

GRONDONDERZOEK EN FUNDERINGSADVIES
T.B.V. EEN CLUBGEBOUW
VOOR HOLLANDIA
TE HOORN

98.1713



g0-3606

HIN - B - 141

Opdrachtgever: Ooms Avenhorn B.V.
Postbus 1
1633 AZ AVENHORN

Constructeur: Ing. A.J. v.d. Spek
Paltrokmolen 41
1444 GM PURMEREND

Bijlagen: legenda
situatietekening 98.1713 B
sonderingen D1 t/m DKM5
boorstaat HB1

Datum: 16 december 1998



INLEIDING

Op 10 juli 1998 ontving Lankelma Geotechniek B.V. van Ing. A.J. v.d. Spek te Purmerend namens Ooms Avenhorn B.V. te Avenhorn de opdracht een grondonderzoek uit te voeren en een funderingsadvies uit te brengen ten behoeve van een nieuw te bouwen clubgebouw voor Hollandia te Hoorn.

Dit rapport bevat de resultaten van het uitgevoerde grondonderzoek. Tevens is conform de normen NEN 6740 en NEN 6743 een voorontwerpadvies voor de fundering opgesteld.

GRONDONDERZOEK

Het grondonderzoek dat ten behoeve van dit project op 13 juli en 1 december 1998 in 2 fases is uitgevoerd, heeft bestaan uit 5 diepsonderingen, waarvan 3 met meting van de plaatselijke wrijving.

De sondeerresultaten zijn ten opzichte van N.A.P. weergegeven op de grafieken D1 t/m DKM5.

Tijdens de uitvoering van de sonderingen met code D is alleen de conusweerstand continu gemeten met een elektrische conus. Bij de sonderingen met code DKM is naast de conusweerstand tevens de plaatselijke wrijving gemeten met een elektrische kleefmantelconus. Bij deze sonderingen is op de sondeergrafiek ook het wrijvingsgetal (verhouding plaatselijke wrijving/conusweerstand in procenten) gepresenteerd, hetgeen een goede indicatie geeft van de aangetroffen grondsoorten. Uitgaande van de in Nederland voorkomende grondsoorten onder de grondwaterstand, kan voor metingen met een elektrische kleefmantelconus ter indicatie de volgende relatie worden aangehouden:

- wrijvingsgetal van 0,5 à 2% : zand;
- wrijvingsgetal van 2 à 5% : klei;
- wrijvingsgetal van 5 à 10% : veen.

Bij sondering DKM5 werd met behulp van een handboring de toplaag geclassificeerd en werd tevens de grondwaterstand gemeten. De resultaten zijn weergegeven op de boorstaat van HB1.

De sonderingen zijn uitgevoerd conform NEN 3680 met een sondeerwagen, waarin een 200 kN sondeerapparaat is ingebouwd.

De locaties van de sondeerpunten zijn weergegeven op de situatietekening (bijlage 98.1713B), die is gebaseerd op een door de constructeur verstrekte tekening.

Het uitzetten en waterpassen van de sondeerpunten werd door Lankelma Geotechniek B.V. verzorgd.

BODEMGESTELDHEID

Ten tijde van het grondonderzoek varieerde de maaiveldhoogte ter plaatse van de sondeerpunten van 0,72 m + N.A.P. (sondering D3) tot 0,77 m + N.A.P. (sondering D1).

Op basis van de sondeerresultaten, waaronder de metingen van de plaatselijke wrijving, is de volgende globale bodembeschrijving opgesteld:

<u>diepte in m t.o.v. N.A.P.</u>	<u>bodembeschrijving</u>
maaiveld tot ca. 3,50-	- ophoging bestaande uit zand
van ca. 3,50- tot ca. 10,50-	- samendrukbare klei- en/of veenlagen
van ca. 10,50- tot ca. 22,00-	- zand en kleihoudend zand
van ca. 22,00- tot ca. 23,00-	- klei
van ca. 23,00- tot ca. 25,00-	- zand
van ca. 25,00- tot maximaal verkende diepte	- klei en kleihoudend zand

De teruggangen in conusweerstand zijn vermoedelijk het gevolg van klei- en/of silthoudend, dan wel losgepakt zand.

De grondwaterstand is tijdens het grondonderzoek nabij sondering DKM5 aangetroffen op ca. 0,10 m – maaiveld (= ca. 0,65 m + N.A.P.). Dit is een éénmalige waarneming (d.d. 13 juli 1998). De grondwaterstand kan onder invloed van de weersgesteldheid en de seizoenen fluctueren.

PROJECTOMSCHRIJVING

Het bouwplan bestaat uit de nieuwbouw van een clubgebouw voor Hollandia te Hoorn.

De globale afmetingen van het gebouw zijn ca. 15 x 45 meter.

Ten aanzien van Peil is uitgegaan van ca. maaiveld. De locatie zal plaatselijk, langs de buitenzijde van de bebouwing, tot ca. 2,50 m worden opgehoogd.

Het bouwwerk zal op palen worden gefundeerd.

De ontwerpgegevens voor het bouwwerk volgens opgave van de constructeur:

- de Geotechnische Categorie (NEN 6740, 6.2) : GC 2
- aanname stijfheid gebouw : niet stijf
- rekenwaarden voor de paalbelastingen ($F_{s;d}$) : tot ca. 500 kN

In overleg met de constructeur is, rekening houdend met de bodemgesteldheid en de optredende belastingen, uitgegaan van voorgespannen betonpalen, in diverse afmetingen.

EISEN TEN AANZIEN VAN STABILITEIT EN VERVORMINGEN (NEN 6740,5)

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

- De uiterste grenstoestand waarbij op de grens tussen de constructie en de grond een bezwijkmechanisme optreedt (grenstoestand type 1 A); hiervoor moet worden getoetst of de rekenwaarde voor de belasting kleiner is dan de rekenwaarde van het paal draagvermogen ($F_{s;d} \leq F_{r;d}$).
- De uiterste grenstoestand, waarbij dusdanige vervormingen in de geotechnische constructie optreden, dat niet meer wordt voldaan aan de eisen van de veiligheid met betrekking tot de bouwconstructie (type 1 B).

Hiervoor moet worden getoetst of de paalkopzakking ten gevolge van de totale belasting (de rekenwaarde voor de paalkopbelasting plus de negatieve kleef) kleiner is dan de maximaal toelaatbare zakking, $W_d \leq W_{req}$ (zakings-eis). Aan deze zakings-eis wordt meestal voldaan als wordt voldaan aan $F_{s;d} + F_{s;nk;d} \leq F_{r;d}$ (sterkte-eis).

- De bruikbaarheidsgrenstoestand, waarbij de vervormingen leiden tot verlies aan bruikbaarheid, schade of hoge onderhoudskosten (grenstoestand type 2).

Wanneer negatieve kleef optreedt, is de sterkte-eis voor grenstoestand 1B altijd maatgevend ten opzichte van grenstoestand 1A. Grenstoestand 1A hoeft in dit geval niet te worden getoetst.

In de meest voorkomende situaties zal, als aan de sterkte-eis wordt voldaan, de paalkopzakking relatief gering zijn. Door deze relatief geringe paalkopzakkingen wordt tevens voldaan aan de vervormings-eisen voor de uiterste grenstoestand (type 1B) en de bruikbaarheidsgrenstoestand (type 2).

De toetsing in dit rapport heeft derhalve betrekking op de sterkte-eis behorend bij grenstoestand 1B.

UITGANGSPUNTEN EN BEREKENINGSMETHODEN

In het onderstaande zullen de uitgangspunten en berekeningsmethoden voor het bepalen van de negatieve kleeft en het paal draagvermogen nader worden toegelicht. Een voorbeeldberekening van de negatieve kleeft en de draagkracht van de palen is in dit rapport opgenomen.

Bepaling van de rekenwaarde van de negatieve kleeft

Voor dit project is rekening gehouden met het optreden van negatieve kleeft langs de paalschachten in de samendrukbare lagen tot een diepte van ca. 10,5 m – N.A.P.

