



MEMO

Aan: Duwabo
t.a.v. Billy Jo Bakker

Van: Roel van der Zee

KvK: 90082222

Project: Helders kanaal

Onderwerp: Toetsing bestaande damwand

Referentie: GEO-2026-007

Status: 1.0

Datum: 9-2-2026

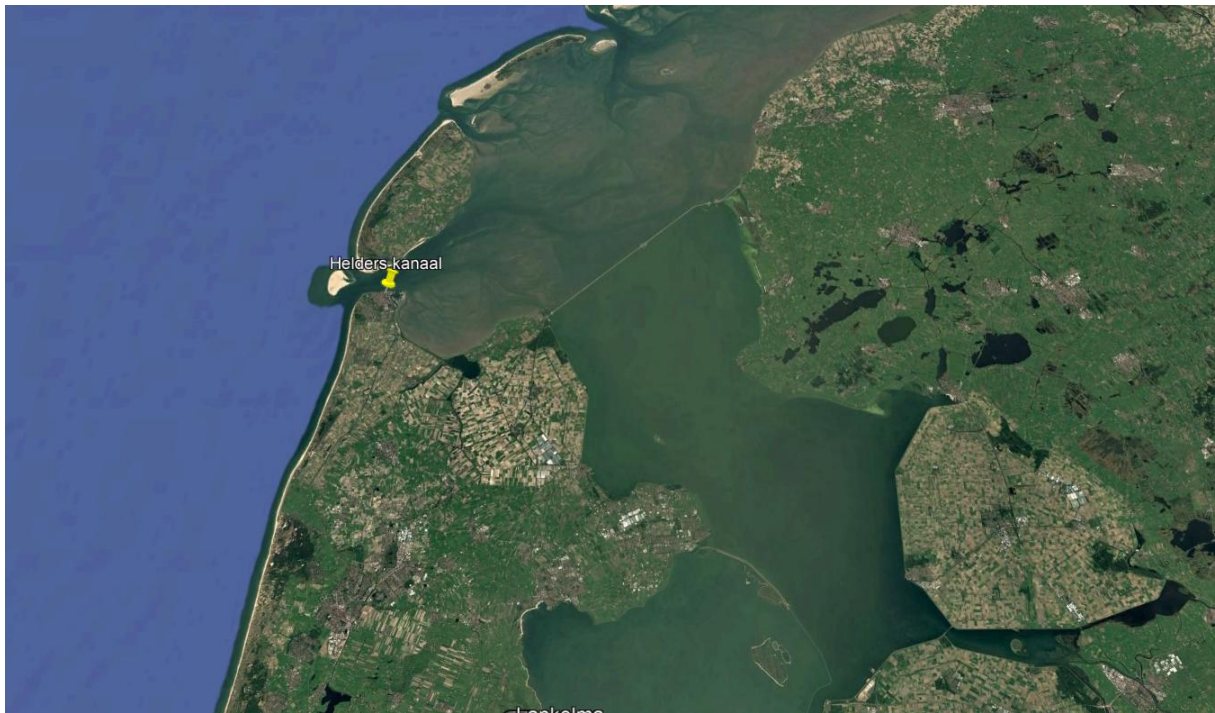
1 Inleiding

Duwabo heeft een uitvraag gedaan voor de toetsing van een bestaande damwand bij het Helders kanaal. Vlak voor deze bestaande damwand zal een nieuwe damwand geïnstalleerd worden, die aan de bestaande damwand verankerd wordt. De toetsing van de bestaande damwand is in deze memo uitgewerkt.

2 Uitgangspunten

2.1 Locatie

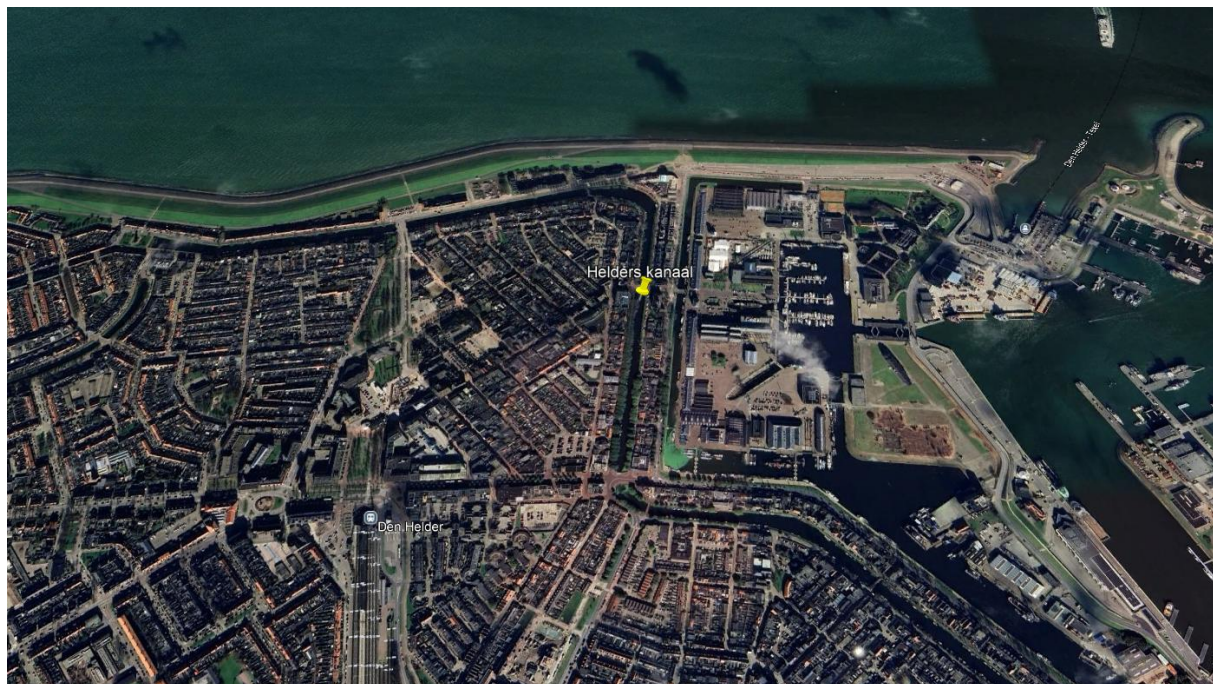
In Figuur 1, Figuur 2 en Figuur 3 is de projectlocatie weergegeven.



Figuur 1 Locatie Helders kanaal



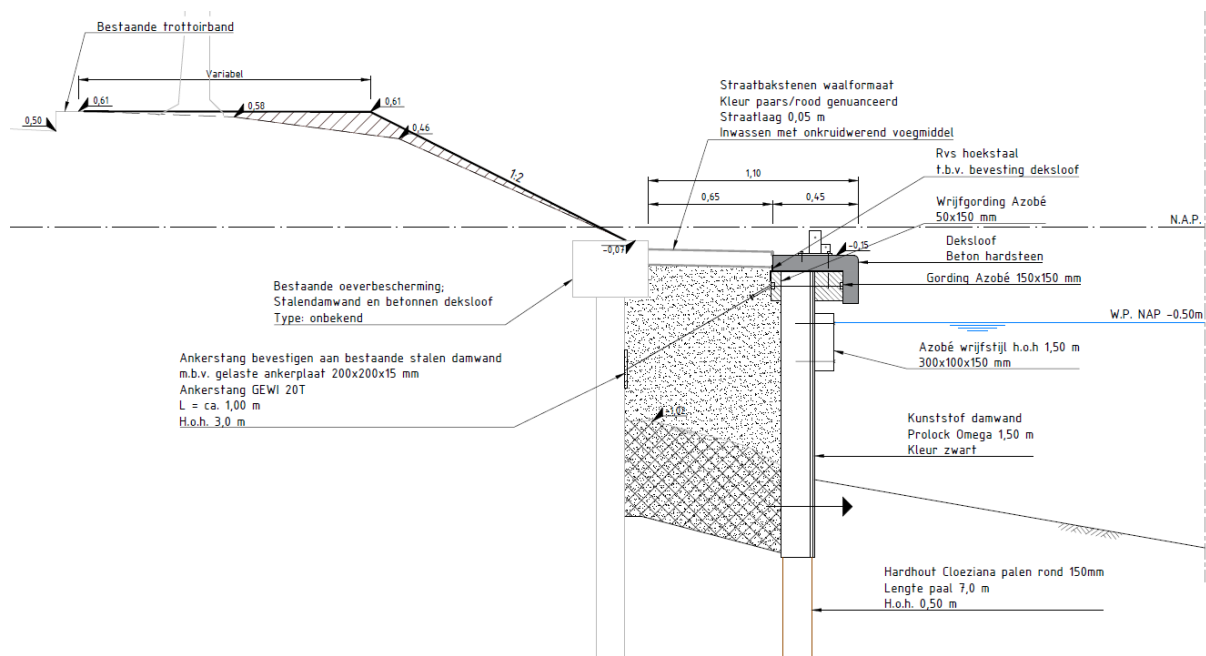
Figuur 2 Locatie Helders kanaal



Figuur 3 Locatie Helders kanaal

2.2 Dwarsprofiel

In Figuur 4 is het dwarsprofiel weergegeven.



