

## **Zeven bedrijfswoningen Rijksweg te Molenhoek**

**Betreft** Fundering

**Opdrachtnummer** VG-5182-C


**Documentnummer** VG-5182-C-2

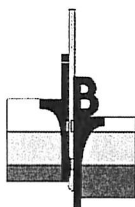
**Opdrachtgever** Aannemersbedrijf Thissen  
Postbus 4  
6584 ZG Molenhoek

**Constructeur** Bouwtechnisch Adviesbureau J.L. Croes B.V.  
Postbus 6696  
6503 GD Nijmegen

**Opgesteld door** : Ir. N.T. Debets  
**Gezien** : Ing. H.M. Geurtjens  
**Status** : Definitief  
**Codering** : PA

**Datum rapport** : 13 augustus 2007

Paraaf :  Paraaf :



Opdracht : VG-5182-C  
Project : zeven bedrijfswoningen a/d Rijksweg  
Plaats : Molenhoek

---

## INHOUDSOPGAVE

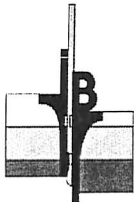
1.	INLEIDING .....	1
2.	BOUWPLAN .....	1
3.	ONDERZOEK IN SITU .....	1
4.	BODEMOPBOUW EN GRONDWATER .....	2
4.1	HOOGTELISSING .....	2
4.2	BESCHRIJVING BODEMOPBOUW.....	2
4.3	GRONDWATER .....	2
5.	FUNDERING.....	3
5.1	FUNDERINGSTYPE .....	3
5.2	UITGANGSPUNTEN.....	3
5.3	PAALPUNTNIVEAU.....	3
5.4	TOETSING DRAAGKRACHT .....	4
5.5	TOETSING VERVORMING .....	4
5.6	VEERCOEFFICIENT - DRUKPALEN.....	5
5.7	RICHTLIJNEN UITVOERING AVEGAARPALEN.....	5

### BIJLAGEN:

- A) situatietekening
- B) waterpasstaat
- C) sondeergrafieken
- D) verklaring codering
- E) berekening fundering
- F) richtlijnen uitvoering avegaarpalen

### VERZENDLIJST

- 1 x Aannemersbedrijf Thissen te Molenhoek
- 2 x Bouwtechnisch Adviesbureau J.L. Croes B.V. te Nijmegen



Opdracht : VG-5182-C  
Project : zeven bedrijfswoningen a/d Rijksweg  
Plaats : Molenhoek

---

## 1. INLEIDING

Op verzoek van Bouwtechnisch Adviesbureau J.L. Croes B.V. te Nijmegen is ten behoeve van zeven woningen a/d Rijksweg te Molenhoek" een aanvullend grondonderzoek uitgevoerd, conform de door of namens de opdrachtgever aangegeven opzet en omvang. Aansluitend wordt in dit rapport ingegaan op de fundering van de nieuwbouw.

Voorliggend rapport betreft een aanpassing van het eerder opgestelde rapport VG-5182-C-1. De aanpassing heeft betrekking op het feit dat zeven bedrijfswoningen worden gebouwd in plaats van de eerder geplande zes woningen. Gegeven de situering van de zeven woningen is in dit rapport tevens het resultaat van de sonderingen D-03 en D-05 betrokken.

Medio september 2001 werd ten behoeve van de nieuwbouw reeds een grondonderzoek verricht en een funderingsadvies opgesteld onder ons opdrachtnummer VG-5182 (rapportdatum 11 september 2001). De grafieken van de sonderingen die destijds zijn gemaakt, zijn voor de volledigheid wederom toegevoegd aan voorliggend rapport. De rapporten VG-5182 en VG-5182-C-1 komen met voorliggend rapport te vervallen.

## 2. BOUWPLAN

Het plan omvat de realisatie van een zeven bedrijfswoningen bestaande uit drie bouwlagen. Aangenomen is dat de woningen niet worden onderkelderd en dat het peil van de begane grondvloer ca. 14,0 m + NAP bedraagt. Geadviseerd wordt om deze aannamen te verifiëren.

## 3. ONDERZOEK IN SITU

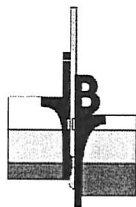
Het aanvullend grondonderzoek heeft bestaan uit vier diepsonderingen te weten sondering D-15 t/m D-18. De sonderingen zijn gemaakt met de elektrische conus, conform NEN 5140 (versie september 1996).

Sondering D-18 is in verband met een te hoog oplopende totaaldruk gestaakt voordat de geplande diepte werd bereikt.

Voor de grafieken van alle beschikbare sonderingen wordt verwezen naar bijlage C. Op de situatie-tekening SIT-01 van bijlage A is aangegeven waar de sonderingen zijn uitgevoerd.

De waterpassing van de onderzoekspunten werd uitgevoerd ten opzichte van NAP. Voor de omschrijving van het referentiepunt alsmede voor de geregistreerde maaiveldniveaus wordt verwezen naar de waterpasstaten van bijlage B.

Omdat er ter controle in de omgeving van het bouwproject geen andere NAP-hoogte beschikbaar was, is het nodig na te gaan of het resultaat van onze waterpassing overeenstemt met andere gegevens ten aanzien van de hoogteligging van het terrein.



Opdracht : VG-5182-C  
Project : zeven bedrijfswoningen a/d Rijksweg  
Plaats : Molenhoek

---

#### **4. BODEMOPBOUW EN GRONDWATER**

##### **4.1 Hoogteligging**

De hoogte van het maaiveld ter plaatse van de sondeerpunten bedroeg ten tijde van het onderzoek 12,9 à 13,9 m + NAP. De resultaten van de waterpassing zijn weergegeven op blad VG-5182 WPS-01 en blad VG-5182-C WPS-01 van bijlage B.

##### **4.2 Beschrijving bodemopbouw**

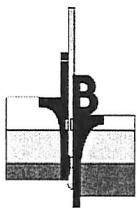
Van het maaiveld tot 9,5 à 10,0 m + NAP wordt een bovenlaag aangetroffen bestaande uit voornamelijk kleiafzettingen.

Hieronder wordt tot de maximaal verkende diepte een overwegend vast tot zeer vast enigszins grindhoudend zandpakket geregistreerd met een conusweerstand van 20 MPa tot meer dan 50 MPa.

##### **4.3 Grondwater**

Tijdens het grondonderzoek medio 2001 werd tot een niveau van 9,4 m + NAP geen grondwater aangetroffen. Recentelijk werd in het gat van sondering D-16 tot een diepte van 5 m + NAP geen grondwater gepeild.





Opdracht : VG-5182-C  
Project : zeven bedrijfswoningen a/d Rijksweg  
Plaats : Molenhoek

## 5. FUNDERING

### 5.1 Funderingstype

Overeenkomstig rapport VG-5182 van 11 september 2001 wordt in dit rapport een fundering op avegaarpalen verder uitgewerkt. Aan de hand van NEN 6743 zijn voor de berekening van de draagkracht de volgende factoren aangehouden:

- paalklasse punt  $\alpha_p = 0,8$
- paalvoetvorm  $\beta = 1,0$
- paalvoetdwarsdoorsnede  $s = 1,0$
- paalklasse schacht  $\alpha_s = 0,006$

Voor de te stellen kwaliteitseisen wordt verwezen naar de voornorm NVN 6724 - "In de grond gevormde funderingselementen van beton of mortel", maart 2001.

### 5.2 Uitgangspunten

Geadviseerd wordt de projectgegevens en de hierna en elders in dit rapport vermelde uitgangspunten te verifiëren, voordat met de resultaten wordt verder gewerkt.

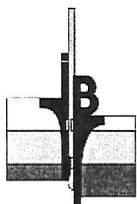
- De bepaling van de draagkracht en de vervormingen is gebaseerd op NEN 6743: "Berekeningsmethode voor funderingen op palen" (laatst gewijzigd mei 1997), waarbij het ontwerp dient te voldoen aan eisen van veiligheid en bruikbaarheid.
- Het project wordt op grond van de verstrekte informatie ingedeeld in de Geotechnische Categorie 2 (GC2).
- In het navolgende wordt conform opdracht de draagkracht bepaald van verticaal centrisch en op druk belaste funderingspalen.
- Het eventueel verplaatsen of afvoeren van grond en/of het onttrekken/lozen van grondwater kan gebonden zijn aan milieukundige richtlijnen. Deze aspecten vallen niet binnen het kader van de opdracht. Ons bureau kan echter ook hieromtrent adviseren.
- Er wordt aangenomen dat de oorspronkelijke, op natuurlijke wijze gesedimenteerde bodemopbouw aanwezig is.

### 5.3 Paalpuntniveau

In de tabel worden per sondering de paalpuntniveaus gegeven waarvoor de draagkracht is berekend.

Sondering no.	Hoogte maaiveld in m + NAP	Paalpuntniveau in m + NAP
D-03A	12,99	8,0
D-05A	11,73	8,0
D-06	13,36	8,0
D-08A	13,55	8,0
D-09A	13,57	7,0 en 8,0
D-10A	13,57	7,0
D-11	13,55	7,0 en 8,0
D-12A	13,43	8,0
D-13A	13,49	8,0
D-14A	13,57	8,0
D-15	13,66	8,0
D-16	13,64	7,0 en 8,0
D-17	13,85	8,0

tabel - Paalpuntniveau



Opdracht : VG-5182-C  
Project : zeven bedrijfswoningen a/d Rijksweg  
Plaats : Molenhoek

Bij toepassing van avegaarpalen dient tussen twee sonderingen het diepste paalpuntniveau te worden aangehouden, omdat er tijdens het installeren van de palen er nagenoeg geen controle is op de vastheid van het draagkrachtige zand.

#### 5.4 Toetsing draagkracht

Toetsing op draagkracht houdt in dat de rekenwaarde van de centrisch aangrijpende maximale paalbelasting kleiner moet zijn dan de rekenwaarde van de maximale draagkracht van de palen:

$$F_{s;d} \leq F_{r;d}$$

Voor wat betreft het draagvermogen is onderscheid gemaakt tussen sondering D-15 (groep B) en de overige sonderingen (groep A).

De draagkracht ( $F_{r;d}$ ) is in onderstaande tabel vermeld.

Paalafmeting in m	Maximale draagkracht $F_{r;d}$ (kN)	
	D-15	Overige sonderingen
0,30	493	629
0,35	585	838

tabel - Draagkracht ( $F_{r;d}$ )

Voor de berekening van de draagkracht wordt verwezen naar bijlage E.

De vermelde draagkracht wordt ontleend aan de ondergrond. Door de constructeur moeten constructieve aspecten van de funderingspalen, waaronder de sterkte, worden beoordeeld.

Het draagvermogen van een paal dient in beginsel te zijn afgestemd op de laagste draagkracht op hetzelfde paalpuntniveau van de omliggende sonderingen.

#### Opmerking:

De in dit rapport berekende draagvermogens vallen voor enkele sonderingen uit 2001 iets hoger uit dan de draagvermogens die eerder werden berekend. Eén en ander houdt verband met de destijds gehanteerde begrenzing van conusweerstand binnen het traject van vier maal de paaldiameter beneden paalpuntniveau.

#### 5.5 Toetsing vervorming

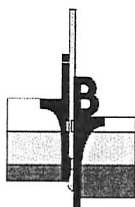
Conform NEN 6740 dient een constructie of een afzonderlijk onderdeel hiervan te worden getoetst aan de vervormingsgrenstoestanden 1B en 2.

Volgens grenstoestand 1B is voor de constructieve veiligheid tegen vervormingen in het bouwwerk het rotatiecriterium gesteld van  $w_d/l \leq 1:100$ . Bovendien moet de rotatie ook worden bepaald met één derde van de gemiddelde zakking tussen twee palen c.q. paalgroepen.

Voor de toetsing van bruikbaarheidstoestand 2 is een zakkingscriterium gesteld van  $w_d \leq 0,15$ , alsmede een rotatiecriterium van  $w_d/l \leq 1:300$ .

Bij de hierboven gestelde eisen en het in dit rapport geadviseerd paaltype is over het algemeen grenstoestand 1B maatgevend.

De paalkopzakkingen en de rotatie kunnen indicatief worden bepaald aan de hand van de grafieken met tabellen voor de grenstoestanden 1B en de bruikbaarheidstoestand 2 die zijn toegevoegd aan bijlage E.



Opdracht : VG-5182-C  
Project : zeven bedrijfswoningen a/d Rijksweg  
Plaats : Molenhoek

### 5.6 Veercoëfficiënt - drukpalen

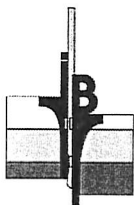
De representatieve- c.q. rekenwaarde van de statische veercoëfficiënt wordt berekend op basis van de paalkopzakkingen bij bruikbaarheidstoestand 2.

