

## NOTITIE

---

Onderwerp	Spudcan indringing Energiehaven IJmuiden
Project	Energiehaven IJmuiden
Opdrachtgever	Zeehaven IJmuiden N.V.
Projectcode	123839
Status	Concept 02
Datum	08 september 2021
Referentie	123839/21-013.573
Auteur(s)	[redacted] MSc

Gecontroleerd door	ir. [redacted]
Goedgekeurd door	ir. [redacted]
Paraaf	[redacted]

Bijlage(n)	I Spudcan indringing berekeningen
	II Multibeam Peiling IJmuiden, Zeehaven IJmuiden, 2021
	III Sonderingen Derde haven IJmuiden, re ruiters, 1997

Aan	Zeehaven IJmuiden	[redacted]
	Port of Amsterdam	[redacted]
Kopie	Witteveen+Bos	projectteam

---

## 1 INLEIDING

De toekomstige Energiehaven bevindt zich ter plaatse van het huidige baggerdepot Averijhaven en een voormalige werkhaven aan de noordzijde van het Noorderbuitenkanaal bij IJmuiden. Het gebied zal opnieuw ingericht worden waaronder een nieuw te realiseren kade. In afbeelding 1.1 is de locatie van de toekomstige kade schematisch weergegeven. De beoogde totale lengte van de zeevaartkade bedraagt 580 m (onderdelen A, B en C). De beoogde lengte van de binnenvaart-/coasterkade bedraagt 140 m (onderdeel D).

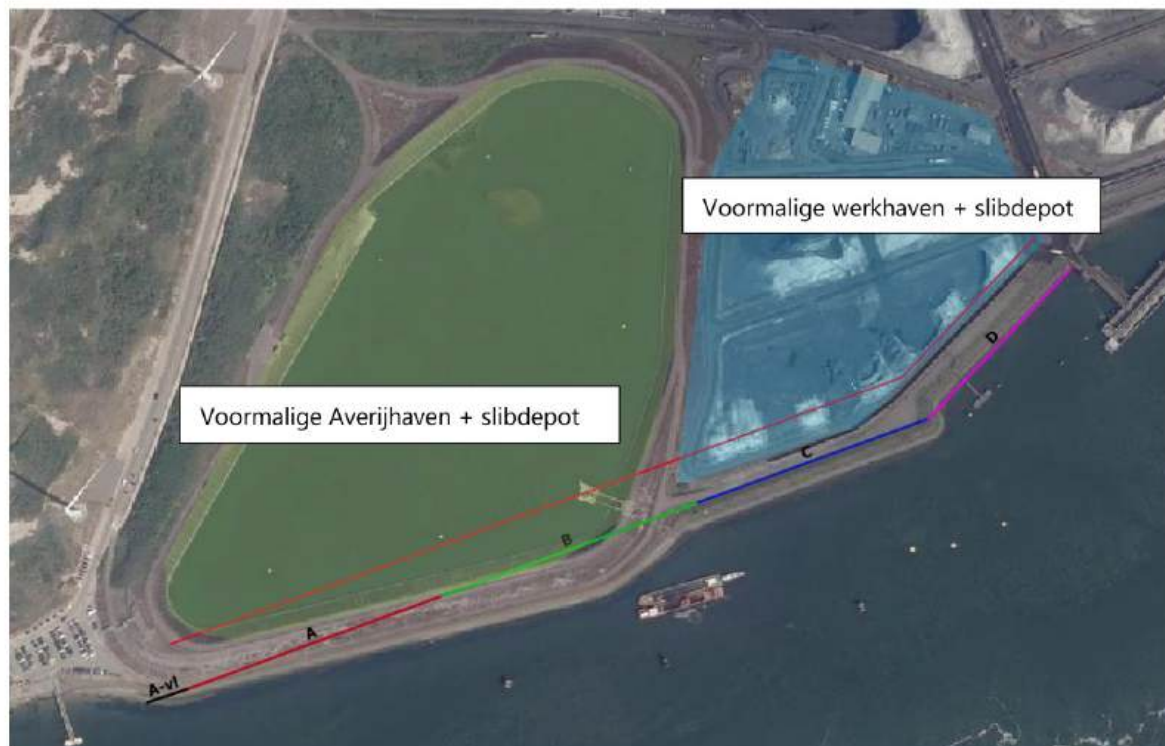
In 2019 was er een grove technische uitwerking van de kademuur op schetsontwerp niveau [ref. 1]. Hiervoor zijn verkennende berekeningen uitgevoerd voor de spudcanindringing van installatieschepen. Op basis van de destijds beschikbare gegevens wordt een spudcanindringing tot NAP -19,5 m (indringing van 6 m) berekend. De grote berekende indringing werd veroorzaakt door doorpensen naar de kleilaag op NAP -17,5 m en de conservatieve aangenomen sterkteparameters.

Deze notitie beschrijft de berekening van de spudcanindringing bij Energiehaven op basis van de volgende:

- nieuwe geotechnische gegevens bij Energiehaven, en;
- beschikbare gegevens van de spudcanindringing van andere installatieschepen bij Volendamkade en Monnikendamkade.

De uitkomst van deze analyse is bedoeld om als input te dienen voor het ontwerp van de kademuur. Allereerst zijn in hoofdstuk 2 de uitgangspunten gegeven van de belastingen door schepen, de interpretatie van het grondonderzoek [ref. 2], en de berekeningsmethodiek. Vervolgens beschrijft hoofdstuk 3 de berekeningsresultaten. Tot slot zijn de conclusies opgenomen in hoofdstuk 4.

Afbeelding 1.1 Locatie nieuw te realiseren kadetype A t/m D



## 2 UITGANGSPUNTEN

### 2.1 Geometrie en belastingen offshore-schepen

De contractdiepte bij Energiehaven is aangenomen NAP -12,5 m. Voor het bodemniveau in de spudcan berekeningen wordt de onderzijde van de geroerde bodem gebruikt:

- bodemniveau = NAP -12,5 m - 0,5 m (sedimentatiebuffer) - 0,5 m (baggertolerantie) = NAP -13,5 m.

Het ontwerpschip dat bij de berekening van de spudcanindringing in [ref. 1] en deze analyse is gebruikt is de Pacific Orca. Dit schip heeft een relatief hoge spanning onder de spudcan.

De eigenschappen van de Pacific Orca zijn in tabel 2-1 weergegeven. De preload (derde kolom) is de maximale belasting die wordt aangebracht op elke spudcan nadat de spudcans op de waterbodem staan.

Tabel 2-1 Informatie schepen Energiehaven

Schip	Diameter spudcan [m]	Preload [ton/spudcan]	Spanning onder spudcan [kN/m <sup>2</sup> ]
Pacific Orca	11,0	7.100	733

## 2.1.1 Beschikbare gegevens over de spudcanindringing in Volendamkade en Monnikendamkade

De beschikbare jack-up gegevens van verschillende installatieschepen in de directe omgeving van Energiehaven zijn in tabel 2-2 weergegeven. Deze informatie aan de Volendamkade en Monnikendamkade werd verstrekt om de berekeningsmethode voor spudcanindringing bij Energiehaven te verfijnen en/of te valideren. Deze gegevens alleen kunnen worden gebruikt voor een beter beeld bij spanningen onder spudcans van circa 400 tot 700 kN/m<sup>2</sup>.

Tabel 2-2 Beschikbare gegevens Volendamkade en Monnikendamkade

Schip	Kade	Maximale indringing [m]	Diameter spudcan [m]	Preload [ton/spudcan]	Spanning onder spudcan [kN/m <sup>2</sup> ]
Wind Enterprise	Monnikendamkade	1,8	10,5	4.400	494
Seafox 5	Volendamkade	4,5	11,9	8.359	739
Seafox 5	Volendamkade	4,1	11,9	7.400	655
Seajacks Scylla	Volendamkade	4,3	14,5	10.284	610
Wind Pioneer	Volendamkade	2,6	5,9	1.054	378
Wind Server	Volendamkade	3,5	8,4	2.600	463

## 2.2 Bodemprofiel en geotechnische parameters

Het aanvullende grondonderzoek bij Energiehaven is uitgevoerd door BAM Infraconsult [ref. 3]. De interpretatie van dit grondonderzoek is opgenomen in [ref. 2]. Op basis van de grondonderzoek en de geologische kennis van het gebied is de grondopbouw bepaald.

Er wordt geen rekening gehouden met een 0,5 m dikke veenlaag die zich onder de kleilaag bevindt tussen NAP -19,5 m en NAP -20,0 m. Vanwege de relatief lage sterkte en dikte, kan deze laag worden verwacht volledig worden verplaatst tijdens het 'jacken'. Het zal bijdragen aan de zetting onder de spudcan. De veenlaag heeft dus beperkte invloed op de indringing (en doorponsen) van de spudcan in bovenliggende lagen.

De grondopbouw zonder de veenlaag is in tabel 2-3 weergegeven.

Tabel 2-3 Representatieve grondopbouw Energiehaven [ref. 2]

Kade A en B		Kade C en D	
Beschrijving laag	Bovenzijde laag [m +NAP]	Beschrijving laag	Bovenzijde laag [m +NAP]
staalslakken	-13,5		
		zand matig	-13,5
		zand vast	-14,0
klei	-18,0	klei	-18,0
zand los	-20,0	zand los	-20,0
zand matig tot vast	-25,0	zand matig tot vast	-22,0
verkende diepte	-50,0	verkende diepte	-50,0



Met betrekking tot de geotechnische parameters zijn volumieke gewichten en sterkteparameters overgenomen uit [ref. 6]. De ongedraineerde sterkte voor klei is bepaald op basis van NEN 9997-1 tabel 2.b [ref. 5]. De representatieve parameters zijn gepresenteerd in tabel 2-4.

Tabel 2-4 Representatieve sterkteparameters Energiehaven [ref. 2]

Laag	$\gamma / \gamma_{\text{sat}}$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$\phi'$ [°]	$c'$ [kPa]	$c_u$ [kPa]
staalslakken (onder water)	23 / 26	35,0	5,0	0,0
klei	17 / 17	22,5	5,0	80,0
zand los tot matig gepakt	17 / 19	30,0	0,0	0,0
zand matig tot vast gepakt	19 / 21	35,0	0,0	0,0

## 2.2.1 Beschikbare gegevens over de spudcanindringing in Volendamkade en Monnikendamkade

Het bodemniveau is gemiddeld NAP -11 m (bijlage II). Sonderingen langs de kades (bijlage III) zijn gebruikt om het bodemprofiel in te schatten (tabel 2-5 & afbeelding 2.1) De grondparameters zijn bepaald door [5] (tabel 2-6).

Tabel 2-5 Grondopbouw Volendamkade en Monnikendamkade

[NAP+m]	Wind enterprise (S9)	Seafox5 (S10)	Seafox5 (S12)	Seajacks Scylla (S8)	Wind Pioneer (S12)	Wind Server (S11)
zand los	-11,0	-11,0	-11,0	-11,0	-11,0	-11,0
klei matig	-17,2	-16,9	-17,0	-16,6	-17,0	-16,8
zand vast	-17,9	-17,8	-18,4	-17,4	-18,4	-17,6

Tabel 2-6 Grondparameters Volendamkade en Monnikendamkade

Laag nr.	Laag naam	$\phi_j' \text{ k}$ [°]	$c' \text{ k}$ [kPa]	$c_{\text{uik}}$ [kPa]	$\gamma \text{ k}$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$\gamma_{\text{sat k}}$ [kN/m <sup>3</sup> ]
1	zand los	30,0	0	0	17	19
2	klei matig	17,5	5	50	17	17
3	zand vast	35,0	0	0	19	20



Voor de berekening van de spudcanindringing wordt SNAME ([ref. 4]) gebruikt. De grondopbouw bestaat uit een gelaagd profiel, daarom wordt voor de sterkte van de grond gerekend met gewogen gemiddelde sterkteparameters in het invloedsgebied van de spudcan.

### 3.1 Indringing spudcans Energiehaven

Hoewel de sterkteparameters van de bovenste zandlagen gunstig zijn vergeleken met die in [ref. 1] is doorpensen in deze lagen voorspeld gezien de aangenomen ongedraineerde sterkte van de kleilaag. In de klei- en veenlaag wordt squeezing verwacht omdat de klei- en veenlaag zich boven een sterkere zandlaag bevinden. Verder is het ongedraineerde draagvermogen in de kleilaag onvoldoende om de spudcan te dragen.

Squeezing van de klei- en veenlaag en verplaatsingen van de veenlaag zal de aangrenzende grond daarnaast verstoren. Deze verstoring kan niet worden gekwantificeerd, maar kan bij herhaling van het jacken wel invloed hebben op de stabiliteit van de ondergrond.

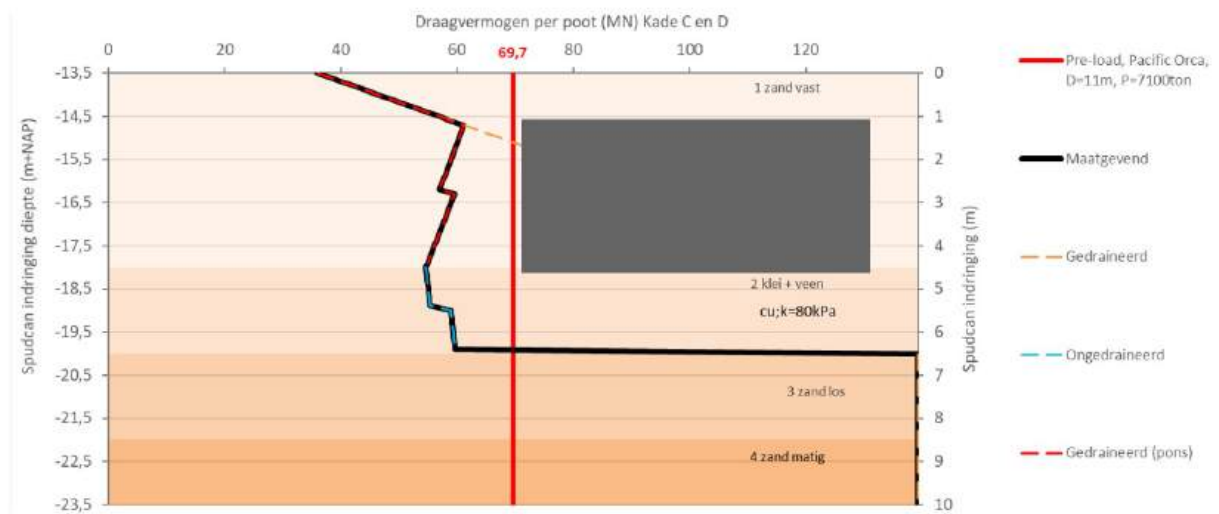
Tabel 3-1 Spudcanindringing Pacific Orca

Locatie	Ongedraineerde sterkte kleilaag ( $c_{u, \text{klei}}$ ) [kPa]	Spudcanindringing [m]	Indringingsniveau [m + NAP]
kade A + B	80	6,5	-20,0
kade C + D	80	6,5	-20,0

In afbeelding 3.1 is het draagvermogen van kade C/D weergegeven. De gedraineerde capaciteit op basis van het doorponzen mechanisme (rode stippellijn) in de bovenste laag is niet voldoende met de aangenomen  $c_{u, \text{klei}} = 80$  kPa. Draagvermogen in de kleilaag (blauwe stippellijn) is daarnaast ook onvoldoende.

De volledige berekeningen voor alle scenario's zijn in bijlage I gepresenteerd.

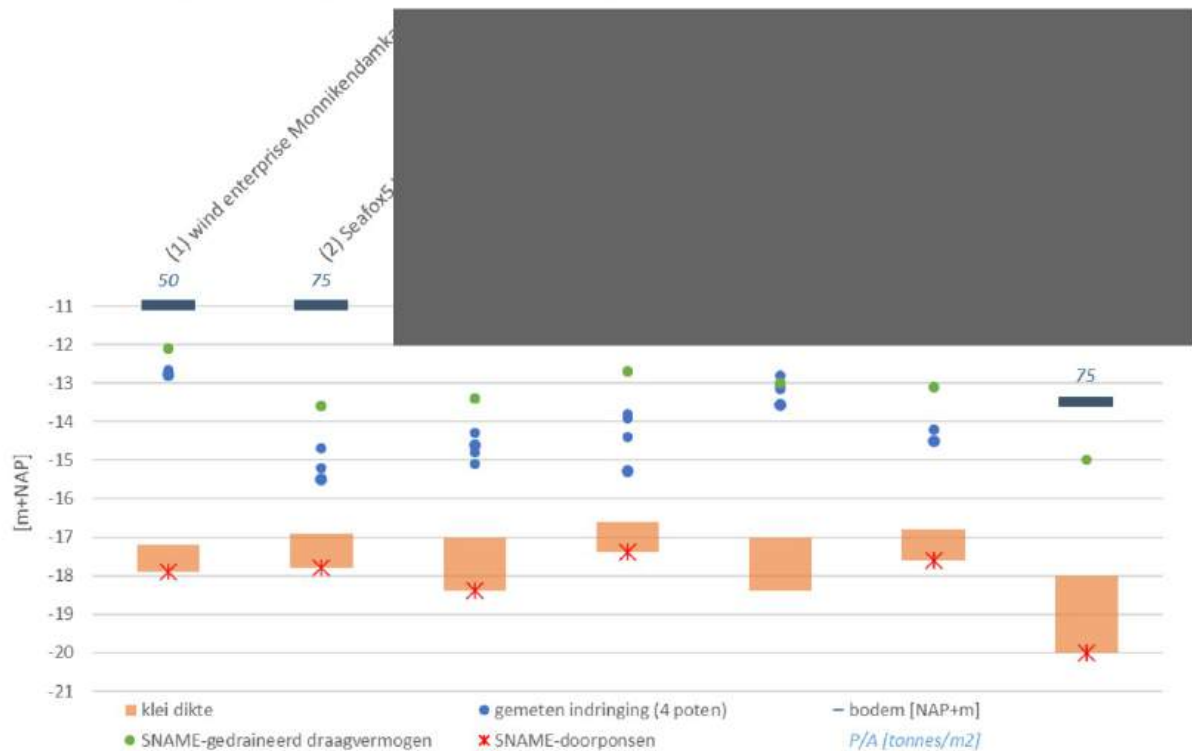
Afbeelding 3.1 Draagvermogen per poot; kade C + D met  $c_{u, \text{klei}} = 80$  kPa



### 3.2 Beschikbare gegevens over de spudcanindringing in Volendamkade en Monnikendamkade

Afbeelding 3.2 **Fout! Verwijzingsbron niet gevonden.** toont de vergelijking van de gemeten en berekende indringing.

Afbeelding 3.2 Vergelijking tussen gemeten en berekende indringing



De resultaten zijn als volgt:

- op locatie (5) is de gemeten indringing vergelijkbaar met de berekende indringing (SNAME);
- op locaties (1), (2), (3), (4) en (6) is de gemeten indringing dieper dan berekend voor het gedraineerd draagvermogen (zonder doorponzen). Hier wordt echter doorponzen verwacht op basis van de berekeningen met SNAME. De hoeveelheid extra indringing komt enigszins overeen met de dikte van de kleilaag. Het lijkt erop dat de spudcan squeeze en vervorming van de kleilaag veroorzaakt met als gevolg extra indringing, maar de indringing vindt niet plaats tot de onderkant van de kleilaag. Het is niet bekend of de indringing plotseling (wat de verwachting is bij daadwerkelijk doorponzen) of geleidelijk (bij squeezing/samendrukking) is opgetreden;
- op locaties (2) en (4) is er spreiding van gemeten indringing van de vier poten tot 1,6m. Dit is waarschijnlijk als gevolg van lokale variaties in de grond direct onder de spudcan of door de voorbelasting op een locatie waar een spudcan eerder de grond heeft vervormd.

Bij Energiehaven is de verwachte indringing zonder doorsponzen 1,5 m. Gezien het gedrag op de andere locaties lijkt het erop dat zodra er doorponzen wordt berekend, het mechanisme meer een combinatie van squeeze en grondvervorming is. De verwachte indringing is dus meer dan 1,5 m, maar het is niet te verwachten dat de poot tot de bodem van de kleilaag doordringt. Wat betreft de extra indringing is een minimale diepte ter grootte van de dikte van de kleilaag te verwachten.



## 4 CONCLUSIES

Op basis van de beschikbare gegevens bij Energiehaven wordt een spudcanindringing tot NAP -20,0 m berekend op basis van SNAME, overeenkomstig met hetgeen eerder reeds is geconcludeerd [ref. 1]. Het maatgevende mechanisme is doorponzen door het bovenliggende zand naar de kleilaag. Deze indringing wordt versterkt door de grote verstoring van de bodem door squeezing in de kleilaag. De berekende indringing kan lager uitvallen als aanvullende controleboringen en proeven een voldoende ongedraineerde sterkte van de kleilaag laten zien.

De waargenomen spudcanindringing bij de installatieschepen aan de Volendam- en Monnikendamkade lijkt een combinatie te zijn van squeeze en grondvervormingen in plaats van de door SNAME berekend doorponzen. De indringing die bij doorponzen volgens de berekeningen tot onderkant kleilaag wordt verwacht is niet geobserveerd. Wel is duidelijk meer indringing geobserveerd dan op basis van uitsluitend gedraineerd draagvermogen zou kunnen worden verwacht. Dit heeft twee gevolgen voor het ontwerp en veiligheid:

- het ontwerp van de kademuur dient aangepast te worden om rekening te houden met extra indringing van de spudcans. Het hoeft niet ontworpen te zijn met doorponzen tot de bodem van de kleilaag. Deze conclusie geldt voor spudcan spanningen in de range van die gevonden aan de Volendamkade en Monnikendamkade, tot circa 75 ton/m<sup>2</sup>. Bij hogere spanningen kan doorponzen tot de kleilaag mogelijk zijn. Voor een spudcan spanningen van 75 ton/m<sup>2</sup> (Pacific Orca) omvat de indringing de gedraineerde indringing (1,5 m) plus 2 m (dikte te verplaatsen kleilaag) = 3,5 m. Squeeze en grondvervorming van de kleilaag zou kunnen worden verwacht, vooral na meerdere jack-up activiteiten op dezelfde locatie;
- er is nog steeds een risico op plotselinge beweging van de schepen. Dit kan veroorzaakt worden door lokale verschillen in grondopbouw en grondvervormingen door meerdere spudcan jack-ups op één locatie. Dit risico is een punt van zorg voor maritieme operaties en heeft niet noodzakelijk invloed op het ontwerp van de kademuur. Voor het kademuur ontwerp is uitsluitend de uiteindelijke maximale indringing van belang.

