

# Beschouwing zettingen

Zettingsberekening gasleiding te Heislageweg te Wehl  
GA222026.R01.V1.0

18 november 2022



# Beschouwing zettingen

Zettingsberekening gasleiding te Heislageweg te Wehl

Documentnummer GA222026.R01.V130

17 november 2022

## Opdrachtgever

Solar Provider Group B.V.

Vliegend Hertlaan 15-97

3526KS Utrecht

## Auteurs

Geotechnisch adviseur ing. J.C.A. Timmermans

Projectleider ir. T.W. Snel

+31 88 130 06 00

info@geonius.nl

Postbus 1097

6160 BB Geleen

Geonius.nl

Functie	Naam	Paraaf
Geotechnisch adviseur	ing. J.C.A. Timmermans	
Collegiale toets	ir. T.W. Snel	

# Inhoud

<b>1</b>	<b>Inleiding .....</b>	<b>4</b>
1.1	Relevante documenten	4
<b>2</b>	<b>Projectbeschrijving .....</b>	<b>5</b>
<b>3</b>	<b>Grondonderzoek .....</b>	<b>6</b>
3.1	Algemeen	6
3.2	Sonderingen	6
3.3	Boringen	6
3.4	Inmeting	6
<b>4</b>	<b>Grondslag.....</b>	<b>7</b>
4.1	Terreingesteldheid	7
4.2	Bodemopbouw	7
4.3	Grondwater	7
<b>5</b>	<b>Zettingen.....</b>	<b>9</b>
5.1	Algemeen	9
5.2	Grondprofiel	9
5.3	Resultaten	10
<b>6</b>	<b>Conclusie en advies.....</b>	<b>11</b>
6.1	Conclusie	11
6.2	Aandachtspunten	11
	<b>Bijlagen.....</b>	<b>12</b>

## Bijlagen

- Bijlage 1 Situatiekening
- Bijlage 2 Sondeergrafieken
- Bijlage 3 Boringen
- Bijlage 4 Dwarsprofielen
- Bijlage 5 Resultaten berekeningen

# 1 Inleiding

Door Solar Provider Group B.V. werd aan Geonius Geotechniek B.V. opdracht gegeven een geotechnisch grondonderzoek uit te voeren en een zettingsberekeningen uit te voeren. Dit onderzoek was nodig voor de aanleg van een zonnepark aan de Heislageweg te Wehl.

Voorliggend rapport bevat de resultaten van het grondonderzoek en de zettingsberekeningen van de ophogingen en de zettingsberekeningen nabij twee gasleidingen. Het geotechnisch advies nabij de leidingen is uitgewerkt conform NEN 9997-1 (Geotechnisch ontwerp Deel 1: Algemene regels) en NEN 1997-2 (Geotechnisch ontwerp Deel 2: Grondonderzoek en beproeving). Beide delen vormen de basis van Eurocode 7.

## 1.1 Relevante documenten

Hieronder wordt in Tabel 1.1.1 de meest relevante documenten voor voorliggend rapport weergegeven.

Tabel 1.1.1: Relevante documenten en informatie

Referentie	Document	Datum
[1]	CB5, <i>Profiel – zonnepark</i> , met tekeningnummer 220915 Waterberging en landschappelijke inpassing	15-11-2022

# 2 Projectbeschrijving

Aan de Heislagseweg te Wehl is de nieuwbouw van een zonnepark gepland. In voorliggend rapport worden de zettingen ter plaatse van gasleiding als gevolg van de ophoging van het terrein beschouwd. In deze rapportage worden de verticale vervormingen ten gevolge van de aanleg van de ophoging berekend.

Voor het uitvoeren van de berekeningen en opstellen van het advies zijn door ons de onderstaande algemene uitgangspunten gehanteerd:

- Voor de relevante grondparameters worden de waarden uit Tabel 2.b van NEN-9997-1 aangehouden;
- Voor de zettingsberekening zijn we uitgegaan van de door de opdrachtgever aangeleverde dwarsprofielen.
- De toelaatbare vervorming of hoekverdraaiing van de gasleiding is ons niet bekend. Middels voorliggend rapport wordt een beschouwing gemaakt van de theoretische zettingen ter plaatse van de gasleiding.
- De in het terrein uitkomende grond van de geplande ontgraving ter plaatse van de zonnepanelen wordt voor de ophoging van het terrein gebruikt; hierbij is op basis van Ref [1] rekening gehouden met een maximale ophoging van 1,3 m ten opzichte van bestaand maaiveld. De diepteligging van de gasleiding is tevens onbekend. Als uitgangspunt is aangenomen dat deze minimaal 1,0 m onder huidig maaiveld ligt. Indien de gasleiding de realiteit dieper ligt, is dit enkel gunstig voor de vervormingen en eventuele spanningsverhogingen;
- Eventuele beperkingen of randvoorwaarden als gevolg van milieukundige aspecten zijn buiten beschouwing gelaten.

Indien wordt afgeweken van voornoemde uitgangspunten dan dient ons bureau te worden gecontacteerd daar dan het advies mogelijk moet worden aangepast.

# 3 Grondonderzoek

## 3.1 Algemeen

Ten behoeve van het grondonderzoek zijn in oktober 2022 in totaal 2 sonderingen en 2 handboringen uitgevoerd. Hieronder is het uitgevoerde grondonderzoeken verder beschreven.