Paalafmeting in m	Statische veercoëfficiënt in kN/mm			
	Representatief $k_{v,rep}$		Rekenwaarde $k_{v,d}$	
	<i>D-15</i>	<i>Overige sonderingen</i>	<i>D-15</i>	<i>Overige sonderingen</i>
0,30	35	45	30	35
0,35	40	50	30	40

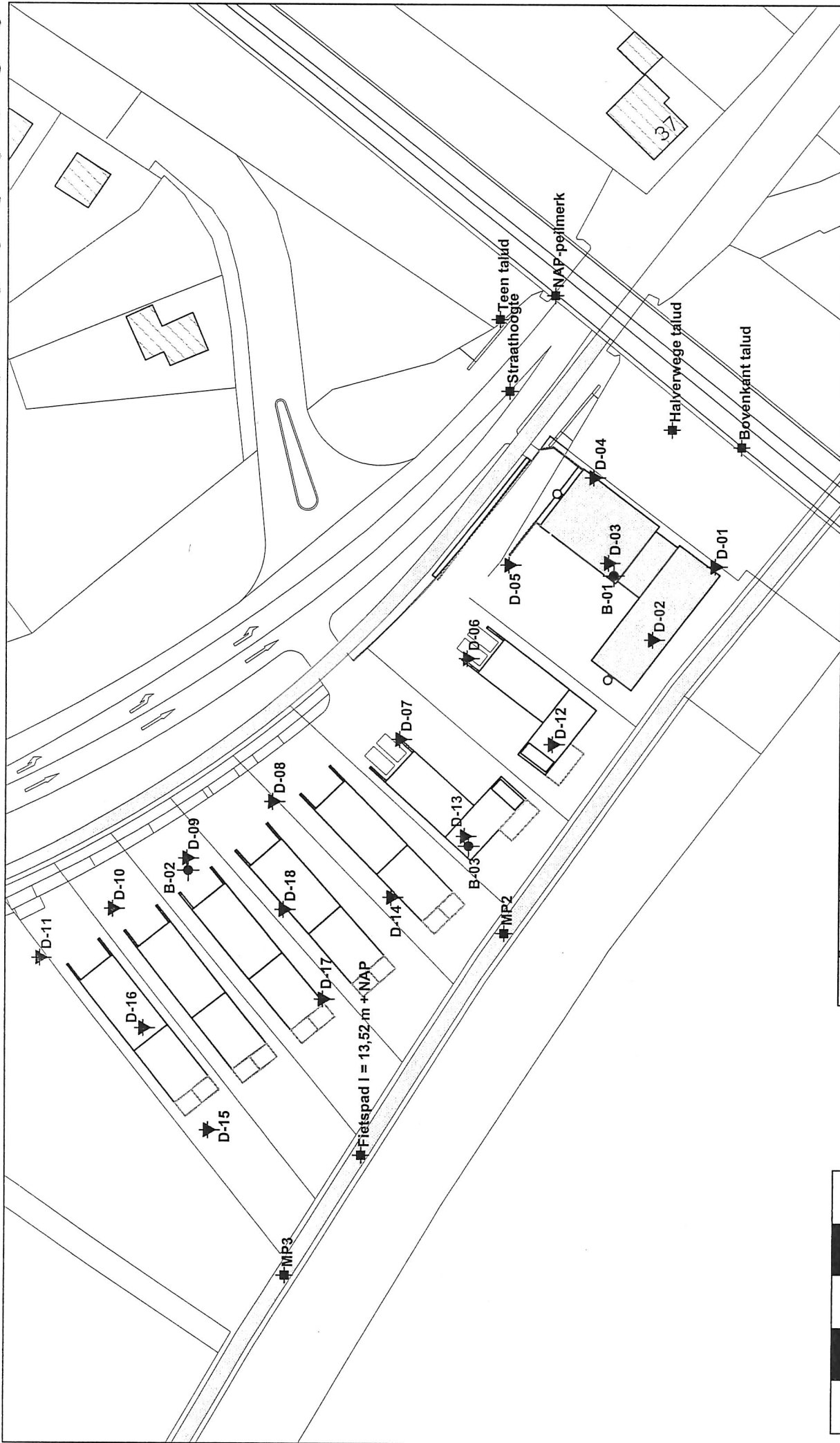
tabel - Veercoëfficiënt drukpalen

### 5.7 Richtlijnen uitvoering avegaarpalen

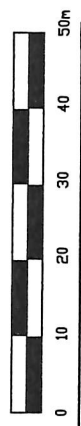
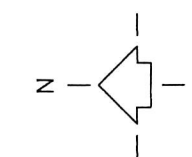
Hier toe wordt verwezen naar de "Algemene richtlijnen uitvoering avegaarpalen", aan dit rapport toegevoegd als bijlage F.



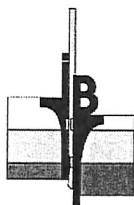
## Bijlage A)



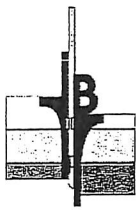
Opmachtomschrijving / locatie:		Opmachtomschrijving:	VG-5182-C	Billage:	SIT-01
Omschrijving tekening:		Bewerkt:	JBS	Datum:	26-07-2007
Situatietekening		X, Y:		Schaal:	1 : 1000
INPIJN-BLOKPOEL Ingenieursbureau				Formaat:	A4



Bron:  
 E-mail digitale tekening  
 Bureau + vestigingsplaats:  
 Halma architecten  
 Tekening- / bladnummer:  
 SIT 300-001-0  
 Datum laatste bewerking:  
 12-07-2005



## Bijlage B)



Opdracht : VG-5182-C  
Project : 6 woningen a/d Rijksweg  
Plaats : Molenhoek

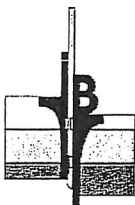
---

### WATERPASSTAAT

Referentiepunt : Fietspad I  
Hoogteligging referentiepunt : 13,52 m + NAP  
Locatie referentiepunt : zie situatietekening  
Gegevens verstrekt door : Bouwtechnisch Adv.B. J.L. Croes BV

D-15	13,66	m +	NAP
D-16	13,64	m +	"
D-17	13,85	m +	"
D-18	13,86	m +	"

Grondwaterstand D-16 < 5,00 m + " (2-7-2007)



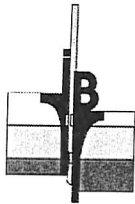
Opdracht : VG-5182  
Project : Kantoor en 6 bedrijfswoningen Rijksweg Mook

### WATERPASSTAAT

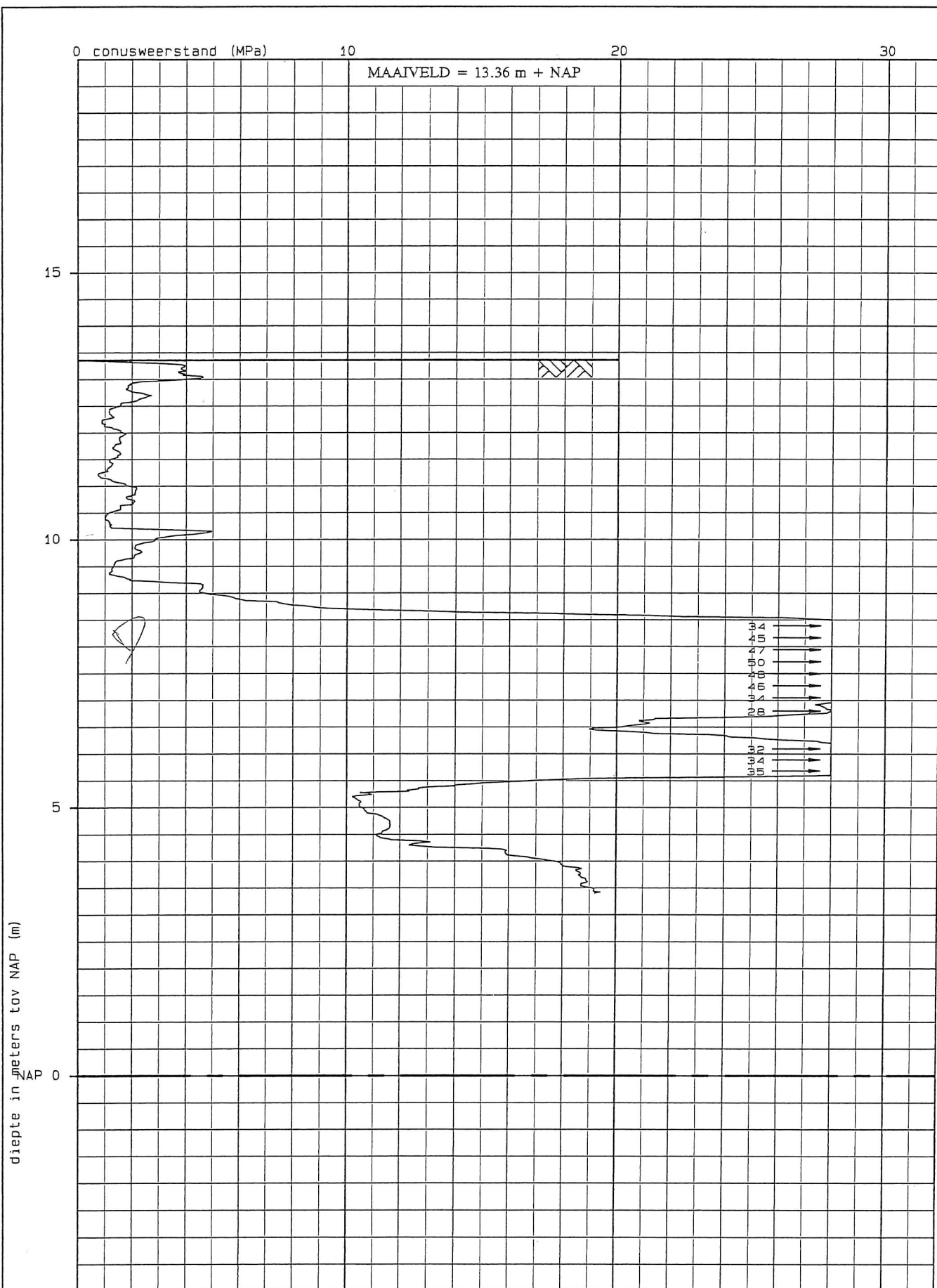
Referentiepunt : NAP-peilmerk  
Hoogteligging referentiepunt : 12,427 m + NAP  
Locatie referentiepunt : NO-landhoofd SPWVDC Mook  
Gegevens verstrekt door : Meetkundige dienst Rijkswaterstaat

D-01A	12,94	m +	NAP
D-02A	13,16	m +	"
D-03A	12,99	m +	"
D-04A	13,20	m +	"
D-05A	11,73	m +	"
D-06	13,36	m +	"
D-07A	13,14	m +	"
D-08A	13,55	m +	"
D-09A	13,57	m +	"
D-10A	13,57	m +	"
D-11	13,55	m +	"
D-12A	13,43	m +	"
D-13A	13,49	m +	"
D-14A	13,57	m +	"
B-01	12,99	m +	NAP
B-02	13,57	m +	"
B-03	13,49	m +	"
Straathoogte	11,96	m +	"
Teen talud	11,78	m +	"
Halverwege talud	15,41	m +	"
Bovenkant talud	18,25	m +	"
MP1	13,61	m +	"
MP2	13,62	m +	"
MP3	13,62	m +	"