Figuur 4 Dwarsprofiel aansluiting nieuwe damwand op de bestaande damwand [1]

2.3 Veiligheidsklasse

Voor de geotechnische toetsing 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 horizontale verplaatsingen van de damwand;
- De algehele stabiliteit;
- De sterkte van de ankerstaaf.

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 5 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 5 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 4 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 nieuwe kerende wandconstructie is een verankerde Prolock Omega profiel met stalen buispalen berekend. Zie de ontwerprapportage [3] voor meer informatie voor het ontwerp. In Tabel 3 staat het paaltype weergegeven. In Tabel 4 staat de geometrie van de ontworpen damwand weergegeven.

Tabel 3 Paaltype

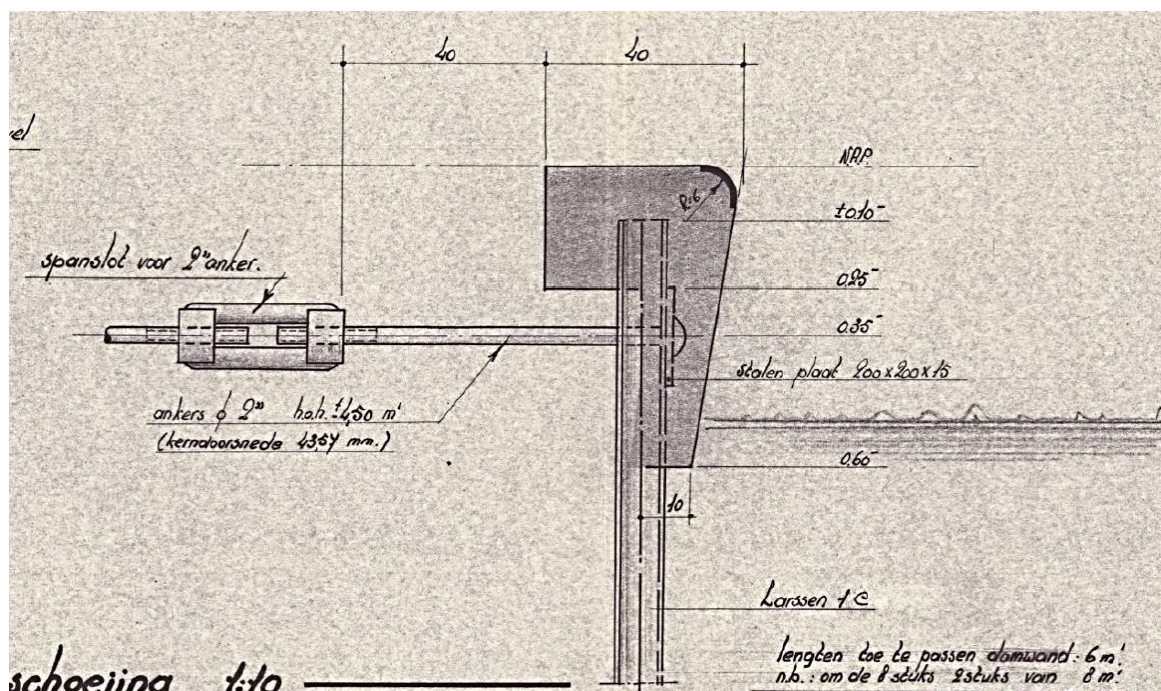
| Type | Diameter (mm) | Aantal (per m) | Kwaliteit (-) |
|-----------|------------------|-------------------|------------------|
| Cloeziana | 150 | 2 | D70 |

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 om de nieuwe damwand aan de bestaande damwanden te verankeren is uitgegaan van GEWI staven. Deze zullen via een ankerplaat o.i.d. aan de bestaande damwand worden verankerd.

De gegevens van de bestaande damwand komt uit het ontwerpbestek uit 1962, zie Figuur 6. Het betreft een damwand Larssen 1C, 6 m lang, waarvan 2 van 8 m lang om de 8 planken. Er zijn geen gegevens over corrosie beschikbaar. De sterkte- en stijfheidseigenschappen zijn niet te achterhalen. In het rekenmodel wordt daarom een Larssen VL 601 gemodelleerd, dit is een profiel met een veilig lage sterkte en stijfheid. De bestaande verankering betreft een 43,57 mm ankerstang met een systeemmaat van 3 damwandplanken.



Figuur 6 Bestektekening bestaande damwand [4]

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 bestaande damwand is aan corrosie onderhevig. De damwand dateert uit 1962. Het is onduidelijk hoeveel corrosie heeft plaatsgevonden. De bestaande damwandconstructie bestaat al 63 jaar. De nieuwe damwandconstructie heeft een beoogde levensduur van 50 jaar. De bestaande damwandconstructie zal dus een beoogde levensduur van 113 jaar hebben. Er zijn corrosiewaarden in rekening gebracht conform tabel 9-2 van CUR 166.

Ter plaatse van damwand is een veenlaag aanwezig. Hieruit volgt een corrosiewaarde van 3,67 mm. Voor de damwand is 3,67 mm corrosie per zijde in rekening gebracht.

Ter plaatse het leganker is een kleilaag aanwezig. Hieruit volgt een corrosiewaarde van 1,36 mm. Voor de verankering is rondom 1,36 mm corrosie in rekening gebracht.

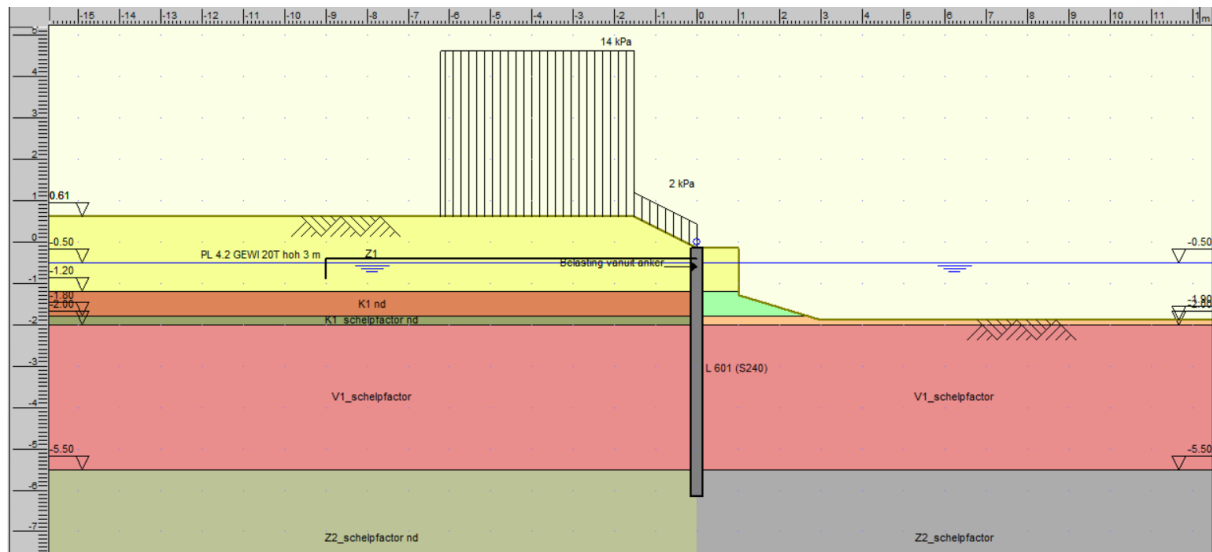
2.8 Modelleren in D-Sheet Piling

Het rekenmodel uit [3] is gebruikt om de ankerkrachten vanuit de nieuwe damwand op de bestaande damwand uit te rekenen. Hiervoor is een ankerstang gemodelleerd die op de bestaande damwand aangesloten is. Hieruit volgt een maximale BGT-ankerkracht van 12,2 kN/m en een UGT-ankerkracht van 22,3 kN/m.

In de toetsberekeningen van de bestaande damwand is uitgegaan van een verankerde damwand. De gemodelleerde damwand is van het type Larssen VL 601. De schematisatie van het dwarsprofiel van de bestaande damwand in D-Sheet Piling is weergegeven in Figuur 7.

Tabel 5 Modelleren 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) |
| Larssen VL 601 | 2421 | 1,00 | 174 | 1 | 1 | 174 |
| Opmerking bij de tabel: Deze sterkte en stijfheidskarakteristieken zijn nog zonder corrosie. | | | | | | |



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] Principeprofiel aansluiting bestaande damwand, datum onbekend, auteur onbekend

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

[3] Helders kanaal, Damwandontwerp, Geo-ingenieurs, GEO-2025-051 v1.0, d.d. 28-2-2025

[4] Bestek en voorwaarden, de bouw van een nieuwe Keizersbrug in gewapend beton met bijkomende werken, 1962, Openbare werken den Helder

3 Resultaten

In Figuur 8 zijn de resultaten van de D-Sheet Piling-berekeningen weergegeven voor de situatie zonder additionele ankerkracht vanuit de nieuwe damwand. In Figuur 9 zijn de resultaten van de D-Sheet Piling-berekeningen weergegeven voor de situatie met additionele ankerkracht vanuit de nieuwe damwand. In Tabel 6 staan de ankerkrachten van het bestaande anker voor de situatie zonder en met de belastingen vanuit het anker van de nieuwe damwand weergegeven.

