

DEFINITIEF ONTWERP

Kadeverbetering Verenigde Groote en Kleine Polder

Kadevak 424-042-00004A en 00004B



Ref.: NL202034422-R23-073
Versie D1.0
16 maart 2023

Hoogheemraadschap van Rijnland

Contactpersoon Adrian Boogaard
Adres Archimedesweg 1
2333 CM Leiden

RPS advies- en ingenieursbureau bv

Auteur Onno Schouten
Projectleider Jurre Toes
Gecontroleerd door Luc ter Schiphorst
Projectreferentie NL202034422-R23-073
Versie D1.0
Totaal aantal pagina's 30, excl. bijlagen

Handtekening



Handtekening



Akkoord Jurre Toes
Projectleider

Akkoord Onno Schouten
Adviseur Geotechniek

Versie	Omschrijving	Rapport datum
C1.0	Concept versie	23-02-2023
D1.0	Definitieve versie	16-03-2023

Dit rapport is vertrouwelijk. Geen enkel deel van dit rapport mag aan derden openbaar worden gemaakt zonder schriftelijke toestemming van RPS advies- en ingenieursbureau bv of van de opdrachtgever. Alleen aan het originele complete rapport kunnen rechten worden ontleend. Dit rapport mag UITSLUITEND in zijn geheel worden gereproduceerd.

INHOUDSOPGAVE

1	INLEIDING	5
1.1	Aanleiding	5
1.2	Doel	5
1.3	Scope	6
1.3.1	Verbetermaatregelen conform het VO	6
1.4	Leeswijzer	6
2	UITGANGSPUNTEN	7
2.1	Normen, richtlijnen, leidraden en achtergronddocumenten	7
2.2	Uitgevoerde onderzoeken	7
2.2.1	Geometrie	7
2.2.2	Geotechnische gegevens	7
2.3	Grondparameters	8
2.4	Hydraulische uitgangspunten	9
2.5	Verkeersbelasting	10
2.6	Levensduur	11
2.7	Corrosie	11
2.8	Aanleghoogte damwand	11
2.9	Veiligheids- en vervormingseisen	11
2.10	Modellering en fasering	12
2.10.1	Rekenmethode	12
2.10.2	Fasering	12
3	ONTWERP DAMWANDEN	14
3.1	Indeling maatgevende rekenprofielen	14
3.1.1	Geometrie	14
3.1.2	Bodemopbouw	15
3.2	Eigenschappen van de damwanden	16
3.3	Berekeningsresultaten	17
3.4	Toetsing momenten & vervormingen	17
4	TOETSING ONTWERP AAN KANS OP PIPING (STPH).....	19
4.1	Berekening benodigde lengte damwand.....	19
5	DETAILLERING ONTWERP	21
5.1	Damwand ter plaatse van woonboten en tuinen.....	21
5.2	Aansluiting maaiveld op ontwerphoogte damwand	21
5.3	Damwand bij het pontje.....	21
5.4	Deksloof	23
5.5	Drainage.....	23
5.6	Opstapmogelijkheden watervogels en drenkeling uittredevoorzieningen	24
5.7	Ecologische bermen aanbrengen	25
5.8	Kabels en leidingen	25
5.9	Bomen	26
5.10	Riet.....	26

6	AANDACHTSPUNTEN UITVOERING	27
6.1	Te verwijderen damwand	27
6.2	Inbrengmethode damwand	27
6.3	Controle inbrengbaarheid damwand	28
6.4	Werken vanaf het water	28
6.5	Verplaatsen woonboten	28
6.6	Aanbrengen kleiaanvulling	28
6.7	Opnemen en herplaatsen bestaande constructies	28
6.8	Monitoring	28
6.8.1	Bouwkundige staat en trillingsmetingen.....	29
6.8.2	Deformatiemetingen.....	29
6.8.3	Peilbuizen.....	29
	VERWIJZINGEN	30

BIJLAGEN

1. Grondmechanisch onderzoek VO fase
2. Aanvullend grondmechanisch onderzoek DO fase
3. Aanvullende handboringen DO-fase 2023
4. Geotechnisch lengteprofiel
5. DO tekeningen
6. Resultaten damwandberekeningen

1 INLEIDING

1.1 Aanleiding

In 2012 zijn de regionale boezemwaterkeringen binnen de Verenigde Groote en Kleine Polder getoetst [Ref 1.]. De in 2012 afgekeurde kaden zijn in 2019 door RPS advies- en ingenieursbureau bv (RPS) hertoetst [Ref 2.]. In de hertoetsing zijn de afgekeurde kaden met behulp van nieuwe inmetingen, peil-buismetingen en aanvullend grondmechanisch onderzoek conform de vigerende richtlijnen beoordeeld. Het toetsresultaat heeft geleid tot een nauwkeurig inzicht in de benodigde verbeteropgave. Zo is gebleken dat de kade op verschillende locaties onder de minimaal vereiste hoogte ligt, dat enkele kadevakken op het toetsspoor binnenwaartse macrostabiliteit zijn afgekeurd, dat één kadevak op buitenwaartse stabiliteit is afgekeurd en dat alle kadevakken, behalve kadevak 424-042-00002A, zijn afgekeurd op het toetsspoor piping. Om inzicht te krijgen in de mogelijke oplossingsrichtingen die benodigd zijn om de kadevakken weer aan de waterveiligheidseisen te laten voldoen, is in 2020 door RPS een voorlopig ontwerp (VO) uitgewerkt [Ref 3.].

De dijkvakken 424-042-00004A en 424-042-00004B worden gekenmerkt door de aanwezigheid van woonboten en tuinen op de kade. In het VO is voor deze twee dijkvakken een zelfstandige waterkering als voorkeursvariant uitgewerkt. RPS is door het Hoogheemraadschap van Rijnland (HHR) gevraagd om voor de dijkvakken 424-042-00004A en 424-042-00004B de zelfstandige waterkering verder uit te werken in een definitief ontwerp (hierna: DO). De uitwerking van het DO is in deze rapportage vastgelegd. De scope van deze rapportage beperkt zich enkel tot deze twee dijkvakken, zie het rode kader in figuur 1-1.



figuur 1-1: Scope en kadevakindeling voor het DO.

1.2 Doel

Het doel van deze projectfase is het uitwerken van het VO naar een DO. Hierbij worden het ruimtebeslag en de inpassing in de omgeving voor het project, inclusief maatwerklocaties, definitief vastgelegd. Ook moet hierbij aangetoond worden dat het ontwerp maak- en uitvoerbaar is en dat de gestelde eisen met betrekking tot de levensduur van het ontwerp gehaald worden.

1.3 Scope

De scope van dit project beperkt zich tot dijkvakken 424-042-00004A en 424-042-00004B. Binnen deze twee dijkvakken ligt een viertal woonboten, daarmee wijken deze dijkvakken af van de overige dijkvakken in de Verenigde Groote en Kleine Polder. In figuur 1-1 is de scope van het project weergegeven.

In tabel 1.1 is per kadevak weergegeven op welke toetssporen de kade verbeterd dient te worden.

tabel 1.1: Overzicht te verbeteren toetsspoor per kadevak.

Kadevak indeling VO fase [-]	Kadevak indeling DO fase [-]	Lengte [m]	Verbeteren op toetsspoor [-]
424-042-00004A	424-042-00004A	57	HT, STPH, STBI
424-042-00004B	424-042-00004B	135	HT, STPH, STBI

1.3.1 Verbetermaatregelen conform het VO

In tabel 1.2 zijn de verbetermaatregelen conform het VO gepresenteerd. Door HHR is besloten om de verbetermaatregel van het VO uit te werken in het DO. Daarom wordt in deze rapportage voor beide dijkvakken een zelfstandige waterkering uitgewerkt. De zelfstandige waterkering betreft voor dit project een stalen damwandconstructie.

tabel 1.2: Verbetermaatregel per kadevak conform VO.

Kadevak indeling DO fase	Verbetermaatregel conform VO
424-042-00004A	Zelfstandige waterkering
424-042-00004B	Zelfstandige waterkering

In de bestaande situatie is er een houten oeverconstructie aanwezig. Deze houten oeverconstructie wordt tijdens de uitvoering van de vervangende waterkering verwijderd.

1.4 Leeswijzer

Deze rapportage is opgedeeld in 6 hoofdstukken. In hoofdstuk 2 zijn de uitgangspunten van het ontwerp van de damwanden toegelicht. Vervolgens zijn het ontwerp en de toetsing van de damwanden in hoofdstuk 3 uitgewerkt. In hoofdstuk 4 is bepaald welke maatregelen genomen moeten worden om het faalmechanisme piping te voorkomen. De detaillering van het ontwerp is gepresenteerd in hoofdstuk 5. Ten slotte wordt in hoofdstuk 6 ingegaan op aandachtspunten voor de uitvoering van het project.

2 UITGANGSPUNTEN

Gezien de uitwerking van het DO een vervolg is op de eerder door RPS uitgevoerde toetsing van de waterveiligheid en het VO, zijn bij de uitwerking van het DO grotendeels dezelfde uitgangspunten gehanteerd. De belangrijkste uitgangspunten zijn in dit hoofdstuk nogmaals herhaald. Verder staan ook eventueel gewijzigde en nog niet eerder beschreven uitgangspunten in dit hoofdstuk benoemd. Voor de overige uitgangspunten wordt verwezen naar de rapportage 'Verenigde Groote en Kleine Polder; Voorontwerp (Fase III)' [Ref 3.] en de rapportage 'Hertoetsing Verenigde Groote en Kleine Polder (Fase II)' [Ref 2.].

2.1 Normen, richtlijnen, leidraden en achtergronddocumenten

Het ontwerp van de vervangende waterkerende constructies is opgesteld conform de Rijnlandse SOR Systematiek II [Ref 4.]. Verder is gebruik gemaakt van het Rijnlandse document Handreiking beschoeiingen en damwanden in regionale keringen [Ref 5.]. Voor het ontwerp van de damwandconstructies is eveneens rekening gehouden met de NEN 9997-1 [Ref 6.] en de CUR 166 [Ref 7.].

2.2 Uitgevoerde onderzoeken

2.2.1 Geometrie

Om een volledig beeld te krijgen van de geometrie van de kade is er door RPS in januari 2022 een Digitaal Terrein Model opgesteld (DTM). Het DTM is als basis gebruikt bij het opstellen van het DO. In aanvulling op het DTM zijn 2 inmetingen beschikbaar die in juni 2020 zijn uitgevoerd. De inmetingen zijn tot circa 2,00 m in de boezem uitgevoerd. Verder is de bodem van de boezem ingemeten door middel van een sonarmeting in mei 2022.

Om meer informatie te krijgen over het verloop van de bodem van de boezem is gebruik gemaakt van de legger van HHR [Ref 8.] en van baggerprofielen uit 2013 van de provincie Noord-Holland [Ref 14.].

2.2.2 Geotechnische gegevens

In voorgaande fasen van het project zijn binnen de Groote en Kleine Polder 23 handboringen, 4 sonderingen, 9 peilbuizen en 7 labproeven (t.b.v. bepaling korrelverdeling zandlagen) uitgevoerd. Daarvan zijn 7 handboringen, 1 sondering, 1 peilbuis (onderzoek uitgevoerd ter plaatse van dijkvak 424-042-00004A en 424-042-00004B) en de 7 labproeven (t.b.v. bepaling korrelverdeling zandlagen) relevant voor dit project, zie bijlage 1.

Voor het dimensioneren van de vervangende waterkering is het wenselijk om een gedetailleerd beeld te hebben van de bodemopbouw. Een hogere gegevensdichtheid levert mogelijk optimalisatie op. Conform de Handreiking beschoeiingen en damwanden van HHR [Ref 5.] is als uitgangspunt gehanteerd dat er minimaal om de 25 m een sondering met kleefmeting beschikbaar moet zijn (bij voorkeur ook een aantal sonderingen met meting van de waterspanning). Om dit te bereiken is er een aanvullend grondmechanisch onderzoek uitgevoerd door Geosonda. Dit onderzoek is uitgevoerd voor de hele Verenigde Groote en Kleine Polder en bestaat uit 41 sonderingen, waarvan 14 met meting van de waterspanning en 15 handboringen. Voor dit project zijn 2 handboringen en 2 sonderingen relevant. Dit betreffen sondering S_140 en S_142 en handboringen HB_142 en HB_143. Voor de volledigheid is het volledige grondonderzoek bijgevoegd in bijlage 2.

Aanvullend zijn in februari 2023 5 handboringen uitgevoerd voor het vaststellen van de aanwezigheid van puin in de toplaag nabij de bestaande beschoeiing, zie bijlage 3. Daarvan zijn 4 handboringen uitgevoerd in kadevak 424-042-00004B, ter plaatse van deze 4 handboringen is puin aangetroffen. Eén handboring is uitgevoerd in kadevak 424-042-00004A, bij deze handboring is geen puin aangetroffen.

Ter plaatse van de particuliere tuinen in kadevak 424-042-00004B zijn geen sonderingen uitgevoerd. Hierdoor is binnen kadevak 424-042-00004B maar 1 sondering beschikbaar. Op basis van omliggende sonderingen kan geconcludeerd worden dat de aanvang van de zandlaag vrij consistent is in het gebied rondom kadevak 424-042-00004B. In kadevak 424-042-00004B zijn 8 handboringen uitgevoerd. Deze handboringen geven inzicht in het verloop van de grondlagen in de bovenste 5 meter. De combinatie van de sondering en de 8 handboringen geven genoeg informatie over de bodemopbouw voor het maken van het ontwerp voor kadevak 424-042-00004B.

In onderstaande tabel 2.1 is per kadevak aangegeven hoeveel sonderingen en handboringen er beschikbaar zijn.

tabel 2.1: Beschikbaar grondmechanisch onderzoek per kadevak.

Kadevak	Aantal sonderingen [-]	Aantal handboringen [-]
424-042-00004A	2	6
424-042-00004B	1	8

Op basis van het beschikbare grondmechanisch onderzoek is een geotechnisch lengteprofiel (GTL) opgesteld voor de Groote en Kleine Polder. Dit GTL geeft inzicht in de bodemopbouw over de lengte van de hele polder. Het GTL is toegevoegd in bijlage 4.

De handboringen die zijn uitgevoerd door Geosonda geven over het algemeen een lagere aanvang van de zandlaag weer dan de sonderingen. Op basis van overleg met Geosonda is geconcludeerd dat dit verschil waarschijnlijk komt door de nauwkeurigheid van de handboringen. De handboringen zijn uitgevoerd tot circa maaiveld -5,00 m. Bij handboringen met een lengte van 5,00 m neemt de nauwkeurigheid van de diepteregistratie af. De diepteregistratie van de sonderingen is nauwkeuriger dan die van de handboringen. Er is besloten om in het GTL de bovenzijde van de zandlagen te baseren op basis van de sonderingen.

Handboring 143 is niet in het GTL gepresenteerd omdat deze handboring tussen de kruin en de teen in ligt. Indien deze handboring bij de kruin of de teen wordt gepresenteerd, ontstaat er mogelijk een vertekend beeld van de bodemopbouw. Handboring 143 is wel meegenomen bij het bepalen van de maatgevende bodemopbouw voor het ontwerp van de damwanden.

2.3 Grondparameters

De sterkteparameters voor het ontwerp van damwandconstructies zijn gebaseerd op 2%-rek parameters die zijn vermeld in de Handreiking beschoeiingen en damwanden in regionale keringen van HHR [Ref 5.]. Een overzicht van de gehanteerde karakteristieke waarden van grondsterkteparameters bij het ontwerpen van grondkerende constructie is in tabel 2.2 weergegeven. Hierbij is conform de CUR 166 [Ref 7.] uitgegaan van de onderstaande relaties tussen de hoek van inwendige wrijving en de wandwrijvingshoek:

- voor zand: $\delta = 2/3 \phi'$
- voor siltige en zandige klei: $\delta = 2/3 \phi'$
- voor veen: $\delta = 0$

tabel 2.2: Karakteristieke waarden grondsterkteparameters ontwerp constructies.

Grondsoort [-]	γ_d [kN/m ³]	γ_d [kN/m ³]	c' [kPa]	ϕ' [°]	δ [°]	OCR [-]
Veen>300%	10,3	10,3	1,0	15,8	0,0	1,39
Veen<300%	11,4	11,4	1,0	15,8	0,0	1,39
Siltige klei (>14kN/m ³ en <16,5kN/m ³)	15,4	15,4	2,5	20,6	13,7	1,39
Zandige klei (>16,5kN/m ³)	17,7	17,7	2,0	28,9	19,3	1,39
Zand	18,0	20,0	0,0	32,5	21,7	1,39

De gehanteerde karakteristieke waarden voor het laag gemiddelde van de horizontale beddingsconstanten zijn bepaald conform de CUR 166 [Ref 7.]. Deze waarden zijn in tabel 2.3 weergegeven.

tabel 2.3: Karakteristieke waarden voor het laag gemiddelde van de horizontale beddingsconstanten.

Grondsoort [-]	Horizontale beddingsconstanten		
	k_{h1} [kN/m ³]	k_{h2} [kN/m ³]	k_{h3} [kN/m ³]
Veen>300%	1000	500	250
Veen<300%	1000	500	250
Siltige klei (>14kN/m ³ en <16,5kN/m ³)	2000	800	500
Zandige klei (>16,5kN/m ³)	4000	2000	800
Zand	12000	6000	3000

2.4 Hydraulische uitgangspunten

De gehanteerde waterstanden van de boezem zijn gelijk aan de waterstanden die in de hertoetsing zijn gehanteerd [1]. Voor alle kadevakken gelden de volgende boezempeilen:

- Zomerstreefpeil NAP -0,61 m
- Winterstreefpeil NAP -0,64 m
- Toetspeil NAP -0,37 m

De gehanteerde polderpeilen zijn gelijkgesteld aan de waterpeilen zoals deze in de SOR II [Ref 4.] zijn opgenomen. Een overzicht van de aangehouden polderpeilen is in tabel 2.4 weergegeven.

tabel 2.4: Aangehouden polderpeilen.

Kadevak [-]	Zomerstreefpeil [m NAP]	Winterstreefpeil [m NAP]
424-042-00004A	-2,45	-2,55
424-042-00004B	-2,45	-2,55

De grondwaterstanden die in de damwandberekeningen zijn gehanteerd worden toegelicht in paragraaf 2.10.2. De stijghoogte in de damwandberekeningen is gelijkgesteld aan het boezempeil.

2.5 Verkeersbelasting

Bij het schematiseren van de verkeersbelasting is onderscheid gemaakt tussen situaties waarbij sprake is van een verharde weg op de kruin en groene kaden.

Voor situaties waar sprake is van een wegverharding is conform de LTVRW [Ref 9.] met een gelijkmatig verdeelde bovenbelasting van 13 kN/m^2 over een breedte van 2,50 m gerekend. Voor de spreiding van de verkeersbelasting is een hoek van 0 graden aangehouden. Deze verkeersbelasting is zo ongunstig mogelijk geschematiseerd, dit betekent dat de belasting aangrijpt op de rand van de verharding die het dichtst bij de damwand ligt.

Indien geen sprake is van een verharding op de kering en de kering niet toegankelijk is voor materieel, is uitgegaan van een lagere verkeersbelasting. Voor dergelijke groene kaden is conform de Handreiking beschoeiingen en damwanden in regionale waterkeringen een belasting van 5 kN/m^2 over een breedte van 2,5 m gehanteerd [Ref 9.]. Voor de locatie van de belasting is uitgegaan van de meest ongunstige locatie op de kering.

De volgende situaties doen zich voor binnen kadevakken 424-042-00004A en 424-042-00004B, zie ook figuur 2-1:

- Situatie 1: In kadevak 424-042-00004A ter plaatse van het bestaande pontje is in de toekomstige situatie een verharde kade aanwezig. De bestaande inham wordt gedempt en hier komen mogelijk parkeerplaatsen. Ter plaatse van de parkeerplaatsen is sprake van een verharde kade, er is aangenomen dat de verharding van de parkeerplaatsen op circa 1,5 m uit het hart van de damwand aanvangt.
- Situatie 2: In kadevak 424-042-00004A ter plaatse van de tuinen van de woonboten is een pad aanwezig die gebruikt wordt door de bewoners. Dit pad is niet bereikbaar voor verkeer, derhalve is dit stuk kade geschematiseerd als een groene kade.
- Situatie 3: In het westelijke gedeelte van kadevak 424-042-00004B is sprake van een groene kade.
- Situatie 4: In het oostelijke gedeelte van kadevak 424-042-00004B loopt een verhard pad vanaf de teen naar de kruin. Over dit gedeelte is sprake van een verharde kade. Op de maatgevende locatie ligt de verharding op circa 1,5 m uit het hart van de damwand.



figuur 2-1: Overzicht situaties.

Een overzicht van de belastingschematisatie per situatie is in tabel 2.5 weergegeven.

tabel 2.5: Type verkeersbelasting per kadevak.

Situatie [-]	Type kade [-]	Belasting [kN/m ²]	Over breedte [m]
1 & 4	Kade met weg	13	2,5
2 & 3	Groene kade	5	2,5

2.6 Levensduur

Binnen het ontwerp is uitgegaan van stalen damwanden met een levensduur van 100 jaar.

2.7 Corrosie

Conform de Handreiking beschoeiingen en damwanden in regionale keringen [Ref 5.] is voor stalen damwandconstructies met een ontwerp levensduur van 100 jaar een totale corrosietoeslag van 3,50 mm, ofwel 1,75 mm per zijde gehanteerd. Dit geldt voor damwandplanken die tweezijdig met ongeroerde, schone grond belegd is en permanent onder de grondwaterspiegel is gelegen.

Voor het bovenste deel van de damwand, waar het water direct tegen de constructie staat, zou een corrosietoeslag van 3,60 mm benodigd zijn. Maar aangezien er een onverankerde damwand wordt toegepast en het moment bovenin de damwand vele malen kleiner is, is deze corrosietoeslag niet maatgevend voor het ontwerp van de damwand.

2.8 Aanleghoogte damwand

In het geval een damwand als zelfstandige waterkering is ontworpen, dient deze gedurende de komende 100 jaar veilig water te keren. Om deze functie te kunnen vervullen dient de bovenkant van de constructie aan het einde van de levensduur minimaal aan de leggerhoogte te voldoen, zoals in de SOR III [Ref 10.] benoemd staat. Deze bedraagt voor alle kadevakken binnen de Verenigde Groote en Kleine Polder NAP -0,10 m. De bovenzijde van de zelfstandige waterkeringen dient op een niveau van minimaal NAP -0,10 m te worden aangebracht. HHR heeft aangegeven dat de bovenzijde van de damwand bij voorkeur aangebracht dient te worden op een niveau NAP +0,10 m. In het ontwerp van de damwand is uitgegaan van de bovenzijde constructie op NAP +0,10 m, zodat deze (maximale) aanleghoogte in het ontwerp verzekerd is.

De damwanden dienen zettingsvrij aangebracht te worden zodat deze aan het einde van levensduur hun waterkerende functie nog steeds vervullen. Voor onverankerde damwand is het gangbaar om deze minimaal 1,00 m in een draagkrachtige zandlaag aan te brengen, hierdoor hebben de damwanden voldoende verticaal draagvermogen om zettingen op te vangen.

2.9 Veiligheids- en vervormingseisen

Damwandconstructies die onderdeel van de waterkering vormen, zijn op basis van de IPO-klasse van de kade in een veiligheidsklasse ingedeeld. De hierbij gehanteerde indeling is in tabel 2.6 weergegeven.

tabel 2.6: Indeling veiligheidsklasse damwandconstructie.

IPO-klasse	Veiligheidsklasse
I t/m III	RC1
IV & V	RC2

Gezien alle kadevakken binnen de scope van de verbeteropgave in IPO-klasse IV zijn ingedeeld, is voor de ontworpen damwandconstructies een veiligheidsklasse RC2 gehanteerd.

Conform de CUR 166 [Ref 7.] is voor de gebruikssituatie als maximale waarde voor de horizontale verplaatsing 50 mm gehanteerd. Voor calamiteitensituaties is een maximale verplaatsing van 100 mm geaccepteerd.

2.10 Modelleren en fasering

2.10.1 Rekenmethode

De damwandberekeningen worden uitgevoerd met het programma D-Sheet Piling versie 20.2. Hierin is de damwand geschematiseerd als een verend ondersteunde ligger met elasto-plastische veereigenschappen. De gehanteerde rekenmethode is conform het stappenplan in NEN 9997-1 [Ref 6.] en CUR 166 [Ref 7.].

De maximale actieve en passieve gronddrukfactoren zijn in de damwandberekening bepaald middels de methode Culmann. De methode Culmann gaat uit van rechte glijvlakken in de actieve en passieve zone. Het rekenen met rechte glijvlakken is toegestaan als voor alle grondlagen geldt dat de rekenwaarde van de hoek van inwendige wrijving $\phi'_d \leq 30^\circ$ is. Aangezien de karakteristieke waarde van de hoek van inwendige wrijving $\phi' \leq 32,5^\circ$ en de partiële factor op $\tan \phi'$ gelijk is aan 1,175, wordt aan deze voorwaarde voldaan.

De rekenwaarden van de buigende momenten en krachten in de constructieve elementen in de uiterste grenstoestand (UGT) dienen getoetst te worden aan de sterkte van de constructieve elementen. De vervormingen van de damwand worden bepaald voor de bruikbaarheidsgrenstoestand (BGT). De berekeningen zijn gemaakt volgens schema B van de CUR 166. Dit betekent dat alleen in de beschouwde fase is gerekend met partiële factoren.

2.10.2 Fasering

Conform de Handreiking beschoeiingen en damwanden in regionale keringen zijn er 4 verschillende fases die doorerekend dienen te worden [Ref 5.], namelijk:

1. *Initiële situatie*

In de initiële fase is de huidige situatie zonder belasting geschematiseerd. De (grond)waterstand is hierbij aan beide zijden van de damwand gelijkgesteld aan het streefpeil van de boezem.

2. *Gebruikssituatie*

In de gebruiksfase is de initiële situatie uitgebreid met een belasting.

3. *Peil na val*

In de calamiteitensituatie peil na val wordt uitgegaan van een buitenwaterstand gelijk aan het streefpeil na voorafgaand optreden van het toetspeil. In het grondlichaam wordt hierbij hetzelfde freatische vlak aangehouden als het toetspeil. Hiermee wordt een val van het boezempeil door een kadebreuk elders benaderd. Binnen deze situatie worden dezelfde kadegeometrie en belasting als in de gebruikssituatie geschematiseerd.

4. Macrostabiliiteit binnenwaarts

In het geval de binnenwaartse macrostabiliiteit van de huidige kering niet aan de gestelde eisen voldoet, is bij het dimensioneren van de damwand rekening gehouden met de calamiteitensituatie waarbij het grondlichaam aan de polderzijde van de damwand in een cirkelvormig glijvlak afschuift. De sterkte en hoogte van de damwand met het daarachterliggende grondlichaam na afschuiving moeten voldoende zijn om het maatgevend boezempeil te kunnen keren. Afhankelijk van de restbreedte na de primaire afschuiving is het scenario als volgt geschematiseerd:

- a) Indien uit de restbreedte benadering conform de LTVRW [Ref 9.] blijkt dat na de primaire afschuiving een minimale restbreedte van 1,5 m op de kruin van de kering overblijft, is de stabiliteit van de damwand getoetst, uitgaande van:
 - Waterpeil aan de boezemzijde van de damwand gelijk aan het toetspeil.
 - Waterpeil aan de polderzijde van de damwand op het hoogste polderstreefpeil.
 - Een aangepast maaiveldniveau van de kering, uitgaande van het grondlichaam na afschuiving.
- b) Indien uit de restbreedte benadering conform de LTVRW [Ref 9.] blijkt dat na de primaire afschuiving minder dan 1,5 m restbreedte op de kruin overblijft, is de stabiliteit van de damwand getoetst, uitgaande van:
 - Waterpeil aan de boezemzijde van de damwand gelijk aan het toetspeil.
 - Waterpeil aan de polderzijde van de damwand op het hoogste polderstreefpeil.
 - Een aangepast maaiveldniveau aan de polderzijde dat gelijk is aan de helft van het hoogteverschil tussen de kruin en de vaste bodem van de teensloot. Indien er geen teensloot aanwezig is, is de helft van het hoogteverschil tussen de kruin en het maaiveldniveau van het achterland aangehouden.

In het VO is voor beide kadevakken vastgesteld dat de binnenwaartse macrostabiliiteit niet voldoet [Ref 3.]. Daarom dient de fase macrostabiliiteit binnenwaarts berekend te worden. Bij de berekening van de fase macrostabiliiteit binnenwaarts is aangenomen dat de restbreedte na een primaire afschuiving minder dan 1,50 meter is, daarom is scenario **b** uitgewerkt.

Bij rekenprofiel 1 (zie toelichting indeling rekenprofielen in paragraaf 3.1) is lokaal sprake van een aangeheelde kade. Bij dit rekenprofiel wordt de fase macrostabiliiteit binnenwaarts niet berekend.

3 ONTWERP DAMWANDEN

In dit hoofdstuk zijn de kadevakken ingedeeld in een aantal door te rekenen profielen, is het ontwerp van de damwanden toegelicht, zijn de rekenresultaten gepresenteerd en getoetst en is de inbrengbaarheid van de damwanden gecontroleerd.

3.1 Indeling maatgevende rekenprofielen

Om een nauwkeurig ontwerp van de damwand te maken zijn de kadevakken ingedeeld (geclusterd) in 4 maatgevende rekenprofielen. Deze 4 maatgevende rekenprofielen zijn ingedeeld op basis van de aanwezigheid van een verharde kade of groene kade (grootte van de verkeersbelasting) en de bodemopbouw. De overige uitgangspunten zoals geometrie en gevoeligheid voor piping (zie hoofdstuk 4) zijn vergelijkbaar voor het hele traject.

Voor de indeling van de maatgevende rekenprofielen wordt gebruik gemaakt van de 4 belastingsituaties die eerder beschreven zijn in paragraaf 2.5 'verkeersbelasting'. Voor de volledigheid worden deze belastingsituaties in onderstaande figuur nogmaals gepresenteerd.



figuur 3-1: Overzicht belastingsituaties en indeling rekenprofielen.

In tabel 3.1 is gepresenteerd welke belastingsituaties zijn gekoppeld aan de maatgevende profielen.

tabel 3.1: Indeling profielen t.o.v. de kadevakken.

Rekenprofiel	belastingsituatie	Kadevak
1	1 (verharde kade)	424-042-00004B
2	2 (onverharde kade)	424-042-00004B
3	3 (onverharde kade)	424-042-00004A
4	1 (verharde kade)	424-042-00004A

3.1.1 Geometrie

Per rekenprofiel is op basis van de beschikbare gegevens de maatgevende geometrie bepaald. Hieronder is weergegeven welke gegevens zijn gebruikt:

- Kruin van de kade
 - De geometrie is vastgesteld op basis van het DTM, middels AutoCAD Civil3D.
- Talud van de kade en het achterland

- In eerste instantie is gebruik gemaakt van het DTM. Indien het DTM geen informatie geeft over het verloop van het talud en het achterland, is er gebruik gemaakt de inmetingen en de AHN3.
- Bodem van de boezem
 - Tot 1,0 à 2,0 meter uit de damwand is de bodem bepaald op basis van het DTM. Deze ligt langs het hele traject dieper dan de legger en is daarmee maatgevend.
 - Voor het verdere verloop van de bodem zijn de maatgevende diepte van de sonarinmeting uit 2022 (Stantec, mei 2022), de baggerprofielen uit 2013 [Ref 14.] of de legger [Ref 8.] aangehouden. De baggerprofielen en de legger zijn over het algemeen vergelijkbaar qua diepte en maatgevend voor de situatie (zie ook dwarsprofielen op de DO-tekeningen in bijlage 5). De legger verloopt onder een helling van 1:3 tot een waterdiepte van 3,00 m (NAP -3,61 m). In de schematisatie van het bodemprofiel is ervoor gekozen om de leggerlijn af te toppen op 1/3 van de hoogte van het onderwatertalud.
 - Conform de Handreiking beschoeiingen en damwanden in regionale keringen van HHR [Ref 5.] dient er in het ontwerp rekening te worden gehouden met de onderhoudsmaat tot waar maximaal gebaggerd kan worden. Deze ligt 0,20 m onder de legger der oppervlaktewateren. Derhalve is langs de Ringvaart de minimale bodemdiepte in het ontwerp aangehouden op NAP -3,81 m.

Langs kadevakken 424-042-00004A en 424-042-00004B varieert de insteek van de huidige boezem van NAP -0,80 m tot NAP -1,00 m.

Daar waar de damwand boven het bestaande maaiveld uitkomt (zie ook paragraaf 2.8), is in de damwandberekeningen een grondaanvulling van klei tegen de damwand aangebracht.

3.1.2 Bodemopbouw

Voor het vaststellen van bodemopbouw ter plaatse van de profielen wordt gebruik gemaakt van het beschikbare grondmechanisch onderzoek en het GTL, zie paragraaf 2.2.2 en bijlage 1 t/m 4. Binnen kadevakken 424-042-00004A en 424-042-00004B zit weinig variantie in de bovenzijde van de zandlaag, deze ligt op circa NAP -4,00 m. In de bovenste cohesieve grondlagen zit variatie, daarom is ervoor gekozen om voor alle rekenprofielen een aparte schematisatie van de bodemopbouw aan te houden. In tabel 3.2 is per rekenprofiel weergegeven welke sonderingen en handboringen uitgevoerd zijn en welke maatgevend zijn. In tabel 3.3 en tabel 3.4 is voor alle profielen de maatgevende bodemopbouw beschreven.

Op basis van de uitgevoerde handboringen is in het deelgebied van rekenprofiel 2 puin aangetroffen in de tuinen. De exacte dikte van de puinlaag is niet te bepalen op basis van de uitgevoerde handboringen (de handboringen zijn gestaakt omdat het niet mogelijk was om volledig door de puinlaag heen te boren met de hand). In de bodemschematisatie is aangenomen dat de puinlaag een halve meter dik is. Deze aanname is gebaseerd op het feit dat de handboringen op enkele meters van de oever geen puinlaag vertonen, daarmee lijkt het onwaarschijnlijk dat een dikkere puinlaag aanwezig is. Verder is voor de damwandberekening aangenomen dat de puinlaag niet aanwezig is in de boezem (conservatieve aanname). In rekenprofiel 2 is daarom onderscheid gemaakt in de bodemopbouw aan de boezemzijde (passieve zijde) en tuinzijde (actieve zijde). De puinlaag is in de damwandberekening geschematiseerd als zandlaag.

De classificatie van de grondlagen is conform de parameterset die is gepresenteerd in de Handreiking beschoeiingen en damwanden in regionale keringen van HHR [Ref 5.].

tabel 3.2: Uitgevoerde sonderingen per profiel.

Rekenprofiel	Uitgevoerde sonderingen en handboringen	Maatgevende sondering en handboring
1	S142 en HB142	S142 en HB142
2 *	HB_06_Kr, 01a t/m 01c, 02a, 02b, 03, 04a en 04b	S140 *, HB_06_Kr en 01a
3	DKMP_25_Kr, HB_25_Kr en 05	DKMP_25_Kr, HB_25_Kr
4	S140 en HB05_kr	S140 en HB05_kr

* Ter plaatse van het deelgebied dat representatief is voor rekenprofiel 2 is geen sondering uitgevoerd. Voor de schematisatie van de diepere grondlagen wordt gebruik gemaakt van sondering S140.

tabel 3.3: Maatgevende bodemopbouw rekenprofielen 1, 3 en 4.

Classificatie [-]	Bovenkant laag [NAP m]		
	Rekenprofiel 1	Rekenprofiel 3	Rekenprofiel 4
Zand	maaiveld (ca. +0,00)	n.v.t.	n.v.t.
Siltige klei	n.v.t.	maaiveld (ca. -0,10)	maaiveld (ca. -0,05)
Veen <300%	-0,70	-1,10	-1,50
Veen >300%	-2,25	-3,30	-3,00
Zand	-4,00	-4,00	-4,00

Ter plaatse van rekenprofiel 1 wordt lokaal licht ophoogmateriaal toegepast in de bovenste 1,50 m grond (zie toelichting in paragraaf 5.3). Het licht ophoogmateriaal heeft een vergelijkbaar volumegewicht als het materiaal 'veen <300%'. Daarom zal het licht ophoogmateriaal niet leiden tot een significante belasting-toename op de damwand, voor het ontwerp is gerekend met het bodemprofiel zoals gepresenteerd in bovenstaande tabel 3.3.

tabel 3.4: Maatgevende bodemopbouw rekenprofiel 2.

Classificatie [-]	Bovenkant laag [NAP m]	
	Rekenprofiel 2 passieve zijde	Rekenprofiel 2 actieve zijde
Siltige klei	n.v.t.	Maaiveld (ca. +0,00)
Zandige klei	n.v.t.	-0,70
Zand	n.v.t.	-1,20
Veen <300%	Bodemniveau (variabel)	n.v.t.
Veen >300%	-1,50	-1,70
Zand	-4,00	-4,00

3.2 Eigenschappen van de damwanden

Vanwege de benodigde levensduur van 100 jaar is een stalen damwand noodzakelijk voor beide profielen. Verder heeft het toepassen van een verankering in de kade niet de voorkeur. Derhalve is voor alle rekenprofielen een onverankerde damwand ontworpen.

In tabel 3.5 zijn de eigenschappen van de ontworpen damwand per rekenprofiel gepresenteerd. De gepresenteerde lengte van de damwandplanken is de berekende lengte van de damwand om stabiliteit te garanderen. De afname van de staaldikte als gevolg van corrosie is toegelicht in paragraaf 2.7. De reductiefactoren voor de damwandplanken als gevolg van corrosie en plooï zijn bepaald met behulp van het programma Durability van ArcelorMittal.

tabel 3.5: Eigenschappen toegepaste damwand rekenprofielen 1 t/m 4.

Omschrijving	Rekenprofiel 1	Rekenprofiel 2	Rekenprofiel 3	Rekenprofiel 4
Type damwand	AZ 18-700	AZ 12-700 **	AZ 12-700 **	AZ 12-700 **
Staalkwaliteit damwandplanken [-]	S240	S240	S240	S240
Lengte damwandplanken [m]	8,50	8,00	8,00	8,50
Kopniveau planken [NAP +m]	+0,10	+0,10	+0,10	+0,10
Puntniveau planken [NAP +m]	-8,40	-7,90	-7,90	-8,40
Eigenschappen zonder corrosie en plooi				
Weerstandsmoment W [cm ³ /m ¹]	1.800	1.205	1.205	1.205
Buigstijfheid EI [kNm ² /m ¹]	79.380	39.648	39.648	39.648
Toelaatbaar buigend moment M _{r,d} [kNm/m ¹]	432	289	289	289
Eigenschappen met corrosie en plooi				
Reductiefactor corrosie [-]	0,70	0,68	0,68	0,68
Reductie factor plooi [-]	1,00	0,85 *	0,85 *	0,85 *
Weerstandsmoment W [cm ³ /m ¹]	1.260	820	820	820
Buigstijfheid EI [kNm ² /m ¹]	55.566	26.960	26.960	26.960
Toelaatbaar buigend moment M _{r,d} [kNm/m ¹]	302	167	167	167

* Door de optredende corrosie verandert het damwandprofiel van een klasse 3-profiel naar een klasse 4-profiel. Hetgeen betekent dat de gevoeligheid voor plooien toeneemt en het maximaal opneembare buigende moment gereduceerd dient te worden.

** Toegepaste damwandprofiel wijzigt vanwege op diepte brengen door middel van drukken, zie paragraaf 6.2.

3.3 Berekeningsresultaten

In tabel 3.6 zijn resultaten van de damwandberekening per rekenprofiel samengevat, hierin zijn de maatgevende resultaten dikgedrukt. De gepresenteerde waarden zijn per strekkende meter damwand. In bijlage 6 zijn de resultaten van de damwandberekening in meer detail gepresenteerd.

tabel 3.6: Berekeningsresultaten per rekenprofiel.

Omschrijving	Fase	Rekenprofiel 1	Rekenprofiel 2	Rekenprofiel 3	Rekenprofiel 4
M _{s,d} [kNm/m ¹]	1	91	73	58	74
	2	143	88	75	126
	3	179	114	97	160
	4	-	47	60	41
U _{max} [mm]	1	19	24	15	20
	2	39	31	22	45
	3	67	55	35	75
	4	-	9	24	18

M_{s,d} = Maximaal berekende buigende moment in de damwand [UGT]

U_{max} = Maximale horizontale verplaatsing van de damwand [BGT]

3.4 Toetsing momenten & vervormingen

In tabel 3.7 zijn de maatgevende berekende momenten in de damwand en de vervormingen van de damwand gecontroleerd. Voor alle rekenprofielen geldt dat de sterkte van de damwand voldoende is om de berekende momenten op te kunnen nemen. Verder blijven de maximale berekende vervormingen van de damwand onder de vervormingseis.

tabel 3.7: Toetsing berekeningsresultaten rekenprofielen 1 t/m 4.

Omschrijving	Rekenprofiel 1	Rekenprofiel 2	Rekenprofiel 3	Rekenprofiel 4
Maximaal berekende vervorming gebruikssituatie [mm]	39	31	22	45
Maximaal toelaatbare vervorming gebruikssituatie [mm]	50	50	50	50
Unity check vervorming gebruikssituatie [-]	0,78 VOLDOET	0,62 VOLDOET	0,44 VOLDOET	0,90 VOLDOET
Maximaal berekend moment $M_{s,d}$ [kNm/m ¹]	179	114	97	160
Maximaal opneembaar moment $M_{r,d}$ [kNm/m ¹]	302	167	167	167
Unity check moment [-]	0,59 VOLDOET	0,68 VOLDOET	0,58 VOLDOET	0,96 VOLDOET

De Unity Check op het buigende moment is voor rekenprofielen 1 t/m 3 aan de lage kant, dit wekt de indruk dat een optimalisatie in het damwandprofiel mogelijk is. Voor rekenprofiel 1 is een lichter damwandprofiel niet mogelijk omdat dan niet meer wordt voldaan aan de vervormingseis. Voor rekenprofielen 2 en 3 is een lichter profiel niet mogelijk omdat deze niet sterk genoeg zijn (bijvoorbeeld een GU 10S of vergelijkbaar).

4 TOETSING ONTWERP AAN KANS OP PIPING (STPH)

In het VO is voor beide kadevakken een gedetailleerde beoordeling op het toetsspoor STPH uitgevoerd. De gedetailleerde beoordeling is uitgevoerd met behulp van labonderzoek en peilbuisgegevens. Het labonderzoek betreft korrelverdelingen van de zandlagen en rising-head tests. Uit de resultaten van de gedetailleerde beoordeling op STPH blijkt dat het optreden van piping binnen alle kadevakken niet is uit te sluiten.

In het VO zijn de volgende opmerkingen geplaatst m.b.t de kans op optreden van hydraulische kortsluiting / piping:

- Volgens het grondmechanisch onderzoek ligt de bovenkant van de eerste watervoerende zandlaag op ca. NAP -4,00. Langs de Ringvaart ligt de bodem van de boezem op ca. NAP -3,60 m. Op basis van het grondmechanisch onderzoek en deze informatie wordt dus verwacht dat er in de huidige situatie al hydraulische kortsluiting is. Echter zijn er geen gevallen bekend van het optreden op piping. Omdat de eerste watervoerende zandlaag over de gehele polder aanwezig is, verwachten we dat deze laag de overdruk overal 'kwijt kan' als gevolg van 3-dimensionale spreiding.
- Daarnaast blijkt uit de stijghoogtekaart van TNO en AHN3 dat zowel de stijghoogte in het eerste watervoerende pakket als het maaiveld in de Haarlemmerpolder lager ligt dan binnen de Verenigde Groote en Kleine Polder. Op basis hiervan lijkt het aannemelijk dat bij het optreden van hydraulische kortsluiting binnen de Ringvaart het boezemwater richting de Haarlemmermeerpolder stroomt en de stijghoogte van het eerste watervoerend pakket onder de Verenigde Groote en Kleine Polder niet zal stijgen. Ditzelfde principe doet zich ook voor binnen de Zuider- en Poelpolder. Ook hierdoor wordt de kans tot optreden van piping in de Verenigde Groote en Kleine Polder nihil geacht.

In overleg met HHR is afgesproken dat indien een zelfstandige waterkering of een andere constructie aangebracht wordt in de kade, de kans op piping nul moet zijn. Om piping te voorkomen dient de damwand met voldoende lengte in de watervoerende zandlaag aangebracht te worden. Met deze eis dient in het ontwerp van de zelfstandige waterkering rekening te worden gehouden.

4.1 Berekening benodigde lengte damwand

Conform het onderzoeksrapport Zandmeevoerende Wellen [Ref 11.] wordt aanbevolen om de methode van Lane toe te passen voor pipingcontrole, wanneer kwelschermen/damwanden aan de bovenstroomse zijde of midden onder de kade worden toegepast. Deze methode kan verder worden toegepast voor heavecontrole, zowel voor toetsen als voor ontwerpen. Volgens Lane geldt de volgende eis om piping te voorkomen:

$$\Delta H \leq \Delta H_c = \frac{\left(\frac{1}{3}L_h + L_v\right)}{C_{w,creep}}$$

waarin:

L_h is de totale lengte van de horizontale delen van de kwelweg in m.

L_v is de totale lengte van de verticale delen van de kwelweg in m.

ΔH is het verval over de constructie in m. Hierbij is uitgegaan van het grootst mogelijke verval, namelijk tussen toetspeil en laagste polderpeil.

$C_{w,creep}$ is de kwelwegfactor. De gemiddelde korrelgrootte die benodigd is om deze parameter af te leiden is bepaald uit labonderzoek (zie bijlage 1). Het gemiddelde van de gemiddelde korreldiameter is 0,271 mm. Conform Tabel 3.1 uit [Ref 11.] bedraagt deze factor in dat geval dan 6,0.

Om piping te voorkomen dient aan de bovenstaande formule te worden voldaan. Daarbij geldt dat de horizontale kwelweglengte een gegeven is, deze kan afgeleid worden door de horizontale afstand tussen de damwand en de teensloot te bepalen. De verticale kwelweglengte is afhankelijk van de lengte van de damwand in de watervoerende zandlaag. Deze wordt bepaald door de afstand tussen puntniveau van de damwand en bovenzijde watervoerende zandlaag te vermenigvuldigen met een factor 2.

Voor alle profielen geldt dat de kwelwegfactor $C_{w;creep}$ 6,0 bedraagt en dat het verval over de constructie ΔH 2,18 is. In onderstaande tabel 4.1 is voor alle rekenprofielen weergegeven wat de horizontale kwelweglengte is, wat de verticale kwelweglengte is (uitgaande van de damwandlengtes zoals vermeld in tabel 3.5) en wat de **benodigde** verticale kwelweglengte is om aan de formule van Lane te voldoen. Vervolgens is bepaald of de lengte van de in hoofdstuk 3 ontworpen damwand voldoende is om de kans op piping met zekerheid volledig uit te sluiten.

tabel 4.1: Toetsing op piping.

Rekenprofiel	Horizontale kwelweglengte [m]	Verticale kwelweglengte [m]	Benodigde verticale kwelweglengte [m]	Lengte damwand voldoende [ja / nee]
1	14,0	8,8	8,5	ja
2	12,0	7,8	9,1	nee
3	12,0	7,8	9,1	nee
4	12,0	8,8	9,1	nee

Op basis van bovenstaande tabel wordt geconcludeerd dat voor de rekenprofielen 2 t/m 4 een langere damwand toegepast dient te worden om de kans op piping met zekerheid volledig uit te sluiten.

Voor rekenprofiel 1 is een langere horizontale kwelweglengte beschikbaar. Hierdoor is een langere damwand volgens de theoretische beschouwing niet noodzakelijk. Om het ontwerp voldoende robuust te maken wordt geadviseerd om ook bij rekenprofiel 1 een langere damwand toe te passen.

De damwandlengte van alle rekenprofielen dient langer te worden dan in tabel 3.5 staat vermeld. In tabel 4.2 zijn de eigenschappen van de benodigde damwand voor alle rekenprofielen weergegeven. Hierbij is de extra benodigde lengte naar boven afgerond op halve meters.

tabel 4.2: Definitieve eigenschappen toegepaste damwand profielen 4 en 7.

Omschrijving	Rekenprofiel 1	Rekenprofiel 2	Rekenprofiel 3	Rekenprofiel 4
Type damwand	AZ 18-700	AZ 12-700 *	AZ 12-700 *	AZ 12-700 *
Staalkwaliteit damwandplanken [-]	S240	S240	S240	S240
Lengte damwandplanken [m]	9,00	9,00	9,00	9,00
Kopniveau planken [NAP +m]	+0,10	+0,10	+0,10	+0,10
Puntniveau planken [NAP +m]	-8,90	-8,90	-8,90	-8,90

* Toegepaste damwandprofiel wijzigt vanwege op diepte brengen door middel van drukken, zie paragraaf 6.2.

Ook in het geval van een damwandlengte van 9,0 m is het de verwachting dat de damwandplanken op diepte komen zonder dat daarbij schade ontstaat aan de damwand.

5 DETAILLERING ONTWERP

5.1 Damwand ter plaatse van woonboten en tuinen

Ter plaatse van kadevak 424-042-00004B ligt de damwand langs percelen waar woonboten aan liggen en tuinen gesitueerd zijn. Het maaiveldniveau van de tuinen nabij de damwand varieert van NAP -0,10 m tot NAP -0,50 m. Ter plaatse van kadevak 424-042-00004B bedraagt de bovenzijde van de damwand NAP +0,10 m. Lokaal ligt het maaiveldniveau daardoor lager dan de bovenzijde van de damwand. Voor de bewoners van de woonboten dienen daarom instapvoorzieningen gerealiseerd te worden.

Er dient ook rekening te worden gehouden met aansluitingen van kabels en leidingen. De kabels en leidingen dienen over de damwand heen te gaan, er mogen geen gaten in de damwand aangebracht worden.

In de toekomstige situatie worden alle woonboten vastgelegd aan (nieuwe) afmeerpalen die voor de nieuwe damwand komen te staan. Het ontwerp van de (nieuwe) afmeerpalen is geen onderdeel van dit DO.

5.2 Aansluiting maaiveld op ontwerphoogte damwand

De bovenzijde van de damwand ligt hoger dan de hoogte van het bestaande maaiveld. Het maaiveld achter de damwand dient daarom aangevuld te worden tot de bovenzijde van de damwand. Hiervoor kan aanvulklei met een erosiebestendigheid categorie EBC 2 toegepast worden. Direct naast de damwand heeft de kleiaanvulling een maximale hoogte van 20 tot 65 cm. De hoogte van de kleiaanvulling neemt af in de richting van de kruin. Vanwege de beperkte hoogte en breedte van de kleiaanvulling wordt de zetting van de kade als gevolg van de aanvullingen beperkt geacht. Het uitvoeren van een zettingsberekening is niet noodzakelijk.

Omdat het volume per strekkende meter beperkt is, zal het effect op onderliggende kabels en leidingen beperkt zijn.

5.3 Damwand bij het pontje

In de huidige situatie is ter plaatse van het pontje een grondkerende constructie aanwezig. Ter plaatse van het pontje volgt de bestaande grondkerende constructie het profiel van de kade niet. Hierdoor is in de bestaande situatie een inham aanwezig, zie de gestippelde rode lijn in figuur 5-1. Het pontje ligt deels opgesteld in deze inham.

De inham is in de huidige situatie een verzamelplek voor vuil. Verder neemt de inham ruimte in die anders mogelijk ingezet kan worden voor openbare doelen (zoals bijvoorbeeld parkeerplekken). De bewoners hebben de wens dat de toekomstige damwand wordt doorgetrokken, zie gele lijn in figuur 5-1.

HHR heeft het aangegeven om de wens van de bewoners te honoreren. De damwand wordt in de toekomstige situatie doorgetrokken.

Werkvolgorde dempen inham

Voor het dempen van de inham wordt de volgende werkwijze geadviseerd:

1. Plaatsen nieuwe damwand.
2. Verwijderen bestaande damwand (het afknippen van de bestaande damwand is voldoende, damwand hoeft niet volledig getrokken te worden).
3. Afgraven bodem van de inham. Het huidige bodemniveau ter plaatse van de inham wordt ingeschat op circa NAP -1,00 m. Geadviseerd wordt om de bodem van de inham minimaal 0,50 m af te graven. Daarmee wordt tot circa NAP -1,50 m afgegraven.
4. Aanbrengen geotextiel en opvullen inham met lichtophoogmateriaal (beperken zetting ondergrond).

Toe te passen ophoogmateriaal

Omdat de ondergrond zettingsgevoelig is, dient de inham gedempt te worden met licht ophoogmateriaal. Hiervoor dient bij voorkeur Yali Bims 0/16 toegepast te worden. Dit materiaal heeft een verdicht vochtig volumegewicht van circa 10,4 kN/m³ en een verzadigd volumegewicht van circa 11,5 kN/m³. Voor de toekomstige situatie wordt uitgegaan van volgende opbouw:

- 0,25 m menggranulaat (met een vochtig volumegewicht van 19,0 kN/m³).
- 1,25 m Yali Bims 0/16.

In geval van bovenstaande opbouw bedraagt de toekomstige effectieve korrelspanning op een diepte van NAP- 1,50 m circa 9,9 kN/m² ($0,25 \text{ m} * 19,0 \text{ kN/m}^3 + 0,35 \text{ m} * 10,4 \text{ kN/m}^3 + 0,90 \text{ m} * (11,5 - 9,81) \text{ kN/m}^3$). De huidige korrelspanning op een diepte van NAP- 1,50 m bedraagt circa 1,0 kN/m² (uitgaande van het bodemniveau op NAP -1,00 m). De toename van de effectieve korrelspanning bedraagt daarmee circa 9,0 kN/m². Omdat het te dempen oppervlak klein is, kan de toename van de effectieve korrelspanning in de praktijk lager zijn door spanningsspreiding. Als gevolg van de toename van de effectieve korrelspanning zullen zettingen van de veenlaag ontstaan (er is een circa 2,50 m dikke veenlaag aanwezig). De zetting kan variëren van enkele centimeters tot enkele tientallen centimeters.

Er wordt geadviseerd om een open bestrating toe te passen zodat in het geval van te grote zettingen relatief makkelijk opgehoogd en herstraat kan worden.



figuur 5-1: Bovenaanzicht huidige situatie ter plaatse van het pontje.

5.4 DekslAAF

De damwand dient afgewerkt te worden met een deksloof. Deze deksloof dient bij voorkeur te bestaan uit een stalen deksloof met een levensduur van 100 jaar. In het ontwerp van de damwand is geen rekening gehouden met de deksloof. Dat wil zeggen dat de deksloof niet als constructief element in de berekeningen is opgenomen. De deksloof heeft geen constructieve waarden en hoeft geen significante krachten op te kunnen nemen.

5.5 Drainage

In de huidige situatie bevindt er zich een houten damwand in de buitenkruinlijn van de kade. Deze houten damwand is waarschijnlijk niet helemaal waterdicht. Hierdoor kan er water van de boezem in de kade stromen. Dit houdt de grondwaterstand van de kade op peil.

De nieuwe stalen damwanden zijn minder waterdoorlatend dan de huidige houten damwanden. Hierdoor kan het waterpeil in de kade veranderen. De verwachting is dat deze lager wordt dan in de huidige situatie het geval is. Als gevolg hiervan kan de kade uitdrogen en kunnen zettingen ontstaan. Deze kade is gevoelig voor zettingen en uitdroging vanwege de aanwezige veenlagen.

Om uitdroging en zetting van de kade te voorkomen dient een drainagesysteem achter de damwand aangebracht te worden. Het doel van de drainage is om water van de boezem gecontroleerd in de kade te laten stromen. Daarbij zijn twee belangrijke aandachtspunten:

- De waterkerende functie van de damwand mag niet in gevaar komen als gevolg van de drainage.
- Het drainagesysteem mag niet voor teveel (extra) belasting op de ondergrond zorgen, omdat dit kan leiden tot zettingen.

Door perforaties in de damwandplanken aan te brengen kan water van de boezem de kade in stromen. De perforaties in de damwandplanken dienen aangesloten te worden op een drainagebuis die evenwijdig aan de damwand ligt. Deze drainage dient in goed waterdoorlatend materiaal van circa 1,00 m x 0,50 m (hoogte x breedte) te liggen. Dit materiaal dient omsloten te worden door een grondicht en waterdoorlatend filterdoek. Om het gewicht van het materiaal te beperken wordt geadviseerd om Flugsand toe te passen. De perforaties in de damwandplanken dienen elke 19,60 m (om de 28 damwandplanken) aangebracht te worden. De perforaties en de drainage dienen onder het boezemstreefpeil aangebracht te worden, hierdoor wordt de drainage constant gevoed met water. De onderzijde van het waterdoorlatende materiaal dient op circa NAP -1,50 m aangebracht te worden. Hierdoor staat het waterdoorlatende materiaal over het grootste gedeelte van het tracé in contact met de veenlaag (bovenzijde veenlaag varieert van NAP -0,50 m tot NAP -2,00 m). De bovenzijde van het waterdoorlatende materiaal wordt aangelegd op circa 0,10 m boven het boezemstreefpeil. Hierdoor blijft de functie van het waterdoorlatende materiaal optimaal indien er enige zetting optreedt.

De drainagebuis dient gekoppeld te worden aan de perforaties in de damwand. Deze koppeling dient voldoende sterk en flexibel te zijn zodat vervormingen van de damwand niet leiden tot scheuren in de koppeling, dit kan middels het oplassen van stalen pijpjes. Ook zal de drainage zetting ondergaan in de loop der tijd. Derhalve dient de koppeling een verticale vervorming te kunnen ondergaan.

De bovenkant van de drainagebuis wordt aangelegd op NAP -0,81 m (20 cm onder het streefpeil). Daarmee wordt de kans op bevriezing van de drainagebuis tot een minimum beperkt.

Om te voorkomen dat de damwand zijn waterkende functie verliest, dient het waterdoorlatende materiaal aan de bovenzijde afgedicht te worden met klei. Hierdoor kan er bij hoogwater geen water via het waterdoorlatende materiaal naar het maaiveld stromen. De minimaal benodigde dikte van de kleilaag kan bepaald worden met een evenwichtsbeschouwing. Uitgangspunten hierbij zijn:

- Gewicht van de kleilaag = 15 kN/m^3
- Veiligheidsfactoren
 - Materiaalfactor klei $\gamma_{G, \text{stb}} = 0,9$
 - Veiligheidsfactor op waterdruk $\gamma = 1,1$
 - Toetspeil boezem = NAP -0,37 m
- De kleilaag staat droog

De kleilaag barst niet op indien wordt voldaan aan de evenwichtsvergelijking $V_{\text{dst};d} \leq G_{\text{stb};d}$. Hierbij is $V_{\text{dst};d}$ de opwaartse waterdruk tegen de kleilaag en $G_{\text{stb};d}$ het neerwaartse gewicht van de kleilaag. De benodigde dikte van de kleilaag is afhankelijk van de onderzijde van de kleilaag. In tabel 5.1 is voor een aantal niveaus de benodigde dikte van de kleilaag weergegeven.

tabel 5.1: Benodigde dikte kleilaag voor verschillende dieptes van onderzijde kleilaag.

Onderkant kleilaag [m t.o.v. NAP]	Waterdruk incl. veiligheidsfactor [kN/m ²]	Benodigde dikte kleilaag [m]
-0,50	1,5	0,12
-0,60	2,5	0,16
-0,70	3,6	0,29
-0,80	4,6	0,36

Zoals eerder vermeld wordt geadviseerd om de bovenzijde van het waterdoorlatende materiaal circa 0,10 m boven het boezemstreefpeil aan te leggen, dit komt overeen met een niveau van circa NAP -0,50 m. In dit geval is er slechts een kleilaag van 0,10 m noodzakelijk. Echter kan het waterdoorlatende materiaal zetting ondergaan. Om voldoende rekening te houden met zetting wordt geadviseerd om een kleilaag van minimaal 0,40 m dik aan te brengen op het waterdoorlatende materiaal.

Om de 40 m dienen er inspectieputten aanwezig te zijn en dient er een doorspuitvoorziening te zijn. Hierdoor is het mogelijk om onderhoud uit te voeren aan het drainagesysteem.

5.6 Opstapmogelijkheden watervogels en drenkeling uittredevoorzieningen

Conform de eis van de gemeente Haarlem dienen er langs de vervangende waterkering voldoende opstapmogelijkheden te zijn voor watervogels. In overleg met HHR is besloten om faunatrappen, ook wel 'eendentrappen' genoemd, te realiseren. Langs de Ringvaart bedraagt de onderlinge afstand van de faunatrappen 100 meter. De faunatrappen dienen te bestaan uit hardhout met duurzaamheidsklasse I (levensduur ≥ 25 jaar). Het heeft de voorkeur om rondom de faunatrappen rietbegroeiing te plaatsen, dit dient gedaan te worden zodat vogels voldoende beschutting hebben.

Conform de eis van de gemeente Haarlem dienen er eveneens drenkeling uittredevoorzieningen gemaakt te worden. De drenkeling uittredevoorzieningen stellen mensen in staat om uit het water te kunnen komen. Voor het ontwerp van de drenkeling uittredevoorziening is gebruik gemaakt van een onderzoek van de Provincie Zuid-Holland [Ref 13.]. De voorzieningen dienen een onderlinge afstand van 50 meter te hebben. Langs de kadevakken 424-042-00004A en 424-042-00004B is de waterdiepte $< 1,50 \text{ m}$ en kan

men staan. Daarom kan bij deze kadevakken de voorziening tot 1,00 meter onder het boezempeil gerealiseerd worden.

De voorziening dient in de buik van de damwand aangebracht te worden zodat de voorziening niet uitsteekt. Verder dient er rondom de voorziening een wrijfgording aangebracht te worden zodat boten niet direct tegen de voorziening kunnen botsen. Ter plaatse van de voorziening dient de deksloof een inkeping te hebben en dient er een beugel aanwezig te zijn waaraan mensen zichzelf kunnen optrekken. De voorziening dient voorzien te worden van reflecterende kleuren zodat het duidelijk zichtbaar is.

5.7 Ecologische bermen aanbrengen

Ter plaatse van dijkvak 424-042-00004A dient een bloemenmengsel ingezaaid te worden op de plekken waar grond wordt aangebracht. Ter plaatse van dijkvak 424-042-00004B is het inzaaien van een bloemenmengsel niet noodzakelijk omdat het particuliere percelen betreffen.

5.8 Kabels en leidingen

In het VO [Ref 3.] is een analyse uitgevoerd van de knelpunten met alle niet-waterkerende objecten (NWO's). Als vervolg hierop is de omgevingsmanager van Rijnland het gesprek aangegaan met de desbetreffende nutspartijen. Voor een aantal nutspartijen geldt dat er kabels of leidingen de watergang kruisen en daarmee conflicteren met de damwand. In tabel 5.2 is een overzicht gegeven van deze kruisende leidingen:

tabel 5.2: Overzicht kabels en leidingen welke de damwand kruisen.

Kadevak [-]	Type [-]	Beheerder [-]	Locatie [-]	Mogelijk verlaten [Ja/Nee]
424-042-00004A	Middenspanning (2x)	Liander N.V.	Kruisend ter hoogte van huisnummer 58	Ja
424-042-00004A	Datakabel (3x)	KPN	Kruisend ter hoogte van huisnummer 58	Onzeker
424-042-00004A	Waterleiding (2x)	PWN	Kruisend ter hoogte van fietspont	Ja
424-042-00004B	Elektriciteitskabel	Liander N.V.	Kruisend 1x	Nee

Daarnaast zijn er binnen het projectgebied diverse kabels en leidingen aanwezig welke in de kruin van de kade zijn gelegen met huisaansluitingen richting de woonboten. De toekomstige aannemer zal verantwoordelijk zijn voor het loskoppelen en terugbrengen van de huisaansluitingen. Deze huisaansluitingen verlopen in de huidige situatie over de houten beschoeiing. Een extra aandachtspunt is een datakabel van KPN welke recht achter de houten beschoeiing gelegen lijkt te zijn, zie uitsnede in figuur 5-2.



figuur 5-2: Locatie KPN kabels.

5.9 Bomen

In het VO [Ref 3.] is een analyse uitgevoerd van de knelpunten met alle niet-waterkerende objecten (NWO's). Deze analyse wordt eveneens gebruikt als basis voor het bepalen van de knelpunten tussen het DO en bomen. Alleen in kadevak 424-042-00004B zijn bomen aanwezig binnen het beoordelingsprofiel van de kade. Deze bomen staan te dicht langs de buitenkruinlijn en dienen verwijderd te worden om het aanbrengen van de damwand mogelijk te maken. In totaal gaat het om 13 bomen die verwijderd moeten worden.

5.10 Riet

Langs kadevakken kadevak 424-042-00004A en 424-042-00004B is riet aanwezig in de huidige situatie. Het riet dat tijdens de uitvoering verwijderd wordt dient ook weer terug geplaatst te worden.

6 AANDACHTSPUNTEN UITVOERING

6.1 Te verwijderen damwand

De bestaande houten beschoeiing in het buitentalud van de kade dient verwijderd te worden. De bestaande beschoeiing dient volledig getrokken te worden. Daarbij geldt als aandachtspunt dat het risico op inzijging van water (door het ontstaan van sleuven in de waterremmende veen- en kleilagen) tot een minimum beperkt dient te worden, hiervoor is een zorgvuldige uitvoering van belang.

Tijdens de uitvoering dient de waterveiligheid gewaarborgd te blijven. Conform de Handreiking beschoeiingen en damwanden in regionale keringen [Ref 5.] mag de watergang niet worden versmald, het plaatsen van de nieuwe damwand voor de bestaande damwandconstructie is geen optie. Er is gekozen om de nieuwe damwand achter de bestaande damwandconstructie te plaatsen. De bestaande houten damwandconstructie mag pas verwijderd worden op het moment dat de nieuwe damwandconstructie er achter geplaatst is.

6.2 Inbrengmethode damwand

Bij het ontwerp van de damwand (hoofdstuk 3) is het uitgangspunt aangehouden om de damwand op diepte te brengen door middel van trillen. Binnen het project zijn een aantal objecten aanwezig waar als gevolg van het intrillen van damwanden mogelijk hinder en/of schade kan ontstaan. Deze objecten zijn hieronder beschreven:

- Waterwolfweg 1 t/m 3
 - Nieuwbouwwoningen die op dit moment gerealiseerd worden.
- Zuid Schalkwijkerweg 58 t/m 61
 - Woonboten (deze ondervinden zelf geen last van de trillingen omdat ze in het water liggen) en opstallen behorend bij eigenaren woonboten.

In de door RPS uitgebrachte memo *NL202015842-MEMO-01* [Ref 12.] is meer informatie te vinden over de objecten. In opdracht van HHR is door Quattro Expertise een trillingsprognose uitgevoerd om te bepalen wat de invloed van het intrillen van damwanden is op deze objecten. Uit de trillingsprognose is gebleken dat het risico op (cosmetische) schade aan de belendingen lager is dan 1% in het geval van trillen van de damwandplanken. Over het algemeen wordt een risico op schade lager dan 1% als acceptabel gezien.

Door HHR is gekozen om alle damwandplanken op diepte te brengen door middel van drukken om het risico op (cosmetische) schade aan de belendingen maximaal te reduceren. In het geval een damwand op diepte wordt gebracht door middel van drukken, is een minimaal damwandprofiel noodzakelijk om schade aan de damwand te voorkomen. Het minimale benodigde damwandprofiel in geval van drukken is aangehouden op een AZ 18-700. Voor alle rekenprofielen wordt een **damwandprofiel AZ 18-700 toegepast**.

6.3 Controle inbrengbaarheid damwand

De damwandenprofielen AZ 18-700 worden op diepte gebracht door middel van drukken (zie toelichting keuze voor drukken in paragraaf 6.2). Op basis van ervaring is ingeschat dat het gekozen damwand-profiel AZ 18-700 door middel van drukken op diepte geïnstalleerd kan worden. Dit dient door de aannemer bevestigd te worden.

In de tuinen van de woonboten (dijkvak 424-042-00004B) is puin bij de oever aangetroffen. Om schade aan de damwand te voorkomen dient voorafgaand aan de installatie van de damwand een sleuf gegraven te worden zodat de damwand vrij wordt gehouden van het puin (deze sleuf is grotendeels al noodzakelijk voor het aanleggen van de drainage).

6.4 Werken vanaf het water

De kade is niet toegankelijk voor zwaar bouwverkeer. Het aanvoeren van materiaal en materiaal dient vanaf het water te gebeuren. Er zijn voldoende aanvoerroutes en de breedte en diepte van de Ringvaart en Molenplas zijn voldoende om vanaf het water met pontons te werken.

Verder geldt dat de damwanden vanaf een ponton op het water aangebracht dienen te worden.

6.5 Verplaatsen woonboten

Voor het plaatsen van de damwanden is een minimaal ruimtebeslag noodzakelijk. Vanwege het minimaal benodigde ruimtebeslag worden de woonboten verplaatst tijdens de uitvoering.

6.6 Aanbrengen kleiaanvulling

De damwand ligt hoger dan het huidige maaiveldniveau. Dit hoogteverschil dient aangevuld te worden met klei. Direct naast de damwand heeft de kleiaanvulling een maximale hoogte van 15 à 65 cm. De hoogte van de kleiaanvulling neemt af in de richting van de kruin. Vanwege de beperkte hoogte en breedte van de kleiaanvulling kan deze aanvulling in één keer aangebracht kan worden.

6.7 Opnemen en herplaatsen bestaande constructies

Verder zijn er in de tuinen bij de woonboten (dijkvak 424-042-00004B) diverse objecten aanwezig zoals steigers, afmeerpalen (een aantal zijn al buiten gebruik) en trappen. Indien er tijdens de uitvoering objecten verwijderd worden, dienen deze na uitvoering herplaatst te worden. Mits de bewoners van de woonboten aangeven dat de objecten niet teruggeplaatst hoeven te worden.

6.8 Monitoring

Tijdens de uitvoering van de kadeverbetering is monitoring van de invloed van de geplande werkzaamheden op de omgeving noodzakelijk. Ook na de uitvoering dient de invloed van de werkzaamheden nauwlettend te worden gemonitord. Er moet een monitoringsplan opgesteld worden. In onderstaande paragrafen is aangegeven op welke wijze en met welk doel dit wordt bereikt.

6.8.1 Bouwkundige staat en trillingsmetingen

Zowel tijdens de uitvoering als in de gebruiksfase dient schade aan bebouwing als gevolg van de werkzaamheden voorkomen te worden. Tijdens de uitvoering worden trillingen in de ondergrond veroorzaakt. Voor omliggende bebouwing kunnen deze trillingen leiden tot schade. De trillingen dienen gemeten te worden met trillingsmeters. Verder wordt geadviseerd om de nul-situatie voor de relevante bebouwing en objecten in kaart te brengen middels een bouwkundige opname voorafgaand aan de uitvoering. De bouwkundige opname en de trillingsmetingen dienen uitgevoerd te worden bij de volgende objecten:

- Waterwolfweg 1 t/m 3 (nieuwbouwwoningen)
- Zuid Schalkwijkerweg 58 t/m 61
 - de woonboten en de schuren

Deze trillingsmeters leveren de benodigde informatie die nodig is om te kunnen beoordelen of de bouwwerkzaamheden een risico vormen voor de aanwezige bebouwing. Tijdens het uitvoeren van de werkzaamheden dienen trillingen gemeten en beoordeeld te worden conform SBR richtlijn A.

6.8.2 Deformatiemetingen

Op basis van de berekeningen blijkt dat de vervormingen van de damwand binnen de gestelde vervormingseis blijft. Aangezien er geen gebouwen op staal zijn gefundeerd die dicht bij de damwand liggen, wordt het niet noodzakelijk geacht om de vervormingen van de damwand te meten.

De grondaanvullingen op de kade blijven over het algemeen beperkt. Derhalve wordt verwacht dat de zettingen van de kade minimaal zullen zijn. Het wordt niet noodzakelijk geacht om zakbaken te plaatsen voor het monitoren van de zettingen van de kade.

Ter plaatse van de bestaande inham van het pontje wordt geadviseerd om één zakbaak te plaatsen voor het monitoren van de zettingen als gevolg van het dempen van de inham. Gezien de beperkte afmetingen van het te dempen oppervlak wordt één zakbaak voldoende geacht. De zakbaak dient in overleg met belanghebbenden (bewoners woonboten, beheerders pondje) geplaatst te worden zodat het pontje goed bereikbaar blijft. De zetting dient minimaal de eerste 6 maanden na het dempen gemonitord te worden. De eerste 2 maanden dient de meetfrequentie op 1 keer per week te liggen, vervolgens kan de meetfrequentie afgebouwd worden naar 1 keer per 2 weken.

6.8.3 Peilbuizen

Geadviseerd wordt om peilbuizen te plaatsen voor het monitoren van de grondwaterstand. De peilbuismetingen dienen enkele weken voorafgaand aan de start van de werkzaamheden geplaatst te worden zodat een goede nulmeting van de huidige grondwaterstand beschikbaar is. De grondwaterstand dient tot minimaal 6 maanden na het installeren van de damwand gemonitord te worden. Door middel van het monitoren van de grondwaterstand kan de werking van het drainagesysteem gecontroleerd worden. Geadviseerd wordt om 2 meetraaien van 2 peilbuizen te plaatsen (in totaal 4). De peilbuizen dienen bij voorkeur voorzien te worden van divers die elke 30 minuten een meting uitvoeren. Indien wordt gekozen voor handmatige metingen, dient elke 2 à 3 weken een meting uitgevoerd te worden.

VERWIJZINGEN

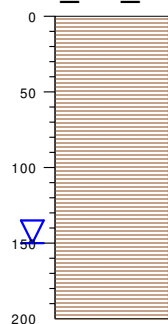
- [Ref 1.] Grontmij Nederland B.V. (2012). Toetsrapport deelgebied 7 Haarlem.
- [Ref 2.] RPS advies- en ingenieursbureau B.V. (2019). *1606661A12-R19-376- Hertoetsing Verenigde Groote en Kleine Polder (Fase II)*.
- [Ref 3.] RPS advies- en ingenieursbureau B.V. (2020). *NL202007475-R20-386 Verenigde Groote en Kleine Polder; Voorontwerp (Fase III)*.
- [Ref 4.] Hoogheemraadschap van Rijnland. (2017). *Rijnlandse SOR Systematiek Deel II - Objectspecifiek*.
- [Ref 5.] Hoogheemraadschap van Rijnland. (2015). *Handreiking beschoeiingen en damwanden in regionale waterkeringen*.
- [Ref 6.] Nederlands Normalisatie-instituut. (2017). *NEN 9997-1:2017 Geotechnisch ontwerp van constructies - Deel 1: Algemene regels*.
- [Ref 7.] Stichting CUR. (2016). *CUR-publicatie 166 Damwandconstructies Deel 1 en Deel 2*.
- [Ref 8.] Hoogheemraadschap van Rijnland. (2020/2021). Legger Oppervlaktewateren. Opgeroepen op maart 8, 2022, van <https://rijnland.maps.arcgis.com/apps/webappviewer/index.html?id=25694eb316fc45e08a47413f80ae8f9f>
- [Ref 9.] Stichting Toegepast Onderzoek Waterbeheer. (2015). *Leidraad toetsen op veiligheid regionale waterkeringen*.
- [Ref 10.] Hoogheemraadschap van Rijnland. (2013). *Nota Waterkeringen III*.
- [Ref 11.] Deltares. (2012). *Onderzoeksrapport Zandmeevoerende Wellen*.
- [Ref 12.] RPS advies- en ingenieursbureau B.V. (2022). *Memo NL202015842-MEMO-01; Informatie ten behoeve van trillingspronogse*
- [Ref 13.] Provincie Zuid-Holland. (2018). *Drenkelingen- en fauna uittreedvoorzieningen*.
- [Ref 14.] De Vries & van de Wiel Survey (2013). *Tekeningnummer: SUR_5110_TUD_a_130911_vak 17. Omschrijving: Revisie-uitpeiling km 16.000 – 17.000 vak 17*.
- [Ref 15.] Quattro Expertise BV. (2022). *Trillingsprognose; Verenigde Groote en Kleine polder Haarlem met kenmerk 22.17507*.

Bijlage

1. Grondmechanisch onderzoek VO fase

HB_25_BiTa

gras, NAP



veen, mineraalarm, donker bruin,
ow: geen, edelman



GHW en GLW niet te bepalen.

type **grondboring**
datum **14-01-2019**
boormeester **M. Voorbij**
x **104468.47**
y **483803.28**



meetpunt HB_25_BiTa
12584210



meetpunt HB_25_BiTa
12584211

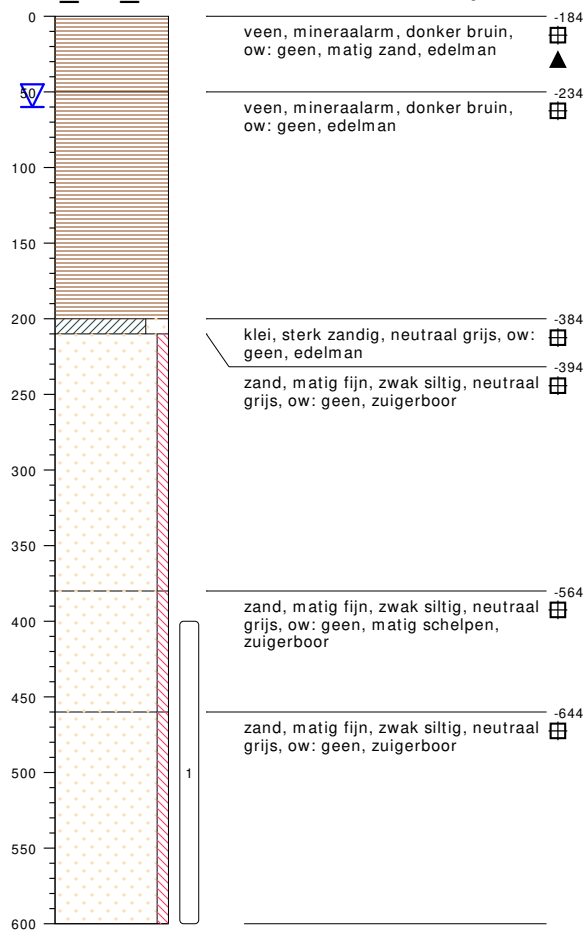
bodemprofielen schaal 1:50

onderzoek	RPS Haarlem eo
projectcode	1606661A12
datum	28-01-2019
getekend conform	NEN 5104
pagina	45 van 76
opmerking	HH Rijnland boorstaten compleet



HB_25_BiTe

gras, NAP



type **grondboring**
 datum **14-01-2019**
 boormeester **M. Voorbij**
 x **104467.91**
 y **483806.100**



meetpunt HB_25_BiTe
12584208

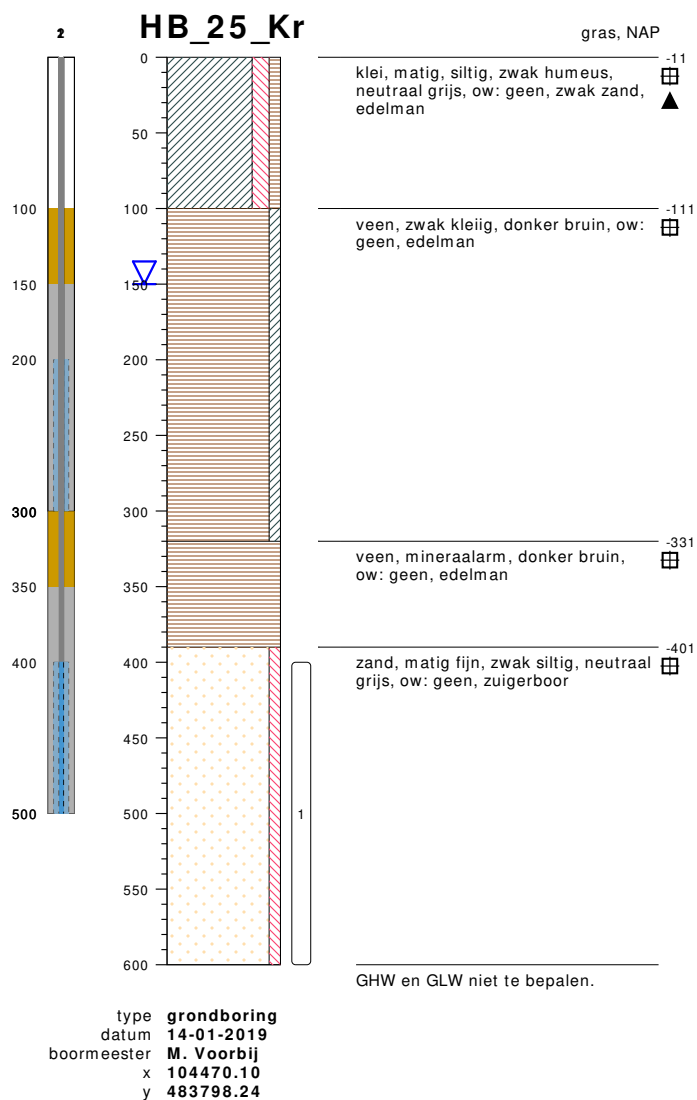


meetpunt HB_25_BiTe
12584209

bodemprofielen schaal 1:50

onderzoek **RPS Haarlem eo**
 projectcode **1606661A12**
 datum **28-01-2019**
 getekend conform **NEN 5104**
 pagina **46 van 76**
 opmerking **HH Rijnland boorstaten compleet**





meetpunt HB_25_Kr
12584206



meetpunt HB_25_Kr
12584207

bodemprofielen **schaal 1:50**

onderzoek **RPS Haarlem eo**
 projectcode **1606661A12**
 datum **28-01-2019**
 getekend conform **NEN 5104**
 pagina **47 van 76**
 opmerking **HH Rijnland boorstaten compleet**

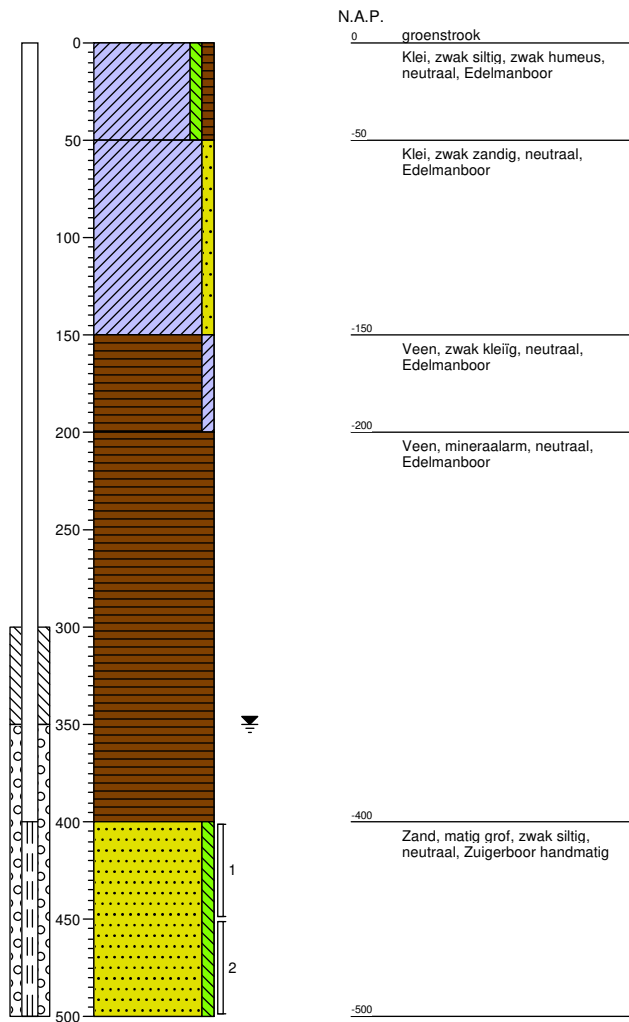


Bijlage 2 - Boorprofielen

Boring: HB_04_KR

Datum: 06-07-2020

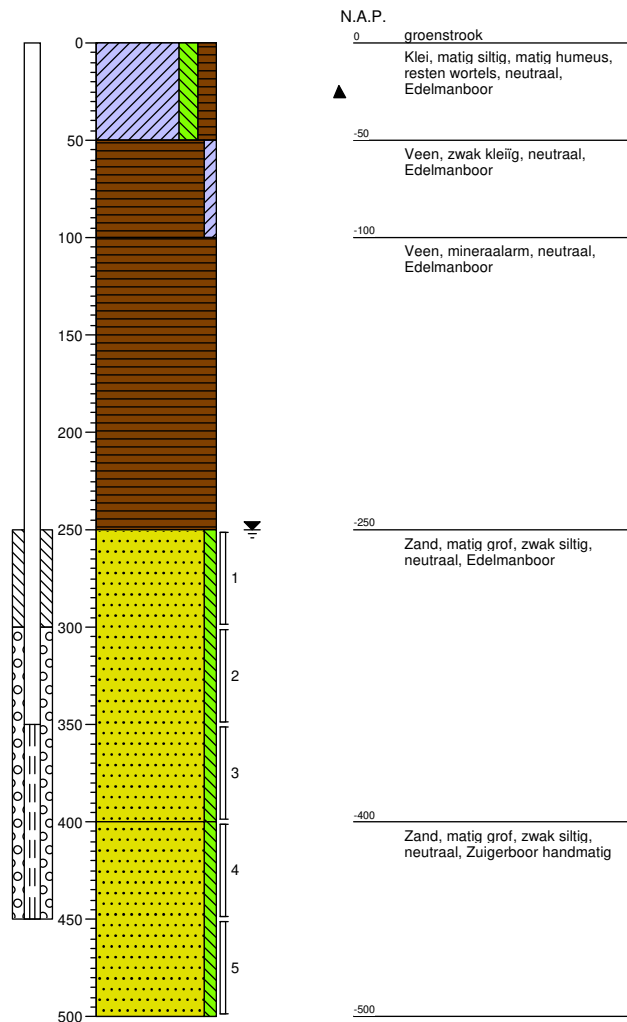
GWS: 350



Boring: HB_05_BiTe

Datum: 23-06-2020

GWS: 250



Projectnaam: Grootte en kleine polder Haarlem

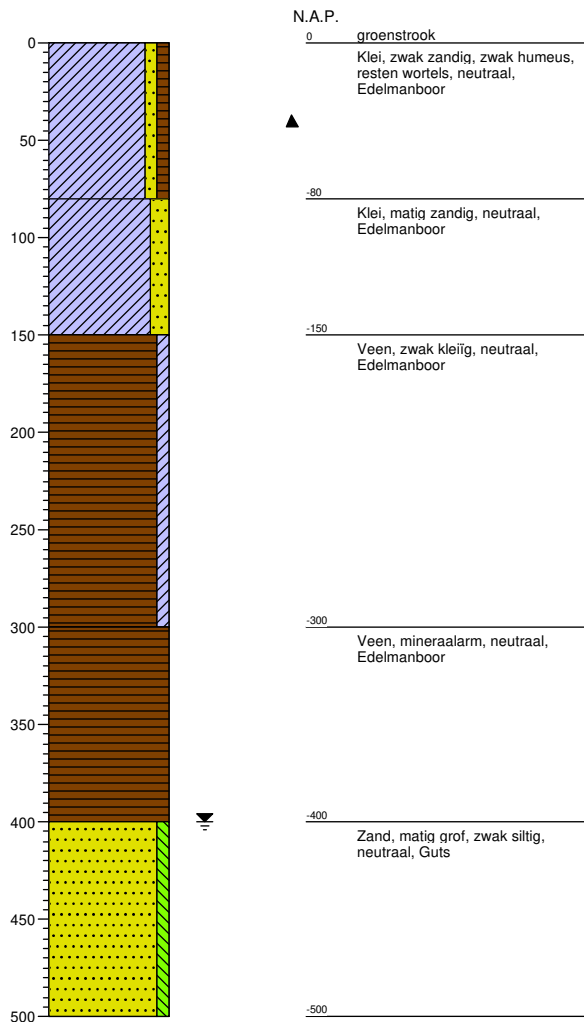
Projectcode: NL202007475.004

Bijlage 2 - Boorprofielen

Boring: HB_05_KR

Datum: 23-06-2020

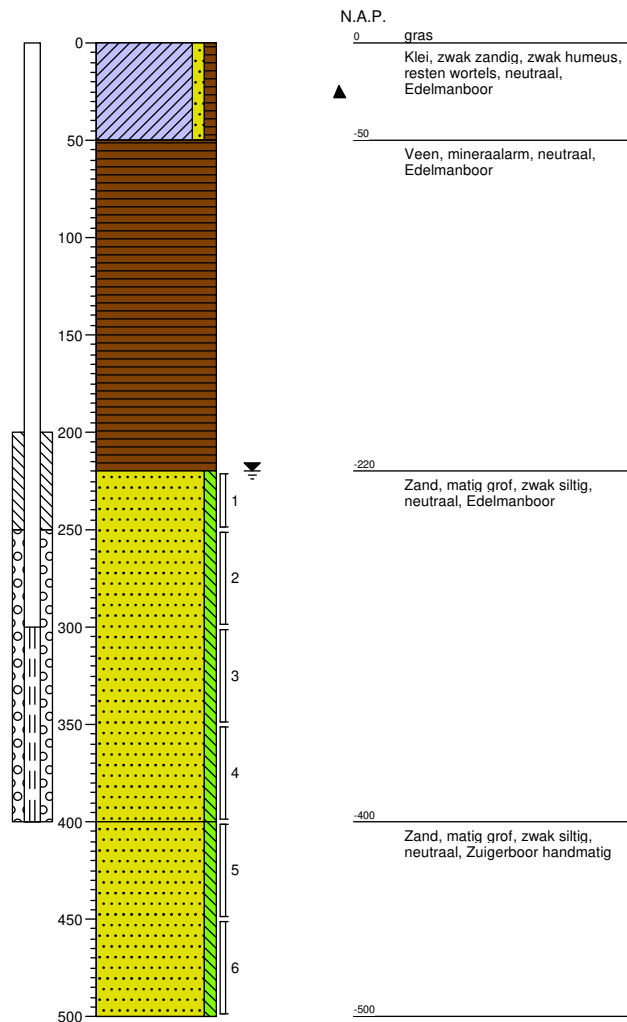
GWS: 400



Boring: HB_06_BiTe

Datum: 23-06-2020

GWS: 220



Projectnaam: Grootte en kleine polder Haarlem

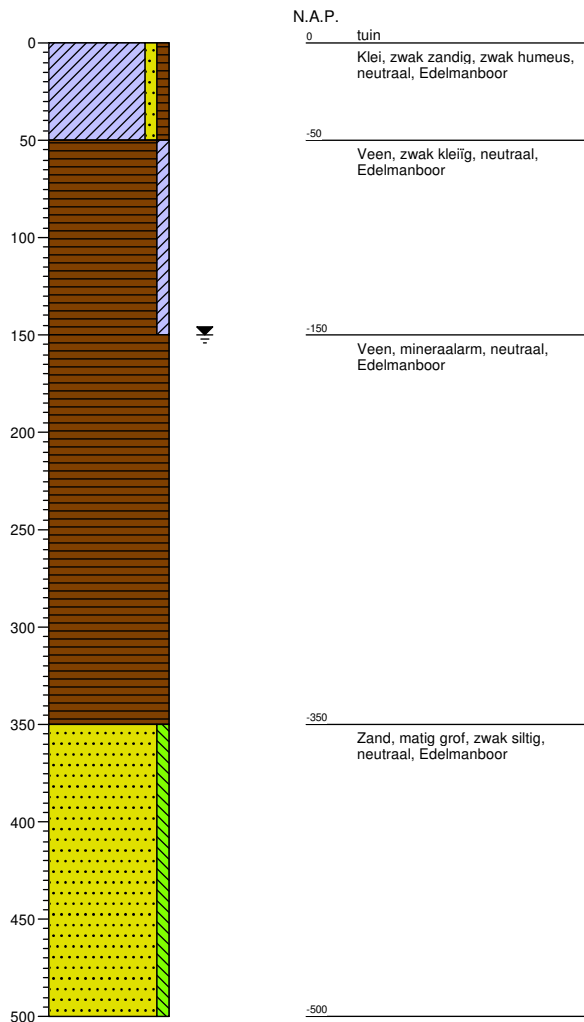
Projectcode: NL202007475.004

Bijlage 2 - Boorprofielen

Boring: HB_06_KR

Datum: 23-06-2020

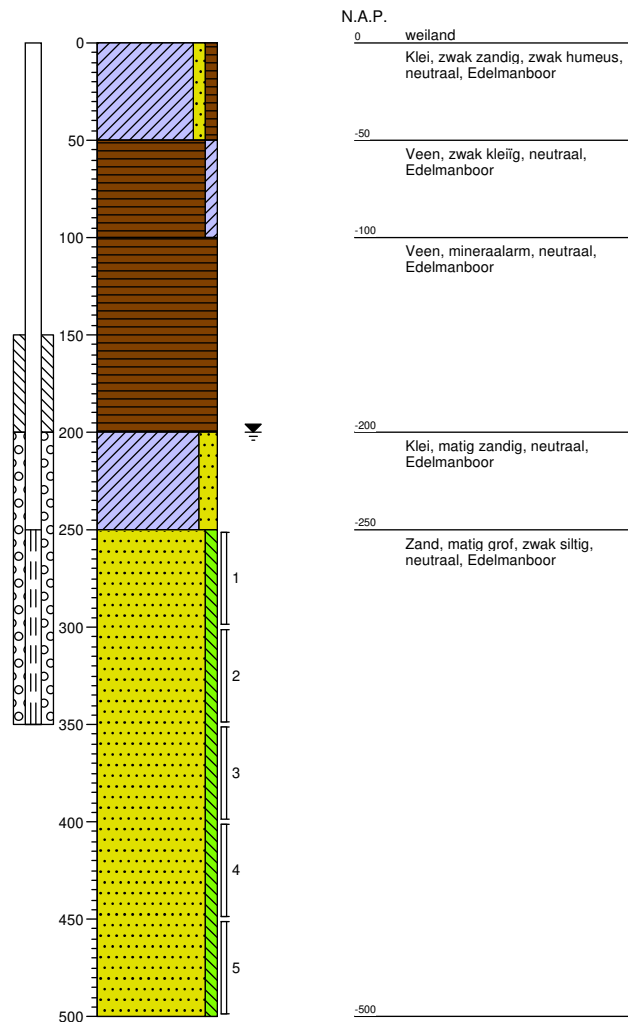
GWS: 150



Boring: HB_07_BiTe

Datum: 25-06-2020

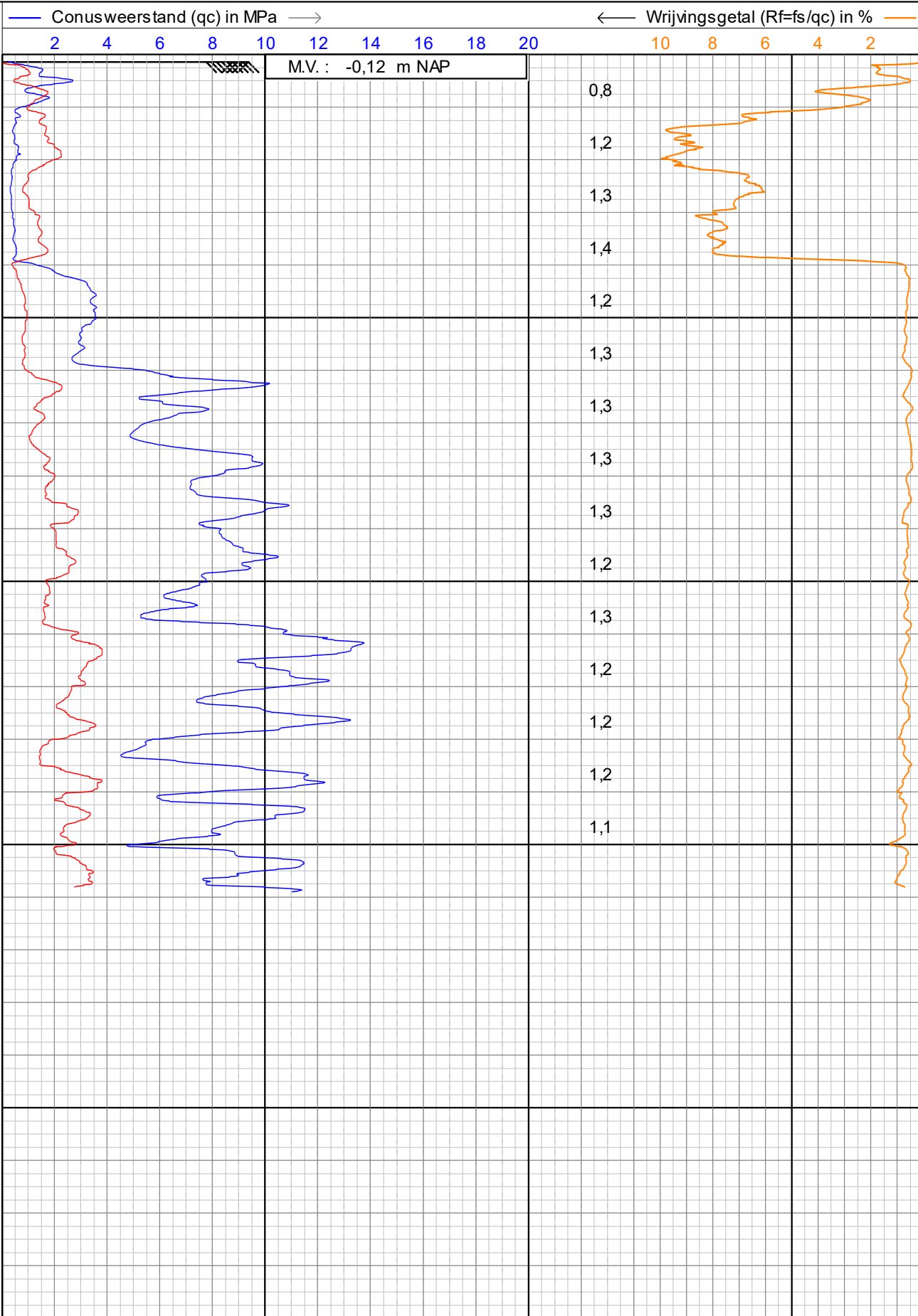
GWS: 200



Projectnaam: Grootte en kleine polder Haarlem

Projectcode: NL202007475.004

← Diepte in m ten opzichte van referentieniveau (NAP) gecorrigeerd voor hellingsafwijking



