x = 229061

y = 575998

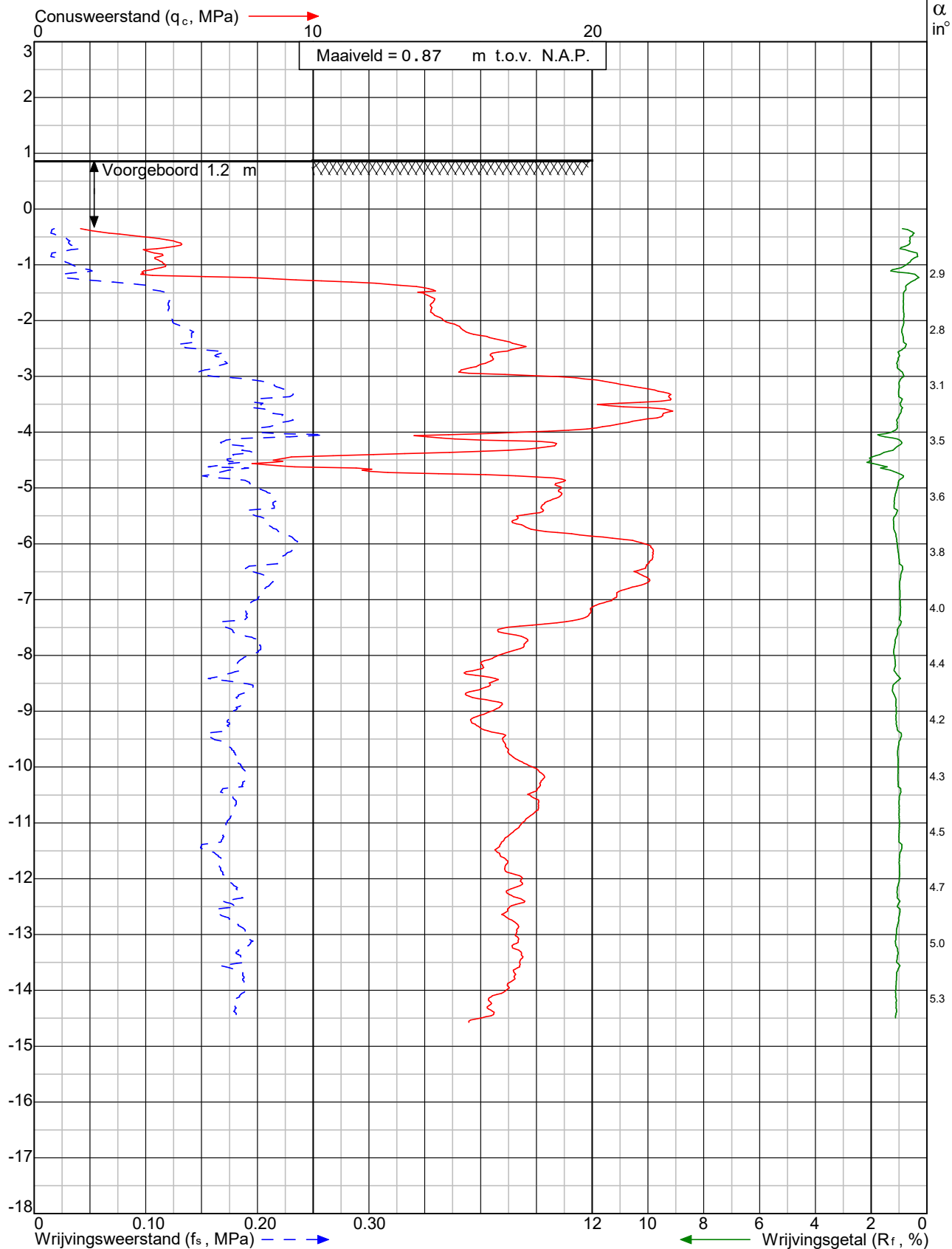
Blad: 1 van 1

Opdr.nr: VN-58891-1

Datum: 14-10-2013

AKKOORD
UITV

Diepte in meters ten opzichte van N.A.P.



