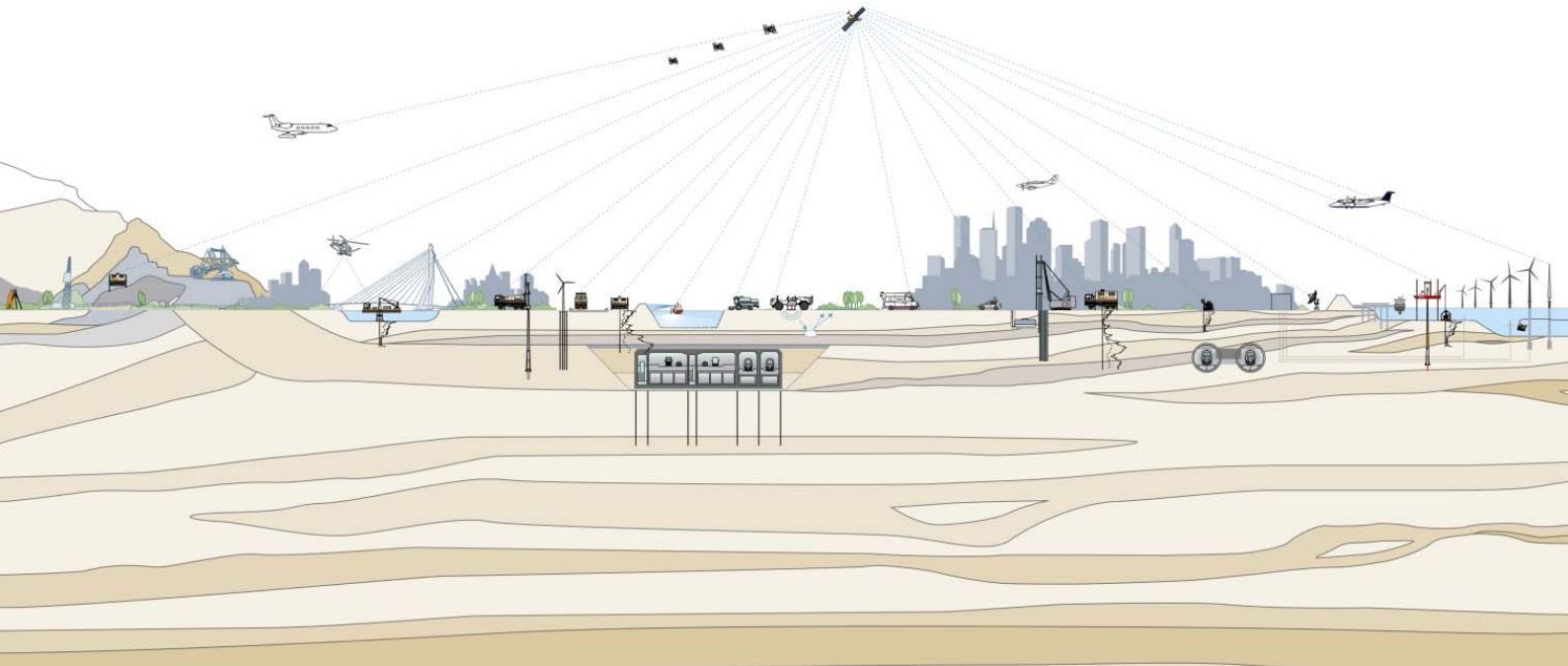
Rail Terminal Gelderland, zettingen kabels/leidingen

Document Nr.: 9018-0733-000.R01
Versie: 2.0
Datum: 10 oktober 2018



Opdrachtgever	Provincie Gelderland Postbus 9090 6800 GX Arnhem
Opdrachtnemer	Fugro NL Land B.V. Ringoven 37 6826 TP Arnhem T 026-369 84 44
Projectleider	ir. W.H.J. van der Velden

Versiebeheer

Rev	Omschrijving	Opgesteld	Gecontroleerd	Goedgekeurd	Datum
1.0	Initiële versie	WHV			27-08-2018
2.0	Locatie 5 toegevoegd, locatie 3/6/8 uitgebreid	WHV			10-10-2018

INHOUDSOPGAVE

1.	**INLEIDING**	**1**
2.	**STABILITEITSANALYSES**	**2**
2.1	Inleiding	2
2.2	Methode Bishop	2
2.3	Grondparameters	3
2.4	Berekende stabiliteitsfactor	4
2.5	Conclusie	6
3.	**ZETTINGSANALYSES**	**7**
3.1	Zetting	7
3.2	Inleiding	7
3.3	Berekende zetting locatie 3, leiding Liander	8
3.4	Berekende zetting locatie 4, leiding Vitens	9
3.5	Berekende zetting locatie 5, leiding Gasunie	11
3.6	Berekende zetting locatie 6, leiding Gasunie 42”	12
3.7	Berekende zetting locatie 8, leiding Gasunie 36”	14
3.8	Conclusie	16
4.	**VERVOLG**	**17**

BIJLAGEN

Boring B86.105 (project M-0596/09), locatie 3 (Liander)
Sondering DKM 86.113 (project M-0596/09), locatie 4 (Vitens)
Sondering DKM 86.109 (project M-0596), locatie 5 (Gasunie)
Sondering DKM 86.204 (project M-0582/080), locatie 6a (Gasunie 42”)
Sondering DKM 86.207 (project M-0582/081), locatie 6b (Gasunie 42”)
Sondering DKM 86.205 (project M-0582/080), locatie 8 (Gasunie 36”)

DSettlement rapportage locatie 3 (Liander)
DSettlement rapportage locatie 4 (Vitens)
DSettlement rapportage locatie 5 (Gasunie)
DSettlement rapportage locatie 6a (Gasunie 42”)
DSettlement rapportage locatie 6b (Gasunie 42”)
DSettlement rapportage locatie 8 (Gasunie 36”)

1. INLEIDING

Op 19 juli 2018 ontving Fugro NL Land B.V. te Arnhem van Provincie Gelderland te Arnhem de opdracht voor het uitvoeren van indicatieve zettingsberekeningen ter plaatse van kabels en leidingen bij het project Rail Terminal Gelderland.

Hier is een ophoging / grondwal voorzien met een hoogte van circa 5 m. In voorliggende rapportage wordt ingegaan op de te verwachten zettingen onder 4 van de aanwezige kabels/leidingen. Het gaat dan om leidingen van Liander, Vitens, Gasunie, Gasunie 42” en Gasunie 36” (respectievelijk locatie 3, 4, 5, 6 en 8). Opgemerkt wordt dat meer leidingen aanwezig zijn dan de hier beschouwde vijf. Tevens zijn enkele oriënterende stabiliteitsberekeningen uitgevoerd. Voor de in de berekeningen te hanteren bodemopbouw is gebruik gemaakt van sonderingen uit het archief van Fugro, welke zijn opgenomen in voorliggende rapportage.

De opdrachtgever heeft de volgende tekeningen ter beschikking gesteld:

- Rail Terminal Gelderland, Plankaart ontwerp ontsluiting, d.d. 22-06-2018, kenmerk BZ1145-BF5717-TE-VO-0101)
- Rail Terminal Gelderland, Profielen, d.d. 25-06-2018, kenmerk BZ1145-BF5717-TE-VO-0102
- Rail Terminal Gelderland, Situatie overzicht locatie proefsleuven, d.d. 18-05-2018, BF5717-101_BZ1145_VO-701

Tekeningen Euroradar:

- Grondradar detectie Rail Terminal Gelderland, locatie 3/11, EU18-078-TEK-01.2, versie 1.2, datum 16-08-2018 (betreft Liander) (Euroradar)
- Grondradar detectie Rail Terminal Gelderland, locatie 4/11, EU18-078-TEK-01.2, versie 1.2, datum 16-08-2018 (betreft Vitens) (Euroradar)
- Grondradar detectie Rail Terminal Gelderland, locatie 6/11, EU18-078-TEK-01.2, versie 1.2, datum 16-08-2018 (betreft Gasunie) (Euroradar)
- Grondradar detectie Rail Terminal Gelderland, locatie 8/11, EU18-078-TEK-01.2, versie 1.2, datum 16-08-2018 (betreft Gasunie) (Euroradar)

Profielen Royal HaskoningDHV:

- Rail Terminal Gelderland, Dwarsprofiel kruising kabels en leidingen, Profiel 3, Leidingbeheerder TenneT, BF5717-TE-VO-8203, status concept, documentversie 0.2, in bewerking 22-08-2018
- Rail Terminal Gelderland, Dwarsprofiel kruising kabels en leidingen, Profiel 4, Leidingbeheerder Vitens, BF5717-TE-VO-8204, status concept, documentversie 0.2, in bewerking 22-08-2018
- Rail Terminal Gelderland, Dwarsprofiel kruising kabels en leidingen, Profiel 5, Leidingbeheerder Gasunie, BF5717-TE-VO-8205, status concept, documentversie 0.2, in bewerking 22-08-2018
- Rail Terminal Gelderland, Dwarsprofiel kruising kabels en leidingen, Profiel 6, Leidingbeheerder Gasunie, BF5717-TE-VO-8206, status concept, documentversie 0.2, in bewerking 22-08-2018
- Rail Terminal Gelderland, Dwarsprofiel kruising kabels en leidingen, Profiel 8, Leidingbeheerder Gasunie, BF5717-TE-VO-8208, status concept, documentversie 0.2, in bewerking 22-08-2018

Fugro staat niet in voor de juistheid en/of volledigheid van de door derden verstrekte informatie en gegevens. De resultaten van dit onderzoek zijn gebaseerd op de opdracht en de in het rapport beschreven uitgangspunten. Fugro neemt geen verantwoordelijkheid voor de juistheid van andere dan door ons gerapporteerde conclusies en interpretaties. De gerapporteerde resultaten van het geotechnisch onderzoek mogen slechts worden gehanteerd voor het doel zoals in de opdracht is beschreven.

2. STABILITEITSANALYSES

2.1 Inleiding

De lay-out van de ophoging is nog niet definitief vastgesteld. De in hoofdstuk 1 genoemde tekening met profielen met kenmerk BZ1145-BF5717-TE-VO-0102 geeft een ophoging weer met een talud 1:1,5 aan de spoorzijde en een talud 1:3 aan de andere zijde (A). Aan laatstgenoemde zijde is op 4 m afstand van de teen een watergang aanwezig. De ophoging heeft een hoogte van circa 5 m, waarbij geen sprake is van een horizontaal vlak op het hoogste niveau. De beide taluds worden ingericht als robuuste groene zone. De ophoging bestaat uit gebiedseigen grond.

De mogelijkheid bestaat om de ophoging qua lay-out uit te breiden, waarbij de tenen van de taluds ongewijzigd blijven en het 1:3 talud steiler wordt uitgevoerd. Aan de spoorzijde blijft het talud en de positie van de kruin ongewijzigd. Vraag is echter in hoeverre het talud aan de niet-spoorzijde steiler kan worden uitgevoerd met het oog op de stabiliteit van het talud in combinatie met de watergang nabij de teen van het talud.

De profielen van Royal HaskoningDHV gaan uit van een talud van circa 1:3 aan de niet-spoorzijde, kennen een horizontaal vlak op het hoogste niveau (2 kruinen) en een afstand tot de watergang die iets groter lijkt te zijn als op tekening BZ1145-BF5717-TE-VO-0102 aangegeven (B). Daarnaast is de watergang ondieper dan oorspronkelijk aangegeven.

- Locatie 6b (leiding Gasunie 42”) kent een talud van circa 1:3,8 en een watergang op circa 6,4 m afstand van de teen van voornoemd talud.
- Locatie 8 (leiding Gasunie 36”) kent een talud van circa 1:2,9 en een watergang op circa 5 m afstand van de teen van voornoemd talud.

In voorliggend hoofdstuk wordt op basis van (A) een aantal stabiliteitsberekeningen gepresenteerd om te kijken naar de mogelijke lay-out van de ophoging en wordt op basis van (B) een controle op de eindstabiliteit uitgevoerd.

2.2 Methode Bishop

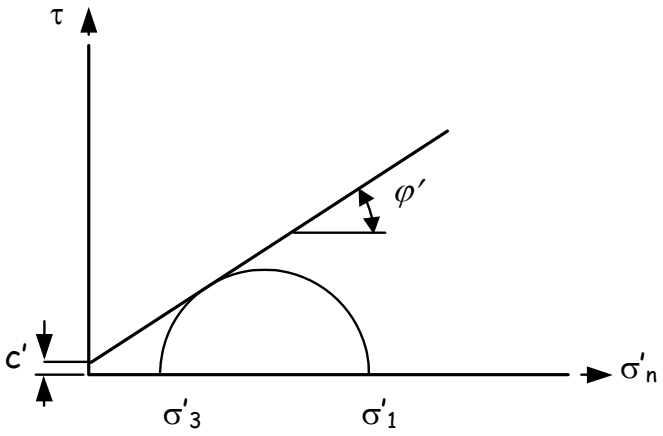
De stabiliteit van de ophogingen is geanalyseerd door het uitvoeren van glijvlakberekeningen volgens de vereenvoudigde methode Bishop met het computerprogramma DGeoStability. Hierbij wordt de veiligheidsfactor van een grondmoot langs een cirkelvormig glijvlak berekend. De stabiliteit van het talud is afhankelijk van:

- de sterkte van de grond;
- de grootte van de ophoging;
- de wateroverspanning in de ondergrond en dus de snelheid van ophogen, de hoogte van de ophoging en de doorlatendheid van de ondergrond;
- de taludhelling inclusief de aanwezigheid van een steunberm;
- de aanwezigheid van een sloot of watergang bij de teen van een talud.

Omdat de uitgevoerde stabiliteitsberekeningen oriënterend van aard zijn, is uitgegaan van gemiddelde waarden van de grondparameters. Indien wordt uitgegaan van deze waarden van de grondparameters bedraagt de benodigde minimale veiligheidsfactor (SF) 1,0 in de eindfase. Daarnaast is geen rekening gehouden met de opgetreden zetting (of een gedeelte daarvan) en zijn de aanpassingspercentages (de mate waarin de korrelspanning is aangepast aan het gewicht van de aangebrachte ophogingen) op

100% gezet. Dat wil zeggen dat gekeken is naar de eindsituatie, waarbij geen sprake is van wateroverspanningen (de hydrodynamische periode is verstreken).

De ondergrond is verdeeld in een aantal lagen waarbij voor iedere laag het volumegewicht en de wrijvingseigenschappen (hoek van inwendige wrijving φ' en de cohesie c') zijn bepaald, zie onderstaand figuur. Deze parameters (gemiddelde waarden) zijn bepaald aan de hand van interpretatie van het grondonderzoek (archief) alsmede ervaring.



Figuur 2.1: Schuifweerstand

2.3 Grondparameters

Op basis van de resultaten van het archiefonderzoek zijn 2 bodemopbouwen gehanteerd voor de stabiliteitsberekeningen, namelijk een maatgevend profiel en een gemiddeld profiel, ter bepaling van de mogelijke lay-out van de ophoging. De sterkteparameters voor de verschillende grondlagen zijn uit het sondeerbeeld afgeleid, zie tabel 2.1.

Tabel 2.1: Gemiddelde waarden sterkteparameters maatgevend profiel

Grondlaag	Bovenkant laag [m t.o.v. NAP]	γ_{sat} [kN/m^3]	c' [kPa]	φ' [^{0}]
Ophoging	13,0	17	0,5	22,5
Klei, uitgedroogd	8,0	17	1,0	22,5
Klei, humeus	7,0	16	3,0	22,5
Klei	6,0	16	3,0	22,5
Zand	2,8	20	0	32,5

In het gemiddelde profiel is de overgang van klei naar zand aangehouden op NAP + 5,5 m in plaats van NAP + 2,8 m. De waarden voor de sterkteparameters zijn voor beide profielen gelijk. De grondwaterstand is in de berekening aangehouden op NAP + 7,25 m.

Daarnaast zijn stabiliteitsberekeningen uitgevoerd voor locatie 6b en locatie 8. Voor de beschrijving van deze locaties en de bijbehorende bodemopbouw wordt verwezen naar respectievelijk paragraaf 3.5 en 3.6. De parameters zoals opgenomen tabel 2.1 zijn aangehouden.

De ophoging in alle stabiliteitsberekeningen bestaat uit grond met een volumiek gewicht van 17 kN/m^3.

