



Geotechnisch advies
Vervangen damwanden Oxena
Brids

Antea Group

Understanding today.
Improving tomorrow.

projectnummer 0485398.101
concept
10 maart 2025

Geotechnisch advies

Vervangen damwanden Oxena Bids

projectnummer 0485398.101
documentnummer 250310-485398-rap-geotechnisch advies-R1.0
concept
10 maart 2025

Auteur(s)

F. Eshuis

Opdrachtgever

Gemeente Leeuwarden
Postbus 21000
8900 JA LEEUWARDEN

Gecontroleerd

D. ter Haar

datum
10 maart 2025

beschrijving
definitief

vrijgave
M. Brinkman



Inhoudsopgave

1.	Inleiding	4
1.1	Leeswijzer	4
2.	Uitgangspunten en randvoorwaarden	5
2.1	Informatie	5
2.2	Normen en richtlijnen	5
2.3	Doorbuiging houten damwanden	5
2.4	Damwandsneden	6
2.4.1	Basisoplossing	6
2.4.2	Vleugelwanden	7
2.4.3	Leidingkruising	8
2.5	Grondonderzoeken	9
2.6	Waterstanden	11
2.7	Bodemopbouw	11
3.	Damwandberekeningen	12
3.1	Algemeen	12
3.2	Veiligheidsklasse	12
3.3	Terreinbelastingen	12
3.4	Negatieve kleefbelasting	12
3.5	Laagopbouw en grondparameters	13
3.6	Geometrie en fasering	13
3.7	Berekeningsresultaten	14
3.8	Verankeringen	16
3.8.1	Klapankers	16
3.8.2	Controle Kranz-stabiliteit	16
3.8.3	Legankers vleugelwanden	17
3.9	Overkluizingsconstructie leidingkruising	18
4.	Conclusies en aanbevelingen	19
4.1	Conclusies	19
4.2	Aanbevelingen	20

Bijlage 1 Grondonderzoek Wiertsema & Partners 2011

Bijlage 2 Grondonderzoek Wiertsema & Partners 2023

Bijlage 3 Berekeningsrapporten D-Sheet Piling

Bijlage 4 Berekening klapankers

Bijlage 5 Berekening ankergeringen

1. Inleiding

In opdracht van de gemeente Leeuwarden is door Antea Group ten behoeve van het vervangen van de brug Oxena Bids aan de Skoalledyk in Hempens, damwandberekeningen uitgevoerd en een advies uitgebracht. Het gaat hierbij om de damwanden achter het oostelijke landhoofd in de richting van de oude dorpsvaart.

In 2011 zijn reeds door ingenieursbureau Oranjewoud B.V. (tegenwoordig: Antea Group) in het kader van het opwaarderen van de Skoalledyk en de Dorpsvaart damwandberekeningen uitgevoerd. Resultaat van deze damwandberekeningen uit 2011 was een hardhouten damwand. Deze damwanden zijn verankerd door middel van klapankers.

1.1 Leeswijzer

De gehanteerde uitgangspunten en randvoorwaarden die bij de berekeningen zijn gehanteerd, zijn beschreven in hoofdstuk 2. Vervolgens wordt in hoofdstuk 3 de damwandberekeningen uitgewerkt.

De conclusies en aanbevelingen zijn opgenomen in hoofdstuk 4. Tot slot is een literatuurlijst toegevoegd van de gehanteerde normen en richtlijnen.

2. Uitgangspunten en randvoorwaarden

2.1 Informatie

Ten tijde van het opstellen van voorliggend geotechnisch advies, is gebruik gemaakt van de navolgende beschikbaar gestelde informatie:

- [1] Rapport ingenieursbureau Oranjewoud 'Ontwerp Skoalledyk en Dorpsvaart te Hempens', rapport met projectnummer: 239 235 van 14 april 2011, revisie D00;
- [2] Resultaten grondonderzoek Wiertsema & Partners, rapport met opdrachtnummer: VN-53567-1 van 15 maart 2011;
- [3] Geotechnisch onderzoek Wiertsema & Partners 'Vervangen Oxena Bids te Leeuwarden', rapport met documentnummer: R88449 van 8 maart 2023, versie 1;
- [4] Tekeningen Antea Group 'Vervangen Oxena Bids', concept 1.0 van 24 januari 2025:
 - nummer: 485398-C3-0001 'Bestekstekening Cameraplan';
 - nummer: 485398-C3-0002 'Bestekstekening Bestaande situatie brug';
 - nummer: 485398-C3-0003 'Bestekstekening Nieuwe situatie brug';
 - nummer: 485398-C3-0004 'Bestekstekening Vervangen damwand';
 - nummer: 485398-C3-0005 'Bestekstekening Detailtekening';
 - nummer: 485398-C3-0006 'Tijdelijke brug, omleiding, werkterrein en -grens';
- [5] Tekening Terra Carta 'Kabel- en leidingonderzoek' met kenmerk: TC24.317.01.01 van 29 januari 2025, revisie A.

2.2 Normen en richtlijnen

De berekeningen zijn uitgevoerd conform de onderstaande voorschriften, richtlijnen en artikelen:

NEN-EN 1990	Grondslagen	: Grondslagen van het constructief ontwerp	[Lit. 1]
NEN-EN 1995-1	Houtconstructies	: Algemene regels	[Lit. 2]
NEN 9997-1+C2:2017	Geotechniek	: Algemene regels	[Lit. 3]
CUR 166	Damwandconstructies (6 ^e druk):		[Lit. 4]
NEN 6766	Corrosie van stalen elementen in de ondergrond		[Lit. 5]

2.3 Doorbuiging houten damwanden

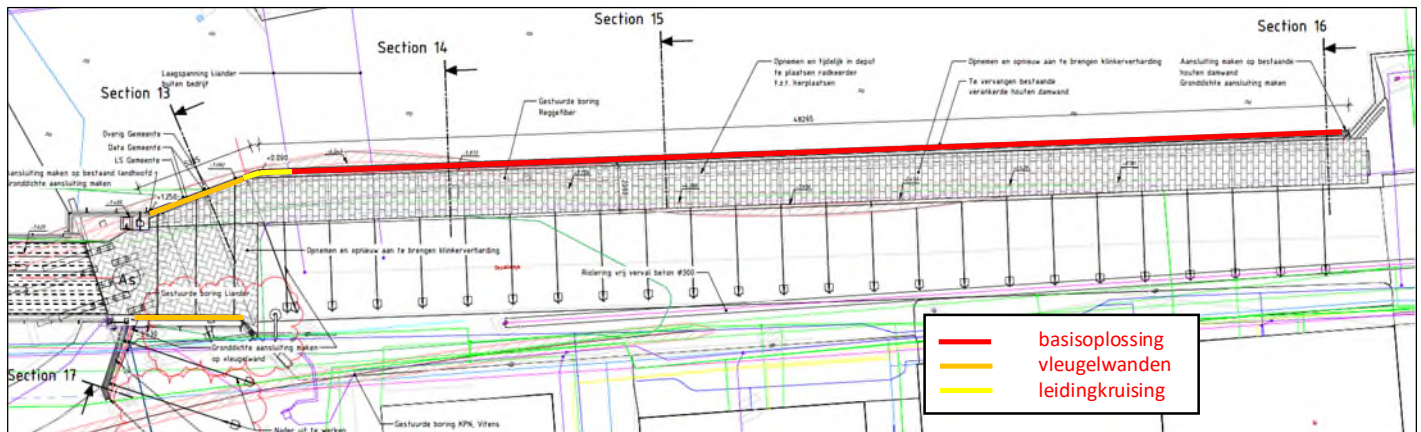
Voor houten damwanden wordt geen doorbuigingscriterium gehanteerd. Dit is in overeenstemming met de beleidsregels van Provincie Fryslân. Voor het beoordelen van de dikte van de damwanden is de sterkte van de damwanden leidend.

2.4 Damwandsneden

In de damwandberekeningen is onderscheid gemaakt tussen drie verschillende damwandsneden, te weten:

1. basisoplossing;
2. vleugelwanden;
3. leidingkruising.

In figuur 2-1 zijn de drie beschouwde sneden in een bovenaanzicht weergegeven.



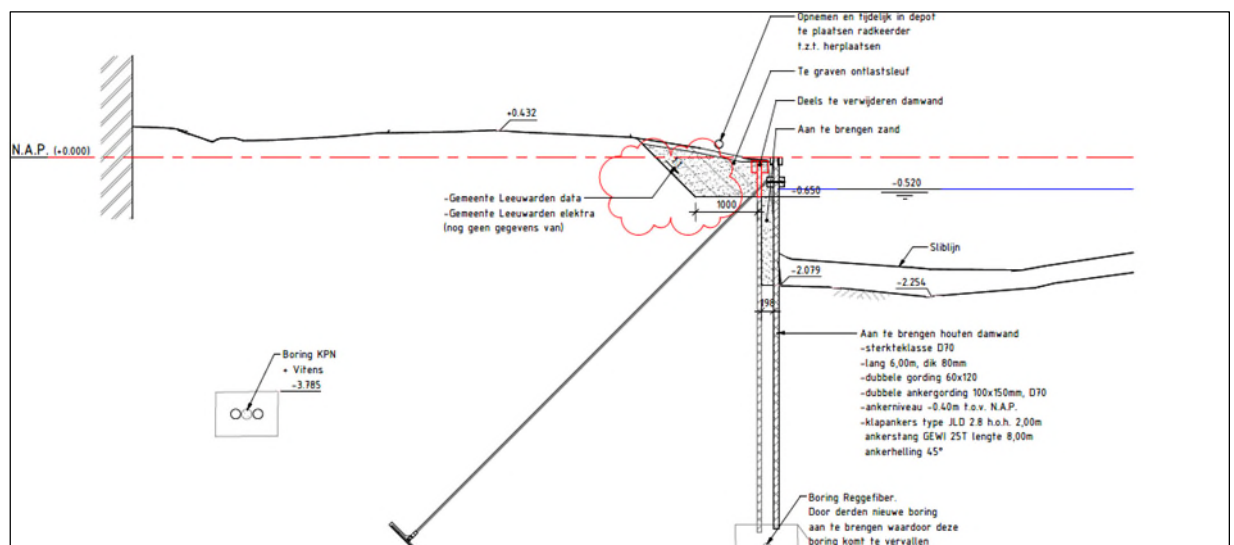
figuur 2-1: Bovenaanzicht met locatie damwandsneden (indicatief)

In paragraaf 2.4.1 tot en met 2.4.3 worden de drie verschillende damwandsneden in het kort beschreven.

2.4.1 Basisoplossing

Verdeeld over de te vervangen damwanden zijn op vijf verschillende locaties/raaien het bestaande maaiveldniveau achter de damwand tot de gevel van de bestaande woningen ingemeten. Tevens is de bodemdiepte in de Dorpsvaart voor de bestaande damwand gepeild. De dwarsprofielen zijn terug te vinden op de bestekstekening met nummer: 485398-C3-0004 [4].

Deze vijf dwarsprofielen zijn met elkaar vergeleken en voor de damwandberekening is één maatgevend dwarsprofiel als basis gehanteerd, in dit geval dwarsprofiel 'Section 14' (zie figuur 2-2).

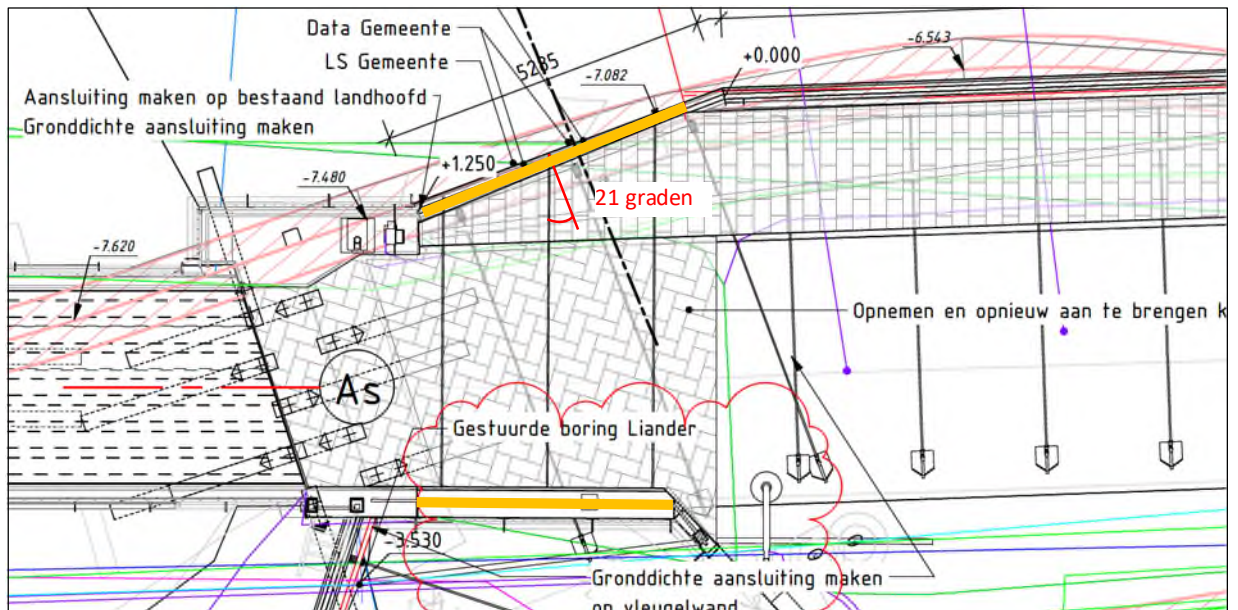


figuur 2-2: Dwarsprofiel 'Section 14' uit bestekstekening 485398-C3-0004 [4]

Direct voor de damwand is uitgegaan van een 'harde' bodemniveau van NAP -2,08 m aflopend naar een niveau van NAP -2,25 m op 1,5 meter voor de damwand.

2.4.2 Vleugelwanden

In figuur 2-3 is een fragment van de bestekstekening ter plaatse van de vleugelwanden weergegeven.



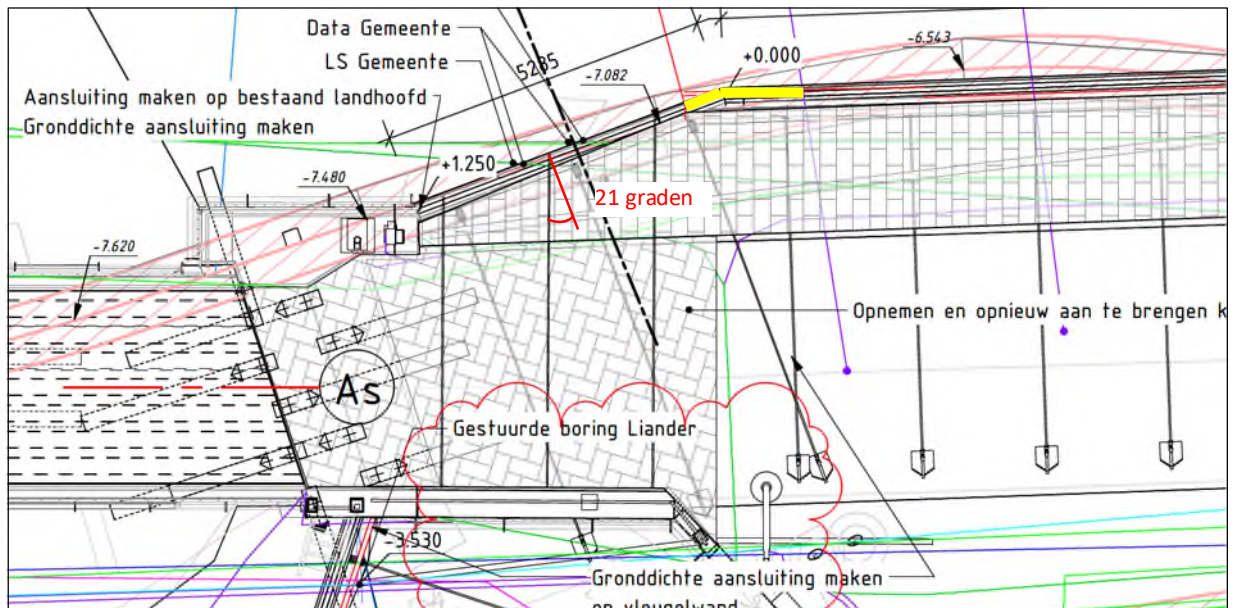
figuur 2-3: Bovenaanzicht ter plaatse van de vleugelwanden (oranje doorgetrokken lijnen)

De bovenkant van de vleugelwand varieert hierbij van NAP +0,0 m tot NAP +1,25 m ter plaatse van de aansluiting met het landhoofd. De vleugelwanden worden onderling met elkaar verbonden door middel van (horizontale) legankers en houten ankerboringen.

De ankerstangen sluiten aan de zuidkant (nagenoeg) haaks aan op de zuidelijke damwanden. Aan de noordkant sluiten de ankers onder een hoek van circa 21 graden aan op de damwand.

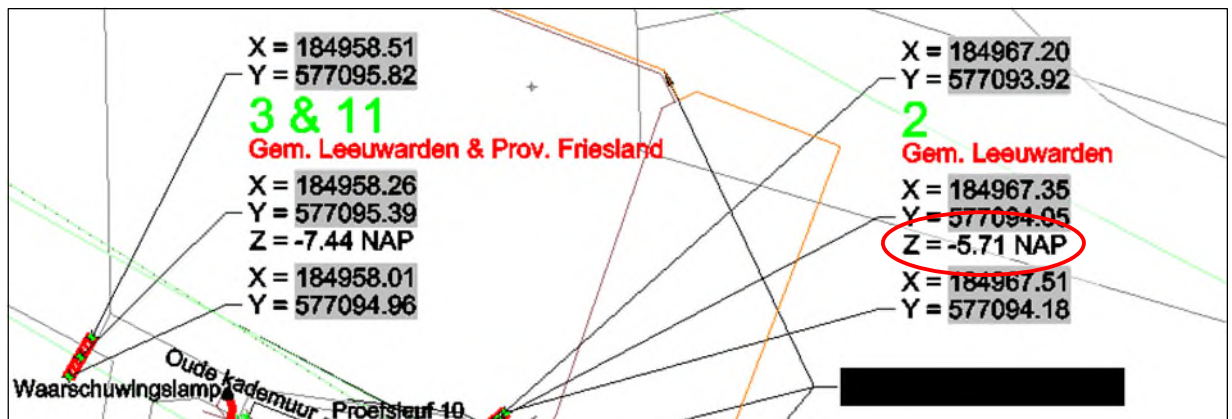
2.4.3 Leidingkruising

In figuur 2-4 is een fragment van de bestekstekening ter plaatse van de leidingkruising weergegeven.



figuur 2-4: Bovenaanzicht ter plaatse van de leidingkruising (geel doorgetrokken lijnen)

Ter hoogte van het knikpunt kruist de damwand een laagspannings elektrakabel. Volgens het kabel- en leidingonderzoek van Terra Carta [5] bedraagt de bovenkant van de kabel NAP -5,71 m, zie figuur 2-5.



figuur 2-5: Situatie met locatie duiker elektrakabel volgens Terra Carta [5]

Bij het ontwerp van de nieuwe damwand is rekening gehouden met de aanwezigheid van de elektra kabel. In overleg met de opdrachtgever is rekening gehouden met een minimale afstand van 0,5 m tussen de bestaande kabel en de nieuw aan te brengen damwandplanken. Genoemde afstand is een dagmaat (lees: minimale afstand) en geldt in zowel horizontale als verticale richting. Dit betekent dat de korte planken aldaar niet dieper geïnstalleerd kunnen worden dan (afgerond) NAP -5,0 m.

2.5 Grondonderzoeken

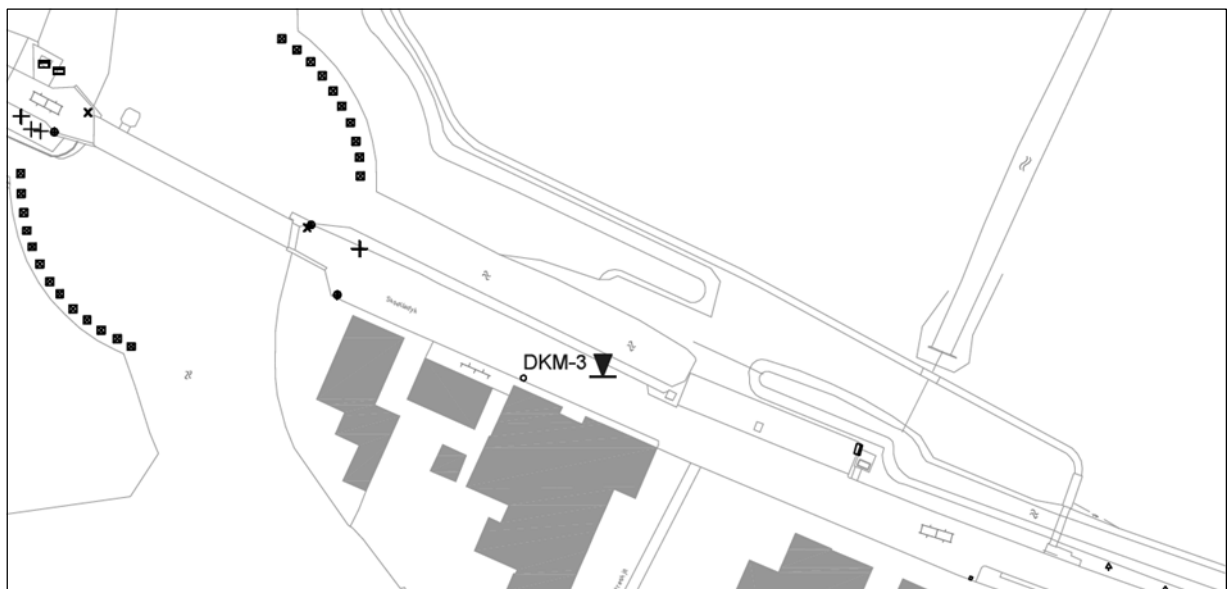
Door de firma Wiertsema & Partners uit Tolbert is op 7 maart 2011 een grondonderzoek uitgevoerd. Het onderzoek heeft bestaan uit een 3-tal sonderingen (met kleefmeting) tot een maximaal verkend niveau van circa 14 meter minus het maaiveld. Daarnaast is, ter verificatie van het bodemmateriaal in de toplagen, bij 1 sondering een handboring uitgevoerd tot 5 meter minus het maaiveld.

De resultaten van dit grondonderzoek zijn gepresenteerd in het rapport met opdrachtnummer: VN-53567-1 van 15 maart 2011. Deze onderzoeksresultaten zijn als bijlage 1 aan dit rapport toegevoegd.

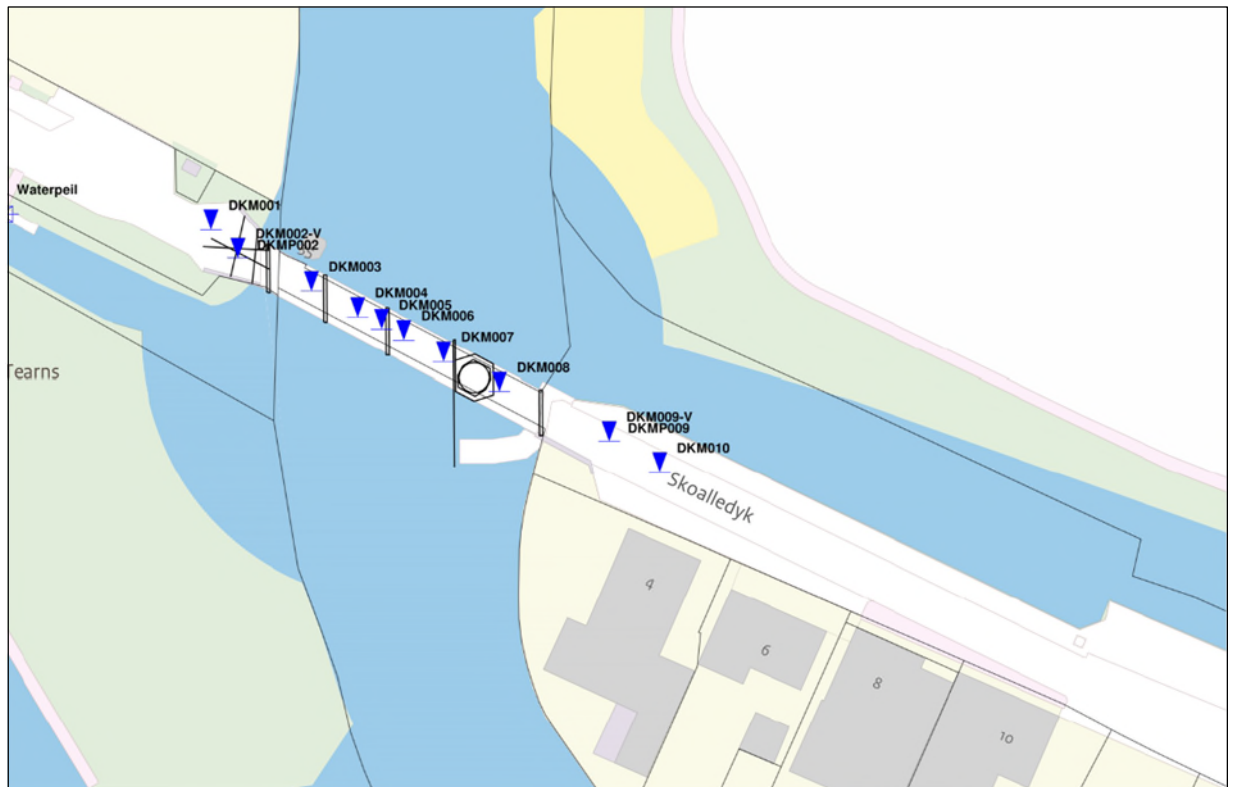
Voor de damwandberekeningen is de meest westelijke sondering DKM3 in ogenschouw genomen. In figuur 2-6 is de locatie van sondering DKM3 weergegeven.

In 2023 is door de firma Wiertsema & Partners een aanvullend grondonderzoek uitgevoerd. Dit onderzoek is specifiek voor het onderhavige project: het vervangen van de brug 'Oxena Bids'. Dit grondonderzoek is in opdracht van ingenieursbureau Boorsma B.V. uitgevoerd, zie rapport [3].

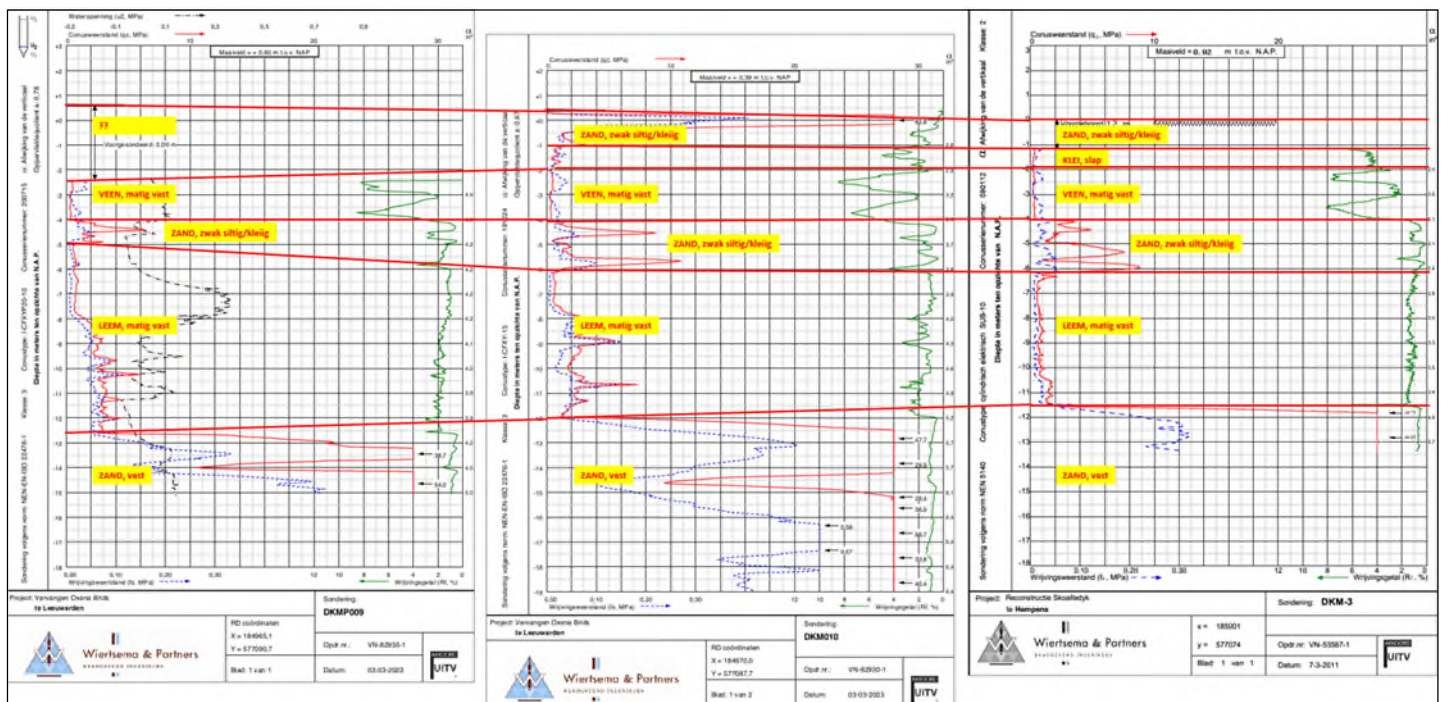
De sonderingen DKMP009 en DKM010 zijn representatief voor de in dit rapport uitgewerkte damwandberekeningen, zie figuur 2-7.



figuur 2-6: Situatie met locatie sondering DKM3 uit 2011



figuur 2-7: Situatie met locatie sonderingen uit 2023



figuur 2-8: Representatieve sonderingen van west naar oost (DKMP009:2023, DKM010:2023 en DKM-3:2011)

Opvallend hierbij is dat de dikte en vastheid van de zandtussenlaag rond een niveau van NAP -5,0 m in westelijke richting afneemt.