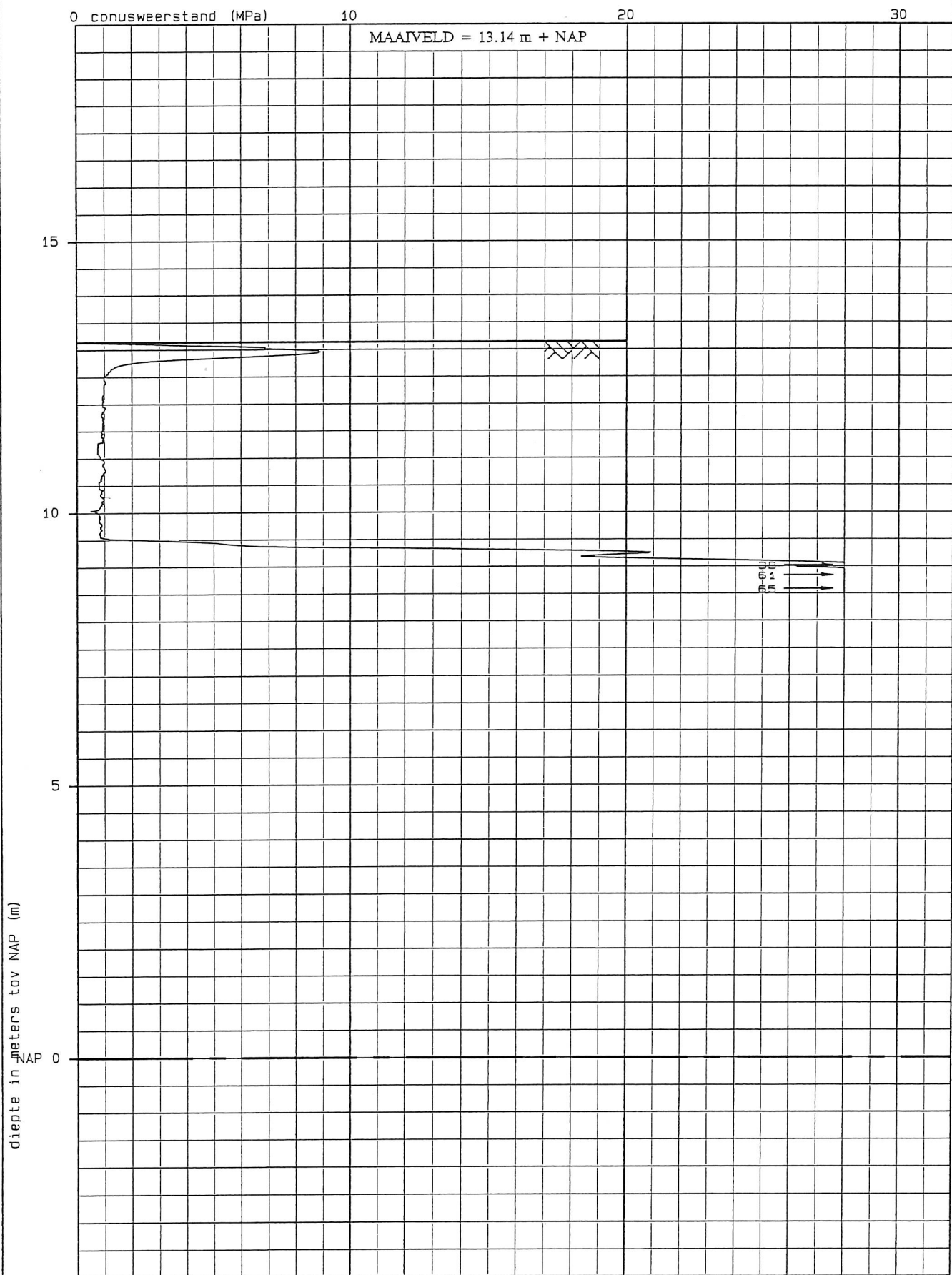




## Bijlage C)



Kantoor en 6 bedrijfswoningen Rijksweg Mook	TYPE: mech. volgens NEN 3680 continue sondering	uitv.: mat.:	sondering: D-06
INPIJN-BLOKPOEL Ingenieursbureau	datum: 14-08-2001		opdracht: VG-5182