Hieruit volgt dat de snedekrachten en de verplaatsingen van de bestaande damwand nauwelijks toenemen. De ankerkracht in het bestaande anker neemt wel toe.

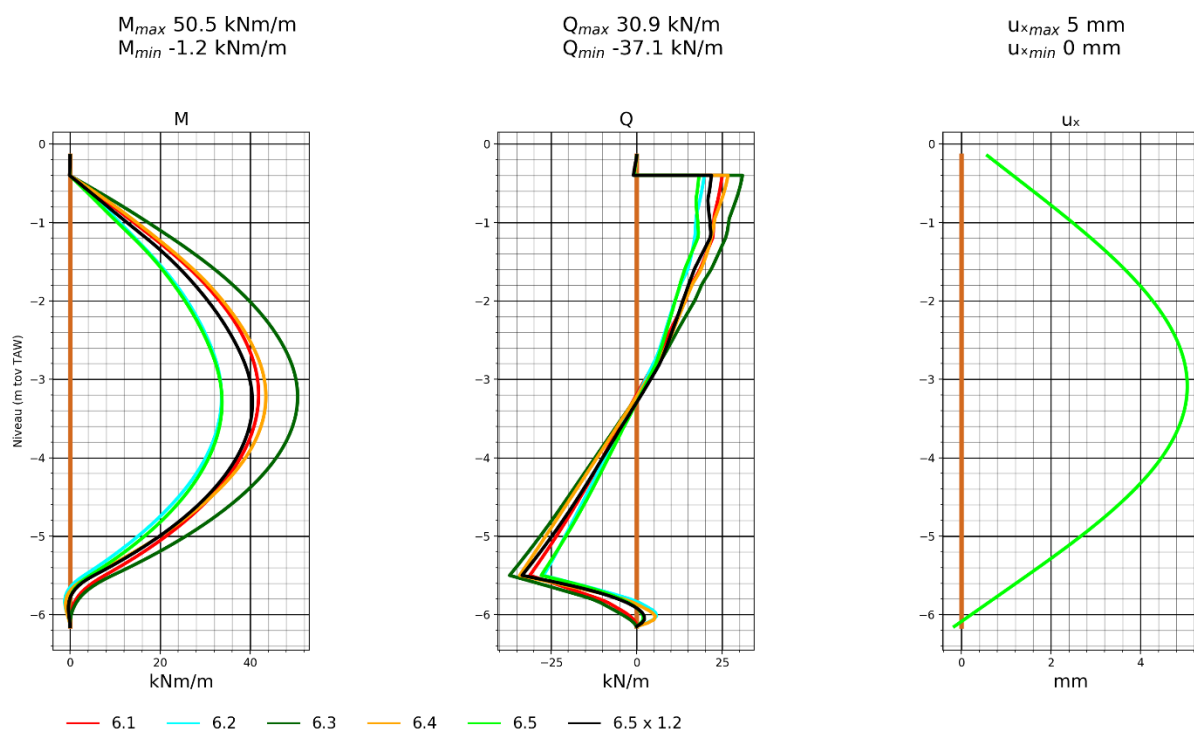
Omdat de snedekrachten in de bestaande damwand nauwelijks toenemen hangt het af van de huidige mate van corrosie en de te verwachten corrosie die de komende 50 jaar te verwachten is of de damwand voldoende sterkte heeft. Uitgaande van de corrosiesnelheden zoals in CUR 166 vermeld staan is 3,67 mm corrosie per zijde te verwachten aan het einde van de levensduur van de bestaande damwand. Het is onduidelijk wat de dikte van het huidige damwandprofiel is. Daarom kan geen uitspraak gedaan

worden of de huidige damwand nog 50 jaar meekan. Het wordt geadviseerd om de huidige damwanddikte in te meten.

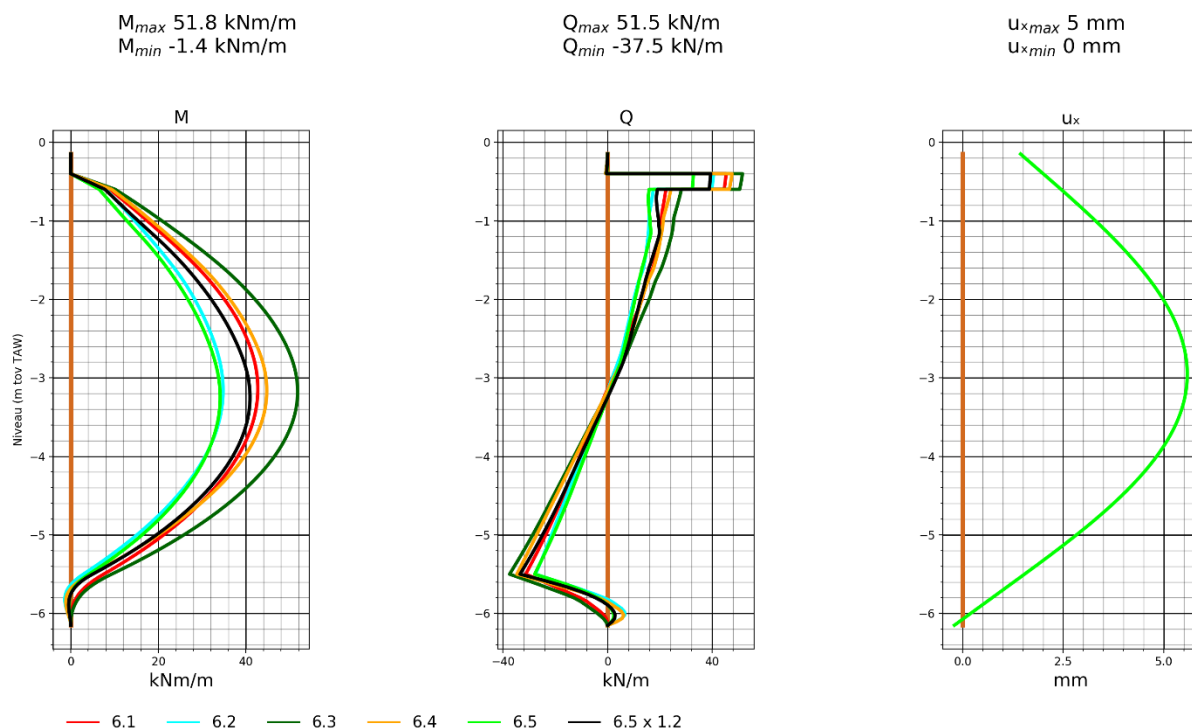
De bestaande ankerstaaf heeft een diameter van 43,57 mm (zonder corrosie) en uitgaande van de corrosie waarden conform CUR 166 (1,36 mm rondom) bedraagt deze 40,85 mm aan het einde van de levensduur van de bestaande damwand. De systeemmaat van het huidige anker bedraagt 3 damwandplanken, wat aangenomen wordt op 2,1 m. De UGT-rekenwaarde van de ankerkracht bedraagt dan $1,25 \cdot 52,3 \text{ kN/m} \cdot 2,1 \text{ m} = 137 \text{ kN}$. Hieruit volgt een rekenwaarde van de ankersterkte van $0,25 \cdot \pi \cdot (40,58 \text{ mm})^2 \cdot 235 \text{ N/mm}^2 / 1,4 = 220 \text{ kN}$. Het anker voldoet dus.



Helders kanaal
Den Helder Toetsing bestaande damwand
Met bovenbelasting



Figuur 8 Resultaten van de D-Sheet Piling-berekening voor de situatie zonder additionele ankerkracht vanuit de nieuwe damwand



Figuur 9 Resultaten van de D-Sheet Piling-berekening voor de situatie met additionele ankerkracht vanuit de nieuwe damwand

Tabel 6 Ankerkrachten bestaande leganker

| Laag | Ankerkracht |
|--|-------------|
| | (kN/m) |
| Situatie zonder additionele ankerkracht vanuit de nieuwe damwand | 31,8 |
| Situatie met additionele ankerkracht vanuit de nieuwe damwand | 52,3 |

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.

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):

- Op de tekening zoals in Figuur 4 is weergegeven is de aansluiting van het nieuwe anker op de bestaande damwand lager dan het waterpeil. Er kan voor gekozen worden om te onderzoeken of het mogelijk is om de ruimte tussen de bestaande damwand en de nieuwe damwand in de bouwphase droog te zetten;
- Het is geadviseerd om de aangenomen ankerdiameter van het bestaande anker zoals in Figuur 6 is weergegeven te verifiëren door deze bijvoorbeeld op te graven.

