



Geotechnisch funderingsadvies t.b.v.:

**APPARTEMENTEN
AAN DE CITATIESTRAAT
TE DRUTEN**

Opdracht nr. : 14.3142
Rapport : 12.3142R01

Opdrachtgever : Klaassen Vastgoedontwikkeling
Postbus 2173
6802 CD Arnhem

Constructeur : Bartels Ingenieursbureau
Linie 524
7325 DZ Apeldoorn

Datum grondonderzoek : 6 november 2012 en 4 juni 2014

Datum rapport : 2 juli 2014

Bijlagen : Voorbeeldberekening negatieve kleef
Voorbeeldberekening draagvermogen mortelschroefpaal
Situatietekening
Sondeergrafieken 1 t/m 6 en 100 t/m 108

KOOPS & ROMEIJN GRONDMECHANICA
De Plak 23, 6681 DN Bommel
Tel.: 0481 - 451179



1.0 INLEIDING

Op 16 mei 2014 ontving Koops & Romeijn Grondmechanica van Klaassen Vastgoedontwikkeling de opdracht voor het uitvoeren van een geotechnisch grondonderzoek alsmede het uitbrengen van een funderingsadvies ten behoeve van de bouw van appartementen te Druten.

Dit rapport bevat de resultaten van het uitgevoerde grondonderzoek (inclusief het oriënterende onderzoek uit 2012), alsmede het op basis hiervan opgestelde funderingsadvies.

Het voorliggende rapport is opgesteld op basis van NEN 9997-1 (december 2011). 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 2 appartementengebouwen, waarbij bij gebouw 1 op het begane grondniveau een gedeelte is gereserveerd voor parkeren en bergingen. De rekenwaarde van de belasting ($F_{c;d}$) bedragen volgens opgave van de constructeur ca. 800 kN.

De bouwpeilen worden aangenomen op NAP +7,0 m.

De nieuwbouw wordt niet onderkelderd.

Voor het bouwwerk 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 6 november 2012 en 4 juni 2014 en heeft in totaal bestaan uit 15 sonderingen, waarvan 6 met meting van de plaatselijke kleef. De sondeerresultaten zijn weergegeven op de grafieken 1 t/m 6 en 100 t/m 108, waarin de diepte is uitgezet t.o.v. NAP.

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.

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 sonderingen zijn uitgevoerd vanaf een 18-tons rups aangedreven sondeer(track)truck, m.b.v. een elektrische kleefmantelconus 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 6 sonderingen is naast de conusweerstand ook de plaatselijke mantelwrijving elektrisch gemeten en geregistreerd.



Bij deze kleefsonderingen 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 de Citatiestraat / Buurmeesterstraat te Druten. Ten tijde van het onderzoek bedroeg de maaiveldhoogte ter plaatse van de sondeerlocaties NAP +6,43 à +6,78 m.

Een dorpelhoogte en putpeil zijn respectievelijk gewaterpast op NAP +7,01 en +6,83 m.

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 +3,0 à -4,3	KLEI, plaatselijk op wisselende diepten doorsneden door zandlagen
+3,0 à -4,3	tot -3,0 à -5,0	ZAND, matig vast gepakt
-3,0 à -5,0	tot -3,5 à -5,5	KLEI, zandhoudend
-3,5 à -5,5	tot -11,5 à -13,5	ZAND, vast tot zeer vast gepakt
-13,5		maximaal verkende diepte

5.0 FUNDERINGSADVIES

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

Gezien de aanwezigheid van belendende bebouwing wordt voor de bebouwing uitgegaan van een fundering bestaande uit trillingsvrije mortelschroefpalen met een rekenwaarde van de belasting van circa 800 kN. De belastingen kunnen aan de ondergrond overgedragen worden door middel van mortelschroefpalen $\varnothing 350$ 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 kleeft, 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 paalkopzакking relatief gering zijn. Door deze relatief geringe paalkopzакkingen, 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 kleeft 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 kleeft

Voor dit project is, in verband met de aangetroffen bodemgesteldheid, rekening gehouden met het optreden van negatieve kleeft langs de paalschachten tot een niveau van NAP +3,0 à +2,0 m.

-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 $\varnothing 350$ 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 ($F_k + F_{nk;rep}$) 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 106 zijn de navolgende indicatieve waarden berekend :

<u>Paalafmeting in mm:</u>	<u>F_k in kN:</u>	<u>Veerconstante voor paalkopzakking in MN/m¹:</u>
Ø 350	500 / 800	k = 45 / 65
Ø 400	700 / 1000	k = 55 / 75
Ø 450	800 / 1000	k = 60 / 70

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.

In tabel 1 zijn de aan te houden paalpuntniveaus voor de opgegeven belastingen weergegeven, rekening houdend met het optreden van negatieve kleefbelasting tot een niveau van NAP +3,0 à +2,0 m.

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:

$$\begin{aligned}\alpha_p &= 0,8 \\ \alpha_s &= 0,006 \\ \beta &= 1,0 \\ s &= 1,0 \\ q_{c;III;gem} &\leq 2 \text{ MN/m}^2\end{aligned}$$

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 350 mm	Ø 400 mm	Ø 450 mm
1	+6,67	-5,5	460	580	730
		-6,0	550	720	920
		-6,5	730	850	1030
		-7,0	690	870	1070
		-7,5	680	860	1050
		-8,0	670	840	1030
		-8,5	780	940	1140
		-9,0	770	970	1170
		-9,5	770	950	1140
2	+6,43	-5,5	450	570	710
		-6,0	670	830	1020
		-6,5	680	830	1020
		-7,0	680	840	1020
		-7,5	690	840	1020
		-8,0	690	860	1040
		-8,5	720	890	1070
		-9,0	760	950	1160
		-9,5	850	1150	1380
3	+6,54	-5,5	500	640	790
		-6,0	600	740	840
		-6,5	560	640	760
		-7,0	510	630	730
		-7,5	500	590	670
		-8,0	470	570	680
		-8,5	480	580	690
		-9,0	480	580	680
		-9,5	610	750	920
4	+6,66	-5,5	550	680	830
		-6,0	560	700	850
		-6,5	560	710	820
		-7,0	570	700	850
		-7,5	580	710	850
		-8,0	590	730	880
		-8,5	610	760	910
		-9,0	630	790	990
		-9,5	790	990	1210
5	+6,64	-5,5	460	570	680
		-6,0	470	580	700
		-6,5	510	620	750
		-7,0	600	740	900
		-7,5	630	780	940
		-8,0	740	910	1100
		-8,5	770	940	1140
		-9,0	770	940	1130
		-9,5	850	1060	1280
6	+6,53	-5,5	510	640	780
		-6,0	540	670	820
		-6,5	580	730	890
		-7,0	730	900	1100
		-7,5	750	940	1140
		-8,0	780	970	1180
		-8,5	790	980	1190
		-9,0	820	1010	1230
		-9,5	840	1030	1240



Sondering	Maaiveldniveau [m t.o.v. NAP]	Paalpuntniveau [m t.o.v. NAP]	Mortelschroefpalen		
			Rekenwaarde netto draagkracht [kN]		
			Ø 350 mm	Ø 400 mm	Ø 450 mm
100	+6,73	-5,5	480	620	760
		-6,0	570	730	900
		-6,5	640	810	990
		-7,0	670	850	1040
		-7,5	700	880	1070
		-8,0	720	910	1120
		-8,5	740	910	1100
		-9,0	750	930	1130
		-9,5	760	940	1150
101	+6,58	-6,0	460	580	710
		-6,5	540	690	840
		-7,0	580	720	890
		-7,5	590	750	940
		-8,0	780	980	1150
		-8,5	770	960	1180
		-9,0	790	980	1190
		-9,5	760	950	1150
102	+6,56	-5,5	450	570	700
		-6,0	470	590	730
		-6,5	640	810	990
		-7,0	660	830	1010
		-7,5	640	800	970
		-8,0	760	950	1160
		-8,5	770	960	1180
		-9,0	850	1060	1300
		-9,5	850	1120	1300
103	+6,63	-5,5	500	640	790
		-6,0	540	690	850
		-6,5	590	740	910
		-7,0	650	820	1010
		-7,5	670	830	1010
		-8,0	710	890	1080
		-8,5	740	910	1080
		-9,0	720	890	1080
		-9,5	760	930	1120
104	+6,59	-5,5	370	470	570
		-6,0	580	730	900
		-6,5	630	790	970
		-7,0	690	860	1010
		-7,5	670	830	1000
		-8,0	650	800	970
		-8,5	660	810	980
		-9,0	680	830	1010
		-9,5	760	930	1120
105	+6,43	-6,0	570	690	770
		-6,5	510	630	750
		-7,0	510	630	760
		-7,5	520	640	760
		-8,0	530	650	780
		-8,5	640	790	950
		-9,0	750	930	1120
		-9,5	830	1030	1240



Sondering	Maaiveldniveau [m t.o.v. NAP]	Paalpuntniveau [m t.o.v. NAP]	Mortelschroefpalen		
			Rekenwaarde netto draagkracht [kN]		
			Ø 350 mm	Ø 400 mm	Ø 450 mm
106	+6,64	-5,5	540	670	830
		-6,0	560	700	850
		-6,5	640	820	1000
		-7,0	700	880	1080
		-7,5	730	910	1110
		-8,0	670	830	1000
		-8,5	850	1050	1280
		-9,0	850	1040	1260
		-9,5	840	1040	1250
107	+6,55	-5,0	580	740	920
		-5,5	590	750	920
		-6,0	600	750	920
		-6,5	680	850	1040
		-7,0	700	880	1070
		-7,5	710	880	1070
		-8,0	850	1070	1280
		-8,5	850	1020	1230
		-9,0	840	1040	1230
-9,5	820	1010	1210		
108	+6,63	-5,0	460	580	720
		-5,5	470	600	730
		-6,0	570	720	880
		-6,5	620	770	940
		-7,0	630	790	960
		-7,5	650	800	970
		-8,0	730	920	1120
		-8,5	780	970	1170
		-9,0	840	1050	1270
-9,5	850	1090	1310		

6.0 UITVOERING MORTELSCHROEFPALEN

Bij toepassing van mortel- of betonschroefpalen dient voor de installatie 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.



