



Geotechnisch funderingsadvies t.b.v.:

**BOUWPLANNEN
AAN HET GERTRUDISOORD
TE PRINSENBEEK (BREDa)**

Opdracht nr. : 17.3086
Rapport : 17.3086R01

Opdrachtgever : Giesbers Ontwikkelen en Bouwen
Postbus 64
6600 AB Wijchen

Constructeur : Bouwtechnisch Ingenieursbureau Croes
Postbus 6696
6503 GD Nijmegen

Datum grondonderzoek : 4 april 2017

Datum rapport : 11 april 2017

Bijlagen : Voorbeeldberekening draagvermogen mortelschroefpaal
Situatietekening
Sondeergrafieken 1 t/m 17
Handboorbeschrijving HB-1



Gemeente Breda

**Bijlage 31 bij besluit
2017/1107-V1**

KOOPS & ROMEIJN GRONDMECHANICA

De Plak 23, 6681 DN Bommel
Tel.: 0481 - 451179



1.0 INLEIDING

Op 6 maart 2017 ontving Koops & Romeijn Grondmechanica van Giesbers Ontwikkelen en Bouwen de opdracht voor het uitvoeren van een geotechnisch grondonderzoek alsmede het uitbrengen van een funderingsadvies ten behoeve van de nieuwbouw van woningen te Prinsenbeek (Breda).

Dit rapport bevat de resultaten van het uitgevoerde grondonderzoek, alsmede het op basis hiervan opgestelde funderingsadvies.

Het voorliggende rapport is opgesteld op basis van NEN 9997-1 (juni 2016). Genoemde norm bevat de NEN-EN 1997-1 (*Eurocode 7 – geotechnisch ontwerp – Deel 1 : Algemene regels*) en de bijbehorende nationale bijlage.

2.0 PROJECTOMSCHRIJVING

Volgens de verstrekte gegevens omvat het plan de bouw van 24 geschakelde woningen, verdeeld over 6 blokken. De rekenwaarden van de paalbelastingen worden aangenomen op 300 à 600 kN.

Het bouwpeil wordt aangenomen op ca. NAP +3,5 m.

De woningen worden niet onderkelderd.

Voor het werk is aangehouden :

-de veiligheid / gevolgklasse (NEN-EN 1990)	: CC2 RC2
-de Geotechnische Categorie (NEN 9997-1, 2.1)	: GC2
-aannee stijfheid bebouwing	: niet-stijf

3.0 GRONDONDERZOEK

Het grondonderzoek is uitgevoerd op 4 april 2017 en heeft bestaan uit 17 sonderingen, waarvan 4 met meting van de plaatselijke kleef. De sondeerresultaten zijn weergegeven op de grafieken 1 t/m 17, waarin de diepte is uitgezet t.o.v. NAP.

Aanvullend op het sondeeronderzoek is een ondiepe handboring verricht ter nadere verkenning van de toplagen en bepaling van de actuele grondwaterstand. Op basis van een veldclassificatie is een boorbeschrijving gemaakt, welke in de bijlage HB-1 is gepresenteerd.

De sondeerlocaties, welke door de sondeerploeg in het terrein zijn uitgezet en gewaterpast t.o.v. NAP, zijn tezamen met enkele referentiepunten aangegeven op de situatietekening. Als basis heeft hiervoor gediend de door de opdrachtgever verstrekte tekening.

De sonderingen zijn uitgevoerd vanaf een 18-tons rups aangedreven sondeer(track)truck, m.b.v. een elektrische (kleefmantel)conus met hellingmeter, conform norm NEN-EN 1997-2 met aanvullingsnorm NEN 9997-2 (in voorbereiding).

De conusweerstand is hierbij continu elektrisch gemeten en geregistreerd. Bij 4 sonderingen is naast de conusweerstand ook de plaatselijke mantelwrijving elektrisch gemeten en geregistreerd. Bij deze (kleef)sonderingen is in de grafiek ook het wrijvingsgetal weergegeven. Dit is de verhouding tussen de plaatselijke mantelwrijving en de conusweerstand ($W/C * 100\%$). Empirisch is vastgesteld dat het wrijvingsgetal, beneden het grondwaterniveau, een nauwe relatie heeft met de grondsoort, zodat een goede indicatie van de laagopbouw wordt verkregen.



Uitgaande van de in Nederland meest voorkomende grondsoorten kan ter indicatie de volgende relatie worden aangehouden :

- wrijvingsgetal van 0,5 tot 2 % : zand
- wrijvingsgetal van 2 tot 5 % : klei
- wrijvingsgetal van 5 tot 10 % : veen

Overgangsvormen tussen de verschillende grondsoorten komen eveneens voor, zodat uitzonderingen op bovenstaande relaties mogelijk zijn.

4.0 TERREIN- EN GRONDGESTELDHEID

De onderzochte bouwlocatie is gelegen aan het Gertrudisoord te Prinsenbeek. Ten tijde van het onderzoek bedroeg de maaiveldhoogte ter plaatse van de sondeerlocaties NAP +3,19 à +3,35 m.

Enkele put-, straathoogten en onderdorpels zijn gewaterpast. De verschillende hoogten staan vermeld op de situatietekening.

Op basis van het grondonderzoek kan de grondopbouw globaal als volgt worden omschreven:

<u>Diepte in m t.o.v. NAP</u>			<u>Bodembeschrijving</u>
Maaiveld	tot	+0,0 à -0,5	ZAND, los tot matig vast gepakt, siltig, in de toplaag humeus
+0,0 à -0,5	tot	-5,5 à -7,0	ZAND, matig vast tot vast gepakt
-5,5 à -7,0	tot	-11,0 à -13,0	ZAND, los tot zeer vast gepakt, op wisselende diepten doorsneden door lemige lagen
-11,0 à -13,0	tot	-16,5 à -17,5	LEEM, zandig, matig vast tot vast
-16,5 à -17,5	tot	-17,5 à -23,0	ZAND, vast tot zeer vast gepakt
-23,0			maximaal verkende diepte

In het boorgat ter plaatse van sondering 7 werd d.d. 4 april 2017 de actuele grondwaterstand waargenomen op maaiveld -0,9 m (circa NAP +2,3 m). Dit betreft een éénmalige waarneming welke mogelijk iets verstoord is door het boren. Door, onder andere, wisselingen in neerslagoverschot zijn fluctuaties van de grondwaterstand mogelijk.



5.0 FUNDERINGSADVIES

Gezien de aangetroffen grondopbouw en de aard van de bebouwing komt voor onderhavig project een fundering op palen in aanmerking.

In overleg is voor de woningen uitgegaan van een fundering bestaande uit trillingsvrije mortelschroefpalen met een rekenwaarde van de belasting van circa 300 à 600 kN. De belastingen kunnen aan de ondergrond overgedragen worden door middel van mortelschroefpalen $\varnothing 300$ à $\varnothing 450$ mm.

EISEN TEN AANZIEN VAN STABILITEIT EN VERVORMINGEN

Van een geotechnische constructie moet worden onderzocht of één van de onderstaande grenstoestanden wordt bereikt:

- Uiterste grenstoestand (UGT)
De uiterste grenstoestand waarbij op de grens van de constructie en de grond een bezwijkmechanisme optreedt; hiervoor moet worden getoetst of de rekenwaarde voor de belasting, eventueel vermeerderd met de optredende negatieve kleef, kleiner is dan de rekenwaarde van het paal draagvermogen ($F_{c;d} + F_{nk;d} \leq R_{c;d}$).
- Bruikbaarheidsgrenstoestand (BGT)
Bruikbaarheidsgrenstoestand waarbij de vervormingen leiden tot verlies aan bruikbaarheid, schade of hoge onderhoudskosten.

In de meest voorkomende situaties zal, als aan de uiterste grenstoestand wordt voldaan, de paalkopzakking relatief gering zijn. Door deze relatief geringe paalkopzakkingen, wordt tevens voldaan aan de vervormingseisen voor de bruikbaarheidsgrenstoestand.

UITGANGSPUNTEN EN BEREKENINGSMETHODEN

In het onderstaande zullen de uitgangspunten en berekeningsmethoden voor het bepalen van de negatieve kleef en het paal draagvermogen nader worden toegelicht. Van de berekening van de draagkracht van de palen is een voorbeeldberekening in dit rapport opgenomen.

-Bepaling van de rekenwaarde van de negatieve kleef

Voor dit project is, in verband met de aangetroffen bodemgesteldheid, geen rekening gehouden met het optreden van negatieve kleef langs de paalschachten.

-Bepaling van de maximale draagkracht van een paal

De maximale draagkracht van de paal, op basis van het resultaat van sondering i, is bepaald conform NEN 9997-1.

$$R_{c;cal;i} = R_{b;cal;max;i} + R_{s;cal;max;i}$$

waarin:

$R_{c;cal;i}$	=	maximale draagkracht van de paal bij sondering i (kN)
$R_{b;cal;max;i}$	=	maximale draagkracht van de paalpunt bij sondering i (kN)
$R_{s;cal;max;i}$	=	maximale schachtwrijvingskracht bij sondering i (kN)



Voor verdere uitwerking van deze formule, de berekening van de beide componenten en de bepaling van de diverse factoren (α_p , β , s en α_s), welke benodigd zijn voor de berekeningen van de draagkracht, wordt verwezen naar de voorbeeldberekening die in dit rapport is opgenomen. De aan te houden factoren staan vermeld in Tabel 7.c van NEN 9997-1.

De positieve schachtwrijving is ontleend aan de doorgaande zandlagen waarin de palen worden gefundeerd.

-Bepaling van de karakteristieke waarde van de draagkracht

Voor de bepaling van de karakteristieke waarde van de maximale draagkracht van een paal kan worden uitgegaan van één van de volgende situaties:

- A. Palen onder een niet-stijf bouwwerk of een gedeelte daarvan.
- B. Palen onder een stijf bouwwerk of een gedeelte daarvan.

Voorts is het aantal sonderingen (N) dat voldoet aan het gestelde in NEN 9997- 1 van belang.

Aangezien, ten tijde van het uitbrengen van dit rapport, onvoldoende bekend is over het palenplan en de herverdelingscapaciteit van de bebouwing, wordt voor dit project uitgegaan van een niet-stijf bouwwerk. Situatie A wordt nader uitgewerkt.

A. Palen onder een niet-stijf bouwwerk of een gedeelte daarvan

De karakteristieke waarde van de draagkracht van een paal wordt bepaald met de volgende formules:

$$R_{c;k} = R_{c;cal} / \xi_3$$

waarin:

- $R_{c;k}$ = de karakteristieke waarde van het draagvermogen
- $R_{c;cal}$ = het berekende draagvermogen van de paal in de uiterste grenstoestand.
- ξ_3 = factor, afhankelijk van het aantal sonderingen (bij aantal sonderingen $N \leq 3$) (bepaald volgens NEN 9997-1, Tabel A.10a).

-Bepaling van de rekenwaarde voor de maximale draagkracht

De rekenwaarde voor de maximale draagkracht van een paal ($R_{c;d}$) wordt bepaald met:

$$R_{c;d} = R_{c;k} / \gamma_t$$

waarin:

- γ_t = partiële weerstandsfactor op de totale weerstand voor op druk belaste palen, welke volgens NEN 9997-1, bijlage A, Tabel A.6 t/m Tabel A.8, de waarde 1,20 heeft.

TOETSING

Zoals eerder aangegeven, wordt de sterkte-eis behorend bij de uiterste grenstoestand getoetst: $F_{c;d} \leq R_{c;d} - F_{nk;d}$

In tabel 1 op bladzijde 6 t/m 8 van dit rapport, zijn per sondering de geadviseerde paalpuntniveaus aangegeven. Hierbij is uitgegaan van trillingsvrije mortelschroefpalen met schachtafmetingen van $\varnothing 300$ à $\varnothing 450$ mm.



Indien de rekenwaarde voor de paalbelasting kleiner is dan (of gelijk aan) de genoemde waarden in tabel 1, wordt voldaan aan de uiterste grenstoestand. Tevens zal dan, in de meest voorkomende situaties, worden voldaan aan de bruikbaarheidsgrenstoestand.

VEERCONSTANTEN

Uitgaande van de karakteristieke waarde voor het paal draagvermogen ($R_{c;k}$) en de representatieve paalbelasting (F_k) is de veerconstante voor de paalkopzakking bepaald. Hierbij is voor de karakteristieke paalkopbelasting uitgegaan van de waarde bepaald uit $F_k = F_{c;d} / 1,35$.

Voor sondering 9 zijn de navolgende indicatieve waarden berekend :

Paalafmeting in mm:	F_k in kN:	Veerconstante voor paalkopzakking in MN/m ¹ :
Ø 300	250 à 300	$k = 70$ à 100
Ø 350	300 à 400	$k = 85$ à 115
Ø 400	400 à 500	$k = 90$ à 130
Ø 400	500 à 600	$k = 100$ à 135

Opgemerkt wordt dat palen die grondmechanisch niet worden uitgenut, stijver reageren dan palen welke wel uitgenut worden. Dit kan voorkomen bij palen die om praktische redenen op een niveau met een hogere draagkracht worden gefundeerd dan noodzakelijk is om aan de gestelde eisen te voldoen.

De berekeningen zijn uitgevoerd conform de normen NEN 9997-1, waarbij de constructie is geplaatst in de categorie GC 2. Voor mortelschroefpalen zijn de navolgende paalfactoren gehanteerd:

$$\begin{aligned}\alpha_p &= 0,56 \\ \alpha_s &= 0,006 \\ \beta &= 1,0 \\ s &= 1,0 \\ q_{c,III,gem} &\leq 2 \text{ MN/m}^2\end{aligned}$$

Gezien het aantal uitgevoerde sonderingen is voor de factor ξ_3 een waarde van 1,30 aangehouden.

Daar de palen worden geïnstalleerd in de vaste zandlaag, zijn de vervormingsgrenstoestanden, gezien de beperkte zakkingen van de palen onder invloed van de belasting, niet maatgevend.



Tabel 1: Paalpuntniveaus en rekenwaarden netto draagkracht ($R_{c,d} - F_{nk,rep}$)

Sondering	Maaiveldniveau [m t.o.v. NAP]	Paalpuntniveau [m t.o.v. NAP]	Mortelschroefpalen			
			Rekenwaarde netto draagkracht [kN]			
			Ø 300 mm	Ø 350 mm	Ø 400 mm	Ø 450 mm
1	+3,27	-2,0	210	270	340	420
		-2,5	240	320	400	490
		-3,0	270	340	430	520
		-3,5	290	370	450	550
		-4,0	320	390	420	470
		niet dieper				
2	+3,34	-2,0	220	290	360	430
		-2,5	290	380	470	570
		-3,0	330	420	520	630
		-3,5	340	440	540	660
		-4,0	370	460	570	690
		-4,5	420	520	570	620
3	+3,28	-2,0	230	290	370	440
		-2,5	250	320	400	490
		-3,0	300	380	480	580
		-3,5	320	410	510	610
		-4,0	340	430	530	650
		-4,5	380	460	560	670
4	+3,30	-3,5	260	330	410	480
		-4,0	290	330	380	460
		-4,5	270	330	360	420
		niet dieper				
5	+3,26	-2,0	240	310	390	470
		-2,5	260	330	410	500
		-3,0	270	350	430	520
		-3,5	290	370	460	540
		-4,0	330	380	460	550
		-4,5	320	400	480	580
6	+3,20	-5,0	320	400	490	520
		niet dieper				
		-2,0	270	340	430	520
		-2,5	290	370	460	560
		-3,0	300	380	470	560
		-3,5	340	400	490	540
7	+3,20	-4,0	320	390	450	530
		-4,5	310	380	460	530
		niet dieper				
		-2,0	280	370	470	580
		-2,5	320	410	510	620
		-3,0	340	430	540	650
8	+3,28	-3,5	360	450	560	680
		-4,0	410	500	540	620
		-4,5	360	440	540	650
		niet dieper				
		-2,0	280	360	450	550
		-2,5	300	380	480	580
		-3,0	360	450	530	590
		-3,5	350	410	510	620
		-4,0	350	430	510	570
		-4,5	340	420	500	600
		niet dieper				



Sondering	Maaiveldniveau [m t.o.v. NAP]	Paalpuntniveau [m t.o.v. NAP]	Mortelschroefpalen			
			Rekenwaarde netto draagkracht [kN]			
			Ø 300 mm	Ø 350 mm	Ø 400 mm	Ø 450 mm
9	+3,29	-2,0	260	330	420	510
		-2,5	280	350	410	500
		-3,0	280	350	430	520
		-3,5	290	370	450	540
		-4,0	300	370	460	550
		-4,5	340	430	540	620
		niet dieper				
10	+3,35	-2,0	270	360	450	550
		-2,5	290	380	470	580
		-3,0	330	410	510	620
		-3,5	350	450	530	600
		-4,0	340	420	520	620
		-4,5	350	430	520	620
		-5,0	350	430	520	620
11	+3,33	-2,0	260	330	410	500
		-2,5	270	350	430	520
		-3,0	290	360	450	540
		-3,5	320	400	490	590
		-4,0	340	430	520	550
		niet dieper				
12	+3,34	-2,0	260	340	430	540
		-2,5	290	370	470	580
		-3,0	320	410	510	620
		-3,5	340	440	540	590
		-4,0	330	390	460	470
		niet dieper				
13	+3,27	-2,0	300	400	490	580
		-2,5	310	380	460	550
		-3,0	290	360	410	480
		-3,5	270	330	410	500
		-4,0	280	320	350	390
		niet dieper				
14	+3,27	-2,0	210	280	340	410
		-2,5	220	270	340	400
		-3,0	260	330	410	500
		-3,5	290	370	450	540
		-4,0	310	380	470	530
		niet dieper				
15	+3,26	-2,0	200	260	330	410
		-2,5	210	270	350	430
		-3,0	240	300	360	430
		-3,5	240	300	370	450
		-4,0	240	270	310	350
		niet dieper				
16	+3,19	-2,0	180	230	290	350
		-2,5	180	230	290	350
		-3,0	230	300	370	440
		-3,5	250	310	390	470
		-4,0	280	350	430	520
		-4,5	300	370	420	440
		niet dieper				



Sondering	Maaiveldniveau [m t.o.v. NAP]	Paalpuntniveau [m t.o.v. NAP]	Mortelschroefpalen			
			Rekenwaarde netto draagkracht [kN]			
			Ø 300 mm	Ø 350 mm	Ø 400 mm	Ø 450 mm
17	+3,24	-2,0	200	260	330	410
		-2,5	210	280	350	430
		-3,0	230	300	370	430
		-3,5	240	310	380	450
		-4,0	250	310	380	460
		-4,5	260	320	360	380
		niet dieper				

De in tabel 1 gegeven waarden dienen door de constructeur op basis van NEN-EN 1992-1-1 te worden gecontroleerd op toelaatbare betonspanningen

6.0 UITVOERING MORTELSCHROEFPALEN

Bij de toepassing van mortel- of betonschroefpalen dient voor de installatie hiervan een hierin gespecialiseerd, gerenommeerd aannemingsbedrijf te worden ingeschakeld. Geadviseerd wordt de eerste paal zo dicht mogelijk bij een sondering te installeren.

Het waargenomen installatiegedrag voor wat betreft draaimoment, morteldruk en verbruikte hoeveelheid specie kan in combinatie met het sondeerbeeld een indicatie vormen voor de controle van tussen de sonderingen te installeren palen. Tijdens het boren dient de boorsnelheid van de avegaar afgestemd te zijn op de snelheid van inbrengen.

Er mag niet meer grond omhoog geschroefd worden dan strikt noodzakelijk (verdringingsvolume van de avegaar), zodat de ontspanning van de grond zoveel mogelijk beperkt blijft. Tijdens het trekken van de avegaar dient er op te worden toegezien dat continu druk op de mortel gehandhaafd blijft, zodat een regelmatige opbouw van de paalschacht wordt verkregen. Geadviseerd wordt de betondruk continu te registreren. De snelheid van trekken van de avegaar en het opvullen van het boorgat dient in overeenstemming te zijn met de capaciteit van de betonpomp. Een controle op de aard van de bodemlagen verkrijgt men door visuele inspectie van de uitkomende grond, waarbij de paalpunt in de zandlagen dient te staan.

Van iedere paal dienen tenminste de bovengenoemde gegevens en het bereikte paalpuntniveau te worden genoteerd.