De representatieve waarde voor de negatieve kleeft ($F_{s,nk;rep}$) is bepaald volgens NEN 6743, 7. De rekenwaarde ($F_{s,nk;d}$) wordt bepaald met behulp van de partiële factor ($\gamma_{f,nk}$) zoals vermeld in NEN 6740, 11.5.1.

$$F_{s,nk;d} = \gamma_{f,nk} \cdot F_{s,nk;rep}$$

Voor de bepaling van de uiterste grenstoestand 1 B is deze factor $\gamma_{f,nk} = 1,4$ (rekening houdend met een omslagpunt).

De rekenwaarde van de negatieve kleeft voor dit project bedraagt tenminste ca. 172 kN/m¹ omtrek.

Deze waarde is verwerkt in de paal draagvermogens zoals weergegeven in de tabel van bijlage 1.

Ter plaatse van de ophoging langs de buitenzijde van de bebouwing dient bovenstaande waarde met 38 kN/m¹ omtrek te worden verhoogd.

Deze laatste waarde is niet verwerkt in de paal draagvermogens zoals weergegeven in de tabel van bijlage 1.

Bepaling van de maximale draagkracht van een paal

De maximale draagkracht van de paal kan op basis van het resultaat van sondering i is bepaald conform NEN 6743, 5.3.3:

$$F_{r,max;i} = F_{r,max;i;punt;i} + F_{r,max;schacht;i}$$

waarin:

$F_{r,max;i}$	=	maximale draagkracht van de paal bij sondering i (kN)
$F_{r,max;punt;i}$	=	maximale draagkracht van de paalpunt bij sondering i (kN)
$F_{r,max;schacht;i}$	=	maximale schachtwrijvingskracht bij sondering i (kN)

Voor verdere uitwerking van deze formules, de berekening van de beide componenten en de bepaling van de diverse factoren (α_p , β , s en α_s), welke noodzakelijk zijn voor de berekening van de draagkracht, wordt verwezen naar de voorbeeldberekening die in dit rapport is opgenomen.

De positieve schachtwrijving wordt ontleend aan de zandige lagen beneden ca. 20,00 m – N.A.P.

Bepaling van de representatieve waarde van de draagkracht

Voor de bepaling van de representatieve waarde van de maximale draagkracht van een paal kan worden uitgegaan van één van de volgende situaties:

- A. Palen onder een niet-stijf bouwwerk of een gedeelte daarvan.
- B. Palen onder een stijf bouwwerk of een gedeelte daarvan.

Daarnaast zijn het aantal sonderingen (N) dat voldoet aan het in NEN 6743, 5.3.2.1 gestelde criterium en, in situatie B, het aantal palen (M) onder het beschouwde deel van het bouwwerk van belang.

Situatie A wordt nader uitgewerkt.

A. Palen onder een niet-stijf bouwwerk of een gedeelte daarvan

De representatieve waarde van de draagkracht van een paal wordt bepaald met de volgende formules:

$$F_{r,max;rep} = \xi_{1;N} * F_{r,max;min} \quad (\text{voor aantal sonderingen } N \leq 3).$$

$$F_{r,max;rep} = \xi_{1;N} * F_{r,max;gem} \quad (\text{voor aantal sonderingen } N > 3).$$

waarin:

$F_{r,max;rep}$ = de representatieve waarde van de maximale draagkracht van een paal.

$F_{r,max;min}$ = de laagste waarde van de maximale draagkracht van een paal bij de over het beschouwde deel van de bouwplaats verdeelde sonderingen.

$F_{r,max;gem}$ = de gemiddelde waarde van de maximale draagkracht van een paal, bepaald door het gemiddelde uit te rekenen van $F_{r,max}$ van N sonderingen.

$\xi_{1;N}$ = factor, afhankelijk van het aantal sonderingen (N)
(bepaald volgens NEN 6743, 5.3.2.1, Tabel 1).

In het geval van geheide palen is gebruik van de volgende formule toegestaan:

$$F_{r,max;rep,i} = 0,75 * F_{r,max,i}$$

waarin:

$F_{r,max;rep,i}$ = de representatieve waarde van de maximale draagkracht van een paal in het gebied van sondering i.

$F_{r,max,i}$ = de maximale draagkracht voor het gekozen paalpuntniveau uit sondering i, waarbij $F_{r,max,i}$ (voor sondering i) mag worden gebruikt mits door middel van kalenderen wordt aangetoond dat sondering i voldoet voor alle palen in dat gebied.

Bepaling van de rekenwaarde voor de maximale draagkracht

De rekenwaarde voor de maximale draagkracht van een paal ($F_{r,max;d}$) wordt bepaald met:

$$F_{r,max;d} = F_{r,max;rep} / \gamma_{m;b;4}$$

waarin:

$\gamma_{m;b;4}$ = materiaalfactor voor het berekenen van op druk belaste palen uit sonderingen volgens NEN 6740, 8.9, die conform Tabel 3 de waarde 1,25 heeft.

TOETSING

Zoals eerder aangegeven, wordt de sterkte-eis behorend bij de uiterste grenstoestand 1B getoetst:

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

In verband met het optreden van negatieve kleeft is de formule omgewerkt tot:

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

zodat de toetsing van de draagkracht eenvoudiger is uit te voeren.

In de tabel van bijlage 1 is voor alle sonderingen de maximaal toe te laten rekenwaarde voor de paalbelasting ($F_{r;d} - F_{s;nk;d}$) weergegeven. Indien de rekenwaarde voor de paalbelasting kleiner is dan de in deze tabel gepresenteerde waarde, wordt voldaan aan de bovenstaande sterkte-eis voor de uiterste grenstoestand (type 1B). Tevens zal dan, in de meest voorkomende situaties, ook worden voldaan aan de vervormings-eis voor de uiterste grenstoestand (type 1B) en de bruikbaarheidsgrenstoestand (type 2).

De feitelijke toetsing van de vervormingen, voor zowel grenstoestand type 1B als type 2, zal echter door de constructeur moeten worden uitgevoerd.

De te hanteren veerconstanten voor de paalkopverplaatsingen zijn in de volgende paragraaf nader uitgewerkt.

Bepaling van de paalkopzakking

Met het computerprogramma Geopaal is de rekenwaarde van de zakking van de paalkop ($w_{1;d} = w_{punt;d} + w_{el;d}$) berekend. De zakking van de paalpunt ($w_{punt;d}$) is bepaald met het paalpuntgedrag en de ontwikkeling van de positieve wrijving conform de diagrammen die in NEN 6743, 6.2.1. zijn weergegeven. De elastische verkorting van de paal ($w_{el;d}$) is berekend conform NEN 6743, 6.2.2. De berekening is uitgevoerd voor een paal $\square 290 \times 290$ mm ter plaatse van de sondering D1 en geldt als indicatie. Het resultaat van de berekeningen is als bijlage aan dit rapport toegevoegd.

Opgemerkt wordt dat palen die grondmechanisch niet worden uitgenut stijver reageren dan palen die grondmechanisch wel worden uitgenut. Dit kan voorkomen bij palen die om praktische redenen op een niveau met een hogere draagkracht worden gefundeerd dan noodzakelijk is om aan de eisen te voldoen.

UITVOERING HEIWERK

Het heiwerk van de voorgestelde palen kan worden uitgevoerd met een dieselblok van het onderstaande of gelijkwaardige typen:

- □ 290 mm : Delmag D36-32/33;
- □ 320 mm : Delmag D36-32/33.

Hierbij is er van uitgegaan dat de palen tot de diepere niveaus worden weggeheid.

Bij toepassing van meerdere paaltypen verdient het gebruik van een regelbaar dieselblok de voorkeur. De stand van het energieniveau dient te worden afgestemd op het toegepaste paalttype en het paalpuntniveau.

Bij een verschil in paalpuntniveau tussen de sonderingen wordt aanbevolen het heiwerk aan te vangen bij het diepst voorgeschreven niveau en vervolgens van "laag naar hoog" te heien. Van elke paal dienen de kalenders over tenminste de laatste 2,50 m en het bereikte paalpuntniveau te worden vastgelegd.

Heien naast belendingen

Teneinde de kans op schade aan de belendingen tijdens het heien te beperken, wordt geadviseerd om:

- een dagmaat tussen de te heien palen en de palen onder de belendingen van 4 à 5 maal de grootste paaldiameter aan te houden;
- het heiwerk te beginnen met de palen direct naast de belending en vervolgens van de belending af ("van buiten naar binnen") te heien;
- het paalpuntniveau van de te heien palen niet dieper te kiezen dan het paalpuntniveau van de palen onder de belending.

