

Hanselman Groep B.V.
mevr. E. Septer
Postbus 557
6800AN Arnhem

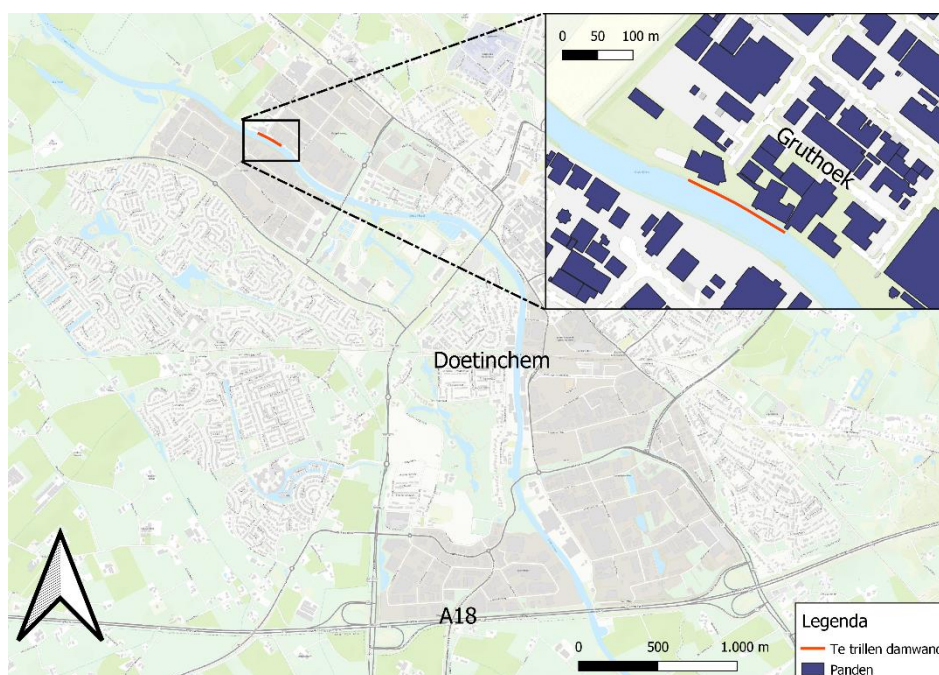
Notitie

1 Inleiding

1.1 Algemeen

In opdracht van Hanselman Groep B.V. heeft CRUX Engineering BV een trillingspredictie uitgevoerd ten behoeve van het trillend aanbrengen van damwanden langs de Oude IJssel ter hoogte van de straat Grutbroek te Doetinchem. De notitie gaat in op de trillingsinvloed van deze werkzaamheden op de omgeving.

De projectlocatie wordt in Figuur 1 getoond.



Figuur 1 Projectlocatie, bron: Esri Topo World en [1]

In versie 2 van deze notitie wordt expliciet ingegaan op het pand Grutbroek 55 waar het bedrijf Slagman Groep in is gevestigd. Slagman Groep voert hier precisie freeswerk uit. De machine waarmee deze werkzaamheden worden uitgevoerd staat op een vloer die op staal is gefundeerd.

Onderwerp

Trillingspredictie Grutbroek
te Doetinchem

Projectnummer

23109

Ons kenmerk

NT23109a2

Versie

2

Datum

6 februari 2023

Pagina's

8

Opgesteld

ing. H.J. Honing

Gecontroleerd

ing. A.T. Balder

Vrijgave

ing. A.T. Balder

Bijlagen

Aantal bijlagen: 2

Formulier

NT-005

2 Uitgangspunten

CRUX Engineering BV
cruxbv.nl

2.1 Documenten

De volgende documenten zijn gehanteerd bij het opstellen van deze notitie:

- [1] Hanselman Groep B.V.; e-mail *Offerte: 174415 - Opdracht voor uitvoering trillingspredictie - monitoring Grutbroek te Doetinchem*; van Emy Septer; verzonden op 16 januari 2023;
- [2] BAM Infraconsult bv; rapport *Geotechnisch bodemonderzoek Langs de kade ter hoogte van Grutbroek te Doetinchem*; JS/BM220507/COP.02535.01.17; d.d. 21 oktober 2022;

Ons kenmerk

NT23109a2

Pagina

2/8

CRUX staat niet in voor de juistheid en/of volledigheid van de door derden verstrekte informatie en gegevens.

Normen en richtlijnen:

- [A] NEN 9997-1: *Geotechnisch ontwerp van constructies*, Deel 1, 2016.
- [B] CUR166, *Damwandconstructies*, 6e druk, 2008.
- [C] SBRCURnet, *SBR Trillingsrichtlijn A: Schade aan bouwwerken*, 2017.

2.2 Programmatuur en rekenmethodiek

De trillingsintensiteit van het trillend inbrengen van de damwanden wordt voorspeld conform CUR166 [B].

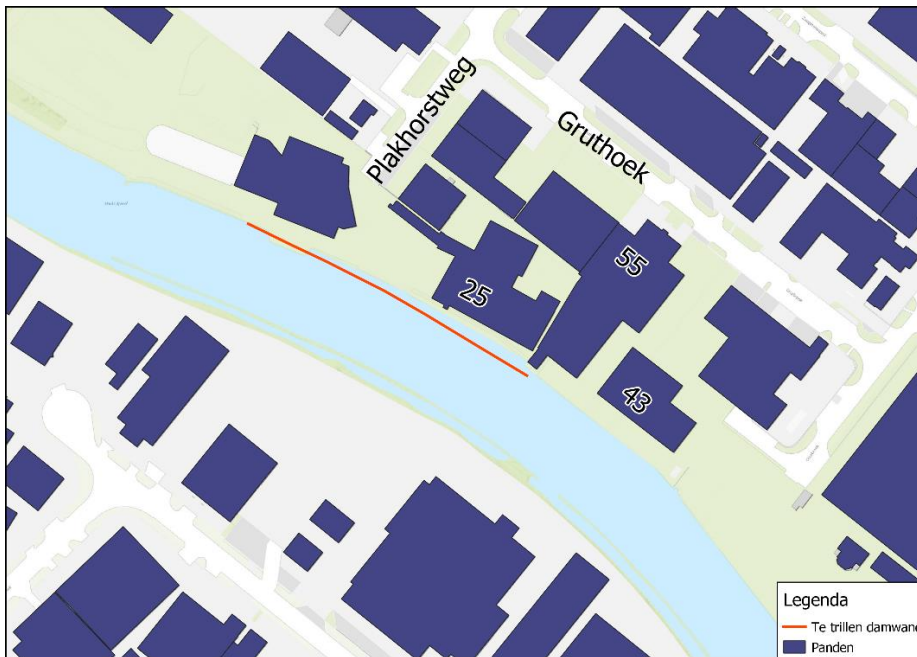
De rekenkundig gekwantificeerde trillingsintensiteit wordt getoetst aan de hand van meet- en beoordelingsrichtlijn SBR-A voor Schade aan bouwwerken 2017 [C], hierna te noemen SBR-A.

2.3 Trilwerkzaamheden

De damwanden worden conform ref.[1] aangebracht en verwijderd middels hoogfrequent trillen met het trilblok ICE11RFB met een maximale slagkracht van 666kN. Het betreft damwanden met de volgende eigenschappen, ref.[1]:

- Type AZ12-770
- Voetniveau NAP+4,3m

In Figuur 2 is het damwandtracé met groen weergegeven. De minimale afstand tot de belendende panden is conform opgave [1] 6 meter.



Figuur 2 Damwandtracé, ref. [1]

2.4 Grondonderzoek

Op de projectlocatie is grondonderzoek uitgevoerd bestaande uit ca. 7 sonderingen nabij het damwandtracé. In Bijlage 1 is het grondonderzoek. Het maaiveld ligt op NAP+25m tot NAP+25,5m. De bodemopbouw bestaat voornamelijk uit zand. CUR 166 bevat een aantal Nederlandse standaardgrondprofielen. De bodemopbouw wordt op basis van de grondprofielen uit CUR166 ingedeeld als 'Eindhoven/Den Haag'.

2.5 Omgeving

Nabij de geplande werkzaamheden bevinden zich verschillende objecten, zoals weergegeven in Figuur 2. De gebouwen aan de zuidzijde van de aan te brengen damwanden bevinden zich ruim buiten het invloedsgebied. De panden aan de noordzijde bevinden zich conform opgave op ten minste 6 meter uit de te trillen damwand.