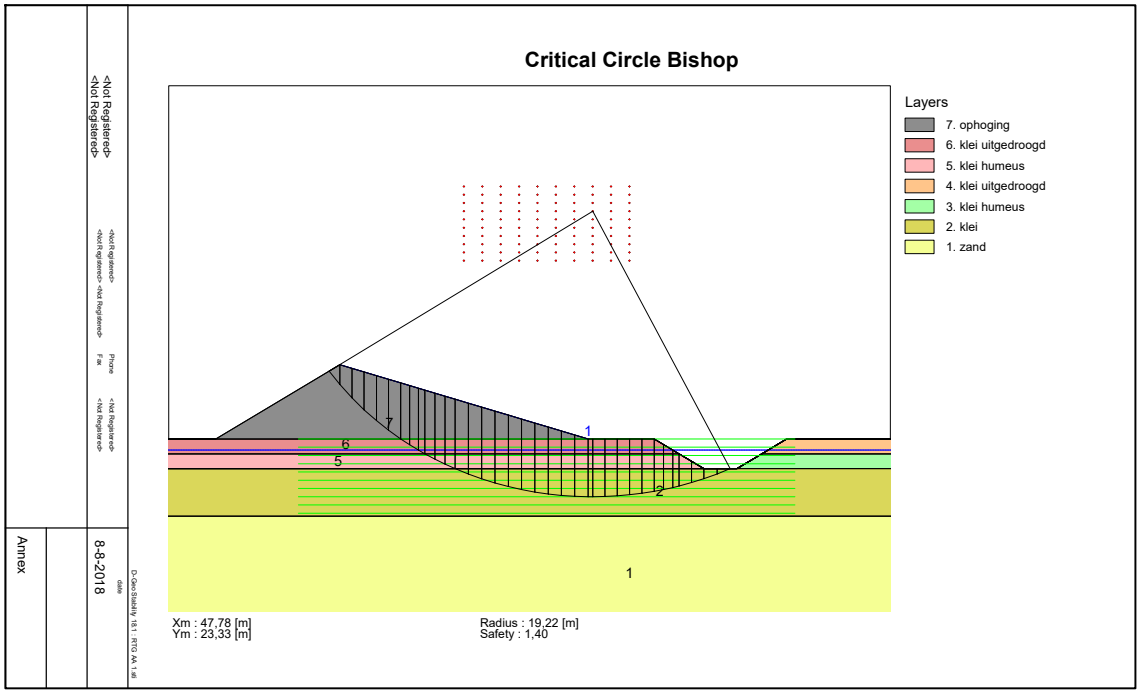
2.4 Berekende stabiliteitsfactor

De berekeningsresultaten zijn als volgt.

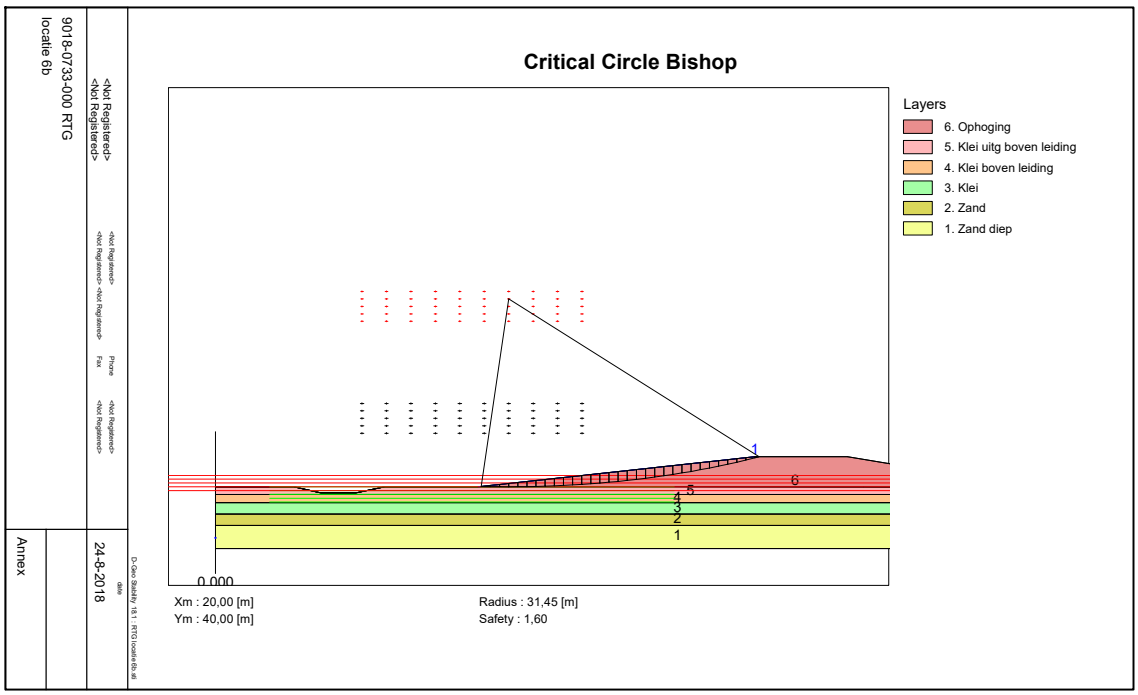
Maatgevend bodemprofiel, talud niet-spoorzijde 1:3	SF = 1,40 (door watergang)
Maatgevend bodemprofiel, talud niet-spoorzijde 1:1,5	SF = 0,96 (door watergang)
Gemiddeld bodemprofiel, talud niet-spoorzijde 1:3	SF = 1,41 (niet door watergang)
Gemiddeld bodemprofiel, talud niet-spoorzijde 1:1,5	SF = 0,92 (niet door watergang)
Locatie 6b (leiding Gasunie 42”), talud niet-spoorzijde 1:3,8	SF = 1,60 (niet door watergang)
Locatie 8 (leiding Gasunie 36”), talud niet-spoorzijde 1:2,9	SF = 1,35 (niet door watergang)

De vereiste waarde van de stabiliteitsfactor bedraagt 1,0.

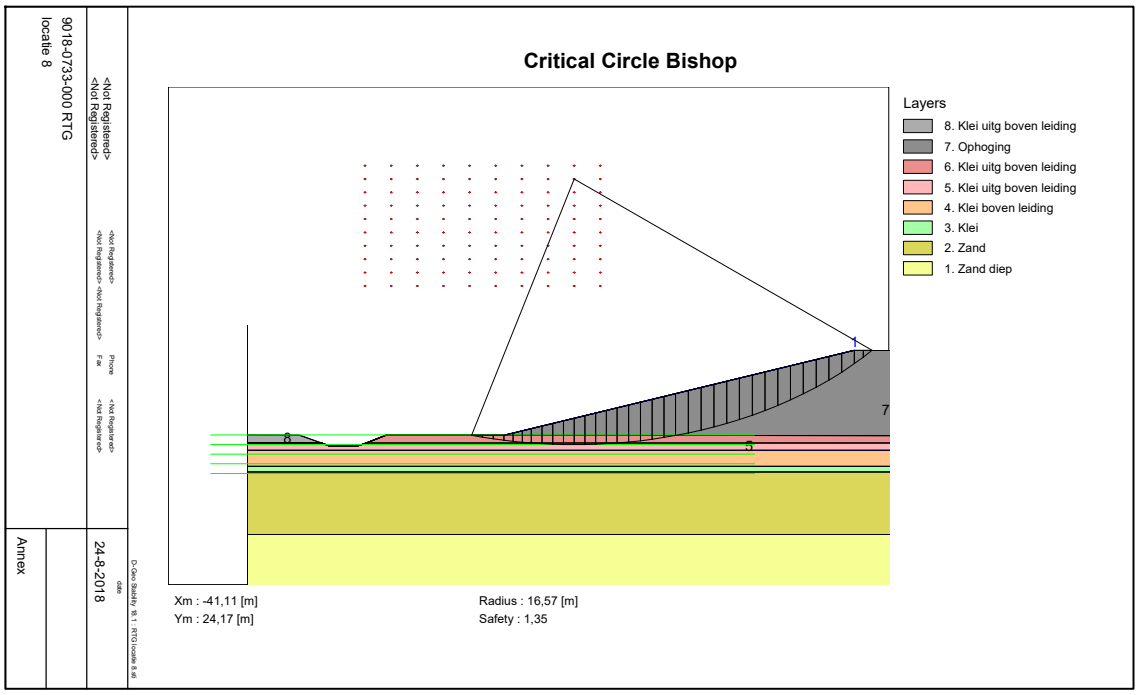
In onderstaande figuur is de glijcirkel weergegeven behorende bij het maatgevende bodemprofiel met een talud 1:3 aan de niet-spoorzijde.



Figuur 2.2: Glijcirkel maatgevend bodemprofiel, talud 1:3



Figuur 2.3: Glijcirkel locatie 6b (leiding Gasunie 42")



Figuur 2.4: Glijcirkel locatie 8 (leiding Gasunie 36")

2.5 Conclusie

De verschillen tussen beide gehanteerde bodemprofielen (maatgevend en gemiddeld) ter bepaling van de mogelijke lay-out zijn beperkt qua berekende stabiliteitsfactor. De berekende factor voor het talud van 1:3 aan de niet-spoorzijde voldoet ruim aan de gestelde eis, terwijl de waarde voor het steilere talud bij beide bodemopbouwen juist niet voldoet (waarde stabiliteitsfactor kleiner dan 1,0).

De resultaten van de stabiliteitsberekeningen voor locatie 6b en 8, uitgevoerd op basis van de profielen van Royal HaskoningDHV met een talud van circa 1:3, voldoen beide aan de gestelde eis voor de stabiliteitsfactor.

In de zettingsberekeningen in hoofdstuk 3 is uitgegaan van de profielen per locatie van Royal HaskoningDHV, waarbij aan de niet-spoorzijde sprake is van een talud van circa 1:3.

Benadrukt wordt dat de uitgevoerde stabiliteitsberekeningen oriënterend van aard zijn (geen definitieve berekeningen) en dat niet is gekeken naar de stabiliteit in de uitvoeringsfase. Er is daarnaast geen rekening gehouden met opgetreden zettingen en het aanwezig zijn van bovenbelastingen.

3. ZETTINGSANALYSES

3.1 Zetting

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

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

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

Waarin:

s = zetting, samendrukking [m]
d = laagdikte [m]
C_p = primaire samendrukkingscoëfficiënt
C_s = secundaire samendrukkingscoëfficiënt
t = tijd [dagen]; voor 30 jaar: log t = circa 4
$\sigma'_{v;z}$ = oorspronkelijke verticale korrelspanning [kN/m²]
$\Delta\sigma'_{v;z}$ = verticale korrelspanningsverhoging [kN/m²]

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

De stijfheidseigenschappen van de bodem zijn bepaald aan de hand van een interpretatie van archiefsonderingen alsmede op basis van ervaring. Bij de analyses is rekening gehouden met het onder water zakken van de grondlagen, waardoor het effectief gewicht van de ophoging vermindert. De berekeningen geven de zogenaamde eindzettingen, dat wil zeggen de zettingen die over een periode van ca. 30 jaar optreden. De onnauwkeurigheid in de berekende zetting bedraagt circa 50 %.

3.2 Inleiding

Per leiding zijn zettingsberekeningen uitgevoerd. De gehanteerde bodemopbouw, bodemeigenschappen en grondwaterstand zijn per leiding weergegeven in tabellen. Per locatie zijn de relevante samendrukkingseigenschappen gegeven, zijnde:

γ = *volumiek gewicht [kN/m³]*
C' = *samendrukkingsconstante [-]*

Voor de per laag genoemde waarden is gebruik gemaakt van ervaring en/ of correlaties op basis van bijvoorbeeld de conusweerstand (archiefsonderingen).

De ophoging wordt opgebouwd uit gebiedseigen grond. Veiligheidshalve is in de zettingsberekeningen uitgegaan van een volumiek gewicht van 18/20 kN/m^3.

In de zettingsberekeningen zijn de lagen boven onderkant leiding onsamendrukbaar gemaakt, dat wil zeggen dat alleen zettingen worden berekend uit de samendrukbare lagen onder onderkant leiding. De werkelijke optredende zettingen ten gevolge van het aanleggen van de ophoging zijn derhalve groter dan hetgeen hier gepresenteerd. In de berekeningen is geen zettingscompensatie meegenomen, er zijn zettingen berekend ten gevolge van het aanleggen van de netto ophoging.

Daarnaast wordt niet ingegaan op het tijd-zettingsverloop, de gepresenteerde zettingen zijn eindzettingen welke optreden in 30 jaar.

De berekende zettingen zijn indicatief door enerzijds het gebruik van archiefsonderingen, welke mogelijk niet de situatie ter plaatse van de leiding weergeven, en anderzijds door het ontbreken van laboratoriumonderzoek.

De zetting is berekend voor de bruikbaarheidsgrenstoestand (BGT) zodat alle partiële factoren de waarde 1,0 hebben.

3.3 Berekende zetting locatie 3, leiding Liander

Uitgangspunten:

- Boring B86.105 van project M-0596/09
- Maaiveld circa NAP + 8,0 m
- Bovenkant ophoging NAP + 13,4 m
- Bovenkant leiding MV - 1,4 à - 1,6 m
- Onderkant leiding aangehouden op NAP + 7,0 m
- Bodemopbouw en grondwaterstand: zie onderstaande tabel

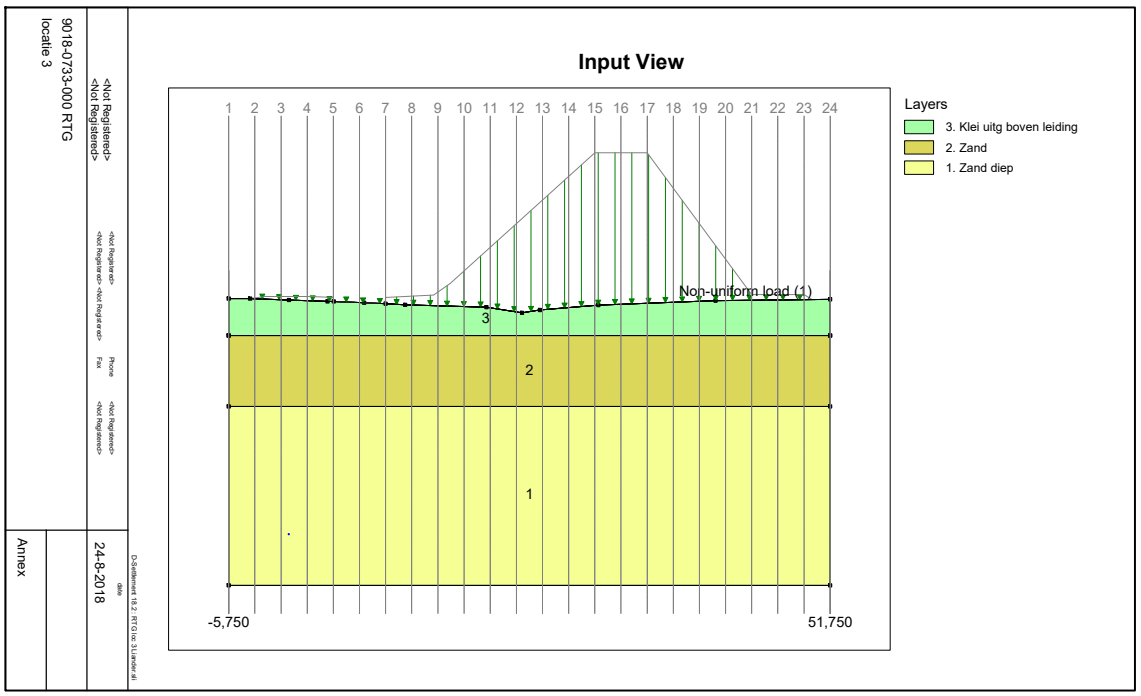
Tabel 3.1: Globale bodemgesteldheid t.p.v. leiding Liander

Diepte in m t.o.v. NAP			Bodembeschrijving	γ [kN/m^3]	C' [-]
8,0	tot	7,0	KLEI, uitgedroogd	17	30
7,0	tot	4,5	ZAND	18/20	100
4,5	tot	-1,8	ZAND	18/20	250

aangehouden grondwaterstand = NAP + 7,0 m

Ter plaatse van locatie 3, leiding Liander, wordt ten gevolge van de aanleg van de netto ophoging, een maximale zetting berekend onder onderkant leiding van circa 0,03 m in 30 jaar.

In de bijlagen is een DSettlement rapportage opgenomen met het zettingsverloop over het leidingtracé per verticaal (h.o.h. circa 2,5 m) en de resultaten voor de maatgevende verticaal (in dit geval verticaal 16).



Figuur 3.1: Doorsnede locatie 3, leiding Liander

Bovenstaande situatie betreft de kruising van de leiding met de ophoging (maatgevende situatie), in werkelijkheid zal de leiding niet kruisen maar nabij de teen van de ophoging langs de ophoging liggen. De afstand tussen teen ophoging en leiding bedraagt circa 3,0 m, de onderzijde van de leiding ligt op circa NAP + 7,0 m. Op deze positie wordt ten gevolge van het aanbrengen van de netto ophoging een maximale zetting berekend onder onderkant leiding van circa 0,002 m in 30 jaar.