De palen dienen te worden afgestort tot aan het werkniveau. Een eventuele overlengte dient naderhand te worden gesneld. Hierbij dient rekening te worden gehouden met het aanbrengen van een eventuele overlengte aan wapening, aangezien de paal na het snellen nog over de minimaal vereiste wapeningslengte dient te beschikken.

Deskundig toezicht tijdens het gehele installatieproces is een vereiste.

Voor nadere gegevens omtrent de installatie van de palen wordt verwezen naar de KIWA beoordelingsrichtlijn voor in de grond gevormde palen BRL-2356 (K-237/01), bijlage A en de NEN-EN 1536.

Ter controle wordt geadviseerd in ieder geval een deel van de palen (ca 25 %) akoestisch door te meten. Deze testen geven informatie over de paallengte, doorsnedevariaties, scheuren en andere inhomogeniteiten.



Gebleken is dat met deze testmethode meestentijds, alhoewel niet altijd, eventuele gebreken zijn op te sporen tegen geringe kosten. Voorts zij het benadrukt dat het akoestisch doormeten informatie verschaft over de fysieke kwaliteit van de palen alsmede over de dimensies ervan, doch niet over het paal draagvermogen.

Koops & Romeijn Grondmechanica

J.Th. Meurs
Adviseur geotechniek

**VOORBEELDBEREKENING VAN HET DRAAGVERMOGEN CONFORM NEN 9997-1**

Voor de berekening is het draagvermogen van een paal bij sondering 9 uitgewerkt.

Paaltype	: mortelschroefpaal		
Paalgegevens	: paalpuntniveau	- NAP -4,5 m	paalomtrek (O_p) - 1,26 m
	: schachtafmeting	- Ø 400 mm	voetoppervlak (A_{punt}) - 0,126 m ²

Het draagvermogen is opgebouwd uit puntdraagvermogen en positieve schachtwrijving in de zandige lagen.

De maximale draagkracht van de paal bij sondering i ($R_{c;cal;i}$ in kN) is bepaald volgens:

$$R_{c;cal;i} = R_{b;cal;max;i} + R_{s;cal;max;i}$$

waarbij:

$R_{b;cal;max;i}$ = maximale draagkracht van de paalpunt bij sondering i (kN)

$R_{s;cal;max;i}$ = maximale schachtwrijvingskracht bij sondering i (kN)

De berekening van beide componenten wordt onderstaand nader uitgewerkt, de index i wordt hierbij verder niet vermeld.

Maximale draagkracht van de paalpunt

De maximale draagkracht van de paalpunt ($R_{b;cal}$ in kN) wordt bepaald met:

$$R_{b;cal;max} = A_{punt} * q_{b;max}$$

waarin:

A_{punt} = oppervlakte van de paalpunt (m²)

$q_{b;max}$ = maximale puntweerstand (NEN 9997-1) (kN/m²)

waarbij:

$$q_{b;max} = \frac{1}{2} * \alpha_p * \beta * s * [\frac{1}{2} * (q_{c;I;gem} + q_{c;II;gem}) + q_{c;III;gem}]$$

waarin rekening houdend met het paaltype:

α_p = 0,56 (paalfactor, volgens tabel 7.c van NEN 9997-1)

β = 1,0 (paalvoetvormfactor, volgens tabel 7.c van NEN 9997-1)

s = 1,0 (vormfactor van de doorsnede paalvoet, volgens tabel 7.c van NEN 9997-1)

en de uit de sondering bepaalde waarden:

$q_{c;I;gem}$ = gemiddelde conusweerstand over een traject van 0,7 à 4d onder de punt.
In dit geval 10,0 MN/m².

$q_{c;II;gem}$ = minimale conusweerstand binnen het traject van 0,7 à 4d onder de punt.
In dit geval 10,0 MN/m².

$q_{c;III;gem}$ = gemiddelde minimale conusweerstand over een traject van 8d boven de punt.
In dit geval 2,0 MN/m².

zodat:

$$q_{b;max} = 3,36 \text{ MN/m}^2$$

en

$$R_{b;cal;max} = 423 \text{ kN}$$



Maximale positieve schachtwrijving

De maximale positieve paalschachtwrijving ($R_{S;cal}$ in kN) wordt bepaald met:

$$R_{S;cal;max} = O_p * l * \alpha_S * q_{c;gem}$$

waarin:

- O_S = omtrek van de paalschacht, voor het beschouwde paaltype 1,26 m
 l = lengte waarover schachtwrijving in rekening wordt gebracht, in dit geval 5,5 m (van NAP +1,0 m tot -4,5 m)
 α_S = 0,006 (paalklassefactor, volgens tabel 7.c van NEN 9997-1)
 $q_{c;gem}$ = de gemiddelde conusweerstand in de tot de schachtwrijving bijdragende zandlagen, in dit geval 10,3 MN/m².

zodat:

$$R_{S;cal;max} = 1,26 \text{ m} * 5,5 \text{ m} * 0,006 * 10,3 * 10^3 \text{ kN/m}^2 = 428 \text{ kN}$$

Maximale draagkracht van de paal

Het maximale draagvermogen ($R_{C;cal}$) is berekend met:

$$R_{C;cal} = R_{b;cal;max} + R_{S;cal;max}$$

dus:

$$R_{C;cal} = 423 \text{ kN} + 428 \text{ kN} = 851 \text{ kN}.$$

Bepaling karakteristieke waarde

Uitgaande van palen onder een niet-stijf bouwwerk of een gedeelte daarvan, wordt de karakteristieke waarde van het paal draagvermogen als volgt bepaald:

$$R_{C;k} = R_{C;cal} / \xi_3$$

Voor het onderhavige project is uitgegaan van $\xi_3 = 1,30$ (NEN 9997-1, Tabel A.10a / Tabel A.10b)

$$R_{C;k} = 851 \text{ kN} / 1,30 = 654 \text{ kN}$$

De rekenwaarde van de maximale draagkracht ($R_{C;d}$) wordt bepaald met:

$$R_{C;d} = R_{C;k} / \gamma_t$$

met:

$$\gamma_t = 1,20 \text{ (partiële weerstandsfactor op de totale weerstand voor op druk belaste palen, volgens NEN 9997-1, bijlage A, Tabel A.6 t/m Tabel A.8).}$$

dus:

$$R_{C;d} = 654 / 1,20 = 545 \text{ kN}$$

Bepaling rekenwaarde toelaatbare belasting $F_{C;d}$

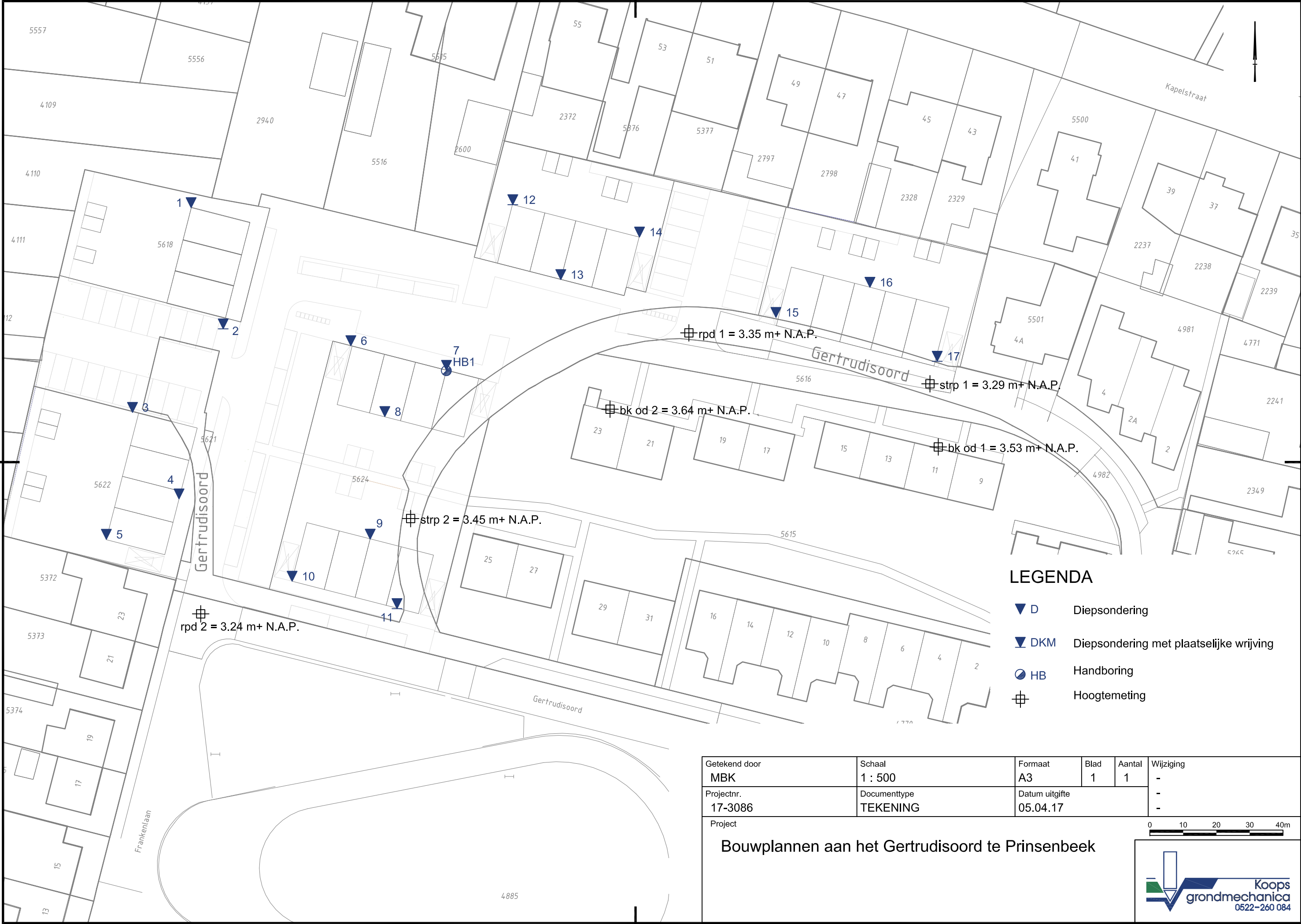
$$F_{C;d} \leq R_{C;d} - F_{nk;d}$$

met:

$$F_{nk;d} = \text{rekenwaarde negatieve kleef, in dit geval: 0 kN}$$

dus:

$$F_{C;d} \leq 545 - 0 = 545 \text{ kN (in de tabel afgerond op 540 kN)}$$



LEGENDA

- ▼ D Diepsondering
- ▼ DKM Diepsondering met plaatselijke wrijving
- HB Handboring
- ⊕ Hoogtemeting

Getekend door MBK	Schaal 1 : 500	Formaat A3	Blad 1	Aantal 1	Wijziging -
Projectnr. 17-3086	Documenttype TEKENING	Datum uitgifte 05.04.17			-
					-

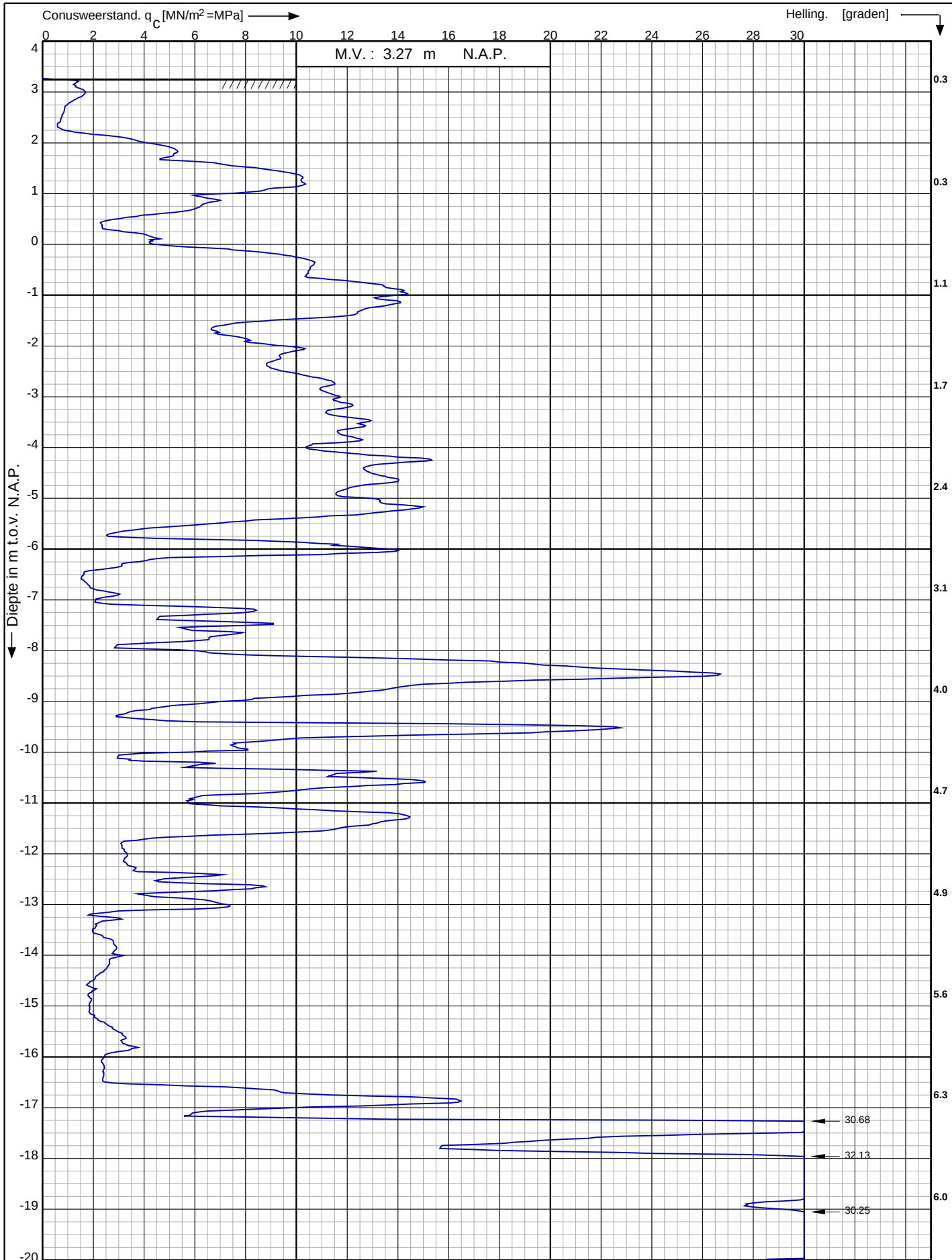
Bouwplannen aan het Gertrudisoord te Prinsenbeek