Kantoor en 6 bedrijfswoningen Rijksweg Mook

TYPE: elektr.  
volgens NEN 5140  
continue sondering

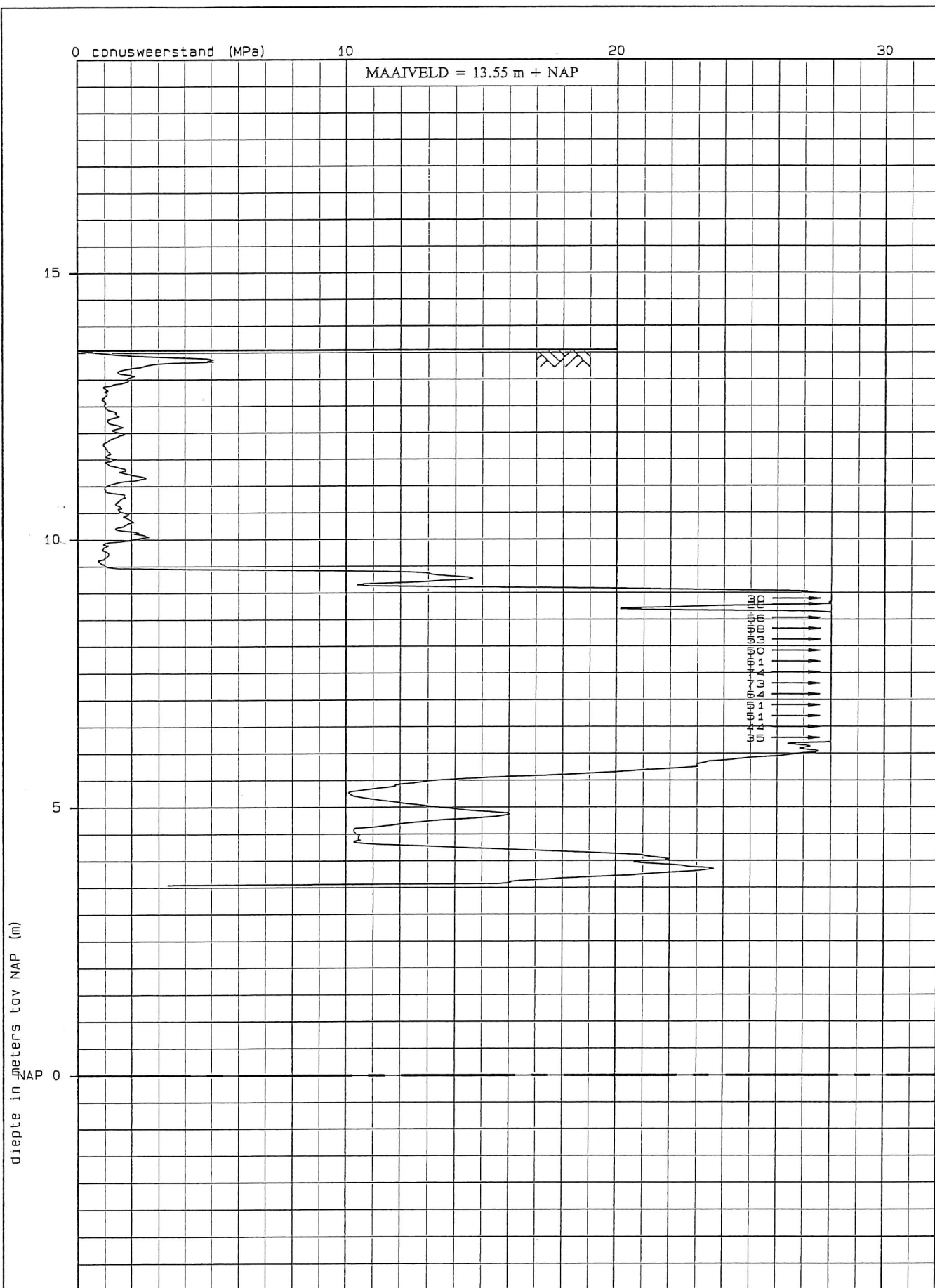
uitv.: RSE  
mat.: S8

sondering: D-07A

INPIJN-BLOKPOEL Ingenieursbureau

datum: 10-09-2001

opdracht: VG-5182



Kantoor en 6 bedrijfswoningen Rijksweg Mook

TYPE: elektr.  
volgens NEN 5140  
continue sondering

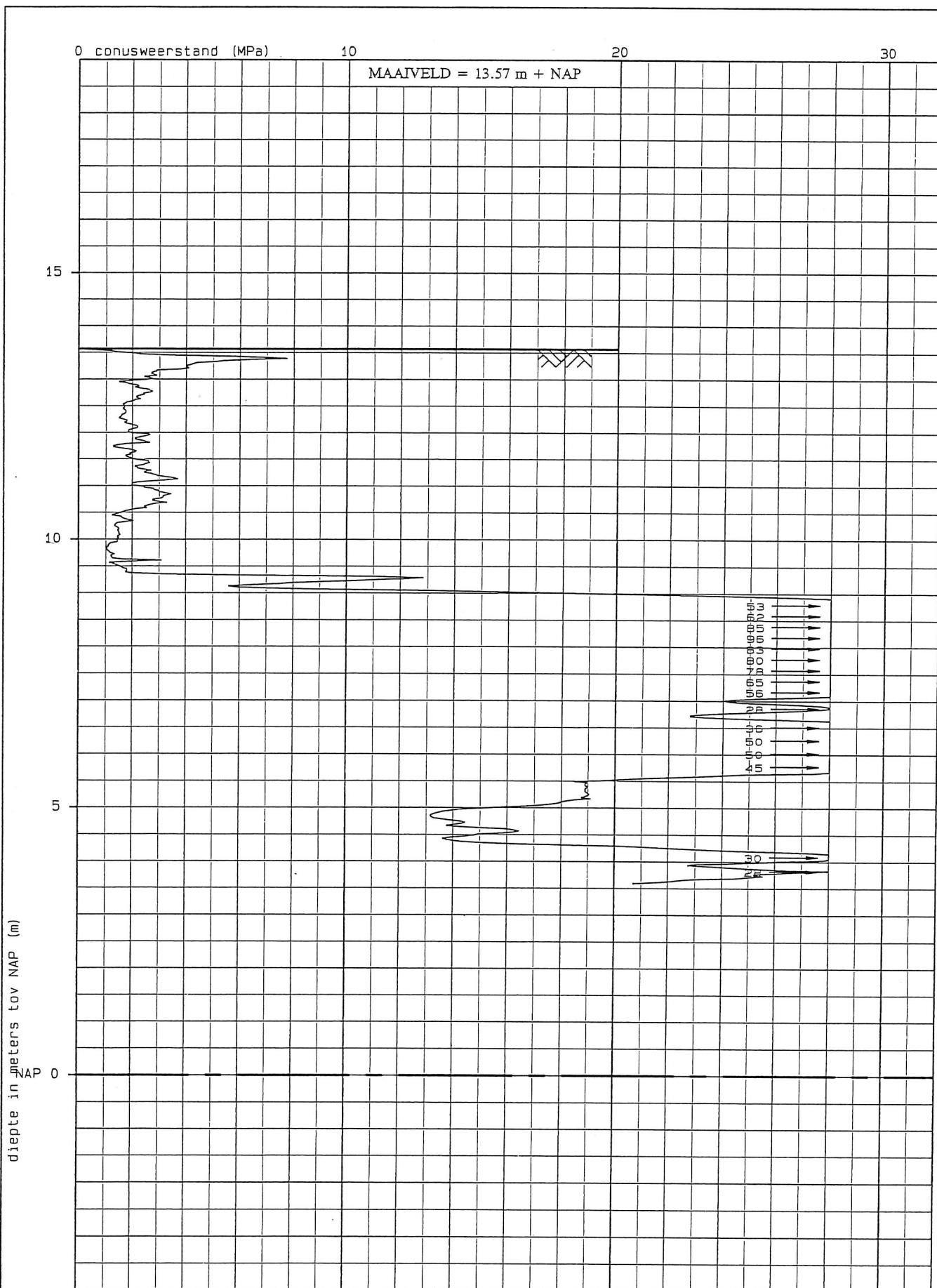
uitv.: RSE  
mat.: S8

sondering: D-08A

INPIJN-BLOKPOEL Ingenieursbureau

datum: 10-09-2001

opdracht: VG-5182



Kantoor en 6 bedrijfswoningen Rijksweg Mook

TYPE: elektr.  
volgens NEN 5140  
continue sondering

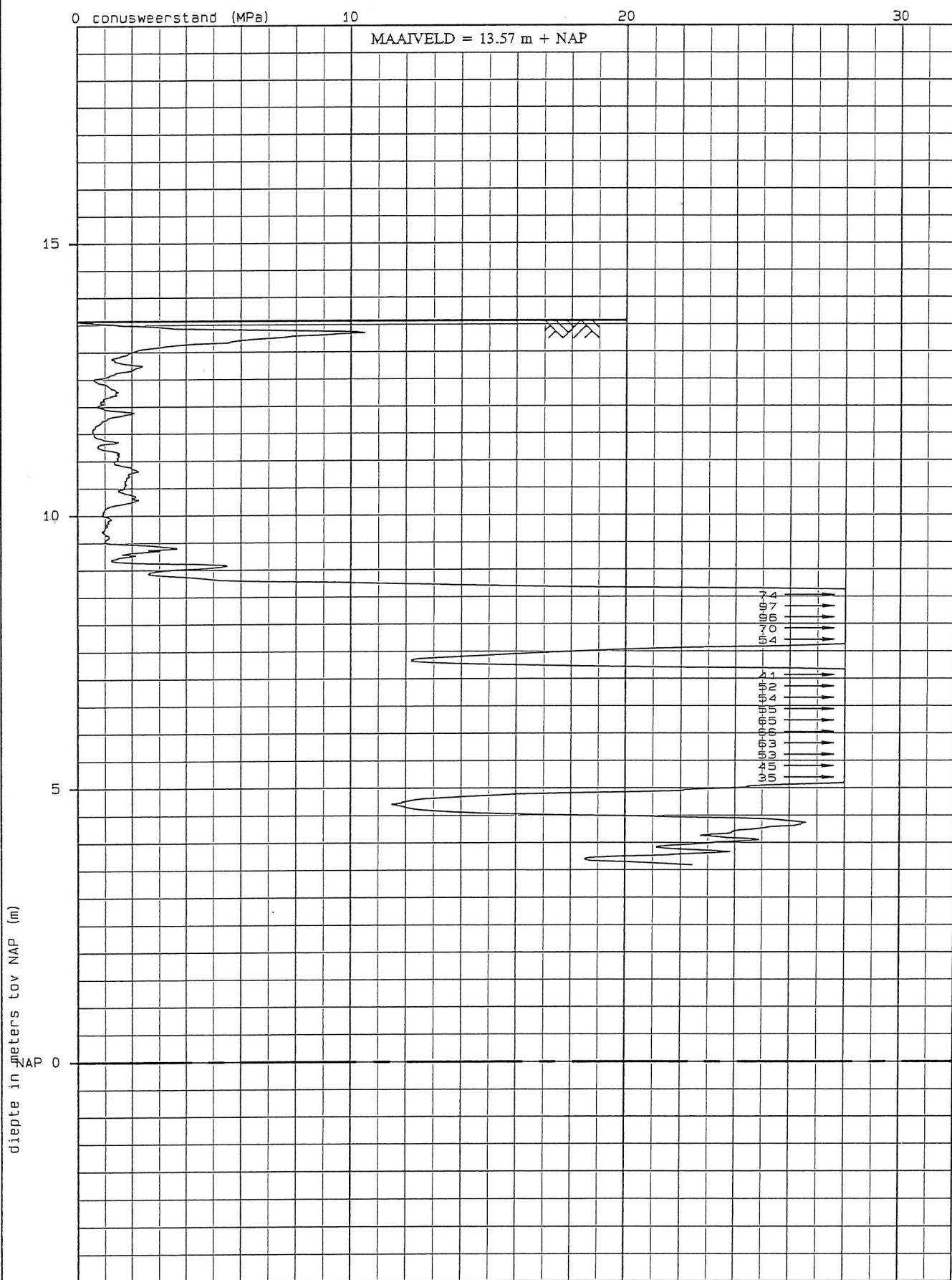
uitv.: RSE  
mat.: S8

sondering: D-09A

INPIJN-BLOKPOEL Ingenieursbureau

datum: 10-09-2001

opdracht: VG-5182



Kantoor en 6 bedrijfswoningen Rijksweg Mook

TYPE: elektr.  
volgens NEN 5140  
continue sondering

uitv.: RSE

mat.: S8

sondering: D-10A

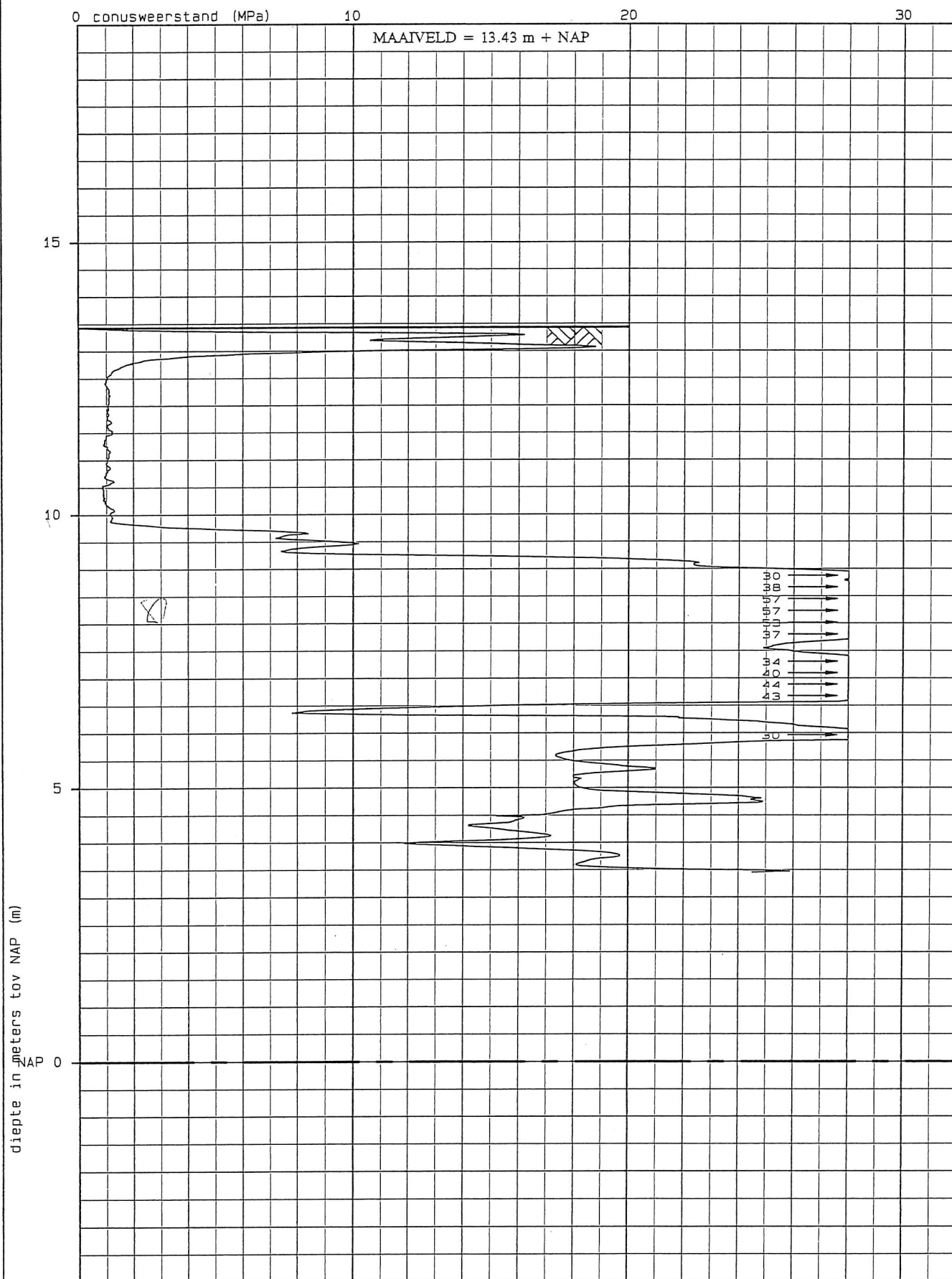
INPIJN-BLOKPOEL Ingenieursbureau

datum: 10-09-2001

opdracht: VG-5182







Kantoor en 6 bedrijfswoningen Rijksweg Mook

TYPE: elektr.  
volgens NEN 5140  
continue sondering

uitv.: RSE  
mat.: S8

sondering: D-12A

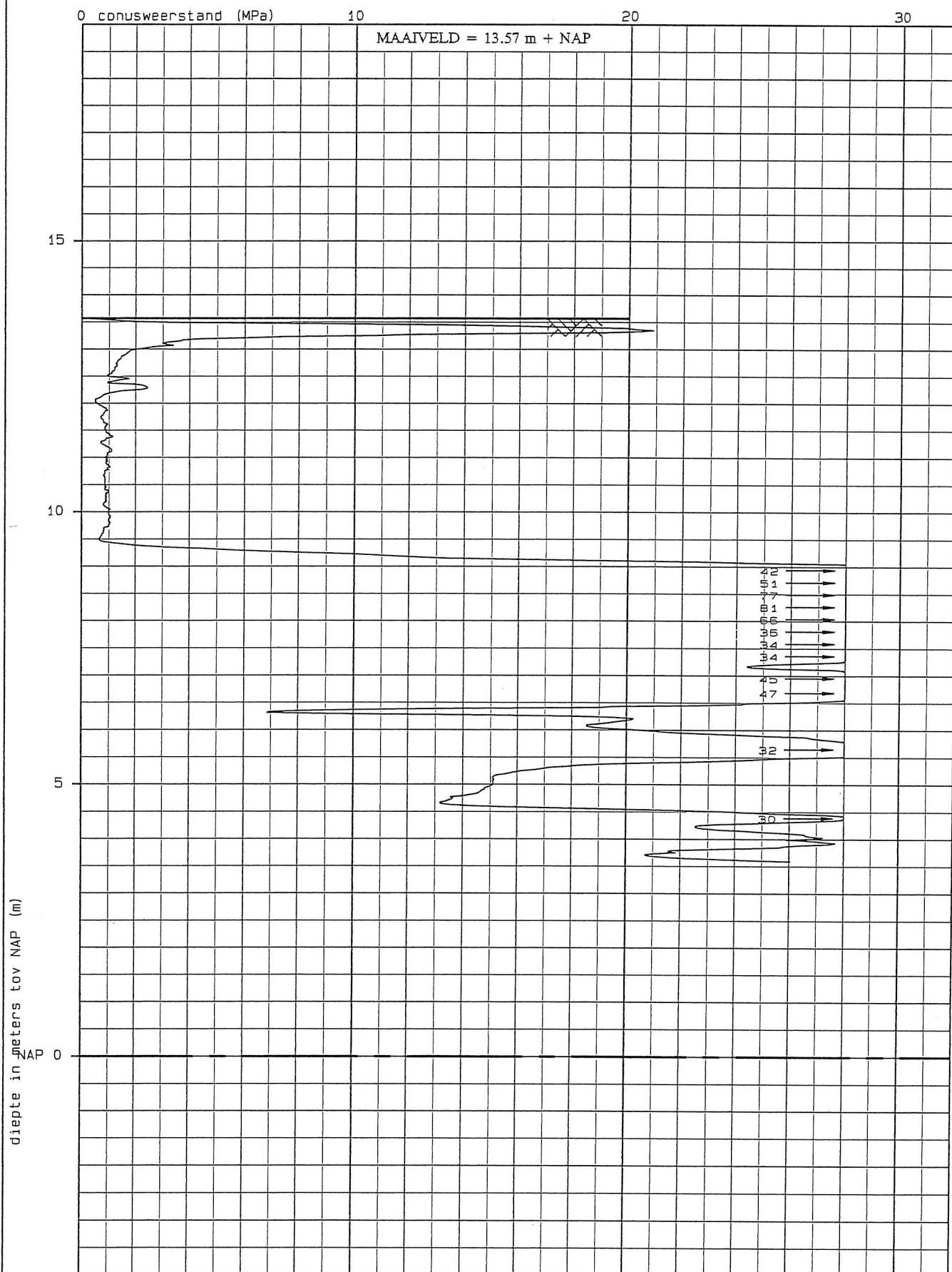
INPIJN-BLOKPOEL Ingenieursbureau

datum: 10-09-2001

opdracht: VG-5182







Kantoor en 6 bedrijfswoningen Rijksweg Mook

TYPE: elektr.  
volgens NEN 5140  
continue sondering

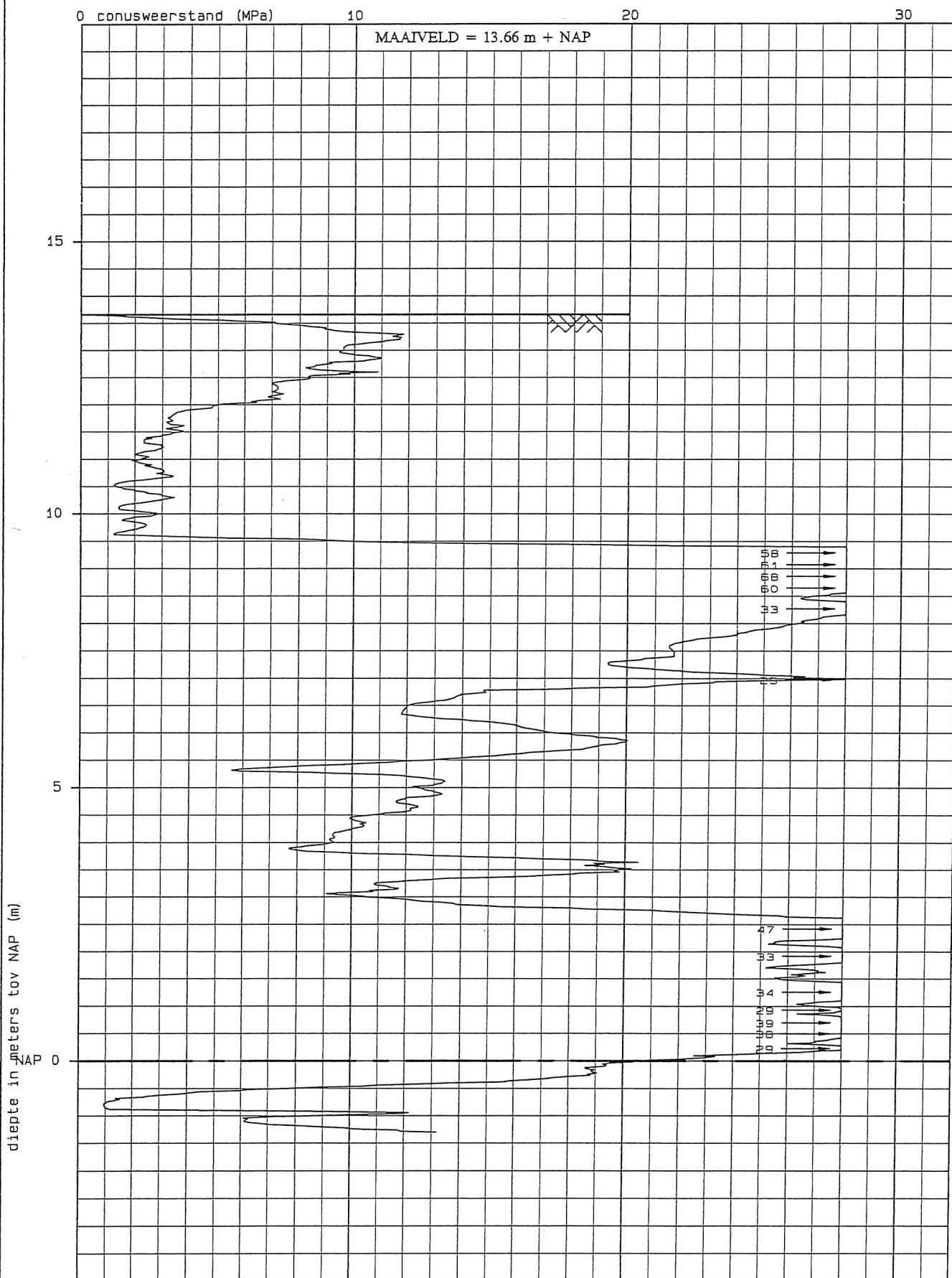
uitv.: RSE  
mat.: S8

sondering: D-14A

INPIJN-BLOKPOEL Ingenieursbureau

datum: 10-09-2001

opdracht: VG-5182



6 woningen a/d Rijksweg te Molenhoek

TYPE: elektr.  
volgens NEN 5140  
continue sondering

uitv.: PSS

mat.: S3

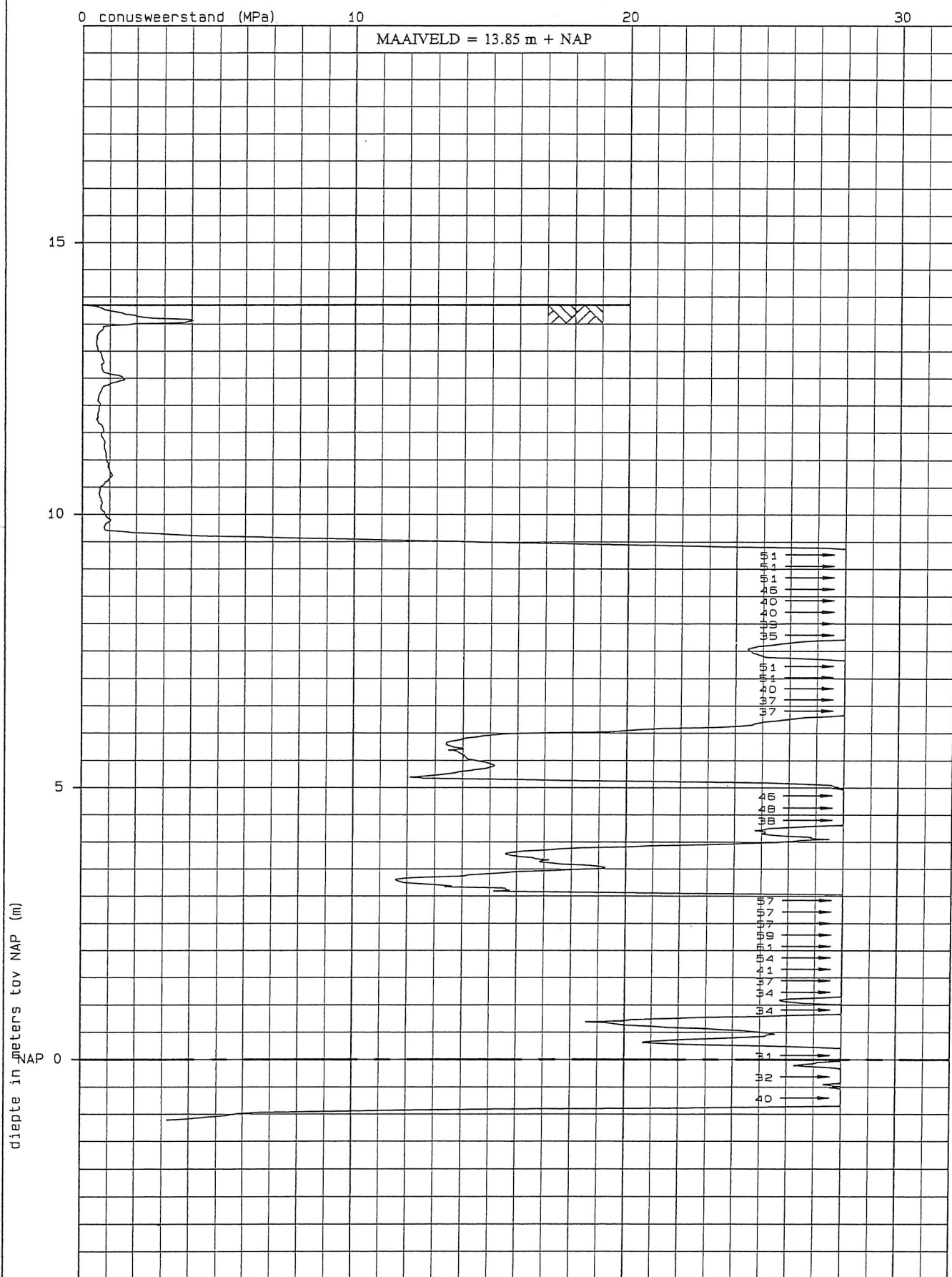
sondering: D-15

INPIJN-BLOKPOEL Ingenieursbureau

datum: 02-07-2007

opdracht: VG-5182-C





6 woningen a/d Rijksweg te Molenhoek

TYPE: elektr.  
volgens NEN 5140  
continue sondering

uitv.: PSS  
mat.: S3

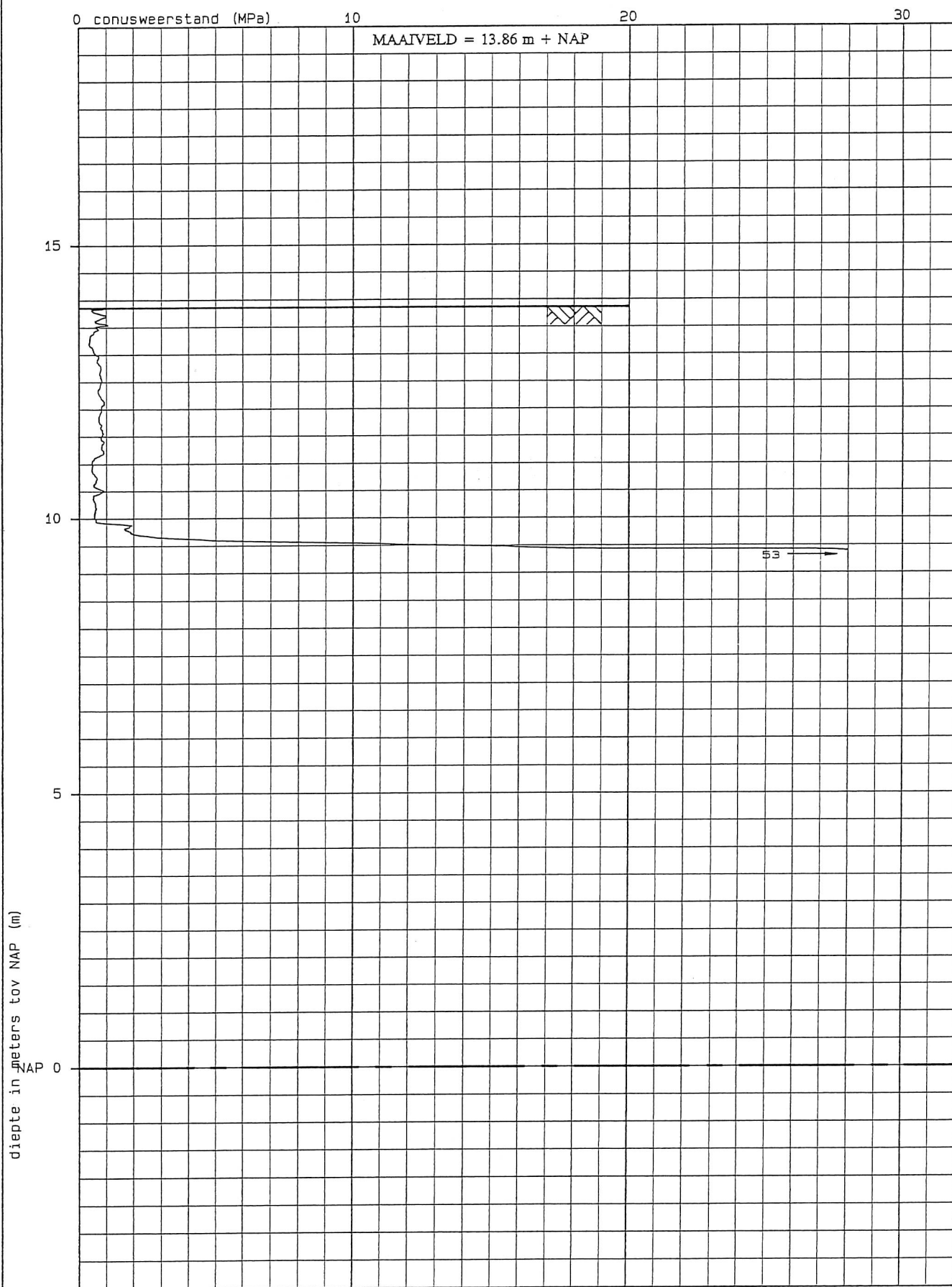
sondering: D-17

INPIJN-BLOKPOEL Ingenieursbureau

datum: 02-07-2007

opdracht: VG-5182-C





6 woningen a/d Rijksweg te Molenhoek

TYPE: elektr.  
volgens NEN 5140  
continue sondering

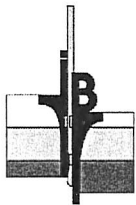
uitv.: PSS  
mat.: S3

sondering: D-18

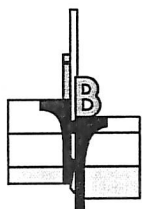
INPIJN-BLOKPOEL Ingenieursbureau

datum: 02-07-2007

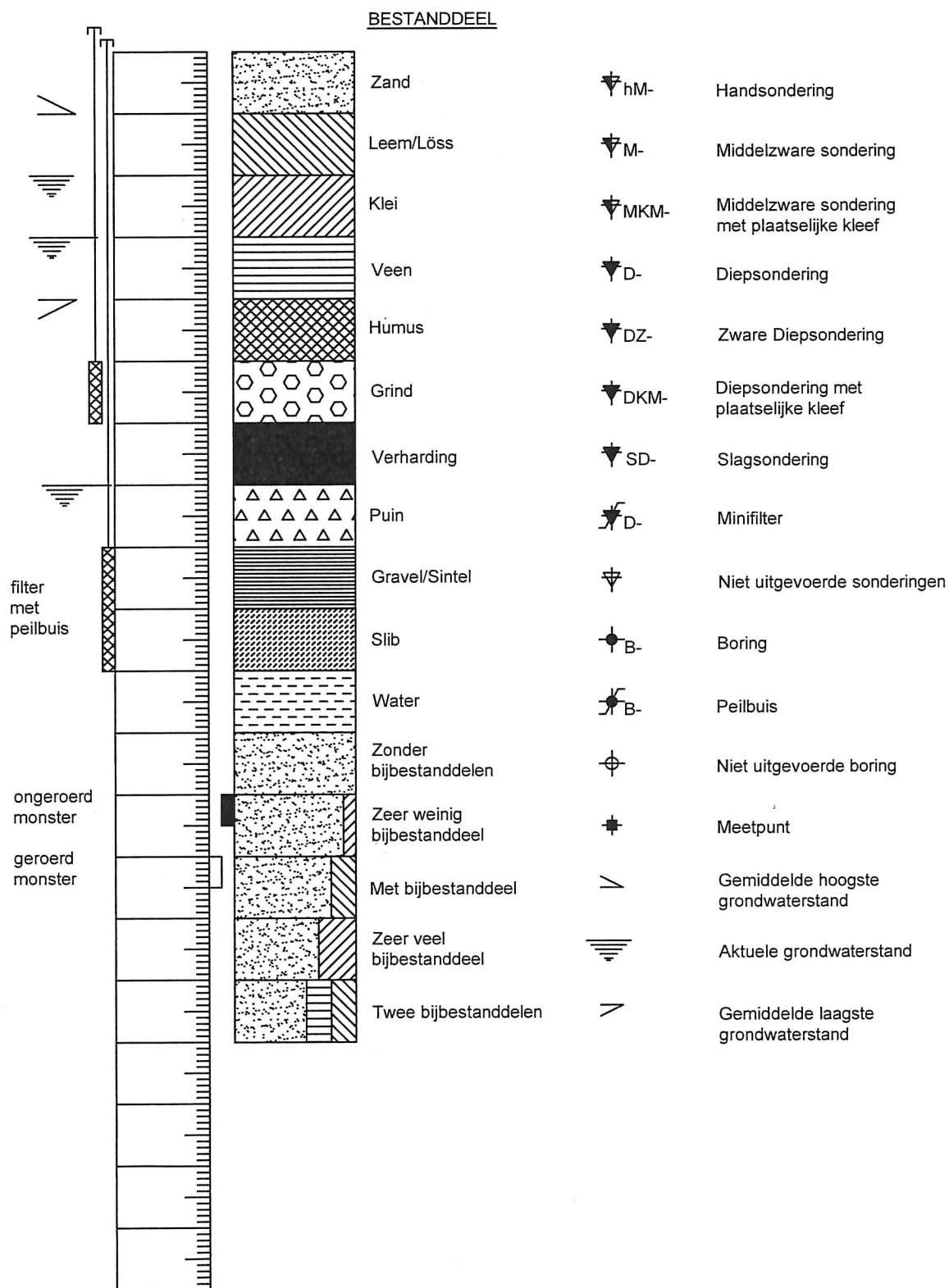
opdracht: VG-5182-C



## Bijlage D)

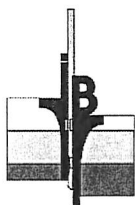


## VERKLARING CODERING



07-12-2004





## Bijlage E)

**Rekenwaarde maximale draagkracht in kN volgens NEN 6743 (gemiddeld)**

Paaltype : Avegaarpaal

Paalklassefactor punt	: $\alpha_p = 0,8$	Aantal palen	: $M = 1$
Paalvoetvormfactor	: $\beta = 1,0$	Aantal sonderingen	: $N = 12$
Paalvoetdwarsdoorsnedefactor	: $s = 1,0$	$\xi$ -factor	: $\xi = 0,83$
