

Aan: Profextru
t.a.v. Henry Hoekman en Ksenia Lepekhina
Van: Roel van der Zee

KvK: 90082222

Project: Helders kanaal
Onderwerp: Damwandontwerp
Referentie: GEO-2025-051
Status: 1.0
Datum: 28-12-2025

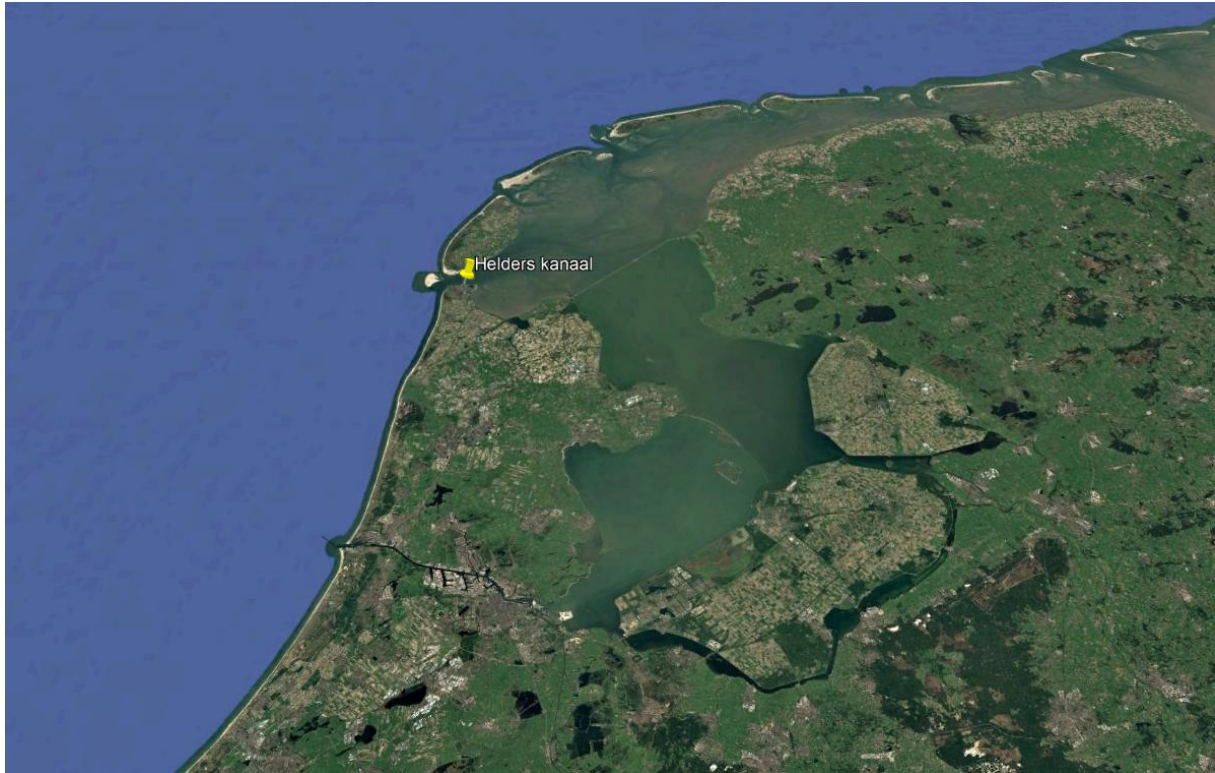
1 Inleiding

Profextru heeft een uitvraag gedaan voor het ontwerp van een damwand ter plaatse van een watergang langs het Helders kanaal te den Helder. Dit damwandontwerp is in deze memo uitgewerkt.

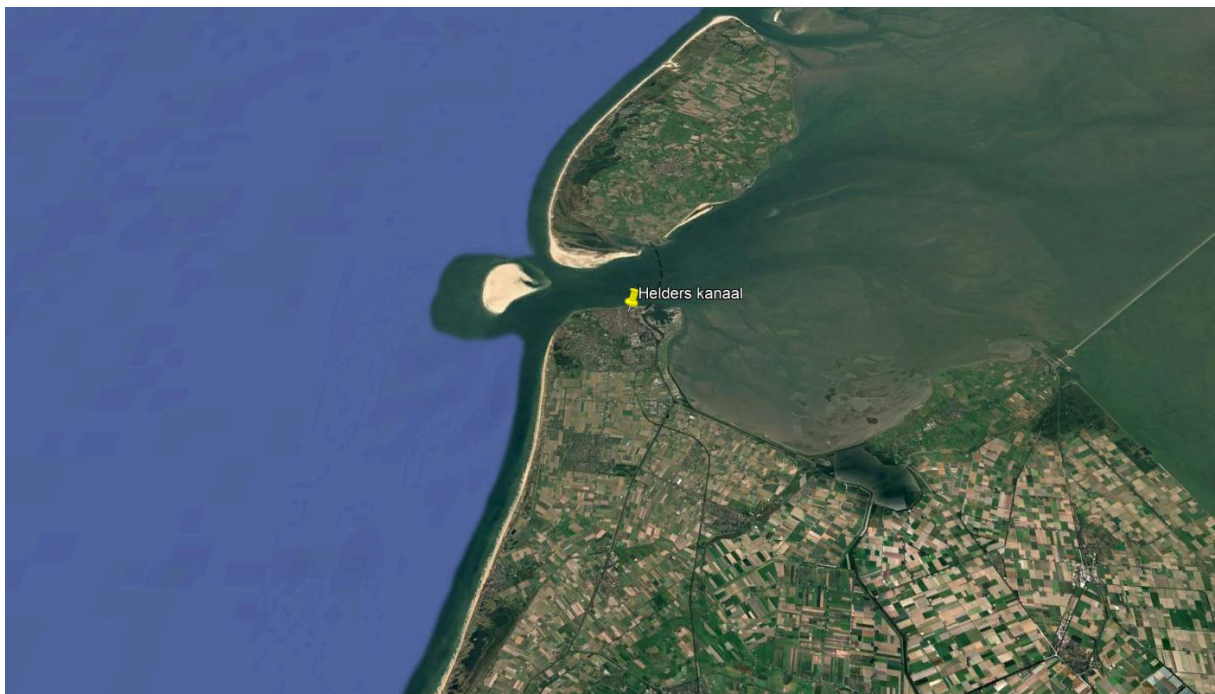
2 Uitgangspunten

2.1 Locatie

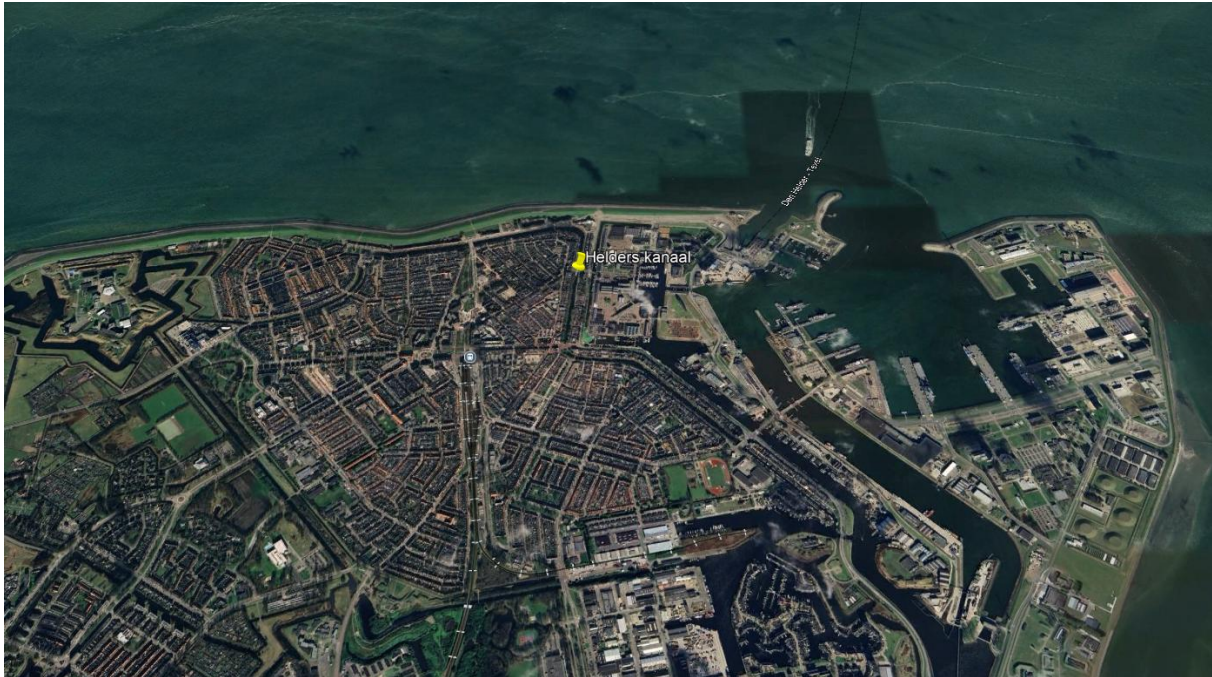
In Figuur 1, Figuur 2 en Figuur 3 is de projectlocatie weergegeven.



