

Sleufloze aanleg van leidingen door middel van inploegen

Meetresultaten testen in Biddinghuizen en Sliedrecht



Sleufloze aanleg van leidingen door middel van inploegen
Meetresultaten testen in Biddinghuizen en Sliedrecht

Auteur(s)
Piet Meijers

Sleufloze aanleg van leidingen door middel van inploegen

Meetresultaten testen in Biddinghuizen en Sliedrecht

Opdrachtgever	N.V. Nederlandse Gasunie
Contactpersoon	de heer K. Hoiting
Trefwoorden	Ondergrondse leidingen, aanleg, inploegen, metingen

Documentgegevens

Versie	2.0
Datum	22-09-20233
Projectnummer	11207924-002
Document ID	11207924-002-GEO-0001
Pagina's	109
Classificatie	
Status	definitief

Samenvatting

Op twee testlocaties (Biddinghuizen en Sliedrecht) zijn testen uitgevoerd met het inploegen van stalen leidingen. Tijdens deze testen zijn diverse metingen uitgevoerd. In dit rapport wordt een overzicht gegeven van de uitgevoerde metingen en meetresultaten. Op de resultaten is een eerste analyse uitgevoerd. Een volledige analyse en interpretatie van de meetresultaten maakt geen deel uit van dit rapport, maar is separaat beschreven in het rapport 11209042-002-GEO-003, Ontwerp van een door ploegen aan te leggen leiding. Dit rapport op basis van de analyse van de meetgegevens is opgesteld in het kader van het onderzoek FLIP, Fast low cost installation of pipelines.

Bij zowel het intrekken van een 12" leiding in Biddinghuizen en in Sliedrecht is aangetoond dat de leiding met inploegen kan worden aangelegd in klei, in zand en in veen. Ook is aangetoond dat het aanleggen van een 24" leiding en een 28" warmteleiding in veengrond mogelijk is door middel van inploegen. Bij de aanleg blijkt visueel dat in grond onder het grondwater een goede aansluiting wordt verkregen tussen de door de ploeg losgesneden grond en de geïnstalleerde leiding.

De tijdens het inploegen gevonden wrijvingskrachten variëren in zand (Biddinghuizen) tussen ongeveer 4 kN/m² en 5 kN/m². In klei is de wrijvingskracht ongeveer 5 kN/m² bij installatie en 10 kN/m² bij het lostrekken na een stilstand periode. Verwacht mag worden dat deze wrijvingskracht nog verder toeneemt als de stilstand periode langer duurt dan tijdens de uitgevoerde proef. Bij het intrekken van de leiding in veen (Sliedrecht) is de wrijving ongeveer 1 kN/m². Bij de testen in veen (Sliedrecht) is ook gevonden dat de grondweerstand die bij de lier kan worden gemobiliseerd mede een bepalende factor bij gebruik van deze methode is.

Uit de proeven kan worden afgeleid dat de grondmechanische eigenschappen de intrekweerstand bepalen en daarmee de lengte van de leiding die ingetrokken kan worden. Anderzijds bepalen de grondmechanische eigenschappen ook de trekkracht die de lier of lieren kunnen leveren. Door de inzet van meer liervoertuigen kan een grotere trekkracht worden gemobiliseerd. Een analyse van de maximale in te trekken leidinglengte als functie van de grondeigenschappen is geen onderdeel van dit rapport.

Inploegen in zandgronden en in kleigronden geeft enige rijzing van het maaiveld. Uit maaiveldmetingen na installatie blijkt dat deze rijzing van het maaiveld na installatie van de leiding en na het aanrijden van het maaiveld met een rupsvoertuig relatief gering is. De gemeten verschillen in maaiveldligging voor en direct na installatie zijn ongeveer 0,1m a 0,15 m bij aanleg in zand en klei bij de 12 " leiding en enige centimeters bij aanleg in veen bij alle beproefde diameters. Verwacht kan worden dat bij klei en veen deze vervorming na aanleg nog afneemt. Omdat bij de uitgevoerde testen de leiding op dezelfde dag weer werd verwijderd was aantonen daarvan geen onderdeel van het testprogramma.

De verdere bodemverstoring bij de aanleg methode inploegen lijkt beperkt te zijn. Wel kunnen ter plaatse van het liervoertuig grotere grondvervormingen ontstaan voor de mobilisatie van de grondweerstand, maar deze verstoring is qua oppervlak beperkt van grootte.

Er zijn geen aanwijzingen dat de intrekmethode invloed heeft op de leidingen zelf. De invloed op de coating hangt af van het type coating dat wordt gebruikt. Een vaste verbinding heeft de voorkeur, een wikkelsysteem is niet aan te bevelen.

Inhoud

	Samenvatting	4
1	Inleiding	8
1.1	Achtergrond	8
1.2	Vraagstelling	9
1.3	Doelstelling metingen	9
2	Beschrijven grondverdringend intrekken	10
2.1	Principe methode	10
2.2	Gegevens gebruikte ploeg tijdens testen	12
2.3	Gegevens leidingen	15
2.3.1	Afmetingen	15
2.3.2	Coating	15
3	Testlocaties	17
3.1	Keuze locaties	17
3.2	Biddinghuizen	17
3.2.1	Plaats testlocatie	17
3.2.2	Beschikbaar grondonderzoek	18
3.2.3	Beschrijving ondergrond	20
3.3	Sliedrecht	21
3.3.1	Plaats testlocatie	21
3.3.2	Beschikbaar grondonderzoek	22
3.3.3	Beschrijving ondergrond	24
4	Meetmethoden	25
4.1	Doelstelling metingen	25
4.2	Betrokken partijen	26
4.3	Meting grondeigenschappen	26
4.4	Positie ploeg	27
4.5	Meting krachten	27
4.5.1	Kracht op lier	27
4.5.2	Kracht bij trekkop	27
4.5.3	Krachten en spanningen in leiding	27
4.6	Meting maaiveld en diepteligging leiding	28
5	Metingen Biddinghuizen	30
5.1	Meetplan en realisatie	30
5.2	Logboek	30
5.3	Gemeten positie leiding	32
5.3.1	Horizontale positie	32

5.3.2	Verticale positie	32
5.4	Gemeten krachten	33
5.4.1	Kracht op lier	33
5.4.2	Kracht bij trekkop	33
5.4.3	Kracht en spanningen in leiding	34
5.5	Terrein na test	36
5.6	Resultaat proefsleuven	39
5.7	Conclusies metingen Biddinghuizen	41
6	Metingen Sliedrecht, januari 2022	42
6.1	Meetplan en realisatie	42
6.2	Logboek	42
6.3	Gemeten positie leiding	42
6.3.1	Horizontale positie	42
6.3.2	Verticale positie	43
6.4	Gemeten krachten	44
6.4.1	Kracht op lier	44
6.4.2	Kracht op trekkop	44
6.4.3	Kracht en spanningen in leiding	46
6.5	Terrein na de test	47
6.6	Resultaat proefsleuven	49
6.7	Conclusies metingen Sliedrecht	51
7	Meting Sliedrecht, april 2022	52
7.1	Meetplan en realisatie	52
7.2	Logboek	52
7.3	Gemeten positie leiding	52
7.4	Gemeten krachten	54
7.4.1	Kracht op lier	54
7.4.2	Kracht op trekkop	54
7.4.3	Rek in leiding	54
7.5	Terrein na test	56
7.5.1	Ligging maaiveld	56
7.5.2	Resultaten sonderingen	59
7.6	Resultaten proefsleuven	60
7.7	Conclusies meting Sliedrecht april 2022	61
8	Conclusies en aanbevelingen	62
8.1	Conclusies uit testen	62
8.2	Aanbevelingen	63
A	Voor- en nadelen inploegen	64
A.1	Kosten	64
A.2	MVO & I	64

A.3	Techniek	64
A.4	Nadelen	65
B	Specificaties ploeg	66
C	Load cell	67
D	Positie ploeg	70
D.1	Biddinghuizen	70
D.2	Sliedrecht, januari 2022	71
D.3	Sliedrecht, april 2022	71
E	Grondonderzoek en proefsleuven januari 2022	72
F	Grondonderzoek en proefsleuven april 2022	73
G	Coating onderzoek januari 2022	74
G.1	Coating onderzoek januari 2022	74
G.2	Coating onderzoek april 2022	75
H	Grondradar onderzoek	76
I	Maaiveldmetingen N.V Nederlandse Gasunie	77
I.1	Locatie Biddinghuizen	77
I.1.1	Overzicht	77
I.1.2	Tekening	78
I.1.3	Nulmeting	79
I.1.4	Inploegen Noord, nr. 3 (plow section 1 op tekening)	83
I.1.5	Inploegen Midden, nr. 2 (plow-section 2 op tekening)	89
I.1.6	Inploegen Zuid, nr. 1 (plow-section 3 op tekening)	89
I.2	Locatie Sliedrecht	92
I.2.1	Overzicht	92
I.2.2	Tekening	93
I.2.3	12" leiding	95
I.2.4	24" leiding	98
I.2.5	28" leiding	101

1 Inleiding

1.1 Achtergrond

De meest gebruikte methode voor het leggen van leidingen is het graven van een sleuf, de leiding te leggen en de sleuf weer te vullen met uitkomende grond. Bij aanleg in landbouwgebieden betekent dit dat zorgvuldig omgegaan moet worden met het terugbrengen van de diverse grondlagen om een verslechtering van de grondcondities te voorkomen. Andere nadelen bij leiding aanleg in een sleuf zijn bemaling en het ruimtebeslag voor zowel de sleuf als het tijdelijk in depot leggen van de grond en de uitvoeringsduur.



Figuur 1.1 Voorbeeld traditionele aanleg leiding in een sleuf (Foto A. Hak).

Een alternatieve aanlegmethode is het gebruik van een soort ploeg waarbij de leiding in de grond wordt getrokken en waarbij de grond rond de leiding wordt verdrongen. Deze methode wordt in het buitenland al langer gebruikt en wordt in Nederland al wel toegepast voor het installeren van kabels. Deze methode van grondverdringend intrekken (ook wel inploegen genoemd) heeft onder andere de volgende voordelen:

- Geen grondverplaatsing.
- Geen bemaling.
- Bodemprofiel wordt nagenoeg niet beïnvloed.
- Korte uitvoeringsduur.
- Snelle uitvoering.
- Lage kosten.

Een uitgebreide lijst met voor- en nadelen is gegeven in Bijlage A.

Ervaring met deze techniek in Nederland is beperkt tot een paar projecten zoals bijvoorbeeld de aanleg van een waterleiding op Texel en de aanleg van een 4" gastransportleiding van Gasunie in de buurt van Arum. Om ervaring op te doen met deze techniek en gegevens voor modelontwikkeling te verzamelen zijn in januari 2022 in Biddinghuizen en Sliedrecht proeven met het inploegen van leidingen gedaan. In Biddinghuizen is een 12"leiding in kleigrond en in zandgrond ingetrokken. In Sliedrecht is zowel een 12"als een 24" leiding in veen ingetrokken.

Dit rapport beschrijft de uitgevoerde testen en de daarbij uitgevoerde metingen. Daarbij is tevens een eerste analyse van de meetresultaten uitgevoerd. Een volledige analyse en interpretatie van de meetresultaten is geen onderdeel van dit rapport is separaat beschreven in het rapport 11209042-002-GEO-003, Ontwerp van een door ploegen aan te leggen leiding.

De opbouw van dit rapport is dat eerst de methode van inploegen wordt beschreven (hoofdstuk 2). Vervolgens worden de testlocaties beschreven en de gebruikte meetmethoden. De meetresultaten per locatie worden vervolgens samengevat in hoofdstuk 4.6 voor de locatie Biddinghuizen en hoofdstuk 6 voor de locatie Sliedrecht.

Dit rapport is opgesteld in het kader van het onderzoek FLIP: Fast Low cost Installation of Pipelines.

1.2 Vraagstelling

Door Gasunie is de volgende hoofdvraag gesteld:

“Op welke wijze kan de grondverdringende intrekmethodes in de Gasunie Technische Standaarden worden opgenomen, zodat er betaalbare en duurzame aanlegmethodes beschikbaar komt voor Gasunie en branche?”

Om de hoofdvraag te beantwoorden zijn de volgende zes deelvragen opgesteld:

1. Welke normeringen rond het grondverdringend intrekken zijn er op dit moment bekend in wetenschappelijke maar vooral toegepaste literatuur?
2. Welke factoren zijn van invloed op de gebruikswaarde van de bodem en worden door de intrekmethodes beïnvloed?
3. In welke mate zijn de grondmechanische aspecten van de bodem van invloed op de stalen buisleiding en intrekmethodes?
4. In welke mate is de buisdiameter van invloed op de cultuurtechnische en uitvoeringsaspecten?
5. Heeft de intrekmethodes invloed op de aard en hoedanigheid van de stalen buisleiding en coating?
6. Is grondverdringend intrekken een betaalbare en duurzame aanlegmethodes?

De in dit rapport beschreven testen zijn een stap in het beantwoorden van de gestelde vragen. Op de resultaten is een beperkte eerste uitwerking en analyse uitgevoerd. Een volledige analyse en interpretatie van de metingen en opstellen van een rekenmodel voor inploegen is een aparte activiteit en vormt geen onderdeel van dit rapport.

1.3 Doelstelling metingen

De doelstelling van de metingen is tweeledig:

- Ervaring opdoen met het gebruik van deze methodes voor leidingen met grotere diameters (12", 24" en 28"), waarmee tevens een indruk kan worden verkregen met betrekking tot de aanleg van nog grotere diameters (bijvoorbeeld 36").
- Verkrijgen van een set meetdata voor het opstellen en valideren van rekenmodellen.

2 Beschrijven grondverdringend intrekken

2.1 Principe methode

Voor het grondverdringend intrekken (ook wel inploegen genoemd) worden twee machines gebruikt, de eigenlijke ploeg en een aparte lier voor de trekkracht. De methode kan worden gebruikt voor het intrekken van kabels en leidingen.

Bij het intrekken van stalen leidingen wordt de in te trekken leiding uitgelegd op de grond. De leiding is dan voorzien van een trekkop die wordt verbonden met de ploeg. (zie Figuur 2.7) waarin de leiding wordt geschoven en vastgemaakt.

De trekkop is vastgemaakt aan een zogenaamd zwaard, waarmee de grond wordt losgesneden. Dit zwaard is voorzien van een 'ripper shoe' (zie Figuur 2.5), die de grond horizontaal doorsnijdt. Vervolgens kan de leiding in de grond worden getrokken. Daarbij wordt de leiding onder een opgegeven helling in de grond getrokken totdat het aanlegniveau is bereikt. Vervolgens wordt de leiding horizontaal verder getrokken.



Figuur 2.1 De ploeg en daarachter de lier, locatie Sliedrecht (foto: Deltares).



Figuur 2.2 Lier met ploeg, locatie Sliedrecht (foto: Deltares).



Figuur 2.3 Lier, locatie Biddinghuizen (foto: Deltares).



Figuur 2.4 Lier, met maximale indringing reactie schot, locatie Sliedrecht (foto: Deltares).



Figuur 2.5 Detail opname ripper shoe, tevens is onderste deel zwaard te zien (foto: Deltares).



Figuur 2.6 Grondvorming direct na inploegen en voorafgaand aan aandrukken, locatie Sliedrecht, 12" leiding (foto: Deltares).

2.2 Gegevens gebruikte ploeg tijdens testen

Tijdens de testen was de gebruikte ploeg een Foeck FSP 280 van SpiderPlow. Technische gegevens zijn opgenomen in de onderstaand overzicht in Bijlage A .

De gewichten van de ploeg en de lier zijn:

- Ploeg: 32 ton.
- Lier op rupsbanden: 27,5 ton.
- Lier, op banden: 18 ton.

De hoek van het reactieblad van de lier heeft 5 standen. Bij de proeven in Biddinghuizen en in Sliedrecht is een hoek van 54 graden met de horizontaal gebruikt.

Het zwaard had de volgende afmetingen:

- Hoogte 3,8 m.
- Breedte 0,122 m.
- Lengte 0,9 m.

De hoek van de Ripper shoe is instelbaar. De afmetingen van de ripper shoe zijn niet gedocumenteerd en zijn tijdens de uitvoering bepaald:

- Lengte 1,20 m.
- Breedte 0,90 m.
- Dikte 0,40 m.

De afmetingen van de gebruikte omhullende buis (torpedo) waren:

- Voor 12"leiding
 - Diameter: 0,41 m (16").
 - Lengte: 3,5 m.
- Voor 24"leiding
 - Diameter: 0,71 m (28").
 - Lengte: 3,8 m.
- Voor 28"leiding
 - Diameter: 0,92 m
 - Lengte: 6,2 m.



Figuur 2.7 Detail opname torpedo met 12" leiding (foto: Deltares).



Figuur 2.8 Torpedo voor 24" leiding (foto: Deltares).



Figuur 2.9 Torpedo voor 28" leiding (foto: Deltares).

2.3 Gegevens leidingen

2.3.1 Afmetingen

De afmetingen van de 12" leiding zijn:

- Buitendiameter: 324 mm.
- Wanddikte: 8,0 mm.
- Lengte: 4 leidingsegmenten van 12 m.

De afmetingen van de 24" leiding zijn:

- Buitendiameter: 610 mm.
- Wanddikte: 10 mm.
- Lengte: 4 leidingsegmenten van 12 m.

De afmetingen van de 28" leiding zijn:

- Buitendiameter: 710 mm.
- Diameter stalen binnenbuis: 508 mm.
- Wanddikte stalen binnenbuis: 8.0 mm.
- Lengte: 52 m.

Het leidinggedeelte van de 28" leiding was samengesteld uit 4 leidingsegmenten. Vanaf de ploeg was dit respectievelijk:

- Segment 1: stalen leiding (12 m).
- Segment 2: staal-PUR-PE leiding (16 m).
- Segment 3: stalen leiding, koppeling met segment 2 van een verloopstuk, direct achter segment 2 is er sprake van een afname diameter, deze verloopt over korte afstand naar 28 inch leiding (12 m).
- Segment 4: stalen leiding.



Figuur 2.10 De samengestelde 28" Staal-PUR-PE leiding, links is overgang naar segment 3 te zien (foto: Deltares).

2.3.2 Coating

De 12" en de 24" leiding waren voorzien van diverse soorten coating. Na intrekken en weer verwijderen van de leidingen is deze geïnspecteerd op mogelijke beschadigingen. De beschrijving van het type coating en de geconstateerde beschadigingen door het intrekken zijn weergegeven in Bijlage G.

De belangrijkste conclusies zijn:

- Een wikkelsysteem is niet aan te bevelen.
- Systemen die een zogenaamde hechting hebben op de fabrieks coating d.m.v. lassen verdienen de voorkeur.

Bij de 28" Staal-PUR-PE leiding was op diverse plaatsen de oorspronkelijke buitenbuis en isolatielaag verwijderd en vervangen door een nieuwe isolatie en buitenomhulling. Hiermee is de situatie bij koppelingen van warmteleidingen gesimuleerd. Tevens is op enkele delen een type coating aangebracht. Conclusies zijn beschreven in Bijlage G.

3 Testlocaties

3.1 Keuze locaties

Voor de keuze van de locatie van de testen was de wens dat in de voor Nederland relevante grondtypen (zand, klei en veen) een test uitgevoerd kon worden. De keuze is gevallen op de locaties Biddinghuizen en Sliedrecht. Op de locatie Biddinghuizen is een onverzadigde kleilaag boven een deels verzadigde, deels onverzadigde zandlaag aanwezig. Het inploegen is hier daarom op drie niveaus uitgevoerd. Op de locatie Sliedrecht bestaat de bodem uit een verzadigde veenlaag onder een dunne deels onverzadigde kleilaag.

3.2 Biddinghuizen

3.2.1 Plaats testlocatie

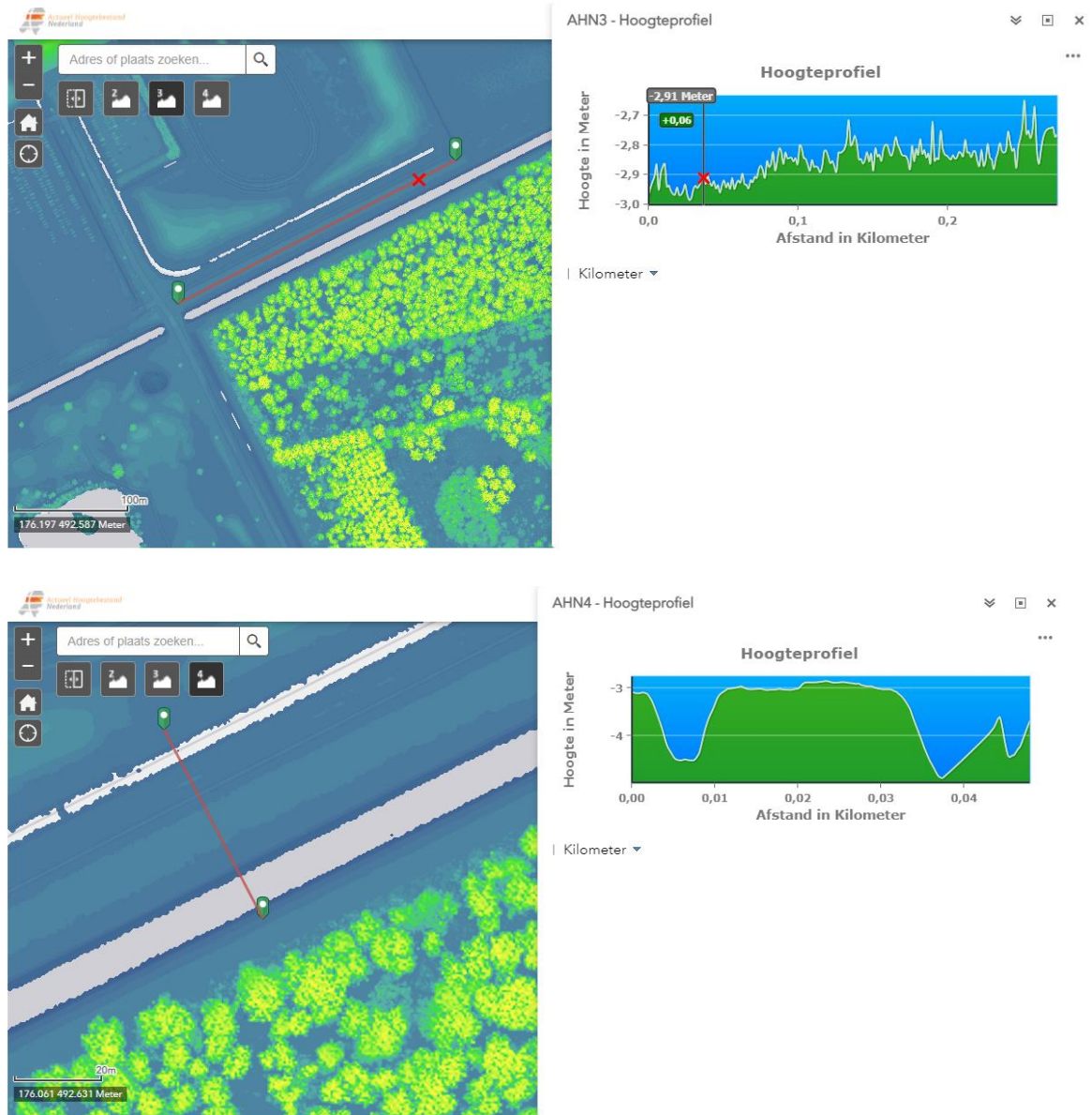
De locatie voor intrekken is gelegen nabij Biddinghuizen. Figuur 3.1 toont de locatie. De coördinaten van de ploeglijnen zijn overgenomen van paragraaf 5.3 en Bijlage D.1.



Figuur 3.1 Locatie Biddinghuizen, plaats ploeglijnen in rode rechthoek.

De ruimte voor het intrekken is een strook tussen een sloot en een watergang met de naam Mosseltocht. De lengte van de strook is ca 270 m. De breedte tussen de watergang en de sloot is ca 27 m. Door de aanwezigheid van een oude verharding aan de slootzijde is het geschikte deel voor ploegen beperkt tot 15-17 m.

Het maaiveld van de strook is aflopend in noord oostelijke richting. Het maaiveld is gelegen op ca NAP-2,9 m en loopt af tot ca -3,0 m. In Figuur 3.2 is de hoogteligging afgeleid uit het AHN te zien.

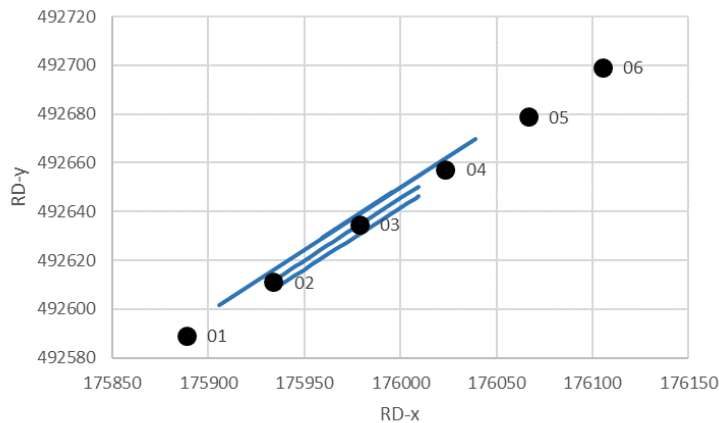


Figuur 3.2 Hoogte ligging proefsloot met profiel in lengte richting en in dwarsrichting.

3.2.2 Beschikbaar grondonderzoek

Voorafgaand aan de testen waren de resultaten van zes boringen en zes sonderingen (penetro logger) beschikbaar. Dit grondonderzoek is uitgevoerd en gerapporteerd door Antea. Deze rapportage is hier opgenomen als Bijlage E.

De locatie van de boringen is in Figuur 3.3 weergegeven. De locatie van de sonderingen is ongeveer op de plaats van de boringen. De resultaten van de boringen en sonderingen is opgenomen in het rapport van Antea.



Figuur 3.3 Plaats boringen Biddinghuizen, tevens zijn de ploeglijnen aangegeven.

De volumegewichten zijn weergegeven in Tabel 3.1. De verzadigingsgraad en poriëngetal zijn berekend met een geschatte korrelmassa van 26,45 KN/m³.

Tabel 3.1 Volumegewichten Biddinghuizen (bron: rapport Antea).

Boring	Monster nummer	Diepte [m-MV]	Grondbeschrijving	TV [kPa]	γ_n [kN/m ²]	γ_d [kN/m ²]	w [%]
2	1	0.1	KLEI, zeer vast, sterk zandig, zwak organisch, zwak kalkhoudend, bruin	33	17.9	15	19.7
2	2	0.8	SILT, zeer vast, sterk zandig, zwak organisch, zwak kalkhoudend, lichtbruin	50	16.9	14.3	18.7
2	3	1.1	ZAND, fijn 150-200, siltig, zwak organisch, kalkloos, lichtbruin		18.2	15.8	15.4
5	1	0.1	KLEI, vast, zwak zandig, zwak organisch, zwak kalkhoudend, bruin	63	16.2	12.8	26.5
5	2	0.5	SILT, vast, zwak zandig, zwak organisch, zwak kalkhoudend, lichtbruin	125	16.3	12.4	31.5
5	3	1.1	ZAND, fijn 150-200, fijn 150-200, siltig, zwak organisch, kalkloos, lichtbruin		17.8	14.2	24.7

Tabel 3.2 Kengetallen grond Biddinghuizen (bron: rapport Antea).

Boring	Monster nummer	Diepte [m-MV]	e [-]	n [%]	S [%]	Droog volumiek gewicht [kN/m ³]			DR [%]
						min	max	in-situ	
2	1	0.1	0.77	43.5	69.1				
2	2	0.8	0.86	46.1	59.0				
2	3	1.1	0.68	40.4	61.4	15.8	18.4	18.2	93.3
5	1	0.1	1.07	51.8	66.8				
5	2	0.5	1.14	53.3	74.6				
5	3	1.1	0.86	46.3	77.5	14.55	18.2	17.8	91.0

Hierin is:

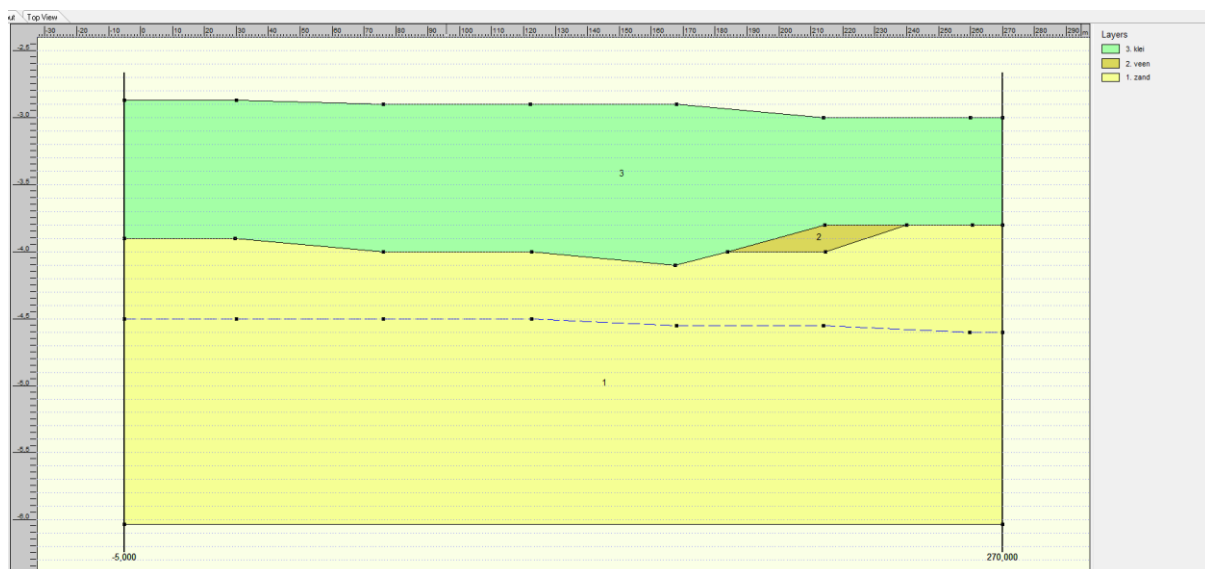
- TV: Torvane.
- γ_n : Nat volumiek gewicht.
- γ_d : Droog volumiek gewicht.
- w: watergehalte [m/m].
- e: poriengetal.
- n: porositeit.
- S: verzadigingsgraad.

3.2.3 Beschrijving ondergrond

Een lichte klei laag van ca 1 m dikte is gelegen op een fijn zandig pakket. Op één locatie is een dunne veenlens onder de kleilaag aangetroffen. In

Figuur 3.4 is de grondopbouw weergegeven. De grondwaterstand is gemeten op 1,6 tot -1,65 m - MV. Dat is dus NAP - 4,5

á - 4,55 m ter plaatse van de boorgaten. Bij het onderzoek is vastgesteld dat het waterniveau in de sloot zich op 1,45 m onder maaiveld bevond (geen peilniveau van het waterschap beschikbaar), dit is NAP - 4,35 m. Het waterniveau in de watergang bevond zich op 2,30 m onder maaiveld, dit is NAP - 5,2 m.



Figuur 3.4 Grondopbouw in lengte profiel.

3.3 Sliedrecht

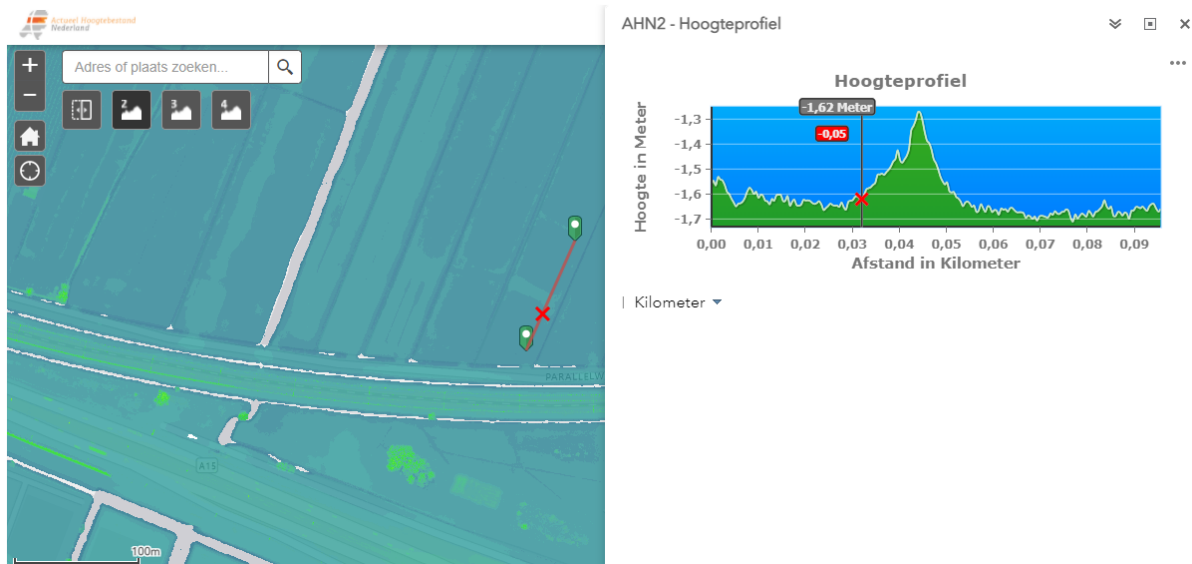
3.3.1 Plaats testlocatie

De locatie voor inploegen is gelegen nabij Sliedrecht, ten noorden van de Betuwelijn. De positie van de ploeglijnen is overgenomen van paragraaf 6.3 en Bijlage D.2.



Figuur 3.5 Locatie Sliedrecht, tevens aangegeven de inploeglijnen van de testen in januari 2022 volgens data SpiderPlow; de test van april 2022 ligt ten westen (links op de foto) van de testen in januari 2022.

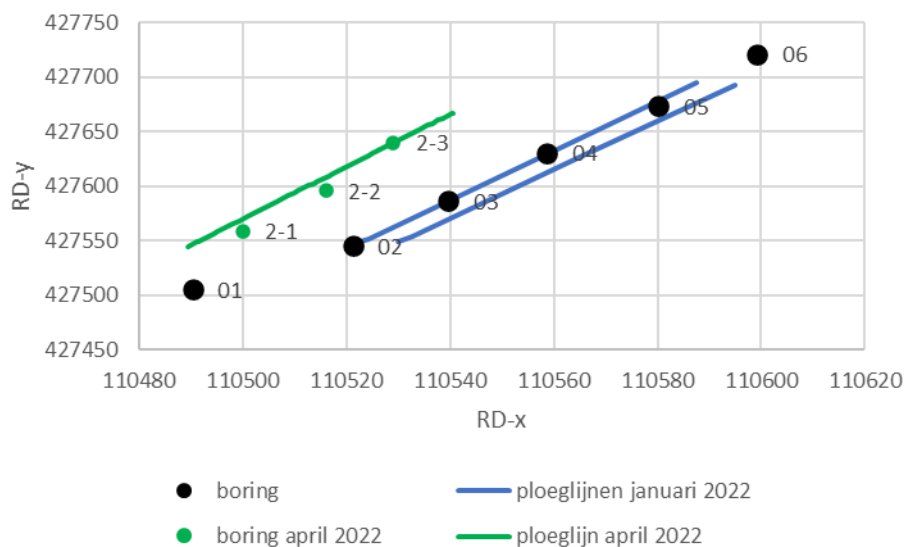
Het maaiveld ter plaatse van het perceel te noorden van de Parallelweg is aflopend in noordelijke richting. Het maaiveld is gelegen op ca. NAP-1,6 m en loopt af tot ca. -1,7 m. In Figuur 3.6 is de hoogte ligging afgeleid uit het AHN weergegeven. Ten tijde van het meten van het AHN was er een ophoging aanwezig van 20 tot 30 cm, maar die is momenteel al weggezakt in het veenpakket.



Figuur 3.6 Hoogte ligging proeflocatie met profiel in lengte richting.

3.3.2 Beschikbaar grondonderzoek

Voorafgaand aan de eerste testen in januari 2022 waren de resultaten van 6 boringen en zes sonderingen (penetro logger) beschikbaar. Dit grondonderzoek is uitgevoerd en gerapporteerd door Antea. Aanvullend zijn er nog boringen en sonderingen uitgevoerd in april 2022. De locatie van de boringen is in Figuur 3.7 weergegeven. Ter vergelijking zijn daarin ook de ploeglijnen weergegeven. De locatie van de sonderingen is ongeveer ter plaatse van de boringen.



Figuur 3.7 Plaats boringen Sliedrecht, januari en april 2022.

De resultaten van de boringen en sonderingen zijn opgenomen in de rapporten van Antea (Bijlage E en F).

De resultaten van de laboratorium proeven op de monsters uit de boringen zijn weergegeven in Tabel 3.3 en Tabel 3.4.

Tabel 3.3 Volumegewichten Sliedrecht.

Boring	Monster nummer	Diepte [m-MV]	Grondbeschrijving	TV [kPa]	γ_n [kN/m ³]	γ_d [kN/m ³]	w [%]
1	1	0.1	SILT, slap, sterk organisch, kalkloos, bruin	35	12.2	6	102.7
1	2	0.8	VEEN, fijn vezelig, kalkloos, donkerbruin		9.9	1.7	496.6
1	3	1.4	VEEN, fijn vezelig, kalkloos, donkerbruin		9.8	1.8	433.9
3	1	0.1	SILT, stevig, matig organisch, kalkloos, veel plantresten, lichtbruin	100	14.9	9.3	59.9
3	2	0.8	VEEN, fijn vezelig, kalkloos, donkerbruin		9.5	1.6	489.2
3	3	1.4	VEEN, fijn vezelig, kalkloos, donkerbruin		9.7	1.5	536.1
5	1	0.1	SILT, stevig, matig organisch, kalkloos, veel plantresten, lichtbruin	88	13.9	7.9	76.9
5	2	0.8	VEEN, fijn vezelig, kalkloos, donkerbruin		9.5	2	372.1
5	3	1.4	VEEN, fijn vezelig, kalkloos, donkerbruin		9.8	1.7	492.1

Tabel 3.4 Kengetallen ondergrond Sliedrecht.

Boring	Monster nummer	Diepte [m-MV]	e [-]	n [%]	S [%]
1	1	0.1	3.39	77.2	81.8
1	2	0.8	7.45	93.8	89.5
1	3	1.4	6.61	93.1	87.4
3	1	0.1	1.84	64.8	87.8
3	2	0.8	7.7	93.9	85.4
3	3	1.4	8.18	94.2	88.4
5	1	0.1	2.37	70.3	87.7
5	2	0.8	5.95	92.4	82.6
5	3	1.4	7.45	93.8	88.0

Hierin is:

- TV: Torvane.
- γ_n : Nat volumiek gewicht.
- γ_d : Droog volumiek gewicht.
- w: watergehalte [m/m].
- e: poriegetal.
- n: porositeit.
- S: verzadigingsgraad.

3.3.3 Beschrijving ondergrond

Een organische kleiige laag van ca 40-50 cm dikte is gelegen op een veen pakket. Op de locatie komt een dunne kleiige lens voor in de veenlaag op een diepte van 2,2 m -MV. De dikte van de kleiige lens is minimaal en is niet meegenomen in de grondschematisatie in . De grondwaterstand is in de boorgaten gemeten op 25 cm beneden maaiveld tot -40 cm - MV. Dat is dus NAP -2,0 m a -1.95 m ter plaatse van de locaties van de boringen.

Tabel 3.5 Grondopbouw in lengteprofiel (van Zuid naar Noord).



4 Meetmethoden

4.1 Doelstelling metingen

De doelstelling van dit onderzoek is tweeledig:

- Ervaring opdoen met het gebruik van deze methode voor leidingen met grotere diameters (12", 24" en 28" warmteleiding).
- Verkrijgen van een set meetdata voor het opstellen en valideren van rekenmodellen .

Voor het verkrijgen van inzicht in de verschillende aspecten van het inploegen zijn verschillende metingen uitgevoerd. Deze hebben zowel betrekking op de interactie met de ondergrond, de belastingen op de installatie apparatuur, het gedrag van de leiding en de effecten op de ondergrond en het maaiveld.

Interactie met de ondergrond

Om de interactie van de installatie apparatuur en de aan te leggen leiding met de ondergrond te kunnen vaststellen is informatie over de ondergrond (omstandigheden direct voorafgaand aan de aanleg) benodigd. Het gaat dan om het vaststellen van de grondopbouw, grondwaterstand en vochtgehalte en het meten van enkele grondmechanische eigenschappen/parameters.

Aanleg belastingen

Om de relevante belastingparameters tijdens de aanleg vast te kunnen vaststellen is het noodzakelijk metingen te doen aan de installatieapparatuur. Aangezien de belasting afhankelijk is van de installatielijn van de leiding dient ook de positie hiervan te worden gemeten. Voor het meten van de aanleg belasting gedurende de test dienen de trekkrachten op de trekkop en op de lier te worden gemeten.

Gedrag van de leiding

Doel van deze meting is het vaststellen van de krachten in, en de vervorming van de leiding. De totale trekkracht moet zoals hierboven beschreven op de trekkop waar de leiding wordt bevestigd en de lier worden gemeten, maar de spanningen in de leiding dienen zowel in axiale als omtreksrichting te worden gemeten.

Effecten op grond en maaiveld

Het inploegen van een leiding heeft invloed op het niveau van het maaiveld. Het vaststellen van de vervormingen van het maaiveld zijn nodig voor de validatie van het rekenmodel tijdens de aanleg.

Daartoe wordt op een aantal locaties langs de aanlegroute voor- en na de proef gemeten. Om het effect van de installatie methode in beeld te brengen moet het maaiveld op een aantal dwarsdoorsneden voor én na de proef worden ingemeten. Hiermee kan ook tevens ook worden vastgesteld of en hoeveel verdichting er heeft plaatsgevonden. Zowel de maaiveldmetingen als het vaststellen van de enkele grondeigenschappen voor én na uitvoering van de aanlegtest zijn benodigd om het rekenmodel voor de aanleg met de ploegmethode te valideren.

Ten behoeve van het verkrijgen van inzicht in de verschillende aspecten van het inploegen dienen verschillende metingen te worden uitgevoerd. Deze hebben zowel betrekking op de interactie met de ondergrond, de belastingen op de installatie apparatuur, het gedrag van de leiding en de effecten op de ondergrond en het maaiveld.

Tabel 4.1 geeft het voorgaande kort weer.

Tabel 4.1 Overzicht metingen.

	Interactie met ondergrond	Belasting op installatie apparatuur	Gedrag leiding in ondergrond	Effecten op ondergrond en maaivelds
grondonderzoek	xx			
Positie ploeg		xx		
diepteligging leiding			xx	
Kracht op lier		xx		
Kracht op trekkop			xx	
Rek in leiding			xx	
Ligging maaiveld				xx
proefsleuven			xx	xx

4.2 Betrokken partijen

Tabel 4.2 geeft een overzicht gegeven van de betrokken partijen en de door hen uitgevoerde metingen.

Tabel 4.2 Overzicht betrokken partijen en activiteiten.

Fase	Activiteit	Verantwoordelijk
Voorafgaand test	Grondmetingen	Antea
	Ligging maaiveld (nulmeting)	Gasunie
	Instrumentatie leiding	Deltares/TU Delft
	Instrumentatie ploeg	SpiderPlow
Keuze installatie lijnen	Lijnen en diepte ligging bepalen	Gasunie
Afstemming	Draaiboek opstellen en doornemen	Gasunie
Testen	Meting positie trekkop	SpiderPlow
	Metten kracht trekkop	SpiderPlow
	Metten kracht lier	SpiderPlow
	Metten leiding spanningen	TU Delft/Deltares
Na afloop test	Grondmetingen en proefsleuven	Antea
	Ligging maaiveld direct na inploegen en na aandrukken	Gasunie
	Uitlezen leidingmetingen	Deltares/ TU Delft
	Uitlezen ploegmetingen	SpiderPlow
	Inspectie leiding en coating	Gasunie
	Grondradaronderzoek, alleen bij Sliedrecht, januari 2022	GT Eclipse
Rapportage	Samenbrengen en verwerken meetgegevens in feitelijk report	Deltares

4.3 Meting grondeigenschappen

De grondeigenschappen zijn bepaald met standaard grondmechanische metingen. Hiertoe behoren sonderingen (penetrologger) en boringen. Op monsters uit de boringen zijn standaard index testen uitgevoerd.

4.4 Positie ploeg

De plaats van de ploeg is geregistreerd door een GPS ontvanger op de ploeg, zie Figuur 4.1. Door SpiderPlow is de een databestand met de positie van de ploeg, als latitude en longitude, aangeleverd. Deze waarden zijn omgerekend naar RD-coördinaten. Bijlage D geeft de gemeten waarden. Helaas bevat het aangeleverde bestand geen tijdstip en de diepte van de trekkop



Figuur 4.1 Positie GPS opnemer (foto: Deltares).

4.5 Meting krachten

4.5.1 Kracht op lier

De kracht op de lier is door SpiderPlow handmatig afgelezen (hydraulische druk die via een ijklijn is omgerekend naar een trekkracht) per proef en als een gemiddelde geregistreerd.

4.5.2 Kracht bij trekkop

In de omhullende buis bij de trekkop (torpedo) is een krachtopnemer geïnstalleerd waarmee de trekkracht op de leiding wordt gemeten. In de torpedo, aan de voorzijde daarvan, is een oog gemonteerd. Dit oog wordt gebruikt om de leiding te bevestigen door middel van een pen. Vlak voor dit oog is de krachtopnemer gemonteerd. Oog en krachtopnemer zijn via een luik in de torpedo bereikbaar.

Door SpiderPlow is het meetbestand met de gemeten trekkracht beschikbaar gesteld. De meetfrequentie is 5 seconden. In de beschikbare meetfile is de kracht gegeven in kgf. Voor de verdere verwerking is dit vertaald naar kN.

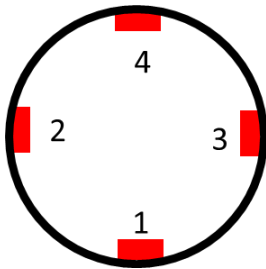
4.5.3 Krachten en spanningen in leiding

Op de leiding zijn de krachten gemeten met rekstrookjes aan de binnenzijde van de leiding. Om de rekstrookjes te installeren is een deel van de leidingwand verwijderd waarna de rekstrookjes met een datalogger en energievoorziening zijn geplaatst. De plaats van de rekstrookjes was in de 12" buis op 36 meter en in de 24" buis op 12 meter achter de voorzijde buis bij de trekkop. De rekstrookjes in de binnenbuis van de 28" leiding waren op 14 m achter de trekkop geplaatst.

Na installatie van de rekstrookjes en apparatuur is de leiding weer dichtgelast. Na installatie van de rekstrookjes is continu gemeten. Na afloop van de proef is de leiding weer opengemaakt en is de apparatuur verwijderd. Daarna kon de datalogger worden uitgelezen.



Figuur 4.2 Installeren rekstrookjes, 12" leiding Sliedrecht (foto: Deltares).



Figuur 4.3 Plaats rekstrookjes aan binnenkant leiding, met nummering.

4.6 Meting maaiveld en diepteligging leiding

Voorafgaand aan het inploegen, na inploegen en na aandrukken van de sleuf is door Gasunie het maaiveld gemeten met GPS. De resultaten zijn opgenomen als Bijlage I.

Na inploegen van de leiding is de diepteligging daarvan gecontroleerd middels GPS metingen op regelmatige afstanden. Daarbij is met een staaf van bekende lengte de bovenkant van de leiding aangeprikt waarna de meting is uitgevoerd. De resultaten zijn eveneens opgenomen in Bijlage I.



Figuur 4.4 Meten diepteligging leiding (foto: Deltares).

5 Metingen Biddinghuizen

5.1 Meetplan en realisatie

De grondopbouw en de beschikbare ruimte bij Biddinghuizen maakten het mogelijk om 3 inploeg testen te doen:

- Ploeglijn nr. 1. Inploegen in de klei laag op 90 cm onder maaiveld op NAP -3,8 m.
- Ploeglijn nr. 2. Inploegen in onverzadigd zand op 140 cm onder maaiveld op NAP -4,3 m.
- Ploeglijn nr. 3. Inploegen in verzadigd zand op 200 cm onder maaiveld op NAP -4,9 m.

5.2 Logboek

In

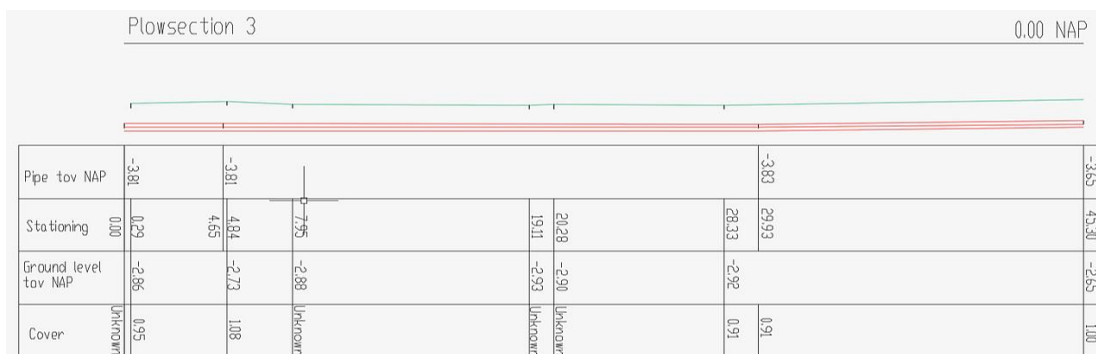
is een overzicht gegeven van de verschillende activiteiten op de locatie Biddinghuizen.

Datum	Tijd	Activiteit
18 januari		Installeren rekstrookjes in leiding
19 januari	10:28	start inploegen 12", lage snelheid Ploeglijn Nr. 1
	11:09	Leiding volledig onder de grond
		15 meter aangereden met kraan
		25 meter aangereden met rups
		Graven profielkuilen
	14:09	Uittrekken met hoge snelheid
		Transport leiding voor tweede trek
	15:10	Tweede trek door zand Ploeglijn Nr. 2
	15:23	Leiding volledig onder de grond
		15 meter aangereden met kraan
	25 meter aangereden met rups	
	Graven profielkuilen	
	17:14	Start leiding uit grond trekken
	17:28	Leiding uit de grond
20 januari	9:55	start inploegen 12", derde trek, lage snelheid machine op ski's Ploeglijn Nr. 3
	10:54	Leiding volledig onder de grond
		15 meter aangereden met rups
		Graven profielkuil
	11:45	Trekken met hoge snelheid zonder ski's
	12:15	Leiding volledig onder de grond
		Graven profielkuil
	13:05	Uittrekken met hoge snelheid
	13:15	Leiding uitgetrokken

Tabel 5.1 Overzicht activiteiten locatie Biddinghuizen, jaar uitvoering 2022.

Datum	Tijd	Activiteit
18 januari		Installeren rekstrookjes in leiding
19 januari	10:28	start inploegen 12", lage snelheid Ploeglijn Nr 1
	11:09	Leiding volledig onder de grond
		15 meter aangereden met kraan
		25 meter aangereden met rups
		Graven profielkuilen
	14:09	Uittrekken met hoge snelheid
		Transport leiding voor tweede trek
	15:10	Tweede trek door zand Ploeglijn Nr 2
	15:23	Leiding volledig onder de grond
		15 meter aangereden met kraan
		25 meter aangereden met rups
		Graven profielkuilen
	17:14	Start leiding uit grond trekken
	17:28	Leiding uit de grond
20 januari	9:55	start inploegen 12", derde trek, lage snelheid machine op ski's Ploeglijn Nr 3
	10:54	Leiding volledig onder de grond
		15 meter aangereden met rups
		Graven profielkuil
	11:45	Trekken met hoge snelheid zonder ski's
	12:15	Leiding volledig onder de grond
		Graven profielkuil
	13:05	Uittrekken met hoge snelheid
	13:15	Leiding uitgetrokken

Datum	Tijd	Activiteit
18 januari		Installeren rekstrookjes in leiding
19 januari	10:28	start inploegen 12", lage snelheid Ploeglijn Nr. 1
	11:09	Leiding volledig onder de grond
		15 meter aangereden met kraan
		25 meter aangereden met rups
		Graven profielkuilen
	14:09	Uittrekken met hoge snelheid
		Transport leiding voor tweede trek
	15:10	Tweede trek door zand Ploeglijn Nr. 2
	15:23	Leiding volledig onder de grond
		15 meter aangereden met kraan
		25 meter aangereden met rups
		Graven profielkuilen
	17:14	Start leiding uit grond trekken
	17:28	Leiding uit de grond
20 januari	9:55	start inploegen 12", derde trek, lage snelheid machine op ski's Ploeglijn Nr. 3
	10:54	Leiding volledig onder de grond
		15 meter aangereden met rups
		Graven profielkuil
	11:45	Trekken met hoge snelheid zonder ski's
	12:15	Leiding volledig onder de grond
		Graven profielkuil
	13:05	Uittrekken met hoge snelheid
	13:15	Leiding uitgetrokken



Figuur 5.4 Diepteligging leiding, Zuid; diepteligging 0,9 à 1,1 m, detail tekening Gasunie.

5.4 Gemeten krachten

5.4.1 Kracht op lier

De kracht op de lier is door SpiderPlow als een gemiddelde waarde geregistreerd. In Tabel 5.2 zijn de trekkrachten geleverd door de lier weergegeven. In de beschikbaar gestelde meetfile is als eenheid van de kracht [ton] gebruikt. Omdat dit de gerapporteerde grootte is, is deze in de tabel opgenomen. Tussen haakjes staat de daaruit bepaalde waarde in kN.

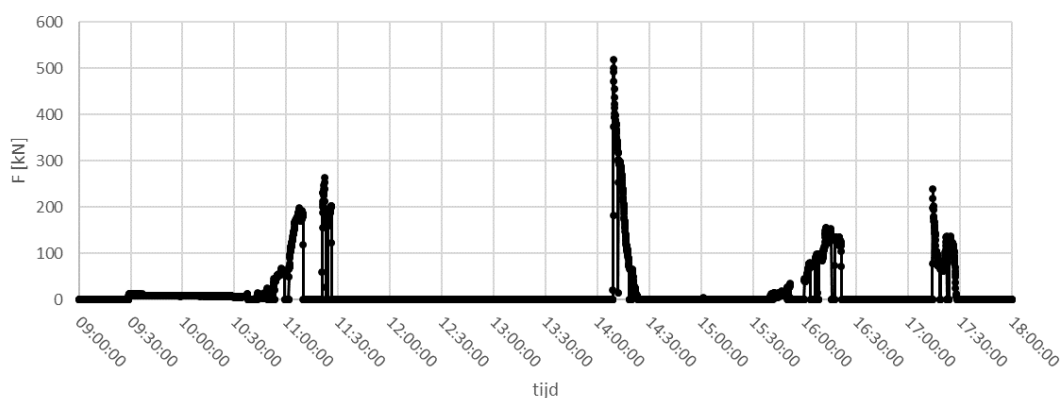
Tabel 5.2 Kracht op lier.

Ploeglijn	Kracht [ton]
Zuid, nr. 1	96 (942 kN)
Midden, nr. 2	90 (883 kN)
Noord, nr. 3	100 (981 kN)

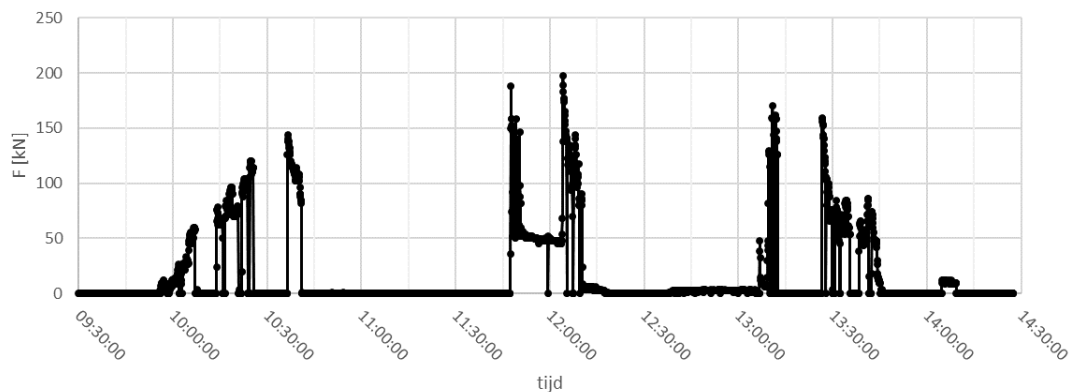
De kracht op de lier is slechts een indicatie van de kracht op de leiding. Voor de kracht op de leiding moet deze nog worden gecorrigeerd voor de trekkracht die de ploeg zelf levert en de weerstand van zwaar en ripper shoe in de ondergrond.

5.4.2 Kracht bij trekkop

De gemeten trekkrachten zijn grafisch weergegeven in Figuur 5.5 en Figuur 5.6 voor respectievelijk 19 januari en 20 januari 2022.



Figuur 5.5 Kracht op trekkop, 2022-01-19, ploeglijn zuid en ploeglijn midden.



Figuur 5.6 Kracht op trekkop, 2022-01-20, ploeglijn noord.

In

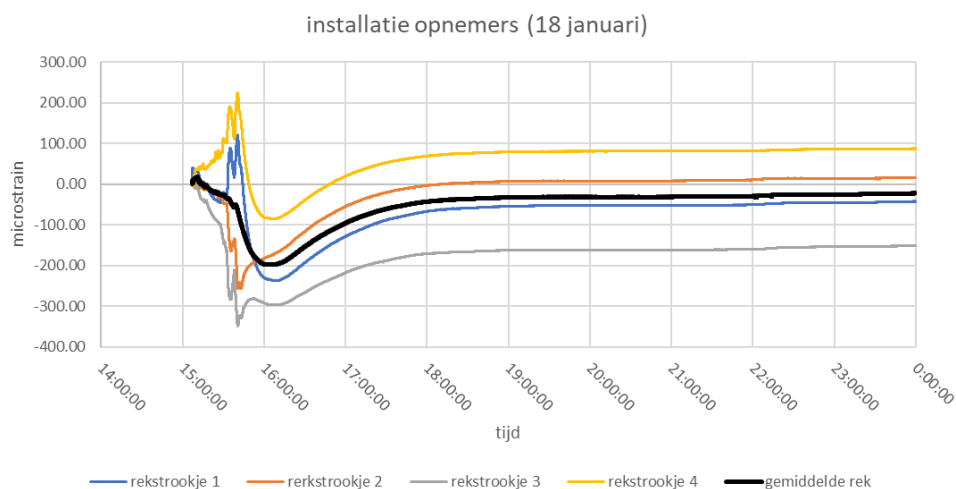
Tabel 5.3 zijn de maximale trekkrachten per ploeglijn weergegeven. Daarbij is onderscheid gemaakt tussen de fase intrekken en de fase uittrekken. In de periode tussen deze fasen heeft de ploeg een tijd stil gestaan. Voor de eerste twee leidingen was dit ongeveer 2 uur en voor de derde leiding ongeveer 1 uur. Voor verdere details wordt naar het logboek (paragraaf 5.2) verwezen.

Tabel 5.3 Maximale kracht bij trekkop.

Ploeglijn	F _{max} [kN]		Opmerkingen
	intrekken	uittrekken	
Zuid nr. 1	265	520	
Midden nr. 2	157	235	
Noord nr. 3	147 / 198	172	Intrekken in twee fasen (twee verschillende snelheden, zie paragraaf 5.2)

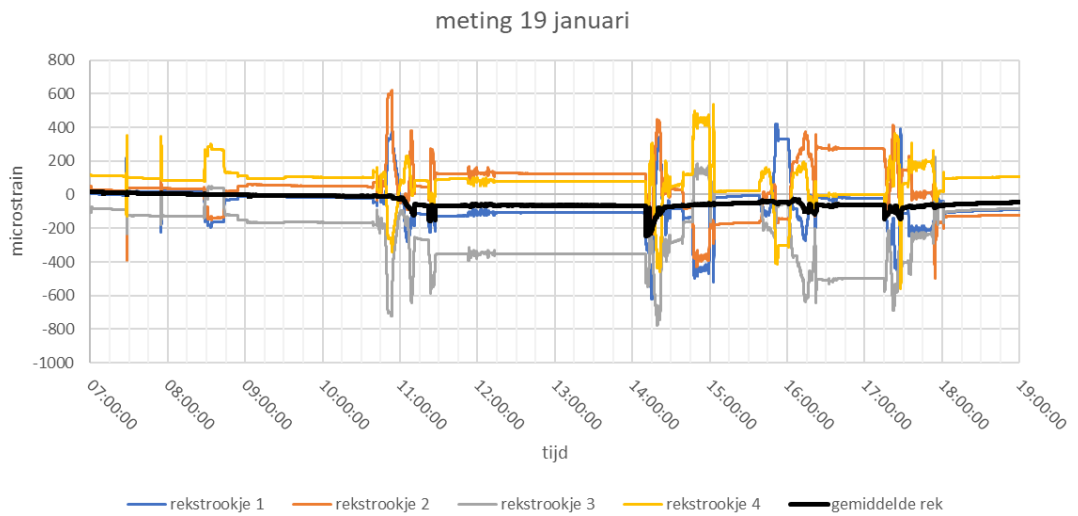
5.4.3 Kracht en spanningen in leiding

De spanningen in de leiding zijn door TU Delft gemeten met rekstrookjes. Door Deltares is een eerste uitwerking van de gemeten rekken uitgevoerd. Deze paragraaf geeft daarvan de resultaten. Allereerst worden per dag worden de gemeten rekken en het gemiddelde daarvan gegeven. De rekmaat is microstrain (1 microstrain = 10^{-6} [m/m]).

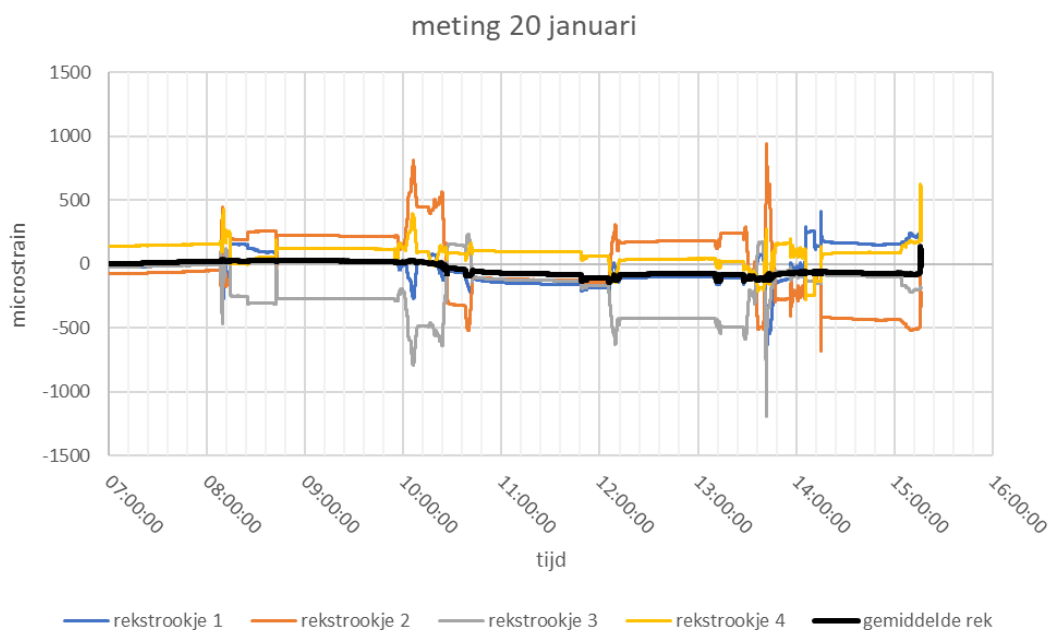


Figuur 5.7 Gemeten rekken 18 januari 2022, op deze dag zijn rekstrookjes geïnstalleerd.

Op 18 januari 2022 zijn de rekstrookjes geplaatst en is de opening in de leiding voor het plaatsen van de rekstrookjes en aanverwante apparatuur dichtgelast. Op deze dag is geen trekproef uitgevoerd. Opvallend is de gemeten rek direct na start van de meting. Waarschijnlijk betreft het hier thermische rek door het opwarmen tijdens het dichtlassen, een rek die in de uren daarna weer afneemt door afkoeling.



Figuur 5.8 Gemeten rekken 19 januari 2022, ploeglijn Zuid en ploeglijn Midden.

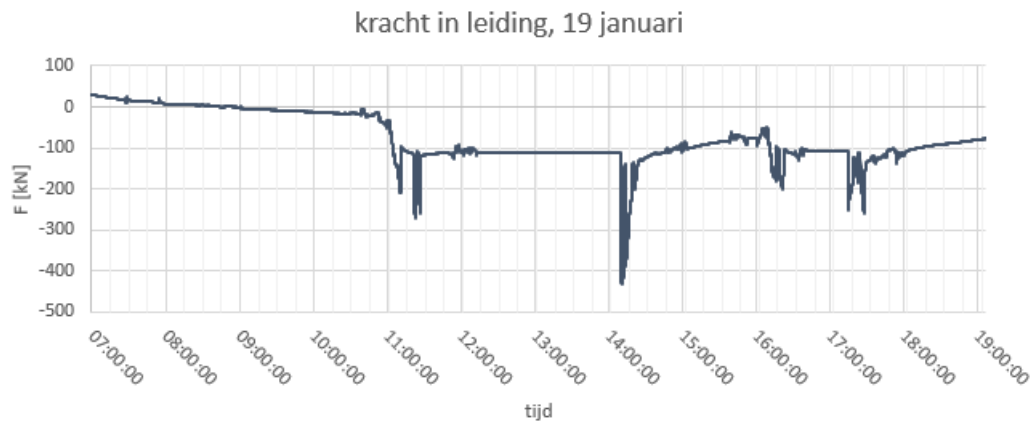


Figuur 5.9 Gemeten rekken 20 januari 2022, ploeglijn Noord.

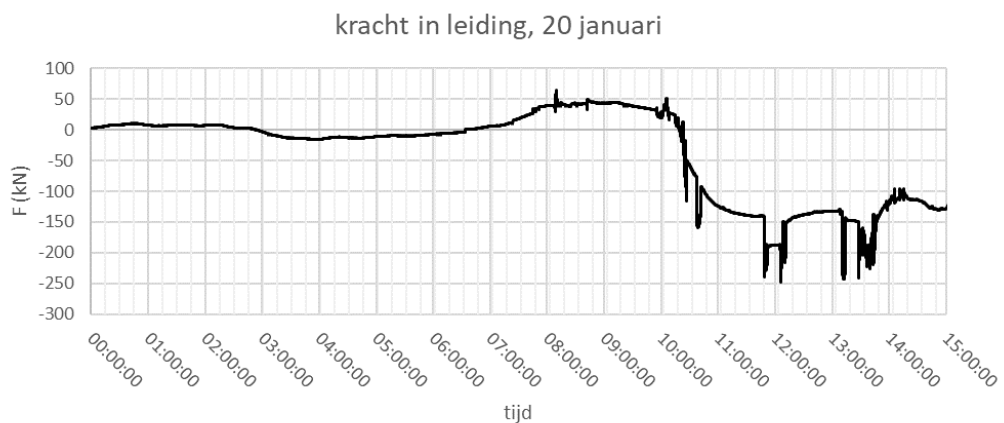
Op basis van de gemiddelde rek is de kracht in de leiding berekend. Daarvoor zijn de volgende parameters gebruikt:

- $E = 207 \text{ GPa}$.
- Buitendiameter: $D = 324 \text{ mm}$.
- Wanddikte $t = 8,5 \text{ mm}$.

Figuur 5.10 en Figuur 5.11 geven de berekende kracht voor 19 en 20 januari 2022. De gemeten rekken op 18 januari zijn niet omgezet naar krachten. Zoals aangegeven betreffen de rekken op 18 januari waarschijnlijk thermische rekken. Bij de uitwerking van de metingen is nog geen correctie voor een mogelijke andere effecten dan de rek tijdens in- en uittrekken toegepast. Dit vereist een nadere analyse van de meetresultaten en de overige omstandigheden tijdens de meting. Dat is onderdeel van de verdere analyse en interpretatie van de metingen.



Figuur 5.10 Normaalkracht in leiding, 19 januari 2022, op basis gemeten rek in rekstrookjes. Dit betreft de eerste en de tweede ploeglijn.



Figuur 5.11 Normaalkracht in leiding, 20 januari 2022, op basis gemeten rek in rekstrookjes. Dit betreft de derde ploeglijn.

5.5 Terrein na test

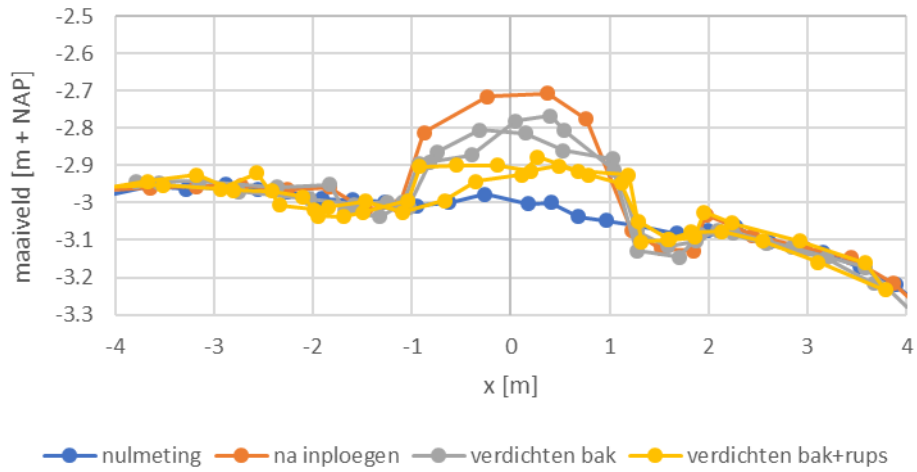
Om de verandering van het maaiveld te bepalen is op een aantal raaien en een aantal tijdstippen de maaiveldhoogte gemeten. De metingen zijn door Gasunie uitgevoerd. In Tabel 5.4 zijn de meetmomenten, zoals aangegeven in de ruwe meetdata van Gasunie (Bijlage I.1.1), in tabelvorm aangegeven.

Tabel 5.4 Meetmomenten maaiveldhoogte.

Raai	Nulmeting	Na intrekken	Na verdichten		
			Met bak	Met rups	Met bak+rups
ploeglijn 1					
25	xx	xx			
50	xx	xx			
75	xx	xx			
100	xx	xx			
125	xx	xx			
150	xx				
75-4			xx		
75+2			xx		
100-9				xx	xx
100-2				xx	
75+8					xx
75+13					xx
ploeglijn 2					
50	xx	xx			
100	xx	xx			
ploeglijn 3					
50	xx	xx		xx	
100	xx				
110 (=100+6)				xx	

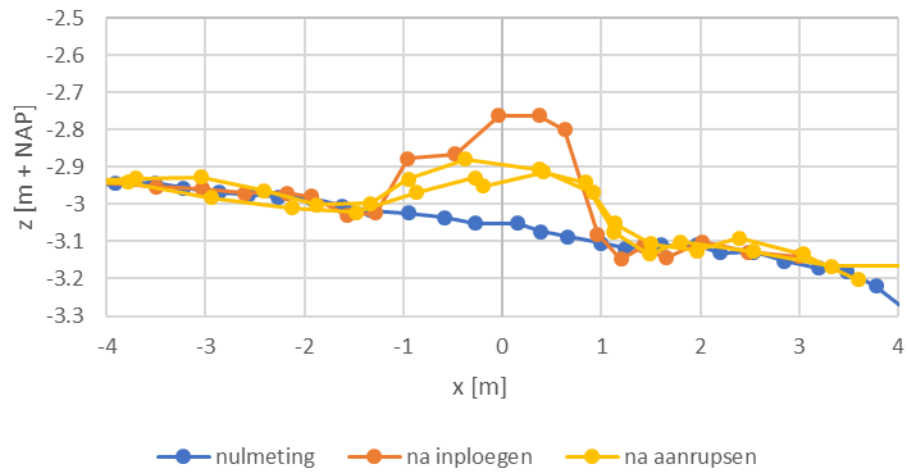
Door Deltares is op basis van de beschikbare meetwaarden de maaiveldligging in een aantal raaien dwars op de ploeglijn bepaald. Figuur 5.12 tot Figuur 5.14 tonen de maaiveldligging bij verschillende raaien getoond voor de situatie voorafgaand aan het inploegen, na inploegen en na aanrijden of verdichten van het ploegtracé. Het betreft hier een eerste bewerking van de meetdata.

ploeglijn 1, raai 75



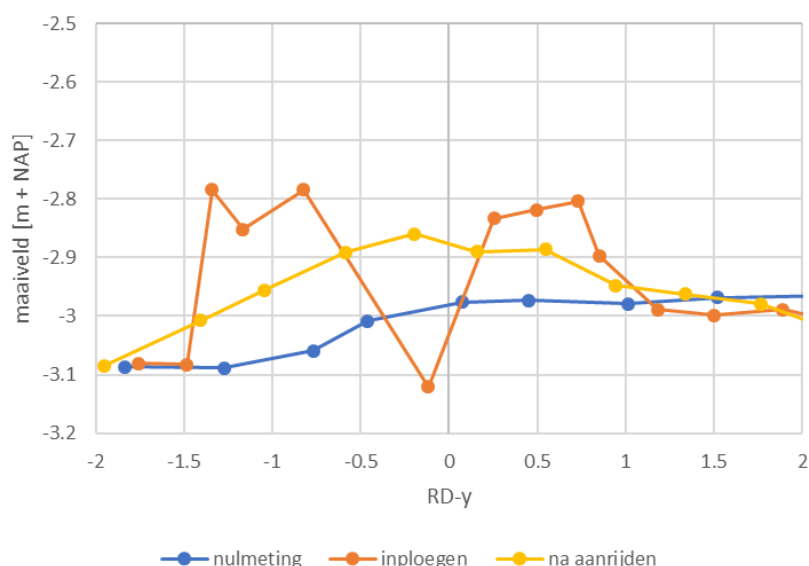
Figuur 5.12 Ligging maaiveld, ploeglijn Zuid, effect verschillende methoden verdichten.

ploeglijn 1, raai 100



Figuur 5.13 Ligging maaiveld, ploeglijn Zuid, effect verdichten.

ploeglijn 3, raai 100 en 110



Figuur 5.14 Ligging maaiveld, ploeglijn Noord, raai 100,110, effect verdichten.

Uit deze metingen volgt dat tijdens het inploegen het maaiveld ter plaatse van het leidingtracé ongeveer 0,3 m omhoog komt. Na aanrijden en/of verdichten blijft er nog een verhoging van ongeveer 0,1 m á 0,15 m over.

5.6 Resultaat proefsleuven

Er zijn proefsleuven gegraven voor het vaststellen van de aansluiting van de grond rond de leiding. Per ploeglijn is een aantal proefsleuven gegraven.

Hieronder wordt een korte beoordeling op basis van visuele waarnemingen gepresenteerd: Ploeglijn 1 (Zuid) : Biddinghuizen door toplaag van klei: Figuur 5.15 toont de ligging van de leiding in de ondergrond van ploeglijn 1. Op de foto is duidelijk de leiding te zien met daar omheen zand. Links en rechts van de leiding is het niveau van het zand een centimeter of 30 lager. .



Figuur 5.15 Ligging van de leiding van ploeglijn 1 (Zuid) (foto: Deltares).

Ploeglijn 2 (midden): Biddinghuizen door de onverzadigde zandlaag: .Figuur 5.16 toont de ligging van de leiding bij ploeglijn 2. Op de foto is de leiding te zien in de zandlaag met daarboven de hiervoor beschreven venige tussenlaag. Deze venige tussenlaag is omhoog gedrukt. Rechts van de verticale markering rechts van de leiding is de oorspronkelijke ligging van deze laag te zien. Bij deze ploeglijn is een goede aansluiting van de omringende zandgrond rond de leiding te zien.



Figuur 5.16 Ligging van de leiding van ploeglijn 2 (midden) (foto: Deltares).

Ploeglijn 3 (Noord): Biddinghuizen door de verzadigde zandlaag: De onderstaande figuur toont de ligging van de leiding bij ploeglijn 3. Op de foto is de leiding te zien in de zandlaag . Bij deze ploeglijn is een goede aansluiting van de omringende zandgrond rond de leiding te zien.



Figuur 5.17 Ligging van de leiding van ploeglijn 3 (Noord). (Foto Antea).

In rapport Antea (zie Bijlage E) is een uitgebreidere beschrijving van de observaties gegeven. Tevens zijn de resultaten van de sonderingen (penetro logger) na inploegen opgenomen in rapport Antea.

5.7 Conclusies metingen Biddinghuizen

Aanleg van een 12" leiding in zand en in klei met inploegen blijkt mogelijk te zijn. De bij aanleg gevonden wrijvingskrachten variëren in zand variëren tussen ongeveer 4 kN/m² en 5 kN/m². In klei is de wrijvingskracht ongeveer 5 kN/m² bij installatie en 10 kN/m² bij het lostrekken na een stilstand periode van 3 uur. Verwacht mag worden dat deze wrijvingskracht nog verder toeneemt als de stilstand periode langer duurt.

Uit maaiveld metingen na installatie blijkt dat de vervorming van het maaiveld na installatie van de leiding en na het aanrijden van het maaiveld met een rupsvoertuig relatief gering is. De verschillen voor en na installatie variëren tussen 0,1 m en 0,15 m.

