

Gnephoek Alphen aan den Rijn

Deelrapport Water, Bodem en Klimaat bij het
milieueffectrapport



Sweco Nederland B.V.	Handelsregister 30129769
Onderwerp:	Gnephoek Alphen aan den Rijn
Projectnummer:	51025202
Klant:	Gemeente Alphen aan den Rijn en provincie Zuid-Holland
Datum:	19-09-2025
Auteur:	Sweco projectteam
Document referentie	NL25-648800269-144134

1.	Inleiding	5
1.1	Aanleiding en doel.....	5
1.1.1	Gnephoek Alphen aan den Rijn.....	5
1.1.2	Doel voorliggend rapport	6
1.2	Leeswijzer	7
2.	Uitgangspunten effectonderzoek.....	8
2.1	Plangebied en studiegebied	8
2.2	Kaders wet- en regelgeving, beleid en richtlijnen	9
2.3	Beoordelingskader	11
2.4	Aannames en uitgangspunten	16
3.	Referentiesituatie.....	17
3.1	Huidige situatie.....	17
3.1.1	Inleidende gebiedsbeschrijving.....	17
3.1.2	Oppervlaktewaterkwantiteit.....	25
3.1.3	Oppervlaktewaterkwaliteit.....	25
3.1.4	Grondwaterkwantiteit	27
3.1.5	Grondwaterkwaliteit	28
3.1.6	Bodemkwaliteit.....	29
3.1.7	Bodemdaling door veenoxidatie	31
3.1.8	Bodemdaling door bouwrijp maken van stedelijk gebied	32
3.1.9	Hittestress	33
3.1.10	Droogte 34	
3.1.11	Wateroverlast.....	34
3.1.12	Hoogwaterveiligheid	35
3.2	Autonome ontwikkeling	37
3.2.1	Algemene beschrijving.....	37
3.2.2	Oppervlaktewaterkwantiteit.....	37
3.2.3	Oppervlaktewaterkwaliteit.....	37
3.2.4	Grondwaterkwantiteit	38
3.2.5	Grondwaterkwaliteit	39
3.2.6	Bodemkwaliteit.....	39
3.2.7	Bodemdaling door veenoxidatie	39
3.2.8	Bodemdaling door bouwrijp maken van stedelijk gebied	40
3.2.9	Hittestress	40
3.2.10	Droogte 41	
3.2.11	Wateroverlast.....	41
3.2.12	Hoogwaterveiligheid	41
4.	Effectbeoordeling alternatieven.....	42
4.1	Effectbeoordeling	42
4.1.1	Oppervlaktewaterkwantiteit.....	42
4.1.2	Oppervlaktewaterkwaliteit.....	46
4.1.3	Grondwaterkwantiteit	48
4.1.4	Grondwaterkwaliteit	50
4.1.5	Bodemkwaliteit.....	51
4.1.6	Bodemdaling door veenoxidatie	53
4.1.7	Bodemdaling door bouwrijp maken van stedelijk gebied	54
4.1.8	Hittestress	57
4.1.9	Droogte	58
4.1.10	Wateroverlast.....	60
4.1.11	Hoogwaterveiligheid	64
4.2	Cumulatieve effecten	67

4.3	Maatregelen en aanbevelingen	67
4.4	Leemten in kennis	68
5.	Effectbeoordeling voorkeursalternatief	70
5.1	Inleiding	70
5.2	Effectbeoordeling	70
5.2.1	Oppervlaktewaterkwantiteit	70
5.2.2	Oppervlaktewaterkwaliteit	74
5.2.3	Grondwaterkwantiteit	76
5.2.4	Grondwaterkwaliteit	76
5.2.5	Bodemkwaliteit	77
5.2.6	Bodemdaling door veenoxidatie	78
5.2.7	Bodemdaling door bouwrijp maken van stedelijk gebied	78
5.2.8	Hittestress	80
5.2.9	Droogte	80
5.2.10	Wateroverlast	83
5.2.11	Hoogwaterveiligheid	86
5.3	Maatregelen en aanbevelingen	87
5.4	Leemten in kennis	88
6.	Referenties	90
Bijlage 1: Beoordeling zettingen, opbarstingsrisico en erosiebestendigheid		92
Bijlage 2: Beoordeling en vergelijking grondonderzoek		93

1. Inleiding

1.1 Aanleiding en doel

1.1.1 Gnephhoek Alphen aan den Rijn

De gemeente Alphen aan den Rijn werkt aan de ontwikkeling van een plan voor woningbouw en natuurontwikkeling in de polder Gnephhoek. De polder ligt aan de noordwestzijde van Alphen aan den Rijn, ten westen van de Heimanswetering en ten noorden van de Oude Rijn. De polder Gnephhoek heeft een oppervlakte van ca. 210 ha (zie Figuur 1.1). Het projectgebied beslaat een deel van de polder. Waar in het vervolg van dit rapport de Gnephhoek benoemd wordt gaat het over een plangebied en niet over de hele polder.



Figuur 1.1 Polder Gnephhoek en omgeving

De kern van de ontwikkeling wordt gevormd door de realisatie van circa 5.500 woningen en de realisatie van 90 hectare water en groen, waaronder 60 hectare natuurgebied. De ontwikkeling van woningen in de Gnephhoek past binnen de gemeentelijke Omgevingsvisie maar nog niet binnen het omgevingsplan van de gemeente en de vigerende Zuid-Hollandse Omgevingsverordening (ZHOV) van de provincie Zuid-Holland. Daarom werkt de gemeente aan het aanpassen van het gemeentelijk omgevingsplan en de provincie aan het aanpassen van de provinciale omgevingsverordening en het programma. Bij een ontwikkeling van deze omvang

zijn (milieu)effecten niet op voorhand uit te sluiten. Daarom wordt voor deze besluiten de procedure van de milieueffectrapportage (mer) doorlopen en een Milieueffectrapport (MER) opgesteld.

1.1.2 Doel voorliggend rapport

In het MER worden de effecten van de ontwikkeling van de Gnephhoek beschreven. Dit gebeurt voor alle relevante thema's die een relatie hebben met de fysieke leefomgeving. Drie thema's waar in het MER aandacht aan wordt besteed zijn water, bodem en klimaat. Voorliggend rapport levert de input voor de effectbeschrijving en -beoordeling van de voorgenomen ontwikkeling voor deze thema's.

Dit rapport heeft in het proces van het MER op twee momenten input geleverd:

1. Een effectanalyse voor vier alternatieven met als doel input leveren voor het samenstellen van een voorkeursalternatief.
2. Een effectanalyse van het voorkeursalternatief.

1. Vier alternatieven

In de eerste stap zijn de effecten onderzocht van vier alternatieven

- Basisalternatief (= Contourenplan Gnephhoek)
- Alternatief Water, bodem en natuur
- Alternatief Mobiliteit
- Alternatief Duurzame energie/circulariteit

De alternatieven worden uitgebreid beschreven in Bijlage 1 van het MER (Alternatievenbeschrijving). Het basisalternatief is de ontwikkeling van de Gnephhoek zoals beschreven in het Contourenplan Gnephhoek (6 juli 2023) en vastgelegd in de bestuursovereenkomst Ontwikkeling Gnephhoek (BOOG, oktober 2024). Dit basisalternatief bevat uitgangspunten voor het programma van de woningbouw, de natuurontwikkeling en de voorzieningen. Verder zijn in het basisalternatief uitgangspunten en ambities beschreven voor de invulling van de thema's natuur/groen, waterhuishouding, klimaatadaptatie, mobiliteit en circulariteit en energie. In dit basisalternatief zit als het ware het basis ambitieniveau van de gemeente voor de Gnephhoek.

Ter verrijking van het basisalternatief is per alternatief voor het betreffende thema op een aantal onderwerpen een in de meeste gevallen maximaal realistisch ambitieniveau uitgewerkt. In het alternatief 'Water, bodem en natuur' is maximaal invulling gegeven aan maatregelen die ertoe leiden dat de ontwikkeling van de Gnephhoek zo klimaatrobust mogelijk is en de natuurontwikkeling zo hoogwaardig mogelijk is. Dit betreft dus een aanvulling op de thema's klimaat, bodem, waterhuishouding en natuur. Voor de overige thema's is dit alternatief gelijk aan het basisalternatief. Het alternatief 'Mobiliteit' geeft daarentegen maximaal invulling aan de maatregelen die ertoe leiden dat de ontwikkeling van de Gnephhoek qua mobiliteit zo duurzaam mogelijk in te vullen. Daarnaast zijn in dit alternatief een aantal varianten meegenomen voor de manier waarop het gebied wordt ontsloten. Dit zijn niet allemaal per definitie duurzamere invullingen, dit moet nog blijken uit het effectonderzoek. In sommige gevallen geeft een variant invulling aan discussies of vragen vanuit betrokkenen. Voor de overige thema's is dit alternatief weer gelijk aan het basisalternatief. Het alternatief 'Duurzame energie/circulariteit' geeft maximaal invulling aan het thema energie en circulariteit. Ook hier geldt weer dat de overige thema's in dit alternatief gelijk zijn aan de invulling daarvoor in het basisalternatief.

Voorliggend rapport levert input voor de effectenanalyse van de vier alternatieven voor de thema's water, bodem en klimaat.

Voorkeursalternatief

Op basis van de effectanalyse van de vier alternatieven is in het MER een voorkeursalternatief (VKA) samengesteld. Dit voorkeursalternatief bestaat uit een combinatie van onderdelen/maatregelen uit de verschillende alternatieven. Daarnaast zijn ook zaken meegenomen die niet in het MER zijn meegenomen, maar wel van belang zijn in de keuzevorming. Denk bijvoorbeeld aan zaken als economische haalbaarheid, technische uitvoerbaarheid, risico's, etc. De elementen waaruit het voorkeursalternatief bestaat zijn beschreven in Bijlage 1 van het MER (Alternatievenbeschrijving). Voor dit voorkeursalternatief is vervolgens gekeken of dit leidt tot andere effecten dan reeds in beeld gebracht bij de vier bovengenoemde alternatieven. In voorliggend rapport worden de effecten van het voorkeursalternatief beschreven voor de thema's water, bodem en klimaat.

1.2 Leeswijzer

In hoofdstuk 2 worden de uitgangspunten beschreven die zijn gehanteerd bij het onderzoek. Er wordt onder meer ingegaan op het studiegebied, de relevante kaders vanuit wet- en regelgeving en beleid, het beoordelingskader en de manier waarop het onderzoek is uitgevoerd.

De effecten van de planontwikkeling worden onderzocht ten opzichte van de referentiesituatie. De referentiesituatie wordt gevormd door de huidige situatie, aangevuld met de autonome ontwikkelingen. Een beschrijving van de voor het voorliggend onderzoek relevante referentiesituatie is opgenomen in hoofdstuk 3. Belangrijk bij de referentiesituatie is dat het om de situatie gaat die ontstaat als het plan voor de Gnephhoek niet doorgaat. Dus hoe ontwikkelt het gebied zich autonoom, zonder dat er woningbouw en natuurontwikkeling wordt gerealiseerd.

In hoofdstuk 4 worden de effecten van de vier alternatieven beschreven. In dat hoofdstuk worden per criterium de effecten beschreven en beoordeeld. Vervolgens worden de cumulatieve effecten en eventuele maatregelen en aanbevelingen besproken. Het hoofdstuk eindigt met een beschrijving van leemten in kennis indien deze er zijn.

Tot slot wordt in hoofdstuk 5 in beeld gebracht wat de effecten zijn van het voorkeursalternatief.

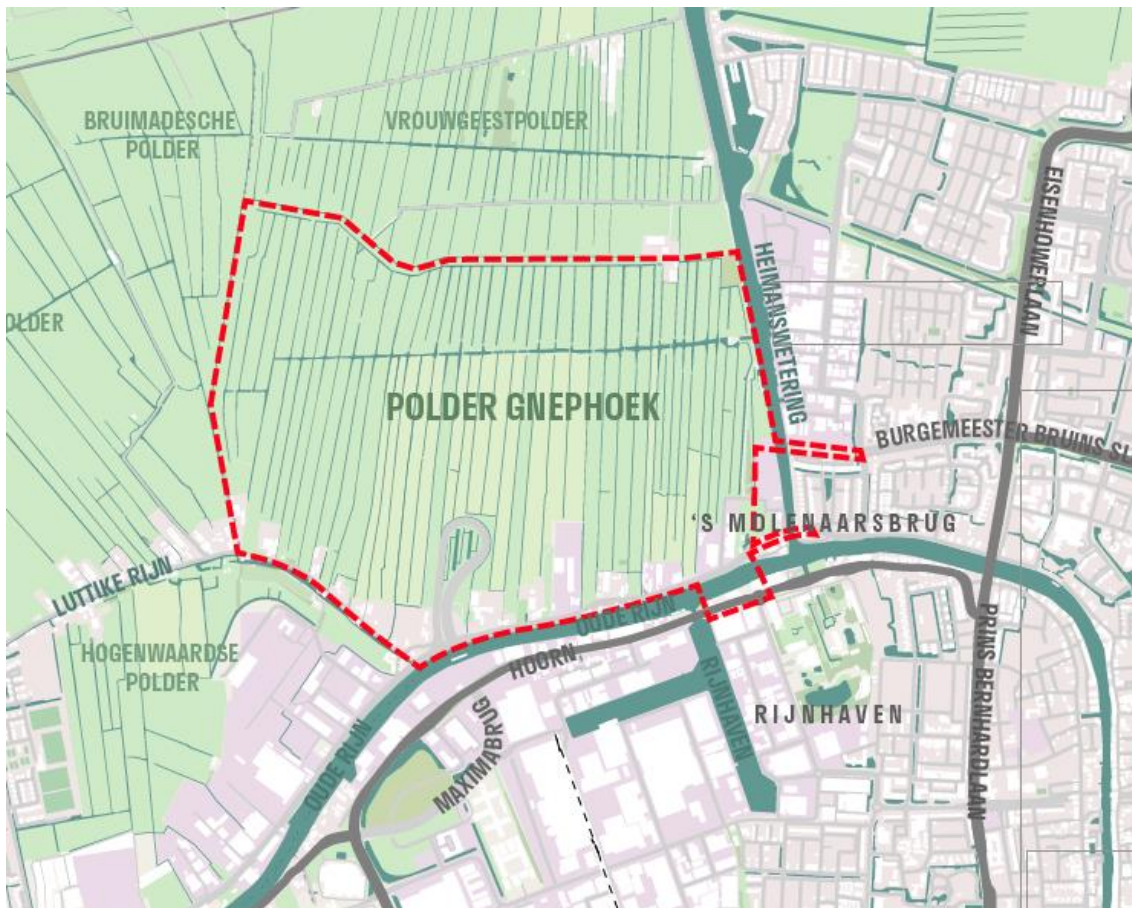
Als bijlage bij dit deelrapport zitten twee onderzoeken:

- Bijlage 1: Beoordeling zettingen, opbarstingsrisico en erosiebestendigheid
- Bijlage 2: Beoordeling en vergelijking grondonderzoek

2. Uitgangspunten effectonderzoek

2.1 Plangebied en studiegebied

In het MER is het te onderzoeken gebied aangeduid met twee termen: het plangebied en het studiegebied. Het plangebied is het gebied waarbinnen de ontwikkelingen plaatsvinden. Het plangebied is weergegeven in figuur 2.1.



Figuur 2-1 Plangebied Gnephoek

Naast het plangebied is er het gebied waar de effecten van de ontwikkelingen mogelijk merkbaar zijn, het zogenaamde studiegebied. Het studiegebied omvat dus het plangebied en een gebied waar de verschillende omgevingseffecten duidelijk merkbaar zijn. Voor de wateraspecten beslaat het studiegebied een iets ruimer gebied dan het plangebied. Waterlopen

of waterlichamen stoppen niet bij de grens van het plangebied. Voor de bodemaspecten is het plangebied tevens het studiegebied.