Conusserienummer: 001342

Conustype: cilindrisch elektrisch SUB-15

Sondering volgens norm NEN-EN-ISO 22476-1 klasse 3



Bouwplannen aan het Gertrudisoord te
Prinsenbeek

RD-coördinaten : X = 108278.919 Y = 401617.215

Opdr. nr. : 17-3086

Datum uitg. : 4-4-2017

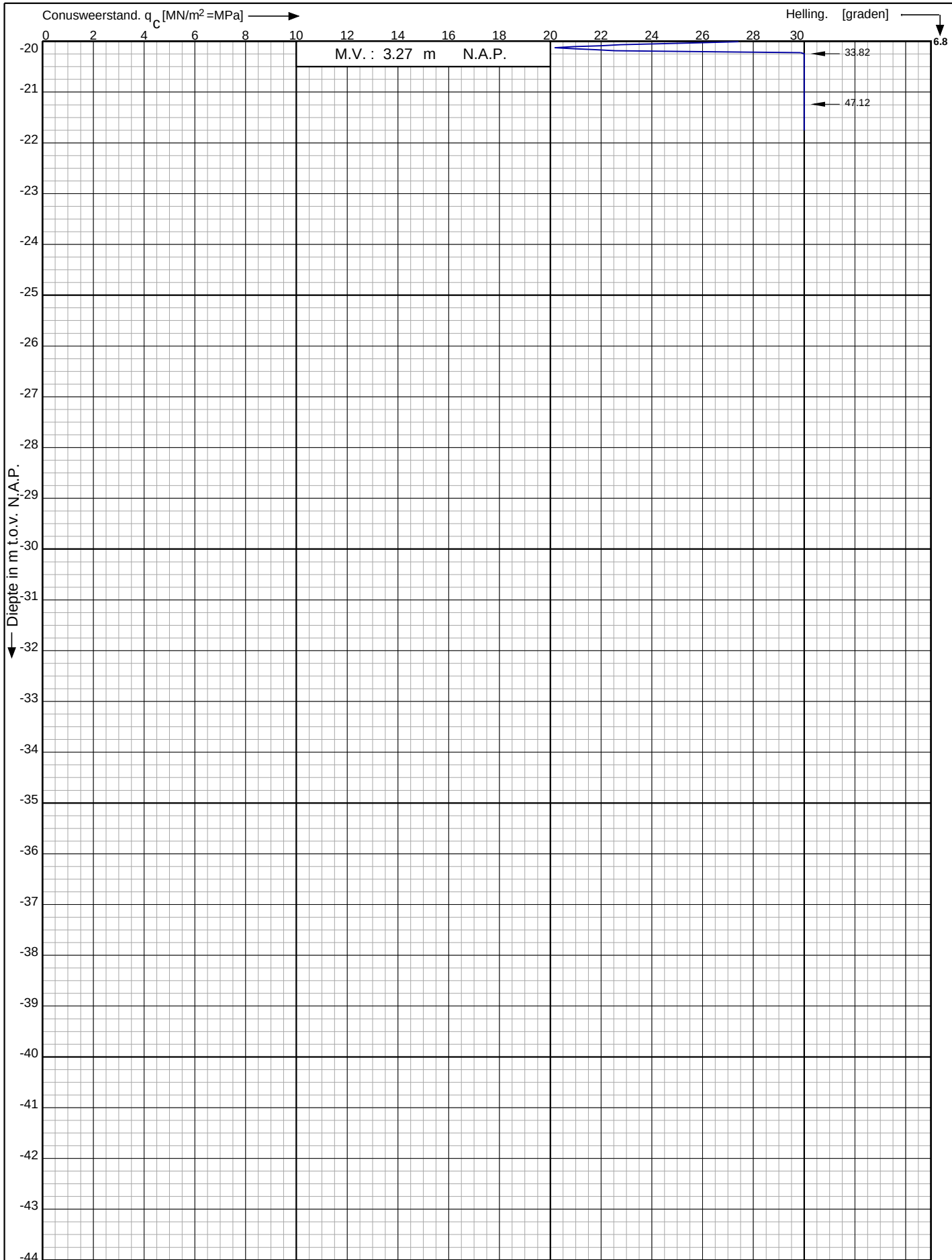
Sond. nr. : 1



Conusserienummer: 001342

Conustype: cilindrisch elektrisch SUB-15

Sondering volgens norm NEN-EN-ISO 22476-1 klasse 3



Bouwplannen aan het Gertrudisoord te
Prinsenbeek

RD-coördinaten : X = 108278.919 Y = 401617.215

Opdr. nr. : 17-3086

Datum uitv. : 4-4-2017

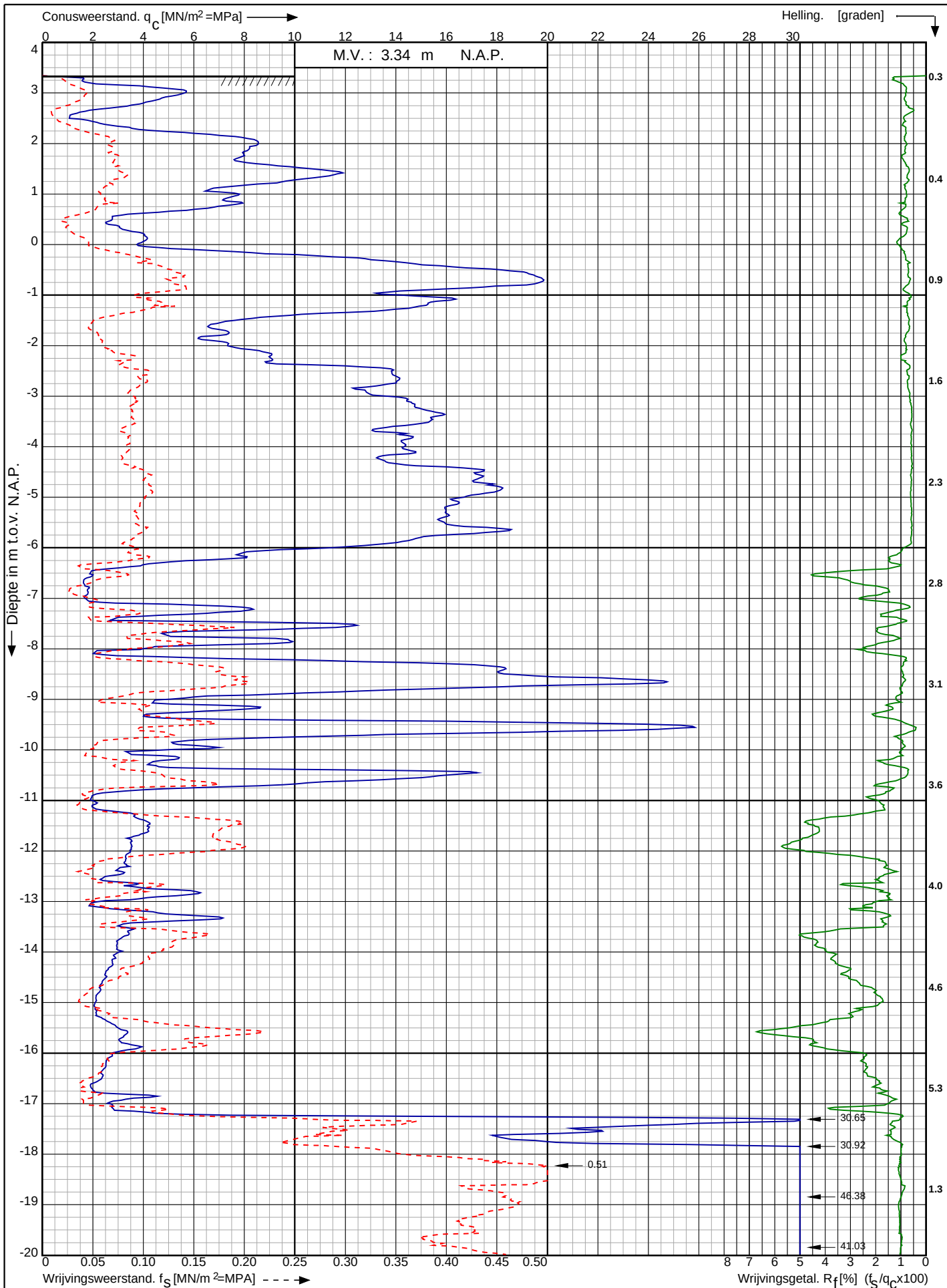
Sond. nr. : 1



Conusserienummer: 001342

Conustype: cilindrisch elektrisch SUB-15

Sondering volgens norm NEN-EN-ISO 22476-1 klasse 3



Bouwplannen aan het Gertruisoord te
Prinsenbeek

RD-coördinaten : X = 108283.736 Y = 401599.008

Opdr. nr. : 17-3086

Datum uitg. : 4-4-2017

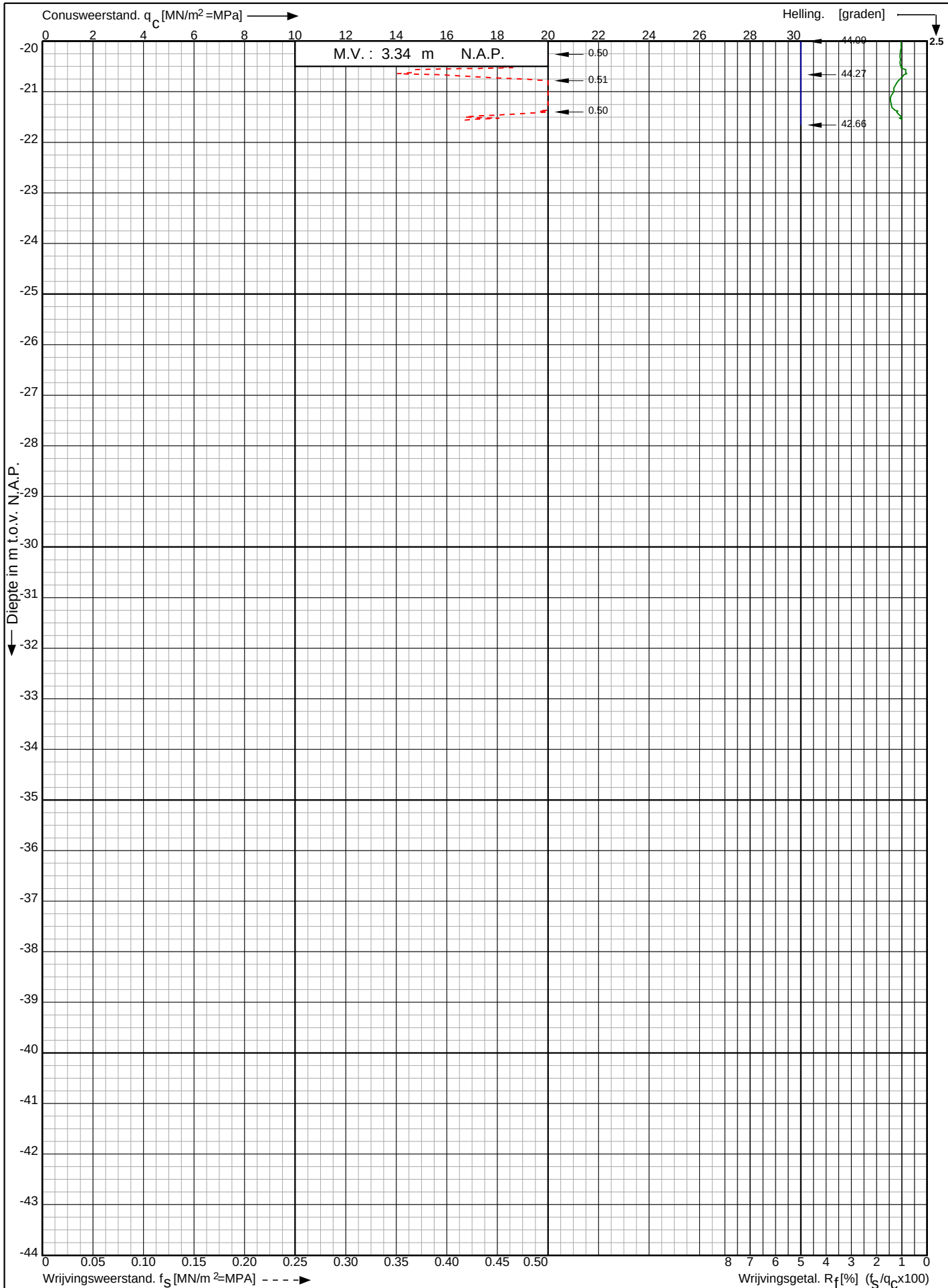
Sond. nr. : 2



Conusserienummer: 001342

Conustype: cilindrisch elektrisch SUB-15

Sondering volgens norm NEN-EN-ISO 22476-1 klasse 3



Bouwplannen aan het Gertrudisoord te
Prinsenbeek

RD-coördinaten : X = 108283.736 Y = 401599.008

Opdr. nr. : 17-3086

Datum uitg. : 4-4-2017

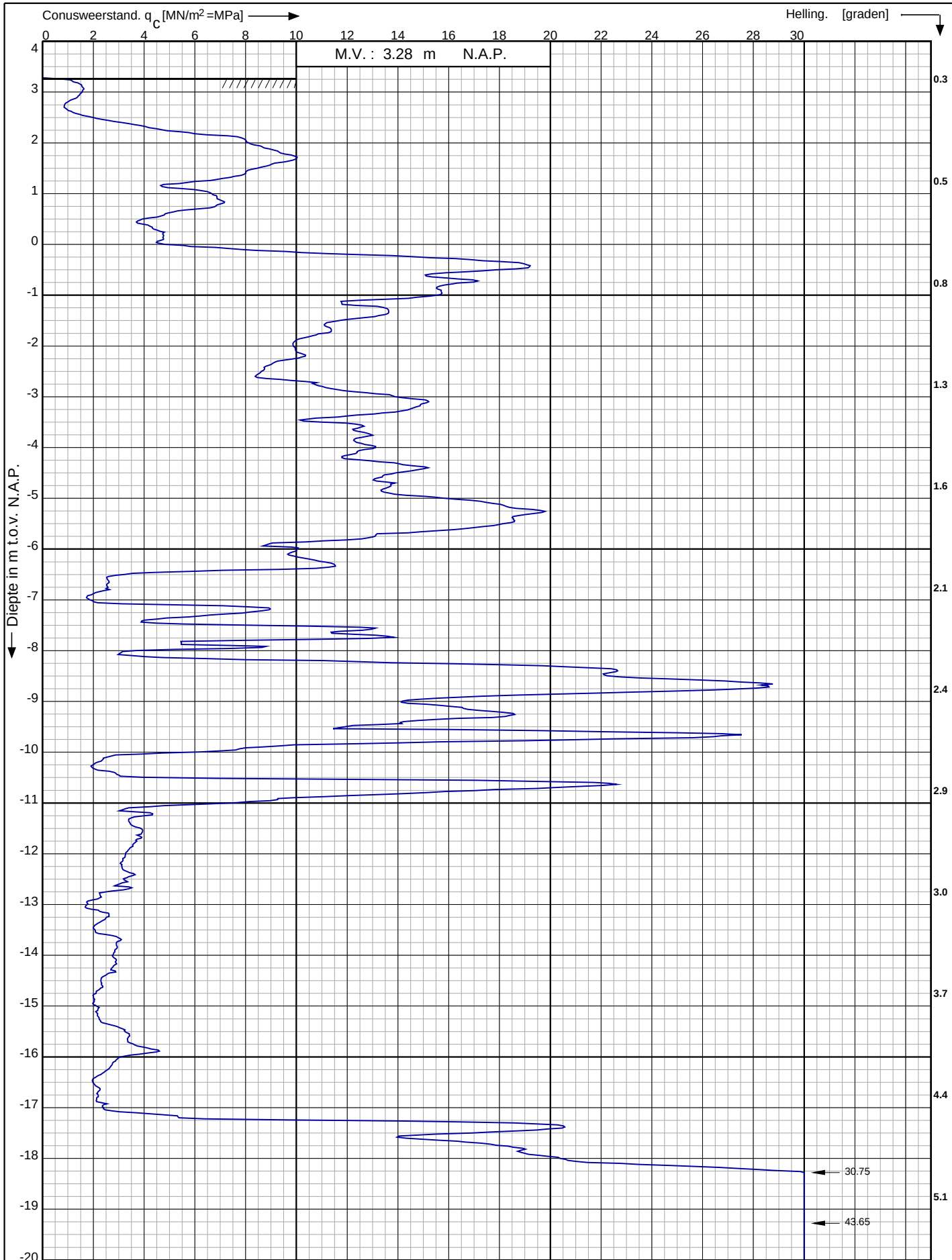
Sond. nr. : 2



Conusserienummer: 001342

Conustype: cilindrisch elektrisch SUB-15

Sondering volgens norm NEN-EN-ISO 22476-1 klasse 3



Bouwplannen aan het Gertrudisoord te
Prinsenbeek

RD-coördinaten : X = 108270.111 Y = 401586.462

Opdr. nr. : 17-3086

Datum uitg. : 4-4-2017

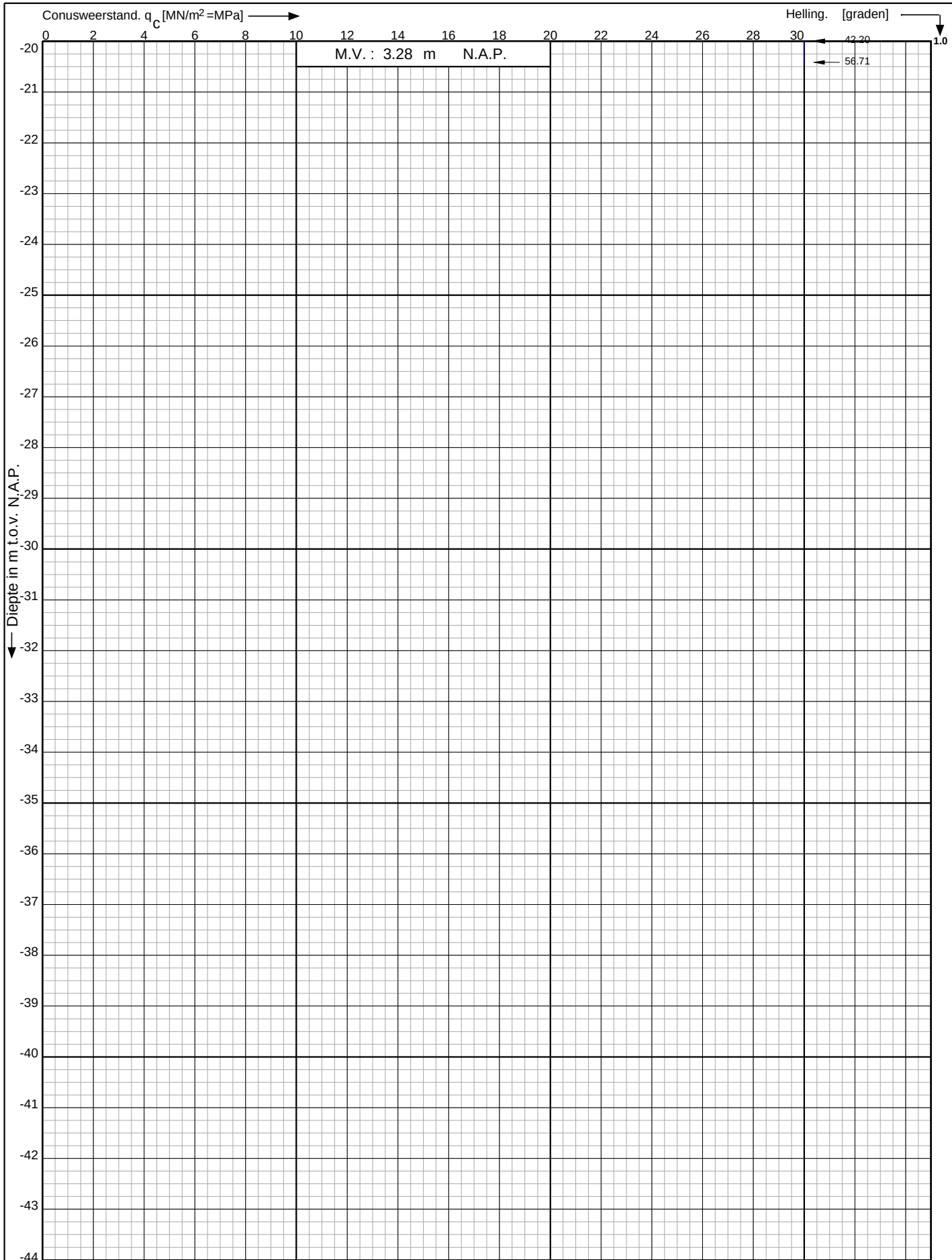
Sond. nr. : 3



Conusserienummer: 001342

Conustype: cilindrisch elektrisch SUB-15

Sondering volgens norm NEN-EN-ISO 22476-1 klasse 3



Bouwplannen aan het Gertrudisoord te
Prinsenbeek

RD-coördinaten : X = 108270.111 Y = 401586.462

Opdr. nr. : 17-3086

Datum uitg. : 4-4-2017

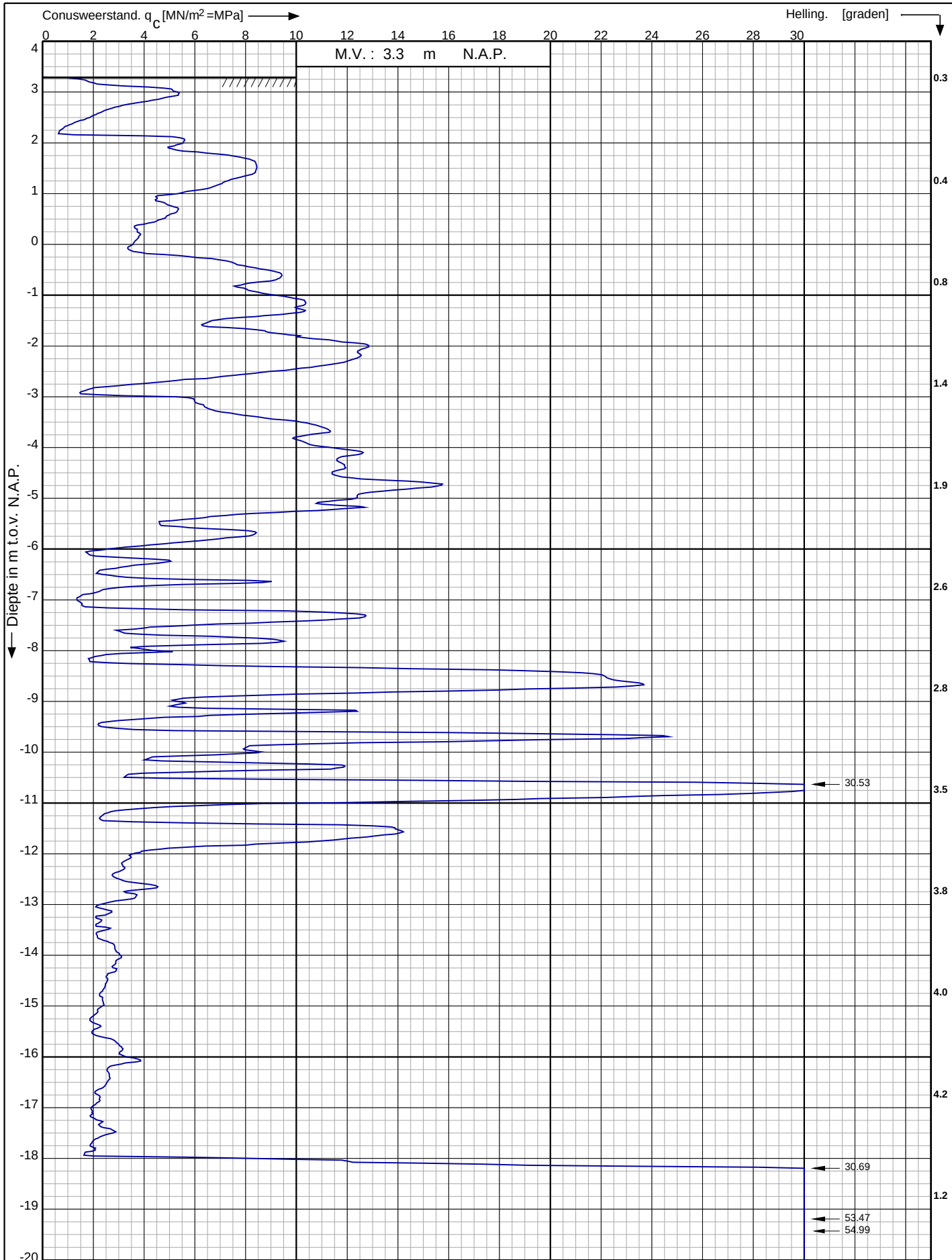
Sond. nr. : 3



Conusserienummer: 001342

Conustype: cilindrisch elektrisch SUB-15

Sondering volgens norm NEN-EN-ISO 22476-1 klasse 3



Bouwplannen aan het Gertrudisoord te
Prinsenbeek

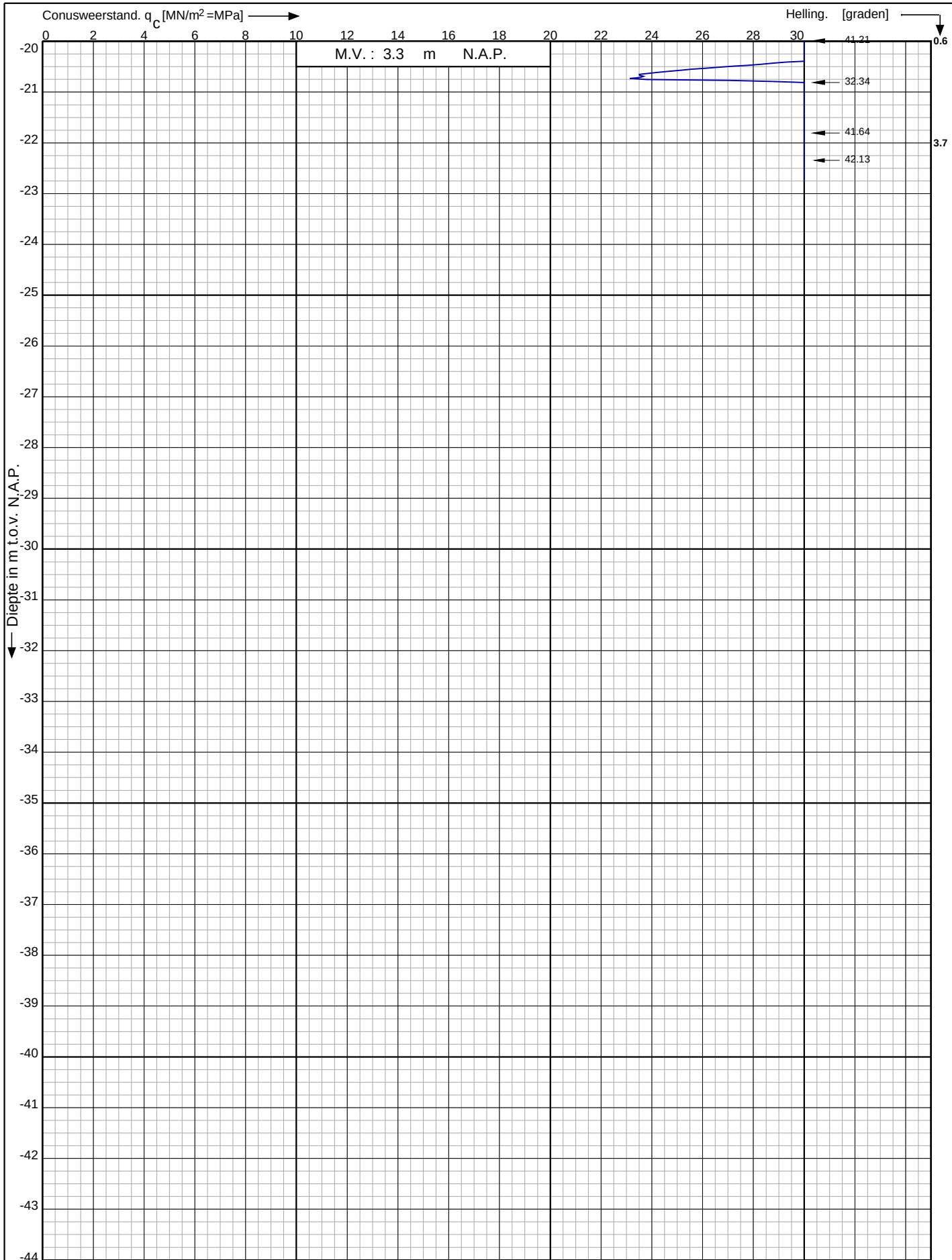
RD-coördinaten : X = 108277.100 Y = 401573.466