GEOSONDA

Alphen a/d Rijn
Breda

sondering volgens NEN-EN-ISO22476-1

Project : **ONDERZOEK HAARLEMSE POLDERS**

Locatie : **HAARLEM E.O.**

Datum : **12-2-2019**

Conusnr. : **S15CFIP.1519**

Projectnr. : **AA17999**

Sondeernr.: **25**

1/2

← Diepte in m ten opzichte van referentieniveau (NAP) gecorrigeerd voor hellingsafwijking

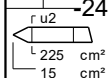
— Dynamische waterdruk (u2) in MPa —→

-0,1 0,0 0,1 0,2 0,3 0,4 0,5 0,6 0,7 0,8 0,9 1,0 1,1 1,2 1,3

M.V. : -0,12 m NAP

0
-1
-2
-3
-4
-5
-6
-7
-8
-9
-10
-11
-12
-13
-14
-15
-16
-17
-18
-19
-20
-21
-22
-23
-24

0,8
1,2
1,3
1,4
1,2
1,3
1,3
1,3
1,3
1,2
1,3
1,2
1,2
1,2
1,1



 225 cm²

 15 cm²

☒ Helling (l) in graden



Alphen a/d Rijn
Breda

sondering volgens NEN-EN-ISO22476-1

Project : **ONDERZOEK HAARLEMSE POLDERS**

Locatie : **HAARLEM E.O.**

Datum : **12-2-2019**

Conusnr. : **S15CFIP.1519**

Projectnr. : **AA17999**

Sondeernr.: **25**

2/2

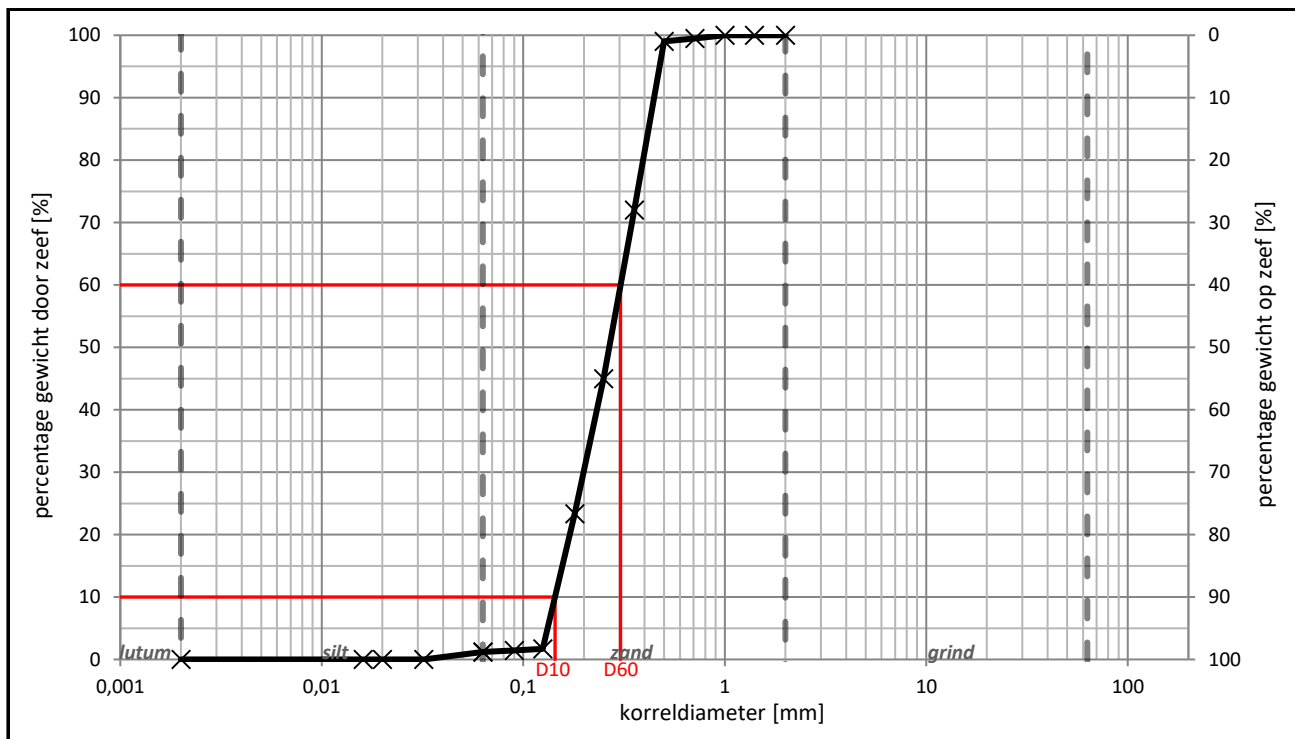
Project: NL202007475.004

Boring: HB_02_BiTe; monster: 3

KORRELGROOTTEVERDELING

inclusief humus, CaCO₃ en Fe₂O₃

boring	HB_02_BiTe	maaiveld NAP -1,61 m
monster	3	
kleur	-	
bijzonderheden	-	
diepte	1,50-2,00	m tov mv



sedigraph - gewicht <.. [%]		zeefproef - gewicht op zeef [%]					fracties	
0,063	1,2	2,0	0,0		C125	-	grind (>2 mm)	0,0%
0,032	-	1,4	0,0		C63	-	zand (0,063 - 2 mm)	98,8%
0,02	-	1,0	0,0		C31,5	-	silt (0,002 - 0,063 mm)	1,2%
0,016	-	0,71	0,5		C16	-	lutum (<0,002 mm)	-
0,002	-	0,5	1,0		C8	-	kentallen	
		0,355	28,0		C4	-	D60/D10	2,11
		0,25	55,0				D10	0,144
		0,18	76,7				D15	0,156
		0,125	98,3				D60	0,304
		0,09	98,6				D70	0,346
		0,063	98,8				M50 0,063 - 2 mm	0,269
							D60/D10 0,063 - 2 mm	2,09

Geotechnische laboratoriumproeven

Project: NL202007475.004

Boring: HB_02_BiTe; monster: 3

Korrelgrootteverdelingsdiagram conform RAW 2015

datum

27-7-2020

paraaf

mr

project

NL202007475.004

versie

1.2.9

project-analyse

-

pagina

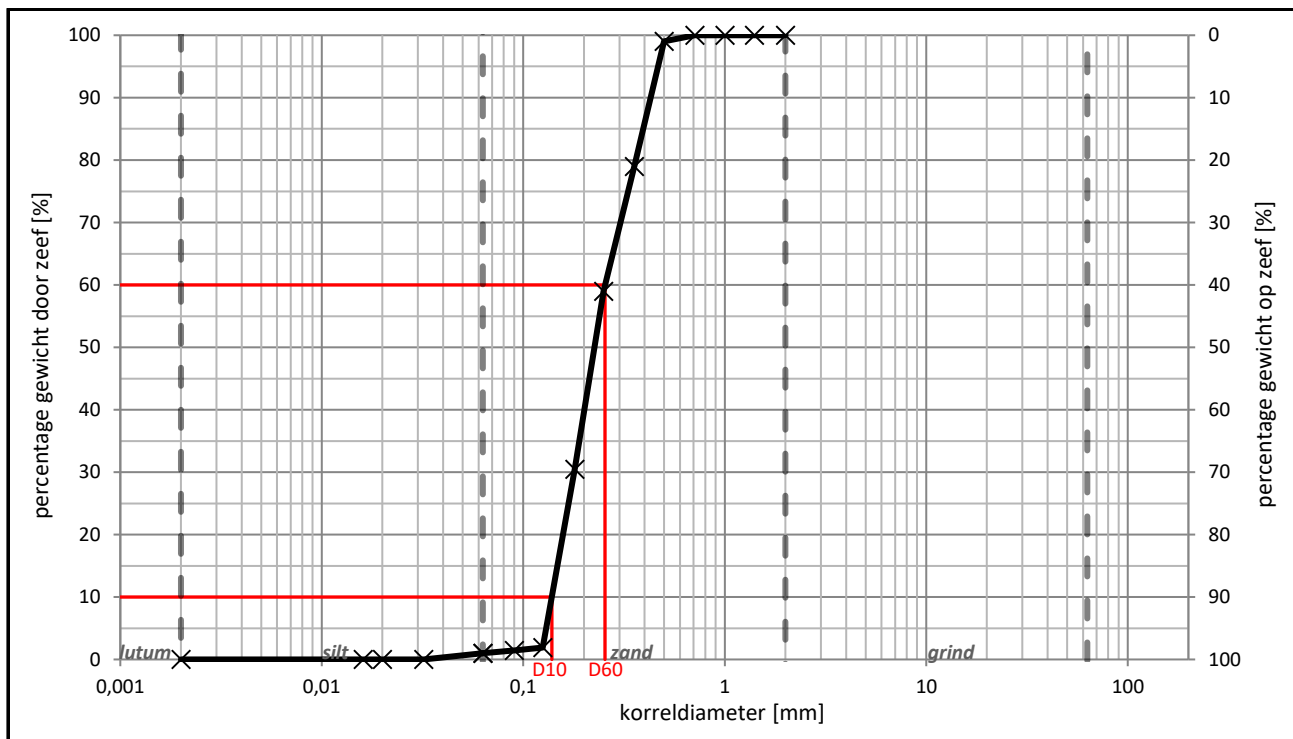
1

Project: NL202007475.004
Boring: HB_02_KR; monster: 4

KORRELGROOTTEVERDELING

inclusief humus, CaCO₃ en Fe₂O₃

boring	HB_02_KR	maaiveld NAP 0,01 m
monster	4	
kleur	-	
bijzonderheden	-	
diepte	4,00-4,50	m tov mv



sedigraph - gewicht <.. [%]		zeefproef - gewicht op zeef [%]					fracties	
0,063	1,0	2,0	0,0		C125	-	grind (>2 mm)	0,0%
0,032	0,0	1,4	0,0		C63	-	zand (0,063 - 2 mm)	99,0%
0,02	0,0	1,0	0,0		C31,5	-	silt (0,002 - 0,063 mm)	1,0%
0,016	0,0	0,71	0,0		C16	-	lutum (<0,002 mm)	0,0%
0,002	0,0	0,5	1,0		C8	-	kentallen	
		0,355	21,0		C4	-	D60/D10	1,84
		0,25	41,0				D10	0,139
		0,18	69,6				D15	0,148
		0,125	98,1				D60	0,254
		0,09	98,6				D70	0,303
		0,063	99,0				M50 0,063 - 2 mm	0,227
							D60/D10 0,063 - 2 mm	1,83

Geotechnische laboratoriumproeven Project: NL202007475.004 Boring: HB_02_KR; monster: 4 Korrelgrootteverdelingsdiagram conform RAW 2015	datum	paraaf
	27-7-2020	mr
	project	versie
	NL202007475.004	1.2.9
	project-analyse	pagina
	-	1

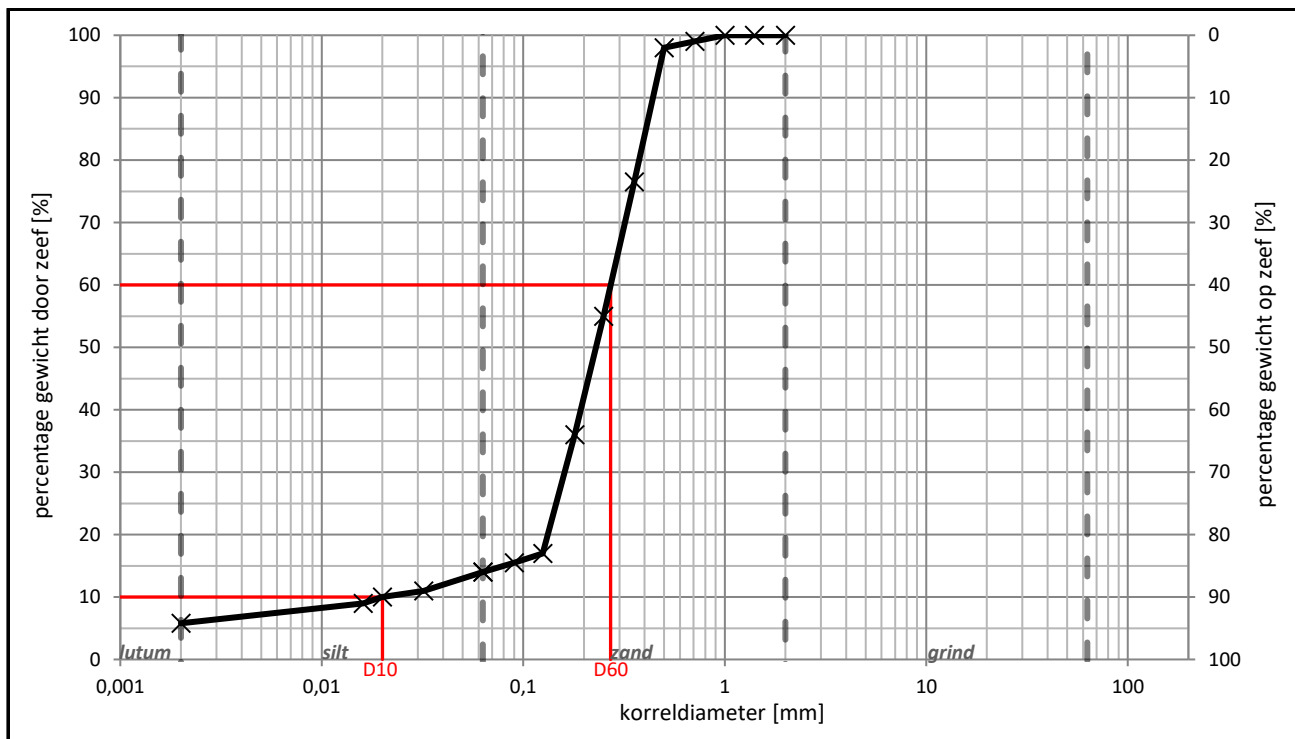
Project: NL202007475.004

Boring: HB_03_BiTe; monster: 4

KORRELGROOTTEVERDELING

inclusief humus, CaCO₃ en Fe₂O₃

boring	HB_03_BiTe	maaiveld NAP -1,49 m
monster	4	
kleur	-	
bijzonderheden	-	
diepte	4,00-4,50	m tov mv



sedigraph - gewicht <.. [%]		zeefproef - gewicht op zeef [%]				fracties	
0,063	14,0	2,0	0,0	C125	-	grind (>2 mm)	0,0%
0,032	11,0	1,4	0,0	C63	-	zand (0,063 - 2 mm)	86,0%
0,02	10,0	1,0	0,0	C31,5	-	silt (0,002 - 0,063 mm)	8,2%
0,016	9,0	0,71	1,0	C16	-	lutum (<0,002 mm)	5,8%
0,002	5,8	0,5	2,0	C8	-		
		0,355	23,5	C4	-	kentallen	
		0,25	45,0				
		0,18	64,0				
		0,125	83,0				
		0,09	84,5				
		0,063	86,0				
		</					

Geotechnische laboratoriumproeven Project: NL202007475.004 Boring: HB_03_BiTe; monster: 4 Korrelgrootteverdelingsdiagram conform RAW 2015	datum	paraaf
	27-7-2020	mr
	project	versie
	NL202007475.004	1.2.9
	project-analyse	pagina
	-	1

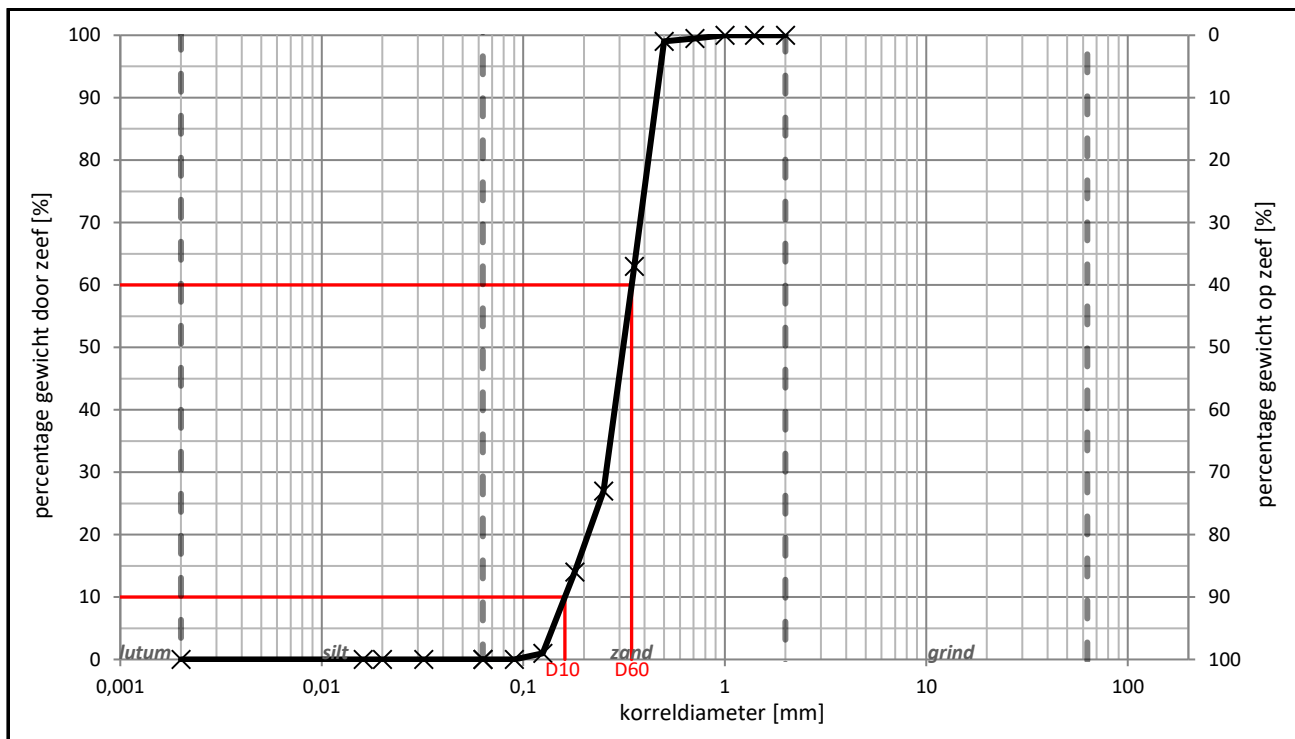
Project: NL202007475.004

Boring: HB_04_KR; monster: 1-2

KORRELGROOTTEVERDELING

inclusief humus, CaCO₃ en Fe₂O₃

boring	HB_04_KR	maaiveld NAP -0,15 m
monster	1-2	
kleur	-	
bijzonderheden	-	
diepte	4,00-5,00	m tov mv



sedigraph - gewicht <.. [%]		zeefproef - gewicht op zeef [%]					fracties	
0,063	0,0	2,0	0,0		C125	-	grind (>2 mm)	0,0%
0,032	0,0	1,4	0,0		C63	-	zand (0,063 - 2 mm)	100,0%
0,02	0,0	1,0	0,0		C31,5	-	silt (0,002 - 0,063 mm)	0,0%
0,016	0,0	0,71	0,5		C16	-	lutum (<0,002 mm)	0,0%
0,002	0,0	0,5	1,0		C8	-	kentallen	
		0,355	37,0		C4	-	D60/D10	2,14
		0,25	73,0				D10	0,161
		0,18	86,0				D15	0,185
		0,125	99,0				D60	0,345
		0,09	100,0				D70	0,379
		0,063	100,0				M50 0,063 - 2 mm	0,313
							D60/D10 0,063 - 2 mm	2,14

Geotechnische laboratoriumproeven

Project: NL202007475.004

Boring: HB_04_KR; monster: 1-2

Korrelgrootteverdelingsdiagram conform RAW 2015

datum

27-7-2020

paraaf

mr

project

NL202007475.004

versie

1.2.9

project-analyse

-

pagina

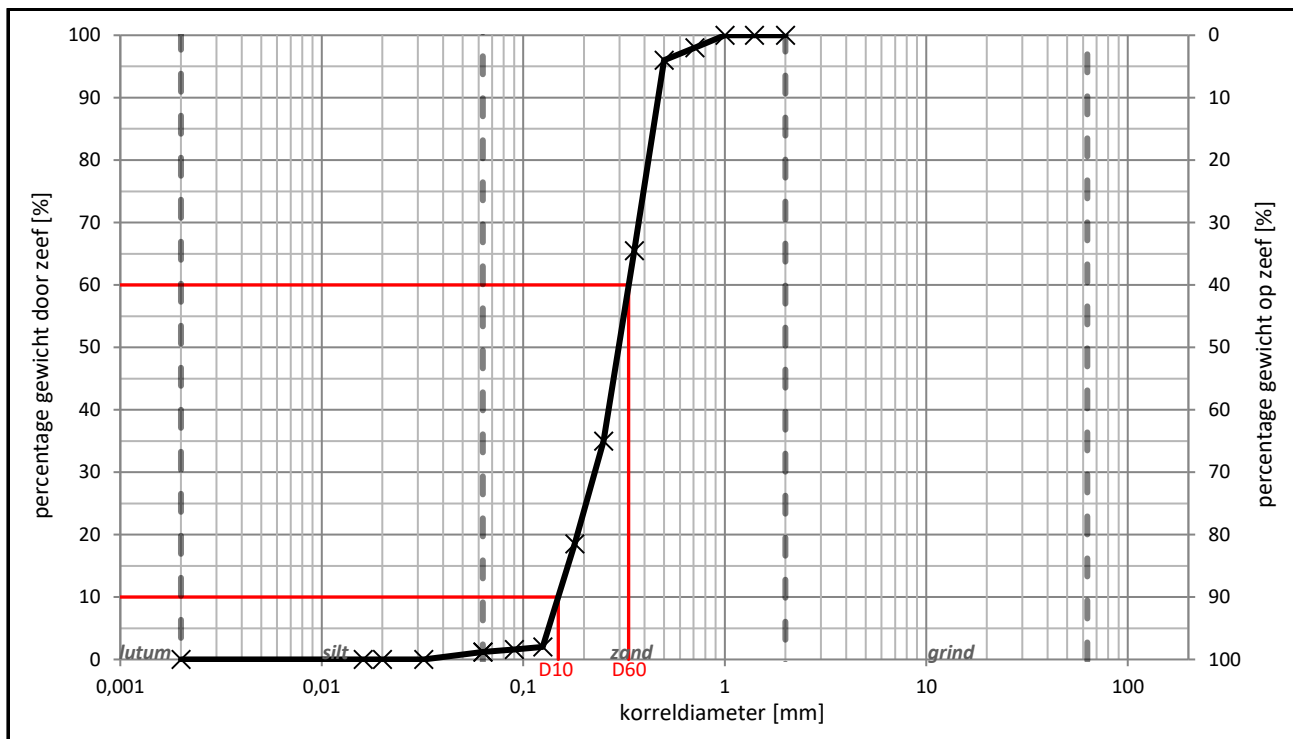
1

Project: NL202007475.004
Boring: HB_05_BiTe; monster: 4

KORRELGROOTTEVERDELING

inclusief humus, CaCO₃ en Fe₂O₃

boring	HB_05_BiTe	maaiveld NAP -1,66 m
monster	4	
kleur	-	
bijzonderheden	-	
diepte	4,00-4,50	m tov mv



sedigraph - gewicht <.. [%]		zeefproef - gewicht op zeef [%]					fracties	
0,063	1,2	2,0	0,0		C125	-	grind (>2 mm)	0,0%
0,032	0,0	1,4	0,0		C63	-	zand (0,063 - 2 mm)	98,8%
0,02	0,0	1,0	0,0		C31,5	-	silt (0,002 - 0,063 mm)	1,2%
0,016	0,0	0,71	2,0		C16	-	lutum (<0,002 mm)	0,0%
0,002	0,0	0,5	4,0		C8	-	kentallen	
		0,355	34,5		C4	-	D60/D10	2,23
		0,25	65,0				D10	0,149
		0,18	81,5				D15	0,167
		0,125	98,0				D60	0,333
		0,09	98,4				D70	0,373
		0,063	98,8				M50 0,063 - 2 mm	0,299
							D60/D10 0,063 - 2 mm	2,19

Geotechnische laboratoriumproeven Project: NL202007475.004 Boring: HB_05_BiTe; monster: 4 Korrelgrootteverdelingsdiagram conform RAW 2015	datum	paraaf
	27-7-2020	mr
	project	versie
	NL202007475.004	1.2.9
	project-analyse	pagina
	-	1

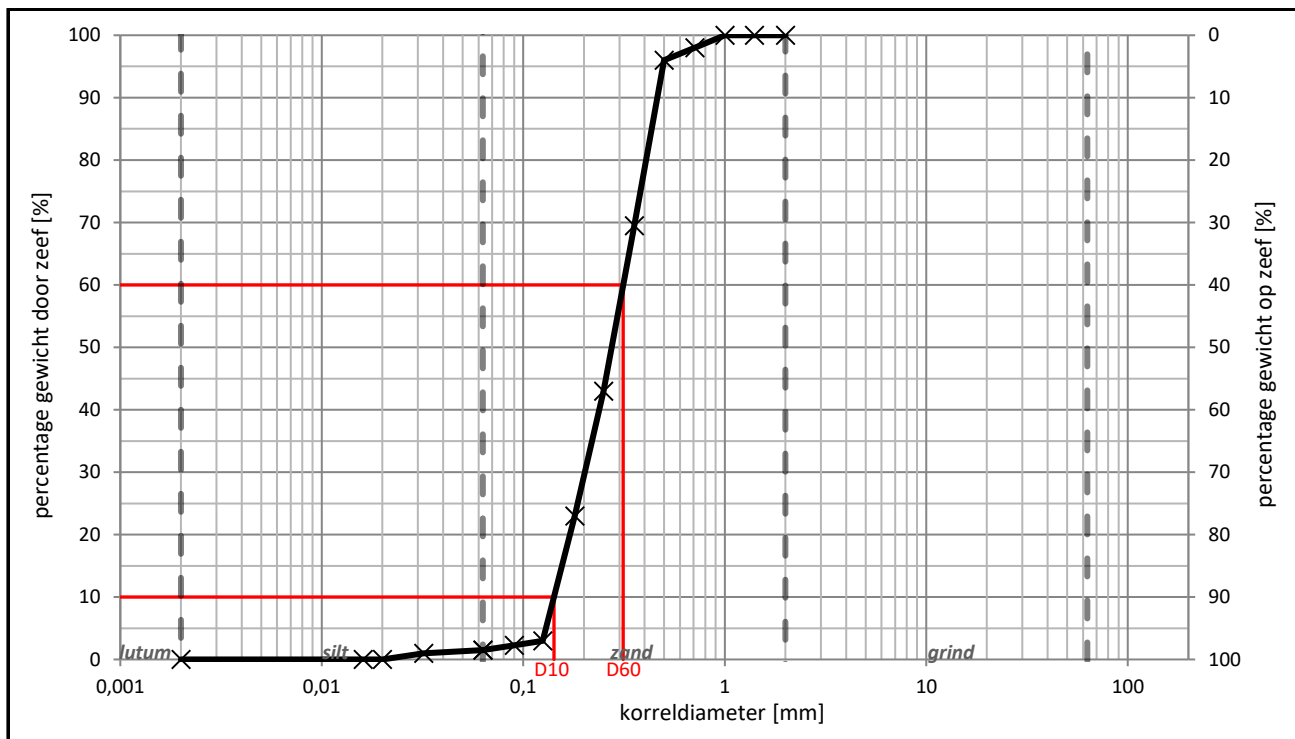
Project: NL202007475.004

Boring: HB_06_BiTe; monster: 3

KORRELGROOTTEVERDELING

inclusief humus, CaCO₃ en Fe₂O₃

boring	HB_06_BiTe	maaiveld NAP -1,85 m
monster	3	
kleur	-	
bijzonderheden	-	
diepte	3,00-3,50	m tov mv



sedigraph - gewicht <.. [%]		zeefproef - gewicht op zeef [%]					fracties	
0,063	1,5	2,0	0,0		C125	-	grind (>2 mm)	0,0%
0,032	1,0	1,4	0,0		C63	-	zand (0,063 - 2 mm)	98,5%
0,02	0,0	1,0	0,0		C31,5	-	silt (0,002 - 0,063 mm)	1,5%
0,016	0,0	0,71	2,0		C16	-	lutum (<0,002 mm)	0,0%
0,002	0,0	0,5	4,0		C8	-	kentallen	
		0,355	30,5		C4	-	D60/D10	2,20
		0,25	57,0				D10	0,142
		0,18	77,0				D15	0,156
		0,125	97,0				D60	0,313
		0,09	97,8				D70	0,357
		0,063	98,5				M50 0,063 - 2 mm	0,277
							D60/D10 0,063 - 2 mm	2,17

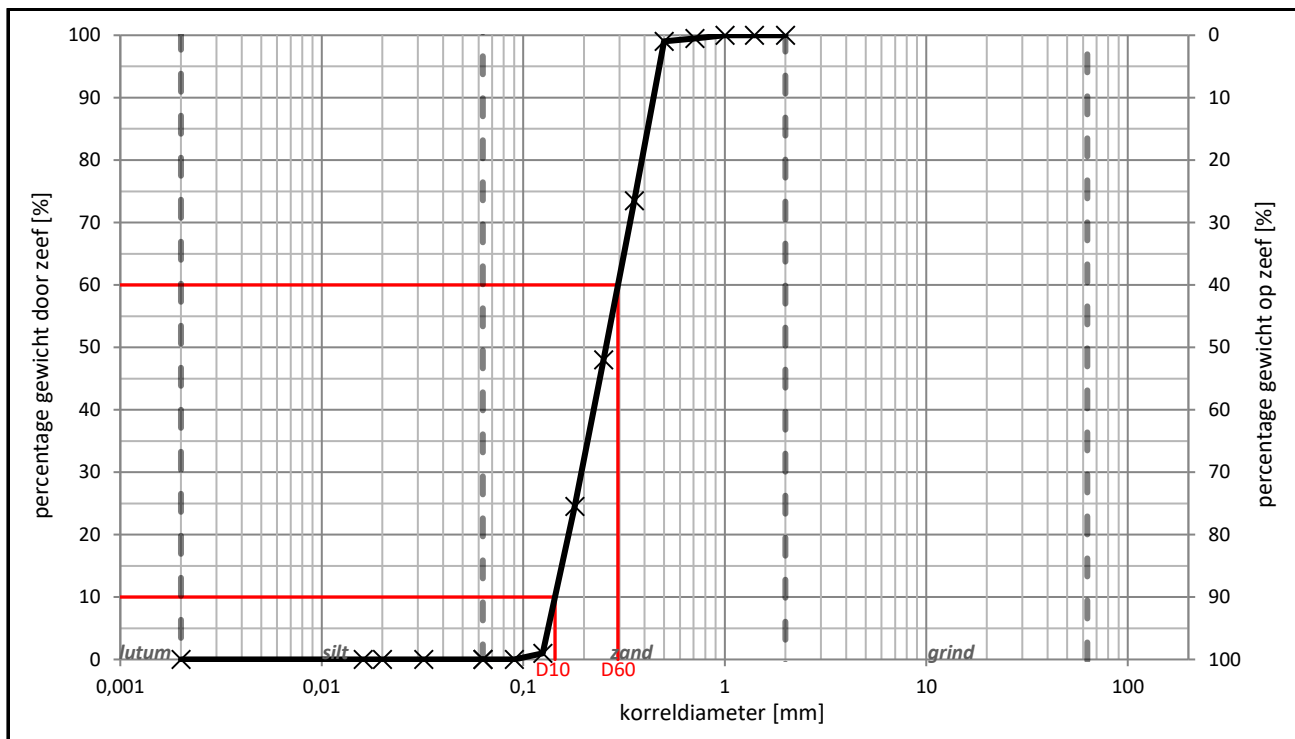
Geotechnische laboratoriumproeven Project: NL202007475.004 Boring: HB_06_BiTe; monster: 3 Korrelgrootteverdelingsdiagram conform RAW 2015	datum	paraaf
	27-7-2020	mr
	project	versie
	NL202007475.004	1.2.9
	project-analyse	pagina
	-	1

Project: NL202007475.004
Boring: HB_07_BiTe; monster: 2

KORRELGROOTTEVERDELING

inclusief humus, CaCO₃ en Fe₂O₃

boring	HB_07_BiTe	maaiveld NAP -1,61 m
monster	2	
kleur	-	
bijzonderheden	-	
diepte	3,00-3,50	m tov mv



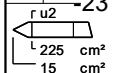
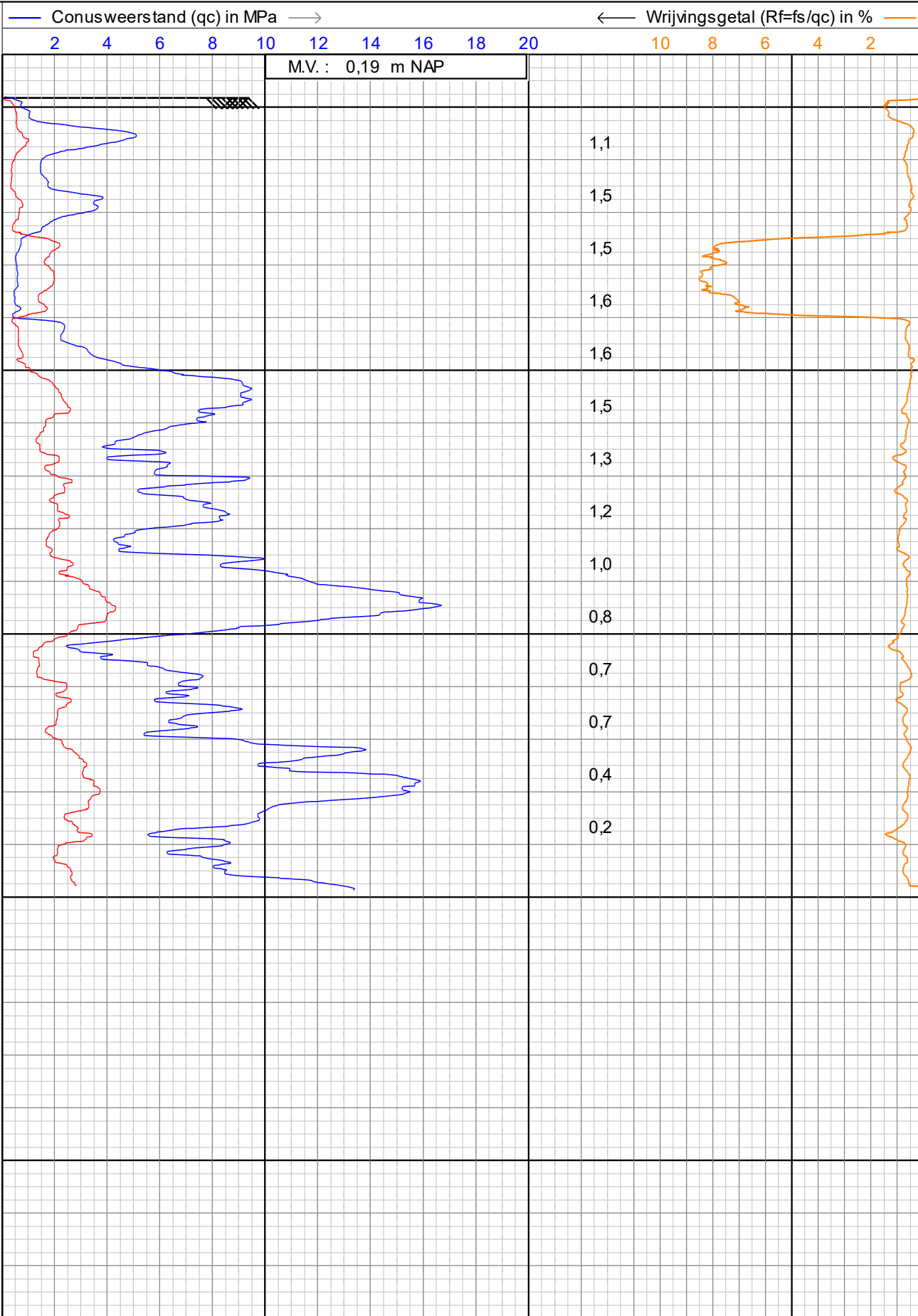
sedigraph - gewicht <.. [%]	zeefproef - gewicht op zeef [%]					fracties	
0,063	0,0	2,0	0,0	C125	-	grind (>2 mm)	0,0%
0,032	0,0	1,4	0,0	C63	-	zand (0,063 - 2 mm)	100,0%
0,02	0,0	1,0	0,0	C31,5	-	silt (0,002 - 0,063 mm)	0,0%
0,016	0,0	0,71	0,5	C16	-	lutum (<0,002 mm)	0,0%
0,002	0,0	0,5	1,0	C8	-	kentallen	
		0,355	26,5	C4	-	D60/D10	2,05
		0,25	52,0			D10	0,144
		0,18	75,5			D15	0,155
		0,125	99,0			D60	0,295
		0,09	100,0			D70	0,338
		0,063	100,0			M50 0,063 - 2 mm	0,257
						D60/D10 0,063 - 2 mm	2,05

Geotechnische laboratoriumproeven Project: NL202007475.004 Boring: HB_07_BiTe; monster: 2 Korrelgrootteverdelingsdiagram conform RAW 2015	datum	paraaf
	27-7-2020	mr
	project	versie
	NL202007475.004	1.2.9
	project-analyse	pagina
	-	1

Bijlage

2. Aanvullend grondmechanisch onderzoek DO fase

← Diepte in m ten opzichte van referentieniveau (NAP)



GEOSONDA

Alphen a/d Rijn
Breda

sondering volgens NEN-EN-ISO22476-1

Project : HAARLEMMERTREKVAART

Locatie : HAARLEM

Datum : 27-1-2022

Conusnr. : S15CFIP.1519

Projectnr. : 2100188

Sondeernr.: 101

1/2

← Diepte in m ten opzichte van referentieniveau (NAP)

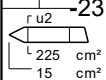
— Dynamische waterdruk (u2) in MPa —→

-0,1 0,0 0,1 0,2 0,3 0,4 0,5 0,6 0,7 0,8 0,9 1,0 1,1 1,2 1,3

M.V. : 0,19 m NAP

+1
0
-1
-2
-3
-4
-5
-6
-7
-8
-9
-10
-11
-12
-13
-14
-15
-16
-17
-18
-19
-20
-21
-22
-23

0,9
1,1
1,5
1,5
1,6
1,6
1,5
1,3
1,2
1,0
0,8
0,7
0,7
0,4
0,2



 r u2

 225 cm²

 15 cm²

☒ Helling (l) in graden



Alphen a/d Rijn
Breda

sondering volgens NEN-EN-ISO22476-1

Project : **HAARLEMMERTREKVAART**

Locatie : **HAARLEM**

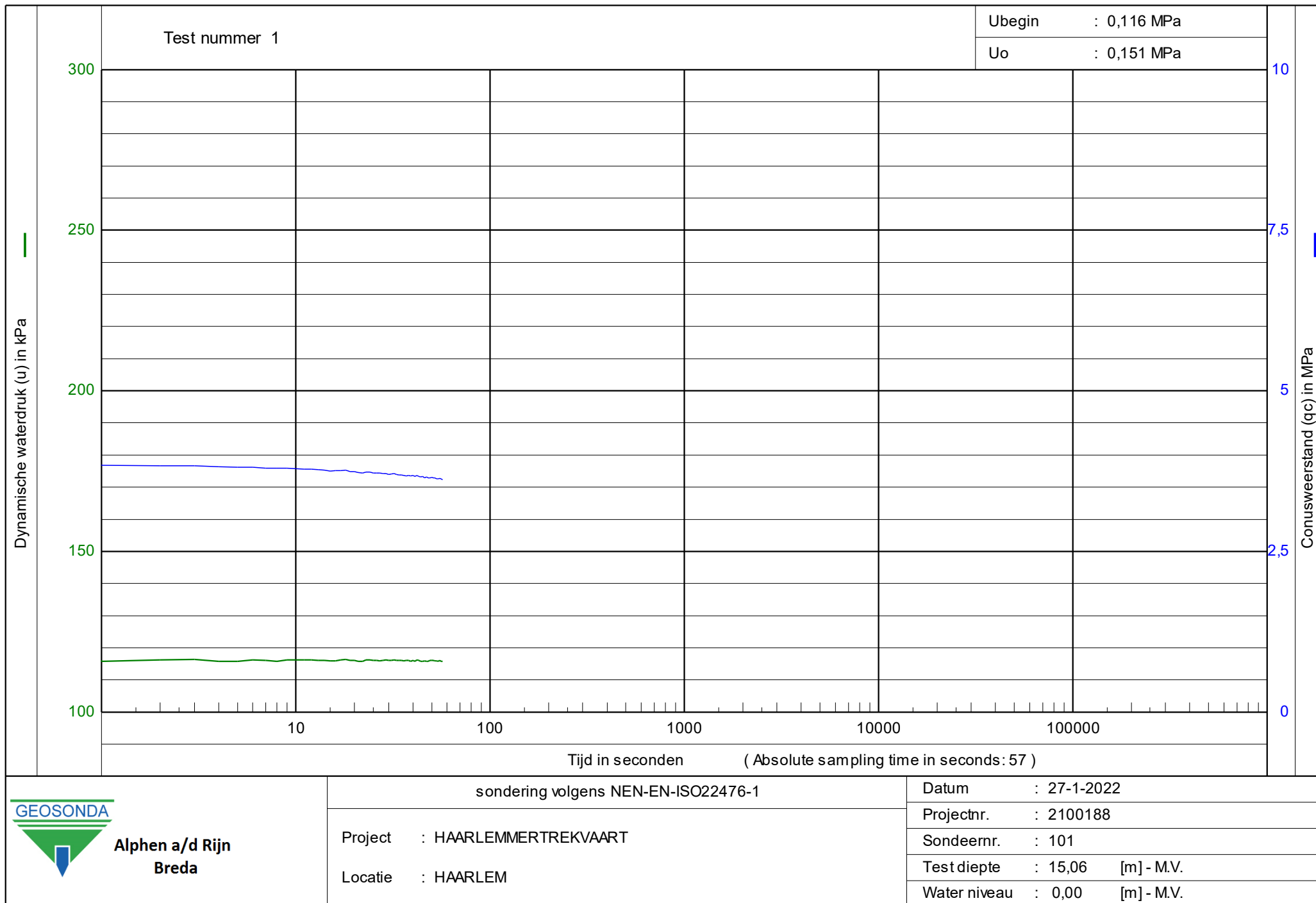
Datum : **27-1-2022**

Conusnr. : **S15CFIP.1519**

Projectnr. : **2100188**

Sondeernr.: **101**

2/2



← Diepte in m ten opzichte van referentieniveau (NAP)

— Conusweerstand (qc) in MPa →

← Wrijvingsgetal (Rf=fs/qc) in %

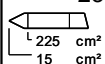
2 4 6 8 10 12 14 16 18 20

10 8 6 4 2

M.V. : 0,12 m NAP

+1
0
-1
-2
-3
-4
-5
-6
-7
-8
-9
-10
-11
-12
-13
-14
-15
-16
-17
-18
-19
-20
-21
-22
-23

1,7
1,7
1,7
1,4
1,4
1,1
1,1
1,1
1,0
1,3
1,1
1,0
1,0
1,0



0,10 0,20 0,30 0,40 0,50

— Wrijvingsweerstand (fs) in MPa →

☒ Helling (I) in graden



Alphen a/d Rijn
Breda

sondering volgens NEN-EN-ISO22476-1

Project : HAARLEMMERTREKVAART

Locatie : HAARLEM

Datum : 28-1-2022

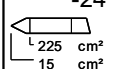
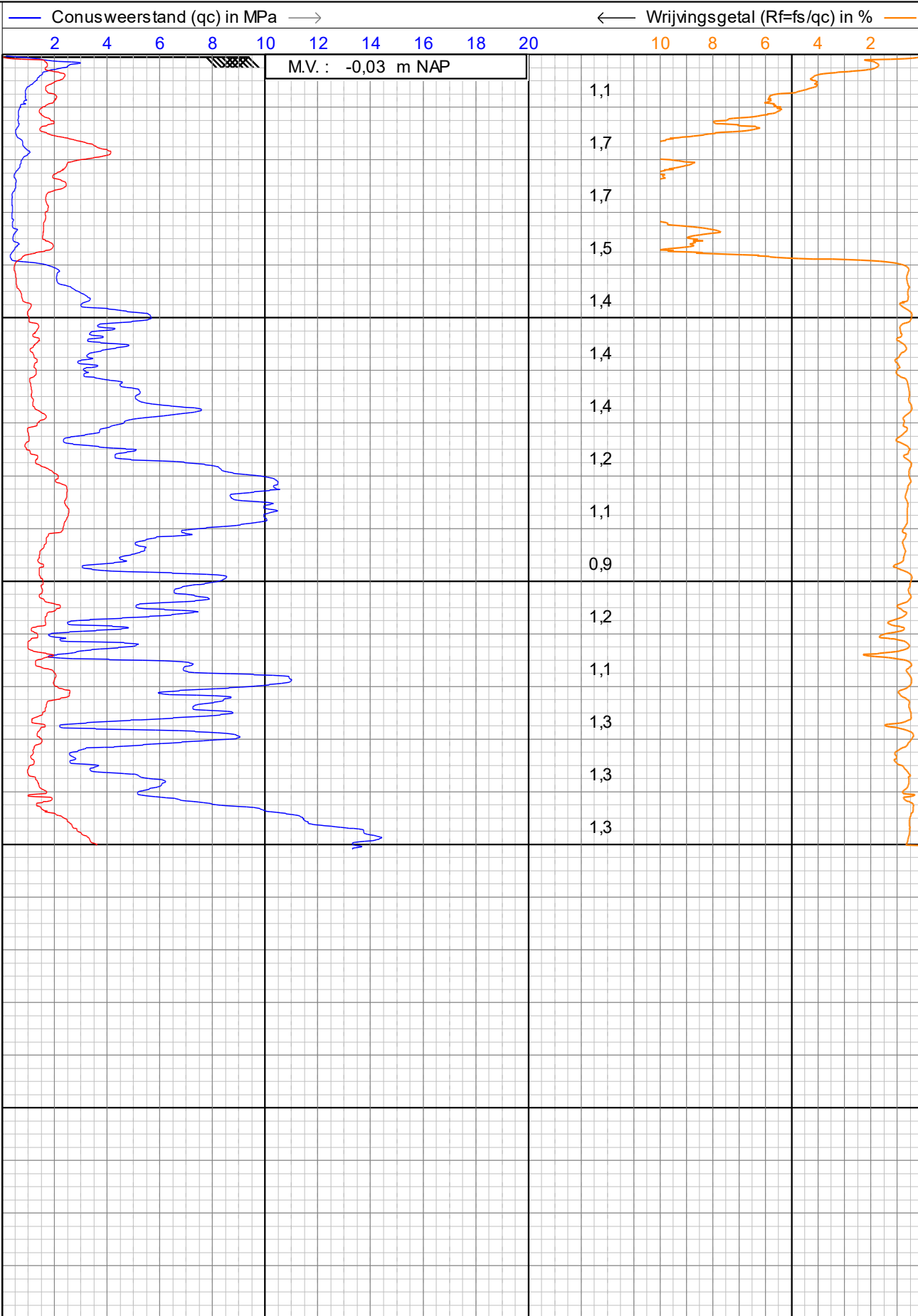
Conusnr. : S15CFIL.S15334

Projectnr. : 2100188

Sondeernr.: 102

1/1

← Diepte in m ten opzichte van referentieniveau (NAP)



0,10 0,20 0,30 0,40 0,50

— Wrijvingsweerstand (fs) in MPa →

☒ Helling (I) in graden



Alphen a/d Rijn
Breda

sondering volgens NEN-EN-ISO22476-1

Project : HAARLEMMERTREKVAART

Locatie : HAARLEM

Datum : 28-1-2022
Conusnr. : S15CFIL.S15334
Projectnr. : 2100188
Sondeernr.: 103

1/1

← Diepte in m ten opzichte van referentieniveau (NAP)

— Conusweerstand (qc) in MPa →

← Wrijvingsgetal (Rf=fs/qc) in % —

2 4 6 8 10 12 14 16 18 20

10 8 6 4 2

M.V. : 0,01 m NAP

+1
0
-1
-2
-3
-4
-5
-6
-7
-8
-9
-10
-11
-12
-13
-14
-15
-16
-17
-18
-19
-20
-21
-22
-23

1,0
1,2
1,3
1,6
1,9
1,9
2,1
2,2
2,2
2,3
2,6
2,7
2,9
2,9
3,0

0,10 0,20 0,30 0,40 0,50

— Wrijvingsweerstand (fs) in MPa →

☒ Helling (I) in graden

GEOSONDA

Alphen a/d Rijn
Breda

sondering volgens NEN-EN-ISO22476-1

Project : HAARLEMMERTREKVAART

Locatie : HAARLEM

Datum : 27-1-2022

Conusnr. : S15CFIP.1105

Projectnr. : 2100188

Sondeernr.: 104

1/2

← Diepte in m ten opzichte van referentieniveau (NAP)

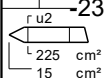
— Dynamische waterdruk (u2) in MPa —→

-0,1 0,0 0,1 0,2 0,3 0,4 0,5 0,6 0,7 0,8 0,9 1,0 1,1 1,2 1,3

M.V. : 0,01 m NAP

+1
0
-1
-2
-3
-4
-5
-6
-7
-8
-9
-10
-11
-12
-13
-14
-15
-16
-17
-18
-19
-20
-21
-22
-23

0,5
1,0
1,2
1,3
1,6
1,9
1,9
2,1
2,2
2,2
2,3
2,6
2,7
2,9
2,9
3,0


 225 cm²
15 cm²

☒ Helling (l) in graden



**Alphen a/d Rijn
Breda**

sondering volgens NEN-EN-ISO22476-1

Project : **HAARLEMMERTREKVAART**

Locatie : **HAARLEM**

Datum : **27-1-2022**

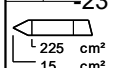
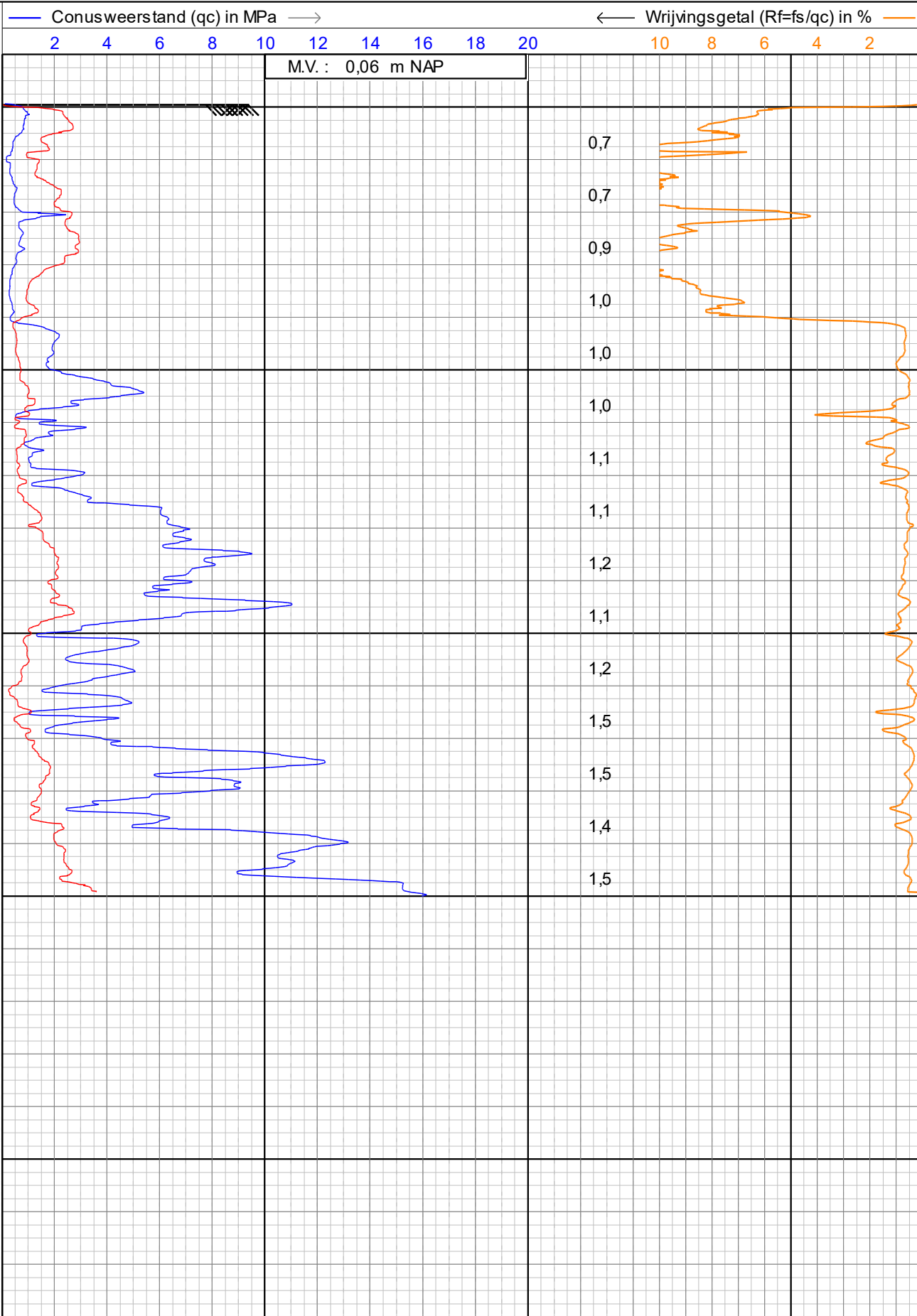
Conusnr. : **S15CFIP.1105**

Projectnr. : **2100188**

Sondeernr.: **104**

2/2

← Diepte in m ten opzichte van referentieniveau (NAP)



Wrijvingsweerstand (fs) in MPa →

☒ Helling (I) in graden



Alphen a/d Rijn
Breda

sondering volgens NEN-EN-ISO22476-1

Project : HAARLEMMERTREKVAART

Locatie : HAARLEM

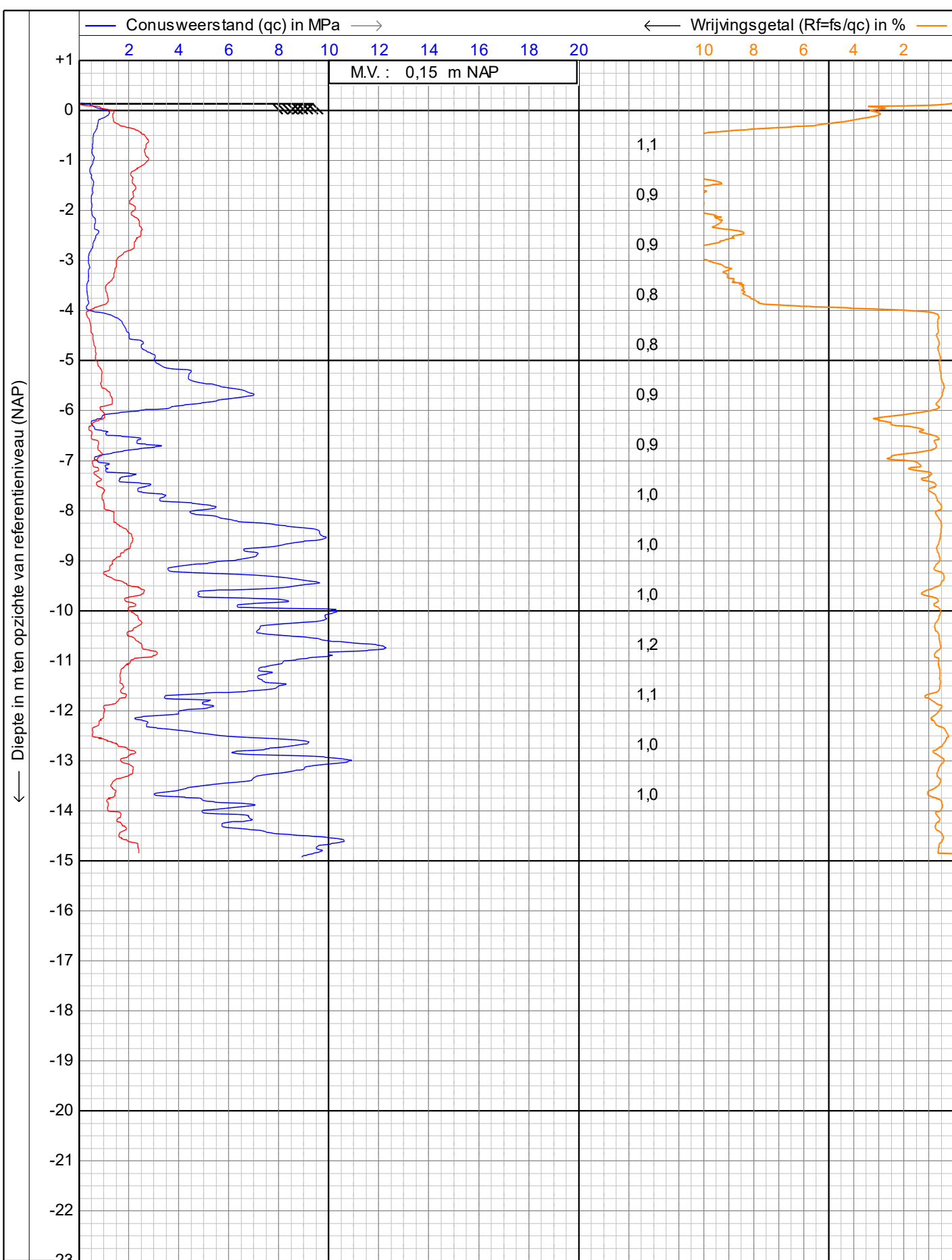
Datum : 28-1-2022

Conusnr. : S15CFIL.S15334

Projectnr. : 2100188

Sondeernr.: 105

1/1



**Alphen a/d Rijn
Breda**

sondering volgens NEN-EN-ISO22476-1

Project : **HAARLEMMERTREKVAART**

Locatie : **HAARLEM**

Datum : **27-1-2022**

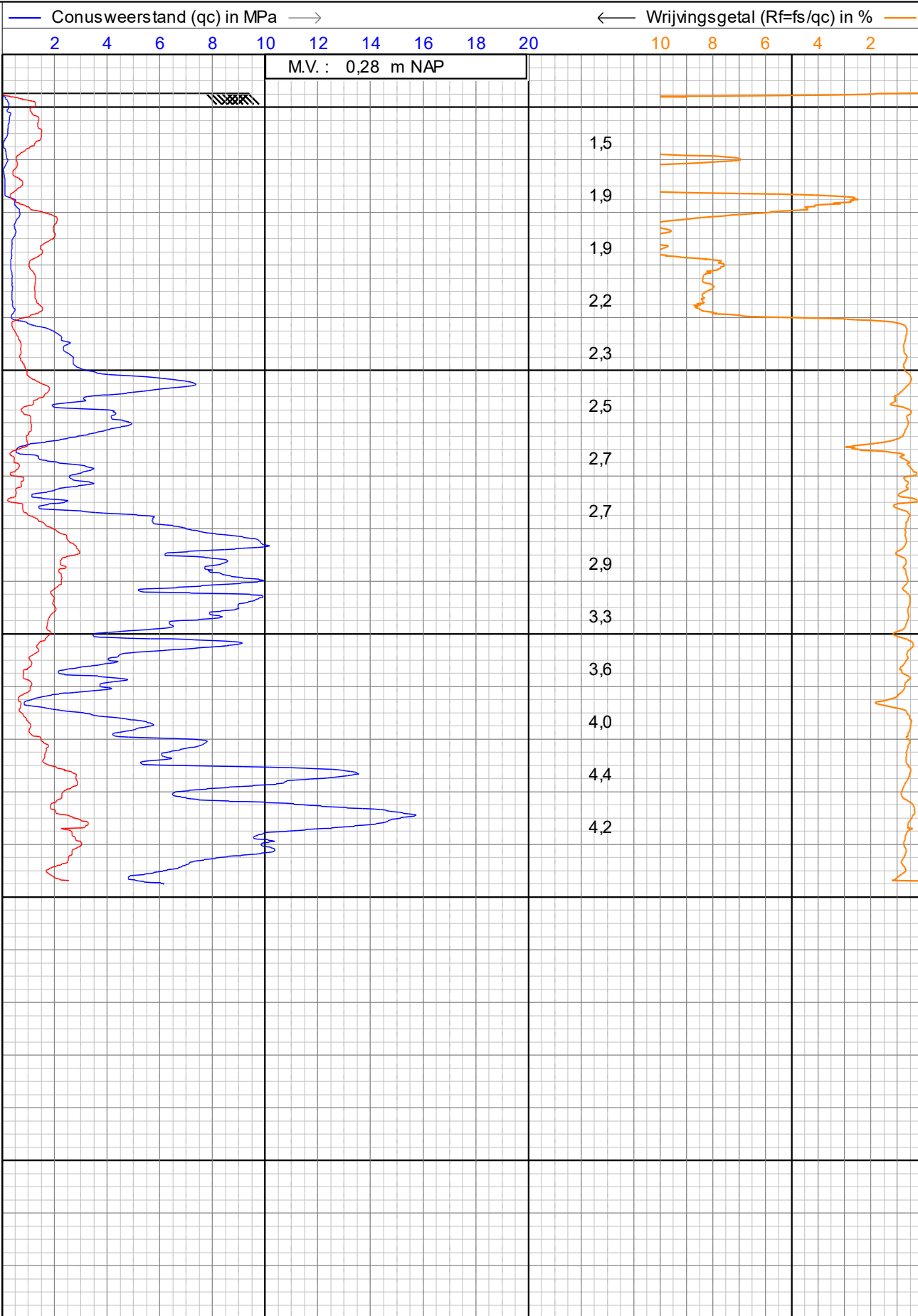
Conusnr. : **S15CFIL.S15334**

Projectnr. : **2100188**

Sondeernr.: **106**

1/1

← Diepte in m ten opzichte van referentieniveau (NAP)



Alphen a/d Rijn
Breda

sondering volgens NEN-EN-ISO22476-1

Project : HAARLEMMERTREKVAART

Locatie : HAARLEM

Datum : 27-1-2022

Conusnr. : S15CFIP.1519

Projectnr. : 2100188

Sondeernr. : 107

1/2

← Diepte in m ten opzichte van referentieniveau (NAP)

— Dynamische waterdruk (u2) in MPa →

-0,1 0,0 0,1 0,2 0,3 0,4 0,5 0,6 0,7 0,8 0,9 1,0 1,1 1,2 1,3

M.V. : 0,28 m NAP

+1
0
-1
-2
-3
-4
-5
-6
-7
-8
-9
-10
-11
-12
-13
-14
-15
-16
-17
-18
-19
-20
-21
-22
-23

☒ Helling (I) in graden

GEOSONDA

Alphen a/d Rijn
Breda

sondering volgens NEN-EN-ISO22476-1

Project : HAARLEMMERTREKVAART

Locatie : HAARLEM

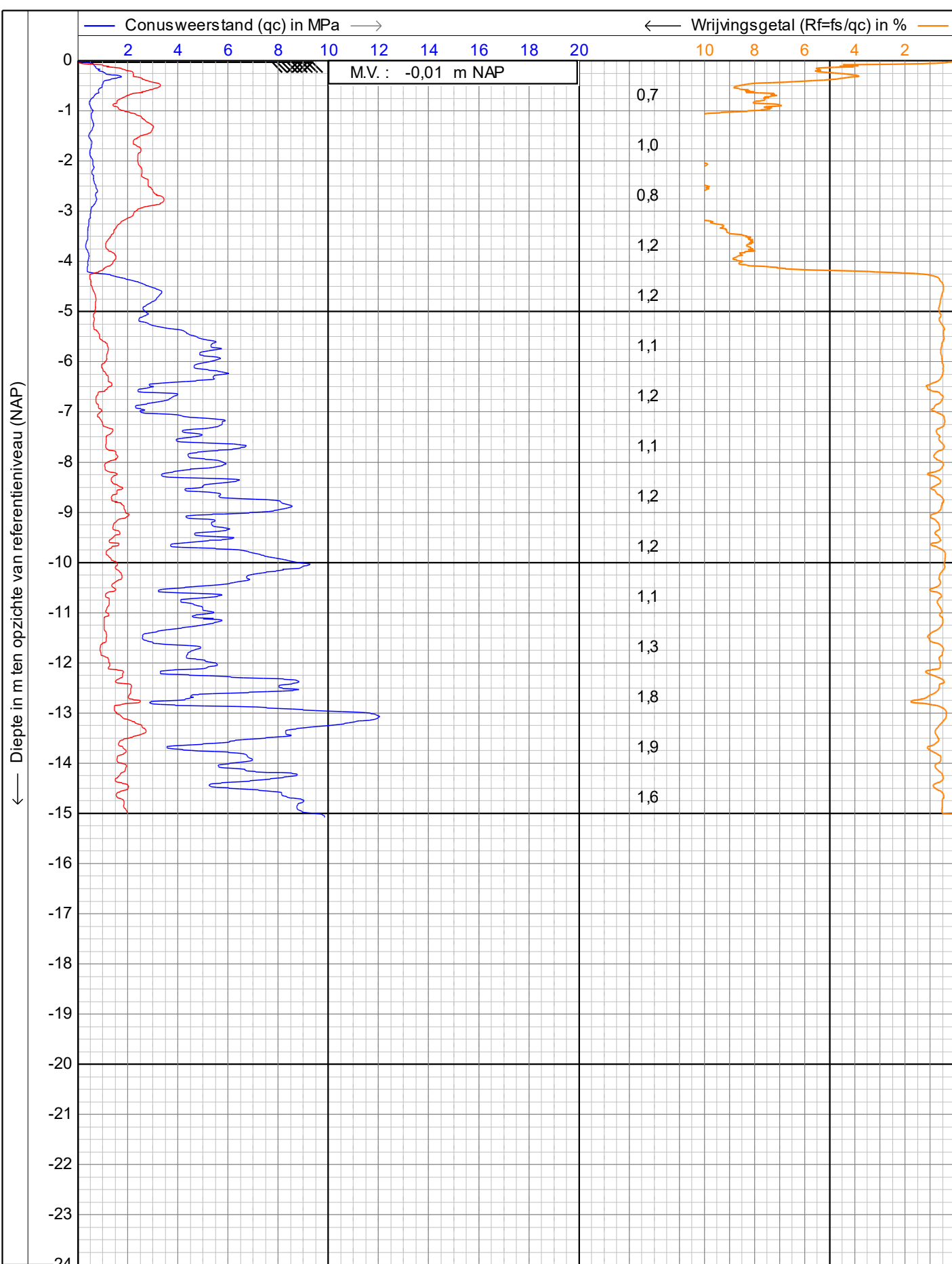
Datum : 27-1-2022

Conusnr. : S15CFIP.1519

Projectnr. : 2100188

Sondeernr.: 107

2/2



Alphen a/d Rijn
Breda

sondering volgens NEN-EN-ISO22476-1

Project : HAARLEMMERTREKVAART

Locatie : HAARLEM

Datum : 28-1-2022

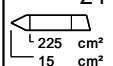
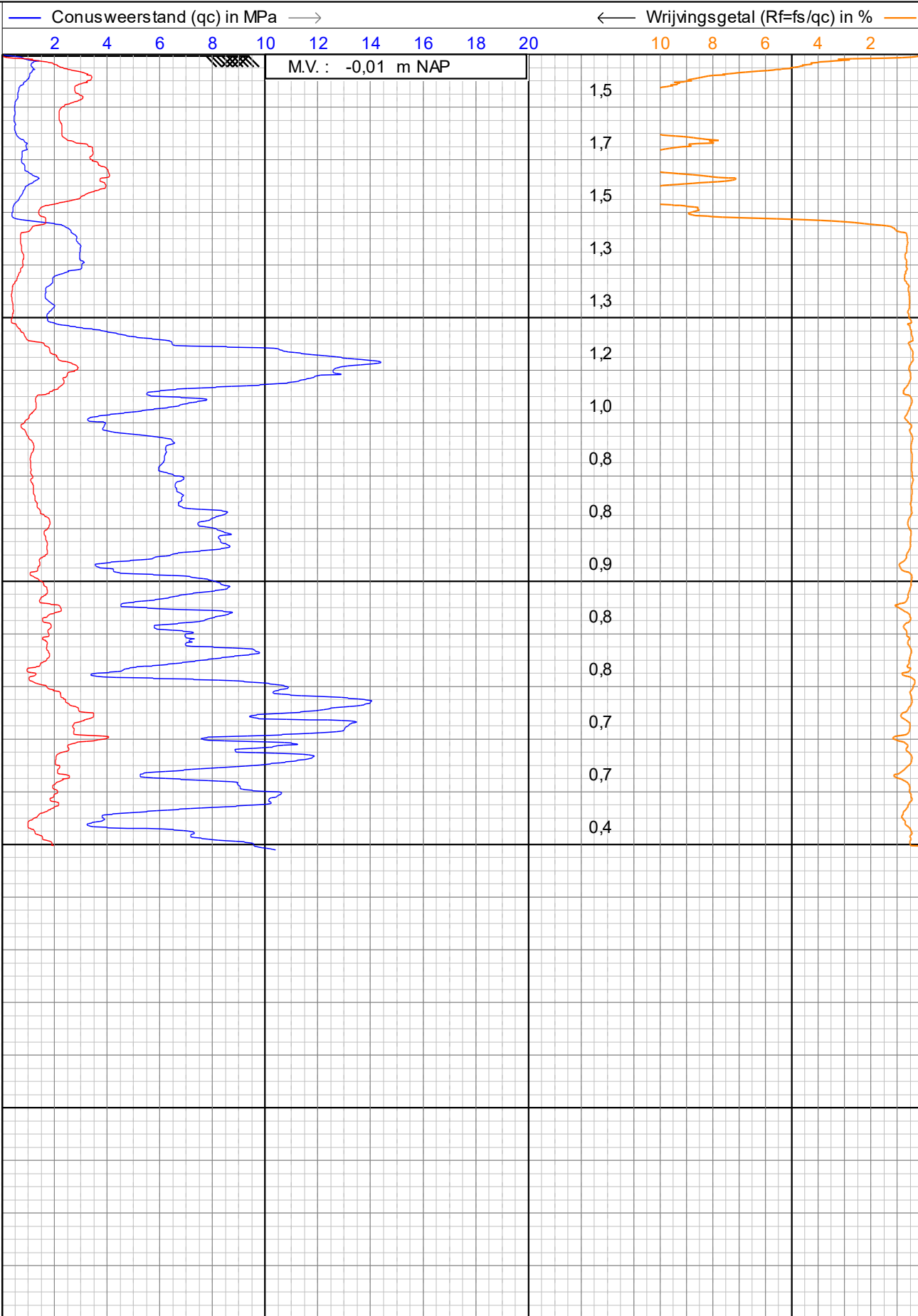
Conusnr. : S15CFIL.S15334

Projectnr. : 2100188

Sondeernr.: 108

1/1

← Diepte in m ten opzichte van referentieniveau (NAP)



GEOSONDA

Alphen a/d Rijn
Breda

sondering volgens NEN-EN-ISO22476-1

Project : HAARLEMMERTREKVAART

Locatie : HAARLEM

Datum : 28-1-2022

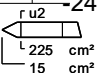
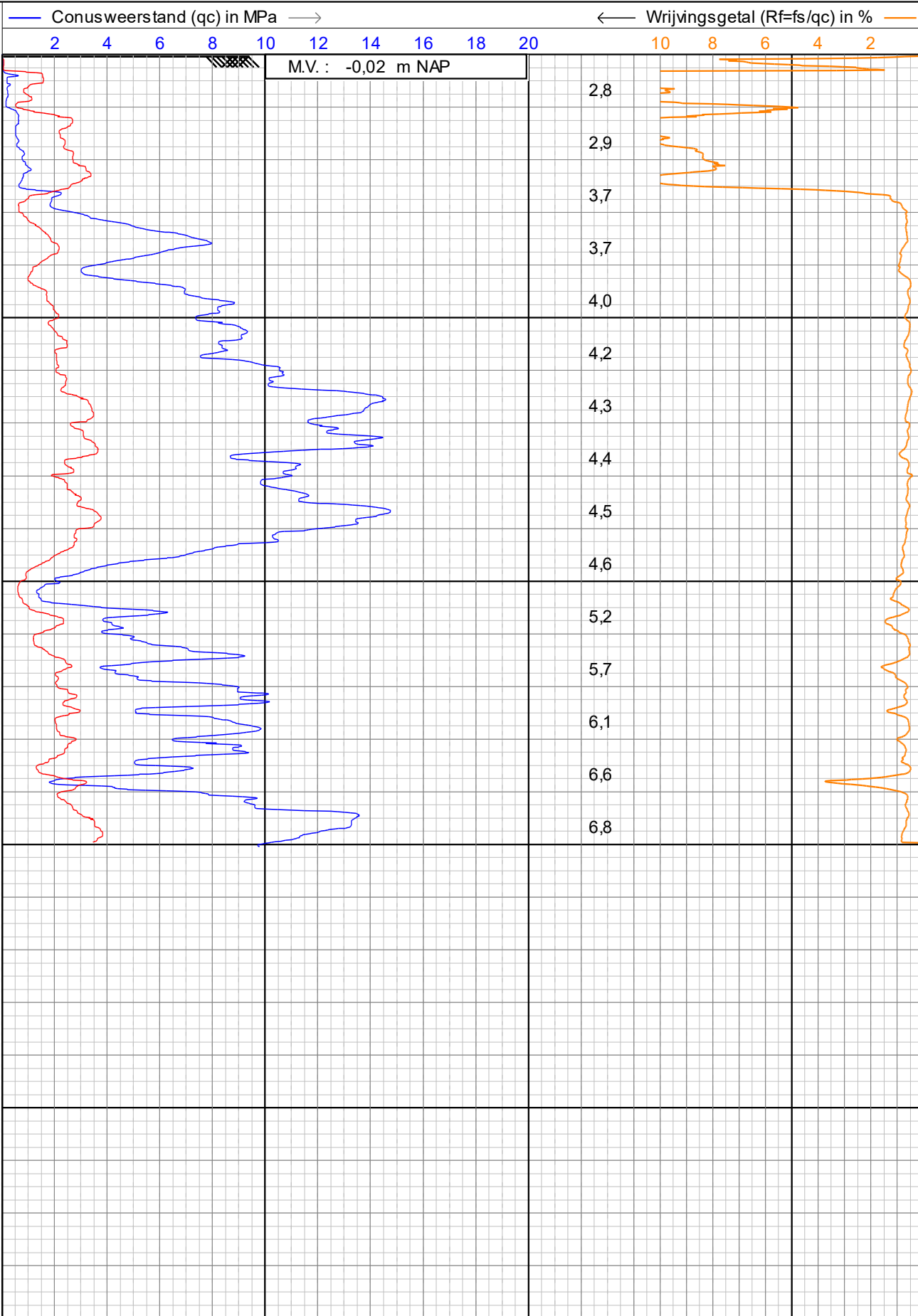
Conusnr. : S15CFIL.S15334

Projectnr. : 2100188

Sondeernr.: 109

1/1

← Diepte in m ten opzichte van referentieniveau (NAP)



GEOSONDA

Alphen a/d Rijn
Breda

sondering volgens NEN-EN-ISO22476-1

Project : HAARLEMMERTREKVAART

Locatie : HAARLEM

Datum : 27-1-2022

Conusnr. : S15CFIP.1519

Projectnr. : 2100188

Sondeernr.: 110

1/2

← Diepte in m ten opzichte van referentieniveau (NAP)

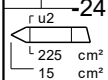
— Dynamische waterdruk (u2) in MPa —→

-0,1 0,0 0,1 0,2 0,3 0,4 0,5 0,6 0,7 0,8 0,9 1,0 1,1 1,2 1,3

M.V. : -0,02 m NAP

0
-1
-2
-3
-4
-5
-6
-7
-8
-9
-10
-11
-12
-13
-14
-15
-16
-17
-18
-19
-20
-21
-22
-23
-24

2,8
2,9
3,7
3,7
4,0
4,2
4,3
4,4
4,5
4,6
5,2
5,7
6,1
6,6
6,8


 r u2
 225 cm²
 15 cm²

☒ Helling (l) in graden



Alphen a/d Rijn
Breda

sondering volgens NEN-EN-ISO22476-1

Project : HAARLEMMERTREKVAART

Locatie : HAARLEM

Datum : 27-1-2022

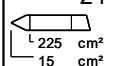
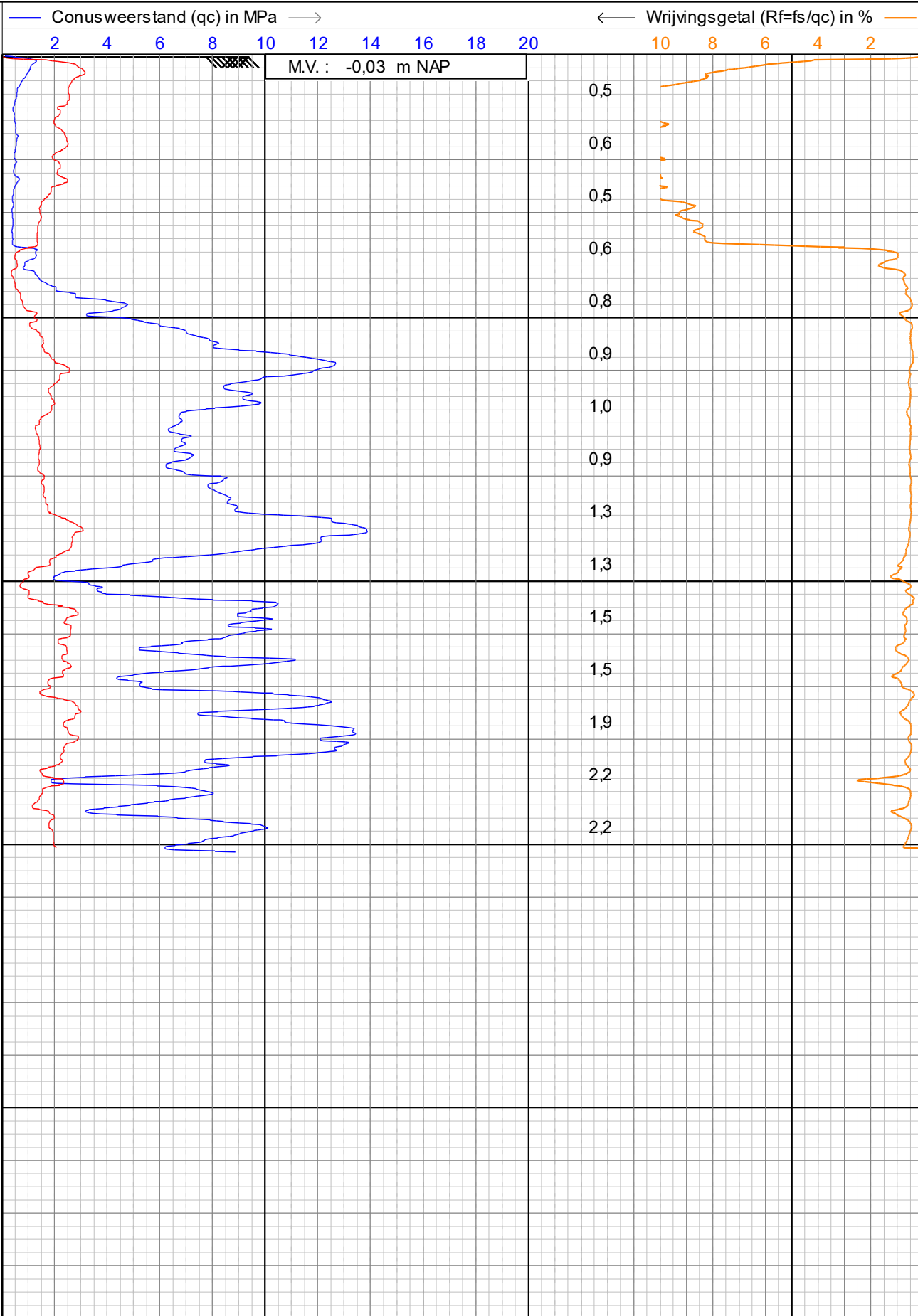
Conusnr. : S15CFIP.1519

Projectnr. : 2100188

Sondeernr.: 110

2/2

← Diepte in m ten opzichte van referentieniveau (NAP)