## 3.2 Sonderingen

De sonderingen zijn gemaakt met een elektrische conus. Hierbij wordt de conusweerstand en de plaatselijke wrijving continu gemeten, elektrisch geregistreerd en digitaal vastgelegd. De sonderingen zijn uitgevoerd conform NEN-EN-ISO 22476-1:2012/C1:2013. De sonderingen zijn genummerd SW01 en SW02 en gepresenteerd ten opzichte van NAP. De resultaten van de sonderingen zijn opgenomen in Bijlage 2 Bij de sonderingen is tevens de helling ten opzichte van de verticaal gemeten. Bijzondere afwijkingen in de meetdata zijn niet vastgesteld.

De verhouding tussen de wrijvingsweerstand van de kleefmantel en de weerstand aan de conuspunt, het zogenaamde wrijvingsgetal, heeft voor iedere grondsoort een andere waarde. Voor een gladde elektrische conus gelden bij veel voorkomende ongeroerde gronden onder de grondwaterstand ongeveer de navolgende relaties:

Tabel 3.1: Interpretatie van het wrijvingsgetal

Wrijvingsgetal in %	Grondsoort
0,3 – 1,5	Zand, grof tot fijn
1,5 – 2,5	Silt (leem)
2,5 – 5,0	Klei
> 5,0	Veen

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

## 3.3 Boringen

Om de toplagen nader te verkennen en het nemen van grondmonsters zijn op de locatie tevens tien handboringen (genummerd GA222026 HB01 en HB02) tot ca. 2,3 m- maaiveld uitgevoerd. Tijdens de boorwerkzaamheden is het bodemmateriaal lithologisch onderzocht. Bij het lithologisch onderzoek worden de grondsoorten geïdentificeerd volgens NEN-EN-ISO 14688-1. De boorstaten zijn opgenomen in de bijlagen.

## 3.4 Inmeting

De ligging van de onderzoekspunten is op situatietekening GA222026.T01 weergegeven. De resultaten van het grondonderzoek zijn in de bijlagen toegevoegd. De boorstaten zijn getekend ten opzichte van maaiveld en NAP.

De onderzoekspunten zijn met behulp van 06-GPS ingemeten t.o.v. het Rijksdriehoekstelsel en NAP (nauwkeurigheid ca. 0,10 m). Alle gegevens van de inmetingen zijn een momentopname en zijn alleen te gebruiken voor voorliggend onderzoek.



# 4 Grondslag

## 4.1 Terreingesteldheid

Het terrein is een akker. Ten tijde van het grondonderzoek lag het maaiveld ter plaatse van de onderzoekspunten op een niveau van ca. NAP +12,9 m tot NAP +12,8 m. Het terrein kent hiermee een hoogteverschil van ca. 0,1 m tussen de ingemeten punten.

## 4.2 Bodemopbouw

De bodemopbouw kan op basis van de sonderingen en handboringen als volgt worden beschreven:

Vanaf het maaiveld wordt tot de maximaal verkende diepte van ca. NAP -2,0 m een beperkt zettingsgevoelig pakket aangetroffen bestaande uit los tot matig vast gepakt zand. Bij sondering SW01 wordt het zandpakket op een diepte van ca. NAP +11,2 m doorsneden door een sterk zandige leemlaag. De conusweerstand varieert van ca. 2 MPa voor de losgepakte en zandige leemlagen tot ca. 23 MPa voor het vastere zand.

### 4.2.1 Grondparameters

In Tabel 4.2.1 zijn de rekenwaarden van de eigenschappen van de gehanteerde grondlagen weergegeven. Hierbij zijn de grondparameters vastgesteld aan de hand van de sonderingen, onze ervaring met de aangetroffen grondsoorten en Tabel 2.b van NEN 9997-1 en gelden voor ongeroerde grond.

Tabel 4.2.1: Overzicht toegepaste grondparameters

Grondsoort	$\gamma^{(nat)}$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$C_p$ [-]	$C'_p$ [-]	$C_s$ [-]	$C'_s$ [-]	POP [kN/m <sup>2</sup> ]	$C_v$ [m <sup>2</sup> /s]
Zand, los	17/19*	800	200	$\infty$	$\infty$	0	Gedraineerd
Zand, matig	18/20*	2400	600	$\infty$	$\infty$	0	Gedraineerd
Leem, sterk zandig	19/19*	180	45	5200	1300	0	Gedraineerd

\* Droog respectievelijk nat volumegewicht

Hierin is:	$\gamma^{nat/sat}$	Het volumiek gewicht van natuurlijke / volledig verzadigde grond;
	$C_p$	Primaire samendrukkingscoëfficiënt onder de grensspanning;
	$C'_p$	Primaire samendrukkingscoëfficiënt boven de grensspanning;
	$C_s$	Secundaire samendrukkingscoëfficiënt onder de grensspanning;
	$C'_s$	Secundaire samendrukkingscoëfficiënt boven de grensspanning;
	POP	Pre Overburden Pressure;
	$C_v$	Verticale consolidatie coëfficiënt.

## 4.3 Grondwater

Tijdens het grondonderzoek is in de sondeer en boorgaten naar de actuele grondwaterstand gepeild. Deze werd aangetroffen op een diepte van ca. 1,75 à 1,85 m- maaiveld. Dit komt overeen met ca. NAP +11,0 m. Het betreft hierbij slechts een eenmalige meting, waardoor deze waarneming slechts als indicatie kan gelden. Daarnaast kan als gevolg van spanningswater, lagenopbouw en lokale omstandigheden een afwijkende waarde worden aangetroffen.