Opdr. nr. : 17-3086

Datum uitv. : 4-4-2017

Sond. nr. : 4





Bouwplannen aan het Gertrudisoord te
Prinsenbeek

RD-coördinaten : X = 108277.100 Y = 401573.466

Opdr. nr. : 17-3086

Datum uitg. : 4-4-2017

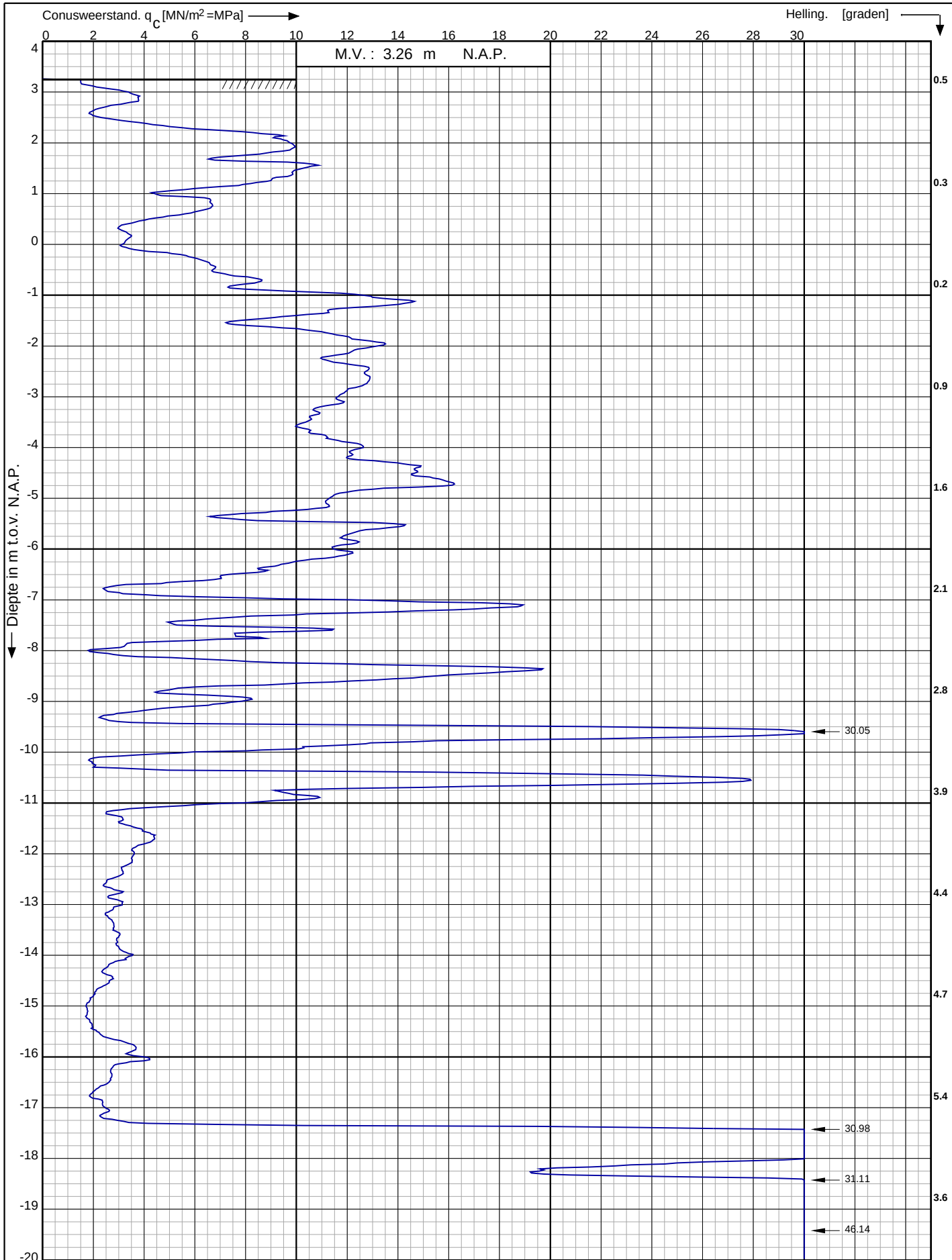
Sond. nr. : 4



Conusserienummer: 001342

Conustype: cilindrisch elektrisch SUB-15

Sondering volgens norm NEN-EN-ISO 22476-1 klasse 3



Bouwplannen aan het Gertrudisoord te
Prinsenbeek

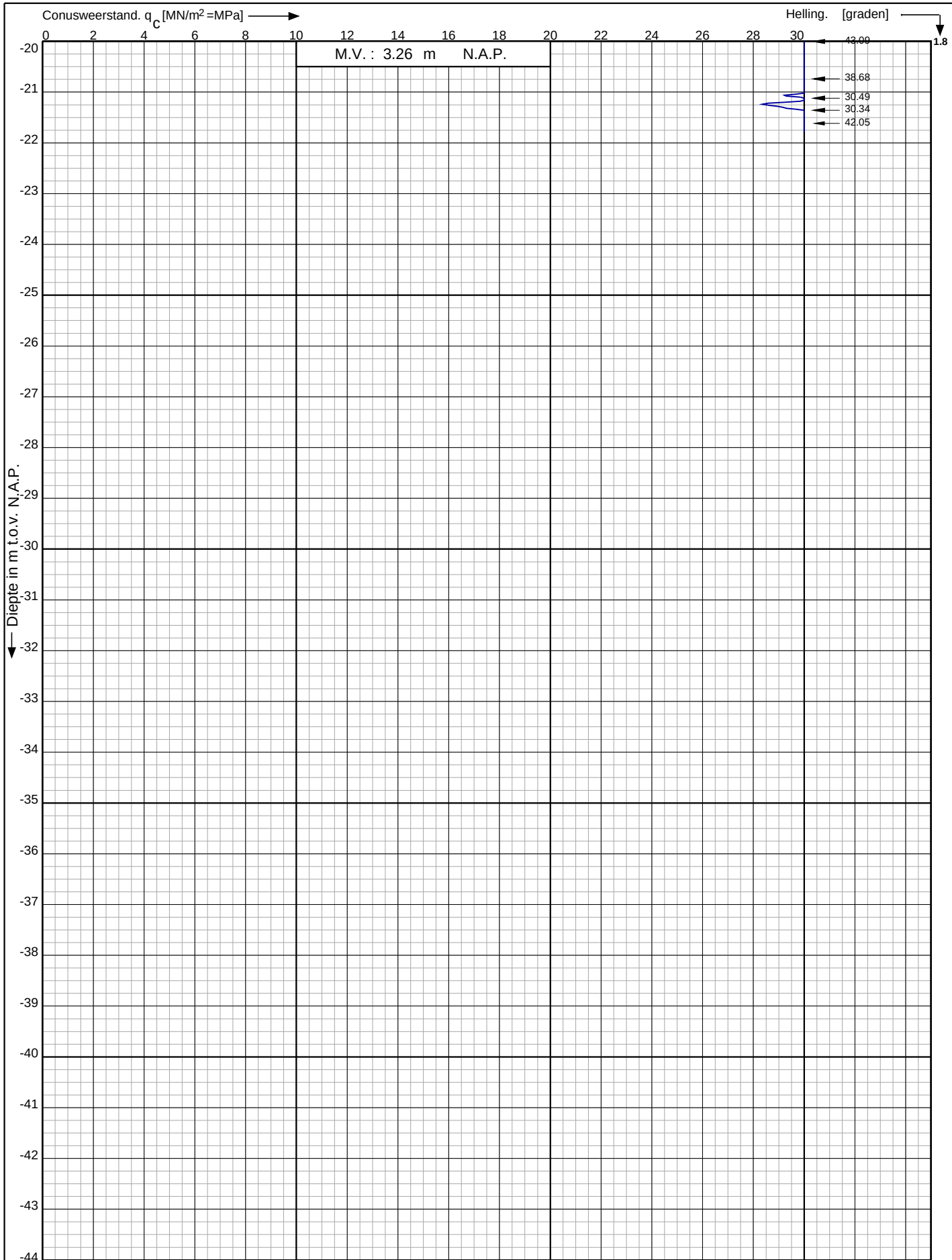
RD-coördinaten : X = 108266.188 Y = 401567.399

