Willem Barentszkade - Terschelling

Projectnummer: AD.20227.00216 VO-BER-02
Onderdeel: herberekening damwand herinrichting kade
Status: Ter controle

INTERN CONCEPT

Opdrachtgever:
Gemeente Terschelling
Burg. v. Heusdenweg 10a
8880 AA West- Terschelling

Adonin B.V.
Industrieweg 16
8861 VH HARLINGEN
Tel.: 0517-533011
Fax: 0517-533588
Email: info@adonin.nl

Datum	Revisie nummer	Rapportage	Controle
27-06-2023	1.2	ing. P. Folmer	ir. J.J. Altenburg

Documenthistorie

Revisie	Datum	Wijziging
0.1	14 juni 2021	Berekening aangepaste damwand/ interne verificatie
1.0	7 juli 2021	Verwerken opmerkingen intern t.b.v. Afstemming opdrachtgever 1e externe uitgave
1.1	17 april 2023	Grondonderzoek verwerkt
1.2	27 juni 2023	Opmerkingen interne controle verwerkt Afronden VO fase

Inhoudsopgave

1. Inleiding 5

1.1. Basisinformatie 5
1.2. Normen en software 6
1.2.1. Normen 6
1.2.2. Software 6
1.2.3. Richtlijnen 6
1.3. Vraagstelling 7

2. Constructieve opbouw 8

2.1. Keuze opbouw steiger en kade 8
2.2. Resume berekening bestaande damwand 9
2.2.1. Algemeen 9
2.2.2. Resultaten en Dwarsprofielen 10
2.3. Opties uitvoering steun uit steiger 11
2.4. Bestaande kadeopbouw 13
2.4.1. algemeen 13
2.4.2. Samenvatting en herijking resultaten herberekening [REF 1] 13
2.5. Materiaalgegevens 15
2.5.1. staaldiktemetingen 15
2.5.2. Staal 15
2.5.3. Hout 16
2.5.4. Grond 17
2.5.5. Bodemnivo 17
2.5.6. Waterstanden 18
2.5.7. grondwaterstroming 18

3. Belastingen 19

3.1. Partiële factoren 19
3.2. Permanente belastingen 19
3.2.1. Soortelijke gewichten 19
3.2.2. Grond- en waterdruk 19
3.3. Veranderlijke belastingen 20
3.3.1. Terreinbelasting 20
3.4. Verplaatsingen 20
3.4.1. Horizontaal 20

4. Controle bestaande damwand 21

4.1. Algemeen 21
4.2. Schematisering/fasering 21
4.3. Berekening damwand 22
4.3.1. Gegevens 22
4.3.2. Snedekrachten damwand 22
4.4. Conclusie damwand 23
4.4.1. Bepalen ankernivo's 23
4.4.2. Damwand door steiger 23

5. Steigerontwerp 24

5.1.1. Geometrie juk 24
5.1.2. beddingen 25

5.1.3. stijfheid juk 25
5.1.4. Sterkte juk buisligger 26
5.1.5. Verticaal draagvermogen 27
5.1.6. Gording 27
5.1.7. Aanvaring op steiger 28

Bijlagen..... 29
bijlage A TS-raamwerken..... **Fout! Bladwijzer niet gedefinieerd.**
bijlage B Dsheet – DKM6 ..... **Fout! Bladwijzer niet gedefinieerd.**
bijlage C Dsheet – DKM10 ..... **Fout! Bladwijzer niet gedefinieerd.**
bijlage D Sonderingen 2021 29
bijlage E Sondering 1989.....57

1. Inleiding

Gemeente Terschelling wil de Willem Barentzkade herinrichten. Onderdeel van de herinrichting is het verplaatsen van de bestaande rijbaan, en het verlagen van de bestaande damwand waarbij een steiger over de damwand wordt gezet. Adonin verzorgt in opdracht van Gemeente Terschelling in onderhavig rapport de berekening van de aangepaste, verlaagde damwand.

In een eerdere rapportage [REF 1 / REF 2] is de damwand herberekend op basis van destijds uitgevoerde sonderingen. Er is nu aanvullend bodemonderzoek uitgevoerd waardoor er gedetailleerdere gegevens van met name de klei, kleiige zandlagen, en de waterstand achter de kade beschikbaar zijn. Dit zal in onderhavige rapportage worden verwerkt.



figuur 1: Situatie Willem Barentzkade

1.1. Basisinformatie

Tekeningen:
- Reconstructie Willem Barentszkade (verm. 1981) B4-31-00-63-81.148-112 d.d. *onbekend*;
- Aanleg kade zuider havenkom doc. 22827 / 23364 d.d. 1936
- Aanleg kade midden havenkom zuidzijde doc. 23359 d.d. 1937
- Midden havenkom doc. 22820 d.d. 1938;
- Midden havenkom noordzijde doc. 22687
- Midden en Noordelijke havenkom doc 22187 en doc 22775 d.d. 1952/1953;

Sonderingen:
- Haitjema bv sonderingnr. 104, damwand haven Terschelling
- Koops Grondmechanica. 2020-1007 dd. 28 mei 2021

Documenten: => gezien gewijzigde bodemparameters komen onderstaande rapportages te vervallen.
- Adonin AD.167.039 herberekening bestaande damwand dd. 05-04-2018 [REF 1]
- Adonin AD.217.006-04 herberekening bestaande damwand herinrichting kade dd. 07-07-2021 [REF 2]

1.2. Normen en software

1.2.1. Normen

- NEN-EN 8700 bestaande bouw
- NEN-EN 8701 bestaande bouw
- NEN-EN 1990 Grondslagen;
- NEN-EN 1991 Belastingen;
- NEN-EN 1993 Staal;
- NEN-EN 1997 Geotechniek;

Adonin werkt met normen via BRISwarenhuis. De gehanteerde norm is de meest recente ten tijde van uitgave 1e versie van onderhavige rapportage.

1.2.2. Software

- Microsoft Word;
- Microsoft Excel;
- D-sheet Single Pile
- TS-raamwerken

* Zie de berekeningsbijlagen voor de gehanteerde versies.

1.2.3. Richtlijnen

- CUR Bouw & Infra. (2012). *166 damwandconstructies 6e herziene druk, deel 1 en 2;*
- CUR protocol staaldiktemetingen

1.3. Vraagstelling

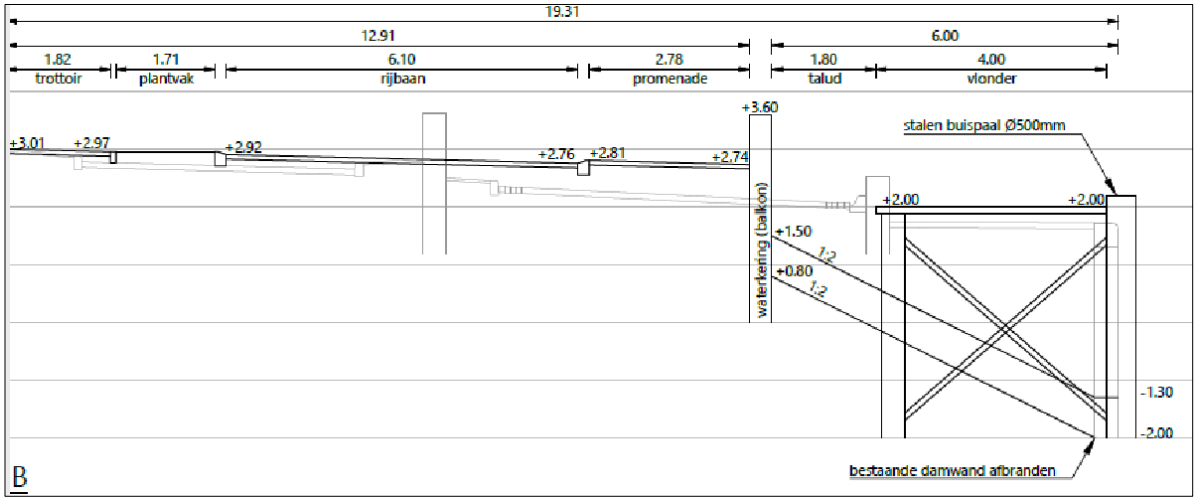
De damwand aan de Willem Barentzkade is door Adonin in 2018 herberekend. Daaruit volgt dat de verankering van de damwand (deels) niet voldoet, deels verouderd is (aanleg vermoedelijk 1937) en de inheidiepte (deels) onvoldoende is.

Onderzoek naar de dikteafname van de damwand geeft aan dat deze beperkt is, behoudens lokale putcorrosie/

In [REF2] zijn een aantal varianten onderzocht:
- damwand onverankerd uitvoeren (technisch niet haalbaar);
- Vervangen verankering;
- buispalen (steigerjukken) voor de damwand;
- nieuwe damwand;

Als voorkeursvariant is daarin uitgewerkt

- Dwarsprofiel met natuurlijk talud met als uitgangspunt dat de huidige damwand wordt afgebrand op -1,50m NAP, talud met helling 1 : 2 voorzien van zetsteen en de kant rijbaan op ca. 9,0m uit de damwandlijn. Damwand wordt daarbij afgestempeld tegen de overbouwde steiger.



figuur 2: Dwarsprofiel herinrichting

In deze rapportage wordt:

- De herberekening van de damwand opnieuw uitgevoerd op basis van nieuw beschikbare gegevens ondergrond en waterstanden.
  - -Hierbij wordt een nieuw afbrandnivo van de damwand bepaald.
  - -Hierbij wordt het niveau van de steun van de steiger bepaald
  - -Hierbij wordt de minimale en maximale stijfheid van de stempelfunctie van de steiger bepaald en de hoofdafmetingen van de steiger bepaald (palen, gording).

2. Constructieve opbouw

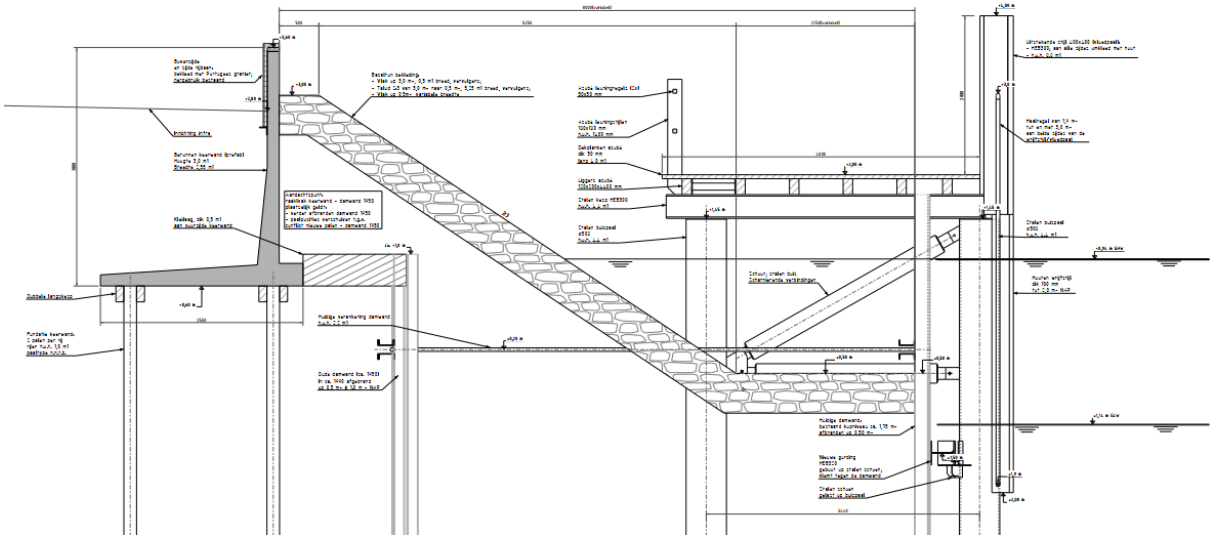
2.1. Keuze opbouw steiger en kade

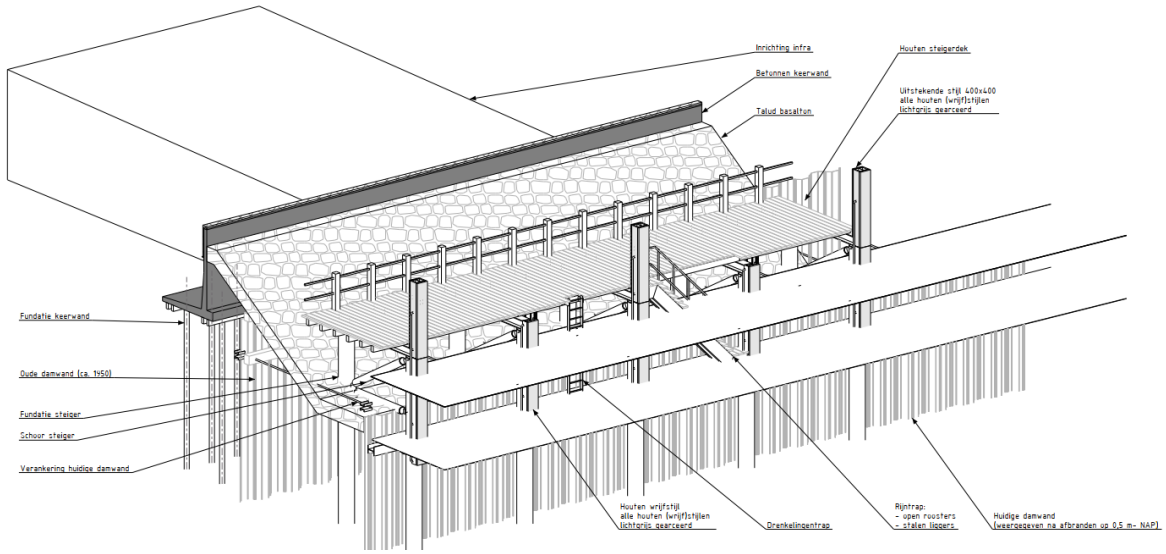
Uit de globale VO-berekeningen in de volgende hoofdstukken volgt onderstaande opbouw.

- Gording HEB300 op 1,5m- NAP t.b.v. steun / stempeling damwand
- Bestaande damwand op 0,5m- NAP afbranden

- Steigerpalen buispalen r508x20 naar 14m-
- StaalProfielen HEB300
- Dekliggers: Azobe liggers 120x200 h.o.h. 600mm
- Dekplanken: Azobe dek d=50mm
- Wrijfstijlen: staalprofiel HEB300 met hout omkleed
- Azobe leuningwerk
- Haalbeugels t.b.v. afmeren schepen.
- OPTIONEEL Rijntrap t.p.v. aan land gaan, wellicht vervangen door zwemtrap

L wand (op palen) wordt in een separate rapportage behandeld.





2.2. Resume berekening bestaande damwand

2.2.1. Algemeen

damwand

Type damwand	BZ7
Staalkwaliteit	S240
Kop niveau	0,25 m+ NAP
Inhei niveau	8,25 m- NAP / 7,25m- gestaffeld
Lengte	6,75 m

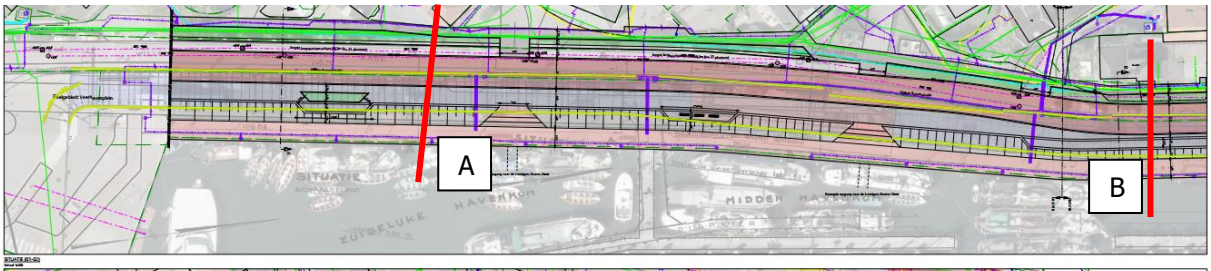
Uit de [REF 2] volgt dat een onverankerde damwand niet haalbaar is. Maatgevend daarbij is de situatie met val water (LLW 1:20 jaar), in combinatie met een grondwaterstand aan de hoge zijde tot bovenkant damwand.

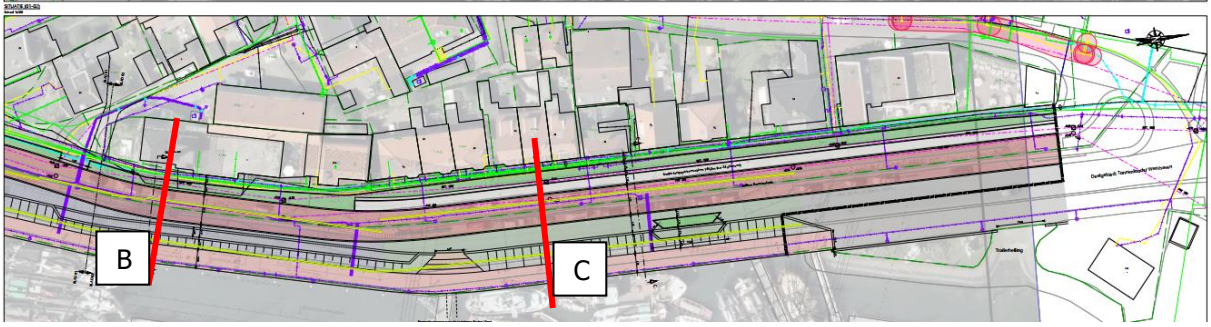
Hergebruik bestaande verankering
Los van de sterkte van de damwand is in [REF 2] onderzocht of de bestaande verankering in combinatie met talud 1:2 naar 1,5m- NAP kan worden hergebruikt. Uit [REF 2] volgt dat bij de betonnen plaatankers (ca. 85m) dit haalbaar zou kunnen zijn. Er dient dan wel door middel van onderzoek naar alle type ankers middels proefsleuven en nadere technische inspectie naar de staat van staal en hout alsmede afmetingen te worden uitgevoerd. Bij de houten ankerjukken als verankering (ca. 240m) lijkt dit minder haalbaar doch vervangen door betonnen ankerschotten is eventueel een optie.
Bij bovenstaande zal de sterkte van de damwand echter niet voldoen waardoor er maatregelen nodig zijn om de damwand te versterken. Vooreerst is hergebruik bestaande verankering dan ook niet verder uitgewerkt.

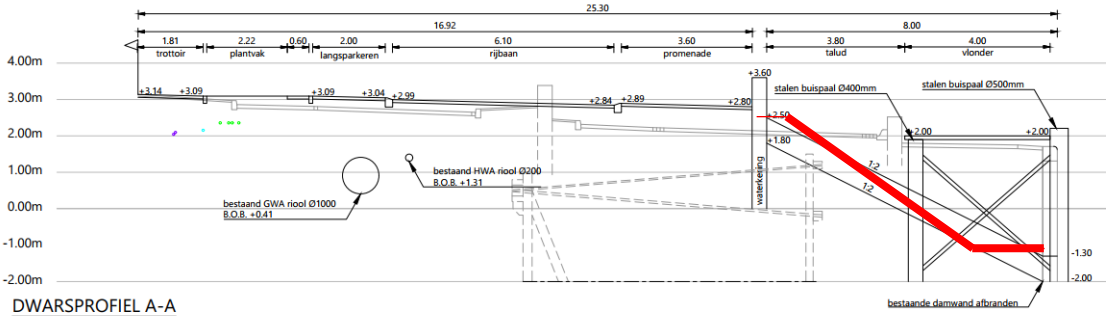
Stempeling door steiger
Een alternatief systeem is om de damwand op een lager nivo met een gording tegen de steigerpaal te laten steunen. De sterkte van de damwand zal hierdoor voldoen. Deze variant is in onderhavige rapportage uitgewerkt.

Met inachtname van de uitgangspunten voor corrosie in par. 2.3.2 volgt dat in combinatie met een stempeling de damwand nog voor minimaal 25 jaar extra voldoet. Geadviseerd wordt om de corrosie door middel van metingen te blijven monitoren. Eventueel kan worden overwogen om anodes toe te passen om de levensduur te verlengen en lokale problematiek (bijv. gatvorming door putcorrosie) te voorkomen.

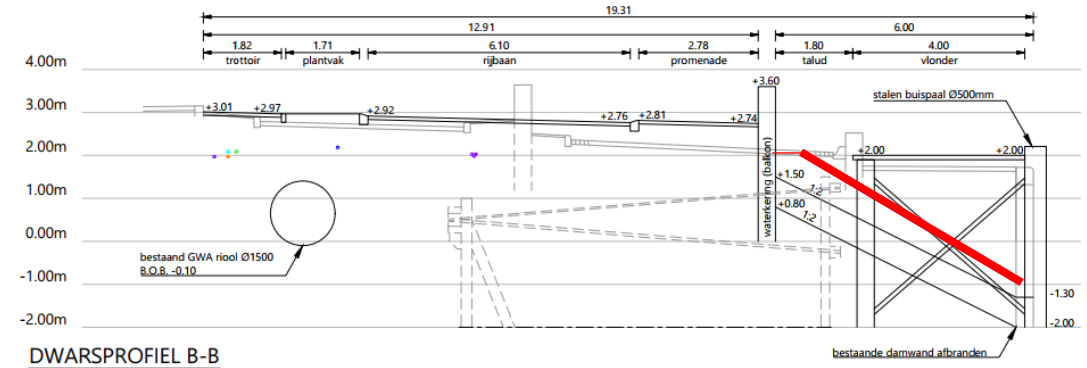
2.2.2. Resultaten en Dwarsprofielen





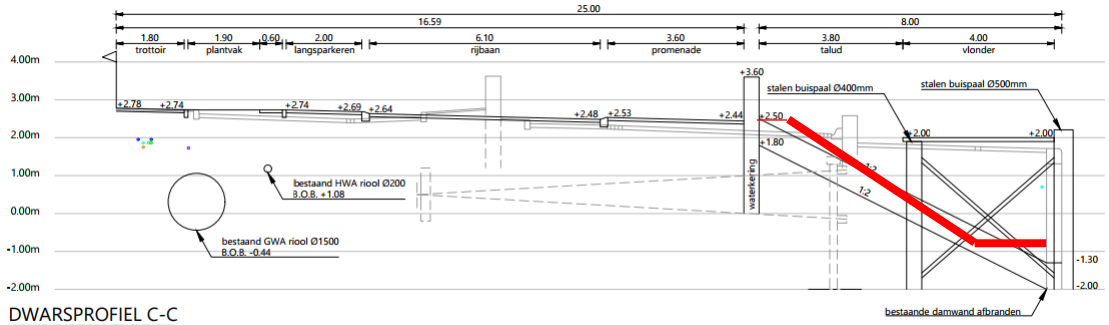


DWARSPROFIEL A-A



DWARSPROFIEL B-B
Schaal 1:100

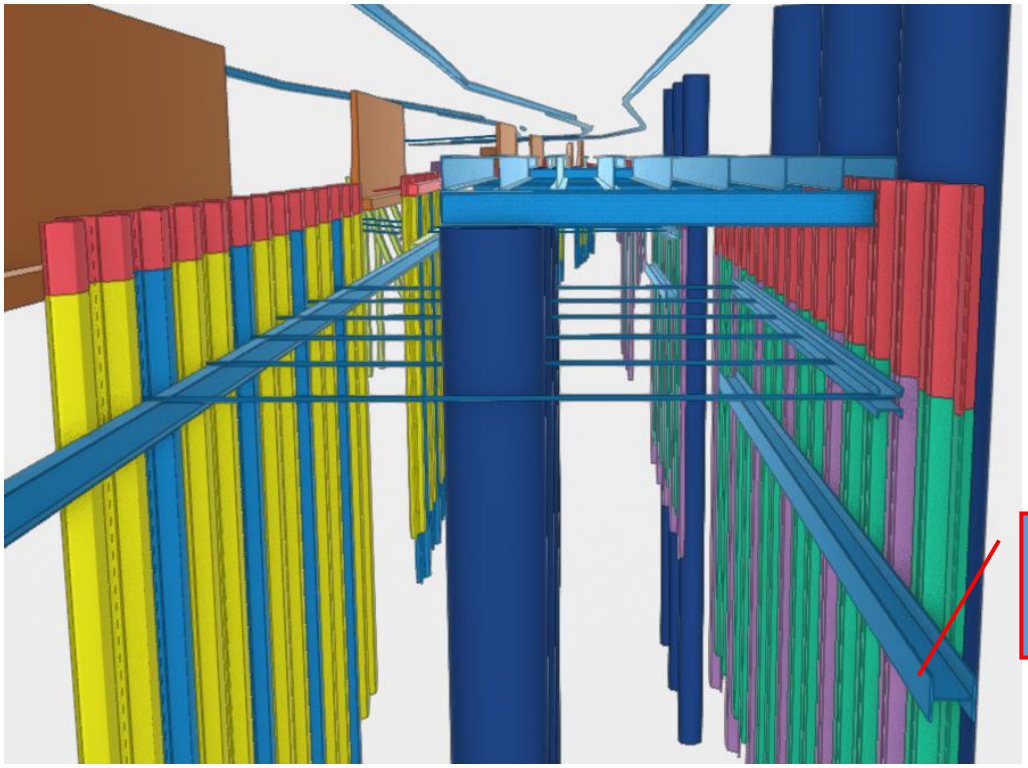
PROFIEL A-B: damwand afbranden op 0,5m- NAP. Steun uit steiger op 1,5m- NAP



