



Geotechnisch advies t.b.v.:

**NIEUWBOUW OP LANDGOED
“WIENTJESVOORT”
TE VORDEN**

Ordernr. 2012.085

Opdrachtgever : Constructieadviesbureau ing. F. Wiggers B.V.
Postbus 20
7050 AA Varsseveld

Datum grondonderzoek : 29 februari 2012

Datum rapport : 29 maart 2012

Rapportnummer : 2012.085R01

Bijlagen : Voorbeeldberekening rekenwaarde draagkracht
strookfundering
Richtlijnen grondverbetering
Grafieken toelaatbare funderingsdrukken stroken
Situatietekening
Sondeergrafieken 1 t/m 6
Boorbeschrijving HB-1 / HB-2

KOOPS & ROMEIJN GRONDMECHANICA

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



INLEIDING

In februari 2012 ontving Koops & Romeijn Grondmechanica de opdracht om een grondonderzoek uit te voeren en een funderingsadvies uit te brengen ten behoeve van de realisatie van een bouwplan te Vorden.

Voorliggend rapport bevat een voorontwerpadvies voor de fundering. Een en ander conform de normen NEN 6740 en NEN 6744.

GRONDONDERZOEK

Het grondonderzoek heeft bestaan uit 6 sonderingen. Bij 2 sonderingen is naast de conusweerstand tevens een meting van de plaatselijke wrijvingsweerstand uitgevoerd.

De sondeerresultaten zijn gepresenteerd op de sondeergrafieken 1 t/m 6, waarbij de diepte is aangegeven in meters ten opzichte van NAP.

Aanvullend op het sondeeronderzoek zijn 2 ondiepe boringen verricht, ter plaatse van de sonderingen 2 en 5. Een en ander ter nadere verkenning van de samenstelling van de toplagen en de actuele grondwaterstand. De booropbrengst is in het veld geclassificeerd en vervolgens samengevat tot de boorbeschrijvingen HB-1 en HB-2.

De sonderingen zijn door de sondeerploeg in het terrein uitgezet en gewaterpast. De sondeerlocaties zijn aangegeven op de bijgaande situatietekening, waarvoor als basis heeft gediend een door de opdrachtgever ter beschikking gestelde situatietekening.

Het sondeeronderzoek is uitgevoerd vanaf een 18-tons 6x6 aangedreven sondeertruck, met behulp van een elektrische (kleefmantel) conus. Zowel de conusweerstand als de plaatselijke wrijvingsweerstand zijn hierbij continu gemeten en geregistreerd. De metingen zijn verricht conform norm NEN 5140.

Op de grafieken van de kleefmantelsonderingen is het wrijvingsgetal weergegeven. Dit is de verhouding tussen de plaatselijke mantelwrijving en de conusweerstand ($W/C \cdot 100\%$). Empirisch is vastgesteld dat het wrijvingsgetal een nauwe relatie heeft met de grondsoort, zodat een goede indicatie van de laagopbouw wordt verkregen.

Uitgaande van de in Nederland meest voorkomende grondsoorten onder de grondwaterstand, 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



TERREIN- EN BODEMGESTELDHEID

Ten tijde van het grondonderzoek varieerde de maaiveldhoogte ter plaatse van de sondeerpunten van NAP +12,61 tot +13,46 m. De kruin van de verharde weg is ingemeten op NAP +13,05 m.

Op basis van de sonderingen, waaronder de metingen van de plaatselijke wrijving, en de boorresultaten is de volgende schematische bodembeschrijving opgesteld:

<u>Diepte in m t.o.v. NAP</u>		<u>Bodembeschrijving</u>
Maaiveld	tot +12,5 à +12,0	ZAND, los gepakt, hmeus
+12,5 à +12,0	tot +11,5 à +11,0	ZAND, los tot matig vast gepakt
+11,5 à +11,0	tot +10,0 à +8,0	ZAND, los gepakt, leemhoudend met een enkel leemlaagje
+10,0 à +8,0	tot +1,5 à +0,8	ZAND, matig vast tot zeer vast gepakt
+0,8		Maximaal verkende diepte

Ter plaatse van de uitgevoerde boringen is d.d. 29 februari 2012 de grondwaterstand aangetroffen op een niveau van maaiveld -2,1 en -1,8 m (ca. NAP +11,3 en +11,1 m). Dit betreffen éénmalige waarnemingen; o.a. door wisselingen in neerslagoverschot zijn fluctuaties van de grondwaterstand mogelijk.

ONTWERPGEGEVENS VAN HET BOUWWERK

Volgens de ons verstrekte informatie omvat het plan de realisatie van 2 woongebouwen.

De draagconstructies zullen grotendeels in beton worden gerealiseerd. De belastingen worden door middel van wanden via stroken op de ondergrond overgebracht en bedragen volgens opgave ca. 50 à 225 kN/m¹.

De aanlegniveau voorde clusters A en B bedragen respectievelijk NAP +12,35 en NAP +12,0 m.

Voor het bouwwerk is aangehouden :

- | | |
|--|--------|
| - de veiligheidsklasse (NEN 6702, 5.1) | : 3 |
| - de Geotechnische Categorie (NEN 6740, 6.2) | : GC2 |
| - aanname stijfheid bebouwing | : slap |



FUNDERINGSADVIES

Gezien de aangetroffen bodemopbouw en de aard van de bebouwing is een fundering op staal mogelijk, mits enige zetting kan worden geaccepteerd. Onderstaand wordt nader ingegaan op voornoemde funderingsoplossing.

Algemeen

Een geotechnische constructie moet worden onderzocht of een van de volgende grenstoestanden is bereikt:

- type 1A de uiterste grenstoestand waarbij op de grens constructie/grond een bezwijkmechanisme optreedt: de verticale belasting $F_{s,v;d} \geq F_{r,v;d}$
- type 2 de bruikbaarheidsgrenstoestand, waarbij de vervormingen leiden tot verlies aan bruikbaarheid, schade of hoge onderhoudskosten: de in NEN 6740, 5.2.2.1 gestelde eis ten aanzien van de zakking van het funderingselement ($w_d < 0,15$ m) en de in artikel 5.2.2.3 gegeven eis ten aanzien van de relatieve rotatie tussen constructie-onderdelen ($\beta < 1 : 300$)

Bepaling van de rekenwaarde van de maximale draagkracht

De bepaling van de maximale draagkracht van een fundering is, gezien de niet cohesieve bodemopbouw, uitgewerkt uitgaande van de gedraineerde toestand (NEN 6744, 5.1).