De indeling van de SBR-A bouwwerkcategorie en bouwkundige staat is gebaseerd op google streetview (geraadpleegd op 16-01-2023). Voor de bouwwerkcategorie wordt uitgegaan van bouwwerkcategorie 1. Dit zijn bouwwerken zonder metselwerk of andere brosse materialen, maar die wel bestaan uit een gewapend betonnen of houten constructie. Bouwwerken met een draagconstructie uit staal vallen buiten het toepassingsgebied conform SBR-A omdat deze bouwwerken in het algemeen minder kwetsbaar zijn voor schade als gevolg van trillingen. Conservatief is voor de buitenzijde uitgegaan van een bouwkundige staat 'gevoelig'. Voor eventueel aanwezige er brosse materialen in het pand, zoals klakzandsteenwanden of stucwerk, is aanvullend getoetst aan bouwwerkcategorie 2 met bouwkundige staat 'normaal'. Indien de bouwwerkcategorie in werkelijkheid afwijkt van de aangehouden indicatieve indeling uit deze rapportage, dan dient de trillingspredictie te worden herzien.

Gezien de bodemopbouw wordt conservatief aangenomen dat de belendende gebouwen op staal zijn gefundeerd. Derhalve worden de gebouwen als trillingsgevoelige (zetting) gevoelige fundering beschouwd.

Nabij de werkzaamheden bevindt zich het pand Grutbroek 55. In dit pand bevindt zich het bedrijf Slagman Groep die conform opgave aannemer precisie

freeswerk in het pand uitvoert. De machines staan op een vloer die op staal is gefundeerd. Door Slagman Groep is aan de aannemer opgegeven dat geen zetting op mag treden. Daarnaast schakelt de machine zelf uit bij te grote bewegingen (deformaties). Omdat de vloer op staal is gefundeerd wordt dit pand als trillingsgevoelige fundering beschouwd.

Beschouwing van de invloed op eventueel nabijgelegen kabels, leidingen en andere zettings- en trillingsgevoelige belendingen, zoals apparatuur, maakt geen onderdeel uit van deze predictie.

3 Trillingspredictie

3.1 Stappenplan

In dit hoofdstuk worden de trillingen ten gevolge van het (hoogfrequent) trillen van damwanden, en de mogelijke invloed daarvan op de belendende panden rekenkundig gekwantificeerd aan de hand van de CUR166 [B].

Voor het risico op schade worden de trillingen getoetst aan de in Nederland algemeen geldende SBR Trillingsrichtlijn A [C].

Onderstaande stappen worden doorlopen.

- Bepaling SBR-A grenswaarden voor belendende objecten.
- Bepaling te verwachten trillingsintensiteit ter plaatse van de belendingen.
- Toetsing van de trillingsintensiteit aan de grenswaarde.

3.2 Grenswaarden

De SBR-A richtlijn geeft een procedure voor het meten en beoordelen van trillingen in bouwwerken met betrekking tot het optreden van schade in het bouwwerk of-onderdelen daarvan. Voor de beoordeling wordt gebruik gemaakt van een grenswaarde van de trillingsintensiteit. De trillingsintensiteit in het bouwwerk moet beneden de grenswaarde blijven. De grootte van de rekenwaarde van de grenswaarde is afhankelijk van de trillingsfrequentie, het type trillingsbron, het materiaal van het object, de (bouwkundige) staat van het object en de (monumentale) status van het object.

Voor elk belendend object is de rekenwaarde van de grenswaarde SBR-A voor het trillen van damwanden vastgesteld. Hierbij zijn onderstaande uitgangspunten aangehouden:

- De grenswaarde is afhankelijk van de frequentie van de trilling in het bouwwerk. Bij het trillen van de damwanden met een hoog frequent trilblok worden aan belendende constructies in de praktijk veelal trillingen met frequenties tussen 30-40 Hz gemeten. Veiligheidshalve zijn de lagere grenswaarden conform de SBR-A van 30 Hz aangehouden voor de toetsing aan de grenswaarde behorende bij de bouwwerkcategorie. Voor toetsing aan de grenswaarde voor trillingsgevoelige fundering is 40Hz aangehouden.
- De trillingen ten gevolge van het trillen van damwanden worden geclassificeerd als *continue trilling* met een partiële veiligheidsfactor $\gamma_t = 2,5$
- Voor gevoelige en/of monumentale panden geldt de veiligheidsfactor $\gamma_s = 1,7$. Voor bouwkundige staat 'normaal' is deze factor gelijk aan $\gamma_s = 1,0$.

In Tabel 1 zijn de grenswaarden voor het trillen van damwanden conform SBR-A weergegeven. Volgens de bestaande praktijkervaring is de kans op schade aan bouwwerken en funderingen aanvaardbaar klein (minder dan 1%) als de rekenwaarde van de gemeten trillingen de rekenwaarde van de grenswaarde niet overschrijdt.

Tabel 1 Grenswaarden trillingssnelheid SBR-A

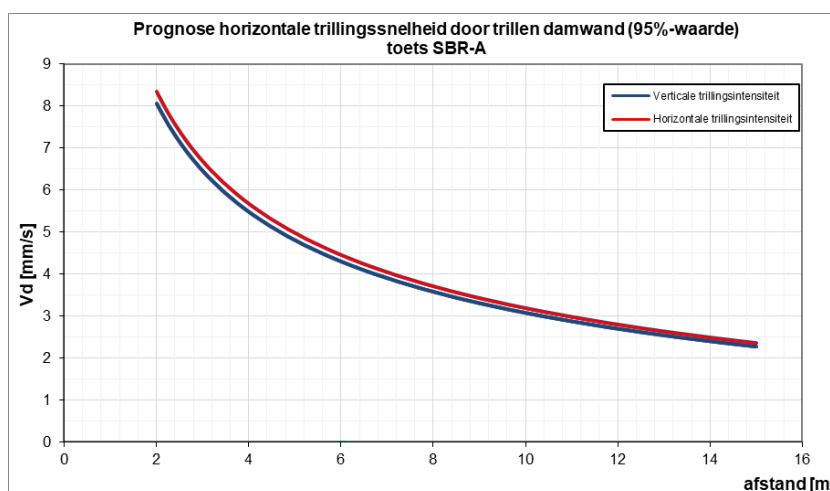
Bouwwerk- categorie conform SBR-A	Frequentie [Hz]	Karakteristieke grenswaarde [mm/s]	Veiligheids- factor		Grenswaarde schade ¹⁾ [mm/s]
			γ_t [-]	γ_s [-]	
1 (gevoelig)	30	30,0	2,5	1,7	7,0
	35	32,5			7,7
	40	35,0			8,2
2 (normaal)	30	10,0	2,5	1,0	4,0
	35	11,25			4,5
	40	12,5			5,0
Trillingsgevoelige fundering	-	10,0	2,0	1,0	5,0
	40	3,98	-	-	4,0

3.3 Bepaling te verwachten trillingsintensiteit

De trillingsintensiteit in de omgeving wordt bepaald op basis van het trilblok waarmee de damwanden worden ingetrild. De maximale slagkracht van dit trilblok is 666kN. In de berekening is een overschrijdingskans van 5% aangehouden, dit komt overeen met een betrouwbaarheidsindex $\beta = 1,64\%$.

De resultaten van de trillingspredictie zijn grafisch weergegeven in Figuur 3. De predictiemethode is geschikt voor het bepalen van trillingen vanaf 5 meter vanaf de damwanden. Om inzicht te geven in de trillingsintensiteit op kortere afstanden zijn de resultaten geëxtrapoleerd.

De volledige berekening is opgenomen in Bijlage 2.



Figuur 3 Trillingssnelheid door intrillen van damwand als functie van de afstand

Het wordt opgemerkt dat ervan is uitgegaan dat geen obstakels in de grond worden geraakt. Indien men bij het trillen op onvoorziene obstakels zou stuiten (oude funderingsresten en of overige grove puin) dan kunnen de

trillingsnelheden ter plaatse van de belendingen snel oplopen. De aanwezigheid van obstakels in de bovenste lagen kan bijvoorbeeld door het voorprikken van het tracé in beeld worden gebracht. Als er obstakels worden aangetroffen dient, afhankelijk van de diepte te worden voorgesleufd of voorgeboord. Deze werkzaamheden dienen zorgvuldig uitgevoerd te worden zodat geen ontoelaatbare grondontspanning en vervormingen optreden in de omgeving.

