



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

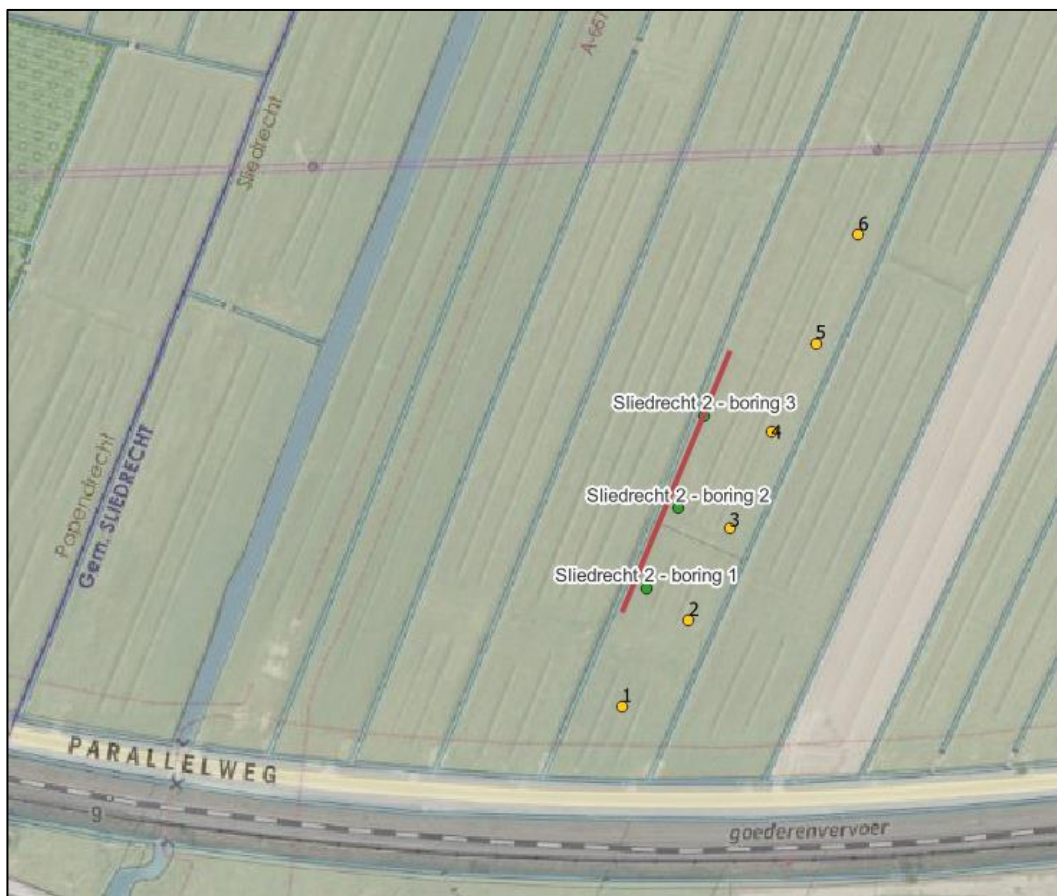
4.2 Maaiveldligging

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.

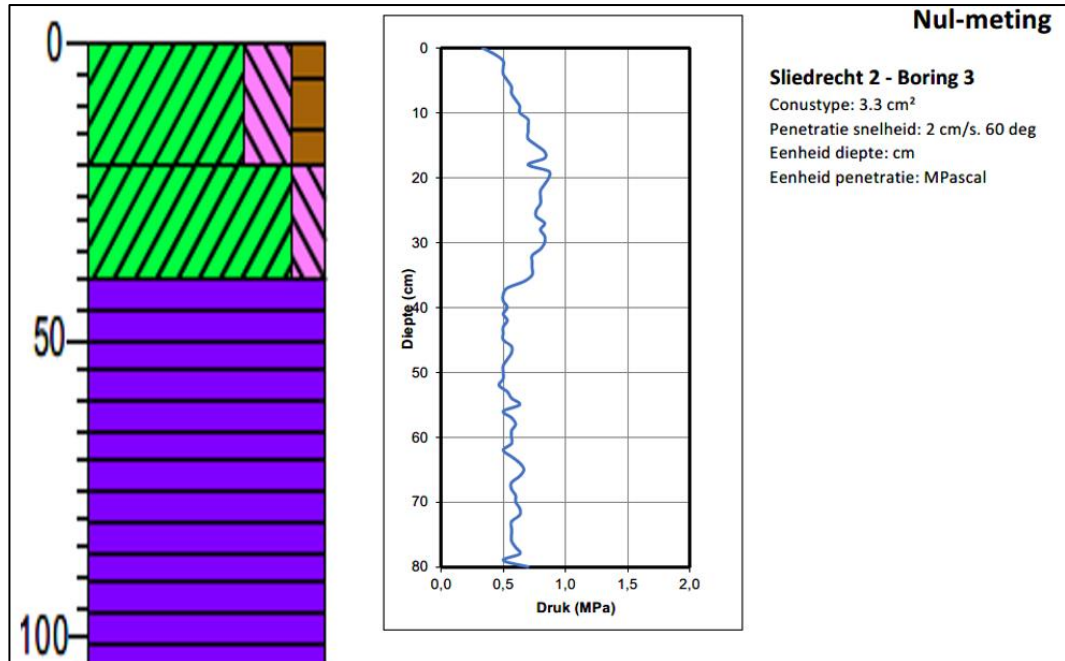
Het slootwaterpeil bedroeg ca. 0,40 m -mv.