6 Metingen Sliedrecht, januari 2022

6.1 Meetplan en realisatie

Er is ter plaatse van de locatie Sliedrecht een ploegtest uitgevoerd met een 12" leiding en met een 24 " leiding. De eerste test is gerealiseerd met de 12" leiding. Daarna is de 24 " leiding ingeploegd. De beide leidingen zijn met een dekking van ongeveer 1,7 a 1,8 m onder maaiveld aangelegd.

6.2 Logboek

In Tabel 6.1 is een overzicht gegeven van de verschillende activiteiten op de locatie Sliedrecht. Op 24 januari 2022 is de westelijke (12") leiding in- en uitgetrokken. Op 25 januari 2022 is de westelijke(24") leiding in- en uitgetrokken.

Tabel 6.1 Overzicht activiteiten locatie Sliedrecht, uitvoering in 2022.

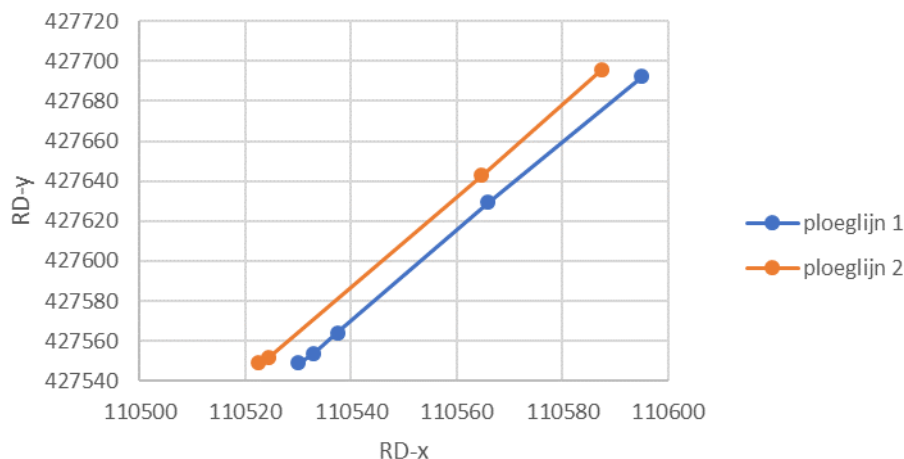
Datum	Tijd	Activiteit
24 januari	12:32	Start inploegen 12", lage snelheid
	12:47	Oppervlak aangereden met rupskraan
		Graven profielkuil
	14:05	Uittrekken met hoge snelheid
	14:17	Leiding komt boven grond
25 januari	14:35	Start inploegen 24", lage snelheid, ploeg op ski's
	14:45	Vastlopen, oude sloot met bomen
	16:32	lostrekken met 2 lieren
	16:58	Leiding volledig onder de grond
		Graven profielkuil
	17:46	uittrekken leiding met hoge snelheid enkele lier

6.3 Gemeten positie leiding

6.3.1 Horizontale positie

De positie van de twee leidingen is in Figuur 6.1 weergegeven. De oostelijke lijn is de 12" leiding en de westelijke lijn de 24" leiding.

Sliedrecht



Figuur 6.1 Test locatie Sliedrecht, met de twee ploeglijnen, de oostelijke is voor de 12" leiding en de westelijke voor de 24" leiding.

Op basis van de gemeten coördinaten worden de volgende lengten gevonden:

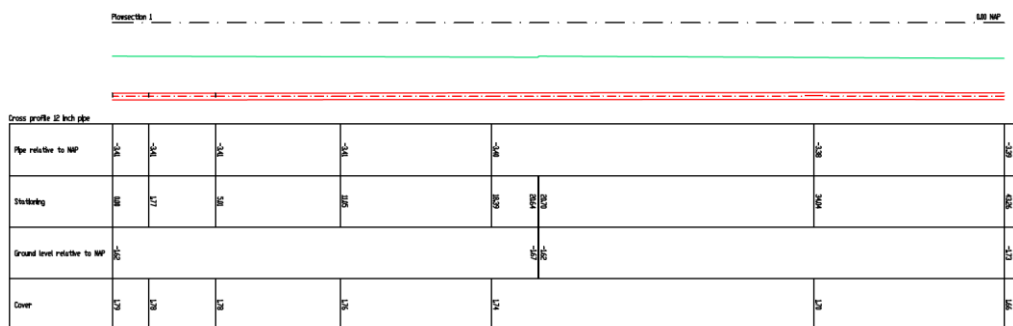
- Oostelijke lijn: L = 157 m.
- Westelijke lijn: L = 160 m.

6.3.2 Verticale positie

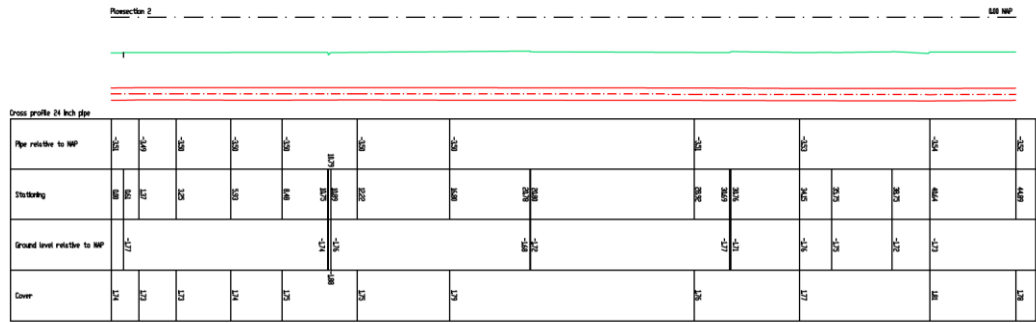
De diepteligging na intrekken, maar voor uittrekken is gemeten met GPS. Figuur 6.2 en Figuur 6.3 geven de gemeten diepten voor de twee ploeglijnen. Deze zijn overgenomen uit tekening Gasunie met de door hen uitgevoerde metingen. Deze tekening is in dit rapport opgenomen als Bijlage I.2.2.

De diepte van de drie ploeglijnen is ongeveer:

- Ploeglijn 1 (12" leiding) : 1,65 á 1,8 m.
- Ploeglijn 2 (24" leiding): 1,7 á 1,8 m.



Figuur 6.2 Diepteligging leiding, ploeglijn 1; detail tekening Gasunie.



Figuur 6.3 Diepteligging leiding, ploeglijn 2; detail tekening Gasunie.

6.4 Gemeten krachten

6.4.1 Kracht op lier

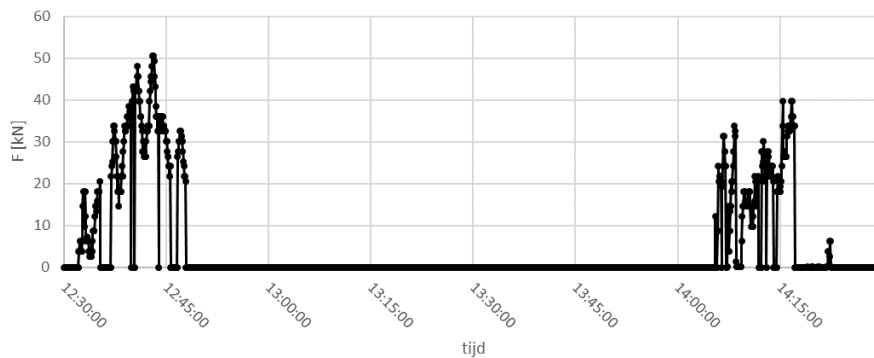
De kracht op de lier is door als een gemiddelde geregistreerd. In de onderstaande tabel zijn de trekkrachten geleverd door de lier weergegeven. Bij ploeglijn 2 is tijdelijk een tweede lier ingezet. Hier was extra trekkracht nodig vanwege een obstakel (boomstam) in de ondergrond. Omdat dit de gerapporteerde grootte door SpiderPlow is, is deze als eerste in de tabel opgenomen. Tussen haakjes staat de daaruit bepaalde waarde in kN.

Tabel 6.2 Kracht op lier.

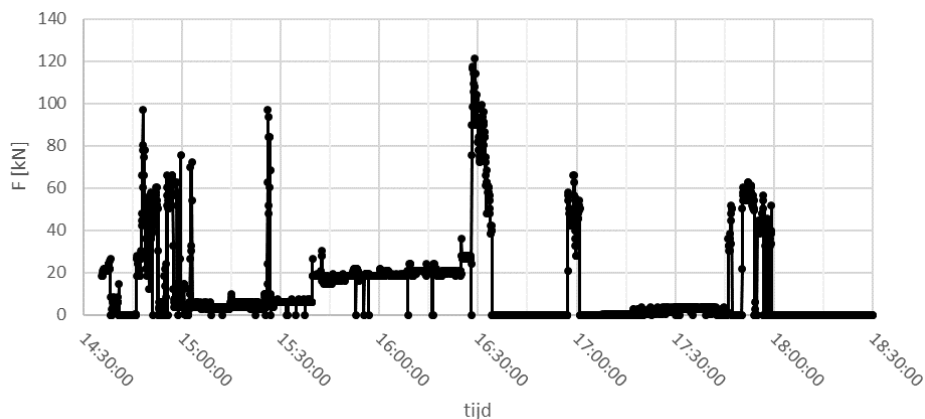
Ploeglijn	Kracht [ton]	
	Lier 1 (rups)	Lier 2 (truck)
1	40 (391 kN)	--
2	44 (432 kN)	38 (373 kN)

6.4.2 Kracht op trekkop

De gemeten krachten zijn grafisch weergegeven in Figuur 6.4 en Figuur 6.5 voor respectievelijk 24 januari en 25 januari.



Figuur 6.4 Kracht op trekkop, 2022-01-24.



Figuur 6.5 Kracht op trekkop, 2022-01-25.

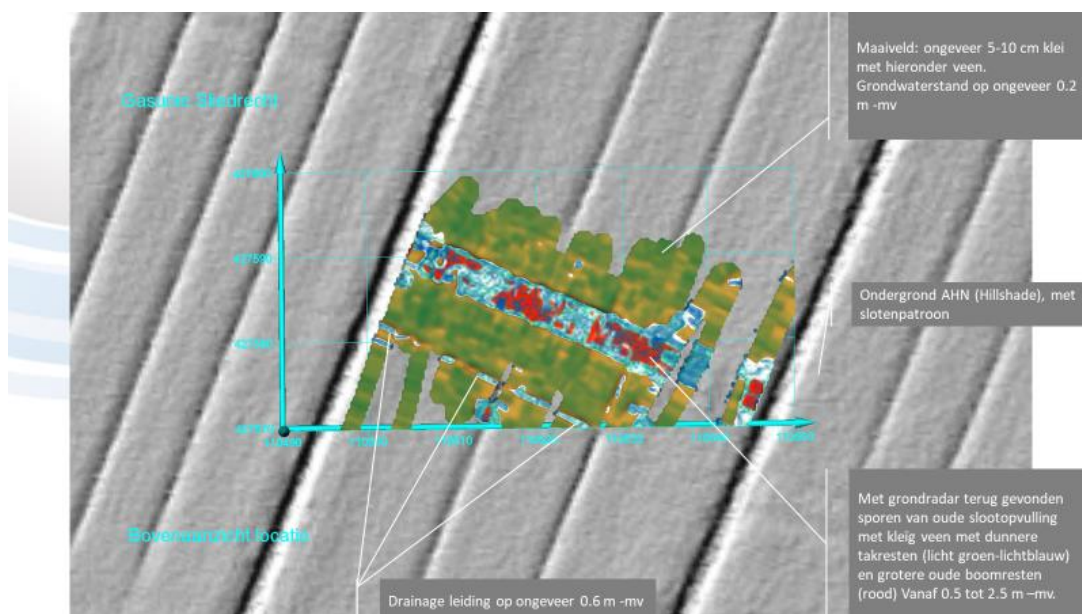
In figuur 6.5 is te zien dat bij het intrekken van de 24" leiding er een obstructie is opgetreden doordat het zwaard tegen boomstammen in een gedempte dwarsslot aankwam. Er is een extra lier in gezet om verder te kunnen trekken. Bepalend voor de trekkracht die de lier kon leveren was de grondweerstand die bij de lier kon worden gemobiliseerd.

In Tabel 6.3 zijn de maximale trekkrachten per ploeglijn weergegeven. Daarbij is onderscheid gemaakt tussen de fase intrekken en uittrekken. In de periode tussen deze fasen heeft de ploeg een tijd stil gestaan. De duur van de stilstand was ongeveer 1 uur. Voor verdere details wordt naar het logboek (paragraaf 6.2) verwezen.

Tabel 6.3 Maximale kracht op trekkop.

Ploeglijn	F _{max} [kN]		Opmerkingen
	intrekken	uittrekken	
1	49	40	
2	67 (121 bij boom)	63	Boomstam in tracé bij intrekken

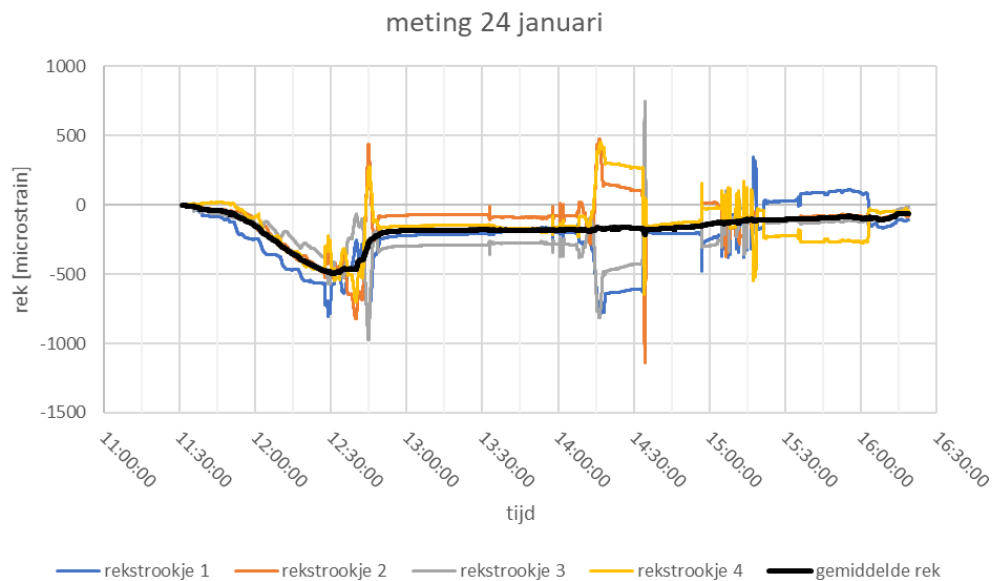
Op de plaats van de dwarsslot is door GT Eclipse een grondradaronderzoek uitgevoerd. Het rapport daarvan is opgenomen als Bijlage H. Figuur 6.6 geeft het resultaat van de metingen.



Figuur 6.6 Resultaat grondradarmeting, figuur 6 uit rapport GT Eclipse.

6.4.3 Kracht en spanningen in leiding

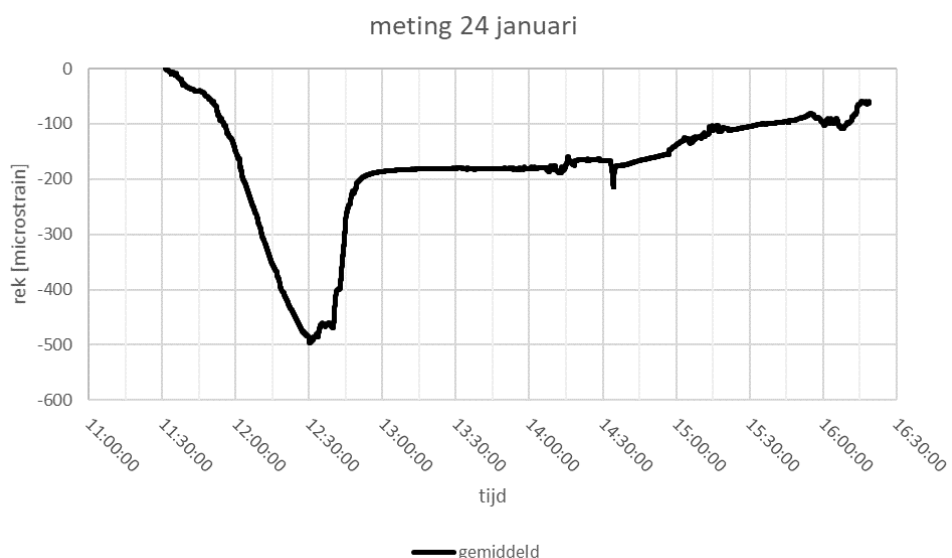
De spanningen in de leiding zijn door TU Delft gemeten met rekstrookjes. Door Deltares is een eerste uitwerking van de gemeten rekken uitgevoerd. Deze paragraaf geeft daarvan de resultaten. Allereerst worden per dag worden de gemeten rekken en het gemiddelde daarvan gegeven. De rekmaat is microstrain (1 microstrain = 10^{-6} [m/m]).



Figuur 6.7 Rek in leiding, 24 januari.

De rekken na 14:15 hr zijn gedeeltelijk ook de rekken bij het uit de grond trekken van de leiding met alleen de lier en het verder verplaatsen van de leiding. Hierbij neemt de lengte van de leiding in de grond dus af. Deze rekken (en daaruit afgeleide krachten) zijn daarmee niet relevant voor het gedrag van de leiding in de grond.

Voor een beter inzicht in het verloop van de rek en de kracht in de leiding wordt in Figuur 6.8 het verloop van de gemiddelde rek getoond. Bij de uitwerking van de metingen is nog geen correctie voor een mogelijke andere effecten dan de rek tijdens in- en uittrekken toegepast. Dit vereist een nadere analyse van de meetresultaten en de overige omstandigheden tijdens de meting. Dat is onderdeel van de verdere analyse en interpretatie van de metingen.



Figuur 6.8 Rek in leiding, 24 januari.

Uit deze rek is het verloop van de kracht in de leiding te bepalen. Daarvoor zijn voor de 12" leiding de volgende getallen gebruikt:

- $E = 207 \text{ E6 kN/m}^2$.
- $D = 323.9 \text{ mm}$.
- $t = 8,5 \text{ mm}$.

Rond 12:32 is begonnen met het intrekken van de leiding, dit is in het verloop van de rekken en krachten goed zichtbaar. De rekken voor 12:32 hr hebben dus een andere oorzaak. Het verloop van de rekken tussen start meting (11:00 hr) en start trekken (12:32 hr) is vergelijkbaar met hetgeen is geconstateerd bij de rekmeting op 18 januari in Biddinghuizen. Het betreft waarschijnlijk een temperatuureffect door het dichtlassen van de leiding ter plaatse van de plaats van de rekstrookjes. Tussen 14:05 en 14:17 is de leiding uit de grond getrokken, dit geeft slechts een kleine verandering van de rekken en krachten. Daarna is de leiding uit de grond getrokken met alleen de lier en is de leiding verplaatst.

Bij de meting op 25 januari met de 24 " leiding zijn er problemen opgetreden bij de datalogger. Er kunnen geen data worden uitgelezen.

6.5 Terrein na de test

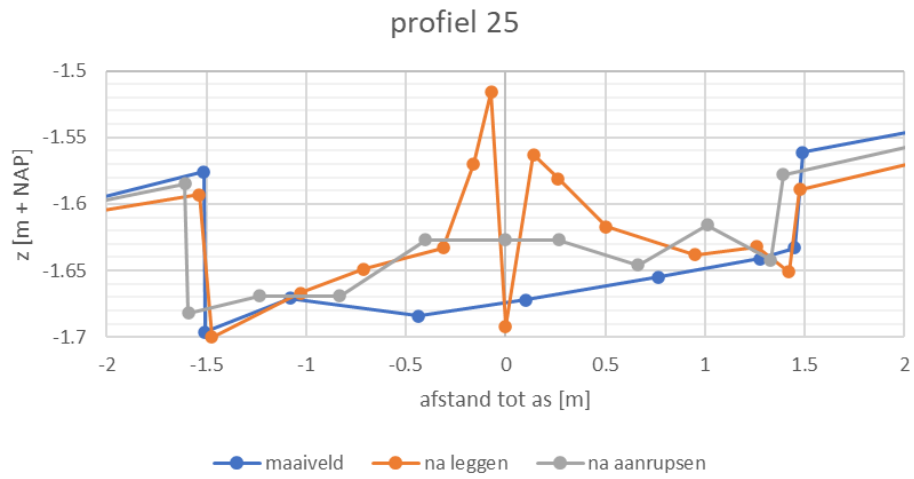
Tijdens het inploegen kwam ter plaatse van de leiding de grond iets omhoog. Ook was er een sleuf zichtbaar. Na het intrekken, maar met de leiding nog in de grond, is de sleuf weer aangedrukt door met een rupsgraafmachine over het leiding tracé te rijden, het zogenaamde 'aanrupsen'. Hierbij is de verhoging praktisch geheel weggedrukt.

Om de verandering van het maaiveld te bepalen is op een aantal raaien en een aantal tijdstippen de maaiveldhoogte gemeten. In Tabel 6.4 zijn de momenten aangegeven.

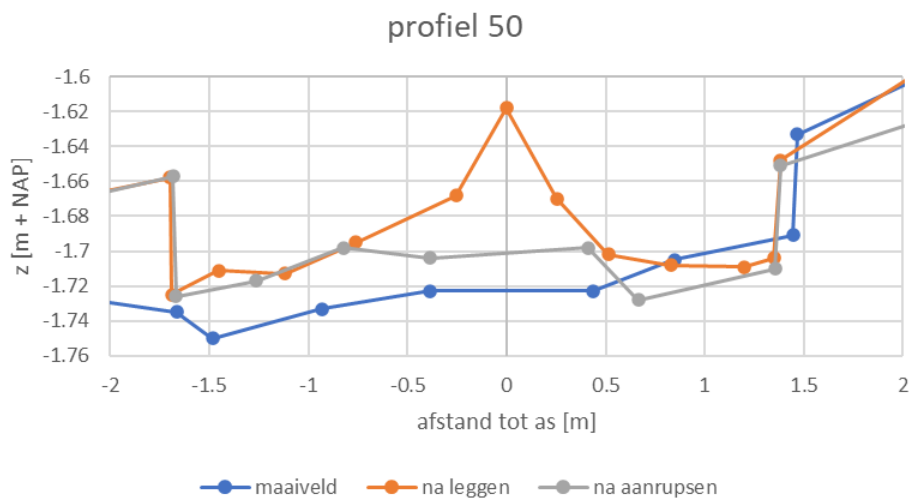
Tabel 6.4 Meetmomenten maaiveldhoogte.

Raai	Initieel	Na inploegen	Na aanrupsen
24 januari, 12"leiding			
25	xx	xx	xx
50	xx	xx	xx
75	xx	xx	
100	xx		
25 januari, 24"leiding			
20	xx		xx
30	xx		xx
50	xx	xx	xx
60	xx		xx
70	xx		
80	xx		xx

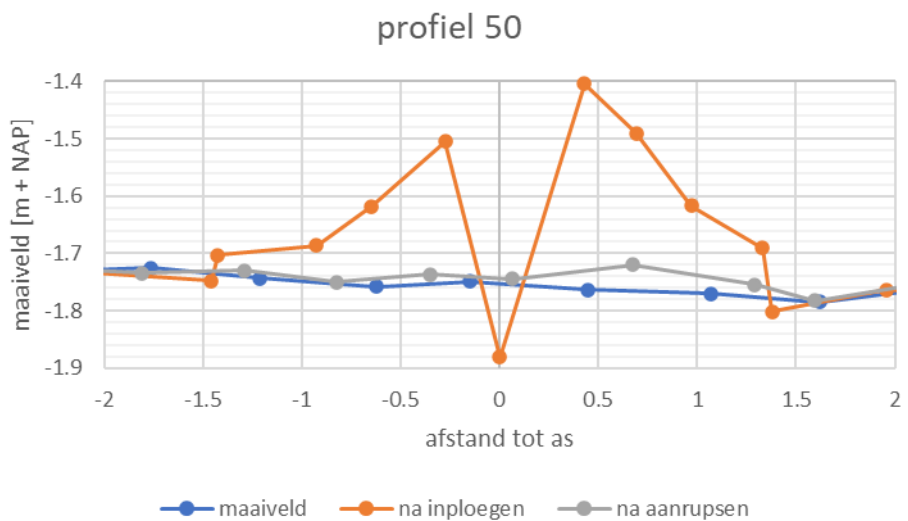
Door Deltares is op basis van de beschikbare meetwaarden de maaiveldligging in een aantal raaien dwars op de ploeglijn bepaald. Figuur 6.9 geeft een voorbeeld van de ligging van het maaiveld bij raai 25 (12"leiding). De rijplaten aan weerszijden van de ploeglijn zijn in deze figuur goed zichtbaar.



Figuur 6.9 Ligging maaiveld na inploegen en na aanrupsen, 12" leiding.



Figuur 6.10 Ligging maaiveld na inploegen en na aanrupsen, 12" leiding.



Figuur 6.11 Ligging maaiveld na inploegen en na aanrupsen, 24" leiding.

Figuur 6.12 toont het terrein na inploegen van de 12" leiding en aanrupsen.



Figuur 6.12 Terrein na inploegen 12" leiding en aanrupsen (foto: Deltares).

Een grotere bodemvervorming wordt gevonden bij de opstelplaats van de lier. De vervorming is een gevolg van de benodigde grondvervorming om voldoende reactiekracht te mobiliseren. Deze verstoring is echter plaatselijk en beperkt qua oppervlakte.



Figuur 6.13 Verstoring bodem ter plaatse van schuifbord lier, opname na intrekken 12" leiding Sliedrecht (foto: Deltares).

6.6 Resultaat proefsleuven

Er zijn proefsleuven gegraven voor het vaststellen van de aansluiting van de grond rond de leiding. Per ploeglijn is een aantal proefsleuven gegraven.

Ploeglijn 4: Sliedrecht met 12"leiding: Figuur 6.14 toont de 12"leiding in het veen. De leiding is niet verder uitgegraven vanwege de zeer slappe ondergrond. Er werd gevreesd voor instabiliteit van de kuil. De aansluiting van het veen rond de leiding is goed.



Figuur 6.14 Ligging van de leiding van ploeglijn 4 (12") (foto: Deltares).

Bij ploeglijn 5 is eveneens een proefkuil gegraven om de aansluiting bij de 24" leiding te bekijken. Ook hier was de leiding in het veenpakket ingetrokken. De foto in de onderstaande figuur laat zien dat er een goede aansluiting aanwezig was na het graven van de profielkuil.



Figuur 6.15 Ligging van de leiding bij ploeglijn 5 (24"). (Foto Antea).

In rapport Antea (zie Bijlage E) is een uitgebreidere beschrijving van de observaties gegeven. Tevens zijn de resultaten van de sonderingen (penetro logger) na inploegen opgenomen in rapport Antea.

6.7 Conclusies metingen Sliedrecht

Alhoewel er nog een analyse van de in dit rapport gerapporteerde meetgegevens moet plaatsvinden lijken de wrijvingskrachten bij installatie een aanleg van leidingen bij inploegen mogelijk te maken. De bij aanleg gevonden wrijving bedraagt ongeveer 1 kN/m^2 .

Uit maaiveld metingen na installatie blijkt dat de vervorming van het maaiveld na installatie van de leiding en na het aanrijden van het maaiveld met een rupsvoertuig relatief gering is. De verschillen voor en na installatie zijn slechts enkele centimeters.

7 Meting Sliedrecht, april 2022

7.1 Meetplan en realisatie

Op 6 april is er ter plaatse van de locatie Sliedrecht een ploegtest uitgevoerd met een 28'' leiding. In de in te trekken leiding is een segment van een warmteleiding (dubbelwandige leiding) aanwezig. Het doel van de test was in de eerste plaats testen of warmteleiding middels ploegen kan worden geïnstalleerd. Een nevendoeel is het verkrijgen van extra meetdata voor de validatie van op te stellen modellen.

7.2 Logboek

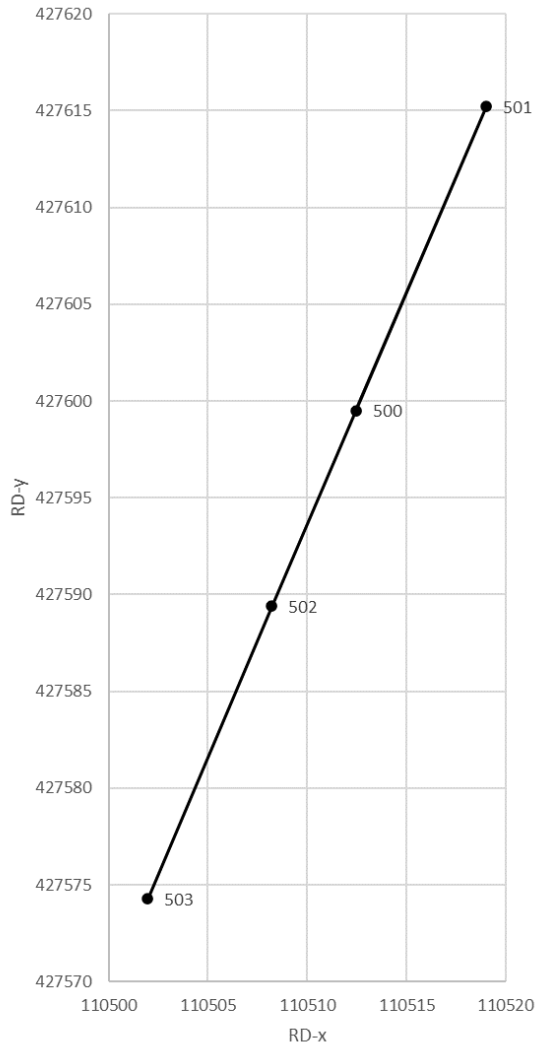
In Tabel 7.1 is een overzicht gegeven van de verschillende activiteiten op de locatie Sliedrecht bij de test in april 2022.

Tabel 7.1 Overzicht activiteiten locatie Sliedrecht, april 2022.

Datum	Tijd	Activiteit
5 april		Monteren rekopnemers
6 april	9:30	Aankoppelen leiding
	9:45	ripper shoe met torpedo in startput afgelaten, diepte startput
	10:35	start intrekken
	11:10	herstart intrekken, na korte tijd stil
	11:15	herstart intrekken
		opgraven leiding t.p.v. segment 2 over enkele meters; sonderen ergens bij segment 3
	12:45	start uittrekken, totdat trekkop boven maaiveld
		afkoppelen torpedo
	13:10	uittrekken leiding met lier (enkele lier)

7.3 Gemeten positie leiding

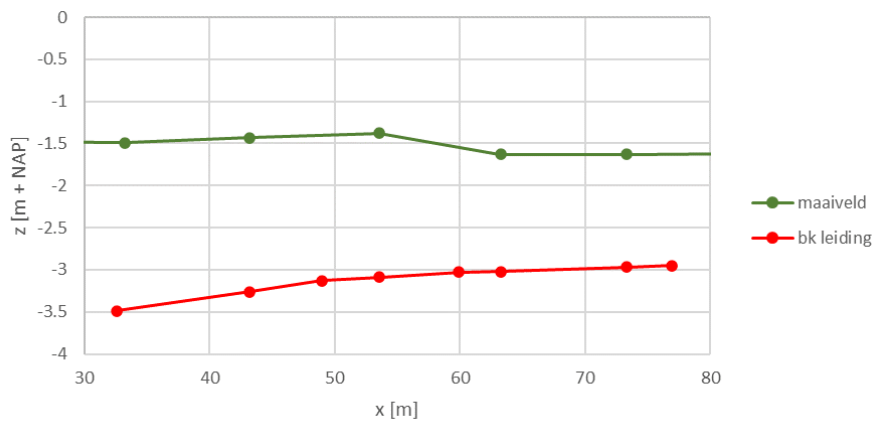
De positie van de leiding (in het horizontale en verticale vlak) is in de volgende figuren weergegeven.



Figuur 7.1 Horizontale positie leiding.

Er is sprake van een verwaarloosbare kromming in het horizontale vlak.

In de periode van stilstand is de bovenkant van de leiding door Gasunie gemeten. De resultaten staan in Figuur 7.2.



Figuur 7.2 Verticale positie bovenkant leiding, ter vergelijking is ook de ligging maaveld voorafgaand aan de test ingetekend.

De gronddekking op de leiding varieert over dit traject van ongeveer 1,8 m naar 1,3 m. Ook is te zien dat in de leiding in het verticale vlak enigszins een kromming aanwezig is.

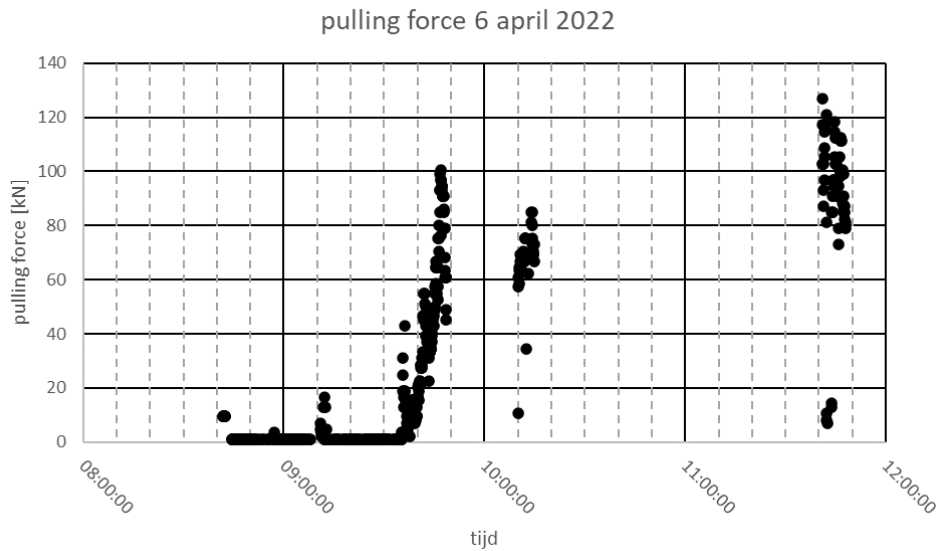
7.4 Gemeten krachten

7.4.1 Kracht op lier

Bij deze test is de kracht bij de lier niet geregistreerd.

7.4.2 Kracht op trekkop

Figuur 7.3 toont de gemeten kracht bij de trekkop.



Figuur 7.3 Gemeten kracht trekkop (tijd is wintertijd i.p.v. zomertijd).

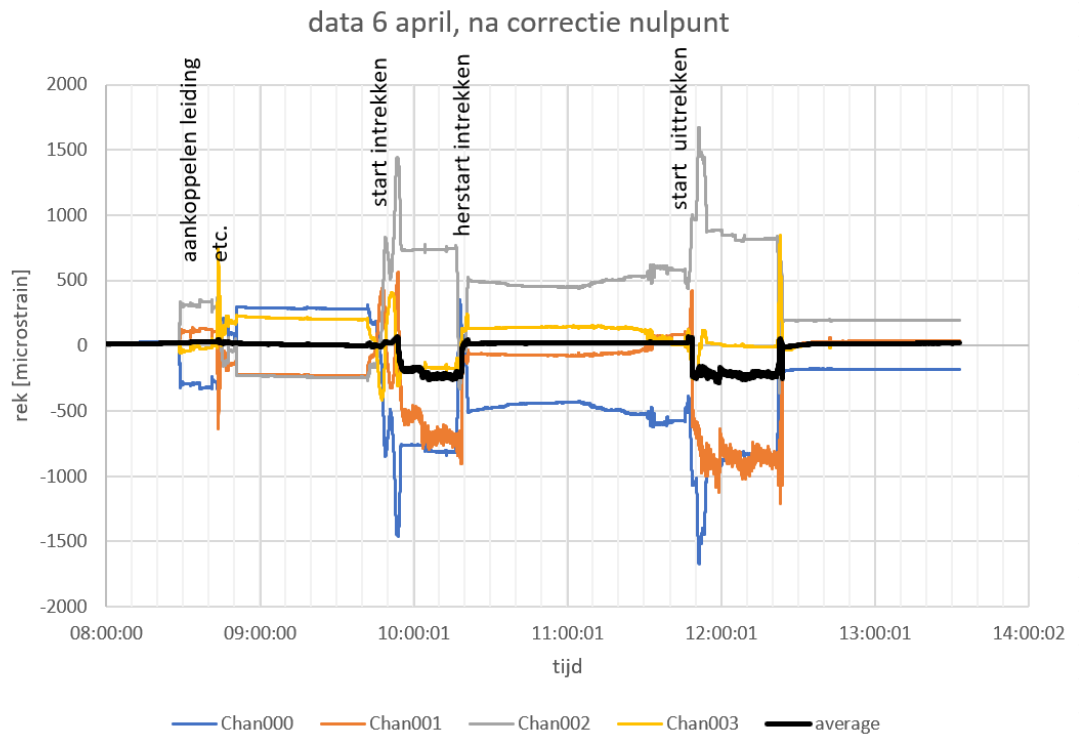
In Tabel 7.2 zijn de maximale trekkrachten weergegeven. Daarbij is onderscheid gemaakt tussen de fase intrekken en uittrekken. In de periode tussen deze fasen heeft de ploeg ongeveer 1,5 uur stilgestaan voor het maken van een proefsleuf. Te zien is dat na deze stilstand de benodigde trekkracht om de leiding weer in beweging te brengen is toegenomen.

Tabel 7.2 Gemeten kracht trekkop.

Ploeglijn	F _{max} [kN]	
	intrekken	uittrekken
1	98	127

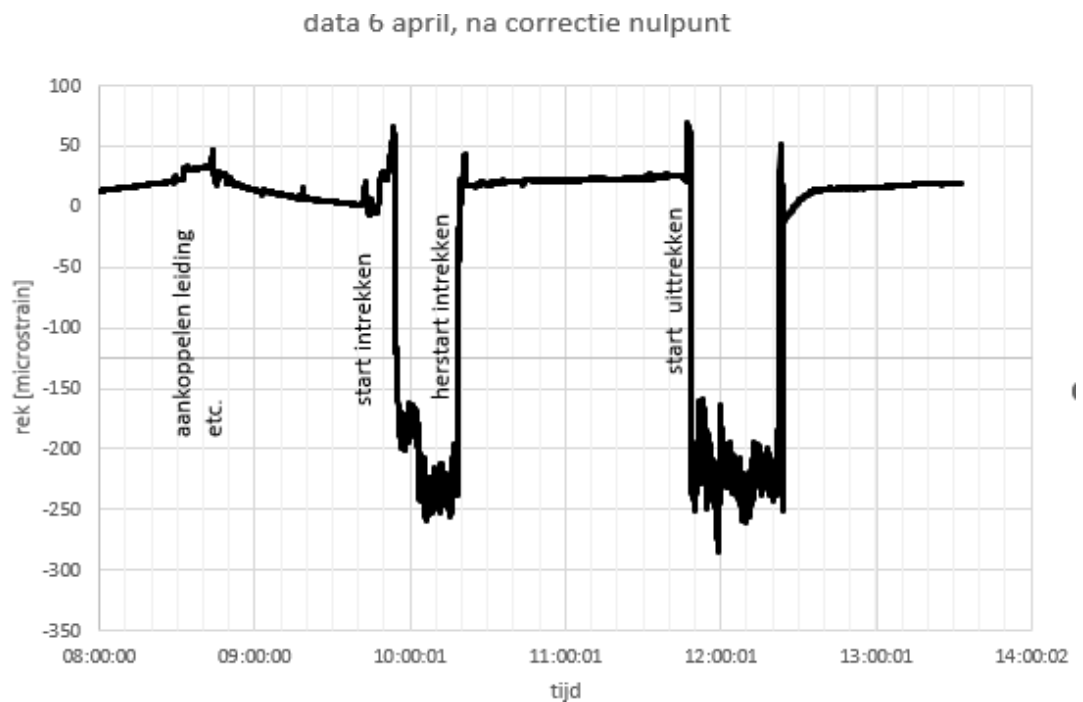
7.4.3 Rek in leiding

De spanningen in de leiding zijn door TU Delft gemeten met rekstrookjes. Door Deltares is een eerste uitwerking van de gemeten rekken uitgevoerd. Deze paragraaf geeft daarvan de resultaten. Allereerst worden per dag worden de gemeten rekken en het gemiddelde daarvan gegeven. De rekmaat is microstrain (1 microstrain = 1^E-6 [m/m]). De rekstrookjes bevonden zich aan het begin van het tweede leidingsegment (Staal-PUR-PE), en geven dus de rek ten gevolge van de krachten op de laatste drie leidingsegmenten.



Figuur 7.4 Rek in leiding, 6 april, tijd is wintertijd.

Voor een beter inzicht in de gemiddelde rek wordt in Figuur 7.5 de gemiddelde rek weergegeven.



Figuur 7.5 Gemiddelde rek in de binnenbuis van de 28 "leiding.

7.5 Terrein na test

7.5.1 Ligging maaiveld

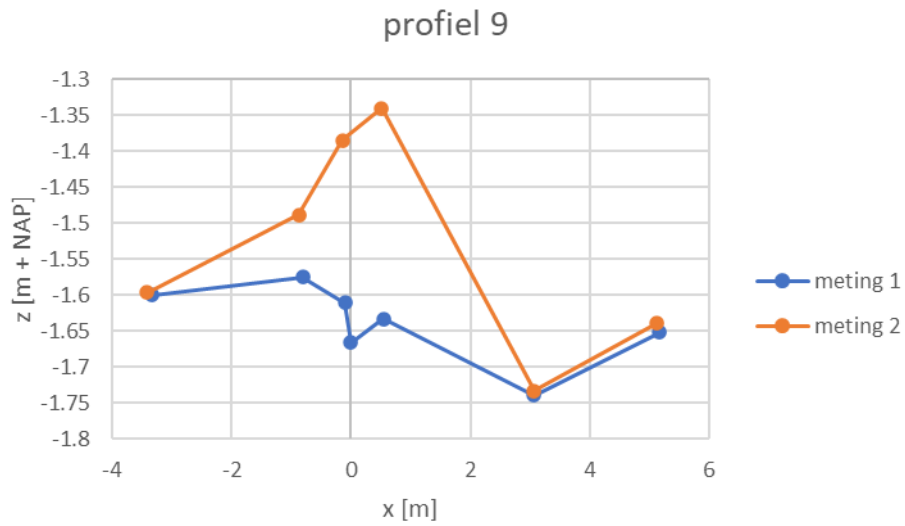
Tijdens het inploegen kwam ter plaatse van de leiding de grond iets omhoog. Ook was er een sleuf zichtbaar. Na het intrekken, maar met de leiding nog in de grond, is de sleuf weer aangedrukt door met een rupsgraafmachine over het leiding tracé te rijden, het zogenaamde 'aanrupsen'. Hierbij is de eerder ontstane verhoging van het maaiveld praktisch geheel weggedrukt.

Om de verandering van het maaiveld te bepalen is op een aantal raaien en een aantal tijdstippen de maaiveldhoogte gemeten. In Tabel 7.3 zijn de momenten aangegeven.

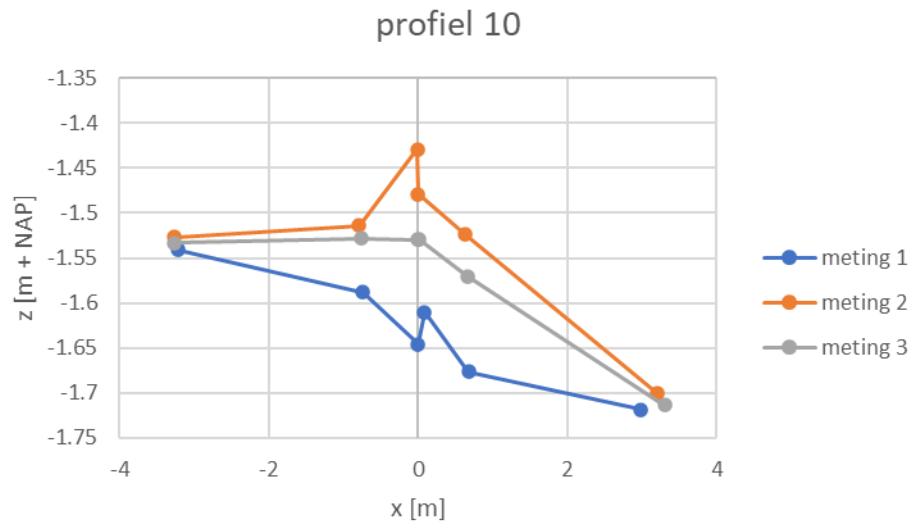
Tabel 7.3 Meetmomenten maaiveldhoogte.

Raai	Initieel	Na inploegen	Na aanrupsen
101	xx		
102	xx		
103	xx		
104	xx		
105	xx		
106	xx		
107	xx		
108	xx		
109	xx	xx	
110	xx	xx	xx
111	xx	xx	xx
112	xx	xx	xx
113	xx	xx	xx
114	xx	xx	

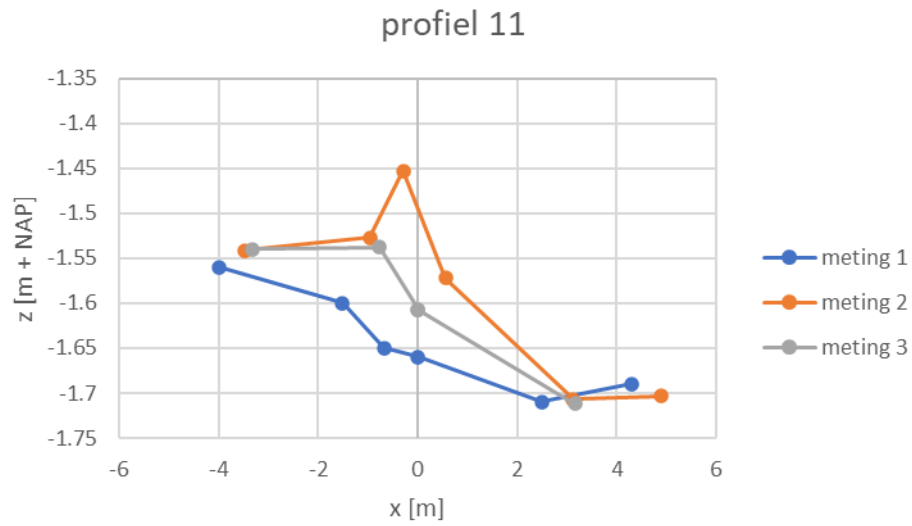
De volgende figuren geven de ligging van het gemeten maaiveld weer voor een aantal dwarsprofielen. In elke figuur is meting 1 de meting voorafgaand aan de proef, meting 2 het maaiveld na inploegen maar voor aanrupsen en meting 3 het maaiveld na aanrupsen. Bij profiel 9, 10 en 11 lag bij meting 2 en 3 de leiding nog in de ondergrond, bij profiel 12, 13 en 14 was de leiding ter plaatse van het profiel niet meer in de ondergrond aanwezig.



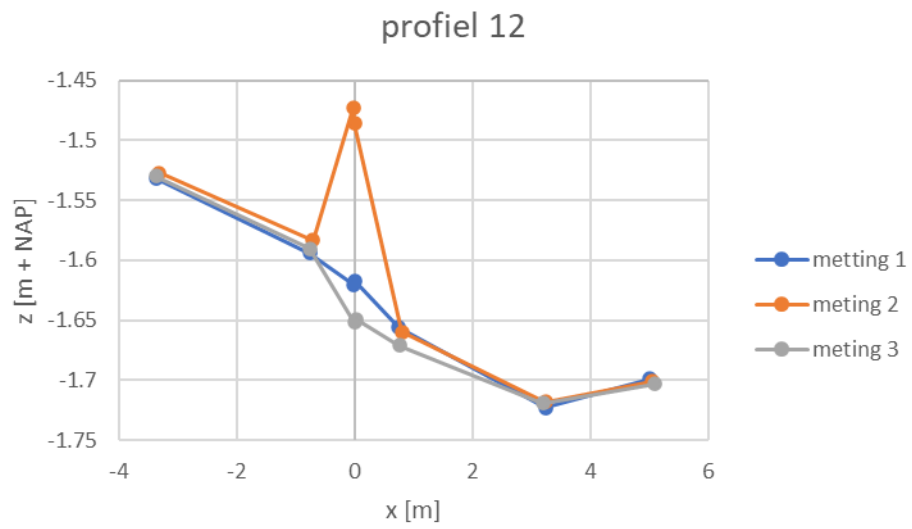
Figuur 7.6 Dwarsprofiel profiel 9.



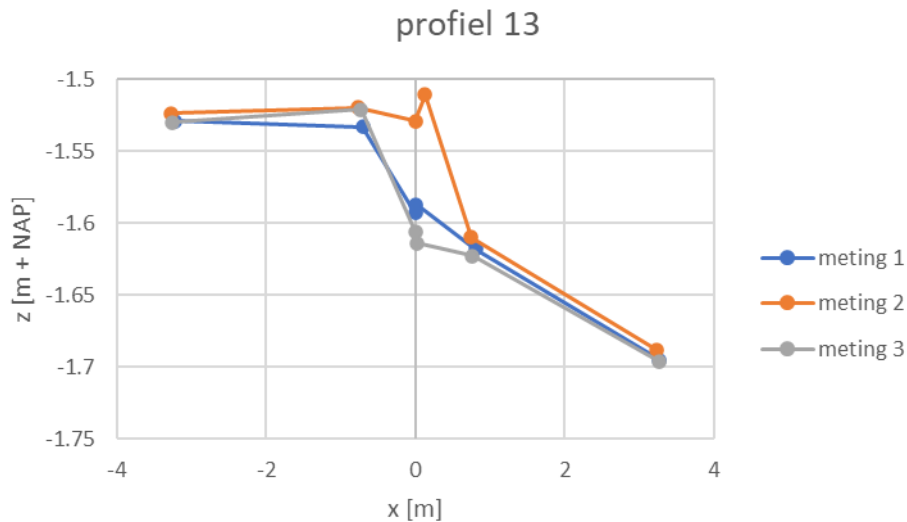
Figuur 7.7 Dwarsprofiel profiel 10.



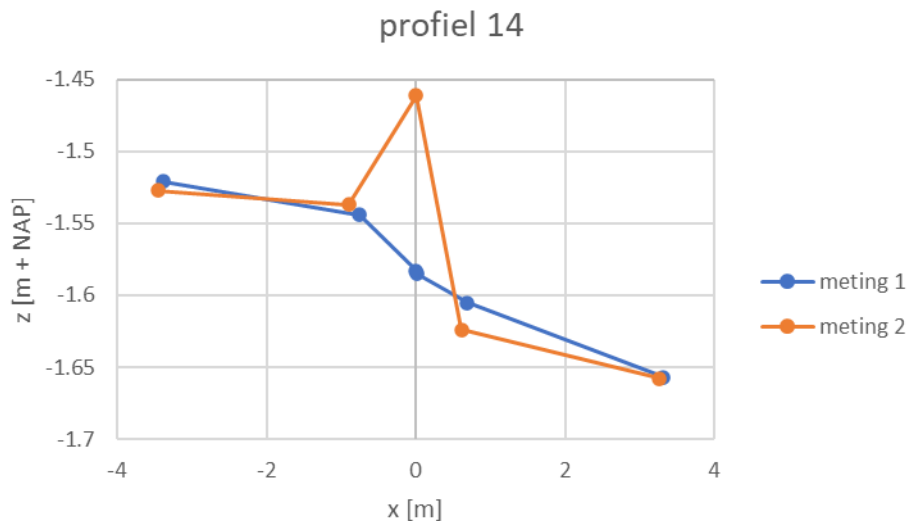
Figuur 7.8 Dwarsprofiel profiel 11.



Figuur 7.9 Dwarsprofiel profiel 12.



Figuur 7.10 Dwarsprofiel profiel 13.



Figuur 7.11 Dwarsprofiel profiel 14.

7.5.2 Resultaten sonderingen

Op de projectlocatie zijn voorafgaand aan het inploegen en na inploegen zowel handsonderingen als normale sonderingen uitgevoerd.

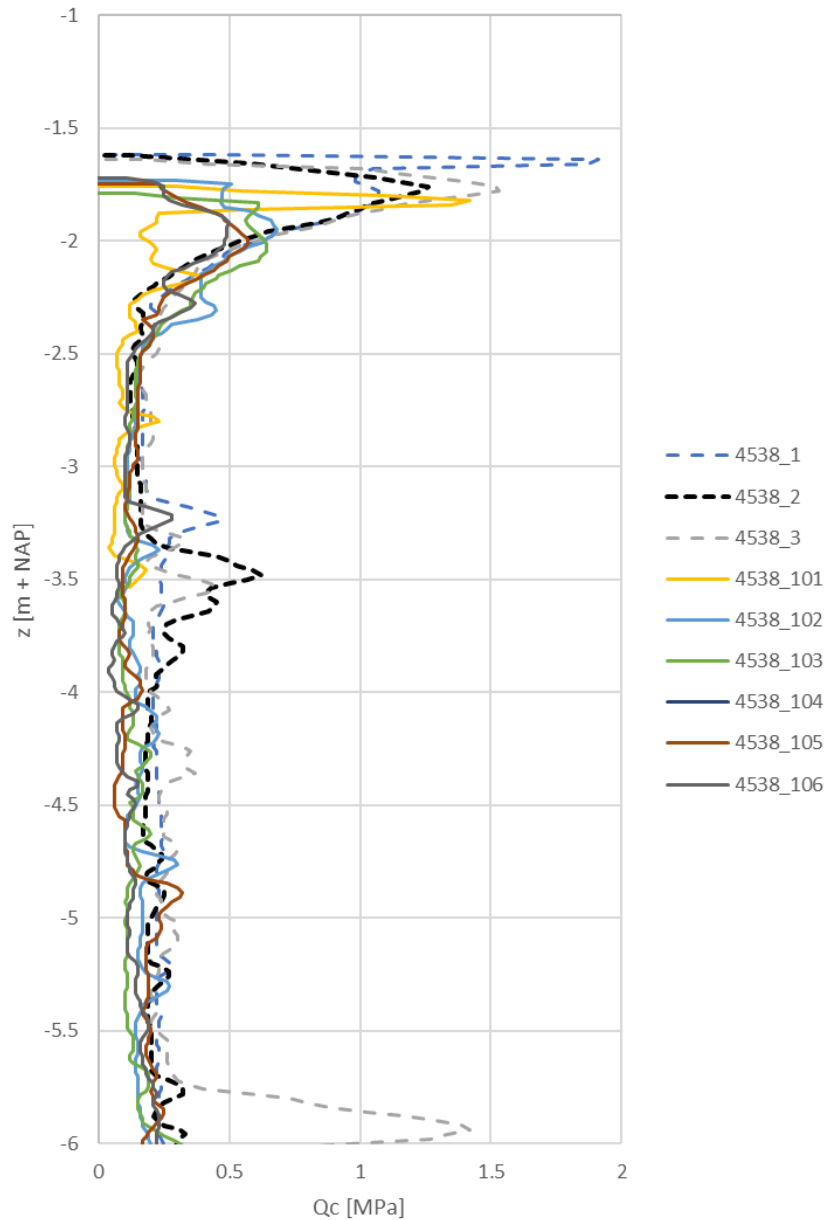
De resultaten van de handsonderingen zijn opgenomen in rapport Antea (2023) dat is opgenomen in Bijlage F. Hier is geen verandering van de conusweerstand geconstateerd.

Door Koops zijn in een raai dwars op de leiding sonderingen uitgevoerd. De resultaten zijn digitaal ter beschikking gesteld. De sonderingen zijn 'klasse 2' sonderingen. Het nummer van de gebruikte conus was:

- Sonderingen vooraf: 001342.
- Sonderingen na inploegen: 001342.

Figuur 7.12 toont een combinatieplot van alle sonderingen. De sonderingen 1, 2 en 3 zijn gemaakt voorafgaand aan het inploegen, de sonderingen 101 t/m 106 na het inploegen,

maar voor het uittrekken. De bovenkant van de leiding ter plaatse was gelegen op ongeveer NAP – 3,5 m.



Figuur 7.12 Sonderingen voor en na inploegen leiding.

In de toplaag is sprake van een afname van de conusweerstand. Ook onder NAP – 3,2 m is sprake van een afname. Bij het vergelijken van de conusweerstand moet wel rekening worden gehouden met de meetnauwkeurigheid.

7.6 Resultaten proefsleuven

Na inploegen, maar voor uittrekken en voor ‘aanrupsen’, is een proefsleuf gegraven. Door Antea (2023) is een beschrijving daarvan gegeven. Geconstateerd is dat er in de ondergrond een opbolling boven de leiding aanwezig is. Op MV – 0,5 m is heeft deze een breedte van ongeveer 0,6 m en een opbolling van 0,12 m. Verder is een goede aansluiting tussen de leiding en de grond geconstateerd.

7.7 Conclusies meting Sliedrecht april 2022

Alhoewel er nog een analyse van de in dit rapport gerapporteerde meetgegevens moet plaatsvinden lijken de wrijvingskrachten bij installatie een aanleg van leidingen bij inploegen mogelijk te maken. De bij aanleg gevonden wrijving bedraagt ongeveer 1 kN/m².

Uit maaiveld metingen na installatie blijkt dat de vervorming van het maaiveld na installatie van de leiding en na het aanrijden van het maaiveld met een rupsvoertuig relatief gering is. De verschillen voor en na installatie zijn slechts enkele centimeters.

8 Conclusies en aanbevelingen

8.1 Conclusies uit testen

Op twee testlocaties (Biddinghuizen en Sliedrecht) zijn testen uitgevoerd met het inploegen van stalen leidingen. Tijdens deze testen zijn diverse metingen uitgevoerd. In dit rapport wordt een overzicht gegeven van de uitgevoerde metingen en meetresultaten. Op de resultaten is een eerste analyse uitgevoerd. Een volledige analyse en interpretatie van de meetresultaten maakt geen deel uit van dit rapport, maar is separaat beschreven in het rapport 11209042-002-GEO-003, Ontwerp van een door ploegen aan te leggen leiding. Dit rapport op basis van de analyse van de meetgegevens is opgesteld in het kader van het onderzoek FLIP, Fast low cost installation of pipelines.

Bij zowel het intrekken van een 12" leiding in Biddinghuizen en in Sliedrecht is aangetoond dat de leiding met inploegen kan worden aangelegd in klei, in zand en in veen. Ook is aangetoond dat het aanleggen van een 24" leiding en een 28" warmteleiding in veengrond mogelijk is door middel van inploegen. Bij de aanleg blijkt visueel dat in grond onder het grondwater een goede aansluiting wordt verkregen tussen de door de ploeg losgesneden grond en de geïnstalleerde leiding.

De tijdens het inploegen gevonden wrijvingskrachten variëren in zand (Biddinghuizen) tussen ongeveer 4 kN/m² en 5 kN/m². In klei is de wrijvingskracht ongeveer 5 kN/m² bij installatie en 10 kN/m² bij het lostrekken na een stilstand periode. Verwacht mag worden dat deze wrijvingskracht nog verder toeneemt als de stilstand periode langer duurt dan tijdens de uitgevoerde proef. Bij het intrekken van de leiding in veen (Sliedrecht) is de wrijving ongeveer 1 kN/m². Bij de testen in veen (Sliedrecht) is ook gevonden dat de grondweerstand die bij de lier kan worden gemobiliseerd mede een bepalende factor bij gebruik van deze methode is.

Uit de proeven kan worden afgeleid dat de grondmechanische eigenschappen de intrekweerstand bepalen en daarmee de lengte van de leiding die ingetrokken kan worden. Anderzijds bepalen de grondmechanische eigenschappen ook de trekkracht die de lier of lieren kunnen leveren. Door de inzet van meer liervoertuigen kan een grotere trekkracht worden gemobiliseerd. Een analyse van de maximale in te trekken leidinglengte als functie van de grondeigenschappen is geen onderdeel van dit rapport.

Inploegen in zandgronden en in kleigronden geeft enige rijzing van het maaiveld. Uit maaiveldmetingen na installatie blijkt dat deze rijzing van het maaiveld na installatie van de leiding en na het aanrijden van het maaiveld met een rupsvoertuig relatief gering is. De gemeten verschillen in maaiveldligging voor en direct na installatie zijn ongeveer 0,1m a 0,15 m bij aanleg in zand en klei bij de 12 " leiding en enige centimeters bij aanleg in veen bij alle beproefde diameters. Verwacht kan worden dat bij klei en veen deze vervorming na aanleg nog afneemt. Omdat bij de uitgevoerde testen de leiding op dezelfde dag weer werd verwijderd was aantonen daarvan geen onderdeel van het testprogramma.

De verdere bodemverstoring bij de aanleg methode inploegen lijkt beperkt te zijn. Wel kunnen ter plaatse van het liervoertuig grotere grondvervormingen ontstaan voor de mobilisatie van de grondweerstand, maar deze verstoring is qua oppervlak beperkt van grootte. Voor meer details wordt verwezen naar de betreffende rapportage (Bijlage G).

Bij de ploegtesten is geconstateerd dat het grootste deel van de trekkracht die door de lier moest worden geleverd bestaat uit de weerstand door de ploeg zelf. Een goede inschatting van de weerstand van de ploeg op basis van de metingen is gemaakt, maar is onnauwkeurig

omdat de gerapporteerde kracht bij de lier gebaseerd is op mondelinge informatie van de liermachinist. Bij de proef met de 28"leiding in Sliedrecht ontbreekt de kracht op lier.

8.2 Aanbevelingen

De resultaten van de uitgevoerde testen tonen geen showstoppers voor het gebruik van inploegen als methode van leidingaanleg in rurale gebieden. De testen hebben wel aangegeven dat er aandacht nodig is voor mogelijke obstakels in de ondergrond zoals bij boomstammen in gedempte sloten. Maar er kan ook worden gedacht aan andere niet gedocumenteerde obstakels in de ondergrond zoals niet geregistreerde leidingen en resten van oude funderingen. Een methodiek om met deze onzekerheid om te gaan is gewenst.

Voor een goed ontwerp met inzicht in het aantal in te zetten lieren en schotafmetingen is een betrouwbare meting van de grondweerstand van de ploeg zelf nodig. Deze volgt uit het verschil van de kracht bij de lier en de kracht bij de trekkop van de leiding. De huidige meetwaarden die volgen uit een mondeling gerapporteerde waarde bij de lier zijn onvoldoende nauwkeurig. Aanbevolen wordt om bij een volgende proef de lierkracht continu te meten met een load cell.

Op dit moment heeft er slechts een beperkte analyse van de meetgegevens plaatsgevonden. Aanbevolen wordt om de meetgegevens nader te analyseren en daarmee verder inzicht in de krachten en vervormingen bij inploegen te krijgen. Dit analyse werk is voorzien als onderdeel van het lopende TKI onderzoek FLIP (Fast Low cost Installation of Pipelines). Uit dat onderzoek zullen richtlijnen voor het ontwerp volgen.

A Voor- en nadelen inploegen

Door Gasunie is de volgende lijst van voor- en nadelen van de methode opgesteld.

A.1 Kosten

1. Snel (tot wel 10x sneller dan conventionele wijze van aanleg, aanlegtempo's van 600-700 m/dag mogelijk) - en werkproces kan eenvoudig voor 24/7 ingericht worden.
2. Halvering benodigde werkstrookoppervlakte omdat er nauwelijks grondverzet nodig is (< clean-up-/herplantkosten/vergoedingen eigenaren & gebruikers).
3. Nauwelijks grondtekorten & geen grondvermenging teelaarde, B-C-laag.
4. Nauwelijks grondwateronttrekking en -lozing noodzakelijk met bijbehorende voordelen (kosten/verontreinigingen/verzilting/PFAS).
5. Geen waterontijzeringsinstallaties nodig.
6. Geen tracédrainage nodig.
7. Beperkte herdrainagekosten.
8. Veel lagere gewassenschades (< taxatie-uren/vergoedingen).
9. Minder/geen nazakking van de bodem (< herstelkosten).
10. Aanlegdiepte (GPS-gecontroleerd "on-the-flight" mogelijk) tot 2,60 m onderkant sleuf mogelijk, niet duurder dan b.v. 1 m (trend wel steeds meer naar dieper leggen).

A.2 MVO & I

1. Géén zakkingen en zettingen in omgeving (opstallen) door grondwateronttrekking (<schade).
2. Géén schouwing van opstallen meer nodig en ook geen schade-oorzaken.
3. Fors minder CO₂/NO_x-uitstoot (winst tot 400% mogelijk) => MVO footprint zeer laag.
4. Kortstondig openschuiven van de bodem; installeren en aanvullen van de leiding wordt in één werkgang uitgevoerd.
5. Ecologische overlast minimaal en kortdurend.
6. In kwetsbare natuur-/veengebieden goed toepasbaar; nauwelijks zetting- en oxidatie van veengrond.
7. Aantal benodigde vergunningen beperkt.
8. Constructieperiode kort waardoor overlast voor grondgebruikers minimaal.
9. Positief imago-opbouw assetowner door zorgzaam om te gaan met omgeving.

A.3 Techniek

1. Zeer veilige aanlegmethode; geen risico's op instorten leidingsleuf.
2. Systeem toe te passen in nagenoeg elke grondsoort (behalve hard gesteente).
3. Minder inzet van mens en machines noodzakelijk (< kosten).
4. Leidingdiameters t/m 16" in staal [nu] en 24" in HDPE mogelijk, wereldwijd meer dan 380.000 km aan infrastructuur aangebracht over periode van ruim 50 jaar.
5. Benodigde onderzoeken (GH, GT, CT, Eco., Expl.) kunnen simpeler en sneller (< kosten).
6. Constructie tijdelijke bouwweg eenvoudiger (minder zand-/boomsnippertransporten).
7. Ruime bochtige tracés mogelijk.
8. Slootkruisingen eenvoudiger aan te leggen.

A.4 Nadelen

1. Bestaande infrastructuur (wegen, K&L-derden) is punt van aandacht, maar oplosbaar.
2. Aanlegtechniek meest effectief in open gebieden (dus niet stedelijk).
3. Maximale leidingdiameter zijn nog niet echt uitvoerig getest. Bekend is dat er in Australië DN600 (24") HDPE waterleidingen zijn ingetrokken en in juli 2020 in Duitsland DN300 (12") en DN400 (16") stalen waterleidingen. Om goed te kunnen beoordelen of er ook grotere diameters in staal DN450 (18") tot en met DN900 (36") mogelijk zijn in de Nederlandse bodem is er nader onderzoek nodig. @8" is ondertussen ook getest door Gasunie.

B Specificaties ploeg



TECHNICAL CHARACTERISTICS FSP 280

Engine Power	235 hp / 175 kW
Cylinders	6
Emissions class	acc. national regulations
Wheel drive	4 x 4 hydrostatic
Hydraulic steering	4-wheel
Front tyres	750/55-26.5 20 PR
Rear tyres	750/55-26.5 20 PR
Length	13,447 mm
Min. width	2,980 mm
Max. width	6,500 mm
Min. height	3,540/3,800 mm
Weight (standard equipment)	28,000 kg
Laying capacity	up to 1,500 m/h
Laying depth continuous	up to 2,500 mm
Wading depth (at a laying depth of 1.5 m) up to 1.9m	
Ploughable turning radius	4,000 mm
Drum holder ø-max	2,800 mm (3,800 mm*)
Max. width	1,800 mm (2,500 mm*)
Max. weight	6,000 kg

Cab: Comfort tilting cab with heating (A/C system). Sliding doors, fold-out front panel, sliding windows, etc. Safety shutdown for the cable winch via radio. (hand-held radio between laying plough and cable winch vehicle with cable winch shutdown*)

Installation chutes/laying chutes:

- Flexible pipes up to ø 630 mm or several cables/pipes simultaneously
- Cable/pipe laying chutes in all sizes
- Low, medium and high-voltage cable up to 110 kV, in triangular configuration and over 110 kV according to specification of the energy supplier with cable monitoring and documentation (special equipment)
- Line warning tape is height-adjustable above cable/pipe, lightning protection lines and cover strips according to customer requirements
- Installation chute for steel and cast iron pipes
- Induction torpedo for pipes up to ø 630 mm (in drawing-in procedure)
- Delivery chute for the insertion of ground stabilising materials
- Other special equipment and laying chutes upon request



The FOCK Plough FSP 280

The FSP 280 FOCK laying plough is ideal for laying cables and HDPE pipes up to a diameter of 630 mm which are supplied via a drum with a maximum weight of 6,000 kg, carried by a vehicle. The laying depth can be continuously adjusted up to 2,500 mm. Due to individual insertion elements, several cables/pipes can be laid in a single work step with warning tapes, lightning arrestors and cover strips. If a drawn expander mandrel (Torpedo) is used, then the FSP 280 is also suitable for steel and cast iron pipes. The laying plough has a double drawbar for a maximum tractive force of 360 tons.

Characteristics of the FOCK FSP 280

- **Powerful:** with 360 tons of tractive force with a double cable
- **Variable track width of 2,980 mm to 6,500 mm**
- **Versatile due to interchangeable sword ripper and laying element for an optimal transfer slot for each tube**
- **Versatile:** for laying pipes up to 630 mm in diameter
- **Deep:** laying depth up to 2,500 mm
- **Easy handling and maximum overview thanks to radio remote control**
- **Depth adjustment by means of adjustable ripper shoe**

*optional



Walter Fockersperger GmbH

Eberspointer Straße 6 · D-84189 Pauluszell

www.foeck.com · office@foeck.com

Tel. +49 (0)8742 43897-0 · Fax +49 (0)8742 43897-99



EMHA MONITORING

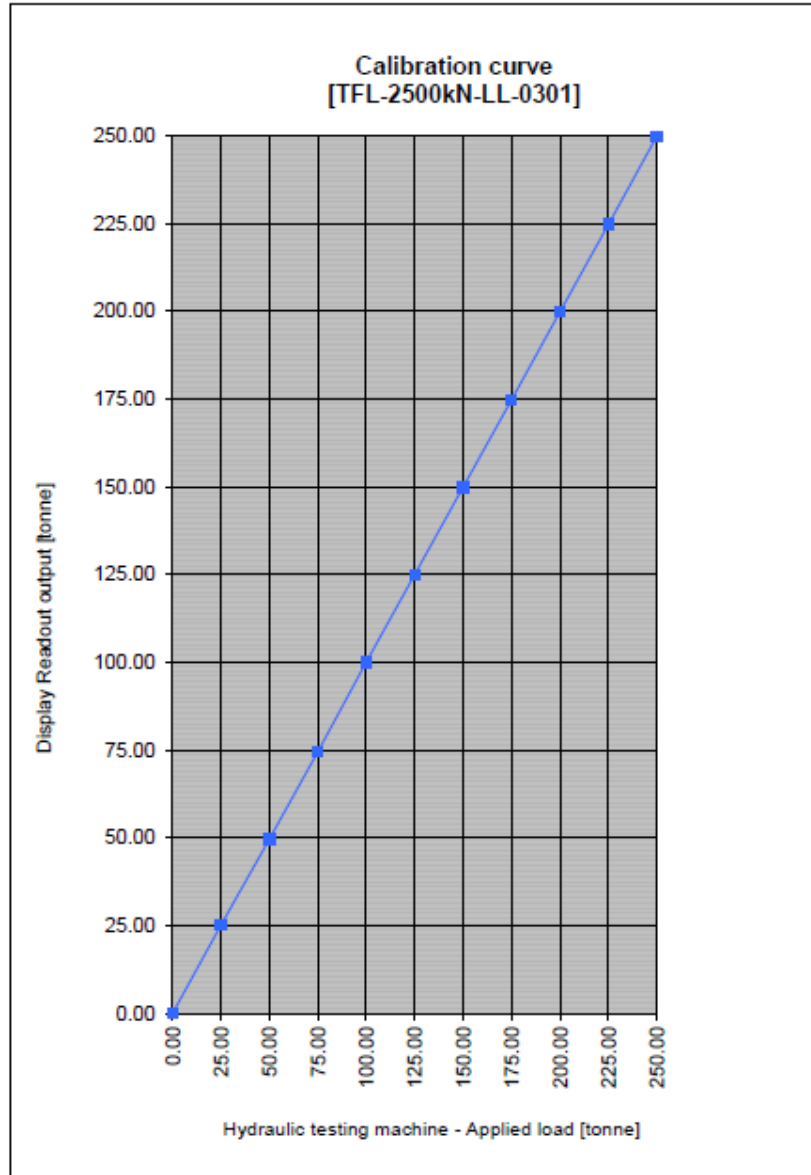
Centre for measurement techniques



CERTIFICATE OF CALIBRATION No: 210503-P219999-3 2 of 2

Client : EMHA Monitoring B.V. Project : Rental Services
Purchase number : - Project number : P219999
Serial number : TFL-2500kN-LL-0301

Date of calibration : 03-05-2021 Due date : 03-05-2023



Initials

calibration certificate, version 3.0

EMHA B.V.
EMHA Monitoring
Centre for measurement techniques

Aalborg 5
2993 LP Barendrecht
The Netherlands

Tel : +31 (0)88 334 5507
E-mail: info@emhabv.com



Factual Statement

Project: P219999

Client: EMHA MONITORING BV
Barendrecht, The Netherlands

Office: Rotterdam

Client's Order Number: 219999
BS2101058

Date: 05 May 2021

Order Status: Complete

Inspection Dates

First: 03 May 2021

Final: 03 May 2021

This statement is issued to the above named Client in order to report that the undersigned Surveyor to this Society did at their request attend the works of Hendrik Veder Group BV of Rotterdam on the above date in order to witness the calibration of a tensile load cell comparing with their class 1 test facility PCTA 210 - 8000 kN, NMI cert. no. 2501512.00501.1EN dated 07 July 2020; The result was found to be as follows:

Load Cell: TFL-2500kN-LL-0301

Read-out unit (Telemetry): FD8CAC

Load capacity: 250 Metric Tons

Hydraulic testing machine Applied Load in Metric Tons	Hydraulic testing machine Applied Load in kN	Increasing load Read-out unit in mT (average)
0.000	0.00	0.0
25.000	245.17	25.2
50.000	490.33	49.8
75.000	735.50	74.5
100.000	980.66	100.0
125.000	1225.83	125.0
150.000	1471.00	149.8
175.000	1716.16	174.8
200.000	1961.33	199.8
225.000	2206.50	224.7
250.000	2451.66	249.8

Scope of inspection (as agreed with above client)

- Above mentioned tension load cell and read-out unit ID markings verified.
- Tension load cell has been subjected to 3 consecutive runs, read out values have been verified and noted. Above mentioned data are average values.
- One (1) WLL 250 mT type P-6036 GP shackle (Ø 140 mm pin) was fitted in each hole during the calibration of the tensile load cell.

Findings

- Calibration witnessed by the undersigned and results found to satisfaction.
- The tensile load cell has been calibrated with the above-mentioned type shackles. The above found read-out values are therefore applicable only in conjunction with shackles with same pin diameter.
- EMHA Monitoring B.V. Certificate of Calibration no. 210503-P219999-3 dated 03-05-2021 refers.
- Above load cell has been provided with a Client's sticker including: Project no., load rating, load cell type, serial no., cal. due date, LR number.

Note:

The above tensile load cell has not been hardstamped

D. Tessel for N. Mojn and
Surveyor to Lloyd's Register EMEA

a member of the Lloyd's Register group.



Lloyd's Register Group Limited, its affiliates and subsidiaries and their respective officers, employees or agents are, individually and collectively, referred to in this clause as 'Lloyd's Register'. Lloyd's Register assumes no responsibility and shall not be liable to any person for any loss, damage or expense caused by reliance on the information or advice in this document or howsoever provided, unless that person has signed a contract with the relevant Lloyd's Register entity for the provision of this information or advice and in that case any responsibility or liability is exclusively on the terms and conditions set out in that contract.

Form 1123 (2017.07)

D Positie ploeg

D.1 Biddinghuizen

Onderstaande tabel geeft de locatie van de ploeg volgens GPS gegevens (lengte- en breedte graad) SpiderPlow. Deze zijn omgerekend naar RD coördinaten.

Latitude	Longitude	RD-x	RD-y
52.42090535	5.69490201	175931.27	492610.552
52.42093857	5.69501367	175938.85	492614.281
52.42095519	5.69506880	175942.592	492616.146
52.42096980	5.69511566	175945.773	492617.785
52.42098009	5.69514901	175948.037	492618.94
52.42099345	5.69519196	175950.952	492620.439
52.42100841	5.69523996	175954.21	492622.117
52.42102574	5.69529411	175957.886	492624.061
52.42104021	5.69534030	175961.021	492625.684
52.42105853	5.69539776	175964.921	492627.739
52.42109062	5.69550003	175971.863	492631.339
52.42112140	5.69560350	175978.887	492634.794
52.42114787	5.69568868	175984.669	492637.764
52.42117606	5.69577758	175990.703	492640.926
52.42122536	5.69593714	176001.533	492646.458
52.42125894	5.69605179	176009.316	492650.228
Name	190122		
Description	7 TS (Trasse)		
52.42078351	5.69460847	175911.359	492596.911
52.42079974	5.69465689	175914.645	492598.731
52.42081500	5.69470738	175918.073	492600.443
52.42083517	5.69477380	175922.581	492602.707
52.42085481	5.69484011	175927.083	492604.911
52.42087283	5.69483792	175926.925	492606.915
52.42089278	5.69496891	175935.827	492609.173
52.42091256	5.69503534	175940.336	492611.393
52.42093207	5.69510162	175944.836	492613.583
52.42095219	5.69516847	175949.374	492615.841
52.42097257	5.69523487	175953.881	492618.128
52.42099331	5.69530045	175958.332	492620.454
52.42101366	5.69536667	175962.827	492622.738
52.42103344	5.69543291	175967.324	492624.958
52.42105440	5.69550014	175971.887	492627.309
52.42107436	5.69556631	175976.379	492629.549

Latitude	Longitude	RD-x	RD-y
52.42109457	5.69563311	175980.914	492631.817
52.42111456	5.69569906	175985.39	492634.061
52.42113464	5.69576624	175989.951	492636.314
52.42115555	5.69583343	175994.512	492638.661
52.42117623	5.69590022	175999.045	492640.981
52.42119647	5.69596767	176003.624	492643.252
52.42121756	5.69603597	176008.26	492645.619
52.42122361	5.69605616	176009.631	492646.298
Name	200122		
Description	6 Achse		
52.42082666	5.69452159	175905.429	492601.687
52.42143452	5.69649169	176039.157	492669.891
52.42107257	5.69531535	175959.308	492629.278
52.42109374	5.69538238	175963.858	492631.652
52.42114219	5.69553868	175974.467	492637.089
52.42123815	5.69585112	175995.676	492647.856

D.2 Sliedrecht, januari 2022

Onderstaande tabel geeft de locatie van de ploeg voor de twee ploeglijnen volgens GPS gegevens (lengte- en breedte graad) SpiderPlow. Deze zijn omgerekend naar RD coördinaten.