3.4 Toetsing trillingsintensiteit SBR-A

De trillingsintensiteit veroorzaakt door de werkzaamheden wordt voor elk belendend object getoetst aan de vastgestelde grenswaarden van het object. Op die manier is per pand een kritieke minimale afstand bepaald. Wanneer de afstand tussen het object en de werkzaamheden groter dan of gelijk is aan de kritieke afstand dan wordt voldaan aan het vereiste volgens SBR-A. Er is dan een aanvaardbare kleine kans op schade van 1%. De resultaten van de toets zijn samengevat in Tabel 2.

Uit de toetsing volgt dat wordt voldaan aan de grenswaarde voor het risico op trillingsschade bij bouwwerkcategorie 1. Aan bouwwerkcategorie 2 wordt niet voldaan. Ook wordt niet voldaan aan de grenswaarde voor Trillingsgevoelige fundering waarmee het risico op schade door zettingen ten gevolge van verdichting wordt beoordeeld. Als aan de grenswaarde voor zettingen wordt voldaan is geen zetting te verwachten. Geadviseerd wordt om na te gaan of de belendende op een kortere afstand dan 7 meter uit de trilwerkzaamheden daadwerkelijk op staal zijn gefundeerd. Indien de gebouwen op palen zijn gefundeerd die onder niet-trillingsgevoelige fundering behoren, wordt wel voldaan aan de grenswaarden conform SBR-A.

Tabel 2 Resultaten en toetsing aan de SBR-A- trilwerkzaamheden

Belending	SBR bouwwerkcategorie	Afstand tot trilwerk	Minimaal benodigde afstand	Toetsing
		[m]	[m]	
Bedrijfs-gebouw	1 (gevoelig)	6	3	Voldoet
	2 (normaal)		7	Voldoet net niet
	Trillingsgevoelige fundering		7	Voldoet net niet

Opmerking: De richtlijn SBR-A gaat uit van metingen van de trillingssnelheid (of versnelling) die omgerekend worden naar rekenwaarden en vervolgens getoetst. Voor het omrekenen naar de rekenwaarde geeft de richtlijn SBR-A een factor die het type meting in rekening brengt (uitgebreide meting, beperkte meting of indicatieve meting). Bij een uitgebreide meting is de factor gelijk aan 1,0 voor een indicatieve meting is de factor 1,6. In deze notitie is de voorspelde trilling het uitgangspunt. Hiervoor is geen factor zoals voor het type meting toegepast.

Het pand Grutbroek 55 waarin het bedrijf Slagman Groep in is gevestigd betreft een trillingsgevoelige fundering. In de toetsing trillingssgevoelige fundering wordt aan twee randvoorwaarden getoetst. Namelijk zettingen van het zand onder de fundering op staal die direct optreden en zettingen die na verloop van tijd optreden. Wanneer aan beide grenswaarden, respectievelijk

4mm/s en 5mm/s bij 40Hz uit Tabel 1 wordt voldaan, worden geen zettingen verwacht. In de tabel zijn de te hanteren grenswaarden conform SBR-A gegeven. Door de monitoringsaannemer dient de factor voor het type meting op de meetresultaten in rekening gebracht te worden. Voor de toetsing aan trillingsgevoelige fundering dient de monitoringsaannemer de grenswaarden conform SBR-A bij te stellen in het geval dat hogere frequenties optreden. Opgemerkt wordt dat hoogtemetingen voorkeur hebben boven trillingsmetingen voor het monitoren op trillingsgevoelige fundering (zetting door verdichting).

De trillingen die door de trilwerkzaamheden worden veroorzaakt is een dynamische deformatie (beweging). Om indicatief inzicht te krijgen wat de mate van deformatie is, wordt in deze notitie gebruik gemaakt van de *Beoordelingsgrafiek voor de trillingsterkte volgens CUR- Rapport 57*. Wanneer aan de grenswaarden conform SBR-A wordt voldaan, volgt uit de grafiek dat de te verwachten indicatieve deformatie in de grond ca. 0,03mm is bij een frequentie van 30Hz (lage frequentie is maatgevend voor de mate van deformatie). In deze waarde is geen rekening gehouden met de invloed die het gebouw heeft op deze deformatie. Door gebouweigenschappen kan deze deformatie lager zijn door het gewicht van de vloer en/of machine of juist hoger door het optreden van opslingering van de vloer.

Indien bij andere panden ook een trillingsgevoelige fundering aanwezig is, wordt geadviseerd om in de praktijk middels hoogtemetingen te bepalen in welke mate zettingen optreden. Geadviseerd wordt om op de grootste afstand uit de belending te starten met de trilwerkzaamheden en in combinatie met monitoring naar het bouwwerk toe te werken. Indien te grote zettingen optreden dienen maatregelen getroffen te worden. Daarnaast kan voorafgaand aan de uitvoering meer inzicht in de mate van zettingen worden verkregen middels een geavanceerdere rekenmethode. Met deze methode kunnen de te verwachten zettingen worden berekend. Door de berekende zetting aan het gebouw op te leggen en op deze wijze te beoordelen kan meer inzicht worden verkregen in het risico op schade en daarbij behorend invloedsgebied ten gevolge van zettingen. De verwachting is dat het invloedsgebied op deze wijze verkleind wordt.

4 Conclusie

Voor het intrillen van damwanden langs de Oude IJssel ter hoogte van de straat Grutbroek te Doetinchem is een trillingspredictie uitgevoerd. De voorspelde trillingen als gevolg van de werkzaamheden ter plaatse van de belendingen zijn getoetst aan de grenswaarde voor schade conform de in Nederland vigerende richtlijn SBR-A. De toetsresultaten zijn samengevat in Tabel 2.

Uit de toetsing volgt dat wordt voldaan aan de grenswaarde voor het risico op trillingsschade bij bouwwerkcategorie 1. Indien brosse materialen, zoals metselwerk, stucwerk, kalkzandsteenwanden, in de panden aanwezig zijn wordt net niet voldaan aan de grenswaarde conform SBR-A. Geadviseerd wordt om na te gaan of brosse materialen aanwezig zijn.

Er wordt niet voldaan aan de grenswaarde voor een “Trillingsgevoelige fundering” waarmee het risico op schade door zettingen ten gevolge van verdichting wordt beoordeeld. Als aan de grenswaarde voor zettingen wordt voldaan is geen zetting te verwachten. Geadviseerd wordt om na te gaan of de belendende op een kortere afstand dan 7 meter uit de trilwerkzaamheden

daadwerkelijk op staal zijn gefundeerd. Indien de gebouwen op palen zijn gefundeerd die onder niet-trillingsgevoelige fundering behoren, wordt wel voldaan aan de grenswaarden conform SBR-A.

Bij het pand Grutbroek 55 is de vloer op staal gefundeerd. Dit betreft een trillingsgevoelige fundering. Op deze vloer is een precisie freesmachine aanwezig die trilling- en zettingsgevoelig is. Deze machine schakelt zelf uit op het moment dat te grote deformaties optreden. Deformaties kunnen optreden door verdichting van het zand onder de fundering of door de trilling zelf. Indien wordt voldaan aan trillingsgevoelige fundering worden geen zettingen van het zand onder de fundering verwacht. Rekenkundig wordt voldaan indien een minimale afstand van 7 meter van de op staal gefundeerde vloer wordt gehanteerd. Om een indicatie van de deformatie van de trilling in de grond te bepalen, is gebruik gemaakt van *Beoordelingsgrafiek voor de trillingsterkte volgens CUR- Rapport 57*. Uit deze grafiek volgt een indicatieve deformatie van 0,03mm. Opgemerkt wordt dat specifieke gebouweigenschappen kunnen leiden tot een hogere of lagere deformatie. Geadviseerd wordt om op de grootste afstand uit de belending te starten met de trilwerkzaamheden en in combinatie met monitoring naar het bouwwerk toe te werken. Voor de monitoring van de trillingen kan gebruik worden gemaakt van de waarden uit Tabel 1. Door de monitoringsaannemer dient de factor die het type meting in rekening brengt in rekening gebracht te worden. Indien andere frequenties worden gemeten dienen de grenswaarden door de monitoringsaannemer conform SBR-A bijgesteld te worden.