5 Conclusie en samenvatting

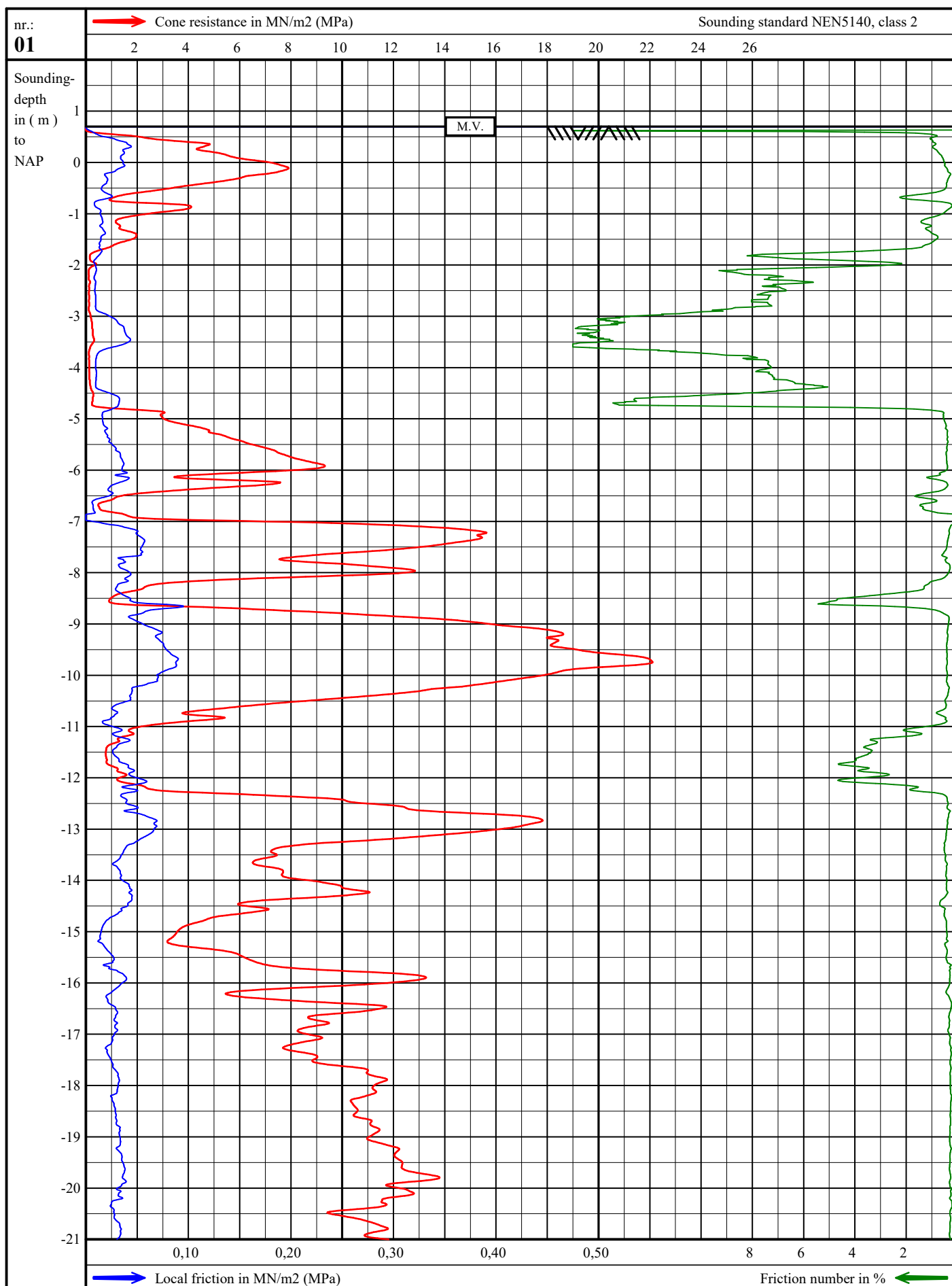
Bij het Helders kanaal is men voornemens om de nieuwe damwand aan de bestaande damwand vast te koppelen. In de onderhavige memo is de bestaande damwand getoetst. Hieruit volgt dat de snedekrachten en de verplaatsingen van de bestaande damwand nauwelijks toenemen. De ankerkracht in het bestaande anker neemt wel toe.

Omdat de snedekrachten in de bestaande damwand nauwelijks toenemen hangt het af van de huidige mate van corrosie en de te verwachten corrosie die de komende 50 jaar te verwachten is of de damwand voldoende sterkte heeft. Uitgaande van de corrosiesnelheden zoals in CUR 166 vermeld staan is 3,67 mm corrosie per zijde te verwachten aan het einde van de levensduur van de bestaande damwand. Het is onduidelijk wat de dikte van het huidige damwandprofiel is. Daarom kan geen uitspraak gedaan worden of de huidige damwand nog 50 jaar meekan of niet. Het wordt geadviseerd om de huidige damwanddikte in te meten.

De bestaande ankerstaaf heeft een diameter van 43,57 mm (zonder corrosie) en uitgaande van de corrosie waarden conform CUR 166 (1,36 mm rondom) bedraagt deze 40,85 mm aan het einde van de levensduur van de bestaande damwand. De systeemmaat van het huidige anker bedraagt 3 damwandplanken, wat aangenomen wordt op 2,1 m. De UGT-rekenwaarde van de ankerkracht bedraagt dan $1,25 * 52,3 \text{ kN/m} * 2,1 \text{ m} = 137 \text{ kN}$. Er volgt een rekenwaarde van de ankersterkte van $0,25 * \pi * (40,58 \text{ mm})^2 * 235 \text{ N/mm}^2 / 1,4 = 220 \text{ kN}$. Het anker voldoet dus.



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

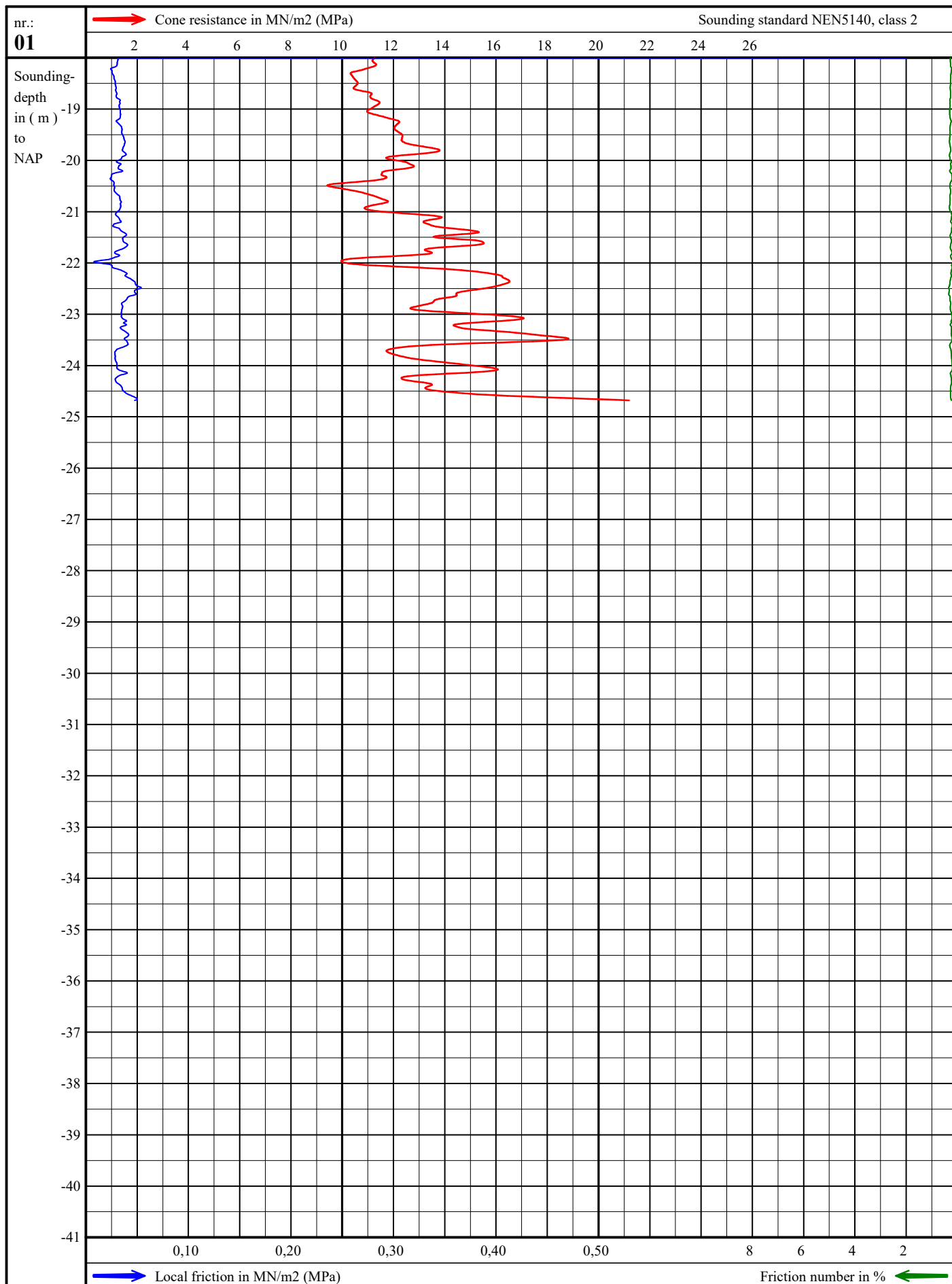
drawn: 26-06-2020

Project number:

031004271

Sounding number

01

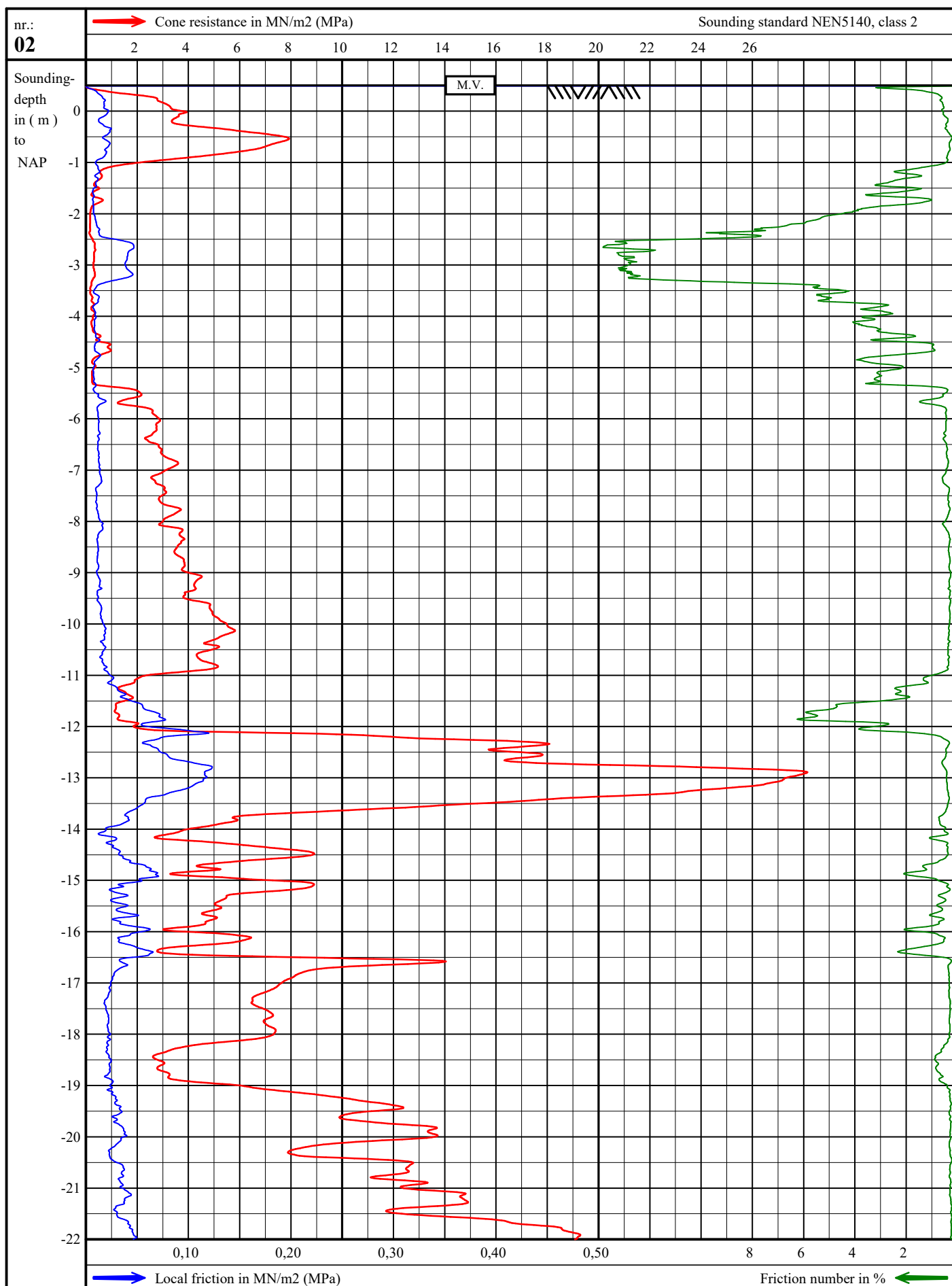


Cone-ID: S15-CFII.1676 A-mantle: 22500 mm² A-cone: 1500 mm²

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

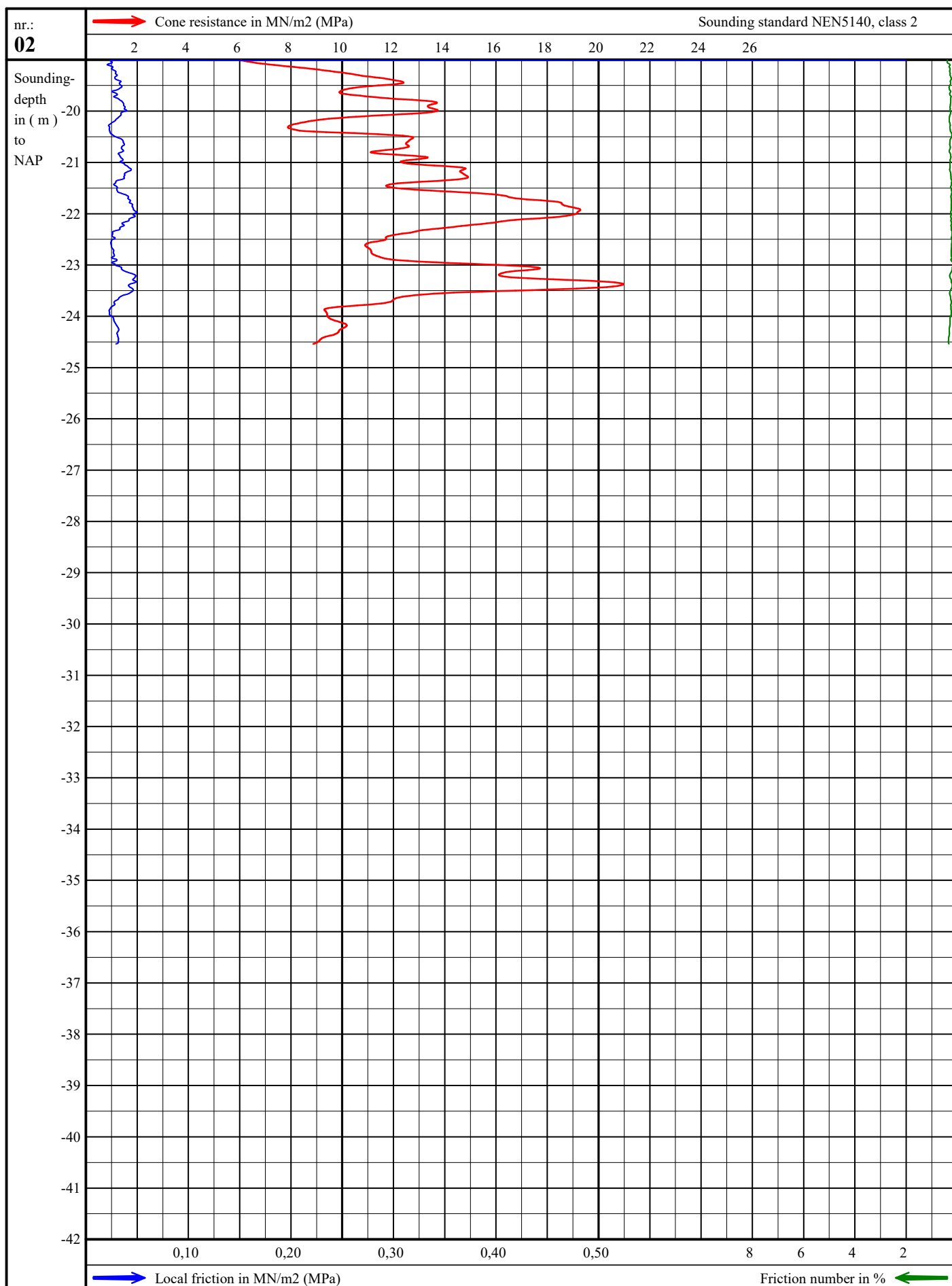
drawn: 26-06-2020

Project number:

031004271

Sounding number

02

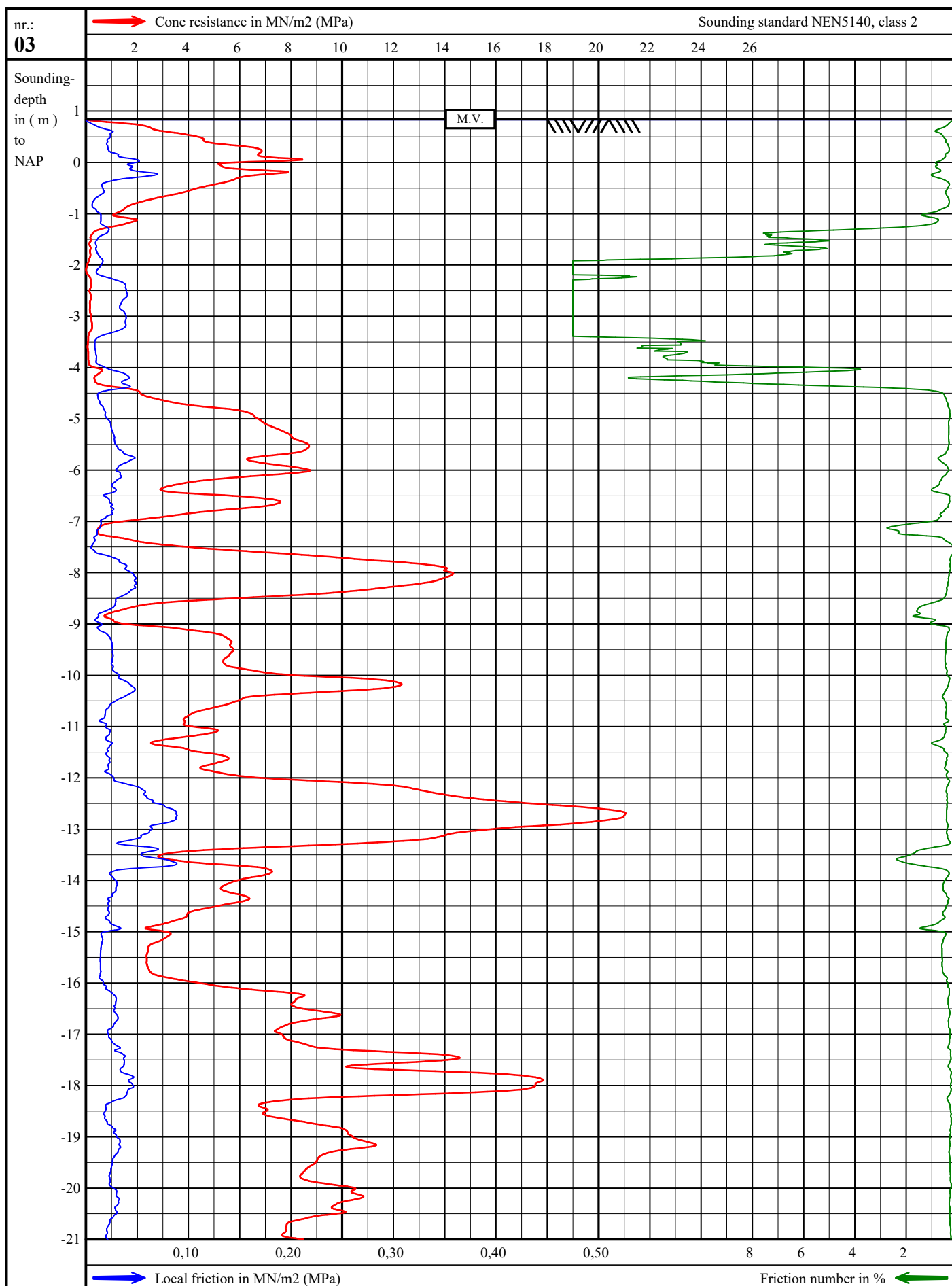


Cone-ID: S15-CFII.1676 A-mantle: 22500 mm² A-cone: 1500 mm²

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

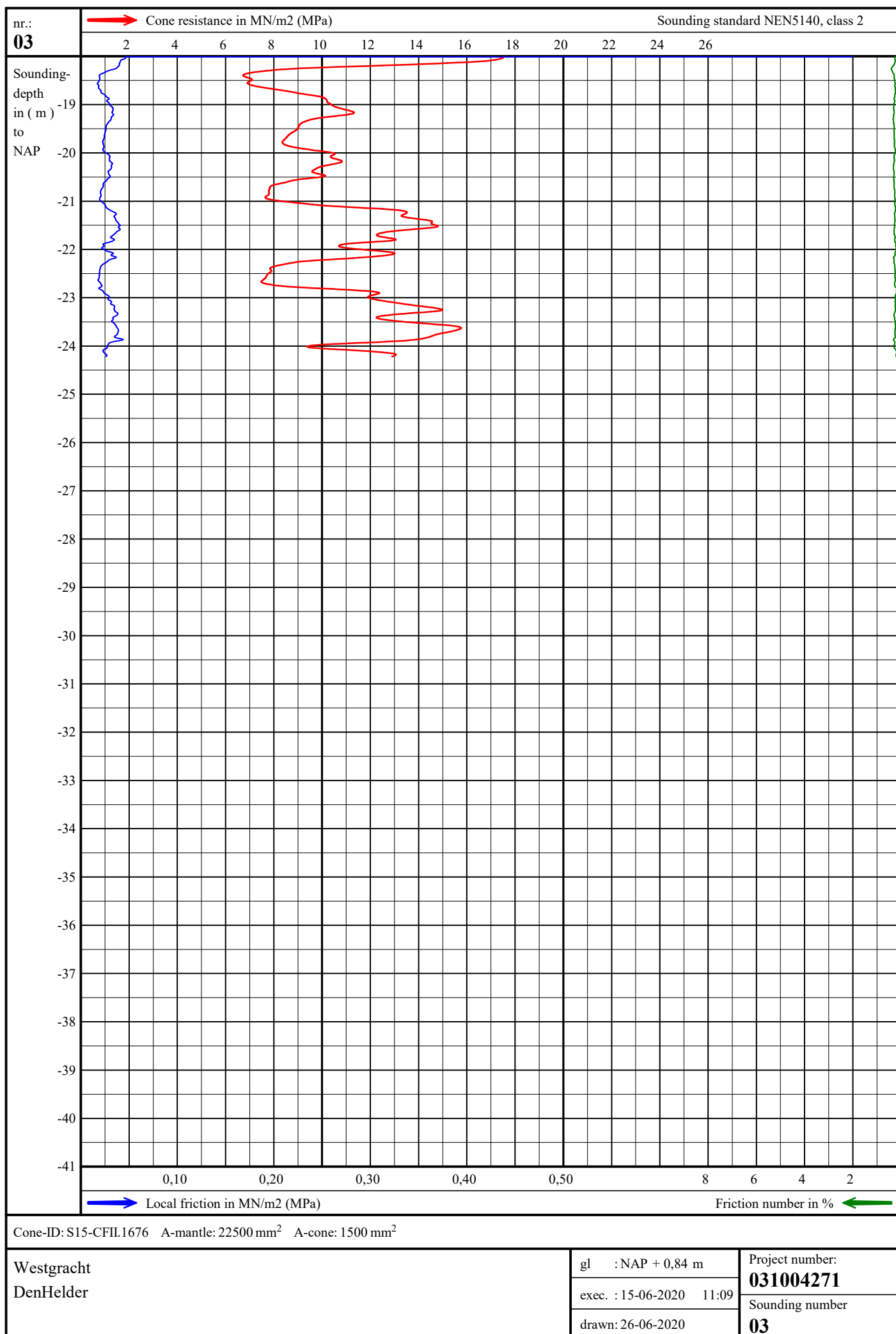
drawn: 26-06-2020

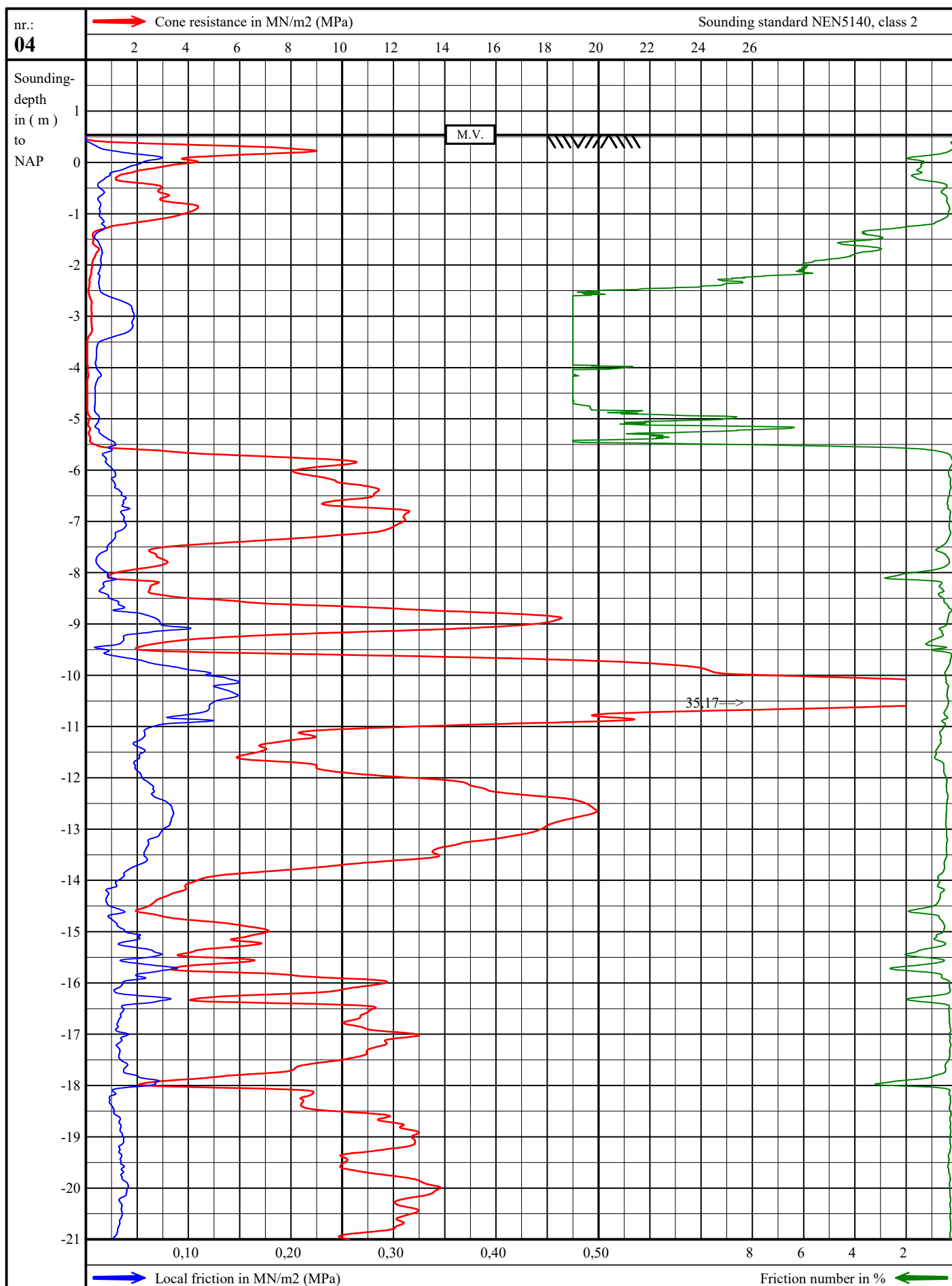
Project number:

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

