



PENETROLOGGER

GEBRUIKSAANWIJZING

Merkgegevens

Hardware versie : 6.00
Software versie : 6.03
PenetroViewer versie : 6.08

Serie nummer :



All it takes for environmental research

Postbus 4, 6987 ZG Giesbeek,
Nederland

T +31 313 88 02 00
F +31 313 88 02 99

E info@eijkelkamp.com
I www.eijkelkamp.com



Inhoud

Over deze gebruiksaanwijzing	3
Inleiding	3
1. Indringingsweerstand meten	3
1.1 Draagkracht	3
1.2 Bewortelbaarheid	4
1.3 Invloed van bodemvocht en organische stofgehalte	4
1.4 Ruimtelijke variabiliteit	4
2. Beschrijving	5
3. Technische specificaties	6
4. Methode	6
5. Plan voor veldwerk	7
5.1 Opstellen van plan	7
5.2 Voorbeeld	7
6. Plan programmeren via PC	8
6.1 Software installeren	8
6.2 PenetroViewer starten en afsluiten	9
6.3 Voorkeurparameters	9
6.4 Plan programmeren	10
6.4.1 Plan aanmaken	10
6.4.2 Plan bewaren en sluiten	11
6.4.3 Plan openen en wijzigen	11
6.5 Plan zenden naar penetrologger	11
7. Plan programmeren via penetrologger	12
7.1 Penetrologger bedienen	12
7.2 Voorkeurparameters en -instellingen	13
7.3 Plan programmeren	15
7.4 Plan wijzigen	17
8. Uitvoeren metingen	17
9. Verwerken van meetgegevens	20
9.1 Uitlezen naar PC	20
9.2 Weergave op PC	20
9.2.1 Projectbestand openen en sluiten	20
9.2.2 Grafische weergave	21
9.2.3 Numerieke weergave	22
9.2.4 Extern verwerken van meetresultaten	22
9.3 Weergave op penetrologger	23
9.4 Afdrukken via PC	24
10. Interpretatie van meetresultaten	24
11. Toepassingen	24
12. Bepaling begaanbaarheid (bouw-)terreinen	25
12.1 Bepaling Vehicle Cone Index (VCI)	25
12.2 Uitvoeren penetrometingen	26
12.3 Vergelijking van CI met VCI waarde	26
13. Problemen en oplossingen	27
13.1 Communicatie tussen PC en penetrologger	27
13.2 Penetrologger bediening	27
13.3 Programmeren plan	27
13.4 Uitvoeren metingen	28
13.5 PenetroViewer	28
13.6 Dieptekalibratie penetrologger in het veld	28
13.7 Krachtkalibratie van de penetrologger in het veld	29
13.8 Resetten van de penetrologger	30
14. Voeding en onderhoud	30
14.1 Voeding	30
14.2 Onderhoud	31
Literatuur	31
Appendix 1 Referentie-weerstandswaardes	32
Appendix 2 Penetrologger menu's	33
Appendix 3 Conversiefactoren	35
Appendix 4 Conversietabellen	36
Appendix 5 Bedieningsinstructies bodemvochtsonde 06.15.50	37
Declaration of Conformity	40

Over deze gebruiksaanwijzing



Wanneer tekst volgt op een markering (zoals links afgebeeld) betekent dit dat er een belangrijke aanwijzing volgt.



Wanneer tekst volgt op een markering (zoals links afgebeeld) betekent dit dat er een belangrijke waarschuwing volgt die duidt op gevaar voor letsel voor de gebruiker of beschadiging van het apparaat. N.B. De gebruiker is altijd zelf verantwoordelijk voor voldoende persoonlijke bescherming.

Text

Cursief aangegeven tekst betekent dat de tekst letterlijk op het beeldscherm staat.

Inleiding

De penetrologger is een apparaat dat speciaal ontwikkeld is om de indringingsweerstand van de bodem te meten en de resultaten automatisch op te slaan voor verdere bewerking op de PC. De penetrologger heeft een ergonomisch ontwerp, is licht van gewicht en eenvoudig te bedienen. Er kunnen metingen tot een diepte van 80 cm mee verricht worden. De penetrologger geeft per meting de Cone Index (CI) weer.

De penetrologger bevat een nauwkeurig intern GPS-systeem (50 kanalen GPS-ontvanger) ter bepaling van de exacte meetplaats. De in de penetrologger opgeslagen coördinaten kunnen met behulp van software (of minder nauwkeurig via het Internet) gekoppeld worden aan een plaats of kaart.

Optioneel kan een bodemvochtsensor (art. nr. 06.15.50) aangesloten worden voor een eenpuntsmeting van het bodemvochtpercentage van de meetplek.

De indringingsweerstand van de bodem is de weerstand tegen penetratie van de bodem in kracht per oppervlakte-eenheid, uitgedrukt in $[N/m^2]$ of in $[MPa]$. De indringingsweerstand hangt af van bodemeigenschappen zoals bulkdichtheid, vochtgehalte, bodemstructuur en -textuur, organische stofgehalte.

Met de penetrologger kunnen 1500 sonderingen (sondeerdata incl. GPS en bodemvochtdata) direct opgeslagen en bewerkt worden, waardoor het instrument vooral geschikt is wanneer een groot aantal metingen verricht moet worden. De penetrologger heeft een ingebouwde controle op de penetratiesnelheid (te snel en schoksgewijs drukken geeft waarden die niet representatief zijn voor de bodem). De methode is nauwkeurig en heeft een meetbereik van 1000 N.

De penetrologger wordt onder meer toegepast in de civiele techniek, begaanbaarheid bouwterreinen, bodemkunde, landbouw, sportveldonderhoud en park- en plantsoenenbeheer.

1. Indringingsweerstand meten

De indringingsweerstand van de bodem of ondiepe ondergrond, zoals die gemeten wordt met de penetrologger, is een maat voor de compactie of de draagkracht van de grond.

Een hoge indringingsweerstand kan in de civiele techniek gunstig zijn, bijvoorbeeld met het oog op de geschiktheid voor funderingen van gebouwen en infrastructurele projecten.

De indringingsweerstand van de bodem wordt gebruikt bij het beoordelen van de begaanbaarheid van (bouw-) terreinen met behulp van de Cone Index en Vehicle Cone Index (zie Hoofdstuk 12).

In de landbouw kan een (te) hoge indringingsweerstand echter problemen opleveren. Een hoge mate van compactie kan de beworteling van gewassen en de zuurstofvoorziening van de wortels belemmeren. Een te lage indringingsweerstand geeft echter te weinig draagkracht voor betreding door vee en berijding met machines.

1.1 Draagkracht

In de landbouw is de draagkracht van de grond van belang i.v.m. het weerstandsvermogen van de bodem tegen het betreden door vee en het berijden met landbouwwerktuigen. In de akkerbouw is voldoende draagkracht belangrijk voor een goede grondbewerking en oogstwerkzaamheden. In de weidebouw is voldoende draagkracht

van belang voor onder meer het uitrijden van (kunst)mest, de verlenging van de weideperiode en het vermijden van beweidingsverliezen door vertrapping door het vee.

Ter beoordeling van de draagkracht kan er voor verschillende toepassingen een kritieke grens gesteld worden. Is de indringingsweerstand hoger dan de kritieke grens, dan is de draagkracht goed, is de indringingsweerstand lager, dan is de draagkracht onvoldoende.

In Appendix 1 zijn de kritieke grenzen voor de draagkracht van graslandgronden en sportvelden opgenomen, alsmede de aanbevelingen voor het formaat van de te gebruiken conussen bij metingen met de penetrologger.

1.2 Bewortelbaarheid

Als richtlijn voor bewortelbaarheid kan worden aangehouden dat wortels een kracht van niet meer dan 1 MPa zullen uitoefenen op bodemdeeltjes. Echter, wortels maken tijdens de groei gebruik van macro-poriën en scheuren in de grond, terwijl ze bovendien om stenen heen groeien. De penetrologger kan dat niet, waardoor de kritieke grens voor wortelgroei hoger ligt dan 1 MPa zoals gemeten door de penetrologger.

Volgens Locher & De Bakker (1990) kan ongestoorde wortelgroei plaatsvinden bij indringingsweerstand lager dan 1,5 MPa. Een waarde van circa 3 MPa kan worden beschouwd als de bovengrens voor wortelgroei. Een verminderde beworteling (indringingsweerstand van 1,5-3 MPa) leidt tot een verminderde water- en nutriëntenopname, met als gevolg een verminderde gewasopbrengst.

1.3 Invloed van bodemvocht en organische stofgehalte

De indringingsweerstand van de bodem is onder meer gerelateerd aan bodemvochteigenschappen. Hoe hoger het bodemvochtgehalte, hoe lager de indringingsweerstand en hoe lager de draagkracht. Het is dus van belang dat, indien men indringingsweerstand van verschillende perioden met elkaar wil vergelijken (bijvoorbeeld voor en na een bepaalde grond bewerking), de bodemvochtomstandigheden tijdens de metingen vergelijkbaar zijn. In de praktijk is het zorgen voor vergelijkbare vochtomstandigheden het eenvoudigst door de indringingsweerstand bij veldcapaciteit (pF 2) te bepalen. Met behulp van de optionele bodemvochtsensor (art. nr.: 06.15.50) kan het bodemvochtgehalte van het meetpunt worden bepaald en opgeslagen (zie ook Appendix 5).

Het organische stofgehalte heeft een gunstige werking op de mechanische sterkte van de bodem. Een venige top laag met een lage bulkdichtheid heeft een zelfde indringingsweerstand als een zandige top laag met weinig organische stof (zie ook Appendix 1).



1.4 Ruimtelijke variabiliteit

Bij het bepalen van de indringingsweerstand dient rekening gehouden te worden met de ruimtelijke variabiliteit van bodems. Op perceelsniveau kunnen de verschillen in textuur, structuur of organische stofgehalte aanzienlijk verschillen. Aangezien al deze factoren de indringingsweerstand beïnvloeden, is het noodzakelijk een aantal herhalingsmetingen uit te voeren om een representatieve waarde te verkrijgen.

De hoeveelheid uit te voeren herhalingsmetingen hangt af van de gewenste nauwkeurigheid en van de natuurlijke variabiliteit van de bodem. In de literatuur (bijvoorbeeld Campbell & O'Sullivan, 1991) wordt aangeraden 10 metingen per plot uit te voeren. De onderlinge afstand tussen de meetpunten is minimaal 50 à 60 cm in verband met vervorming van de bodem door het inbrengen van de conus. De Nederlandse norm voor elektrische sonderingen (NEN 5140, 1996) raadt een onderlinge afstand aan van tenminste 100 cm.

De selectie van representatieve meetlocaties zal per toepassing variëren. Indien de algemene indringingsweerstand van een perceel bepaald wordt, zal niet in een tractoorspoor gemeten moeten worden, terwijl dit wel gewenst is indien een maat voor de compactie als gevolg van berijding verkregen moet worden.

2. Beschrijving

De penetrologger wordt standaard geleverd als een complete set voor metingen tot 80 cm diepte. De set bevat de penetrologger, conussen, conecheck, sondeerstangen, een dieptereferentieplaat, gereedschapsset, acculaadapparaat, kabel, software en een testrapport. Optioneel zijn diverse accessoires te verkrijgen, zoals een bodemvochtsensor (art. nr. 06.15.50) en diverse conussen. Het geheel is verpakt in een aluminium draag-/transportkist.

De complete penetrologger (zie fotos) bestaat uit:

1. Spatwaterdichte behuizing
2. Krachtopnemer
3. Tweedelige sondeerstang
4. Conus
5. Dieptereferentieplaat
6. Communicatiepoort
7. GPS antenne
8. LCD-scherm
9. Bedieningspaneel
10. Waterpas
11. Elektrisch geïsoleerde handvatten.
12. Conecheck

De interne voedingsbron van de penetrologger wordt gevormd door 5 oplaadbare AA NiMH batterijen.

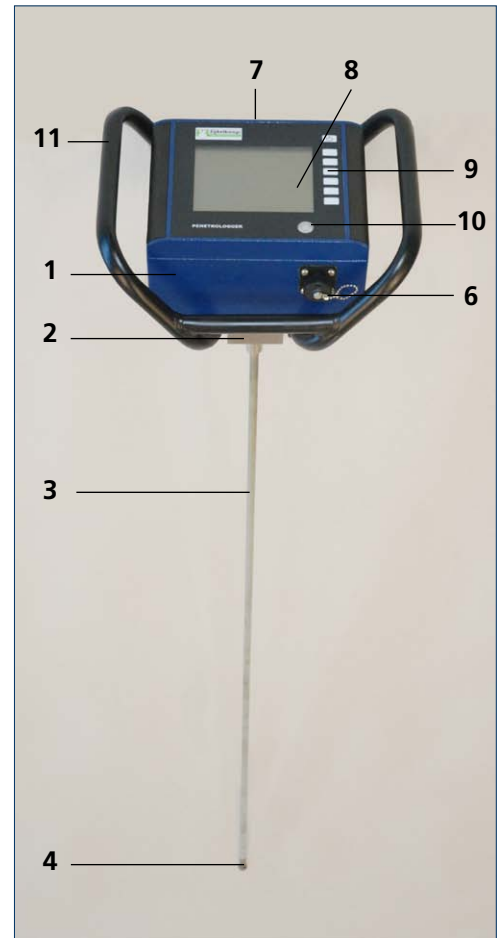
Onder de tweedelige sondeerstang (3) wordt de kegelvormige punt of "conus" (4) geschroefd. Al naar gelang de toepassing en de te verwachten indringingsweerstand kunnen er verschillende conussen aan de sondeerstang bevestigd worden. De meegeleverde conussen hebben een tophoek van 60° (volgens NEN 5140) en verschillende grondoppervlaktes (zie tabel).

Nr	Grondoppervlak (cm ²)	Nominale diameter (mm)	Afkeur diameter (mm)
1	1	11,28	11,00
2	2	15,96	15,55
3	3,33	20,60	20,08
4	5	25,23	24,59

De sondeerstang wordt met een snelkoppeling aan de krachtopnemer (2) onder de penetrologger bevestigd. Bij de kleinste conussen past de 8 mm sondeerstang, bij de dikke conussen past de 10 mm sondeerstang.

Tijdens het in de grond drukken van de conus registreert de penetrologger met een interne ultrasone sensor nauwkeurig de diepte tot 80 cm, gebruikmakend van de dieptereferentieplaat (5).

De meting van de diepteregistratie begint zodra de conus de grond raakt. De gemeten indringingsweerstand, de GPS data en, indien de optionele bodemvochtsensor op de communicatiepoort (6) is aangesloten, het bodemvochtpercentage, worden opgeslagen in de interne logger van de penetrologger.



Van de meetresultaten kan automatisch het gemiddelde en de standaarddeviatie bepaald worden. Door de communicatiekabel aan te sluiten op de communicatiepoort (6) en de PC kunnen gegevens tussen de logger en de PC uitgewisseld worden.

Met de bijgeleverde software is het mogelijk de gegevens uit te lezen naar de PC, grafisch en numeriek weer te geven en uit te printen.

De conecheck of controle mal wordt gebruikt om de conussen volgens NEN 3860, NEN 5140 te controleren op slijtage (conuslengte, -diameter, -hoek en schachtlengte).

