


# Geotechnisch rapport

betreffende

de nieuwbouw van een stal  
aan de Dalweg 8  
te Stadskanaal

Opdrachtnummer : 110886  
Datum rapport : 31 maart 2016  
Opdrachtgever : maatschap Poelman  
Dalweg 12  
9501 LD Stadskanaal

Versie:	Datum:	Omschrijving:	Paraaf:
1	31-03-2016	definitief	
2			
3			

Referentie : 110886

Project : Stal aan de Dalweg 12 te Stadskanaal



## Inhoudsopgave

1	Inleiding .....	1
2	Grondonderzoek .....	1
2.1	Algemeen .....	1
2.2	Normen en richtlijnen .....	1
2.3	Classificatie middels wrijvingsgetal .....	2
3	Bouwplan .....	3
4	Bodemopbouw .....	3
5	Funderingsadvies .....	4
5.1	Algemeen .....	4
5.2	Fundering .....	4
5.3	Zettingen en beddingsconstante .....	7
6	Uitvoering .....	8
6.1	Grondverbetering .....	8
6.2	Bemaling .....	8
6.3	Bouwput .....	9
7	Slotopmerkingen .....	10

## Bijlagen:

Situatieschets	1
Sonderingen	2
Handboring	3
Richtlijnen grondverbetering	4

Referentie : 110886

Project : Stal aan de Dalweg 12 te Stadskanaal



## 1 Inleiding

In opdracht van en conform de richtlijnen hiertoe gegeven door de heer G. Poelman van Maatschap Poelman gevestigd te Stadskanaal heeft Atar Geotechniek een funderingsadvies opgesteld ten behoeve van de nieuwbouw van een stal aan de Dalweg te Stadskanaal.

Navolgend worden in dit rapport de resultaten van het opgestelde funderingsadvies weergegeven alsmede de resultaten van het uitgevoerde grondonderzoek.

## 2 Grondonderzoek

### 2.1 Algemeen

Het grondonderzoek is uitgevoerd op 23 maart 2016 en heeft bestaan uit het verrichten van 8 sonderingen tot een diepte van maximaal circa 12 m minus maaiveld. De bijbehorende sondeergrafieken zijn gepresenteerd in bijlage 2. Bij sondering 1 en 5 is behalve de conusweerstand tevens de plaatselijke mantelwrijving gemeten. De diepte op de sondeergrafieken is gegeven in meters ten opzichte van een nabij gelegen referentieniveau (Ref. = 0), als referentieniveau is in dit geval de vloerpeil van de naastgelegen stal aangehouden.

Tevens is ten behoeve van een nauwkeurige classificatie van de bovenlagen en de bepaling van de actuele grondwaterstand een handboring uitgevoerd tot een diepte van maximaal circa 2 meter minus maaiveld. De resultaten hiervan zijn weergegeven op de boorstaat in bijlage 3.

In bijlage 1 is een overzichtstekening opgenomen van de locaties van het veldwerk.

### 2.2 Normen en richtlijnen

De bij de veldwerkzaamheden gebruikte conus is de "elektrische kleefmantelconus", waarmee de conusweerstand, de plaatselijke wrijvingsweerstand en de helling gelijktijdig worden gemeten. Sinds februari 2013 is de nieuwe norm NEN-EN-ISO 22476-1:2012/C1:2013 *Geotechnisch onderzoek en beproeving - Veldproeven - Deel 1: Elektrische sondering met en zonder waterspanningsmeting* van toepassing als vervanging van NEN 5140, die is teruggetrokken. In NEN 9997-1 wordt echter nog wel verwezen naar NEN 5140. Het geotechnische grondonderzoek is uitgevoerd conform de volgende normen en richtlijnen.

Referentie : 110886

Project : Stal aan de Dalweg 12 te Stadskanaal



Tabel 1: normen en richtlijnen

Kenmerk	Titel	Jaar
NEN 5104	Geotechniek – Classificatie van onverharde grondmonsters	1989
NEN 9997-1	Geotechniek – Geotechnisch ontwerp van constructies	2011
NEN 22476-1	Geotechniek – Geotechnisch onderzoek en beproeving - veldproeven	2012

### 2.3 Classificatie middels wrijvingsgetal

De conusweerstand geeft informatie met betrekking tot de pakking van de aanwezige grondsoorten. Het quotiënt van de mantelwrijving en conusweerstand is het wrijvingsgetal. Dit wrijvingsgetal geeft, in combinatie met de conusweerstand, een indicatie voor de betreffende grondsoort. In tabel 2 op de volgende bladzijde is een overzicht gegeven van veel voorkomende relaties tussen grondsoort en wrijvingsgetal.

Tabel 2: indicatieve classificatie (onder de grondwaterstand)

Grondsoort	Conusweerstand [MPa]	Wrijvingsgetal in [ % ]
grind	> 10	0,2 - 0,5
grof zand	> 10	0,4 - 0,6
zand	> 5	0,6 - 1,0
zand, siltig	> 4	0,8 - 1,4
zand, kleiig	> 2	1,0 - 2,0
leem	1 - 3	2,0 - 4,0
klei, vast	0 - 8	2,0 - 4,0
klei, matig	0 - 4	3,0 - 5,0
klei, slap	0 - 2	4,0 - 6,0
potklei	2 - 5	5,0 - 7,0
venige klei	0 - 6	5,0 - 8,0
veen	0 - 4	5,0 - 10,0

In geroerde grond en in grond boven de grondwaterspiegel kunnen grote afwijkingen ten opzichte van de genoemde waarden voorkomen en gelden deze waarden niet.

Referentie : 110886

Project : Stal aan de Dalweg 12 te Stadskanaal



### 3 Bouwplan

Geprojecteerd staat de nieuwbouw van een stal aan de Dalweg 12 te Stadskanaal.

De geprojecteerde nieuwbouw, met een vloeroppervlakte van ongeveer 70 x 30 m<sup>2</sup>, wordt opgebouwd met behulp van voornamelijk stalen constructie-elementen en betonnen vloeren. De stal wordt geheel onderkeldert waarbij het aanlegniveau op ongeveer 2 m beneden het referentieniveau komt te liggen.

Uitgangspunt bij de advieswerkzaamheden is dat het terrein ter plaatse van de nieuwbouw niet noemenswaardig zal worden opgehoogd of afgegraven.

Omtrent de historie van de bouwlocatie zijn ons geen gegevens bekend. Als er om enigerlei reden aanleiding is te veronderstellen dat er sprake kan zijn van bijvoorbeeld geroerde grond, obstakels, verontreinigingen enz., dan dient te worden nagegaan in hoeverre dit mogelijk een knelpunt is voor het ontwerp en/of de uitvoering van het werk.

### 4 Bodemopbouw

De maaiveldhoogte ter plaatse van de uitgevoerde sonderingen lag tijdens de uitvoering van het grondonderzoek op een niveau variërend van 0,64 m- t/m 0,95 m- Ref. Als referentieniveau is in dit geval het vloerpeil van de naastgelegen stal aangehouden, zie bijlage 1.

Het uitgevoerde grondonderzoek laat direct onder het maaiveld matig vaste zanden zien afgewisseld met een lokale veenlaag. Vervolgens worden vanaf ongeveer 1,5 m- Ref. vaste tot zeer vaste zanden aangetroffen welke doorlopen tot aan het maximaal verkende niveau van de sonderingen op ongeveer 13 m- Ref. De in de zanden geregistreerde conusweerstand loopt op tot waarden van meer dan 25 MPa.

Tijdens de uitvoering van het veldwerk op 23 maart 2016 is in het boorgat van de handboring een grondwaterspiegel aangetroffen op een niveau van circa 1,4 meter minus maaiveld. Deze waarneming is eenmalig en zegt derhalve niets over het verloop van de grondwaterstand over een langere periode. De grondwaterstand kan fluctuaties vertonen, afhankelijk van aspecten zoals het neerslagoverschot, de bodemopbouw en de afstand tot open water.

Referentie : 110886

Project : Stal aan de Dalweg 12 te Stadskanaal



## 5 Funderingsadvies

### 5.1 Algemeen

Gezien de aangetroffen bodemopbouw kan de geprojecteerde nieuwbouw op staal worden aangelegd. De stal kan direct op de keldervloer worden aangelegd in de zeer vaste en draagkrachtige zanden welke zijn aangetroffen vanaf een niveau van 1,5 m- Ref.