## 5 REFERENTIES

- 1 Witteveen+Bos (2019). Schetsontwerp kademuur, referentie 114170/19-010.291, concept 01, d.d. 20 juni 2019.
- 2 Witteveen+Bos (2021). Interpretatie grondonderzoek Energiehaven IJmuiden, referentie 123839/21-011.109, concept 01.
- 3 BAM Infraconsult bv (2021). Sonderingen en boringen met opdracht nummer 02478.01.02.
- 4 SNAME (2008). Guidelines for site specific assessment of mobile jack-up units.
- 5 NEN 9997-1+C2:2017. Geotechnisch ontwerp van constructies - Deel 1: Algemene regels.
- 6 Fugro (2019). Rapport met kenmerk 1218-0096-120, 'Rapportage waterbouw, Geotechnisch (vervolg)onderzoek Averijhavendepot.' d.d. 27 augustus 2019.



## BIJLAGE: SPUDCAN INDRINGING BEREKENINGEN

Project: Energiehaven IJmuiden  
Projectcode: 123839  
Onderwerp: Spudcan indringing kade A & B  
Adviseur: [redacted]  
Datum: 5-7-2021

TITEL  
Berekening van indringingsdiepte van spudcans conform SNAME (2008)

#### UITGANGSPUNTEN

##### geometrie

type fundering

circular foundation

prefab / in-situ

prefab

diameter

B = 11,00 m

--

= --

equiv. afmeting rechthoekige fundering

L = 9,75 m

toepassen reductie  $\phi'$  5 graden vor zand?

= yes -

##### belastingen horizontaal

rekenwaarde horizontale belasting

$H_d$  = 0,0 kN

excentriciteit H

$e_H$  = 0,00 m

moment door H

$M_{Hd}$  = 0,0 kNm

hoek H met lengterichting

$\kappa$  = 0°

moment door H, dwarsrichting

$M_{Hds}$  = 0,0 kNm

moment door H, lengterichting

$M_{Hdl}$  = 0,0 kNm

##### totaal moment

totaal moment, dwarsrichting

$M_{ds}$  = 0,0 kNm

totaal moment, lengterichting

$M_{dl}$  = 0,0 kNm

##### grondopbouw

maaienveld

$Z_{aantsee}$  = -13,50 m+NAP

maaienveldhelling (§6.5.2.2(p))

$\beta$  = n.a. °

funderingsniveau

$Z_{foundation}$  = -20,0 m+NAP

freatisch niveau

$Z_{phreato}$  = 0,00 m+NAP

##### algemeen

taal

= NL

referentieniveau

= NAP

volumiek gewicht water

$\gamma_{wd}$  = 10 kN/m³

##### belastingen verticaal

rekenw. verticale belasting

$V_{dmax}$  = 7100 ton

rekenw. verticale belasting

$V_{dmin}$  = 69651 kN

excentriciteit V (breedte)

$e_{Vb}$  = 0,00 m

excentriciteit V (lengte)

$e_{Vl}$  = 0,00 m

moment door V, dwarsrichting

$M_{Vds}$  = 0,0 kNm

moment door V, langsrichting

$M_{Vdl}$  = 0,0 kNm

chosen design vertical load

= 69651 kN

##### spudcan input

Jack-up vessel

= Pacific Orca

Jacket type

= Pile

Is backflow applicable at  $Z_{foundation}$ ?

= No

Cone angle

= 180

##### effectief funderingsoppervlak

effectieve breedte op funderingsniveau

$B_{eff}$  = 9,75 m

effectieve lengte op funderingsniveau

$L_{eff}$  = 9,75 m

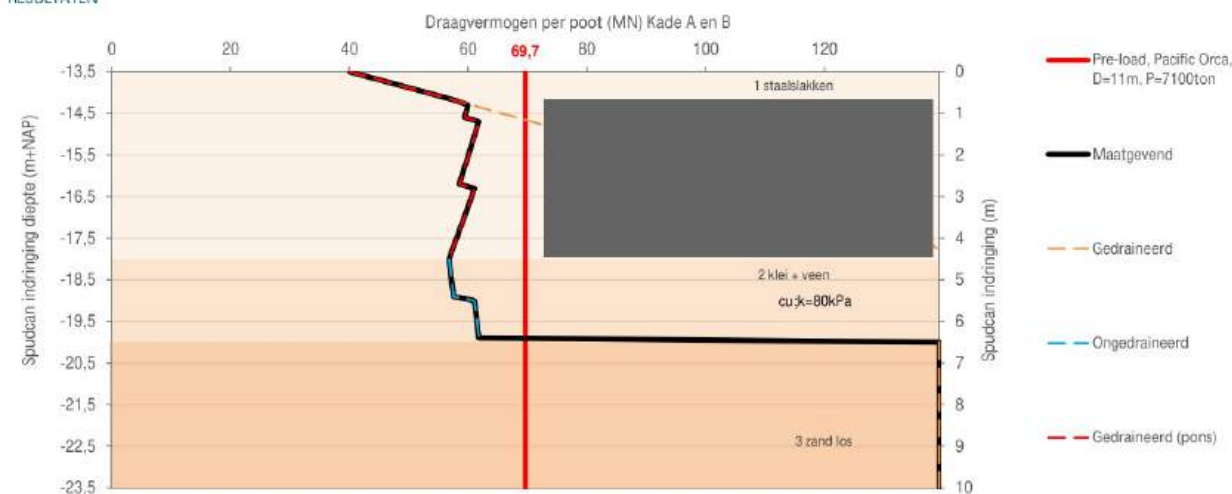
effectief funderingsoppervlak

$A_{eff}$  = 95,03 m²

#### Grondlagen en parameters

laag nr.	layer name	soil type	b.k. laag [m+NAP]	o.k. laag [m+NAP]	dikte [m]	$\phi'_{sk}$ [°]	$C'_{sk}$ [kPa]	$C_{sk}$ [kPa]	$\gamma_k$ [kN/m³]	$\gamma_{satk}$ [kN/m³]
1	staalslakk	zand	-13,5	-18,00	4,50	35,0	5,0	0,0	23,0	26,0
2	klei + vee	klei	-18,00	-20,00	2,00	22,5	5,0	80,0	17,0	19,0
3	zand los	zand	-20,00	-25,00	5,00	30,0	0,0	0,0	17,0	19,0
4	zand mat	zand	-25,00	-42,00	17,00	35,0	0,0	0,0	19,0	21,0
5	zand mat	zand	-42,00	-50,00	8,00	35,0	0,0	0,0	19,0	21,0
6										
7										
8										
9										

#### RESULTATEN





Project: **Energiehaven IJmuiden**  
Projectcode: **123839**  
Onderwerp: **Spudcan indringing kade A & B**  
Adviseur: **[REDACTED]**  
Datum: **5-7-2021**

Geselecteerd grondlagen tussen maaiveld, funderingsniveau, en invloedsniveau

laag nr.	grond-soort	b.k. laag [m+NAP]	o.k. laag [m+NAP]	dikte [m]	$\psi'_k$ [°]	$c'_k$ [kPa]	$c_{u,k}$ [kPa]	$\gamma_k$ [kN/m³]	$\gamma_{sat,k}$ [kN/m³]	$\gamma'_d$ [kN/m³]	$\sigma'_{v,z,d}$ [kPa]	X	H X	H X $c'_d$	H X $\psi'_d$	H X $\gamma'_d$
1	zand	-13,5	-18,00	4,50	30,0	5	0	23	26	16,0	72,0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2	klei	-18,00	-20,00	2,00	22,5	5	80	17	19	9,0	90,0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
3	zand	-20,00	-20,00	0,00	25,0	0	0	17	19	9,0	90,0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
4	zand	-20,00	-25,00	5,00	25,0	0	0	17	19	9,0	135,0	11,56	57,79	0,00	1444,73	520,10
5	zand	-25,00	-42,00	17,00	30,0	0	0	19	21	11,0	322,0	4,53	41,02	0,00	1230,75	451,27
6	zand	-42,00	-50,00	8,00	30,0	0	0	19	21	11,0	410,0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
7																
8																
9																
10																
partiële veiligheidsfactoren (materiaal)					1,00	1,00	1,00	1,00				Σ	98,81	0,00	2675,48	971,38

BEREKENINGEN zfoundation = -20,0001 m+NAP

afmetingen bezwijkvlak

hoek v. inw. wrijving onder funderingsniveau	$\psi'_k$	=	27,1 °
invloedsbreedte bezwijkvlak	$a_b$	=	35,59 m
invloedsdiepte bezwijkvlak	$z_b$	=	14,06 m
invloedsniveau	$d_b$	=	-34,06 m+NAP
distance mudline to foundationlevel	D	=	6,50 m

berekeningsgevallen gedraineerde/ongedraineerde toestand

gedraineerde toestand conform	geval c
gedraineerde toestand → controle doorpensen?	nee
ongedraineerde toestand conform	n.v.t.
	--

gedraineerde toestand - Vesic

effectieve verticale spanning funderingsniveau	$p_0$	=	90,00 kPa	verificatie verticaal draagvermogen		
effectieve gewogen hoek v. inw. wrijving	$\psi'_{squad}$	=	27,1 °	verticale belasting (ongunstig)	$V_d$	= 69651 kN
effectieve gewogen volumiek gewicht	$\gamma'_{squad}$	=	9,83 kN/m³	verticaal draagvermogen gedraineerd	$V_{R,dred}$	= 247956 kN
draagkrachtfactor - bovenbelasting	$N_q$	=	13,3 -	unity check ( $V_d/V_{R,dred} \leq 1,0$ )		= 0,28 -
draagkrachtfactor - effectief volumiek gewicht	$N_\gamma$	=	14,6 -			
vormfactor - bovenbelasting	$s_q$	=	1,5 -			
vormfactor - effectief volumiek gewicht	$s_\gamma$	=	0,600 -			
bearing cap. depth factor	$d_q$	=	1,179 -			
bearing cap. depth factor	$d_\gamma$	=	1,000 -			
maximale funderingsdruk	$\sigma'_{max,d}$	=	2609 kPa			

gedraineerde toestand - Vesic

effectieve verticale spanning funderingsniveau	$p_0$	=	90,00 kPa	verificatie verticaal draagvermogen		
effectieve gewogen hoek v. inw. wrijving	$\psi'_{squad}$	=	27,1 °	verticale belasting (ongunstig)	$V_d$	= 69651 kN
effectieve gewogen volumiek gewicht	$\gamma'_{squad}$	=	9,83 kN/m³	verticaal draagvermogen gedraineerd	$V_{R,dred}$	= 224434 kN
draagkrachtfactor - bovenbelasting	$N_q$	=	13,3 -	unity check ( $V_d/V_{R,dred} \leq 1,0$ )		= 0,31 -
draagkrachtfactor - effectief volumiek gewicht	$N_\gamma$	=	9,4 -			
vormfactor - bovenbelasting	$s_q$	=	1,5 -			
vormfactor - effectief volumiek gewicht	$s_\gamma$	=	0,600 -			
bearing cap. depth factor	$d_q$	=	1,179 -			
bearing cap. depth factor	$d_\gamma$	=	1,000 -			
maximale funderingsdruk	$\sigma'_{max,d}$	=	2362 kPa			

gedraineerde toestand (pons) - Hanna en Meyerhof

minder draagkrachtige laag	nr.	=	4	verificatie verticaal draagvermogen		
effectieve volumiek gewicht	$\gamma'$	=	9,0 kN/m³	verticale belasting (ongunstig)	$V_d$	= 69651 kN
bovenkant minder draagkrachtige laag	$z_{top,punch}$	=	-20,00 m+NAP	vert. draagvermogen gedraineerd (pons)	$V_{R,d,punch,d}$	= n.v.t. kN
distance foundation level to top clay layer	H	=	0,00 m	unity check ( $(V_d/V_{R,d,punch,d}-W) \leq 1,0$ )	UC	= n.v.t. -
effectieve verticale spanning funderingsniveau	$p_0$	=	90,00 kPa			
ongedraineerde schuifsterkte (§6.5.2.2(m))	$c_{u,d}$	=	kPa			
effectieve hoek v. inw. wrijving	$\psi'$	=	25,0 °			
coefficient of punching shear	$K_s$	=	#VALUE! -			
vertical bearing capacity at top of the layer, undr.	$F_{v,b}$	=	#VALUE! kN			
maximale funderingsdruk	$\sigma'_{max,d}$	=	#VALUE! kPa			

>> Geen controle op pons in gedraineerde toestand nodig, verberg deze sectie.

gedraineerde toestand (pons) - Commentary methode

minder draagkrachtige laag	nr.	=	4	verificatie verticaal draagvermogen		
effectieve volumiek gewicht	$\gamma'$	=	9,0 kN/m³	verticale belasting (ongunstig)	$V_d$	= 69651 kN
bovenkant minder draagkrachtige laag	$z_{top,punch}$	=	-20,00 m+NAP	vert. draagvermogen gedraineerd (pons)	$V_{R,d,punch,d}$	= n.v.t. kN
distance foundation level to top clay layer	H	=	0,00 m	unity check ( $(V_d/V_{R,d,punch,d}-W) \leq 1,0$ )	UC	= n.v.t. -
inclination shear plane n:1	n	=	5			
fictieve breedte op -20,00 m+NAP	$B_{fict,punch}$	=	11,00 m			
fictief oppervlak op -20,00 m+NAP	$A_{fict,punch}$	=	95 m²			
extra verticale (grond) belasting	W	=	0 kN			
vertical bearing capacity at top of the layer, undr.	$F_{v,b}$	=	#VALUE! kN			
maximale funderingsdruk	$\sigma'_{max,d}$	=	#VALUE! kPa			

>> Geen controle op pons in gedraineerde toestand nodig, verberg deze sectie.

Project **Energiehaven Ijmuiden**  
Projectcode **123839**  
Onderwerp **Spudcan indringing kade A & B**  
Adviseur **[REDACTED]**  
Datum **5-7-2021**

ongedraineerde toestand >> Geen controle op pons in gedraineerde toestand nodig, verberg deze sectie.

ongedraineerde laag  
ongedraineerde schuifsterkte (§6.5.2.2(m))  
cone angle  
rate of increase shearstrength with depth  
footing embedment depth (depth/radius)  
roughness factor  
bearing cap. factor  
bovenkant ongedraineerde laag  
effectieve verticale spanning bovenkant kleilaag  
vertical bearing capacity at top of the layer, undr.

$n_r = 4$   
 $c_{u,d} =$  kPa  
 $\beta = 180^\circ$   
 $p2R/c_{um} = 0$   
 $D/R = 1,0$   
 $\alpha = 0,4$   
 $Nc' = 7,02$   
 $z_{top,undr} = -20,00$  m+NAP  
 $p0 = 90,00$  kPa  
 $F_{v,b} = \#VALUE!$  kN

ongedraineerde toestand >> Geen cohesieve laag in invloeddiepte, verberg deze sectie.

fictieve breedte op -20,00 m+NAP  
fictief oppervlak op -20,00 m+NAP  
extra verticale (grond) belasting  
bovenkant ongedraineerde laag  
invloeddiepte bezwijkvlak ( $\varphi' = 0^\circ$ )  
invloedsniveau ( $\varphi' = 0^\circ$ )  
ongedraineerde schuifsterkte  
cone angle  
rate of increase shearstrength with depth  
footing embedment depth (depth/radius)  
roughness factor  
bearing cap. factor  
effectieve verticale spanning fict. funderingsniveau  
maximale funderingsdruk

$B_{fict,undr} = 11,00$  m  
 $A_{fict,undr} = 95$  m<sup>2</sup>  
 $W_{add,d} = 0$  kN  
 $z_{top,undr} = -20,00$  m+NAP  
 $z_{e,undr} = 7,70$  m  
 $d_{e,undr} = -27,70$  m+NAP  
 $c_{u,d} =$  kPa  
 $\beta = 180^\circ$   
 $p2R/c_{um} = 0$   
 $D/R = 1,0$   
 $\alpha = 0,4$   
 $Nc' = 7,02$   
 $p0 = 90$  kPa  
 $\sigma'_{max,d} = \#VALUE!$  kPa

verificatie verticaal draagvermogen  
verticale belasting (ongunstig)  $V_d + W_{add,d} = 69651$  kN  
verticaal draagvermogen ongedraineerd  $V_{R,undr,d} =$  n.v.t. kN  
unity check ( $(V_d + V_{add,d})/V_{R,undr,d} \leq 1,0$ ) = n.v.t. -

ongedraineerde toestand >> Geen homogene cohesieve grondslag in invloeddiepte, verberg deze sectie.

ongedraineerde laag  
foundation level in clay layer?  
effectieve verticale spanning fict. funderingsniveau  
ongedraineerde schuifsterkte (§6.5.2.2(m))  
cone angle  
rate of increase shearstrength with depth  
footing embedment depth (depth/radius)  
roughness factor  
bearing cap. factor  
maximale funderingsdruk

$n_r = 4$   
 $\gamma' =$  yes -  
 $p0 = 90,0$  kPa  
 $c_{u,d} =$  kPa  
 $\beta = 180^\circ$   
 $p2R/c_{um} = 0$   
 $D/R = 1,0$   
 $\alpha = 0,4$   
 $Nc' = 7,02$   
 $\sigma'_{max,d} = \#VALUE!$  kPa

verificatie verticaal draagvermogen  
verticale belasting (ongunstig)  $V_d =$  n.v.t. kN  
verticaal draagvermogen ongedraineerd  $V_{R,undr,d} =$  n.v.t. kN  
unity check ( $(V_d + V_{add,d})/V_{R,undr,d} \leq 1,0$ ) = n.v.t. -

ongedraineerde toestand - Squeezing >> Geen cohesieve laag in invloeddiepte, verberg deze sectie.

ongedraineerde laag  
effectieve volumiek gewicht  
ongedraineerde schuifsterkte (§6.5.2.2(m))  
squeezing factor  
squeezing factor  
effectieve verticale spanning fict. funderingsniveau  
thickness clay layer  
maximale funderingsdruk

$n_r = 4$   
 $\gamma' = 9,0$  kN/m<sup>3</sup>  
 $c_{u,d} =$  kPa  
 $a = 5$   
 $b = 0,33$   
 $p0 = 90$  kPa  
 $T = 5,00$  m  
 $\sigma'_{max,d} = \#VALUE!$  kPa

verificatie squeeze  
verticale belasting ()  $V_d = 69651$  kN  
verticaal draagvermogen ongedraineerd  $V_{R,undr,d} =$  n.v.t. kN  
unity check ( $(V_d + V_{add,d})/V_{R,undr,d} \leq 1,0$ ) = n.v.t. -

#### SAMENVATTING

verificatie	situatie	verticale belasting	belasting	weerstand	unity check	check
verificatie verticaal draagvermogen	gedraineerd - Vesic	ongunstig	69651	247956	0,28	ok
	gedraineerd - Brinch Hansen	ongunstig	69651	224434	0,31	ok
	gedraineerd (pons) H&M	ongunstig	69651	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.
	gedraineerd (pons) Com.	ongunstig	69651	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.
	ongedraineerd	ongunstig	69651	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.
	ongedraineerd (squeeze)	ongunstig	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.
	ongedraineerd-single layer profil	ongunstig	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.

Project: Energiehaven IJmuiden  
Projectcode: 123839  
Onderwerp: Spudcan indringing kade C & D  
Adviseur: [redacted]  
Datum: 5-7-2021

TITEL  
Berekening van indringingsdiepte van spudcans conform SNAME (2008)

#### UITGANGSPUNTEN

##### geometrie

type fundering

circular foundation

prefab / in-situ

prefab

diameter

B = 11,00 m

--

= --

equiv. afmeting rechthoekige fundering

L = 9,75 m

toepassen reductie  $\phi'$  5 graden vor zand?

= yes -

##### belastingen horizontaal

rekenwaarde horizontale belasting

$H_d$  = 0,0 kN

excentriciteit H

$e_H$  = 0,00 m

moment door H

$M_{Hd}$  = 0,0 kNm

hoek H met lengterichting

$\kappa$  = 0°

moment door H, dwarsrichting

$M_{Hds}$  = 0,0 kNm

moment door H, lengterichting

$M_{Hdl}$  = 0,0 kNm

##### totaal moment

totaal moment, dwarsrichting

$M_{ds}$  = 0,0 kNm

totaal moment, lengterichting

$M_{dl}$  = 0,0 kNm

##### grondopbouw

maaienveld

$Z_{aantsee}$  = -13,50 m+NAP

maaienveldhelling (§6.5.2.2(p))

$\beta$  = n.a. °

funderingsniveau

$Z_{foundation}$  = -20,0 m+NAP

freatisch niveau

$Z_{phreato}$  = 0,00 m+NAP

##### algemeen

taal

= NL

referentieniveau

= NAP

volumiek gewicht water

$\gamma_{wd}$  = 10 kN/m³

##### belastingen verticaal

rekenw. verticale belasting

$V_{dmax}$  = 7100 ton

rekenw. verticale belasting

$V_{dmin}$  = 69651 kN

excentriciteit V (breedte)

$e_{Vb}$  = 0,00 m

excentriciteit V (lengte)

$e_{Vl}$  = 0,00 m

moment door V, dwarsrichting

$M_{Vds}$  = 0,0 kNm

moment door V, langsrichting

$M_{Vdl}$  = 0,0 kNm

chosen design vertical load

= 69651 kN

##### spudcan input

Jack-up vessel

= Pacific Orca

Jacket type

= Pile

Is backflow applicable at  $Z_{foundation}$ ?