3.4 Berekende zetting locatie 4, leiding Vitens

Uitgangspunten:

- Sondering DKM86.113 van project M-0596/09
- Maaiveld circa NAP + 8,2 m
- Bovenkant ophoging NAP + 13,5 m
- Bovenkant leiding MV - 1,3 m
- Onderkant leiding aangehouden op NAP + 6,9 m
- Bodemopbouw en grondwaterstand zie onderstaande tabel

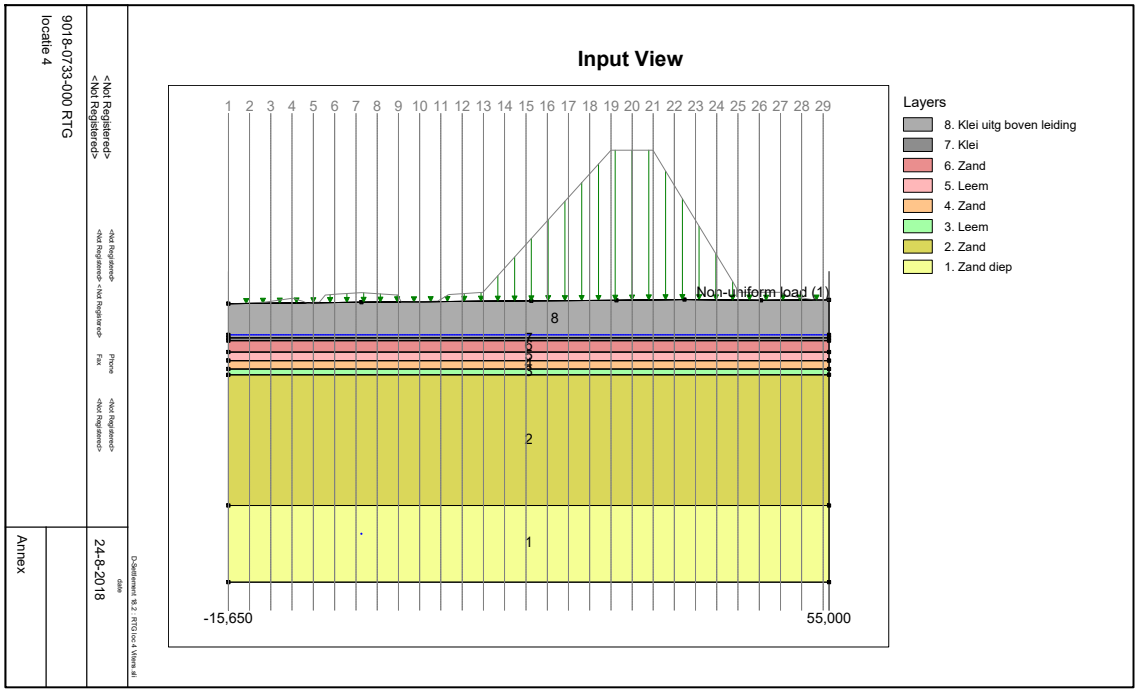
Tabel 3.2: Globale bodemgesteldheid t.p.v. leiding Vitens

Diepte in m t.o.v. NAP			Bodembeschrijving	γ [kN/m^3]	C' [-]
8,2	tot	7,0	KLEI, uitgedroogd	17	30
7,0	tot	6,8	KLEI	16	10
6,8	tot	6,4	ZAND	18/20	100
6,4	tot	6,1	KLEI	16	15
6,1	tot	5,8	ZAND	18/20	100
5,8	tot	5,6	KLEI	16	15
5,6	tot	1,0	ZAND	18/20	100
1,0	tot	-1,7	ZAND	18/20	250

aangehouden grondwaterstand = NAP + 7,0 m

Ter plaatse van locatie 4, leiding Vitens, wordt ten gevolge van de aanleg van de netto ophoging, een maximale zetting berekend onder onderkant leiding van circa 0,09 m in 30 jaar.

In de bijlagen is een DSettlement rapportage opgenomen met het zettingsverloop over het leidingtracé per verticaal (h.o.h. circa 2,5 m) en de resultaten voor de maatgevende verticaal (in dit geval verticaal 20).



Figuur 3.2: Doorsnede locatie 4, leiding Vitens

3.5 Berekende zetting locatie 5, leiding Gasunie

Uitgangspunten:

- Sondering DKM86.109 van project M-0596
- Maaiveld circa NAP + 8,25 m
- Bovenkant ophoging NAP + 13,6 m
- Bovenkant leiding varieert (betreft gestuurde boring)
- Onderkant leiding t.p.v. hart ophoging aangehouden op NAP -2,2 m
- Onderkant leiding (ondiepste positie binnen invloedsgebied ophoging) op NAP + 1,4 m
- Bodemopbouw en grondwaterstand:

Tabel 3.3: Globale bodemgesteldheid t.p.v. leiding Gasunie (DKM86.109)

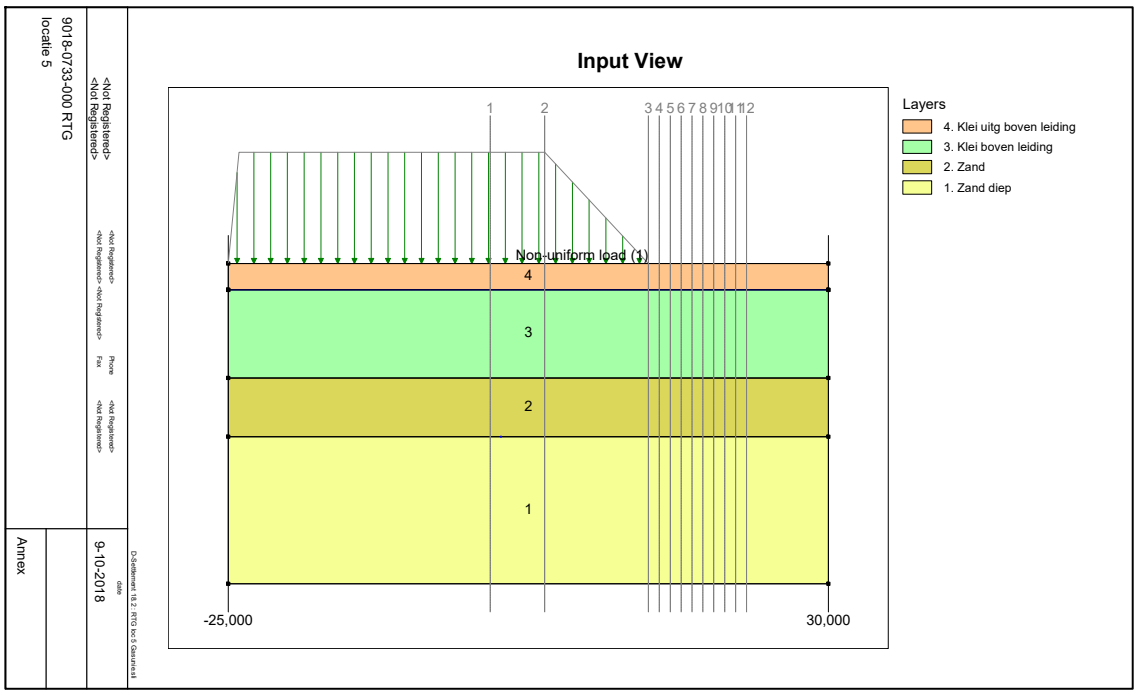
Diepte in m t.o.v. NAP			Bodembeschrijving	γ [kN/m^3]	C' [-]
8,2	tot	7,0	KLEI, uitgedroogd	17	30
7,0	tot	2,8	KLEI	16	8
2,8	tot	0	ZAND	18/20	100
0	tot	-7,0	ZAND	18/20	250

aangehouden grondwaterstand = NAP + 7,0 m

Indien geen coupure wordt gerealiseerd ter plaatse van de kruising met deze leiding van Gasunie wordt ter plaatse van het hart van de ophoging een zetting berekend onder onderzijde leiding (NAP -2,2 m) van 0,01 m in 30 jaar ten gevolge van het aanbrengen van de netto ophoging. Buiten de ophoging wordt binnen de invloedszone op positie NAP +1,4 m een zetting van 0,02 m berekend in 30 jaar.

Bij toepassing van een coupure wordt bij een horizontale afstand van 6 m tussen teen ophoging en leiding een zetting van 0,001 m berekend ter plaatse van onderzijde leiding. Indien 8 m in de berekening wordt aangehouden als horizontale afstand tussen teen ophoging en leiding wordt een zetting van 0,0 m berekend in 30 jaar ten gevolge van het aanbrengen van de netto ophoging.

In de bijlagen is een DSettlement rapportage opgenomen. De berekende doorsnede betreft geen werkelijke doorsnede, in de berekening zijn zowel zettingen berekend onder als naast de ophoging. Verticaal 1 betreft de situatie onder de ophoging, verticaal 3 en hoger betreffen verschillende posities ten opzichte van de teen van de ophoging. Er is geen zettingsverloop over het leidingtracé gegeven.



Figuur 3.3: Doorsnede (niet conform werkelijkheid) locatie 5, leiding Gasunie

3.6 Berekende zetting locatie 6, leiding Gasunie 42”

Uitgangspunten:

- Sondering DKM86.204 van project M-0582/080 en DKM86.207 van project M-0582/081
- Maaiveld circa NAP + 8,5 m
- Bovenkant ophoging NAP + 13,6 m
- Bovenkant leiding MV -1,5 à -1,6 m
- Onderkant leiding aangehouden op NAP + 5,9 m
- Bodemopbouw en grondwaterstand:

Tabel 3.4: Globale bodemgesteldheid t.p.v. leiding Gasunie 42” (DKM86.204)

Diepte in m t.o.v. NAP			Bodembeschrijving	γ [kN/m^3]	C' [-]
8,5	tot	7,2	KLEI, uitgedroogd	17	30
7,2	tot	5,6	KLEI	16	8
5,6	tot	2,0	ZAND	18/20	100
2,0	tot	-1,8	ZAND	18/20	250

aangehouden grondwaterstand = NAP + 7,2 m

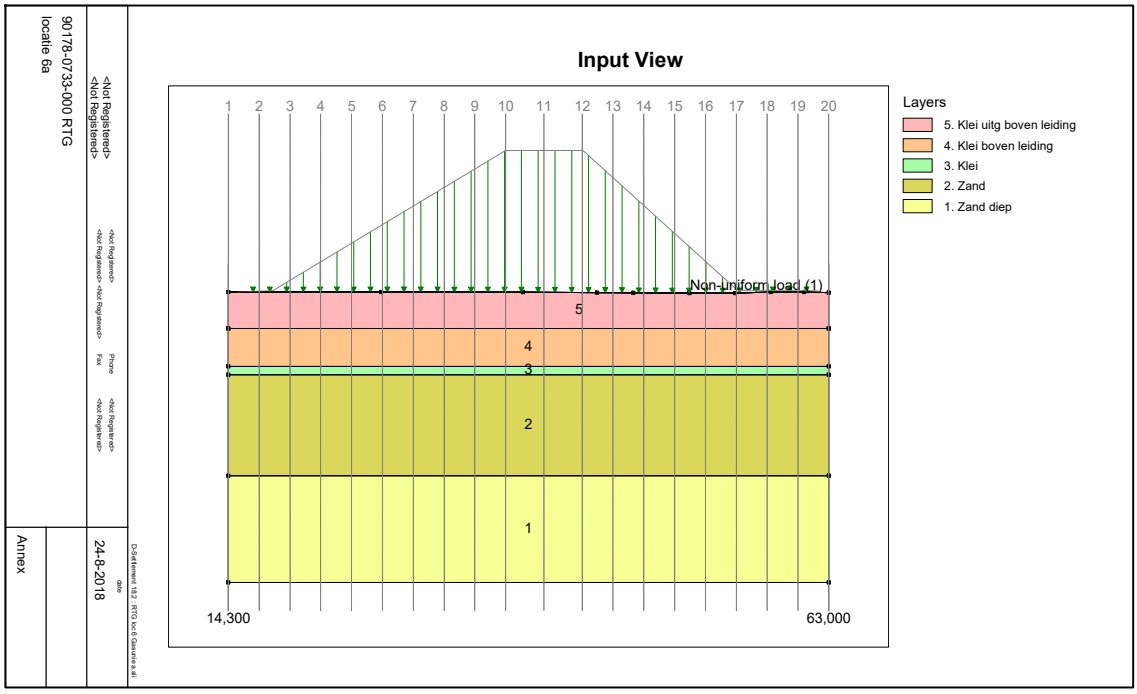
Tabel 3.5: Globale bodemgesteldheid t.p.v. leiding Gasunie 42" (DKM86.207)

Diepte in m t.o.v. NAP			Bodembeschrijving	γ [kN/m^3]	C' [-]
8,5	tot	7,2	KLEI, uitgedroogd	17	30
7,2	tot	6,0	KLEI	16	8
6,0	tot	3,5	KLEI, zandlensje	16	6
3,5	tot	2,1	ZAND	18/20	100
2,1	tot	-1,8	ZAND	18/20	250

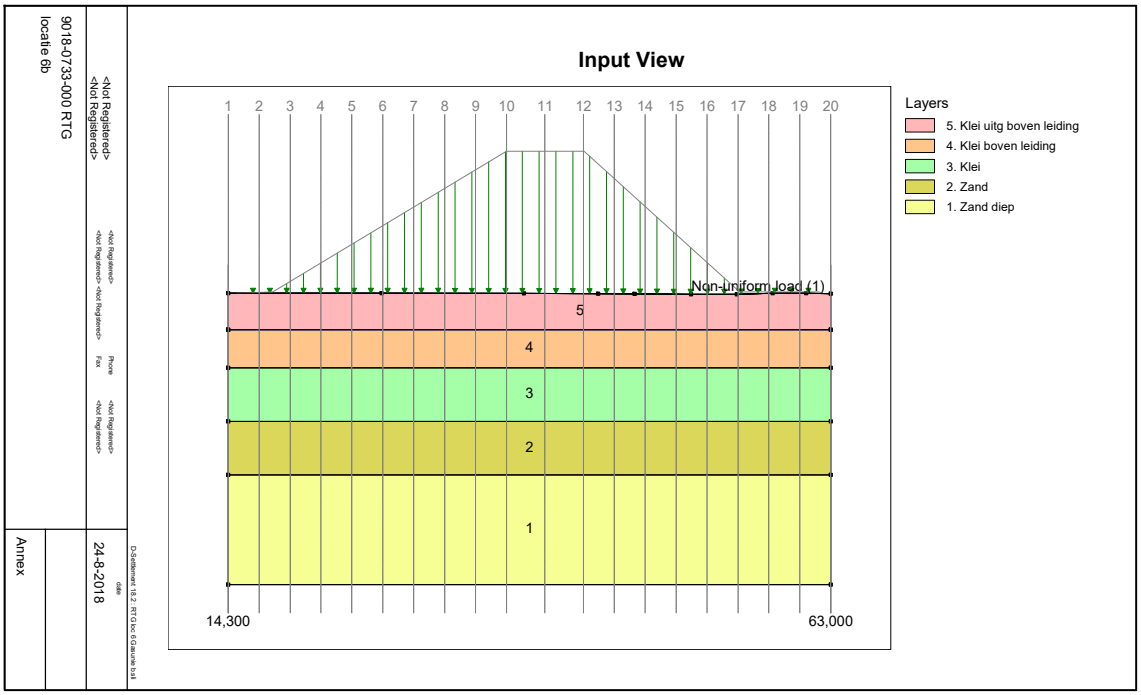
aangehouden grondwaterstand = NAP + 7,2 m

Omdat nabij deze leiding sonderingen worden aangetroffen met een verschillende bodemopbouw zijn op basis van twee sonderingen zettingsberekeningen uitgevoerd. Ter plaatse van locatie 6, leiding Gasunie, 42", wordt ten gevolge van de aanleg van de netto ophoging, een maximale zetting berekend onder onderkant leiding van circa 0,07 m in 30 jaar (sondering DKM86.204, locatie 6a) en van circa 0,38 m in 30 jaar (sondering DKM86.207, locatie 6b).

In de bijlagen is een DSettlement rapportage opgenomen met het zettingsverloop over het leidingtracé per verticaal (h.o.h. circa 2,5 m) en de resultaten voor de maatgevende verticaal (in dit geval verticaal 11) voor zowel locatie 6a als voor locatie 6b.



Figuur 3.4: Doorsnede locatie 6a, leiding Gasunie 42"



Figuur 3.5: Doorsnede locatie 6b, leiding Gasunie 42”

Indien een coupure wordt gerealiseerd in de ophoging met als doel een situatie te creëren waarbij de zetting op onderkant leiding 0 m bedraagt, dient de horizontale afstand tussen teen ophoging en leiding op basis van sondering DKM86.204 en sondering DKM86.207 respectievelijk minimaal 4 en 6 m te bedragen.

3.7 Berekende zetting locatie 8, leiding Gasunie 36”

Uitgangspunten:

- Sondering DKM86.205 van project M-0582/080
- Maaiveld circa NAP + 8,2 m
- Bovenkant ophoging NAP + 13,5 m
- Bovenkant leiding MV -0,8 à -0,9 m. Het betreft hier waarschijnlijk beschermplaten, zodat deze waarde niet is meegenomen als uitgangspunt in de zettingsberekening.
- Onderkant leiding aangehouden op NAP + 6,25 m
- Bodemopbouw en grondwaterstand:

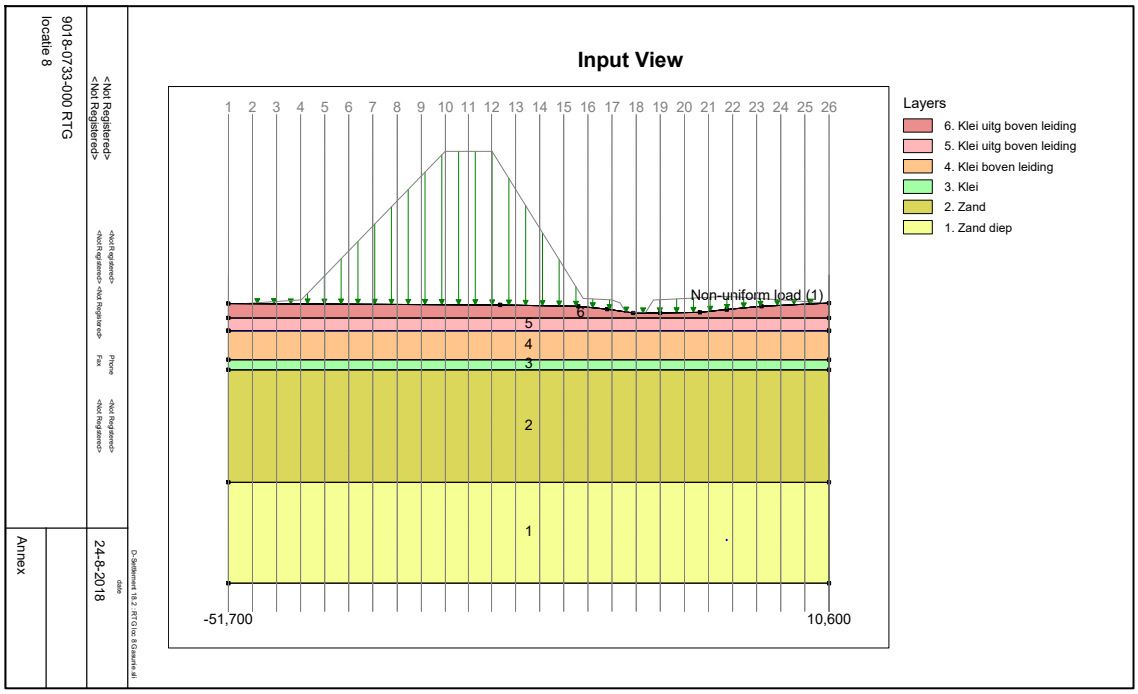
Tabel 3.6: Globale bodemgesteldheid t.p.v. leiding Gasunie 36"

Diepte in m t.o.v. NAP			Bodembeschrijving	γ [kN/m^3]	C' [-]
8,2	tot	7,2	KLEI, uitgedroogd	17	30
7,2	tot	5,9	KLEI	16	9
5,9	tot	2,0	ZAND	18/20	100
2,0	tot	-1,5	ZAND	18/20	250

aangehouden grondwaterstand = NAP + 7,2 m

Ter plaatse van locatie 8, leiding Gasunie 36", wordt ten gevolge van de aanleg van de netto ophoging, een maximale zetting berekend onder onderkant leiding van circa 0,09 m in 30 jaar.