Project: Aanleg fietstunnel in N372/Brunlaan
 te Peize

Sondering: DKM002



Wiertsema & Partners
 RAADGEVEND INGENIEURS

x = 229146

y = 576019

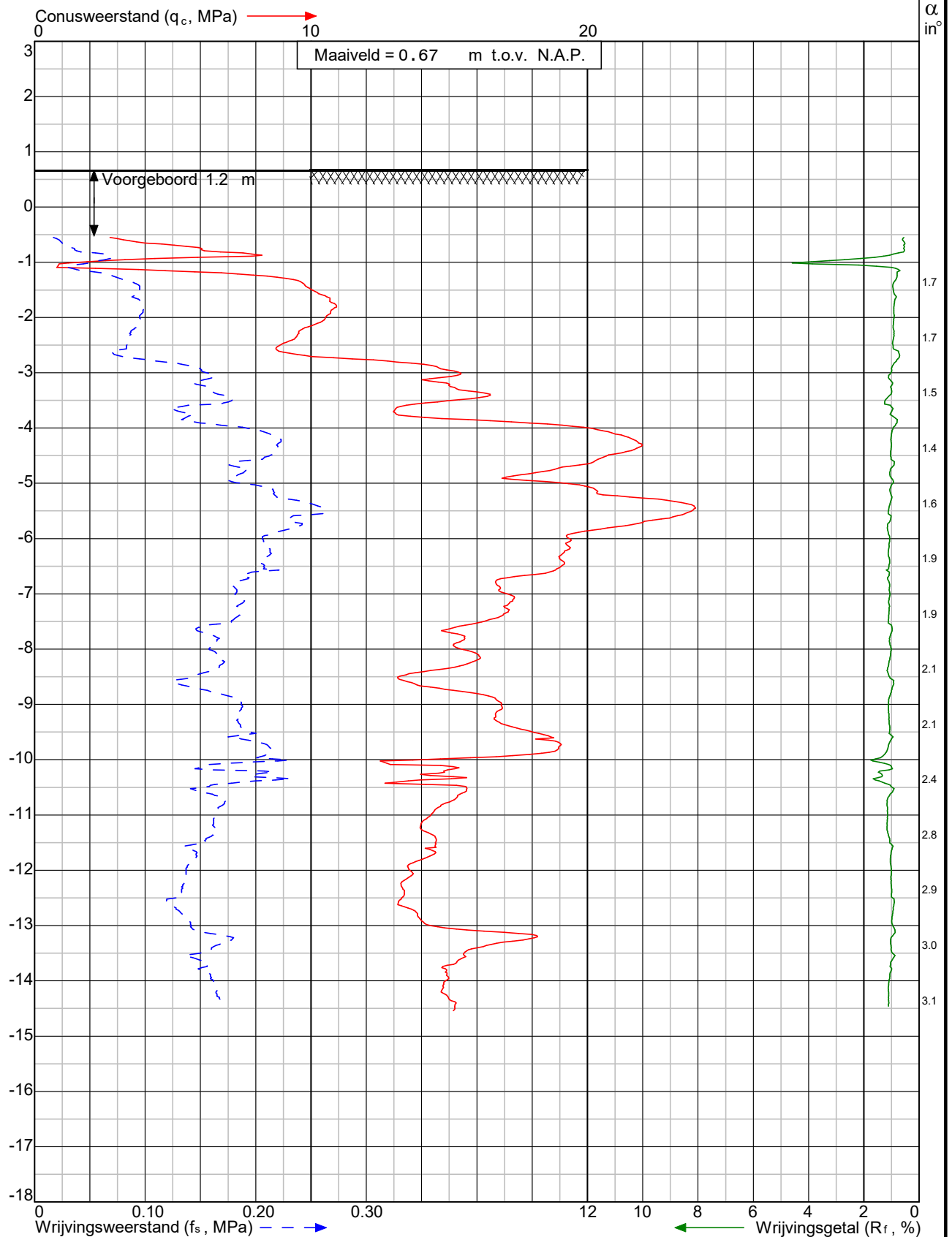
Blad: 1 van 1

Opdr.nr: VN-58891-1

Datum: 14-10-2013

AKKOORD
 UITV

Sondering volgens norm NEN 5140 Conusweerstand (q_c, MPa) Klasse: 2
 Conusweertype: cilindrisch elektrisch SUB-10
 Conusweertenummer: 081005
 Conusweertefrequentie: 10 Hz
 Conusweertediameter: 50 mm
 Conusweertediepte: 1.2 m
 Conusweertediepte van N.A.P.