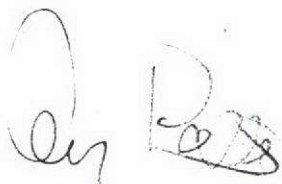
Bij implementatie van bovenstaande punten wordt verwacht dat geen schade aan en/of zettingen van de belendingen zullen optreden.

Heibegleiding

Gezien de variabele bodemgesteldheid en het belang van een betrouwbare fundering voor het bouwwerk is deskundig toezicht tijdens het heiwerk noodzakelijk.

Over heibegleiding geven wij u op verzoek graag nadere informatie.

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



Zuidoostbeemster, 16 december 1998

Lankelma Geotechniek B.V.

Rapport opgesteld door:

Ing. A.E.J. Potter
Senior adviseur

Ir. A.L. Radersma
Hoofd geotechniek

Legenda (conform NEN 5104)

grind

	Grind, siltig
	Grind, zwak zandig
	Grind, matig zandig
	Grind, sterk zandig
	Grind, uiterst zandig

zand

	Zand, kleiig
	Zand, zwak siltig
	Zand, matig siltig
	Zand, sterk siltig
	Zand, uiterst siltig

veen

	Veen, mineraalarm
	Veen, zwak kleiig
	Veen, sterk kleiig
	Veen, zwak zandig
	Veen, sterk zandig

klei

	Klei, zwak siltig
	Klei, matig siltig
	Klei, sterk siltig
	Klei, uiterst siltig
	Klei, zwak zandig
	Klei, matig zandig
	Klei, sterk zandig

leem

	Leem, zwak zandig
	Leem, sterk zandig

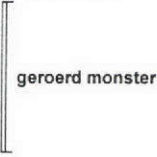
overige toevoegingen

	zwak humeus
	matig humeus
	sterk humeus
	zwak grindig
	matig grindig
	sterk grindig

peilbuis



monsters



overig

	bijzonder bestanddeel
	grondwaterstand tijdens boren
	maaiveldtype c.q. textuur afwezig
	Slib

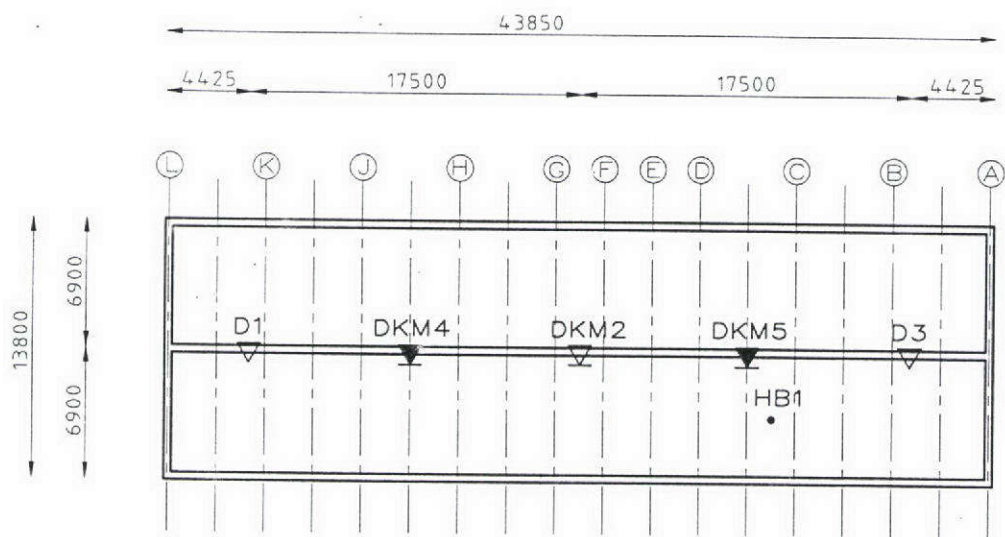
geur

	zwakke geur
	matige geur
	sterke geur
	uiterste geur

olie

	zwakke olie-water reactie
	matige olie-water reactie
	sterke olie-water reactie
	uiterste olie-water reactie

HOOFDVELD



LEGENDA

▼	Diepsondering
▼	Diepsondering met plaatselijke wrijving
▽	Eerder uitgevoerd
●	Boring
●	Peilbuis

Gewijzigd: 2-12-98

Getekend: M.H.