GEOSONDA

Alphen a/d Rijn
Breda

sondering volgens NEN-EN-ISO22476-1

Project : HAARLEMMERTREKVAART

Locatie : HAARLEM

Datum : 28-1-2022

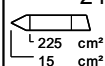
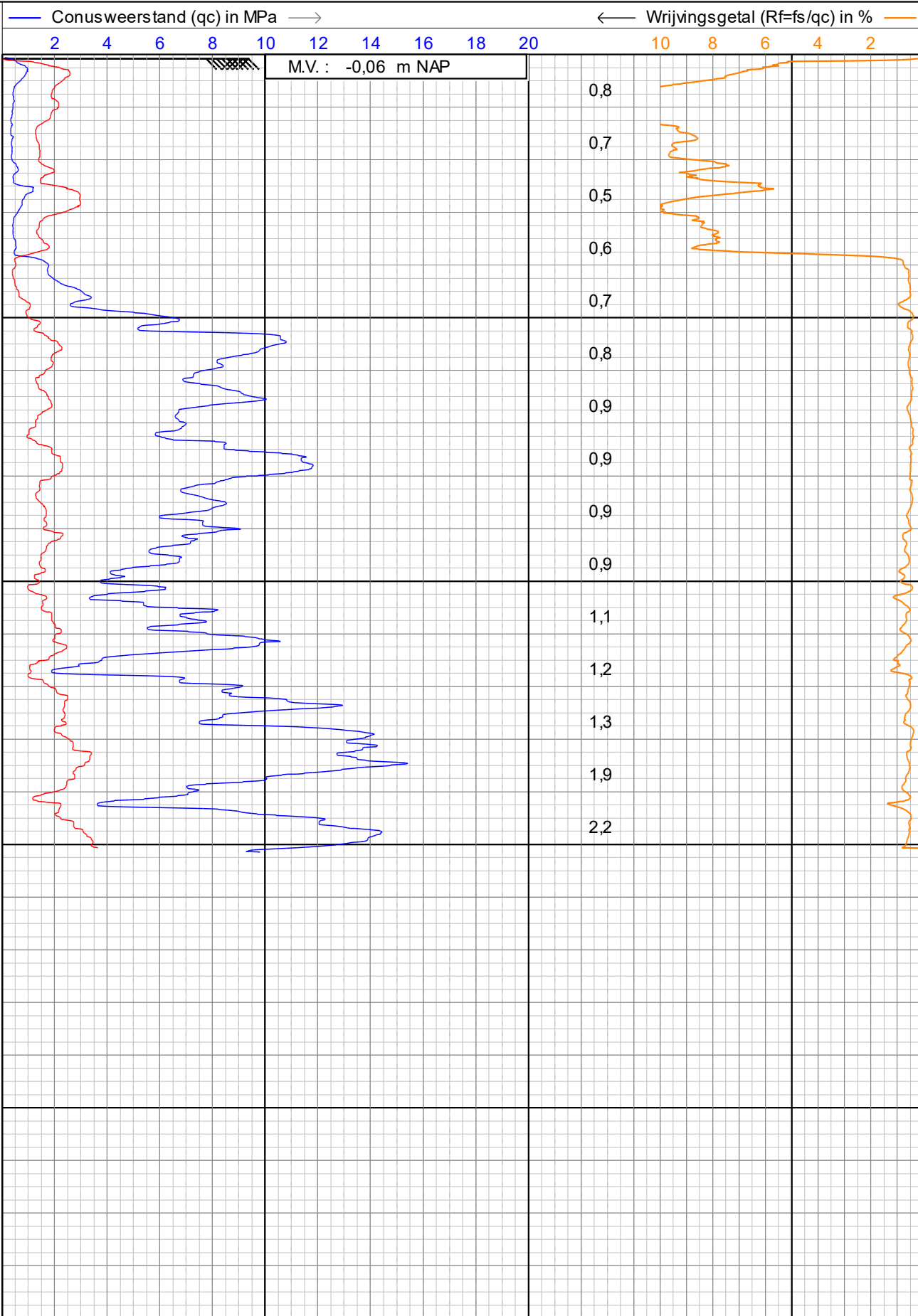
Conusnr. : S15CFIL.S15334

Projectnr. : 2100188

Sondeernr.: 111

1/1

← Diepte in m ten opzichte van referentieniveau (NAP)



GEOSONDA

Alphen a/d Rijn
Breda

sondering volgens NEN-EN-ISO22476-1

Project : HAARLEMMERTREKVAART

Locatie : HAARLEM

Datum : 28-1-2022

Conusnr. : S15CFIL.S15334

Projectnr. : 2100188

Sondeernr.: 112

1/1

← Diepte in m ten opzichte van referentieniveau (NAP)

— Conusweerstand (qc) in MPa →

← Wrijvingsgetal (Rf=fs/qc) in % —

2 4 6 8 10 12 14 16 18 20

10 8 6 4 2

M.V. : 0,03 m NAP

+1
0
-1
-2
-3
-4
-5
-6
-7
-8
-9
-10
-11
-12
-13
-14
-15
-16
-17
-18
-19
-20
-21
-22
-23

0,2
0,4
0,4
0,4
0,4
0,6
0,7
0,9
1,0
1,2
1,4
1,6
1,8
1,8
1,8

0,10 0,20 0,30 0,40 0,50

— Wrijvingsweerstand (fs) in MPa →

☒ Helling (I) in graden



GEOSONDA

Alphen a/d Rijn
Breda

sondering volgens NEN-EN-ISO22476-1

Project : HAARLEMMERTREKVAART

Locatie : HAARLEM

Datum : 27-1-2022

Conusnr. : S15CFIP.1519

Projectnr. : 2100188

Sondeernr.: 113

1/2

← Diepte in m ten opzichte van referentieniveau (NAP)

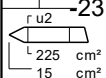
— Dynamische waterdruk (u2) in MPa —→

-0,1 0,0 0,1 0,2 0,3 0,4 0,5 0,6 0,7 0,8 0,9 1,0 1,1 1,2 1,3

M.V. : 0,03 m NAP

+1
0
-1
-2
-3
-4
-5
-6
-7
-8
-9
-10
-11
-12
-13
-14
-15
-16
-17
-18
-19
-20
-21
-22
-23

0,6
0,2
0,4
0,4
0,4
0,6
0,7
0,9
1,0
1,2
1,4
1,6
1,8
1,8
1,8


 r u2
 225 cm²
 15 cm²

☒ Helling (l) in graden

GEOSONDA

**Alphen a/d Rijn
Breda**

sondering volgens NEN-EN-ISO22476-1

Project : **HAARLEMMERTREKVAART**

Locatie : **HAARLEM**

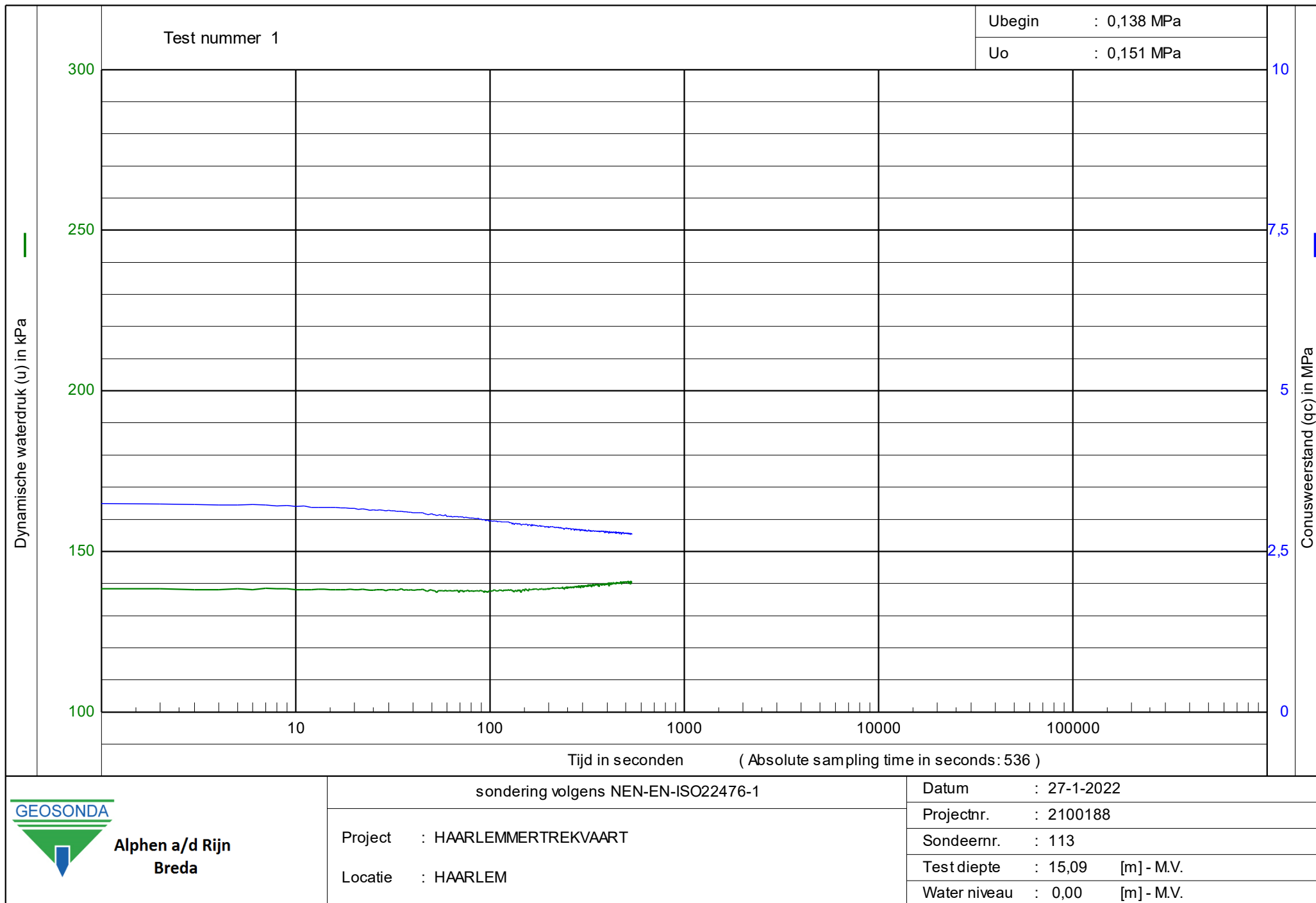
Datum : **27-1-2022**

Conusnr. : **S15CFIP.1519**

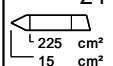
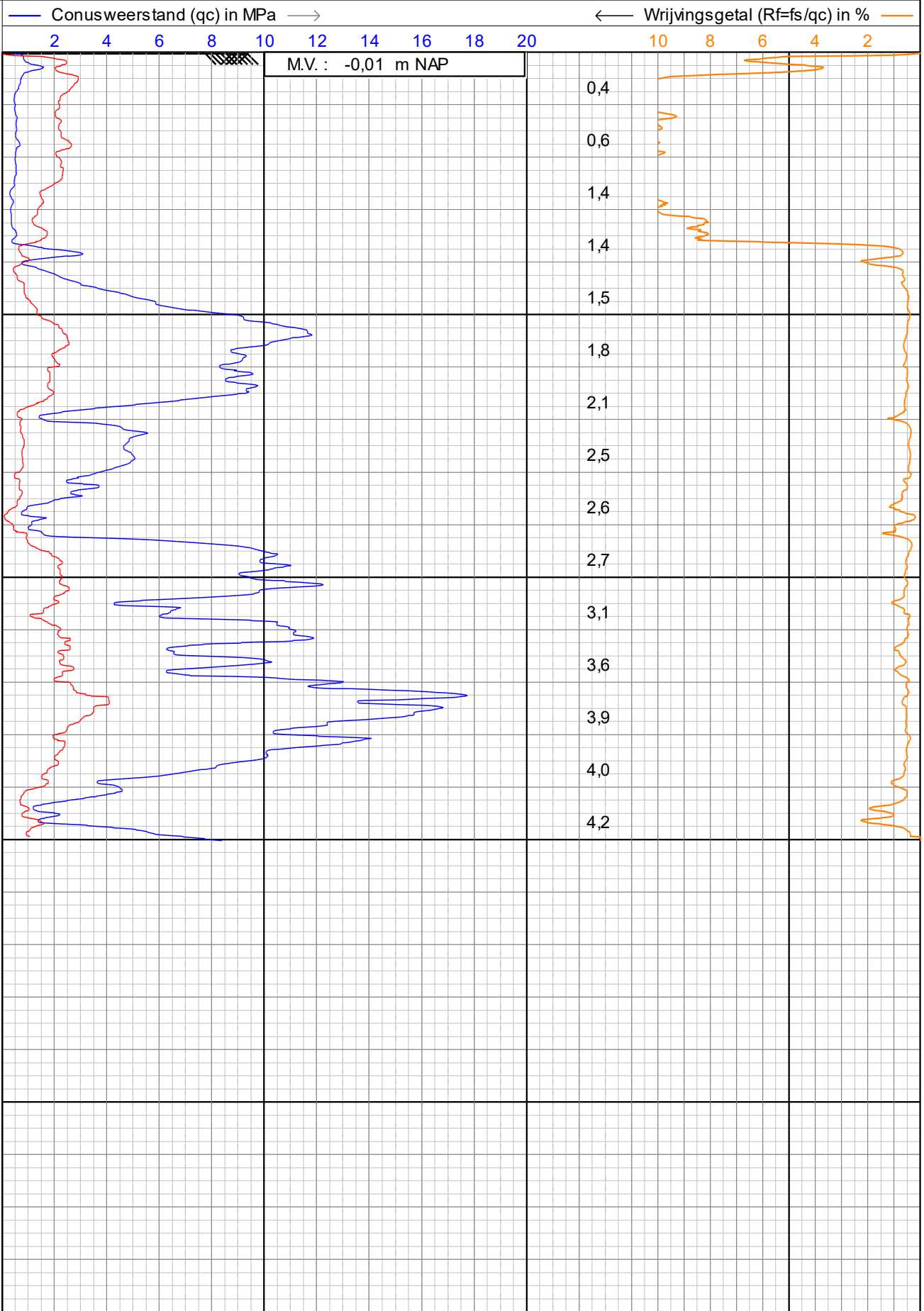
Projectnr. : **2100188**

Sondeernr.: **113**

2/2



← Diepte in m ten opzichte van referentieniveau (NAP)



GEOSONDA

Alphen a/d Rijn
Breda

sondering volgens NEN-EN-ISO22476-1

Project : HAARLEMMERTREKVAART

Locatie : HAARLEM

Datum : 27-1-2022

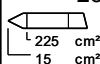
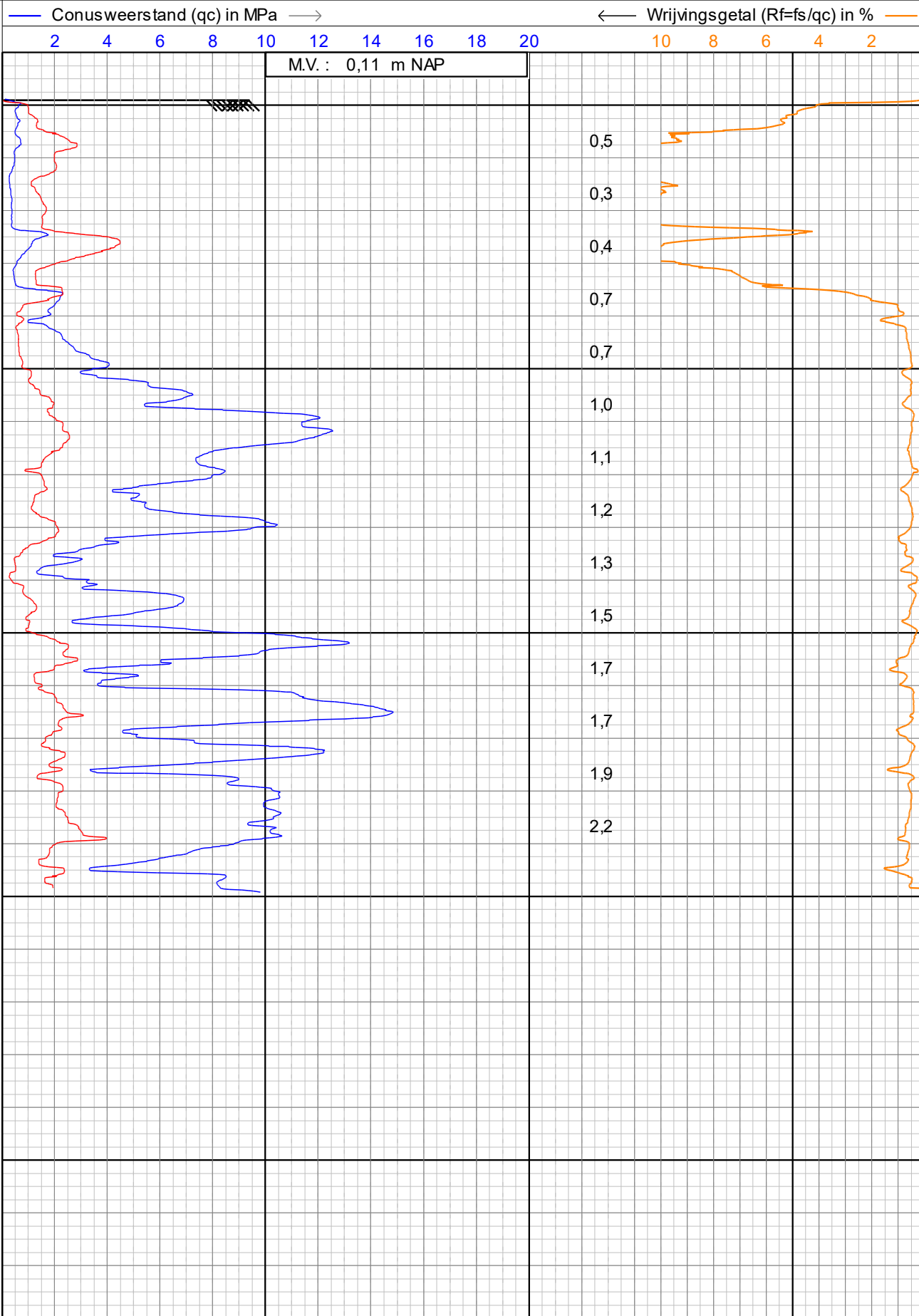
Conusnr. : S15CFIL.S15334

Projectnr. : 2100188

Sondeernr.: 114

1/1

← Diepte in m ten opzichte van referentieniveau (NAP)



GEOSONDA

Alphen a/d Rijn
Breda

sondering volgens NEN-EN-ISO22476-1

Project : HAARLEMMERTREKVAART

Locatie : HAARLEM

Datum : 27-1-2022

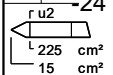
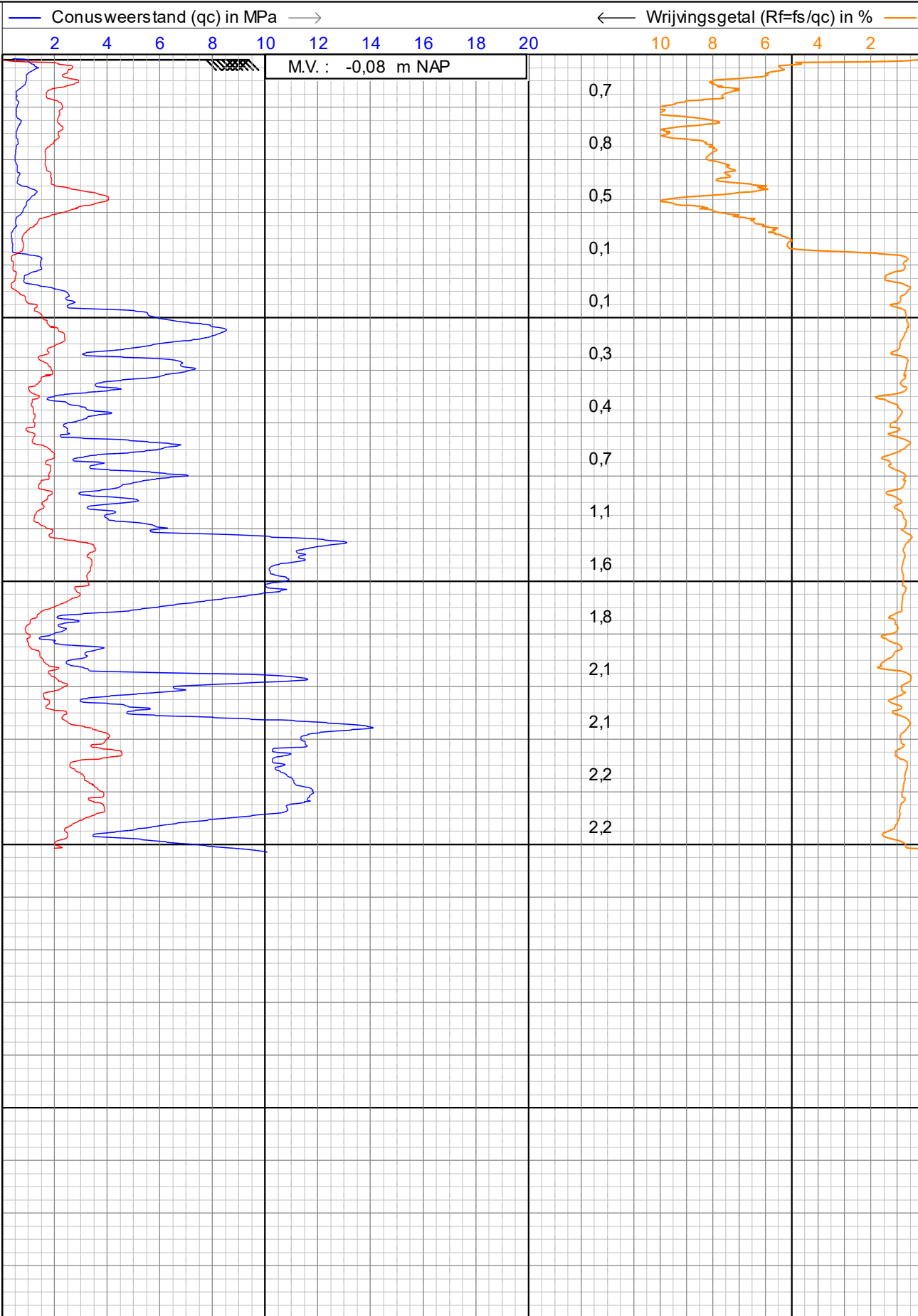
Conusnr. : S15CFIL.S15334

Projectnr. : 2100188

Sondeernr.: 115

1/1

← Diepte in m ten opzichte van referentieniveau (NAP)



0,10 0,20 0,30 0,40 0,50

— Wrijvingsweerstand (f_s) in MPa →

☒ Helling (I) in graden



Alphen a/d Rijn
Breda

sondering volgens NEN-EN-ISO22476-1

Project : HAARLEMMERTREKVAART

Locatie : HAARLEM

Datum : 26-1-2022

Conusnr. : S15CFIP.1105

Projectnr. : 2100188

Sondeernr.: 116

1/2

← Diepte in m ten opzichte van referentieniveau (NAP)

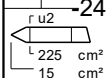
— Dynamische waterdruk (u2) in MPa —→

-0,1 0,0 0,1 0,2 0,3 0,4 0,5 0,6 0,7 0,8 0,9 1,0 1,1 1,2 1,3

M.V. : -0,08 m NAP

0
-1
-2
-3
-4
-5
-6
-7
-8
-9
-10
-11
-12
-13
-14
-15
-16
-17
-18
-19
-20
-21
-22
-23
-24

0,7
0,8
0,5
0,1
0,1
0,3
0,4
0,7
1,1
1,6
1,8
2,1
2,1
2,2
2,2



 225 cm²
 15 cm²

☒ Helling (l) in graden



Alphen a/d Rijn
Breda

sondering volgens NEN-EN-ISO22476-1

Project : **HAARLEMMERTREKVAART**

Locatie : **HAARLEM**

Datum : **26-1-2022**

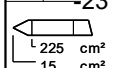
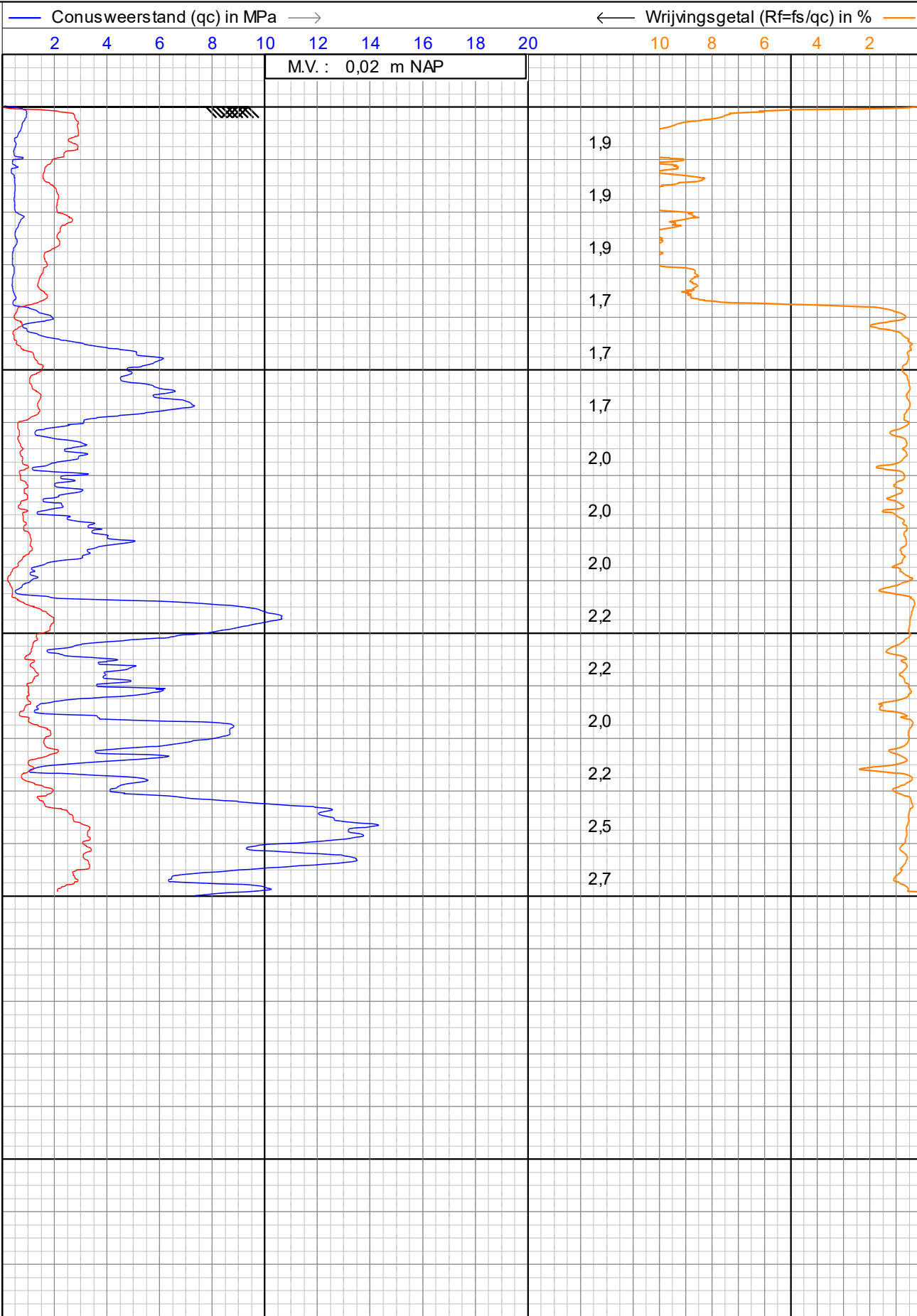
Conusnr. : **S15CFIP.1105**

Projectnr. : **2100188**

Sondeernr.: **116**

2/2

← Diepte in m ten opzichte van referentieniveau (NAP)



Wrijvingsweerstand (fs) in MPa →

☒ Helling (I) in graden



Alphen a/d Rijn
Breda

sondering volgens NEN-EN-ISO22476-1

Project : HAARLEMMERTREKVAART

Locatie : HAARLEM

Datum : 26-1-2022

Conusnr. : S15CFIL.S15334

Projectnr. : 2100188

Sondeernr.: 117

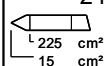
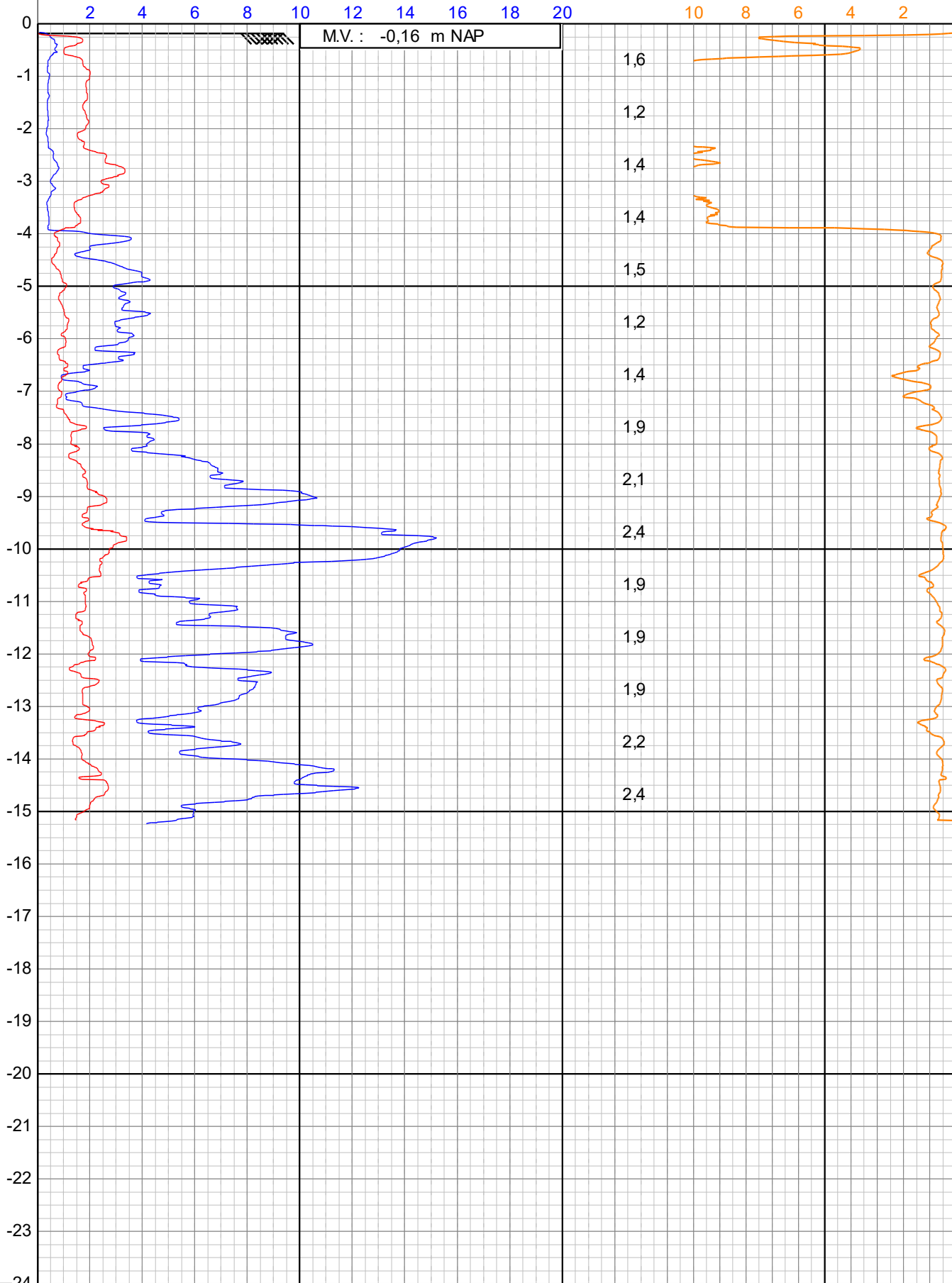
1/1

← Diepte in m ten opzichte van referentieniveau (NAP)

— Conusweerstand (qc) in MPa →

← Wrijvingsgetal (Rf=fs/qc) in % —

M.V. : -0,16 m NAP



0,10 0,20 0,30 0,40 0,50

— Wrijvingsweerstand (fs) in MPa →

☒ Helling (I) in graden



Alphen a/d Rijn
Breda

sondering volgens NEN-EN-ISO22476-1

Project : HAARLEMMERTREKVAART

Locatie : HAARLEM

Datum : 26-1-2022

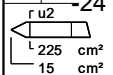
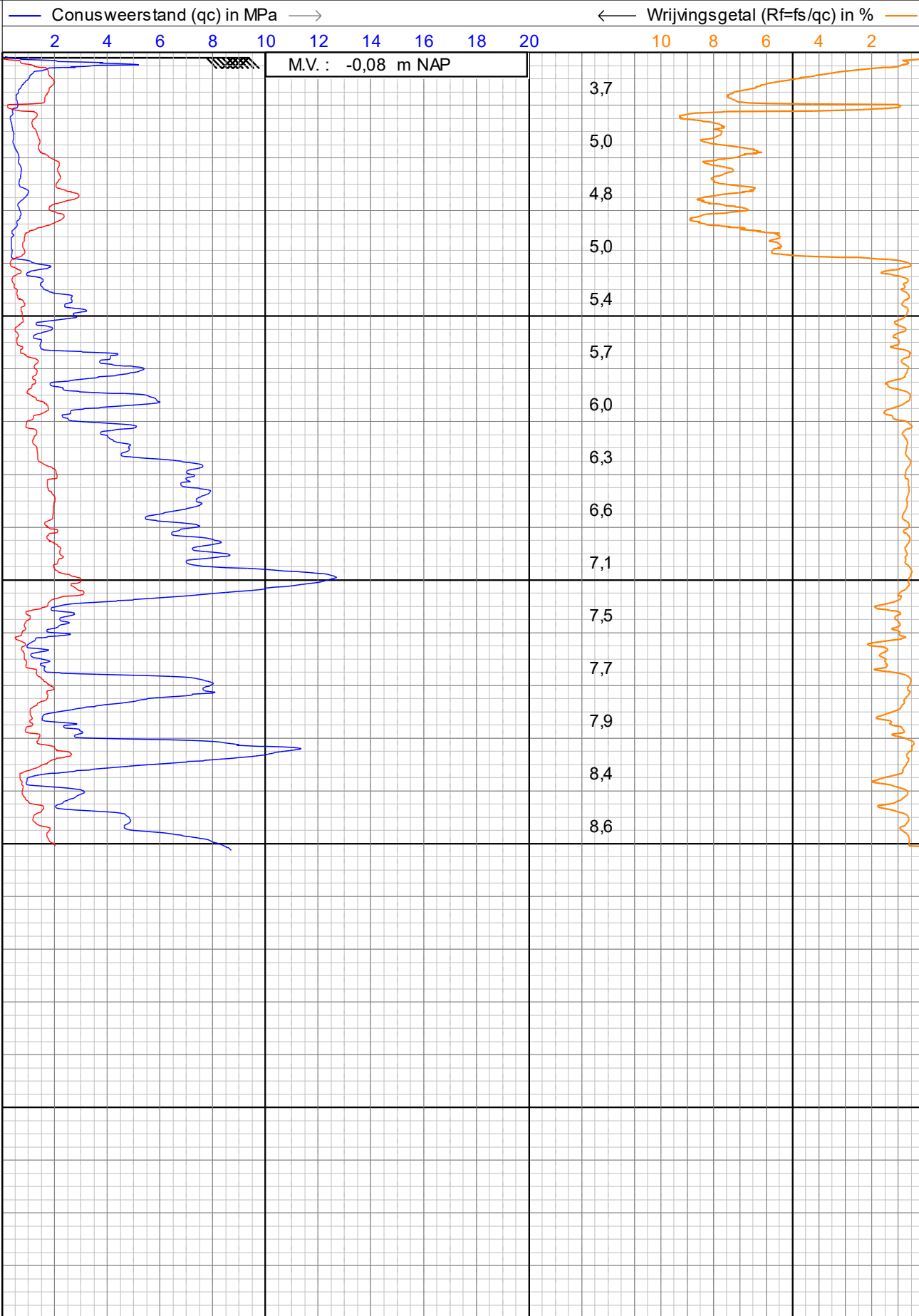
Conusnr. : S15CFIL.S15334

Projectnr. : 2100188

Sondeernr.: 118

1/1

← Diepte in m ten opzichte van referentieniveau (NAP)



0,10 0,20 0,30 0,40 0,50

— Wrijvingsweerstand (fs) in MPa —→

☒ Helling (l) in graden

GEOSONDA

Alphen a/d Rijn
Breda

sondering volgens NEN-EN-ISO22476-1

Project : HAARLEMMERTREKVAART

Locatie : HAARLEM

Datum : 26-1-2022

Conusnr. : S15CFIP.1519

Projectnr. : 2100188

Sondeernr.: 119

1/2

← Diepte in m ten opzichte van referentieniveau (NAP)

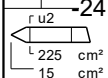
— Dynamische waterdruk (u2) in MPa —→

-0,1 0,0 0,1 0,2 0,3 0,4 0,5 0,6 0,7 0,8 0,9 1,0 1,1 1,2 1,3

M.V. : -0,08 m NAP

0
-1
-2
-3
-4
-5
-6
-7
-8
-9
-10
-11
-12
-13
-14
-15
-16
-17
-18
-19
-20
-21
-22
-23
-24

3,7
5,0
4,8
5,0
5,4
5,7
6,0
6,3
6,6
7,1
7,5
7,7
7,9
8,4
8,6


 r u2
 225 cm²
 15 cm²

☒ Helling (l) in graden



Alphen a/d Rijn
Breda

sondering volgens NEN-EN-ISO22476-1

Project : HAARLEMMERTREKVAART

Locatie : HAARLEM

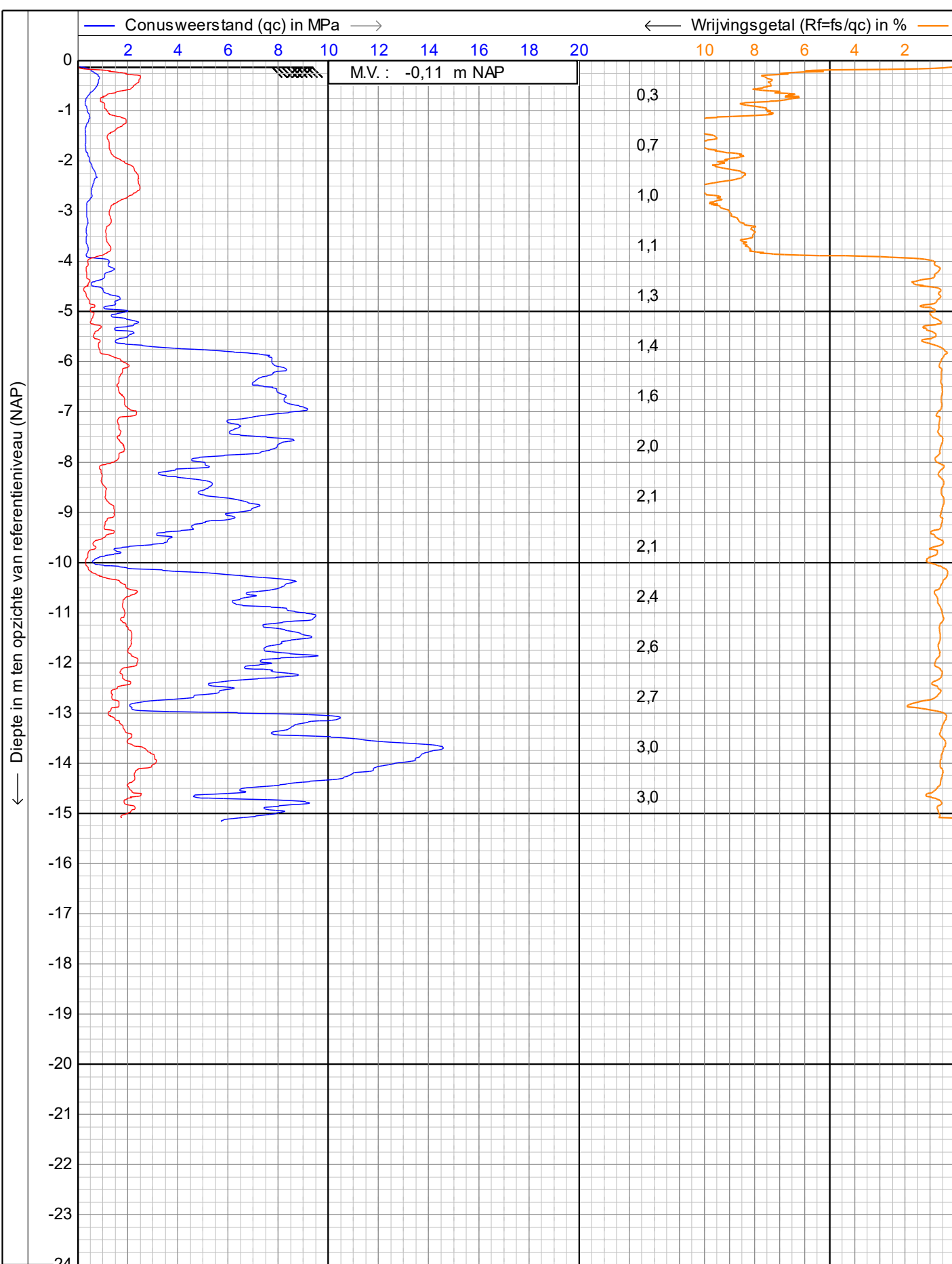
Datum : 26-1-2022

Conusnr. : S15CFIP.1519

Projectnr. : 2100188

Sondeernr.: 119

2/2



GEOSONDA



Alphen a/d Rijn
Breda

sondering volgens NEN-EN-ISO22476-1

Project : HAARLEMMERTREKVAART

Locatie : HAARLEM

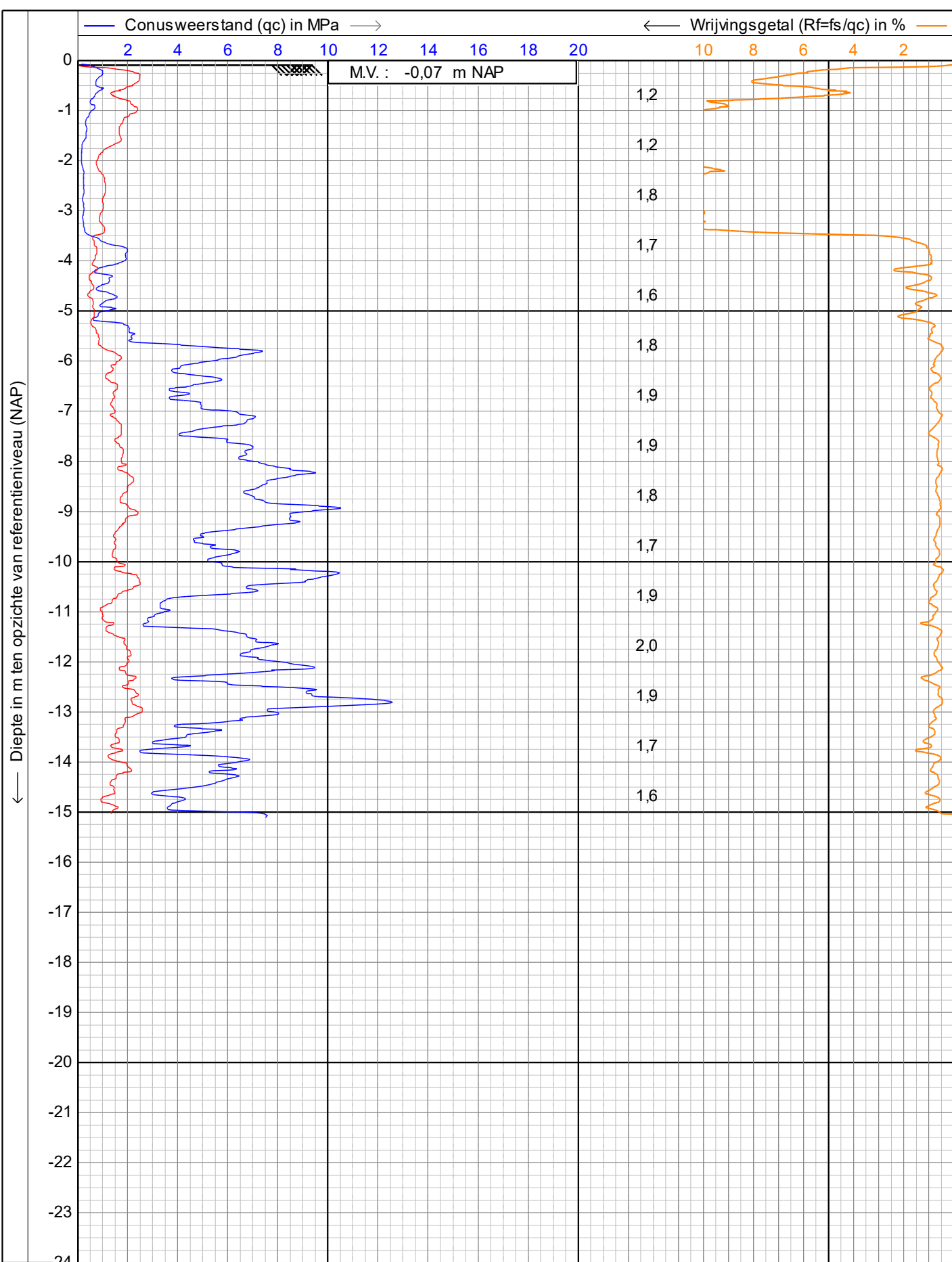
Datum : 26-1-2022

Conusnr. : S15CFIL.S15334

Projectnr. : 2100188

Sondeernr.: 120

1/1



Alphen a/d Rijn
Breda

sondering volgens NEN-EN-ISO22476-1

Project : HAARLEMMERTREKVAART

Locatie : HAARLEM

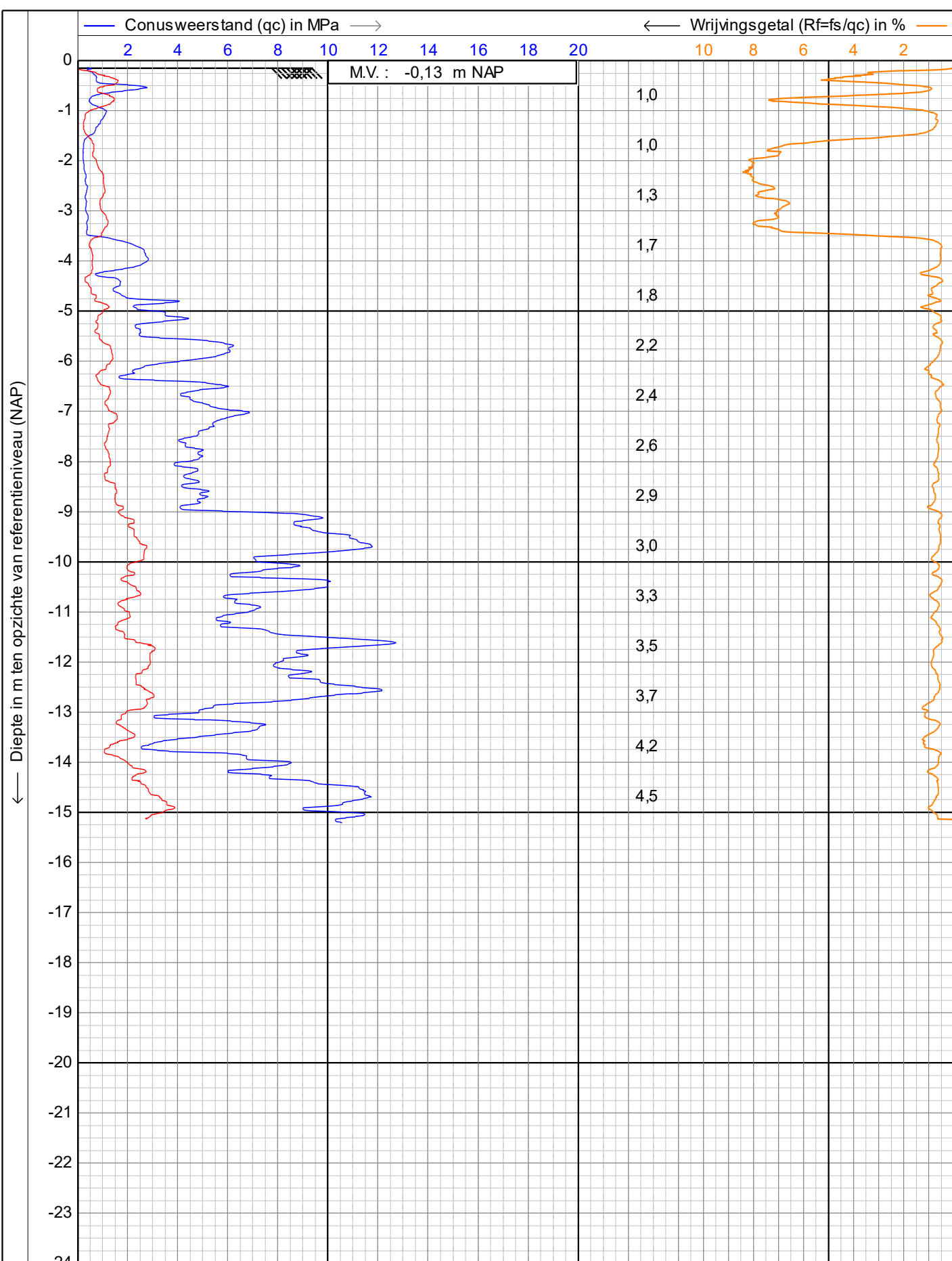
Datum : 26-1-2022

Conusnr. : S15CFIL.S15334

Projectnr. : 2100188

Sondeernr.: 121

1/1



Alphen a/d Rijn
Breda

sondering volgens NEN-EN-ISO22476-1

Project : HAARLEMMERTREKVAART

Locatie : HAARLEM

Datum : 26-1-2022

Conusnr. : S15CFIP.1519

Projectnr. : 2100188

Sondeernr.: 122

1/2

← Diepte in m ten opzichte van referentieniveau (NAP)

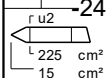
— Dynamische waterdruk (u2) in MPa —→

-0,1 0,0 0,1 0,2 0,3 0,4 0,5 0,6 0,7 0,8 0,9 1,0 1,1 1,2 1,3

M.V. : -0,13 m NAP

0
-1
-2
-3
-4
-5
-6
-7
-8
-9
-10
-11
-12
-13
-14
-15
-16
-17
-18
-19
-20
-21
-22
-23
-24

1,0
1,0
1,3
1,7
1,8
2,2
2,4
2,6
2,9
3,0
3,3
3,5
3,7
4,2
4,5


 r u2
 225 cm²
 15 cm²

☒ Helling (l) in graden

GEOSONDA

**Alphen a/d Rijn
Breda**

sondering volgens NEN-EN-ISO22476-1

Project : **HAARLEMMERTREKVAART**

Locatie : **HAARLEM**

Datum : **26-1-2022**

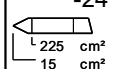
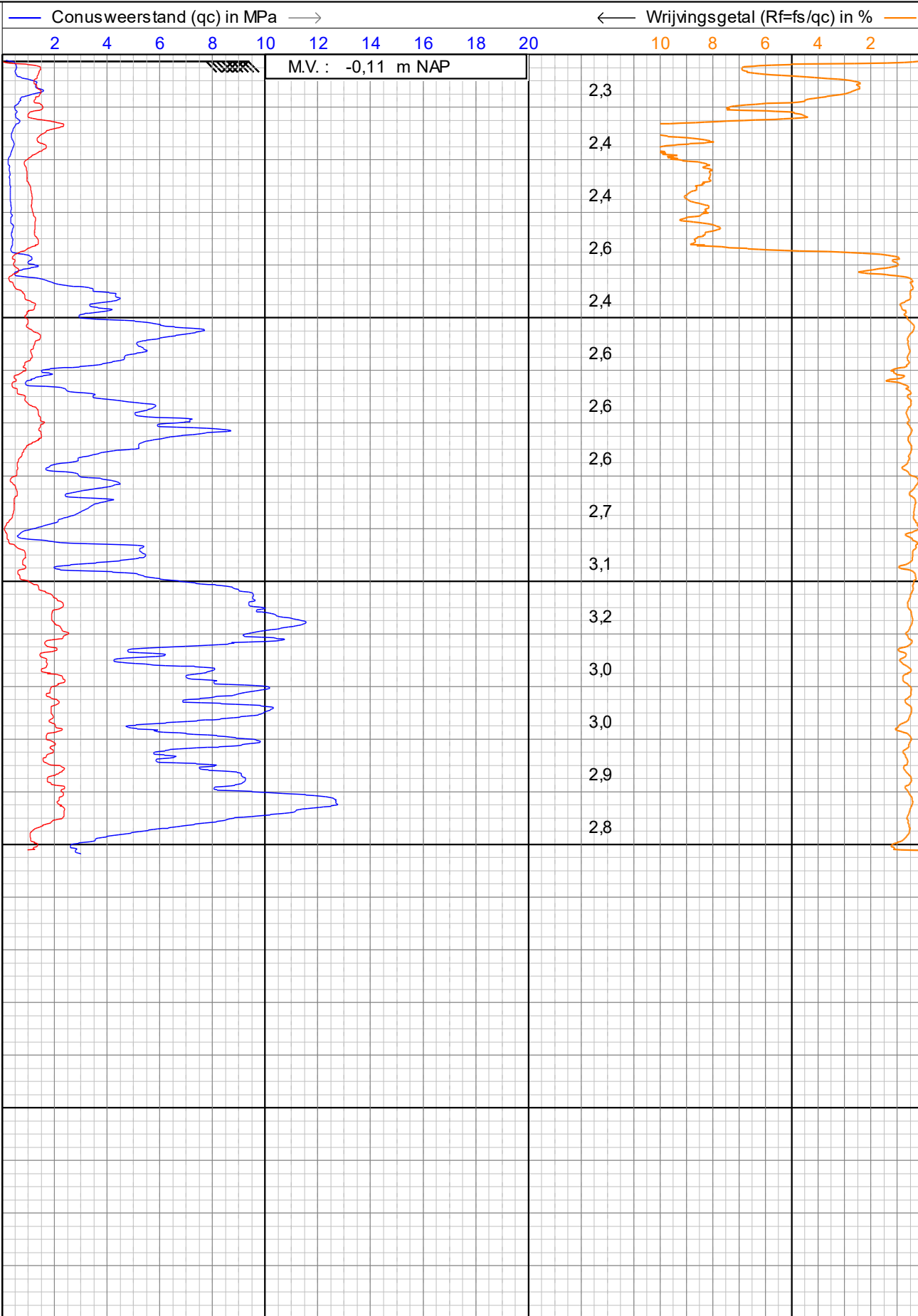
Conusnr. : **S15CFIP.1519**

Projectnr. : **2100188**

Sondeernr.: **122**

2/2

← Diepte in m ten opzichte van referentieniveau (NAP)



0,10 0,20 0,30 0,40 0,50

Wrijvingsweerstand (fs) in MPa →

☒ Helling (I) in graden



Alphen a/d Rijn
Breda

sondering volgens NEN-EN-ISO22476-1

Project : HAARLEMMERTREKVAART

Locatie : HAARLEM

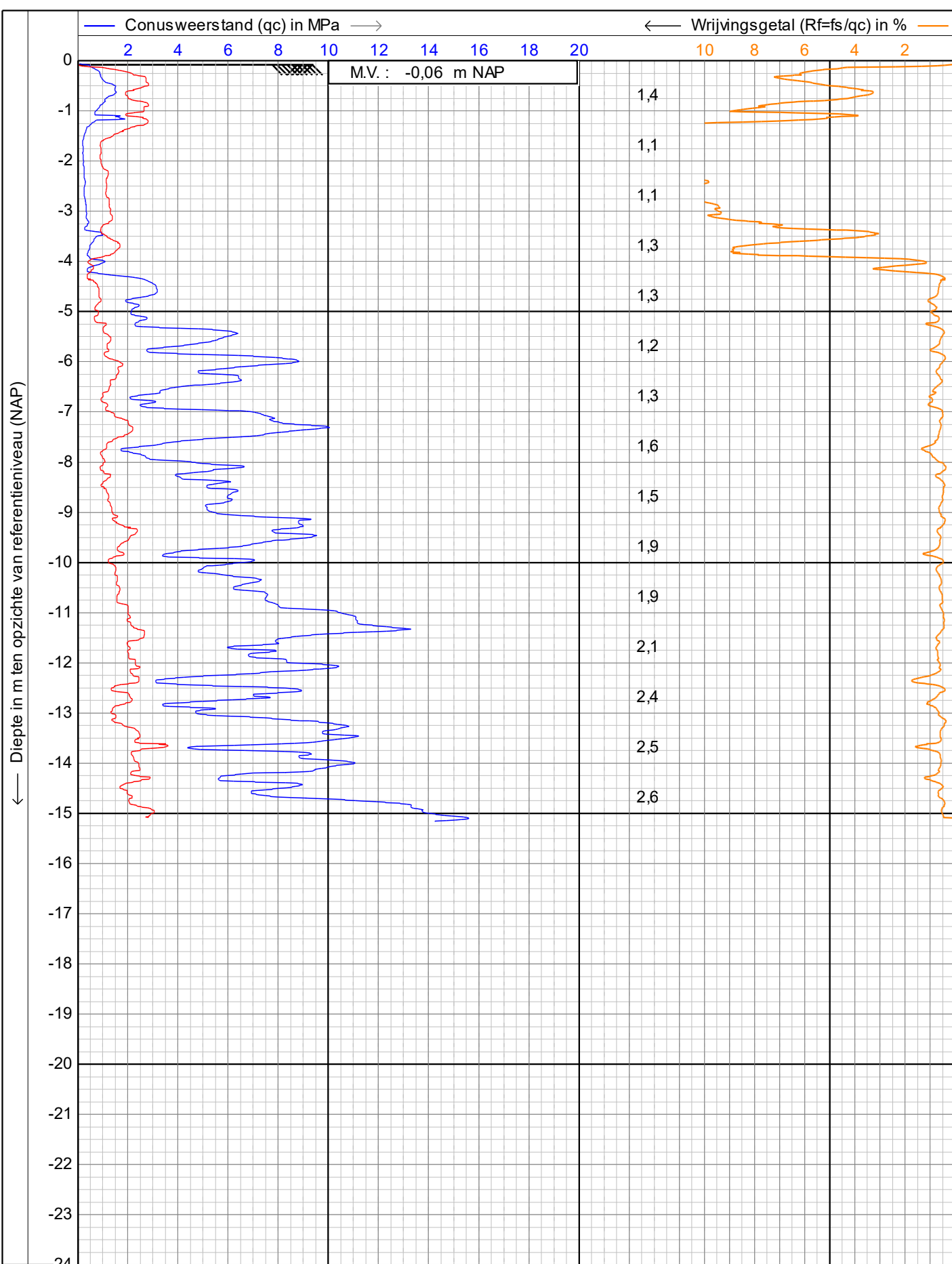
Datum : 26-1-2022

Conusnr. : S15CFIL.S15334

Projectnr. : 2100188

Sondeernr.: 123

1/1



Alphen a/d Rijn
Breda

sondering volgens NEN-EN-ISO22476-1

Project : HAARLEMMERTREKVAART

Locatie : HAARLEM

Datum : 25-1-2022

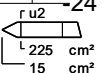
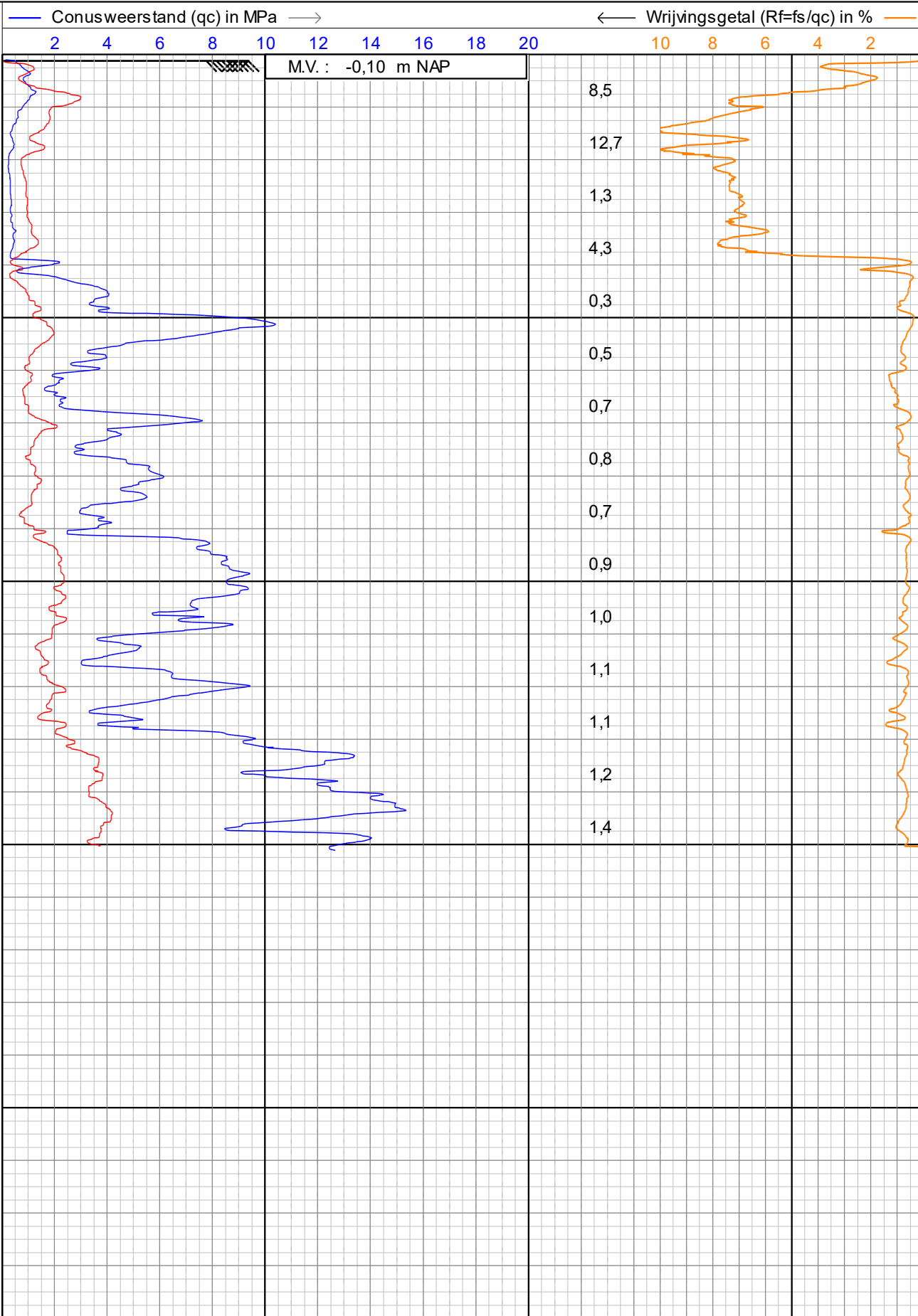
Conusnr. : S15CFIL.S15334

Projectnr. : 2100188

Sondeernr.: 124

1/1

← Diepte in m ten opzichte van referentieniveau (NAP)



Alphen a/d Rijn
Breda

sondering volgens NEN-EN-ISO22476-1

Project : HAARLEMMERTREKVAART

Locatie : HAARLEM

Datum : 25-1-2022

Conusnr. : S15CFIP.1519

Projectnr. : 2100188

Sondeernr.: 125

1/2

← Diepte in m ten opzichte van referentieniveau (NAP)

— Dynamische waterdruk (u2) in MPa —→

-0,1 0,0 0,1 0,2 0,3 0,4 0,5 0,6 0,7 0,8 0,9 1,0 1,1 1,2 1,3

M.V. : -0,10 m NAP

0
-1
-2
-3
-4
-5
-6
-7
-8
-9
-10
-11
-12
-13
-14
-15
-16
-17
-18
-19
-20
-21
-22
-23
-24

8,5

12,7

1,3

4,3

0,3

0,5

0,7

0,8

0,7

0,9

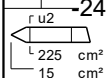
1,0

1,1

1,1

1,2

1,4



 225 cm²

 15 cm²

☒ Helling (l) in graden

GEOSONDA

Alphen a/d Rijn
Breda

sondering volgens NEN-EN-ISO22476-1

Project : HAARLEMMERTREKVAART

Locatie : HAARLEM

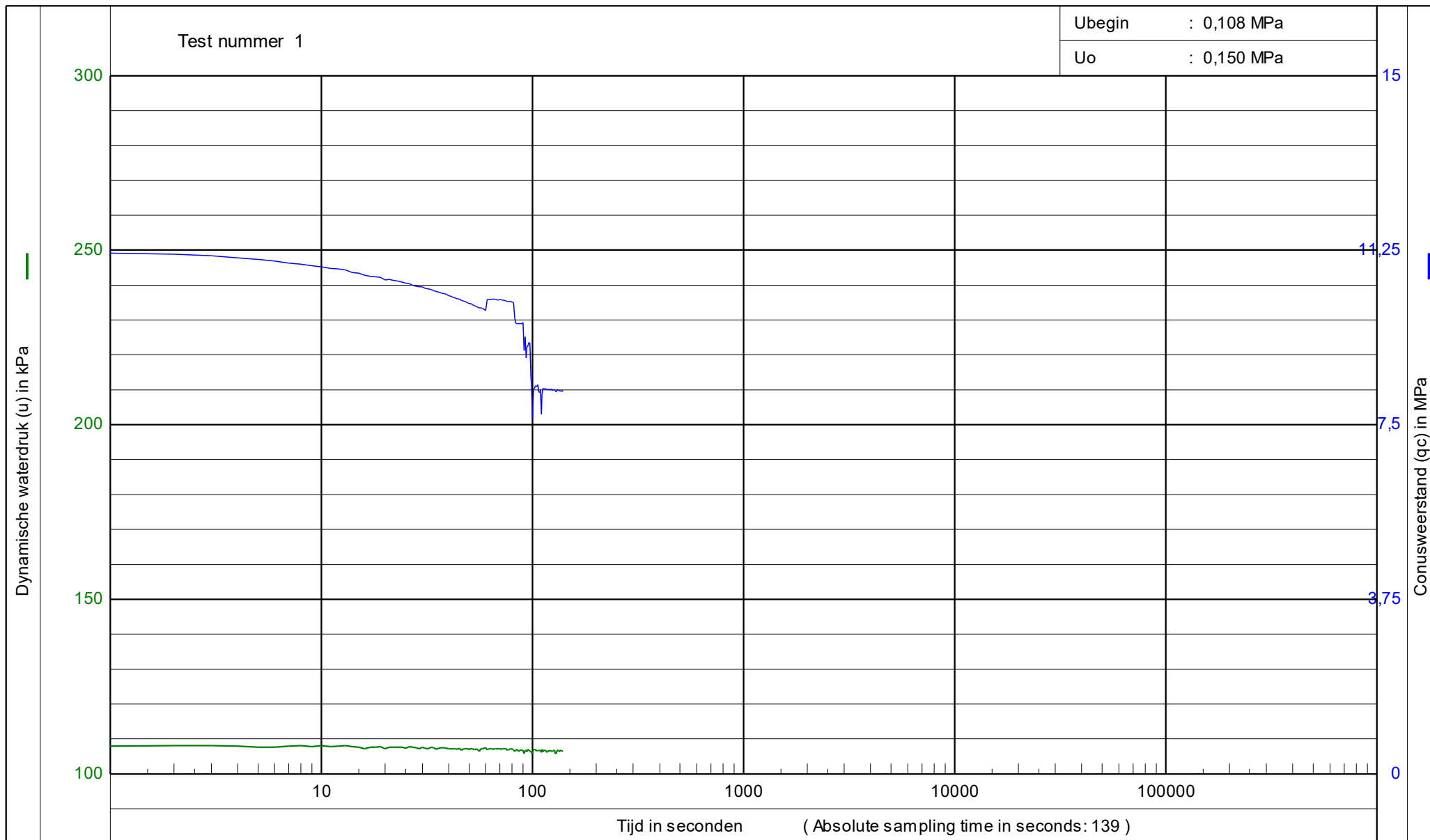
Datum : 25-1-2022

Conusnr. : S15CFIP.1519

Projectnr. : 2100188

Sondeernr.: 125

2/2



**Alphen a/d Rijn
Breda**

sondering volgens NEN-EN-ISO22476-1

Project : HAARLEMMERTREKVAART

Locatie : HAARLEM

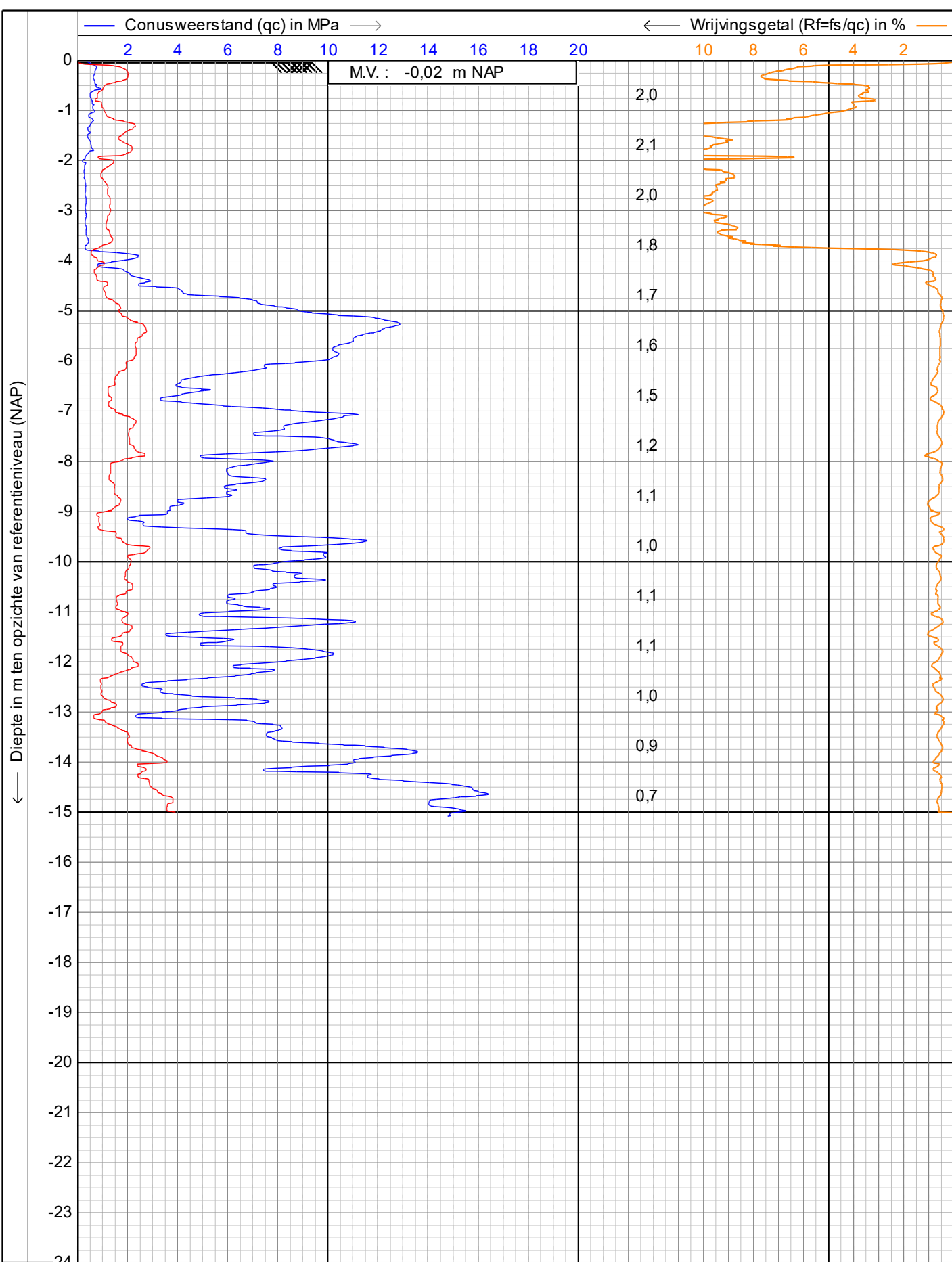
Datum : 25-1-2022

Projectnr. : 2100188

Sondeernr. : 125

Test diepte : 15,01 [m] - M.V.

Water niveau : 0,00 [m] - M.V.



**Alphen a/d Rijn
Breda**

sondering volgens NEN-EN-ISO22476-1

Project : **HAARLEMMERTREKVAART**

Locatie : **HAARLEM**

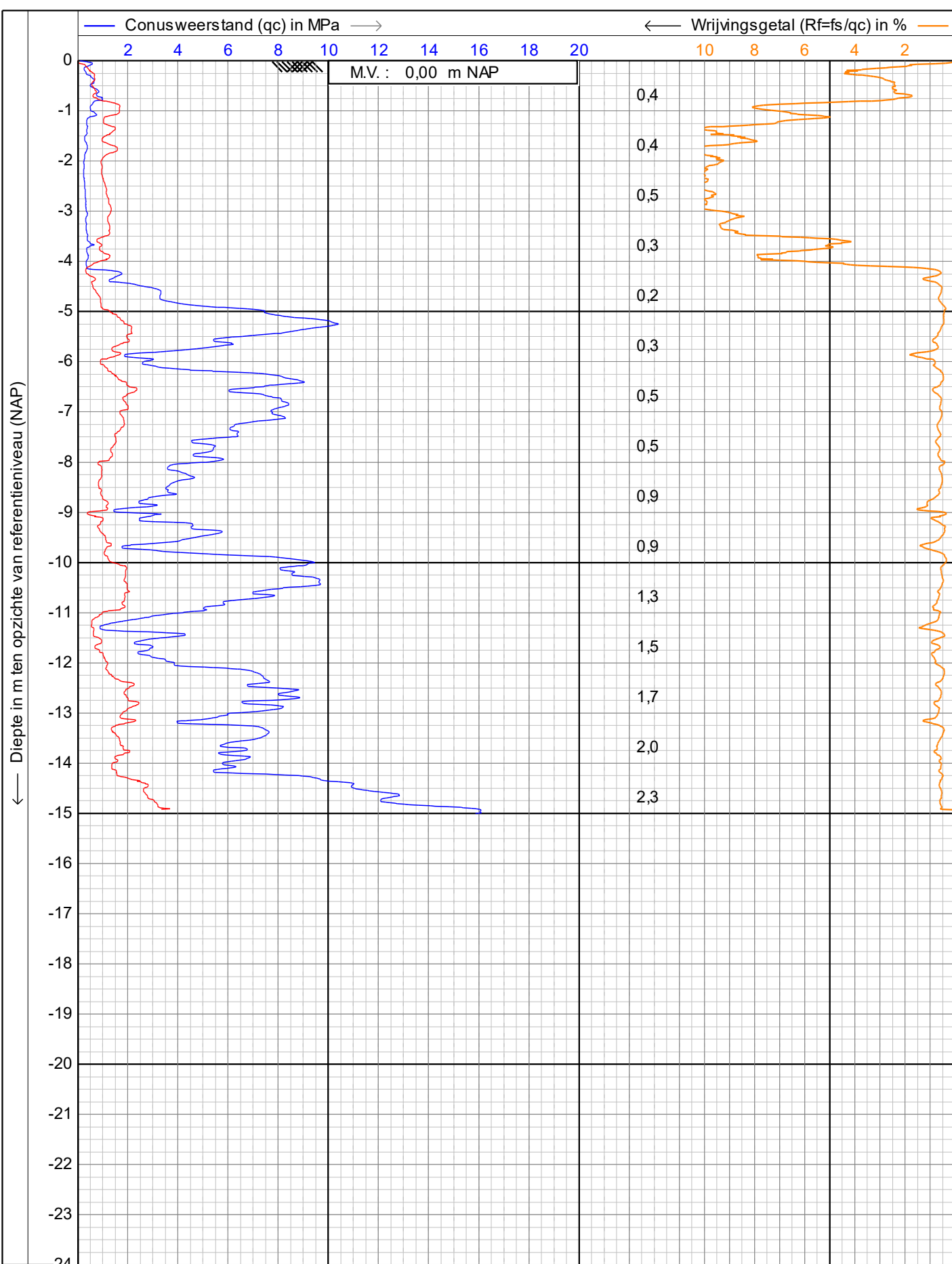
Datum : **25-1-2022**

Conusnr. : **S15CFIL.S15334**

Projectnr. : **2100188**

Sondeernr.: **126**

1/1



Alphen a/d Rijn
Breda

sondering volgens NEN-EN-ISO22476-1

Project : HAARLEMMERTREKVAART

Locatie : HAARLEM

Datum : 25-1-2022

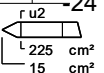
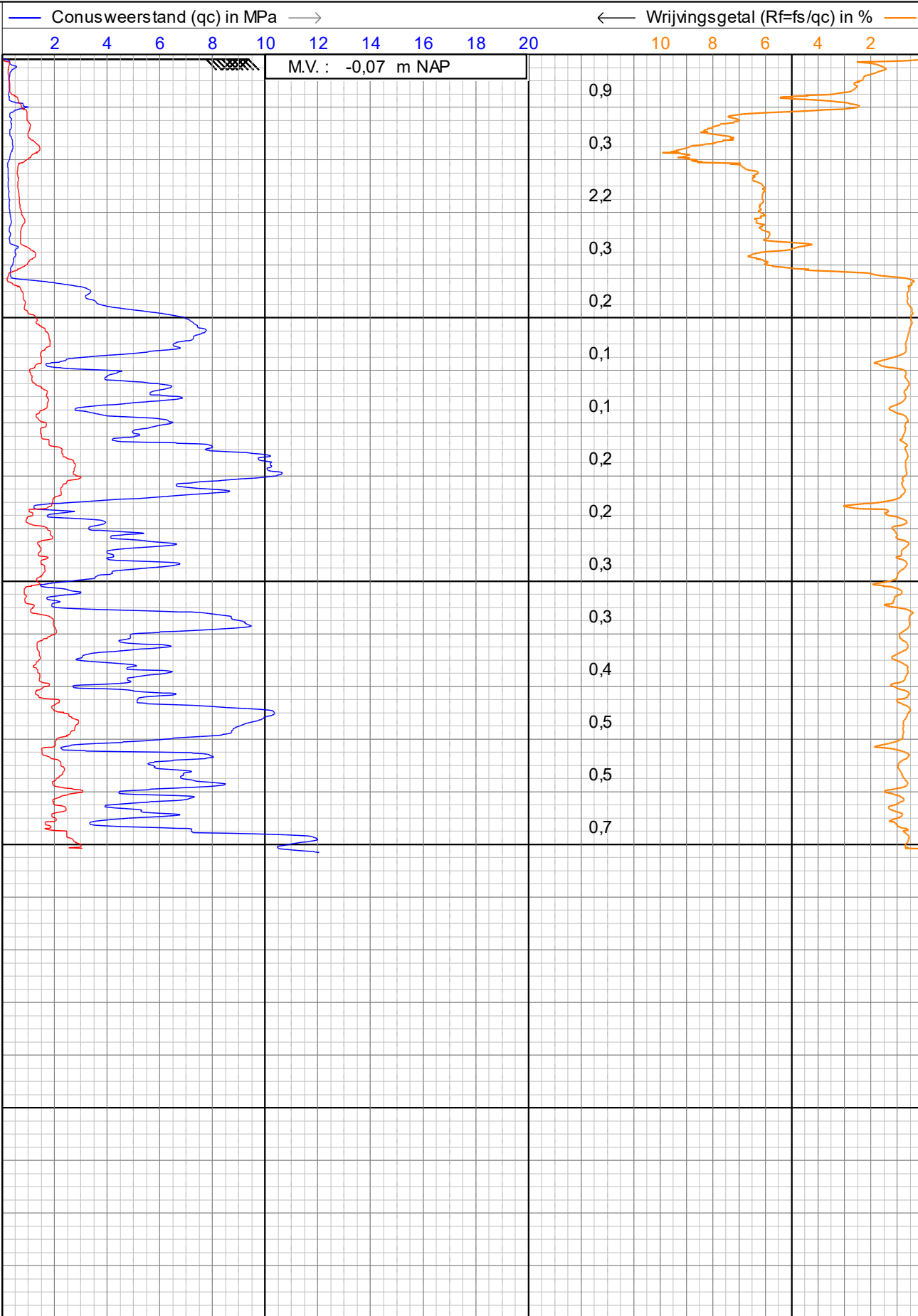
Conusnr. : S15CFIL.S15334

Projectnr. : 2100188

Sondeernr.: 127

1/1

← Diepte in m ten opzichte van referentieniveau (NAP)



GEOSONDA

Alphen a/d Rijn
Breda

sondering volgens NEN-EN-ISO22476-1

Project : HAARLEMMERTREKVAART

Locatie : HAARLEM

Datum : 25-1-2022

Conusnr. : S15CFIP.1519

Projectnr. : 2100188

Sondeernr.: 128

1/2

← Diepte in m ten opzichte van referentieniveau (NAP)

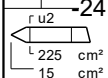
— Dynamische waterdruk (u2) in MPa —→

-0,1 0,0 0,1 0,2 0,3 0,4 0,5 0,6 0,7 0,8 0,9 1,0 1,1 1,2 1,3

M.V. : -0,07 m NAP

0
-1
-2
-3
-4
-5
-6
-7
-8
-9
-10
-11
-12
-13
-14
-15
-16
-17
-18
-19
-20
-21
-22
-23
-24

0,9
0,3
2,2
0,3
0,2
0,1
0,1
0,2
0,2
0,3
0,3
0,4
0,5
0,5
0,7


 r u2
 225 cm²
 15 cm²

☒ Helling (l) in graden



Alphen a/d Rijn
Breda

sondering volgens NEN-EN-ISO22476-1

Project : HAARLEMMERTREKVAART

Locatie : HAARLEM

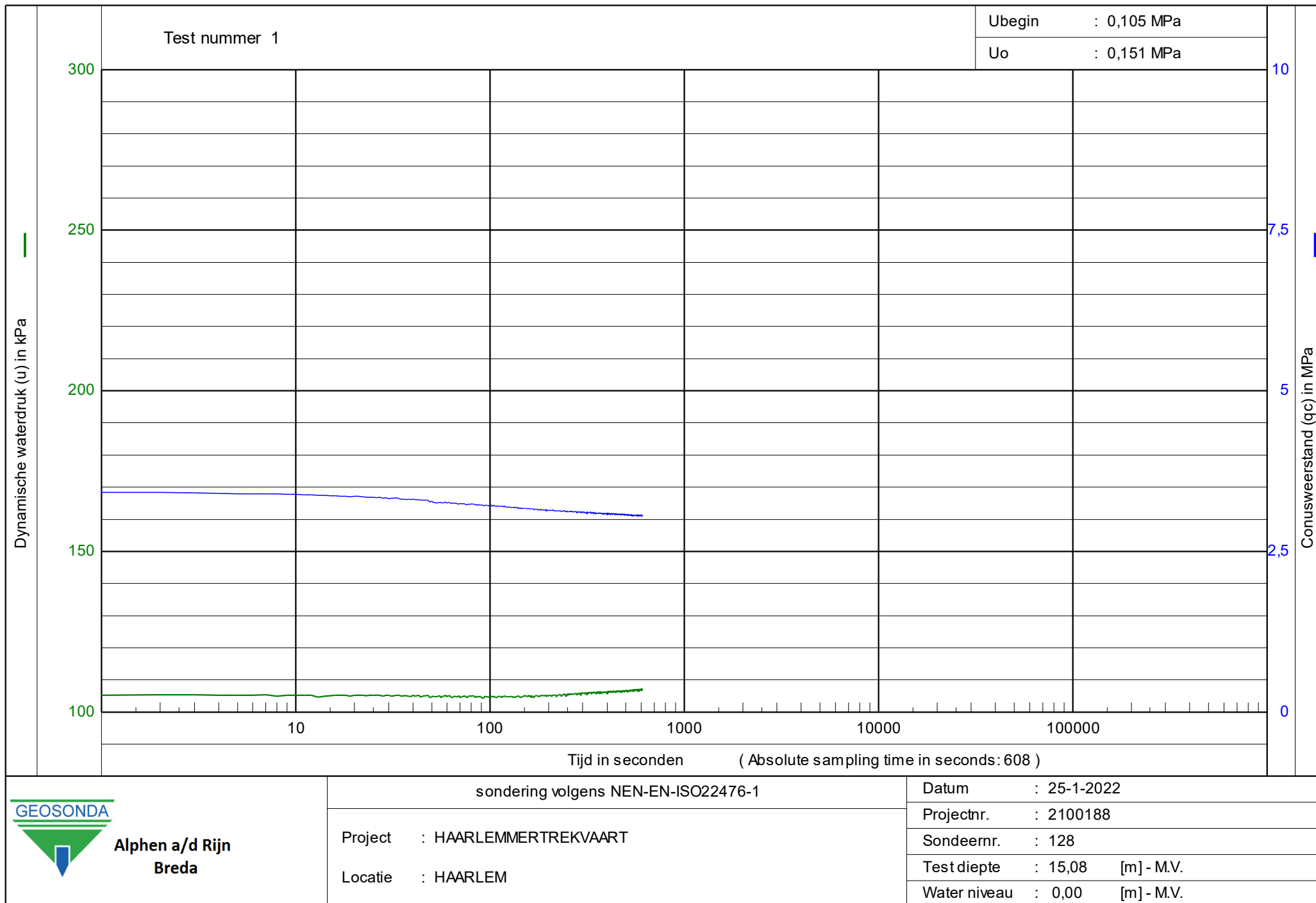
Datum : 25-1-2022

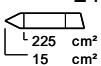
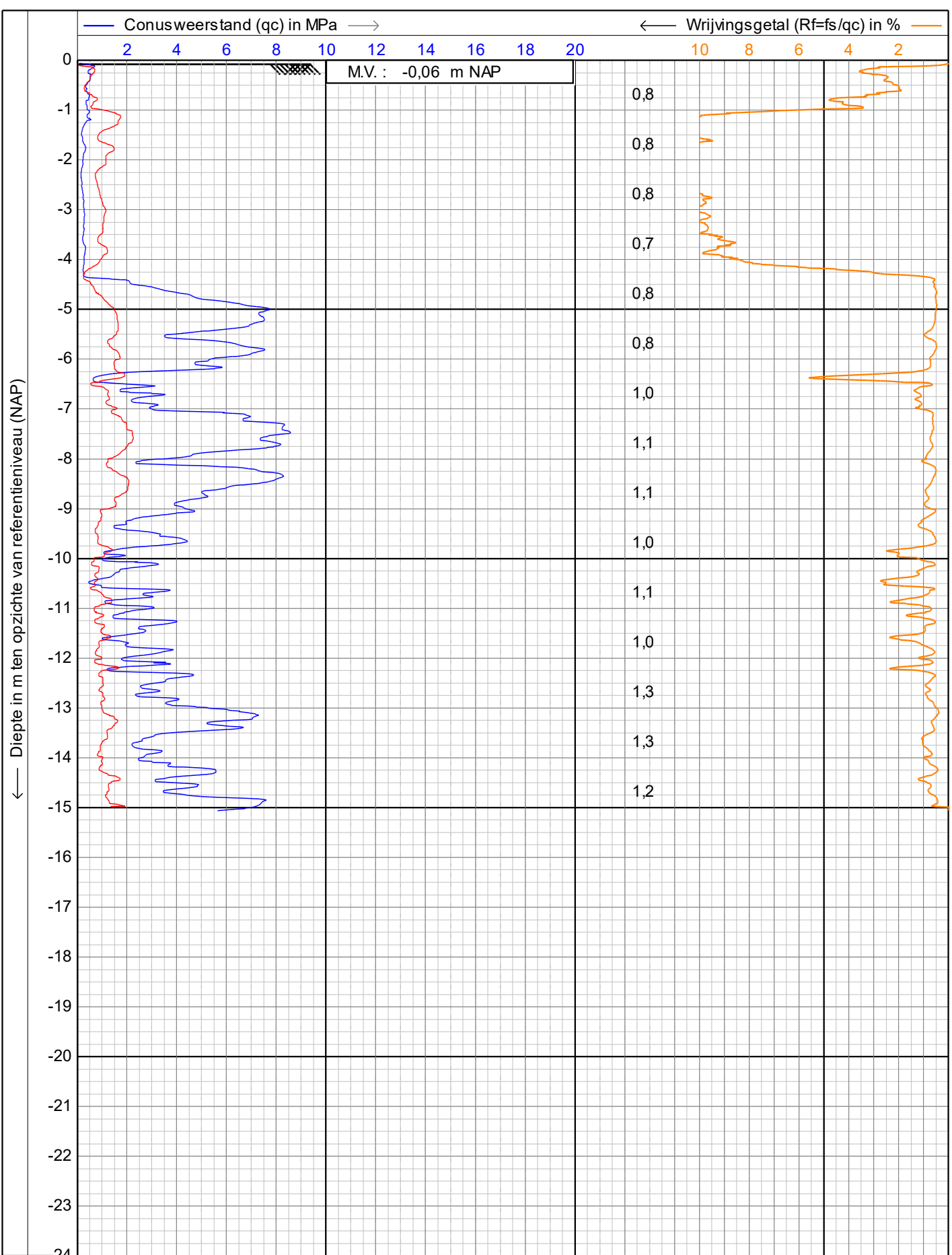
Conusnr. : S15CFIP.1519

Projectnr. : 2100188

Sondeernr.: 128

2/2





GEOSONDA

Alphen a/d Rijn
Breda

sondering volgens NEN-EN-ISO22476-1

Project : HAARLEMMERTREKVAART

Locatie : HAARLEM

Datum : 25-1-2022

Conusnr. : S15CFIL.S15334

Projectnr. : 2100188

Sondeernr.: 129

1/1

← Diepte in m ten opzichte van referentieniveau (NAP)