= No

Cone angle

= 180

##### effectief funderingsoppervlak

effectieve breedte op funderingsniveau

$B_{eff}$  = 9,75 m

effectieve lengte op funderingsniveau

$L_{eff}$  = 9,75 m

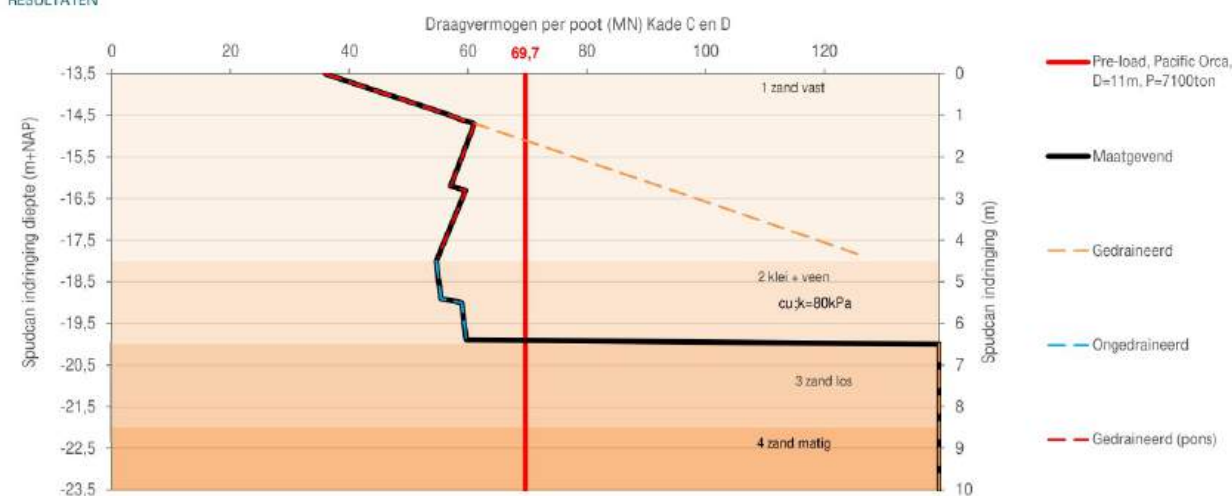
effectief funderingsoppervlak

$A_{eff}$  = 95,03 m²

#### Grondlagen en parameters

laag nr.	layer name	soil type	b.k. laag [m+NAP]	o.k. laag [m+NAP]	dikte [m]	$\phi'_k$ [°]	$C'_k$ [kPa]	$C_{uk}$ [kPa]	$\gamma_k$ [kN/m³]	$\gamma_{satk}$ [kN/m³]
1	zand vast	zand	-13,5	-18,00	4,50	35,0	0,0	0,0	19,0	21,0
2	klei + veen	klei	-18,00	-20,00	2,00	22,5	5,0	80,0	17,0	19,0
3	zand los	zand	-20,00	-22,00	2,00	30,0	0,0	0,0	17,0	19,0
4	zand matig	zand	-22,00	-42,00	20,00	35,0	0,0	0,0	19,0	21,0
5	zand matig	zand	-42,00	-50,00	8,00	35,0	0,0	0,0	19,0	21,0
6										
7										
8										
9										

#### RESULTATEN





Project: **Energiehaven IJmuiden**  
Projectcode: **123839**  
Onderwerp: **Spudcan indringing kade C & D**  
Adviseur: **[REDACTED]**  
Datum: **5-7-2021**

Geselecteerd grondlagen tussen maaiveld, funderingsniveau, en invloedsniveau

laag nr.	grond-soort	b.k. laag [m+NAP]	o.k. laag [m+NAP]	dikte [m]	$\psi'_k$ [°]	$c'_k$ [kPa]	$c_{u,k}$ [kPa]	$\gamma_k$ [kN/m³]	$\gamma_{sat,k}$ [kN/m³]	$\gamma'_d$ [kN/m³]	$\sigma'_{v,z,d}$ [kPa]	X	H X	H X $c'_d$	H X $\psi'_d$	H X $\gamma'_d$
1	zand	-13,5	-18,00	4,50	30,0	0	0	19	21	11,0	49,5	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2	klei	-18,00	-20,00	2,00	22,5	5	80	17	19	9,0	67,5	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
3	zand	-20,00	-20,00	0,00	25,0	0	0	17	19	9,0	67,5	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
4	zand	-20,00	-22,00	2,00	25,0	0	0	17	19	9,0	85,5	13,85	27,70	0,00	692,53	249,31
5	zand	-22,00	-42,00	20,00	30,0	0	0	19	21	11,0	305,5	6,43	82,58	0,00	2477,39	908,38
6	zand	-42,00	-50,00	8,00	30,0	0	0	19	21	11,0	393,5	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
7																
8																
9																
10																
partiële veiligheidsfactoren (materiaal)					1,00	1,00	1,00	1,00				Σ	110,28	0,00	3169,93	1157,69

BEREKENINGEN zfoundation = -20,0001 m+NAP

afmetingen bezwijkvlak

hoek v. inw. wrijving onder funderingsniveau

$$\psi'_k = 28,7^\circ$$

invloedsbreedte bezwijkvlak

$$a_b = 39,00 \text{ m}$$

invloedsdiepte bezwijkvlak

$$z_b = 14,85 \text{ m}$$

invloedsniveau

$$d_b = -34,85 \text{ m+NAP}$$

distance mudline to foundationlevel

$$D = 6,50 \text{ m}$$

berekeningsgevallen gedraineerde/ongedraineerde toestand

gedraineerde toestand conform

geval c

gedraineerde toestand → controle doorpensen?

nee

ongedraineerde toestand conform

n.v.t.

--

gedraineerde toestand - Vesic

effectieve verticale spanning funderingsniveau

$$p_0 = 67,50 \text{ kPa}$$

verificatie verticaal draagvermogen

effectieve gewogen hoek v. inw. wrijving

$$\psi'_{squad} = 28,7^\circ$$

verticale belasting (ongunstig)

$$V_d = 69651 \text{ kN}$$

effectieve gewogen volumiek gewicht

$$\gamma'_{squad} = 10,50 \text{ kN/m}^3$$

verticaal draagvermogen gedraineerd

$$V_{R,dred} = 247800 \text{ kN}$$

draagkrachtfactor - bovenbelasting

$$N_q = 16,0$$

unity check ( $V_d/V_{R,dred} \leq 1,0$ )

$$= 0,28$$

draagkrachtfactor - effectief volumiek gewicht

$$N_{\gamma} = 18,6$$

vormfactor - bovenbelasting

$$s_q = 1,5$$

vormfactor - effectief volumiek gewicht

$$s_{\gamma} = 0,600$$

bearing cap. depth factor

$$d_q = 1,175$$

bearing cap. depth factor

$$d_{\gamma} = 1,000$$

maximale funderingsdruk

$$\sigma'_{max,d} = 2608 \text{ kPa}$$

gedraineerde toestand - Vesic

effectieve verticale spanning funderingsniveau

$$p_0 = 67,50 \text{ kPa}$$

verificatie verticaal draagvermogen

effectieve gewogen hoek v. inw. wrijving

$$\psi'_{squad} = 28,7^\circ$$

verticale belasting (ongunstig)

$$V_d = 69651 \text{ kN}$$

effectieve gewogen volumiek gewicht

$$\gamma'_{squad} = 10,50 \text{ kN/m}^3$$

verticaal draagvermogen gedraineerd

$$V_{R,dred} = 218913 \text{ kN}$$

draagkrachtfactor - bovenbelasting

$$N_q = 16,0$$

unity check ( $V_d/V_{R,dred} \leq 1,0$ )

$$= 0,32$$

draagkrachtfactor - effectief volumiek gewicht

$$N_{\gamma} = 12,3$$

vormfactor - bovenbelasting

$$s_q = 1,5$$

vormfactor - effectief volumiek gewicht

$$s_{\gamma} = 0,600$$

bearing cap. depth factor

$$d_q = 1,175$$

bearing cap. depth factor

$$d_{\gamma} = 1,000$$

maximale funderingsdruk

$$\sigma'_{max,d} = 2304 \text{ kPa}$$

gedraineerde toestand (pons) - Hanna en Meyerhof

minder draagkrachtige laag

$$nr. = 4$$

verificatie verticaal draagvermogen

effectieve volumiek gewicht

$$\gamma' = 9,0 \text{ kN/m}^3$$

verticale belasting ()

$$V_d = 69651 \text{ kN}$$

bovenkant minder draagkrachtige laag

$$z_{top,punch} = -20,00 \text{ m+NAP}$$

vert. draagvermogen gedraineerd (pons)

$$V_{R,d,punch,d} = \text{n.v.t. kN}$$

distance foundation level to top clay layer

$$H = 0,00 \text{ m}$$

unity check ( $(V_d/V_{R,d,punch,d}-W) \leq 1,0$ )

$$UC = \text{n.v.t.}$$

effectieve verticale spanning funderingsniveau

$$p_0 = 67,50 \text{ kPa}$$

ongedraineerde schuifsterkte (§6.5.2.2(m))

$$c_{u,d} = \text{kPa}$$

effectieve hoek v. inw. wrijving

$$\psi' = 25,0^\circ$$

coefficient of punching shear

$$K_s = \text{\#VALUE!}$$

vertical bearing capacity at top of the layer, undr.

$$F_{v,b} = \text{\#VALUE! kN}$$

maximale funderingsdruk

$$\sigma'_{max,d} = \text{\#VALUE! kPa}$$

>> Geen controle op pons in gedraineerde toestand nodig, verberg deze sectie.

gedraineerde toestand (pons) - Commentary methode

minder draagkrachtige laag

$$nr. = 4$$

verificatie verticaal draagvermogen

effectieve volumiek gewicht

$$\gamma' = 9,0 \text{ kN/m}^3$$

verticale belasting (ongunstig)

$$V_d = 69651 \text{ kN}$$

bovenkant minder draagkrachtige laag

$$z_{top,punch} = -20,00 \text{ m+NAP}$$

vert. draagvermogen gedraineerd (pons)

$$V_{R,d,punch,d} = \text{n.v.t. kN}$$

distance foundation level to top clay layer

$$H = 0,00 \text{ m}$$

unity check ( $(V_d/V_{R,d,punch,d}-W) \leq 1,0$ )

$$UC = \text{n.v.t.}$$

inclination shear plane n:1

$$n = 5$$

fictieve breedte op -20,00 m+NAP

$$B_{fict,punch} = 11,00 \text{ m}$$

fictief oppervlak op -20,00 m+NAP

$$A_{fict,punch} = 95 \text{ m}^2$$

extra verticale (grond) belasting

$$W = 0 \text{ kN}$$

vertical bearing capacity at top of the layer, undr.

$$F_{v,b} = \text{\#VALUE! kN}$$

maximale funderingsdruk

$$\sigma'_{max,d} = \text{\#VALUE! kPa}$$

>> Geen controle op pons in gedraineerde toestand nodig, verberg deze sectie.

Project: **Energiehaven Ijmuiden**  
Projectcode: **123839**  
Onderwerp: **Spudcan indringing kade C & D**  
Adviseur: **[REDACTED]**  
Datum: **5-7-2021**

ongedraineerde toestand >> Geen controle op pons in gedraineerde toestand nodig, verberg deze sectie.

ongedraineerde laag nr. = 4  
ongedraineerde schuifsterkte (§6.5.2.2(m))  $c_{u,d}$  = kPa  
cone angle  $\beta$  = 180 °  
rate of increase shearstrength with depth  $p2R/c_{u,m}$  = 0  
footing embedment depth (depth/radius)  $D/R$  = 1,0 -  
roughness factor  $\alpha$  = 0,4 -  
bearing cap. factor  $Nc^*$  = 7,02 -  
bovenkant ongedraineerde laag  $z_{top,undr}$  = -20,00 m+NAP  
effectieve verticale spanning bovenkant kleilaag  $p0$  = 67,50 kPa  
vertical bearing capacity at top of the layer, undr.  $F_{v,b}$  = #VALUE! kN

ongedraineerde toestand >> Geen cohesieve laag in invloeddiepte, verberg deze sectie.

fictieve breedte op -20,00 m+NAP  $B_{fict,undr}$  = 11,00 m  
fictief oppervlak op -20,00 m+NAP  $A_{fict,undr}$  = 95 m<sup>2</sup>  
extra verticale (grond) belasting  $W_{add}$  = 0 kN  
bovenkant ongedraineerde laag  $z_{top,undr}$  = -20,00 m+NAP  
invloeddiepte bezwijkvlak ( $\varphi^* = 0^\circ$ )  $z_{p,undr}$  = 7,70 m  
invloedsniveau ( $\varphi^* = 0^\circ$ )  $d_{z,undr}$  = -27,70 m+NAP  
ongedraineerde schuifsterkte  $c_{u,d}$  = kPa  
cone angle  $\beta$  = 180 °  
rate of increase shearstrength with depth  $p2R/c_{u,m}$  = 0  
footing embedment depth (depth/radius)  $D/R$  = 1,0 -  
roughness factor  $\alpha$  = 0,4 -  
bearing cap. factor  $Nc^*$  = 7,02 -  
effectieve verticale spanning fict. funderingsniveau  $p0$  = 68 kPa  
maximale funderingsdruk  $\sigma'_{max,d}$  = #VALUE! kPa

verificatie verticaal draagvermogen  
verticale belasting (ongunstig)  $V_d + W_{add}$  = 69651 kN  
verticaal draagvermogen ongedraineerd  $V_{R,undr}$  = n.v.t. kN  
unity check ( $(V_d + W_{add})/V_{R,undr} \leq 1,0$ ) = n.v.t. -

ongedraineerde toestand >> Geen homogene cohesieve grondslag in invloeddiepte, verberg deze sectie.

ongedraineerde laag nr. = 4 -  
foundation level in clay layer? = yes -  
effectieve verticale spanning fict. funderingsniveau  $p0$  = 67,5 kPa  
ongedraineerde schuifsterkte (§6.5.2.2(m))  $c_{u,d}$  = kPa  
cone angle  $\beta$  = 180 °  
rate of increase shearstrength with depth  $p2R/c_{u,m}$  = 0  
footing embedment depth (depth/radius)  $D/R$  = 1,0 -  
roughness factor  $\alpha$  = 0,4 -  
bearing cap. factor  $Nc^*$  = 7,02 -  
maximale funderingsdruk  $\sigma'_{max,d}$  = #VALUE! kPa

verificatie verticaal draagvermogen  
verticale belasting (ongunstig)  $V_d$  = n.v.t. kN  
verticaal draagvermogen ongedraineerd  $V_{R,undr}$  = n.v.t. kN  
unity check ( $(V_d + W_{add})/V_{R,undr} \leq 1,0$ ) = n.v.t. -

ongedraineerde toestand - Squeezing >> Geen cohesieve laag in invloeddiepte, verberg deze sectie.

ongedraineerde laag nr. = 4 -  
effectieve volumiek gewicht  $\gamma'$  = 9,0 kN/m<sup>3</sup>  
ongedraineerde schuifsterkte (§6.5.2.2(m))  $c_{u,d}$  = kPa  
squeezing factor  $a$  = 5 -  
squeezing factor  $b$  = 0,33  
effectieve verticale spanning fict. funderingsniveau  $p0$  = 68 kPa  
thickness clay layer  $T$  = 2,00 m  
maximale funderingsdruk  $\sigma'_{max,d}$  = #VALUE! kPa

verificatie squeeze  
verticale belasting ()  $V_d$  = 69651 kN  
verticaal draagvermogen ongedraineerd  $V_{R,undr}$  = n.v.t. kN  
unity check ( $(V_d + W_{add})/V_{R,undr} \leq 1,0$ ) = n.v.t. -

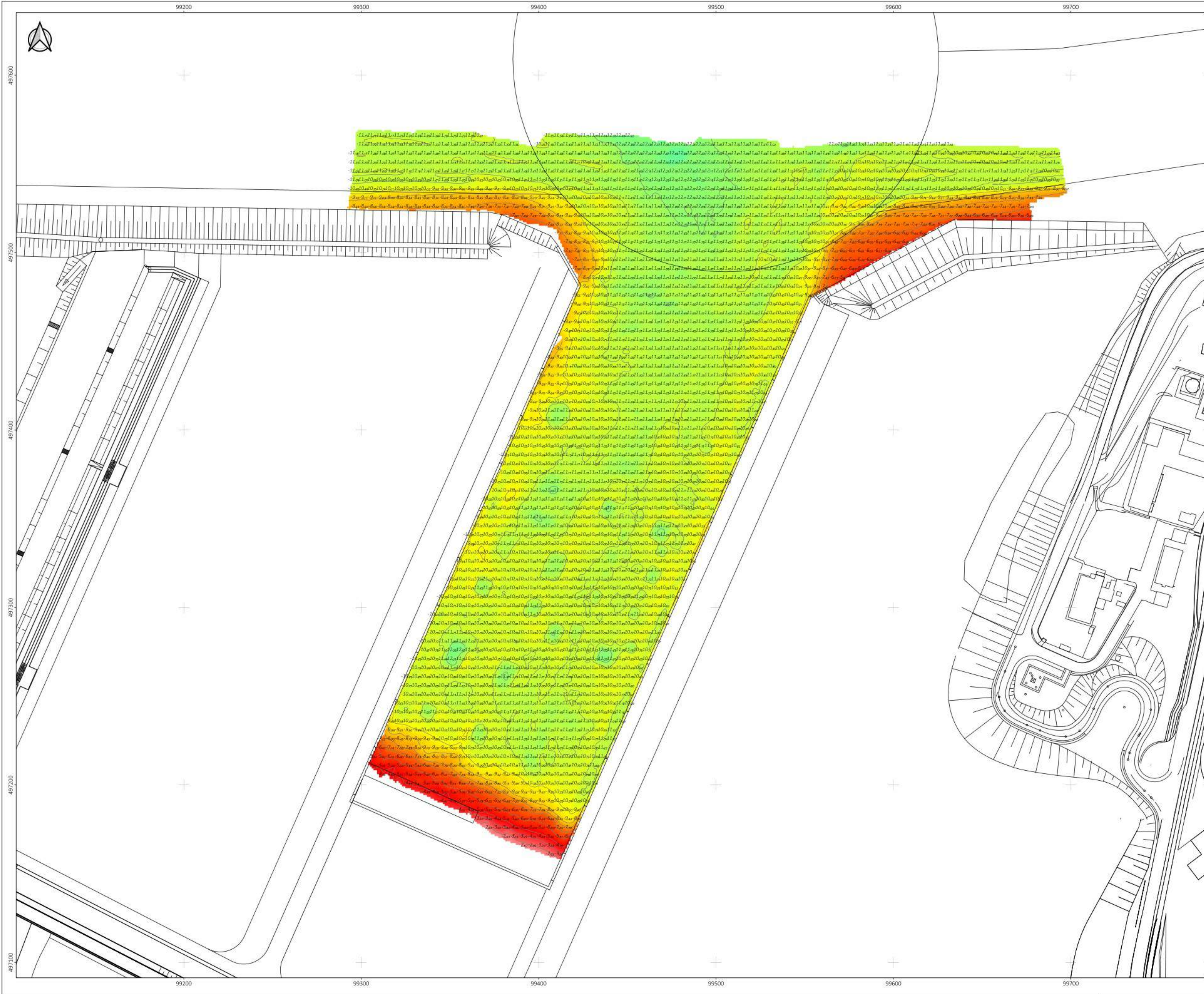
#### SAMENVATTING

verificatie	situatie	verticale belasting	belasting	weerstand	unity check	check
verificatie verticaal draagvermogen	gedraineerd - Vesic	ongunstig	69651	247800	0,28	ok
	gedraineerd - Brinch Hansen	ongunstig	69651	218913	0,32	ok
	gedraineerd (pons) H&M	ongunstig	69651	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.
	gedraineerd (pons) Com.	ongunstig	69651	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.
	ongedraineerd	ongunstig	69651	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.
	ongedraineerd (squeeze)	ongunstig	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.
	ongedraineerd-single layer profil	ongunstig	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.



## BIJLAGE: MULTIBEAM PEILING IJMUIDEN, ZEEHAVEN IJMUIDEN, 2021





LEGENDA

Kleurenindex bathymetrie t.o.v. NAP (m)

Bathymetrische contourlijnen met interval van 1m

9.42 Bathymetrische dieptecijfers in meters t.o.v. NAP (5x5)

VERTICALE CONTROLE

Verticale referentie: Normaal Amsterdams Peil (NAP)

Geoidemodel: NLGED004

Eenheden: m (meters)

HORizontALE CONTROLE

EPSG code: 28992

Projectie naam: Amersfoort / RD New

Datum: Amersfoort

Centrale meridiaan: 5.3876388888889

Ellipsoïde: 1841

Projectie: Oblique\_Stereographic

Eenheden: m (meters)

SCHAAL

Horizontale schaal 1:1000

OPMERKINGEN

Geen opmerkingen

LOCATIEOVERZICHT

PROJECTTITEL

**Multibeam Peiling IJmuiden**

IJmondhaven

KAARTTITEL

**Dieptekaart 21-07-2021**

OPDRACHTGEVER

Zeehaven IJmuiden NV

Halkade 4

1976 DC IJmuiden

Noord Holland

OPDRACHTNEMER

**deep**

Deep BV Hydrografie & Geofysica

Johan van Hasseltweg 39D

1021 KN Amsterdam

[www.deepbv.nl](http://www.deepbv.nl)

REVISIE EN KAARTDETAILS

Revisie	Datum	Omschrijving	Getekend	Controle
R00	26-07-2021	Versie ter goedkeuring	CBI	D&R

Opnameperiode: 21 juli 2021

Papierformaat: ISO A1

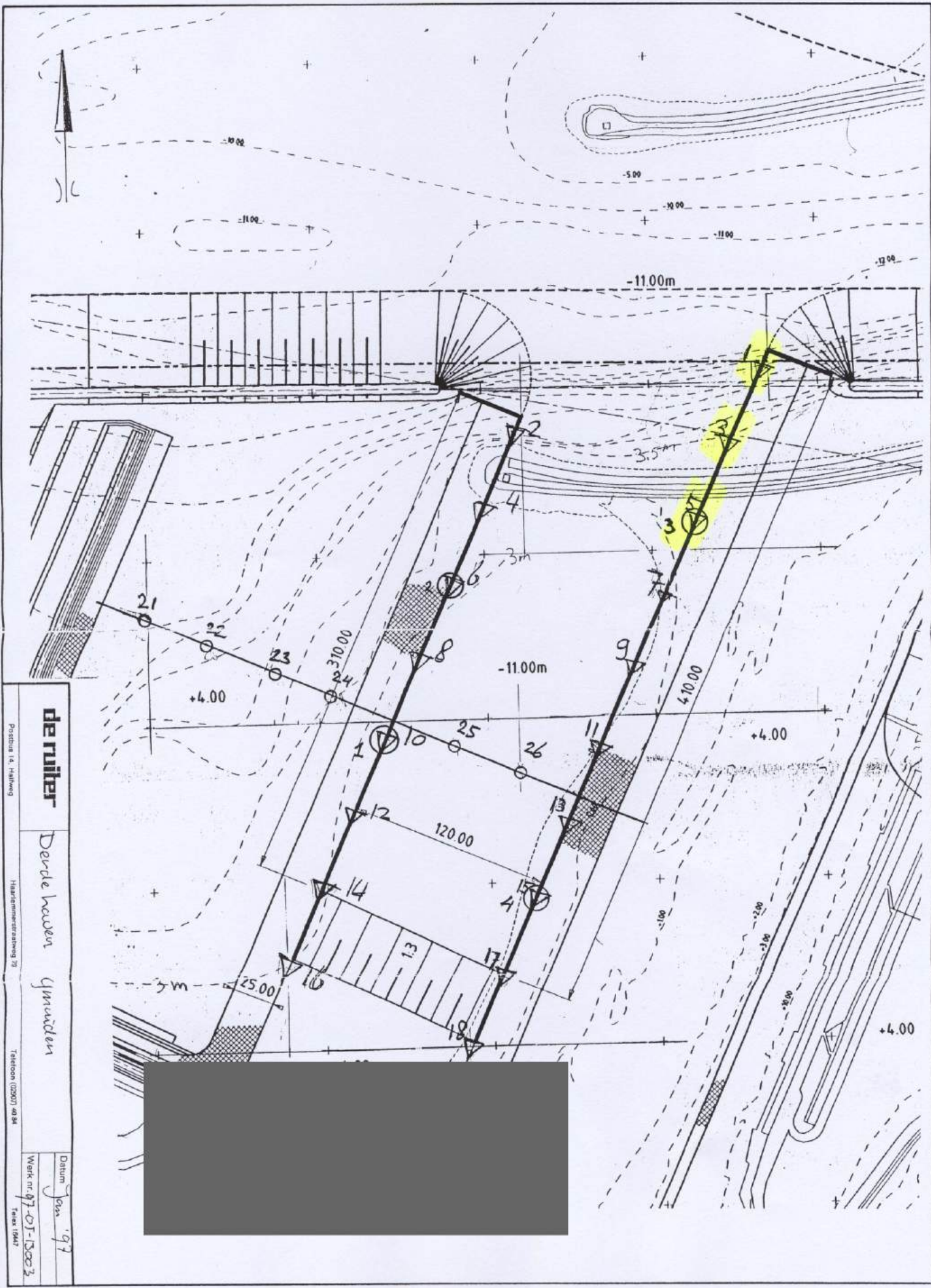
Kaart Nr.: P3791\_CHRT\_MBE\_UM\_01\_210721\_R00