3. Technische specificaties

Gebruikstemperatuur	0 - 50 °C
Gebruiksvochtigheid	IP 54 (spatwaterdicht)
Penetrologger gewicht	3,4 kg (excl. stang, incl. batterijen)
Transport gewicht	15,5 kg
Transport afmetingen	58 x 29 x 25 cm
Geheugen	1500 metingen
Maximale indringingskracht	1000 N
Kracht resolutie	1 N
Totale lengte meetstang	97 cm (excl. conus)
Diepte registratie	80 cm
Diepte resolutie	1 cm
GPS nauwkeurigheid	2 m CEP Circular Error Probable 3,5 m SEP Spherical Error Probable (Egnos compensated) CEP, 50% 24 uur statisch, - 130 dBm (type µBlox LEA-6H)
Bodemvochtresolutie	1%
Voeding	5 x AA NiMH 2600

4. Methode

Voor er metingen verricht kunnen worden met de penetrologger moet eerst een plan voor veldwerk gemaakt worden (zie 5. Plan voor veldwerk). Een plan omvat de definiëring van de veldwerklocaties, het aantal metingen dat per locatie verricht wordt en de instellingen van de penetrologger die gebruikt worden (bijvoorbeeld conus-type en penetratiesnelheid).

Het plan kan gemaakt of "geprogrammeerd" worden op de penetrologger zelf (zie 7. Plan programmeren via penetrologger), maar het is handiger met behulp van een PC (zie 6. Plan programmeren via PC). Hiervoor dient de bijgeleverde software geïnstalleerd te worden op de PC. Door de PC en de penetrologger met elkaar te verbinden met de communicatiekabel, wordt het geprogrammeerde plan van de PC naar de penetrologger verzonden.

Na programmering van het plan is de penetrologger gereed voor het meten van de indringingsweerstand. In het veld wordt voor iedere geprogrammeerde locatie het gewenste aantal metingen verricht (zie 8. Uitvoeren metingen). De resultaten worden automatisch in het geheugen van de logger opgeslagen, met een maximum van 1500 metingen. Eventueel kan het geprogrammeerde plan in de penetrologger nog ter plekke aangepast worden (paragraaf 7.4).

De resultaten van de metingen zijn ter plekke in de penetrologger grafisch of numeriek te bekijken (zie 9. Verwerken van gegevens). Met de software is het tevens mogelijk de gegevens op de PC uit te lezen, te bewerken en af te drukken met een printer of plotter.

5. Plan voor veldwerk

5.1 Opstellen van plan

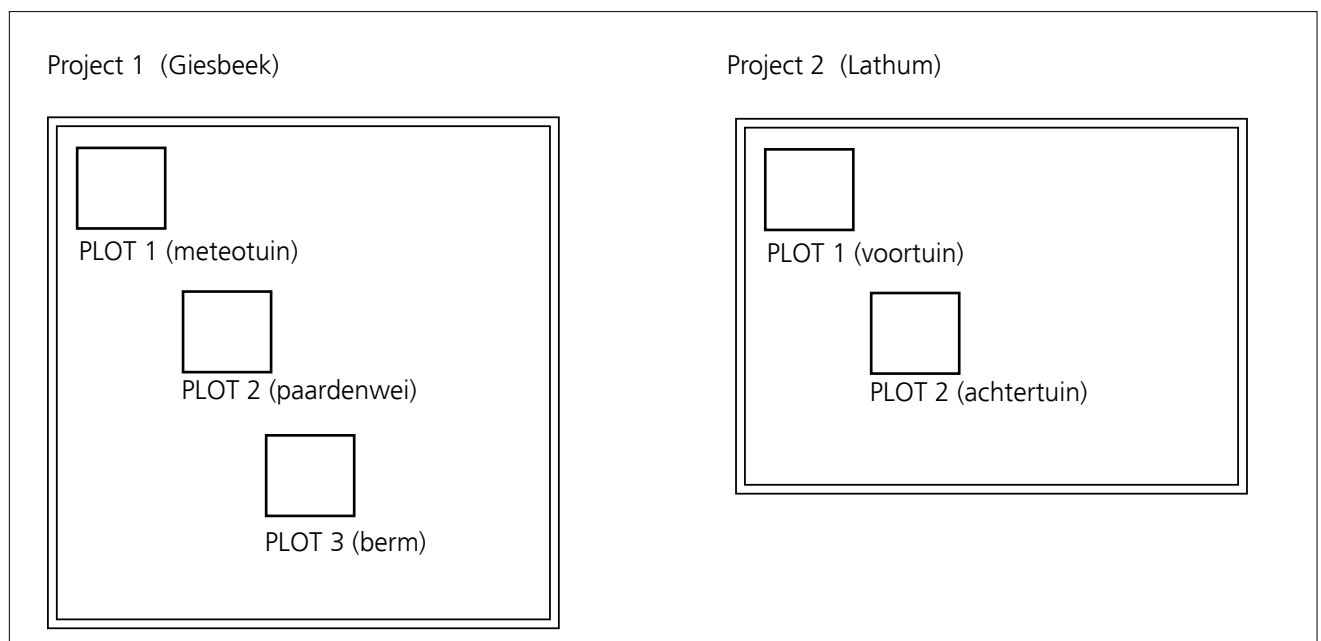
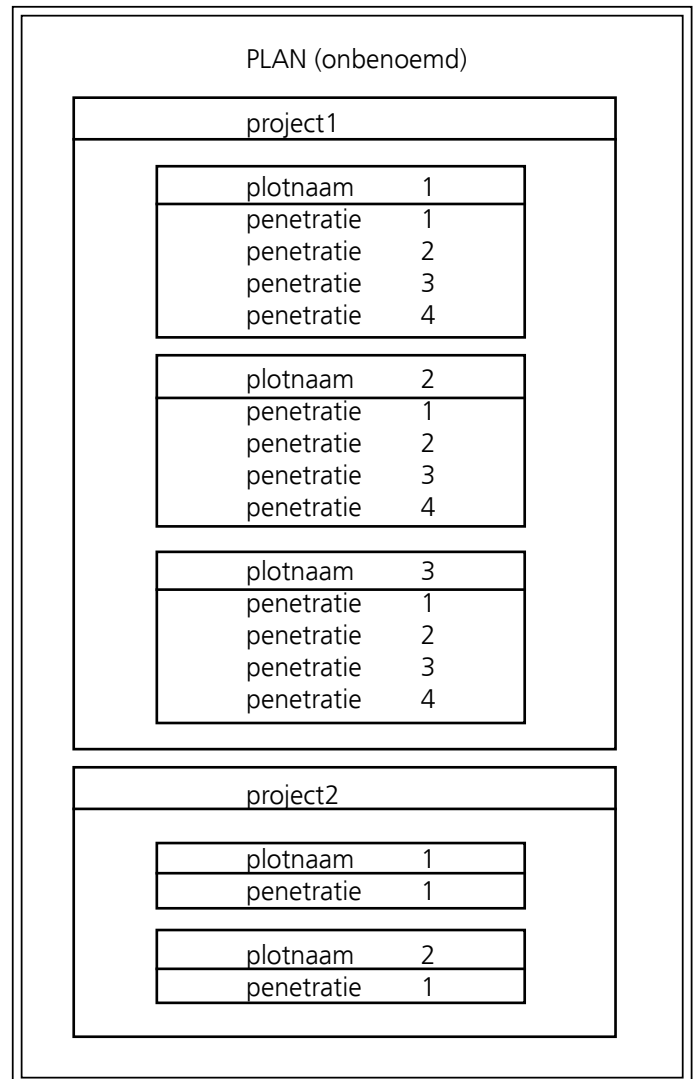
Een plan bestaat uit een hiërarchische opbouw van projecten, plots en penetraties (zie figuur). Een project is het overkoepelend geheel van diverse meetlocaties of "plots". Voor iedere plot wordt de indringingsweerstand bepaald. Per plot worden één of meerdere metingen of "penetraties" uitgevoerd voor een representatief gemiddeld resultaat voor die plot.

Per project worden de volgende algemene gegevens geprogrammeerd:

- Projectnaam.
- Gebruikersnaam (firma).
- Plotnamen.
- Conustype.
- Penetratiesnelheid.
- Aantal plots.
- Aantal penetraties per plot (max. 20).


5.2 Voorbeeld

Een voorbeeld van een plan is hieronder weergegeven.



6. Plan programmeren via PC

Het voordeel van een plan op de PC programmeren en naar de penetrologger zenden, is dat de invoer via het toetsenbord van een PC veelal eenvoudiger is. Vooral wanneer het gebruik van speciale plotnamen gewenst is, waar veel typewerk mee gemoeid is, werkt deze methode tijdbesparend. Er kunnen per plan desgewenst één of meerdere projecten gedefinieerd worden, tot een maximum van 1500 penetraties.

 **Diverse plannen kunnen in de PC bewaard en eventueel later weer opgevraagd worden. In de penetrologger kan echter slechts één enkel plan opgeslagen worden.**

 **Voor het werken met de PC-software (Penetroviewer) voor de penetrologger heeft u volledige schrijf en leesrechten nodig.**

6.1 Software installeren

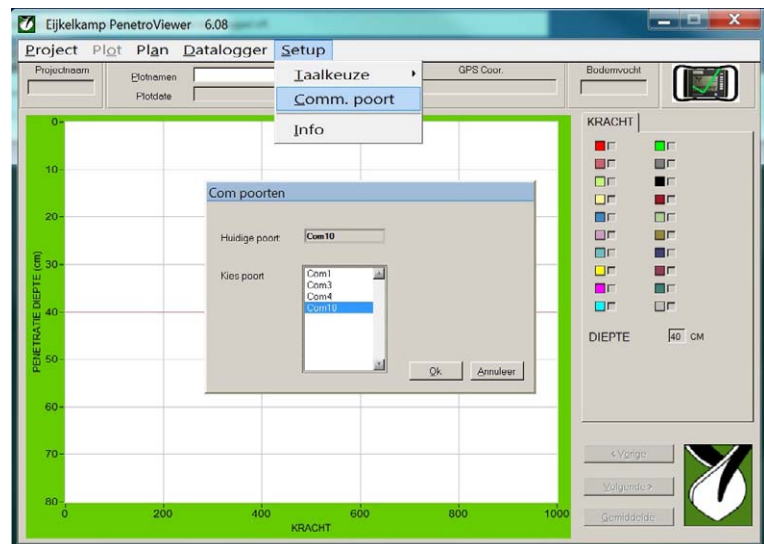
Systeemeisen:

☐ Windows ME/2000/XP/Vista en Windows 7.

1. Plaats de dvd "Software Penetroviewer" in het dvd-station. Het autorun programma zal starten, volg de aanwijzingen op het scherm. Indien auto run niet start: Open *Uitvoeren...* in het Windows start menu en blader naar het dvd station. Selecteer "Setup" en klik op "Openen". Klik *OK* om de installatie te beginnen.
2. Om een andere directory voor de PenetroViewer te kiezen, klik *Change* en type de gewenste directory in. Standaard is "C:\Eijkelkamp Penetroviewer 6.08\" de brondirectory.
3. Klik *Volgende* om de installatie te starten, of *Annuleren* om de installatie af te breken. Klik *Voltoeien* om de installatie te voltooien.
4. Herstart uw systeem om de wijzigingen effectief te laten worden. Klik op *ja* om nu automatisch te herstarten klik op *Nee* als u later wilt herstarten.

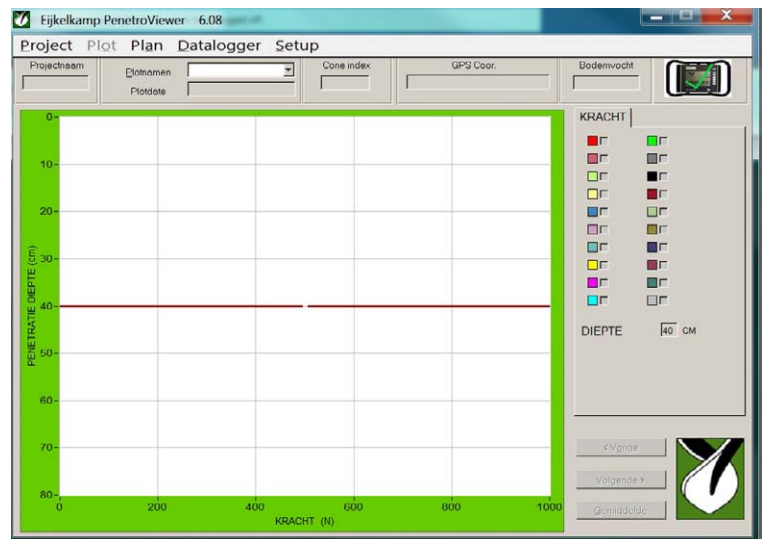
De Penetroviewer software detecteert automatisch welke communicatiepoorten beschikbaar zijn op de gebruikte computer. Indien u de penetrologger voor het eerst aansluit moet u eerst een communicatiepoort selecteren.

Sluit de penetrologger aan op uw computer en zet hem aan. Ga naar *Setup* → *Comm. Poort* en selecteer een van de beschikbare communicatie poorten. Indien u de correcte poort kiest zal in de kleine afbeelding van de penetrologger (rechtsboven in het scherm) een groene ✓ verschijnen, zo niet dan verschijnt een rode 'X' en dient u een andere poort te kiezen.



6.2 PenetroViewer starten en afsluiten

1. Start de PenetroViewer door de snelkoppeling *EijkelpenetroViewer* aan te klikken in het Windows start menu onder *Programma's, EijkelpenetroViewer*.
Er verschijnt een venster met het EijkelpenetroViewer logo dat na 4 seconden plaats maakt voor het hoofdvenster van de PenetroViewer (zie figuur).
2. Het hoofdvenster bevat bij het eerste gebruik een Engelstalige menubalk. Verander de taal in Nederlands door *Language* te kiezen onder *Setup* in de menubalk, en vervolgens de optie *Nederlands* aan te vinken.
3. De PenetroViewer kan afgesloten worden met *Afsluiten* in de menubalk onder *Project* of het kruisje rechtsboven in het venster.



6.3 Voorkeurparameters

Voorafgaand aan het programmeren van een plan wordt een aantal voorkeurparameters ingesteld. De waarden hiervan worden automatisch gebruikt tijdens het programmeren van een plan, waardoor tijd bespaard kan worden.

Vul de volgende voorkeurparameters in bij *Voorkeur* onder *Plan* in de menubalk:

- Firma* Type een naam in van maximaal 8 tekens en zonder spaties. Er wordt geen onderscheid gemaakt tussen hoofdletters en kleine letters. Standaard is de naam tussen de vierkante haken ingesteld. Bij het eerste gebruik is dat: [EAE].
- Aantal plots* Vul het gewenste aantal plots in dat voor een project gebruikt wordt, met een maximum van 1500. Standaard is het getal tussen de vierkante haken ingesteld. Bij het eerste gebruik is dat: [25].
- Pen. per plot* Vink het gewenste aantal metingen aan dat per plot verricht wordt (max. 20). Standaard is het aantal penetraties per plot: [1]
- Pen. Snelheid* Vink de gewenste penetratie-snelheid [cm/sec] aan die voor de metingen gebruikt wordt. De adviesnelheid is 2 cm/sec (zie paragraaf 7.2). Standaard is de penetratiesnelheid ingesteld op: [2].
- Conustype* Kies het gewenste conus-type. Er is keuze tussen negen standaard conus-types en twee zelf te definiëren types. De eerste vier conus-types behoren standaard bij de penetrolgger set. Andere zijn volgens de ASAE-standaard (ASAE S313.1) gedefinieerd. Zij hebben een tophoek van 30° en een grondoppervlakte van 1,0 cm², 2,0 cm², 3,3 cm² en 5,0 cm². De twee zelf te definiëren types kunnen gewijzigd worden met *Wijzigen*. Zie Appendix 1 voor het geadviseerde conus-type. Standaard is de eerste conus geselecteerd: 1.0 cm², 60°.