Het funderingsadvies is opgesteld conform de geotechnische norm NEN-EN 9997-1 (Eurocode 7). Daarnaast zijn de volgende uitgangspunten gehanteerd:

- De nieuwbouw is ingedeeld in de geotechnische categorie 2;
- Het aanlegniveau van de kelderbak is aangenomen op een niveau van 2 m- Ref.;
- Er is uitgegaan van een horizontaal maaiveld, alsmede van verticaal en centrisch aangrijpende belastingen;
- Er is een oorspronkelijke, op natuurlijke wijze gesedimenteerde bodemopbouw aanwezig;
- Het grondonderzoek heeft geen informatie betreffende de hoogste te verwachten grondwaterstand opgeleverd, het voorliggende funderingsadvies is gebaseerd op een hoogste grondwaterstand gelijk aan een niveau van 1 m- Ref.;
- Het constructief ontwerp van de funderingselementen wordt door de constructeur verzorgd.

Geadviseerd wordt om de bovenstaande uitgangspunten te controleren, alvorens de adviesresultaten in het ontwerp toe te passen.

### 5.2 Fundering

Ten behoeve van de fundering van de constructies dienen in elk geval de (eventueel) geroerde en minder draagkrachtige lagen direct onder het maaiveld te worden verwijderd tot op het schone en ongestoorde bodemprofiel.

Per sondeerpunt is op basis van de geregistreeerde conusweerstand het minimaal vereiste ontgravingsniveau bepaald en in tabel 3 op de volgende bladzijde aangegeven. Opgemerkt moet worden dat de exacte overgang tussen de ter plaatse van de sonderingen aangegeven ontgravingsniveaus alleen ten tijde van de veldwerkzaamheden in de uitvoering kan worden vastgesteld.

Referentie : 110886  
Project : Stal aan de Dalweg 12 te Stadskanaal



Tabel 3: ontgravingsniveaus

Sondering	Maaiveldniveau [m t.o.v. Ref.]	Ontgravingsniveau [m t.o.v. Ref.]
1	- 0,82	- 1,5
2	- 0,76	- 1,6
3	- 0,64	- 1,5
4	- 0,74	- 1,5
5	- 0,74	- 1,6
6	- 0,73	- 1,4
7	- 0,88	- 1,6
8	- 0,95	- 1,9

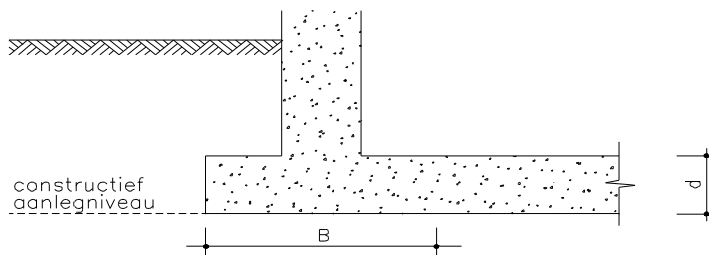
Indien plaatselijk op de in de bovenstaande tabel aangegeven ontgravingsniveaus nog minder draagkrachtige lagen worden vastgesteld, zoals bijvoorbeeld ter plaatse van oude sloten of anderszins geroerde en/of verstoorde lagen, dient daar dieper te worden ontgraven tot het redelijk schone en ongeroerde bodemprofiel wordt gevonden.

Daar waar het (aangenomen) aanlegniveau hoger ligt dan het in bovenstaande tabel vermelde minimale ontgravingsniveau, dient de tussenliggende zone te worden opgevuld door middel van het aanbrengen van een grondverbetering. Het ontgravingsniveau dient voor het aanbrengen van de grondverbetering met een lichte trilplaat in meerdere gangen te worden afgetrild en verdicht. Voor het aanbrengen van een grondverbetering en het uitvoeren van een (na)verdichting wordt verwezen naar de richtlijnen zoals weergegeven in paragraaf 6.1 en bijlage 4.

Referentie : 110886

Project : Stal aan de Dalweg 12 te Stadskanaal

Voor de berekening van de rekenwaarden van de draagkracht onder de betonnen vloer van de kelderbak zijn denkbeeldige stroken beschouwd. De meewerkende breedte is het gedeelte van de vloer die belast wordt en deze komt in de praktijk overeen met circa 5 maal de dikte van de vloer. Bij de berekening is een "gronddekking" naast de denkbeeldige strook aangehouden bestaande uit de daar aanwezige betonplaat, zie de onderstaande figuur:



*Figuur 1: Principe fundering op een plaatfundering*

Behalve door het eigen gewicht, levert de betonvloer ook weerstand door buiging. In de berekeningen is voor de dekking veiligheidshalve echter alleen het effectieve gewicht van de betonvloer in rekening gebracht. In de onderstaande tabel zijn de resultaten van de berekeningen samengevat uitgaande van de maatgevende sondering 2:

*Tabel 4: Rekenwaarde draagkracht plaatfundering (grenstoestand 1A)*

Meewerkende (strook)breedte B [m]	Rekenwaarde maximale draagkracht $F_{r,v;d}$ in [kN/m <sup>1</sup> ]		
	'dekking' $d_{\text{beton}} = 0,10$ [m]	'dekking' $d_{\text{beton}} = 0,20$ [m]	'dekking' $d_{\text{beton}} = 0,30$ [m]
0,50	34	104	140
1,00	101	138	175
1,50	134	172	210



Referentie : 110886

Project : Stal aan de Dalweg 12 te Stadskanaal



### 5.3 Zettingen en beddingsconstante

De zettingsprognose is gebaseerd op de vereenvoudigde en gecombineerde zettingsformule van Terzaghi-Buisman-Koppejan. Bij de hiervoor beschreven wijze van funderen verwachten wij voor het hoofdgebouw eindzettingen in een orde grootte van circa 5 à 10 mm (uitvoeringszettingen uitgezonderd).

Voor de dimensionering van de betonnen funderingsplaat is de beddingconstante bepaald op 20 MN/m<sup>3</sup>. Deze waarde is bedoeld voor berekeningen in grenstoestand 2 (BGT).

Voor de uiterste grenstoestand type 1B en bruikbaarheidsgrenstoestand 2 zijn in de norm eisen gesteld aan de maximaal toegestane vervormingen. In de regel zal de bruikbaarheidsgrenstoestand 2 bepalend zijn.

Referentie : 110886

Project : Stal aan de Dalweg 12 te Stadskanaal



## 6 Uitvoering

### 6.1 Grondverbetering

Daar waar het ontgravingsniveau (plaatselijk) beneden het aanlegniveau van de plaatfundering ligt zal vanaf het ontgravingsvlak tot aan de onderzijde van de vloer een grondverbetering aangebracht moeten worden. Deze grondverbetering zal moeten worden uitgevoerd met goed gegradeerd zand met een vochtpercentage van circa 10%, aan te leggen in lagen van maximaal 0,3 m dikte.

Elke laag, alsmede het ontgravingsvlak, dient in minimaal vier kruislingse gangen optimaal te worden verdicht met behulp van een trilplaat met een gewicht van circa 300 à 400 kg. De grondwaterstand dient zich tijdens de graaf- en verdichtingswerkzaamheden tenminste op 0,5 m beneden het ontgravingsniveau te bevinden.

Voor een uitgebreid overzicht van de uitvoeringsrichtlijnen voor een grondverbetering wordt verwezen naar bijlage 4.

### 6.2 Bemaling

Afhankelijk van actuele grondwaterstand tijdens de funderingswerkzaamheden is de aanleg van een bemalingssysteem wellicht noodzakelijk. Indien de (schijn)grondwaterspiegel tijdens de uitvoering van de graafwerkzaamheden en het aanbrengen van de eventuele grondverbetering tot boven een niveau van 0,5 m onder het ontgravingsvlak stijgt, dan moet, om de put tijdens de funderingswerkzaamheden voldoende droog te kunnen houden, een drainage- of bemalingssysteem worden aangelegd.

Een dergelijk systeem kan bijvoorbeeld bestaan uit een stelsel van PVC-ribbelbuizen met cocosvezelomhulling. Deze buizen moeten worden aangelegd in, met grof zand gevulde sleuven, op een niveau van tenminste 0,7 m- ontgravingsniveau. De drain dient tijdens de funderingswerkzaamheden te worden ontwaterd met behulp van een zuig-/perspomp.