2.6 Waterstanden

Het open water staat in directe verbinding met de Nauwe Greuns en de (beheers)waterstand bedraagt NAP –0,52 m en is gelijk aan het Fries Boezempeil. Deze waterstand is als uitgangspunt gehanteerd in de damwandberekeningen.

2.7 Bodemopbouw

Het maaiveldniveau van de onderzoekspunten varieerde van NAP +0,02 m tot NAP +0,60 m. Direct onder het maaiveld bevindt zich een geroerde en puinhoudende zandtoplaag met een dikte van 1,2 tot 1,5 meter. Vervolgens wordt tot de 1^e zandlaag (niveau ca. NAP –4 m) een weinig draagkrachtig pakket bestaande uit klei en veen aangetroffen. Hierna wordt een 1 tot 2 m dikke zandlaag geregistreerd met conusweerstand variërend van gemiddeld 3 tot 8 MPa met lokaal een uitschieter tot 10 MPa. Dergelijke fluctuaties worden veroorzaakt door een verschil in pakking van het zandpakket en/of door de aanwezigheid van bijbestanddelen in het zandpakket zoals bijvoorbeeld klei en/of leemlensjes. Vervolgens wordt tot een niveau van NAP –11,5 m à NAP –12,5 m een leemafzetting aangetroffen. Tot slot wordt tot het maximaal verkende niveau van NAP –19 m, de vaste tot zeer vaste zandafzettingen geregistreerd. De conusweerstand lopen hierin vrijwel direct op tot 50 à 60 MPa. Deze hoge conusweerstand hebben echter ook tot gevolg dat de sonderingen veelal niet dieper konden worden uitgevoerd ten gevolge van de vastheid van het zandpakket.

3. Damwandberekeningen

3.1 Algemeen

De damwanden zijn berekend conform de Eurocode [Lit. 3] tot en met [Lit. 4] en de richtlijnen gegeven in CUR 166 'Damwandconstructies' [Lit. 4]. De damwandberekeningen zijn uitgevoerd met behulp van het computerprogramma D-Sheet Piling (versie 23.1 build 1.40517) van Deltares Systems. Met dit programma kunnen momenten, dwarskrachten en verplaatsingen van de wand worden berekend.

Uitgegaan is van een verankerde hardhouten damwand met sterkteklasse D70. Als verankeringsconstructie is gekozen voor de toepassing van 'klpankers'.

De nieuwe damwand zal op nagenoeg dezelfde locatie (of net daarvoor) geïnstalleerd worden. Het nautisch profiel zal derhalve minimaal veranderen.

Er worden geen bolders op of aan de nieuwe damwand gemonteerd.

3.2 Veiligheidsklasse

De damwanden zijn overeenkomstig CUR 166 'Damwandconstructies' [Lit. 4] ingedeeld in veiligheidsklasse RC1: geringe gevolgen ten aanzien van het verlies van mensenlevens en/of kleine of verwaarloosbare economische of sociale gevolgen of gevolgen voor de omgeving. De kerende hoogte van de damwand bedraagt 2 à 3 meter. Volgens de Eurocode geldt veiligheidsklasse RC1 doorgaans voor oeverconstructies met een kerende hoogte tussen 2 en 5 meter, in dit geval wordt hieraan voldaan.

Aan de hand van het gekozen veiligheidsniveau worden partiële veiligheidsfactoren en -marges bepaald voor het mechanisme, waarbij de maximale passieve grondweerstand wordt overschreden. De representatieve grondparameters zijn hierbij omgerekend naar rekenwaarden. Voor wat betreft veiligheidsklasse RC1 zijn de navolgende partiële veiligheidsfactoren en -marges van toepassing:

- | | |
|--|---|
| • cohesie | 1,15 |
| • inwendige wrijvingshoek ($\tan \phi'$) | 1,15 |
| • kerende hoogte | 10 % van de kerende hoogte met een maximum van 0,50 m |
| • verlaging waterstand lage zijde | 0,20 m |
| • verhoging grondwaterstand hoge zijde | 0,05 m |
| • horizontale beddingsconstanten | 1,30 |

3.3 Terreinbelastingen

In de damwandberekening is in de basis uitgegaan van een gelijkmatig verdeelde terreinbelasting van 5 kN/m^2 , gerekend op een afstand van 0 tot 5 meter achter de damwandconstructie. Genoemde belasting is bedoeld ten gevolge van de aanwezigheid van personen en/of licht materieel (bijvoorbeeld tractor). Opgemerkt wordt, dat geen rekening is gehouden met zware bovenbelastingen, als gevolg van bouwverkeer. Daarnaast is rekening gehouden met het verkeer over de Skoalldyk (15 kN/m^2) op een afstand van minimaal 5 meter van de damwand. Ter plaatse van de vleugelwanden rijdt het verkeer dichtbij de vleugelwanden langs.

In de damwandberekening voor de vleugelwanden is daardoor gerekend met een gelijkmatig verdeelde belasting van 15 kN/m^2 op een afstand van 0,5 meter achter de damwanden.

3.4 Negatieve kleeftbelasting

Aangezien het achterliggende terrein niet (of nauwelijks) wordt opgehoogd, zullen maaiveldzettingen ten gevolge van ophogingen nihil te noemen zijn. Derhalve is geen negatieve kleeftbelasting (hangende grond aan damwandplanken) in rekening gebracht.

Achtergrondzettingen als gevolg van autonome bodemdaling doen niet ter zake voor negatieve kleeftbelasting. Namelijk de damwand in zijn totaliteit zakt nagenoeg evenveel als de ondergrond.

3.5 Laagopbouw en grondparameters

Voor de interpretatie van de laagopbouw zijn de door Wiertsema & Partners uitgevoerde sonderingen uit 2011 en 2023 in ogenschouw genomen. De laagopbouw en de grondparameters zijn uit de sonderingen afgeleid op basis van de NEN 9997-1:2017 tabel 2.b [Lit. 3]. De handboring heeft hierbij als verificatie gediend voor de classificatie van de grondmaterialen in de toplagen. In tabel 3-1 is de maatgevende laagopbouw weergegeven, met de daaraan toegekende (representatieve) grondparameters zoals die in de damwandberekeningen zijn aangehouden.

tabel 3-1: Maatgevende laagopbouw met representatieve grondparameters (sondering **DKMP009:2023**)

Grondsoort	niveau		γ_{aardv} [kN/m ³]	γ_{verz} [kN/m ³]	ϕ' [°]	c' [kPa]	k_{h1} [kN/m ³]	k_{h2} [kN/m ³]	k_{h3} [kN/m ³]
	[m NAP]	[m NAP]							
ZAND, zwak siltig/kleiig	mv	-1,2	18	20	27,5	-	16.000	8.000	4.000
KLEI, slap	-1,2	-2,0	14	14	17,5	-	2.000	1.000	500
VEEN, matig vast	-2,0	-3,9	12	12	15,0	2,5	2.000	1.000	500
ZAND, zwak siltig/kleiig	-3,9	-5,0	18	20	27,5	-	16.000	8.000	4.000
LEEM, matig vast	-5,0	-12,5	20	20	27,5	1	6.000	3.000	1.500
ZAND, vast	-12,5	-15,0	19	21	35,0	-	40.000	20.000	10.000

In de tabel is:

γ_{aardv}	volumiek gewicht van aardvochtige grond;
γ_{verz}	volumiek gewicht van verzadigde grond;
ϕ'	effectieve hoek van inwendige wrijving;
c'	effectieve cohesie;
k_{hi}	lage horizontale beddingsconstanten, afhankelijk van de vervorming conform tabel 27-2 van de handleiding van D-Sheet Piling.

De wandwrijvingshoek δ wordt overeenkomstig de CUR 166 [Lit. 4] aangehouden op $2/3 \cdot \phi'$. Een uitzondering hierop vormt het veen, waarbij $\delta = 0^\circ$ wordt aangehouden.

3.6 Geometrie en fasering

De uitvoeringsfasering, zoals die in de damwandberekening is aangehouden, is als volgt:

1. Aanbrengen damwand met bovenkant op een niveau van NAP +0,0 m.
Ter plaatse van de vleugelwanden is dit NAP +0,0 m à NAP +1,25 m;
2. Installeren van de verankering en aanbrengen van de anker Gording. Gerekend is met een verankeringsniveau op een niveau van NAP -0,4 m (hartmaat gordingen);
3. Nadat de ankers zijn aangebracht, dienen deze beproefd en voorgespannen te worden.
De voorspankracht bedraagt 15 kN/m¹ in de richting van het anker. Genoemde waarde betreft een gebruikswaarde;
4. Ter plaatse van de vleugelwanden wordt op een niveau van NAP -0,1 m een extra verankering aangebracht. Deze bestaat uit legankers en anker Gordingen;
5. Aanvullen grond achter de damwand en afwerken volgens theoretisch profiel, zie bestekstekeningen [4];
6. In de gebruiksfase is gerekend met een terrein- en verkeersbelasting achter de damwanden (zie paragraaf 3.3).

3.7 Berekeningsresultaten

In tabel 3-2 tot en met tabel 3-4 is een samenvatting weergegeven van de belangrijkste resultaten uit de damwandberekeningen. In bijlage 3 zijn de volledige berekeningsrapporten (uitdraai D-Sheet Piling) toegevoegd.

tabel 3-2: Samenvatting resultaten damwandberekening / **basisoplossing**

grootheid	eenheid			
bovenkant damwand	[NAP .. m]	+0,0		
onderkant damwand	[NAP .. m]	-6,0		
lengte damwand	[m]	6,00		
dikte planken	[mm]	80		
sterkteklasse	[-]	D70		
resultaten				
P _{max}	[kN/m ¹]	40		
P _{vsp}	[kN/m ¹]	15		
∠ anker	[°]	45		
% mob. / % toelaatb.	[%]	89	100	voldoet
M _{s,max;d} / M _{r,max;d}				
- lange duur belastingen:	[kNm/m ¹]	19,5	33,0	voldoet
- korte duur belastingen:	[kNm/m ¹]	23,7	43,0	voldoet

tabel 3-3: Samenvatting resultaten damwandberekening / **vleugelwanden**

grootheid	eenheid			
bovenkant damwand	[NAP .. m]	[1] +0,0 à +1,25		
onderkant damwand	[NAP .. m]	-7,0		
lengte damwand	[m]	7,00 à 8,25		
dikte planken	[mm]	80		
sterkteklasse	[-]	D70		
resultaten				
P _{max}	[kN/m ¹]	58		
P _{vsp}	[kN/m ¹]	15		
∠ anker	[°]	45		
P _{max,legankers}	[kN/m ¹]	127		
% mob. / % toelaatb.	[%]	75	100	voldoet
M _{s,max;d} / M _{r,max;d}				
- lange duur belastingen:	[kNm/m ¹]	30,8	33,0	voldoet
- korte duur belastingen:	[kNm/m ¹]	39,8	43,0	voldoet

[1] In de damwandberekening is uitgegaan van een gemiddelde van NAP +0,63 m voor de bovenkant van de damwand. Op deze wijze wordt een gemiddeld beeld van de spanningen in de relatief korte vleugelwanden verkregen.

tabel 3-4: Samenvatting resultaten damwandberekening / **leidingkruising**

grootheid	eenheid				
bovenkant damwand	[NAP .. m]	+0,0			
onderkant damwand	[NAP .. m]	[2] -5,0 / -7,0			
lengte damwand	[m]	[2] 5,00 / 7,00			
dikte planken	[mm]	80			
sterkteklasse	[-]	D70			
resultaten					
P _{max}	[kN/m ¹]	34			
P _{vsp}	[kN/m ¹]	15			
∠ anker	[°]	45			
% mob. / % toelaatb.	[%]	58	100		voldoet
M _{s,max;d} / M _{r,max;d}					
- lange duur belastingen:	[kNm/m ¹]	24,8	24,8		voldoet
- korte duur belastingen:	[kNm/m ¹]	25,9	32,1		voldoet

[1] De damwanden worden gestaffeld (lang-kort-lang) aangebracht. Voor een meer specifieke schematisatie wordt verwezen naar paragraaf 3.9.

In de tabellen is:

$P_{\max}$	de maximale rekenwaarde van de ankerkracht op niveau van NAP $-0,40$ m;
P_{vsp}	de aan te brengen voorspankracht na het testen van de ankers (gebruikswaarde);
$\angle$	de hoek van de ankerhelling, met de horizontaal;
% mob.	het percentage gemobiliseerde grondweerstand in de uiterste grenstoestand;
% toelaatb.	het toelaatbare percentage gemobiliseerde weerstand in de uiterste grenstoestand;
$M_{s;\max;d}$	de maximale rekenwaarde van het optredend buigend moment;
$M_{r;\max;d}$	het maximaal op te nemen buigend moment (rekenwaarde);

Conclusie

Het percentage gemobiliseerde weerstand in de uiterste grenstoestand bedraagt maximaal 89% en is daarmee kleiner dan 100%. Derhalve wordt aangetoond dat een verankerde damwand met een plankengte van 5 à 7 meter (afhankelijk van de locatie) voldoende lang is.

De rekenwaarde van de berekende momenten is kleiner dan de maximaal opneembare momenten. De beoogde damwandplanken met een dikte van 80 mm en sterkteklasse D70 zijn derhalve voldoende sterk.

Het verticaal draagvermogen van de damwanden is met behulp van de zogenaamde 'slip' methode gecontroleerd en voldoet.

3.8 Verankeringen

3.8.1 Klapankers

De damwandconstructie zal verankerd worden uitgevoerd. Gezien de aangetroffen bodemopbouw waarbij vanaf een niveau van NAP –11,5 à –12,5 m het draagkrachtige zand wordt aangetroffen, is gekozen voor de toepassing van klapankers. Klapankers zijn destijds (circa 2011/2012) ook toegepast voor de damwanden langs de Skoalledyk in oostelijke richting. De lengte van de ankerstangen zijn daar korter, dit aangezien de tussenzandlaag op een niveau van NAP –4,0 à –6,0 m daar beduidend dikker en vaster is.

De aangehouden hart-op-hart afstand van de klapankers bedraagt (in de basis) 2,00 meter. Aangezien de berekende ankerkracht ter plaatse van de vleugelwanden een factor 2 groter zijn, wordt geadviseerd om daar de klapankers hart-op-hart 1,00 meter uit elkaar te plaatsen.

De ankerstangen, met een lengte van (netto) 18 meter, worden onder een hellingshoek van 45 graden met de horizontaal op diepte gebracht. Het beoogde installatie niveau van de klapankers bedraagt NAP –13,1 m. Na het installeren zullen de ankers beproefd en afgespannen worden op een waarde van 15 kN/m¹ in de richting van het anker (gebruikswaarde).

In bijlage 4 is de berekening van de klapankers en de ankerstangen gepresenteerd. In de berekening is het ankertype JLD 2.8 gecontroleerd op breuk en geotechnisch draagvermogen conform CUR 166 'Damwandconstructies' [Lit. 4]. Daarnaast is het type ankerstang GEWI 25T gecontroleerd. Naast de toetsing van de ankerstang is de anker Gording ook gecontroleerd. Voor de controle is een dubbele Azobé Gording (sterkteklasse D70) met de afmetingen 100 x 150 mm (b x h) aangehouden. De toetsing van de anker Gordingen is in bijlage 5 uitgewerkt.

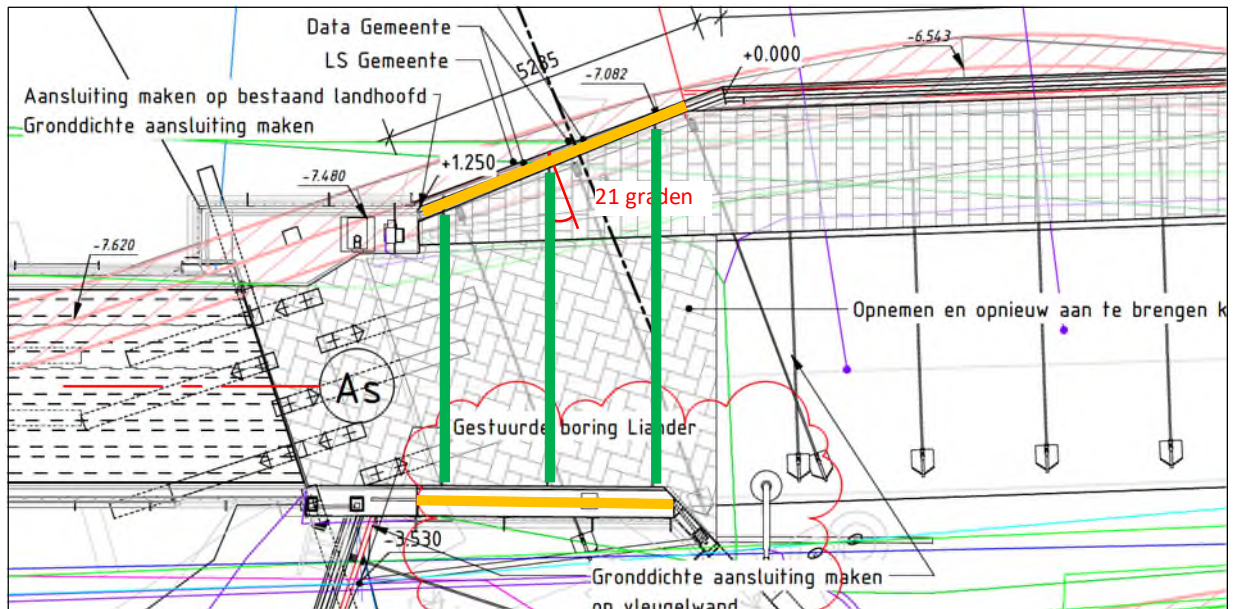
Naast deze 'standaard' controle, is eveneens het belastinggeval 'ankeruitval' gecontroleerd. Bij ankeruitval wordt één anker verwaarloosd en dient het verankeringsstelsel over voldoende herverdelingscapaciteit te beschikken. In dat geval mogen alle partiële materiaal- en belastingfactoren op 1,0 gesteld worden. Deze calamiteit is gecontroleerd op sterkte en voldoet.

3.8.2 Controle Kranz-stabiliteit

Overeenkomstig stap 11.1 van het stappenplan in CUR 166 'Damwandconstructies', dient een afschuiving langs een recht glijvlak bij een verankerde damwand gecontroleerd te worden. De grondweerstand die tussen damwand en grondanker (of ankerwand) geleverd kan worden, kan berekend worden met de methode 'Kranz'. Gezien de lengte van de ankerstangen (18 meter) in relatie tot de berekende ankerkrachten (< 100 kN/m¹) is Kranz-stabiliteit geen maatgevend faalmechanisme. Derhalve is dit niet nader onderzocht en gecontroleerd.

3.8.3 Legankers vleugelwanden

Voor de vleugelwanden is een extra verankeringsniveau voorzien. In de berekening is uitgegaan van een niveau van NAP -0,10 m. Volgens de (concept) besteksteking zijn er 3 ankerstangen, deze zijn in figuur 3-1 groen aangegeven.



figuur 3-1: Bovenaanzicht ter plaatse van de vleugelwanden (oranje) met drie legankerstangen (groen)

De ankerstangen zijn ongeveer 1,8 meter uit elkaar verwijderd. De ankerstangen sluiten aan de zuidkant (nagenoeg) haaks aan op de zuidelijke damwanden. Aan de noordkant sluiten de ankers onder een hoek van 21 graden aan op de damwand. De berekende ankerkracht (P_{max}) volgt uit de damwandberekening en bedraagt 127 kN/m^1 .

De rekenwaarde van de maximale ankerkracht in de ankerstang (P_d) bedraagt:
 $(1,25 \times 1,80 \text{ m} \times 127 \text{ kN/m}^1 / \cos 21^\circ) 305 \text{ kN}$.

Uitgaande van een ankerstang van het type GEWI 28TR met een vloeispanning van 670 N/mm^2 bedraagt de trekcapaciteit ($R_{t,d}$) maximaal 322 kN. Hierbij is rekening gehouden met een afroesting van 0,6 mm op de straal van de ankerstang. Geconcludeerd wordt dat ankerstangen van het type GEWI 28TR voldoende sterk zijn.

Naast de toetsing van de ankerstang is de anker Gording ook gecontroleerd. Voor de controle is een enkele Azobé Gording (sterkteklasse D70) met de afmetingen $220 \times 220 \text{ mm}$ (b x h) aangehouden. De toetsing van de anker Gordingen is in bijlage 5 uitgewerkt.

3.9 Overkluizingsconstructie leidingkruising

In paragraaf 2.4.2 is reeds aangegeven dat ter hoogte van het knikpunt nabij de vleugelwanden een elektrakabel de damwand kruist.

De diepteligging van de (bovenkant van de) kabel ter hoogte van de damwand bedraagt NAP –5,71 m.

Uit het basisontwerp van de damwand volgt een installatieniveau van de damwanden van NAP –6,00 m. Dit betekent dat de nieuw aan te brengen damwandplanken de bestaande kabel zal kruisen.

Derhalve wordt in deze paragraaf een voorstel gemaakt voor een overkluizingsconstructie.

In overleg met de opdrachtgever is rekening gehouden met een minimale afstand van 0,5 m tussen de bestaande kabel en de nieuw aan te brengen damwandplanken. Genoemde afstand betreft een dagmaat (lees: minimale afstand) en geldt in zowel verticale als horizontale richting. Dit betekent dat de korte planken ter hoogte van de duiker niet dieper geïnstalleerd mogen worden dan (afgerond) NAP –5,00 m.

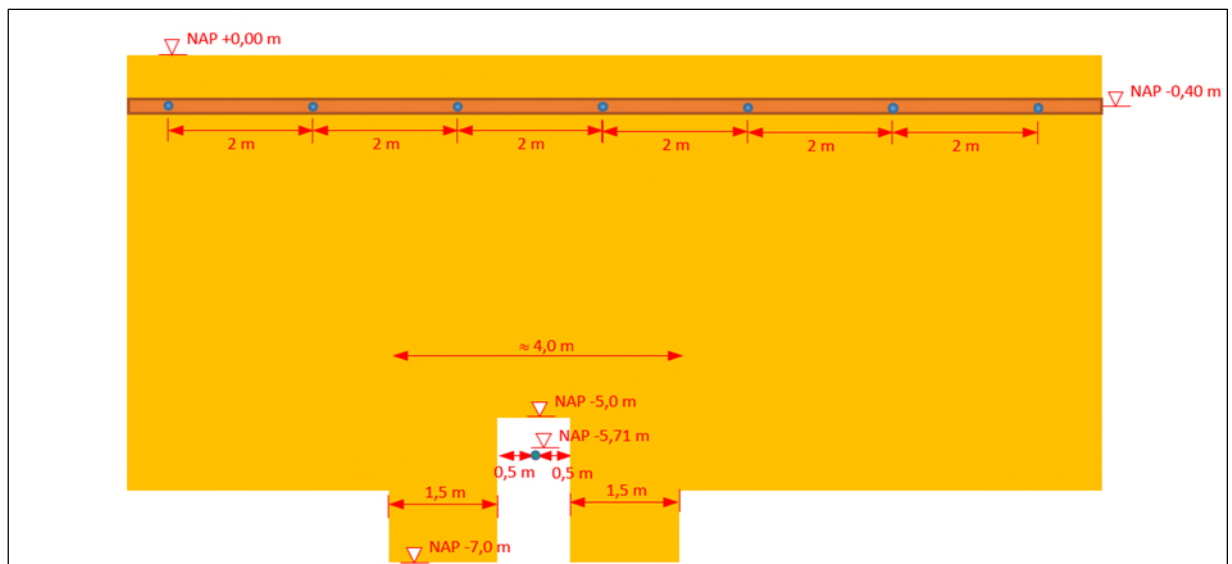
In een aanvullende damwandberekening is een schematisering gemaakt waarbij een combinatie van korte en lange damwandplanken is aangehouden.

Teneinde een voldoende sterke, en stabiele constructie te krijgen, zullen aan weerszijden over een breedte van 1,5 meter, langere damwandplanken aangebracht moeten worden. Deze damwanden hebben een planklengte van 7 meter (in plaats van 6 meter).

Een extra gording op een lager niveau is in dit geval niet nodig. Door de mes en groef verbinding van de damwandplanken wordt een spreidend effect over de breedte van de overkluizingsconstructie verkregen.

Ter illustratie is in figuur 3-2 de overkluizingsconstructie (in vooraanzicht) schematisch weergegeven.

In bijlage 3 is het volledige berekeningsrapport (uitdraai D-Sheet Piling) toegevoegd.



figuur 3-2: Schematische weergave van de overkluizingsconstructie

4. Conclusies en aanbevelingen

4.1 Conclusies

In dit rapport zijn damwandberekeningen ten behoeve van het vervangen van de brug Oxena Bids aan de Skoalledyk in Hempens uitgevoerd en is een advies uitgebracht. Het gaat hierbij om de damwanden achter het oostelijke landhoofd in de richting van de oude dorpsvaart.

In de damwandberekeningen is onderscheid gemaakt tussen drie verschillende damwandsneden, te weten:

1. basisoplossing;
2. vleugelwanden;
3. leidingkruising.

In figuur 2-1 van dit rapport zijn de drie beschouwde sneden in een bovenaanzicht weergegeven.

Uitgegaan is van een verankerde hardhouten damwand met sterkteklasse D70. Als verankeringsconstructie is gekozen voor de toepassing van 'klapankers'.

De nieuwe damwand zal op nagenoeg dezelfde locatie (of net daarvoor) geïnstalleerd worden. Het nautisch profiel zal derhalve minimaal veranderen.

De berekende damwandconstructie ziet er **in de basis** als volgt uit:

- bovenkant damwand NAP +0,0 m;
- onderkant damwand NAP -6,0 m;
- dikte damwand 80 mm;
- lengte damwand 6,0 m;
- sterkteklasse D70.

Voor de verankeringsconstructie geldt:

- type anker Gording dubbele Gording: 100 mm x 150 mm;
- sterkteklasse Gording D70;
- hart-op-hart ankers 2,0 m;
- ankerblad klapankers JLD 2.8;
- ankerstangen GEWI 25T / lang 18,0 m;
- hellingshoek ankerstangen $\angle = 45$ graden (met de horizontaal);
- ankerniveau NAP -0,4 m (hart maat).

Voor de vleugelwanden is een extra verankeringsniveau voorzien. In de berekening is uitgegaan van een niveau van NAP -0,10 m. Volgens de (concept) bestekstekening zijn er 3 ankerstangen. De ankerstangen zijn ongeveer 1,8 meter uit elkaar verwijderd. De ankerstangen sluiten aan de zuidkant (nagenoeg) haaks aan op de zuidelijke damwanden. Aan de noordkant sluiten de ankers onder een hoek van 21 graden aan op de damwand.

Uitgaande van een ankerstang van het type GEWI 28TR met een vloeispanning van 670 N/mm² bedraagt de trekcapaciteit ($R_{t,d}$) maximaal 322 kN. Hierbij is rekening gehouden met een afroesting van 0,6 mm op de draad van de ankerstang. Geconcludeerd wordt dat ankerstangen van het type GEWI 28TR voldoende sterk zijn.

Naast de toetsing van de ankerstang is de anker Gording ook gecontroleerd. Voor de controle is een enkele Azobé Gording (sterkteklasse D70) met de afmetingen 220 x 220 mm (b x h) aangehouden.

Ter hoogte van het knikpunt nabij de vleugelwanden kruist een bestaande elektrakabel de damwand. De diepteligging van de (bovenkant van de) kabel ter hoogte van de damwand bedraagt NAP –5,71 m.

In overleg met de opdrachtgever is rekening gehouden met een minimale afstand van 0,5 m tussen de bestaande kabel en de nieuw aan te brengen damwandplanken. Genoemde afstand betreft een dagmaat (lees: minimale afstand) en geldt in zowel verticale als horizontale richting. Dit betekent dat de korte planken ter hoogte van de duiker niet dieper geïnstalleerd mogen worden dan (afgerond) NAP –5,00 m.

In een aanvullende damwandberekening is een schematisering gemaakt waarbij een combinatie van korte en lange damwandplanken is aangehouden.

Teneinde een voldoende sterke, en stabiele constructie te krijgen, zullen aan weerszijden over een breedte van 1,5 meter, langere damwandplanken aangebracht moeten worden. Deze damwanden hebben een planklengte van 7 meter (in plaats van 6 meter).

Een extra gording op een lager niveau is in dit geval niet nodig. Door de mes en groef verbinding van de damwandplanken wordt een spreidend effect over de breedte van de overkluizingsconstructie verkregen.

Ter illustratie is in figuur 3-2 de overkluizingsconstructie (in vooraanzicht) schematisch weergegeven.

4.2 Aanbevelingen

Controleproeven klapankers

Na het installeren van de klapankers zullen deze worden beproefd en afgespannen worden op een waarde van 15 kN/m^1 in de richting van het anker (gebruikswaarde). Voor het meetprotocol van deze controleproeven wordt verwezen naar paragraaf 7.3.3 van CUR166 'Damwandconstructies, deel 1' [Lit. 4].

Elektra kabel

Op basis van het kabel- en leidingonderzoek van TerraCarta bedraagt de diepteligging van de bestaande elektra kabel ter hoogte van de damwand NAP –5,71 m.

Geadviseerd wordt om voor aanvang van de werkzaamheden de bestaande kabel te lokaliseren (bijvoorbeeld door gebruik te maken van een 'zoeker' of aan te spuiten) en deze te verklikken.

Aan de hand van deze inmeting, wordt aanbevolen om aan weerszijden van deze kabel te starten met het installeren van de damwandplanken.

Bestaande bebouwing

De dikte van de zand tussenlaag rond een niveau van NAP -5,0 m neemt in westelijke richting zowel in dikte als vastheid af. Dit resulteert in het feit dat klapankers in de Pleistocene zandlaag verankerd dienen te worden. Uitgaande van een ankerstanglengte van 18 m in combinatie met een hellingshoek van de ankers van 45 graden, komen de klapankers ongeveer 13 meter achter de damwanden. De diepteligging van de klapankers bedraagt NAP –13,1 m.

Volgens de gemeente Leeuwarden zijn alle woningen aan de Skoalledyk op staal gefundeerd (stroken fundering). De klapankers raken hierdoor niet de funderingen van de woningen. De afname van de draagkracht van de bestaande funderingen is te verwaarlozen. Wel verdient het aanbeveling om dit met de betreffende eigenaren van de woningen te communiceren.