De maximale draagkracht loodrecht op het funderingsvlak wordt in de gedraineerde toestand bepaald volgens NEN 6744, 5.2.3:

$$F_{r,v;d} = \sigma'_{\max;d} * A_{ef}$$

waarbij:

$$\sigma'_{\max;d} = c'_{e;d} N_c s_c i_c + \sigma'_{v;z;o;d} N_q s_q i_q + 0,5 \gamma'_{e;d} B_{ef} N_\gamma s_\gamma i_\gamma$$

waarin:

$$F_{r,v;d} = \text{de rekenwaarde van de draagkracht loodrecht op het funderingsoppervlak [kN]}$$

$$\sigma'_{\max;d} = \text{de rekenwaarde van de funderingsdruk op het effectieve funderingsoppervlak [kN/m}^2\text{]}$$

$$A_{ef} = \text{het effectieve funderingsoppervlak, bepaald volgens 5.2.1 [m}^2\text{]}$$

Voor verdere uitwerking/verklaring van deze formule wordt verwezen naar NEN 6744, 5.2.3.3.



- Bepaling van de zakking van de bovenkant van het funderingselement

De zakking van een fundering op staal wordt bepaald volgens:

$$w_d = w_{1;d} + w_{2;d}$$

waarin:

w_d = de rekenwaarde van de zakking [m]

$w_{1;d}$ = de rekenwaarde van de primaire zakking, bepaald volgens 6.2 [m]

$w_{2;d}$ = de rekenwaarde van de secundaire zakking, bepaald volgens 6.3 [m]

Fundering stroken

Voor een fundering op staal dient conform art. 10.2 van NEN 6740 in het algemeen uitgegaan te worden van een vorstvrij aanlegniveau van minimaal 0,8 m beneden het (toekomstige) maaiveld.

In aanmerking komen gewapend betonnen stroken. De aanlegniveaus zijn voorzien op NAP +12,35 en +12,00 m.

Het verdient de voorkeur zo mogelijk een hoger aanlegniveau te kiezen om zodoende een grotere spreiding van de belasting naar de onder liggende, losser gepakte lagen te creëren. Daar lokaal in het invloedsgebied van de funderingen los gepakt, humushoudend materiaal is aangetroffen, is de uitvoering van een plaatselijke grondverbetering noodzakelijk.

Aanvullingen onder de funderingselementen dienen te geschieden met 'schoon' goed gegradeerd zand. Voor nadere gegevens omtrent het uitvoeren van de verdichting van het ontgravingsniveau, het funderingsoppervlak en de grondverbetering wordt verwezen naar de in de Appendix gegeven richtlijnen.

Wij adviseren de navolgende minimale ontgravingsniveaus aan te houden :

Sondering	Maaiveldhoogte in m t.o.v. NAP	Ontgravingsniveau in m t.o.v. NAP
1	+13,46	+12,5
2	+13,39	+12,5
3	+12,75	+12,1
4	+12,92	+12,5
5	+12,91	+12,5
6	+12,61	+12,2

Opgemerkt dient te worden dat bovengenoemde ontgravingsniveaus gebaseerd zijn op de resultaten van de aanwezige sonderingen. In het werk dienen de genoemde niveaus getoetst te worden voor de overige locaties tussen de sonderingen.



Gezien het aangetroffen niveau van de actuele grondwaterstand en op basis van het gehanteerde uitgangspunt ten aanzien van de benodigde ontgravingsniveaus kan het, afhankelijk van de uitvoeringsperiode, noodzakelijk zijn om de grondwaterstand tijdelijk kunstmatig te verlagen.

Het is aan te bevelen de actuele grondwaterstand voorafgaande aan de werkzaamheden te controleren.

De bepaling van de maximaal toelaatbare rekenwaarden voor de draagkracht zijn voor strookfunderingen getoetst aan zowel het bezwijkdraagvermogen van de ondergrond, als aan de geldende criteria van absolute zetting en maximale relatieve rotatie.

Uit de berekeningen bleek dat het noodzakelijk is om de rekenwaarde van de funderingsdruk te limiteren op 100 kN/m^2 teneinde zettingen en vooral zettingsverschillen binnen acceptabele grenzen te houden.

Bij de berekeningen is uitgegaan van gewogen Φ waarden van de ondergrond, daar het invloedsgebied van de funderingselementen zich kan uitstrekken tot in minder vast gepakte zandlagen.

Een voorbeeldberekening voor stroken is aan dit rapport toegevoegd.

In bijlage 1 zijn de toelaatbare funderingsdrukken voor stroken bij verschillende gronddekkingen grafisch weergegeven.

Voor de stroken dient voldaan te worden aan de eis : $F_{s,v;d} \leq F_{r,v;d}$

Zettingen (grenstoestand 2)

Volgens de normen dient voldaan te worden aan de eis:

$$w_d \leq 0,15 \text{ m en } \beta < 1 : 300$$

Met behulp van de formules en theorieën van Terzaghi en Schmertman zijn zettingsberekeningen uitgevoerd voor de verschillende funderingselementen. Hierbij is uitgegaan van representatieve waarden van de gronddruk (grenstoestand 2).

Wanneer de optredende funderingsdruk (rekenwaarde) wordt beperkt tot 100 kN/m^2 (representatief ca. 75 kN/m^2), zullen de vervormingen van de fundering van de draagconstructies beperkt blijven tot ca. 5 à 15 mm. De zettingsverschillen tengevolge van de variatie in de bodemopbouw en belasting zullen beperkt blijven tot ca. 5 à 10 mm. Verwacht wordt dat tijdens de bouwperiode reeds minimaal 20 à 30% van de zettingen en zettingsverschillen zullen optreden.

Gesteld kan worden dat voldaan wordt aan de vervormingseisen zoals vernoemd in norm NEN 6740.



UITVOERING EN BEDDINGSCONSTANTE

Grondverbeteringen dienen uitgevoerd te worden met behulp van schoon goed gegraadend zand dat laagsgewijs wordt verdicht. Om een goede spreiding van de funderingsdrukken mogelijk te maken moet de grondverbetering onder een hoek van 45° met de verticaal gerekend vanaf de rand van funderingselementen worden aangebracht.

Voor nadere gegevens omtrent het uitvoeren van de verdichting van het funderingsoppervlak wordt verwezen naar de in de Appendix gegeven richtlijnen.

Indien de verdichting van het funderingsoppervlak conform de genoemde richtlijnen is uitgevoerd, kan voor de constructieve berekeningen van de funderingselementen een verticale beddingsconstante van 8 à 12 MN/m³ worden gehanteerd.

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

Koops & Romeijn Grondmechanica

J.Th. Meurs,
Grondmechanisch adviseur.

VOORBEELDBEREKENING DRAAGVERMOGEN STROOKFUNDERING

Uitgangspunten:

- gehanteerde sondering : 6
- aanlegniveau : NAP +12,0 m
- grondwaterstand : NAP +11,5 m
- gronddekking : 0,2 m
- rekenwaarde wrijvingshoek ϕ : 26,4°

In de berekening is uitgegaan van een gedraineerde situatie (lange termijn gedrag) en gewogen parameters voor de grondslag tussen het funderingsoppervlak en de maatgevende invloedsdiepte.

