



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
Fax: 0481 - 45 08 80
Internet: www.koops-romeijn.nl
E-mail: j.meurs@koops-romeijn.nl
BTW nr.: NL059246443.B01
KvK Arnhem nr.: 09107036
Bankrek. nr.: 54.80.96.368

Adviesburo R.I.E.T.
T.a.v. de heer H. van der Krogt
Postbus 167
3980 CD BUNNIK

Uw kenmerk: ---

Ons kenmerk: 13.3083B01

Bommel, 21 mei 2013

Betreft: Voetgangersbrug in park Elsenhove te Amstelveen.

Geachte heer van der Krogt,

Naar aanleiding van uw opdracht d.d. 9 april 2013 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 29 april 2013 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 situatietekening.

De bodemopbouw kan globaal als volgt worden omschreven:

<u>Diepte in m t.o.v. NAP</u>			<u>Bodembeschrijving</u>
Maaiveld	tot	-4,5 à -5,5	VEEN, plaatselijk kleihoudend
-4,5 à -5,5	tot	-10,0 à -11,0	KLEI, silthoudend
-10,0 à -11,0	tot	-11,2 à -12,1	VEEN
-11,2 à -12,1	tot	-21,0 à -22,0	ZAND, matig vast tot zeer vast gepakt

Ten tijde van het onderzoek is de grondwaterstand waargenomen op maaiveld -0,80 m (ca. NAP -1,8 m). Dit betreft een éénmalige opname en dient ter indicatie.

Het plan betreft de bouw van een voetgangersbrug met een overspanning van ca. 20 m.

Gezien de aangetroffen bodemopbouw komt een fundering op palen in aanmerking, waarbij prefab betonpalen toegepast kunnen worden.

De optredende paalbelastingen worden aangenomen op 50 à 200 kN.





In onderstaande tabel zijn voor diverse paalafmetingen 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]	
			□ 180 mm	□ 220 mm
1	-1,04	-12,0	120	150
		-12,5	100	140
		-13,0	110	160
		-13,5	120	180
		-14,0	180	260
		-14,5	220	310
		-15,0	250	300
2	-2,01	-13,0	120	160
		-13,5	110	160
		-14,0	120	180
		-14,5	130	190
		-15,0	190	280
		-15,5	250	330

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 waarden werden berekend :

Paalafmeting: F_k in kN: Veerconstante voor paalkopzakking:

□ 180 mm	50 à 200	$k = 15 \text{ à } 25 \text{ MN/m}^1$
□ 220 mm	100 à 200	$k = 20 \text{ à } 35 \text{ MN/m}^1$

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

Het heiwerk kan uitgevoerd worden met een diesel- of hydraulisch blok, waarbij als richtlijn onderstaande energieniveaus aangehouden kunnen worden.

Paalafmeting in mm: F_k in kN: Energieniveau in kNm:

□ 180	50 à 200	6 à 8
□ 220	100 à 200	9 à 12

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

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 : □ 180 mm

Voor de berekening is ervan uitgegaan dat de bodem samendrukbaar is tot een niveau van NAP -11,2 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:

$F_{nk,rep}$	=	$(\frac{1}{2} \cdot h_1 \cdot K_{o,1} \cdot \tan \delta_1 \cdot \sigma'_{v,1} + h_2 \cdot K_{o,2} \cdot \tan \delta_2 \cdot (\sigma'_{v,1} + \sigma'_{v,2})/2) \cdot O_s$	
	=	65 kN.	
waarin:			in dit geval:
h_1	=	dikte van de ophooglaag of de droge zone van de bodem	1,5 m
h_2	=	dikte van de samendrukbare lagen	8,7 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	23,0 kN/m ²
$\sigma'_{v,2}$	=	idem onder de samendrukbare lagen	57,0 kN/m ²
O_s	=	omtrek van de paalschacht	0,72 m

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

$F_{nk,d}$	=	$F_{s,nk,rep} \cdot \gamma_{f,nk}$	
	=	65 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 -12,0 m paalomtrek (O_p) - 0,72 m
schachtafmeting - \square 180 mm voetoppervlak (A_{punt}) - 0,032 m²

Het draagvermogen is opgebouwd uit punt draagvermogen 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 = 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 15,0 MN/m².

$q_{c;II;gem}$ = minimale conusweerstand binnen het traject van 0,7 à 4d onder de punt.
In dit geval 9,0 MN/m².