Project: Aanleg fietstunnel in N372/Brunlaan
 te Peize

Sondering: DKM003



Wiertsema & Partners
 RAADGEVEND INGENIEURS

x = 229165

y = 576022

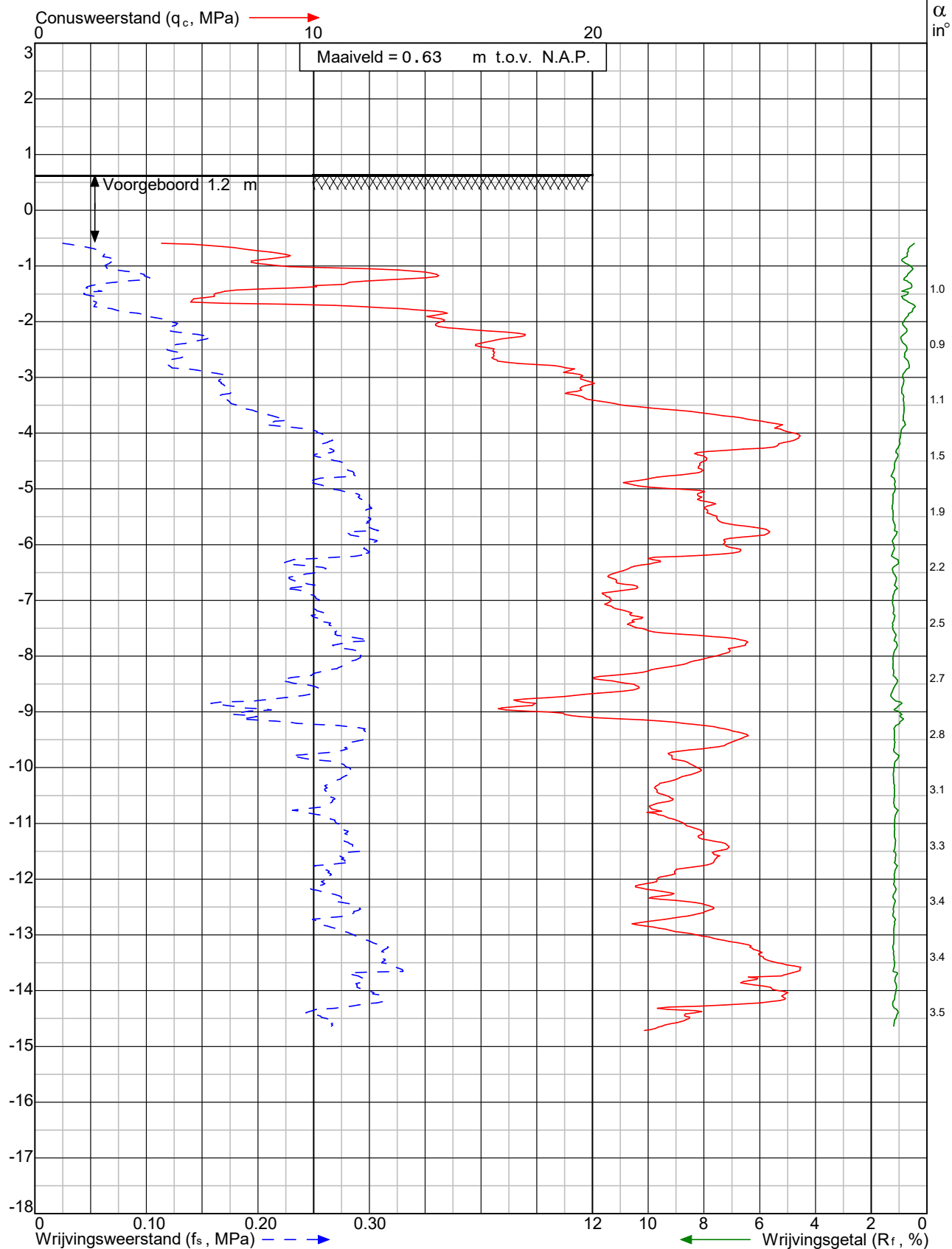
Blad: 1 van 1

Opdr.nr: VN-58891-1

Datum: 14-10-2013

AKKOORD
 UITV

Diepte in meters ten opzichte van N.A.P.



Project: Aanleg fietstunnel in N372/Brunlaan te Peize

Sondering: DKM004



Wiertsema & Partners
RAADGEVEND INGENIEURS

x = 229252

y = 576015

Blad: 1 van 1

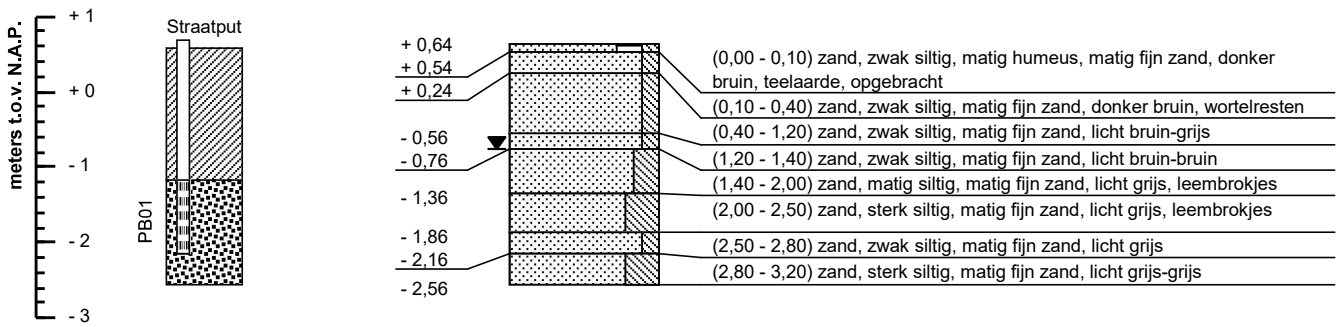
Opdr.nr: VN-58891-1

Datum: 14-10-2013

AKKOORD
UITV

Maatvoering in meters t.o.v. N.A.P.
Actuele GWS: N.A.P. - 0,76 m

Maatvoering in meters t.o.v. maaiveld



Maatvoering t.o.v. N.A.P.