Opdr. nr. : 17-3086

Datum uitv. : 4-4-2017

Sond. nr. : 5





Bouwplannen aan het Gertrudisoord te
Prinsenbeek

RD-coördinaten : X = 108266.188 Y = 401567.399

Opdr. nr. : 17-3086

Datum uitg. : 4-4-2017

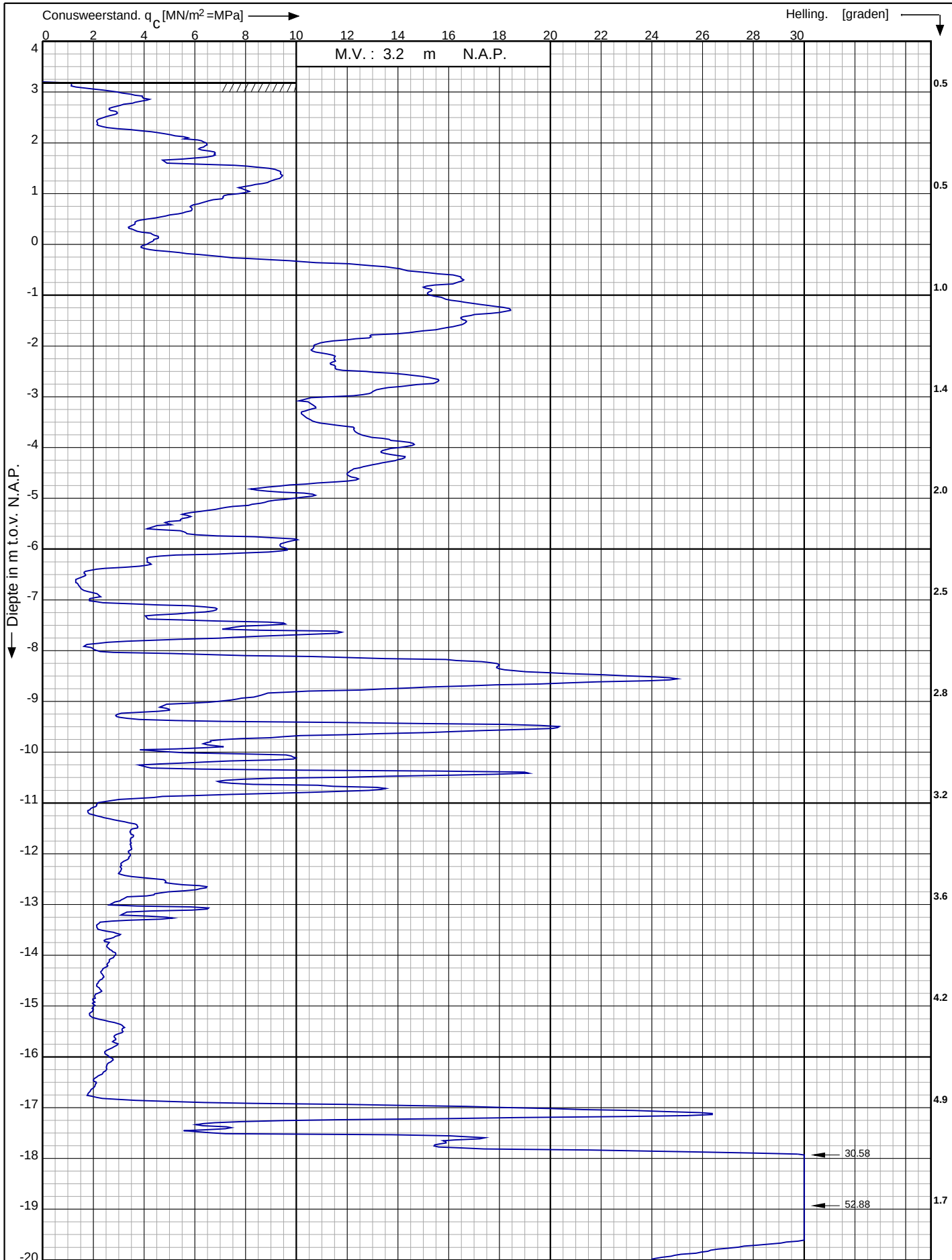
Sond. nr. : 5



Conusserienummer: 001342

Conustype: cilindrisch elektrisch SUB-15

Sondering volgens norm NEN-EN-ISO 22476-1 klasse 3



Bouwplannen aan het Gertrudisoord te
Prinsenbeek

RD-coördinaten : X = 108302.905 Y = 401596.482

Opdr. nr. : 17-3086

Datum uitg. : 4-4-2017

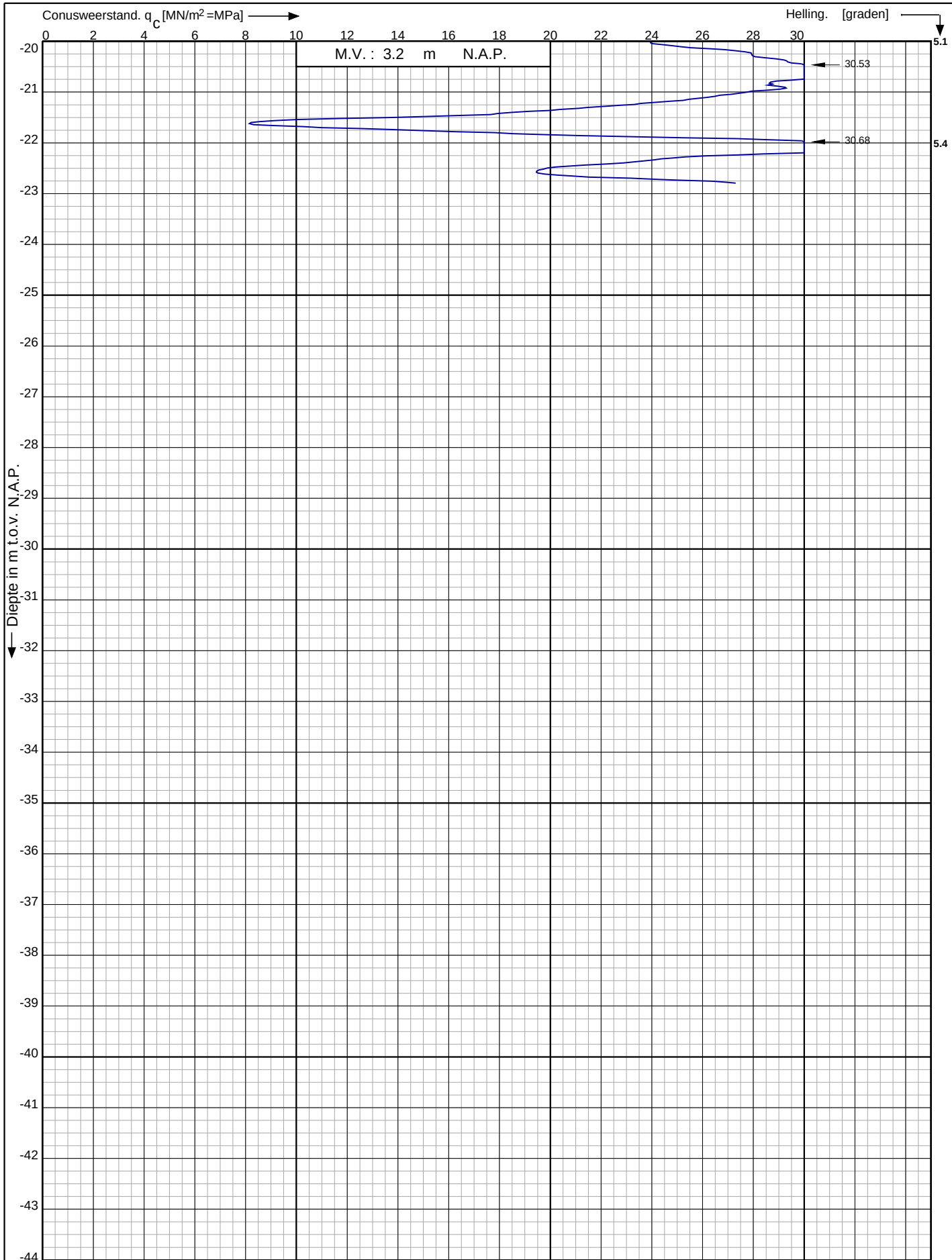
Sond. nr. : 6



Conusserienummer: 001342

Conustype: cilindrisch elektrisch SUB-15

Sondering volgens norm NEN-EN-ISO 22476-1 klasse 3



Bouwplannen aan het Gertrudisoord te
Prinsenbeek

RD-coördinaten : X = 108302.905 Y = 401596.482

Opdr. nr. : 17-3086

Datum uitg. : 4-4-2017

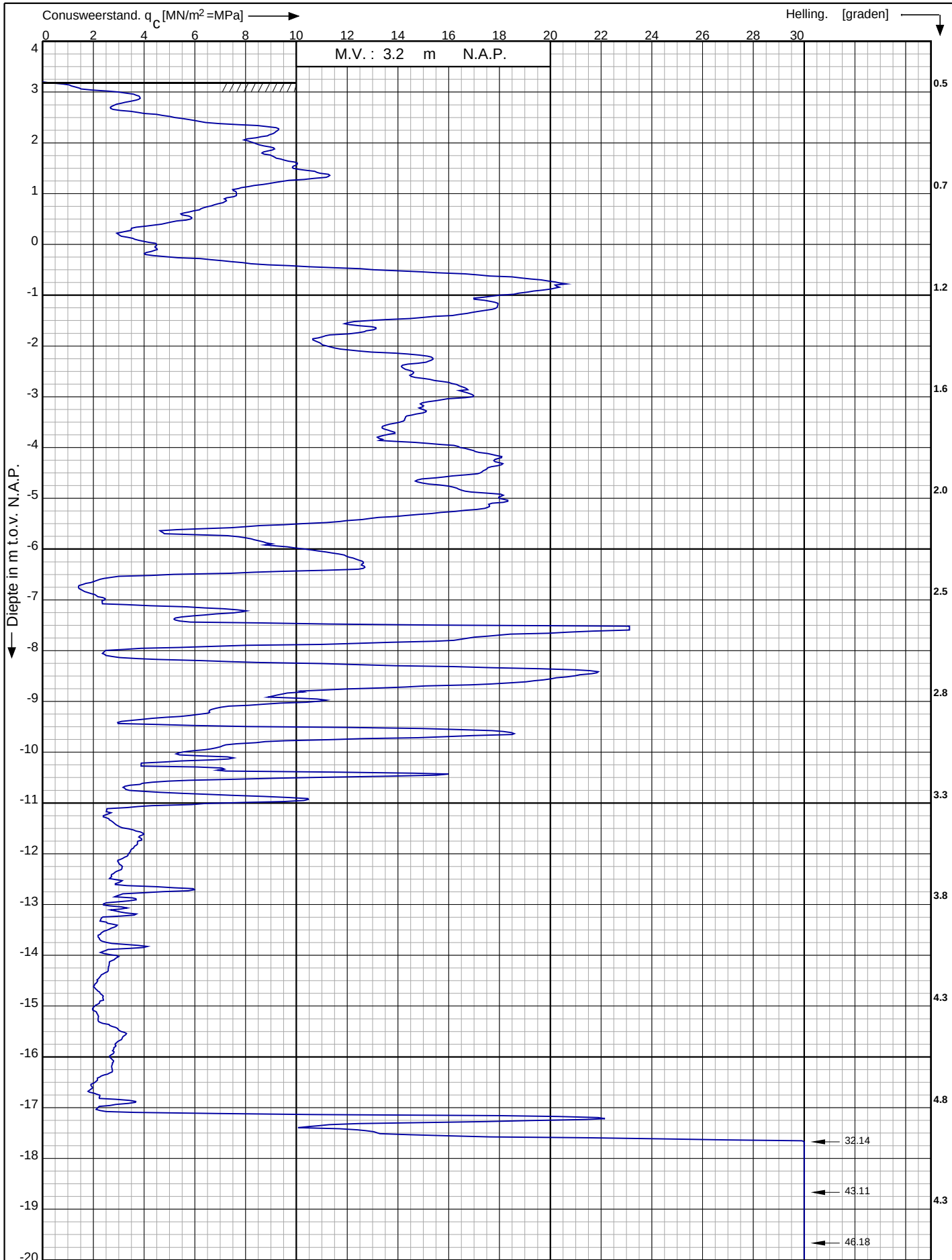
Sond. nr. : 6



Conusserienummer: 001342

Conustype: cilindrisch elektrisch SUB-15

Sondering volgens norm NEN-EN-ISO 22476-1 klasse 3



Bouwplannen aan het Gertrudisoord te
Prinsenbeek

RD-coördinaten : X = 108317.266 Y = 401592.778

Opdr. nr. : 17-3086

Datum uitg. : 4-4-2017

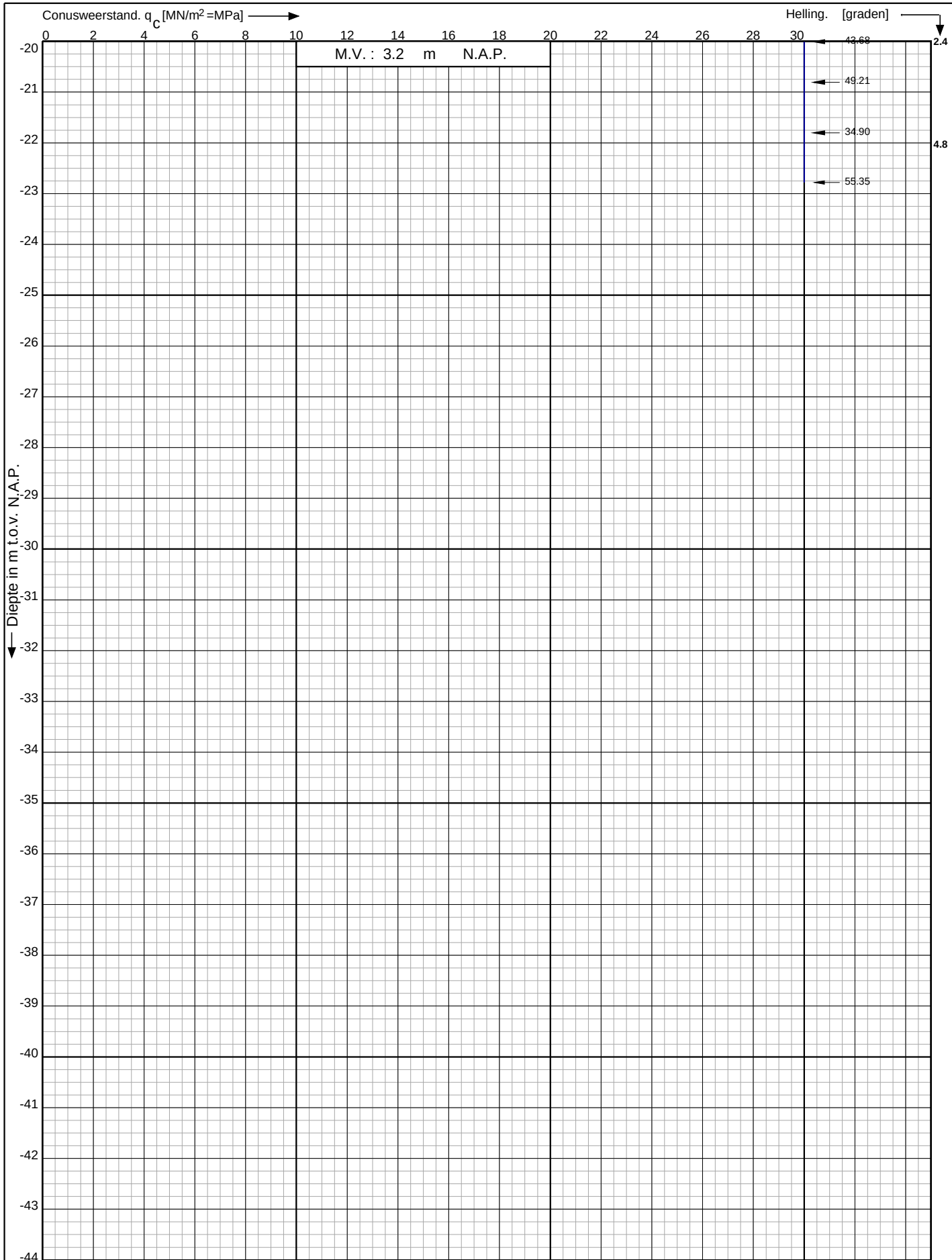
Sond. nr. : 7



Conusserienummer: 001342

Conustype: cilindrisch elektrisch SUB-15

Sondering volgens norm NEN-EN-ISO 22476-1 klasse 3



Bouwplannen aan het Gertrudisoord te
Prinsenbeek

RD-coördinaten : X = 108317.266 Y = 401592.778

Opdr. nr. : 17-3086

Datum uitg. : 4-4-2017

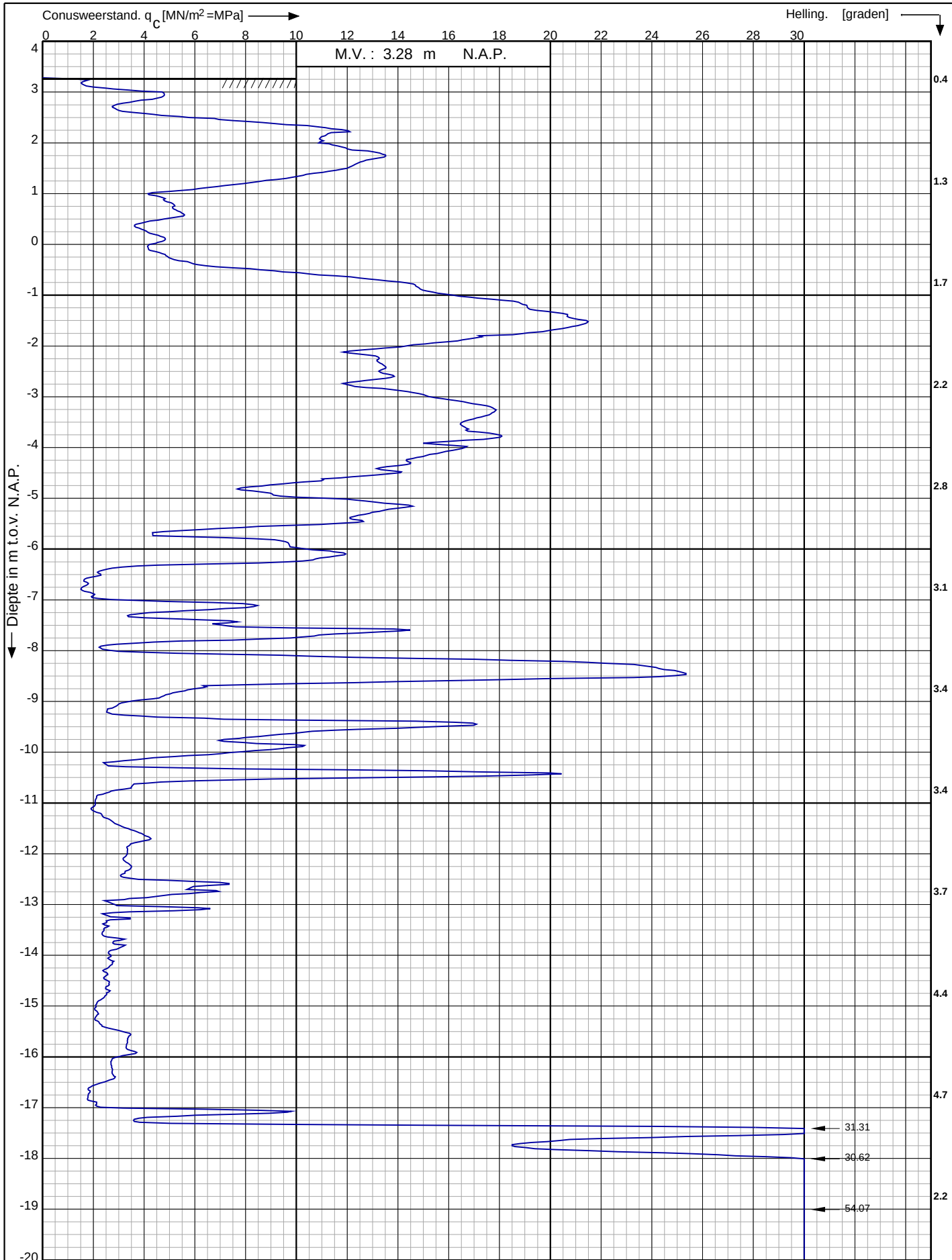
Sond. nr. : 7



Conusserienummer: 001342

Conustype: cilindrisch elektrisch SUB-15

Sondering volgens norm NEN-EN-ISO 22476-1 klasse 3



Bouwplannen aan het Gertrudisoord te
Prinsenbeek

RD-coördinaten : X = 108308.005 Y = 401585.838

Opdr. nr. : 17-3086

Datum uitv. : 4-4-2017

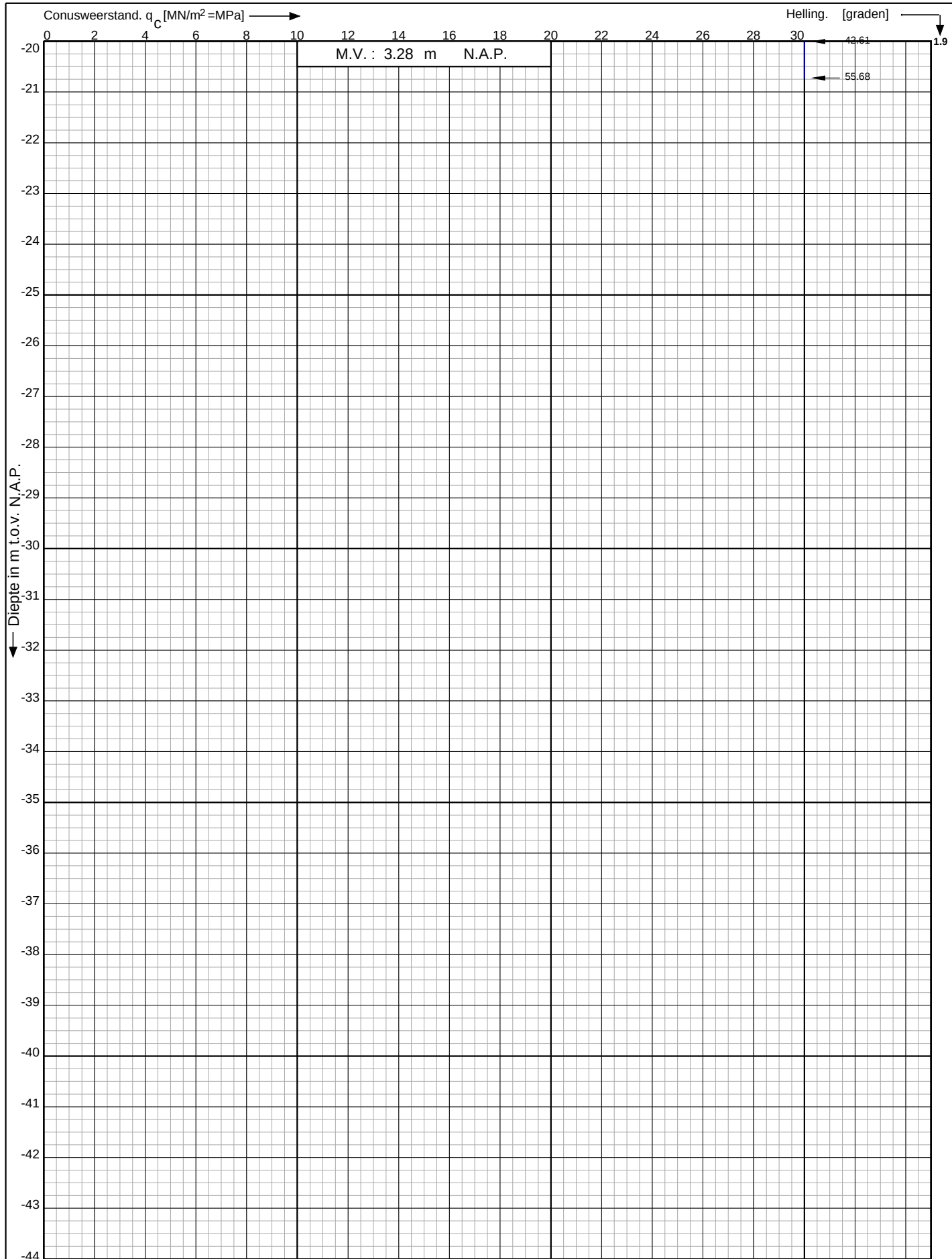
Sond. nr. : 8



Conusserienummer: 001342

Conustype: cilindrisch elektrisch SUB-15

Sondering volgens norm NEN-EN-ISO 22476-1 klasse 3



Bouwplannen aan het Gertrudisoord te
Prinsenbeek

RD-coördinaten : X = 108308.005 Y = 401585.838

Opdr. nr. : 17-3086

Datum uitg. : 4-4-2017

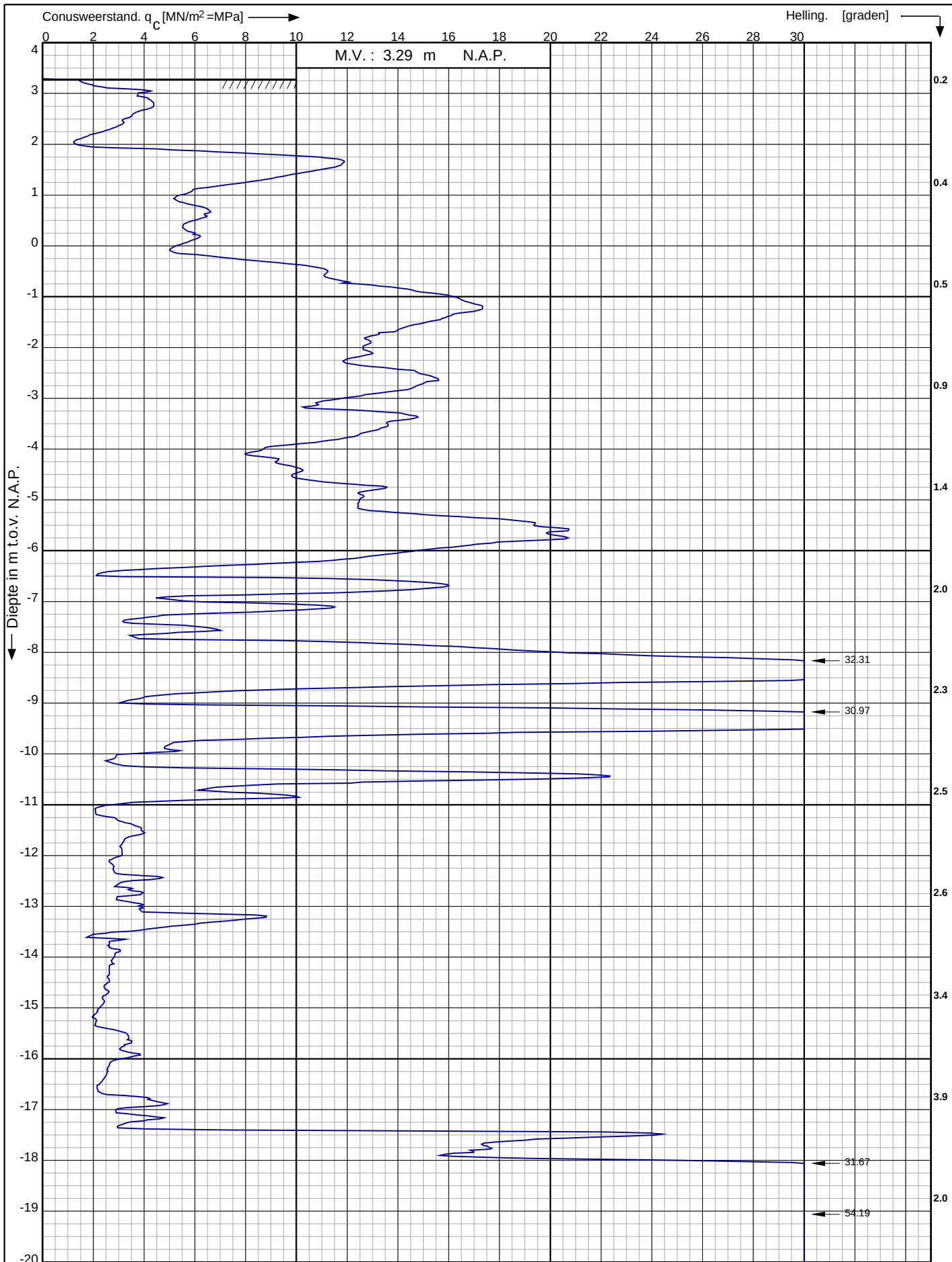
Sond. nr. : 8



Conusserienummer: 001342

Conustype: cilindrisch elektrisch SUB-15

Sondering volgens norm NEN-EN-ISO 22476-1 klasse 3



Bouwplannen aan het Gertrudisoord te
Prinsenbeek

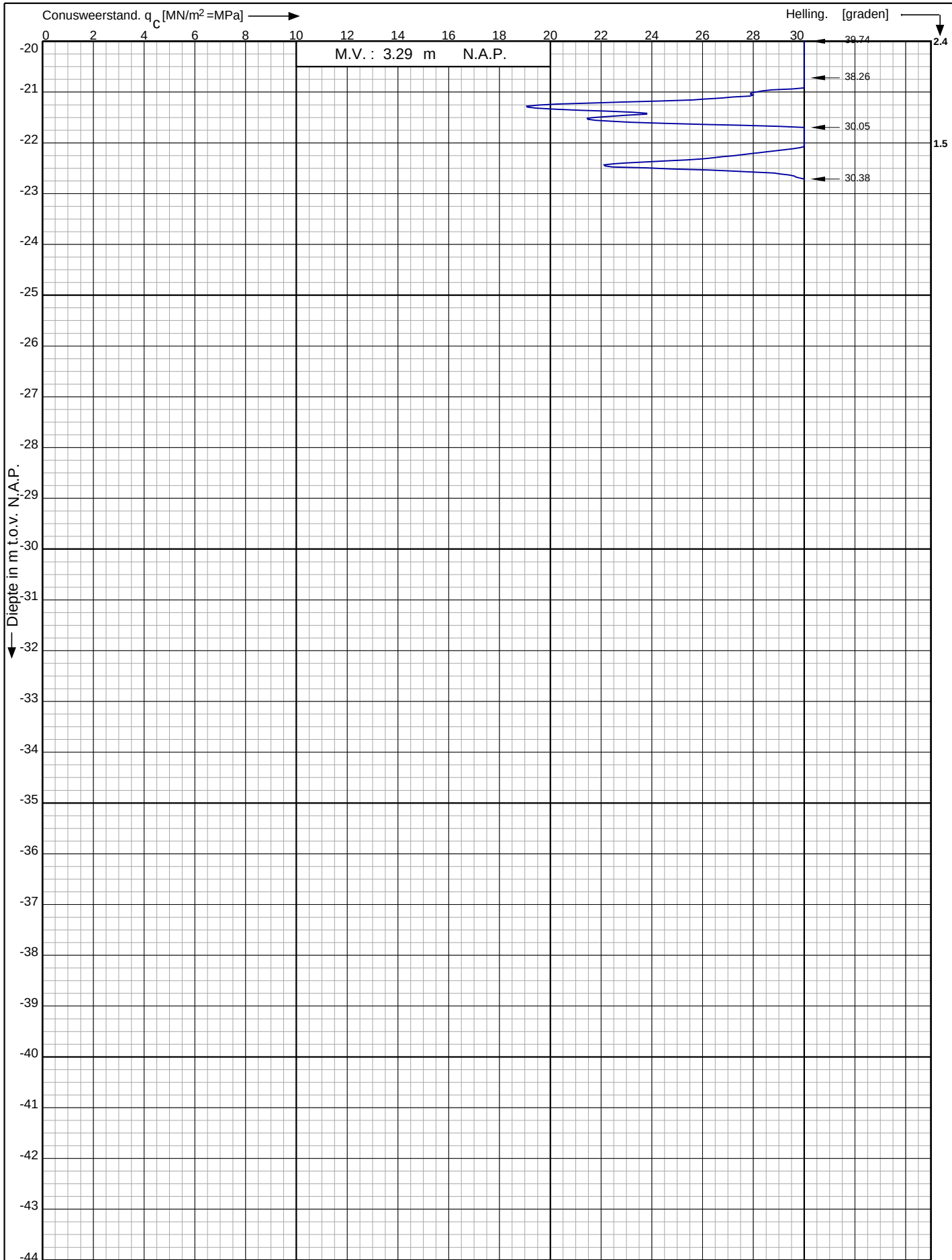
RD-coördinaten : X = 108305.812 Y = 401567.427