Latitude	Longitude	RD-x	RD-y
51.83605571	4.74292822	110595.008	427692.244
51.83548944	4.74251456	110565.94	427629.498
51.83489971	4.74210904	110537.409	427564.137
51.83480349	4.74204297	110532.761	427553.473
51.83476494	4.74200304	110529.97	427549.209
Description	6 Achse		
Type	Polyline		
Latitude	Longitude		
51.83608642	4.74281917	110587.522	427695.727
51.83561026	4.74249536	110564.736	427642.951
51.83478664	4.74192142	110524.366	427551.673
51.83476462	4.74189446	110522.486	427549.239

D.3 Sliedrecht, april 2022

Positie van de ploeg is door Spiderplow niet gerapporteerd.

E Grondonderzoek en proefsleuven januari 2022

Verwezen wordt naar:

Antea (2022)

Het inploegen van buisleidingen versus de gebruikswaarde van de bodem Praktijkproef 12" leiding te Biddinghuizen en een 12" en 24" leiding te Sliedrecht
projectnummer 0475624.100, documentnummer 475624-MNPL-CTR-01, april 2022



Effect van inploegen buisleidingen op de gebruikswaarde van de bodem

Praktijkproef 12"leiding te Biddinghuizen en een
12" en 24"leiding te Sliedrecht

projectnummer 0475624.100
definitief revisie 00
29 april 2022

Effect van inploegen buisleidingen op de gebruikswaarde van de bodem

Praktijkproef 12"leiding te Biddinghuizen en een 12" en 24"leiding te Sliedrecht

projectnummer 0475624.100
documentnummer 475624-MNPL-CTR-01
definitief revisie 00
29 april 2022

Auteurs

W. Bakker

Opdrachtgever

N.V. Nederlandse Gasunie
Concourslaan 17
9727 KC GRONINGEN

datum vrijgave
29-04-2022

beschrijving revisie 00
definitief

gecontroleerd
A.J. Brandsma

vrijgave
R.S. Raap



Inhoudsopgave

Blz.

1	Inleiding	1
2	Onderzoeksopzet	3
2.1	Keuze locaties en meetplan	3
2.2	Impact ploegmethode op maaiveldligging	3
2.3	Impact ploegmethode op bodemopbouw	4
2.4	Impact ploegmethode op bodemdichtheid	4
2.5	Uitvoering ploegmethode overige cultuurtechnische aspecten	4
3	Beschrijving inploegen	5
3.1	Principe methode	5
3.2	Gegevens gebruikte ploeg tijdens testen	7
4	Praktijkproef Biddinghuizen	10
4.1	Locatie	10
4.2	Maaiveldligging	10
4.3	Bodemopbouw en labonderzoek	11
4.4	Bodemdichtheid	12
5	Praktijkproef Sliedrecht	14
5.1	Locatie	14
5.2	Maaiveldligging	14
5.3	Bodemopbouw en labonderzoek	15
5.4	Bodemdichtheid	17
6	Resultaten Biddinghuizen	18
6.1	Maaiveldligging	18
6.2	Impact lier op maaiveldligging	25
6.3	Resultaten profielkuilen	27
6.3.1	Ploeglijn 1	27
6.3.2	Ploeglijn 2	31
6.3.3	Ploeglijn 3	33
6.4	Bodemdichtheid	36
7	Resultaten Sliedrecht	40
7.1	Maaiveldligging	40
7.2	Impact lier op maaiveldligging	43
7.3	Resultaten profielkuilen	45
7.3.1	Ploeglijn 4	45
7.3.2	Ploeglijn 5	48
7.4	Bodemdichtheid	50

8	Conclusies	53
8.1	Maaiveldligging	53
8.2	Bodemprofiel	54
8.3	Bodemdichtheid	55
8.4	Overige cultuurtechnische aspecten	56
8.4.1	Grondbalans	56
8.4.2	Waarborgen ontwatering percelen	57

9	Aanbevelingen	58
----------	----------------------	-----------

Bijlage 1 Bodemonderzoek Biddinghuizen

Bijlage 2 Bodemonderzoek Sliedrecht

Bijlage 3 Maaiveldmeting dwarsprofielen Biddinghuizen

Bijlage 4 Maaiveldmeting dwarsprofielen Sliedrecht

Bijlage 5 Specificaties ploeg

Bijlage 6 Labonderzoek - volumegewichten Biddinghuizen

Bijlage 7 Labonderzoek - volumegewichten Sliedrecht

Bijlage 8 Uitgevoerde handsonderingen te Biddinghuizen

Bijlage 9 Uitgevoerde handsonderingen te Sliedrecht

1 Inleiding

De meest gebruikte methode voor het leggen van leidingen is het aanleggen in open ontgraving. Hierbij wordt een sleuf gegraven waarna de leiding kan worden aangelegd en de sleuf kan worden aangevuld met de uitkomende grond. Bij aanleg in landbouwgebieden betekent dit dat zorgvuldig omgegaan moet worden met het ontgraven en terugbrengen van de diverse grondlagen om een verslechtering van de grondcondities te voorkomen. Nadelen bij leiding aanleg in open ontgraving zijnde veelal noodzakelijk bemaling, ruimtebeslag voor zowel de sleuf als het tijdelijk in depot zetten van de grond, uitvoeringsduur, ontstaan van grondtekorten en gewasschades.

Een alternatieve aanlegmethode is het gebruik van een soort ploeg, waarbij de leiding in de grond wordt getrokken. Deze methode wordt in het buitenland al langer gebruikt en wordt in Nederland al wel toegepast voor het installeren van kabels. De ploegmethode heeft de volgende voordelen:

- Nagenoeg geen grondverplaatsing;
- Kleinere werkterreinen;
- Sneller aanlegtempo;
- Geen bemaling;
- Grondcondities worden mogelijk nagenoeg niet of minder beïnvloed;
- Minder intensieve grondwerken en cultuurtechnische bewerkingen;
- Minder grondtekorten;
- Minder cultuurtechnische en landbouwkundige naschade;
- Kortere uitvoeringsduur;
- Mogelijk lagere kosten.

Naast bovengenoemde voordelen kent de ploegmethode ook nog voordelen die meer van maatschappelijke aard zijn of die te maken hebben met omgevingsaspecten. Hierdoor zou ook de vergunningverlening mogelijk vlotter kunnen verlopen. Door minder belasting op de omgeving, minder transporten en minder benodigde werkruimten zijn er o.a. nog volgende voordelen te benoemen:

- Minder uitstoot van stikstof en CO₂;
- Minder verstoring van ecologie;
- Minder bodemverstoring;
- Minder schade aan waardevolle archeologische objecten;
- Minder overlast naar de omgeving (minder weggebruik en schade aan infrastructuur);
- Geen zakkingen/zettingen door grondwateronttrekkingen in omgeving.

Ervaring met deze techniek in Nederland voor het inploegen van leidingen is zeer beperkt. PWN heeft echter in 2017 reeds 2 drinkwaterleidingen (DN300) op Texel ingeploegd. Om ervaring op te doen met deze techniek en gegevens voor modelontwikkeling te verzamelen zijn in januari 2022 in Biddinghuizen en Sliedrecht proeven met het inploegen van leidingen gedaan in opdracht van Gasunie. In Biddinghuizen is een stalen 12"leiding in klei grond en in zand grond ingetrokken. In Sliedrecht is zowel een stalen 12"als een 24" leiding in veen ingetrokken.

Antea Group is betrokken geweest om deze techniek in ogenschouw te nemen en de effecten op bodem en cultuurgrond in beeld te brengen. Hierbij is voornamelijk aandacht geweest voor impact op maaiveldprofiel, bodemprofiel en bodemdichtheid. Doormiddel van hoogtemetingen, bodemkundig onderzoek en graven van profielkuilen is de impact op de gebruikswaarde van de bodem in kaart gebracht. Tot slot is aandacht geweest voor de aspecten grondtekorten- en overschotten, opheffen van bodemverdichting en herstel van bodem- en maaiveldprofiel.

Leeswijzer

In hoofdstuk 2 wordt de onderzoeksopzet beschreven en hoofdstuk 3 gaat in op technische specificaties van de ploegtechniek. In hoofdstuk 4 en 5 worden de resultaten van de vooropnames beschreven van de testlocaties Biddinghuizen en Sliedrecht. In hoofdstuk 6 en 7 worden de resultaten beschreven van het inploegen van locaties Biddinghuizen en Sliedrecht. Tot slot komen de conclusies in hoofdstuk 8 aan bod.

2 Onderzoeksopzet

2.1 Keuze locaties en meetplan

Voor de keuze van de testlocatie van de testen was de wens dat in de voor Nederland relevante grondtypen (zand, klei en veen) een test uitgevoerd kon worden. De keuze is gevallen op de locaties Biddinghuizen en Sliedrecht. Op de locatie Biddinghuizen is een onverzadigde kleilaag boven een deels verzadigde, deels onverzadigde zandlaag aanwezig. Het inploegen is hier daarom op drie niveaus uitgevoerd. Op de locatie Sliedrecht bestaat de bodem uit een verzadigde veenlaag onder een dunne onverzadigde kleilaag.

- **Biddinghuizen**

De grondopbouw en de beschikbare ruimte bij Biddinghuizen maakten het mogelijk om 3 inploeg testen te doen:

- Inploegen in de kleilaag op 90 cm beneden maaiveld op NAP -3.8 m;
- Inploegen in onverzadigd zand op 140 cm beneden maaiveld op NAP -4.3 m;
- Inploegen in verzadigd zand op 200 cm beneden maaiveld op NAP -4.9 m.

- **Sliedrecht**

Er is ter plaatse van de locatie Sliedrecht een ploegtest uitgevoerd met een stalen 12" leiding en met een stalen 24" leiding. De eerste test is gerealiseerd met de 12" leiding en daarna de 24" leiding. De beide leidingen zijn met een dekking van ca. 1,7 a 1,8 m onder maaiveld aangelegd.

In overleg met Gasunie is de onderzoeksopzet afgestemd. Tijdens de test met het inploegen van de leidingen is voornamelijk gelet op de effecten in de bodem en de maaiveldligging. Er is vastgesteld wat de impact is van de ploegmethode op de (cultuur)gronden (draagkracht, verzakkingen, insporing, grond- tekorten/overschotten etc.).

Het onderzoek is uitgevoerd voor, tijdens en na het intrekken van de leidingen, waarbij de effecten die aan het oppervlak en in de bodem zijn geregistreerd.

De volgende aspecten zijn beschouwd vanuit het oogpunt bodem en cultuurtechniek met betrekking tot de ploegmethode:

- Impact ploegmethode op maaiveldligging;
- Impact ploegmethode op bodemopbouw;
- Impact ploegmethode op bodemdichtheid;
- Uitvoering ploegmethode overige cultuurtechnische aspecten.

Met betrekking tot impact op de gebruikswaarde van grond zijn bovengenoemde aspecten niet alles omvattend. Ook zijn er andere aspecten van belang wanneer gesproken wordt over het begrip gebruikswaarde van de bodem. In de aanbevelingen worden enkele aspecten genoemd welke mogelijk in een vervolgonderzoek ook aandacht verdienen.

2.2 Impact ploegmethode op maaiveldligging

Door Gasunie is zowel voorafgaand als na het ploegen een landmeetkundige opname uitgevoerd. Gegevens zijn verwerkt in bijlage 3. Door vergelijking van deze gegevens wordt in beeld gebracht wat het effect is van het ploegen op de maaiveldligging. Resultaten zijn beschreven in paragraaf 4.2 en 5.2.

2.3 Impact ploegmethode op bodemopbouw

Om de impact van de ploegmethode m.b.t. de bodemopbouw te onderzoeken is het van belang dat het bodemopbouw zowel voor- als na leidingaanleg nauwkeurig in beeld wordt gebracht. Antea Group heeft voorafgaand aan het ploegen zowel in Biddinghuizen als in Sliedrecht een bodemkundige nul-meting uitgevoerd. Resultaten worden beschreven in paragraaf 4.3 en 5.3.

Direct na uitvoering van het ploegen zijn in samenwerking met Van Gelder (uitvoerend aannemer) met een hydraulische graafmachine profielkuilen gegraven. Middels deze profielkuilen is het effect van het ploegen op de bodem inzichtelijk gemaakt. De bodemlagen in de profielkuilen zijn gefotografeerd en het effect van de aanleg van de leiding met de ploegmethode is beschreven.

2.4 Impact ploegmethode op bodemdichtheid

Het effect van het inploegen van de leiding op de bodemdichtheid is in beeld gebracht door het meten van de indringingsweerstand in de bodem. Het meten van de indringingsweerstand is uitgevoerd tot 0,80 m -mv met een penetrologger. De indringingsweerstand is een maat voor de compactie en draagkracht van de bodem en is afhankelijk van de volgende bodemeigenschappen: bulkdichtheid, bodemstructuur- en textuur, organische stofgehalte en het vochtgehalte van de bodem. Resultaten worden beschreven in paragraaf 4.4 en 5.4.

2.5 Uitvoering ploegmethode overige cultuurtechnische aspecten

Naast bovengenoemde aspecten zijn tevens andere cultuurtechnische aspecten beschouwd in relatie tot de ploegmethode om de buisleidingen met de ploegmethode in de grond te brengen. Deze beschouwde cultuurtechnische aspecten zijn:

- Grondbalans (grondtekorten / grondoverschotten);
- Herstel maaiveldprofiel;
- In stand houden ontwatering percelen;
- Herstel gebruikswaarde percelen.

3 Beschrijving inploegen

Onderstaande beschrijving is afkomstig uit het door Deltares opgestelde rapport met als titel “Inploegen grote diameter Leidingen, Resultaten testen in Biddinghuizen en Sliedrecht”, concept werk document, d.d. 10 maart 2022.

3.1 Principe methode

Voor het inploegen van de leidingen worden twee machines gebruikt, de ploeg (figuur 3-1) en een lier (figuur 3-2 t/m 3-4) voor het opwekken van de trekkracht. De methode kan zowel worden gebruikt voor het intrekken van kunststof of stalen buisleidingen.

Bij het intrekken van stijvere leidingen wordt de geprefabriceerde in te trekken leiding uitgelegd. De leiding is dan voorzien van een trekkop die wordt verbonden met de ploeg (zie Figuur 3-7) waarin de buisleiding wordt geschoven en vastgemaakt.

De trekkop is vastgemaakt aan een zogenaamd zwaard, waarmee de grond (verticaal) wordt losgesneden. Dit zwaard is voorzien van een ‘ripper shoe’ (zie Figuur 3-5), die de grond horizontaal doorsnijdt. Vervolgens kan de leiding in de grond worden getrokken. Daarbij wordt de leiding onder een opgegeven helling in de grond getrokken totdat het aanlegniveau is bereikt. Vervolgens wordt de leiding horizontaal verder getrokken.



Figuur 3-1: De ploeg en daarachter de lier (bron: Deltares, Inploegen grote diameter Leidingen)



Figuur 3-2: Lier met ploeg (bron: Deltares, Inploegen grote diameter Leidingen)



Figuur 3-3: Rupsvoertuig met lier. Door het oprollen van de staalkabel trekt deze de ploeg naar zich toe (bron: Deltares, Inploegen grote diameter Leidingen)



Figuur 3-4: Lier, met maximale indringing reactie schot (bron: Deltares, Inploegen grote diameter Leidingen)



Figuur 3-5: Detail opname ripper shoe, tevens is onderste deel zwaard te zien (bron: Deltares, Inploegen grote diameter Leidingen).



Figuur 3-6: Grondvervorming rond zwaard, locatie Sliedrecht (bron: Deltares, Inploegen grote diameter Leidingen).

3.2 Gegevens gebruikte ploeg tijdens testen

Tijdens de testen was de gebruikte ploeg een Foeck FSP 280 van SpiderPlow. Technische gegevens zijn opgenomen in de onderstaand overzicht en in bijlage 5.

De gewichten van de ploeg en de lier zijn:

- Ploeg: 32 ton
- Lier op rupsbanden: 27,5 ton
- Lier, op banden: 18 ton

De hoek van het reactieblad van de lier heeft 5 standen. Bij de proeven in Biddinghuizen en in Sliedrecht is een hoek van 54 graden gebruikt.

Het zwaard had de volgende afmetingen:

- Hoogte 3.8 m

- Breedte 0.122 m
- Lengte 0.9 m

De hoek van de Ripper shoe is instelbaar. De afmetingen van de Ripper shoe zijn niet gedocumenteerd en zijn tijdens de uitvoering bepaald:

- Lengte 1,20 m
- Breedte 0,90 m
- Dikte 0,40 m

De afmetingen van de gebruikte overmaatse buis (torpedo) waren:

- Voor 12"leiding
 - Diameter: 0,41 m
 - Lengte: 3,5 m
- Voor 24"leiding
 - Diameter: 0,71 m
 - Lengte: 3,8 m



Figuur 3-7: Detail opname 16"torpedo met 12" leiding (bron: Deltares, Inploegen grote diameter Leidingen).



Figuur 3-8: 28" torpedo voor 24" leiding (bron: Deltares, Inploegen grote diameter Leidingen).

4 Praktijkproef Biddinghuizen

4.1 Locatie

De ruimte voor het intrekken van de leidingen is een strook tussen een sloot en een watergang met de naam Mosseltocht. De lengte van de strook is ca 270 m. De breedte tussen de watergang en de sloot is ca. 27 m. Door de aanwezigheid van een oude verharding aan de noordzijde langs de kavelsloot is het geschikte terreindeel voor ploegen beperkt tot een breedte van ongeveer 15 á 17 m.

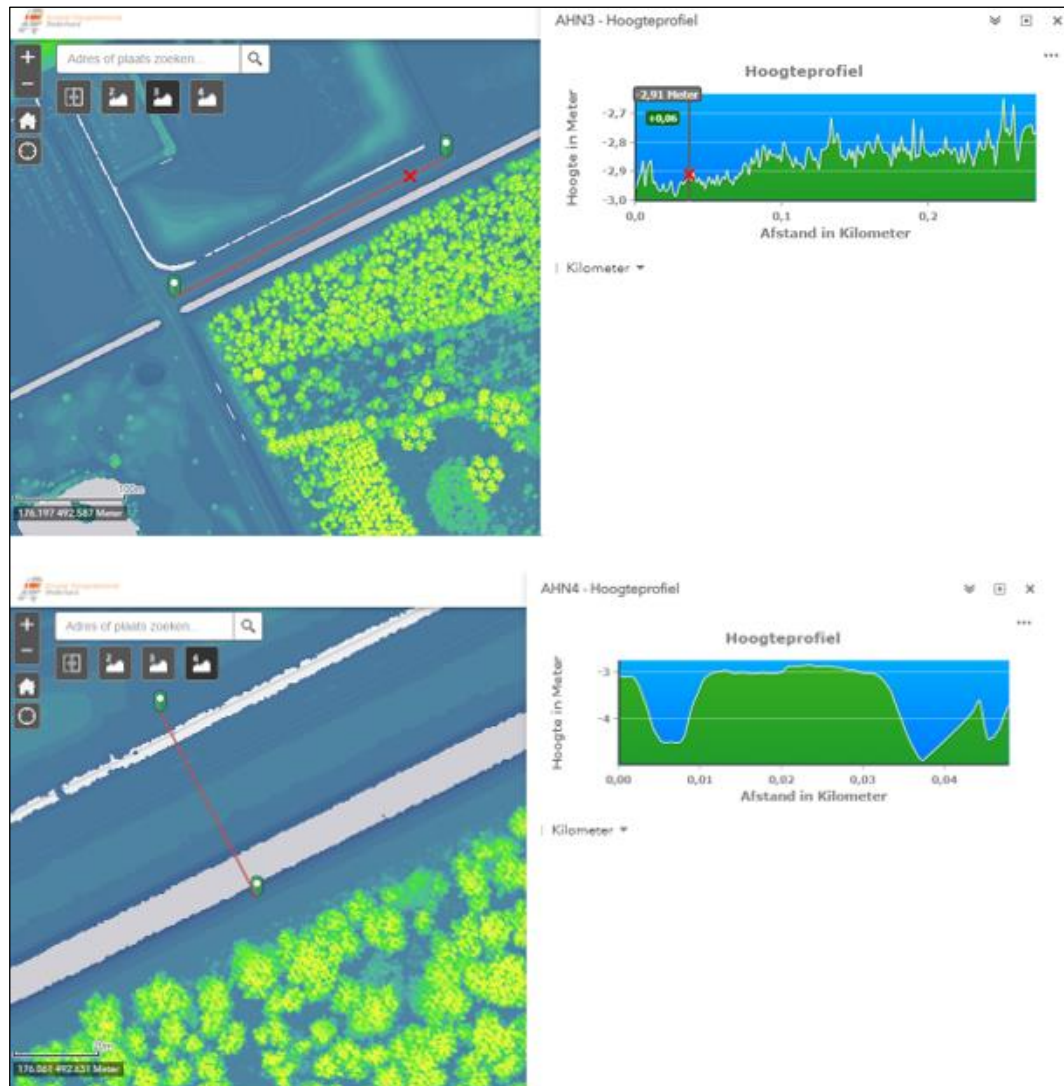


Figuur 4-1: Locatie Biddinghuizen

4.2 Maaiveldligging

Voorafgaand aan het inploegen zijn dwarsdoorsnedes van de werkstrook ingemeten door Gasunie. Deze 0-metingen zijn verwerkt op tekening. De metingen zijn vervolgens na het inploegen herhaald. De 0-meting is vergeleken met de tweede meting. Voor de resultaten van de 0-meting en de nametingen wordt verwezen naar bijlage 3.

Volgens de AHN is het maaiveld aflopend in noord oostelijke richting. Het maaiveld varieert tussen NAP -2,9 m en -3,0 m. De hoogteligging is afgeleid uit het AHN welke onderstaand is weergegeven.

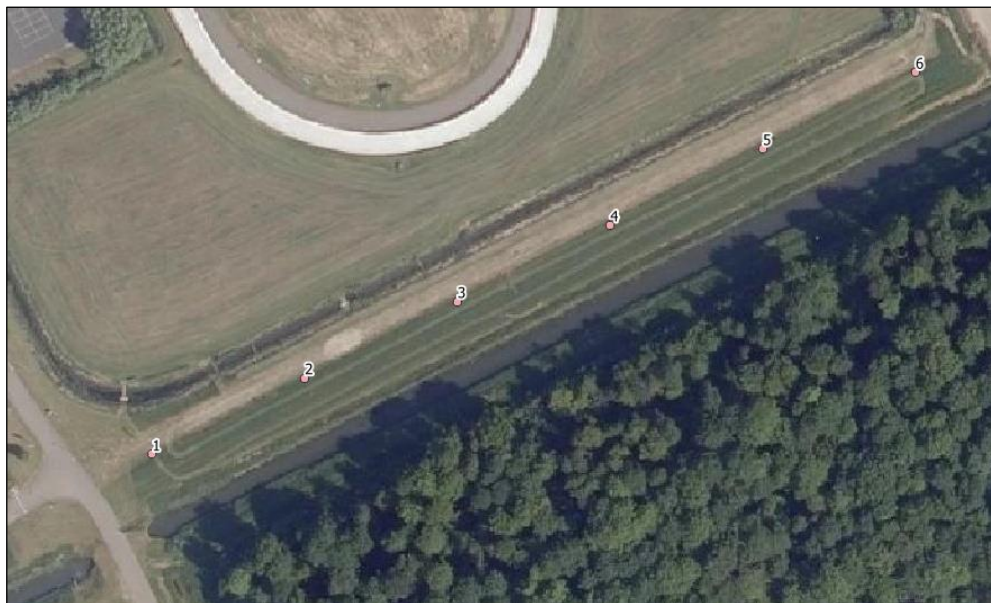


Figuur 4-2: Hoogte ligging testlocatie Biddinghuizen met profiel in lengte richting en in dwarsrichting

4.3 Bodemopbouw en labonderzoek

Voorafgaand aan het inploegen van de leidingen zijn 6 handmatige boringen uitgevoerd. Voor de boorprofielen wordt verwezen naar bijlage 1.

In figuur 4-3 zijn de locaties van de uitgevoerde handboringen aangegeven.



Figuur 4-3: locaties boringen 0-meting Biddinghuizen

Het bodemprofiel wordt omschreven als een geroerde bovengrond welke voornamelijk bestaat uit zware zavel en lichte klei (lutum percentage 20-28 % <math><2 \mu\text{m}</math>). De bovengrond tot ca 0,50 m -mv, plaatselijk (boring 2) tot 1,10 m -mv is matig humeus (3-4 % Org. Stofgehalte). Op een diepte van 1,00-1,20 m -mv gaat het bodemprofiel over in zwak lemig matig- tot zeer fijn zand die grindhoudend kan zijn. Ter plaatse van boring 05 is een veenlens aanwezig tussen de overgang van klei naar zand op een diepte van 0,90-1,10 m -mv.

De actuele grondwaterstand is gemeten op een diepte van 1,60-1,65 m -mv. De Gemiddelde Hoogste Grondwaterstand (GHG) is ingeschat op 1,00 m -mv en de Gemiddelde Laagste Grondwaterstand (GLG) is ingeschat op 1,85 m -mv.

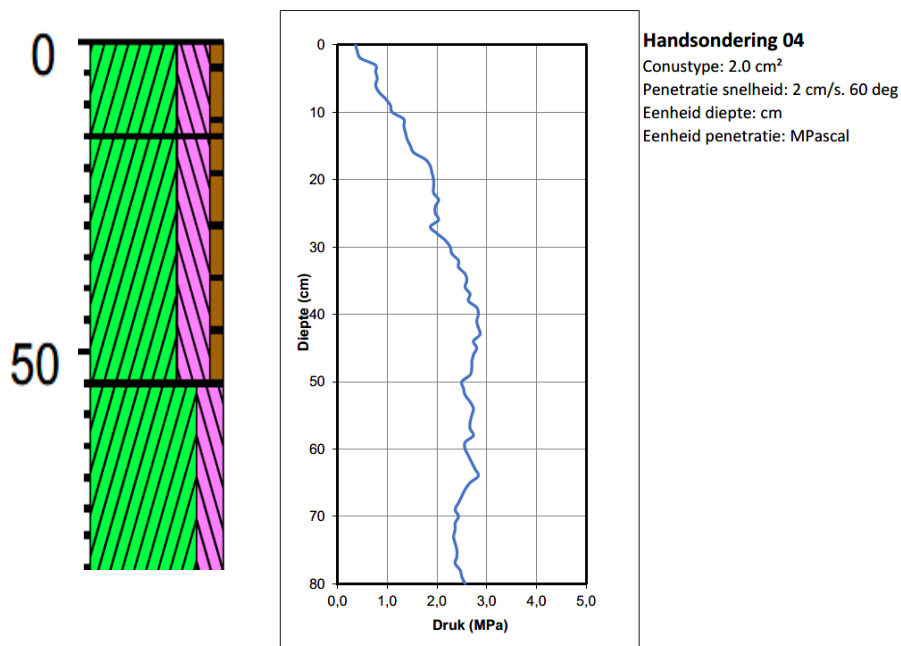
Het slootwaterpeil van de noordelijk gelegen kavelsloot bedraagt 1,45 m -mv en de zuidelijk gelegen tochtsloot (genaamd Mosseltocht) 2,30 m -mv.

Tevens is laboratorium onderzoek uitgevoerd op ongeroerde grondmonsters. De resultaten zijn toegevoegd in bijlage 6.

4.4 Bodemdichtheid

Tijdens de vooropname zijn naast handmatige boringen tevens handsonderingen uitgevoerd met een penetrologer (Eijkelkamp) om de indringingsweerstand van de bodem te meten.

Iedere handsondering is ter plekke 3 keer herhaald (3 penetraties). Van de 3 metingen is een gemiddelde genomen. De resultaten worden in bijlage 1 gepresenteerd. De handsonderingen hebben hetzelfde nummer als de nabijgelegen boringen. Onderstaand is een handsondering gepresenteerd welke redelijk representatief is voor locatie Biddinghuizen.



Na het inploegen van de leiding zijn op dezelfde plaats wederom handsonderingen uitgevoerd. Deze resultaten zijn vergeleken met de nul-metingen en worden beschreven in paragraaf 6.4. Het overzicht van de uitgevoerde handsonderingen is bijgevoegd in bijlage 8.

5 Praktijkproef Sliedrecht

5.1 Locatie

De locatie voor inploegen is gelegen nabij Sliedrecht, ten noorden van de Betuwelijn.

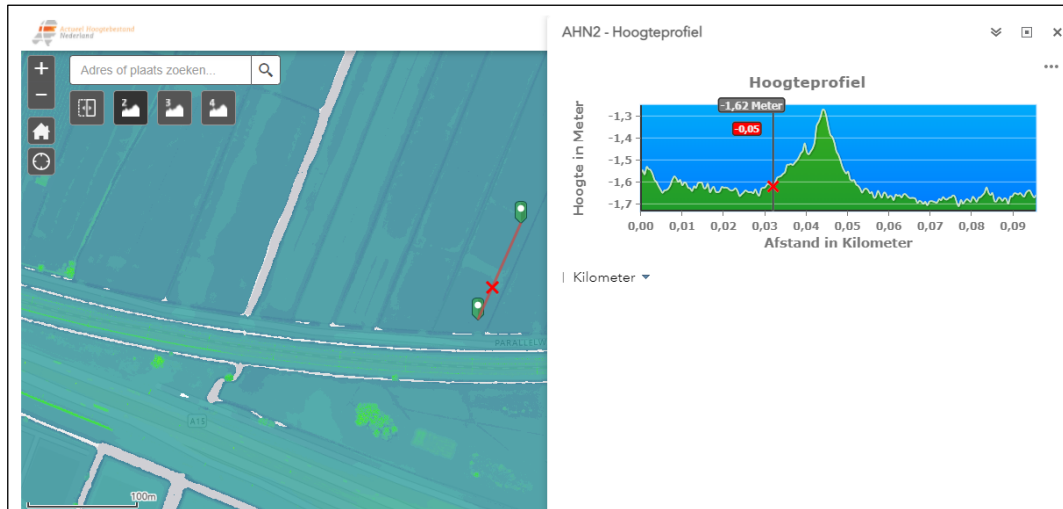


Figuur 5-1: Locatie Sliedrecht

5.2 Maaiveldligging

Voorafgaand aan het inploegen zijn dwarsdoorsnedes van de werkstrook ingemeten door Gasunie. Deze 0-metingen zijn verwerkt op tekening. De metingen zijn vervolgens na het inploegen herhaald waarbij de 0-meting vergeleken wordt met de tweede meting. Voor de resultaten van de 0-meting en de na-meting wordt verwezen naar bijlage 4.

Uit gegevens van de AHN kan het volgende worden afgeleid. Het maaiveld ter plaatse van het perceel te noorden van de Parallelweg is aflopend in noordelijke richting. Het maaiveld is gelegen op ca NAP-1,6 m en loopt af tot ca -1,7 m. Onderstaand is de hoogte ligging afgeleid uit het AHN weergegeven. Ten tijde van het meten van het AHN was er een ophoging aanwezig van 20 tot 30 cm. Deze ophoging is momenteel niet meer aanwezig doordat deze door zetting weg is gezakt in het veenpakket.

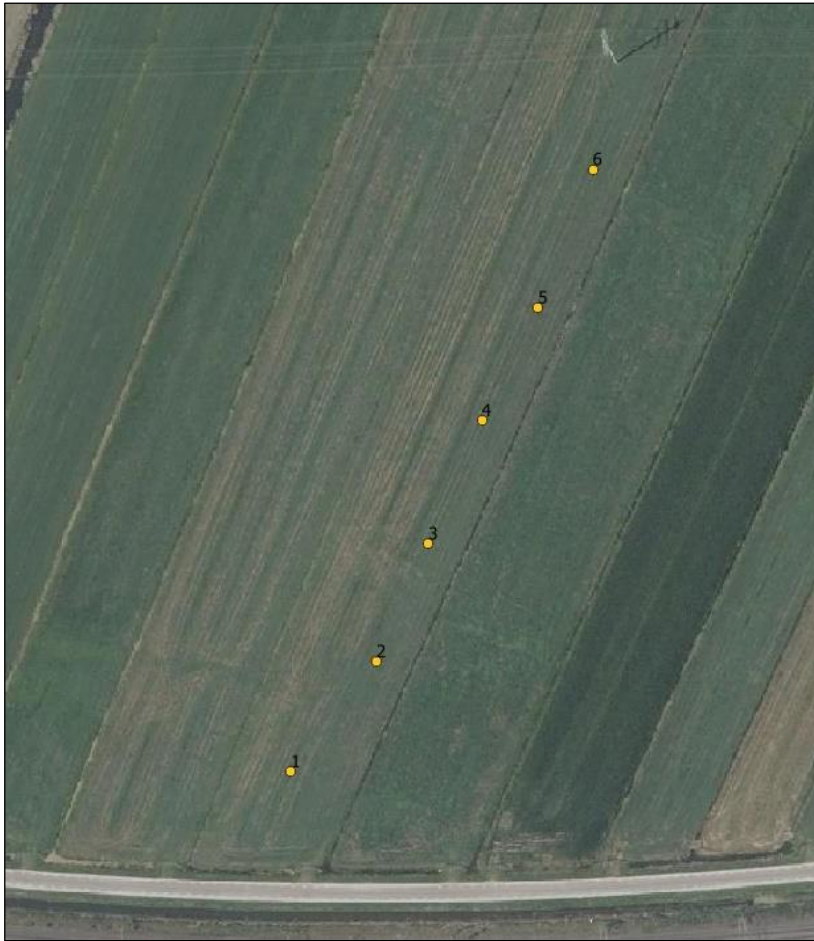


Figuur 5-2: Hoogte ligging testlocatie Sliedrecht met profiel in lengte richting

5.3 Bodemopbouw en labonderzoek

Voorafgaand aan het inploegen zijn 6 handmatige boringen uitgevoerd. Voor de boorprofielen wordt verwezen naar bijlage 2.

In figuur 5-3 zijn de locaties van de uitgevoerde handboringen aangegeven.



Figuur 5-3: locaties boringen 0-meting Sliedrecht

In Sliedrecht is een teelaardelaag te onderscheiden die bestaat uit 0,15-0,20 m matig tot zeer humeuze (4-6% org. stof) zware zavel (23-26 % $<2\mu\text{m}$). Onder deze toplaag komt overwegend tot 0,40 m -mv matig zware klei voor met een lutumpercentage van 42-48 % $<2\mu\text{m}$. Dieper tot ca. 5,00 m -mv komt veen en kleilig veen voor. Ter plaatse van boring 01 komt op een diepte van 2,15-2,35 m -mv een lens voor bestaande uit matig zware klei (slap). Tot een diepte van ca. 0,70-0,80 m -mv is het veen half veraard en dieper slap tot zeer slap. Vervolgens is in de laatste boormeter 5-6 m -mv slappe matige zware klei aangetroffen met een lutumpercentage van 48% $<2\mu\text{m}$.

De actuele grondwaterstand is gemeten op een diepte van 0,25-0,40 m -mv. De Gemiddelde Hoogste Grondwaterstand (GHG) is ingeschat op 0,15 m -mv en de Gemiddelde Laagste Grondwaterstand (GLG) is ingeschat op 0,75-0,80 m -mv.

Het slootwaterpeil van de oostelijke kavelsloot bedraagt 0,40 m -mv.

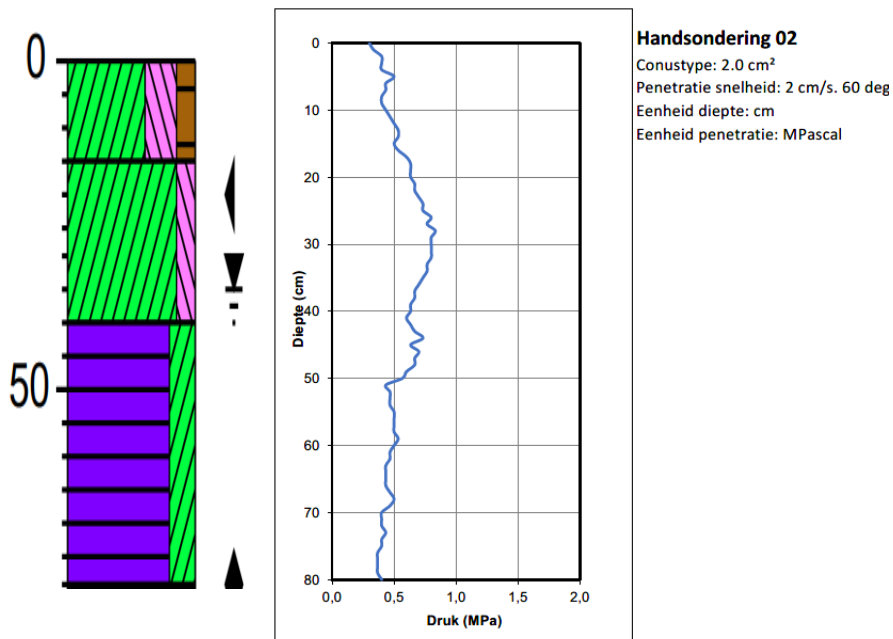
Tevens is laboratorium onderzoek uitgevoerd op ongeroerde grondmonsters. De resultaten zijn toegevoegd in bijlage 7.

5.4 Bodemdichtheid

Tijdens de vooropname zijn naast de handmatige boringen tevens handsonderingen uitgevoerd met een penetrologger (Eijkelkamp) om de indringingsweerstand van de bodem te meten.

Iedere handsondering is ter plekke 3 keer herhaald (3 penetraties). Van de 3 metingen is een gemiddelde genomen. De resultaten zijn in bijlage 2 gepresenteerd. De handsonderingen hebben hetzelfde nummer als de nabijgelegen boringen.

Onderstaand wordt een handsondering gepresenteerd die representatief is voor locatie Sliedrecht.

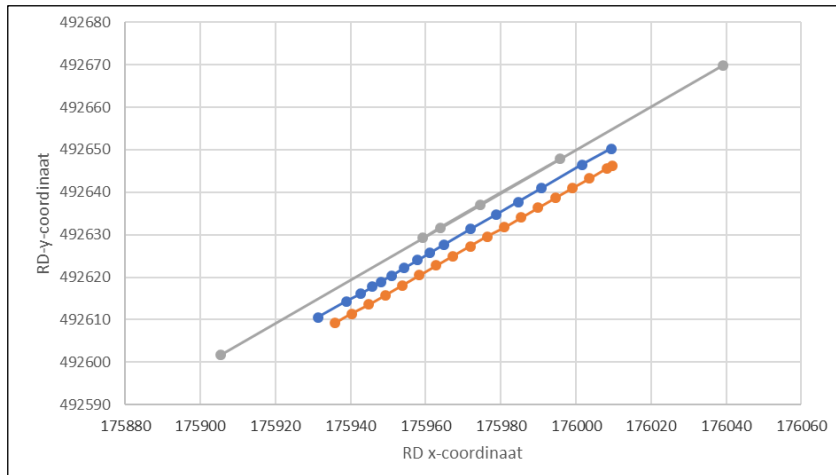


Na het inploegen van de leiding zijn op dezelfde plaats wederom handsonderingen uitgevoerd. Deze resultaten zijn vergeleken met de nul-metingen en worden beschreven in paragraaf 7.4. Het overzicht van de uitgevoerde handsonderingen is bijgevoegd in bijlage 9.

6 Resultaten Biddinghuizen

In Biddinghuizen is het inploegen van de 12" leiding uitgevoerd op woensdag 19 en donderdag 20 januari 2022. Zoals in paragraaf 2.1 beschreven zijn er binnen de beschikbare ruimte 3 testen gedaan.

In figuur 6-1 zijn de ingemeten geploegde leidingdelen weergegeven. De 12" leiding is 3 keer ingeploegd parallel aan elkaar op verschillende dieptes zoals onderstaand wordt beschreven.



Figuur 6-1: Positie ploeglijnen, volgens GPS gegevens SpiderPlow

De diepteligging na intrekken van de leiding, maar voor uittrekken is gemeten met GPS. De verschillende testen zijn uitgevoerd op een diepte van:

- Ploeglijn met nummer 1 (oranje) op een diepte van 0,9 á 1 m onder maaiveld;
- Ploeglijn met nummer 2 (blauw) op een diepte van 1,4 m onder maaiveld;
- Ploeglijn met nummer 3 (grijs) op een diepte van 2,1 á 2,3 m onder maaiveld.

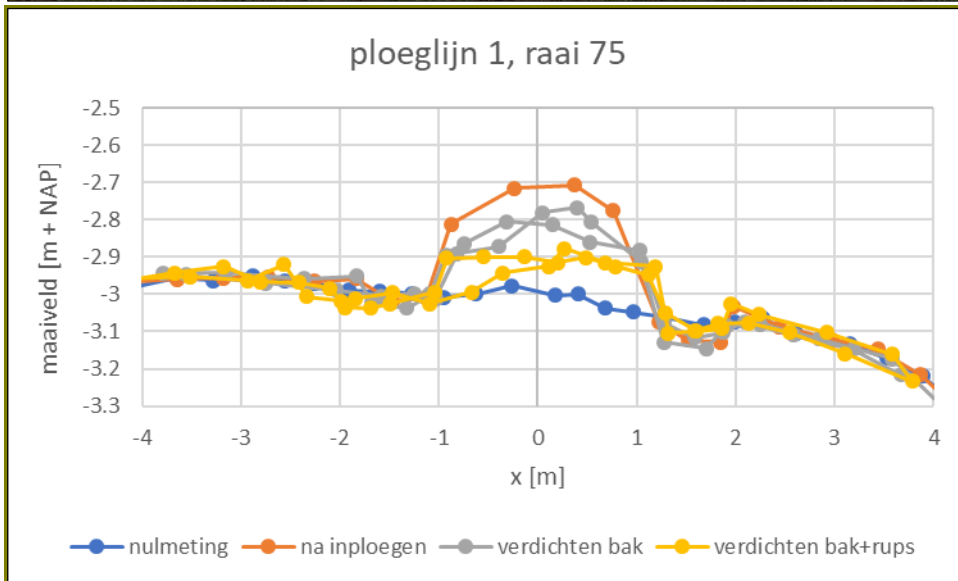
6.1 Maaiveldligging

Om de verandering van het maaiveld te bepalen is op een aantal raaien en een aantal tijdstippen de maaiveldhoogte gemeten. In Tabel 6-1 zijn de meetmomenten aangegeven.

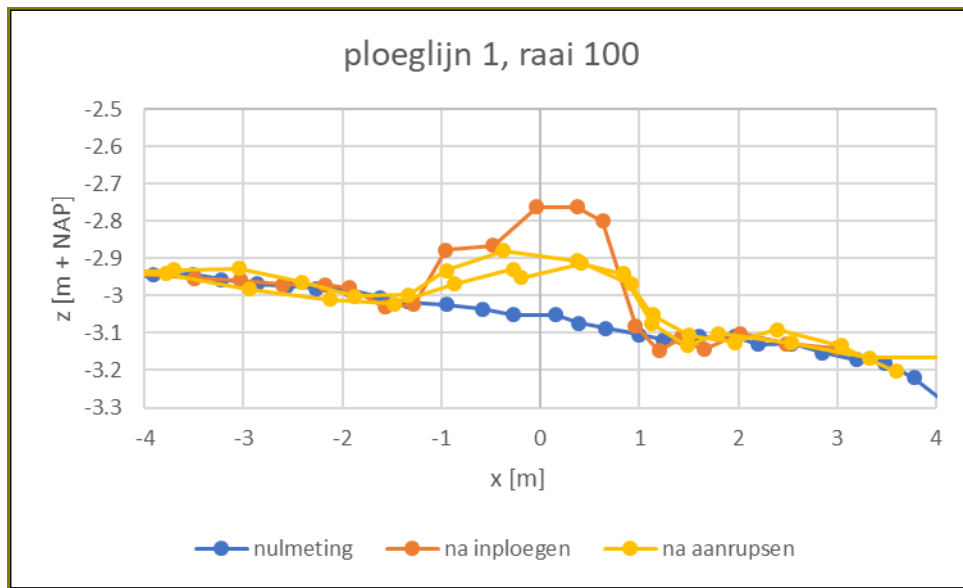
Tabel 6-1 Meetmomenten maaiveldhoogte

raai	nulmeting	na intrekken	na verdichten		
			Met bak	Met rups	Met bak+rups
ploeglijn 1					
25	xx	xx			
50	xx	xx			
75	xx	xx			
100	xx	xx			
125	xx	xx			
150	xx				
75-4			xx		
75+2			xx		
100-9				xx	xx
100-2				xx	
75+8					xx
75+13					xx
ploeglijn 2					
50	xx	xx			
100	xx	xx			
ploeglijn 3					
50	xx	xx		xx	
100	xx				
110 (=100+6)				xx	

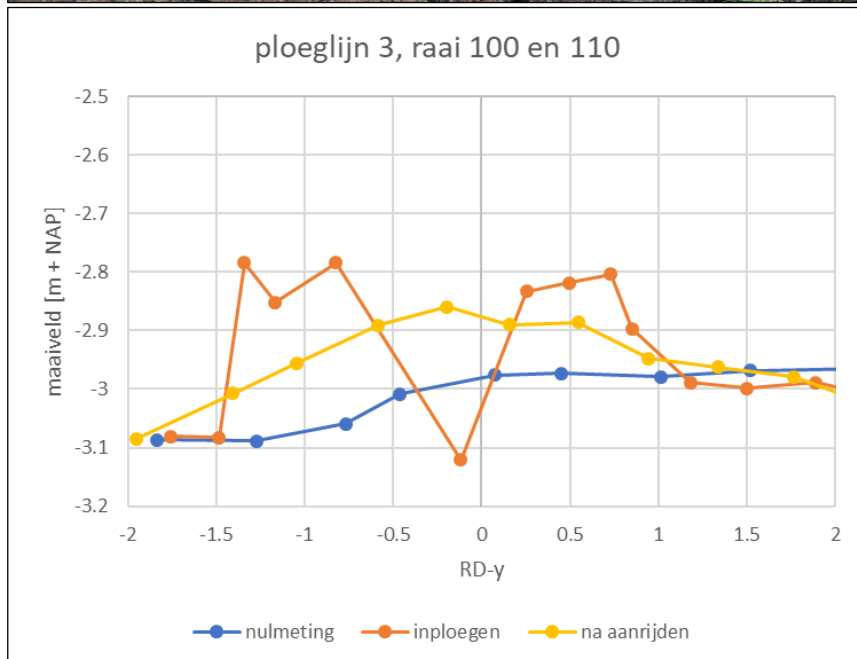
De resultaten van de gemeten maaiveldligging worden in Figuur 6-2 tot Figuur 6-4 van verschillende raaien getoond. Hierin is de situatie voorafgaand aan het inploegen, na inploegen en na aanrijden of verdichten van het ploegtracé verwerkt. Tevens zijn de resultaten verwerkt op tekening in bijlage 3.



Figuur 6-2 Ligging maaiveld ploeglijn 1, dwarsraai 75 m, voor ploegen, na ploegen en na verschillende methoden verdichten



Figuur 6-3 Ligging maaiveld ploeglijn 1, dwarsraai 100, voor ploegen, na ploegen en na verdichten



Figuur 6-4 Ligging maaveld ploeglijn 3, dwarsraai 100 en 110, voor ploegen, na ploegen en na verdichten

Uit deze metingen volgt dat tijdens het inploegen het maaveld ter plaatse van het leidingtracé ongeveer 0,30 m omhoog komt ten opzichte van de nulmeting. De opbolling van de grond vindt voornamelijk plaats over een breedte van ca. 2,5 meter.

Na aanrijden en/of verdichten blijft er nog een verhoging van ongeveer 0,10 m á 0,15 m over. De insporing van de wielen van de ploeg bedroeg ca. 0,05 m tot maximaal 0,15 m. De bodem ter plaatse van de testlocatie kende een redelijk goede draagkracht.

Tijdens de test zijn tevens, ter plaatse van de ingeploegde leidingen, enkele methodes toegepast (uitgeprobeerd) om de grond weer te verdichten (omhoog gekomen grond te verlagen). Er is verdicht middels het aandrukken met de kraanbak, doormiddel van aanrijden met een mobiele graafmachine en middels het aanrupsen (door het liervoertuig).

1. Aanrijden doormiddel van rupsvoertuig (lier): het enige aanwezige rupsvoertuig op testlocatie Biddinghuizen was het liervoertuig. Het beste resultaat om de opkomende grond ter plaatse van het leidingtracé te verdichten werd behaald middels deze methode.



Figuur 6-5: verdichten middels aanrupsen door liervoertuig

2. Verdichten met kraanbak: doormiddel van aandrukken met de kraanbak is getracht de omhoog komende grond weer te verdichten. Doordat de bovengrond ter plaatse van de testlocatie uit redelijk stugge klei bestaat was het resultaat zeer beperkt (0,05 m zakking). Mogelijk had een zwaardere rupskraan een beter resultaat behaald, zie figuur 6-6.



Figuur 6-6: verdichten middels aandrukken met bak

3. Verdichten middels aanrijden met mobiele graafmachine: over enkele meters de grond is verdicht doormiddel van aanrijden met de aanwezige mobiele graafmachine (zie onderstaande foto). Direct tijdens deze methode trad insporing en verkneding van de bovengrond op wat leidt tot schade aan bodemstructuur. Dit ondanks de redelijke goede draagkracht van het terrein. Met het oog op cultuurtechnisch herstel is deze methode ongeschikt doordat blijvende schade kan ontstaan of de bodem een langere herstelperiode zal kennen met schadeclaims tot gevolg.



Figuur 6-7: leidingtracé aangereden met mobiele graafmachine

6.2 Impact lier op maaiveldligging

Ploeglijn 1:



Figuur 6-8: Liervoertuig tijdens ploeglijn 1

Bij het intrekken van ploeglijn 1 (diepte 0,90 m -mv) is het blad van de lier tot ca. 0,75 m -mv in de grond gebracht. Bij het uitkomen van het blad is de grond terug gevallen waardoor de cultuurtechnische schade zeer beperkt is, zie figuur 6-8.

Ploeglijn 2:



Figuur 6-9: Liervoertuig tijdens ploeglijn 2

Om de leiding (ploeglijn 2) te realiseren op een diepte van 1,40 m -mv is het blad van de lier tot 1,00 m- mv in de grond aangebracht om voldoende reactiekracht te genereren, zie figuur 6-9. Direct is merkbaar dat het liervoertuig meer impact heeft dan ter plaatse van ploeglijn 1.

Ploeglijn 3:

Bij de derde test (ploeglijn 3) is de leiding op een diepte van 2,00 m -mv aangebracht. De ploeg is bij deze test op de slee gezet om de impact van de wielen te kunnen vergelijken met de slee. Een nadeel van de slee is dat de ploeg zelf geen trekkracht meer kan genereren doordat de wielen zijn vastgezet op de slee. Hierdoor dient alle trekkracht door het liervoertuig te worden gegenereerd. Ondanks het draagkrachtige terrein zijn toch diepe gaten ontstaan.



Figuur 6-10: Liervoertuig tijdens ploeglijn 3

Het blad van de lier is bij deze test tot ca. 1,70 m -mv in de grond aanbracht. Het liervoertuig is 1,0 tot 1,5 meter achteruit opgeschoven doordat het zich als een bulldozerblad in de grond heeft vastgezet, waardoor door de opgeschoven grond een groot gat is ontstaan, zie figuur 6-10.

6.3 Resultaten profielkuilen

6.3.1 Ploeglijn 1

De leiding is op een diepte van 0,90 á 1,00 m onder maaiveld aangebracht waardoor deze boven de actuele grondwaterstand (1,60-1,65 m -mv) op de overgang van klei naar zand is aangebracht.



Figuur 6-11: Profielkuil 1 na afzetten humeuze bovengrond

Bij het afzetten van de humeuze bovengrond is het effect van de ploeg in de onderliggende kleilaag (licht grijs) zichtbaar. Over een breedte van 1,40 m is de ondergrond iets omhoog gekomen, zie figuur 6-11.



Figuur 6-12: Bodemprofiel profielkuil 1

Dieper bij de overgang van klei naar zandondergrond is het effect van de ploegvoet (ripper shoe) duidelijk zichtbaar. De ripper shoe is 0,90 m breed en aan de achterzijde 0,40 m hoog waarna de grond rondom de pijp terugvalt. In de profielkuil is duidelijk te zien dat de zandondergrond over precies 0,90 m omhoog is gekomen (oranje pijl). Het zand is naast de pijp teruggevallen waardoor deze 0,30 m hoger dan oorspronkelijk in het profiel is gekomen (rode pijl). Boven op de pijp is de kleigrond aanwezig (groen kader). Tevens is waargenomen dat de pijp niet exact in het midden van de verstoring ligt. Aan de linkerzijde is 0,40 m en aan de rechterzijde is 0,20 m omhoog gekomen zandgrond gemeten. Er is een goede aansluiting van de grond rondom de pijp waargenomen.



Figuur 6-13: Bodemprofiel profielkuil 2

Ter plaatse van profielkuil 2 is ook de verstoring rondom de pijp opgenomen. Aan de rechterzijde is het effect beter zichtbaar dan aan de linkerkzijde door de aanwezige veen tussenlaag welke hier plaatselijk aanwezig is. Ter plaatse van profielkuil 2 is ook een verstoring van 0,90 m op leidingdiepte opgenomen waarbij de zandgrond (rechterzijde) ca. 0,30 m omhoog is gekomen. In het groene kader is de kleigrond aangegeven welke boven op de pijp is teruggevallen. De verstoring in de kleilaag was ter plaatse van de testlocatie niet duidelijk zichtbaar doordat deze reeds geroerd is en hierdoor de verschillende bodemhorizonten niet duidelijk zichtbaar zijn. Er is een goede aansluiting van de grond rondom de pijp waargenomen.

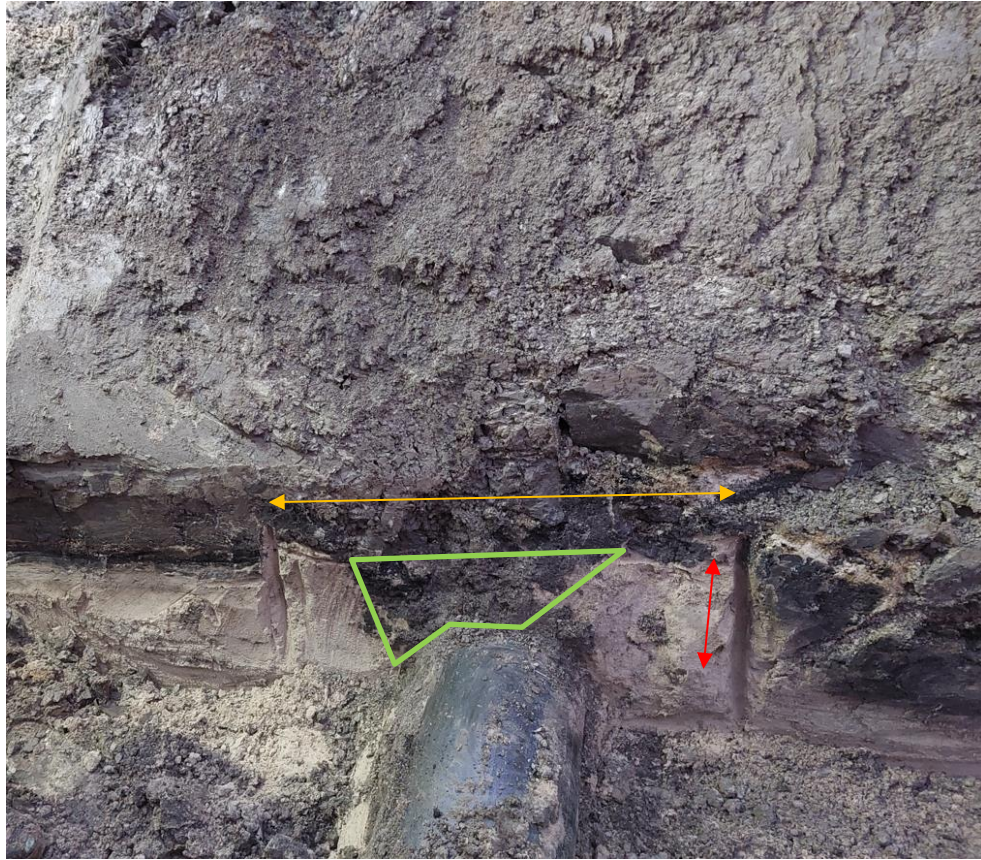
6.3.2 Ploeglijn 2

De leiding is op een diepte van 1,40 m onder maaiveld aangebracht waardoor deze boven de actuele grondwaterstand (1,60-1,65 m -mv) in het zwak lemig matig fijn zand is aangebracht.



Figuur 6-14: Profielkuil 3 na afzetten humeuze bovengrond

Ter plaatse van profielkuil 3 is ook bij het afzetten van de humeuze bovengrond de verstoring zichtbaar door het omhoog komen van de iets schralere ondergrond. De gele stippenlijn duidt het leidingtracé aan. Tussen de rode lijnen is verstoring van het bodemprofiel waargenomen over een breedte van 1,50 meter.



Figuur 6-15: Bodemprofiel profielkuil 3

Op pijpdiepte (1,40 m -mv) wederom de overgang van klei op zand zichtbaar met een venige tussenlaag. Hierdoor de verstoring van de ripper shoe zichtbaar met een breedte van 0,90 m (oranje lijn). Het groene vlak maakt de kleigrond op de pijp zichtbaar. Rechts van de pijp wederom ca. 0,30 m hoogteverschil gemeten. Links van de pijp is dit hoogteverschil minder goed zichtbaar doordat de veentussenlaag iets hoger in het profiel zit. Er is een goede aansluiting van de grond rondom de pijp waargenomen.

6.3.3 Ploeglijn 3

De leiding is op een diepte van 2,10 -2,30 m onder maaiveld aangebracht waardoor deze onder de actuele grondwaterstand (1,60-1,65 m -mv) in het verzadigde zwak lemig matig fijn zand is aangebracht.



Figuur 6-16: Profielkuil 5 na afzetten humeuze bovengrond

Na het afzetten van de humeuze bovengrond is door het omhoog komen van de ondergrond een bodemverstoring zichtbaar over ca. 1,50 m breed.



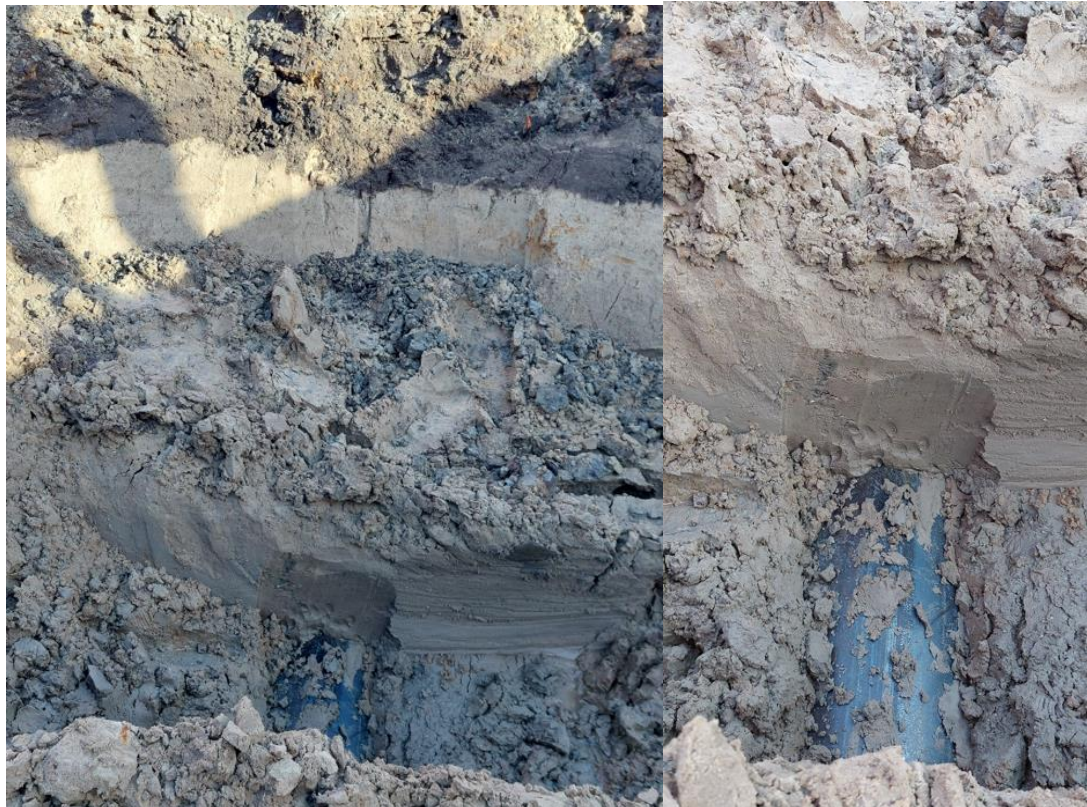
Figuur 6-17: Detail verstoring door zwaard profielkuil 4

Op een diepte van 1,15m -mv is de verstoring die het zwaard van de ploeg heeft veroorzaakt zichtbaar en opgenomen met een breedte van 10 cm (breedte van het zwaard is 12 cm).



Figuur 6-18: Detail verstoring door zwaard profielkuil 5

Dieper rond grondwater niveau is een verstoring van ca. 5 cm opgenomen waarbij klei en onverzadigd zand voorkomt boven de pijp.



Figuur 6-19: Bodemprofiel profielkuil 5

Op leidingniveau is het verzadigd zand aanwezig (donker grijs). Het zand heeft zich volledig rondom de leiding gesloten. Er is een goede aansluiting van de grond rondom de pijp waargenomen. Bodemverstoring is op deze diepte niet zichtbaar.

6.4 Bodemdichtheid

Voor- en na het inploegen van de leidingen zijn handsonderingen uitgevoerd om de indringingsweerstand van de bodem inzichtelijk te brengen. Zoals in paragraaf 2.4 beschreven is de indringingsweerstand een maat voor de compactie van de grond. Onderstaand worden de gemiddelde waardes per raai weergegeven en beschreven.

Voor alle resultaten wordt verwezen naar bijlage 8. Onderstaand worden de gemiddelde waardes weergegeven in een sondeergrafiek. De gemeten indringingsweerstand zijn uitgezet in een schaal van 1 tot 6 Mpa.

Ploeglijn 1

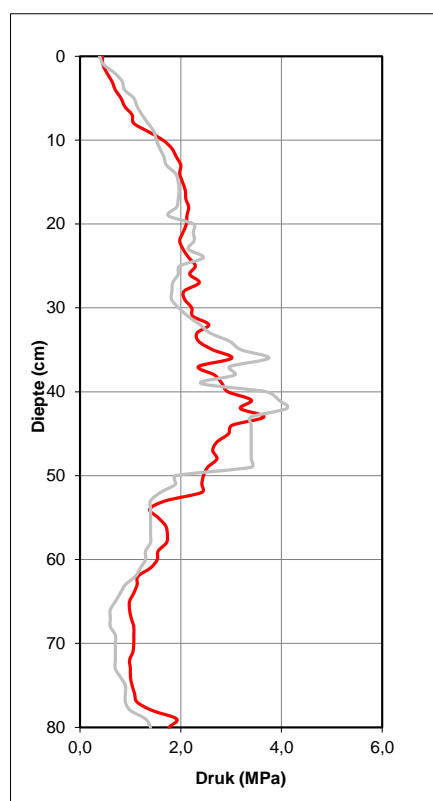
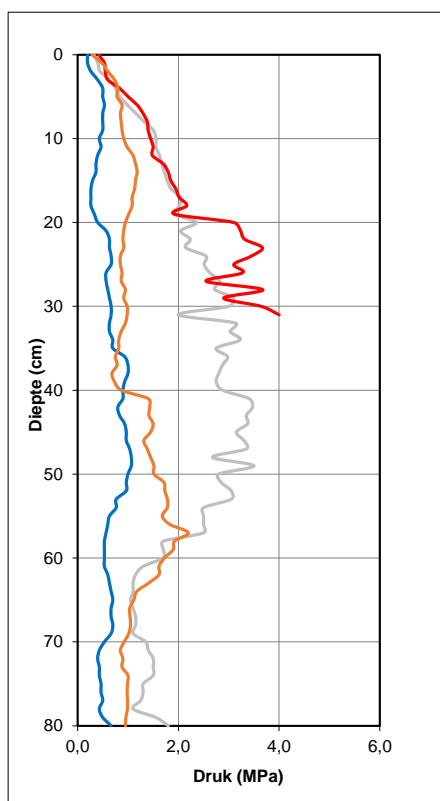
Ter plaatse van de 50 m raai zijn de meeste metingen uitgevoerd (grafiek linkerzijde figuur 6-20). In de grafiek aan de rechterzijde in figuur 6-20 worden de resultaten van de nulmeting en t.p.v. wielspoor ploeg op de 100 m raai aangegeven.

Links is te zien dat ter plaatse van de hartlijn ploeg een zeer lage indringingsweerstand wordt gemeten. Op 0,70 m afstand van de hartlijn (ter plaatse van omhoog gekomen grond) wordt tot een diepte van 0,55 m -mv een lagere indringingsweerstand gemeten dan oorspronkelijk maar iets hoger dan ter plaatse van de hartlijn. De grond zal direct rondom de hartlijn nog wel wat gaan inklinken. De rode lijn geeft de gemiddelde indringingsweerstand weer gemeten ter plaatse van het wielspoor van de ploeg. Deze is nagenoeg gelijk aan de nulmeting (stugge klei) en vertoont op een diepte van 0,20 – 0,30 m -mv een hogere indringingsweerstand. In handkracht kon niet dieper dan 0,30 m worden gemeten.

In de grafiek aan de rechterzijde in figuur 6-20 is te zien dat de indringingsweerstand gemeten in het wielspoor van de ploeg nagenoeg gelijk is dan gemeten tijdens de 0-meting. Ter plaatse van de testlocatie was de draagkracht goed en kwam stugge klei voor waardoor de indringingsweerstand al redelijk hoog is.

Gem. nulmeting (50 m doorsnede)	Grijs
Wielsporen ploeg	Rood
Na-meting 0,70 m afstand t.o.v. hartlijn	Oranje
Hartlijn ploeg	Blauw

Gem. nulmeting (100 m doorsnede)	Grijs
Na-meting Wielsporen ploeg	Rood

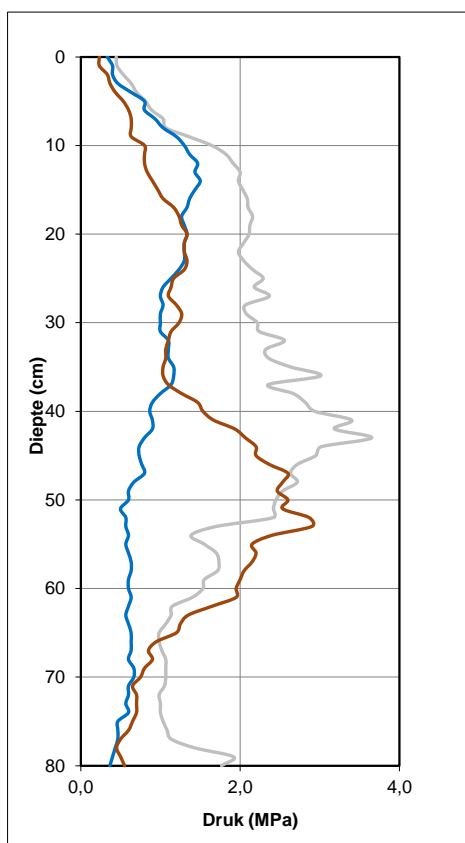


Figuur 6-20: Gemiddelde waarden handsonderingen ploeglijn 1

Ploeglijn 2

Onderstaand zijn de gemiddeld gemeten indringingsweerstand ter plaatse van ploeglijn 2 weergegeven. Ook hier laat de hartlijn ploeg een zeer lage indringingsweerstand zien. Op 0,70 m afstand van de hartlijn (ter plaatse van omhoog gekomen grond) wordt tot een diepte van 0,50 m -mv een lagere indringingsweerstand gemeten dan oorspronkelijk.

Gem. nulmeting (100 m doorsnede)	Grijs
Na-meting 0,70 m afstand t.o.v. hartlijn	Oranje
Hartlijn ploeg	Blauw



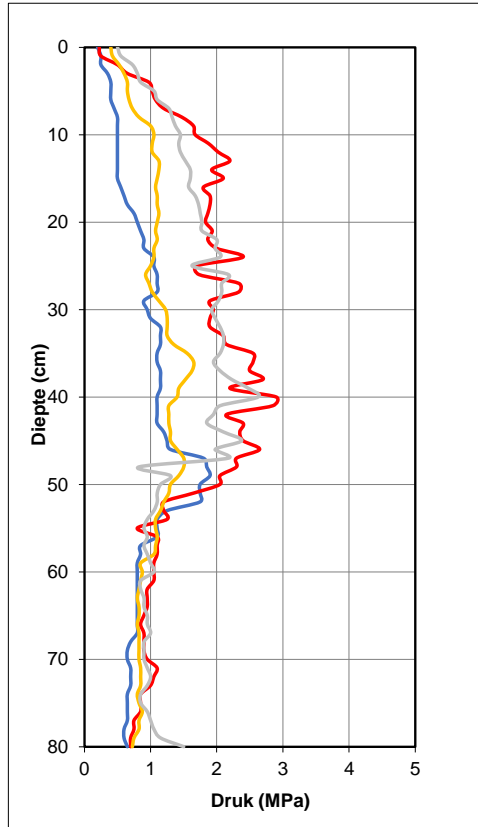
Figuur 6-21: Gemiddelde waardes handsonderingen ploeglijn 2

Ploeglijn 3

Ter plaatse van ploeglijn 3 zijn handsonderingen uitgevoerd ter plaatse van hartlijn ploeg, op 1 m afstand ter weerszijden en op 2 meter afstand ter weerszijden.

Deze metingen zijn op twee dwarsraaien herhaald waarbij de gemiddelde waardes onderstaand worden gepresenteerd.

Gemiddelde nulmeting (50 & 100 m doorsnede Grijs)	
2 m afstand	Rood
1 m afstand	Oranje
Hartlijn	Blauw



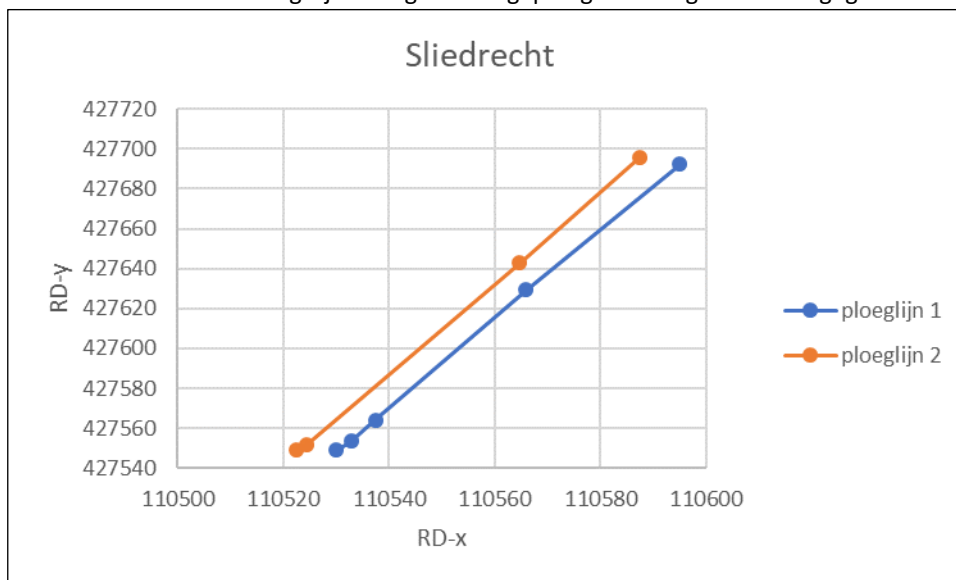
Figuur 6-22: Gemiddelde waarden handsonderingen ploeglijn 3

Uit bovenstaande grafiek kan het volgende worden afgeleid. De grijze lijn duidt de nul-meting aan en komt nagenoeg overeen met de indringingsweerstand gemeten na het ploegen op 2 meter afstand van de hartlijn. De indringingsweerstand gemeten ter plaatse van de hartlijn laat duidelijk een lagere indringingsweerstand zien tot een diepte van ca. 0,50 m -mv. Op 1 meter afstand van de hartlijn wordt ook een lagere indringingsweerstand gemeten dan de 0-meting tot een diepte van ca. 0,50 m -mv. In de zone van 1 á 2 m ter weerszijden van de sleuf zal de grond voornamelijk in de eerste 0,50 m nog wat gaan zetten.

7 Resultaten Sliedrecht

In Sliedrecht is het inploegen van de leidingen uitgevoerd op maandag 24 en dinsdag 25 januari 2022.

Zoals in paragraaf 2.1 beschreven zijn binnen de beschikbare ruimteer 2 testen gedaan. In onderstaande afbeelding zijn de ingemeten geploegde leidingdelen weergegeven.



Figuur 7-1: Test locatie Sliedrecht, blauw de 12" leiding en oranje de 24" leiding

De diepteligging is na intrekken van de leiding, maar voordat deze er weer is uitgetrokken gemeten met GPS. De verschillende testen zijn uitgevoerd op een diepte van:

- Oostelijke lijn 12" (ploeglijn 4) op een diepte van 1,65 á 1,80 m onder maaiveld;
- Westelijke lijn 24" (ploeglijn 5) op een diepte van 1,70 á 1,80 m onder maaiveld;

7.1 Maaiveldligging

Om de verandering van het maaiveld te bepalen is op een aantal raaien en een aantal tijdstippen de maaiveldhoogte gemeten. In Tabel 7-1 zijn de momenten aangegeven.

Tabel 7-1 Meetmomenten maaiveldhoogte

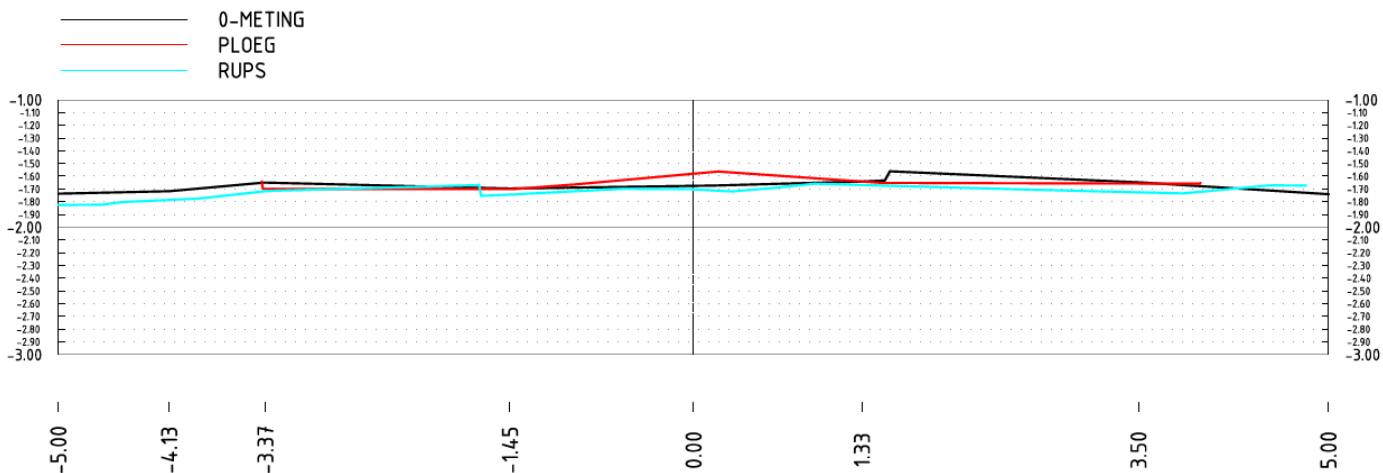
raai	initieel	na inploegen	na aanrupsen
24 januari, 12"leiding			
25	xx	xx	xx
50	xx	xx	xx
75	xx	xx	
100	xx		
25 januari, 24"leiding			
20	xx		xx
30	xx		xx
50	xx	xx	xx
60	xx		xx
70	xx		
80	xx		xx

De resultaten van de gemeten maaiveldligging is in Figuur 7-3 weergegeven voor de 12 inch leiding. Hierin is de situatie voorafgaand aan het inploegen van de leiding, na inploegen van de leiding en na het verdichten van de grond (aanrupsen met hydraulische graafmachine) verwerkt. In Figuur 7-4 zijn de resultaten van de 24 inch leiding weergegeven. Tevens zijn de resultaten verwerkt op tekening in bijlage 4.



