



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

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

Uw kenmerk: ---

Ons kenmerk: 14.3006B01

Bommel, 3 februari 2014

Betreft: Vernieuwen brug nabij het Schovenhorstpad te Amsterdam.

Geachte heer van der Krogt,

Naar aanleiding van uw opdracht 27 december 2014 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 14 januari 2014 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	-3,7	ZAND, los tot matig vast gepakt, in de toplaag kleihoudend
-3,7	tot	-6,5	VEEN
-6,5	tot	-16,3 à -18,5	ZAND, matig vast tot vast gepakt

Ten tijde van het onderzoek is de grondwaterstand waargenomen op maaiveld -0,95 m (ca. NAP -1,8 m). Dit betreft een éénmalige opname en dient ter indicatie.

Het plan betreft het plaatsen van een voetgangers- / onderhoudsbrug.

Gezien de aangetroffen bodemopbouw komt een fundering op palen in aanmerking, waarbij prefab beton- of stalen buispalen toegepast kunnen worden.

De optredende paalbelastingen worden aangenomen op maximaal 300 kN.





In onderstaande tabel zijn voor 2 paaltypen en 3 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]	Stalen buispalen		
			Rekenwaarde netto draagkracht [kN]		
			Ø 193 mm	Ø 219 mm	Ø 273 mm
1	-1,61	-9,0	120	160	230
		-9,5	150	190	280
		-10,0	180	220	330
		-10,5	190	240	340
		-11,0	210	260	360
		-11,5	190	210	290
		-12,0	180	220	300
		-12,5	200	240	330
		-13,0	270	330	470
2	-1,44	-9,0	160	200	280
		-9,5	180	230	340
		-10,0	220	270	400
		-10,5	250	310	460
		-11,0 à -13,0	270	360	560

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]	Prefab betonpalen		
			Rekenwaarde netto draagkracht [kN]		
			□ 180 mm	□ 220 mm	□ 250 mm
1	-1,61	-9,0	140	200	250
		-9,5	170	240	300
		-10,0	210	290	360
		-10,5	220	300	370
		-11,0	240	330	400
		-11,5	210	270	330
		-12,0	210	280	340
		-12,5	230	310	370
		-13,0	310	420	520
2	-1,44	-9,0	180	250	300
		-9,5	210	300	370
		-10,0	250	350	430
		-10,5	290	400	500
		-11,0 à -13,0	310	460	600

Bij de toepassing van prefab beton- of stalen buispalen 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 topzandlaag voor te boren.

Het heiwerk kan uitgevoerd worden met een 3-tons hydraulisch blok.

Voor de bepaling van het toe te passen heiblok is uitgegaan 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.



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

Mocht deze rapportage 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 : stalen buispaal
- schachtafmeting : \varnothing 219 mm

Voor de berekening is ervan uitgegaan dat de bodem samendrukbaar is tot een niveau van NAP -6,5 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:

$$F_{nk;rep} = \left(\frac{1}{2} \cdot h_1 \cdot K_{o;1} \cdot \tan \delta_1 \cdot \sigma'_{v;1} + h_2 \cdot K_{o;2} \cdot \tan \delta_2 \cdot (\sigma'_{v;1} + \sigma'_{v;2}) / 2 \right) \cdot O_s$$
$$= 27 \text{ kN.}$$

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	3,0 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	36,0 kN/m ²
$\sigma'_{v;2}$	=	idem onder de samendrukbare lagen	45,0 kN/m ²
O_s	=	omtrek van de paalschacht	0,69 m

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

$$F_{nk;d} = F_{s;nk;rep} \cdot \gamma_{f;nk}$$
$$= 27 \text{ kN.}$$

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 1 uitgewerkt.

Paaltype	: stalen buispaal		
Paalgegevens	: paalpuntniveau	- NAP -10,0 m	paalomtrek (O_p) - 0,69 m
	: schachtafmeting	- Ø 219 mm	voetoppervlak (A_{punt}) - 0,038 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 8,3 MN/m².

$q_{c;II;gem}$ = minimale conusweerstand binnen het traject van 0,7 à 4d onder de punt.
In dit geval 7,8 MN/m².