2.2 Kaders wet- en regelgeving, beleid en richtlijnen

Voor het thema Water, Bodem en Klimaat zijn de volgende wettelijke en/of beleidskaders relevant¹:

Tabel 2-1 | Relevante regelgeving en beleid

Europese kaders	
Kaderrichtlijn Water (KRW):	De Europese Unie heeft regels vastgesteld voor de kwaliteit van het water in alle EU-lidstaten in de KRW. Hierin staat beschreven dat landen water moeten beschermen en de kwaliteit van het water moeten verbeteren. Ook verplicht de wet de landen om bij het gebruik, onderhoud en schoonmaken zo min mogelijk water en energie te gebruiken. Doelen uit het KRW moeten in 2027 zijn bereikt. Binnen het plangebied zijn geen watergangen die zijn aanwezig als KRW-waterlichaam. Echter, aangrenzend aan het plangebied bevindt zich wel een KRW-lichaam, namelijk de Oude Rijn en de Heimanswetering (aftakking van de Oude Rijn). Tussen het plangebied en het KRW waterlichaam vindt er interactie plaats door het in- en afwateren vanuit de polder.
Rijksbeleid en richtlijnen	
Omgevingswet:	Deze nationale wet regelt het integrale beheer van de fysieke leefomgeving, inclusief waterbeheer, en stelt onder andere doelen voor het waarborgen van de waterkwaliteit en -kwantiteit en bescherming van de bodem. Hiermee integreert de wet de regels uit onder andere de voormalige Waterwet en De Wet Bodembescherming. De vier Algemene Maatregelen van Bestuur (AmvB's) en De Omgevingsregeling vullen de waterrichtlijnen van de Omgevingswet aan met specifieke regels en technische details, zoals waterkwaliteitsnormen en beheerverantwoordelijkheid voor oppervlaktelichamen.
Kamerbrief WBS	In de brief Water en Bodem Sturend van het ministerie van Infrastructuur en Waterstaat (25 november 2022) is opgenomen dat bodem en water sturend moet worden voor de ruimtelijke ordening en beleidsontwikkeling. Dit om er voor te zorgen dat keuzes van nu geen negatieve invloed (afwentelen) hebben op toekomstige generaties of andere gebruikers. In de kamerbrief worden zeven uitgangspunten en 33 structurerende keuzes beschreven om water en bodem als sturend principe vorm te geven. De zeven uitgangspunten zijn: Niet afwentelen; Meer rekening houden met extremen; In samenhang omgaan met wateroverlast, doorgte en bodem; Meerlaagsveiligheid; Minder afdekken, minder vergraven, niet verontreinigen; Integrale aanpak in de leefomgeving; Comply or explain.
Kamerbrief Visie op Water en Bodem	De kamerbrief Visie op Water en Bodem (oktober 2024) bouwt voort op de visie van Water en Bodem Sturend voor ruimtelijke ordening, met het faciliteren van woningbouw. Deze kamerbrief benadrukt het belang van het integreren van water- en bodemaspecten bij bouwplannen, met de boodschap dat dit geen belemmering hoeft te vormen voor de woningbouwopgave. In de woningbouwontwikkelingen zoals in de Gnephoek moet rekening worden gehouden met water en bodem.
Kamerbrief over Landelijke maatlat voor een groene klimaatadaptieve gebouwde omgeving.	De Landelijke maatlat voor groene klimaatadaptieve gebouwde omgeving is bedoeld om ons beter voor te bereiden op de gevolgen van extreem weer, zoals zware buien en langdurige droogtes. De maatlat biedt richtlijnen en handvatten om duidelijk te maken hoe klimaatadaptief bouwen en inrichten eruitziet. Dit omvat onder andere duurzaam waterbeheer in de gebouwde omgeving, zoals het efficiënt omgaan met

¹ Hierin staan alleen voor dit deelrapport relevante documenten.

	regenwater, het creëren van groene daken en gevels, en het toepassen van permeabele bestrating.
Nationaal Bestuursakkoord Water (NBW)	In de NBW staat op welke manier, en binnen welke periode overheden omgaan met de grote wateropgaven voor Nederland in de 21e eeuw, inclusief zeespiegelstijging, bodemdaling, klimaatverandering en verstedelijking.
Deltaprogramma Ruimtelijke Adaptatie	In het nationale Deltaprogramma Ruimtelijke Adaptatie (DPRA) staan alle projecten en maatregelen beschreven die ervoor gaan zorgen dat Nederland in 2050 waterrobuust en klimaatbestendig is ingericht. Dit is uitgewerkt in 7 ambities: Kwetsbaarheid in beeld brengen; Uitvoeringsagenda opstellen; Risicodialoog voeren en strategie opstellen; Meekoppelkansen benutten; Reguleren en borgen; Handelen bij calamiteiten; Stimuleren en faciliteren. Het deltaprogramma ligt verankerd in de regionale en provinciale beleidsstukken.
Nationale klimaatadaptatie strategie (NAS) en het Nationaal Uitvoeringsprogramma Klimaatadaptatie	De NAS bestrijkt samen met het Deltaprogramma de Nederlandse opgave voor klimaatadaptatie. Om de NAS te versnellen is in 2023 het Nationaal Uitvoeringsprogramma Klimaatadaptatie verschenen. Hierin staat beschreven wat de aanpak is voor de komende jaren en welke maatregelen nodig zijn om Nederland sneller klimaatbestendig te maken. Hiertoe behoort onder andere: goede bescherming tegen wateroverlast en hoogwater; een toekomstbestendige zoetwatervoorziening; de stad als spons; verbetering van de waterkwaliteit; veerkrachtige natuur en een hittebestendige stad.
Provinciaal/regionaal beleid	
Waterbeheerprogramma 2022- 2028 van Rijnland	In het WPB6 programma 'Water wijst de weg' zijn de waterbeheerplannen voor het gebied Rijnland opgenomen voor de periode 2022-2028. Dit programma richt zich op een duurzame en integrale benadering van waterbeheer in de regio, waarbij aandacht wordt besteed aan zowel de kwantiteit als de kwaliteit van het water.
Waterschapsverordening Hoogheemraadschap Rijnland	De Waterschapsverordening Hoogheemraadschap Rijnland is een juridisch document dat de regels en kaders vastlegt voor bewoners en bedrijven die activiteiten uitvoeren binnen het werkgebied van het Hoogheemraadschap Rijnland, met betrekking tot het beheer van water en watergerelateerde zaken. Het document bevat bepalingen die specifiek betrekking hebben op het beheer van waterkeringen (dijken), waterkwaliteit, waterpeil en waterwegen, evenals regels voor vergunningen en handhaving.
De Blauwe Lens – document van Hoogheemraadschap Rijnland	De Blauwe Lens van Hoogheemraadschap Rijnland verzamelt de resultaten van het onderzoek dat Rijnland heeft laten uitvoeren naar de gevolgen van klimaatverandering, zeespiegelstijging en andere maatschappelijke ontwikkelingen binnen hun beheergebied. Met behulp van visiekaarten en richtlijnen biedt de Blauwe Lens inzicht in de uitdagingen en kansen die deze ontwikkelingen met zich meebrengen. De regionale klimaatvisie 'De Blauwe Lens op het Groene Hart' is het vervolg op de Blauwe Lens. Hierin worden de ontwikkelingen en gevolgen per gebied in kaart gebracht. De Rijnlandse doelen voor klimaatadaptief inrichten zijn: Waterrobuuste inrichting; Droogtebestendige inrichting en Natuurinclusieve inrichting.
Omgevingsbeleid Zuid-Holland	Het provinciale Omgevingsbeleid bevat het beleid voor de leefomgeving in Zuid-Holland. Het bestaat uit de Omgevingsvisie, het Omgevingsprogramma en de Zuid-Hollandse Omgevingsverordening. Onder het omgevingsbeleid valt ook de klimaatonderlegger, die is ontwikkeld door de provincie Zuid-Holland en de waterschappen (deze is nog niet vastgesteld, dus gebeurd naar verwachting volgend jaar). Dit is een set kaarten, die op basis van de laatste kennis, inzicht verschaft in de uitdagingen die water, bodem en klimaat meegeven voor bebouwing, landbouw en natuur. Het is een regionale uitwerking van het leidende principe 'Water en Bodem sturend'.
Zuid-Hollandse Omgevingsverordening	In de Zuid-Hollandse Omgevingsverordening zijn regels voor de fysieke leefomgeving opgenomen, met het oog op duurzame ontwikkeling en de

	bescherming en verbetering van het leefmilieu. Het is een kaderstellende doorvertaling van de omgevingsvisie en bestaand provinciaal beleid met onder andere instructieregels voor gemeentelijke omgevingsplannen en taken voor waterschappen.
Convenant Klimaat Adaptief Bouwen	Het Convenant Klimaat Adaptief Bouwen heeft als doel het verminderen van wateroverlast door hevige neerslag, hittestress, droogte en bodemdaling, het vergroten van de biodiversiteit en gevolgbeperving overstromingen. Dit convenant biedt richtlijnen om nieuwbouwlocaties klimaatbestendig te ontwikkelen en hiermee toekomstige schade te voorkomen. In de Bestuursovereenkomst ontwikkeling Gnephoek (BOOG) is in art. 11.1 opgenomen dat dit convenant als uitgangspunt wordt gehanteerd bij het uitvoeren van de overeenkomst met als doel het realiseren van een gezonde, veilige en bereikbare integrale gebiedsontwikkeling voor mens en natuur.
Convenant Toekomstbestendig Bouwen	Het Convenant Toekomstbestendig Bouwen heeft als doel duurzaamheidsambities makkelijker en tegen lagere kosten onderdeel te maken van de grote woningbouwopgave. Het biedt een kader om deze ambities in de woningbouw te integreren. De thema's die in het convenant worden belicht zijn: energie, circulariteit, duurzame mobiliteit, klimaatadaptatie, natuurinclusiviteit en biodiversiteit, en gezonde leefomgeving. Uitgangspunten zijn de landelijke en Europese doelstellingen op het gebied van CO2-reductie, circulariteit, natuur(herstel) en de energietransitie. Deze eisen zijn voor het thema klimaatadaptatie op enkele punten afwijkend van het convenant Klimaatadaptief bouwen. Dit geldt in ieder geval voor drinkwaterbesparing. Mogelijk ook voor natuurinclusief bouwen, wat effect kan hebben op de watervraag bij droogte en op de infiltratiecapaciteit.
Gemeentelijk beleid	
Gemeentelijke Watertaken Programma 2025-2028 Gemeente Alphen aan den Rijn	Het Gemeentelijk Watertakenprogramma 2025-2028 van Alphen aan den Rijn beschrijft het beleid voor de uitvoering van de drie watertaken die gemeenten volgens de wet hebben. De drie watertaken omvatten; de verwerking en inzameling van hemelwater, het beheer van de grondwaterstand in openbaar gebied en de verwerking van stedelijk afvalwater. Hierbij speelt aanpassing aan de gevolgen van klimaatverandering een belangrijke rol.
Omgevingsvisie Alphen aan den Rijn: "Groene gemeente met Lef!"	De omgevingsvisie van Alphen aan den Rijn beschrijft welke kwaliteiten de gemeente wil waarborgen en aan welke ontwikkelingen ze ruimte willen bieden om op die manier de leefomgeving toekomstbestendig te maken. De missie van de omgevingsvisie luidt "Voor alle inwoners een beter leven (geluk, welbevinden) met (positieve) gezondheid en duurzaamheid als basis voor sociaal, economisch en ruimtelijk beleid." Hiertoe behoren 3 centrale waarden, namelijk; een gemeente van ontmoeten en verbinden; een duurzame en groene gemeente; en een vitale woon- en leefgemeente. Deze missie en kernwaarden vormen het kader voor de visie.

2.3 Beoordelingskader

Voor het MER is op basis van de NRD en het advies van de Commissie m.e.r.² een beoordelingskader vastgesteld. Voor het thema Water, Bodem en Klimaat geldt het volgende beoordelingskader:

² Het advies is te vinden op <https://www.commissiemer.nl/adviezen/3880>

Tabel 2-2 | Beoordelingscriteria voor Water, Bodem en Klimaat

Thema	Beoordelingscriteria	Beoordeling	Methode
Water	Oppervlaktewaterkwantiteit	Mate waarin het watersysteem, met aan- en afvoer, eenvoudig en robuust is ingericht. Mate waarin het watersysteem in de huidige situatie om kan gaan met in weersomstandigheden en waterbeschikbaarheid.	Kwalitatief
	Oppervlaktewaterkwaliteit	Mate waarin de chemische en ecologische kwaliteit van de oppervlaktewateren verandert.	Kwalitatief
	Grondwaterkwantiteit	Mate waarin de grondwaterstand verandert en de gevolgen daarvan voor het watersysteem, o.a. in de vorm van wateroverlast.	Kwalitatief
	Grondwaterkwaliteit	Mate waarin de grondwaterkwaliteit verandert.	Kwalitatief
Bodem	Bodemkwaliteit	Mate waarin het voornemen leidt tot bodemverontreiniging of dat bodemverontreiniging wordt gesaneerd.	Kwalitatief
	Bodemdaling door veenoxidatie	Mate waarin het voornemen leidt tot veenoxidatie.	Kwalitatief
	Bodemdaling door bouwrijp maken van stedelijk gebied	Mate waarin het voornemen leidt tot schade en overlast door zettingen.	Kwalitatief
Klimaat	Hittestress	Mate waarin het plangebied bestand is tegen hitte.	Kwalitatief
	Droogte	Mate waarin het plangebied bestand is tegen droogte.	Kwalitatief
	Wateroverlast	Mate waarin het plangebied toereikend is (of aanpasbaar is) om, rekening houdend met klimaatverandering, nu en in de toekomst nog te voldoen aan de norm voor wateroverlast.	Kwalitatief/kwantitatief
	Hoogwaterveiligheid	Mate waarin het plangebied veilig is tegen overstromingen.	Kwalitatief

In dit deelrapport is op één punt afgeweken van de beoordelingscriteria zoals voorgesteld in de Notitie Reikwijdte en Detailniveau (NRD): het criterium bodemdaling is opgesplitst in twee delen. Er wordt afgeweken van de NRD omdat bodemdaling in dit gebied verschillende oorzaken kan hebben. Met het criterium *Bodemdaling door veenoxidatie* wordt getoetst in hoeverre de ontwikkeling leidt tot (bodemdaling door) veenoxidatie, bijvoorbeeld door dalende grondwaterstanden. Met het criterium *Bodemdaling door bouwrijp maken van stedelijk gebied* wordt getoetst in hoeverre de ontwikkeling leidt tot schade door zetting, bijvoorbeeld door verschillende manieren van voorbelasten en bouwrijp maken. De alternatieven die worden getoetst in de MER kunnen verschillende uitwerkingen hebben op de twee oorzaken, waardoor ze los van elkaar getoetst moeten worden.

Toelichting/methodiek beoordeling alternatieven

Tabel 2-3 | Klassegrenzen criterium Oppervlaktewaterkwantiteit

++	Het watersysteem is zeer waterrobuust en eenvoudig ingericht met een minimaal aantal peilgebieden. Hiermee is het watersysteem berekend op fluctuaties in weersomstandigheden en waterbeschikbaarheid. Het aanvoer- en afvoer binnen en naar het plangebied zijn robuust ingericht. De peilen en waterschikbaarheid sluit aan bij de functies en watervraag in het gebied.
+	Het watersysteem is robuust en eenvoudig ingericht met weinig peilgebieden. Het watersysteem kan fluctuaties in weersomstandigheden en variaties in waterbeschikbaarheid redelijk goed opvangen.
0/+	Het watersysteem is robuust ingericht.
0	Er verandert niks t.o.v. de referentiesituatie.

0/-	Het watersysteem is versnipperd ingericht, met meer peilvakken dan in de referentiesituatie.
-	Er zijn meer peilgebieden dan in de referentiesituatie en er is minder berging- en/of buffercapaciteit aanwezig in het systeem. Het watersysteem is versnipperd in meerdere peilgebieden. Extreme weersomstandigheden kunnen hierdoor niet goed opgevangen worden.
--	Er zijn veel meer peilgebieden dan in de referentiesituatie en er is minder berging- en buffercapaciteit in het systeem. Het watersysteem is versnipperd in meerdere peilgebieden en er zijn knelpunten in het aan- en afvoersysteem. Extreme weersomstandigheden kunnen hierdoor niet goed worden opgevangen.

Tabel 2-4 | *Klassegrenzen criterium Oppervlaktewaterkwaliteit*

++	De chemische én ecologische kwaliteit van het oppervlaktewater wordt sterk verbeterd. Het watersysteem is ingericht om waterkwaliteit te optimaliseren, ook onder de gevolgen van klimaatverandering (droogte en hitte) tot 2100. Elke watergang heeft natuurvriendelijke oevers (NVO's) en er worden technieken toegepast om de ecologische kwaliteit van het water te verbeteren (helofytenfilters of verschalen van nutriëntrijke gronden).
+	De chemische én ecologische kwaliteit van de waterstructuur wordt verbeterd. Het watersysteem is ingericht om waterkwaliteit te optimaliseren, ook onder de gevolgen van klimaatverandering (droogte en hitte). Er zijn zoveel mogelijk natuurvriendelijke oevers.
0/+	De chemische óf ecologische kwaliteit van de waterstructuur wordt verbeterd. Er worden natuurvriendelijke oevers aangelegd.
0	Er verandert niks t.o.v. de referentiesituatie.
0/-	De chemische en ecologische kwaliteit van de waterstructuur verslechtert in beperkte mate.
-	De chemische en ecologische kwaliteit van de waterstructuur verslechtert en er worden geen natuurvriendelijke oevers aangelegd.
--	De chemische en ecologische kwaliteit van de waterstructuur verslechtert in sterke mate en er worden geen natuurvriendelijke oevers aangelegd.

Tabel 2-5 | *Klassegrenzen criterium Grondwaterkwantiteit*

++	De huidige situatie van wegzijging blijft bestaan. Ook in de toekomst (2100) neemt wegzijging niet af als gevolg van klimaatverandering. Omliggende gebieden hebben geen last van (extra) opkomend grondwater vanuit het plangebied.
+	In het plangebied is geen sprake van opkomend kwelwater door hogere waterstanden. Ook in de toekomst (2100) verandert de situatie niet van wegzijging naar kwel, de situatie blijft minstens kwel-neutraal. De kans op grondwateroverlast is minder dan in referentiesituatie, ook in 2050.
0/+	Er is minder kans op grondwateroverlast dan in de referentiesituatie. Er is geen sprake van grondwateroverlast in woningen, en ook in de toekomst (2050) is dit niet het geval.
0	Er verandert niks t.o.v. de referentiesituatie.
0/-	Alleen tijdens zeer natte periodes met hoge grondwaterstanden is er sprake van grondwateroverlast in woningen.
-	Tijdens natte periodes is er sprake van grondwateroverlast in woningen door hogere freatische grondwaterstanden. De ontwikkeling leidt tot een beperkte toename van kwel in omliggende gebieden zoals de Vrouwgeestpolder.
--	Er is onder normale omstandigheden sprake van grondwateroverlast in woningen. De ontwikkeling leidt tot een toename van kwel in omliggende gebieden zoals Vrouwgeestpolder.

Tabel 2-6 | *Klassegrenzen criterium Grondwaterkwaliteit*

++	Mogelijk vervuild hemelwater wordt middels bodempassages gezuiverd voordat het terecht komt in het grondwater. Er is sprake van een neerwaartse grondwaterstroming en grondwater wordt gevoed met zoet (hemel)water.
----	--

+	Mogelijk vervuild hemelwater wordt gezuiverd door de diffuse afstroming via de berm naar het grondwater. Er is sprake van een neerwaartse grondwaterstroming en grondwater wordt gevoed met zoet (hemel)water.
0/+	Er is sprake van een neerwaartse grondwaterstroming en grondwater wordt gevoed met zoet (hemel)water.
0	Er verandert niks t.o.v. de referentiesituatie.
0/-	Vervuild hemelwaterinfiltratie zorgt voor een beperkte verslechtering van de (grond)waterkwaliteit.
-	Vervuild hemelwaterinfiltratie zorgt voor een sterke verslechtering van de (grond)waterkwaliteit.
- -	Vervuild hemelwaterinfiltratie zorgt voor een sterke verslechtering van de (grond)waterkwaliteit, bovendien worden er geen voorzieningen getroffen voor zuivering van afstromend hemelwater naar grondwater.