De invloedsdiepte is volgens art. 5.2.4 van NEN 6744 aangehouden op 1,5 maal de effectieve funderingsbreedte B_{ef} .

De rekenwaarde van de funderingsdruk op het effectieve funderingsoppervlak in de gedraineerde toestand volgens art. 5.2.3 van NEN 6744 bedraagt:

$$\begin{aligned}\sigma'_{\max;d} &= \sigma'_{v;d} \cdot N_q \cdot s_q \cdot i_q + 0,5 \cdot \gamma_{e;d} \cdot B_{ef} \cdot N_\gamma \cdot s_\gamma \cdot i_\gamma \\ &= 116 \text{ kPa (gelimiteerd op 100 kPa)}.\end{aligned}$$

waarin:

in dit geval:

$\sigma'_{v;d}$	=	rekenwaarde van de verticale korrelspanning op het aanlegniveau	2,9 kN/m ²
N_q	=	draagkrachtfactor voor de invloed gronddekking	12,4 -
s_q	=	vormfactor voor de invloed van de gronddekking ($L_{ef} = \infty$)	1,0 -
i_q	=	reductiefactor voor de belastinghelling	1,0 -
$\gamma_{e;d}$	=	rekenwaarde van het (gewogen) effectieve volumieke gewicht van de grond onder aanlegniveau	14,3 kN/m ³
B_{ef}	=	effectieve breedte funderingsoppervlak	1,0 m
N_γ	=	draagkrachtfactor voor de invloed van het effectieve volumieke gewicht van de grond onder aanlegniveau	11,3 -
s_γ	=	vormfactor voor de invloed van het effectieve gewicht van de grond onder aanlegniveau ($L_{ef} = \infty$)	1,0 -
i_γ	=	reductiefactor voor de belastinghelling	1,0 -

De rekenwaarde van de draagkracht loodrecht op het funderingsoppervlak bedraagt:

$$F_{r,v;d} = \sigma'_{\max;d} \cdot A_{ef} = 100 \text{ kN/m}^1$$

waarin:

in dit geval:

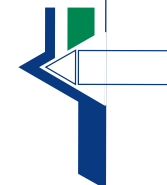
$$A_{ef} = \text{effectieve funderingsoppervlak} \quad 1,0 \text{ m}^2/\text{m}^1$$



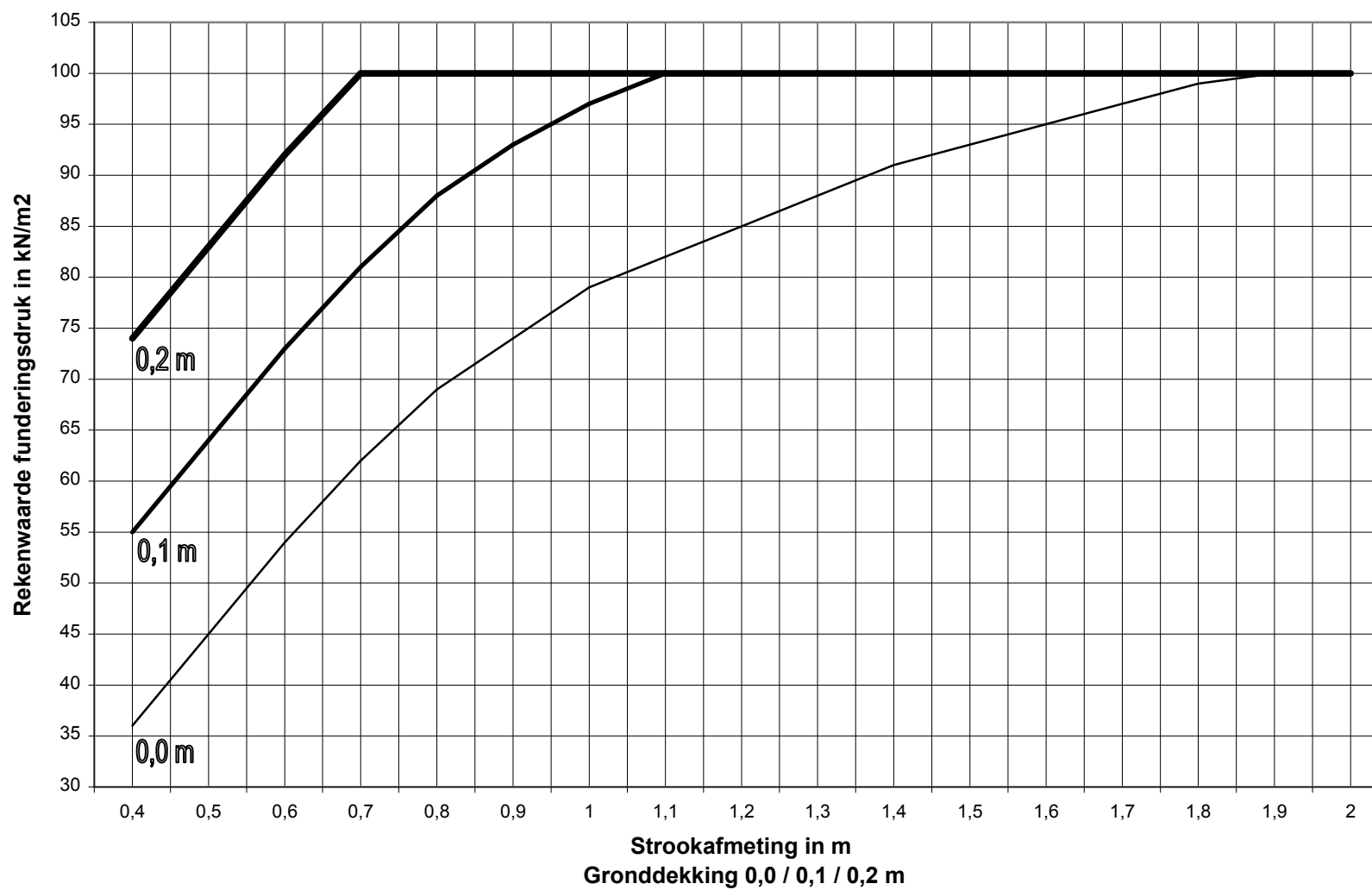
ALGEMENE RICHTLIJNEN VOOR HET UITVOEREN VAN EEN
GRONDVERBETERING EN VOOR HET AANBRENGEN VAN ZAND
NAAST EN ONDER OP STAAL TE FUNDEREN CONSTRUCTIES