In de bijlagen is een DSettlement rapportage opgenomen met het zettingsverloop over het leidingtracé per verticaal (h.o.h. circa 2,5 m) en de resultaten voor de maatgevende verticaal (in dit geval verticaal 11).



Figuur 3.6: Doorsnede locatie 8, leiding Gasunie 36"

Indien een coupure wordt gerealiseerd in de ophoging met als doel een situatie te creëren waarbij de zetting op onderkant leiding 0 m bedraagt, dient de horizontale afstand tussen teen ophoging en leiding op basis van sondering DKM86.205 minimaal 3 m te bedragen.

3.8 Conclusie

In voorgaande paragrafen is per locatie de zetting onder onderkant leiding berekend, waarbij uitgangspunten per locatie zijn genoemd. Hieronder volgen nogmaals de maximaal berekende zettingen in 30 jaar per locatie:

- Locatie 3, Liander, zetting circa 0,03 m, leiding naast ophoging zetting circa 0,002 m
- Locatie 4, Vitens, zetting circa 0,09 m
- Locatie 5, Gasunie, zetting onder ophoging 0,01 m, zetting invloedsgebied buiten ophoging 0,02 m, coupure: horizontale afstand teen ophoging – leiding minimaal 8 m
- Locatie 6, Gasunie 42”, zetting circa 0,07 m en 0,38 m (sondeerbeeld varieert), coupure: horizontale afstand teen ophoging – leiding minimaal respectievelijk 4 en 6 m
- Locatie 8, Gasunie 36”, zetting circa 0,09 m, coupure: horizontale afstand teen ophoging – leiding minimaal 3 m

In de DSettlement rapportages in de bijlagen is het verloop van de zettingen over de leidingen opgenomen. De berekende zettingen zijn indicatief door enerzijds het gebruik van archiefsonderingen, welke mogelijk niet de situatie ter plaatse van de leiding weergeven, en anderzijds door het ontbreken van laboratoriumonderzoek. De onnauwkeurigheid in de berekende zetting bedraagt circa 50%.

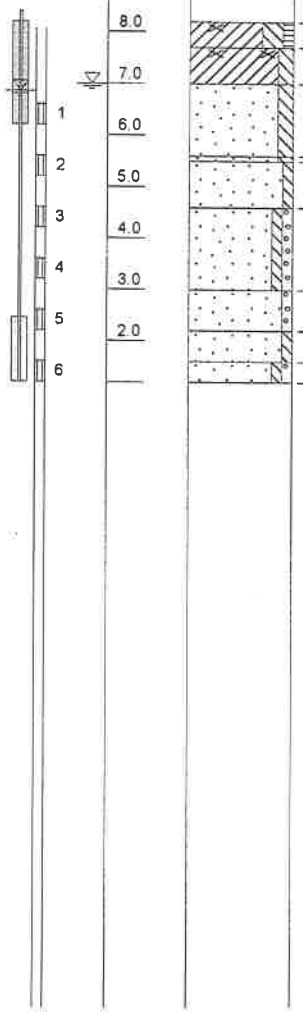
4. VERVOLG

De diverse leidingeigenaren dienen de hier gepresenteerde resultaten van de oriënterende zettingsberekeningen te beoordelen en te bepalen of e.e.a. toelaatbaar is.

De afstand tussen het bestaande grondonderzoek en de leiding is in een aantal gevallen groot en/of het aantal grondonderzoekspunten per leiding is beperkt. Voorgesteld wordt om bij iedere leiding 2 à 3 sonderingen (tot circa 10 m diepte) uit te voeren ter plaatse van de toekomstige ophoging op basis waarvan definitieve zettingsberekeningen gemaakt kunnen worden.

Met name bij de Gasunie 42” leiding (locatie 6) is mogelijk meer aanvullend onderzoek noodzakelijk, omdat de hier aanwezige archiefsonderingen een variërend beeld van de ondergrond laten zien. Overwogen kan worden om (op basis van het definitieve sondeerbeeld) hier ook boringen uit te voeren met laboratoriumonderzoek (op grondmonsters genomen onder onderzijde leiding) ter bepaling van de samendrukkingseigenschappen.

Aanbevolen wordt op basis van de definitieve zettingsberekeningen een monitoringsplan op te stellen, waarbij meetelementen op de leidingen of nabij de leidingen worden geplaatst (bij voorkeur op niveau onderkant leiding) te verificatie van de zettingen. Het aantal meetelementen en de meetfrequentie (tijdens en na ophogen) dient in overleg met de leidingeigenaren in het monitoringsplan te worden vastgelegd.



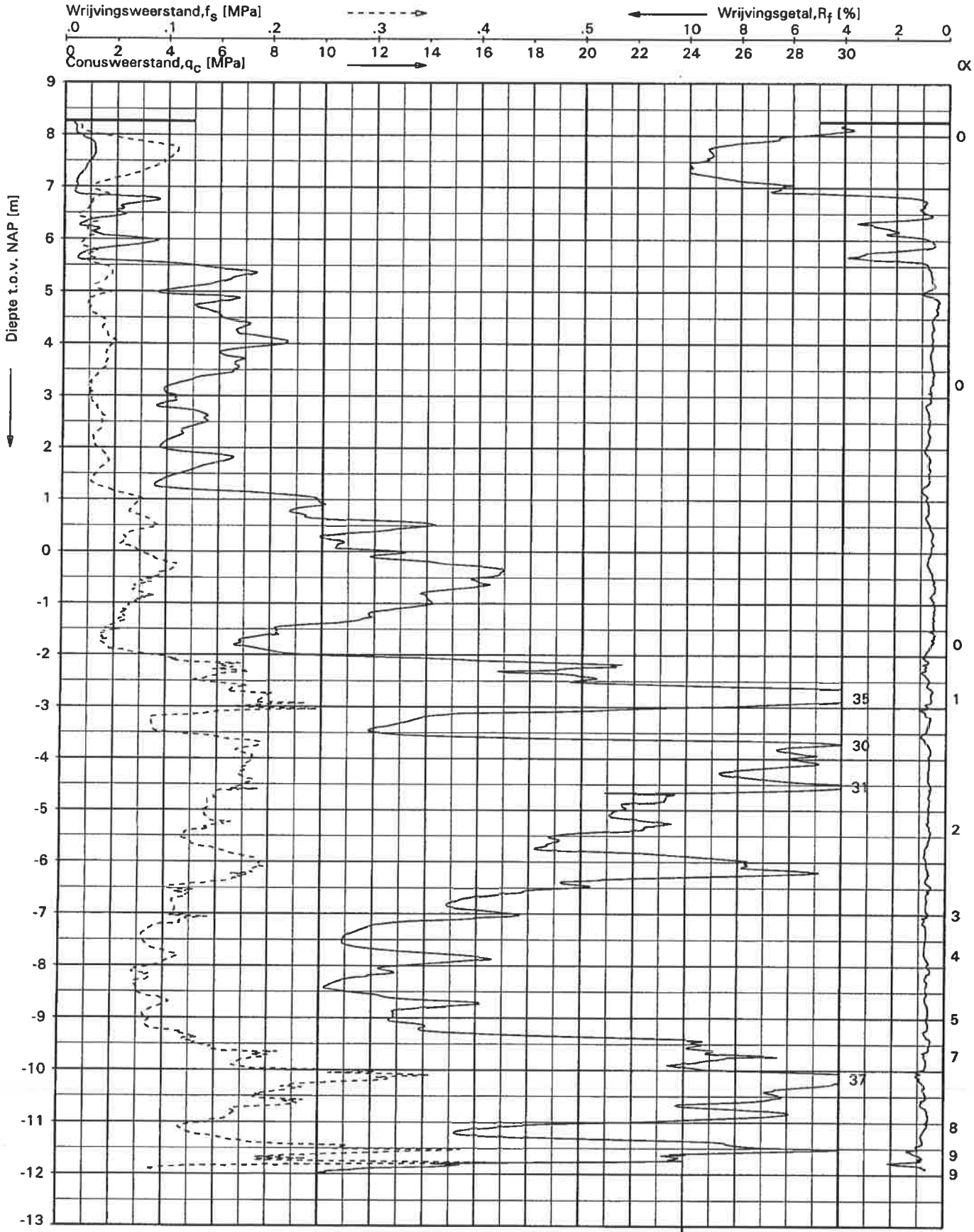
MONSTER NR	DIEPTE t.o.v. NAP [m]	BODEM PROFIEL	BESCHRIJVING BODEM PROFIEL	DIEPTE TEST t.o.v. NAP [m]	VOLUMIEK GEWICHT γ [kN/m³]	VOLUMIEK GEWICHT VERZAD. γ_{sat} [kN/m³]	VOLUMIEK GEWICHT DROOG γ_{dr} [kN/m³]	WATER-GEHALTE w [massa %]	PORIEN GEHALTE n [%]	VERZAD. GRAAD S [%]	ONGEDR. SCHUIF STERKTE f undr [kPa]	HOEK INWEND. WRIJVING ϕ [°]	COHESIE c' [kPa]	OPMERKINGEN
	8.0		8.19 Klei, sterk siltig, zwak humeus, roest, bruin											
	7.0		7.69 Klei, matig siltig, roest, grijs											
			6.99 Zand (zeer fijn), matig siltig, grijs, met kleilensjes											
1	6.0			6.24	17.2		12.3	39.3	52.5	94.1				
2	5.0		5.59 Zand (matig fijn), matig siltig, grijs 5.49 Zand (matig grof), zwak siltig, grijs	5.49	17.9		13.6	32.0	47.8	92.7				
3	4.0		4.59 Zand (zeer grof), zwak siltig, zwak grindig, grijs	4.29	17.9		15.3	16.8	41.2	63.5				
4	3.0			3.59				15.8						
			2.99 Zand (zeer grof), zwak grindig, grijs											
5	2.0			2.34	17.6		14.7	19.5	42.5	67.2				
			2.19 Zand (matig grof), zwak siltig, grijs											
6			1.59 Zand (matig grof), zwak siltig, zwak grindig, grijs											
			1.19 Einde boring											

Uitvoering : 21.04.1999 Boring bij : DKM MV : NAP 8.19 m. GHG : MV - m. X :
Peiling PB : 21.04.1999 Boormeester : Kms Gemeten GWS : MV - 1.20 m. GLG : MV - m. Y :

BORING VOLGENS NEN 5119

Verlegging NUON 150 kv verbinding Nijmegen - Dodewaard t.h.v. hm 86.0 - Betuweroute

Opdr. : M-0596/09
Boring : B86-105



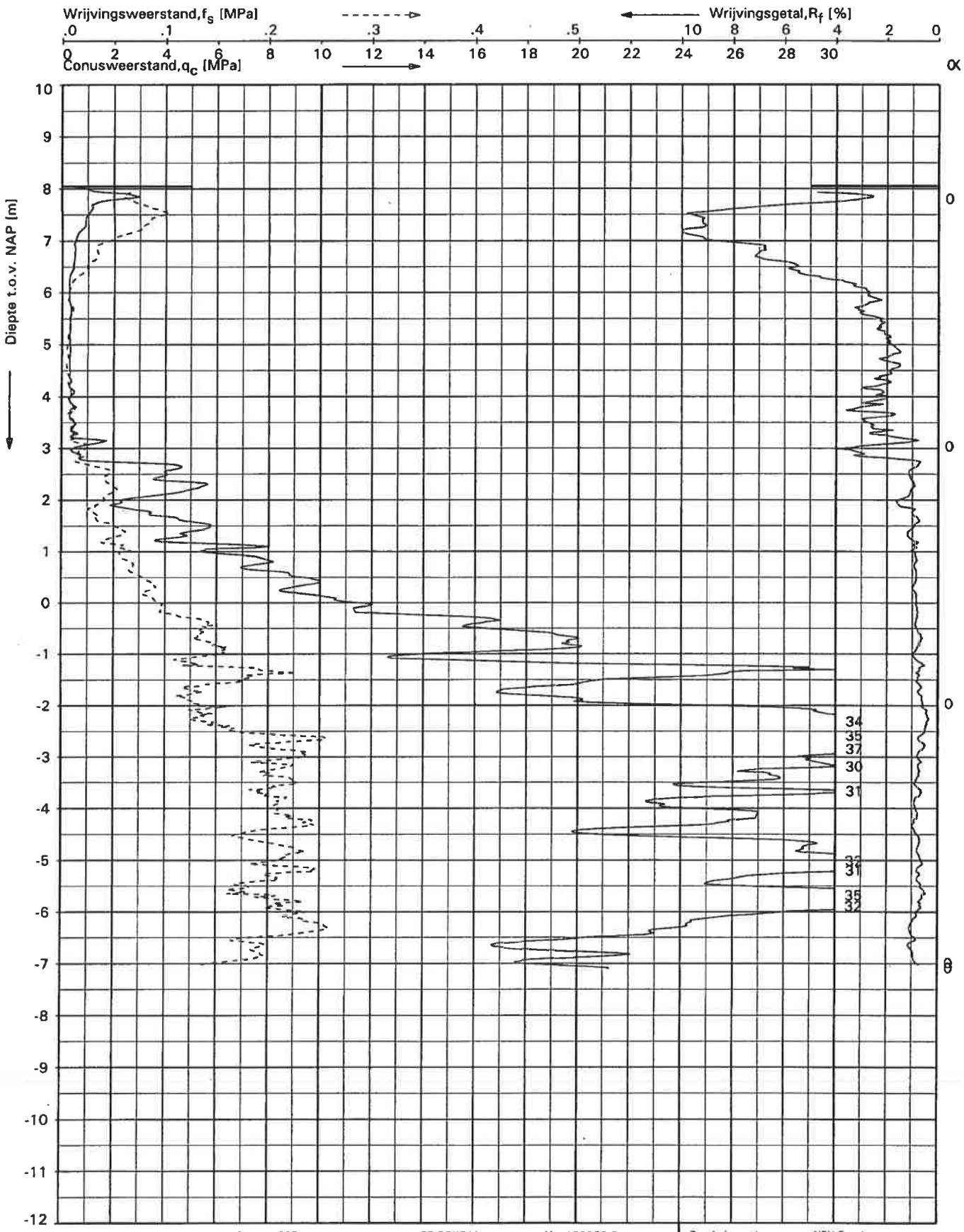
Opg. : DLK/CJS d.d. 25-Mar-1999 conus : F7.5CKE/V X =183788
Get. : KGR d.d. 30-mar-99 MV = NAP +8.26 m Y =434163

Sondering volgens norm NEN 5140
conustype cylindrisch elektrisch
α: afwijking van de vertikaal