4.4 Bodemdichtheid

Tijdens de vooropname zijn naast de handmatige boringen tevens handsonderingen uitgevoerd met een penetrologger (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.



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.

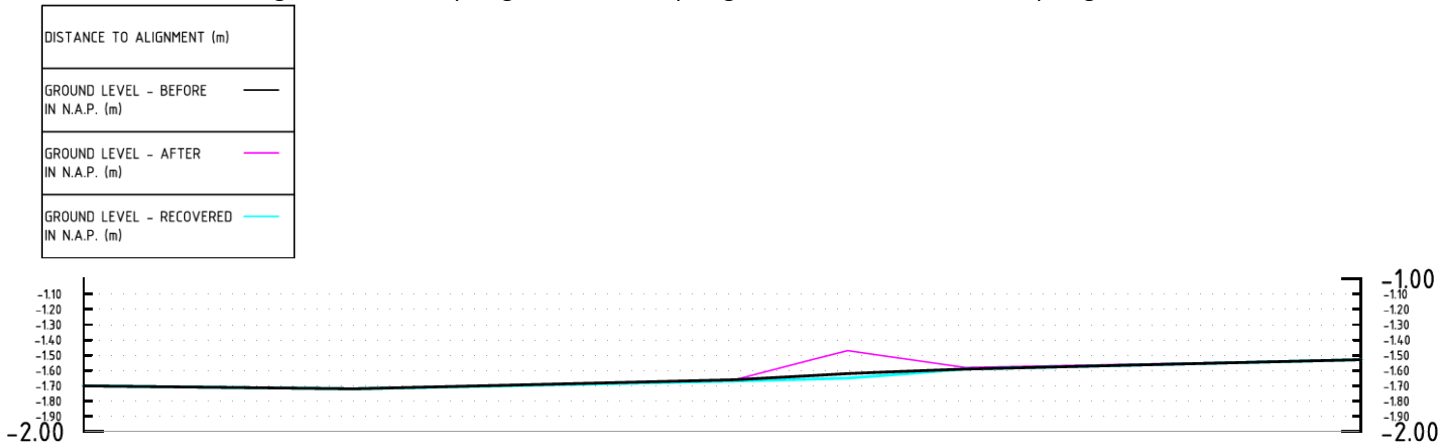


Figuur 5-1: linker foto de opgekomen grond van de 28 inch leiding, rechter foto na aanrupsen overeenkomend met de nul-meting

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.

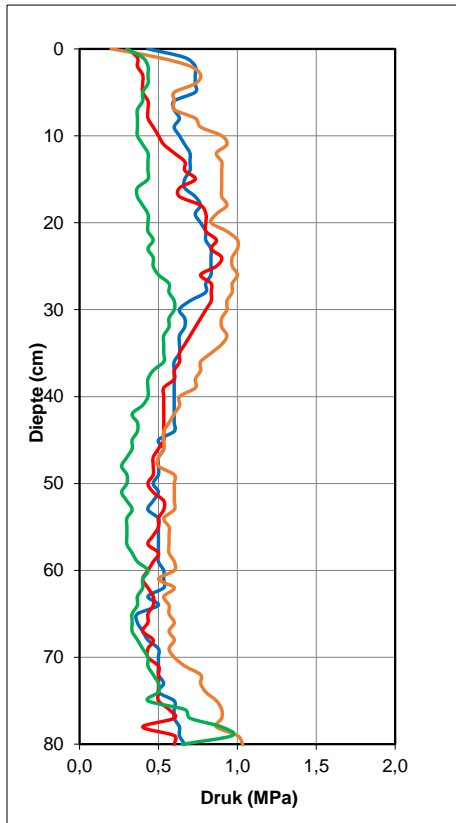
Voor alle resultaten wordt verwezen naar bijlage 4. Onderstaand worden de gemiddelde waarden weergegeven in een sondeergrafiek. Doordat er zeer lage indringingsweerstand zijn gemeten is de druk uitgezet in een schaal van 1 tot 2 Mpa.

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

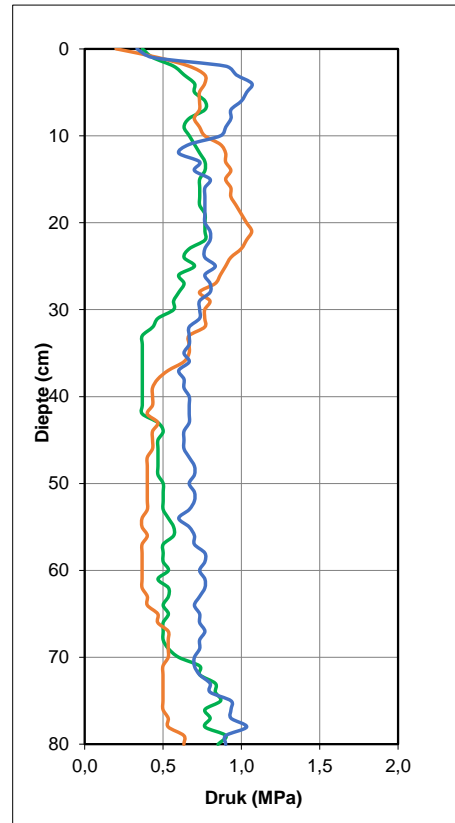
Raai 1

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.