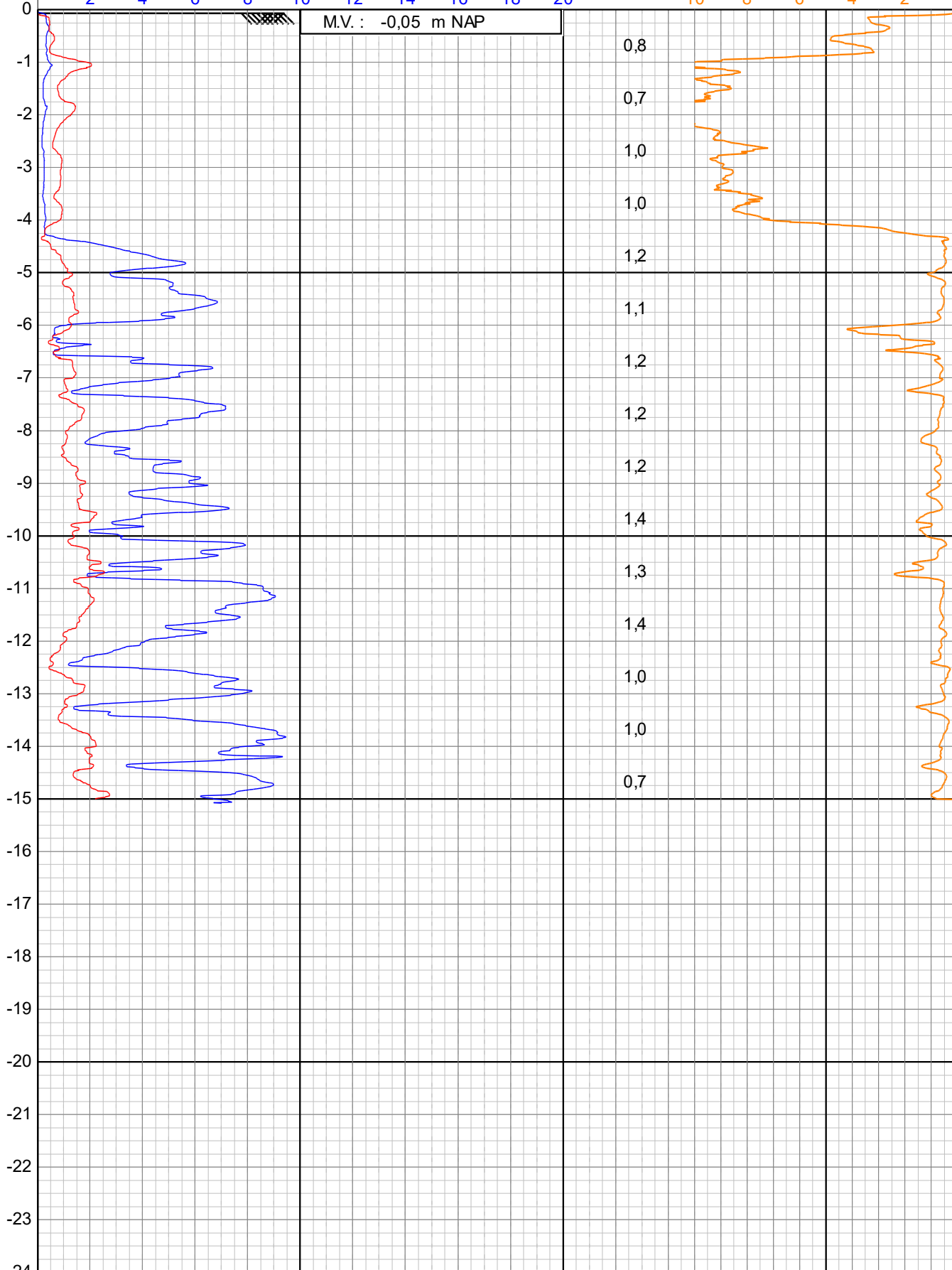
— Conusweerstand (qc) in MPa →

← Wrijvingsgetal (Rf=fs/qc) in %

2 4 6 8 10 12 14 16 18 20

10 8 6 4 2

M.V. : -0,05 m NAP



0,10

0,20

0,30

0,40

0,50

— Wrijvingsweerstand (fs) in MPa →

☒ Helling (I) in graden



GEOSONDA

Alphen a/d Rijn
Breda

sondering volgens NEN-EN-ISO22476-1

Project : HAARLEMMERTREKVAART

Locatie : HAARLEM

Datum : 25-1-2022

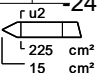
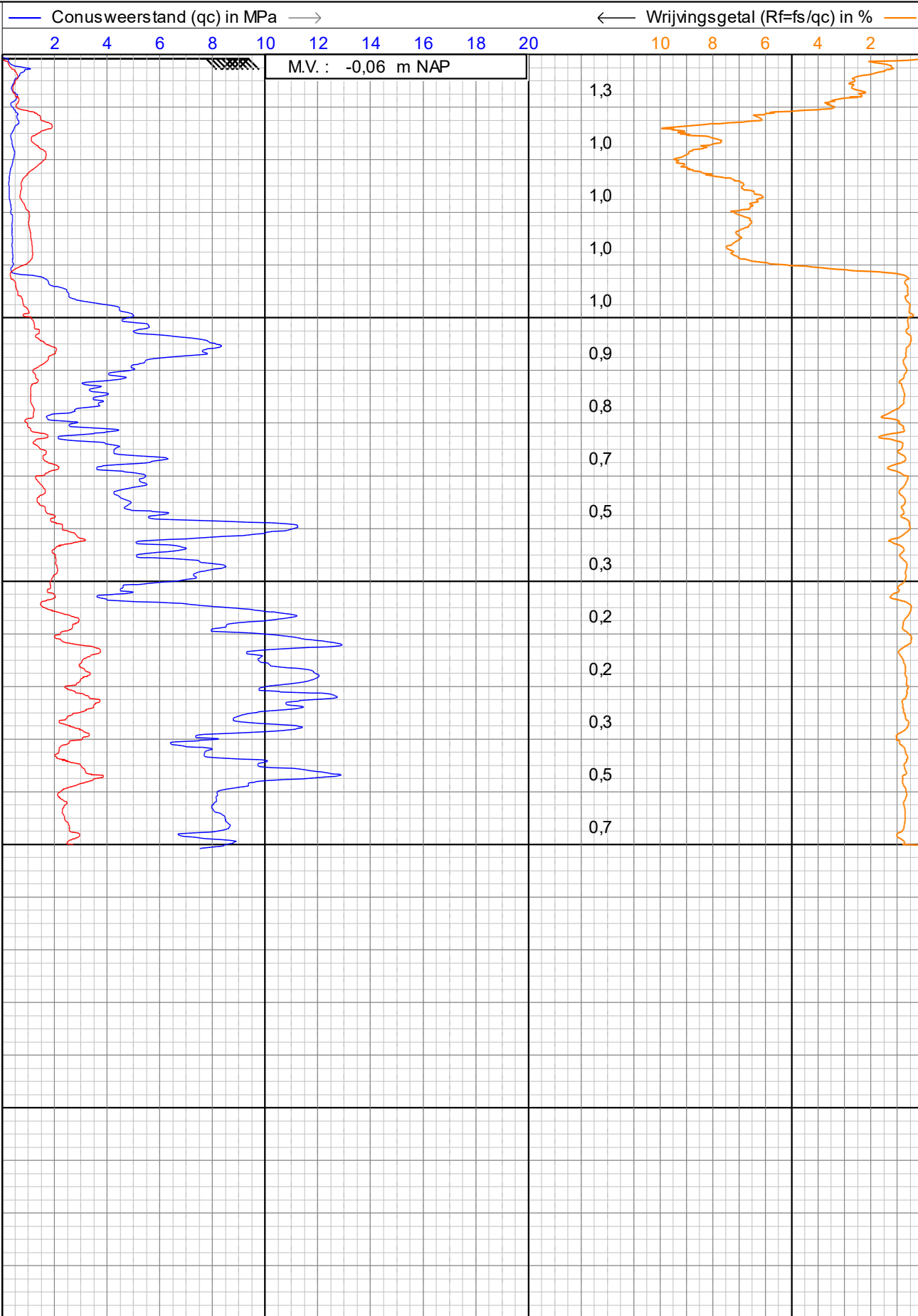
Conusnr. : S15CFIL.S15334

Projectnr. : 2100188

Sondeernr.: 130

1/1

← Diepte in m ten opzichte van referentieniveau (NAP)



GEOSONDA

Alphen a/d Rijn
Breda

sondering volgens NEN-EN-ISO22476-1

Project : HAARLEMMERTREKVAART

Locatie : HAARLEM

Datum : 25-1-2022

Conusnr. : S15CFIP.1519

Projectnr. : 2100188

Sondeernr.: 131

1/2

← Diepte in m ten opzichte van referentieniveau (NAP)

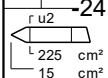
— Dynamische waterdruk (u2) in MPa —→

-0,1 0,0 0,1 0,2 0,3 0,4 0,5 0,6 0,7 0,8 0,9 1,0 1,1 1,2 1,3

M.V. : -0,06 m NAP

0
-1
-2
-3
-4
-5
-6
-7
-8
-9
-10
-11
-12
-13
-14
-15
-16
-17
-18
-19
-20
-21
-22
-23
-24

1,3
1,0
1,0
1,0
1,0
0,9
0,8
0,7
0,5
0,3
0,2
0,2
0,3
0,5
0,7


 r u2
 225 cm²
 15 cm²

☒ Helling (l) in graden



Alphen a/d Rijn
Breda

sondering volgens NEN-EN-ISO22476-1

Project : HAARLEMMERTREKVAART

Locatie : HAARLEM

Datum : 25-1-2022

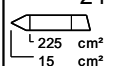
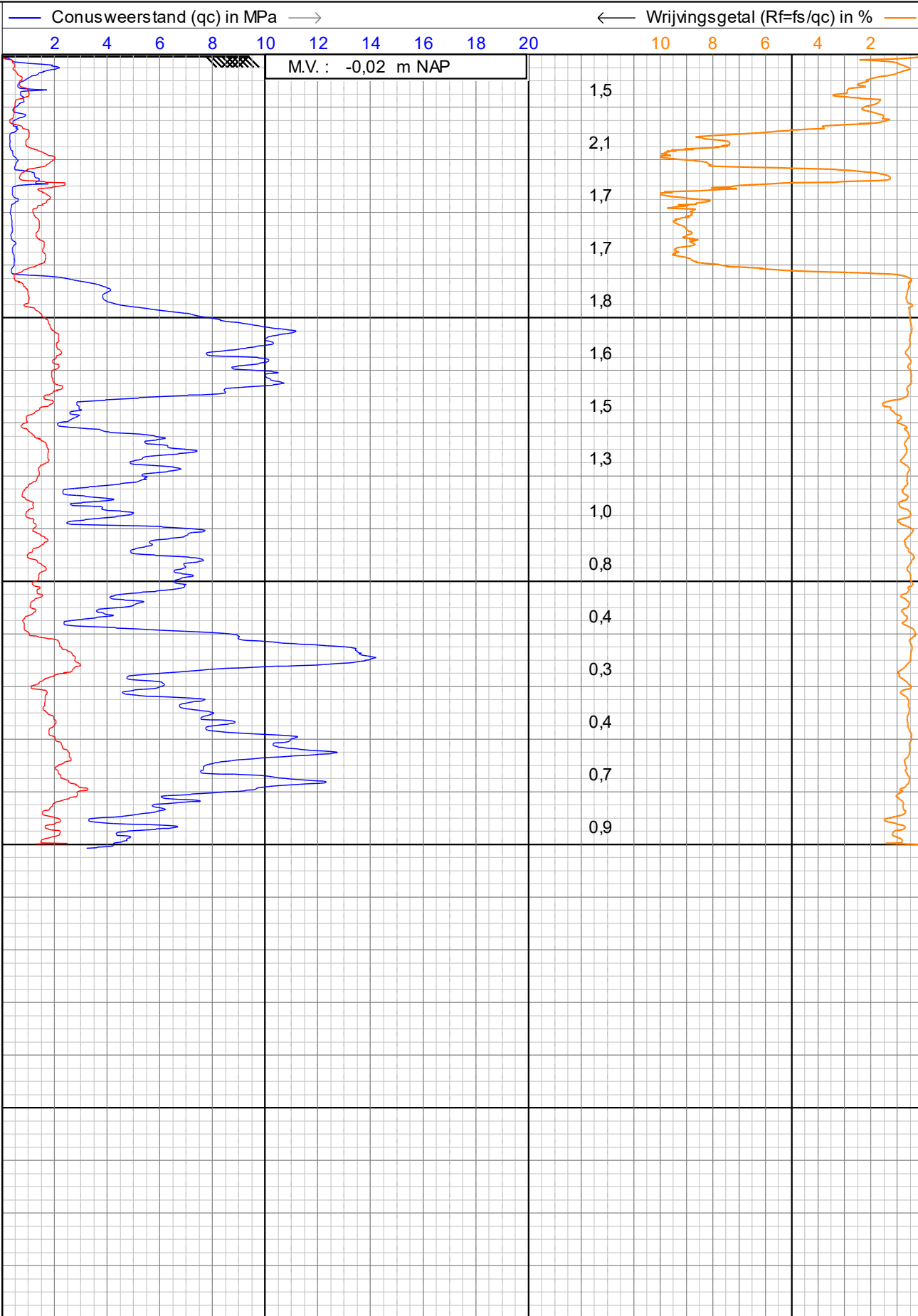
Conusnr. : S15CFIP.1519

Projectnr. : 2100188

Sondeernr.: 131

2/2

← Diepte in m ten opzichte van referentieniveau (NAP)



GEOSONDA

Alphen a/d Rijn
Breda

sondering volgens NEN-EN-ISO22476-1

Project : HAARLEMMERTREKVAART

Locatie : HAARLEM

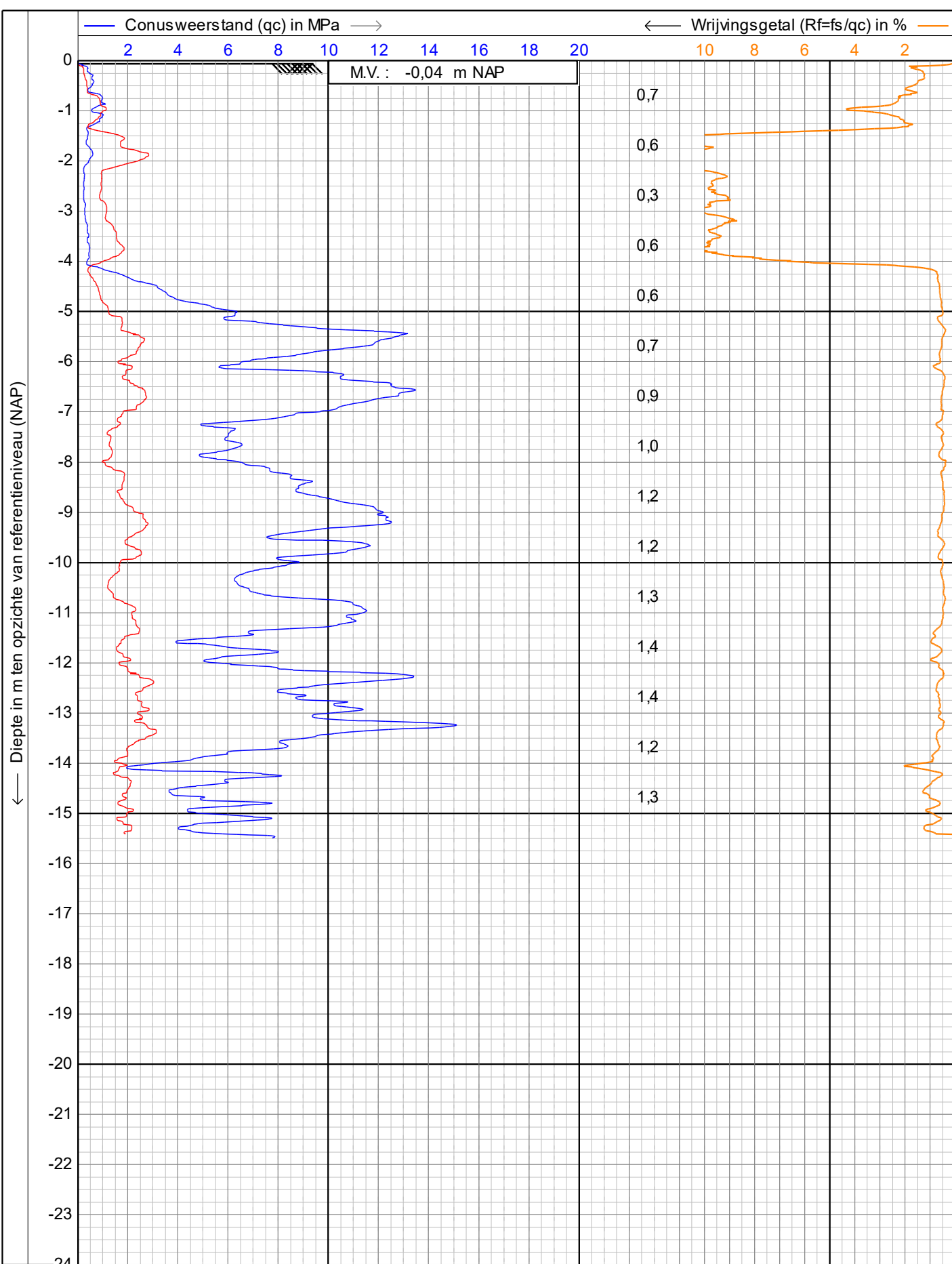
Datum : 25-1-2022

Conusnr. : S15CFIL.S15334

Projectnr. : 2100188

Sondeernr.: 132

1/1



Alphen a/d Rijn
Breda

sondering volgens NEN-EN-ISO22476-1

Project : HAARLEMMERTREKVAART

Locatie : HAARLEM

Datum : 24-1-2022

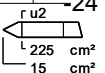
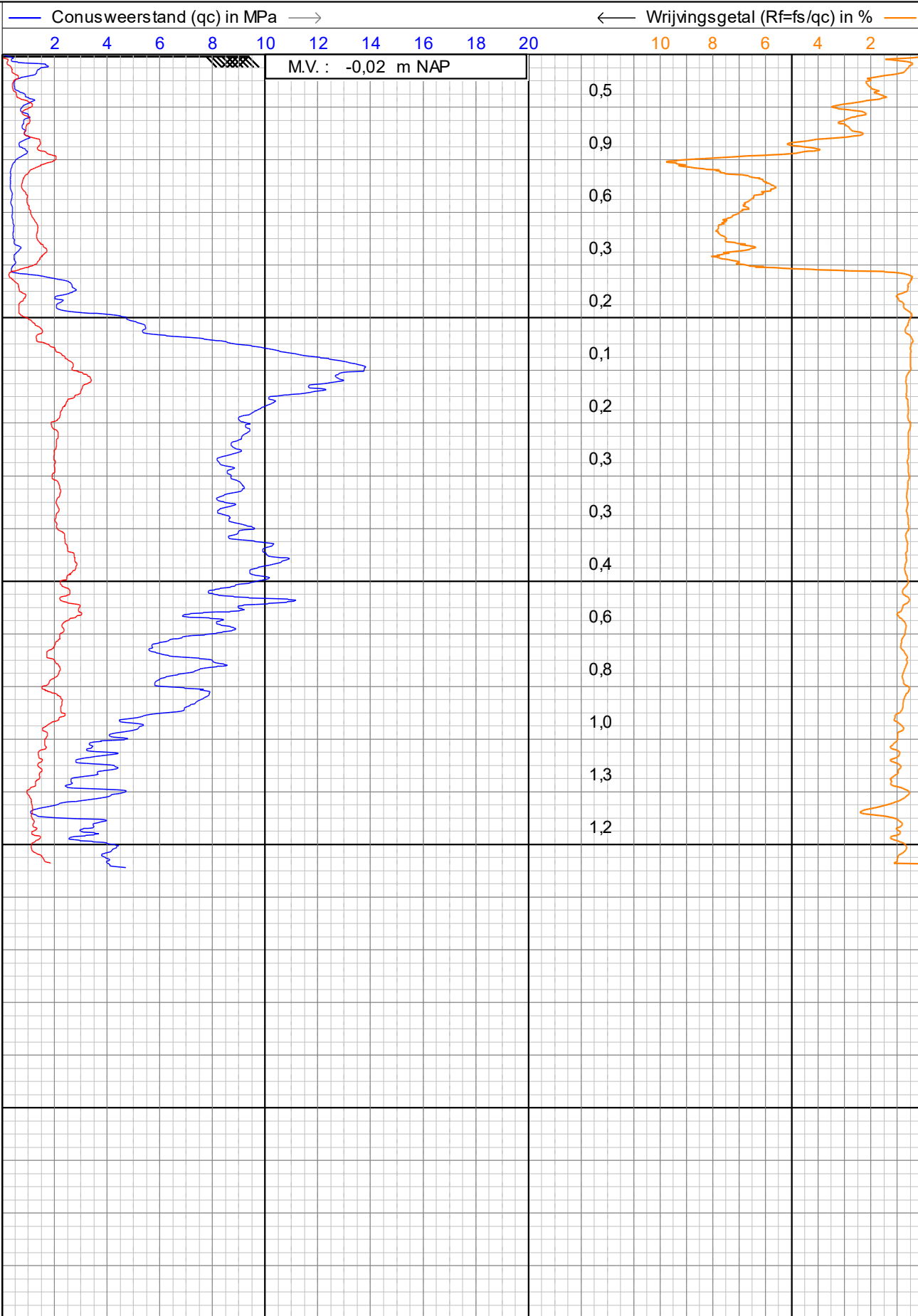
Conusnr. : S15CFIL.S15334

Projectnr. : 2100188

Sondeernr.: 133

1/1

← Diepte in m ten opzichte van referentieniveau (NAP)



GEOSONDA

Alphen a/d Rijn
Breda

sondering volgens NEN-EN-ISO22476-1

Project : HAARLEMMERTREKVAART

Locatie : HAARLEM

Datum : 24-1-2022

Conusnr. : S15CFIP.1519

Projectnr. : 2100188

Sondeernr.: 134

1/2

← Diepte in m ten opzichte van referentieniveau (NAP)

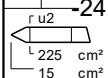
— Dynamische waterdruk (u2) in MPa —→

-0,1 0,0 0,1 0,2 0,3 0,4 0,5 0,6 0,7 0,8 0,9 1,0 1,1 1,2 1,3

M.V. : -0,02 m NAP

0
-1
-2
-3
-4
-5
-6
-7
-8
-9
-10
-11
-12
-13
-14
-15
-16
-17
-18
-19
-20
-21
-22
-23
-24

0,5
0,9
0,6
0,3
0,2
0,1
0,2
0,3
0,3
0,4
0,6
0,8
1,0
1,3
1,2


 r u2
 225 cm²
 15 cm²

☒ Helling (l) in graden

GEOSONDA

**Alphen a/d Rijn
Breda**

sondering volgens NEN-EN-ISO22476-1

Project : **HAARLEMMERTREKVAART**

Locatie : **HAARLEM**

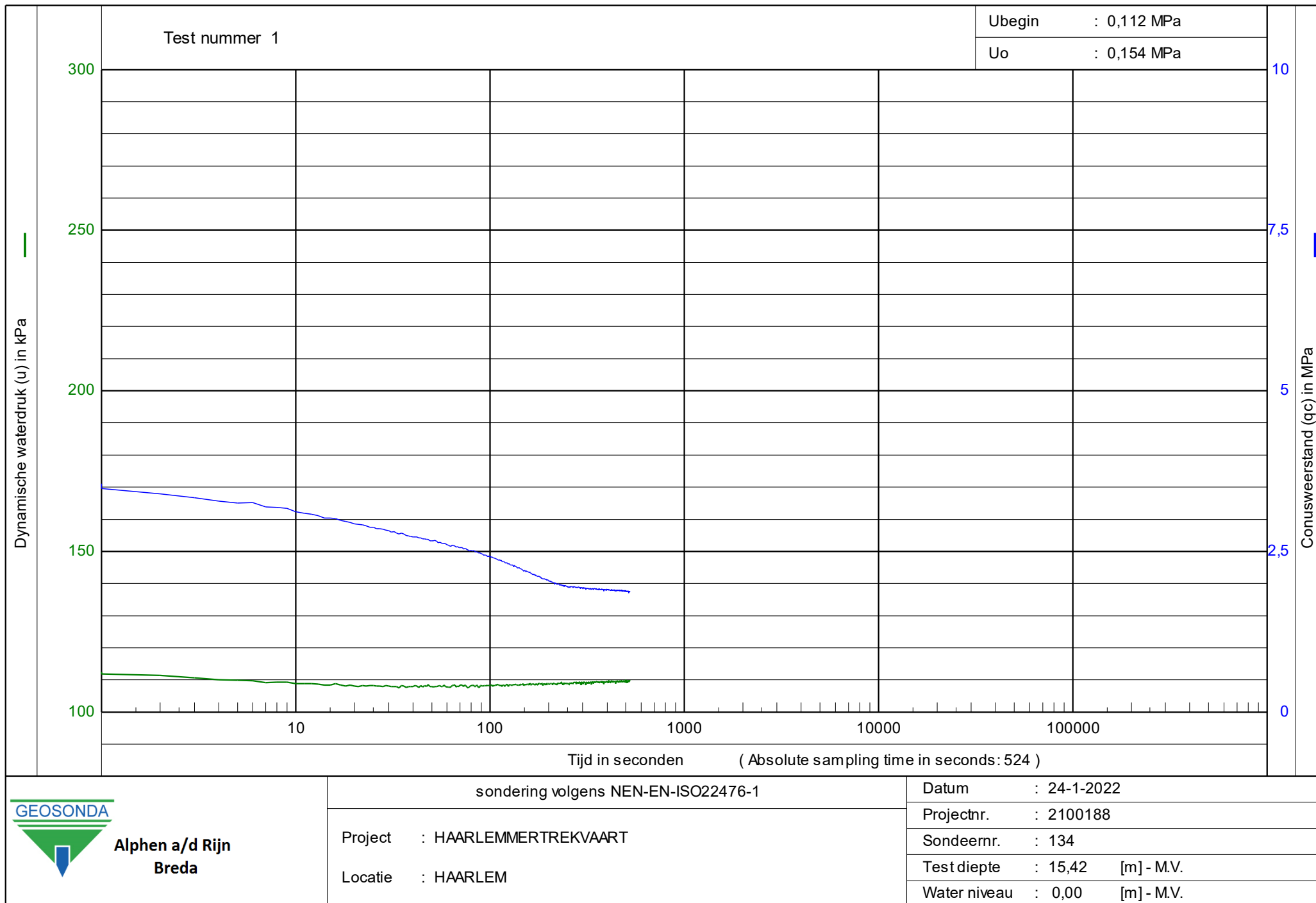
Datum : **24-1-2022**

Conusnr. : **S15CFIP.1519**

Projectnr. : **2100188**

Sondeernr.: **134**

2/2



← Diepte in m ten opzichte van referentieniveau (NAP)

— Conusweerstand (qc) in MPa →

← Wrijvingsgetal (Rf=fs/qc) in % —

2 4 6 8 10 12 14 16 18 20

10 8 6 4 2

M.V. : 0,04 m NAP

+1
0
-1
-2
-3
-4
-5
-6
-7
-8
-9
-10
-11
-12
-13
-14
-15
-16
-17
-18
-19
-20
-21
-22
-23

1,4
1,1
1,4
1,4
1,4
1,5
1,5
1,6
1,7
1,6
1,6
1,5
1,6
1,5
1,9

225 cm²
15 cm²

0,10 0,20 0,30 0,40 0,50

— Wrijvingsweerstand (fs) in MPa →

☒ Helling (I) in graden



Alphen a/d Rijn
Breda

sondering volgens NEN-EN-ISO22476-1

Project : HAARLEMMERTREKVAART

Locatie : HAARLEM

Datum : 24-1-2022

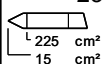
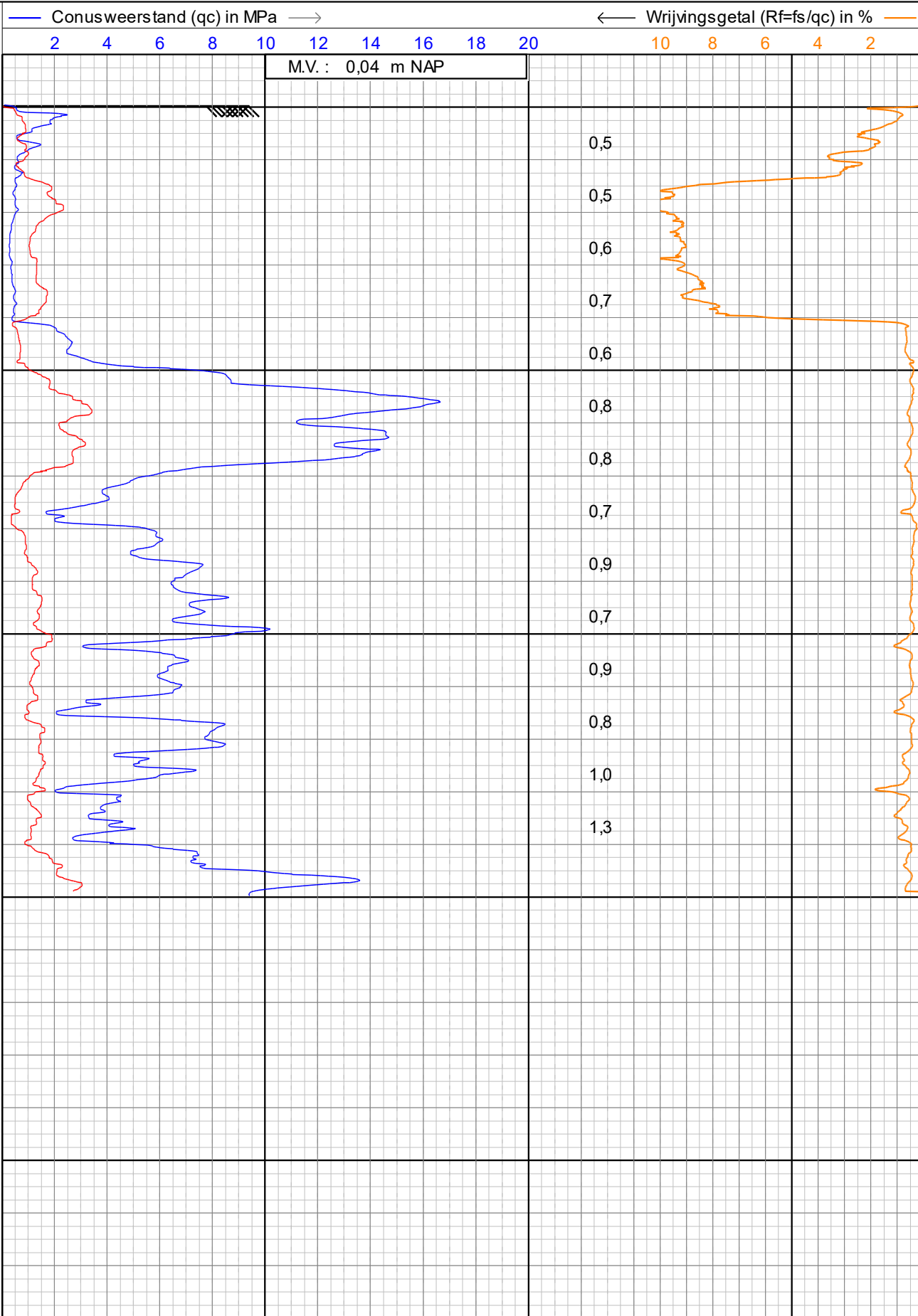
Conusnr. : S15CFIL.S15334

Projectnr. : 2100188

Sondeernr.: 135

1/1

← Diepte in m ten opzichte van referentieniveau (NAP)



GEOSONDA

Alphen a/d Rijn
Breda

sondering volgens NEN-EN-ISO22476-1

Project : HAARLEMMERTREKVAART

Locatie : HAARLEM

Datum : 24-1-2022

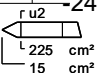
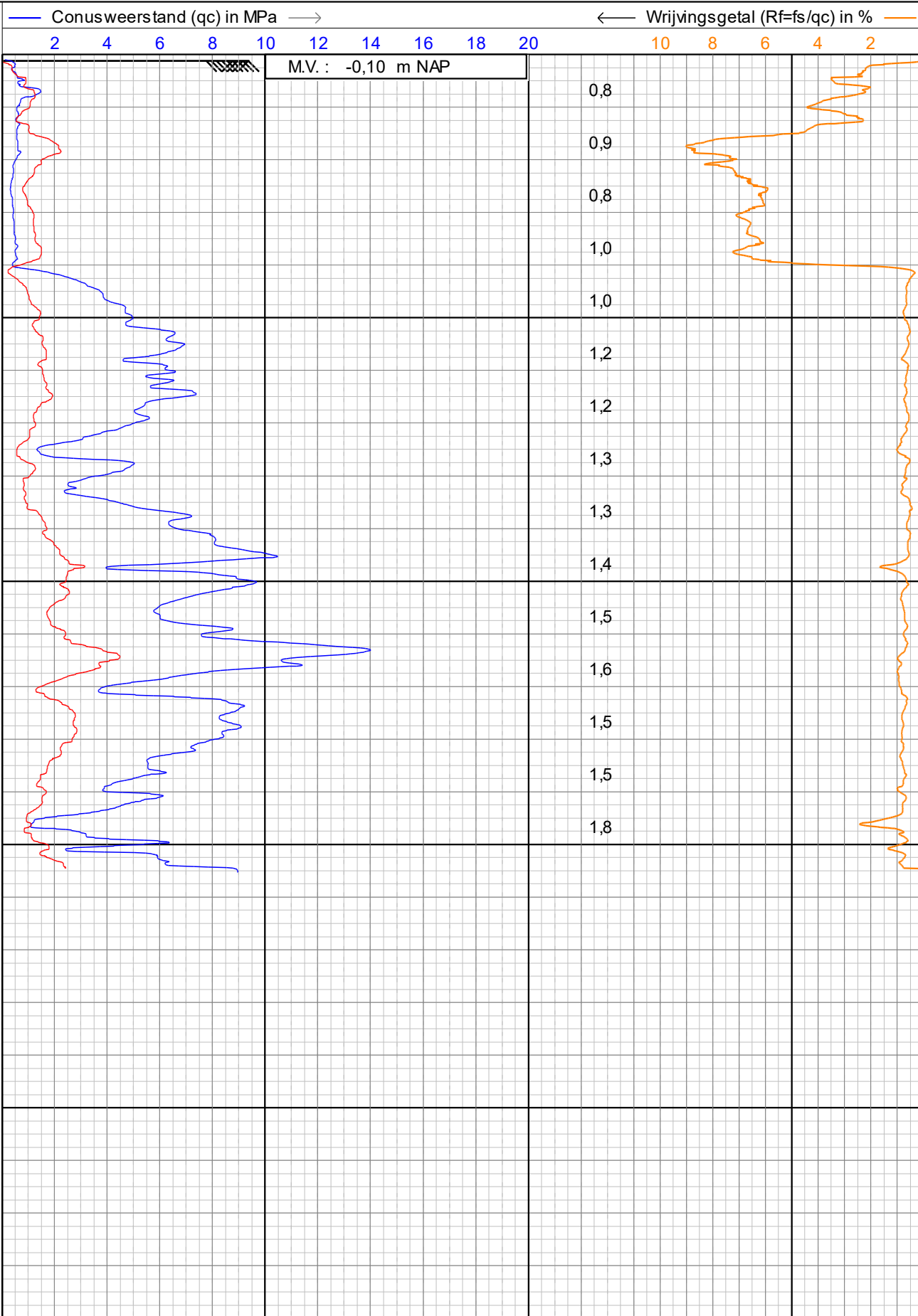
Conusnr. : S15CFIL.S15334

Projectnr. : 2100188

Sondeernr.: 136

1/1

← Diepte in m ten opzichte van referentieniveau (NAP)



GEOSONDA

Alphen a/d Rijn
Breda

sondering volgens NEN-EN-ISO22476-1

Project : HAARLEMMERTREKVAART

Locatie : HAARLEM

Datum : 24-1-2022

Conusnr. : S15CFIP.1105

Projectnr. : 2100188

Sondeernr.: 137

1/2

← Diepte in m ten opzichte van referentieniveau (NAP)

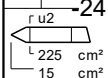
— Dynamische waterdruk (u2) in MPa —→

-0,1 0,0 0,1 0,2 0,3 0,4 0,5 0,6 0,7 0,8 0,9 1,0 1,1 1,2 1,3

M.V. : -0,10 m NAP

0
-1
-2
-3
-4
-5
-6
-7
-8
-9
-10
-11
-12
-13
-14
-15
-16
-17
-18
-19
-20
-21
-22
-23
-24

0,8
0,9
0,8
1,0
1,0
1,2
1,2
1,3
1,3
1,4
1,5
1,6
1,5
1,5
1,8


 r u2
 225 cm²
 15 cm²

☒ Helling (l) in graden



Alphen a/d Rijn
Breda

sondering volgens NEN-EN-ISO22476-1

Project : HAARLEMMERTREKVAART

Locatie : HAARLEM

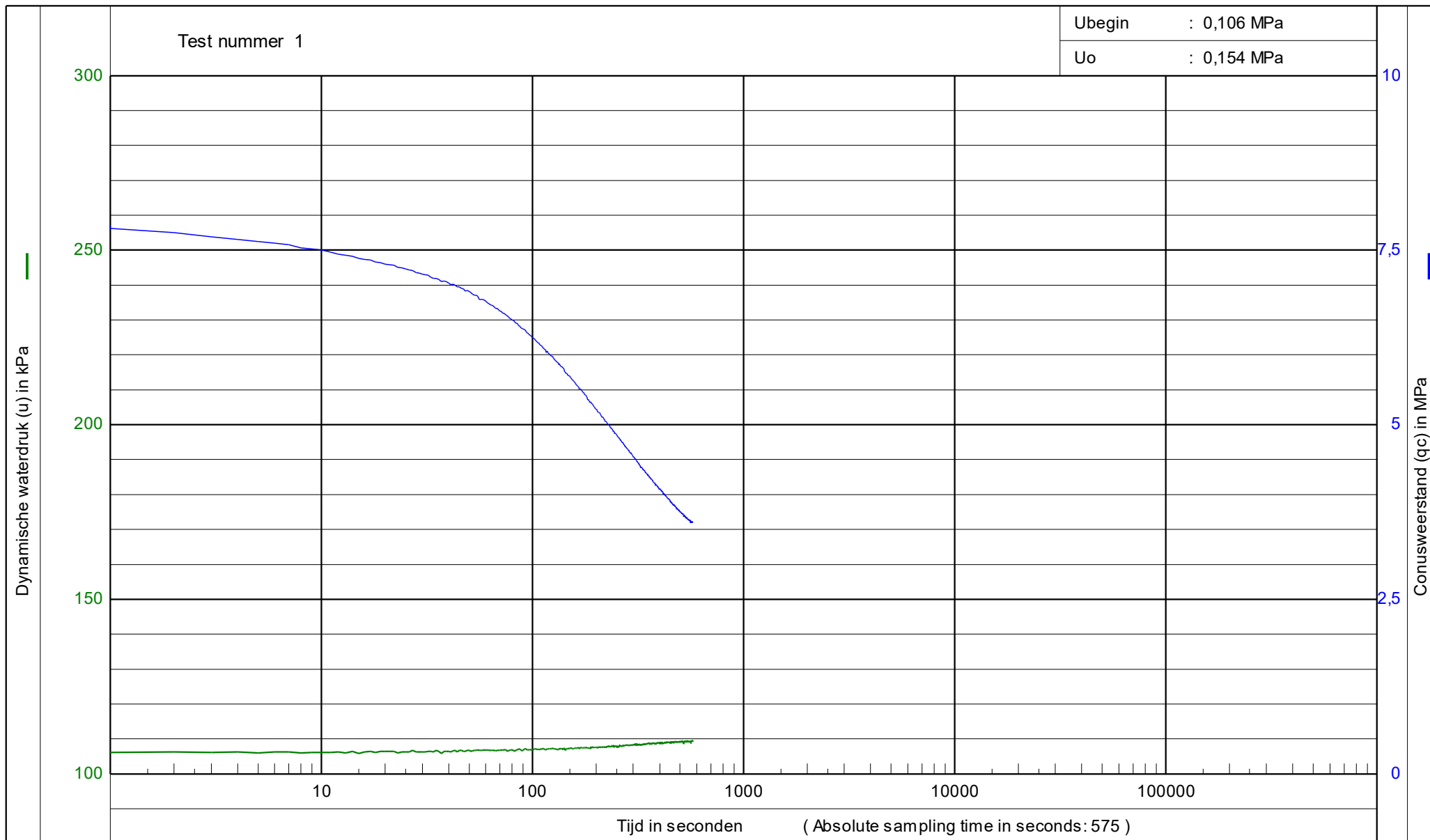
Datum : 24-1-2022

Conusnr. : S15CFIP.1105

Projectnr. : 2100188

Sondeernr.: 137

2/2



**Alphen a/d Rijn
Breda**

sondering volgens NEN-EN-ISO22476-1

Project : HAARLEMMERTREKVAART

Locatie : HAARLEM

Datum : 24-1-2022

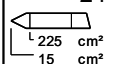
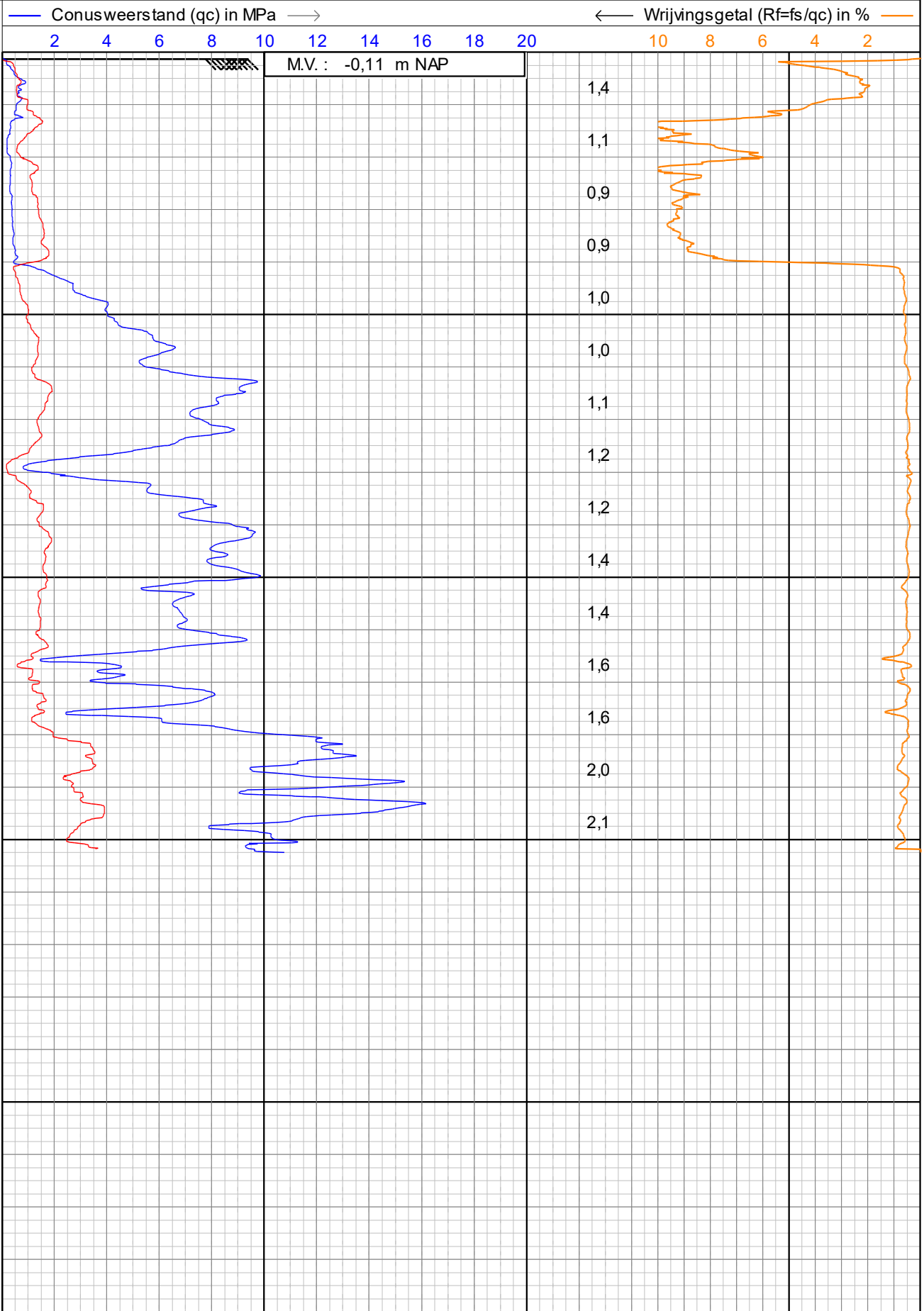
Projectnr. : 2100188

Sondeernr. : 137

Test diepte : 15,43 [m] - M.V.

Water niveau : 0,00 [m] - M.V.

← Diepte in m ten opzichte van referentieniveau (NAP)



GEOSONDA

Alphen a/d Rijn
Breda

sondering volgens NEN-EN-ISO22476-1

Project : HAARLEMMERTREKVAART

Locatie : HAARLEM

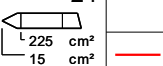
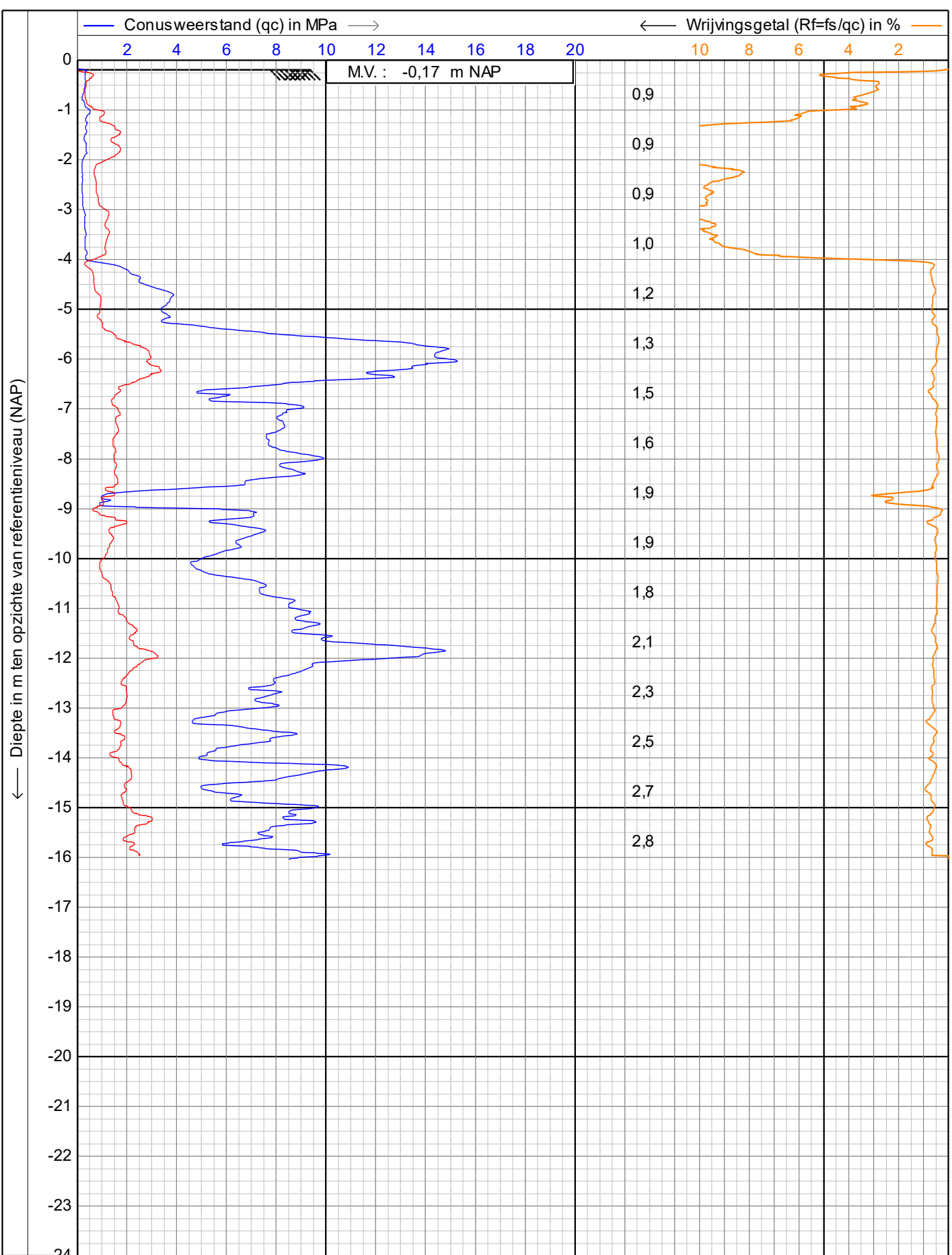
Datum : 24-1-2022

Conusnr. : S15CFIL.S15334

Projectnr. : 2100188

Sondeernr.: 138

1/1



Alphen a/d Rijn
Breda

sondering volgens NEN-EN-ISO22476-1

Project : **HAARLEMMERTREKVAART**

Locatie : **HAARLEM**

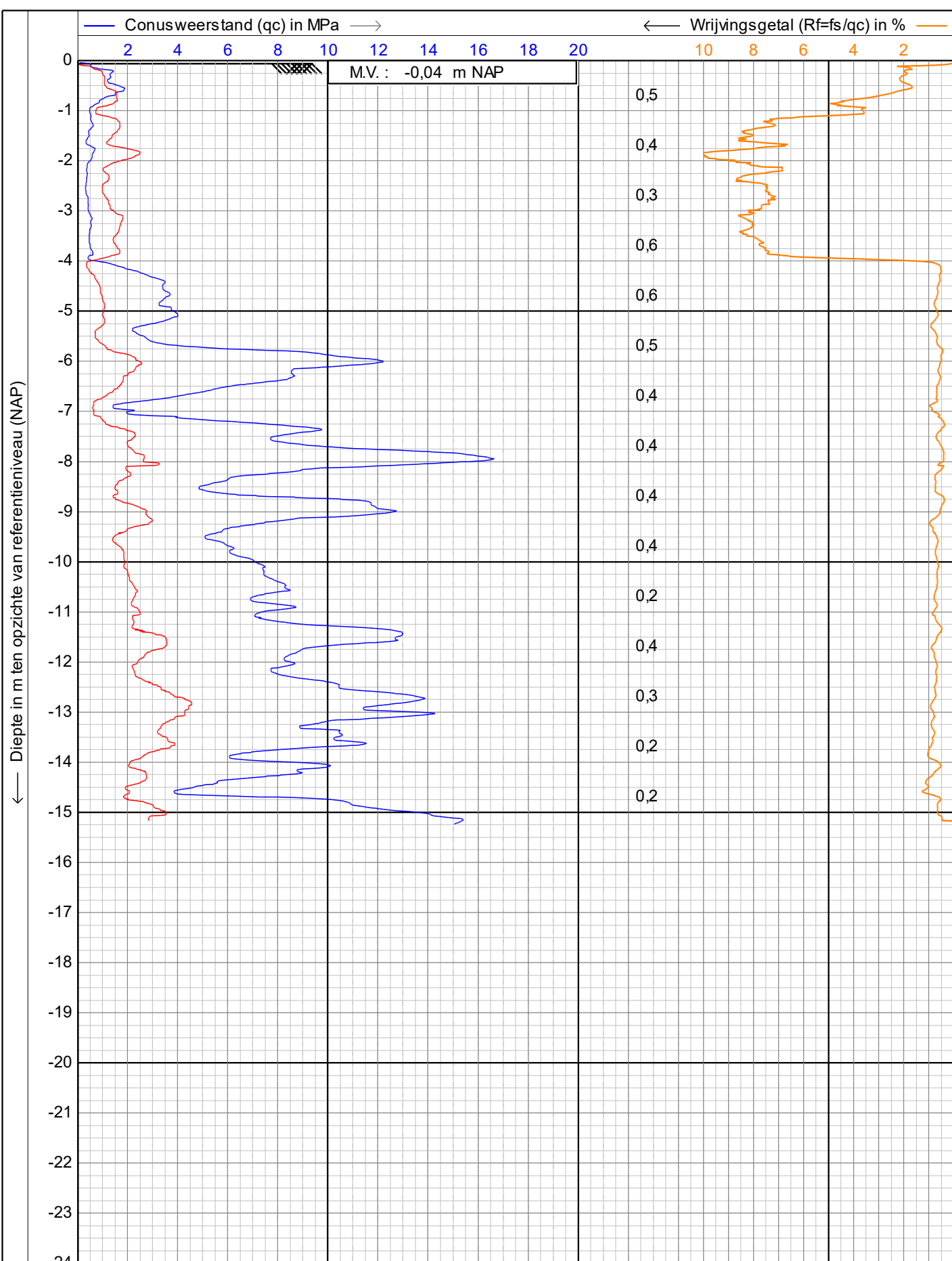
Datum : **21-1-2022**

Conusnr. : **S15CFIL.S15334**

Projectnr. : **2100188**

Sondeernr.: **139**

1/1



Alphen a/d Rijn
Breda

sondering volgens NEN-EN-ISO22476-1

Project : HAARLEMMERTREKVAART

Locatie : HAARLEM

Datum : 21-1-2022

Conusnr. : S15CFIP.1519

Projectnr. : 2100188

Sondeernr.: 140

1/2

← Diepte in m ten opzichte van referentieniveau (NAP)

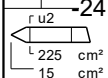
— Dynamische waterdruk (u2) in MPa →

-0,1 0,0 0,1 0,2 0,3 0,4 0,5 0,6 0,7 0,8 0,9 1,0 1,1 1,2 1,3

M.V. : -0,04 m NAP

0
-1
-2
-3
-4
-5
-6
-7
-8
-9
-10
-11
-12
-13
-14
-15
-16
-17
-18
-19
-20
-21
-22
-23
-24

0,5
0,4
0,3
0,6
0,6
0,5
0,4
0,4
0,4
0,4
0,2
0,4
0,3
0,2
0,2



 r u2

 225 cm²

 15 cm²

☒ Helling (l) in graden



Alphen a/d Rijn
Breda

sondering volgens NEN-EN-ISO22476-1

Project : **HAARLEMMERTREKVAART**

Locatie : **HAARLEM**

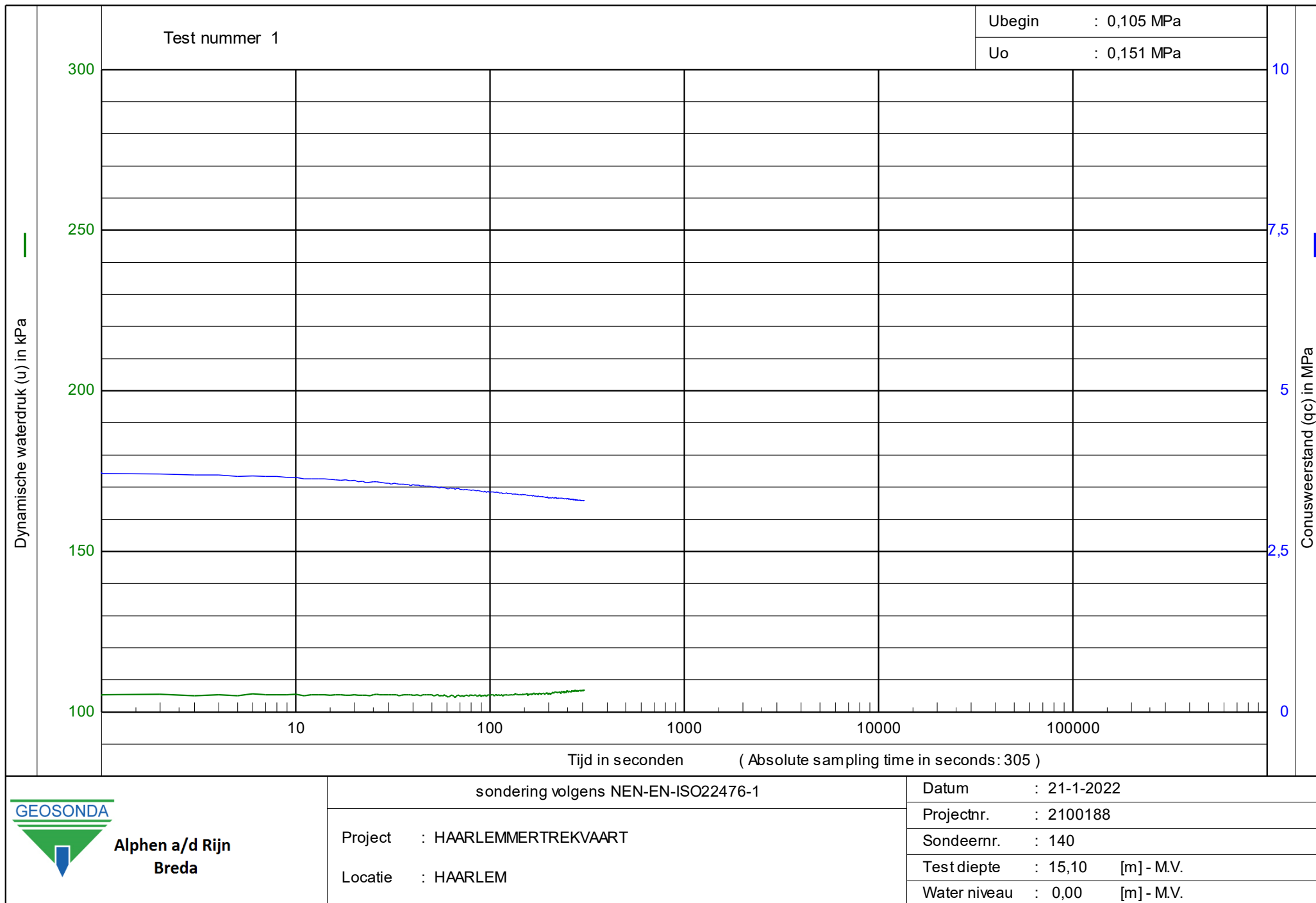
Datum : **21-1-2022**

Conusnr. : **S15CFIP.1519**

Projectnr. : **2100188**

Sondeernr.: **140**

2/2



GEOSONDA

Alphen a/d Rijn
Breda

sondering volgens NEN-EN-ISO22476-1

Project : HAARLEMMERTREKVAART

Locatie : HAARLEM

Datum : 21-1-2022

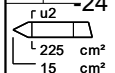
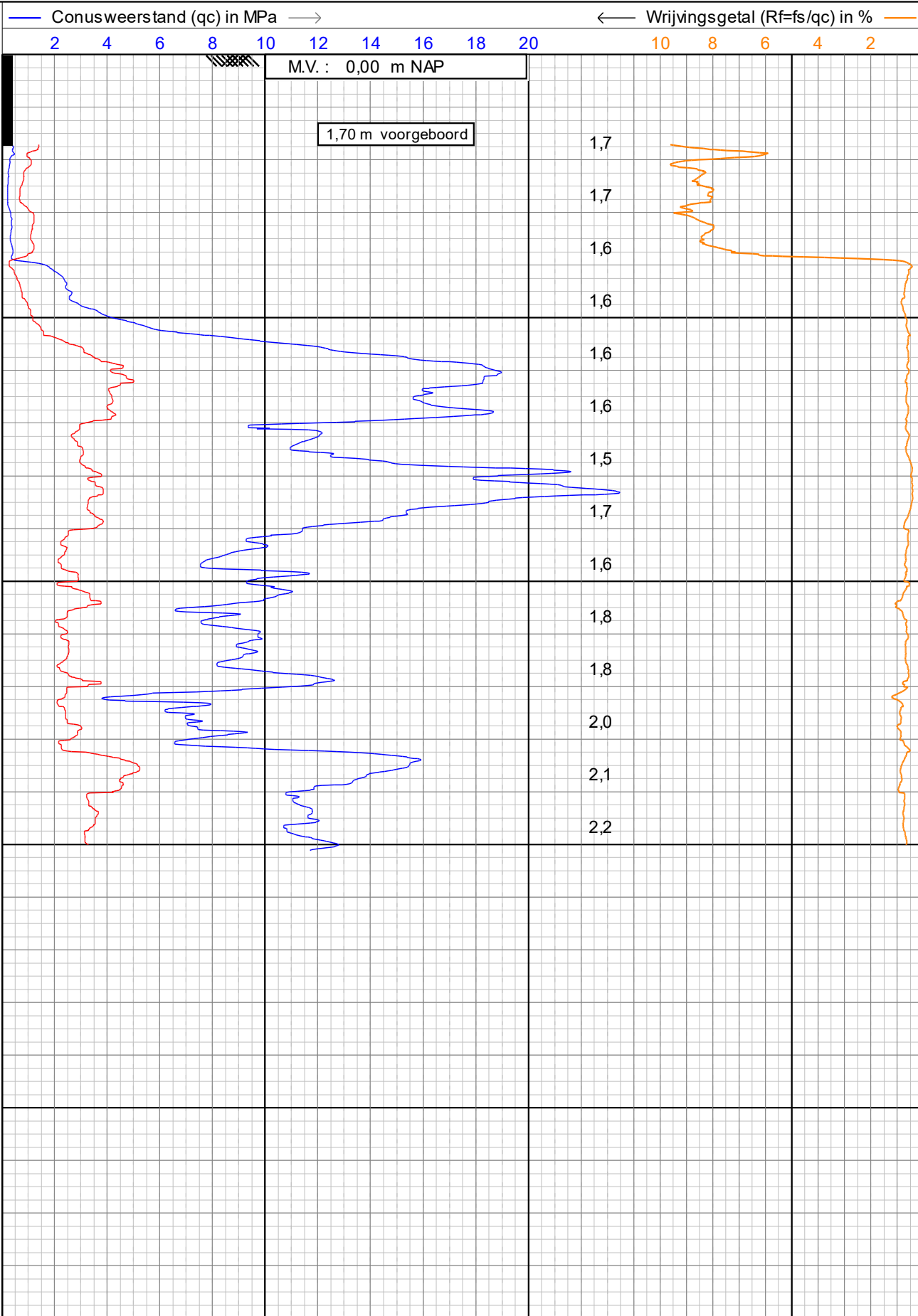
Projectnr. : 2100188

Sondeernr. : 140

Test diepte : 15,10 [m] - M.V.

Water niveau : 0,00 [m] - M.V.

← Diepte in m ten opzichte van referentieniveau (NAP) gecorrigeerd voor hellingsafwijking



0,10 0,20 0,30 0,40 0,50

— Wrijvingsweerstand (f_s) in MPa →

☒ Helling (I) in graden



Alphen a/d Rijn
Breda

sondering volgens NEN-EN-ISO22476-1

Project : HAARLEMMERTREKVAART

Locatie : HAARLEM

Datum : 14-2-2022

Conusnr. : S15CFIP.1519

Projectnr. : 2100188

Sondeernr.: 142

1/2

← Diepte in m ten opzichte van referentieniveau (NAP) gecorrigeerd voor hellingsafwijking

— Dynamische waterdruk (u2) in MPa →

-0,1 0,0 0,1 0,2 0,3 0,4 0,5 0,6 0,7 0,8 0,9 1,0 1,1 1,2 1,3

M.V. : 0,00 m NAP

1,70 m voorgeboord

1,7

1,7

1,6

1,6

1,6

1,6

1,6

1,5

1,7

1,6

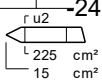
1,8

1,8

2,0

2,1

2,2



GEOSONDA

Alphen a/d Rijn
Breda

sondering volgens NEN-EN-ISO22476-1

Project : HAARLEMMERTREKVAART

Locatie : HAARLEM

☒ Helling (l) in graden

Datum : 14-2-2022

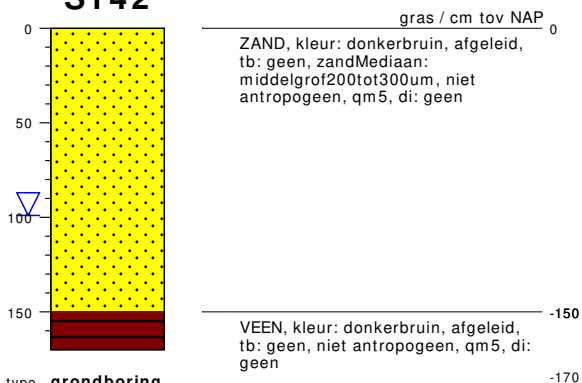
Conusnr. : S15CFIP.1519

Projectnr. : 2100188

Sondeernr.: 142

2/2

S142

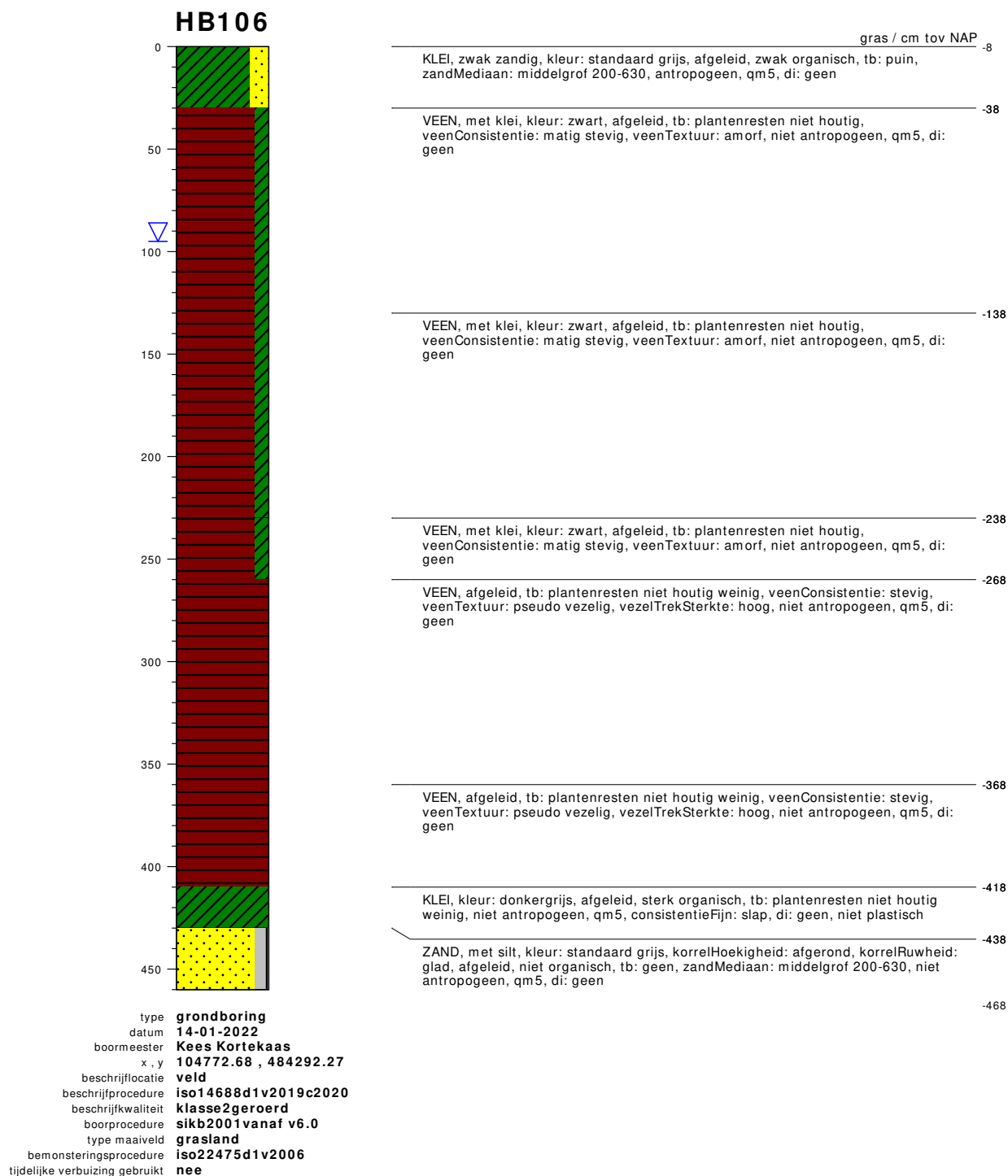


type **grondboring**
datum **14-02-2022**
boormeester **rups17**
beschrijfllocatie **veld**
beschrijfpprocedure **iso14688d1v2019c2020**
beschrijfkwaliteit **klasse2geroerd**
boorprocedure **sikb2001vanaf v6.0**
type maaiveld **grasland**
bemonsteringsprocedure **iso22475d1v2006**
tijdelijke verbuizing gebruikt **nee**

bodemprofielen

onderzoek **ONDERZOEK NABIJ HAARLEM MERTREKVAART TE HAARLEM**
projectcode **2100188**
getekend conform **NEN-EN-ISO 14688**

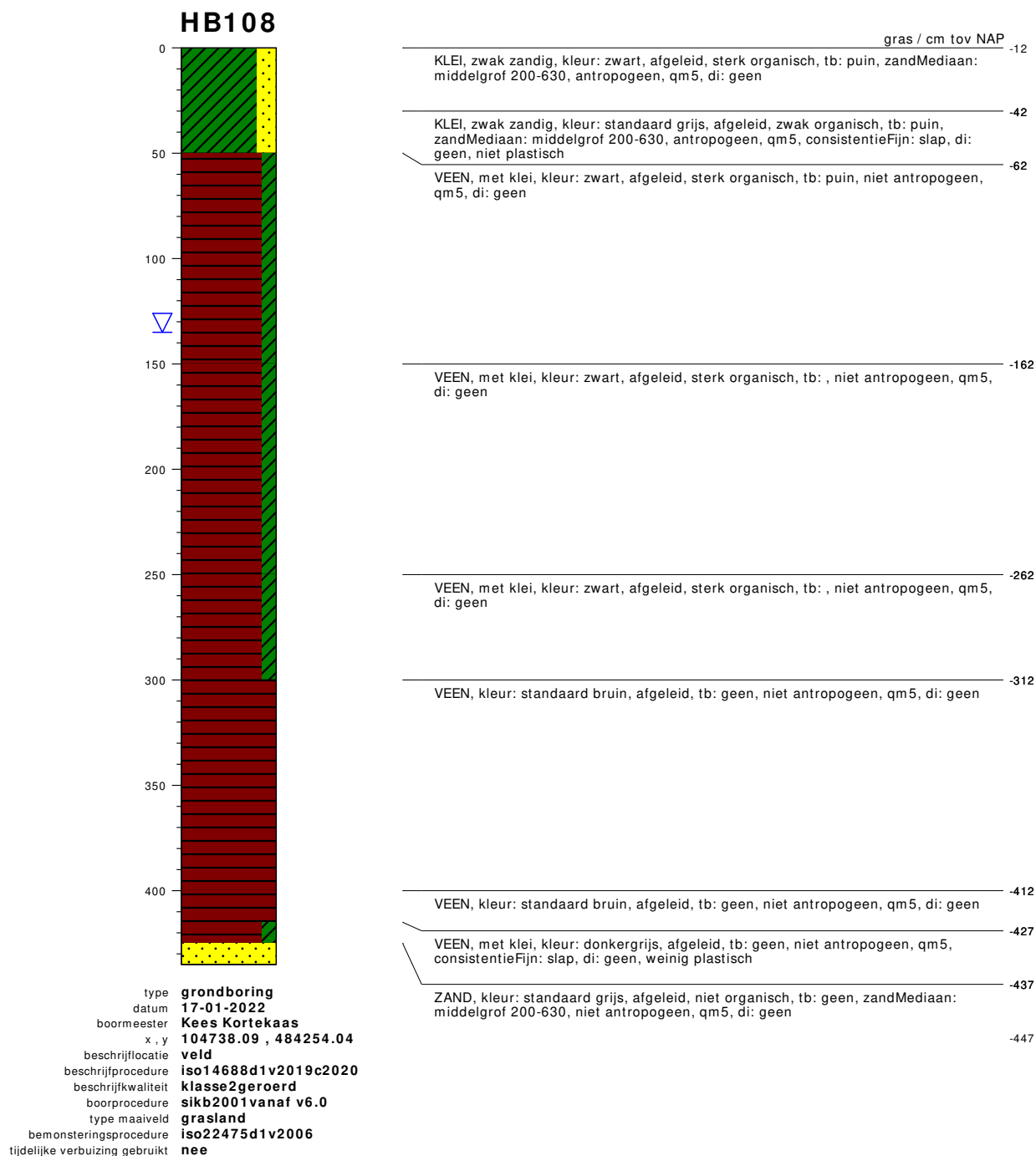




bodemprofielen

onderzoek **ONDERZOEK NABIJ HAARLEM MERTREKVAART TE HAARLEM**
 projectcode **2100188**
 getekend conform **NEN-EN-ISO 14688**



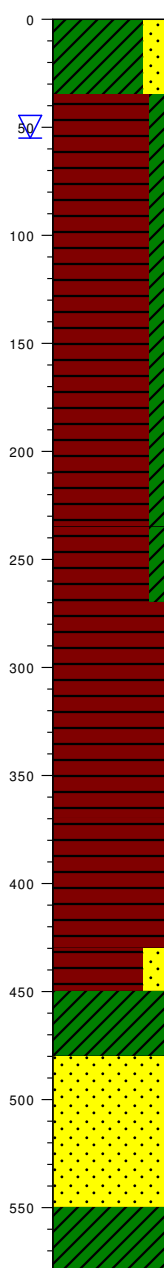


bodemprofielen

onderzoek **ONDERZOEK NABIJ HAARLEM MERTREKVAART TE HAARLEM**
projectcode **2100188**
getekend conform **NEN-EN-ISO 14688**



HB112



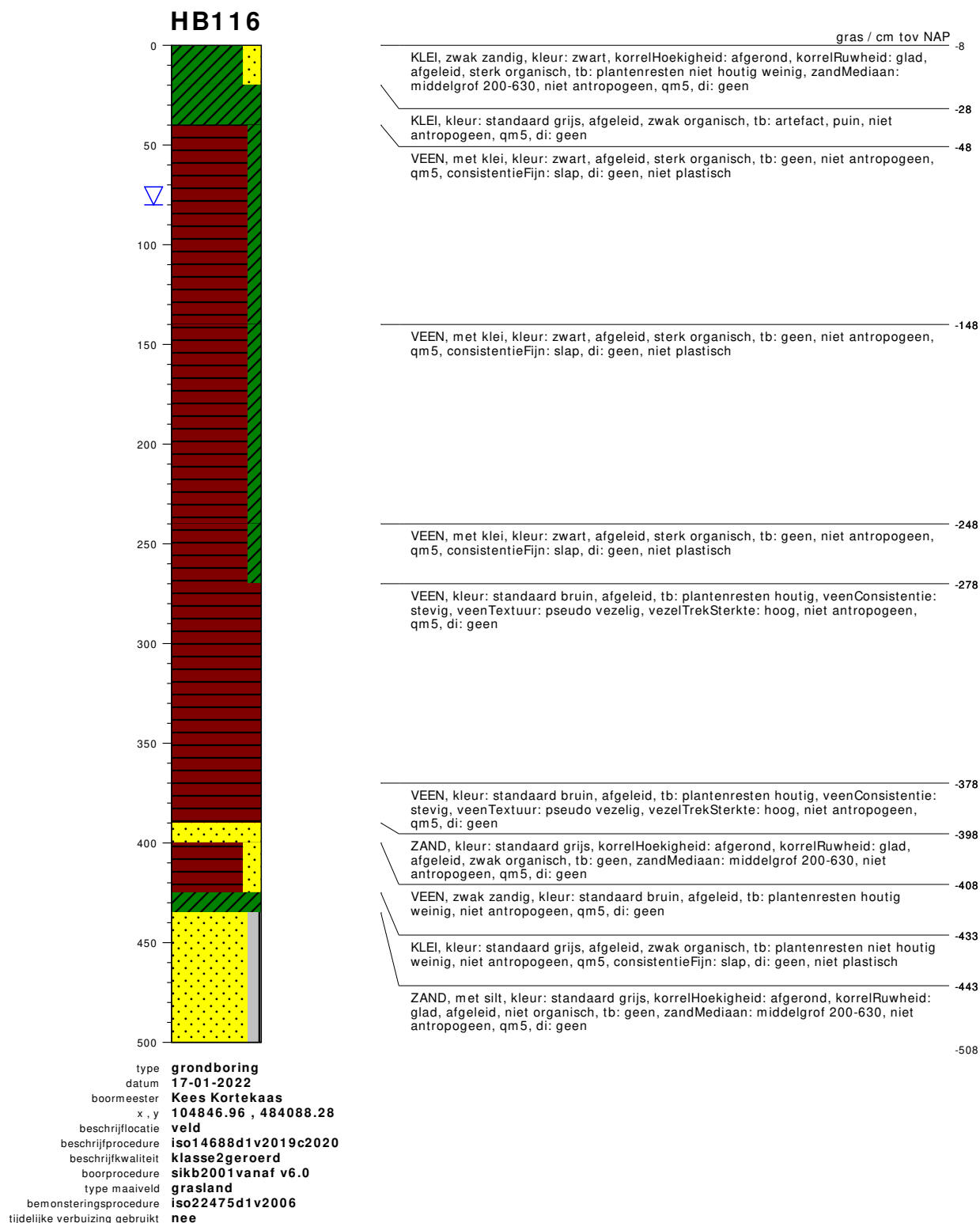
type **grondboring**
 datum **17-01-2022**
 boormeester **Kees Kortekaas**
 x , y **104739.86 , 484149.67**
 beschrijflocatie **veld**
 beschrijfpcode **iso14688d1v2019c2020**
 beschrijfkwaliteit **klasse2geroerd**
 boorprocedure **sikb2001 vanaf v6.0**
 type maaiveld **grasland**
 bemonsteringsprocedure **iso22475d1v2006**
 tijdelijke verbuizing gebruikt **nee**

	gras / cm tov NAP	-12
KLEI, zwak zandig, kleur: zwart, korrelHoekigheid: afgerond, korrelRuwheid: glad, afgeleid, tb: puin, zandMediaan: middelgrof 200-630, niet antropogeen, qm5, di: geen		
VEEN, met klei, kleur: zwart, afgeleid, sterk organisch, tb: puin, niet antropogeen, qm5, consistentieFijn: stevig, di: geen, niet plastisch		-47
VEEN, met klei, kleur: zwart, afgeleid, sterk organisch, tb: , niet antropogeen, qm5, consistentieFijn: stevig, di: geen, niet plastisch		-147
VEEN, met klei, kleur: zwart, afgeleid, sterk organisch, tb: , niet antropogeen, qm5, consistentieFijn: stevig, di: geen, niet plastisch		-247
VEEN, kleur: standaard bruin, afgeleid, tb: geen, veenConsistentie: stevig, veenTextuur: pseudo vezelig, vezelTrekSterkte: hoog, niet antropogeen, qm5, di: geen		-282
VEEN, kleur: standaard bruin, afgeleid, tb: geen, veenConsistentie: stevig, veenTextuur: pseudo vezelig, vezelTrekSterkte: hoog, niet antropogeen, qm5, di: geen		-382
VEEN, zwak zandig, kleur: standaard bruin, afgeleid, tb: geen, zandMediaan: fijn 63-200, niet antropogeen, qm5, di: geen		-442
KLEI, kleur: standaard grijs, afgeleid, zwak organisch, tb: plantenresten niet houtig weinig, niet antropogeen, qm5, di: geen		-462
ZAND, kleur: standaard grijs, afgeleid, niet organisch, tb: geen, zandMediaan: middelgrof 200-630, niet antropogeen, qm5, di: geen		-492
KLEI, kleur: standaard grijs, afgeleid, zwak organisch, tb: plantenresten niet houtig weinig, niet antropogeen, qm5, di: geen		-562
		-592

bodemprofielen

onderzoek **ONDERZOEK NABIJ HAARLEM MERTREKVAART TE HAARLEM**
 projectcode **2100188**
 getekend conform **NEN-EN-ISO 14688**

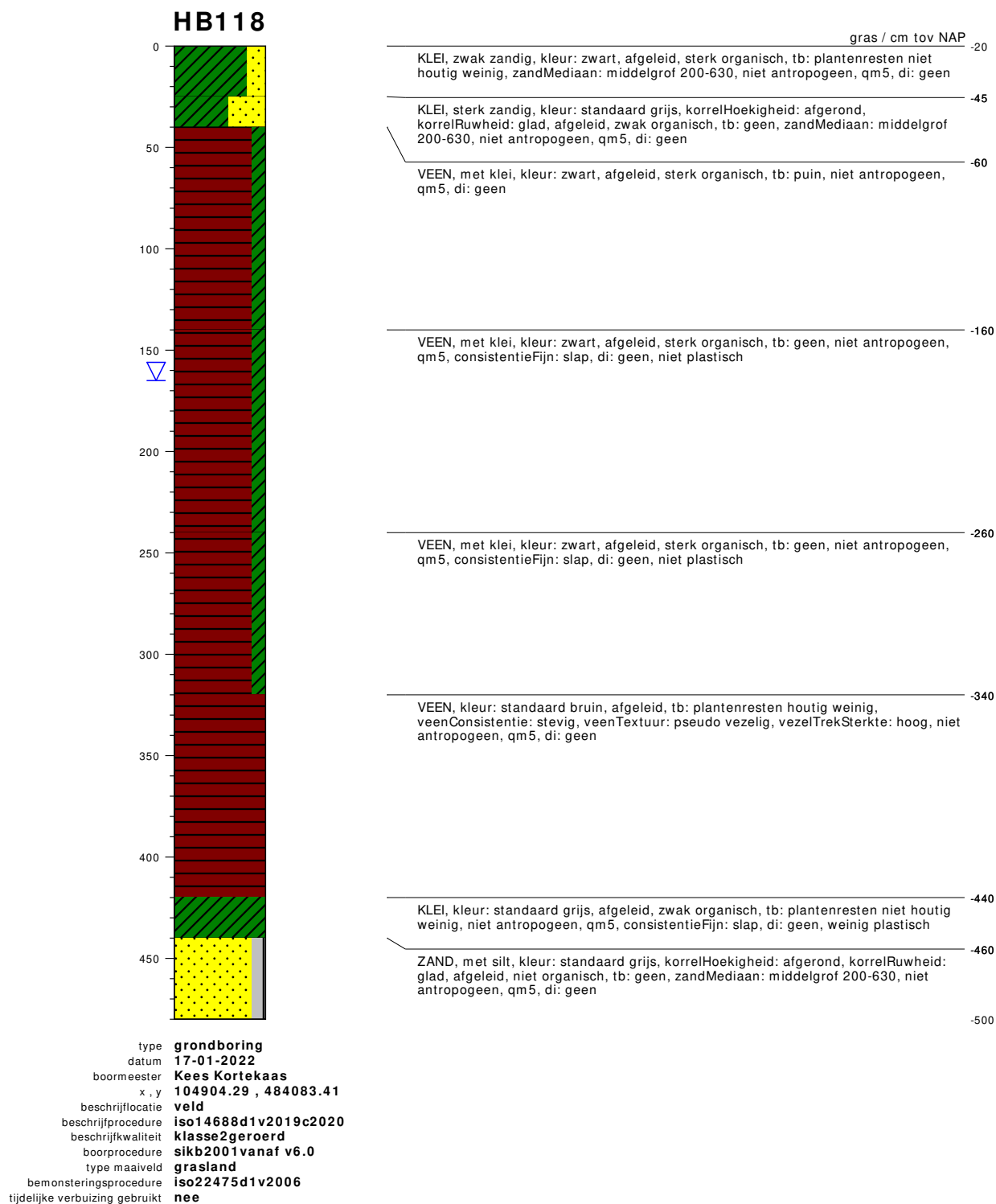




bodemprofielen

onderzoek **ONDERZOEK NABIJ HAARLEM MERTREKVAART TE HAARLEM**
projectcode **2100188**
getekend conform **NEN-EN-ISO 14688**

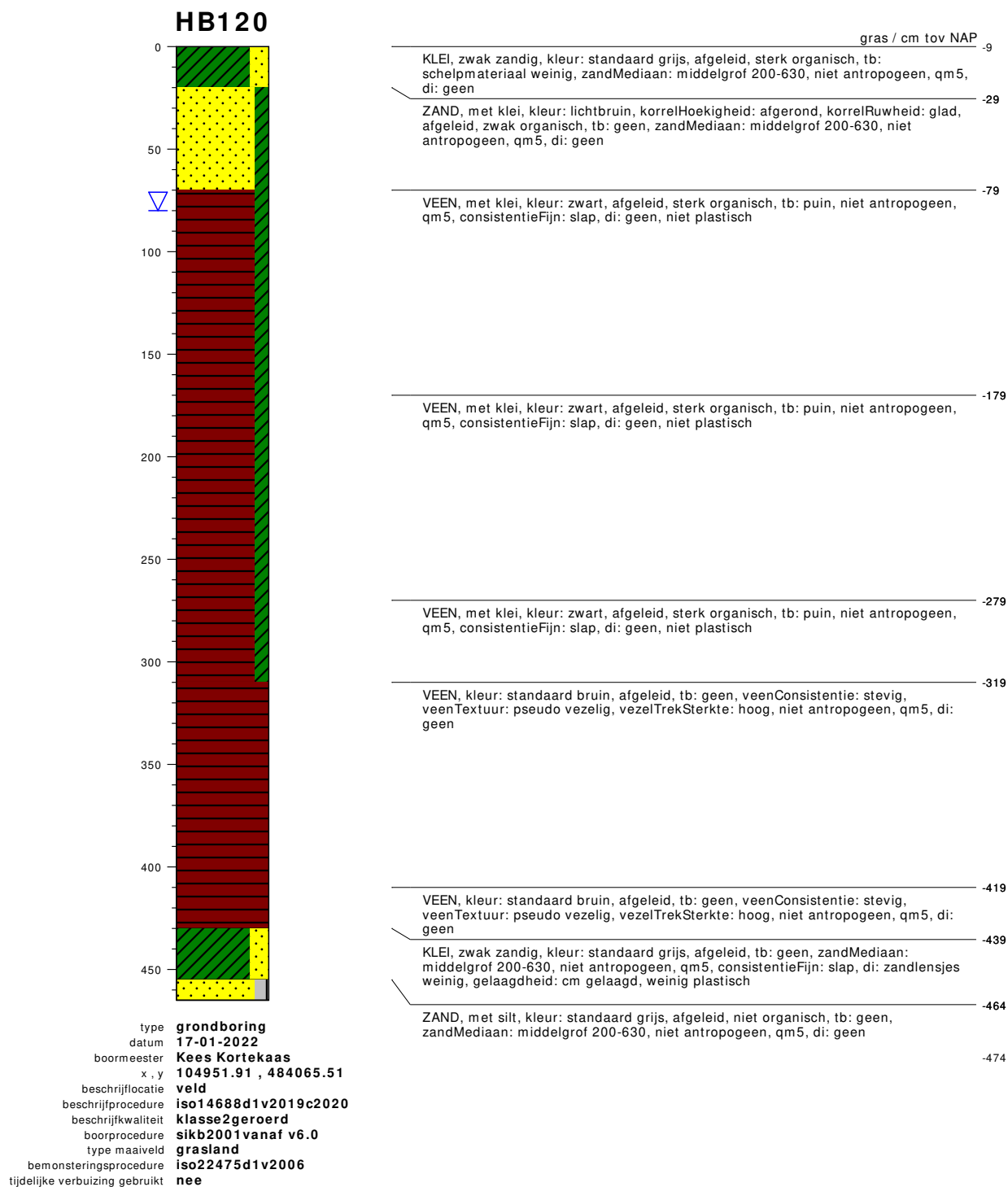




bodemprofielen

onderzoek **ONDERZOEK NABIJ HAARLEM MERTREKVAART TE HAARLEM**
 projectcode **2100188**
 getekend conform **NEN-EN-ISO 14688**

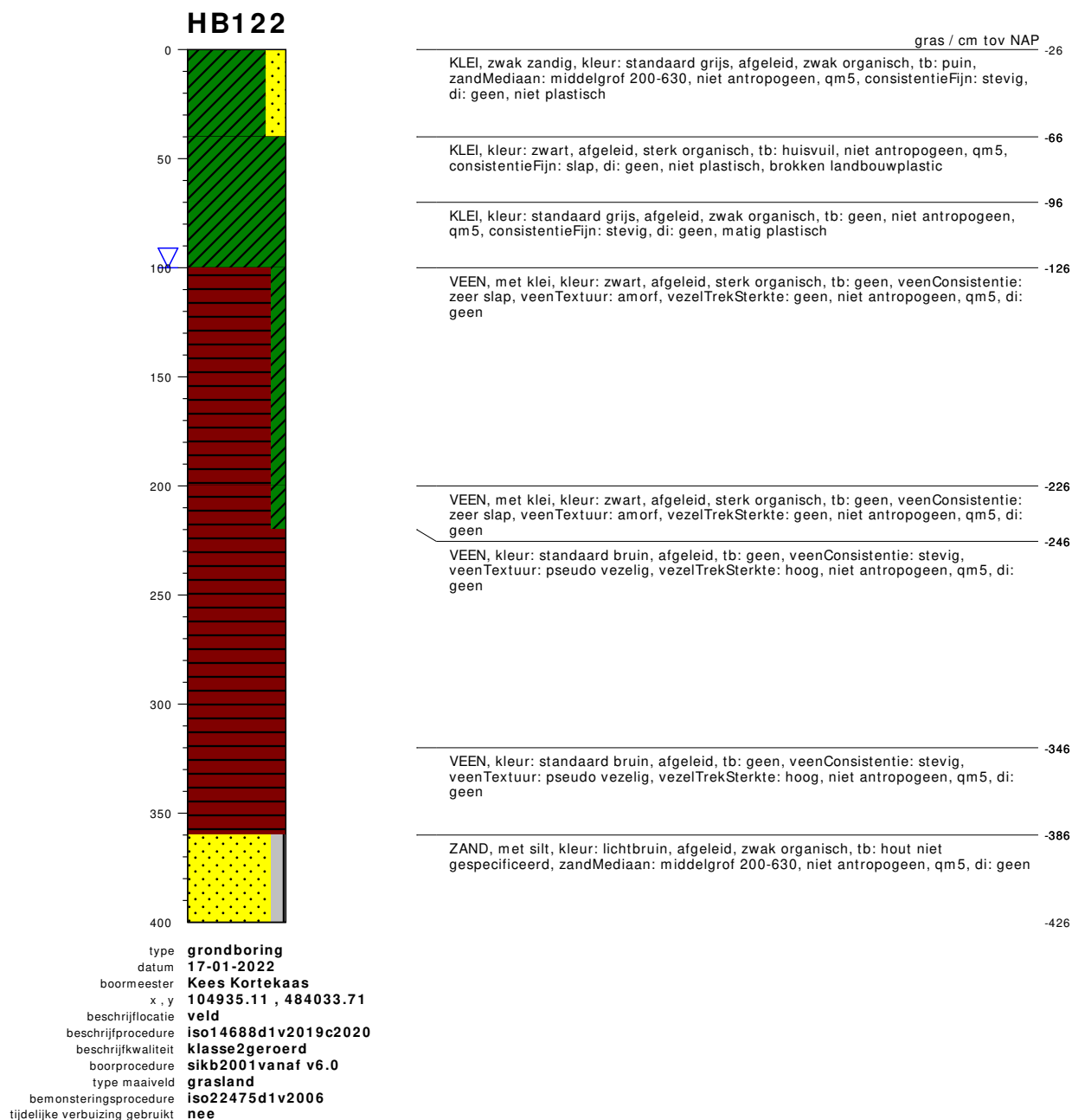




bodemprofielen

onderzoek **ONDERZOEK NABIJ HAARLEM MERTREKVAART TE HAARLEM**
 projectcode **2100188**
 getekend conform **NEN-EN-ISO 14688**