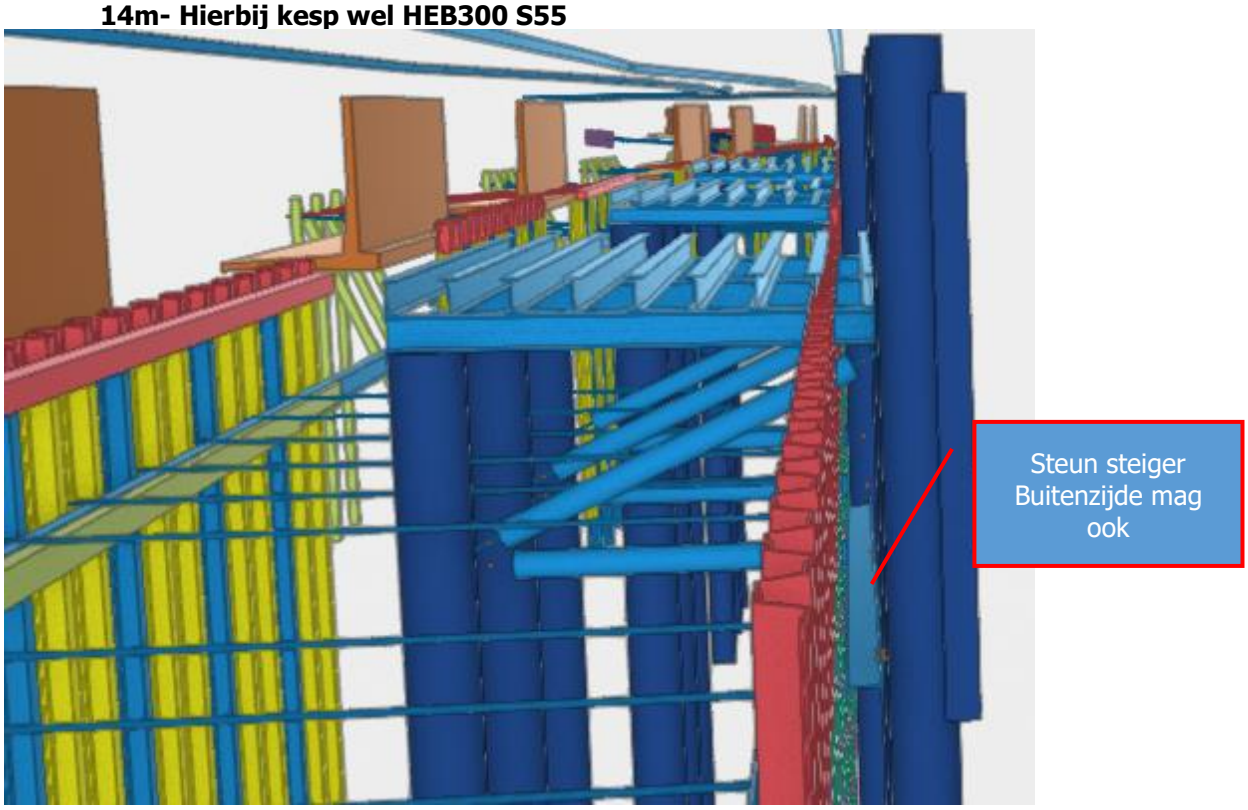
DWARSPROFIEL C-C
Schaal 1:100

PROFIEL C: damwand afbranden op 0,5m- NAP. Steun uit steiger op 1,5m- NAP

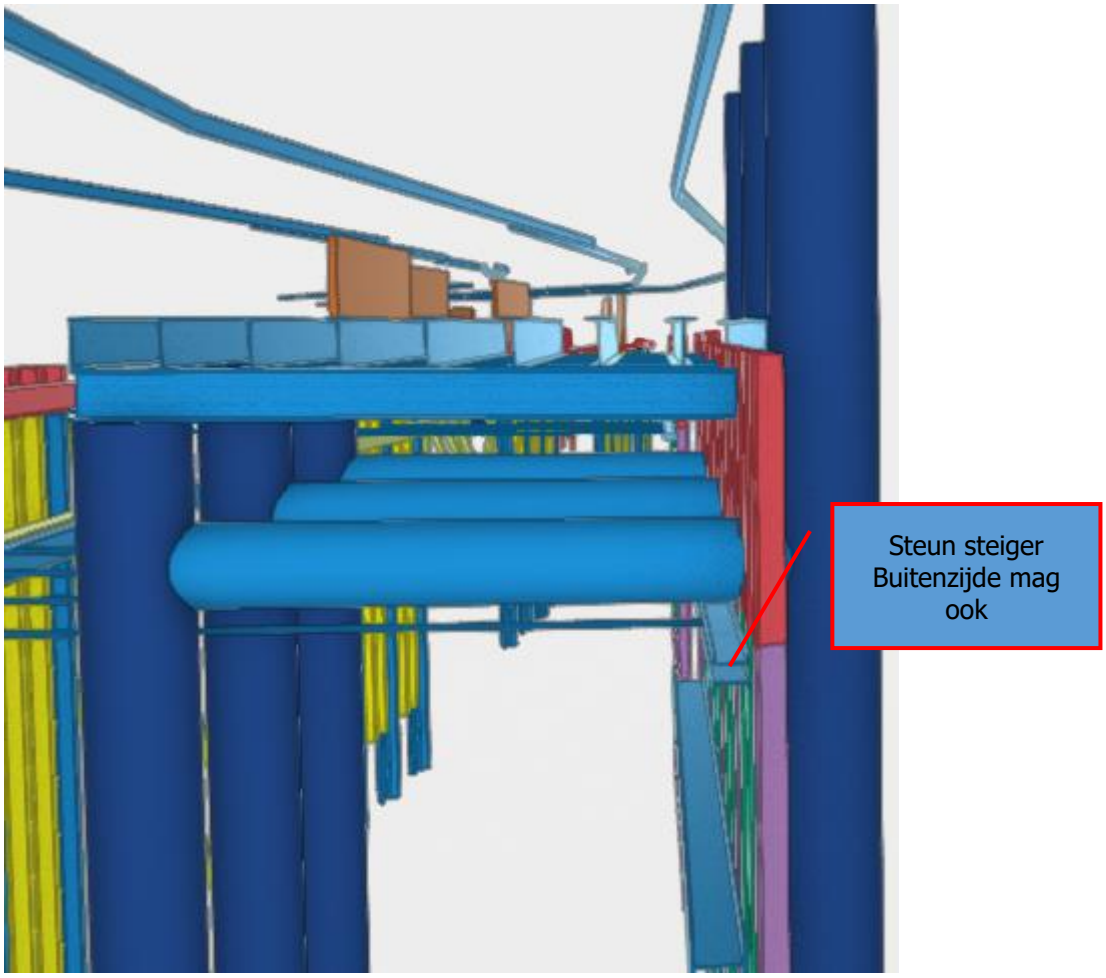
2.3. Opties uitvoering steun uit steiger



1) Steun damwand naar steiger op 1.5m- NAP => gording aan binnenzijde damwand + aan buitenzijde tussen damwand en buispaal uitvullen (beton storten? Staal?) Uit TS-raamwerken volgt voor de situatie **zonder een schoorconstructie** voor palen **914x14.2** naar **12m- en 14m- Hierbij kesp wel HEB300 S55**



2) Steun damwand naar steiger op 1,5m- NAP => gording aan buitenzijde damwand. Uit TS-raamwerken volgt voor de situatie met een **schoorconstructie op 0.5m- NAP** voor palen **508x16 naar 12m- en 14m-**



3) Uit TS-raamwerken volgt voor de situatie met een **buisligger 508x14.2 op 0.5m+ NAP** voor palen **660x14.2 naar 12m- en 14m-**

Na overleg is gekozen voor optie 2

2.4. Bestaande kadeopbouw

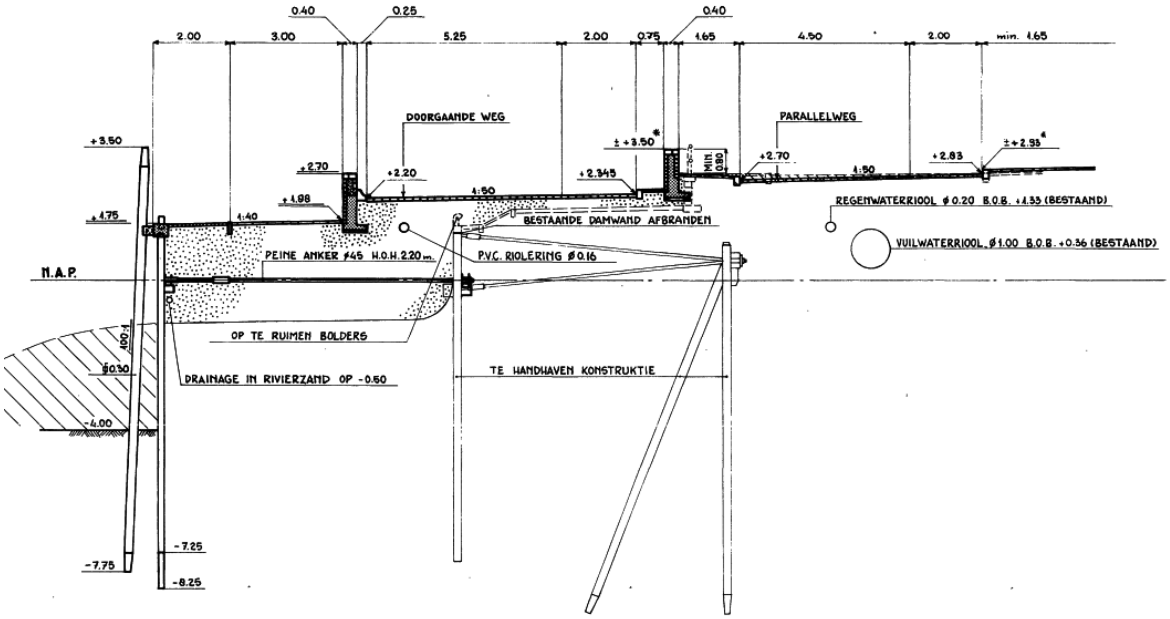
2.4.1. algemeen

In het verleden heeft zich langs de Willem Barentszkade een lichte houten damwand voor een dijklichaam bevonden achter de huidige kade. Tussen 1937 en 1952 is in gedeelten deze wand vervangen voor een stalen damwand (Belval II en Belval Ia), verankerd met een ankerschot dan wel paaljukken hoh 2.7 met een gording.

In beide situaties liggen ankers h.o.h. 900mm. De kade is in gedeeltes aangelegd in de jaren nèt voor en nèt na de oorlog.

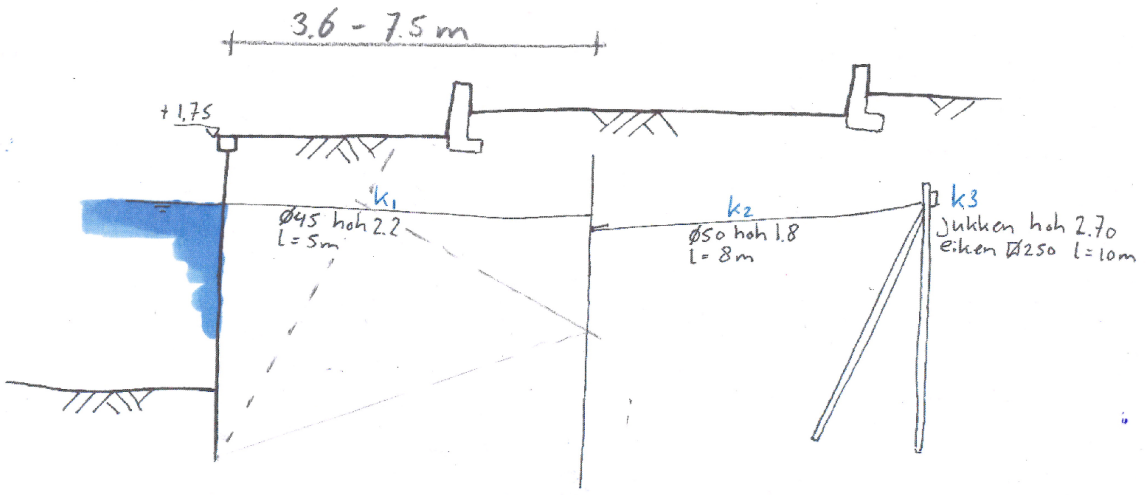
Rond 1980 is een nieuwe damwand BZ 7 (of BZ 155) circa 8 m voor de bestaande kade geplaatst. Hierbij is voor de verankering gebruik gemaakt van de oude kade met haar oude verankering.

Opbouw kade sinds ca. 1981/1982:



2.4.2. Samenvatting en herijking resultaten herberekening [REF 1]

De verankerde damwand langs de Willems Barentszkade is destijds beschouwd volgens het (conform oude tekeningen) aangebrachte systeem in onaangetaste toestand.



onderstaand is de samenvattingstabel voor de bestaande verankering gepresenteerd met de resultaten van 2018



		CC2				CC1			
		Fase 1	Fase 2	Fase 3	Fase 4	Fase 1	Fase 2	Fase 3	Fase 4
	capaciteit	72,6	108	112	157	63,6	96,3	99,6	133
Voorste ankerstang	136,0	0,53	0,79	0,82	1,15	0,47	0,71	0,73	0,98
Achterste anker	204,8	0,35	0,53	0,55	0,77	0,31	0,47	0,49	0,65
Paaljuk + Belval II	100,6	0,72	1,07	1,11	1,56	0,63	0,96	0,99	1,32
Paaljuk + Belval Ia	84,2	0,86	1,28	1,33	1,86	0,76	1,14	1,18	1,58
Ankerschot + Belval II	168,2	0,43	0,64	0,67	0,93	0,38	0,57	0,59	0,79

tabel 1: Resultaten herberekening (2018)

Locatie		Grondsoort	Grondgewicht		Sterkte		Delta	Bedding	
van	tot		γ_{dr}	γ_{sat}	c'	φ	δ	$K_{h;1}$	$k_{h;2}$
1,75	-4,00	Zand, Schoon, matig	19	21	0	32,5	0,67	10000	22500
-4,00	-6,00	Klei, sterk zandig	18	20	0	28,7	0,67	5000	11250
-6,00	-6,75	Zand, Schoon, matig	19	21	0	32,5	0,67	10000	22500
-6,75	-8,50	Klei, schoon, slap	14	14	1	17,5	0,5	2000	4500
-8,50	-11,30	Zand, zwak siltig kleiig	18	20	0	28	0,67	5000	11250
-11,30	-13,00	Klei, Zwak zandig, matig	18	18	5	22,5	0,5	2500	5625
-13,00	-20,00	Zand, Schoon, vast	19	21	0	35	0,67	20000	45000

tabel 2: Bodembeschrijving herberekening (2018)

NOOT: uit de herberekening in par. 4.3.2. volgt dat bij de nieuwe bodemparameters voor de volledig belaste constructie bouwfase 1 de ankerkracht lager wordt: in de notitie van 2018 is gerekend met andere programmatuur waardoor ankerkracht nog 5% hoger was (fase 4). Voor het vergelijk van effect grondparameters is dit nu met identieke programmatuur bepaald.

Profiel:	ULS/SLS (2018)	ULS/SLS (2023)	toelaatbare uc (2018)
Dwarsprofiel A-C	144/105	85.6/57	1.69 > 1.58
Dwarsprofiel B / DKM10:	111/74	82/56	1.35 > 1.32

Hieruit volgt dat bestaande verankering op basis van aangenomen uitgangspunten voor corrosie zou kunnen voldoen. Er wordt dan wel geadviseerd om verankering te inspecteren. De sterkte van de damwand voldoet hierbij echter niet dus damwand dient dan te worden versterkt.

Voor doorsnede DKM 10 geldt dat voor de sterkte van de damwand de steun van de steiger op 1.5m-NAP benodigd is.

NOOT. Na overleg binnen projectorganisatie is besloten om damwand op lager nivo (0,5m- NAP) af te branden waardoor bestaande verankering niet gehandhaafd kan worden.

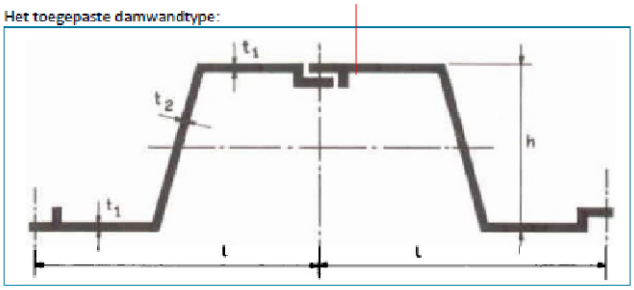
2.5. Materiaalgegevens

2.5.1. staaldiktemetingen

Resultaten diktemetingen 2017:

- Door hogere bodemligging zijn niet alle metingen uitgevoerd.
- Meetresultaten in tabelvorm zijn gegeven in de bijlage voor diverse raaien (hoogte indicatief t.o.v. NAP).
- De gemeten minimumdikte betreft 4,4 mm.
- De gemeten maximale dikte betreft 9,3 mm.
- Met name ter plaatse van de aansluiting met de deksloof zorgt corrosie van de stalen damwand voor een onverzorgde indruk (zie foto).

Het toegepaste damwandtype:



Figuur 4-2: Schetsweergave van een BZ-profielen (conform gegevens Trade ARBED)

Profiel	Sectie	H [mm]	B [mm]	t_1 [mm]	t_2 [mm]	W [cm³/m]	I [cm⁴/m]	Gewicht [kg/m²]	Verfopp. [m²/m]
BZ 350	A/B/C/D/F	500	290	9,5	9,5	1670	24630	131	1,45
BZ 17	E	500	300	10,0	9,5	1670	25080	131	1,47
AZ 18	G	630	380	9,5	9,5	1800	34200	118	1,35
BZ 155	ankers	550	190	8,0	8,0	750	7125	93	1,18

Tabel 4-1: Damwandgegevens van veerinrichting Terschelling.

- De conservering boven de waterlijn zorgt voor een lage materiaalafname.
  Materiaalafname > 1 mm:
  - In de raaien M20 en M40 is de afname 1,5 à 2,5 mm rond bodemniveau.
  - Pleksgewijze afname in de raaien M104, 118 en 139 orde 1,5 à 3,5 mm op variërende plaatsen.
  - Pleksgewijze afname iets over 1 mm (tot 2 mm) variërende locaties;
  - Afname tot 2,5 mm in raai M260.

Advies inspectierapportage:
Gezien de ouderdom (ca. 35 jaar) van de constructie is een afname van ca. 1 mm als 'normaal' te verwachten minimum-corrosie. Voor de gemeten gemiddelde diktes (gem. ca. 7,6 mm) kan worden geconcludeerd dat de corrosiesnelheid overall genomen 'laag' is.
Dit is o.a. te danken aan de conservering. Vergelijk met metingen van 2011 levert hetzelfde beeld: er is geen achteruitgang waarneembaar om op deze basis (in 6 jaar) een corrosiesnelheid te meten.

Het is dan ook geoorloofd om de gebruikelijke corrosiewaarden conform CUR166 aan te houden.

NOOT: indien statistische benadering 5% ondergrens volgens CUR protocol staaldiktebepaling levert nog ca. 10% minder corrosie / extra capaciteit op. Vooreerst niet mee doen.

2.5.2. Staal

Materiaaleigenschappen
De materiaaleigenschappen van de diverse staalsoorten voor constructiestaal worden toegepast volgens NEN-EN 1993-1-1.
Staal: S235

Corrosie damwand:
Bestaande damwand is nu 40 jaar oud.
Constructie wordt ontworpen voor nog 25 jaar levensduur, waardoor totale levensduur damwand 65 jaar is.
Totale gerekende corrosie op basis van bevindingen staaldiktemetingen en CUR166:

- Permanent onder waterzone = 65 x 0.035 +65 x 0.012 = 3.1mm totale corrosie
- In de grond zone = 2x 65 x 0.012 = 1.6mm totale corrosie

Bij toepassing Kathodische bescherming is een langere levensduur haalbaar.

2.5.3. Hout

Materiaaleigenschappen
De materiaaleigenschappen van de diverse sterkteklassen voor hout worden toegepast volgens NEN-EN 1995-1-1 en NEN-EN 338.

Belastingsduurklasse:		§2.3.1.2. Zeer kort bij aanvaring
		§2.3.1.2. Middellang, opgelegde vloerbelastingen
Klimaatklasse	III	§2.3.1.3. Relatieve vochtigheid hoger dan 85%
	k_{mod}	0,90 (aanvaring, klasse III en buiging tabel 3.1)
	k_{mod}	0,65 (middellang, klasse III en buiging tabel 3.1)
	γ_m	1,0 (gezaagd hout, buitengewone combinaties)
	γ_m	1,3 (gezaagd hout, zie ook art 3.2 punt (3))
Azobé	D70	

$$f_{u;d} = f_{rep} \times k_{mod} \times k_h/\gamma_m \qquad E_d = E_{mean}\,\gamma_m$$

Zeer korte belasting / aanvaring

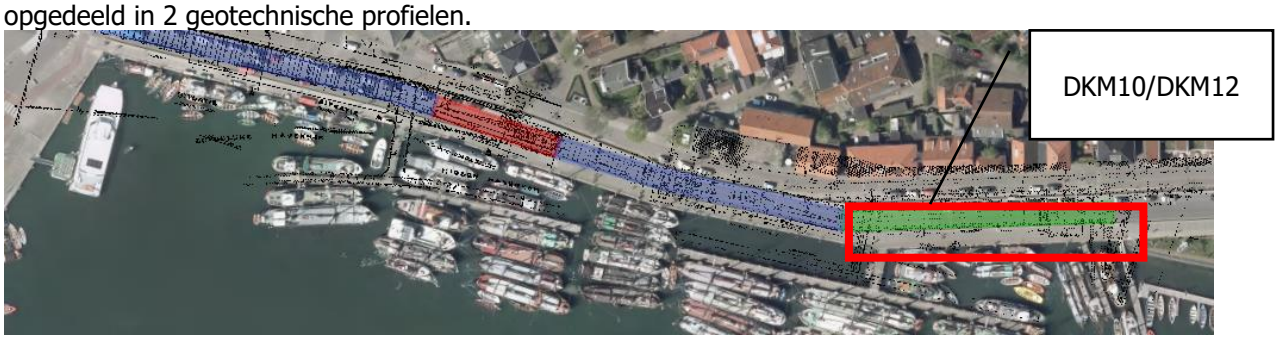
	Representatief		Rekenwaarde	
Buigsterkte	$f_{m;k}$	$70\ N/mm^2$	$f_{m;d}$	$63{,}0\ N/mm^2$
Treksterkte	$f_{t;0;k}$	$42\ N/mm^2$	$f_{t;0;d}$	$31{,}5\ N/mm^2$
Druksterkte volgens verzelrichting	$f_{c;0;k}$	$34\ N/mm^2$	$f_{c;0;d}$	$30{,}6\ N/mm^2$
Paneel afschuifsterkte	$f_{v;0;k}$	$5{,}0\ N/mm^2$	$f_{v;0;d}$	$4{,}5\ N/mm^2$
Elasticiteitsmodulus	E_k	$20000\ N/mm^2$	E_d	$15385\ N/mm^2$

Middellang belasting / opgelegde vloerbelasting

	Representatief		Rekenwaarde	
Buigsterkte	$f_{m;k}$	$70\ N/mm^2$	$f_{m;d}$	$35{,}0\ N/mm^2$
Treksterkte	$f_{t;0;k}$	$42\ N/mm^2$	$f_{t;0;d}$	$17{,}8\ N/mm^2$
Druksterkte volgens verzelrichting	$f_{c;0;k}$	$34\ N/mm^2$	$f_{c;0;d}$	$17{,}0\ N/mm^2$
Paneel afschuifsterkte	$f_{v;0;k}$	$5{,}0\ N/mm^2$	$f_{v;0;d}$	$2{,}5\ N/mm^2$
Elasticiteitsmodulus	E_k	$20000\ N/mm^2$	E_d	$15385\ N/mm^2$

2.5.4. Grond

Op basis van het grondonderzoek, zijn in combinatie met tabel 2.b. van NEN-EN 1997 en de uitgevoerde triaxiaalproeven op de klei, en siltige zandlagen onderstaande maatgevende bodembeschrijvingen opgesteld. Gezien het feit dat sondering 10 sterk afwijkt, is het project is opgedeeld in 2 geotechnische profielen.



figuur 3: Locatie geotechnische profielen

Locatie		Grondsoort	Grondgewicht		Sterkte		Delta	Bedding	
van	tot		γ_{dr}	γ_{sat}	c'	φ	δ	$K_{h;1}$	$k_{h;2}$
2,50	1,50	Zand, Schoon, matig	19	19	0	35	0,67	10000	22500
1,50	-0,50	Zand, zwak siltig kleiig	19	19	0	32.8*[2](27,5)	0,67	4000	9000
-0,50	-1,50	Klei, zwak humeus, matig	16*(15)	16*(15)	2.3*(2)	22.3*[1](17,5)	0,50	2000	4500
-1,50	-3,50	Zand, Schoon, matig	19	19	0	35*[3](32,5)	0,67	10000	22500
-3,50	-6,00	Zand, sterk siltig kleiig	18	18	0	32.8*[2](25)	0,67	3000	6750
-6,00	-8,00	Zand, Schoon, matig	19	19	0	35	0,67	10000	22500
-8,00	-10,50	Zand, zwak siltig kleiig	19	19	0	32.8*[2](27,5)	0,67	4000	9000
-10,50	------	Zand, Schoon, vast	19	21	0	40	0,67	20000	45000

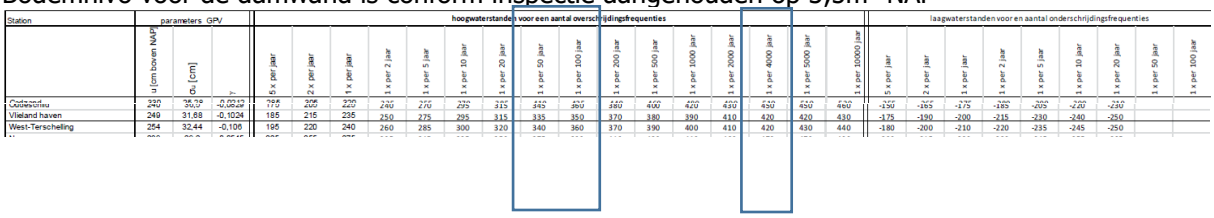
tabel 3: Bodembeschrijving (DKM6)

Locatie		Grondsoort	Grondgewicht		Sterkte		Delta	Bedding	
van	tot		γ_{dr}	γ_{sat}	c'	φ	δ	$K_{h;1}$	$k_{h;2}$
2,50	-0,50	Zand, Schoon, matig	19	19	0	35	0,67	10000	22500
-0,50	-3,00	Zand, los	19	19	0	32.8	0,67	6000	13500
-3,00	-5,00	Klei, zwak humeus, slap	16*(13)	16*(13)	2.3*(0)	22.3*[1] (15)	0,50	2000	4500
-5,00	-6,00	Zand, sterk siltig kleiig	18	18	0	32.8*[2](25)	0,67	3000	6750
-6,00	-9,00	Zand, Schoon, matig	19	19	0	35	0,67	10000	22500
-9,00	-10,50	Zand, zwak siltig kleiig	19	19	0	32.8*[2](27,5)	0,67	4000	9000
-10,50	------	Zand, Schoon, vast	19	21	0	40	0,67	20000	45000

tabel 4: Bodembeschrijving (DKM10-DKM12)

2.5.5. Bodemnivo

Bodemnivo voor de damwand is conform inspectie aangehouden op 3,5m- NAP



2.5.6. Waterstanden

De waterstand van het oppervlaktewater varieert door eb en vloed.