SONDERING MET PLAATSELIJKE KLEEFMETING

BETUWEROUTE - VERLEGGING NUON TRANSPORTLEIDING
NABIJ CUP - ELST, VALBURG

Opdr. M-0596/09
Sond. DKM 86.113

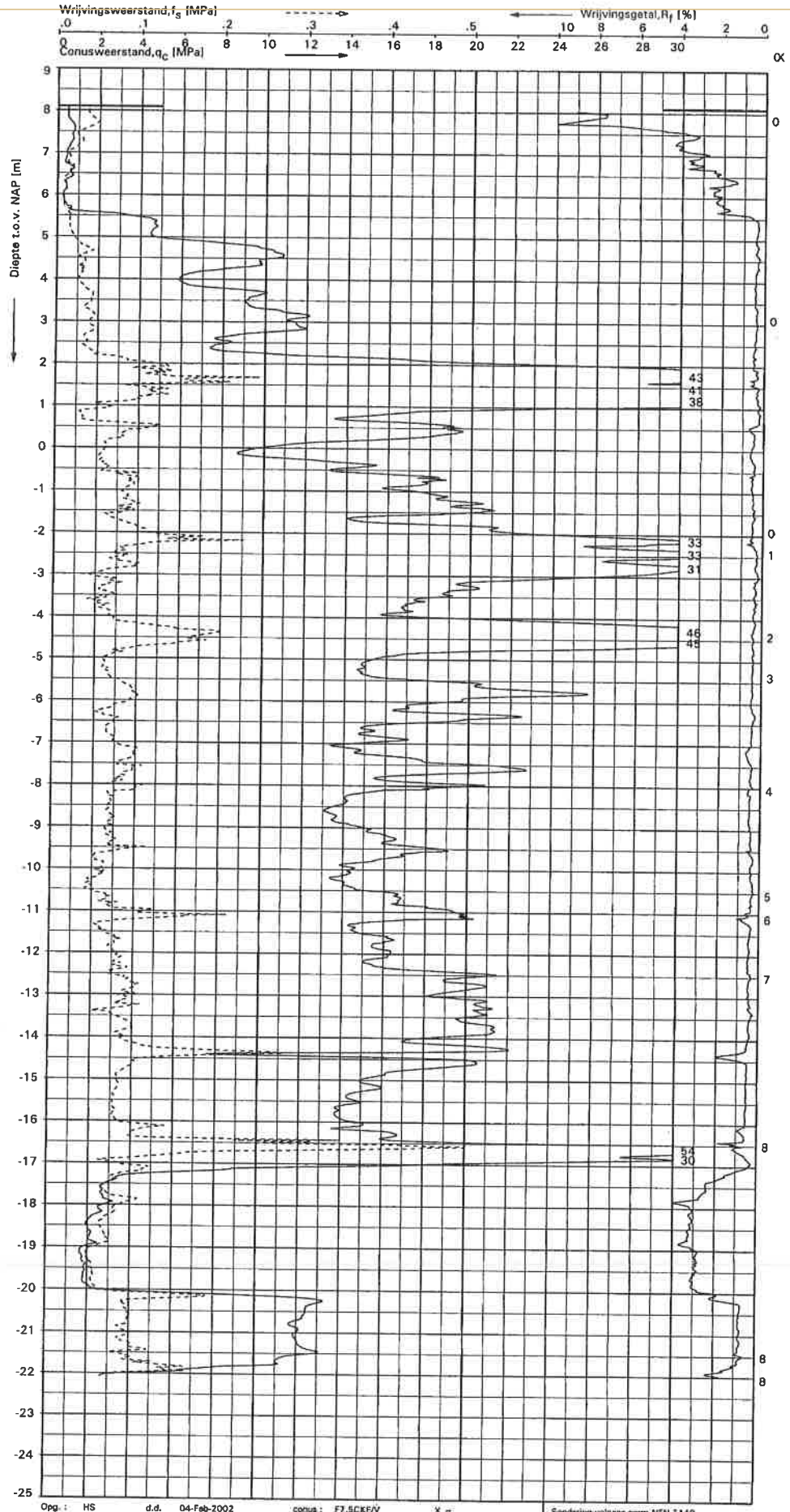


Opg. :	owh	d.d.	13-Nov-1997	conus :	F7.5CKE/V	X = 183953.9	Sondering volgens norm NEN 5140
Get. :	WIN	d.d.	25-nov-1997	MV = NAP	+8.05 m	Y = 434285.2	conustype cylindrisch elektrisch
							OX: afwijking van de vertikaal

SONDERING MET PLAATSELIJKE KLEEFMETING

BETUWEROUTE TRAJECT VALBURG-ZEVENAAR

Opdr. M-0596
Sond. DKM 86.109



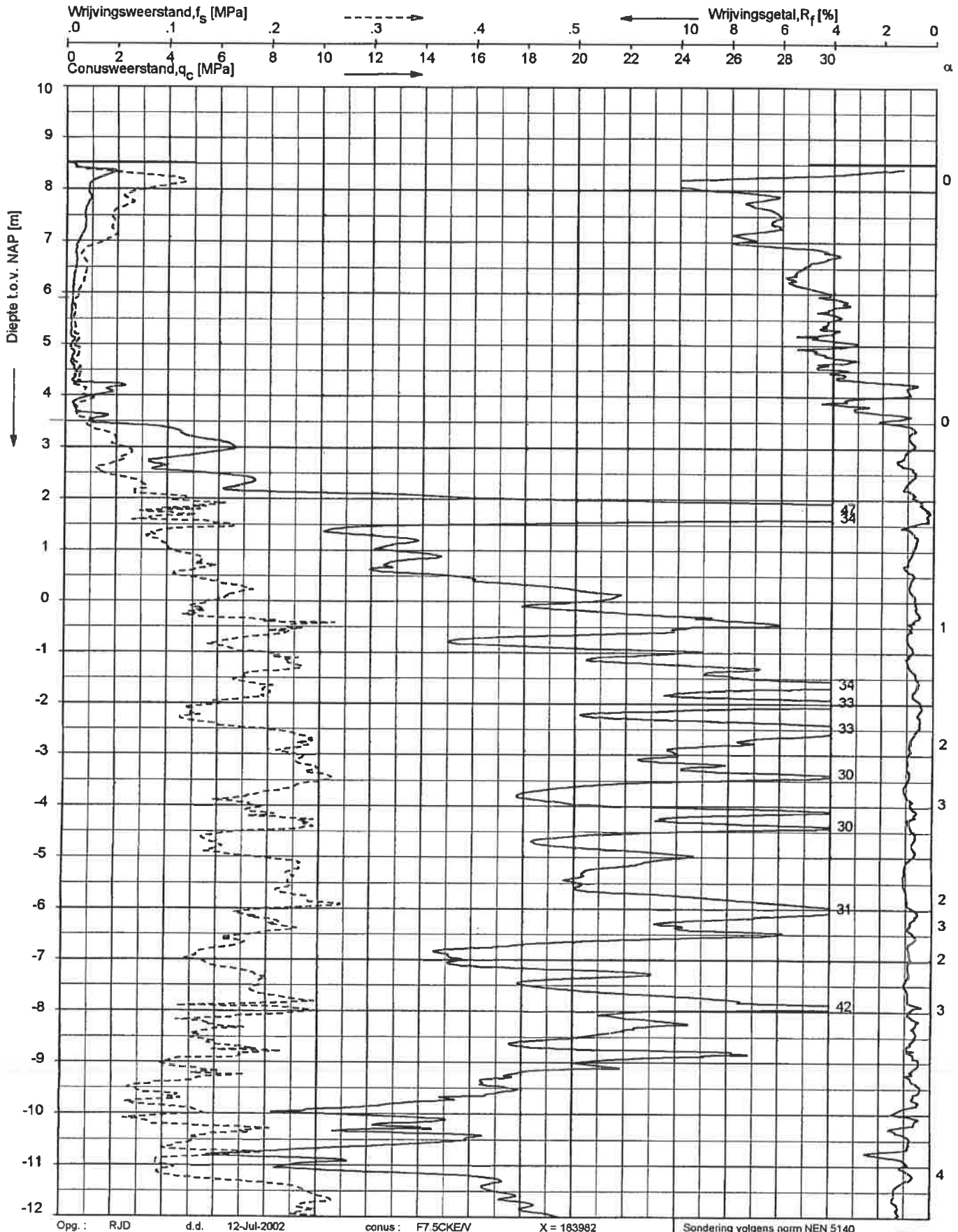
Opg.: HS d.d. 04-Feb-2002 conus: F7.SCKE/V X =
Get.: sk d.d. 14-feb-2002 MV = NAP +8.10 m Y =

Sondering volgens norm NEN 5140
conustype cylindrisch elektrisch
Oc afwijking van de vertikaal

SONDERING MET PLAATSELIJKE KLEEFMETING

KRUISING GASLEIDINGENNET BETUWEROUTE EN CUP (Z5) TE ELST

Opdr. M-0582/080
Sond. DKM 86.204



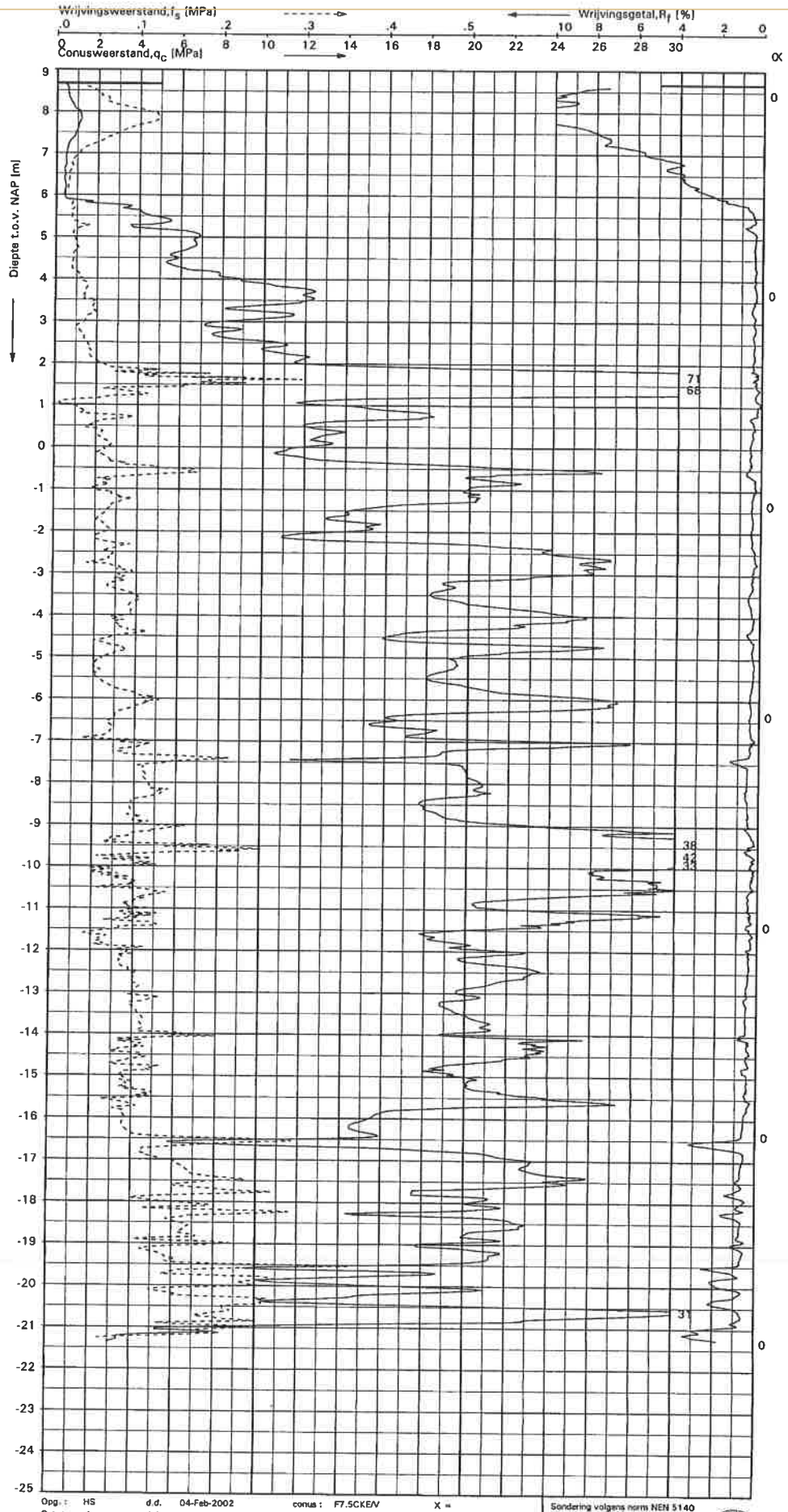
Opg. :	RJD	d.d.	12-Jul-2002	conus :	F7.5CKE/V	X = 183982
Get. :	GMR	d.d.	17-jul-2002	MV = NAP	+8,52 m	Y = 434278

Sondering volgens norm NEN 5140
conustype cylindrisch elektrisch
α afwijking van de vertikaal

SONDERING MET PLAATSELIJKE KLEEFMETING

KRUISING GASLEIDINGEN MET BETUWEROUTE EN CUP (Z5) TE ELST

Opdr. M 0582/081
Sond. DKM 86.207



Opg.: HS d.d. 04-Feb-2002 conus : F7.5CKE/V X =
Get.: sk d.d. 14-feb-2002 MV = NAP +8.67 m Y =

Sondering volgens norm NEN 5140
conustype cylindrisch elektrisch
OC afwijking van de vertikaal

SONDERING MET PLAATSELIJKE KLEEFMETING

KRUISING GASLEIDINGENNET BETUWEROUTE EN CUP (Z5) TE ELST

Opdr. M-0582/080
Sond. DKM 86.205

Report for D-Settlement 18.2

Settlement Calculations
Developed by Deltares

Company:	<Not Registered> <Not Registered>
Date of report:	24-8-2018
Time of report:	16:06:50
Report with version:	18.2.1.20481
Date of calculation:	24-8-2018
Time of calculation:	16:05:50
Calculated with version:	18.2.1.20481
File name:	P:\..\31_Advies_geotechniek\20_Engineering\RTG loc 3 Liander
Project identification:	9018-0733-000 RTG locatie 3

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 3
2.5 Soil Properties 3
2.6 Non-Uniform Loads 4
2.7 Verticals 4
3 Results per Vertical 5
3.1 Results for Vertical 16 (X = 31,75 m; Z = 0,00 m) 5
4 Settlements 6
4.1 Settlements 6

2 Echo of the Input

2.1 Layer Boundaries

Boundary number	Co-ordinates [m]				
3 - X -	-5,750	-3,700	0,000	3,700	4,300
3 - Y -	8,300	8,300	8,250	8,200	8,200
3 - X -	7,200	9,250	11,130	18,900	22,300
3 - Y -	8,160	8,120	8,080	8,000	7,800
3 - X -	24,000	29,600	40,800	51,750	
3 - Y -	7,900	8,070	8,230	8,280	
2 - X -	-5,750	51,750			
2 - Y -	7,000	7,000			
1 - X -	-5,750	51,750			
1 - Y -	4,500	4,500			
0 - X -	-5,750	51,750			
0 - Y -	-1,800	-1,800			

2.2 Pl-lines

Pl-line number	Co-ordinates [m]				
1 - X -	-5,750	51,750			
1 - Y -	7,000	7,000			

2.3 General Data

Soil model:	Koppejan
Consolidation model:	Darcy
Strain model:	Linear
Groundwater level:	Initial determined by Pl-line number 1
Unit weight of water:	9,81 [kN/m³]
Stress distribution	
- Soil:	Buisman
- Loads:	None
End of consolidation:	10000,00 [days]
No maintain profile	
Pc (initial):	Variable parallel to the initial effective stress
Pc (per step):	Automatic increased to the final effective stresses
Creep rate reference time:	1,000 [days]
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	Pl-line top	Pl-line bottom
3	Klei uitg boven leiding	1	1
2	Zand	1	1
1	Zand diep	1	1

2.5 Soil Properties

Layer number	Drained	Unit weight	
		Unsaturated [kN/m³]	Saturated [kN/m³]
3	Yes	17,00	17,00
2	Yes	18,00	20,00
1	Yes	18,00	20,00

Layer number	Storage type	Vert. consolid. coefficient Cv [m²/s]	Vertical permeability [m/s]	Permeability strain mod. [-]	Initial vertical permeability [m/s]
3	Strain dep.	-	-	1,000E+15	5,787E-07
2	Vert. cons.	-	-	-	-
1	Vert. cons.	-	-	-	-

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

Layer number	Primary compr. coeff.		Secular compr. coef.		Swell constants	
	Cp [-]	Cp' [-]	Cs [-]	Cs' [-]	Ap [-]	As [-]
3	1,00E+04	1,00E+04	1,00E+04	1,00E+04	1,00E+04	1,00E+04
2	8,00E+02	2,00E+02	1,00E+04	1,00E+04	8,00E+02	1,00E+04
1	2,00E+03	5,00E+02	1,00E+04	1,00E+04	2,00E+03	1,00E+04

2.6 Non-Uniform Loads

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

Load number	Co-ordinates [m]					
1 - X -	-3,70	-2,25	2,07	4,25	4,30	9,20
1 - Y -	8,30	8,38	8,38	8,34	8,20	8,12
1 - X -	9,25	13,85	15,44	29,25	34,25	43,46
1 - Y -	8,34	8,43	8,84	13,44	13,44	8,84
1 - X -	44,25	49,25	50,00			
1 - Y -	8,44	8,44	8,28			

2.7 Verticals

Vertical number	X co-ordinates [m]				
1 - 5	-5,750	-3,250	-0,750	1,750	4,250
6 - 10	6,750	9,250	11,750	14,250	16,750
11 - 15	19,250	21,750	24,250	26,750	29,250
16 - 20	31,750	34,250	36,750	39,250	41,750
21 - 24	44,250	46,750	49,250	51,750	

Discretisation = 100

3 Results per Vertical

3.1 Results for Vertical 16 (X = 31,75 m; Z = 0,00 m)

Depth [m]	Effective Stress [kPa]	Hydraulic head [m]	Loading [kPa]	Settlement [m]
8,101	96,044	8,101	96,043	0,030
8,001	97,326	8,001	95,626	0,030
7,901	98,742	7,901	95,342	0,030
7,801	100,618	7,801	95,518	0,030
7,701	102,504	7,701	95,704	0,030
7,601	104,333	7,601	95,833	0,029
7,550	105,236	7,550	95,880	0,029
7,501	106,116	7,501	95,916	0,029
7,401	107,866	7,401	95,966	0,029
7,301	109,593	7,301	95,993	0,029
7,201	111,301	7,201	96,001	0,029
7,101	112,994	7,101	95,994	0,029
7,000	114,688	7,000	95,976	0,029
7,000	114,688	7,000	95,976	0,029
6,350	120,963	7,000	95,628	0,023
5,750	126,448	7,000	94,998	0,019
5,100	132,095	7,000	94,022	0,015
4,500	137,083	7,000	92,896	0,011
4,500	137,083	7,000	92,896	0,011
3,750	143,089	7,000	91,259	0,009
2,750	150,824	7,000	88,804	0,007
1,750	158,373	7,000	86,163	0,005
1,350	161,363	7,000	85,077	0,005
0,600	166,946	7,000	83,018	0,003
-0,400	174,379	7,000	80,261	0,002
-1,400	181,838	7,000	77,529	0,000
-1,800	184,835	7,000	76,451	0,000