Geadviseerd wordt om ter plaatse van de machine een hoogtemeting vooraf en achteraf uit te voeren om inzicht te krijgen of zetting is opgetreden door verdichting van de ondergrond. Daarnaast wordt geadviseerd om een trillingsmeting ter plaatse van de freesmachine uit te voeren. Om de huidige trillingen op deze locatie inzichtelijk te krijgen wordt geadviseerd om hier een nulmeting gedurende 1 week uit te voeren.

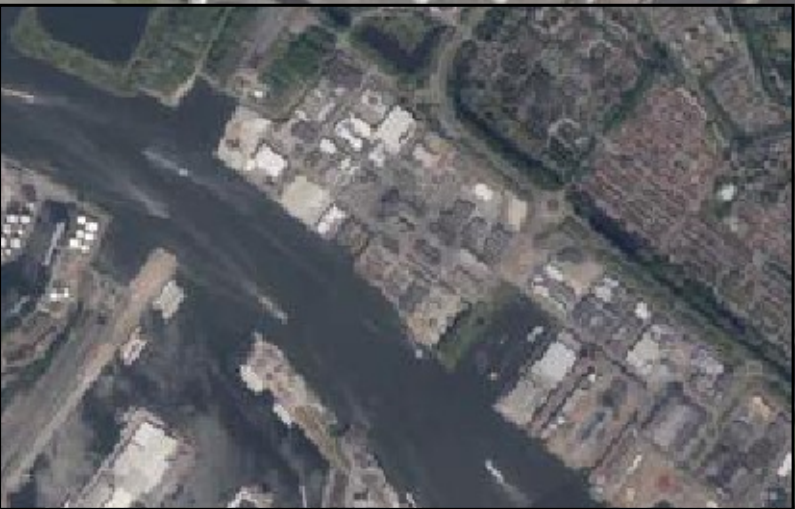
Indien naast het pand Grutbroek 55 andere trillingsgevoelige funderingen aanwezig zijn, wordt geadviseerd om in de praktijk middels hoogtemetingen te bepalen in welke mate zettingen optreden. Geadviseerd wordt om op de grootste afstand uit de belending te starten met de trilwerkzaamheden en in combinatie met monitoring naar het bouwwerk toe te werken. Indien te grote trillingen/zettingen optreden dienen maatregelen getroffen te worden. Daarnaast kan voorafgaand aan de uitvoering meer inzicht in de mate van zettingen worden verkregen middels een geavanceerdere rekenmethode. Met deze methode kunnen de te verwachten zettingen worden berekend. Door de berekende zetting aan het gebouw op te leggen en op deze wijze te beoordelen kan meer inzicht worden verkregen in het risico op schade en daarbij behorend invloedsgebied ten gevolge van zettingen. De verwachting is dat het invloedsgebied op deze wijze verkleind wordt.

Het wordt sterk aanbevolen tijdens de werkzaamheden de omgeving te monitoren aan de hand van een monitoringsplan. Het monitoringsplan bevat met betrekking tot de installatie van de damwanden ten minste een voorschrift voor het meten van trillingen en hoogte (indien trillingsgevoelige fundering) in de aangrenzende objecten. Verder bevat het monitoringsplan het protocol voor verwerking en toetsing van de metingen en hoe te handelen bij overschrijding van de gestelde grenswaarden.