Paalklassefactor schacht	: $\alpha_s = 0,006$	Materiaalfactor	: $\gamma_{m;b4} = 1,25$
Geen negatieve kleef berekend			

**Projectlocatie A****paalafmeting 0,300 m**

Sondering nr.	Hoogte m.v. m tov NAP	Paalpunt m tov NAP	$P_{r,max;punt}$ in MPa	$F_{r,max;punt}$ in kN	$F_{r,max;schacht}$ in kN	$F_{r,max}$ in kN
D-06	13,36	8,00	12,5	884	77	960
D-09A	13,57	7,00	10,5	740	190	930
D-11	13,55	8,00	12,9	911	59	970
D-12A	13,43	8,00	11,8	834	118	952
D-14A	13,57	8,00	11,9	838	108	946
D-17	13,85	8,00	11,3	800	127	927

**paalafmeting 0,350 m**

Sondering nr.	Hoogte m.v. m tov NAP	Paalpunt m tov NAP	$P_{r,max;punt}$ in MPa	$F_{r,max;punt}$ in kN	$F_{r,max;schacht}$ in kN	$F_{r,max}$ in kN
D-06	13,36	8,00	12,4	1190	90	1280
D-09A	13,57	7,00	10,4	1004	222	1226
D-11	13,55	8,00	12,8	1236	69	1305
D-12A	13,43	8,00	11,7	1130	137	1267
D-14A	13,57	8,00	11,8	1137	126	1263
D-17	13,85	8,00	11,3	1084	148	1231

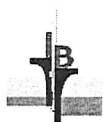
De volgende sonderingen zijn niet meegenomen in de berekening van de rekenwaarde van de maximale draagkracht in verband met een te gunstig invloed op het resultaat.

**paalafmeting 0,300 m**

Sondering nr.	Hoogte m.v. m tov NAP	Paalpunt m tov NAP	$P_{r,max;punt}$ in MPa	$F_{r,max;punt}$ in kN	$F_{r,max;schacht}$ in kN	$F_{r,max}$ in kN
D-03A	12,99	8,00	15,0	1060	105	1165
D-05A	11,73	8,00	15,0	1060	72	1132
D-08A	13,55	8,00	15,0	1060	116	1176
D-10A	13,57	7,00	15,0	1060	159	1220
D-13A	13,49	8,00	14,8	1049	120	1168
D-16	13,64	7,00	12,2	860	197	1057

**Toelichting**

Maximale puntweerstand	: $p_{r,max;punt} = 0.5 * \alpha_p * \beta * s * (0.5[q_{c,I;gem} + q_{c,II;gem}] + q_{c,III;gem})$ [NEN 6743 art. 5.3.3.1]
Maximale draagkracht punt	: $F_{r,max;punt} = A_p * p_{r,max;punt}$
Maximale schachtwrijvingskracht	: $F_{r,max;schacht} = O_p * \Delta L * \alpha_s * q_{c,z;a}$ [NEN 6743 art. 5.3.3.2]
Maximale draagkracht	: $F_{r,max} = F_{r,max;punt} + F_{r,max;schacht}$ [NEN 6743 art. 5.3.2.1]
Rekenwaarde maximale draagkracht	: $F_{r,max;d} = (F_{r,max;punt} + F_{r,max;schacht}) * \xi / \gamma_{m;b4}$ [NEN 6743 art. 5.2]
Rekenwaarde negatieve kleef	: $F_{s,nk;d} = F_{s,nk} * \gamma_{f,nk}$ [NEN 6743 art. 7.2, 7.3]
Rekenwaarde netto draagkracht	: $F_{r,netto} = F_{r,max;d} - F_{s,nk;d}$

**Rekenwaarde maximale draagkracht in kN volgens NEN 6743 (gemiddeld)**

Paaltype : Avegaarpaal

Paalklassefactor punt	: $\alpha_p = 0,8$	Aantal palen	: $M = 1$
Paalvoetvormfactor	: $\beta = 1,0$	Aantal sonderingen	: $N = 12$
Paalvoetdwarsdoorsnedefactor	: $s = 1,0$	$\xi$ -factor	: $\xi = 0,83$
Paalklassefactor schacht	: $\alpha_s = 0,006$	Materiaalfactor	: $\gamma_{m;b4} = 1,25$
Geen negatieve kleef berekend			

**paalafmeting 0,350 m**

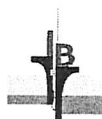
Sondering nr.	Hoogte m.v. m tov NAP	Paalpunt m tov NAP	$p_{r,max;punt}$ in MPa	$F_{r,max;punt}$ in kN	$F_{r,max;schacht}$ in kN	$F_{r,max}$ in kN