Opdr. nr. : 17-3086

Datum uitg. : 4-4-2017

Sond. nr. : 9





Bouwplannen aan het Gertrudisoord te
Prinsenbeek

RD-coördinaten : X = 108305.812 Y = 401567.427

Opdr. nr. : 17-3086

Datum uitg. : 4-4-2017

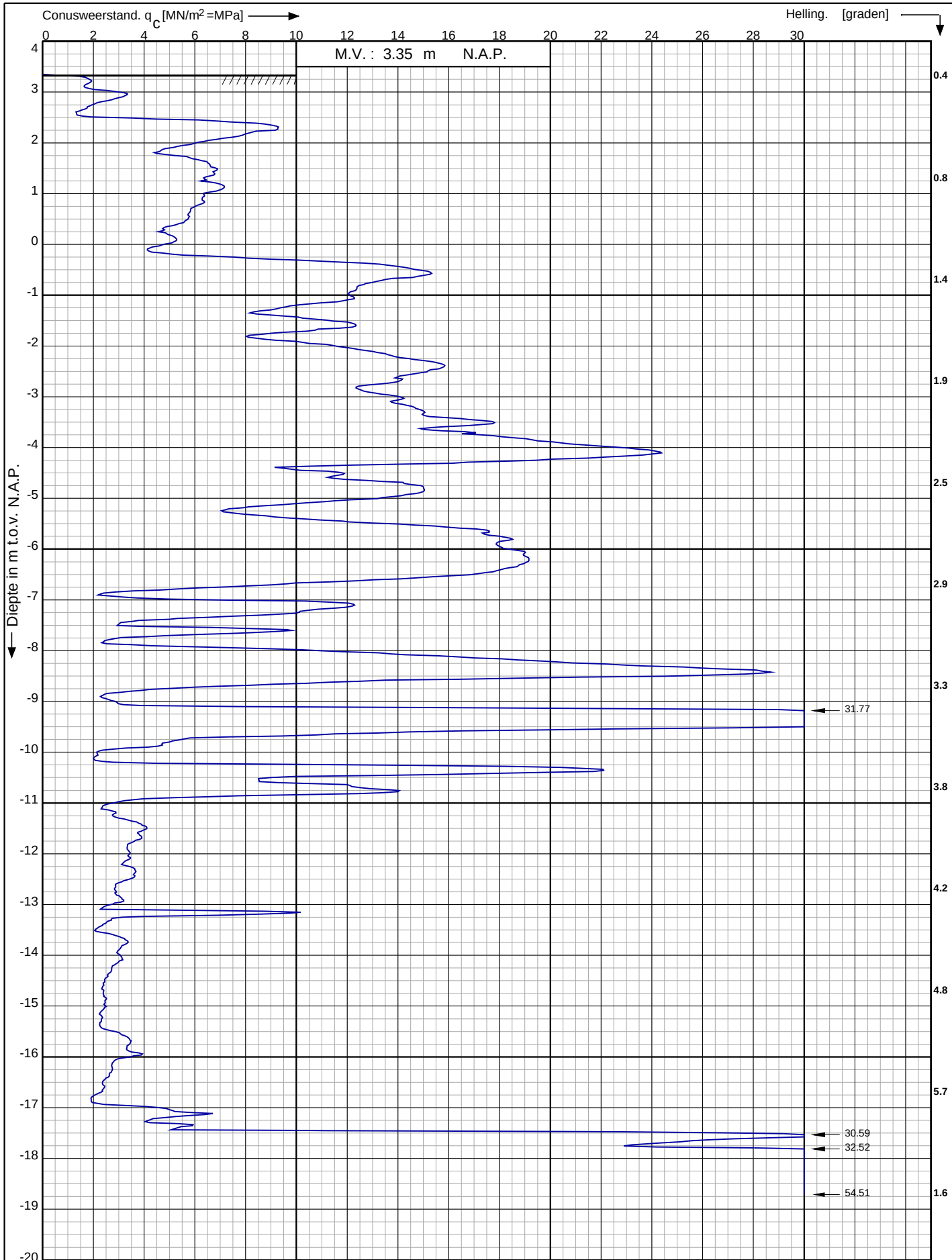
Sond. nr. : 9



Conusserienummer: 001342

Conustype: cilindrisch elektrisch SUB-15

Sondering volgens norm NEN-EN-ISO 22476-1 klasse 3



Bouwplannen aan het Gertrudisoord te
Prinsenbeek

RD-coördinaten : X = 108294.084 Y = 401561.108

Opdr. nr. : 17-3086

Datum uitv. : 4-4-2017

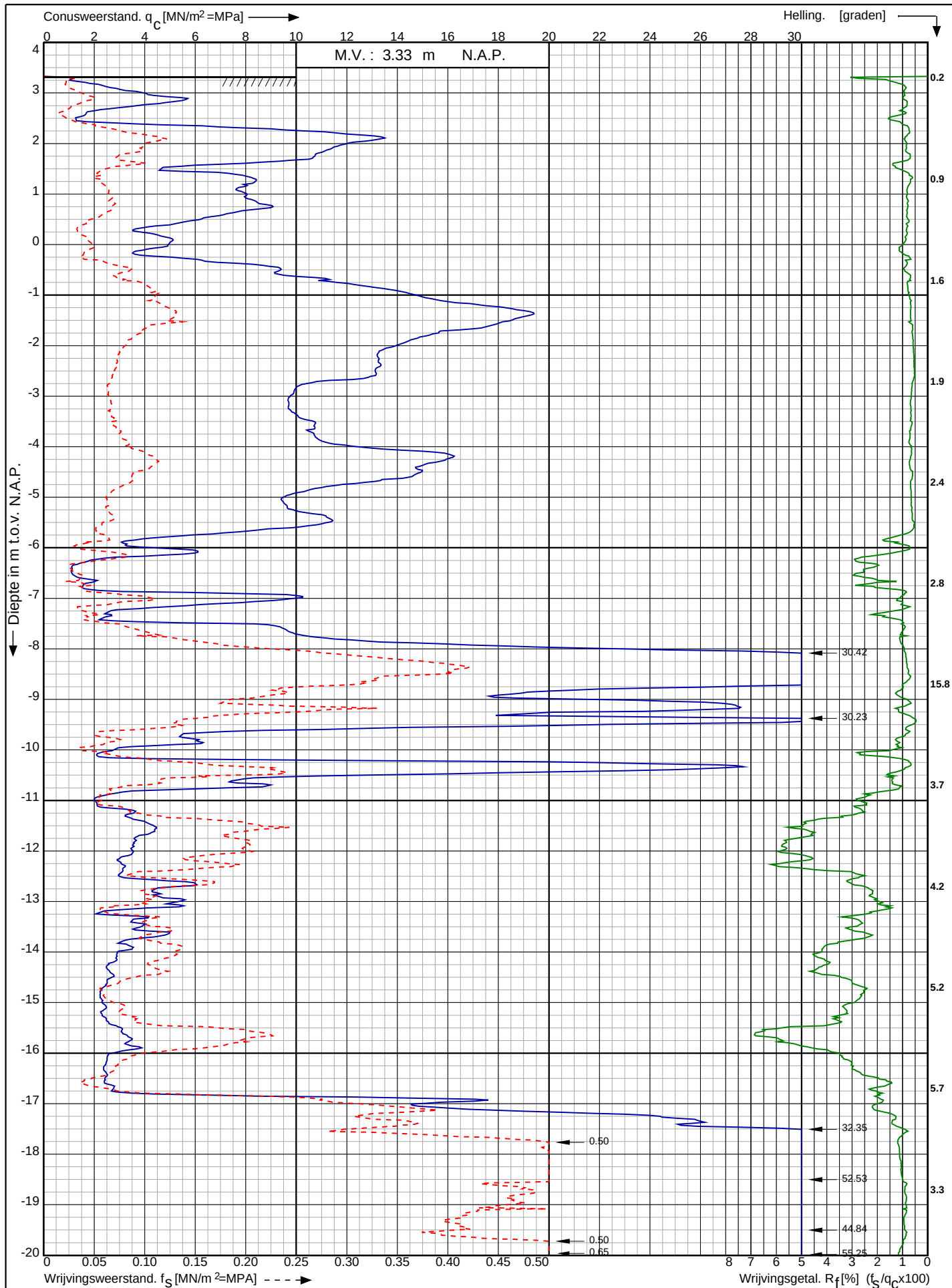
Sond. nr. : 10



Conusserienummer: 001342

Conustype: cilindrisch elektrisch SUB-15

Sondering volgens norm NEN-EN-ISO 22476-1 klasse 3



Bouwplannen aan het Gertruisoord te
Prinsenbeek

RD-coördinaten : X = 108309.840 Y = 401556.986

Opdr. nr. : 17-3086

Datum uitg. : 4-4-2017

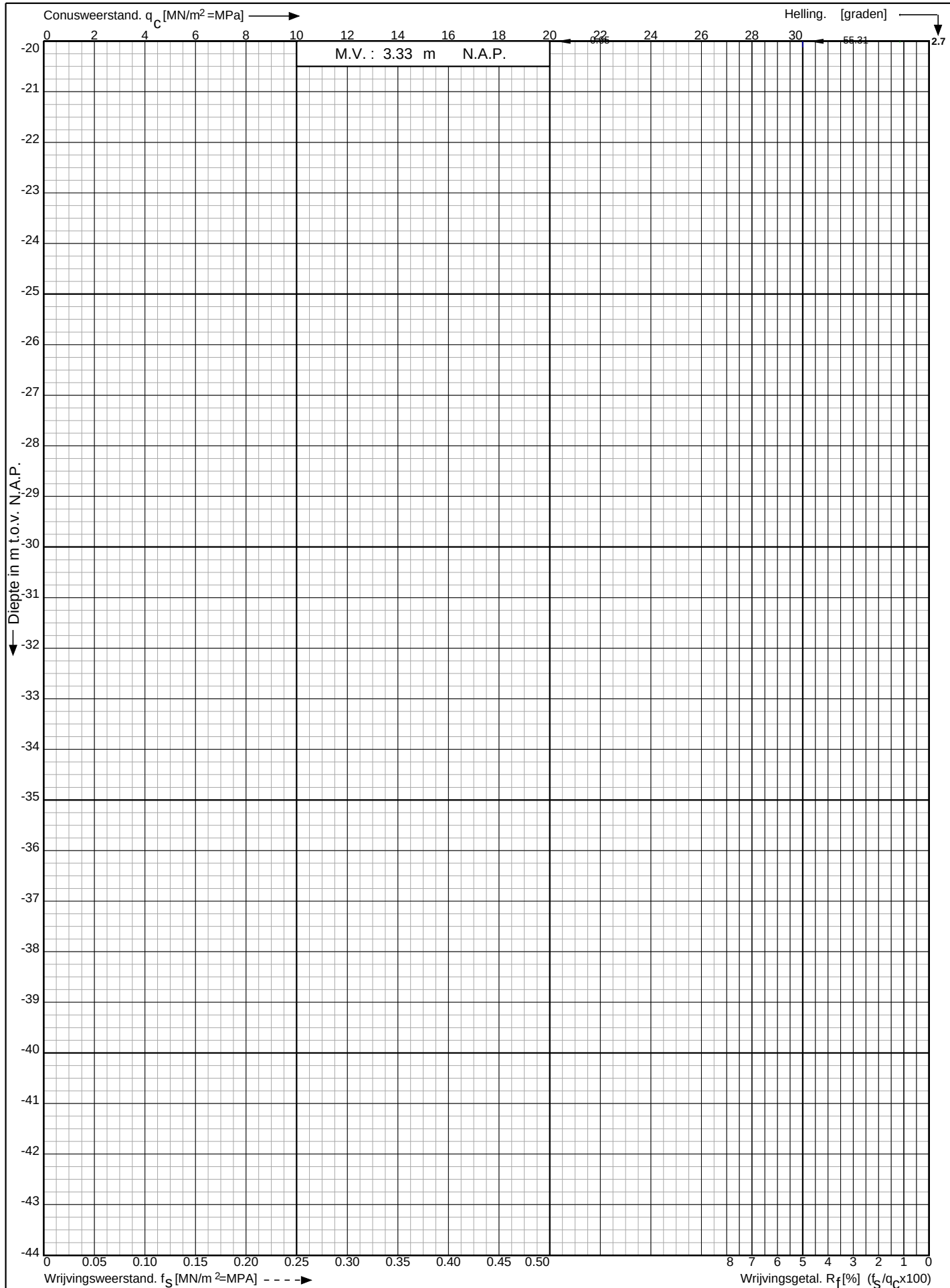
Sond. nr. : 11



Conusserienummer: 001342

Conustype: cilindrisch elektrisch SUB-15

Sondering volgens norm NEN-EN-ISO 22476-1 klasse 3



Bouwplannen aan het Gertrudisoord te
Prinsenbeek

RD-coördinaten : X = 108309.840 Y = 401556.986

Opdr. nr. : 17-3086

Datum uitg. : 4-4-2017

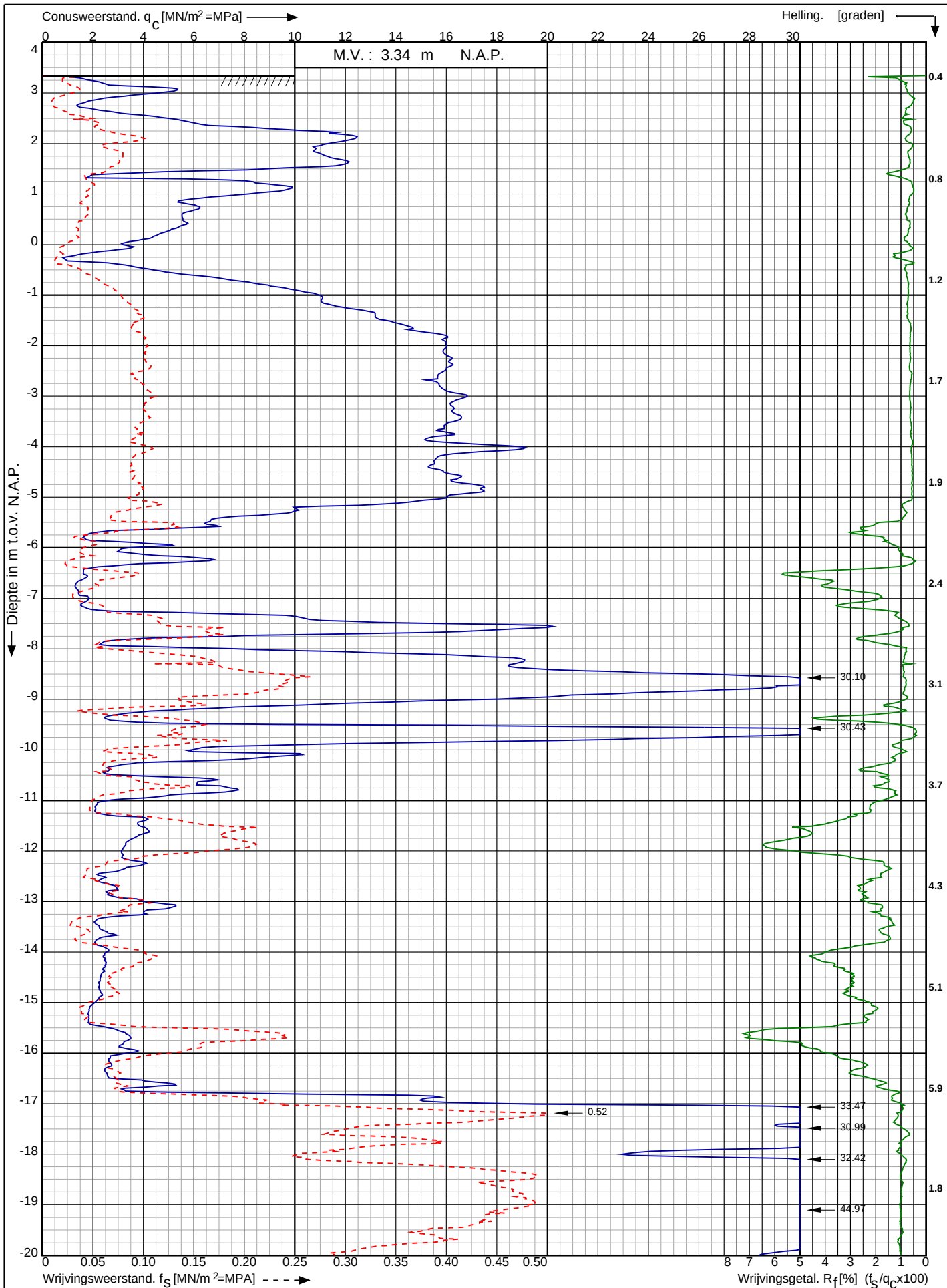
Sond. nr. : 11



Conusserienummer: 001342

Conustype: cilindrisch elektrisch SUB-15

Sondering volgens norm NEN-EN-ISO 22476-1 klasse 3



Bouwplannen aan het Gertruisoord te
Prinsenbeek

RD-coördinaten : X = 108327.228 Y = 401617.661

Opdr. nr. : 17-3086

Datum uitv. : 4-4-2017

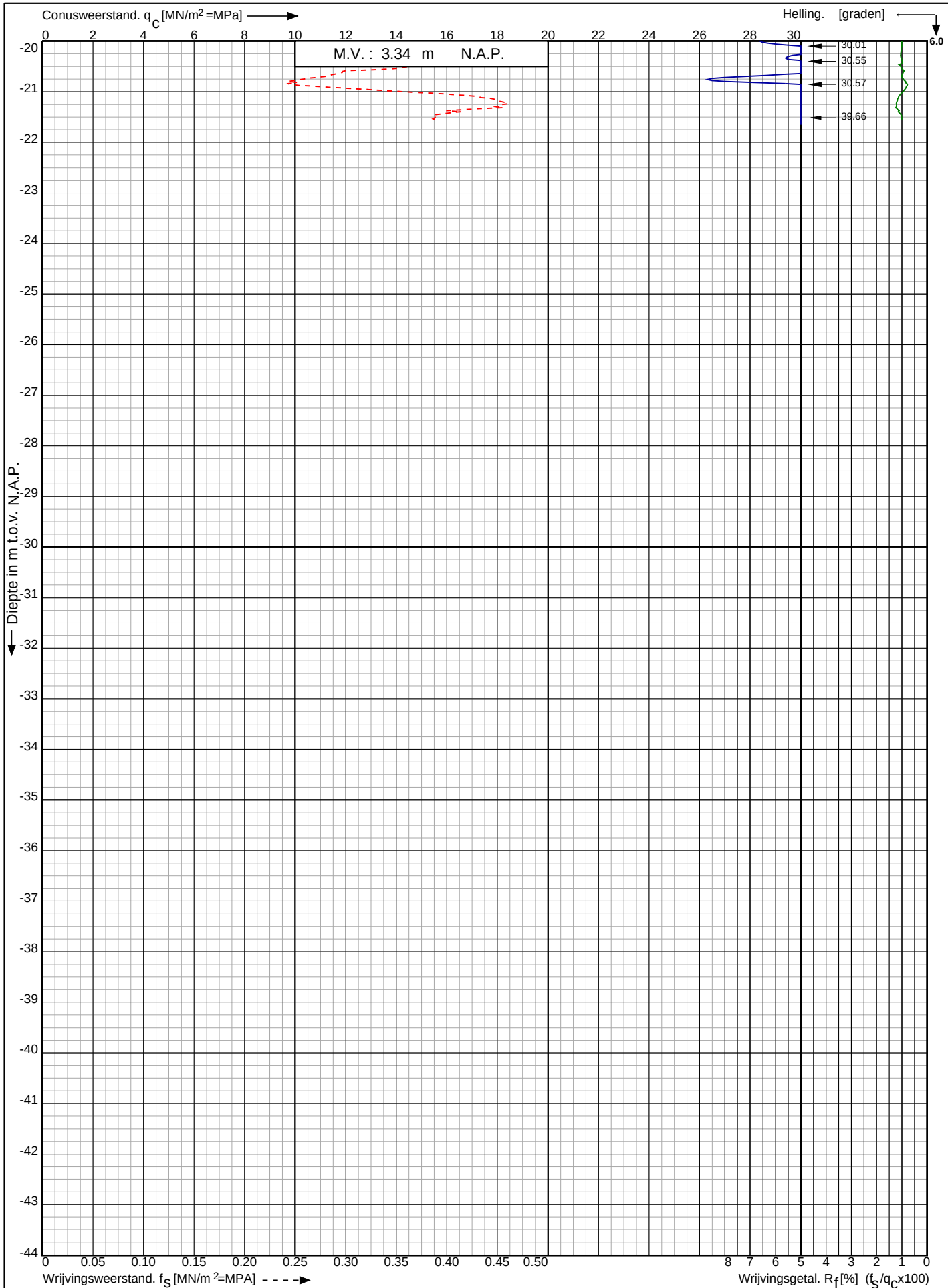
Sond. nr. : 12



Conusserienummer: 001342

Conustype: cilindrisch elektrisch SUB-15

Sondering volgens norm NEN-EN-ISO 22476-1 klasse 3



Bouwplannen aan het Gertrudisoord te
Prinsenbeek

RD-coördinaten : X = 108327.228 Y = 401617.661

Opdr. nr. : 17-3086