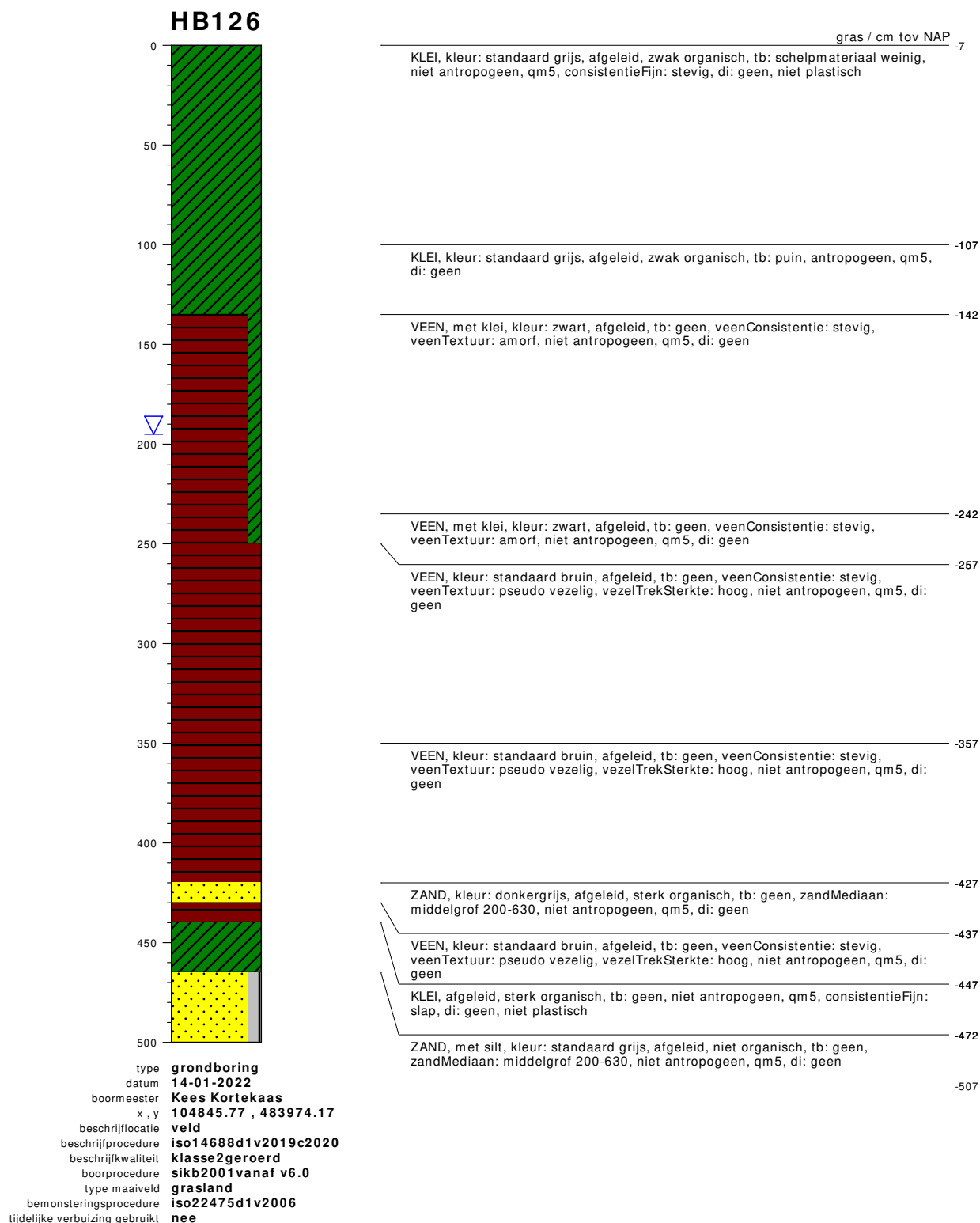




bodemprofielen

onderzoek **ONDERZOEK NABIJ HAARLEM MERTREKVAART TE HAARLEM**
 projectcode **2100188**
 getekend conform **NEN-EN-ISO 14688**

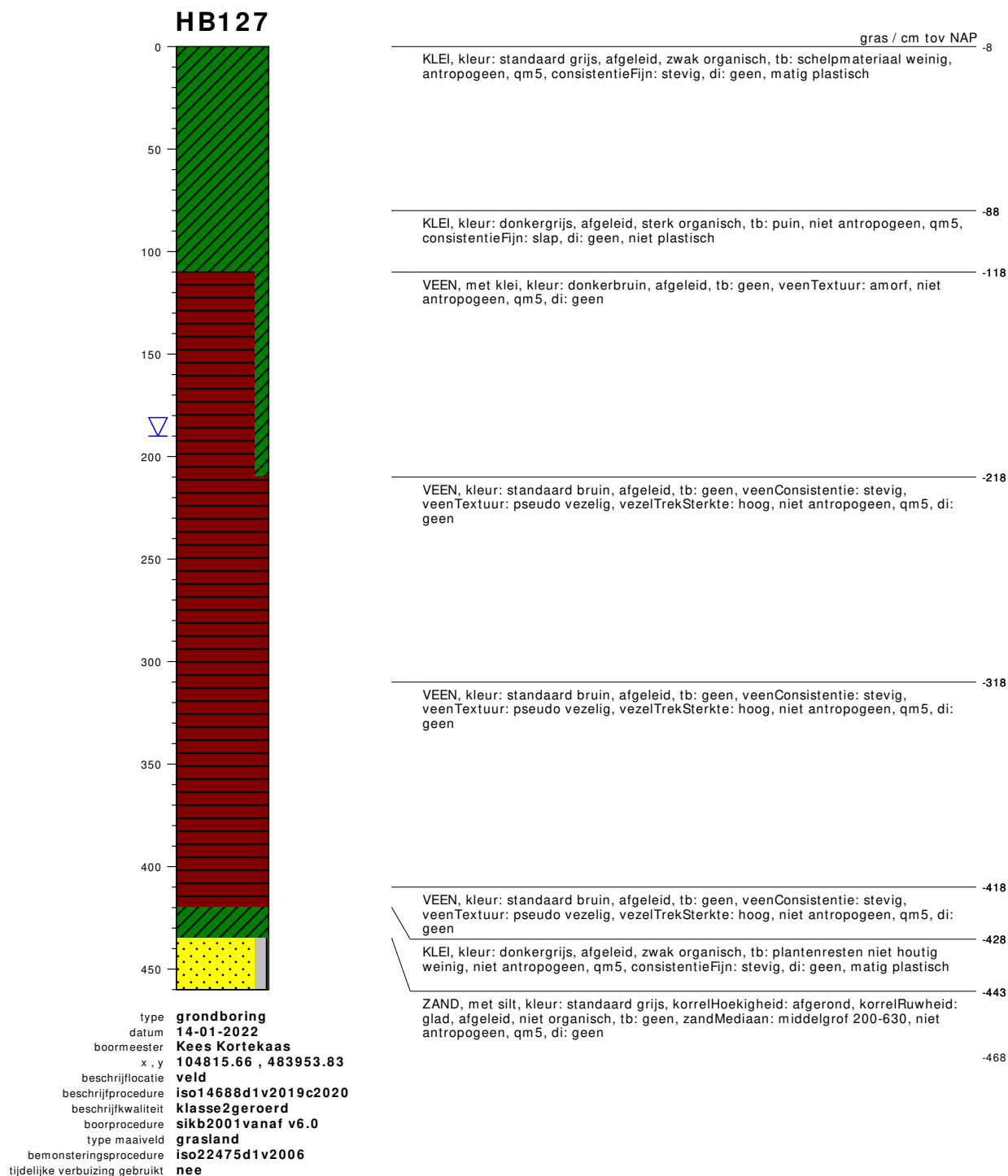




bodemprofielen

onderzoek **ONDERZOEK NABIJ HAARLEM MERTREKVAART TE HAARLEM**
projectcode **2100188**
getekend conform **NEN-EN-ISO 14688**

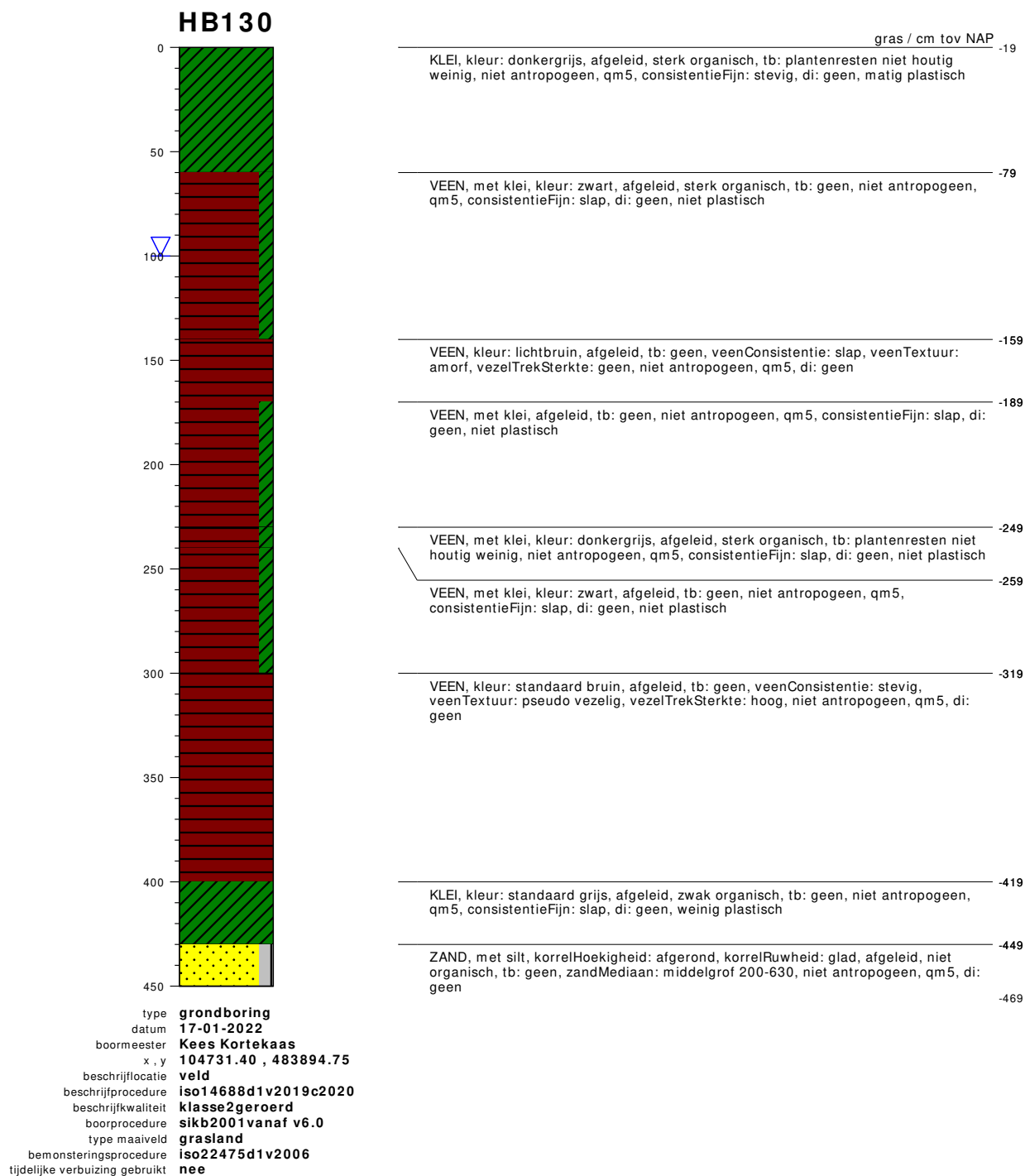




bodemprofielen

onderzoek **ONDERZOEK NABIJ HAARLEM MERTREKVAART TE HAARLEM**
projectcode **2100188**
getekend conform **NEN-EN-ISO 14688**

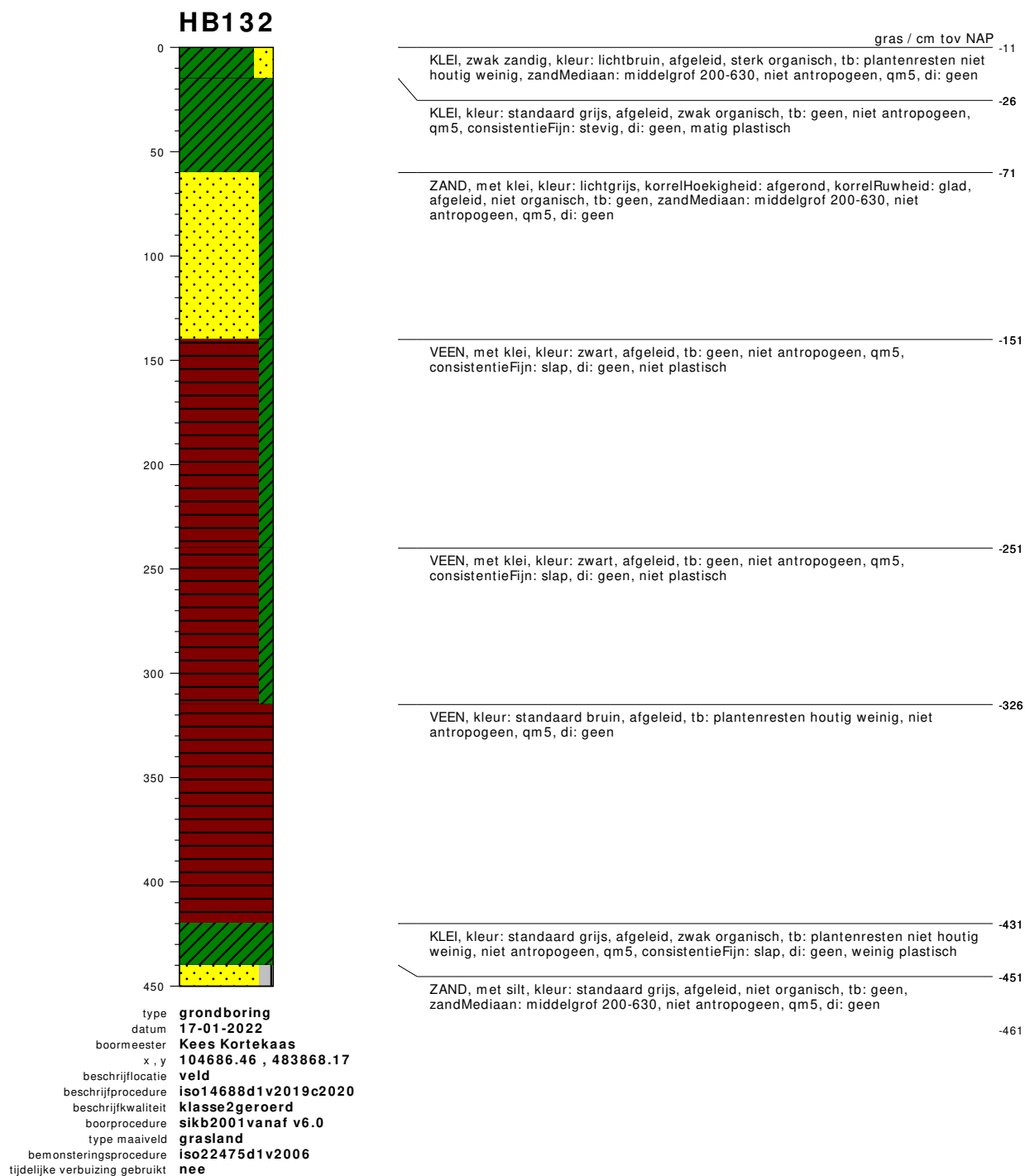




bodemprofielen

onderzoek **ONDERZOEK NABIJ HAARLEM MERTREKVAART TE HAARLEM**
projectcode **2100188**
getekend conform **NEN-EN-ISO 14688**



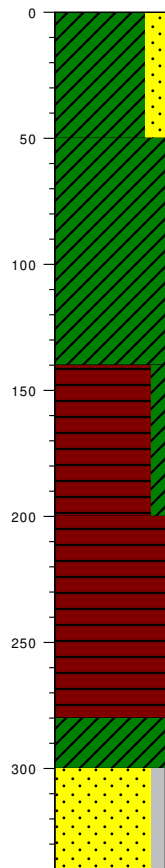


bodemprofielen

onderzoek **ONDERZOEK NABIJ HAARLEM MERTREKVAART TE HAARLEM**
 projectcode **2100188**
 getekend conform **NEN-EN-ISO 14688**



HB136



type **grondboring**
 datum **18-01-2022**
 boormeester **Kees Kortekaas**
 x , y **104600.39 , 483830.61**
 beschrijflocatie **veld**
 beschrijfprocedure **iso14688d1v2019c2020**
 beschrijfkwaliteit **klasse2geroerd**
 boorprocedure **sikb2001vanaf v6.0**
 type maaiveld **grasland**
 bemonsteringsprocedure **iso22475d1v2006**
 tijdelijke verbuizing gebruikt **nee**

gras / cm tov NAP -8
 KLEI, zwak zandig, korrelHoekigheid: afgerond, korrelRuwheid: glad, afgeleid, sterk organisch, tb: plantenresten niet houtig weinig, zandMediaan: middelgrof 200-630, niet antropogeen, qm5, di: geen

-58
 KLEI, kleur: standaard grijs, afgeleid, zwak organisch, tb: geen, niet antropogeen, qm5, consistentieFijn: slap, di: geen, niet plastisch

-148
 VEEN, met klei, kleur: standaard bruin, afgeleid, tb: geen, veenConsistentie: slap, veenTextuur: amorf, vezelTrekSterkte: laag, niet antropogeen, qm5, di: geen

-208
 VEEN, kleur: standaard bruin, afgeleid, tb: geen, veenConsistentie: stevig, veenTextuur: pseudo vezelig, vezelTrekSterkte: hoog, niet antropogeen, qm5, di: geen

-288
 KLEI, kleur: standaard grijs, afgeleid, zwak organisch, tb: geen, niet antropogeen, qm5, consistentieFijn: slap, di: geen, weinig plastisch

-308
 ZAND, met silt, kleur: standaard grijs, korrelHoekigheid: afgerond, korrelRuwheid: glad, afgeleid, niet organisch, tb: geen, zandMediaan: middelgrof 200-630, niet antropogeen, qm5, di: geen

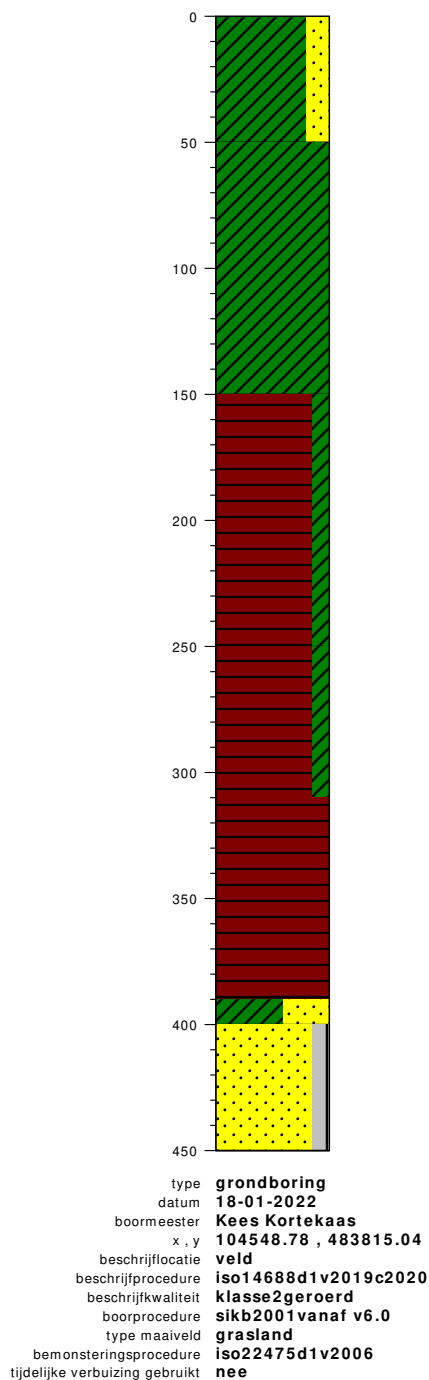
-348

bodemprofielen

onderzoek **ONDERZOEK NABIJ HAARLEM MERTREKVAART TE HAARLEM**
 projectcode **2100188**
 getekend conform **NEN-EN-ISO 14688**



HB138

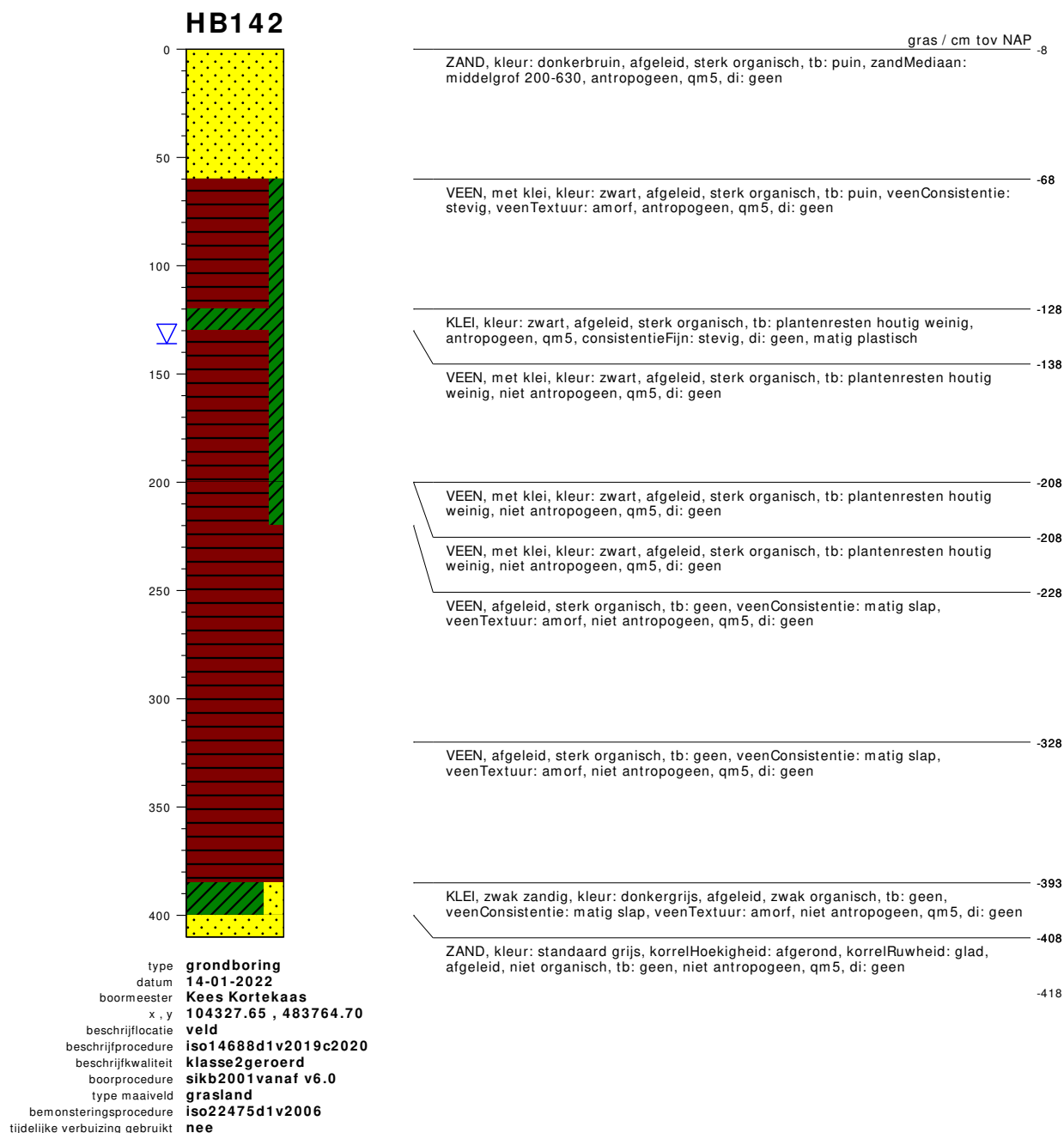


gras / cm tov NAP	-20
KLEI, zwak zandig, kleur: standaard bruin, afgeleid, sterk organisch, tb: geen, zandMediaan: middelgrof 200-630, niet antropogeen, qm5, consistentieFijn: slap, di: geen, niet plastisch	
KLEI, kleur: standaard grijs, afgeleid, zwak organisch, tb: geen, niet antropogeen, qm5, consistentieFijn: stevig, di: geen, matig plastisch	-70
VEEN, met klei, kleur: standaard bruin, afgeleid, sterk organisch, tb: geen, veenConsistentie: slap, veenTextuur: amorf, vezelTrekSterkte: laag, niet antropogeen, qm5, di: geen	-170
VEEN, met klei, kleur: standaard bruin, afgeleid, sterk organisch, tb: geen, veenConsistentie: slap, veenTextuur: amorf, vezelTrekSterkte: laag, niet antropogeen, qm5, di: geen	-270
VEEN, afgeleid, tb: geen, veenConsistentie: stevig, veenTextuur: pseudo vezelig, vezelTrekSterkte: hoog, niet antropogeen, qm5, di: geen	-330
KLEI, sterk zandig, kleur: standaard grijs, afgeleid, zwak organisch, tb: plantenresten niet houtig weinig, zandMediaan: middelgrof 200-630, niet antropogeen, qm5, di: geen	-410
ZAND, met silt, kleur: standaard grijs, korrelHoekigheid: afgerond, korrelRuwheid: glad, afgeleid, niet organisch, tb: geen, zandMediaan: middelgrof 200-630, niet antropogeen, qm5, di: geen	-420
	-470

bodemprofielen

onderzoek **ONDERZOEK NABIJ HAARLEM MERTREKVAART TE HAARLEM**
 projectcode **2100188**
 getekend conform **NEN-EN-ISO 14688**



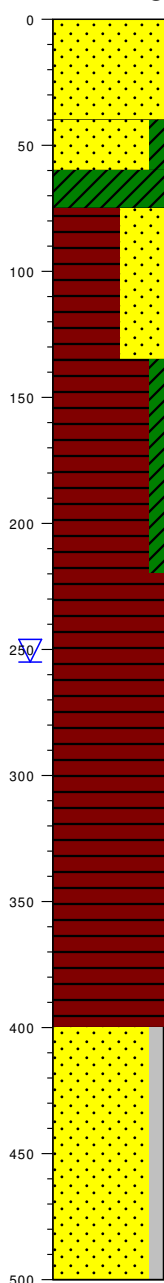


bodemprofielen

onderzoek **ONDERZOEK NABIJ HAARLEM MERTREKVAART TE HAARLEM**
 projectcode **2100188**
 getekend conform **NEN-EN-ISO 14688**



HB143



type **grondboring**
 datum **14-01-2022**
 boormeester **Kees Kortekaas**
 x , y **104410.94 , 483790.10**
 beschrijflocatie **veld**
 beschrijfprocedure **iso14688d1v2019c2020**
 beschrijfkwaliteit **klasse2geroerd**
 boorprocedure **sikb2001 vanaf v6.0**
 type maaiveld **grasland**
 bemonsteringsprocedure **iso22475d1v2006**
 tijdelijke verbuizing gebruikt **nee**

gras / cm tov NAP	-78
ZAND, kleur: donkerbruin, afgeleid, sterk organisch, tb: plantenresten houtig weinig, zandMediaan: middelgrof 200-630, antropogeen, qm5, di: geen	
ZAND, met klei, kleur: donkerbruin, afgeleid, sterk organisch, tb: plantenresten houtig weinig, zandMediaan: middelgrof 200-630, antropogeen, qm5, di: geen	-118
KLEI, kleur: donkergrijs, afgeleid, zwak organisch, tb: plantenresten niet houtig veel, niet antropogeen, qm5, consistentieFijn: stevig, di: geen, weinig plastisch	-138
VEEN, sterk zandig, kleur: donkerbruin, afgeleid, sterk organisch, tb: geen, zandMediaan: middelgrof 200-630, niet antropogeen, qm5, di: geen	-153
VEEN, met klei, kleur: zwart, afgeleid, sterk organisch, tb: geen, veenConsistentie: matig slap, veenTextuur: amorf, niet antropogeen, qm5, di: geen	-213
VEEN, afgeleid, sterk organisch, tb: geen, veenConsistentie: matig stevig, veenTextuur: pseudo vezelig grof, vezelTrekSterkte: hoog, niet antropogeen, qm5, di: geen	-298
VEEN, afgeleid, sterk organisch, tb: geen, veenConsistentie: matig stevig, veenTextuur: pseudo vezelig grof, vezelTrekSterkte: hoog, niet antropogeen, qm5, di: geen	-398
ZAND, met silt, kleur: standaard grijs, korrelHoekigheid: afgerond, korrelRuwheid: glad, afgeleid, niet organisch, tb: geen, zandMediaan: middelgrof 200-630, niet antropogeen, qm5, di: geen	-478

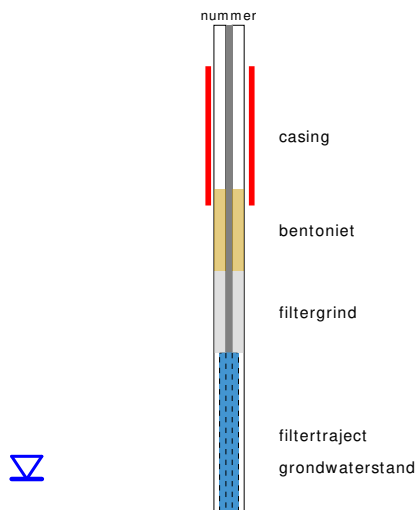
-578

bodemprofielen

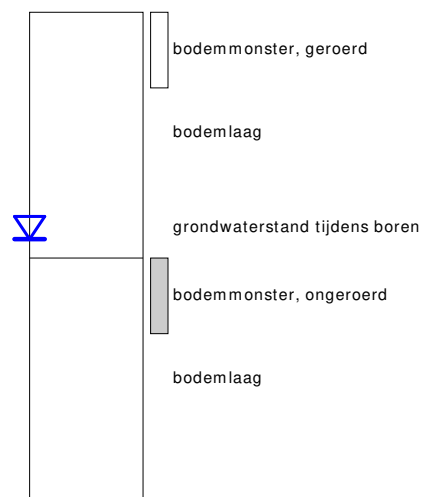
onderzoek **ONDERZOEK NABIJ HAARLEM MERTREKVAART TE HAARLEM**
 projectcode **2100188**
 getekend conform **NEN-EN-ISO 14688**



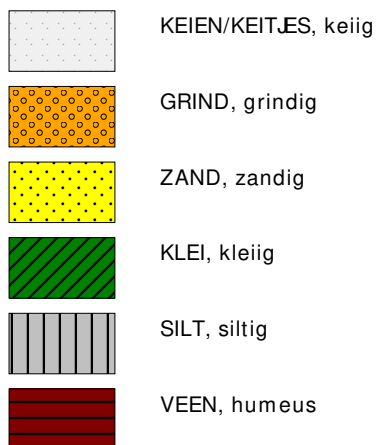
PEILBUIS



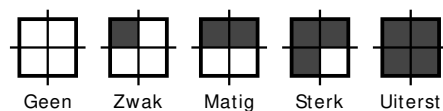
BORING



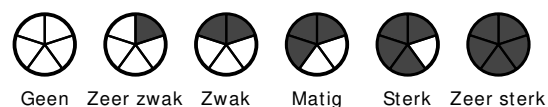
GRONDSOORTEN



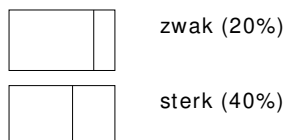
OLIE OP WATER REACTIE



GEUR INTENSITEIT



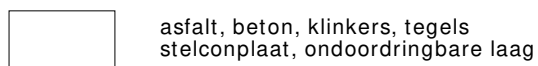
MATE VAN BIJMENGING



GRADATIE ZAND

grof (0,63-2mm)
 middelgrof (0,2-0,63mm)
 fijn (0,063-0,2 mm)

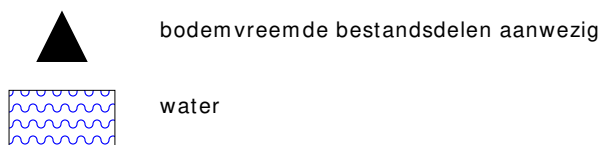
VERHARDINGEN



GRADATIE GRIND

f = fijn (2-5.6 mm)
 mg = matig grof (5.6-16 mm)
 zg = zeer grof (16-63 mm)

OVERIG



BESCHRIJVING BODEMLAAG

pid = foto ionisatie detector
 bv = bodemvocht
 ow = olie op water
 tb = tertiaire bestanddelen
 di = disperse inhomogeniteit
 diepte aanduidingen links op de y-as zijn in cm onder maaiveld
 diepte aanduidingen rechts van het profiel zijn in cm boven NAP



Alphen a/d Rijn
Breda

Project : ONDERZOEK NABIJ HAARLEMMERTREKVAART
Locatie : HAARLEM
Projectnr. : 2100188

COÖRDINATEN TABEL

Nummer	X-RD	Y-RD	Z-NAP
101	104828,59	484416,03	0,19
102	104833,03	484390,65	0,12
103	104836,31	484367,56	-0,03
104	104825,39	484348,33	-0,01
105	104791,17	484313,21	-0,06
106	104773,12	484295,03	0,15
107	104755,30	484275,61	0,28
108	104738,90	484256,04	-0,01
109	104728,70	484231,50	-0,01
110	104726,71	484203,52	-0,02
111	104729,18	484175,35	-0,03
112	104737,44	484152,55	-0,06
113	104753,21	484129,23	0,03
114	104772,70	484108,33	-0,01
115	104821,48	484089,37	0,11
116	104846,96	484088,28	-0,08
117	104873,46	484085,04	0,02
118	104900,99	484083,35	-0,16
119	104928,57	484080,11	-0,08
120	104949,50	484067,45	-0,11
121	104949,15	484044,31	-0,07
122	104935,98	484036,42	-0,13
123	104901,22	484012,49	-0,11
124	104885,59	484001,64	-0,06
125	104864,14	483987,65	-0,10
126	104841,09	483971,41	-0,02
127	104819,84	483956,98	0,00
128	104798,68	483942,34	-0,07
129	104755,62	483912,24	-0,06
130	104733,74	483896,79	-0,05
131	104710,80	483882,51	-0,06
132	104689,20	483870,14	-0,02
133	104665,71	483858,03	-0,04
134	104645,12	483848,55	-0,02
135	104619,12	483838,28	0,04
136	104599,60	483831,13	0,04
137	104571,66	483821,72	-0,10
138	104546,76	483815,11	-0,11
139	104521,67	483808,94	-0,17
140	104491,42	483803,14	-0,04
141		niet uitgevoerd	
142	104326,96	483770,81	0,00
as v/d weg 101	104327,04	483779,56	-0,24

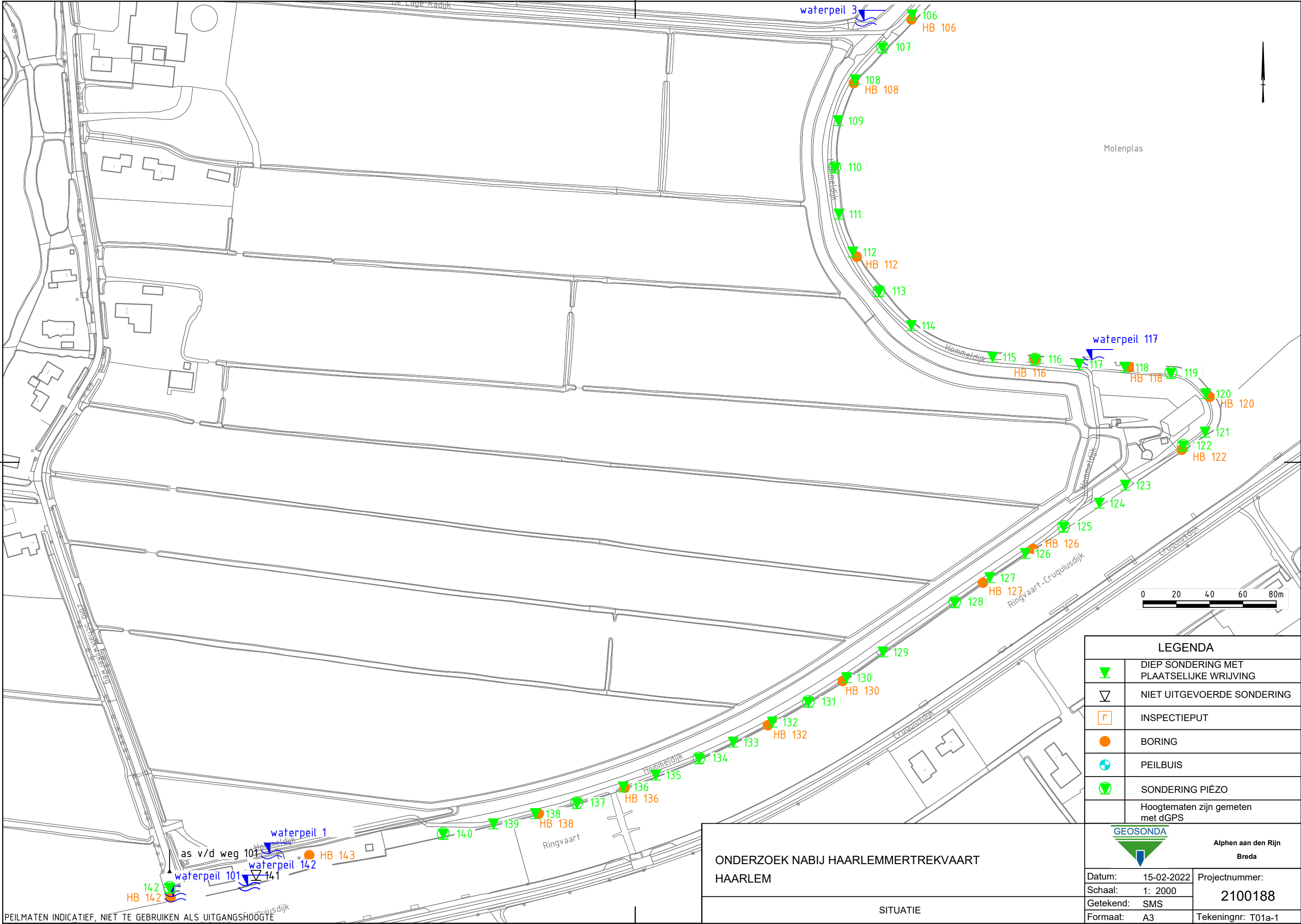


Alphen a/d Rijn
Breda

Project : ONDERZOEK NABIJ HAARLEMMERTREKVAART
Locatie : HAARLEM
Projectnr. : 2100188

COÖRDINATEN TABEL

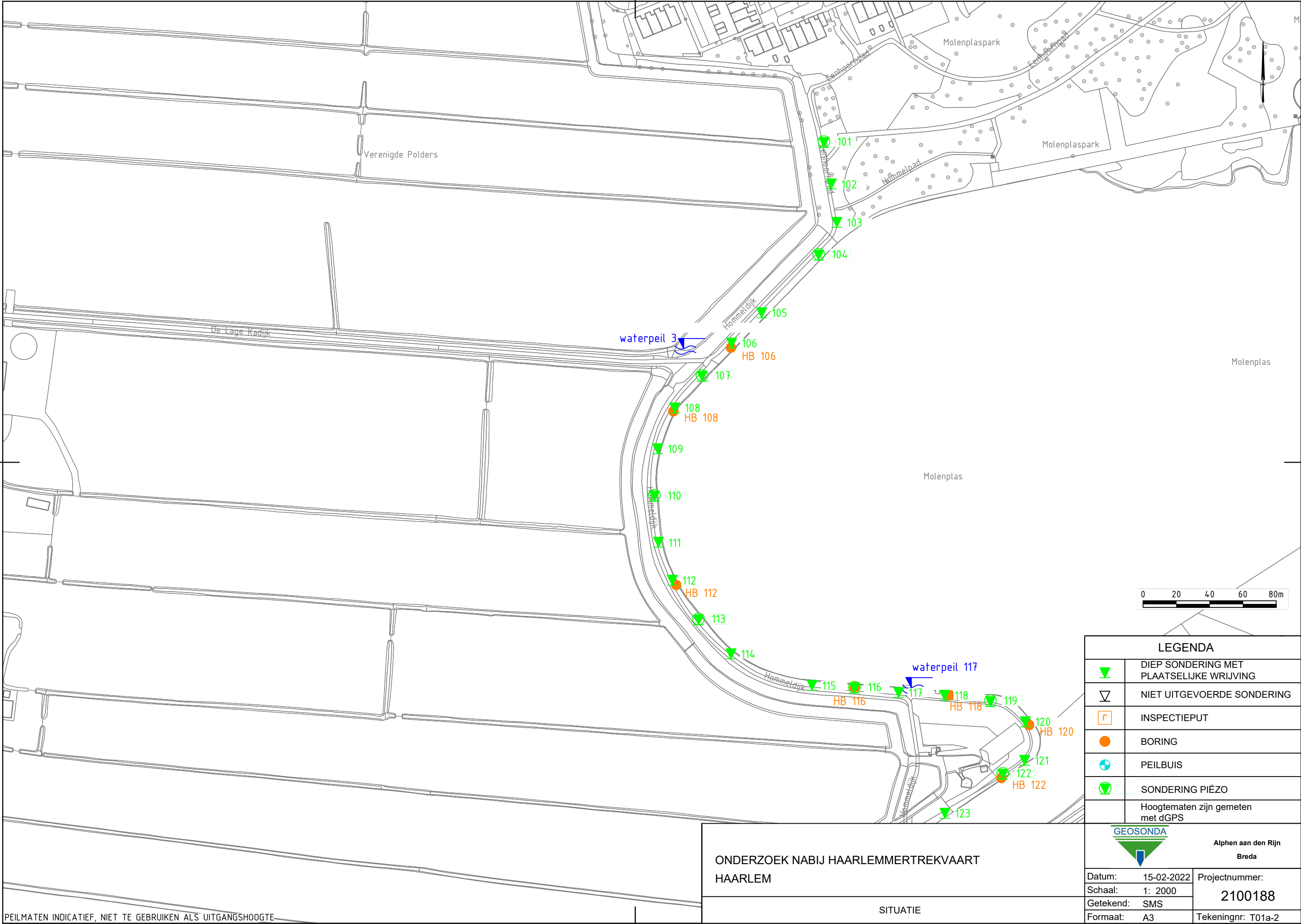
Nummer	X-RD	Y-RD	Z-NAP
HB 106	104772,68	484292,27	-0,08
HB 108	104738,09	484254,04	-0,12
HB 112	104739,86	484149,67	-0,12
HB 116	104846,96	484088,28	-0,08
HB 118	104904,29	484083,41	-0,20
HB 120	104951,91	484065,51	-0,09
HB 122	104935,11	484033,71	-0,26
HB 126	104845,77	483974,17	-0,07
HB 127	104815,66	483953,83	-0,08
HB 130	104731,40	483894,75	-0,19
HB 132	104686,46	483868,17	-0,11
HB 136	104600,39	483830,61	-0,08
HB 138	104548,78	483815,04	-0,20
HB 142	104327,65	483764,70	-0,18
HB 143	104410,94	483790,10	-0,78
waterpeil 1	104387,29	483791,25	-2,24
waterpeil 101	104329,48	483765,41	-0,69
waterpeil 117	104881,09	484087,82	-1,62
waterpeil 142	104373,96	483772,00	-0,63
waterpeil 2	104373,96	483772,00	-0,63
waterpeil 3	104744,33	484291,57	-2,34



ONDERZOEK NABIJ HAARLEMMERTREKVAART
HAARLEM

SITUATIE

LEGENDA		
▼	DIEP SONDERING MET PLAATSELIJKE WRIJVING	
▽	NIET UITGEVOERDE SONDERING	
□	INSPECTIEPUT	
●	BORING	
⊕	PEILBUIS	
⊙	SONDERING PIËZO	
Hoogtematen zijn gemeten met dGPS		
GEOSONDA Alphen aan den Rijn Breda		
Datum:	15-02-2022	Projectnummer: 2100188
Schaal:	1: 2000	
Getekend:	SMS	
Formaat:	A3	
		Tekeningnr: T01a-1



PEILMATEN INDICATIEF, NIET TE GEBRUIKEN ALS UITGANGSHOOGTE

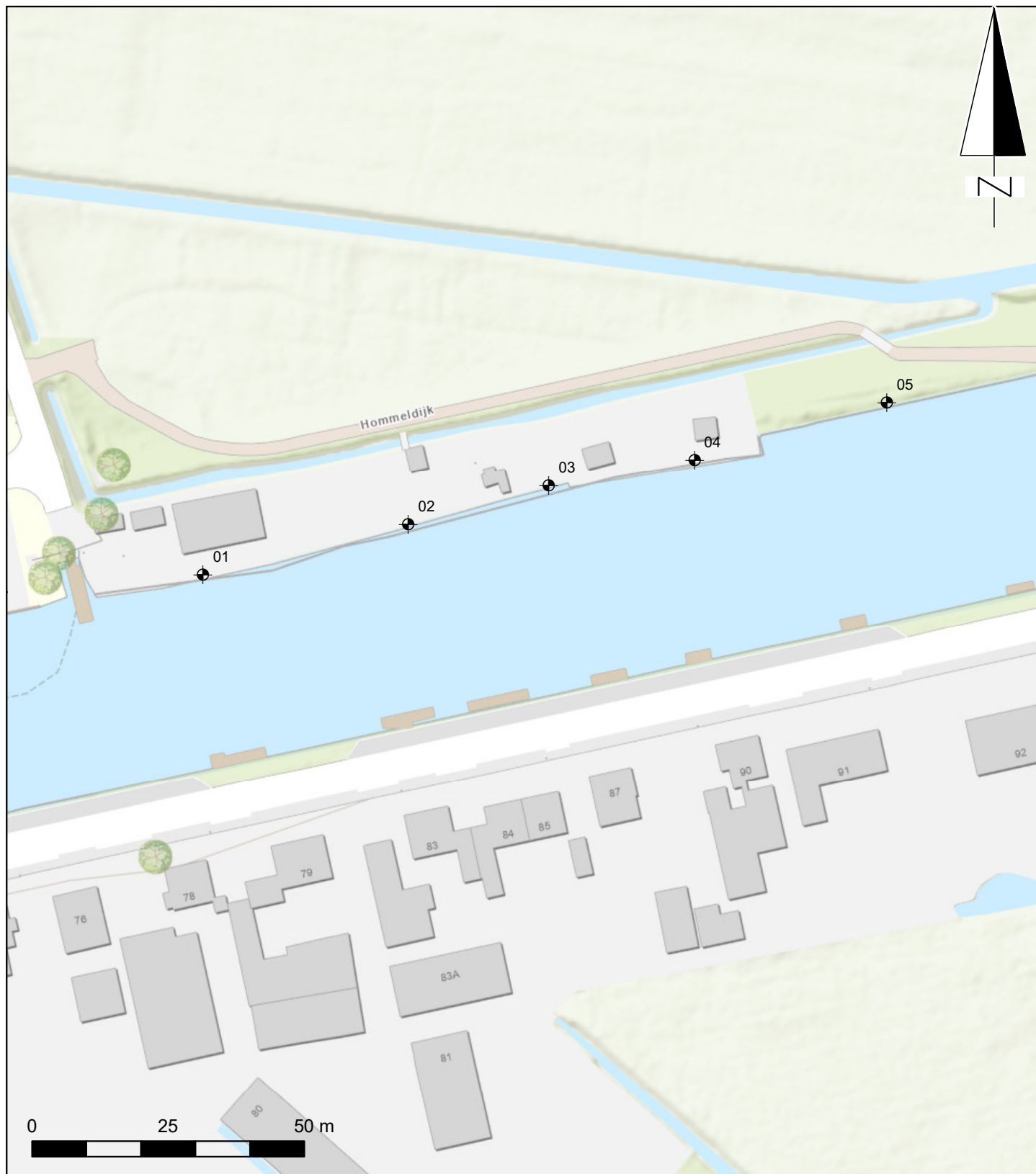
ONDERZOEK NABIJ HAARLEMMERTREKVAART
HAARLEM

SITUATIE

LEGENDA		
	DIEP SONDERING MET PLAATSELIJKE WRIJVING	
	NIET UITGEVOERDE SONDERING	
	INSPECTIEPUT	
	BORING	
	PEILBUIS	
	SONDERING PIËZO	
Hoogtematen zijn gemeten met dGPS		
Alphen aan den Rijn Breda		
Datum:	15-02-2022	Projectnummer: 2100188
Schaal:	1: 2000	
Getekend:	SMS	
Formaat:	A3	
		Tekeningnr: T01a-2

Bijlage

3. Aanvullende handboringen DO-fase 2023



Legenda

type

◆ Boring tot 5,0 m-mv



Regionale ligging

schaal 1:50.000

Project:

Ringvaart - Cruquiusdijk Haarlem

Opdrachtgever:

Hoogheemraadschap Rijnland

Omschrijving:

Overzichtskaart met weergave boringen

rps MAKING COMPLEX EASY

Water en bodem
Ptolemaeuslaan 40
3528 BP Utrecht, The Netherlands
T +31 85 - 99 04 800
W www.rps.nl

Projectnummer: NL202034422.004

Projectleider: F. van der Sterre

Auteur: R. Warring

Fase: Veldwerk

Logo opdrachtgever:



Hoogheemraadschap van
Rijnland

Formaat: A4

Schaal: 1:1.000

Status: Definitief

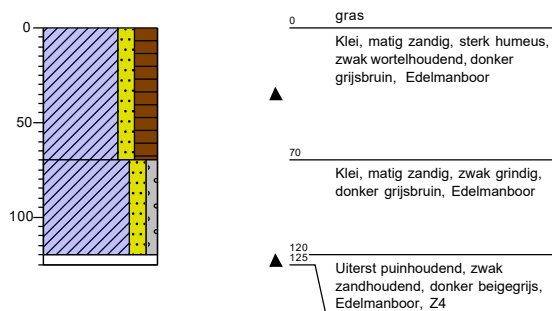
Datum: 16-1-2023

Blad: 1 van 1

Nummer: NL202034422.004-001

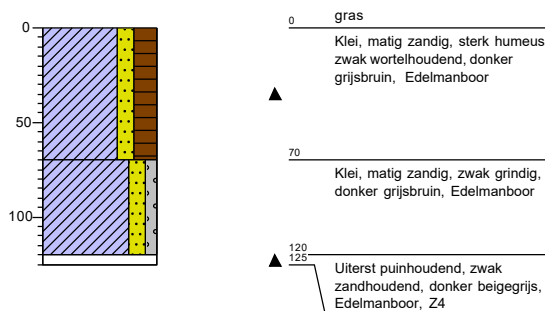
Boring: 01a

Datum: 8-2-2023



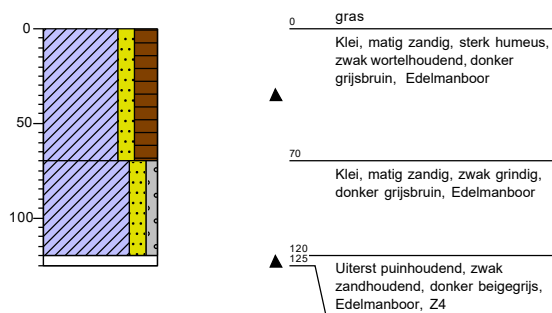
Boring: 01b

Datum: 8-2-2023



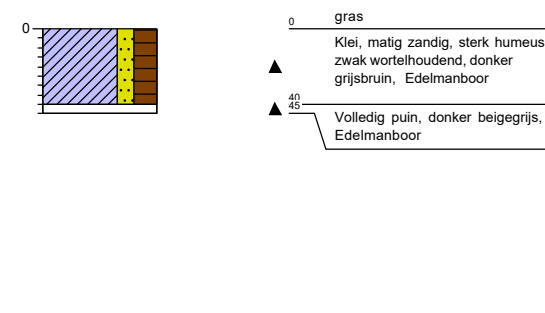
Boring: 01c

Datum: 8-2-2023



Boring: 02a

Datum: 8-2-2023



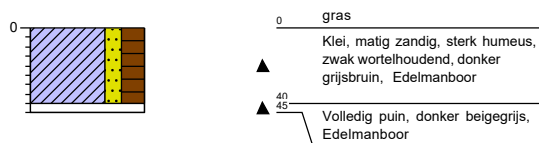
Projectnaam: Cruquiusdijk

Projectcode: NL202034422

Bijlage 2 - Boorprofielen

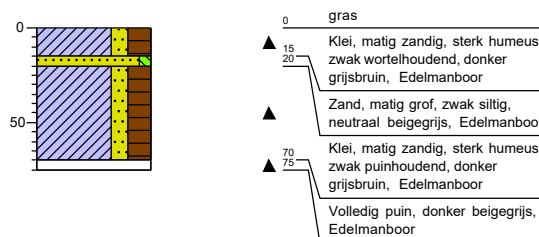
Boring: 02b

Datum: 8-2-2023



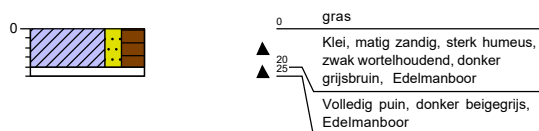
Boring: 03

Datum: 8-2-2023



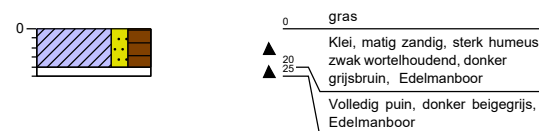
Boring: 04a

Datum: 8-2-2023



Boring: 04b

Datum: 8-2-2023

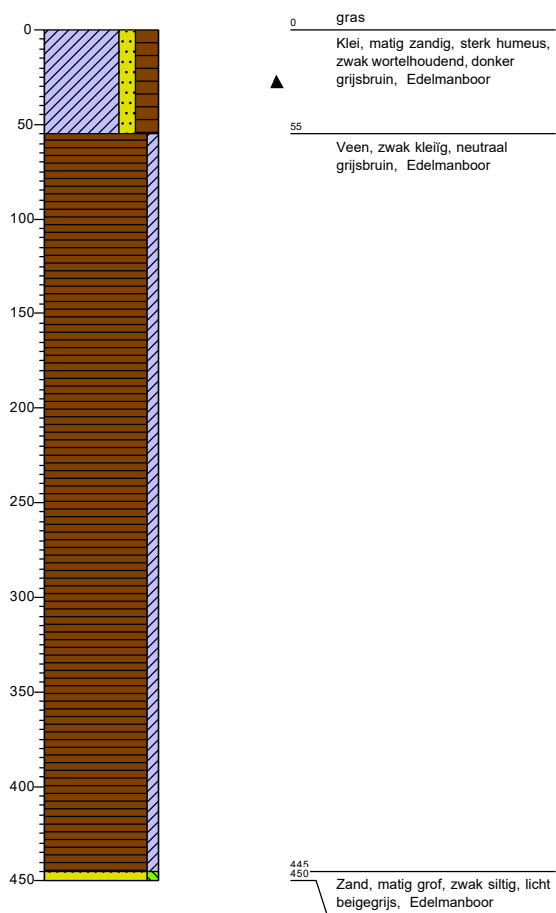


Projectnaam: Cruquiusdijk

Projectcode: NL202034422

Boring: 05

Datum: 8-2-2023

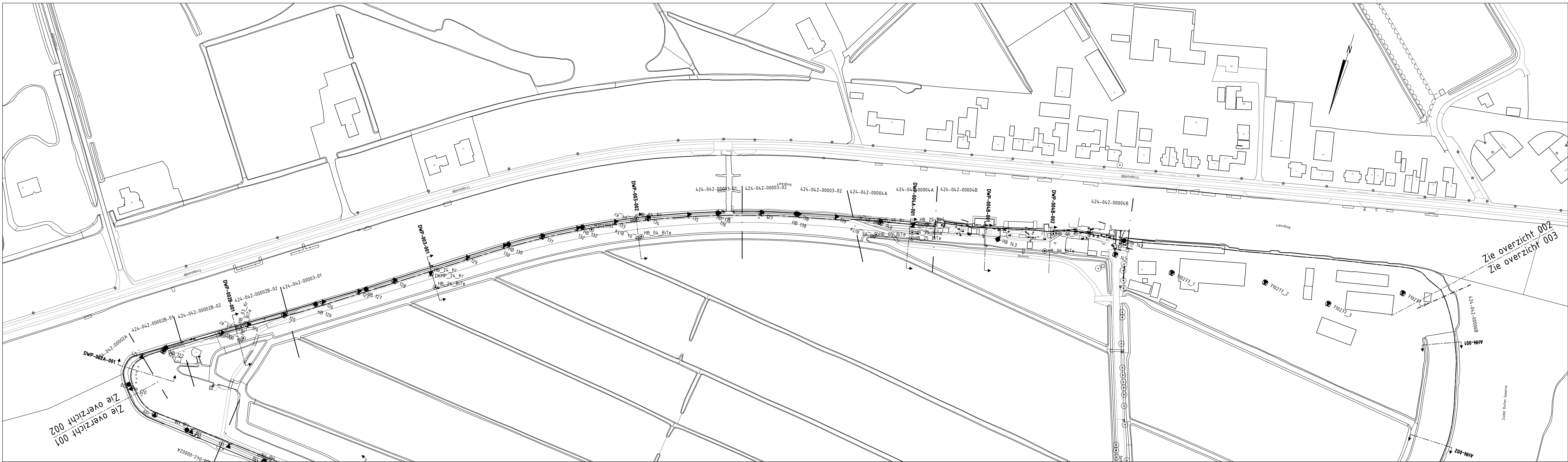


Projectnaam: Cruquiusdijk

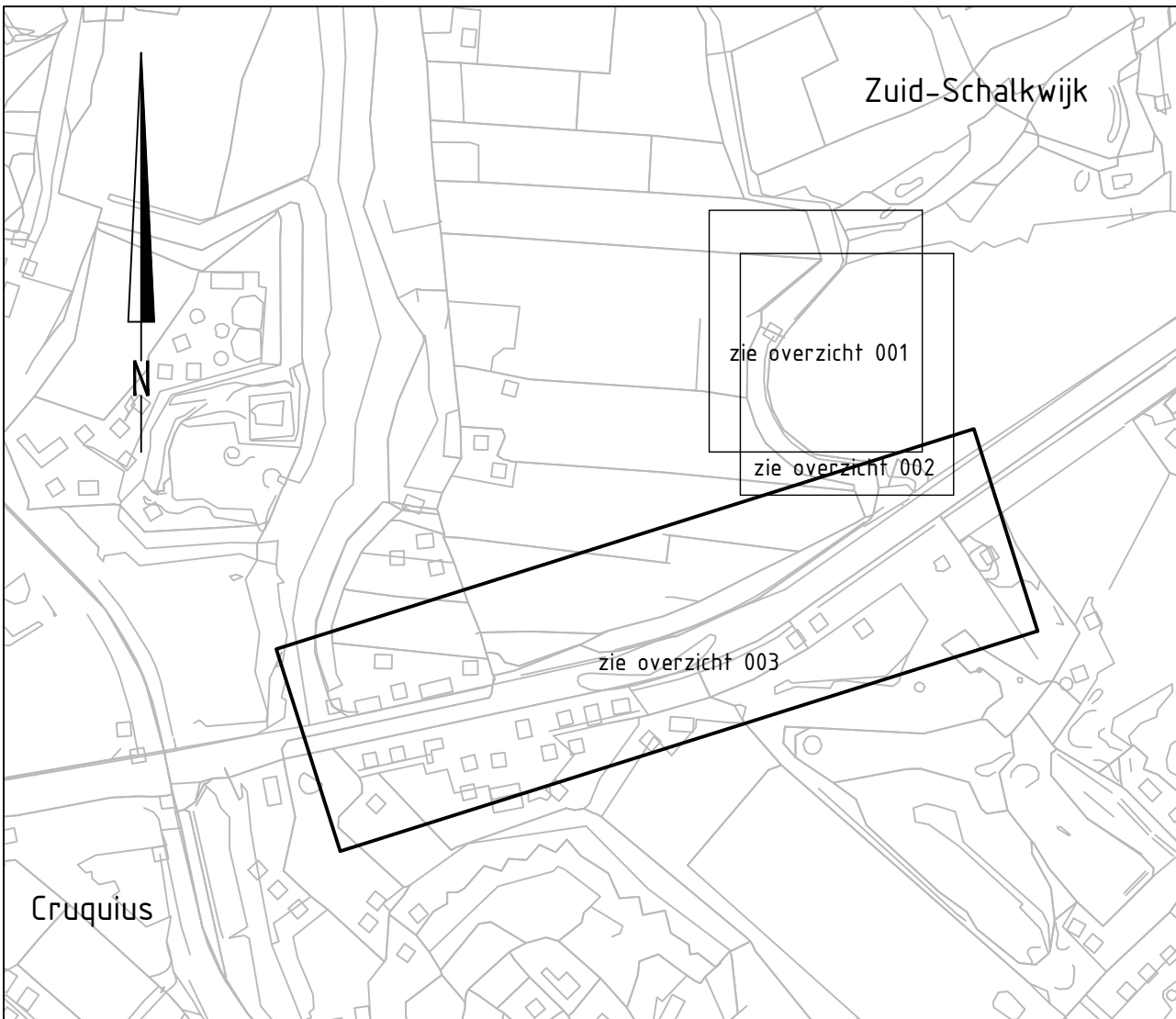
Projectcode: NL202034422

Bijlage

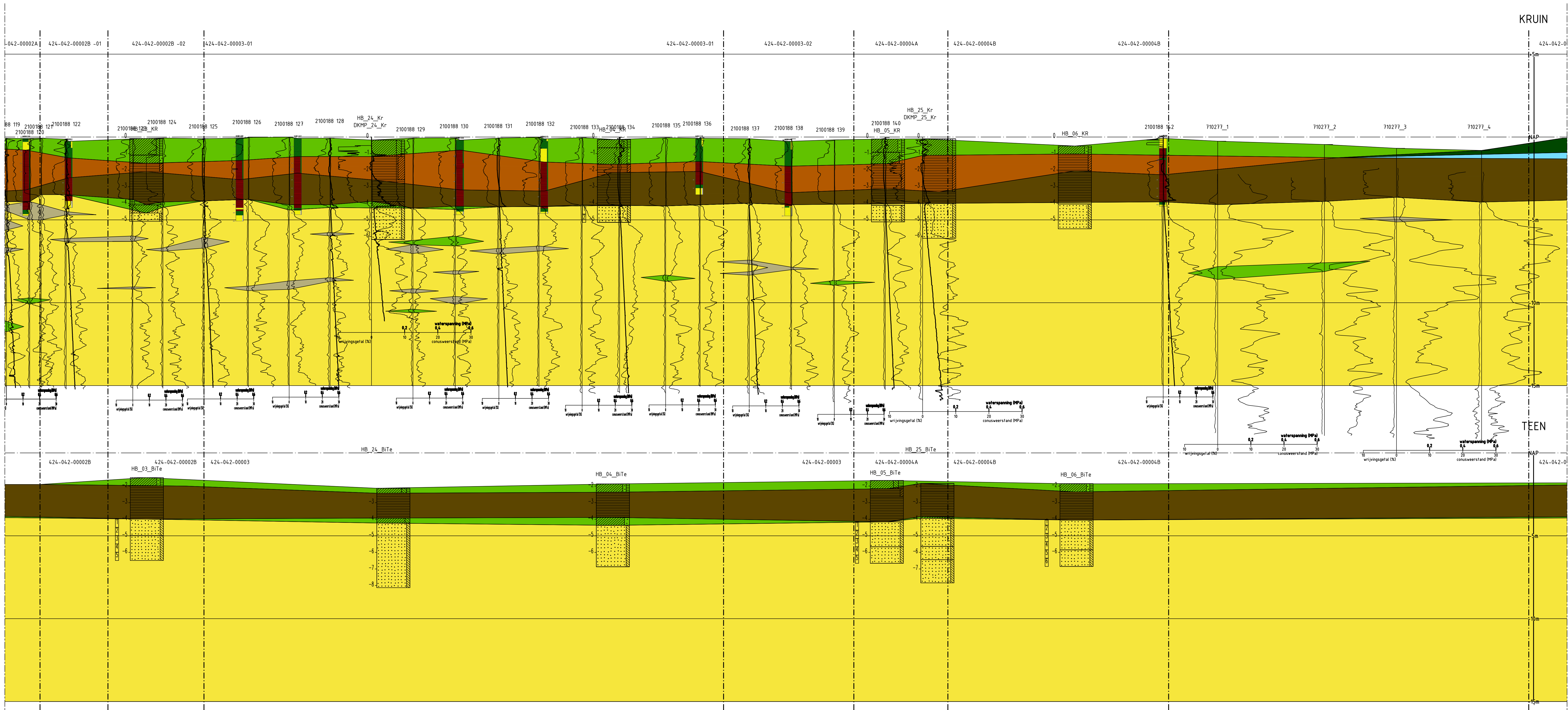
4. Geotechnisch lengteprofiel



OVERZICHT 003
Schaal 1:1000



TOTAALOVERZICHT
Schaal horizontaal 1:10.000



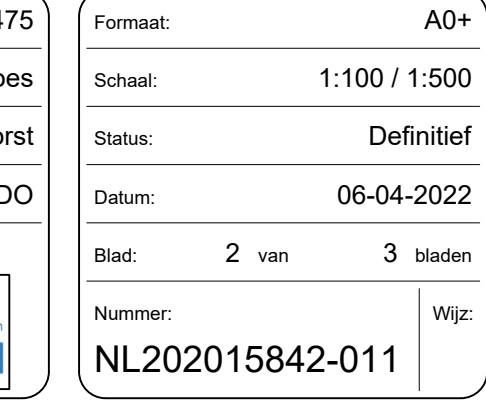
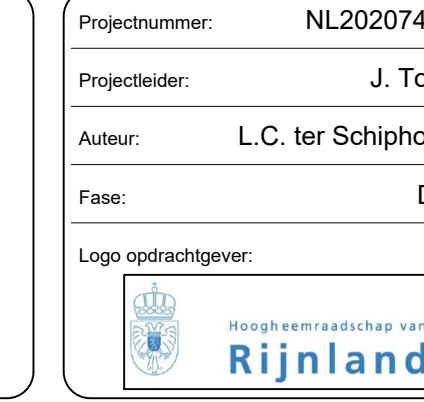
GEOTECHNISCH LENGTEPROFIEL
Schaal horizontaal 1:1000
Schaal verticaal 1:50

- LEGENDA**
- HB Handboring
 - HB Handboring incl. peilbuis
 - DKHP Sondering met waterspanningsmeting
 - Scheiding kadevakken
 - X-042-X Kadevaknummering
 - HB Handboring (2020)
 - HB 118 Handboring (2022)
 - 117 Sondering (2022)
 - 137 Sondering met waterspanningsmeting (2022)

LEGENDA LENGTEPROFIEL	
veen>300%	
veen>300%	
humeuze klei	
siltige klei	
zandige klei	
zand	
balkveen	
gleistocchen zand	
siltig zand (niet opgenomen in SOR HRI)	

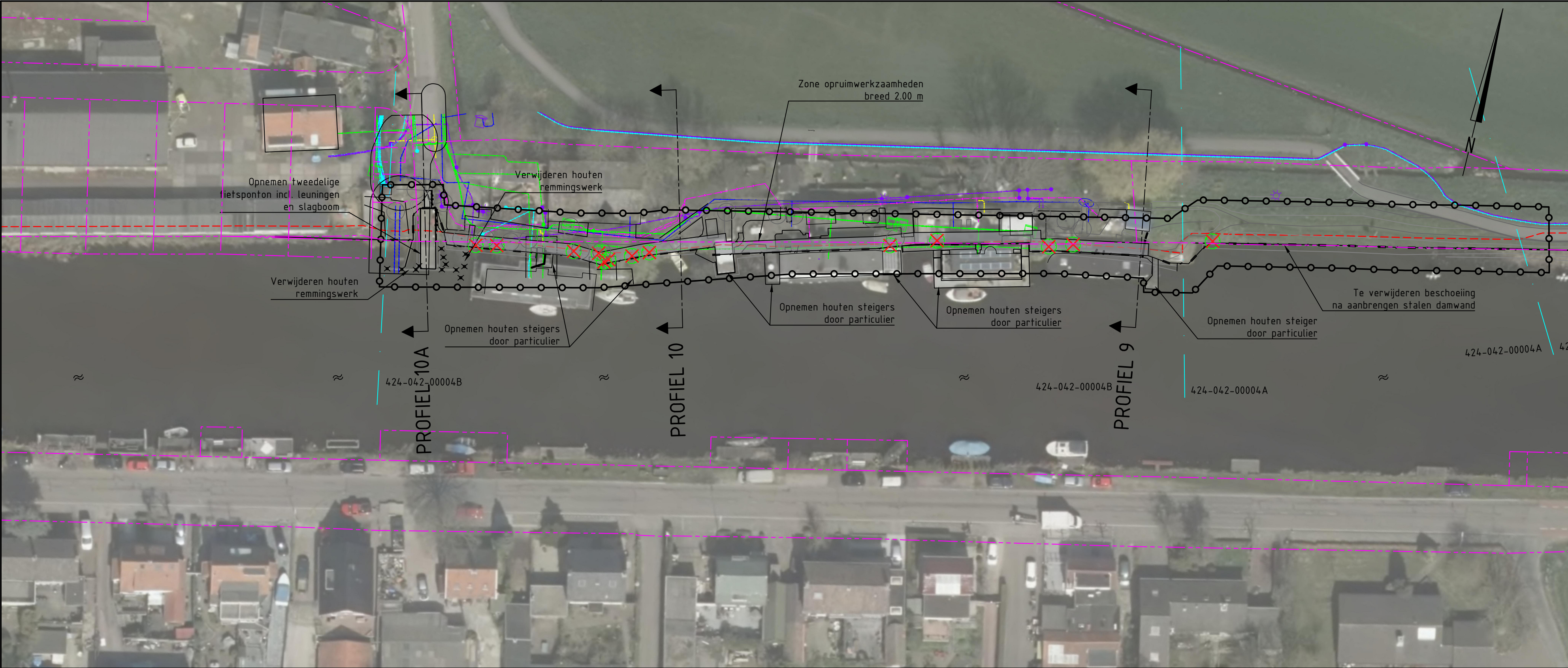
Maten in meters, tenzij anders vermeld
Diameters in millimeters, tenzij anders vermeld
Hoogtenoten in meters t.o.v. N.A.P., tenzij anders vermeld
Ligging bestaande kabels en leidingen ter indicatie ingetekend

Wijz.	Datum	Get.	Omschrijving
Project: Definitief Ontwerp Verenigde Grote en Kleine polder			
Opdrachtgever: Hoogheemraadschap van Rijnland			
Omschrijving: Geotechnisch lengteprofiel Verenigde Grote en Kleine polder			
Beleidsnummer:			
Gec. (projectleider)	Gec. (controleur)		
Projectnummer: NL20207473		Formaat: A0+	
Projectleider: J. Toes		Schalen: 1:100 / 1:500	
Auteur: L.C. ter Schiphorst		Status: Definitief	
Fase: DO		Datum: 06-04-2022	
Logo opdrachtgever: Rijnland		Bladz. 2 van 3 bladen	
		Wijz.	



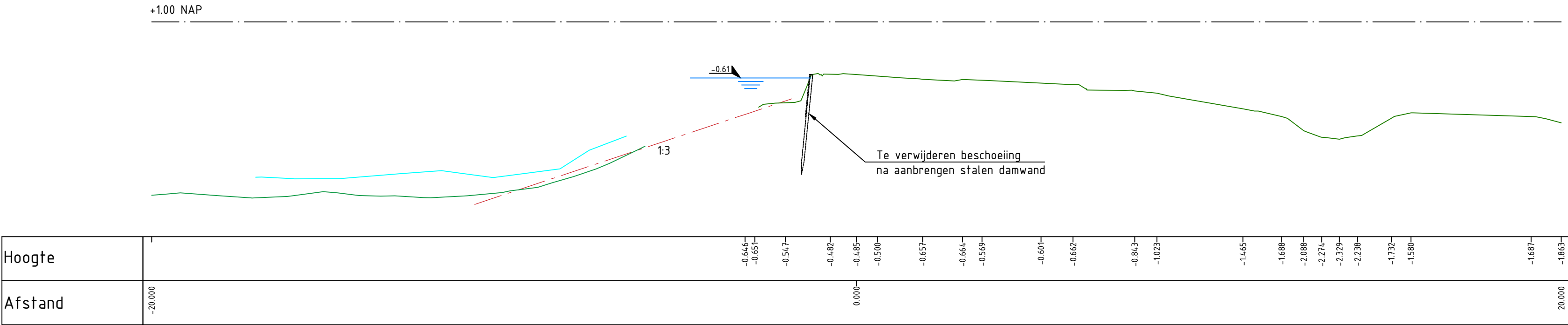
Bijlage

5. DO tekeningen



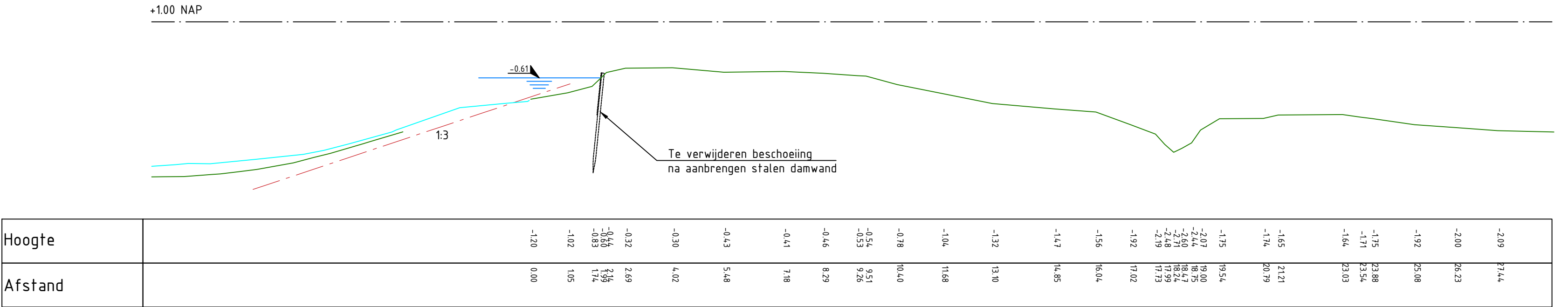
OVERZICHT KADEVAK 424-042-00004A en 4B

Schaal 1:500



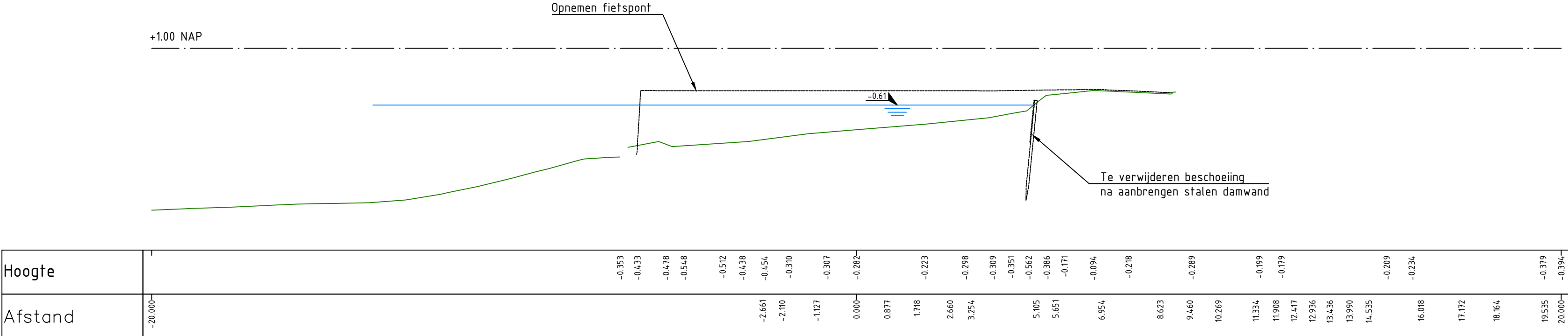
PROFIEL 9

Schaal 1:100



PROFIEL 10

Schaal 1:100



PROFIEL 10A

Schaal 1:100

LEGENDA OVERZICHT

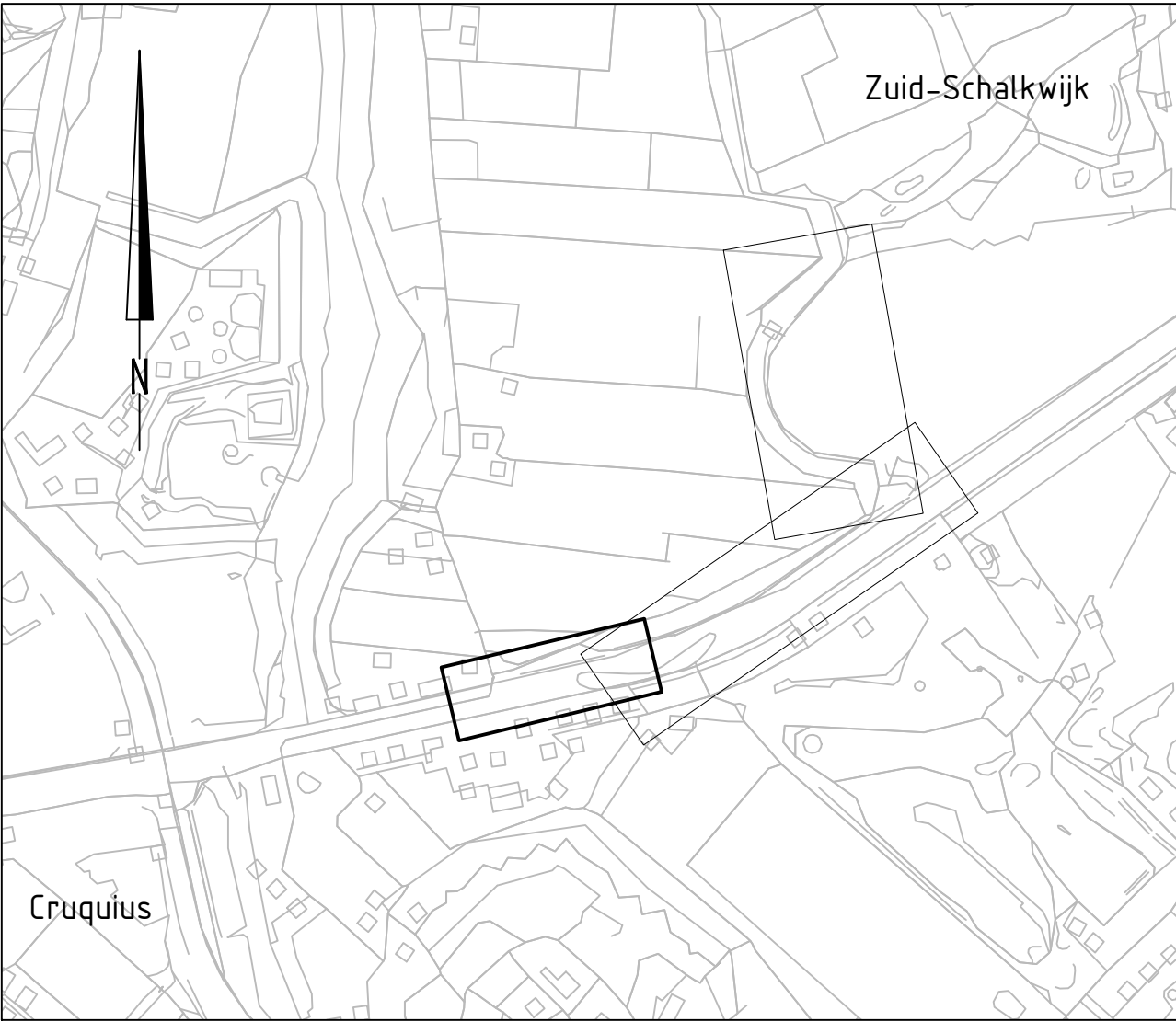
	Werkgrens
	Bestaande situatie
	Leggerlijn
	Kadastrale perceelgrens
	Scheiding kadevakken
	Kadevaknummering
	Bestaand water
	Bestaande boom
	Bestaand asfalt
	Te verwijderen beschoeiing
	Te kappen boom
	Te verwijderen houten palen

LEGENDA K&L

	Data kabel
	Waterleiding/duiker
	Persleiding
	Gemengd Water Afvoer (GWA)
	Laagspanningskabel
	Middenspanningskabel
	Lage druk gasleiding
	Brandstofleiding

LEGENDA DWARSPROFIELEN

	Bestaande situatie
	Inmeting bodem Stantec
	Leggerlijn
	Waterlijn

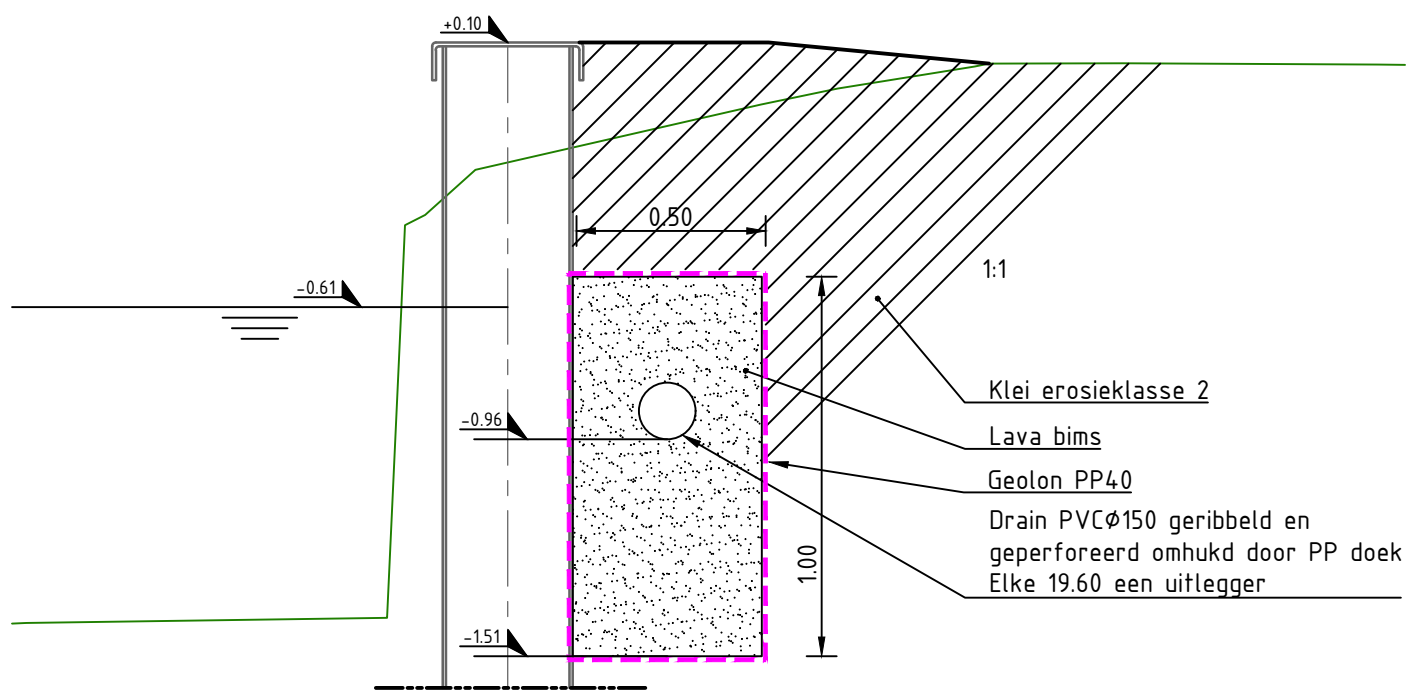


TOTAALOVERZICHT

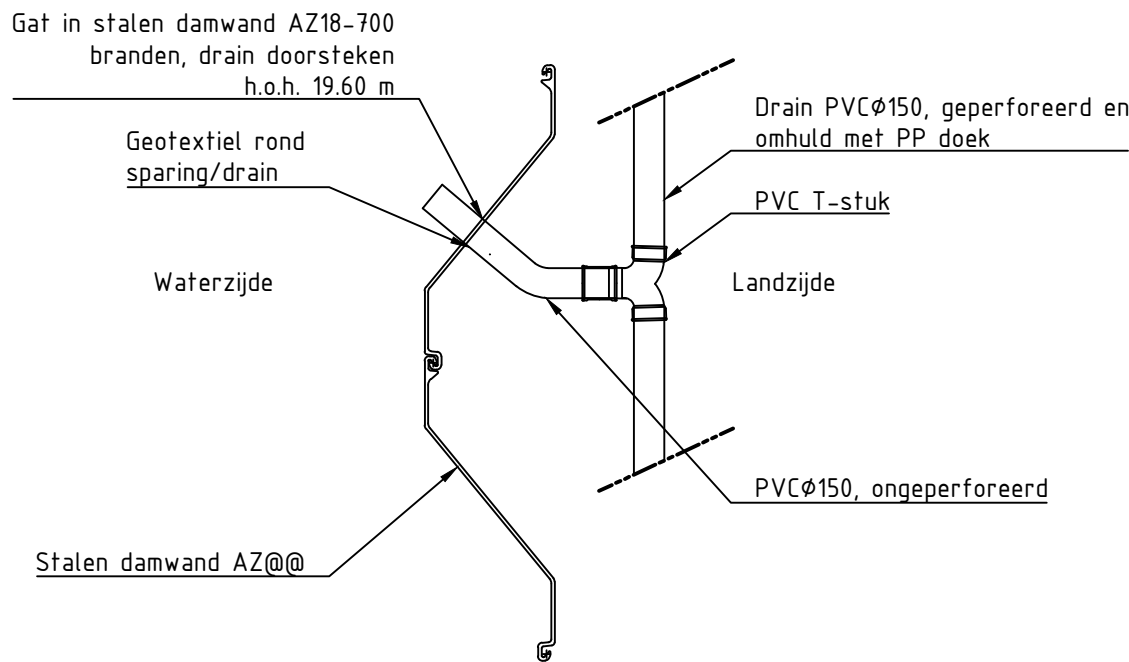
Schaal horizontaal 1:10.000

Maten in meters, tenzij anders vermeld
Diameters in millimeters, tenzij anders vermeld
Hoogtematen in meters t.o.v. N.A.P., tenzij anders vermeld
Ligging bestaande kabels en leidingen ter indicatie ingetekend

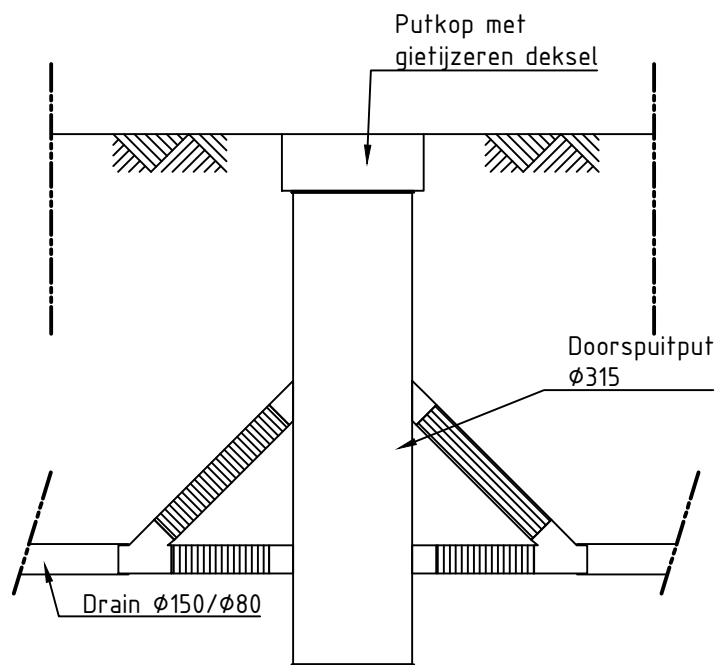
Wijz.	Datum	Get.	Omschrijving:
Project: Definitief Ontwerp Verenigde Grote en Kleine polder Opdrachtgever: Hoogheemraadschap van Rijnland Omschrijving: Kadevak 424-042-00004A en 4B Overzicht met opruimwerkzaamheden en dwarsprofielen			
Besteknummer:		Vrijgegeven:	
Gecontroleerd:		Datum:	
Datum:		Datum:	
Formaat:		A1	
Schaal:		1:100 / 1:500	
Status:		Definitief	
Datum:		17-03-2023	
Blad:		1 van 3 bladen	
Nummer:		NL202034422-01-200	
Wijz:			
Projectnummer: NL202034422 Projectleider: J. Toes Auteur: J.J. Patilaya Fase: DO Logo opdrachtgever:			
Waterveiligheid en waterbouw Elektronicaweg 2, 2628 XG Delft Postbus 5094, 2600 GB Delft T +31 15 750 16 00 W www.rps.nl			