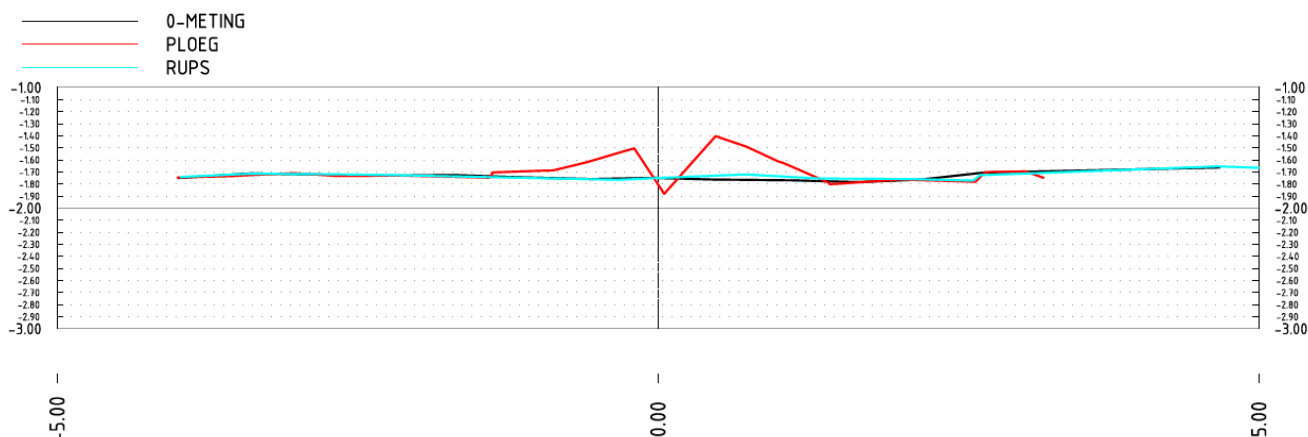
Figuur 7-2: linker foto de opgekomen grond van de 12 inch leiding, rechter foto na aanrupsen overeenkomend met de nul-meting

De 12" leiding is ingeplougd waarbij de ploeg over composiet rijplaten heeft gereden. Tijdens het inploegen van de leiding kwam ter plaatse van het leidingtracé van de 12" leiding, de grond ongeveer 0,12 - 0,15 m omhoog ten opzichte van de nulmeting. De opbolling van de grond heeft over een breedte van ca. 2,3 meter plaatsgevonden. Na het eenmalig aanrupsen (verdichten van de bodem) middels een hydraulische graafmachine op rupsen, is het maaiveld profiel (hoogteligging) echter weer hersteld en komt het nagenoeg geheel overeen met de 0-meting. Na het aanrupsen bleek de schade aan de graszode beperkt.



Figuur 7-3 Ligging maaiveld na inploegen en na aanrupsen, 12" leiding

De 24" leiding is ingploegd waarbij de ploeg met zijn wielen op de slee waren bevestigd. Tijdens het inploegen van de leiding kwam, ter plaatse van het leidingtracé van de 24"leiding, de grond ongeveer 0,25 - 0,30 m omhoog ten opzichte van de nulmeting. De opbolling van de grond heeft over een breedte van ca. 2,5 meter plaatsgevonden. Na het eenmalig aanrupsen middels een hydraulische graafmachine op rupsen, is het maaiveld profiel (hoogteligging) echter weer hersteld en komt het nagenoeg overeen met de 0-meting. Na het aanrupsen van het tracé was de schade aan de graszode groot waardoor herstelwerkzaamheden noodzakelijk zijn.



Figuur 7-4 Ligging maaiveld na inploegen en na aanrupsen, 24" leiding

7.2 Impact lier op maaiveldligging

Ploeglijn 4:

Om de 12"leiding op een diepte van 1,70-1,80 m -mv in te ploegen heeft het liervoertuig het blad ca. 1,30 m -mv diep aangebracht in de grond. Er kon voldoende trekkracht worden geleverd op de ploeg voort te bewegen, waarbij het voertuig volledig op zijn positie bleef staan. Bij het verwijderen van het blad is de schade dan ook beperkt gebleven. Zie figuur 7-5.



Figuur 7-5: Liervoertuig bij intrekken 12 inch leiding

Ploeglijn 5:

Bij het intrekken van de 24"leiding op een diepte van 1,70-1,80 m -mv verliep de test anders dan gepland. De ploeg liep vast op onverteerde houtresten en een boomstronk van een behoorlijke diameter. Het tracé bleek later een gedempte sloot te kruisen.



Figuur 7-6: Vastlopen van de ploeg op een onverteerde boomstam

Door het vastlopen van de ploeg was extra trekkkracht nodig om de ploeg voort te bewegen. Een tweede liervoertuig (wielvoertuig) is ingezet om het inploegen van de leiding voort te zetten, zie figuur 7-7. Dit heeft niet alleen de nodige extra inspanning gevegd, maar heeft ook de nodige extra impact op de grond gehad, waardoor meer en grotere gaten zijn ontstaan.



Figuur 7-7: Impact liervoertuigen 24 inch leiding

7.3 Resultaten profielkuilen

7.3.1 Ploeglijn 4

De 12" leiding is op een diepte van 1,70 á 1,80 m onder maaiveld aangebracht.



Figuur 7-8: Profielkuil 12" na afzetten humeuze bovengrond

Bij het afzetten van de humeuze teelaarde is een verstoring van de ploeg zichtbaar over een breedte van 25 cm in de onderliggende matig zware kleilaag.



Figuur 7-9: Bodemprofiel tot 0,70 m -mv profielkuil 12"

Onder de matige zware klei komt half veraard veen voor. Ter hoogte van de overgang is in rood een verstoring zichtbaar over een breedte van ca 45 cm (rode lijn). Het hoogteverschil wat opgemeten is (oranje lijn) bedraagt 7 cm. In het half veraard veen wat op een diepte van 0,60-0,70 m -mv overgaat in onveraard veen, is nagenoeg geen verstoring door de ploeg waar te nemen.



Figuur 7-10: Bodemprofiel profielkuil 12"

Bovenstaand is de profielkuil gegraven tot leidingniveau. De bovenkant van de leiding is in bovenstaande afbeelding zichtbaar. Hierbij is waargenomen dat er een goede aansluiting van de grond rondom de pijp is.

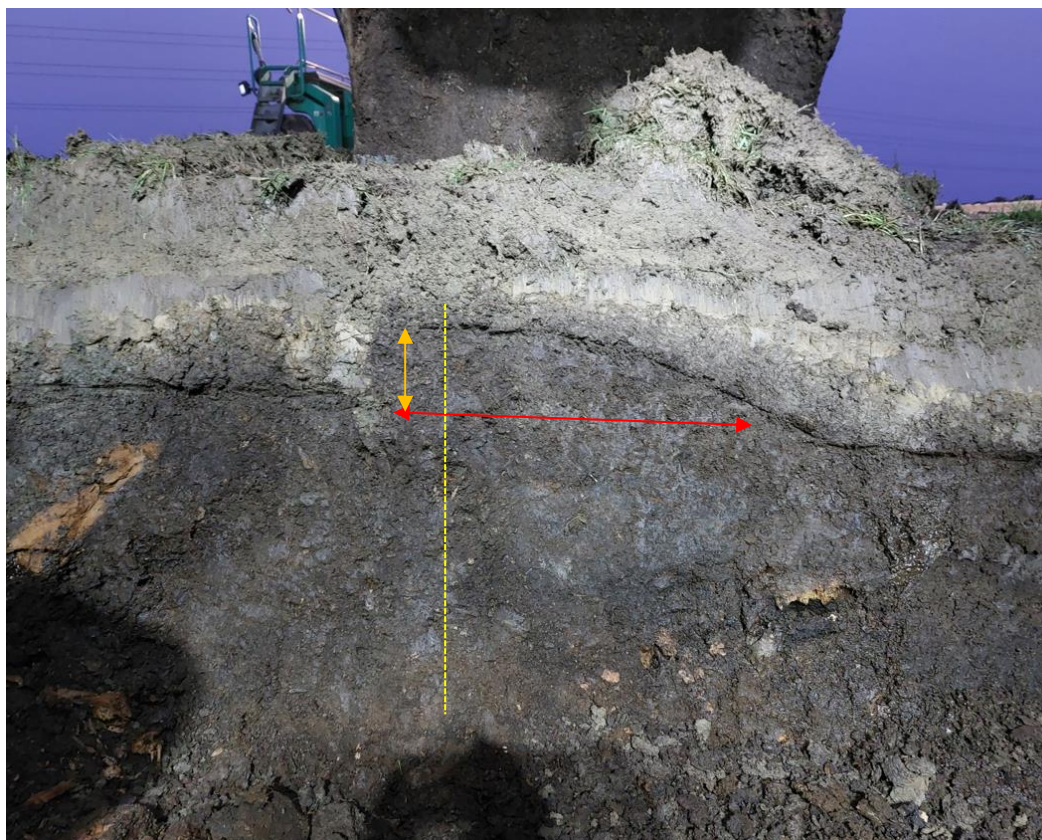
7.3.2 Ploeglijn 5

De 24" leiding is met een dekking van 1,70 á 1,80 m onder maaiveld aangebracht.



Figuur 7-11- Profielkuil 24"

Op het geploegde tracé van de 24" leiding is na het afzetten van de teelaarde een verstoring waargenomen over een breedte van 0,25 m. Deze verstoring is met de rode lijn aangegeven. Het afgezette vlak wordt aangeduid met de oranje lijn.



Figuur 7-12: Detail bodemprofiel profielkuil 24"

In bovenstaande afbeelding wordt het geploegde tracé met de gele stippenlijn aangegeven. Te zien is dat het half veraarde veen (kleig veen) over een breedte van ca. 0,60 m omhoog is genomen (rode lijn). De hoogte bedraagt aan de linkerzijde ca. 0,10 -0,15 m.



Figuur 7-13: Bodemprofiel profielkuil 24"

Verstoring in het half veraarde veen en dieper (>0,60-0,70) onveraarde veen is niet waar te nemen. De profielkuil is doorgezet tot bovenkant 24" leiding waarbij een goede aansluiting van de grond (onveraard veen, zeer slap) rondom de pijp is waargenomen.

7.4 Bodemdichtheid

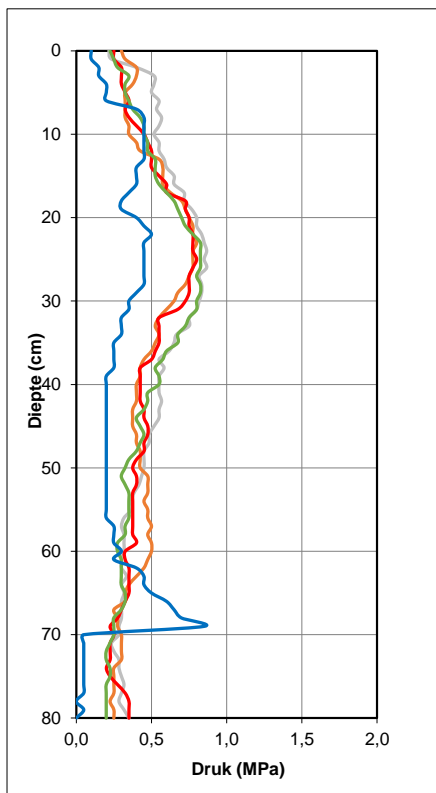
Voor- en na het inploegen van de leidingen zijn handsonderingen uitgevoerd om de indringingsweerstand van de bodem inzichtelijk te maken. Onderstaand zijn de gemiddelde waarden per raai weergegeven en beschreven.

Voor alle resultaten wordt verwezen naar bijlage 9. Onderstaand worden de gemiddelde waardes weergegeven in een sondegrafiek. Doordat er zeer lage indringingsweerstand zijn gemeten is de druk uitgezet in een schaal van 1 tot 2 Mpa.

Ploeglijn 4 (12" leiding)

Onderstaand zijn de gemiddeld gemeten indringingsweerstand ter plaatse van ploeglijn 4 weergegeven. De hartlijn ploeg laat een iets lagere indringingsweerstand zien dan de 0-meting. De indringingsweerstand gemeten op de verschillende afstanden t.o.v. de hartlijn komen nagenoeg overeen met de 0-meting. Enkel in de eerste 10 cm zit een minimaal verschil waar de 0-meting een hogere indringingsweerstand aangeeft. Doordat de gemeten verschillen dusdanig klein zijn wordt er ook nagenoeg geen na-zakking verwacht.

0-meting		Grijs
Na- meting	1,5 m	Oranje
	1,0 m	Rood
	0,5 m	Groen
	Hartlijn ploeg	Blauw

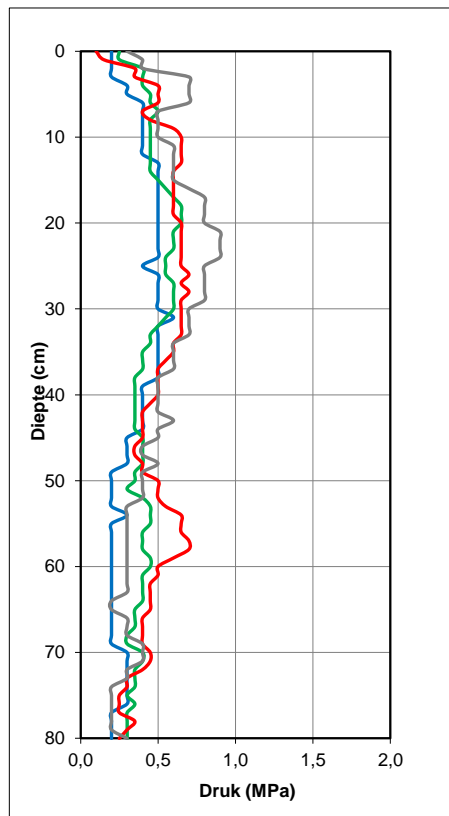


Figuur 7-14: Gemiddelde waardes handsonderingen ploeglijn 4

Ploeglijn 5 (24" leiding)

Onderstaande gegevens laten door de zeer laag gemeten indringingsweerstand niet een duidelijk beeld zien. De indringingsweerstand ter plaatse van de hartlijn ploeg is ten opzichte van de 0-meting over het algemeen tot een diepte van 0,30 m -mv iets lager. Het verschil is minimaal. De overige metingen kunnen beschouwd worden als gelijk aan de 0-meting.

0-meting		Grijs
Na- meting	2,0 m	Rood
	1,0 m	Groen
	Hartlijn	Blauw



Figuur 7-15: Gemiddelde waardes handsonderingen ploeglijn 5

8 Conclusies

8.1 Maaiveldligging

Resultaten Biddinghuizen

In Biddinghuizen is gebleken dat bij het ploegen de grond over een breedte van 2,5 meter ca. 0,30 m omhoog kwam. Er is geen onderscheid te maken en geldt voor alle 3 ploeglijnen. Na verdichten van de omhoog gekomen grond, bleef er over het algemeen een overhoogte over van 0,10-0,15 m.

Door de redelijk draagkrachtige grond bleef de insporing van de wielen van de ploeg beperkt tot 0,05 – 0,15 m. Wanneer de ploeg op de slee werd voortgetrokken (ploeglijn 3) kan de insporing nihil worden genoemd. Waargenomen dat het liervoertuig, voornamelijk bij ploeglijn 2 en 3 bij het leveren van meer trekkracht, redelijk impact had m.b.t. verstoring maaiveldprofiel.

De insporing van de wielen tezamen met de resterende overhoogte zorgt er wel voor dat cultuurtechnische herstelwerkzaamheden nodig zijn om het maaiveldprofiel te herstellen. Deze kunnen dan wel beperkt blijven tot het opheffen van een gering grondoverschot, opheffen van (geringe) verdichtingen, lichte bewerkingen van de bovengrond en licht egalisatiewerk.

Resultaten Sliedrecht

In Sliedrecht is gebleken dat bij het inploegen van de leidingen de grond bij de 12" leiding 0,12 - 0,15 m omhoog kwam over een breedte van ca. 2,3 meter.

Bij de 24" leiding is de grond 0,25-0,30 m omhoog gekomen over een breedte van 2,5 meter. Bij beide ploegstrengen bleek dat na het aanrupsen met een hydraulische graafmachine op rupsen dat de ophoging geheel was teruggedrukt waardoor het maaiveldprofiel nagenoeg overeen kwam met de 0-meting. Dit wordt mogelijk gemaakt door veen in het bodemprofiel op geringe diepte wat zich laat verdringen.

De 12" leiding is ingeploegd waarbij de ploeg over rijplaten reed (composiet rijplaten). De 24" leiding is ingeploegd waarbij de ploeg op een slee stond. Er is geen zakking van het maaiveld gemeten na het ploegen op de slee. Onder de rijplaten zijn naderhand geen metingen gedaan, maar verwacht wordt dat daar ook geen zettingen te meten zijn.

Het liervoertuig heeft bij het inploegen van de 12" leiding beperkte schade teweeg gebracht. Echter bij het inploegen van de 24" leiding is de schade veroorzaakt door de vastgelopen ploeg en was de schade groot door de benodigde extra trekkracht van de lier(en). De ploeg kwam door obstakels in de ondergrond tijdens het inploegen vast te zitten en er was extra trekkracht nodig om het intrekken opnieuw op gang te brengen. De grondslag kent echter een zeer beperkte draagkracht in de eerste 0,40 m, waaronder slap en zeer slap veen voorkomt. Een tweede liervoertuig is ingezet om meer trekkracht te genereren, waarbij diepe en grote gaten zijn ontstaan.

Tijdens het inploegen bleek, ter plaatse van zowel Biddinghuizen als Sliedrecht, dat de meeste impact op het bodem- en maaiveldprofiel wordt veroorzaakt door het liervoertuig. In extreme situaties is het blad tot 1,70 – 1,80 meter diep in de grond gedrukt, waarbij niet direct voldoende weerstand aan de bodem kon worden ontleend, waardoor de lier enkele meters naar achteren werd getrokken. Hierdoor zijn grote gaten ontstaan en is vermenging van grondlagen opgetreden. Hiervoor moet aandacht zijn om deze schade zoveel als mogelijk te beperken door gebruik te maken van een tweede liervoertuig of mogelijk gebruik te maken van een breder blad.

Bij de draagkrachtigere gronden (klei en zandprofielen) kom de grond iets meer omhoog en is moeilijker direct weer te verdichten tot de 0-meting. In veengronden (Sliedrecht) is gebleken dat de bodem wel iets omhoog komt maar ook vrij eenvoudig doormiddel van aanrupsen terug te

kunnen brengen naar de 0-situatie. Dit wordt mogelijk gemaakt door het (slappe) veen op gringe diepte in het bodemprofiel wat zich laat verdringen.

Bij het herstel van het maaiveldprofiel is het belangrijk dat het bodemprofiel behouden blijft en dat de dikte van voornamelijk teelaardelaag en B-laag zoveel mogelijk conform oorspronkelijk profiel en laagdikte wordt hersteld.

8.2 Bodemprofiel

Resultaten Biddinghuizen

De impact op het bodemprofiel voor de aanleg van leidingen in het gebied rondom Biddinghuizen is in vergelijking met de traditionele aanlegmethode (open ontgraving) aanzienlijk minder en blijft beperkt tot plaatselijke verdichtingen en een onegale ligging van het maaiveld. Door de aanwezige geroerde bovengrond waren verschillende bodemhorizonten niet altijd duidelijk waar te nemen.

Na het afzetten van de humeuze toplaag was een verstoring te zien van ca 1,40-1,50 m breed waarbij de ondergrond iets omhoog gekomen is. De exacte hoogte was moeilijk vast te stellen in de geroerde grond. Verwacht wordt dat dit ca. 0,10 m zal zijn. In veel situaties wanneer de hoogte beperkt is en er een voldoende dikke teelaardelaag aanwezig is zal dit niet tot schade leiden. Echter in gebieden met een dunne teelaardelaag is het van belang dat deze na herstel van het maaiveldprofiel in een gelijkmatige laagdikte aanwezig is.

Daar waar de leiding precies in de overgang van klei op zand is aangebracht, was de verstoring van de ploegvoet (Ripper Shoe) duidelijk waar te nemen over een breedte van 0,90 m waarbij het zand 0,30 m hoger in het profiel terecht is gekomen. Doordat deze verstoring zich op grotere diepte bevindt en zeer beperkt is zal dit niet leiden tot cultuurtechnische naschade.

Bij ploeglijn 3 waar de leiding dieper in het verzadigde zand is aangebracht was de verstoring van het ploegzwaard waar te nemen over een breedte van 10 cm in het onverzadigde zand en een breedte van 5 cm in het verzadigde zand.

Bij alle 3 ploeglijnen is een goede aansluiting van grond rondom de pijp waargenomen.

Gezien de waargenomen geringe impact op het diepere bodemprofiel, is de verwachting dat de effecten beperkt, dan wel nihil zullen zijn en dat er geen nadelige gevolgen voor bodem en waterhuishouding zullen zijn.

Resultaten Sliedrecht

De impact van de ploegmethode op het bodemprofiel in de omgeving van Sliedrecht is in vergelijking met de traditionele aanlegmethode in veengrond zeer beperkt. Het bodemprofiel blijft grotendeels in stand. Na afzetten van de humeuze toplaag was een geringe verstoring te zien van ca 0,25 m breed waarbij de ondergrond iets omhoog gekomen was. Bij de 12" leiding bedroeg dit 7 cm op de grens van klei op veen en bij de 24" bedroeg dit 0,10 - 0,15 meter.

De verstoring van het bodemprofiel na het aanrupsen met een hydraulische rupskraan was zeer beperkt.

De lokale verstoring aan het bodemprofiel is toegebracht door de liervoertuigen die vanwege een ondergrondse obstakel veel trekkracht moesten leveren. Het dieper aanbrengen van het blad dat voor tegendruk moet zorgen leidt in deze grondslag niet tot meer tegendruk omdat er slap en zeer slap veen aanwezig is. Doordat de tegendruk in de eerste 0,50 meter gegenereerd moet worden zou een breder schot of 2 liervoertuigen (op rups) een betere optie zijn om schade te beperken.

Zoals hierboven vermeld, is de grootste verstoring in dit project veroorzaakt door een ondergrondse obstakel. De aanwezigheid van ondergrondse obstakels moet vooraf worden onderzocht zodat dergelijk obstakels kunnen worden verwijderd. Wanneer het inploegproces

normaal verloopt zullen de effecten beperkt, dan wel nihil zijn en zullen er geen nadelige gevolgen voor bodem en waterhuishouding zijn.

Bij het inploegen van leiding is de impact op het bodemprofiel zeer gering. Bij de draagkrachtigere gronden (klei en zandprofielen) kom de grond iets meer omhoog en is moeilijker direct weer te verdichten tot de 0-meting. Bij het herstel van het maaiveldprofiel in draagkrachtigere bodems dient voldoende aandacht te zijn voor het behoud van het bodemprofiel. Voornamelijk behoud van teelaarde en B-laag dikte conform het oorspronkelijk profiel en laagdikte is belangrijk om tijdelijke of permanente gewasschade te voorkomen.

Een optie is om in hoogwaardige landbouwgrond en wanneer waterhuishouding en draagkracht dit toelaten, de teelaarde veilig te stellen. De teelaarde kan dan over een beperkte breedte, voorafgaand aan het inploegen in depot worden gezet. Na het inploegen kan de B-laag worden hersteld en uitgevlakt waarbij eventueel (gering) grondoverschot kan worden afgevoerd. Na afloop kan de teelaarde in een gelijkmatige laagdikte worden teruggezet waarbij het bodemprofiel weer volledig hersteld is.

Een goede voorbereiding, vooronderzoek en inschatting van de plaatselijke omstandigheden zijn van eminent belang om tot een optimale projectuitvoering te komen en daarmee onnodige schade te voorkomen.

8.3 Bodemdichtheid

Bij de traditionele aanlegmethode kan de belasting op de bodem aanzienlijk zijn waardoor verdichting van de bodem ontstaat door transporten en het gewicht van zware machines, door trillingen of door (langdurige) grondbelastingen. Wanneer bodemverdichting optreedt heeft dit invloed op de water/luchthuishouding van de bodem, de waterdoorlatendheid en het vochtleverend vermogen en de infiltratiecapaciteit van de grond. Tevens heeft bodemverdichting een nadelige invloed op het beschikbaar komen van nutriënten en is het nadelig voor het bodemleven.

Resultaten Biddinghuizen

Voor de drie ploeglijnen geldt dat ter plaatse van de hartlijn ploeg wordt een aanzienlijke lagere indringingsweerstand gemeten dan de 0-meting. Op geringe afstand van de hartlijn 0,70 m en 1,00 m wordt eveneens een lagere indringingsweerstand gemeten maar iets minder laag dan de hartlijn zelf. Op 2 meter afstand van de hartlijn is de indringingsweerstand gelijk aan de 0-meting. De grond direct nabij de hartlijn (1 á 2 m ter weerszijden) zal nog iets gaan zetten en nazakken. Tevens is getracht bodemverdichting te meten in het wielspoor van de ploeg. Bodemverdichting is niet duidelijk naar voren gekomen. Opgemerkt moet worden dat de ter plaatse van de testlocatie een goede draagkracht aanwezig was en door de aanwezigheid van stugge klei bij de 0-meting bijna de maximale handmatige drukkracht werd uitgeoefend.

Resultaten Sliedrecht

Door de zeer lage indringingsweerstand van de bodem (veengrond) zijn zeer kleine verschillen gemeten. De resultaten van de 24" leiding geven nagenoeg gelijke waarden aan dan de 0-meting. De resultaten van de 12" leiding laten zien dat ter plaatse van de hartlijn, met een klein verschil een lagere indringingsweerstand is gemeten tot een diepte van 0,60 m. De indringingsweerstand op 0,5 m, 1,0 m en op 1,5 m afstand t.o.v. hartlijn zijn nagenoeg gelijk aan de 0-meting.

Uit de resultaten van de handsonderingen blijkt dat slechts plaatselijk, maar heel vaak geen bodemverdichtingen zijn opgetreden. Verwacht wordt dat ter plaatse van benodigde

werkterreinen en rijbanen wel enige bodemverdichting zal optreden. De mate van bodemverdichting is afhankelijk van de grondslag, bereikbaarheid en uitvoeringswijze. De mate van bodemverdichting is in vergelijking met traditionele aanlegmethode beperkt. Werkterreinen en rijbanen zullen minder zwaar belast worden en mogelijk over een kortere periode in gebruik zijn. Bodemverdichting door grondbelastingen van gronddepots zullen ook veel minder en soms nauwelijks voorkomen.

8.4 Overige cultuurtechnische aspecten

Nadat leidingen zijn ingeplogd zullen de betreffende agrarische percelen, evenals bij de traditionele aanlegmethode, cultuurtechnisch moeten worden hersteld.

Bij de traditionele aanlegmethode (open ontgraving) zijn de aspecten verstoring van bodemprofiel, ontstaan van bodemverdichting, vermenging of verschraving van teelaarde met ondergrond, nazakking en ingesloten laagtes of juist overhoogtes voornamelijk de aspecten zijn die leiden tot tijdelijke of permanente cultuurtechnische schade.

Ook voor het herstel van agrarische percelen na toepassing van de ploegmethode zijn de hiervoor genoemde aspecten van belang. Bovenstaand zijn een aantal aspecten beschreven. Onderstaand wordt het aspect grondbalans nader beschreven en komt ontwatering van percelen aan bod.

8.4.1 Grondbalans

Bij de traditionele aanlegmethode van leidingen treedt over het algemeen, afhankelijk van grondsoort, buisdiameter en bodemverbetering, een grondtekort op. Om de percelen zoveel mogelijk conform oorspronkelijke situatie te herstellen, is het belangrijk deze grondtekorten op een cultuurtechnisch verantwoorde wijze worden opgeheven. Dit om te voorkomen dat door grondtekort ingesloten laagtes ontstaan. Grondtekorten ontstaan voornamelijk door oxidatie, krimp en inklinking (zetting) van ontgraven grond, bemalingen, door transporten over rijbanen of door langdurige (zware) belasting van de bodem.

Doordat voor de ploegmethode weinig open ontgravingen en bemalingen meer nodig zijn, zullen er door de aspecten oxidatie, krimp en inklinking van grond relatief weinig grondtekorten ontstaan. Wel zullen nog open ontgravingen nodig zijn om ingeplogde leidingstrengen aan elkaar te koppelen, schema's en appendages aan te brengen en ter plaatse van niet ploegbare tracésecties.

Het aspect grondtekorten door inklinking zal ook voor de ploegmethode aan de orde zijn. Voor de ploegmethode zullen eveneens werkterreinen en rijbanen nodig zijn voor onder andere aanvoer materiaal/materieel en het maken van de in te ploegen leidingstrengen. Een rijbaan langs het tracé blijft ook van toepassing om onder andere de aansluitingen van de ploegstrengen te kunnen maken en om de ploeg voornamelijk in slechtere draagkrachtige gebieden te verplaatsen.

Wanneer werkterreinen en rijbanen slim worden gepositioneerd en wanneer leidingstrengen zoveel als mogelijk op één locatie worden gemaakt en vervolgens over rollenstellen worden getransporteerd over het tracé, zal de belasting op de bodem aanzienlijk worden beperkt ten opzicht van de traditionele aanlegmethode. Inklinking zal dan op grote delen van het tracé gering zijn afhankelijk van de grondslag, bereikbaarheid en uitvoeringswijze. Herstelwerkzaamheden kunnen hierdoor gering blijven waardoor de verstoring van het bodemprofiel en bodemstructuur beperkt is.

8.4.2 Waarborgen ontwatering percelen

Zowel voor, tijdens en na de leidingaanleg dient de ontwatering van betrokken percelen te worden gewaarborgd. Hierbij kan gedacht worden aan het in stand houden van kavelsloten, greppelontwatering en drainage. Voornamelijk drainage van een perceel is van belang. Ter plaatse van beide testlocaties was geen drainage aanwezig. Tijdens het inploegen van 2 x DN300 drinkwaterleiding Texel door PWN, bleek dat het zwaard van de ploeg drainage niet doorsnijdt maar over een lengte kapot trekt waardoor het restant achter het zwaard blijft hangen. Een inventarisatie en opstellen van een drainageherstelplan is noodzakelijk.

9 Aanbevelingen

Op basis van de uitwerking en conclusies van deze rapportage kunnen aanbevelingen worden gedaan voor de inploegmethode voor Buisleidingen.

Een goede voorbereiding, vooronderzoek en inschatting van de plaatselijke omstandigheden is van eminent belang om tot een optimale projectuitvoering te komen en daarmee onnodige schade te voorkomen.

Het is aan te bevelen om met voldoende aandacht de ploegbare leidingsecties en de benodigde werkterreinen en rijbanen te situeren om de uitvoering mogelijk te maken. In het bijzonder moet ook vooraf aandacht zijn voor ondergrondse obstakels om schade te beperken en te voorkomen.

Rekening moet worden gehouden met het feit dat de praktijkproef uitgevoerd is over een geringe lengte met een relatief korte leiding. De indeling van werkterrein en rijbanen geven geen reëel beeld voor de realisatie van een volledig leidingtracé middels de ploegmethode. Ook zullen werkterreinen en rijbanen langer in stand moeten worden gehouden wat de nodige impact zal hebben. Het is aan te bevelen om tijdens het inploegen van een volledig tracé nader onderzoek uit te voeren naar de impact op de gebruikswaarde van de bodem.

Met betrekking tot impact op de gebruikswaarde van bodem zijn de onderzochte bodemkundige aspecten niet alles omvattend. Ook zijn er andere aspecten van belang wanneer gesproken wordt over het begrip gebruikswaarde van de bodem. Onderstaand worden enkele aspecten genoemd welke mogelijk in een vervolgonderzoek aandacht verdienen:

- Onderzoek fysische, chemische en biologische bodemkundige aspecten;
- Onderzoek impact en herstel water/lucht huishouding na realisatie tracé;
- Onderzoek naar herstel (periode) van de bodem.

Tot slot dienen betrokken percelen na het inploegen van een buisleiding cultuurtechnisch te worden hersteld. De intensiteit van de herstelwerkzaamheden en de wijze waarop is afhankelijk van de uitvoeringswijze, de bodemkundige- en terreinomstandigheden. Aanbevolen wordt om voorafgaand aan de herstelwerkzaamheden een bodemkundige opname uit te voeren waarbij de impact in kaart wordt gebracht. Vervolgens kan met een gepaste werkwijze het cultuurtechnisch herstel worden uitgevoerd.

Heerenveen, april 2022
Antea Group

Bijlage 1 Bodemonderzoek Biddinghuizen

Boringnummer: 01

Datum boring:	12-1-2022	Grondwaterstanden bij boring	Meetgegevens peilbuisbemonstering
Datum bemonstering:		AG: 160 cm -mv	GWS: cm -mv
Boormeester:	Jaap Kuit	GHG: 100 cm -mv	pH:
		GLG: 185 cm -mv	EC: μS/cm
			Filter: 200-300 cm -mv

Bodemgebruik: gras**Bijzonderheden:** smalle grasstrook langs tocht

Diepte (cm -mv)		humus	lutum	leem	M50	Grondsoort	k	Kleur	Opmerking	Codering
begin	eind	(%)	[<2 μm] (%)	[<50 μm] (%)	(-)		(m/etm.)			
0	10	4	23			zware zavel		dr br		TK
10	40			12	185	zwak lemig matig fijn zand		ne br gr	geroerd	Z
40	80	1	26			lichte klei		ne br gr	geroerd	K
80	100		32			lichte klei		dr gr bl		K
100	160			12	185	zwak lemig matig fijn zand		ne gr		Z
160	200			12	185	zwak lemig matig fijn zand		ne gr	ongeroid	Z
200	300			14	145	zwak lemig zeer fijn zand		ne gr	grindhoudend	Z



Boringnummer: 02

Datum boring: 12-1-2022

Datum bemonstering:

Boormeester: Jaap Kuit

Grondwaterstanden bij boring

AG: 160 cm -mv

GHG: cm -mv

GLG: cm -mv

Bodemgebruik: gras

Bijzonderheden: smalle grasstrook langs tocht

Diepte (cm -mv)		humus	lutum	leem	M50	Grondsoort	k	Kleur	Opmerking	Codering
begin	eind	(%)	[<2 µm] (%)	[<50 µm] (%)	(-)		(m/etm.)			
0	30	4	23			zwارة zavel		dr br		TK
30	70	3	23			zwارة zavel		ne br gr	geroerd	K
70	100	4	28			lichte klei		dr br	gelaagd	K
100	110	3	23			zwارة zavel		dr br		K
110	160			8	195	leemarm matig fijn zand		ne ge gr		Z
160	220			14	195	zwak lemig matig fijn zand		dr gr	grindhoudend	Z
220	300			14	130	zwak lemig zeer fijn zand		dr gr		Z



Boringnummer: 03

Datum boring: 12-1-2022

Datum bemonstering:

Boormeester: Jaap Kuit

Grondwaterstanden bij boring

AG: 160 cm -mv

GHG: cm -mv

GLG: cm -mv

Bodemgebruik: gras

Bijzonderheden: smalle grasstrook langs tocht

Diepte (cm -mv)		humus	lutum	leem	M50	Grondsoort	k	Kleur	Opmerking	Codering
begin	eind	(%)	[<2 µm] (%)	[<50 µm] (%)	(-)		(m/etm.)			
0	10	4	16			matig lichte zavel		dr br		TzK
10	50	3	23			zware zavel		ne br gr	geroerd	K
50	110		23			zware zavel		ne br gr	geroerd	K
110	160			8	185	leemarm matig fijn zand		ne gr		Z
160	200			12	185	zwak lemig matig fijn zand		ne gr		Z
200	300			14	145	zwak lemig zeer fijn zand		dr gr	grindhoudend	Z



Boringnummer: 04

Datum boring: 12-1-2022

Datum bemonstering:

Boormeester: Jaap Kuit

Grondwaterstanden bij boring

AG: 165 cm -mv

GHG: cm -mv

GLG: cm -mv

Bodemgebruik: gras

Bijzonderheden:

Diepte (cm -mv)		humus	lutum	leem	M50	Grondsoort	k	Kleur	Opmerking	Codering
begin	eind	(%)	[<2 µm] (%)	[<50 µm] (%)	(-)		(m/etm.)			
0	15	3	20			zwارة zavel		ne br		TK
15	55	3	20			zwارة zavel		dr br		K
55	100		26			lichte klei		ne br gr	gelaagd 23/28	K
100	120	7	14			matig lichte zavel		dr br		zK
120	165			8	195	leemarm matig fijn zand				Z
165	200			12	185	zwak lemig matig fijn zand		ne br gr		Z
200	300			16	145	zwak lemig zeer fijn zand				Z



Boringnummer: 05

Datum boring: 12-1-2022
Datum bemonstering:
Boormeester: Jaap Kuit

Grondwaterstanden bij boring

AG: cm -mv
GHG: cm -mv
GLG: cm -mv

Bodemgebruik: gras**Bijzonderheden:**

Diepte (cm -mv)		humus	lutum	leem	M50	Grondsoort	k	Kleur	Opmerking	Codering
begin	eind	(%)	[<2 µm] (%)	[<50 µm] (%)	(-)		(m/etm.)			
0	25	3	23			zware zavel		ne br		TK
25	60	2	26			lichte klei		dr br	vast	K
60	90		23			zware zavel		ne br gr		K
90	110					zandig veen		dr br		zV
110	200			12	195	zwak lemig matig fijn zand		ne ge gr		Z
200	210			16	130	zwak lemig zeer fijn zand		ne br gr	grindhoudend	Z
210	300			16	145	zwak lemig zeer fijn zand		ne gr		Z



Boringnummer: 06

Datum boring: 12-1-2022
Datum bemonstering:
Boormeester: Jaap Kuit

Grondwaterstanden bij boring

AG: cm -mv
GHG: cm -mv
GLG: cm -mv

Bodemgebruik: gras**Bijzonderheden:**

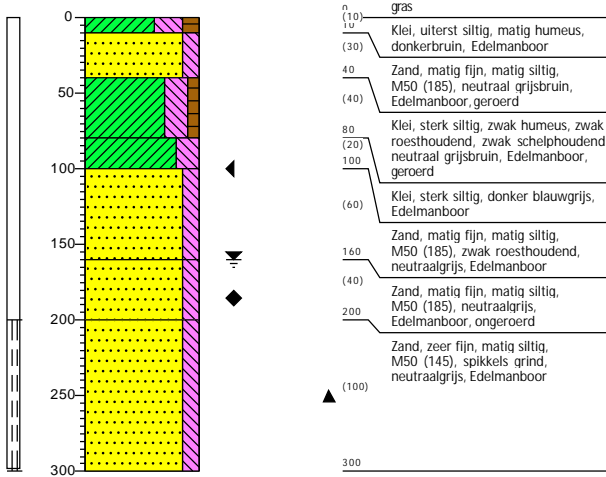
Diepte (cm -mv)		humus	lutum	leem	M50	Grondsoort	k	Kleur	Opmerking	Codering
begin	eind	(%)	[<2 µm] (%)	[<50 µm] (%)	(-)		(m/etm.)			
0	25	4	23			zware zavel		ne br		TK
25	55	2	28			lichte klei		dr br		K
55	90		23			zware zavel		ne br gr	gelaagd 23	K
90	140	3		14	180	zwak lemig matig fijn zand		dr br		Z
140	195			14	195	zwak lemig matig fijn zand				Z
195	210			16	130	zwak lemig zeer fijn zand		ne br gr	grindhoudend	Z
210	300			16	145	zwak lemig zeer fijn zand		ne gr		Z



Boring: 01

Datum: 12-1-2022
 Boormeester: Jaap Kuit
 X-coördinaat: 175888,49
 Y-coördinaat: 492589,10
 Z (m t.o.v. NAP): -2,87
 Opmerking boormeester:
 smalle grasstrook langs tocht

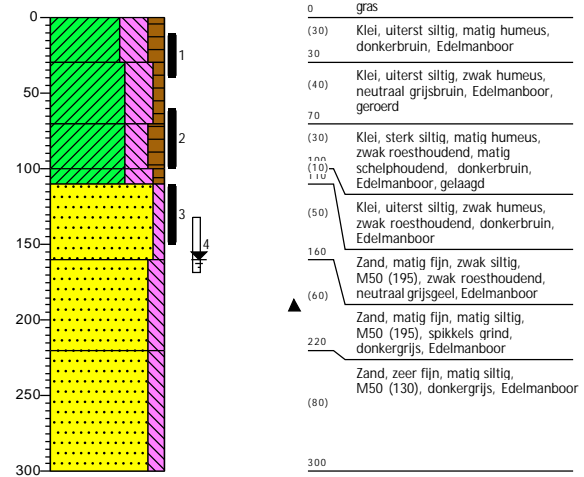
GWS (cm -mv): 160
 GHG (cm -mv): 100
 GLG (cm - mv): 185



Boring: 02

Datum: 12-1-2022
 Boormeester: Jaap Kuit
 X-coördinaat: 175933,85
 Y-coördinaat: 492611,26
 Z (m t.o.v. NAP): -2,955
 Opmerking boormeester:
 smalle grasstrook langs tocht

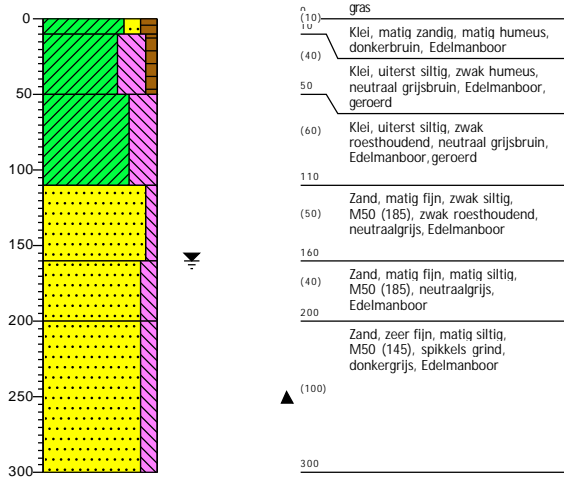
GWS (cm -mv): 160



Boring: 03

Datum: 12-1-2022
 Boormeester: Jaap Kuit
 X-coördinaat: 175978,67
 Y-coördinaat: 492634,76
 Z (m t.o.v. NAP): -2,936
 Opmerking boormeester:
 smalle grasstrook langs tocht

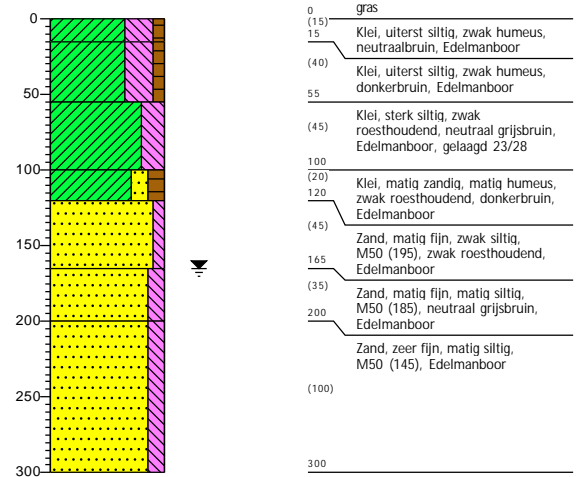
GWS (cm -mv): 160



Boring: 04

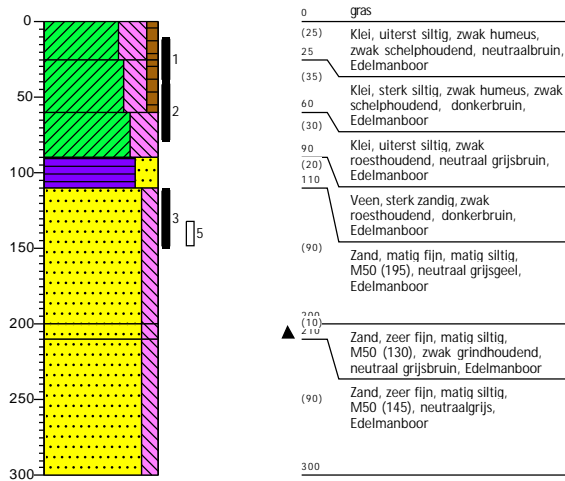
Datum: 12-1-2022
 Boormeester: Jaap Kuit
 X-coördinaat: 176023,49
 Y-coördinaat: 492657,36
 Z (m t.o.v. NAP): -2,936

GWS (cm -mv): 165



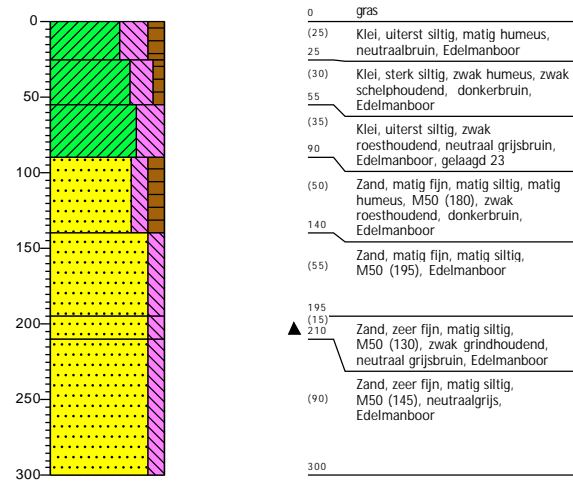
Boring: 05

Datum: 12-1-2022
 Boormeester: Jaap Kuit
 X-coördinaat: 176066,47
 Y-coördinaat: 492679,02
 Z (m t.o.v. NAP): -2,988



Boring: 06

Datum: 12-1-2022
 Boormeester: Jaap Kuit
 X-coördinaat: 176105,18
 Y-coördinaat: 492699,29
 Z (m t.o.v. NAP): -3,004



Legenda (conform NEN 5104)

grind

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

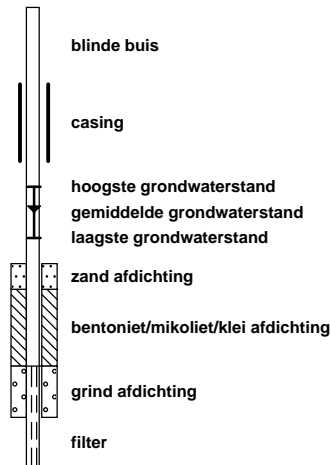
zand

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

veen

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

peilbuis



klei

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

leem

- Leem, zwak zandig
- Leem, sterk zandig

overige toevoegingen

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

geur

- geen geur
- zwakke geur
- matige geur
- sterke geur
- uiterste geur

olie

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

p.i.d.-waarde

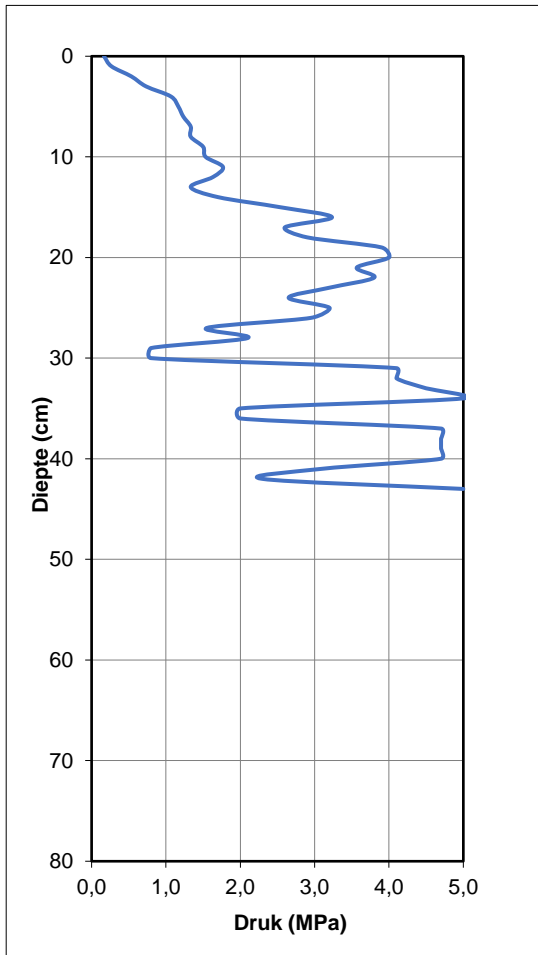
- >0
- >1
- >10
- >100
- >1000
- >10000

monsters

- geroerd monster
- ongeroerd monster
- volumering

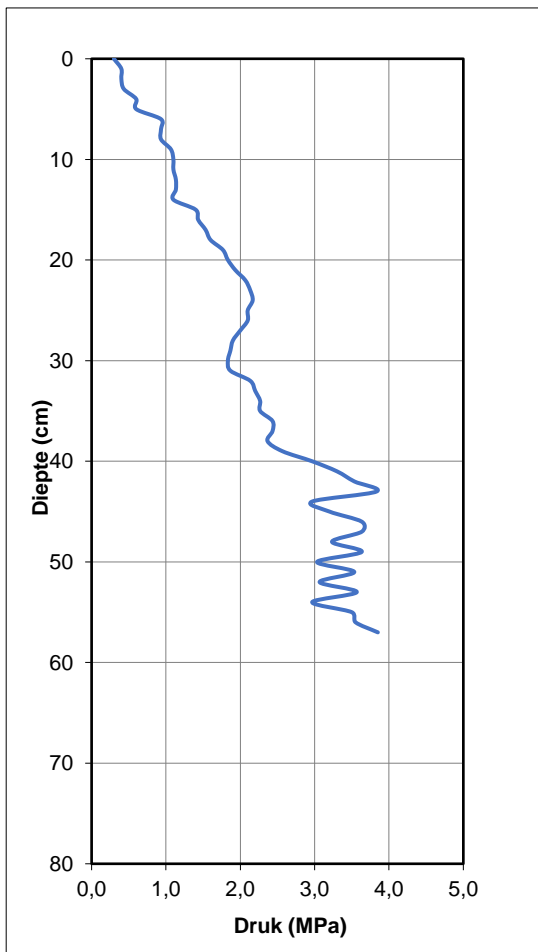
overig

- bijzonder bestanddeel
- Gemiddeld hoogste grondwaterstand
- grondwaterstand
- Gemiddeld laagste grondwaterstand
- slib
- water



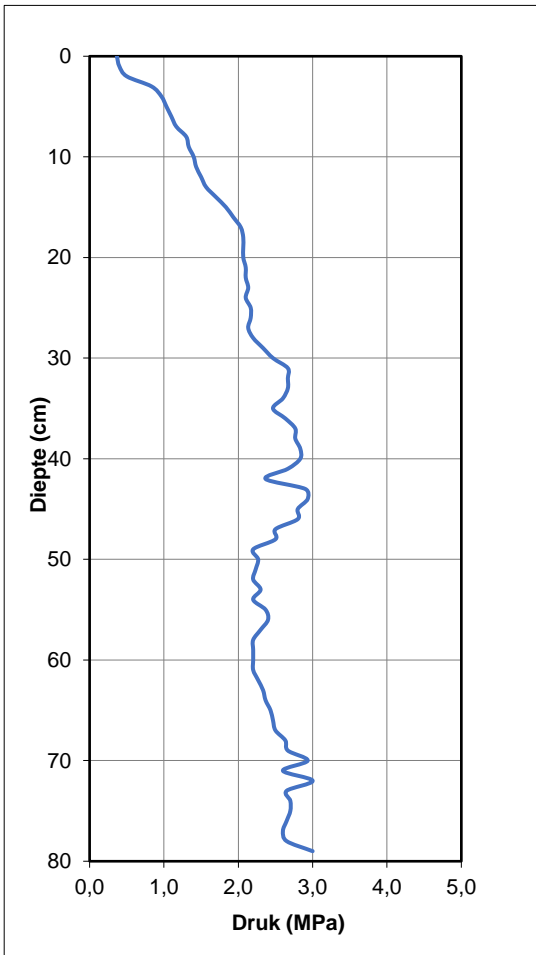
Handsondering 01

Conustype: 2.0 cm²
 Penetratie snelheid: 2 cm/s. 60 deg
 Eenheid diepte: cm
 Eenheid penetratie: MPascal



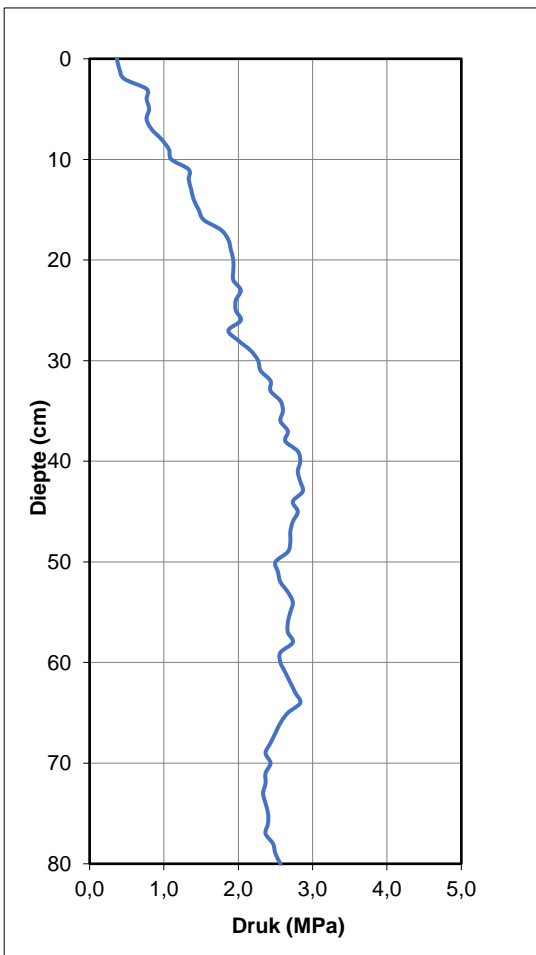
Handsondering 02

Conustype: 2.0 cm²
 Penetratie snelheid: 2 cm/s. 60 deg
 Eenheid diepte: cm
 Eenheid penetratie: MPascal



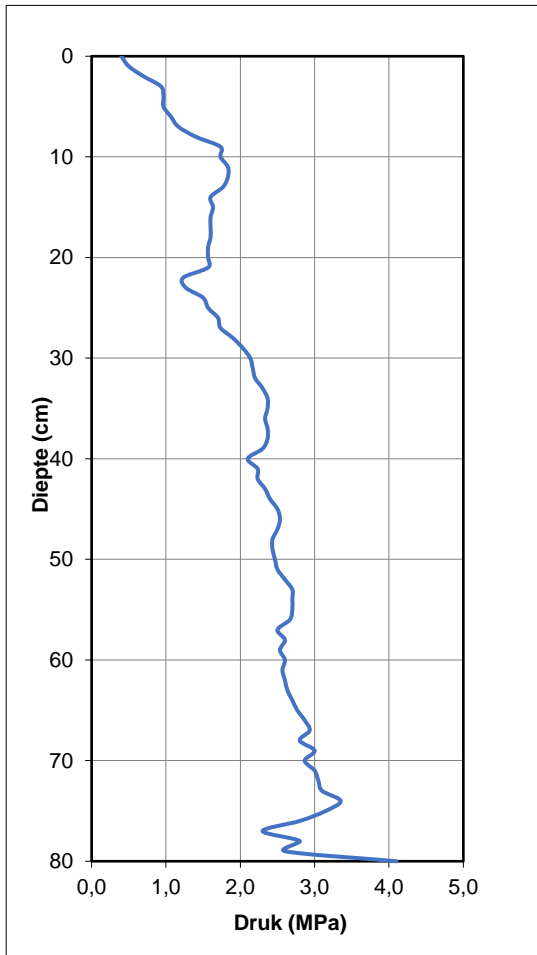
Handsondering 03

Conustype: 2.0 cm²
 Penetratie snelheid: 2 cm/s. 60 deg
 Eenheid diepte: cm
 Eenheid penetratie: MPascal



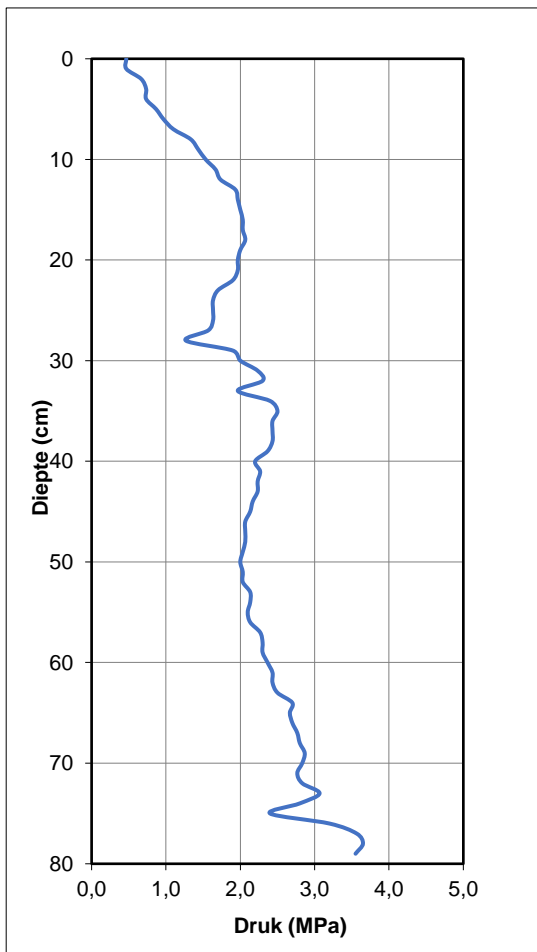
Handsondering 04

Conustype: 2.0 cm²
 Penetratie snelheid: 2 cm/s. 60 deg
 Eenheid diepte: cm
 Eenheid penetratie: MPascal



Handsondering 05

Conustype: 2.0 cm²
 Penetratie snelheid: 2 cm/s. 60 deg
 Eenheid diepte: cm
 Eenheid penetratie: MPascal



Handsondering 06

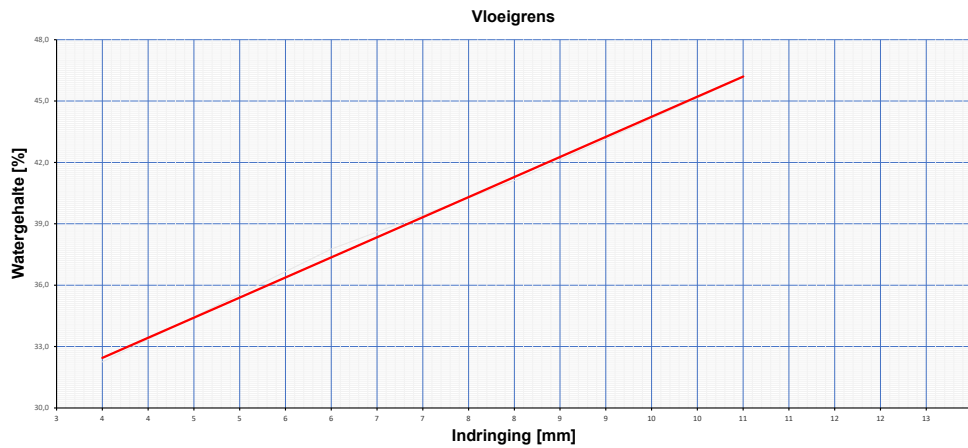
Conustype: 2.0 cm²
 Penetratie snelheid: 2 cm/s. 60 deg
 Eenheid diepte: cm
 Eenheid penetratie: MPascal

Project omschr.: Gasunie Biddinghuizen
 Project nummer: 3567
 Boringnummer: 02
 Monsternummer: 1
 Diepte m-mv: 0,10-0,40

Labtec: CAS

Datum: 14-2-2022

Atterbergse grenzen ISO 17892-12

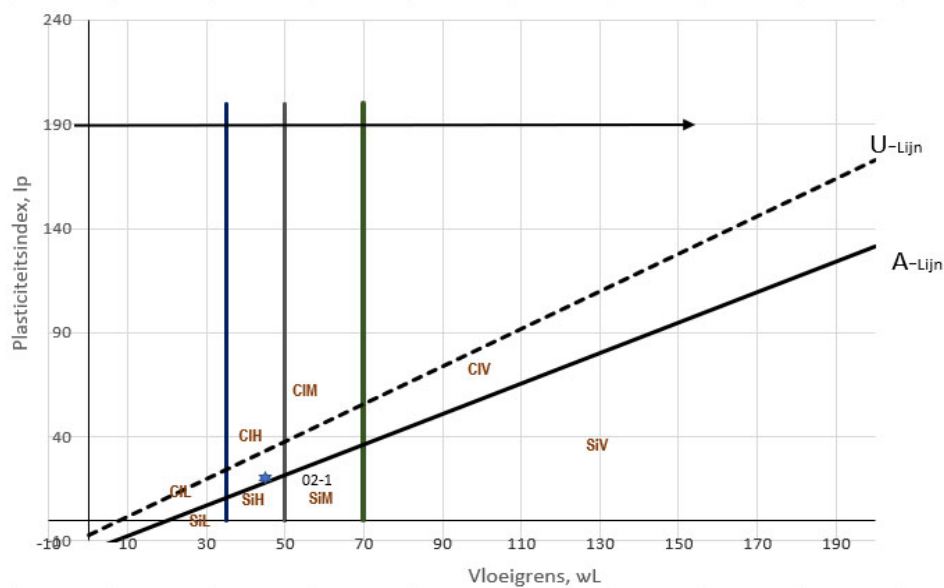


Resultaten

Methode :	Fallcone
In-situ vochtgehalte [%] :	19,66
Vloeigrens (WL) [%] :	45,22
Uitrolgrens (Wp) [%] :	24,72
Plasticiteits-Index (Ip) [%] :	20,50
Consistentie-Index (Ic) :	1,25
Liquiditeit-Index (IL) [%] :	0,00

Classificatie conform NEN-EN-ISO 14688-2

KLEI, zeer vast, sterk zandig, zwak organisch, zwak kalkhoudend, bruin

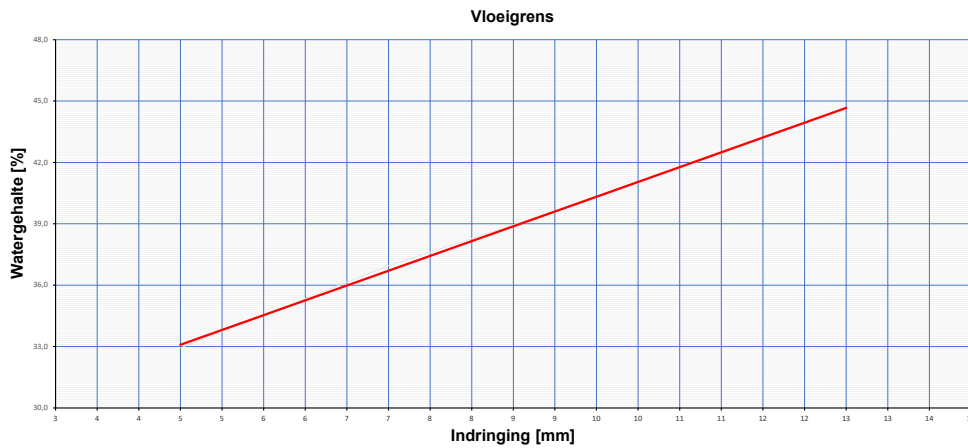


Project omschr.: Biddinghuizen
 Project nummer: 3567
 Boringnummer: 02
 Monsternummer: 2
 Diepte m-mv: 0,60-1,00

Labtec: CAS

Datum: 14-2-2022

Atterbergse grenzen ISO 17892-12

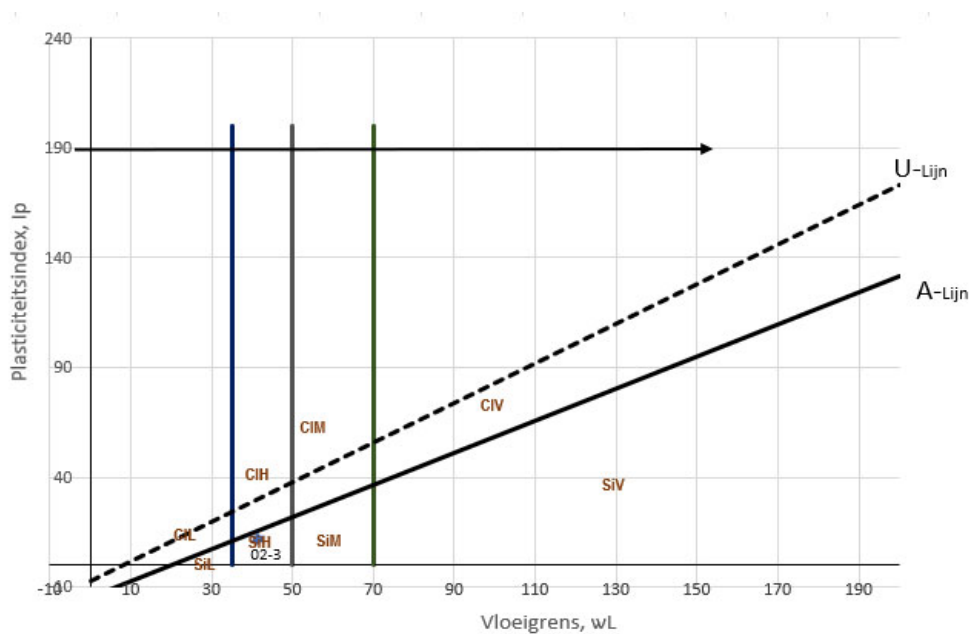


Resultaten

Methode :	Fallcone
In-situ vochtgehalte [%] :	18,69
Vloeigrens (WL) [%] :	41,05
Uitrolgrens (Wp) [%] :	30,33
Plasticiteits-Index (Ip) [%] :	10,72
Consistentie-Index (Ic) :	2,09
Liquiditeit-Index (IL) [%] :	0,00

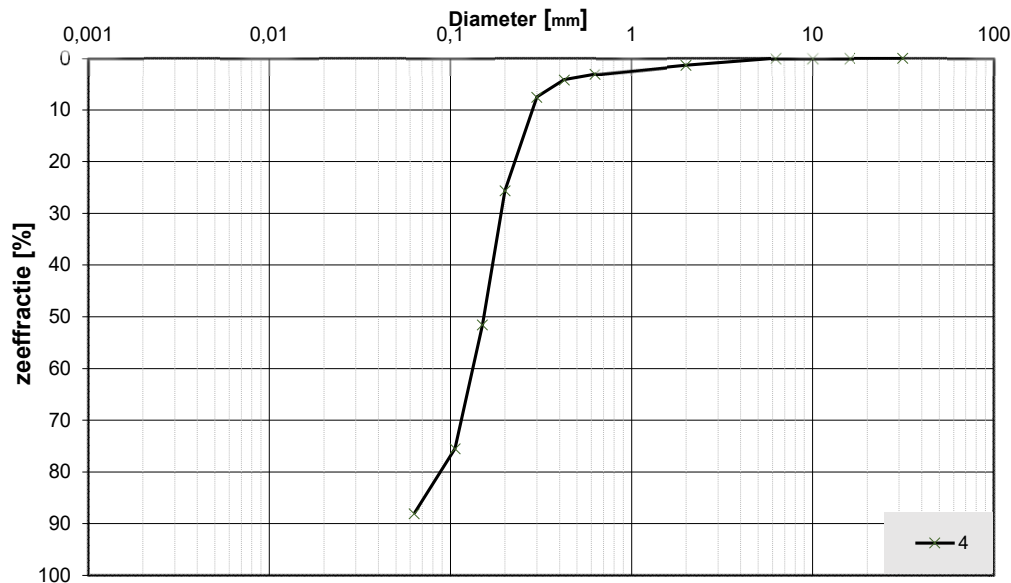
Classificatie conform NEN-EN-ISO 14688-2

SILT, zeer vast, sterk zandig, zwak organisch, zwak kalkhoudend, lichtbruin



Project omschr.: Gasunie Biddinghuizen
Project nummer: 3567
Boringnummer: 02
Monsternummer: 4
Diepte m-mv: 1,30-1,70

Korrelverdelingsdiagram



Monsternr.	Zee fracties (zeefmaat in mm, cumulatieve percentages)												
	63	31,5	16	10	6,3	2	0,63	0,425	0,3	0,2	0,15	0,106	0,063
	Grind						Zand						
4			0,0	0,0	0,0	1,3	3,1	4,2	7,5	25,6	51,5	75,5	88,0

Monsternr.	Zand mediaan [Mz] [mm]	fijnheids modulus	D10	D50	D60	Cu D60/D10	
4	0,17	1,69	0,10	0,17	0,18	1,88	

Algemene Informatie:

Classificatie volgens NEN-EN-ISO 14688-1:

4	ZAND, fijn 150-200, siltig, zwak organisch, kalkloos, lichtbruin

Testuitvoering volgens NEN-EN-ISO 17892-4

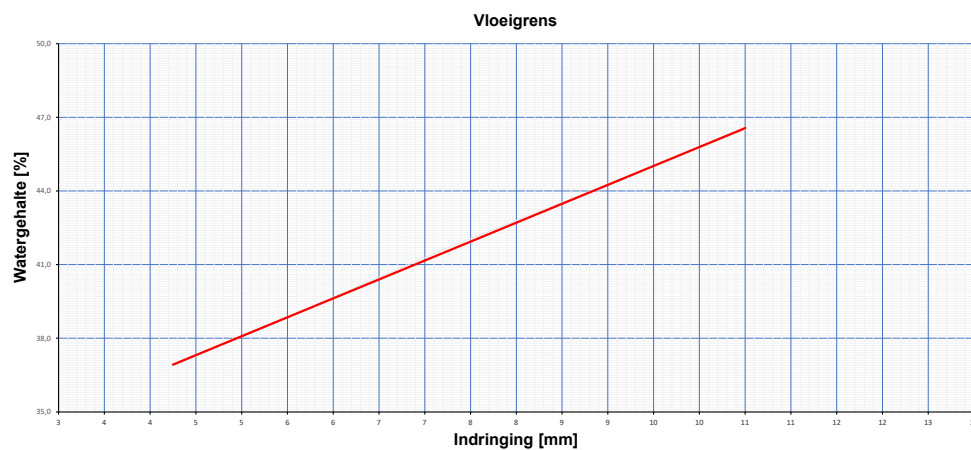
Organische materiaal:	niet bepaald
Kalkgehalte:	Bepaald (10%HCl)
Bepaling fijne fractie:	niet bepaald
Bepaling zand:	zeven
Bepaling grind:	zeven

Project omschr.: Gasunie Biddinghuizen
 Project nummer: 3567
 Boringnummer: 05
 Monsternummer: 1
 Diepte m-mv: 0,10-0,40

Labtec: CAS

Datum: 25-1-2022

Atterbergse grenzen ISO 17892-12

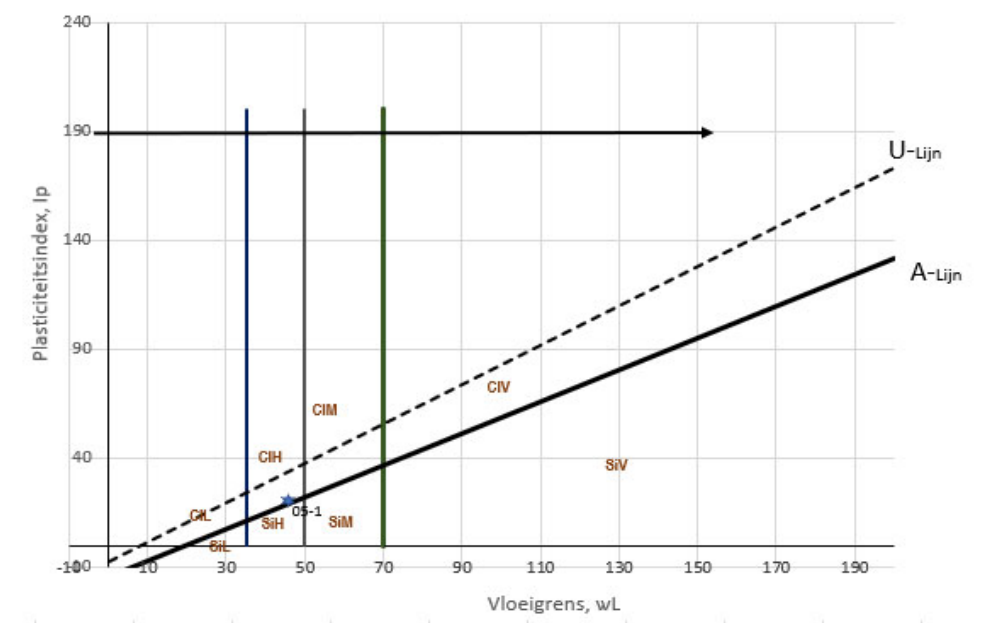


Resultaten

Methode :	Falcone
In-situ vochtgehalte [%] :	26,53
Vloeigrens (WL) [%] :	45,79
Uitrolgrens (Wp) [%] :	25,20
Plasticiteits-Index (Ip) [%] :	20,59
Consistentie-Index (Ic) :	0,94
Liquiditeit-Index (LI) [%] :	0,06

Classificatie conform NEN-EN-ISO 14688-2

KLEI, vast, zwak zandig, zwak organisch, zwak kalkhoudend, bruin

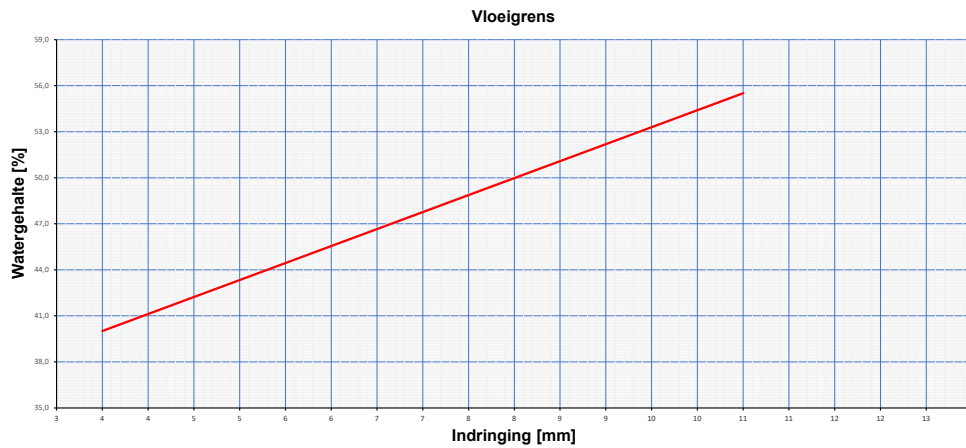


Project omschr.: Gasunie Biddinghuizen
 Project nummer: 3567
 Boringnummer: 05
 Monsternummer: 2
 Diepte m-mv: 0,40-0,80

Labtec: CAS

Datum: 25-1-2022

Atterbergse grenzen ISO 17892-12

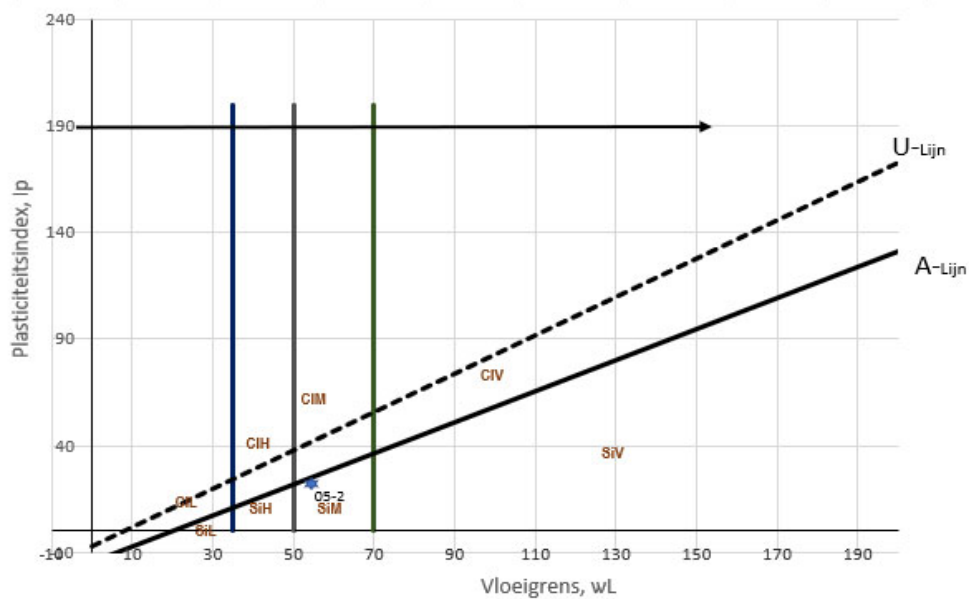


Resultaten

Methode :	Fallcone
In-situ vochtgehalte [%] :	31,53
Vloeigrens (WL) [%] :	54,41
Uitrolgrens (Wp) [%] :	31,00
Plasticiteits-Index (Ip) [%] :	23,41
Consistentie-Index (Ic) :	0,98
Liquiditeit-Index (IL) [%] :	0,02