Kaart 1 van 1





## BIJLAGE: SONDERINGEN DERDE HAVEN IJMUIDEN, RE RUITER, 1997



de ruiter

Derde haven grachten

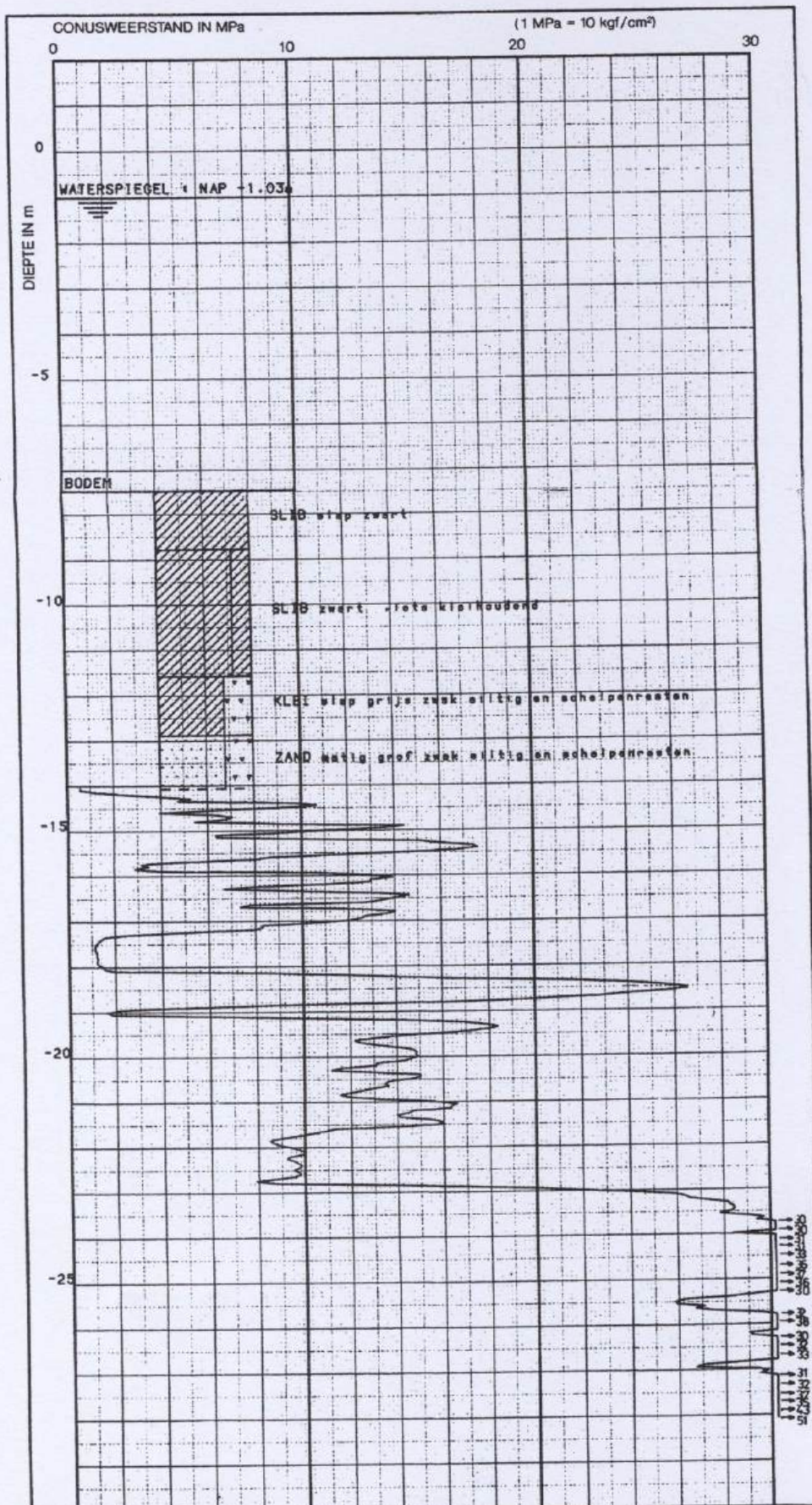
Postbus 14, Halfweg

Haarlemmerstraatweg 75

Telefoon (0207) 4034

Datum Jan '97  
Werk nr. 97-05-15002  
Teken 1949





uitgevoerd volgens NEN 3680

meetbereik:  
conusweerstand 1.00 MPa  
plaatselijke wrijving 1.00 MPa

mechanisch discontinu:  
mantelconus  
kleefmantelconus

n.b. \*is van toepassing

electrisch continu:  
conus  
+ kleefmantelconus  
ingesnoerd  
+ cilindrisch



de ruyter boringen en bemalingen

Haarlemmerstraatweg 79  
1165 MK Halfweg

Telefoon +31 (0) 204978011  
Telefax +31 (0) 204972142

uitgevoerd d.d.  
24-01-1997

PROJECT + DERDE HAVEN IJMUIDEN

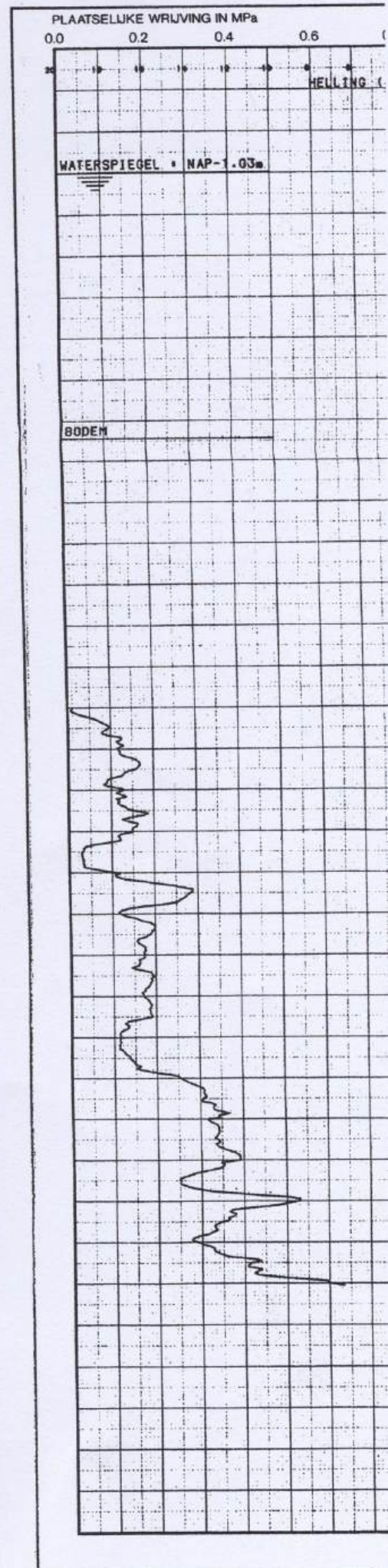
OPDRACHTGEVER + ZEEHAVEN IJMUIDEN

SOND.-NR. + 01

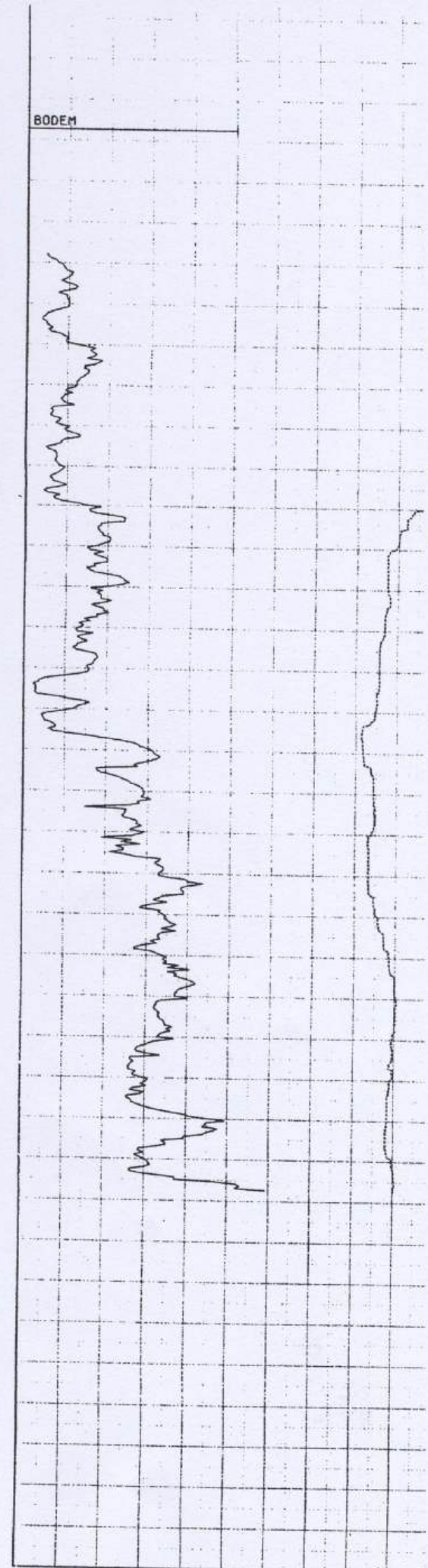
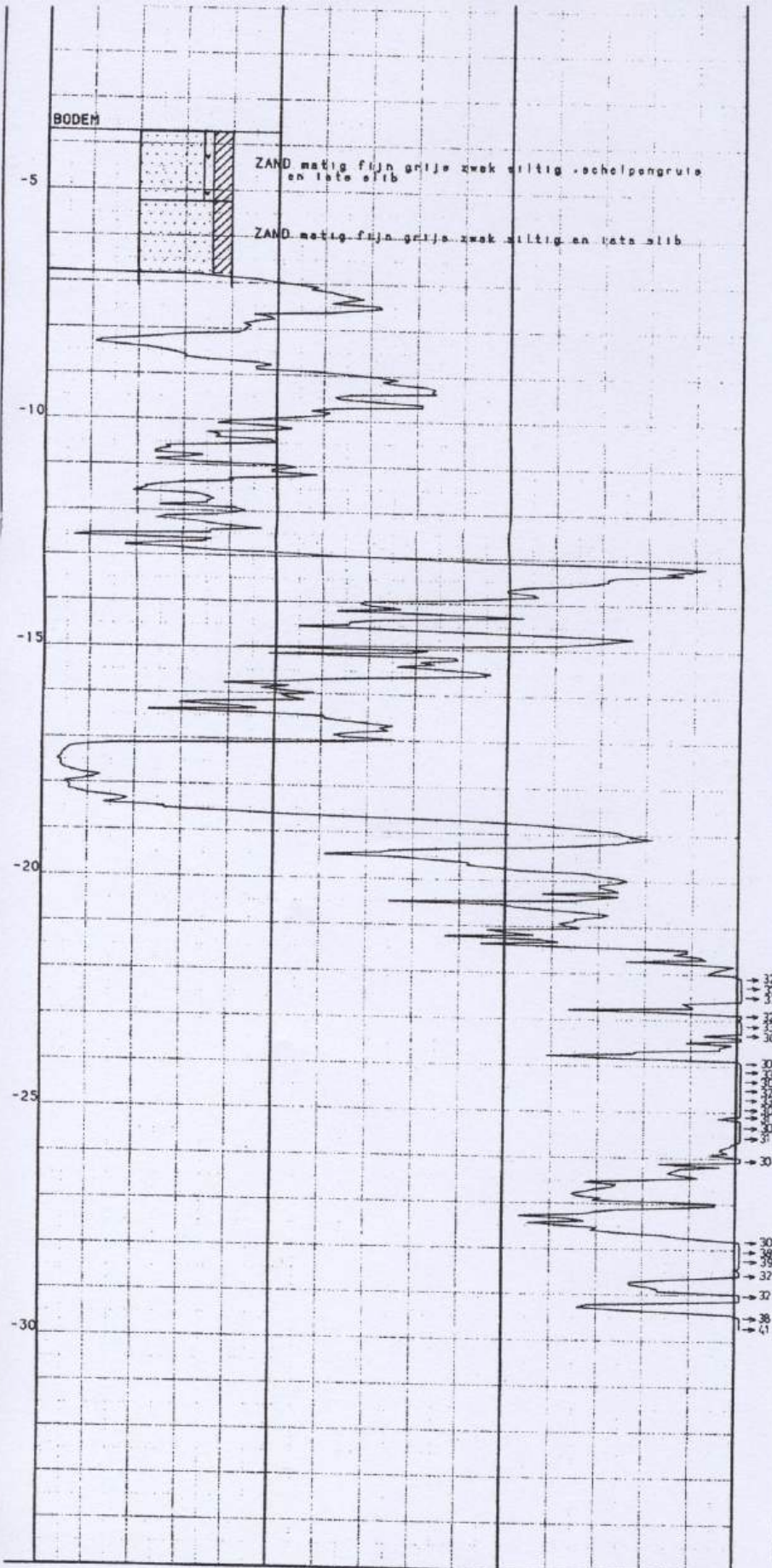
97.05.013002

X=99568

Y=497503







uitgevoerd volgens NEN 3680

meetbereik:  
conusweerstand 1.00 MPa  
plaatselijke wrijving 1.0 MPa

mechanisch discontinu:  
mantelconus  
kleefmantelconus

electrisch continu:  
conus  
+ kleefmantelconus  
ingesnoerd  
+ cilindrisch

n.b. 'is van toepassing

de ruiter boringen en bemalingen

Haarlemmerstraatweg 79  
1165 MK Halfweg

Telefoon +31 (0) 204978011  
Telefax +31 (0) 204972142

uitgevoerd d.d.