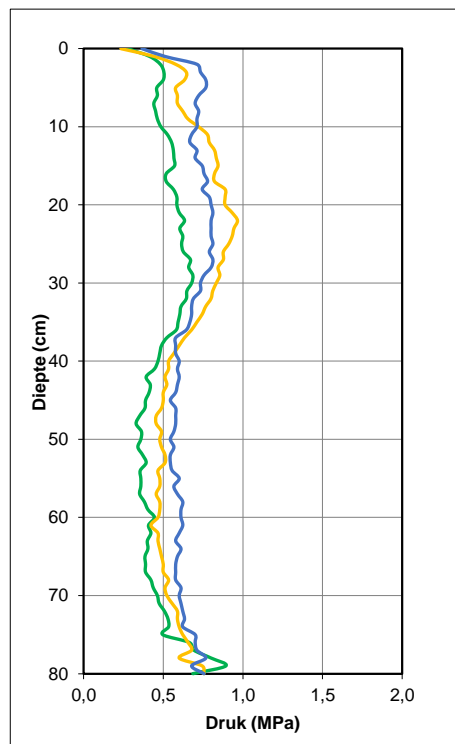
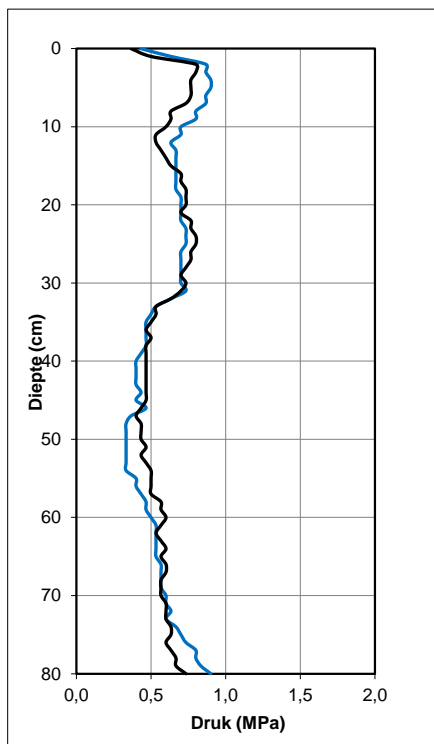
Rechts geeft de gemiddelde waarden aan van alle gemeten handsonderingen. Zoals bovenstaand reeds beschreven bij figuur 5-6, kan ook hier gesteld worden dat op de sleuf een lagere indringingsweerstand is gemeten tot 0,30 m ten opzichte van de 0-meting en dat op 0,70 m afstand van de sleuf in de range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

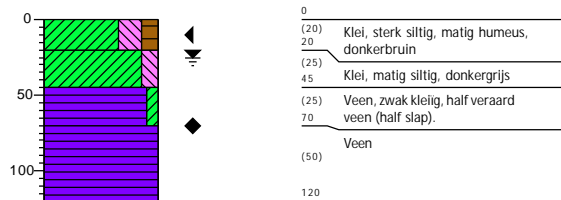
AG: 35 cm -mv
GHG: 15 cm -mv
GLG: 70 cm -mv