Ter voorkoming van welvorming in de vers gestorte palen, dienen de mortelschroefpalen te worden geïnstalleerd vanaf een zodanig werkniveau dat het verschil tussen de (bemalen) freatische grondwaterstand in de bouwput en de stijghoogte van het grondwater in het diepe zandpakket (funderingslaag) niet groter is dan 0,5 m. Zo nodig dienen de palen dus vanaf een tussenniveau of vanaf het bestaande maaiveldniveau te worden geïnstalleerd en niet vanuit de volledig ontgraven bouwput. De palen dienen in ieder geval 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 (minimaal 25 %) akoestisch door te meten. Deze testen geven informatie over de paallengte, doorsnede-varianties, 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 NEGATIEVE KLEEF**

- gehanteerde sondering : 106
- paaltipe : Mortelschroefpaal
- schachtafmeting : \varnothing 400 mm

Voor de berekening is ervan uitgegaan dat de bodem samendrukbaar is tot een niveau van NAP +3,0 m. De daaronder gelegen lagen zijn dermate zanderig dat hierin geen zetting en derhalve geen negatieve kleeft zijn te verwachten.

De grondbouw is geschematiseerd in 3 lagen: een ophooglaag, een samendrukbare laag en een onsamendrukbare funderingslaag.

Berekening negatieve kleeft

De *representatieve waarde* van de maximale negatieve kleeftbelasting van een alleenstaande paal volgens hoofdstuk 7.3.2.2. NEN 9997-1 bedraagt:

$$F_{nk;rep} = \left(\frac{1}{2} \cdot h_1 \cdot K_{o;1} \cdot \tan \delta_1 \cdot \sigma'_{v;1} + h_2 \cdot K_{o;2} \cdot \tan \delta_2 \cdot (\sigma'_{v;1} + \sigma'_{v;2}) / 2 \right) \cdot O_s$$

= 36 kN.

waarin:

h_1	=	dikte van de ophooglaag of de droge zone van de bodem	in dit geval:	2,0 m
h_2	=	dikte van de samendrukbare lagen		2,0 m
$K_{o;1} \cdot \tan \delta_1$	=	product van de representatieve waarde van de neutrale gronddruk factor met de tangens van de wrijvingshoek tussen paal en grond voor de ophooglaag		0,25 -
$K_{o;2} \cdot \tan \delta_2$	=	idem voor de samendrukbare lagen		0,25 -
$\sigma'_{v;1}$	=	representatieve waarde van de effectieve verticale spanning onder de ophooglaag		34,0 kN/m ²
$\sigma'_{v;2}$	=	idem onder de samendrukbare lagen		46,0 kN/m ²
O_s	=	omtrek van de paalschacht		1,26 m

De *rekenwaarde* van de maximale negatieve kleeftbelasting van een alleenstaande paal bedraagt:

$$F_{nk;d} = F_{s;nk;rep} \cdot \gamma_{f;nk}$$

= 36 kN.

waarin:

$\gamma_{f;nk}$	=	belastingsfactor voor de negatieve kleeft (hoofdstuk 7.3.2.2. (7b) uit NEN 9997-1)	in dit geval:	1,0 -
-----------------	---	--	---------------	-------

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

Voor de berekening is het draagvermogen van een paal bij sondering 106 uitgewerkt.

Paaltype : Mortelschroefpaal
Paalgegevens : paalpuntniveau - NAP -6,5 m paalomtrek (O_p) - 1,26 m
schachtafmeting - \varnothing 400 mm voetoppervlak (A_{punt}) - 0,126 m²

Het draagvermogen is opgebouwd uit puntdragvermogen 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:

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

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 = 0,8 (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 16,0 MN/m².

$q_{c;II;gem}$ = minimale conusweerstand binnen het traject van 0,7 à 4d onder de punt.

In dit geval 16,0 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:

$$q_{b;max} = 7,2 \text{ MN/m}^2$$

en

$$R_{b;cal;max} = 907 \text{ kN}$$

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 5,0 m (van NAP -1,5 m tot -6,5 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 11,4 MN/m².

zodat:

$$R_{S;cal;max} = 1,26 \text{ m} * 5,0 \text{ m} * 0,006 * 11,4 * 10^3 \text{ kN/m}^2 = 430 \text{ kN}$$

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:

$$R_{C;cal} = 907 \text{ kN} + 430 \text{ kN} = 1337 \text{ kN}.$$

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)

$$R_{C;k} = 1337 \text{ kN} / 1,30 = 1028 \text{ kN}$$

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

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

met:

γ_t = 1,20 (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:

$$R_{C;d} = 1028 / 1,20 = 857 \text{ kN}$$

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

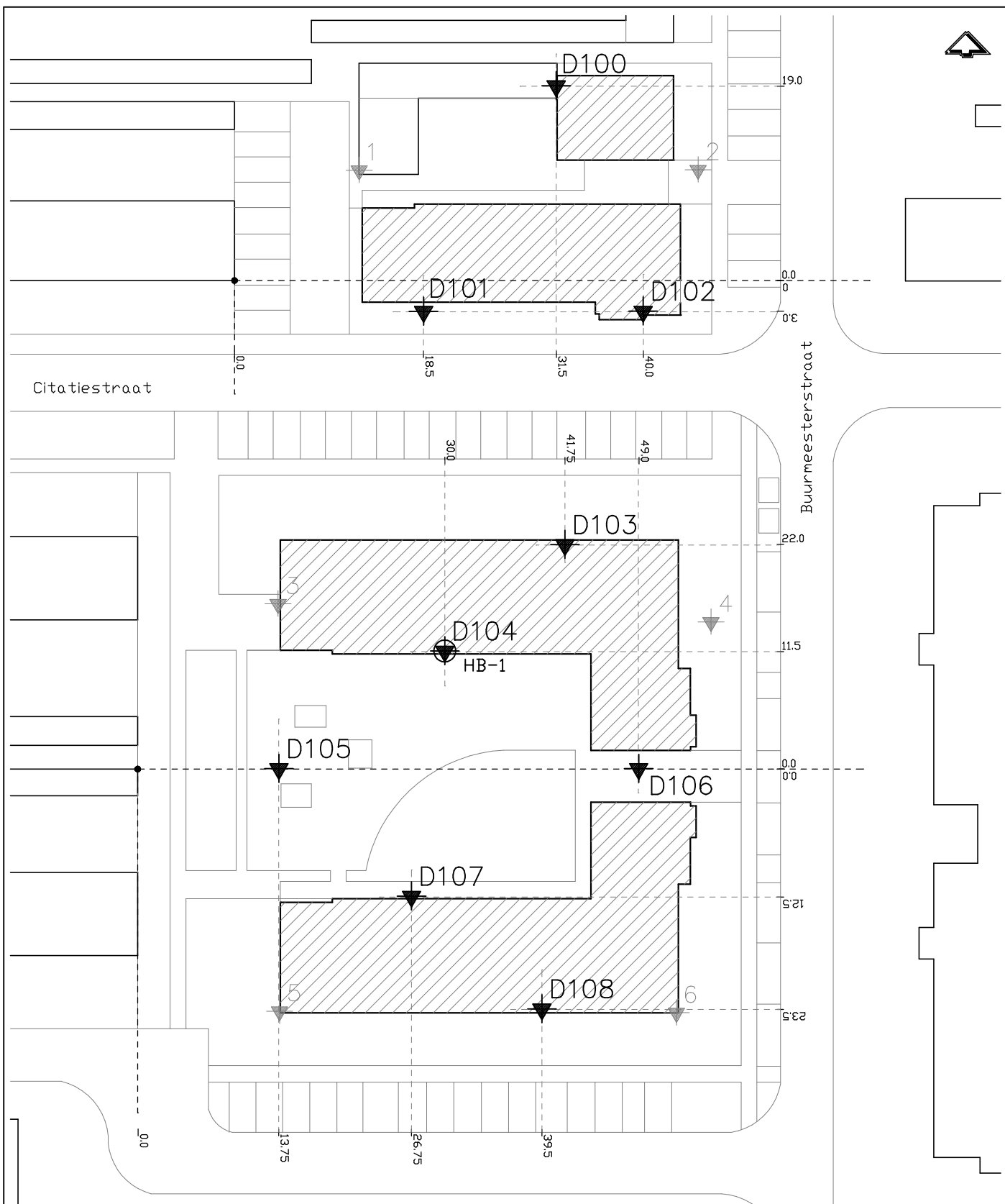
$$F_{C;d} \leq R_{C;d} - F_{nk;d}$$

met:

$F_{nk;d}$ = rekenwaarde negatieve kleef, in dit geval: 36 kN

dus:

$$F_{C;d} \leq 857 - 36 = 821 \text{ kN (in de tabel afgerond op 820 kN)}$$



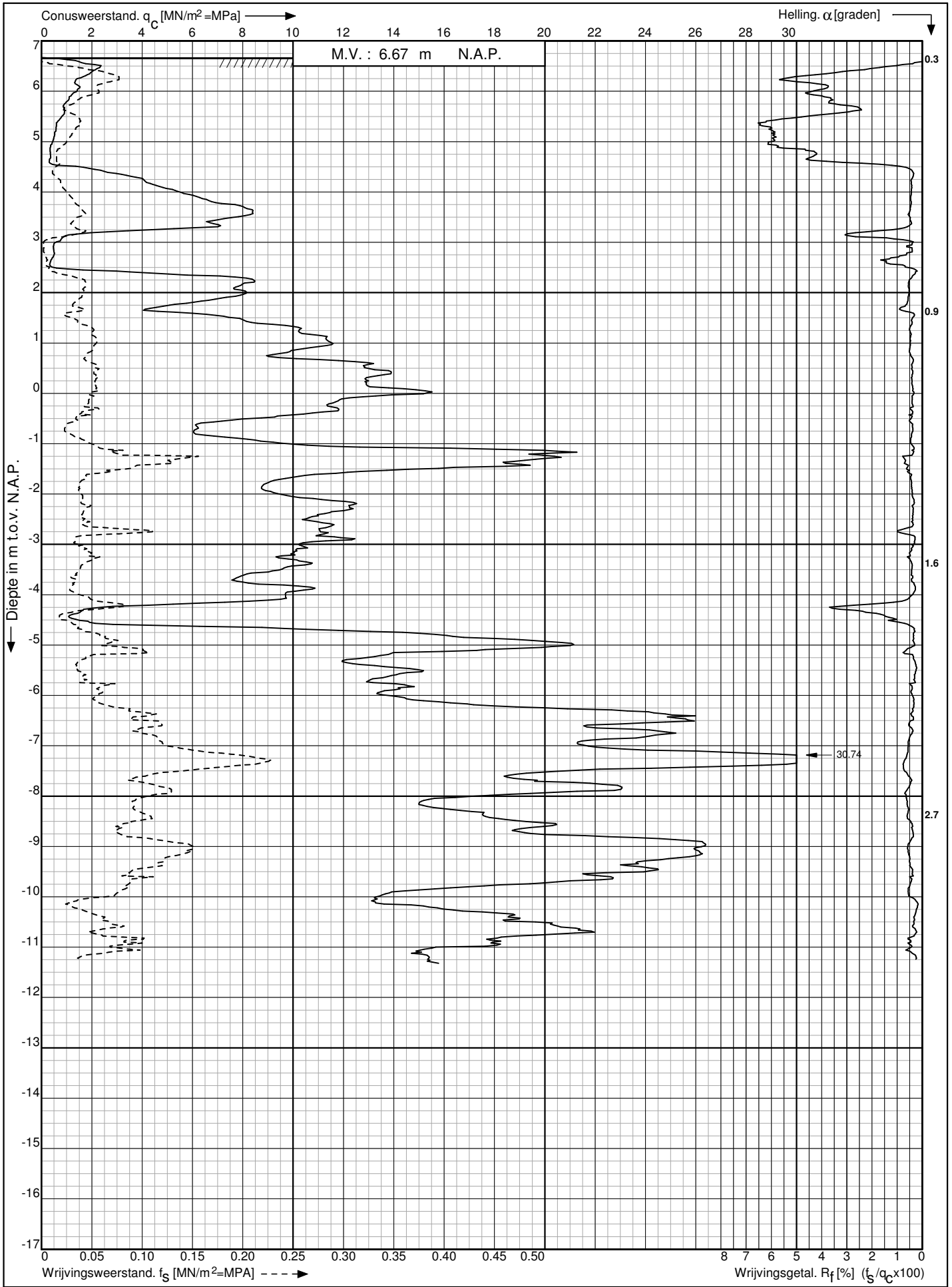
Peilmaten indicatief, niet te gebruiken als uitgangshoogte

Bouwplannen aan de Citatiestraat
te Druten

Opdr.nr. : 14-3142
Datum uitg. : 4-6-2014
Situatietekening

VERKLARING DER TEKENS	
	SONDERING
	SONDERING MET PL. WRIJVING
	NIET UITGEVOERD
	SONDERING MET BORING
	BORING
	REEDS UITGEVOERDE SONDERING