23-01-1997

PROJECT • DERDE HAVEN IJMUIDEN

OPDRACHTGEVER • ZEEHAVEN IJMUIDEN

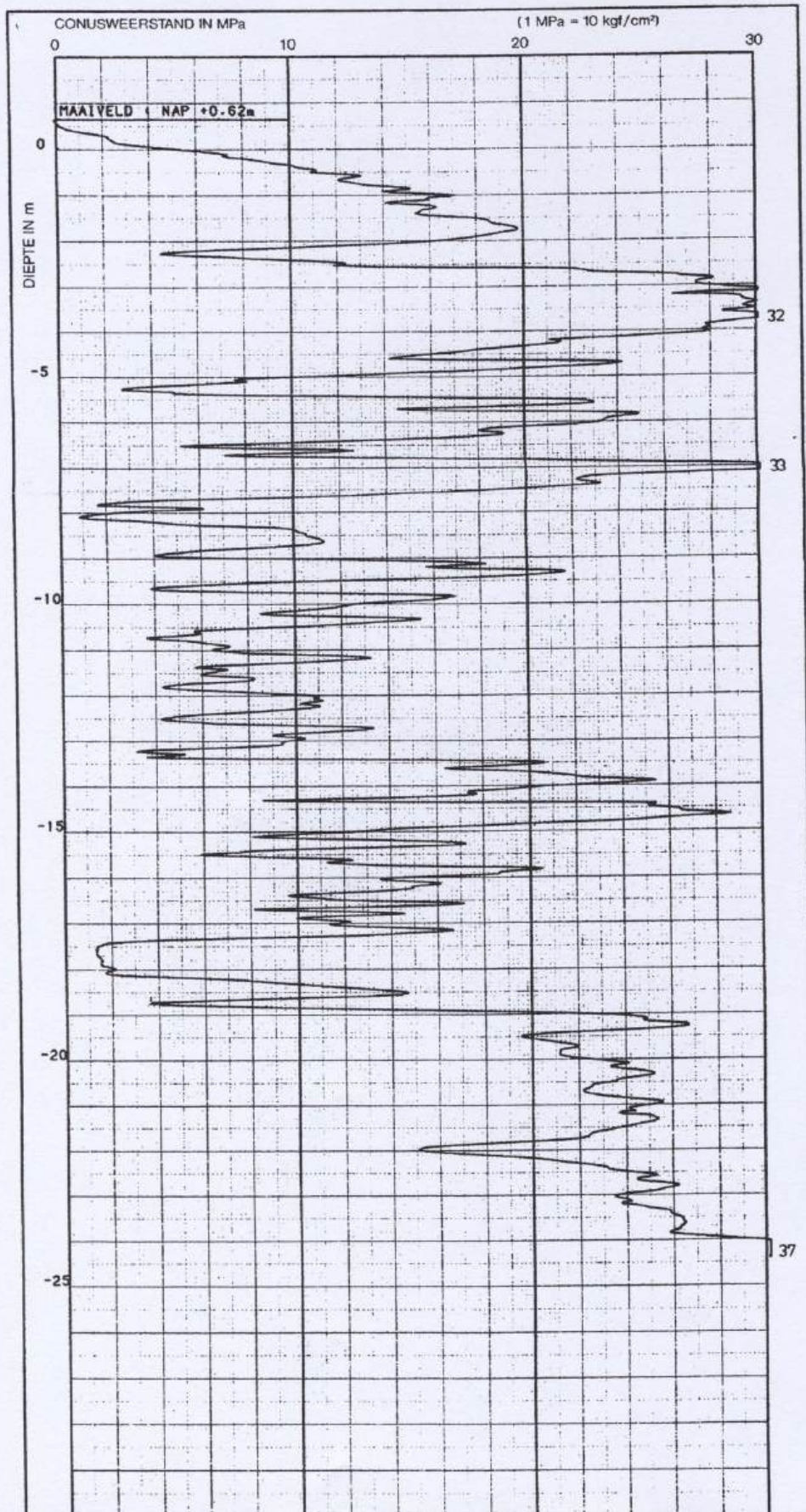
SOND. NR. • 03

97.05.013002

X=99547

Y=497467





uitgevoerd volgens NEN 3680

meetbereik:  
conusweerstand 50 MPa  
plaatselijke wrijving 0.5 MPa

mechanisch discontinu:  
mantelconus  
kleefmantelconus

n.b. \* is van toepassing

electrisch continu:  
conus  
\*kleefmantelconus  
ingesnoerd  
♦cilindrisch

de ruiters boringen en bemalingen Haarlemmerstraatweg 79 1165 MK Halfweg

Telefoon +31 (0) 204978011  
Telefax +31 (0) 204972142

uitgevoerd d.d.  
20-01-1997

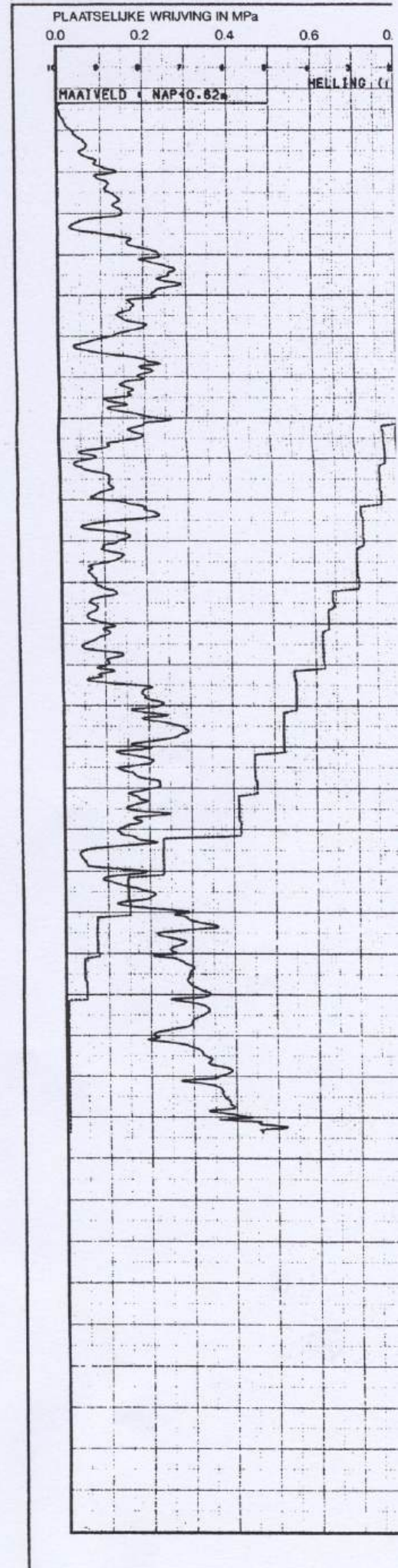
PROJECT • DERDE HAVEN IJMUIDEN

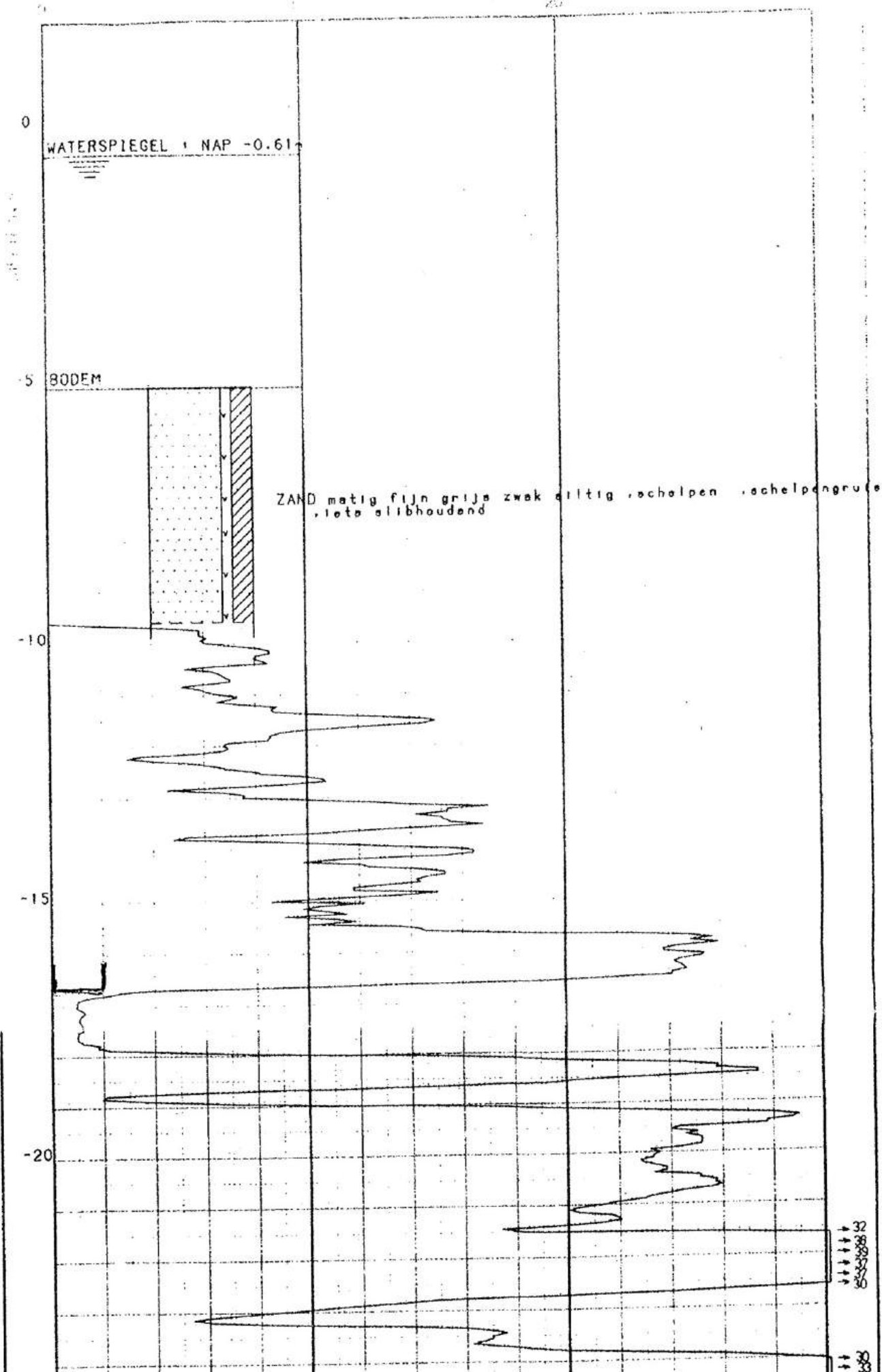
OPDRACHTGEVER • ZEEHAVEN IJMUIDEN

SOND.NR. • 05

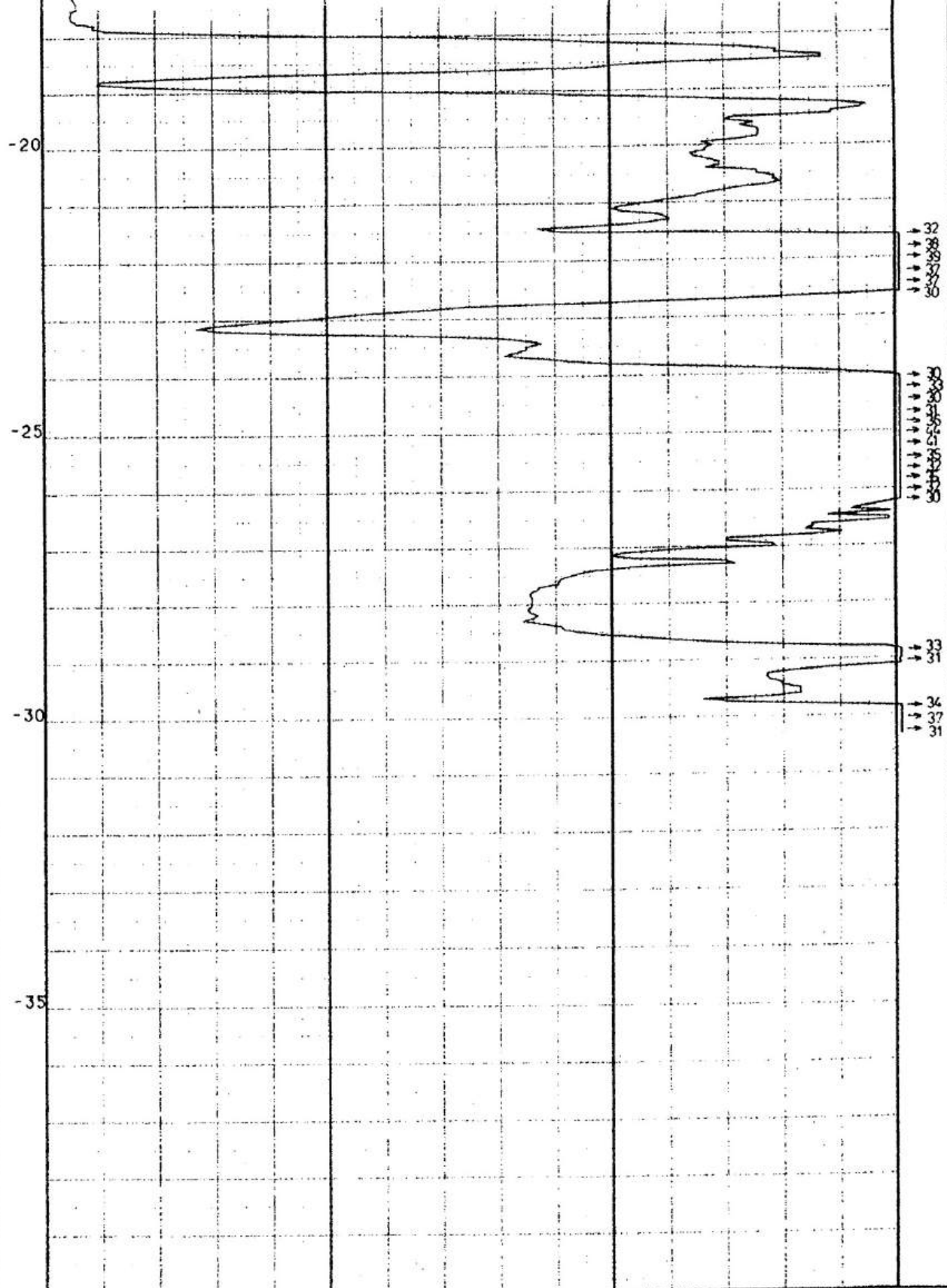
97.05.013002

X=99527  
Y=497418









uitgevoerd volgens NEN 3680

meetbereik:  
conusweerstand 100 MPa  
plaatselijke wrijving 1.0 MPa

mechanisch discontinu:  
mantelconus  
kleef/mantelconus

electrisch continu:  
conus  
+ kleef/mantelconus  
ingesnoerd  
+ cilindrisch

n.b. \*is van toepassing



de ruiters boringen en bemalingen

Haardenmerstraatweg 79  
1165 MK Halfweg

Telefoon +31 (0) 204978011  
Telefax +31 (0) 204972142

uitgevoerd d.d.

23-01-1997

PROJECT : DERDE HAVEN IJMUIDEN

OPDRACHTGEVER : ZEEHAVEN IJMUIDEN

SOND.NR. : 02

97.05.013002

X = 99420

Y = 497473



CONUSWEERSTAND IN MPa

(1 MPa = 10 kgf/cm<sup>2</sup>)

0

10

20

30

DIEPTE IN m

WATERSPIEGEL - NAP +0.79

0

BODEM

ZAND matig grof grijs zwak siltig en veel schelpenresten

ZAND matig fijn grijs zwak siltig en schelpenresten

-5

-10

-15

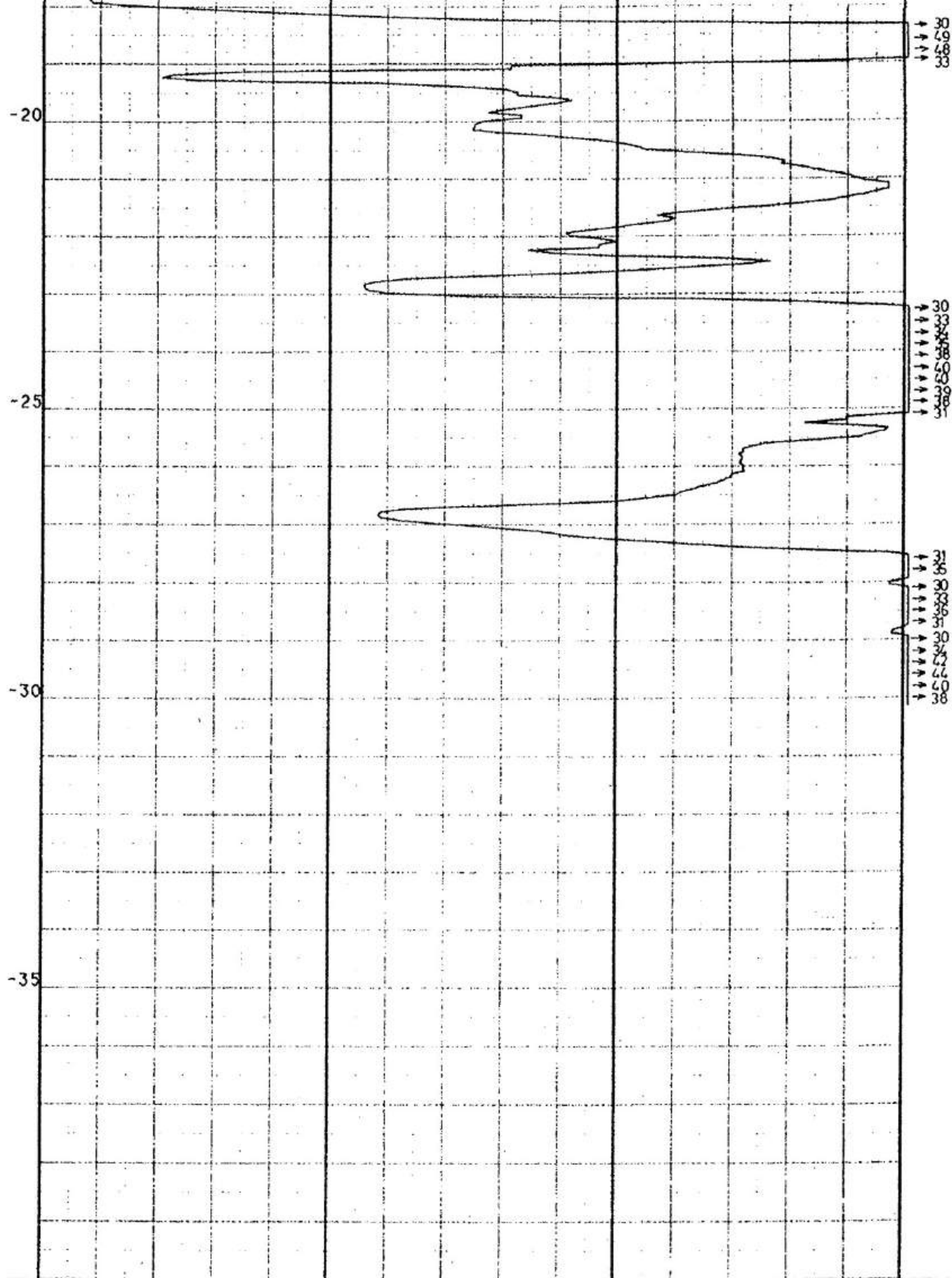
-20

-25

31  
31

30  
49  
48  
33

30  
33  
33  
38  
38  
40  
39  
38



uitgevoerd volgens NEN 3680

meetbereik:  
conusweerstand 100 MPa  
plaatselijke wrijving 1.0 MPa

mechanisch discontinu:  
mantelconus  
kleefmantelconus

electrisch continu:  
conus  
+ kleefmantelconus  
ingesnoerd  
+ cilindrisch

n.b. \*is van toepassing



**de ruyter** boringen en bemalingen

Haarlemmerstraatweg 79  
1165 MK Halfweg

Telefoon +31 (0) 204978011  
Telefax +31 (0) 204972142

uitgevoerd d.d.

20-01-1997

PROJECT : DERDE HAVEN IJMUIDEN

OPDRACHTGEVER : ZEEHAVEN IJMUIDEN

SOND.NR. : 04

97.05.013002

X = 99400  
Y = 497426

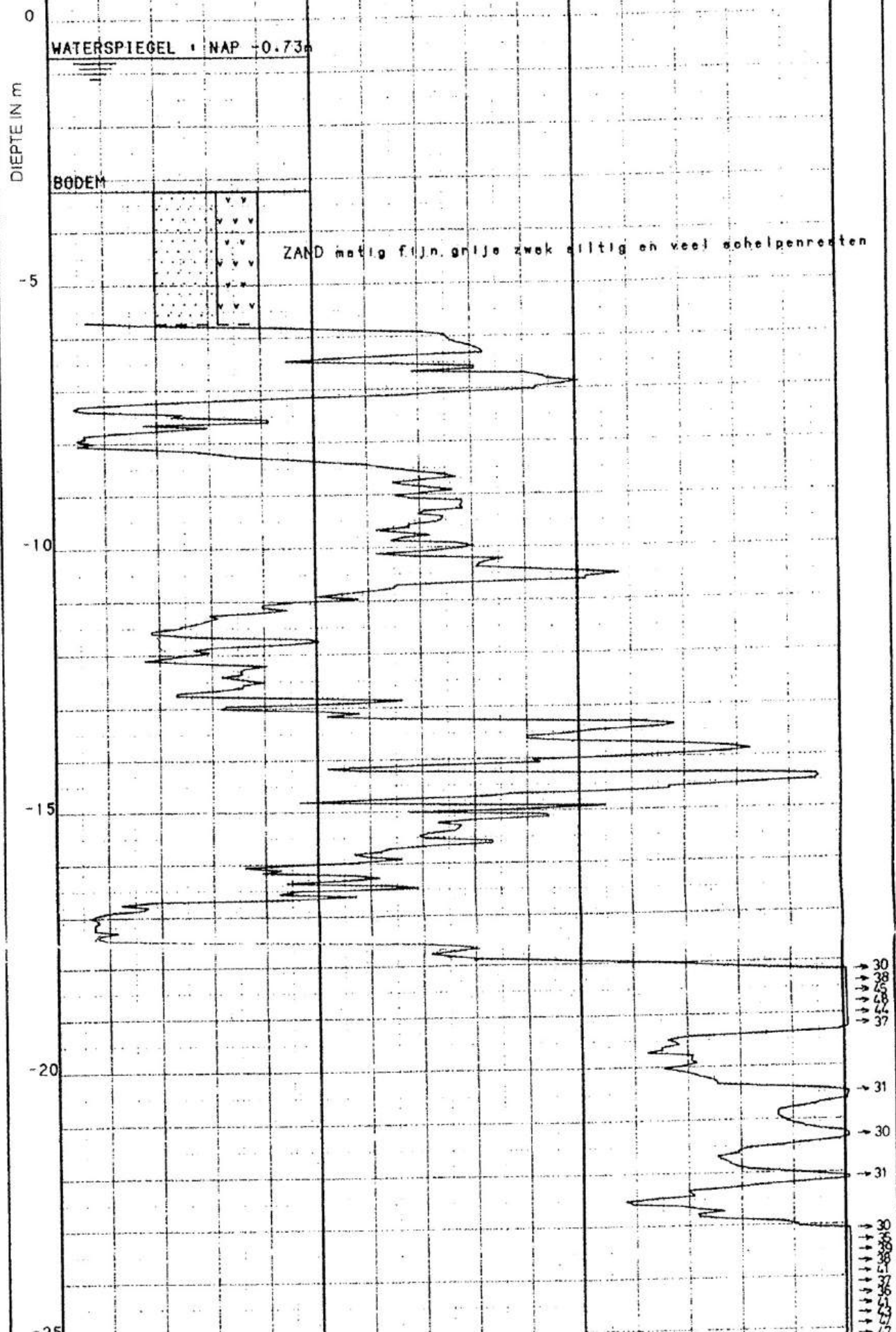
(1 MPa = 10 kgf/cm<sup>2</sup>)

0

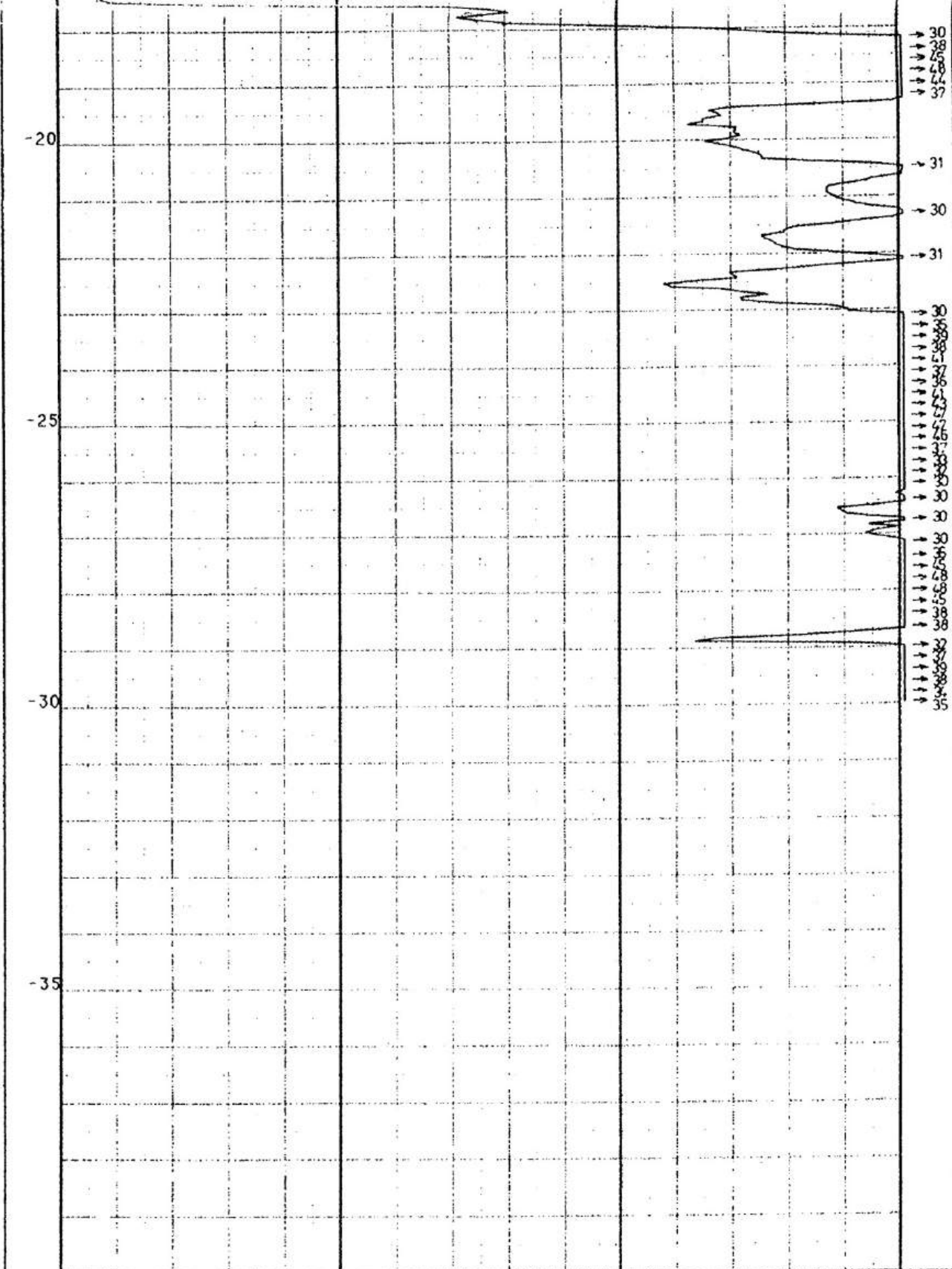
10

20

30







uitgevoerd volgens NEN 3680		mechanisch discontinu: mantelconus kleefmantelconus	electrisch continu: conus + kleefmantelconus ingesnoerd + cilindrisch
meetbereik:		n.b. 'is van toepassing	
conusweerstand	100 MPa		
plaatselijke wrijving	1.0 MPa		
de ruiters boringen en bemalingen		Haarlemmerstraatweg 79 1165 MK Halfweg	Telefoon +31 (0) 204978011 Telefax +31 (0) 204972142
PROJECT : DERDE HAVEN IJMUIDEN		uitgevoerd d.d. 21-01-1997	
OPDRACHTGEVER : ZEEHAVEN IJMUIDEN		97.05.013002	
SOND.NR. : 06		X = 99377 Y = 497382	

CONUSWEERSTAND IN MPa

(1 MPa = 10 kgf/cm<sup>2</sup>)