Figuur 1 Locatie Helders kanaal



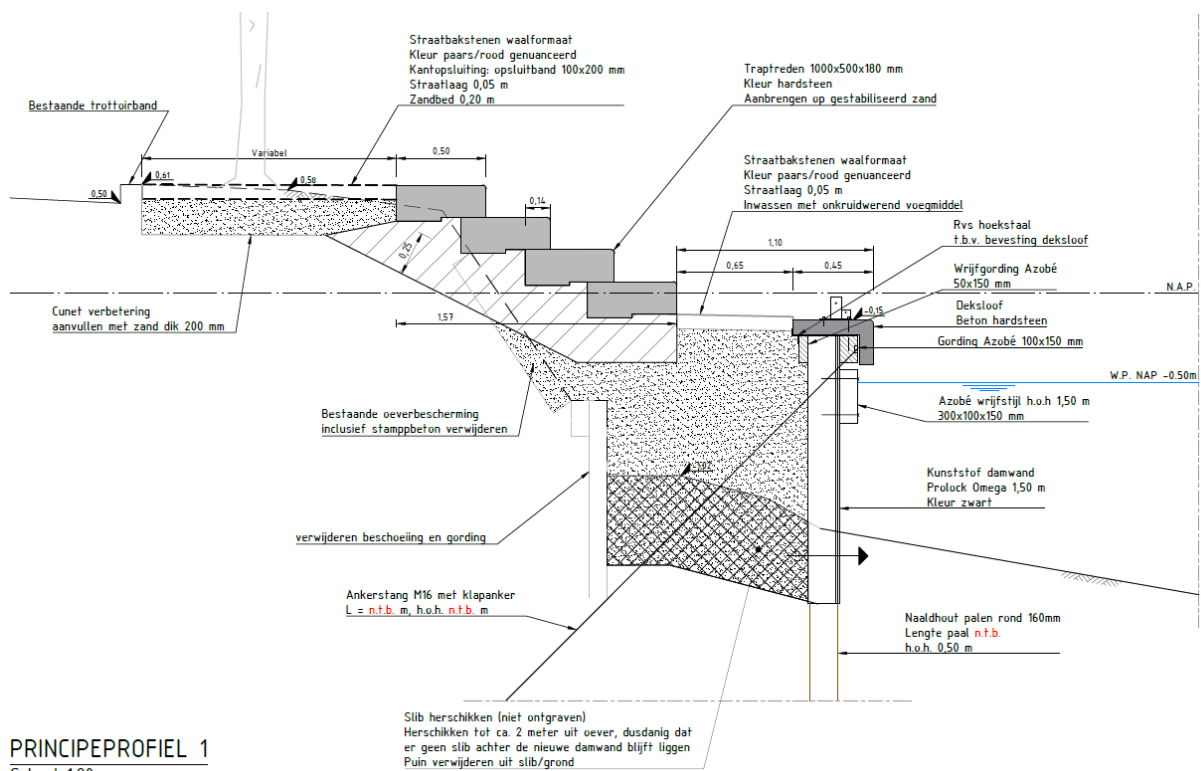
Figuur 2 Locatie Helders kanaal



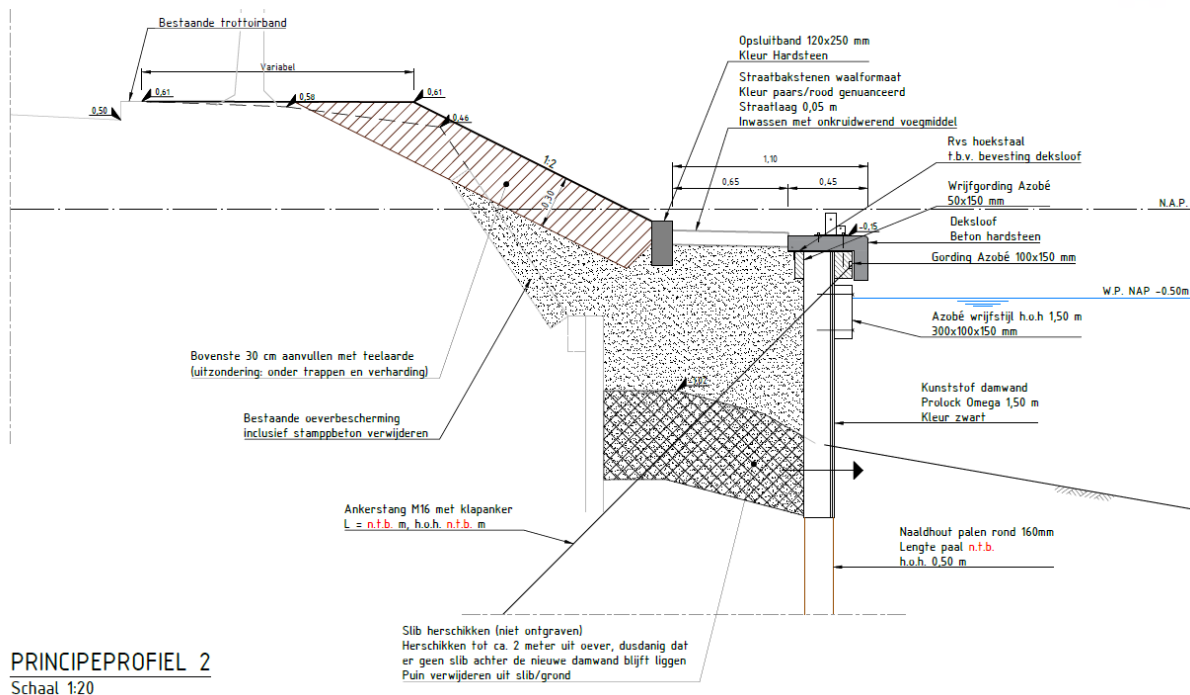
Figuur 3 Locatie Helders kanaal

2.2 Dwarsprofielen

In Figuur 4 en Figuur 5 zijn de dwarsprofielen weergegeven.



Figuur 4 Dwarsprofiel 1 [1]



Figuur 5 Dwarsprofiel 2 [1]

2.3 Veiligheidsklasse

Voor het geotechnisch ontwerp van de damwand is NEN 9997-1+C2:2017 (hierna aangeduid als Eurocode 7) van toepassing. De berekeningen zijn uitgevoerd volgens ontwerpbenadering 3. Hierbij worden partiële veiligheidsfactoren toegepast op zowel de belastingen als de sterkteparameters van de grond. De damwand is ingedeeld in veiligheidsklasse RC1, aangezien sprake is van een geringe kerende hoogte en een beperkte kans op verlies van mensenlevens bij bezwijken van de constructie.

De berekeningen zijn uitgevoerd met het rekenprogramma D-Sheet Piling van Deltares. De damwand is hierin gemodelleerd als een elastische ligger die gesteund wordt door elastoplastische veren waarmee het niet-lineaire gedrag van de grond wordt geschematiseerd. De veiligheidsfilosofie uit Eurocode 7 is overgenomen in de meest recente versie van het "Handboek Damwandconstructies", CUR 166. De toegepaste ontwerpmethodiek volgens CUR 166 is geïmplementeerd in D-Sheet Piling inclusief de standaard CUR-verificatiestappen. In deze verificatiestappen wordt naast de partiële belasting- en materiaalfactoren, een toeslag gehanteerd op de freatische niveaus aan actieve en passieve zijde en een marge op de kerende hoogte.

De navolgende onderdelen worden getoetst:

- De snedekrachten in de damwand;
- De passieve weerstand van de damwand;
- De algehele stabiliteit;
- De verticale draagkracht van de damwand;
- De horizontale verplaatsingen van de damwand;
- De sterkte van de ankerstaaf en de ankerstoel;
- De grondmechanische houdkracht van het anker;

- De Kranz-stabiliteit;
- De sterkte van de gording.

2.4 Geotechnische uitgangspunten

De berekeningen zijn uitgevoerd conform Eurocode 7 met behulp van D-Sheet Piling. Er zijn 6 sonderingen beschikbaar die uitgevoerd zijn door Bodem Belang [2]. In Figuur 6 zijn de locaties van de sonderingen weergegeven. Het grondonderzoek is opgenomen in bijlage 1, en de grondopbouw is weergegeven in Tabel 1. De grondkarakteristieken die in D-Sheet Piling gebruikt zijn, zijn bepaald conform tabel 2.b van Eurocode 7 en tabel 3.3 van CUR 166 deel 1, en zijn weergegeven in Tabel 2.



Figuur 6 Locatie sonderingen

Tabel 1 Grondopbouw op basis van sondering 04

Laag	Hoofdnaam	Bijmengsel	Consistentie	Bovenkant (m tov NAP)	Onderkant (m tov NAP)
Z1	Zand	Schoon	Los	+0,5 (maaiveld)	-1,2
K1	Klei	Schoon	Slap	-1,2	-2,0
V1	Veen	Niet voorbelast	Slap	-2,0	-5,5
Z2	Zand	Schoon	Vast	-5,5	-24 (verkende diepte)

Tabel 2 Aangehouden grondkarakteristieken

Laag	γ_{unsat} (kN/m ³)	γ_{sat} (kN/m ³)	c (kPa)	ϕ (°)	δ (°)	$K_{h,1}$ (kN/m ³)	$K_{h,2}$ (kN/m ³)	$K_{h,3}$ (kN/m ³)	Schelpfactor (-)
Z1	17	19	0	30	20	12000	6000	3000	1,7
K1	14	14	2	17,5	11,67	2000	800	500	1,3
V1	10,5	10,5	1	15	0	1000	500	250	1,3
Z2	19	21	0	35	23,33	40000	20000	10000	2,0

2.5 Geometrie en constructie

Het maaiveldniveau is aangehouden zoals in Figuur 5 is weergegeven. Het bodemniveau van de watergang is op NAP -1,3 m aangehouden aflopend naar NAP -1,9 m op 3 m uit de damwand. De waterstand in de watergang is NAP -0,5 m.

Voor de kerende wandconstructie is een verankerde Prolock Omega profiel met Cloeziana palen berekend. In Tabel 3 staat het paaltype weergegeven. In Tabel 4 staat de geometrie van de ontworpen damwand weergegeven.

Tabel 3 Paaltype

Type	Diameter (mm)	Aantal (per m)	Kwaliteit (-)
Cloeziana	150	2	D70

Tabel 4 Damwand geometrie

Profiel	Bovenkant profiel (m tov NAP)	Onderkant profiel (m tov NAP)	Paalpunt niveau (m tov NAP)	Profiel hoogte (m)	Paal lengte (m)
Omega met Cloeziana palen	-0,15	-1,8	-7,15	1,65	7

Voor de ankerstaven is uitgegaan van GEWI staven. Het ankerblad en de ankerstoel zijn van het type dat door Prolock geleverd wordt. In Tabel 5 en Tabel 6 zijn de gording en de verankering weergegeven.

Tabel 5 Gording

Type	Niveau (bovenkant) (m tov NAP)	Dikte (horizontaal) (mm)	Hoogte (verticaal) (mm)	Kwaliteitsklasse (-)
Azobé	-0,325	150	150	D70

Tabel 6 Verankering

Type klapanker	Type ankerstaaf	Type ankerstoel	Hoogte (m tov NAP)	Hoek (°)	h.o.h. (m)	Ankerlengte (m)	Ankerbladniveau (m tov NAP)
PL 4.2	GEWI 20T	PL 1.3	-0,40	45	3,0	9	-6,76

2.6 Bovenbelastingen

De navolgende bovenbelastingen zijn aangehouden:

- Nabij de waterkant: 5 kPa
- Op de berm: 2 kPa
- Ter plaatse van de weg: 14 kPa

2.7 Levensduur en corrosie

De damwand, gording en de verankering zijn ontworpen voor een levensduur van 50 jaar. Er zijn corrosiewaarden in rekening gebracht conform tabel 9-2 van CUR 166. Ter plaatse van de verankering is een veenlaag aanwezig. Voor de verankering is rondom 1,75 mm corrosie in rekening gebracht.

2.8 Modelleren in D-Sheet Piling

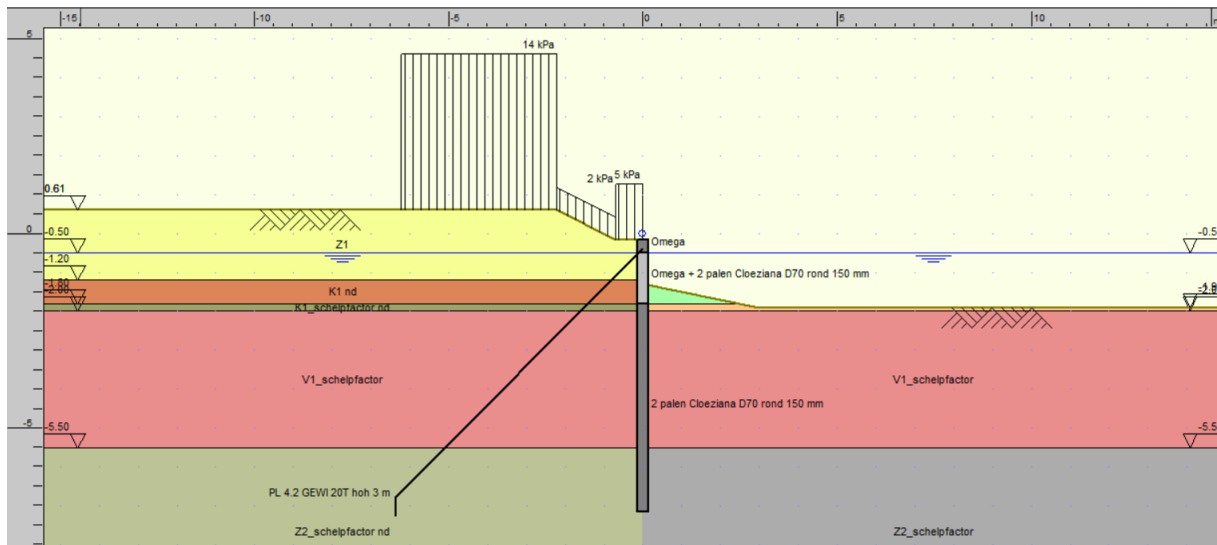
In de berekeningen is uitgegaan van een verankerde damwand. De damwand is van het type Omega van Prolock. Er zijn hardhouten Cloeziana palen toegepast met als houtkwaliteit D70.