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

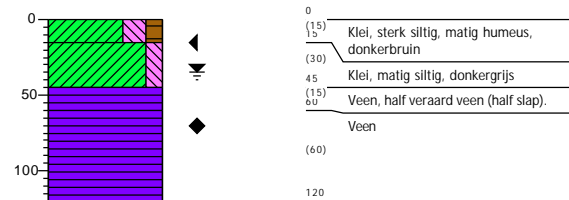
Boring: Sliedrecht 2- boring 1

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



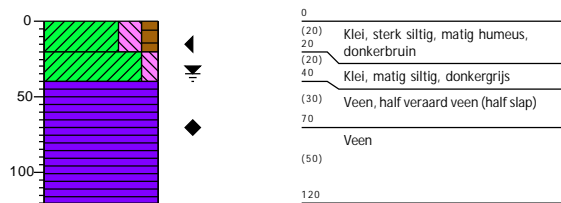
Boring: Sliedrecht 2- boring 2

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



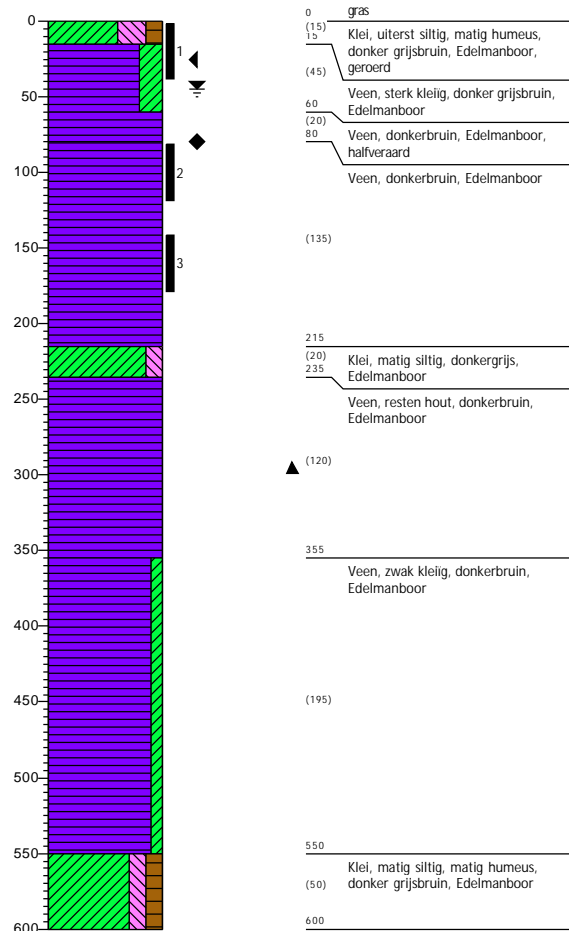
Boring: Sliedrecht 2- boring 3

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

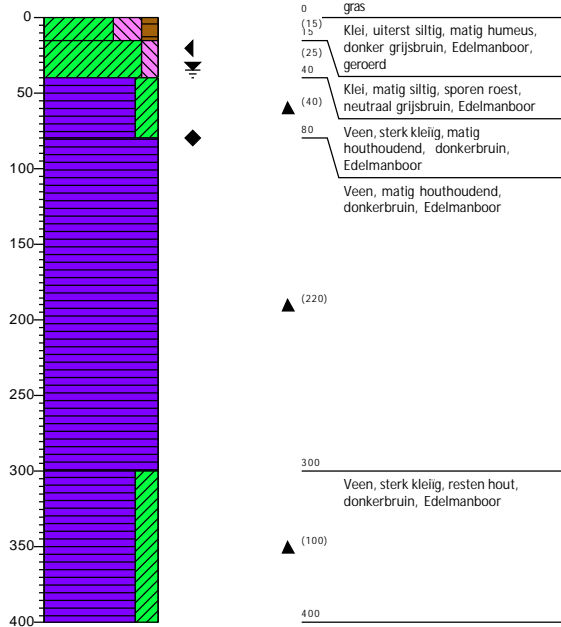
Datum: 20-1-2022 GWS (cm -mv): 45
 Boormeester: Jaap Kuit GHG (cm -mv): 25
 X-coördinaat: 110490.33 GLG (cm - mv): 80
 Y-coördinaat: 427505.29
 Z (m t.o.v. NAP): -1.786
 Opmerking boormeester: greppels



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

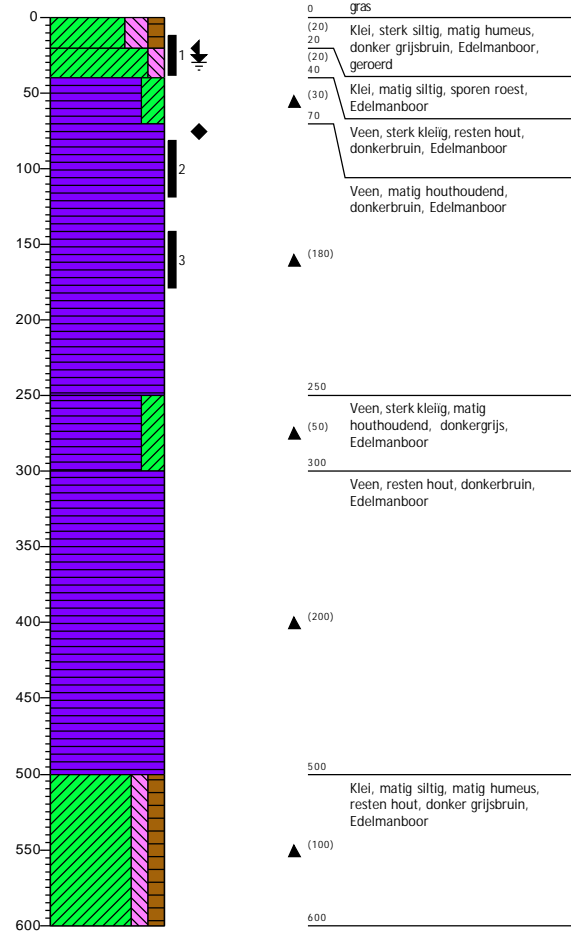
GWS (cm -mv): 35
 GHG (cm -mv): 20
 GLG (cm -mv): 80



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

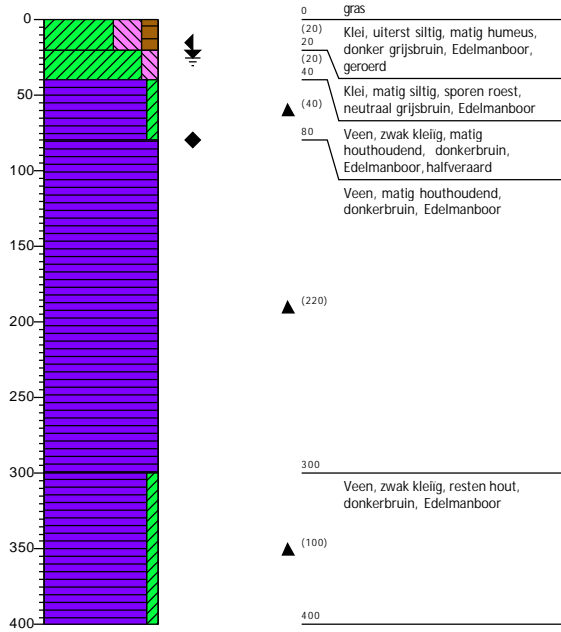
GWS (cm -mv): 30
 GHG (cm -mv): 20
 GLG (cm -mv): 75



