

Lankelma Ingenieursbureau BV

Visserijweg 1, 1446 AR Purmerend

Postbus 512, 1440 AS Purmerend

Telefoon 0299 – 411 011

E-mail info@lankelma.nlInternet www.lankelma.nl

Project Nieuwbouw, fase 1
Westzijde 71
Zaandam

Onderdeel Funderingsadvies

Rapportnummer 2222677-fa-1

Datum 16 mei 2022

Status Voorlopig

Opdrachtgever Goudstikker - De Vries BV
Rentmeesterstraat 50
1315 JS Almere

Contactpersoon -

Opsteller en vrijgave



Versie	Datum	Omschrijving
1	16 mei 2022	Basisversie fase 1

INHOUD

1	Inleiding	3
	1.1 Algemeen	3
	1.2 Toegepaste geotechnische norm	3
2	Projectgegevens	3
3	Grondonderzoek (fase 1)	4
	3.1 Sonderingen	4
	3.2 Bodemopbouw	4
	3.3 Grondwater	4
	3.4 Hoogte maaiveld	5
4	Funderingsadvies	5
5	Berekeningsmethode draagkracht drukpalen	5
	5.1 Algemene gegevens	5
	5.2 Paalklassefactoren HEK-palen	6
	5.3 Negatieve kleef	6
	5.4 Positieve kleef	6
	5.5 Toets draagkracht palen	7
	5.6 Berekeningsresultaten	7
	5.7 Opmerkingen bij de berekeningsresultaten	8
6	Hoh-maat palen naast bestaande bebouwing	8
7	Uitvoering HEK-palen	9

BIJLAGES

Bijlage A	Rekenvoorbeeld extra paalbelasting door negatieve kleef
Bijlage B	Rekenvoorbeeld draagkracht HEK-paal
Bijlage C	Resultaten grondonderzoek, werknummer 2222677

I Inleiding

I.1 Algemeen

Voor het project Nieuwbouw, fase 1, Westzijde 71 te Zaandam heeft Lankelma Ingenieursbureau BV van Goudstikker - De Vries BV te Almere opdracht ontvangen voor het uitvoeren van een 1^{ste} fase van een grondonderzoek en het op basis daarvan uitwerken van een voorlopige funderingsadvies.

Constructeur van het project is Goudstikker - De Vries BV te Almere.

De uitgangspunten op basis waarvan dit rapport is uitgewerkt dienen door een constructeur te worden getoetst. Lankelma Ingenieursbureau BV staat niet in voor de juistheid en/of volledigheid van door derden verstrekte informatie en gegevens en neemt geen verantwoording voor andere dan de in dit rapport vermelde conclusies en/of interpretaties.

Omdat op het moment van schrijven van dit rapport nog niet alle geplande sonderingen zijn uitgevoerd is aan dit rapport de status *voorlopig* toegekend.

I.2 Toegepaste geotechnische norm

In dit rapport is een voorontwerpadvies voor de fundering opgesteld conform:

- NEN 9997-1+C2:2017
Geotechnisch ontwerp van constructies:
Deel 1: Algemene gegevens
Hoofdstuk 7: Paalfunderingen

2 Projectgegevens

Het betreft hier nieuwbouw van woningen.

Voor zover ons bekend worden er geen kelders gebouwd.

Een definitieve Peilmaat is bij ons nog niet bekend.



Omgeving Westzijde 71, Zaandam

Verzoek van de constructeur is om direct aansluitend op de 1^{ste} fase van het grondonderzoek voorlopige funderingsadvies uit te werken.

Uitgangspunt daarbij is het toepassen van palen uit het assortiment van Gebr. Van 't Hek. Voor een definitief funderingsadvies is het toe te passen paalsysteem vooralsnog punt van overleg.

De rekenwaardes van de paalbelastingen zijn op het moment van schrijven van dit rapport nog niet precies bekend.

In dit rapport wordt dan ook volstaan met het verstrekken van informatie op basis waarvan een voorlopig palenplan kan worden uitgewerkt.

Op vr 22-4-2022 16:50 zijn de voorlopige berekeningsresultaten naar Goudstikker - De Vries BV gemaild en worden door middel van dit rapport bevestigd.

3 Grondonderzoek (fase 1)

3.1 Sonderingen

Het door Lankelma Ingenieursbureau BV onder werknummer 2222677 uitgevoerde grondonderzoek bestaat uit:

- 5 continue elektrische sonderingen met kleefmantelconus en hellingmeter uitgevoerd volgens NEN-EN-ISO 22476-1 klasse 2.
- 5 (hand)boringen (Edelman) met classificatie in het veld

De resultaten van het onderzoek zijn vastgelegd in meters ten opzichte van NAP en zijn als bijlage aan dit rapport toegevoegd. De hoogtebepaling van de onderzoekslocaties in het terrein is uitgevoerd met als doel de bodemopbouw in te meten ten opzichte van NAP. De gerapporteerde hoogtes zijn niet geschikt voor andere doeleinden dan dit onderzoek.

Zodra de overige geplande sondeerlocaties voor standaard sondeermaterieel bereikbaar kan de 2^{de} fase van het grondonderzoek worden uitgevoerd.

3.2 Bodemopbouw

Op basis van het beschikbare bodemonderzoek kan onderstaande indicatieve* bodembeschrijving worden afgeleid:

Diepte in m tov NAP		Bodembeschrijving
Van circa	tot circa	
Maaiveld	-0.40 á -3.00	Zand
-0.40 á -3.00	-4.00 á -6.50	Cohesief materiaal: Veen en klei
-4.50 á -6.50	Verkende diepte	Zand met wisselende pakingsdichtheid, plaatselijk doorsneden door kleilaagjes/kleilaagen

*) De werkelijke bodemopbouw kan afwijken. Voor een meer nauwkeurige bodembeschrijving is aanvullend grondonderzoek noodzakelijk. In dit rapport kan praktisch met bovenstaande overzicht worden volstaan.

3.3 Grondwater

Indicatie:

De grondwaterspiegel varieert van 0.46 m - NAP ter plaatse van boring HB1 tot 0.73 m - NAP ter plaatse van boring HB4.

Het betreft hier een momentopname van de stijghoogte van het grondwater in de boorgaten direct nadat de betreffende boringen zijn uitgevoerd.

De nauwkeurigheid van dit soort in situ metingen is beperkt, de werkelijke waarde kan afwijken.

3.4 Hoogte maaiveld

Op het moment dat de sonderingen zijn uitgevoerd varieerde de maaiveldhoogte ter plaatse van de sondeerpunten van 0.05 m + NAP ter plaatse van sondering DKM2 tot 0.11 m - NAP ter plaatse van sondering DKM3.

4 Funderingsadvies

Aan de hand van de door de constructeur verstrekte voorlopige uitgangspunten wordt in deze voorlopig versie van dit rapport een oplossing uitgewerkt voor geschroefde, *grondverdringende* HEK-palen uit te werken.

Andere oplossingen binnen het assortiment van Gebr. Van 't Hek zijn zeker niet onmogelijk maar worden in deze voorlopige versie van dit rapport buiten beschouwing gelaten.

HEK-palen zijn in de grond gevormde, grondverdringende betonpalen, vervaardigd met behulp van een schroevend ingebrachte stalen hulpbuis.

Installatie van dit paalsysteem geschiedt praktisch trillingsvrij en geluidsarm.

Nadat het systeem tot op de gewenste diepte is geschroefd wordt een wapening aangebracht, wordt de mantelbuis met beton wordt gevuld om daarna oscillerend te worden getrokken waarbij de schroefpunt in de grond achter blijft.

Uitgangspunt is dat dit paalsysteem in de gegeven situatie kan en mag worden toegepast.

De keuze van de paalpuntniveaus geschiedt op basis van een onderling vergelijk van de sonderingen waarbij rekening is gehouden met zowel de benodigde draagkracht, de benodigde veerstijfheid en praktische aspecten voor wat betreft de uitvoering.

In deze voorlopige versie van het funderingsadvies kan niet worden uitgesloten dat er in een definitieve versie van dit rapport alsnog voor een andere oplossing wordt gekozen.

Paalpuntniveau verloopt van:
18.50 m - NAP ter plaatse van sondering DKM1 tot
20.50 m - NAP ter plaatse van sondering DKM1
Verskil 2.00 m

Bijbehorende berekeningsresultaten staan elders in dit rapport.

5 Berekeningsmethode draagkracht drukpalen

5.1 Algemene gegevens

Uitgangspunt zijn verticale palen die uitsluitend verticaal en centrisch op druk zullen worden belast. Met alle paalbelastingen is geen rekening gehouden.

5.2 Paalklassefactoren HEK-palen

α_s	0.009	NEN 9997-1, tabel 7.c
α_p	0.63	NEN 9997-1, tabel 7.c
Lastzakings- lijn	1	NEN 9997-1, tabel 7.c
$\gamma_s, \gamma_b, \gamma_t$	1.2	NEN 9997-1, tabellen A.6 tot en met A.8, kolom R3 ^c tabel A.6 geldt voor geheide palen tabel A.7 geldt geboorde palen tabel A.8 geldt voor schroefpalen type avegaar In de gegeven situatie geldt $\gamma_s = \gamma_b = \gamma_t$
$\xi_{3(\text{gem})}, \xi_{4(\text{min})}$	1.39	NEN 9997-1, tabel A.10.a Voor $n = 1$ (praktisch) en voor een niet stijf bouwwerk
β	1.0	Paalvoetvormfactor $\beta \rightarrow$ NEN 9997-1, 7.6.2.3(g): Voor $D_{\text{eq}}^2/d_{\text{eq}}^2 \leq 1.5$ mag $\beta = 1$ zijn genomen. Controle: Palen $\emptyset 273 \times 330$: $330^2/273^2 = 1.46 \leq 1.5 \rightarrow \beta = 1.0$ Palen $\emptyset 324 \times 395$: $395^2/324^2 = 1.49 \leq 1.5 \rightarrow \beta = 1.0$
s	1.0	NEN 9997-1, 7.6.2.3(h)

5.3 Negatieve kleef

Voor dit project is in de maatgevende rekening gehouden met een neerwaartse gerichte wrijving langs de paalschacht over een traject van maaiveld tot circa 6.50 m – NAP.

De representatieve waarde van de paalbelasting door negatieve kleef ($F_{nk;\text{rep}}$) is berekend conform NEN 9997-1, 7.3.2.2(d). De rekenwaarde ($F_{nk;d}$) is berekend conform NEN 9997-1, 7.3.2.2(7) $\rightarrow F_{nk;d} = \gamma_{f,nk} * F_{nk;\text{rep}}$. In dit geval, waarbij de paalbelasting door negatieve kleef voor een alleenstaande paal is berekend, geldt $\gamma_{f,nk} = 1.0$.