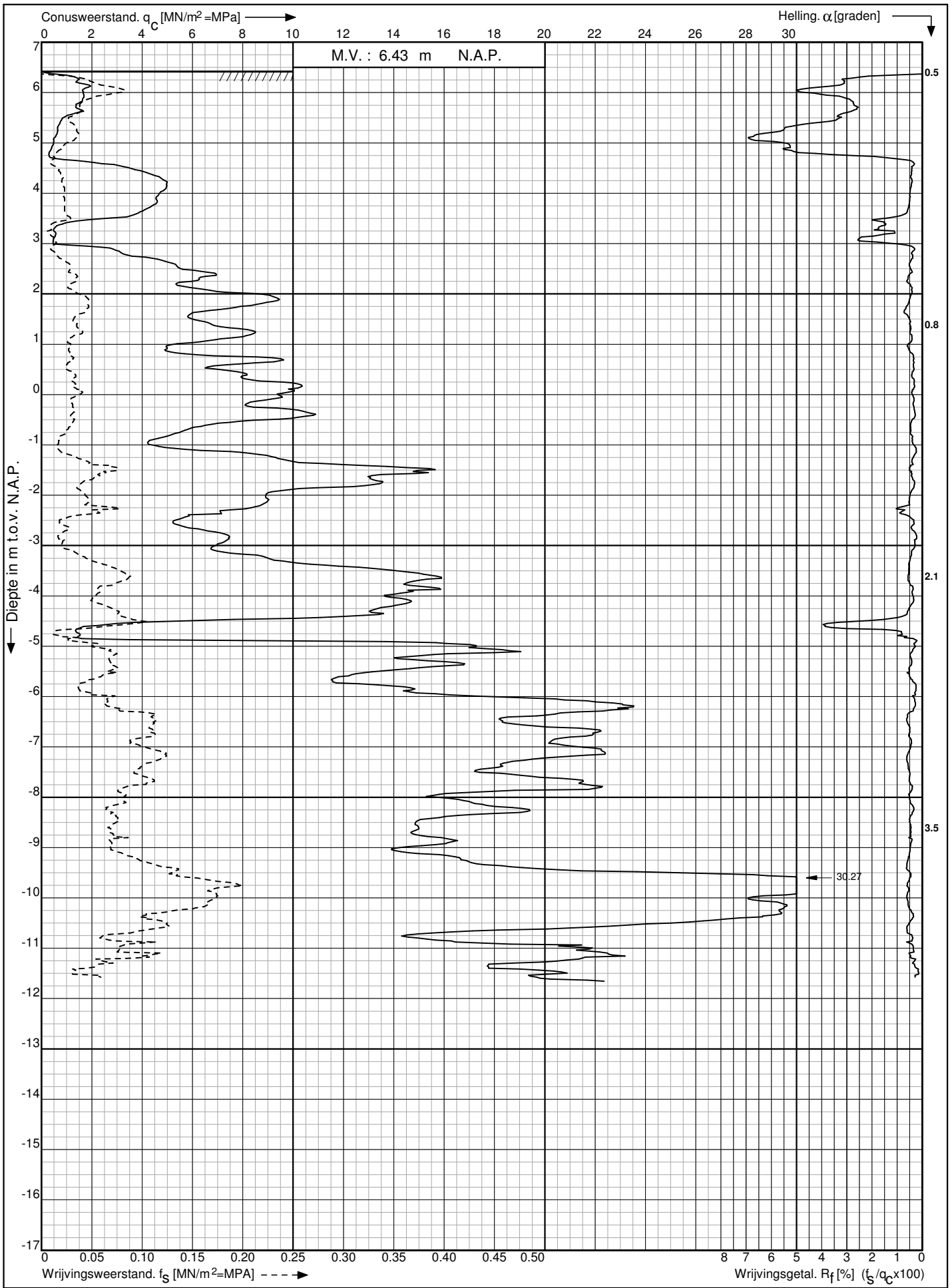


Bouwontwikkeling plan Druten-West te
Druten

Opdr. nr. : 12-3270
Datum uitv. : 6-11-2012
Sond. nr. : 1



Sondering volgens : NEN 5140 Oppervlakte conuspunt : 1500 mm²



Bouwontwikkeling plan Druten-West te
Druten

Sondering volgens : NEN 5140

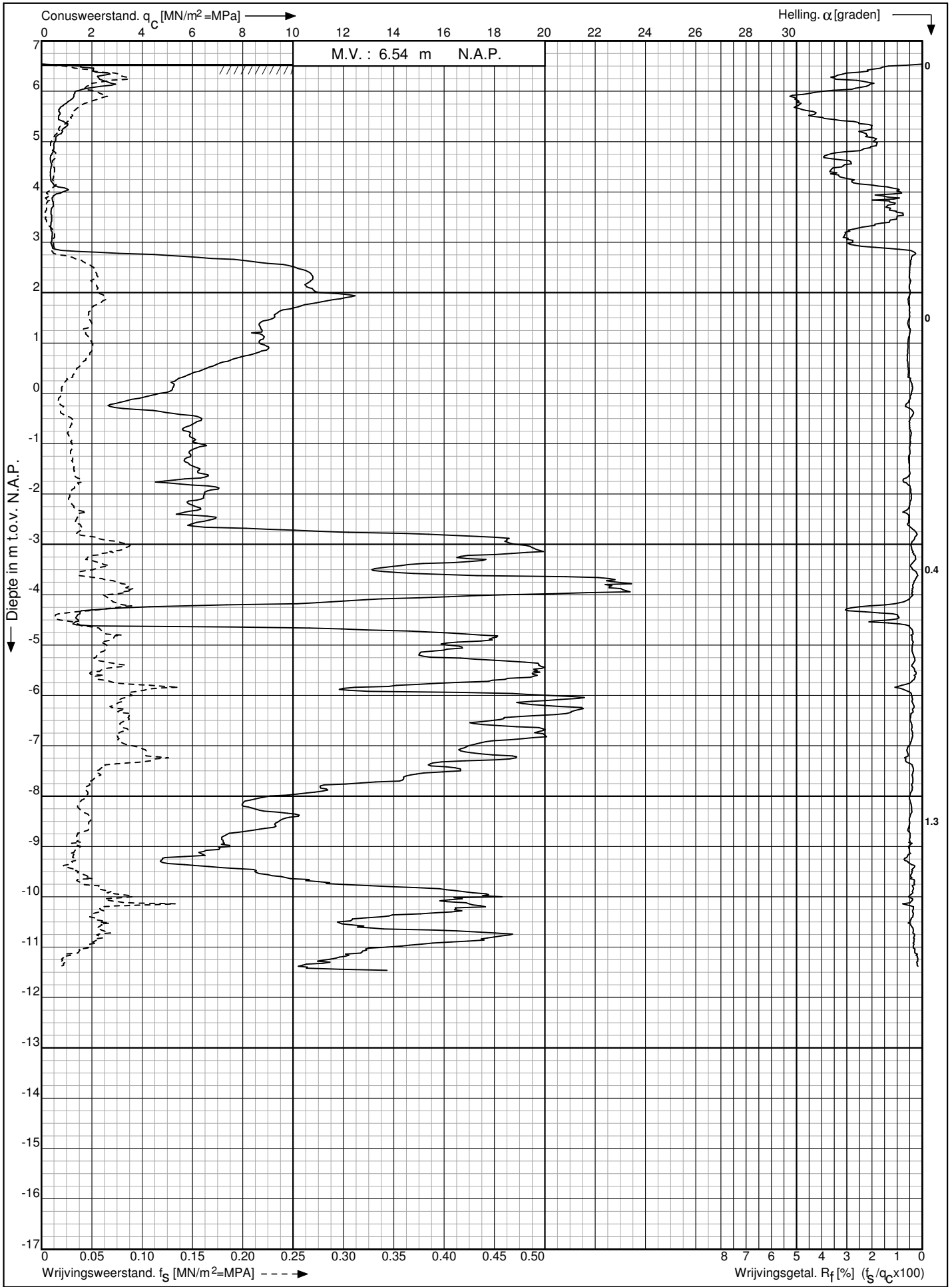
Oppervlakte conuspunt : 1500 mm²

Opdr. nr. : 12-3270

Datum uitv. : 6-11-2012

Sond. nr. : 2



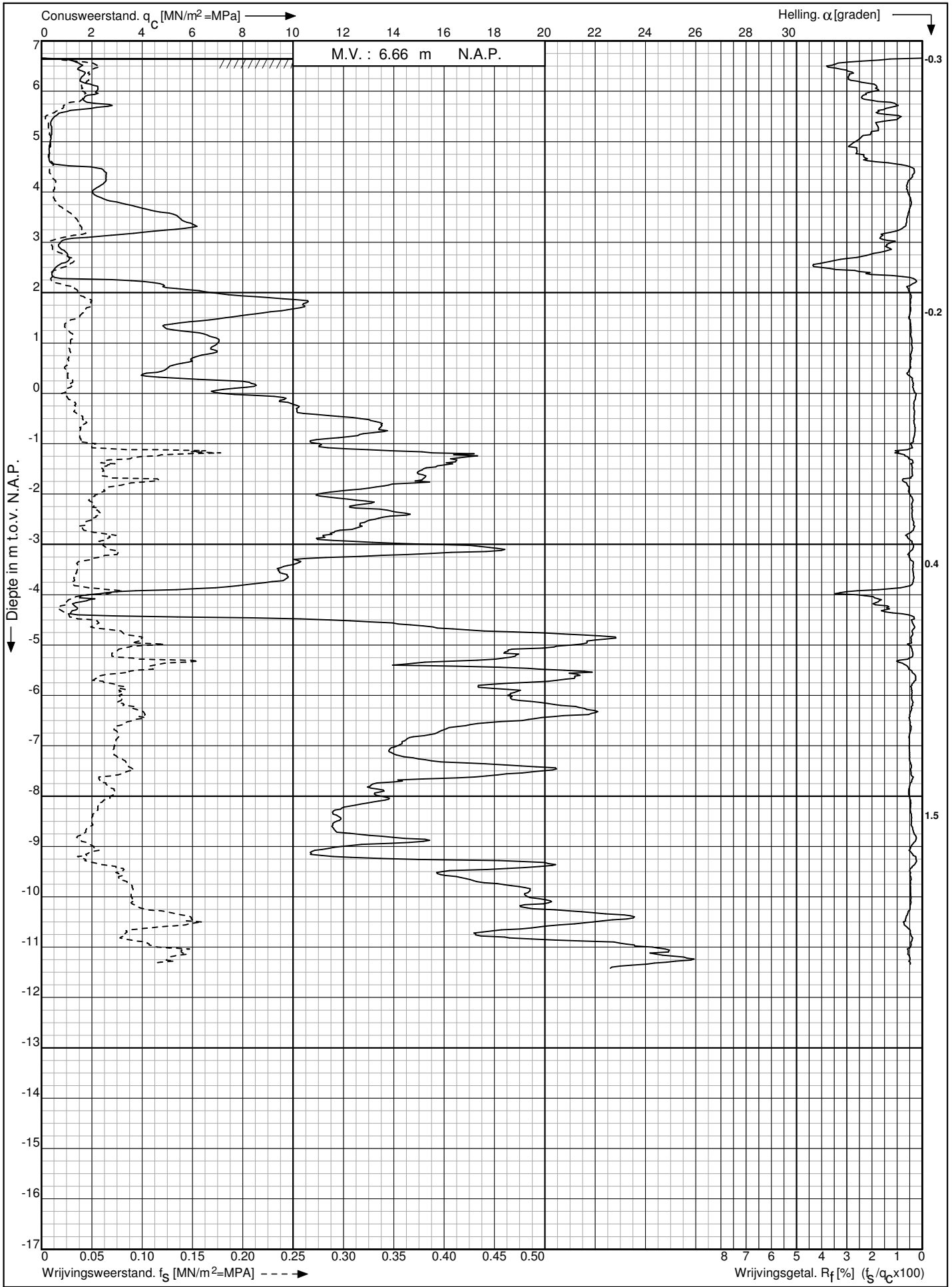


Bouwontwikkeling plan Druten-West te
Druten

Opdr. nr. : 12-3270
Datum uitv. : 6-11-2012
Sond. nr. : 3



Sondering volgens : NEN 5140 Oppervlakte conuspunt : 1500 mm²

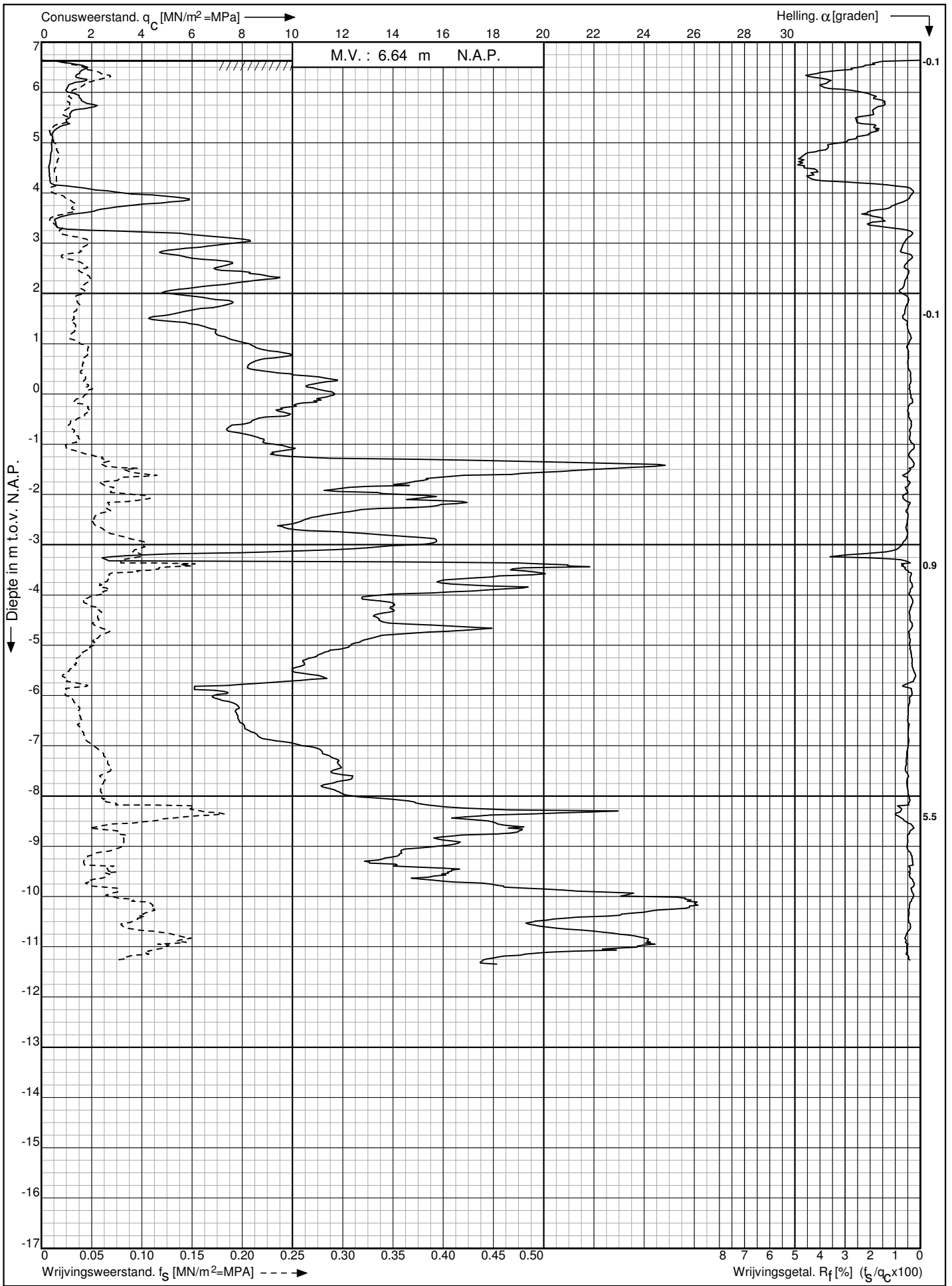


Bouwontwikkeling plan Druten-West te
Druten

Opdr. nr. : 12-3270
Datum uitv. : 6-11-2012
Sond. nr. : 4



