



Koops & Romeijn grondmechanica

Samenwerkende, zelfstandige adviseurs voor grondonderzoek, geotechniek en geohydrologie

Meurs grondmechanica advies
De Plak 23
6681 DN Bommel
Tel.: 0481 - 45 11 79
Internet: www.koops-romeijn.nl
E-mail: j.meurs@koops-romeijn.nl
BTW nr.: NL059246443.B01
KvK Arnhem nr.: 09107036
IBAN nr.: NL58ABNA0520766520
BIC code: ABNANL2A

PS Architecten
T.a.v. de heer P. Plaisier
Danzigkade 3d
1013 AP AMSTERDAM

Uw kenmerk: ---

Ons kenmerk: 15.3073B01

Bommel, 31 maart 2015

Betreft: Woning op kavel 27 in plan Rieteland te Amsterdam.

Geachte heer Plaisier,

Naar aanleiding van uw opdracht d.d. 6 maart 2015 doen wij u hierbij een beknopt funderingsadvies toekomen ten behoeve van bovengenoemd project. Het funderingsadvies is gebaseerd op de geotechnische norm 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.

Het onderzoek is uitgevoerd op 25 maart 2015 en heeft bestaan uit 2 sonderingen, waarvan 1 met meting van de plaatselijke wrijvingsweerstand en 1 handboring.

De resultaten zijn gepresenteerd op de bijlagen 1 en 2. De diepte op de grafieken is weergegeven in m t.o.v. NAP. De boorbeschrijving is weergegeven op bijlage HB-1. De locaties van de sonderingen, de handboring en enkele gemeten peilen zijn aangegeven op de situatietekeningen.

De bodemopbouw kan globaal als volgt worden omschreven:

<u>Diepte in m t.o.v. NAP</u>			<u>Bodembeschrijving</u>
Maaiveld	tot	-2,5 à -3,0	ZAND, vast gepakt (opgehoogd)
-2,5 à -3,0	tot	-3,5	KLEI, veenhoudend
-3,5	tot	-6,0	KLEI, sterk silthoudend
-6,0	tot	-9,2 à -9,8	ZAND, los gepakt, silthoudend
-9,2 à -9,8	tot	-10,5	VEEN
-10,5	tot	-16,0 à -17,0	ZAND, los tot zeer vast gepakt, doorsneden door silthoudende lagen
-16,0 à -17,0	tot	-24,0	LEEM, matig vast
-24,0	tot	-30,0 à -31,0	ZAND, vast tot zeer vast gepakt

In het boorgat ter plaatse van sondering 1 werd d.d. 25 maart 2015 de actuele grondwaterstand waargenomen op maaiveld -1,9 m (circa NAP -0,2 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.

Het plan betreft de bouw van een vrijstaande woning, welke gedeeltelijk wordt onderkelderd.

Koops & Romeijn grondmechanica is de naam waaronder een groep onafhankelijke, zelfstandige en ervaren adviseurs voor grondonderzoek, geotechniek en geohydrologie sinds 1996 samenwerkt. Deze samenwerking beperkt zich uitsluitend tot wederzijdse ondersteuning en kennisuitwisseling binnen de vaktechnische disciplines, zoals voorgaand genoemd. Van onderlinge juridische banden is geen sprake. De adviseurs zijn gevestigd te: **Bommel - Bennekom - Ammerstol - Meppel - Velp - Wijchen**.

Op de dienstverlening en leveringen van Meurs grondmechanica advies is de rechtsverhouding opdrachtgever-architect, ingenieur en adviseur DNR2011, alsmede de Algemene Voorwaarden voor het uitvoeren van Technisch bodemonderzoek van toepassing.





Gezien de aangetroffen bodemopbouw komt een fundering op palen in aanmerking, waarbij licht belaste prefab betonpalen in de tussenzandlaag, of zwaarder belaste trillingsvrije mortelschroefpalen in het diepe zandpakket toegepast kunnen worden. De optredende paalbelastingen worden aangenomen op 200 à 450 kN.