Tabel 2-7 | *Klassegrenzen criterium Bodemkwaliteit*

++	Door saneren worden alle (eventuele) verontreinigingen opgelost. De bodem wordt zo min mogelijk afgedekt, vergraven en niet verontreinigt tijdens de realisatie en gebruik van het plangebied.
+	Door saneren worden (eventuele) verontreinigingen zoveel mogelijk opgelost. De bodem wordt zo min mogelijk afgedekt, vergraven.
0/+	Door saneren worden (eventuele) verontreinigingen zoveel mogelijk opgelost.
0	Het risico op de verspreiding van de aanwezige verontreinigingen wordt niet groter. Bestaande verontreinigingen blijven echter wel aanwezig. Er verandert niks t.o.v. de referentiesituatie.
0/-	Het risico op verspreiding van de aanwezige verontreinigingen wordt groter door het planvoornemen.
-	Het planvoornemen levert een risico op tot nieuwe verontreiniging van de ondergrond. De bodem wordt beperkt vergraven en afgedekt als gevolg van de realisatie van het plangebied.
- -	Het planvoornemen levert een risico op tot nieuwe verontreiniging van de ondergrond. De bodem wordt veel vergraven en afgedekt als gevolg van de realisatie van het plangebied.

Tabel 2-8 | *Klassegrenzen criterium Bodemdaling door veenoxidatie*

++	Er is sprake van veenaangroei in het plangebied.
+	Door de planontwikkeling neemt de kans op veenoxidatie sterk af.
0/+	Door de planontwikkeling neemt de kans op veenoxidatie in het plangebied af.
0	Er verandert niks t.o.v. de referentiesituatie.
0/-	Door de planontwikkeling neemt de kans op veenoxidatie binnen het plangebied enigszins toe.
-	Door de planontwikkeling neemt de kans op veenoxidatie binnen en rond het plangebied toe.
- -	Er vindt grootschalige veenoxidatie plaats als gevolg van het planvoornemen.

Tabel 2-9 | *Klassegrenzen criterium Bodemdaling door bouwrijp maken stedelijk gebied*

++	Het gehele plangebied wordt zo gerealiseerd dat er geen schade of overlast van bodemdaling door zetting wordt ervaren. Er is geen effect van de ontwikkeling op bestaande bebouwing. Er wordt een zeer strenge restzettingseis gehanteerd.
+	Bebouwing, tuinen en infrastructuur worden zo gerealiseerd dat er geen schade of overlast van bodemdaling door zetting hieraan wordt ervaren. Er wordt een strenge restzettingseis gehanteerd.
0/+	Bebouwing en infrastructuur wordt zo gerealiseerd dat er geen schade of overlast van bodemdaling door zetting hieraan wordt ervaren.
0	Er verandert niks t.o.v. de referentiesituatie.
0/-	In het bebouwde gebied wordt enige overlast en schade ervaren aan bebouwing en/of infrastructuur als gevolg van bodemdaling door zetting.
-	In het gehele bebouwde gebied wordt veel overlast en schade ervaren aan infrastructuur en bebouwing als gevolg van bodemdaling door zetting.

- -	Er is in de realisatie geen rekening gehouden met bodemdaling waardoor extreem veel schade en overlast wordt ervaren als gevolg van bodemdaling door zetting.
-----	---

Tabel 2-10 | Klassegrenzen criterium Hittestress

++	Het plangebied is bestand tegen hitte, ook in 2100. Er worden maximale maatregelen getroffen om hittestress te voorkomen, bijvoorbeeld het gebruik van hitte-werende materialen in gebouwen en de openbare ruimte. In de ruimtelijke ordening wordt rekening met het voorkomen van hitte-stress (wind- en schaduw bevorderend). Met groen-blauwe structuren wordt hittestress voorkomen en bij de inrichting van groen en natuur wordt hittebestendige vegetatie gekozen.
+	Het plangebied is redelijk bestand tegen hitte bij huidig klimaat. Er worden een aantal maatregelen getroffen om hittestress te voorkomen, zoals het gebruik van hitte-werende materialen in gebouwen of de openbare ruimte. Met groen-blauwe structuren in het stedelijk gebied wordt hittestress voorkomen.
0/+	Er wordt in de planvorming rekening gehouden met hittestress, er worden een aantal maatregelen genomen om hittestress te voorkomen zoals het gebruik van hitte-werende materialen of hittebestendige vegetatie.
0	Er verandert niks t.o.v. de referentiesituatie.
0/-	In het plangebied worden geen maatregelen getroffen om hittestress te voorkomen.
-	In het plangebied worden geen maatregelen getroffen om hittestress te verminderen. Door een functieverandering neemt het risico op hittestress toe.
- -	In het plangebied worden geen maatregelen getroffen om hittestress te verminderen. Door een functieverandering neemt het risico op hittestress sterk toe. Gekozen materialen en ruimtelijke inrichting in stedelijk gebied en vegetatie in natuur en agrarisch gebied zijn niet hittebestendig.

Tabel 2-11 | Klassegrenzen criterium Droogte

++	Het plangebied is bestand tegen droogte, ook in 2100. Het plangebied is grotendeels zelfvoorzienend (minimaal afhankelijk van inlaatwater tijdens droge periodes). In de inrichting van het gebied worden verregaande maatregelen getroffen om de watervraag te verminderen en om het beschikbare water te bufferen voor droge periodes.
+	Het plangebied is bestand tegen droogte. Het plangebied is redelijk zelfvoorzienend (deels afhankelijk van inlaatwater tijdens droge periodes). In de inrichting van het gebied worden enkele maatregelen getroffen om de watervraag te verminderen en om het beschikbare water te bufferen.
0/+	In de inrichting van het gebied worden enkele maatregelen getroffen om het beschikbare water te bufferen voor droge periodes.
0	Er verandert niks t.o.v. de referentiesituatie
0/-	In de planvorming wordt weinig rekening gehouden met droogte, waardoor er een lichte toename is in het gebruik van inlaatwater.
-	In het plangebied worden geen extra maatregelen getroffen om de gevolgen van droogte te verminderen. Het plangebied is meer afhankelijk van het inlaatwater dan in de referentiesituatie.
- -	In het plangebied worden geen extra maatregelen getroffen om de gevolgen van droogte te verminderen. Door het planvoornemen heeft het gebied veel meer inlaatwater nodig heeft dan in de referentiesituatie.

Tabel 2-12 | Klassegrenzen criterium Wateroverlast

++	In het plangebied is voldoende waterberging om een 'Limburgbui' op te vangen ook bij het klimaat van 2100, zonder dat er wateroverlast ontstaat aan woningen en vitale en kwetsbare infrastructuur (maximale peilstijging van 50 cm). Het plangebied is aanpasbaar ingericht zodat in de toekomst de nodige ontwikkelingen mogelijk blijven om de gevolgen van klimaatverandering op te vangen.
+	In het plangebied is voldoende waterberging om een bui van 120 mm in 24 uur op te vangen (maximale peilstijging van 50 cm). Ook in de toekomst is het plangebied berekend op de gevolgen van klimaatverandering, in ieder geval tot 2050.
0/+	In het plangebied is voldoende waterberging om een bui van 90 mm in 24 uur op te vangen (maximale peilstijging van 50 cm).

0	Het risico op wateroverlast verandert niet t.o.v. de referentiesituatie
0/-	De waterberging in het plangebied blijft gelijk aan de referentiesituatie (bergingscapaciteit van 49 mm, zie hoofdstuk 3.1.2). Door een verandering in functie neemt het risico op wateroverlast toe.
-	De waterberging in het plangebied neemt af ten opzichte van de referentiesituatie (bergingscapaciteit van 49 mm). Door een verandering in functie neemt het risico op wateroverlast toe. Er ontstaat schade aan woningen.
- -	De waterberging in het plangebied neemt sterk af ten opzichte van de referentiesituatie (bergingscapaciteit van 49 mm). Door een verandering in functie neemt het risico op wateroverlast sterk toe. Er ontstaat schade aan woningen en vitale en kwetsbare infrastructuur.

Tabel 2-13 | Klassegrenzen criterium Hoogwaterveiligheid

++	Het plangebied is klimaatrobust tot 2100. Bij standaard bouwwijzen hebben woningen tenminste een droge verdieping in geval van een overstroming of er wordt aangepast gebouwd, bijvoorbeeld drijvend. Er worden verhogingen aangebracht in het landschap voor evacuatie. Er wordt ruimte gelaten voor toekomstige dijkversterkingen. Kwetsbare objecten, bebouwing en vitale infrastructuur zijn beschermd in geval van overstroming.
+	Het plangebied is klimaatrobust tot 2100 bij extreme scenario's. In geval van een overstroming zijn er evacuatiemogelijkheden. Er is rekening gehouden in de ruimtelijke planning met een mogelijke dijkversterking in de toekomst.
0/+	Het plangebied is klimaatrobust tot 2050 bij extreme scenario's. In geval van een noodsituatie zijn er enkele evacuatiemogelijkheden via de centrale wegen.
0	Geen wijzigingen t.o.v. referentiesituatie.
0/-	Het plangebied is beperkt ingericht om gevolgen van overstromingen te beperken. Er zijn geen goede evacuatiemogelijkheden.
-	In geval van een noodsituatie zijn er geen goede evacuatiemogelijkheden en de schade aan kwetsbare objecten en vitale infrastructuur is aanzienlijk.
- -	In geval van een noodsituatie zijn er geen evacuatiemogelijkheden. Kwetsbare objecten en vitale infrastructuur zijn op geen enkele manier beschermd van overstromingen.

2.4 Aannames en uitgangspunten

Er zijn geen relevante aannames of uitgangspunten, anders dan beschreven in hoofdstuk 3 en 4.

3.1 Huidige situatie

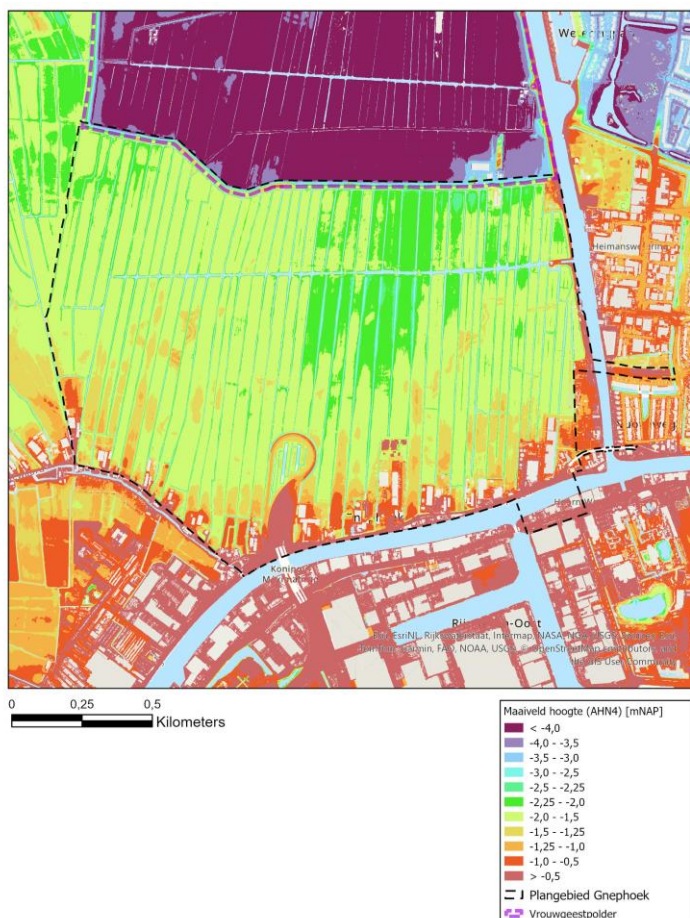
In de MER-systematiek is het belangrijk om de zogenoemde referentiesituatie te bepalen. Dit is de situatie waarmee de milieueffecten van het planvoornemen en de alternatieven worden vergeleken. De referentiesituatie bestaat uit de huidige situatie en autonome ontwikkelingen. Autonome ontwikkelingen zijn ontwikkelingen die zich ook voordoen als het planvoornemen niet wordt uitgevoerd. Omdat het streven is de gehele gebiedsontwikkeling in 2040 gereed te hebben, wordt gekeken naar autonome ontwikkelingen tot 2040.

Belangrijk bij de referentiesituatie is dat het om de situatie gaat die ontstaat als het plan voor de Gnephoek niet doorgaat. Dus hoe ontwikkelt het gebied zich autonoom, zonder dat er woningbouw en natuurontwikkeling wordt gerealiseerd. Dat betekent dat sommige situaties of ontwikkelingen die in de referentiesituatie worden beschreven niet overeenkomen met hetgeen is afgesproken in het Contourenplan en de bestuursovereenkomst Ontwikkeling Gnephoek.

3.1.1 Inleidende gebiedsbeschrijving

Maaiveld

De maaiveldhoogte in het plangebied ligt tussen NAP -0,5 m in het zuiden tegen de dijk en NAP - 2,5 m in het noorden (Figuur 3-1). Het maaiveld loopt af vanaf het zuiden richting het noorden. Het maaiveld in de Vrouwgeestpolder, ten noorden van het plangebied, ligt aanzienlijk lager, rond NAP -4,0 m. De regionale keringen (zuid- en oostgrens van het plangebied) hebben een kruinhoogte van NAP -0.10 m.



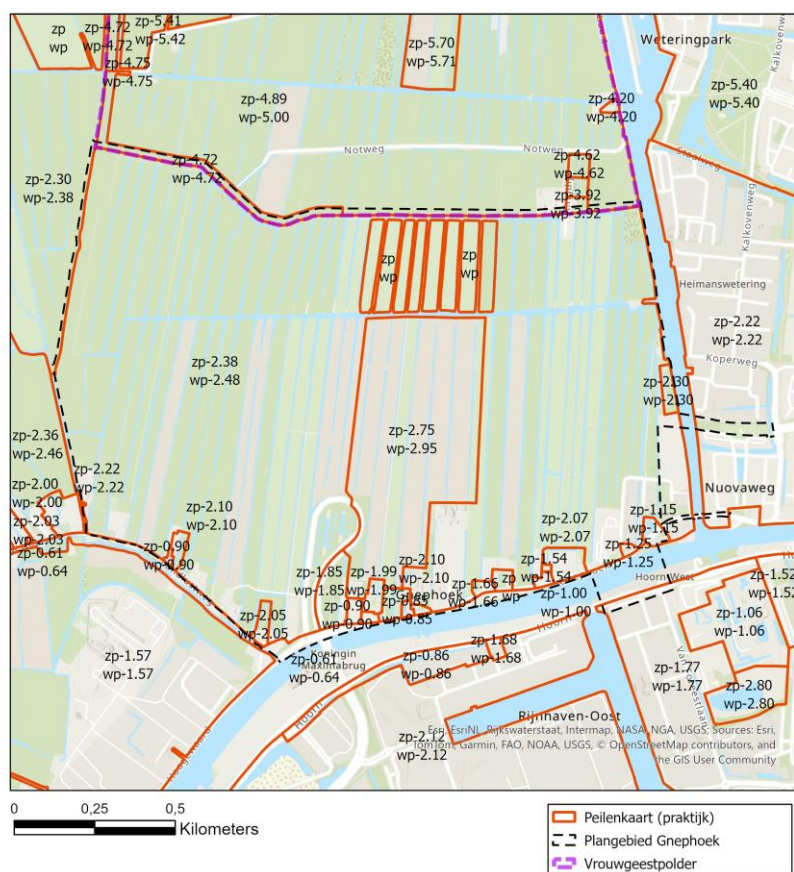
Figuur 3-1 - Maaiveldhoogte in en rond het plangebied in meters ten opzichte van het NAP (bron: AHN4)

Peilbeheer

De Gnephoekpolder bestaat uit het hoofdpeilgebied, een vakbemaling in het midden van de polder en een aantal hoogwatervoorzieningen langs de Oude Rijn en Heimanswetering (Figuur 3-2). Het hoofdpeilgebied in de polder heeft een zomerpeil van NAP -2,38 m en een winterpeil van NAP -2,48 m. De vakbemaling heeft een lager peil dat sterker fluctueert: NAP -2,95 in de winter en NAP -2,75 m in de zomer.

In het noorden van de polder bevindt zich een gebied met bemalen drainage, hier wordt de grondwaterstand actief gestuurd.

Het watersysteem van de Gnephoekpolder wordt op peil gehouden via inlaten vanuit de boezem: via inlaten vanuit de Oude Rijn en Heimanswetering. De afwatering is richting het noorden en wordt via poldergemaal Gnephoek naar de Heimanswetering afgevoerd. Vanuit de Gnephoekpolder wordt een deel van het water via twee inlaten naar de Vrouwgeestpolder geleid.