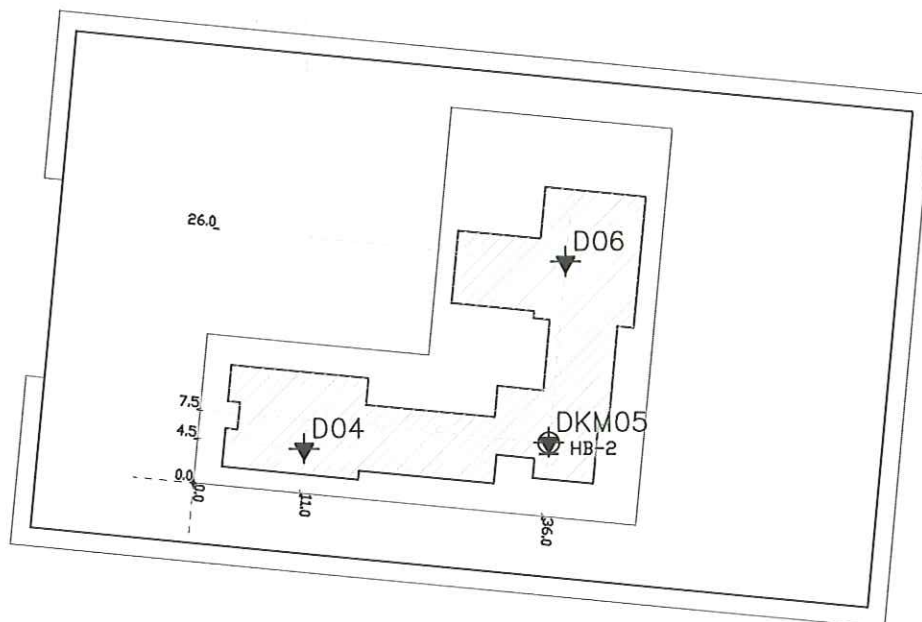
1. Het toe te passen materiaal moet schoon zand zijn dat liefst niet meer dan 5 gewichts-procenten (bepaald van de korrels) aan deeltjes $< 60 \mu\text{m}$ bevat. In veel gevallen kan ook materiaal tot een maximum van 10 gewichtsprocenten $< 60 \mu\text{m}$ worden gebruikt.
Het humusgehalte mag ten hoogste 3% bedragen.
2. Dit zand moet laagsgewijs mechanisch worden verdicht. De laagdikte mag niet te groot zijn, afhankelijk van de wijze van verdichten:
trilsleden met een gewicht van 500 à 1000 kg: laagdikte ca. 30 cm
trilsleden met een gewicht van 1000 à 2000 kg: laagdikte 30 à 70 cm
bulldozers, loaders, trilwalsen, bandenwalsen : ca. 30 cm.

Verdichting in 4 gangen, overlappend. De verdichting dient te beginnen op de bodem van de ontgraving, indien deze uit zand bestaat en mogelijk door het ontgraven is geroerd of reeds van nature los gepakt was. Bij grondverbeteringen van kleine afmetingen wordt het gebruik van mechanische stampers aanbevolen.
3. De grondwaterstand mag in het algemeen niet hoger zijn dan 0,5 m onder het te verdichten oppervlak. Bij toepassing van zwaardere trilapparatuur kan het nodig zijn, dat de grondwaterstand nog dieper moet liggen. Zo nodig zal een bronbemaling moeten worden geïnstalleerd. Bij het afzetten van de bronbemaling mag het grondwater slechts geleidelijk opkomen.
4. Tenzij anders vermeld in het advies, zal de aanlegbreedte van de grondverbetering zo groot moeten zijn dat de funderingsdruk binnen de grondverbetering onder een hoek van 45° kan spreiden.
5. De kwaliteit van de grondverbetering dient gelijkmatig te zijn. Dit kan worden gecontroleerd aan de hand van sonderingen en indien niet anders mogelijk, eenvoudig doorprikken met een staaf. Het resultaat zal tenminste op een diepte van 0,6 m een conusweerstand van 6 MN/m^2 moeten opleveren en tot deze diepte gelijkmatig moeten toenemen. Een goede grondverbetering levert conusweerstand van tenminste 10 MN/m^2 beneden een diepte van 0,6 m. Zettingen t.g.v. klink zullen, als aan het bovenstaande voldaan is, niet optreden.
6. Het aanplempen of inwateren van zand levert een grondverbetering van onvoldoende kwaliteit.

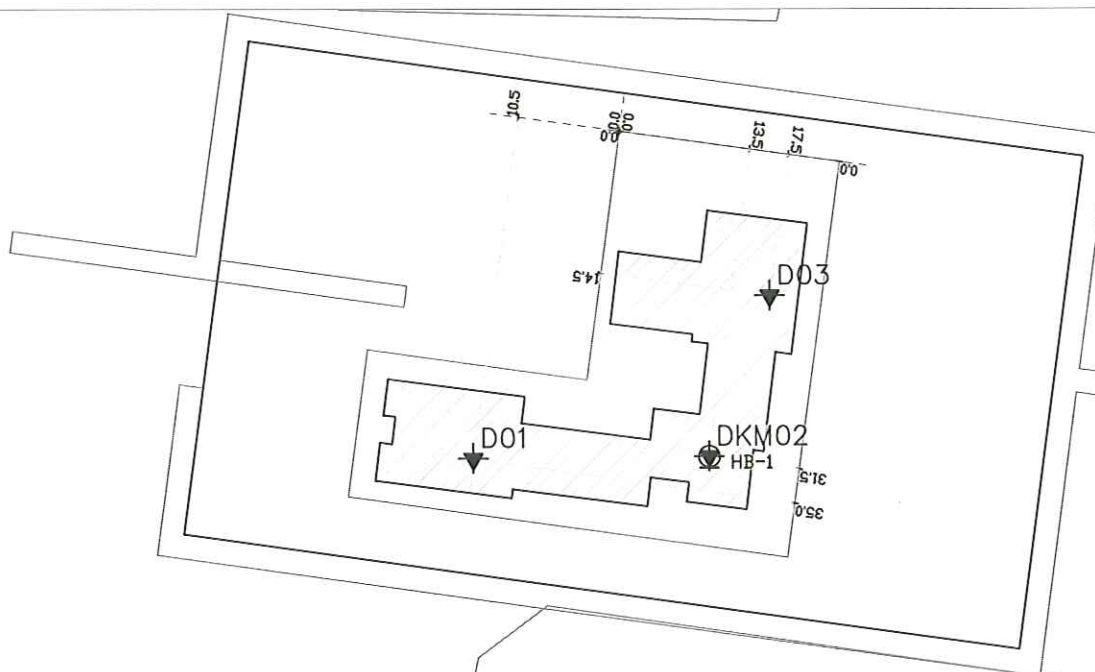


Nieuwbouw op landgoed "Wientjesvoort" te Vorden





(B)



(A)



kruin verharde weg = 13.05 + N.A.P.