Sondering volgens : NEN 5140 Oppervlakte conuspunt : 1500 mm²



Bouwontwikkeling plan Druten-West te
Druten

Sondering volgens : NEN 5140

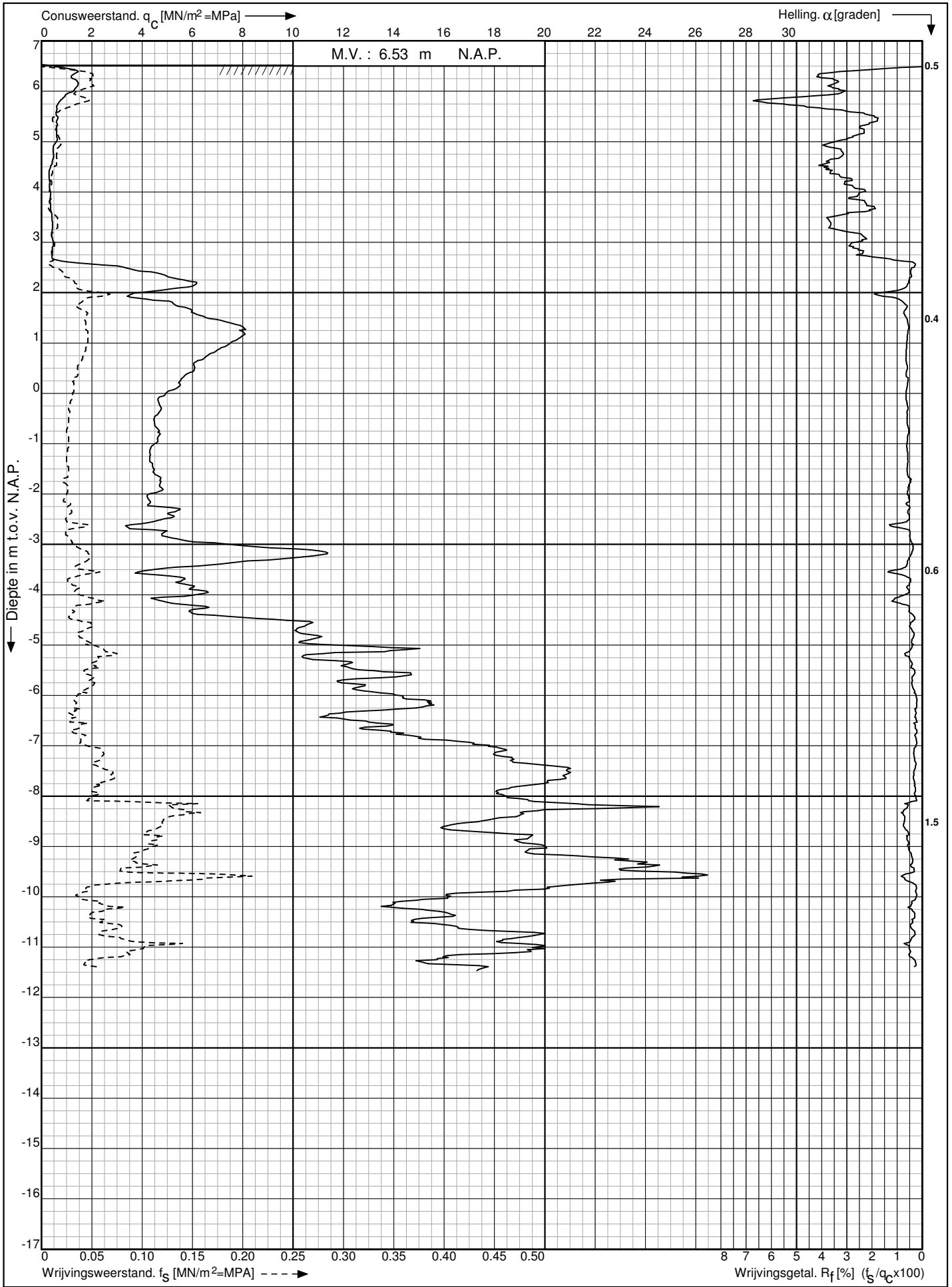
Oppervlakte conuspunt : 1500 mm²

Opdr. nr. : 12-3270

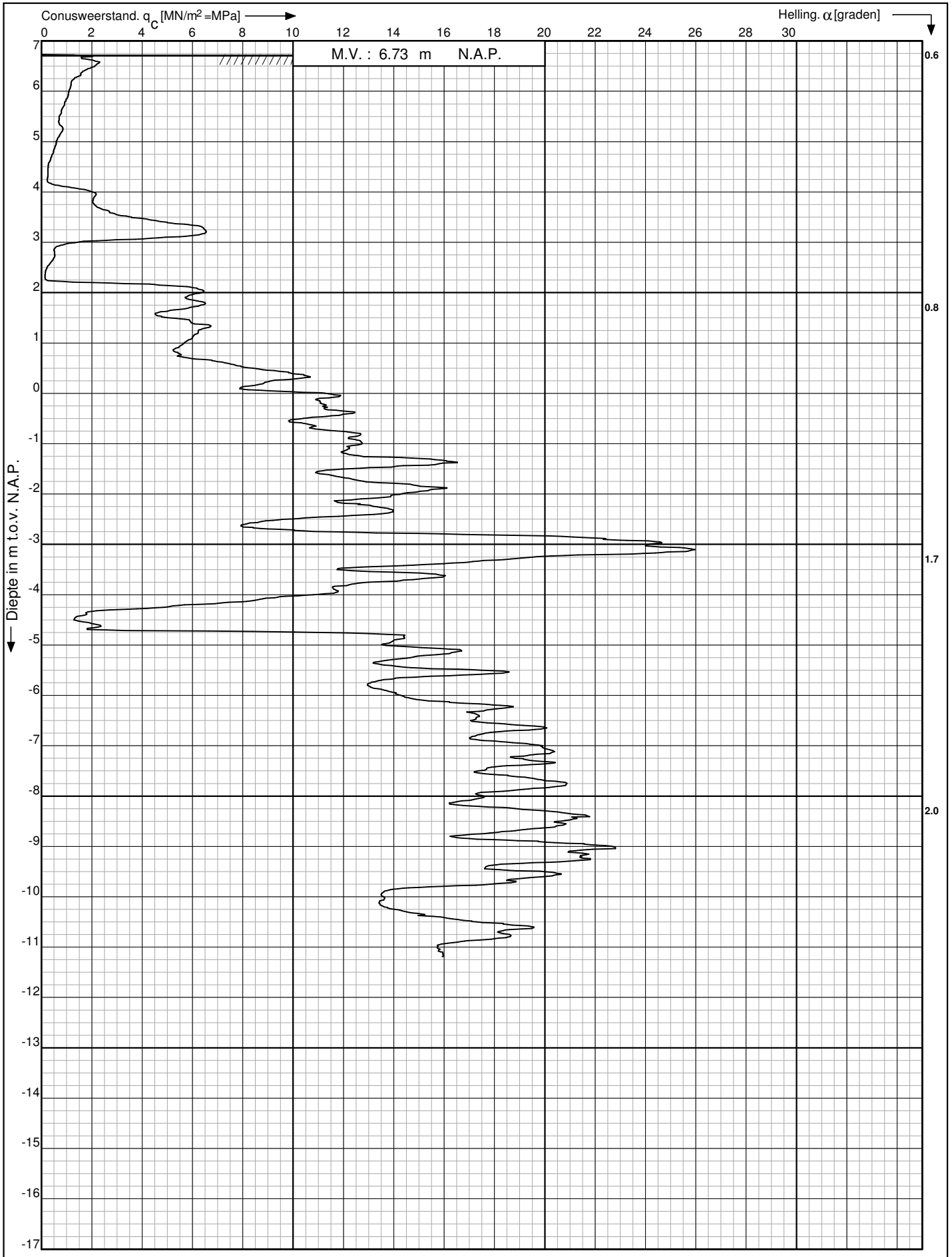
Datum uitv. : 6-11-2012

Sond. nr. : 5





Bouwontwikkeling plan Druten-West te Druten	Opdr. nr. : 12-3270	 KOOPS GRONDMECHANICA 0522-260084
	Datum uitv. : 6-11-2012	
Sond. nr. : 6		
Sondering volgens : NEN 5140	Oppervlakte conuspunt : 1500 mm ²	



Bouwplannen aan de Citatiestraat te
Druuten.

Sondering volgens : NEN 5140

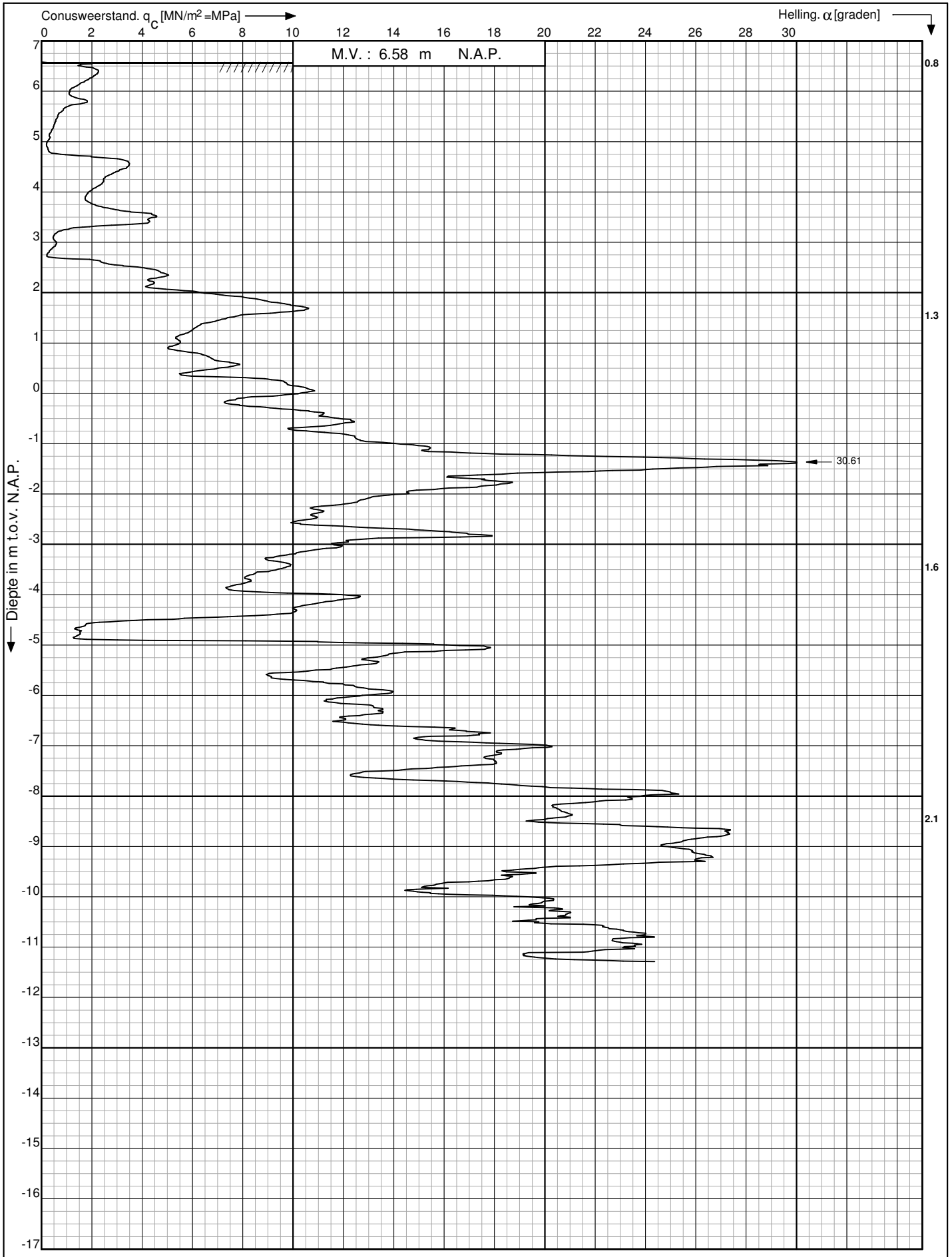
Oppervlakte conuspunt : 1500 mm²

Opdr. nr. : 14-3142

Datum uitv. : 4-6-2014

Sond. nr. : 100





Bouwplannen aan de Citatiestraat te
Druten.