Rekenwaarde extra paalbelasting door negatieve kleef:
40 kN/m-schachtomtrek ter plaatse van alle sonderingen

Deze waarde is verwerkt in de berekeningsresultaten elders in dit rapport. Een rekenvoorbeeld is als bijlage A aan dit rapport toegevoegd

5.4 Positieve kleef

Schachtwrijving wordt ontleend aan lagen met overwegend zand en aan klei- en/of leemlagen met een sondeerwaarde groter dan 2 MPa.

Traject positieve kleef verloopt van:
7.00 m – NAP tot paalpuntniveau voor alle sonderingen

Eén en ander conform NEN 9997-1, 7.6.2.3.(c).

5.5 Toets draagkracht palen

Toets conform NEN 9997-1, 7.6.2.1(1):

Eis ten aanzien van grenstoestand GEO $\rightarrow F_{c;d} \leq R_{c;d}$

omgewerkt tot $F_{paalkop;d} \leq R_{c;net;d}$ met $F_{paalkop;d} = F_{c;d} - F_{nk;d}$ en $R_{c;net;d} = R_{c;d} - F_{nk;d}$
met in de gegeven situatie $F_{nk;d} \approx 0$

Eén en ander te toetsen door de constructeur.

Voor de meest gangbare paalsystemen is deze grenstoestand maatgevend.

5.6 Berekeningsresultaten

Paalsysteem: HEK-palen o.g., trillingsvrij

Werknnummer: 2222677			Rc;net;d	
			<-----kN----->	
Sondering	Maaiveld	Paalpunt	Ø273*330	Ø324*395
			<-----m tov NAP-----><-----mm----->	

DKM1	0.04	-18.50	710	924
DKM1	0.04	-19.00	933	1213
DKM1	0.04	-19.50	1014	1313
DKM1	0.04	-20.00	1089	1402
DKM1	0.04	-20.50	1225	1476

DKM2	0.05	-18.50	632	816
DKM2	0.05	-19.00	651	828
DKM2	0.05	-19.50	807	1037
DKM2	0.05	-20.00	878	1122
DKM2	0.05	-20.50	1047	1354

DKM3	-0.11	-18.50	864	1104
DKM3	-0.11	-19.00	935	1042
DKM3	-0.11	-19.50	864	1106
DKM3	-0.11	-20.00	917	1169
DKM3	-0.11	-20.50	1017	1355

DKM4	-0.03	-18.50	896	1200
DKM4	-0.03	-19.00	945	1227
DKM4	-0.03	-19.50	998	1286
DKM4	-0.03	-20.00	1050	1342
DKM4	-0.03	-20.50	1195	1532

DKM5	0.02	-18.50	452	570
DKM5	0.02	-19.00	485	612
DKM5	0.02	-19.50	690	897
DKM5	0.02	-20.00	803	1053
DKM5	0.02	-20.50	1017	1299

Rc;net;d = Rekenwaarde netto draagkracht = Rc;d - Fnk;d				

APrPaal versie 12 jan 2021				
PRJ	: t:\geo_prj\2022\2222677\2222677-hek-1.prj			
XLS	: t:\geo_xls\2022\2222677\2222677-hek-1.xlsx			
GEF	: t:\geo_gef\2022\2222677gef*.gef			

5.7 Opmerkingen bij de berekeningsresultaten

- Bovenstaande tabel is gelijk aan die welke wij eerder als voorlopig hebben verstrekt.
- De in de tabellen vermelde draagkracht is afgeleid van de grondmechanische draagkracht. De schachtspanning dient dan nog te worden gecontroleerd en waar nodig aan de maximaal toelaatbare te worden aangepast. Hierbij dient rekening te worden gehouden met de elders in dit rapport vermelde extra paalbelasting door negatieve kleeft en de gebruikelijke paalafwijkingen.

6 Hoh-maat palen naast bestaande bebouwing

Bij bestaande bebouwing is het wenselijk om een zekere afstand tussen de palen van de geplande nieuwbouw en die van de bestaande bebouwing aan te houden.

Voor wat betreft de minimaal te hanteren afstand zijn geen Europese of landelijke normen of andere officiële richtlijnen beschikbaar. Over het algemeen adviseren wij uit te gaan van de in onderstaande tabellen aangegeven praktische waardes. Uitgangspunt hierbij is dat de nieuw in te brengen palen de draagkracht van de bestaande palen – met paalbelastingen vanuit de bestaande bebouwing – niet mag ondermijnen.

In te brengen paal naar <i>dezelfde zandlaag of hoger</i> dan de belending			
Bestaande paaltype	In te brengen paaltype		
	Houten paal	Grondverdringende paal	Grondverwijderende paal
Houten paal	$2.25 \cdot D_b + 2.25 \cdot D_n$	$2.0 \cdot D_b + 2.0 \cdot D_n$	$4.5 \cdot D_b + 1.5 \cdot D_n$
Overige palen	$2.0 \cdot D_b + 2.0 \cdot D_n$	$2.0 \cdot D_b + 2.0 \cdot D_n$	$4.5 \cdot D_b + 1.5 \cdot D_n$

In te brengen paal naar <i>dieper gelegen zandlaag</i> dan de belending			
Bestaande paaltype	In te brengen paaltype		
	Houten paal	Grondverdringende paal	Grondverwijderende paal
Houten paal	$3.5 \cdot D_b + 3.5 \cdot D_n$	$3.5 \cdot D_b + 3.5 \cdot D_n$	$6.0 \cdot D_b + 1.5 \cdot D_n$
Overige palen	$3.0 \cdot D_b + 3.0 \cdot D_n$	$3.0 \cdot D_b + 3.0 \cdot D_n$	$6.0 \cdot D_b + 1.5 \cdot D_n$

Toelichting bij de tabellen:

- Dieper gelegen zandlaag: indien q_c van de tussenlaag < 2.0 MPa c.q. andere geologische formatie
- D_b = equivalente paalpuntdiameter van de bestaande paal.
- D_n = equivalente paalpuntdiameter van de in te brengen paal.
- Grondverdringende palen zijn palen waarbij de puntdiameter ≤ 110 % van de schachtdiameter.
- Grondverwijderende palen zijn avegaarpalen, boorpalen en pulspalen. Indien de plaats van de palen onder de belending niet bekend is, moet worden gerekend vanaf buitenkant bouwmuur van de belending.

Aandachtspunt voor wat betreft de benodigde werkruimte:

Afhankelijk van de situatie ter plaatse en afhankelijk van het materieel waarmee de palen worden geïnstalleerd kan het noodzakelijk zijn afstand tussen de nieuw in te brengen palen en de bestaande bebouwing groter te kiezen.

7 Uitvoering HEK-palen

Wordt in een definitieve versie van dit rapport verder uitgewerkt.

Bijlage A Rekenvoorbeeld extra paalbelasting door negatieve kleeft

Bij de berekening is uitgegaan van samendrukbare lagen tot -6.00 m tov NAP

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 paalbelasting door negatieve kleeft voor een alleenstaande paal bedraagt volgens NEN 9997-1, 7.3.2.2(d):

$$F_{s, \text{nk,rep}} = O_{s, \text{gem}} * (d_1 * K_{0,1,k} * \tan(\delta_{1,k}) * \sigma'_{v,1,k} + d_2 * K_{0,2,k} * \tan(\delta_{2,k}) * \sigma'_{v,2,k})$$

$$= 41 \text{ kN/m-paalomtrek}$$

waarin:

in dit geval:

d_1	= dikte toplaag	3.00	m
d_2	= dikte van de samendrukbare laag	3.00	m
$K_{0,1,k} * \tan(\delta_{1,k})$	= produkt van de karakteristieke waarde van de neutrale gronddrukfactor met de tangens van de wrijvingshoek tussen paal en grond voor de toplaag	0.25	
$K_{0,2,k} * \tan(\delta_{2,k})$	= idem voor de samendrukbare lagen	0.25	
$\sigma'_{v,1,k}$	= karakteristieke waarde van de gemiddelde effectieve korrelspanning in de toplaag	17.2	kN/m ²
$\sigma'_{v,2,k}$	= idem voor de samendrukbare lagen	37.0	kN/m ²
$O_{s, \text{gem}}$	= gemiddelde omtrek van de paalschacht	1.00	m

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

$$F_{\text{nk}, d} = F_{\text{nk,rep}} * V_{\text{trk}}$$

$$= 41 \text{ kN/m-paalomtrek}$$

waarin

in dit geval:

$$V_{\text{trk}} = \text{Partiële belastingsfactor volgens NEN 9997-1, 7.3.2.2(d)} \quad 1.0$$

Bijlage B Rekenvoorbeeld draagkracht HEK-paal

BEREKENING DRAAGKRACHT EN LASTZAKKINGSGEDRAG VAN EEN PAAL VOLGENS NEN 9997-1
Versie EC7/augustus 2019

Uitgangspunten

Grondonderzoek : Werknummer 2222677; Sondering DKM1
Reductie qc : Nee
Paaltype : 1 Grondverdringende paal; Beton
Paalpuntniveau : 18.50 m - NAP
Afmeting paalschacht: Ø324 mm
Afmeting paalpunt : Ø395 mm; Deq = 395 mm

Puntweerstand

De maximum puntweerstand bedraagt volgens 7.6.2.3(e):

$$q_{b;max} = \frac{1}{2} * q_p * \beta * s * ((q_{c;I;gem} + q_{c;II;gem}) / 2 + q_{c;III;gem})$$

$$= 7.35 \text{ MPa}$$

waarin:		in dit geval:
q_p	= Paalklassefactor voor de berekening van de draagkracht van de paalpunt, volgens 7.6.2.3(f).	0.63
β	= Factor die de invloed van de paalvoetvorm (figuur 7.i) in rekening brengt, volgens 7.6.2.3(g).	1.00
s	= Factor die de invloed van de vorm van de dwarsdoorsnede van de paalvoet in rekening brengt, volgens 7.6.2.3(h).	1.0
$q_{c;I;gem}$	= Gemiddelde waarde van de conusweerstand over traject I lopend van paalpuntniveau tot $0.7 \text{ á } 4.0 * Deq$ beneden paalpuntniveau, volgens 7.6.2.3(e).	19.3 MPa
$q_{c;II;gem}$	= Gemiddelde minimale waarde van de conusweerstand over traject II lopend van paalpuntniveau tot $0.7 \text{ á } 4.0 * Deq$ beneden paalpuntniveau, volgens 7.6.2.3(e). De onderkant van de trajecten I en II ligt in dit geval op $0.7 * Deq$ beneden het paalpuntniveau.	17.1 MPa
$q_{c;III;gem}$	= Gemiddelde minimale waarde van de conusweerstand over traject III lopend van paalpuntniveau tot $8.0 * Deq$ boven het paalpuntniveau, volgens 7.6.2.3(e).	5.1 MPa