Als alternatief op de klapankers, zou een verankering met plaatankers in aanmerking kunnen komen. Aandachtspunt hierbij is de bestaande kabels en leidingen en riolering. Bovendien zal de Skoalledyk gedurende de verankeringswerkzaamheden gedurende een bepaalde tijd gestremd zijn.

Literatuur

- [Lit. 1] Eurocode 0: Grondslagen van het constructief ontwerp; NEN-EN 1990+A1+A1/C2 (NL), december 2011, Nederlands Normalisatie-instituut te Delft;
- [Lit. 2] Eurocode 5: Ontwerp en berekening van houtconstructies – Deel 1: Algemene regels, NEN-EN 1995-1-1+C1+A1:2011 (NL), november 2011, Nederlands Normalisatie-instituut te Delft;
- [Lit. 3] Eurocode 7: Geotechnisch ontwerp van constructies – Deel 1: Algemene regels, NEN 9997-1+C2 (NL), november 2017, Nederlands Normalisatie-instituut te Delft;
- [Lit. 4] CUR 166, Damwandconstructies 6^e druk, deel 1 en 2, Civieltechnisch Centrum Uitvoering Research en Regelgeving, Gouda, juli 2012;
- [Lit. 5] NEN 6766, Corrosie van stalen elementen in de ondergrond, Eisen voor ontwerp en toepassing, februari 2023, Nederlands Normalisatie-instituut te Delft.

**Bijlage 1 Grondonderzoek Wiertsema &
Partners 2011**

Bijlage 1 Grondonderzoek Wiertsema & Partners 2011

Wiertsema & Partners

RAADGEVEND INGENIEURS

Resultaten grond- en laboratoriumonderzoek

ten behoeve van de reconstructie van Skoalledyk te
Hempens

Opdrachtnummer

VN-53567-1

Opdrachtgever

Ingenieursbureau Oranjewoud B.V.
Postbus 24
8440 AA Heerenveen

Bijlagen

Situatietekening	1
Sondeergrafieken DKM1 t/m DKM3	2
Boorstaat B1	3
Tabel X-, Y-, en Z-coördinaten	4
Voorboringen	5
Natte en droge volumegewichten	6

Datum rapport

15 maart 2011



Wiertsema & Partners
RAADGEVEND INGENIEURS

Rapportnummer:	R14915
Status:	Definitief
Opgesteld door:	J. Boersma
Vrijgegeven door:	A. Palsma
Handtekening:	

▲ Algemeen

Ten behoeve van de reconstructie van Skoalledyk te Hempens is door ons bureau een grondonderzoek uitgevoerd overeenkomstig de richtlijnen hiertoe gegeven door Ingenieursbureau Oranjewoud B.V. te Heerenveen.

▲ Grondonderzoek

De veldwerkzaamheden zijn uitgevoerd op 7 maart 2011 en hebben bestaan uit het verrichten van een 3-tal sonderingen tot een diepte van maximaal circa 14 m- maaiveld. De sonderingen DKM1 t/m DKM3 zijn verricht met onze 20-tons sondeerapparatuur met de elektrische kleefmantelconus volgens norm NEN 5140. In bijlage 2 zijn de aldus verkregen sondeerresultaten grafisch gepresenteerd waarbij de conusweerstand en de plaatselijke wrijvingsweerstand uitgezet zijn tegen de diepte in meters ten opzichte van N.A.P. Het wrijvingsgetal (plaatselijke wrijvingsweerstand uitgedrukt in % van de conusweerstand) is kenmerkend voor de verschillende grondsoorten en geeft derhalve een gedetailleerd beeld van de bodemopbouw. Tijdens het sonderen is met behulp van een in de conus ingebouwde hellingmeter de afwijking van de conus ten opzichte van de verticaal gecontroleerd.

In verband met de mogelijke ligging van kabels en/of leidingen zijn 2 sonderingen voorgeboord. De bijbehorende boorbeschrijvingen zijn weergegeven in bijlage 5.

De sondeerpunten zijn door ons bureau in het terrein uitgezet en gewaterpast met een nauwkeurigheid van 5 cm ten opzichte van N.A.P. De resultaten van deze waterpassing zijn gepresenteerd op de bijlage 4. Alle gegevens van de inmetingen en waterpassingen genoemd in deze rapportage zijn een momentopname en zijn alleen te gebruiken voor het grondonderzoek.

Om een beter inzicht te krijgen in de samenstelling van de bovenste lagen en in de hoogte van de grondwaterspiegel is er één boring gemaakt. Het opgeboorde materiaal is in het veld geclassificeerd en aan de hand daarvan is het boorprofiel vastgelegd (zie de boorstaat B1 in bijlage 3).

Tijdens het uitvoeren van de boorwerkzaamheden zijn in totaal 6 ongeroerde grondmonsters gestoken met het steekapparaat van Ackermann. De diepte en nummering van de grondmonsters zijn vermeld in de betreffende boorstaten.



Op de situatietekening in bijlage 1 is de plaats aangegeven waar de sonderingen en de boring zijn uitgevoerd. Met behulp van 06-GPS zijn de X- en Y-coördinaten van de onderzoekspunten bepaald. Deze zijn weergegeven in de tabel in bijlage 4.

▲ Laboratoriumonderzoek

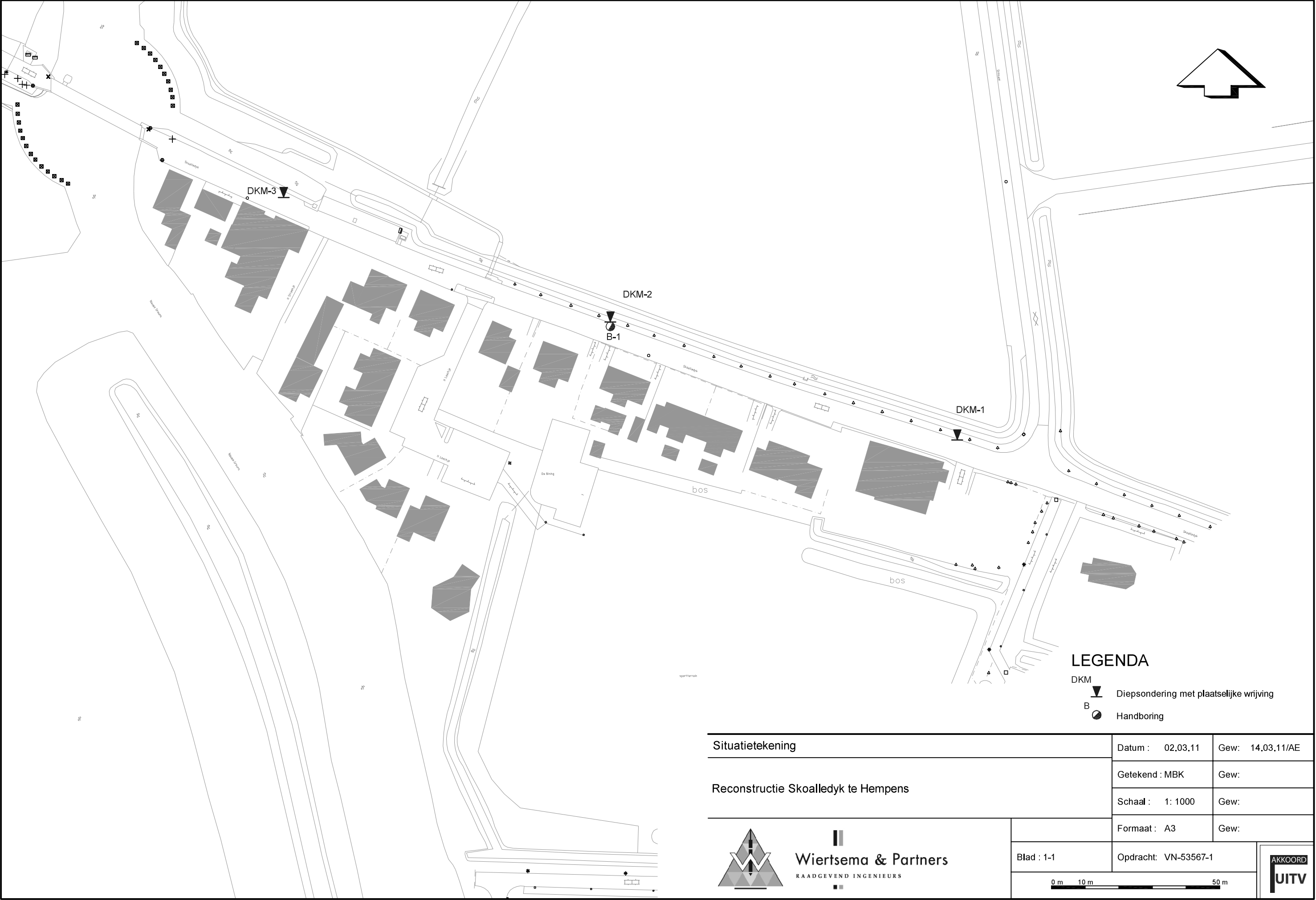
In ons laboratorium zijn de ongeroerde monsters aan een nadere analyse onderworpen, waarbij het nat en droog volumegewicht, watergehalte, het poriënvolume en de verzadigingsgraad zijn bepaald (zie bijlage 6).



Bijlage 1




Wiertsema & Partners
RAADGEVEND INGENIEURS



LEGENDA

- DKM Diepsondering met plaatselijke wrijving
- B Handboring

Situatietekening		Datum : 02.03.11		Gew: 14.03.11/AE		
Reconstructie Skoalledyk te Hempens		Getekend : MBK		Gew:		
		Schaal : 1: 1000		Gew:		
		Formaat : A3		Gew:		
 Wiertsema & Partners RAADGEVEND INGENIEURS		Blad : 1-1		Opdracht: VN-53567-1		
						



Wiertsema & Partners
RAADGEVEND INGENIEURS

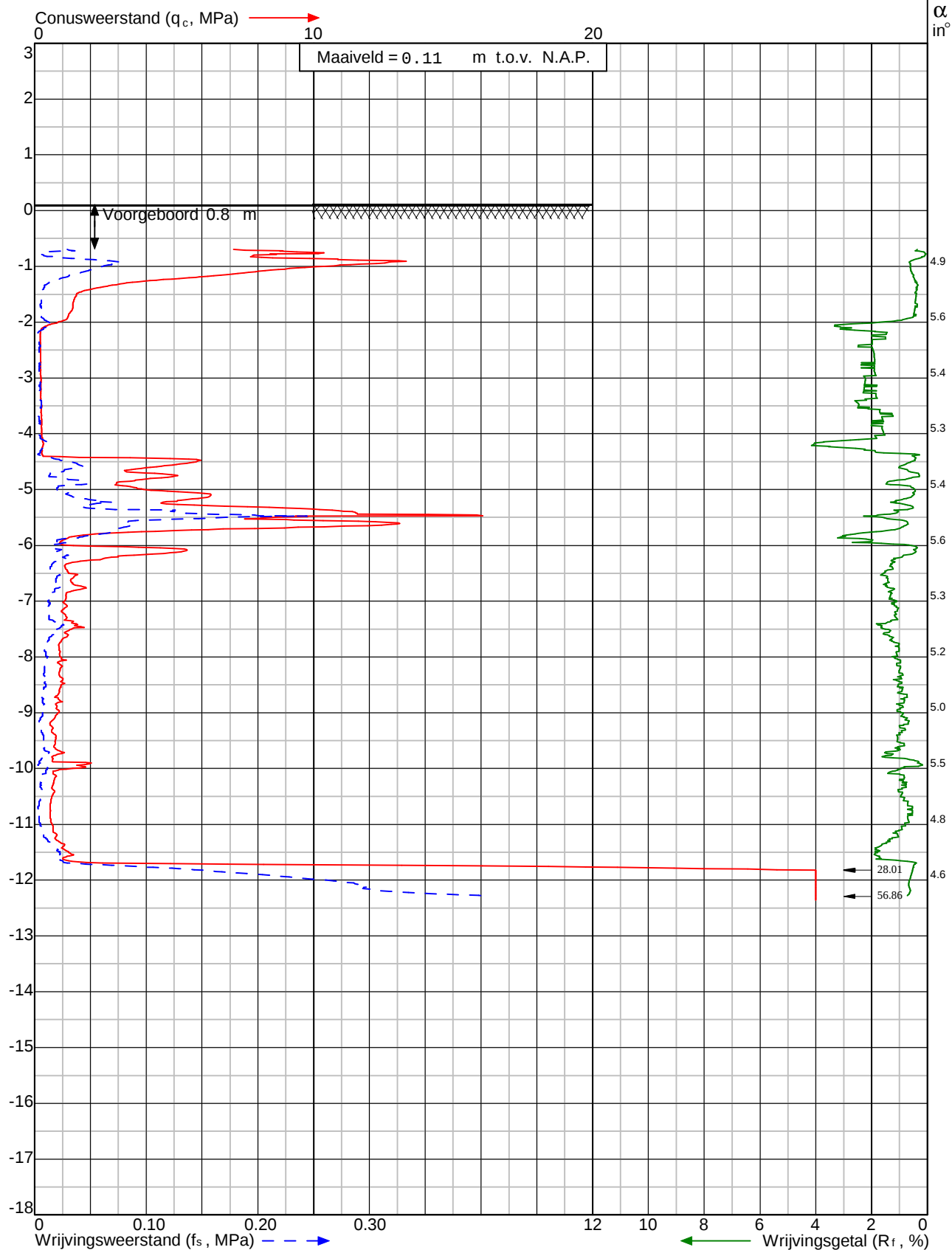
Bijlage 2




Wiertsema & Partners
RAADGEVEND INGENIEURS

Sondering volgens norm NEN 5140 Conus type: cilindrisch elektrisch SUB-10 Conusserienummer: 090112 α : Afwijking van de vertikaal Klasse: 2

Diepte in meters ten opzichte van N.A.P.



Project: Reconstructie Skoalledyk
te Hempens

Sondering: **DKM-1**



Wiertsema & Partners

RAADGEVEND INGENIEURS

x = 185201

y = 577002

Blad: 1 van 1

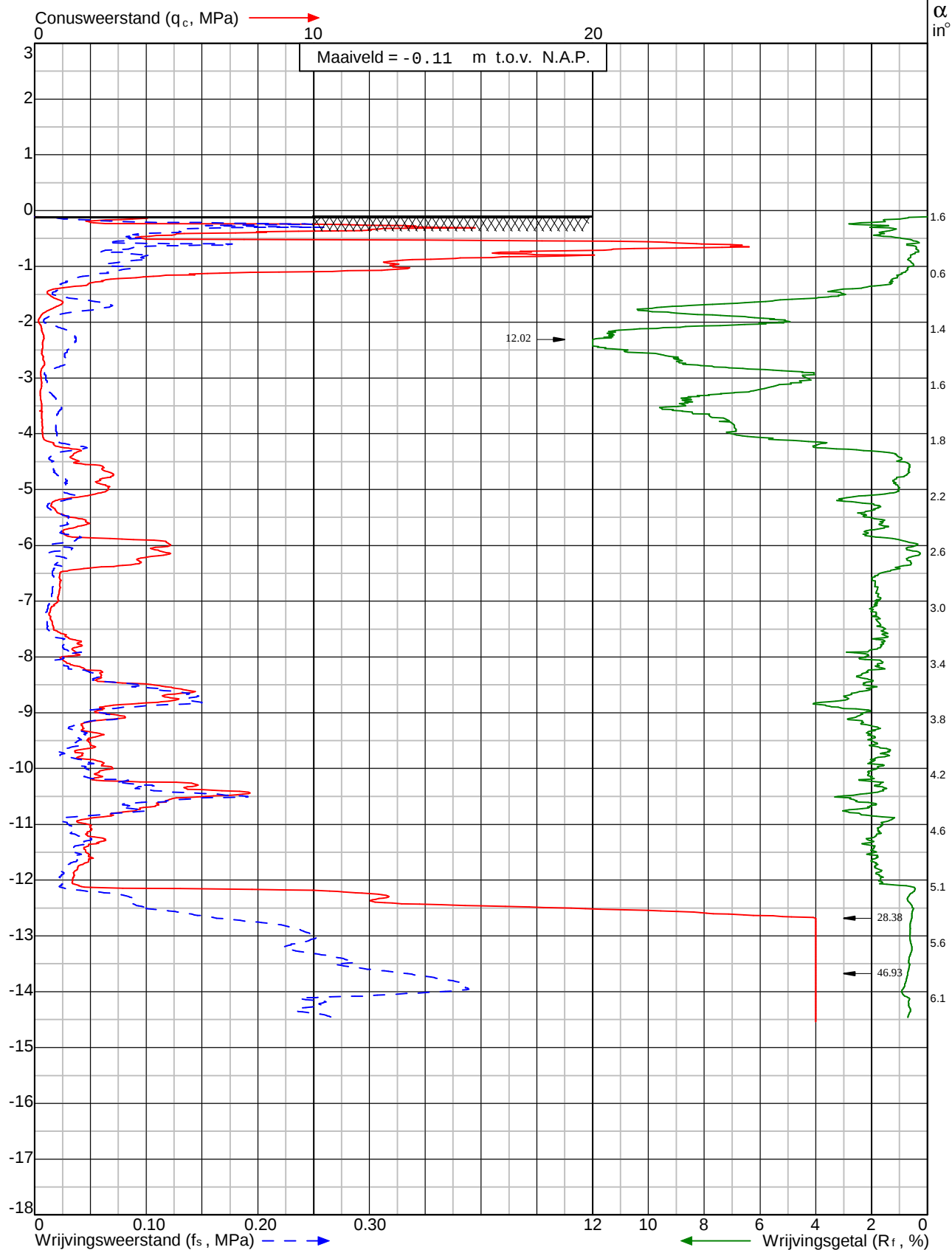
Opdr.nr: VN-53567-1

Datum: 7-3-2011



Sondering volgens norm NEN 5140 Conus type: cilindrisch elektrisch SUB-10 Conusserienummer: 090112 α : Afwijking van de vertikaal Klasse: 2

Diepte in meters ten opzichte van N.A.P.



Project: Reconstructie Skoalledyk
te Hempens

Sondering: **DKM-2**



Wiertsema & Partners

RAADGEVEND INGENIEURS

x = 185098

y = 577037

Blad: 1 van 1

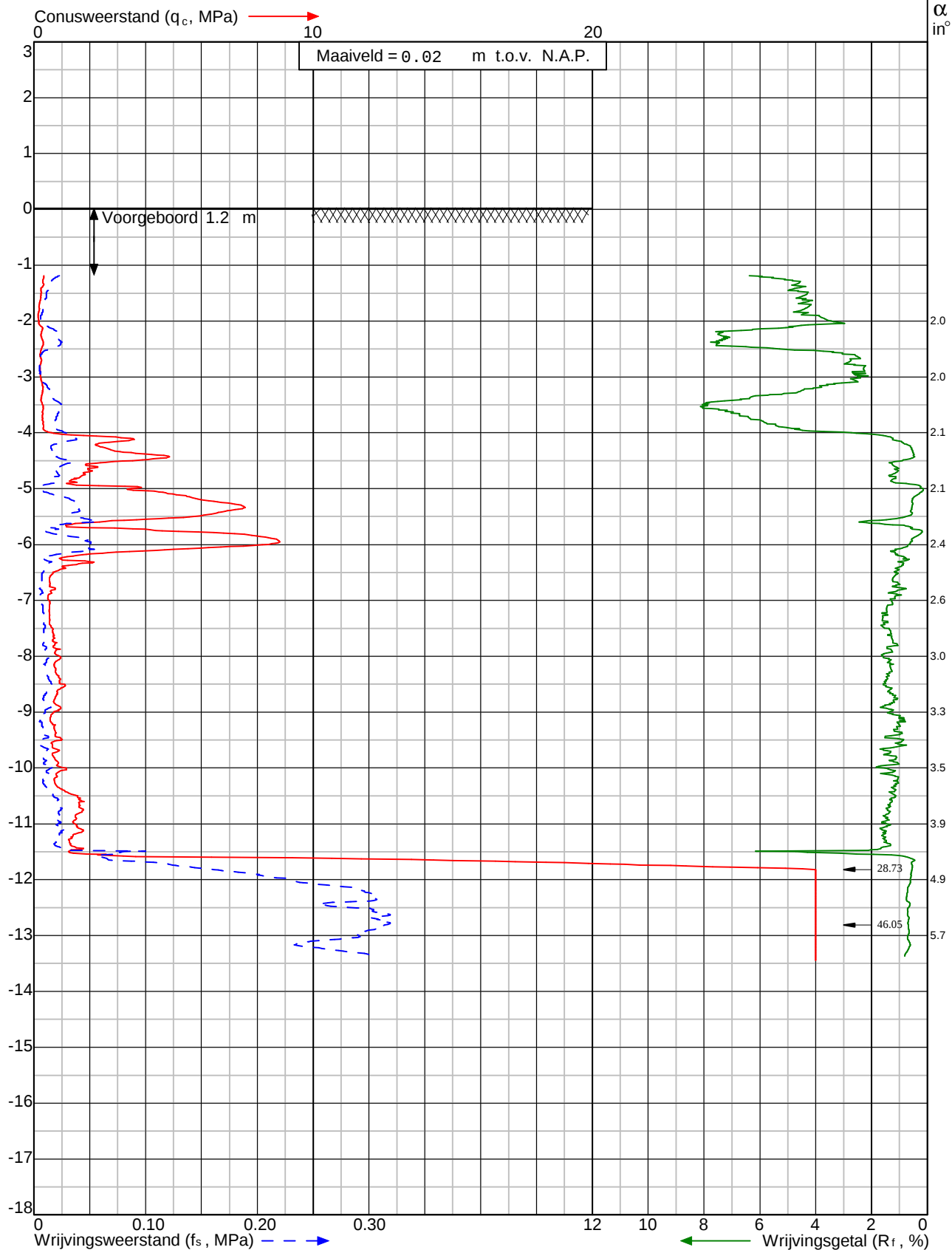
Opdr.nr: VN-53567-1

Datum: 7-3-2011



Sondering volgens norm NEN 5140 Conus type: cilindrisch elektrisch SUB-10 Conusserienummer: 090112 α : Afwijking van de vertikaal Klasse: 2

Diepte in meters ten opzichte van N.A.P.



Project: Reconstructie Skoalledyk
te Hempens

Sondering: **DKM-3**



Wiertsema & Partners

RAADGEVEND INGENIEURS

x = 185001

y = 577074

Blad: 1 van 1

Opdr.nr: VN-53567-1

Datum: 7-3-2011



Bijlage 3




Wiertsema & Partners
RAADGEVEND INGENIEURS

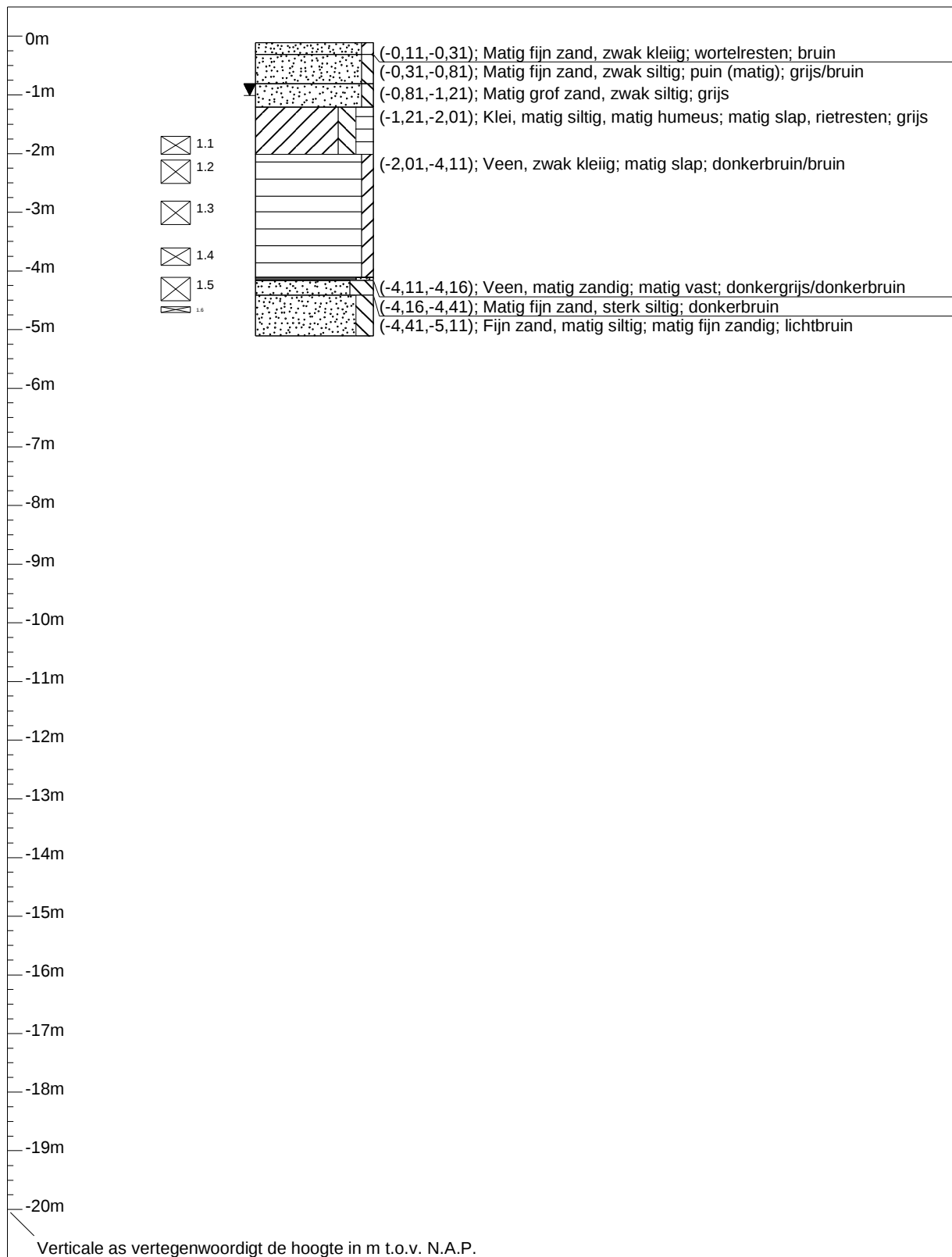
Betekenis van afkortingen

G/g	: grind/grindig		P/p	: Puin		Blinde buis	:	
Z/z	: zand/zandig		W/w	: Water		BK-00	:	
L/s	: leem/siltig		I/i	: Slib		BK-300	:	
K/k	: klei/kleiig		T/t	: Klinker		QS	:	
V/h	: veen/humeus					Filter	:	
m	: mineraal arm					Grondwaterst.	:	
Overig								
			Geroerd monster	:		Ongeroerd monster	:	



Wiertsema & Partners
RAADGEVEND INGENIEURS





Project/Plaats	Hempens	Datum	7-3-2011	Ons kenmerk	VN-53567-1
Opdrachtgever		X-coördinaat	185.098 m	Uw kenmerk	
Boormethode	Handboring	Y-coördinaat	577.037 m	Boornummer	
Boormeester	RR/JL	KM			

Getekend conform NEN 5104

B1



Wiertsema & Partners
RAADGEVEND INGENIEURS



Bijlage 4




Wiertsema & Partners
RAADGEVEND INGENIEURS

Tabel X-, Y- en Z-coördinaten

De sonderingen en boring zijn door ons bureau ingemeten in het Rijksdriehoekstelsel en gewaterpast ten opzichte van N.A.P.

Meetpunt	X-coördinaten [in m]	Y-coördinaten [in m]	Maaiveldhoogte [m t.o.v. N.A.P.]
DKM1	185.201	577.002	0,11 m+ N.A.P.
DKM2/B1	185.098	577.037	0,11 m- N.A.P.
DKM3	185.001	577.074	0,02 m+ N.A.P.



Bijlage 5




Wiertsema & Partners
RAADGEVEND INGENIEURS

Voorboringen

Voorboring is gemaakt bij DKM1, d.d. 7 maart 2011:

0,00	-	0,30	m- maaiveld	ZAND, weinig humeus.
0,30	-	0,80	m- maaiveld	ZAND, matig fijn, grijs/blauw.

Voorboring is gemaakt bij DKM3, d.d. 7 maart 2011:

0,00	-	0,06	m- maaiveld	KLINKER.
0,06	-	0,15	m- maaiveld	ZAND.
0,15	-	0,45	m- maaiveld	ZAND, cement.
0,45	-	0,70	m- maaiveld	KLEI, weinig puinhoudend.
0,70	-	1,20	m- maaiveld	KLEI.



Bijlage 6




Wiertsema & Partners
RAADGEVEND INGENIEURS

Project omschr.: reconstructie Skaalgedyk te Hempens

Project nummer: VN-53567-1

boring	monster nummer	diepte in m - mv	niveau monster t.o.v. N.A.P.	nat volumegewicht	droog volumegewicht	watergehalte in gewichts percentage	gehanteerde soortelijke massa	poriën getal	poriën volume	watergehalte in volume	verz. graad
				γ_n	γ_{dr}	W_g	ρ	e	n	W_v	S_r
		[m]	[m]	[kN/m ³]	[kN/m ³]	%	[kg/m ³]	[-]	%	%	%
B-01	1	1,70	-1,81	14,0	7,4	89,2	2425 *	2,29	69,56	65,80	94,59
B-01	2	2,20	-2,31	9,5	1,2	705,8	1475 *	11,50	92,00	83,28	90,52
B-01	3	2,80	-2,91	11,0	3,6	201,1	1965 *	4,39	81,44	73,36	90,08
B-01	4	3,65	-3,76	10,0	1,3	663,5	1550 *	10,78	91,51	87,32	95,42
B-01	5	4,10	-4,21	17,4	13,0	33,5	2600 *	0,99	49,83	43,76	87,81
B-01	5	4,30	-4,41	19,3	15,9	21,6	2607 *	0,64	39,12	34,36	87,83
B-01	6	4,55	-4,66	19,5	16,0	21,8	2606 *	0,63	38,73	34,88	90,05

* Waarden soortelijke massa zijn bepaald aan de hand van een grootschalige proevenverzameling, waarbij per grondsoort een correlatie is bepaald tussen het volumegewicht en de soortelijke massa.