0

10

20

30

WATERSPIEGEL : NAP +0.54

0

DIEPTE IN m

BODEN

-5

-10

-15

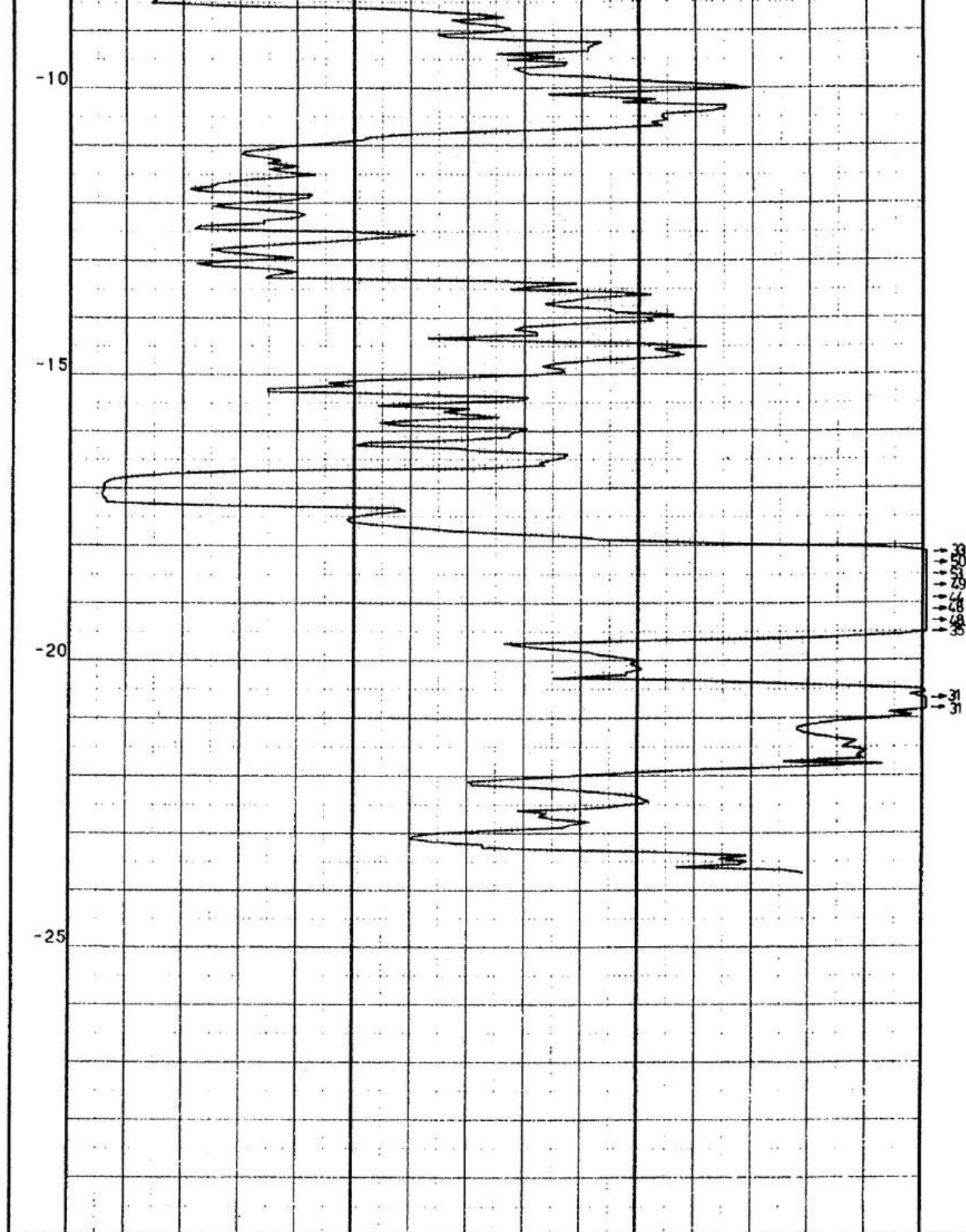
-20


-25

ZAND matig fijn grijs zwak siltig en schelpen

ZAND matig fijn grijs zwak siltig en schelpen

50  
40  
30  
20  
10  
0

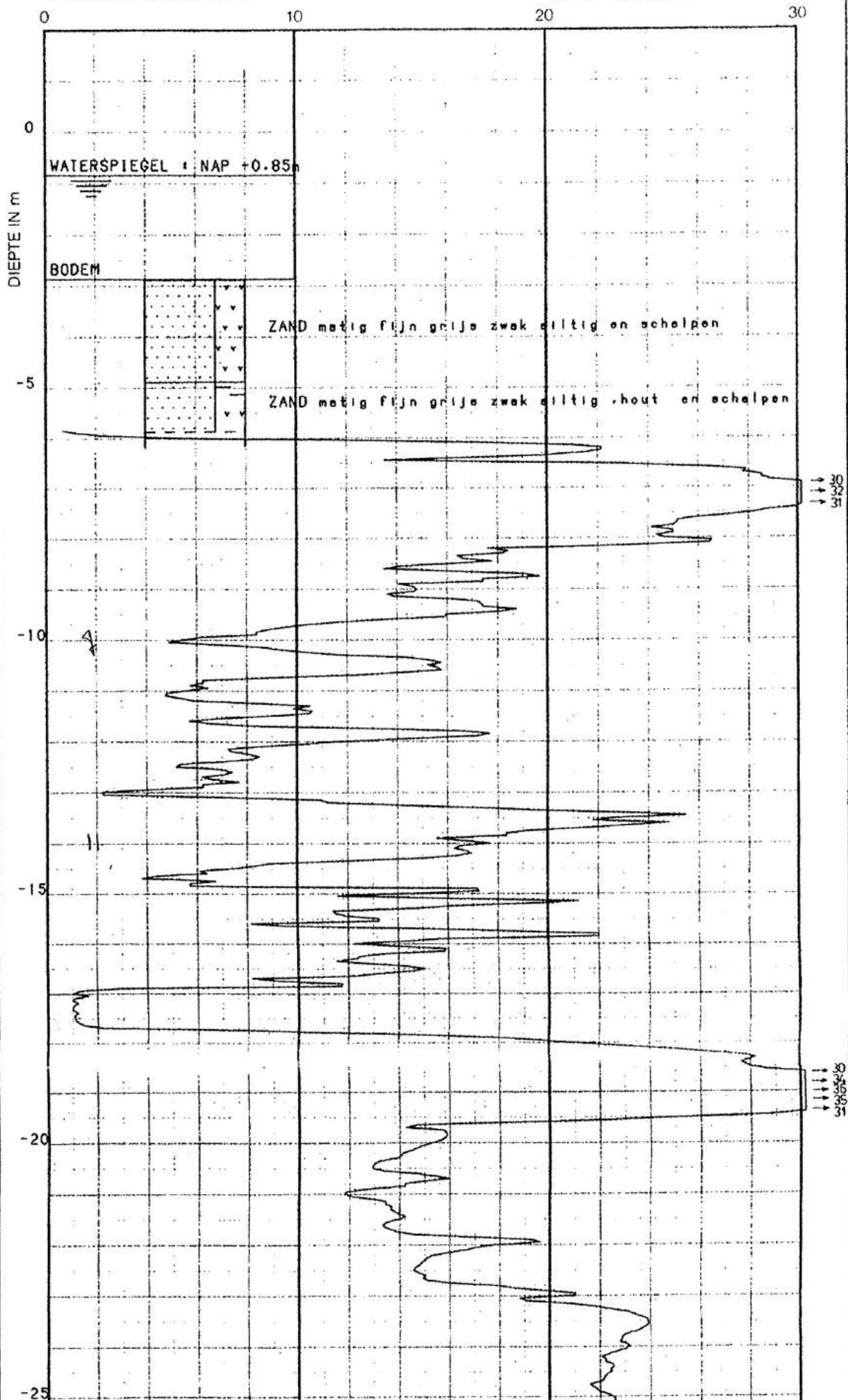


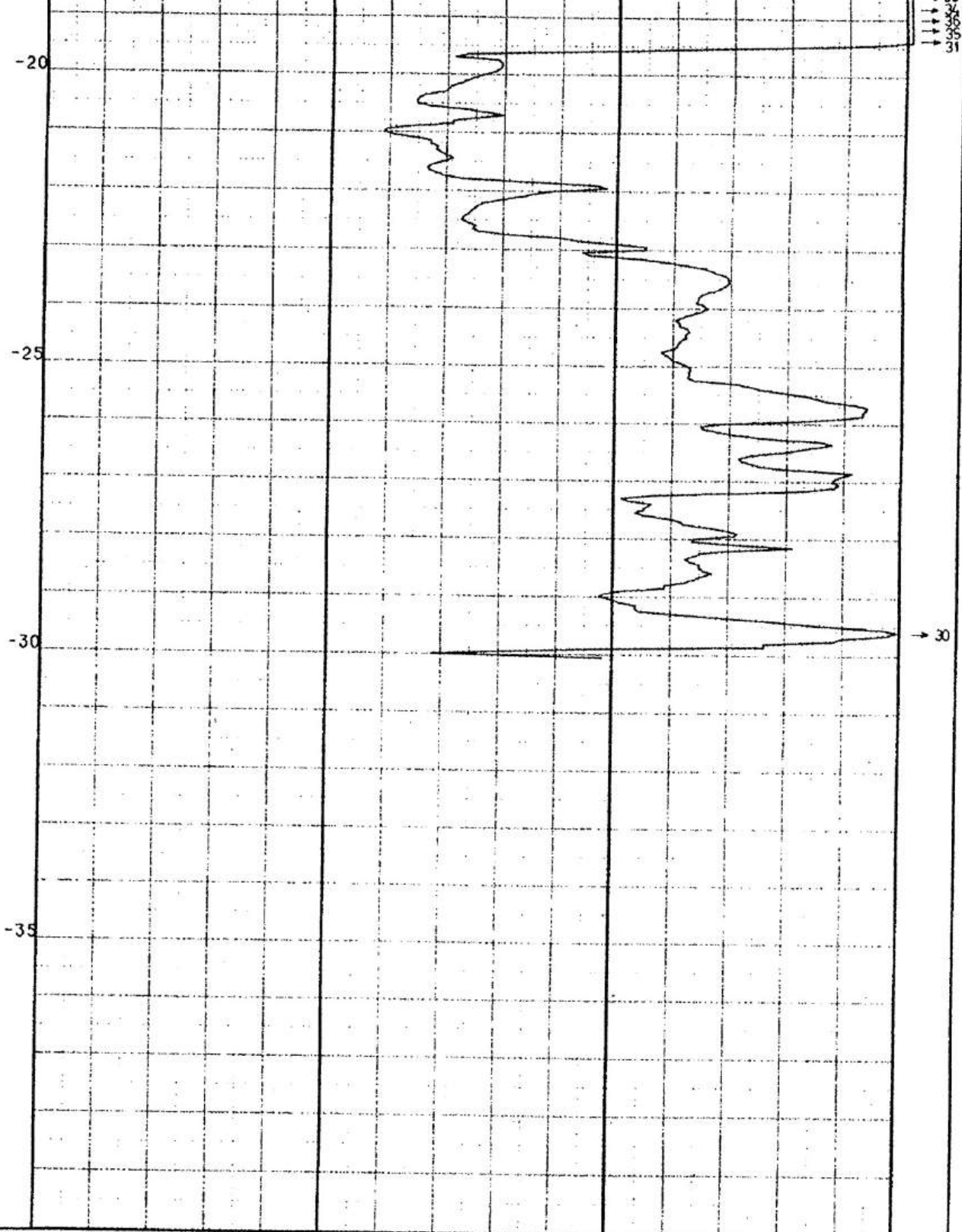
uitgevoerd volgens NEN 3680		mechanisch discontinu: mantelconus kleefmantelconus	electrisch continu: conus * kleefmantelconus ingesnoerd * cilindrisch
meetbereik:		n.b. *is van toepassing	
conusweerstand	100 MPa		
plaatselijke wrijving	1.0 MPa		
 de ruijter boringen en bemalingen		Haarlemmerstraatweg 79 1165 MK Halfweg Telefoon +31 (0) 204978011 Telefax +31 (0) 204972142	uitgevoerd d.d. 21-01-1997
PROJECT	DERDE HAVEN IJMUIDEN	97.05.013002	
OPDRACHTGEVER	ZEEHAVEN IJMUIDEN	X = 99359 Y = 497335	
SOND.NR.	08		



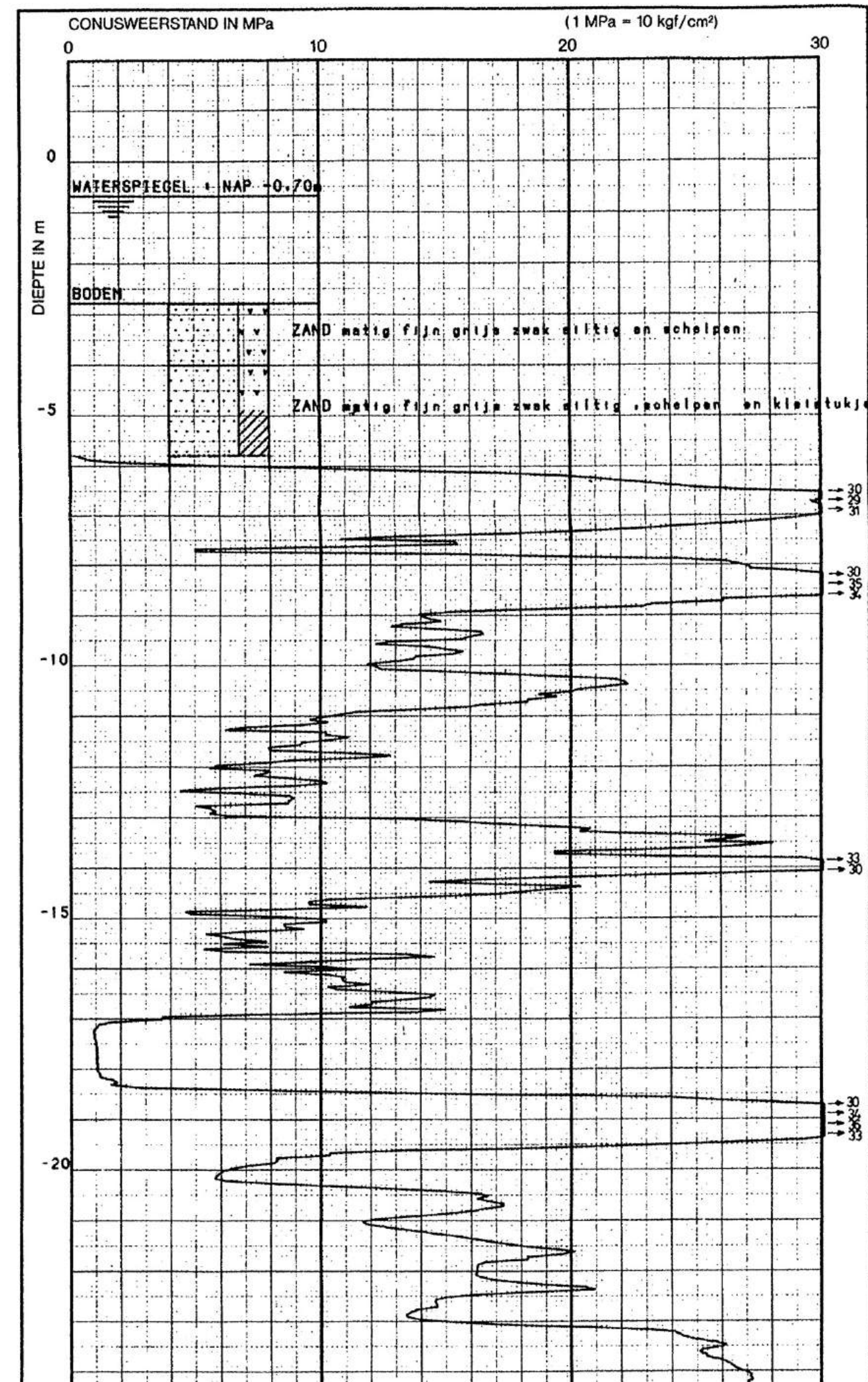
CONUSWEERSTAND IN MPa

(1 MPa = 10 kgf/cm<sup>2</sup>)

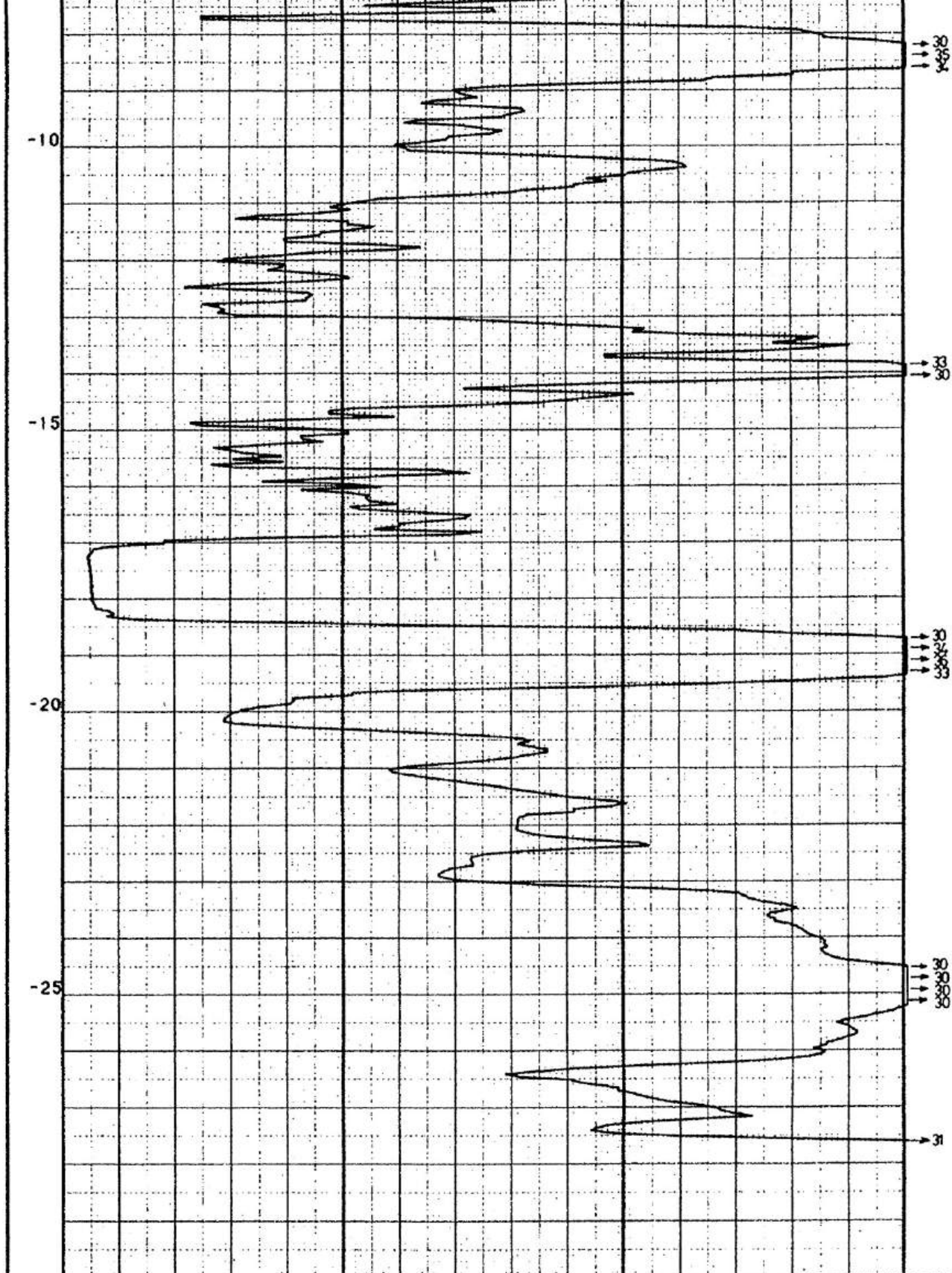




uitgevoerd volgens NEN 3680 meetbereik: conusweerstand 100 MPa plaatselijke wrijving 1.0 MPa		mechanisch discontinu: mantelconus kleefmantelconus		electrisch continu: conus +kleefmantelconus ingesnoerd +cilindrisch	
n.b. *is van toepassing					
<b>de ruiters</b> boringen en bemalingen Haarlemmerstraatweg 79 1165 MK Halfweg		Telefoon +31 (0) 204978011 Telefax +31 (0) 204972142		uitgevoerd d.d. 21-01-1997	
PROJECT : DERDE HAVEN IJMUIDEN				97.05.013002	
OPDRACHTGEVER : ZEEHAVEN IJMUIDEN				X=99338 Y=497290	
SOND.NR. : 010					







uitgevoerd volgens NEN 3680

meetbereik:  
conusweerstand 100 MPa  
plaatselijke wrijving 1.0 MPa

mechanisch discontinu:  
mantelconus  
kleefmantelconus

electrisch continu:  
conus  
♦ kleefmantelconus  
ingesnoerd  
♦ cilindrisch

n.b. \*is van toepassing



**de ruiters** boringen en bemalingen

Haarlemmerstraatweg 79  
1165 MK Halfweg

Telefoon +31 (0) 204978011  
Telefax +31 (0) 204972142

uitgevoerd d.d.

22-01-1997

PROJECT • DERDE HAVEN IJMUIDEN

OPDRACHTGEVER • ZEEHAVEN IJMUIDEN

SOND.NR. • 012

97.05.013002

X=99317  
Y=497246

CONUSWEERSTAND IN MPa

(1 MPa = 10 kgf/cm<sup>2</sup>)

0

10

20

30

DIEPTE IN m

0

WATERSPIEGEL • NAP -0.87m

BODEN

ZAND matig fijn grijs zwak oiltig, tot olibhoudend  
schelpen en schelpengruis

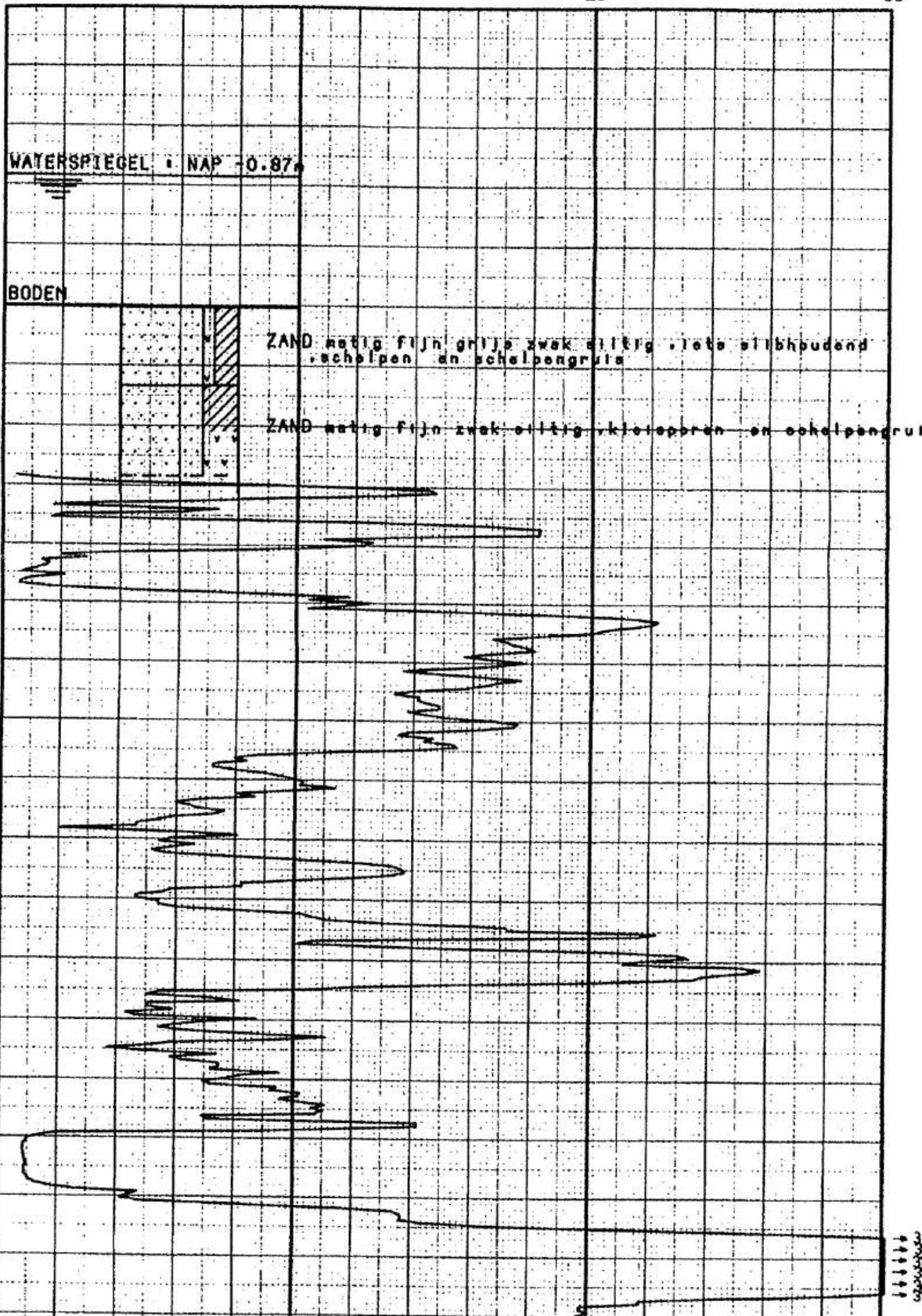
-5

ZAND matig fijn zwak oiltig, kleiervoren en schelpengruis

-10

-15

-20



-15

-20

-25

uitgevoerd volgens NEN 3680

meetbereik:

conusweerstand  
plaatselijke wrijving

100 MPa  
1.0 MPa

mechanisch discontinu:  
mantelconus  
kleefmantelconus

electrisch continu:  
conus  
+ kleefmantelconus  
ingesnoerd  
+ cilindrisch

n.b. \*is van toepassing



de ruiters boringen en bemalingen

Haarlemmerstraatweg 79  
1165 MK Halfweg

Telefoon +31 (0) 204978011  
Telefax +31 (0) 204972142

uitgevoerd d.d.