Figuur 3-2 - Peilgebieden in en rond de Gnephoekpolder (Hoogheemraadschap van Rijnland, 2024)

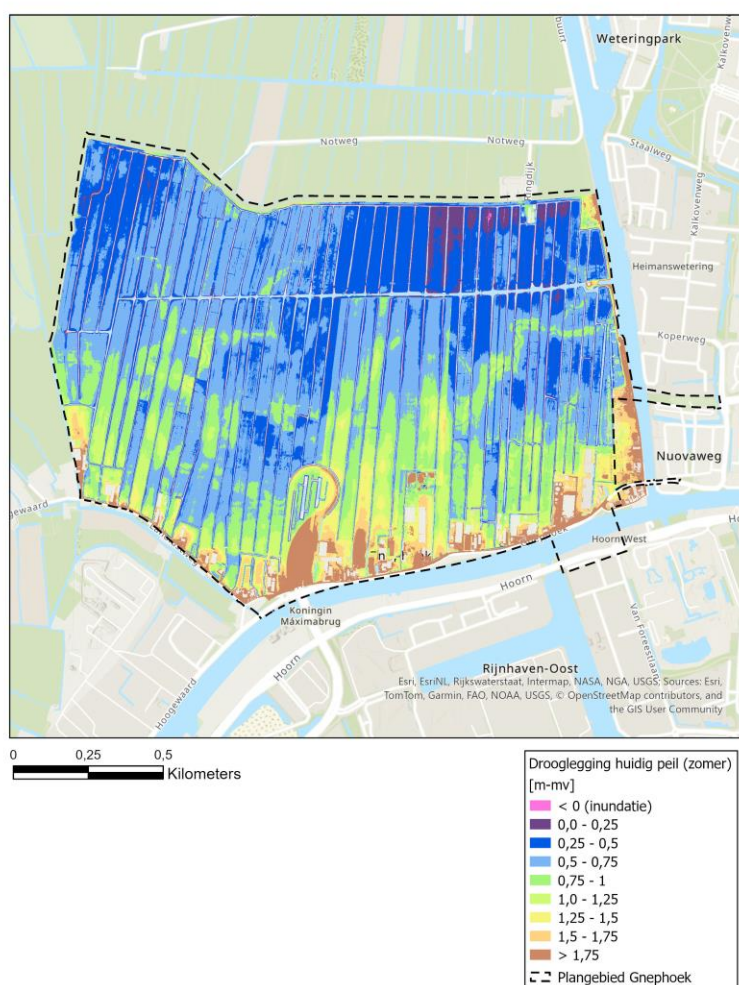
De hoogwatervoorzieningen in het zuiden en oosten van de Gnephoekpolder worden door particulieren gehandhaafd met stuwen en inlaten. Deze hoogwatervoorzieningen dienen om de funderingen van bestaande bebouwing te beschermen. Het peil verschilt per locatie maar ligt tussen dat van de boezem en de polder.

Ten noorden van de Gnephoek ligt de Vrouwgeestpolder. De Vrouwgeestpolder is een oude droogmakerij en ligt hierom aanzienlijk dieper dan de Gnephoekpolder. Het peil ligt hier op NAP -4,89 m in de zomer en NAP -5,0 m in de winter. De Vrouwgeestpolder voert af via een gemaal naar de Heimanswetering.

Drooglegging

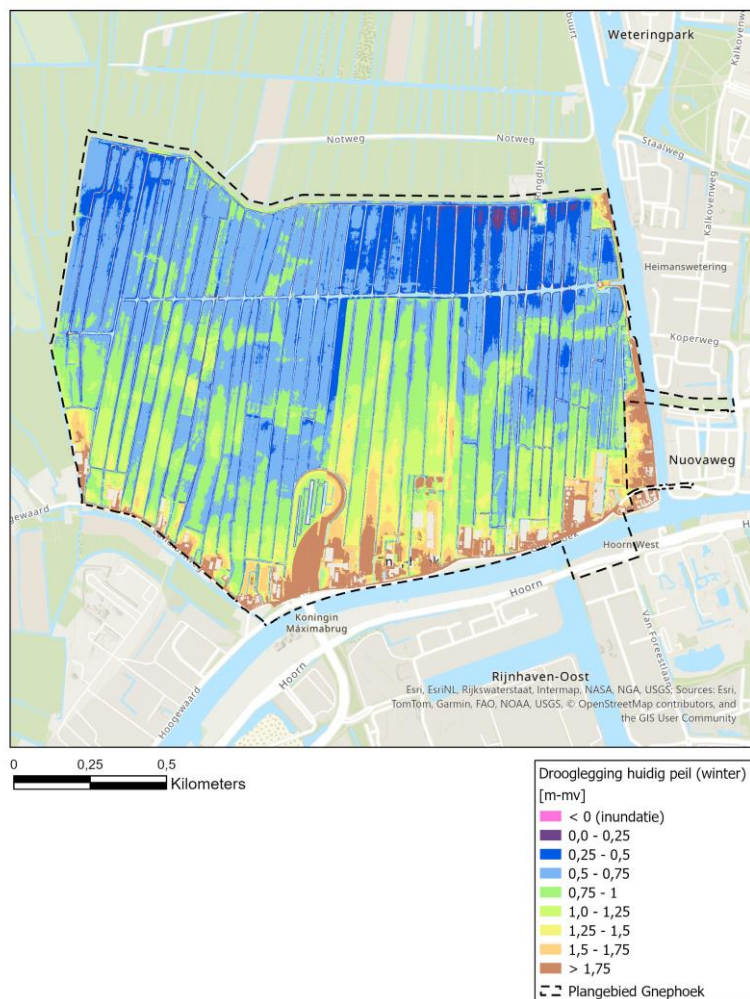
De drooglegging is het verschil tussen oppervlaktewaterpeil en maaiveldhoogte. In de huidige situatie varieert de drooglegging in de Gnephoekpolder in de zomer tussen ongeveer 0,25 m in het noorden en rond 1,0 meter in het zuiden (Figuur 3-3). In het noordoosten zit een hoek waar de drooglegging zelfs nog kleiner is, tussen 0,0 en 0,25 m. Dit betekent dat water hier bijna op maaiveld staat in de zomer. In het zuiden is de drooglegging veel groter, wat past bij de lokale functie van bebouwing.

De droogleggingskaart in Figuur 3-3 is gebaseerd op het vastgestelde zomerpeil van NAP -2,38 m in het hoofdpeilgebied en NAP -2,75 m in de vakkbemaling, dat aan het einde van de zomer wordt gehanteerd. De peilafwijkingen in de hoogwatervoorzieningen zijn niet meegenomen in het berekenen van de drooglegging omdat deze niet officieel zijn vastgesteld.



Figuur 3-3 - Drooglegging Gnephoekpolder bij zomerpeil in de huidige situatie.

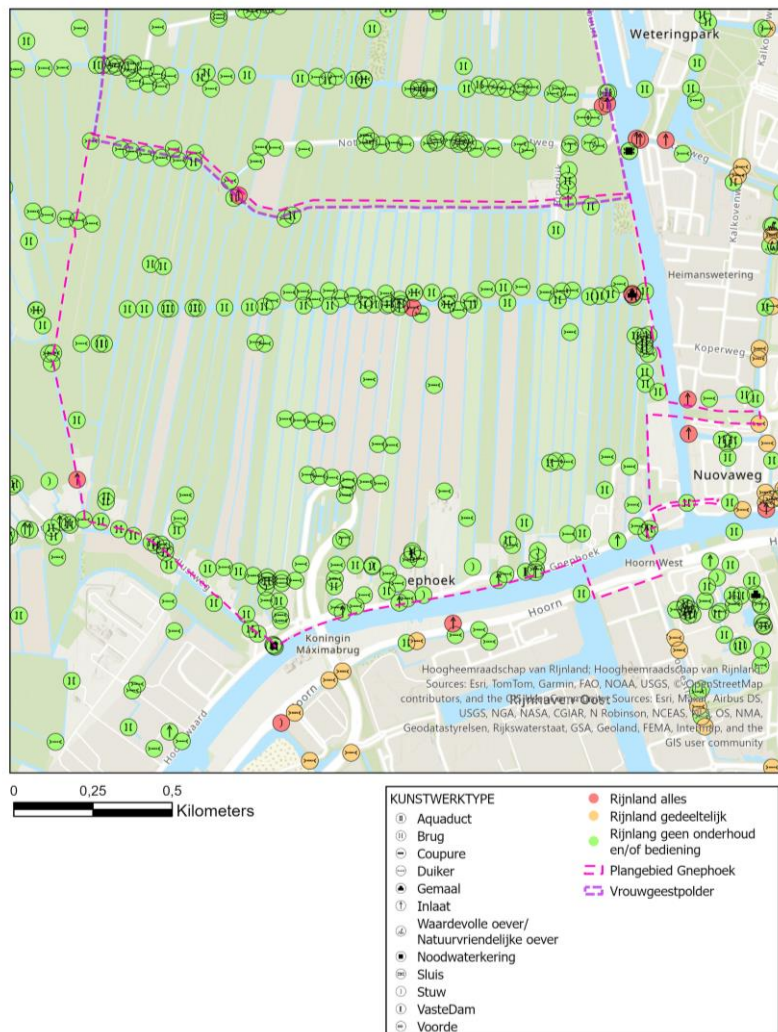
In de winter varieert de drooglegging in de Gnephoekpolder rond 0,25 - 0,5 m in het noorden en rond 1,0 – 1,25 meter in het zuiden (Figuur 3-4). Dit is gebaseerd op het vastgestelde winterpeil van NAP -2,48 m in het hoofdpeilgebied en NAP -2,95 m in de vakkbemaling, dat aan het einde van de winter wordt gehanteerd.



Figuur 3-4 - Drooglegging Gnephoekpolder bij winterpeil in de huidige situatie

Kunstwerken

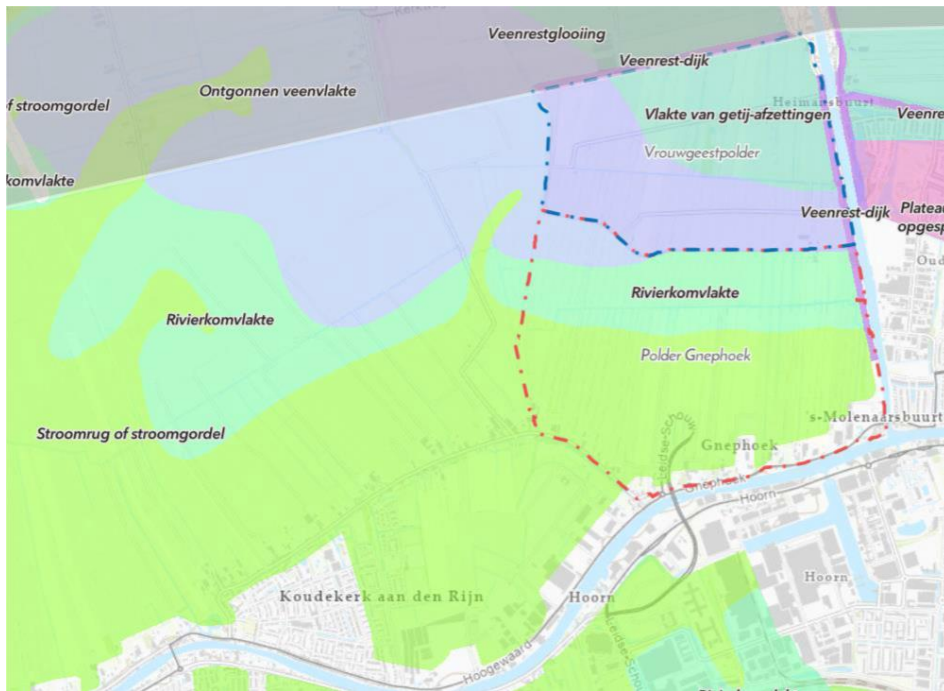
De Gnephoekpolder en Vrouwgeestpolder wateren beiden af op de boezem middels poldergemalen, welke in beheer zijn van Hoogheemraadschap Rijnland. Langs de Oude Rijn zijn een aantal stuwen aanwezig ten behoeve van de hoogwatervoorzieningen. In de rest van de polder zijn een aantal stuwen en duikers aanwezig (Figuur 3-5). Naast de poldergemalen beheert het Hoogheemraadschap de hoofdinlaat en de hoofdwatergangen en de westelijke inlaat tussen de twee polders. De oostelijke inlaat naar de Vrouwgeestpolder en de overige kunstwerken zijn in het beheer van vergunninghouders.



Figuur 3-5 - Kunstwerken Plangebied Gnephoekpolder

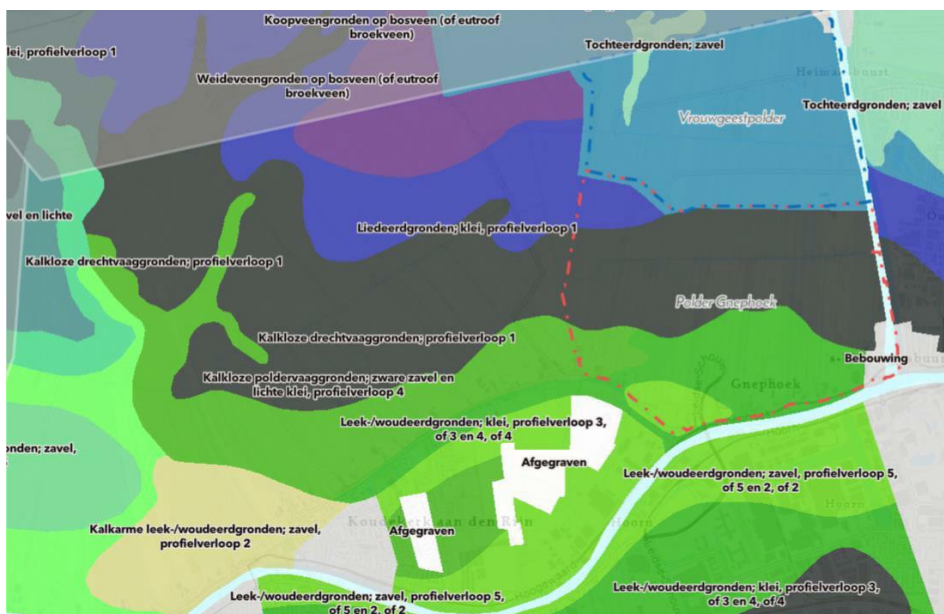
Bodemopbouw

Het zuidelijk deel van het plangebied ligt ter plaatse van een stroomrug en het noordelijk deel ter plaatse van een rivierkomvlakte die is gevormd door de Oude Rijn (Figuur 3-6). De stroomrug heeft in het algemeen de meeste draagkracht en ligt hoger dan de rivierkomvlakte (Figuur 3-1).



Figuur 3-6 - Geomorfologische kaart Gnephoekpolder (bron: Wageningen Environmental Research, 2023)

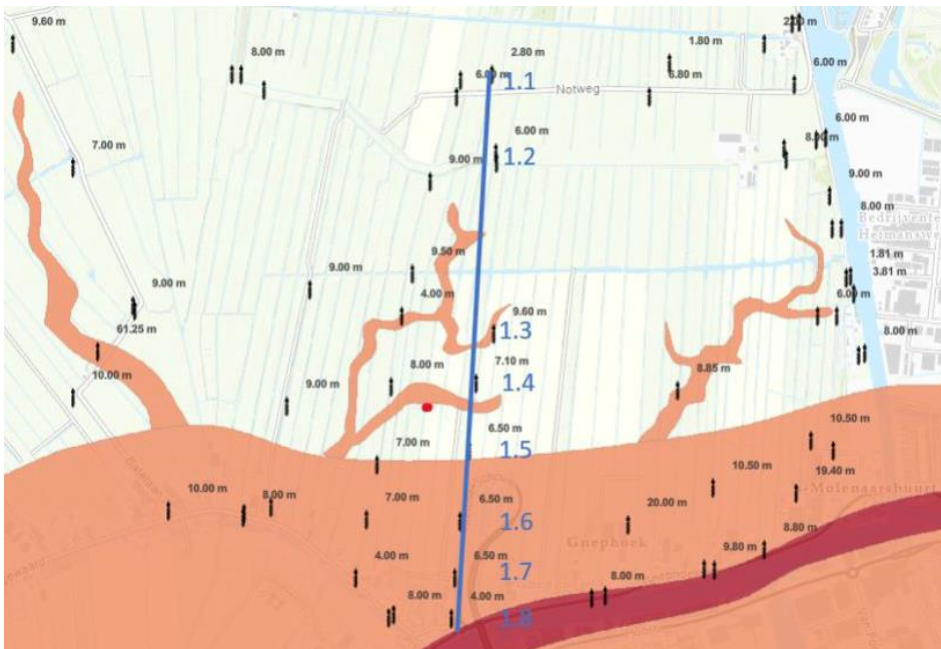
De bovenste laag van de ondiepe bodem in de Gnephoekpolder bestaat uit klei en zavel (Figuur 3-7). Dit zijn over het algemeen slecht doorlatende lagen met veel organische resten. Een uitgebreidere beschrijving van de bodemlagen in het gebied staat in Deelrapport Bodem Water en Klimaat van het Contourenplan (2023).



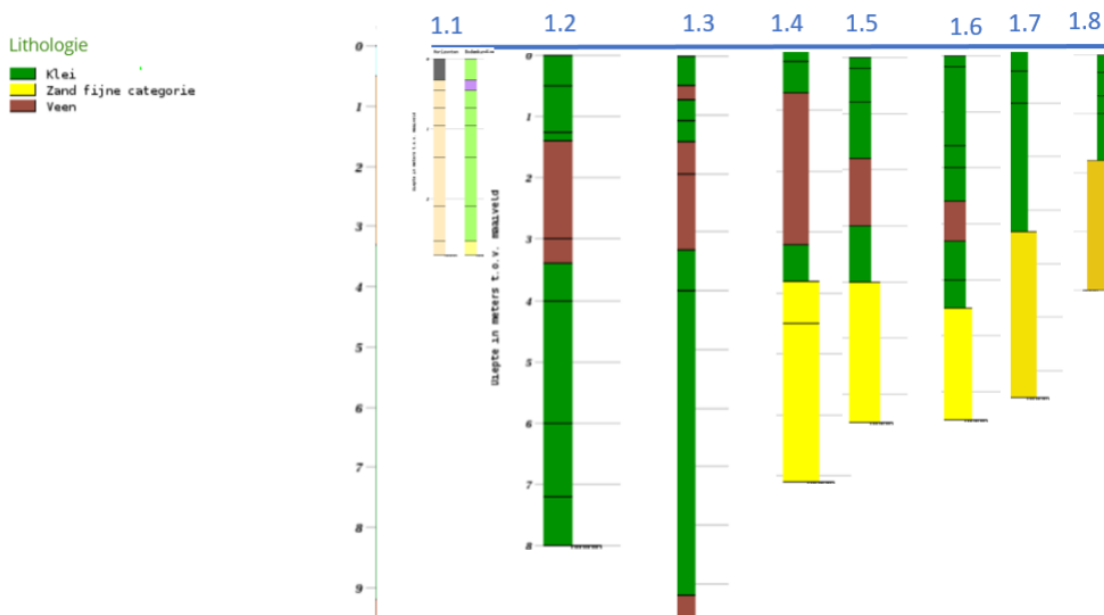
Figuur 3-7 - Bodemsoorten in de bovenste laag van de ondiepe ondergrond in de Gnephoekpolder (Wageningen Environmental Research, 2023)

Bodemprofielen uit het DINOloket in twee doorsneden van het plangebied (Figuur 3-8 & Figuur 3-10) laten zien dat de ondiepe ondergrond voornamelijk uit klei en veenlagen bestaat. De

meeste westelijke doorsnede laat zien dat de bovenste laag uit klei bestaat met hieronder veenlagen (Figuur 3-8 & Figuur 3-9). In de noordelijke profielen zit een veenlaag op ongeveer 2 meter onder maaiveld. Richting het zuiden, vooral langs de Oude Rijn, is deze veenlaag niet aanwezig en bestaat de diepere lagen uit zand. Vanaf het zuiden tot ongeveer het midden van de raai zit onder het klei en veen een zandlaag, beginnend op ongeveer 4 tot 5 meter onder maaiveld. In het noorden van het plangebied is deze zandlaag niet aanwezig.