In onderstaande tabel zijn de netto rekenwaarden voor de draagkracht ($R_{c;d}$) gegeven, rekening houdend met het optreden van negatieve kleefbelasting.

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]	Prefab betonpalen Rekenwaarde netto draagkracht [kN]			
			□ 250 mm	□ 290 mm	□ 320 mm	□ 350 mm
1	+1,69	-12,25	110	180	250	310
		-12,50	140	210	280	340
		-12,75	150	230	290	360
		niet dieper				
2	+1,71	-12,25	160	240	300	380
		-12,50	160	230	290	360
		-12,75	120	170	210	260
		niet dieper				

Tabel 2: 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
1	+1,69	-25,25	140
		-25,50	470
		-25,75	670
		-26,00	680
2	+1,71	-25,25	280
		-25,50	580
		-25,75	660
		-26,00	700

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

De navolgende indicatieve waarden werden berekend :

Paalafmeting: F_k in kN: Veerconstante voor paalkopzakking:

Ø 350 mm	200 à 450	$k = 15 \text{ à } 20 \text{ MN/m}^1$
□ 250 mm	140	$k = 15 \text{ MN/m}^1$
□ 290 mm	200	$k = 20 \text{ MN/m}^1$
□ 320 mm	270	$k = 25 \text{ MN/m}^1$
□ 350 mm	340	$k = 30 \text{ MN/m}^1$

Bij de toepassing van prefab betonpalen dient rekening te worden gehouden met het optreden van heitrillingen. De invloed van de trillingen op belastingen is sterk afhankelijk van de funderingswijze en de bodemopbouw. Eventueel optredende trillingen kunnen verminderd worden door de toplagen voor te boren.



De toepassing van een traploos regelbaar hydroblok met en maximaal blokgewicht 4 ton verdient de voorkeur.

Voor de bepaling van het toe te passen valhoogte moet uitgegaan worden van de theorie van Sprenger-Potma, waarbij wordt gestreefd naar een eindkalender van ca. 15 à 25 slagen per 0,25 m. Opgemerkt wordt dat de kalender niet alleen door de draagkracht van de bodem wordt bepaald, maar dat ook factoren als de conditie van het heiblok en de korrelvorm/verdeling een grote invloed kunnen hebben.

Wij adviseren om de uiteindelijke keuze van het heiblok in overleg met de aannemer en de gemeente uiteindelijk te bepalen.

Tijdens het heiwerk dient, afhankelijk van de ondervonden bodemweerstand, bij voorkeur ter plaatse van een sondering de juiste instelling te worden bepaald.

De mortelschroefpalen dienen te worden geïnstalleerd door een gerenommeerd, in dit paaltype gespecialiseerd bedrijf. Voor informatie met betrekking tot de uitvoering wordt verwezen naar de KIWA beoordelingsrichtlijn voor in de grond gevormde palen BRL 2356 (237/01), bijlage A en NVN 6724;2001.

De kwaliteit van de geïnstalleerde paalschacht dient door middel van akoestische metingen te worden gecontroleerd.

Mocht dit rapport aanleiding geven tot vragen, dan zijn wij altijd bereid mondeling of schriftelijk toelichting te geven.

Met vriendelijke groeten

Koops & Romeijn Grondmechanica

J.Th. Meurs,
Adviseur geotechniek

**VOORBEELDBEREKENING NEGATIEVE KLEEF**

- gehanteerde sondering : 1
- paaltype : prefab betonpaal
- schachtafmeting : □ 320 mm

Voor de berekening is ervan uitgegaan dat de bodem samendrukbaar is tot een niveau van NAP -10,7 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:

$F_{nk;rep}$	=	$(\frac{1}{2} \cdot h_1 \cdot K_{o;1} \cdot \tan \delta_1 \cdot \sigma'_{v;1} + h_2 \cdot K_{o;2} \cdot \tan \delta_2 \cdot (\sigma'_{v;1} + \sigma'_{v;2})/2) \cdot O_s$	
	=	245 kN.	
waarin:			in dit geval:
h_1	=	dikte van de ophooglaag of de droge zone van de bodem	4,5 m
h_2	=	dikte van de samendrukbare lagen	7,7 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	54,0 kN/m ²
$\sigma'_{v;2}$	=	idem onder de samendrukbare lagen	114,0 kN/m ²
O_s	=	omtrek van de paalschacht	1,28 m

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

$F_{nk;d}$	=	$F_{s;nk;rep} \cdot \gamma_{f;nk}$	
	=	245 kN.	
waarin:			in dit geval:
$\gamma_{f;nk}$	=	belastingsfactor voor de negatieve kleeft (hoofdstuk 7.3.2.2. (7b) uit NEN 9997-1)	1,0 -

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

Voor de berekening is het draagvermogen van een paal bij sondering 1 uitgewerkt.

Paaltype	: prefab betonpaal		
Paalgegevens	: paalpuntniveau	- NAP -12,5 m	paalomtrek (O_p) - 1,28 m
	: schachtafmeting	- $\square$ 320 mm	voetoppervlak (A_{punt}) - 0,102 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 = 1,0 (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 20,0 MN/m².

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

$q_{c;III;gem}$ = gemiddelde minimale conusweerstand over een traject van 8d boven de punt.
In dit geval 2,1 MN/m².

zodat:

$$q_{b;max} = 7,05 \text{ MN/m}^2$$

en

$$R_{b;cal;max} = 719 \text{ kN}$$

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 1,28 m

l = lengte waarover schachtwrijving in rekening wordt gebracht, in dit geval 1,0 m (van NAP -11,5 m tot -12,5 m)

α_S = 0,006 (paalklasfactor, volgens tabel 7.c van NEN 9997-1)

$q_{c;gem}$ = de gemiddelde conusweerstand in de tot de schachtwrijving bijdragende zandlagen, in dit geval 10,0 MN/m².

zodat:

$$R_{S;cal;max} = 1,28 * 1,0 * 0,01 * 10,0 * 10^3 \text{ kN/m}^2 = 128 \text{ kN}$$

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:

$$R_{c;cal} = 719 \text{ kN} + 128 \text{ kN} = 847 \text{ kN}.$$

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 $\xi_3 = 1,32$ (NEN 9997-1, Tabel A.10a / Tabel A.10b)

$$R_{c;k} = 847 \text{ kN} / 1,32 = 641 \text{ kN}$$

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:

$$R_{c;d} = 641 / 1,20 = 534 \text{ kN}$$

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

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

met:

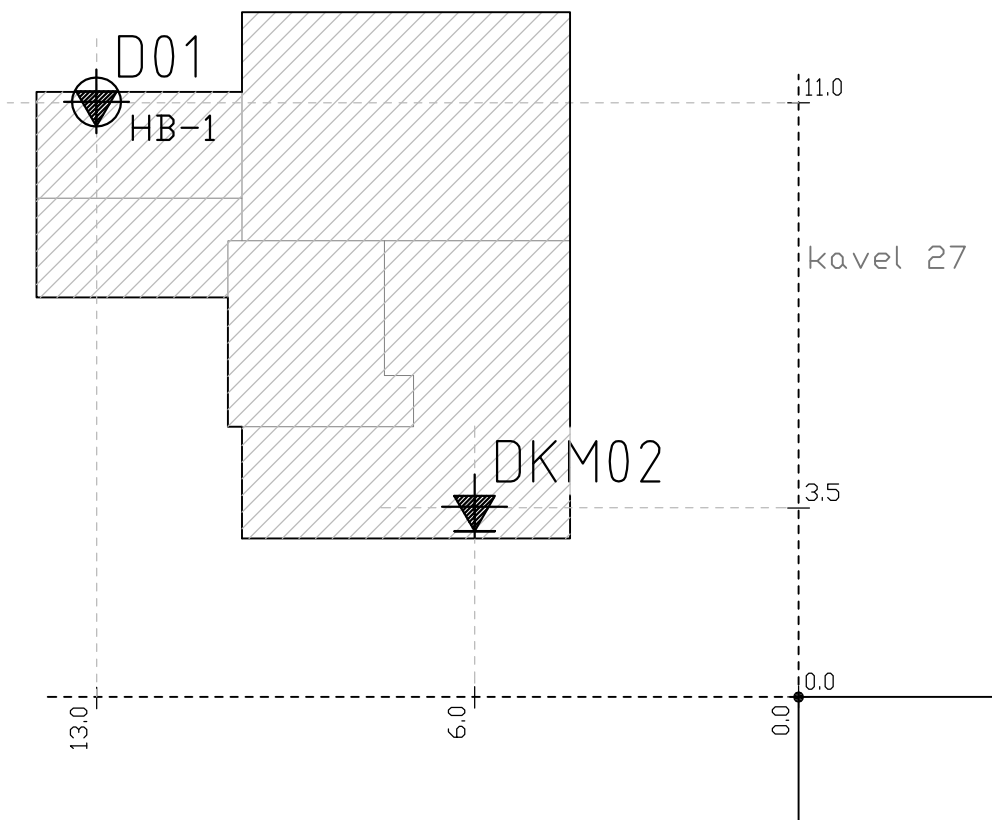
$F_{nk;d}$ = rekenwaarde negatieve kleeft, in dit geval: 245 kN

dus:

$$F_{c;d} \leq 534 - 245 = 289 \text{ kN (in de tabel afgerond op 280 kN)}$$

kavel 26

kavel 27



Vloerpeil = 2.25 + N.A.P.