Wij wijzen erop dat de grondwaterstand van seizoen tot seizoen kan verschillen en in nattere jaargetijden mogelijk hoger wordt aangetroffen dan thans het geval is. Exacte grondwaterstanden kunnen alleen middels peilbuismetingen worden verkregen.

Op basis van het isohypsenmodel van TNO Grondwatertools wordt de gemiddeld hoogste grondwaterstand op de locatie door ons ingeschat op ca. NAP +11 m.



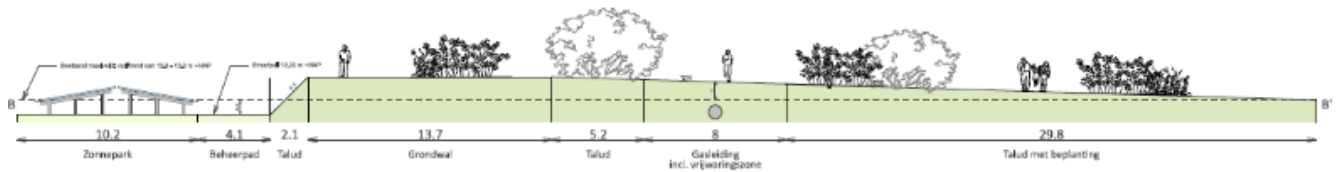
# 5 Zettingen

## 5.1 Algemeen

De verticale vervormingen onder het midden van de ophoging zijn bepaald met behulp van de software van Deltares: D-Settlement. De 2D-berekeningen zijn uitgevoerd op basis van de zettingstheorie volgens NEN-Koppejan in combinatie met het consolidatiemodel volgens Darcy en berekend voor een periode van 30 jaar.

De zettingen worden veroorzaakt door verhoging van de korrelspanning. Deze korrelspanning wordt o.a. beïnvloed door het aanbrengen of weghalen van ophogingen (belastingen) en veranderingen in de grondwaterstanden. De zettingen treden tijdsafhankelijk op. De berekende zettingen betreffen theoretische eindzettingen en zullen pas na geruime tijd worden bereikt. Hiervoor is een periode van 30 jaar in acht genomen.

Het doel van de zettingsanalyse is het bepalen van de te verwachten zettingen en zettingsverschillen als gevolg van de geplande ophogingen. In de berekeningen is geen rekening gehouden met eventuele toekomstige extra ophogingen en/of bouwplannen welke kunnen leiden tot additionele zettingen. Ter bepaling van de vervormingen van de gasleiding is over het perceel een lengteprofiel over de gasleiding gemodelleerd. Hierbij is op verschillende locaties de zettingen bepaald. Ter indicatie is hieronder in paragraaf 5.2 een weergave van de situatie in een dwarsprofiel.

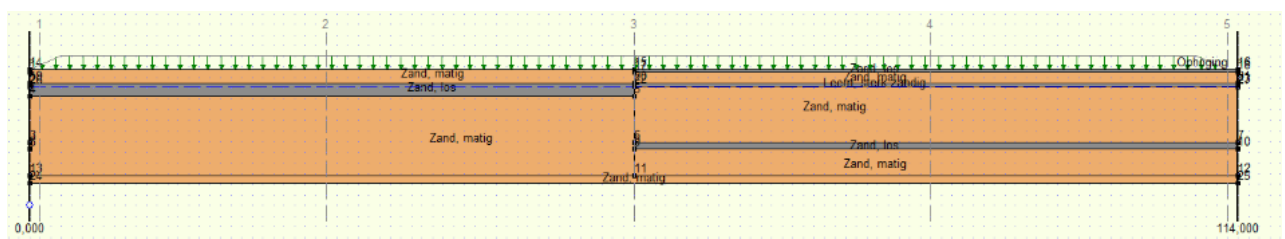


Figuur 5.1.1.1 Dwarsprofiel B-B'

Ter plaatse van de gasleiding wordt een ophoging gerealiseerd met een maximale ophoging van 1,3 m. In paragraaf 5.3 worden de verticale zettingen onder de ophoging berekend. Het niveau van de bovenkant van de gasleiding wordt aangenomen op NAP +11,8 m. Het profiel is weergegeven in bovenstaande Figuur 5.2.1.

## 5.2 Grondprofiel

Ter plaatse van de ophoging zijn een tweetal sonderingen uitgevoerd, genummerd SW01 en SW02. Op de betreffende locatie zijn handboring HB01 en HB02 gemaakt. Het bodemprofiel is derhalve geschematiseerd op basis van deze sonderingen en handboring en is weergegeven in Tabel 5.2.1, Tabel 5.2.2 en het lengteprofiel van de boringen en sonderingen is weergegeven in figuur 5.2.1.



Figuur 5.2.1 lengteprofiel ophoging

Tabel 5.2.1: Geschematiseerd bodemprofiel ter plaatse van sondering SW01

Bovenkant laag [m t.o.v. NAP]	Grondlaag
+12,8	Zand ,los
+12,5	Zand, matig
+11,5	Leem, sterk zandig
+11,25	Zand, los
+5,90	Zand, matig

Tabel 5.2.2: Geschematiseerd bodemprofiel ter plaatse van sondering SW02

Bovenkant laag [m t.o.v. NAP]	Grondlaag
+12,9	Zand, matig
+11,5	Zand, los
+10,25	Zand, matig

## 5.3 Resultaten

Bij de berekeningen met de ophoging van het terrein met zand, zoals weergegeven in Figuur 5.2.1 zijn de theoretische zettingen na 30 jaar berekend. Een samenvatting van de theoretische resultaten van de zettingsberekening is in Tabel 5.2.3 weergegeven.