Schaal: 1: 400

Datum: 1-12-98

Werkno.: 98.1713 b

ANKELMA



OTECHNIEK BV

ABC 5
(CLUBGEBOUW HOLLANDIA)
HOORN

SITUATIE



Werknummer 1713

Volgnummer 001

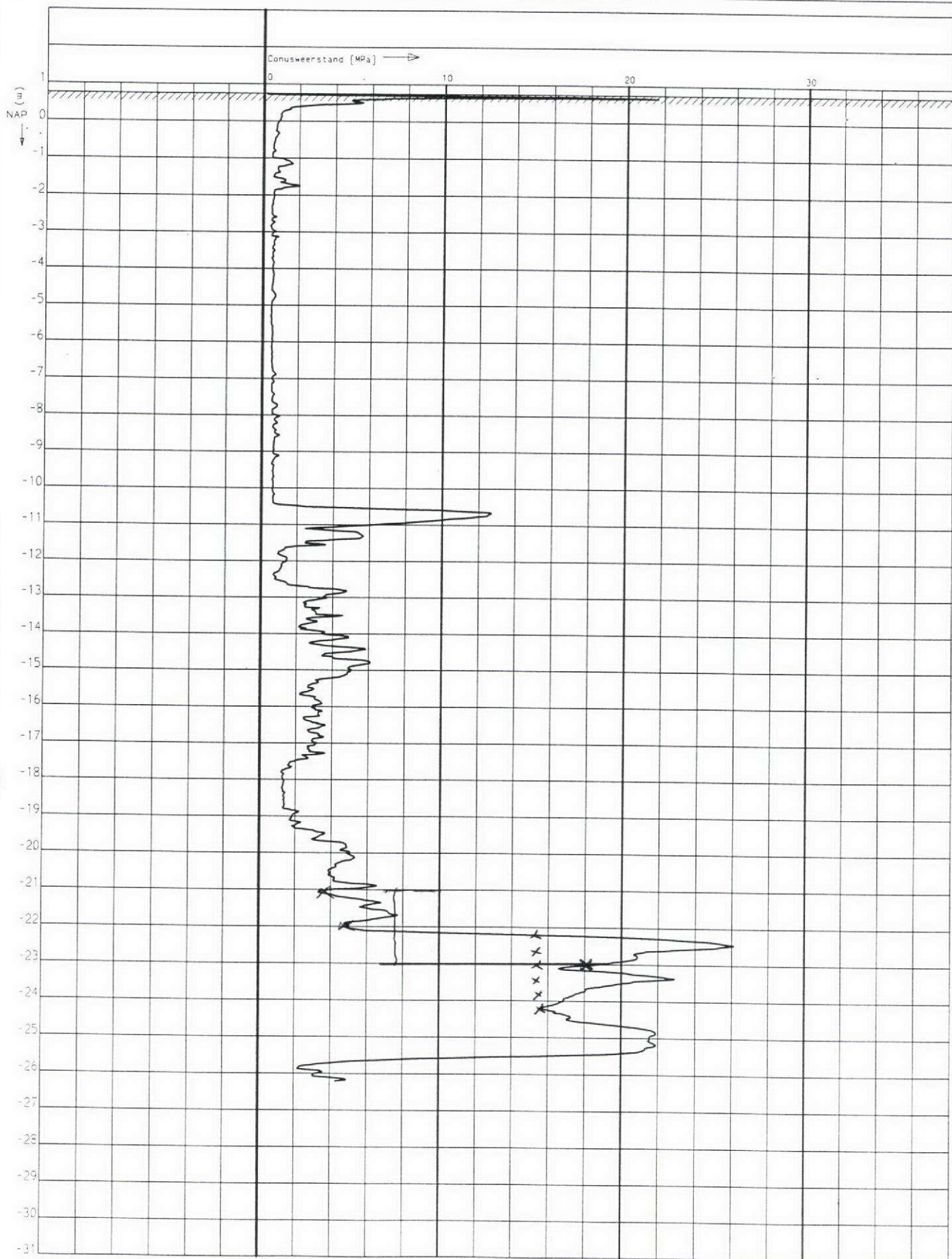
Straat ABC 5

Plaats Hoorn

Conus Electrisch

Datum 13-7-1998

Maalveld 0.77 m t.o.v. NAP





Werknummer 1713

Volgnummer 002

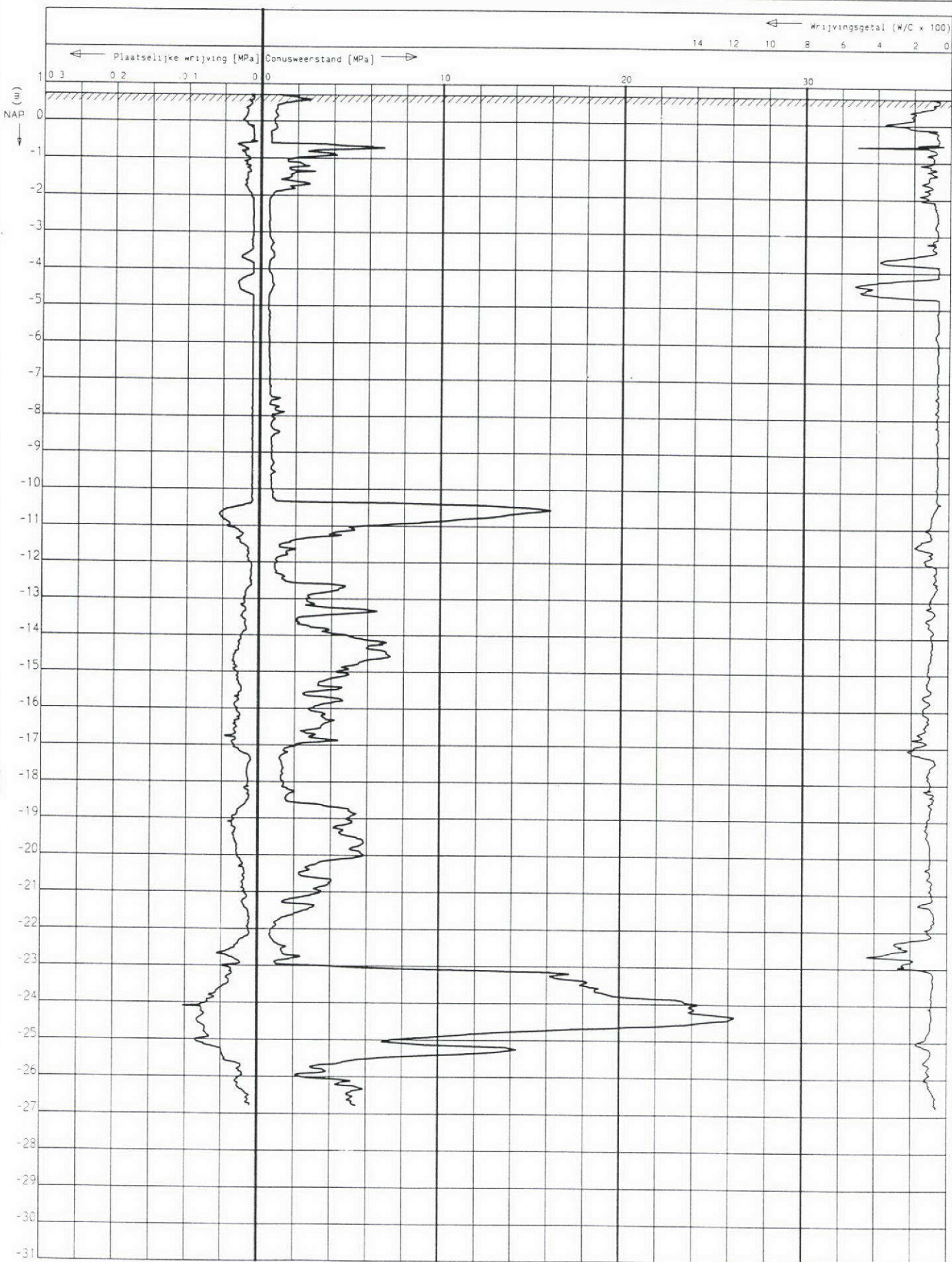
Straat ABC 5