Peilmaten indicatief, niet te gebruiken als uitgangshoogte

VERKLARING DER TEKENS

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

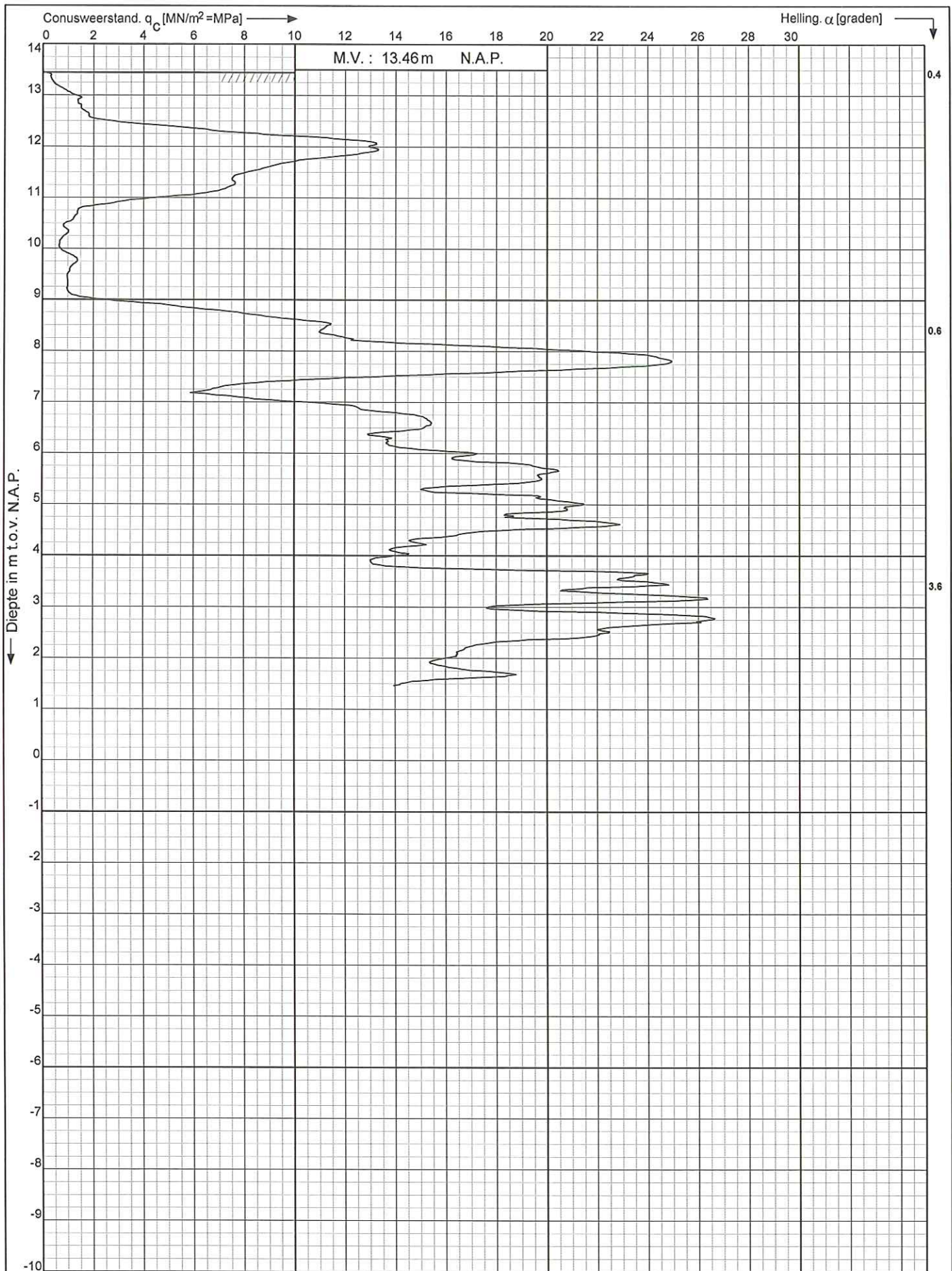
Nieuwbouw Landgoed " Wientjesvoort "
te Vorden

Opdr.nr. : 2012-085

Datum uitv. : 29-2-2012

Situatietekening

KOOPS
GRONDMECHANICA
Tel. 0522-260084



Nieuwbouw Landgoed " Wientjesvoort " te
Vorden.