6.4 Plan programmeren

6.4.1 Plan aanmaken

1. Maak een plan door *Nieuw/wijzigen* onder *Plan* in de menubalk te kiezen.
Nu verschijnt het "SELEKTEER PROJECT" venster (zie figuur).



Een nieuwe plan aanmaken is slechts mogelijk indien geen ander plan in de PenetroVier is geladen. Sluit daarom eerst het eventueel geladen plan (zie paragraaf 6.4.2).

2. Klik *Nieuw project* om een nieuw project binnen het plan aan te maken.
Het "EDIT PROJECT" venster verschijnt (zie figuur).
3. De volgende items kunnen nu gewijzigd worden:



Projectnaam	13062101		
Firma	EAE		
Conustype	1.0 cm ² , 60°		
Penetratiesnelheid	2.0 cm/s		
Aantal plots	5	Max	300
Aantal penetraties per plot	5	Max	20
Aantal penetraties	25	Max	1500

Buttons: Plotnamen, OK, Annuleer

- Projectnaam* Standaard een unieke naam op basis van datum (jaar-maand-dag) en volgnummer. Maximaal 8 tekens.
- Firma* Ingesteld zoals bij *Voorkeur* onder *Plan* in menubalk. Maximaal 8 tekens.
- Conustype* Ingesteld zoals bij *Voorkeur* onder *Plan* in menubalk.
- Penetratiesnelheid* Ingesteld zoals bij *Voorkeur* onder *Plan* in menubalk. Keuze tussen 1, 2, 3, 4 of 5 cm/s.
- Aantal plots* Ingesteld zoals bij *Voorkeur* onder *Plan* in menubalk.
- Aantal penetraties per plot* Ingesteld zoals bij *Voorkeur* onder *Plan* in menubalk (max. 20).
- Plotnamen* Standaard hebben alle plots binnen een project een unieke naam op basis van een volgnummer. De namen kunnen uit maximaal 8 tekens bestaan.



Gebruik bij meerdere metingen altijd dezelfde penetratiesnelheid voor reproduceerbare gegevens.

4. Klik *OK* aan om het project te definiëren indien alles naar wens is ingevuld (of *Annuleer* om het gehele project te annuleren).
5. Herhaal de stappen 2-4 totdat het gewenste aantal projecten is ingevoerd.

Er kunnen in totaal maximaal 1500 penetraties worden gereserveerd in de penetrologger. Wanneer dit aantal bereikt is tijdens het programmeren (de PenetroViewer berekent dit automatisch), zal de knop *Nieuw project* in het "SELEKTEER PROJECT" venster niet meer verschijnen. Bovendien kunnen dan geen extra plots en penetraties meer gedefinieerd worden.

6. Bewaar het voltooide plan tenslotte (zie paragraaf 6.4.2).

6.4.2 Plan bewaren en sluiten



Alvorens het plan te sluiten is het verstandig het op de harde schijf van de PC te bewaren (dat gebeurt niet automatisch tijdens het sluiten). Het bewaarde plan kan later eventueel opnieuw gebruikt of veranderd worden (zie paragraaf 6.4.3).

1. Kies de optie *Bewaren* onder *Plan* in de menubalk. Vul een naam in voor het plan en selecteer de gewenste directory waarin het planbestand opgeslagen wordt. Het bestand krijgt de extensie "pla".
Indien de naam van het bestand reeds bestaat, wordt in een dialoogvenster gevraagd of u het bestaande bestand wilt vervangen. Klik Ja om het bestand te vervangen, of Nee om het een nieuwe naam te geven.
2. Om het plan te sluiten (nadat het is bewaard), kies *Sluiten* onder *Plan* in de menubalk.
Er verschijnt een dialoogvenster met de vraag of u het plan werkelijk wilt wissen. Klik Ja om te sluiten of Nee om het sluiten te annuleren (het plan wordt hierdoor NIET van de harde schijf verwijderd!).

Na het sluiten van het plan kan met de PenetroViewer weer een nieuw plan aangemaakt of een bestaand plan geladen worden.

6.4.3 Plan openen en wijzigen

1. Open een eerder gemaakt plan door *Openen* onder *Plan* in de menubalk te kiezen.
De PenetroViewer kan slechts één plan tegelijk in het geheugen hebben. Hierdoor verschijnt, indien er reeds een plan geladen is waarin veranderingen zijn gemaakt, een dialoogvenster met de vraag om het huidige plan te bewaren.
2. Kies de gewenste directory waarin het bestand met de extensie "pla" staat en selecteer het bestand. Kies *Select* om het bestand te laden of *Annuleren* om het laden te annuleren.
3. Om het geladen plan te wijzigen, kies *Nieuw/wijzigen* onder *Plan* in de menubalk. Nadat een project geselecteerd is, kunnen met *Wijzigen* de instellingen aangepast worden.

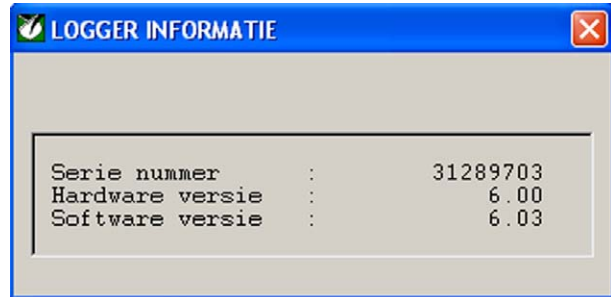
6.5 Plan zenden naar penetrologger

Het plan dat op de PC is opgesteld, wordt naar de penetrologger verzonden. Hiervoor moet de penetrologger eerst met de PC verbonden worden.

1. Draai de beschermdop van de communicatiepoort op de penetrologger los. Sluit de communicatiekabel aan op de communicatiepoort. De aansluiting past slechts op één manier. Druk de stekker goed aan en zet de aansluiting vast door de draaibare ring vast te schroeven.

2. Sluit de andere zijde van de communicatiekabel aan op een seriële communicatiepoort van de PC.
3. Vink in de PenetroViewer bij *Comm. poort* onder *Setup* in de menubalk de juiste communicatiepoort aan.
4. Zet de penetrologger aan door de bovenste witte knop in te drukken. Indien de batterijen onvoldoende geladen zijn dienen deze eerst te worden opgeladen. (Zie 14. Voeding en onderhoud).
De PC herkent nu automatisch de aanwezigheid van de penetrologger, waardoor het Datalogger-menu in de menubalk beschikbaar wordt.

5. Kies *Identificeren* onder *Datalogger* in de menubalk.
Nu wordt de penetrologger door de PC geïdentificeerd. Op de penetrologger verschijnt de tekst "COMMUNICATIE met PC ..". In de PenetroViewer verschijnt een "LOGGER INFORMATIE" venster met het serienummer, de hardware versie en software versie.
Sluit het venster om door te gaan.



6. Zend het plan naar de penetrologger met *Plan zenden* onder *Datalogger* in de menubalk.
In een dialoogvenster wordt gevraagd of u de logger werkelijk wilt programmeren. Klik Ja om het plan te versturen of Nee om dat te annuleren.



Bij het verzenden van een plan naar de penetrologger, worden alle bestaande data (plan inclusief eventuele meetgegevens) in de penetrologger gewist. De penetrologger kan slechts één plan bevatten!

Nu is de penetrologger gereed om er metingen mee uit te voeren. Eventueel kan in de penetrologger zelf het plan nog aangepast worden (zie 7. Plan programmeren via penetrologger).

7. Verwijder tenslotte de communicatiekabel en schroef de beschermdop weer vast.

7. Plan programmeren via penetrologger

Het voordeel van het direct programmeren van de penetrologger is dat het mogelijk is het plan in het veld op te stellen of te wijzigen. Dit is vooral praktisch indien van te voren niet precies bekend is op hoeveel en welke plots er gemeten dient te worden, of welke conus men toe wil passen. Omdat tijdens het programmeren gebruik kan worden gemaakt van voorkeurparameters, hoeft het programmeren in het veld slechts weinig tijd te kosten.

7.1 Penetrologger bedienen

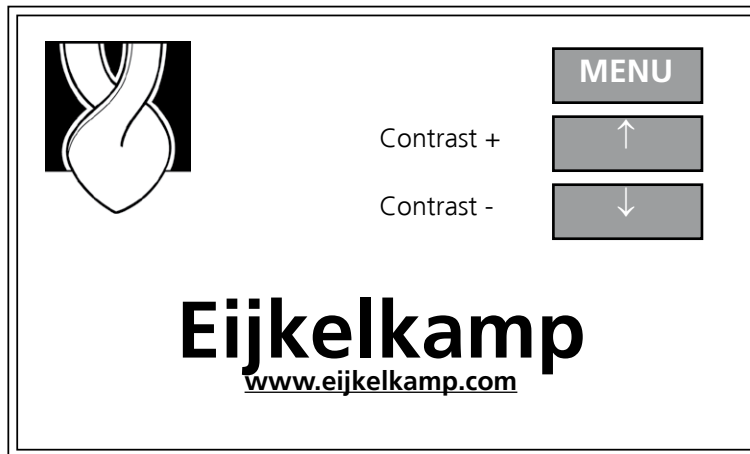
De penetrologger heeft zeven bedienings-toetsen. De functie van de toetsen wordt aangegeven op het scherm door een tekst in een donker blok naast de toets. Alle menu-functies zijn weergegeven in Appendix 2.



Toets Functie

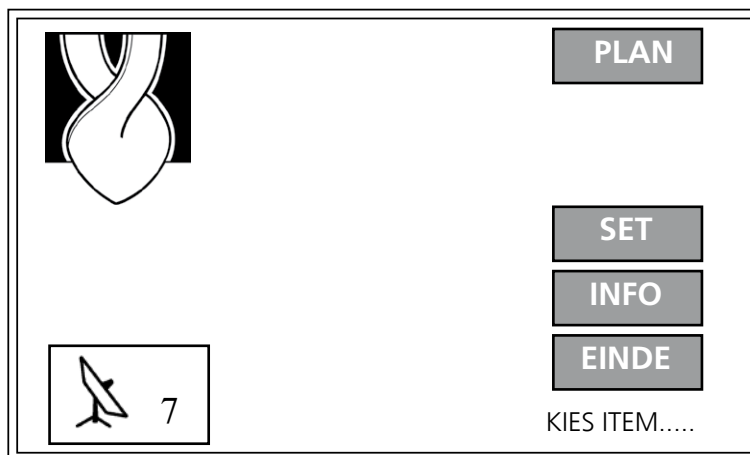
- 1 Inschakelen
- 2 Menu keuze
- 3-7 Afhankelijk van gekozen menu

1. Schakel de penetrologer in door toets 1 in te drukken. Nu verschijnt het startmenu (zie onder).



2. Verander eventueel het contrast van het LCD-scherm met de pijltjestoetsen.

3. Kies *MENU* om naar het hoofd MENU te gaan.



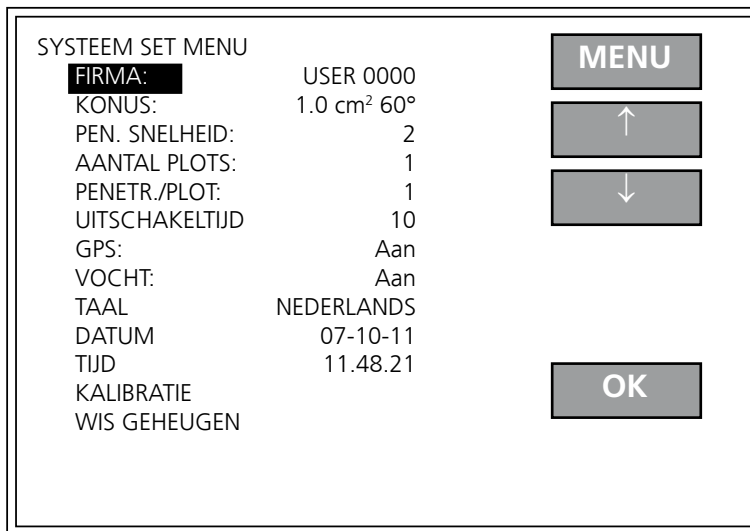
4. Indien de verkeerde taal is ingesteld, kan deze eerst gewijzigd worden in Nederlands:

1. Druk *SETUP* of *SET* (afhankelijk van de ingestelde taal) in de menubalk.
2. Gebruik de pijltjestoetsen om de taal te selecteren: *LANGUAGE English*, *IDIOMA Espanol*, *LANGUE Francais*, *SPRACHE Deutsch* of *TAAL Nederlands* en druk op *OK*.
3. Kies *TAAL Nederlands*. Na enige tijd wachten is de taal ingesteld op Nederlands.

7.2 Voorkeurparameters en -instellingen

Voorafgaand aan het programmeren van een plan wordt een aantal voorkeurparameters ingesteld. De waardes hiervan worden automatisch gebruikt tijdens het programmeren van een plan, waardoor tijd bespaard kan worden. Tevens kan een aantal instellingen van de penetrologer gedefinieerd worden.

1. Toets *SET* in het hoofd MENU en het SYSTEEM SET MENU verschijnt (zie figuur).



2. Stel in het SYSTEEM SET MENU de voorkeurparameters en penetrologger-instellingen in. Merk op dat de voorkeurwaarden onafhankelijk van de PenetroViewer ingesteld worden. Het is dus mogelijk om op de PC en in de penetrologger verschillende voorkeurwaarden in te stellen!

De items zijn ieder te veranderen door ze met de pijltjestoetsen te selecteren en vervolgens *OK* te kiezen. Kies vervolgens met de horizontale pijlen de gewenste positie en verander met de verticale pijlen het teken. Druk *OK* om de wijzigingen te bevestigen, of *MENU* om de wijzigingen te annuleren en terug te keren naar het vorige menu.

Hieronder volgt een overzicht van het SYSTEEM SET MENU.

Voorkeurparameters.

FIRMA [USER 0000]	Gebuikersnaam.
KONUS [1.0 cm² 60°]	Conus-type (zie Appendix voor het geadviseerde type).
PEN. SNELHEID. [2]	Penetratiesnelheid in cm/s. De aanbevolen constante snelheid is 2 cm/s met een maximale afwijking van 0,5 cm/s (volgens NEN 5140, 1996).
AANTAL PLOTS [1]	Aantal plots van het project (1-1500).
PENETR./PLOT [1]	Aantal penetraties per plot (1-20).
UITSCHAKELTIJD [10]	Tijd in minuten totdat de penetrologger automatisch uitschakelt. Keuze uit 1-60 min. Vlak voor het automatisch uitschakelen zijn eerst vijf piepsignalen te horen.
GPS [Aan]	Aan- en uitschakelen van GPS
VOCHT [Aan]	Aan- en uitschakelen optionele bodemvochtsensor
TAAL [Nederlands]	Taalkeuze: Nederlands, Engels, Duits, Frans of Spaans.
DATUM [07-10-05]	Actuele datum.
TIJD [12:02:07]	Actuele tijd.
KALIBRATIE	Toegang tot het Kalibratie menu. U komt in een menu waarin gevraagd wordt: KALIBRATIE ACCOORD? U kunt JA kiezen om te starten met kalibratie (om onbedoeld kalibreren te voorkomen dient de JA-toets gedurende 5 piepsignalen ingedrukt te worden om de kalibratie uit te voeren) of NEE kiezen om terug te keren naar het SYSTEEM SET MENU.