Wiertsema & Partners
RAADGEVEND INGENIEURS



**Bijlage 2 Grondonderzoek Wiertsema &
Partners 2023**

Bijlage 2 Grondonderzoek Wiertsema & Partners 2023



Geotechnisch onderzoek

Vervangen Oxena Brids te Leeuwarden

VN-82930-1 | 8 maart 2023



Grondonderzoek



Geotechnisch
Laboratorium



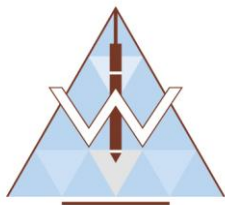
Geomonitoring



GeoICT



Advies



Onderwerp: Vervangen Oxena Brids te Leeuwarden
Projectnummer: VN-82930-1
Opdrachtgever: Ingenieursbureau Boorsma B.V.
Contactpersoon: de heer ing. B.W. Spijker

Versie	Datum	Omschrijving wijziging
1	8 maart 2023	

Opgesteld door:	J. Dijkstra
Handtekening:	i.o. 
Documentnummer:	R88449
Status:	Definitief
Vrijgegeven door:	R. Reker



Inhoudsopgave

blad

1	Inleiding	4
1.1	Aanleiding en doel.....	4
1.2	Kwaliteitswaarborging	4
1.3	Leeswijzer.....	4
2	Uitgevoerde werkzaamheden	5
2.1	Uitgevoerde werkzaamheden.....	5
2.2	Bijzonderheden	5
3	Toelichting werkzaamheden.....	6
3.1	Sonderen	6
3.2	Inmeten.....	6

Bijlagen:

- 1 Situatiekening inclusief coördinatenlijst (X-Y in RD, Z in N.A.P.)
- 2 Sondeergrafieken

1 Inleiding

In opdracht van Ingenieursbureau Boorsma B.V. te Drachten heeft Raadgevend Ingenieursbureau Wiertsema & Partners B.V. een geotechnisch onderzoek uitgevoerd.

1.1 Aanleiding en doel

Het onderzoek is uitgevoerd ten behoeve van het vervangen van de Oxena Brids te Leeuwarden en heeft als doel de grondopbouw inzichtelijk te maken.

1.2 Kwaliteitswaarborging

De werkzaamheden zijn verricht onder ons kwaliteitssysteem NEN-EN-ISO-9001 en milieumanagementsysteem NEN-EN-ISO-14001. Raadgevend Ingenieursbureau Wiertsema & Partners B.V. is in het bezit van een VGM-beheersysteem VCA** en Veiligheidsladder trede 3. Tussen Raadgevend Ingenieursbureau Wiertsema & Partners B.V. en de opdrachtgever is geen sprake van een relatie die de onafhankelijkheid en de integriteit zou kunnen beïnvloeden en/of haar werkzaamheden zou kunnen belemmeren. Wij willen u erop attenderen dat er geen juridische verbintenis bestaat tussen de opdrachtgever en Raadgevend Ingenieursbureau Wiertsema & Partners B.V.

Indien de opdrachtgever een klacht heeft over de resultaten van de werkzaamheden dient deze zich in eerste instantie te wenden tot Raadgevend Ingenieursbureau Wiertsema & Partners B.V. Zo nodig kan de opdrachtgever zich in tweede instantie wenden tot de certificatie-instelling.

1.3 Leeswijzer

Na de inleiding in dit eerste hoofdstuk, staat in het tweede hoofdstuk een overzicht van de uitgevoerde werkzaamheden. Tot slot wordt in hoofdstuk 3 per onderdeel een toelichting gegeven op de uitgevoerde werkzaamheden. De onderzoeksresultaten zijn opgenomen in de eerder genoemde bijlagen.

2 Uitgevoerde werkzaamheden

In dit hoofdstuk is een samenvatting gegeven van de uitgevoerde werkzaamheden. De onderzoeklocaties zijn visueel weergegeven op een situatietekening in bijlage 1.

2.1 Uitgevoerde werkzaamheden

Conform opgave zijn de volgende werkzaamheden uitgevoerd:

Veldwerkzaamheden:

- ▲ 8 Sonderingen (DKM);
- ▲ 2 Sonderingen (DKMP).

De sondeerwerkzaamheden zijn uitgevoerd middels een Tracktruck.

De resultaten van de uitgevoerde werkzaamheden zijn terug te vinden in de bijlagen, zie inhoudsopgave.

2.2 Bijzonderheden

De sonderingen DKM003 t/m DKM008 zijn uitgevoerd vanaf het brugdek. Voorafgaand aan het uitvoeren van deze sonderingen is er een casing geplaatst vanaf het brugdek tot een klein stukje in de bodem, dit om breuk van de sondeerstreng te voorkomen.

De sonderingen bij de landhoofden aan beide zijden van de brug zijn iets verplaatst vanaf de brug, dit i.v.m. de opgaande helling in de straat richting de brug. De sondeerwagen kon hier niet waterpas worden opgesteld.

3 Toelichting werkzaamheden

In dit hoofdstuk is per onderdeel een toelichting gegeven op de uitgevoerde werkzaamheden.

3.1 Sonderen

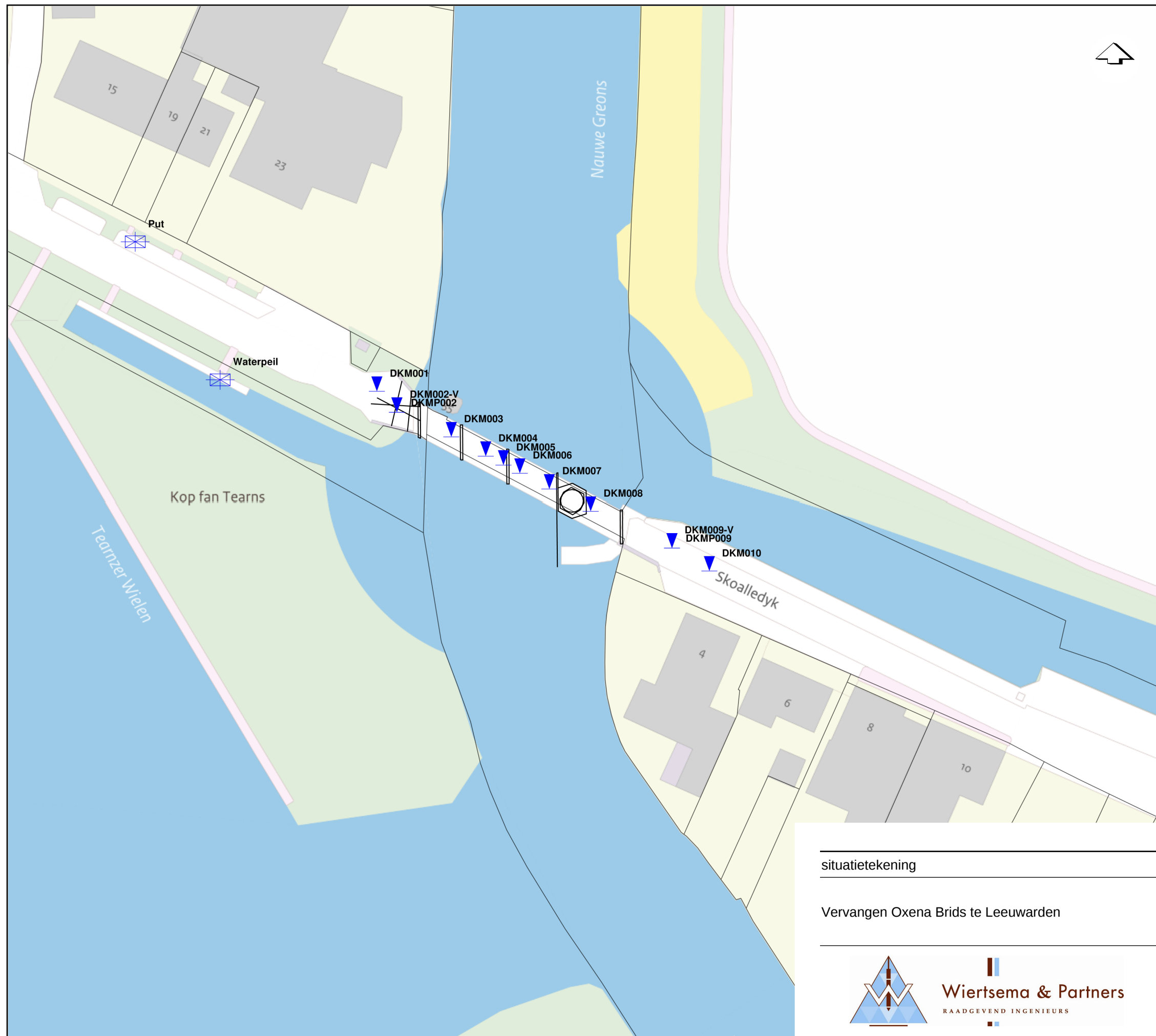
De sonderingen zijn uitgevoerd conform NEN-EN-ISO 22476-1:2012, inclusief correctieblad C1:2013. Het gebruikte conustype, de toepassingsklasse en de eventueel uitgevoerde voorboring staan weergegeven op de sondeergrafiek. Meer informatie over de gebruikte sondeertechniek vindt u op onze website: [Toelichting sondeerwerkzaamheden](#).

3.2 Inmeten

Met behulp van een 06-GPS meetsysteem zijn van elk onderzoekspunt de Rijksdriehoekscoördinaten (nauwkeurigheid 0,5 m) en de hoogte ten opzichte van N.A.P bepaald (nauwkeurigheid 0,05 m). De coördinaten en de hoogte staan vermeld op sondeergrafieken. Alle gegevens van de inmetingen genoemd in deze rapportage zijn een momentopname en alleen te gebruiken voor het grondonderzoek.

Bijlage 1



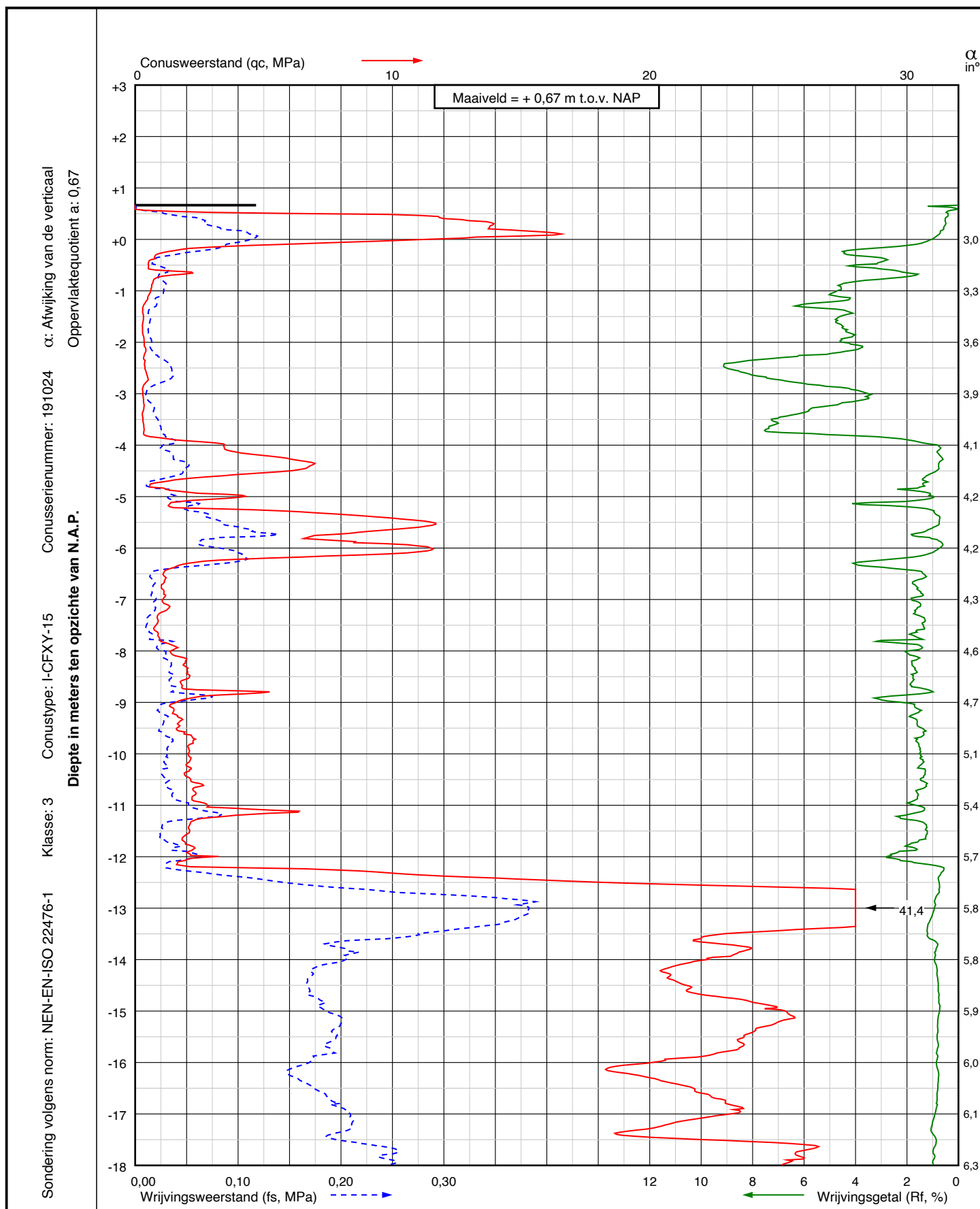


Type	Uitvoering		
 DKM (Kleefmeting)	Uitgevoerd door W&P		
 DKMP (Kleefm.+waterspanning)	Uitgevoerd door W&P		
 Hoogtemeting	Uitgevoerd door W&P		

Naam	X RD-coördinaten (m)	Y	Z NAP
DKM001	184927.1	577110.9	0.67
DKM002-V	184929.6	577108.2	0.87
DKMP002	184929.6	577108.2	0.87
DKM003	184936.6	577105.0	1.37
DKM004	184941.1	577102.5	1.43
DKM005	184943.4	577101.3	1.47
DKM006	184945.5	577100.3	1.48
DKM007	184949.3	577098.3	1.47
DKM008	184954.7	577095.4	1.47
DKM009-V	184965.1	577090.7	0.60
DKMP009	184965.1	577090.7	0.60
DKM010	184970.0	577087.7	0.39
Put	184895.8	577130.2	0.04
Waterpeil	184906.8	577112.4	-0.49

situatietekening		Datum: 08.03.23	Gew:
Vervangen Oxena Brids te Leeuwarden		Getekend: JDIJ	Gew:
		Schaal: 1:500	Gew:
		Formaat: A3	Gew:
  Wiertsema & Partners RAADGEVEND INGENIEURS 		Blad: 1 van 1	
		Opdracht: VN-82930-1	
			
			

Bijlage 2



Project: Vervangen Oxena Brids
te Leeuwarden

Sondering:
DKM001



Wiertsema & Partners
RAADGEVEND INGENIEURS

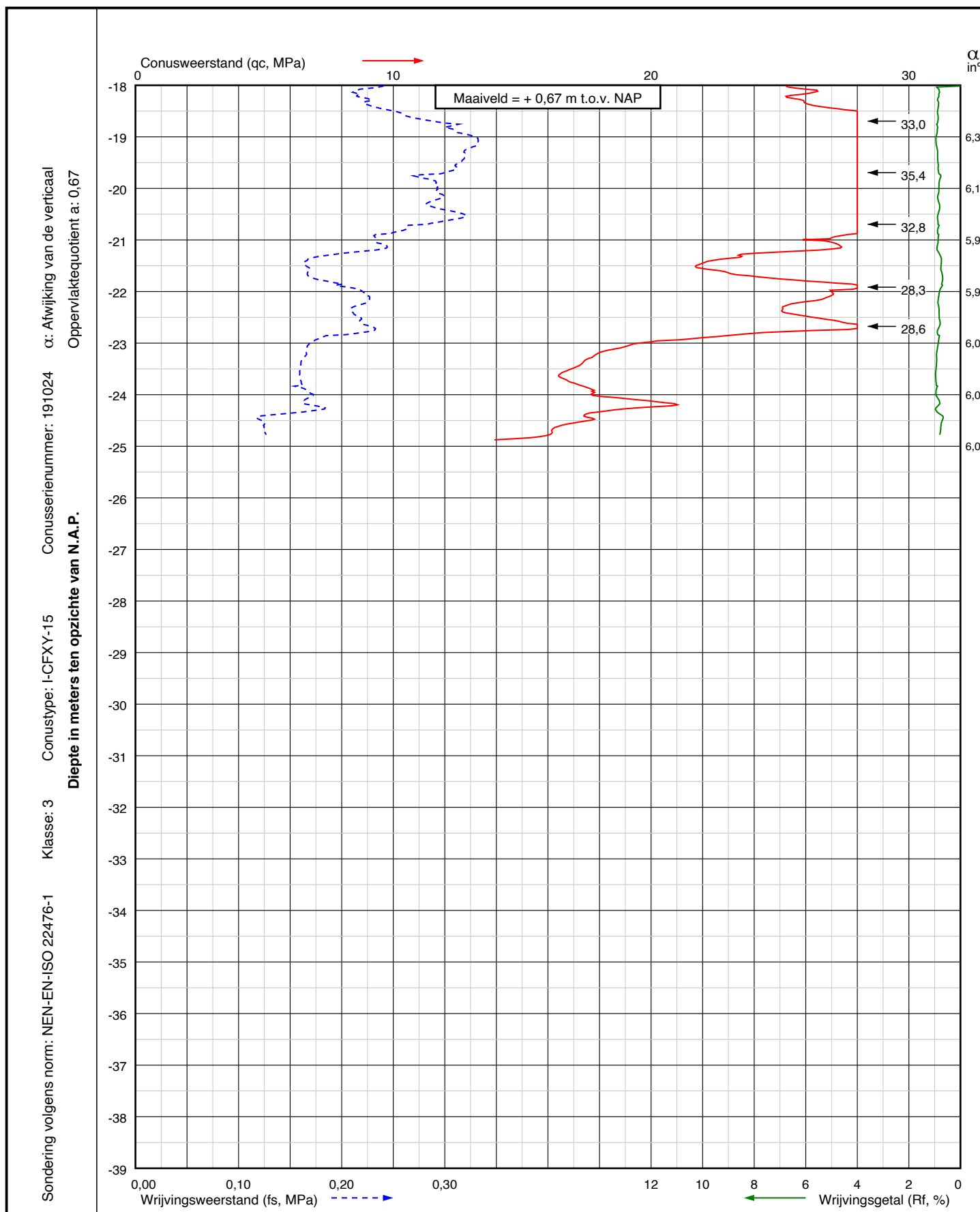
RD coördinaten
X = 184927,1
Y = 577110,9

Blad: 1 van 2

Opdr.nr.: VN-82930-1

Datum: 03-03-2023





Project: Vervangen Oxena Brids
te Leeuwarden

Sondering:
DKM001



Wiertsema & Partners
RAADGEVEND INGENIEURS

RD coördinaten

X = 184927,1

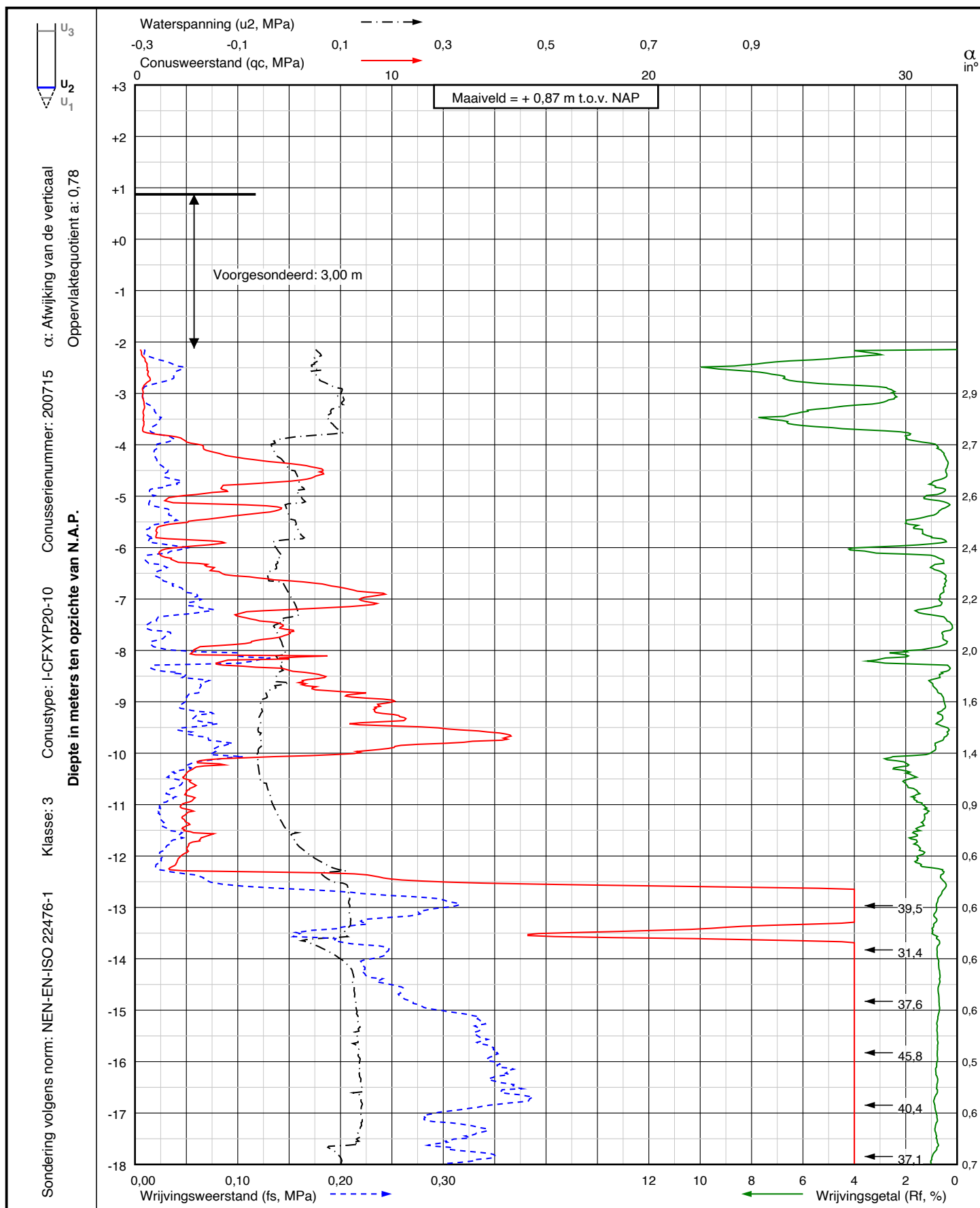
Y = 577110,9

Blad: 2 van 2

Opdr.nr.: VN-82930-1

Datum: 03-03-2023

AKKOORD
UITV



Project: Vervangen Oxena Brids
te Leeuwarden

Sondering:
DKMP002



Wiertsema & Partners
RAADGEVEND INGENIEURS

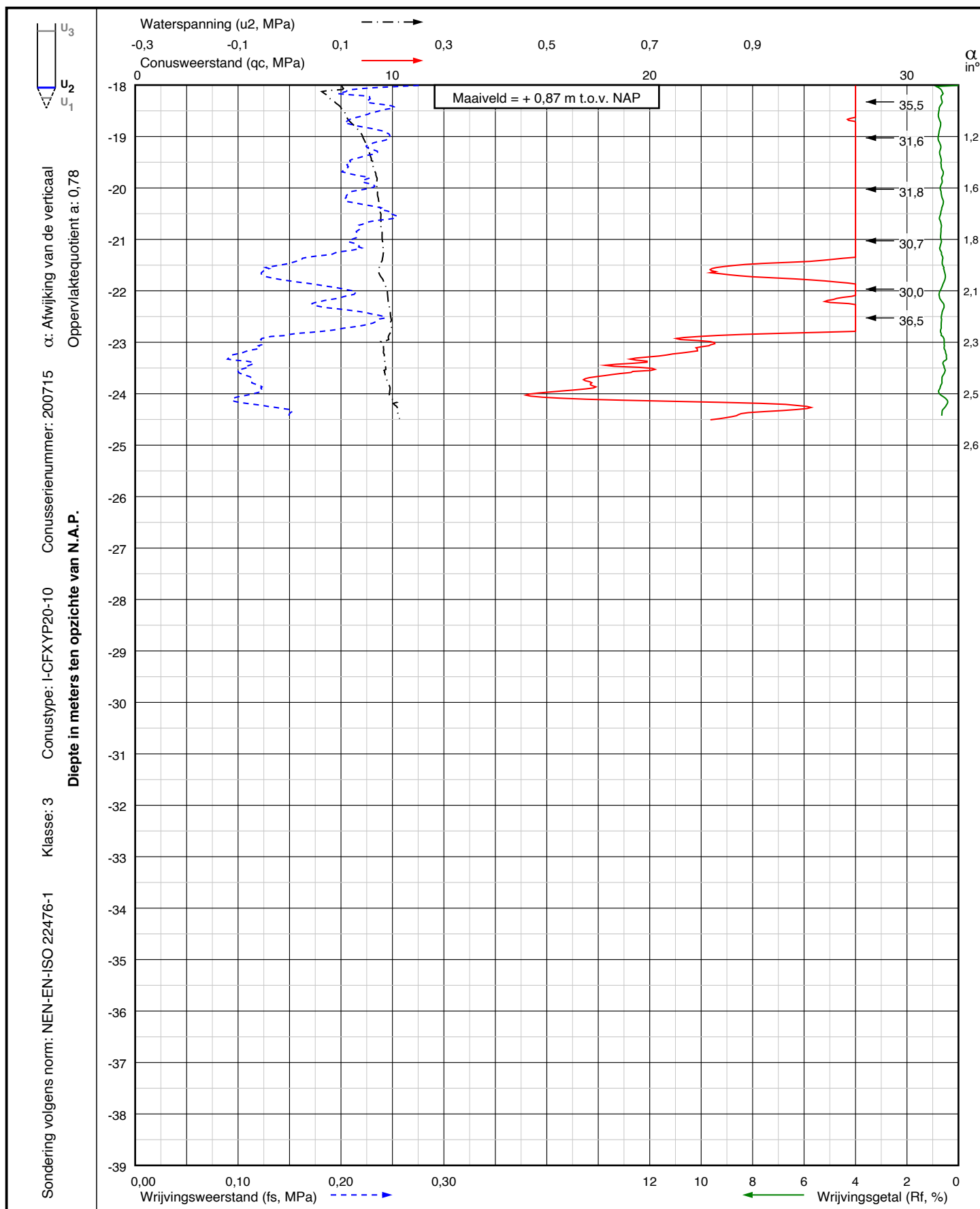
RD coördinaten
X = 184929,6
Y = 577108,2