Datum uitg. : 4-4-2017

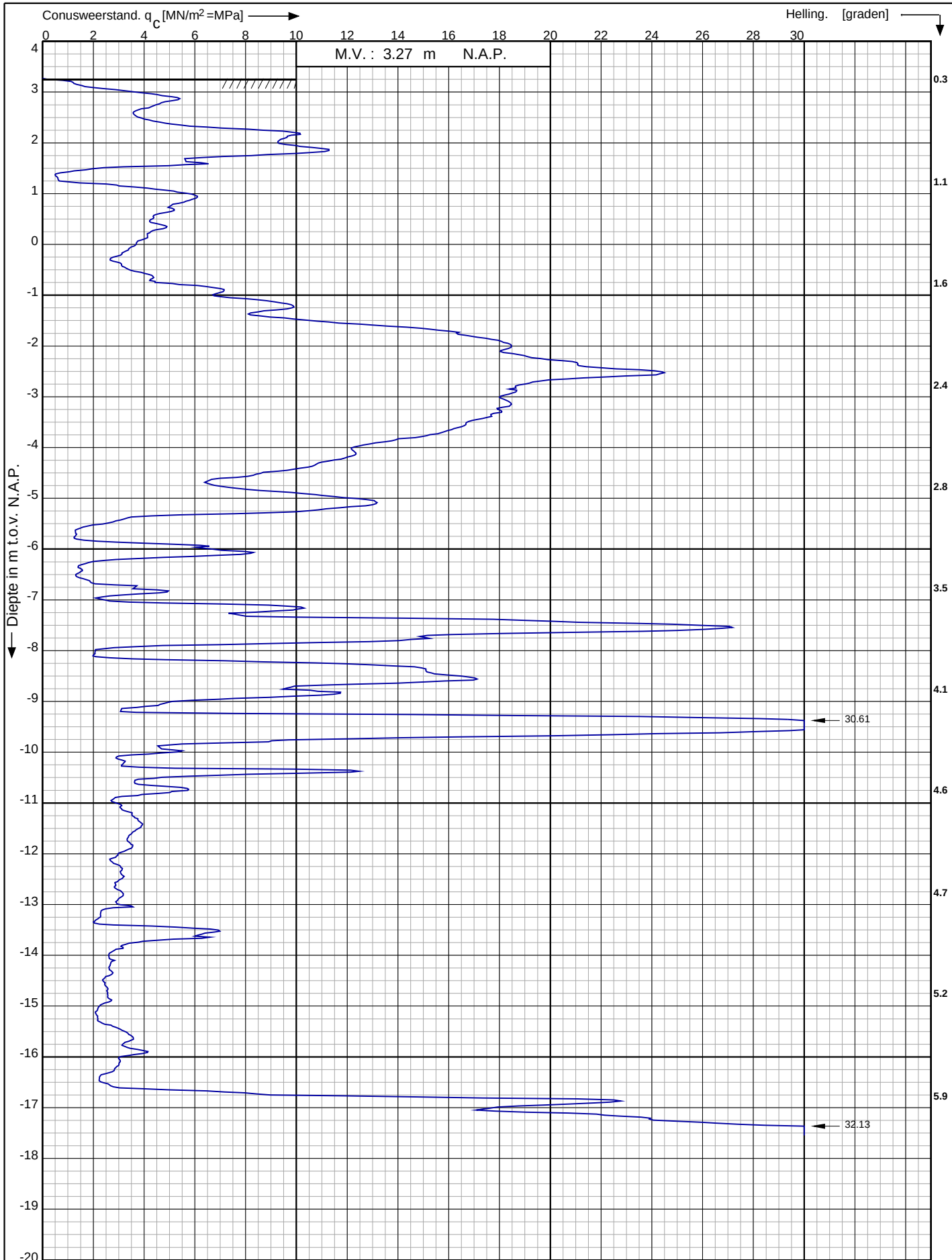
Sond. nr. : 12



Conusserienummer: 001342

Conustype: cilindrisch elektrisch SUB-15

Sondering volgens norm NEN-EN-ISO 22476-1 klasse 3



Bouwplannen aan het Gertrudisoord te
Prinsenbeek

RD-coördinaten : X = 108334.434 Y = 401606.413

Opdr. nr. : 17-3086

Datum uitv. : 4-4-2017

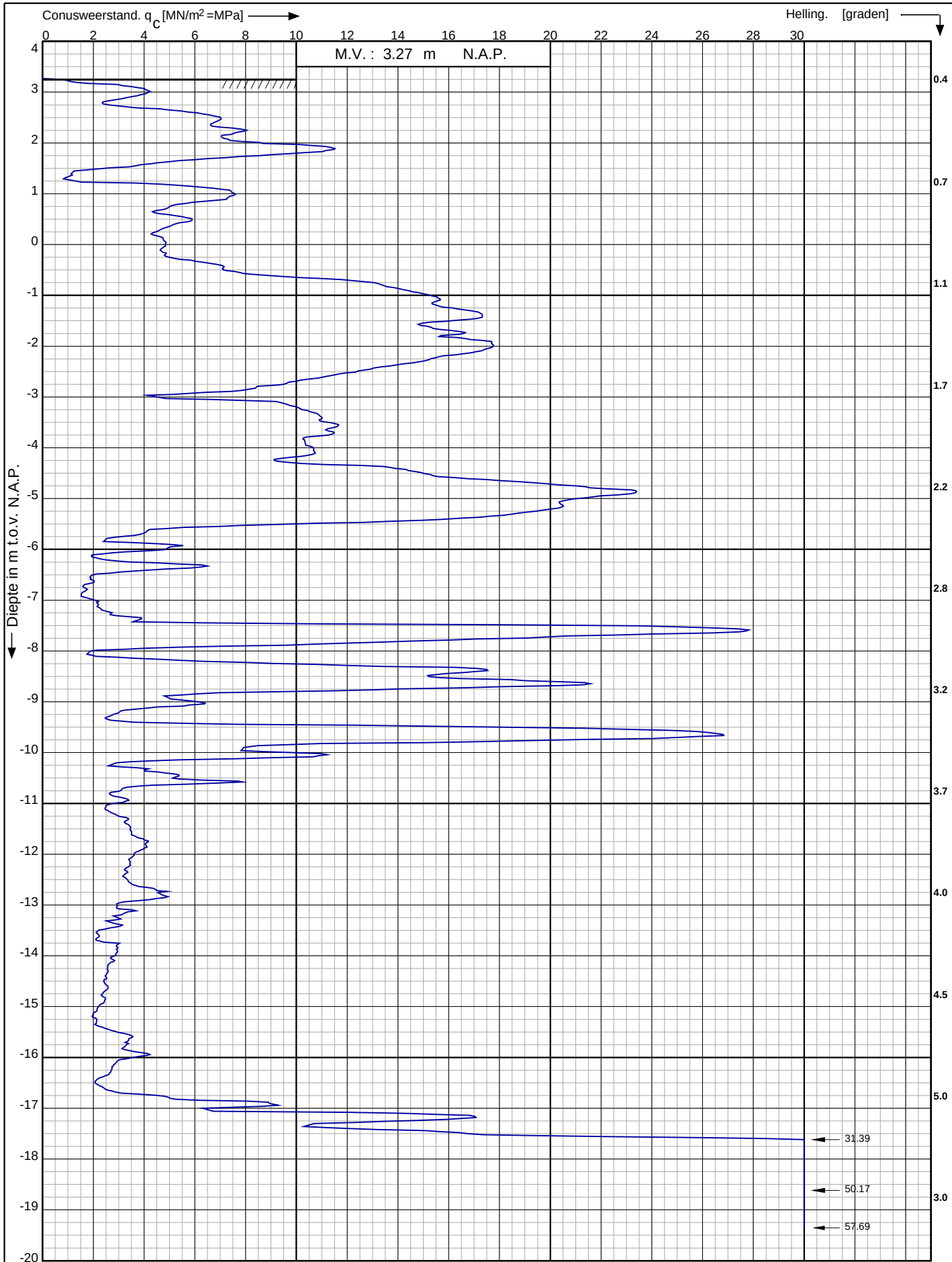
Sond. nr. : 13



Conusserienummer: 001342

Conustype: cilindrisch elektrisch SUB-15

Sondering volgens norm NEN-EN-ISO 22476-1 klasse 3



Bouwplannen aan het Gertrudisoord te
Prinsenbeek

RD-coördinaten : X = 108346.260 Y = 401612.802

Opdr. nr. : 17-3086

Datum uitv. : 4-4-2017

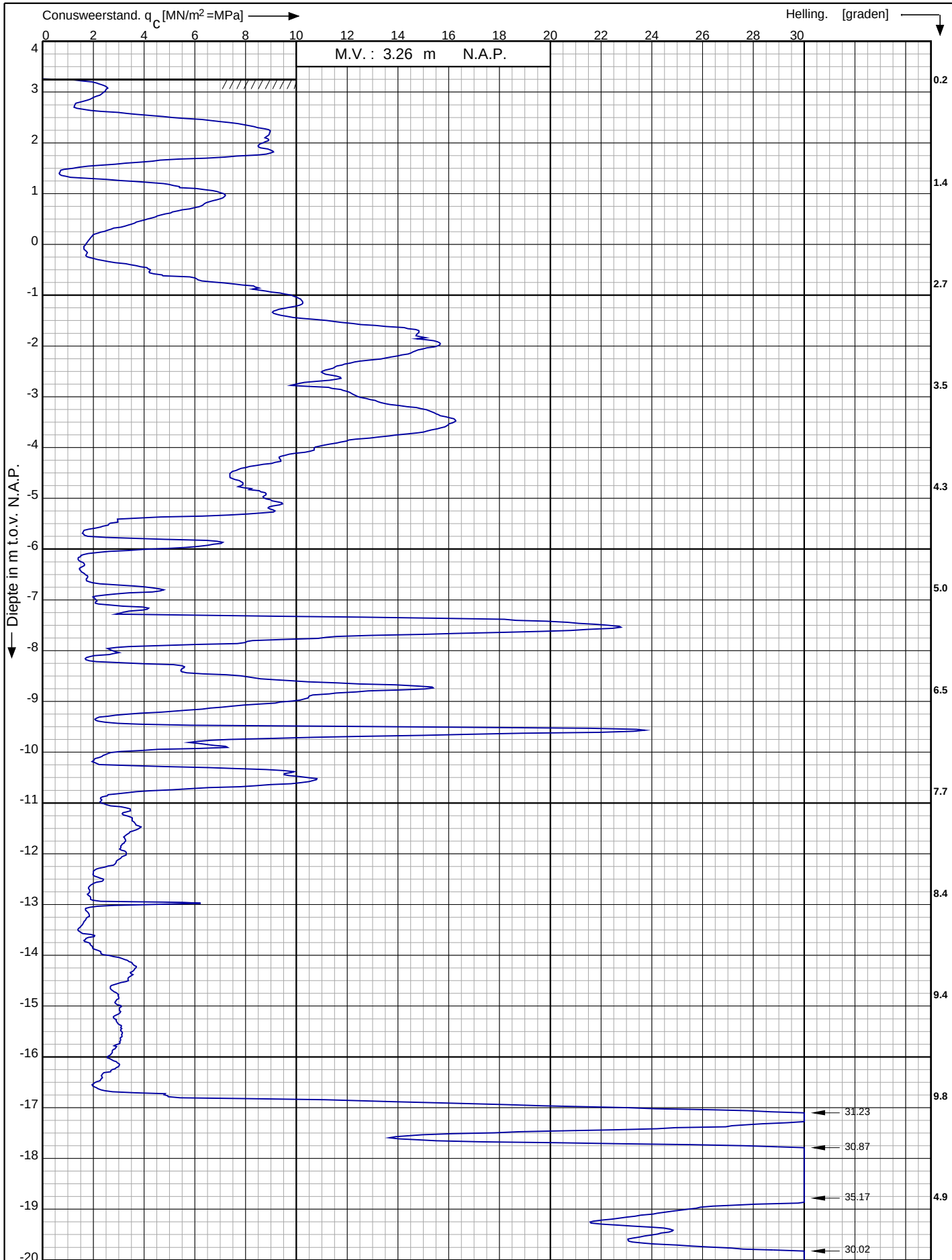
Sond. nr. : 14



Conusserienummer: 001342

Conustype: cilindrisch elektrisch SUB-15

Sondering volgens norm NEN-EN-ISO 22476-1 klasse 3



Bouwplannen aan het Gertrudisoord te
Prinsenbeek

RD-coördinaten : X = 108366.741 Y = 401600.734

Opdr. nr. : 17-3086

Datum uitg. : 4-4-2017

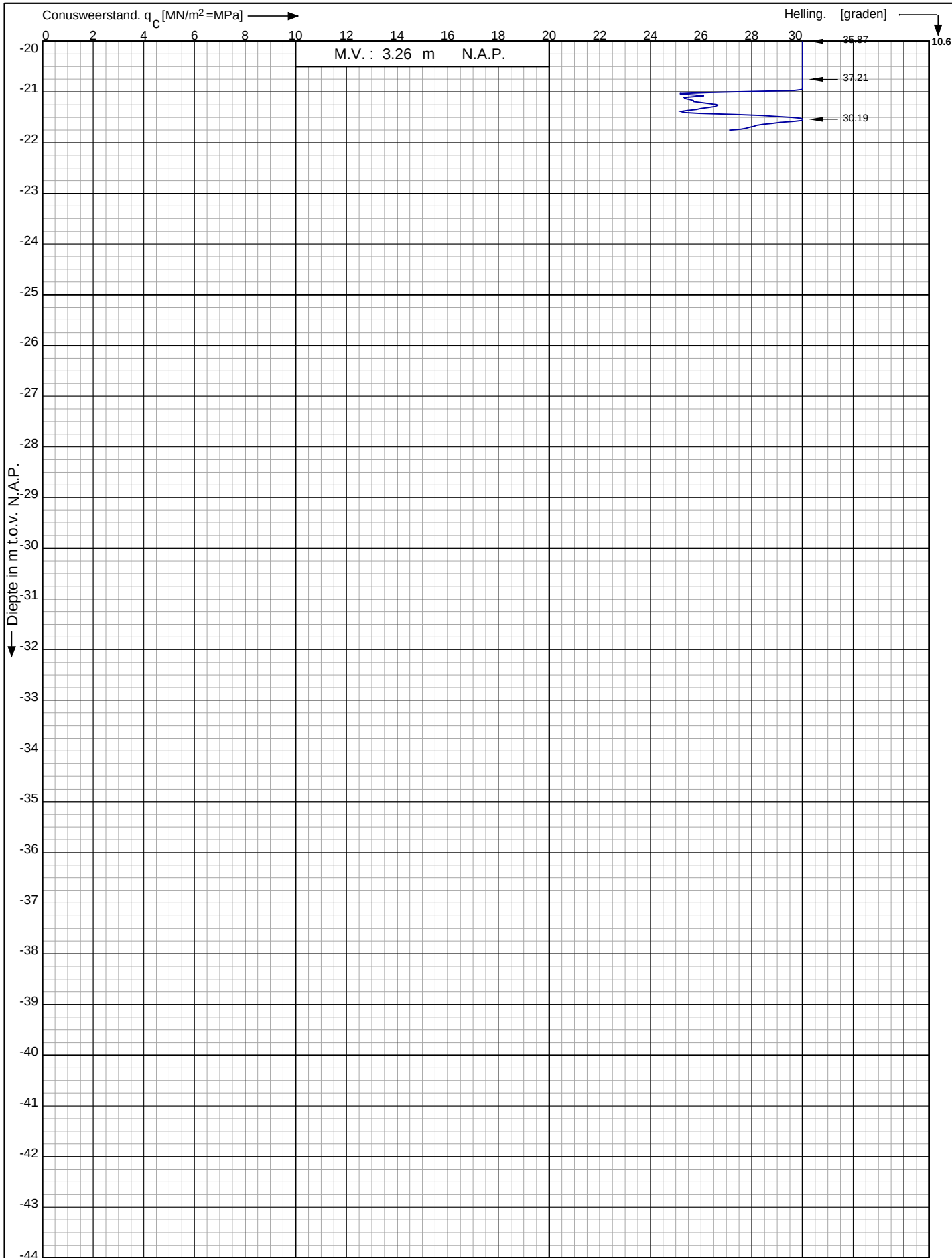
Sond. nr. : 15



Conusserienummer: 001342

Conustype: cilindrisch elektrisch SUB-15

Sondering volgens norm NEN-EN-ISO 22476-1 klasse 3



Bouwplannen aan het Gertrudisoord te
Prinsenbeek

RD-coördinaten : X = 108366.741 Y = 401600.734

Opdr. nr. : 17-3086

Datum uitv. : 4-4-2017

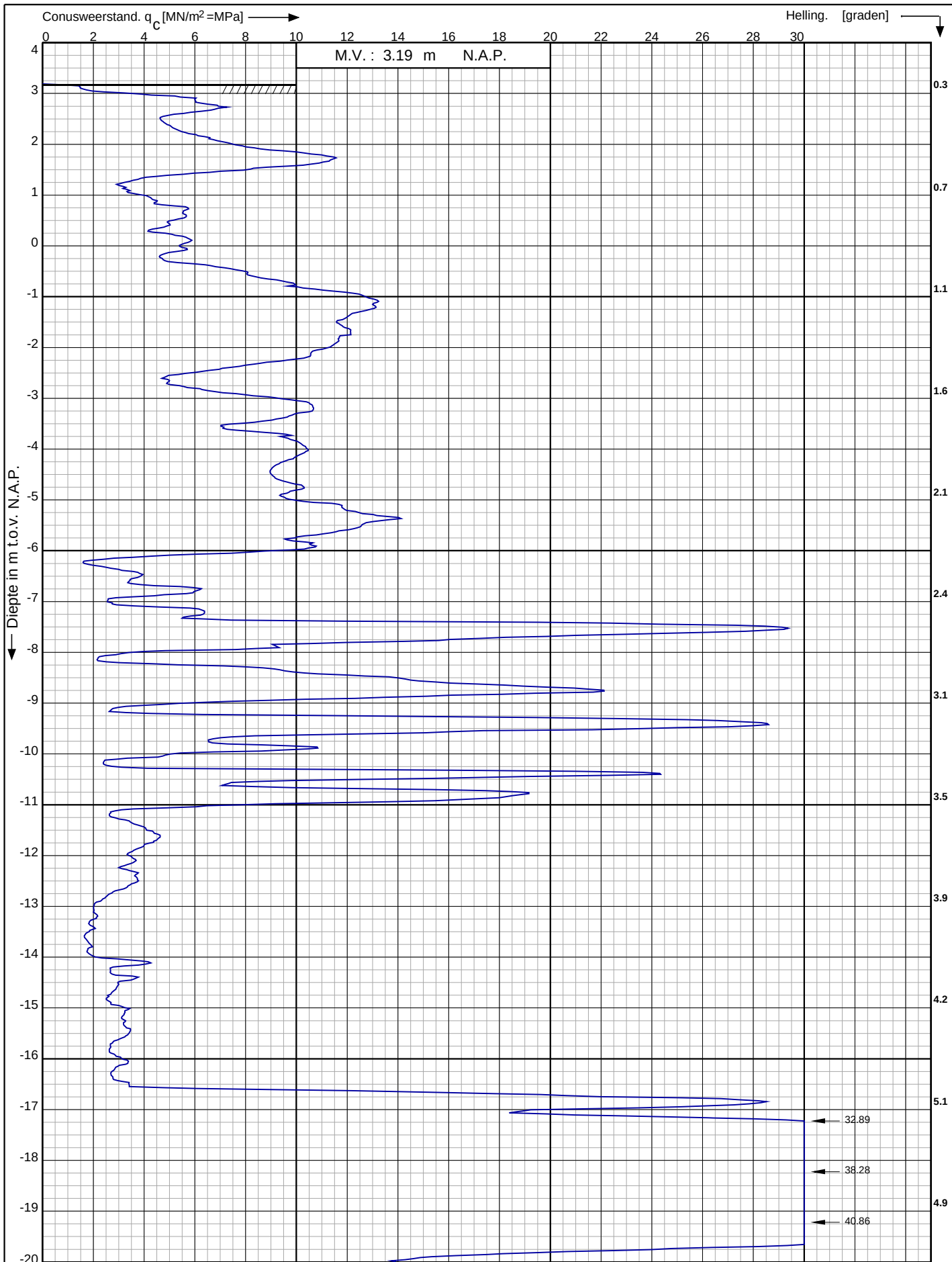
Sond. nr. : 15



Conusserienummer: 001342

Conustype: cilindrisch elektrisch SUB-15

Sondering volgens norm NEN-EN-ISO 22476-1 klasse 3



Bouwplannen aan het Gertrudisoord te
Prinsenbeek

RD-coördinaten : X = 108380.859 Y = 401605.259

Opdr. nr. : 17-3086

Datum uitg. : 4-4-2017

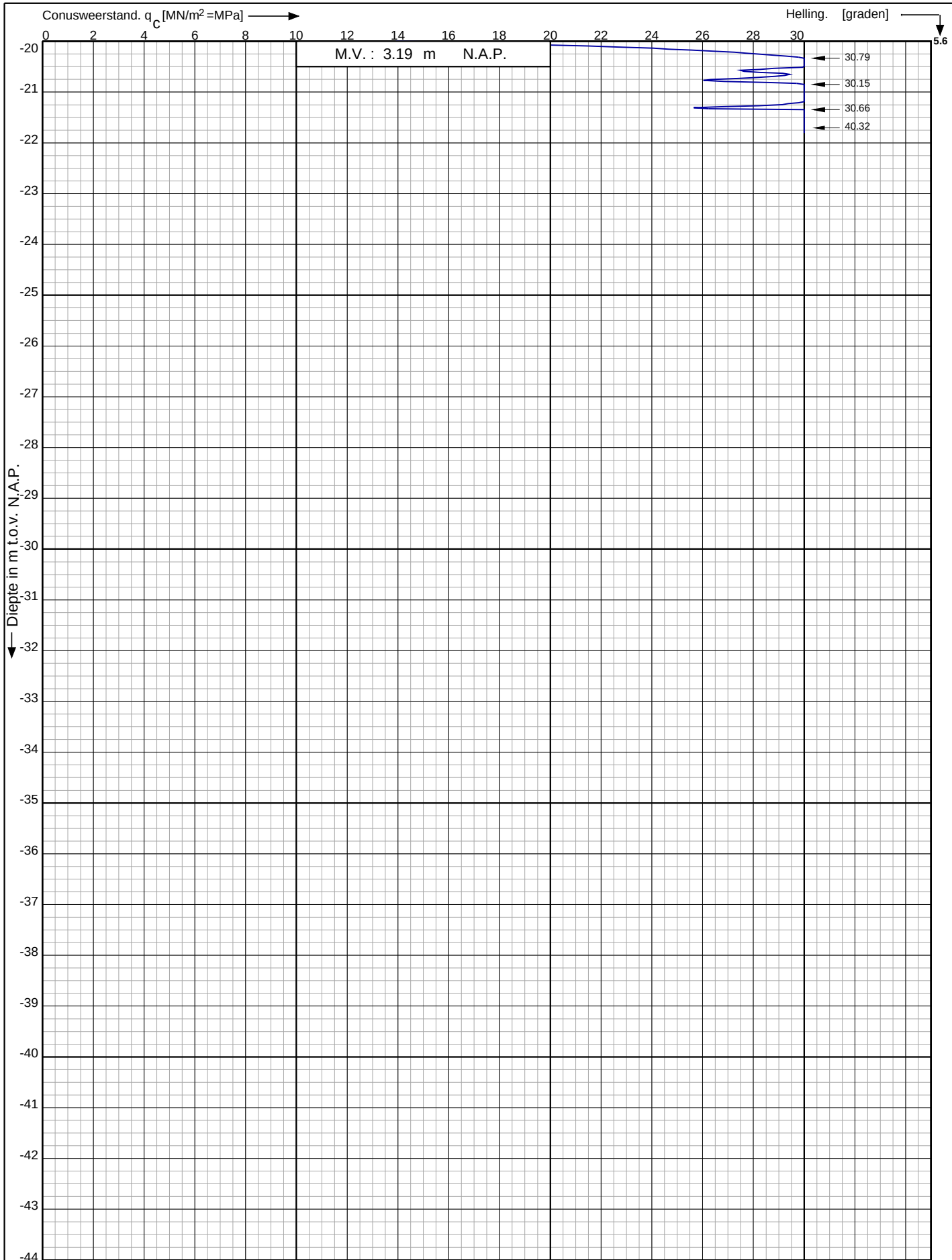
Sond. nr. : 16



Conusserienummer: 001342

Conustype: cilindrisch elektrisch SUB-15

Sondering volgens norm NEN-EN-ISO 22476-1 klasse 3