Plaats Hoorn

Conus Electrisch

Datum 13-7-1998

Maaiveld 0.73 m t.o.v. NAP





Werknummer 1713

Volgnummer 003

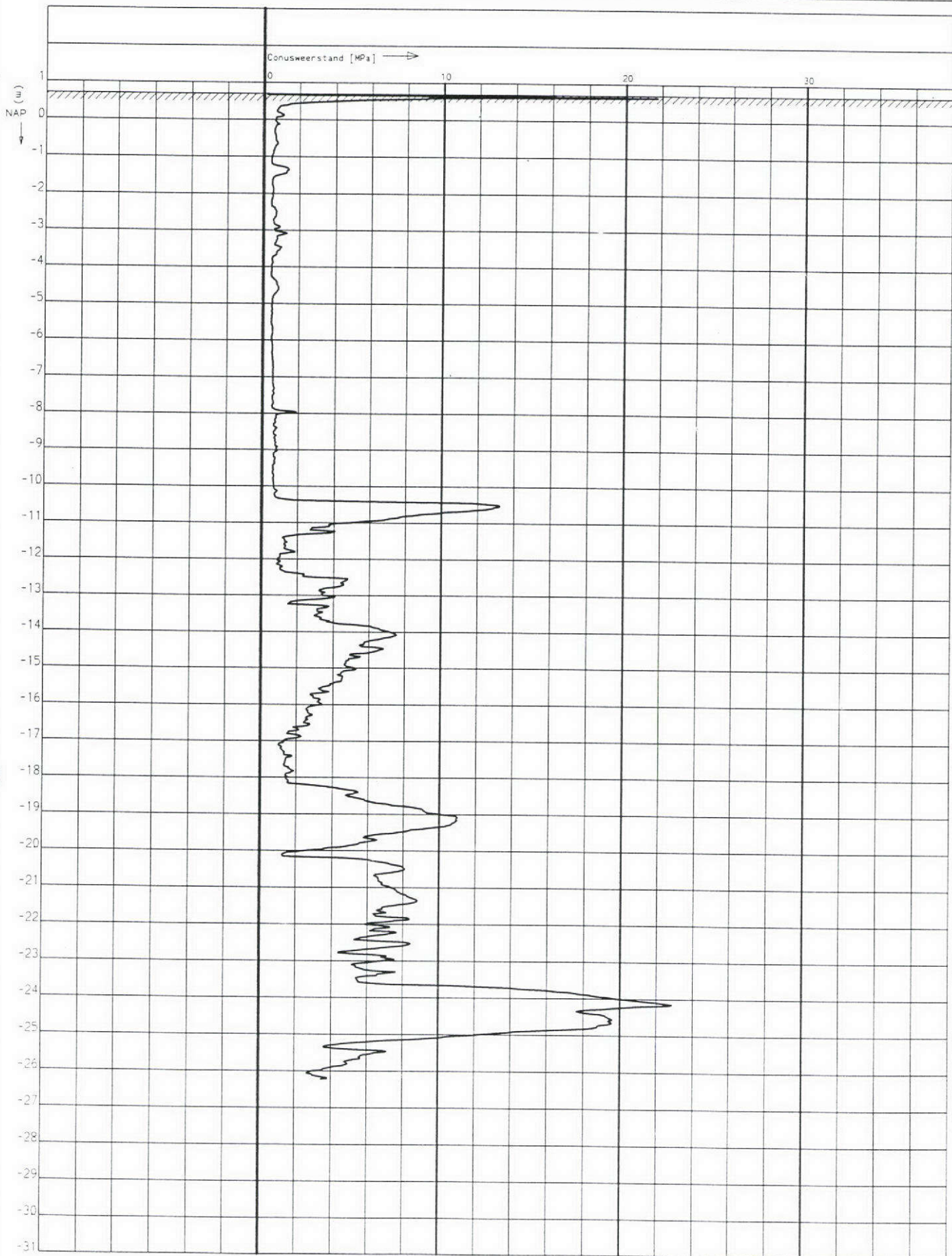
Straat ABC 5

Plaats Hoorn

Conus Electrisch

Datum 13-7-1998

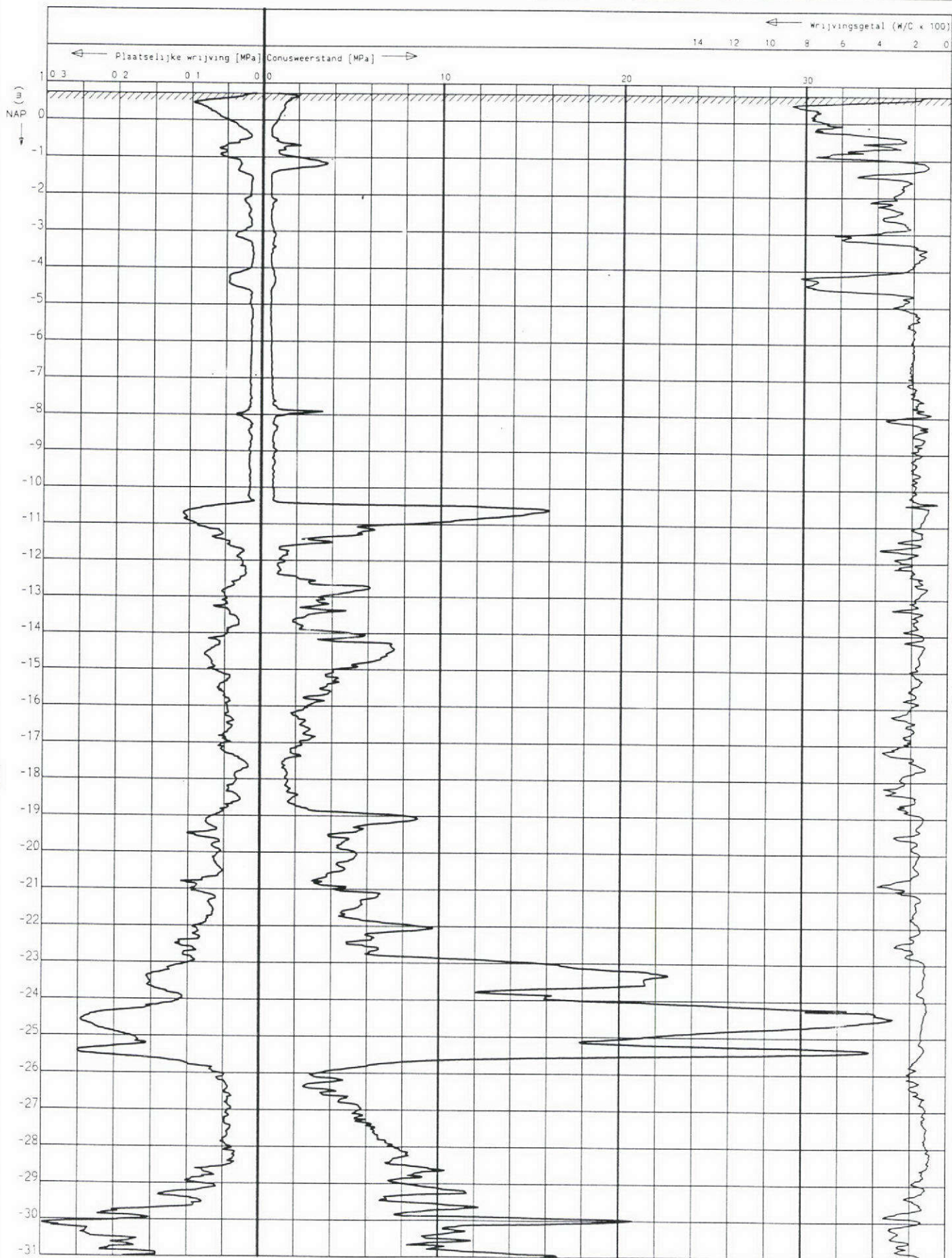
Maaiveld 0.72 m t.o.v. NAP





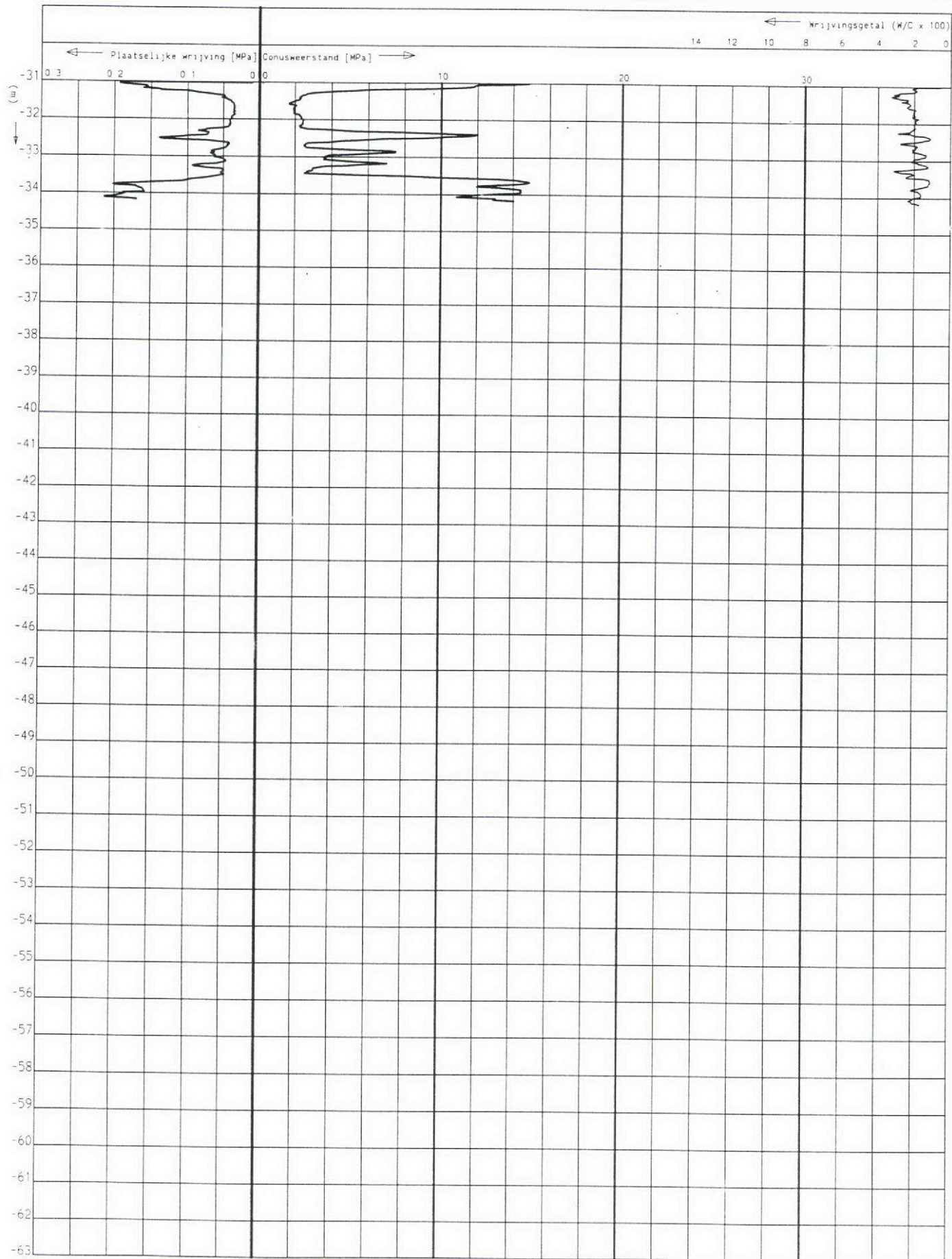
Werknummer 1713
Volgnummer 004
Straat ABC 5
Plaats Hoorn