$q_{c;III;gem}$ = gemiddelde minimale conusweerstand over een traject van 8d boven de punt.
In dit geval 5,8 MN/m².

zodat:

$$q_{b;max} = 6,925 \text{ MN/m}^2$$

en

$$R_{b;cal;max} = 263 \text{ kN}$$



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 0,69 m

l = lengte waarover schachtwrijving in rekening wordt gebracht, in dit geval 2,5 m (van NAP -7,5 m tot -10,0 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 7,9 MN/m².

zodat:

$$R_{s;cal;max} = 0,69 * 2,5 * 0,01 * 7,9 * 10^3 \text{ kN/m}^2 = 136 \text{ kN}$$

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:

$$R_{c;cal} = 263 \text{ kN} + 136 \text{ kN} = 399 \text{ kN.}$$

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)

$$R_{c;k} = 399 \text{ kN} / 1,32 = 302 \text{ kN}$$

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:

$$R_{c;d} = 302 / 1,20 = 251 \text{ kN}$$

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

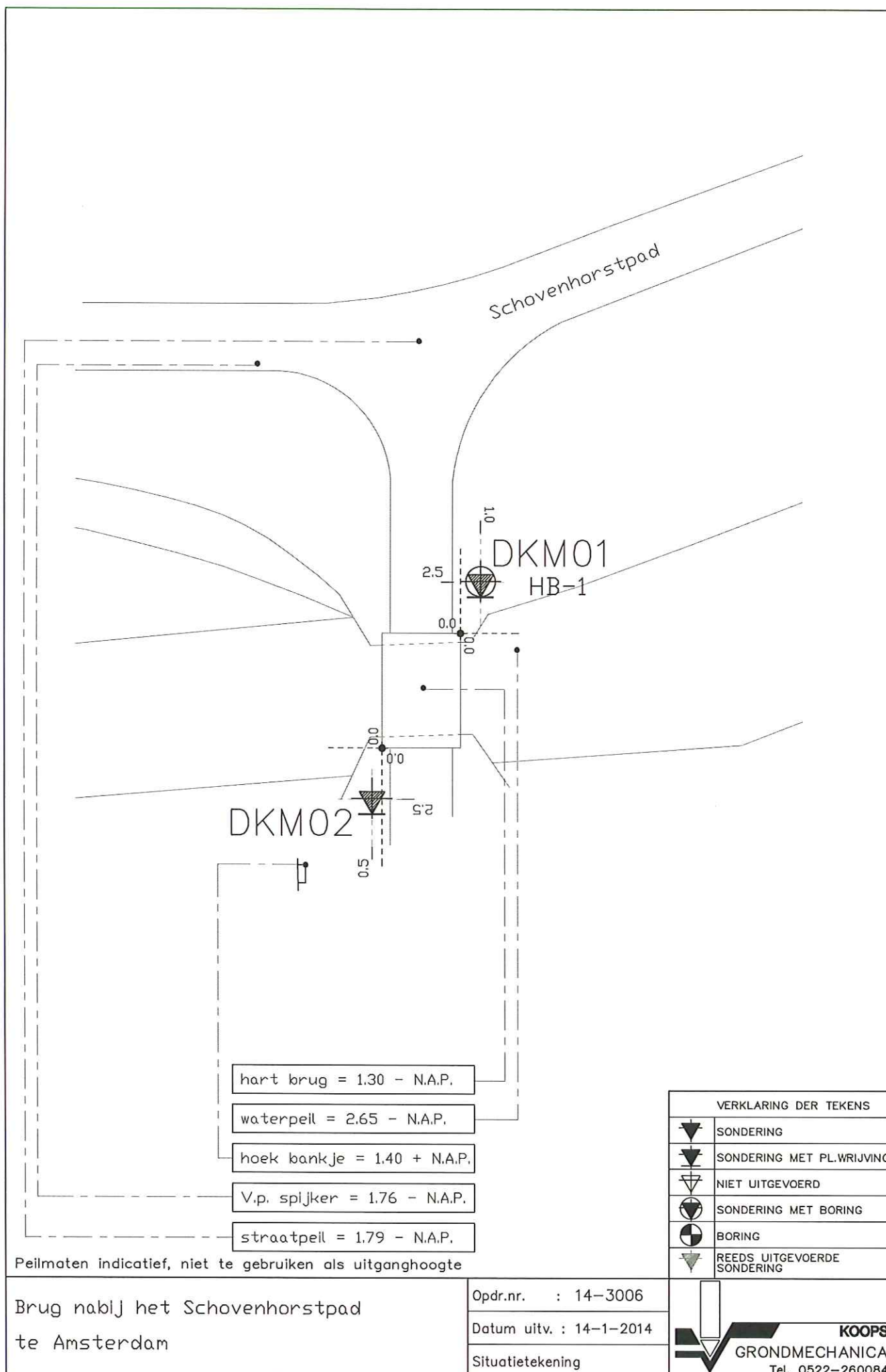
$$F_{c;d} \leq R_{c;d} - F_{nk;d}$$

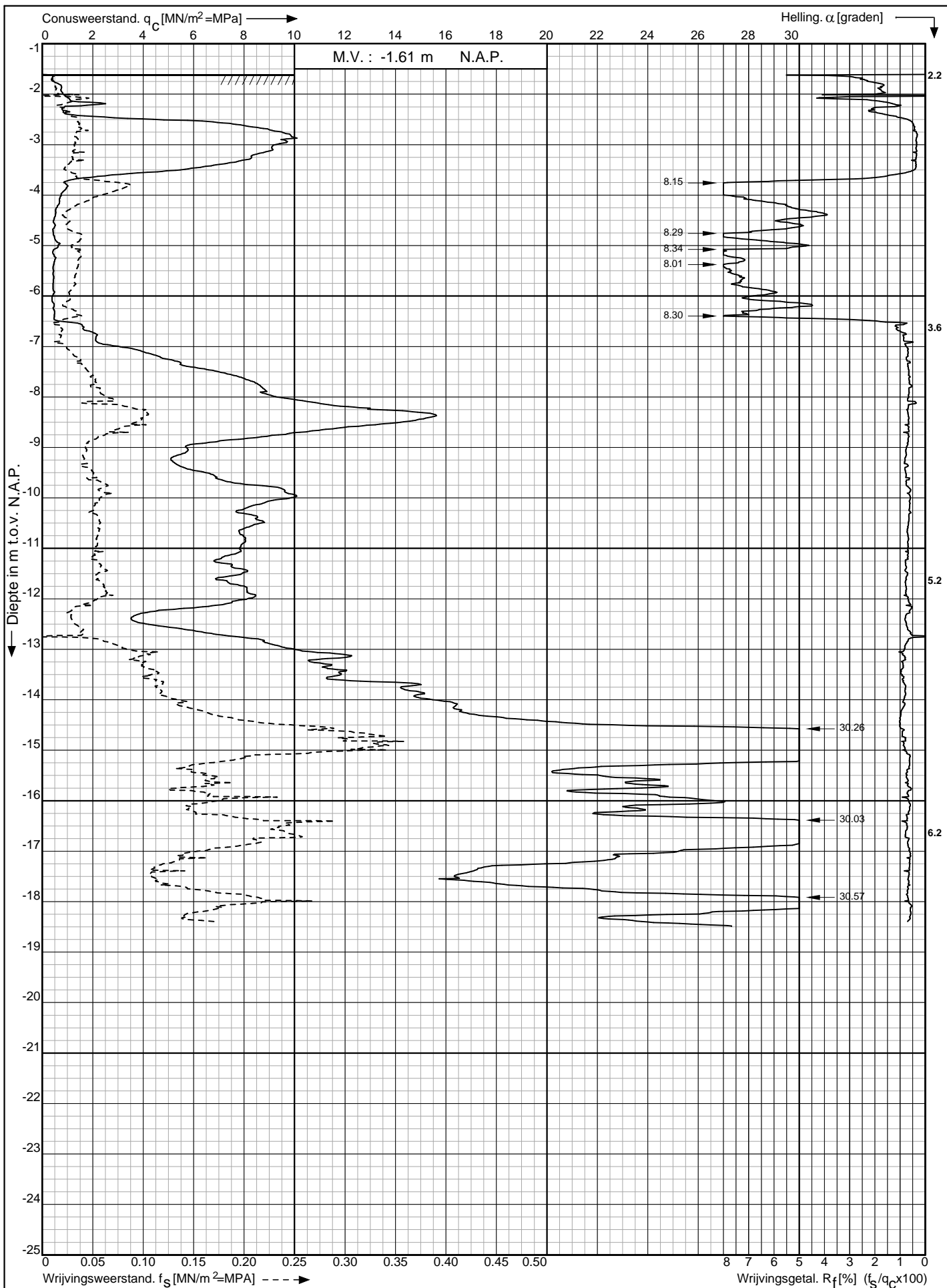
met:

$F_{nk;d}$ = rekenwaarde negatieve kleef, in dit geval: 27 kN

dus:

$$F_{c;d} \leq 251 - 27 = 224 \text{ kN (in de tabel afgerond op 220 kN)}$$





Brug nabij het Schovenhorstpad te
Amsterdam.