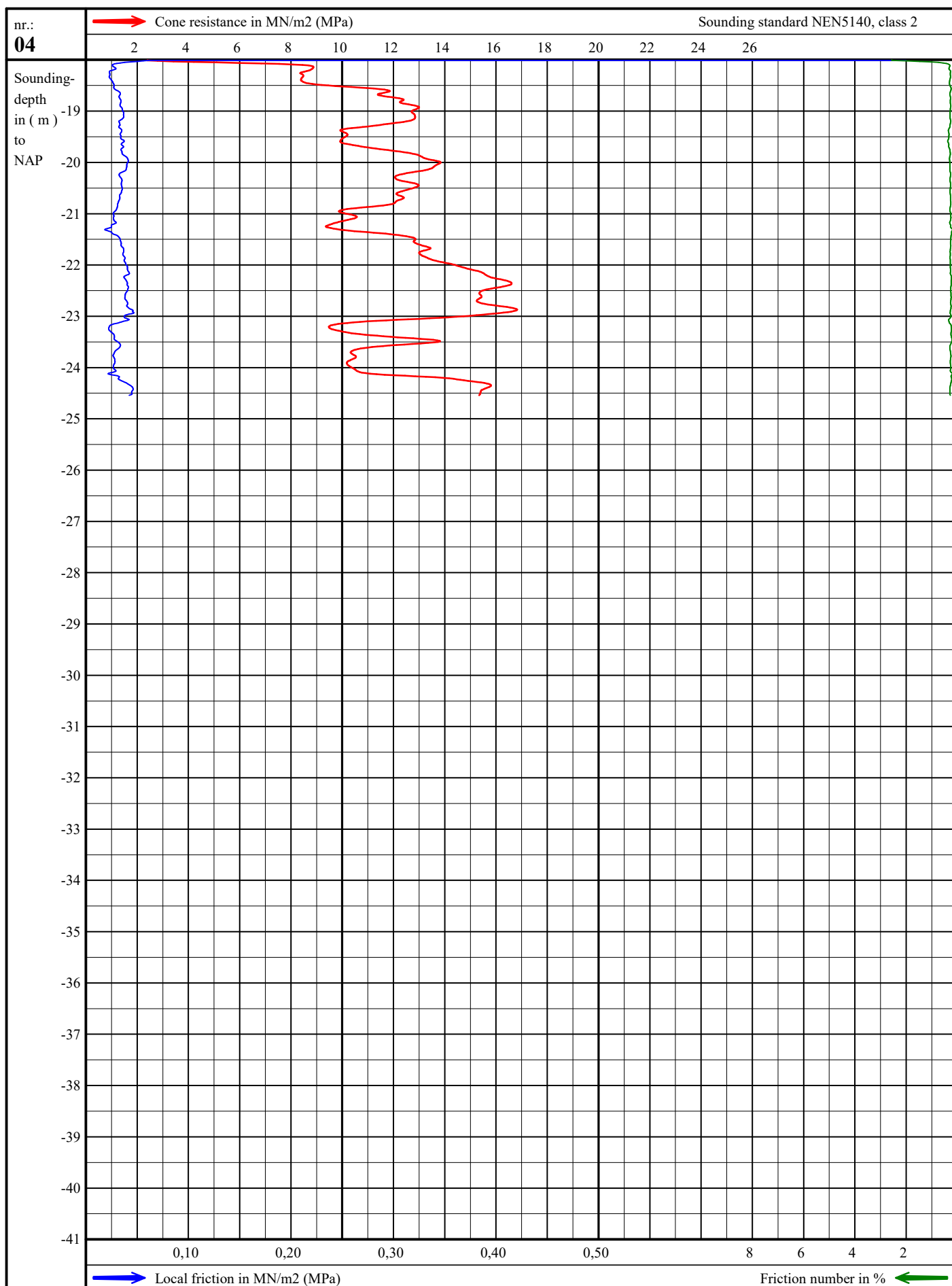
drawn: 26-06-2020

Project number:

031004271

Sounding number

04

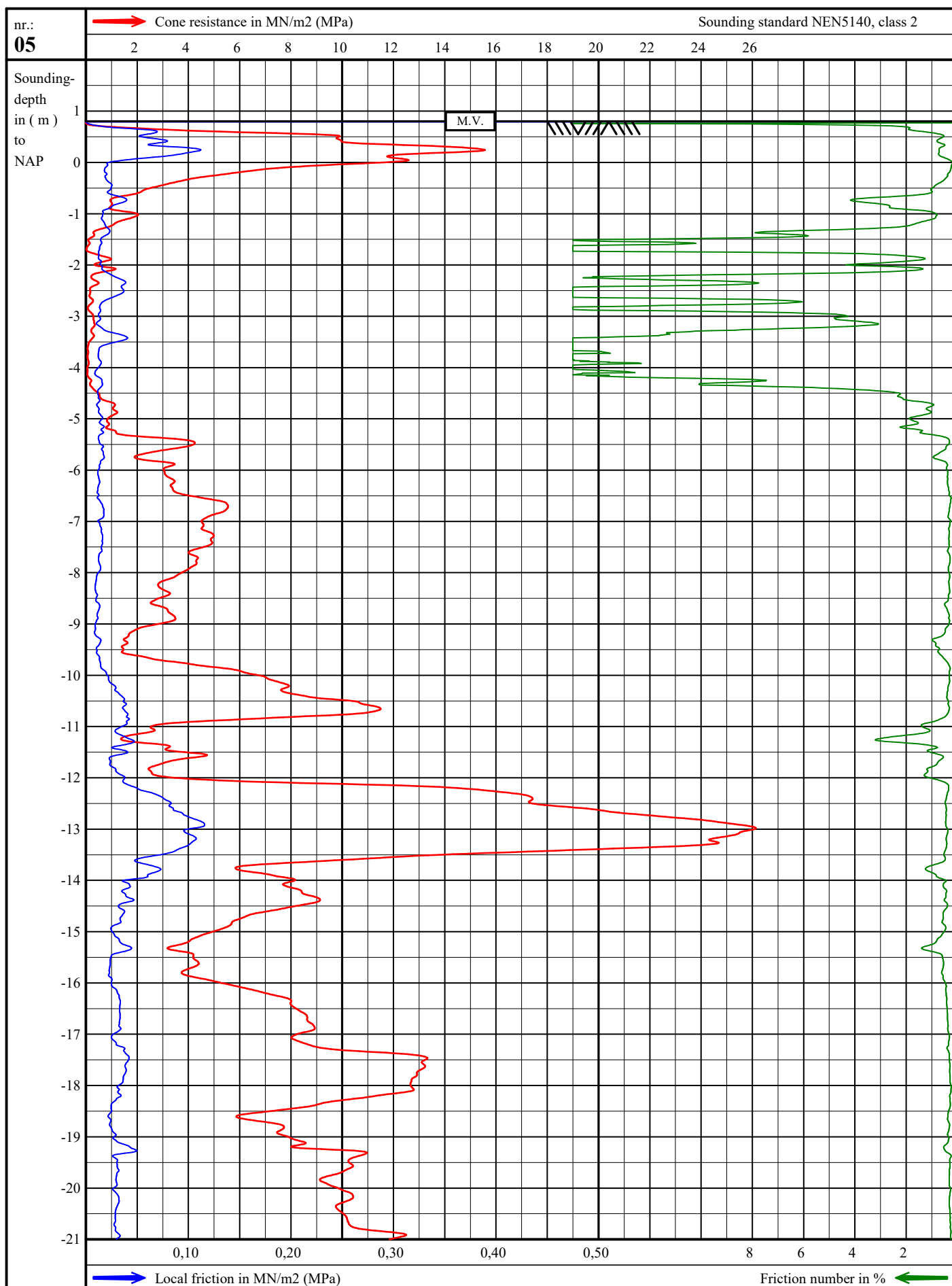


Cone-ID: S15-CFII.1676 A-mantle: 22500 mm² A-cone: 1500 mm²

Westgracht
Den Helder

| | |
|--------|--------------------|
| gl | : NAP + 0,54 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