PB01: Peilbuis 1, bovenkant: + 0,69 m

Boorstaat o.b.v. grondidentificatie in het veld (NEN 5104)

Boring conform NEN-EN-ISO 22475-1

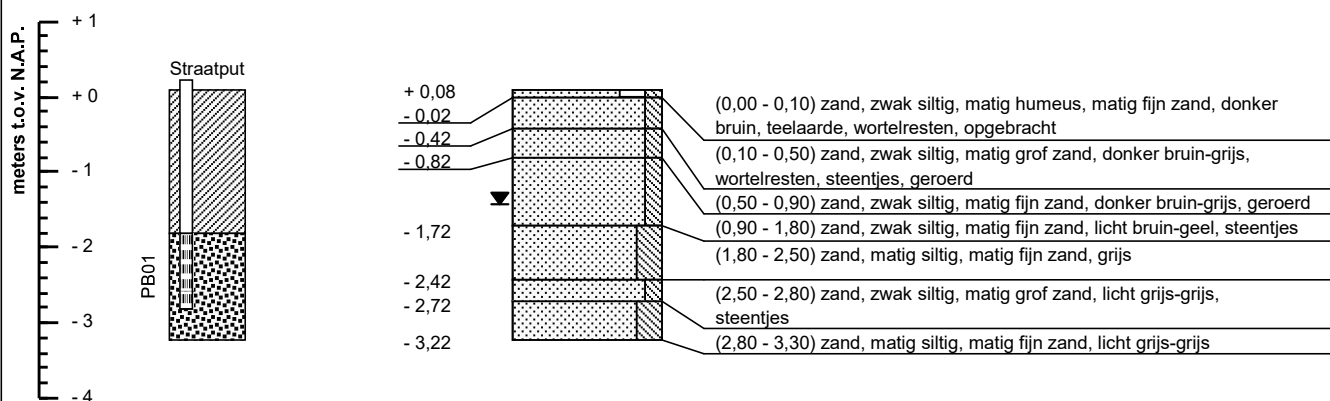
Aanleg fietstunnel in N372/Brunlaan	RD coördinatensysteem	Peize
Provincie Drenthe Afd. Wegen en Kanalen	X = 229 090,0	Edelmanboring
 Wiertsema & Partners RAADGEVEND INGENIEURS	Y = 576 001,0	Boormeester: Fré Haak
	Uitgevoerd: 14-10-2013	Opdrachtnr.: 58891-1
	Blad 1 van 1	Boornummer: B001

AKKOORD
UITV

VI-58891-1-B001-100 & VI-58891-1-B001-101-100

Maatvoering in meters t.o.v. N.A.P.
Actuele GWS: N.A.P. - 1,42 m

Maatvoering in meters t.o.v. maaiveld



Maatvoering t.o.v. N.A.P.

PB01: Peilbuis 1, bovenkant: + 0,22 m

Boorstaat o.b.v. grondidentificatie in het veld (NEN 5104)