Opdr. nr. : 2012-085

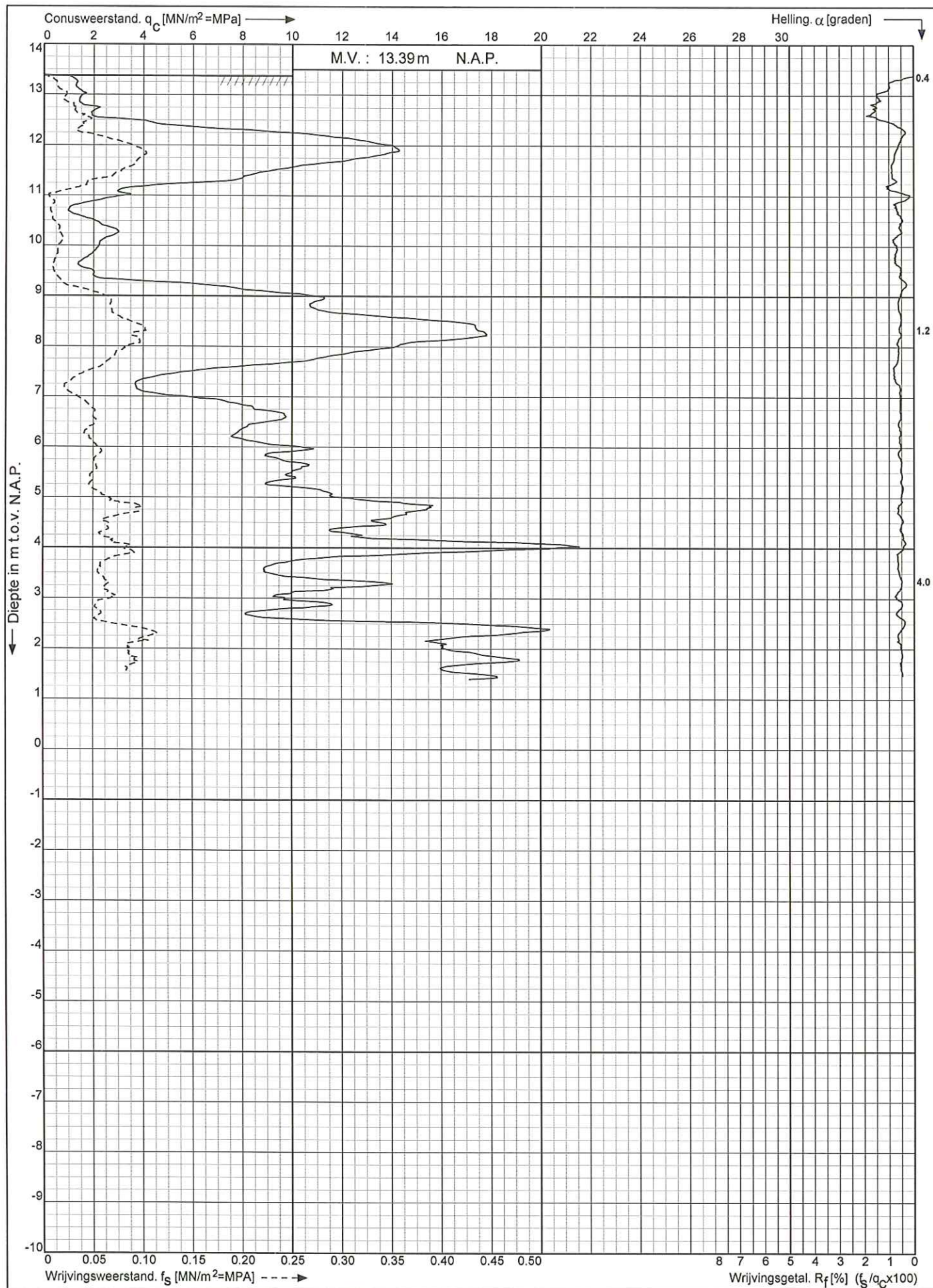
Datum uitv. : 29-2-2012

Sond. nr. : 1



Sondering volgens : NEN 5140

Oppervlakte conuspunt : 1500 mm²



Nieuwbouw Landgoed " Wientjesvoort " te
Vorden.

Sondering volgens : NEN 5140

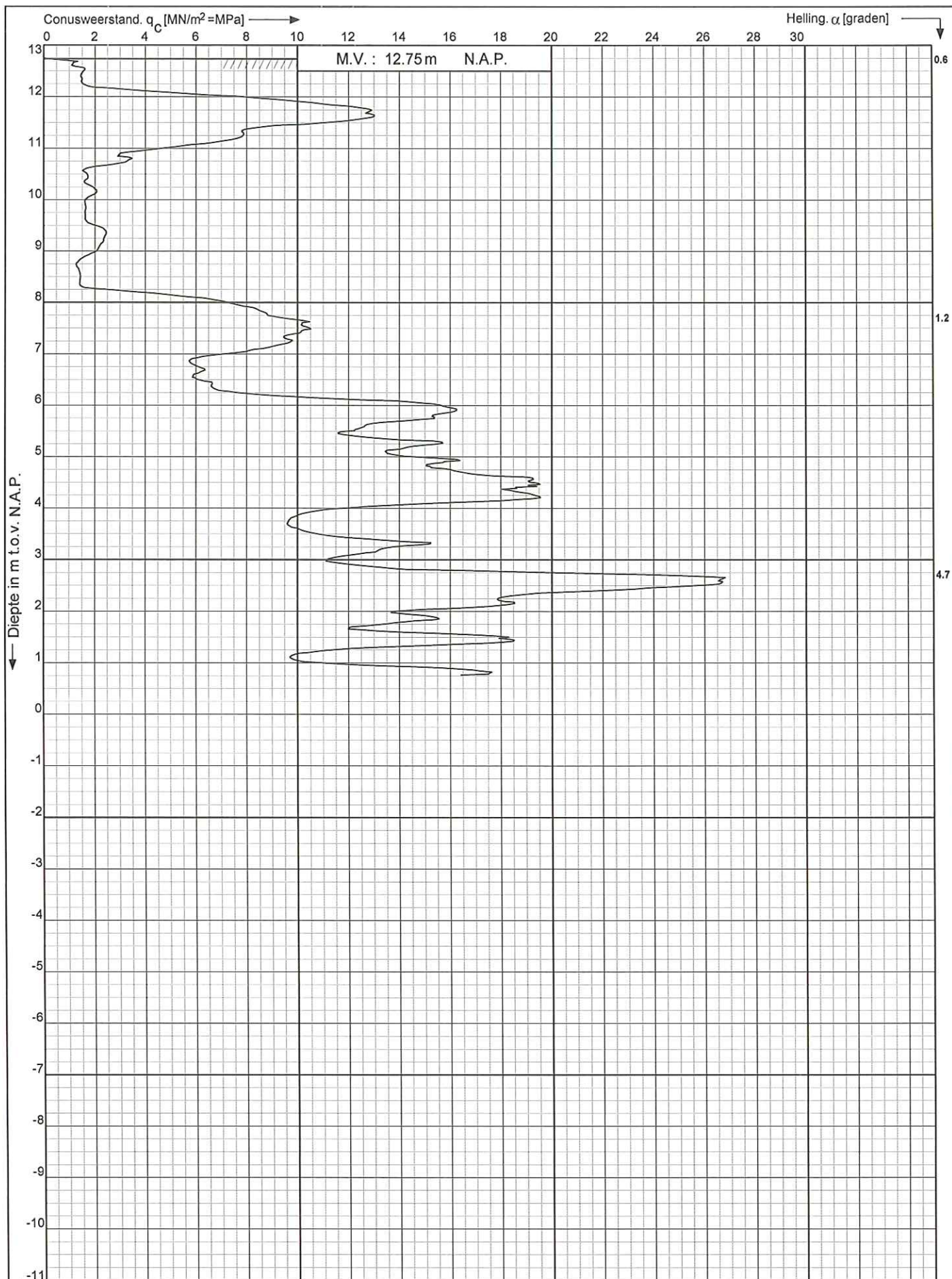
Oppervlakte conuspunt : 1500 mm²

Opdr. nr. : 2012-085

Datum uitv. : 29-2-2012

Sond. nr. : 2





Nieuwbouw Landgoed " Wientjesvoort " te
Vorden.