De maximum puntdraagkracht bedraagt volgens 7.6.2.3(c):

$$R_{b;cal;max} = A_{punt} * q_{b;max} * 1000$$

$$= \underline{\underline{901 \text{ kN}}}$$

waarin:		in dit geval:
A_{punt}	= Oppervlak van de paalpunt	0.1225 m ²

Schachtwrijving

De maximum schachtwrijving bedraagt volgens 7.6.2.3(i):

$$q_{s;max;z} = \alpha_s * q_{c;z;a}$$

$$= 0.0605 \text{ MPa}$$

waarin:		in dit geval:
α_s	= Factor volgens tabel 7.c voor zand en grind en volgens tabel 7.d voor klei, leem en veen, volgens 7.6.2.3(i).	0.0090
$q_{c;z;a}$	= Gemiddelde waarde van de afgesloten conusweerstand over het traject waarover schachtwrijving wordt berekend, volgens 7.6.2.3(i).	6.7 MPa

De maximum schachtwrijvingskracht bedraagt volgens 7.6.2.3(c):

$$R_{s;cal;max} = O_s; \Delta L; gem * q_{s;max;z} * \Delta L * 1000$$

$$= \underline{\underline{708 \text{ kN}}}$$

waarin:		in dit geval:
$O_s; \Delta L; gem$	= Gemiddelde omtrek van de paalschacht over het traject waarover de schachtwrijving wordt berekend, volgens 7.6.2.3(c).	1.018 m
ΔL	= Lengte van het traject waarover de schachtwrijving wordt berekend, volgens 7.6.2.3(c). In dit geval van 7.00 m - NAP tot 18.50 m - NAP.	11.50 m

$$R_{s;cal;max} / R_{b;cal;max} = 0.79$$

Draagkracht

De maximum draagkracht bedraagt volgens 7.6.2.3(c):

$$R_{c;cal} = R_{b;cal;max} + R_{s;cal;max}$$

$$= 1609 \text{ kN}$$

De karakteristieke waarde voor de draagkracht bedraagt volgens 7.6.2.3(5):

$$R_{c;k} = R_{c;cal} / \xi_3$$

$$= 1158 \text{ kN}$$

waarin:		in dit geval:
ξ_3, ξ_4	= Correlatiefactor voor de bepaling van karakteristieke waarden uit sonderingen voor een niet stijf bouwwerk, volgens tabel A.10.a.	1.390

Opmerking:

Het paalpuntniveau wordt per sondering bepaald $\rightarrow n = 1$ en $\xi_3 = \xi_4$.

De rekenwaarde voor de maximale draagkracht bedraagt volgens 7.6.2.3(3 en 4):
 $R_{c;d} = R_{b;k} / \gamma_b + R_{s;k} / \gamma_s = R_{c;k} / \gamma_t$
 = **965 kN**

waarin:
 γ_t = Totale/gecombineerde partiële weerstandsfactor voor op druk belaste palen, volgens A.3.3.2.
 Voor geheide palen volgens tabel A.6 combinatie R3c.
 Voor geboorde palen volgens tabel A.7 combinatie R3c.
 Voor schroefpalen type avegaar volgens tabel A.8 combinatie R3c.

in dit geval:
1.20

De rekenwaarde van de netto draagkracht bedraagt:

$R_{c;net;d} = R_{c;d} - F_{nk;d}$
 = **924 kN**

waarin:
 $F_{nk;d}$ = Rekenwaarde paalbelasting door negatieve kleef

in dit geval:
41 kN

Lastzakingsrelaties grenstoestand UGT volgens 7.6.4.2(h)

<-----zakking-----><-----draagkracht GT GEO----->					
sb	sel	s1	Rb	Rs	Ftot;d
mm	mm	mm	kN	kN	kN
0.3	0.8	1.1	26	71	96
0.7	1.7	2.4	56	137	193
1.2	2.6	3.8	91	198	289
1.9	3.5	5.3	132	254	386
2.8	4.4	7.2	179	303	482
4.2	5.3	9.5	232	346	579
6.1	6.3	12.4	292	384	675
9.2	7.2	16.4	356	416	772
16.8	8.3	25.1	444	424	868
41.6	9.4	51.0	540	424	965

waarin:
 s_b = Zakking paalpunt als gevolg van $F_{tot;d}$, volgens 7.6.4.2(i).
 s_{el} = Elastische verkorting van de paalschacht als gevolg van de gemiddelde normaalkracht in de paal bepaald uit $F_{tot;d}$, volgens 7.6.4.2(j).
 s_1 = $s_b + s_{el}$, volgens 7.6.4.2(h).
 R_b = Kracht op de paalpunt, volgens figuur 7.n.
 R_s = Schuifkracht op de paalschacht, volgens figuur 7.o.
 $F_{tot;d}$ = Rekenwaarde paalbelasting inclusief negatieve kleef ($R_b + R_s$)

Grenstoestand GEO:

Rekenwaarde maximum draagkracht	$R_{c;d} = 965$ kN
Rekenwaarde paalbelasting door negatieve kleef	$F_{nk;d} = 41$ kN
Rekenwaarde netto draagkracht	$R_{c;net;d} = 924$ kN
Rekenwaarde belasting op de paalkop exclusief $F_{nk;d}$	$F_d = 924$ kN
Rekenwaarde paalbelasting, inclusief $F_{nk;d}$ (afgeleid)	$F_{tot;d} = 965$ kN
Zakking paalkop als gevolg van $F_{tot;d}$	$s_1 = 51.0$ mm
Rekenwaarde veerstijfheid paalkop*	$k_1; d = k_1; kar / 1.3$ = 48.4 kN/mm

Indien F_d tot 924 kN beperkt blijft wordt aan zowel grenstoestand STR als aan grenstoestand GEO voldaan.

Lastzakingsrelaties BGT volgens 7.6.4.2(h)

<-----zakking-----><-----draagkracht BGT----->					
sb	sel	s1	Rb	Rs	Ftot;rep
mm	mm	mm	kN	kN	kN
0.3	1.0	1.3	31	85	116
0.7	2.0	2.7	67	165	232
1.2	3.1	4.3	109	238	347
1.9	4.1	6.0	159	304	463
2.8	5.2	8.1	215	364	579
4.2	6.4	10.5	279	416	695
6.1	7.5	13.6	350	460	810
9.2	8.7	17.9	427	499	926
16.8	9.9	26.7	533	509	1042
41.6	11.2	52.9	648	509	1158

waarin:
 s_b = Zakking paalpunt als gevolg van $F_{tot;rep}$, volgens 7.6.4.2(i).
 s_{el} = Elastische verkorting van de paalschacht als gevolg van de gemiddelde normaalkracht in de paal bepaald uit $F_{tot;rep}$, volgens 7.6.4.2(j).
 s_1 = $s_b + s_{el}$, volgens 7.6.4.2(h).
 R_b = Kracht op de paalpunt, volgens figuur 7.n.
 R_s = Schuifkracht op de paalschacht, volgens figuur 7.o.

$F_{tot;rep}$ = Representatieve waarde paalbelasting inclusief negatieve kleeft ($R_b + R_s$)

BGT:

Karakteristieke waarde maximum draagkracht	$R_{c;k} = 1158 \text{ kN}$
Rekenwaarde belasting op de paalkop, als bij GT GEO	$F_d = 924 \text{ kN}$
Gemiddelde belastingsfactor	$\gamma_{gem} = 1.30$
Representatieve waarde belasting op de paalkop exclusief $F_{nk;rep}$	$F_{rep} = 711 \text{ kN}$
Representatieve waarde paalbelasting door negatieve kleeft	$F_{nk;rep} = 41 \text{ kN}$
Representatieve waarde paalbelasting inclusief $F_{nk;rep}$ (afgeleid)	$F_{tot;rep} = 751 \text{ kN}$
Zakking paalkop als gevolg van $F_{tot;rep}$	$s_1 = 11.9 \text{ mm}$
Karakteristieke waarde veerstijfheid paalkop*	$k_1;kar = F_{tot;rep} / s_1$ $= 62.9 \text{ kN/mm}$

*)

De veerstijfheden voor de paalkop zijn berekend voor een alleenstaande paal met statische belastingen. Bij paalgroepen en/of niet statische belastingen moet een reductie worden toegepast.

Bijlage C Resultaten grondonderzoek, werknummer 2222677

Lankelma Ingenieursbureau
Visserijweg 1
Purmerend
Postbus 712
1440 AS Purmerend
Telefoon: 0299 411011
Kvk nr : 71979972
Bank: NL33 RABO 0331 2886 05
BTW nr: NL 858926635B01
Info@lankelma.nl www.lankelma.nl

Opdrachtgever: Goudstikker – de Vries B.V.
Rentmeesterstraat 50
1315 JS Almere

Contactpersoon: [REDACTED]

Projectnummer: 22.22677

Datum rapport: 21 april 2022

Bijzonderheden: Definitief rapport, fase 2 volgt nog.

Bijlagen: Toelichting grondonderzoek
1 Situatieschets
5 Sonderingen
5 Voorboorstaten



Versie	Datum	Omschrijving	Paraaf projectleider
1	21-4-2022	Eerste versie	
2	21-4-2022	Definitieve versie	

Toelichting grondonderzoek

Onderzoek

De sonderingen worden door Lankelma conform NEN-EN-ISO 22476-1 uitgevoerd, waarbij standaard de “electrische kleefmantelconus” wordt toegepast, waarmee zowel de conusweerstand als de plaatselijke wrijvingsweerstand gelijktijdig wordt gemeten. Bij het uitvoeren van een sondering conform NEN-EN-ISO 22476-1 wordt de puntweerstand gemeten, die moet worden overwonnen om een conus met een tophoek van 60° en een basisoppervlak van 1000 mm² met een constante snelheid van ca. 20 mm/s in de bodem te drukken. Voor de meting van de wrijvingsweerstand is een mantel met een oppervlak van 15000 mm² boven de punt aangebracht. De druk op de conuspunt (conusweerstand in MPa) en de wrijving langs de kleefmantel (plaatselijke wrijvingsweerstand in MPa) worden door rekstroken in de conus continu gemeten. Het basisoppervlak van de conus mag volgens de NEN-EN-ISO 22476-1 tussen 500 en 2000 mm² variëren zonder dat correctiefactoren op de meetresultaten toegepast behoeven te worden. De sonderingen die uitgevoerd zijn door Lankelma worden standaard uitgevoerd met een sondeerconus met een basisoppervlak van 1500 mm² en een manteloppervlak van 20000 mm² of 22500 mm².