Kalibreer de penetrologger niet zelf! De kalibratie is uitgevoerd in de fabriek en hoeft normaal niet door de gebruiker aangepast te worden (standaard ingestelde waarden gaan verloren!). Eijkelpark Agrisearch Equipment adviseert de penetrologger jaarlijks aan te bieden voor kalibratie.

WIS GEHEUGEN

Wissen van het geheugen van de penetrologger. Na keuze van dit item verschijnt in een kader de vraag "WIS GEHEUGEN ACCOORD ?" Druk gedurende 5 seconden op JA (er zijn vijf pieptonen te horen) om het geheugen van de penetrologger te wissen, of NEE om te annuleren en terug te keren naar het SYSTEEM SET MENU.



Wis het geheugen slechts indien het zeker is dat de huidige data (plan en eventuele meetgegevens) in de penetrologger niet meer gebruikt zullen worden. De bestaande data worden door het wissen verwijderd!

7.3 Plan programmeren

1. In de penetrologger kan slechts één plan geprogrammeerd worden. Het bestaande plan eventueel eerst opslaan op de PC. Verwijder vóór het programmeren van een nieuw plan een bestaand plan uit de penetrologger door:
 - Het geheugen van de penetrologger wissen (zie paragraaf 7.2), of
 - Een plan opstellen met de PC en dat naar de penetrologger sturen, waarbij automatisch het geheugen van de logger eerst gewist wordt.
2. Kies *PLAN* in het hoofd MENU. Nu verschijnt het PLAN MENU.

PLAN MENU		MENU
SELECTEER PROJECT		↑ PROJ
PROJECT: EAE		↓ PROJ
FIRMA: EIJKELKA		↑ PLOT
PLOT: PLOT-001		↓ PLOT
KONUS: 1.0 cm ² 60°		OK
PEN. SNELHEID: 2		
AANTAL PLOTS: 3		
PENETR./PLOT: 3		
NIEUW PROJECT		

3. Selecteer een project en een plot met ↑PROJ, ↓PROJ, ↑PLOT of ↓PLOT.
Naast een eventueel eerder gedefinieerd project is er standaard altijd een nieuw, ongedefinieerd project aanwezig, te herkennen aan de tekst "NIEUW PROJECT" onder in het scherm. De projectnaam ervan bestaat uit een uniek nummer, opgebouwd uit: jaartal – maand – dag – volgnummer. Gebruik dit nieuwe project voor het opstellen van een nieuw project.
Kies OK om het project op te stellen. Het submenu EDIT PROJECT verschijnt nu (zie figuur op volgende pagina).

PLAN MENU		MENU
EDIT PROJECT		↑
PROJECT:	EAE	↓
FIRMA:	EIJKELKA	DEF.
PLOT:	PLOT-001	EDIT
KONUS:	1.0 cm ² 60°	
PEN. SNELHEID:	2	
AANTAL PLOTS:	3	
PENETR./PLOT:	3	
NIEUW PROJECT		

4. Wijzig het project door de items te wijzigen met *EDIT*. Het PLAN MENU submenu verschijnt nu (zie onderstaand figuur).

PLAN MENU		MENU
		→
		←
		↑
		↓
		OK
PROJECT: USER 0000		

Gebruik de pijltjestoetsen voor het wijzigen van de items in het PLAN MENU submenu. Druk op *OK* om de wijzigingen te bewaren of *MENU* om de wijzigingen te annuleren en terug te keren naar het SELECT. ITEM menu.
Merk op dat alleen de plotnaam van de bij stap 3 geselecteerde plot gewijzigd kan worden.

5. Definieer het opgestelde project met *DEF*.
Onder in het scherm verschijnt nu de tekst "PROJECT GEDEFINIEERD".

 **Tijdens het definiëren wordt een project definitief opgeslagen. Het aantal plots en het aantal penetraties per plot kunnen daarna niet meer gewijzigd worden!**

6. Kies *OK* of *MENU* om terug te keren naar het SELECTEER PROJECT menu. Wijzig eventueel de overige plotnamen van het gedefinieerde project volgens de stappen 3 en 4.
7. Stel eventueel meerdere projecten op volgens de stappen 3-5.
8. Kies *MENU* om terug te keren naar het hoofd MENU en het programmeren te beëindigen.

7.4 Plan wijzigen



Het aantal plots en het aantal penetraties per plot kunnen in de penetrologger niet gewijzigd worden. Ook is het niet mogelijk een afzonderlijk project te verwijderen uit het plan.

1. Schakel de penetrologger in en ga naar het hoofd MENU.
2. Volg de stappen 3 en 4 van paragraaf 7.3.

Indien er reeds metingen verricht zijn van een bepaald gedefinieerd project, is het niet meer mogelijk dit project te wijzigen. In het PLAN MENU kan het betreffende project wel geselecteerd worden, maar is de OK-knop niet beschikbaar. Onder in beeld verschijnt de tekst "PROJECT GESTART" en bij de betreffende plot "PLOT GESTART".

3. Keer met *MENU* terug naar het hoofd MENU.

Opmerking:

Indien een gedefinieerd project niet meer voldoet door een fout tijdens het programmeren of een gewijzigde situatie, zijn er twee mogelijkheden:

- Een nieuw project aanmaken en het onbruikbare project in het plan laten zitten. Gebruik in het veld alleen de juiste projecten.
- Het gehele plan verwijderen door het geheugen van de penetrologger te wissen, en vervolgens een nieuw plan opstellen. Let er op dat hierdoor alle data (plan en eventuele meetgegevens) van de penetrologger verwijderd worden! Zie paragraaf 7.2 voor het wissen van het logger-geheugen.

8. Uitvoeren metingen

1. Kies een conus-type (zie 11. Toepassingen). Voor bodemkundig veldwerk gebruikt men meestal een conus met een oppervlakte van 1 cm² en een tophoek van 60°. Een te grote conus kan leiden tot overschrijding van de maximale indringingskracht van de penetrologger. Een te kleine conus kan leiden tot een onnauwkeurige meting doordat slechts een kleine kracht gemeten wordt.
2. Monteer de bijbehorende sondeerstang en schroef de conus er aan vast. Gebruik het bijbehorende gereedschap voor het vast- en losschroeven. Klik de sondeerstang met de snelkoppeling aan de penetrologger en draai de schroef vast.

De conussen zullen in gebruik slijten. De afmetingen dienen voor gebruik met behulp van de conecheck gecontroleerd te worden. Indien de diameters kleiner zijn geworden dan de afkeurdiameter (zie 2. Beschrijving), dan kunnen ze niet meer gebruikt worden voor betrouwbare metingen. Bovendien zijn a-symmetrisch afgesleten conuspunten niet toelaatbaar.

3. Sluit de optionele bodemvochtsonde aan op de communicatiepoort van de penetrologger

Nadat de penetrologger geprogrammeerd en gemonteerd is, kunnen de metingen gestart worden.

4. Schakel de penetrologger in.

Wordt de penetrologger voor het eerst in een bepaald gebied gebruikt dan zal de GPS-bepaling meer tijd in beslag nemen. Bij vervolgmetingen zal dit sneller gaan (< 8 sec.).

5. Kies *METEN* in het hoofdMENU.

Nu verschijnt het MEET MENU waarin het gewenste project geselecteerd moet worden. De ingevulde projectinstellingen zijn hierbij zichtbaar (zie figuur).

MEET MENU		MENU
SELECT. PROJECT		↑PROJ
PROJECT: EAE		↓PROJ
FIRMA: EIJKELKA		
PLOT: PLOT-001		
KONUS: 1.0 cm ² 60°		
PEN. SNELHEID: 2		
AANTAL PLOTS: 3		
PENETR./PLOT: 3		
PROJECT GEDEFINEERD		OK

Selecteer het gewenste project en kies *OK*. Het meetscherm verschijnt nu. Er kunnen metingen verricht worden voor de eerste plot van het geselecteerde project.

MEET MENU		MENU
PROJECT: EAE	CI:	START
PLOT: PLOT-001	---	
PENETR.: 1		
D 0		
I 10		
E 20		
P 30		Druk
E 40		0.0
C 50		Diep
M 60		0
S 70		
0		DRUK (MPa)



De plots kunnen alleen in de volgorde bemeten worden waarin ze zijn gedefinieerd.

6. Plaats de dieptereferentieplaat horizontaal (zie waterpas) op de grond met de twee opstaande randen aan de onderzijde. Plaats de conus van de penetrologger door het gat van de dieptereferentieplaat op de grond. Doe dit zo verticaal mogelijk teneinde:

- te voorkomen dat wrijving tussen stang en bodem invloed zal hebben op de indringingsweerstand.
- een correcte diepteregistratie te verkrijgen. De penetratiediepte wordt gemeten door een ultrasone sensor. De ultrasone signalen die door deze sensor uitgezonden worden, weerkaatsen via de dieptereferentieplaat terug naar de sensor.



Hierdoor mag de helling van de penetrologger niet meer dan 3,5° afwijken van de verticaal.

Voor een correcte meting met de ultrasone sensor is het raadzaam om tijdens hardere wind met de rug naar de wind toe te gaan staan (bepaalde door de wind veroorzaakte tonen kunnen anders de ultrasone meting verstoren).

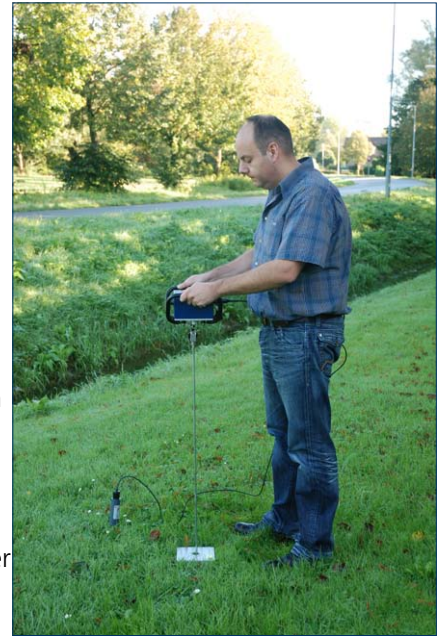
7. Kies *START* om de meting te beginnen.
Indien Vocht op Ja (zie Par. 7.2) dan zal de penetrologger aangeven:
Plaats Thetaprobe en druk op Start. Hierna verschijnt eerst een bodemvochtpercentage: *ThetaProbe ...% VOL. OPSLAAN?*
Is dit akkoord dan JA (percentage wordt opgeslagen).
Door nu weer op *START* te drukken kan de meting beginnen.

8. Druk de penetrologger gelijkmatig en zo verticaal mogelijk omlaag, met een constante snelheid zoals is ingesteld in het plan.
Wanneer de aanbevolen snelheid van 2 cm/s gebruikt wordt, is de totale tijd om de diepte van 80 cm te bereiken zo'n 40 sec.



Gebruik de waterpas op de penetrologger om te controleren of de meting verticaal uitgevoerd wordt.

Op het scherm wordt de afwijking van de ingestelde snelheid (± 40 procent) aangegeven door middel van een snelheidsindicator.
Indien de penetratiesnelheid buiten het toegestane bereik komt (de logger geeft een piepsignaal af) dient de meting beëindigd te worden, omdat geen representatieve waarde verkregen zal worden. Bewaar de meting niet.



Geeft de snelheidsindicator een uitslag naar onderen (naar "S"), dan wordt te snel gedrukt. Druk langzamer.
Geeft de snelheidsindicator een uitslag naar boven (naar "L"), dan wordt te langzaam gedrukt. Druk sneller.

Rechtsonder in het scherm worden de actuele meetwaarden van druk (lees: indringingsweerstand) en diepte weergegeven.

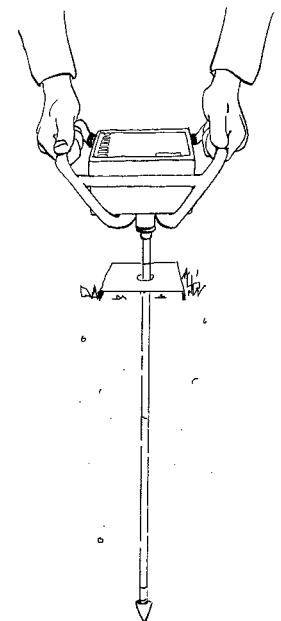
Indien tijdens de meting de uitgezonden ultrasonische signalen niet ontvangen worden door de sensor en er geen correcte diepte-meting uitgevoerd kan worden, zal " - - - " verschijnen bij de actuele diepte-weergave. De meting dient beëindigd te worden.

9. Na het bereiken van een diepte van 80 cm wordt de meting beëindigd. Kies *STOP* om de meting voortijdig af te breken indien de maximale diepte niet mogelijk of wenselijk is.
Kies *JA* op de vraag of de meting opgeslagen moet worden (meting, GPS coördinaten en eventueel bodemvochtpercentage worden opgeslagen), of *NEE* om de meting niet te gebruiken en opnieuw uit te voeren.

10. Verricht eventueel een volgende herhalingsmeting bij dezelfde plot (afhankelijk van het ingestelde aantal penetraties per plot). Kies een plek die minstens 1 m van de andere meetplek(ken) vandaan ligt, zodat de metingen elkaar niet beïnvloeden. Voer tevens de overige metingen uit.

Voorafgaand aan het meten kunnen in het *SYSTEEM INFO MENU* (kies *INFO* in het hoofd *MENU*) een aantal zaken worden gecontroleerd:

- GPS status
- Actuele datum en tijd.
- Batterij. De resterende capaciteit van de batterij in % (bepaald via batterijspanning). Een waarde van 100% geeft een volle batterij aan.
- Serienummer van de penetrologger.
- Software versie.
- Hardware versie.
- Aantal verrichte metingen (penetraties) in het geheugen.
- Aantal nog te verrichten metingen ("Gereserveerd").
- Nog beschikbare geheugen.



9. Verwerken van meetgegevens

9.1 Uitlezen naar PC

1. Voor het uitlezen van de meetresultaten wordt de penetrologger aangesloten op de PC. Zie de stappen 1-4 van paragraaf 6.5.

2. Kies *Data uitlezen* onder *Datalogger* in de menubalk.
Alle meetresultaten (dus alleen de daadwerkelijk uitgevoerde metingen) worden door de PC uitgelezen. In een tijdelijk venster staat de volgende informatie weergegeven:

- Logger taal*
- Aantal gedefinieerde projecten*
- Maximum aantal penetraties*
- Aantal uitgevoerde penetraties*
- Aantal gereserveerde penetraties*



3. Nadat de data naar de PC zijn uitgelezen, wordt per gedefinieerd project een apart bestand aangemaakt met de extensie "pen". Voor ieder project verschijnt een venster waarin de bestandsnaam ingevuld en de juiste directory geselecteerd moet worden.

4. Schakel tenslotte de penetrologger uit, verwijder de communicatiekabel en schroef de beschermdop van de communicatiepoort vast.

9.2 Weergave op PC

De meetresultaten kunnen worden weergegeven in de PenetroViewer. Per project kunnen de meetresultaten grafisch of numeriek worden getoond. De projectbestanden zijn ook geschikt om in een spreadsheet te bewerken.