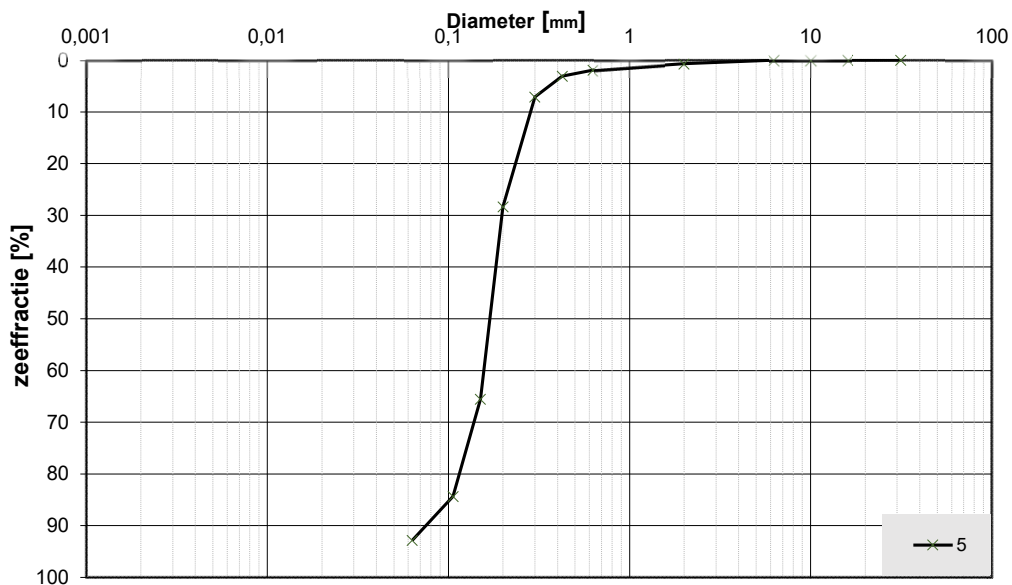
Classificatie conform NEN-EN-ISO 14688-2

SILT, vast, zwak zandig, zwak organisch, zwak kalkhoudend, lichtbruin



Project omschr.: Gasunie Biddinghuizen
Project nummer: 3567
Boringnummer: 05
Monsternummer: 5
Diepte m-mv: 1,30-1,50

Korrelverdelingsdiagram



Monsternr.	Zee fracties (zeefmaat in mm, cumulatieve percentages)												
	63	31,5	16	10	6,3	2	0,63	0,425	0,3	0,2	0,15	0,106	0,063
	Grind						Zand						
5			0,0	0,0	0,0	0,7	1,9	3,1	7,1	28,3	65,5	84,3	92,8

Monsternr.	Zand mediaan [Mz] [mm]	fijnheids modulus	D10	D50	D60	Cu D60/D10	
5	0,18	1,91	0,11	0,18	0,19	1,72	

Algemene Informatie:

Classificatie volgens NEN-EN-ISO 14688-1:

5	ZAND, fijn 150-200, siltig, zwak organisch, kalkloos, lichtbruin

Testuitvoering volgens NEN-EN-ISO 17892-4

Organische materiaal:	niet bepaald
Kalkgehalte:	bepaald (10%HCl)
Bepaling fijne fractie:	niet bepaald
Bepaling zand:	zeven
Bepaling grind:	zeven

Bijlage 2 Bodemonderzoek Sliedrecht

Boringnummer: 01

Datum boring:	20-1-2022	Grondwaterstanden bij boring
Datum bemonstering:		AG: 45 cm -mv
Boormeester:	Jaap Kuit	GHG: 25 cm -mv
		GLG: 80 cm -mv

Bodemgebruik: gras **Bijzonderheden:** greppels

Diepte (cm -mv)		humus	lutum	leem	M50	Grondsoort	k	Kleur	Opmerking	Codering
begin	eind	(%)	[<2 µm] (%)	[<50 µm] (%)	(-)		(m/etm.)			
0	15	6	23			zwarte zavel		dr br gr	geroerd	TK
15	60					venige klei		dr br gr		vK
60	80					veen		dr br	, halfveraard	V
80	215					veen		dr br	slap	V
215	235		48			matig zware klei		dr gr	slap	zwk
235	355					veen		dr br	slap	V
355	550					kleilig veen		dr br	slap	kV
550	600	5	48			matig zware klei		dr br gr	slap	zwk

Boringnummer: 02

Datum boring:	20-1-2022	Grondwaterstanden bij boring
Datum bemonstering:		AG: 35 cm -mv
Boormeester:	Jaap Kuit	GHG: 20 cm -mv
		GLG: 80 cm -mv

Bodemgebruik: gras **Bijzonderheden:** greppels

Diepte (cm -mv)		humus	lutum	leem	M50	Grondsoort	k	Kleur	Opmerking	Codering
begin	eind	(%)	[<2 µm] (%)	[<50 µm] (%)	(-)		(m/etm.)			
0	15	4	23			zwarte zavel		dr br gr	vast, geroerd	TK
15	40		48			matig zware klei		ne br gr		zwk
40	80					venige klei		dr br		vK
80	300					veen		dr br	slap	V
300	400					venige klei		dr br	zeer slap	vK

Boringnummer: 03

Datum boring:	20-1-2022	Grondwaterstanden bij boring
Datum bemonstering:		AG: 30 cm -mv
Boormeester:	Jaap Kuit	GHG: 20 cm -mv
		GLG: 75 cm -mv

Bodemgebruik: gras **Bijzonderheden:** greppels

Diepte (cm -mv)		humus	lutum	leem	M50	Grondsoort	k	Kleur	Opmerking	Codering
begin	eind	(%)	[<2 µm] (%)	[<50 µm] (%)	(-)		(m/etm.)			
0	20	4	26			lichte klei		dr br gr	geroerd	TK
20	40		48			matig zware klei			vast	zwk
40	70					venige klei		dr br	, halfveraard	vK
70	250					veen		dr br	zeer slap	V
250	300					venige klei		dr gr	slap	vK
300	500					veen		dr br	zeer slap	V
500	600	5	48			matig zware klei		dr br gr	slap	zwk

Boringnummer: 04

Datum boring: 20-1-2022
 Datum bemonstering:
 Boormeester: Jaap Kuit

Grondwaterstanden bij boring

AG: 25 cm -mv
 GHG: 15 cm -mv
 GLG: 80 cm -mv

Bodemgebruik: gras

Bijzonderheden: greppels

Diepte (cm -mv)		humus	lutum	leem	M50	Grondsoort	k	Kleur	Opmerking	Codering
begin	eind	(%)	[<2 µm]	[<50 µm]	(-)					
0	20	4	23			zware zavel		dr br gr	vast, geroerd	TK
20	40		48			matig zware klei		ne br gr		zwk
40	80					kleiig veen		dr br	, halfveraard	kV
80	300					veen		dr br	zeer slap	V
300	400					kleiig veen		dr br	zeer slap	kV

Boringnummer: 05

Datum boring: 20-1-2022
 Datum bemonstering:
 Boormeester: Jaap Kuit

Grondwaterstanden bij boring

AG: 40 cm -mv
 GHG: 20 cm -mv
 GLG: 80 cm -mv

Bodemgebruik: gras

Bijzonderheden: greppels

Diepte (cm -mv)		humus	lutum	leem	M50	Grondsoort	k	Kleur	Opmerking	Codering
begin	eind	(%)	[<2 µm]	[<50 µm]	(-)					
0	15	4	23			zware zavel		dr br gr	vast, geroerd	TK
15	40		42			matig zware klei		ne br gr		zwk
40	80					kleiig veen		dr br	, veraard	kV
80	300					veen		dr br	zeer slap	V
300	400					kleiig veen		dr br	zeer slap	kV

Boringnummer: 06

Datum boring: 20-1-2022
 Datum bemonstering:
 Boormeester: Jaap Kuit

Grondwaterstanden bij boring

AG: 25 cm -mv
 GHG: 15 cm -mv
 GLG: 75 cm -mv

Bodemgebruik: gras

Bijzonderheden: greppels

Diepte (cm -mv)		humus	lutum	leem	M50	Grondsoort	k	Kleur	Opmerking	Codering
begin	eind	(%)	[<2 µm]	[<50 µm]	(-)					
0	20	4	23			zware zavel		dr br gr	vast, geroerd	TK
20	40		42			matig zware klei		ne br gr		zwk
40	65					kleiig veen		dr br	, half veraard	kV
65	150					veen		dr br	zeer slap	V
150	500					kleiig veen		dr br	slap	kV
500	600	6	48			matig zware klei		dr gr	slap	zwk

Boring: 01

Datum: 20-1-2022
Boormeester: Jaap Kuit

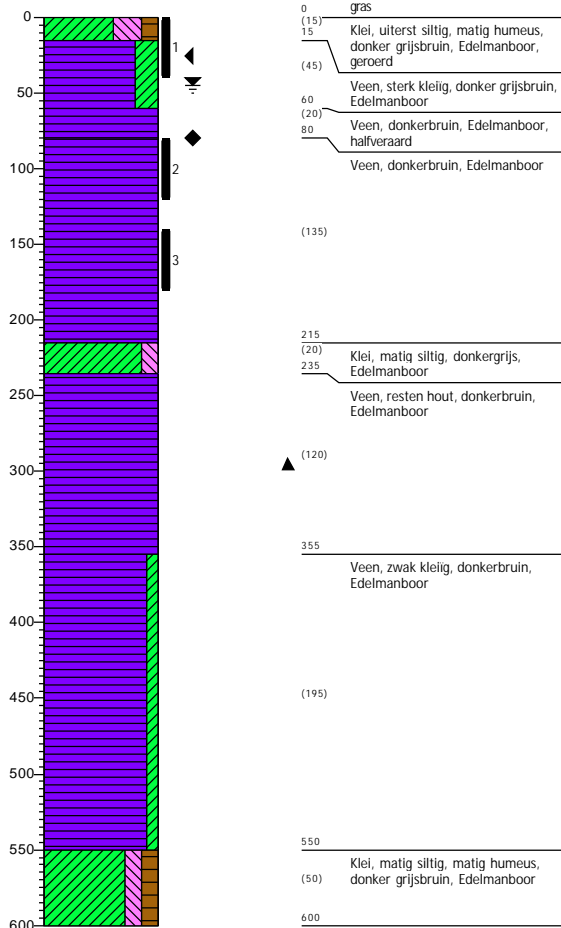
GWS (cm -mv): 45
GHG (cm -mv): 25
GLG (cm - mv): 80

Boring: 02

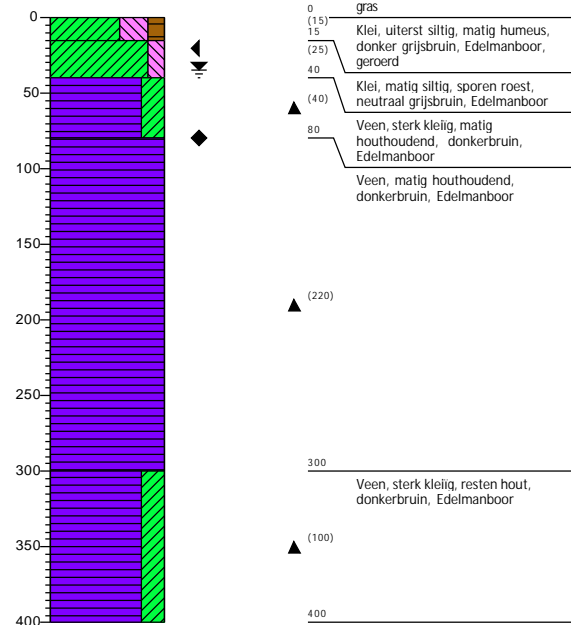
Datum: 20-1-2022
Boormeester: Jaap Kuit

GWS (cm -mv): 35
GHG (cm -mv): 20
GLG (cm - mv): 80

Opmerking boormeester:
greppels



Opmerking boormeester:
greppels



Boring: 03

Datum: 20-1-2022
Boormeester: Jaap Kuit

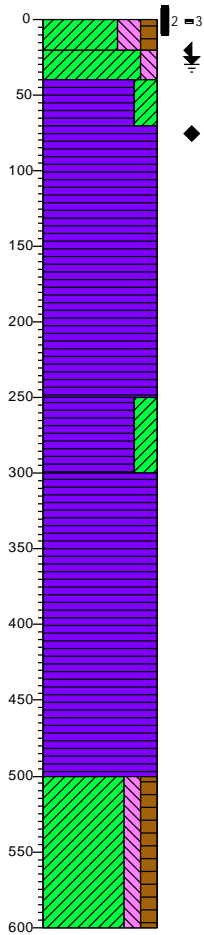
GWS (cm -mv): 30
GHG (cm -mv): 20
GLG (cm - mv): 75

Boring: 04

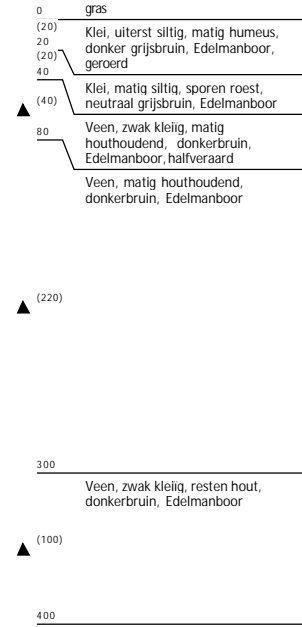
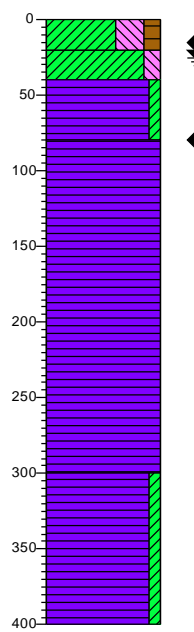
Datum: 20-1-2022
Boormeester: Jaap Kuit

GWS (cm -mv): 25
GHG (cm -mv): 15
GLG (cm - mv): 80

Opmerking boormeester:
greppels



Opmerking boormeester:
greppels

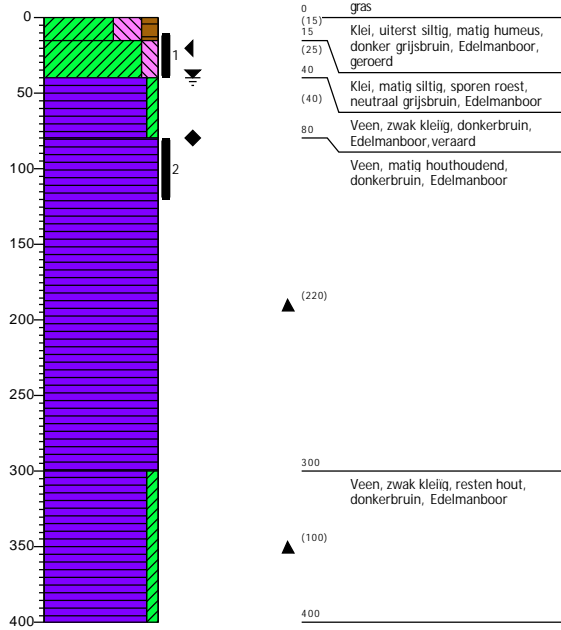


Boring: 05

Datum: 20-1-2022
Boormeester: Jaap Kuit

GWS (cm -mv): 40
GHG (cm -mv): 20
GLG (cm - mv): 80

Opmerking boormeester:
greppels

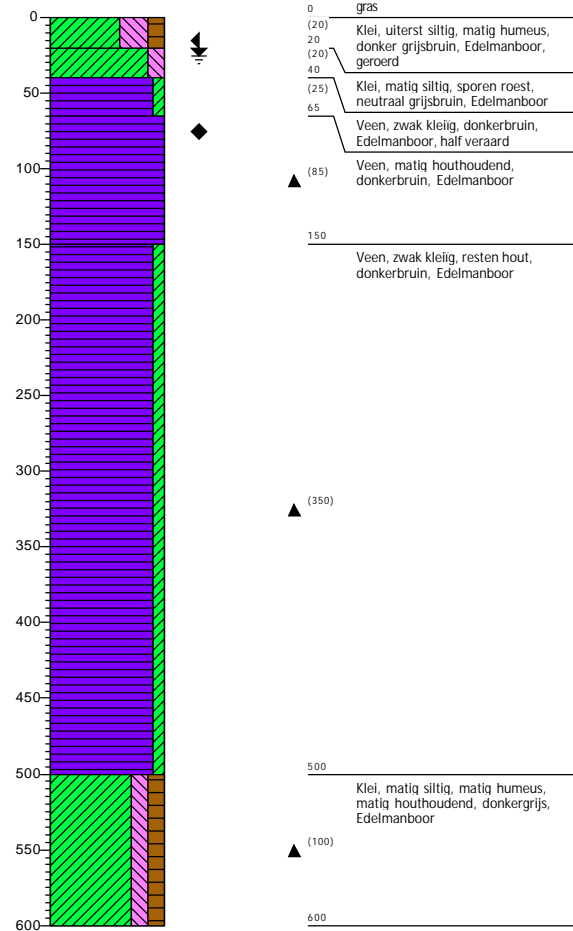


Boring: 06

Datum: 20-1-2022
Boormeester: Jaap Kuit

GWS (cm -mv): 25
GHG (cm -mv): 15
GLG (cm - mv): 75

Opmerking boormeester:
greppels



Legenda (conform NEN 5104)

grind

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

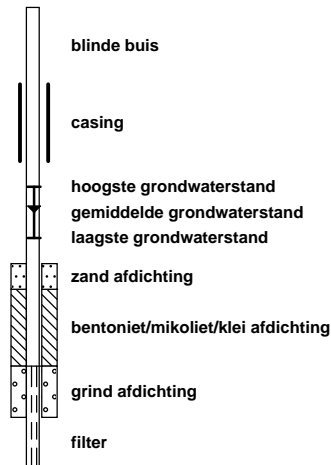
zand

- Zand, kleïig
- Zand, zwak siltig
- Zand, matig siltig
- Zand, sterk siltig
- Zand, uiterst siltig

veen

- Veen, mineraalarm
- Veen, zwak kleïig
- Veen, sterk kleïig
- Veen, zwak zandig
- Veen, sterk zandig

peilbuis



klei

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

leem

- Leem, zwak zandig
- Leem, sterk zandig

overige toevoegingen

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

geur

- geen geur
- zwakke geur
- matige geur
- sterke geur
- uiterste geur

olie

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

p.i.d.-waarde

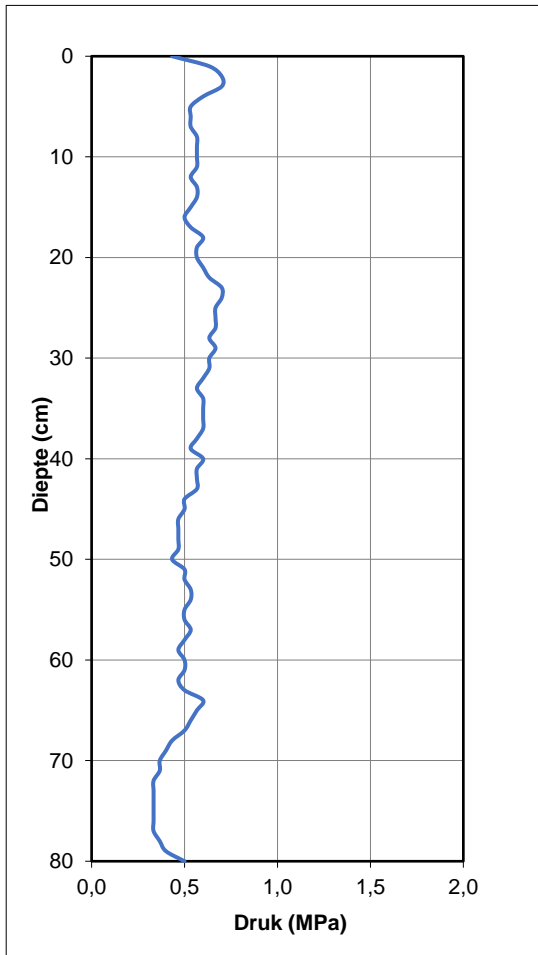
- >0
- >1
- >10
- >100
- >1000
- >10000

monsters

- geroerd monster
- ongeroerd monster
- volumering

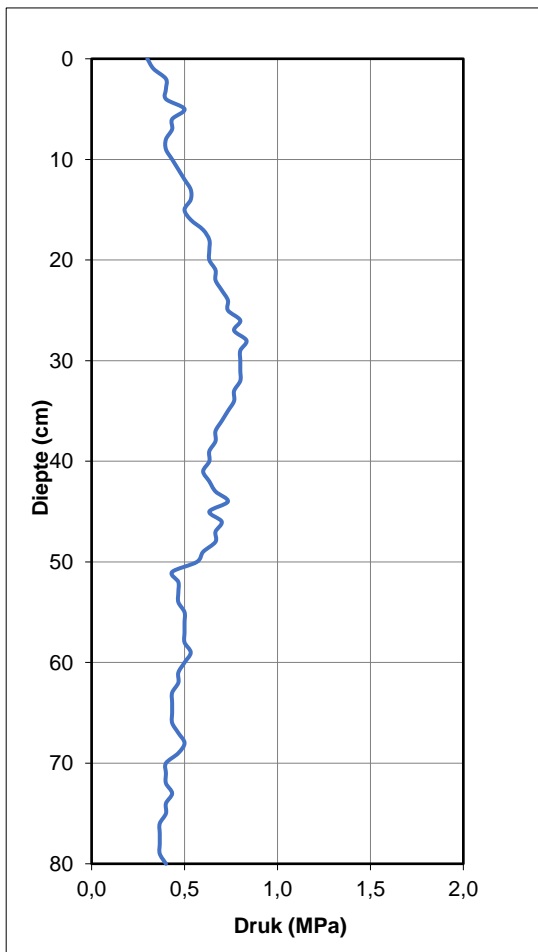
overig

- bijzonder bestanddeel
- Gemiddeld hoogste grondwaterstand
- grondwaterstand
- Gemiddeld laagste grondwaterstand
- slib
- water



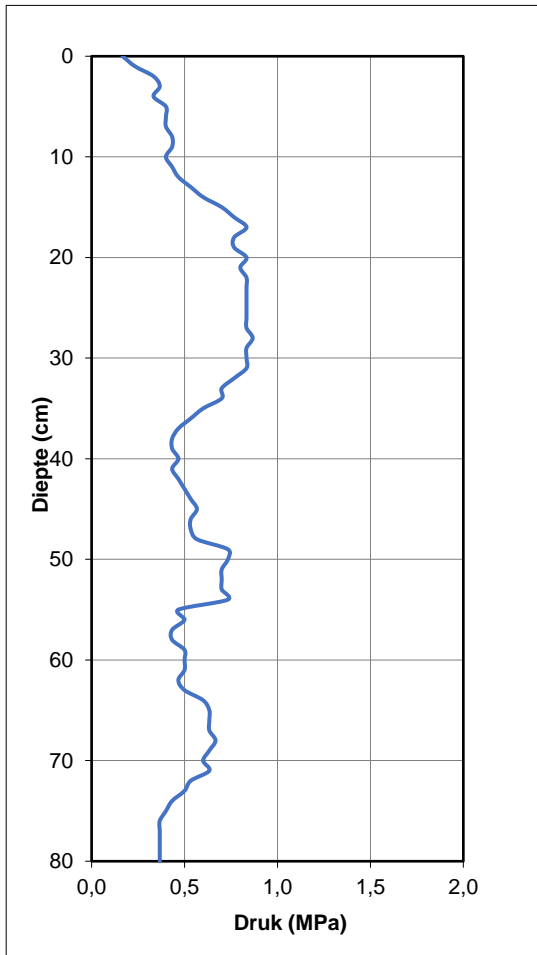
Handsondering 01

Conustype: 2.0 cm²
 Penetratie snelheid: 2 cm/s. 60 deg
 Eenheid diepte: cm
 Eenheid penetratie: MPascal



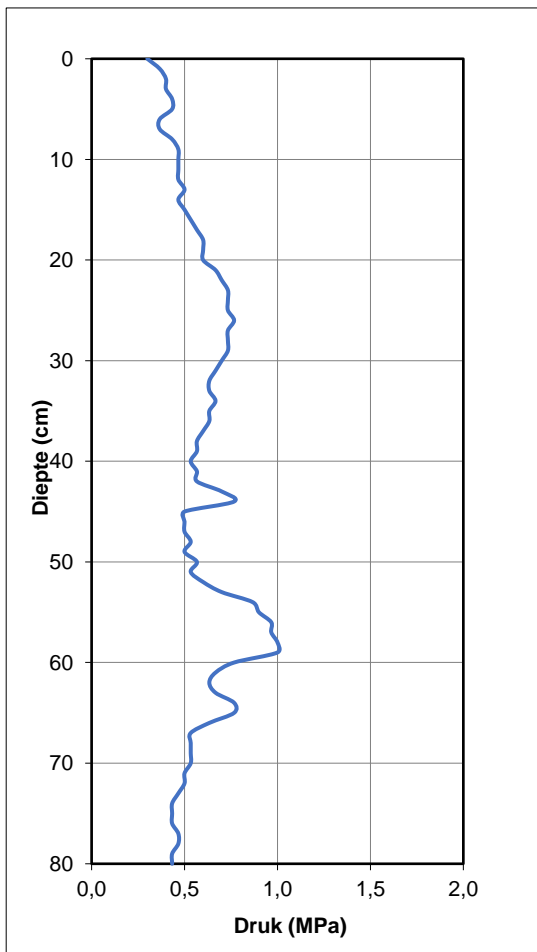
Handsondering 02

Conustype: 2.0 cm²
 Penetratie snelheid: 2 cm/s. 60 deg
 Eenheid diepte: cm
 Eenheid penetratie: MPascal



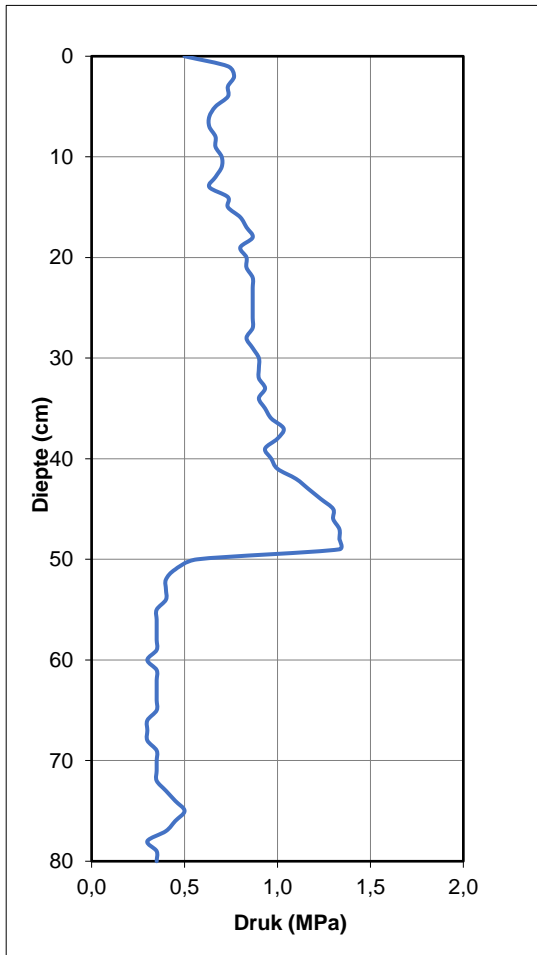
Handsondering 03

Conustype: 2.0 cm²
 Penetratie snelheid: 2 cm/s. 60 deg
 Eenheid diepte: cm
 Eenheid penetratie: MPascal



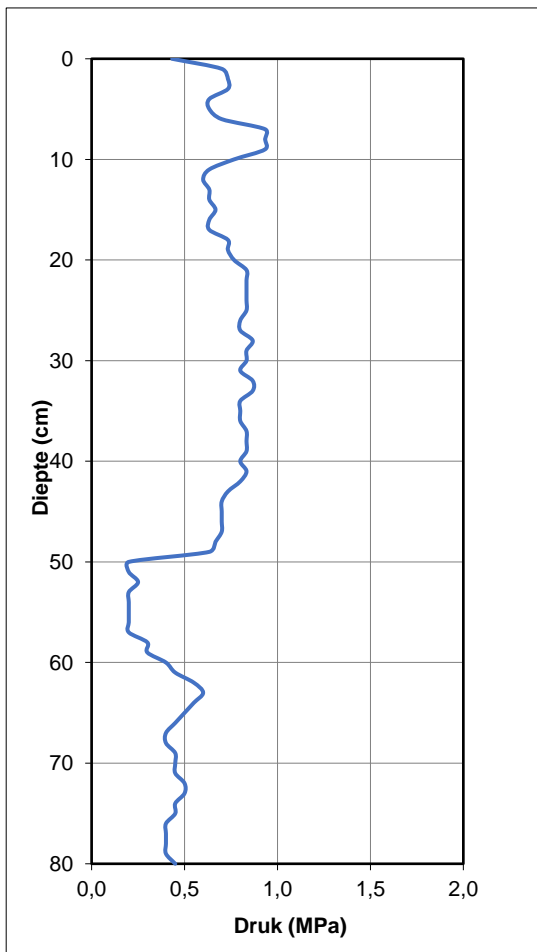
Handsondering 04

Conustype: 2.0 cm²
 Penetratie snelheid: 2 cm/s. 60 deg
 Eenheid diepte: cm
 Eenheid penetratie: MPascal



Handsondering 05

Conustype: 2.0 cm²
 Penetratie snelheid: 2 cm/s. 60 deg
 Eenheid diepte: cm
 Eenheid penetratie: MPascal



Handsondering 06

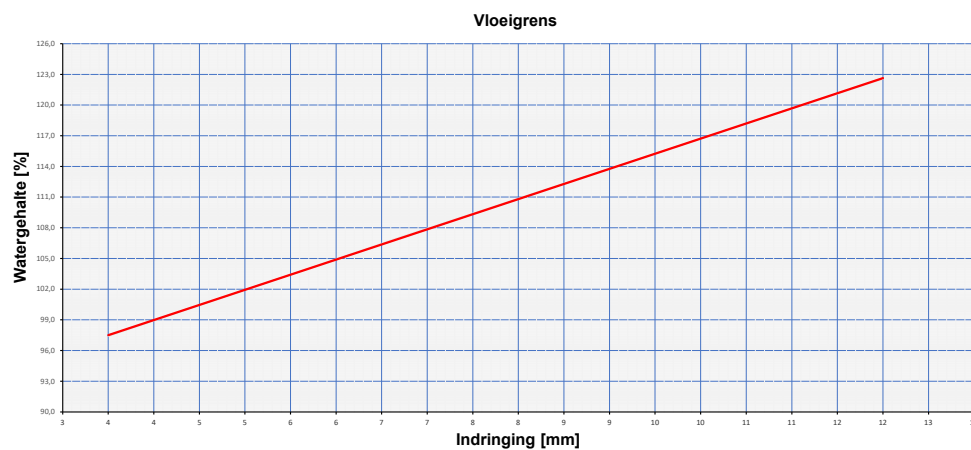
Conustype: 2.0 cm²
 Penetratie snelheid: 2 cm/s. 60 deg
 Eenheid diepte: cm
 Eenheid penetratie: MPascal

Project omschr.: Gasunie Sliedrecht
 Project nummer: 3674
 Boringnummer: 01
 Monsternummer: 1
 Diepte m-mv: 0,00-0,40

Labtec: CAS

Datum: 15-2-2022

Atterbergse grenzen ISO 17892-12

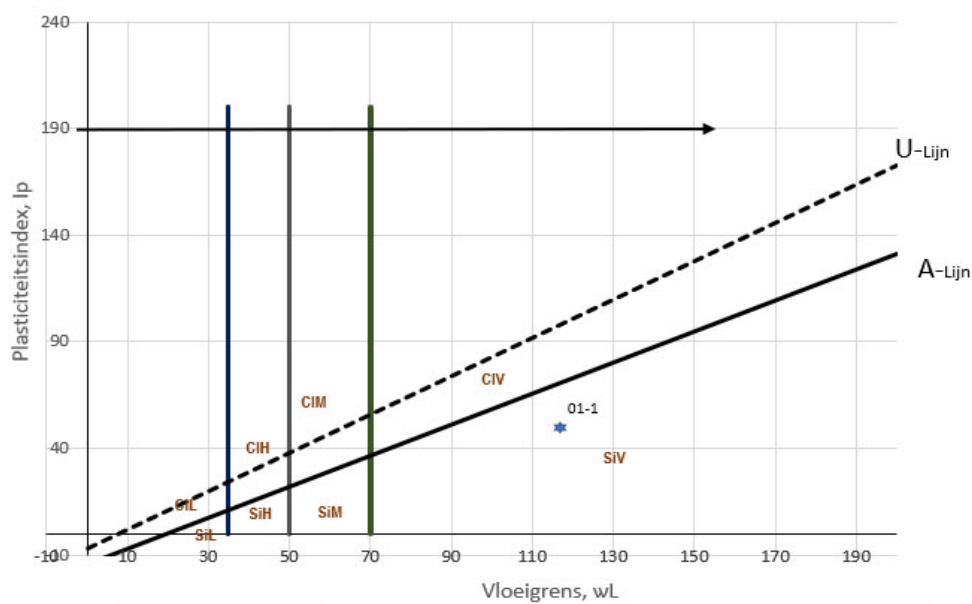


Resultaten

Methode :	Fallcone
In-situ vochtgehalte [%] :	102,69
Vloeigrens (WL) [%] :	116,72
Uitrolgrens (Wp) [%] :	67,00
Plasticiteits-Index (Ip) [%] :	49,71
Consistentie-Index (Ic) :	0,28
Liquiditeit-Index (IL) [%] :	0,72

Classificatie conform NEN-EN-ISO 14688-2

SILT, slap, sterk organisch, kalkloos, bruin

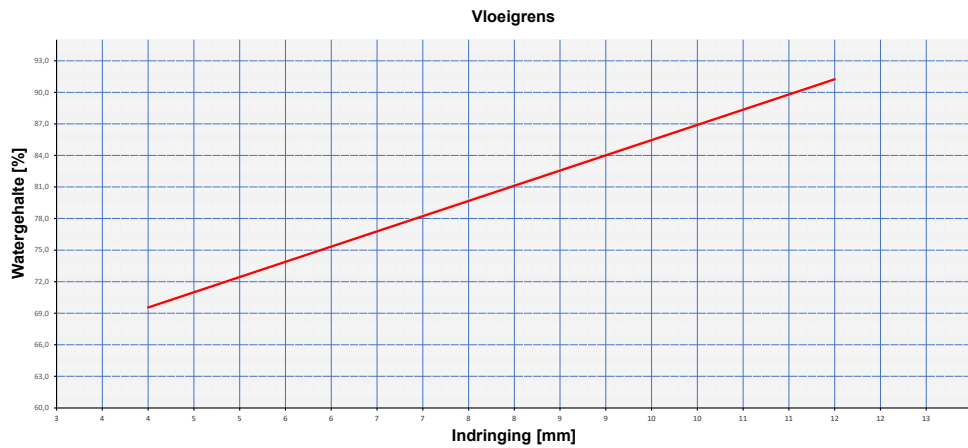


Project omschr.: Gasunie Sliedrecht
 Project nummer: 3674
 Boringnummer: 03
 Monsternummer: 1
 Diepte m-mv: 0,10-0,40

Labtec: CAS

Datum: 15-2-2022

Atterbergse grenzen ISO 17892-12

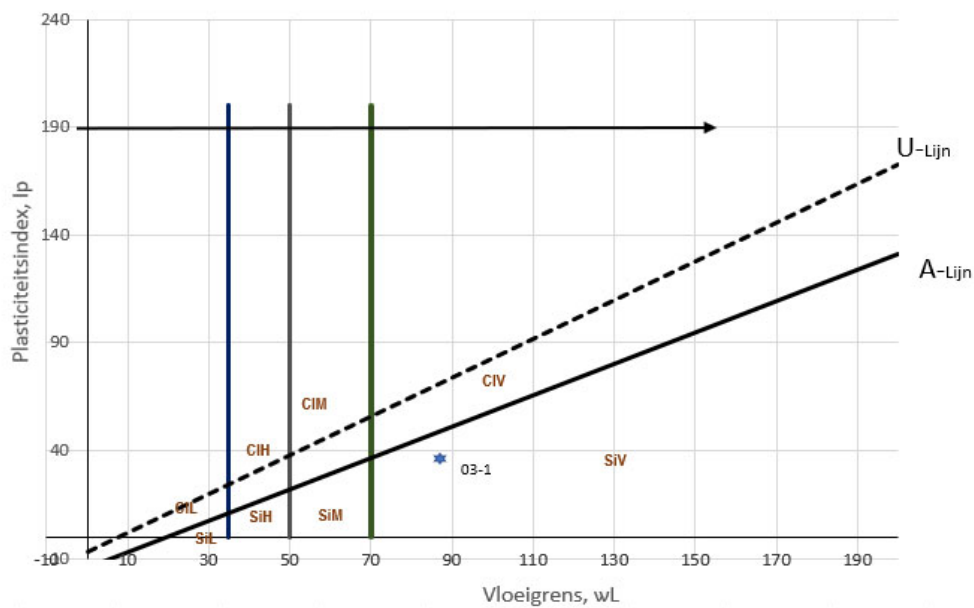


Resultaten

Methode :	Fallcone
In-situ vochtgehalte [%] :	59,93
Vloeigrens (wL) [%] :	86,91
Uitrolgrens (Wp) [%] :	50,18
Plasticiteits-Index (Ip) [%] :	36,73
Consistentie-Index (Ic) :	0,73
Liquiditeit-Index (IL) [%] :	0,27

Classificatie conform NEN-EN-ISO 14688-2

SILT, stevig, matig organisch, kalkloos, veel plantresten, lichtbruin

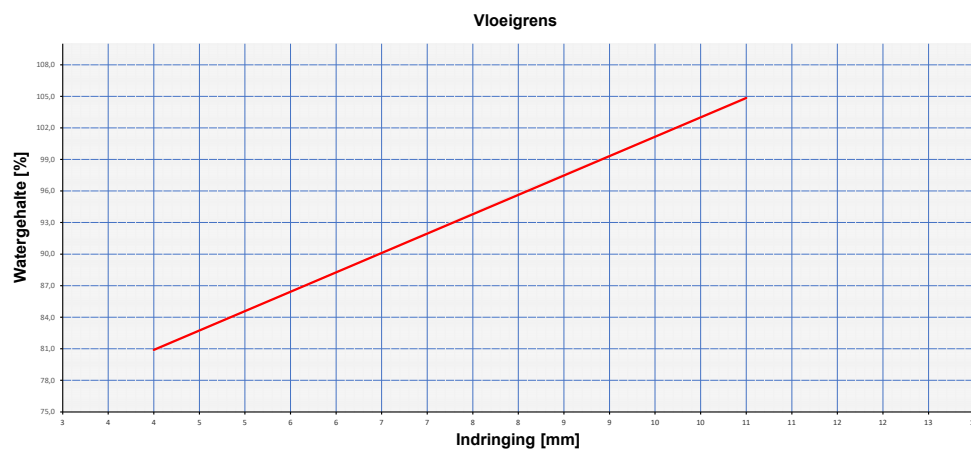


Project omschr.: Gasunie Sliedrecht
 Project nummer: 3674
 Boringnummer: 05
 Monsternummer: 1
 Diepte m-mv: 0,10-0,40

Labtec: CAS

Datum: 15-2-2022

Atterbergse grenzen ISO 17892-12

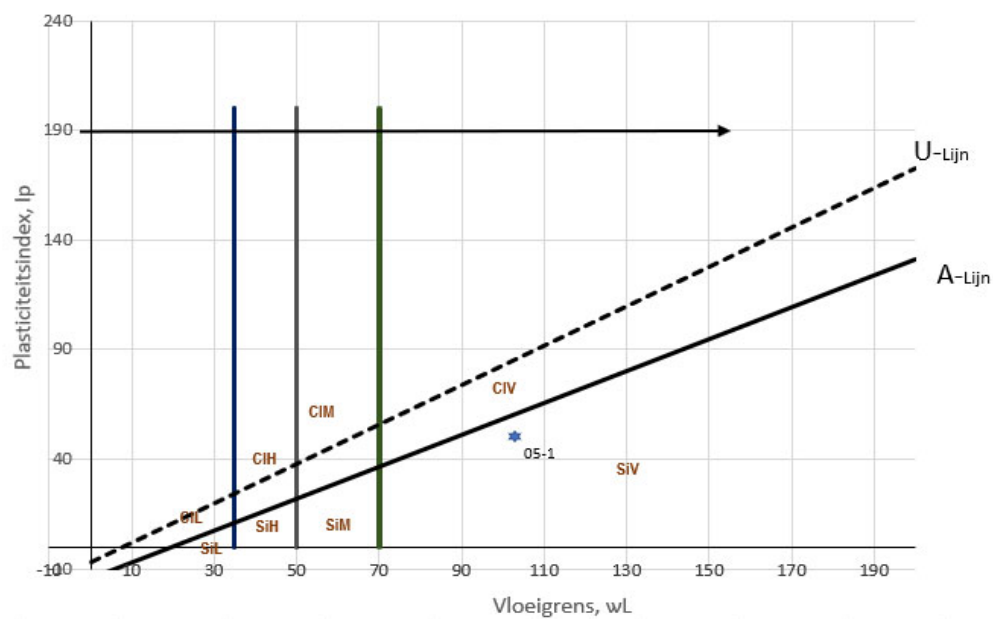


Resultaten

Methode :	Fallcone
In-situ vochtgehalte [%] :	76,87
Vloeigrens (WL) [%] :	102,99
Uitrolgrens (Wp) [%] :	52,78
Plasticiteits-index (Ip) [%] :	50,21
Consistentie-index (Ic) :	0,52
Liquiditeit-Index (IL) [%] :	0,48

Classificatie conform NEN-EN-ISO 14688-2

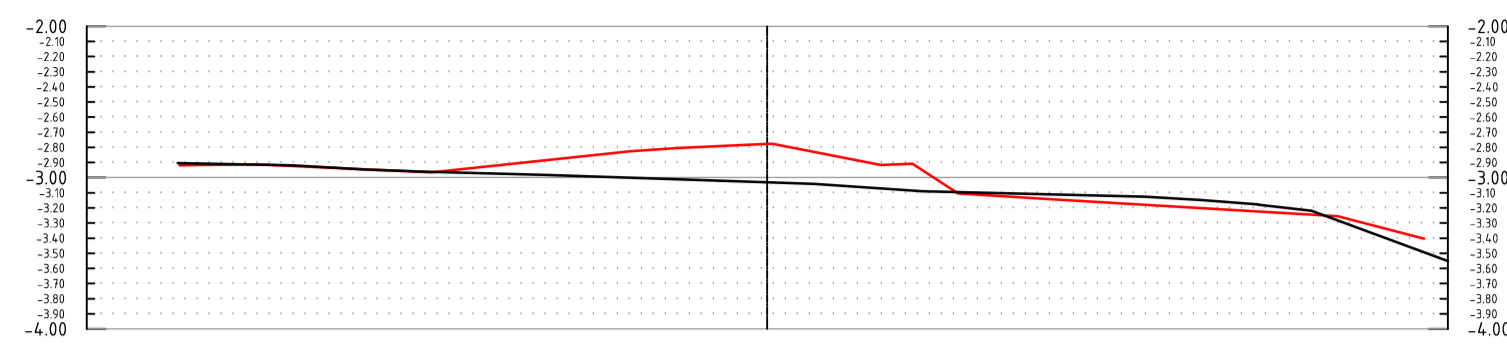
SILT, stevig, zwak organisch, kalkloos, bruin



**Bijlage 3 Maaiveldmeting dwarsprofielen
Biddinghuizen**

PLOEG 1

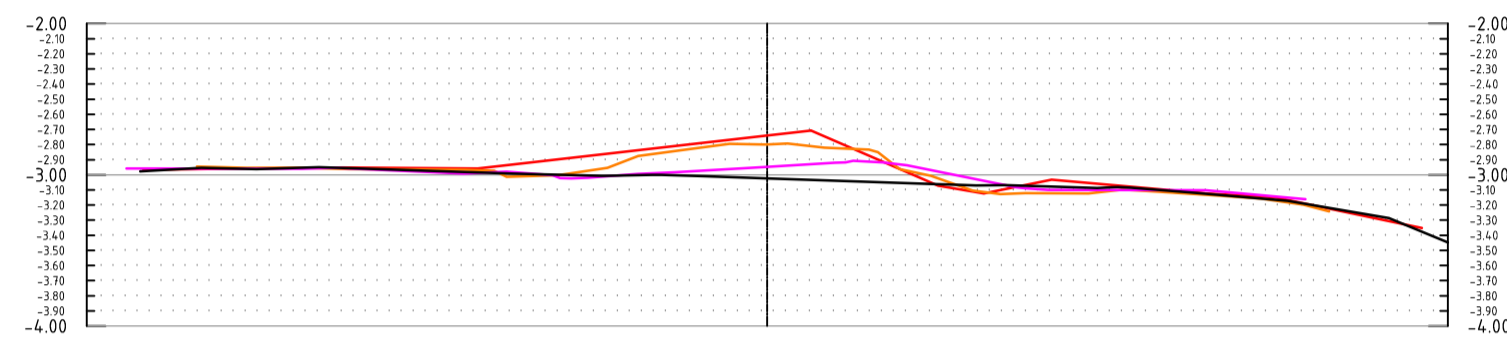
- 0-METING
- PLOEG
- RUPS
- BAK
- RUPS EN BAND



Dwarsdoorsnede: DP-1.1

HORIZONTALE AFSTAND (m)	-4.50	-3.90	-3.69	-3.03	-2.67	-2.26	-1.46	0.00	0.31	1.03	2.50	2.86	3.24	3.60	4.50
MAAIVELDNIVEAU IN N.A.P. (m)	-2.90	-2.91	-2.92	-2.95	-2.96	-2.98	-3.03	-3.04	-3.09	-3.13	-3.15	-3.18	-3.22	-3.55	

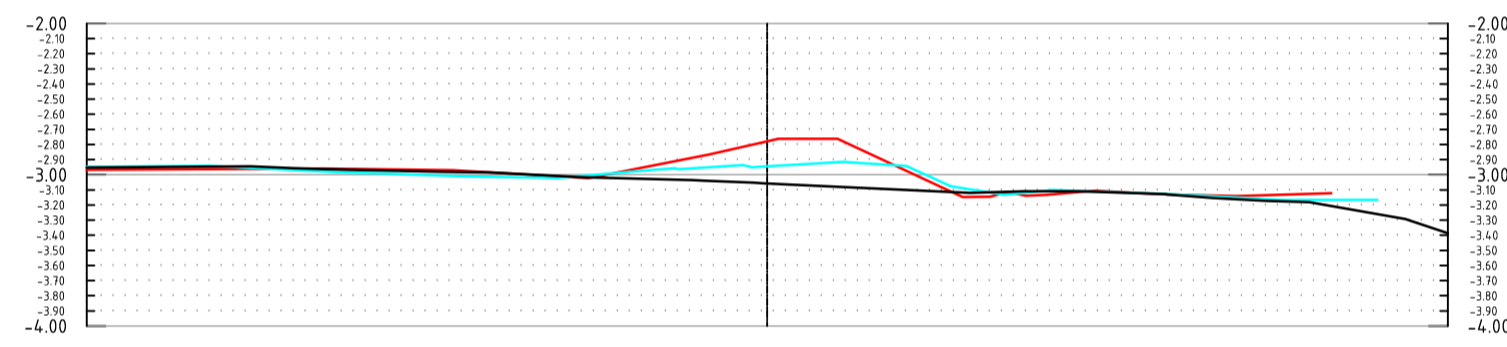
- 0-METING
- PLOEG
- RUPS
- BAK
- RUPS EN BAND



Dwarsdoorsnede: DP-1.2

HORIZONTALE AFSTAND (m)	-4.50	-4.15	-3.74	-3.38	-2.96	-2.99	-1.68	-1.08	-0.70	-0.43	0.00	1.12	1.38	2.18	2.80	3.44	4.11	4.50
MAAIVELDNIVEAU IN N.A.P. (m)	-2.99	-2.95	-2.96	-2.95	-2.99	-3.01	-3.01	-3.02	-3.06	-3.07	-3.09	-3.12	-3.17	-3.29	-3.45			

- 0-METING
- PLOEG
- RUPS
- BAK
- RUPS EN BAND

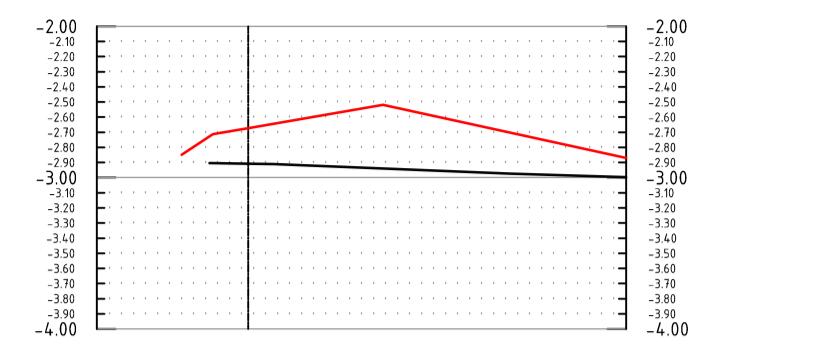


Dwarsdoorsnede: DP-1.3

HORIZONTALE AFSTAND (m)	-4.50	-3.42	-3.13	-2.77	-2.47	-2.17	-1.84	-1.23	-0.42	0.00	1.34	1.70	2.06	2.64	2.95	3.30	3.58	4.22	4.50
MAAIVELDNIVEAU IN N.A.P. (m)	-2.94	-2.96	-2.97	-2.98	-2.98	-3.02	-3.04	-3.06	-3.12	-3.11	-3.13	-3.15	-3.17	-3.18	-3.29	-3.39			

PLOEG 2

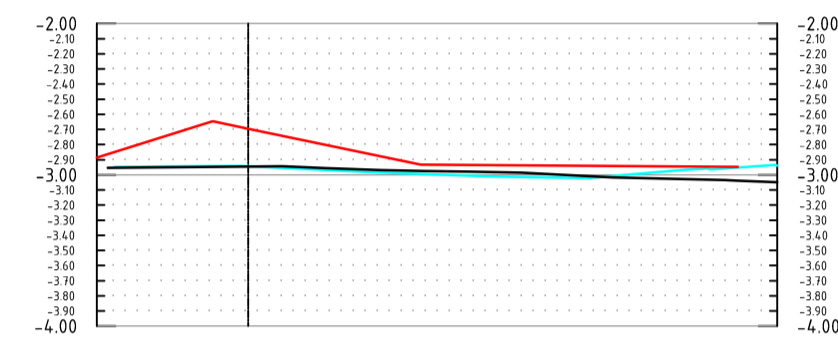
- 0-METING
- PLOEG
- RUPS
- BAK
- RUPS EN BAND



Dwarsdoorsnede: DP-2.1

HORIZONTALE AFSTAND (m)	-1.00	-0.26	0.00	1.73	2.50
MAAIVELDNIVEAU IN N.A.P. (m)	-2.90	-2.91	-2.97	-3.00	

- 0-METING
- PLOEG
- RUPS
- BAK
- RUPS EN BAND

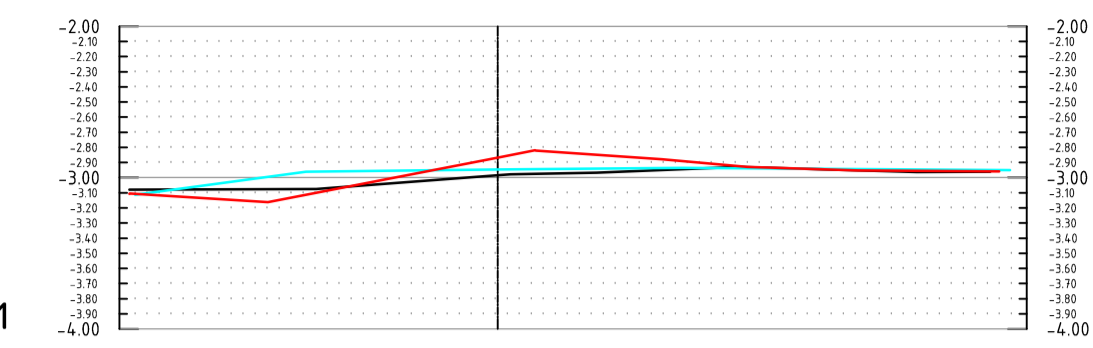


Dwarsdoorsnede: DP-2.2

HORIZONTALE AFSTAND (m)	-0.68	0.00	0.52	0.87	1.17	1.48	1.81	2.41	3.14	3.50
MAAIVELDNIVEAU IN N.A.P. (m)	-2.95	-2.95	-2.96	-2.97	-2.98	-2.98	-3.02	-3.03	-3.05	

PLOEG 3

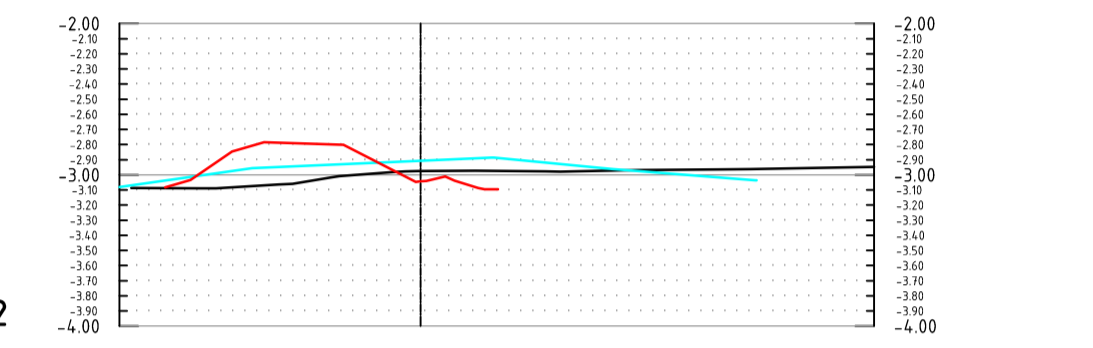
- 0-METING
- PLOEG
- RUPS
- BAK
- RUPS EN BAND



Dwarsdoorsnede: DP-3.1

HORIZONTALE AFSTAND (m)	-2.50	-1.27	0.00	1.22	3.50
MAAIVELDNIVEAU IN N.A.P. (m)	-2.91	-2.96	-2.95	-2.93	

- 0-METING
- PLOEG
- RUPS
- BAK
- RUPS EN BAND



Dwarsdoorsnede: DP-3.2

HORIZONTALE AFSTAND (m)	-1.09	-1.11	0.00	0.47	1.27	2.23	3.00
MAAIVELDNIVEAU IN N.A.P. (m)	-2.98	-2.96	-2.91	-2.89	-2.96	-3.04	



Maten in meters tenzij anders vermeld
Materialen in millimeters
Hoogtematen in meters t.o.v. N.A.P.

DO	29-04-2022	ONGEWIJZIGD DEFINITIEF	P.V.
CO	15-04-2022	CONCEPT	J.F.
Nr	Datum	Wijziging	Tek

Opdrachtgever	Tekenaar	Schaal
N.V. NEDERLANDSE GASUNIE	J.E. FOEKEMA	1:200 / 1:50
Projectomschrijving	Projectleider	Formaat
MONITORING PLOEGMETHODE TE BIDDINGHUIZEN	W. BAKKER	A1
Tekeningomschrijving	Status	Blad in bladen
DWARSPROFIELEN	DEFINITIEF	1 IN 1
Tekeningnummer	www.anteagroup.nl	Wijz. nr.
0475624.100-BIH-DP-0001		DO

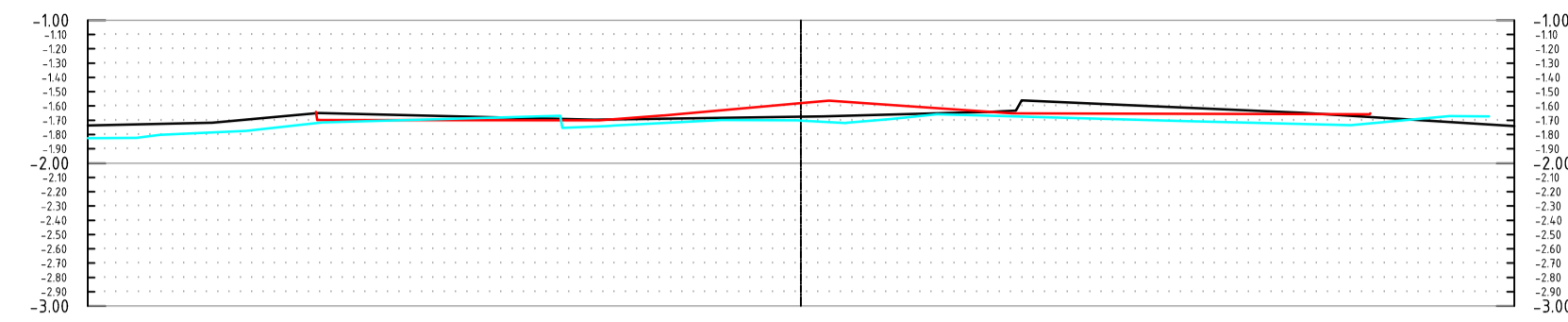
**Bijlage 4 Maaiveldmeting dwarsprofielen
Sliedrecht**

12 DUIMS

24 DUIMS

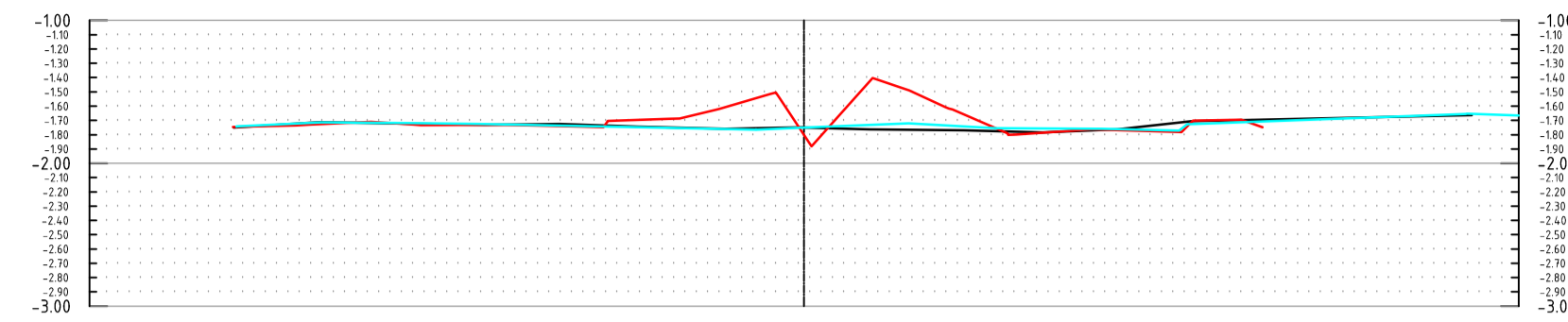
- 0-METING
- PLOEG
- RUPS
- BAK
- RUPS EN BAND

Dwarsdoorsnede: DP-12.1



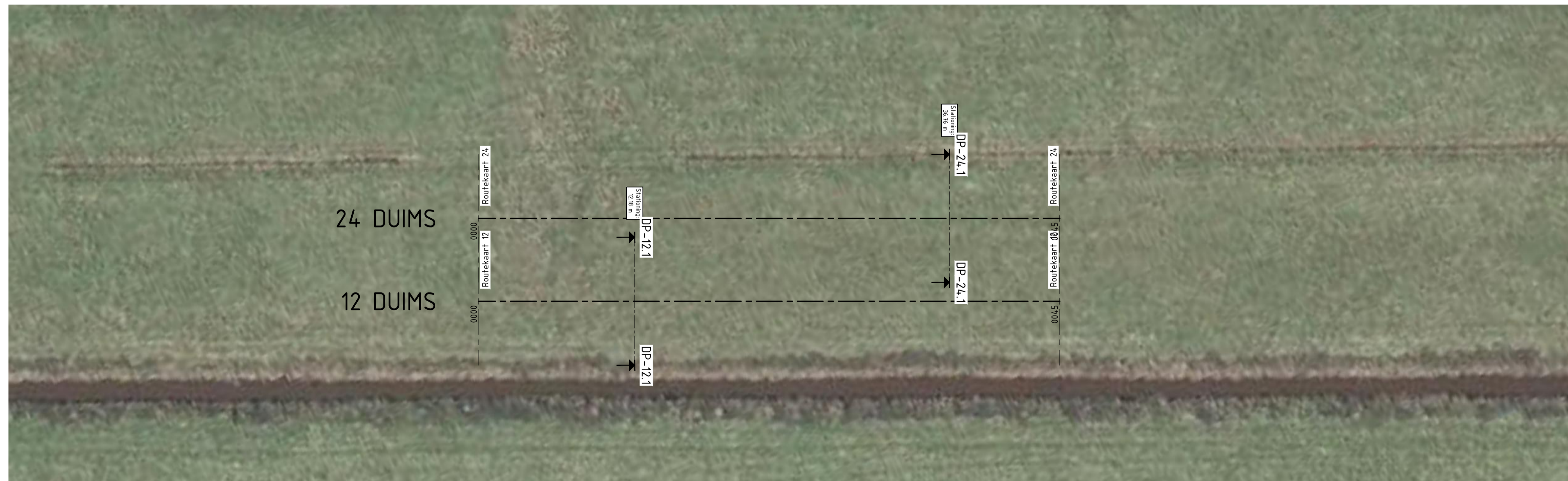
- 0-METING
- PLOEG
- RUPS
- BAK
- RUPS EN BAND

Dwarsdoorsnede: DP-24.1



HORIZONTALE AFSTAND (m)	-5.00	-4.13	-3.37	-1.45	0.00	1.33	3.50	5.00
MAAIVELDNIVEAU IN N.A.P. (m)	-1.74	-1.72	-1.65	-1.70	-1.67	-1.64	-1.65	-1.74


HORIZONTALE AFSTAND (m)	-5.00	0.00	5.00
MAAIVELDNIVEAU IN N.A.P. (m)			



Maten in meters tenzij anders vermeld
Materialen in millimeters
Hoogtematen in meters t.o.v. N.A.P.

DO	29-04-2022	ONGEWIJZIGD DEFINITIEF	P.V.
CO	15-04-2022	CONCEPT	J.F.
Nr	Datum	Wijziging	Tek

Opdrachtgever	Tekenaar	Schaal
N.V. NEDERLANDSE GASUNIE	J.E. FOEKEMA	1:200 / 1:50
Projectomschrijving	Projectleider	Formaat
MONITORING PLOEGMETHODE TE SLIEDRECHT	W. BAKKER	A1
Tekeningomschrijving	Status	Wijz. nr.
DWARSPROFIELEN	DEFINITIEF	DO
Tekeningnummer	www.anteagroup.nl	
0475624.100-SDR-DP-0001		



Bijlage 5 Specificaties ploeg

Bijlage 5 Specificaties ploeg



TECHNICAL CHARACTERISTICS FSP 280

Engine Power	235 hp / 175 kW
Cylinders	6
Emissions class	acc. national regulations
Wheel drive	4 x 4 hydrostatic
Hydraulic steering	4-wheel
Front tyres	750/55-26.5 20 PR
Rear tyres	750/55-26.5 20 PR
Length	13.447 mm
Min. width	2.980 mm
Max. width	6.500 mm
Min. height	3.540/3.800 mm
Weight (standard equipment)	28.000 kg
Laying capacity	up to 1.500 m/h
Laying depth continuous	up to 2.500 mm
Wading depth (at a laying depth of 1.5 m)	up to 1.9m
Ploughable turning radius	4.000 mm
Drum holder ø-max	2.800 mm (3.800 mm*)
Max. width	1.800 mm (2.500 mm*)
Max. weight	6.000 kg

Cab: Comfort tilting cab with heating (A/C system*).
 Sliding doors, fold-out front panel, sliding windows, etc. Safety shutdown for the cable winch via radio, (hand-held radio between laying plough and cable winch vehicle with cable winch shutdown*)

Installation chutes/laying chutes:

- Flexible pipes up to a 630 mm or several cables/pipes simultaneously
- Cable/pipe laying chutes in all sizes
- Low, medium and high-voltage cable up to 110 kV, in triangular configuration and over 110 kV according to specification of the energy supplier with cable monitoring and documentation (special equipment)
- Line warning tape is height-adjustable above cable/pipe, lightning protection lines and cover strips according to customer requirements
- Installation chute for steel and cast iron pipes
- Induction torpedo for pipes up to a 630 mm (in drawing-in procedure)
- Delivery chute for the insertion of ground stabilising materials
- Other special equipment and laying chutes upon request



The FOECK Plough FSP 280

The FSP 280 FOECK laying plough is ideal for laying cables and HDPE pipes up to a diameter of 630 mm which are supplied via a drum with a maximum weight of 6,000 kg, carried by a vehicle. The laying depth can be continuously adjusted up to 2,500 mm. Due to individual insertion elements, several cables/pipes can be laid in a single work step with warning tapes, lightning arrestors and cover strips. If a drawn expander mandrel (Torpedo) is used, then the FSP 280 is also suitable for steel and cast iron pipes. The laying plough has a double drawbar for a maximum tractive force of 360 tons.

Characteristics of the FOECK FSP 280

- **Powerful: with 360 tons of tractive force with a double cable**
- **Variable track width of 2,980 mm to 6,500 mm**
- **Versatile due to interchangeable sword ripper and laying element for an optimal transfer slot for each tube**
- **Versatile: for laying pipes up to 630 mm in diameter**
- **Deep: laying depth up to 2,500 mm**
- **Easy handling and maximum overview thanks to radio remote control**
- **Depth adjustment by means of adjustable ripper shoe**

*optional



Walter Föckersperger GmbH

Eberspointer Straße 6 · D-84189 Pauluszell

www.foeck.com · office@foeck.com

Tel. +49 (0)8742 43897-0 · Fax +49 (0)8742 43897-99

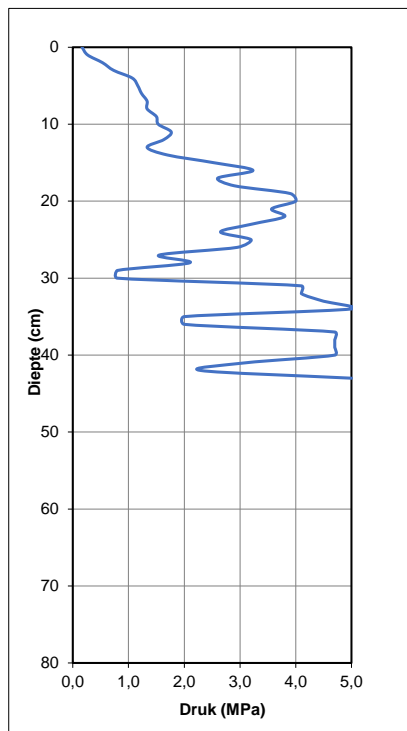


**Bijlage 6 Labonderzoek - volumegewichten
Biddinghuizen**

**Bijlage 7 Labonderzoek - volumegewichten
Sliedrecht**

**Bijlage 8 Uitgevoerde handsonderingen te
Biddinghuizen**

Nul-meting



Handsondering 01

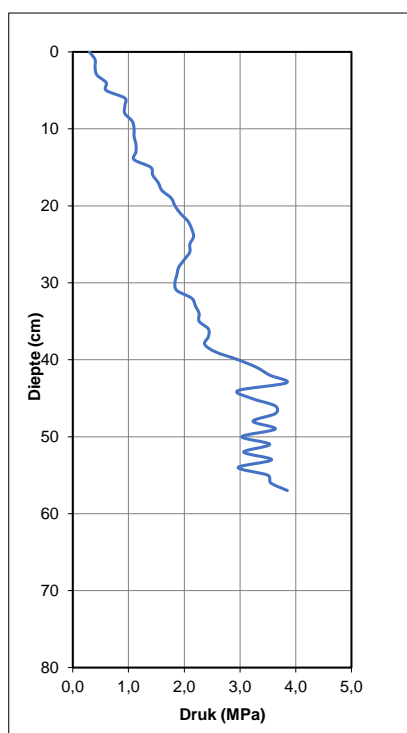
Conustype: 2.0 cm²

Penetratie snelheid: 2 cm/s. 60 deg

Eenheid diepte: cm

Eenheid penetratie: MPascal

Nul-meting



Handsondering 02

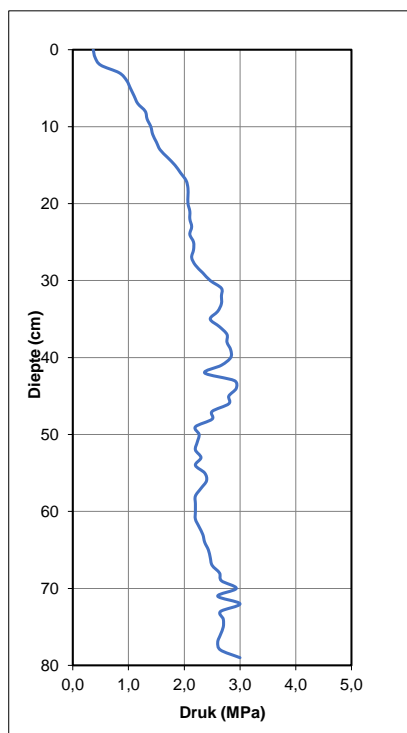
Conustype: 2.0 cm²

Penetratie snelheid: 2 cm/s. 60 deg

Eenheid diepte: cm

Eenheid penetratie: MPascal

Nul-meting



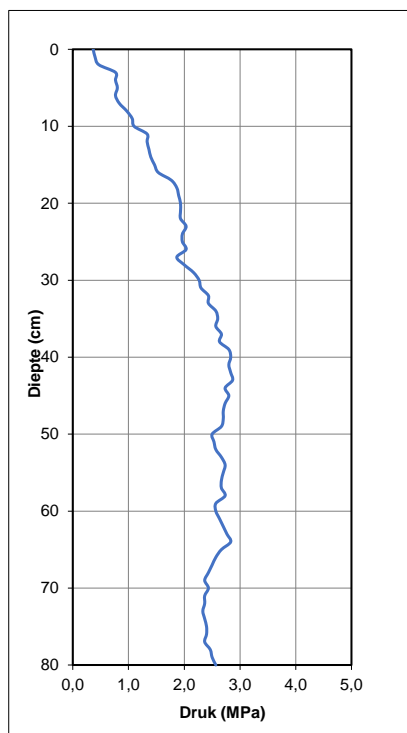
Handsondering 03

Conustype: 2.0 cm²

Penetratie snelheid: 2 cm/s. 60 deg

Eenheid diepte: cm

Eenheid penetratie: MPascal



Handsondering 04

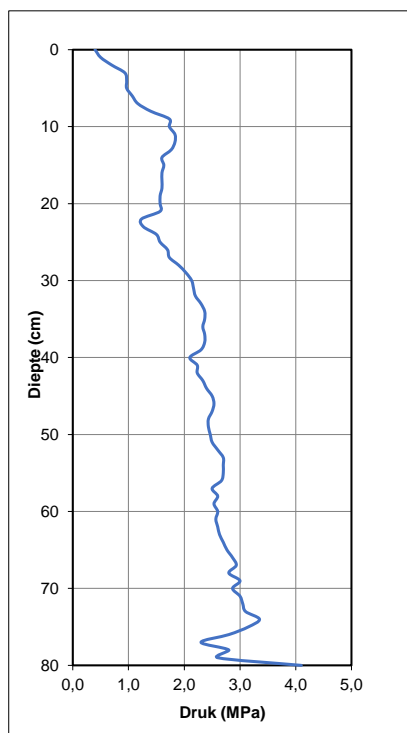
Conustype: 2.0 cm²

Penetratie snelheid: 2 cm/s. 60 deg

Eenheid diepte: cm

Eenheid penetratie: MPascal

Nul-meting



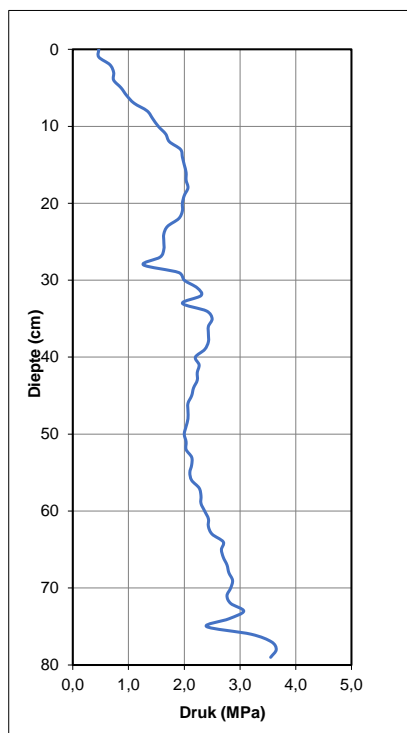
Handsondering 05

Conustype: 2.0 cm²

Penetratie snelheid: 2 cm/s. 60 deg

Eenheid diepte: cm

Eenheid penetratie: MPascal



Handsondering 06

Conustype: 2.0 cm²

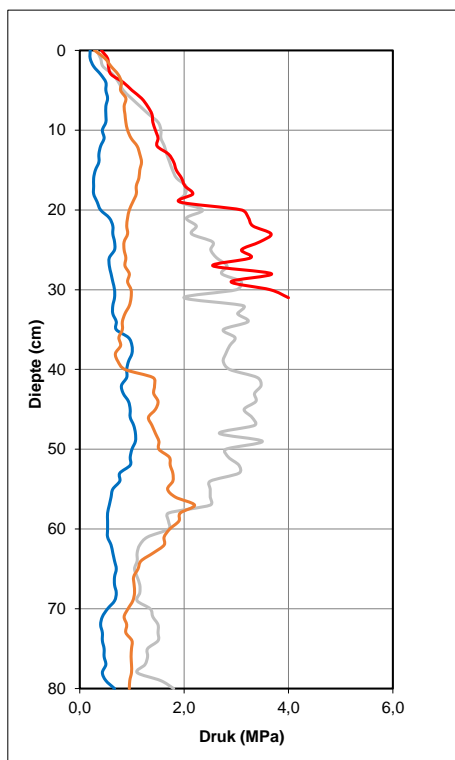
Penetratie snelheid: 2 cm/s. 60 deg

Eenheid diepte: cm

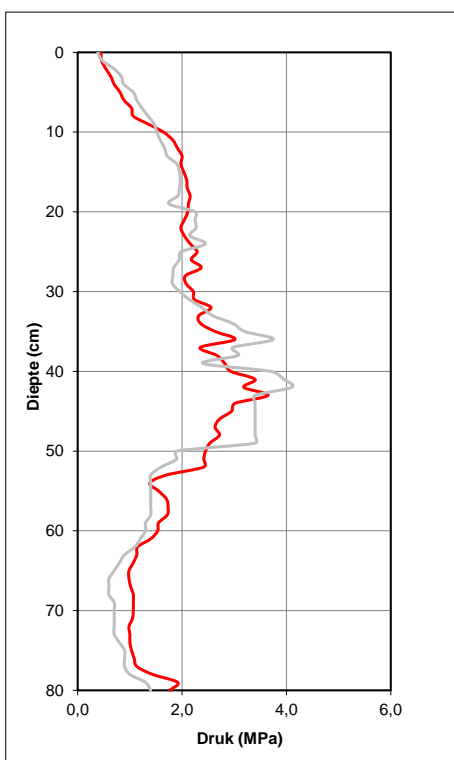
Eenheid penetratie: MPascal

1e ploegtest

Gem. nulmeting (50 m doorsnede)	Grijs
Wielsporen ploeg	Rood
Na-meting 0,70 m afstand t.o.v. hartlijn	Oranje
Hartlijn ploeg	Blauw

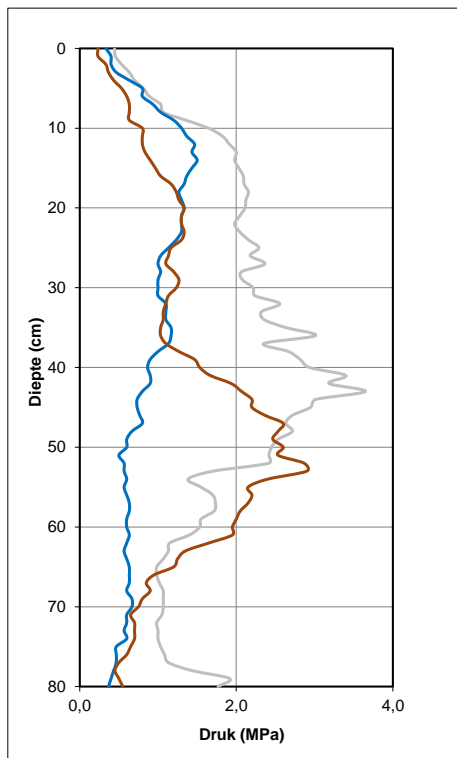


Gem. nulmeting (100 m doorsned Grijs	
Na-meting Wielsporen ploeg	Rood



2e ploegtest

Gem. nulmeting	Grijs
Na-meting 0,70 m afstand t.o.v. hartlijn	Oranje
Hartlijn ploeg	Blauw



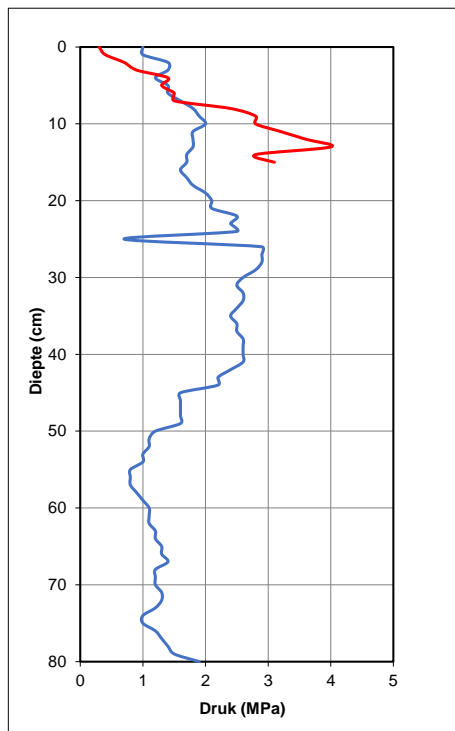
3e ploegtest

Dwarsdoorsnede 50 meter

2m noordzijde

Nulopname Blauw

Na opname rood (tegen kavelpad)