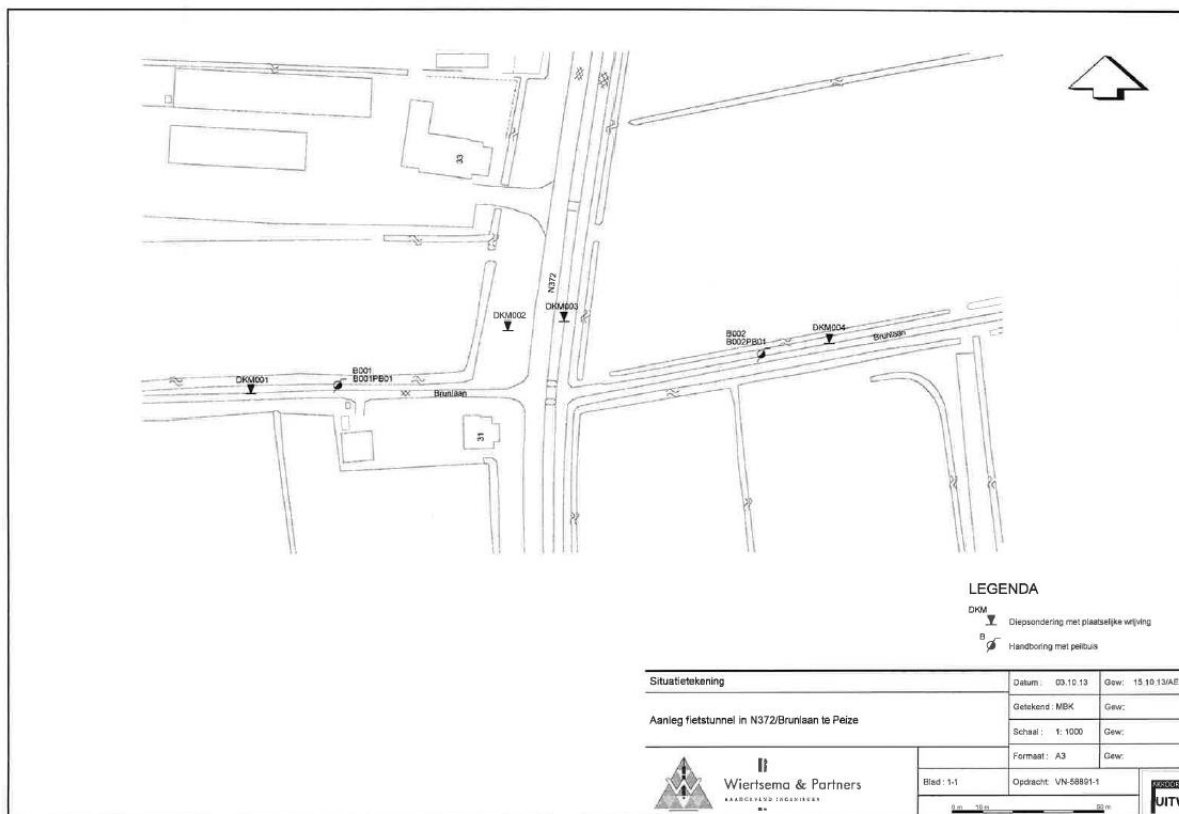
Boring conform NEN-EN-ISO 22475-1

Aanleg fietstunnel in N372/Brunlaan	RD coördinatensysteem	Peize
Provincie Drenthe Afd. Wegen en Kanalen	X = 229 229,0	Edelmanboring
 Wiertsema & Partners RAADGEVEND INGENIEURS	Y = 576 011,0	Boormeester: Fré Haak
	Uitgevoerd: 14-10-2013	Opdrachtnr.: 58891-1
	Blad 1 van 1	Boornummer: B002 