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

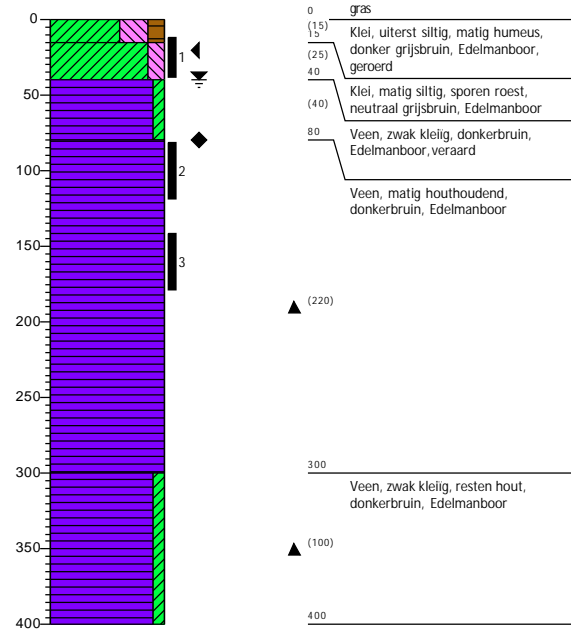
GWS (cm -mv): 25
 GHG (cm -mv): 15
 GLG (cm - mv): 80



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

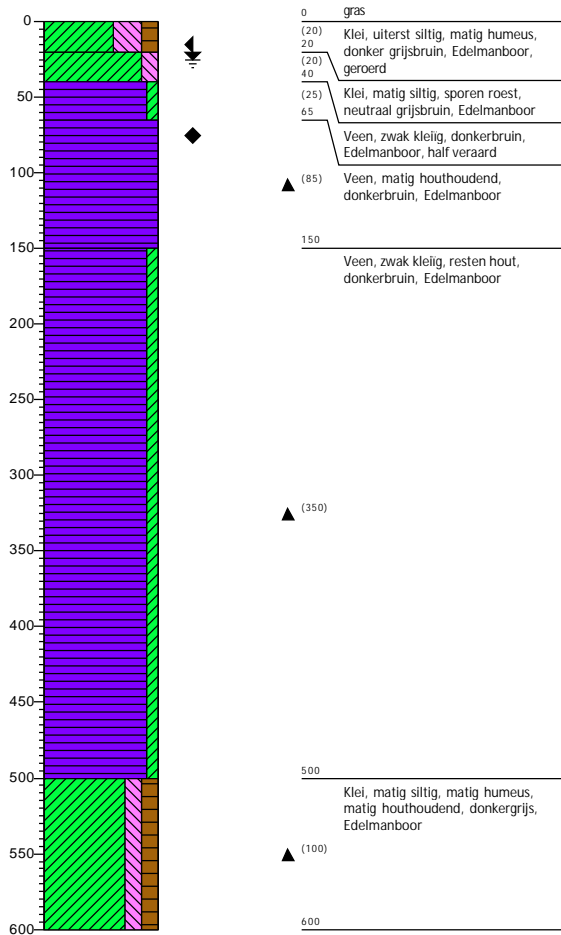
GWS (cm -mv): 40
 GHG (cm -mv): 20
 GLG (cm - mv): 80



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

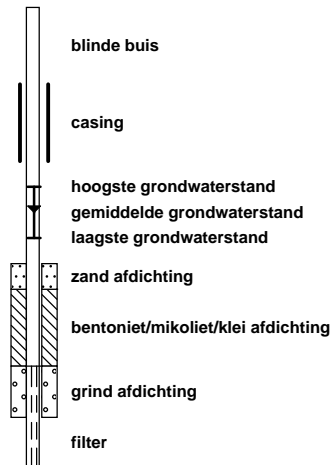
zand

- Zand, 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

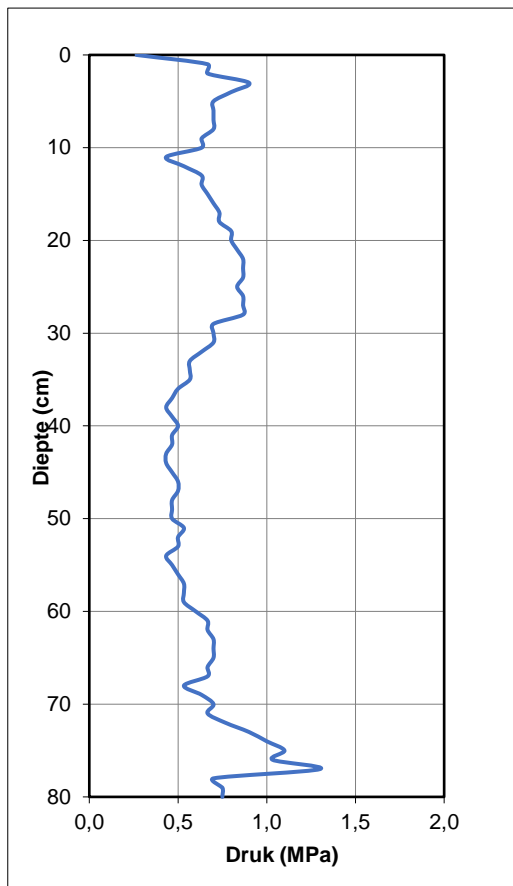
- bijzonder bestanddeel
- Gemiddeld hoogste grondwaterstand
- grondwaterstand
- Gemiddeld laagste grondwaterstand
- slib
- water