Blad: 1 van 2

Opdr.nr.: VN-82930-1

Datum: 03-03-2023

AKKOORD
UITV



Project: Vervangen Oxena Brids
te Leeuwarden

Sondering:
DKMP002



Wiertsema & Partners
RAADGEVEND INGENIEURS

RD coördinaten

X = 184929,6

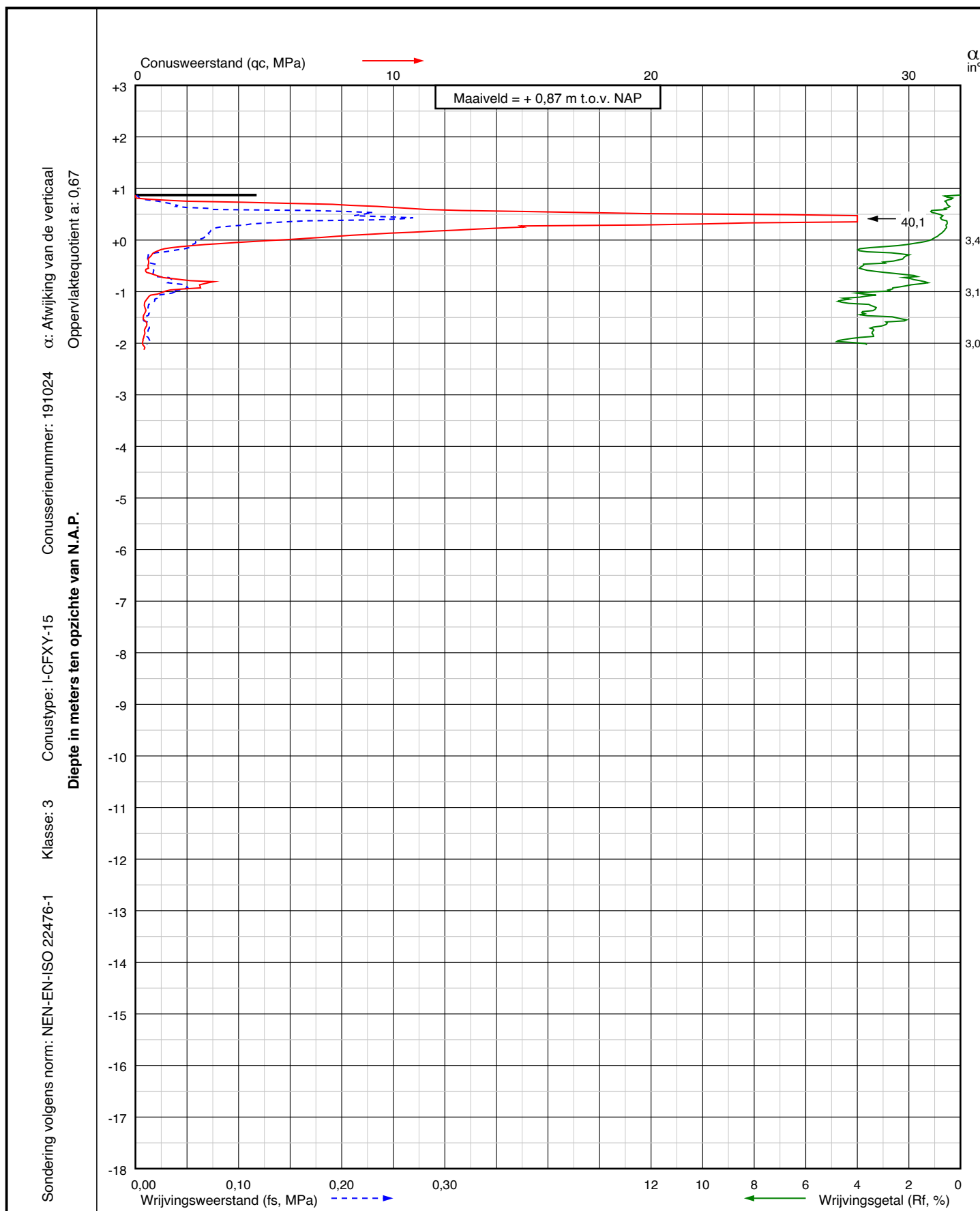
Y = 577108,2

Blad: 2 van 2

Opdr.nr.: VN-82930-1

Datum: 03-03-2023

AKKOORD
UITV



Project: Vervangen Oxena Brids
te Leeuwarden

Sondering:
DKM002-V



Wiertsema & Partners
RAADGEVEND INGENIEURS

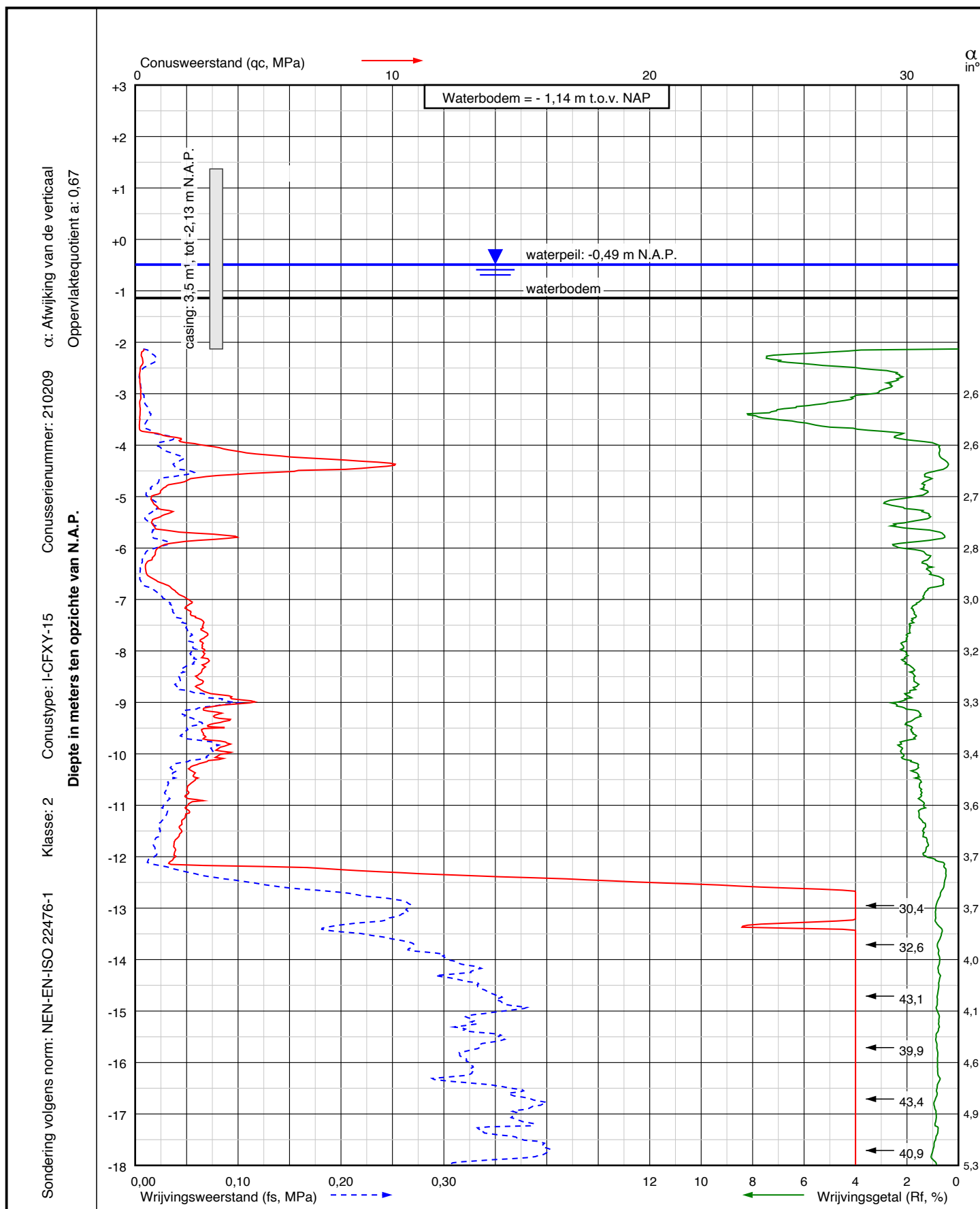
RD coördinaten
X = 184929,6
Y = 577108,2

Blad: 1 van 1

Opdr.nr.: VN-82930-1

Datum: 03-03-2023

AKKOORD
UITV



Project: Vervangen Oxena Brids
te Leeuwarden

Sondering:

DKM003



Wiertsema & Partners
RAADGEVEND INGENIEURS

RD coördinaten

X = 184936,6

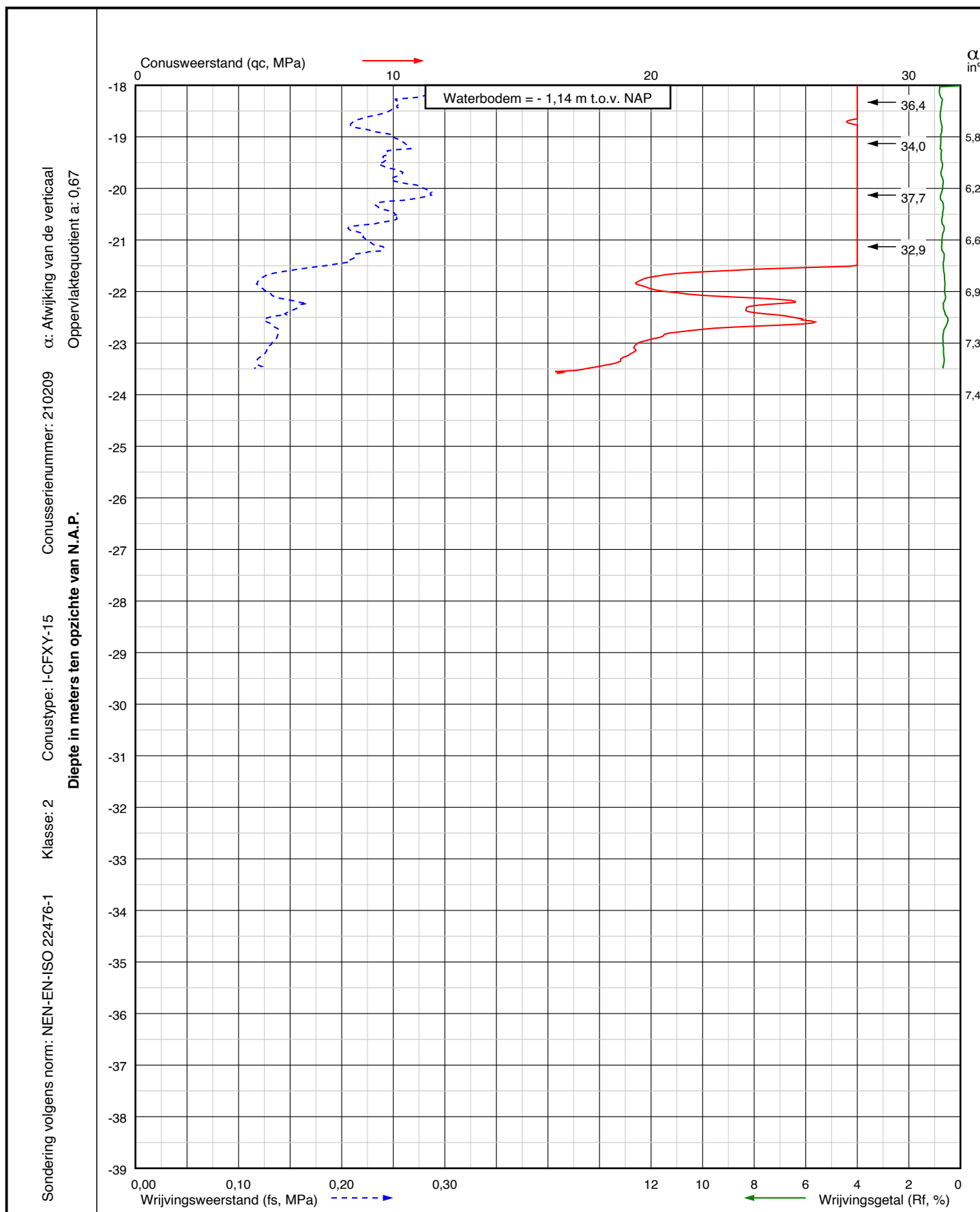
Y = 577105,0

Blad: 1 van 2

Opdr.nr.: VN-82930-1

Datum: 03-03-2023

AKKOORD
UITV



Project: Vervangen Oxena Brids
te Leeuwarden

Sondering:
DKM003



Wiertsema & Partners
RAADGEVEND INGENIEURS

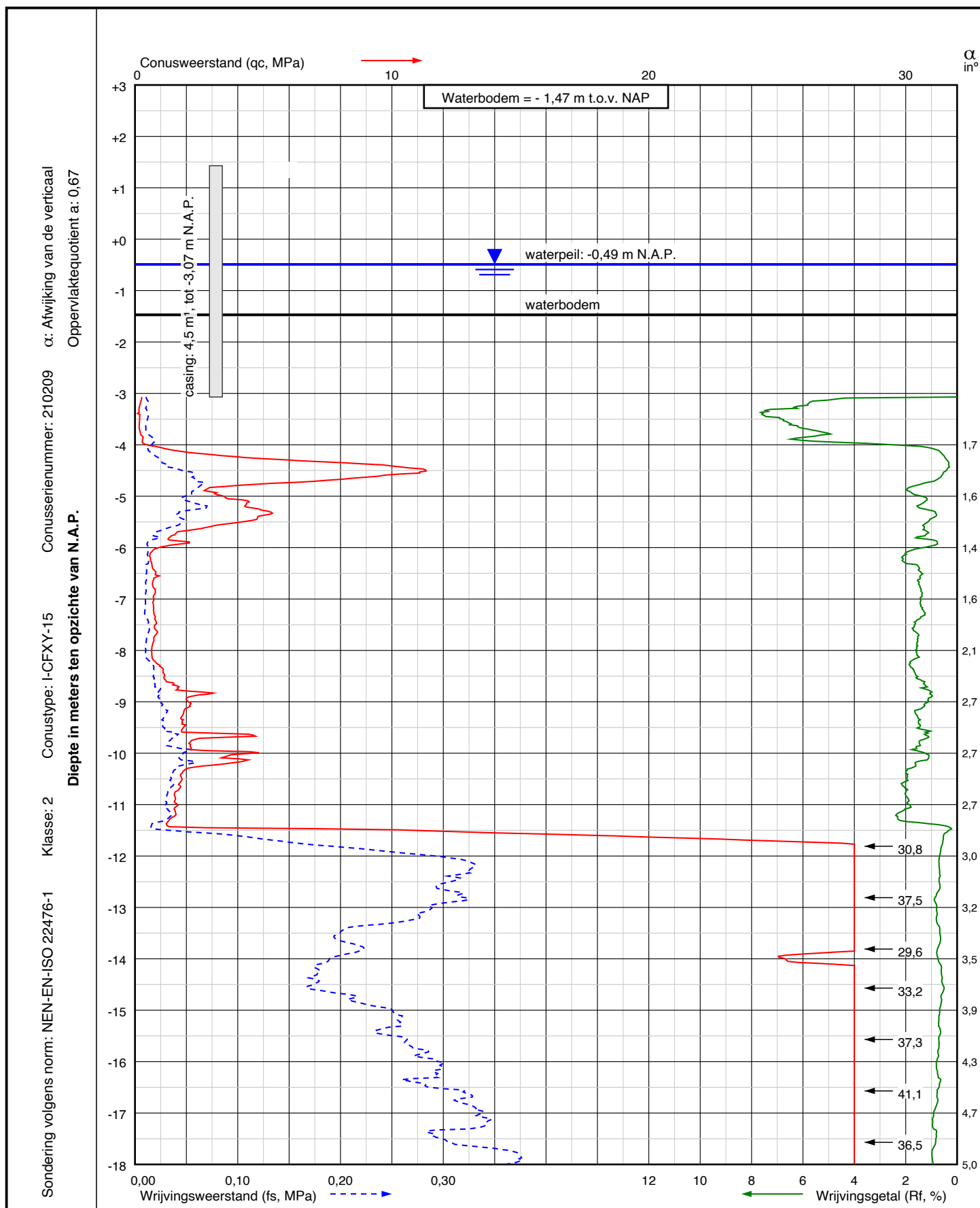
RD coördinaten
X = 184936,6
Y = 577105,0

Blad: 2 van 2

Opdr.nr.: VN-82930-1

Datum: 03-03-2023

AKKOORD
UITV



Project: Vervangen Oxena Brids
te Leeuwarden

Sondering:
DKM004



Wiertsema & Partners
RAADGEVEND INGENIEURS

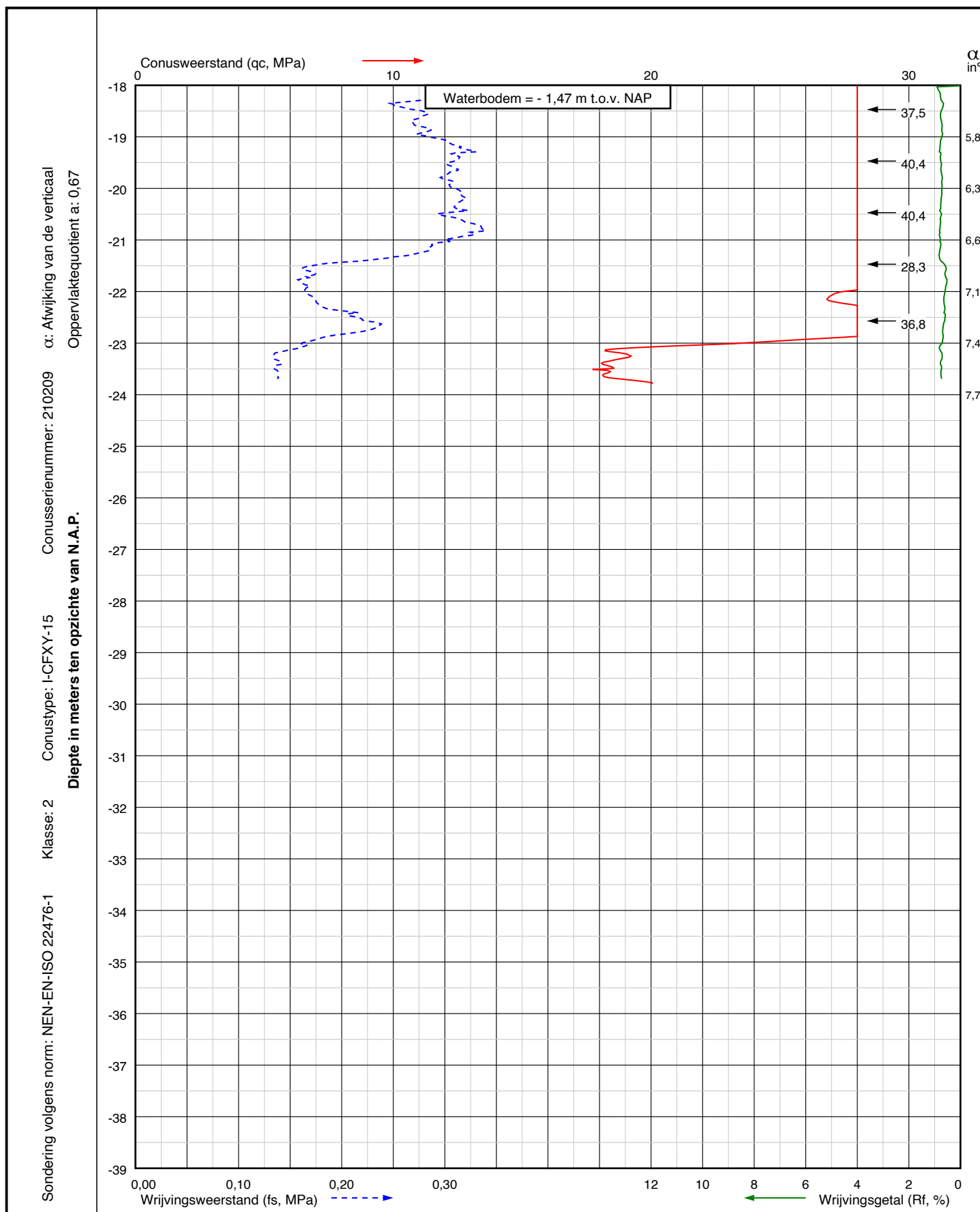
RD coördinaten
X = 184941,1
Y = 577102,5

Blad: 1 van 2

Opdr.nr.: VN-82930-1

Datum: 03-03-2023

AKKOORD
UITV



Project: Vervangen Oxena Brids
te Leeuwarden

Sondering:
DKM004



Wiertsema & Partners
RAADGEVEND INGENIEURS

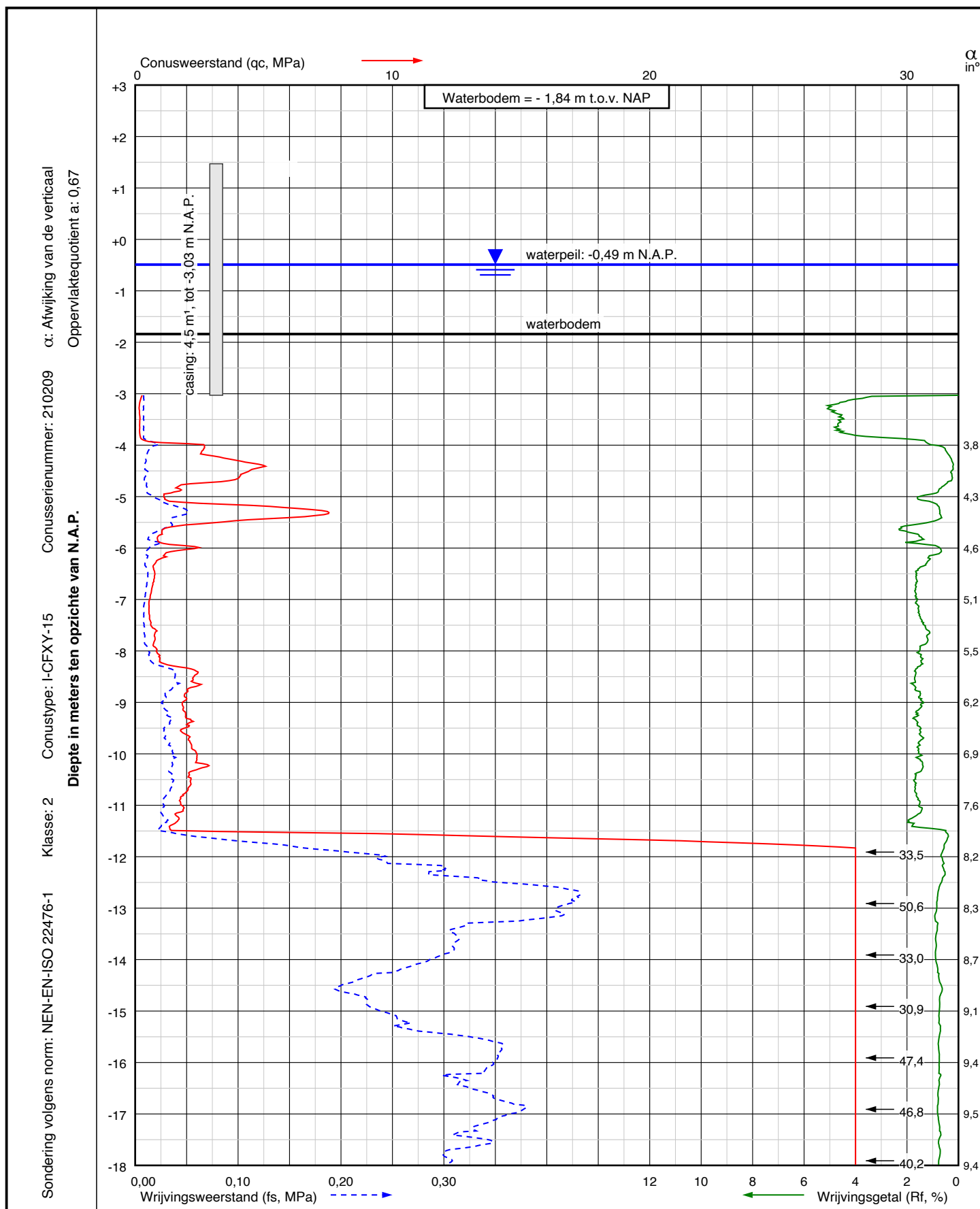
RD coördinaten
X = 184941,1
Y = 577102,5

Blad: 2 van 2

Opdr.nr.: VN-82930-1

Datum: 03-03-2023

AKKOORD
UITV



Project: Vervangen Oxena Brids
te Leeuwarden

Sondering:
DKM005



Wiertsema & Partners
RAADGEVEND INGENIEURS

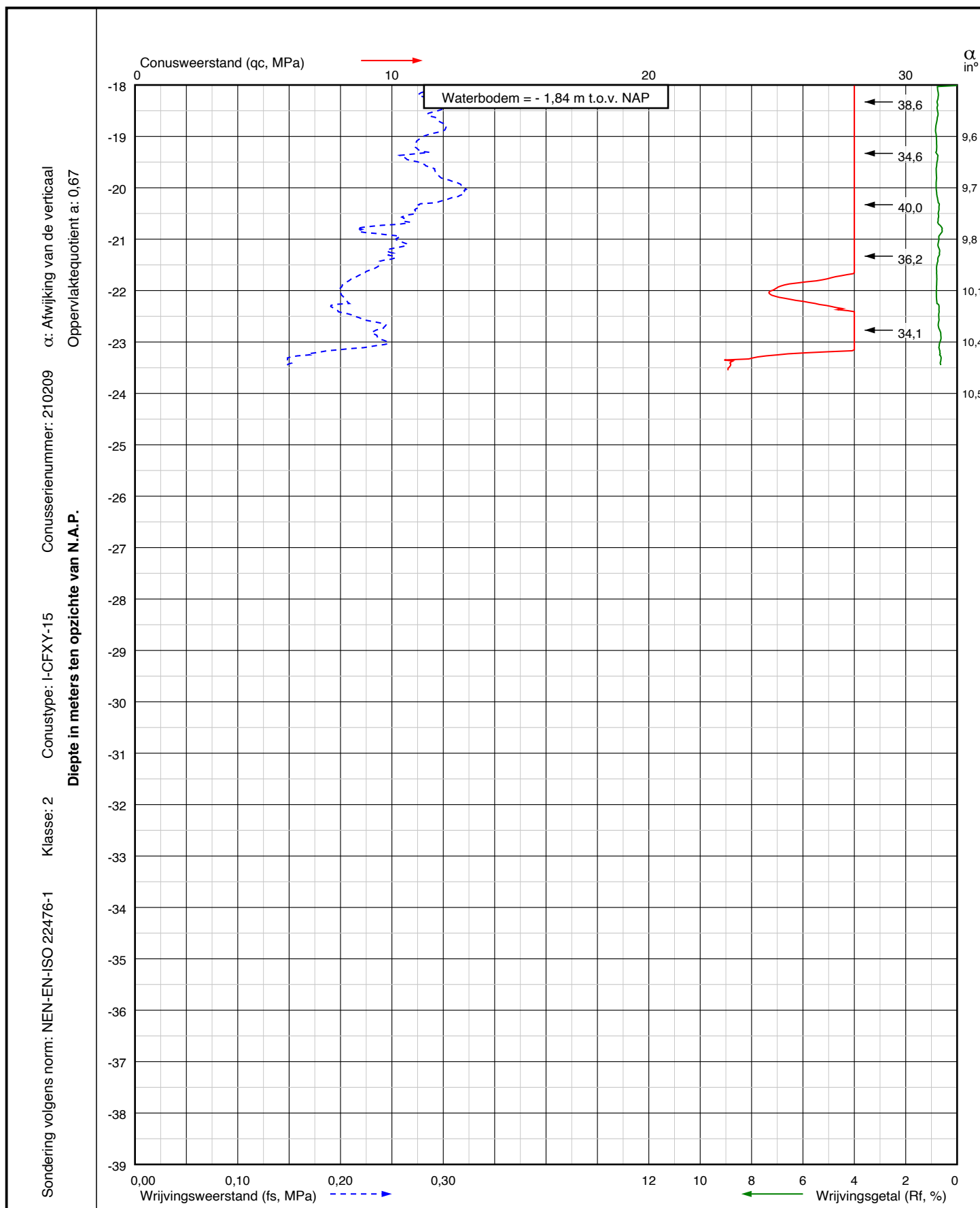
RD coördinaten
X = 184943,4
Y = 577101,3

Blad: 1 van 2

Opdr.nr.: VN-82930-1

Datum: 03-03-2023

AKKOORD
UITV



Project: Vervangen Oxena Brids
te Leeuwarden

Sondering:
DKM005



Wiertsema & Partners
RAADGEVEND INGENIEURS

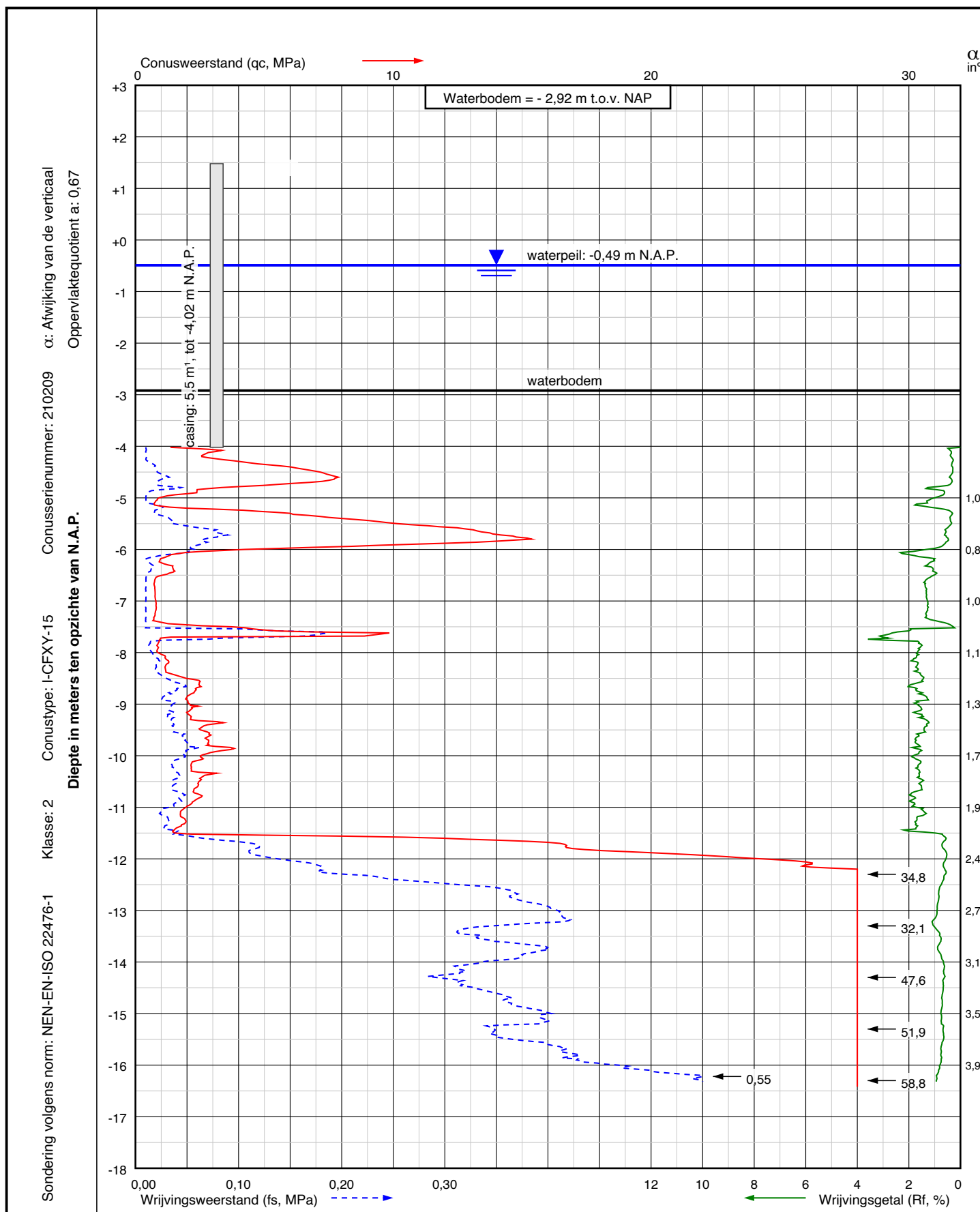
RD coördinaten
X = 184943,4
Y = 577101,3