D-03A	12,99	8,00	15,0	1443	122	1565
D-05A	11,73	8,00	15,0	1443	84	1527
D-08A	13,55	8,00	15,0	1443	135	1578
D-10A	13,57	7,00	15,0	1443	186	1629
D-13A	13,49	8,00	14,8	1422	139	1562
D-16	13,64	7,00	12,0	1158	229	1388

**Rekenwaarde maximale draagkracht**

paalafmeting	: 0,300 m	0,350 m
$F_{r,max;gem;d}$	: 629	838
$F_{s,nk;d} *$	: 0	0
$F_{r,dnetto}$	: 629	838

**Toelichting**

Maximale puntweerstand	: $p_{r,max;punt} = 0,5 * \alpha_p * \beta * s * (0,5[q_{c,I;gem} + q_{c,II;gem}] + q_{c,III;gem})$ [NEN 6743 art. 5.3.3.1]
Maximale draagkracht punt	: $F_{r,max;punt} = A_p * p_{r,max;punt}$
Maximale schachtwrijvingskracht	: $F_{r,max;schacht} = O_p * \Delta L * \alpha_s * q_{c,z;a}$ [NEN 6743 art. 5.3.3.2]
Maximale draagkracht	: $F_{r,max} = F_{r,max;punt} + F_{r,max;schacht}$ [NEN 6743 art. 5.3.2.1]
Rekenwaarde maximale draagkracht	: $F_{r,max;d} = (F_{r,max;punt} + F_{r,max;schacht}) * \xi / \gamma_{m;b4}$ [NEN 6743 art. 5.2]
Rekenwaarde negatieve kleef	: $F_{s,nk;d} = F_{s,nk} * \gamma_{f,nk}$ [NEN 6743 art. 7.2, 7.3]
Rekenwaarde netto draagkracht	: $F_{r,dnetto} = F_{r,max;d} - F_{s,nk;d}$

**Rekenwaarde maximale draagkracht in kN volgens NEN 6743 (gemiddeld)**

Paaltype : Avegaarpaal

Paalklassefactor punt	: $\alpha_p = 0,8$	Aantal palen	: $M = 1$
Paalvoetvormfactor	: $\beta = 1,0$	Aantal sonderingen	: $N = 12$
Paalvoetdwarsdoersnedefactor	: $s = 1,0$	$\xi$ -factor	: $\xi = 0,83$
Paalklassefactor schacht	: $\alpha_s = 0,006$	Materiaalfactor	: $\gamma_{m;b4} = 1,25$
Geen negatieve kleef berekend			

**Projectlocatie B****paalafmeting 0,300 m**

Sondering nr.	Hoogte m.v. m tov NAP	Paalpunt m tov NAP	$p_{r,max;punt}$ in MPa	$F_{r,max;punt}$ in kN	$F_{r,max;schacht}$ in kN	$F_{r,max}$ in kN
D-15	13,66	8,00	8,7	616	126	742

**paalafmeting 0,350 m**

Sondering nr.	Hoogte m.v. m tov NAP	Paalpunt m tov NAP	$p_{r,max;punt}$ in MPa	$F_{r,max;punt}$ in kN	$F_{r,max;schacht}$ in kN	$F_{r,max}$ in kN
D-15	13,66	8,00	7,6	734	147	881

**Rekenwaarde maximale draagkracht**

paalafmeting	: 0,300 m	0,350 m
$F_{r,max;min;d}$	: 493	585
$F_{s,nk;d} *$	: 0	0
$F_{r,dnetto}$	: 493	585

**Toelichting**

Maximale puntweerstand	: $p_{r,max;punt} = 0.5 * \alpha_p * \beta * s * (0.5[q_{c,I;gem} + q_{c,II;gem}] + q_{c,III;gem})$ [NEN 6743 art. 5.3.3.1]
Maximale draagkracht punt	: $F_{r,max;punt} = A_p * p_{r,max;punt}$
Maximale schachtwrijvingskracht	: $F_{r,max;schacht} = O_p * \Delta L * \alpha_s * q_{c,z;a}$ [NEN 6743 art. 5.3.3.2]
Maximale draagkracht	: $F_{r,max} = F_{r,max;punt} + F_{r,max;schacht}$ [NEN 6743 art. 5.3.2.1]
Rekenwaarde maximale draagkracht	: $F_{r,max;d} = (F_{r,max;punt} + F_{r,max;schacht}) * \xi / \gamma_{m;b4}$ [NEN 6743 art. 5.2]
Rekenwaarde negatieve kleef	: $F_{s,nk;d} = F_{s,nk} * \gamma_{f,nk}$ [NEN 6743 art. 7.2, 7.3]
Rekenwaarde netto draagkracht	: $F_{r,dnetto} = F_{r,max;d} - F_{s,nk;d}$