Sondering volgens : NEN 5140

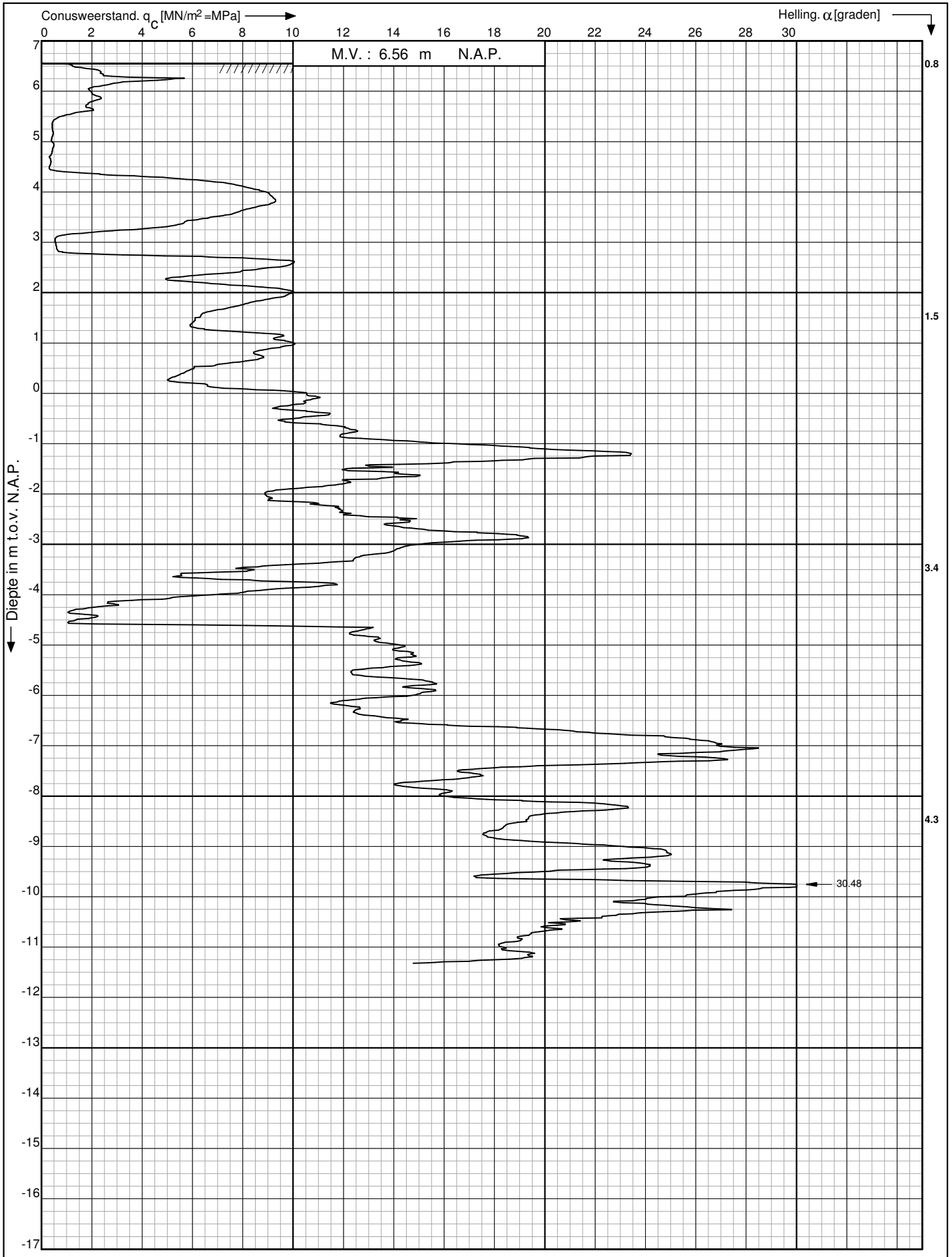
Oppervlakte conuspunt : 1500 mm²

Opdr. nr. : 14-3142

Datum uitv. : 4-6-2014

Sond. nr. : 101





Bouwplannen aan de Citatiestraat te
Druten.

Sondering volgens : NEN 5140

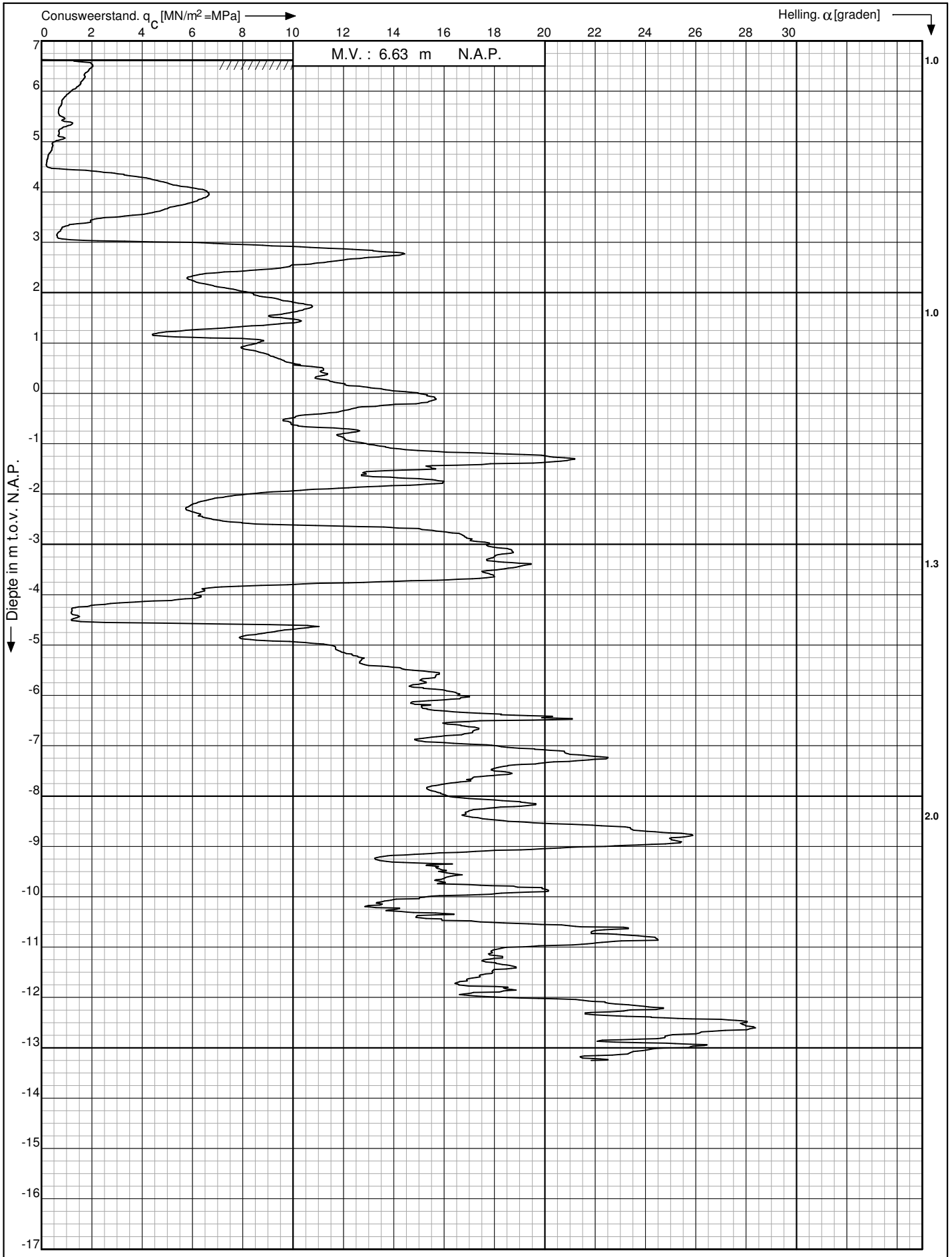
Oppervlakte conuspunt : 1500 mm²

Opdr. nr. : 14-3142

Datum uitv. : 4-6-2014

Sond. nr. : 102





Bouwplannen aan de Citatiestraat te
Drueten.