Sondering volgens : NEN 5140

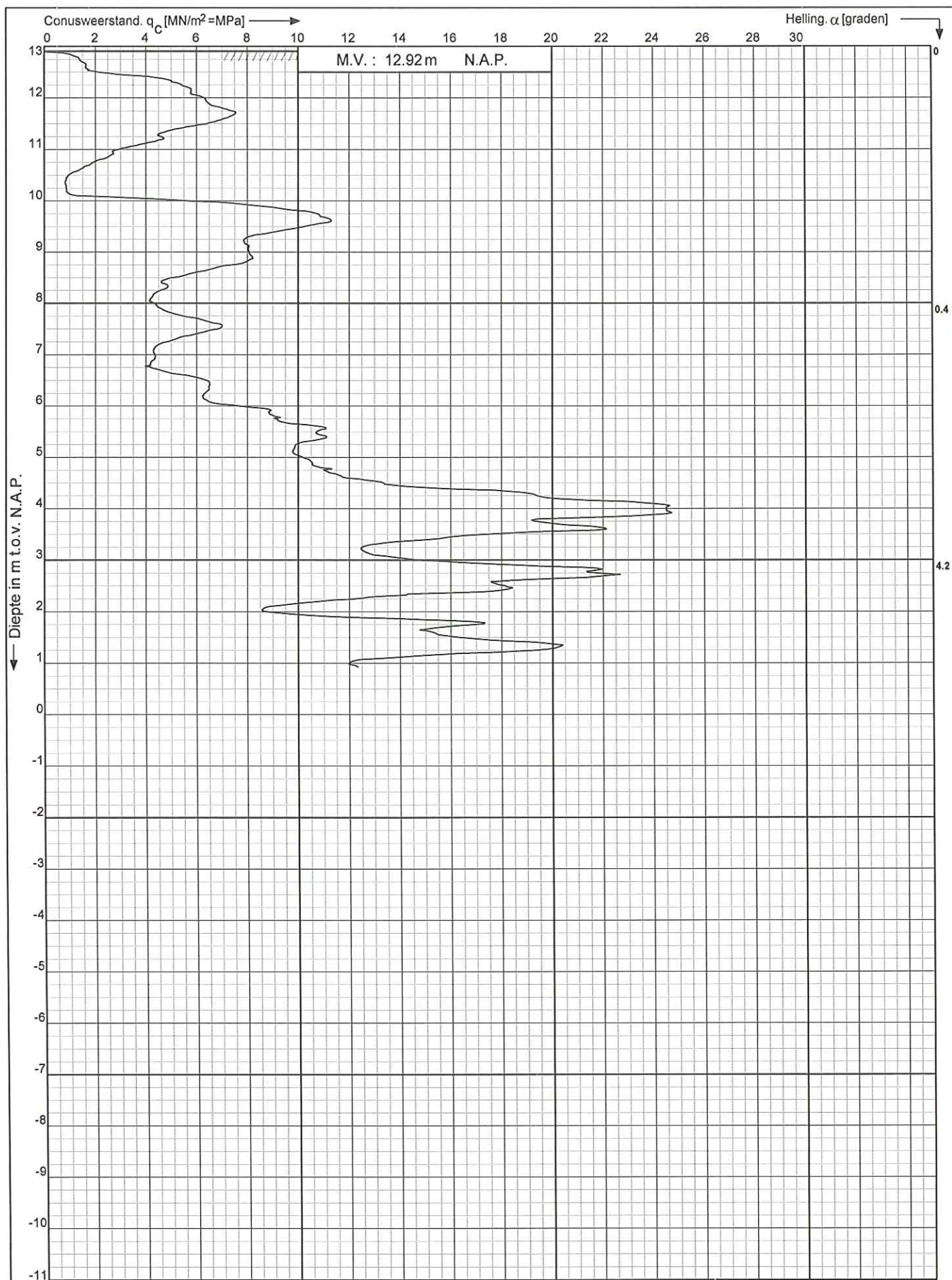
Oppervlakte conuspunt : 1500 mm²

Opdr. nr. : 2012-085

Datum uitv. : 29-2-2012

Sond. nr. : 3





Nieuwbouw Landgoed " Wientjesvoort " te
Vorden.

Opdr. nr. : 2012-085

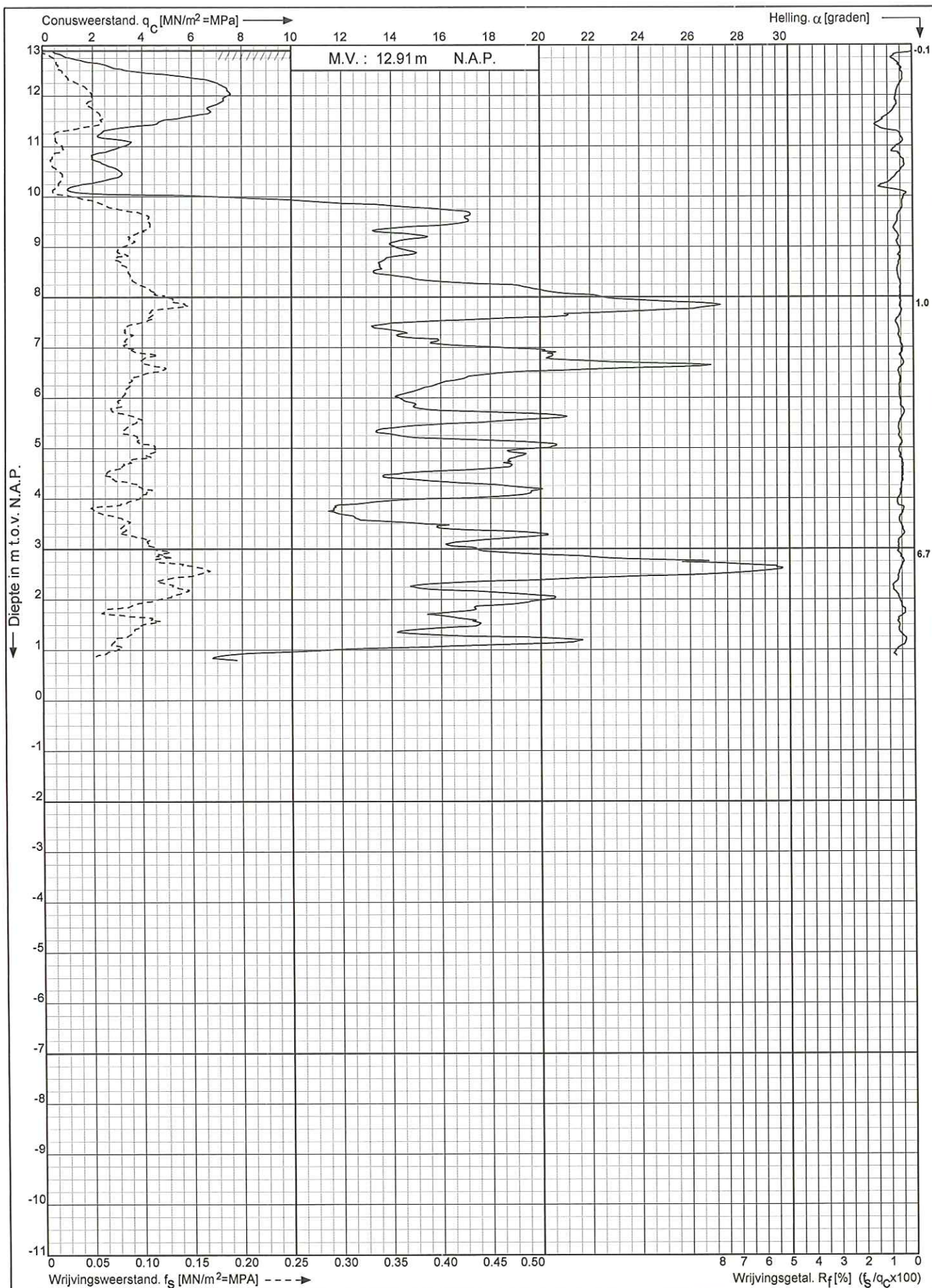
Datum uitg. : 29-2-2012

Sond. nr. : 4



Sondering volgens : NEN 5140

Oppervlakte conuspunt : 1500 mm²



Nieuwbouw Landgoed " Wientjesvoort " te
Vorden.