Er wordt veelal gebruik gemaakt van een kortere conus waarbij in afwijking van NEN-EN-ISO 22476-1 het cilindrische deel vanaf de conuspunt een lengte heeft van 230 mm in plaats van de genormeerde lengte van 400 mm. Uit onderzoek is naar voren gekomen, dat de invloed van de lengte van de conus op het sondeerresultaat verwaarloosbaar is, terwijl met een kortere conus met minder risico een grotere sondeerdiepte kan worden bereikt.

Meetresultaat

De meetsignalen worden digitaal via een kabel of draadloos naar een elektrische meeteenheid gestuurd en tezamen met de diepte en de tijd op een computer opgeslagen. De definitieve verwerking van de gegevens vindt daarna op kantoor plaats, waarbij de gemeten parameters tegen de diepte in grafiekvorm wordt uitgewerkt. Door continue registratie van de gemeten conus- en wrijvingsweerstand wordt een nauwkeurig beeld van de gelaagdheid en de vastheid van de bodem verkregen. De weerstand wordt uitgedrukt in mega- pascal, 1 MPa is gelijk aan 1 N/mm², en de diepte wordt uitgedrukt in meters. De plaatselijke wrijving wordt standaard gemeten en in de grafiek weergegeven. Daarbij wordt het wrijvingsgetal R_f in % aan de rechterkant in de grafiek weergegeven, dit geeft een indicatie van de bodemopbouw. (tabel 1)

In de elektrische conus is standaard een hellingmeter ingebouwd waarmee tijdens het sonderen de afwijking van de conus met de verticaal wordt geregistreerd. Onjuiste diepte aanduiding als gevolg van “krom sonderen” wordt hiermee voorkomen. Afhankelijk van de sondeerklasse wordt de diepte hiervoor gecorrigeerd.

Grondsoort	Conusweerstand (MPa)			Wrijvingsgetal (%)		
fijn zand		>	5	0,6	-	1,4
zand, siltig / kleilig		>	2	0,8	-	2,0
klei	0	-	5	2,0	-	7,0
veen	0	-	5	5,0	-	12,0

Tabel 1; grondsoort in vergelijking tot wrijvingsgetal

Klassenindeling: NEN-EN ISO 22476-1 electrisch sonderen

De Nederlandse norm gaat uit van vier kwaliteitsklassen. Voorafgaand aan de uitvoering dient een keuze te worden gemaakt binnen welke kwaliteitsklasse het werk minimaal uitgevoerd moet worden. Deze kwaliteitsklasse bepaalt de meetnauwkeurigheid van te meten conusweerstand, plaatselijke wrijvingsweerstand en diepte. Lankelma sonderingen vallen standaard in klasse 2. Dit is de hoogst haalbare kwaliteitsklasse voor de gebruikelijke meetapparatuur in Nederland. Klasse 1 sonderingen dienen alleen voor calibratiedoeleinden en wetenschappelijk onderzoek. Bij routinematige sonderingen kunnen de specificaties van klasse 1 sonderingen alleen door aanvullende maatregelen worden benaderd. In onderstaand tabel worden de diverse klasse weergegeven.

Klasse	Meetgrootheid	Toelaatbare meeton-nauw- keurigheid	Maximaal toelaatbare sondeerlengte interval tussen de meting
1	conusweerstand plaatselijke wrijvingsweerstand waterspanning helling sondeerdiepte	35 kPa of 5% 5 kPa of 10% 10 kPa of 2% 2° 0,1m of 1%	20 mm
2	conusweerstand plaatselijke wrijvingsweerstand waterspanning helling sondeerdiepte	100 kPa of 5% 15 kPa of 15% 25 kPa of 3% 2° 0,1m of 1%	20 mm
3	conusweerstand plaatselijke wrijvingsweerstand waterspanning helling sondeerdiepte	200 kPa of 5% 25 kPa of 15% 50 kPa of 5% 5° 0,2m of 2%	50 mm
4	conusweerstand plaatselijke wrijvingsweerstand sondeerdiepte	500 kPa of 5% 50 kPa of 20% 0,2m of 1%	50 mm
Opm. de toelaatbare meeton-nauwkeurigheid is de grotere waarde van de absolute meeton-nauwkeurigheid en de relatieve meeton-nauwkeurigheid. De relatieve meeton-nauwkeurigheid geldt voor de meetwaarde en niet voor het meetbereik			

Tabel 2: kwaliteitsklasse

Opmerking:

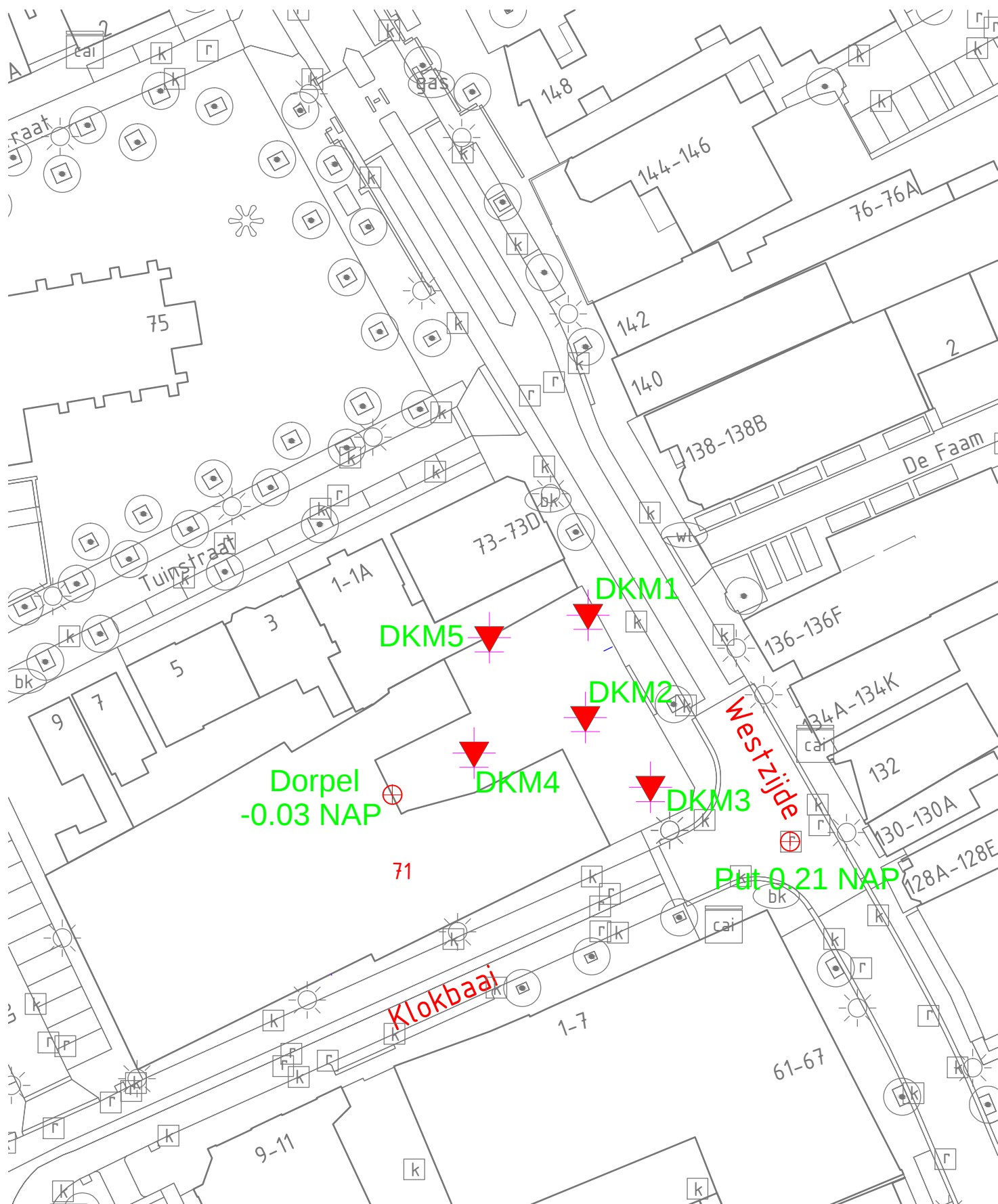
Met name in slappe lagen kan het voorkomen dat minimale conusweerstand (q_c) en/of minimale plaatselijke mantelwrijvingen (f_s) worden gemeten.

In de meeste gevallen betreft het dan meetwaardes die in orde en grootte vergelijkbaar zijn met voor de betreffende conus en kleeftmantel geldende meettoleranties.

Bij degelijke lage conusweerstand en/of lage plaatselijke mantelwrijvingen kan niet worden uitgesloten dat voor het wrijvingsgetal ($R_f = f_s / q_c * 100\%$) niet realistische waardes worden berekend en gerapporteerd.

Dit effect is inherent aan de definitie van het wrijvingsgetal.

In twijfelgevallen adviseren wij op de betreffende locatie een aanvullend grondonderzoek in de vorm van boringen uit te laten voeren.