Inhoudsopgave bijlagen

Bijlage 1	Grondonderzoek
Bijlage 2	Trillingspredictie

Bijlage 1 Grondonderzoek



 Boring

 Sondering

 Vervallen sondering

0204060 m



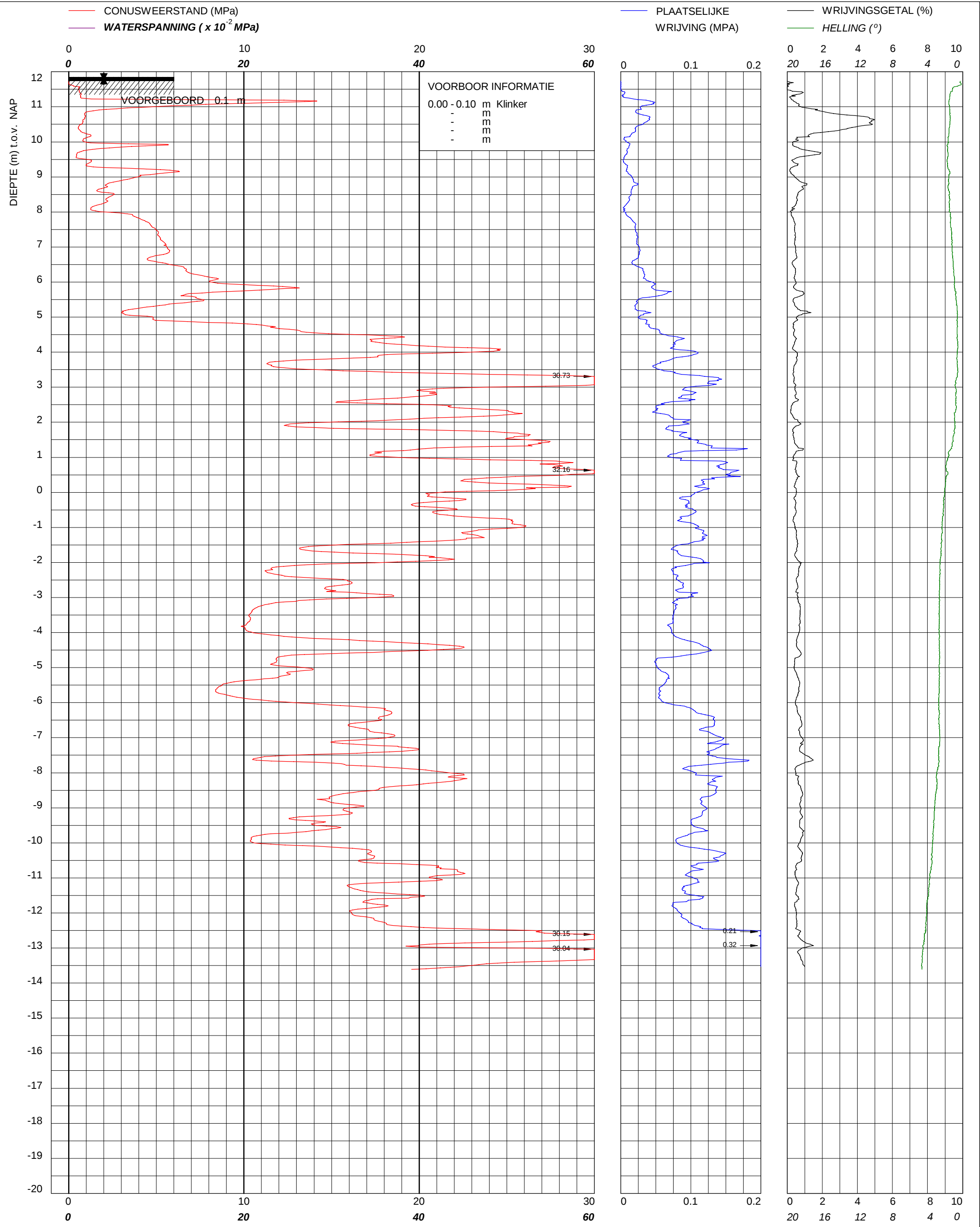
Plaats: Doetinchem

Projectomschrijving: Grutbroek

Projectnummer: COP.02535.01.17

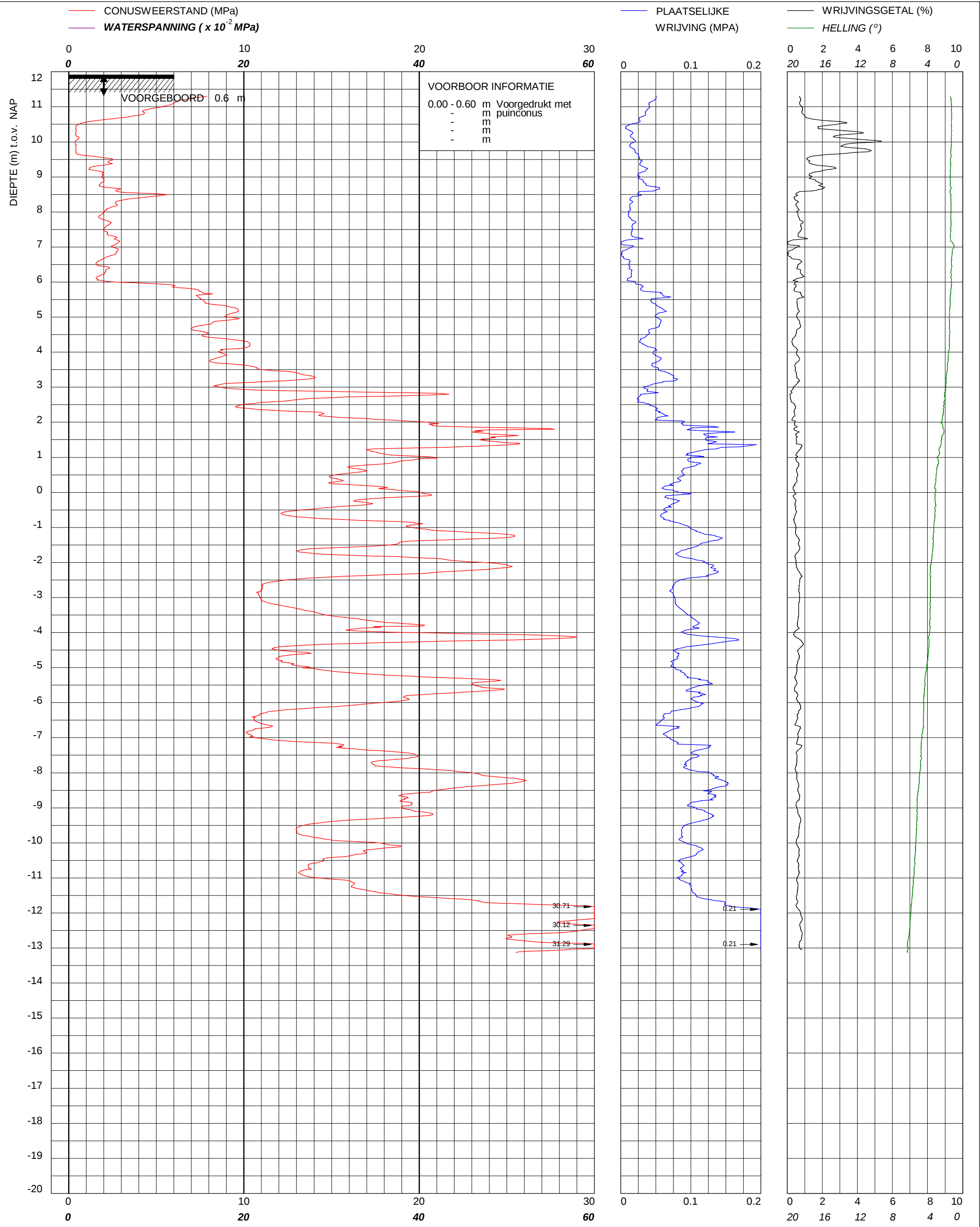
Datum: 21-10-2022

Versie: 01

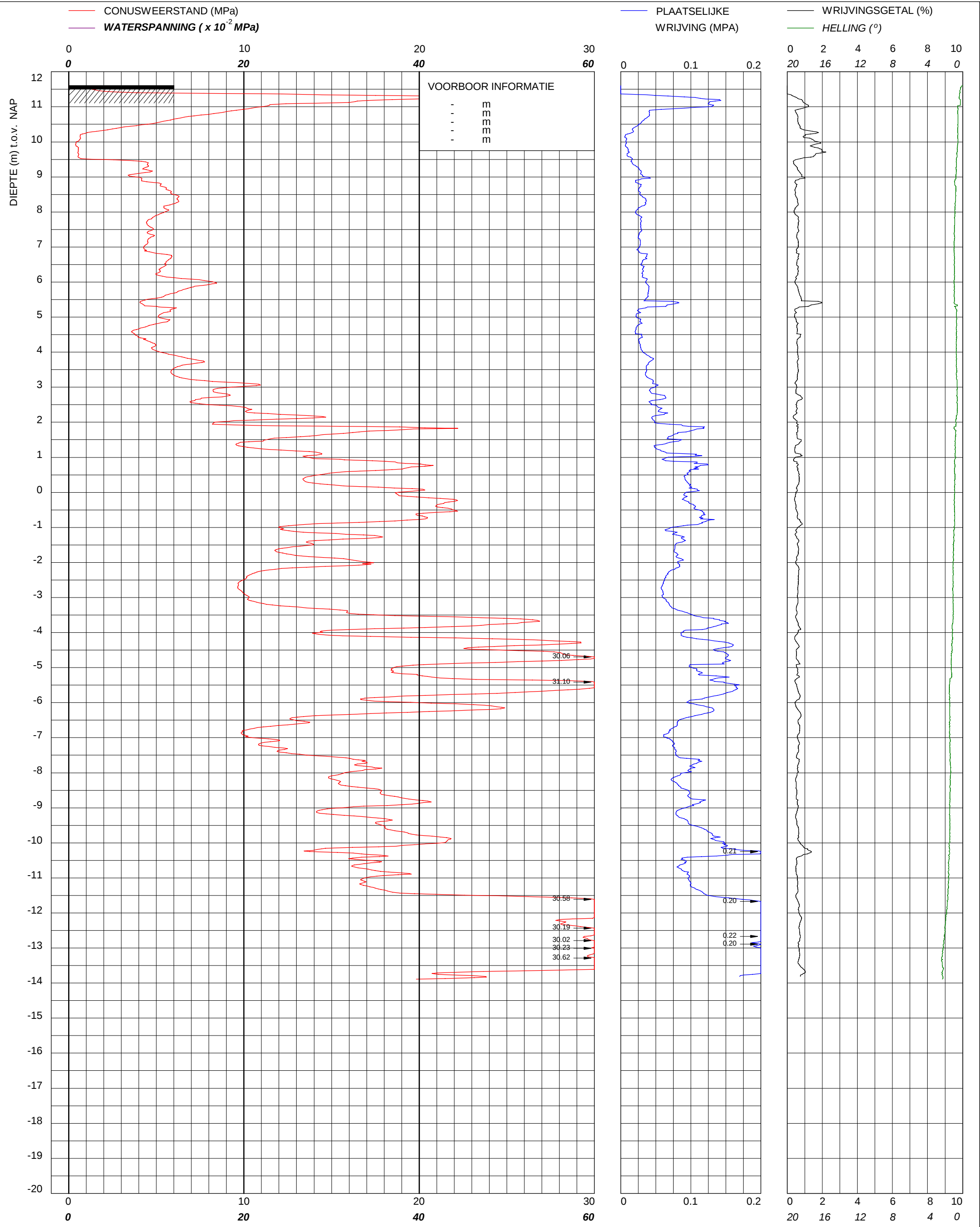


 infra BAM Infraconsult bv © copyright Toetsenbordweg 11 1033 MZ AMSTERDAM Telefoon (020) 410 85 43 Email info.infra@bam.com	Sondering TE1 volgens NEN-EN-22476, klasse 3 Conus: 170102, Ac: 1.500 mm2	MV	11.848 m NAP	X	215180	Opdrachtnummer :
	T&A Survey Bodemonderzoek B.V. Nabij Grutbroek te Doetinchem	Km		Y	442945	02535.01.17
		Uitvoeringsdatum		12-10-2022		Locatiecode :
		Printdatum		13-10-2022		S01