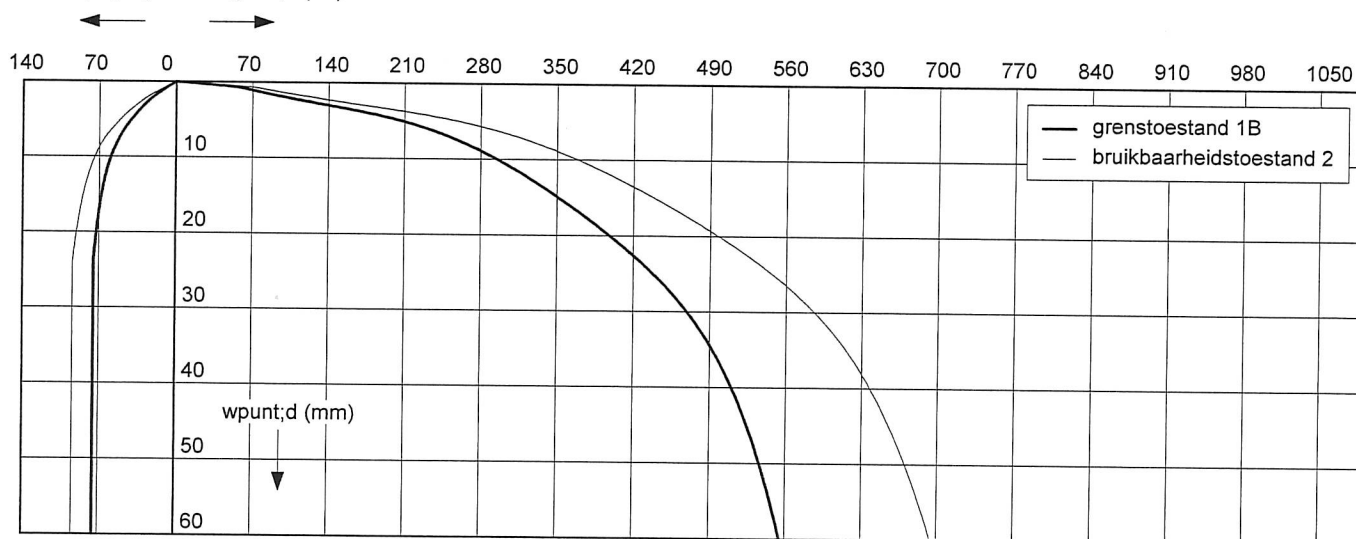


## Bepaling paalkopzakking volgens NEN 6743 art. 6

Paaltype : Avegaarpaal  
Sonderingen : Projectlocatie A  
Berekening  $w_2$  gebaseerd op sondering D-17

paalafmeting : 0,300 m

Fr; schacht; d (kN)      Fr;punt; d (kN)

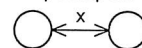


## Rekenwaarde grenstoestand 1B

$F_{s;d}$ kN	$w_{punt;d}$ mm	$w_{el;d}$ mm	$w_{1;d}$ mm	$w_{2;d}$ mm	$w_i;d$ mm
629	58,1	2,6	60,7	2,6	63,3
566	34,8	2,3	37,1	2,3	39,5
503	23,7	2,0	25,7	2,1	27,8
440	16,9	1,8	18,7	1,8	20,5
377	11,7	1,5	13,2	1,6	14,8
315	7,8	1,3	9,1	1,3	10,4
252	5,2	1,0	6,2	1,0	7,3
189	3,6	0,8	4,4	0,8	5,2
126	2,2	0,5	2,7	0,5	3,2
63	0,8	0,3	1,1	0,3	1,3

## Paalconfiguratie

2-paalspoer



hoh-afstand x : 3D m

## Bruikbaarheidstoestand 2

$F_s$ kN	$w_{punt}$ mm	$w_{el}$ mm	$w_1$ mm	$w_2$ mm	$w$ mm
484	12,4	1,6	14,0	2,0	16,0
435	9,6	1,5	11,1	1,8	12,9
387	7,6	1,3	8,9	1,6	10,5
339	5,8	1,1	6,9	1,4	8,3
290	4,7	1,0	5,7	1,2	6,9
242	3,7	0,8	4,5	1,0	5,5
194	2,9	0,7	3,6	0,8	4,4
145	2,0	0,5	2,5	0,6	3,1
97	1,1	0,3	1,4	0,4	1,8
48	0,5	0,2	0,7	0,2	0,9

## Toelichting

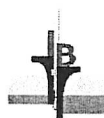
Paalbelasting	: $F_s$
Rekenwaarde negatieve kleef	: $F_{s;nk;d}$
Netto paalbelasting	: $F_{snetto} = F_s - F_{s;nk}$
Rekenwaarde zakking boveinde paal	: $w_{1;d} = w_{punt;d} + w_{el;d}$
Rekenwaarde samendrukking diepere lagen	: $w_{2;d}$
Rekenwaarde paalkopzakking	: $w_d = w_{1;d} + w_{2;d}$

[NEN 6743 art. 7]

[NEN 6743 art. 6.2]

[NEN 6743 art. 6.3]

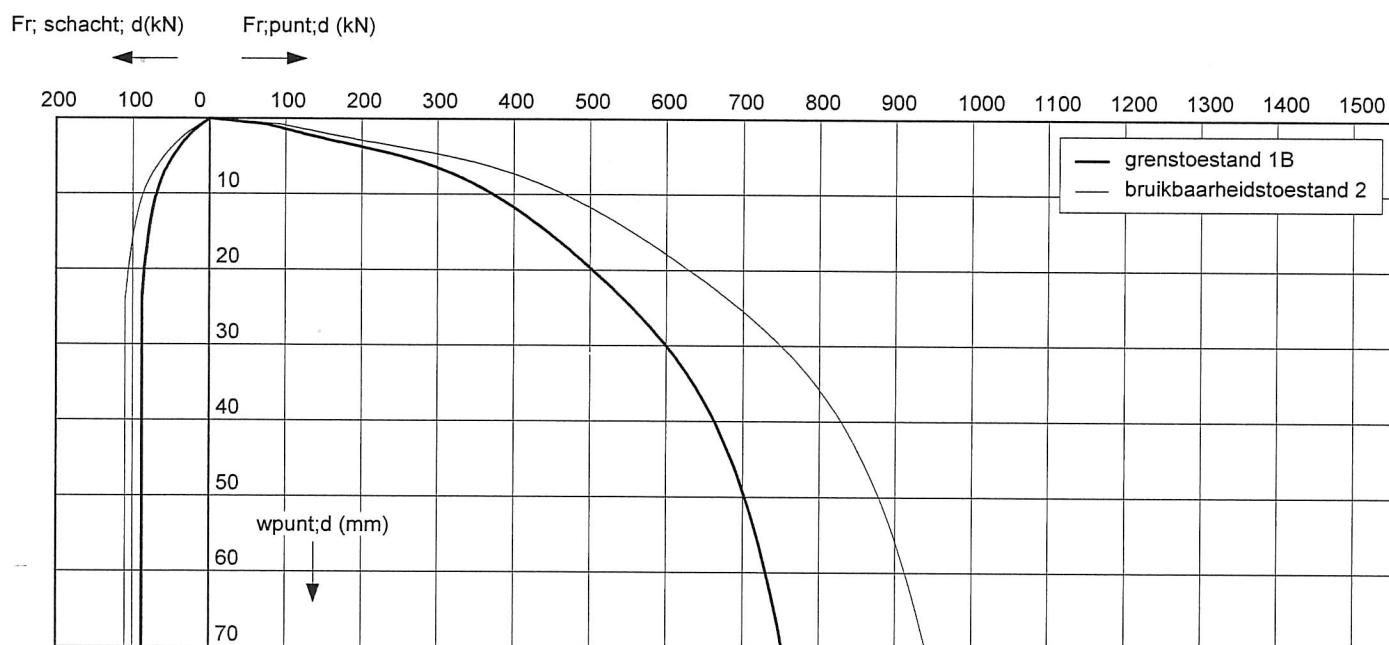
[NEN 6743 art. 6.1]



## Bepaling paalkopzakking volgens NEN 6743 art. 6

Paaltype : Avegaarpaal  
Sonderingen : Projectlocatie A  
Berekening  $w_2$  gebaseerd op sondering D-17

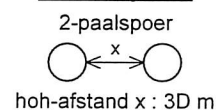
paalafmeting : 0,350 m



## Rekenwaarde grenstoestand 1B

$F_{s;d}$ kN	$w_{punt;d}$ mm	$w_{el;d}$ mm	$w_{1;d}$ mm	$w_{2;d}$ mm	$w_d$ mm
838	67,8	2,5	70,3	3,2	73,5
754	40,5	2,3	42,8	2,9	45,7
670	28,0	2,0	30,0	2,6	32,6
587	19,7	1,8	21,5	2,3	23,7
503	13,6	1,5	15,1	1,9	17,0
419	8,9	1,3	10,2	1,6	11,8
335	6,0	1,0	7,0	1,3	8,3
251	4,1	0,8	4,9	1,0	5,8
168	2,5	0,5	3,0	0,6	3,6
84	0,9	0,3	1,2	0,3	1,5

## Paalconfiguratie



## Bruikbaarheidstoestand 2

$F_s$ kN	$w_{punt}$ mm	$w_{el}$ mm	$w_1$ mm	$w_2$ mm	$w$ mm
645	14,4	1,6	16,0	2,5	18,5
580	11,2	1,4	12,6	2,2	14,9
516	8,6	1,3	9,9	2,0	11,9
451	6,8	1,1	7,9	1,7	9,7
387	5,3	1,0	6,3	1,5	7,7
322	4,2	0,8	5,0	1,2	6,2
258	3,2	0,6	3,8	1,0	4,8
193	2,3	0,5	2,8	0,7	3,5
129	1,2	0,3	1,5	0,5	2,0
64	0,6	0,2	0,8	0,2	1,0

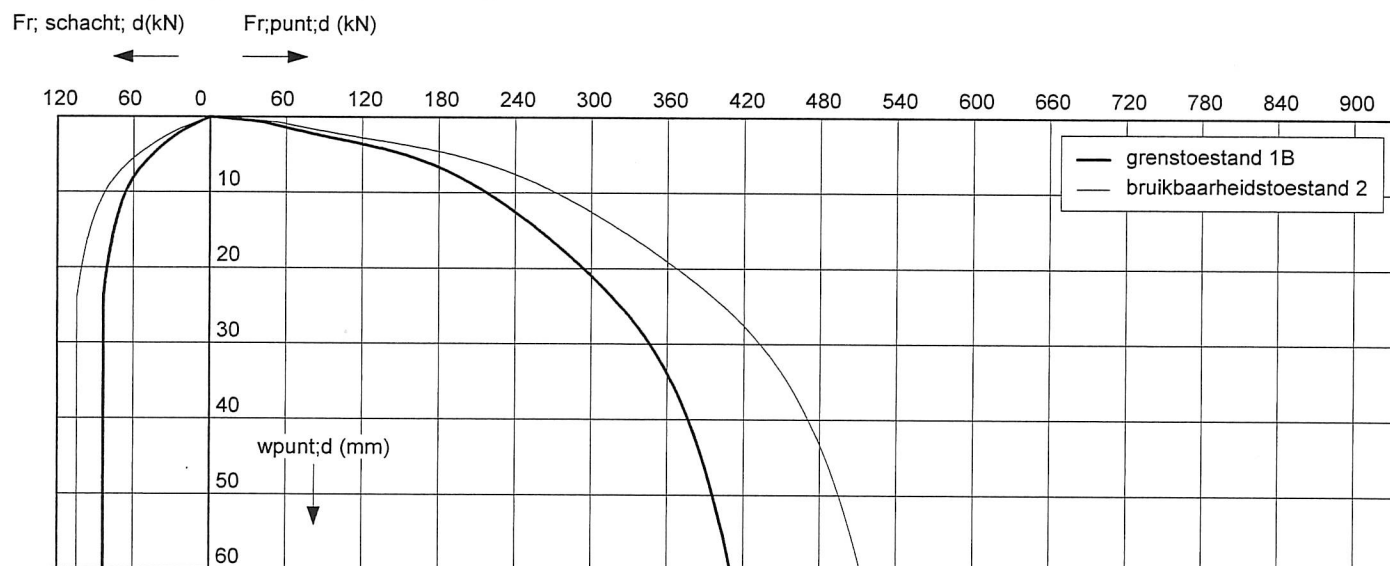
## Toelichting

Paalbelasting	: $F_s$	
Rekenwaarde negatieve kleef	: $F_{s;nk;d}$	[NEN 6743 art. 7]
Netto paalbelasting	: $F_{snetto} = F_s - F_{s;nk}$	
Rekenwaarde zakking bovineinde paal	: $w_{1;d} = w_{punt;d} + w_{el;d}$	[NEN 6743 art. 6.2]
Rekenwaarde samendrukking diepere lagen	: $w_{2;d}$	[NEN 6743 art. 6.3]
Rekenwaarde paalkopzakking	: $w_d = w_{1;d} + w_{2;d}$	[NEN 6743 art. 6.1]

**Bepaling paalkopzakking volgens NEN 6743 art. 6**

Paaltype : Avegaarpaal  
Sonderingen : Projectlocatie B  
Berekening  $w_2$  gebaseerd op sondering D-15

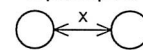
paalafmeting : 0,300 m

**Rekenwaarde grenstoestand 1B**

$F_{s;d}$ kN	$w_{punt;d}$ mm	$w_{el;d}$ mm	$w_{1;d}$ mm	$w_{2;d}$ mm	$w_d$ mm
493	58,1	2,0	60,1	4,1	64,2
444	33,5	1,8	35,3	3,7	39,0
394	22,9	1,6	24,5	3,3	27,8
345	16,4	1,4	17,8	2,9	20,7
296	11,0	1,2	12,2	2,5	14,7
247	7,4	1,0	8,4	2,1	10,4
197	5,1	0,8	5,9	1,6	7,5
148	3,5	0,6	4,1	1,2	5,3
99	2,1	0,4	2,5	0,8	3,3
49	0,8	0,2	1,0	0,4	1,4