22-01-1997

PROJECT • DERDE HAVEN IJMUIDEN

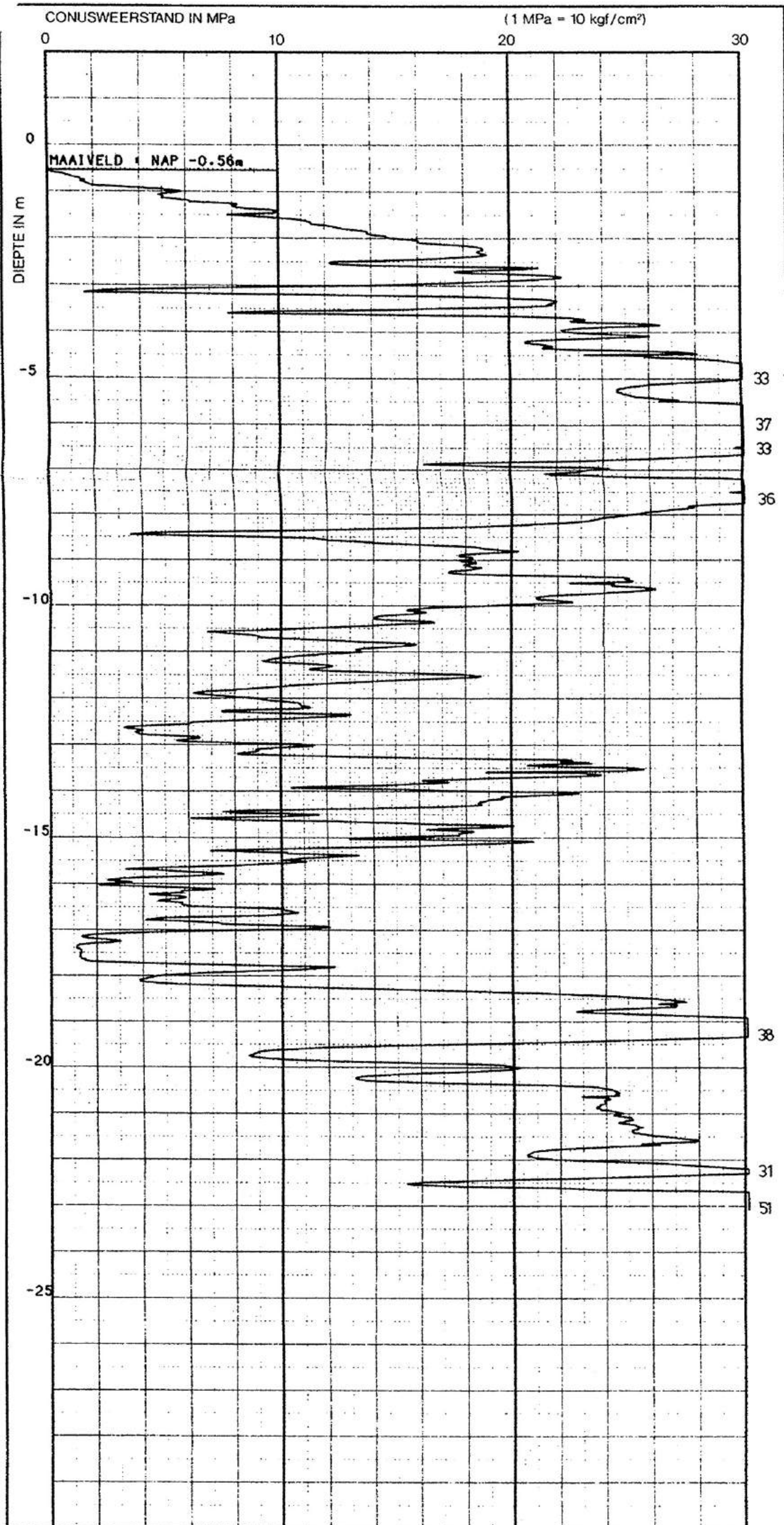
OPDRACHTGEVER • ZEEHAVEN IJMUIDEN

SOND.NR. • 014

97.05.013002

X = 99298  
Y = 497198





uitgevoerd volgens NEN 3680

meetbereik:  
conusweerstand 50 MPa  
plaatselijke wrijving 0.5 MPa

mechanisch discontinu:  
mantelconus  
kleefmantelconus

electrisch continu:  
conus  
• kleefmantelconus  
ingesnoerd  
• cilindrisch

n.b. \*is van toepassing

**de ruiter** boringen en bemalingen Haarlemmerstraatweg 79 1165 MK Halfweg

Telefoon +31 (0) 204978011  
Telefax +31 (0) 204972142

uitgevoerd d.d.  
21-01-1997

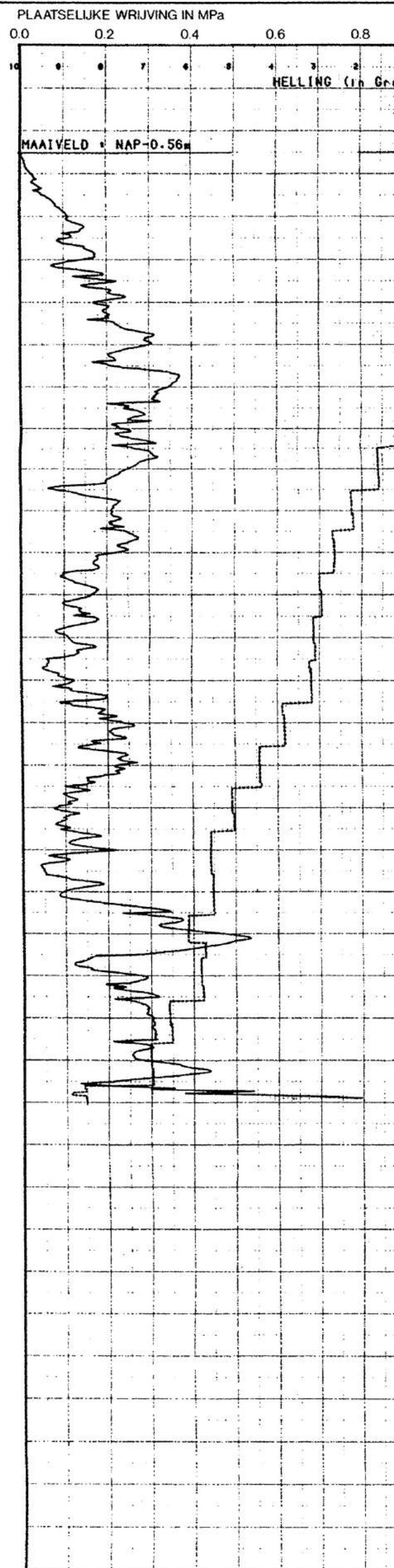
PROJECT • DERDE HAVEN IJMUIDEN

OPDRACHTGEVER • ZEEHAVEN IJMUIDEN

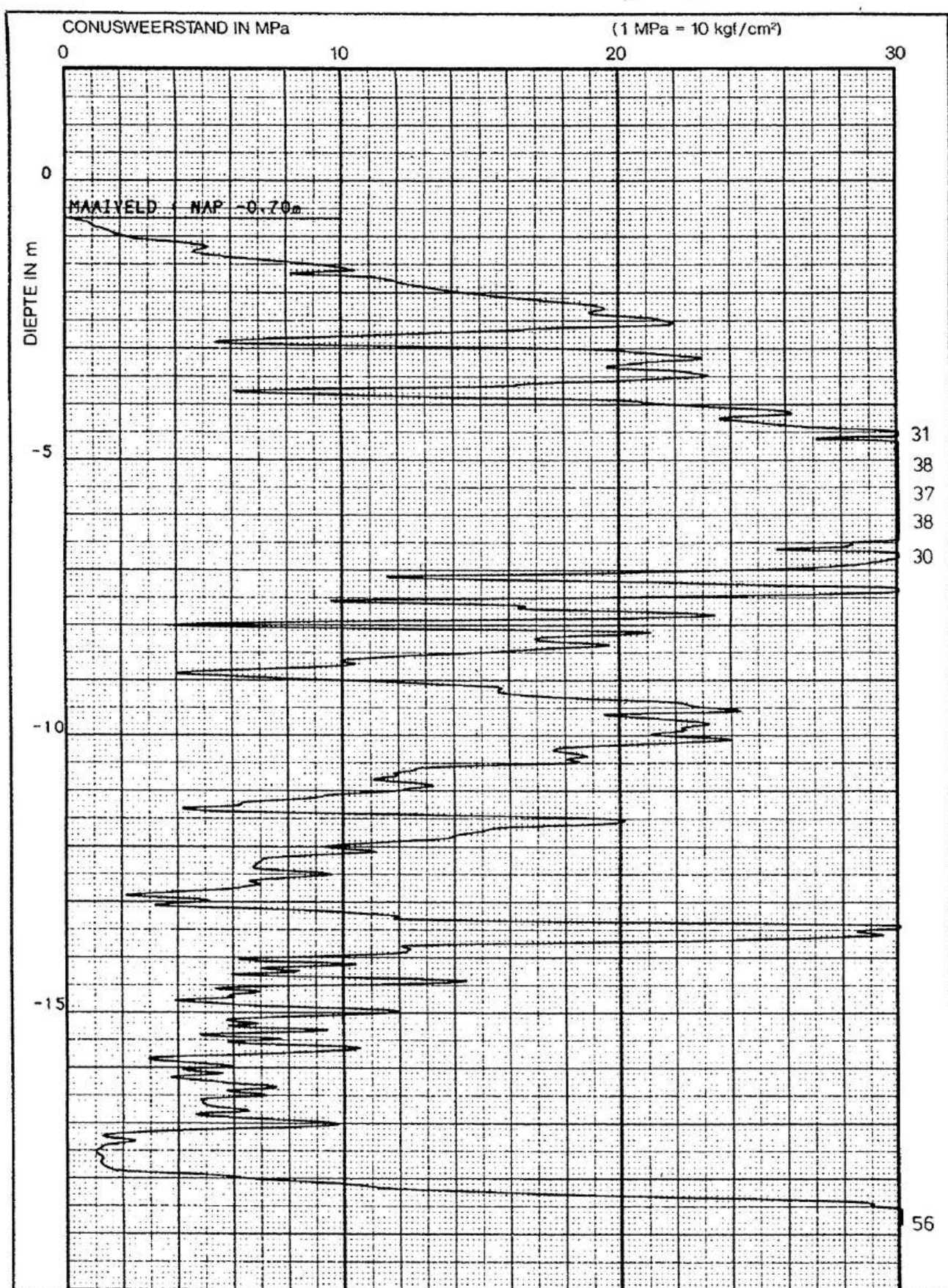
SOND.NR. • 07

97.05.013002

X=99507  
Y=497373







uitgevoerd volgens NEN 3680

meetbereik:

conusweerstand 50 MPa  
plaatselijke wrijving 0.5 MPa

mechanisch discontinu:  
mantelconus  
kleefmantelconus

electrisch continu:  
conus  
+ kleefmantelconus  
ingesnoerd  
+ cilindrisch

n.b. \*is van toepassing

**de ruijter** boringen en bemalingen

Haarlemmerstraatweg 79  
1165 MK Halfweg

Telefoon +31 (0) 204978011  
Telefax +31 (0) 204972142

uitgevoerd d.d.