4 Settlements

4.1 Settlements

Vertical number	X co-ordinate [m]	Z co-ordinate [m]	Surface level [m]	Settlement [m]
1	-5,75	0,00	8,30	0,000
2	-3,25	0,00	8,29	0,000
3	-0,75	0,00	8,26	0,001
4	1,75	0,00	8,23	0,001
5	4,25	0,00	8,20	0,001
6	6,75	0,00	8,17	0,000
7	9,25	0,00	8,12	0,001
8	11,75	0,00	8,07	0,002
9	14,25	0,00	8,05	0,006
10	16,75	0,00	8,02	0,011
11	19,25	0,00	7,98	0,017
12	21,75	0,00	7,83	0,023
13	24,25	0,00	7,91	0,026
14	26,75	0,00	7,98	0,029
15	29,25	0,00	8,06	0,030
16	31,75	0,00	8,10	0,030
17	34,25	0,00	8,14	0,029
18	36,75	0,00	8,17	0,025
19	39,25	0,00	8,21	0,019
20	41,75	0,00	8,23	0,012
21	44,25	0,00	8,25	0,005
22	46,75	0,00	8,26	0,002
23	49,25	0,00	8,27	0,001
24	51,75	0,00	8,28	0,000

End of Report

Report for D-Settlement 18.2

Settlement Calculations
Developed by Deltares

Company:	<Not Registered> <Not Registered>
Date of report:	24-8-2018
Time of report:	16:10:09
Report with version:	18.2.1.20481
Date of calculation:	24-8-2018
Time of calculation:	16:08:55
Calculated with version:	18.2.1.20481
File name:	P:\..\31_Advies_geotechniek\20_Engineering\RTG loc 4 Vitens
Project identification:	9018-0733-000 RTG locatie 4

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 3
2.5 Soil Properties 4
2.6 Non-Uniform Loads 4
2.7 Verticals 5
3 Results per Vertical 6
3.1 Results for Vertical 20 (X = 31,85 m; Z = 0,00 m) 6
4 Settlements 7
4.1 Settlements 7

2 Echo of the Input

2.1 Layer Boundaries

Boundary number	Co-ordinates [m]				
8 - X -	-15,650	0,000	20,000	30,000	38,000
8 - Y -	8,100	8,150	8,200	8,220	8,243
8 - X -	47,000	55,000			
8 - Y -	8,220	8,230			
7 - X -	-15,650	55,000			
7 - Y -	6,900	6,900			
6 - X -	-15,650	55,000			
6 - Y -	6,800	6,800			
5 - X -	-15,650	55,000			
5 - Y -	6,400	6,400			
4 - X -	-15,650	55,000			
4 - Y -	6,100	6,100			
3 - X -	-15,650	55,000			
3 - Y -	5,800	5,800			
2 - X -	-15,650	55,000			
2 - Y -	5,600	5,600			
1 - X -	-15,650	55,000			
1 - Y -	1,000	1,000			
0 - X -	-15,650	55,000			
0 - Y -	-1,700	-1,700			

2.2 Pl-lines

Pl-line number	Co-ordinates [m]				
1 - X -	-15,650	55,000			
1 - Y -	7,000	7,000			

2.3 General Data

Soil model:	Koppejan
Consolidation model:	Darcy
Strain model:	Linear
Groundwater level:	Initial determined by Pl-line number 1
Unit weight of water:	9,81 [kN/m³]
Stress distribution	
- Soil:	Buisman
- Loads:	None
End of consolidation:	10000,00 [days]
No maintain profile	
Pc (initial):	Variable parallel to the initial effective stress
Pc (per step):	Automatic increased to the final effective stresses
Creep rate reference time:	1,000 [days]
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	Pl-line top	Pl-line bottom
8	Klei uitg boven leiding	1	1
7	Klei	1	1
6	Zand	1	1
5	Leem	1	1
4	Zand	1	1

Layer number	Material name	Pl-line top	Pl-line bottom
3	Leem	1	1
2	Zand	1	1
1	Zand diep	1	1

2.5 Soil Properties

Layer number	Drained	Unit weight	
		Unsaturated [kN/m³]	Saturated [kN/m³]
8	Yes	17,00	17,00
7	Yes	16,00	16,00
6	Yes	18,00	20,00
5	Yes	16,00	16,00
4	Yes	18,00	20,00
3	Yes	16,00	16,00
2	Yes	18,00	20,00
1	Yes	18,00	20,00

Layer number	Storage type	Vert. consolid. coefficient Cv [m²/s]	Vertical permeability [m/s]	Permeability strain mod. [-]	Initial vertical permeability [m/s]
8	Strain dep.	-	-	1,000E+15	5,787E-07
7	Strain dep.	-	-	1,000E+15	5,787E-07
6	Vert. cons.	-	-	-	-
5	Strain dep.	-	-	1,000E+15	5,787E-07
4	Vert. cons.	-	-	-	-
3	Strain dep.	-	-	1,000E+15	5,787E-07
2	Vert. cons.	-	-	-	-
1	Vert. cons.	-	-	-	-

Layer number	Precons. pressure [kN/m²]	POP [kN/m²]	OCR [-]
8	-	5,00	-
7	-	5,00	-
6	-	5,00	-
5	-	5,00	-
4	-	5,00	-
3	-	5,00	-
2	-	5,00	-
1	-	5,00	-

Layer number	Primary compr. coeff.		Secular compr. coef.		Swell constants	
	Cp [-]	Cp' [-]	Cs [-]	Cs' [-]	Ap [-]	As [-]
8	1,00E+04	1,00E+04	1,00E+04	1,00E+04	1,00E+04	1,00E+04
7	8,00E+01	2,00E+01	3,20E+02	8,00E+01	8,00E+01	8,00E+01
6	8,00E+02	2,00E+02	1,00E+04	1,00E+04	8,00E+02	1,00E+04
5	1,20E+02	3,00E+01	4,80E+02	1,20E+02	1,20E+02	1,20E+02
4	8,00E+02	2,00E+02	1,00E+04	1,00E+04	8,00E+02	1,00E+04
3	1,20E+02	3,00E+01	4,80E+02	1,20E+02	1,20E+02	1,20E+02
2	8,00E+02	2,00E+02	1,00E+04	1,00E+04	8,00E+02	1,00E+04
1	2,00E+03	5,00E+02	1,00E+04	1,00E+04	2,00E+03	1,00E+04

2.6 Non-Uniform Loads

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

Load number	Co-ordinates [m]					
1 - X -	-15,00	-11,43	-8,11	-6,90	-6,26	-5,58
1 - Y -	8,10	8,15	8,29	8,18	8,10	8,15
1 - X -	-4,94	-4,26	-2,86	0,00	4,27	4,70
1 - Y -	8,15	8,40	8,44	8,49	8,40	8,15

Load number	Co-ordinates [m]					
1 - X -	8,96	10,29	14,30	16,53	29,35	34,28
1 - Y -	8,19	8,42	8,50	9,24	13,50	13,50
1 - X -	43,62	44,40	44,85	49,40	49,80	53,20
1 - Y -	8,90	8,50	8,50	8,50	8,40	8,23
1 - X -	55,00					
1 - Y -	8,23					

2.7 Verticals

Vertical number	X co-ordinates [m]				
1 - 5	-15,650	-13,150	-10,650	-8,150	-5,650
6 - 10	-3,150	-0,650	1,850	4,350	6,850
11 - 15	9,350	11,850	14,350	16,850	19,350
16 - 20	21,850	24,350	26,850	29,350	31,850
21 - 25	34,300	36,800	39,300	41,800	44,300
26 - 29	46,800	49,300	51,800	54,300	

Discretisation = 100

3 Results per Vertical

3.1 Results for Vertical 20 (X = 31,85 m; Z = 0,00 m)

Depth [m]	Effective Stress [kPa]	Hydraulic head [m]	Loading [kPa]	Settlement [m]
8,225	94,932	8,225	94,931	0,093
8,125	96,642	8,125	94,942	0,093
8,025	98,341	8,025	94,941	0,093
7,925	100,039	7,925	94,939	0,092
7,825	101,736	7,825	94,936	0,092
7,725	103,432	7,725	94,932	0,092
7,625	105,126	7,625	94,926	0,092
7,563	106,187	7,563	94,922	0,092
7,525	106,819	7,525	94,919	0,092
7,425	108,510	7,425	94,910	0,092
7,325	110,196	7,325	94,896	0,092
7,225	111,879	7,225	94,879	0,092
7,000	115,649	7,000	94,818	0,091
6,900	116,330	7,000	94,781	0,091
6,900	116,330	7,000	94,781	0,091
6,850	116,618	7,000	94,759	0,084
6,800	116,904	7,000	94,736	0,076
6,800	116,904	7,000	94,736	0,076
6,600	118,829	7,000	94,622	0,074
6,400	120,720	7,000	94,476	0,073
6,400	120,720	7,000	94,476	0,073
6,250	121,517	7,000	94,344	0,059
6,100	122,295	7,000	94,194	0,045
6,100	122,295	7,000	94,194	0,045
5,950	123,655	7,000	94,025	0,044
5,800	124,996	7,000	93,838	0,043
5,800	124,996	7,000	93,838	0,043
5,700	125,481	7,000	93,704	0,035
5,600	125,958	7,000	93,562	0,026
5,600	125,958	7,000	93,562	0,026
4,900	131,907	7,000	92,377	0,022
3,900	139,948	7,000	90,229	0,016
3,300	144,595	7,000	88,761	0,013
2,600	149,907	7,000	86,941	0,010
1,600	157,373	7,000	84,216	0,006
1,000	161,816	7,000	82,546	0,004
1,000	161,817	7,000	82,546	0,004
0,350	166,622	7,000	80,728	0,003
-0,350	171,802	7,000	78,775	0,002
-1,000	176,630	7,000	76,979	0,001
-1,700	181,856	7,000	75,073	0,000

4 Settlements

4.1 Settlements

Vertical number	X co-ordinate [m]	Z co-ordinate [m]	Surface level [m]	Settlement [m]
1	-15,65	0,00	8,10	0,000
2	-13,15	0,00	8,11	0,000
3	-10,65	0,00	8,12	0,001
4	-8,15	0,00	8,12	0,001
5	-5,65	0,00	8,13	0,001
6	-3,15	0,00	8,14	0,003
7	-0,65	0,00	8,15	0,005
8	1,85	0,00	8,15	0,004
9	4,35	0,00	8,16	0,002
10	6,85	0,00	8,17	0,001
11	9,35	0,00	8,17	0,002
12	11,85	0,00	8,18	0,004
13	14,35	0,00	8,19	0,012
14	16,85	0,00	8,19	0,031
15	19,35	0,00	8,20	0,049
16	21,85	0,00	8,20	0,063
17	24,35	0,00	8,21	0,075
18	26,85	0,00	8,21	0,085
19	29,35	0,00	8,22	0,092
20	31,85	0,00	8,23	0,093
21	34,30	0,00	8,23	0,090
22	36,80	0,00	8,24	0,079
23	39,30	0,00	8,24	0,062
24	41,80	0,00	8,23	0,040
25	44,30	0,00	8,23	0,015
26	46,80	0,00	8,22	0,006
27	49,30	0,00	8,22	0,003
28	51,80	0,00	8,23	0,001
29	54,30	0,00	8,23	0,000

End of Report

Report for D-Settlement 18.2

Settlement Calculations
Developed by Deltares

Company:	<Not Registered> <Not Registered>
Date of report:	9-10-2018
Time of report:	11:14:22
Report with version:	18.2.1.20481
Date of calculation:	5-10-2018
Time of calculation:	13:20:15
Calculated with version:	18.2.1.20481
File name:	P:\..\31_Advies_geotechniek\20_Engineering\RTG loc 5 Gasunie
Project identification:	9018-0733-000 RTG locatie 5

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 3
2.5 Soil Properties 3
2.6 Non-Uniform Loads 4
2.7 Verticals 4
3 Results per Vertical 5
3.1 Results for Vertical 1 (X = -1,00 m; Z = 0,00 m) 5
3.2 Results for Vertical 3 (X = 13,50 m; Z = 0,00 m) 5
3.3 Results for Vertical 8 (X = 18,50 m; Z = 0,00 m) 6
3.4 Results for Vertical 9 (X = 19,50 m; Z = 0,00 m) 7
3.5 Results for Vertical 10 (X = 20,50 m; Z = 0,00 m) 7
3.6 Results for Vertical 11 (X = 21,50 m; Z = 0,00 m) 8
3.7 Results for Vertical 12 (X = 22,50 m; Z = 0,00 m) 9
4 Settlements 10
4.1 Settlements 10

2 Echo of the Input

2.1 Layer Boundaries

Boundary number	Co-ordinates [m]				
4 - X -	-25,000	30,000			
4 - Y -	8,250	8,250			
3 - X -	-25,000	30,000			
3 - Y -	7,000	7,000			
2 - X -	-25,000	30,000			
2 - Y -	2,800	2,800			
1 - X -	-25,000	30,000			
1 - Y -	0,000	0,000			
0 - X -	-25,000	30,000			
0 - Y -	-7,000	-7,000			

2.2 Pl-lines

Pl-line number	Co-ordinates [m]				
1 - X -	-25,000	30,000			
1 - Y -	7,000	7,000			

2.3 General Data

Soil model:	Koppejan
Consolidation model:	Darcy
Strain model:	Linear
Groundwater level:	Initial determined by Pl-line number 1
Unit weight of water:	9,81 [kN/m³]
Stress distribution	
- Soil:	Buisman
- Loads:	None
End of consolidation:	10000,00 [days]
No maintain profile	
Pc (initial):	Variable parallel to the initial effective stress
Pc (per step):	Automatic increased to the final effective stresses
Creep rate reference time:	1,000 [days]
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	Pl-line top	Pl-line bottom
4	Klei uitg boven leiding	1	1
3	Klei boven leiding	1	1
2	Zand	1	1
1	Zand diep	1	1

2.5 Soil Properties

Layer number	Drained	Unit weight	
		Unsaturated [kN/m³]	Saturated [kN/m³]
4	Yes	17,00	17,00
3	Yes	16,00	16,00
2	Yes	18,00	20,00
1	Yes	18,00	20,00

Layer number	Storage type	Vert. consolid. coefficient Cv [m²/s]	Vertical permeability [m/s]	Permeability strain mod. [-]	Initial vertical permeability [m/s]
4	Strain dep.	-	-	1,000E+15	5,787E-07
3	Strain dep.	-	-	1,000E+15	5,787E-07
2	Vert. cons.	-	-	-	-
1	Vert. cons.	-	-	-	-

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

Layer number	Primary compr. coeff.		Secular compr. coef.		Swell constants	
	Cp [-]	Cp' [-]	Cs [-]	Cs' [-]	Ap [-]	As [-]
4	1,00E+04	1,00E+04	1,00E+04	1,00E+04	1,00E+04	1,00E+04
3	1,00E+04	1,00E+04	1,00E+04	1,00E+04	1,00E+04	1,00E+04
2	8,00E+02	2,00E+02	1,00E+04	1,00E+04	8,00E+02	1,00E+04
1	2,00E+03	5,00E+02	1,00E+04	1,00E+04	2,00E+03	1,00E+04

2.6 Non-Uniform Loads

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

Load number	Co-ordinates [m]					
1 - X -	-25,00	-24,00	4,00	13,50		
1 - Y -	8,25	13,55	13,55	8,25		

2.7 Verticals

Vertical number	X co-ordinates [m]				
1 - 5	-1,000	4,000	13,500	14,500	15,500
6 - 10	16,500	17,500	18,500	19,500	20,500
11 - 12	21,500	22,500			

Discretisation = 100

3 Results per Vertical

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

Depth [m]	Effective Stress [kPa]	Hydraulic head [m]	Loading [kPa]	Settlement [m]
8,250	95,401	8,250	95,400	0,027
8,150	97,100	8,150	95,400	0,027
8,050	98,800	8,050	95,400	0,026
7,950	100,500	7,950	95,400	0,026
7,850	102,200	7,850	95,400	0,026
7,750	103,900	7,750	95,400	0,026
7,650	105,599	7,650	95,399	0,026
7,625	106,024	7,625	95,399	0,026
7,550	107,299	7,550	95,399	0,026
7,450	108,998	7,450	95,398	0,026
7,350	110,697	7,350	95,397	0,026
7,250	112,395	7,250	95,395	0,025
7,000	116,638	7,000	95,388	0,025
7,000	116,638	7,000	95,388	0,025
6,300	120,920	7,000	95,337	0,025
5,300	126,896	7,000	95,123	0,024
4,900	129,224	7,000	94,975	0,024
4,200	133,200	7,000	94,618	0,023
3,200	138,666	7,000	93,894	0,023
2,800	140,786	7,000	93,538	0,022
2,800	140,786	7,000	93,538	0,022
2,100	147,215	7,000	92,834	0,019
1,400	153,554	7,000	92,040	0,015
0,700	159,818	7,000	91,171	0,012
0,000	166,021	7,000	90,241	0,009
0,000	166,021	7,000	90,241	0,009
-0,800	173,051	7,000	89,119	0,008
-1,800	181,775	7,000	87,653	0,006
-2,800	190,451	7,000	86,139	0,005
-3,500	196,507	7,000	85,062	0,004
-4,300	203,418	7,000	83,821	0,003
-5,300	212,051	7,000	82,264	0,002
-6,300	220,686	7,000	80,709	0,001
-7,000	226,736	7,000	79,626	0,000