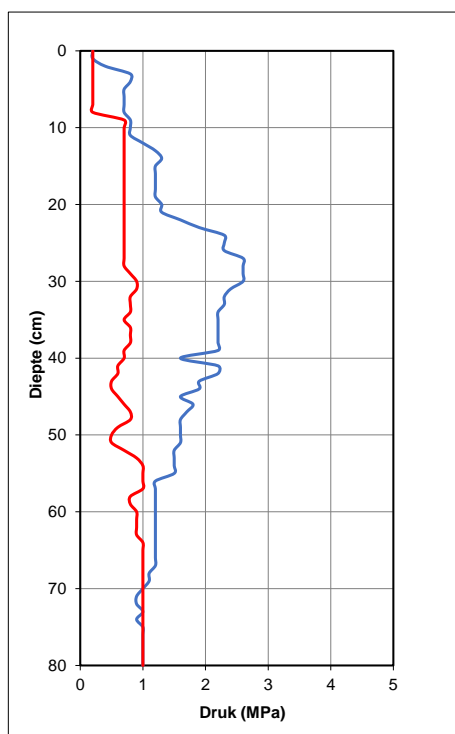


Dwarsdoorsnede 50 meter

1m noordzijde

Nulopname Blauw

Na opname rood



Dwarsdoorsnede 50 meter

Hartlijn

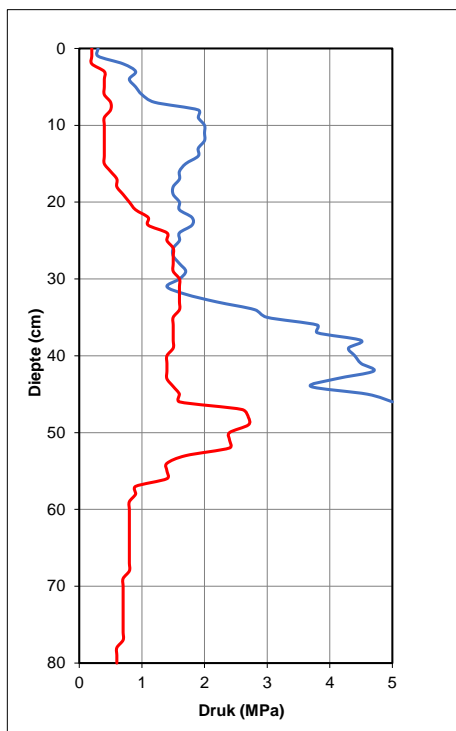
Nulopname

Blauw

Na opname

rood

3e ploegtest



Dwarsdoorsnede 50 meter

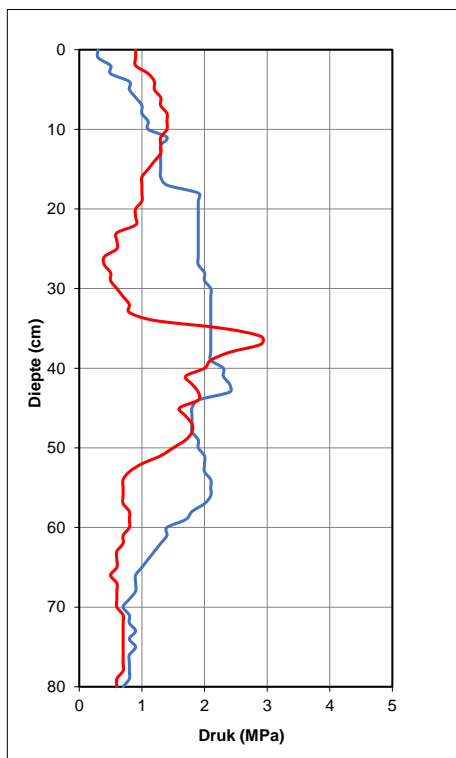
1m zuidzijde

Nulopname

Blauw

Na opname

rood



Dwarsdoorsnede 50 meter

2m zuidzijde

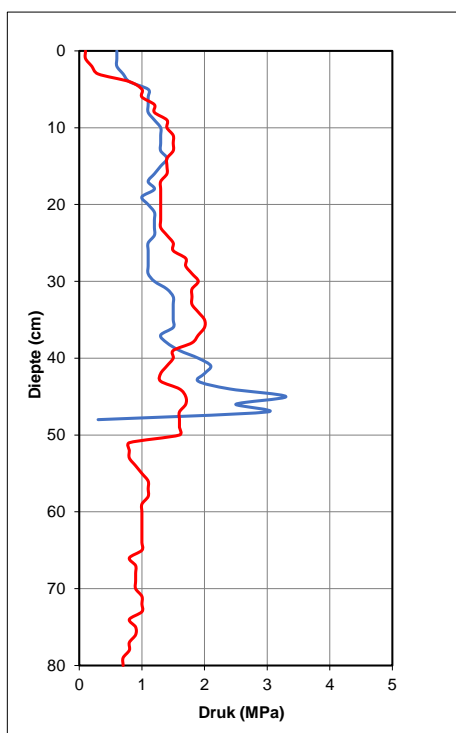
Nulopname

Blauw

Na opname

rood

3e ploegtest



Gemiddelde

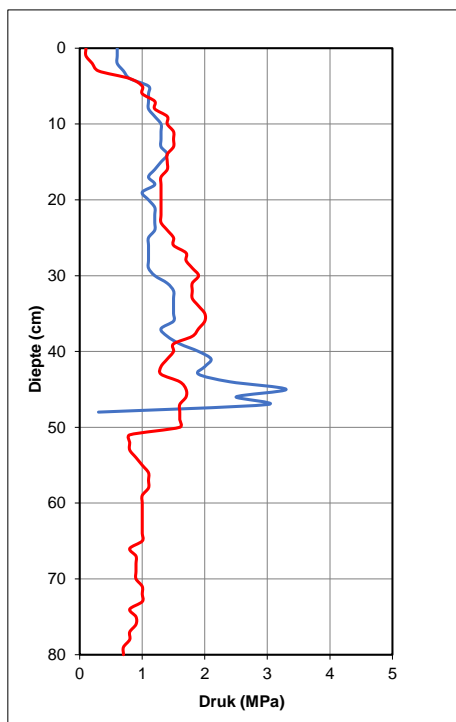
2m zuidzijde

Nulopname

Blauw

Na opname

rood



3e ploegtest

Dwarsdoorsnede 100 meter

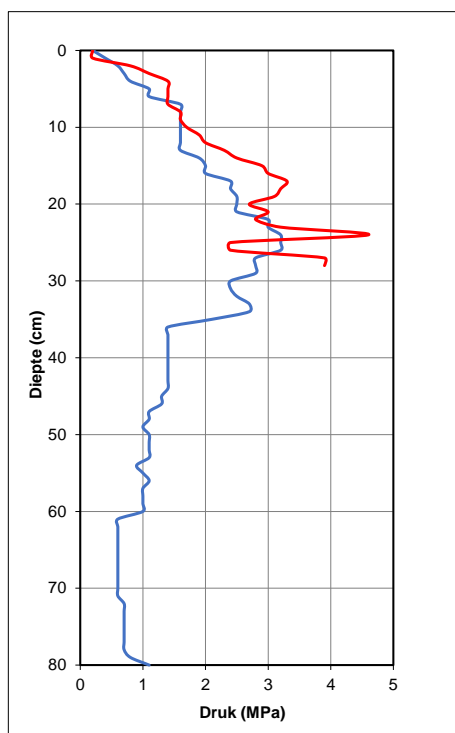
2m noordzijde

Nulopname

Blauw

Na opname

rood (tegen kavelpad)



Dwarsdoorsnede 50 meter

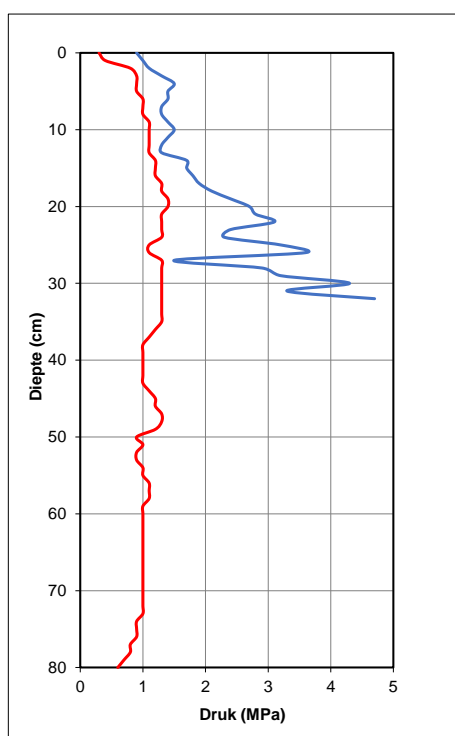
1m noordzijde

Nulopname

Blauw

Na opname

rood



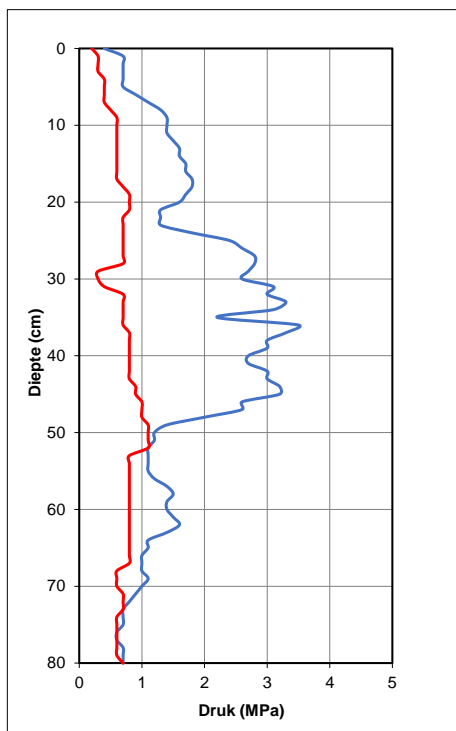
3e ploegtest

Dwarsdoorsnede 50 meter

Hartlijn

Nulopname Blauw

Na opname rood

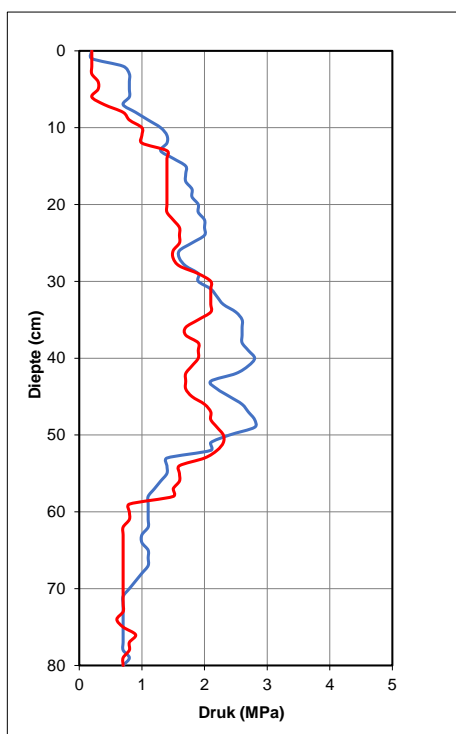


Dwarsdoorsnede 50 meter

1m zuidzijde

Nulopname Blauw

Na opname rood



Dwarsdoorsnede 50 meter

2m zuidzijde

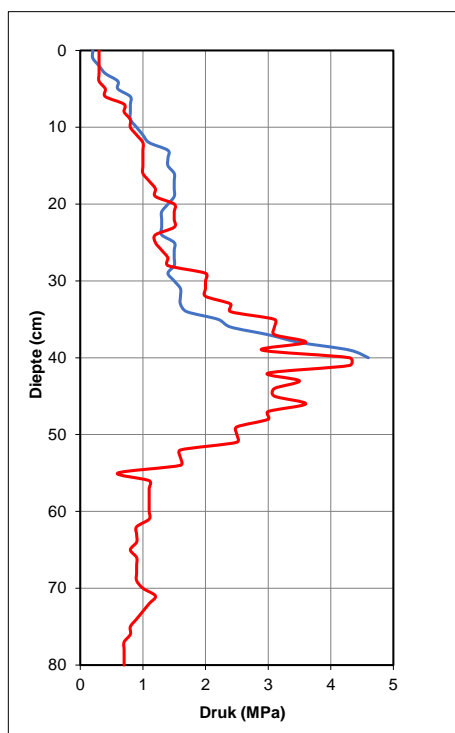
Nulopname

Blauw

Na opname

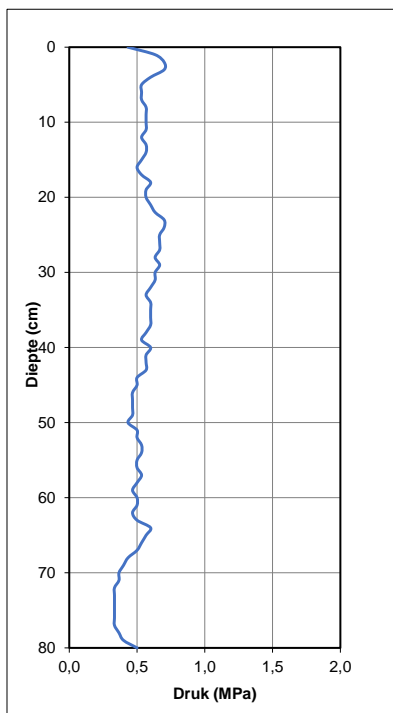
rood

3e ploegtest



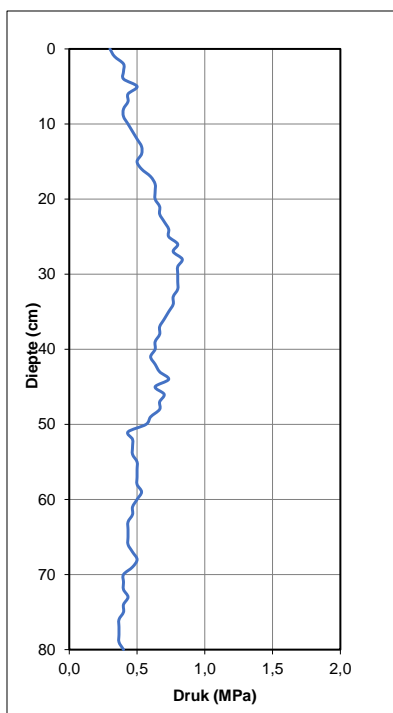
**Bijlage 9 Uitgevoerde handsonderingen te
Sliedrecht**

Nul-meting



Handsondering 01

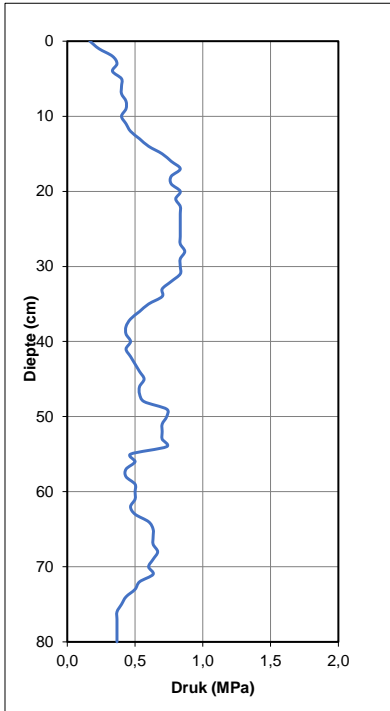
Conustype: 2.0 cm²
Penetratie snelheid: 2 cm/s. 60 deg
Eenheid diepte: cm
Eenheid penetratie: MPascal



Handsondering 02

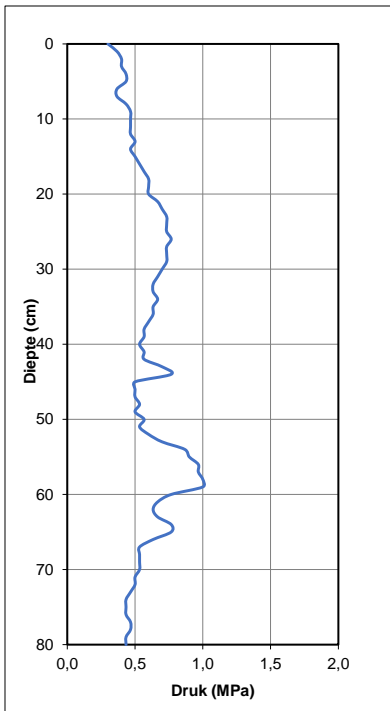
Conustype: 2.0 cm²
Penetratie snelheid: 2 cm/s. 60 deg
Eenheid diepte: cm
Eenheid penetratie: MPascal

Nul-meting



Handsondering 03

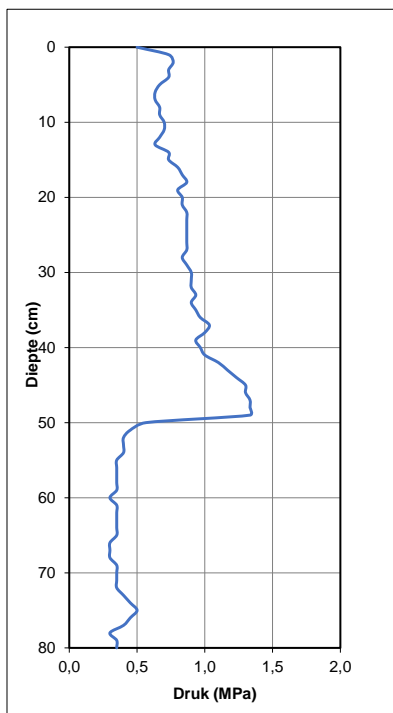
Conustype: 2.0 cm²
Penetratie snelheid: 2 cm/s. 60 deg
Eenheid diepte: cm
Eenheid penetratie: MPascal



Handsondering 04

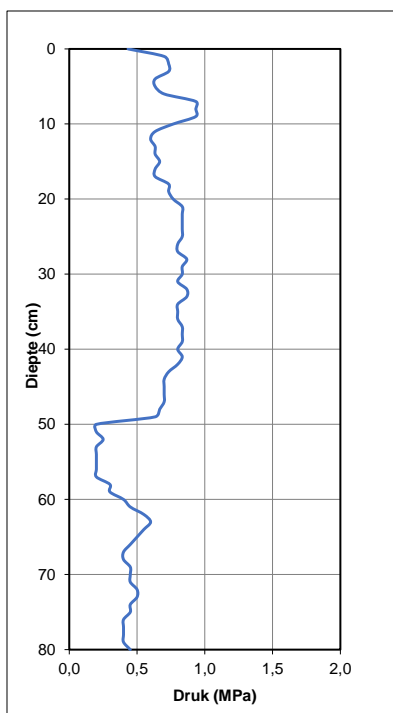
Conustype: 2.0 cm²
Penetratie snelheid: 2 cm/s. 60 deg
Eenheid diepte: cm
Eenheid penetratie: MPascal

Nul-meting



Handsondering 05

Conustype: 2.0 cm²
Penetratie snelheid: 2 cm/s. 60 deg
Eenheid diepte: cm
Eenheid penetratie: MPascal



Handsondering 06

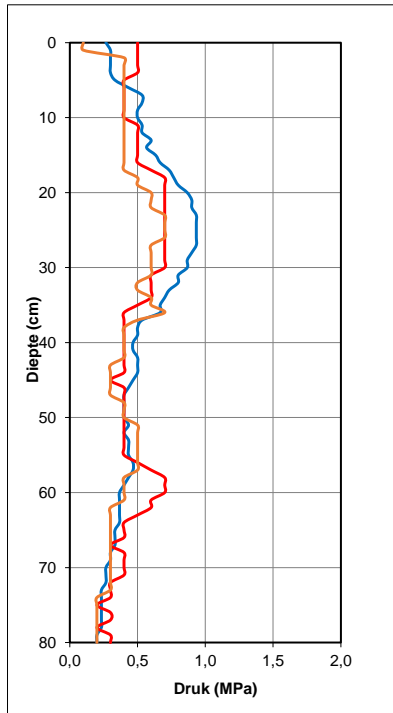
Conustype: 2.0 cm²
Penetratie snelheid: 2 cm/s. 60 deg
Eenheid diepte: cm
Eenheid penetratie: MPascal

1e ploegtest 12"

Dwarsdoorsnede 75 meter

2m westzijde

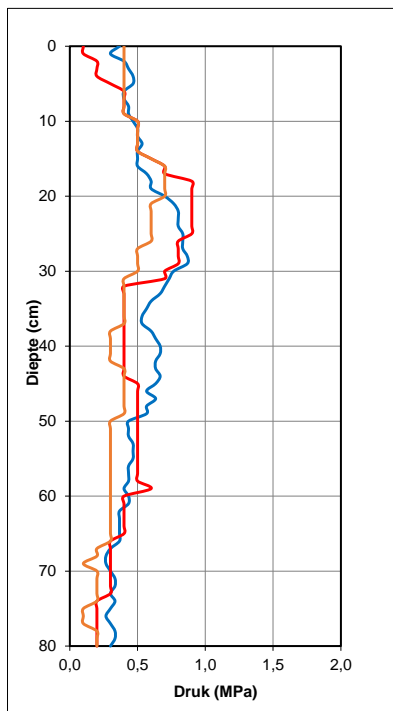
Nulopname	Blauw
Na ploegen voor verdichting	Oranje
Na opname	Rood



Dwarsdoorsnede 75 meter

1m westzijde

Nulopname	Blauw
Na ploegen voor verdichting	Oranje
Na opname	Rood



1e ploegtest 12"

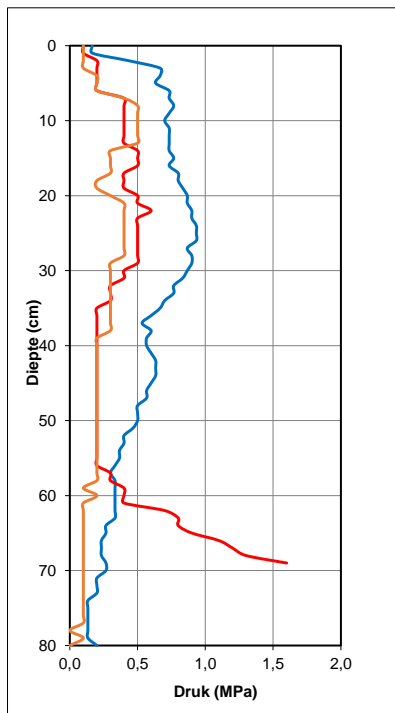
Dwarsdoorsnede 75 meter

Hartlijn

Nulopname Blauw

Na ploegen voor verdichting Oranje

Na opname Rood



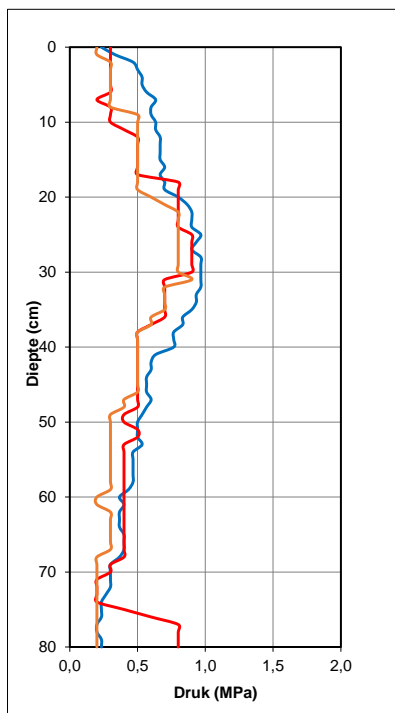
Dwarsdoorsnede 75 meter

1m oostzijde

Nulopname Blauw

Na ploegen voor verdichting Oranje

Na opname Rood



Dwarsdoorsnede 75 meter

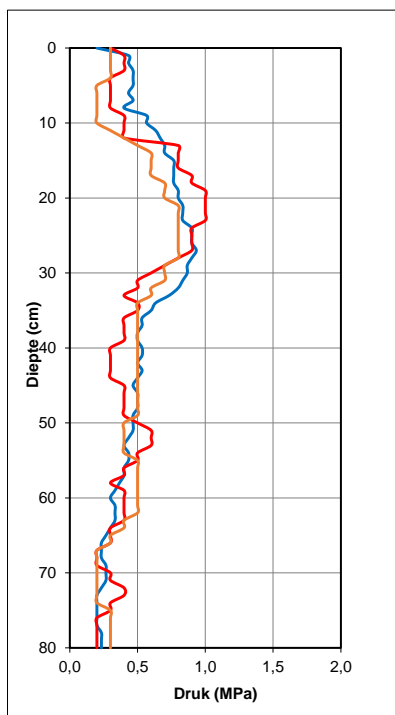
2m oostzijde

Nulopname Blauw

Na ploegen voor verdichting Oranje

Na opname Rood

1e ploegtest 12"



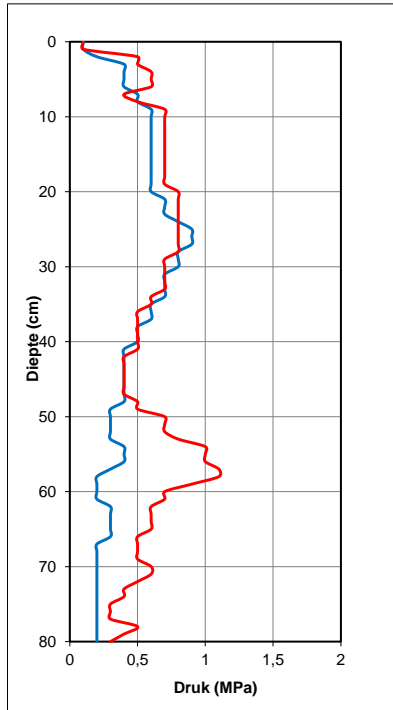
2e ploegtest 24"

Dwarsdoorsnede 60 meter

2m westzijde

Nulopname Blauw

Na opname, na verdichting Rood

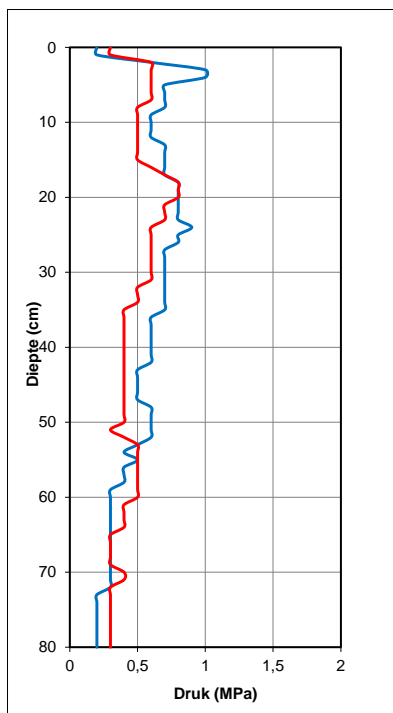


Dwarsdoorsnede 60 meter

1m westzijde

Nulopname Blauw

Na opname Rood



2e ploegtest 24"

Dwarsdoorsnede 60 meter

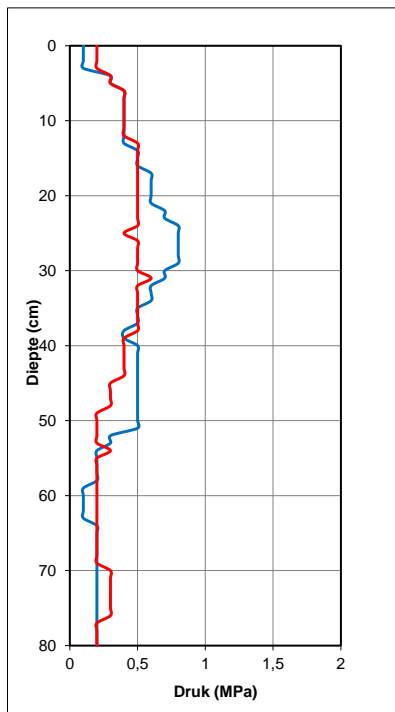
Hartlijn

Nulopname

Blauw

Na opname

Rood



Dwarsdoorsnede 60 meter

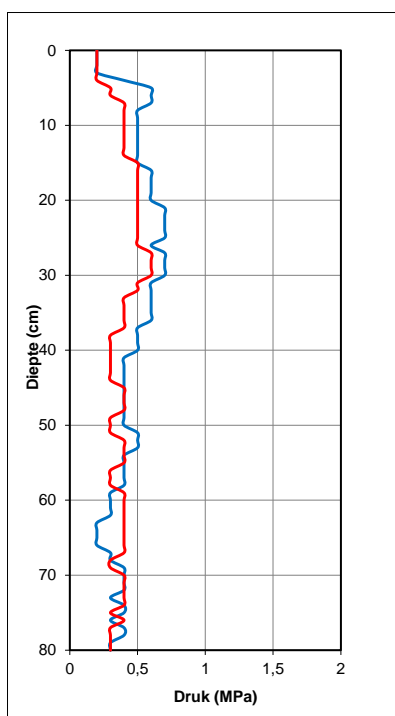
1m oostzijde

Nulopname

Blauw

Na opname

Rood



2e ploegtest 24"

Dwarsdoorsnede 60 meter

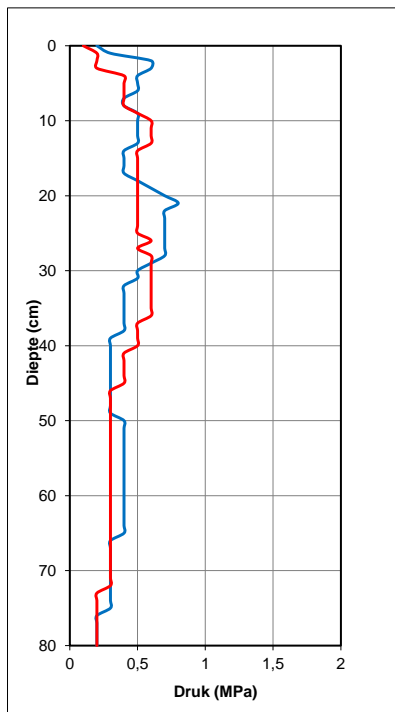
2m oostzijde

Nulopname

Blauw

Na opname

Rood



Over Antea Group

Antea Group is het thuis van 1500 trotse ingenieurs en adviseurs. Samen bouwen wij elke dag aan een veilige, gezonde en toekomstbestendige leefomgeving. Je vindt bij ons de allerbeste vakspecialisten van Nederland, maar ook innovatieve oplossingen op het gebied van data, sensing en IT. Hiermee dragen wij bij aan de ontwikkeling van infra, woonwijken of waterwerken. Maar ook aan vraagstukken rondom klimaatadaptatie, energietransitie en de vervangingsopgave. Van onderzoek tot ontwerp, van realisatie tot beheer: voor elke opgave brengen wij de juiste kennis aan tafel. Wij denken kritisch mee en altijd vanuit de mindset om samen voor het beste resultaat te gaan. Op deze manier anticiperen wij op de vragen van vandaag en de oplossingen voor morgen. Al 70 jaar.

Contactgegevens

Tolhuisweg 57
8443 DV HEERENVEEN
Postbus 24
8440 AA HEERENVEEN
T. 06 53 77 16 69
E. willem.bakker@anteagroup.nl

www.anteagroup.nl

Copyright © 2015

Niets uit deze uitgave mag worden verveelvoudigd en/of openbaar worden gemaakt door middel van druk, fotokopie, elektronisch of op welke wijze dan ook, zonder schriftelijke toestemming van de auteurs.

F Grondonderzoek en proefsleuven april 2022

Verwezen wordt naar:

Antea (2022)

Effect van inploegen buisleidingen op de gebruikswaarde van de bodem Praktijkproef 28" stalen VPS leiding te Sliedrecht

projectnummer 0475624.100, documentnummer 75624-MNPL-CTR-02, concept revisie 0A, 28 oktober 2022



Effect van inploegen buisleidingen op de gebruikswaarde van de bodem

Praktijkproef 28" stalen VPS leiding te Sliedrecht

projectnummer 0475624.100
concept revisie 0A
28 oktober 2022

Effect van inploegen buisleidingen op de gebruikswaarde van de bodem

Praktijkproef 28" stalen VPS leiding te Sliedrecht


projectnummer 0475624.100
documentnummer 475624-MNPL-CTR-02
concept revisie 0A
28 oktober 2022

Auteurs

W. Bakker

Opdrachtgever

N.V. Nederlandse Gasunie
Concourslaan 17
9727 KC GRONINGEN

datum vrijgave	beschrijving revisie 0A	gecontroleerd	vrijgave
28-10-2022	concept	A.J. Brandsma	R.S. Raap 

	Inhoudsopgave	Blz.
1	Inleiding	1
2	Onderzoeksopzet	3
2.1	Impact ploegmethode op maaiveldligging	3
2.2	Impact ploegmethode op bodemopbouw	3
2.3	Impact ploegmethode op bodemdichtheid	4
2.4	Uitvoering ploegmethode overige cultuurtechnische aspecten	4
3	Beschrijving inploegen	5
3.1	Principe methode	5
3.2	Gegevens gebruikte ploeg tijdens testen	7
4	Praktijkproef 28" stalen VPS leiding	9
4.1	Locatie	9
4.2	Maaiveldligging	9
4.3	Bodemopbouw en labonderzoek	9
4.4	Bodemdichtheid	10
5	Resultaten Sliedrecht	12
5.1	Maaiveldligging	12
5.2	Impact lier op maaiveldligging	13
5.3	Resultaten profielkuilen	14
5.4	Bodemdichtheid	15
6	Conclusies	17
6.1	Maaiveldligging	17
6.2	Bodemprofiel	17
6.3	Bodemdichtheid	18
6.4	Overige cultuurtechnische aspecten	19
6.4.1	Grondbalans	19
6.4.2	Waarborgen ontwatering percelen	20
7	Aanbevelingen	21
	Bijlage 1 Bodemonderzoek nulmeting	
	Bijlage 2 Maaiveldmeting dwarsprofielen	

Bijlage 3 Specificaties ploeg

Bijlage 4 Uitgevoerde handsonderingen

1 Inleiding

De meest gebruikte methode voor het leggen van leidingen is het aanleggen in open ontgraving. Hierbij wordt een sleuf gegraven waarna de leiding kan worden aangelegd en de sleuf kan worden aangevuld met de uitkomende grond. Bij aanleg in landbouwgebieden betekent dit dat zorgvuldig omgegaan moet worden met het ontgraven en terugbrengen van de diverse grondlagen om een verslechtering van de grondcondities te voorkomen. Nadelen bij leiding aanleg in open ontgraving zijn de veelal noodzakelijk bemaling, ruimtebeslag voor zowel de sleuf, transportroutes, als het tijdelijk in depot zetten van de grond, uitvoeringsduur, ontstaan van grondtekorten en gewasschades.

Een alternatieve aanlegmethode is het gebruik van een soort ploeg, waarbij de leiding sleufloos in de grond wordt getrokken. Deze methode wordt in het buitenland al langer gebruikt en is in Nederland al vaker toegepast voor het installeren van kabels. De ploegmethode heeft de volgende voordelen:

- Nagenoeg geen grondverplaatsing;
- Kleinere werkterreinen;
- Sneller aanlegtempo;
- Geen bemaling;
- Grondcondities worden mogelijk nagenoeg niet of minder beïnvloed;
- Minder intensieve grondwerken en cultuurtechnische bewerkingen;
- Minder grondtekorten;
- Minder cultuurtechnische en landbouwkundige naschade;
- Kortere uitvoeringsduur;
- Mogelijk lagere kosten.

Naast bovengenoemde voordelen kent de ploegmethode ook nog voordelen die meer van maatschappelijke aard zijn of die te maken hebben met omgevingsaspecten. Hierdoor zou ook de vergunningverlening mogelijk vlotter kunnen verlopen. Verder biedt het meer mogelijkheden voor tracéalternatieven. Door minder belasting op de omgeving, minder transporten en minder benodigde werkruimten zijn er o.a. nog volgende voordelen te benoemen:

- Minder uitstoot van stikstof en CO₂;
- Minder verstoring van ecologie;
- Minder bodemverstoring;
- Minder schade aan waardevolle archeologische objecten;
- Minder overlast naar de omgeving (minder weggebruik en schade aan infrastructuur);
- Geen zakkingen/zettingen door grondwateronttrekkingen in omgeving.

Ervaringen met deze techniek in Nederland voor het inploegen van leidingen zijn zeer beperkt. PWN heeft echter in 2017 reeds 2 drinkwaterleidingen (DN300) op Texel ingeploegd. Om ervaring op te doen met deze techniek en gegevens voor modelontwikkeling te verzamelen, zijn in januari 2022 in Biddinghuizen en Sliedrecht proeven met het inploegen van leidingen uitgevoerd in opdracht van Gasunie. In Biddinghuizen is een stalen 12" leiding in kleigrond en in zandgrond ingetrokken. In Sliedrecht zijn zowel een stalen 12" als een 24" leiding in veen ingetrokken. Antea Group is hierbij betrokken geweest om deze techniek in ogenschouw te nemen en de effecten op bodem en cultuurgrond in beeld te brengen. De resultaten zijn beschreven in het door Antea

Group opgestelde rapport "Effect van inploegen buisleidingen op de gebruikswaarde van de bodem", documentnummer 475624-MNPL-CTR-01, revisie 00, d.d. 29 april 2022.

Naar aanleiding van de resultaten in veengronden (Sliedrecht) en de projecten van warmteleidingtracés die Gasunie in voorbereiding heeft in soortgelijke grondslag, is de vraag ontstaan om de proef in veengrond te herhalen, echter alleen met de grotere diameter leiding die voor warmteleidingtracés wordt gebruikt. Het betreft hier een 28" stalen VPS leiding ook wel staal-PUR-PE genoemd. De resultaten van deze proef worden in onderhavig rapport beschreven.

2 Onderzoeksopzet

In een eerder stadium is ter plaatse van de locatie Sliedrecht een ploegtest uitgevoerd met een stalen 12" leiding en een stalen 24" leiding. Beide leidingen zijn in januari 2022 met de ploegmethode met een dekking van ca. 1,7 a 1,8 m onder maaiveld aangelegd. Gasunie heeft vervolgens besloten om deze proef op 6 april 2022 te herhalen, echter alleen met de grotere 28" VPS-leiding.

De onderzoeksopzet is in overleg met Gasunie vastgesteld. Tijdens de test van het inploegen van de leidingen is voornamelijk gelet op de effecten in de bodem en op veranderingen van de maaiveldligging. Er is vastgesteld wat de impact is van de ploegmethode op de (cultuur)gronden (draagkracht, verzakkingen, insporing, grond- tekorten/overschotten etc.). Het onderzoek is uitgevoerd voor, tijdens en na het intrekken van de leidingen, waarbij effecten aan het oppervlak en in de bodem zijn geregistreerd.

Uit het oogpunt van bodem en cultuurtechniek zijn de volgende aspecten beschouwd:

- Impact ploegmethode op maaiveldligging;
- Impact ploegmethode op bodemopbouw;
- Impact ploegmethode op bodemdichtheid;
- Uitvoering ploegmethode overige cultuurtechnische aspecten.

Met betrekking tot impact op de gebruikswaarde van grond zijn bovengenoemde aspecten niet alles omvattend. Ook zijn er andere cultuurtechnische effecten van belang wanneer gesproken wordt over het begrip gebruikswaarde van de bodem. In de aanbevelingen worden enkele zaken genoemd welke mogelijk in een vervolgonderzoek ook aandacht verdienen.

2.1 Impact ploegmethode op maaiveldligging

Door Gasunie is zowel voorafgaand als na het inploegen een landmeetkundige opname uitgevoerd. De verzamelde gegevens zijn verwerkt in bijlage 2. Door onderlinge vergelijking van deze in twee fasen verzamelde gegevens, wordt in beeld gebracht wat het effect is op de ligging van het maaiveld van het inploegen. De resultaten hiervan zijn beschreven in paragraaf 4.2 en 5.1.

2.2 Impact ploegmethode op bodemopbouw

Om de impact van de ploegmethode m.b.t. de bodemopbouw te onderzoeken is het van belang dat het bodemopbouw zowel voor- als na leidingaanleg nauwkeurig in beeld wordt gebracht. Antea Group heeft voorafgaand aan het inploegen een bodemkundige nul-opname uitgevoerd. De resultaten hiervan worden beschreven in paragraaf 4.3 en 5.3.

Direct na de uitvoering van het inploegen is in samenwerking met Van Gelder (uitvoerend aannemer) met een hydraulische graafmachine een profielkuil gegraven. Hierbij is het effect op de bodem door het inploegen inzichtelijk gemaakt door het graven van profielkuilen. De bodemlagen in de profielkuil zijn gefotografeerd en het effect van de aanleg van de leiding met de ploegmethode is beschreven.

2.3 Impact ploegmethode op bodemdichtheid

Het effect van het inploegen van de leiding op de bodemdichtheid is in beeld gebracht door het meten van de indringingsweerstand in de bodem. Het meten van de indringingsweerstand is uitgevoerd tot 0,80 m -mv met een penetrologger. De indringingsweerstand is een maat voor de compactie en draagkracht van de bodem en is afhankelijk van de volgende bodemeigenschappen: bulkdichtheid, bodemstructuur- en textuur, organische stofgehalte en het vochtgehalte van de bodem. De resultaten worden beschreven in paragraaf 4.4 en 5.4.

2.4 Uitvoering ploegmethode overige cultuurtechnische aspecten

Naast bovengenoemde aspecten zijn tevens andere cultuurtechnische gevolgen en effecten beschouwd die in relatie staan met het inploegen van leidingen.

Deze beschouwde cultuurtechnische aspecten zijn:

- Grondbalans (grondtekorten / grondoverschotten);
- Herstel maaiveldprofiel;
- In stand houden van ontwatering van percelen;
- Herstel van de gebruikswaarde percelen.

3 Beschrijving inploegen

Onderstaande beschrijving is afkomstig uit het door Deltares opgestelde rapport met als titel “Inploegen grote diameter Leidingen, Resultaten testen in Biddinghuizen en Sliedrecht”.

3.1 Principe methode

Voor het inploegen van de leidingen worden twee machines gebruikt, de ploeg (figuur 3-1) en een lier (figuur 3-2 t/m 3-4) voor het opwekken van de trekkracht. De methode kan zowel worden gebruikt voor het intrekken van kunststof of stalen buisleidingen.

Bij het intrekken van stijvere leidingen wordt de geprefabriceerde in te trekken leiding uitgelegd. De leiding is dan voorzien van een trekkop die wordt verbonden met de ploeg (zie Figuur 3-7) waarin de buisleiding wordt geschoven en vastgemaakt.

De trekkop is vastgemaakt aan een zogenaamd zwaard, waarmee de grond (verticaal) wordt losgesneden. Dit zwaard is voorzien van een ‘ripper shoe’ (zie Figuur 3-5), die de grond horizontaal doorsnijdt. Vervolgens kan de leiding in de grond worden getrokken. Daarbij wordt de leiding onder een opgegeven helling in de grond getrokken totdat het aanlegniveau is bereikt. Vervolgens wordt de leiding horizontaal verder getrokken.



Figuur 3-1: De ploeg Inploegen grote diameter Leidingen.



Figuur 3-2: Twee rupsvoertuigen met lier. Door het oprollen van de staalkabels trekt deze de ploeg naar zich toe.



Figuur 3-3: Detail opname ripper shoe, tevens is onderste deel zwaard te zien (bron: Deltares, Inploegen grote diameter Leidingen).



Figuur 3-4: Grondvervorming rond zwaard.

3.2 Gegevens gebruikte ploeg tijdens testen

Tijdens de testen was de gebruikte ploeg een Foeck FSP 280 van SpiderPlow. Technische gegevens zijn opgenomen in de onderstaand overzicht en in bijlage 5.

De gewichten van de ploeg en de lier zijn:

- Ploeg: 32 ton
- 2 maal Lier op rupsbanden: 27,5 ton

De hoek van het reactieblad van de lier heeft 5 standen. Bij de proeven in Biddinghuizen en in Sliedrecht is een hoek van 54 graden gebruikt.

Het zwaard had de volgende afmetingen:

- Hoogte 3.8 m
- Breedte 0.122 m
- Lengte 0.9 m

De hoek van de Ripper shoe is instelbaar. De afmetingen van de Ripper shoe zijn niet gedocumenteerd en zijn tijdens de uitvoering bepaald:

- Lengte 1,20 m
- Breedte 0,90 m
- Dikte 0,40 m

De afmetingen van de gebruikte overmaatse buis (torpedo) voor de 28" leiding waren:

- o Diameter: 0,41 m
- o Lengte: 3,5 m



Figuur 3-5: Detail opname 16" torpedo met 28" leiding.

4 Praktijkproef 28" stalen VPS leiding

4.1 Locatie

De locatie voor inploegen is gelegen nabij Sliedrecht, ten noorden van de Betuwelijn. De locatie is onderstaand met een rode lijn aangegeven.



Figuur 4-1: Locatie Sliedrecht inploegen 28" VPS leiding

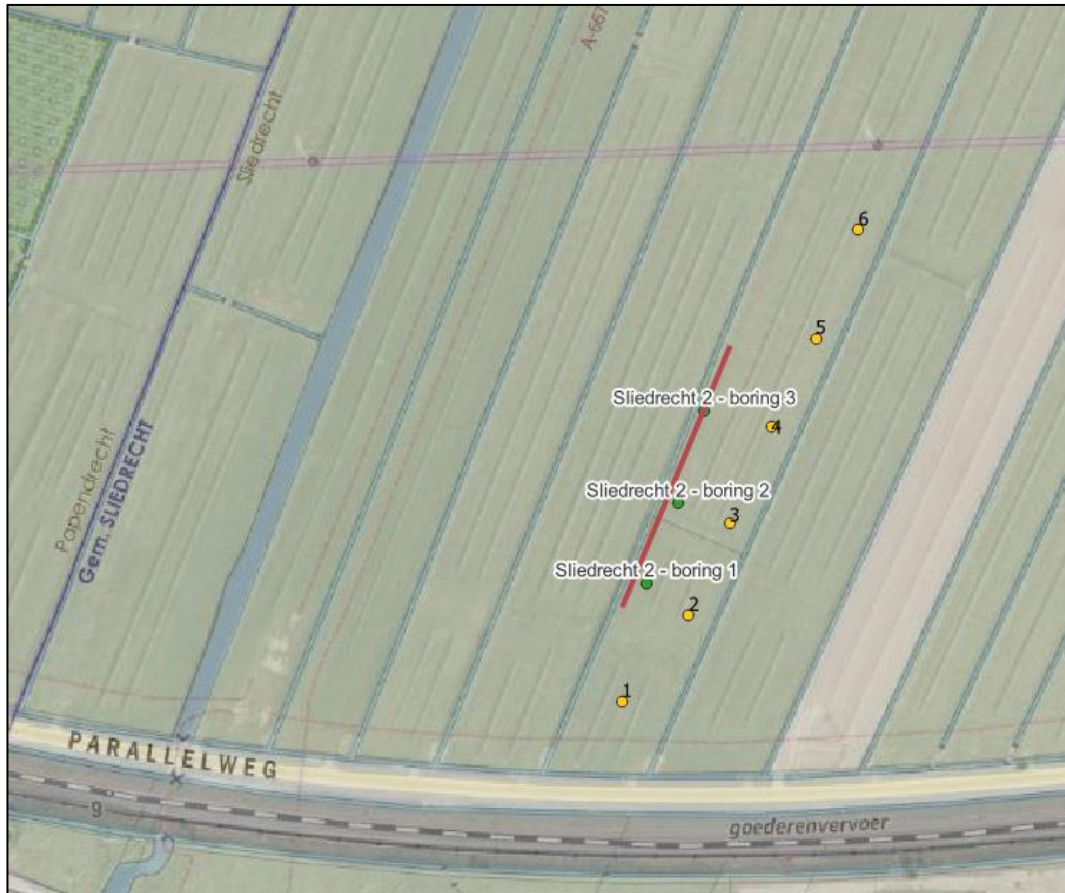
4.2 Maaiveldligging

Voorafgaand aan het inploegen zijn dwarsdoorsnedes van de werkstrook ingemeten door Gasunie. Deze 0-metingen zijn verwerkt op tekening. De metingen zijn vervolgens na het inploegen herhaald waarbij de 0-meting vergeleken wordt met de tweede meting. Voor de resultaten van de 0-meting en de eind-meting wordt verwezen naar bijlage 2.

Het maaiveld ter plaatse van de praktijkproef loopt af naar de sloot in westelijke richting. Het maaiveld is gelegen op ca. NAP-1,55 m (oostzijde) en loopt af tot ca -1,70 m (westzijde).

4.3 Bodemopbouw

Voorafgaand aan het inploegen zijn 3 handmatige boringen uitgevoerd tot 1,20 m -mv. Voor de boorprofielen wordt verwezen naar bijlage 1. Tevens is gebruik gemaakt van de boringen van de eerder uitgevoerde ploegtest omdat deze het bodemprofiel tot 6 m -mv laten zien. In figuur 4-2 zijn de locaties van de uitgevoerde handboringen aangegeven.



Figuur 4-2: locaties boringen 0-meting Sliedrecht

In Sliedrecht, in het onderzoeksgebied, is een teelaardelaag te onderscheiden die bestaat uit 0,15-0,20 m matig tot zeer humeuze (4-6% org. Stof) zware zavel (23-26 % <math><2\mu\text{m}</math>). Onder deze toplaag komt overwegend tot 0,40 m -mv matig zware klei voor met een lutumpercentage van 38-48 % <math><2\mu\text{m}</math>. Dieper tot ca. 5,00 m -mv komt veen en kleilig veen voor. Tot een diepte van ca. 0,60-0,70 m -mv is het veen half veraard en dieper slap tot zeer slap. Vervolgens is in de laatste boormeter 5-6 m -mv slappe matige zware klei aangetroffen met een lutumpercentage van 48% <math><2\mu\text{m}</math>.

De actuele grondwaterstand is gemeten op een diepte van 0,25-0,35 m -mv. De Gemiddelde Hoogste Grondwaterstand (GHG) is ingeschat op 0,10 m -mv en de Gemiddelde Laagste Grondwaterstand (GLG) is ingeschat op 0,70-0,80 m -mv.

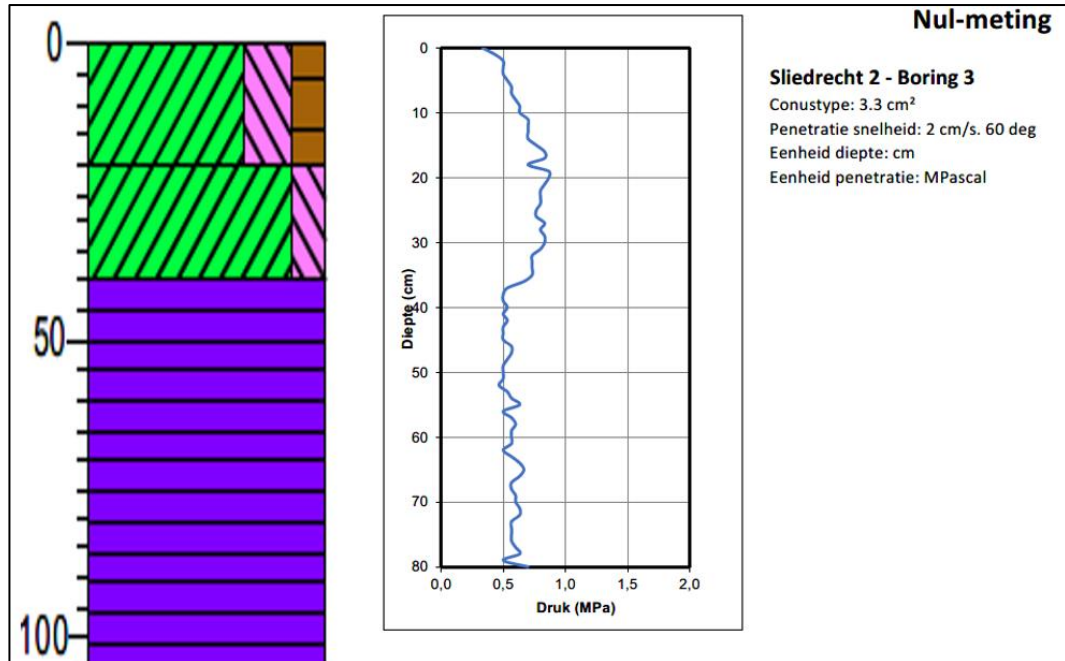
Het slootwaterpeil bedroeg ca. 0,40 m -mv.

4.4 Bodemdichtheid

Tijdens de vooropname zijn naast de handmatige boringen tevens handsonderingen uitgevoerd met een penetrologger (Eijkkelkamp) om de indringingsweerstand van de bodem te meten.

Iedere handsondering is ter plekke 3 keer herhaald (3 penetraties). Van de 3 metingen is een gemiddelde genomen. De resultaten zijn in bijlage 2 gepresenteerd. De handsonderingen hebben hetzelfde nummer als de nabijgelegen boringen.

Onderstaand wordt een handsondering gepresenteerd die representatief is voor locatie Sliedrecht.



Figuur 4-3: 0-meting bodemprofiel en indringingsweerstand

Na het inploegen van de leiding zijn op dezelfde plaats wederom handsonderingen uitgevoerd. Deze resultaten zijn vergeleken met de nul-metingen en worden beschreven in paragraaf 5.4. Het overzicht van de uitgevoerde handsonderingen is bijgevoegd in bijlage 4.

5 Resultaten Sliedrecht

Het inploegen van de 28" VPS leidingen is uitgevoerd op woensdag 6 april 2022.

De diepteligging van de leiding is na intrekken van de leiding, maar voordat deze er weer is uitgetrokken gemeten met GPS. De 28" VPS leiding is op een diepte van 1,33 – 2,00 m onder maaiveld ingeploegd. Het inploegen is uitgevoerd met behulp van twee liervoertuigen. De ploeg reed over aaneengekoppelde lichtgewicht composiet rijplaten die op beperkte afstand van elkaar zijn aangelegd.

5.1 Maaiveldligging

Om de verandering aan het maaiveld te bepalen is op een aantal raaien de maaiveldhoogte gemeten. De resultaten van de gemeten maaiveldligging is in Figuur 5-2 weergegeven. Hierin is de situatie voorafgaand aan het inploegen van de leiding, na inploegen van de leiding en na het verdichten van de grond (aanrupsen met hydraulische graafmachine) verwerkt. Tevens zijn de resultaten verwerkt op tekening in bijlage 2.

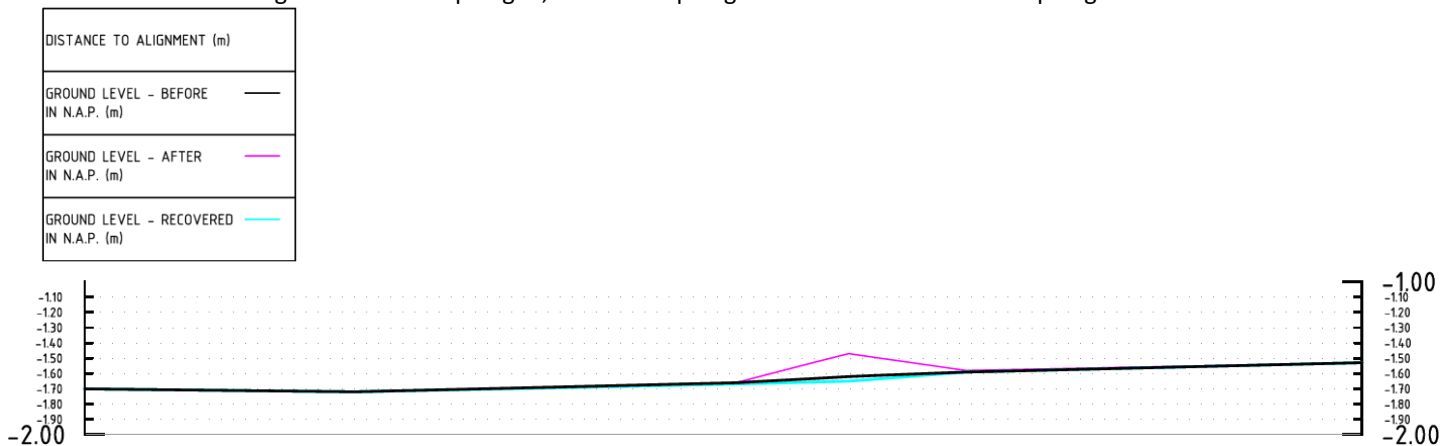


Figuur 5-1: linker foto de opgekomen grond van de 28 inch leiding, rechter foto na aanrupsen overeenkomend met de nul-meting

De 28" VPS leiding is ingeploegd waarbij de ploeg over composiet rijplaten heeft gereden. Tijdens het inploegen van de leiding kwam ter plaatse van het leidingtracé de grond ongeveer 0,10 – 0,20 m omhoog ten opzichte van de nulmeting. De breedte van bovenzijde ploegsleuf bedroeg 0,45 m. De opbolling van de grond heeft over een breedte van ca. 1,5 meter plaatsgevonden. In vergelijking met de in januari uitgevoerde proef waarbij een 24" leiding is ingeploegd is deze opbolling beperkt gebleven. Bij het inploegen van de 24" leiding in januari is een opbolling gemeten over een breedte van 2,5 meter welke 0,25 -0,30 m omhoog is gekomen. Reden hiervoor is zeer waarschijnlijk dat de spoorbreedte bij de 24" veel breder was waarbij de wielen tevens op de slee waren bevestigd. Bij het inploegen van de 28" reed de ploeg over lichtgewicht composiet rijplaten die op een beperkte afstand van elkaar waren uitgelegd zodat de spoorbreedte veel smaller was. De afstand tussen de platen bedroeg ca. 1,5 meter. Het gewicht van de ploeg op de rijplaten heeft Naar alle waarschijnlijkheid het omhoog komen van de grond beperkt.

Om de ploegsleuf zo goed als mogelijk te herstellen is eerst de grond met de bak van de hydraulische graafmachine naar binnen geduwd. Vervolgens is de ploegsleuf verdicht (verdichten

van de bodem) middels aanrupsen door een hydraulische graafmachine op rupsen. Het maaiveldprofiel (hoogteligging) is hierdoor weer hersteld en komt nagenoeg geheel overeen met de 0-meting. De hydraulische graafmachine is vervolgens nog een keer terug gerupst over de ploegsleuf waardoor het maaiveld 2-3 cm lager is komen te liggen dan de nulmeting. In onderstaand figuur worden de ingemeten profielen weergegeven zoals deze ingemeten zijn voorafgaand aan het inploegen, direct na inploegen en na verdichten van de ploegsleuf.



Figuur 5-2 Ligging maaiveld na inploegen en na aanrupsen, 28" leiding

5.2 Impact lier op maaiveldligging

In het eerdere onderzoek (inploegen 12" en 24" leiding) is gebleken dat wanneer gebruik wordt gemaakt van één liervoertuig deze niet altijd voldoende tegendruk heeft in deze slappe veengronden om de ploeg tijdens het intrekken voort te bewegen. Hierdoor wordt het liervoertuig achteruit getrokken waardoor grote kuilen en gaten in de bodem ontstaan. Om voor het inploegen van de 28" leiding voldoende tegendruk te bewerkstelligen is gebruik gemaakt van twee liervoertuigen. Deze brachten het blad ca. 1,00 m diep in de grond. Door het gebruik van twee liervoertuigen kon voldoende trekkracht worden geleverd om de ploeg voort te bewegen, waarbij de liervoertuigen stabiel op hun posities zijn blijven staan. Dit laatste is belangrijk om de bodem voldoende weerstand te laten bieden en om te voorkomen dat schade aan de bodem ontstaat. In deze grondslag zal de weerstand in de eerste 0,5 m (klei) van het bodemprofiel moeten worden gezocht omdat dieper slap veen voorkomt wat weinig weerstand zal genereren, zie hiervoor ook figuur 4-3. Hierdoor dient meer weerstand in de breedte te worden gezocht door bijvoorbeeld gebruik te maken van twee liervoertuigen. Tijdens het omhoog trekken van de bladen uit de grond reden de liervoertuigen iets vooruit. Hierdoor viel de grond goed terug in het oorspronkelijke bodemprofiel. De schade bleef hierdoor dan ook zeer beperkt, zie figuur 5-3.



Figuur 5-3: Liervoertuigen bij intrekken 28 inch leiding

5.3 Resultaten profielkuilen

De 28" leiding is met een dekking van 1,33 – 2,00 m onder maaiveld aangebracht.

Op maaiveldniveau is zoals in paragraaf 5.1 beschreven een opbolling direct na het ploegen ontstaan over een breedte van ca. 1,5 meter waarbij de grond ca. 0,10-0,20 m omhoog is gekomen.

Na het graven van een profielkuil is gebleken dat op een diepte van ca. 0,40 m -mv een verstoring zichtbaar is over een breedte van 0,60 m (blauwe lijn). Op de grens van de matige zware klei en het half veraarde veen is een opbolling zichtbaar van 0,12 m (blauwe lijn). In het half veraard veen wat op een diepte van 0,60-0,70 m -mv overgaat in onveraard veen, is nagenoeg geen verstoring door de ploeg waar te nemen.

In vergelijking met de in januari uitgevoerde proef is een verstoring op het grensvlak van matig zware klei naar half veraard veen opgenomen van 0,60 meter breed met een opbolling van 0,10-0,15 voor de 24"leiding. Voor de 12"leiding was dit over een breedte van 0,45 meter een opbolling van 0,07 meter.



Figuur 5-4: Profielkuil – bodemprofiel tot 1,00 m -mv

In onderstaand figuur 5-5 is de profielkuil doorgezet tot leidingniveau. De bovenkant van de leiding is in bovenstaande afbeelding zichtbaar. Hierbij is waargenomen dat er een goede aansluiting van de grond rondom de leiding is.



Figuur 5-5: Profielkuil tot leidingniveau om aansluiting leiding te beschouwen

5.4 Bodemdichtheid

Voor- en na het inploegen van de leidingen zijn handsonderingen uitgevoerd om de indringingsweerstand van de bodem inzichtelijk te maken. Onderstaand zijn de gemiddelde waarden per raai weergegeven en beschreven.

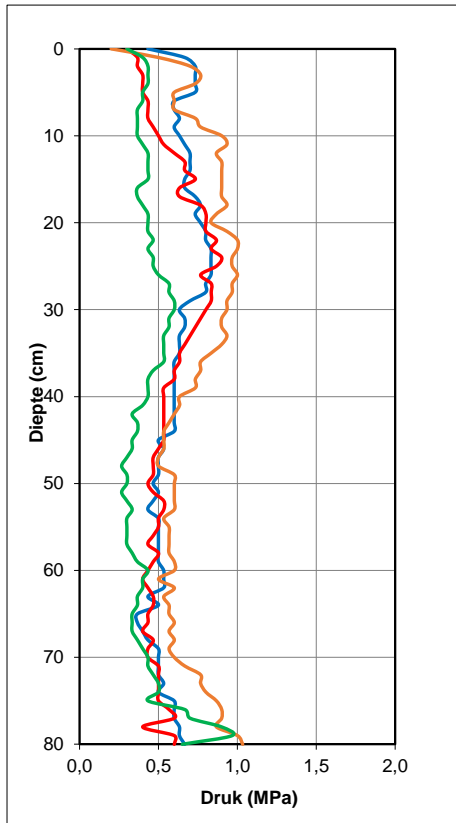
Voor alle resultaten wordt verwezen naar bijlage 4. Onderstaand worden de gemiddelde waarden weergegeven in een sondeergrafiek. Doordat er zeer lage indringingsweerstand zijn gemeten is de druk uitgezet in een schaal van 1 tot 2 Mpa.

Onderstaand zijn de gemiddeld gemeten indringingsweerstand ter plaatse van de 28" VPS leiding weergegeven. De gemeten verschillen zijn echter klein. De indringingsweerstand ter plaatse van de hartlijn ploeg is ten opzichte van de 0-meting over het algemeen tot een diepte van 0,30 m -mv iets lager. De indringingsweerstand gemeten op 0,70 m afstand van de hartlijn komen nagenoeg overeen met de 0-meting en laten op detailniveau op een diepte van 0,10-0,30 m -mv een iets hogere indringingsweerstand zien. Doordat de gemeten verschillen dusdanig klein zijn wordt er ook nagenoeg geen na-zakking verwacht.

Ploegtest 28" VPS leiding

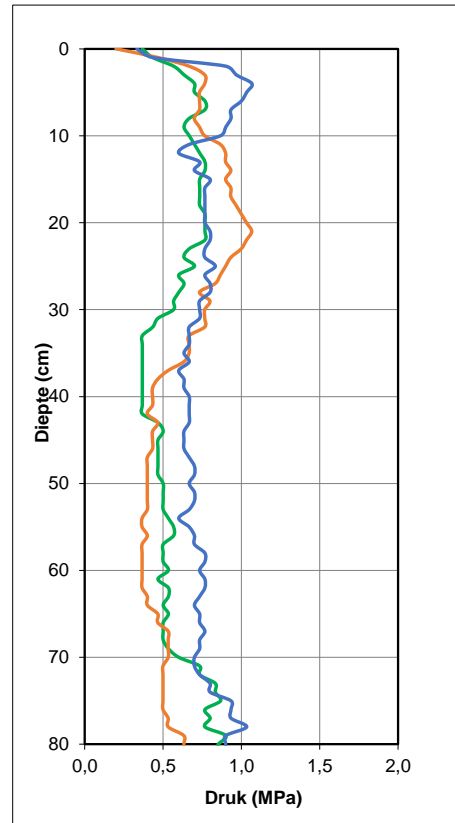
Raai 1

0-meting buiten rijpaten	Blauw
Op sleuf	Groen
0,70 m westzijde sleuf	Oranje
0,70 m oostzijde sleuf	Rood



Raai 2

0-meting boring 2	Blauw
Op sleuf	Groen
0,70 m westzijde sleuf	Oranje



Figuur 5-6: Gemiddelde waardes handsonderingen raai 1 en 2

Onderstaand worden gegevens van het handsonderen gepresenteerd. In de linker grafiek wordt het verschil van onder de rijplatenbaan versus een 0-meting gepresenteerd en in de rechter grafiek de gemiddelde waarden van 0-meting, sleuf en 0,70 m naast sleuf.

De linker grafiek laat zien dat er onder de rijplatenbaan geen bodemverdichting is gemeten. Wel moet opgemerkt worden dat de proef kleinschalig is opgezet en dat wanneer een leidingtracé wordt aangelegd aanzienlijk meer transporten plaatsvinden.

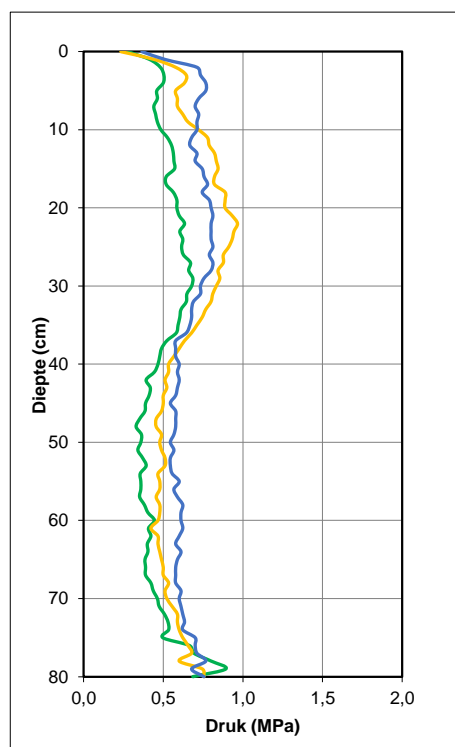
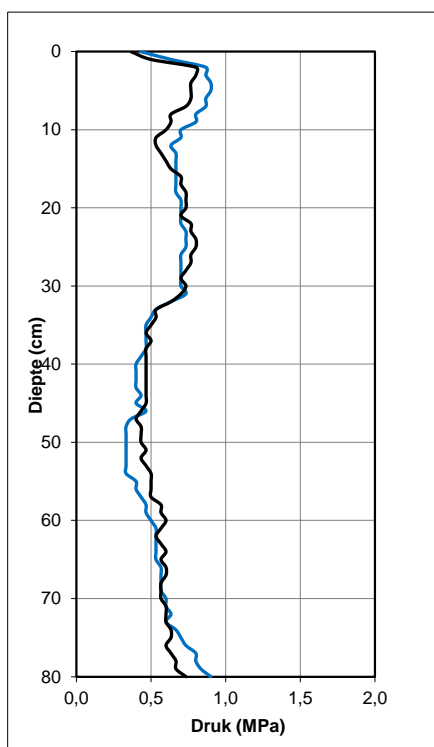
Rechts geeft de gemiddelde waarden aan van alle gemeten handsonderingen. Zoals bovenstaand reeds beschreven bij figuur 5-6, kan ook hier gesteld worden dat op de sleuf een lagere indringingsweerstand is gemeten tot 0,30 m ten opzichte van de 0-meting en dat op 0,70 m afstand van de sleuf in de range van 0,10-0,30 met een minimaal verschil een iets hogere indringingsweerstand is gemeten ten opzichte van de 0-meting.

Verdichting onder rijplaat

0-meting buiten rijplaten	Blauw
Sondering onder rijplatenbaan	Grijs

Gemiddelde waarden

Alle 0- metingen	Blauw
Op sleuf	Groen
Naast de sleuf	Geel



Figuur 5-7: Indringingsweerstand gemeten onder rijplatenbaan en presentatie alle gemiddelde waarden

6 Conclusies

6.1 Maaiveldligging

Uit de landmeetkundige opname is gebleken dat de grond bij het inploegen van de 28" VPS leiding over een breedte van ca. 1,5 meter ca. 0,10-0,20 m omhoog is gekomen. In vergelijking met de in januari uitgevoerde proef met de 24" leiding was de opbolling nu duidelijk minder. Bij de 24" leiding kwam de grond over een breedte van 2,5 meter omhoog met ca. 0,25-0,30 m. De reden van de beperkte opbolling moet worden gezocht in het feit dat bij het inploegen van de 28" VPS leiding composiet rijplaten als rijbaan voor de ploegmachine zijn aangebracht. Deze zijn op beperkte afstand (spoorbreedte) van elkaar (1,5 m) aanbracht, dusdanig dat de ploeg zich binnen de twee rijstroken kon voortbewegen. Het gewicht van de ploegmachine op de platen heeft een dusdanige tegendruk op de ondergrond gegeven, dat daardoor de opbolling van de grond beperkt is gebleven.

Geconcludeerd kan worden dat het inploegen van een grotere diameter leiding niet zorgt voor een grotere opbolling van de grond doordat de leiding voldoende volume aan grond kan verdringen in het slappe veen. Hier moet wel bij worden opgetekend dat tegendruk aan de oppervlakte positief bijdraagt aan het beperken van de opbolling. Het verdringen van de grond verloopt dus minder in opwaartse richting. Bij draagkrachtigere bodemprofielen zal dit naar alle waarschijnlijkheid niet gelden. Wel kan ook hier een tegendruk op het maaiveld, bijvoorbeeld door rijplaten, mogelijk bijdragen aan een beperkte opbolling.

Om de opbolling te herstellen heeft een hydraulische graafmachine op rups de grond met de bak van beide zijden naar binnen gedrukt waarna de ploegsleuf vervolgens is aangerupst.

Na het eenmalig aanrupsen is de grond teruggedrukt waarna het maaiveld nagenoeg weer overeenkwam met de nul-meting. Vervolgens is de hydraulische graafmachine ook over de ploegsleuf terug gerupst waarbij het maaiveldprofiel bij dwarsprofiel DP-12 en DP-13 met circa 2-3 cm lager is komen te liggen dan de nulmeting. Deze tweede keer heeft extra zetting veroorzaakt wat uiteindelijk negatief heeft uitgepakt. In deze zeer slecht draagkrachtige gronden kan de opbolling goed worden hersteld maar dient dit wel zorgvuldig te worden gedaan en worden afgestemd op de lokale bodemomstandigheden. Er dient goed te worden afgewogen welke tegendruk nodig is om zoveel mogelijk het oorspronkelijke maaiveld niveau te benaderen. Gebleken is dat wanneer te veel over de sleuf wordt gerupst deze ook zo lager kan komen te liggen door zetting van bodemlagen in het slappe veen.

Bij het inploegen van de 28" VPS leiding is gebruik gemaakt van twee liervoertuigen. Bij het inploegen van de 24" leiding in januari is geconstateerd dat het liervoertuig door het realiseren van te weinig tegendruk vanuit het bodemprofiel, grote gaten zijn ontstaan met als gevolg extra schade en herstelwerkzaamheden. Bij het toepassen van 2 liervoertuigen is gebleken dat de 28" VPS leiding met nagenoeg geen effect op de bodem en weinig schade en herstel kon worden ingeploegd. Bij soortgelijke zeer slechtdraagkrachtige gronden is het belangrijk om de tegendruk vanuit het bodemprofiel te zoeken in de breedte en niet in de diepte doordat deze in de eerste 0,5 meter van het bodemprofiel moet worden geleverd. Bij het inploegen van leidingen in soortgelijke grondslag moet dus worden gedacht aan een liervoertuig met extra breed blad of zoals bij de proef is gedaan door het toepassen van twee liervoertuigen.

Bij het herstel van het maaiveldprofiel is het belangrijk dat het bodemprofiel behouden blijft en dat de dikte van voornamelijk teelaardelaag en B-laag zoveel mogelijk conform oorspronkelijk profiel en laagdikte wordt hersteld. Zo weinig mogelijk verstoring door zowel de ploeg als door

het liefblad, draagt bij aan het feit dat meer of minder herstelwerkzaamheden nodig zijn. De inploegwerkwijze dient dan ook op de lokale bodemomstandigheden te worden afgestemd.

6.2 Bodemprofiel

De impact van de ploegmethode voor de aanleg van een 28" leiding op het bodemprofiel (veenprofiel) in een omgeving als die van Sliedrecht is in vergelijking met de traditionele sleufmethode beperkt. Het bodemprofiel blijft grotendeels in stand, in ieder geval zijn de effecten aan het maaiveld zodanig dat weinig schade en weinig herstelwerkzaamheden nodig zijn. Na het afzetten van de humeuze toplaag was een geringe verstoring te zien van ca 0,60 m breed waarbij de ondergrond ca. 0,12 m omhoog gekomen was. In vergelijking met de eerder uitgevoerde proef waarbij een 24" leiding was ingeploegd komen deze uitkomsten redelijk overeen. Bij de 24" is een verstoring op het grensvlak van matig zware klei naar half veraard veen opgenomen van 0,60 meter breed met een opbolling van 0,10-0,15. Ook geeft dit aan dat de grondverdringing in het slappe veen dusdanig is dat het inploegen in deze grondslag van een grotere leiding t.o.v. een 24" leiding niet direct tot meer impact leidt. De aansluiting van grond rondom de leiding is als goed waargenomen ook doordat het slappe veen zich zeer goed om de leiding heen vormt (dik water).

Wel dient de ploegmethode met voldoende zorgvuldigheid worden uitgevoerd omdat uit reeds eerder uitgevoerd onderzoek, het inploegen van de 12" en 24" leiding in dezelfde grondslag, is gebleken dat het bodemprofiel door het liervoertuig kan worden verstoord bij het niet voldoende genereren van tegendruk in het bodemprofiel door een te smal blad. Voor de uitgebreide rapportage wordt verwezen naar het rapport "Effect van inploegen buisleidingen op de gebruikswaarde van de bodem", documentnummer 475624-MNPL-CTR-01, revisie 00, d.d. 29 april 2022.

Een goede voorbereiding, vooronderzoek en inschatting van de plaatselijke omstandigheden zijn van eminent belang om tot een optimale projectuitvoering te komen, in te spelen op de lokale (bodem)omstandigheden en daarmee onnodig herstelwerk en schade te voorkomen.

6.3 Bodemdichtheid

Bij de traditionele aanlegmethode kan de bovenbelasting op de bodem aanzienlijk zijn waardoor verdichting van de bodem ontstaat door transporten, het gewicht van zware machines, door trillingen of door (langdurige) grondbelastingen. Wanneer bodemverdichting optreedt geeft dit door zetting en zakking vaak grondtekorten, heeft dit invloed op de water/luchthuishouding van de bodem, de waterdoorlatendheid en het vochtleverend vermogen en de infiltratiecapaciteit van de grond. Tevens heeft bodemverdichting een nadelige invloed op het beschikbaar komen van nutriënten en is het nadelig voor het bodemleven.

Door de zeer lage indringingsweerstand van de bodem (veenondergrond) zijn zeer kleine verschillen gemeten. De resultaten op het tracé van de 28" VPS leiding laten ter plaatse van de hartlijn, ten opzichte van de 0-meting tot ca. 0,30 m een iets lagere indringingsweerstand zien. De overig gemeten indringingsweerstand komen nagenoeg overeen met de 0-meting waarbij de handsonderingen op 0,70 m afstand van de sleuf op detailniveau een iets hogere indringingsweerstand laten zien op een diepte van 0,10-0,30 m -mv.

Uit de resultaten van de handsonderingen die onder de rijplatenbaan zijn uitgevoerd blijkt dat er geen bodemverdichtingen onder de platen is gemeten. Verwacht wordt dat ter plaatse van benodigde werkterreinen en rijbanen wel enige bodemverdichting zal optreden bij de realisatie

van een leidingtracé. Deze proef is in vergelijking zeer kleinschalig waarbij maar enkele geringe transporten nodig waren.