Tabel 5.2.3 Theoretische berekeningsresultaten

Verticaal nr.	Omschrijving verticaal	Totale zetting op maaiveld na 30 jaar [m]
1	X=1,0 m Zuidoostzijde perceel	0,005
2	X=28,0 m Ter hoogte van sondering SW01	0,010
3	X=57,0 m Halverwege gasleiding	0,016
4	X=85,0 m Ter hoogte van sondering SW02	0,015
5	X=113,0 m Noordzijde perceel	0,004

Voor de ophoging van het terrein met zand, is op het niveau van de gasleiding (aangenomen op 1,0 m onder maaiveld) een nog lagere zetting berekend van ca. 0,002 tot 0,011 m. Vanwege het gedraineerde gedrag van de grondslag treden deze vervormingen vrijwel direct op tijdens het aanbrengen van de ophoging. Gezien de lage totale zettingen zullen tevens de zettingsverschillen beperkt blijven. Door de beheerder van de gasleiding dient bepaald te worden of deze zettingen toelaatbaar zijn.

# 6 Conclusie en advies

## 6.1 Conclusie

In het kader van de aanleg van een zonnepark aan de Heislagseweg te Wehl is grondonderzoek uitgevoerd (sonderingen en handboringen). Uit deze onderzoeken blijkt dat het terrein niet zettingsgevoelig is. Om het zonnepark aan te leggen wordt een deel van het terrein afgegraven. De grond die vrijkomt wordt gebruikt om een deel van het terrein op te hogen. Deze ophoging zal leiden tot een toename van de spanningen in de aanwezige grondlagen zodat een zettingsproces in gang wordt gezet. Voor de bepaling van de zettingen ter plaatse van de gasleiding is een zettingsberekening uitgevoerd waaruit ook blijkt dat de theoretische vervormingen zeer beperkt blijven.

Uit de berekeningen volgt dat de zettingen (theoretisch maximaal ca. 0,016 m) en de zettingsverschillen beperkt blijven bij de gasleiding.

Het is aan te bevelen om de Gasunie van de voorgenomen werkzaamheden vooraf op de hoogte te brengen en de richtlijnen van de Velin (artikel 1.6) in acht te nemen.

## 6.2 Aandachtspunten

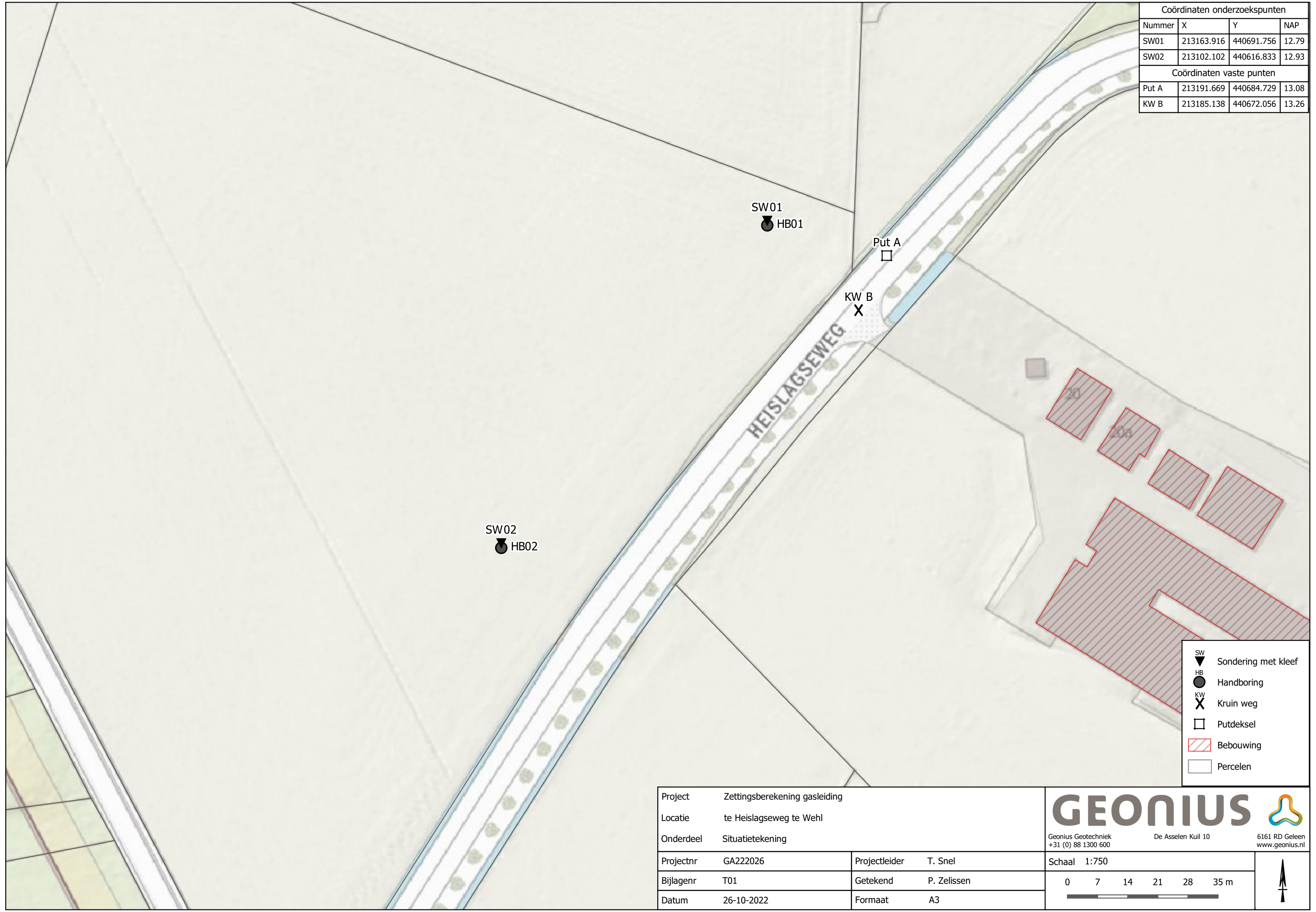
Voor alle berekende zettingen geldt dat door de variatie in bodemopbouw, grondsoorten en grondeigenschappen de nauwkeurigheid gelijk is aan theoretisch plus en min 30%.