9.2.1 Projectbestand openen en sluiten

1. Kies *Openen* onder *Project* in de menubalk. Selecteer het gewenste "pen"-bestand (project) in de gewenste directory. Klik *Select* om het bestand te openen.

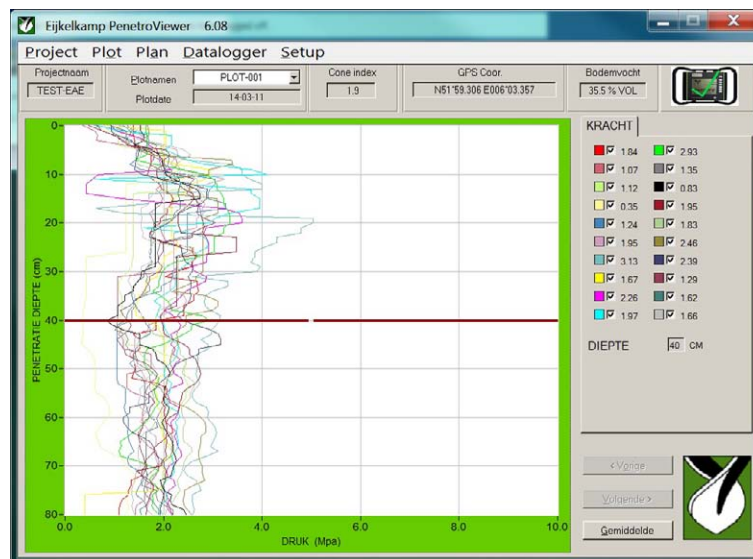
Het voorbeeldbestand "Example.pen" is standaard aanwezig in de PenetroViewer programma-directory.

Zodra een bestand geopend is, verschijnt een grafische weergave van de plotresultaten en is het *Plot*.-menu in de menubalk beschikbaar.

2. Sluit een projectbestand door *Sluiten* te kiezen onder *Project* in de menubalk.

9.2.2 Grafische weergave

In de grafische weergave van de resultaten zijn de volgende opties beschikbaar (zie figuur):



- Standaard worden alle metingen (penetraties) van de plot weergegeven. Met een klik op een gekleurd vierkantje naast de grafiek kan een bepaalde meting in de grafiek weggelaten en weer geselecteerd worden.
- Met de knoppen *Vorige* of *Volgende* rechtsonder in beeld of onder *Plot* in de menubalk kunnen de resultaten van de vorige of volgende plot van het project weergegeven worden.
- Met de knop *Gemiddelde* wordt voor de plot de gemiddelde meetwaarde weergegeven van de geselecteerde metingen.
Indien er dus slechts drie van de tien metingen zijn geselecteerd (de rest is uit gezet door op de gekleurde vierkantjes te klikken), wordt van die drie metingen het gemiddelde bepaald. Dit is handig om verstorende metingen uit te sluiten. Indien het gemiddelde uit tenminste twee metingen bepaald is, wordt op elke 10 cm diepte tevens een standaarddeviatie weergegeven.
- Door nogmaals op *Gemiddelde* te klikken, worden alle afzonderlijke lijnen weer getoond.
- De lijnstijl kan gekozen worden bij *Lijn stijl* onder *Plot* in de menubalk. Selecteer *Lijn*, *Punten* of *Dikke lijn*.
- Het raster in de grafiek kan uit- of aangezet worden door het aan te vinken bij *Raster* onder *Plot* in de menubalk.
- De horizontale meetlijn in het grafiekgebied kan met muis de omhoog of omlaag verplaatst worden door te slepen of ergens te klikken (gebruik eventueel de cursortoetsen van het toetsenbord).
Naast het grafiekgebied staat onder "DIEPTE" de diepte (cm) weergegeven die hoort bij de diepte zoals aangegeven door de meetlijn. Onder "DRUK" staat voor alle metingen van de plot de kleur en de numerieke waarde (MPa), behorende bij de diepte die aangegeven is door de meetlijn.
- Boven het grafiekgebied staat onder *Cone index* de CI waarde van betreffende meting, onder *GPS Coor.* staan de betreffende GPS coördinaten en onder *Bodemvocht* staat het bodemvochtpercentage.

9.2.3 Numerieke weergave

Kies *Numeriek* onder *Plot* in de menubalk om een numeriek overzicht te krijgen van de op dat moment geselecteerde metingen (zie figuur).

Per centimeter in de diepte wordt de meetwaarde weergegeven. Indien de gemiddelde lijn getoond werd in de grafische weergave, zullen de numerieke data van het gemiddelde en de standaarddeviaties weergegeven worden. Tevens wordt alle plot-informatie weergegeven.

9.2.4 Extern verwerken van meetresultaten

- Bewaar de lijsten (van het geopende plot) eventueel als tekstbestand (ASCII) met de extensie ".txt". Kies hiervoor *Bewaren als tekst* onder *Project* in de menubalk. De meetresultaten die op dat moment actief zijn (geselecteerde metingen of gemiddelde met standaarddeviatie) worden opgeslagen. In dit bestand worden de meetwaarden wel als indringweerstand in Megapascal opgeslagen. (Voor tekstbestand inlezen in bijvoorbeeld Excel: *bestand openen*, bestandstype: *alle bestanden*. In de Wizard Tekst Importeren: kies *gescheiden bestands-type*, kies *tab* en *spatie* als scheidingstekens en *voltooien*.
Let op: alleen de gegevens van de actieve plot worden opgeslagen.

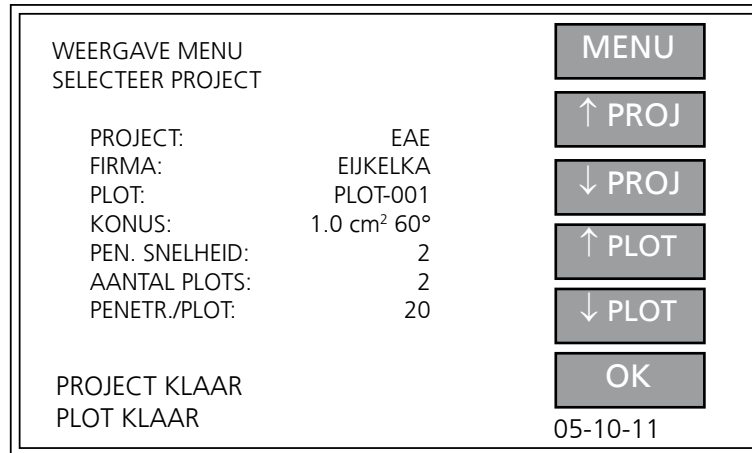
- De ".txt"-bestanden kunnen in een spreadsheet ingelezen worden. De gegevens staan dan horizontaal gerangschikt. In maximaal 20 rijen (er zijn maximaal 20 metingen per plot mogelijk) staan 81 kolommen met gegevens (0-80 cm diepte).

- De meetgegevens in een bestand met de extensie ".pen" worden opgeslagen als kracht in Newton. Om de meetwaarden om te rekenen naar indringingsweerstand, bijvoorbeeld m.b.v. een spreadsheet, kan de volgende formule worden gebruikt.

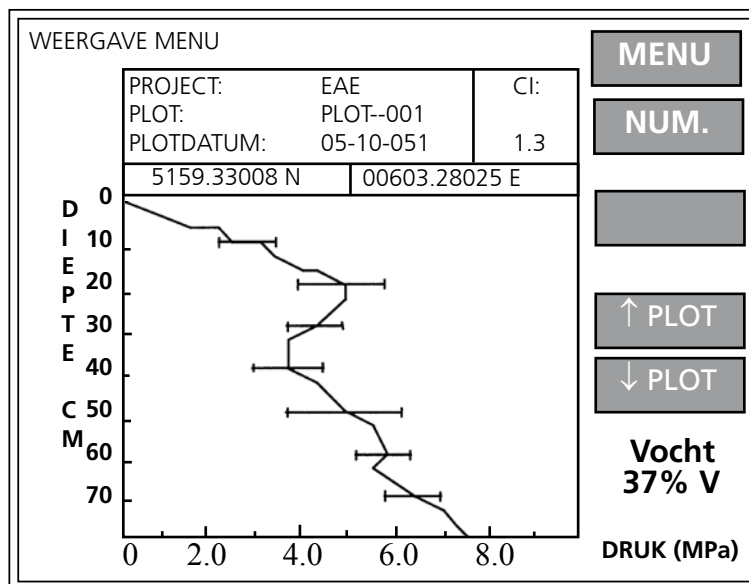
$$\text{Indringingsweerstand in megapascal} = \frac{\text{kracht in N}}{S (\text{conusoppervlakte in mm}^2)}$$

9.3 Weergave op penetrolgger

1. Kies *WEERG* in het hoofd MENU om de meetresultaten van de penetratiemetingen in de penetrolgger te bekijken. Het WEERGAVE MENU verschijnt (zie figuur).



2. Selecteer een project en plot en druk *OK* om de grafische resultaten te bekijken.
Het RESULT. GRAFISCH menu verschijnt. Hierin is de gemiddelde waarde van de penetraties van de betreffende plot weergegeven. De standaard deviatie wordt (indien mogelijk) op iedere 10 cm weergegeven met een horizontale lijn. Is de standaarddeviatie te klein dan zal deze lijn niet weergegeven worden.
3. Druk *NUM.* om een numerieke weergave van de resultaten te verkrijgen.



Voor iedere centimeter diepte wordt de gemiddelde indringingsweerstand van de betreffende plot weergegeven.

4. Kies *GRAF.* om terug te keren naar de grafische weergave, of *MENU* om terug te keren naar het WEERGAVE MENU.
5. Kies *MENU* om terug te keren in het hoofd MENU.

9.4 Afdrukken via PC

De meetresultaten kunnen met de PenetroViewer numeriek of grafisch afgedrukt worden, zowel op een printer als een plotter. Afhankelijk van de gekozen weergave zullen de afzonderlijke penetraties van een plot of het gemiddelde met de standaarddeviatie geprint worden:

- Kies "Grafisch" bij *Afdrukken* onder *Project* in de menubalk om de grafiek uit te printen.
- Kies "Numeriek" bij *Afdrukken* onder *Project* in de menubalk om de numerieke resultaten uit te printen.
Standaard worden alle resultaten van een plot uitgeprint. Het is niet mogelijk om een aantal metingen te selecteren (gebruik desgewenst een spreadsheet).

10. Interpretatie van meetresultaten

Houd bij de interpretatie van de meetresultaten met de volgende punten rekening:

- De betrouwbaarheid van de resultaten hangt af van het aantal verrichte metingen per plot en van de natuurlijke variabiliteit van de indringingsweerstand in het veld.
- De penetrolgger lijkt een hoge indringingsweerstand te meten in vergelijking tot de weerstand die plantenwortels in de bodem ondervinden. Dit komt doordat de conus van de penetrolgger niet in staat is macroporiën en scheuren te volgen, zoals wortels dat doen.
- Stenen aanwezig in het bodemprofiel geven een vertekend beeld en vereisen correctie van de meetgegevens. De penetrolgger zal een hogere waarde geven dan planten ondervinden aangezien plantenwortels om stenen heen groeien.
- Voor een volledige interpretatie van de indringingsweerstand met betrekking tot bewortelingsonderzoek, dient tevens de bodemstructuur beschreven te worden.
- Hoewel de penetrolgger zeer geschikt is voor het vergelijken van verschillende grondbewerkingsmethoden, is het niet eenvoudig verschillende bodemtypen met elkaar te vergelijken vanwege de gecompliceerde effecten van bodemtypen op de indringingsweerstand.
- Door de hoge correlatie tussen indringingsweerstand en andere bodemeigenschappen (Campbell & O'Sullivan, 1991) kan de penetrolgger ook gebruikt worden voor onderzoek naar de ruimtelijke variabiliteit van de bodem en voor een schatting van andere bodemeigenschappen.
- De standaard eenheid van de indringingsweerstand (MPa) kan omgerekend worden naar andere eenheden. Zie hiervoor Appendix 3.
- De gemeten indringingsweerstand kunnen, met inachtneming van het conus-type, omgerekend worden van een druk (in MPa of y) naar de uitgeoefende kracht (N). Zie hiervoor Appendix 4.

11. Toepassingen

De penetrolgger bevat diverse conussen die afhankelijk van de toepassing en het gebruikersdoel gekozen worden. De kleinste conus is geschikt voor gronden met een hoge indringingsweerstand, terwijl de grootste conus geschikt is voor slappere gronden. Voor bodemkundig onderzoek wordt meestal de conus van 1 cm² en een tophoek van 60° gebruikt

De penetrolgger is geschikt voor metingen van de indringingsweerstand van de bodem tot een diepte van 80 cm. Toepassingen zijn onder meer:

- Algemeen bodemkundig onderzoek.
- Controle op berijdbaarheid en begaanbaarheid van bijv. bouwterreinen.
- Opsporen van verdichte bodemlagen, bijvoorbeeld een ploegzool.
- Geschiktheidsbeoordelingen voor landbouwkundige doeleinden.
- Civiele techniek, met name in de weg- en waterbouw.
- Onderzoek naar groeiomstandigheden van vegetatie, bijvoorbeeld in parken, plantsoenen, boomkwekerijen en tuincentra.
- Beheer van sportvelden.

12. Bepaling begaanbaarheid (bouw-)terreinen

Bij de bepaling van de begaanbaarheid van (bouw-)terreinen voor personen en voertuigen wordt uitgegaan van de druk die op de ondergrond wordt uitgeoefend door de persoon of het voertuig (Vehicle Cone Index). Deze wordt in relatie gebracht met de indringingsweerstand die de bodem kan bieden (in Mpa). Deze waarde wordt op de penetrologger aangegeven als CI-waarde (Cone index). (Voor meer info: www.nvaf-arboconvenant.nl)

Bij het bepalen van de begaanbaarheid dient tevens een visuele en handmatige beoordeling plaats te vinden. Visueel: aanwezigheid van plassen, natte plekken, slipsporen, etc.
Handmatige beoordeling: vaststellen van gehalte aan klei, leem, veen, etc.

12.1 Bepaling Vehicle Cone Index (VCI)

Bij personeel wordt uitgegaan van bepaalde vaste waarden:

VCI	Omschrijving
0,08	gewicht 85 kg
0,12	gewicht 85 met 25 kg draaglast
0,14	gewicht 85 met 50 kg draaglast

Bij voertuigen gelden 2 waarden, nl.

VCI(1): voor een enkelvoudige verplaatsing

VCI(50): werken op 1 locatie en veelvuldig rijden door 1 spoor



Onderstaande categoriën geven een globale VCI-waarde, de exacte VCI van voertuigen dient middels een berekening te worden vastgesteld.