Blad: 2 van 2

Opdr.nr.: VN-82930-1

Datum: 03-03-2023

AKKOORD
UITV



Project: Vervangen Oxena Brids
te Leeuwarden

Sondering:
DKM006



Wiertsema & Partners
RAADGEVEND INGENIEURS

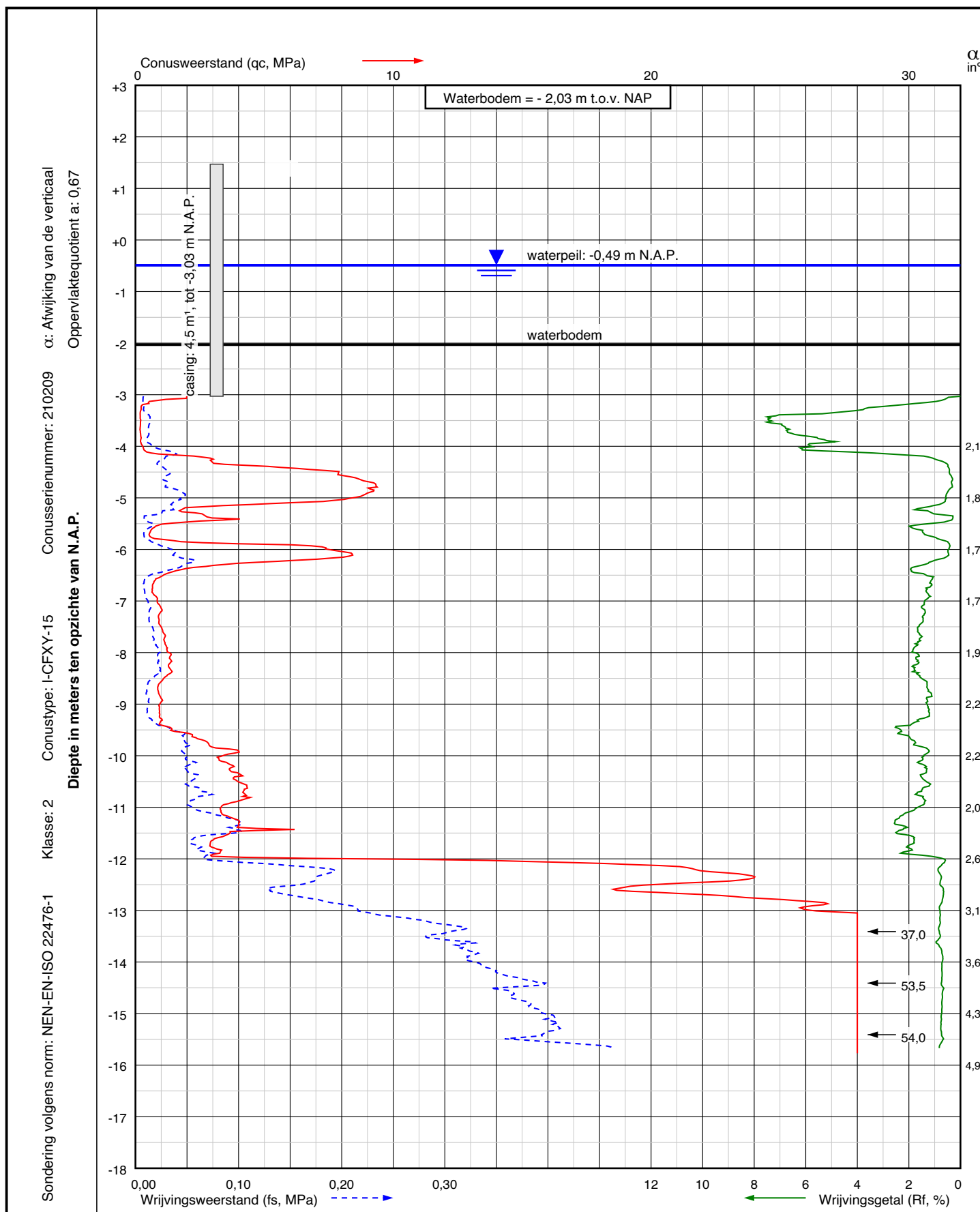
RD coördinaten
X = 184945,5
Y = 577100,3

Blad: 1 van 1

Opdr.nr.: VN-82930-1

Datum: 02-03-2023

AKKOORD
UITV



Project: Vervangen Oxena Brids
te Leeuwarden

Sondering:
DKM007



Wiertsema & Partners
RAADGEVEND INGENIEURS

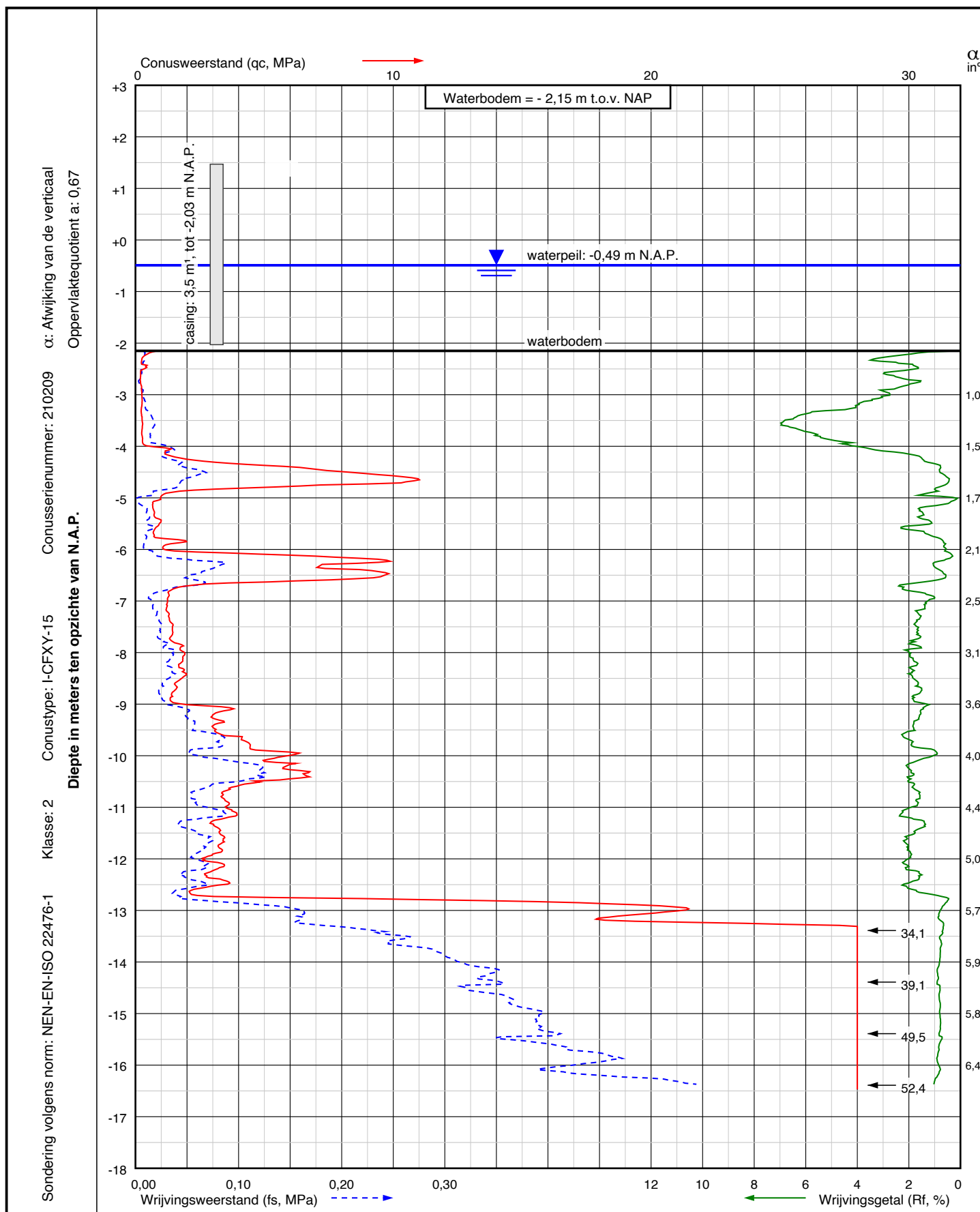
RD coördinaten
X = 184949,3
Y = 577098,3

Blad: 1 van 1

Opdr.nr.: VN-82930-1

Datum: 02-03-2023

AKKOORD
UITV



Project: Vervangen Oxena Brids
te Leeuwarden

Sondering:
DKM008



Wiertsema & Partners
RAADGEVEND INGENIEURS

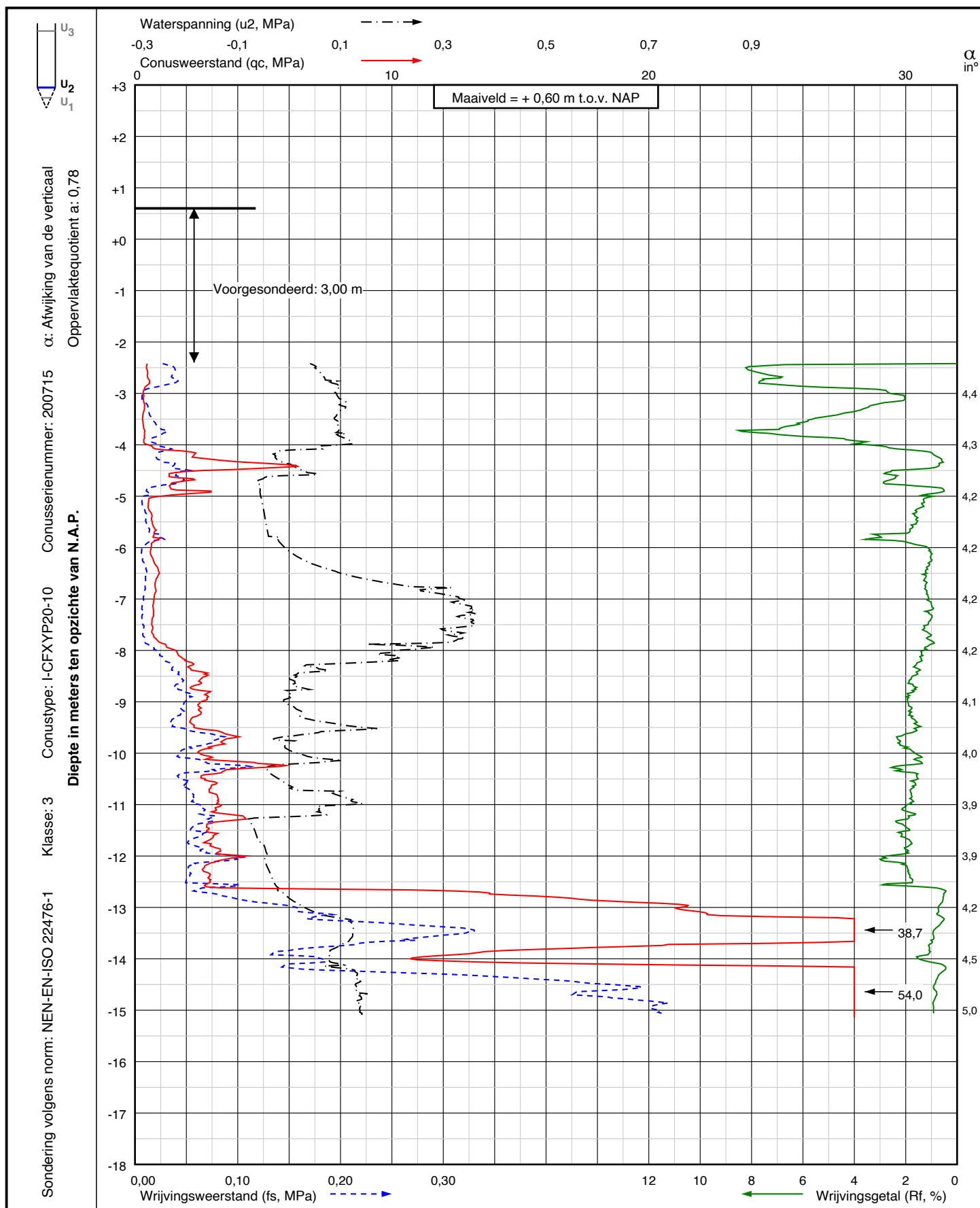
RD coördinaten
X = 184954,7
Y = 577095,4

Blad: 1 van 1

Opdr.nr.: VN-82930-1

Datum: 02-03-2023





Project: Vervangen Oxena Brids
te Leeuwarden

Sondering:
DKMP009



Wiertsema & Partners
RAADGEVEND INGENIEURS

RD coördinaten

X = 184965,1

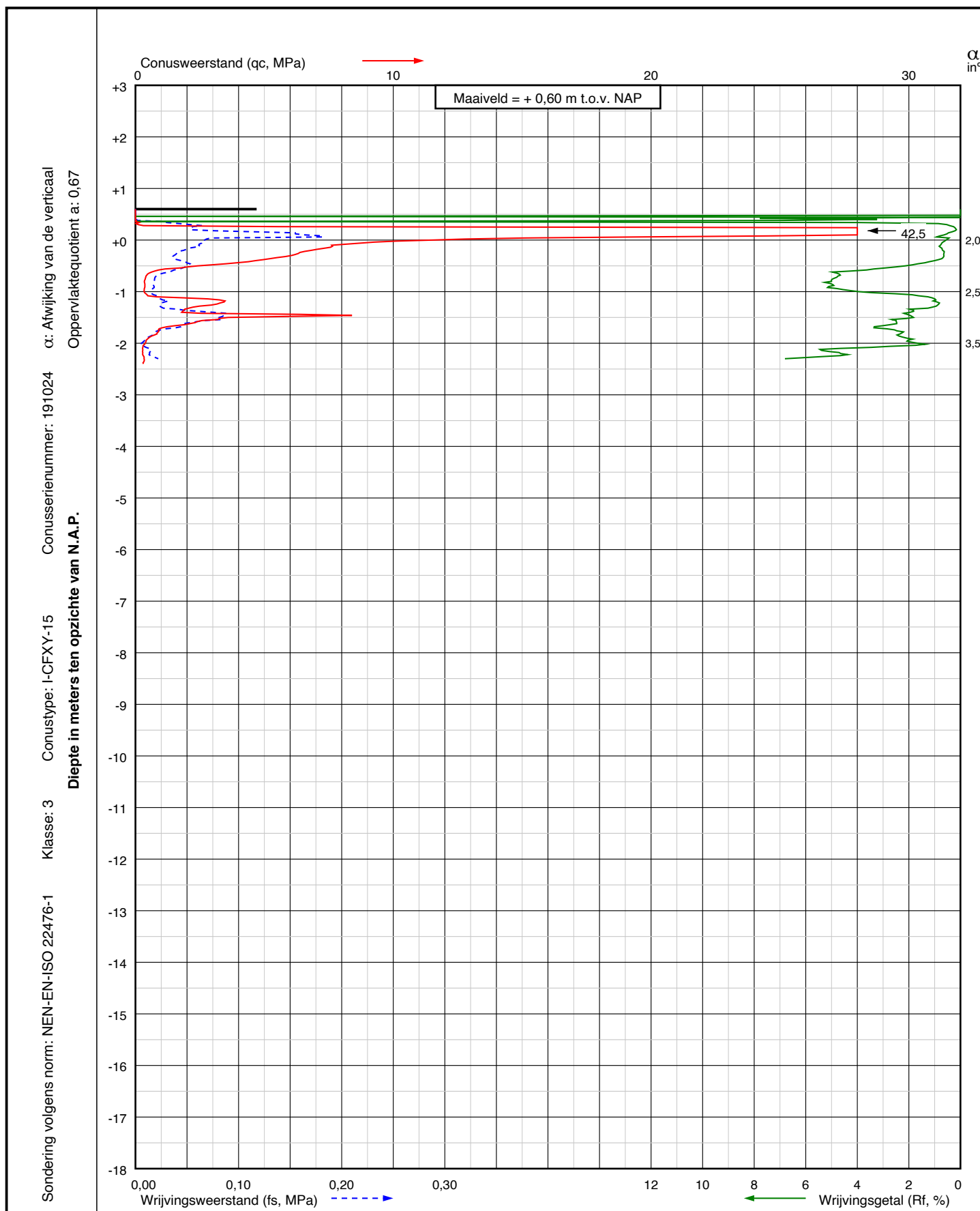
Y = 577090,7

Blad: 1 van 1

Opdr.nr.: VN-82930-1

Datum: 03-03-2023

AKKOORD
UITV



Project: Vervangen Oxena Brids
te Leeuwarden

Sondering:
DKM009-V



Wiertsema & Partners
RAADGEVEND INGENIEURS

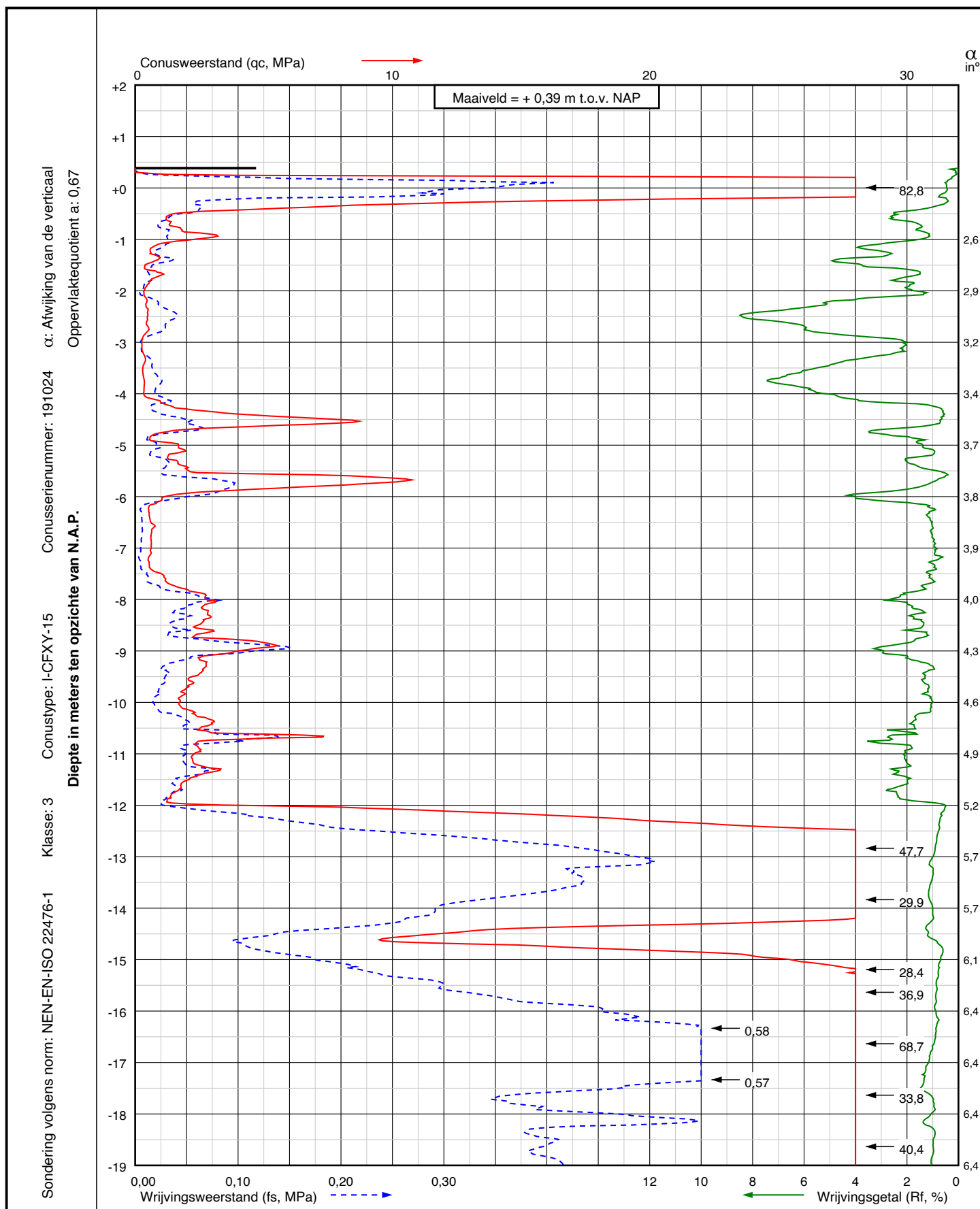
RD coördinaten
X = 184965,1
Y = 577090,7

Blad: 1 van 1

Opdr.nr.: VN-82930-1

Datum: 03-03-2023

AKKOORD
UITV



Project: Vervangen Oxena Brids
te Leeuwarden

Sondering:

DKM010

RD coördinaten

X = 184970,0

Y = 577087,7

Opdr.nr.: VN-82930-1

Datum: 03-03-2023

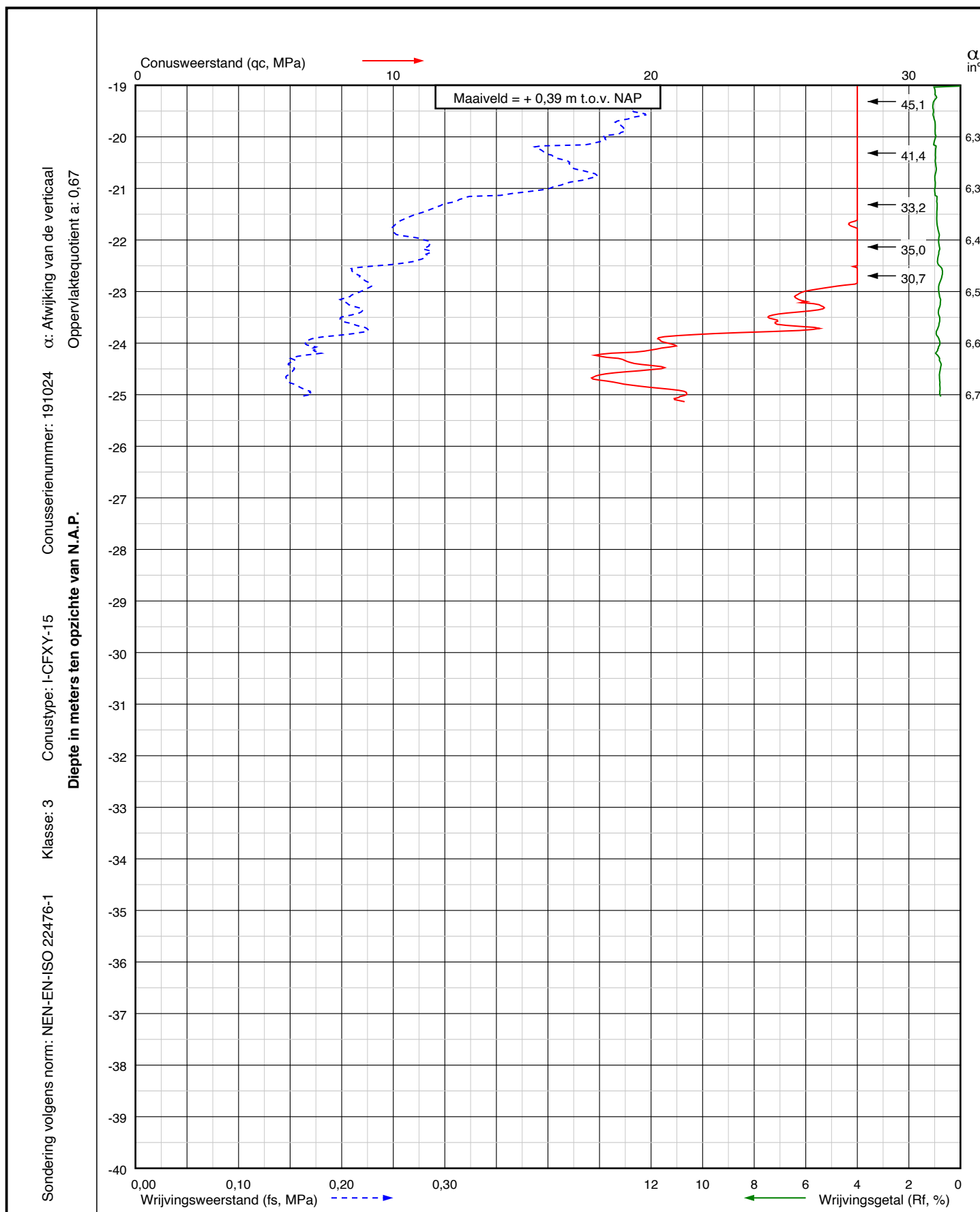
Blad: 1 van 2



Wiertsema & Partners

RAADGEVEND INGENIEURS





Project: Vervangen Oxena Brids
te Leeuwarden

Sondering:
DKM010



Wiertsema & Partners
RAADGEVEND INGENIEURS

RD coördinaten
X = 184970,0
Y = 577087,7

Blad: 2 van 2

Opdr.nr.: VN-82930-1

Datum: 03-03-2023

AKKOORD
UITV

Bijlage 3 Berekeningsrapporten D-Sheet Piling

Bijlage 3 Berekeningsrapporten D-Sheet Piling

Rapport voor D-Sheet Piling 24.1

Ontwerp van Diepwanden en Damwanden
Ontwikkeld door Deltares



Bedrijfsnaam:	Antea Group
Datum van rapport:	25-2-2025
Tijd van rapport:	16:07:19
Rapport met versie:	24.1.1.1735
Datum van berekening:	25-2-2025
Tijd van berekening:	16:05:32
Berekend met versie:	24.1.1.1735
Bestandsnaam:	250225-DSN 1
Projectbeschrijving:	Damwanden Oxena Bids te Hempens Section 14 / DKM3

Verificatie volgens Nationale Bijlage van Eurocode 7 in Nederland (NEN 9997-1+C2:2017).

1 Overzicht

1.1 Overzicht per Fase en Toets

Fase nr.	Verificatie type	Verplaat-sing [mm]	Moment [kNm]	Dwars-kracht [kN]	Mob. perc. moment [%]	Mob. perc. weerstand [%]	Status
Alle	EC7(NL)-Stap 6.1						(D)*
Alle	EC7(NL)-Stap 6.2						(D)*
1	EC7(NL)-Stap 6.3		-26,40	43,14	0,0	77,6	
1	EC7(NL)-Stap 6.4		-26,40	43,14	0,0	77,6	
1	EC7(NL)-Stap 6.5	24,5	-1,27	-1,61	0,0	25,6	
1	EC7(NL)-Stap 6.5 x 1,2...		-1,52	-1,93			
2	EC7(NL)-Stap 6.3		-24,86	41,85	74,7	78,5	
2	EC7(NL)-Stap 6.4		-24,99	42,10	74,6	78,4	
2	EC7(NL)-Stap 6.5	-28,2	8,30	10,61	25,0	29,1	
2	EC7(NL)-Stap 6.5 x 1,2...		9,96	12,73			
3	EC7(NL)-Stap 6.3		-19,17	36,29	80,6	83,6	
3	EC7(NL)-Stap 6.4		-19,47	36,98	80,4	83,4	
3	EC7(NL)-Stap 6.5	29,8	9,42	11,05	31,2	36,3	
3	EC7(NL)-Stap 6.5 x 1,2...		11,31	13,26			
4	EC7(NL)-Stap 6.3		23,71	28,98	86,6	88,7	
4	EC7(NL)-Stap 6.4		23,41	30,59	85,7	88,0	
4	EC7(NL)-Stap 6.5	49,0	12,70	14,67	36,0	41,7	
4	EC7(NL)-Stap 6.5 x 1,2...		15,23	17,60			

Max		49,0	-26,40	43,14	86,6	88,7	
-----	--	-------------	---------------	--------------	-------------	-------------	--

Fase nr.	Verificatie type	Verticaal evenwicht
Alle	EC7(NL)-Stap 6.1	
Alle	EC7(NL)-Stap 6.2	
1	EC7(NL)-Stap 6.3	Omhoog
1	EC7(NL)-Stap 6.4	Omhoog
1	EC7(NL)-Stap 6.5	Omhoog
1	EC7(NL)-Stap 6.5 x 1,2...	
2	EC7(NL)-Stap 6.3	Voldoet
2	EC7(NL)-Stap 6.4	Voldoet
2	EC7(NL)-Stap 6.5	Voldoet
2	EC7(NL)-Stap 6.5 x 1,2...	
3	EC7(NL)-Stap 6.3	Voldoet
3	EC7(NL)-Stap 6.4	Voldoet
3	EC7(NL)-Stap 6.5	Voldoet
3	EC7(NL)-Stap 6.5 x 1,2...	
4	EC7(NL)-Stap 6.3	Voldoet
4	EC7(NL)-Stap 6.4	Voldoet
4	EC7(NL)-Stap 6.5	Voldoet
4	EC7(NL)-Stap 6.5 x 1,2...	

Overzicht		Omhoog/Voldoet
-----------	--	----------------

*(A) Berekening numerisch instabiel, (B) Fout gevonden tijdens berekening, (C) Geen convergentie van probabilistische berekening, (D) Bij vrije waterspiegel aan passieve zijde is een lage waterstand het meest ongunstig, daarom worden stappen 6.1 en 6.2 achterwege gelaten.

Het maximaal toelaatbare moment is 42,95 kNm op korte termijn en 33,04 kNm op lange termijn.

1.2 Ankers en Stempels

Fase nr.	Verificatie type	Anker/stempel		
		GEWI 25T/hoh = 2,0 m		
		Kracht [kN]	Toestand	Status
2	EC7(NL)-Stap 6.1			(D)*
2	EC7(NL)-Stap 6.2			(D)*
2	EC7(NL)-Stap 6.3	15,00	Elastisch	
2	EC7(NL)-Stap 6.4	15,00	Elastisch	
2	EC7(NL)-Stap 6.5	15,00	Elastisch	
2	EC7(NL)-Stap 6.5 x 1,200	18,00	Elastisch	
3	EC7(NL)-Stap 6.1			(D)*
3	EC7(NL)-Stap 6.2			(D)*
3	EC7(NL)-Stap 6.3	25,74	Elastisch	
3	EC7(NL)-Stap 6.4	25,97	Elastisch	
3	EC7(NL)-Stap 6.5	17,74	Elastisch	
3	EC7(NL)-Stap 6.5 x 1,200	21,29	Elastisch	
4	EC7(NL)-Stap 6.1			(D)*
4	EC7(NL)-Stap 6.2			(D)*
4	EC7(NL)-Stap 6.3	39,63	Elastisch	
4	EC7(NL)-Stap 6.4	39,75	Elastisch	
4	EC7(NL)-Stap 6.5	24,86	Elastisch	
4	EC7(NL)-Stap 6.5 x 1,200	29,83	Elastisch	
Max		39,75		

*(A) Berekening numerisch instabiel, (B) Fout gevonden tijdens berekening, (C) Geen convergentie van probabilistische berekening, (D) Bij vrije waterspiegel aan passieve zijde is een lage waterstand het meest ongunstig, daarom worden stappen 6.1 en 6.2 achterwege gelaten.

De kracht is in de richting van het anker/de stempel.