Referentie : 110886

Project : Stal aan de Dalweg 12 te Stadskanaal



### **6.3 Bouwput**

In het algemeen dient te worden opgemerkt dat tijdens de graafwerkzaamheden onder geen beding onder het aanlegniveau van de bestaande stroken-, poer- of plaatfundering mag worden uitgegraven. Wordt door dergelijke werkzaamheden het invloedsgebied van de bestaande fundering verstoord dan ontstaat direct gevaar op afname van de draagkracht van de bestaande fundering, met alle gevolgen van verzakkingen en scheurvorming van dien.

Onder bepaalde omstandigheden is het eventueel mogelijk enigszins af te wijken van het voorgaande. De definitieve vaststelling van een en ander kan slechts ten tijde van de uitvoering, in nauw overleg met de uitvoerende, de constructeur en ons bureau worden aangegeven, en is afhankelijk van onder andere de periode van uitvoering (weersgesteldheid), het effect van de bemalingsinstallatie (voldoende ontwatering), nauwkeurigheid van uitvoering enz.

Referentie : 110886

Project : Stal aan de Dalweg 12 te Stadskanaal



## 7 Slotopmerkingen

Met behulp van het voorliggende funderingsadvies kan de toe te passen fundering worden gedimensioneerd. Mocht naar aanleiding van de definitieve gewichtsberekening nog een aanscherping gewenst zijn dan verzoeken wij u ons dat te laten weten.

De inmeet- en waterpasresultaten vermeld in deze rapportage zijn alleen bedoeld om de bodemopbouw qua diepte met elkaar te kunnen vergelijken. De hoogtemetingen zijn niet geschikt en niet bedoeld om als basis voor de realisatie van het bouwproject of anderszins gebruikt te worden.

Milieukundige aspecten, met name de consequenties van eventueel te verplaatsen of af te voeren grond zijn buiten beschouwing gelaten in dit rapport.

Indien in de loop van het project veranderingen optreden in het beschreven bouwplan of in de in dit advies gehanteerde uitgangspunten, verzoeken wij u contact met ons bureau op te nemen, zodat wij ons op een eventuele hernieuwde stellingname kunnen beraden.

In het geval van vragen of opmerkingen verzoeken wij u contact op te nemen met de opsteller van dit rapport A.T. van Dijk via telefoon (06 12 15 91 85) of email ([info@atar.nl](mailto:info@atar.nl)).