VI-58891-1-B002.00 & VI-58891-1-B002_C101.00

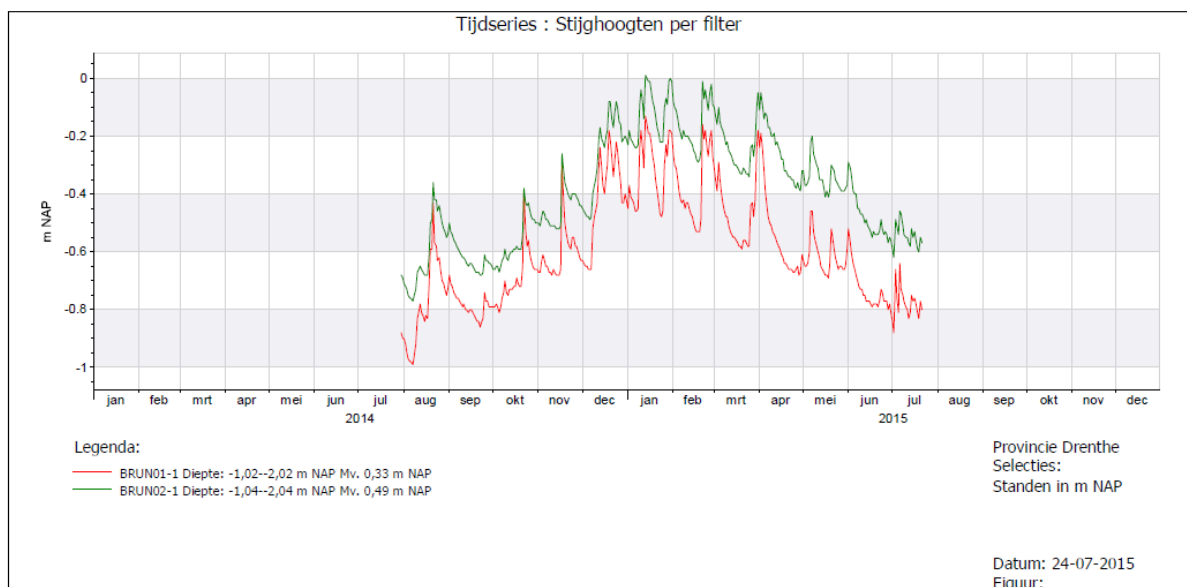
III

BIJLAGE: GRONDWATERSTANDEN



Blad 7 van 26

58891-1 R25798 Resultaten geotechnisch onderzoek.pdf



IV

BIJLAGE: RAPPORTAGE ZETTINGSBEREKENING D-SETTLEMENT

Report for D-Settlement 16.1

Settlement Calculations
Developed by Deltares

Date of report: 08-12-2016
Time of report: 15:32:14

Date of calculation: 08-12-2016
Time of calculation: 15:31:46

Filename: D:\...\02 Calc\D-Settlement Fietstunnel NAP-3.10m 2016.12.06_2D

1 Table of Contents

1 Table of Contents	2
2 Echo of the Input	3
2.1 Layer Boundaries	3
2.2 PI-lines	3
2.3 General Data	3
2.4 Soil Profiles	3
2.5 Soil Properties	3
2.6 Non-Uniform Loads	4
2.7 Water Loads	4
2.7.1 Water Load: Water load (1)	4
2.7.2 Water Load: Water load (2)	4
2.8 Verticals	4
3 Results per Vertical	5
3.1 Results for Vertical 1 (X = 10,00 m; Z = 0,00 m)	5
3.2 Results for Vertical 2 (X = 35,00 m; Z = 0,00 m)	5
3.3 Results for Vertical 3 (X = 45,00 m; Z = 0,00 m)	6
3.4 Results for Vertical 4 (X = 47,50 m; Z = 0,00 m)	6
3.5 Results for Vertical 5 (X = 50,00 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]				
1 - X -	-40,000	35,890	47,500	52,500	64,110
1 - Y -	0,770	0,770	-3,100	-3,100	0,770
1 - X -	140,000				
1 - Y -	0,770				
0 - X -	-40,000	140,000			
0 - Y -	-14,500	-14,500			

2.2 PI-lines

PI-line number	Co-ordinates [m]				
1 - X -	-40,000	140,000			
1 - Y -	-0,200	-0,200			
2 - X -	-40,000	10,000	35,000	45,000	50,000
2 - Y -	-1,500	-2,000	-2,500	-3,000	-3,600
2 - X -	55,000	65,000	90,000	140,000	
2 - Y -	-3,000	-2,500	-2,000	-1,500	

2.3 General Data

Soil model:	NEN Bjerrum
Consolidation model:	Darcy
Strain model:	Linear
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:	100,00 [days]
No maintain profile	
Pc (initial):	Variable parallel to the initial effective stress
Pc (per step):	Automatic increased to the final effective stresses
Creep rate reference time:	1,000 [days]
No imaginary surface	
With submerging	
(only for non uniform loads)	
- Iteration stop criterium :	0,10 [m]
Load column width	
- Non-Uniform Loads :	0,10 [m]
- Trapezoidal Loads :	1,00 [m]

2.4 Soil Profiles

Layer number	Material name	PI-line top	PI-line bottom
1	zand	1	1

2.5 Soil Properties

Layer number	Drained	Unit weight	
		Unsaturated [kN/m³]	Saturated [kN/m³]
1	Yes	18,00	20,00

Layer number	Storage type	Vert. consolid. coefficient Cv [m²/s]	Vertical permeability [m/s]	Permeability strain mod. [m/s]	Initial vertical permeability [m/s]
1	Vert. cons.	-	-	-	-

Layer number	POP [kN/m ²]	OCR [-]	Equiv. age [days]
1	-	1,00	-

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

Layer number	Reloading/ swelling ratio RR [-]	Compression ratio CR [-]	Coeff. of sec. compression Ca [-]	Reloading/ swelling index Cr [-]	Compression index Cc [-]	Initial void ratio (e0) [-]
1	0,0013000	0,0038000	0,0000000	-	-	-

2.6 Non-Uniform Loads

Load number	Time [days]	Unit weight	
		Unsaturated [kN/m ³]	Saturated [kN/m ³]
1	-1	18,00	20,00
2	1	0,10	0,10
3	10	-18,00	-20,00

Load number	Co-ordinates [m]					
1 - X -	35,89	47,50	52,50	64,11		
1 - Y -	0,77	0,77	0,77	0,77		
2 - X -	90,00	100,00				
2 - Y -	0,77	0,77				
3 - X -	35,89	47,50	52,50	64,11		
3 - Y -	0,77	-3,10	-3,10	0,77		