- Gemiddeld springtij-hoogwaterstand: NAP +0,94 m;
- **Gemiddeld springtij-laagwaterstand: NAP -1,14 m;**
- Waterstand 1x per jaar: NAP -2,10 m.
- **Waterstand 1x per 20 jaar: NAP -2,50 m.**
- Laagst gemeten waarden: NAP -2,85 m*.

Zeespiegelstijging wordt geacht geen maatgevend effect te hebben.

2.5.7. grondwaterstroming

Uit peilbuizen volgt dat gws varieert van

- 1,15-NAP -
- 1,50+ NAP vlak achter damwand
- 1,80+ NAP op 20m achter damwand

Randvoorwaarde hierbij is ontwatering achter kade conform bestaand.

4.6.3 Grondwaterstromingen in goed doorlatende grond

Wanneer een damwand in een doorlatende laag wordt geplaatst en grondwaterstroming onder de damwand voorkomt, leidt dit tot verticale stromingsdrukken op de korrels, waardoor de effectieve spanningen worden beïnvloed. Aan de zijde van de wateroverdruk worden deze spanningen hoger; aan de andere zijde van de damwand verminderen ze. Daartegenover staat een vermindering van de waterdruk van de overdrukzijde en een toename aan de andere zijde.
In het geval van homogene grond kan worden volstaan met de volgende benaderingsmethode van figuur 4.53. Hierbij is:

$$i_a = \frac{0{,}7\,\Delta H_{w;d}}{d_2 + \sqrt{d_1 d_2}}$$

$$i_p = \frac{0{,}7\,\Delta H_{w;d}}{d_1 + \sqrt{d_1 d_2}}$$

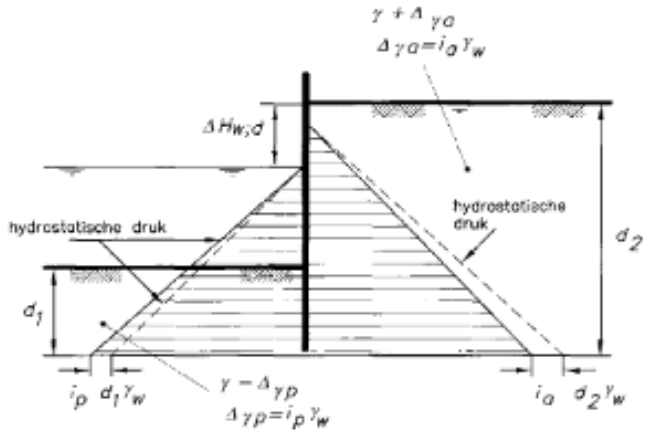


Fig. 4.53. Vereenvoudigde benaderingsmethode voor belastingen door grondwaterstromingen.

ΔH_{wd}	= 1,5m+ - - 1,14m	= 2.64m
D_2	= 8,25m- NAP – 1,5m- NAP	= 6.75m
D_1	= 8,25m- NAP – 3,5m- NAP	= 4.75m
i_a	= 0.15 * 6.75m * 10	= +10kN/m^1
i_p	= 0.18 * 4,75m * 10	= -8.6kN/m^1

3. Belastingen

3.1. Partiële factoren

Bij het bepalen van de constructieve veiligheid is de veiligheidsklasse / gevolgklasse van belang. Conform CUR-166 en NEN-EN 1990 worden de volgende 3 veiligheidsklassen beschouwd (*uit*: *CUR-166):*

- RC1: geringe gevolgen ten aanzien van het verlies van mensenlevens en/of kleine of verwaarloosbare economische of sociale gevolgen of gevolgen voor de omgeving. *Bijvoorbeeld een ondiepe bouwput (een-laags kelder) en een kademuur met een beperkte kerende hoogte (max. 5 m)*;
- RC2: middelmatige gevolgen ten aanzien van het verlies van mensenlevens en/of aanzienlijke economische of sociale gevolgen of gevolgen voor de omgeving. *Bijvoorbeeld een diepe bouwput (twee of meer bouwlagen) in binnenstedelijk gebied, een damwand langs een binnenwater en een kadewand van een zeehaven met een grote kerende hoogte (> 5 m)*;
- **RC3: grote gevolgen ten aanzien van het verlies van mensenlevens (enkele tientallen) en/of zeer grote economische of sociale gevolgen voor de omgeving. *Bijvoorbeeld bij bijzondere constructies en (damwanden in) een primaire waterkering.****

**damwand bevindt zich niet in een primaire waterkering. West-Terschelling ligt buitendijks en op veilige hoogte boven NAP.*



Gezien het belang van de achterliggende weg is damwand ingedeeld in RC3.

Gevolgklasse	CC2/RC2 (NEN8700 verbouw)	=> β = 3,1
Gevolgklasse	**CC3/RC3 (NEN8700 verbouw)**	**=> β = 3,6**
Gevolgklasse	CC1/RC1 (NEN1990 nieuwbouw)	=> β = 3,3
Gevolgklasse	**CC2/RC2 (NEN1990 nieuwbouw)**	**=> β = 3,8****

**conservatief gekozen*

CUR 166	$\gamma_{f;a} = 1{,}1$	Ankerschot, gording en grond
	$\gamma_{f;a} = 1{,}25$	Stempels

3.2. Permanente belastingen

3.2.1. Soortelijke gewichten

Staal	γ_{staal} $78{,}5\ kN/m^3$
Stortsteen	γ_{beton} $24\ kN/m^3$ => reken 0.3x24 – 0.3x18 = 1.8kN/m^2 extra t.o.v. zand

3.2.2. Grond- en waterdruk

Grondwater zoet	γ_{water} $9.81\ kN/m^3$
Grondwater zout	γ_{water} $10.24\ kN/m^3$ => maatgevend

3.3. Veranderlijke belastingen

3.3.1. Terreinbelasting

Veranderlijke belasting op de kade wordt in drieën opgedeeld:

Promenade / voetpad	5 kN/m²
Rijbaan	20 kN/m²
Parallelweg	10 kN/m²

3.4. Verplaatsingen

3.4.1. Horizontaal

Conform CUR 166:

- Vervorming max. 50mm

4. Controle bestaande damwand

4.1. Algemeen

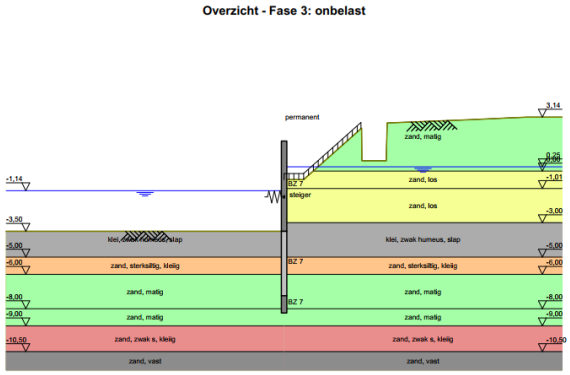
De damwand is doorgerekend in D-sheet, waarvan de in- en uitvoer als bijlage A en B bij deze berekening is gevoegd.

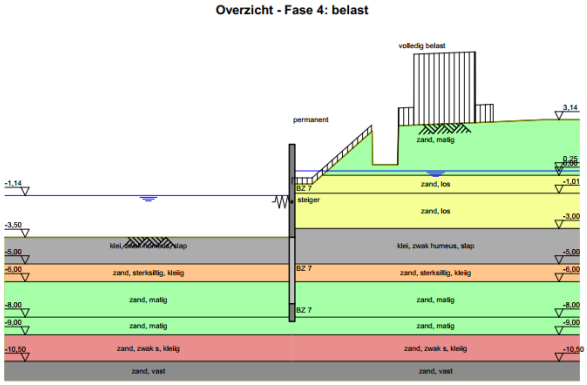
Damwand

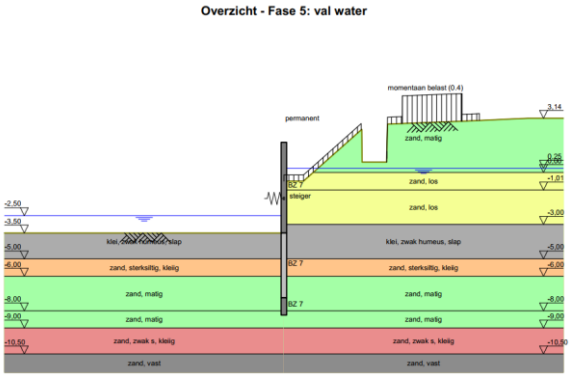
Type	BZ7
Staalkwaliteit	S355
Kop niveau	1,50 m- NAP
Inhei niveau	8,25 m- NAP / 7,25m- gestaffeld
Ankernivo	1,50m-
Lengte	6,75 m

4.2. Schematisering/fasering

Voor de berekening van de damwand is de volgende geometrie aangehouden:







In het model is de steun uit de steigerpaal gemodelleerd door een horizontale veer op 1,50m- NAP in te voeren. In het model is de veerwaarde van de steun gevarieerd om de maximale en minimale veerwaarde te bepalen.

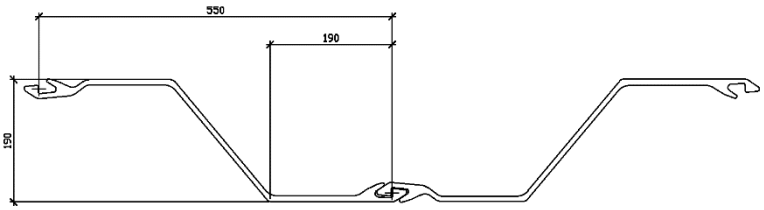
Er zijn 2 situaties beschouwd

- Minimaal benodigde stijfheid om verplaatsing damwand te laten voldoen t.b.v. variant alternatieve verankering
- Maximale stijfheid om maximale belasting op verankering te bepalen t.b.v. variant alternatieve verankering. Dit is ook maatgevend voor sterkte damwand.

4.3. Berekening damwand

4.3.1. Gegevens

De damwand wordt getoetst conform NEN-EN 1993-5 en CUR 166.
Damwand BZ 7



t_f	= 8,0 mm
W_{el}	= 760 cm³/m
I_{el}	= 7170 cm⁴/m
Gewicht	= 51 kg/m
Opp.	= 2,35 m²/m
M_{Rd}	$= 760 \cdot 240 \cdot 10^{-3} \approx 182\ kNm$ (ongecorrodeerd)

Profielklasse gecorrodeerd 50% NEN-EN 1993-5 §5.2

ε	$\sqrt{\frac{165}{240}} = 0{,}82$	$\sqrt{\frac{200}{240}} = 0{,}91$
Klasse	3 $\frac{b}{t_f}/\varepsilon = \frac{380}{6.4}/0{,}82 = 49 \leq 49$	$\frac{b}{t_f}/\varepsilon = \frac{380}{7.2}/0{,}91 = 49 \leq 49$
M_{Rd}	$= 760 \cdot 165 \cdot 10^{-3} \approx 125\ kNm$	$= 760 \cdot 200 \cdot 10^{-3} \approx 152\ kNm$

Corrosiefactor onder water		Corrosiefactor in de grond	
Wand dikte	8,0 mm	Wanddikte	8,0 mm
Corrosie	3,1 mm	Corrosie	1,6 mm
Factor	$\frac{8{,}0-3{,}1}{8{,}0} = 0{,}61$	Factor	$\frac{8{,}0-1{,}6}{8{,}0} = 0{,}8$
$M_{Rd;50jr}$	$= 125\ kNm\ x\ 0.61 = 76kNm$	$M_{Rd;50jr}$	$= 152\ kNm\ x\ 0.8 = 121kNm$

NOOT: indien statistische benadering 5% ondergrens volgens CUR protocol staaldiktebepaling levert nog ca. 10% minder corrosie / extra capaciteit op. Vooreerst niet mee doen.

4.3.2. Snedekrachten damwand

Uit de berekeningen in bijlage A en B volgt voor de damwand:

snede	Bouwfase	Inheinivo	Optredend				Toelaatbaar		Toets
			UGT				UGT	BGT	
			$M_{optr;max}$	$F_{anker/axiaal\ perm/var}$	$u_{max/0.2}$	Stab	M_{toel}	u_{max}	
		t.o.v. NAP	kNm	kN/m	mm		kNm	mm	
verankerd 4000kN/m¹	5-drsn A-C	8.25-	49	84,6 61/9.5	48	1.47	76/121	50	OK
verankerd 4000kN/m¹	5 drsn B	8.25-	52	90.9 64/11.7	50	1.45	76/121	50	OK
verankerd 8000kN/m¹	5 drsn A-C	8.25-	50	84.3 72.2/6.4	40	1.63	76/121	50	OK
verankerd 8000kN/m¹	5 drsn B	8.25-	53	98.6 75/7	40	1.45	76/121	50	OK

tabel 5: Resultaten DKM 6 / overige sonderingen en anker op 1,5m- NAP

snede	Bouwfase	Inheinivo	Optredend				Toelaatbaar		Toets
			UGT				UGT	BGT	
			$M_{optr;max}$	$F_{anker/axiaal\ perm/var}$	$u_{max/0.2}$	Stab	M_{toel}	u_{max}	
		t.o.v. NAP	kNm	kN/m	mm		kNm	mm	
verankerd 3500kN/m¹	5 drsn A-C	8.25-	67	97 62.6/18.5	50	1.53	76/121	50	OK
verankerd 3500kN/m¹	5 drsn B	8.25-	74.7	103 65.2/20.6	50	1.37	76/121	50	OK
verankerd 3500kN/m¹	5 drsn A-C	8.25-	68	74 72/14.4	42	1.38	76/121	50	OK
verankerd 3500kN/m¹	5 drsn B	8.25-	74.8	108.3 74/15.5	42	1.37	76/121	50	OK

tabel 6: Resultaten DKM10-12 en anker op 1,5m- NAP

4.4. Conclusie damwand

De damwand wordt gecontroleerd conform NEN-EN 1993 (sterkte), NEN9997 en CUR166 (snedekrachten/doorbuiging).

4.4.1. Bepalen ankernivo's

Uit de berekening volgt dat een talud aangrijpend op 0,2m+ NAP bij alle sonderingen voldoet. Voor de sterkte van het damwandprofiel op einde levensduur is een stempelnivo van 1,5m- NAP benodigd waarbij de situatie val water maatgevend is.

4.4.2. Damwand door steiger

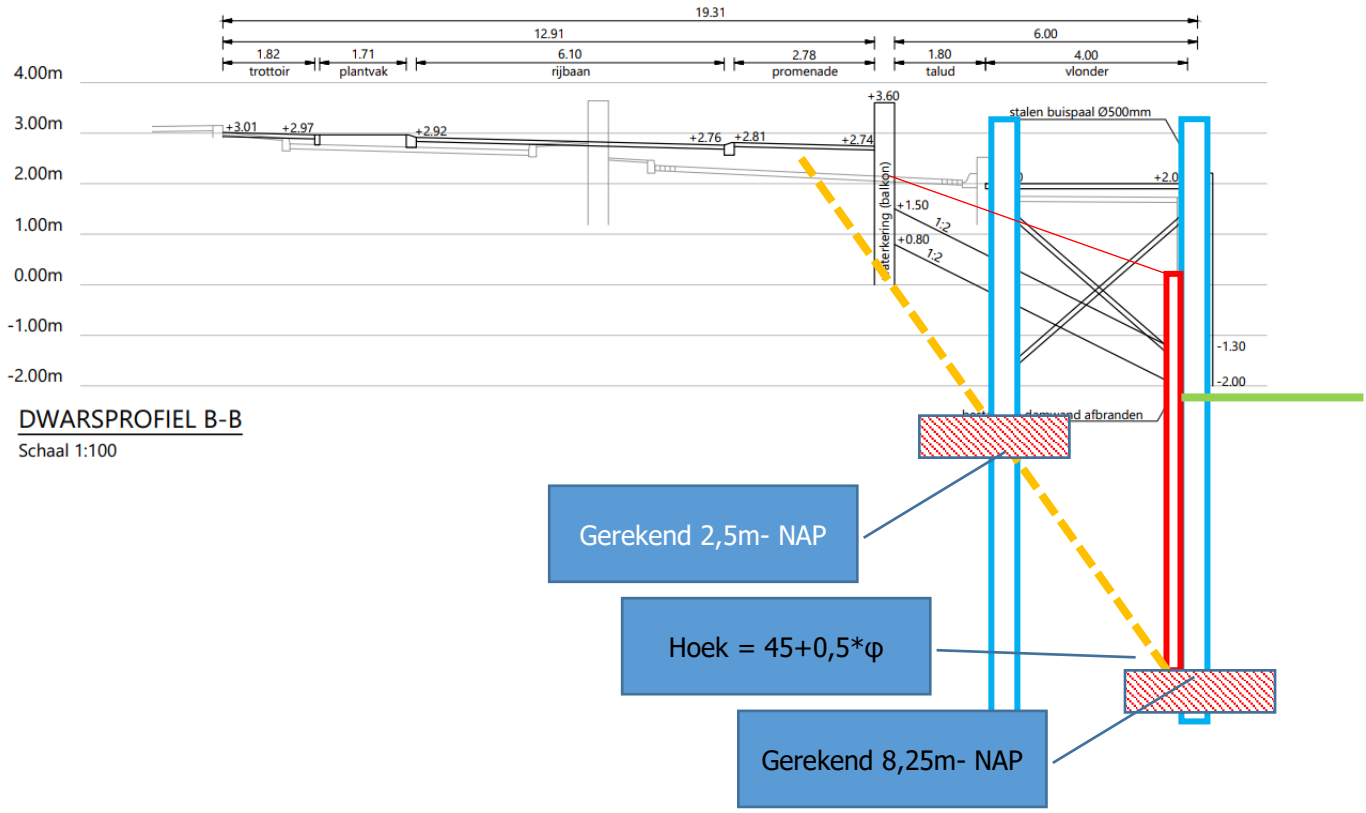
Doorbuiging	$\delta = 50\ mm$	
Maximaal	$\delta_{\max} = 50mm$	
Toets	$\frac{50}{50} = 1.0 \leq 1{,}0$	voldoet
Moment	$M_{Ed} = 74.8\ kNm$	
Weerstand	$M_{Rd} = 76\ kNm$	
Toets	$\frac{74{,}8}{76} = 0.98 \leq 1.0$	Acceptabel voor situatie val water

Zie tabel 3 en 4 voor randvoorwaarden stijfheid steun uit steiger voor sterkte damwand

5. Steigerontwerp

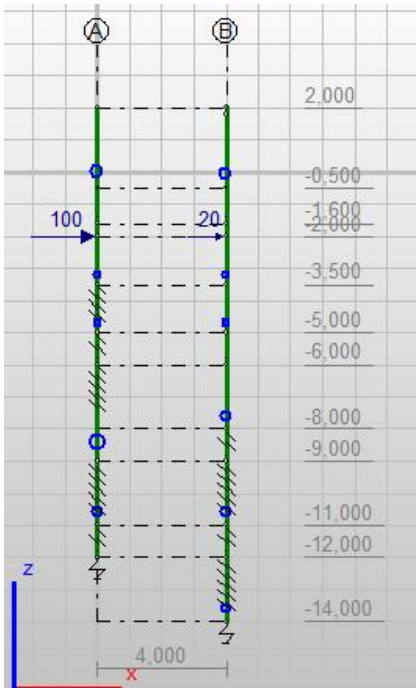
5.1.1. Geometrie juk

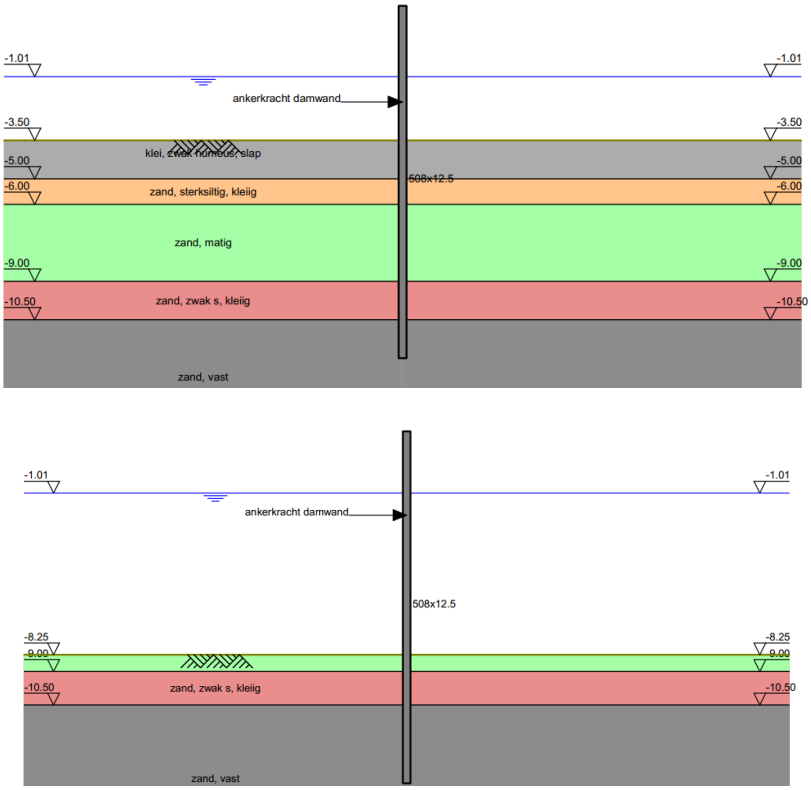
Voor de berekening van het steigerjuk is onderstaande geometrie aangehouden. Maatgevend is eerst DKM10.



5.1.2. beddingen

Het steigerjuk is in TS-raamwerken ingevoerd met verende beddingen tegen de palen.
De veren zijn gefit door middel van een D-single pile berekening (Menard / Brinch Hansen) van een vrijstaande paal. Beddingen in TS-raamwerken zijn aangepast om tot eenzelfde verplaatsing en moment te komen zoals in D-single pile berekend.





5.1.3. stijfheid juk

De minimale stijfheid voor het laten voldoen van de damwand is 3500kN/m^1. De schematisatie van het juk is ondergrens gekozen. Er wordt een variatiecoëfficiënt van √2 gehanteerd op de minimale bedding wat dus voor de steiger in een minimale stijfheid van 3500 x √2 = **4950kN/m^1** resulteert
Stijfheid juk wordt gecontroleerd op sterkte gecontroleerd door belasting 8000kN/m^1 met 4.4m^1 belasting op de paal te zetten.