LEGENDA

- | | | |
|---|-----------------------------|---------------|
| Diepsondering | Sondering eerder uitgevoerd | Boring (HB) |
| Diepsondering met plaatselijke wrijving | Sondering niet uitgevoerd | Peilbuis (PB) |



INGENIEURSBUREAU
VOOR GEO MILIEU EN FUNDERINGSTECHNIEK

Postbus 712, 1440 AS Purmerend
Telefoon: 0299 - 41 10 11
website: www.lankelma.nl email: info@lankelma.nl

project :

Westzijde 71 (Fase 1)
Zaandam

Locatie sonderingen

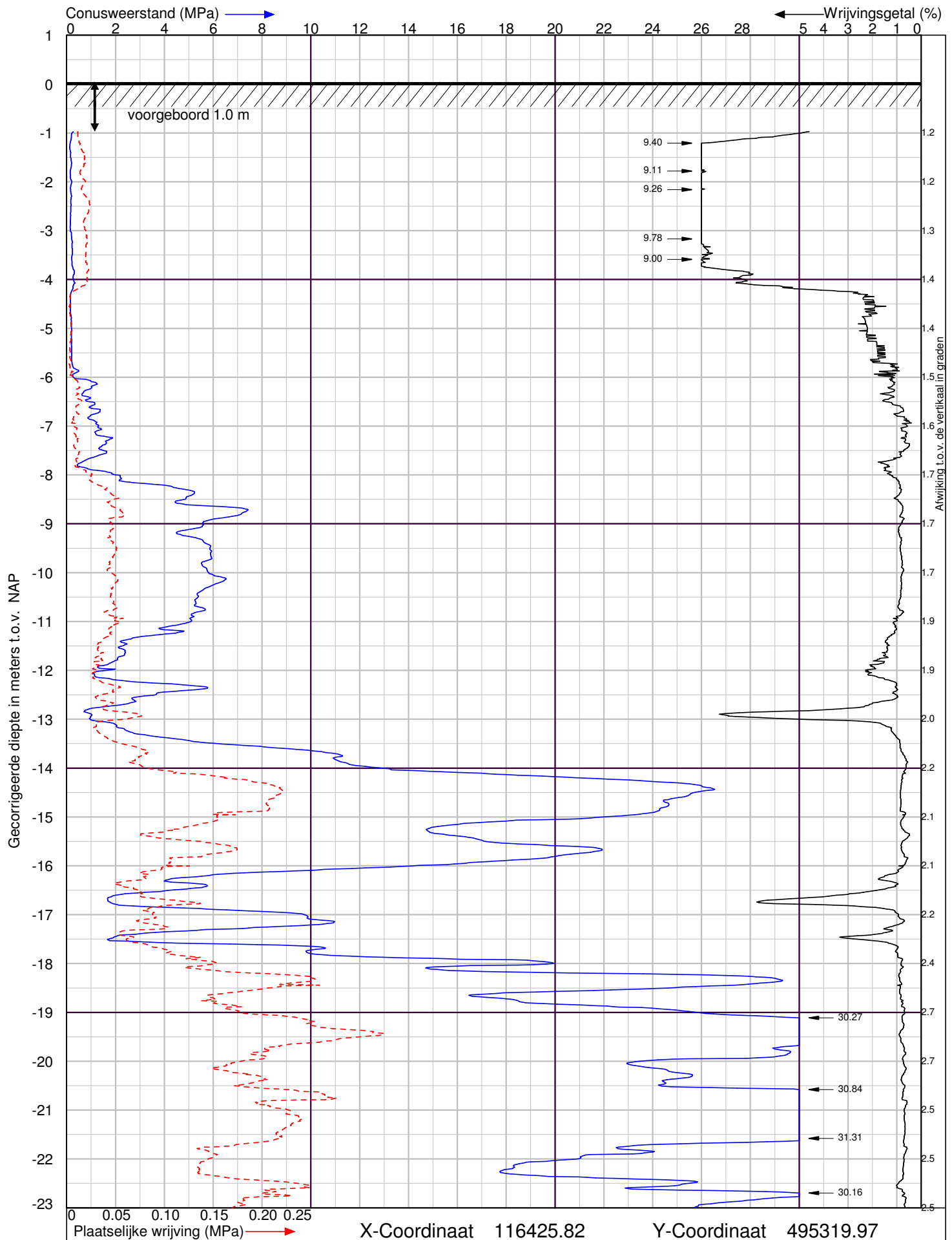
Getekend: GV

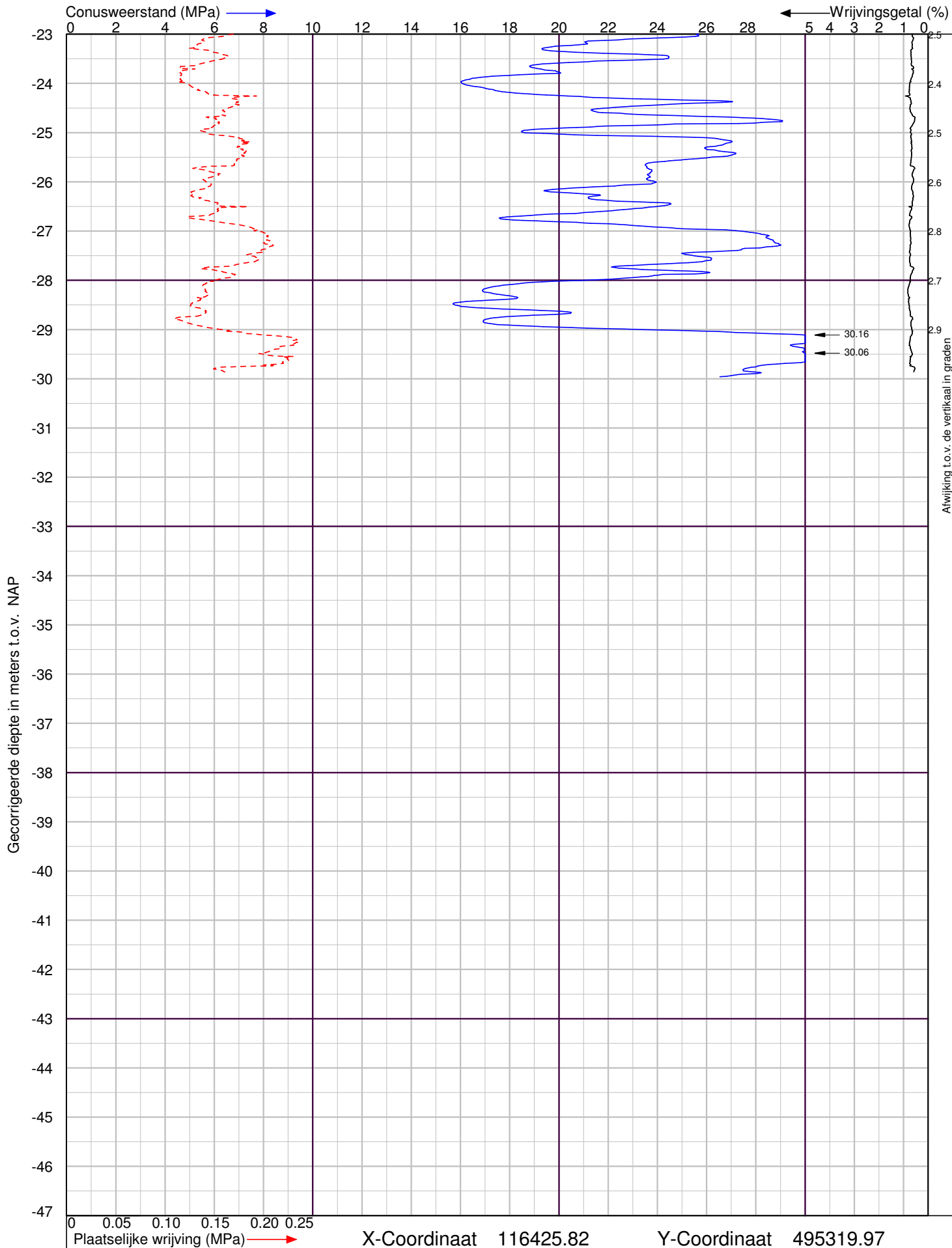
Schaal: n.v.t.

Datum: 30-3-2022

Gewijzigd:

Werknr.: 22.22677





Westzijde 71 (Fase 1) in Zaandam

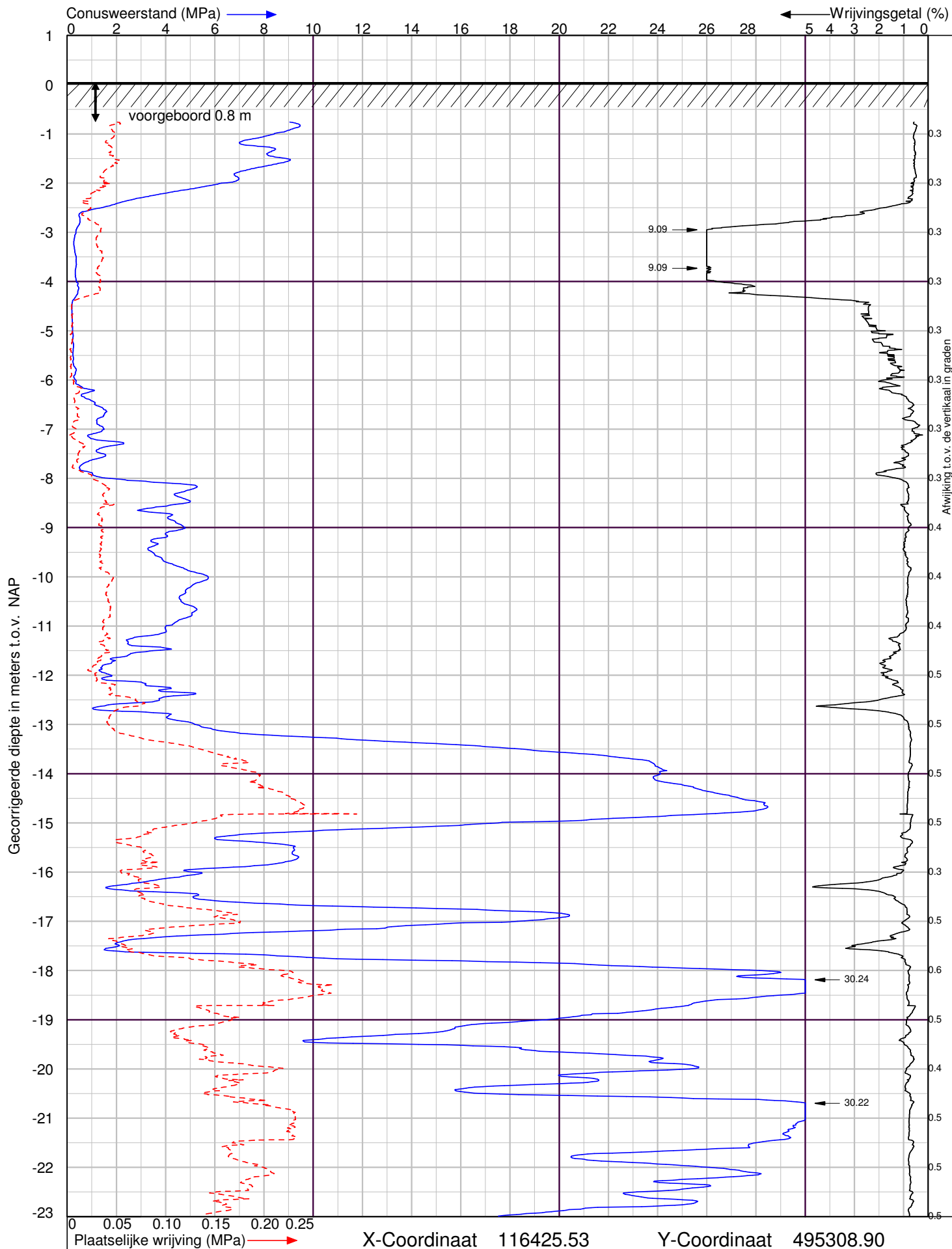
Sondering volgens NEN-EN-ISO 22476-1 Klasse 2