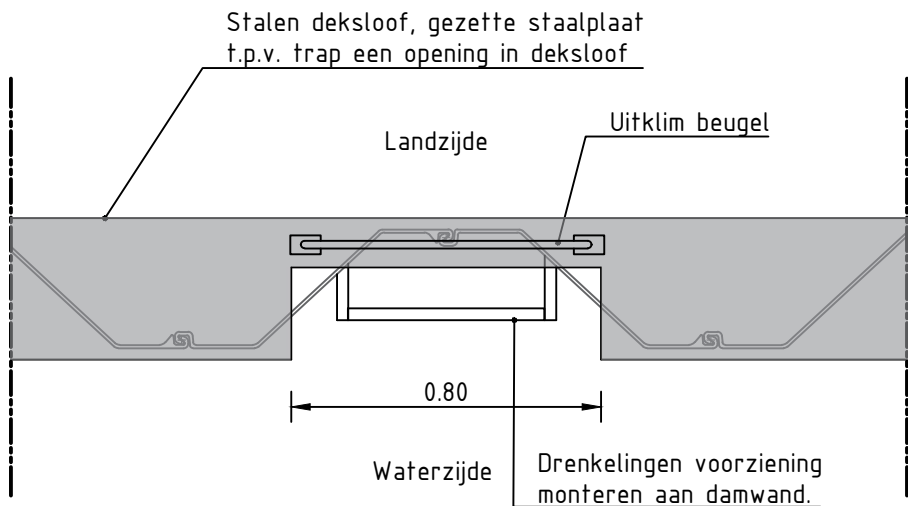
PRINCIPE DOORSNEDE DRAINAGE
Schaal 1:20



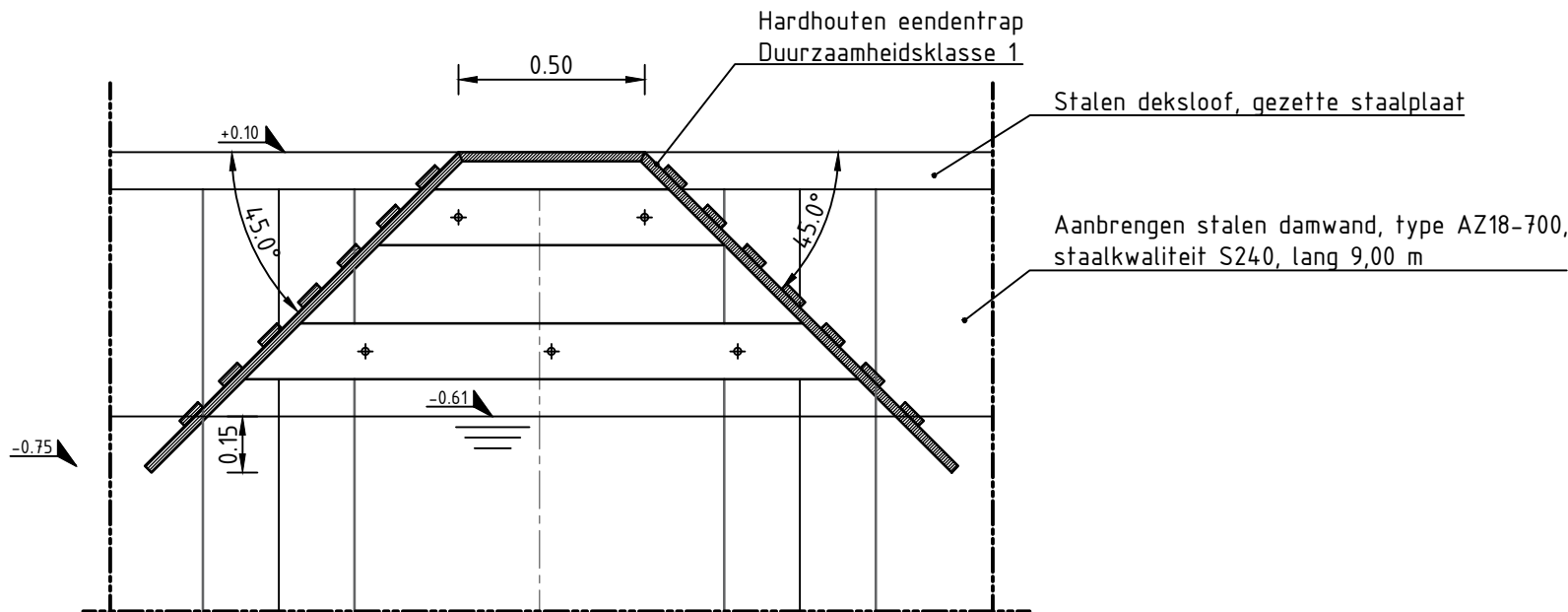
DETAIL DOORSTEEK DRAIN
Schaal 1:20



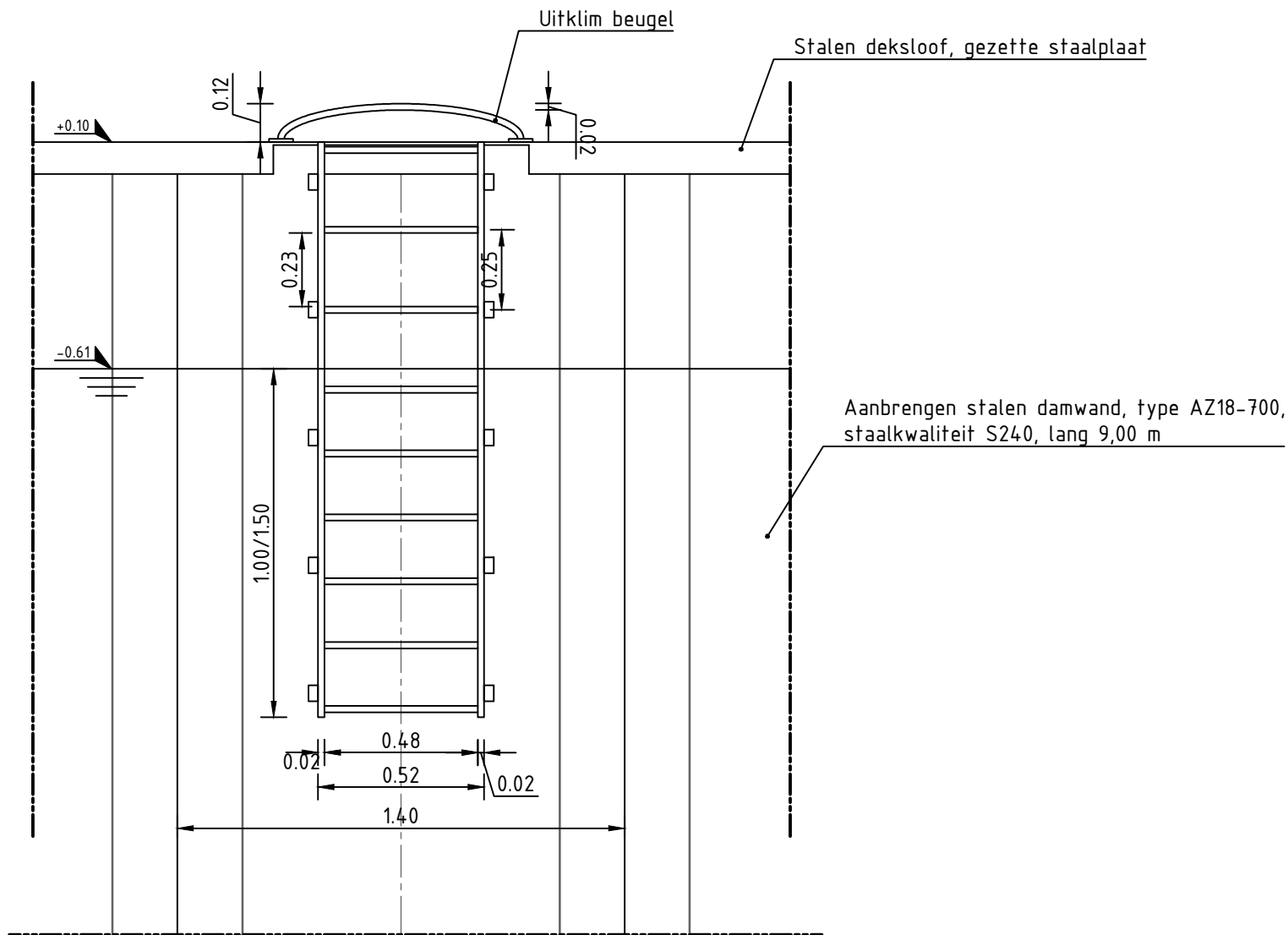
AANZICHT DOORSPUITPUT
Schaal 1:20



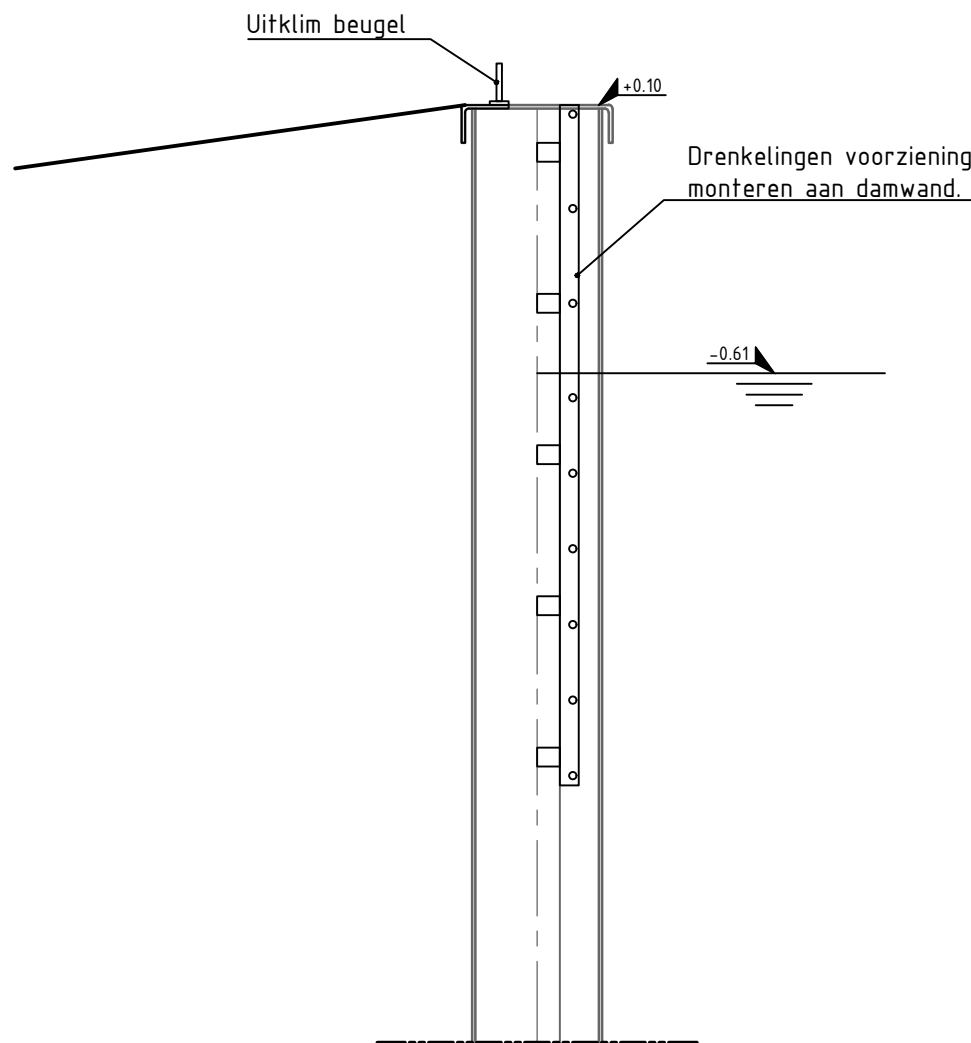
DETAIL BOVENAANZICHT DRENKELING UITREDETRAP
Schaal 1:20



PRINCIPE DETAIL FAUNA UITREEDPLAATS
Schaal 1:20



DETAIL DRENKELING UITREDETRAP
Schaal 1:20



DOORSNEDE DRENKELING UITREDETRAP
Schaal 1:20

Maten in meters, tenzij anders vermeld
Diameters in millimeters, tenzij anders vermeld
Hoogtematen in meters t.o.v. N.A.P., tenzij anders vermeld

Wijz.	Datum	Get.	Omschrijving:

Project: Definitief Ontwerp Verenigde Groote en Kleine polder
Opdrachtgever: Hoogheemraadschap van Rijnland
Omschrijving: Details

Besteknummer:	
Gecontroleerd:	Vrijgegeven:
Datum:	Datum:

rps MAKING COMPLEX EASY

Waterveiligheid en waterbouw
Elektronicaweg 2, 2628 XG Delft
Postbus 5094, 2600 GB Delft
T +31 15 750 16 00
W www.rps.nl

Projectnummer:	NL202034422
Projectleider:	J. Toes
Auteur:	J.J. Patilaya
Fase:	DO
Logo opdrachtgever:	

Formaat:	A2
Schaal:	1:10/ 1:20
Status:	Definitief
Datum:	17-03-2023
Blad:	3 van 3 bladen
Nummer:	NL202034422-01-202
Wijz:	

Bijlage

6. Resultaten damwandberekeningen

Report for D-Sheet Piling 20.2

Design of Diaphragm and Sheet Pile Walls
Developed by Deltares

Date of report: 23-2-2023
Time of report: 16:11:28
Report with version: 20.2.1.30962

Date of calculation: 2/21/2023
Time of calculation: 4:05:42 PM
Calculated with version: 20.2.1.30962

File name: Profiel 1

Project identification: Rekenprofiel 1
DO Groote en Kleine polders

Verification according to National Annex of Eurocode 7 in the Netherlands (NEN 9997-1:2016)

1 Table of Contents

1 Table of Contents	2
2 Summary	3
2.1 Overview per Stage and Test	3
2.2 Warnings	3
2.3 CUR Verification Steps	4
3 Input Data for all Stages	5
3.1 General Input Data	5
3.2 Sheet Piling Properties	5
3.2.1 General Properties	5
3.2.2 Stiffness EI (elastic behaviour)	5
3.2.3 Maximum Allowable Moments	5
3.2.4 Properties for Vertical Balance	5
3.3 Calculation Options	5
4 Outline Stage 1: Initiële situatie	8
5 Step 6.3 Stage 1: Initiële situatie	9
5.1 Calculation Results	9
5.1.1 Charts of Moments, Forces and Displacements	9
5.1.2 Charts of Stresses	10
6 Step 6.4 Stage 1: Initiële situatie	11
6.1 Calculation Results	11
6.1.1 Charts of Moments, Forces and Displacements	11
6.1.2 Charts of Stresses	12
7 Step 6.5 Stage 1: Initiële situatie	13
7.1 Calculation Results	13
7.1.1 Charts of Moments, Forces and Displacements	13
7.1.2 Charts of Stresses	14
8 Outline Stage 2: Gebruikssituatie	15
9 Step 6.3 Stage 2: Gebruikssituatie	16
9.1 Calculation Results	16
9.1.1 Charts of Moments, Forces and Displacements	16
9.1.2 Charts of Stresses	17
10 Step 6.4 Stage 2: Gebruikssituatie	18
10.1 Calculation Results	18
10.1.1 Charts of Moments, Forces and Displacements	18
10.1.2 Charts of Stresses	19
11 Step 6.5 Stage 2: Gebruikssituatie	20
11.1 Calculation Results	20
11.1.1 Charts of Moments, Forces and Displacements	20
11.1.2 Charts of Stresses	21
12 Outline Stage 3: Peil na val	22
13 Step 6.3 Stage 3: Peil na val	23
13.1 Calculation Results	23
13.1.1 Charts of Moments, Forces and Displacements	23
13.1.2 Charts of Stresses	24
14 Step 6.4 Stage 3: Peil na val	25
14.1 Calculation Results	25
14.1.1 Charts of Moments, Forces and Displacements	25
14.1.2 Charts of Stresses	26
15 Step 6.5 Stage 3: Peil na val	27
15.1 Calculation Results	27
15.1.1 Charts of Moments, Forces and Displacements	27
15.1.2 Charts of Stresses	28

2 Summary

2.1 Overview per Stage and Test

Stage nr.	Verification type	Displacement [mm]	Moment [kNm]	Shear force [kN]	Mob. perc. moment [%]	Mob. perc. resistance [%]	Status
1	EC7(NL)-Step 6.3		90,69	-49,32	0,0	28,9	
1	EC7(NL)-Step 6.4		89,93	-47,72	0,0	28,6	
1	EC7(NL)-Step 6.5	-19,0	50,08	-22,97	0,0	16,8	
1	EC7(NL)-Step 6.5 x 1,200		60,10	-27,57			
2	EC7(NL)-Step 6.3		142,65	-89,96	0,0	43,4	
2	EC7(NL)-Step 6.4		142,53	-89,40	0,0	43,2	
2	EC7(NL)-Step 6.5	-38,4	79,96	-41,83	0,0	22,7	
2	EC7(NL)-Step 6.5 x 1,200		95,96	-50,19			
3	EC7(NL)-Step 6.3		178,50	-138,51	0,0	59,6	
3	EC7(NL)-Step 6.4		178,50	-138,54	0,0	59,6	
3	EC7(NL)-Step 6.5	-68,4	108,52	-63,35	0,0	29,2	
3	EC7(NL)-Step 6.5 x 1,200		130,22	-76,02			

Max		-68,4	178,50	-138,54	0,0	59,6	
-----	--	-------	--------	---------	-----	------	--

Stage nr.	Verification type	Vertical balance
1	EC7(NL)-Step 6.3	Upwards
1	EC7(NL)-Step 6.4	Upwards
1	EC7(NL)-Step 6.5	Upwards
1	EC7(NL)-Step 6.5 x 1,200	
2	EC7(NL)-Step 6.3	Upwards
2	EC7(NL)-Step 6.4	Upwards
2	EC7(NL)-Step 6.5	Upwards
2	EC7(NL)-Step 6.5 x 1,200	
3	EC7(NL)-Step 6.3	Upwards
3	EC7(NL)-Step 6.4	Upwards
3	EC7(NL)-Step 6.5	Upwards
3	EC7(NL)-Step 6.5 x 1,200	

Max		Sufficient
-----	--	------------

2.2 Warnings

Phi values:

In the profile(s) below, the difference between the highest and lowest phi in the materials is more than 15 degrees. According to Cur-166 article 4.5.8 a Culmann calculation with straight slip surfaces is not allowed. Either reduce your phi's or try a K_a , K_o , K_p calculation.

Profile(s):

Bodemopbouw links

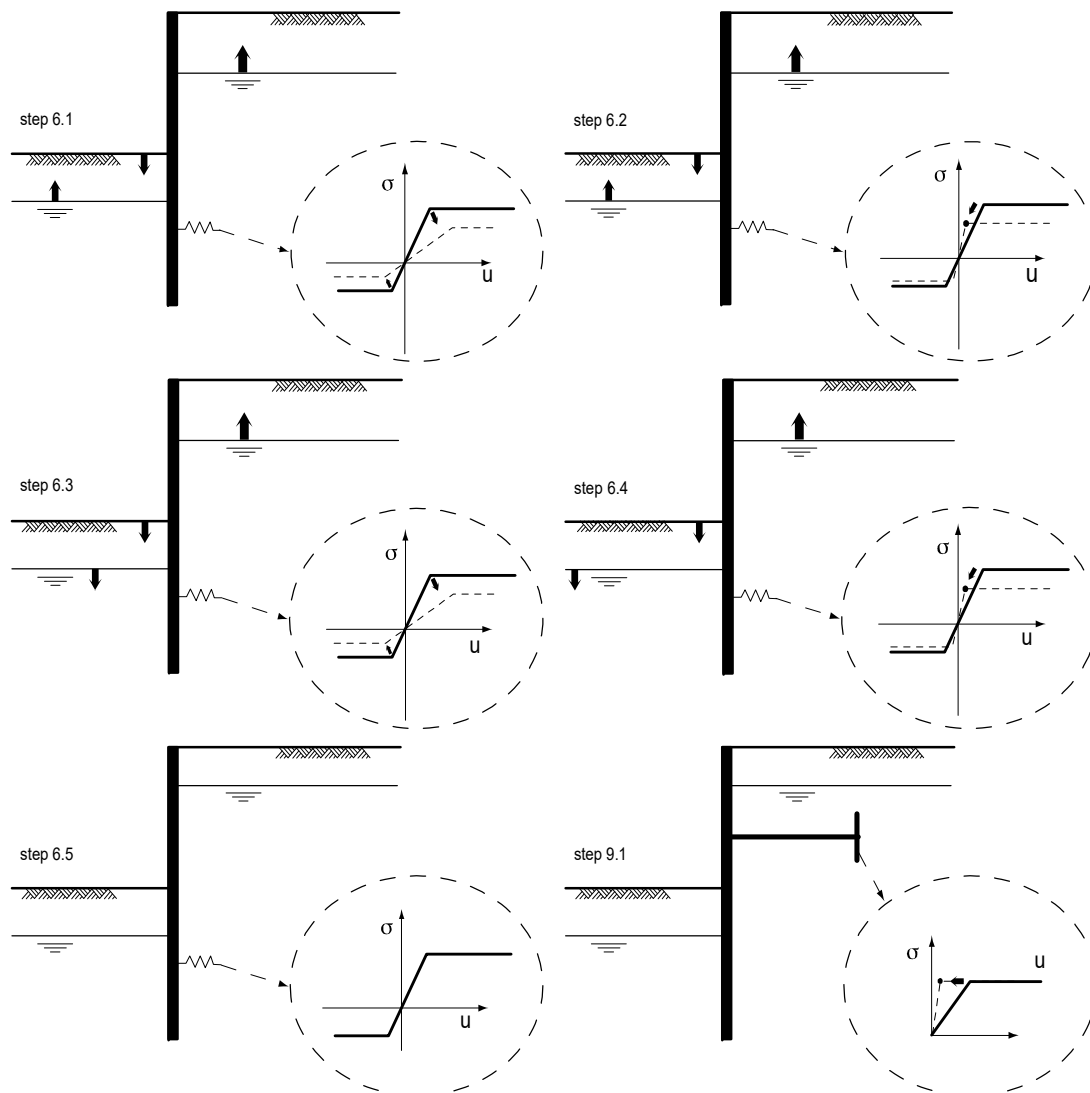
Bodemopbouw

Bodemopbouw links PNV

Vertical balance:

The resultant vertical friction force is directed upward in stage 1 ,2 ,3 because the friction force on the passive side exceeds that on the active side. This might be prevented by reducing the friction angle Delta on the passive side.

2.3 CUR Verification Steps



3 Input Data for all Stages

3.1 General Input Data

Verification according to National Annex of Eurocode 7 in the Netherlands (NEN 9997-1:2016)

Model	Sheet piling
Check vertical balance	Yes
Number of construction stages	3
Unit weight of water	9,81 kN/m ³
Number of curves for spring characteristics	3
Unloading curve on spring characteristic	No
Elastic calculation	Yes

3.2 Sheet Piling Properties

Length	8,50 m
Level top side	0,10 m
Number of sections	1
q _{b,max}	1,00 MPa
Xi factor	1,39

3.2.1 General Properties

Section name	From [m]	To [m]	Material type	Acting width [m]
AZ 18 -700 (S2...	-8,40	0,10	Steel	1,00

3.2.2 Stiffness EI (elastic behaviour)

Section name	Elastic stiffness EI [kNm ² /m']	Red. factor on EI [-]	Corrected elas. stiffness EI [kNm ²]	Note to reduction factor
AZ 18 -700 (S2...	7,9380E+04	0,70	5,5566E+04	

3.2.3 Maximum Allowable Moments

Section name	Mr _{char;el} [kNm/m']	Modification factor [-]	Material factor [-]	Red. factor allow. moment [-]	Mr _{d;el} [kNm]
AZ 18 -700 (S2...	432,00	1,00	1,00	0,70	302,40

3.2.4 Properties for Vertical Balance

Section name	From [m]	To [m]	Height [mm]	Coating area [m ² /m ² wall]	Section area [cm ² /m']
AZ 18 -700 (S2...	-8,40	0,10	420,00	1,33	139,00

3.3 Calculation Options

First stage represents initial situation	No
Calculation refinement	Coarse
Reduce delta(s) according to CUR	Yes
Verification	EC7 NA NL - method B: Partial factors (design values) in verified stage only. Eurocode 7 using the factors as described in the National Annex of the Netherlands. It is basically design approach III.
Verification of stage	1: Initiële situatie
Used partial factor set	RC 2

Factors on loads - Geotechnical loads	
- Permanent load, unfavourable	1,000
- Permanent load, favourable	1,000
- Variable load, unfavourable	1,100
- Variable load, favourable	0,000
Factors on loads - Constructive loads	
- Permanent load, unfavourable	1,350
- Permanent load, favourable	0,900
- Variable load, unfavourable	1,500
- Variable load, favourable	0,000
Material factors	
- Cohesion	1,250
- Tangent phi	1,175
- Delta (wall friction angle)*	1,175
- Modulus of low representative subgrade reaction	1,300
Geometry modification	
- Increase retaining height	10,00 %
- Maximum increase retaining height	0,50 m
- Reduction in phreatic line on passive side **	0,25 m
- Raise in phreatic line on passive side **	0,25 m
- Raise in phreatic line on active side	0,05 m
Factors on representative values	
- Partial factor on M, D and Pmax	1,200
Vertical balance factors	
- Partial factor base resistance (gamma_b)	1,200
Verification of stage	2: Gebruikssituatie
Used partial factor set	RC 2
Factors on loads - Geotechnical loads	
- Permanent load, unfavourable	1,000
- Permanent load, favourable	1,000
- Variable load, unfavourable	1,100
- Variable load, favourable	0,000
Factors on loads - Constructive loads	
- Permanent load, unfavourable	1,350
- Permanent load, favourable	0,900
- Variable load, unfavourable	1,500
- Variable load, favourable	0,000
Material factors	
- Cohesion	1,250
- Tangent phi	1,175
- Delta (wall friction angle)*	1,175
- Modulus of low representative subgrade reaction	1,300
Geometry modification	
- Increase retaining height	10,00 %
- Maximum increase retaining height	0,50 m
- Reduction in phreatic line on passive side **	0,25 m
- Raise in phreatic line on passive side **	0,25 m
- Raise in phreatic line on active side	0,05 m
Factors on representative values	
- Partial factor on M, D and Pmax	1,200
Vertical balance factors	
- Partial factor base resistance (gamma_b)	1,200
Verification of stage	3: Peil na val

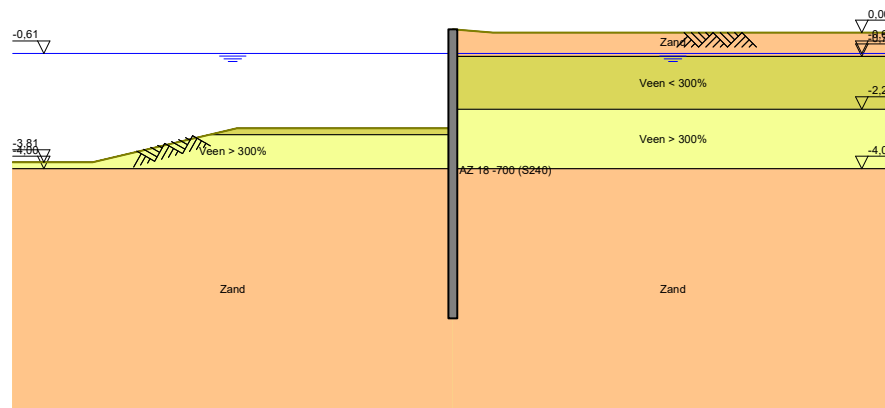
Used partial factor set	RC 2
Factors on loads - Geotechnical loads	
- Permanent load, unfavourable	1,000
- Permanent load, favourable	1,000
- Variable load, unfavourable	1,100
- Variable load, favourable	0,000
Factors on loads - Constructive loads	
- Permanent load, unfavourable	1,350
- Permanent load, favourable	0,900
- Variable load, unfavourable	1,500
- Variable load, favourable	0,000
Material factors	
- Cohesion	1,250
- Tangent phi	1,175
- Delta (wall friction angle)*	1,175
- Modulus of low representative subgrade reaction	1,300
Geometry modification	
- Increase retaining height	10,00 %
- Maximum increase retaining height	0,50 m
- Reduction in phreatic line on passive side **	0,25 m
- Raise in phreatic line on passive side **	0,25 m
- Raise in phreatic line on active side	0,05 m
Factors on representative values	
- Partial factor on M, D and Pmax	1,200
Vertical balance factors	
- Partial factor base resistance (gamma_b)	1,200

* For delta (wall friction angle), the input value of tangent phi is used

** This modification of the phreatic level does not apply when the sheet piling is completely submerged.

4 Outline Stage 1: Initiële situatie

Outline - Stage 1: Initiële situatie



5 Step 6.3 Stage 1: Initiële situatie

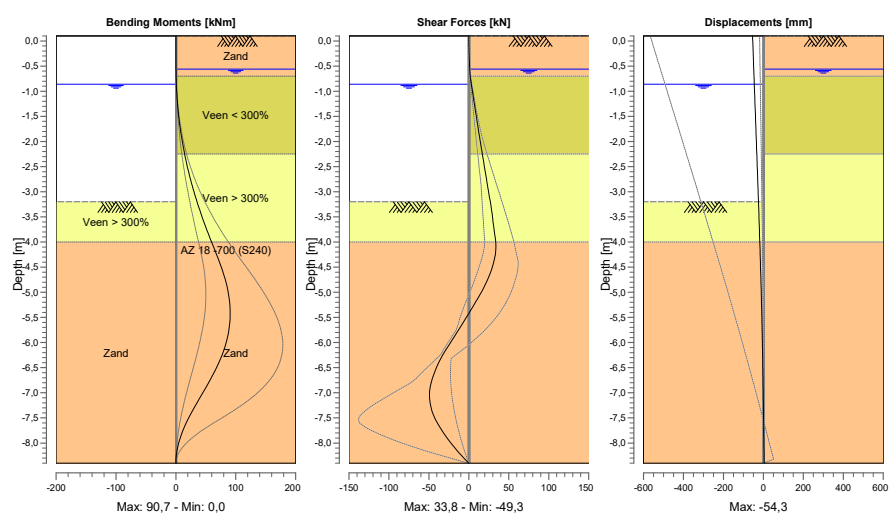
5.1 Calculation Results

Number of iterations: 6

5.1.1 Charts of Moments, Forces and Displacements

Moments/Forces/Displacements - Stage 1: Initiële situatie

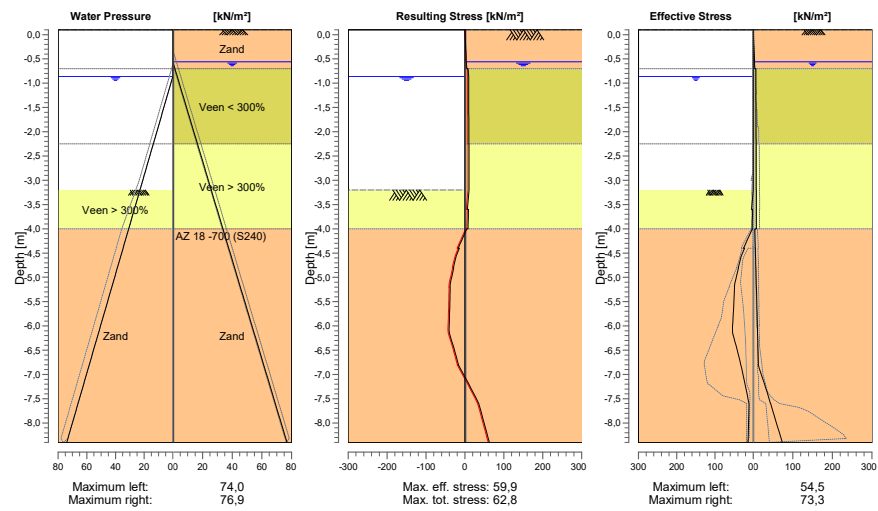
Step 6.3 - Partial factor set: RC 2



5.1.2 Charts of Stresses

Stress States - Stage 1: Initiële situatie

Step 6.3 - Partial factor set: RC 2



6 Step 6.4 Stage 1: Initiële situatie

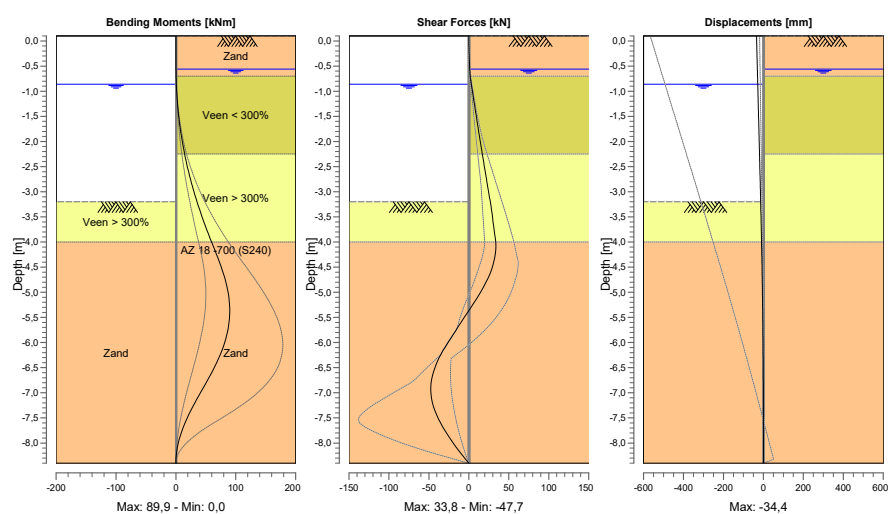
6.1 Calculation Results

Number of iterations: 6

6.1.1 Charts of Moments, Forces and Displacements

Moments/Forces/Displacements - Stage 1: Initiële situatie

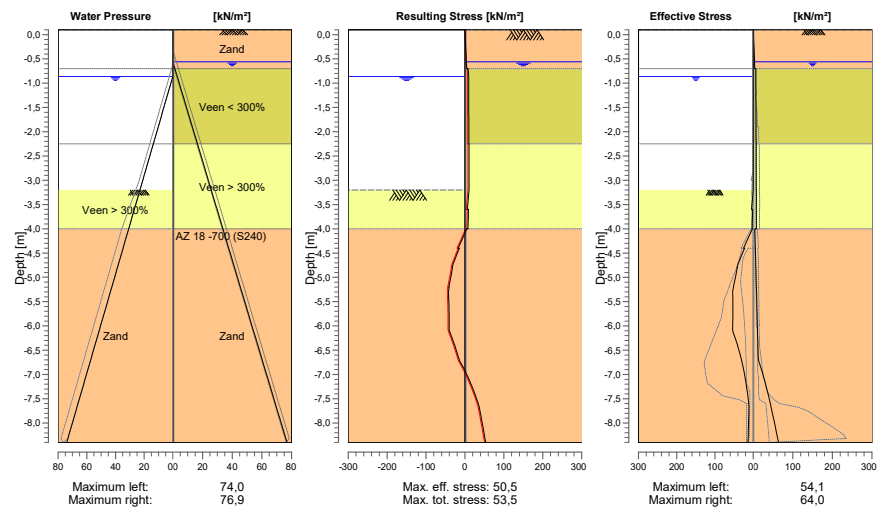
Step 6.4 - Partial factor set: RC 2



6.1.2 Charts of Stresses

Stress States - Stage 1: Initiële situatie

Step 6.4 - Partial factor set: RC 2



7 Step 6.5 Stage 1: Initiële situatie

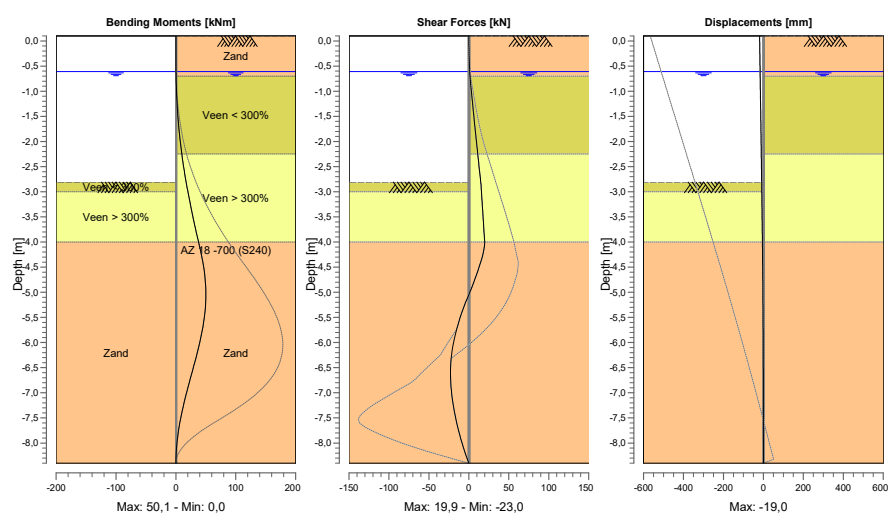
7.1 Calculation Results

Number of iterations: 5

7.1.1 Charts of Moments, Forces and Displacements

Moments/Forces/Displacements - Stage 1: Initiële situatie

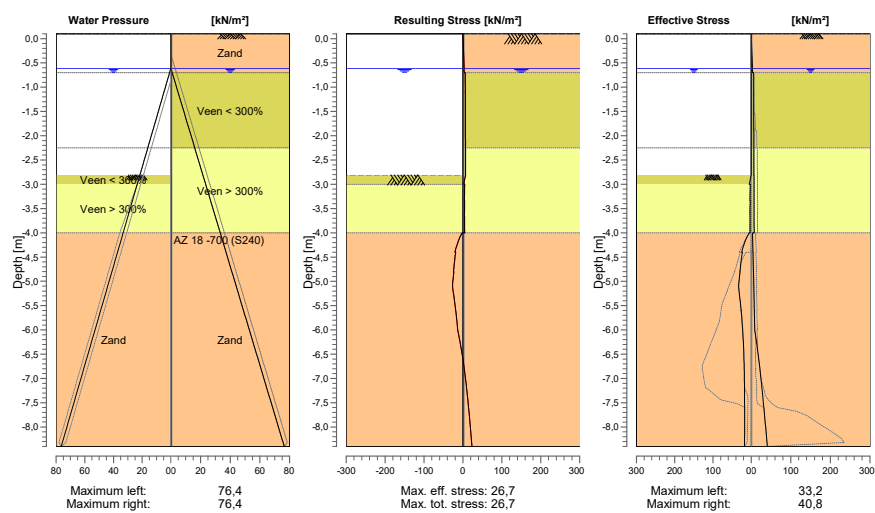
Step 6.5 - Partial factor set: RC 2



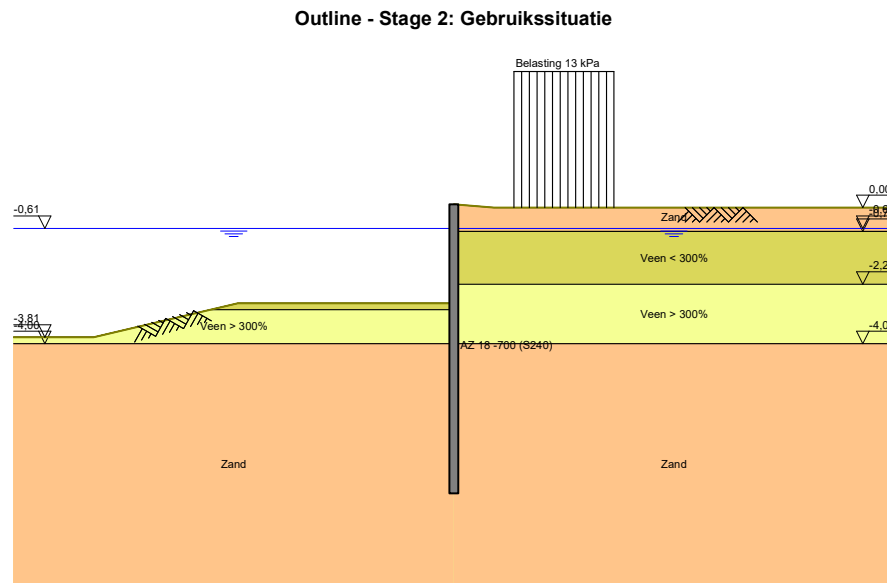
7.1.2 Charts of Stresses

Stress States - Stage 1: Initiële situatie

Step 6.5 - Partial factor set: RC 2



8 Outline Stage 2: Gebruikssituatie



9 Step 6.3 Stage 2: Gebruikssituatie

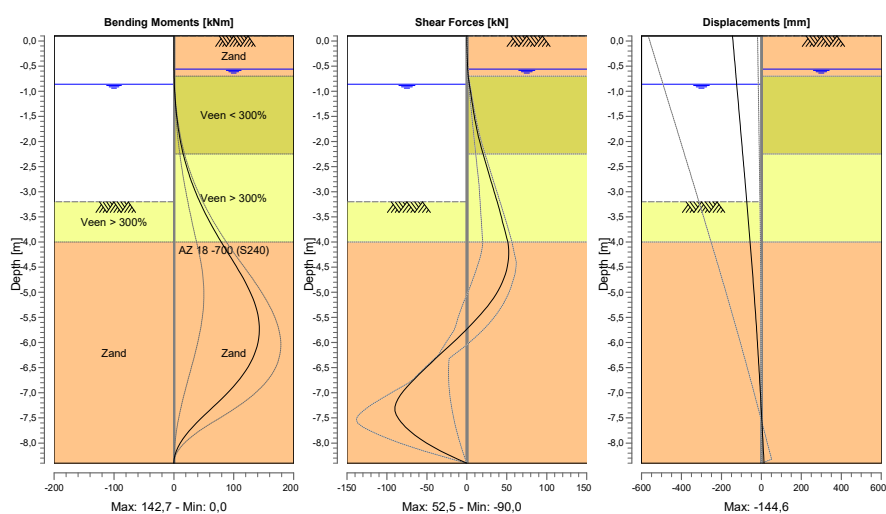
9.1 Calculation Results

Number of iterations: 6

9.1.1 Charts of Moments, Forces and Displacements

Moments/Forces/Displacements - Stage 2: Gebruikssituatie

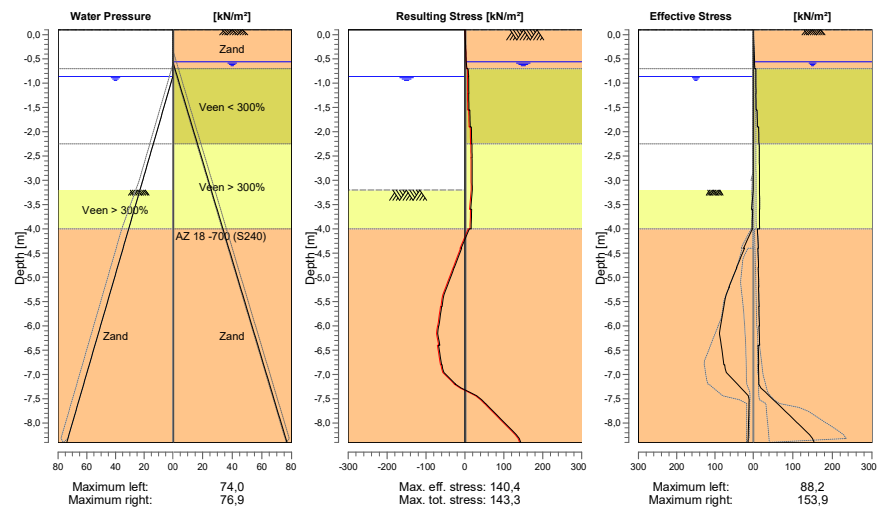
Step 6.3 - Partial factor set: RC 2



9.1.2 Charts of Stresses

Stress States - Stage 2: Gebruikssituatie

Step 6.3 - Partial factor set: RC 2



10 Step 6.4 Stage 2: Gebruikssituatie

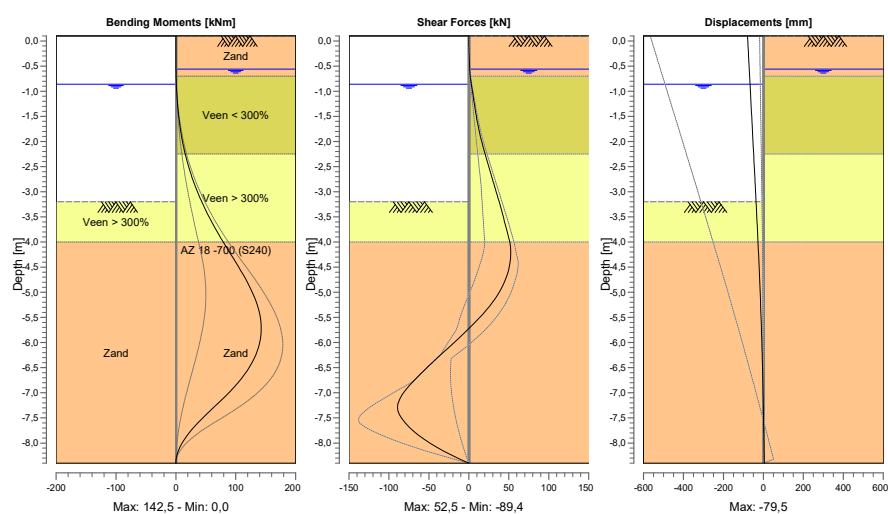
10.1 Calculation Results

Number of iterations: 6

10.1.1 Charts of Moments, Forces and Displacements

Moments/Forces/Displacements - Stage 2: Gebruikssituatie

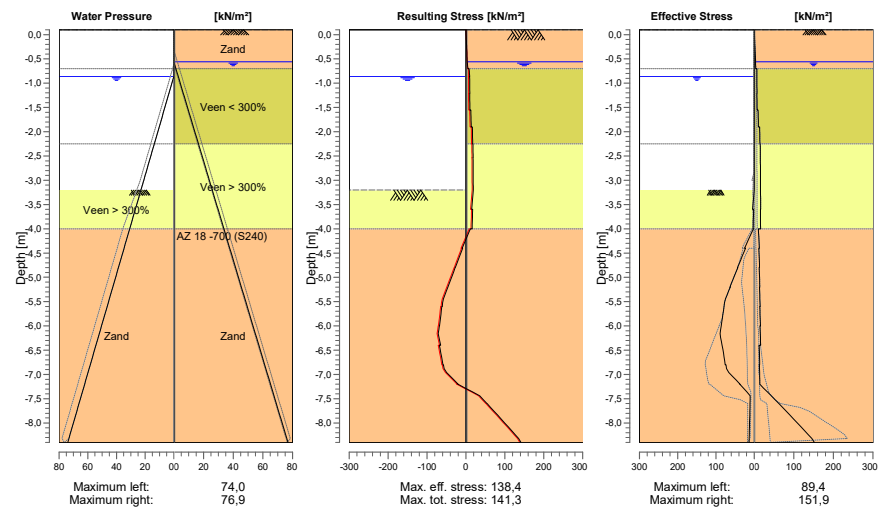
Step 6.4 - Partial factor set: RC 2



10.1.2 Charts of Stresses

Stress States - Stage 2: Gebruikssituatie

Step 6.4 - Partial factor set: RC 2



11 Step 6.5 Stage 2: Gebruikssituatie

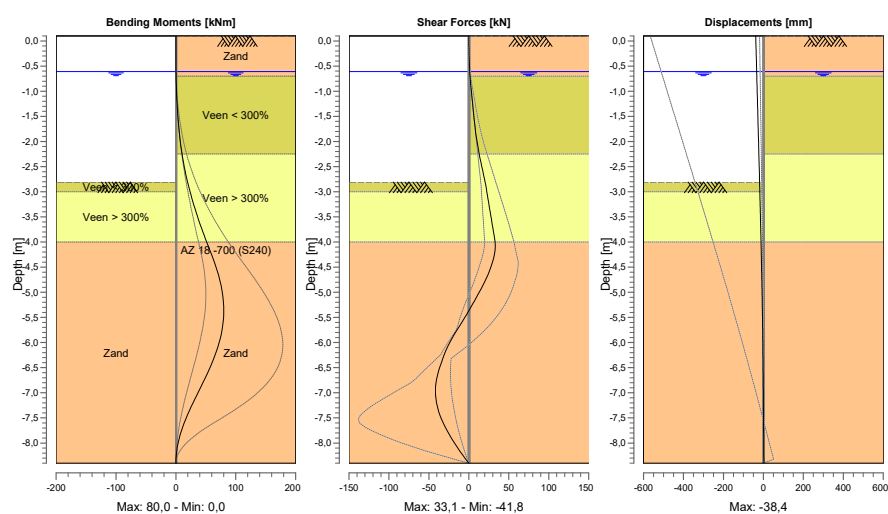
11.1 Calculation Results

Number of iterations: 6

11.1.1 Charts of Moments, Forces and Displacements

Moments/Forces/Displacements - Stage 2: Gebruikssituatie

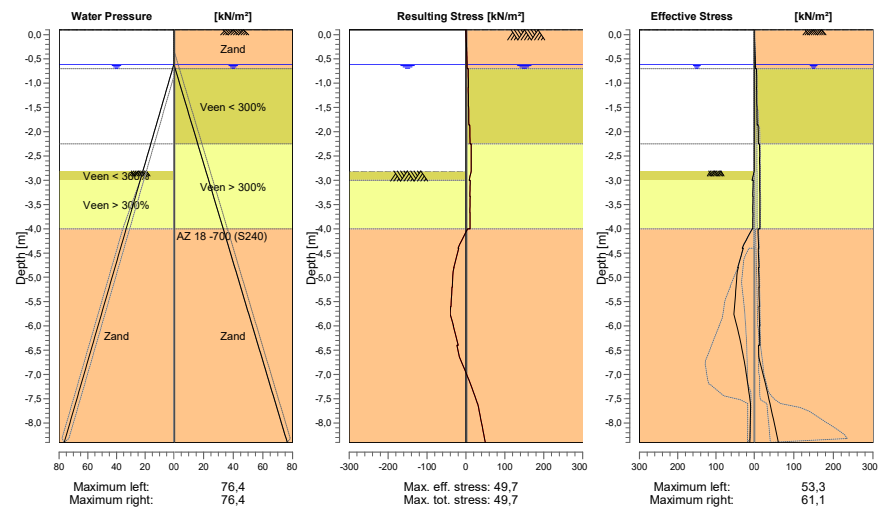
Step 6.5 - Partial factor set: RC 2



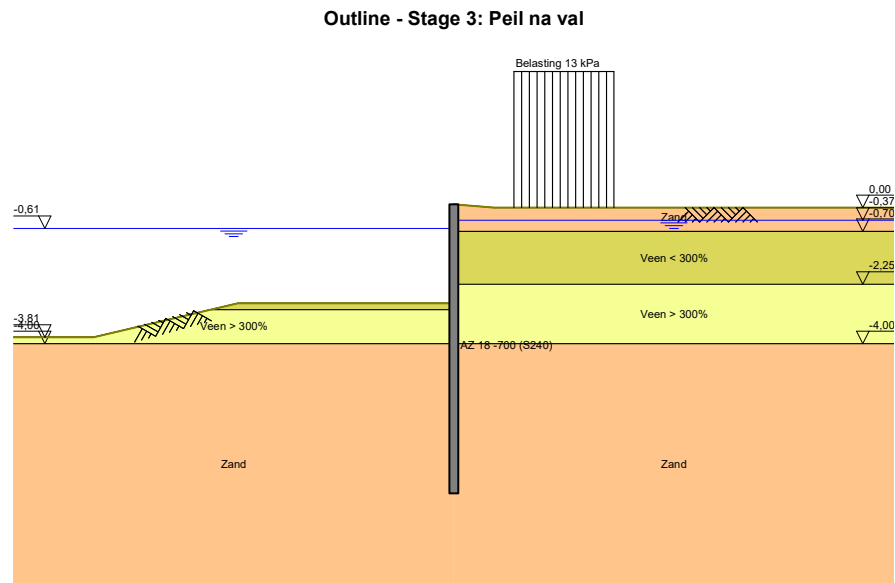
11.1.2 Charts of Stresses

Stress States - Stage 2: Gebruikssituatie

Step 6.5 - Partial factor set: RC 2



12 Outline Stage 3: Peil na val



13 Step 6.3 Stage 3: Peil na val

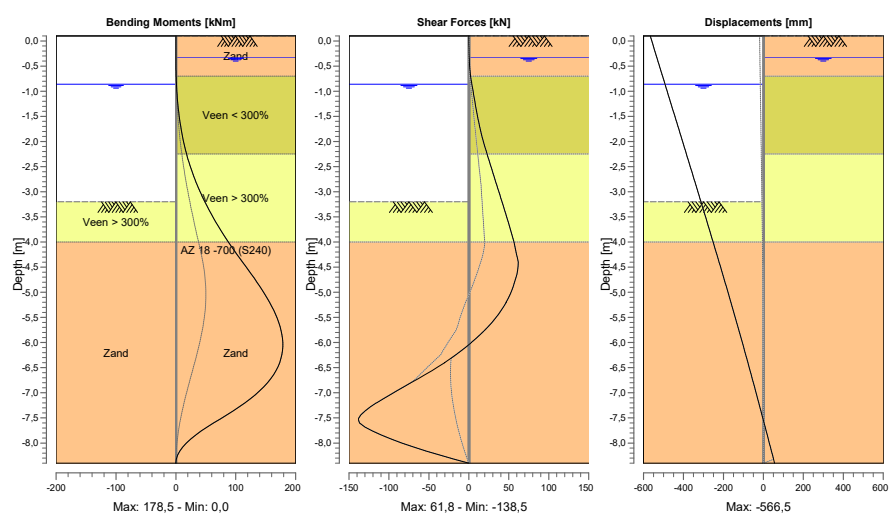
13.1 Calculation Results

Number of iterations: 8

13.1.1 Charts of Moments, Forces and Displacements

Moments/Forces/Displacements - Stage 3: Peil na val

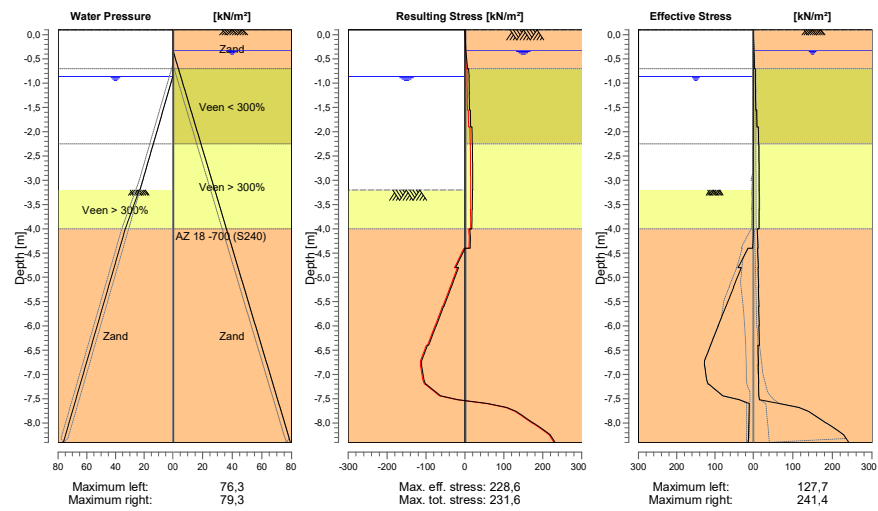
Step 6.3 - Partial factor set: RC 2



13.1.2 Charts of Stresses

Stress States - Stage 3: Peil na val

Step 6.3 - Partial factor set: RC 2



14 Step 6.4 Stage 3: Peil na val

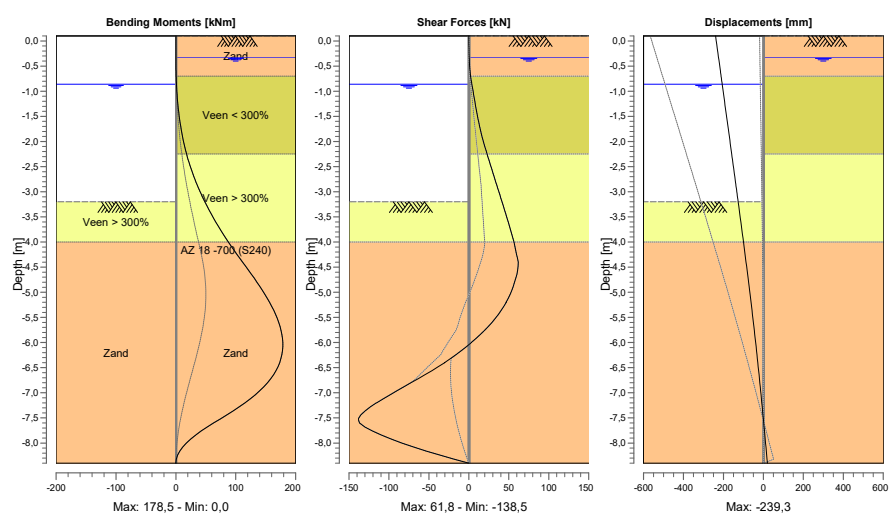
14.1 Calculation Results

Number of iterations: 8

14.1.1 Charts of Moments, Forces and Displacements

Moments/Forces/Displacements - Stage 3: Peil na val

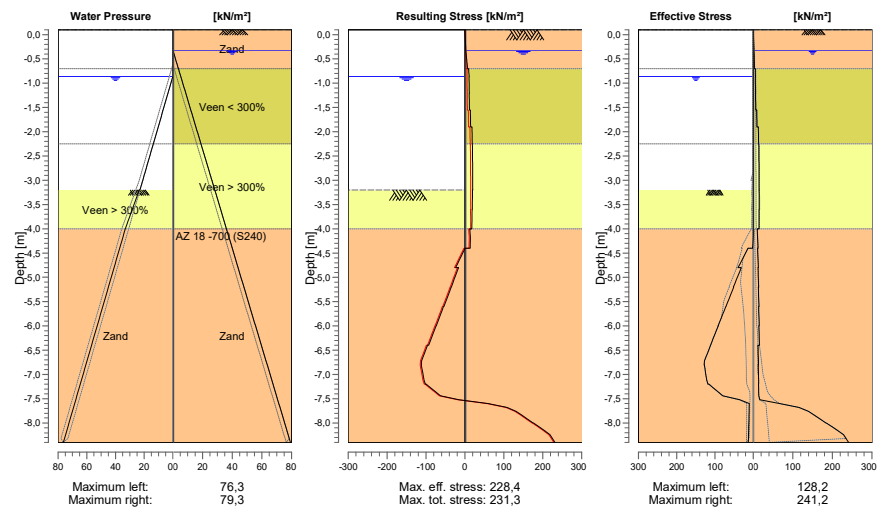
Step 6.4 - Partial factor set: RC 2



14.1.2 Charts of Stresses

Stress States - Stage 3: Peil na val

Step 6.4 - Partial factor set: RC 2



15 Step 6.5 Stage 3: Peil na val

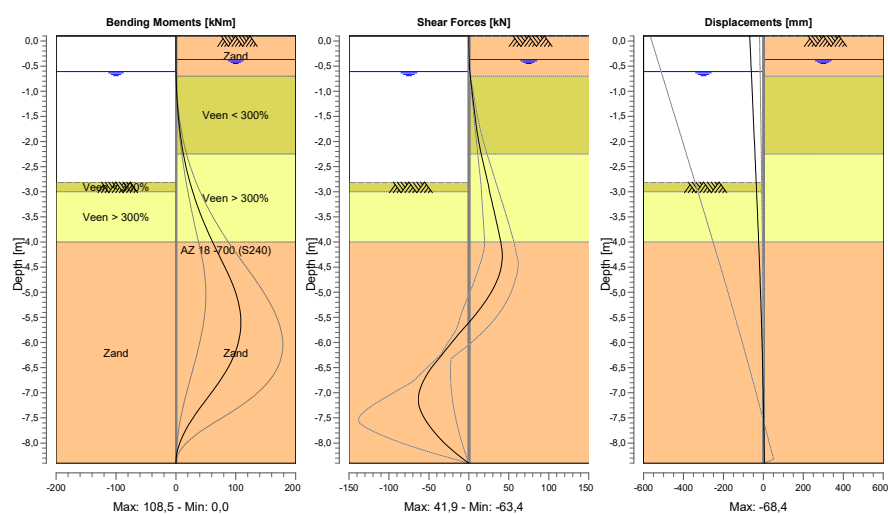
15.1 Calculation Results

Number of iterations: 4

15.1.1 Charts of Moments, Forces and Displacements

Moments/Forces/Displacements - Stage 3: Peil na val

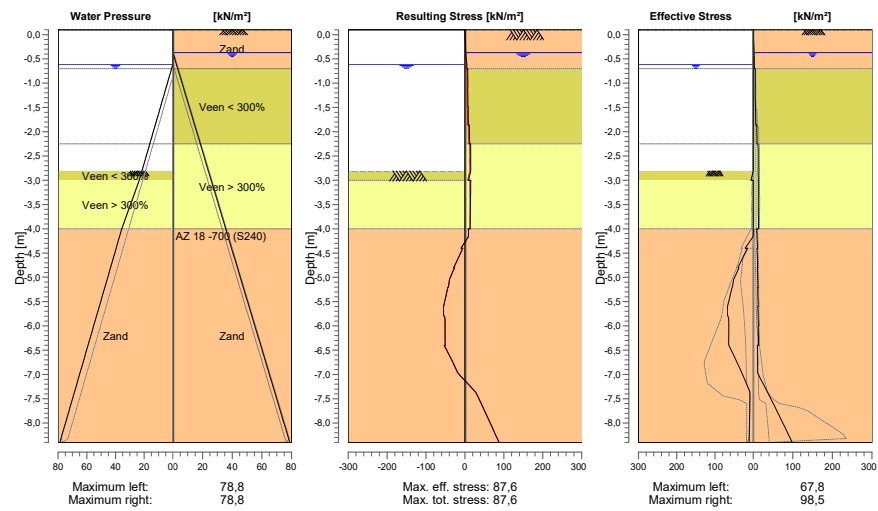
Step 6.5 - Partial factor set: RC 2



15.1.2 Charts of Stresses

Stress States - Stage 3: Peil na val

Step 6.5 - Partial factor set: RC 2



End of Report

Report for D-Sheet Piling 20.2

Design of Diaphragm and Sheet Pile Walls
Developed by Deltares

Date of report: 2/23/2023
Time of report: 4:22:08 PM
Report with version: 20.2.1.30962

Date of calculation: 2/21/2023
Time of calculation: 3:48:41 PM
Calculated with version: 20.2.1.30962

File name: Profiel 2

Project identification: Rekenprofiel 2
DO Groote en Kleine polders

Verification according to National Annex of Eurocode 7 in the Netherlands (NEN 9997-1:2016)

1 Table of Contents

1 Table of Contents	2
2 Summary	4
2.1 Overview per Stage and Test	4
2.2 Warnings	4
2.3 CUR Verification Steps	5
3 Input Data for all Stages	6
3.1 General Input Data	6
3.2 Sheet Piling Properties	6
3.2.1 General Properties	6
3.2.2 Stiffness EI (elastic behaviour)	6
3.2.3 Maximum Allowable Moments	6
3.2.4 Properties for Vertical Balance	6
3.3 Calculation Options	6
4 Outline Stage 1: Initiële situatie	10
5 Step 6.3 Stage 1: Initiële situatie	11
5.1 Calculation Results	11
5.1.1 Charts of Moments, Forces and Displacements	11
5.1.2 Charts of Stresses	12
6 Step 6.4 Stage 1: Initiële situatie	13
6.1 Calculation Results	13
6.1.1 Charts of Moments, Forces and Displacements	13
6.1.2 Charts of Stresses	14
7 Step 6.5 Stage 1: Initiële situatie	15
7.1 Calculation Results	15
7.1.1 Charts of Moments, Forces and Displacements	15
7.1.2 Charts of Stresses	16
8 Outline Stage 2: Gebruikssituatie	17
9 Step 6.3 Stage 2: Gebruikssituatie	18
9.1 Calculation Results	18
9.1.1 Charts of Moments, Forces and Displacements	18
9.1.2 Charts of Stresses	19
10 Step 6.4 Stage 2: Gebruikssituatie	20
10.1 Calculation Results	20
10.1.1 Charts of Moments, Forces and Displacements	20
10.1.2 Charts of Stresses	21
11 Step 6.5 Stage 2: Gebruikssituatie	22
11.1 Calculation Results	22
11.1.1 Charts of Moments, Forces and Displacements	22
11.1.2 Charts of Stresses	23
12 Outline Stage 3: Peil na val	24
13 Step 6.3 Stage 3: Peil na val	25
13.1 Calculation Results	25
13.1.1 Charts of Moments, Forces and Displacements	25
13.1.2 Charts of Stresses	26
14 Step 6.4 Stage 3: Peil na val	27
14.1 Calculation Results	27
14.1.1 Charts of Moments, Forces and Displacements	27
14.1.2 Charts of Stresses	28
15 Step 6.5 Stage 3: Peil na val	29
15.1 Calculation Results	29
15.1.1 Charts of Moments, Forces and Displacements	29
15.1.2 Charts of Stresses	30
16 Outline Stage 4: Macrostabieliteit buitenwaarts	31
17 Step 6.1 Stage 4: Macrostabieliteit buitenwaarts	32
17.1 Calculation Results	32
17.1.1 Charts of Moments, Forces and Displacements	32
17.1.2 Charts of Stresses	33
18 Step 6.2 Stage 4: Macrostabieliteit buitenwaarts	34
18.1 Calculation Results	34
18.1.1 Charts of Moments, Forces and Displacements	34
18.1.2 Charts of Stresses	35
19 Step 6.3 Stage 4: Macrostabieliteit buitenwaarts	36
19.1 Calculation Results	36
19.1.1 Charts of Moments, Forces and Displacements	36

19.1.2 Charts of Stresses	37
20 Step 6.4 Stage 4: Macrostabiliteit buitenwaarts	38
20.1 Calculation Results	38
20.1.1 Charts of Moments, Forces and Displacements	38
20.1.2 Charts of Stresses	39
21 Step 6.5 Stage 4: Macrostabiliteit buitenwaarts	40
21.1 Calculation Results	40
21.1.1 Charts of Moments, Forces and Displacements	40
21.1.2 Charts of Stresses	41

2 Summary

2.1 Overview per Stage and Test

Stage nr.	Verification type	Displacement [mm]	Moment [kNm]	Shear force [kN]	Mob. perc. moment [%]	Mob. perc. resistance [%]	Status
1	EC7(NL)-Step 6.3		72,12	-44,91	0,0	31,0	
1	EC7(NL)-Step 6.4		71,68	-43,74	0,0	30,6	
1	EC7(NL)-Step 6.5	-23,8	37,49	-19,81	0,0	17,0	
1	EC7(NL)-Step 6.5 x 1,200		44,99	-23,77			
2	EC7(NL)-Step 6.3		87,42	-58,20	0,0	37,2	
2	EC7(NL)-Step 6.4		87,24	-57,52	0,0	36,9	
2	EC7(NL)-Step 6.5	-30,6	44,49	-24,47	0,0	19,0	
2	EC7(NL)-Step 6.5 x 1,200		53,39	-29,36			
3	EC7(NL)-Step 6.3		113,44	-90,97	0,0	51,5	
3	EC7(NL)-Step 6.4		113,44	-90,87	0,0	51,5	
3	EC7(NL)-Step 6.5	-55,0	63,75	-39,65	0,0	24,2	
3	EC7(NL)-Step 6.5 x 1,200		76,50	-47,58			
4	EC7(NL)-Step 6.1		-64,44	67,50	0,0	52,7	
4	EC7(NL)-Step 6.2		-64,44	67,53	0,0	52,7	
4	EC7(NL)-Step 6.3		-47,02	31,44	0,0	33,0	
4	EC7(NL)-Step 6.4		-38,53	25,67	0,0	31,7	
4	EC7(NL)-Step 6.5	-8,5	-4,90	7,55	0,0	26,6	
4	EC7(NL)-Step 6.5 x 1,200		-5,88	9,06			

Max		-55,0	113,44	-90,97	0,0	52,7	
-----	--	-------	--------	--------	-----	------	--

Stage nr.	Verification type	Vertical balance
1	EC7(NL)-Step 6.3	Upwards
1	EC7(NL)-Step 6.4	Upwards
1	EC7(NL)-Step 6.5	Upwards
1	EC7(NL)-Step 6.5 x 1,200	
2	EC7(NL)-Step 6.3	Upwards
2	EC7(NL)-Step 6.4	Upwards
2	EC7(NL)-Step 6.5	Upwards
2	EC7(NL)-Step 6.5 x 1,200	
3	EC7(NL)-Step 6.3	Upwards
3	EC7(NL)-Step 6.4	Upwards
3	EC7(NL)-Step 6.5	Upwards
3	EC7(NL)-Step 6.5 x 1,200	
4	EC7(NL)-Step 6.1	Upwards
4	EC7(NL)-Step 6.2	Upwards
4	EC7(NL)-Step 6.3	Upwards
4	EC7(NL)-Step 6.4	Upwards
4	EC7(NL)-Step 6.5	Upwards
4	EC7(NL)-Step 6.5 x 1,200	

Max		Sufficient
-----	--	------------

2.2 Warnings

Phi values:

In the profile(s) below, the difference between the highest and lowest phi in the materials is more than 15 degrees. According to Cur-166 article 4.5.8 a Culmann calculation with straight slip surfaces is not allowed. Either reduce your phi's or try a K_a , K_o , K_p calculation.

Profile(s):

Bodemopbouw links

Bodemopbouw rechts

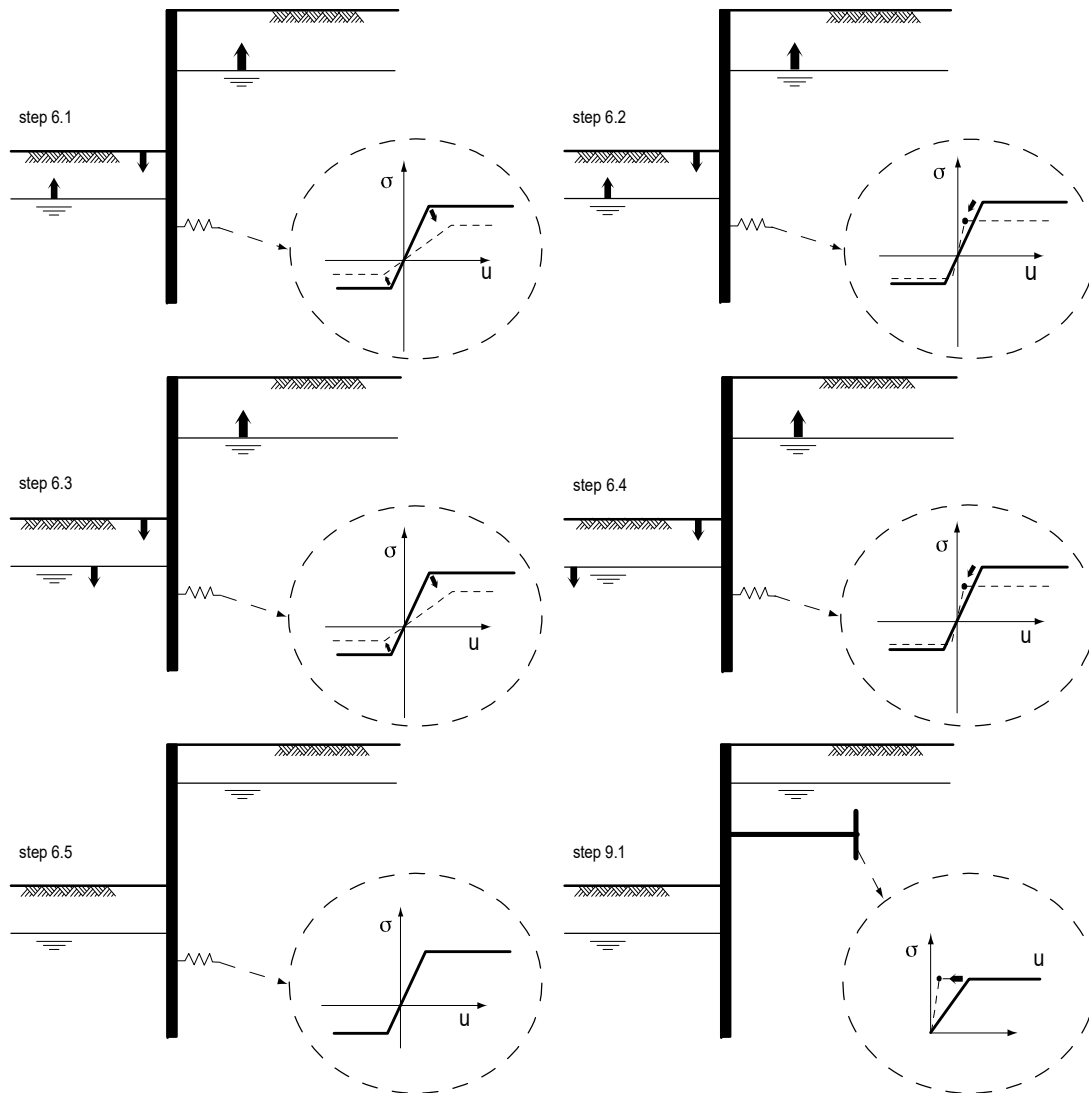
Bodemopbouw links PNV

Bodemopbouw rechts macro

Vertical balance:

The resultant vertical friction force is directed upward in stage 1 ,2 ,3 ,4 because the friction force on the passive side exceeds that on the active side. This might be prevented by reducing the friction angle Delta on the passive side.

2.3 CUR Verification Steps



3 Input Data for all Stages

3.1 General Input Data

Verification according to National Annex of Eurocode 7 in the Netherlands (NEN 9997-1:2016)

Model	Sheet piling
Check vertical balance	Yes
Number of construction stages	4
Unit weight of water	9,81 kN/m ³
Number of curves for spring characteristics	3
Unloading curve on spring characteristic	No
Elastic calculation	Yes

3.2 Sheet Piling Properties

Length	8,00 m
Level top side	0,10 m
Number of sections	1
q _b ;max	1,00 MPa
Xi factor	1,39

3.2.1 General Properties

Section name	From [m]	To [m]	Material type	Acting width [m]
AZ 12-700 (S240)	-7,90	0,10	Steel	1,00

3.2.2 Stiffness EI (elastic behaviour)

Section name	Elastic stiffness EI [kNm ² /m']	Red. factor on EI [-]	Corrected elas. stiffness EI [kNm ²]	Note to reduction factor
AZ 12-700 (S240)	3,9648E+04	0,68	2,6961E+04	

3.2.3 Maximum Allowable Moments

Section name	Mr;char;el [kNm/m']	Modification factor [-]	Material factor [-]	Red. factor allow. moment [-]	Mr;d;el [kNm]
AZ 12-700 (S240)	289,00	1,00	1,00	0,58	167,62

3.2.4 Properties for Vertical Balance

Section name	From [m]	To [m]	Height [mm]	Coating area [m ² /m ² wall]	Section area [cm ² /m']
AZ 12-700 (S240)	-7,90	0,10	314,00	1,22	123,00

3.3 Calculation Options

First stage represents initial situation	No
Calculation refinement	Coarse
Reduce delta(s) according to CUR	Yes
Verification	EC7 NA NL - method B: Partial factors (design values) in verified stage only. Eurocode 7 using the factors as described in the National Annex of the Netherlands. It is basically design approach III.
Verification of stage	1: Initiële situatie
Used partial factor set	RC 2

Factors on loads - Geotechnical loads	
- Permanent load, unfavourable	1,000
- Permanent load, favourable	1,000
- Variable load, unfavourable	1,100
- Variable load, favourable	0,000
Factors on loads - Constructive loads	
- Permanent load, unfavourable	1,350
- Permanent load, favourable	0,900
- Variable load, unfavourable	1,500
- Variable load, favourable	0,000
Material factors	
- Cohesion	1,250
- Tangent phi	1,175
- Delta (wall friction angle)*	1,175
- Modulus of low representative subgrade reaction	1,300
Geometry modification	
- Increase retaining height	10,00 %
- Maximum increase retaining height	0,50 m
- Reduction in phreatic line on passive side **	0,25 m
- Raise in phreatic line on passive side **	0,25 m
- Raise in phreatic line on active side	0,05 m
Factors on representative values	
- Partial factor on M, D and Pmax	1,200
Vertical balance factors	
- Partial factor base resistance (gamma_b)	1,200
Verification of stage	2: Gebruikssituatie
Used partial factor set	RC 2
Factors on loads - Geotechnical loads	
- Permanent load, unfavourable	1,000
- Permanent load, favourable	1,000
- Variable load, unfavourable	1,100
- Variable load, favourable	0,000
Factors on loads - Constructive loads	
- Permanent load, unfavourable	1,350
- Permanent load, favourable	0,900
- Variable load, unfavourable	1,500
- Variable load, favourable	0,000
Material factors	
- Cohesion	1,250
- Tangent phi	1,175
- Delta (wall friction angle)*	1,175
- Modulus of low representative subgrade reaction	1,300
Geometry modification	
- Increase retaining height	10,00 %
- Maximum increase retaining height	0,50 m
- Reduction in phreatic line on passive side **	0,25 m
- Raise in phreatic line on passive side **	0,25 m
- Raise in phreatic line on active side	0,05 m
Factors on representative values	
- Partial factor on M, D and Pmax	1,200
Vertical balance factors	
- Partial factor base resistance (gamma_b)	1,200
Verification of stage	3: Peil na val

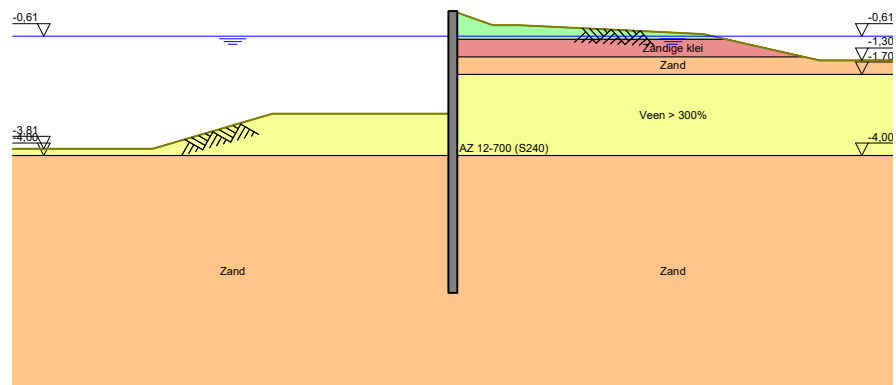
Used partial factor set	RC 2
Factors on loads - Geotechnical loads	
- Permanent load, unfavourable	1,000
- Permanent load, favourable	1,000
- Variable load, unfavourable	1,100
- Variable load, favourable	0,000
Factors on loads - Constructive loads	
- Permanent load, unfavourable	1,350
- Permanent load, favourable	0,900
- Variable load, unfavourable	1,500
- Variable load, favourable	0,000
Material factors	
- Cohesion	1,250
- Tangent phi	1,175
- Delta (wall friction angle)*	1,175
- Modulus of low representative subgrade reaction	1,300
Geometry modification	
- Increase retaining height	10,00 %
- Maximum increase retaining height	0,50 m
- Reduction in phreatic line on passive side **	0,25 m
- Raise in phreatic line on passive side **	0,25 m
- Raise in phreatic line on active side	0,05 m
Factors on representative values	
- Partial factor on M, D and Pmax	1,200
Vertical balance factors	
- Partial factor base resistance (gamma_b)	1,200
Verification of stage	4: Macrostabiliteit buitenwaarts
Used partial factor set	RC 2
Factors on loads - Geotechnical loads	
- Permanent load, unfavourable	1,000
- Permanent load, favourable	1,000
- Variable load, unfavourable	1,100
- Variable load, favourable	0,000
Factors on loads - Constructive loads	
- Permanent load, unfavourable	1,350
- Permanent load, favourable	0,900
- Variable load, unfavourable	1,500
- Variable load, favourable	0,000
Material factors	
- Cohesion	1,250
- Tangent phi	1,175
- Delta (wall friction angle)*	1,175
- Modulus of low representative subgrade reaction	1,300
Geometry modification	
- Increase retaining height	10,00 %
- Maximum increase retaining height	0,50 m
- Reduction in phreatic line on passive side **	0,25 m
- Raise in phreatic line on passive side **	0,25 m
- Raise in phreatic line on active side	0,05 m
Factors on representative values	
- Partial factor on M, D and Pmax	1,200
Vertical balance factors	
- Partial factor base resistance (gamma_b)	1,200