$q_{c;III;gem}$ = gemiddelde minimale conusweerstand over een traject van 8d boven de punt.
In dit geval 4,0 MN/m².

zodat:

$$q_{b;max} = 8,0 \text{ MN/m}^2$$

en

$$R_{b;cal;max} = 259 \text{ kN}$$



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 paaltje 0,72 m

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

α_s = 0,01 (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 11,0 MN/m².

zodat:

$$R_{s;cal;max} = 0,72 * 0,5 * 0,01 * 11,0 * 10^3 \text{ kN/m}^2 = 39 \text{ kN}$$

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:

$$R_{c;cal} = 259 \text{ kN} + 39 \text{ kN} = 298 \text{ kN}.$$

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)

$$R_{c;k} = 298 \text{ kN} / 1,32 = 225 \text{ kN}$$

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:

$$R_{c;d} = 225 / 1,20 = 188 \text{ kN}$$

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

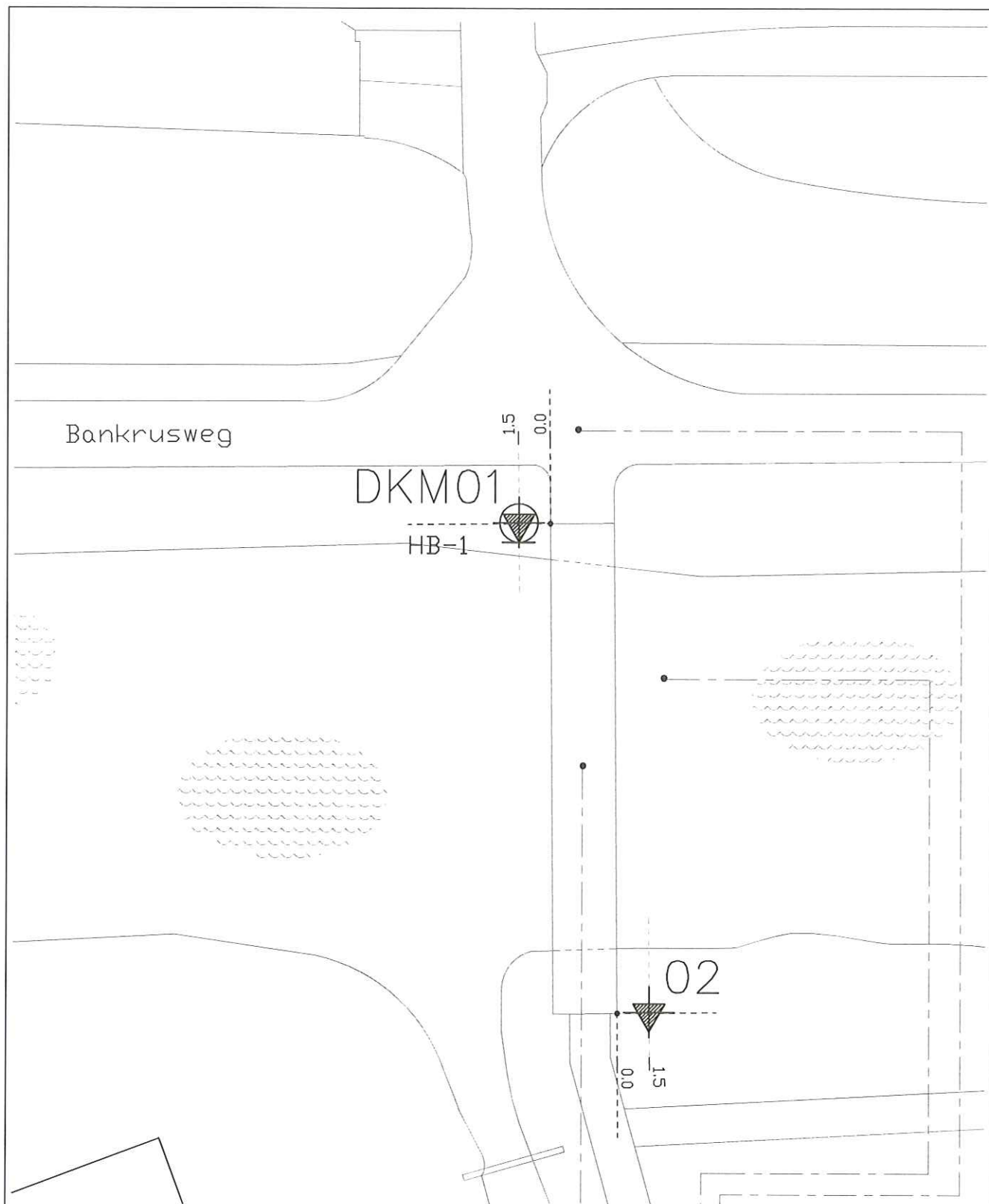
$$F_{c;d} \leq R_{c;d} - F_{nk;d}$$

met:

$F_{nk;d}$ = rekenwaarde negatieve kleef, in dit geval: 65 kN

dus:

$$F_{c;d} \leq 188 - 65 = 123 \text{ kN (in de tabel afgerond op 120 kN)}$$



hart brug = 1.04 - N.A.P.

waterpeil = 2.42 - N.A.P.