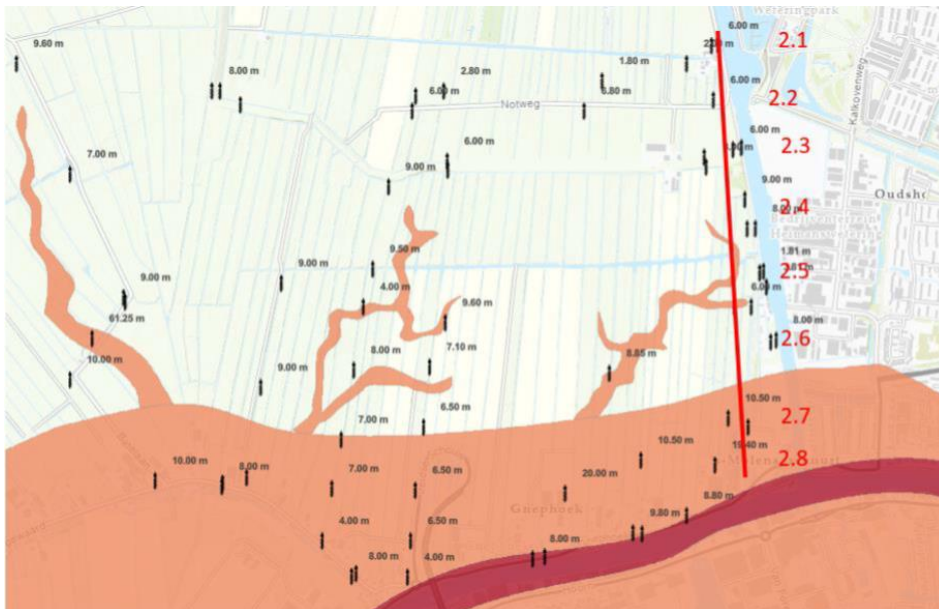
Figuur 3-8 - Dwarsdoorsnede bodemprofielen 1.1 t/m 1.8



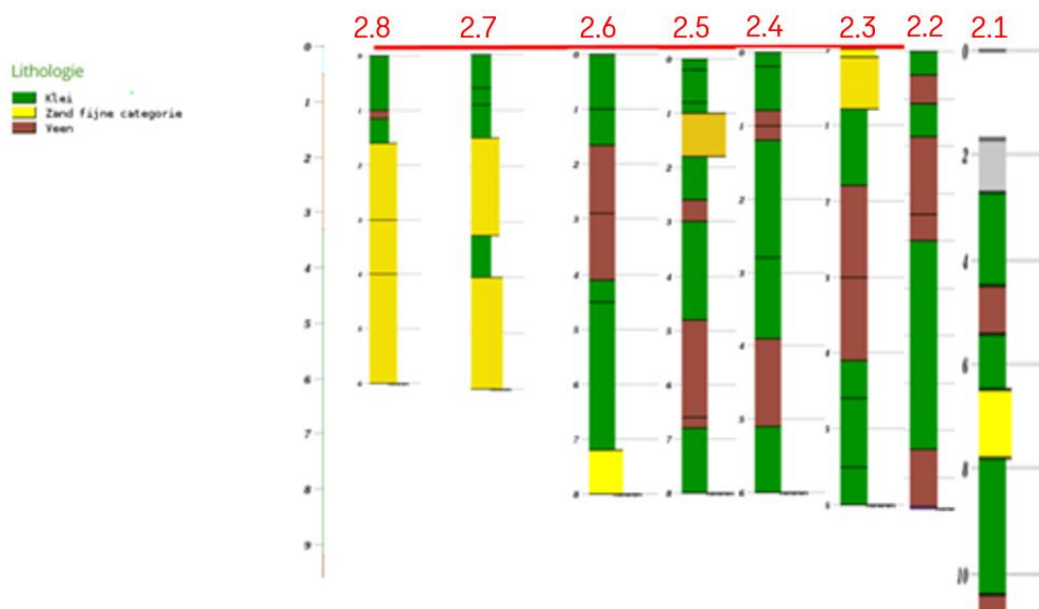
Figuur 3-9 - Gegevens bodemopbouw profiel 1.1 t/m 1.8 ((DINOLOKET.nl, 2024)

De tweede doorsnede is langs de oostzijde van het plangebied genomen, parallel aan de Heijmanswetering (Figuur 3-10 & Figuur 3-11). De profielen laten zien dat de bodem meer

gemixt is aan de oostzijde dan in het midden van het plangebied. De lagen van veen en klei volgen elkaar sneller op en de zandlaag met dekzand ligt dichtër aan het oppervlak. In de zuidoosthoek van het plangebied ligt de zandlaag maar 1,5 meter onder maaiveld, mogelijk als gevolg van de oude stroomrug hier. Naar het noorden is deze zandlaag niet of nauwelijks aanwezig.



Figuur 3-10 - Dwarsdoorsnede bodemprofielen 2.1 t/m 2.8



Figuur 3-11 - Gegevens bodemopbouw profiel 2.1 t/m 2.8 (DINOLOKET.nl, 2024)

Landgebruik

In de huidige situatie bestaat het landgebruik in de Gnephhoekpolder voornamelijk uit landbouw (Figuur 3-12). De agrarische percelen zijn voornamelijk begroeid met gras en mais. In het zuiden en oosten, langs de dijken, zitten percelen die zijn aangemerkt als industrie/bedrijventerrein met hiertussen een aantal woningen.



Figuur 3-12: Landgebruik in de huidige situatie in de Gnephhoekpolder (Alphen aan den Rijn, 2024)

3.1.2 Oppervlaktewaterkwantiteit

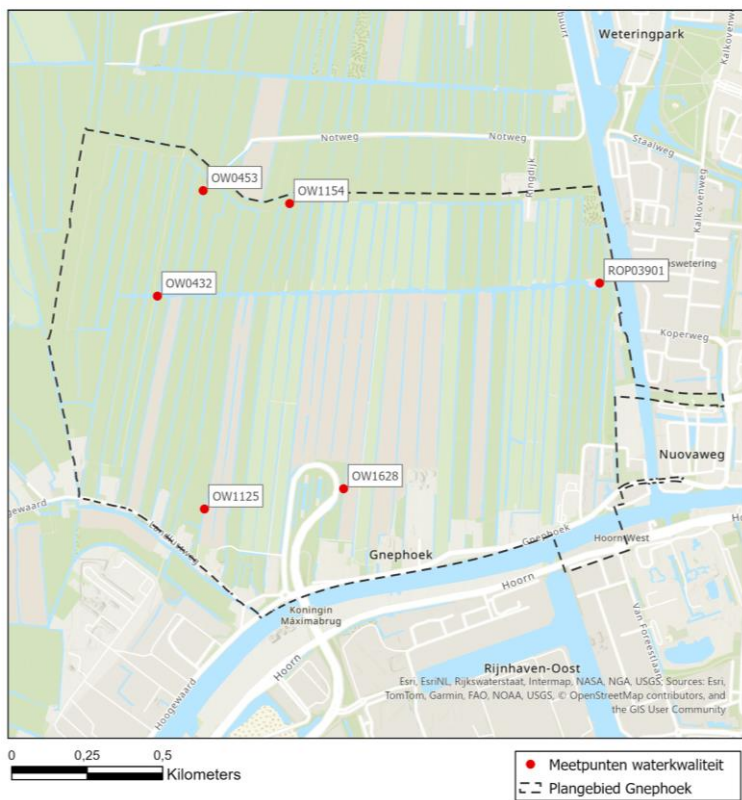
Het plangebied omvat de Gnephhoekpolder. Ten noorden van het plangebied ligt de Vrouwgeestpolder. De polders vormen twee aparte hydrologische systemen die middels inlaten naar de Vrouwgeestpolder met elkaar verbonden zijn.

Het plangebied grenst in het oosten aan de Heimanswetering en in het zuiden aan de Oude Rijn en Lutke Rijn. Deze waterlichamen horen bij het boezemsysteem van Hoogheemraadschap Rijnland. De boezem heeft hier een Zomerpeil van NAP -0,61 m en winterpeil NAP -0,64 m. Vanaf de boezem wordt water zowel aan- als afgevoerd naar de twee polders.

Het percentage open water in de Gnephhoekpolder is momenteel 7% van het totale oppervlak van het gebied. Het maximale peil dat kan optreden zonder inundatie is naar schatting 30 cm hoger dan het zomerpeil. Met deze oppervlaktes en peilstijging kan ongeveer 21 mm ($0,07 \cdot 0,3$ m) water worden geborgen.

3.1.3 Oppervlaktewaterkwaliteit

In de Gnephhoekpolder zijn verschillende metingen verricht om de kwaliteit van het oppervlaktewater te bepalen. De bruikbare meetpunten zijn weergegeven op onderstaande kaart. De tabellen tonen het zomergemiddelde van het betreffende jaar, gebaseerd op één meetpunt per maand in de periode van april/mei tot en met augustus/september. De beoordeling van de waterkwaliteit is uitgevoerd op basis van de KRW-grenswaarden.



Figuur 3-13: Bruikbare meetpunten van oppervlaktewaterkwaliteit.

Tabel 3-1: Stikstof-totaal (N-tot) zomergemiddelde per meetpunt.

Meetpunt	Jaar	Stikstof-totaal zomergemiddelde (mg/l)	Beoordeling
OW0453	2018	3,75	Matig
OW0432	2018	2,06	Goed
OW1154	2021	2,4	Goed/matig
OW1125	2021	3,0	Matig
OW1628	2024	5,3	Ontoereikend
ROP03901	2003	1,97	Goed

Tabel 3-2: Fosfor-totaal (P-tot) zomergemiddelde per meetpunt.

Meetpunt	Jaar	Fosfor-totaal zomergemiddelde (mg/l)	Beoordeling
OW0453	2018	0,65	Ontoereikend
OW0432	2018	0,23	Matig
OW1154	2021	0,29	Matig
OW1125	2021	0,32	Matig
OW1628	2024	1,12	Slecht
ROP03901	2003	0,49	Ontoereikend

Zoals te zien, scoren de meetpunten slechter op fosfor, met een beoordeling van matig tot slecht, dan op stikstof, met scores van goed tot ontoereikend.

Voor meetpunt ROP03901 zijn ook chloride meetgegevens beschikbaar tot 2003. Het gemiddelde van augustus 2001 tot eind 2003 geeft een waarde van 118 mg/l. Er was in die periode dus geen sprake van verzilting.

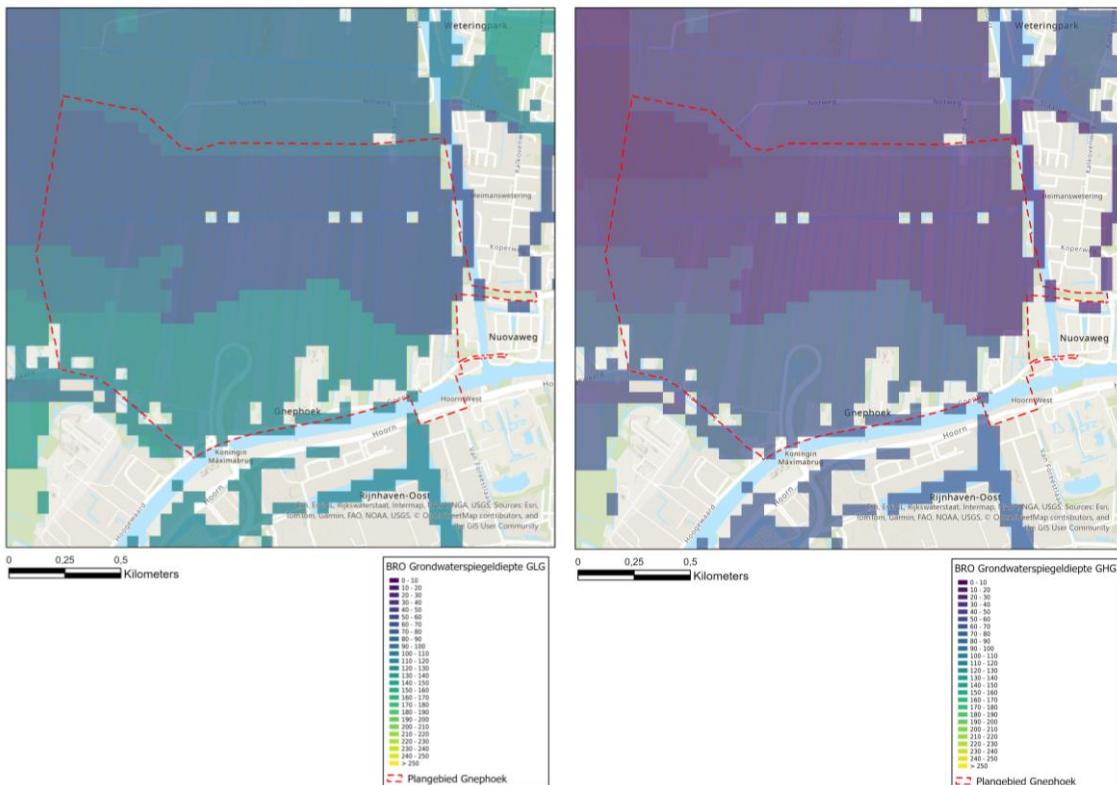
In de huidige situatie wordt water ingelaten vanuit de Oude Rijn om het plangebied en de hoogwatervoorzieningen op peil te houden. De Oude Rijn en de Heimanswetering zijn onderdeel van het KRW-waterlichaam 'Oude Rijnsysteem', KRW-type M7b. Bij de meest recente toetsing scoorde dit KRW-lichaam 'goed' of 'matig' voor de meeste ecologische parameters (Hoogheemraadschap Rijnland, 2024). De chemische waterkwaliteit voldoet echter niet aan de chemische parameters. Aangezien Gnephoekpolder op peil wordt gehouden met water uit de boezem, heeft dit invloed op de waterkwaliteit in de polder.

Binnen de Gnephoekpolder zijn op dit moment geen Natuurvriendelijke Oevers (NVO's) aanwezig. Het gebied bestaat echter bijna volledig uit zachte land-waterovergangen, wat mooie kansen biedt voor ecologie.

3.1.4 Grondwaterkwantiteit

De stijghoogte in het eerste watervoerend pakket in de Gnephoekpolder is enkele decimeters lager dan het lokale polderpeil. In het DINOloket (2024) is data van één peilbuis beschikbaar, met gegevens van 1968 – 1973. De gemiddelde grondwaterstand over deze periode was NAP - 3,44 m. Deze gegevens zijn te oud om definitieve conclusies uit te trekken maar geven een indicatie van de grondwaterstand. Deze grondwaterstand is lager dan het huidige oppervlaktewaterpeil in het gebied van NAP -2,38/-2,48 m zomerpeil/winterpeil. De Gnephoekpolder is daarmee een gebied met lichte wegzijging, een deel van de neerslag kan hier infiltreren.

Voor een uitgebreidere indicatie kan ook naar de grondwatertrappen uit het Model Grondwaterspiegeldiepte (BRO | Basisregistratieondergrond, 2020) in het plangebied worden gekeken. De zuidelijke helft van het plangebied wordt geclassificeerd als IVu, met een bijbehorende GHG van 40-80 cm onder maaiveld (o.m.) (Figuur 15) en GLG van 80-120 cm onder maaiveld (Figuur 14). De noordelijke helft, die overgaat in de Vrouwgeestpolder, wordt geclassificeerd als IIb, met een GLG van 25-40 cm o.m. en GHG van 50-80 cm o.m. De Vrouwgeestpolder kent klasse IIIb, met een GLG van 25-40 cm o.m. en een GHG van 80-120 cm o.m. Dit suggereert hogere grondwaterstanden in het noordelijke deel van het plangebied en in de Vrouwgeestpolder.



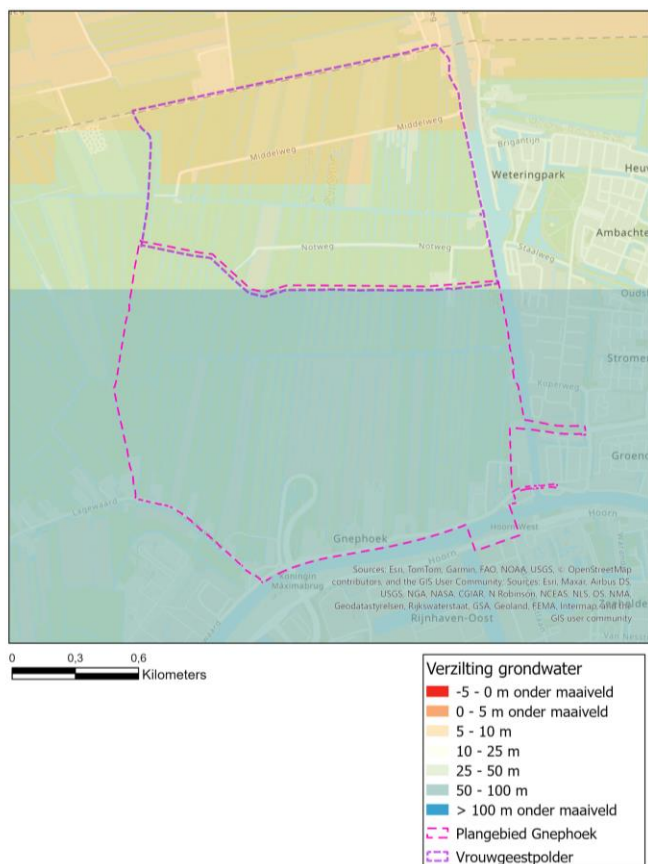
Figuur 3-14: GLG, Model Grondwaterspiegeldiepte (cm o.m.) Figuur 15: GHG, Model Grondwaterspiegeldiepte (cm o.m.)