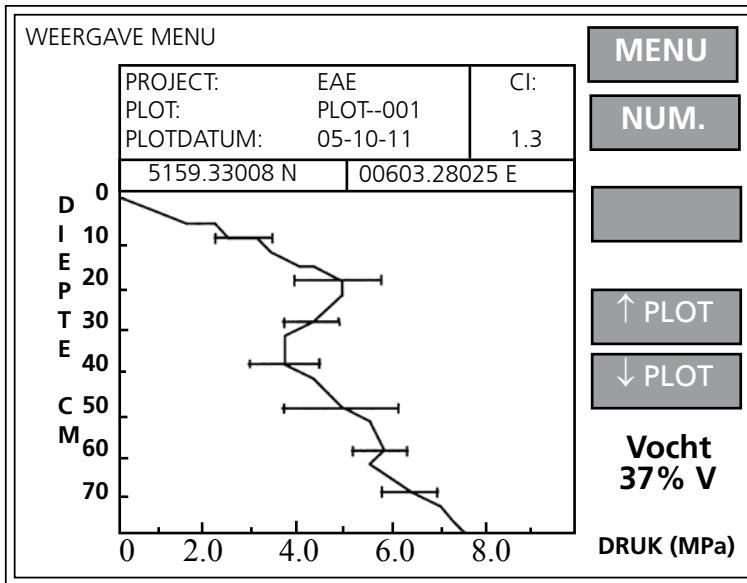
Cat.	Bereik		Omschrijving voertuig
	VCI(1)	VCI(50)	
1	<0,08	<0,2	Lichtgewicht (lage contactdruk)
2	0,08-0,15	0,2-0,34	Snelheidstractoren (brede tracks en lage contractdruk)
3	0,15-0,18	0,34-0,41	Tractoren (gemiddelde contactdruk) Rupsvoertuigen (lage contactdruk) Wielvoertuigen (zeer lage contactdruk)
4	0,18-0,21	0,41-0,48	Rupsvoertuigen tot 60 ton (middelmatige contactdruk) Tractoren (hoge contactdruk) Vrachtwagens met oplegger AWD (lage contactdruk)
5	0,21-0,24	0,48-0,55	Enkele AWD vrachtauto's (lage contactdruk) Zware rupsvoertuigen (>60 ton)
6	0,24-0,30	0,55-0,88	De meeste AWD vrachtauto's
7	>0,30	>0,68	Vrachtauto's (achterwielaangedreven)

12.2 Uitvoeren penetrometingen

Voer in het voertuigtracé en op de looppaden om de ca. 10 m één enkele CI-MPa penetratie uit. Is deze CI-MPa waarde lager dan de VCI-MPa voor mens en/of geplande machine moet op dit punt een complete CI-MPa meting worden uitgevoerd.

Enkele CI-MPa penetratie:

Druk de conus (2cm² en 60° gelijkmatig in de grond (2 cm/sec), bij een correcte meting verschijnt de CI waarde rechtstboven op het scherm (dit is het gemiddelde van de gemeten weerstand op 1, 15, 30 en 45 cm)



Complete CI-MPa meting

- Voer binnen cirkel van 1 m diameter 5 enkele penetraties uit
- Het gemiddelde van de CI waarden is de complete CI waarde

12.3 Vergelijking van CI met VCI waarde

CI is kleiner dan VCI

Het terrein is onbegaanbaar. Voertuigen en/of personeel zullen wegzakken tot een diepte waar de CI geklijk dan wel groter is dan de VCI-waarde van mens / machine

CI is kleiner of gelijk aan VCI

Het terrein is moeilijk begaanbaar. Voertuigen en/of personeel hebben de neiging tot insporen. Bij neerslag zal de insporing snel dieper worden.

CI is groter dan de VCI

Het terrein is begaanbaar. De overwaarde van de CI bepaalt wat de mogelijkheden van mens en machine zijn.

13. Problemen en oplossingen

13.1 Communicatie tussen PC en penetrologger

- Het "*Datalogger-menu*" binnen de PenetroViewer PC-software is niet beschikbaar (rood kruis), terwijl de penetrologger wel met de communicatiekabel aan de PC is aangesloten.
 - Controleer of de juiste communicatiepoort is ingesteld bij *Comm. poort* onder *Setup* in de menubalk.
 - Controleer of de penetrologger ingeschakeld is (een menu is zichtbaar op het scherm).
- Het "*Datalogger-menu*" binnen de PenetroViewer PC-software is wel beschikbaar, terwijl de penetrologger niet met de communicatiekabel aan de PC is aangesloten.

Een ander apparaat is met de in de PenetroViewer ingestelde communicatiepoort verbonden. Dit is voor de werking van de PenetroViewer geen probleem.

 - Selecteer een andere com poort.

13.2 Penetrologger bediening

- De weergave van het scherm is onduidelijk. Verander de contrast-instellingen met de verticale pijlen in het start-menu.
- De optie METEN is niet beschikbaar in het hoofd MENU. Programmeer eerst een plan via de PC of rechtstreeks in de penetrologger via *PLAN*.
- De optie WEERG is niet beschikbaar in het hoofd MENU. Verricht eerst metingen in het veld.
- De penetrologger schakelt uit tussen twee metingen in. Verhoog de waarde van de uitschakeltijd in het SYSTEEM SET MENU.
- De batterijen zijn leeg. Laad de (interne) batterijen altijd tijdig op met het bijgeleverde laadapparaat.

13.3 Programmeren plan

- Het lukt niet een nieuw plan aan te maken in de penetrologger of de PenetroViewer.

Wis eerst het huidige plan uit het geheugen (paragraaf 6.4.2) na het eventueel bewaard te hebben.
- Er kan geen nieuw project meer gedefinieerd worden.

Het maximum aantal van 1500 metingen is inmiddels gereserveerd, waardoor het plan "vol" zit. Definieer eventueel met de PenetroViewer een nieuw plan of deel het plan anders in.
- Projecten zijn onjuist gedefinieerd of gewijzigd.
 - Penetrologger. Een gedefinieerd project kan niet afzonderlijk uit het plan verwijderd worden. Los dit op door ofwel nieuwe projecten te definiëren en de onjuist gedefinieerde projecten ongebruikt te laten tijdens het meten. Indien echter door de onjuiste programmering het maximum aantal van 1500 metingen is gereserveerd, kan dit plan niet verder gebruikt worden. Wis dan het totale plan en programmeer alles opnieuw.
 - PenetroViewer. Verwijder of wijzig de projecten.
- Bij het meten blijkt dat het aantal plots en aantal penetraties per plot gewijzigd moeten worden.

Indien extra plots bemeten moeten worden, maak dan een nieuw project aan voor die plots.
- Werken met meerdere plannen is onmogelijk.

Programmeer alle metingen voor één veldwerkdag binnen één plan. Indien toch meerdere plannen gebruikt wensen te worden, kan dat eventueel door met een laptop in het veld de meetresultaten uit te lezen en een nieuw plan naar de penetrologger te zenden.

13.4 Uitvoeren metingen

- ❑ Onder "Diep" in het "MEET MENU" van de penetrologger verschijnt " - - - " (terwijl de snelheidsindicator soms wel signalen afgeeft).
Dit betekent dat de dieptemeting verstoord is doordat de uitgezonden ultrasone signalen niet goed terug ontvangen worden. Beëindig de meting zonder het resultaat op te slaan. Bij de volgende meting:
 - ❑ Controleer of de penetrologger verticaal wordt gehouden (maximale afwijking: 3,5°).
 - ❑ Ga met de rug naar de wind staan tijdens de meting, controleer of er tijdens de meting niet een kledingstuk of iets dergelijks tussen de ultrasone sensor en de dieptereferentieplaat terecht komt.
 - ❑ Controleer of de dieptereferentieplaat horizontaal op de grond ligt.
 - ❑ Controleer of er vocht op de sensor zit dat de meting beïnvloedt. Wanneer de penetrologger van een koude naar een warme ruimte verplaatst wordt (en omgekeerd), kan zich condens op de ultrasone sensor van de penetrologger vormen, wat de dieptemeting kan verstoren. Laat de penetrologger een tijdje acclimatiseren, zodat de condens verdwijnt.
- ❑ De meting wordt voortijdig afgebroken omdat de penetrologger te snel of te langzaam omlaag is gedrukt. Druk sneller indien de snelheidsindicator (links in het scherm) omhoog uitslaat. Druk langzamer indien de snelheidsindicator omlaag uitslaat.
- ❑ Tijdens het meten kan de conus niet verder de grond in worden gedrukt. Dit kan gebeuren doordat de conus op een harde, ondoordringbare laag stuit, zoals een grindrijke, stenige of puinhoudende bodemlaag. De meting kan dan niet worden vervolgd. Indien de oorzaak een stuggere bodemlaag is, gebruik dan een kleiner conus-type.
- ❑ Tijdens het meten wordt een lage, onnauwkeurige indringingsweerstand gemeten omdat de conus met weinig kracht in de slappe grond gedrukt kan worden. Gebruik een groter conus-type.



- ❑ Interne GPS ontvangt geen signalen: er bevinden zich storende objecten in de buurt van de meting, hierdoor geen ontvangst van satelietsignalen: selecteer een andere meetplek.

13.5 PenetroViewer

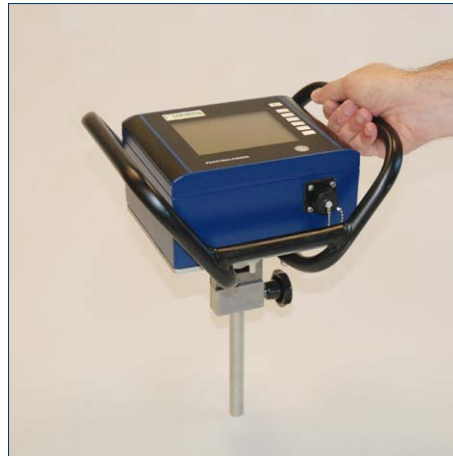
- ❑ Het lukt niet een grafische weergave van de plotresultaten af te drukken. Zorg dat de printerresolutie op maximaal 300 dpi (dots per inch) ingesteld is.
- ❑ De grafische afdruk wordt afgesneden aan de rand van het papier. Print de gegevens met een spreadsheetprogramma uit.

13.6 Dieptekalibratie penetrologger in het veld

Om een "diepte kalibratie" voor uw penetrologger uit te voeren dient u de volgende stappen te volgen.

1. Plaats de sondeerstang 8 mm (06.15.10) met de conus 1 cm² in de sondeerstangbevestiging
2. Zet de penetrologger AAN
3. Druk op [MENU] om naar het *hoofd menu* te gaan
4. Druk op [SET] en het *Systeem set menu* verschijnt
5. Kies KALIBRATIE met de pijltjestoetsen en druk op [OK]

6. De volgende vraag verschijnt: *Kalibratie accoord?* Druk op de [JA] toets gedurende 5 seconden
7. Selecteer KAL. DIEPTE NUL met de pijltjestoetsen en druk op [OK]
8. Zet de referentiediepte op -4 (min 4) met de pijltjestoetsen.
9. Plaats de sondeerstang met conus op de grond (let op de waterpas ivm horizontale positie). Zie foto.
10. Druk [KAL] om te kalibreren. De DIEPTE NUL is nu gekalibreerd
11. Druk [MENU]
12. Selecteer KAL. DIEPTE SCHAAL met de pijltjestoetsen en druk op [OK]
13. Plaats het kalibratiegereedschap (standaard in de set, met label kalibratiegereedschap) in de sondeerstangbevestiging
14. Plaats de penetrologger op de grond of op een tafel (zie foto)
15. Druk op [KAL] om te kalibreren. De DIEPTE SCHAAL is nu gekalibreerd
16. Druk 3 maal op [MENU] om naar het *Hoofd menu* te gaan



13.7 Krachtkalibratie van de penetrologger in het veld



Normaal gesproken wordt een nauwkeurige kracht kalibratie van de penetrologger uitgevoerd met behulp van een speciaal kalibratie instrument bij Eijkelkamp Agrisearch Equipment. Een nauwkeurige kalibratie kan en mag niet in het veld plaatsvinden. Normaal gesproken is het voor de gebruiker niet nodig om het apparaat te kalibreren.



Om toch een "kracht kalibratie" uit te voeren in geval van dwingende omstandigheden (waarvoor een fabrieksmatige kalibratie op dat moment niet mogelijk is), dienen de volgende stappen strikt gevolgd te worden. Eijkelkamp Agrisearch Equipment adviseert de penetrologger jaarlijks aan te bieden voor kalibratie.

1. Verwijder de sondeerstangen en de schroef
2. Zet de penetrologger AAN
3. Druk op [MENU] om naar het *Hoofdmenu* te gaan
4. Druk op [SET] en het *Systeem set menu* verschijnt
5. Kies KALIBRATIE. KRACHT NUL met behulp van de pijltjestoetsen en druk op [OK]
6. De vraag verschijnt: *Kalibratie accoord?* Druk gedurende 5 seconden op de [JA] toets
7. Selecteer KAL. KRACHT NUL met de pijltjestoetsen en druk op [OK]
8. Houd de penetrologger boven de grond, zie foto
9. Druk op [KAL] om te kalibreren. De KRACHT NUL is nu gekalibreerd

10. Druk op [MENU]
11. Kies KAL. KRACHT SCHAAL met behulp van de pijltjestoetsen en druk op [OK]
12. Plaats de penetrologger op de krachtopnemer (sondeerstangbevestiging) op de grond (of een tafel) (zie foto). Oefen geen kracht uit op het instrument. Het instrument moet het eigen gewicht meten, een waarde AKT. KRACHT tussen de 34 en 36 N. Beëindig de procedure door op MENU te drukken indien de correcte waarde verschijnt.
13. Selecteer in geval van een onjuiste waarde REF. KRACHT (N) 35 met behulp van de pijltjestoetsen en druk op [OK]
14. Druk op [KAL] om te kalibreren. De KRACHT SCHAAL is nu gekalibreerd en zowel REF. KRACHT als AKT.KRACHT moeten de waarde 35 N hebben
15. Druk op [MENU] om naar het *Hoofdmenu* te gaan



13.8 Resetten van de penetrologger

Mocht het programma vastlopen, dan kan de penetrologger gereset worden.

1. Zet de penetrologger uit
2. Zet de penetrologger aan met de aan/uit-toets, druk daarna gedurende 3 seconden de aan-/uitknop in.
3. De penetrologger is nu gereset en alle beeldschermfuncties zijn opnieuw ingesteld. Het geheugen met alle metingen is nog intact.

14. Voeding en onderhoud

14.1 Voeding

De penetrologger wordt met oplaadbare batterijen gevoed. Standaard wordt de penetrologger geleverd met vijf NiMH 2600 (minimaal) batterijen formaat AA. Zorg er voor dat u 5 batterijen met dezelfde waarde toepast. Er kunnen ook 1,5 V alkaline batterijen van het formaat AA gebruikt worden (niet opladen!).

Plaatsen van de batterijen.



Werk anti-statisch.

Verwijder de twee zwarte strips van de bovenzijde. Draai de vier schroeven aan de bovenzijde van de penetrologger los en open de penetrologger. Om beschadiging van de penetrologger te voorkomen is het aan te raden om de penetrologger op te sturen naar Eijkelkamp Agrisearch Equipment.



Let op de juiste batterijpositie om beschadiging te voorkomen.

Laden van de batterijen.

De batterijen kunnen opgeladen worden met de bijbehorende batterijlader. Deze is speciaal voor de penetrologger geschikt en kan niet zondermeer door een ander type vervangen worden.

Bevestig de kabel van de acculader aan de communicatiepoort van de penetrologger, en steek de stekker in het stopcontact (100-240 V, 50/60 Hz). De accu moet ong. 10 uur opgeladen worden, na deze 10 uur zal de acculader fungeren als druppellader.



Niet oplaadbare batterijen mogen nooit in combinatie met de batterijlader gebruikt worden. Verwijder lege batterijen onmiddellijk om lekkage te voorkomen, ook wanneer het instrument langere tijd niet gebruikt wordt is het raadzaam de batterijen uit het instrument te verwijderen.