De Cloeziana palen hebben aan de kop een diameter van 150 mm. De palen zijn taps, waarbij de diameter afneemt met een waarde van 7,5 mm/m. Het maximale moment in de Cloeziana palen treedt circa 3 m beneden de bovenkant van de paal op. De toetsing van de buigende momenten in de Cloeziana palen is uitgevoerd op een effectieve paaldiameter van 128 mm (150 mm – 3 * 7,5 mm). Voor de bepaling van het verticale evenwicht is het paalpuntoppervlak bepaald op basis van de totale paallengte, waarbij de tapsheid in rekening is gebracht. In Tabel 7 is de modellering van de damwand in D-Sheet Piling weergegeven.

Aan grondlagen waarin uitsluitend palen aanwezig zijn, en geen scherm, is in D-Sheet Piling een schelpfactor toegekend om de gewelfwerking van de grond langs de palen in rekening te brengen. De schematisatie van het dwarsprofiel in D-Sheet Piling is weergegeven in Figuur 7.

Tabel 7 Modellering van de damwand in D-Sheet Piling

Type	EI	Acting width	$M_{r, kar}$	k_{mod}	γ_m	$M_{r, d}$
	(kNm ² /m)	(m)	(kNm/m)	(-)	(-)	(kNm/m)
Omega	120,0	1	22,3	0,50	1,20	9,3
Omega met Cloeziana palen	647,0	1	51,1	0,61	1,26	24,8
Cloeziana palen	2058,6	0,26	112,6	0,70	1,30	60,6



Figuur 7 Schematisatie van het dwarsprofiel in D-Sheet Piling

2.9 Bronvermelding

Geo-ingenieurs staat niet in voor de juistheid en/of volledigheid van de door derden verstrekte informatie en gegevens.

[1] Optimalisatie kade Helders Kanaal, Details en doorsneden, Duwabo, concept, projectnr. 1336, tekeningnr. T05

[2] Sondeerrapport conform NEN 5140, locatie: Westgracht Den Helder, Bodem Belang, Projectnummer: 03 1004271, d.d. 26 juni 2020

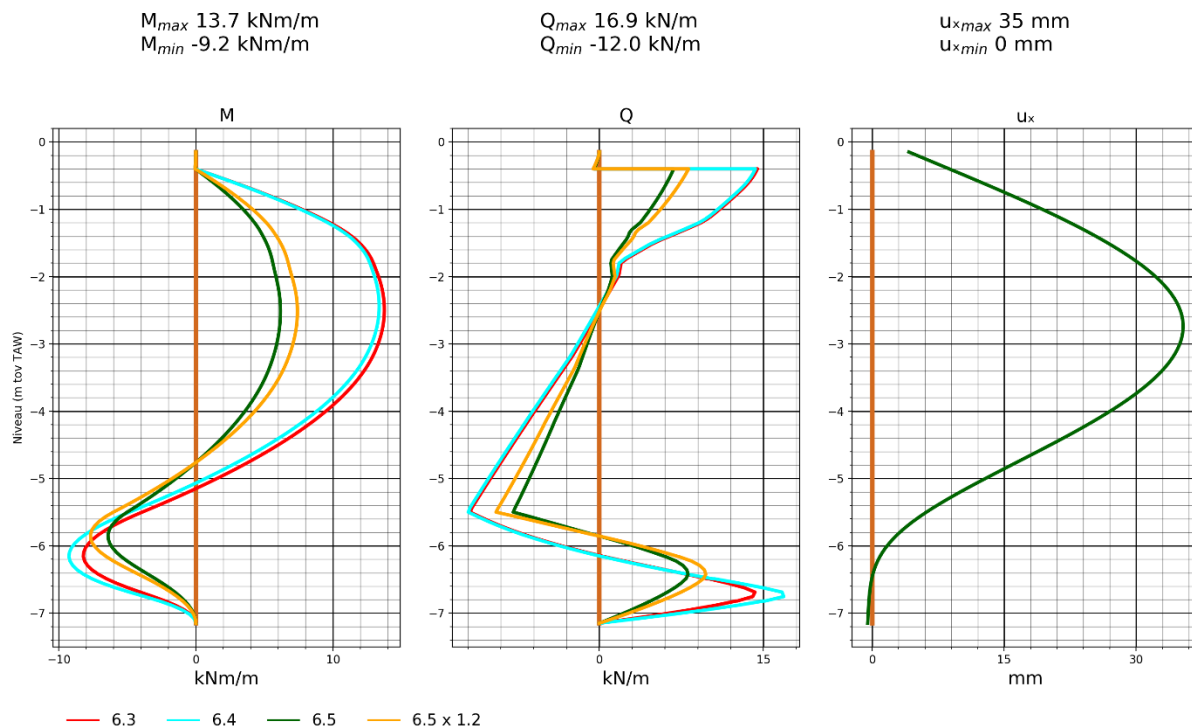
3 Resultaten

In Figuur 8 zijn de resultaten van de D-Sheet Piling-berekening weergegeven voor de situatie met bovenbelasting. De toetsingen van de damwand, de verankering en de gording zijn weergegeven in bijlage 2. In bijlage 3 zijn de resultaten van de D-Sheet Piling-berekening opgenomen. De toetsing van het verticale evenwicht van de damwand, de algehele stabiliteit en de Kranz-stabiliteit zijn hierin eveneens opgenomen. De damwand, de verankering en de gording voldoen aan de gestelde eisen.



Helders kanaal
Den Helder
Met bovenbelasting

Profextru
solutions that fit



Figuur 8 Resultaten van de D-Sheet Piling-berekening voor de situatie met bovenbelasting

4 Aandachtspunten en risico's

Het wordt geadviseerd om alle gehanteerde uitgangspunten te verifiëren. Indien er afwijkingen zijn ten opzichte van de gehanteerde uitgangspunten, dient het ontwerp te worden herzien.

De werkelijke houdkracht van de klapankers dient te worden bepaald met controleproeven.

Hieronder zijn enkele aandachtspunten weergegeven met betrekking tot de installatie van de damwanden. Tijdens de uitvoering zijn de volgende risico's aanwezig, waaronder (maar niet gelimiteerd tot):

- Aanwezigheid van niet-gesprongen explosieven in de ondergrond;
- Aanwezigheid van kabels, leidingen of rioleringen in de ondergrond;
- Aanwezigheid van stenen, puin of funderingsresten van voormalige bebouwing;
- Aanwezigheid van archeologische vondsten;
- Aanwezigheid van verontreinigde grond;
- Aanwezigheid van beschermde (of invasieve) flora en fauna in het werkgebied;
- Hinder of gevaar voor verkeer en de omgeving door machines, transport, trillingen of geluid.

Er is van uitgegaan dat het aangeleverde niveau van de waterbodem correct is en dat dit een vaste grondslag betreft, en dus niet uit slib bestaat. Dit dient te worden geverifieerd. Indien blijkt dat de vaste

bodem lager ligt dan NAP -1,3 m, dan dienen de ontwerpberekeningen te worden herzien. Het aanvullen tussen de bestaande oever en de nieuwe damwand dient voorzichtig te gebeuren, om te voorkomen dat de grond onder de kunststof damwand weggeperst wordt.

5 Conclusie en samenvatting

In de onderhavige memo is een verankerde damwand van het type Prolock Omega met hardhouten Cloeziana palen ontworpen. In Tabel 8 tot en met Tabel 11 staan de afmetingen van het Prolock Omega scherm, de hardhouten Cloeziana palen, de gording en de verankering weergegeven. De aandachtspunten die weergegeven zijn in hoofdstuk 4 dienen in acht genomen te worden.

Tabel 8 Paaltype

Type	Diameter (mm)	Aantal (per m)	Kwaliteit (-)
Cloeziana	150	2	D70

Tabel 9 Damwand geometrie

Profiel	Bovenkant profiel (m tov NAP)	Onderkant profiel (m tov NAP)	Paalpunt niveau (m tov NAP)	Profiel hoogte (m)	Paal lengte (m)
Omega met Cloeziana palen	-0,15	-1,8	-7,15	1,65	7

Voor de ankerstaven is uitgegaan van GEWI staven. Het ankerblad en de ankerstoel zijn van het type dat door Prolock geleverd wordt. In Tabel 5 en Tabel 6 zijn de gording en de verankering weergegeven.

Tabel 10 Gording

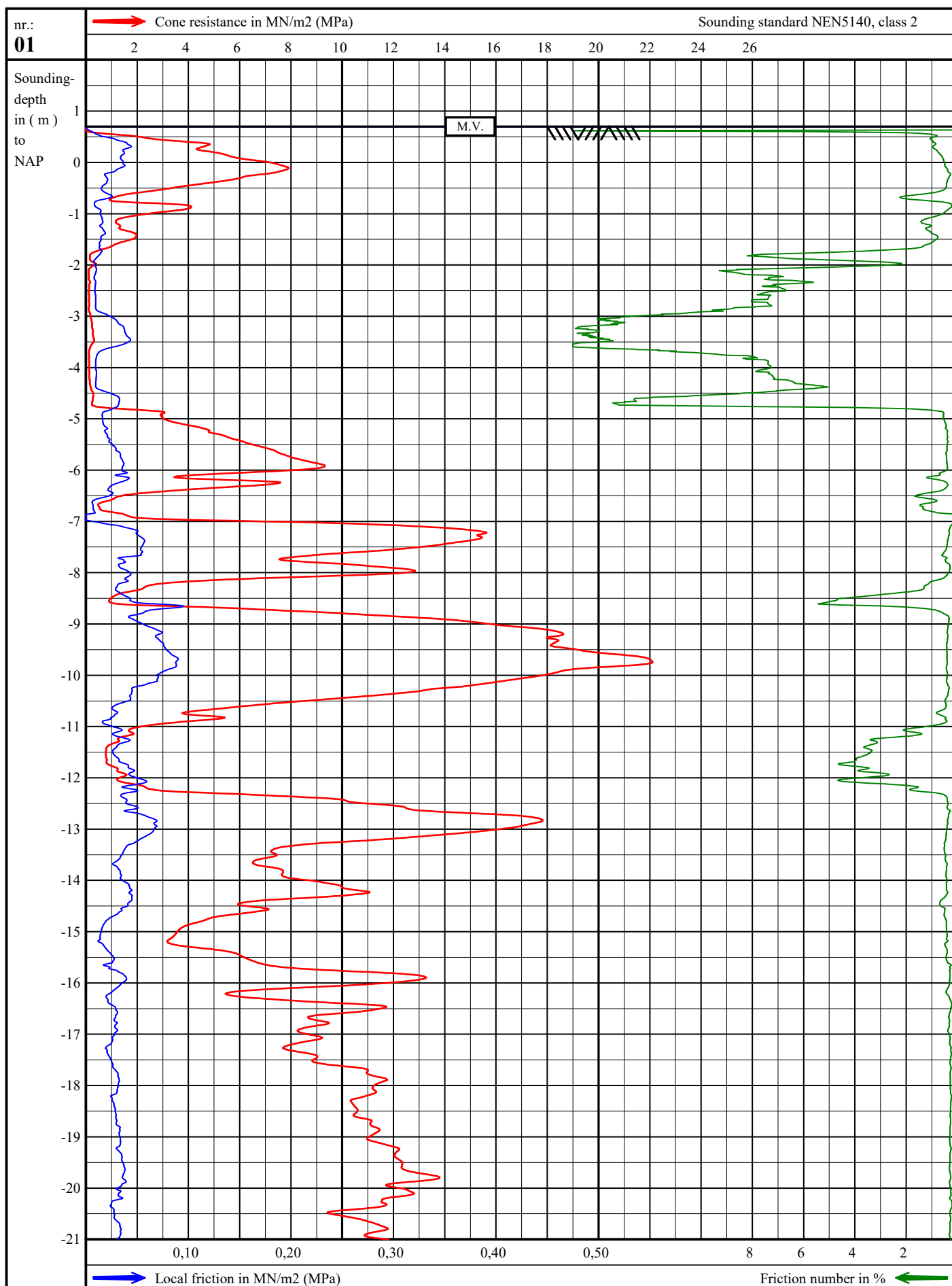
Type	Niveau (bovenkant) (m tov NAP)	Dikte (horizontaal) (mm)	Hoogte (verticaal) (mm)	Kwaliteitsklasse (-)
Azobé	-0,325	150	150	D70