De mate van bodemverdichting is in vergelijking met traditionele aanlegmethode beperkt. Werkterreinen en rijbanen zullen minder zwaar belast worden en mogelijk over een kortere periode in gebruik zijn. Bodemverdichting door grondbelastingen van gronddepots zullen ook veel minder zijn en soms nauwelijks voorkomen.

6.4 Overige cultuurtechnische aspecten

Nadat leidingen zijn ingepløegd zullen de betreffende agrarische percelen, evenals bij de traditionele aanlegmethode, cultuurtechnisch moeten worden hersteld.

Bij de traditionele aanlegmethode (open sleufontgraving) zijn de aspecten verstoring van bodemprofiel, ontstaan van bodemverdichting, grondtekorten, vermenging of verschraling van teelaarde met ondergrond, nazakking en ingesloten laagtes of juist overhoogtes voornamelijk de aspecten zijn die leiden tot tijdelijke of permanente cultuurtechnische schade.

Ook voor het herstel van agrarische percelen na toepassing van de ploegmethode zijn de hiervoor genoemde aspecten van belang. Bovenstaand zijn een aantal aspecten beschreven. Onderstaand wordt het aspect grondbalans nader beschreven en komt ontwatering van percelen aan bod.

6.4.1 Grondbalans

Bij de traditionele aanlegmethode van leidingen treedt over het algemeen, afhankelijk van grondsoort, buisdiameter, bodemverbetering, transporten en transportafstanden een grondtekort op. Om de percelen zoveel mogelijk conform oorspronkelijke situatie te herstellen, is het belangrijk deze grondtekorten op een cultuurtechnisch verantwoorde wijze worden opgeheven, vaak door aanvoer van vulgrond als zand, ondergrond en teelaarde. Dit om te voorkomen dat door grondtekort ingesloten laagtes ontstaan met meestal tot gevolg wateroverlast. Grondtekorten ontstaan voornamelijk door oxidatie, krimp en inklinking (zetting) van ontgraven grond, bemalingen, door transporten over rijbanen of door langdurige (zware) belasting van de bodem.

Doordat de ploegmethode weinig open ontgravingen kent, een beperkt aantal bemalingen nodig zijn, reëtiëf weinig transporten heeft en weinig grondbelasting heeft door gronddepots, zullen er door de aspecten oxidatie, krimp en inklinking en zetting van grond relatief weinig grondtekorten ontstaan. Wel zullen nog open ontgravingen nodig zijn om ingepløegde leidingstrengen aan elkaar te koppelen, schema's en appendages aan te brengen als ook ter plaatse van niet ploegbare tracésecties.

Het aspect grondtekorten door inklinking zal ook voor de ploegmethode aan de orde zijn, zij het in mindere mate. Voor de ploegmethode zullen eveneens werkterreinen en rijbanen nodig zijn voor onder andere aanvoer materiaal/materieel en het maken van de in te ploegen leidingstrengen. Een rijbaan langs het tracé blijft ook van toepassing om onder andere de aansluitingen van de ploegstrengen te kunnen maken en om de ploeg voornamelijk in slechtere draagkrachtige gebieden te verplaatsen.

Wanneer werkterreinen en rijbanen slim worden gepositioneerd en wanneer leidingstrengen zoveel als mogelijk op één locatie worden gemaakt (bijvoorbeeld met een lanceerplatform) en vervolgens over rollenstellen worden getransporteerd over het tracé, zal de belasting op de

bodem aanzienlijk worden beperkt kunnen worden ten opzicht van een traditionele aanlegmethode. Inklinking zal dan op grote delen van het tracé gering of in ieder geval minder kunnen zijn, afhankelijk van de grondslag, bereikbaarheid en uitvoeringswijze. Herstelwerkzaamheden kunnen hierdoor beperkt blijven waardoor de verstoring van het bodemprofiel en bodemstructuur minder zal zijn.

6.4.2 Waarborgen ontwatering percelen

Zowel voor, tijdens en na de leidingaanleg dient de ontwatering van betrokken percelen te worden gewaarborgd. Hierbij kan gedacht worden aan het in stand houden van kavelsloten, greppelontwatering en drainage. Voornamelijk drainage van een perceel is van belang. Ter plaatse van beide testlocaties was geen drainage aanwezig. Tijdens het inploegen van 2 x DN300 drinkwaterleiding Texel door PWN, bleek dat het zwaard van de ploeg drainage niet doorsnijdt maar over een lengte kapot trekt waardoor het restant achter het zwaard blijft hangen. Een inventarisatie en opstellen van een drainageherstelplan is voor aanvang van de werkzaamheden noodzakelijk.

7 Aanbevelingen

Op basis van de uitwerking en conclusies van deze rapportage kunnen aanbevelingen worden gedaan voor de inploegmethode voor Buisleidingen.

Een goede voorbereiding, vooronderzoek en inschatting van de plaatselijke omstandigheden is van eminent belang om tot een optimale projectuitvoering te komen en daarmee onnodige schade te voorkomen. Reeds tijdens de tracering en bij de vaststelling van het traé kan hier al aandacht aan worden geschonken. Mogelijk kunnen het beoordelen van tracé alternatieven hierbij al een rol gaan spelen

Het is aan te bevelen om met voldoende aandacht de ploegbare leidingsecties en de benodigde werkterreinen en rijbanen te situeren om de uitvoering mogelijk te maken. In het bijzonder moet ook vooraf volop aandacht zijn voor eventuele ondergrondse obstakels om deze te mijden, schade te beperken en te voorkomen.

Rekening moet worden gehouden met het feit dat de praktijkproef uitgevoerd is over een geringe lengte met een relatief korte leiding. De indeling van werkterrein en rijbanen geven geen reëel beeld voor de realisatie van een volledig leidingtracé middels de ploegmethode. Ook zullen werkterreinen en rijbanen langer in stand moeten worden gehouden wat de nodige impact zal hebben. Het is aan te bevelen om tijdens het inploegen van een volledig tracé nader onderzoek uit te voeren naar de impact op de gebruikswaarde van de bodem. Welke aspecten komen hieruit naar voren en welke behoeven nadere aandacht voor verder onderzoek om de ploegmethode te vervolmaken. De volgende onderwerpen kunnen daar in ieder geval een rol in hebben:

Onderzoek fysische, chemische en biologische bodemkundige aspecten;

- Onderzoek impact en herstel water/lucht huishouding na realisatie tracé:
- Onderzoek naar herstel (periode) van de bodem.

Een ander aandachtspunt welke nader moet worden onderzocht is het risico van opdrijven van de leiding in zeer slecht draagkrachtige gronden. De kans is aanwezig dat het gewicht van de grond gezamenlijk met het gewicht van de leiding kleiner is dat het opdrijvend vermogen van grote leidingen. Wanneer dit het geval is zal de leiding gaan opdrijven.

Tot slot dienen betrokken percelen na het inploegen van een buisleiding cultuurtechnisch te worden hersteld. De intensiteit van de herstelwerkzaamheden en de wijze waarop is afhankelijk van de uitvoeringswijze, de bodemkundige- en terreinomstandigheden. Aanbevolen wordt om direct na het inploegen (realiseren van het leidingwerk), doch voorafgaand aan de herstelwerkzaamheden een bodemkundige/cultuurtechnische opname uit te voeren, waarbij de cultuurtechnische toestand en impact in kaart wordt gebracht. Op basis hiervan kunnen dan cultuurtechnische herstelwerkzaamheden worden geformuleerd en vastgelegd. Vervolgens kan op gepaste werkwijze, afgestemd op de aangetroffen omstandigheden, aan het cultuurtechnisch herstel worden gewerkt.

Heerenveen, oktober 2022
Antea Group

Bijlage 1 Bodemonderzoek nulmeting

Boringnummer: 01

Datum boring:	20-1-2022	Grondwaterstanden bij boring
Datum bemonstering:		AG: 45 cm -mv
Boormeester:	Jaap Kuit	GHG: 25 cm -mv
		GLG: 80 cm -mv

Bodemgebruik: gras **Bijzonderheden:** greppels

Diepte (cm -mv)		humus	lutum	leem	M50	Grondsoort	k	Kleur	Opmerking	Codering
begin	eind	(%)	[<2 µm] (%)	[<50 µm] (%)	(-)		(m/etm.)			
0	15	6	23			zware zavel		dr br gr	geroerd	TK
15	60					venige klei		dr br gr		vK
60	80					veen		dr br	, halfveraard	V
80	215					veen		dr br	slap, op 120-130	V
215	235		48			matig zware klei		dr gr	slap	zwk
235	355					veen		dr br	slap	V
355	550					kleilig veen		dr br	slap	kV
550	600	5	48			matig zware klei		dr br gr	slap	zwk

Boringnummer: 02

Datum boring:	20-1-2022	Grondwaterstanden bij boring
Datum bemonstering:		AG: 35 cm -mv
Boormeester:	Jaap Kuit	GHG: 20 cm -mv
		GLG: 80 cm -mv

Bodemgebruik: gras **Bijzonderheden:** greppels

Diepte (cm -mv)		humus	lutum	leem	M50	Grondsoort	k	Kleur	Opmerking	Codering
begin	eind	(%)	[<2 µm] (%)	[<50 µm] (%)	(-)		(m/etm.)			
0	15	4	23			zware zavel		dr br gr	vast, geroerd	TK
15	40		48			matig zware klei		ne br gr		zwk
40	80					venige klei		dr br		vK
80	300					veen		dr br	slap	V
300	400					venige klei		dr br	zeer slap	vK

Boringnummer: 03

Datum boring:	20-1-2022	Grondwaterstanden bij boring
Datum bemonstering:		AG: 30 cm -mv
Boormeester:	Jaap Kuit	GHG: 20 cm -mv
		GLG: 75 cm -mv

Bodemgebruik: gras **Bijzonderheden:** greppels

Diepte (cm -mv)		humus	lutum	leem	M50	Grondsoort	k	Kleur	Opmerking	Codering
begin	eind	(%)	[<2 µm] (%)	[<50 µm] (%)	(-)		(m/etm.)			
0	20	4	26			lichte klei		dr br gr	geroerd	TK
20	40		48			matig zware klei			vast	zwk
40	70					venige klei		dr br	, halfveraard	vK
70	250					veen		dr br	zeer slap,	V
250	300					venige klei		dr gr	slap	vK
300	500					veen		dr br	zeer slap	V
500	600	5	48			matig zware klei		dr br gr	slap	zwk

Boringnummer: 04

Datum boring: 20-1-2022

Datum bemonstering:

Boormeester: Jaap Kuit

Grondwaterstanden bij boring

AG: 25 cm -mv

GHG: 15 cm -mv

GLG: 80 cm -mv

Bodemgebruik: gras

Bijzonderheden: greppels

Diepte (cm -mv)		humus	lutum	leem	M50	Grondsoort	k	Kleur	Opmerking	Codering
begin	eind	(%)	[<2 µm] (%)	[<50 µm] (%)	(-)		(m/etm.)			
0	20	4	23			zware zavel		dr br gr	vast, geroerd	TK
20	40		48			matig zware klei		ne br gr		zwk
40	80					kleiig veen		dr br	, halfveraard	kV
80	300					veen		dr br	zeer slap	V
300	400					kleiig veen		dr br	zeer slap	kV

Boringnummer: 05

Datum boring: 20-1-2022

Datum bemonstering:

Boormeester: Jaap Kuit

Grondwaterstanden bij boring

AG: 40 cm -mv

GHG: 20 cm -mv

GLG: 80 cm -mv

Bodemgebruik: gras

Bijzonderheden: greppels

Diepte (cm -mv)		humus	lutum	leem	M50	Grondsoort	k	Kleur	Opmerking	Codering
begin	eind	(%)	[<2 µm] (%)	[<50 µm] (%)	(-)		(m/etm.)			
0	15	4	23			zware zavel		dr br gr	vast, geroerd	TK
15	40		42			matig zware klei		ne br gr		zwk
40	80					kleiig veen		dr br	, veraardvan	kV
80	300					veen		dr br	zeer slap,	V
300	400					kleiig veen		dr br	zeer slap	kV

Boringnummer: 06

Datum boring: 20-1-2022

Datum bemonstering:

Boormeester: Jaap Kuit

Grondwaterstanden bij boring

AG: 25 cm -mv

GHG: 15 cm -mv

GLG: 75 cm -mv

Bodemgebruik: gras

Bijzonderheden: greppels

Diepte (cm -mv)		humus	lutum	leem	M50	Grondsoort	k	Kleur	Opmerking	Codering
begin	eind	(%)	[<2 µm] (%)	[<50 µm] (%)	(-)		(m/etm.)			
0	20	4	23			zware zavel		dr br gr	vast, geroerd	TK
20	40		42			matig zware klei		ne br gr		zwk
40	65					kleiig veen		dr br	, half veraard	kV
65	150					veen		dr br	zeer slap	V
150	500					kleiig veen		dr br	slap	kV
500	600	6	48			matig zware klei		dr gr	slap	zwk

Boringnummer: Sliedrecht 2- boring 1

Datum boring: 17-8-2022
Datum bemonstering:
Boormeester: Willem Bakker

Grondwaterstanden bij boring

AG: 25 cm -mv
GHG: 10 cm -mv
GLG: 70 cm -mv

Bodemgebruik:**Bijzonderheden:**

Diepte (cm -mv)		humus	lutum	leem	M50	Grondsoort	k	Kleur	Opmerking	Codering
begin	eind	(%)	[<2 µm]	[<50 µm]	(-)		(m/etm.)			
0	20	4	26			lichte klei		dr br		TK
20	45		38			matig zware klei		dr gr	vast	zwk
45	70					kleilig veen			, half veraard veen (half slap).	kV
70	120					veen			zeer slap	V

Boringnummer: Sliedrecht 2- boring 2

Datum boring: 17-8-2022
Datum bemonstering:
Boormeester: Willem Bakker

Grondwaterstanden bij boring

AG: 35 cm -mv
GHG: 15 cm -mv
GLG: 70 cm -mv

Bodemgebruik:**Bijzonderheden:**

Diepte (cm -mv)		humus	lutum	leem	M50	Grondsoort	k	Kleur	Opmerking	Codering
begin	eind	(%)	[<2 µm]	[<50 µm]	(-)		(m/etm.)			
0	15	4	26			lichte klei		dr br		TK
15	45		38			matig zware klei		dr gr	vast	zwk
45	60					veen			, half veraard veen (half slap).	V
60	120					veen			zeer slap	V

Boringnummer: Sliedrecht 2- boring 3

Datum boring: 17-8-2022
Datum bemonstering:
Boormeester: Willem Bakker

Grondwaterstanden bij boring

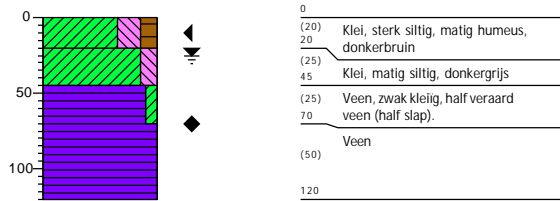
AG: 35 cm -mv
GHG: 15 cm -mv
GLG: 70 cm -mv

Bodemgebruik:**Bijzonderheden:**

Diepte (cm -mv)		humus	lutum	leem	M50	Grondsoort	k	Kleur	Opmerking	Codering
begin	eind	(%)	[<2 µm]	[<50 µm]	(-)		(m/etm.)			
0	20	5	24			zware zavel		dr br		TK
20	40		42			matig zware klei		dr gr	vast	zwk
40	70					veen			, half veraard veen (half slap).	V
70	120					veen			zeer slap	V

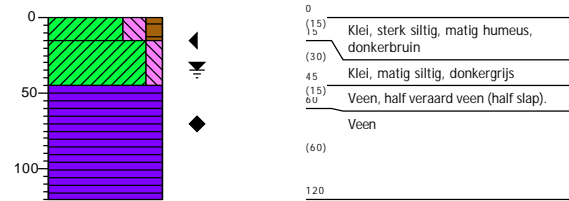
Boring: Sliedrecht 2- boring 1

Datum: 17-8-2022 GWS (cm -mv): 25
 GHG (cm -mv): 10
 X-coördinaat: 110500.00 GLG (cm - mv): 70
 Y-coördinaat: 427559.00



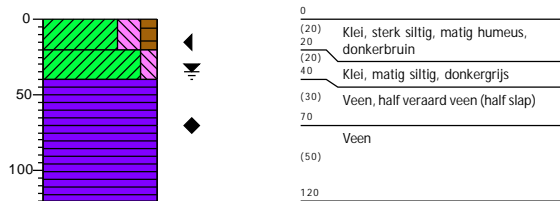
Boring: Sliedrecht 2- boring 2

Datum: 17-8-2022 GWS (cm -mv): 35
 GHG (cm -mv): 15
 X-coördinaat: 110516.00 GLG (cm - mv): 70
 Y-coördinaat: 427596.00



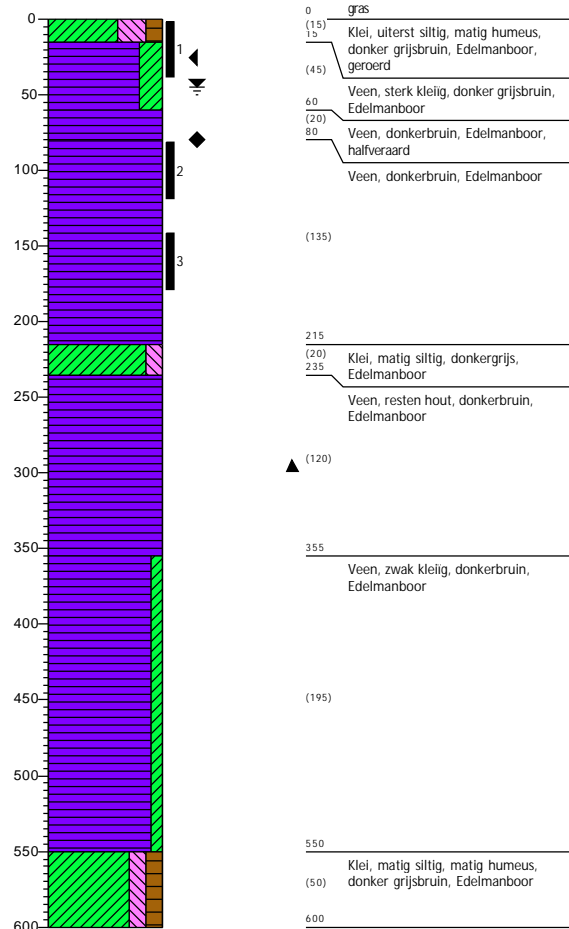
Boring: Sliedrecht 2- boring 3

Datum: 17-8-2022 GWS (cm -mv): 35
 GHG (cm -mv): 15
 X-coördinaat: 110529.00 GLG (cm - mv): 70
 Y-coördinaat: 427640.00



Boring: 01

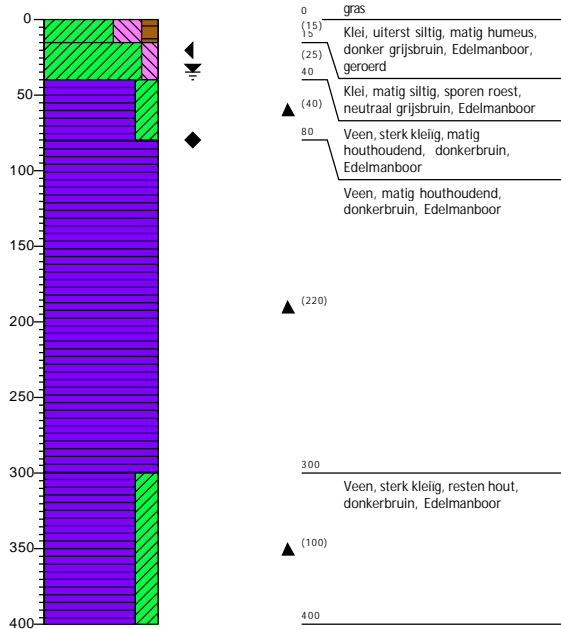
Datum: 20-1-2022 GWS (cm -mv): 45
 Boormeester: Jaap Kuit GHG (cm -mv): 25
 X-coördinaat: 110490.33 GLG (cm - mv): 80
 Y-coördinaat: 427505.29
 Z (m t.o.v. NAP): -1.786
 Opmerking boormeester: greppels



Boring: 02

Datum: 20-1-2022
 Boormeester: Jaap Kuit
 X-coördinaat: 110521.19
 Y-coördinaat: 427545.32
 Z (m t.o.v. NAP): -1.773
 Opmerking boormeester:
 greppels

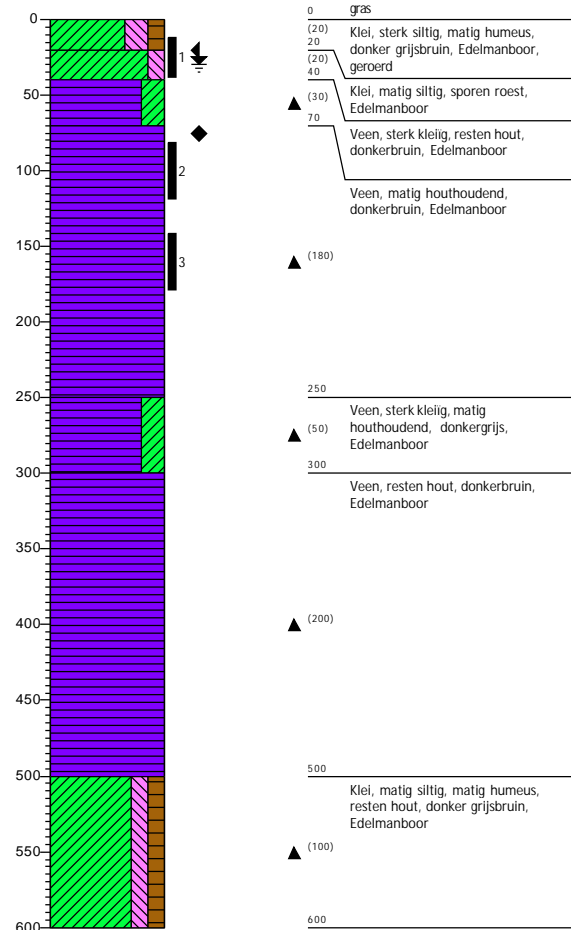
GWS (cm -mv): 35
 GHG (cm -mv): 20
 GLG (cm - mv): 80



Boring: 03

Datum: 20-1-2022
 Boormeester: Jaap Kuit
 X-coördinaat: 110539.68
 Y-coördinaat: 427586.50
 Z (m t.o.v. NAP): -1.787
 Opmerking boormeester:
 greppels

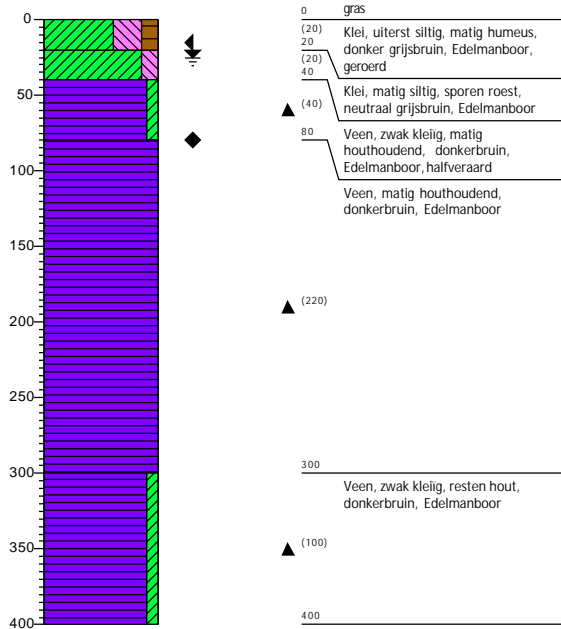
GWS (cm -mv): 30
 GHG (cm -mv): 20
 GLG (cm - mv): 75



Boring: 04

Datum: 20-1-2022
 Boormeester: Jaap Kuit
 X-coördinaat: 110558.63
 Y-coördinaat: 427630.69
 Z (m t.o.v. NAP): -1.789
 Opmerking boormeester:
 greppels

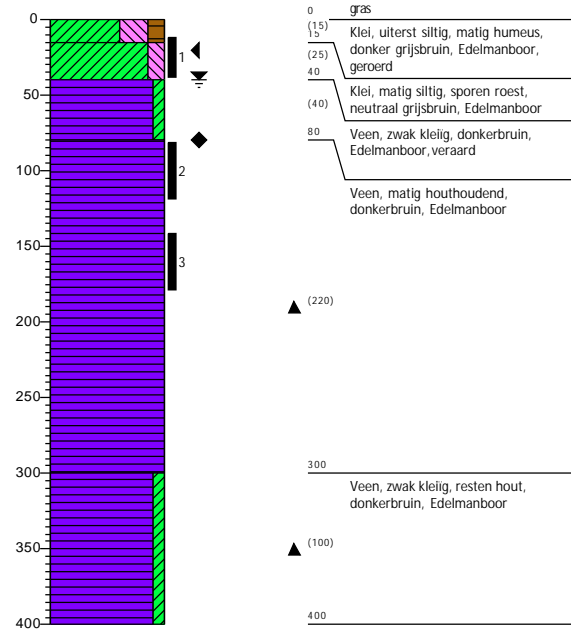
GWS (cm -mv): 25
 GHG (cm -mv): 15
 GLG (cm - mv): 80



Boring: 05

Datum: 20-1-2022
 Boormeester: Jaap Kuit
 X-coördinaat: 110580.17
 Y-coördinaat: 427673.49
 Z (m t.o.v. NAP): -1.795
 Opmerking boormeester:
 greppels

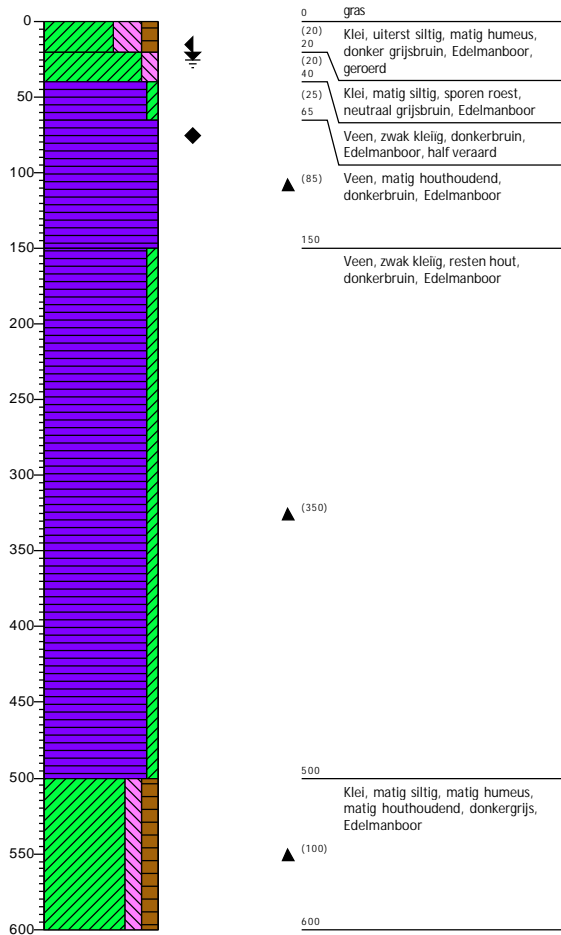
GWS (cm -mv): 40
 GHG (cm -mv): 20
 GLG (cm - mv): 80



Boring: 06

Datum: 20-1-2022
Boormeester: Jaap Kuit
X-coördinaat: 110599.23
Y-coördinaat: 427721.62
Z (m t.o.v. NAP): -1.854
Opmerking boormeester:
greppels

GWS (cm -mv): 25
GHG (cm -mv): 15
GLG (cm -mv): 75



Legenda (conform NEN 5104)

grind

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

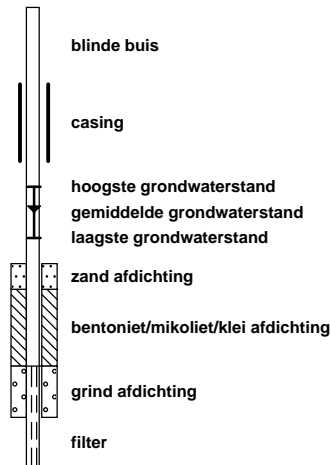
zand

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

veen

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

peilbuis



klei

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

leem

- Leem, zwak zandig
- Leem, sterk zandig

overige toevoegingen

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

geur

- geen geur
- zwakke geur
- matige geur
- sterke geur
- uiterste geur

olie

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

p.i.d.-waarde

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

monsters

- geroerd monster
- ongeroerd monster
- volumering

overig

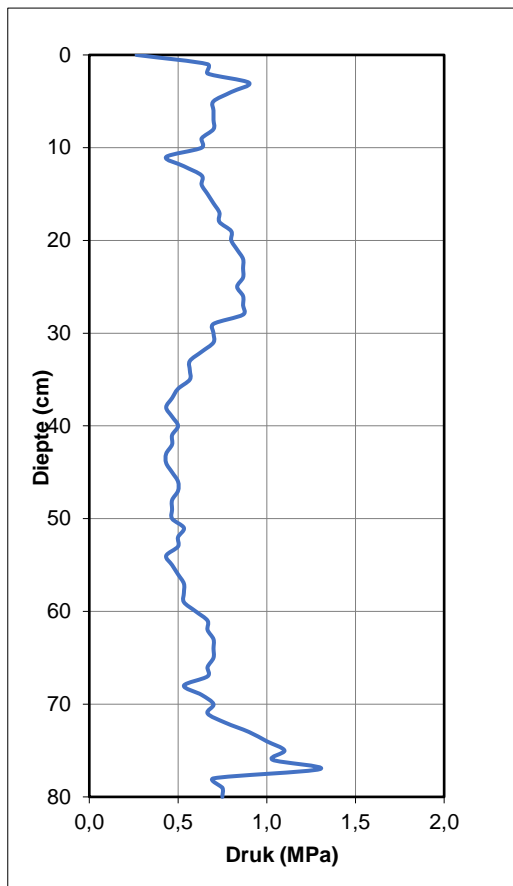
- bijzonder bestanddeel
- Gemiddeld hoogste grondwaterstand
- grondwaterstand
- Gemiddeld laagste grondwaterstand
- slib
- water

Monitoring ploegmethode

Praktijkproef 28"leiding te Sliedrecht

projectnummer 0475624.100

N.V. Nederlandse Gasunie



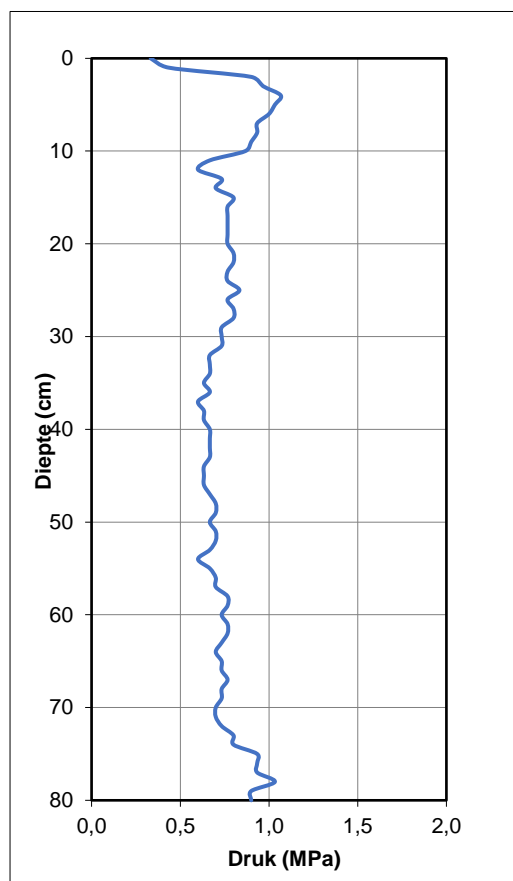
Sliedrecht 2 - Boring 1

Conustype: 3.3 cm²

Penetratie snelheid: 2 cm/s. 60 deg

Eenheid diepte: cm

Eenheid penetratie: MPascal



Sliedrecht 2 - Boring 2

Conustype: 3.3 cm²

Penetratie snelheid: 2 cm/s. 60 deg

Eenheid diepte: cm

Eenheid penetratie: MPascal

Monitoring ploegmethode

Praktijkproef 28"leiding te Sliedrecht

projectnummer 0475624.100

N.V. Nederlandse Gasunie



Nul-meting

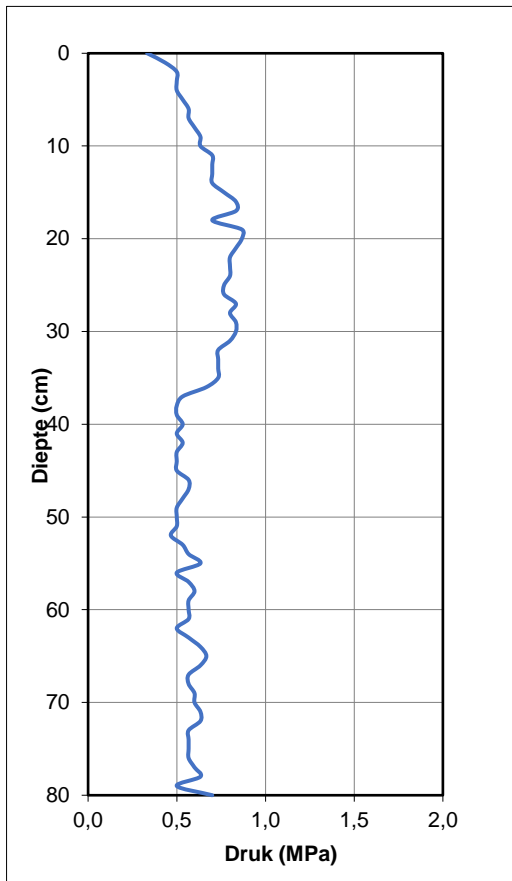
Slidrecht 2 - Boring 3

Conustype: 3.3 cm²

Penetratie snelheid: 2 cm/s. 60 deg

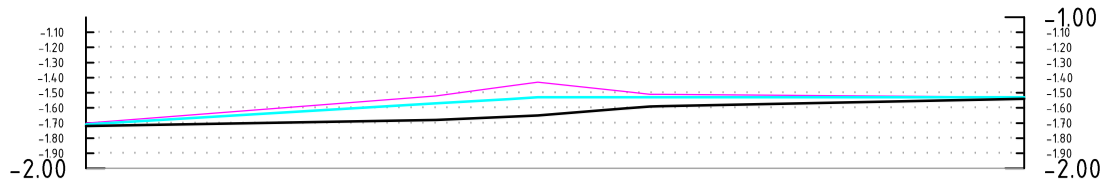
Eenheid diepte: cm

Eenheid penetratie: MPascal



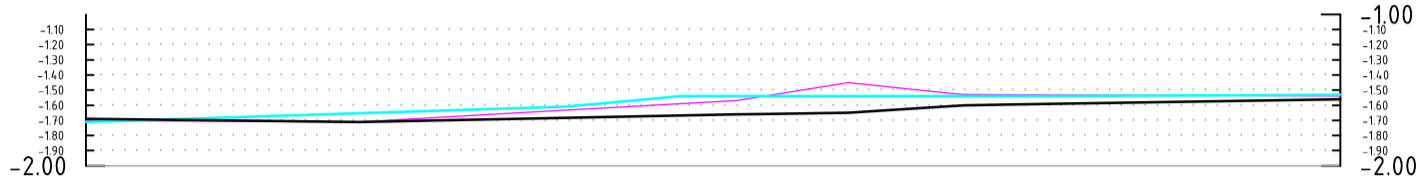
Bijlage 2 Maaiveldmeting dwarsprofielen

Cross Section: DP-10



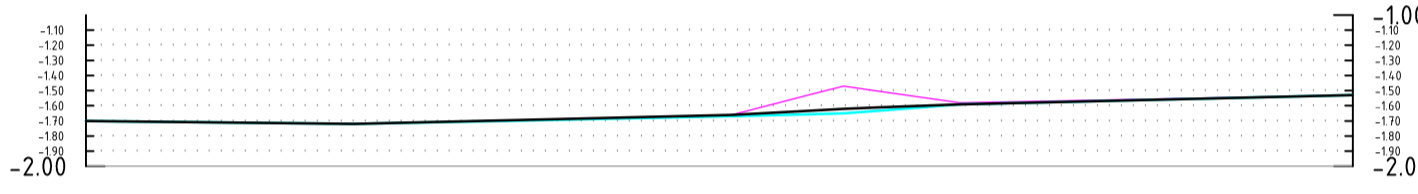
DISTANCE TO ALIGNMENT (m)	0.00	2.31	2.80	3.56	6.20
GROUND LEVEL - BEFORE IN N.A.P. (m)	-1.72	-1.68	-1.66	-1.60	-1.54
GROUND LEVEL - AFTER IN N.A.P. (m)	-1.70	-1.52	-1.46	-1.49	-1.53
GROUND LEVEL - RECOVERED IN N.A.P. (m)	-1.71	-1.57	-1.54	-1.53	-1.53

Cross Section: DP-11



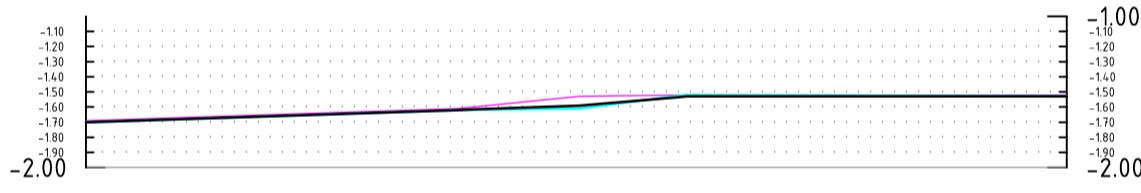
DISTANCE TO ALIGNMENT (m)	0.00	1.71	1.69	3.16	3.93	4.52	6.48	8.30
GROUND LEVEL - BEFORE IN N.A.P. (m)	-1.69	-1.71	-1.69	-	-1.66	-1.65	-1.61	-1.56
GROUND LEVEL - AFTER IN N.A.P. (m)	-1.70	-1.71	-1.66	-	-1.57	-1.45	-1.52	-1.54
GROUND LEVEL - RECOVERED IN N.A.P. (m)	-1.71	-1.71	-1.61	-1.54	-1.54	-1.54	-1.53	-1.53

Cross Section: DP-12

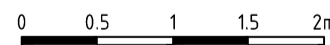


DISTANCE TO ALIGNMENT (m)	0.00	1.77	2.86	4.27	4.78	5.21	5.78	8.38
GROUND LEVEL - BEFORE IN N.A.P. (m)	-1.70	-1.72	-1.69	-1.66	-1.63	-1.61	-1.59	-1.53
GROUND LEVEL - AFTER IN N.A.P. (m)	-1.70	-1.72	-1.69	-1.66	-1.53	-1.50	-1.58	-1.53
GROUND LEVEL - RECOVERED IN N.A.P. (m)	-1.70	-1.72	-1.69	-1.66	-1.63	-1.61	-1.58	-1.53

Cross Section: DP-13



DISTANCE TO ALIGNMENT (m)	0.00	2.46	3.26	3.91	6.49
GROUND LEVEL - BEFORE IN N.A.P. (m)	-1.70	-1.62	-1.59	-1.54	-1.53
GROUND LEVEL - AFTER IN N.A.P. (m)	-1.69	-1.61	-1.53	-1.52	-1.52
GROUND LEVEL - RECOVERED IN N.A.P. (m)	-1.70	-1.62	-1.61	-1.53	-1.53



Maten in meters tenzij anders vermeld
Hoogtematen in meters t.o.v. N.A.P.

CO	25-10-2022	CONCEPT	J.F.
Nr	Datum	Wijziging	Tek

Oprachtgever	Tekenaar	Schaal
N.V. NEDERLANDSE GASUNIE	J.E. FOEKEMA	1:50
Projectomschrijving	Projectleider	Formaat
INPLOEGEN 28" VPS LEIDING SLIEDRECHT	W. BAKKER	A2
Tekeningomschrijving	Status	Blad in bladen
TEST PLOWED SECTION	CONCEPT	1 IN 1
Tekeningnummer	www.anteagroup.nl	Wijz. nr.
0475624.100-SDR-S-0001		CO



Bijlage 3 Specificaties ploeg

Bijlage 3 Specificaties ploeg



TECHNICAL CHARACTERISTICS FSP 280

Engine Power	235 hp / 175 kW
Cylinders	6
Emissions class	acc. national regulations
Wheel drive	4 x 4 hydrostatic
Hydraulic steering	4-wheel
Front tyres	750/55-26.5 20 PR
Rear tyres	750/55-26.5 20 PR
Length	13.447 mm
Min. width	2.980 mm
Max. width	6.500 mm
Min. height	3.540/3.800 mm
Weight (standard equipment)	28.000 kg
Laying capacity	up to 1.500 m/h
Laying depth continuous	up to 2.500 mm
Wading depth (at a laying depth of 1.5 m)	up to 1.9m
Ploughable turning radius	4.000 mm
Drum holder ø-max	2.800 mm (3.800 mm*)
Max. width	1.800 mm (2.500 mm*)
Max. weight	6.000 kg

Cab: Comfort tilting cab with heating (A/C system*).
 Sliding doors, fold-out front panel, sliding windows, etc. Safety shutdown for the cable winch via radio, (hand-held radio between laying plough and cable winch vehicle with cable winch shutdown*)

Installation chutes/laying chutes:

- Flexible pipes up to a 630 mm or several cables/pipes simultaneously
- Cable/pipe laying chutes in all sizes
- Low, medium and high-voltage cable up to 110 kV, in triangular configuration and over 110 kV according to specification of the energy supplier with cable monitoring and documentation (special equipment)
- Line warning tape is height-adjustable above cable/pipe, lightning protection lines and cover strips according to customer requirements
- Installation chute for steel and cast iron pipes
- Induction torpedo for pipes up to a 630 mm (in drawing-in procedure)
- Delivery chute for the insertion of ground stabilising materials
- Other special equipment and laying chutes upon request



The FOECK Plough FSP 280

The FSP 280 FOECK laying plough is ideal for laying cables and HDPE pipes up to a diameter of 630 mm which are supplied via a drum with a maximum weight of 6,000 kg, carried by a vehicle. The laying depth can be continuously adjusted up to 2,500 mm. Due to individual insertion elements, several cables/pipes can be laid in a single work step with warning tapes, lightning arrestors and cover strips. If a drawn expander mandrel (Torpedo) is used, then the FSP 280 is also suitable for steel and cast iron pipes. The laying plough has a double drawbar for a maximum tractive force of 360 tons.

Characteristics of the FOECK FSP 280

- **Powerful: with 360 tons of tractive force with a double cable**
- **Variable track width of 2,980 mm to 6,500 mm**
- **Versatile due to interchangeable sword ripper and laying element for an optimal transfer slot for each tube**
- **Versatile: for laying pipes up to 630 mm in diameter**
- **Deep: laying depth up to 2,500 mm**
- **Easy handling and maximum overview thanks to radio remote control**
- **Depth adjustment by means of adjustable ripper shoe**

*optional



Walter Föckersperger GmbH

Eberspointer Straße 6 · D-84189 Pauluszell

www.foeck.com · office@foeck.com

Tel. +49 (0)8742 43897-0 · Fax +49 (0)8742 43897-99



Bijlage 4 Uitgevoerde handsonderingen

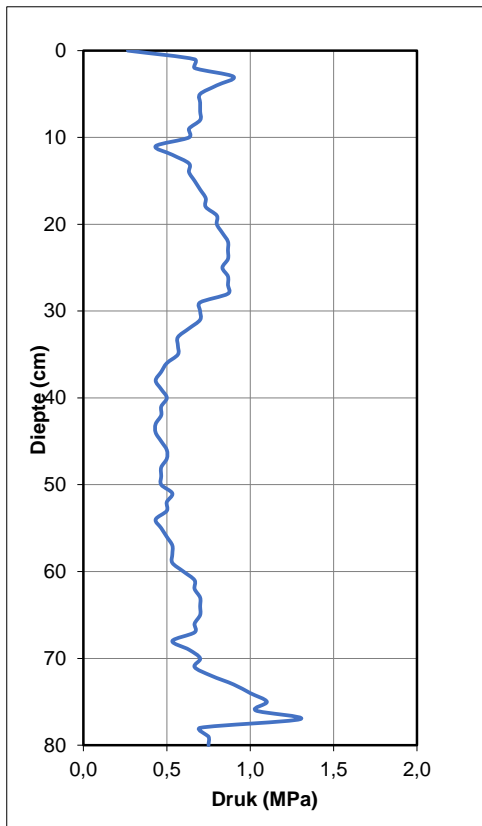
Monitoring ploegmethode

Praktijkproef 28^oleiding te Sliedrecht

projectnummer 0475624.100

N.V. Nederlandse Gasunie

Nul-meting



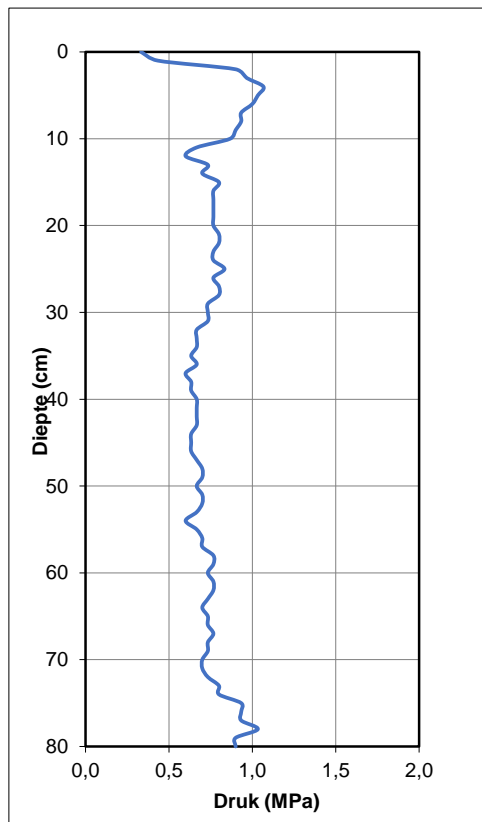
Sliedrecht 2 - Boring 1

Conustype: 3.3 cm²

Penetratie snelheid: 2 cm/s. 60 deg

Eenheid diepte: cm

Eenheid penetratie: MPascal



Sliedrecht 2 - Boring 2

Conustype: 3.3 cm²

Penetratie snelheid: 2 cm/s. 60 deg

Eenheid diepte: cm

Eenheid penetratie: MPascal

Monitoring ploegmethode

Praktijkproef 28"leiding te Sliedrecht

projectnummer 0475624.100

N.V. Nederlandse Gasunie



Nul-meting

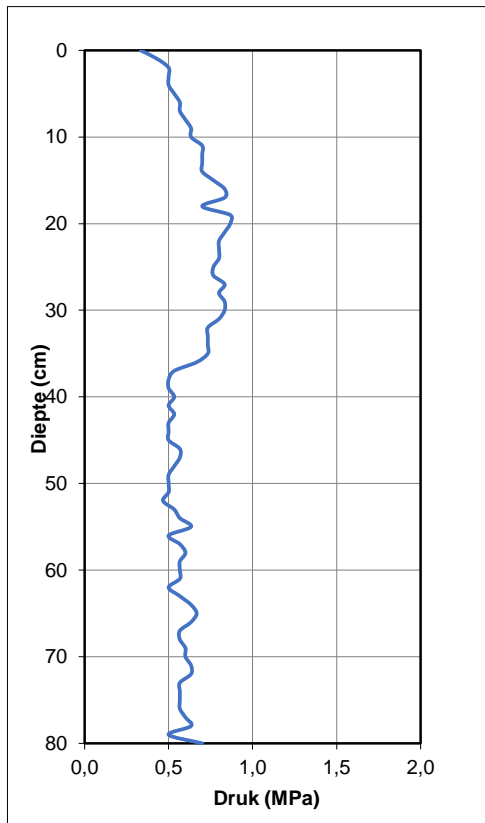
Sliedrecht 2 - Boring 3

Conustype: 3.3 cm²

Penetratie snelheid: 2 cm/s. 60 deg

Eenheid diepte: cm

Eenheid penetratie: MPascal



Monitoring ploegmethode

Praktijkproef 28"leiding te Sliedrecht

projectnummer 0475624.100

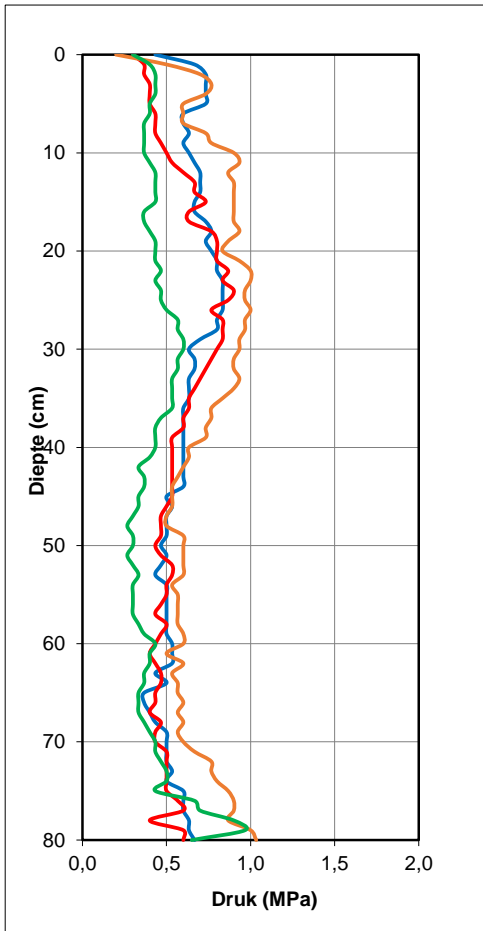
N.V. Nederlandse Gasunie



Ploegtest 28" VPS leiding

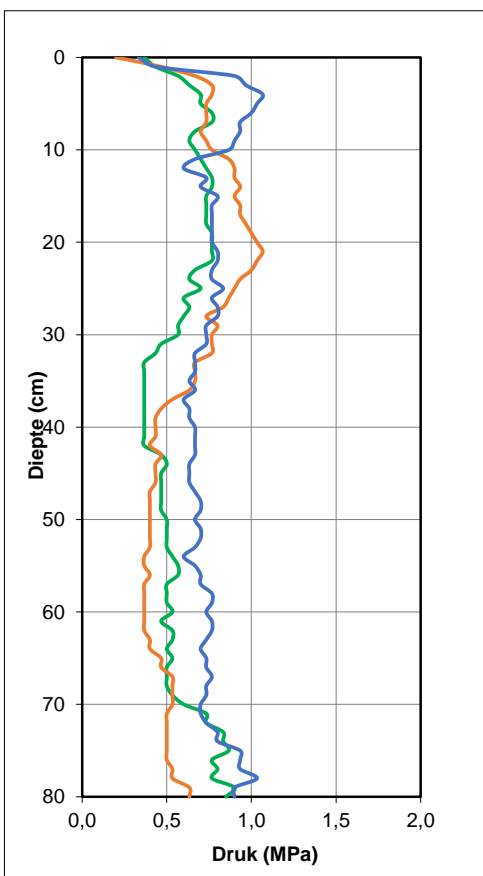
Raai 1

0-meting buiten rijpaten	Blauw
Op sleuf	Groen
0,70 m westzijde sleuf	Oranje
0,70 m oostzijde sleuf	Rood



Raai 2

0-meting boring 2	Blauw
Op sleuf	Groen
0,70 m westzijde sleuf	Oranje



Over Antea Group

Antea Group is het thuis van 1500 trotse ingenieurs en adviseurs. Samen bouwen wij elke dag aan een veilige, gezonde en toekomstbestendige leefomgeving. Je vindt bij ons de allerbeste vakspecialisten van Nederland, maar ook innovatieve oplossingen op het gebied van data, sensing en IT. Hiermee dragen wij bij aan de ontwikkeling van infra, woonwijken of waterwerken. Maar ook aan vraagstukken rondom klimaatadaptatie, energietransitie en de vervangingsopgave. Van onderzoek tot ontwerp, van realisatie tot beheer: voor elke opgave brengen wij de juiste kennis aan tafel. Wij denken kritisch mee en altijd vanuit de mindset om samen voor het beste resultaat te gaan. Op deze manier anticiperen wij op de vragen van vandaag en de oplossingen voor morgen. Al 70 jaar.

Contactgegevens

Tolhuisweg 57
8443 DV HEERENVEEN
Postbus 24
8440 AA HEERENVEEN
T. 06 53 77 16 69
E. willem.bakker@anteagroup.nl

www.anteagroup.nl

Copyright © 2015

Niets uit deze uitgave mag worden verveelvoudigd en/of openbaar worden gemaakt door middel van druk, fotokopie, elektronisch of op welke wijze dan ook, zonder schriftelijke toestemming van de auteurs.

G Coating onderzoek januari 2022

G.1 Coating onderzoek januari 2022

Aan
Department O

Van
F. Berends
Ons kenmerk
OSI 22.1233

K.c.
Archief, Casper Hoiting,
Sybrand Strating,
Rabbe Rubing,
Jeroen Rutgers

Datum
4 februari 2022

Onderwerp
Coating test voor sleufloze aanleg

RAPPORT

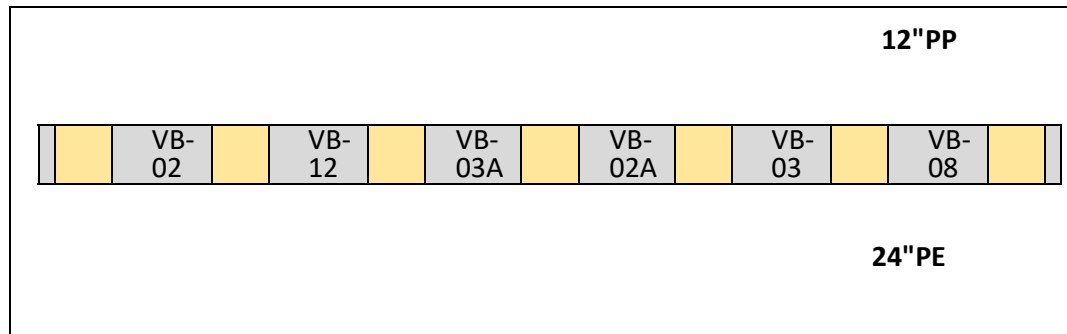
INTERN

Inhoud

Inleiding	1
Veldcoating	3
Resultaten:	3
Conclusie:	4
Foto's	4

Inleiding

Eind 2021 en begin 2022 is er een pilot uitgevoerd met de sleufloze aanleg techniek. Dit door middel van het inploegen van een 12" en 24" leiding. Om indruk te krijgen hoe de verschillende veld coating typen zich zouden verhouden zijn de 12" leiding bekleed met PP fabriekscoating en de 24"leiding met PE coating en voorzien van onderstaande coating systemen:



N.V. Nederlandse Gasunie

Datum: 4 februari 2022 Ons kenmerk: OSI 22.1233

Onderwerp: Coating test voor sleufloze aanleg

	VB-02		DDX		VB-03A		VB-02A		VB-03		VB-10	
--	-------	--	-----	--	--------	--	--------	--	-------	--	-------	--



Voor de proef met de **PP beklede leiding** (12") zijn zes varianten aangebracht. Hiervoor is op de pijp op zes plaatsen de PP coating over een lengte van ca. 40 cm verwijderd d.m.v. **inductie** verwarming. Daarna zijn zes ondergenoemde varianten door een Gasunie toegelaten coating bedrijf en volgens Gasunie specificatie GTS CSW55-N2 versie 7. aangebracht.

Voor de proef met de **PE beklede leiding** (24") zijn ook zes varianten aangebracht. De VB 12 die niet toepasbaar is op PE is vervangen door een DDX sleeve (niet zijnde een door Gasunie toegelaten/vrij gegeven systeem) Hiervoor is op de pijp op zes plaatsen de PE coating over een lengte van ca. 40 cm verwijderd d.m.v. **inductie** verwarming.

N.V. Nederlandse Gasunie

Datum: 4 februari 2022 Ons kenmerk: OSI 22.1233

Onderwerp: Coating test voor sleufloze aanleg

Daarna zijn de ondergenoemde varianten door een Gasunie toegelaten coating bedrijf en volgens Gasunie specificatie GTS CSW55-N2 versie 7. aangebracht. De zesde variant DDX sleeve is volgens leveranciers handleiding aangebracht.

Veldcoating

VB-02: Koud aangebrachte polymeric wikkelband

- aanbrengen één laag primer en eventueel vulmiddel voor moeilijke hoeken en ruimtes;
- aanbrengen butyl wikkelband met een overlap van ca. 50 mm op de aanliggende fabriekskoating;
- aanbrengen PE-wikkelband met een overlap van ca 100 mm op de aanliggende fabriekskoating.

VB-12: Epoxy in combinatie met een warmte-krimpde PP-sleeve

- aanbrengen één laag epoxyprimer;
- aanbrengen warmte-krimpde PP-sleeve met een primer.

VB-03A: Visco-elastische coating met een warmte-krimpde PE-sleeve.

- applicatie van visco-elastische coating;
- aanbrengen van een warmte-krimpde PE-sleeve met aan beide zijden ca. 50 mm overlap op de fabriekskoating.

VB-02A: Koud aangebrachte polymeric wikkelband met een mechanische mantel

- aanbrengen één laag primer en eventueel vulmiddel voor moeilijke hoeken en ruimtes; - aanbrengen butyl wikkelband met een overlap van ca. 50 mm op de aanliggende fabriekskoating; - aanbrengen PE-wikkelband met een overlap van ca 100 mm op de aanliggende fabriekskoating; - aanbrengen mechanische mantel (twee lagen ieder met 50 % overlap);

VB-03: Visco-elastische coating met een koud aangebrachte polymeric wikkelband

- applicatie van visco-elastische coating en eventueel visco-elastisch vulmiddel voor moeilijke hoeken en ruimtes;
- aanbrengen van polymeric wikkelband met een overlap van ca. 100 mm op de aanliggende fabriekskoating.

VB-08: Een gelaste permanente PP-sleeve afgevuld met polyurethaan

- door middel van hete luchtlassen aanbrengen van een PE-sleeve;
- het van onderen vullen van de ruimte tussen het staal en de PE-sleeve met polyurethaan.

Resultaten:

De 12" PP leiding is driemaal ingetrokken over ca 75 meter in een zandige/kleigrond achtige bodemstructuur.

N.V. Nederlandse Gasunie

Datum: 4 februari 2022 Ons kenmerk: OSI 22.1233

Onderwerp: Coating test voor sleufloze aanleg

Na het intrekken is de veldcoating en fabriekascoating visueel beoordeeld. Bij de 12" PP leiding is duidelijk te zien dat de randen van de VB02 en VB03 opstropen/omhoog staan over een lengte van ca 1,5cm. Dit is al geconstateerd na één maal intrekken.

Wat tevens opviel is dat aan de VB02A door zijn ruwe oppervlakte er behoorlijk wat grond kleefde, wat na elke keer intrekken toenam. De fabriekascoating zelf vertoonde lichte kras sporen.

De 24" PE leiding is ingetrokken over ca 75 meter in een veenachtige bodemstructuur. De VB02 vertoonde hier geringe opstroping /omhoogstaan.

Conclusie:

Uit de resultaten van beide proeven kan voorzichtig geconcludeerd worden dat een wikkelsysteem (VB02 en VB03) niet is aan te bevelen voor de sleufloze techniek.

De VB 02A is ook niet aan te raden i.v.m. het aankleven van de grond (toename weerstand)

De VB03A (high impact shield) is eventueel na meer ervaring over langere lengten intrekken in de toekomst aan te raden.

Systemen die een zogenaamde hechting hebben op de fabrieks coating d.m.v. lassen verdienen de voorkeur.

Dit zijn de VB12 en de VB 08

Gezien krasvorming op de fabrieks coating is PP aan te raden.

Foto's

N.V. Nederlandse Gasunie

Datum: 4 februari 2022

Ons kenmerk: OSI 22.1233

Onderwerp: Coating test voor sleufloze aanleg

	<p>VB 02 opstroping/omhoog staan van de rand.</p>
	<p>VB 03 opstroping/omhoog staan van de rand</p>

N.V. Nederlandse Gasunie

Datum: 4 februari 2022

Ons kenmerk: OSI 22.1233

Onderwerp: Coating test voor sleufloze aanleg



Zie voor een uitgebreide foto reportage de sharepoint site: COP coating/presentaties.

G.2 Coating onderzoek april 2022

Aan
S.H. Stratingh

Van
F. Berends

Ons kenmerk
OTWI 2022-1086

K.c.
Archief, Iddekinge, Hoiting, v.d. Beek Koll, Toxopeus,
Duivenvoorde

Datum
12 april 2022

Onderwerp
Resultaten onderzoek
coatingapplicaties bij uitvoeren
DN700/500 (28") VPS-
ploegtest

MEMORANDUM

Op 6 april 2022 is in Sliedrecht een test gedaan om een 28” VPS-leiding in te trekken d.m.v. een sleufloze aanlegtechniek.

Bij deze test zijn onderstaande veldlas coatings getest met bijbehorende bevindingen:

1. Kale electro las mof (Mof 001 t/m 004)
Deze moffen zijn zonder zichtbare beschadigingen weer bovengronds gekomen. De electrolas is de enige beschikbare afdichting. Voor het trekproces is deze kwalitatief beoordeeld, maar het is niet mogelijk om na het trekken te controleren of deze mof nog een volledige afdichting heeft.
2. Kale electro las mof + PAU Wrap (Mof 005)
Hiervoor geldt het zelfde als hierboven. De GVK-versterking ziet er op het oog goed uit, maar principieel hecht polyester en epoxy niet op PE. Het opruwen heeft alleen als doel om een vorm gesloten (hars in groef) verbinding te krijgen. Echter indien de buis / mof constructie enige vervorming krijgt zal er een spleet ontstaan waar water door kan trekken. => Lekke mechanische bescherming en de electrolas is weer de resulterende afdichting.
3. Kale electro las mof + CZH + HIS + Bitumen patch (Mof 006)
Deze toepassing realiseert een 2e afdichting op de electrolassen en de doppen. Er zijn wel 3 separate lokale 2^e afdichtingen.
4. Kale electro las mof + CZH + 2xDDX L=600 + 1xDDX voorloper L=150 met sluitstrippen (geen Bitumen patch) (Mof 007)
DDX is verkrijgbaar in een breedte van 900 mm, waarmee de standaard electrolas moffen met 1 sleeve volledig beschermd kunnen gaan worden. Als extra is een voorloper van L=150 mm toegepast, deze zou theoretisch tijdens het trekproces opgeofferd mogen worden en dient als een extra “torpedo” voor de achter gelegen sleeve. Het alternatief voor DDX zou Dirax zijn, deze is echter in een maximale breedte van 600 leverbaar.
De toepassing van electrolas moffen met een DDX/Dirax sleeve is een beproefde toepassing bij warmte netten

5. Kale electro las mof + CZH + HIS + Bitumen patch + PAU Wrap (Mof 008)
 - a. Deze toepassing realiseert een 2e afdichting op de electrolassen en de doppen. Er zijn wel 3 separate lokale 2^e afdichtingen. Door de extra mechanische ontstaat er nog een aanvullende bescherming in steenachtige ondergronden en wordt de bitumen patch niet direct belast tijdens het intrekken.

Conclusie:

Alle bovengenoemde systemen hebben de test goed doorstaan. Wel moet worden opgemerkt dat de slappe veengrond niet representatief is om de conclusie naar andere grondsoorten te kunnen trekken.



Geprepareerde VPS buis om veldlassen te kunnen aanbrengen.

		<p>Pau wrap als mechanische bescherming (GVK)</p>
		<p>Elektolas mof met stopaq en HIS</p>
		<p>Band Stopaq als extra afdichting op de electrolas mof</p>

	<p>Firma Pau Wrap</p>
	<p>Rechts kale electrolas en links Pau Wrap over de electrolas</p>
	<p>DDX sleev na intrekken</p>

	<p>Pau Wrap na intekken met grond aanzetting.</p>
	<p>Stopaq met HIS na het intrekken</p>

H Grondradar onderzoek

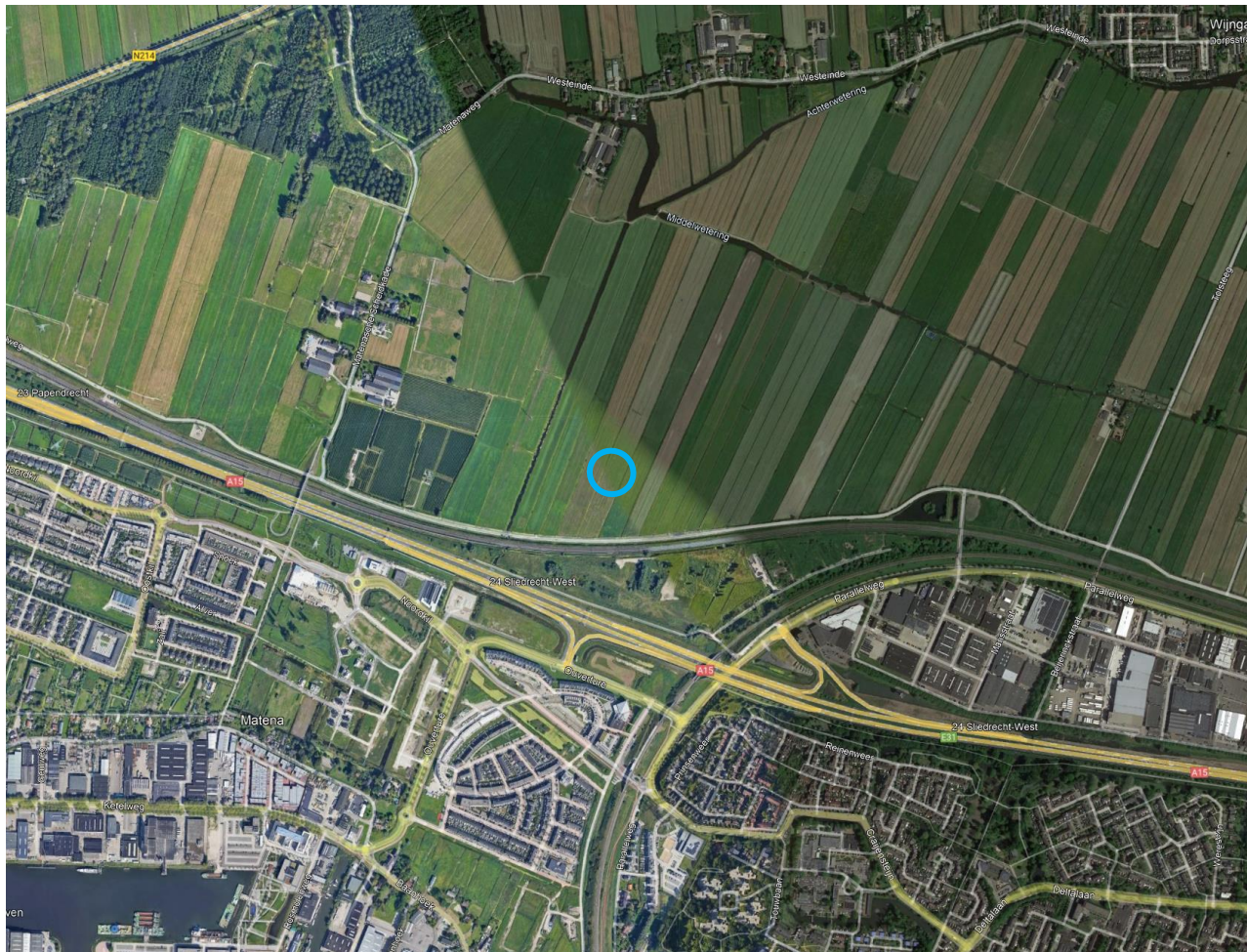


Geofysisch onderzoek

WLQ Sliedrecht

HDB BV

naar ondergrondse objecten



1	Informatie.....	- 3 -
1.1	Doelstelling.....	- 3 -
1.2	Opdrachtgever.....	- 3 -
1.3	Uitvoering.....	- 3 -
a	Uitvoerder GT Eclipse.....	- 3 -
b	Gebruikte apparatuur.....	- 3 -
1.4	Basismateriaal	- 3 -
a	Kadaster.....	- 3 -
b	Veldwaarnemingen	- 4 -
c	Bodem	- 4 -
d	Topografie laatste 200 jaar	- 5 -
e	Algemene hoogtekaart Nederland.....	- 6 -
f	Niet destructief onderzoek.....	- 7 -
2	Onderzoek grondradar	- 8 -
2.1	Meting	- 8 -
2.2	Algemeen.....	- 8 -
2.3	Resultaten	- 9 -
2.4	Samenvatting.....	- 10 -
2.5	Aanbevelingen.....	- 10 -

Op de voorpagina figuur 1: locatie overzicht vanuit Google Earth lichtblauw omcirkeld.

1 Informatie

1.1 Doelstelling

De mogelijkheid te bekijken om m.b.v. grondradar met name grovere houtresten te ontdekken in veen.

1.2 Opdrachtgever

HDB BV

De heer H. de Bruin

De Diepteweg 16

5236 PV `s Hertogenbosch

Mail hdebruin@hdb-bv.nl

1.3 Uitvoering

a Uitvoerder GT Eclipse

Dick van der Roest

Telefoon +31 (0)6 228 43 890,

Mail d.vanderroest@gteclipse.com

Lage Lochemseweg 20

7231 PM Warnsveld (Almen)

b Gebruikte apparatuur

- Grondradar Tracer 250 d.m.v. RTK-GNSS;

1.4 Basismateriaal

a Kadaster

Voor deze locatie was de Klic bij opdrachtgever bekend. Volgens de Klic waren er op deze locatie geen kabels en of leidingen aanwezig.

b Veldwaarnemingen

De meting met RTK-GNSS (GPS) is voornamelijk met de kwaliteit "Fixed" verricht. Voldoende voor een goede positionering op de X en Y. De Z was onvoldoende nauwkeurig om de gegevens in NAP op te leveren vandaar dat de resultaten in m -mv (meters min maaiveld) zijn.

De locatie was ten tijde van de meting erg nat (water op maaiveld) en moeilijk toegankelijk vanwege wegzakken en wegglijden. Verder was een deel van de locatie nog bedekt met dikke kunststof rijplaten. Hierop is niet gemeten, direct naast de platen wel.

Op deze locatie is als proef een leiding ingetrokken. Hierbij zijn tijdens het intrekken takken en zwaardere stamdelen naar boven gekomen (hoogstwaarschijnlijk els).

Appelboor BRO GeoTOP v1.4

Coördinaten: 110431, 427595 (RD)

Maaiveld: -1.75 m t.o.v. NAP

Diepte t.o.v maaiveld: 0.00 m - 48.50 m

Diepte t.o.v maaiveld in meters

Tussen 0 en 48.5 m

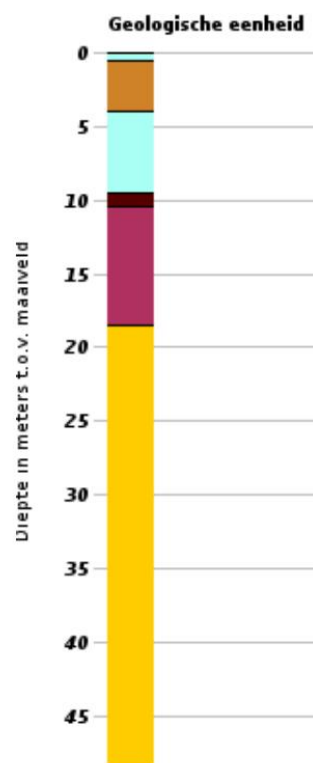
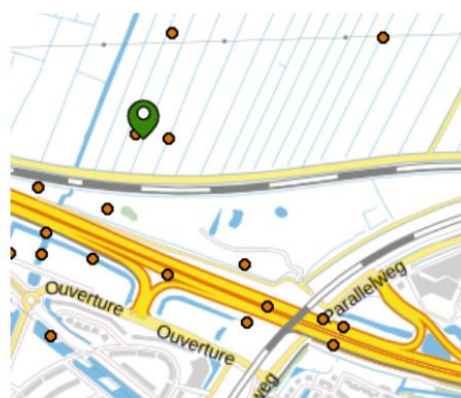


Opslaan profiel

Maaiveld

Kies een ander model

BRO Ge...



cBodem

In het veld is een toplaag van klei met een dikte van ongeveer 10 cm aangetroffen bovenop een veenpakket. Het grondwaterniveau was ongeveer 0.2 m -mv.

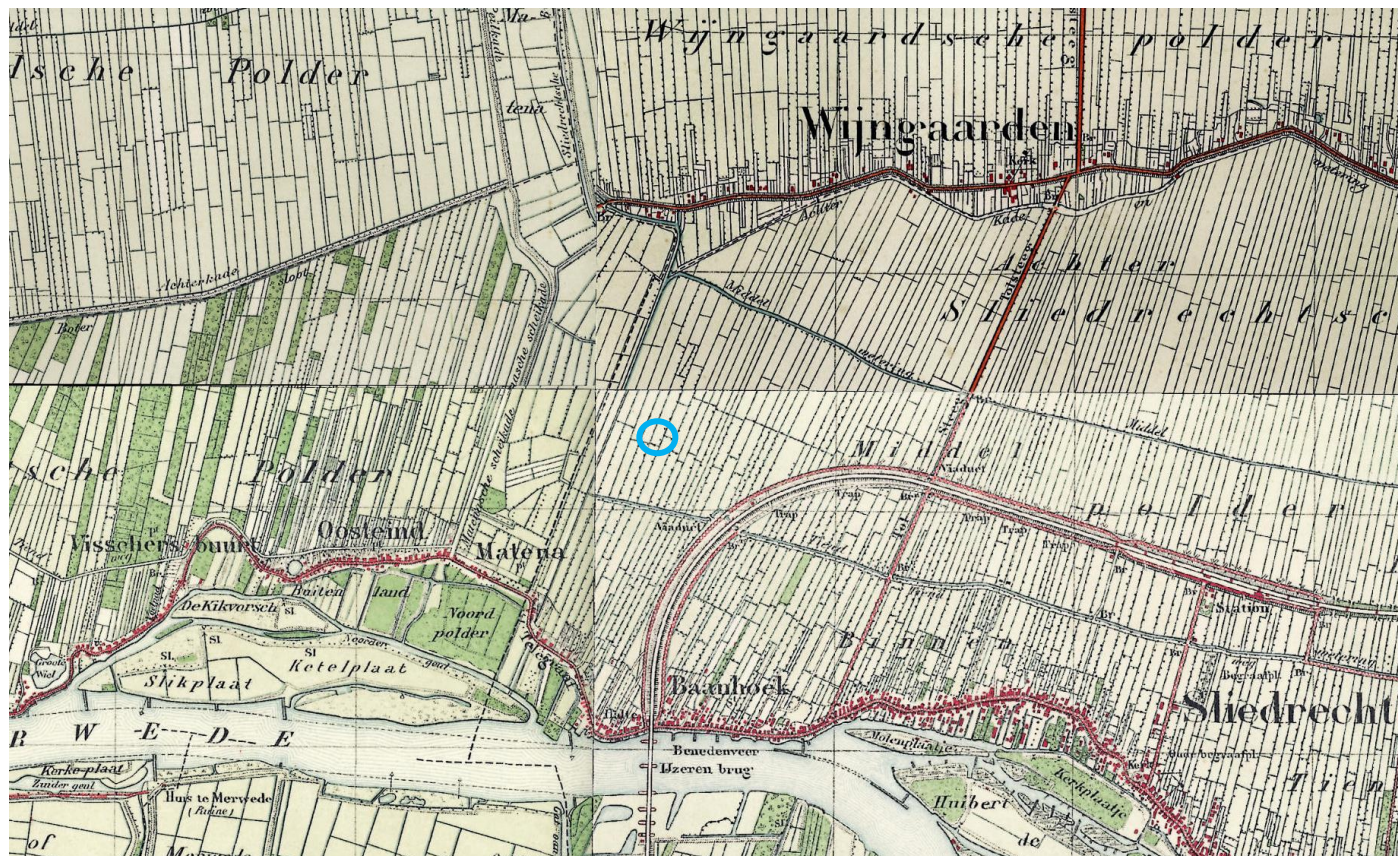
Voor deze locatie zijn de volgende gegevens teruggevonden in het DinoLoket: <https://www.dinoloket.nl/ondergrondmodellen>

Figuur 2: Opbouw bodem (Bron Dinoloket):

- 0.00 m - 0.50 m Klei, lokaal zandig, lokaal humeus; zand, zeer fijn tot uiterst grof, kleiig tot grindig;
- 0.50 m - 4.00 m Veen, lokaal kleiig;
- 4.00 m - 9.50 m Klei, lokaal zandig, lokaal humeus; zand, zeer fijn tot uiterst grof, kleiig tot grindig;
- 9.50 m - 10.50 m Klei, siltig tot zandig, lokaal humeus;
- 10.50 m - 18.50 m Zand, matig fijn tot uiterst grof, lokaal grindig; grind, lokaal zandig; klei, lokaal siltig tot zandig, lokaal humeus;
- 18.50 m - 48.50 m Zand, matig fijn tot uiterst grof, lokaal kleiig tot grindig; klei, lokaal siltig tot zandig, lokaal humeus; veen, lokaal kleiig

d Topografie laatste 200 jaar

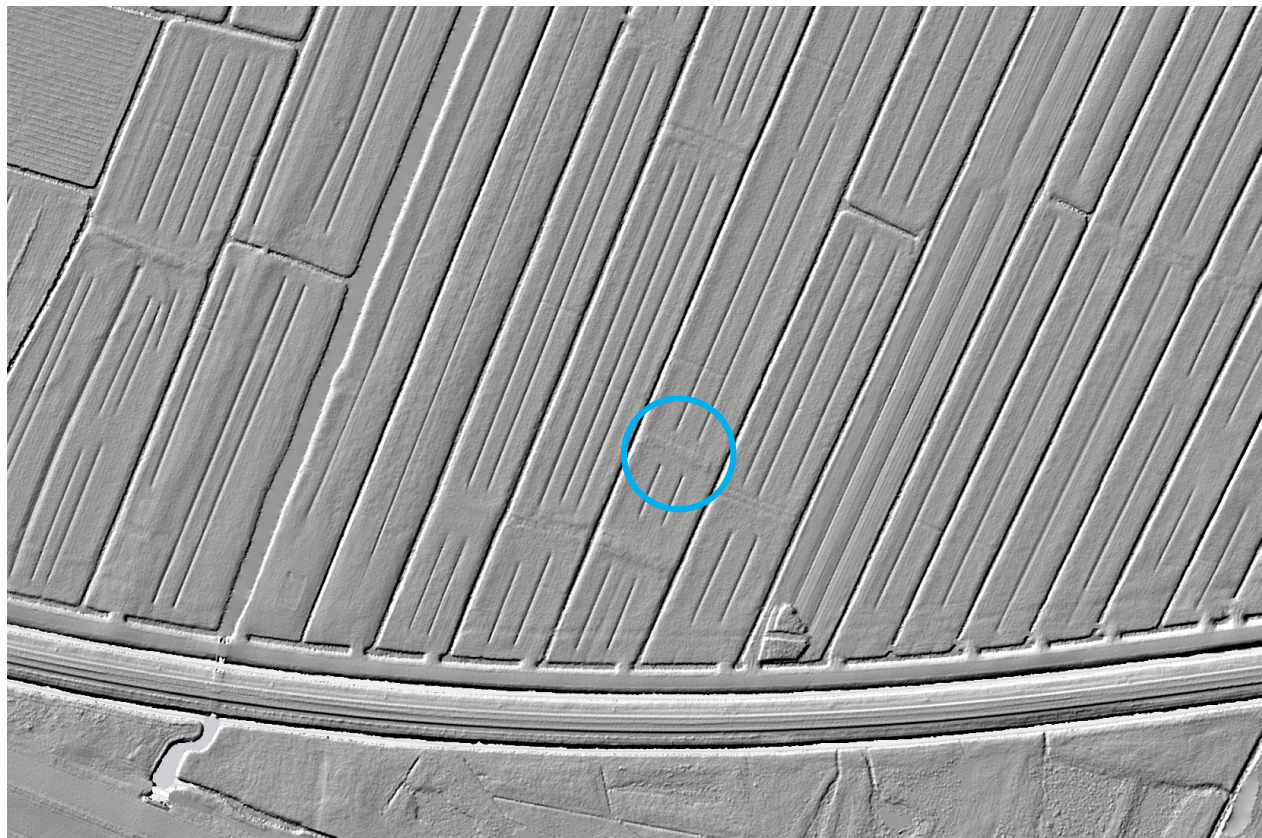
Voor deze informatie is de site Topotijdreis van het kadaster geraadpleegd (<https://www.topotijdreis.nl/kaart/>). Deze geeft aan dat er sinds 1800 sprake is van landbouwkundig gebruik: grasland omzoomd met solitaire bomen. In de periode 2000-2010 heeft er ten zuiden van de locatie een grootschalige wegreconstructie plaatsgevonden en in deze periode zijn tevens een aantal dwars-sloten gedempt.