Voor een juk h.o.h. 4,4m geldt dan:	Fg = 74 kN/m^1 x 4.4m	= 326kN
	Fq = 15.5kN/m^1 x 4.4m	= 68.2kN
		= **395kN**

Uit TS-raamwerken volgt voor de situatie met een **schoorconstructie op 0.5m- NAP** voor palen **508x20** een veerwaarde van 326kN / 0,066m = 4940kN/m^1 > 4950kN/m^1 **OK**

Uit TS-raamwerken volgt voor de situatie met een **buisligger 508x14.2 op 0.5m+ NAP** voor palen **660x14.2** een veerwaarde van 326kN / 0,056m = 5820kN/m^1 > 5650kN/m^1 **OK**

Uit TS-raamwerken volgt voor de situatie **zonder een schoorconstructie** voor palen **914x14.2** een veerwaarde van 326kN / 0,055m = 5920kNm^1 > 5650kN/m^1 **OK**
Hierbij kesp wel HEB300 S55

5.1.4. Sterkte juk buisligger

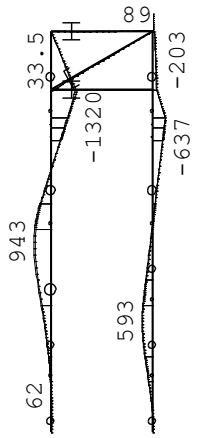
Vanwege onzekerheidsmarge in stijfheid paal juk wordt het juk eerst op de maatgevende ankerkracht behorende bij een veerwaarde van 8000kN/m[1] getoetst. Een stijvere veerwaarde is niet maatgevend voor sterkte damwand, maar levert wel hogere ankerkrachten op

Voor een juk h.o.h. 4,4m geldt dan:	Fg = 74 kN/m[1] x 4.4m	= 326kN
	Fq = 15.5kN/m[1] x 4.4m	= 68.2kN
		= **395kN**

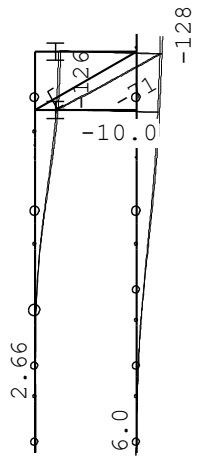
Steiger wordt verder berekend op:	eigen gewicht	= 1,5kN/m^2
	Variabele belasting	= 5kN/m^2
	Bolderkracht recreatievaart	= 40kN
	Aanvaring (zie 4.5.7.)	= 385kN

Uit de TS berekening volgt:

MOMENTEN 2e orde Fundamentele combinatie



VERPLAATSINGEN 2e orde [mm] Karakteristieke combinatie



TOETSING SPANNINGEN

Staaf	P/M nr.	BC	Sit	Kl	Plaats	Norm	Artikel	Formule	Hoogste toetsing U.C.	[N/mm^2]	Opm.
6	2	5	1	1	Begin	EN3-1-1	6.2.10	(6.31)	0.751	267	47
12	2	4	1	1	Staaf	EN3-1-1	6.3.3	(6.61)	0.135	48	47
13	2	4	1	1	Begin	EN3-1-1	6.2.10	(6.31)	0.020	7	47
18	1	3	1	3	Staaf	EN3-1-1	6.3.3	(6.62)	0.382	136	46,47
19	3	4	1	1	Begin	EN3-1-1	6.2.1	(6.2)	0.901	320	76
20	1	1	1	1	Begin	EN3-1-1	6.2.1(6)	N+D	0.093	33	
22-5	2	5	1	1	Einde	EN3-1-1	6.2.10	(6.31)	0.783	278	
23-11	2	5	1	1	Staaf	EN3-1-1	6.3.3	(6.61)	0.440	156	47
25	2	4	1	1	Einde	EN3-1-1	6.2.1(6)	N+D	0.046	16	

5.1.5. Verticaal draagvermogen

O = 2.07m paal 508x20naar 14m- / 14m-

-296kN trek 14m- NAP tot 3,5m- NAP = (2mx15x10x10^3 + 2mx10x10^3 + 6.5mx5x10^3) x 1.59m x 0.004 / (1.39*1,1 var trek) / 1.2 = 285kN + Grond in paal: 0.20m2 x 8kN/m^3 x 14m x 0.9 = 20kN + 285kN = 305kN > 296kN OK

440kN druk 14m- NAP tot 8m- NAP = (2x15x10^3 + 2x10x10^3 + 2x5x10^3) x 1.59m x 0.006 / 1.39 / 1.2 = 343kN x 2 zijde + punt = ca. 700kN voldoet ruimschoots

5.1.6. Gording

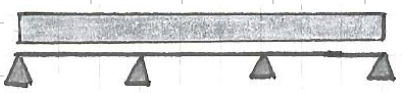
Berekening Gording

Invoergegevens

Type gording	HE 320 B	[type]		Belasting			
staalkwaliteit	S355	[type]			q_a	108,3	[kN/m]
I_y	308200000	[mm⁴]			q_{BGT}	76,0	[kN/m]
$W_{y,el}$	1926000	[mm³]			γ_{anker}	1,1	[factor]
$W_{y,pl}$	2149000	[mm³]		Levensduur			
t_f	20,5				jaar	25	[jaar]
L	4,40	[m]			corrosie	0,035	[mm/jaar]

Toets benodigde sterkte

Moment



$M_d = \frac{1}{10} \cdot q_a \cdot l^2 \cdot \gamma$	230,63568	[kNm]	
$M_{Rd} = \sigma \cdot W_{y,el}$	683,7	[kNm]	
$M_{Rd,corrosie}$			
$\frac{t_f - corrosie}{t_f}$	0,91	[factor]	
$M_{Rd,corrosie}$	625,4	[kNm]	
Toets			
$uc = \frac{M_d}{M_{Rd,corrosie}} =$	0,37	[-]	**Voldoet**

Toets doorbuiging

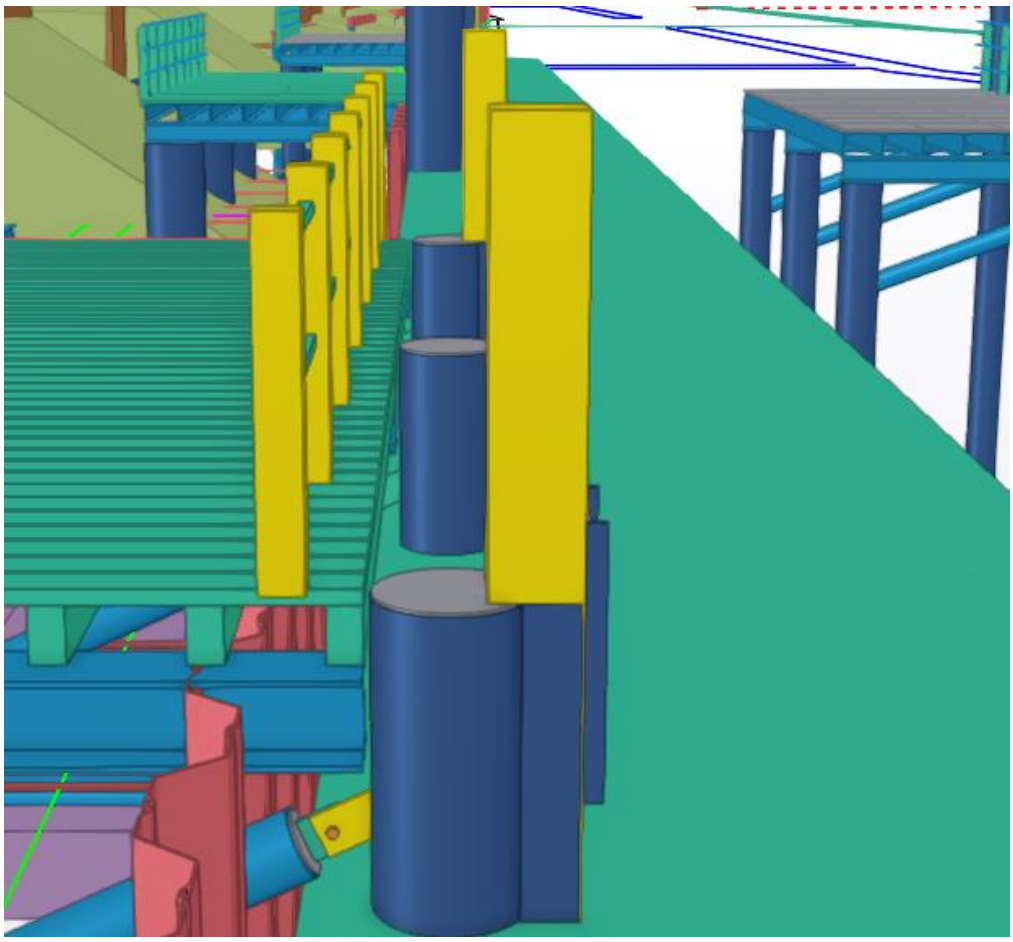
$\delta = \frac{q_{BGT} \cdot L^4}{185 \cdot E \cdot I_y} =$	2,38	[mm]	
δ_{max}	22	[mm]	
Toets uc:	0,11	[-]	**Voldoet**

Toets ankeruitval

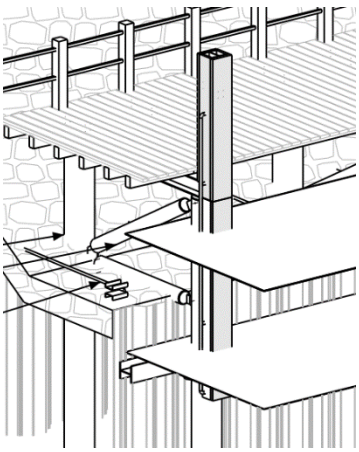
$M = \frac{1}{10} \cdot q_{BGT} \cdot (2 \cdot l)^2 \cdot \gamma =$	647,40	[kNm]	
$M_{Rd} = \sigma \cdot W_{y,pl} \cdot corrosie =$	697,77	[kNm]	
Toets	0,93	[-]	**Voldoet**

5.1.7. Aanvaring op steiger

Aanvaarkracht = ca. 385kN met bovengrens waarden stijfheid
=> (conservatief hoge conusweerstanden)



385kN x 1,30m = **500kNm**



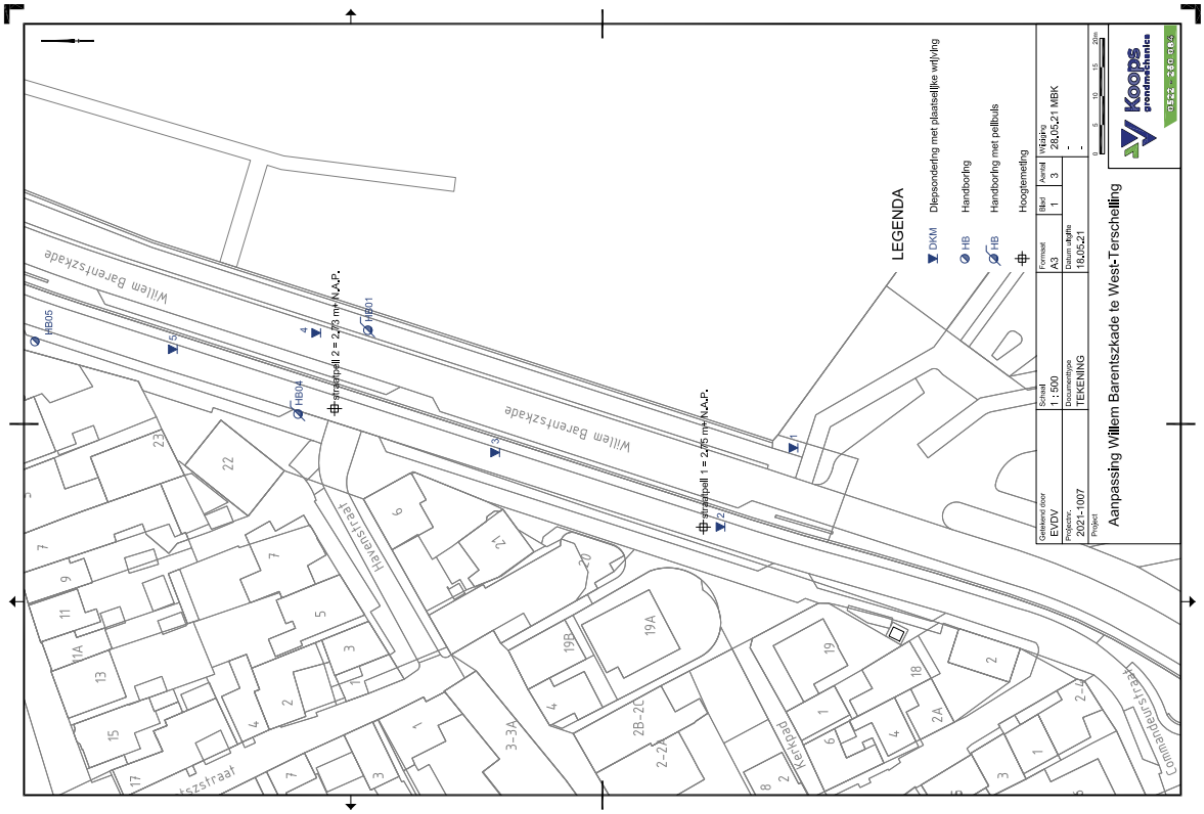
Wx = **300x300** = 4500cm^3
M_u = 4500cm^3 x 63N/mm^2 = 283.5kNm
V_u = 300^2 x 4.5N/mm^2 = 405kN
UC = 500/283 + 0.7*(385/405) = **2.43**

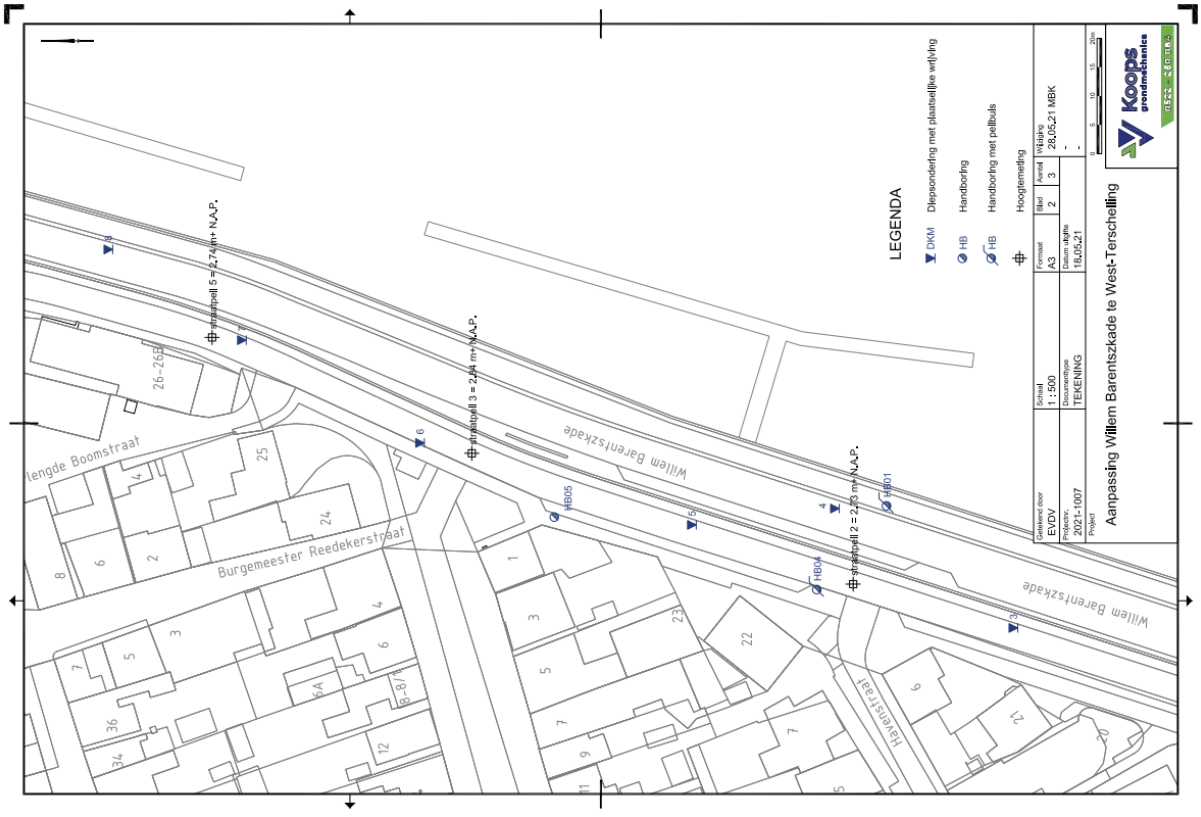
Wx = **400x400** = 10666cm^3
M_u = 10666cm^3 x 63N/mm^2 = 672kNm
V_u = 400^2 x 4.5N/mm^2 = 720kN
UC = 500/672 + 0.7*(385/720) = **1.12**

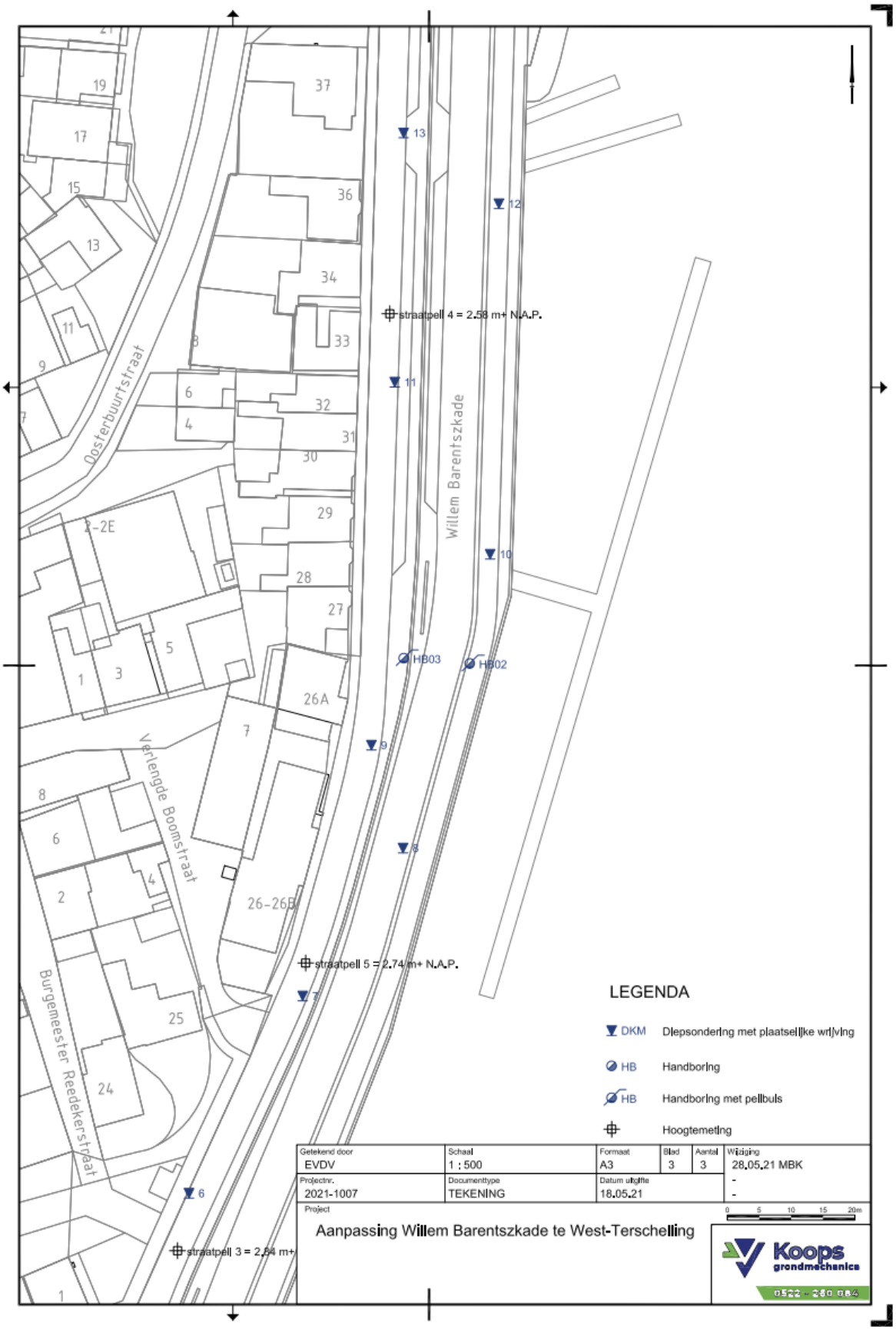
HEB300 => Mu = 1869cm3 x 355 = 663kNm > 500kNm
Volledig omkleden met hout (hergebruikt basralocus).