2.7 Water Loads

2.7.1 Water Load: Water load (1)

Phreatic line 2
Time [days] 10

Layer number	PI-line top	PI-line bottom
1	2	2

2.7.2 Water Load: Water load (2)

Phreatic line 1
Time [days] 52

Layer number	PI-line top	PI-line bottom
1	1	1

2.8 Verticals

Vertical number	X co-ordinates [m]				
1 - 5	10,000	35,000	45,000	47,500	50,000

Discretisation = 100

3 Results per Vertical

3.1 Results for Vertical 1 (X = 10,00 m; Z = 0,00 m)

Depth [m]	Effective Stress [kPa]	Hydraulic head [m]	Loading [kPa]	Settlement [m]
0,770	0,001	0,770	0,000	0,002
0,670	1,800	0,670	0,000	0,002
0,570	3,600	0,570	0,000	0,002
0,470	5,400	0,470	0,000	0,002
0,370	7,200	0,370	0,000	0,002
0,270	9,000	0,270	0,000	0,002
0,170	10,800	0,170	0,000	0,002
0,070	12,600	0,070	0,000	0,002
-0,030	14,400	-0,030	0,000	0,002
-0,130	16,200	-0,130	0,000	0,002
-0,200	17,441	-0,200	-0,019	0,002
-0,230	17,746	-0,200	-0,019	0,002
-1,100	26,612	-0,200	-0,019	0,002
-2,000	35,783	-0,200	-0,019	0,002
-2,865	44,597	-0,200	-0,020	0,002
-3,865	54,787	-0,200	-0,020	0,002
-4,865	64,977	-0,200	-0,021	0,001
-5,865	75,167	-0,200	-0,023	0,001
-6,865	85,357	-0,200	-0,027	0,001
-7,500	91,828	-0,200	-0,031	0,001
-8,500	102,018	-0,200	-0,039	0,001
-9,500	112,208	-0,200	-0,052	0,001
-10,500	122,398	-0,200	-0,069	0,000
-11,500	132,588	-0,200	-0,091	0,000
-12,500	142,778	-0,200	-0,119	0,000
-13,500	152,968	-0,200	-0,154	0,000
-14,500	163,158	-0,200	-0,196	0,000

3.2 Results for Vertical 2 (X = 35,00 m; Z = 0,00 m)

Depth [m]	Effective Stress [kPa]	Hydraulic head [m]	Loading [kPa]	Settlement [m]
0,770	0,001	0,770	0,000	0,002
0,670	1,800	0,670	0,000	0,002
0,570	3,600	0,570	0,000	0,002
0,470	5,400	0,470	-0,001	0,002
0,370	7,200	0,370	-0,002	0,002
0,270	9,000	0,270	-0,006	0,002
0,170	10,800	0,170	-0,013	0,002
0,070	12,600	0,070	-0,024	0,002
-0,030	14,400	-0,030	-0,040	0,002
-0,130	16,200	-0,130	-0,060	0,002
-0,200	17,446	-0,200	-0,092	0,002
-0,230	17,751	-0,200	-0,100	0,002
-0,900	24,579	-0,200	-0,385	0,002
-1,900	34,769	-0,200	-1,037	0,002
-2,500	40,883	-0,200	-1,486	0,001
-3,265	48,678	-0,200	-2,077	0,001
-4,265	58,868	-0,200	-2,844	0,001
-5,265	69,058	-0,200	-3,592	0,001
-6,265	79,248	-0,200	-4,318	0,001
-6,865	85,362	-0,200	-4,747	0,000
-7,500	91,833	-0,200	-5,195	0,000

Depth [m]	Effective Stress [kPa]	Hydraulic head [m]	Loading [kPa]	Settlement [m]
-8,500	102,023	-0,200	-5,891	0,000
-9,500	112,213	-0,200	-6,573	0,000
-10,500	122,403	-0,200	-7,237	0,000
-11,500	132,593	-0,200	-7,875	0,000
-12,500	142,783	-0,200	-8,482	0,000
-13,500	152,973	-0,200	-9,051	0,000
-14,500	163,163	-0,200	-9,577	0,000

3.3 Results for Vertical 3 (X = 45,00 m; Z = 0,00 m)

Depth [m]	Effective Stress [kPa]	Hydraulic head [m]	Loading [kPa]	Settlement [m]
-2,267	0,000	-0,200	-46,726	-0,005
-2,367	1,019	-0,200	-41,497	-0,004
-2,467	2,038	-0,200	-40,454	-0,004
-2,567	3,057	-0,200	-40,160	-0,004
-2,667	4,076	-0,200	-39,921	-0,004
-2,767	5,095	-0,200	-39,708	-0,004
-2,867	6,114	-0,200	-39,512	-0,004
-2,967	7,133	-0,200	-39,329	-0,004
-3,000	7,473	-0,200	-39,270	-0,004
-3,067	8,152	-0,200	-39,156	-0,004
-3,167	9,171	-0,200	-38,991	-0,003
-3,267	10,190	-0,200	-38,833	-0,003
-3,883	16,474	-0,200	-38,017	-0,003
-4,883	26,664	-0,200	-37,285	-0,002
-5,883	36,854	-0,200	-36,918	-0,002
-6,883	47,044	-0,200	-36,518	-0,002
-7,883	57,234	-0,200	-35,987	-0,001
-8,383	62,329	-0,200	-35,674	-0,001
-9,100	69,632	-0,200	-35,178	-0,001
-10,100	79,822	-0,200	-34,413	-0,001
-11,100	90,012	-0,200	-33,583	-0,001
-12,100	100,202	-0,200	-32,711	0,000
-13,100	110,392	-0,200	-31,814	0,000
-14,100	120,582	-0,200	-30,907	0,000
-14,500	124,658	-0,200	-30,544	0,000