**Paalconfiguratie**

2-paalspoer



hoh-afstand x : 3D m

**Bruikbaarheidstoestand 2**

$F_s$ kN	$w_{punt}$ mm	$w_{el}$ mm	$w_1$ mm	$w_2$ mm	$w$ mm
379	11,8	1,3	13,1	3,2	16,2
341	9,2	1,1	10,3	2,8	13,2
303	7,3	1,0	8,3	2,5	10,8
265	5,7	0,9	6,6	2,2	8,8
228	4,5	0,8	5,3	1,9	7,2
190	3,6	0,6	4,2	1,6	5,8
152	2,8	0,5	3,3	1,3	4,6
114	1,9	0,4	2,3	0,9	3,2
76	1,0	0,3	1,3	0,6	1,9
38	0,5	0,1	0,6	0,3	0,9

**Toelichting**

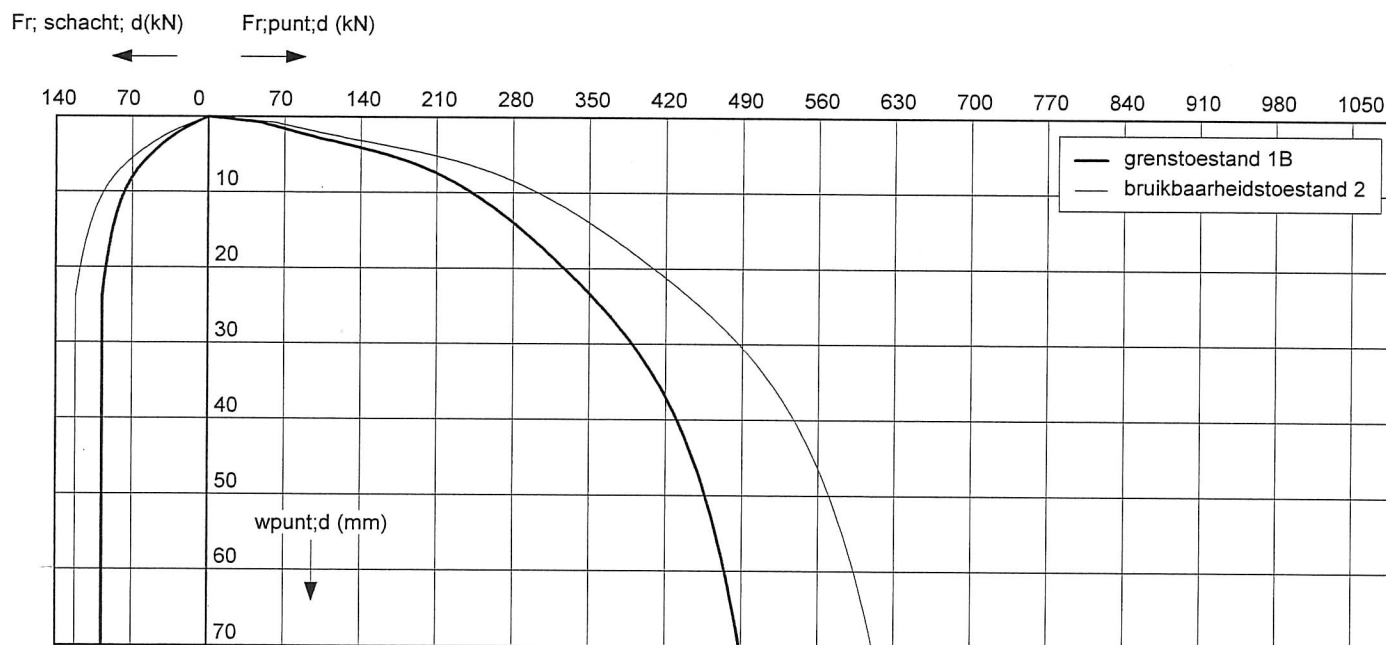
Paalbelasting	: $F_s$	
Rekenwaarde negatieve kleef	: $F_{s;nk;d}$	[NEN 6743 art. 7]
Netto paalbelasting	: $F_{snetto} = F_s - F_{s;nk}$	
Rekenwaarde zakking bovineinde paal	: $w_{1;d} = w_{punt;d} + w_{el;d}$	[NEN 6743 art. 6.2]
Rekenwaarde samendrukking diepere lagen	: $w_{2;d}$	[NEN 6743 art. 6.3]
Rekenwaarde paalkopzakking	: $w_d = w_{1;d} + w_{2;d}$	[NEN 6743 art. 6.1]



**Bepaling paalkopzakking volgens NEN 6743 art. 6**

Paaltype : Avegaarpaal  
Sonderingen : Projectlocatie B  
Berekening  $w_2$  gebaseerd op sondering D-15

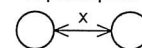
paalafmeting : 0,350 m

**Rekenwaarde grenstoestand 1B**

$F_{s;d}$ kN	$w_{punt;d}$ mm	$w_{el;d}$ mm	$w_{1;d}$ mm	$w_{2;d}$ mm	$w_d$ mm
585	67,8	1,7	69,5	4,2	73,7
527	39,0	1,6	40,6	3,8	44,3
468	26,3	1,4	27,7	3,3	31,0
410	18,4	1,2	19,6	2,9	22,5
351	12,5	1,0	13,5	2,5	16,0
293	8,3	0,9	9,2	2,1	11,3
234	5,6	0,7	6,3	1,7	8,0
176	4,0	0,5	4,5	1,3	5,8
117	2,3	0,3	2,6	0,8	3,5
59	0,9	0,2	1,1	0,4	1,5

**Paalconfiguratie**

2-paalspoer



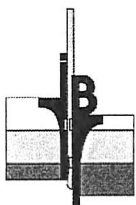
hoh-afstand x : 3D m

**Bruikbaarheidstoestand 2**

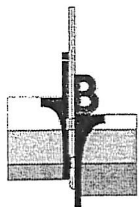
$F_s$ kN	$w_{punt}$ mm	$w_{el}$ mm	$w_1$ mm	$w_2$ mm	$w$ mm
450	13,3	1,1	14,4	3,2	17,6
405	10,3	1,0	11,3	2,9	14,2
360	8,1	0,9	9,0	2,6	11,6
315	6,4	0,8	7,2	2,3	9,4
270	5,1	0,7	5,8	1,9	7,7
225	4,0	0,5	4,5	1,6	6,2
180	3,1	0,4	3,5	1,3	4,8
135	2,1	0,3	2,4	1,0	3,4
90	1,2	0,2	1,4	0,6	2,1
45	0,6	0,1	0,7	0,3	1,0

**Toelichting**

Paalbelasting	: $F_s$	
Rekenwaarde negatieve kleef	: $F_{s,nk;d}$	[NEN 6743 art. 7]
Netto paalbelasting	: $F_{snetto} = F_s - F_{s,nk}$	
Rekenwaarde zakking bovineinde paal	: $w_{1;d} = w_{punt;d} + w_{el;d}$	[NEN 6743 art. 6.2]
Rekenwaarde samendrukking diepere lagen	: $w_{2;d}$	[NEN 6743 art. 6.3]
Rekenwaarde paalkopzakking	: $w_d = w_{1;d} + w_{2;d}$	[NEN 6743 art. 6.1]



## Bijlage F)



## **ALGEMENE RICHTLIJNEN UITVOERING AVEGAARPALEN** (gebaseerd op NEN 6740)

### Controle uitgangspunten

Bij de uitvoering moet gecontroleerd worden:

- de relatie tussen: maaiveldhoogte, bouwpeil en Ref/NAP;
- diameter avegaar en te realiseren paallengte.

### Naastliggende gebouwen

Voorzover het in het advies niet aan de orde is gesteld, dient te worden nagegaan of de palen gemaakt kunnen worden zonder risico's voor de belendingen. Hiertoe is informatie noodzakelijk omtrent de constructieve opbouw van deze belendingen, incl. de funderingswijze. Daarnaast is de bouwkundige staat, waarin de panden zich bevinden, van belang.

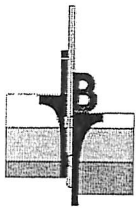
### Uitvoering

- Op de avegaar moet een markering worden aangebracht waaruit de juiste paallengte kan worden afgeleid.
- De eerste paal dient bij voorkeur nabij een sondering te worden gemaakt.
- Het inboren moet geleidelijk geschieden met zo min mogelijk opwaarts grondtransport. Derhalve dient de boormotor voldoende vermogen te leveren opdat een zo gering mogelijke schraapfactor wordt verkregen.
- De schraapfactor is de waarde van het aantal omwentelingen van de boor, nodig om de boor over de lengte van eenmaal de spoed te doen zakken. Als indicatie geldt dat een schraapfactor van 2 à 3 veelal voldoet.
- Zodra de avegaar op diepte is en gevuld is met beton onder voldoende overdruk mag, indien nodig, deze avegaar maximaal 0,1 meter worden gelicht om het deksel te lossen.
- De spiraalboor behoort tijdens het trekken of dezelfde draairichting te hebben als bij het boren of stil te staan.
- De betondruk moet gemeten en continu geregistreerd worden. Bij het meten aan de bovenzijde van de avegaar zal tijdens het trekken een continue overdruk van 10-20 kN/m<sup>2</sup> over het algemeen voldoende zijn. Bij toepassing van een avegaar met grote binnenbuisdiameter (type buis-schroefpaal) dient de buis tot tenminste het werkniveau met beton gevuld te zijn.
- Geadviseerd wordt de verwerkte hoeveelheid beton na het vervaardigen van een serie palen te vergelijken met de berekende inhoud.
- Aan de hand van de opgeboorde grond ter plaatse van de punt wordt inzicht verkregen in grondsoort ter hoogte van het gekozen paalpuntniveau. Deze grond moet overeenkomen met hetgeen kan worden afgeleid uit het grondonderzoek.
- Horizontale belastingen op de palen, door b.v. het verplaatsen van de stelling in de bouwput en/of ontgraven van de bouwput, dienen te worden vermeden in verband met kans op het ontstaan van schade aan de palen. Dit geldt vooral bij gedeeltelijk gewapende palen.
- Let op: in beginsel dienen de palen gemaakt te worden vanaf een zodanig werkniveau dat er geen potentiaalsprong is tussen de freatische grondwaterspiegel en de stijghoogte van het grondwater in dieper gelegen watervoerende lagen.
- De avegaar dient voordat met het boren wordt begonnen te worden gecontroleerd op de rechtstand, dan wel op de juiste schoorstand indien dit op het palenplan is aangegeven

### Paalafstanden

Wanneer twee palen onmiddellijk na elkaar worden vervaardigd, moet de onderlinge h.o.h. afstand tenminste vier maal de paaldiameter bedragen, met een minimum van 2 meter. Een kleinere afstand is toegestaan, indien de tijd tussen het maken van de eerste en de tweede paal zodanig lang is dat de eerst gemaakte paal voldoende is verhard (minstens 4 uur). Tijdens de uitvoering van de palen moet het niveau van de specie in de reeds gemaakte naburige paal worden gecontroleerd.

- Vervolg zie blad A2 -



Wanneer er nazakking of oppersing wordt geconstateerd, moet een andere uitvoeringsvolgorde of een langere verhardingstijd worden gekozen. De paal waarbij oppersing of de nazakking is geconstateerd, moet, indien geen vervangende paal wordt gemaakt, na verharding worden gecontroleerd.

#### Controle (doormeten)

Door middel van akoestisch doormeten kan de kwaliteit van de avegaarpalen door ons bureau worden beoordeeld. Deze metingen kunnen worden uitgevoerd vanaf 5 dagen na de productie van de palen. De meetgegevens geven informatie over o.a.:

- discontinuïteiten, zoals scheuren en insnoeringen;
- paalbreuk;
- paallengte;
- kwaliteit paalkop.

#### Vastlegging uitvoeringgegevens

In een rapport dienen tenminste de volgende gegevens te worden vastgelegd:

- Paaltype en wapening.
- Paallengte en schachtafmeting.
- Werkniveau t.o.v. Ref/NAP
- Bereikt paalpuntniveau t.o.v. Ref/NAP
- Boorvolgorde met data.
- Vermogen boormotor (oliedruk, toerental).
- Schraapfactor.
- Drukstaten en plaats van meting.
- Specieverbruik/mixerwissel.
- Treksnelheid.
- Bijzonderheden tijdens uitvoering.

#### Algemeen

Voor meer algemene richtlijnen wordt verwezen naar de voornorm NVN 6724 en de BRL-2356/01, bijlage A/B; "in de grond gevormde palen-avegaarpalen/buisschroefpalen". Verder kunnen gemeenten aanvullende en/of afwijkende eisen stellen ten aanzien van het ontwerp en de uitvoering van avegaarpalen.

#### Milieu

Er wordt op gewezen dat milieu-aspecten mede met betrekking tot eventuele aan- en afvoer van grond en lozing van grondwater niet binnen het kader van deze opdracht vallen.