Figuur 3: Overzicht 1928. Locatie is lichtblauw omcirkeld.

e Algemene hoogtekaart Nederland

Om goed onderscheidt te maken in hoogte is voor deze locatie gebruik gemaakt van de gegevens van AHN4 (<https://ahn.arcgisonline.nl/ahnviewer/>) en dan van de weergave in Hillshade. Hierbij is in het onderzoeksgebied een opvulling te zien, zie figuur 4 in de blauwe cirkel. Deze opvulling komt niet overeen met de gedempte sloten vergeleken met figuur 3.



Figuur 4: Overzicht AHN4 Hillshade. De locatie is lichtblauw omcirkeld.

f Niet destructief onderzoek

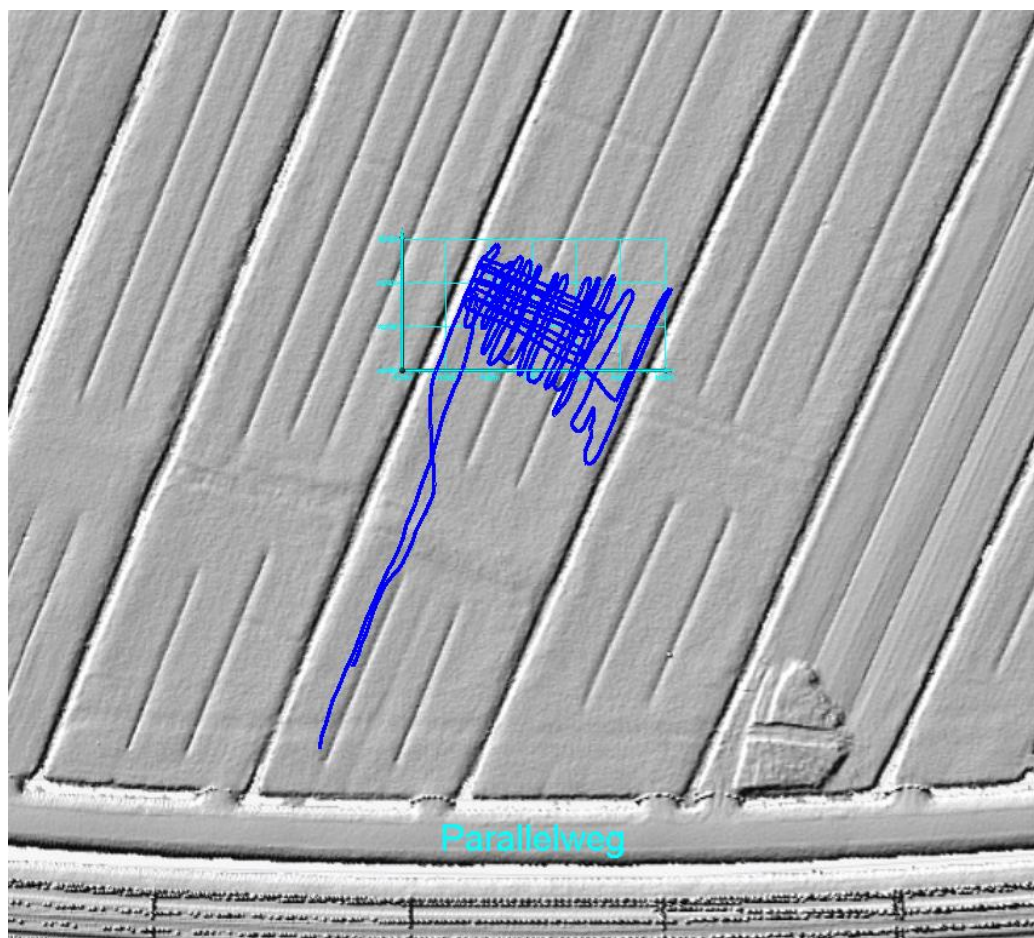
Het hier voorliggende onderzoek komt tot stand door de inzet van geofysische meettechniek in de vorm van een grondradar (in dit onderzoek de Tracer 250) in combinatie met RTK-GNSS voor de positionering.

Meer informatie over de apparatuur is te vinden op onze website: www.gteclipse.com. Geofysische metingen geven op een niet-destructieve manier een beeld van mogelijke structuren en objecten in het onderzochte materiaal. Het voorliggende geofysische onderzoek is met zorg uitgevoerd door ervaren specialisten. Niet-destructieve metingen (zoals ook de radarmetingen die in dit onderzoek worden aangeboden) kunnen echter nooit 100% zekerheid bieden. De resultaten van het onderzoek geven de meest waarschijnlijke optelsom van de meting zelf, gecombineerd met kennis van de opdrachtgever, historische informatie en (eventueel) informatie uit proefsleuven en of boringen.

2 Onderzoek grondradar

2.1 Meting

De radardata is lopend ingewonnen. Hierbij is tevens een referentiestuk ingemeten. De looplijnen (de blauwe lijnen in figuur 5) en de referentielijn (de lange blauwe lijnen richting het zuid-zuidwesten in figuur 5) zijn de ingemeten lijnen. Bij de verwerking van de radardata zijn de gegevens volledig door de computer verwerkt tot een 3D model. Het licht blauwe raster in figuur 5 vormen de coördinaten in RD.



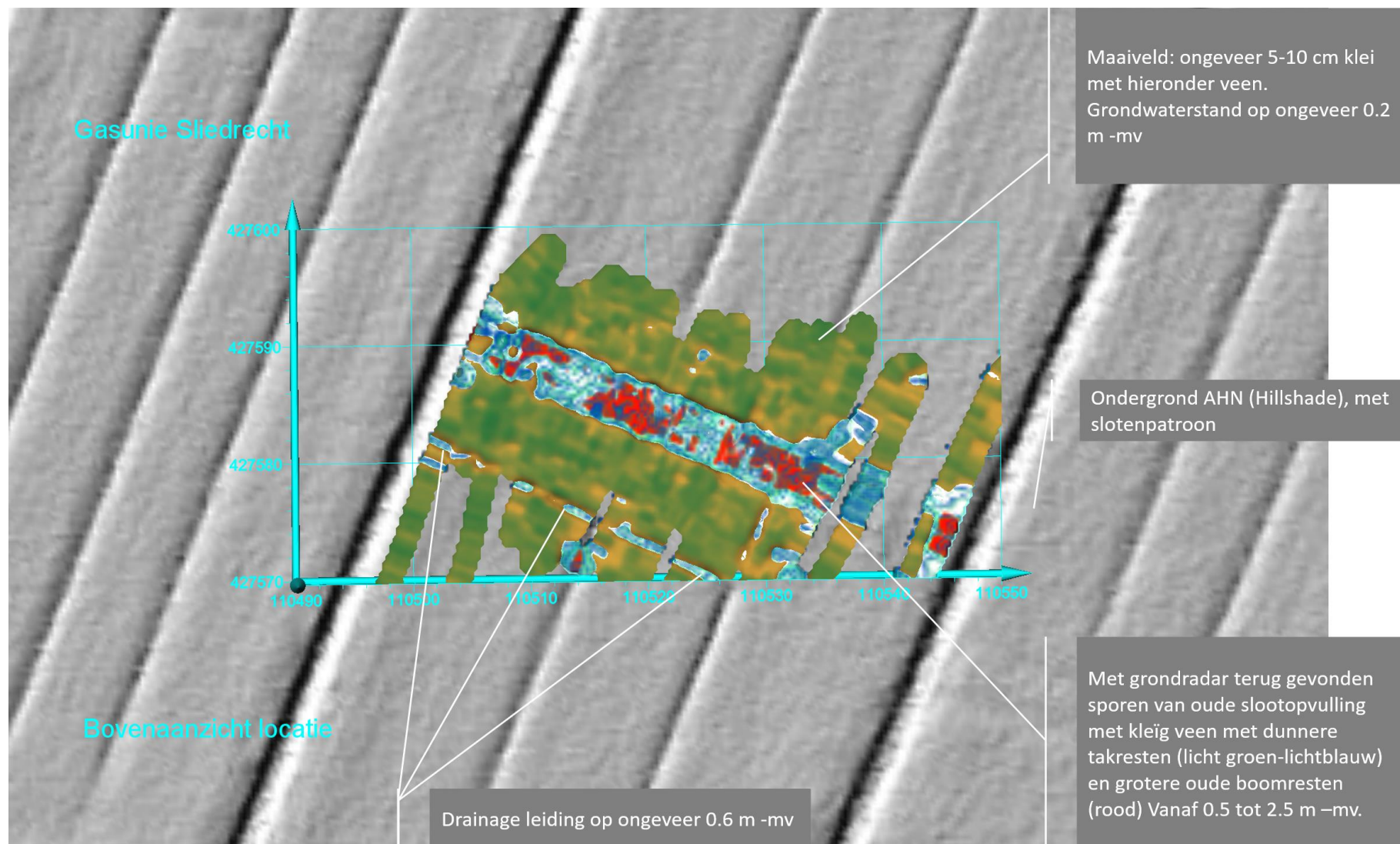
2.2 Algemeen

Er is tot een diepte van ongeveer 4 m -mv gemeten. De ingewonnen data was van goede kwaliteit. Aan de oostzijde lagen de kunststof rijplaten waar omheen gemeten is.

Figuur 5: Overzicht meetgebied: in donkerblauw de opnamelijnen geprojecteerd op AHN Hillshade.

2.3 Resultaten

In figuur 6 zijn de resultaten weergegeven met als ondergrond de AHN.



Figuur 6: Resultaten radaronderzoek

2.4 Samenvatting

Het onderzoek is opgezet om de mogelijkheid te bekijken om m.b.v. grondradar met name grovere houtresten te ontdekken in veen. De grondradar, de Tracer 250, bleef een goede beeldkwaliteit houden tot 3.5 m -mv. De data is samengevoegd tot een 3D model. In dit model kon onderscheid gemaakt worden tussen dunnere takken en zwaardere stamdelen. De proef heeft een geslaagd resultaat, zie ook figuur 6 op pagina 9. Daarnaast is er nog een drainage leiding teruggevonden.

2.5 Aanbevelingen

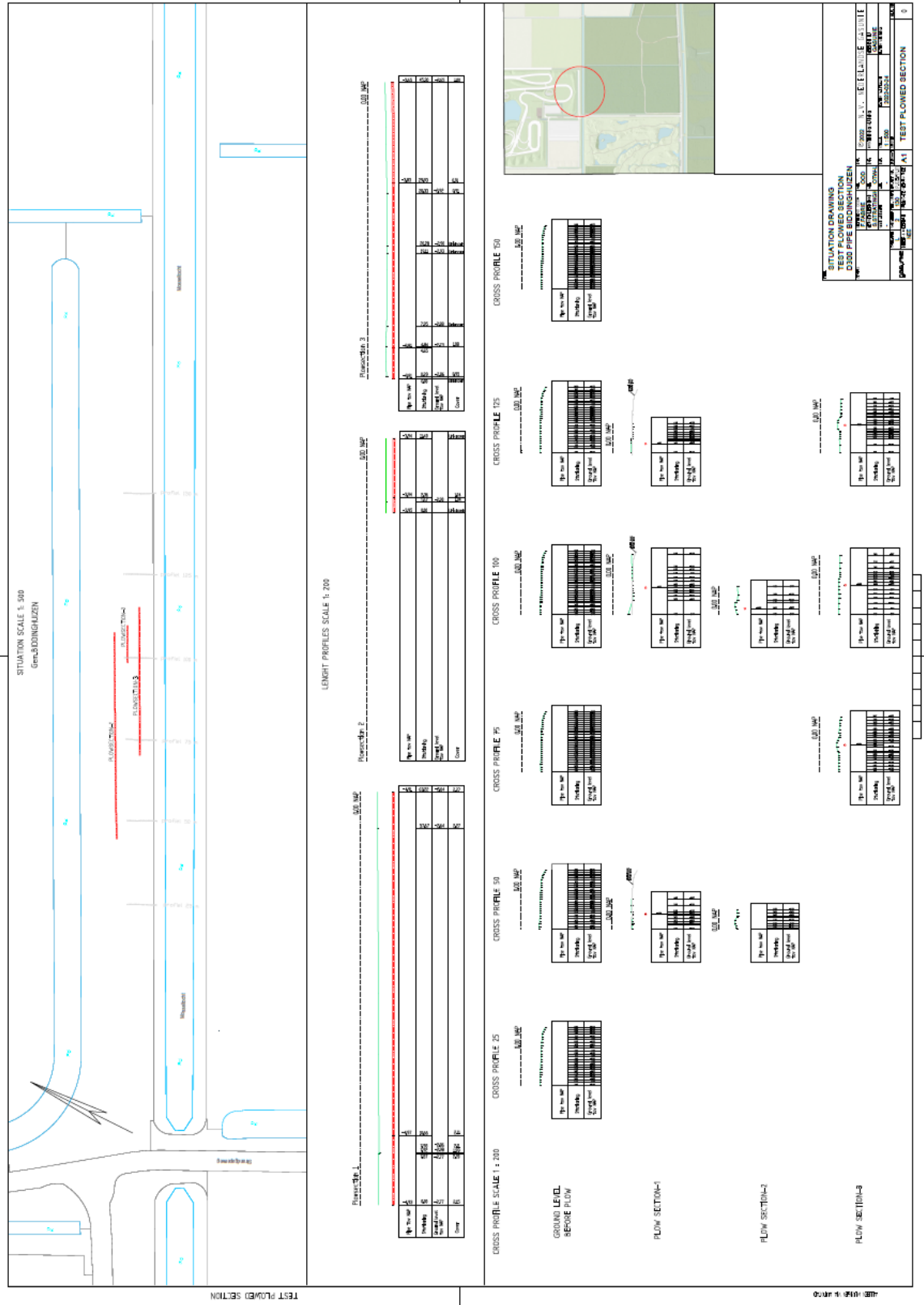
Over het algemeen geldt bij geofysica, dus ook voor het radaronderzoek op deze locatie: Grondradar is een hulpmiddel. Het bijvoorbeeld aanspuiten en of beperkt proefsleuven graven vormt een mogelijke aanvullende controleslag om richting de 100% zekerheid te gaan.

I Maaiveldmetingen N.V Nederlandse Gasunie

I.1 Locatie Biddinghuizen

I.1.1 Overzicht

gasunie Opmerkingenlijst landmeter		
Project	TA 8881 R.015029.01 landmeetkundige begeleiding proef inploegen leiding Biddinghuizen	
Projectnr.	P.023711.01	
Trace		
Tracenr.	NVT	
Engineer		
Operator		
Opzichter		
Landmeter	J. Freriks	
Datum	19 en 20 januari 2022	
Onderdeel	Opmerkingen	Bestand
0 meting test 1 en 2	50001 t/m 50026 0 meting op 50m	0 meting Ploeg 1+2.GSI
	100001 t/m 100031 0 meting op 100m	0 meting Ploeg 1+2.TXT
	150001 t/m 150031 0 meting op 150m	
	125002 t/m 125029 0 meting op 125m	zie ook dwg en pdf
	75001 t/m 75029 0 meting op 75m	
	25001 t/m 25023 0 meting op 25m	
Test 1	25001 t/m 25018 profiel na intrekken pijp op 25m	Ploeg 1.GSI
	50001 t/m 50019 profiel na intrekken pijp op 50m	Ploeg 1.TXT
	75001 t/m 75022 profiel na intrekken pijp op 75m	
	100001 t/m 100022 profiel na intrekken pijp op 100m	
	125001 t/m 125018 profiel na intrekken pijp op 125m	
	BAK001 t/m BAK019 profiel na verdichten met alleen bak van de kraan	
	BAK020 t/m BAK039 profiel na verdichten met alleen bak van de kraan	
	RUPS001 t/m RUPS016 profiel na verdichten met rupsvoertuig	
	RUPS017 t/m RUPS032 profiel na verdichten met rupsvoertuig	
	RUPSENBAND001 t/m RUPSENBAND023 profiel na verdichten bak+rups	
	RUPSENBAND024 t/m RUPSENBAND046 profiel na verdichten bak+rups	
	hoogtes ingetrokken pijp gemeten	
Test 2	1 t/m 9 profiel na intrekken 2e test	Ploeg 2.GSI
	100001 t/m 100007 profiel na intrekken 2e test op 100m	Ploeg 2.TXT
	hoogtes ingetrokken pijp gemeten	
	locaties proefsleuven 1,2,3 Antea	
Test 3	50001 t/m 50013 o meting op 50m	Ploeg 3.GSI
	50A001 t/m 50A011 profiel na intrekken pijp op 2 meter dek met ski's	Ploeg 3.TXT
	50RUPS001 t/m 50RUPS012 profiel na verdichten met rups	
	100001 t/m 110017 0 meting op 100m	Ski.jpg
	110001 t/m 110017 profiel na intrekken pijp op 2 meter dek met banden	Ski1.jpg
	110RUPS001 t/m 110RUPS011 profiel na verdichten met intensief rupsen	test 3 ski.jpg
	hoogtes ingetrokken pijp gemeten	test 3.jpg
	locatie proefsleuf 4 Antea	



90/1				
datum: 20220119/800	89/1/133/50			
info: NVT/NVT/EX24382				
PUNTNR.	X	Y	Z	OMSCHRIJVING
50001	175952.6	492622	-2.904	maaiveld
50002	175952.8	492621.6	-2.91	
50003	175953	492621.3	-2.92	
50004	175953.2	492620.9	-2.947	
50005	175953.3	492620.5	-2.961	
50006	175953.5	492620.2	-2.975	
50007	175953.7	492619.8	-2.983	
50008	175953.8	492619.5	-2.997	
50009	175954	492619.1	-3.008	
50010	175954.1	492618.8	-3.022	
50011	175954.3	492618.5	-3.023	
50012	175954.5	492618.2	-3.042	
50013	175954.7	492617.9	-3.072	
50014	175954.8	492617.6	-3.09	
50015	175954.9	492617.3	-3.098	
50016	175955.1	492617	-3.087	
50017	175955.3	492616.6	-3.11	
50018	175955.5	492616.3	-3.126	
50019	175955.6	492615.9	-3.147	
50020	175955.8	492615.6	-3.177	
50021	175955.9	492615.3	-3.218	
50022	175956.1	492614.9	-3.284	
50023	175956.2	492614.6	-3.371	
50024	175956.3	492614.4	-3.464	
50025	175956.5	492614.2	-3.67	
50026	175956.5	492613.9	-3.808	
100001	175996.9	492645.1	-2.953	maaiveld
100002	175997.1	492644.8	-2.954	
100003	175997.3	492644.4	-2.944	
100004	175997.4	492644.1	-2.943	
100005	175997.6	492643.8	-2.956	
100006	175997.7	492643.5	-2.968	
100007	175997.8	492643.2	-2.974	
100008	175998	492642.9	-2.98	
100009	175998.1	492642.6	-2.985	
100010	175998.3	492642.4	-3.004	

90/1				
100011	175998.4	492642.1	-3.017	
100012	175998.5	492641.7	-3.024	
100013	175998.7	492641.4	-3.035	
100014	175998.8	492641.1	-3.052	
100015	175998.9	492640.8	-3.052	
100016	175999	492640.5	-3.074	
100017	175999.2	492640.3	-3.087	
100018	175999.3	492640	-3.105	
100019	175999.5	492639.7	-3.119	
100020	175999.6	492639.4	-3.11	
100021	175999.8	492639.1	-3.109	
100022	175999.9	492638.9	-3.131	
100023	176000	492638.6	-3.129	
100024	176000.1	492638.3	-3.153	
100025	176000.3	492638	-3.172	
100026	176000.4	492637.7	-3.181	
100027	176000.5	492637.4	-3.219	
100028	176000.7	492637.1	-3.293	
100029	176000.8	492636.8	-3.413	
100030	176000.9	492636.5	-3.524	
100031	176001	492636.3	-3.693	
150001	176041.8	492667.8	-2.974	maaiveld
150002	176042	492667.5	-2.981	
150003	176042.2	492667.2	-2.95	
150004	176042.3	492666.9	-2.931	
150005	176042.5	492666.6	-2.934	
150006	176042.6	492666.2	-2.943	
150007	176042.8	492665.9	-2.95	
150008	176042.9	492665.7	-2.97	
150009	176043	492665.4	-2.974	
150010	176043.1	492665.1	-2.967	
150011	176043.3	492664.8	-2.985	
150012	176043.4	492664.5	-2.988	
150013	176043.5	492664.2	-3.006	
150014	176043.7	492663.9	-3.025	
150015	176043.8	492663.7	-3.036	
150016	176043.9	492663.4	-3.053	
150017	176044.1	492663.1	-3.061	
150018	176044.2	492662.8	-3.064	
150019	176044.3	492662.6	-3.088	
150020	176044.5	492662.3	-3.098	
150021	176044.6	492662	-3.101	

90/1				
150022	176044.8	492661.7	-3.125	
150023	176044.9	492661.4	-3.12	
150024	176045.1	492661.1	-3.139	
150025	176045.3	492660.7	-3.149	
150026	176045.5	492660.4	-3.157	
150027	176045.6	492660.1	-3.198	
150028	176045.8	492659.8	-3.281	
150029	176045.9	492659.6	-3.358	
150030	176046.1	492659.3	-3.467	
150031	176046.2	492659.1	-3.569	
125002	176019.7	492656.7	-2.966	maaiveld
125003	176020	492656.1	-2.97	
125004	176020.2	492655.8	-2.978	
125005	176020.4	492655.4	-2.99	
125006	176020.6	492655.1	-2.988	
125007	176020.7	492654.7	-2.985	
125008	176020.9	492654.4	-2.985	
125009	176021	492654.1	-2.998	
125010	176021.2	492653.7	-3.002	
125011	176021.4	492653.3	-3.018	
125012	176021.6	492653	-3.026	
125013	176021.7	492652.6	-3.028	
125014	176021.9	492652.2	-3.033	
125015	176022	492651.9	-3.05	
125016	176022.2	492651.6	-3.058	
125017	176022.3	492651.3	-3.075	
125018	176022.5	492651	-3.078	
125019	176022.6	492650.7	-3.067	
125020	176022.7	492650.4	-3.1	
125021	176022.9	492650.1	-3.127	
125022	176023	492649.8	-3.127	
125023	176023.1	492649.5	-3.168	
125024	176023.3	492649.1	-3.187	
125025	176023.5	492648.8	-3.271	
125026	176023.6	492648.5	-3.312	
125027	176023.7	492648.2	-3.445	
125028	176023.8	492648	-3.65	
125029	176024	492647.6	-3.775	
75001	175974.8	492633.5	-2.979	maaiveld
75002	175975	492633.1	-2.955	
75003	175975.1	492632.7	-2.963	

90/1				
75004	175975.3	492632.4	-2.949	
75005	175975.4	492632.1	-2.963	
75006	175975.5	492631.8	-2.971	
75007	175975.6	492631.5	-2.989	
75008	175975.8	492631.2	-2.993	
75009	175975.9	492630.9	-2.998	
75010	175976	492630.6	-3.009	
75011	175976.1	492630.3	-3	
75012	175976.3	492629.9	-2.978	
75013	175976.4	492629.6	-3.003	
75014	175976.5	492629.4	-3	
75015	175976.7	492629.1	-3.038	
75016	175976.8	492628.9	-3.048	
75017	175977	492628.6	-3.062	
75018	175977.2	492628.2	-3.082	
75019	175977.3	492628	-3.074	
75020	175977.4	492627.7	-3.065	
75021	175977.6	492627.4	-3.104	
75022	175977.7	492627.1	-3.118	
75023	175977.8	492626.9	-3.134	
75024	175978	492626.6	-3.171	
75025	175978.1	492626.2	-3.22	
75026	175978.3	492626	-3.285	
75027	175978.4	492625.7	-3.38	
75028	175978.5	492625.3	-3.544	
75029	175978.6	492625.2	-3.651	
25001	175929.6	492610.6	-2.897	maaiveld
25002	175929.9	492610.2	-2.882	
25003	175930.1	492609.7	-2.905	
25004	175930.3	492609.4	-2.946	
25005	175930.4	492609.1	-2.958	
25006	175930.6	492608.7	-2.974	
25007	175930.8	492608.4	-2.966	
25008	175931	492608	-3.002	
25009	175931.1	492607.7	-3	
25010	175931.3	492607.4	-3.019	
25011	175931.4	492607	-3.042	
25012	175931.6	492606.6	-3.052	
25013	175931.8	492606.2	-3.075	
25014	175932	492605.9	-3.083	
25015	175932.1	492605.4	-3.11	

90/1				
25016	175932.3	492605	-3.136	
25017	175932.5	492604.6	-3.145	
25018	175932.7	492604.2	-3.19	
25019	175932.8	492603.9	-3.205	
25020	175933	492603.5	-3.246	
25021	175933.1	492603.1	-3.321	
25022	175933.3	492602.8	-3.516	
25023	175933.4	492602.6	-3.693	

I.1.4

Inploegen Noord, nr. 3 (plow section 1 op tekening)

90/1				
datum: 20220119/800	89/1/133/50			
info: NVT/NVT/EX24382				
PUNTNR.	X	Y	Z	OMSCHRIJVING
25001	175929.7	492610.6	-2.897	maaiveld
25002	175929.7	492610.6	-2.897	
25003	175929.9	492610	-2.901	
25004	175930.1	492609.6	-2.919	
25005	175930.3	492609.2	-2.948	
25006	175930.4	492608.8	-2.969	
25007	175930.6	492608.5	-2.98	
25008	175930.9	492608	-2.948	
25009	175931	492607.7	-2.785	
25010	175931.2	492607.2	-2.761	
25011	175931.5	492606.5	-2.704	
25012	175931.7	492605.8	-3.066	
25013	175931.8	492605.5	-3.157	
25014	175932.1	492605.1	-3.142	
25015	175932.2	492604.8	-3.112	
25016	175932.5	492604.2	-3.168	
25017	175932.9	492603.6	-3.215	
25018	175933.2	492603.1	-3.289	
50001	175952.6	492622	-2.918	maaiveld
50002	175952.9	492621.5	-2.912	
50003	175953.2	492621	-2.936	
50004	175953.4	492620.5	-2.965	
50005	175953.7	492620.1	-2.972	
50006	175953.8	492619.8	-3.012	
50007	175954	492619.5	-2.982	
50008	175954.1	492619.2	-2.829	

90/1				
50009	175954.2	492618.8	-2.768	
50010	175954.6	492618.2	-2.783	
50011	175954.8	492617.8	-2.841	
50012	175954.9	492617.4	-3.105	
50013	175955	492617.1	-3.142	
50014	175955.1	492616.8	-3.144	
50015	175955.2	492616.7	-3.068	
50016	175955.4	492616	-3.14	
50017	175955.7	492615.5	-3.191	
50018	175955.9	492615.1	-3.255	
50019	175956.2	492614.5	-3.403	
75001	175974.9	492633.5	-2.967	maaiveld
75002	175974.9	492633.5	-2.967	
75003	175975.1	492633.1	-2.96	
75004	175975.2	492632.7	-2.956	
75005	175975.4	492632.3	-2.953	
75006	175975.6	492631.9	-2.965	
75007	175975.8	492631.5	-2.959	
75008	175976	492631.1	-3.018	
75009	175976.1	492630.8	-3.009	
75010	175976.2	492630.6	-2.812	
75011	175976.5	492630	-2.716	
75012	175976.7	492629.4	-2.707	
75013	175976.9	492629.1	-2.776	
75014	175977	492628.7	-3.073	
75015	175977.2	492628.4	-3.124	
75016	175977.3	492628.1	-3.129	
75017	175977.4	492628	-3.032	
75018	175977.6	492627.6	-3.088	
75019	175977.8	492627.1	-3.122	
75020	175978.1	492626.7	-3.148	
75021	175978.3	492626.4	-3.217	
75022	175978.6	492625.9	-3.352	
100001	175996.9	492645	-2.967	maaiveld
100002	175997.2	492644.6	-2.941	
100003	175997.5	492644.1	-2.953	
100004	175997.7	492643.6	-2.959	
100005	175997.9	492643.3	-2.97	
100006	175998.1	492642.9	-2.97	
100007	175998.2	492642.7	-2.979	
100008	175998.4	492642.3	-3.029	

90/1				
100009	175998.5	492642.1	-3.023	
100010	175998.6	492641.8	-2.878	
100011	175998.8	492641.4	-2.866	
100012	175999	492640.9	-2.763	
100013	175999.2	492640.6	-2.763	
100014	175999.3	492640.3	-2.8	
100015	175999.4	492640	-3.081	
100016	175999.5	492639.8	-3.148	
100017	175999.6	492639.6	-3.113	
100018	175999.7	492639.4	-3.144	
100019	175999.8	492639.1	-3.101	
100020	176000	492638.6	-3.128	
100021	176000.2	492638.1	-3.14	
100022	176000.2	492637.4	-3.12	
125001	176017.5	492645.9	-3.227	maaiveld
125002	176017.3	492646.4	-3.149	
125003	176017	492646.9	-3.126	
125004	176016.8	492647.3	-3.105	
125005	176016.6	492647.7	-3.084	
125006	176016.4	492648	-3.133	
125007	176016.3	492648.3	-3.119	
125008	176016.2	492648.4	-2.97	
125009	176015.8	492648.8	-2.715	
125010	176015.7	492649	-2.603	
125011	176015.2	492649.8	-2.712	
125012	176015.1	492650.1	-2.937	
125013	176015	492650.3	-2.962	
125014	176014.8	492650.5	-3.004	
125015	176014.7	492650.8	-2.994	
125016	176014.5	492651.1	-2.933	
125017	176014	492652	-2.957	
125018	176013.4	492653	-2.956	
BAK001	175974.1	492624.1	-3.28	maaiveld
BAK002	175974	492624.5	-3.173	
BAK003	175973.6	492625.2	-3.12	
BAK004	175973.4	492625.7	-3.081	
BAK005	175973.2	492626	-3.086	
BAK006	175973.2	492626.2	-3.145	
BAK007	175973	492626.6	-3.129	
BAK008	175972.9	492626.8	-2.911	
BAK009	175972.7	492627.3	-2.807	

90/1				
BAK010	175972.6	492627.4	-2.767	
BAK011	175972.5	492627.7	-2.781	
BAK012	175972.2	492628.1	-2.873	
BAK013	175972.1	492628.5	-2.891	
BAK014	175971.9	492628.6	-3.012	
BAK015	175971.8	492628.8	-2.998	
BAK016	175971.7	492629.2	-3.005	
BAK017	175971.5	492629.5	-2.989	
BAK018	175971.1	492630.2	-2.97	
BAK019	175970.7	492630.8	-2.948	
BAK020	175980.9	492627.9	-3.216	maaiveld
BAK021	175980.7	492628.3	-3.147	
BAK022	175980.4	492628.8	-3.109	
BAK023	175980.2	492629.3	-3.074	
BAK024	175980.1	492629.5	-3.103	
BAK025	175980	492629.7	-3.116	
BAK026	175979.8	492630	-3.075	
BAK027	175979.7	492630.2	-2.883	
BAK028	175979.5	492630.7	-2.861	
BAK029	175979.3	492631.1	-2.813	
BAK030	175979.2	492631.4	-2.805	
BAK031	175979	492631.8	-2.863	
BAK032	175978.9	492632	-2.894	
BAK033	175978.9	492632.1	-3	
BAK034	175978.8	492632.4	-3.037	
BAK035	175978.6	492632.7	-3.021	
BAK036	175978.5	492632.8	-2.951	
BAK037	175978.4	492633.3	-2.958	
BAK038	175977.9	492634	-2.943	
BAK039	175977.6	492634.6	-2.943	
RUPS001	175992	492633.4	-3.202	maaiveld
RUPS002	175991.7	492633.9	-3.133	
RUPS003	175991.4	492634.5	-3.091	
RUPS004	175991.3	492634.9	-3.126	
RUPS005	175991	492635.3	-3.106	
RUPS006	175990.9	492635.6	-3.052	
RUPS007	175990.7	492635.8	-2.969	
RUPS008	175990.5	492636.3	-2.907	
RUPS009	175990.2	492636.9	-2.879	
RUPS010	175990	492637.5	-2.932	
RUPS011	175989.8	492637.8	-2.998	

90/1				
RUPS012	175989.5	492638.3	-3.001	
RUPS013	175989.3	492638.8	-2.963	
RUPS014	175989	492639.3	-2.927	
RUPS015	175988.7	492639.9	-2.931	
RUPS016	175988.4	492640.6	-2.94	
RUPS017	175995.7	492644.4	-2.947	maaiveld
RUPS018	175996	492643.6	-2.941	
RUPS019	175996.3	492642.9	-2.982	
RUPS020	175996.7	492642.1	-3.01	
RUPS021	175997	492641.5	-3.022	
RUPS022	175997.2	492641	-2.969	
RUPS023	175997.4	492640.4	-2.929	
RUPS024	175997.5	492640.4	-2.951	
RUPS025	175997.7	492639.8	-2.914	
RUPS026	175997.9	492639.4	-2.942	
RUPS027	175998	492639.2	-3.075	
RUPS028	175998.2	492638.9	-3.133	
RUPS029	175998.3	492638.6	-3.101	
RUPS030	175998.6	492637.9	-3.127	
RUPS031	175998.8	492637.1	-3.167	
RUPS032	175998.8	492635.9	-3.167	
RUPSENBAND001	175987.6	492640.1	-2.97	maaiveld
RUPSENBAND002	175987.8	492639.5	-2.942	
RUPSENBAND003	175988	492639	-2.925	
RUPSENBAND004	175988.1	492638.7	-2.967	
RUPSENBAND005	175988.3	492638.3	-2.968	
RUPSENBAND006	175988.4	492638	-2.984	
RUPSENBAND007	175988.5	492637.9	-3.036	
RUPSENBAND008	175988.7	492637.7	-3.038	
RUPSENBAND009	175988.7	492637.5	-3.025	
RUPSENBAND010	175988.9	492637.1	-2.994	
RUPSENBAND011	175989	492637	-2.904	
RUPSENBAND012	175989.1	492636.6	-2.899	
RUPSENBAND013	175989.3	492636.2	-2.9	
RUPSENBAND014	175989.4	492636	-2.915	
RUPSENBAND015	175989.5	492635.7	-2.902	
RUPSENBAND016	175989.6	492635.4	-2.925	
RUPSENBAND017	175989.8	492635.1	-2.948	
RUPSENBAND018	175989.9	492635	-3.049	
RUPSENBAND019	175990	492634.7	-3.098	
RUPSENBAND020	175990.1	492634.5	-3.079	

90/1				
RUPSENBAND021	175990.2	492634.2	-3.077	
RUPSENBAND022	175990.3	492633.8	-3.103	
RUPSENBAND023	175990.6	492633.3	-3.16	
RUPSENBAND024	175990.8	492632.6	-3.233	
RUPSENBAND025	175985.9	492630.4	-3.161	maaiveld
RUPSENBAND026	175985.6	492631	-3.102	
RUPSENBAND027	175985.3	492631.7	-3.054	
RUPSENBAND028	175985.2	492631.9	-3.025	
RUPSENBAND029	175985.2	492632	-3.092	
RUPSENBAND030	175985.1	492632.3	-3.099	
RUPSENBAND031	175985	492632.5	-3.105	
RUPSENBAND032	175984.9	492632.6	-2.925	
RUPSENBAND033	175984.8	492633.1	-2.915	
RUPSENBAND034	175984.5	492633.5	-2.877	
RUPSENBAND035	175984.4	492633.7	-2.926	
RUPSENBAND036	175984.3	492634	-2.942	
RUPSENBAND037	175984.1	492634.3	-2.995	
RUPSENBAND038	175983.9	492634.7	-3.025	
RUPSENBAND039	175983.7	492635	-2.996	
RUPSENBAND040	175983.5	492635.3	-3.011	
RUPSENBAND041	175983.4	492635.4	-3.019	
RUPSENBAND042	175983.3	492635.7	-3.006	
RUPSENBAND043	175983.1	492635.9	-2.92	
RUPSENBAND044	175983	492636.2	-2.963	
RUPSENBAND045	175982.7	492636.7	-2.953	
RUPSENBAND046	175982.4	492637.4	-2.959	
PIJP001	175972.2	492627.6	-3.809	leiding
PIJP002	175999	492641	-3.825	
PIJP003	176012.7	492647.9	-3.65	
PIJP004	175976.4	492629.6	-3.794	

I.1.5 Inploegen Midden, nr. 2 (plow-section 2 op tekening)

90/1				
datum: 20220119/800		89/1/133/50		
info: NVT/NVT/EX24382				
PUNTNR.	X	Y	Z	OMSCHRIJVING
1	175951.7	492621.7	-2.849	maaiveld
2	175951.8	492621.6	-2.712	
3	175952	492621.3	-2.705	
4	175952.1	492621.1	-2.491	
5	175952.5	492620.6	-2.518	
6	175952.7	492620.1	-2.867	
7	175952.8	492620	-2.933	
8	175953	492619.5	-2.949	
9	175953.3	492619.2	-2.875	
100001	175998.8	492641.4	-2.948	maaiveld
100002	175998.3	492642.5	-2.993	
100003	175997.9	492643.3	-2.932	
100004	175997.8	492643.6	-2.607	
100005	175997.5	492644.2	-2.586	
100006	175997.3	492644.5	-2.647	
100007	175997	492645.2	-2.89	
PIJP01	176006.1	492648.7	-3.943	leiding
PIJP02	175995.9	492643.6	-3.95	
PIJP03	175998	492644.7	-3.944	
PROEFSLEUF1A	175977.6	492628.2	-3.028	maaiveld
PROEFSLEUF 2	176005.6	492649	-2.596	
PROEFSLEUF 3	175998.8	492641.9	-3.027	

I.1.6 Inploegen Zuid, nr. 1 (plow-section 3 op tekening)

90/1				
datum: 20220120/800		89/1/133/50		
info: NVT/NVT/EX24382				
PUNTNR.	X	Y	Z	OMSCHRIJVING
50001	175952.2	492628.3	-3.079	maaiveld
50002	175952.5	492627.7	-3.085	
50003	175952.7	492627.1	-3.076	
50004	175952.9	492626.8	-3.022	
50005	175953	492626.4	-2.988	
50006	175953.2	492626	-2.978	

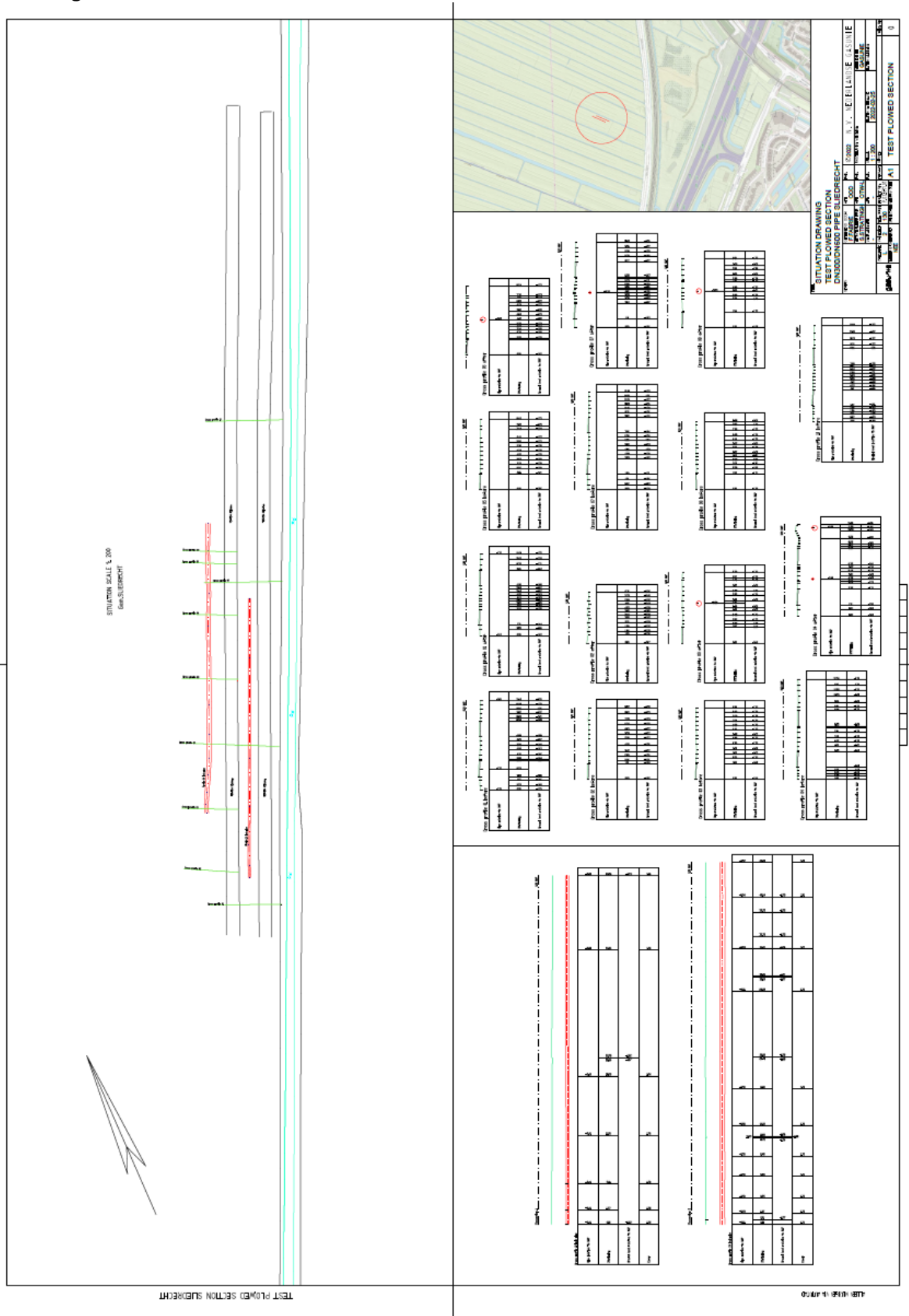
90/1				
50007	175953.5	492625.5	-2.968	
50008	175953.6	492625	-2.954	
50009	175953.9	492624.6	-2.93	
50010	175954.2	492624	-2.959	
50011	175954.4	492623.6	-2.963	
50012	175954.6	492623.1	-2.961	
50013	175955.3	492621.5	-3.001	
50A001	175952.1	492628.2	-3.106	maaiveld
50A002	175952.3	492627.7	-3.142	
50A003	175952.5	492627.4	-3.163	
50A004	175952.6	492627.2	-2.947	
50A005	175953	492626.3	-2.755	
50A006	175953.2	492626.2	-3.174	
50A007	175953.4	492625.8	-2.82	
50A008	175953.8	492625.1	-2.879	
50A009	175954	492624.6	-2.928	
50A010	175954.3	492623.9	-2.952	
50A011	175954.7	492623.1	-2.959	
50RUPS001	175952.3	492628.3	-3.113	maaiveld
50RUPS002	175952.6	492627.5	-3.111	
50RUPS003	175952.7	492627.2	-2.96	
50RUPS004	175952.9	492626.7	-2.975	
50RUPS005	175953.1	492626.3	-2.99	
50RUPS006	175953.3	492625.8	-2.953	
50RUPS007	175953.5	492625.4	-2.931	
50RUPS008	175953.8	492625	-2.935	
50RUPS009	175954	492624.5	-2.973	
50RUPS010	175954.2	492624	-2.974	
50RUPS011	175954.5	492623.5	-2.976	
50RUPS012	175954.8	492623	-2.95	
100001	175996.6	492650.5	-3.087	maaiveld
100002	175996.9	492650	-3.089	
100003	175997.1	492649.6	-3.059	
100004	175997.2	492649.3	-3.008	
100005	175997.4	492648.9	-2.976	
100006	175997.6	492648.5	-2.973	
100007	175997.9	492648	-2.979	
100008	175998.1	492647.5	-2.968	
100009	175998.4	492646.9	-2.964	
100010	175998.7	492646.4	-2.957	

90/1				
100011	175998.8	492646	-2.945	
100012	175999.8	492644.3	-2.929	
110001	176001.8	492653.1	-3.081	maaiveld
110002	176002	492652.9	-3.083	
110005	176001.9	492652.7	-2.784	
110003	176002.1	492652.6	-2.852	
110004	176002.4	492652.3	-2.784	
110007	176002.7	492651.6	-3.121	
110008	176002.6	492651.3	-2.833	
110009	176002.7	492651.1	-2.819	
110010	176002.9	492650.9	-2.804	
110011	176003	492650.8	-2.897	
110012	176003.1	492650.4	-2.989	
110013	176003.2	492650.1	-2.999	
110014	176003.4	492649.8	-2.989	
110015	176003.5	492649.5	-3.013	
110016	176003.6	492649.1	-3.054	
110017	176003.9	492648.7	-2.987	
110RUPS001	176002.1	492653.4	-3.085	maaiveld
110RUPS002	176002.3	492653	-3.007	
110RUPS003	176002.4	492652.6	-2.956	
110RUPS004	176002.7	492652.2	-2.891	
110RUPS005	176002.8	492651.9	-2.86	
110RUPS006	176003	492651.5	-2.89	
110RUPS007	176003.1	492651.2	-2.886	
110RUPS008	176003.3	492650.8	-2.948	
110RUPS009	176003.5	492650.5	-2.962	
110RUPS010	176003.7	492650.1	-2.979	
110RUPS011	176003.9	492649.6	-3.036	
PIJP01	175955.6	492627.4	-4.966	leiding
PIJP02	175946.2	492622.4	-4.926	
PIJP03	176002.4	492651.4	-4.908	
PROEFSLEUF4	175999.7	492646.4	-3.006	maaiveld
PROEFSLEUF4A	175995.6	492652.5	-2.4	

I.2 Locatie Sliedrecht

I.2.1 Overzicht

gasunie Opmerkingenlijst landmeter		
Project	TA 9083 P.023711.01 landmeetkundige begeleiding proef inploegen leiding Sliedrecht	
Projectnr.	P.023711.01	
Trace	fictief	
Tracenr.	NVT	
Engineer		
Operator		
Opzichter		
Landmeter	J. Freriks	
Datum	26-jan-22	
Onderdeel	Opmerkingen	Bestand
12 " leiding	100001 t/m 100024 0 meting op 100m	12 duims leiding Sliedrecht.GSI
inploegen	750001 t/m 750022 0 meting op 75m	12 duims leiding Sliedrecht.TXT
	500001 t/m 500022 0 meting op 50m	12 duim-1.jpg
	250001 t/m 250021 0 meting op 25m	12 duim-2.jpg
	rijplaten meegenomen in dwarsprofielen en deze ook als topo gemeten zodat duidelijk waar deze liggen in profiel	
	PIJP001 t/m PIJP008 punten op aangeprikte pijp waarmee we moeten aantonen dat pijp er vlak in ligt en niet is gaan opdrijven	
	25A001 t/m 25A021 profiel op 25m na intrekken pijp	
	50A001 t/m 50A020 profiel op 50m na intrekken pijp	
	75A001 t/m 75A023 profiel op 75m na intrekken pijp	
	50C001 t/m 50C019 profiel op 50m na aanrupsen grond	
	25C001 t/m 25C019 profiel op 25m na aanrupsen grond	
	rijplaten meegenomem in dwarsprofiel	
24" leiding	200001 t/m 200016 0 meting op 20m	24 duims leiding Sliedrecht.GSI
inploegen	300001 t/m 300014 0 meting op 30m	24 duims leiding Sliedrecht.TXT
	400001 t/m 400015 0 meting op 40m	24 duim-1.jpg
	500001 t/m 500015 0 meting op 50m	24 duim-2.jpg
	600001 t/m 600015 0 meting op 60m	24 duim-3.jpg
	700001 t/m 700014 0 meting op 70m	24 duim-4.jpg
	800001 t/m 800015 0 meting op 80m	
	rijplaten meegenomen in dwarsprofielen en deze ook als topo gemeten zodat duidelijk waar deze liggen in profiel	
	PIJP01 t/m PIJP11 punten op aangeprikte pijp waarmee we moeten aantonen dat pijp er vlak in ligt en niet is gaan opdrijven	
	80RUPS001 t/m 80RUPS018 profiel na aanrupsen op 80m	
	50N001 t/m 50N021 profiel na intrekken pijp op 50m	
	60RUPS001 t/m 60RUPS016 profiel na aanrupsen op 60m	
	50RUPS001 t/m 50RUPS016 profiel na aanrupsen op 50m	
	40RUPS001 t/m 40RUPS016 profiel na aanrupsen op 40m	
	30RUPS001 t/m 30RUPS017 profiel na aanrupsen op 30m	
	rijplaten meegenomen in dwarsprofiel	





	PUNTNR.	X	Y	Z	OMSCHRIJVING
	datum: 20220124/800	89/1/133/50			
	info: NVT/NVT/EX24382				
maaiveld	100001	110579.8	427648.1	-1.619	maaiveld
	100002	110579.3	427648.3	-1.633	
	100003	110578.9	427648.4	-1.646	
	100004	110578.6	427648.6	-1.648	
	100005	110578.2	427648.7	-1.652	
	100006	110577.9	427648.8	-1.644	
	100007	110577.9	427648.9	-1.512	
	100008	110576.1	427649.7	-1.591	
	100009	110576.1	427649.7	-1.656	
	100010	110575.7	427649.8	-1.661	
	100011	110575.3	427650	-1.684	
	100012	110574.9	427650.2	-1.679	
	100013	110574.6	427650.3	-1.699	
	100014	110574.3	427650.4	-1.71	
	100015	110573.8	427650.6	-1.722	
	100016	110573.4	427650.8	-1.732	
	100017	110573.2	427650.9	-1.723	
	100018	110573.2	427650.9	-1.628	
	100019	110571.4	427651.6	-1.699	
	100020	110571.4	427651.6	-1.786	
	100021	110571	427651.7	-1.773	
	100022	110570.3	427652	-1.766	
	100023	110569.5	427652.4	-1.771	
	100024	110568.7	427652.7	-1.77	
	75001	110558.5	427629.8	-1.753	maaiveld
	75002	110559	427629.6	-1.759	
	75003	110559.5	427629.4	-1.774	
	75004	110559.9	427629.3	-1.763	
	75005	110560.4	427629	-1.777	
	75006	110560.8	427628.8	-1.762	
	75007	110561.3	427628.5	-1.757	
	75008	110561.3	427628.5	-1.723	
	75009	110563.1	427627.8	-1.642	
	75010	110563.1	427627.8	-1.759	
	75011	110563.6	427627.6	-1.743	
	75012	110564	427627.4	-1.738	
	75013	110564.6	427627.3	-1.727	

	PUNTNR.	X	Y	Z	OMSCHRIJVING
	75014	110565.1	427626.9	-1.734	
	75015	110565.6	427626.7	-1.702	
	75016	110566.1	427626.7	-1.709	
	75017	110566.1	427626.7	-1.615	
	75018	110567.9	427625.9	-1.514	
	75019	110567.9	427626	-1.65	
	75020	110568.5	427625.6	-1.664	
	75021	110569.1	427625.4	-1.691	
	75022	110569.6	427625.2	-1.7	
	50001	110559.5	427602.4	-1.69	maaiveld
	50002	110559.1	427602.6	-1.681	
	50003	110558.9	427602.7	-1.686	
	50004	110558.6	427602.8	-1.692	
	50005	110558.1	427603	-1.68	
	50006	110558.1	427603	-1.533	
	50007	110556.3	427603.7	-1.633	
	50008	110556.3	427603.8	-1.691	
	50009	110555.7	427604	-1.705	
	50010	110555.3	427604.3	-1.723	
	50011	110554.7	427604.4	-1.723	
	50012	110554.1	427604.6	-1.733	
	50013	110553.6	427604.8	-1.75	
	50014	110553.4	427604.9	-1.735	
	50015	110551.7	427605.7	-1.703	
	50016	110551.6	427605.8	-1.757	
	50017	110551.3	427605.9	-1.773	
	50018	110550.7	427606.2	-1.784	
	50019	110549.9	427606.4	-1.783	
	50020	110549.4	427606.7	-1.757	
	50021	110548.8	427606.9	-1.763	
	50022	110548.1	427607.3	-1.747	
	25001	110539.3	427583.7	-1.756	maaiveld
	25002	110539.8	427583.4	-1.755	
	25003	110540.4	427583.2	-1.756	
	25004	110540.8	427583	-1.722	
	25005	110541.2	427582.8	-1.708	
	25006	110541.7	427582.7	-1.696	
	25007	110541.7	427582.7	-1.649	
	25008	110543.5	427581.9	-1.576	
	25009	110543.5	427581.9	-1.696	
	25010	110543.8	427581.7	-1.671	
	25011	110544.4	427581.4	-1.684	

	PUNTNR.	X	Y	Z	OMSCHRIJVING
	25012	110544.9	427581.2	-1.672	
	25013	110545.5	427581	-1.655	
	25014	110546	427580.8	-1.641	
	25015	110546.2	427580.8	-1.633	
	25016	110546.2	427580.8	-1.561	
	25017	110548	427580	-1.507	
	25018	110548	427580	-1.648	
	25019	110548.4	427579.7	-1.658	
	25020	110549	427579.4	-1.677	
	25021	110549.5	427579.3	-1.749	
	1	110546.1	427575.2	-1.505	Kant gesl./open/half verh. weg/inrit
	2	110544.3	427576	-1.525	Kant gesl./open/half verh. weg/inrit
	3	110541.6	427577.4	-1.539	Kant gesl./open/half verh. weg/inrit
	4	110539.9	427578.3	-1.611	Kant gesl./open/half verh. weg/inrit
	5	110551.5	427605.5	-1.71	
	6	110553.2	427604.6	-1.632	
	7	110556.1	427603.5	-1.635	
	8	110557.9	427602.6	-1.555	
	9	110568.6	427627.4	-1.524	
	10	110566.8	427628.2	-1.616	
	11	110563.9	427629.6	-1.665	
	12	110562.2	427630.6	-1.73	
	13	110571.3	427651.4	-1.692	
	14	110573	427650.4	-1.625	
	15	110575.8	427649	-1.585	
	16	110577.6	427648.2	-1.506	
	17	110586.3	427666.8	-1.529	
	18	110584.5	427667.5	-1.623	
	19	110581.4	427669	-1.645	
	20	110579.7	427670	-1.722	
	21	110591.3	427696.2	-1.692	
	22	110593	427695.5	-1.612	
	23	110593.1	427695.4	-1.611	
	24	110595.7	427693.2	-1.637	
	25	110597.3	427692.6	-1.556	
	26	110597.6	427692.5	-1.559	
diepte pijp	PIJP001	110564	427624.7	-3.394	leiding
	PIJP002	110560.3	427616.3	-3.384	

	PUNTNR.	X	Y	Z	OMSCHRIJVING
	PIJP004	110554	427601.9	-3.402	
	PIJP005	110551	427595.2	-3.406	
	PIJP006	110548.6	427589.7	-3.409	
	PIJP007	110547.3	427586.7	-3.409	
	PIJP008	110546.7	427585.1	-3.408	

I.2.4 24" leiding

PUNTNR.	X	Y	Z	OMSCHRIJVING
datum: 20220125/800	89/1/133/50			
info: NVT/NVT/EX24382				
20001	110532.8	427581	-1.63	maaiveld
20002	110532.8	427581	-1.629	
20003	110533.6	427580.7	-1.626	
20004	110534.1	427580.5	-1.646	
20005	110534.7	427580.2	-1.637	
20006	110535.2	427579.9	-1.658	
20007	110535.7	427579.7	-1.678	
20008	110536.2	427579.4	-1.675	
20009	110536.9	427579.1	-1.71	
20010	110537.4	427578.9	-1.739	
20011	110537.9	427578.7	-1.747	
20012	110538.4	427578.4	-1.753	
20013	110538.9	427578.2	-1.729	
20014	110539.3	427578	-1.722	
20015	110539.6	427577.8	-1.693	
20016	110541.4	427577	-1.583	
30001	110537.2	427589.9	-1.785	maaiveld
30002	110537.9	427589.6	-1.749	
30003	110538.6	427589.3	-1.727	
30004	110539.2	427589	-1.75	
30005	110539.7	427588.7	-1.775	
30006	110540.2	427588.5	-1.771	
30007	110540.8	427588.4	-1.769	
30008	110541.5	427588.1	-1.765	
30009	110542.2	427587.8	-1.772	
30010	110542.8	427587.5	-1.764	
30011	110543.3	427587.3	-1.762	
30012	110543.6	427587.1	-1.733	
30013	110543.6	427587.2	-1.682	
30014	110545.4	427586.5	-1.624	

PUNTNR.	X	Y	Z	OMSCHRIJVING
40001	110541.3	427599.2	-1.763	maaiveld
40002	110541.8	427598.9	-1.726	
40003	110542.3	427598.7	-1.747	
40004	110542.8	427598.4	-1.736	
40005	110543.3	427598.2	-1.754	
40006	110543.8	427598	-1.767	
40007	110544.3	427597.7	-1.773	
40008	110544.7	427597.5	-1.766	
40009	110545.3	427597.3	-1.765	
40010	110545.9	427597	-1.785	
40011	110546.4	427596.8	-1.77	
40012	110547	427596.6	-1.762	
40013	110547.5	427596.4	-1.759	
40014	110547.6	427596.4	-1.684	
40015	110549.3	427595.6	-1.64	
50001	110545.4	427608.3	-1.75	maaiveld
50002	110546	427608	-1.712	
50003	110546.5	427607.8	-1.723	
50004	110547	427607.5	-1.732	
50005	110547.5	427607.3	-1.725	
50006	110548	427607	-1.743	
50007	110548.5	427606.8	-1.758	
50008	110549	427606.6	-1.749	
50009	110549.4	427606.4	-1.763	
50010	110550	427606.1	-1.77	
50011	110550.6	427605.9	-1.785	
50012	110551	427605.7	-1.764	
50013	110551.5	427605.5	-1.759	
50014	110551.5	427605.5	-1.706	
50015	110553.3	427604.7	-1.664	
60001	110549.4	427617.5	-1.767	maaiveld
60002	110550	427617.2	-1.75	
60003	110550.5	427617	-1.74	
60004	110551	427616.7	-1.758	
60005	110551.4	427616.5	-1.77	
60006	110551.9	427616.3	-1.774	
60007	110552.5	427616.2	-1.783	
60008	110553	427615.9	-1.792	
60009	110553.5	427615.7	-1.79	
60010	110554	427615.5	-1.797	
60011	110554.5	427615.2	-1.789	

PUNTNR.	X	Y	Z	OMSCHRIJVING
60012	110555	427615	-1.797	
60013	110555.5	427614.8	-1.751	
60014	110555.5	427614.8	-1.705	
60015	110557.3	427614	-1.659	
70001	110553.4	427626.7	-1.752	maaiveld
70002	110554.1	427626.3	-1.734	
70003	110554.7	427626.1	-1.726	
70004	110555.2	427625.8	-1.739	
70005	110555.6	427625.6	-1.769	
70006	110556.1	427625.4	-1.759	
70007	110556.6	427625.1	-1.747	
70008	110557.1	427624.9	-1.766	
70009	110557.6	427624.7	-1.754	
70010	110558.2	427624.5	-1.763	
70011	110558.7	427624.2	-1.765	
70012	110559.4	427623.9	-1.761	
70013	110559.4	427623.9	-1.698	
70014	110561.2	427623.2	-1.664	
80001	110557.4	427635.7	-1.743	maaiveld
80002	110557.8	427635.5	-1.739	
80003	110558.4	427635.3	-1.722	
80004	110559	427634.9	-1.736	
80005	110559.5	427634.7	-1.745	
80006	110560	427634.5	-1.764	
80007	110560.4	427634.3	-1.78	
80008	110560.9	427634	-1.795	
80009	110561.3	427633.9	-1.815	
80010	110561.8	427633.6	-1.805	
80011	110562.3	427633.5	-1.813	
80012	110562.8	427633.3	-1.828	
80013	110563.2	427633	-1.799	
80014	110563.3	427632.9	-1.746	
80015	110565.1	427632.2	-1.718	
1	110593	427695.4	-1.625	Kant gesl./open/half verh. weg/inrit
2	110592.8	427695.5	-1.624	Kant gesl./open/half verh. weg/inrit
3	110591.3	427696.2	-1.688	
4	110585.2	427682.4	-1.717	
5	110586.8	427681.2	-1.624	
6	110579.2	427664.2	-1.68	
7	110577.4	427664.9	-1.721	

PUNTNR.	X	Y	Z	OMSCHRIJVING
8	110568.3	427644.6	-1.699	
9	110570.2	427643.9	-1.666	
10	110560.2	427620.8	-1.662	
11	110558.4	427621.4	-1.718	
12	110549.7	427601.5	-1.703	
13	110551.5	427600.6	-1.656	
14	110540	427573.8	-1.537	
15	110538.3	427574.7	-1.582	
PIJP01	110544.5	427596.9	-3.509	leiding
PIJP02	110545	427598.2	-3.492	
PIJP03	110545.9	427599.9	-3.495	
PIJP04	110547.1	427602.3	-3.496	
PIJP05	110548.3	427604.5	-3.501	
PIJP06	110549.8	427608	-3.495	
PIJP07	110551.6	427612.2	-3.5	
PIJP08	110556.3	427623.3	-3.513	
PIJP09	110558.5	427628.1	-3.532	
PIJP10	110560.9	427634.1	-3.538	
PIJP11	110562.7	427638	-3.516	

I.2.5

28" leiding

Profiel	PUNTNR.	X	Y	Z	OMSCHRIJVING
	9999	110473.7	427557.6	-1.773	Onbekend puntsymbool
	28	110491.2	427548.9	-1.421	maaiveld
	27	110493.4	427554.1	-1.497	
	26	110495.2	427558	-1.519	
	25	110497.2	427563.5	-1.453	
	24	110499.1	427568.1	-1.52	
	23	110501.1	427572.6	-1.689	
	22	110503	427577.3	-1.533	
	21	110505	427582	-1.517	
	20	110506.5	427586.1	-1.448	
	19	110508.8	427591.3	-1.535	
	901	110514.4	427591.4	-1.639	
	902	110512.6	427592.3	-1.733	
	903	110510.2	427593.4	-1.341	
	904	110509.7	427593.8	-1.385	
	905	110509.1	427594.1	-1.489	
	906	110506.7	427595	-1.597	
	1001	110502.8	427585.5	-1.527	
	1002	110505.1	427584.5	-1.514	

Profiel	PUNTNR.	X	Y	Z	OMSCHRIJVING
	1003	110505.8	427584.2	-1.429	
	1004	110506.4	427584	-1.524	
	1005	110508.8	427582.9	-1.701	
	1011001	110499	427576.3	-1.541	
	1011002	110501.4	427575.4	-1.527	
	1011003	110501.9	427575	-1.453	
	1011004	110502.7	427574.7	-1.572	
	1011005	110505.1	427573.8	-1.707	
	1011006	110506.8	427573.3	-1.703	
	1012001	110502.8	427563.7	-1.701	
	1012002	110501.2	427564.5	-1.718	
	1012003	110498.9	427565.4	-1.66	
	1012004	110498.2	427565.8	-1.473	
	1012005	110497.5	427566	-1.583	
	UITZ1012006	110495.1	427567	-1.527	
	1013001	110491.4	427557.8	-1.524	
	1013002	110493.7	427556.9	-1.52	
	1013003	110494.4	427556.6	-1.529	
	1013004	110495.1	427556.3	-1.61	
	1013005	110497.4	427555.4	-1.688	
	1014001	110488.4	427550.8	-1.527	
	1014002	110490.7	427549.8	-1.537	
	1014003	110491.5	427549.3	-1.461	
	1014004	110492	427549	-1.624	
	1014005	110494.5	427548.1	-1.658	
	500	110512.5	427599.5	-3.034	leiding
	501	110519	427615.2	-2.954	
	502	110508.2	427589.4	-3.125	
	503	110502	427574.3	-3.494	
		110489.3	427544.3	-1.573	Maaiveld
		110491.1	427548.9	-1.583	
		110491.4	427549.4	-1.584	
		110493.3	427554.1	-1.583	
		110494.3	427556.6	-1.587	
		110495.2	427558.8	-1.602	
		110497.1	427563.4	-1.611	
		110498.2	427565.7	-1.616	
		110499.2	427568.1	-1.629	
		110501.1	427572.6	-1.643	
		110502.1	427575	-1.65	
		110503	427577.3	-1.644	
		110505	427581.9	-1.596	

Profiel	PUNTNR.	X	Y	Z	OMSCHRIJVING
		110505.9	427584.2	-1.65	
		110506.6	427586	-1.622	
		110508.8	427591.3	-1.679	
		110509.8	427593.8	-1.614	
		110510.6	427595.8	-1.656	
		110512.6	427600.4	-1.653	
		110513.5	427602.7	-1.627	
		110514.5	427605	-1.615	
		110516.5	427609.7	-1.641	
		110517.4	427612	-1.632	
		110518.4	427614.3	-1.621	
		110520.3	427618.9	-1.629	
		110521.3	427621.2	-1.624	
		110522.3	427623.5	-1.619	
		110524.1	427628.1	-1.574	
		110525.1	427630.4	-1.675	
		110526.1	427632.7	-1.605	
		110528	427637.3	-1.64	
		110529	427639.6	-1.659	
		110529.9	427642	-1.664	
		110531.8	427646.5	-1.619	
		110532.8	427648.8	-1.621	
		110533.8	427651.2	-1.62	
		110535.7	427655.8	-1.607	
		110536.6	427658.1	-1.624	
		110537.6	427660.5	-1.615	
		110538.5	427662.7	-1.609	
		110540.4	427667.3	-1.667	
		110540.5	427667.3	-1.662	
Profiel 101		110545.1	427665.4	-1.785	
		110543.9	427665.8	-1.811	
		110541.2	427666.9	-1.706	
		110540.4	427667.3	-1.661	
		110540.5	427667.3	-1.662	
		110540.4	427667.3	-1.662	
		110539.7	427667.6	-1.641	
		110537.3	427668.6	-1.629	
Profiel 102		110541.3	427656.1	-1.736	
		110539.6	427656.8	-1.743	
		110537.3	427657.9	-1.658	
		110536.6	427658.1	-1.611	
		110536.6	427658.1	-1.62	

Profiel	PUNTNR.	X	Y	Z	OMSCHRIJVING
		110535.9	427658.3	-1.592	
		110533.6	427659.4	-1.57	
Profiel 103		110537.4	427646.9	-1.735	
		110535.7	427647.6	-1.716	
		110533.4	427648.5	-1.666	
		110532.8	427648.8	-1.62	
		110532.8	427648.9	-1.62	
		110532.1	427649.1	-1.599	
		110529.9	427650.1	-1.557	
Profiel 104		110533.6	427637.7	-1.713	
		110531.9	427638.4	-1.73	
		110529.7	427639.4	-1.68	
		110529	427639.6	-1.663	
		110529	427639.6	-1.652	
		110528.3	427639.8	-1.604	
		110526	427640.7	-1.591	
Profiel 105		110529.7	427628.4	-1.732	
		110528.1	427629.1	-1.7	
		110525.7	427630.1	-1.696	
		110525.1	427630.4	-1.589	
		110525.1	427630.4	-1.674	
		110524.5	427630.7	-1.646	
		110522.1	427631.7	-1.578	
Profiel 106		110525.9	427619.3	-1.706	
		110524.2	427620	-1.692	
		110521.9	427620.9	-1.659	
		110521.3	427621.2	-1.624	
		110521.2	427621.2	-1.619	
		110520.5	427621.5	-1.579	
		110518.3	427622.4	-1.607	
Profiel 107		110522.1	427610	-1.727	
		110520.4	427610.8	-1.731	
		110518.1	427611.7	-1.681	
		110517.4	427612	-1.631	
		110517.4	427612	-1.63	
		110516.8	427612.2	-1.589	
		110514.4	427613.1	-1.597	
Profiel 108		110518.3	427600.7	-1.737	
		110516.4	427601.5	-1.738	
		110514.1	427602.5	-1.642	
		110513.5	427602.7	-1.634	
		110513.5	427602.8	-1.625	

Profiel	PUNTNR.	X	Y	Z	OMSCHRIJVING
		110512.8	427603	-1.584	
		110510.5	427604	-1.574	
Profiel 109		110514.4	427591.4	-1.652	
		110512.5	427592.3	-1.739	
		110510.3	427593.5	-1.633	
		110509.8	427593.8	-1.666	
		110509.7	427593.9	-1.611	
		110509.1	427594.1	-1.575	
		110506.7	427594.9	-1.6	
Profiel I110		110508.5	427583	-1.719	
		110506.4	427584	-1.677	
		110505.9	427584.2	-1.61	
		110505.8	427584.2	-1.646	
		110505.1	427584.5	-1.588	
		110502.8	427585.5	-1.541	
Profiel 111				-1.69	X = 3.268916
				-1.71	X = 0.806796
				-1.66	X = 0.004472
				-1.65	X = 0
				-1.6	X = -0.70418
				-1.56	X = -3.21889
Profiel 112		110502.8	427563.7	-1.699	
		110501.2	427564.5	-1.723	
		110498.9	427565.5	-1.656	
		110498.2	427565.7	-1.617	
		110498.2	427565.7	-1.62	
		110497.5	427566	-1.594	
		110495.1	427567	-1.532	
Profiel I113		110497.3	427555.3	-1.695	
		110495.1	427556.2	-1.618	
		110494.3	427556.6	-1.587	
		110494.3	427556.6	-1.593	
		110493.7	427556.8	-1.533	
		110491.3	427557.8	-1.529	
Profiel 114		110494.4	427548.1	-1.657	
		110492	427549.2	-1.605	
		110491.4	427549.4	-1.585	
		110491.4	427549.4	-1.583	
		110490.7	427549.8	-1.544	
		110488.3	427550.9	-1.521	
Meting 2		110489.3	427544.3	-1.57	

Profiel	PUNTNR.	X	Y	Z	OMSCHRIJVING
		110491.2	427548.9	-1.421	
		110491.5	427549.3	-1.461	
		110493.4	427554.1	-1.497	
		110494.5	427556.6	-1.543	
		110494.4	427556.6	-1.529	
		110495.2	427558	-1.519	
		110497.2	427563.5	-1.453	
		110498.2	427565.8	-1.478	
		110498.2	427565.8	-1.473	
		110499.1	427568.1	-1.52	
		110501.1	427572.6	-1.689	
		110502	427574.3	-1.494	
		110502.2	427574.9	-1.494	
		110503	427577.3	-1.533	
		110505	427582	-1.517	
		110505.8	427584.2	-1.429	
		110505.8	427584.2	-1.431	
		110506.5	427586.1	-1.448	
		110508.2	427589.4	-1.5	
		110508.8	427591.3	-1.535	
		110509.8	427593.7	-1.375	
		110509.7	427593.8	-1.385	
		110512.5	427599.5	-1.65	
		110519	427615.2	-1.62	
Profiel 209		110514.4	427591.4	-1.639	
		110512.6	427592.3	-1.733	
		110510.2	427593.4	-1.341	
		110509.8	427593.7		bk leiding NAP -3.09
		110509.7	427593.8	-1.385	
		110509.1	427594.1	-1.489	
		110506.7	427595	-1.597	
Profiel 210		110508.8	427582.9	-1.701	
		110506.4	427584	-1.524	
		110505.8	427584.2	-1.479	
		110505.8	427584.2	-1.429	
		110505.1	427584.5	-1.514	
		110502.8	427585.5	-1.527	
Profiel 211		110506.8	427573.3	-1.703	
		110505.1	427573.8	-1.707	
		110502.7	427574.7	-1.572	
		110502.2	427574.9		bk leiding NAP -3.082
		110501.9	427575	-1.453	

Profiel	PUNTNR.	X	Y	Z	OMSCHRIJVING
		110501.4	427575.4	-1.527	
		110499	427576.3	-1.541	
Profiel 212		110502.8	427563.7	-1.701	
		110501.2	427564.5	-1.718	
		110498.9	427565.4	-1.66	
		110498.2	427565.8	-1.486	
		110498.2	427565.8	-1.473	
		110497.5	427566	-1.583	
		110495.1	427567	-1.527	
Profiel 213		110497.4	427555.4	-1.688	
		110495.1	427556.3	-1.61	
		110494.5	427556.6	-1.511	
		110494.4	427556.6	-1.529	
		110493.7	427556.9	-1.52	
		110491.4	427557.8	-1.524	
Profiel 214		110494.5	427548.1	-1.658	
		110492	427549	-1.624	
		110491.5	427549.3	-1.461	
		110490.7	427549.8	-1.537	
		110488.4	427550.8	-1.527	
Meting 3		110489.3	427544.3	-1.57	
		110493.3	427554.1	-1.606	
		110494.3	427556.5	-1.606	
		110494.3	427556.5	-1.606	
		110495.3	427558.8	-1.622	
		110497.2	427563.4	-1.653	
		110498.2	427565.8	-1.652	
		110498.2	427565.8	-1.632	
		110499.2	427568	-1.645	
		110501.2	427572.6	-1.608	
		110502.1	427575.1	-1.572	
		110502.1	427575.1	-1.607	
		110503	427577.2	-1.567	
		110504.9	427581.9	-1.551	
		110505.8	427584.2	-1.53	
		110505.8	427584.2	-1.53	
		110506.5	427586.1	-1.512	
Profiel 310		110508.8	427583	-1.714	
		110506.4	427584	-1.57	
		110505.8	427584.2	-1.529	
		110505.8	427584.2	-1.53	
		110505.1	427584.6	-1.528	

Profiel	PUNTNR.	X	Y	Z	OMSCHRIJVING
		110502.8	427585.5	-1.533	
Profiel 311		110505	427573.9	-1.712	
		110502.1	427575.1	-1.607	
		110502.1	427575.1	-1.607	
		110501.3	427575.4	-1.538	
		110499	427576.3	-1.54	
Profiel 312		110502.8	427563.6	-1.703	
		110501.2	427564.5	-1.719	
		110498.9	427565.5	-1.671	
		110498.2	427565.8	-1.649	
		110498.2	427565.8	-1.652	
		110497.5	427566.1	-1.59	
		110495.1	427567	-1.53	
Profiel 313		110497.3	427555.3	-1.696	
		110495	427556.3	-1.623	
		110494.3	427556.5	-1.614	
		110494.3	427556.5	-1.606	
		110493.7	427556.9	-1.521	
		110491.3	427557.9	-1.53	

Deltares is een onafhankelijk kennisinstituut voor toegepast onderzoek op het gebied van water en ondergrond. Wereldwijd werken we aan slimme oplossingen voor mens, milieu en maatschappij.

Deltares

www.deltares.nl