Opdr. nr. : 2012-085

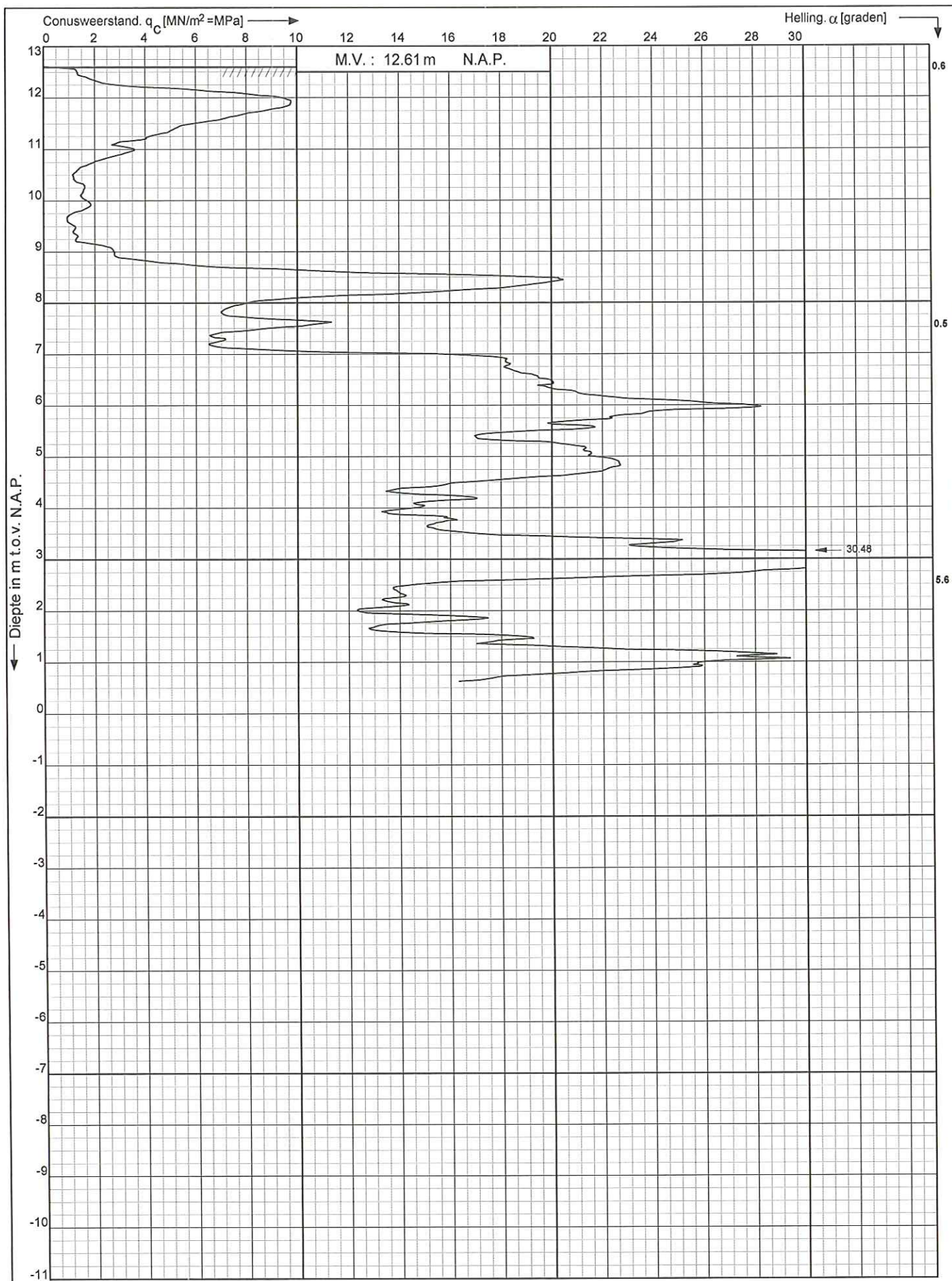
Datum uitv. : 29-2-2012

Sond. nr. : 5



Sondering volgens : NEN 5140

Oppervlakte conuspunt : 1500 mm²



Nieuwbouw Landgoed " Wientjesvoort " te
Vorden.

Sondering volgens : NEN 5140

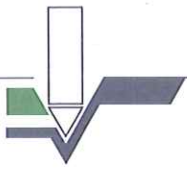
Oppervlakte conuspunt : 1500 mm²

Opdr. nr. : 2012-085

Datum uitv. : 29-2-2012

Sond. nr. : 6





Resultaten Handboring HB-1.

0.00	-	1.00	m-mv.	<u>Zand</u>	fijn, zwart, st.humeus.
1.00	-	1.10	m-mv.	<u>Zand</u>	m.fijn, bruin.
1.10	-	1.20	m-mv.	<u>Zand</u>	m.fijn, l.bruin/bruin, w.oerhoudend.
1.20	-	2.00	m-mv.	<u>Zand</u>	m.fijn, l.grijs/geel.
2.00	-	2.20	m-mv.	<u>Zand</u>	m.fijn, l.bruin/l.grijs, oerhoudend, leemlaagjes.

Datum uitvoering : 29 februari 2012
Uitgevoerd t.p.v. : Sondering DKM-002
Maaiveldhoogte : 13.39 m + N.A.P.
Grondwaterstand : ca. 2.10 m – mv.

Resultaten Handboring HB-2.

0.00	-	0.20	m-mv.	<u>Zand</u>	fijn, d.bruin, humeus.
0.20	-	0.70	m-mv.	<u>Zand</u>	m.fijn, d.geel, oerhoudend.
0.70	-	0.90	m-mv.	<u>Zand</u>	m.fijn, geel.
0.90	-	1.15	m-mv.	<u>Zand</u>	m.fijn, geel/grijs.
1.15	-	1.25	m-mv.	<u>Zand</u>	m.fijn, d.geel/l.bruin, oerhoudend.
1.25	-	1.65	m-mv.	<u>Zand</u>	m.fijn, bruin/grijs, oerhoudend, leemlaagjes.
1.65	-	1.90	m-mv.	<u>Leem</u>	bruin/grijs.
1.90	-	2.05	m-mv.	<u>Zand</u>	m.fijn, bruin, leemhouden.
2.05	-	2.25	m-mv.	<u>Leem</u>	bruin, st.zandhoudend.

Datum uitvoering : 29 februari 2012
Uitgevoerd t.p.v. : Sondering DKM-005
Maaiveldhoogte : 12.91 m + N.A.P.
Grondwaterstand : ca. 1.80 m – mv.