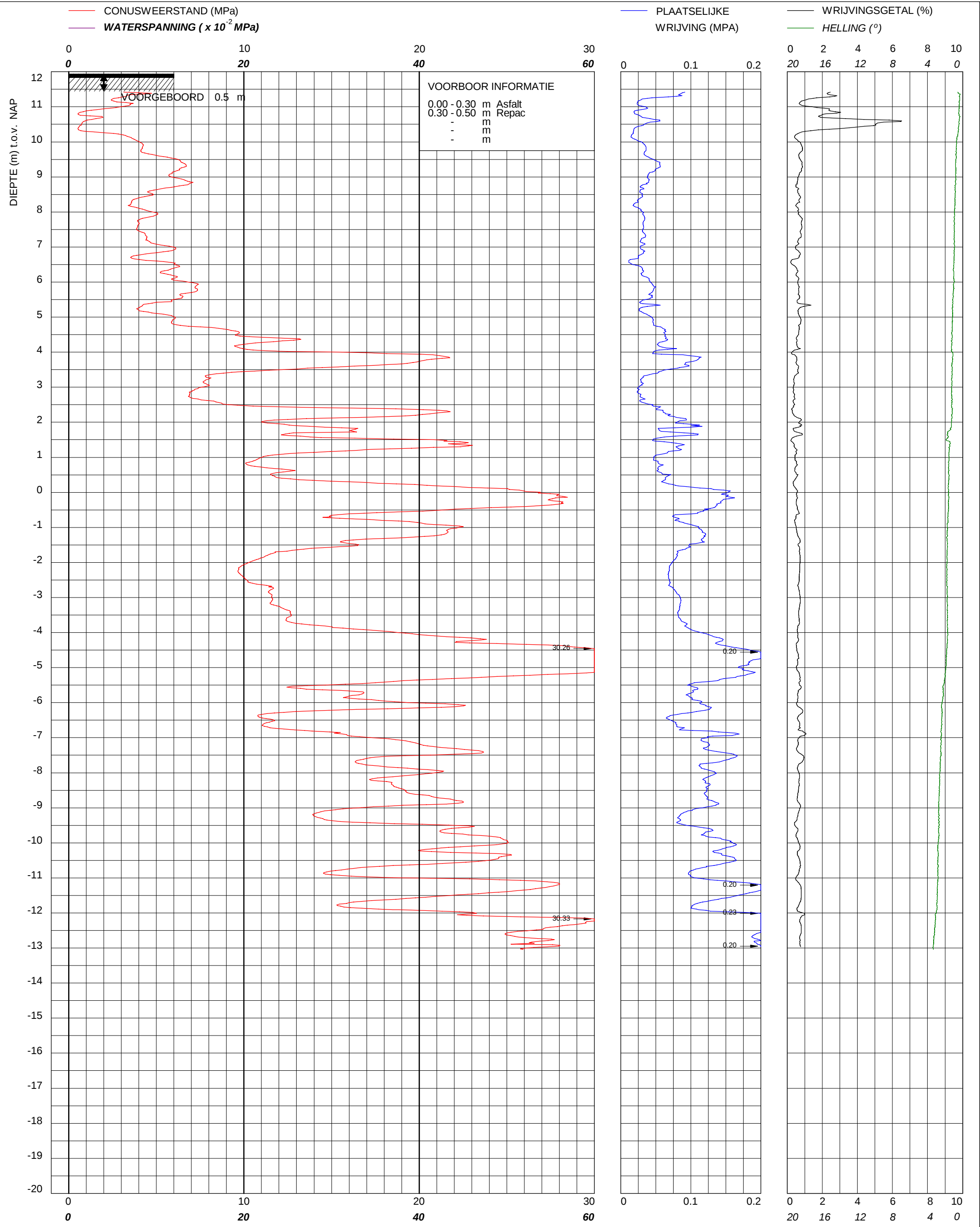
T&A Survey Bodemonderzoek B.V.
Nabij Grutbroek te Doetinchem



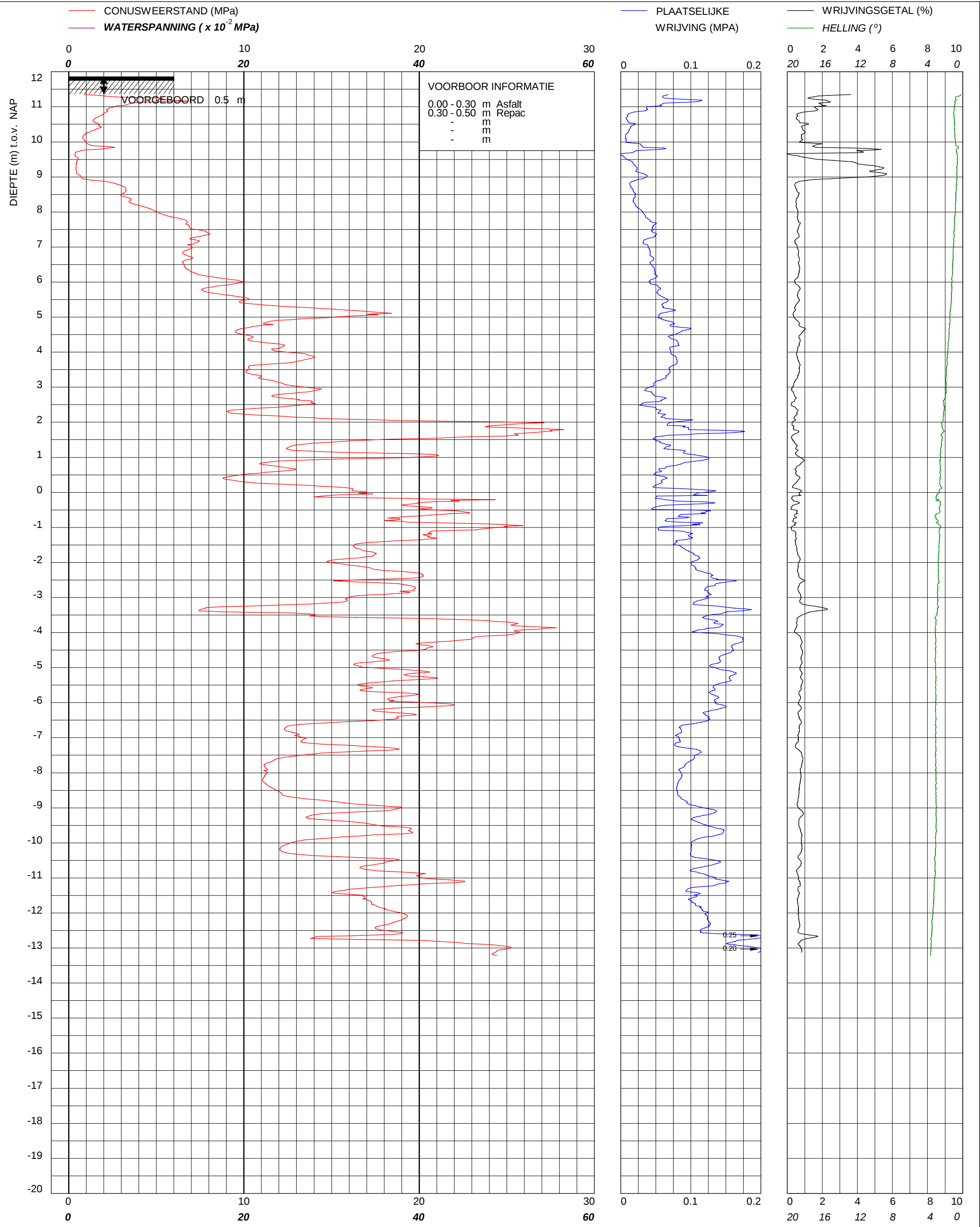
bam infra BAM Infraconsult bv © copyright Toetsenbordweg 11 1033 MZ AMSTERDAM Telefoon (020) 410 85 43 Email info.infra@bam.com	Sondering TE1 volgens NEN-EN-22476, klasse 3 Conus: 171017, Ac: 1.500 mm2		MV	11.918 m NAP	X	215218	Opdrachtnummer :
	T&A Survey Bodemonderzoek B.V. Nabij Grutbroek te Doetinchem		Km		Y	442931	02535.01.17
			Uitvoeringsdatum		20-10-2022		Locatiecode :
			Printdatum		20-10-2022		S02