Bouwplannen aan het Gertrudisoord te
Prinsenbeek

RD-coördinaten : X = 108380.859 Y = 401605.259

Opdr. nr. : 17-3086

Datum uitg. : 4-4-2017

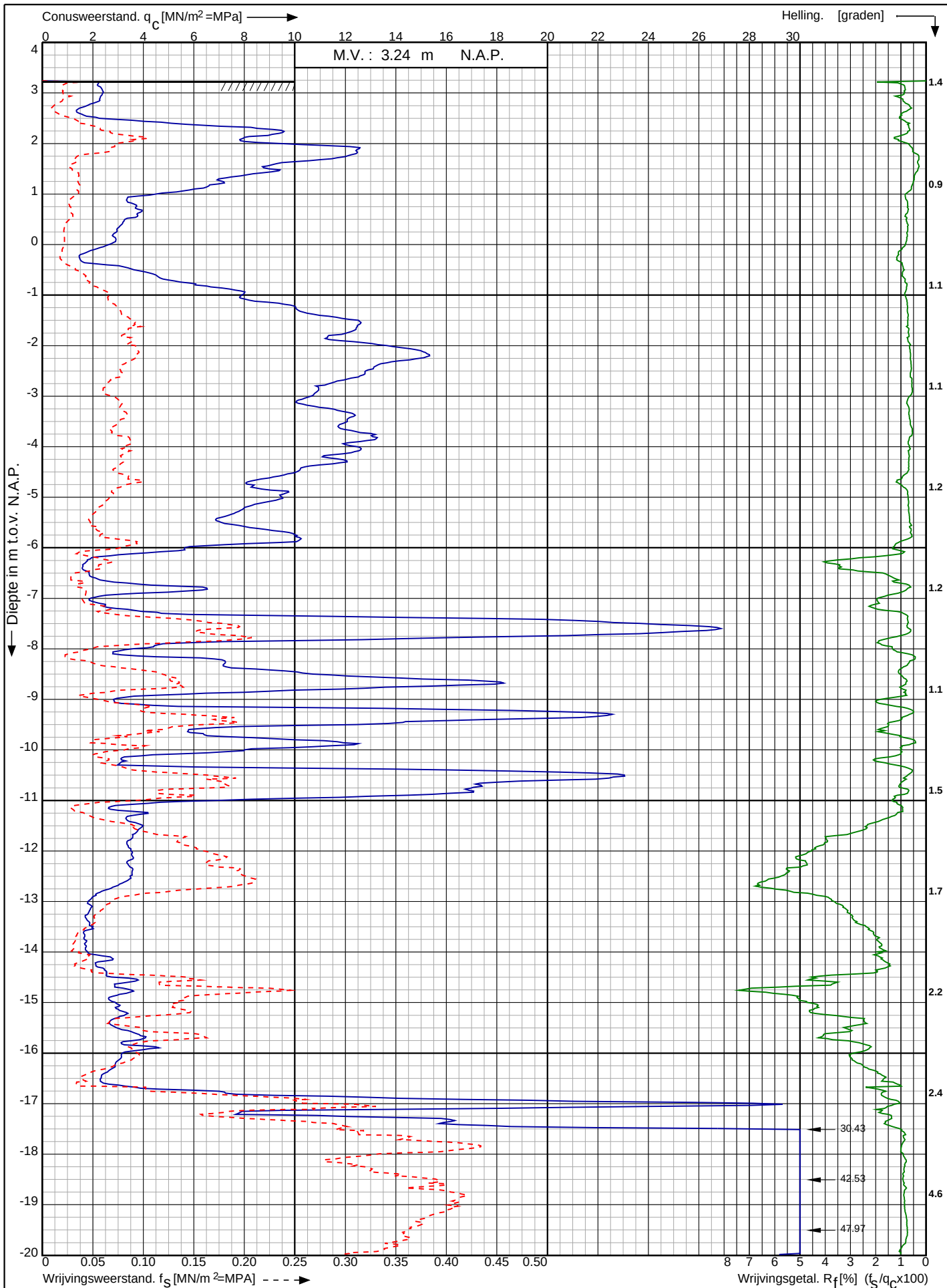
Sond. nr. : 16



Conusserienummer: 001342

Conustype: cilindrisch elektrisch SUB-15

Sondering volgens norm NEN-EN-ISO 22476-1 klasse 3



Bouwplannen aan het Gertruisoord te
Prinsenbeek

RD-coördinaten : X = 108390.970 Y = 401594.147

Opdr. nr. : 17-3086

Datum uitv. : 4-4-2017

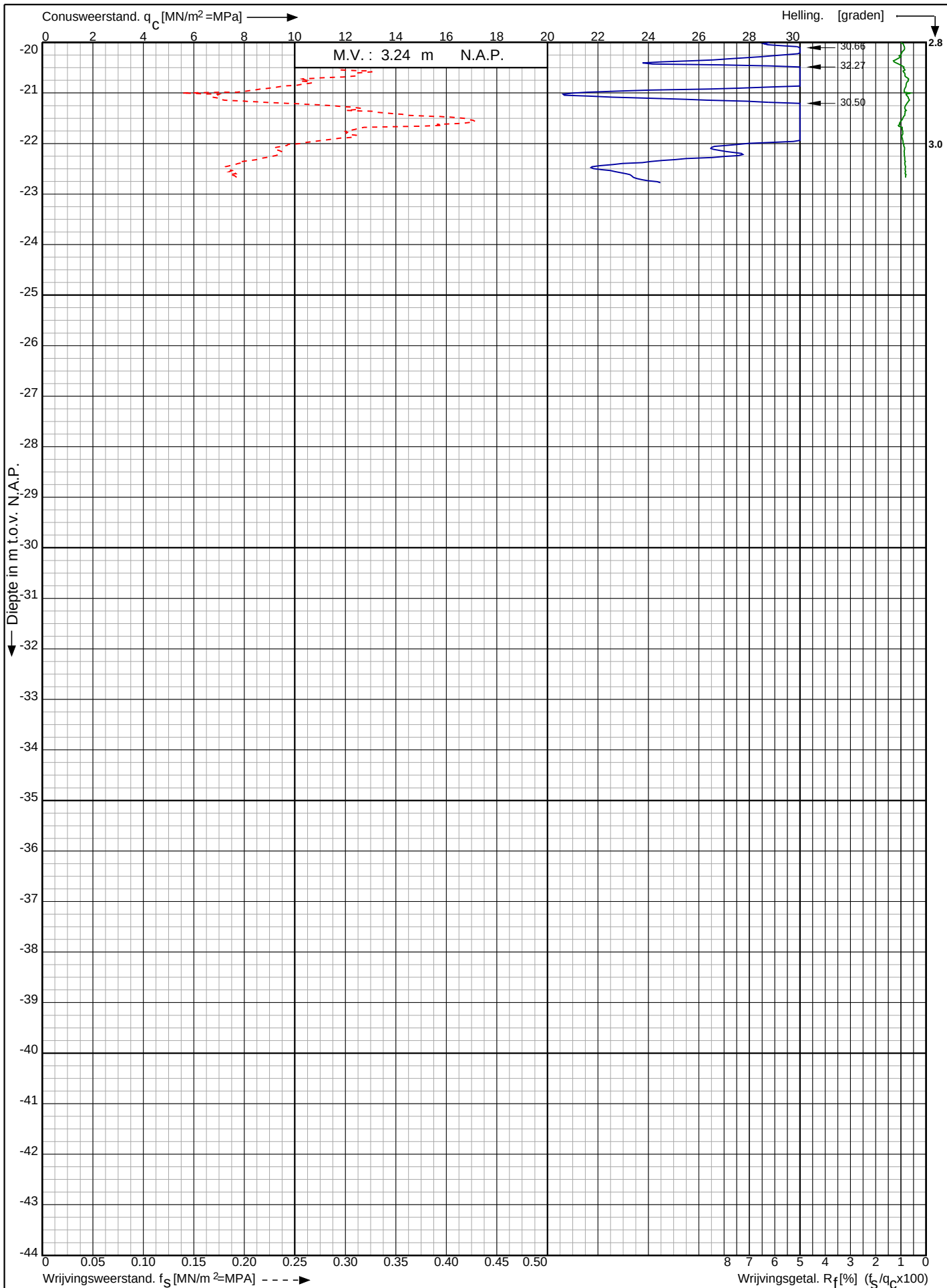
Sond. nr. : 17



Conusserienummer: 001342

Conustype: cilindrisch elektrisch SUB-15

Sondering volgens norm NEN-EN-ISO 22476-1 klasse 3



Bouwplannen aan het Gertruisoord te
Prinsenbeek

RD-coördinaten : X = 108390.970 Y = 401594.147

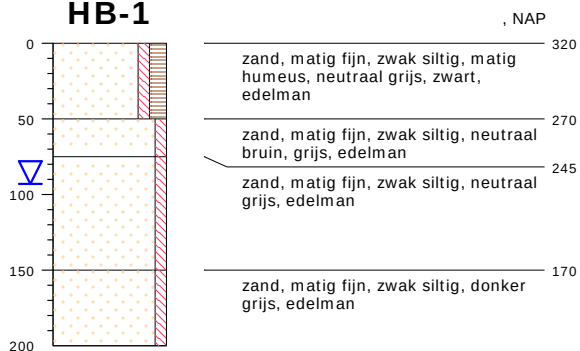
Opdr. nr. : 17-3086

Datum uitg. : 4-4-2017

Sond. nr. : 17



HB-1

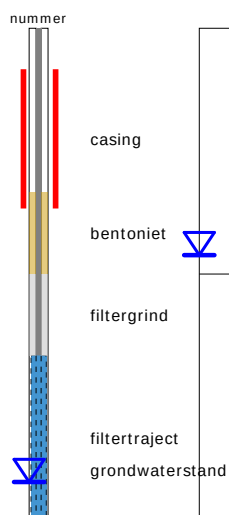


type **grondboring**
datum **04-04-2017**
boormeester **Veldwerker**
x **108317.27**
y **401592.78**

bodemprofielen schaal 1:50

onderzoek **Prinsenbeek**
projectcode **17-3086**
datum **05-04-2017**
getekend conform **NEN 5104**
pagina **1 van 2**

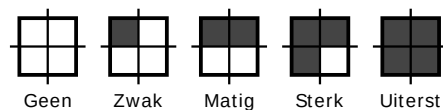
PEILBUIS



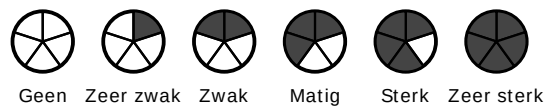
BORING



OLIE OP WATER REACTIE (OW)



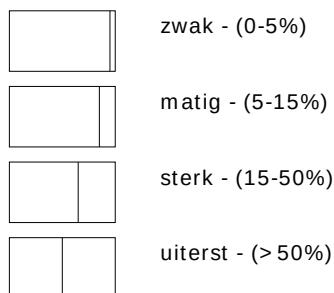
GEUR INTENSITEIT (GI)



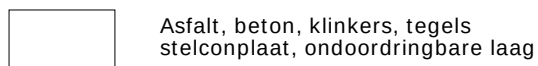
GRONDSOORTEN



MATE VAN BIJMENGING



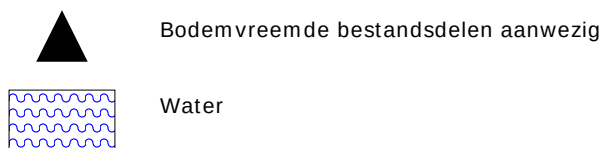
VERHARDINGEN



GRADATIE ZAND

uf = uiterst fijn (63-105 um)
zf = zeer fijn (105-150 um)
mf = matig fijn (150-210 um)
mg = matig grof (210-300 um)
zg = zeer grof (300-420 um)
ug = uiterst grof (420-2000 um)

OVERIG



GRADATIE GRIND

f = fijn (2-5.6 mm)
mg = matig grof (5.6-16 mm)
zg = zeer grof (16-63 mm)