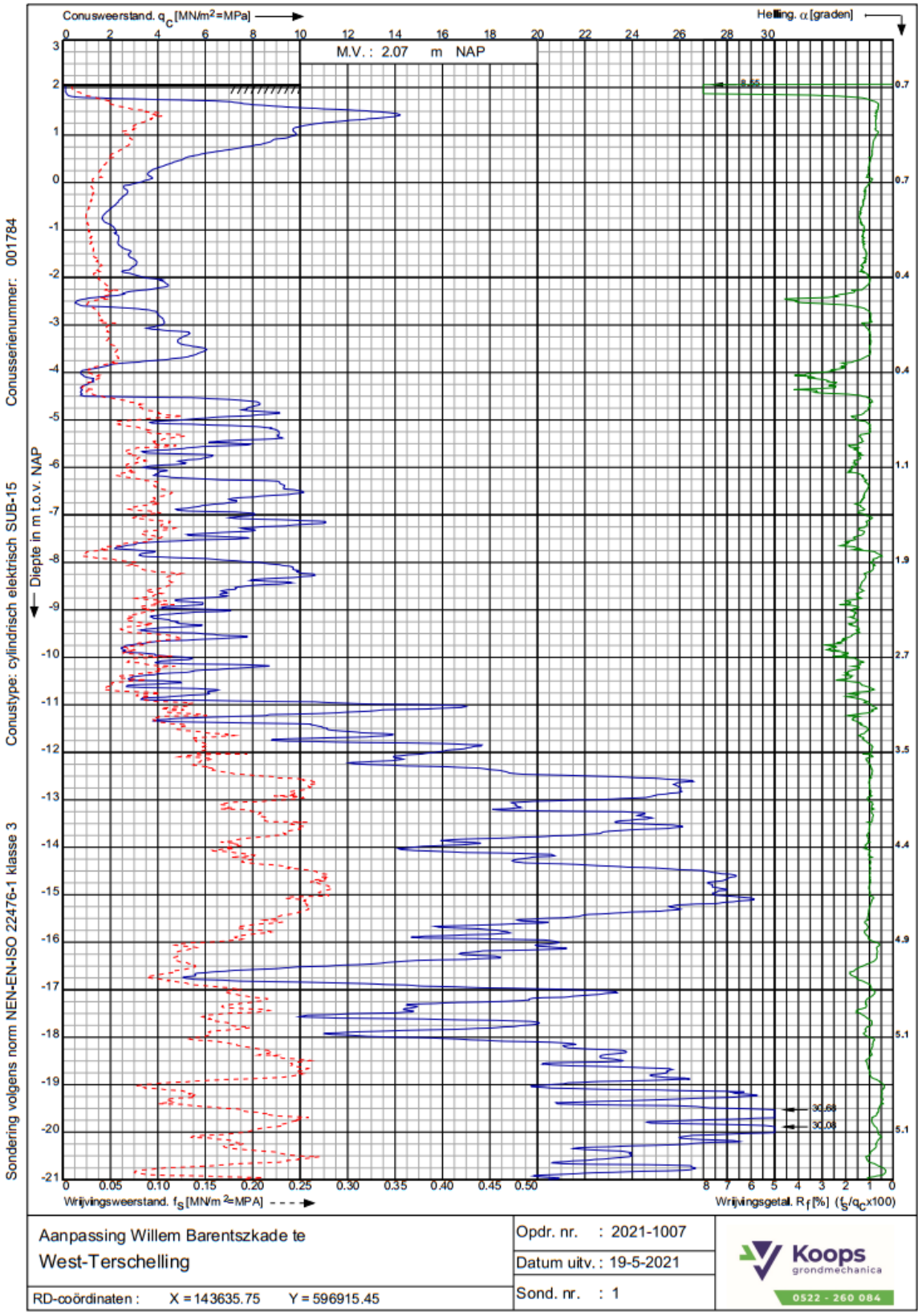
Bijlagen

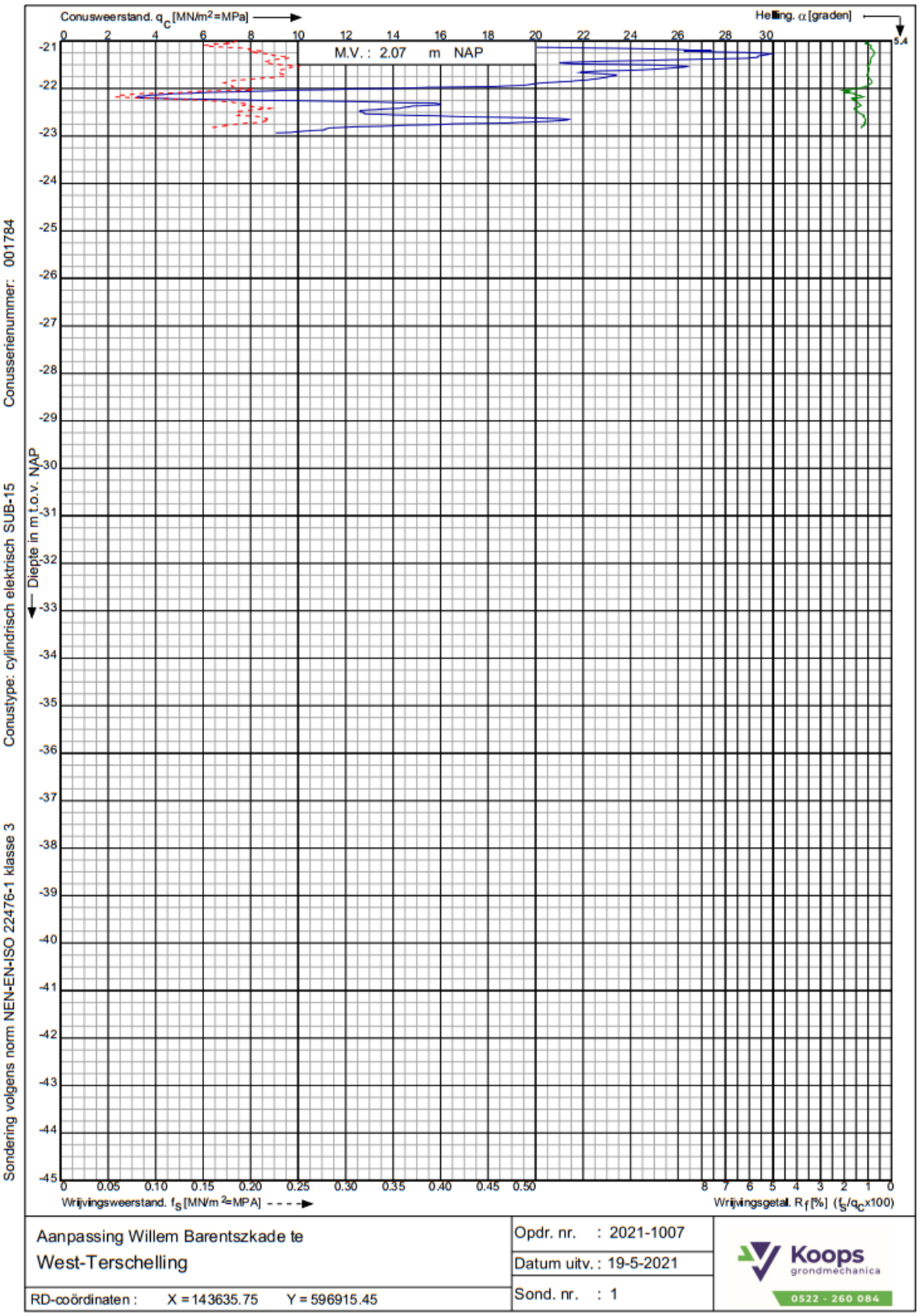
bijlage A Sonderingen 2021

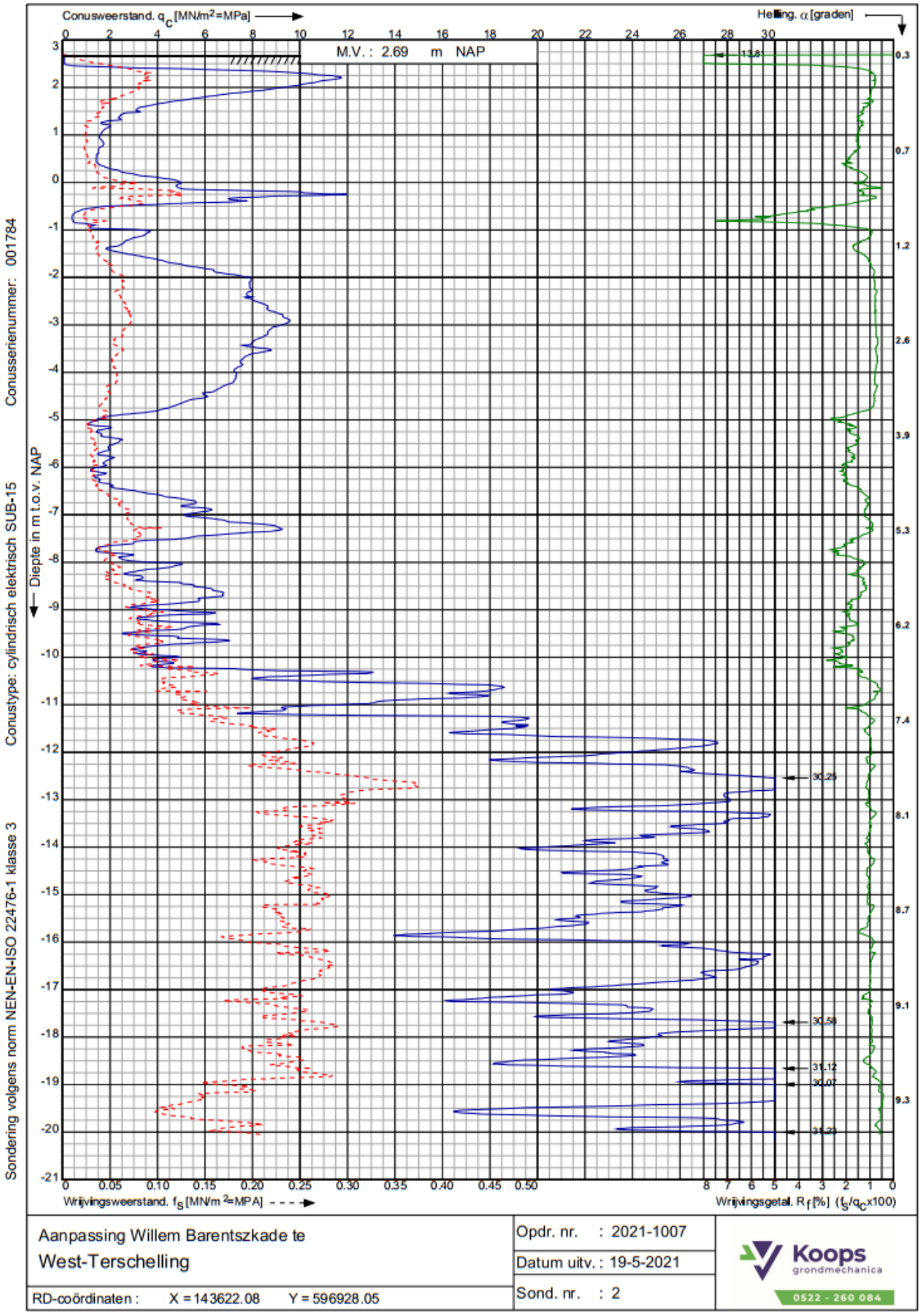


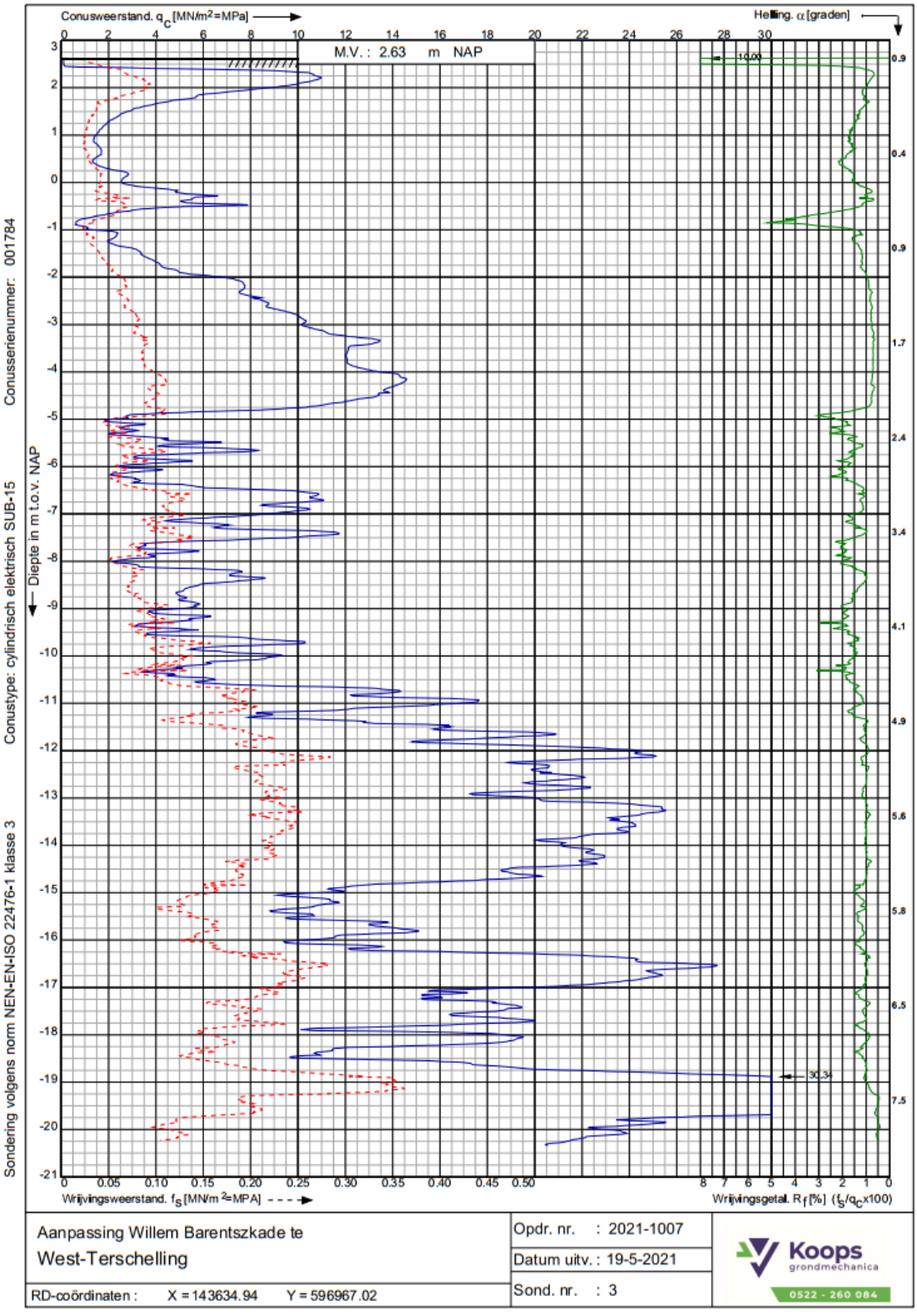


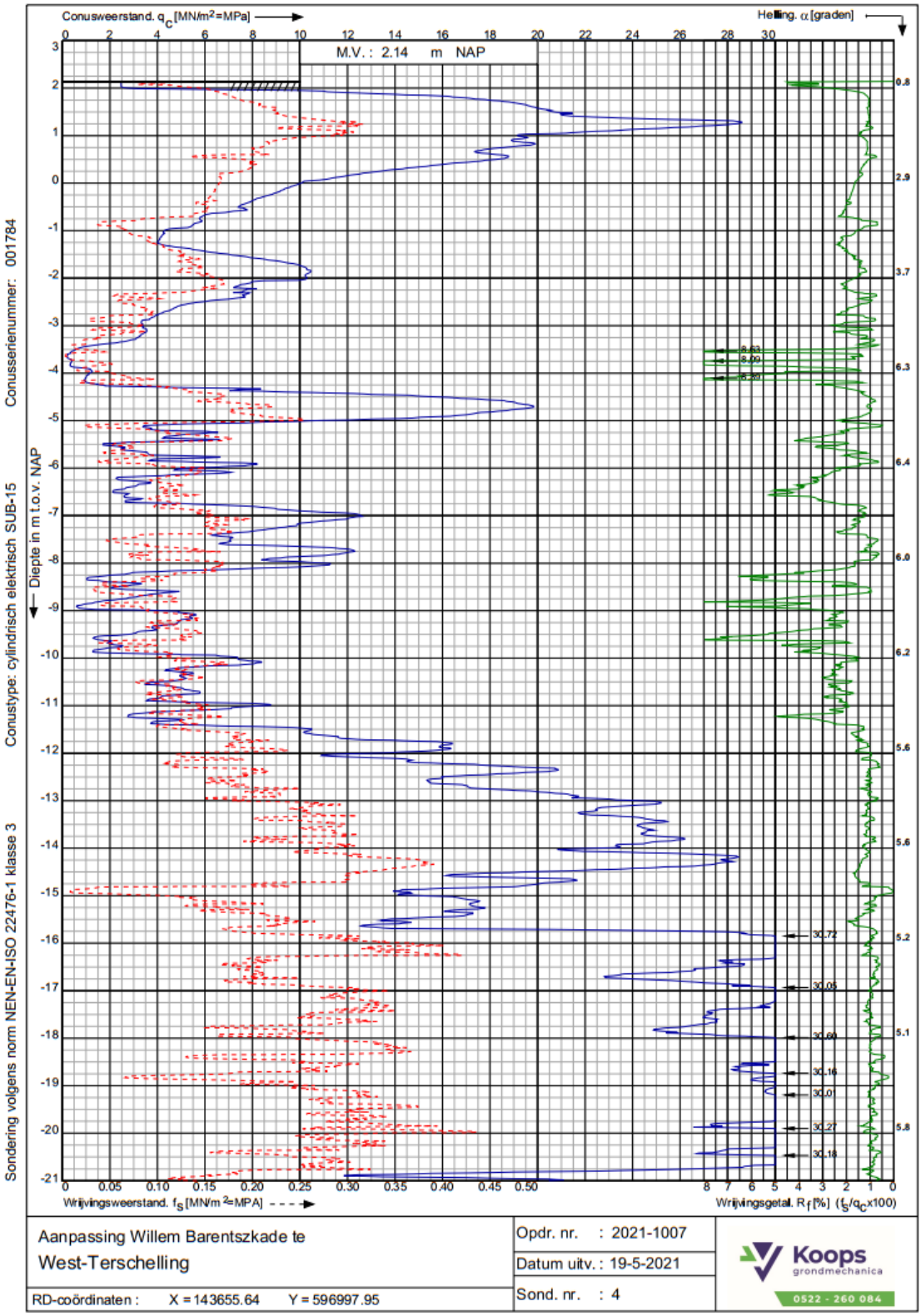

Oosterbuurtstraat
Willem Barentszkade
Verlengde Boomstraat
Burgemeester Reedekerstraat
straatpell 4 = 2.58 m+ N.A.P.
straatpell 5 = 2.74 m+ N.A.P.
straatpell 3 = 2.64 m+
HB03
HB02
LEGENDA
DKM Diepsondering met plaatselijke wrijving
HB Handboring
HB Handboring met peilbuis
Hoogtemeting
Getekend door
EVDV
Schaal
1 : 500
Formaat
A3
Blad
3
Aantal
3
Wijziging
28.05.21 MBK
Projectnr.
2021-1007
Documenttype
TEKENING
Datum uitgifte
18.05.21
Project
Aanpassing Willem Barentszkade te West-Terschelling
Koops grondmechanica

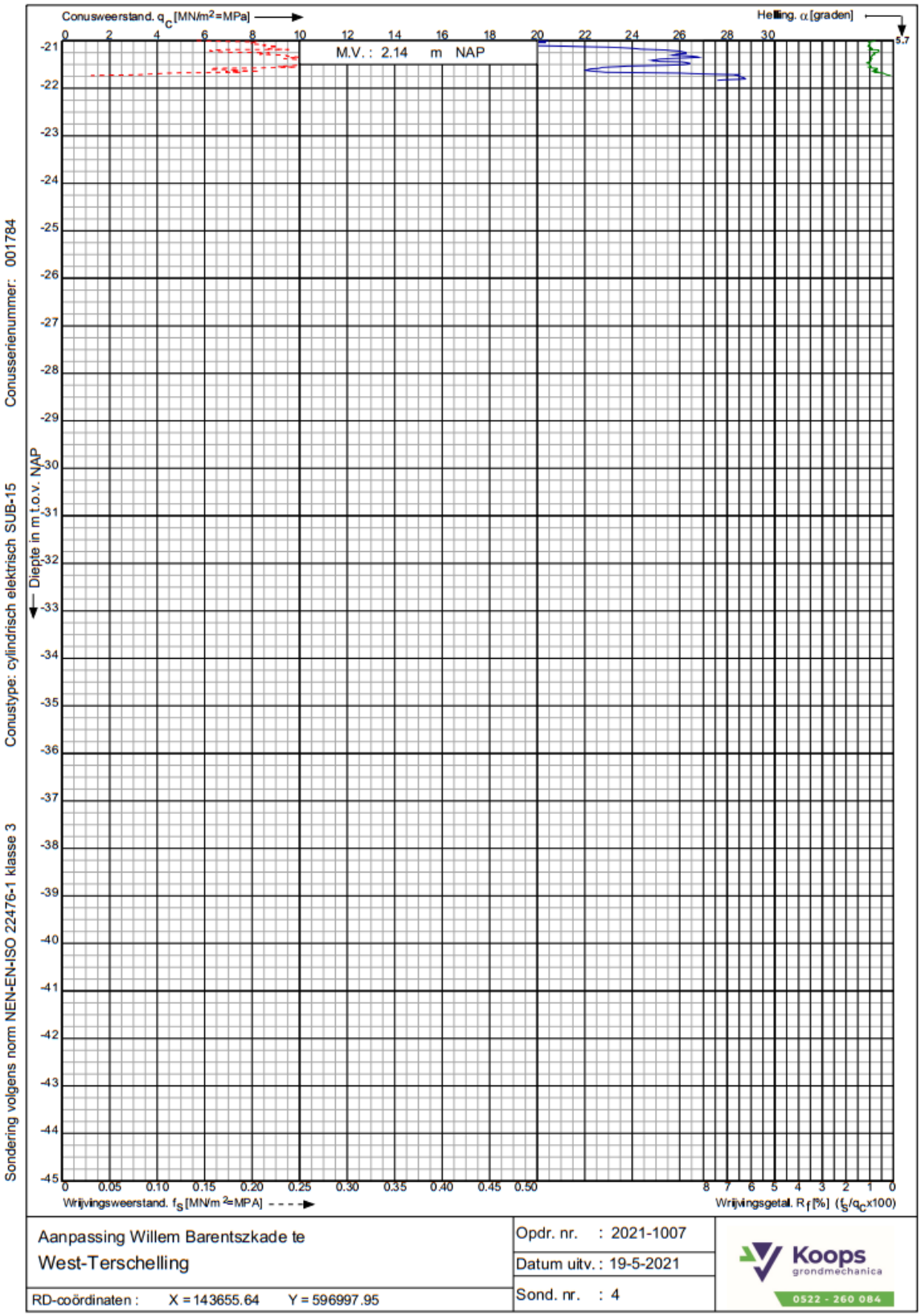

Conusweerstand. q_c [MN/m²=MPa]
Helling. α [graden]
M.V.: 2.07 m NAP
Diepte in m t.o.v. NAP
Conusserienummer: 001784
Conustype: cylindrisch elektrisch SUB-15
Sondering volgens norm NEN-EN-ISO 22476-1 klasse 3
Wrijvingsweerstand. f_s [MN/m²=MPA]
Wrijvingsgetal. R_f [%] (f_s/q_c x100)
Aanpassing Willem Barentszkade te
West-Terschelling
RD-coördinaten: X = 143635.75 Y = 596915.45
Opdr. nr. : 2021-1007
Datum uitv.: 19-5-2021
Sond. nr. : 1
Koops grondmechanica
0522 - 260 084

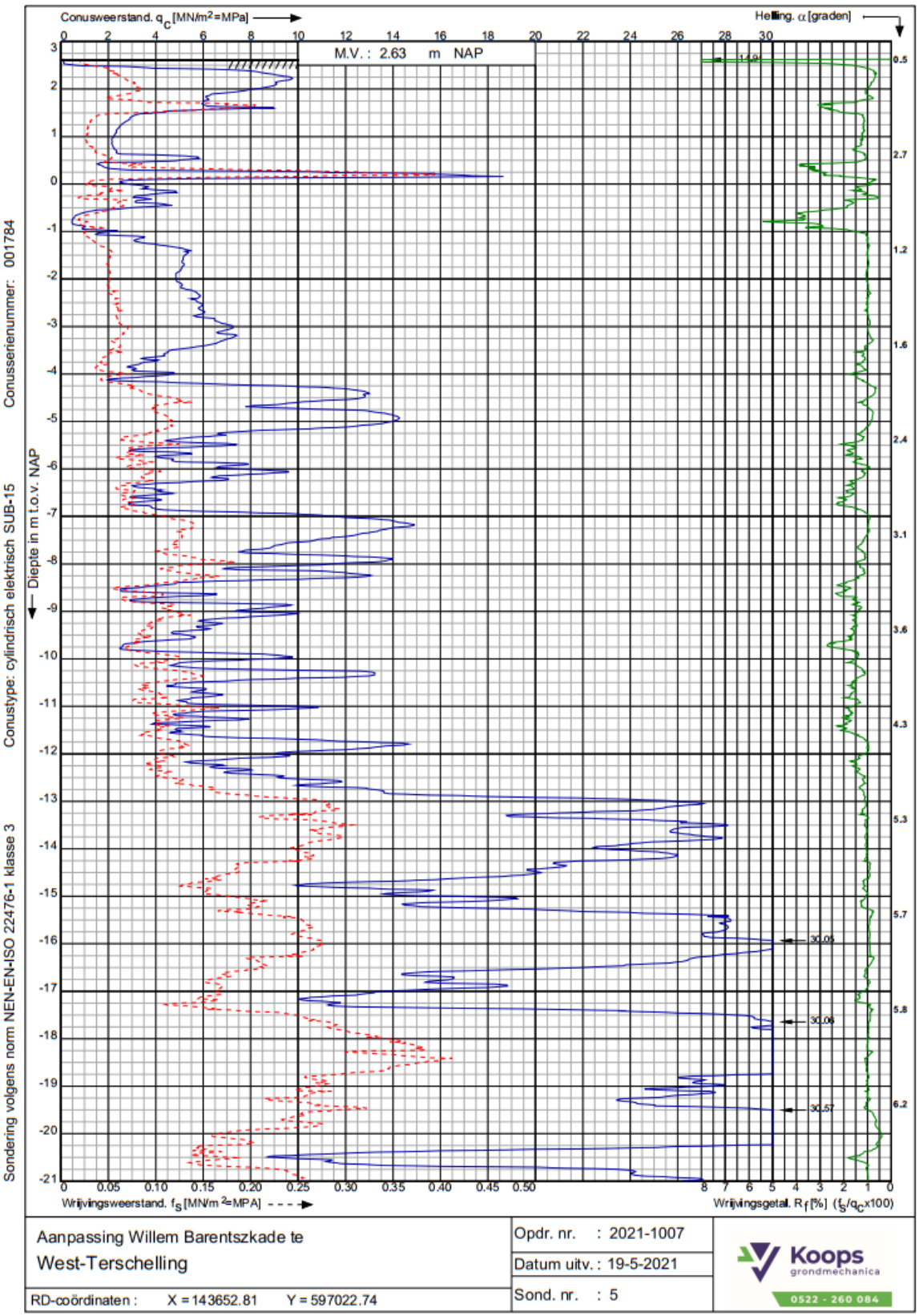

Conusweerstand. q_c [MN/m²=MPa]
Helling. α [graden]
M.V.: 2.07 m NAP
Diepte in m t.o.v. NAP
Conusserienummer: 001784
Conustype: cylindrisch elektrisch SUB-15
Sondering volgens norm NEN-EN-ISO 22476-1 klasse 3
Wrijvingsweerstand. f_s [MN/m²=MPA]
Wrijvingsgetal. R_f [%] (f_s/q_c x100)
Aanpassing Willem Barentszkade te
West-Terschelling
RD-coördinaten : X = 143635.75 Y = 596915.45
Opdr. nr. : 2021-1007
Datum uitv. : 19-5-2021
Sond. nr. : 1
Koops grondmechanica
0522 - 260 084

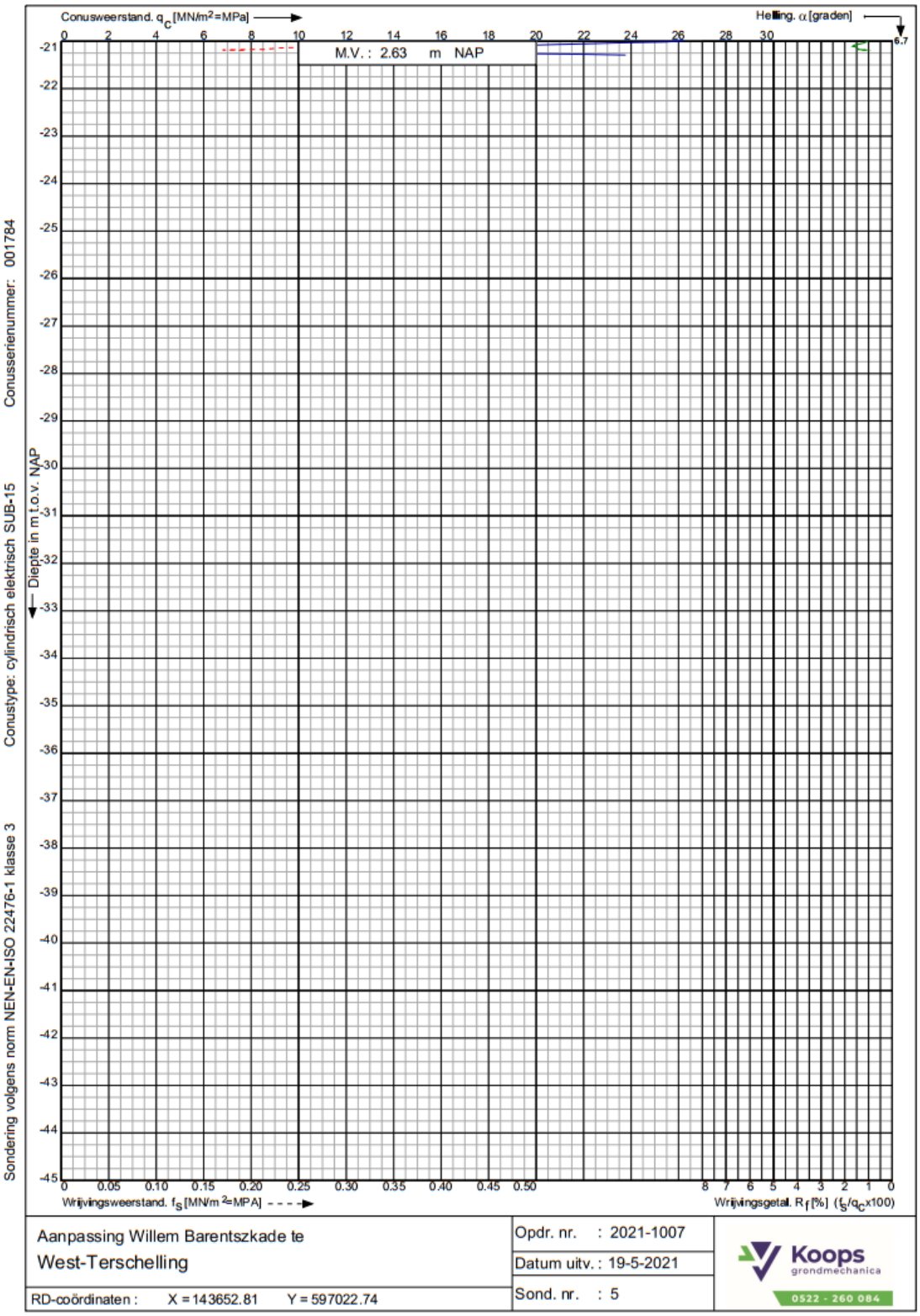

Conusweerstand. q_c [MN/m²=MPa]
Helling. α [graden]
M.V.: 2.69 m NAP
Conusserienummer: 001784
Conustype: cylindrisch elektrisch SUB-15
Sondering volgens norm NEN-EN-ISO 22476-1 klasse 3
Diepte in m t.o.v. NAP
Wrijvingsweerstand. f_s [MN/m²=MPA]
Wrijvingsgetal. R_f [%] (f_s/q_c x100)
30.25
30.58
31.12
30.07
31.23
Aanpassing Willem Barentszkade te
West-Terschelling
RD-coördinaten : X = 143622.08 Y = 596928.05
Opdr. nr. : 2021-1007
Datum uitv.: 19-5-2021
Sond. nr. : 2
Koops grondmechanica
0522 - 260 084