Echter, deze data kunnen niet worden geverifieerd vanwege het gebrek aan peilbuizen in het gebied. Er zijn daarom meer metingen nodig om een betrouwbare indicatie te krijgen van de grondwaterstanden in het plangebied. Met de bovengenoemde gegevens is slechts een globaal beeld geschetst.

3.1.5 Grondwaterkwaliteit

In Figuur 3-15 is de diepte van het zoet-zout grensvlak in de Gnephoekpolder weergegeven. De kaart toont dat voor de Gnephoekpolder de overgang erg diep (tussen de 50 en 100 meter) ligt, waardoor het ondiepe grondwater (eerste watervoerend pakket) niet brak zal zijn.

Het grensvlak in de Vrouwgeestpolder ligt ondieper dan in de Gnephoekpolder (Figuur 3-13). In de Vrouwgeestpolder is er sprake van opkomende kwel, dat licht brak is voor de verzilting in het grondwater (Gemeente Alphen aan den Rijn, 2023).

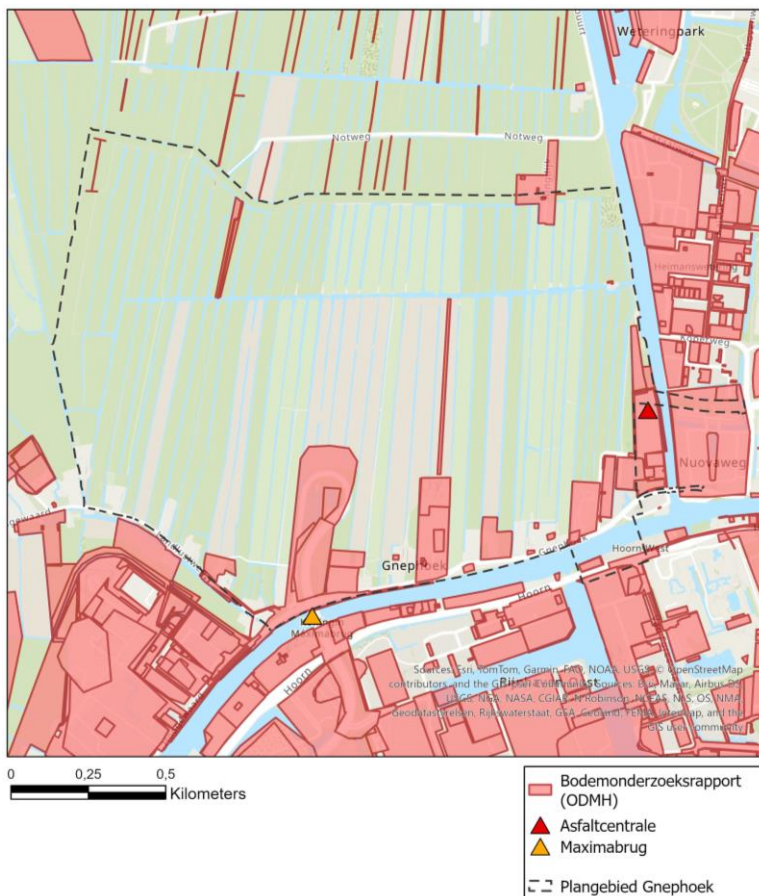


Figuur 3-15: Verziltig grondwater, diepte van zoet-zout grensvlak (1000 mg/l chloride) (Atlas Natuurlijk Kapitaal, 2024)

In de Gnephoekpolder is er wel kans op aanwezigheid van nutriënten uit de landbouw die door wegzijging in het grondwater terecht zijn gekomen. Verder is weinig bekend over de waterkwaliteit in de huidige situatie.

3.1.6 Bodemkwaliteit

De tot nu toe uitgevoerde milieukundige bodemonderzoeken binnen het gebied van de Gnephoekpolder zijn beperkt. Dit komt waarschijnlijk doordat de functie in het gebied over de afgelopen eeuwen nauwelijks is veranderd. In Figuur 3-16 staat een overzicht van de bodemonderzoeken van de Omgevingsdienst Midden Holland (ODMH) (2024). Langs de zuid- en oostkant van het plangebied, dus langs de dijken van de boezem, zijn veel bodemonderzoeken uitgevoerd maar midden in het plangebied niet. De onderzoeken midden in het gebied die zijn uitgevoerd hebben te maken met het (ver)graven of dempen van lokale watergangen.



Figuur 3-16 - Geregistreerde bodemonderzoeken bij de Omgevingsdienst Midden Holland (2024).

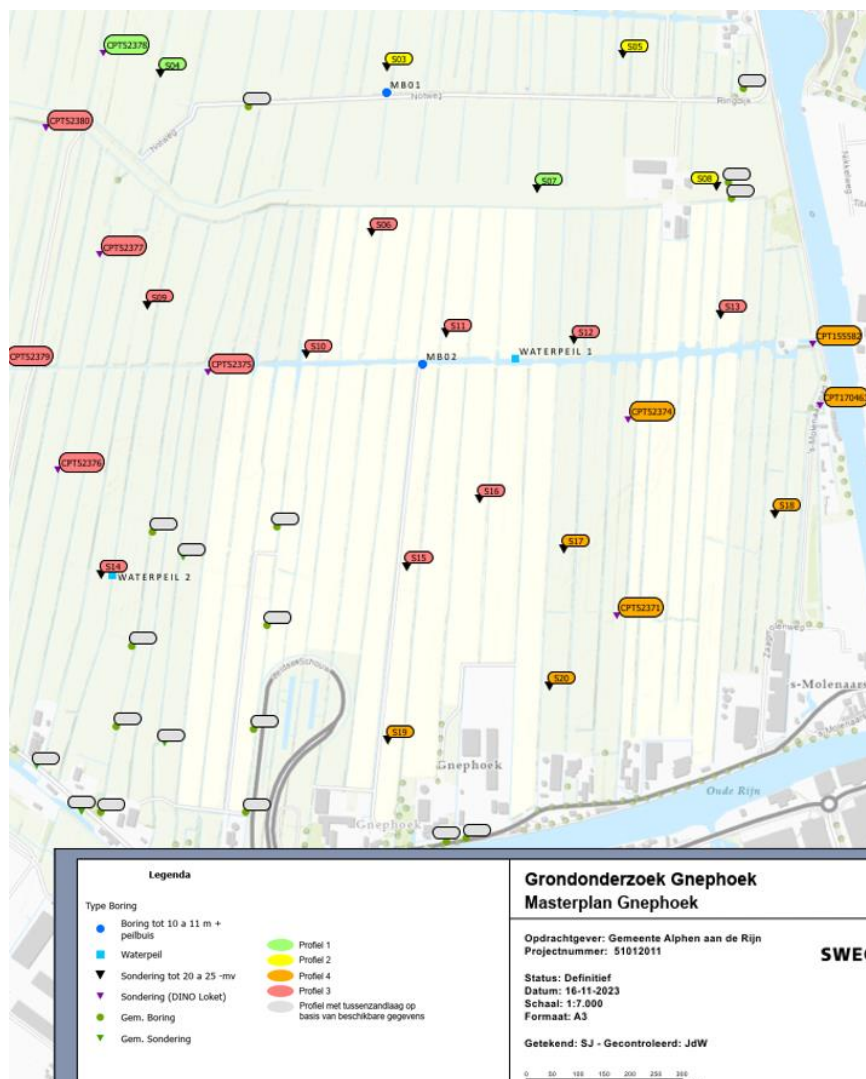
Uit de bodemonderzoeken komen de volgende resultaten:

- Voormalige asfaltcentrale aan het 's-Molenaarspad, waarvan het noordelijkste deel in het plangebied valt (Anteagroup, 2020): De resultaten laten zien dat de bodem licht tot sterk verontreinigd is met zware metalen (incl. chroom), PAK en minerale olie en/of BTEX op deze locatie.
- Toepassing thermisch gereinigde grond ter plaatse van de Maximabrug (Omgevingsdienst Midden-Holland, 2021): In de landhoofden van de brug is ongeveer 100.000 kubieke meter TGG als ophoogmateriaal toegepast. Door onderzoeken van RWS is bekend dat TGG niet voldoende gereinigd is en stoffen kan bevatten die uitloggen naar het milieu. In het onderzoek naar TGG bij de Maximabrug, uitgevoerd door ODMH, kwamen de bevinding dat de toepassing met TGG de milieuhygiënische kwaliteit van de omliggende bodem en grondwater beperkt heeft beïnvloed (Omgevingsdienst Midden-Holland, 2021):
 - In de bodem en het grondwater zijn verhoogde gehalten aan metalen vastgesteld
 - De gehalten calcium, kalium, natrium en sulfaat in de bodem zijn verhoogd ter plaatse van de toepassing met TGG ten opzichte van de referentieboringen.
 - Op de kwaliteit van het oppervlaktewater is geen effect vastgesteld van de toepassing met TGG.
 - TGG is aangetroffen op plekken waar het niet direct verwacht werd en/of toegepast had mogen worden: ter plaatse van het fietspad 'Leidse Schouw', de paardenwei (plaatselijk) en buiten talud zuidzijde aan de oostkant.

3.1.7 Bodemdaling door veenoxidatie

De bodemopbouw in en rond het plangebied is beschreven in 3.1.1. De (ondiepe) bodemopbouw heeft een groot effect op lokale bodemdaling, samen met grondwaterstanden en de mate en methode van bouwrijp maken.

In de Gnephokpolder zijn twee processen die in meer of mindere mate de bodemdaling bepalen. Veenoxidatie en compactie (zetting) als gevolg van ontwatering van bodemlagen en compactie van niet draagkrachtige bodemlagen als gevolg van het aanbrengen van gewicht aan het oppervlak (zie hoofdstuk 3.1.8). Het risico op bodemdaling door veenoxidatie wordt beïnvloed door de aanwezigheid en diepte van veenlagen in de ondiepe bodem. In het noorden van het plangebied zijn veenlagen aanwezig, tot 1 meter onder maaiveld (Figuur 3-9 en Figuur 3-11). Deze analyse op basis van DINO-loket wordt bevestigd door aanvullende onderzoeken die de gemeente Alphen aan den Rijn heeft laten uitvoeren (Sweco, 2024) en (Sweco, 2025). In het onderzoek uit 2024 zijn vier verschillende profielen binnen en rond het plangebied geïdentificeerd. De locaties van deze profielen zijn weergegeven in Figuur 3-17. De opbouw van de profielen staat hieronder beschreven.



Figuur 3-17 - Grondonderzoek Masterplan Gnephok (Sweco, 2024)

Profiel 3 (S06, S09, S10, S11, S12, S13, S14, S15, S16, MB02, CPT52375, CPT52376, CPT52377, CPT52379, CPT52380)

Vanaf mv tot ca. 1,0 m -mv	Korst, bestaande uit humushoudende klei
Van ca. 1,0 tot ca. 4,0 m -mv	Veen
Van ca. 4,0 tot ca. 8,5 m -mv	Klei, humeus / weinig
Van ca. 8,5 tot ca. 9,5 m -mv	Basisveen
Van ca 9,5 tot ca. 25 m -mv	Pleistoceen zand

Profiel 4 (S17, S18, S19, S20, CPT52371, CPT52374, CPT155582, CPT170463)

Van mv tot ca. 0,5 m -mv	Korst, bestaande uit humeuze klei
Van ca. 0,5 tot ca. 2,5 m -mv	Klei, humeus / weinig
Van ca. 2,5 tot ca. 3,5 à 4,5 m -mv	Veen
Van ca. 3,5 à 4,5 tot ca. 8,5	Klei, humeus / weinig
Van ca. 8,5 tot ca. 9,5 m -mv	Basisveen
Van ca. 9,5 tot ca 25 m -mv	Pleistoceen zand

In profiel 3 zit een veenlaag op 1 tot 4 meter onder maaiveld. Als de grondwaterstand onder dit niveau zakt of de bodem wordt vergraven kan zuurstof bij de veenlaag komen en ontstaat het risico op veenoxidatie. Boven deze veenlaag ligt echter een kleilaag, waardoor de kans dat het grondwater uitzakt wordt beperkt. Profiel 3 komt vooral voor in de noordelijke helft van het plangebied, in het westen en midden. Hier is in de huidige situatie dus het grootste risico in bodemdaling door veenoxidatie, al zal dit met de huidige grondwaterstanden beperkt zijn.

De onderzoeken zijn toegevoegd in bijlage 1 en 2, inclusief sondering-profielen.

3.1.8 Bodemdaling door bouwrijp maken van stedelijk gebied

Het risico op bodemdaling als gevolg van ophoging wordt bepaald door de wijze waarop gebieden met niet-draagkrachtige bodemlagen, zoals klei en veen in de ondergrond, bouwrijp worden gemaakt. Het zuidelijk deel van het plangebied ligt op een stroomrug. Dit soort ondergrond bestaat over het algemeen uit de minst zettingsgevoelige bodem. Binnen een beperkt aantal meters onder maaiveld worden de zandlagen aangetroffen. Daarnaast is dit het hoogste gedeelte van het plangebied. Dit maakt deze locatie in potentie geschikt voor woningbouw. In het midden van het plangebied, ongeveer tot aan de primaire watergang die oost-west door de Gnephokpolder loopt, is de stroomrug minder duidelijk aanwezig. Hier liggen de restanten van het krekenslandschap. De zandlaag wordt hier afgewisseld met veen- en kleilagen, die over het algemeen gevoeliger zijn voor zetting. De dikte van de (hogere holocene) veenlagen lijkt beperkt te blijven tot ongeveer 2 meter.

Uit recent onderzoek is gebleken dat eindzettingen bij een restzettingseis in het plangebied van 0,10 m in 30 jaar van een netto ophoging van 0,25 tot 1,0 m resulteren in een eindzetting variërend van circa 0,05 tot 1,9 m (Sweco, 2024). In Figuur 3-17 zijn vier vergelijkbare bodemprofielen aangeduid met verschillende kleuren. De Gnephokpolder omvat voornamelijk profiel 3 (rood) en 4 (oranje). Voor deze vergelijkbare profielen zijn de berekende eindzettingen weergegeven in Tabel 3-3.

Tabel 3-3 - Resultaten eind- en restzettingen – POPP 10 kPa (Zonder zetting-versnellende maatregelen)

Profiel	Huidig [m NAP]	Ophoging		Eindzetting [m]	Restzetting na		
		Netto [m]	Bruto [m]		6 mnd. [m]	9 mnd. [m]	12 mnd. [m]
1	-4,4	0,25	0,30	0,05	<0,10	<0,10	<0,10
		0,50	0,72	0,22	0,11	0,10	<0,10
		0,75	1,22	0,47	0,25	0,22	0,20
		1,00	1,66	0,66	0,35	0,31	0,28
2	-4,2	0,25	0,28	0,03	<0,10	<0,10	<0,10
		0,50	0,60	0,10	<0,10	<0,10	<0,10
		0,75	0,94	0,19	<0,10	<0,10	<0,10
		1,00	1,25	0,25	0,12	0,11	<0,10
3	-2,0	0,25	0,45	0,30	0,18	0,17	0,15
		0,50	1,78	1,28	0,73	0,67	0,62
		0,75	2,40	1,65	0,92	0,85	0,79
		1,00	2,90	1,90	1,05	0,97	0,90
4	-1,5	0,25	0,35	0,10	<0,10	<0,10	<0,10
		0,50	1,95	1,45	0,84	0,78	0,73
		0,75	2,48	1,72	0,99	0,91	0,85
		1,00	2,92	1,82	1,09	1,01	0,94

3.1.9 Hittestress

De Gnephoekpolder ondervindt momenteel weinig hittestress (Figuur 3-18). De polder bestaat voornamelijk uit open veld en waterwegen, wat voor voldoende verkoeling zorgt. De enige plekken waar hittestress wordt ervaren bevinden zich bij de bebouwde locaties aan de rand van de polder, voornamelijk te vinden in het zuidelijke deel van het gebied. In de huidige situatie is weinig schaduw aanwezig in het plangebied. Daarnaast is het dominante landgebruik, agrarisch gras en akkerbouw, ook gevoelig voor hittestress in tijden van droogte en bij lagere grondwaterstanden.