Sondering volgens : NEN 5140

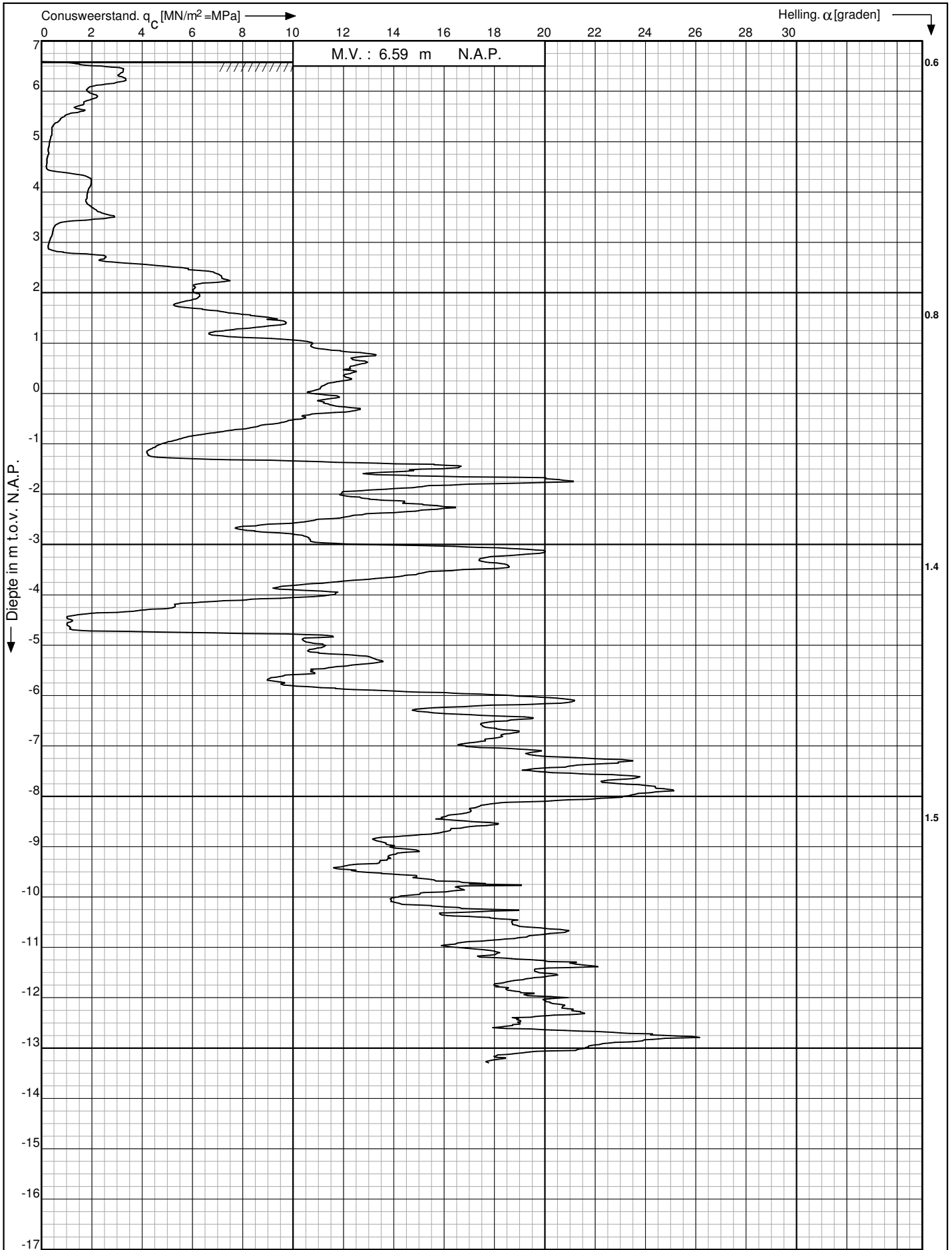
Oppervlakte conuspunt : 1500 mm²

Opdr. nr. : 14-3142

Datum uitv. : 4-6-2014

Sond. nr. : 103





Bouwplannen aan de Citatiestraat te
Druten.

Opdr. nr. : 14-3142

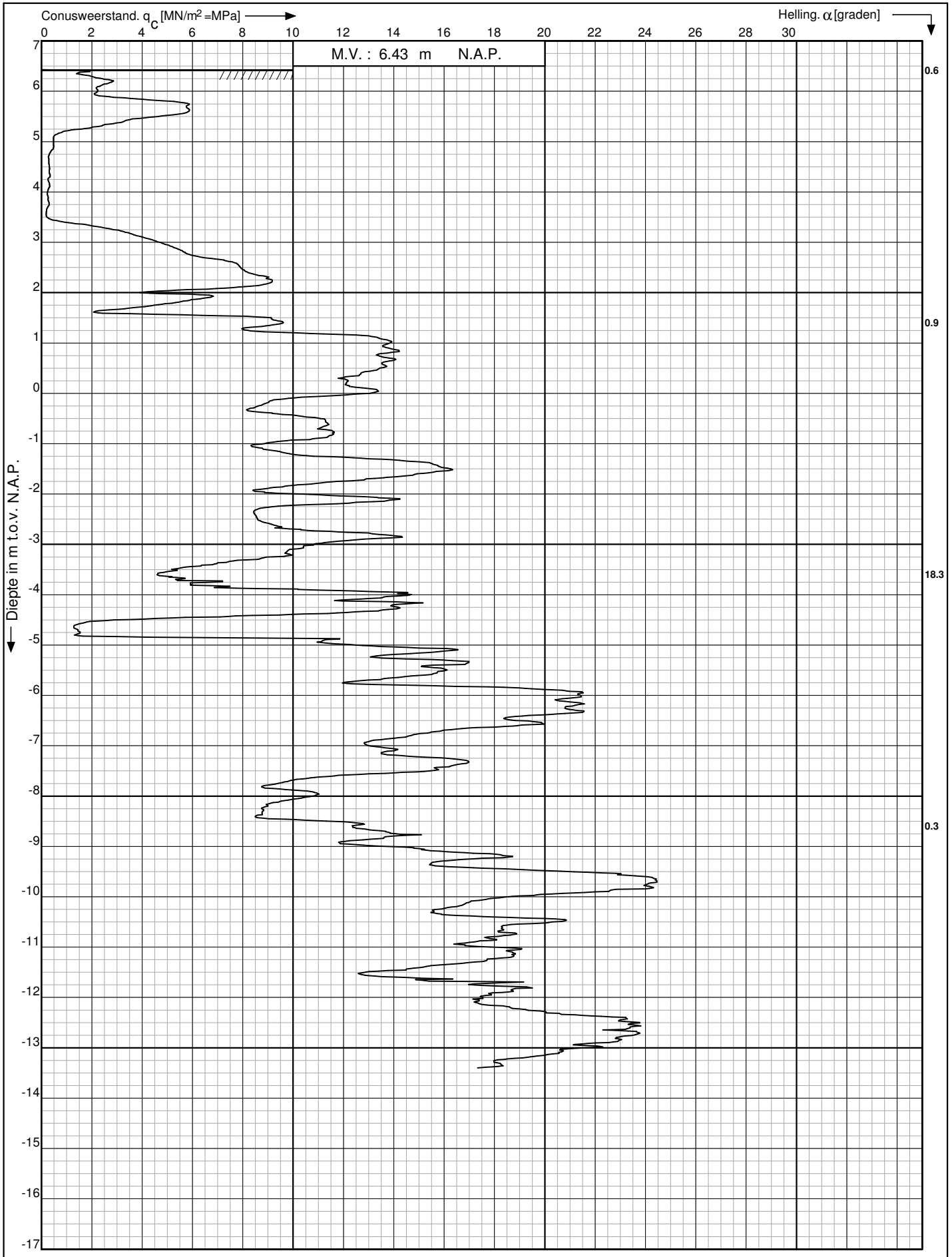
Datum uitv. : 4-6-2014

Sond. nr. : 104

Sondering volgens : NEN 5140

Oppervlakte conuspunt : 1500 mm²





Bouwplannen aan de Citatiestraat te
Druuten.

Opdr. nr. : 14-3142

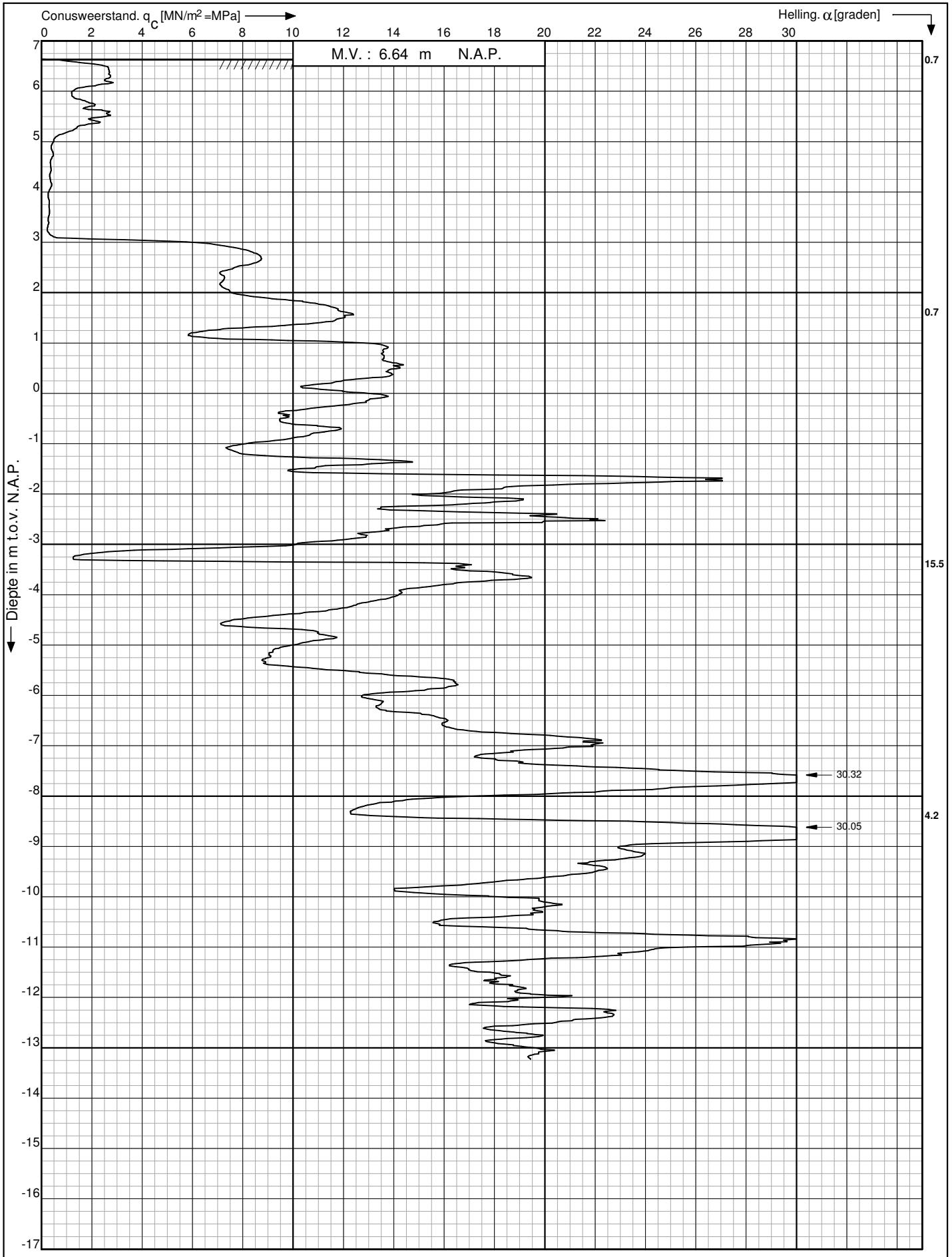
Datum uitv. : 4-6-2014

Sond. nr. : 105

Sondering volgens : NEN 5140

Oppervlakte conuspunt : 1500 mm²





Bouwplannen aan de Citatiestraat te
DruTen.