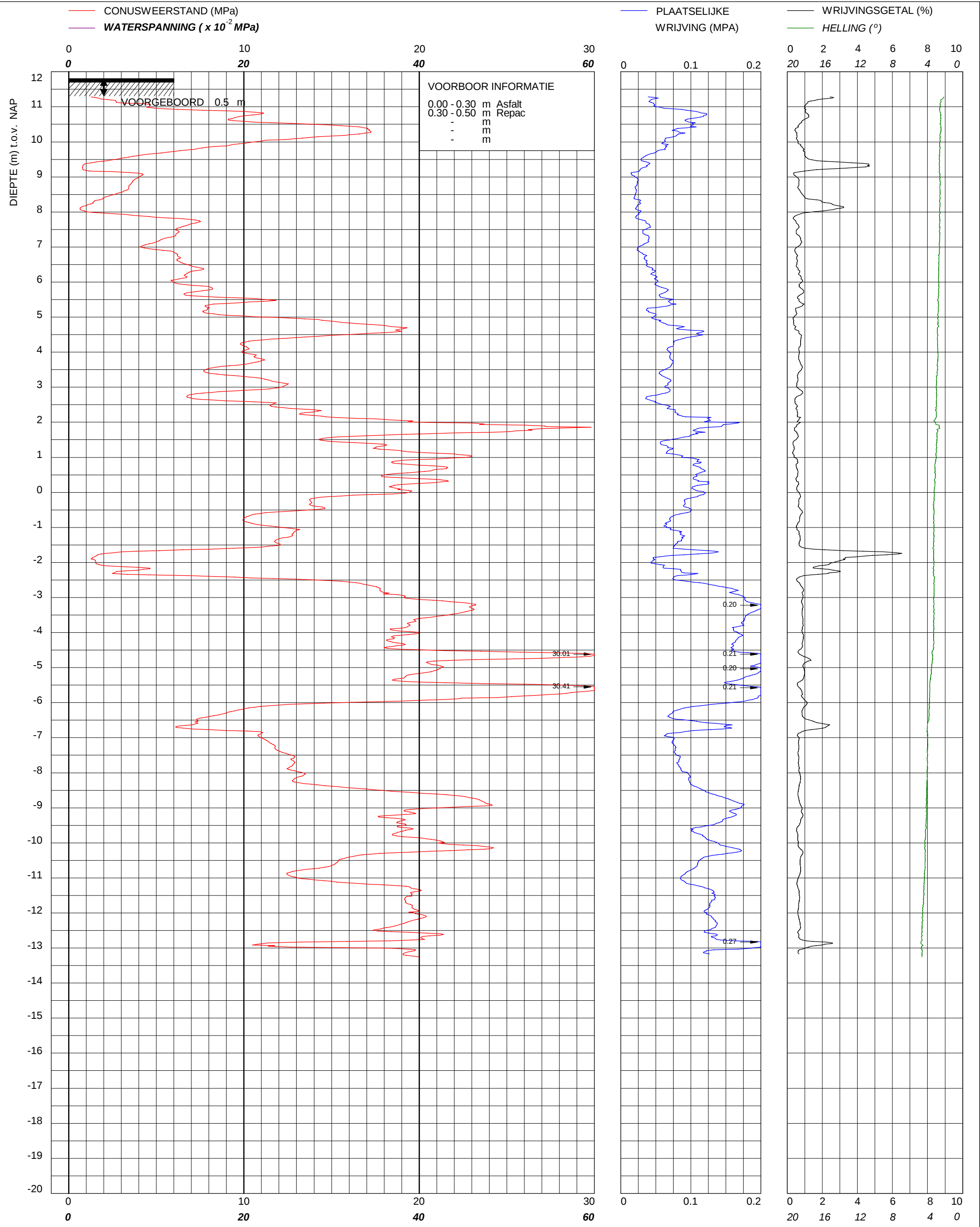
 infra BAM Infraconsult bv © copyright Toetsenbordweg 11 1033 MZ AMSTERDAM Telefoon (020) 410 85 43 Email info.infra@bam.com	Sondering TE1 volgens NEN-EN-22476, klasse 3 Conus: 170102, Ac: 1.500 mm2		MV	11.605 m NAP	X	215227	Opdrachtnummer :
	T&A Survey Bodemonderzoek B.V. Nabij Grutbroek te Doetinchem		Km		Y	442924	02535.01.17
			Uitvoeringsdatum		12-10-2022		Locatiecode :
			Printdatum		13-10-2022		S03



 infra BAM Infraconsult bv © copyright Toetsenbordweg 11 1033 MZ AMSTERDAM Telefoon (020) 410 85 43 Email info.infra@bam.com	Sondering TE1 volgens NEN-EN-22476, klasse 3 Conus: 171017, Ac: 1 500 mm2		MV	11.941 m NAP	X	215243	Opdrachtnummer :
	T&A Survey Bodemonderzoek B.V. Nabij Grutbroek te Doetinchem		Km		Y	442915	02535.01.17
			Uitvoeringsdatum		20-10-2022		Locatiecode :
			Printdatum		20-10-2022		S04

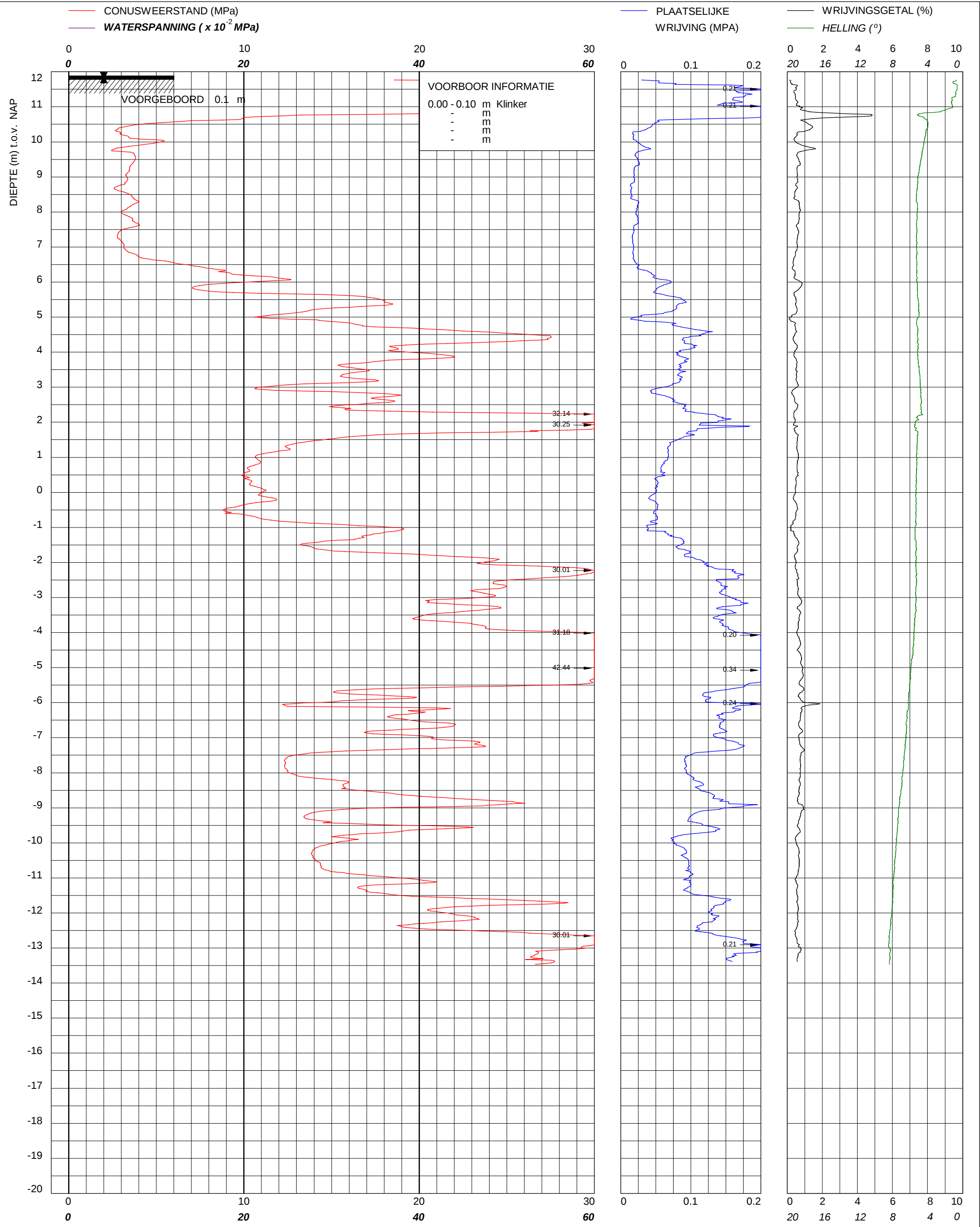


 infra BAM Infraconsult bv © copyright Toetsenbordweg 11 1033 MZ AMSTERDAM Telefoon (020) 410 85 43 Email info.infra@bam.com	Sondering TE1 volgens NEN-EN-22476, klasse 3 Conus: 171017, Ac: 1.500 mm2	MV	11.867 m NAP	X	215278	Opdrachtnummer :
	T&A Survey Bodemonderzoek B.V. Nabij Grutbroek te Doetinchem	Km		Y	442900	02535.01.17
		Uitvoeringsdatum		20-10-2022		Locatiecode :
		Printdatum		20-10-2022		S05



 infra BAM Infraconsult bv © copyright Toetsenbordweg 11 1033 MZ AMSTERDAM Telefoon (020) 410 85 43 Email info.infra@bam.com	Sondering TE1 volgens NEN-EN-22476, klasse 3 Conus: 171017, Ac: 1.500 mm2	MV	11.805 m NAP	X	215301	Opdrachtnummer :
	T&A Survey Bodemonderzoek B.V. Nabij Grutbroek te Doetinchem	Km		Y	442891	02535.01.17
		Uitvoeringsdatum		20-10-2022		Locatiecode :
		Printdatum		20-10-2022		S07