Tabel 11 Verankering

Type klpanker	Type ankerstaaf	Type ankerstoel	Hoogte (m tov NAP)	Hoek (°)	h.o.h. (m)	Ankerlengte (m)
PL 4.2	GEWI 20T	PL 1.3	-0,40	45	3,0	9



Bijlage 1: Grondonderzoek



Cone-ID: S15-CFII.1676 A-mantle: 22500 mm² A-cone: 1500 mm²

Westgracht
DenHelder

gl : NAP + 0,70 m

exec. : 15-06-2020 12:43

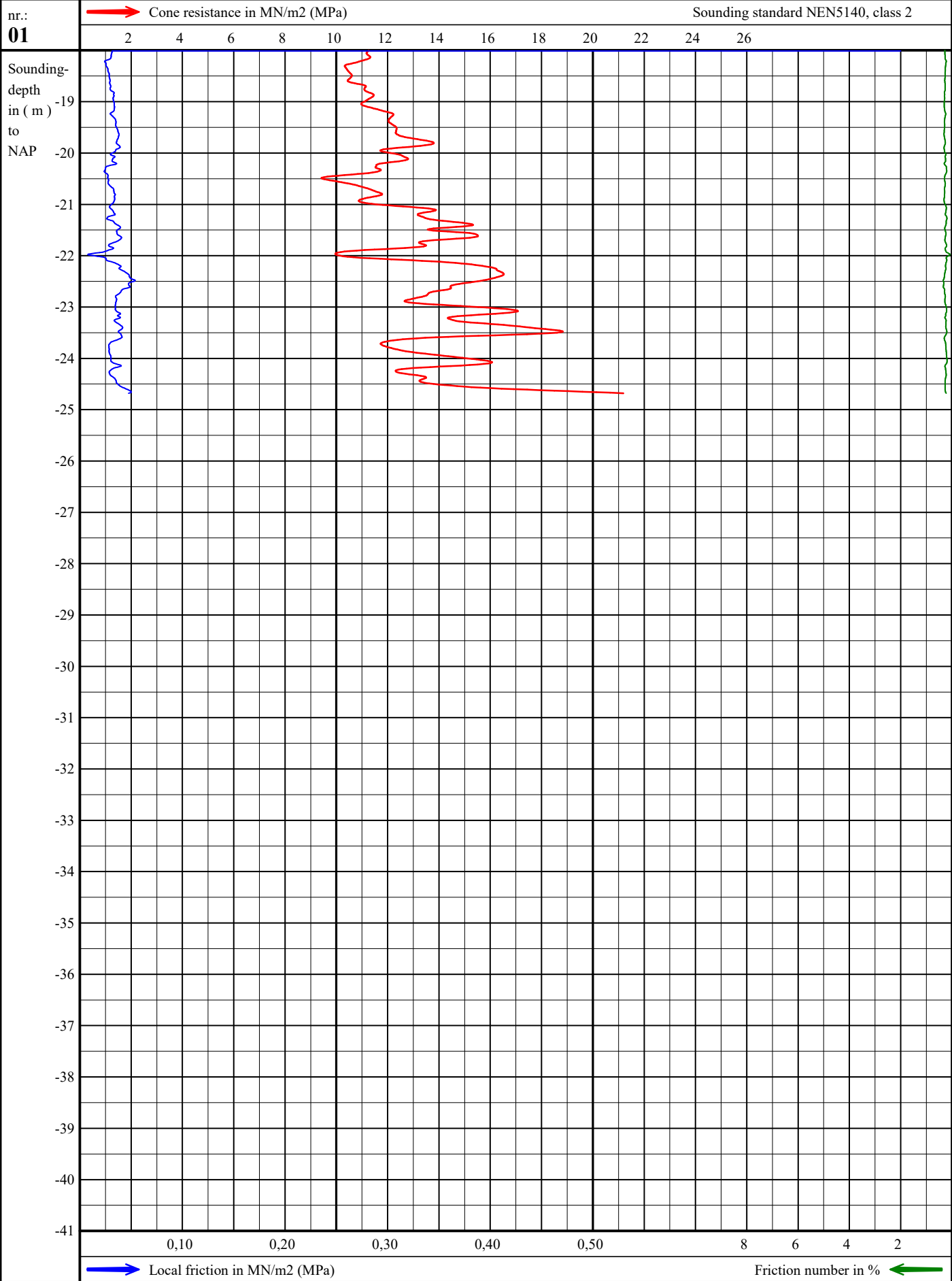
drawn: 26-06-2020

Project number:

031004271

Sounding number

01

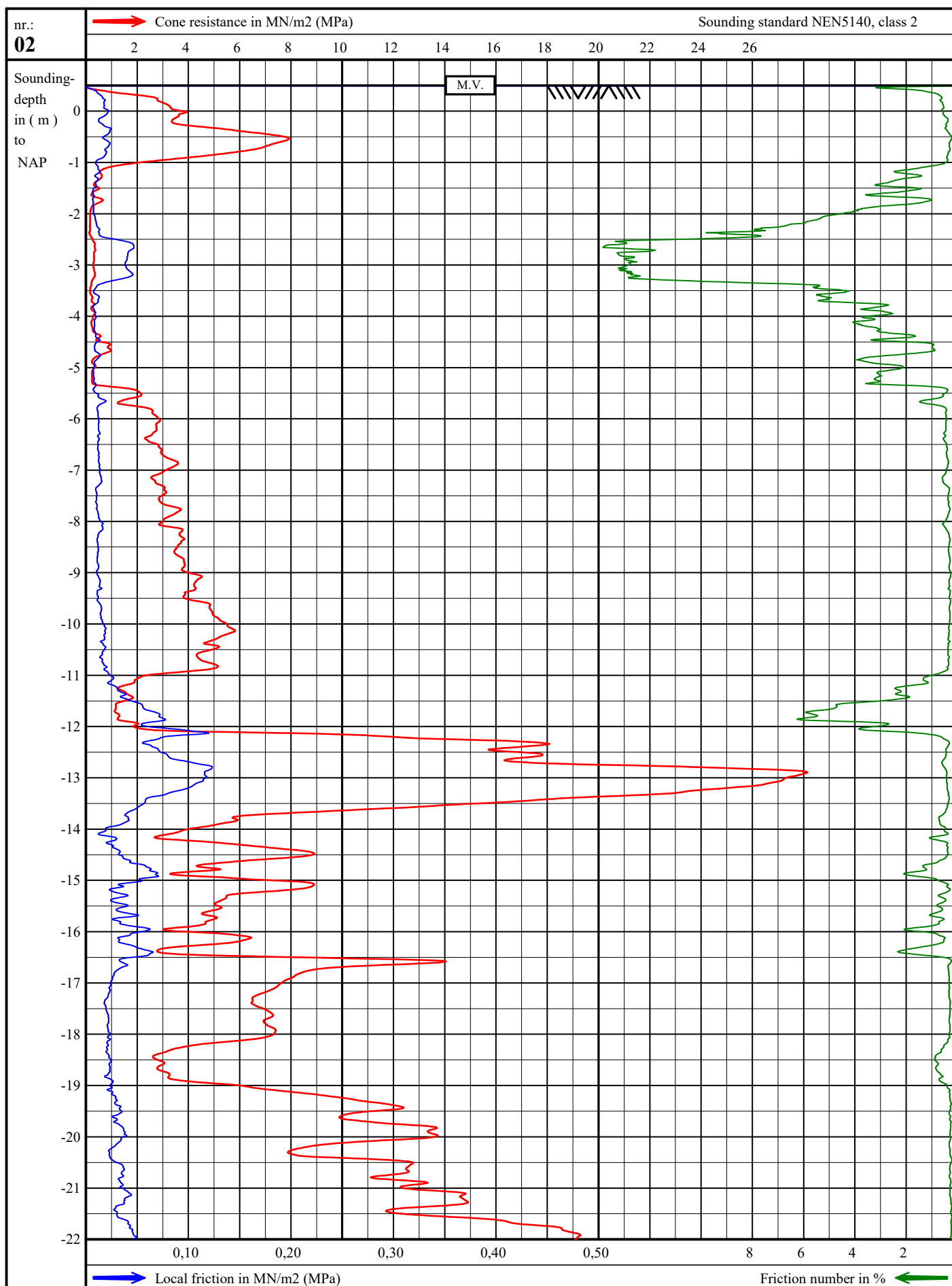


Cone-ID: S15-CFII.1676 A-mantle: 22500 mm² A-cone: 1500 mm²

Westgracht
DenHelder

gl : NAP + 0,70 m
exec. : 15-06-2020 12:43
drawn: 26-06-2020

Project number:
031004271
Sounding number
01



Cone-ID: S15-CFII.1676 A-mantle: 22500 mm² A-cone: 1500 mm²

Westgracht
DenHelder

gl : NAP + 0,50 m

exec. : 15-06-2020 11:56

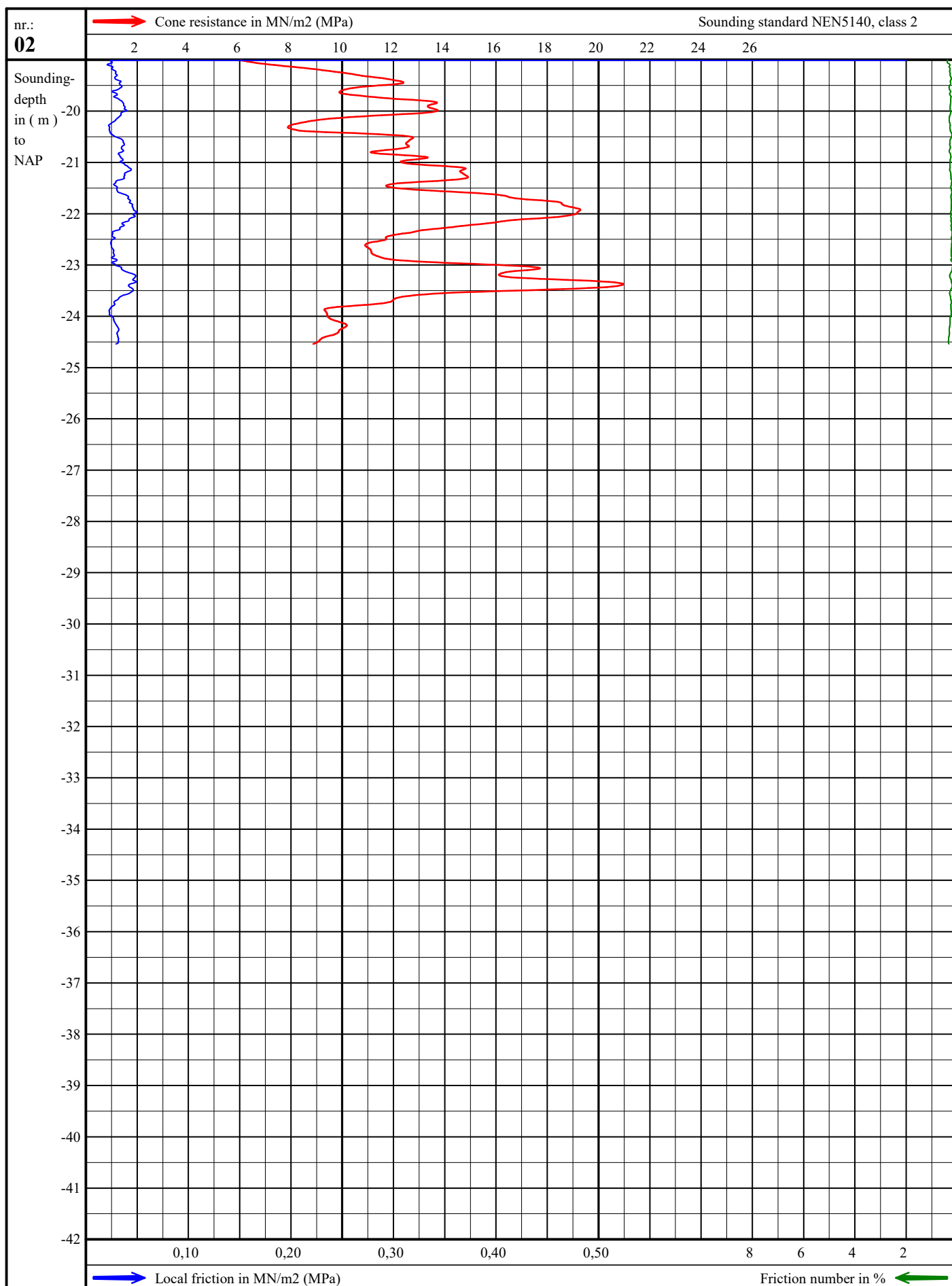
drawn: 26-06-2020

Project number:

031004271

Sounding number

02

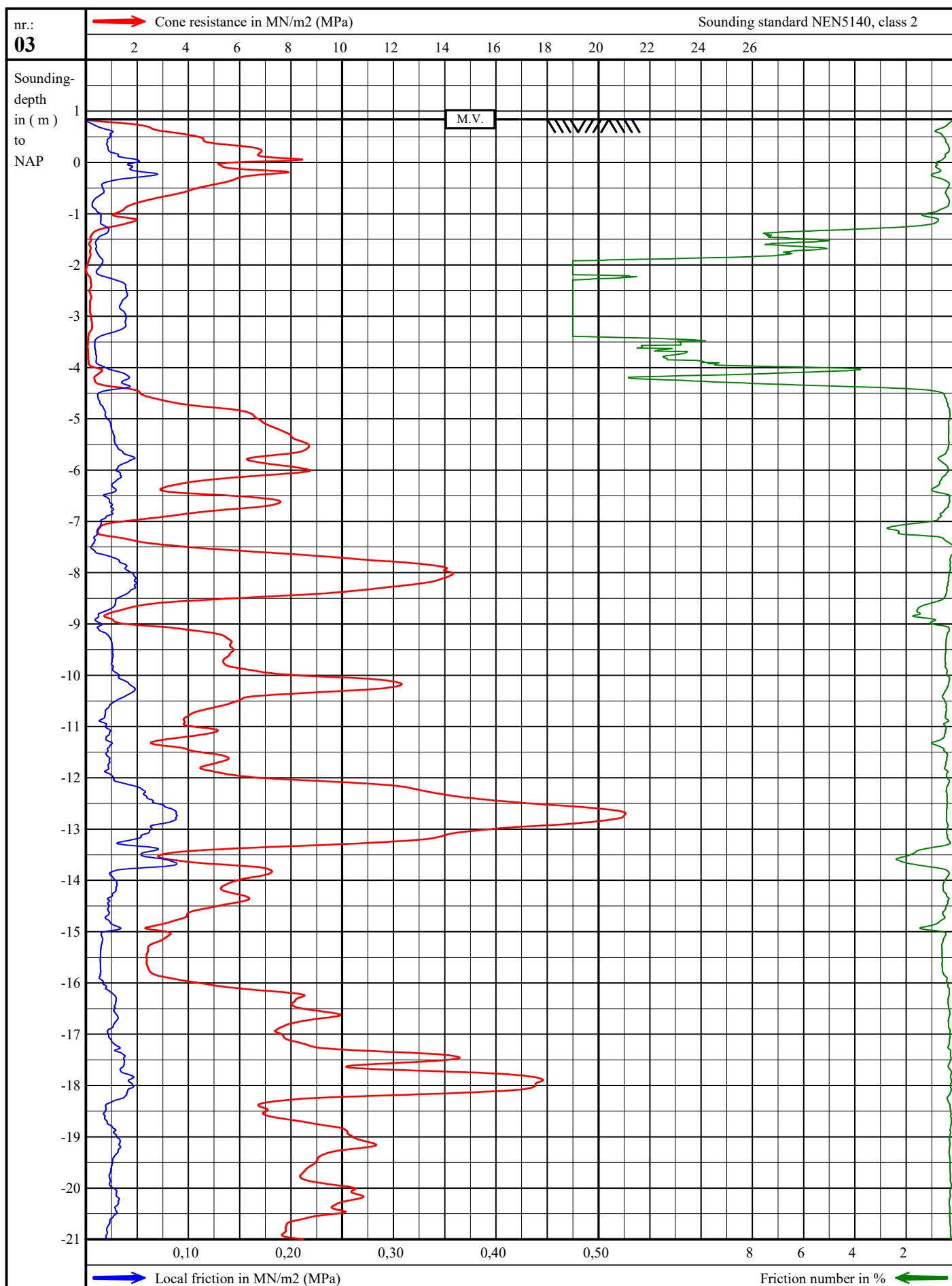


Cone-ID: S15-CFII.1676 A-mantle: 22500 mm² A-cone: 1500 mm²

Westgracht
DenHelder

gl : NAP + 0,50 m
exec. : 15-06-2020 11:56
drawn: 26-06-2020

Project number:
031004271
Sounding number
02



Cone-ID: S15-CFII.1676 A-mantle: 22500 mm² A-cone: 1500 mm²

Westgracht
DenHelder

gl : NAP + 0,84 m

exec. : 15-06-2020 11:09

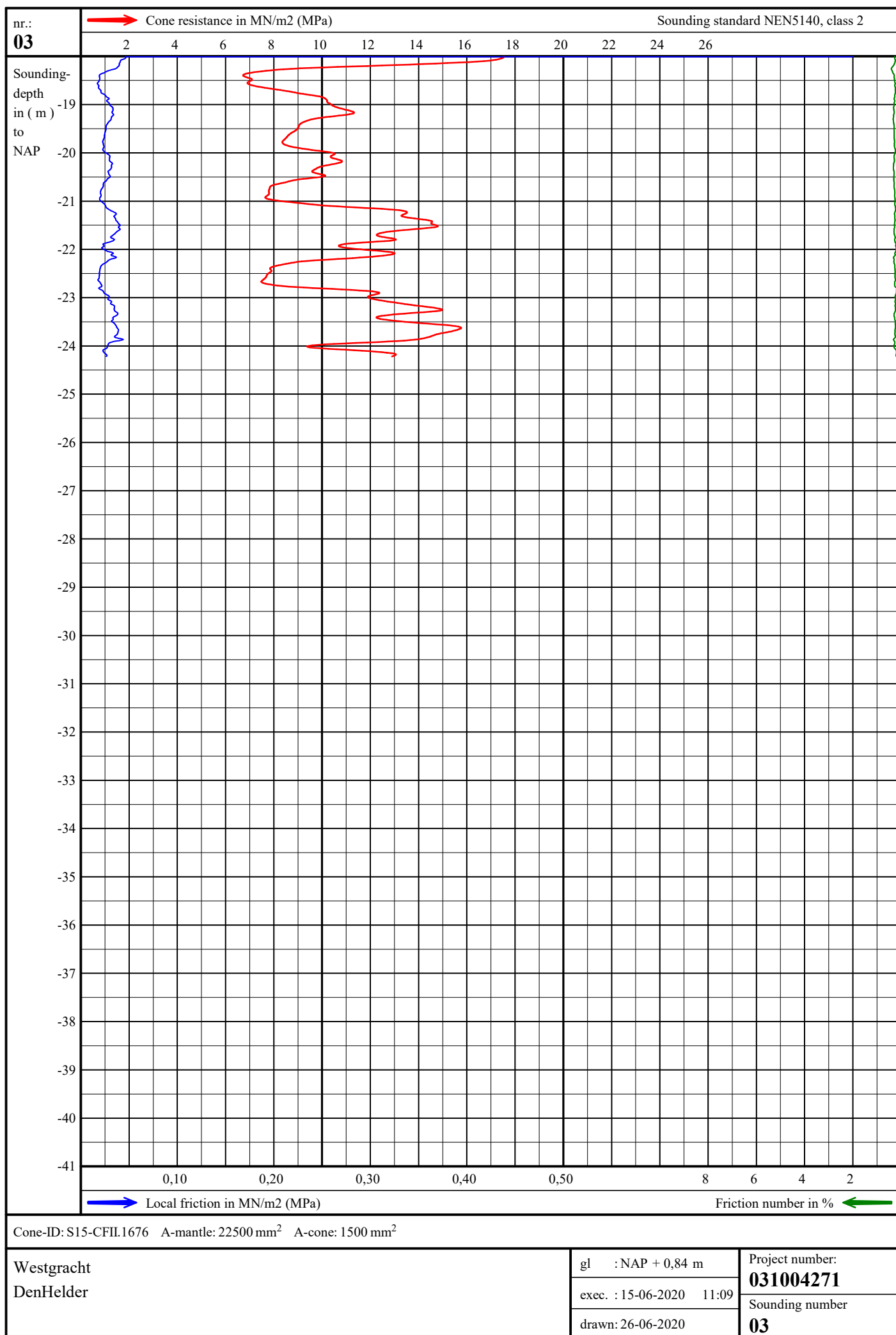
drawn: 26-06-2020

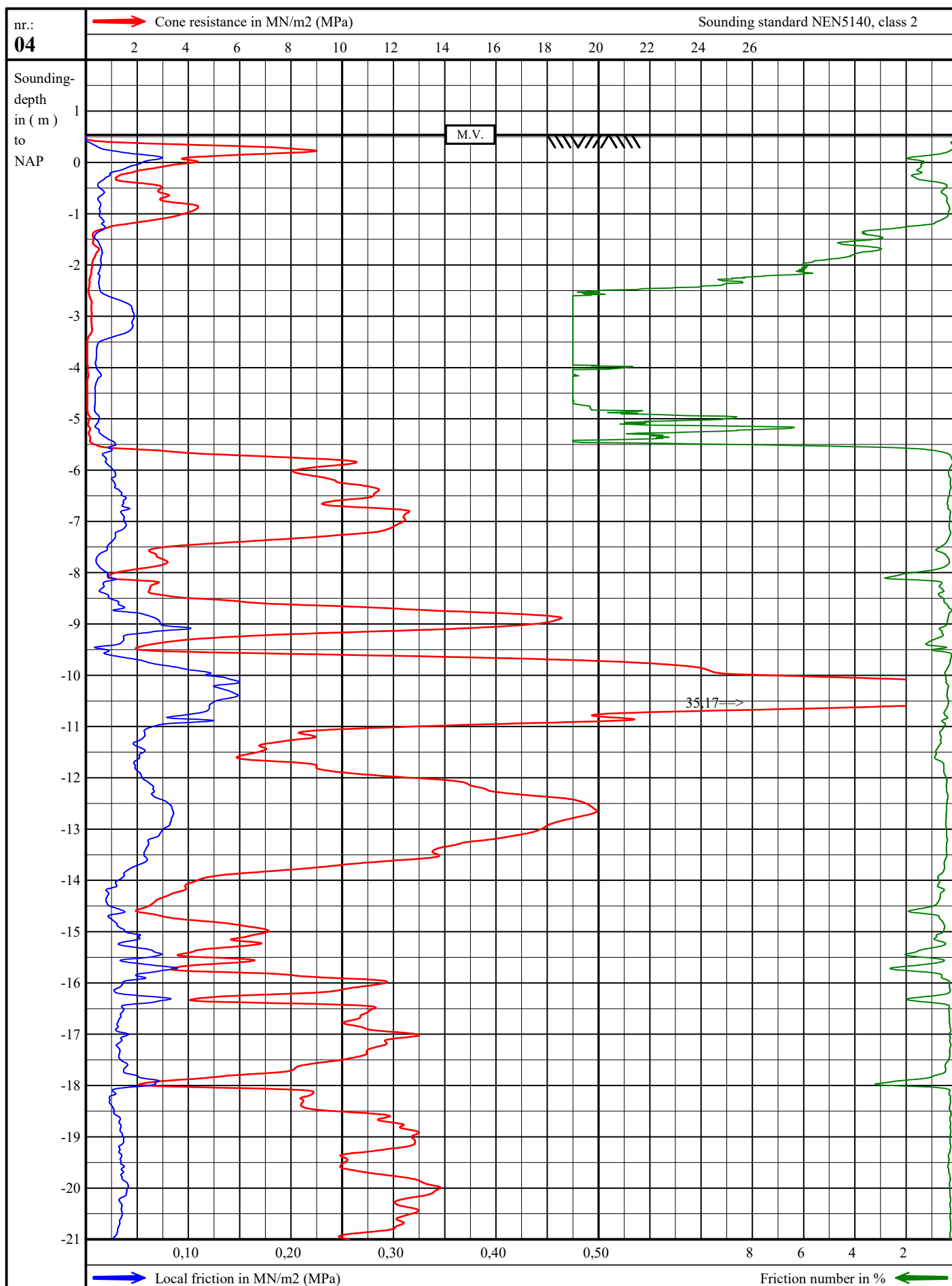
Project number:

031004271

Sounding number

03





Cone-ID: S15-CFII.1676 A-mantle: 22500 mm² A-cone: 1500 mm²

Westgracht
Den Helder

gl : NAP + 0,54 m

exec. : 23-06-2020 12:50

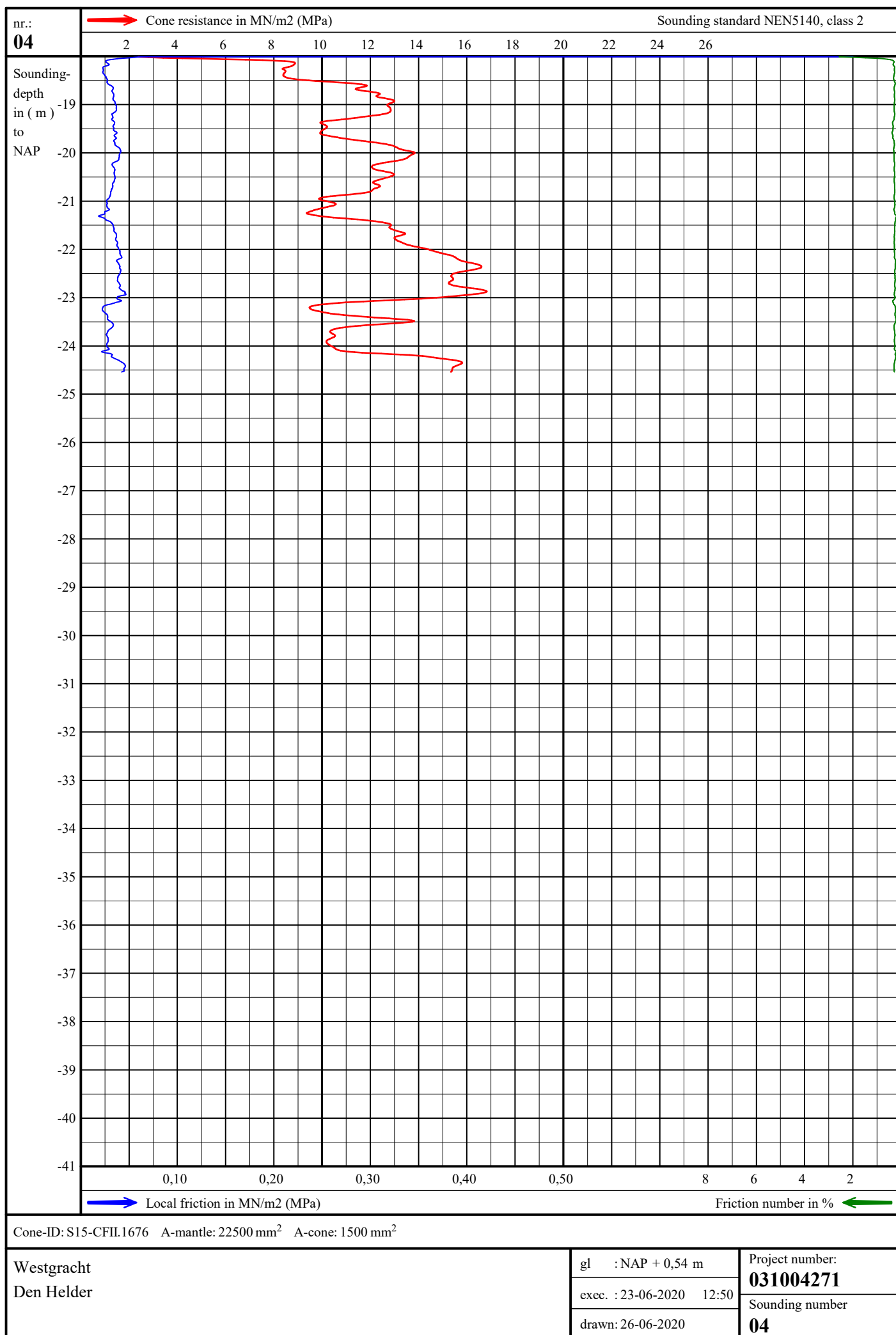
drawn: 26-06-2020

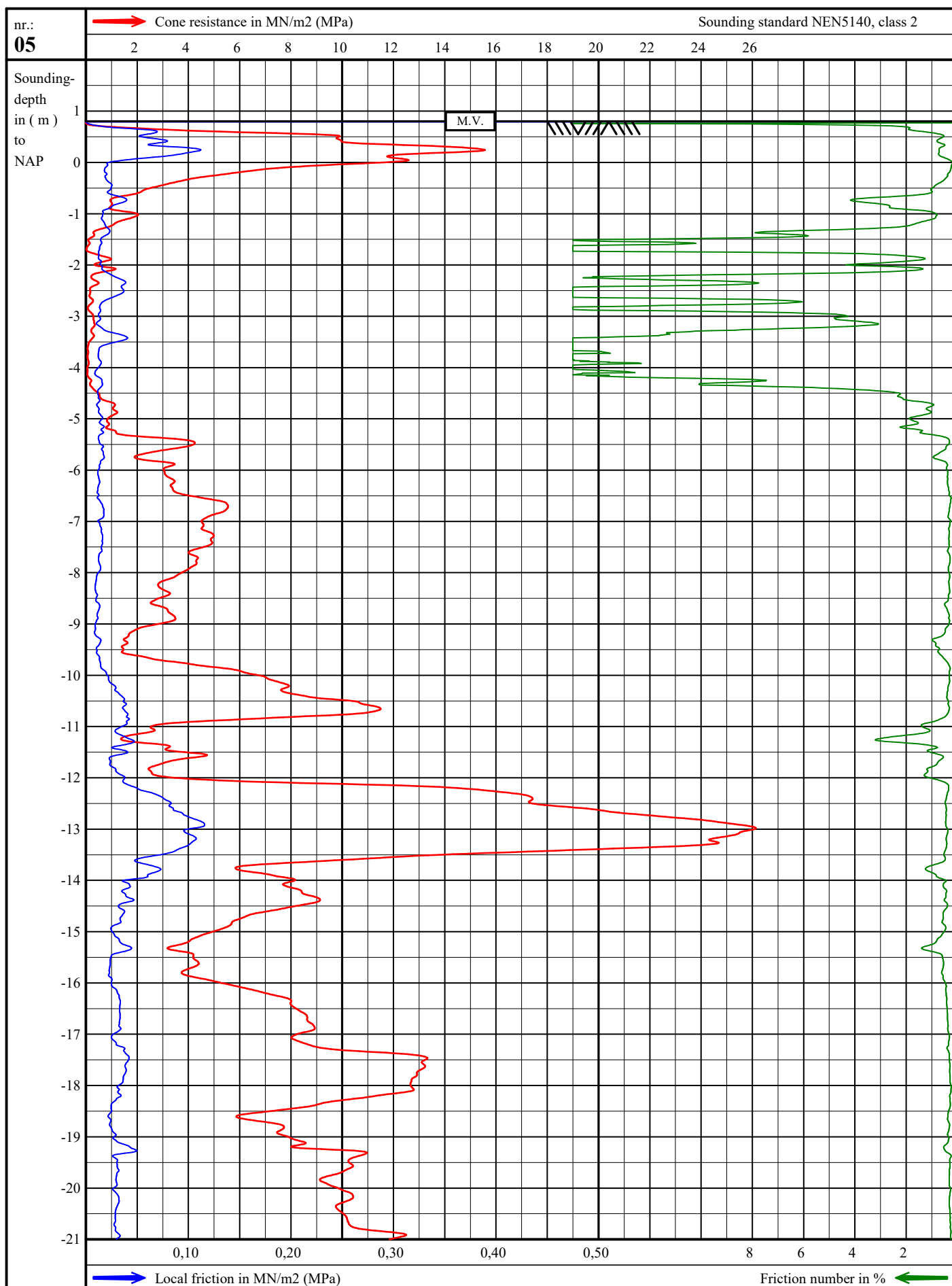
Project number:

031004271

Sounding number

04





Cone-ID: S15-CFII.1676 A-mantle: 22500 mm² A-cone: 1500 mm²

Westgracht
Den Helder

gl : NAP + 0,80 m

exec. : 23-06-2020 11:50

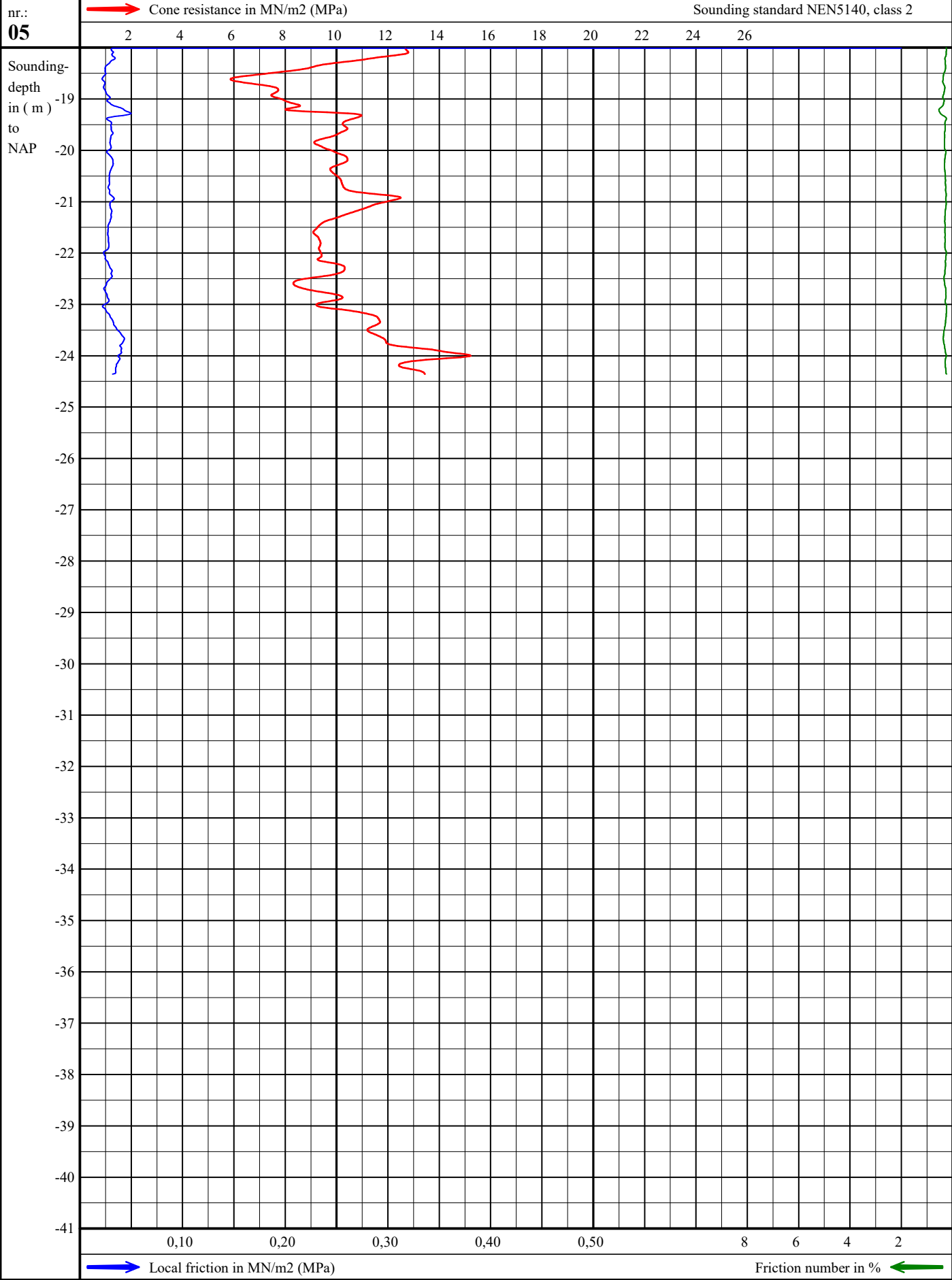
drawn: 26-06-2020

Project number:

031004271

Sounding number

05

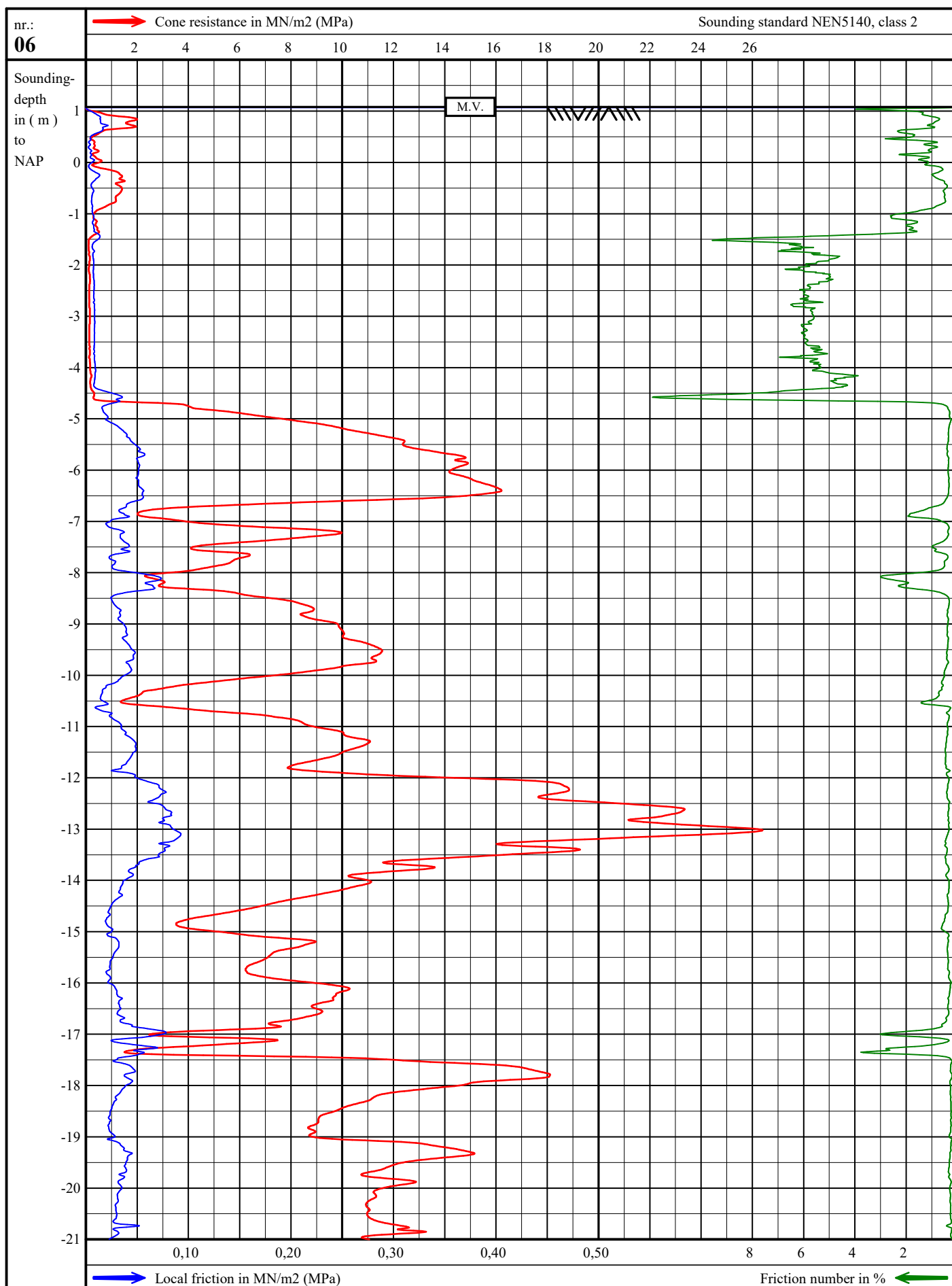


Cone-ID: S15-CFII.1676 A-mantle: 22500 mm² A-cone: 1500 mm²

Westgracht
Den Helder

gl	: NAP + 0,80 m
exec.	: 23-06-2020 11:50
drawn:	26-06-2020

Project number:
031004271
Sounding number
05

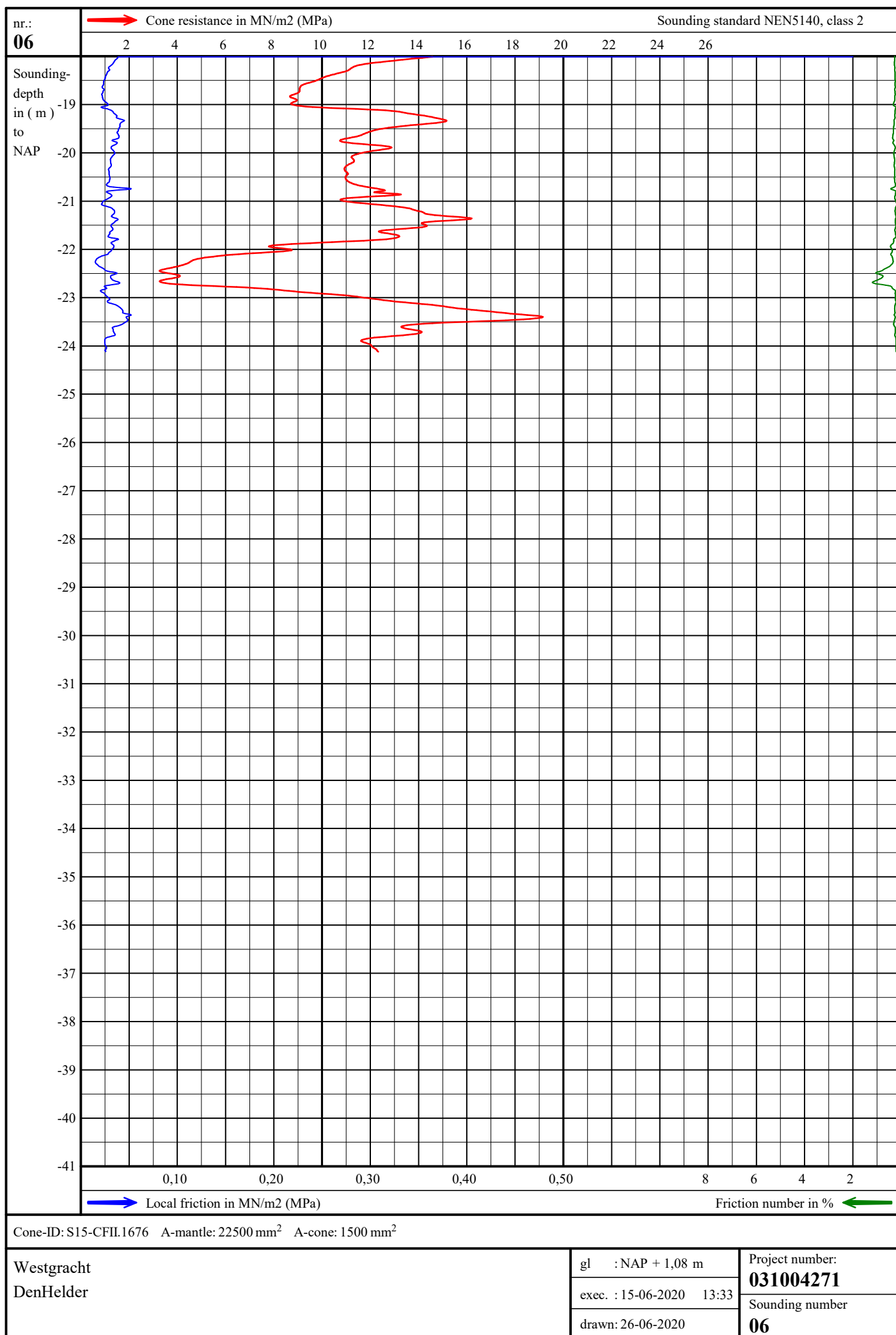


Cone-ID: S15-CFII.1676 A-mantle: 22500 mm² A-cone: 1500 mm²

Westgracht
DenHelder

gl : NAP + 1,08 m
exec. : 15-06-2020 13:33
drawn: 26-06-2020

Project number:
031004271
Sounding number
06



Bijlage 2: Toetsing van de damwand, de verankering en de gording

Toetsing damwand

Profiel	Omega	-
Paaltype	Cloeziana	-
Aantal palen	2	1/m
Diameter	150	mm
Kwaliteit	D70	-

	Scherf	Palen	Scherf met palen	
$f_{m,k}$	60	70	n.v.t.	N/mm ²
W	372	412	784	cm ³ /m
A	117	257	374	cm ² /m
EI	120	527	647	kNm ² /m
k_h	n.v.t.	1.00	1.00	-
γ_m	1.20	1.30	1.26	-

Belasting	Permanent	Kort
-----------	-----------	------

Scherf

$M_{r,char}$	22.3	22.3	kNm/m
k_{mod}	0.45	0.50	-
$M_{r,rep}$	10.0	11.2	kNm/m
γ_m	1.20	1.20	-
$M_{r,d}$	8.4	9.3	kNm/m
$M_{s,d}$	0.9	1.4	kNm/m