1.3 Totale Stabiliteit per Fase

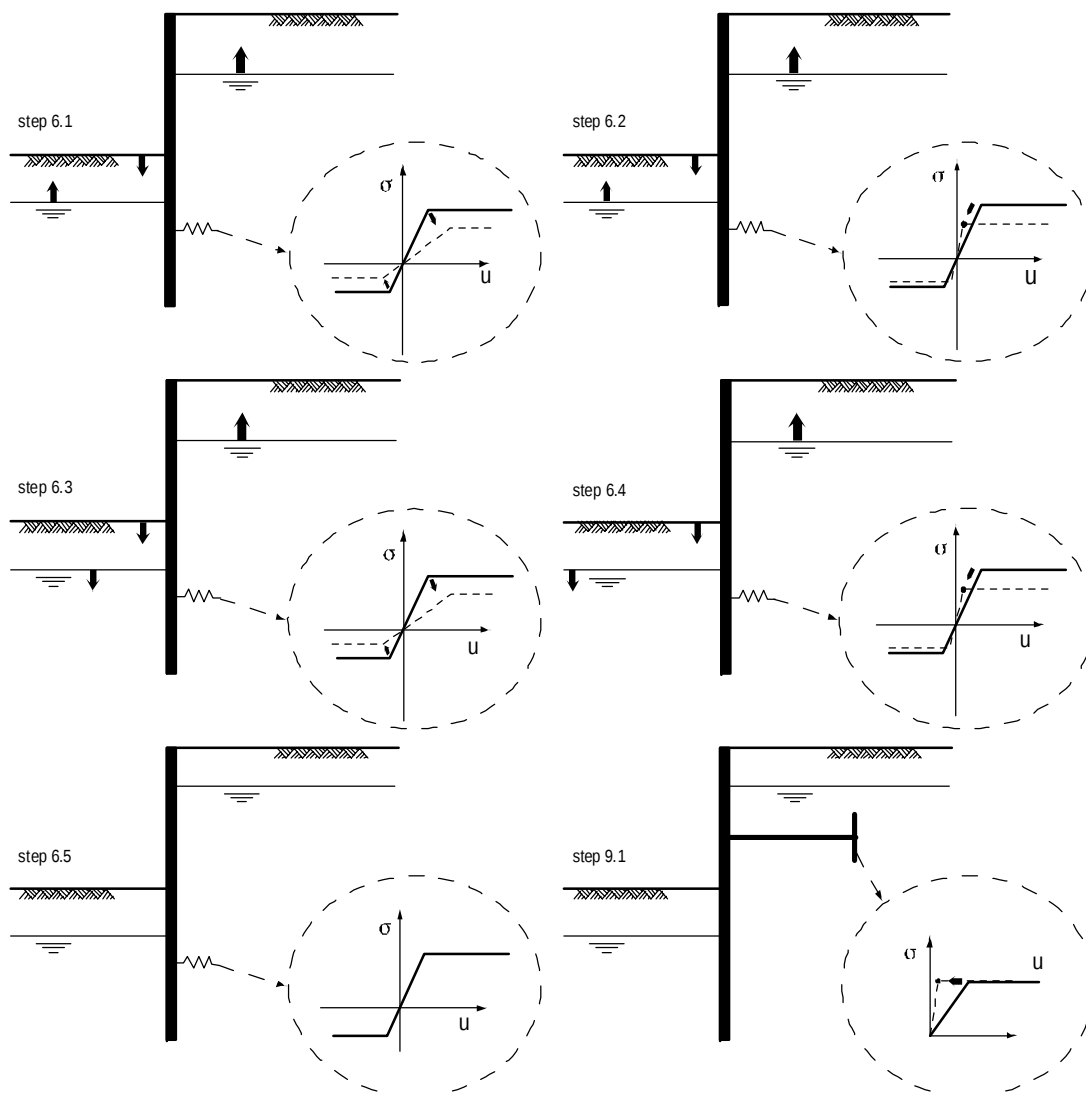
Fase naam	Stabiliteitsfactor [-]
aanbrengen damwand	2,46
installatie ankers	2,47
aanvullen achter damwand	1,96
terreinbelasting	1,55

1.4 Waarschuwingen

Vertikaal evenwicht:

De resultante wrijvings kracht is opwaarts gericht in fase 1 doordat de wrijving aan de passieve zijde groter is dan aan de actieve zijde. Dit kan voorkomen worden door de wrijvingshoek Delta aan de passieve zijde te verkleinen.

1.5 CUR Verificatie Stappen



Einde Rapport

Rapport voor D-Sheet Piling 24.1

Ontwerp van Diepwanden en Damwanden
Ontwikkeld door Deltares



Bedrijfsnaam:	Antea Group
Datum van rapport:	25-2-2025
Tijd van rapport:	16:08:46
Rapport met versie:	24.1.1.1735
Datum van berekening:	25-2-2025
Tijd van berekening:	15:20:53
Berekend met versie:	24.1.1.1735
Bestandsnaam:	250225-DSN 2
Projectbeschrijving:	Damwanden Oxena Brids te Hempens Section 13 / DKMP009:2023

Verificatie volgens Nationale Bijlage van Eurocode 7 in Nederland (NEN 9997-1+C2:2017).

1 Overzicht

1.1 Overzicht per Fase en Toets

Fase nr.	Verificatie type	Verplaatsing [mm]	Moment [kNm]	Dwarskracht [kN]	Mob. perc. moment [%]	Mob. perc. weerstand [%]	Status
Alle	EC7(NL)-Stap 6.1						(D)*
Alle	EC7(NL)-Stap 6.2						(D)*
1	EC7(NL)-Stap 6.3		-29,38	23,12	0,0	40,6	
1	EC7(NL)-Stap 6.4		-29,38	26,32	0,0	41,6	
1	EC7(NL)-Stap 6.5	27,9	-1,22	1,89	0,0	21,0	
1	EC7(NL)-Stap 6.5 x 1,2...		-1,46	2,26			
2	EC7(NL)-Stap 6.3		-30,15	24,42	36,1	42,2	
2	EC7(NL)-Stap 6.4		-30,64	27,62	36,8	43,0	
2	EC7(NL)-Stap 6.5	-49,6	8,34	10,61	19,8	22,9	
2	EC7(NL)-Stap 6.5 x 1,2...		10,01	12,73			
3	EC7(NL)-Stap 6.3		-30,44	24,47	36,3	42,4	
3	EC7(NL)-Stap 6.4		-30,83	27,64	37,0	43,2	
3	EC7(NL)-Stap 6.5	-50,2	8,42	10,69	19,9	23,1	
3	EC7(NL)-Stap 6.5 x 1,2...		10,10	12,82			
4	EC7(NL)-Stap 6.3		-30,44	24,47	0,0	42,4	
4	EC7(NL)-Stap 6.4		-30,83	27,64	0,0	43,2	
4	EC7(NL)-Stap 6.5	-50,2	8,42	10,69	0,0	23,1	
4	EC7(NL)-Stap 6.5 x 1,2...		10,10	12,82			
5	EC7(NL)-Stap 6.3		39,84	-87,01	0,0	70,9	
5	EC7(NL)-Stap 6.4		36,03	-104,49	0,0	75,2	
5	EC7(NL)-Stap 6.5	138,5	25,46	-64,49	0,0	41,8	
5	EC7(NL)-Stap 6.5 x 1,2...		30,56	-77,39			
Max		138,5	39,84	-104,49	37,0	75,2	

*(A) Berekening numerisch instabiel, (B) Fout gevonden tijdens berekening, (C) Geen convergentie van probabilistische berekening, (D) Bij vrije waterspiegel aan passieve zijde is een lage waterstand het meest ongunstig, daarom worden stappen 6.1 en 6.2 achterwege gelaten.

Het maximaal toelaatbare moment is 42,95 kNm op korte termijn en 33,04 kNm op lange termijn.

1.2 Steunpunten

Fase nr.	Verificatie type	Steunpunt ankers		
		Kracht [kN]	Moment [kNm]	Status
4	EC7(NL)-Stap 6.1			(D)*
4	EC7(NL)-Stap 6.2			(D)*
4	EC7(NL)-Stap 6.3	0,00	0,00	
4	EC7(NL)-Stap 6.4	0,00	0,00	
4	EC7(NL)-Stap 6.5	0,00	0,00	
4	EC7(NL)-Stap 6.5 x 1,2...	0,00	0,00	
5	EC7(NL)-Stap 6.1			(D)*
5	EC7(NL)-Stap 6.2			(D)*
5	EC7(NL)-Stap 6.3	-103,05	0,00	
5	EC7(NL)-Stap 6.4	-126,56	0,00	
5	EC7(NL)-Stap 6.5	-81,43	0,00	
5	EC7(NL)-Stap 6.5 x 1,2...	-97,71	0,00	
Max		-126,56	0,00	

*(A) Berekening numerisch instabiel, (B) Fout gevonden tijdens berekening, (C) Geen convergentie van probabilistische berekening, (D) Bij vrije waterspiegel aan passieve zijde is een lage waterstand het meest ongunstig, daarom worden stappen 6.1 en 6.2 achterwege gelaten.

1.3 Ankers en Stempels

Fase nr.	Verificatie type	Anker/stempel GEWI 25T/hoh = 2,0 m		
		Kracht [kN]	Toestand	Status
2	EC7(NL)-Stap 6.1			(D)*
2	EC7(NL)-Stap 6.2			(D)*
2	EC7(NL)-Stap 6.3	15,00	Elastisch	
2	EC7(NL)-Stap 6.4	15,00	Elastisch	
2	EC7(NL)-Stap 6.5	15,00	Elastisch	
2	EC7(NL)-Stap 6.5 x 1,200	18,00	Elastisch	
3	EC7(NL)-Stap 6.1			(D)*
3	EC7(NL)-Stap 6.2			(D)*
3	EC7(NL)-Stap 6.3	15,60	Elastisch	
3	EC7(NL)-Stap 6.4	15,14	Elastisch	
3	EC7(NL)-Stap 6.5	15,15	Elastisch	
3	EC7(NL)-Stap 6.5 x 1,200	18,18	Elastisch	
4	EC7(NL)-Stap 6.1			(D)*
4	EC7(NL)-Stap 6.2			(D)*
4	EC7(NL)-Stap 6.3	15,60	Elastisch	
4	EC7(NL)-Stap 6.4	15,14	Elastisch	
4	EC7(NL)-Stap 6.5	15,15	Elastisch	
4	EC7(NL)-Stap 6.5 x 1,200	18,18	Elastisch	
5	EC7(NL)-Stap 6.1			(D)*
5	EC7(NL)-Stap 6.2			(D)*
5	EC7(NL)-Stap 6.3	57,87	Elastisch	
5	EC7(NL)-Stap 6.4	48,43	Elastisch	
5	EC7(NL)-Stap 6.5	35,23	Elastisch	
5	EC7(NL)-Stap 6.5 x 1,200	42,27	Elastisch	
Max		57,87		

*(A) Berekening numerisch instabiel, (B) Fout gevonden tijdens berekening, (C) Geen convergentie van probabilistische berekening, (D) Bij vrije waterspiegel aan passieve zijde is een lage waterstand het meest ongunstig, daarom worden stappen 6.1 en 6.2 achterwege gelaten.

De kracht is in de richting van het anker/de stempel.

1.4 Totale Stabiliteit per Fase

Fase naam	Stabiliteitsfactor [-]
aanbrengen damwand	3,12
installatie klpankers	3,14
1e x aanvullen achter damwand	3,14
installatie legankers	3,14
aanvullen + terreinbelasting	1,73

1.5 Waarschuwingen

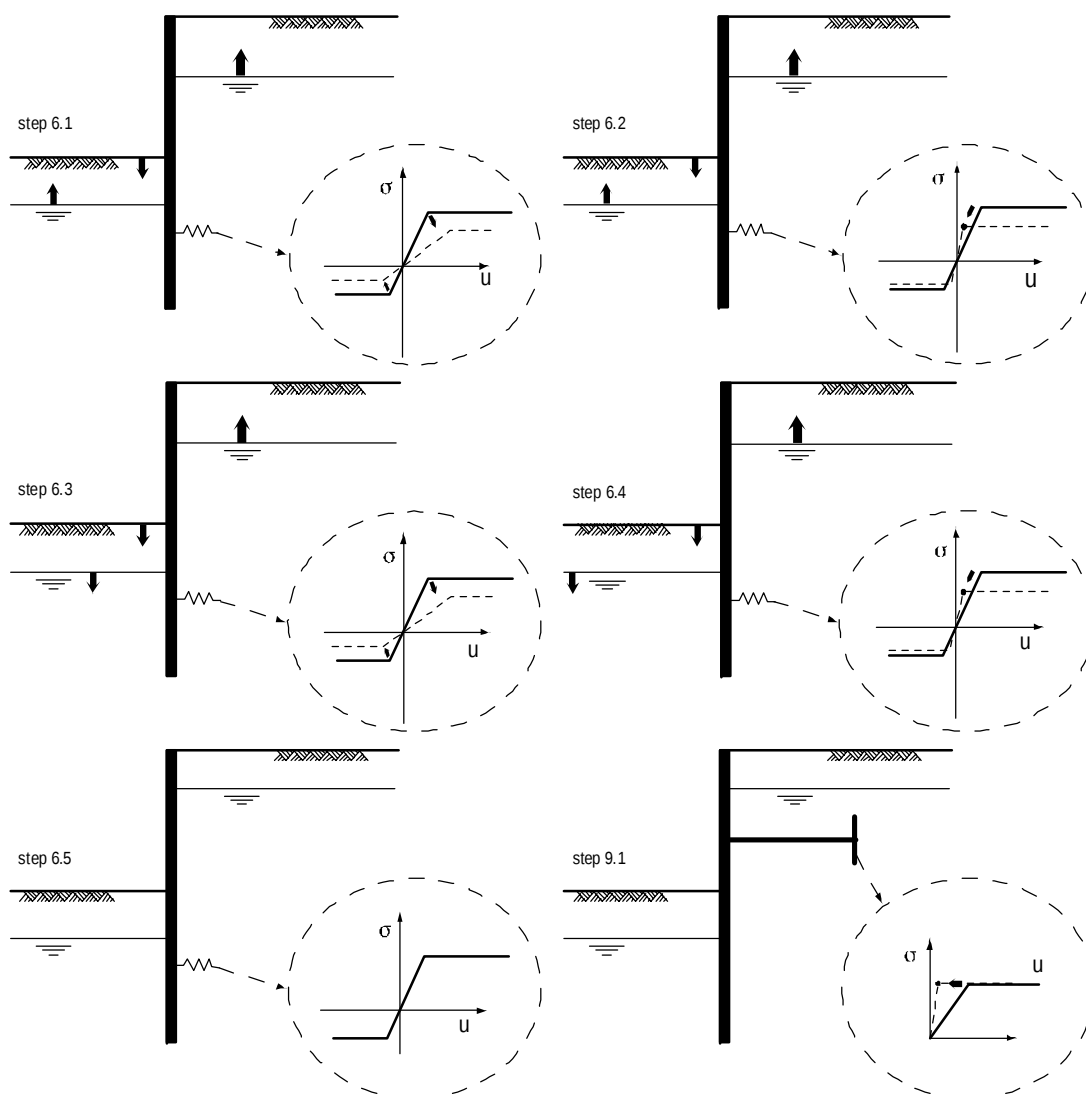
Phi-waarden:

In de onderstaande profielen is het verschil tussen de hoogste en de laagste phi per materiaal meer dan 15 graden. Volgens Cur-166 artikel 4.5.8 mag dan niet met Culmann volgens rechte glijvlakken gerekend worden. U kunt de phi reduceren of met methode Ka, Ko, Kp proberen te rekenen.

Profiel(en):

BP

1.6 CUR Verificatie Stappen



Einde Rapport

Rapport voor D-Sheet Piling 24.1

Ontwerp van Diepwanden en Damwanden
Ontwikkeld door Deltares



Bedrijfsnaam:	Antea Group
Datum van rapport:	25-2-2025
Tijd van rapport:	17:00:25
Rapport met versie:	24.1.1.1735
Datum van berekening:	25-2-2025
Tijd van berekening:	16:57:18
Berekend met versie:	24.1.1.1735
Bestandsnaam:	250225-DSN 3
Projectbeschrijving:	Damwanden Oxena Brids te Hempens overkluizing electra kabel

Verificatie volgens Nationale Bijlage van Eurocode 7 in Nederland (NEN 9997-1+C2:2017).

1 Overzicht

1.1 Overzicht per Fase en Toets

Fase nr.	Verificatie type	Verplaatsing [mm]	Moment [kNm]	Dwarskracht [kN]	Mob. perc. moment [%]	Mob. perc. weerstand [%]	Status
Alle	EC7(NL)-Stap 6.1						(D)*
Alle	EC7(NL)-Stap 6.2						(D)*
1	EC7(NL)-Stap 6.3		-22,86	17,04	0,0	41,5	
1	EC7(NL)-Stap 6.4		-22,86	20,18	0,0	42,6	
1	EC7(NL)-Stap 6.5	10,9	-0,84	-2,11	0,0	21,7	
1	EC7(NL)-Stap 6.5 x 1,2...		-1,01	-2,53			
2	EC7(NL)-Stap 6.3		-23,10	17,46	36,1	43,0	
2	EC7(NL)-Stap 6.4		-23,51	20,82	37,3	44,3	
2	EC7(NL)-Stap 6.5	-41,5	8,33	10,61	20,4	24,0	
2	EC7(NL)-Stap 6.5 x 1,2...		9,99	12,73			
3	EC7(NL)-Stap 6.3		-23,41	-19,65	42,1	49,1	
3	EC7(NL)-Stap 6.4		-24,88	22,32	43,2	50,4	
3	EC7(NL)-Stap 6.5	-42,3	8,92	10,91	24,5	29,3	
3	EC7(NL)-Stap 6.5 x 1,2...		10,70	13,10			
4	EC7(NL)-Stap 6.3		-23,18	-23,11	49,5	56,3	
4	EC7(NL)-Stap 6.4		-25,94	24,80	50,7	57,7	
4	EC7(NL)-Stap 6.5	-43,1	11,63	13,87	27,5	33,0	
4	EC7(NL)-Stap 6.5 x 1,2...		13,95	16,65			

Max		-43,1	-25,94	24,80	50,7	57,7	
-----	--	--------------	---------------	--------------	-------------	-------------	--

Fase nr.	Verificatie type	Verticaal evenwicht
Alle	EC7(NL)-Stap 6.1	
Alle	EC7(NL)-Stap 6.2	
1	EC7(NL)-Stap 6.3	Omhoog
1	EC7(NL)-Stap 6.4	Omhoog
1	EC7(NL)-Stap 6.5	Omhoog
1	EC7(NL)-Stap 6.5 x 1,2...	
2	EC7(NL)-Stap 6.3	Voldoet
2	EC7(NL)-Stap 6.4	Voldoet
2	EC7(NL)-Stap 6.5	Voldoet
2	EC7(NL)-Stap 6.5 x 1,2...	
3	EC7(NL)-Stap 6.3	Voldoet
3	EC7(NL)-Stap 6.4	Voldoet
3	EC7(NL)-Stap 6.5	Voldoet
3	EC7(NL)-Stap 6.5 x 1,2...	
4	EC7(NL)-Stap 6.3	Voldoet
4	EC7(NL)-Stap 6.4	Voldoet
4	EC7(NL)-Stap 6.5	Voldoet
4	EC7(NL)-Stap 6.5 x 1,2...	

Overzicht		Omhoog/Voldoet
-----------	--	----------------

*(A) Berekening numerisch instabiel, (B) Fout gevonden tijdens berekening, (C) Geen convergentie van probabilistische berekening, (D) Bij vrije waterspiegel aan passieve zijde is een lage waterstand het meest ongunstig, daarom worden stappen 6.1 en 6.2 achterwege gelaten.

Voor element 1 (0,00 m tot -5,00 m) is het maximaal toelaatbare moment 42,95 kNm op korte termijn en 33,04 kNm op lange termijn.

Voor element 2 (-5,00 m tot -7,00 m) is het maximaal toelaatbare moment 32,21 kNm op korte termijn en 24,78 kNm op lange termijn.

1.2 Ankers en Stempels

Fase nr.	Verificatie type	Anker/stempel		
		GEWI 25T/hoh = 2,0 m		
		Kracht [kN]	Toestand	Status
2	EC7(NL)-Stap 6.1			(D)*
2	EC7(NL)-Stap 6.2			(D)*
2	EC7(NL)-Stap 6.3	15,00	Elastisch	
2	EC7(NL)-Stap 6.4	15,00	Elastisch	
2	EC7(NL)-Stap 6.5	15,00	Elastisch	
2	EC7(NL)-Stap 6.5 x 1,200	18,00	Elastisch	
3	EC7(NL)-Stap 6.1			(D)*
3	EC7(NL)-Stap 6.2			(D)*
3	EC7(NL)-Stap 6.3	22,53	Elastisch	
3	EC7(NL)-Stap 6.4	22,14	Elastisch	
3	EC7(NL)-Stap 6.5	17,28	Elastisch	
3	EC7(NL)-Stap 6.5 x 1,200	20,74	Elastisch	
4	EC7(NL)-Stap 6.1			(D)*
4	EC7(NL)-Stap 6.2			(D)*
4	EC7(NL)-Stap 6.3	34,19	Elastisch	
4	EC7(NL)-Stap 6.4	33,08	Elastisch	
4	EC7(NL)-Stap 6.5	23,32	Elastisch	
4	EC7(NL)-Stap 6.5 x 1,200	27,99	Elastisch	
Max		34,19		

*(A) Berekening numerisch instabiel, (B) Fout gevonden tijdens berekening, (C) Geen convergentie van probabilistische berekening, (D) Bij vrije waterspiegel aan passieve zijde is een lage waterstand het meest ongunstig, daarom worden stappen 6.1 en 6.2 achterwege gelaten.

De kracht is in de richting van het anker/de stempel.

1.3 Totale Stabiliteit per Fase

Fase naam	Stabiliteitsfactor [-]
aanbrengen damwand	3,22
installatie ankers	3,23
aanvullen achter damwand	2,51
terreinbelasting	1,92

1.4 Waarschuwingen

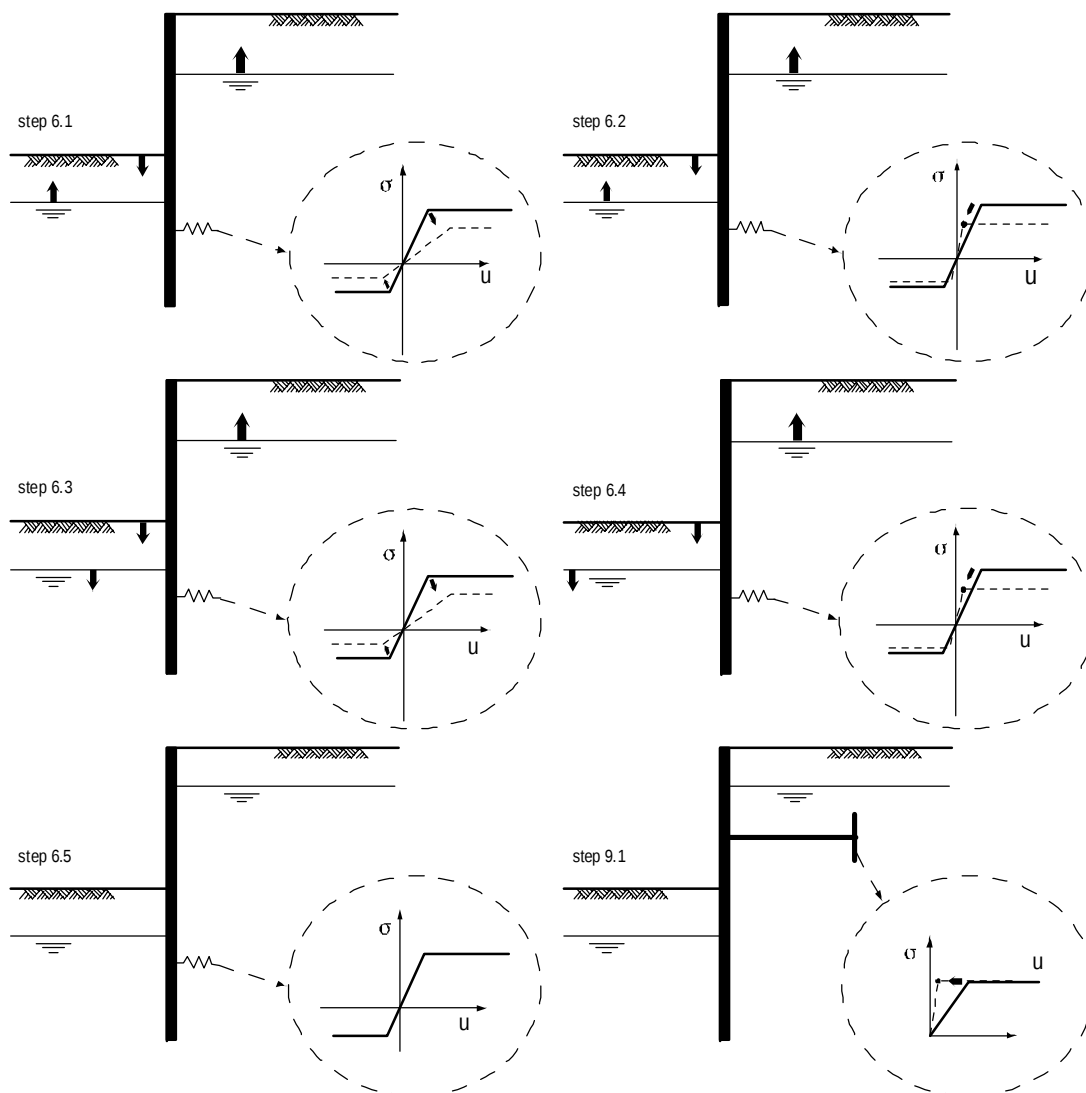
Verticaal evenwicht:

Het verticaal evenwicht wordt bij combiwanden niet goed verwerkt. Er kan niet apart worden aangegeven wat de puntweerstand is voor het bovendee. Er wordt gerekend met de puntweerstand van het onderste deel; de puntweerstand van het bovendee wordt niet in beschouwing genomen.

Vertikaal evenwicht:

De resultante wrijvings kracht is opwaarts gericht in fase 1 doordat de wrijving aan de passieve zijde groter is dan aan de actieve zijde. Dit kan voorkomen worden door de wrijvingshoek Delta aan de passieve zijde te verkleinen.

1.5 CUR Verificatie Stappen



Einde Rapport

Bijlage 4 Berekening klapankers

Bijlage 4 Berekening klpankers

BEREKENING JLD KLAPANKERS

versie: V1 MRT 2019

Conform: NEN 9997-1 (nov. 2011) / NEN-EN 1993-1-1 (jan.06) / CUR 166 - 6e druk

JLD International BV

Printdatum: 25-2-2025

Bijlage: 2

Van document:

Project: Hempens, Oxena Brids
Onderdeel: verankering houten damwanden / basisoplossing
Opdrachtgever: Gemeente Leeuwarden
Contactpersoon:

Referentie-documenten

Constructeur: F.O. Eshuis
Collegiale toets:

Revisie-beheer:

Geometrie JLD Klapanker en materiaalspecificatiewww.JLDinternational.comGeometrie JLD klapanker

Type anker **JLD 2.8** [-]
Breuksterkte ankervoet 220 [kN]
Vloeisterkte ankervoet 165 [kN]
Oppervlakte ankervoet 231878 [mm²]
Breedte ankervoet 470 [mm]
Hoogte ankervoet 676 [mm]
D equivalent 543 [mm]
h.o.h. afstand ankers (= hoh afstand raai 1 tot 2) **2,000** [m]

Geometrie omgevingNiveau maaiveld **0,43** [m NAP]Positionering JLD klapankers

Aangrijpniveau verankering raai 1 **-0,40** [m NAP]
Hoek anker met maaiveld raai 1 **45** [graden]
Werkende ankerlengte raai 1 **18,00** [m]

Aangrijpniveau verankering raai 2 **-0,40** [m NAP]
Hoek anker met maaiveld raai 2 **45** [graden]
Werkende ankerlengte raai 2 **18,00** [m]

Niveau hart ankervoet raai 1 **-13,13** [m NAP]
Niveau hart ankervoet raai 2 **-13,13** [m NAP]

Toelichting

De JLD klapankers dienen een bepaalde afstand t.o.v. elkaar te bezitten opdat de geotechnische houdkracht niet nadelig wordt beïnvloed. Een gebruikelijke methode is om opeenvolgende ankers te variëren in aangrijpniveau, ankerhoek en -lengte. De afwisselende ankers bevinden zich aldus in raai 1 of raai 2. Wanneer alle ankers dezelfde hoek en lengte hebben dan hebben beide raaien dezelfde invoer.

Beschouwing belastingwww.JLDinternational.comBelastingen

Invoer belasting per anker of per meter: **per meter** [-]
Status opgegeven belasting: **rekenwaarde** [-]
Richting opgegeven belasting: **axiaal** [-]

Invoer belasting **40** [kN/m]
Resultierende P_{max,axiaal} = **80** [kN]
P_{d,geo} = **88** [kN]
P_{d,staal} = **100** [kN]

Opmerkingen:

geen

Er is een sluitfactor ($\gamma_{F,a}$) van 1,10 in rekening gebrachtEr is een sluitfactor ($\gamma_{F,a}$) van 1,25 in rekening gebrachtOpmerking:**De maatgevende ankerhoek van 45 graden is gehanteerd.****Toets JLD klapankervoet**www.JLDinternational.com

Type JLD klapanker: **JLD 2.8** [-]
R_{t,d,1} = Breuksterkte cf. specificatie / 1,40 = **157** [kN]
R_{t,d,2} = Vloeisterkte cf. specificatie = **165** [kN]
R_{t,d} = **157** [kN]
P_{d,staal} = **100** [kN]
unity check = **0,64** [-]

De ankervoet voldoetOpmerking:

Corrosie van de JLD klapankervoet wordt geacht verwaarloosbaar te zijn, daar deze thermisch verzinkt wordt uitgevoerd.

De geotechnische draagkracht wordt analoog bepaald aan de rekenwijze van een schroefanker.