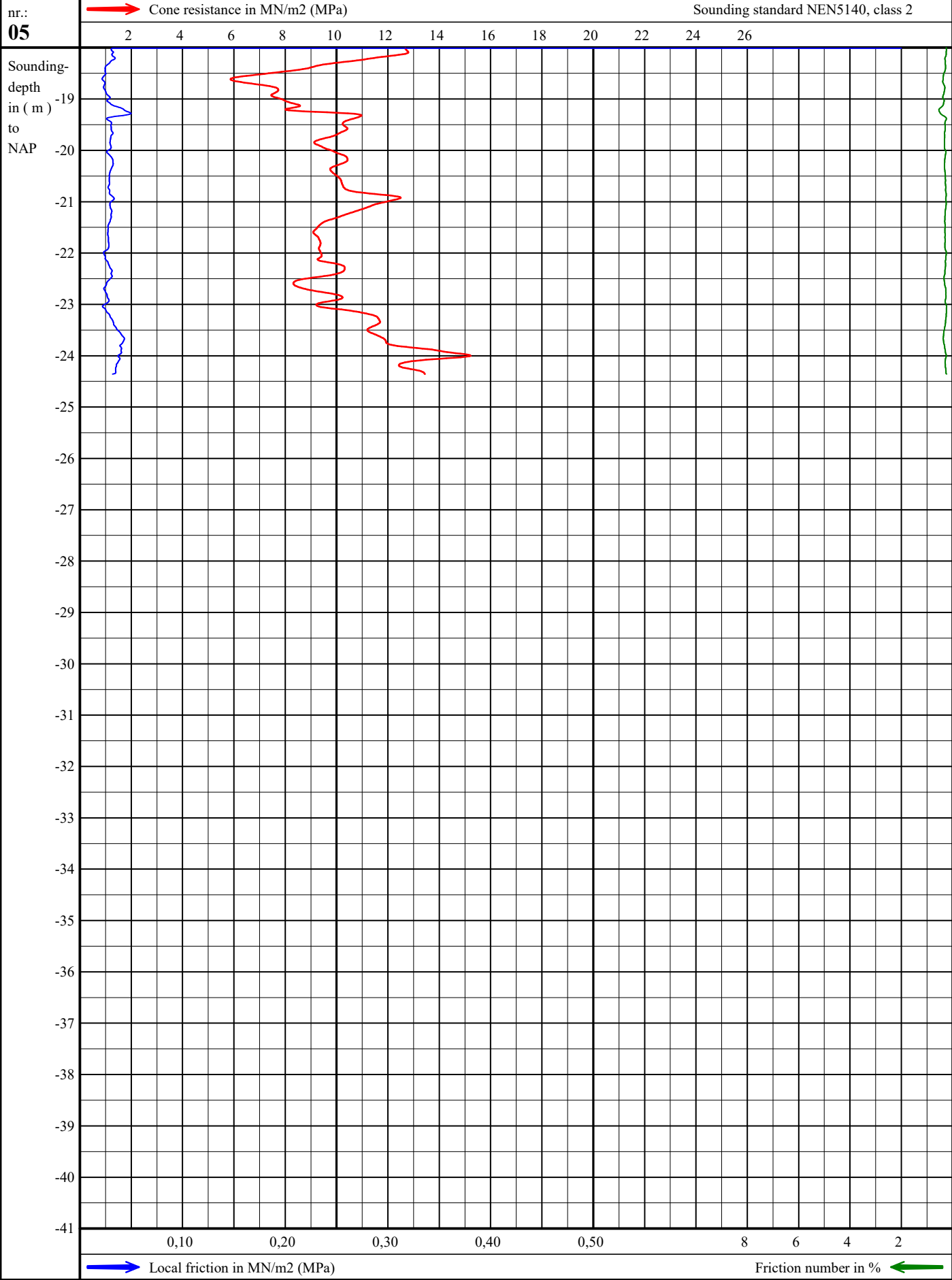
drawn: 26-06-2020

Project number:

031004271

Sounding number

05



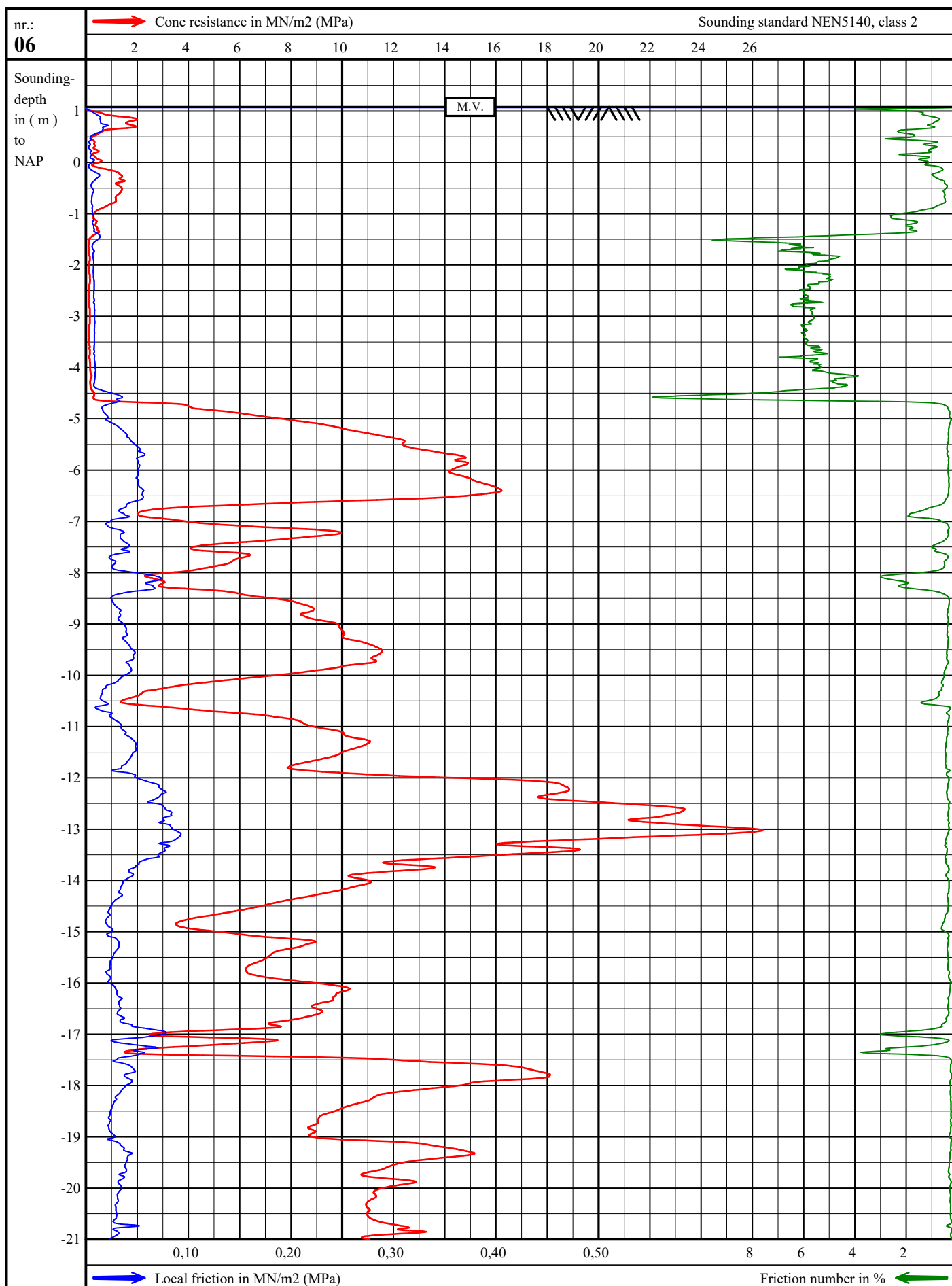
Cone-ID: S15-CFII.1676 A-mantle: 22500 mm² A-cone: 1500 mm²

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