De zettingsresultaten en berekende vervorming van de ondergrond zijn afhankelijk van de grondparameters van het bodemlagen. Voor de grondparameters zijn voornamelijk de karakteristieke parameters uit Tabel 2.b van NEN 9997-1 gehanteerd.

# Bijlagen


# Bijlage 1 Situatietekening

Coördinaten onderzoekspunten			
Nummer	X	Y	NAP
SW01	213163.916	440691.756	12.79
SW02	213102.102	440616.833	12.93
Coördinaten vaste punten			
Put A	213191.669	440684.729	13.08
KW B	213185.138	440672.056	13.26



SW	▼	Sondering met kleef
HB	●	Handboring
KW	X	Kruin weg
	□	Putdeksel
	▨	Bebouwing
	□	Percelen


Project	Zettingsberekening gasleiding		
Locatie	te Heislagseweg te Wehl		
Onderdeel	Situatietekening		
Projectnr	GA222026	Projectleider	T. Snel
Bijlagenr	T01	Getekend	P. Zelissen
Datum	26-10-2022	Formaat	A3

**GEONIUS** 

Geonius Geotechniek +31 (0) 88 1300 600 De Asselen Kuil 10 6161 RD Geleen www.geonius.nl

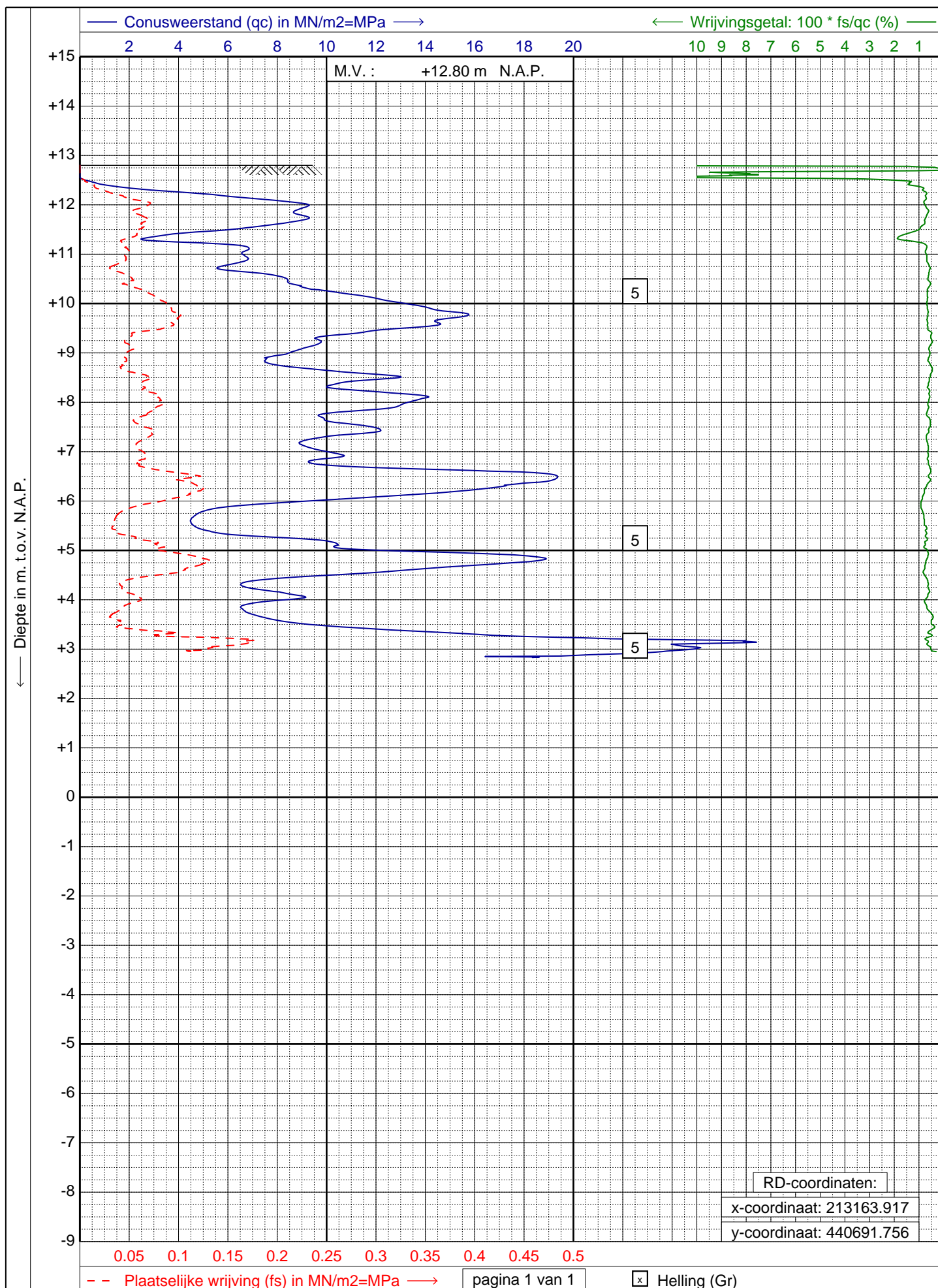
Schaal 1:750

0 7 14 21 28 35 m



# Bijlage 2 Sondeergrafieken

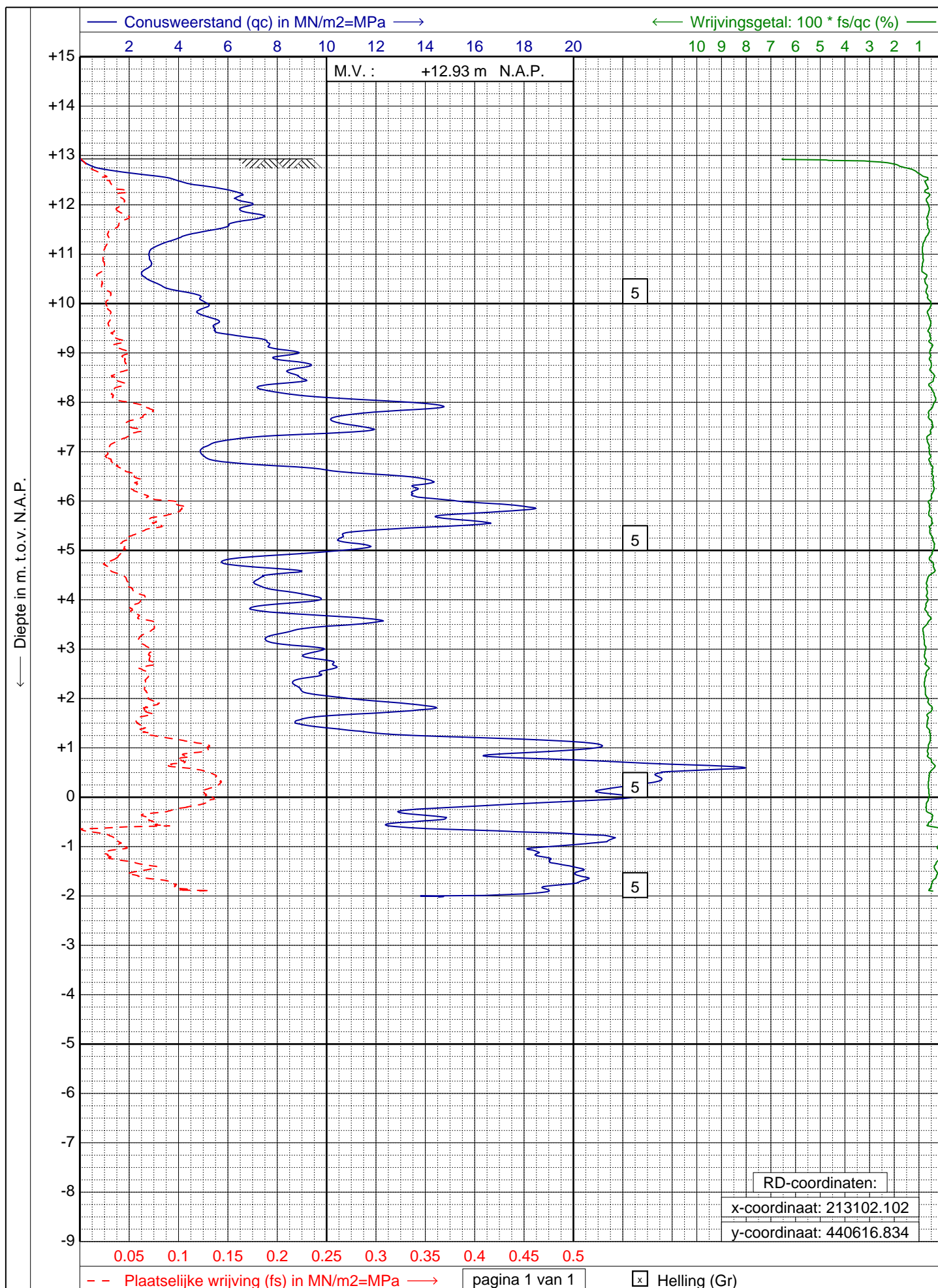




**GEONIUS**  
 www.geonius.nl  
 E-mail: info@geonius.nl  
 Tel.: 088-1300600

Sondering volgens NEN-EN-ISO 22476-1, klasse 2 Type: TE1  
 Project : **Zettingsberekening gasleiding**  
 Locatie : **Heislagseweg te Wehl**

Datum : **24-10-2022**  
 Conus : **S15-CFII.1976**  
 Opdracht : **GA222026**  
 Sondering : **01**