Straatpeil (oranje stip) = 1.75 - N.A.P.

Peilmaten indicatief, niet te gebruiken als uitgangshoogte

Voetgangersbrug in park Elsenhove
te Amstelveen

Opdr.nr. : 13-3083

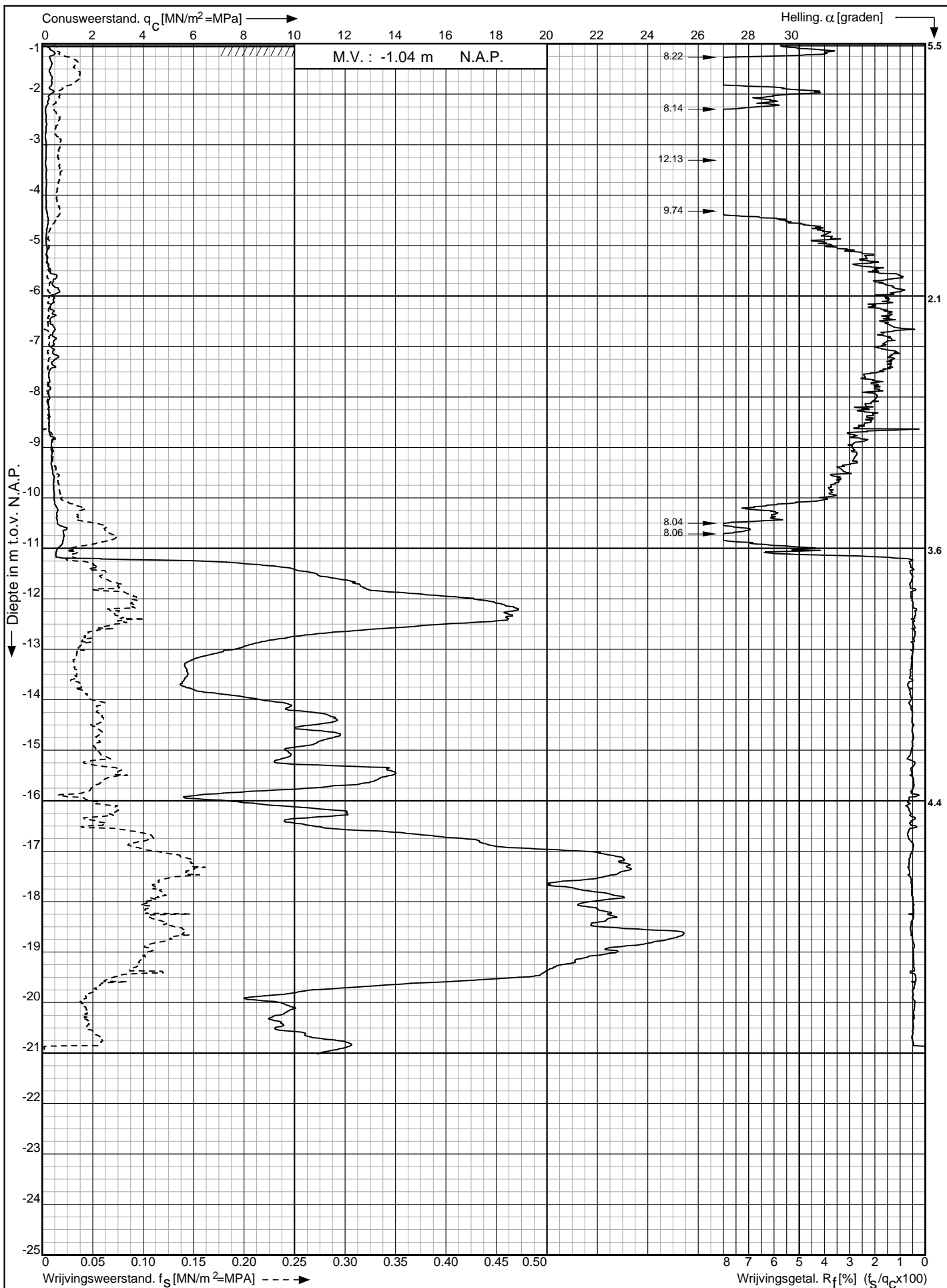
Datum uitv. : 29-4-2013

Situatietekening

VERKLARING DER TEKENS

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





Voetgangersbrug in park Elsenhove te
Amstelveen

Sondering volgens : NEN 5140

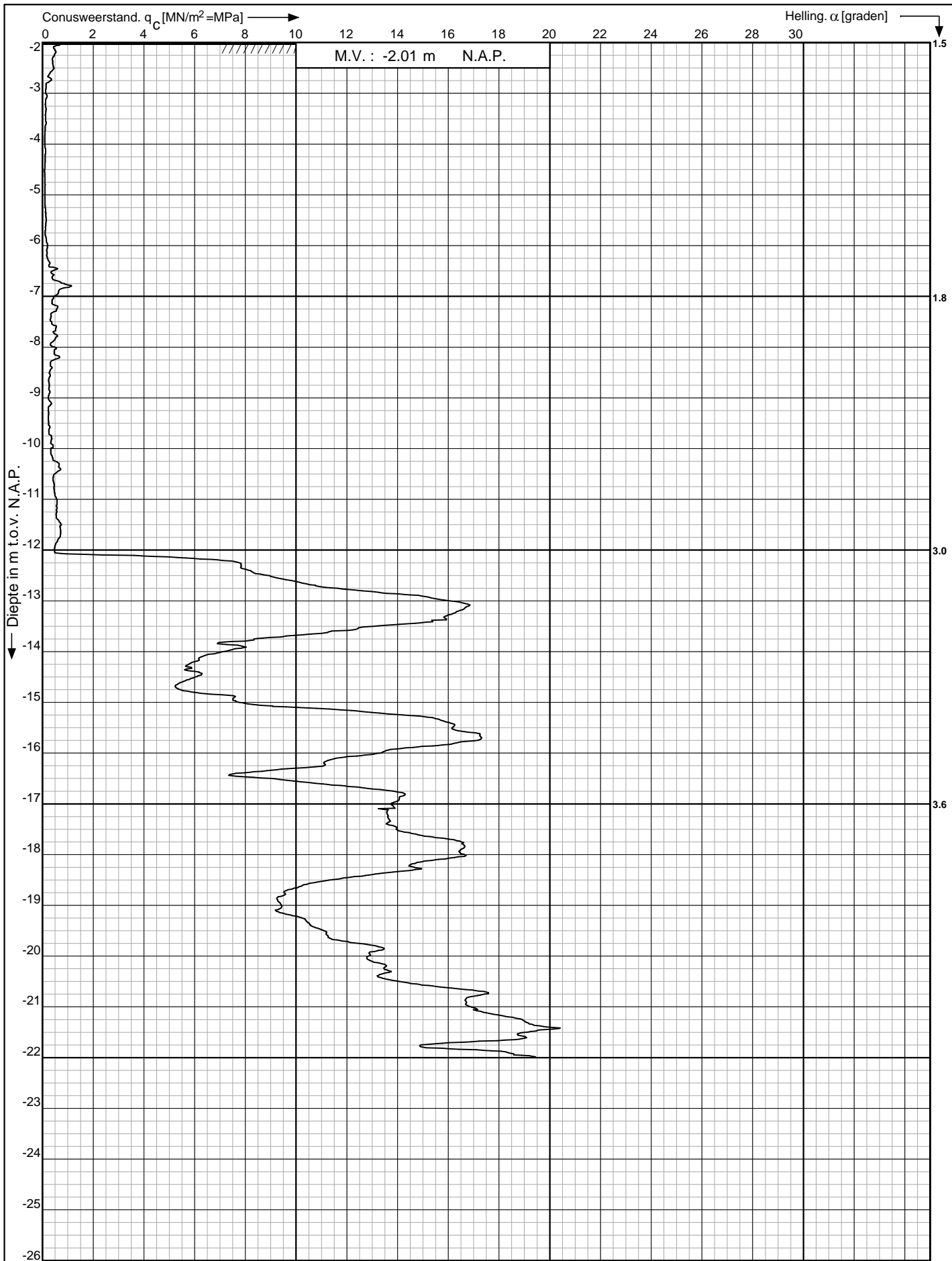
Oppervlakte conuspunt : 1500 mm²

Opdr. nr. : 13-3083

Datum uitv. : 29-4-2013

Sond. nr. : 1





Voetgangersbrug in park Elsenhove te
Amstelveen

Sondering volgens : NEN 5140

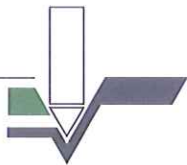
Oppervlakte conuspunt : 1500 mm²

Opdr. nr. : 13-3083

Datum uitv. : 29-4-2013

Sond. nr. : 2





13-3083

Resultaten Handboring HB-1.

0.00	-	0.40	m-mv.	<u>Veen</u> , d.bruin/zwart, w.kleihoudend.
0.40	-	0.90	m-mv	<u>Veen</u> , d.bruin/zwart, st.kleihoudend.
0.90	-	2.20	m-mv.	<u>Veen</u> , bruin.

Datum uitvoering: 29 april 2013

Uitgevoerd tpv.: Sondering DKM-001

Maaiveldhoogte: 1.04 m. - NAP.

Grondwaterstand : 0.80 m-mv.