Sondering volgens : NEN 5140

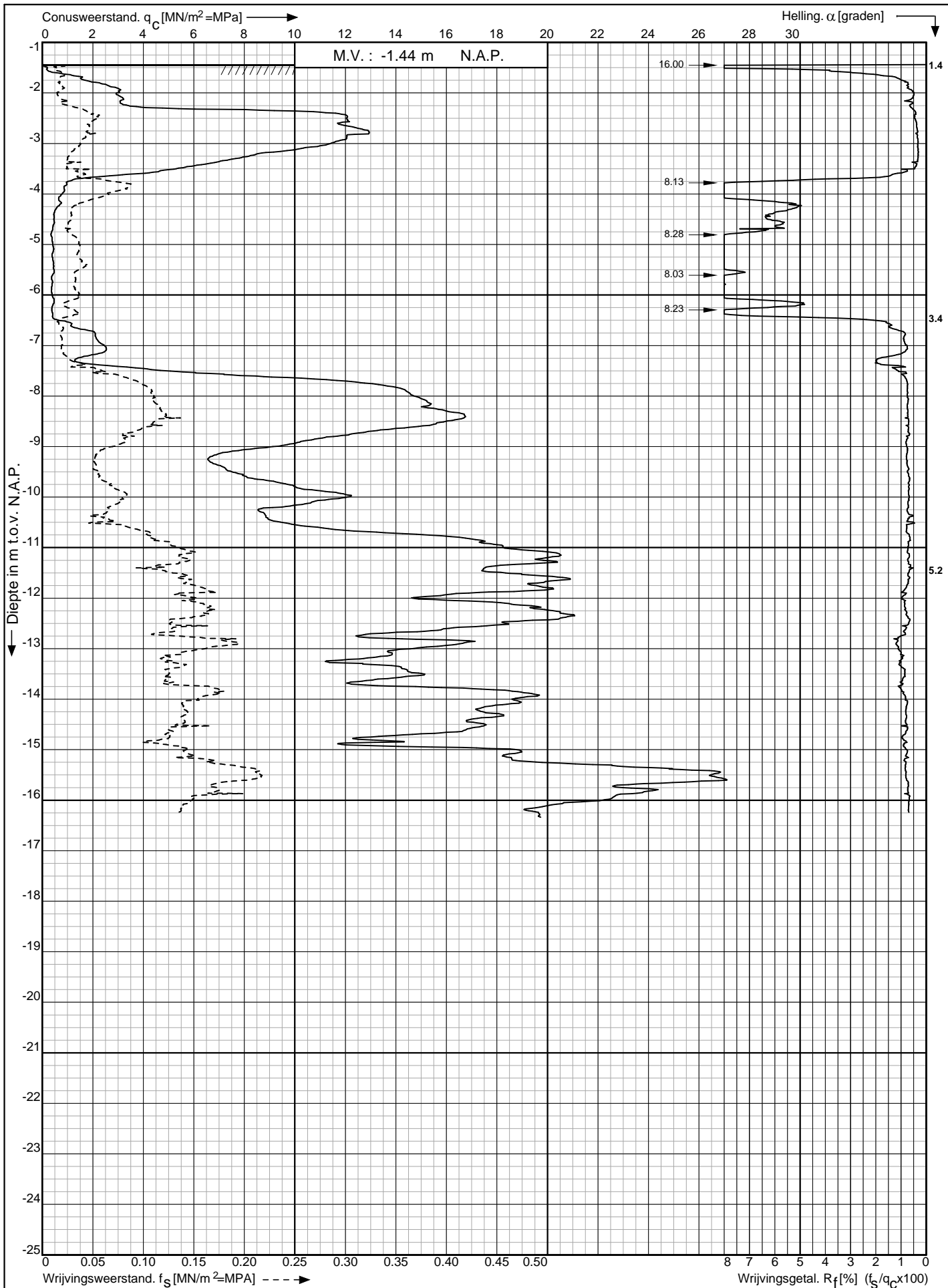
Oppervlakte conuspunt : 1500 mm²

Opdr. nr. : 14-3006

Datum uitv. : 14-1-2014

Sond. nr. : 1





Brug nabij het Schovenhorstpad te
Amsterdam.

Sondering volgens : NEN 5140

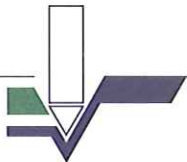
Oppervlakte conuspunt : 1500 mm²

Opdr. nr. : 14-3006

Datum uitv. : 14-1-2014

Sond. nr. : 2





Resultaten Handboring HB-1.

0.00	-	0.60	m-mv.	<u>Zand</u> , m.fijn, d.bruin, m.kleihoudend.
0.60	-	1.20	m-mv.	<u>Zand</u> , m.fijn, bruin/grijs.
1.20	-	1.50	m-mv.	<u>Zand</u> , m.fijn, grijs.

Datum uitvoering	:	14 januari 2014
Uitgevoerd t.p.v.	:	Sondering DKM-001
Maaiveldhoogte	:	1.91 m – N.A.P.
Grondwaterstand	:	ca. 0.95 m – mv.