Monitoring ploegmethode

Praktijkproef 28"leiding te Sliedrecht

projectnummer 0475624.100

N.V. Nederlandse Gasunie



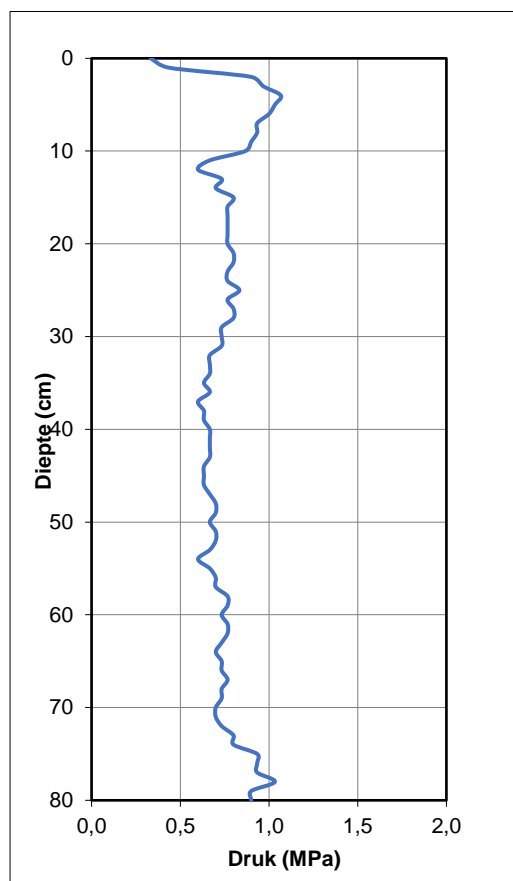
Sliedrecht 2 - Boring 1

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

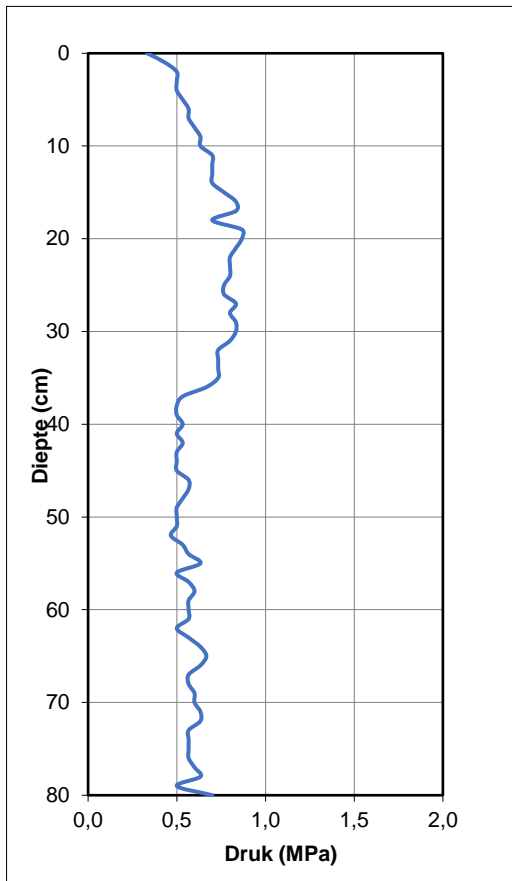
Slidrecht 2 - Boring 3

Conustype: 3.3 cm²

Penetratie snelheid: 2 cm/s. 60 deg

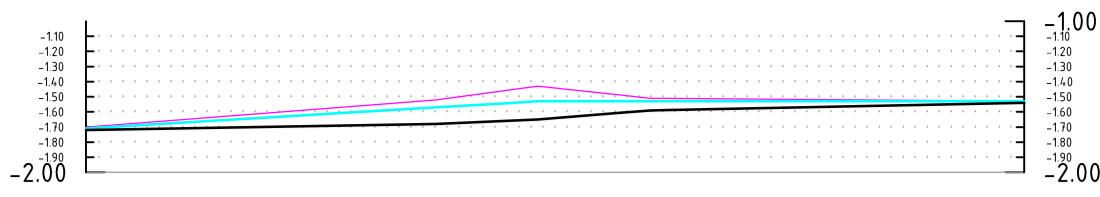
Eenheid diepte: cm

Eenheid penetratie: MPascal



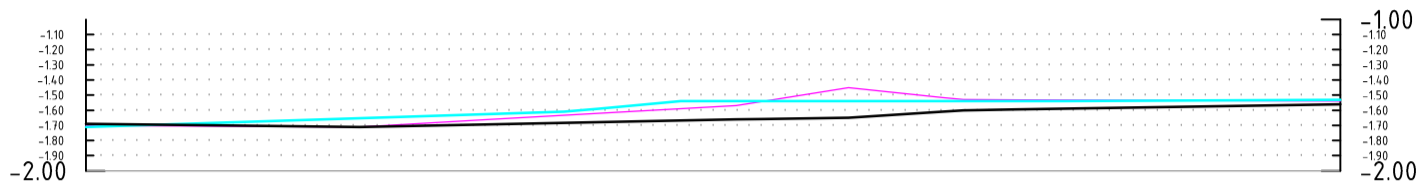
Bijlage 2 Maaiveldmeting dwarsprofielen

Cross Section: DP-10



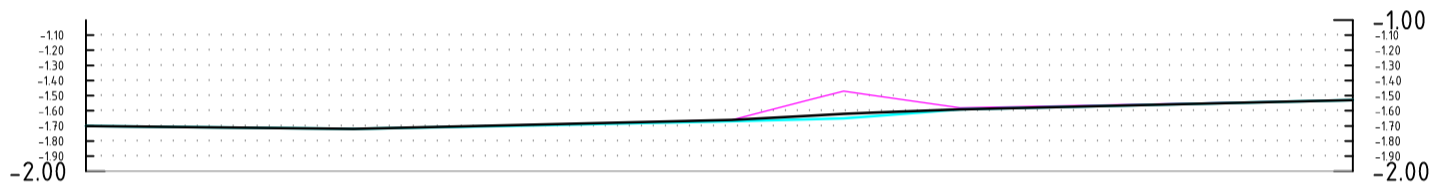