3.4 Results for Vertical 4 (X = 47,50 m; Z = 0,00 m)

Depth [m]	Effective Stress [kPa]	Hydraulic head [m]	Loading [kPa]	Settlement [m]
-3,100	0,000	-0,200	-48,389	-0,005
-3,200	1,019	-0,200	-51,878	-0,005
-3,300	2,038	-0,200	-52,190	-0,005
-3,400	3,057	-0,200	-51,984	-0,005
-3,500	4,076	-0,200	-51,728	-0,004
-3,600	5,095	-0,200	-51,474	-0,004
-3,700	6,114	-0,200	-51,229	-0,004
-3,800	7,133	-0,200	-50,995	-0,004
-3,900	8,152	-0,200	-50,770	-0,004
-4,000	9,171	-0,200	-50,553	-0,004
-4,100	10,190	-0,200	-50,343	-0,004
-4,600	15,285	-0,200	-49,386	-0,003
-5,200	21,399	-0,200	-48,376	-0,003
-6,200	31,589	-0,200	-46,868	-0,002
-7,200	41,779	-0,200	-45,426	-0,002
-8,200	51,969	-0,200	-43,964	-0,001

Depth [m]	Effective Stress [kPa]	Hydraulic head [m]	Loading [kPa]	Settlement [m]
-8,800	58,083	-0,200	-43,068	-0,001
-9,400	64,197	-0,200	-42,159	-0,001
-10,000	70,311	-0,200	-41,243	-0,001
-11,000	80,501	-0,200	-39,715	-0,001
-12,000	90,691	-0,200	-38,206	0,000
-13,000	100,881	-0,200	-36,735	0,000
-14,000	111,071	-0,200	-35,313	0,000
-14,500	116,166	-0,200	-34,624	0,000

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

Depth [m]	Effective Stress [kPa]	Hydraulic head [m]	Loading [kPa]	Settlement [m]
-3,100	0,000	-0,200	-47,103	-0,005
-3,200	1,019	-0,200	-47,129	-0,005
-3,300	2,038	-0,200	-47,164	-0,005
-3,400	3,057	-0,200	-47,208	-0,005
-3,500	4,076	-0,200	-47,262	-0,005
-3,600	5,095	-0,200	-47,328	-0,004
-3,700	6,114	-0,200	-47,404	-0,004
-3,800	7,133	-0,200	-47,492	-0,004
-3,900	8,152	-0,200	-47,588	-0,004
-4,000	9,171	-0,200	-47,694	-0,004
-4,100	10,190	-0,200	-47,805	-0,004
-4,600	15,285	-0,200	-48,401	-0,003
-5,200	21,399	-0,200	-48,968	-0,003
-6,200	31,589	-0,200	-49,097	-0,002
-7,200	41,779	-0,200	-48,286	-0,002
-8,200	51,969	-0,200	-46,904	-0,001
-8,800	58,083	-0,200	-45,926	-0,001
-9,400	64,197	-0,200	-44,888	-0,001
-10,000	70,311	-0,200	-43,821	-0,001
-11,000	80,501	-0,200	-42,026	-0,001
-12,000	90,691	-0,200	-40,259	0,000
-13,000	100,881	-0,200	-38,553	0,000
-14,000	111,071	-0,200	-36,923	0,000
-14,500	116,166	-0,200	-36,139	0,000

4 Settlements

4.1 Settlements

Vertical number	X co-ordinate [m]	Z co-ordinate [m]	Surface level [m]	Settlement [m]
1	10,00	0,00	0,77	0,002
2	35,00	0,00	0,77	0,002
3	45,00	0,00	-2,27	-0,005
4	47,50	0,00	-3,10	-0,005
5	50,00	0,00	-3,10	-0,005

4.2 Residual Times

Vertical number	Time [days]	Settlement [m]	Part of final settlement [%]	Residual settlements [m]
1	5	0,000	0,000	0,002
	10	0,000	0,000	0,002
	52	0,004	152,153	-0,001
	100	0,002	100,000	0,000
2	5	0,000	0,000	0,002
	10	0,000	0,000	0,002
	52	0,003	183,990	-0,002
	100	0,002	100,000	0,000
3	5	0,000	0,000	-0,005
	10	0,000	0,000	-0,005
	52	-0,004	78,218	-0,001
	100	-0,005	100,000	0,000
4	5	0,000	0,000	-0,005
	10	0,000	0,000	-0,005
	52	-0,005	92,631	0,000
	100	-0,005	100,000	0,000
5	5	0,000	0,000	-0,005
	10	0,000	0,000	-0,005
	52	-0,005	85,470	-0,001
	100	-0,005	100,000	0,000

End of Report