Lankelma Ingenieursbureau BV
Zuiderweg 58
1461 GD Zuidoostbeemster
Postbus 712, 1440 AS Purmerend
tel. : 0299-411011
info@lankelma.nl
www.lankelma.nl

Datum : 19-4-2022
Conusnr. : 001989
MV. is 0.04 m t.o.v. NAP

Project nummer : **2222677**
Sondering : **DKM1**



Westzijde 71 (Fase 1) in Zaandam

Sondering volgens NEN-EN-ISO 22476-1 Klasse 2



Lankelma Ingenieursbureau BV
Zuiderweg 58
1461 GD Zuidoostbeemster
Postbus 712, 1440 AS Purmerend
tel. : 0299-411011
info@lankelma.nl
www.lankelma.nl

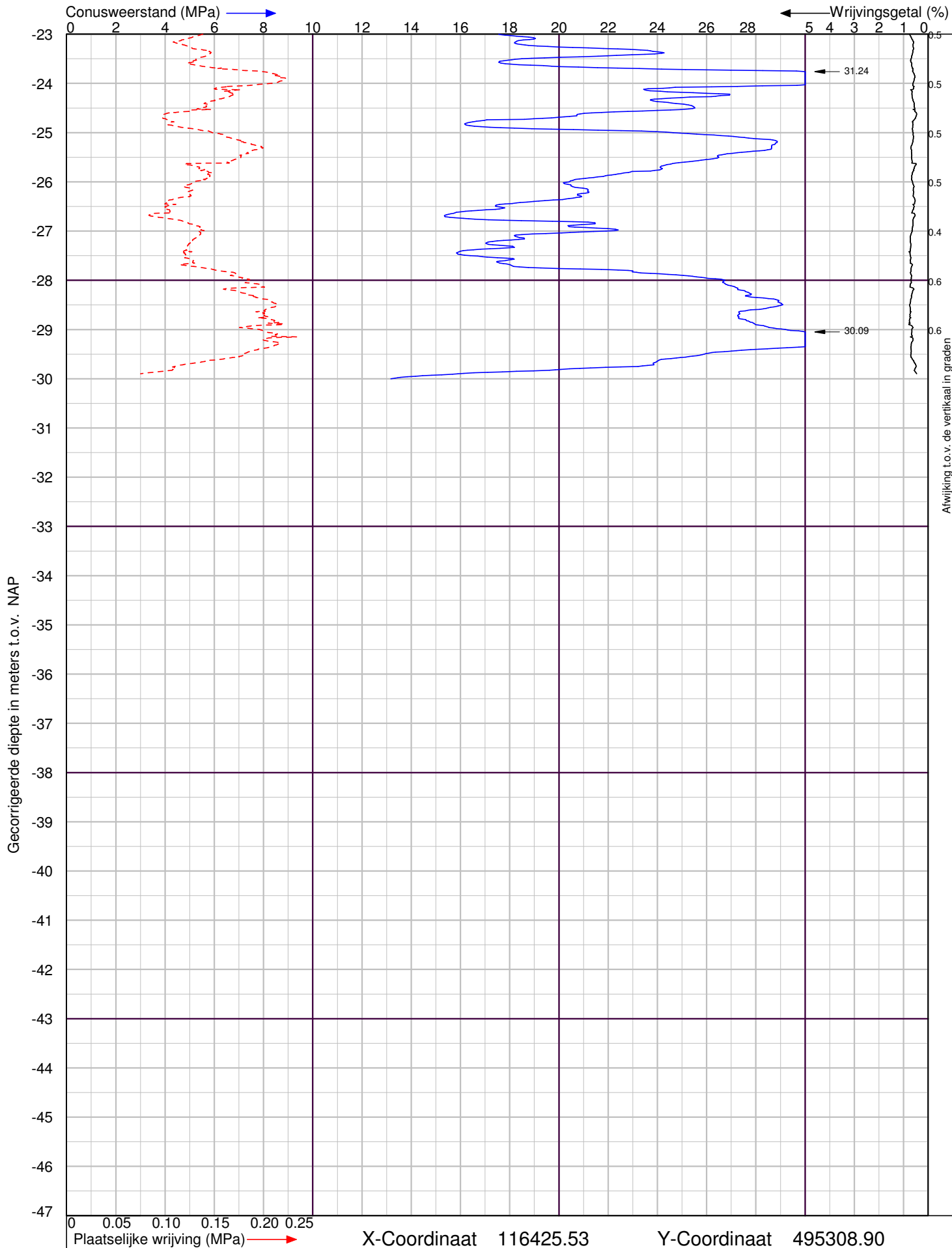
Datum : 19-4-2022

Conusnr. : 001989

MV. is 0.05 m t.o.v. NAP

Project nummer : **2222677**

Sondering : **DKM2**



Westzijde 71 (Fase 1) in Zaandam

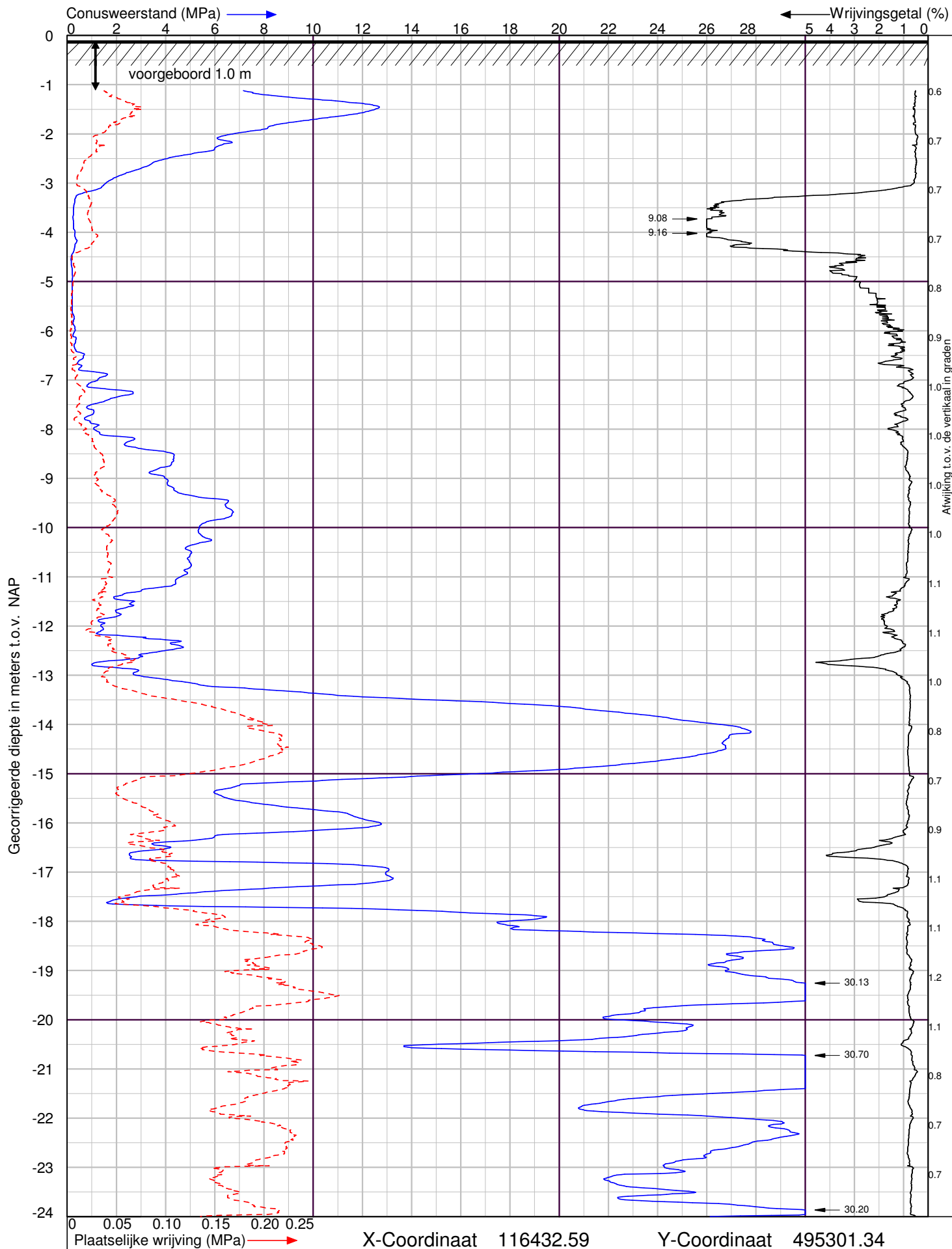
Sondering volgens NEN-EN-ISO 22476-1 Klasse 2



Lankelma Ingenieursbureau BV
Zuiderweg 58
1461 GD Zuidoostbeemster
Postbus 712, 1440 AS Purmerend
tel. : 0299-411011
info@lankelma.nl
www.lankelma.nl

Datum : 19-4-2022
Conusnr. : 001989
MV. is 0.05 m t.o.v. NAP

Project nummer : **2222677**
Sondering : **DKM2**



Westzijde 71 (Fase 1) in Zaandam

Sondering volgens NEN-EN-ISO 22476-1 Klasse 2



Lankelma Ingenieursbureau BV
Zuiderweg 58
1461 GD Zuiddoostbeemster
Postbus 712, 1440 AS Purmerend
tel. : 0299-411011
info@lankelma.nl
www.lankelma.nl