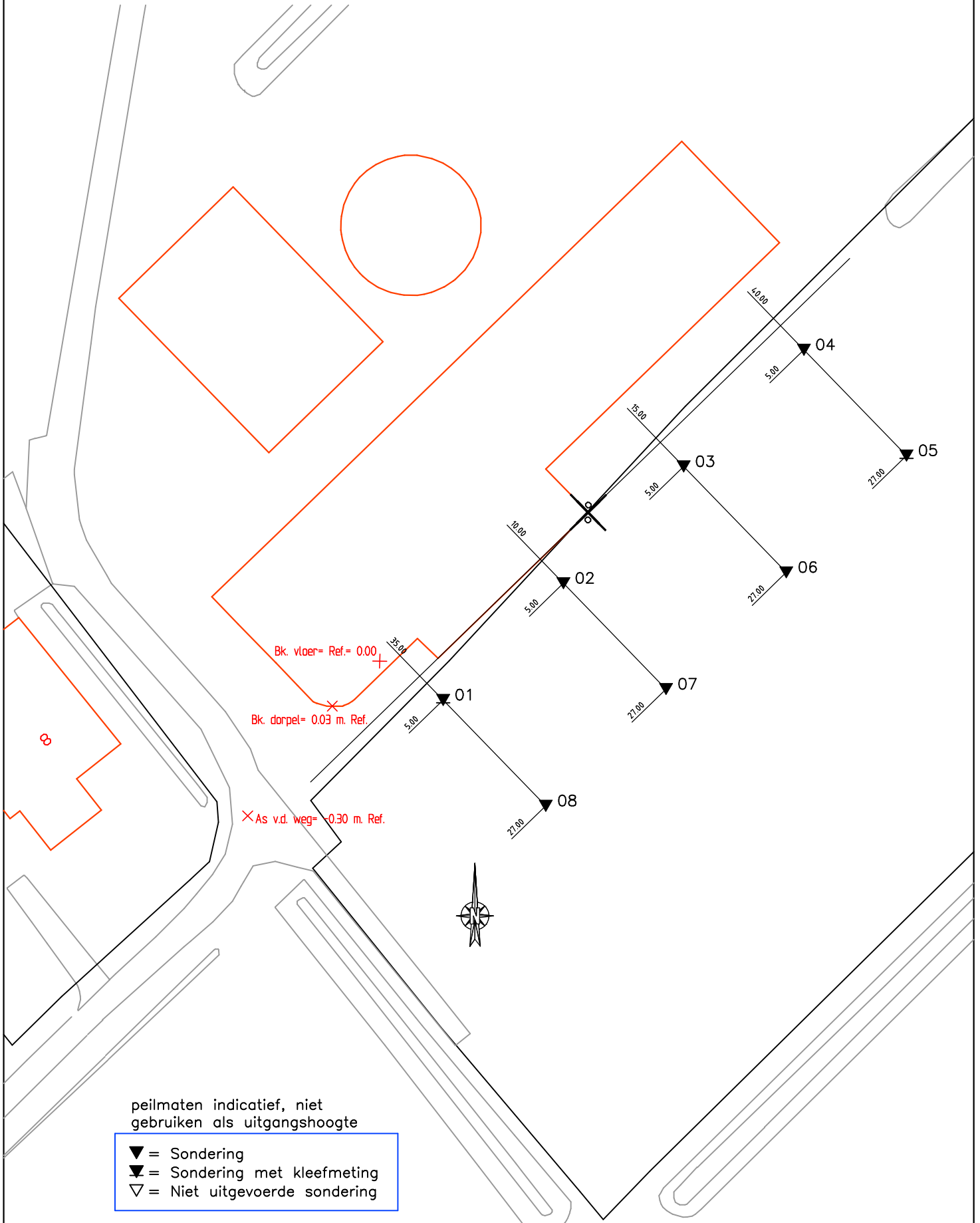
Referentie : 110886

Project : Stal aan de Dalweg 12 te Stadskanaal



## **Bijlage I, situatietekening**

# BIJLAGE 1 ONDERZOEKSLOCATIE



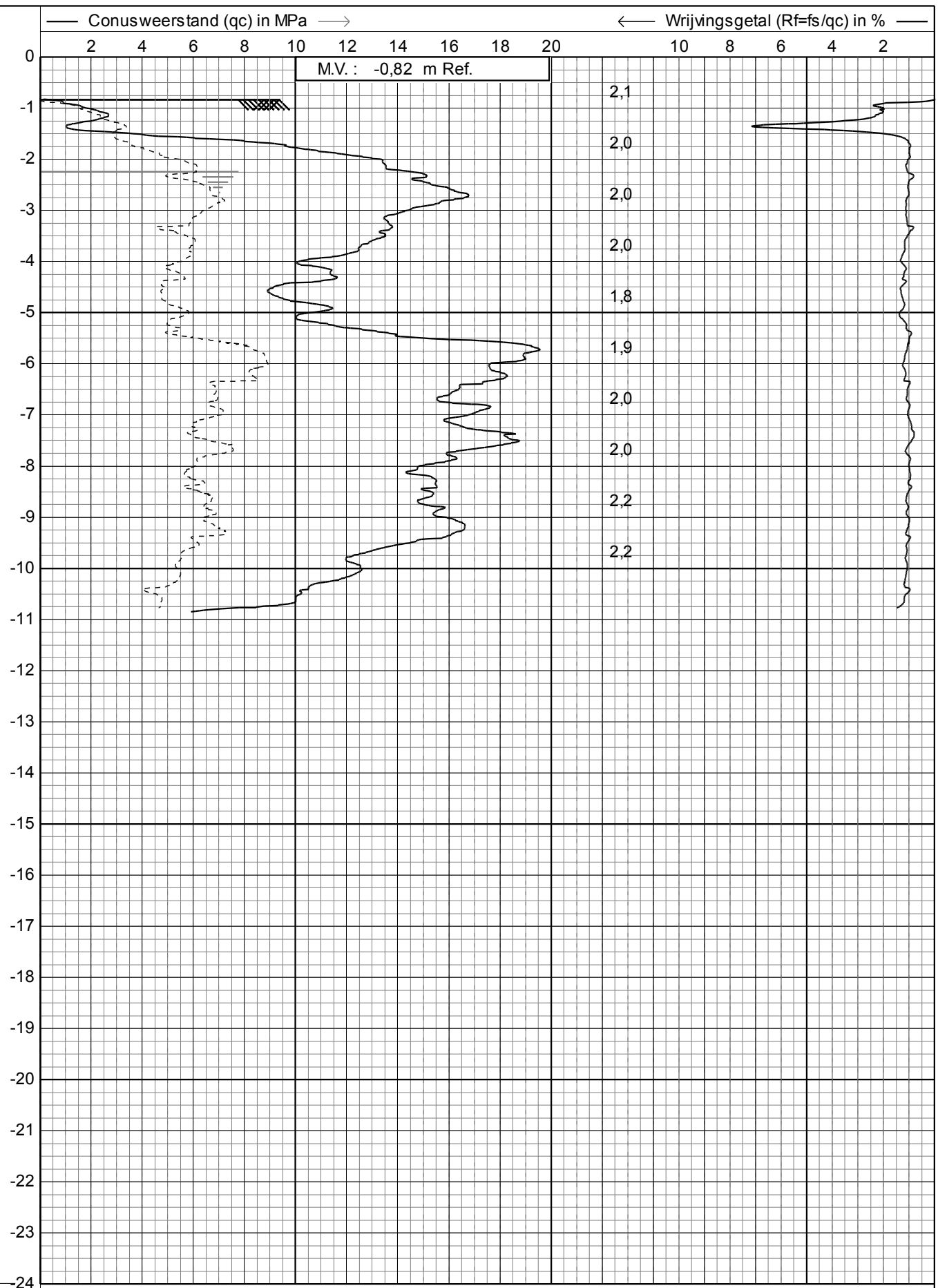
Referentie : 110886

Project : Stal aan de Dalweg 12 te Stadskanaal



## Bijlage II, sonderingen

← Diepte in m ten opzichte van referentieniveau (Ref.) gecorrigeerd voor hellingsafwijking



← 225 cm<sup>2</sup> / 15 cm<sup>2</sup>      0,10    0,20    0,30    0,40    0,50       Helling (l) in graden

--- Wrijvingsweerstand (fs) in MPa —>



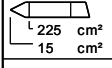
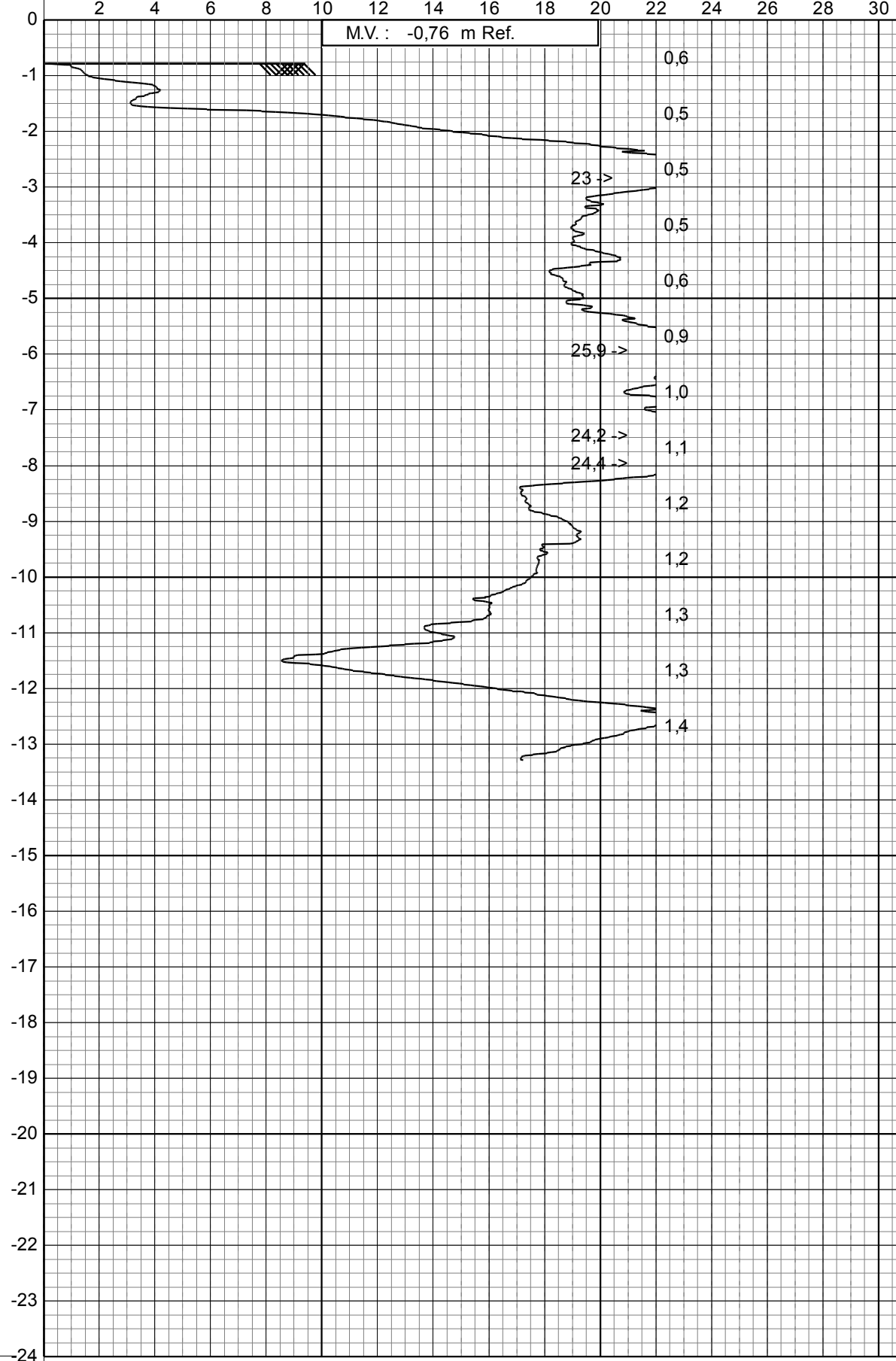
Sondering volgens NEN 5140, cilindrisch elektrisch  
 Project : **DALWEG 8**  
 Locatie : **STADSKANAAL**

Datum : **22-3-2016**  
 Conusnr. : **S15CFIL.S09002**  
 Projectnr. : **16-B3652**  
 Sondeernr.: **01**      1/1



← Diepte in m ten opzichte van referentieniveau (Ref.) gecorrigeerd voor hellingsafwijking