3.2 Results for Vertical 3 (X = 13,50 m; Z = 0,00 m)

Depth [m]	Effective Stress [kPa]	Hydraulic head [m]	Loading [kPa]	Settlement [m]
8,250	1,256	8,250	1,255	0,006
8,150	2,957	8,150	1,257	0,006
8,050	4,684	8,050	1,284	0,006
7,950	6,468	7,950	1,368	0,006
7,850	8,317	7,850	1,517	0,006
7,750	10,216	7,750	1,716	0,006
7,650	12,145	7,650	1,945	0,006
7,625	12,630	7,625	2,005	0,006
7,550	14,087	7,550	2,187	0,006
7,450	16,033	7,450	2,433	0,006
7,350	17,978	7,350	2,678	0,006
7,250	19,921	7,250	2,921	0,006
7,000	24,768	7,000	3,518	0,006
7,000	24,769	7,000	3,519	0,006

Depth [m]	Effective Stress [kPa]	Hydraulic head [m]	Loading [kPa]	Settlement [m]
6,300	30,758	7,000	5,175	0,006
5,300	39,331	7,000	7,558	0,006
4,900	42,756	7,000	8,507	0,006
4,200	48,731	7,000	10,149	0,006
3,200	57,195	7,000	12,423	0,006
2,800	60,550	7,000	13,302	0,006
2,800	60,550	7,000	13,302	0,006
2,100	69,173	7,000	14,792	0,005
1,400	77,729	7,000	16,215	0,004
0,700	86,214	7,000	17,567	0,004
0,000	94,626	7,000	18,846	0,003
0,000	94,626	7,000	18,846	0,003
-0,800	104,150	7,000	20,218	0,002
-1,800	115,921	7,000	21,799	0,002
-2,800	127,551	7,000	23,239	0,002
-3,500	135,612	7,000	24,167	0,001
-4,300	144,748	7,000	25,151	0,001
-5,300	156,060	7,000	26,273	0,001
-6,300	167,260	7,000	27,283	0,000
-7,000	175,039	7,000	27,929	0,000

3.3 Results for Vertical 8 (X = 18,50 m; Z = 0,00 m)

Depth [m]	Effective Stress [kPa]	Hydraulic head [m]	Loading [kPa]	Settlement [m]
8,250	0,001	8,250	0,000	0,001
8,150	1,700	8,150	0,000	0,001
8,050	3,400	8,050	0,000	0,001
7,950	5,100	7,950	0,000	0,001
7,850	6,800	7,850	0,000	0,001
7,750	8,500	7,750	0,000	0,001
7,650	10,201	7,650	0,001	0,001
7,625	10,626	7,625	0,001	0,001
7,550	11,901	7,550	0,001	0,001
7,450	13,602	7,450	0,002	0,001
7,350	15,303	7,350	0,003	0,001
7,250	17,005	7,250	0,005	0,001
7,000	21,261	7,000	0,011	0,001
7,000	21,261	7,000	0,011	0,001
6,300	25,644	7,000	0,061	0,001
5,300	32,044	7,000	0,271	0,001
4,900	34,664	7,000	0,415	0,001
4,200	39,344	7,000	0,762	0,001
3,200	46,235	7,000	1,463	0,001
2,800	49,054	7,000	1,806	0,001
2,800	49,054	7,000	1,806	0,001
2,100	56,860	7,000	2,479	0,001
1,400	64,746	7,000	3,232	0,001
0,700	72,694	7,000	4,047	0,001
0,000	80,689	7,000	4,909	0,001
0,000	80,689	7,000	4,909	0,001
-0,800	89,864	7,000	5,932	0,001
-1,800	101,364	7,000	7,242	0,001
-2,800	112,873	7,000	8,561	0,001
-3,500	120,921	7,000	9,476	0,001
-4,300	130,103	7,000	10,506	0,000
-5,300	141,547	7,000	11,760	0,000
-6,300	152,943	7,000	12,966	0,000
-7,000	160,889	7,000	13,779	0,000

3.4 Results for Vertical 9 (X = 19,50 m; Z = 0,00 m)

Depth [m]	Effective Stress [kPa]	Hydraulic head [m]	Loading [kPa]	Settlement [m]
8,250	0,001	8,250	0,000	0,001
8,150	1,700	8,150	0,000	0,001
8,050	3,400	8,050	0,000	0,001
7,950	5,100	7,950	0,000	0,001
7,850	6,800	7,850	0,000	0,001
7,750	8,500	7,750	0,000	0,001
7,650	10,200	7,650	0,000	0,001
7,625	10,625	7,625	0,000	0,001
7,550	11,901	7,550	0,001	0,001
7,450	13,601	7,450	0,001	0,001
7,350	15,302	7,350	0,002	0,001
7,250	17,003	7,250	0,003	0,001
7,000	21,257	7,000	0,007	0,001
7,000	21,257	7,000	0,007	0,001
6,300	25,619	7,000	0,036	0,001
5,300	31,940	7,000	0,167	0,001
4,900	34,510	7,000	0,261	0,001
4,200	39,077	7,000	0,495	0,001
3,200	45,768	7,000	0,996	0,001
2,800	48,498	7,000	1,250	0,001
2,800	48,498	7,000	1,250	0,001
2,100	56,145	7,000	1,764	0,001
1,400	63,872	7,000	2,358	0,001
0,700	71,668	7,000	3,021	0,001
0,000	79,518	7,000	3,738	0,001
0,000	79,519	7,000	3,738	0,001
-0,800	88,544	7,000	4,612	0,001
-1,800	99,880	7,000	5,758	0,001
-2,800	111,252	7,000	6,940	0,000
-3,500	119,220	7,000	7,775	0,000
-4,300	128,324	7,000	8,727	0,000
-5,300	139,691	7,000	9,904	0,000
-6,300	151,030	7,000	11,053	0,000
-7,000	158,946	7,000	11,836	0,000

3.5 Results for Vertical 10 (X = 20,50 m; Z = 0,00 m)

Depth [m]	Effective Stress [kPa]	Hydraulic head [m]	Loading [kPa]	Settlement [m]
8,250	0,001	8,250	0,000	0,001
8,150	1,700	8,150	0,000	0,001
8,050	3,400	8,050	0,000	0,001
7,950	5,100	7,950	0,000	0,001
7,850	6,800	7,850	0,000	0,001
7,750	8,500	7,750	0,000	0,001
7,650	10,200	7,650	0,000	0,001
7,625	10,625	7,625	0,000	0,001
7,550	11,900	7,550	0,000	0,001
7,450	13,601	7,450	0,001	0,001
7,350	15,301	7,350	0,001	0,001
7,250	17,002	7,250	0,002	0,001
7,000	21,254	7,000	0,004	0,001
7,000	21,254	7,000	0,004	0,001
6,300	25,606	7,000	0,023	0,001
5,300	31,881	7,000	0,108	0,001
4,900	34,421	7,000	0,172	0,001

Depth [m]	Effective Stress [kPa]	Hydraulic head [m]	Loading [kPa]	Settlement [m]
4,200	38,916	7,000	0,334	0,001
3,200	45,467	7,000	0,695	0,001
2,800	48,132	7,000	0,884	0,001
2,800	48,133	7,000	0,884	0,001
2,100	55,658	7,000	1,277	0,001
1,400	63,256	7,000	1,742	0,001
0,700	70,922	7,000	2,275	0,001
0,000	78,646	7,000	2,866	0,000
0,000	78,646	7,000	2,866	0,000
-0,800	87,533	7,000	3,601	0,000
-1,800	98,711	7,000	4,589	0,000
-2,800	109,943	7,000	5,631	0,000
-3,500	117,825	7,000	6,380	0,000
-4,300	126,844	7,000	7,247	0,000
-5,300	138,120	7,000	8,333	0,000
-6,300	149,386	7,000	9,409	0,000
-7,000	157,262	7,000	10,152	0,000

3.6 Results for Vertical 11 (X = 21,50 m; Z = 0,00 m)

Depth [m]	Effective Stress [kPa]	Hydraulic head [m]	Loading [kPa]	Settlement [m]
8,250	0,001	8,250	0,000	0,000
8,150	1,700	8,150	0,000	0,000
8,050	3,400	8,050	0,000	0,000
7,950	5,100	7,950	0,000	0,000
7,850	6,800	7,850	0,000	0,000
7,750	8,500	7,750	0,000	0,000
7,650	10,200	7,650	0,000	0,000
7,625	10,625	7,625	0,000	0,000
7,550	11,900	7,550	0,000	0,000
7,450	13,600	7,450	0,000	0,000
7,350	15,301	7,350	0,001	0,000
7,250	17,001	7,250	0,001	0,000
7,000	21,253	7,000	0,003	0,000
7,000	21,253	7,000	0,003	0,000
6,300	25,598	7,000	0,015	0,000
5,300	31,847	7,000	0,074	0,000
4,900	34,367	7,000	0,118	0,000
4,200	38,815	7,000	0,233	0,000
3,200	45,270	7,000	0,498	0,000
2,800	47,888	7,000	0,640	0,000
2,800	47,888	7,000	0,640	0,000
2,100	55,321	7,000	0,940	0,000
1,400	62,819	7,000	1,305	0,000
0,700	70,379	7,000	1,732	0,000
0,000	77,995	7,000	2,215	0,000
0,000	77,995	7,000	2,215	0,000
-0,800	86,761	7,000	2,829	0,000
-1,800	97,794	7,000	3,672	0,000
-2,800	108,892	7,000	4,580	0,000
-3,500	116,689	7,000	5,244	0,000
-4,300	125,619	7,000	6,022	0,000
-5,300	136,799	7,000	7,012	0,000
-6,300	147,984	7,000	8,007	0,000
-7,000	155,811	7,000	8,701	0,000

3.7 Results for Vertical 12 (X = 22,50 m; Z = 0,00 m)

Depth [m]	Effective Stress [kPa]	Hydraulic head [m]	Loading [kPa]	Settlement [m]
8,250	0,001	8,250	0,000	0,000
8,150	1,700	8,150	0,000	0,000
8,050	3,400	8,050	0,000	0,000
7,950	5,100	7,950	0,000	0,000
7,850	6,800	7,850	0,000	0,000
7,750	8,500	7,750	0,000	0,000
7,650	10,200	7,650	0,000	0,000
7,625	10,625	7,625	0,000	0,000
7,550	11,900	7,550	0,000	0,000
7,450	13,600	7,450	0,000	0,000
7,350	15,300	7,350	0,000	0,000
7,250	17,001	7,250	0,001	0,000
7,000	21,252	7,000	0,002	0,000
7,000	21,252	7,000	0,002	0,000
6,300	25,594	7,000	0,011	0,000
5,300	31,825	7,000	0,052	0,000
4,900	34,332	7,000	0,083	0,000
4,200	38,749	7,000	0,167	0,000
3,200	45,136	7,000	0,364	0,000
2,800	47,720	7,000	0,472	0,000
2,800	47,720	7,000	0,472	0,000
2,100	55,085	7,000	0,704	0,000
1,400	62,505	7,000	0,991	0,000
0,700	69,980	7,000	1,333	0,000
0,000	77,508	7,000	1,728	0,000
0,000	77,508	7,000	1,728	0,000
-0,800	86,170	7,000	2,238	0,000
-1,800	97,074	7,000	2,952	0,000
-2,800	108,050	7,000	3,738	0,000
-3,500	115,766	7,000	4,321	0,000
-4,300	124,610	7,000	5,013	0,000
-5,300	135,692	7,000	5,905	0,000
-6,300	146,793	7,000	6,816	0,000
-7,000	154,567	7,000	7,457	0,000

4 Settlements

4.1 Settlements

Vertical number	X co-ordinate [m]	Z co-ordinate [m]	Surface level [m]	Settlement [m]
1	-1,00	0,00	8,25	0,027
2	4,00	0,00	8,25	0,024
3	13,50	0,00	8,25	0,006
4	14,50	0,00	8,25	0,004
5	15,50	0,00	8,25	0,003
6	16,50	0,00	8,25	0,002
7	17,50	0,00	8,25	0,002
8	18,50	0,00	8,25	0,001
9	19,50	0,00	8,25	0,001
10	20,50	0,00	8,25	0,001
11	21,50	0,00	8,25	0,000
12	22,50	0,00	8,25	0,000

End of Report

Report for D-Settlement 18.2

Settlement Calculations
Developed by Deltares

Company:	<Not Registered> <Not Registered>
Date of report:	24-8-2018
Time of report:	16:12:59
Report with version:	18.2.1.20481
Date of calculation:	24-8-2018
Time of calculation:	16:12:15
Calculated with version:	18.2.1.20481
File name:	P:\..\31_Advies_geotechniek\20_Engineering\RTG loc 6 Gasunie a
Project identification:	90178-0733-000 RTG locatie 6a

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 3
2.5 Soil Properties 3
2.6 Non-Uniform Loads 4
2.7 Verticals 4
3 Results per Vertical 5
3.1 Results for Vertical 11 (X = 39,90 m; Z = 0,00 m) 5
4 Settlements 6
4.1 Settlements 6

2 Echo of the Input

2.1 Layer Boundaries

Boundary number	Co-ordinates [m]				
5 - X -	14,300	26,700	38,200	44,200	47,150
5 - Y -	8,550	8,550	8,540	8,530	8,520
5 - X -	51,700	55,400	58,300	61,000	63,000
5 - Y -	8,510	8,510	8,550	8,550	8,530
4 - X -	14,300	63,000			
4 - Y -	7,250	7,250			
3 - X -	14,300	63,000			
3 - Y -	5,900	5,900			
2 - X -	14,300	63,000			
2 - Y -	5,600	5,600			
1 - X -	14,300	63,000			
1 - Y -	2,000	2,000			
0 - X -	14,300	63,000			
0 - Y -	-1,800	-1,800			

2.2 Pl-lines

Pl-line number	Co-ordinates [m]				
1 - X -	14,300	63,000			
1 - Y -	7,250	7,250			

2.3 General Data

Soil model:	Koppejan
Consolidation model:	Darcy
Strain model:	Linear
Groundwater level:	Initial determined by Pl-line number 1
Unit weight of water:	9,81 [kN/m³]
Stress distribution	
- Soil:	Buisman
- Loads:	None
End of consolidation:	10000,00 [days]
No maintain profile	
Pc (initial):	Variable parallel to the initial effective stress
Pc (per step):	Automatic increased to the final effective stresses
Creep rate reference time:	1,000 [days]
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	Pl-line top	Pl-line bottom
5	Klei uitg boven leiding	1	1
4	Klei boven leiding	1	1
3	Klei	1	1
2	Zand	1	1
1	Zand diep	1	1

2.5 Soil Properties

Layer number	Drained	Unit weight	
		Unsaturated [kN/m³]	Saturated [kN/m³]
5	Yes	17,00	17,00
4	Yes	16,00	16,00
3	Yes	16,00	16,00
2	Yes	18,00	20,00
1	Yes	18,00	20,00

Layer number	Storage type	Vert. consolid. coefficient Cv [m²/s]	Vertical permeability [m/s]	Permeability strain mod. [-]	Initial vertical permeability [m/s]
5	Strain dep.	-	-	1,000E+15	5,787E-07
4	Strain dep.	-	-	1,000E+15	5,787E-07
3	Strain dep.	-	-	1,000E+15	5,787E-07
2	Vert. cons.	-	-	-	-
1	Vert. cons.	-	-	-	-

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

Layer number	Primary compr. coeff.		Secular compr. coef.		Swell constants	
	Cp [-]	Cp' [-]	Cs [-]	Cs' [-]	Ap [-]	As [-]
5	1,00E+04	1,00E+04	1,00E+04	1,00E+04	1,00E+04	1,00E+04
4	1,00E+04	1,00E+04	1,00E+04	1,00E+04	1,00E+04	1,00E+04
3	6,40E+01	1,60E+01	2,56E+02	6,40E+01	6,40E+01	6,40E+01
2	8,00E+02	2,00E+02	1,00E+04	1,00E+04	8,00E+02	1,00E+04
1	2,00E+03	5,00E+02	1,00E+04	1,00E+04	2,00E+03	1,00E+04

2.6 Non-Uniform Loads

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

Load number	Co-ordinates [m]					
1 - X -	15,00	17,90	36,78	43,06	55,64	62,00
1 - Y -	8,55	8,59	13,59	13,59	8,59	8,59
1 - X -	62,50					
1 - Y -	8,53					

2.7 Verticals

Vertical number	X co-ordinates [m]				
1 - 5	14,300	16,800	19,300	21,800	24,300
6 - 10	26,800	29,300	31,800	34,300	36,800
11 - 15	39,900	43,000	45,500	48,000	50,500
16 - 20	53,000	55,500	58,000	60,500	63,000