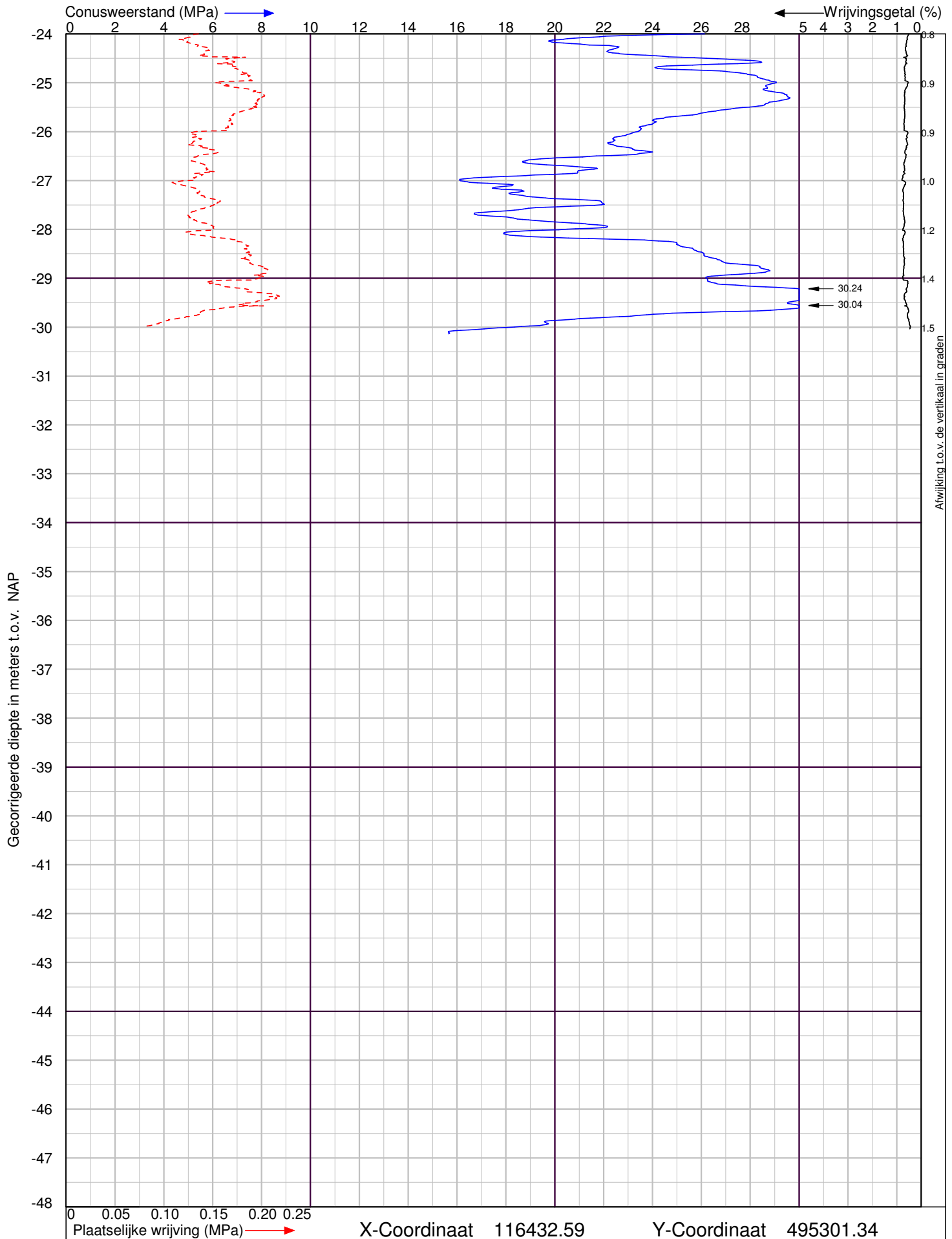
Datum : 19-4-2022

Conusnr. : 001989

MV. is -0.11 m t.o.v. NAP

Project nummer : **2222677**

Sondering : **DKM3**



Westzijde 71 (Fase 1) in Zaandam

Sondering volgens NEN-EN-ISO 22476-1 Klasse 2



Lankelma Ingenieursbureau BV
Zuiderweg 58
1461 GD Zuidoostbeemster
Postbus 712, 1440 AS Purmerend
tel. : 0299-411011
info@lankelma.nl
www.lankelma.nl

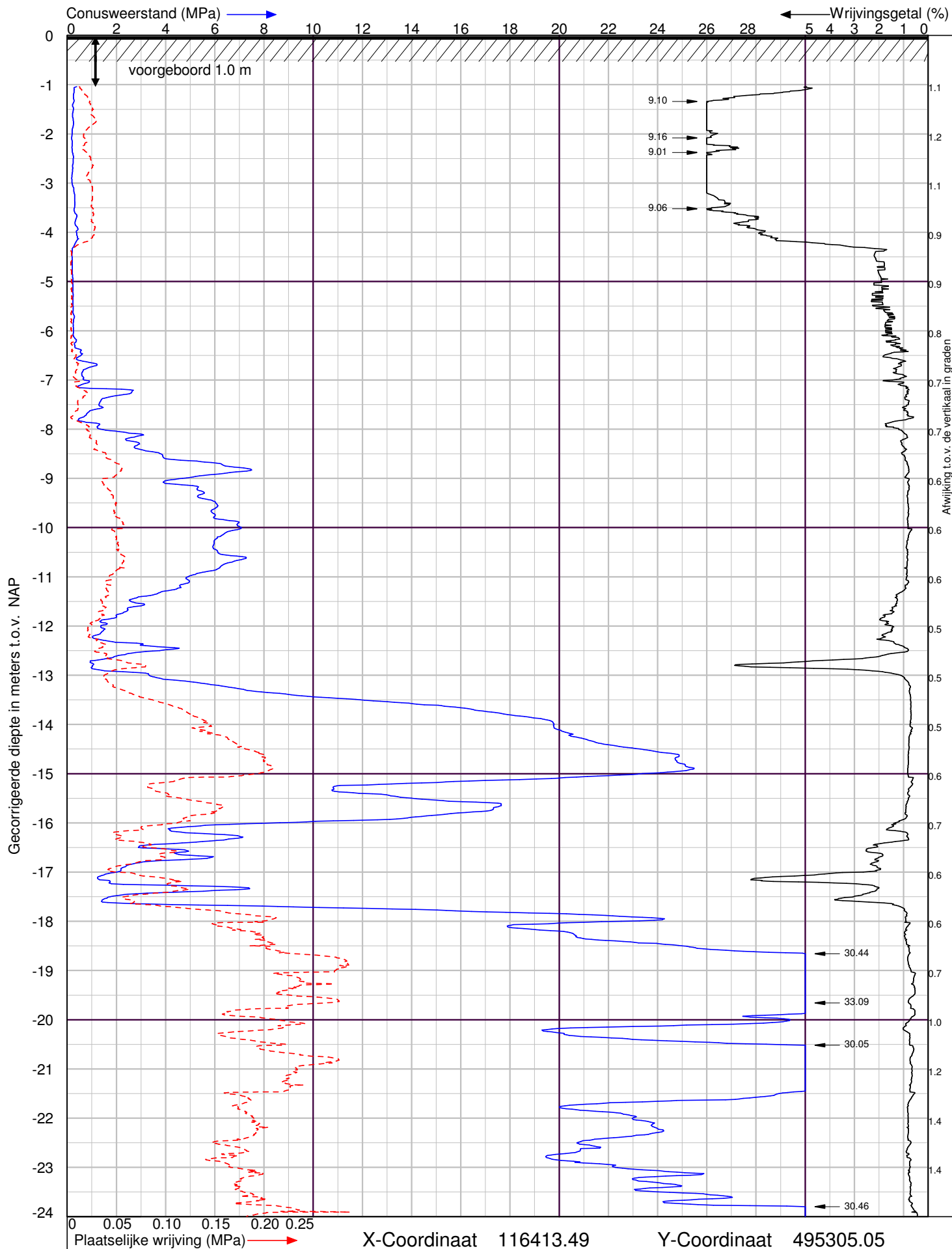
Datum : 19-4-2022

Conusnr. : 001989

MV. is -0.11 m t.o.v. NAP

Project nummer : **2222677**

Sondering : **DKM3**



Westzijde 71 (Fase 1) in Zaandam

Sondering volgens NEN-EN-ISO 22476-1 Klasse 2



Lankelma Ingenieursbureau BV
Zuiderweg 58
1461 GD Zuidoostbeemster
Postbus 712, 1440 AS Purmerend
tel. : 0299-411011
info@lankelma.nl
www.lankelma.nl