* For delta (wall friction angle), the input value of tangent phi is used

****** This modification of the phreatic level does not apply when the sheet piling is completely submerged.

4 Outline Stage 1: Initiële situatie

Outline - Stage 1: Initiële situatie



5 Step 6.3 Stage 1: Initiële situatie

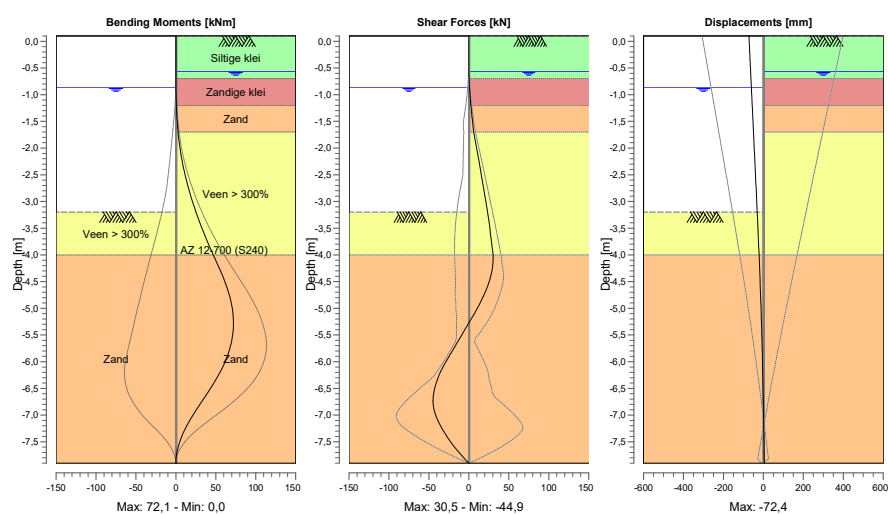
5.1 Calculation Results

Number of iterations: 6

5.1.1 Charts of Moments, Forces and Displacements

Moments/Forces/Displacements - Stage 1: Initiële situatie

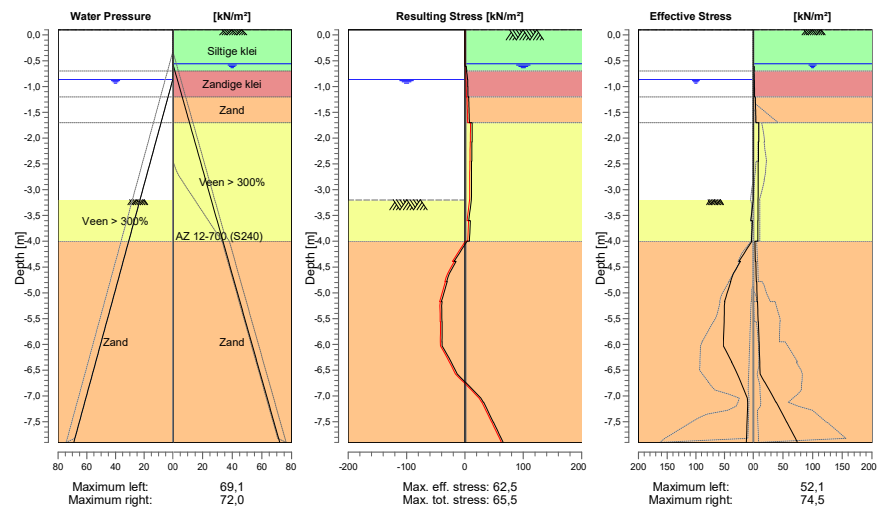
Step 6.3 - Partial factor set: RC 2



5.1.2 Charts of Stresses

Stress States - Stage 1: Initiële situatie

Step 6.3 - Partial factor set: RC 2



6 Step 6.4 Stage 1: Initiële situatie

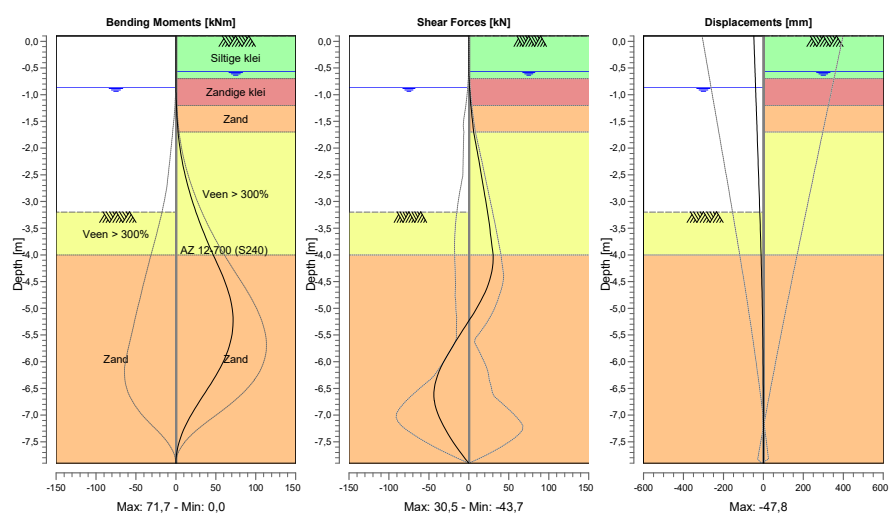
6.1 Calculation Results

Number of iterations: 6

6.1.1 Charts of Moments, Forces and Displacements

Moments/Forces/Displacements - Stage 1: Initiële situatie

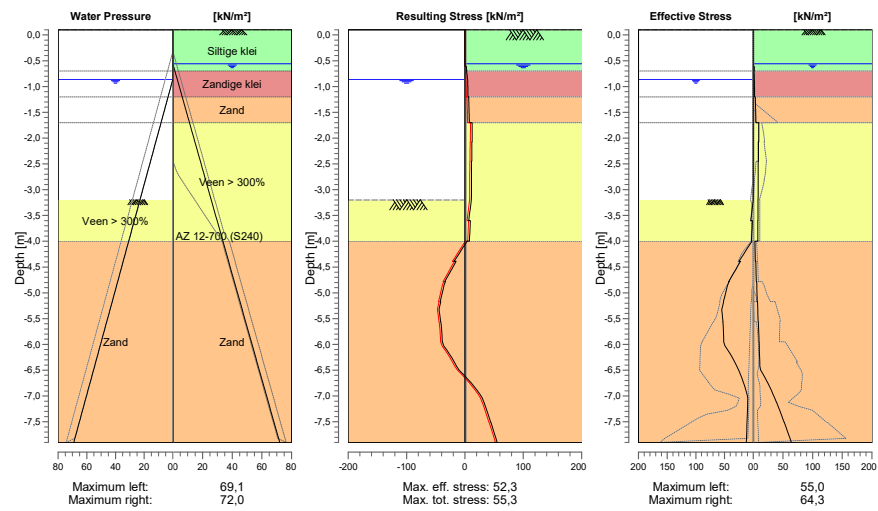
Step 6.4 - Partial factor set: RC 2



6.1.2 Charts of Stresses

Stress States - Stage 1: Initiële situatie

Step 6.4 - Partial factor set: RC 2



7 Step 6.5 Stage 1: Initiële situatie

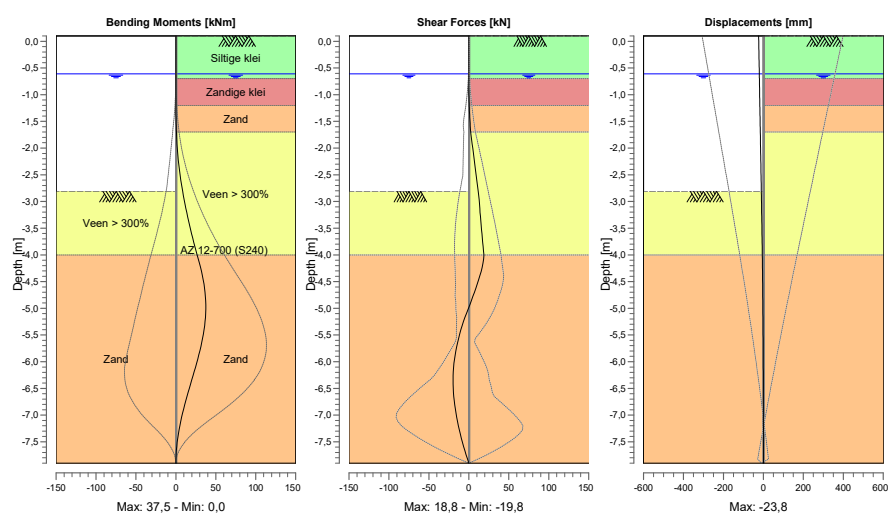
7.1 Calculation Results

Number of iterations: 5

7.1.1 Charts of Moments, Forces and Displacements

Moments/Forces/Displacements - Stage 1: Initiële situatie

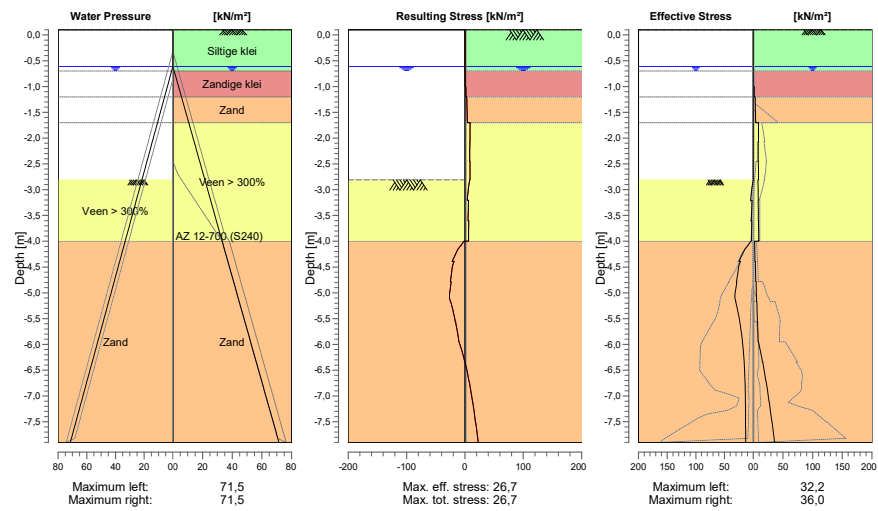
Step 6.5 - Partial factor set: RC 2



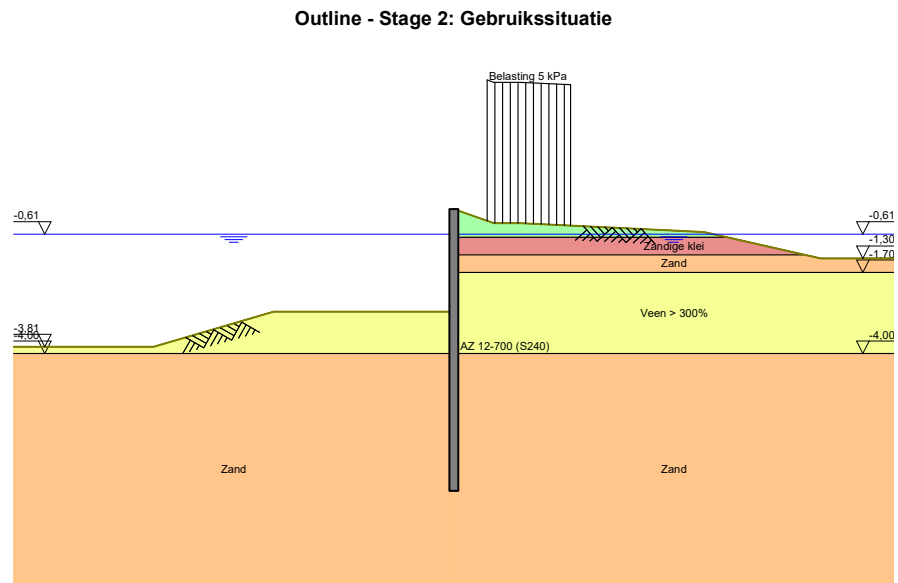
7.1.2 Charts of Stresses

Stress States - Stage 1: Initiële situatie

Step 6.5 - Partial factor set: RC 2



8 Outline Stage 2: Gebruikssituatie



9 Step 6.3 Stage 2: Gebruikssituatie

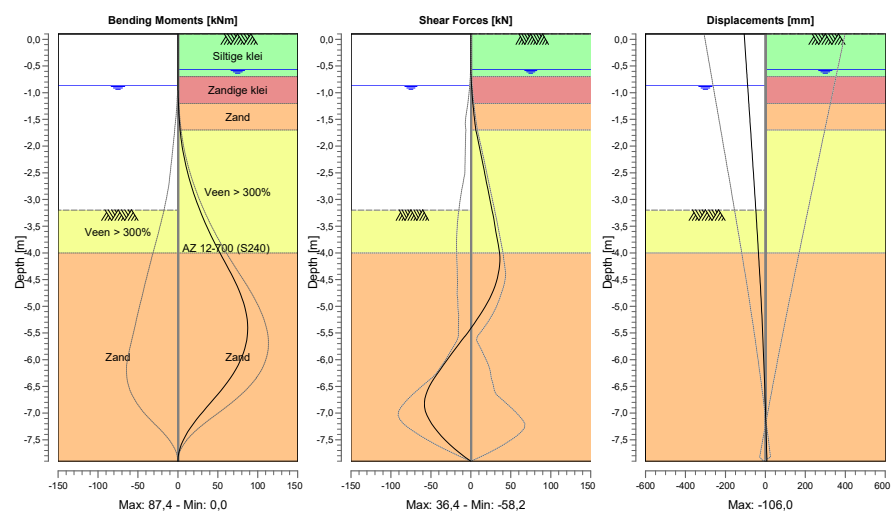
9.1 Calculation Results

Number of iterations: 11

9.1.1 Charts of Moments, Forces and Displacements

Moments/Forces/Displacements - Stage 2: Gebruikssituatie

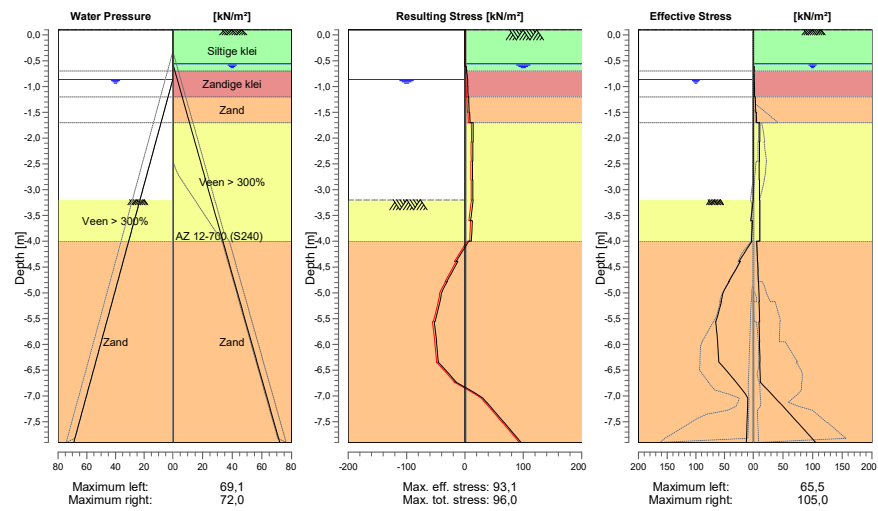
Step 6.3 - Partial factor set: RC 2



9.1.2 Charts of Stresses

Stress States - Stage 2: Gebruikssituatie

Step 6.3 - Partial factor set: RC 2



10 Step 6.4 Stage 2: Gebruikssituatie

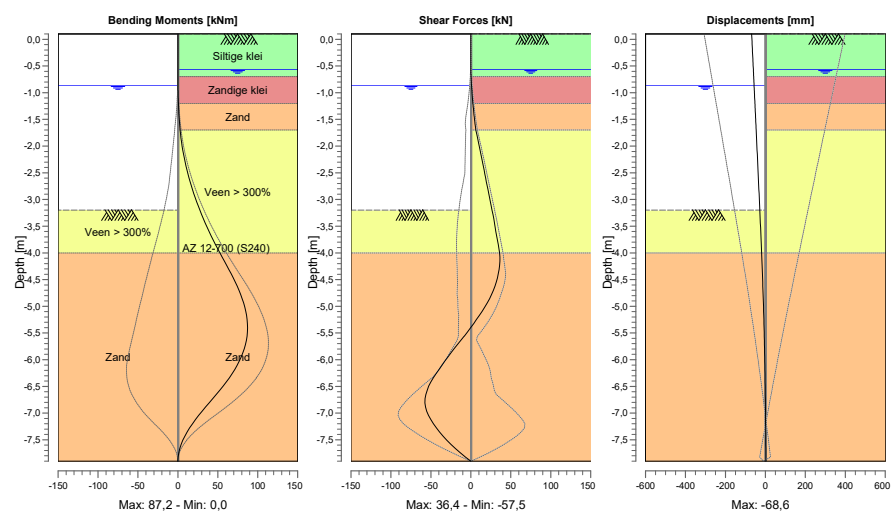
10.1 Calculation Results

Number of iterations: 5

10.1.1 Charts of Moments, Forces and Displacements

Moments/Forces/Displacements - Stage 2: Gebruikssituatie

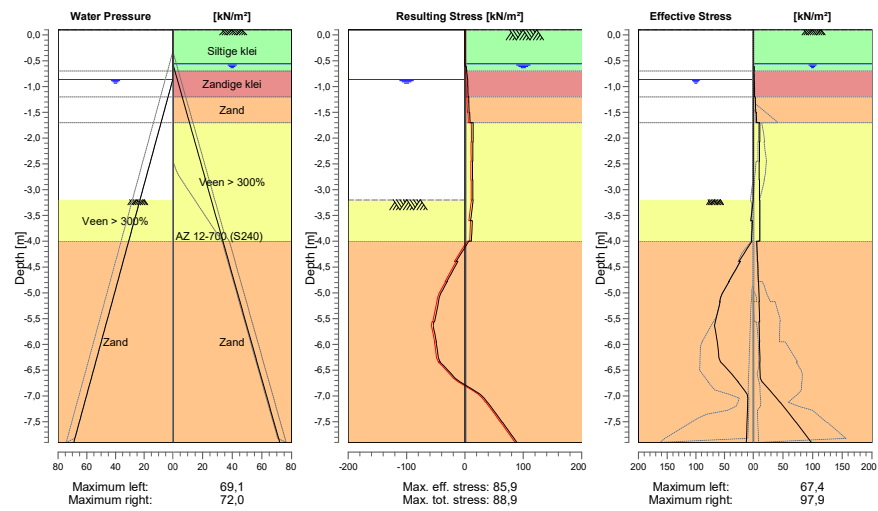
Step 6.4 - Partial factor set: RC 2



10.1.2 Charts of Stresses

Stress States - Stage 2: Gebruikssituatie

Step 6.4 - Partial factor set: RC 2



11 Step 6.5 Stage 2: Gebruikssituatie

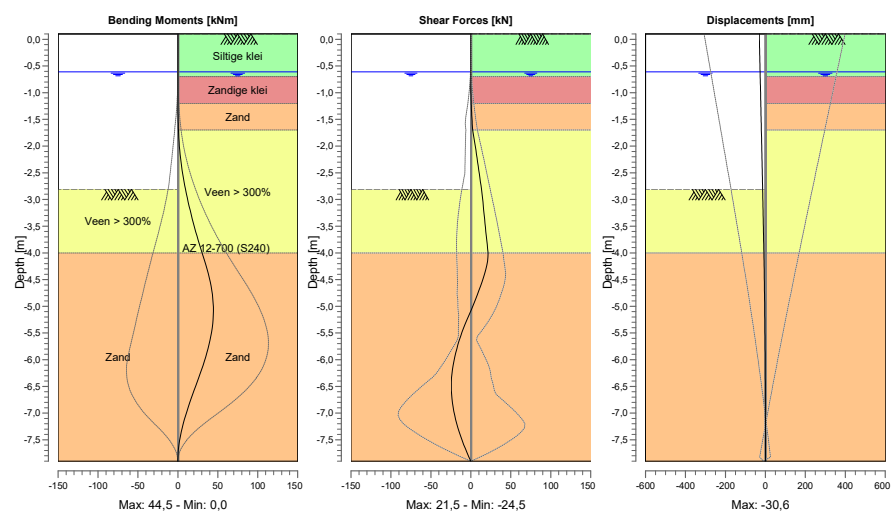
11.1 Calculation Results

Number of iterations: 4

11.1.1 Charts of Moments, Forces and Displacements

Moments/Forces/Displacements - Stage 2: Gebruikssituatie

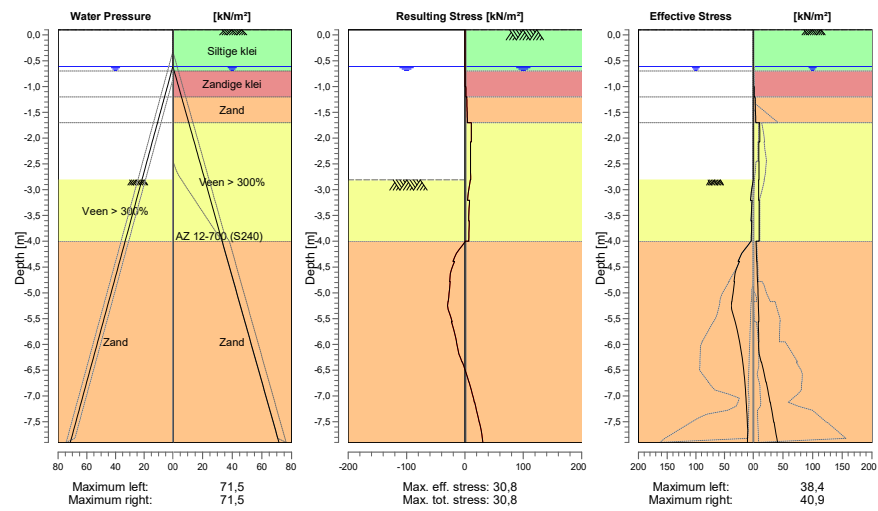
Step 6.5 - Partial factor set: RC 2



11.1.2 Charts of Stresses

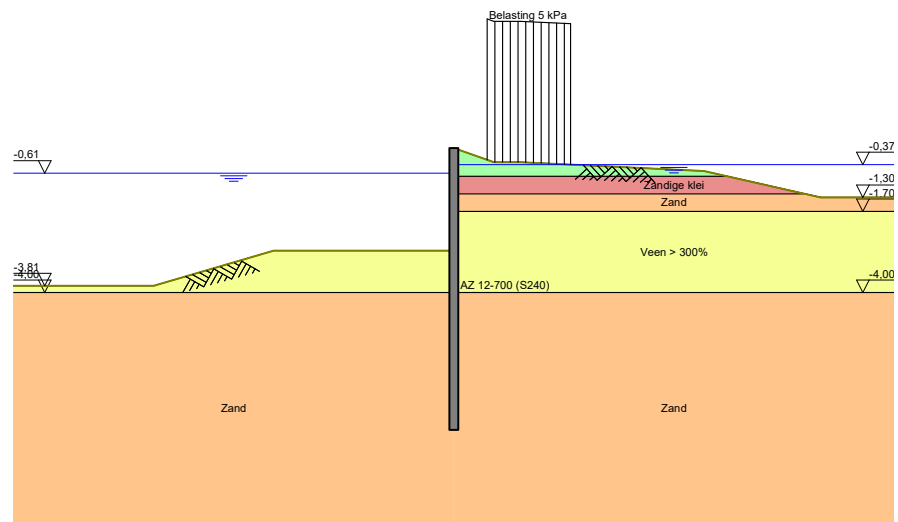
Stress States - Stage 2: Gebruikssituatie

Step 6.5 - Partial factor set: RC 2



12 Outline Stage 3: Peil na val

Outline - Stage 3: Peil na val



13 Step 6.3 Stage 3: Peil na val

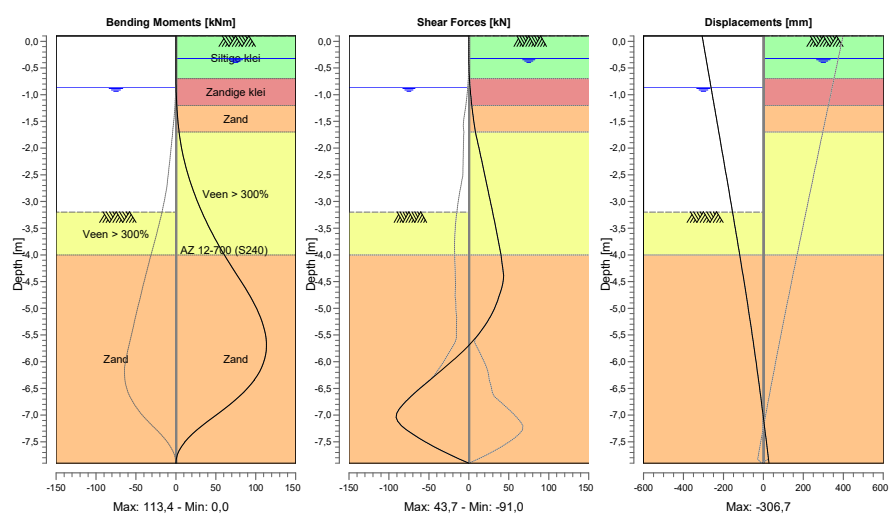
13.1 Calculation Results

Number of iterations: 7

13.1.1 Charts of Moments, Forces and Displacements

Moments/Forces/Displacements - Stage 3: Peil na val

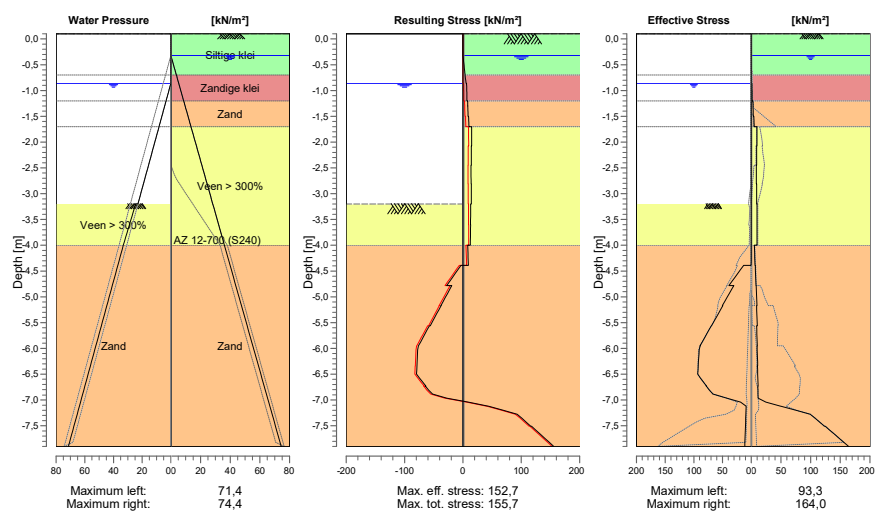
Step 6.3 - Partial factor set: RC 2



13.1.2 Charts of Stresses

Stress States - Stage 3: Peil na val

Step 6.3 - Partial factor set: RC 2



14 Step 6.4 Stage 3: Peil na val

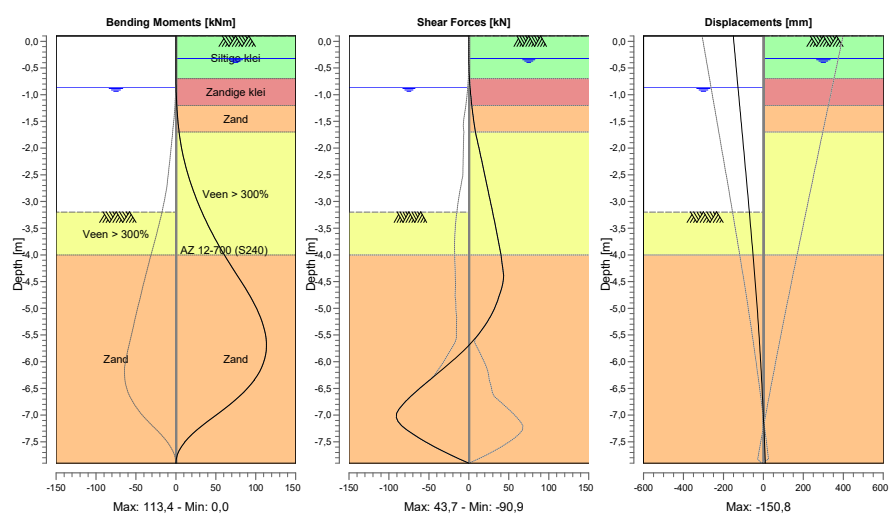
14.1 Calculation Results

Number of iterations: 7

14.1.1 Charts of Moments, Forces and Displacements

Moments/Forces/Displacements - Stage 3: Peil na val

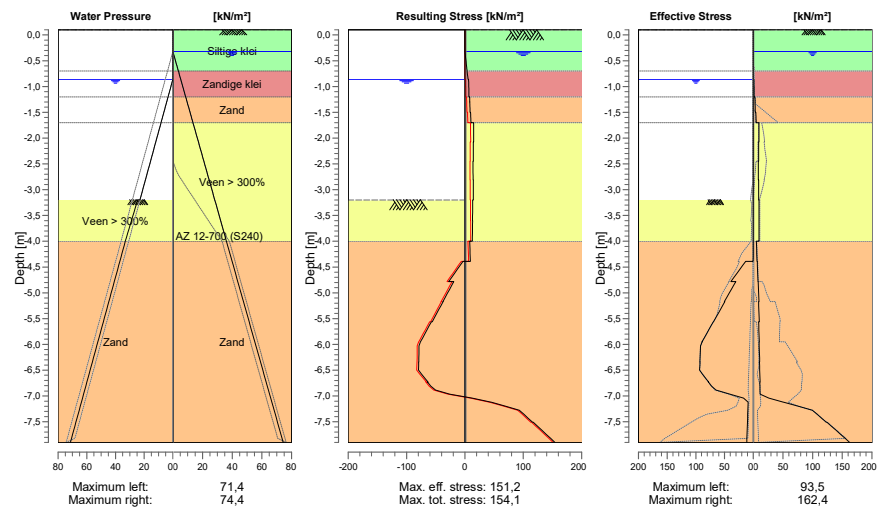
Step 6.4 - Partial factor set: RC 2



14.1.2 Charts of Stresses

Stress States - Stage 3: Peil na val

Step 6.4 - Partial factor set: RC 2



15 Step 6.5 Stage 3: Peil na val

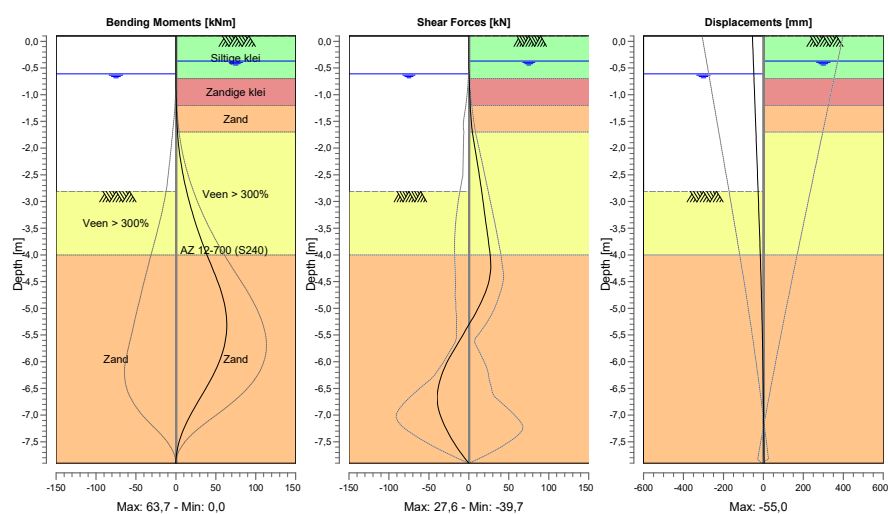
15.1 Calculation Results

Number of iterations: 5

15.1.1 Charts of Moments, Forces and Displacements

Moments/Forces/Displacements - Stage 3: Peil na val

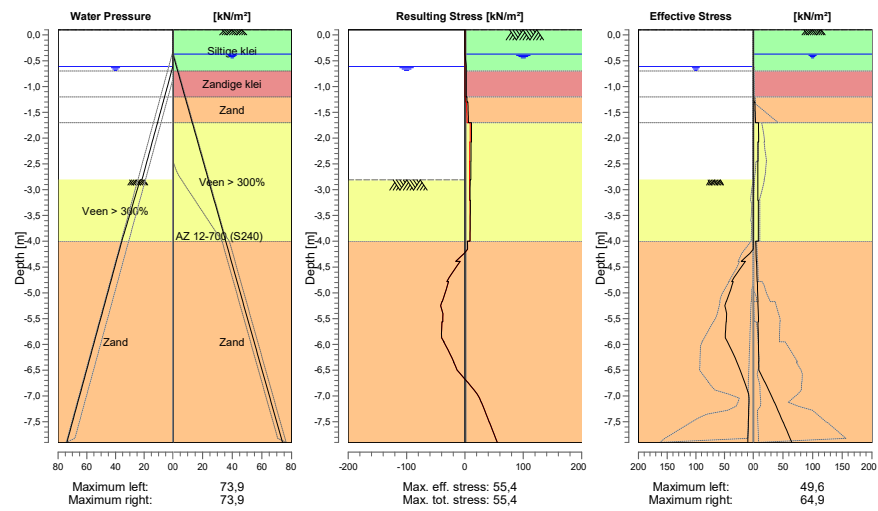
Step 6.5 - Partial factor set: RC 2



15.1.2 Charts of Stresses

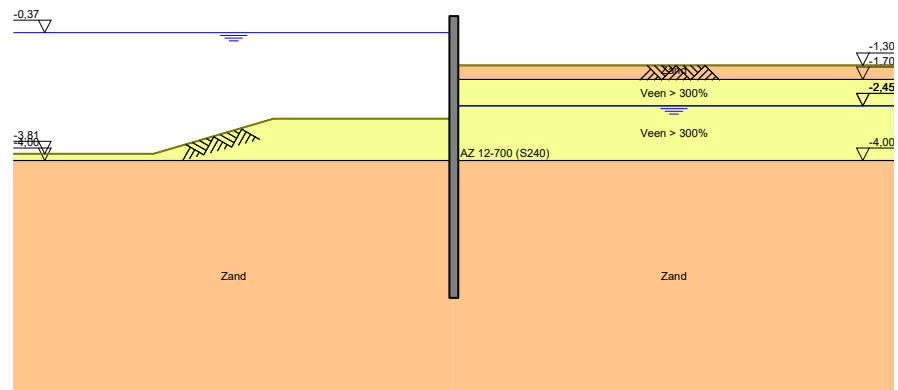
Stress States - Stage 3: Peil na val

Step 6.5 - Partial factor set: RC 2



16 Outline Stage 4: Macrostabiliiteit buitenwaarts

Outline - Stage 4: Macrostabiliiteit buitenwaarts



17 Step 6.1 Stage 4: Macrostabiliiteit buitenwaarts

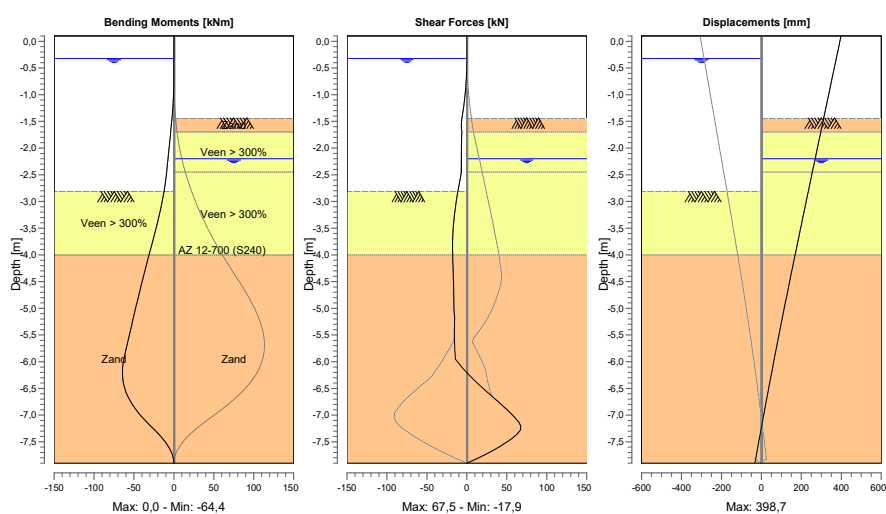
17.1 Calculation Results

Number of iterations: 7

17.1.1 Charts of Moments, Forces and Displacements

Moments/Forces/Displacements - Stage 4: Macrostabiliiteit buitenwaarts

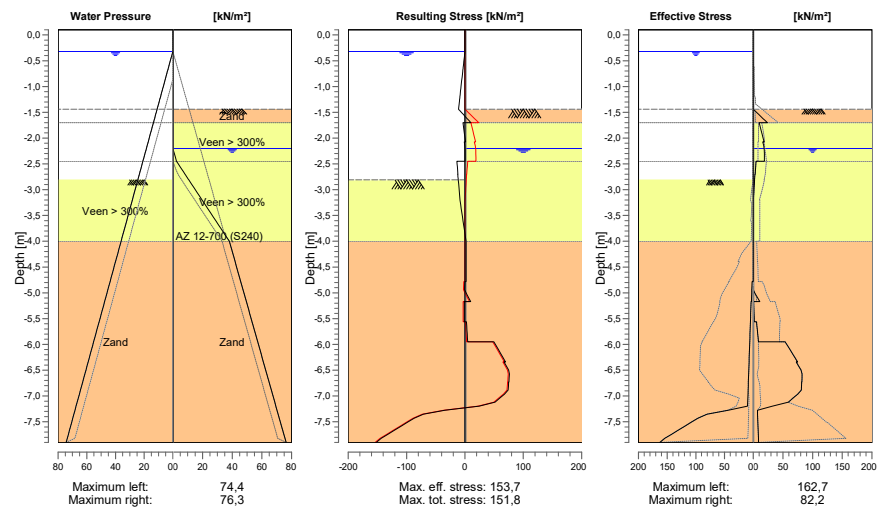
Step 6.1 - Partial factor set: RC 2



17.1.2 Charts of Stresses

Stress States - Stage 4: Macrostabiliteit buitenwaarts

Step 6.1 - Partial factor set: RC 2



18 Step 6.2 Stage 4: Macrostabiliiteit buitenwaarts

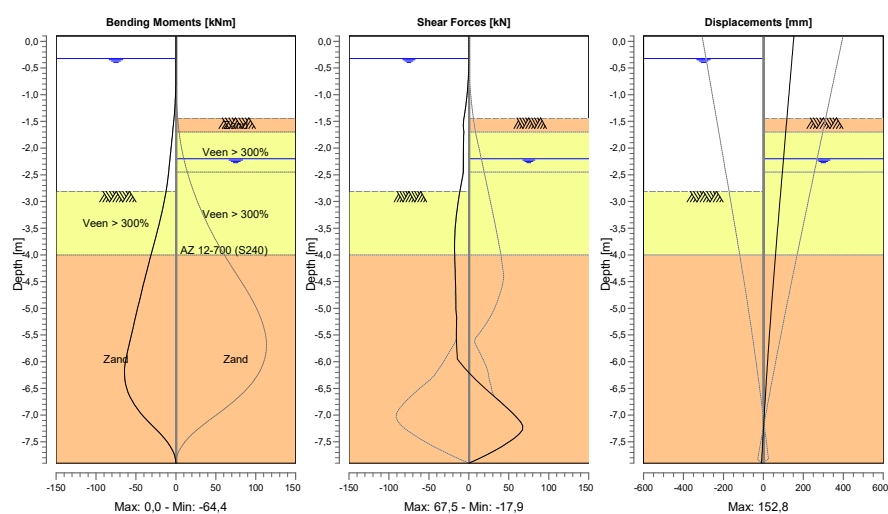
18.1 Calculation Results

Number of iterations: 7

18.1.1 Charts of Moments, Forces and Displacements

Moments/Forces/Displacements - Stage 4: Macrostabiliiteit buitenwaarts

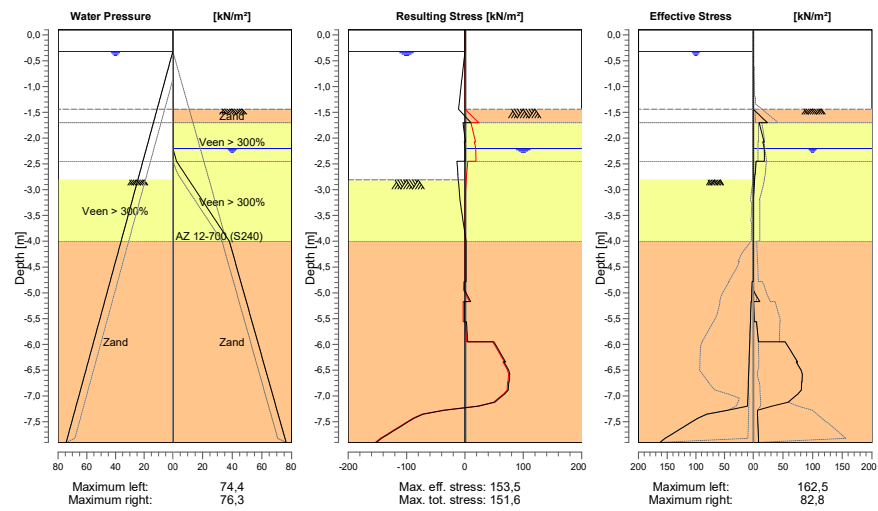
Step 6.2 - Partial factor set: RC 2



18.1.2 Charts of Stresses

Stress States - Stage 4: Macrostabiteit buitenwaarts

Step 6.2 - Partial factor set: RC 2



19 Step 6.3 Stage 4: Macrostabiliiteit buitenwaarts

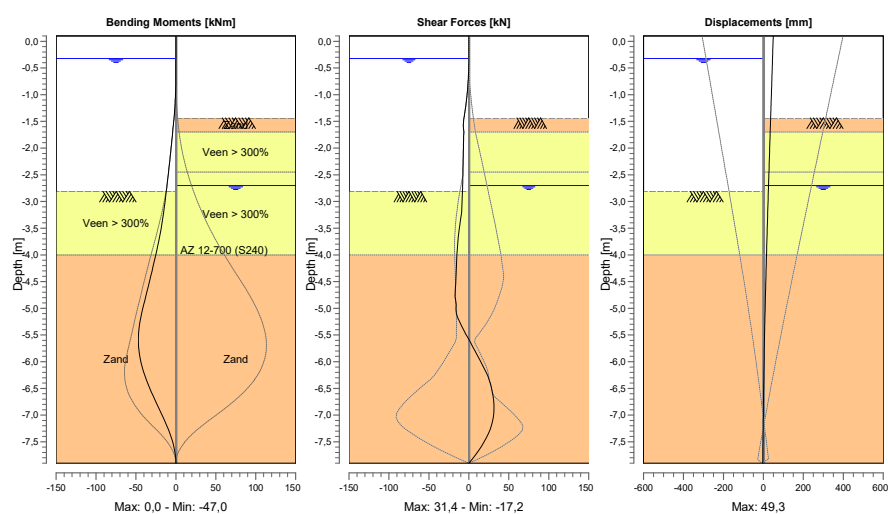
19.1 Calculation Results

Number of iterations: 5

19.1.1 Charts of Moments, Forces and Displacements

Moments/Forces/Displacements - Stage 4: Macrostabiliiteit buitenwaarts

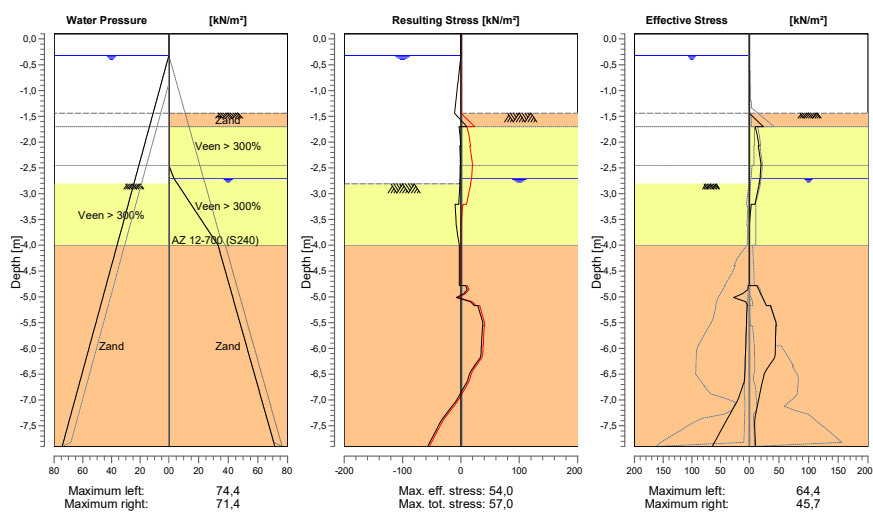
Step 6.3 - Partial factor set: RC 2



19.1.2 Charts of Stresses

Stress States - Stage 4: Macrostabiliteit buitenwaarts

Step 6.3 - Partial factor set: RC 2



20 Step 6.4 Stage 4: Macrostabiliiteit buitenwaarts

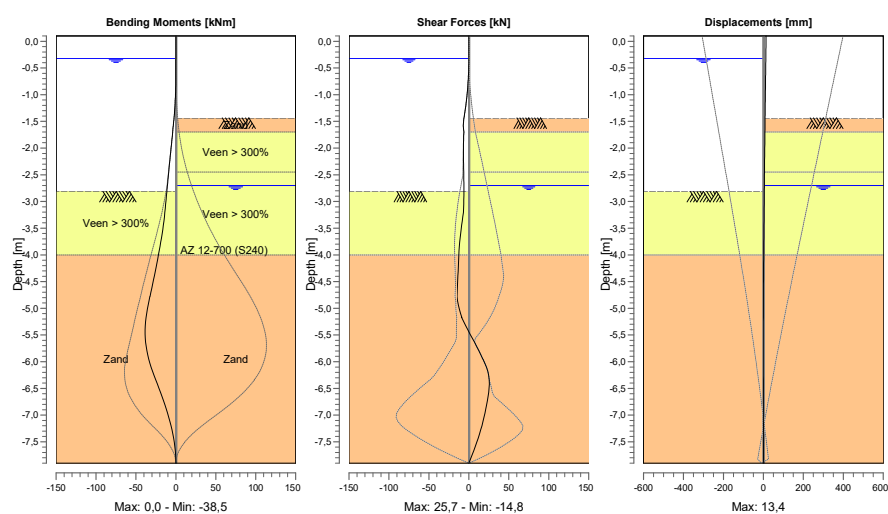
20.1 Calculation Results

Number of iterations: 5

20.1.1 Charts of Moments, Forces and Displacements

Moments/Forces/Displacements - Stage 4: Macrostabiliiteit buitenwaarts

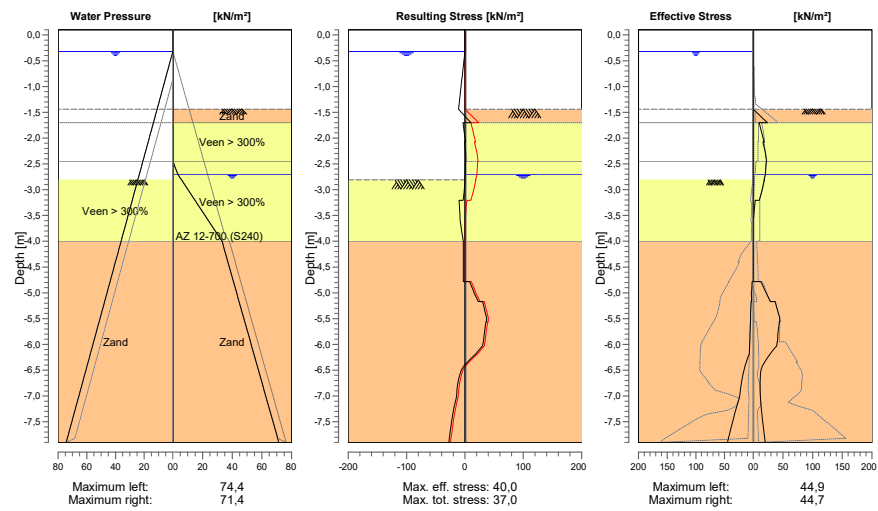
Step 6.4 - Partial factor set: RC 2



20.1.2 Charts of Stresses

Stress States - Stage 4: Macrostabiteit buitenwaarts

Step 6.4 - Partial factor set: RC 2



21 Step 6.5 Stage 4: Macrostabiliiteit buitenwaarts

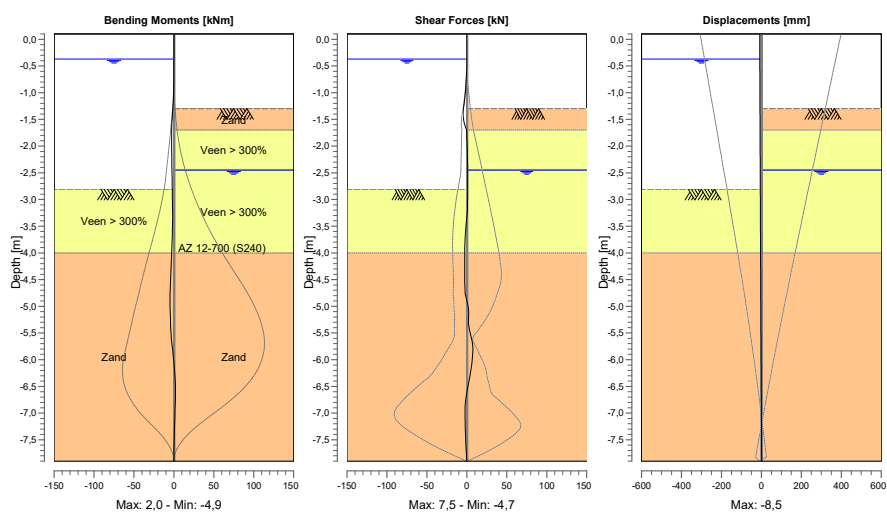
21.1 Calculation Results

Number of iterations: 4

21.1.1 Charts of Moments, Forces and Displacements

Moments/Forces/Displacements - Stage 4: Macrostabiliiteit buitenwaarts

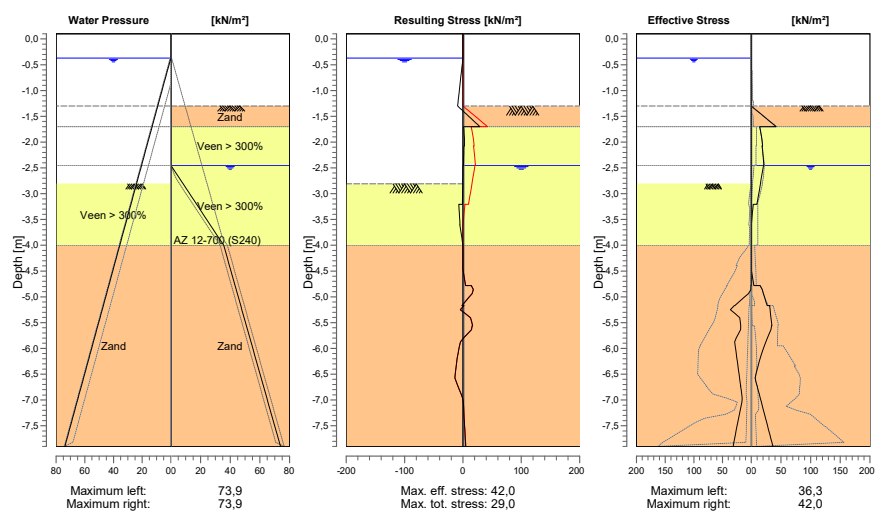
Step 6.5 - Partial factor set: RC 2



21.1.2 Charts of Stresses

Stress States - Stage 4: Macrostabiteit buitenwaarts

Step 6.5 - Partial factor set: RC 2



End of Report

Report for D-Sheet Piling 20.2

Design of Diaphragm and Sheet Pile Walls
Developed by Deltares

Date of report: 2/23/2023
Time of report: 4:38:40 PM
Report with version: 20.2.1.30962

Date of calculation: 2/21/2023
Time of calculation: 3:58:58 PM
Calculated with version: 20.2.1.30962

File name: Profiel 3

Project identification: Rekenprofiel 3
DO Groote en Kleine polders

Verification according to National Annex of Eurocode 7 in the Netherlands (NEN 9997-1:2016)

1 Table of Contents

1 Table of Contents	2
2 Summary	4
2.1 Overview per Stage and Test	4
2.2 Warnings	4
2.3 CUR Verification Steps	5
3 Input Data for all Stages	6
3.1 General Input Data	6
3.2 Sheet Piling Properties	6
3.2.1 General Properties	6
3.2.2 Stiffness EI (elastic behaviour)	6
3.2.3 Maximum Allowable Moments	6
3.2.4 Properties for Vertical Balance	6
3.3 Calculation Options	6
4 Outline Stage 1: Initiële situatie	10
5 Step 6.3 Stage 1: Initiële situatie	11
5.1 Calculation Results	11
5.1.1 Charts of Moments, Forces and Displacements	11
5.1.2 Charts of Stresses	12
6 Step 6.4 Stage 1: Initiële situatie	13
6.1 Calculation Results	13
6.1.1 Charts of Moments, Forces and Displacements	13
6.1.2 Charts of Stresses	14
7 Step 6.5 Stage 1: Initiële situatie	15
7.1 Calculation Results	15
7.1.1 Charts of Moments, Forces and Displacements	15
7.1.2 Charts of Stresses	16
8 Outline Stage 2: Gebruikssituatie	17
9 Step 6.3 Stage 2: Gebruikssituatie	18
9.1 Calculation Results	18
9.1.1 Charts of Moments, Forces and Displacements	18
9.1.2 Charts of Stresses	19
10 Step 6.4 Stage 2: Gebruikssituatie	20
10.1 Calculation Results	20
10.1.1 Charts of Moments, Forces and Displacements	20
10.1.2 Charts of Stresses	21
11 Step 6.5 Stage 2: Gebruikssituatie	22
11.1 Calculation Results	22
11.1.1 Charts of Moments, Forces and Displacements	22
11.1.2 Charts of Stresses	23
12 Outline Stage 3: Peil na val	24
13 Step 6.3 Stage 3: Peil na val	25
13.1 Calculation Results	25
13.1.1 Charts of Moments, Forces and Displacements	25
13.1.2 Charts of Stresses	26
14 Step 6.4 Stage 3: Peil na val	27
14.1 Calculation Results	27
14.1.1 Charts of Moments, Forces and Displacements	27
14.1.2 Charts of Stresses	28
15 Step 6.5 Stage 3: Peil na val	29
15.1 Calculation Results	29
15.1.1 Charts of Moments, Forces and Displacements	29
15.1.2 Charts of Stresses	30
16 Outline Stage 4: Macrostabieliteit buitenwaarts	31
17 Step 6.1 Stage 4: Macrostabieliteit buitenwaarts	32
17.1 Calculation Results	32
17.1.1 Charts of Moments, Forces and Displacements	32
17.1.2 Charts of Stresses	33
18 Step 6.2 Stage 4: Macrostabieliteit buitenwaarts	34
18.1 Calculation Results	34
18.1.1 Charts of Moments, Forces and Displacements	34
18.1.2 Charts of Stresses	35
19 Step 6.3 Stage 4: Macrostabieliteit buitenwaarts	36
19.1 Calculation Results	36
19.1.1 Charts of Moments, Forces and Displacements	36

19.1.2 Charts of Stresses	37
20 Step 6.4 Stage 4: Macrostabiliteit buitenwaarts	38
20.1 Calculation Results	38
20.1.1 Charts of Moments, Forces and Displacements	38
20.1.2 Charts of Stresses	39
21 Step 6.5 Stage 4: Macrostabiliteit buitenwaarts	40
21.1 Calculation Results	40
21.1.1 Charts of Moments, Forces and Displacements	40
21.1.2 Charts of Stresses	41

2 Summary

2.1 Overview per Stage and Test

Stage nr.	Verification type	Displacement [mm]	Moment [kNm]	Shear force [kN]	Mob. perc. moment [%]	Mob. perc. resistance [%]	Status
1	EC7(NL)-Step 6.3		57,49	-33,31	0,0	25,7	
1	EC7(NL)-Step 6.4		56,88	-32,35	0,0	25,4	
1	EC7(NL)-Step 6.5	-15,1	25,94	-12,95	0,0	14,3	
1	EC7(NL)-Step 6.5 x 1,200		31,13	-15,54			
2	EC7(NL)-Step 6.3		74,38	-47,05	0,0	32,0	
2	EC7(NL)-Step 6.4		74,03	-46,16	0,0	31,7	
2	EC7(NL)-Step 6.5	-21,9	34,51	-17,86	0,0	16,4	
2	EC7(NL)-Step 6.5 x 1,200		41,42	-21,44			
3	EC7(NL)-Step 6.3		96,79	-70,88	0,0	43,0	
3	EC7(NL)-Step 6.4		96,78	-70,20	0,0	42,8	
3	EC7(NL)-Step 6.5	-35,0	47,72	-27,20	0,0	19,5	
3	EC7(NL)-Step 6.5 x 1,200		57,26	-32,64			
4	EC7(NL)-Step 6.1		-66,22	68,85	0,0	53,6	
4	EC7(NL)-Step 6.2		-66,22	68,88	0,0	53,6	
4	EC7(NL)-Step 6.3		-59,54	41,09	0,0	35,4	
4	EC7(NL)-Step 6.4		-53,59	35,92	0,0	33,8	
4	EC7(NL)-Step 6.5	24,3	-35,23	21,48	0,0	22,9	
4	EC7(NL)-Step 6.5 x 1,200		-42,27	25,78			

Max		-35,0	96,79	-70,88	0,0	53,6	
-----	--	-------	-------	--------	-----	------	--

Stage nr.	Verification type	Vertical balance
1	EC7(NL)-Step 6.3	Upwards
1	EC7(NL)-Step 6.4	Upwards
1	EC7(NL)-Step 6.5	Upwards
1	EC7(NL)-Step 6.5 x 1,200	
2	EC7(NL)-Step 6.3	Upwards
2	EC7(NL)-Step 6.4	Upwards
2	EC7(NL)-Step 6.5	Upwards
2	EC7(NL)-Step 6.5 x 1,200	
3	EC7(NL)-Step 6.3	Upwards
3	EC7(NL)-Step 6.4	Upwards
3	EC7(NL)-Step 6.5	Upwards
3	EC7(NL)-Step 6.5 x 1,200	
4	EC7(NL)-Step 6.1	Upwards
4	EC7(NL)-Step 6.2	Upwards
4	EC7(NL)-Step 6.3	Upwards
4	EC7(NL)-Step 6.4	Upwards
4	EC7(NL)-Step 6.5	Upwards
4	EC7(NL)-Step 6.5 x 1,200	

Max		Sufficient
-----	--	------------

2.2 Warnings

Phi values:

In the profile(s) below, the difference between the highest and lowest phi in the materials is more than 15 degrees. According to Cur-166 article 4.5.8 a Culmann calculation with straight slip surfaces is not allowed. Either reduce your phi's or try a Ka, Ko, Kp calculation.

Profile(s):

Bodemopbouw links

Bodemopbouw

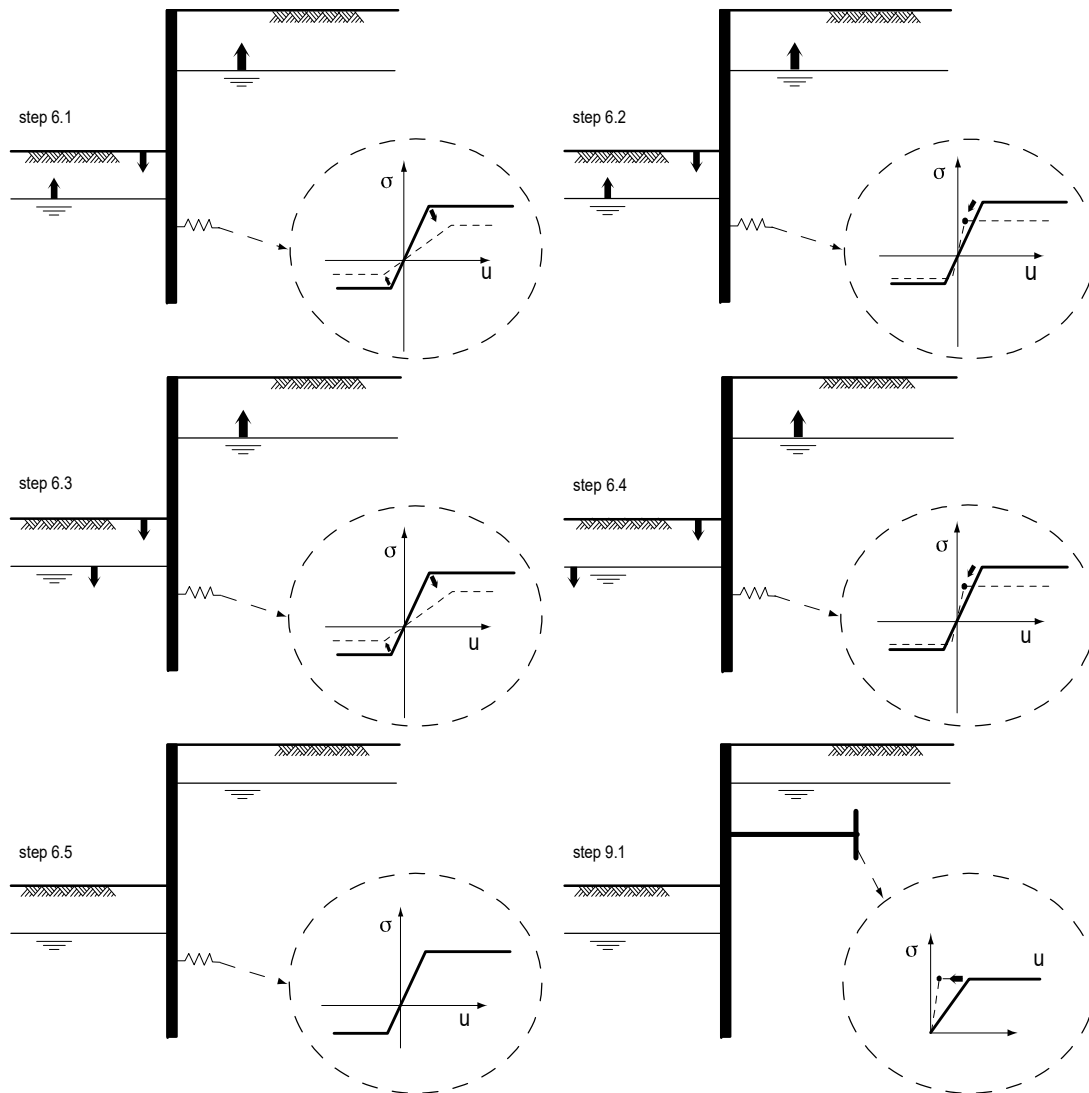
Bodemopbouw links PNV

Bodemopbouw rechts macro

Vertical balance:

The resultant vertical friction force is directed upward in stage 1 ,2 ,3 ,4 because the friction force on the passive side exceeds that on the active side. This might be prevented by reducing the friction angle Delta on the passive side.

2.3 CUR Verification Steps



3 Input Data for all Stages

3.1 General Input Data

Verification according to National Annex of Eurocode 7 in the Netherlands (NEN 9997-1:2016)

Model	Sheet piling
Check vertical balance	Yes
Number of construction stages	4
Unit weight of water	9,81 kN/m ³
Number of curves for spring characteristics	3
Unloading curve on spring characteristic	No
Elastic calculation	Yes

3.2 Sheet Piling Properties

Length	8,00 m
Level top side	0,10 m
Number of sections	1
q _{b,max}	1,00 MPa
Xi factor	1,39

3.2.1 General Properties

Section name	From [m]	To [m]	Material type	Acting width [m]
AZ 12-700 (S240)	-7,90	0,10	Steel	1,00

3.2.2 Stiffness EI (elastic behaviour)

Section name	Elastic stiffness EI [kNm ² /m']	Red. factor on EI [-]	Corrected elas. stiffness EI [kNm ²]	Note to reduction factor
AZ 12-700 (S240)	3,9648E+04	0,68	2,6961E+04	

3.2.3 Maximum Allowable Moments

Section name	Mr _{char;el} [kNm/m']	Modification factor [-]	Material factor [-]	Red. factor allow. moment [-]	Mr _{d;el} [kNm]
AZ 12-700 (S240)	289,00	1,00	1,00	0,58	167,62

3.2.4 Properties for Vertical Balance

Section name	From [m]	To [m]	Height [mm]	Coating area [m ² /m ² wall]	Section area [cm ² /m']
AZ 12-700 (S240)	-7,90	0,10	314,00	1,22	123,00

3.3 Calculation Options

First stage represents initial situation	No
Calculation refinement	Coarse
Reduce delta(s) according to CUR	Yes
Verification	EC7 NA NL - method B: Partial factors (design values) in verified stage only. Eurocode 7 using the factors as described in the National Annex of the Netherlands. It is basically design approach III.
Verification of stage	1: Initiële situatie
Used partial factor set	RC 2

Factors on loads - Geotechnical loads	
- Permanent load, unfavourable	1,000
- Permanent load, favourable	1,000
- Variable load, unfavourable	1,100
- Variable load, favourable	0,000
Factors on loads - Constructive loads	
- Permanent load, unfavourable	1,350
- Permanent load, favourable	0,900
- Variable load, unfavourable	1,500
- Variable load, favourable	0,000
Material factors	
- Cohesion	1,250
- Tangent phi	1,175
- Delta (wall friction angle)*	1,175
- Modulus of low representative subgrade reaction	1,300
Geometry modification	
- Increase retaining height	10,00 %
- Maximum increase retaining height	0,50 m
- Reduction in phreatic line on passive side **	0,25 m
- Raise in phreatic line on passive side **	0,25 m
- Raise in phreatic line on active side	0,05 m
Factors on representative values	
- Partial factor on M, D and Pmax	1,200
Vertical balance factors	
- Partial factor base resistance (gamma_b)	1,200
Verification of stage	2: Gebruikssituatie
Used partial factor set	RC 2
Factors on loads - Geotechnical loads	
- Permanent load, unfavourable	1,000
- Permanent load, favourable	1,000
- Variable load, unfavourable	1,100
- Variable load, favourable	0,000
Factors on loads - Constructive loads	
- Permanent load, unfavourable	1,350
- Permanent load, favourable	0,900
- Variable load, unfavourable	1,500
- Variable load, favourable	0,000
Material factors	
- Cohesion	1,250
- Tangent phi	1,175
- Delta (wall friction angle)*	1,175
- Modulus of low representative subgrade reaction	1,300
Geometry modification	
- Increase retaining height	10,00 %
- Maximum increase retaining height	0,50 m
- Reduction in phreatic line on passive side **	0,25 m
- Raise in phreatic line on passive side **	0,25 m
- Raise in phreatic line on active side	0,05 m
Factors on representative values	
- Partial factor on M, D and Pmax	1,200
Vertical balance factors	
- Partial factor base resistance (gamma_b)	1,200
Verification of stage	3: Peil na val

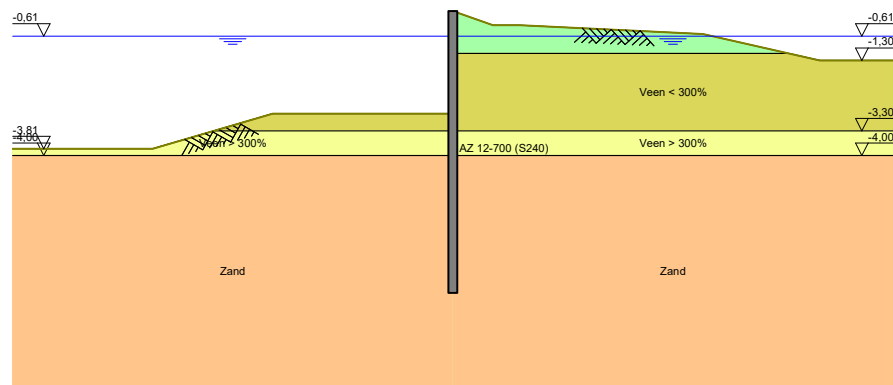
Used partial factor set	RC 2
Factors on loads - Geotechnical loads	
- Permanent load, unfavourable	1,000
- Permanent load, favourable	1,000
- Variable load, unfavourable	1,100
- Variable load, favourable	0,000
Factors on loads - Constructive loads	
- Permanent load, unfavourable	1,350
- Permanent load, favourable	0,900
- Variable load, unfavourable	1,500
- Variable load, favourable	0,000
Material factors	
- Cohesion	1,250
- Tangent phi	1,175
- Delta (wall friction angle)*	1,175
- Modulus of low representative subgrade reaction	1,300
Geometry modification	
- Increase retaining height	10,00 %
- Maximum increase retaining height	0,50 m
- Reduction in phreatic line on passive side **	0,25 m
- Raise in phreatic line on passive side **	0,25 m
- Raise in phreatic line on active side	0,05 m
Factors on representative values	
- Partial factor on M, D and Pmax	1,200
Vertical balance factors	
- Partial factor base resistance (gamma_b)	1,200
Verification of stage	4: Macrostabiliteit buitenwaarts
Used partial factor set	RC 2
Factors on loads - Geotechnical loads	
- Permanent load, unfavourable	1,000
- Permanent load, favourable	1,000
- Variable load, unfavourable	1,100
- Variable load, favourable	0,000
Factors on loads - Constructive loads	
- Permanent load, unfavourable	1,350
- Permanent load, favourable	0,900
- Variable load, unfavourable	1,500
- Variable load, favourable	0,000
Material factors	
- Cohesion	1,250
- Tangent phi	1,175
- Delta (wall friction angle)*	1,175
- Modulus of low representative subgrade reaction	1,300
Geometry modification	
- Increase retaining height	10,00 %
- Maximum increase retaining height	0,50 m
- Reduction in phreatic line on passive side **	0,25 m
- Raise in phreatic line on passive side **	0,25 m
- Raise in phreatic line on active side	0,05 m
Factors on representative values	
- Partial factor on M, D and Pmax	1,200
Vertical balance factors	
- Partial factor base resistance (gamma_b)	1,200

* For delta (wall friction angle), the input value of tangent phi is used

****** This modification of the phreatic level does not apply when the sheet piling is completely submerged.

4 Outline Stage 1: Initiële situatie

Outline - Stage 1: Initiële situatie



5 Step 6.3 Stage 1: Initiële situatie

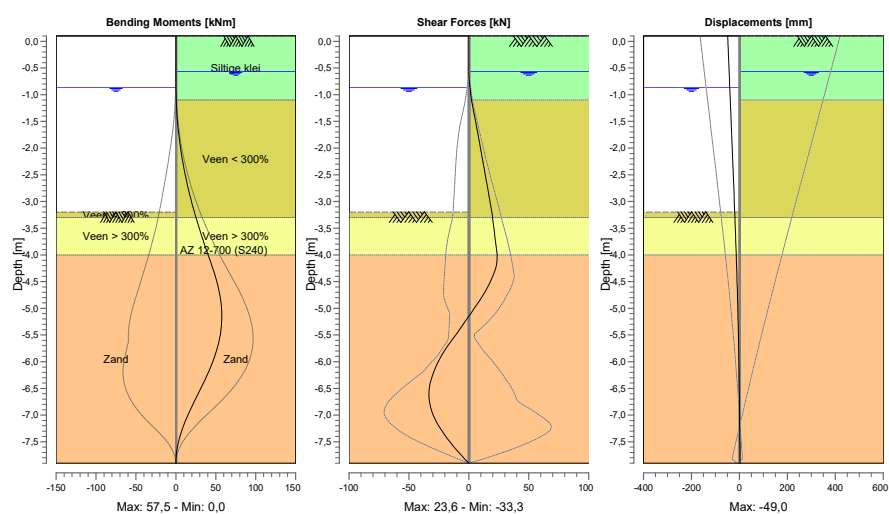
5.1 Calculation Results

Number of iterations: 6

5.1.1 Charts of Moments, Forces and Displacements

Moments/Forces/Displacements - Stage 1: Initiële situatie

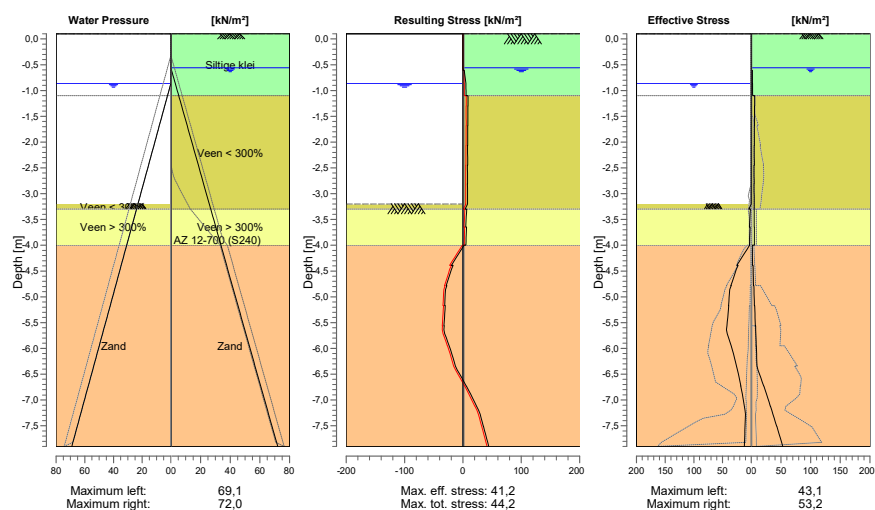
Step 6.3 - Partial factor set: RC 2



5.1.2 Charts of Stresses

Stress States - Stage 1: Initiële situatie

Step 6.3 - Partial factor set: RC 2



6 Step 6.4 Stage 1: Initiële situatie

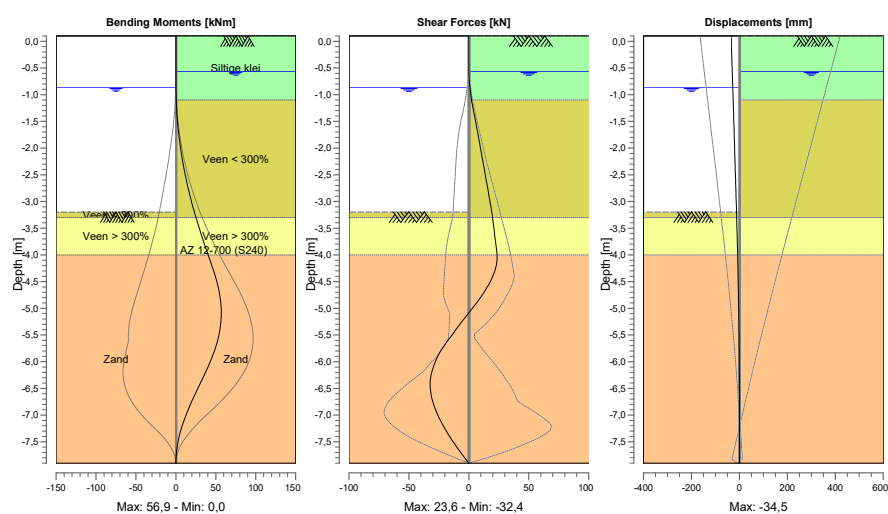
6.1 Calculation Results

Number of iterations: 6

6.1.1 Charts of Moments, Forces and Displacements

Moments/Forces/Displacements - Stage 1: Initiële situatie

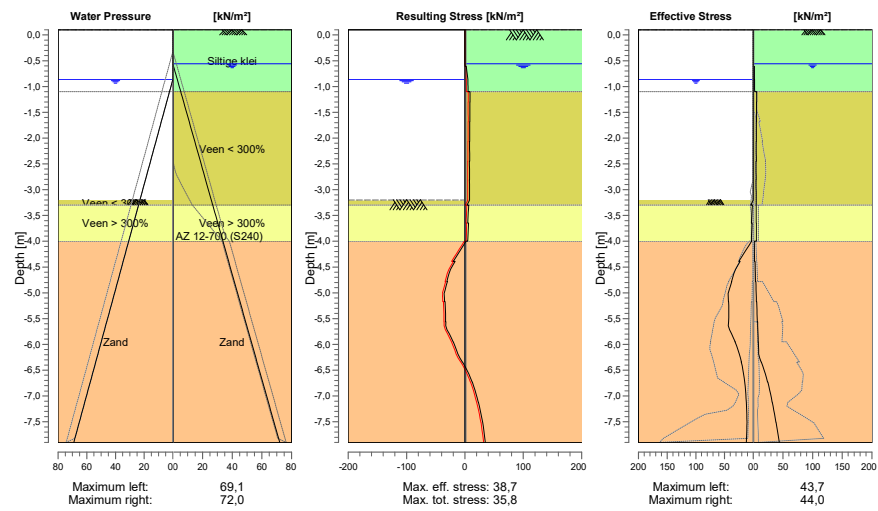
Step 6.4 - Partial factor set: RC 2



6.1.2 Charts of Stresses

Stress States - Stage 1: Initiële situatie

Step 6.4 - Partial factor set: RC 2



7 Step 6.5 Stage 1: Initiële situatie

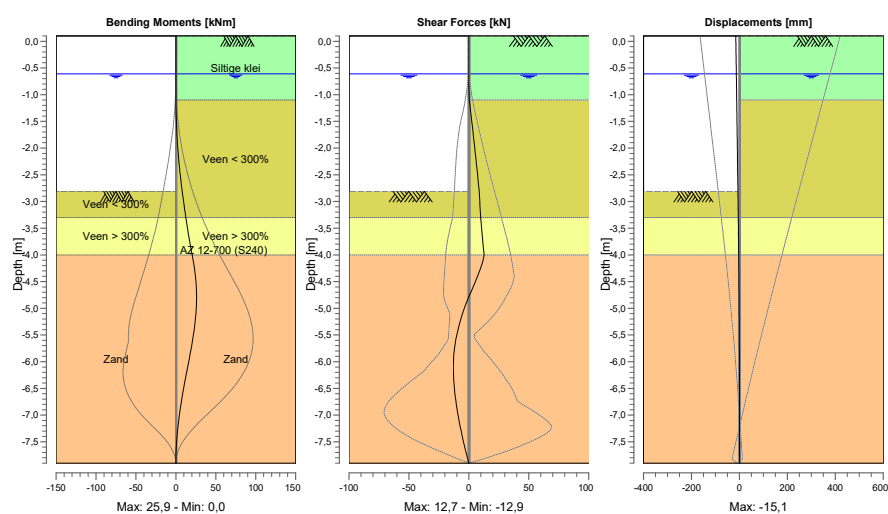
7.1 Calculation Results

Number of iterations: 5

7.1.1 Charts of Moments, Forces and Displacements

Moments/Forces/Displacements - Stage 1: Initiële situatie

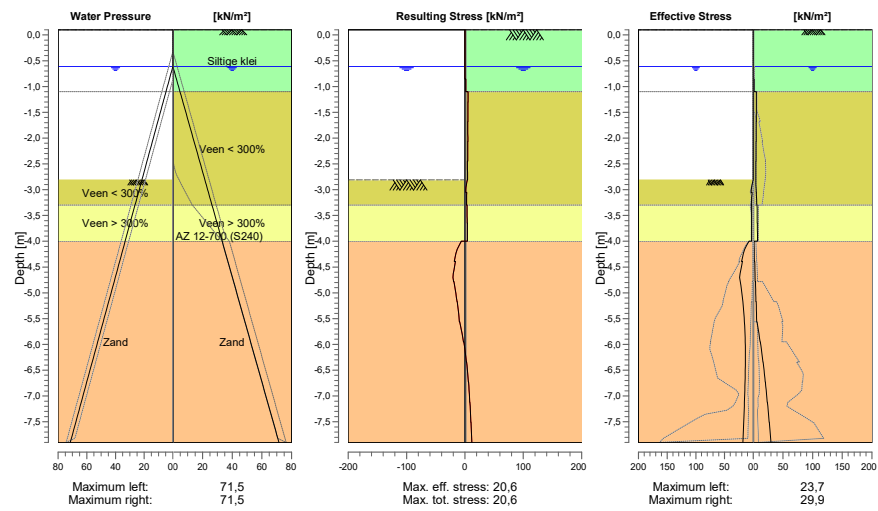
Step 6.5 - Partial factor set: RC 2



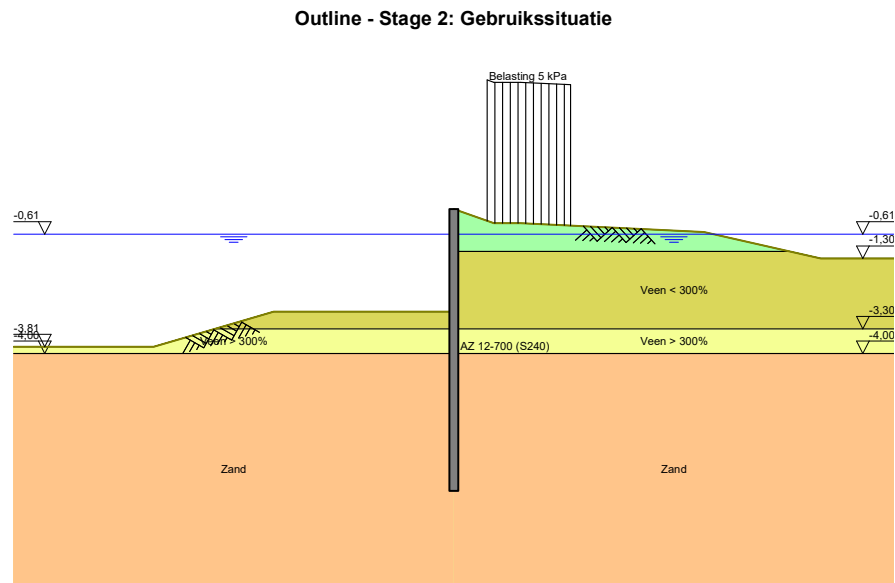
7.1.2 Charts of Stresses

Stress States - Stage 1: Initiële situatie

Step 6.5 - Partial factor set: RC 2



8 Outline Stage 2: Gebruikssituatie



9 Step 6.3 Stage 2: Gebruikssituatie

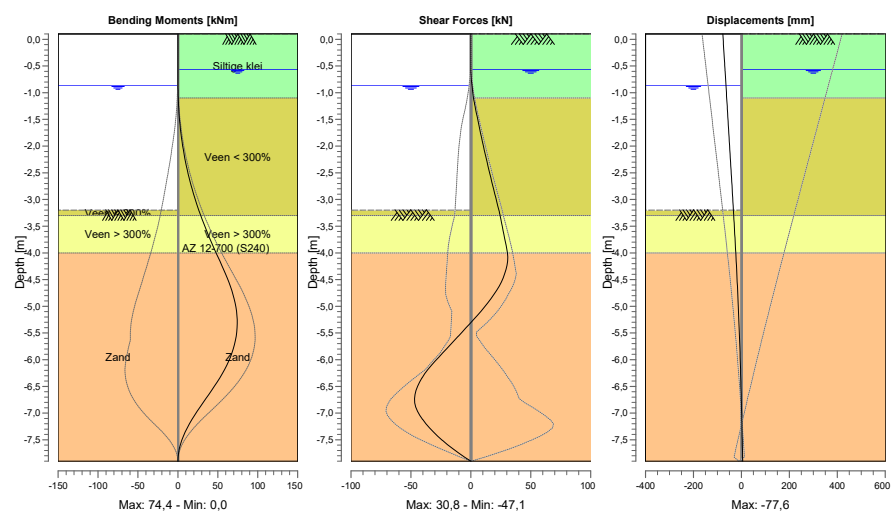
9.1 Calculation Results

Number of iterations: 5

9.1.1 Charts of Moments, Forces and Displacements

Moments/Forces/Displacements - Stage 2: Gebruikssituatie

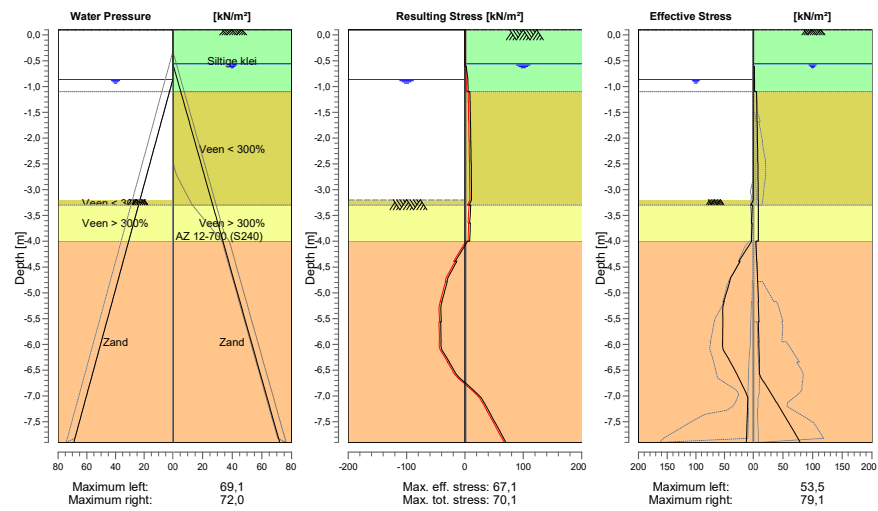
Step 6.3 - Partial factor set: RC 2



9.1.2 Charts of Stresses

Stress States - Stage 2: Gebruikssituatie

Step 6.3 - Partial factor set: RC 2



10 Step 6.4 Stage 2: Gebruikssituatie

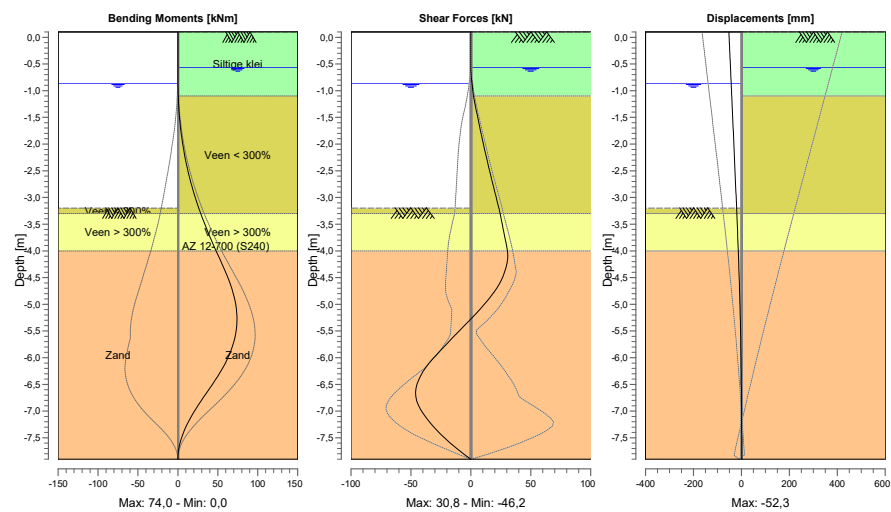
10.1 Calculation Results

Number of iterations: 5

10.1.1 Charts of Moments, Forces and Displacements

Moments/Forces/Displacements - Stage 2: Gebruikssituatie

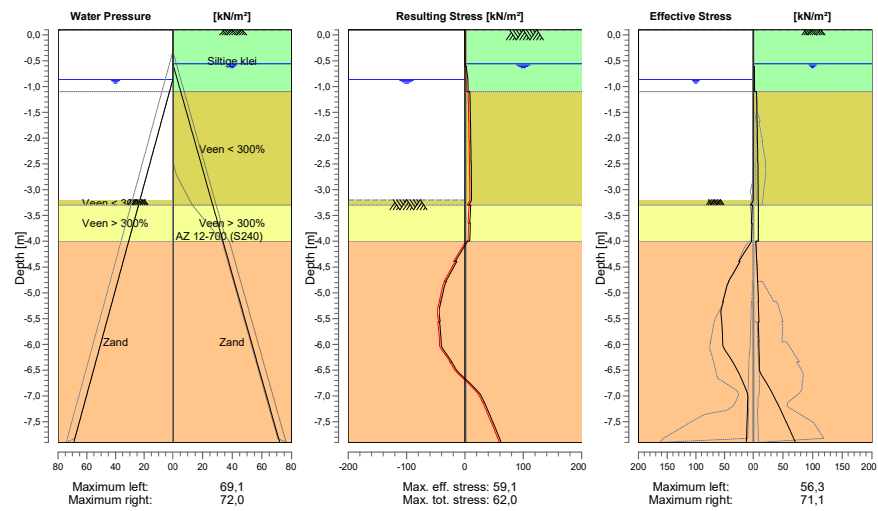
Step 6.4 - Partial factor set: RC 2



10.1.2 Charts of Stresses

Stress States - Stage 2: Gebruikssituatie

Step 6.4 - Partial factor set: RC 2



11 Step 6.5 Stage 2: Gebruikssituatie

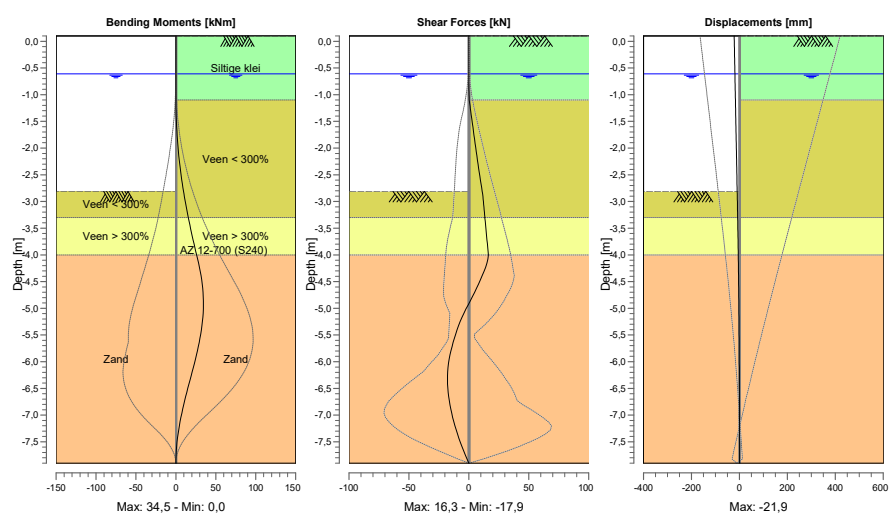
11.1 Calculation Results

Number of iterations: 4

11.1.1 Charts of Moments, Forces and Displacements

Moments/Forces/Displacements - Stage 2: Gebruikssituatie

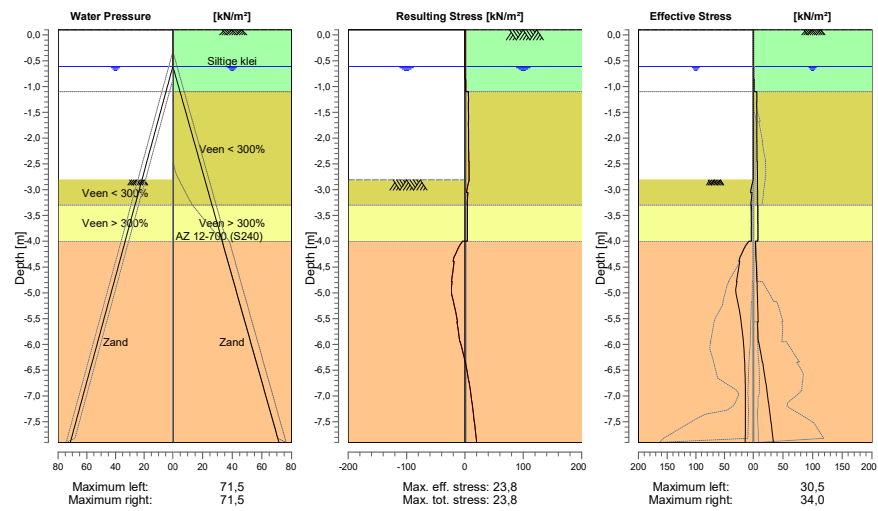
Step 6.5 - Partial factor set: RC 2



11.1.2 Charts of Stresses

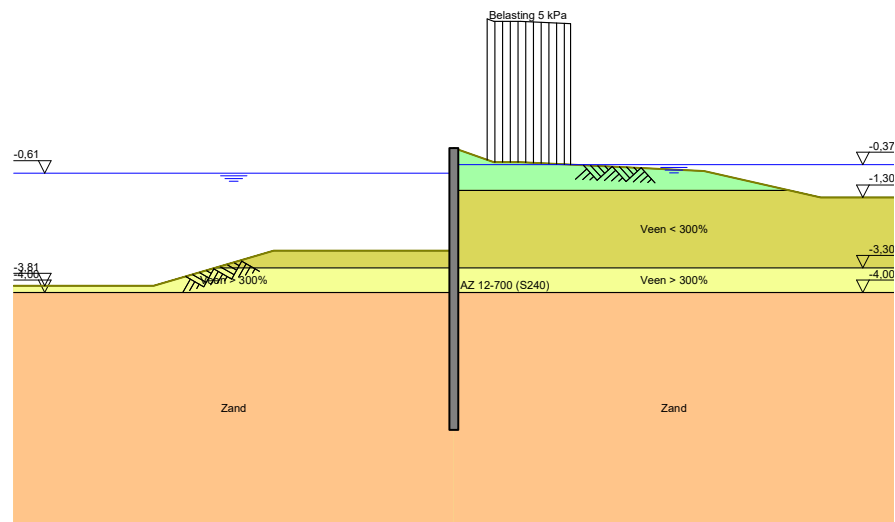
Stress States - Stage 2: Gebruikssituatie