— Conusweerstand (qc) in MPa —>



Helling (I) in graden

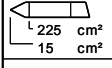
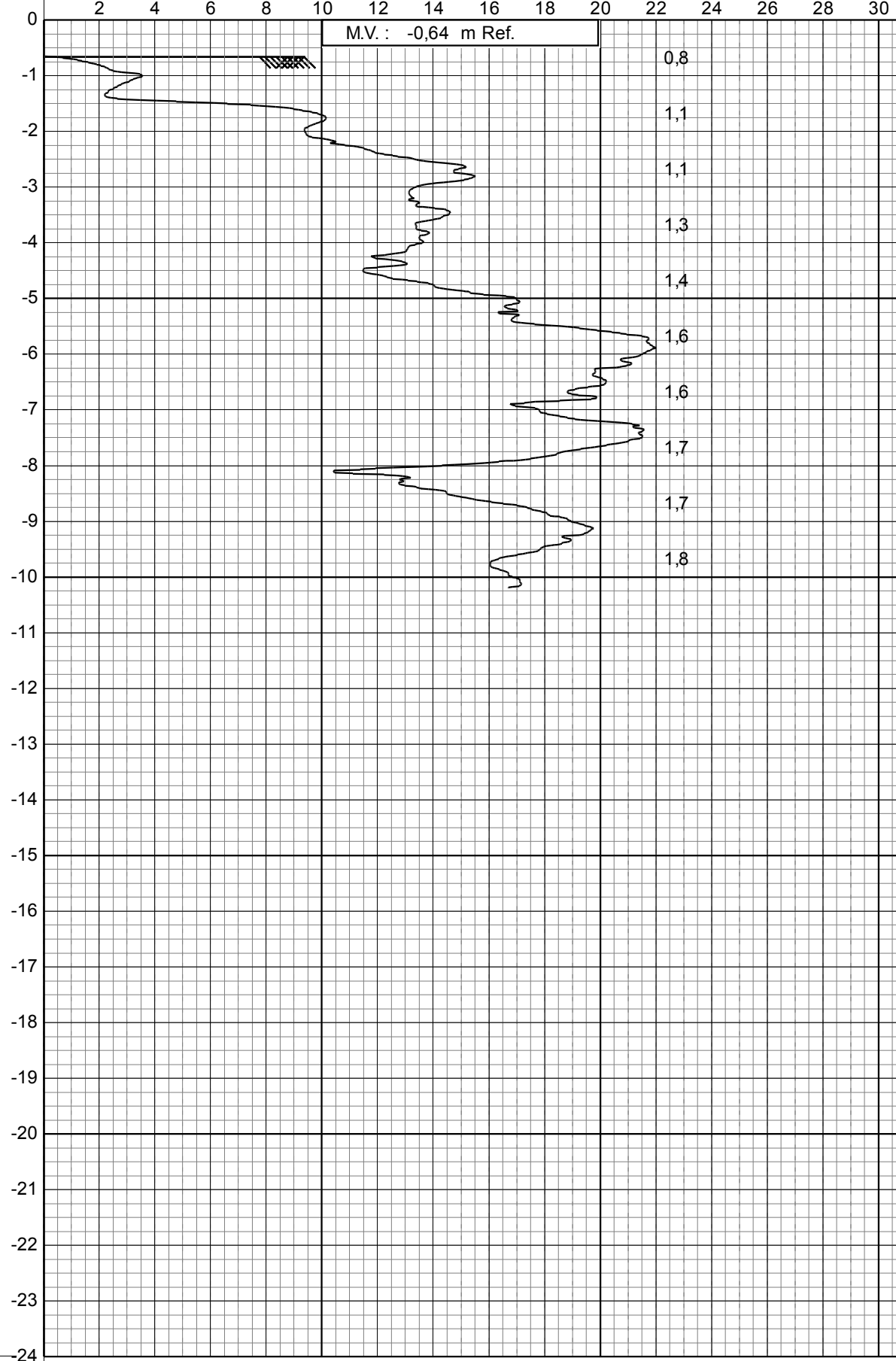


Sondering volgens NEN 5140, cilindrisch elektrisch  
 Project : **DALWEG 8**  
 Locatie : **STADSKANAAL**

Datum : **22-3-2016**  
 Conusnr. : **S15CFIL.S09002**  
 Projectnr. : **16-B3652**  
 Sondeernr.: **02** 1/1

← Diepte in m ten opzichte van referentieniveau (Ref.) gecorrigeerd voor hellingsafwijking

— Conusweerstand (qc) in MPa —→



Helling (l) in graden

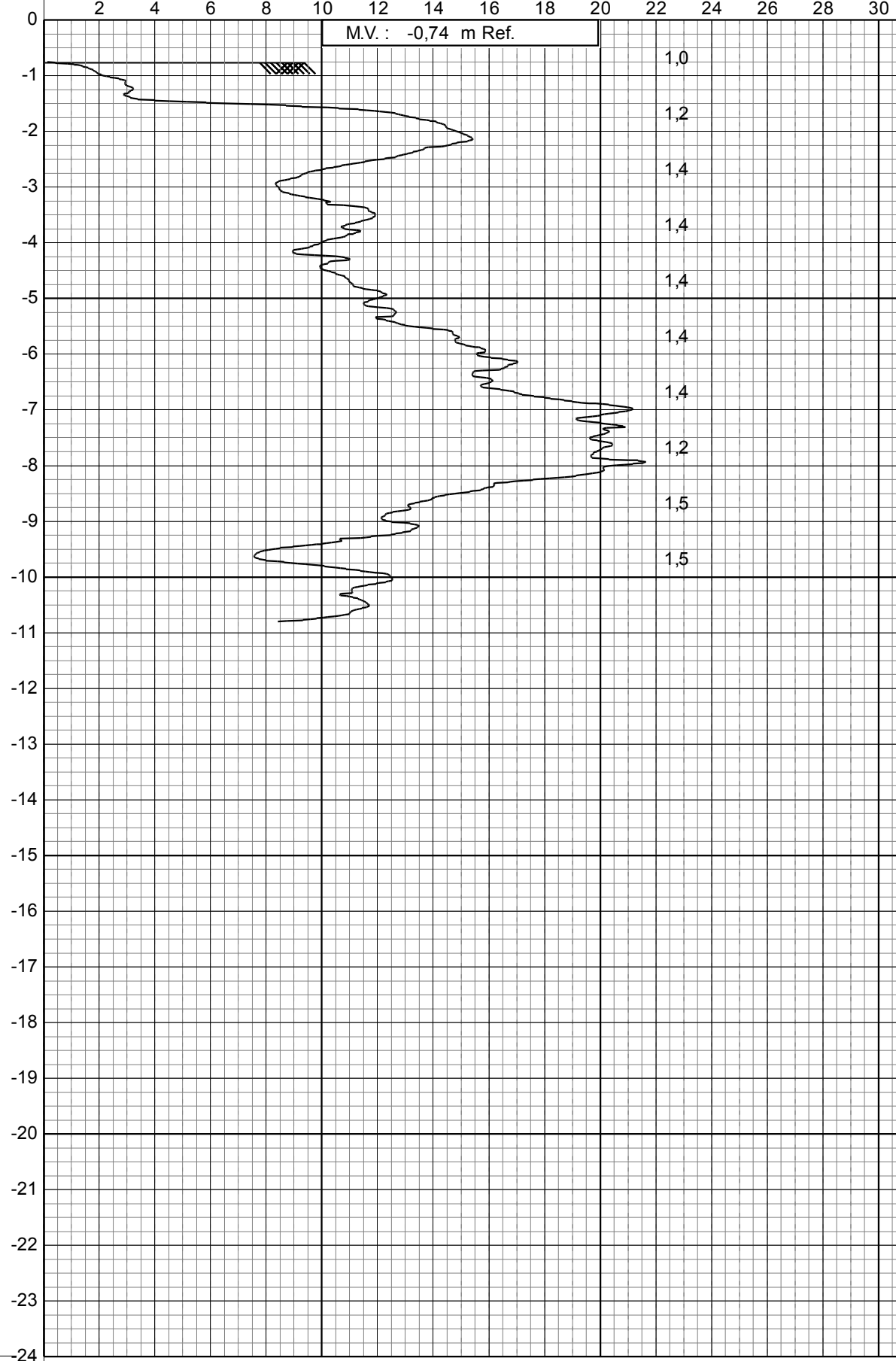


Sondering volgens NEN 5140, cilindrisch elektrisch  
 Project : **DALWEG 8**  
 Locatie : **STADSKANAAL**

Datum : **22-3-2016**  
 Conusnr. : **S15CFIL.S09002**  
 Projectnr. : **16-B3652**  
 Sondeernr.: **03**

← Diepte in m ten opzichte van referentieniveau (Ref.) gecorrigeerd voor hellingsafwijking