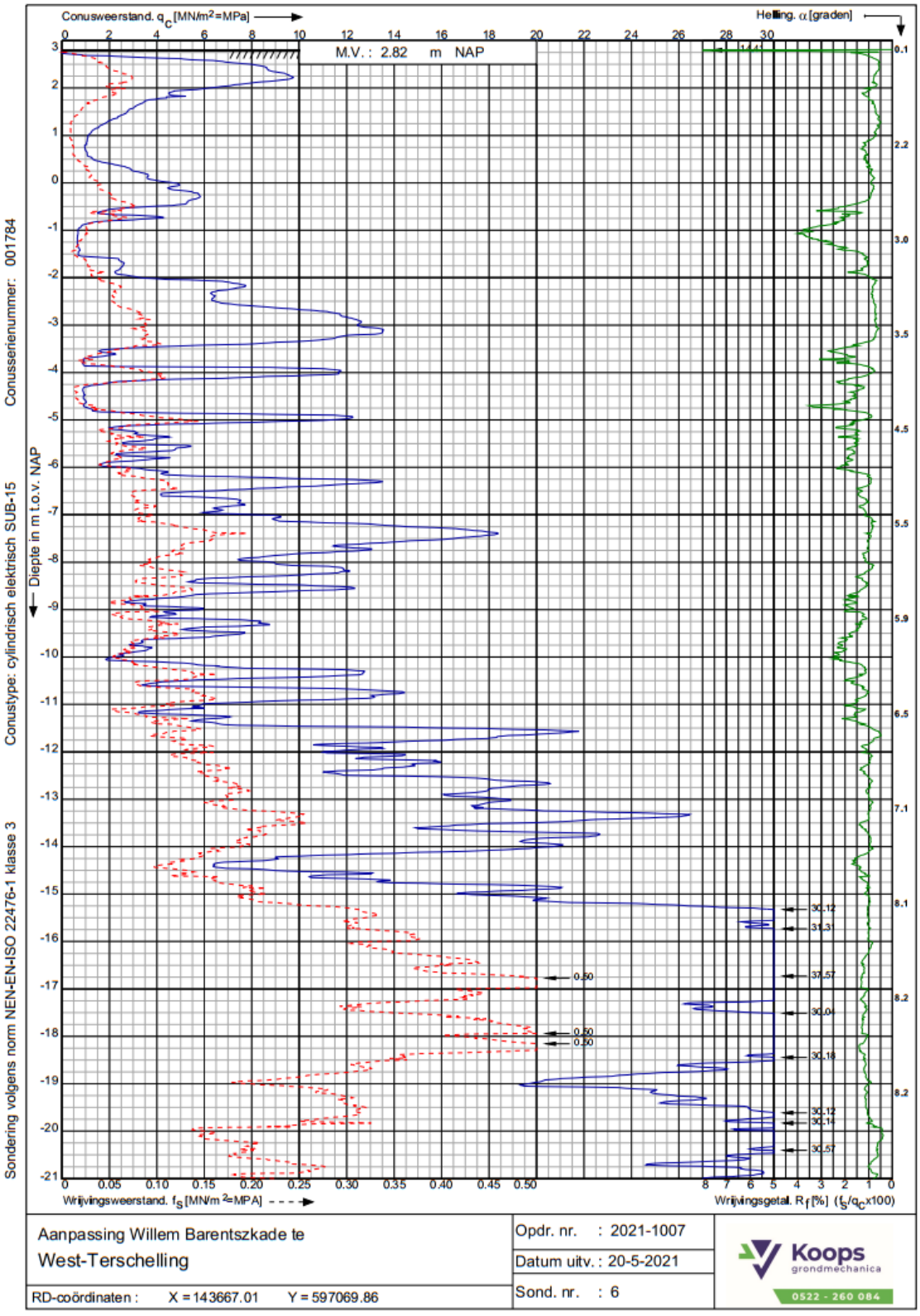

Conusweerstand. q_c [MN/m²=MPa]
Helling. α [graden]
M.V.: 2.63 m NAP
Conusserienummer: 001784
Conustype: cylindrisch elektrisch SUB-15
Diepte in m t.o.v. NAP
Sondering volgens norm NEN-EN-ISO 22476-1 klasse 3
Wrijvingsweerstand. f_s [MN/m²=MPA]
Wrijvingsgetal. R_f [%] (f_s/q_c x100)
Aanpassing Willem Barentszkade te
West-Terschelling
RD-coördinaten : X = 143634.94 Y = 596967.02
Opdr. nr. : 2021-1007
Datum uitv. : 19-5-2021
Sond. nr. : 3
Koops grondmechanica
0522 - 260 084

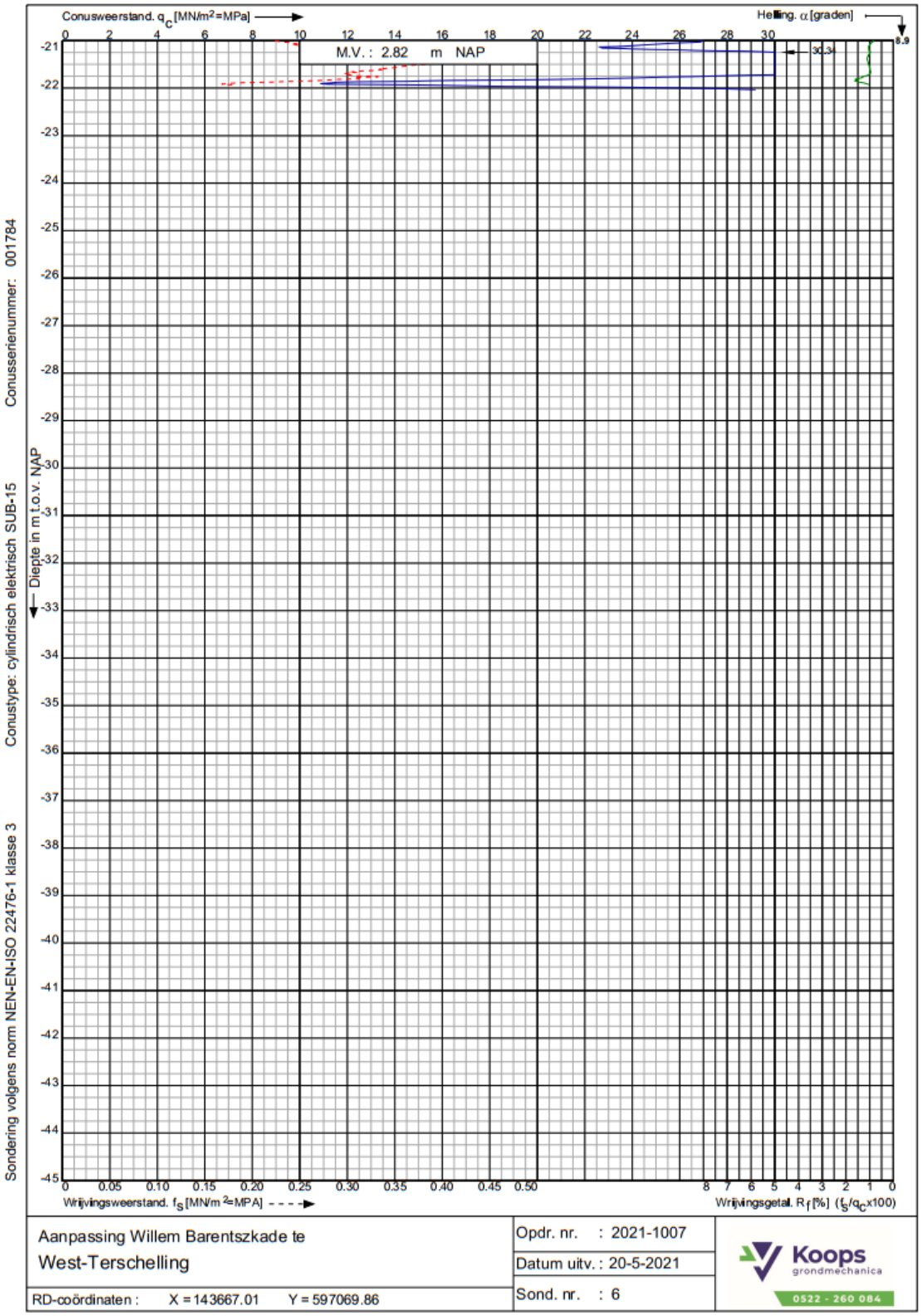

Conusweerstand. q_c [MN/m²=MPa]
Helling. α [graden]
M.V.: 2.14 m NAP
Conusserienummer: 001784
Conustype: cylindrisch elektrisch SUB-15
Diepte in m t.o.v. NAP
Sondering volgens norm NEN-EN-ISO 22476-1 klasse 3
Wrijvingsweerstand. f_s [MN/m²=MPA]
Wrijvingsgetal. R_f [%] (f_s/q_cx100)
Aanpassing Willem Barentszkade te
West-Terschelling
RD-coördinaten: X = 143655.64 Y = 596997.95
Opdr. nr. : 2021-1007
Datum uitv.: 19-5-2021
Sond. nr. : 4
Koops grondmechanica
0522 - 260 084

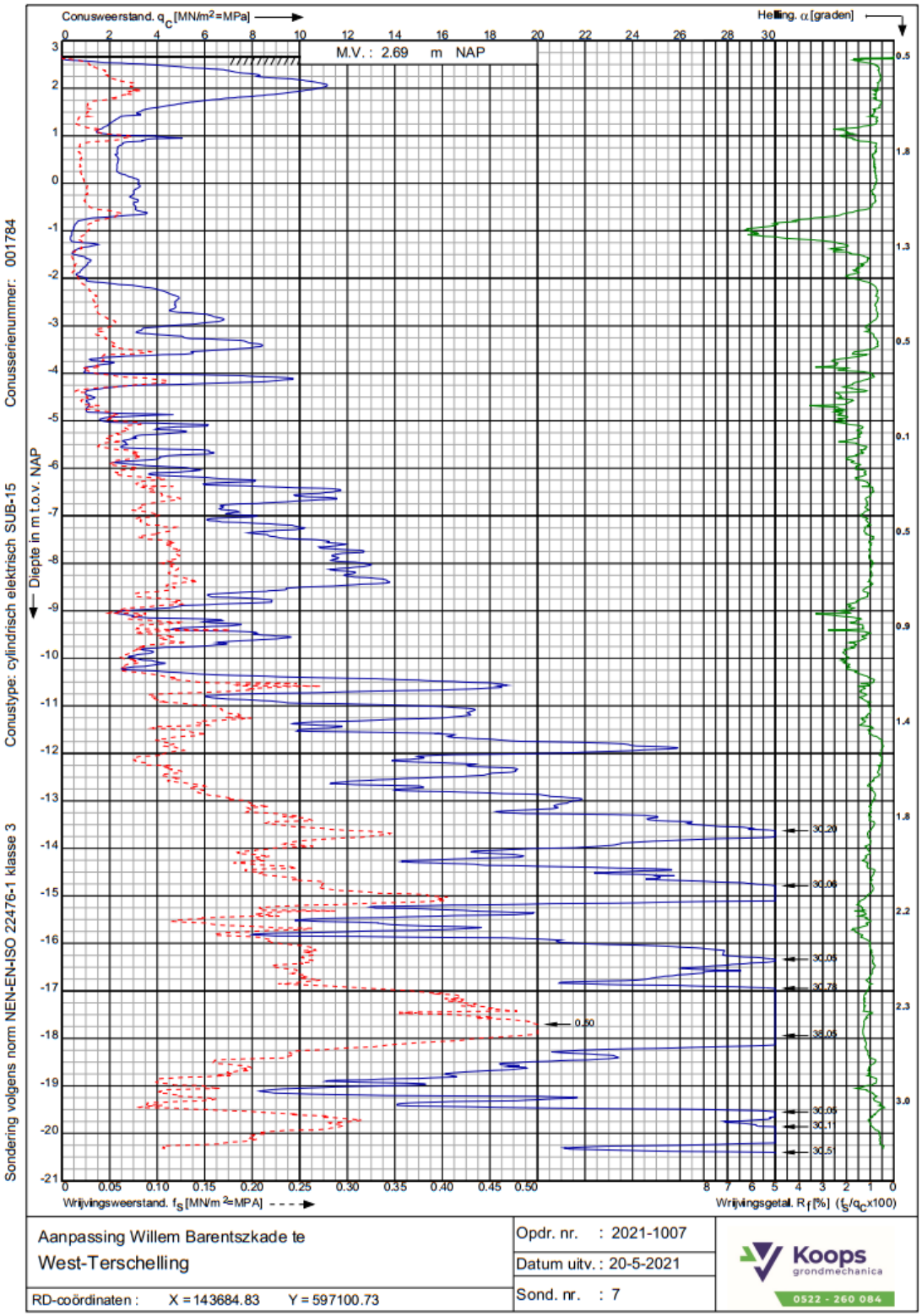

Conusweerstand. q_c [MN/m²=MPa]
Helling. α [graden]
M.V.: 2.14 m NAP
Diepte in m t.o.v. NAP
Conusserienummer: 001784
Conustype: cylindrisch elektrisch SUB-15
Sondering volgens norm NEN-EN-ISO 22476-1 klasse 3
Wrijvingsweerstand. f_s [MN/m²=MPA]
Wrijvingsgetal. R_f [%] (f_s/q_c x100)
Aanpassing Willem Barentszkade te
West-Terschelling
RD-coördinaten : X = 143655.64 Y = 596997.95
Opdr. nr. : 2021-1007
Datum uitv. : 19-5-2021
Sond. nr. : 4
Koops grondmechanica
0522 - 260 084

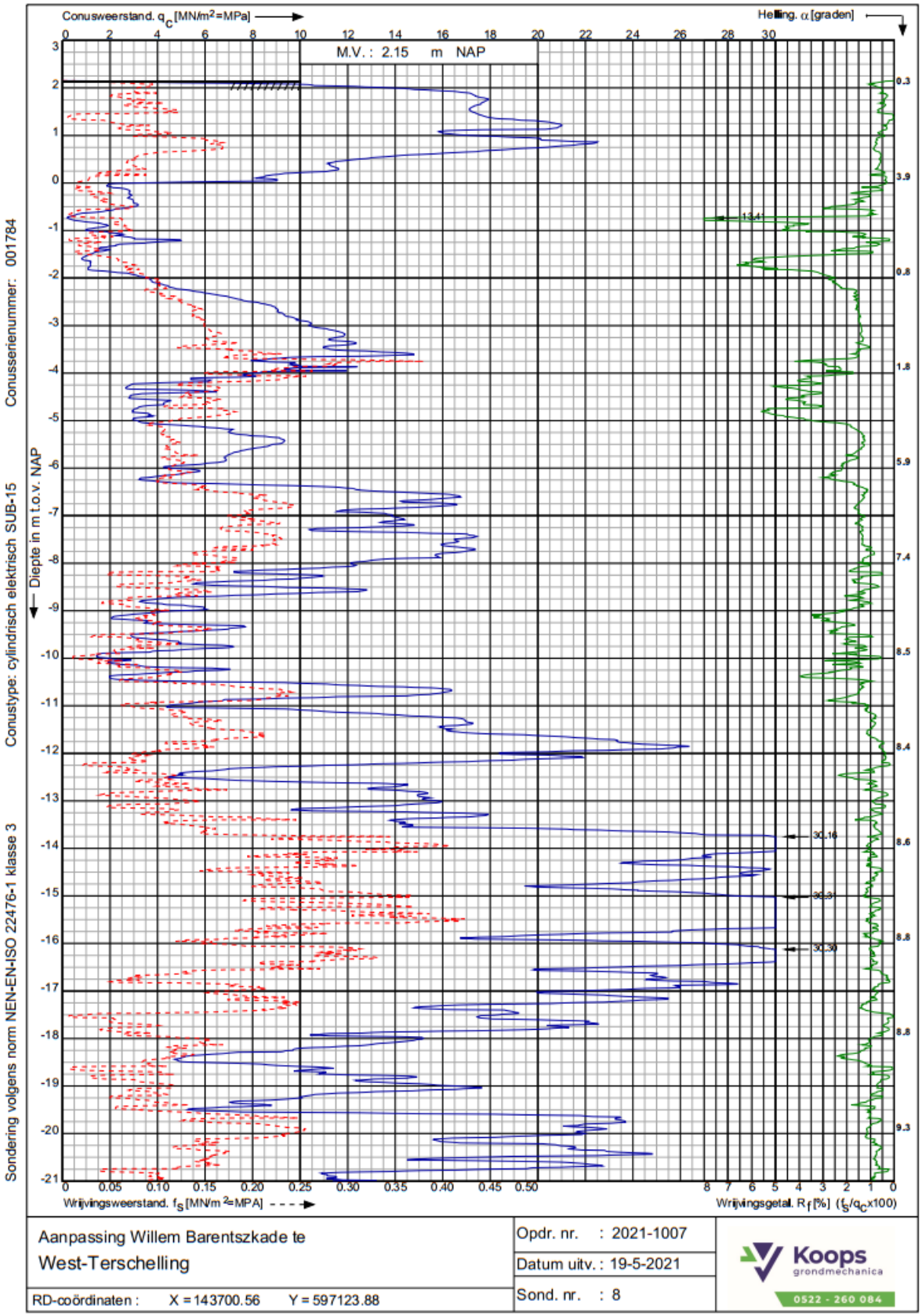

Conusweerstand. q_c [MN/m²=MPa]
Helling. α [graden]
M.V.: 2.63 m NAP
Conusserienummer: 001784
Conustype: cylindrisch elektrisch SUB-15
Sondering volgens norm NEN-EN-ISO 22476-1 klasse 3
Diepte in m t.o.v. NAP
Wrijvingsweerstand. f_s [MN/m²=MPA]
Wrijvingsgetal. R_f [%] (f_s/q_c x100)
30.05
30.06
30.57
Aanpassing Willem Barentszkade te
West-Terschelling
RD-coördinaten : X = 143652.81 Y = 597022.74
Opdr. nr. : 2021-1007
Datum uitv. : 19-5-2021
Sond. nr. : 5
Koops grondmechanica
0522 - 260 084

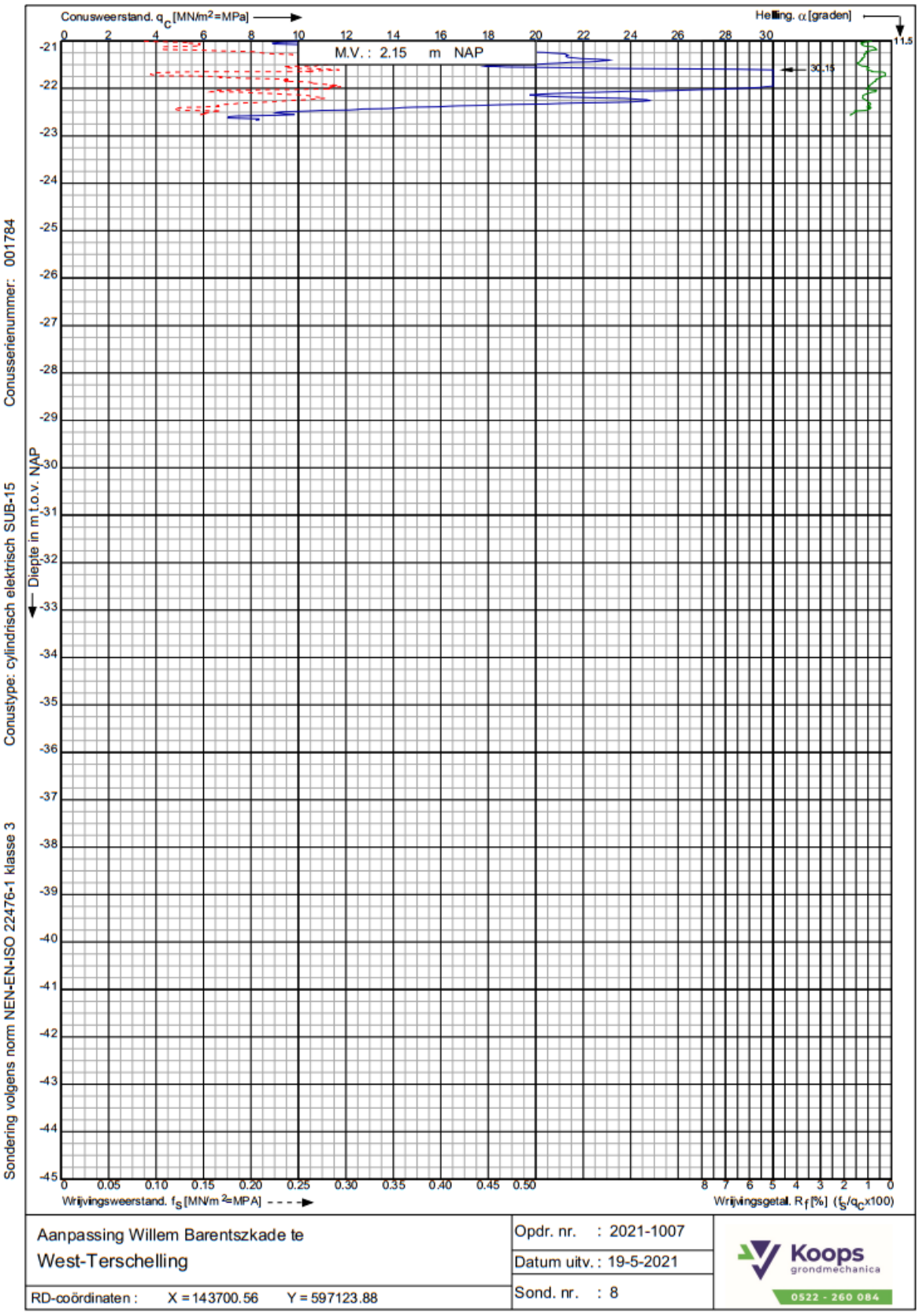

Conusweerstand. q_c [MN/m²=MPa]
Helling. α [graden]
M.V.: 2.63 m NAP
Diepte in m t.o.v. NAP
Conusserienummer: 001784
Conustype: cylindrisch elektrisch SUB-15
Sondering volgens norm NEN-EN-ISO 22476-1 klasse 3
Wrijvingsweerstand. f_s [MN/m²=MPA]
Wrijvingsgetal. R_f [%] (f_s/q_cx100)
Aanpassing Willem Barentszkade te
West-Terschelling
RD-coördinaten: X = 143652.81 Y = 597022.74
Opdr. nr. : 2021-1007
Datum uitv.: 19-5-2021
Sond. nr. : 5
Koops grondmechanica
0522 - 260 084

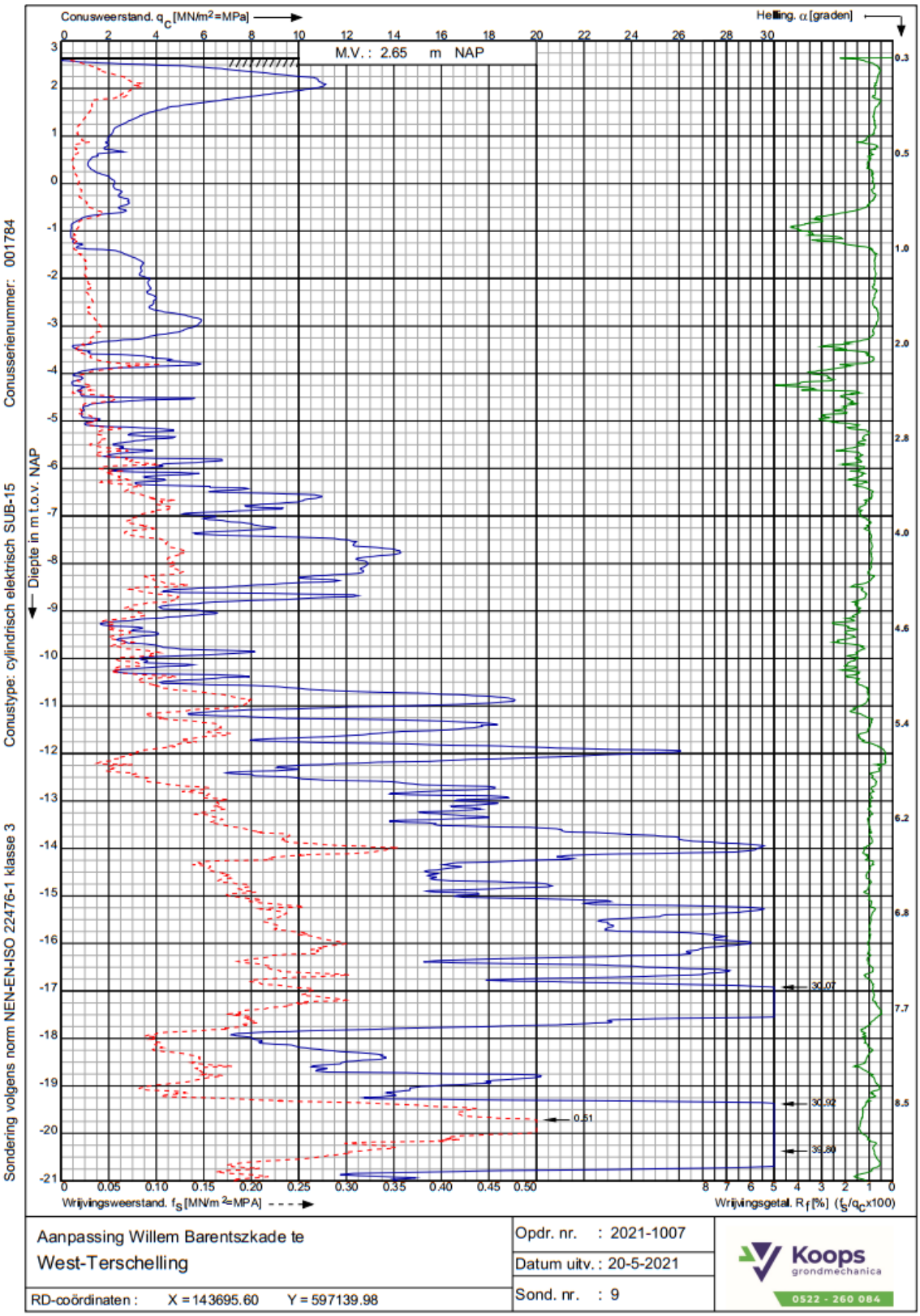

Conusweerstand. q_c [MN/m²=MPa]
Helling. α [graden]
M.V.: 2.82 m NAP
Conusserienummer: 001784
Conustype: cylindrisch elektrisch SUB-15
Diepte in m t.o.v. NAP
Sondering volgens norm NEN-EN-ISO 22476-1 klasse 3
Wrijvingsweerstand. f_s [MN/m²=MPA]
Wrijvingsgetal. R_f [%] (f_s/q_c x100)
Aanpassing Willem Barentszkade te
West-Terschelling
RD-coördinaten: X = 143667.01 Y = 597069.86
Opdr. nr. : 2021-1007
Datum uitv.: 20-5-2021
Sond. nr. : 6
Koops grondmechanica
0522 - 260 084