Scherf met palen

$M_{r,char}$	51.1	51.1	kNm/m
k_{mod}	0.48	0.61	-
$M_{r,rep}$	24.4	31.3	kNm/m
γ_m	1.26	1.26	-
$M_{r,d}$	19.4	24.8	kNm/m
$M_{s,d}$	8.0	12.9	kNm/m

Palen

$M_{r,char}$	28.8	28.8	kNm/m
k_{mod}	0.50	0.70	-
$M_{r,rep}$	14.4	20.2	kNm/m
γ_m	1.3	1.3	-
$M_{r,d}$	11.1	15.5	kNm/m
$M_{s,d}$	8.3	13.7	kNm/m

$u_{x,kar}$	17	35	mm
$u_{x,toegestaan}$	50	50	mm

Toets M	Voldoet	Voldoet	-
Toets u_x	Voldoet	Voldoet	-
Toets	Voldoet		-

Toetsing anker en gording

Berekening belasting anker en ankerstang	rekenwaarden	ankeruitval	
Rekenbelasting verankering in richting anker	21.2	10.3	kN/m
Verankeringsniveau	-0.40	-0.40	m tov NAP
Helling ankerstang met horizontaal	45.0	45.0	°
Horizontale rekenbelasting verankering	15.0	7.3	kN/m
Verticale rekenbelasting verankering	15.0	7.3	kN/m
Hart op hart afstand ankerstangen	3.00	4.50	m
Sluitfactor ankerstang (staal)	1.25	1.00	-
Optredende rekenkracht per anker	79.5	46.4	kN
Sluitfactor ankerblad (grond) en gording	1.1	1.0	-
Optredende rekenkracht per ankerblad	70.0	46.4	kN

(hele overspanning + halve overspanning)

Dit is de testbelasting voor de controleproef

Berekening ankerstang

Type staaf	GEWI 20T	GEWI 20T	-
Diameter ankerstang	20.0	20.0	mm
Afroesting	1.75	1.75	mm
Effectief oppervlak ankerstang	214	214	mm ²
Lengte ankerstang	9	9	m
Breuksterkte	550	550	N/mm ²
Vloeisterkte	500	500	N/mm ²
Maximum rekenspanning staal	393	393	N/mm ²
Toelaatbare rekenkracht ankerstang	84.0	84.0	kN
Optredende rekenkracht per ankerstang	79.5	46.4	kN
Rekenkracht per ankerstang	Voldoet	Voldoet	-

(exclusief klaplengte en testlengte)

Berekening ankerstoel

Type ankerstoel	PL 1.3	PL 1.3	-
Bevestiging	M24 8.8	M24 8.8	-
$N_{pl,Rd}$	136	136	kN
$R_{t,d}$	97.1	136	kN
$P_{max,axiaal}$	63.6	46.35	kN
$P_{d,staal}$	79.5	57.9	kN
Rekenkracht per ankerstoel	Voldoet	Voldoet	-

Berekening klapanker

Type klapanker	PL 4.2	PL 4.2	-
Equivalent diameter blad	0.4	0.4	m
Breuksterkte ankervoet	220	220	kN
Vloeisterkte ankervoet	160	160	kN
$Y_{breuksterkte}$	1.4	1.0	-
$R_{t,d,1} = \text{Breuksterkte} / Y_{breuksterkte}$	157	220	kN
$R_{t,d,2} = \text{Vloeisterkte}$	160	160	kN
$R_{t,d} = \min(R_{t,d,1}; R_{t,d,2})$	157	160	kN
Optredende rekenkracht per anker	80	46	kN
Rekenkracht per anker	Voldoet	Voldoet	-

Berekening houdkracht klapanker

Type grondslag	niet-cohesief	niet-cohesief	-
Conusweerstand	2	2	MPa
Worden op alle ankers controleproeven uitgevoerd?	ja	ja	-
Oppervlakte verankeringslement	0.126	0.126	m ²
V_s	1.2	1.0	-
Aantal samenwerkende ankers	1 of 2	1 of 2	-
Aantal sonderingen uit dezelfde verdeling	2	2	-
ξ	1.00	1.00	-
Hart op hart afstand / D_{eq}	7.50	7.50	-
Hart op hart afstand reductiefactor	0.96	0.96	-
$R_{s,min}$	100	100	kN
$R_{s,k}$	100	100	kN
$R_{s,d}$	84	100	kN
$R_{s,d}$ incl. evt. reductie hoh afstand	81	97	kN
Optredende rekenkracht per anker	70	46	kN
Rekenkracht per anker	Voldoet	Voldoet	-

Berekening gording

Permanente rekenbelasting verankering	13.6	5.2	kN/m
Permanente horizontale rekenbelasting verankering	9.6	3.7	kN/m
Middellang rekenbelasting verankering	21.2	10.3	kN/m
Middellang horizontale rekenbelasting verankering	15.0	7.3	kN/m
Houtsoort	Azobé	Azobé	-
Type	gezaagd	gezaagd	-
Dikte (horizontaal)	150	150	mm
Hoogte (verticaal)	150	150	mm
Kwaliteitsklasse	D70	D70	-
$f_{m,k}$	70	70	N/mm ²
k_{mod} (permanent)	0.50	1.00	-
k_{mod} (middellang)	0.65	1.00	-
k_h	1.00	1.00	-
Y_m	1.30	1.00	-
$f_{m,d}$ (permanent)	26.9	70.0	N/mm ²
$f_{m,d}$ (middellang)	35.0	70.0	N/mm ²
Elasticiteitsmodulus	20000	20000	N/mm ²
Weerstandsmoment	562500	562500	mm ³
Traagheidsmoment	42187500	42187500	mm ⁴
Overspanning gording	3.00	6.00	m
$Y_{gording}$	1.1	1.0	-
Optredend moment (permanent)	9.5	13.2	kNm/m
Optredende buigspanningen (permanent)	16.9	23.5	N/mm ²
Optredend moment (middellang)	14.8	26.2	kNm/m
Optredende buigspanningen (middellang)	26.4	46.6	N/mm ²
Toets buigspanningen	Voldoet	Voldoet	-
Doorbuiging gording	4	58	mm



Bijlage 3: D-Sheet Piling uitvoer

Report for D-Sheet Piling 24.1

Design of Diaphragm and Sheet Pile Walls
Developed by Deltares

Date of report: 28/12/2025
Time of report: 11:07:04
Report with version: 24.1.1.1735

Date of calculation: 24/12/2025
Time of calculation: 15:12:31
Calculated with version: 24.1.1.1735

File name: Helden kanaal Den Helder 23-12-2025 14h 00m 34s

Project identification: Helden kanaal
Den Helder

Verification according to National Annex of Eurocode 7 in the Netherlands (NEN 9997-1+C2:2017).

1 Summary

1.1 Overview per Stage and Test

Stage nr.	Verification type	Displacement [mm]	Moment [kNm]	Shear force [kN]	Mob. perc. moment [%]	Mob. perc. resistance [%]	Status
All	EC7(NL)-Step 6.1						(D)*
All	EC7(NL)-Step 6.2						(D)*
1	EC7(NL)-Step 6.3		8.27	9.61	36.9	43.0	
1	EC7(NL)-Step 6.4		8.03	10.66	38.4	44.5	
1	EC7(NL)-Step 6.5	17.2	-3.53	-4.58	17.2	23.6	
1	EC7(NL)-Step 6.5 x 1.200		-4.24	-5.49			
2	EC7(NL)-Step 6.3		13.74	14.45	52.8	58.1	
2	EC7(NL)-Step 6.4		13.36	16.86	57.8	62.8	
2	EC7(NL)-Step 6.5	35.3	-6.40	8.11	26.6	33.5	
2	EC7(NL)-Step 6.5 x 1.200		-7.68	9.74			

Max		35.3	13.74	16.86	57.8	62.8	
-----	--	-------------	--------------	--------------	-------------	-------------	--

Stage nr.	Verification type	Vertical balance
All	EC7(NL)-Step 6.1	
All	EC7(NL)-Step 6.2	
1	EC7(NL)-Step 6.3	Upwards
1	EC7(NL)-Step 6.4	Upwards
1	EC7(NL)-Step 6.5	Upwards
1	EC7(NL)-Step 6.5 x 1.200	
2	EC7(NL)-Step 6.3	Upwards
2	EC7(NL)-Step 6.4	Upwards
2	EC7(NL)-Step 6.5	Upwards
2	EC7(NL)-Step 6.5 x 1.200	

Summary		Upwards/Sufficient
---------	--	--------------------

*(A) Calculation numerically unstable, (B) Error found during calculation, (C) No convergence of probabilistic calculation, (D) In case of free water level on passive side, a low water level is the most unfavourable, so steps 6.1 and 6.2 are omitted.

1.2 Anchors and Struts

Stage nr.	Verification type	Anchor/strut PL 4.2 GEWI 20T hoh 3 m		
		Force [kN]	State	Status
1	EC7(NL)-Step 6.1			(D)*
1	EC7(NL)-Step 6.2			(D)*
1	EC7(NL)-Step 6.3	13.62	Elastic	
1	EC7(NL)-Step 6.4	13.43	Elastic	
1	EC7(NL)-Step 6.5	5.17	Elastic	
1	EC7(NL)-Step 6.5 x 1.200	6.21	Elastic	
2	EC7(NL)-Step 6.1			(D)*
2	EC7(NL)-Step 6.2			(D)*
2	EC7(NL)-Step 6.3	21.19	Elastic	
2	EC7(NL)-Step 6.4	20.93	Elastic	
2	EC7(NL)-Step 6.5	10.27	Elastic	
2	EC7(NL)-Step 6.5 x 1.200	12.32	Elastic	

Stage nr.	Verification type	Anchor/strut PL 4.2 GEWI 20T hoh 3 m		
		Force [kN]	State	Status

Max		21.19		
-----	--	-------	--	--

*(A) Calculation numerically unstable, (B) Error found during calculation, (C) No convergence of probabilistic calculation, (D) In case of free water level on passive side, a low water level is the most unfavourable, so steps 6.1 and 6.2 are omitted.

The force is in the direction of the anchor/strut.

1.3 Overall Stability per Stage

Stage name	Stability factor [-]
Zonder bovenbelasting	1.86
Met bovenbelasting	1.58

End of Report

Verification anchor force

D-Sheet Piling version 24.1

Date : 26/12/2025

Time: 11:44:45

Problem identification Helders kanaal
Den Helder

Stage 2: Met bovenbelasting

Height of anchor wall	:	1.00	[m]
Anchor wall bottom	:	-7.26	[m]
Anchor wall top	:	-6.26	[m]
Length of anchor	:	9.00	[m]
Cross section of anchor	:	71.00	[mm ²]

Anchorage is: short anchorage

Results Kranz calculation:

WARNING: Kranz calculation is only significant if bottom anchor wall is above bottom sheet piling

Sheet piling active	(Ea) :	93.402	[kN]
Horizontal force	(Er) :	-345.543	[kN]
Anchor wall active	(Eo) :	92.416	[kN]
Cohesion x length	(Ec) :	0.000	[kN]
Factor due to angle	(Es) :	1.478	[-]

Characteristic Kranz anchor strength
 $R_{kr;k} = (Ea - (Er + Eo) + Ec) / Es$: 234.430 [kN]

WARNING: The characteristic Kranz anchor strength is calculated WITH loads.

Control of anchor (art. 9.7.2(a) NEN 9997-1+C2:2017):

Characteristic Kranz anchor strength ($R_{kr;k}$)	:	234.430	[kN]
Actual anchor force CUR ($1.5 * P_{max}$)	:	31.784	[kN]

MET according to CUR/EC7-NL

End of anchor force verification