**GEONIUS**  
 www.geonius.nl  
 E-mail: info@geonius.nl  
 Tel.: 088-1300600

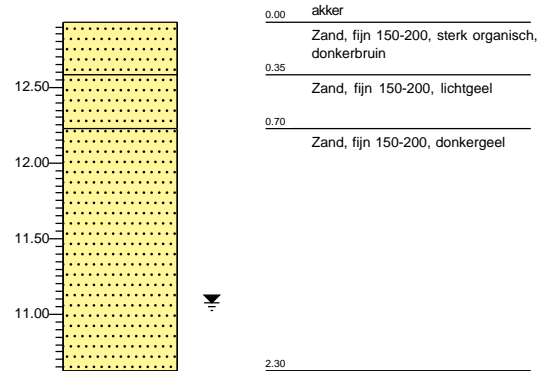
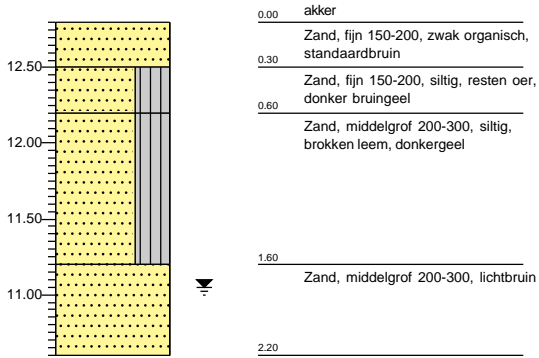
Sondering volgens NEN-EN-ISO 22476-1, klasse 2 Type: TE1  
 Project : **Zettingsberekening gasleiding**  
 Locatie : **Heislageseweg te Wehl**

Datum : **24-10-2022**  
 Conus : **S15-CFII.1976**  
 Opdracht : **GA222026**  
 Sondering : **02**

## Bijlage 3 Boringen

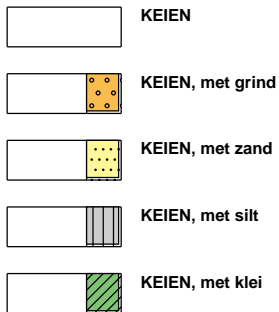
Boring: HB01  
 Maaiveldhoogte: 12.8 m.t.o.v. N.A.P.  
 Grondwaterstand (cm. -mv.): 175  
 Datum: 24-10-2022  
 Opmerking: T.p.v. SW01

Boring: HB02  
 Maaiveldhoogte: 12.93 m.t.o.v. N.A.P.  
 Grondwaterstand (cm. -mv.): 185  
 Datum: 24-10-2022  
 Opmerking: T.p.v. SW02



## Legenda (conform NEN-EN-ISO 14688-1)

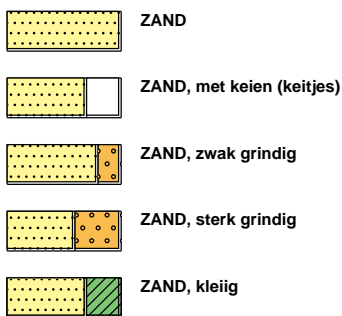
### KEIEN (KEITJES)



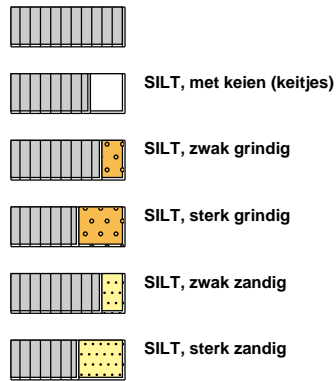
### GRIND



### ZAND



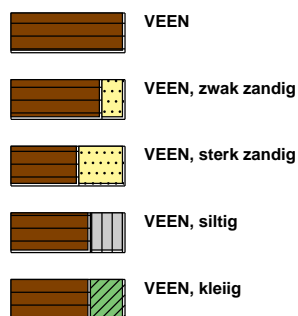
### SILT



### KLEI



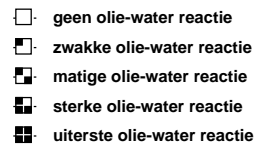
### VEEN (HUMUS, DETRITUS)