Step 6.5 - Partial factor set: RC 2



12 Outline Stage 3: Peil na val

Outline - Stage 3: Peil na val



13 Step 6.3 Stage 3: Peil na val

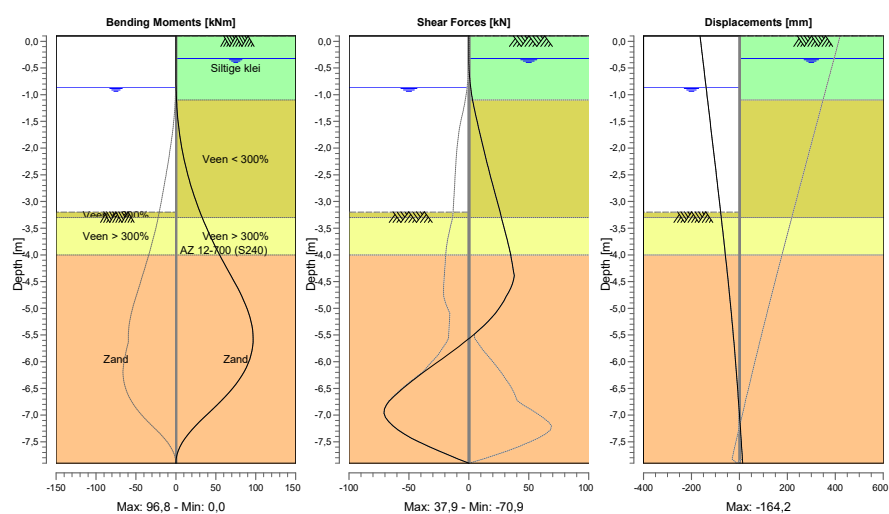
13.1 Calculation Results

Number of iterations: 7

13.1.1 Charts of Moments, Forces and Displacements

Moments/Forces/Displacements - Stage 3: Peil na val

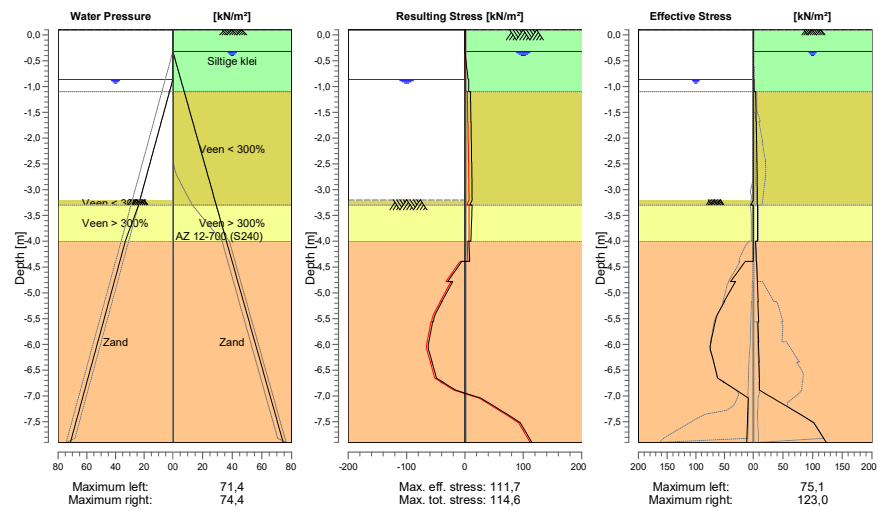
Step 6.3 - Partial factor set: RC 2



13.1.2 Charts of Stresses

Stress States - Stage 3: Peil na val

Step 6.3 - Partial factor set: RC 2



14 Step 6.4 Stage 3: Peil na val

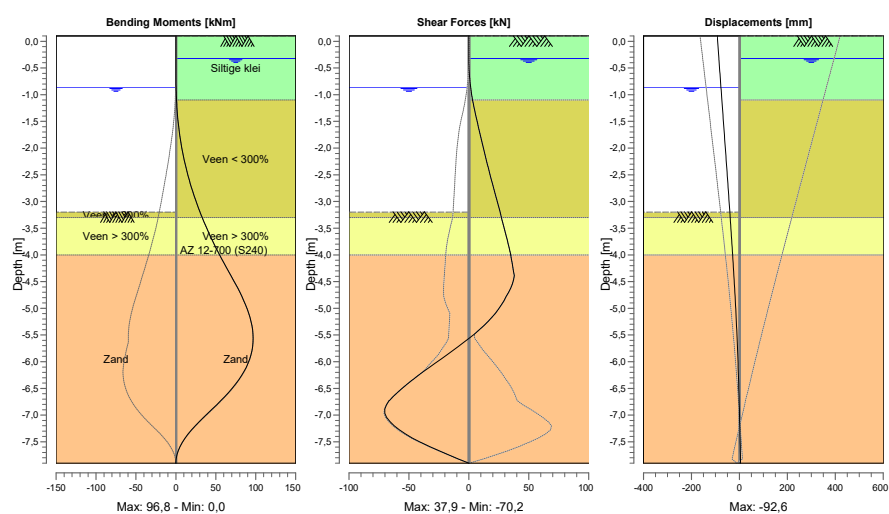
14.1 Calculation Results

Number of iterations: 6

14.1.1 Charts of Moments, Forces and Displacements

Moments/Forces/Displacements - Stage 3: Peil na val

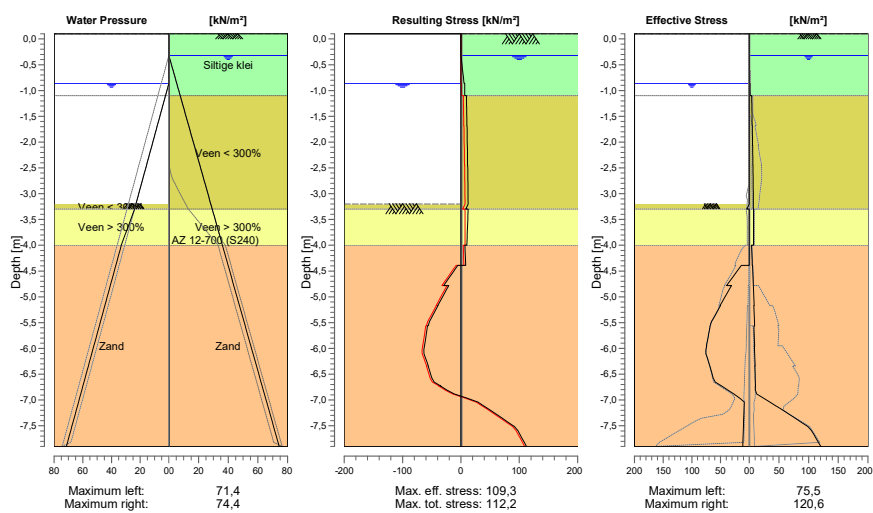
Step 6.4 - Partial factor set: RC 2



14.1.2 Charts of Stresses

Stress States - Stage 3: Peil na val

Step 6.4 - Partial factor set: RC 2



15 Step 6.5 Stage 3: Peil na val

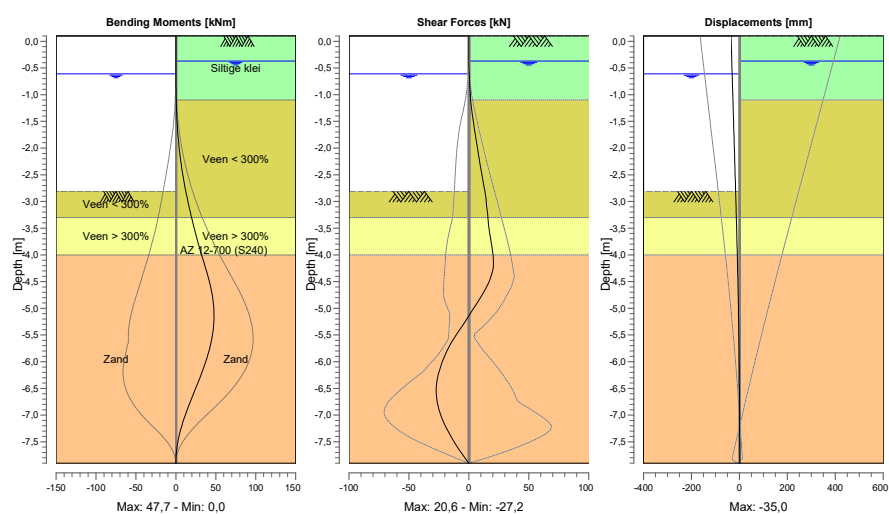
15.1 Calculation Results

Number of iterations: 5

15.1.1 Charts of Moments, Forces and Displacements

Moments/Forces/Displacements - Stage 3: Peil na val

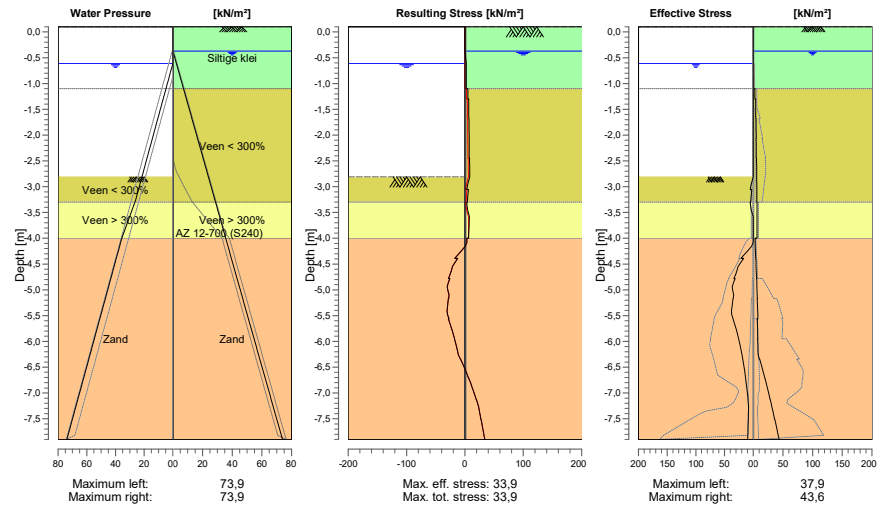
Step 6.5 - Partial factor set: RC 2



15.1.2 Charts of Stresses

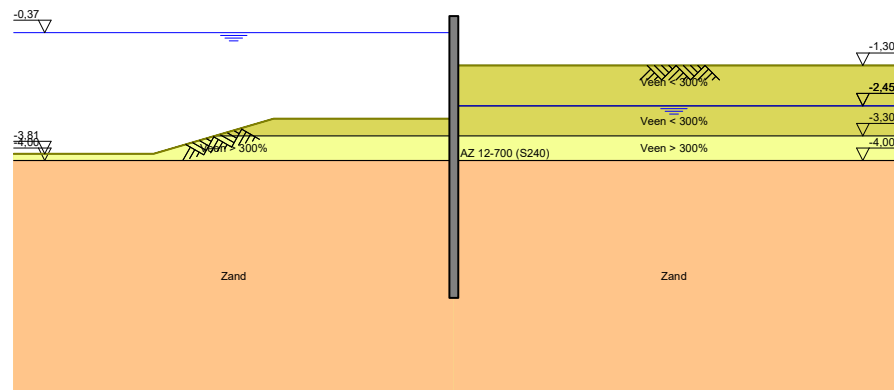
Stress States - Stage 3: Peil na val

Step 6.5 - Partial factor set: RC 2



16 Outline Stage 4: Macrostabiliteit buitenwaarts

Outline - Stage 4: Macrostabiliteit buitenwaarts



17 Step 6.1 Stage 4: Macrostabiliteit buitenwaarts

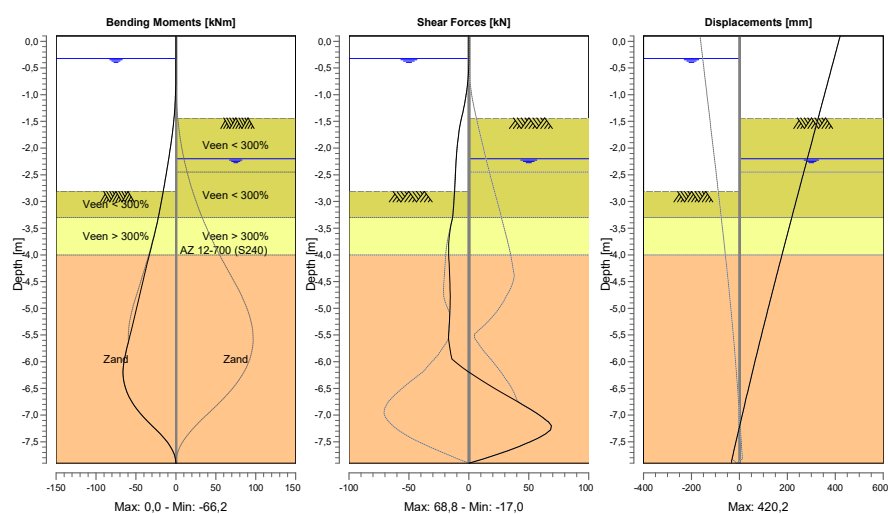
17.1 Calculation Results

Number of iterations: 7

17.1.1 Charts of Moments, Forces and Displacements

Moments/Forces/Displacements - Stage 4: Macrostabiliteit buitenwaarts

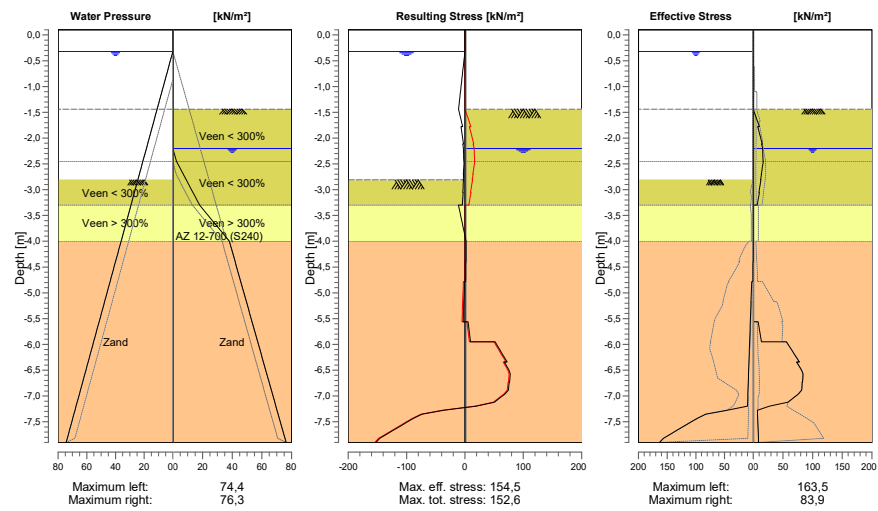
Step 6.1 - Partial factor set: RC 2



17.1.2 Charts of Stresses

Stress States - Stage 4: Macrostabiteit buitenwaarts

Step 6.1 - Partial factor set: RC 2



18 Step 6.2 Stage 4: Macrostabiliiteit buitenwaarts

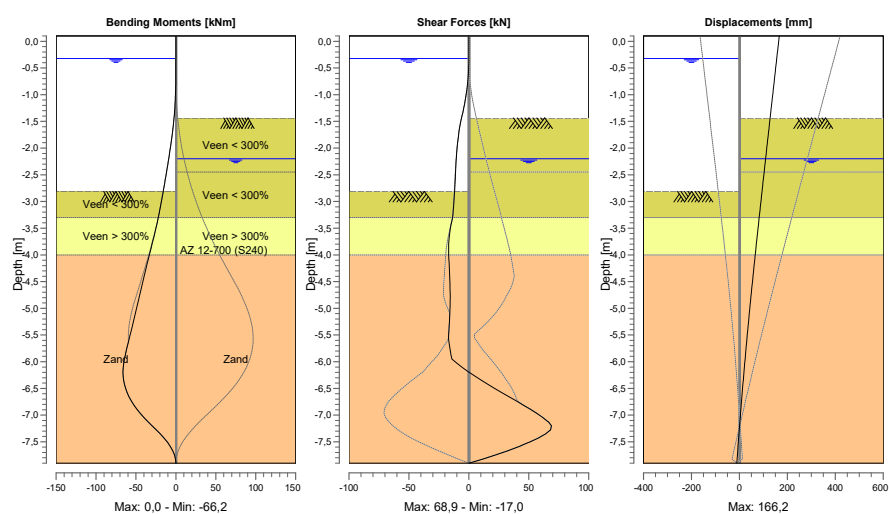
18.1 Calculation Results

Number of iterations: 8

18.1.1 Charts of Moments, Forces and Displacements

Moments/Forces/Displacements - Stage 4: Macrostabiliiteit buitenwaarts

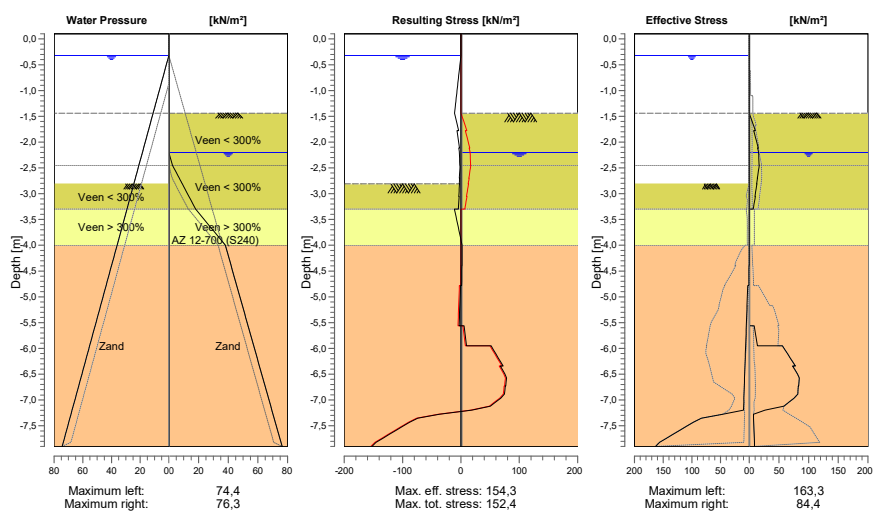
Step 6.2 - Partial factor set: RC 2



18.1.2 Charts of Stresses

Stress States - Stage 4: Macrostabiteit buitenwaarts

Step 6.2 - Partial factor set: RC 2



19 Step 6.3 Stage 4: Macrostabiliiteit buitenwaarts

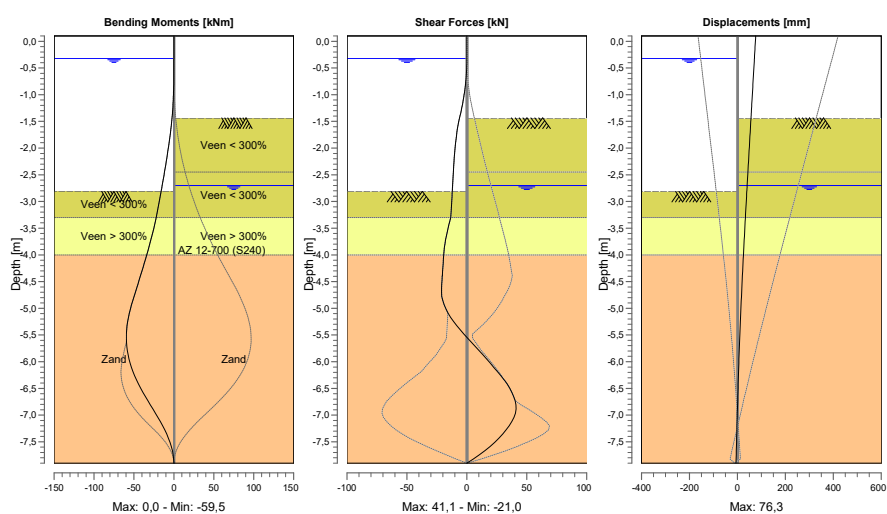
19.1 Calculation Results

Number of iterations: 6

19.1.1 Charts of Moments, Forces and Displacements

Moments/Forces/Displacements - Stage 4: Macrostabiliiteit buitenwaarts

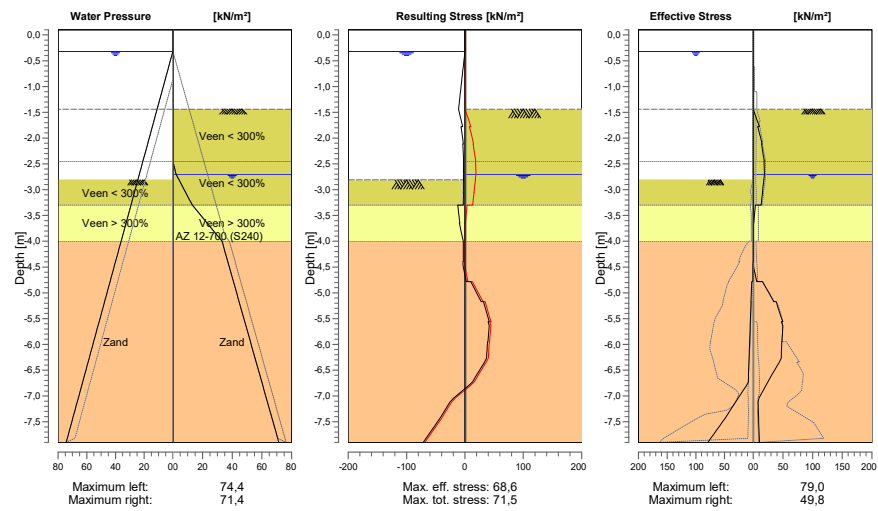
Step 6.3 - Partial factor set: RC 2



19.1.2 Charts of Stresses

Stress States - Stage 4: Macrostabiteit buitenwaarts

Step 6.3 - Partial factor set: RC 2



20 Step 6.4 Stage 4: Macrostabiliiteit buitenwaarts

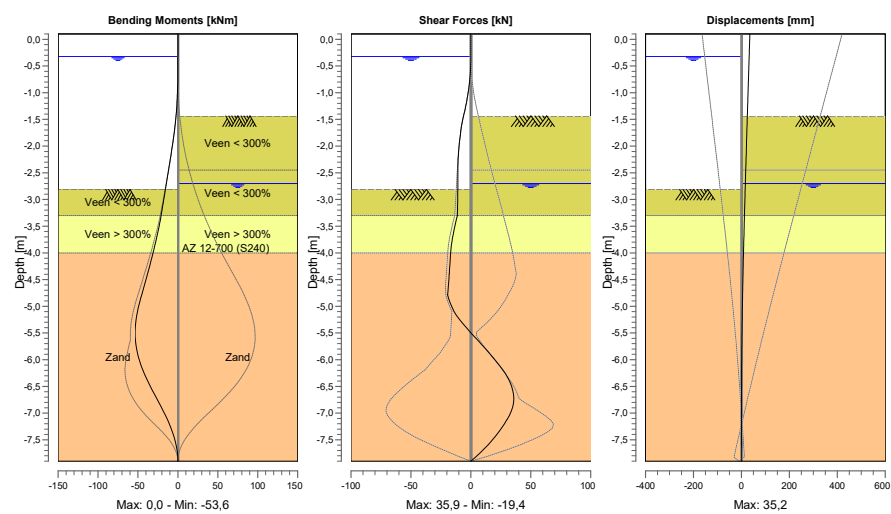
20.1 Calculation Results

Number of iterations: 6

20.1.1 Charts of Moments, Forces and Displacements

Moments/Forces/Displacements - Stage 4: Macrostabiliiteit buitenwaarts

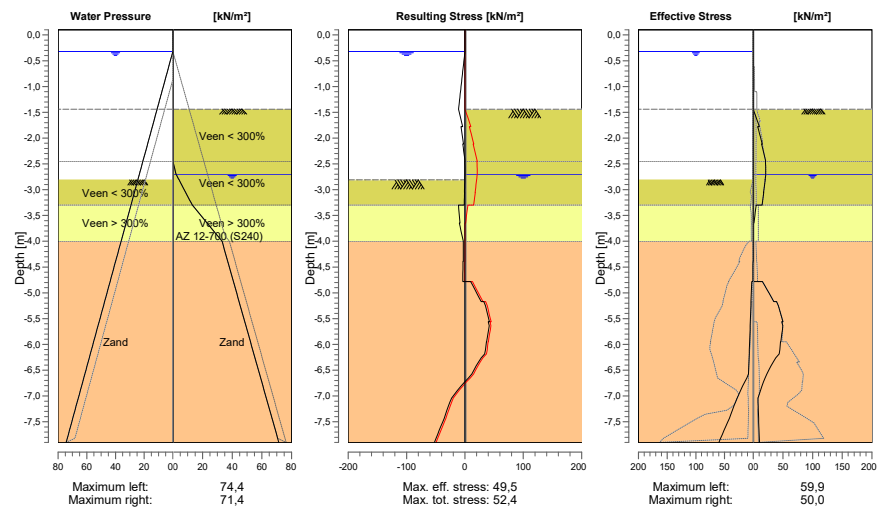
Step 6.4 - Partial factor set: RC 2



20.1.2 Charts of Stresses

Stress States - Stage 4: Macrostabiteit buitenwaarts

Step 6.4 - Partial factor set: RC 2



21 Step 6.5 Stage 4: Macrostabiliteit buitenwaarts

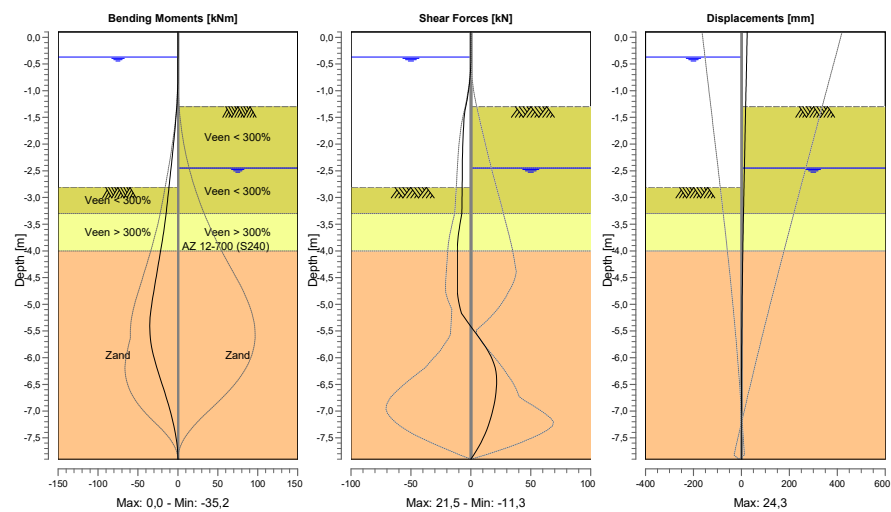
21.1 Calculation Results

Number of iterations: 6

21.1.1 Charts of Moments, Forces and Displacements

Moments/Forces/Displacements - Stage 4: Macrostabiliteit buitenwaarts

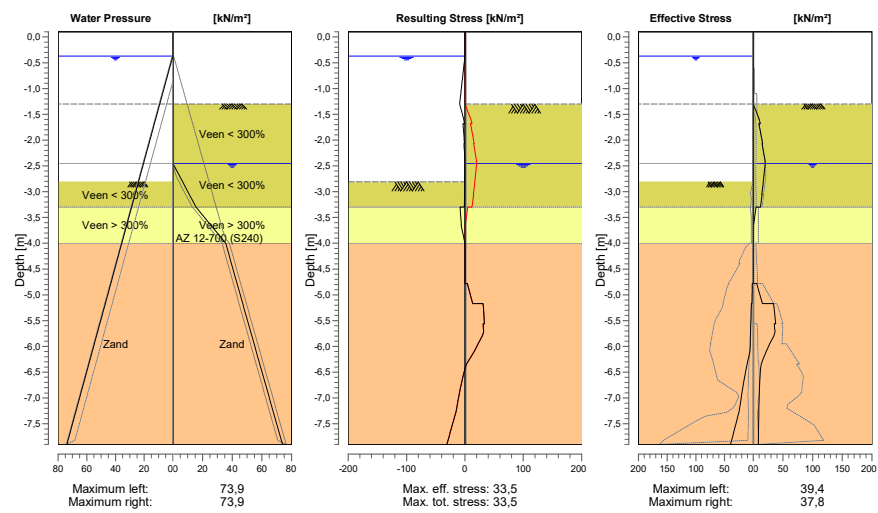
Step 6.5 - Partial factor set: RC 2



21.1.2 Charts of Stresses

Stress States - Stage 4: Macrostabiteit buitenwaarts

Step 6.5 - Partial factor set: RC 2



End of Report

Report for D-Sheet Piling 20.2

Design of Diaphragm and Sheet Pile Walls
Developed by Deltares

Date of report: 2/23/2023
Time of report: 4:45:05 PM
Report with version: 20.2.1.30962

Date of calculation: 2/21/2023
Time of calculation: 4:28:26 PM
Calculated with version: 20.2.1.30962

File name: Profiel 4

Project identification: Rekenprofiel 4
DO Groote en Kleine polders

Verification according to National Annex of Eurocode 7 in the Netherlands (NEN 9997-1:2016)

1 Table of Contents

1 Table of Contents	2
2 Summary	4
2.1 Overview per Stage and Test	4
2.2 Warnings	4
2.3 CUR Verification Steps	5
3 Input Data for all Stages	6
3.1 General Input Data	6
3.2 Sheet Piling Properties	6
3.2.1 General Properties	6
3.2.2 Stiffness EI (elastic behaviour)	6
3.2.3 Maximum Allowable Moments	6
3.2.4 Properties for Vertical Balance	6
3.3 Calculation Options	6
4 Outline Stage 1: Initiële situatie	10
5 Step 6.3 Stage 1: Initiële situatie	11
5.1 Calculation Results	11
5.1.1 Charts of Moments, Forces and Displacements	11
5.1.2 Charts of Stresses	12
6 Step 6.4 Stage 1: Initiële situatie	13
6.1 Calculation Results	13
6.1.1 Charts of Moments, Forces and Displacements	13
6.1.2 Charts of Stresses	14
7 Step 6.5 Stage 1: Initiële situatie	15
7.1 Calculation Results	15
7.1.1 Charts of Moments, Forces and Displacements	15
7.1.2 Charts of Stresses	16
8 Outline Stage 2: Gebruikssituatie	17
9 Step 6.3 Stage 2: Gebruikssituatie	18
9.1 Calculation Results	18
9.1.1 Charts of Moments, Forces and Displacements	18
9.1.2 Charts of Stresses	19
10 Step 6.4 Stage 2: Gebruikssituatie	20
10.1 Calculation Results	20
10.1.1 Charts of Moments, Forces and Displacements	20
10.1.2 Charts of Stresses	21
11 Step 6.5 Stage 2: Gebruikssituatie	22
11.1 Calculation Results	22
11.1.1 Charts of Moments, Forces and Displacements	22
11.1.2 Charts of Stresses	23
12 Outline Stage 3: Peil na val	24
13 Step 6.3 Stage 3: Peil na val	25
13.1 Calculation Results	25
13.1.1 Charts of Moments, Forces and Displacements	25
13.1.2 Charts of Stresses	26
14 Step 6.4 Stage 3: Peil na val	27
14.1 Calculation Results	27
14.1.1 Charts of Moments, Forces and Displacements	27
14.1.2 Charts of Stresses	28
15 Step 6.5 Stage 3: Peil na val	29
15.1 Calculation Results	29
15.1.1 Charts of Moments, Forces and Displacements	29
15.1.2 Charts of Stresses	30
16 Outline Stage 4: Macrostabieliteit buitenwaarts	31
17 Step 6.1 Stage 4: Macrostabieliteit buitenwaarts	32
17.1 Calculation Results	32
17.1.1 Charts of Moments, Forces and Displacements	32
17.1.2 Charts of Stresses	33
18 Step 6.2 Stage 4: Macrostabieliteit buitenwaarts	34
18.1 Calculation Results	34
18.1.1 Charts of Moments, Forces and Displacements	34
18.1.2 Charts of Stresses	35
19 Step 6.3 Stage 4: Macrostabieliteit buitenwaarts	36
19.1 Calculation Results	36
19.1.1 Charts of Moments, Forces and Displacements	36

19.1.2 Charts of Stresses	37
20 Step 6.4 Stage 4: Macrostabiliteit buitenwaarts	38
20.1 Calculation Results	38
20.1.1 Charts of Moments, Forces and Displacements	38
20.1.2 Charts of Stresses	39
21 Step 6.5 Stage 4: Macrostabiliteit buitenwaarts	40
21.1 Calculation Results	40
21.1.1 Charts of Moments, Forces and Displacements	40
21.1.2 Charts of Stresses	41

2 Summary

2.1 Overview per Stage and Test

Stage nr.	Verification type	Displacement [mm]	Moment [kNm]	Shear force [kN]	Mob. perc. moment [%]	Mob. perc. resistance [%]	Status
1	EC7(NL)-Step 6.3		73,76	-38,54	0,0	26,3	
1	EC7(NL)-Step 6.4		72,75	-37,95	0,0	26,1	
1	EC7(NL)-Step 6.5	-20,4	33,62	16,42	0,0	14,9	
1	EC7(NL)-Step 6.5 x 1,200		40,35	19,70			
2	EC7(NL)-Step 6.3		125,41	-77,08	0,0	40,0	
2	EC7(NL)-Step 6.4		125,17	-76,04	0,0	39,7	
2	EC7(NL)-Step 6.5	-44,7	62,19	-31,13	0,0	20,3	
2	EC7(NL)-Step 6.5 x 1,200		74,63	-37,35			
3	EC7(NL)-Step 6.3		156,89	-115,20	0,0	53,2	
3	EC7(NL)-Step 6.4		156,89	-115,16	0,0	53,2	
3	EC7(NL)-Step 6.5	-75,3	87,70	-49,40	0,0	25,6	
3	EC7(NL)-Step 6.5 x 1,200		105,24	-59,28			
4	EC7(NL)-Step 6.1		-46,40	30,82	0,0	28,5	
4	EC7(NL)-Step 6.2		-35,79	24,60	0,0	26,1	
4	EC7(NL)-Step 6.3		-40,46	23,39	0,0	31,4	
4	EC7(NL)-Step 6.4		-28,79	22,40	0,0	30,7	
4	EC7(NL)-Step 6.5	-17,6	12,04	11,90	0,0	25,8	
4	EC7(NL)-Step 6.5 x 1,200		14,45	14,28			

Max		-75,3	156,89	-115,20	0,0	53,2	
-----	--	-------	--------	---------	-----	------	--

Stage nr.	Verification type	Vertical balance
1	EC7(NL)-Step 6.3	Upwards
1	EC7(NL)-Step 6.4	Upwards
1	EC7(NL)-Step 6.5	Upwards
1	EC7(NL)-Step 6.5 x 1,200	
2	EC7(NL)-Step 6.3	Upwards
2	EC7(NL)-Step 6.4	Upwards
2	EC7(NL)-Step 6.5	Upwards
2	EC7(NL)-Step 6.5 x 1,200	
3	EC7(NL)-Step 6.3	Upwards
3	EC7(NL)-Step 6.4	Upwards
3	EC7(NL)-Step 6.5	Upwards
3	EC7(NL)-Step 6.5 x 1,200	
4	EC7(NL)-Step 6.1	Upwards
4	EC7(NL)-Step 6.2	Upwards
4	EC7(NL)-Step 6.3	Upwards
4	EC7(NL)-Step 6.4	Upwards
4	EC7(NL)-Step 6.5	Upwards
4	EC7(NL)-Step 6.5 x 1,200	

Max		Sufficient
-----	--	------------

2.2 Warnings

Phi values:

In the profile(s) below, the difference between the highest and lowest phi in the materials is more than 15 degrees. According to Cur-166 article 4.5.8 a Culmann calculation with straight slip surfaces is not allowed. Either reduce your phi's or try a K_a , K_o , K_p calculation.

Profile(s):

Bodemopbouw links

Bodemopbouw

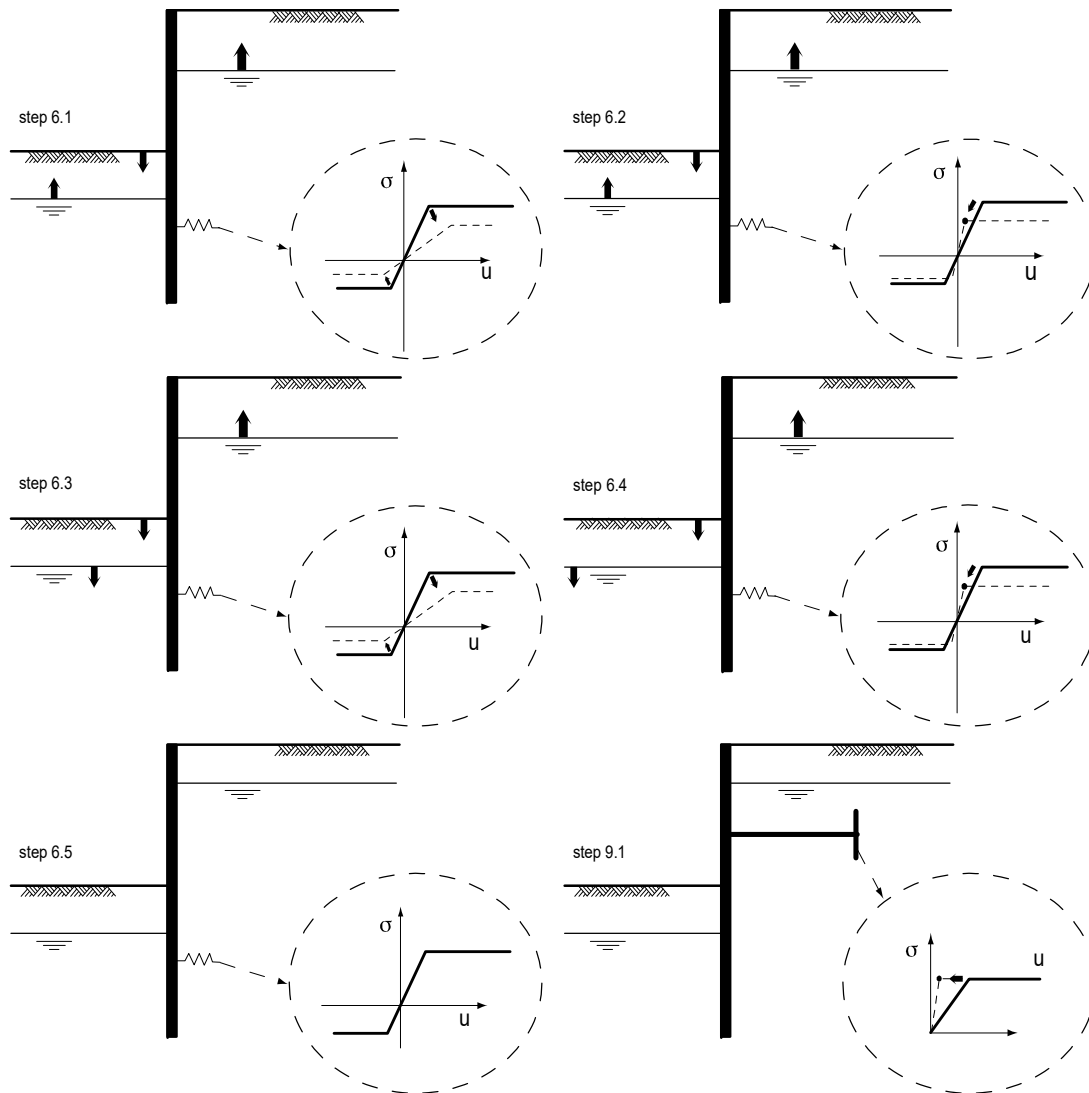
Bodemopbouw links PNv

Bodemopbouw rechts macro

Vertical balance:

The resultant vertical friction force is directed upward in stage 1 ,2 ,3 ,4 because the friction force on the passive side exceeds that on the active side. This might be prevented by reducing the friction angle Delta on the passive side.

2.3 CUR Verification Steps



3 Input Data for all Stages

3.1 General Input Data

Verification according to National Annex of Eurocode 7 in the Netherlands (NEN 9997-1:2016)

Model	Sheet piling
Check vertical balance	Yes
Number of construction stages	4
Unit weight of water	9,81 kN/m ³
Number of curves for spring characteristics	3
Unloading curve on spring characteristic	No
Elastic calculation	Yes

3.2 Sheet Piling Properties

Length	8,50 m
Level top side	0,10 m
Number of sections	1
q _{b,max}	1,00 MPa
Xi factor	1,39

3.2.1 General Properties

Section name	From [m]	To [m]	Material type	Acting width [m]
AZ 12-700 (S240)	-8,40	0,10	Steel	1,00

3.2.2 Stiffness EI (elastic behaviour)

Section name	Elastic stiffness EI [kNm ² /m']	Red. factor on EI [-]	Corrected elas. stiffness EI [kNm ²]	Note to reduction factor
AZ 12-700 (S240)	3,9648E+04	0,68	2,6961E+04	

3.2.3 Maximum Allowable Moments

Section name	Mr _{char;el} [kNm/m']	Modification factor [-]	Material factor [-]	Red. factor allow. moment [-]	Mr _{d;el} [kNm]
AZ 12-700 (S240)	289,00	1,00	1,00	0,58	167,62

3.2.4 Properties for Vertical Balance

Section name	From [m]	To [m]	Height [mm]	Coating area [m ² /m ² wall]	Section area [cm ² /m']
AZ 12-700 (S240)	-8,40	0,10	314,00	1,22	123,00

3.3 Calculation Options

First stage represents initial situation	No
Calculation refinement	Coarse
Reduce delta(s) according to CUR	Yes
Verification	EC7 NA NL - method B: Partial factors (design values) in verified stage only. Eurocode 7 using the factors as described in the National Annex of the Netherlands. It is basically design approach III.
Verification of stage	1: Initiële situatie
Used partial factor set	RC 2

Factors on loads - Geotechnical loads	
- Permanent load, unfavourable	1,000
- Permanent load, favourable	1,000
- Variable load, unfavourable	1,100
- Variable load, favourable	0,000
Factors on loads - Constructive loads	
- Permanent load, unfavourable	1,350
- Permanent load, favourable	0,900
- Variable load, unfavourable	1,500
- Variable load, favourable	0,000
Material factors	
- Cohesion	1,250
- Tangent phi	1,175
- Delta (wall friction angle)*	1,175
- Modulus of low representative subgrade reaction	1,300
Geometry modification	
- Increase retaining height	10,00 %
- Maximum increase retaining height	0,50 m
- Reduction in phreatic line on passive side **	0,25 m
- Raise in phreatic line on passive side **	0,25 m
- Raise in phreatic line on active side	0,05 m
Factors on representative values	
- Partial factor on M, D and Pmax	1,200
Vertical balance factors	
- Partial factor base resistance (gamma_b)	1,200
Verification of stage	2: Gebruikssituatie
Used partial factor set	RC 2
Factors on loads - Geotechnical loads	
- Permanent load, unfavourable	1,000
- Permanent load, favourable	1,000
- Variable load, unfavourable	1,100
- Variable load, favourable	0,000
Factors on loads - Constructive loads	
- Permanent load, unfavourable	1,350
- Permanent load, favourable	0,900
- Variable load, unfavourable	1,500
- Variable load, favourable	0,000
Material factors	
- Cohesion	1,250
- Tangent phi	1,175
- Delta (wall friction angle)*	1,175
- Modulus of low representative subgrade reaction	1,300
Geometry modification	
- Increase retaining height	10,00 %
- Maximum increase retaining height	0,50 m
- Reduction in phreatic line on passive side **	0,25 m
- Raise in phreatic line on passive side **	0,25 m
- Raise in phreatic line on active side	0,05 m
Factors on representative values	
- Partial factor on M, D and Pmax	1,200
Vertical balance factors	
- Partial factor base resistance (gamma_b)	1,200
Verification of stage	3: Peil na val

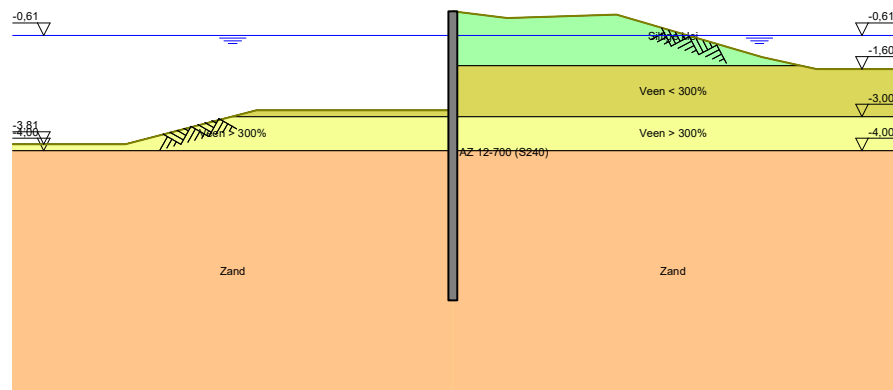
Used partial factor set	RC 2
Factors on loads - Geotechnical loads	
- Permanent load, unfavourable	1,000
- Permanent load, favourable	1,000
- Variable load, unfavourable	1,100
- Variable load, favourable	0,000
Factors on loads - Constructive loads	
- Permanent load, unfavourable	1,350
- Permanent load, favourable	0,900
- Variable load, unfavourable	1,500
- Variable load, favourable	0,000
Material factors	
- Cohesion	1,250
- Tangent phi	1,175
- Delta (wall friction angle)*	1,175
- Modulus of low representative subgrade reaction	1,300
Geometry modification	
- Increase retaining height	10,00 %
- Maximum increase retaining height	0,50 m
- Reduction in phreatic line on passive side **	0,25 m
- Raise in phreatic line on passive side **	0,25 m
- Raise in phreatic line on active side	0,05 m
Factors on representative values	
- Partial factor on M, D and Pmax	1,200
Vertical balance factors	
- Partial factor base resistance (gamma_b)	1,200
Verification of stage	4: Macrostabiliteit buitenwaarts
Used partial factor set	RC 2
Factors on loads - Geotechnical loads	
- Permanent load, unfavourable	1,000
- Permanent load, favourable	1,000
- Variable load, unfavourable	1,100
- Variable load, favourable	0,000
Factors on loads - Constructive loads	
- Permanent load, unfavourable	1,350
- Permanent load, favourable	0,900
- Variable load, unfavourable	1,500
- Variable load, favourable	0,000
Material factors	
- Cohesion	1,250
- Tangent phi	1,175
- Delta (wall friction angle)*	1,175
- Modulus of low representative subgrade reaction	1,300
Geometry modification	
- Increase retaining height	10,00 %
- Maximum increase retaining height	0,50 m
- Reduction in phreatic line on passive side **	0,25 m
- Raise in phreatic line on passive side **	0,25 m
- Raise in phreatic line on active side	0,05 m
Factors on representative values	
- Partial factor on M, D and Pmax	1,200
Vertical balance factors	
- Partial factor base resistance (gamma_b)	1,200

* For delta (wall friction angle), the input value of tangent phi is used

** This modification of the phreatic level does not apply when the sheet piling is completely submerged.

4 Outline Stage 1: Initiële situatie

Outline - Stage 1: Initiële situatie



5 Step 6.3 Stage 1: Initiële situatie

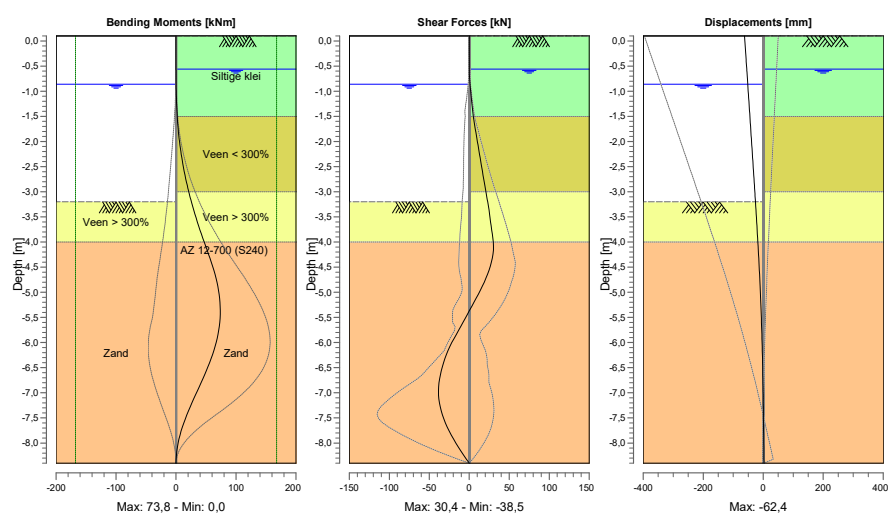
5.1 Calculation Results

Number of iterations: 6

5.1.1 Charts of Moments, Forces and Displacements

Moments/Forces/Displacements - Stage 1: Initiële situatie

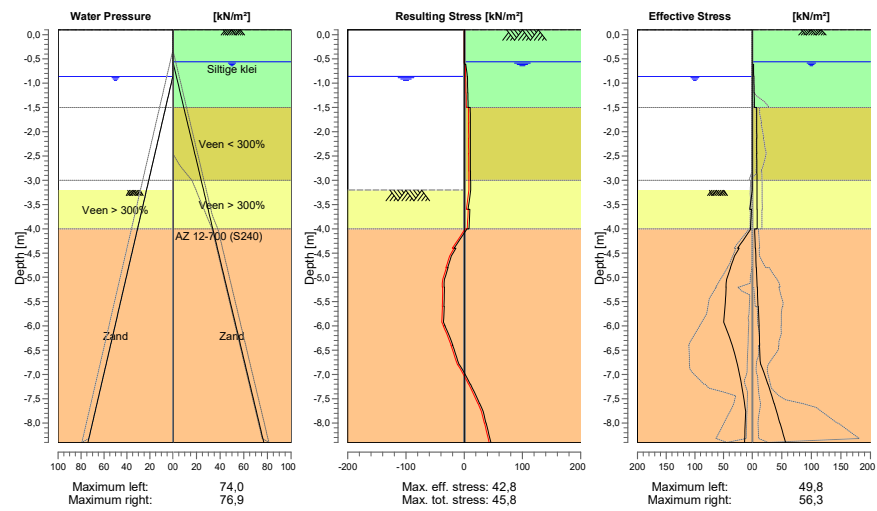
Step 6.3 - Partial factor set: RC 2



5.1.2 Charts of Stresses

Stress States - Stage 1: Initiële situatie

Step 6.3 - Partial factor set: RC 2



6 Step 6.4 Stage 1: Initiële situatie

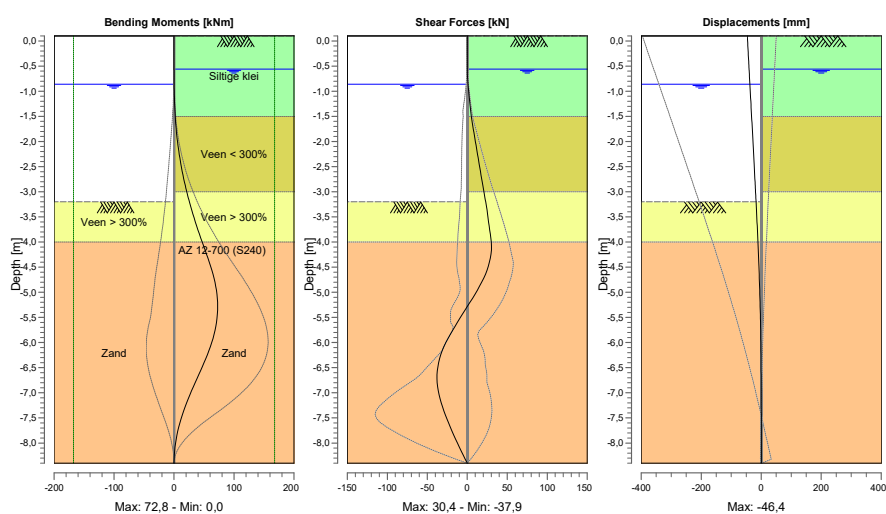
6.1 Calculation Results

Number of iterations: 6

6.1.1 Charts of Moments, Forces and Displacements

Moments/Forces/Displacements - Stage 1: Initiële situatie

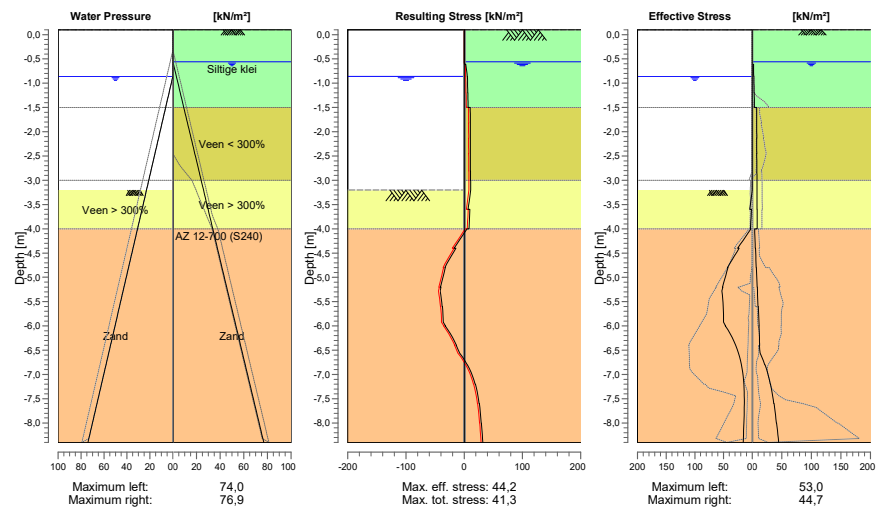
Step 6.4 - Partial factor set: RC 2



6.1.2 Charts of Stresses

Stress States - Stage 1: Initiële situatie

Step 6.4 - Partial factor set: RC 2



7 Step 6.5 Stage 1: Initiële situatie

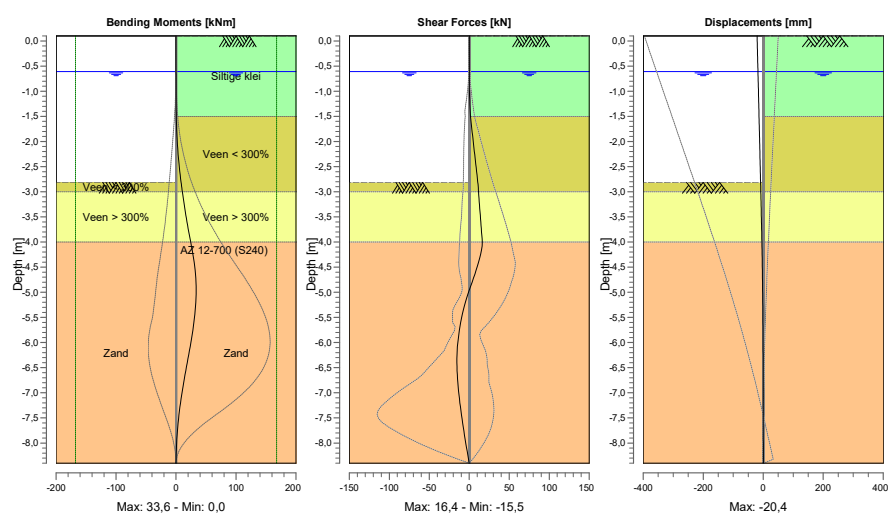
7.1 Calculation Results

Number of iterations: 5

7.1.1 Charts of Moments, Forces and Displacements

Moments/Forces/Displacements - Stage 1: Initiële situatie

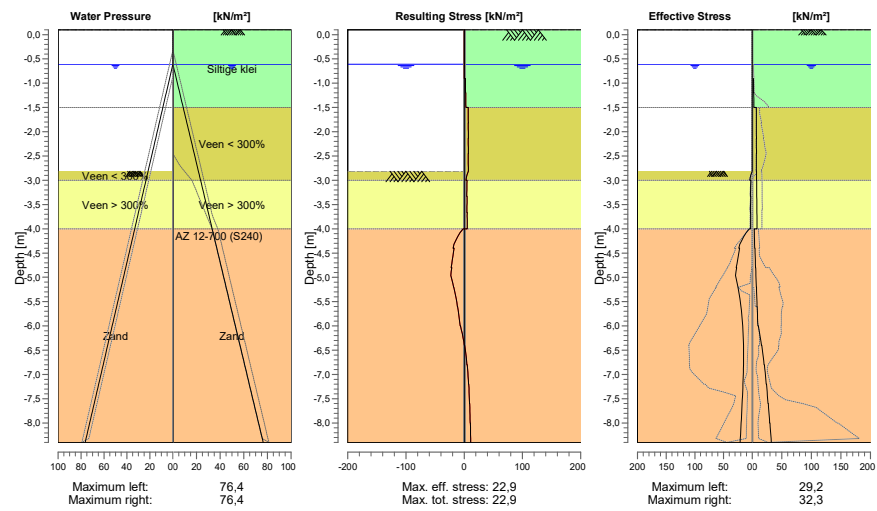
Step 6.5 - Partial factor set: RC 2



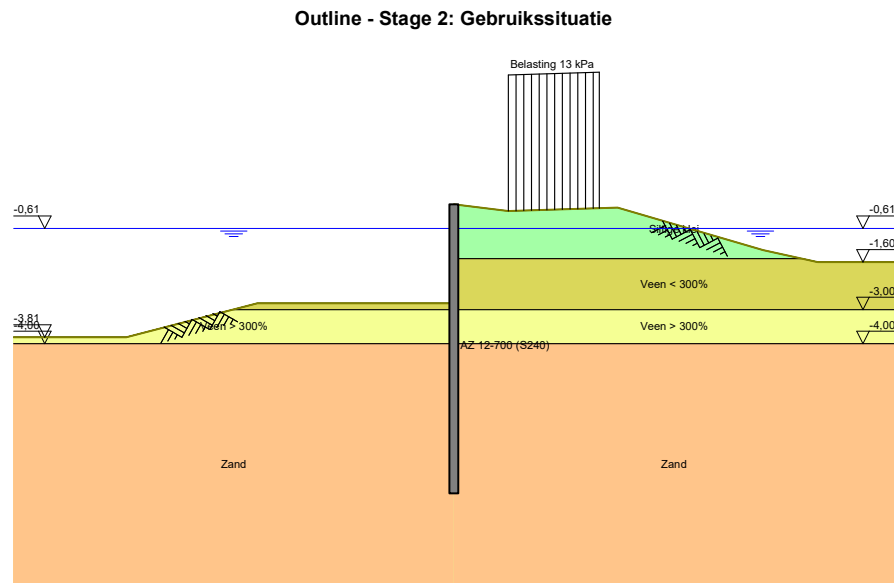
7.1.2 Charts of Stresses

Stress States - Stage 1: Initiële situatie

Step 6.5 - Partial factor set: RC 2



8 Outline Stage 2: Gebruikssituatie



9 Step 6.3 Stage 2: Gebruikssituatie

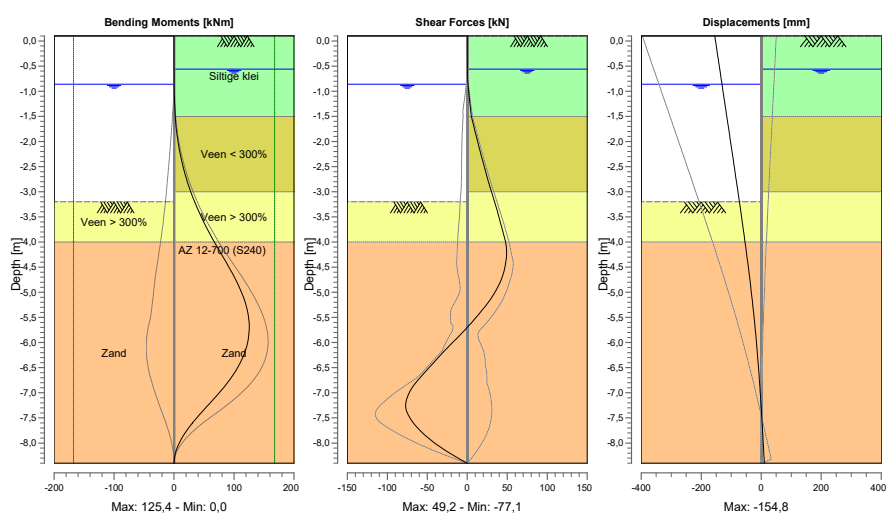
9.1 Calculation Results

Number of iterations: 5

9.1.1 Charts of Moments, Forces and Displacements

Moments/Forces/Displacements - Stage 2: Gebruikssituatie

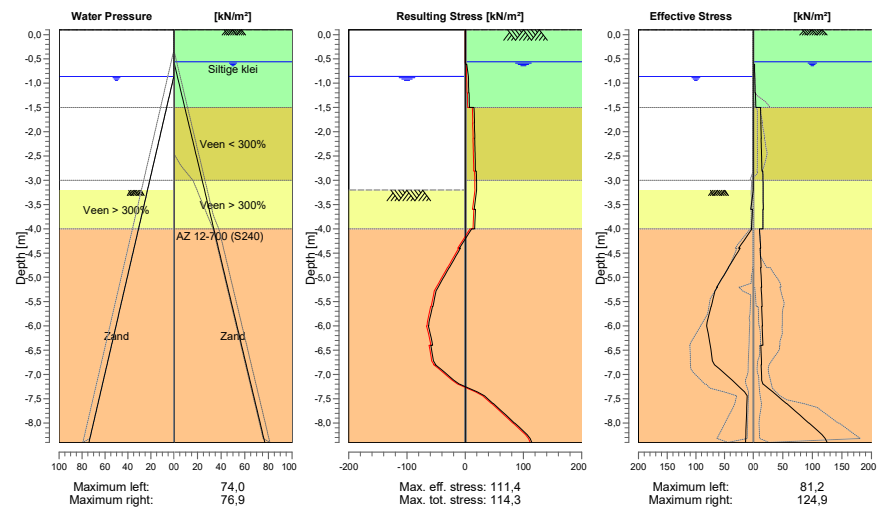
Step 6.3 - Partial factor set: RC 2



9.1.2 Charts of Stresses

Stress States - Stage 2: Gebruikssituatie

Step 6.3 - Partial factor set: RC 2



10 Step 6.4 Stage 2: Gebruikssituatie

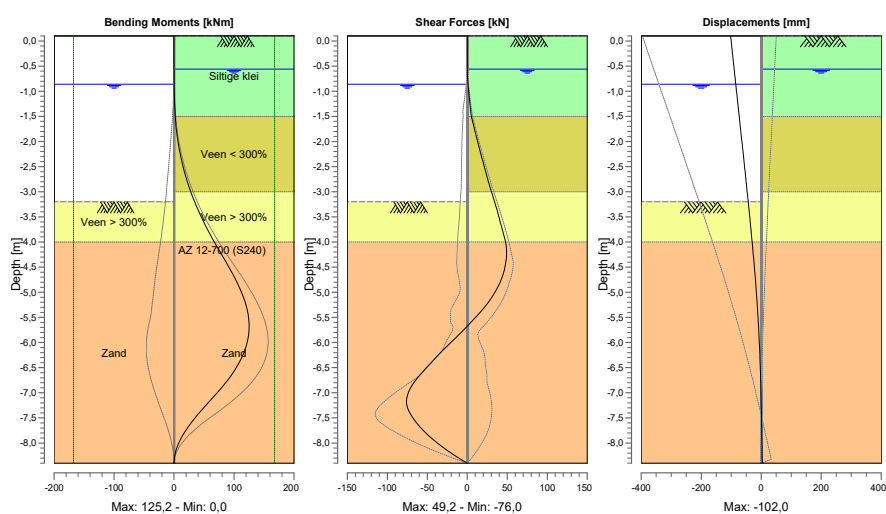
10.1 Calculation Results

Number of iterations: 6

10.1.1 Charts of Moments, Forces and Displacements

Moments/Forces/Displacements - Stage 2: Gebruikssituatie

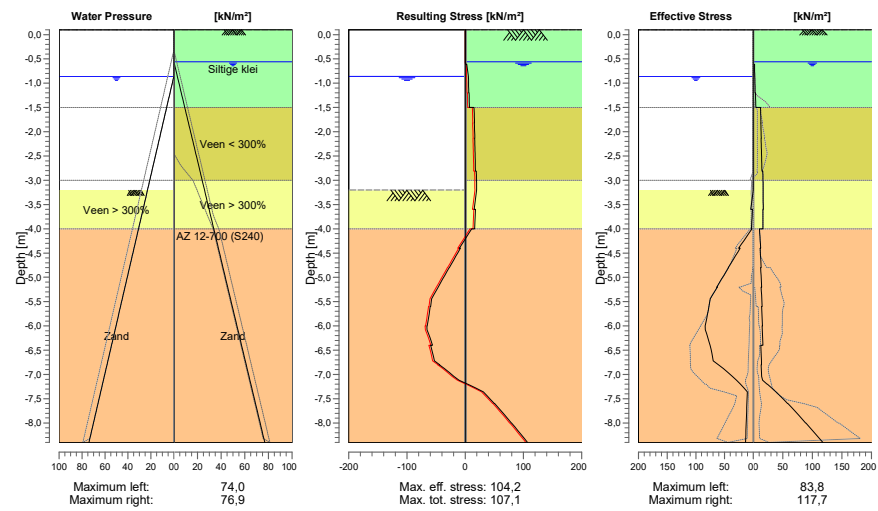
Step 6.4 - Partial factor set: RC 2



10.1.2 Charts of Stresses

Stress States - Stage 2: Gebruikssituatie

Step 6.4 - Partial factor set: RC 2



11 Step 6.5 Stage 2: Gebruikssituatie

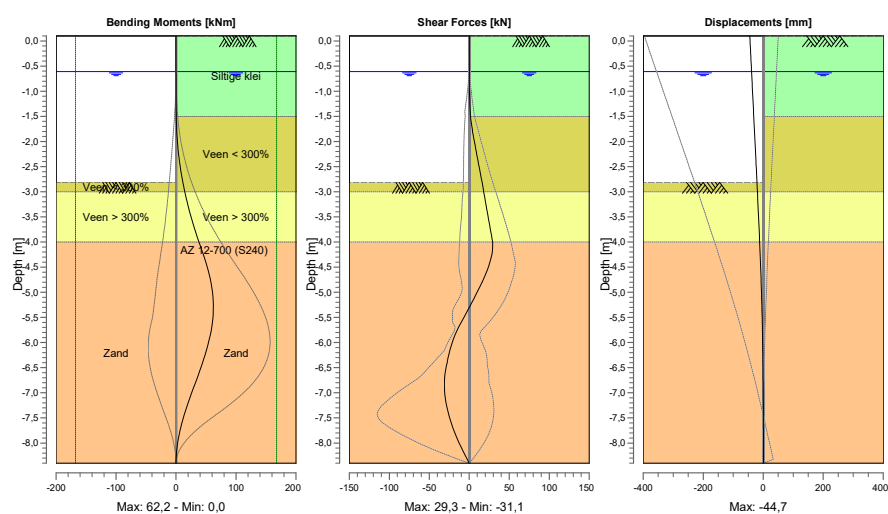
11.1 Calculation Results

Number of iterations: 5

11.1.1 Charts of Moments, Forces and Displacements

Moments/Forces/Displacements - Stage 2: Gebruikssituatie

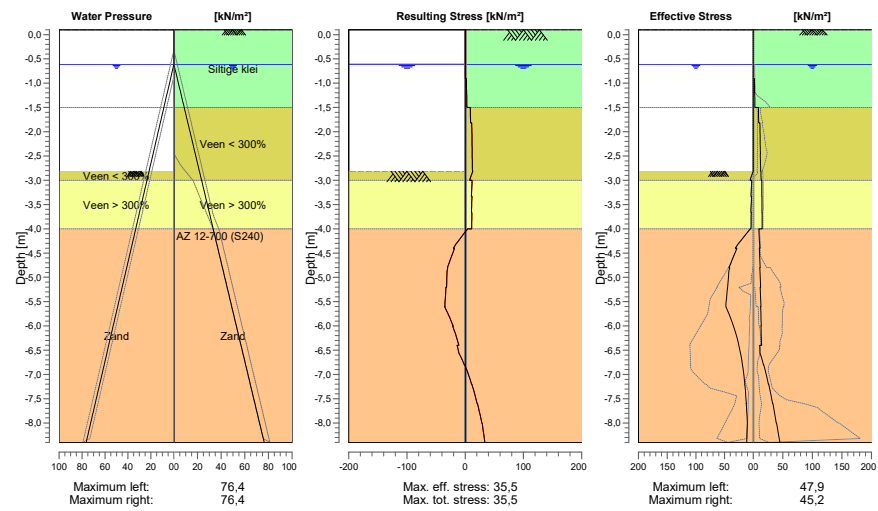
Step 6.5 - Partial factor set: RC 2



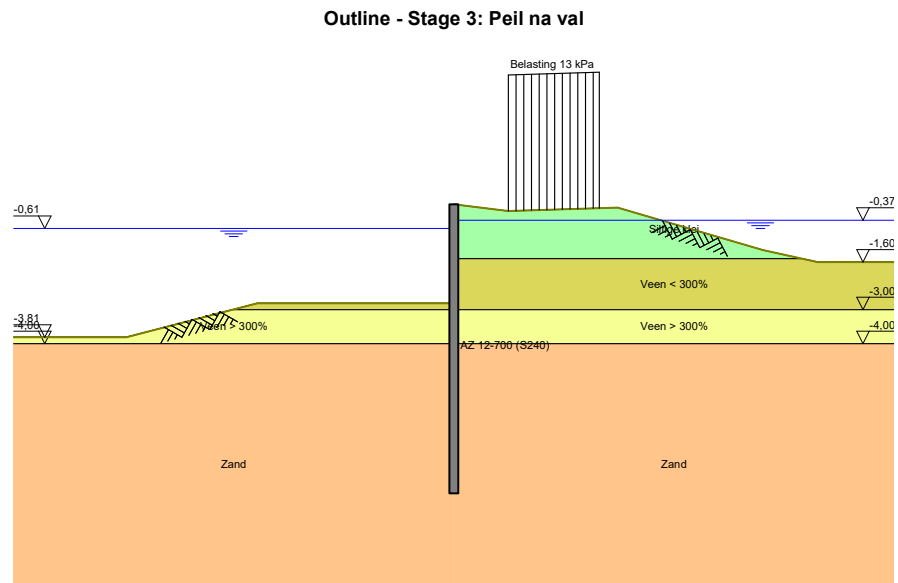
11.1.2 Charts of Stresses

Stress States - Stage 2: Gebruikssituatie

Step 6.5 - Partial factor set: RC 2



12 Outline Stage 3: Peil na val



13 Step 6.3 Stage 3: Peil na val

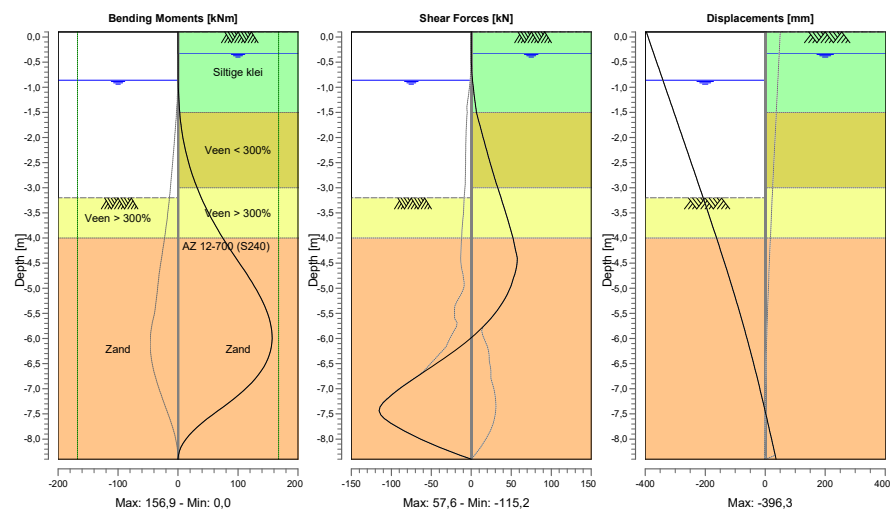
13.1 Calculation Results

Number of iterations: 7

13.1.1 Charts of Moments, Forces and Displacements

Moments/Forces/Displacements - Stage 3: Peil na val

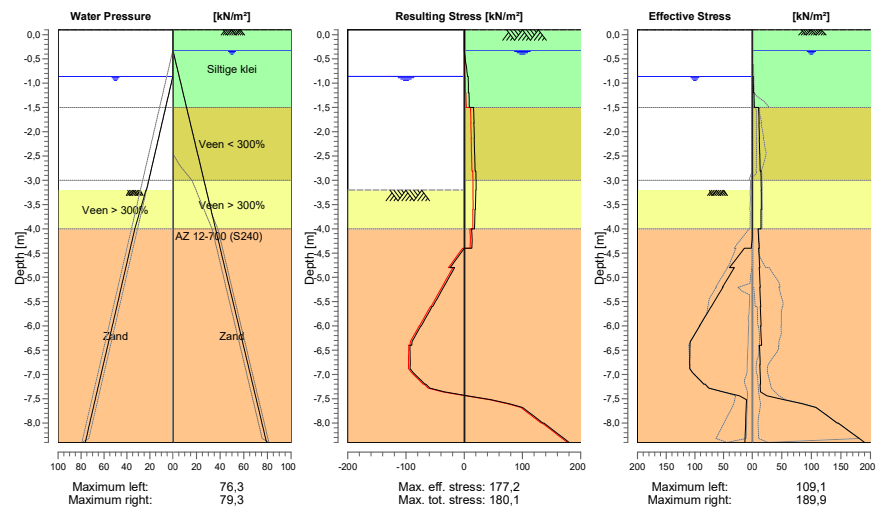
Step 6.3 - Partial factor set: RC 2



13.1.2 Charts of Stresses

Stress States - Stage 3: Peil na val

Step 6.3 - Partial factor set: RC 2



14 Step 6.4 Stage 3: Peil na val

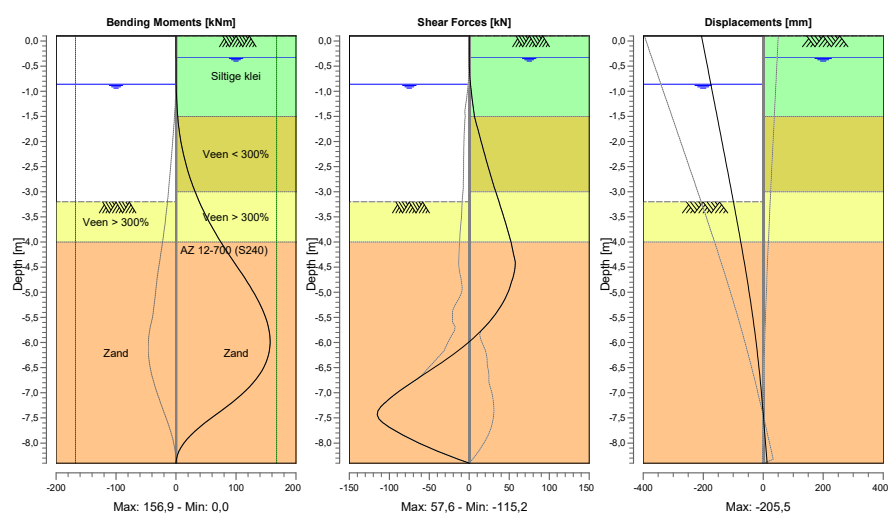
14.1 Calculation Results

Number of iterations: 7

14.1.1 Charts of Moments, Forces and Displacements

Moments/Forces/Displacements - Stage 3: Peil na val

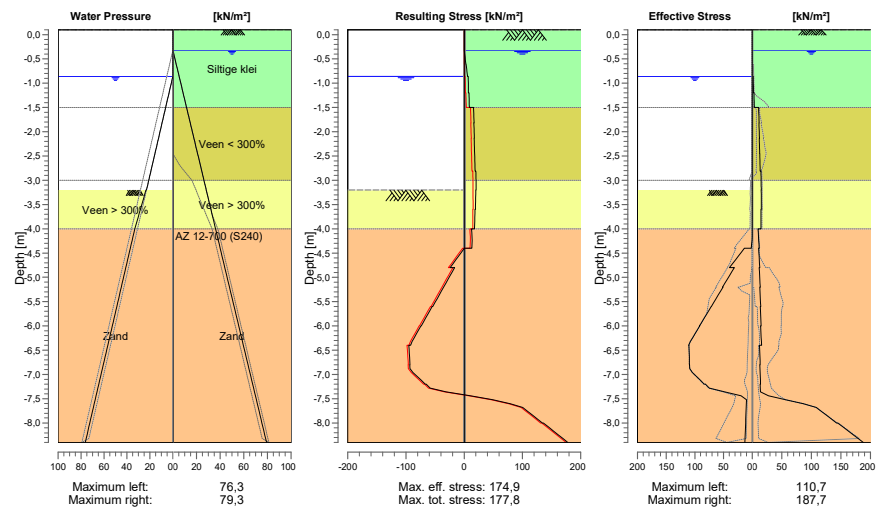
Step 6.4 - Partial factor set: RC 2



14.1.2 Charts of Stresses

Stress States - Stage 3: Peil na val

Step 6.4 - Partial factor set: RC 2



15 Step 6.5 Stage 3: Peil na val

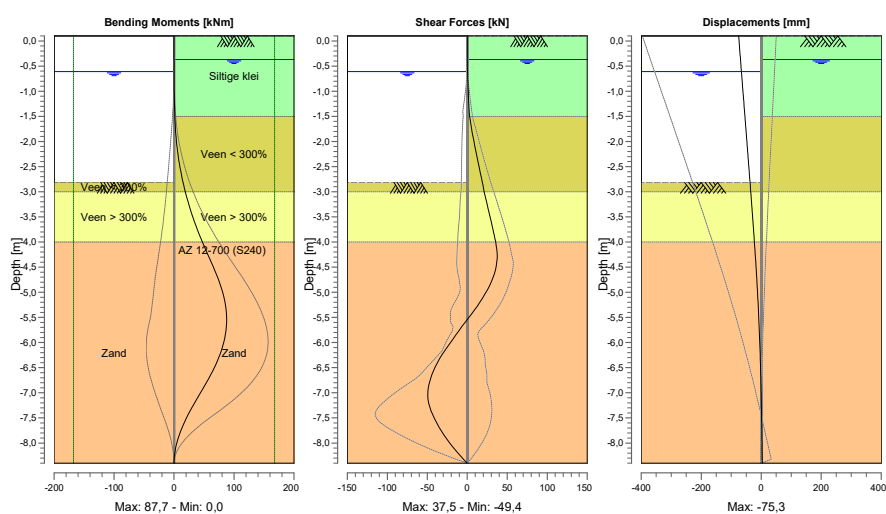
15.1 Calculation Results

Number of iterations: 5

15.1.1 Charts of Moments, Forces and Displacements

Moments/Forces/Displacements - Stage 3: Peil na val

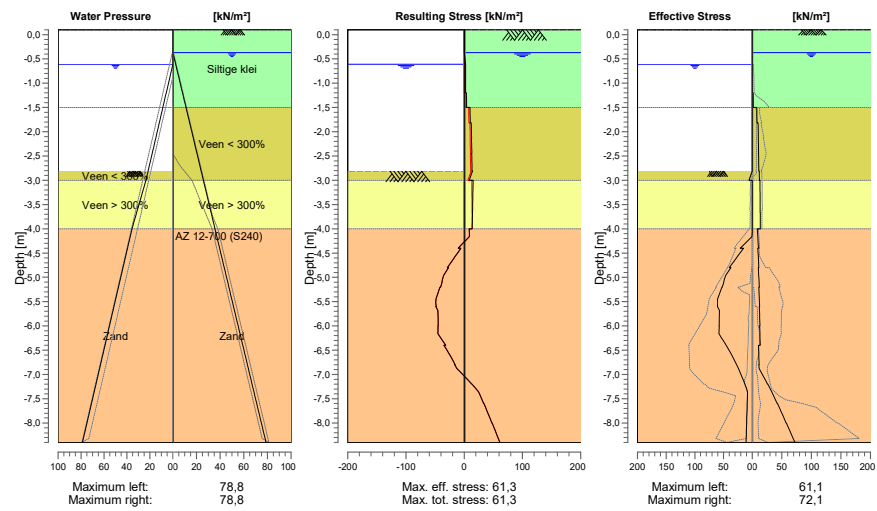
Step 6.5 - Partial factor set: RC 2



15.1.2 Charts of Stresses

Stress States - Stage 3: Peil na val

Step 6.5 - Partial factor set: RC 2



17 Step 6.1 Stage 4: Macrostabiliiteit buitenwaarts

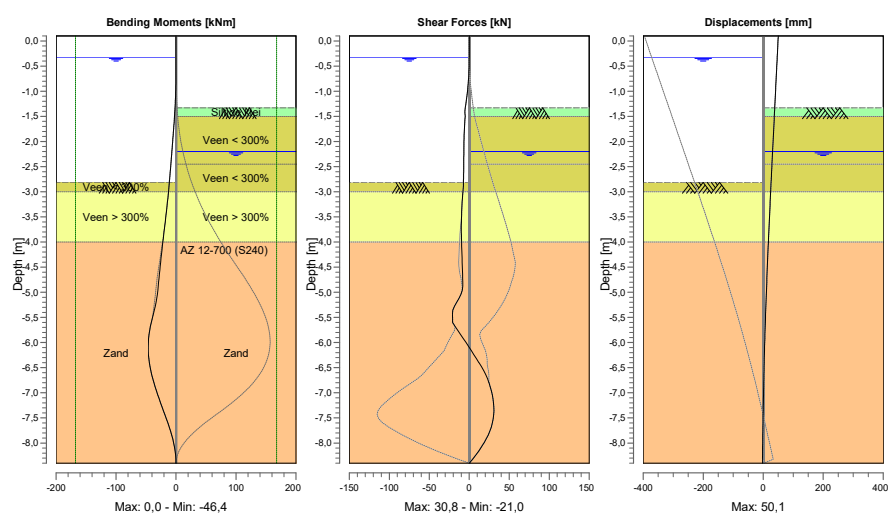
17.1 Calculation Results

Number of iterations: 5

17.1.1 Charts of Moments, Forces and Displacements

Moments/Forces/Displacements - Stage 4: Macrostabiliiteit buitenwaarts

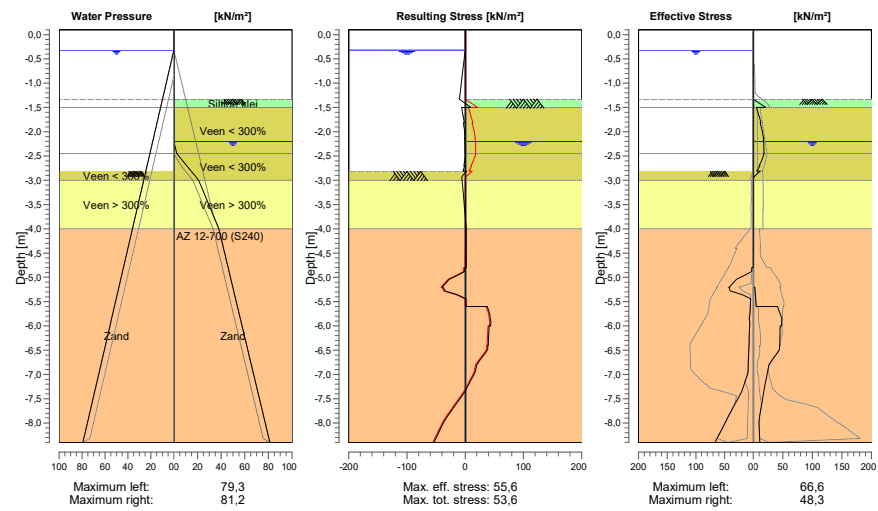
Step 6.1 - Partial factor set: RC 2



17.1.2 Charts of Stresses

Stress States - Stage 4: Macrostabiteit buitenwaarts

Step 6.1 - Partial factor set: RC 2



18 Step 6.2 Stage 4: Macrostabiliiteit buitenwaarts

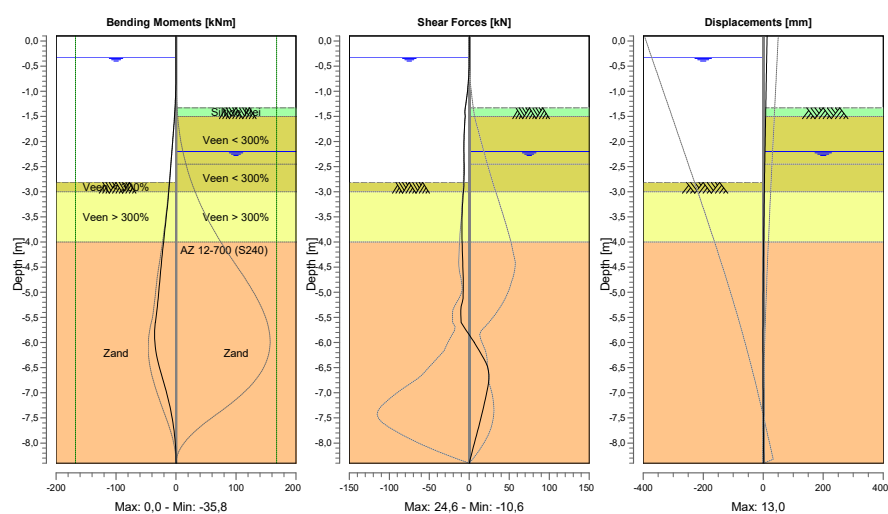
18.1 Calculation Results

Number of iterations: 5

18.1.1 Charts of Moments, Forces and Displacements

Moments/Forces/Displacements - Stage 4: Macrostabiliiteit buitenwaarts

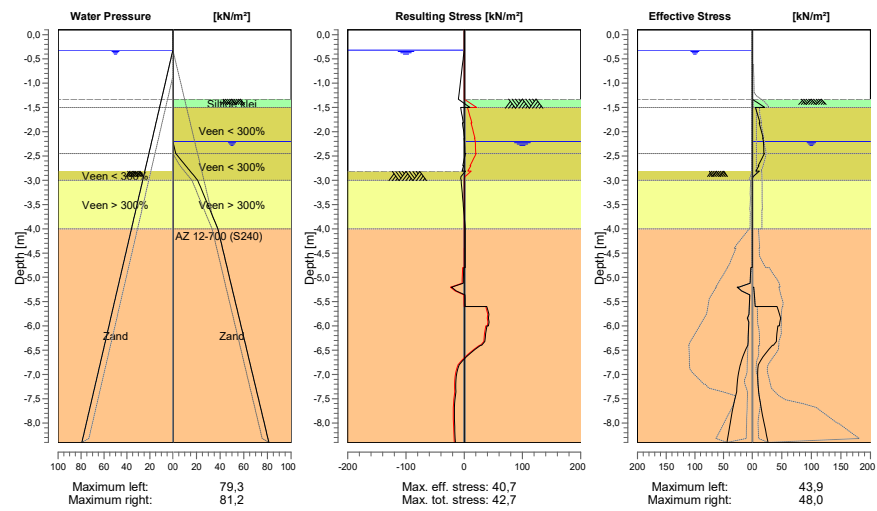
Step 6.2 - Partial factor set: RC 2



18.1.2 Charts of Stresses

Stress States - Stage 4: Macrostabiteit buitenwaarts

Step 6.2 - Partial factor set: RC 2



19 Step 6.3 Stage 4: Macrostabiliiteit buitenwaarts

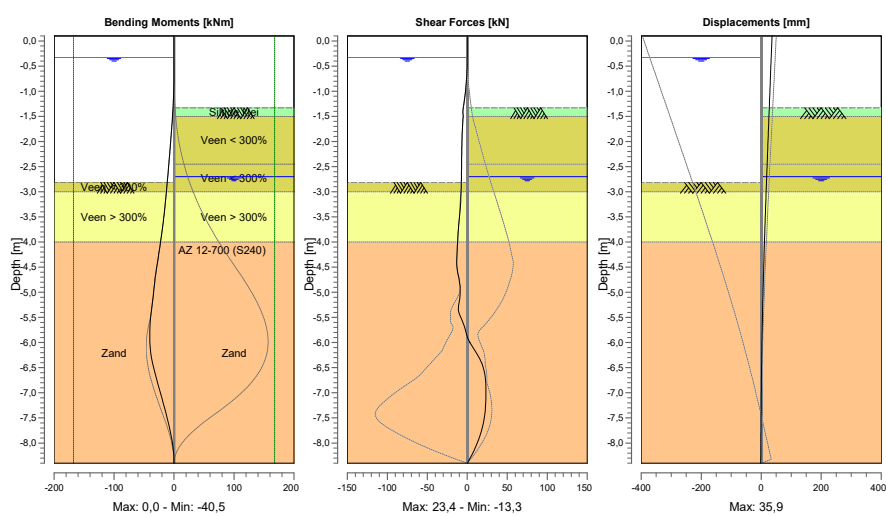
19.1 Calculation Results

Number of iterations: 6

19.1.1 Charts of Moments, Forces and Displacements

Moments/Forces/Displacements - Stage 4: Macrostabiliiteit buitenwaarts

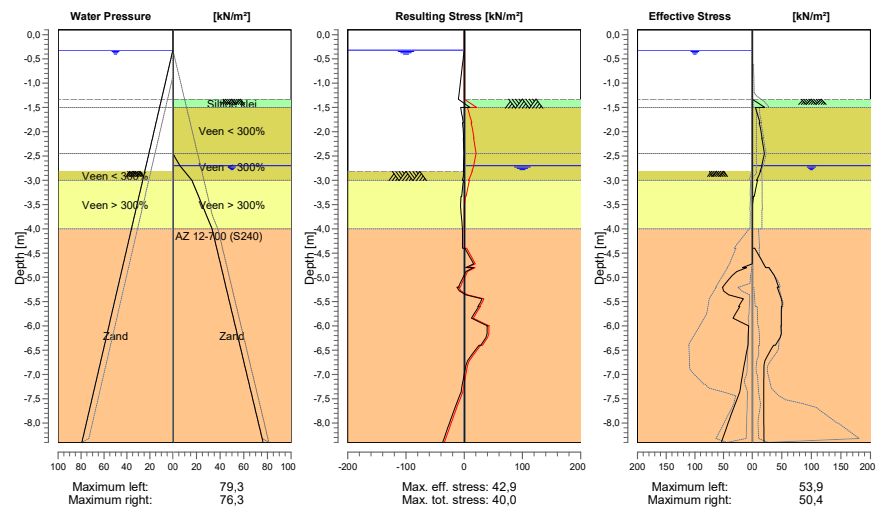
Step 6.3 - Partial factor set: RC 2



19.1.2 Charts of Stresses

Stress States - Stage 4: Macrostabiteit buitenwaarts

Step 6.3 - Partial factor set: RC 2



20 Step 6.4 Stage 4: Macrostabiliiteit buitenwaarts

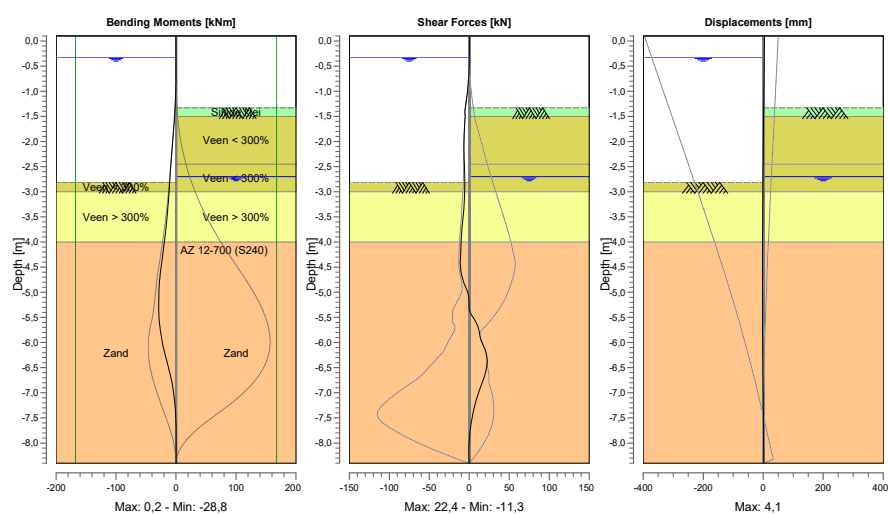
20.1 Calculation Results

Number of iterations: 5

20.1.1 Charts of Moments, Forces and Displacements

Moments/Forces/Displacements - Stage 4: Macrostabiliiteit buitenwaarts

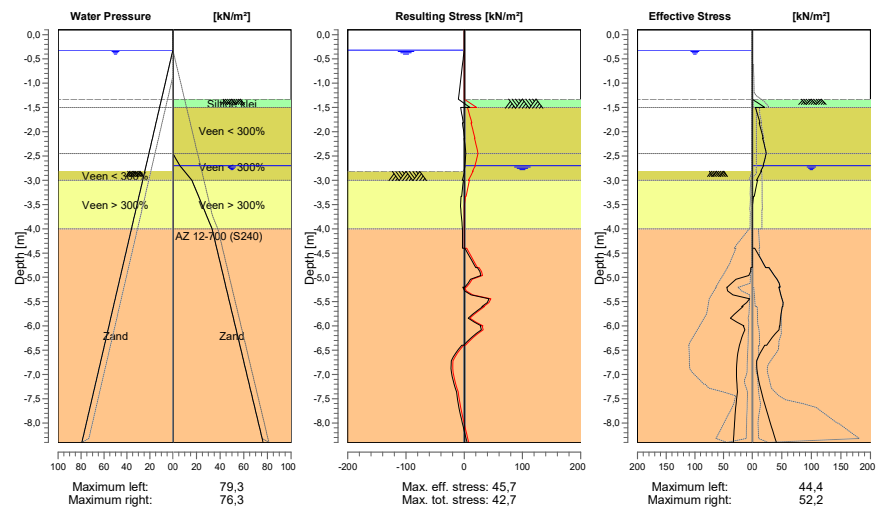
Step 6.4 - Partial factor set: RC 2



20.1.2 Charts of Stresses

Stress States - Stage 4: Macrostabiliteit buitenwaarts

Step 6.4 - Partial factor set: RC 2



21 Step 6.5 Stage 4: Macrostabiliteit buitenwaarts

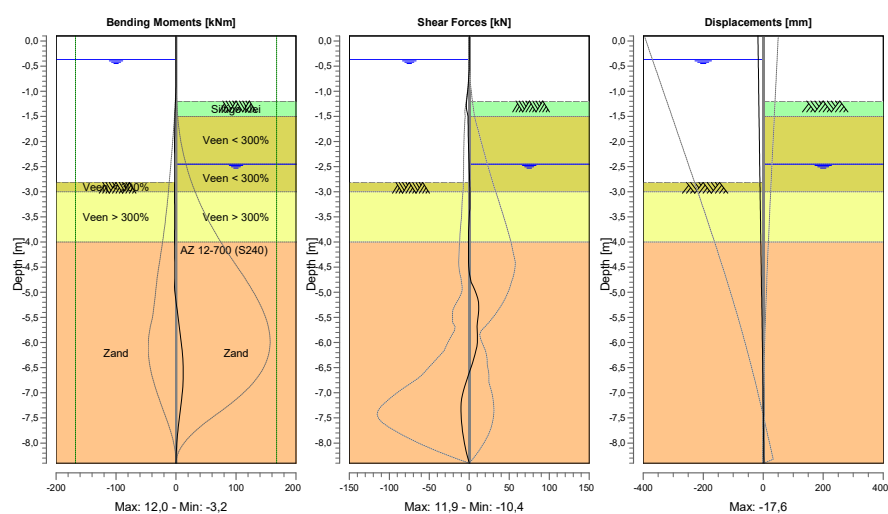
21.1 Calculation Results

Number of iterations: 4

21.1.1 Charts of Moments, Forces and Displacements

Moments/Forces/Displacements - Stage 4: Macrostabiliteit buitenwaarts

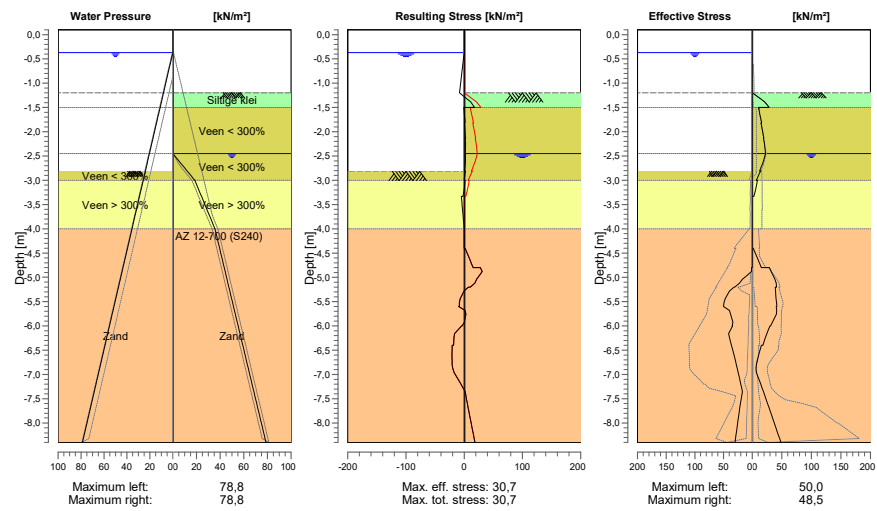
Step 6.5 - Partial factor set: RC 2



21.1.2 Charts of Stresses

Stress States - Stage 4: Macrostabiteit buitenwaarts

Step 6.5 - Partial factor set: RC 2



End of Report