Figuur 3-18 - Hittestress in de Gnephoekpolder in de huidige situatie (Hoogheemraadschap van Rijnland, 2024)

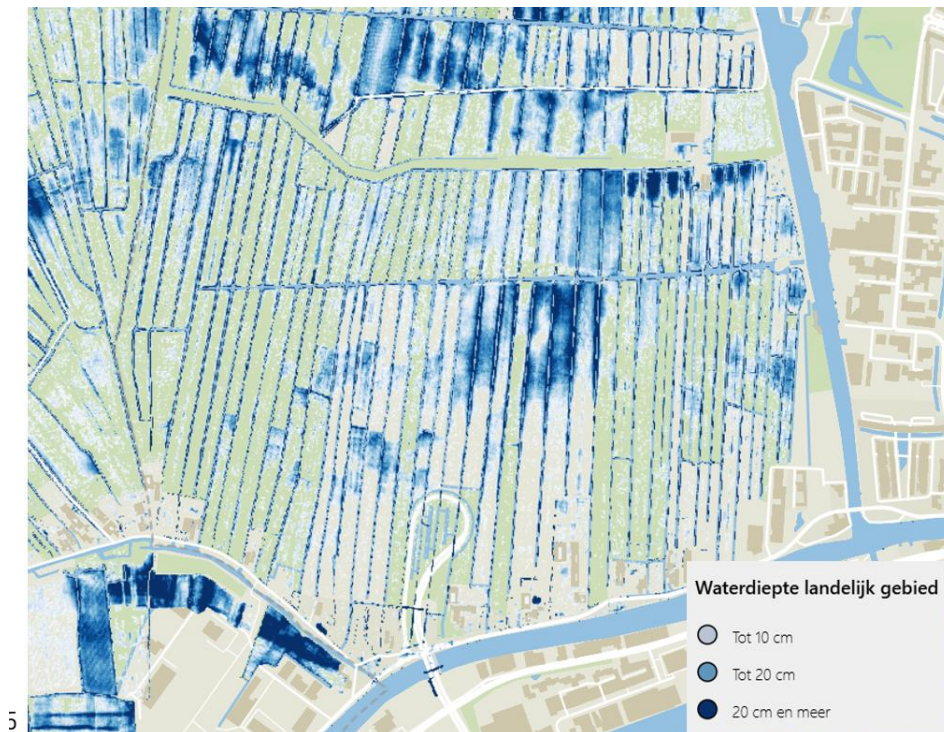
3.1.10 Droogte

In de huidige situatie is er genoeg zoetwater beschikbaar om de aanwezige functies te bedienen. De aanvoer in het gebied bestaat uit neerslag en inlaat water vanuit aanliggende watergangen, zoals de Oude Rijn. De stijghoogte in het eerste watervoerend pakket is enkele decimeters lager dan het polderpeil van de Gnephoeckpolder. Door dit verschil in hoogte en het feit dat de polder grotendeels onverhard is kan water in de huidige situatie infiltreren en wegzijgen naar diepere lagen. Dit is wel een relatief traag proces vanwege de grote aanwezigheid van klei- en veenlagen in het plangebied. Hemelwater infiltreert dus deels in de bodem en wordt voor de rest benut door de aanwezige functies (landbouw, verdamping) of afgevoerd richting het poldergemaal of de Vrouwgeestpolder.

3.1.11 Wateroverlast

Het poldersysteem in de Gnephoeck bestaat uit 7% oppervlaktewater. Het hoogheemraadschap heeft vastgesteld dat in de huidige situatie in het oppervlaktewater 21 mm water geborgen kan worden bij een peilstijging van 30 cm boven op het bestaande zomerpeil, zonder schade te veroorzaken. In Figuur 3-19 staan de inundatiedieptes in de Gnephoeckpolder bij een korte, hevige bui van 100 mm/ 2 uur. Op verschillende plekken in het plangebied treedt inundatie op bij een dergelijke bui in de huidige situatie, oplopend tot 30cm.

De stijghoogte in het eerste watervoerend pakket is enkele decimeters lager dan het polderpeil van de Gnephoeckpolder. De Gnephoeckpolder is daarmee een gebied met lichte wegzijging. Dit betekent dat een deel van de neerslag kan infiltreren, maar dat er ook een risico bestaat op een te grote toename van het grondwaterpeil als de neerslag aanhoudt, wat kan leiden tot grondwateroverlast.



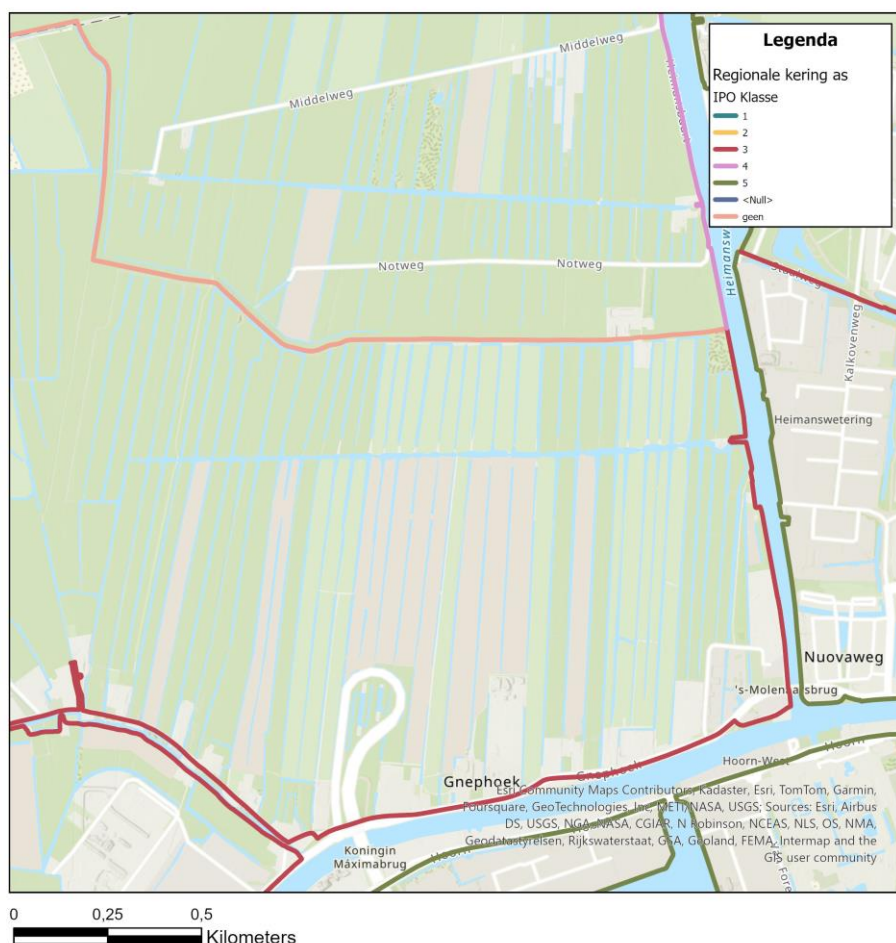
Figuur 3-19 - Waterdiepte bij een bui van 100 mm/ 2 uur (Alphen aan den Rijn, 2024)

3.1.12 Hoogwaterveiligheid

Langs de Gnephoekpolder bevinden zich een aantal regionale waterkeringen. De veiligheidsnorm voor de regionale waterkeringen wordt vastgelegd als de gemiddelde overschrijdingsfrequentie per jaar (kans van voorkomen van een bepaalde waterstand). Het wenselijke veiligheidsniveau is gerelateerd aan de economische waarde achter deze kering, en hiermee de schade die bij het falen van de waterkering kan optreden. Regionale waterkeringen zijn op basis van de mogelijk optredende economische schade in klassen ingedeeld.

De regionale keringen rond het plangebied, langs de Oude Rijn (1.500 m) en Luttkje Rijn (900 m), hebben allemaal IPO-klasse 3 (Figuur 3-20). Dit correspondeert met een overschrijdingskans van 1x per 100 jaar, zoals is vastgesteld door de provincie Zuid-Holland.

De kering tussen de Gnephoekpolder en de Vrouwgeestpolder is van de categorie Polderkering (ongeveer 1.800 m). Deze kering beschermt de Vrouwgeestpolder tegen overstroming vanuit Gnephoekpolder en hieraan is geen IPO-veiligheidsniveau toegekend.

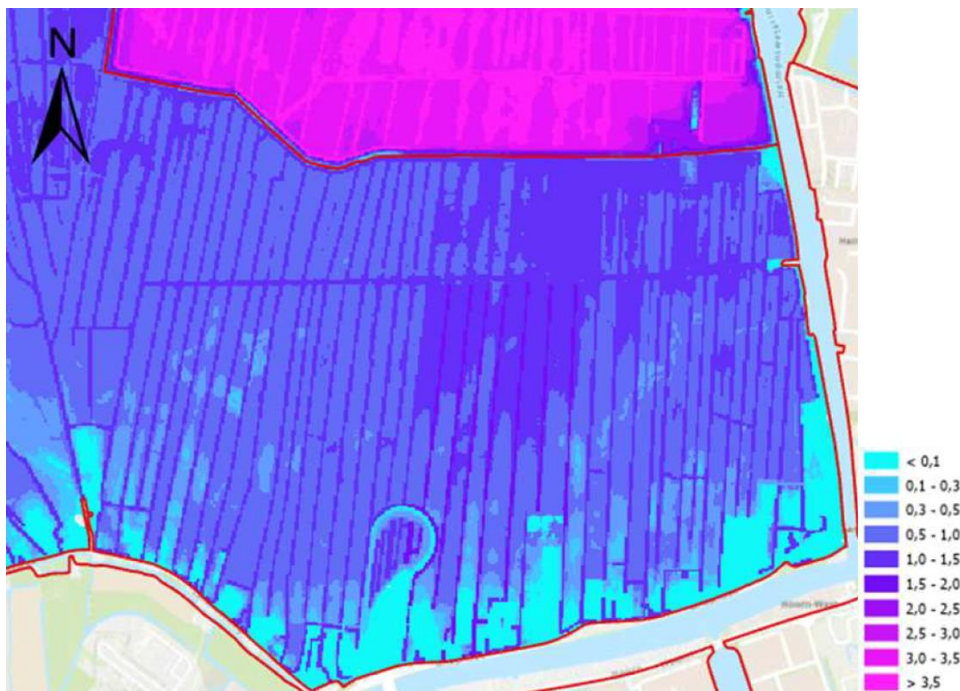


Figuur 3-20 - Keringen rond de Gnephoekpolder, inclusief IPO-klasse (Hoogheemraadschap van Rijnland, 2024)

In 2023 zijn de regionale waterkeringen rond de Gnephoekpolder getoetst. De belangrijkste criteria waarop is getoetst zijn: macrostabiliteit binnentalud, hoogte en piping. De resultaten staan hieronder kort samengevat en uitgebreid beschreven in het Deelrapport Bodem Water en Klimaat van het Contourenplan (2023):

- In de hoogtoets voor de nieuwe toetsronde van 2024 (nog in concept) zijn de keringen langs de Oude Rijn grotendeels goedgekeurd op de minimale hoogte, met uitzondering van enkele lagere plekken nabij de aftakking met de Heimanswetering. Deze delen moeten worden opgehoogd om te voldoen aan geldende normen. De ophoging is onderdeel van de autonome ontwikkeling en staat los van de ontwikkeling van de Gnephoekpolder die wordt getoetst in deze MER.
- Piping
 - Er is risico op piping vastgesteld bij de het westelijke deel van de polderkering tussen de Gnephoekpolder en de Vrouwgeestpolder, waarbij mogelijk ruimte buiten de huidige beschermingszone vereist is voor oplossingen zoals het dempen van sloten of ophogingen.
 - Over een kort gedeelte van de kering van de Gnephoekpolder langs de Heimanswetering is er risico op piping geconstateerd. Aandachtspunt hierbij is dat voor het faalmechanisme piping binnen de huidige legger geen ruimte is gereserveerd.
- Langs de Luttker Rijn vertoont de waterkering aan de polderzijde onvoldoende stabiliteit, waarvoor dijkversterking in de ontwerpfase is.
- Op de regionale keringen is de kruinhoogte van het Profiel van Vrije Ruimte vastgesteld op NAP 0,1 m, maar de minimaal gehanteerde toetshoogte is lager. Eventuele wegen naast de kruin moeten buiten het Profiel van Vrije Ruimte worden aangelegd.

Als gevolg van de ontwikkeling van de Gnephoek heeft Hoogheemraadschap van Rijnland (2025) een analyse uitgevoerd naar inundatiedieptes bij een doorbraak van een regionale kering, zoals de boezemkeringen langs de Oude Rijn of Heimanswetering. Deze analyse is gebaseerd op overstromingsscenario's die zijn uitgevoerd ten behoeven van de EU-Richtlijn Overstromingsrisico's (ROR). In Figuur 3-21 staan inundatiedieptes in de huidige situatie weergegeven. De inundatiediepte in de Gnephoekpolder bij het doorgerekende scenario is kleiner dan 0,5 meter in het grootste gedeelte van het plangebied. In het zuiden is de inundatiediepte zelfs lager dan 0,1 m. In het midden en noorden van plangebied is het overstromingsrisico het hoogst, tussen 1,0 en 1,5 meter (Figuur 3-21, met een maximum inundatiediepte tot NAP -0,98m) (Hoogheemraadschap van Rijnland, 2025).



Figuur 3-21 – Inundatiedieptes in de huidige situatie bij een overstroming, gebaseerd op scenario's van de EU-Richtlijn Overstromingsrisico's (ROR) en doorgererekend in Tygron (Hoogheemraadschap van Rijnland, 2025)

3.2 Autonome ontwikkeling

3.2.1 Algemene beschrijving

In het MER zal per omgevingsaspect de effecten van de ontwikkeling van de Gnephoek ten opzichte van de referentiesituatie in beeld gebracht worden. Voor de MER is het uitgangspunt dat de referentiesituatie tot 2040 in beeld wordt gebracht. Voor een aantal aspecten is het echter relevant om verder te kijken. Dit geldt met name voor aspecten die beïnvloed worden door klimaatverandering. Daarom is voor een aantal criteria gekeken tot het zichtjaar 2100.

De autonome ontwikkeling van de Gnephoekpolder op het gebied van water, bodem en klimaat is niet precies in beeld gebracht in het Deelrapport Bodem Water en Klimaat van het Contourenplan (2023). Dit komt omdat de autonome ontwikkeling voor een aantal onderwerpen (peilbeheer, waterkwaliteit, bodemmilieu) moeilijk in te schatten zijn. In de paragrafen hieronder staat voor de onderwerpen waarvoor dit mogelijk is de autonome ontwikkelingen beschreven.

3.2.2 Oppervlaktewaterkwantiteit

In de autonome ontwikkeling blijft de functie van het plangebied hetzelfde. Hierdoor worden ook geen veranderingen verwacht in de autonome ontwikkeling op het gebied van Oppervlaktewaterkwantiteit, aangezien het watersysteem hetzelfde blijft.

3.2.3 Oppervlaktewaterkwaliteit

In de autonome ontwikkeling blijft de huidige landbouw functie van het plangebied hetzelfde en daarmee ook het watersysteem. Dit betekent een seizoensgebonden vast peil, waarbij vrij veel water wordt ingelaten en uitgemalen. Het behouden van de landbouwactiviteiten kunnen de hoeveelheid aan overtollige nutriënten laten toenemen, wat vervolgens weer effect kan hebben op de ecologische waterkwaliteit van het polderwater. Met de interactie naar de boezem heeft

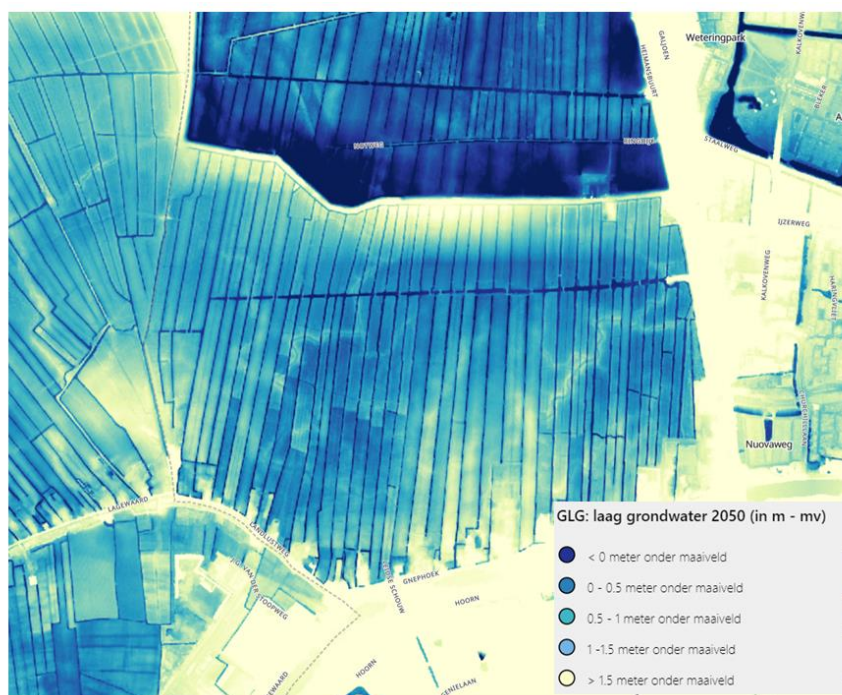
dit ook effect op het KRW-lichaam, wat toekomstige waterkwaliteitsdoelstellingen potentieel moeilijker haalbaar maken.

Klimaatverandering kan verdere negatieve gevolgen hebben op de waterkwaliteit. Hogere temperaturen leiden tot hogere watertemperatuur wat kan leiden tot algenbloei en zuurstofloosheid. Deze anaerobe omstandigheden kunnen leiden tot afname van biodiversiteit en een verhoogde toxiciteit.

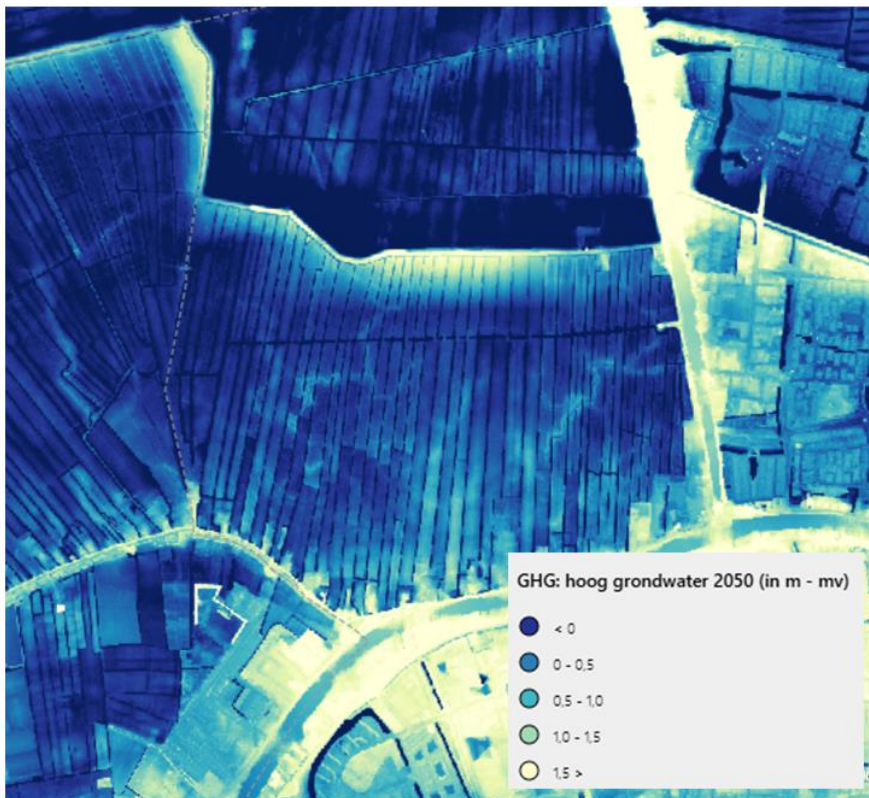
Daarnaast neemt het risico op verzilting toe tijdens langere periodes van droogte. Dit komt doordat tijdens periodes van droogte meer water moet worden ingelaten vanaf de boezem om het plangebied op peil te houden. Door zeespiegelstijging neemt verzilting in de boezem toe, waardoor de verzilting via inlaten sneller in het plangebied terecht komt. Vanuit de bodem is het risico op verzilting ook in de toekomst niet groot. In de huidige situatie is er sprake van wegzijging in het plangebied en als wordt aangenomen dat de peilen gelijk blijven zal dit in de toekomst waarschijnlijk niet veranderen naar een kwelsituatie.