Controle resterende capaciteit.

In het SYSTEEM INFO MENU op de penetrologger (zie ook 8. Uitvoeren metingen) wordt een batterij-indicatie weergegeven in tientallen procenten. Als de batterijen leeg zijn laat de penetrologger een geluid horen. Hierna kan nog circa 5 minuten gemeten worden, voordat de penetrologger uitschakelt.

Bij een restcapaciteit van 2% begint de penetrologger te piepen (drie korte piepjes iedere 5 seconden). Bij een restcapaciteit van 0% wordt de melding "Batterijen leeg" getoond en schakelt de penetrologger na vijf seconden uit.

Batterij levensduur.

De gebruiksduur van de penetrologger bedraagt met de batterijen circa 1500 metingen of een periode van meer dan 8 uur continu meten; voldoende voor een werkdag in het veld.

Bij gebruik van batterijen van het type alkaline bedraagt de gebruiksduur circa 2000 metingen op een periode van 20 uur. Het apparaat schakelt automatisch uit om ongewenst leeg raken van de batterijen of accu's te voorkomen. De tijdsduur voor automatisch uitschakelen wordt ingesteld in het SYSTEEM SET MENU van de penetrologger (zie paragraaf 7.2).

Interne batterij

De penetrologger heeft intern een batterij voor de interne klok (RTC = Real Time Clock). Wanneer deze batterij leeg is zal de penetrologger de (juiste) ingestelde tijd en datum verliezen en naar een ongedefinieerde tijd en datum gaan. Bij verder gebruik zal deze ongedefinieerde tijd met de meetdata weggeschreven worden. De eerder opgeslagen data loopt geen gevaar en zal beschikbaar blijven. De levensduur van deze interne batterij is ca. 5 jaar afhankelijk van het gebruik. Eijkelpomp vervangt indien nodig de interne batterij als onderdeel van de service / kalibratiebeurt.

14.2 Onderhoud

- Houd de spullen tijdens en na gebruik schoon. Opgedroogde grond aan de conus verhoogt de gemeten indringingsweerstand.
- Houd de ultrasone sensor tijdens gebruik droog om storingen in de dieptebepalingen te voorkomen.
- Eijkelpomp Agriseach Equipment adviseert de penetrologger jaarlijks aan te bieden voor service en kalibratie.

Literatuur

Campbell, D.J. & M.F. O'Sullivan, 1991. The Cone Penetrologger in Relation to Trafficability, Compaction, and Tillage. In: *Smith, K.A. and C.E. Mullins. Soil Analysis. Physical Methods. Books in Soils, Plants and the environment.*

Locher, W.P. & H. de Bakker (eds), 1990. Bodemkunde van Nederland. *Malmberg. Den Bosch.*

NEN 5140, 1996. Geotechniek. Bepaling van de conusweerstand en de plaatselijke wrijvingsweerstand van de grond. Elektrische sondeermethode. *Nederlands Normalisatie-instituut*

Schothorst, C.J., 1968. De relatieve dichtheid van humeuze gronden. *De Ingenieur 80(2); pp. B1-B8. Ook: Verspr. Overdr. 53, Instituut voor Cultuurtechniek en Waterhuishouding, Wageningen.*

Vereniging voor Landinrichting, 1992. Cultuurtechnisch Vademecum. *Brouwer Offset, Utrecht.*

Begaanbaarheid bouwterreinen, 2004. Branchebegeleidingscommissie (BBC) arboconvenant funderingsbranche

Appendix 1 Referentie-weerstandswaardes

Draagkracht van graslandgronden, gerelateerd aan de indringingsweerstand (MPa) van de zodelaag.
 Voor bodemkundig veldwerk wordt doorgaans een conus met een oppervlakte van het grondvlak van 1 cm² en een tophoek van 60° gebruikt.

Toepassing

Beweiding; uitrijden van drijfmest; grondbewerking; oogstwerkzaamheden in akkerbouw.

Sportvelden

Aanbevolen conus

5 cm², 60° tophoek

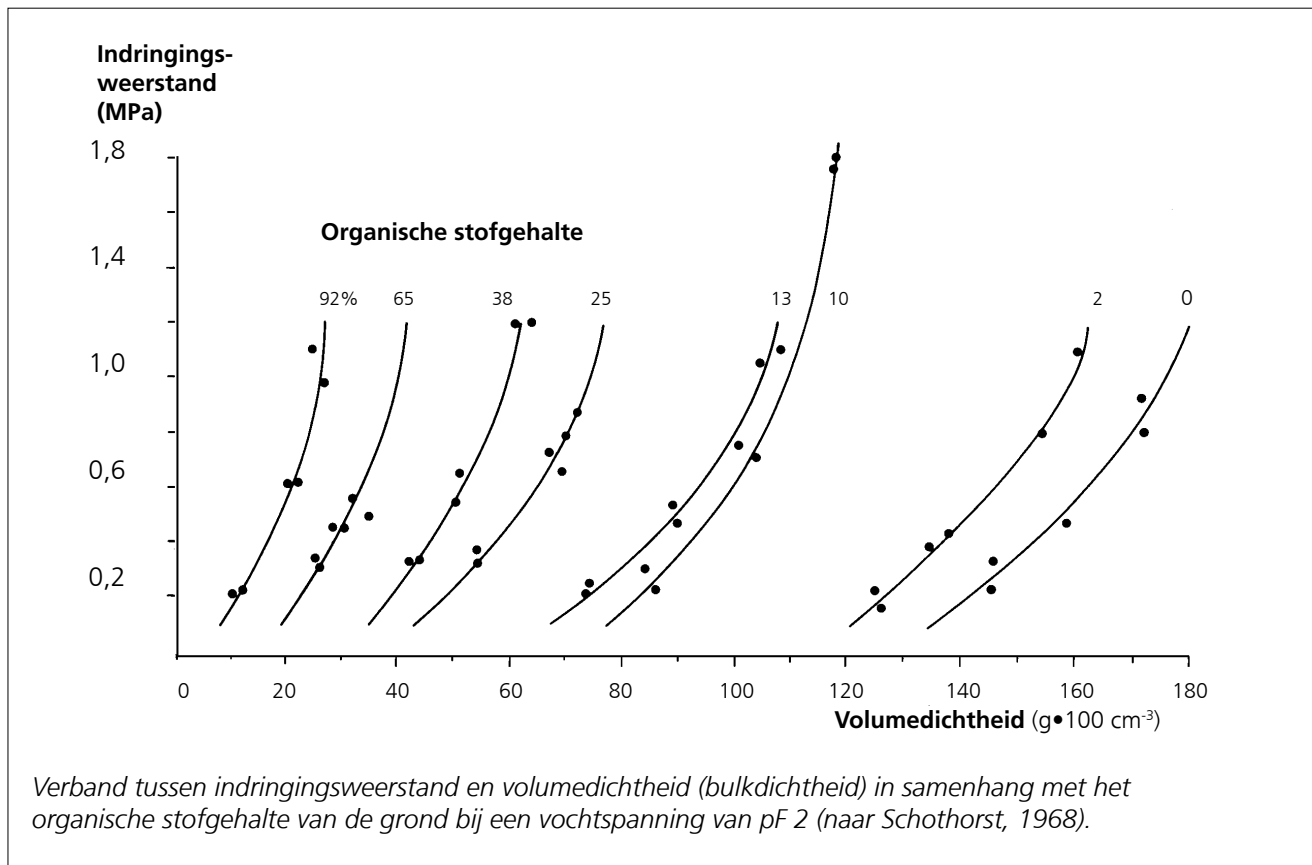
1 cm², 60° tophoek

Draagkracht

Groot > 0,6
 Matig 0,3 - 0,6
 Gering < 0,3
 Groot > 1,4
 Matig 1,0 - 1,4
 Gering < 1,0

Bron: Vereniging voor Landinrichting, 1992.

Invloed van het organische stofgehalte op de indringingsweerstand.



Appendix 2 Penetrologger menu's

START MENU

MENU	Naar HOOFD MENU gaan
↑	Contrastregeling scherm
↓	Contrastregeling scherm

HOOFD MENU

PLAN	Naar PLAN MENU gaan voor programmeren van plan
METEN	Naar MEET MENU gaan voor uitvoeren van metingen (beschikbaar indien plan gedefinieerd is)
WEERG	Naar WEERGAVE MENU gaan voor weergave van meetresultaten (beschikbaar indien metingen uitgevoerd en opgeslagen zijn)
SET	Naar SYSTEEM SET MENU gaan voor instellen van voorkeurparameters
INFO	Naar SYSTEEM INFO MENU gaan voor systeeminformatie
EINDE	Uitschakelen penetrologger

PLAN MENU

SELECT. PROJECT

MENU	Terugkeren naar HOOFD MENU
↑ PROJ	Vorige project kiezen
↓ PROJ	Volgende project kiezen
↑ PLOT	Vorige plot kiezen
↓ PLOT	Volgende plot kiezen
OK	Dit project en deze plot selecteren en naar SELECT. ITEM menu gaan

PLAN MENU

SELECT. ITEM

MENU	Terugkeren naar SELECT. PROJECT menu
↑	Vorige item kiezen
↓	Volgende item kiezen
DEF.	Project definiëren (beschikbaar tijdens programmeren van nieuw plan)
EDIT	Naar EDIT ITEM menu gaan voor wijzigen van instellingen van het geselecteerde item
OK	Terugkeren naar SELECT. PROJECT menu (slechts beschikbaar bij gedefinieerd project)

PLAN MENU

EDIT ITEM

MENU	Wijzigingen annuleren en terugkeren naar SELECT. ITEM menu
←	Naar vorige positie gaan
→	Naar volgende positie gaan
↑	Veranderen in volgende teken (keuze uit 26 letters, 10 cijfers, "-", of spatie)
↓	Veranderen in vorige teken (keuze uit 26 letters, 10 cijfers, "-", of spatie)
OK	Wijzigingen bevestigen en terugkeren naar SELECT. ITEM menu

MEET MENU

SELECT. PROJECT

MENU	Terugkeren naar HOOFD MENU
↑ PROJ	Vorige project kiezen
↓ PROJ	Volgende project kiezen
OK	Project selecteren en naar MEET MENU gaan

MEET MENU

MENU Terugkeren naar SELECT. PROJECT menu
START Meting starten
STOP Meting beëindigen

WEERGAVE MENU

SELECT. PROJECT

MENU Terugkeren naar HOOFD MENU
↑ PROJ Vorige project kiezen
↓ PROJ Volgende project kiezen
↑ PLOT Vorige plot kiezen
↓ PLOT Volgende plot kiezen
OK Dit project en deze plot kiezen en naar RESULT. GRAFISCH menu gaan

RESULT. GRAFISCH

MENU Terugkeren naar WEERGAVE MENU
NUM. Numeriek bekijken van meetgegevens (gemiddelde waarden van geselecteerde plot)
GRAF. Grafisch bekijken van meetgegevens (gemiddelde waarden van geselecteerde plot)
↑ PLOT Bekijken van meetgegevens van de vorige plot
↓ PLOT Bekijken van meetgegevens van de volgende plot

SYSTEEM SET MENU (1)

MENU Keer terug naar het HOOFD MENU
↑ Kies het volgende item
↓ Kies het vorige item
OK Selecteer het item en ga automatisch naar het SYSTEEM SET MENU (2) of SYSTEEM SET MENU (3)

SYSTEEM SET MENU (2)

MENU Wijzigingen annuleren en terugkeren naar SYSTEEM SET MENU (1)
← Naar vorige positie gaan (slechts beschikbaar indien nodig)
→ Naar volgende positie gaan (slechts beschikbaar indien nodig)
↑ Veranderen in volgende teken (keuze uit 26 letters, 10 cijfers, "-", spatie)
↓ Veranderen in vorige teken (keuze uit 26 letters, 10 cijfers, "-", spatie)
OK Wijzigingen bewaren en terugkeren naar SYSTEEM SET MENU (1)

SYSTEEM SET MENU (3)

JA Opdracht uitvoeren indien gedurende 5 piepsignalen ingedrukt (bij korter indrukken gebeurt er niets)
NEE Opdracht annuleren en terugkeren naar SYSTEEM SET MENU (1)

SYSTEEM INFO MENU

MENU Terugkeren naar HOOFD MENU

Appendix 3 Conversiefactoren

Conversiefactoren krachteenheden:

Newton	*	0,102	=	kgf
kgf	*	9,807	=	Newton

Conversiefactoren drukeenheden:

MPa	*	145,0	=	PSI (Pounds per square inch)
MPa	*	10,0	=	bar
PSI	*	0,006897	=	MPa
PSI	*	0,06897	=	bar
bar	*	0,1	=	MPa
bar	*	14,5	=	PSI

Appendix 4 Conversietabellen

Conversie tussen druk en kracht bij diverse conus-oppervlaktes.

Force Newton	Pressure MPascal	Pressure MPascal	Pressure MPascal	Pressure MPascal	Pressure MPascal	Pressure MPascal	Pressure MPascal	Pressure MPascal
	surf. (mm2)	surf. (mm2)	surf. (mm2)	surf. (mm2)	surf. (mm2)	surf. (mm2)	surf. (mm2)	surf. (mm2)
	100	130	200	323	333	500	750	1000
50	0,50	0,38	0,25	0,15	0,15	0,10	0,07	0,05
100	1,00	0,77	0,50	0,31	0,30	0,20	0,13	0,10
150	1,50	1,15	0,75	0,46	0,45	0,30	0,20	0,15
200	2,00	1,54	1,00	0,62	0,60	0,40	0,27	0,20
250	2,50	1,92	1,25	0,77	0,75	0,50	0,33	0,25
300	3,00	2,31	1,50	0,93	0,90	0,60	0,40	0,30
350	3,50	2,69	1,75	1,08	1,05	0,70	0,47	0,35
400	4,00	3,08	2,00	1,24	1,20	0,80	0,53	0,40
450	4,50	3,46	2,25	1,39	1,35	0,90	0,60	0,45
500	5,00	3,85	2,50	1,55	1,50	1,00	0,67	0,50
550	5,50	4,23	2,75	1,70	1,65	1,10	0,73	0,55
600	6,00	4,62	3,00	1,86	1,80	1,20	0,80	0,60
650	6,50	5,00	3,25	2,01	1,95	1,30	0,87	0,65
700	7,00	5,38	3,50	2,17	2,10	1,40	0,93	0,70
750	7,50	5,77	3,75	2,32	2,25	1,50	1,00	0,75
800	8,00	6,15	4,00	2,48	2,40	1,60	1,07	0,80
850	8,50	6,54	4,25	2,63	2,55	1,70	1,13	0,85
900	9,00	6,92	4,50	2,79	2,70	1,80	1,20	0,90
950	9,50	7,31	4,75	2,94	2,85	1,90	1,27	0,95
1000	10,00	7,69	5,00	3,10	3,00	2,00	1,33	1,00
Force Newton	Pressure PSI	Pressure PSI	Pressure PSI	Pressure PSI	Pressure PSI	Pressure PSI	Pressure PSI	Pressure PSI
	surf. (mm2)	surf. (mm2)	surf. (mm2)	surf. (mm2)	surf. (mm2)	surf. (mm2)	surf. (mm2)	surf. (mm2)
	100	130	200	323	333	500	750	1000
50	72,50	55,77	36,25	22,45	21,77	14,50	9,67	7,25
100	145,00	111,54	72,50	44,89	43,54	29,00	19,33	14,50
150	217,50	167,31	108,75	67,34	65,32	43,50	29,00	21,75
200	290,00	223,08	145,00	89,78	87,09	58,00	38,67	29,00
250	362,50	278,85	181,25	112,23	108,86	72,50	48,33	36,25
300	435,00	334,62	217,50	134,67	130,63	87,00	58,00	43,50
350	507,50	390,38	253,75	157,12	152,40	101,50	67,67	50,75
400	580,00	446,15	290,00	179,57	174,17	116,00	77,33	58,00
450	652,50	501,92	326,25	202,01	195,95	130,50	87,00	65,25
500	725,00	557,69	362,50	224,46	217,72	145,00	96,67	72,50
550	797,50	613,46	398,75	246,90	239,49	159,50	106,33	79,75
600	870,00	669,23	435,00	269,35	261,26	174,00	116,00	87,00
650	942,50	725,00	471,25	291,80	283,03	188,50	125,67	94,25
700	1015,00	780,77	507,50	314,24	304,80	203,00	135,33	101,50
750	1087,50	836,54	543,75	336,69	326,58	217,50	145,00	108,75
800	1160,00	892,31	580,00	359,13	348,35	232,00	154,67	116,00
850	1232,50	948,08	616,25	381,58	370,12	246,50	164,33	123,25
900	1305,00	1003,85	652,50	404,02	391,89	261,00	174,00	130,50
950	1377,50	1059,62	688,75	426,47	413,66	275,50	183,67	137,75
1000	1450,00	1115,38	725,00	448,92	435,44	290,00	193,33	145,00

Niets uit deze uitgave mag worden veelevoudigd en/of openbaar gemaakt door middel van druk, fotokopie, microfilm of op welke andere wijze dan ook zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van de uitgever.