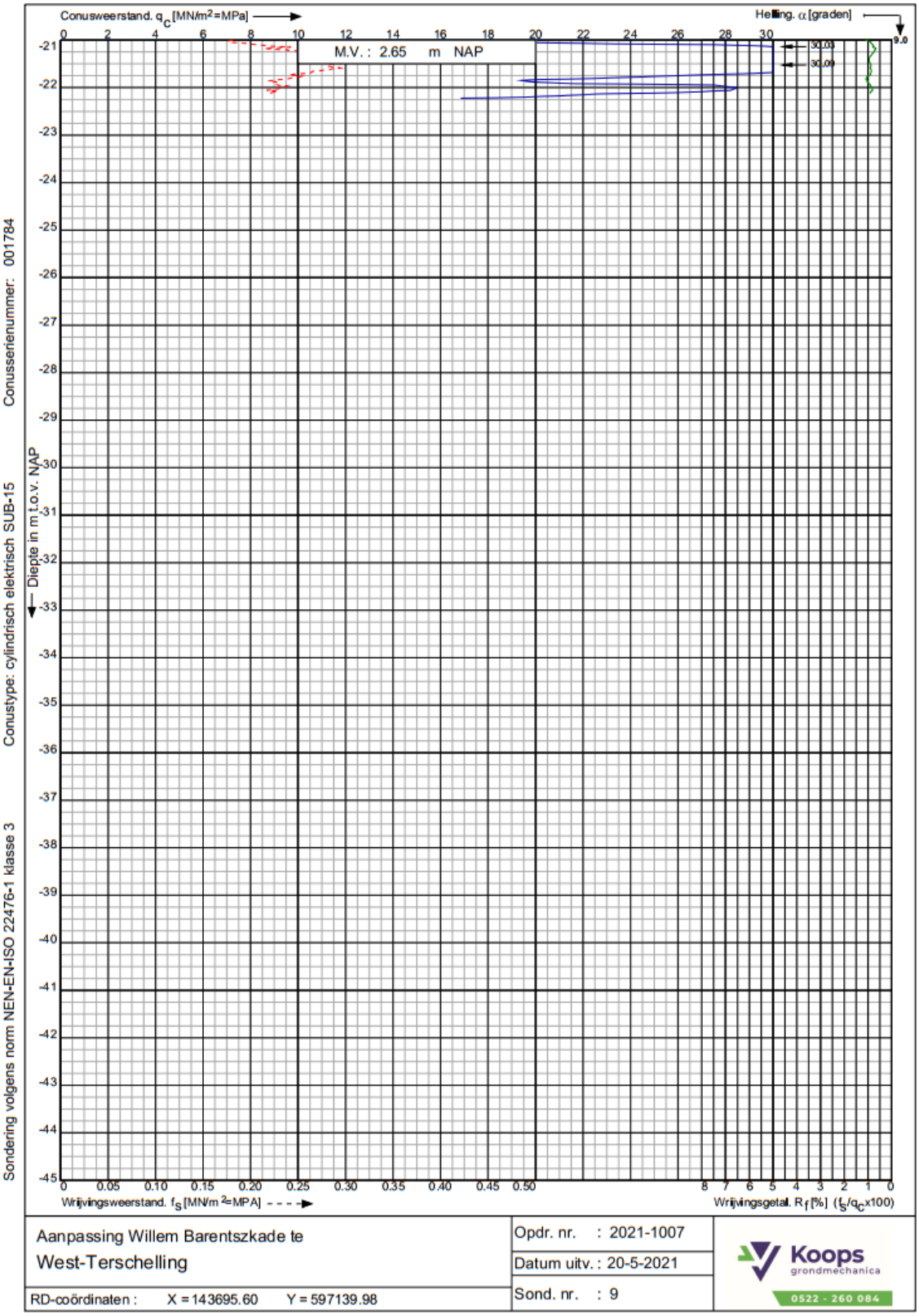

Conusweerstand. q_c [MN/m²=MPa]
Helling. α [graden]
M.V.: 2.82 m NAP
Diepte in m t.o.v. NAP
Conusserienummer: 001784
Conustype: cylindrisch elektrisch SUB-15
Sondering volgens norm NEN-EN-ISO 22476-1 klasse 3
Wrijvingsweerstand. f_s [MN/m²=MPA]
Wrijvingsgetal. R_f [%] (f_s/q_c x100)
Aanpassing Willem Barentszkade te
West-Terschelling
RD-coördinaten : X = 143667.01 Y = 597069.86
Opdr. nr. : 2021-1007
Datum uitv. : 20-5-2021
Sond. nr. : 6
Koops grondmechanica
0522 - 260 084

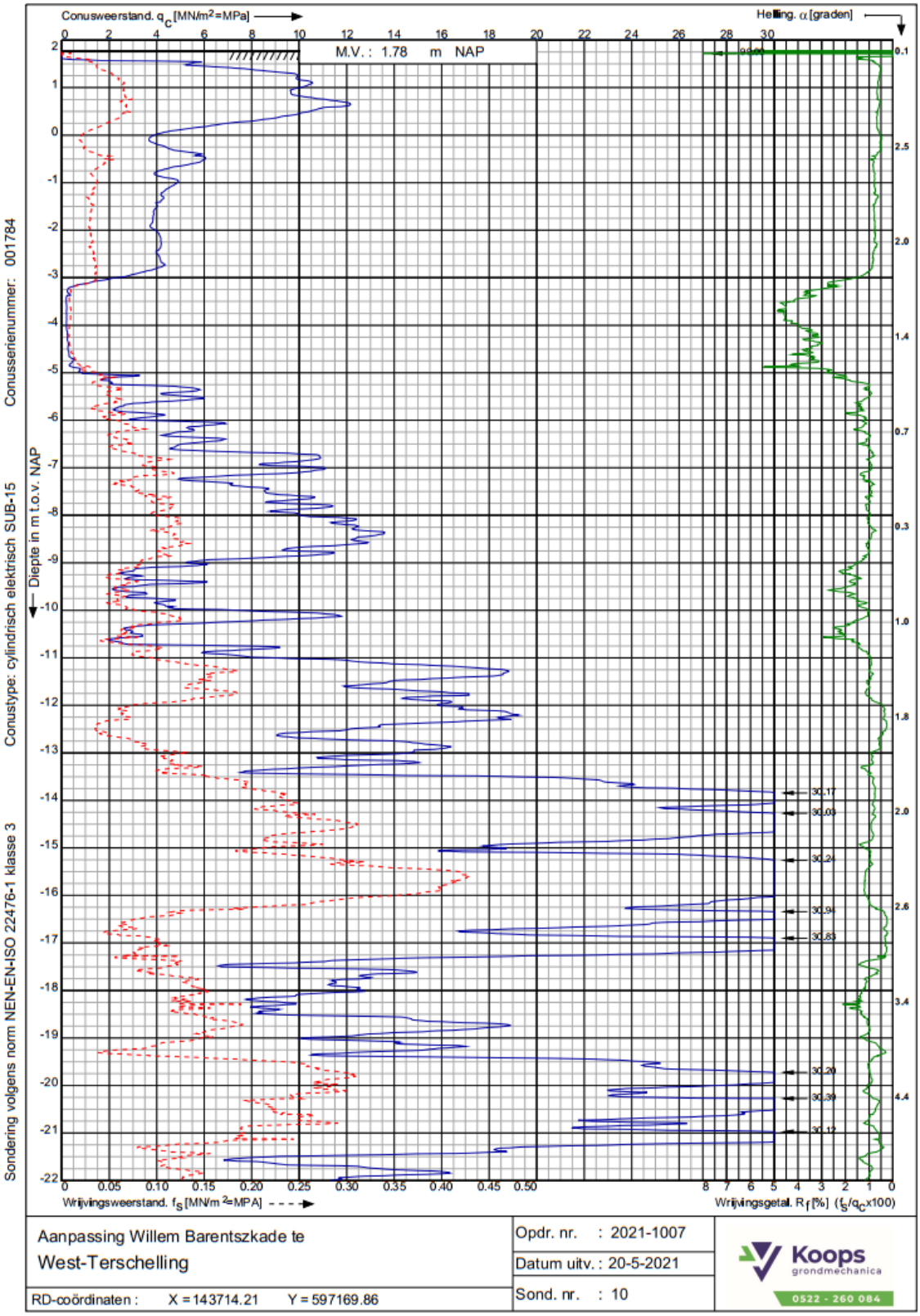

Conusweerstand. q_c [MN/m²=MPa]
Helling. α [graden]
M.V.: 2.69 m NAP
Conusserienummer: 001784
Conustype: cylindrisch elektrisch SUB-15
Sondering volgens norm NEN-EN-ISO 22476-1 klasse 3
Diepte in m t.o.v. NAP
Wrijvingsweerstand. f_s [MN/m²=MPA]
Wrijvingsgetal. R_f [%] (f_s/q_c x100)
30.20
30.06
30.05
30.78
0.50
38.05
30.05
30.1
30.5
Aanpassing Willem Barentszkade te
West-Terschelling
RD-coördinaten: X = 143684.83 Y = 597100.73
Opdr. nr. : 2021-1007
Datum uitv.: 20-5-2021
Sond. nr. : 7
Koops grondmechanica
0522 - 260 084

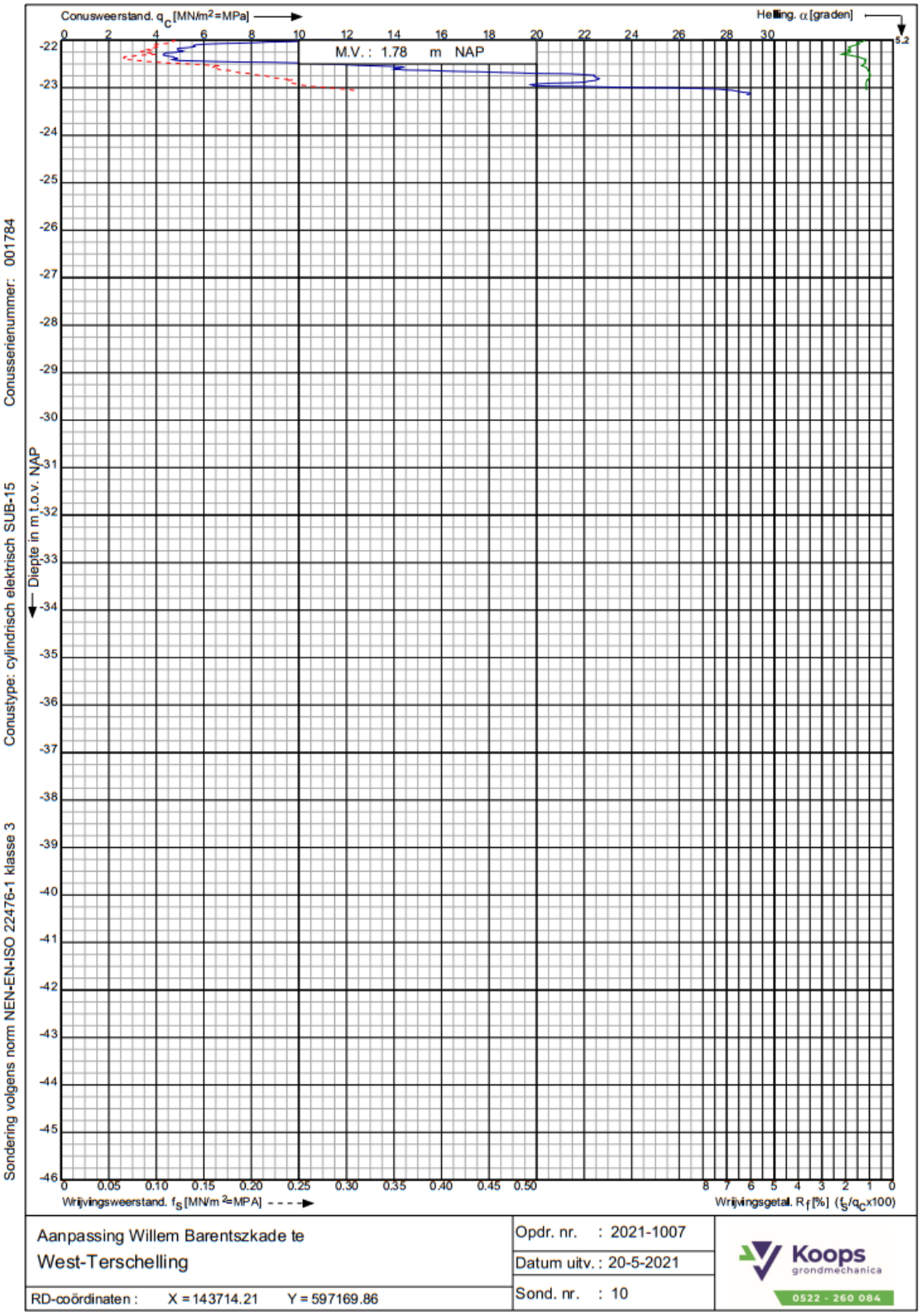

Conusweerstand. q_c [MN/m²=MPa]
Helling. α [graden]
M.V.: 2.15 m NAP
Conusserienummer: 001784
Conustype: cylindrisch elektrisch SUB-15
Sondering volgens norm NEN-EN-ISO 22476-1 klasse 3
Diepte in m t.o.v. NAP
Wrijvingsweerstand. f_s [MN/m²=MPA]
Wrijvingsgetal. R_f [%] (f_s/q_c x100)
13.4
30.16
30.3
30.30
Aanpassing Willem Barentszkade te
West-Terschelling
RD-coördinaten: X = 143700.56 Y = 597123.88
Opdr. nr. : 2021-1007
Datum uitv.: 19-5-2021
Sond. nr. : 8
Koops grondmechanica
0522 - 260 084

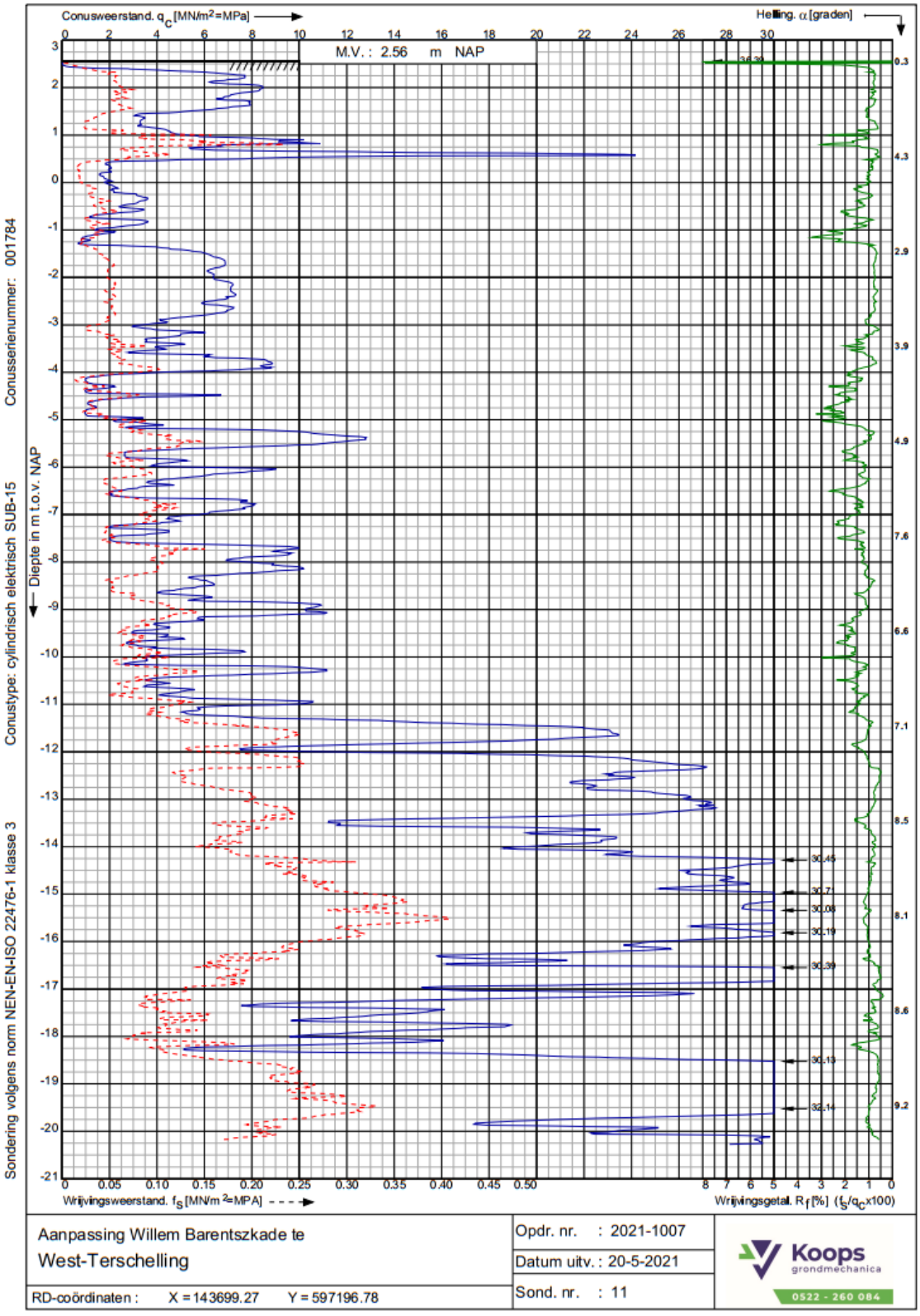

Conusweerstand. q_c [MN/m²=MPa]
Helling. α [graden]
M.V.: 2.15 m NAP
Conusserienummer: 001784
Conustype: cylindrisch elektrisch SUB-15
Sondering volgens norm NEN-EN-ISO 22476-1 klasse 3
Diepte in m t.o.v. NAP
Wrijvingsweerstand. f_s [MN/m²=MPA]
Wrijvingsgetal. R_f [%] (f_s/q_cx100)
Aanpassing Willem Barentszkade te
West-Terschelling
RD-coördinaten : X = 143700.56 Y = 597123.88
Opdr. nr. : 2021-1007
Datum uitv. : 19-5-2021
Sond. nr. : 8
Koops grondmechanica
0522 - 260 084

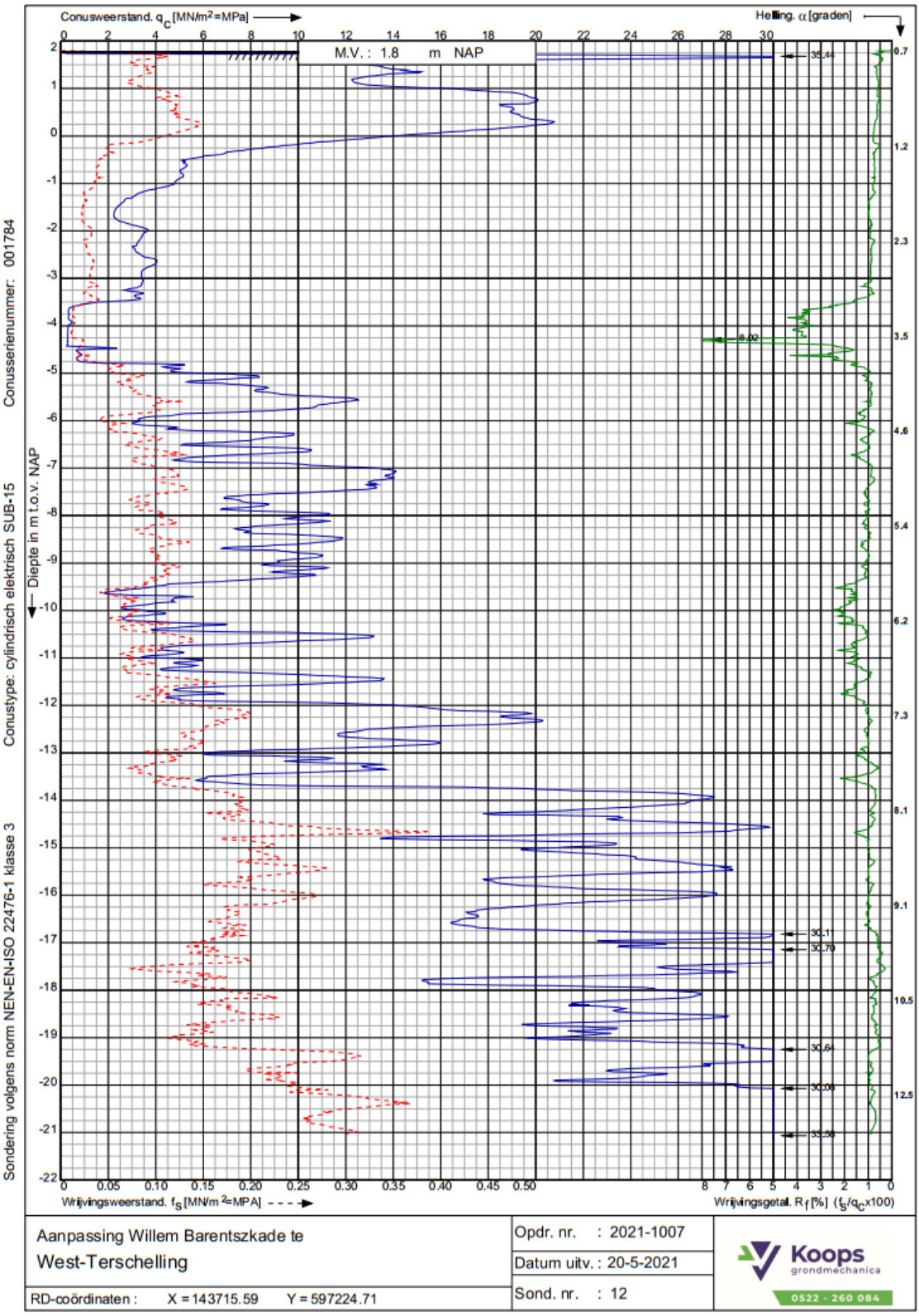

Conusweerstand. q_c [MN/m²=MPa]
Helling. α [graden]
M.V.: 2.65 m NAP
Diepte in m t.o.v. NAP
Conusserienummer: 001784
Conustype: cylindrisch elektrisch SUB-15
Sondering volgens norm NEN-EN-ISO 22476-1 klasse 3
Wrijvingsweerstand. f_s [MN/m²=MPA]
Wrijvingsgetal. R_f [%] (f_s/q_c x100)
30.07
30.92
30.80
0.51
Aanpassing Willem Barentszkade te
West-Terschelling
RD-coördinaten : X = 143695.60 Y = 597139.98
Opdr. nr. : 2021-1007
Datum uitv.: 20-5-2021
Sond. nr. : 9
Koops grondmechanica
0522 - 260 084

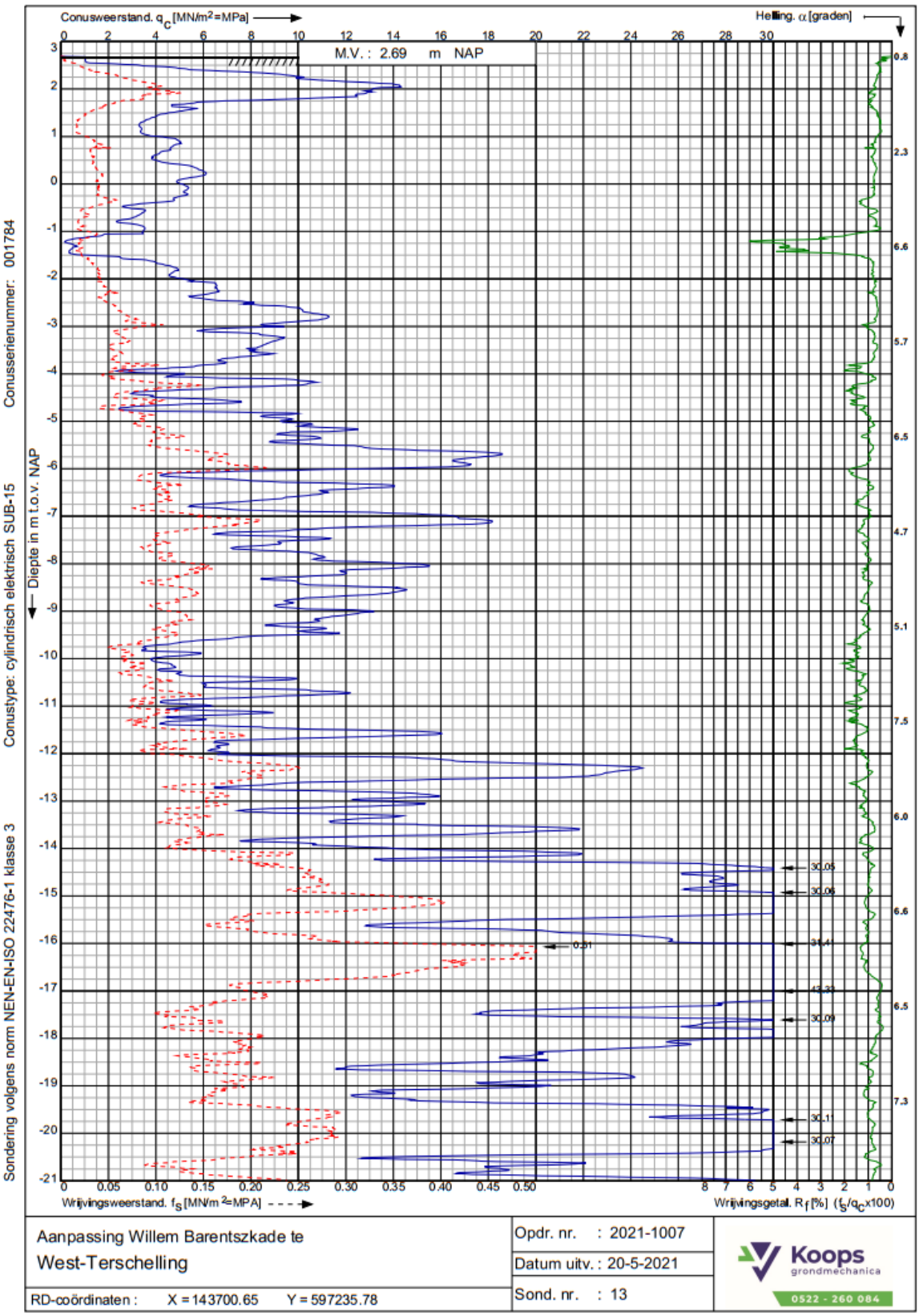

Conusweerstand. q_c [MN/m²=MPa]
Helling. α [graden]
M.V.: 2.65 m NAP
Diepte in m t.o.v. NAP
Conusserienummer: 001784
Conustype: cylindrisch elektrisch SUB-15
Sondering volgens norm NEN-EN-ISO 22476-1 klasse 3
Wrijvingsweerstand. f_s [MN/m²=MPA]
Wrijvingsgetal. R_f [%] (f_s/q_c x100)
Aanpassing Willem Barentszkade te
West-Terschelling
RD-coördinaten : X = 143695.60 Y = 597139.98
Opdr. nr. : 2021-1007
Datum uitv. : 20-5-2021
Sond. nr. : 9
Koops grondmechanica
0522 - 260 084