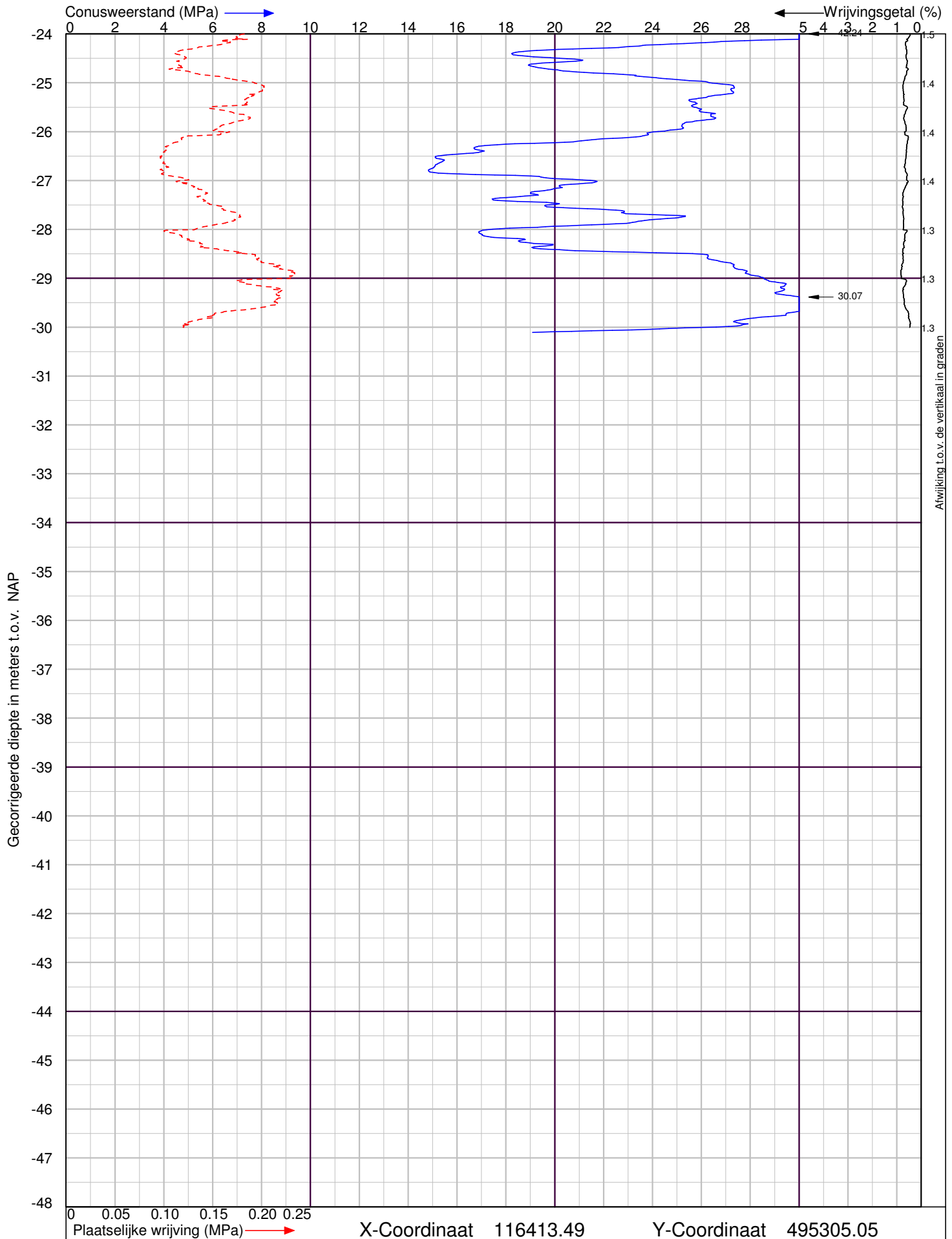
Datum : 19-4-2022

Conusnr. : 001989

MV. is -0.03 m t.o.v. NAP

Project nummer : **2222677**

Sondering : **DKM4**



Westzijde 71 (Fase 1) in Zaandam

Sondering volgens NEN-EN-ISO 22476-1 Klasse 2



Lankelma Ingenieursbureau BV
Zuiderweg 58
1461 GD Zuidoostbeemster
Postbus 712, 1440 AS Purmerend
tel. : 0299-411011
info@lankelma.nl
www.lankelma.nl

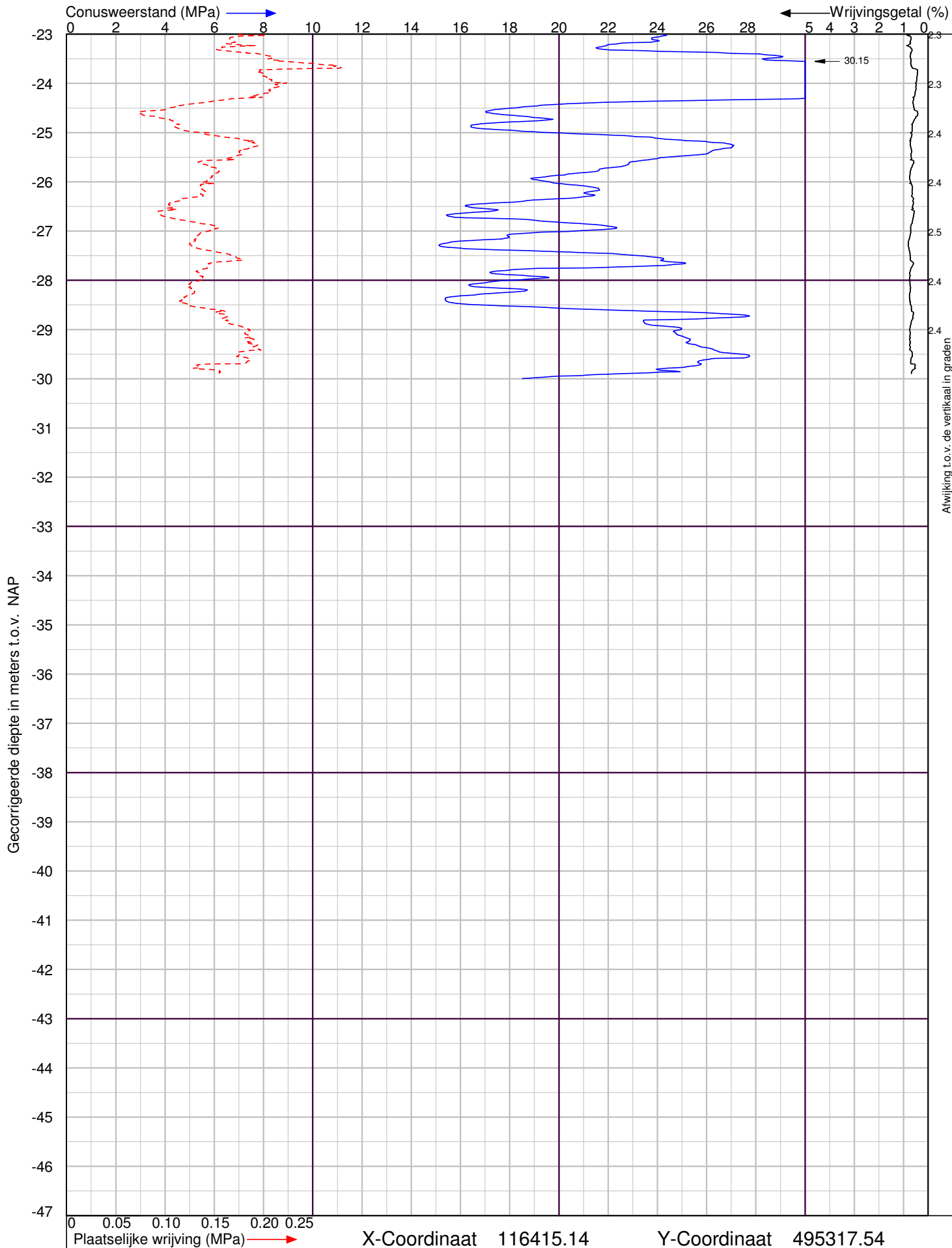
Datum : 19-4-2022

Conusnr. : 001989

MV. is -0.03 m t.o.v. NAP

Project nummer : **2222677**

Sondering : **DKM4**



Westzijde 71 (Fase 1) in Zaandam

Sondering volgens NEN-EN-ISO 22476-1 Klasse 2



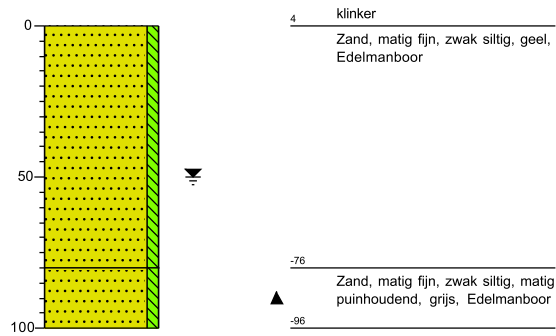
Lankelma Ingenieursbureau BV
Zuiderweg 58
1461 GD Zuidoostbeemster
Postbus 712, 1440 AS Purmerend
tel. : 0299-411011
info@lankelma.nl
www.lankelma.nl

Datum : 19-4-2022
Conusnr. : 001989
MV. is 0.02 m t.o.v. NAP

Project nummer : **2222677**
Sondering : **DKM5**

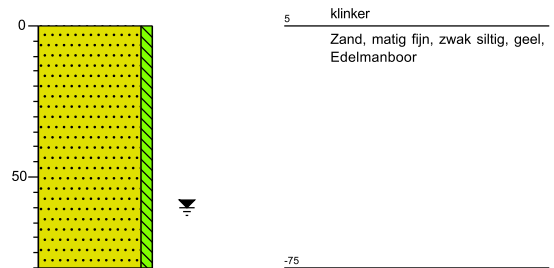
Boring: vBDKM1

X-coördinaat: 116425,82
Y-coördinaat: 495319,97
Datum: 19-4-2022
GWS: 50
Referentievlak: N.A.P.
Maaiveldhoogte: 0,04



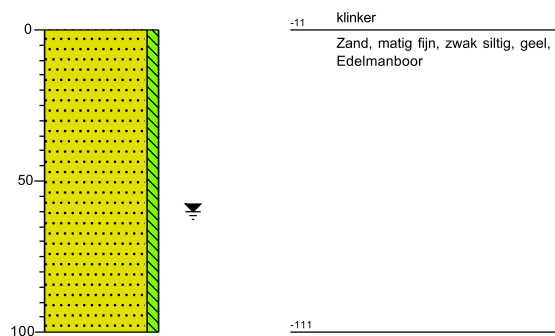
Boring: vBDKM2

X-coördinaat: 116425,53
Y-coördinaat: 495308,90
Datum: 19-4-2022
GWS: 60
Referentievlak: N.A.P.
Maaiveldhoogte: 0,05



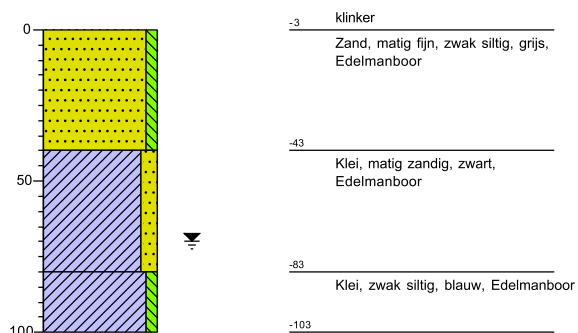
Boring: vBDKM3

X-coördinaat: 116432,59
Y-coördinaat: 495301,34
Datum: 19-4-2022
GWS: 60
Referentievlak: N.A.P.
Maaiveldhoogte: -0,11



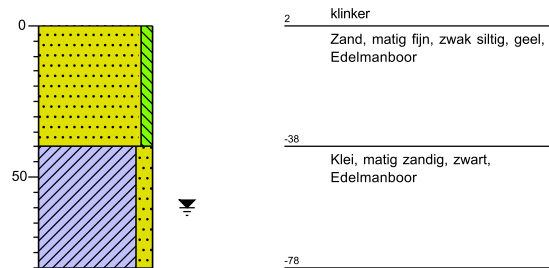
Boring: vBDKM4

X-coördinaat: 116413,49
Y-coördinaat: 495305,05
Datum: 19-4-2022
GWS: 70
Referentievlak: N.A.P.
Maaiveldhoogte: -0,03



Boring: vBDKM5

X-coördinaat: 116415,14
Y-coördinaat: 495317,54
Datum: 19-4-2022
GWS: 60
Referentievlak: N.A.P.
Maaiveldhoogte: 0,02



Legenda (conform NEN 5104)