Er wordt uitgegaan van een zogenoemd 'diep schroefblad' omdat een uitgangspunt is dat de volgende verhouding geldt: $H/D > 5$

Schets / diepteligging

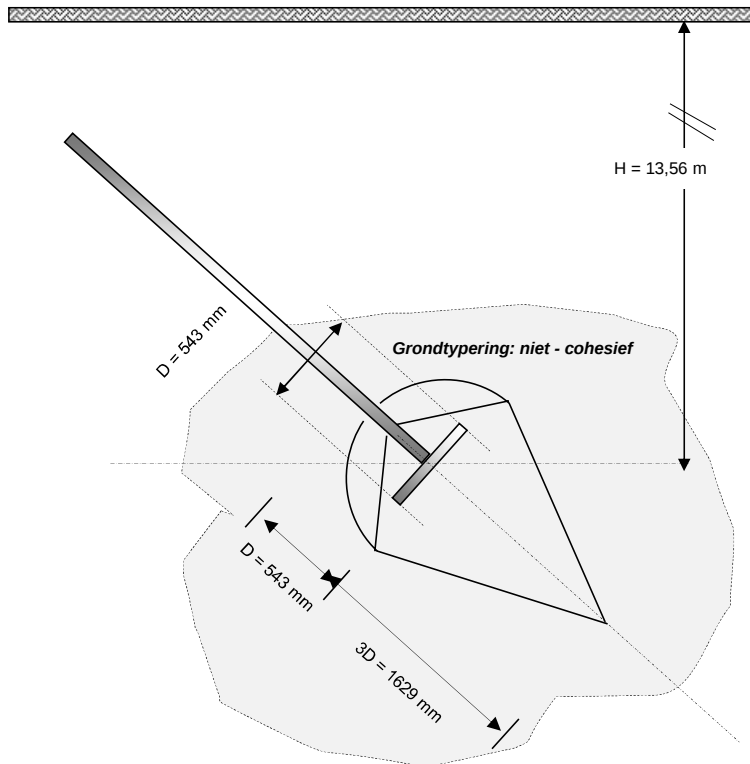
$D_{\text{equivalent}}$ 543 [mm]

H_{eis} 2,72 [m]

H_{aanwezig} 13,56 [m]



Accoord



Onderlinge beïnvloeding / h.o.h. afstand

De onderlinge h.o.h. afstand van de ankers op niveau aangrijppunt bedraagt:

3,681 D_{eq} 2,00 [m]

De afstand van raai 1 van het voetje tot de grondkering in bovenaanzicht:

12,73 [m]

De afstand van raai 2 van het voetje tot de grondkering in bovenaanzicht:

12,73 [m]

Resultierende onderlinge hoh afstand in bovenaanzicht:

2,00 [m]

De JLD klapankers hebben mogelijk een afwisselende ankerhoek en -lengte, dit noemt men staffelen en is een methode om de onderlinge afstand op niveau ankervoet te vergroten.

Niveau hart ankervoet raai 1:

-13,13 [m NAP]

Niveau hart ankervoet raai 2:

-13,13 [m NAP]

Verticale afstand:

0,00 [m]

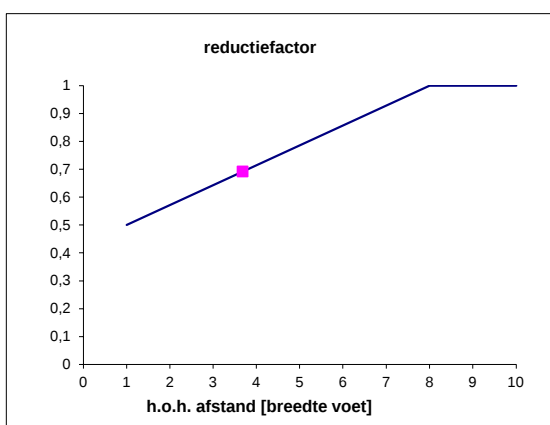
0,000 D_{eq}

Middels kwadratisch optellen wordt de fysieke h.o.h. afstand berekend:

2,00 [m]

3,681 D_{eq}

Bij een h.o.h. afstand kleiner dan $8D$ dient er een reductie op de geotechnische houdkracht te worden uitgevoerd, conform onderstaande figuur:



De heersende reductiefactor bedraagt:

0,69 [-]

Geotechnische draagkracht conform CUR 166

In cohesieve gronden wordt de geotechnische draagkracht als volgt bepaald:

$$F_{A,d} = 10 * c_{u,d} * A$$

In niet-cohesieve gronden wordt de geotechnische draagkracht als volgt bepaald:

$$R_{A,min} = 0,4 * q_c * A$$

Type grondslag waarin het verankeringsselement zich bevindt:

niet - cohesief [-]

Oppervlakte verankeringsselement A	0,232 [m ²]		
Waarde conusweerstand	20 [MPa]		
Aantal samenwerkende ankers	1 of 2 [-]		NEN 9997-1
Aantal sonderingen uit dezelfde verdeling	1 [-]		CUR 166 6e druk, deel 1, p.77 / 78
Waarde voor ξ	1,39 [-]		
Worden op alle ankers controleproeven uitgevoerd ?	nee [-]		
Partiele materiaalfactor γ_a	1,35 [-]		CUR 166 6e druk, deel 1, p.77
$R_{A,min}$	$0,4 * q_c * A$	1855,0 [kN]	<i>indicatie minimale houdkracht</i> CUR 166 6e druk, deel 2, p.291
$R_{A,k}$	$R_{a,min} / ksi$	1334,5 [kN]	CUR 166 6e druk, deel 1, p.77
$R_{A,d}$	$R_{a,k} / \gamma_{a,a}$	988,6 [-]	
$R_{A,d}$, incl. evt. reductie hoh afstand		683,6 [kN]	

Toetsing

$R_{a,d}$ =	683,6 [kN]	CUR 166 6e druk, deel 1, p.77
$P_{d,geo}$ =	88,0 [kN]	
u.c.	<u>0,13</u>	

Het geotechnisch draagvermogen voldoet

Toets ankerstaaf

www.JLDinternational.com

Keuze massieve ankerstaaf	
Type + kwaliteit	GEWI 25T [mm]
Diameter	25 [mm]
A	491 [mm ²]
f_y	500 [N/mm ²]
f_u	550 [N/mm ²]

De afroesting die op de straal van de GEWI staaf in rekening wordt gebracht betreft:

Getalswaarde afroesting: 0,6 mm

De doorsnede waarmee gerekend wordt is: 445 [mm²]

$N_{pl,Rd,1} = f_y * A =$ 222 [kN]

$N_{pl,Rd,2} = f_u * A / 1,40 =$ 175 [kN]

$R_{t,d} =$ 175 [kN]

$P_{d,staal} =$ 100 [kN]

u.c. = 0,57 [-]

De ankerstaaf voldoet

BEREKENING JLD KLAPANKERS

versie: V1 MRT 2019

Conform: NEN 9997-1 (nov. 2011) / NEN-EN 1993-1-1 (jan.06) / CUR 166 - 6e druk

JLD International BV

Printdatum: 25-2-2025

Bijlage:

Van document:

Project: Hempens, Oxena Brids
Onderdeel: verankering houten damwanden / vleugelwanden
Opdrachtgever: Gemeente Leeuwarden
Contactpersoon:

Referentie-documenten

Constructeur: F.O. Eshuis
Collegiale toets:

Revisie-beheer:

Geometrie JLD Klapanker en materiaalspecificatiewww.JLDinternational.comGeometrie JLD klapanker

Type anker **JLD 2.8** [-]
 Breuksterkte ankervoet 220 [kN]
 Vloeisterkte ankervoet 165 [kN]
 Oppervlakte ankervoet 231878 [mm²]
 Breedte ankervoet 470 [mm]
 Hoogte ankervoet 676 [mm]
 D_{equivalent} 543 [mm]
 h.o.h. afstand ankers (= hoh afstand raai 1 tot 2) **1,000** [m]

Geometrie omgevingNiveau maaiveld **1,05** [m NAP]Positionering JLD klapankers

Aangrijpniveau verankering raai 1 **-0,40** [m NAP]
 Hoek anker met maaiveld raai 1 **45** [graden]
 Werkende ankerlengte raai 1 **18,00** [m]

Aangrijpniveau verankering raai 2 **-0,40** [m NAP]
 Hoek anker met maaiveld raai 2 **45** [graden]
 Werkende ankerlengte raai 2 **18,00** [m]

Niveau hart ankervoet raai 1 **-13,13** [m NAP]
 Niveau hart ankervoet raai 2 **-13,13** [m NAP]

Toelichting

De JLD klapankers dienen een bepaalde afstand t.o.v. elkaar te bezitten opdat de geotechnische houdkracht niet nadelig wordt beïnvloed. Een gebruikelijke methode is om opeenvolgende ankers te variëren in aangrijpniveau, ankerhoek en -lengte. De afwisselende ankers bevinden zich aldus in raai 1 of raai 2. Wanneer alle ankers dezelfde hoek en lengte hebben dan hebben beide raaien dezelfde invoer.

Beschouwing belastingwww.JLDinternational.comBelastingen

Invoer belasting per anker of per meter: **per meter** [-]
 Status opgegeven belasting: **rekenwaarde** [-]
 Richting opgegeven belasting: **axiaal** [-]
 Invoer belasting **58** [kN/m]
 Resulterende P_{max,axiaal} = **58** [kN]
 P_{d,geo} = **64** [kN]
 P_{d,staal} = **73** [kN]

Opmerkingen:

geen

Er is een sluitfactor ($\gamma_{F,a}$) van 1,10 in rekening gebrachtEr is een sluitfactor ($\gamma_{F,a}$) van 1,25 in rekening gebrachtOpmerking:**De maatgevende ankerhoek van 45 graden is gehanteerd.****Toets JLD klapankervoet**www.JLDinternational.com

Type JLD klapanker: **JLD 2.8** [-]
 R_{t,d,1} = Breuksterkte cf. specificatie / 1,40 = **157** [kN]
 R_{t,d,2} = Vloeisterkte cf. specificatie = **165** [kN]
 R_{t,d} = **157** [kN]
 P_{d,staal} = **73** [kN]
 unity check = **0,46** [-]

De ankervoet voldoetOpmerking:

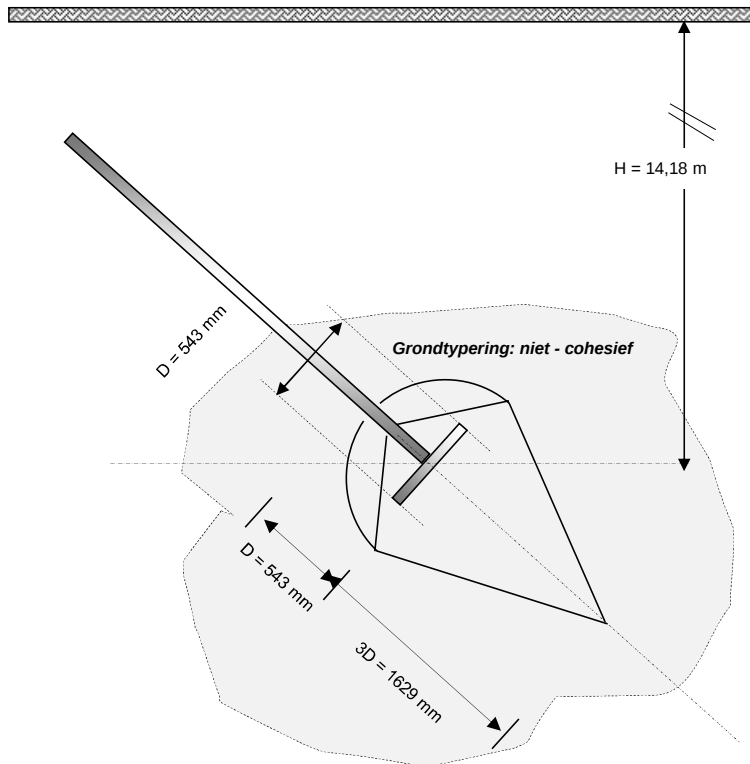
Corrosie van de JLD klapankervoet wordt geacht verwaarloosbaar te zijn, daar deze thermisch verzinkt wordt uitgevoerd.

De geotechnische draagkracht wordt analoog bepaald aan de rekenwijze van een schroefanker.

Er wordt uitgegaan van een zogenoemd 'diep schroefblad' omdat een uitgangspunt is dat de volgende verhouding geldt: $H/D > 5$

Schets / diepteligging

D equivalent	543 [mm]	
H eis	2,72 [m]	
H aanwezig	14,18 [m]	⇒ Accoord



Onderlinge beïnvloeding / h.o.h. afstand

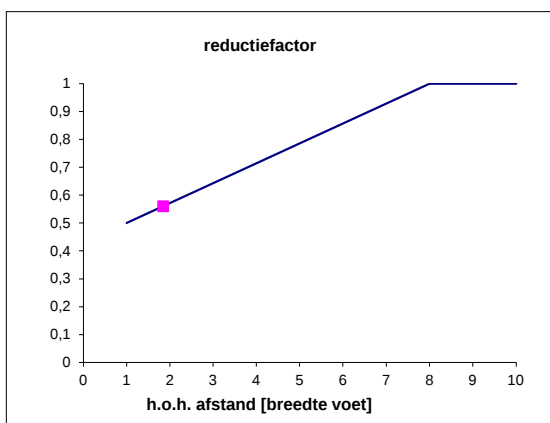
De onderlinge h.o.h. afstand van de ankers op niveau aangrijppunt bedraagt:	1,840 D _{eq}	1,00 [m]
De afstand van raai 1 van het voetje tot de grondkering in bovenaanzicht:		12,73 [m]
De afstand van raai 2 van het voetje tot de grondkering in bovenaanzicht:		12,73 [m]
Resulterende onderlinge hoh afstand in bovenaanzicht:		1,00 [m]

De JLD klapankers hebben mogelijk een afwisselende ankerhoek en -lengte, dit noemt men staffelen en is een methode om de onderlinge afstand op niveau ankervoet te vergroten.

Niveau hart ankervoet raai 1:	-13,13 [m NAP]	
Niveau hart ankervoet raai 2:	-13,13 [m NAP]	
Verticale afstand:	0,00 [m]	0,000 D _{eq}

Middels kwadratisch optellen wordt de fysieke h.o.h. afstand berekend: 1,00 [m] 1,840 D_{eq}

Bij een h.o.h. afstand kleiner dan 8D dient er een reductie op de geotechnische houdkracht te worden uitgevoerd, conform onderstaande figuur:



De heersende reductiefactor bedraagt: **0,56 [-]**

Geotechnische draagkracht conform CUR 166

In cohesieve gronden wordt de geotechnische draagkracht als volgt bepaald:

$$F_{A,d} = 10 * c_{u,d} * A$$

In niet-cohesieve gronden wordt de geotechnische draagkracht als volgt bepaald:

$$R_{A,min} = 0,4 * q_c * A$$

Type grondslag waarin het verankeringsselement zich bevindt:

niet - cohesief [-]

Oppervlakte verankeringsselement A	0,232 [m ²]		
Waarde conusweerstand	20 [MPa]		
Aantal samenwerkende ankers	1 of 2 [-]		NEN 9997-1
Aantal sonderingen uit dezelfde verdeling	1 [-]		CUR 166 6e druk, deel 1, p.77 / 78
Waarde voor ξ	1,39 [-]		
Worden op alle ankers controleproeven uitgevoerd ?	nee [-]		
Partiele materiaalfactor γ_a	1,35 [-]		CUR 166 6e druk, deel 1, p.77
$R_{A,min}$	$0,4 * q_c * A$	1855,0 [kN]	<i>indicatie minimale houdkracht</i> CUR 166 6e druk, deel 2, p.291
$R_{A,k}$	$R_{a,min} / ksi$	1334,5 [kN]	CUR 166 6e druk, deel 1, p.77
$R_{A,d}$	$R_{a,k} / \gamma_{a,a}$	988,6 [-]	
$R_{A,d}$, incl. evt. reductie hoh afstand		553,6 [kN]	

Toetsing

$R_{a,d}$ =	553,6 [kN]	CUR 166 6e druk, deel 1, p.77
$P_{d,geo}$ =	64,0 [kN]	
u.c.	<u>0,12</u>	

Het geotechnisch draagvermogen voldoet

Toets ankerstaaf

www.JLDinternational.com

Keuze massieve ankerstaaf	
Type + kwaliteit	GEWI 25T [mm]
Diameter	25 [mm]
A	491 [mm ²]
f_y	500 [N/mm ²]
f_u	550 [N/mm ²]

De afroesting die op de straal van de GEWI staaf in rekening wordt gebracht betreft:

Getalswaarde afroesting: 0,6 mm

De doorsnede waarmee gerekend wordt is: 445 [mm²]

$N_{pl,Rd,1} = f_y * A =$ 222 [kN]

$N_{pl,Rd,2} = f_u * A / 1,40 =$ 175 [kN]

$R_{t,d} =$ 175 [kN]

$P_{d,staal} =$ 73 [kN]

u.c. = 0,42 [-]

De ankerstaaf voldoet

Bijlage 5 Berekening ankerboringen

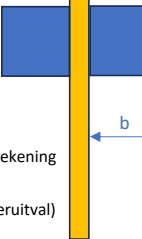
Bijlage 5 Berekening ankerboringen

Projectnaam: Vervangen damwanden Oxena Brids
 Berekeningsonderdeel: basisoplossing / klapankers
 Datum: 25-2-2025
 opsteller: FE



Invoer:

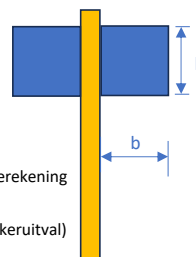
klasse	D70	[-]	sterkteklasse van de houten ankergording
b	100	[mm]	breedte gording
h	150	[mm]	hoogte gording
n	2	[-]	aantal gordingen (1 = enkele gording / 2 = klemgording)



korte duur: lange duur:

P_{max}	39,75	25,97	[kN/m ¹]	rekenwaarde van de maximale ankerkracht uit de damwandberekening
P_{SLS}	24,86	17,74	[kN/m ¹]	de maximale ankerkracht uit de damwandberekening in de bruikbaarheidsgrenstoestand (ten behoeve van toets ankeruitval)
$\angle$	45	[°]	ankerhelling met de horizontaal	
h.o.h.	2,00	[m]	hart-op-hart afstand van de ankerstangen	
γ	1,10	[-]	belastingfactor voor toets gordingen (stap 9.3 uit CUR166 'Damwandconstructies')	
f	10	[-]	momentcoëfficiënt	

$P_{max;hor;d}$	30,9	20,2	[kN/m ¹]	de rekenwaarde van de horizontale ankerkracht
$P_{max;hor;SLS}$	17,6	12,5	[kN/m ¹]	de horizontale ankerkracht t.b.v. toets ankeruitval



Materiaal eigenschappen ankergording:

$E_{0,mean}$	20	[kN/mm ²]	elasticiteitsmodulus evenwijdig aan de vezel		
ρ_{mean}	1080	[kg/m ³]	volumieke massa		
I	1.250	[cm ⁴ /m ¹]	traagheidsmoment		
W	250	[cm ³ /m ¹]	weerstandsmoment		
$f_{m;0;k}$	70	[N/mm ²]	buigsterkte		
$f_{v;k}$	5,0	[N/mm ²]	schuifsterkte		

korte duur: lange duur:

k_{mod}	0,65	0,50	[-]	standaardwaarden overeenkomstig handleiding D-Sheet Piling		
k_h	1,00	[-]	modificatiefactor hoogte		drempel volumieke massa	750 [kg/m ³]
γ_m	1,30	[-]	materiaalfactor voor gezaagd hout (tabel 2.3 uit NEN-EN 1995-1-1+C1+A1)			

Berekeningsresultaten en toetsing:

$M_{s;d}$	12,4	8,1	[kNm]	rekenwaarde buigend moment in de gording
$M_{r;d}$	17,5	13,5	[kNm]	momentcapaciteit van de gording
u.c.	0,71	0,60	[-]	unity check
	OK	OK		oordeel

$V_{s;d}$	37,1	24,2	[kN]	rekenwaarde van de dwarskracht in de gording
$V_{r;d}$	75,0	57,7	[kN]	dwarskrachtcapaciteit van de gording
u.c.	0,49	0,42	[-]	unity check
	OK	OK		oordeel

in geval van ankeruitval:

$M_{s;d}$	28,1	20,1	[kNm]	rekenwaarde buigend moment in de gording
$M_{r;d}$	35,0	35,0	[kNm]	momentcapaciteit van de gording
u.c.	0,80	0,57	[-]	unity check
	OK	OK		oordeel

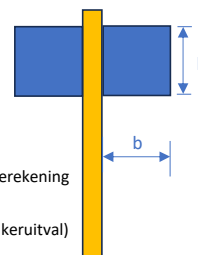
$V_{s;d}$	42,2	30,1	[kN]	rekenwaarde van de dwarskracht in de gording
$V_{r;d}$	150,0	150,0	[kN]	dwarskrachtcapaciteit van de gording
u.c.	0,28	0,20	[-]	unity check
	OK	OK		oordeel

Projectnaam: Vervangen damwanden Oxena Brids
 Berekeningsonderdeel: vleugelwanden / klapankers
 Datum: 25-2-2025
 opsteller: FE



Invoer:

klasse	D70	[-]	sterkteklasse van de houten ankergording
b	100	[mm]	breedte gording
h	150	[mm]	hoogte gording
n	2	[-]	aantal gordingen (1 = enkele gording / 2 = klemgording)



korte duur: lange duur:

P_{max}	57,87	18,18	[kN/m ¹]	rekenwaarde van de maximale ankerkracht uit de damwandberekening
P_{SLS}	35,23	15,15	[kN/m ¹]	de maximale ankerkracht uit de damwandberekening in de bruikbaarheidsgrenstoestand (ten behoeve van toets ankeruitval)
$\angle$	45		[°]	ankerhelling met de horizontaal
h.o.h.	1,00		[m]	hart-op-hart afstand van de ankerstangen
γ	1,10		[-]	belastingfactor voor toets gordingen (stap 9.3 uit CUR166 'Damwandconstructies')
f	10		[-]	momentcoëfficiënt
$P_{max,hor;d}$	45,0	14,1	[kN/m ¹]	de rekenwaarde van de horizontale ankerkracht
$P_{max,hor;SLS}$	24,9	10,7	[kN/m ¹]	de horizontale ankerkracht t.b.v. toets ankeruitval

Materiaal eigenschappen ankergording:

$E_{0,mean}$	20	[kN/mm ²]	elasticiteitsmodulus evenwijdig aan de vezel
ρ_{mean}	1080	[kg/m ³]	volumieke massa
I	1.250	[cm ⁴ /m ¹]	traagheidsmoment
W	250	[cm ³ /m ¹]	weerstandsmoment
$f_{m,0;k}$	70	[N/mm ²]	buigsterkte
$f_{v,k}$	5,0	[N/mm ²]	schuifsterkte

korte duur: lange duur:

k_{mod}	0,65	0,50	[-]	standaardwaarden overeenkomstig handleiding D-Sheet Piling
k_h	1,00		[-]	modificatiefactor hoogte drempel volumieke massa 750 [kg/m ³]
γ_m	1,30		[-]	materiaalfactor voor gezaagd hout (tabel 2.3 uit NEN-EN 1995-1-1+C1+A1)

Berekeningsresultaten en toetsing:

$M_{s,d}$	4,5	1,4	[kNm]	rekenwaarde buigend moment in de gording
$M_{r,d}$	17,5	13,5	[kNm]	momentcapaciteit van de gording
u.c.	0,26	0,11	[-]	unity check
	OK	OK		oordeel

$V_{s,d}$	27,0	8,5	[kN]	rekenwaarde van de dwarskracht in de gording
$V_{r,d}$	75,0	57,7	[kN]	dwarskrachtcapaciteit van de gording
u.c.	0,36	0,15	[-]	unity check
	OK	OK		oordeel

in geval van ankeruitval:

$M_{s,d}$	10,0	4,3	[kNm]	rekenwaarde buigend moment in de gording
$M_{r,d}$	35,0	35,0	[kNm]	momentcapaciteit van de gording
u.c.	0,28	0,12	[-]	unity check
	OK	OK		oordeel

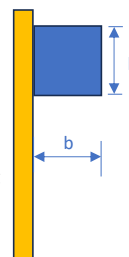
$V_{s,d}$	29,9	12,9	[kN]	rekenwaarde van de dwarskracht in de gording
$V_{r,d}$	150,0	150,0	[kN]	dwarskrachtcapaciteit van de gording
u.c.	0,20	0,09	[-]	unity check
	OK	OK		oordeel

Projectnaam: Vervangen damwanden Oxena Brids
 Berekeningsonderdeel: vleugelwanden / legankers
 Datum: 25-2-2025
 opsteller: FE



Invoer:

klasse	D70	[-]	sterkteklasse van de houten ankergording
b	220	[mm]	breedte gording
h	220	[mm]	hoogte gording
n	1	[-]	aantal gordingen (1 = enkele gording / 2 = klemgording)
korte duur: lange duur:			
P _{max}	126,56	97,35 [kN/m ¹]	rekenwaarde van de maximale ankerkracht uit de damwandberekening
P _{SLS}	81,43	62,64 [kN/m ¹]	de maximale ankerkracht uit de damwandberekening in de bruikbaarheidsgrenstoestand (ten behoeve van toets ankeruitval)
∠	45	[°]	ankerhelling met de horizontaal
h.o.h.	1,80	[m]	hart-op-hart afstand van de ankerstangen
γ	1,10	[-]	belastingfactor voor toets gordingen (stap 9.3 uit CUR166 'Damwandconstructies')
f	10	[-]	momentcoëfficiënt
P _{max;hor;d}	98,4	75,7 [kN/m ¹]	de rekenwaarde van de horizontale ankerkracht
P _{max;hor;SLS}	57,6	44,3 [kN/m ¹]	de horizontale ankerkracht t.b.v. toets ankeruitval



Materiaal eigenschappen ankergording:

E _{0;mean}	20	[kN/mm ²]	elasticiteitsmodulus evenwijdig aan de vezel
ρ _{mean}	1080	[kg/m ³]	volumieke massa
I	19.521	[cm ⁴ /m ¹]	traagheidsmoment
W	1.775	[cm ³ /m ¹]	weerstandsmoment
f _{m;0;k}	70	[N/mm ²]	buigsterkte
f _{v;k}	5,0	[N/mm ²]	schuifsterkte
korte duur: lange duur:			
k _{mod}	0,65	0,50 [-]	standaardwaarden overeenkomstig handleiding D-Sheet Piling
k _h	1,00	[-]	modificatiefactor hoogte drempel volumieke massa
γ _m	1,30	[-]	materiaalfactor voor gezaagd hout (tabel 2.3 uit NEN-EN 1995-1-1+C1+A1)

750 [kg/m³]

Berekeningsresultaten en toetsing:

M _{s;d}	31,9	24,5 [kNm]	rekenwaarde buigend moment in de gording
M _{r;d}	62,1	47,8 [kNm]	momentcapaciteit van de gording
u.c.	0,51	0,51 [-]	unity check
	OK	OK	oordeel
V _{s;d}	106,3	81,8 [kN]	rekenwaarde van de dwarskracht in de gording
V _{r;d}	121,0	93,1 [kN]	dwarskrachtcapaciteit van de gording
u.c.	0,88	0,88 [-]	unity check
	OK	OK	oordeel
in geval van ankeruitval:			
M _{s;d}	74,6	57,4 [kNm]	rekenwaarde buigend moment in de gording
M _{r;d}	124,2	124,2 [kNm]	momentcapaciteit van de gording
u.c.	0,60	0,46 [-]	unity check
	OK	OK	oordeel
V _{s;d}	124,4	95,7 [kN]	rekenwaarde van de dwarskracht in de gording
V _{r;d}	242,0	242,0 [kN]	dwarskrachtcapaciteit van de gording
u.c.	0,51	0,40 [-]	unity check
	OK	OK	oordeel

Over Antea Group

Antea Group is het thuis van 1800 trotse ingenieurs en adviseurs. Samen bouwen wij elke dag aan een veilige, gezonde en toekomstbestendige leefomgeving. Je vindt bij ons de allerbeste vakspecialisten van Nederland, maar ook innovatieve oplossingen op het gebied van data, sensing en IT. Hiermee dragen wij bij aan de ontwikkeling van infra, woonwijken of waterwerken. Maar ook aan vraagstukken rondom klimaatadaptatie, energietransitie en de vervangingsopgave. Van onderzoek tot ontwerp, van realisatie tot beheer: voor elke opgave brengen wij de juiste kennis aan tafel. Wij denken kritisch mee en altijd vanuit de mindset om samen voor het beste resultaat te gaan. Op deze manier anticiperen wij op de vragen van vandaag en de oplossingen voor morgen. Al 70 jaar.

Contactgegevens

Tolhuisweg 57
8443 DV Heerenveen
Postbus 24
8440 AA Heerenveen

Copyright ©

Niets uit deze uitgave mag worden verveelvoudigd en/of openbaar worden gemaakt door middel van druk, fotokopie, elektronisch of op welke wijze dan ook, zonder schriftelijke toestemming van de auteurs.

De informatie die in dit rapport is opgenomen is uitsluitend bestemd voor geadresseerde(n) en kan persoonlijke of vertrouwelijke informatie bevatten. Gebruik van deze informatie, door anderen dan de geadresseerde(n) en gebruik door hen die niet gerechtigd zijn van deze informatie kennis te nemen, is niet toegestaan. De informatie is uitsluitend bestemd om te worden gebruikt door de geadresseerde, voor het doel waarvoor dit rapport is vervaardigd. Indien u niet de geadresseerde bent of niet gerechtigd bent tot kennisneming, is openbaarmaking, vermenigvuldiging, verspreiding en/of verstrekking van deze informatie aan derden niet toegestaan, tenzij na schriftelijke toestemming door Antea Group en wordt u verzocht de gegevens te verwijderen en direct een melding te maken bij security@antegroup.nl. Derden, zij die niet geadresseerd zijn, kunnen geen rechten aan dit rapport ontleen, tenzij na schriftelijke toestemming door Antea Group.

www.anteagroup.nl