Conus Electrisch
Datum 1-12-1998
Maaiveld 0.75 m t.o.v. NAP



Werknummer 1713
Volgnummer 004
Straat ABC 5
Plaats Hoorn

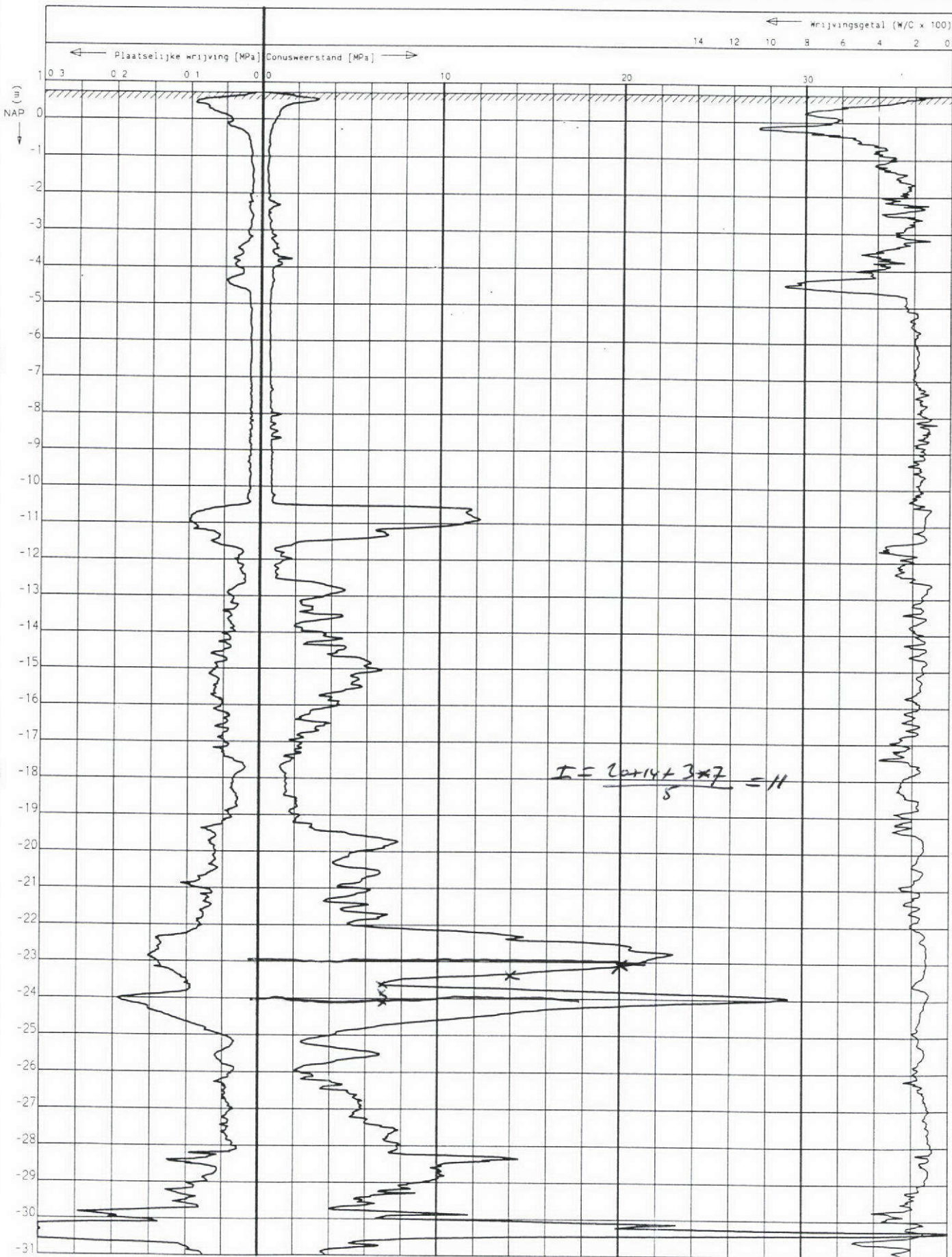
Conus Electrisch
Datum 1-12-1998
Maaiveld 0.75 m t.o.v. NAP





Werknummer 1713
Volgnummer 005
Straat ABC 5
Plaats Hoorn

Conus Electrisch
Datum 1-12-1998
Maaiveld 0.75 m t.o.v. NAP



Werknummer 1713

Volgnummer 005

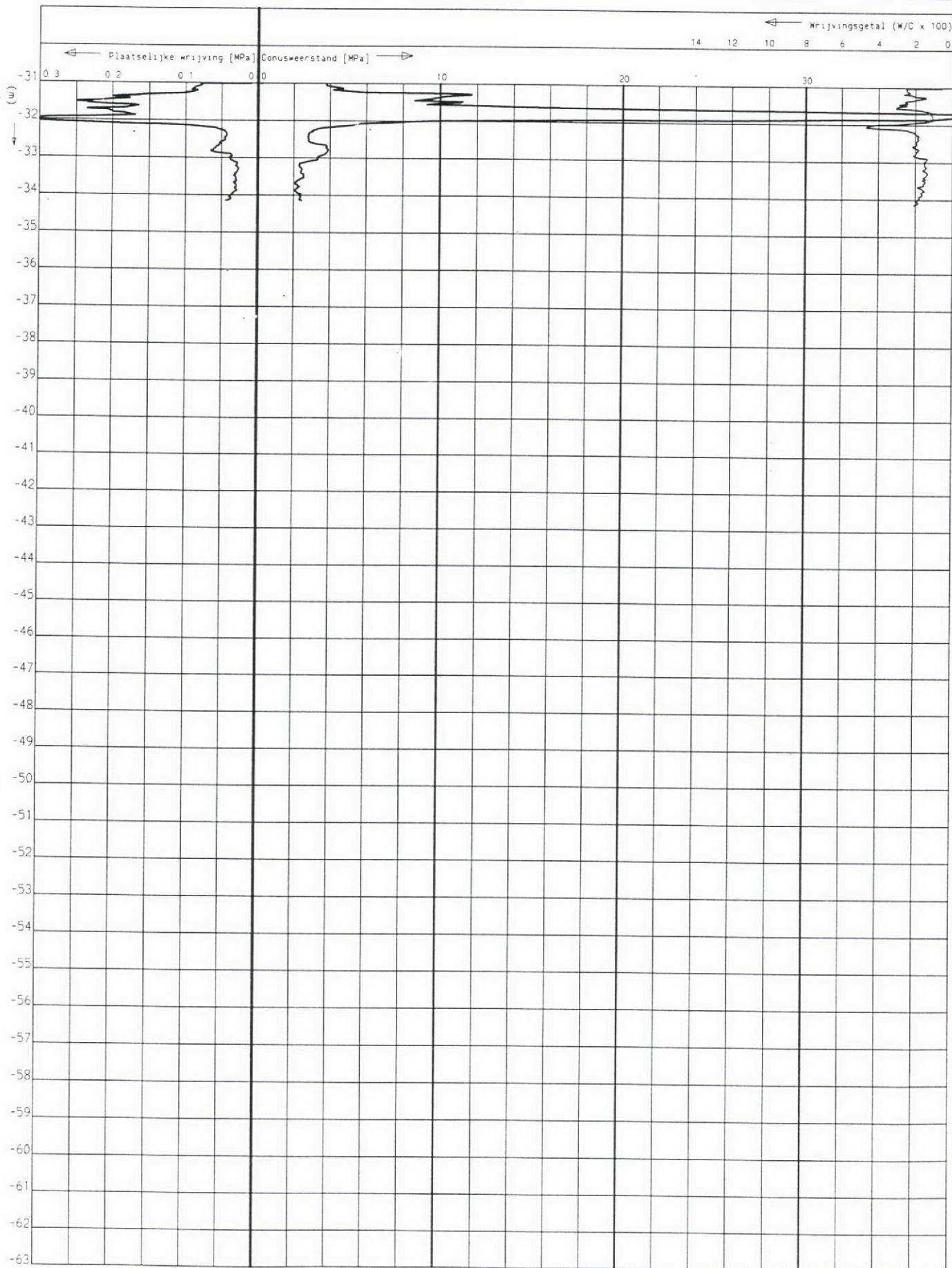
Straat ABC 5

Plaats Hoorn

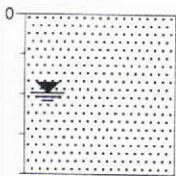
Conus Electrisch

Datum 1-12-1998

Maatveld 0.75 m t.o.v. NAP



Boring: 1 13-07-98



Zand.