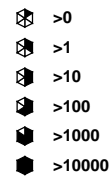
### geur



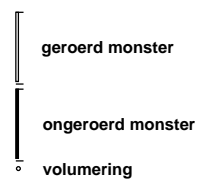
### olie



### p.i.d.-waarde



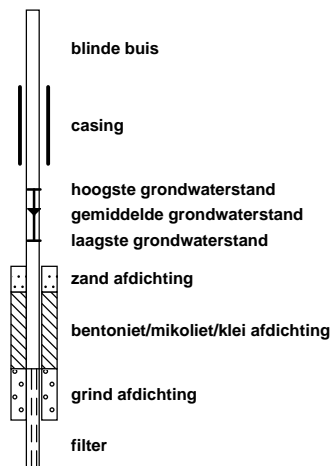
### monsters



### overig



### peilbuis



# Bijlage 4 Dwarsprofielen



GA222026

Aanleg zonnepark

Heislagseweg te Wehl

Postbus 1097  
6160 BB Geleen

Phone +31 (0) 88 1300 800  
Fax +31 (0) 88 1300 669

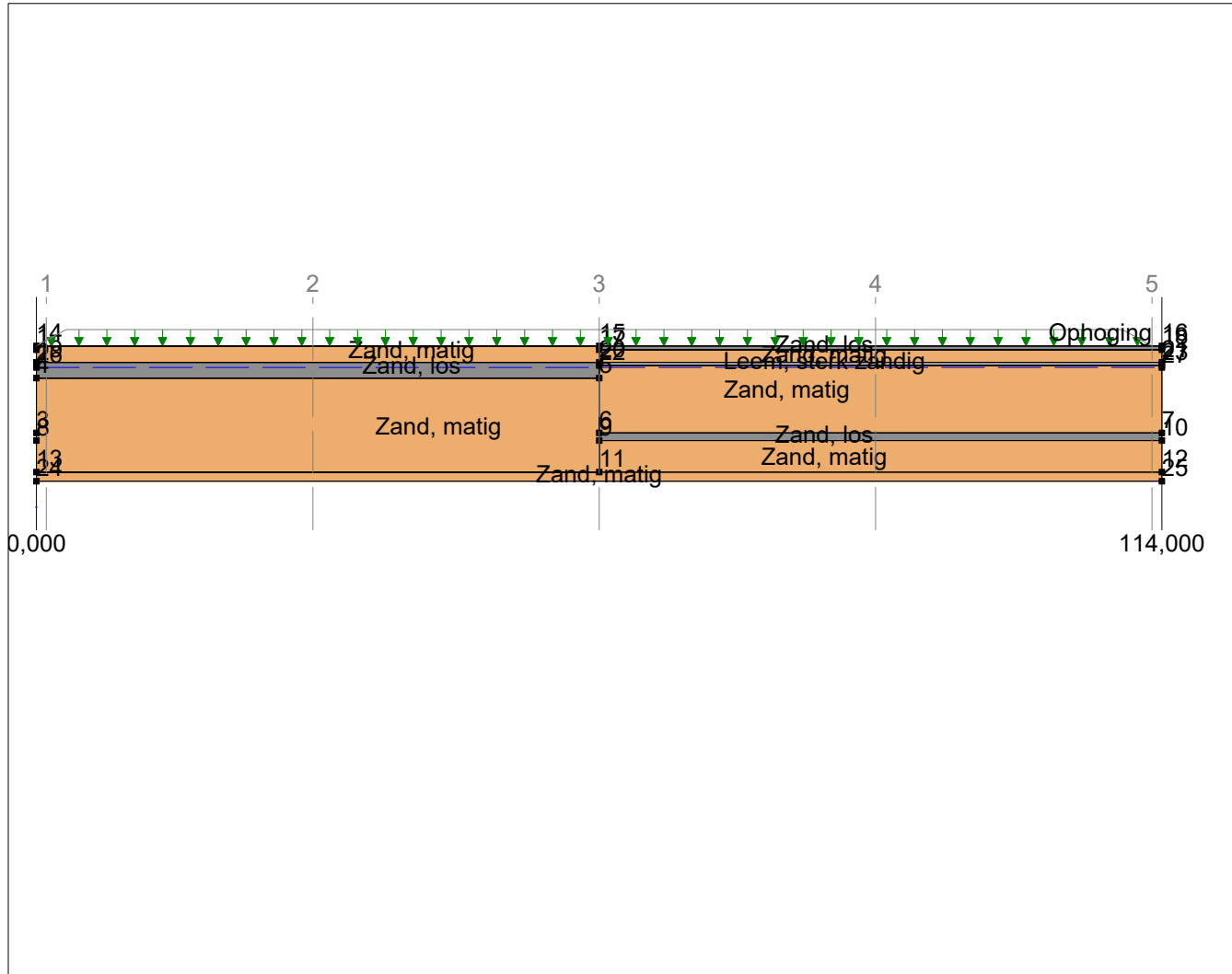
D:\Settlement\21.2 : GA222026 Wehl.sif

date  
17-11-2022

GA222026

Annex

## Input View





# Bijlage 5 Resultaten berekeningen



## 1 Settlements

### 1.1 Settlements

Vertical number	X co-ordinate [m]	Z co-ordinate [m]	Surface level [m]	Settlement [m]
1	1,00	0,00	12,80	0,005
2	28,00	0,00	12,80	0,010
3	57,00	0,00	12,80	0,016
4	85,00	0,00	12,80	0,015
5	113,00	0,00	12,80	0,004

### 1.2 Residual Times

Vertical number	Time [days]	Settlement [m]	Part of final settlement [%]	Residual settlements [m]
1	10	0,005	99,859	0,000
2	10	0,010	99,863	0,000
3	10	0,016	97,592	0,000
4	10	0,014	97,394	0,000
5	10	0,004	98,165	0,000

**End of Report**

# Geonius.nl

Geonius is een middelgroot interdisciplinair ingenieursbureau met brede expertise binnen de GWW- en bouwsector. Door onze unieke combinatie van vakkennis op het gebied van wegen, geotechniek, milieu, geodesie, water, ruimtelijke ontwikkeling, landschap, archeologie en ecologie zijn wij goed in staat mee te denken met de klant en projecten zelfstandig uit te voeren. Grenzen tussen de verschillende divisies vervagen, waardoor steeds meer projecten integraal door ons worden uitgevoerd.

Geonius hecht veel waarde aan een informele, positieve bedrijfscultuur, het welzijn van medewerkers en maatschappelijke betrokkenheid.

-  Wegen
-  Geotechniek
-  Milieu
-  Geodesie
-  Water
-  Ruimtelijke ontwikkeling
-  Landschap
-  Archeologie
-  Ecologie