Peilmaten indicatief, niet te gebruiken als uitgangshoogte

2 woningen in plan Rieteland, kavel 27/28
te Amsterdam

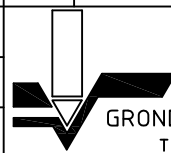
Opdr.nr. : 15-3073

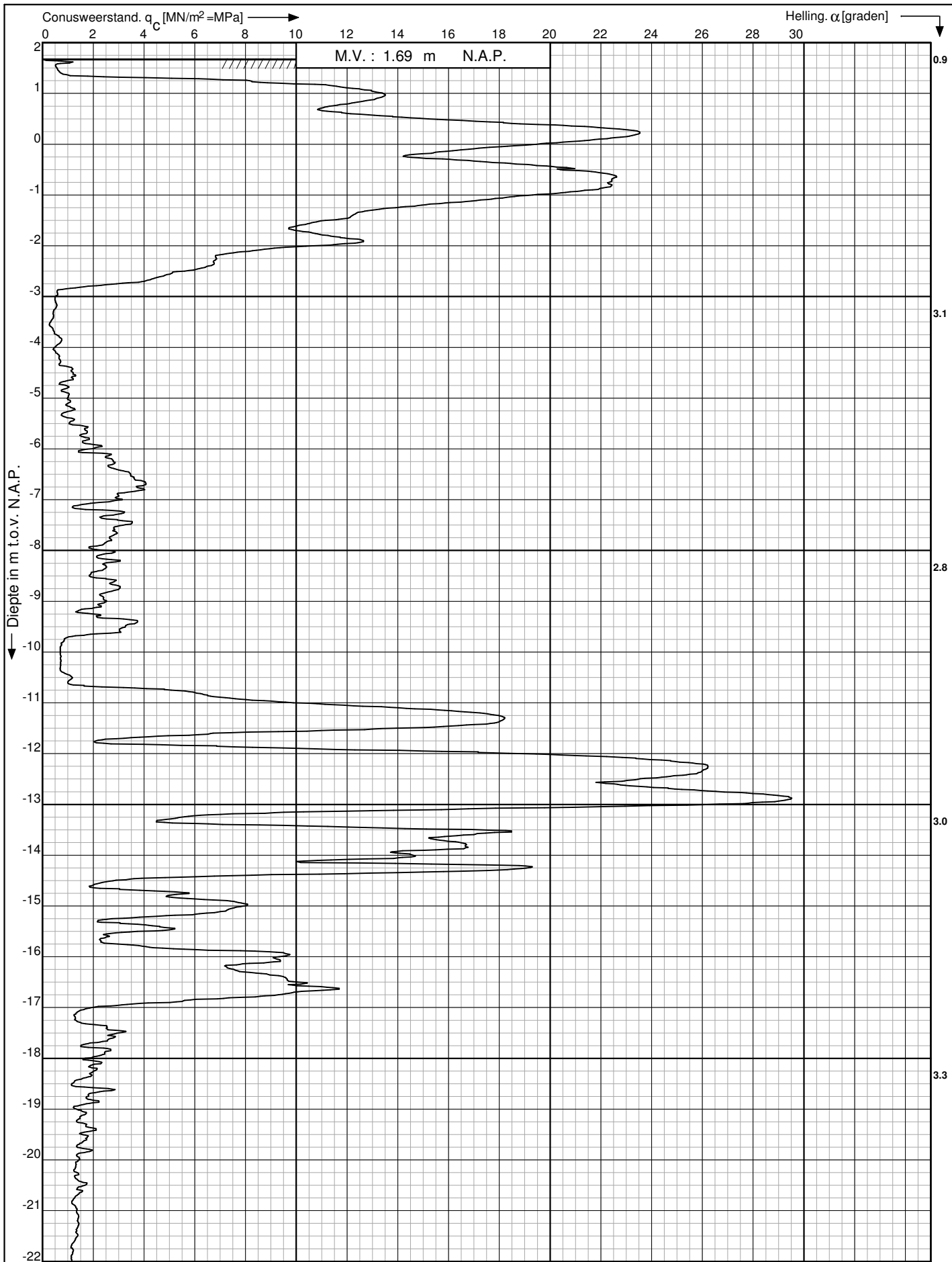
Datum uitv. : 25-3-2015

Situatietekening

VERKLARING DER TEKENS

	SONDERING
	SONDERING MET PL.WRIJVING
	NIET UITGEVOERD
	SONDERING MET BORING
	BORING
	REEDS UITGEVOERDE SONDERING