'getekend volgens NEN 5104'

84100

102400

			Rekenwaarde netto draagkracht Fr _{net;d} kN	
Sondering	Maaiveld m tov NAP	Paalpunt m tov NAP	Prefab □290*290 mm	Prefab □320*320 mm
1713-1	0.77	-23.00	546	666
1713-1	0.77	-23.10	571	692
1713-1	0.77	-23.20	594	719
1713-1	0.77	-23.30	614	738
1713-1	0.77	-23.40	630	755
1713-1	0.77	-23.50	645	772
1713-1	0.77	-23.60	663	793
1713-1	0.77	-23.70	681	813
1713-1	0.77	-23.80	699	833
1713-1	0.77	-23.90	717	852
1713-1	0.77	-24.00	735	875
1713-2	0.73	-23.00	121	183
1713-2	0.73	-23.10	244	323
1713-2	0.73	-23.20	308	397
1713-2	0.73	-23.30	350	444
1713-2	0.73	-23.40	393	411
1713-2	0.73	-23.50	373	368
1713-2	0.73	-23.60	336	334
1713-2	0.73	-23.70	291	344
1713-2	0.73	-23.80	290	361
1713-2	0.73	-23.90	301	377
1713-2	0.73	-24.00	312	366
1713-3	0.72	-23.00	305	368
1713-3	0.72	-23.10	313	374
1713-3	0.72	-23.20	321	383
1713-3	0.72	-23.30	327	393
1713-3	0.72	-23.40	332	413
1713-3	0.72	-23.50	406	505
1713-3	0.72	-23.60	522	639
1713-3	0.72	-23.70	607	650
1713-3	0.72	-23.80	583	597
1713-3	0.72	-23.90	533	538
1713-3	0.72	-24.00	473	538
1713-4	0.75	-23.00	513	624
1713-4	0.75	-23.10	536	647
1713-4	0.75	-23.20	556	672
1713-4	0.75	-23.30	570	687
1713-4	0.75	-23.40	580	696
1713-4	0.75	-23.50	587	698
1713-4	0.75	-23.60	583	700
1713-4	0.75	-23.70	603	724

			Rekenwaarde netto draagkracht Fr;net;d kN	
Sondering	Maaiveld m tov NAP	Paalpunt m tov NAP	Prefab □290*290 mm	Prefab □320*320 mm
1713-4	0.75	-23.80	666	815
1713-4	0.75	-23.90	782	957
1713-4	0.75	-24.00	873	1044
1713-5	0.75	-23.00	464	556
1713-5	0.75	-23.10	460	550
1713-5	0.75	-23.20	453	540
1713-5	0.75	-23.30	445	527
1713-5	0.75	-23.40	436	520
1713-5	0.75	-23.50	481	545
1713-5	0.75	-23.60	475	508
1713-5	0.75	-23.70	464	461
1713-5	0.75	-23.80	413	454
1713-5	0.75	-23.90	387	447
1713-5	0.75	-24.00	372	433

Uitgangspunten

- paaltype : Prefab beton
- schachtafmeting : 290 mm
- paalklassefactor punt α_p : 1,00
- paalfactor wrijving α_s : 0,0100
- Xi-factor : 0,81

			Bezwijkdraagvermogen			Rekenwaarden	
Sondering no.	mv-niveau tov NAP	puntniveau tov NAP	Punt (kN)	Wrijving (kN)	Totaal (kN)	Fr;max;d (kN)	Fr;net;d (kN)
1713-1	+0,77	-23,00	1024	129	1153	747	546

TABEL PAALPUNTNIVEAUS EN REKENWAARDEN DRAAGKRACHT

Uitgangspunten

- paaltype : Prefab beton
- schachtafmeting : 290 mm
- paalklassefactor punt α_p : 1,0
- paalfactor wrijving α_s : 0,0100
- Xi-factor : 0,81

		PUNT			WRIJVING		
Sondering no.	ppnivo (Ref)	QcI (MPa)	QcII (MPa)	QcIII (MPa)	Qcgem (MPa)	Hoogte (m)	Fr;net;d (kN)
1713-1	-23,00	18,00	15,50	7,60	11,10	1,00	546

Uitgangspunten

- gehanteerde sondering : D1
- paaltype : Prefab beton
- schachtafmeting : 290 mm

Bij de berekening is uitgegaan van samendrukbare lagen tot NAP-10,5 meter. De zakking van de dieper gelegen lagen zijn dusdanig klein dat ze buiten beschouwing kunnen worden gelaten. De bodemopbouw is geschematiseerd in 3 lagen; een toplaag, een samendrukbare laag en een onsamendrukbare laag.

Berekening negatieve kleeft

De representatieve waarde van de maximale negatieve kleeftbelasting van een alleenstaande paal volgens art. 7.2 NEN 6743 bedraagt:

$$F_{s,nk;rep} = (h_1 \cdot K_{0;1} \cdot \tan \delta_1 \cdot \sigma'_{v;1} + h_2 \cdot K_{0;2} \cdot \tan \delta_2 \cdot \sigma'_{v;2}) \cdot O_s$$
$$= 143,3 \text{ kN}$$

waarin:

in dit geval :

h_1	= dikte toplaag	4,3 m
h_2	= dikte van de samendrukbare lagen	6,8 m
$K_{0;1} \cdot \tan \delta_1$	= produkt van de representatieve waarde van de neutrale gronddrukfactor met de tangens van de wrijvingshoek tussen paal en grond voor de toplaag	0,25 -
$K_{0;2} \cdot \tan \delta_2$	= idem voor de samendrukbare lagen	0,25 -
$\sigma'_{v;1}$	= representatieve waarde van de gemiddelde effectieve korrelspanning in de toplaag	23,2 kN/m ²
$\sigma'_{v;2}$	= idem voor de samendrukbare lagen	58,0 kN/m ²
O_s	= omtrek van de paalschacht	1,160 m

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

$$F_{s,nk;d} = F_{s,nk;rep} \cdot \gamma_{f,nk}$$
$$= 200,6 \text{ kN}$$

waarin :

in dit geval :

$$\gamma_{f,nk} = \text{belastingsfactor voor de negatieve kleeft}$$

(art. 11.5.1 uit NEN 6740)

1,4 -

Uitgangspunten

- gehanteerde sondering : 1713-1
- paaltype : Prefab beton
- paalpuntniveau : NAP -23,00 meter
- schachtafmeting : 290 mm

Maximale draagkracht van de paalpunt

De maximale puntweerstand volgens art. 5.3.3.1 bedraagt :

$$P_{r;\max;punt} = \frac{1}{2} \cdot \alpha_p \cdot \beta \cdot s \cdot \{ (q_{c,I,gem} + q_{c,II,gem}) / 2 + q_{c,III,gem} \}$$
$$= 12,175 \text{ MPa}$$

waarin:

in dit geval :

$q_{c,I,gem}$	= de gemiddelde waarde van de conusweerstand over een traject van 0,7 à 4,0 maal de equivalente diameter beneden de paalvoet (art. 5.3.3.1)	18,0 MPa
$q_{c,II,gem}$	= de minimum gemiddelde waarde van de conusweerstand over dit traject (art. 5.3.3.1)	15,5 MPa
$q_{c,III,gem}$	= de minimum gemiddelde waarde van de conusweerstand over een traject van 8,0 maal de equivalente diameter boven de paalvoet (art. 5.3.3.1)	7,6 MPa
α_p	= paalklassefactor (art. 5.3.3.1.1)	1,0 -
β	= factor voor de paalvoetvorm (art. 5.3.3.1.2)	1,0 -
s	= factor voor de vorm van de dwarsdoorsnede van paalvoet (art. 5.3.3.1.3)	1,0 -

Voor een uitgebreide beschrijving van de verschillende factoren wordt verwezen naar het normblad NEN 6743.