DISTANCE TO ALIGNMENT (m)	0.00	2.31	2.80	3.56	6.20
GROUND LEVEL - BEFORE IN N.A.P. (m)	-1.72	-1.68	-1.66	-1.60	-1.54
GROUND LEVEL - AFTER IN N.A.P. (m)	-1.70	-1.52	-1.46	-1.49	-1.53
GROUND LEVEL - RECOVERED IN N.A.P. (m)	-1.71	-1.57	-1.54	-1.53	-1.53

Cross Section: DP-11



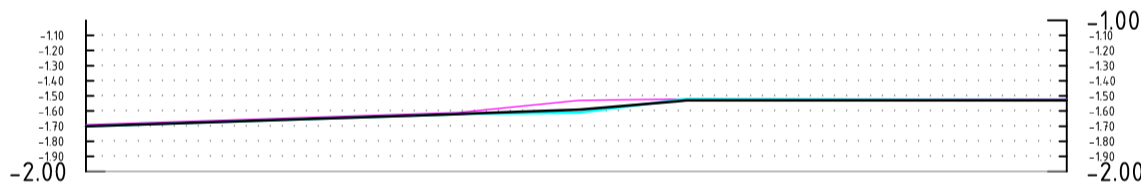
DISTANCE TO ALIGNMENT (m)	0.00	3.16	3.93	4.52	6.48	8.30
GROUND LEVEL - BEFORE IN N.A.P. (m)	-1.69	-1.69	-1.66	-1.66	-1.59	-1.56
GROUND LEVEL - AFTER IN N.A.P. (m)	-1.70	-1.71	-1.66	-1.57	-1.52	-1.53
GROUND LEVEL - RECOVERED IN N.A.P. (m)	-1.71	-1.61	-1.54	-1.54	-1.54	-1.53