Discretisation = 100

3 Results per Vertical

3.1 Results for Vertical 11 (X = 39,90 m; Z = 0,00 m)

Depth [m]	Effective Stress [kPa]	Hydraulic head [m]	Loading [kPa]	Settlement [m]
8,537	90,947	8,537	90,946	0,074
8,437	92,654	8,437	90,954	0,073
8,337	94,355	8,337	90,955	0,073
8,237	96,058	8,237	90,958	0,073
8,137	97,760	8,137	90,960	0,073
8,037	99,461	8,037	90,961	0,073
7,937	101,160	7,937	90,960	0,073
7,894	101,900	7,894	90,959	0,073
7,837	102,857	7,837	90,957	0,073
7,737	104,551	7,737	90,951	0,072
7,637	106,244	7,637	90,944	0,072
7,537	107,934	7,537	90,934	0,072
7,250	112,774	7,250	90,892	0,072
7,250	112,774	7,250	90,892	0,072
6,575	116,741	7,250	90,681	0,071
5,900	120,495	7,250	90,257	0,071
5,900	120,495	7,250	90,257	0,071
5,750	121,298	7,250	90,131	0,047
5,600	122,089	7,250	89,994	0,024
5,600	122,089	7,250	89,994	0,024
4,700	130,214	7,250	88,948	0,019
3,800	138,015	7,250	87,578	0,014
2,900	145,575	7,250	85,967	0,009
2,000	152,968	7,250	84,188	0,006
2,000	152,968	7,250	84,188	0,006
1,000	161,053	7,250	82,084	0,004
0,100	168,262	7,250	80,122	0,003
-0,900	176,236	7,250	77,906	0,001
-1,800	183,406	7,250	75,905	0,000

4 Settlements

4.1 Settlements

Vertical number	X co-ordinate [m]	Z co-ordinate [m]	Surface level [m]	Settlement [m]
1	14,30	0,00	8,55	0,000
2	16,80	0,00	8,55	0,002
3	19,30	0,00	8,55	0,009
4	21,80	0,00	8,55	0,022
5	24,30	0,00	8,55	0,034
6	26,80	0,00	8,55	0,044
7	29,30	0,00	8,55	0,053
8	31,80	0,00	8,55	0,061
9	34,30	0,00	8,54	0,068
10	36,80	0,00	8,54	0,072
11	39,90	0,00	8,54	0,074
12	43,00	0,00	8,53	0,071
13	45,50	0,00	8,53	0,065
14	48,00	0,00	8,52	0,054
15	50,50	0,00	8,51	0,041
16	53,00	0,00	8,51	0,025
17	55,50	0,00	8,51	0,007
18	58,00	0,00	8,55	0,002
19	60,50	0,00	8,55	0,001
20	63,00	0,00	8,53	0,000

End of Report

Report for D-Settlement 18.2

Settlement Calculations
Developed by Deltares

Company:	<Not Registered> <Not Registered>
Date of report:	24-8-2018
Time of report:	16:15:55
Report with version:	18.2.1.20481
Date of calculation:	24-8-2018
Time of calculation:	16:15:10
Calculated with version:	18.2.1.20481
File name:	P:\..\31_Advies_geotechniek\20_Engineering\RTG loc 6 Gasunie b
Project identification:	9018-0733-000 RTG locatie 6b

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 3
2.5 Soil Properties 3
2.6 Non-Uniform Loads 4
2.7 Verticals 4
3 Results per Vertical 5
3.1 Results for Vertical 11 (X = 39,90 m; Z = 0,00 m) 5
4 Settlements 6
4.1 Settlements 6

2 Echo of the Input

2.1 Layer Boundaries

Boundary number	Co-ordinates [m]				
5 - X -	14,300	26,700	38,200	44,200	47,150
5 - Y -	8,550	8,550	8,540	8,530	8,520
5 - X -	51,700	55,400	58,300	61,000	63,000
5 - Y -	8,510	8,510	8,550	8,550	8,530
4 - X -	14,300	63,000			
4 - Y -	7,250	7,250			
3 - X -	14,300	63,000			
3 - Y -	5,900	5,900			
2 - X -	14,300	63,000			
2 - Y -	4,000	4,000			
1 - X -	14,300	63,000			
1 - Y -	2,100	2,100			
0 - X -	14,300	63,000			
0 - Y -	-1,800	-1,800			

2.2 Pl-lines

Pl-line number	Co-ordinates [m]				
1 - X -	14,300	63,000			
1 - Y -	7,250	7,250			

2.3 General Data

Soil model:	Koppejan
Consolidation model:	Darcy
Strain model:	Linear
Groundwater level:	Initial determined by Pl-line number 1
Unit weight of water:	9,81 [kN/m³]
Stress distribution	
- Soil:	Buisman
- Loads:	None
End of consolidation:	10000,00 [days]
No maintain profile	
Pc (initial):	Variable parallel to the initial effective stress
Pc (per step):	Automatic increased to the final effective stresses
Creep rate reference time:	1,000 [days]
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	Pl-line top	Pl-line bottom
5	Klei uitg boven leiding	1	1
4	Klei boven leiding	1	1
3	Klei	1	1
2	Zand	1	1
1	Zand diep	1	1

2.5 Soil Properties

Layer number	Drained	Unit weight	
		Unsaturated [kN/m³]	Saturated [kN/m³]
5	Yes	17,00	17,00
4	Yes	16,00	16,00
3	Yes	16,00	16,00
2	Yes	18,00	20,00
1	Yes	18,00	20,00

Layer number	Storage type	Vert. consolid. coefficient Cv [m²/s]	Vertical permeability [m/s]	Permeability strain mod. [-]	Initial vertical permeability [m/s]
5	Strain dep.	-	-	1,000E+15	5,787E-07
4	Strain dep.	-	-	1,000E+15	5,787E-07
3	Strain dep.	-	-	1,000E+15	5,787E-07
2	Vert. cons.	-	-	-	-
1	Vert. cons.	-	-	-	-

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

Layer number	Primary compr. coeff.		Secular compr. coef.		Swell constants	
	Cp [-]	Cp' [-]	Cs [-]	Cs' [-]	Ap [-]	As [-]
5	1,00E+04	1,00E+04	1,00E+04	1,00E+04	1,00E+04	1,00E+04
4	1,00E+04	1,00E+04	1,00E+04	1,00E+04	1,00E+04	1,00E+04
3	4,80E+01	1,20E+01	1,92E+02	4,80E+01	4,80E+01	4,80E+01
2	8,00E+02	2,00E+02	1,00E+04	1,00E+04	8,00E+02	1,00E+04
1	2,00E+03	5,00E+02	1,00E+04	1,00E+04	2,00E+03	1,00E+04

2.6 Non-Uniform Loads

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

Load number	Co-ordinates [m]					
1 - X -	15,00	17,90	36,78	43,06	55,64	62,00
1 - Y -	8,55	8,59	13,59	13,59	8,59	8,59
1 - X -	62,50					
1 - Y -	8,53					

2.7 Verticals

Vertical number	X co-ordinates [m]				
1 - 5	14,300	16,800	19,300	21,800	24,300
6 - 10	26,800	29,300	31,800	34,300	36,800
11 - 15	39,900	43,000	45,500	48,000	50,500
16 - 20	53,000	55,500	58,000	60,500	63,000

Discretisation = 100

3 Results per Vertical

3.1 Results for Vertical 11 (X = 39,90 m; Z = 0,00 m)

Depth [m]	Effective Stress [kPa]	Hydraulic head [m]	Loading [kPa]	Settlement [m]
8,537	90,947	8,537	90,946	0,382
8,437	92,654	8,437	90,954	0,382
8,337	94,355	8,337	90,955	0,382
8,237	96,058	8,237	90,958	0,382
8,137	97,760	8,137	90,960	0,381
8,037	99,461	8,037	90,961	0,381
7,937	101,160	7,937	90,960	0,381
7,894	101,900	7,894	90,959	0,381
7,837	102,857	7,837	90,957	0,381
7,737	104,551	7,737	90,951	0,381
7,637	106,244	7,637	90,944	0,381
7,537	107,934	7,537	90,934	0,381
7,250	112,774	7,250	90,892	0,381
7,250	112,774	7,250	90,892	0,381
6,575	116,741	7,250	90,681	0,380
5,900	120,495	7,250	90,257	0,380
5,900	120,495	7,250	90,257	0,380
4,950	125,394	7,250	89,275	0,189
4,000	129,905	7,250	87,906	0,016
4,000	129,905	7,250	87,906	0,016
3,050	137,928	7,250	86,249	0,011
2,100	145,753	7,250	84,392	0,006
2,100	145,753	7,250	84,392	0,006
1,150	153,447	7,250	82,406	0,004
0,150	161,463	7,250	80,232	0,003
-0,800	169,039	7,250	78,128	0,001
-1,800	177,006	7,250	75,905	0,000

4 Settlements

4.1 Settlements

Vertical number	X co-ordinate [m]	Z co-ordinate [m]	Surface level [m]	Settlement [m]
1	14,30	0,00	8,55	0,002
2	16,80	0,00	8,55	0,007
3	19,30	0,00	8,55	0,044
4	21,80	0,00	8,55	0,113
5	24,30	0,00	8,55	0,176
6	26,80	0,00	8,55	0,229
7	29,30	0,00	8,55	0,275
8	31,80	0,00	8,55	0,316
9	34,30	0,00	8,54	0,350
10	36,80	0,00	8,54	0,374
11	39,90	0,00	8,54	0,382
12	43,00	0,00	8,53	0,370
13	45,50	0,00	8,53	0,335
14	48,00	0,00	8,52	0,280
15	50,50	0,00	8,51	0,211
16	53,00	0,00	8,51	0,126
17	55,50	0,00	8,51	0,037
18	58,00	0,00	8,55	0,006
19	60,50	0,00	8,55	0,003
20	63,00	0,00	8,53	0,001

End of Report

Report for D-Settlement 18.2

Settlement Calculations
Developed by Deltares

Company:	<Not Registered> <Not Registered>
Date of report:	24-8-2018
Time of report:	16:19:03
Report with version:	18.2.1.20481
Date of calculation:	24-8-2018
Time of calculation:	16:18:06
Calculated with version:	18.2.1.20481
File name:	P:\..\31_Advies_geotechniek\20_Engineering\RTG loc 8 Gasunie
Project identification:	9018-0733-000 RTG locatie 8

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 3
2.5 Soil Properties 4
2.6 Non-Uniform Loads 4
2.7 Verticals 4
3 Results per Vertical 6
3.1 Results for Vertical 11 (X = -26,80 m; Z = 0,00 m) 6
4 Settlements 7
4.1 Settlements 7

2 Echo of the Input

2.1 Layer Boundaries

Boundary number	Co-ordinates [m]				
6 - X -	-51,700	-23,500	-15,400	-12,400	-9,700
6 - Y -	8,200	8,150	8,100	8,000	7,870
6 - X -	-6,900	-2,800	0,000	3,600	10,600
6 - Y -	7,870	7,890	7,990	8,100	8,210
5 - X -	-51,700	10,600			
5 - Y -	7,700	7,700			
4 - X -	-51,700	10,600			
4 - Y -	7,250	7,250			
3 - X -	-51,700	10,600			
3 - Y -	6,250	6,250			
2 - X -	-51,700	10,600			
2 - Y -	5,900	5,900			
1 - X -	-51,700	10,600			
1 - Y -	2,000	2,000			
0 - X -	-51,700	10,600			
0 - Y -	-1,500	-1,500			

2.2 Pl-lines

Pl-line number	Co-ordinates [m]				
1 - X -	-51,700	10,600			
1 - Y -	7,250	7,250			

2.3 General Data

Soil model:	Koppejan
Consolidation model:	Darcy
Strain model:	Linear
Groundwater level:	Initial determined by Pl-line number 1
Unit weight of water:	9,81 [kN/m³]
Stress distribution	
- Soil:	Buisman
- Loads:	None
End of consolidation:	10000,00 [days]
No maintain profile	
Pc (initial):	Variable parallel to the initial effective stress
Pc (per step):	Automatic increased to the final effective stresses
Creep rate reference time:	1,000 [days]
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	Pl-line top	Pl-line bottom
6	Klei uitg boven leiding	1	1
5	Klei uitg boven leiding	1	1
4	Klei boven leiding	1	1
3	Klei	1	1
2	Zand	1	1
1	Zand diep	1	1

2.5 Soil Properties

Layer number	Drained	Unit weight	
		Unsaturated [kN/m³]	Saturated [kN/m³]
6	Yes	17,00	17,00
5	Yes	17,00	17,00
4	Yes	16,00	16,00
3	Yes	16,00	16,00
2	Yes	18,00	20,00
1	Yes	18,00	20,00

Layer number	Storage type	Vert. consolid. coefficient Cv [m²/s]	Vertical permeability [m/s]	Permeability strain mod. [-]	Initial vertical permeability [m/s]
6	Strain dep.	-	-	1,000E+15	5,787E-07
5	Strain dep.	-	-	1,000E+15	5,787E-07
4	Strain dep.	-	-	1,000E+15	5,787E-07
3	Strain dep.	-	-	1,000E+15	5,787E-07
2	Vert. cons.	-	-	-	-
1	Vert. cons.	-	-	-	-

Layer number	Precons. pressure [kN/m²]	POP [kN/m²]	OCR [-]
6	-	5,00	-
5	-	5,00	-
4	-	5,00	-
3	-	5,00	-
2	-	5,00	-
1	-	5,00	-

Layer number	Primary compr. coeff.		Secular compr. coef.		Swell constants	
	Cp [-]	Cp' [-]	Cs [-]	Cs' [-]	Ap [-]	As [-]
6	1,00E+04	1,00E+04	1,00E+04	1,00E+04	1,00E+04	1,00E+04
5	1,00E+04	1,00E+04	1,00E+04	1,00E+04	1,00E+04	1,00E+04
4	1,00E+04	1,00E+04	1,00E+04	1,00E+04	1,00E+04	1,00E+04
3	7,20E+01	1,80E+01	2,88E+02	7,20E+01	7,20E+01	7,20E+01
2	8,00E+02	2,00E+02	1,00E+04	1,00E+04	8,00E+02	1,00E+04
1	2,00E+03	5,00E+02	1,00E+04	1,00E+04	2,00E+03	1,00E+04

2.6 Non-Uniform Loads

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

Load number	Co-ordinates [m]					
1 - X -	-50,00	-44,14	-29,21	-24,35	-14,91	-11,98
1 - Y -	8,20	8,32	13,47	13,47	8,37	8,32
1 - X -	-11,08	-10,50	-8,43	-7,61	-5,15	-0,61
1 - Y -	8,22	7,90	7,88	8,31	8,36	8,44
1 - X -	0,61	9,03	10,00			
1 - Y -	8,44	8,25	8,21			

2.7 Verticals

Vertical number	X co-ordinates [m]				
1 - 5	-51,700	-49,200	-46,700	-44,200	-41,700
6 - 10	-39,200	-36,700	-34,200	-31,700	-29,200
11 - 15	-26,800	-24,400	-21,900	-19,400	-16,900
16 - 20	-14,400	-11,900	-9,400	-6,900	-4,400
21 - 25	-1,900	0,600	3,100	5,600	8,100
26	10,600				

Discretisation = 100

3 Results per Vertical

3.1 Results for Vertical 11 (X = -26,80 m; Z = 0,00 m)

Depth [m]	Effective Stress [kPa]	Hydraulic head [m]	Loading [kPa]	Settlement [m]
8,156	95,743	8,156	95,742	0,089
8,056	97,452	8,056	95,752	0,088
7,956	99,165	7,956	95,765	0,088
7,928	99,643	7,928	95,769	0,088
7,856	100,877	7,856	95,777	0,088
7,756	102,582	7,756	95,782	0,088
7,700	103,530	7,700	95,780	0,088
7,700	103,530	7,700	95,780	0,088
7,656	104,278	7,656	95,778	0,088
7,556	105,968	7,556	95,768	0,088
7,475	107,332	7,475	95,757	0,088
7,456	107,655	7,456	95,755	0,088
7,356	109,338	7,356	95,738	0,087
7,256	111,017	7,256	95,717	0,087
7,250	111,115	7,250	95,716	0,087
7,250	111,115	7,250	95,716	0,087
7,156	111,674	7,250	95,692	0,087
6,750	114,026	7,250	95,531	0,087
6,250	116,746	7,250	95,156	0,086
6,250	116,746	7,250	95,156	0,086
6,075	117,646	7,250	94,974	0,057
5,900	118,520	7,250	94,764	0,028
5,900	118,520	7,250	94,764	0,028
4,950	126,634	7,250	93,198	0,021
3,950	134,575	7,250	90,949	0,015
3,000	141,763	7,250	88,456	0,010
2,000	149,121	7,250	85,624	0,006
2,000	149,121	7,250	85,624	0,006
1,150	155,297	7,250	83,139	0,004
0,250	161,818	7,250	80,488	0,002
-0,600	167,995	7,250	78,004	0,001
-1,500	174,584	7,250	75,422	0,000

4 Settlements

4.1 Settlements

Vertical number	X co-ordinate [m]	Z co-ordinate [m]	Surface level [m]	Settlement [m]
1	-51,70	0,00	8,20	0,000
2	-49,20	0,00	8,20	0,001
3	-46,70	0,00	8,19	0,002
4	-44,20	0,00	8,19	0,006
5	-41,70	0,00	8,18	0,026
6	-39,20	0,00	8,18	0,044
7	-36,70	0,00	8,17	0,059
8	-34,20	0,00	8,17	0,070
9	-31,70	0,00	8,16	0,080
10	-29,20	0,00	8,16	0,087
11	-26,80	0,00	8,16	0,089
12	-24,40	0,00	8,15	0,086
13	-21,90	0,00	8,14	0,076
14	-19,40	0,00	8,12	0,059
15	-16,90	0,00	8,11	0,036
16	-14,40	0,00	8,07	0,013
17	-11,90	0,00	7,98	0,005
18	-9,40	0,00	7,87	0,002
19	-6,90	0,00	7,87	0,009
20	-4,40	0,00	7,88	0,012
21	-1,90	0,00	7,92	0,012
22	0,60	0,00	8,01	0,008
23	3,10	0,00	8,08	0,004
24	5,60	0,00	8,13	0,002
25	8,10	0,00	8,17	0,001
26	10,60	0,00	8,21	0,000

End of Report