 **KOOPS**
GRONDMECHANICA
Tel. 0522-260084



2 Woningen in plan Rieteland, kavel 27 en 28
Amsterdam

Sondering volgens : NEN 5140

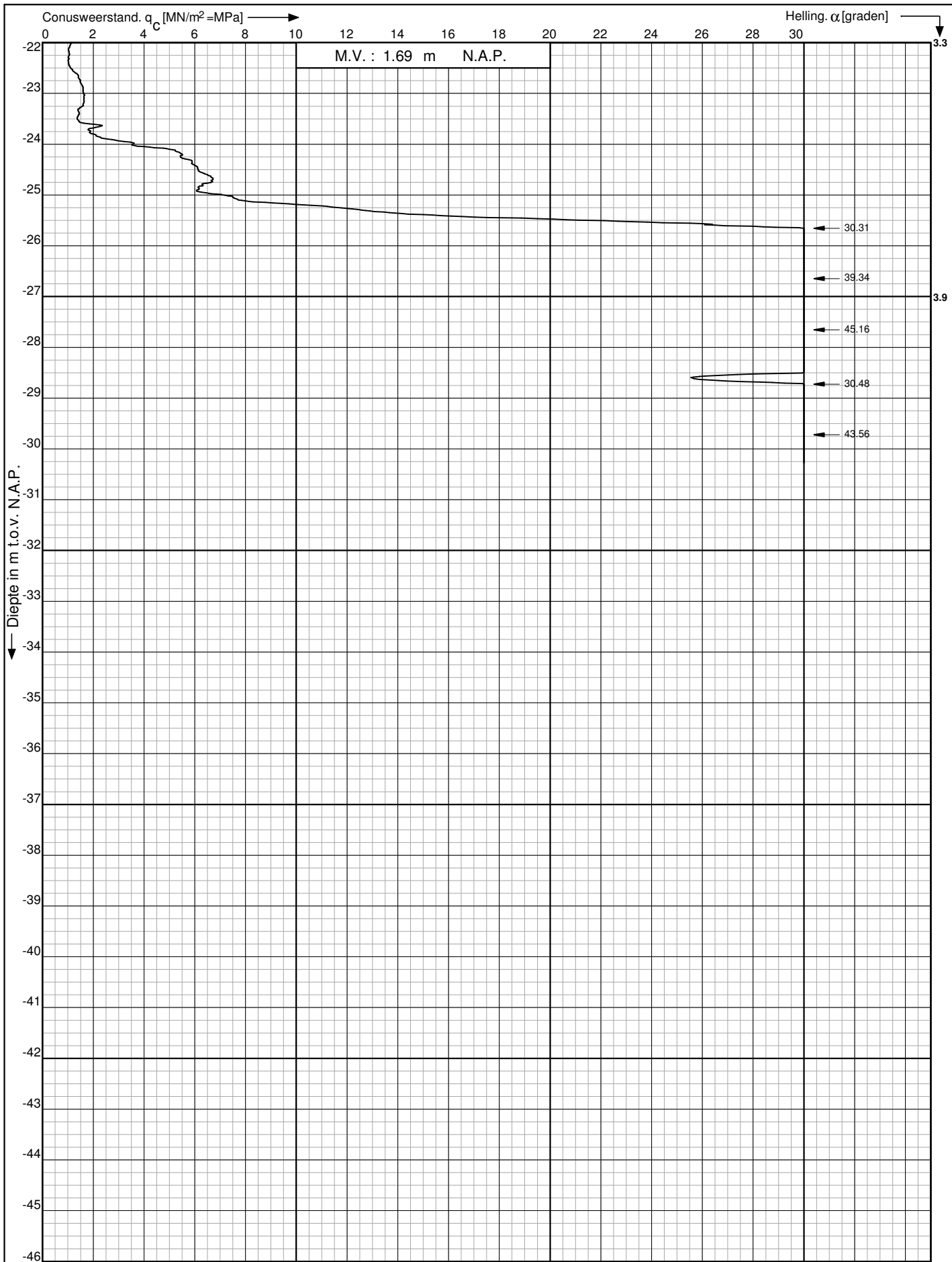
Oppervlakte conuspunt : 1500 mm²

Opdr. nr. : 15-3073

Datum uitv. : 25-3-2015

Sond. nr. : 1





2 Woningen in plan Rieteland, kavel 27 en 28
Amsterdam

Sondering volgens : NEN 5140

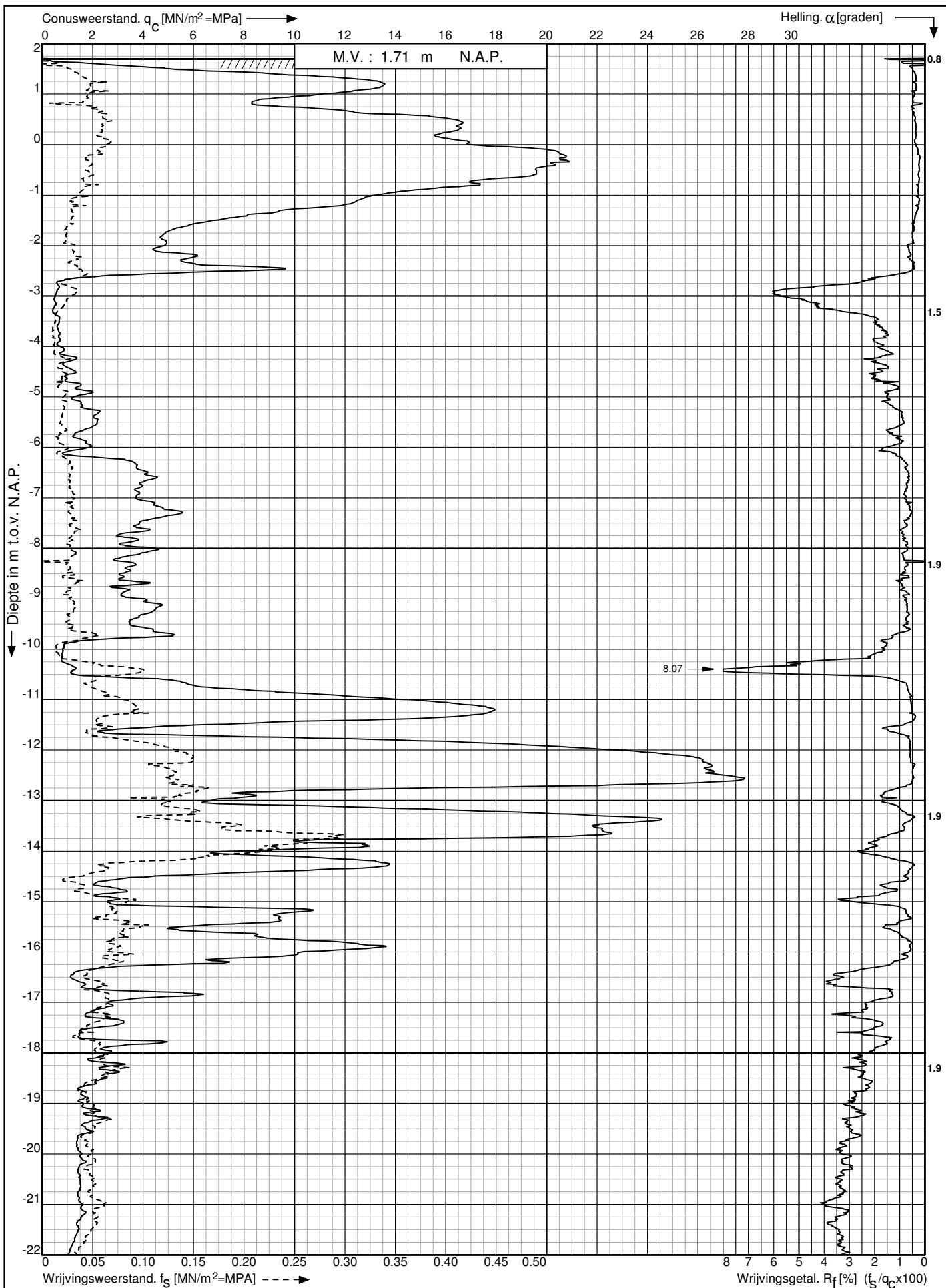