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

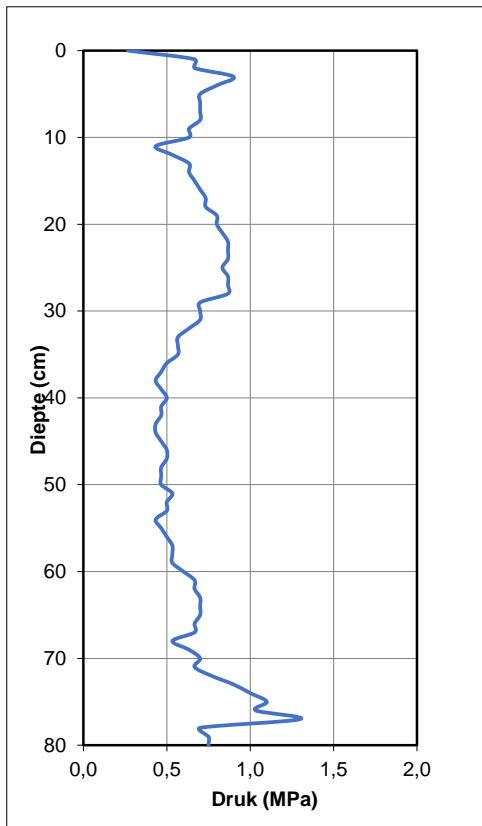
Monitoring ploegmethode

Praktijkproef 28^oleiding te Sliedrecht

projectnummer 0475624.100

N.V. Nederlandse Gasunie

Nul-meting



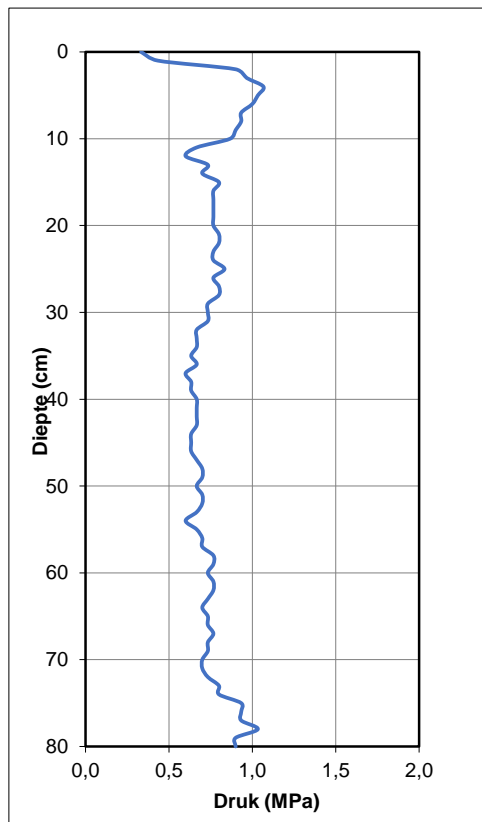
Sliedrecht 2 - Boring 1

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

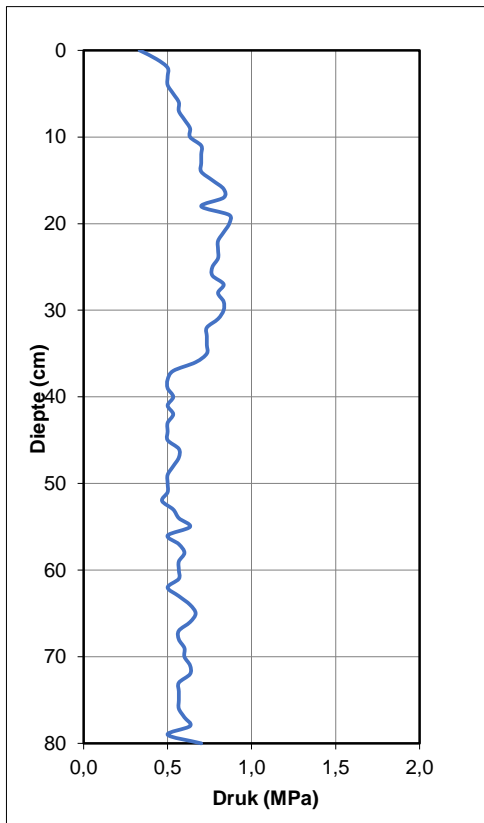
Sliedrecht 2 - Boring 3

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

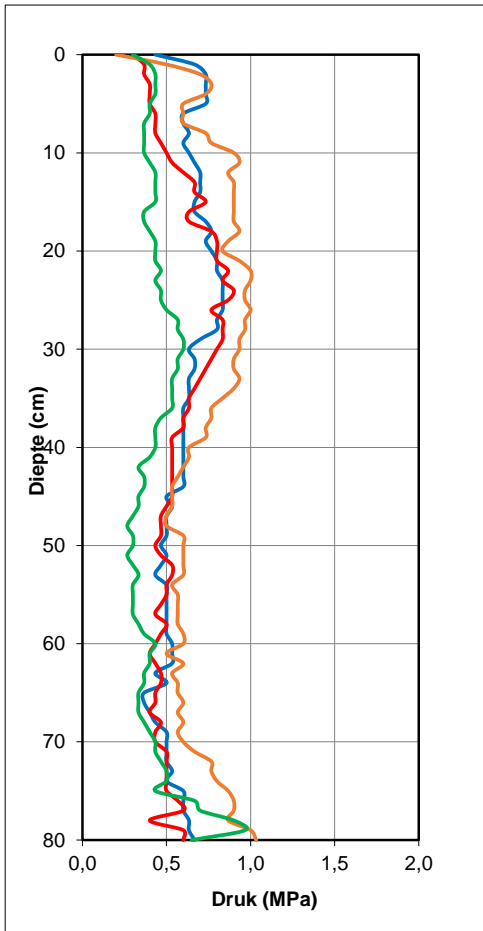
N.V. Nederlandse Gasunie



Ploegtest 28" VPS leiding

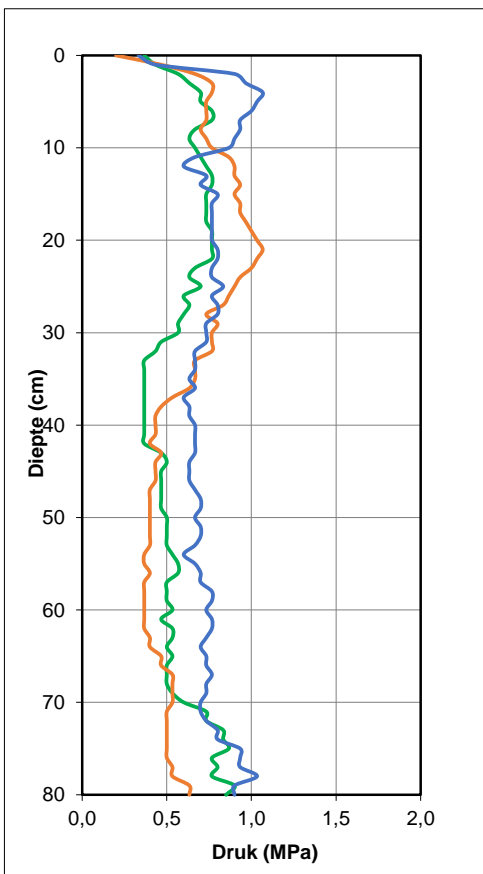
Raai 1

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.