De maximale draagkracht van de paalpunt volgens art. 5.3.3 bedraagt :

$$F_{r;\max;punt} = A_{punt} \cdot P_{r;\max;punt}$$
$$= 1024 \text{ kN}$$

waarin :

in dit geval :

A_{punt} = oppervlakte van de paalvoet

0,0841 m²

BLAD 1 VAN 2

Maximale paalschachtwrijving

De maximale paalschachtwrijving volgens art. 5.3.3.2 bedraagt :

$$p_{r;\max;\text{schacht}} = \alpha_s \cdot q_{c;z;a}$$

$$= 0,111 \text{ MPa}$$

waarin : in dit geval

$$\alpha_s = \text{factor afhankelijk van de uitvoering en het paaltype} \quad 0,010 \quad -$$

$$q_{c;z;a} = \text{de gemiddelde waarde van de conusweerstand over het traject waarover schachtwrijving wordt berekend} \quad 11,1 \quad \text{MPa}$$

De maximale schachtwrijvingskracht volgens art. 5.3.3 bedraagt :

$$F_{r;\max;\text{schacht}} = O_p \cdot \Delta L \cdot p_{r;\max;\text{schacht}}$$

$$= 129 \text{ kN}$$

waarin : in dit geval

$$O_p = \text{omtrek van de paalschacht} \quad 1,160 \text{ m}$$

$$\Delta L = \text{traject voor berekening schachtwrijving : NAP -22,0 m tot NAP -23,0 m}$$

Maximale draagkracht

De maximale draagkracht van de paal volgens art. 5.3.3 bedraagt :

$$F_{r;\max} = F_{r;\max;\text{punt}} + F_{r;\max;\text{schacht}}$$

$$= 1153 \text{ kN}$$

De representatieve waarde van de maximale draagkracht van de paal volgens art. 5.3.2.2 bedraagt :

$$F_{r;\max;\text{rep}} = \xi_{1,N} \cdot F_{r;\max}$$

$$= 934 \text{ kN}$$

waarin : in dit geval

$$\xi_{1,N} = \text{factor volgens tabel 1 van NEN 6743} \quad 0,81 \quad -$$

Voor de rekenwaarde van de maximale draagkracht van de paal kan volgens art. 5.2 worden aangehouden :

$$F_{r;\max;d} = F_{r;\max;\text{rep}} / \gamma_{m;b}$$

$$= 747 \text{ kN}$$

waarin : in dit geval

$$\gamma_{m;b} = \gamma_{m;b;4}$$

$$= \text{partiële materiaalfactor volgens tabel 3 van NEN 6740}$$

$$1,25 \quad -$$

BLAD 2 VAN 2

Uitgangspunten

- gehanteerde sondering : 1713-1
- paaltype : Prefab beton
- paalpuntniveau : NAP -23,00 meter
- schachtafmeting : 290 mm

Last-zakkingsgedrag paal

paalzakking (mm)		draagvermogen 1B (kN)			draagvermogen 2 (kN)		
voet	kop	punt	wrijving	totaal	punt	wrijving	totaal
0,4	1,2	39	17	57	49	22	71
1,0	2,7	89	36	124	111	45	156
2,1	5,7	200	55	255	250	68	318
4,8	10,8	352	73	425	440	91	531
10,9	19,1	503	84	587	629	105	733
24,4	34,6	636	84	720	796	105	900
55,1	65,6	663	84	747	829	105	934
124,0	134,5	663	84	747	829	105	934

Toetsing grenstoestand 1A en 1B (constructieve veiligheid)

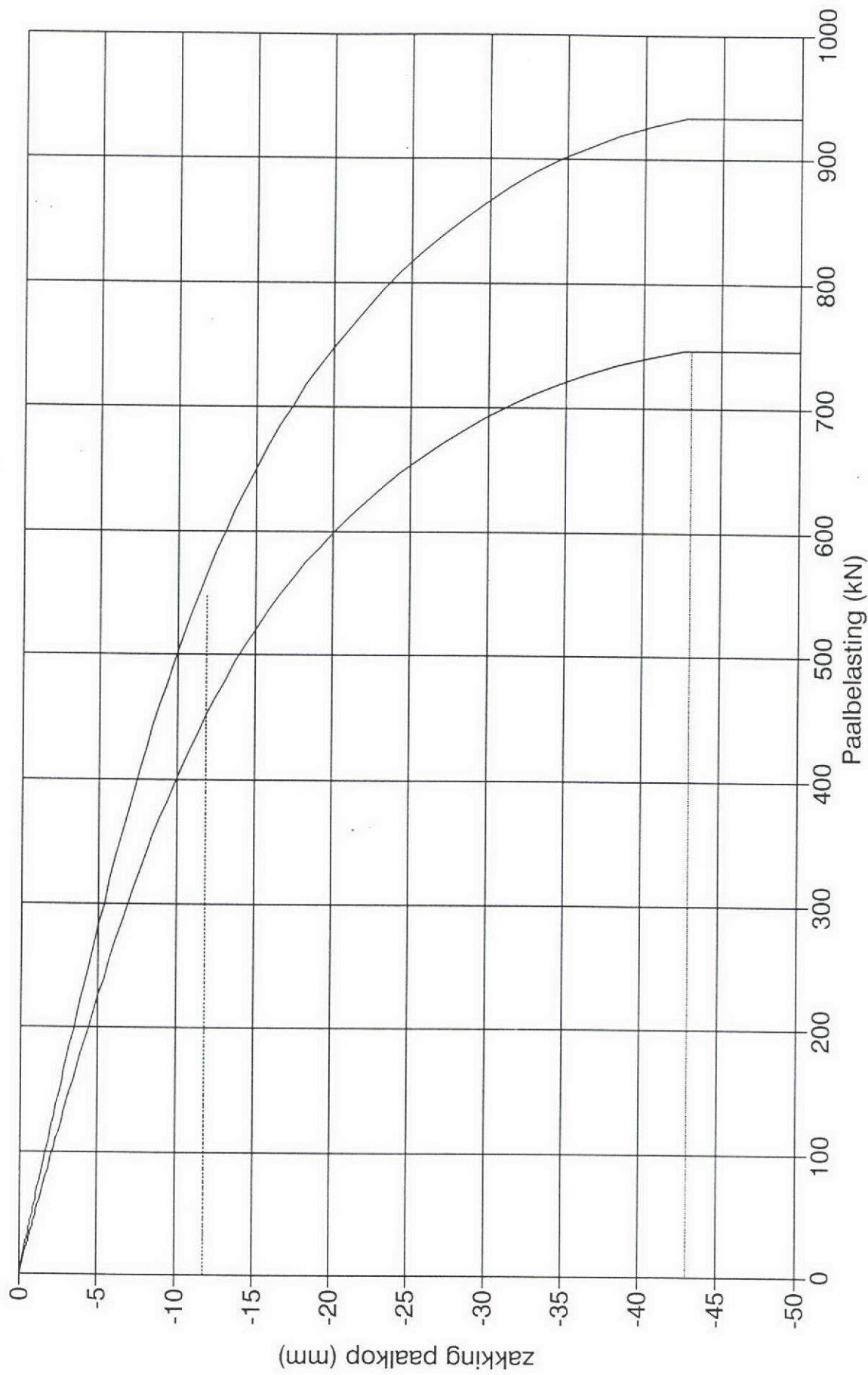
Rekenwaarde draagkracht	:	747 kN
Rekenwaarde totale belasting lager dan	:	747 kN
Rekenwaarde negatieve kleeft	:	201 kN
Rekenwaarde constructieve belasting	:	546 kN
Optredende paalkopzakking	:	43,0 mm
Toelaatbare paalkopzakking	:	150,0 mm

Indien de constructieve belasting beperkt wordt tot 546 kN dan wordt voldaan aan zowel grenstoestand 1A als 1B.

Toetsing grenstoestand 2 (gebruikstoestand)

Representatieve waarde draagkracht	:	934 kN
Gemiddelde (aangenomen) belastingsfactor	:	1,30 -
Representatieve waarde constructieve belasting	:	420 kN
Representatieve waarde negatieve kleeft	:	143 kN
(Afgeleide) representatieve belasting op de paal	:	563 kN
Optredende paalkopzakking	:	11,8 mm
Toelaatbare paalkopzakking	:	50,0 mm

Gezien de waarden van optredende en toelaatbare paalkopzakking wordt voldaan aan grenstoestand 2.



grenstoestand 1B : 43.1 mm / 747 kN

grenstoestand 2 : 11.9 mm / 563 kN