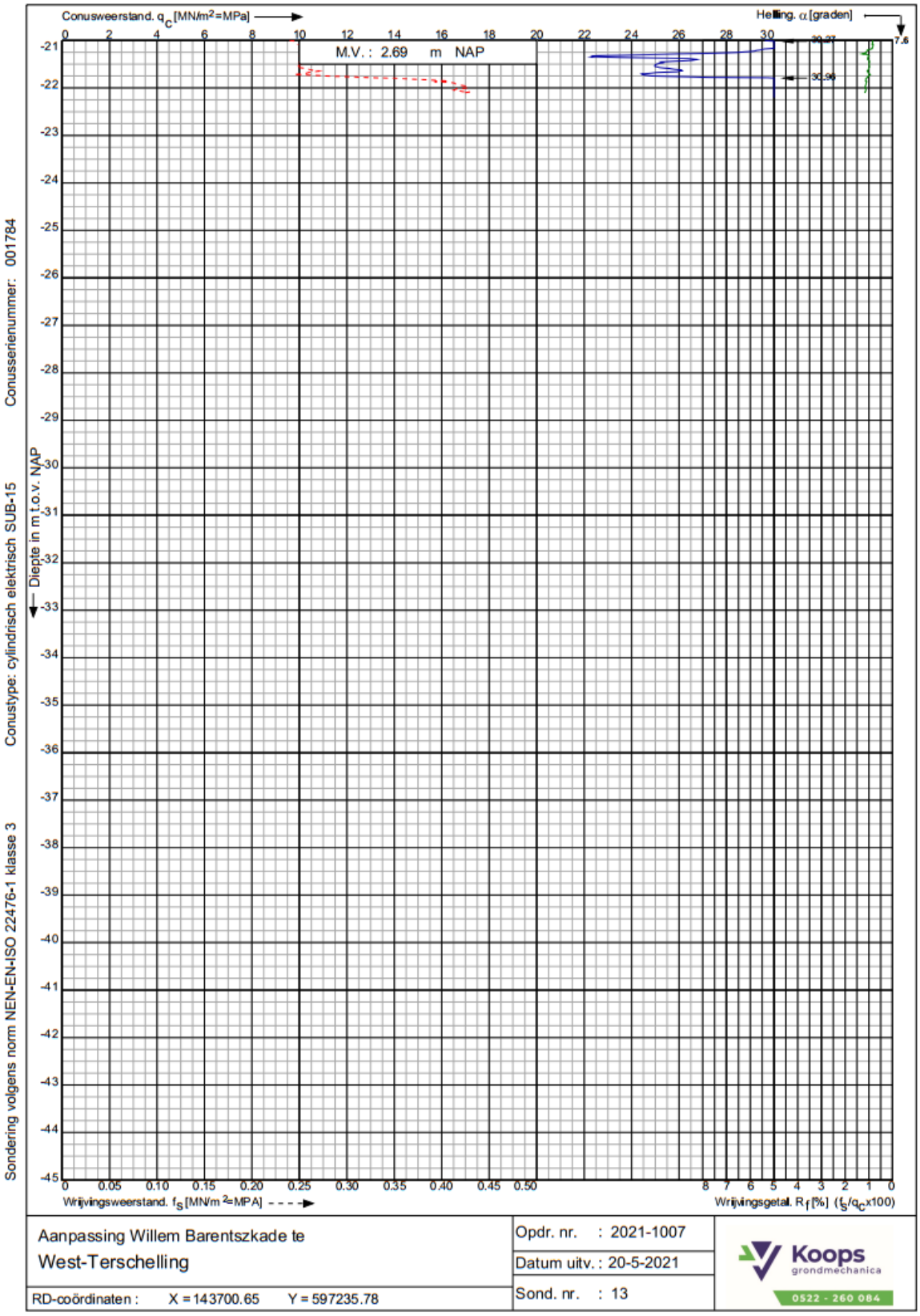

Conusweerstand. q_c [MN/m²=MPa]
Helling. α [graden]
M.V.: 1.78 m NAP
Diepte in m t.o.v. NAP
Conusserienummer: 001784
Conustype: cylindrisch elektrisch SUB-15
Sondering volgens norm NEN-EN-ISO 22476-1 klasse 3
Wrijvingsweerstand. f_s [MN/m²=MPA]
Wrijvingsgetal. R_f [%] (f_s/q_cx100)
30.17
30.03
30.24
30.9
30.83
30.20
30.39
30.12
Aanpassing Willem Barentszkade te
West-Terschelling
RD-coördinaten : X = 143714.21 Y = 597169.86
Opdr. nr. : 2021-1007
Datum uitv.: 20-5-2021
Sond. nr. : 10
Koops grondmechanica
0522 - 260 084

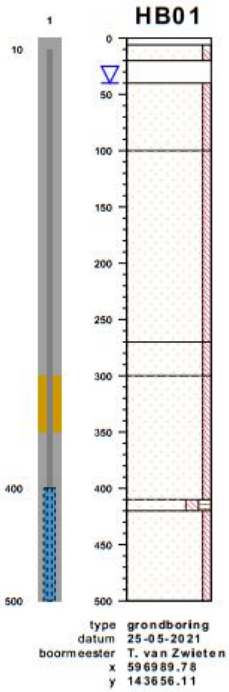

Conusweerstand. q_c [MN/m²=MPa]
Helling. α [graden]
M.V.: 1.78 m NAP
Diepte in m t.o.v. NAP
Conusserienummer: 001784
Conustype: cylindrisch elektrisch SUB-15
Sondering volgens norm NEN-EN-ISO 22476-1 klasse 3
Wrijvingsweerstand. f_s [MN/m²=MPA]
Wrijvingsgetal. R_f [%] (f_s/q_c x100)
Aanpassing Willem Barentszkade te
West-Terschelling
RD-coördinaten : X = 143714.21 Y = 597169.86
Opdr. nr. : 2021-1007
Datum uitv. : 20-5-2021
Sond. nr. : 10
Koops grondmechanica
0522 - 260 084

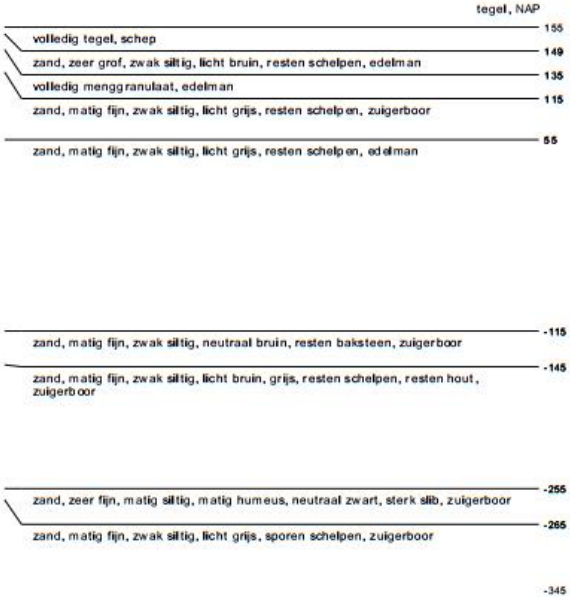

Conusweerstand. q_c [MN/m²=MPa]
Helling. α [graden]
M.V.: 2.56 m NAP
Diepte in m t.o.v. NAP
Conusserienummer: 001784
Conustype: cylindrisch elektrisch SUB-15
Sondering volgens norm NEN-EN-ISO 22476-1 klasse 3
Wrijvingsweerstand. f_s [MN/m²=MPA]
Wrijvingsgetal. R_f [%] (f_s/q_cx100)
Aanpassing Willem Barentszkade te
West-Terschelling
RD-coördinaten : X = 143699.27 Y = 597196.78
Opdr. nr. : 2021-1007
Datum uitv. : 20-5-2021
Sond. nr. : 11
Koops grondmechanica
0522 - 260 084


Conusweerstand. q_c [MN/m²=MPa]
Helling. α [graden]
M.V. : 1.8 m NAP
Conusserienummer: 001784
Conustype: cylindrisch elektrisch SUB-15
Diepte in m t.o.v. NAP
Sondering volgens norm NEN-EN-ISO 22476-1 klasse 3
Wrijvingsweerstand. f_s [MN/m²=MPA]
Wrijvingsgetal. R_f [%] (f_s/q_c x100)
Aanpassing Willem Barentszkade te
West-Terschelling
RD-coördinaten : X = 143715.59 Y = 597224.71
Opdr. nr. : 2021-1007
Datum uitv. : 20-5-2021
Sond. nr. : 12
Koops grondmechanica
0522 - 260 084


Conusweerstand. q_c [MN/m²=MPa]
Helling. α [graden]
M.V.: 2.69 m NAP
Conusserienummer: 001784
Conustype: cylindrisch elektrisch SUB-15
Diepte in m t.o.v. NAP
Sondering volgens norm NEN-EN-ISO 22476-1 klasse 3
Wrijvingsweerstand. f_s [MN/m²=MPA]
Wrijvingsgetal. R_f [%] (f_s/q_c x100)
30.05
30.06
30.09
30.11
30.07
Aanpassing Willem Barentszkade te
West-Terschelling
RD-coördinaten : X = 143700.65 Y = 597235.78
Opdr. nr. : 2021-1007
Datum uitv. : 20-5-2021
Sond. nr. : 13
Koops grondmechanica
0522 - 260 084


Conusweerstand. q_c [MN/m²=MPa]
Helling. α [graden]
M.V. : 2.69 m NAP
Diepte in m t.o.v. NAP
Conusserienummer: 001784
Conustype: cylindrisch elektrisch SUB-15
Sondering volgens norm NEN-EN-ISO 22476-1 klasse 3
Wrijvingsweerstand. f_s [MN/m²=MPA]
Wrijvingsgetal. R_f [%] (f_s/q_c x100)
Aanpassing Willem Barentszkade te
West-Terschelling
RD-coördinaten : X = 143700.65 Y = 597235.78
Opdr. nr. : 2021-1007
Datum uitv. : 20-5-2021
Sond. nr. : 13
Koops grondmechanica
0522 - 260 084



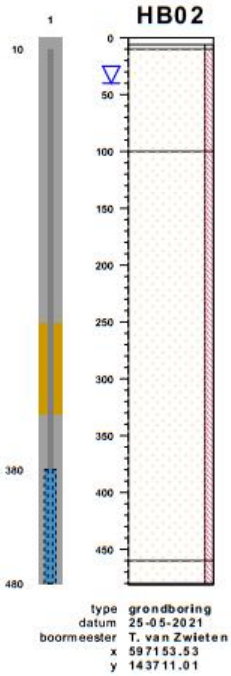




bodemprofielen **schaal 1:50**

onderzoek **Aanpassing Willem Barentszkade te West Terschelling**
projectcode **2021-1007**
getekend conform **NEN 5104**

Koops grondmechanica
0522 - 260 084



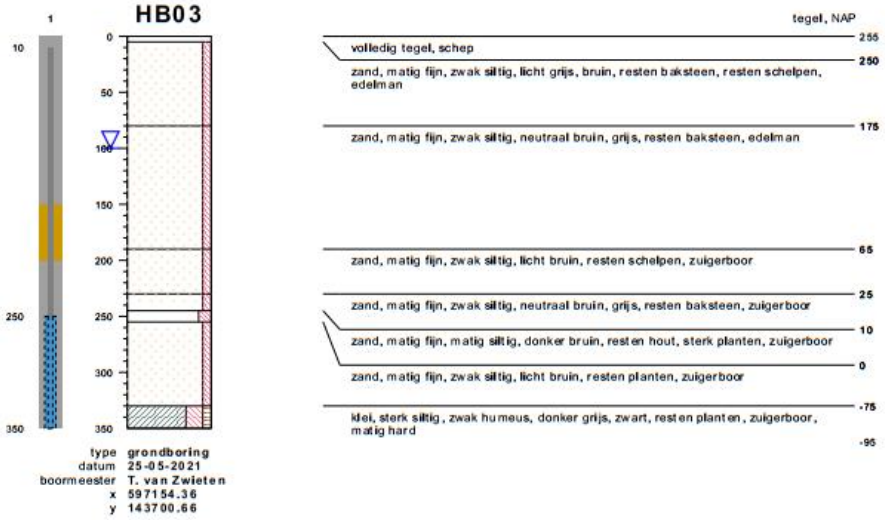
	tegel, NAP
pulsboor	159
zand, matig grof, zwak siltig, licht grijs, matig verharding, schep	153
zand, matig fijn, zwak siltig, licht grijs, resten schelpen, edelman	149
zand, matig fijn, zwak siltig, licht grijs, resten schelpen, zuigerboor	59
zand, matig fijn, zwak siltig, neutraal grijs, resten slib, zuigerboor	-301
zuigerboor, einde boring obstr	-321
	-322



bodemprofielen **schaal 1:50**

onderzoek **Aanpassing Willem Barentszkade te West Terschelling**
projectcode **2021-1007**
getekend conform **NEN 5104**

Koops grondmechanica
0522 - 260 084

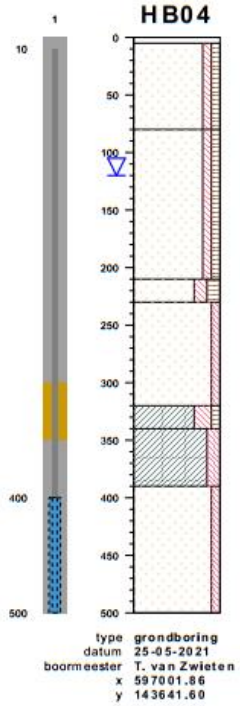




bodemprofielen **schaal 1:50**

onderzoek **Aanpassing Willem Barentszkade te West Terschelling**
projectcode **2021-1007**
getekend conform **NEN 5104**

Koops grondmechanica
0522 - 260 084



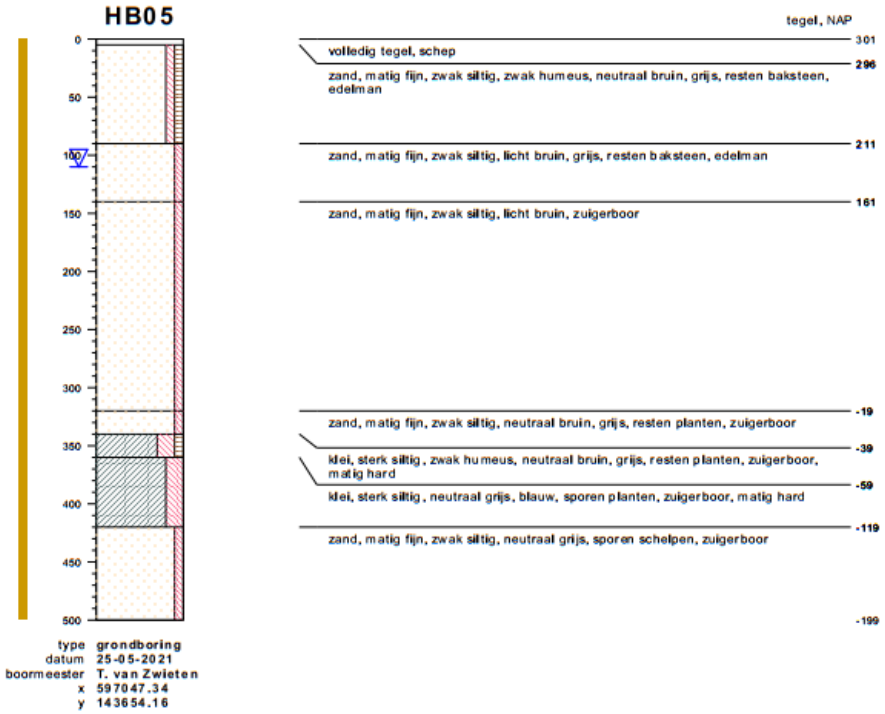
	tegel, NAP
volledig tegel, schep	270
zand, matig fijn, zwak siltig, zwak humeus, neutraal bruin, grijs, resten baksteen, edelman	265
zand, matig fijn, zwak siltig, zwak humeus, donker bruin, grijs, resten baksteen, edelman	190
zand, matig fijn, matig siltig, matig humeus, donker bruin, zwart, resten hout, matig baksteen, edelman	80
zand, matig fijn, zwak siltig, licht bruin, edelman	40
klei, sterk siltig, zwak humeus, neutraal grijs, resten schelpen, edelman, matig hard	-50
klei, matig siltig, licht grijs, blauw, resten planten, edelman, matig hard	-70
zand, matig fijn, zwak siltig, neutraal grijs, zuigerboor	-120
	-230



bodemprofielen **schaal 1:50**

onderzoek **Aanpassing Willem Barentszkade te West Terschelling**
projectcode **2021-1007**
getekend conform **NEN 5104**

Koops grondmechanica
0522 - 260 084

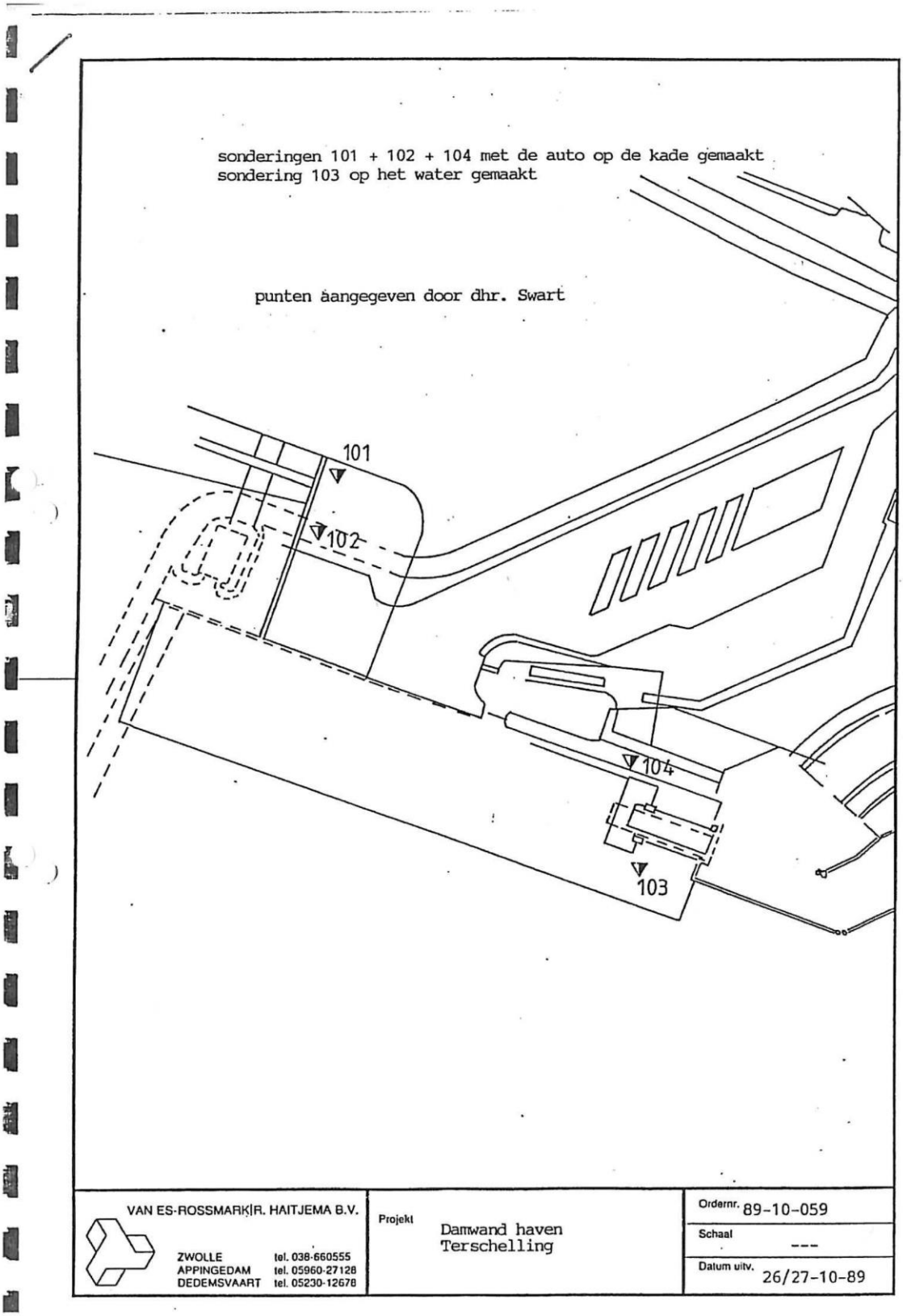


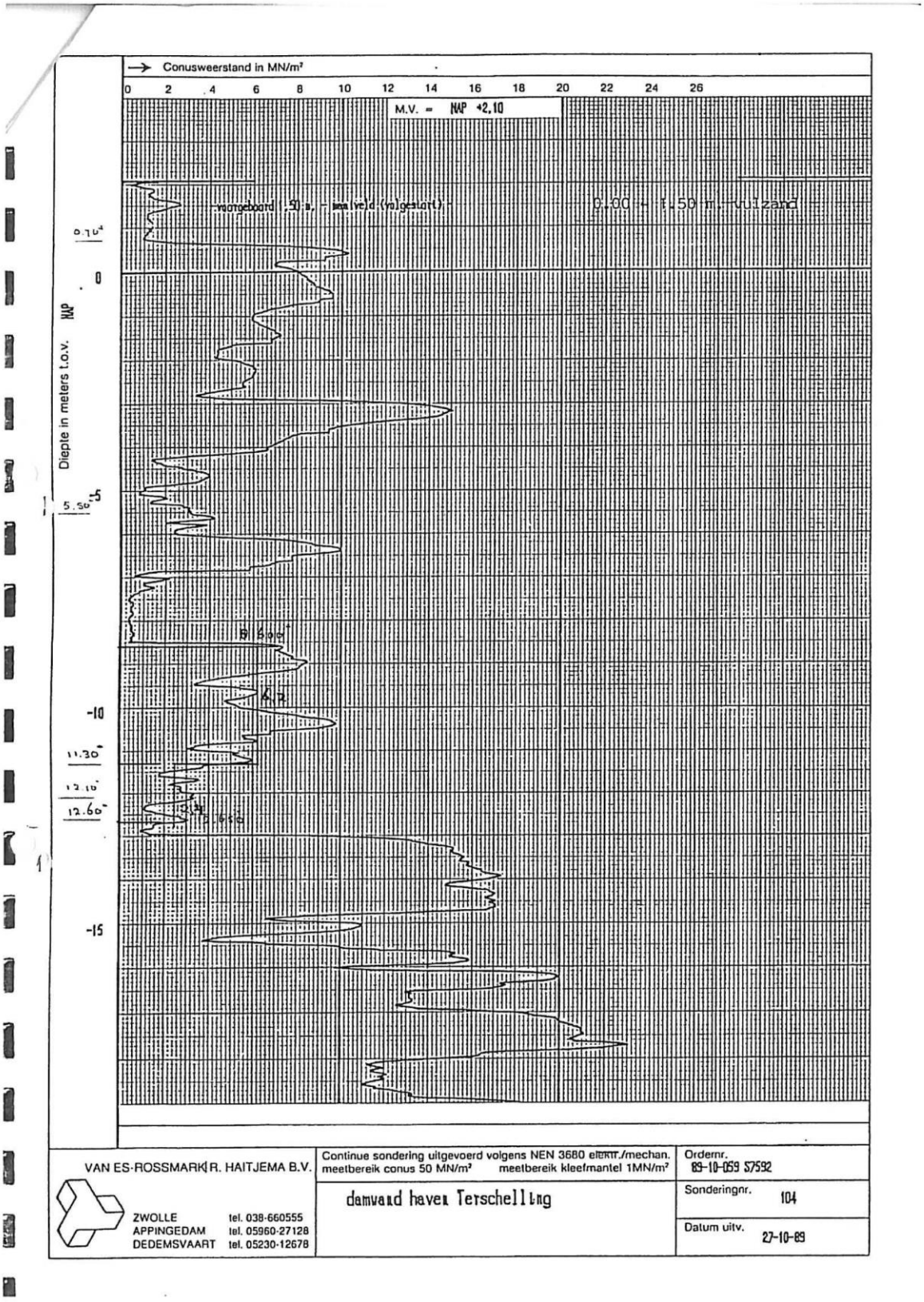
bodemprofielen **schaal 1:50**

onderzoek **Aanpassing Willem Barentszkade te West Terschelling**
projectcode **2021-1007**
getekend conform **NEN 5104**

Koops grondmechanica
0522 - 260 084

bijlage B Sondering 1989




Conusweerstand in MN/m²
0 2 4 6 8 10 12 14 16 18 20 22 24 26
M.V. = NAP +2,10
Diepte in meters t.o.v. NAP
0
-5
-10
-15
5.50
11.30
12.10
12.60
VAN ES·ROSSMARK| R. HAITJEMA B.V.
ZWOLLE tel. 038-660555
APPINGEDAM tel. 05960-27128
DEDEMSVAART tel. 05230-12678
Continue sondering uitgevoerd volgens NEN 3680 elektr./mechan.
meetbereik conus 50 MN/m² meetbereik kleefmantel 1MN/m²
damwand haven Terschelling
Ordernr. 89-10-059 S7592
Sonderingnr. 104
Datum uitv. 27-10-89