— Conusweerstand (qc) in MPa —→



225 cm<sup>2</sup>  
 15 cm<sup>2</sup>

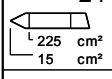
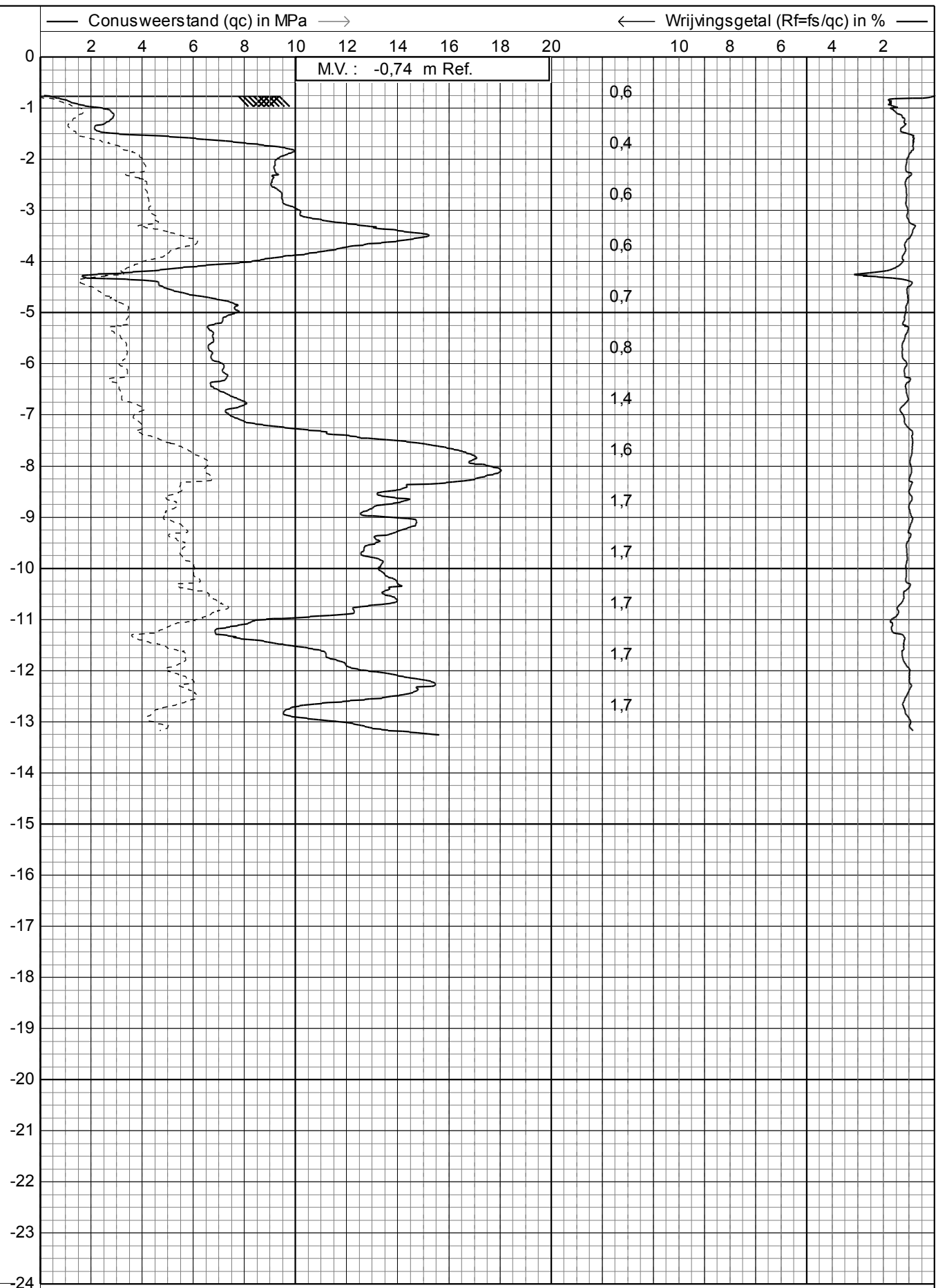
Helling (l) in graden



Sondering volgens NEN 5140, cilindrisch elektrisch  
 Project : **DALWEG 8**  
 Locatie : **STADSKANAAL**

Datum : **22-3-2016**  
 Conusnr. : **S15CFIL.S09002**  
 Projectnr. : **16-B3652**  
 Sondeernr.: **04** 1/1

← Diepte in m ten opzichte van referentieniveau (Ref.) gecorrigeerd voor hellingsafwijking



0,10 0,20 0,30 0,40 0,50

--- Wrijvingsweerstand (fs) in MPa → ☒ Helling (I) in graden



Sondering volgens NEN 5140, cilindrisch elektrisch

Project : **DALWEG 8**

Locatie : **STADSKANAAL**

Datum : **22-3-2016**

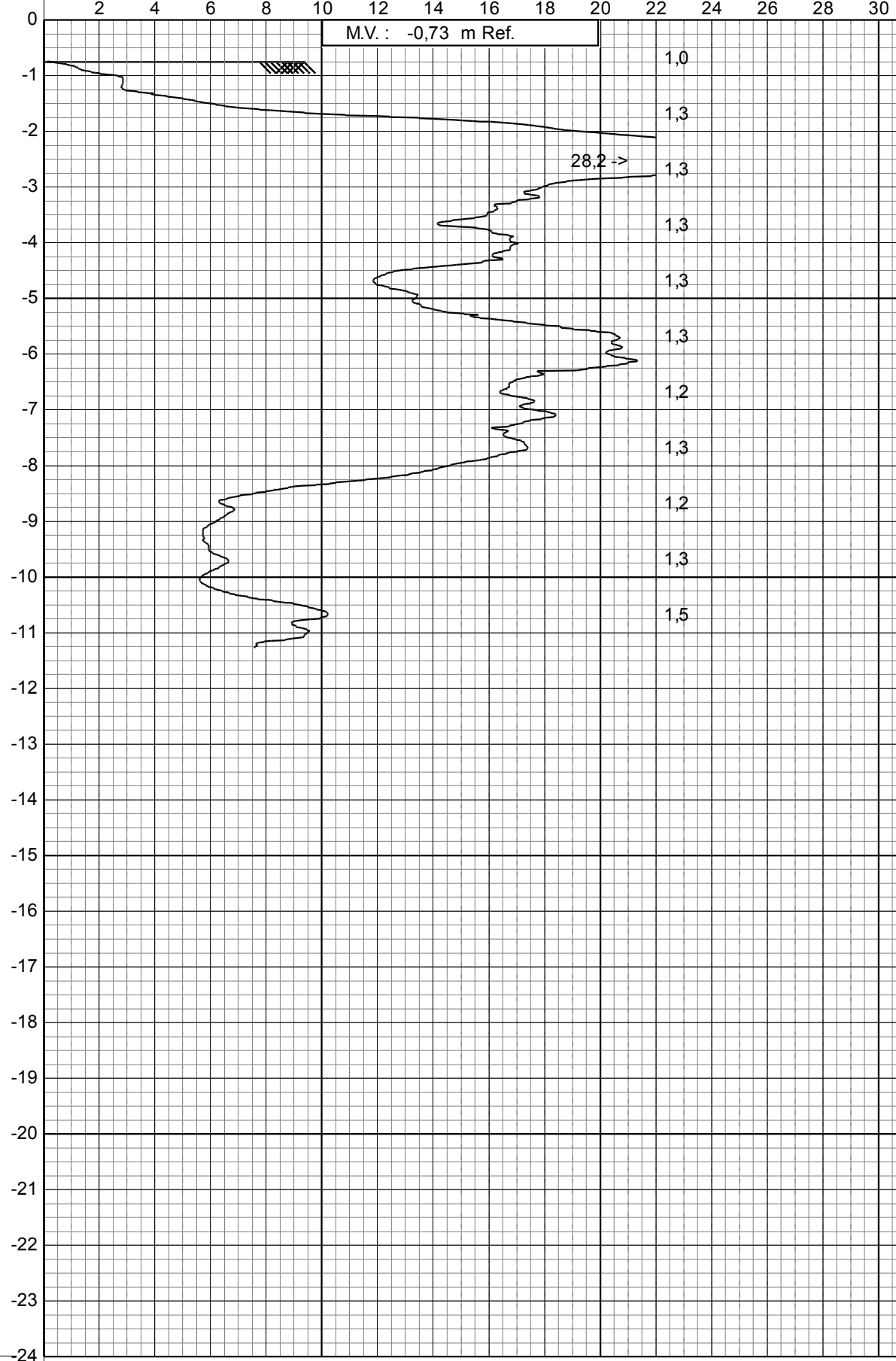
Conusnr. : **S15CFIL.S09002**

Projectnr. : **16-B3652**

Sondeernr.: **05** 1/1

← Diepte in m ten opzichte van referentieniveau (Ref.) gecorrigeerd voor hellingsafwijking