T&A Survey Bodemonderzoek B.V.
Nabij Grutbroek te Doetinchem



 infra BAM Infraconsult bv © copyright Toetsenbordweg 11 1033 MZ AMSTERDAM Telefoon (020) 410 85 43 Email info.infra@bam.com	Sondering TE1 volgens NEN-EN-22476, klasse 3 Conus: 170102, Ac: 1.500 mm2	MV	11.882 m NAP	X	215375	Opdrachtnummer :
	T&A Survey Bodemonderzoek B.V. Nabij Grutbroek te Doetinchem	Km		Y	442842	02535.01.17
		Uitvoeringsdatum		12-10-2022		Locatiecode :
		Printdatum		13-10-2022		S09

Bijlage 2 Trillingspredictie

P:\231xx\23109 HM trillingspredictie Grutbroek Doetinchem\04 REK\Excel\Trillingspredictie damwand openbuis v061 (6).xlsb

A

Uitgangspunten

Profiel

Inbrengmethode

Slagkracht

Reductiefactor (maatregel) slagkracht

Overdrachtsfactor slagkracht trilblok naar grond

Locatie voor bodemprofiel

Overschrijdingskans voorspelde trillingsintensiteit

Bepaling γ i.v.m. overschrijdingskans

Type "meting" voor bepaling v_v

Toelaatbare kans op schade metzelwerk (standaardwaarde 1%)

damwand trillen

666

95%

100%

Eindhoven

5,0%

exact

uitgebreid

1%

F_c

R

[kN]

type: Continue trilling

5% Reductie van slagkracht door maatregel

Ingevoerde slagkracht is vanuit grondweerstandweerstand bepaald

Dit is de standaardwaarde 1%

F_c ;cor

β

f^i

633

1,64

1,00

[kN]

= max(350 ; 95% * 100% * F_c)

Opmerking

Grenswaarden SBR-A voor belendende objecten

Trillingsgevoelige fundering?

Dikte zettingsgevoelige laag

Ja

8

[m]

CD

1,00 [-]

Berekening grenswaarden

Type object (pand, fundering, leiding)	Monument	Bouwkundige staat	type fundering	type vloer	afstand	Dom. freq.	Kar. grensw.	Factoren	trilling	"meting"	Rekenw. grensw.	Aanv. factor	Rekenw. grensw.
					x	f_{dom}	V_{kar}	γ_s	γ_t	γ_v	V_r	f^i	$V_r' = f^i * V_r$
					[m]	[Hz]	[mm/s]	[-]	[-]	[-]	[mm/s]	[-]	[mm/s]
a. cat. 1	Nee	Gevoelig			6	30	30,0	1,7	2,5	1,0	7,1	1,0	7,1
b. cat. 2	Nee	Normaal			6	30	10,0	1,0	2,5	1,0	4,0	1,0	4,0

$f^i = 1,0 = \text{factor op } V_r \text{ voor standaardwaarde schadekans } 1\%$

Trillingsgevoelige fundering	Nee	Normaal	op staal	6	n.v.t.	10,0	1,0	2,0	1,0	5,0	
Grenswaarde op basis van $V_{kar} = 10\text{-CD}$					40	3,98	n.v.t.	n.v.t.	1,0	4,0	
Grenswaarde op basis van grenswaarde versnelling $a=1,0\text{ m/s}^2$											

Verticale trilling in de grond

Gem. referentiesnelheid op 5m (50%)

Damping bodem

Spreading

Veiligheidsfactor bij 5% overschrijdingskans

Gecorrigeerde gem. referentiesnelheid (50%)

Rekenw. referentiesnelheid op 5m (5%)

u_0

α

V_0

γ

$u_{0,cor}$

$\gamma \cdot u_{0,cor}$

1,9

0,02

1,1

2,78

2,47

6,85

[mm/s]

[m⁻¹]

[-]

[mm/s]

[mm/s]

(tabel: profiel Eindhoven)

(tabel: profiel Eindhoven)

(tabel: profiel Eindhoven)

$\gamma = \text{EXP}(0,7 * \beta * \sqrt{\ln(1 + V_0^2)})$

$= u_0 + 0,002 * (F_c;cor - 350) \quad (F_c;cor \geq 350)$

Verticale trillingssnelheid

Belending

type fundering

Grensw. V_r

overdracht draagconstr.

benodigde afstand

toets

Afstand object, x

damping $C_{0x}(x)$

fundering V_k

V_d

Toets

a. cat. 1 - gevoelige staat	?	7,1	1	0,7	2,5	6,0	0,89			OK
b. cat. 2	?	4,0	1	0,7	6,7	6,0	0,89			Niet OK
trillingsg.fund. V	op staal	5,0	1	0,7	4,7	6,0	0,89	1,5	4,3	OK
trillingsg.fund. a	op staal	4,0	1	0,7	6,8	6,0	0,89	1,5	4,3	Niet OK

V_r voor standaardwaarde schadekans 1%

$C_{0x} = \sqrt{(5 / x)} * \text{EXP}(-\alpha * (x - 5))$

Prognose verticale trillingssnelheid door trillen damwand (95%-waarde) toets SBR-A

V_d [mm/s]

8

7

6

5

4

3

2

1

0

damwand

$F_c = 633 \text{ [kN]} > \text{trillen}$

Eindhoven $u_0=1,9$; $\alpha=0,02$; $V_0=1,1$

a. cat. 1 - gevoelige staat

b. cat. 2

f. Trillingsgevoelige fundering - op staal

7,1

4

a

b

c

d

e

f

afstand [m]

0

2,5

5

10

15

20

25

30

35

Interval curve

van x

tot x

3

30

P:\231xx\23109 HM trillingspredictie Grutbroek Doetinchem\04 REK\Excel\Trillingspredictie damwand openbuis v061 (6).xlsb

1

Horizontale trilling in de grond

Inbrengmethode		trillen		(type trilling: type: Continue trilling)
Gem. referentiesnelheid op 5m (50%)	u_0	2,6	[mm/s]	(tabel: profiel Eindhoven)
Damping bodem	α	0,02	[m ⁻¹]	(tabel: profiel Eindhoven)
Spreading	V_0	0,8		(tabel: profiel Eindhoven)
Veiligheidsfactor bij 5% overschrijdingskans	γ	2,24		(tabel overschrijdingskans - beta)
Gecorrigeerde gem. referentiesnelheid (50%)	$u_{0,cor}$	3,17	[mm/s]	$\gamma = EXP(0,7 * \beta * \sqrt{\ln(1 + V_0^2)})$
Rekenw. referentiesnelheid op 5m (5%)	$\gamma \cdot u_{0,cor}$	5,53	[mm/s]	$= u_0 + 0,002 * (F_c;cor - 350) \quad (F_c;cor \geq 350)$

Horizontale trillingssnelheid

Belending	type fundering	Grensw. Vr [mm/s]	overdr. draagconstr.		benodigde afstand [m]	Afstand object, x [m]	damping $C_{\alpha}(x)$ [-]	fundering V_k [mm/s]	V_d [mm/s]	Toets
			C_{r11} [-]	C_{r12} [-]						
a. cat. 1 Monument: Nee Staat: Gevoelig	?	7,06	1	0,7	2,7	6,0	0,89			OK
b. cat. 2 Monument: Nee Staat: Normaal	?	4,00	1	0,7	7,1	6,0	0,89			Niet OK
trillingsg.fund. V	op staal	5,00	1	0,7	4,9	6,0	0,89	2,0	4,4	OK
trillingsg.fund. a	op staal	3,98	1	0,7	7,2	6,0	0,89	2,0	4,4	Niet OK

$C_{\alpha} = \gamma(5 / x) * EXP(-\alpha * (x - 5))$