Sondering volgens : NEN 5140

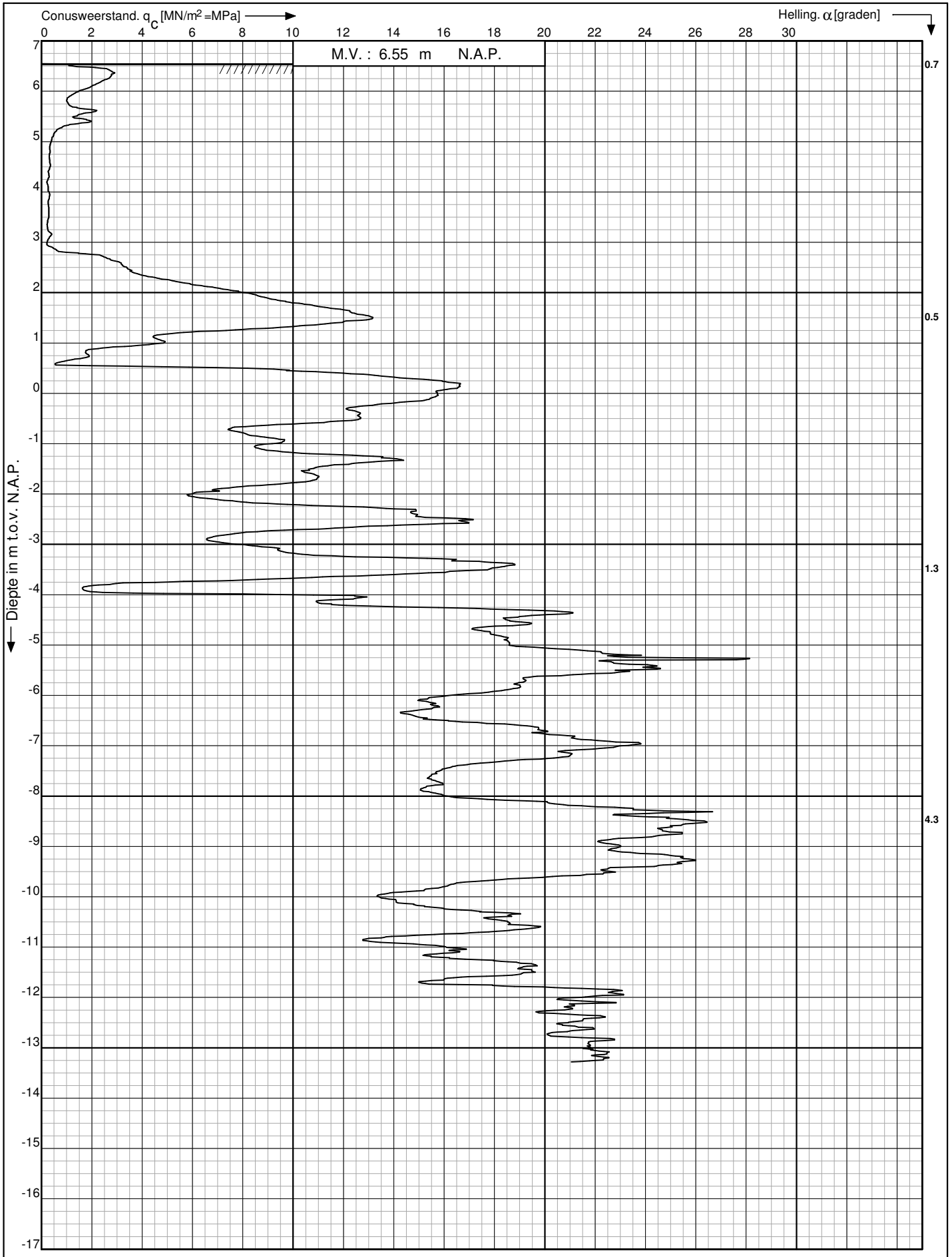
Oppervlakte conuspunt : 1500 mm²

Opdr. nr. : 14-3142

Datum uitv. : 4-6-2014

Sond. nr. : 106





Bouwplannen aan de Citatiestraat te
Druuten.

Sondering volgens : NEN 5140

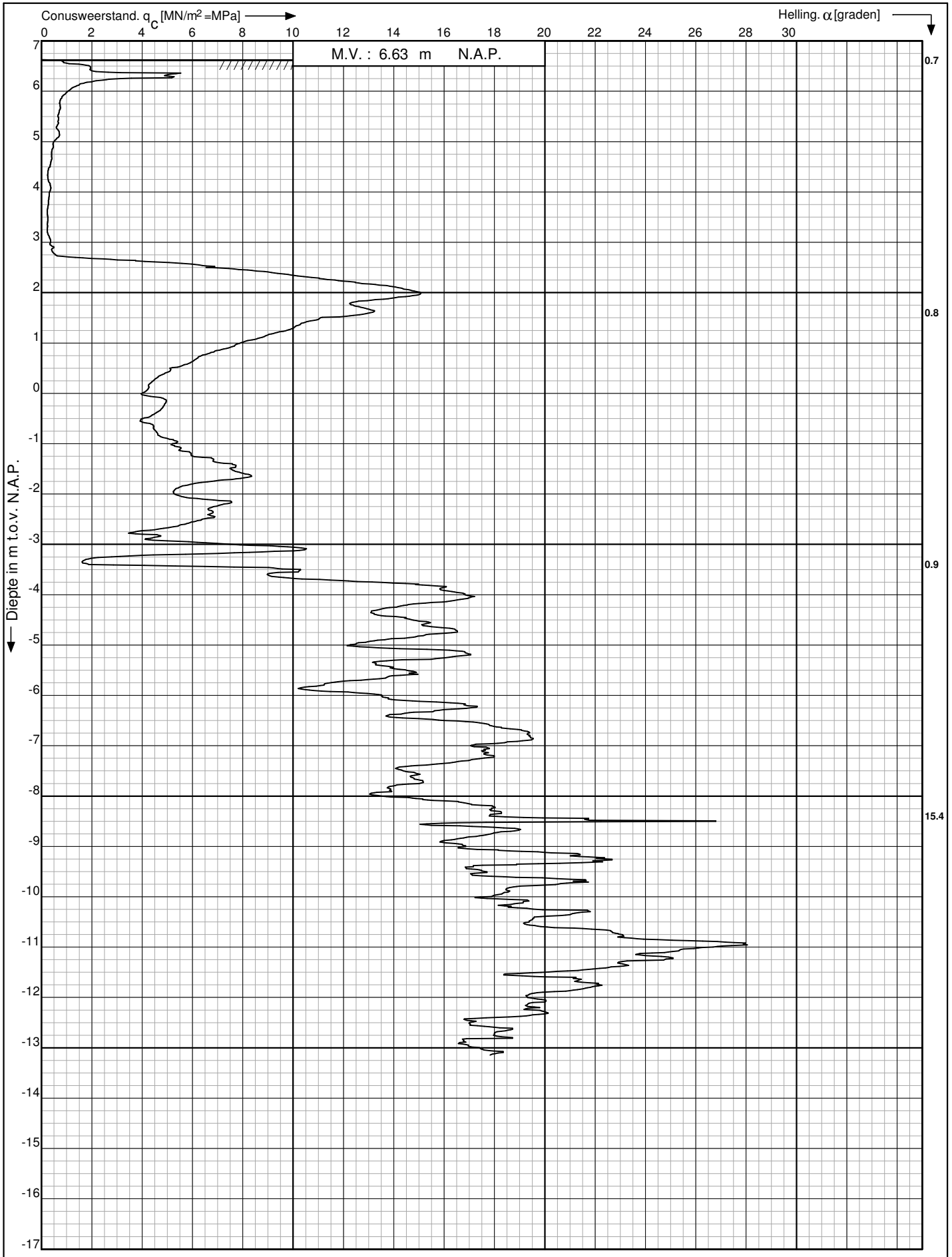
Oppervlakte conuspunt : 1500 mm²

Opdr. nr. : 14-3142

Datum uitv. : 4-6-2014

Sond. nr. : 107





Bouwplannen aan de Citatiestraat te
Druuten.

Sondering volgens : NEN 5140

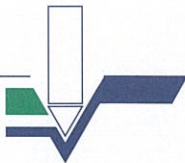
Oppervlakte conuspunt : 1500 mm²

Opdr. nr. : 14-3142

Datum uitv. : 4-6-2014

Sond. nr. : 108





14-3142

Resultaten Handboring HB-1

0.00	-	0.20	m-mv.	<u>Klei</u> , d.grijs, zandhoudend, humeus.
0.20	-	0.65	m-mv	<u>Klei</u> , grijs, zandhoudend, w.humeus.
0.65	-	1.30	m-mv.	<u>Klei</u> , grijs, st.zandhoudend, pl.w.oerhoudend.
1.30	-	1.95	m-mv.	<u>Klei</u> , grijs, pl.houtresten.
1.95	-	2.20	m-mv.	<u>Klei</u> , grijs, st.zandhoudend.
2.20	-	2.50	m-mv.	<u>Zand</u> , m.fijn, d.grijs.

Datum uitvoering: 04 juni 2014

Uitgevoerd nabij: Sondering D-104

Maaiveldhoogte: 6.59 m. + NAP.

Grondwaterstand : 1.47 m-mv.