— Conusweerstand (qc) in MPa —>



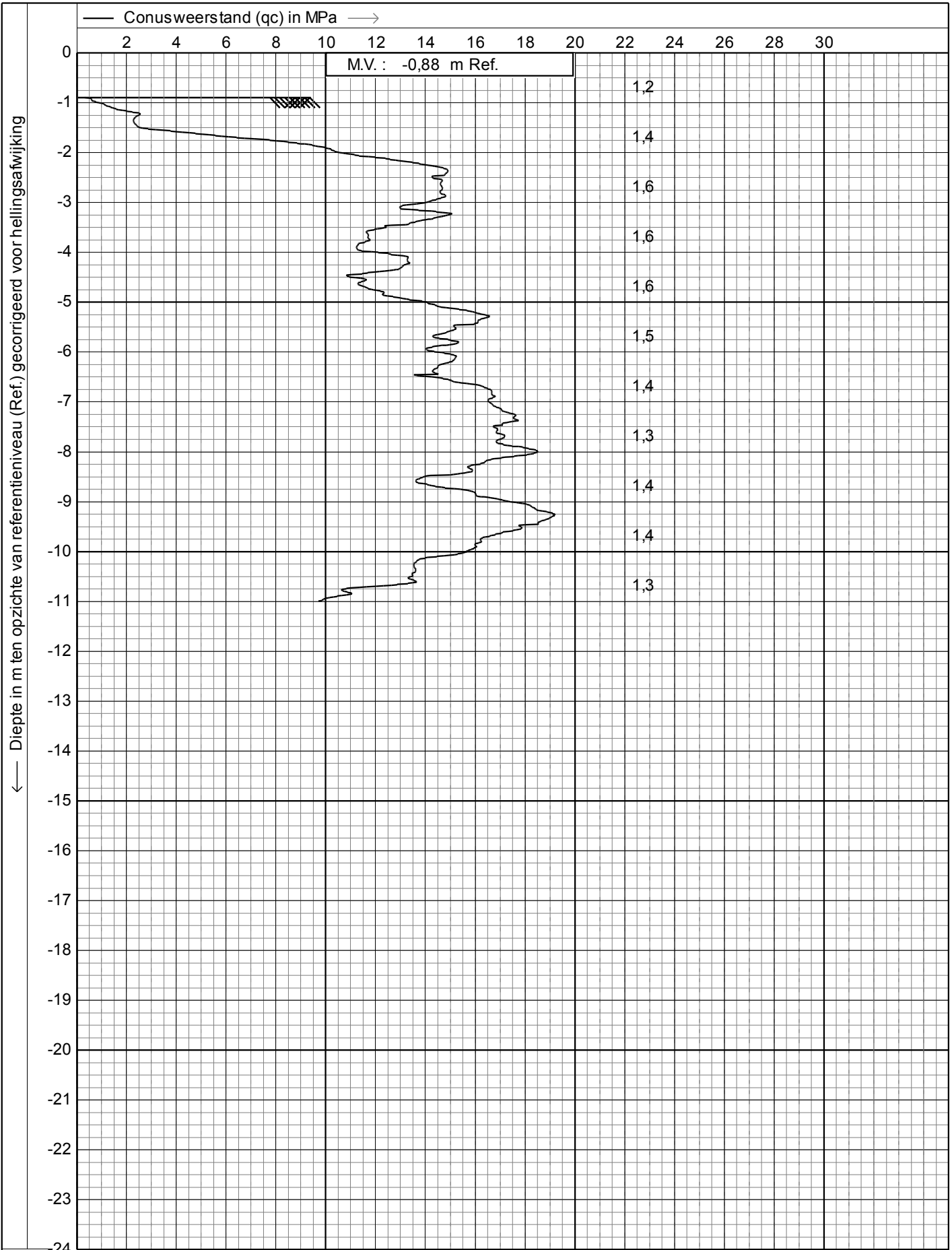
225 cm<sup>2</sup>  
 15 cm<sup>2</sup>

Helling (I) in graden



Sondering volgens NEN 5140, cilindrisch elektrisch  
 Project : **DALWEG 8**  
 Locatie : **STADSKANAAL**

Datum : **22-3-2016**  
 Conusnr. : **S15CFIL.S09002**  
 Projectnr. : **16-B3652**  
 Sondeernr.: **06**



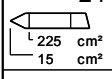
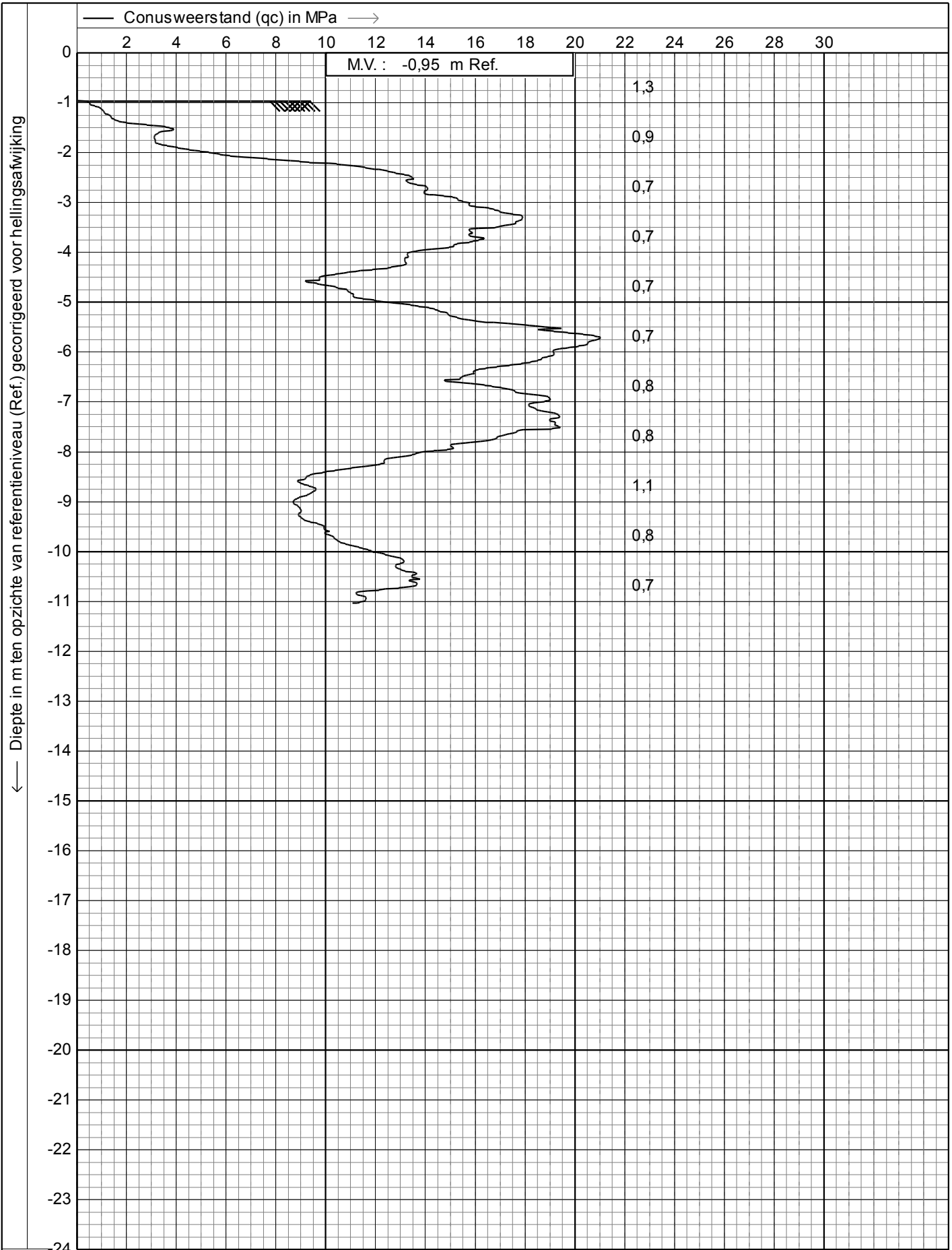
225 cm<sup>2</sup>  
15 cm<sup>2</sup>

Helling (I) in graden



Sondering volgens NEN 5140, cilindrisch elektrisch  
 Project : **DALWEG 8**  
 Locatie : **STADSKANAAL**

Datum : **22-3-2016**  
 Conusnr. : **S15CFIL.S09002**  
 Projectnr. : **16-B3652**  
 Sondeernr.: **07**



Helling (I) in graden



Sondering volgens NEN 5140, cilindrisch elektrisch  
 Project : **DALWEG 8**  
 Locatie : **STADSKANAAL**

Datum : **22-3-2016**  
 Conusnr. : **S15CFIL.S09002**  
 Projectnr. : **16-B3652**  
 Sondeernr.: **08** 1/1