Technische gegevens kunnen zonder voorafgaande kennisgeving worden gewijzigd.

Eijkelkamp Agrisearch Equipment is niet verantwoordelijk/aansprakelijk voor schade/persoonlijk letsel door (verkeerd) gebruik van dit product.

Eijkelkamp Agrisearch Equipment is geïnteresseerd in uw reacties en opmerkingen over de producten en de gebruiksaanwijzingen.

Appendix 5 Bedieningsinstructies bodemvochtsonde 06.15.50

1. Inleiding en omschrijving

De ThetaProbe meet het volumetrisch bodemvochtgehalte, θ_v , aan de hand van de beproefde methode waarbij gereageerd wordt op wijzigingen in de schijnbare diëlektrische constante. Deze wijzigingen worden omgezet in een gelijkspanning die over een breed werkgebied feitelijk evenredig is aan het bodemvochtgehalte.

Het volumetrisch bodemvochtgehalte is de verhouding tussen het volume water dat aanwezig is en het totale volume van het monster. Dit is een dimensieloze parameter die ofwel als een percentage (%vol) ofwel als een ratio ($\text{m}^3 \cdot \text{m}^{-3}$) wordt uitgedrukt. Zo komt $0.0 \text{ m}^3 \cdot \text{m}^{-3}$ overeen met een compleet droge bodem, en wordt zuiver water afgelezen als $1.0 \text{ m}^3 \cdot \text{m}^{-3}$. Er zijn belangrijke verschillen tussen volumetrische en gravimetrische bodemvochtgehaltenes.

2. Bedieningsprincipes

De ThetaProbe bestaat uit een waterdichte behuizing met daarin de elektronica, met aan één kant eraan vast vier aangepunte roestvrijstalen staven die in de bodem worden gestoken.

De sonde genereert een golfsignaal van 100 MHz, dat wordt toegevoerd aan een speciaal ontworpen signaalkabel die door middel van de reeks van vier staven uitmondt in de bodem. De impedantie van deze reeks varieert al naar gelang de impedantie van de bodem, die bestaat uit twee componenten: de schijnbare diëlektrische constante en de ionische geleidbaarheid.

Er is gekozen voor een signaalfrequentie van 100 MHz om het effect van de ionische geleidbaarheid te minimaliseren, zodat de wijzigingen in de impedantie van de signaalkabel bijna uitsluitend van de schijnbare diëlektrische constante van de bodem afhankelijk is. Omdat het diëlektricum van water (~81) zeer veel hoger is dan dat van aarde (doorgaans 3 tot 5) en lucht (1) wordt de diëlektrische constante van aarde voornamelijk bepaald door het watergehalte ervan.

De impedantie van de stavenreeks is van invloed op de weerkaatsing van het 100 MHz-signaal en deze weerkaatsingen vormen in combinatie met het toegevoerde signaal een staande spanningsgolf langs de signaalkabel. De uitvoer van de ThetaProbe is een analoge spanning, die evenredig is aan het verschil in amplitude van deze staande golf bij twee punten, en dit vormt een gevoelige en nauwkeurige maat voor het bodemwatergehalte.

In de in de loop van vele jaren verschenen publicaties van Whalley, White, Knight, Zegelin, Topp en anderen is een bijna lineaire correlatie te zien tussen de vierkantswortel van de diëlektrische constante ($\sqrt{\epsilon}$) en het volumetrisch vochtgehalte (θ_v), en dit gegeven werd voor vele bodemtypes opgetekend.

Elke ThetaProbe wordt tijdens de productie afgeregeld om te zorgen voor een consistente output bij het meten van media waarvan de diëlektrische constante bekend is, zodat ze gemakkelijk onderling kunnen worden gewisseld zonder het systeem opnieuw te moeten kalibreren.

Het outputsignaal bedraagt 0 tot 1V gelijkstroom voor een scala aan diëlektrische constanten (ϵ tussen 1 en 32, overeenkomend met ongeveer $0.5 \text{ m}^3 \cdot \text{m}^{-3}$ volumetrisch bodemvochtgehalte voor minerale bodems).

3. Installatie

De installatie is in wezen heel eenvoudig: druk de sonde gewoon net zo ver in de grond dat de staven geheel bedekt zijn, sluit de voeding aan en noteer de uitlezing van de analoge output. Optioneel zijn er verlengkabels verkrijgbaar voor het monitoren van een grondlaag onder het oppervlak. Maar het is alleszins mogelijk dat u afwijkingen in het monster krijgt van meer dan $0.1 \text{ m}^3 \cdot \text{m}^{-3}$, en dat u in extreme gevallen de sonde beschadigt als u bij de installatie van de ThetaProbe niet de juiste zorg en aandacht besteedt aan de details tijdens het meten van het bodemwatergehalte.

Als u een meting gaat doen, dient u rekening te houden met elk van de volgende factoren:

Luchtzakken

De ThetaProbe is gevoelig voor het watergehalte van het bodemmonster dat zich binnen de reeks van 4 roestvrijstalen staven bevindt, maar deze gevoeligheid is het sterkst bij de centrale staaf en wordt minder naarmate men dichter bij de buitenkant van dit cilindervormig monstervolume komt. De aanwezigheid van luchtzakken rond de staven, vooral rond de centrale staaf, zal de waarde van het gemeten bodemmonstergehalte verminderen. U dient met name zeer voorzichtig te zijn als u, na het verwijderen van de sonde, deze opnieuw op dezelfde plaats in de bodem aanbrengt.

Inbrenghoek

Als de sonde in situ dient te blijven en er voor en na regenval metingen worden gedaan, doet u er goed aan de sonde onder een hoek (van bijvoorbeeld 20°) aan te brengen, zodat water dat langs de kant van de behuizing loopt, afgevoerd wordt van de staven.

Punten van overweging bij het nemen van bodemmonsters

Het bodemwatergehalte dat door een ThetaProbe wordt gemeten op één kleine locatie kan worden beïnvloed door:

- verschillen in dichtheid en samenstelling van de bodem;
- stenen in de nabijheid van de staven;
- wortels (in de nabijheid van of doorboord door de staven);
- gaten gemaakt door aardwormen (of zelfs gaten van mollen!)
- ondergrondse drainage
- kleine verschillen in uitwasemings- en verdampingsverliezen.

Het is belangrijk dat men rekening houdt met de mate van veranderlijkheid van deze verschillende parameters bij het vaststellen van het aantal sondes dat men op een bepaalde locatie moet gebruiken. Als men weet dat de bodem zeer heterogeen is, dienen er ten minste op drie dicht bij elkaar liggende locaties metingen te worden gedaan.

4. Zorg en onderhoud

De ThetaProbe wordt na kalibratie afgedicht, vergt geen onderhoud en wordt gemaakt van materialen die zijn geselecteerd voor zwaar gebruik in het veld. Maar let goed op de volgende 3 punten:

1. **Verwijder de kruiskopschroeven waarmee de behuizing wordt afgedicht niet.** Daarmee beschadigt u namelijk de afdichting en vervalt de garantie. De gebruiker mag geen inwendige onderhouds- of reparatiewerkzaamheden verrichten.
2. **Trek de ThetaProbe niet uit de grond door aan de kabel te trekken.** Als de meetstaven tijdens het gebruik verbogen raken, kunnen ze zorgvuldig uit het lichaam worden losgeschroefd en recht worden gebogen. Ze hebben een rechtshandige schroefdraad.
3. **Probeer niet de meetstaven recht te buigen als deze nog vastzitten aan het lichaam van de sonde.** Daardoor kunnen de staven breken of kan de afdichting van de behuizing beschadigd raken.

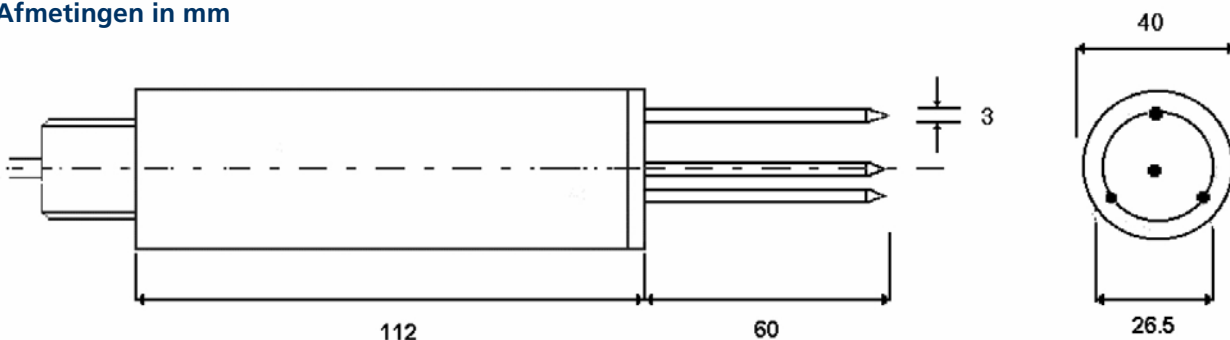
Zelfs als de staven maar licht worden verbogen (> 1 mm t.o.v. de parallelle positie), zal dat weliswaar niet genoeg zijn om de inherente nauwkeurigheid van de ThetaProbe te beïnvloeden, maar neemt wel de kans op luchtzakken rond de staven toe bij het insteken. Dit dient dus te worden vermeden. Zo nodig zijn er reservestaven verkrijgbaar (type ML-RODS). Zorg dat de staven volledig worden vastgedraaid als u ze opnieuw aanbrengt, maar gebruik daarbij geen excessief geweld omdat dit beschadiging aan de afdichting van het sondelichaam zal veroorzaken. Het verdient aanbeveling om in stenige bodems of andere harde materialen gaten voor te bereiden op het aanbrengen van de meetstaven van de ThetaProbe.

5. Elektromagnetische Compatibiliteit (EMC)

Een ThetaProbe is zo afgeregeld dat deze voldoet aan de EMC-richtlijn 89/336/EEG van de Europese Unie en aan de desbetreffende standaarden, vooropgesteld dat de staven voor het meten van de vochtigheid en het sondelichaam volledig in de bodem of in het andere materiaal dat wordt gemeten worden aangebracht. De kabel waarmee de ThetaProbe op het bijbehorende instrumentarium wordt aangesloten, dient eveneens over het bodemoppervlak te worden geleid. Als de sonde niet op deze wijze wordt geïnstalleerd, kan men enige storing verwachten op radioapparatuur in de buurt. Deze storing kan onder de meeste omstandigheden worden verholpen door de apparatuur verder van de ThetaProbe te plaatsen (doorgaans 1-2 meter). ThetaProbes die dicht bij elkaar zijn aangebracht zullen bij het functioneren geen last hebben van storingen.

6. Mechanische en elektrische specificaties

Afmetingen in mm



Technische specificaties		
Type nr.	ML3	
Meetparameters	Volumetrisch bodemvochtgehalte, θ_V ($m^3.m^{-3}$ or %vol.)	
Bereik	Nauwkeurigheidscijfers gelden voor 0.05 tot 0.6 $m^3.m^{-3}$ Het volledig bereik is van 0.0 tot 1.0 $m^3.m^{-3}$	
Nauwkeurigheid	$\pm 0.01 m^3.m^{-3}$, 0 tot 40°C $\pm 0.02 m^3.m^{-3}$, 40 tot 70°C	na kalibratie op een specifiek bodemtype
afhankelijk van afwijkingen in bodemzoutgehalte, zie hieronder	$\pm 0.05 m^3.m^{-3}$, 0 tot 70°C	met behulp van de bijgeleverde bodemkalibratie, in alle 'normale' bodems
Afwijkingen in bodemzoutgehalte	0.0 tot 250 $mS.m^{-1}$, < -0.0001 $m^3.m^{-3}$ verandering per $mS.m^{-1}$ 250 tot 2000 $mS.m^{-1}$, geen significante verandering	
Bodemmonstervolume	>95% invloed binnen een cilinder van 4.0 cm diam., 6 cm lang, (circa 75 cm^3), rondom centrale staaf	
Milieu	Weerstaat ingraving/onderdompeling in een breed scala aan bodemtypen of water gedurende lange tijd zonder defect te raken of te roesten (IP68 tot 5 m)	
Stabilisatietijd	1 tot 5 sec. vanaf het opstarten, afhankelijk van de vereiste nauwkeurigheid	
Responstijd	Minder dan 0.5 sec. tot 99% van de wijziging	
Belastingscyclus	100 % (continubedrijf mogelijk)	
Interface	Inputvereisten 5-15 V gelijkstroom ongeregeld Stroomverbruik 19 mA doorsnee, 23 mA max. Outputsignaal circa 0-1 V gelijkstroom voor 0-0.5 $m^3.m^{-3}$	
Materiaal behuizing	PVC	
Materiaal staven	Roestvrij staal	
Kabellengte	Standaard: 5 m. Maximum lengte: 100 m	
Gewicht	circa 350 gr. met 5 m kabel	

Voor uitgebreidere informatie over de Thetaprobe zie: [M1.14.26.07.02.E](#)

This corresponds to EN ISO/IEC 17050-1

We / Nous / Wir

Eijkelkamp Agrisearch Equipment, 6987 EM Giesbeek

declare under our sole responsibility that the product
déclarons sous notre seule responsabilité que le produit
erklären in alleiniger Verantwortung, dass das Produkt

06.15.31 Penetrologger

to which this declaration relates is in conformity with the following standards
auquel se réfère cette déclaration est conforme aux normes
auf das sich diese Erklärung bezieht, mit den folgenden Normen übereinstimmt

EMC directive 89/336/EEG:

Generic standard EN50081-1: emission tests, light industrial.

Generic standard EN50082-1: immunity tests, light industrial.

Eijkelkamp Agrisearch Equipment,
November, 2014



E. van den Bogaard
Quality Manager