21-01-1997

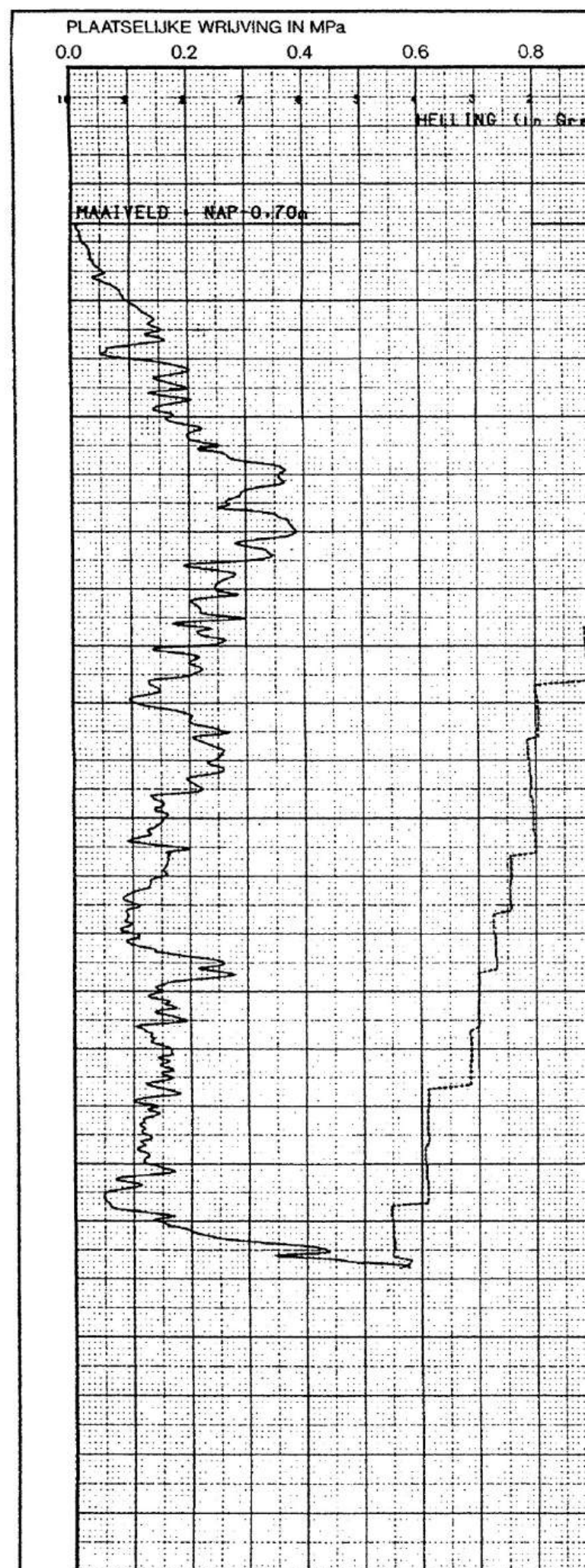
PROJECT • DERDE HAVEN IJMUIDEN

OPDRACHTGEVER • ZEEHAVEN IJMUIDEN

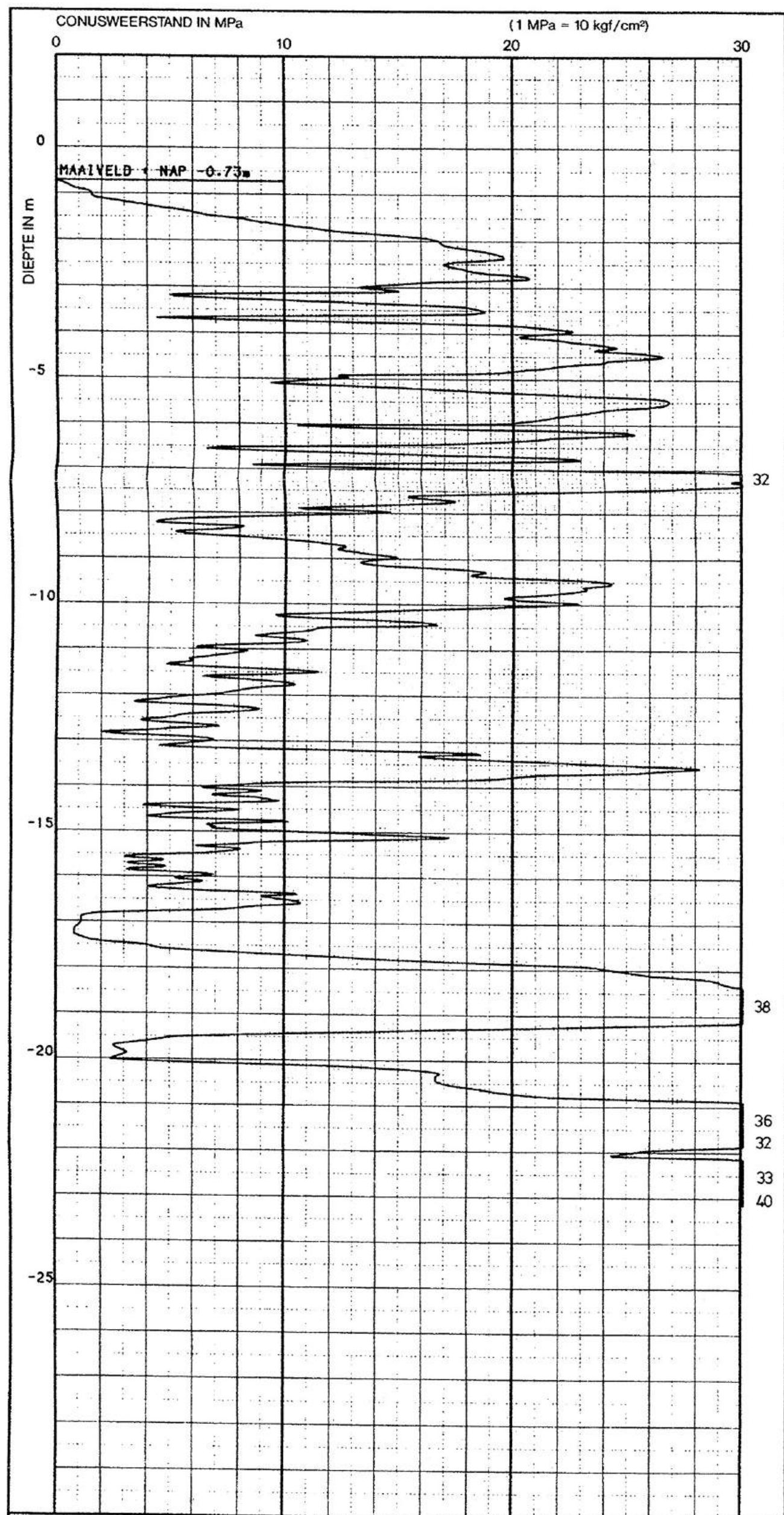
SOND.NR. • 09

97.05.013002

X=99487  
Y=497327







uitgevoerd volgens NEN 3680

meetbereik:  
conusweerstand 50 MPa  
plaatselijke wrijving 0.5 MPa

mechanisch discontinu:  
mantelconus  
kleefmantelconus

electrisch continu:  
conus  
+ kleefmantelconus  
ingesnoerd  
+ cilindrisch

n.b. \*is van toepassing

**de ruijter** boringen en bemalingen

Haarlemmerstraatweg 79  
1165 MK Halfweg

Telefoon +31 (0) 204978011  
Telefax +31 (0) 204972142

uitgevoerd d.d.  
21-01-1997

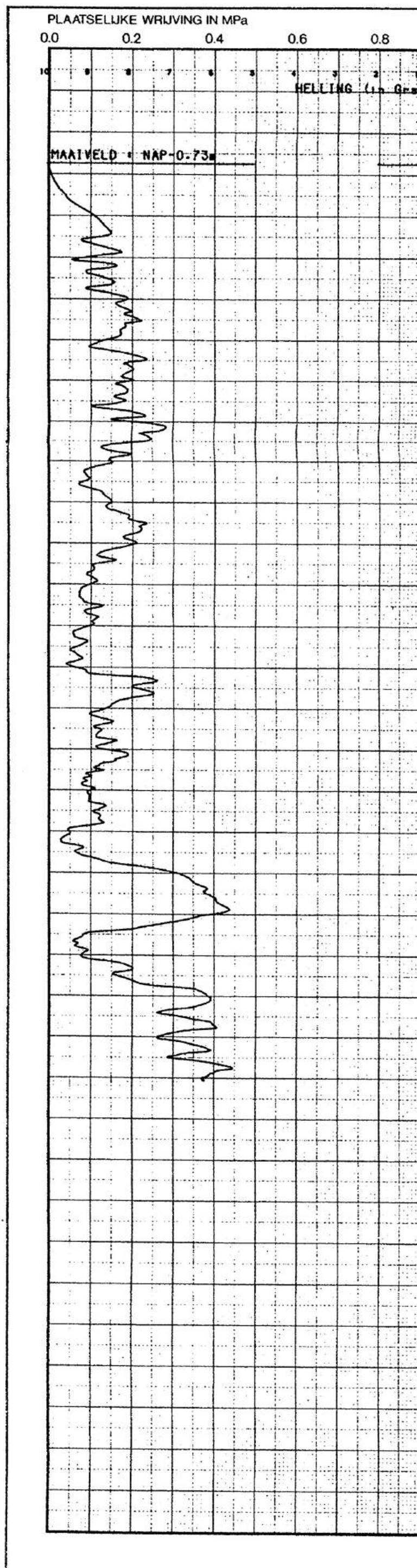
PROJECT : DERDE HAVEN IJMUIDEN

OPDRACHTGEVER : ZEEHAVEN IJMUIDEN

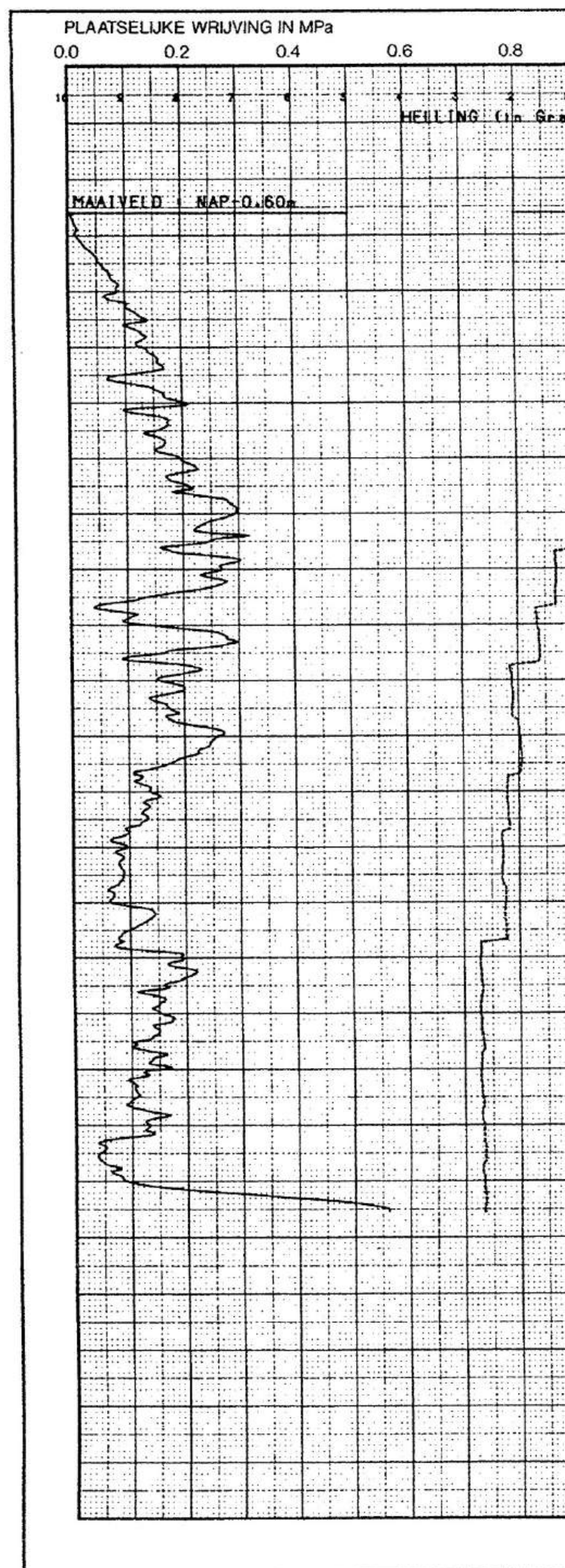
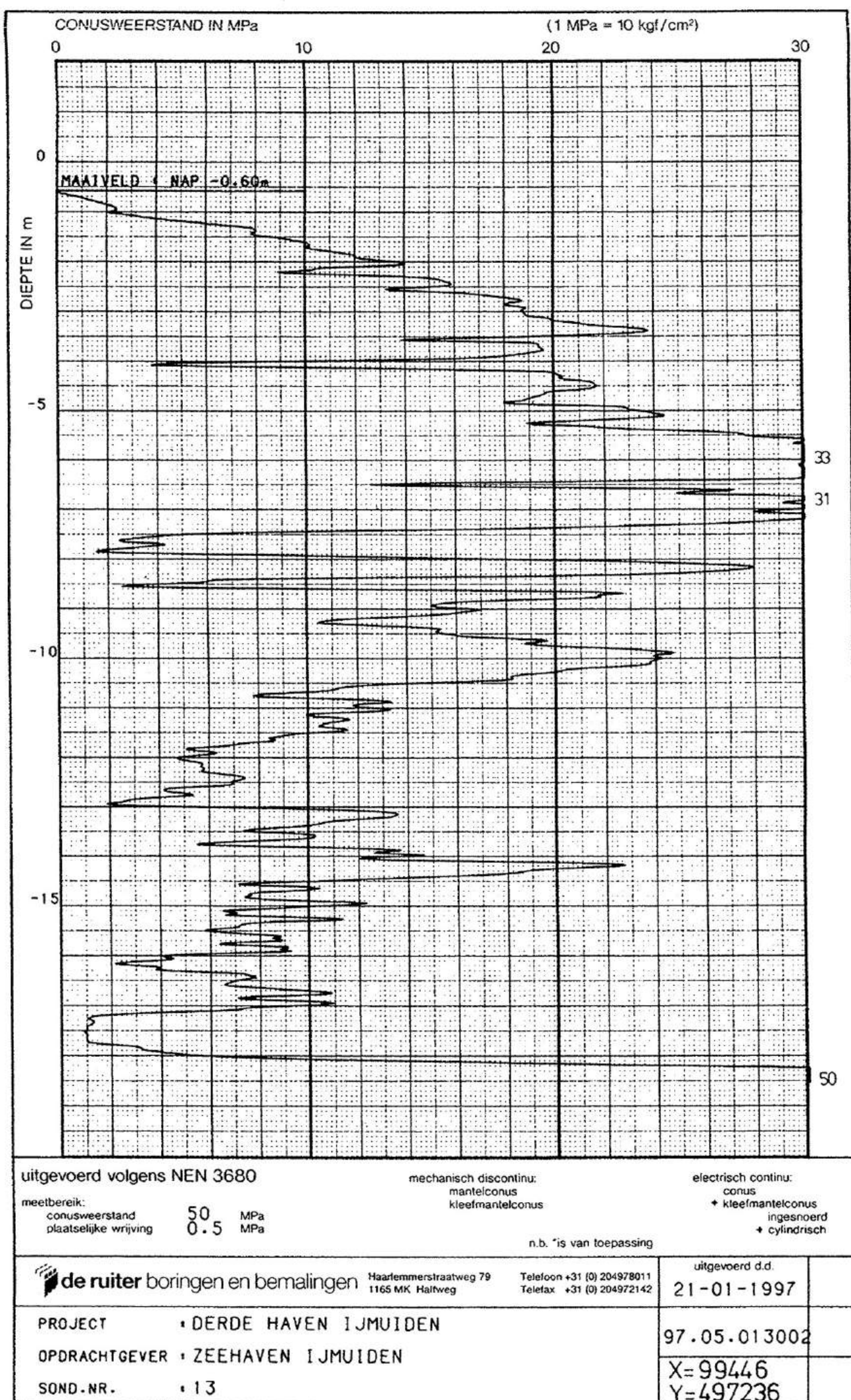
SOND, NR. : 11

97.05.013002

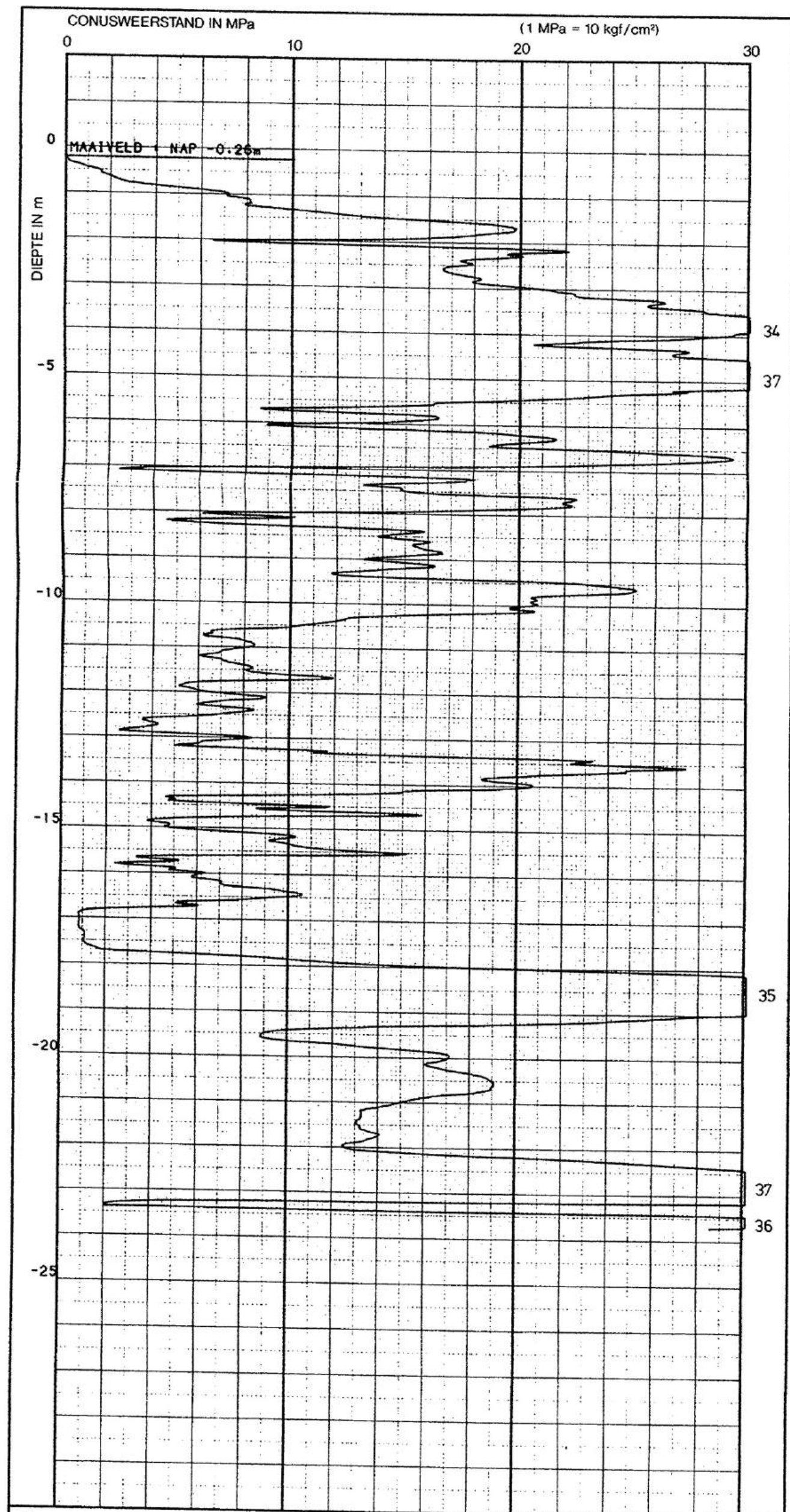
X=99466  
Y=497281











uitgevoerd volgens NEN 3680

meetbereik:  
conusweerstand 50 MPa  
plaatselijke wrijving 0.5 MPa

mechanisch discontinu:  
mantelconus  
kleefmantelconus

electrisch continu:  
conus  
+ kleefmantelconus  
ingesnoerd  
+ cilindrisch

n.b. \*is van toepassing

de ruijter boringen en bemalingen Haarlemmerstraatweg 79 1165 MK Halfweg

Telefoon +31 (0) 204978011  
Telefax +31 (0) 204972142

uitgevoerd d.d.  
20-01-1997

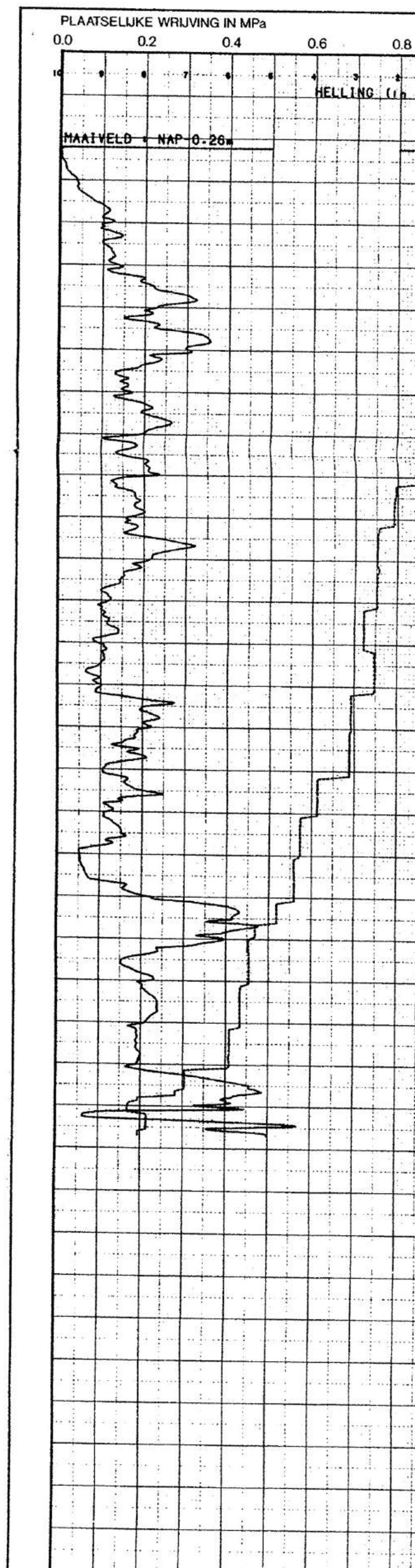
PROJECT • DERDE HAVEN IJMUIDEN

OPDRACHTGEVER • ZEEHAVEN IJMUIDEN

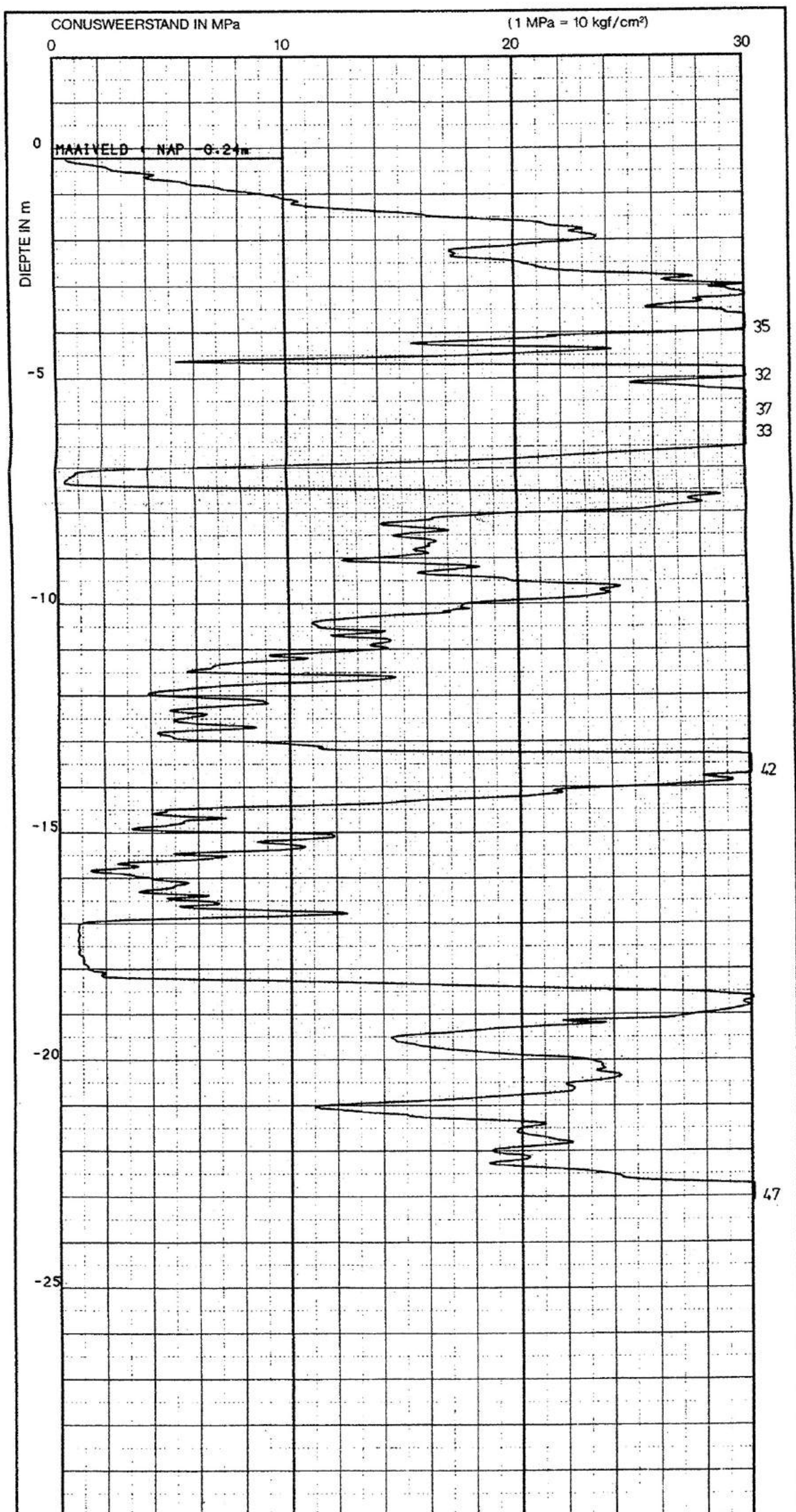
SOND.NR. • 15

97.05.013002

X = 99426  
Y = 497190







uitgevoerd volgens NEN 3680

meetbereik:  
conusweerstand 50 MPa  
plaatselijke wrijving 0.5 MPa

mechanisch discontinu:  
mantelconus  
kleefmantelconus

n.b. \*is van toepassing

electrisch continu:  
conus  
+ kleefmantelconus  
ingesnoerd  
+ cilindrisch

**de ruijter** boringen en bemalingen

Haarlemmerstraatweg 79  
1165 MK Halfweg

Telefoon +31 (0) 204978011  
Telefax +31 (0) 204972142

uitgevoerd d.d.  
20-01-1997

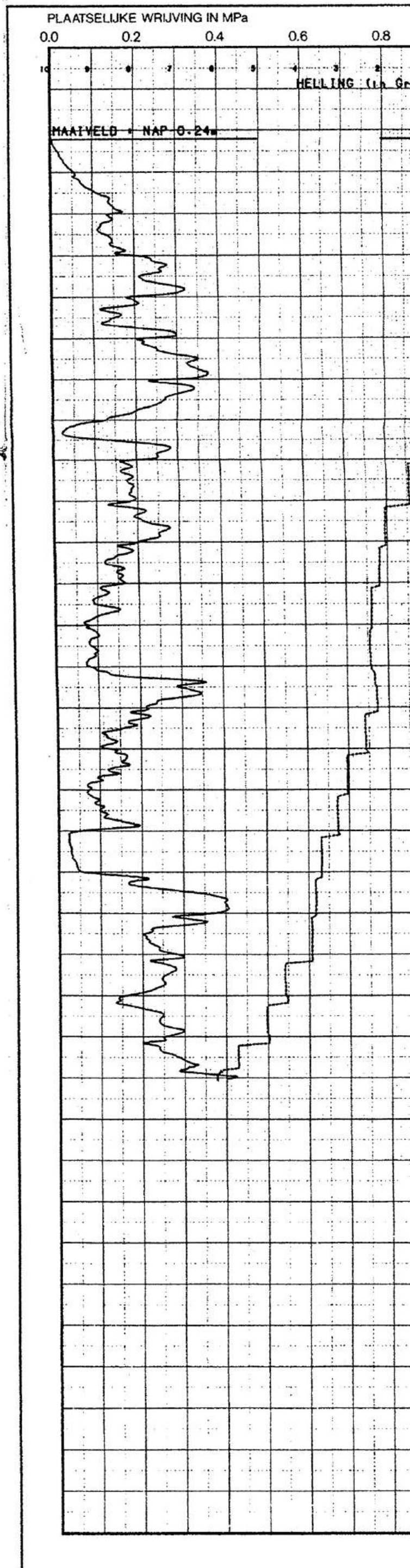
PROJECT • DERDE HAVEN IJMUIDEN

OPDRACHTGEVER • ZEEHAVEN IJMUIDEN

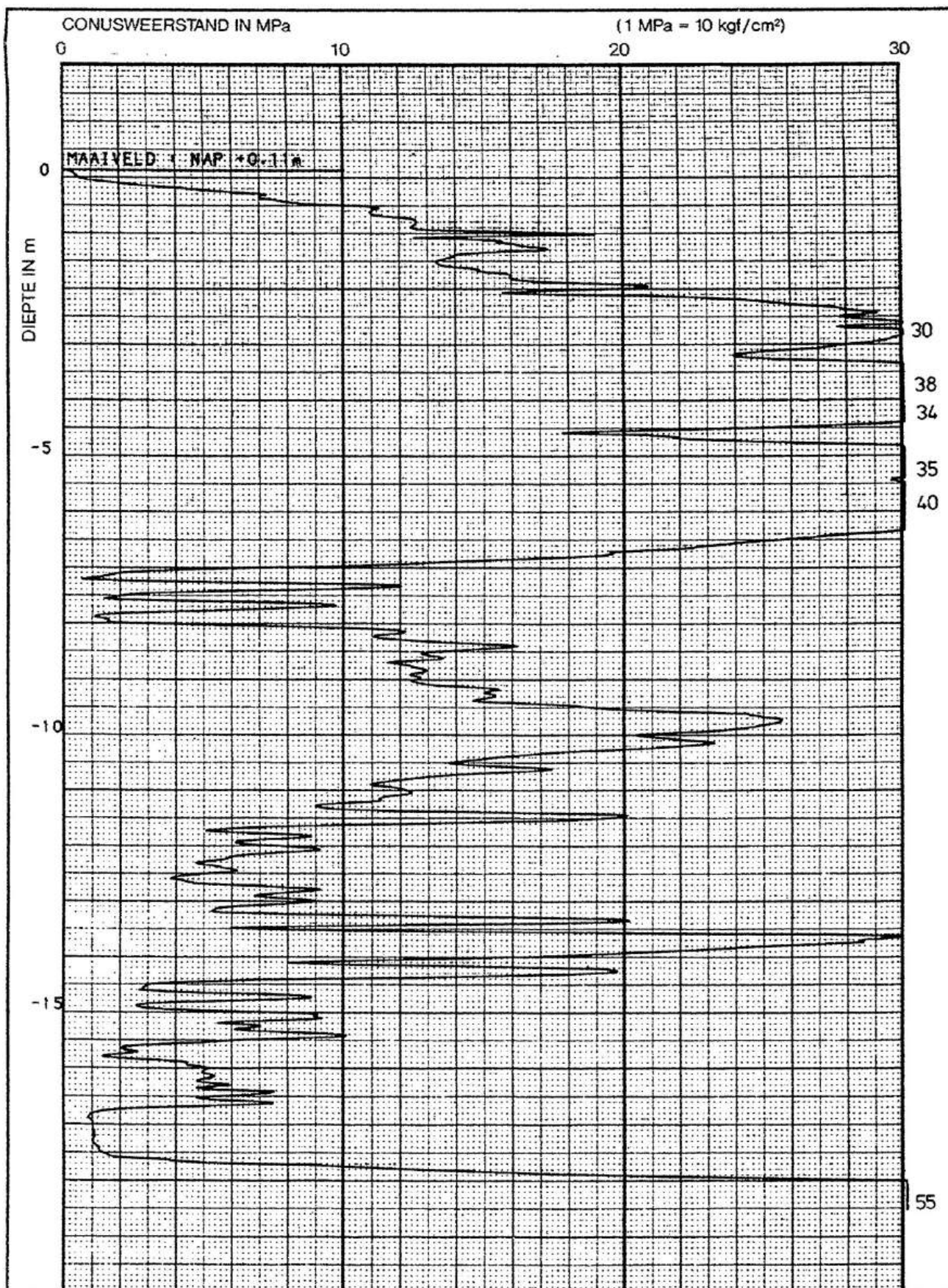
SOND.NR. • 17

97.05.013002

X=99406  
Y=497144







uitgevoerd volgens NEN 3680

meetbereik:  
conusweerstand 50 MPa  
plaatselijke wrijving 0.5 MPa

mechanisch discontinu:  
mantelconus  
kleefmantelconus

electrisch continu:  
conus  
+ kleefmantelconus  
ingesnoerd  
+ cilindrisch

n.b. \*is van toepassing

**de ruijter** boringen en bemalingen Haarlemmerstraatweg 79 1165 MK Halfweg

Telefoon +31 (0) 204978011  
Telefax +31 (0) 204972142

uitgevoerd d.d.  
20-01-1997

PROJECT : DERDE HAVEN IJMUIDEN

OPDRACHTGEVER : ZEEHAVEN IJMUIDEN

SOND.NR. : 18

97.05.013002

X= 99386  
Y= 497098