Referentie : 110886

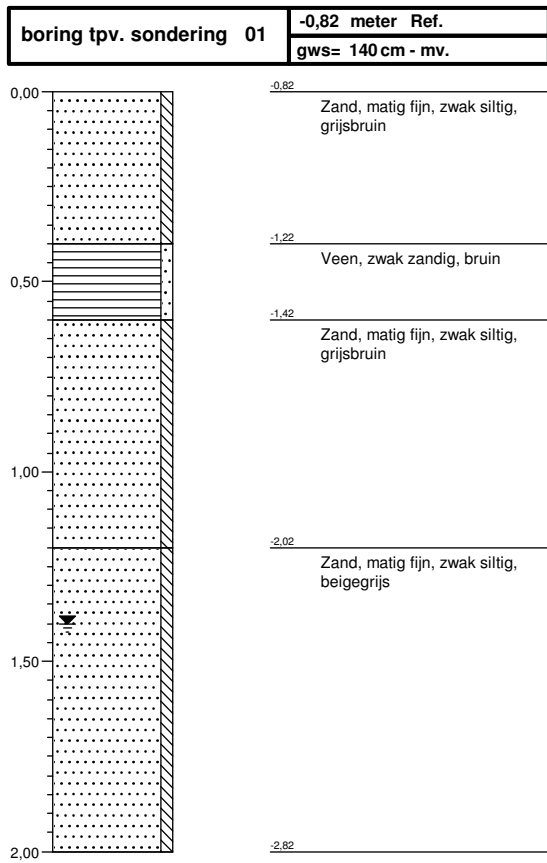
Project : Stal aan de Dalweg 12 te Stadskanaal



## **Bijlage III, handboring**



# BIJLAGE 3



# Legenda (conform NEN 5104)

## grind

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

## zand

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

## veen

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

## 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

## overig

- bijzonder bestanddeel
- Gemiddeld hoogste grondwaterstand
- grondwaterstand
- Gemiddeld laagste grondwaterstand

- slib
- water

Referentie : 110886

Project : Stal aan de Dalweg 12 te Stadskanaal



## Bijlage IV, richtlijnen grondverbetering

### *Algemeen*

Onderstaand zijn de eisen omschreven waaraan het materiaal moet voldoen dat voor een grondverbetering wordt gebruikt. De genoemde percentages zijn gewichtspercentages.

- Het materiaal moet bestaan uit schoon en goed gegradeerd zand en/of grind. Verschillende korrelgroottes (fracties) moeten ieder in voldoende hoeveelheid aanwezig zijn.
- De korrelfractie kleiner dan  $63\ \mu\text{m}$  zal in het algemeen niet meer mogen bedragen dan 5%. Indien minder strenge eisen aan de grondverbetering worden gesteld is een gewichtspercentage 10% kleiner dan  $63\ \mu\text{m}$  toelaatbaar.
- De uniformiteitscoëfficiënt  $D_{60}/D_{10}$  dient voor Nederlandse zanden minimaal 2,0 te bedragen.

Hierin zijn:  $D_{10}$  = korreldiameter met een zeefdoorval van 10%

$D_{60}$  = korreldiameter met een zeefdoorval van 60%

- Het humusgehalte (gehalte organische stof) mag ten hoogste 2% bedragen.
- De korrelvorm dient bij voorkeur hoekig te zijn
- De curve watergehalte – droge dichtheid dient rond de maximum dichtheid een flauw verloop te bezitten hetgeen betekent dat een goede verdichting kan worden verkregen bij verschillende watergehalten.

Voordat met de uitvoering wordt begonnen zal, afhankelijk van de te stellen eisen aan de grondverbetering, het te gebruiken materiaal moeten worden onderzocht op korrelgrootteverdeling, korrelvorm en verdichtbaarheid.

Dit geldt zowel voor het van nature aanwezige zand als voor het eventueel aan te voeren zand. Na een visuele inspectie waarmee een eerste algehele indruk wordt verkregen, kan het onderzoek geschieden door middel van respectievelijk een zeefanalyse, microscopisch onderzoek en de (verzwaarde) proctorproef.

Referentie : 110886

Project : Stal aan de Dalweg 12 te Stadskanaal



### *Aanbrengen en verdichten*

- Voor het aanbrengen en verdichten van de grondverbetering moet de grondwaterstand minimaal 0,5 m onder het ontgravingvlak staan. Zonodig moet de grondwaterstand worden verlaagd. Bij een hogere grondwaterstand kunnen, afhankelijk van de doorlatendheid van de ondergrond, het te gebruiken materiaal en de trilapparatuur, drijfzandcondities optreden (liquefaction).
- De aanlegbreedte van de grondverbetering moet zodanig zijn dat een spreiding van de funderingslasten mogelijk is onder een hoek van 45° met de horizontaal vanaf de onderste randen van de fundering.
- Indien de grondslag uit niet cohesief materiaal bestaat zoals zand of grind (met een laag leemgehalte), moet het ontgravingvlak met een lichte trilplaat worden afgetrild voordat de grondverbetering wordt aangebracht. Cohesief materiaal zoals klei, veen en leem kan niet of nauwelijks worden verdicht.
- Middels een (verzwaarde) proctorproef kan het optimale watergehalte van het materiaal worden bepaald in relatie tot de hoogst verkregen dichtheid bij een constante hoeveelheid toegevoegde energie. Het watergehalte zal in de regel tijdens het verdichten tussen de circa 8% en 15% moeten liggen. **Indien het materiaal óf te nat óf te droog is wordt zelden de vereiste verdichting verkregen!**
- De grondverbetering moet laagsgewijs worden opgebouwd. De laagdikte moet in overeenstemming zijn met de verdichtingapparatuur. Onderstaande tabel geeft een globale indicatie bij de toepassing van trilplaten.

Gewicht [kg]	Maximale laagdikte [cm]
< 200	20
300 tot 400	30
400 tot 600	40
> 650	50 tot 60

Opgemerkt wordt dat de volgens fabriekspecificatie opgegeven dieptewerking geen maatstaf is voor de toe te passen laagdikte, noch garantie biedt voor het verkrijgen van voldoende verdichting op het diepste niveau.

Referentie : 110886

Project : Stal aan de Dalweg 12 te Stadskanaal



- Elke laag moet zorgvuldig worden verdicht. Hiervoor zijn minimaal 4 gangen nodig, elkaar kruisend en overlappend. Aangezien de effectiviteit van de apparatuur zeer snel met de diepte afneemt, moet bij een grotere laagdikte rekening worden gehouden met een forse toename van het aantal benodigde gangen. De effectiviteit en daarmee het aantal benodigde gangen is ook afhankelijk van het onderhoud en de slijtage van de apparatuur.
- Wanneer zware trilapparatuur wordt gebruikt, moet het funderingsniveau nagetrild worden met een lichte trilplaat, omdat een zware trilplaat of trilwals de bovenste circa 15 cm niet verdicht of losschudt.
- De kwaliteit van de grondverbetering dient dusdanig te zijn, dat tenminste de hoek van inwendige wrijving wordt bereikt welke als uitgangspunt voor de berekening is gehanteerd. In de regel zal deze waarde liggen tussen 32,5° en 35°.

#### *Controle*

Controle op de kwaliteit van de aangebrachte grondverbetering kan geschieden op de volgende wijze:

- Indien de aangebrachte grondverbetering berijdbaar is voor een sondeertruck kan met behulp van controlesonderingen het aangebrachte pakket worden gecontroleerd.
- Met behulp van handsonderingen. Vanwege de beperkte mogelijkheden met betrekking tot de te meten conusweerstand en de te bereiken diepte kan hiermee een pakket van maximaal circa 50 cm dikte worden gecontroleerd, eventueel met behulp van een handboor.
- In-situ-dichtheidsbepalingen. Met volumesteeeringen worden monsters genomen waarvan de dichtheid wordt bepaald. De dichtheid moet circa 95% à 98% bedragen van de maximale dichtheid, zoals bepaald met de proctorproef.
- Plaatdrukproeven. Hiermee wordt een indruk verkregen van het zettinggedrag van het aangebrachte pakket en daarmee van de kwaliteit.

In het algemeen dient te worden opgemerkt dat tijdens de graafwerkzaamheden onder geen beding onder het aanlegniveau van de bestaande stroken- of poerfundering mag worden uitgegraven. Wordt door dergelijke werkzaamheden het invloedsgebied van de bestaande fundering verstoord dan ontstaat direct gevaar op afname van de draagkracht van de bestaande fundering, met alle gevolgen van verzakkingen en scheurvorming van dien.

Deskundig toezicht tijdens de graaf- en funderingswerkzaamheden wordt aanbevolen om de kwaliteit van de fundering en de uiteindelijke bebouwing te waarborgen.