Oppervlakte conuspunt : 1500 mm²

Opdr. nr. : 15-3073

Datum uitv. : 25-3-2015

Sond. nr. : 1





2 Woningen in plan Rieteland, kavel 27 en 28
Amsterdam

Sondering volgens : NEN 5140

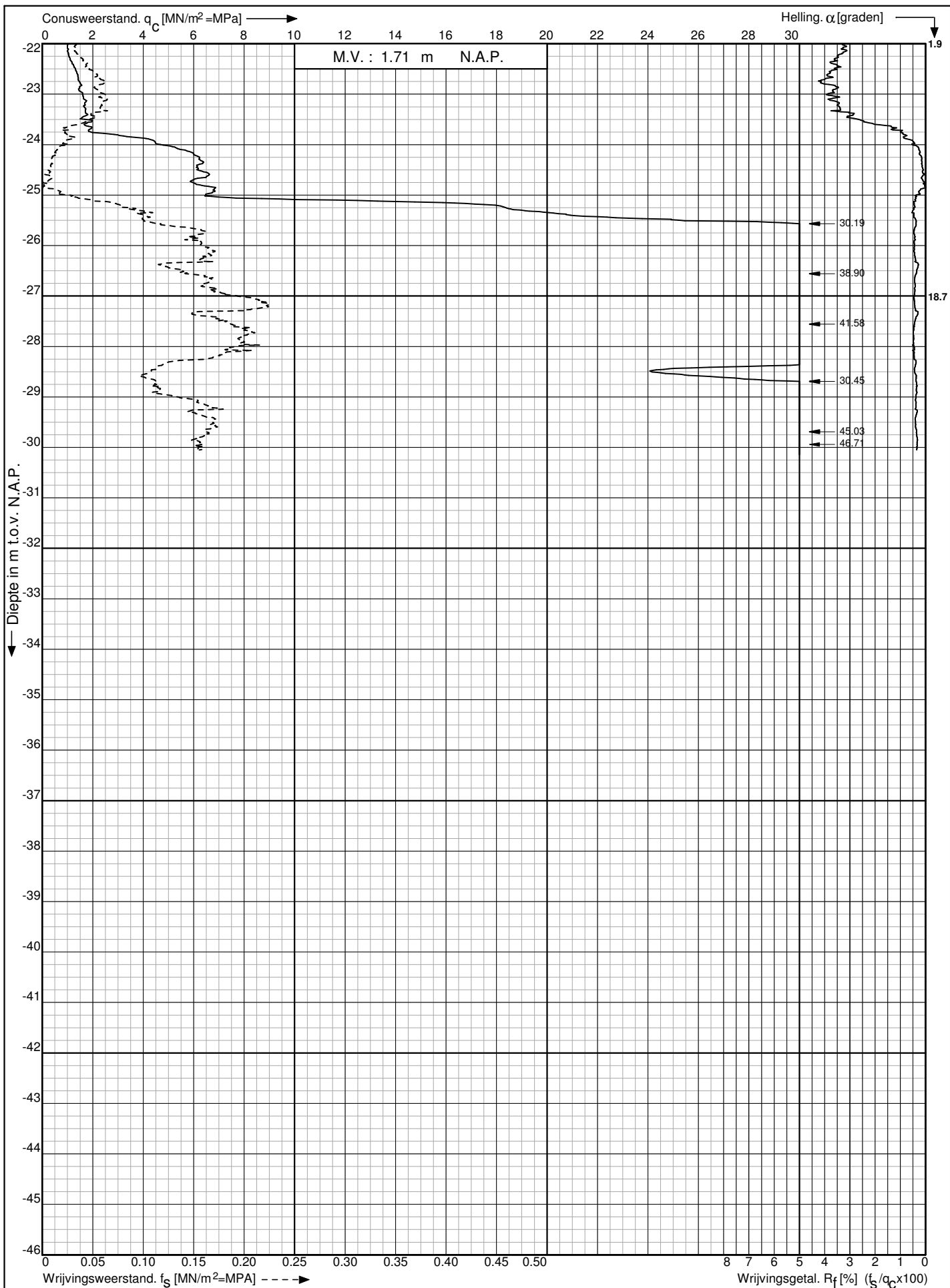
Oppervlakte conuspunt : 1500 mm²

Opdr. nr. : 15-3073

Datum uitv. : 25-3-2015

Sond. nr. : 2





2 Woningen in plan Rieteland, kavel 27 en 28
Amsterdam

Sondering volgens : NEN 5140

Oppervlakte conuspunt : 1500 mm²

Opdr. nr. : 15-3073

Datum uitv. : 25-3-2015

Sond. nr. : 2





Resultaten Handboring HB-1.

0.00 - 1.80 m-mv. Zand, m.fijn, grijs, kleibrokken.
1.80 - 2.20 m-mv. Zand, m.fijn, grijs, schelpresten.

Datum uitvoering : 25 maart 2015
Uitgevoerd t.p.v. : Sondering D-001
Maaiveldhoogte : 1.69 m + N.A.P.
Grondwaterstand : ca. 1.90 m – mv.