3.2.4 Grondwaterkwantiteit

De onderstaande kaarten (Figuur 3-22 en Figuur 3-23) van de klimaatatlas Hoogheemraadschap Rijnland tonen de Gemiddeld Laagste Grondwaterstanden (GLG) en de Gemiddelde Hoogste Grondwaterstanden (GHG) van het Nationaal Watermodel (resultaten september 2017) voor toekomstig klimaat in 2050 (KNMI-klimaatscenario WH2050).



Figuur 3-22 - GLG 2050 van het Nationaal Watermodel.



Figuur 3-23 - GHG 2050 van het Nationaal Watermodel.

3.2.5 Grondwaterkwaliteit

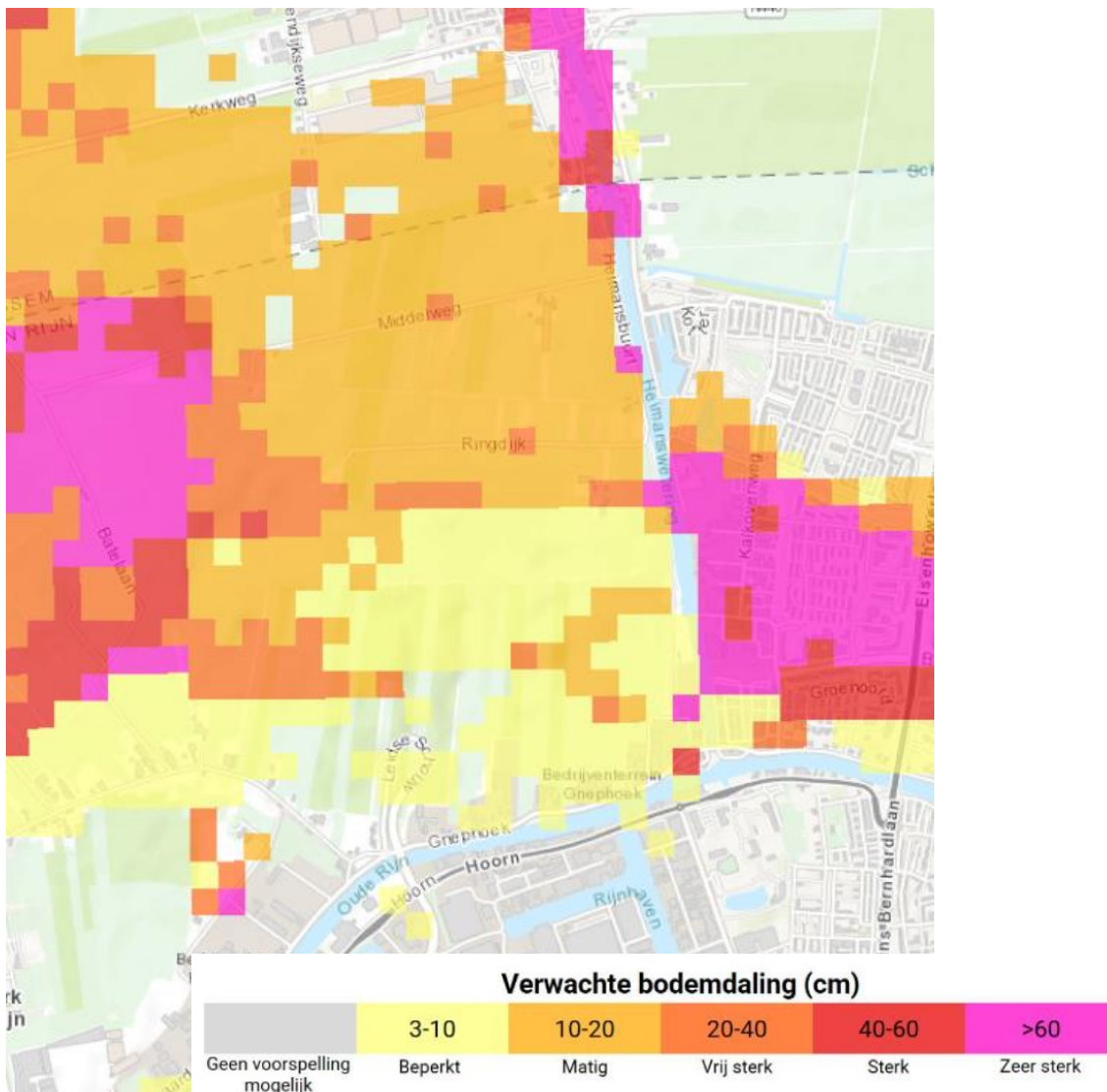
De stijgende zeespiegelstijging kan de kweldruk in het plangebied laten toenemen. Naar inschatting zou de huidige situatie van wegzijging daarmee afnemen. Door gebrek aan een kwantitatieve beoordeling is dit echter niet met zekerheid te zeggen en is dit dus slechts een indicatieve verwachting.

3.2.6 Bodemkwaliteit

In de autonome ontwikkeling blijft de functie van het plangebied hetzelfde. Hierdoor worden ook geen veranderingen verwacht in de autonome ontwikkeling op het gebied van bodemkwaliteit ten opzichte van de huidige situatie.

3.2.7 Bodemdaling door veenoxidatie

Het risico op bodemdaling als gevolg van ontwatering in de autonome situatie in de Gnephoekpolder is beperkt. Dit komt door een kleideklaag boven het veen waardoor deze lagen niet worden blootgesteld aan zuurstof. Dit is te zien in de boringen zoals weergegeven in Figuur 3-9 en Figuur 3-11 en de profielen die zijn aangegeven in Figuur 3-17. De verwachting is dat het peil in het plangebied niet zal veranderen in de autonome situatie, waardoor het risico op veenoxidatie ook gelijk blijft. Dit blijkt ook uit de kaart uit de klimaateffectatlas waar bodemdaling is berekend in verschillende klimaatscenario's. In Figuur 3-24 uit de klimaateffectatlas blijkt dit beperkte risico zelfs wanneer sprake is van peilindexatie en sterke klimaatverandering in de periode 2020 - 2100.



Figuur 3-24- Bodemdaling als gevolg van ontwatering en gas- en zoutwinning bij sterke klimaatverandering en peilindexatie tussen 2020 – 2100 (klimaat-effectatlas).

3.2.8 Bodemdaling door bouwrijp maken van stedelijk gebied

In de autonome ontwikkeling vindt geen stedelijke ontwikkeling plaats. Er zal dan ook geen bodemdaling plaatsvinden door ophoging.

3.2.9 Hittestress

Hittestress is voornamelijk afhankelijk van het grondgebruik en de temperatuur in de omgeving. Door de opwarming van de aarde zullen zowel de gemiddelde temperaturen als de temperaturen van de warmste dagen in het jaar toenemen. Het klimaatdashboard van het KNMI laat zien dat, in het hoogste KNMI-klimaatsscenario, de gemiddelde jaartemperatuur in De Bilt rond 2050 naar 12,1 graden Celsius stijgt en rond 2100 naar 14,9 graden Celsius. Ook in het laagste scenario stijgt de jaartemperatuur met 0,9 graden Celsius voor het jaar 2050. Daarbij vindt de sterkste opwarming plaats in de zomer. Dit resulteert in een toename van hittegolven en tropische dagen (30 graden Celsius of meer). Aangezien er in de autonome situatie geen verstedelijking zal plaatsvinden, zal de hittestress alleen afhangen van de landelijke trends.

3.2.10 Droogte

In alle KNMI'23-klimaatscenario's worden de zomers in de toekomst droger. Droge periodes zullen vaker voorkomen en langer duren. Dit kan resulteren in dalende grondwaterstanden en een tekort aan zoet water in deze perioden. Dit heeft invloed op het oppervlaktewaterpeil en waterkwaliteit omdat er meer water ingelaten zal moeten worden om het plangebied om het streefpeil te hanteren.

3.2.11 Wateroverlast

De kans op wateroverlast neemt in de autonome situatie toe als gevolg van klimaatverandering. Figuur 3-19 laat de inundatiediepte in de Gnephoekpolder zien bij een bui van 100 mm in 2 uur in de huidige situatie. Met name in het noorden is inundatie zichtbaar. Onder klimaatverandering zal in 2100 een bui van deze omvang vaker voorkomen, waardoor de kans op wateroverlast toeneemt in de autonome situatie.

3.2.12 Hoogwaterveiligheid

De bestaande kering langs de Heimanswetering wordt verhoogd om te voldoen aan de huidige eisen. Deze verhoging gaat dus plaatsvinden onafhankelijk van het type ontwikkelingen in het gebied. Hiermee vormt het een vaststaand gegeven voor de referentiesituatie.

Verder wordt aangenomen dat in de autonome ontwikkeling de inundatiedieptes en overstromingsrisico's vergelijkbaar blijven aan de huidige situatie (Figuur 3-21): er zijn geen verdere dijkversterkingen voorzien rond het plangebied.

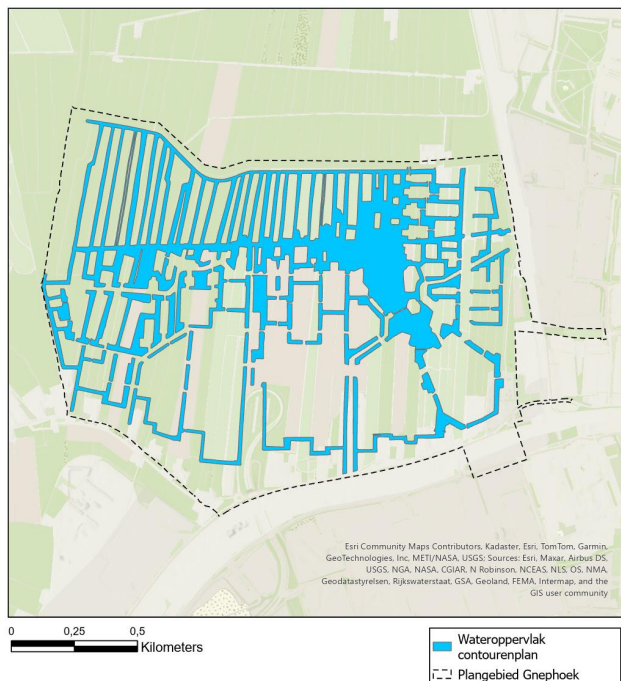
4.1 Effectbeoordeling

4.1.1 Oppervlaktewaterkwantiteit

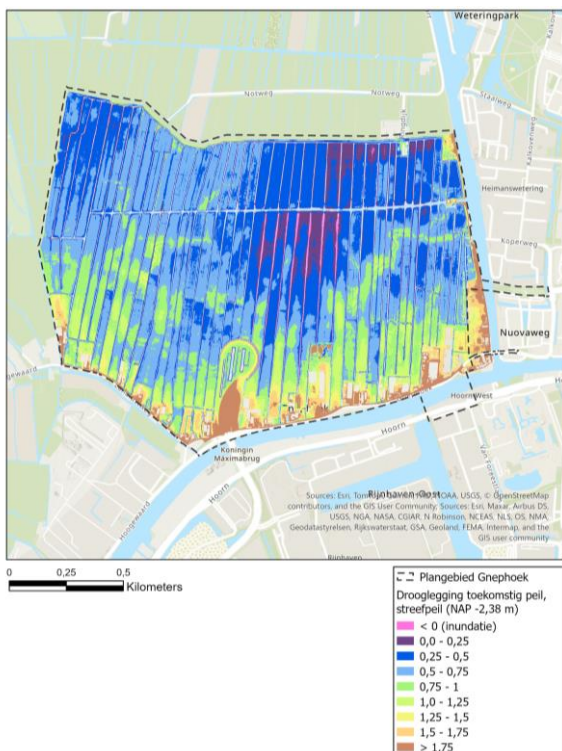
Basisalternatief

Het basisalternatief gaat uit van een realisatie van 5.500 woningen in 2040 en resulteert daarmee in een toename in verhard oppervlak. Ter compensatie van de toename van het verhard oppervlak zal extra wateroppervlak gerealiseerd worden, minimaal 15% van het extra verhard oppervlak. In totaal zal hierdoor 20% van het plangebied uit waterbergend (open water en plasdras-gebied) bestaan. Het huidige percentage open water in de Gnephhoekpolder is 7% van het totale oppervlak. Het percentage open water zal dus worden verhoogd in het basisalternatief, waardoor meer water kan worden opgevangen. Op die manier kan het water dat door het extra verhard oppervlak niet zal infiltreren (wat door extreme neerslag door klimaatverandering in de toekomst alleen maar meer zal worden), worden opgevangen in het extra oppervlaktewater. Daarnaast wordt de toelaatbare peilstijging verhoogt van 0,30 m naar 0,50 m. Daarvoor is het noodzakelijk om (delen van) de polderkade tussen de Gnephhoekpolder en de Vrouwgeestpolder te verhogen. Ook worden er maatregelen genomen om infiltratie te bevorderen, zoals wadi's en waterdoorlatende verharding op parkeerplaatsen.

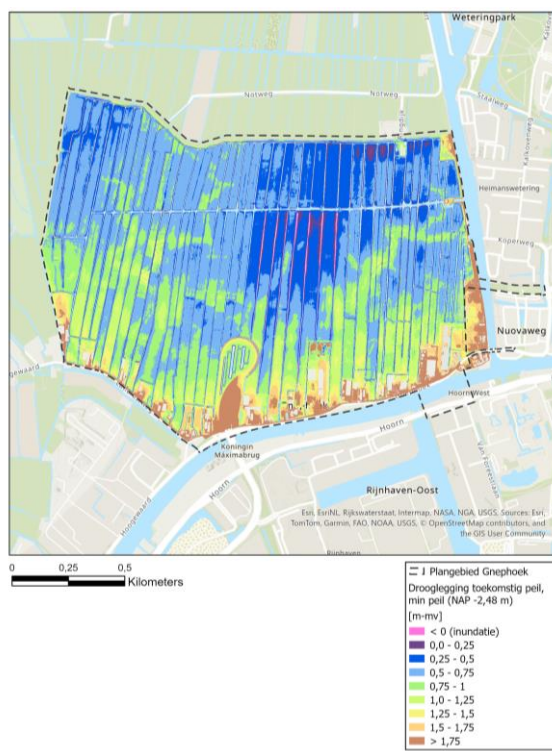
Het uitgangspunt in het basisalternatief is om slechts één peilgebied in te richten, waardoor het watersysteem robuuster wordt en beter bestand is tegen fluctuaties in waterbeschikbaarheid. Daarnaast kan het aan- en afvoersysteem eenvoudig worden ingericht in één peilgebied. Het peilgebied krijgt een flexibel peil van NAP -2,38 m (+20/-10 cm). Dit flexibele peil helpt om de fluctuaties in weersomstandigheden op te vangen en aan te sluiten op de behoeftes van de aanwezige functies. In het laagste gedeelte van het plangebied, het noorden, wordt een natuurgebied ingericht. Dit sluit aan bij het principe uit Water en Bodem Sturend om de laagste delen van (diepe) polders niet in te richten met bebouwing maar juist in te zetten op functies die kunnen inunderen. De meeste van de natuurdoeltypen die zijn opgenomen in het basisalternatief, N04.02 Zoete plas, N05.03 Veenmoeras, N10.02 Vochtig hooiland zijn bestand tegen (een zekere mate van) inundatie. De indeling van functies in het plangebied sluit aan het bij de principes uit Water en Bodem Sturend.



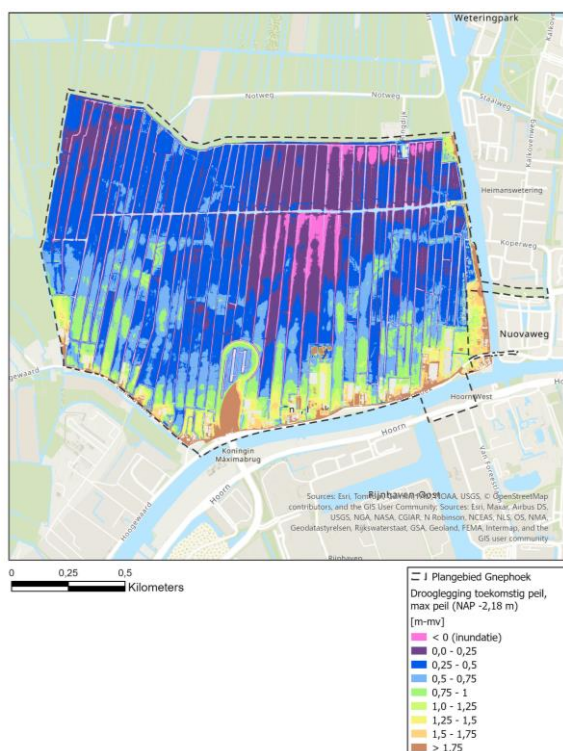
Figuur 4-1: Wateroppervlak contourenplan/basisalternatief



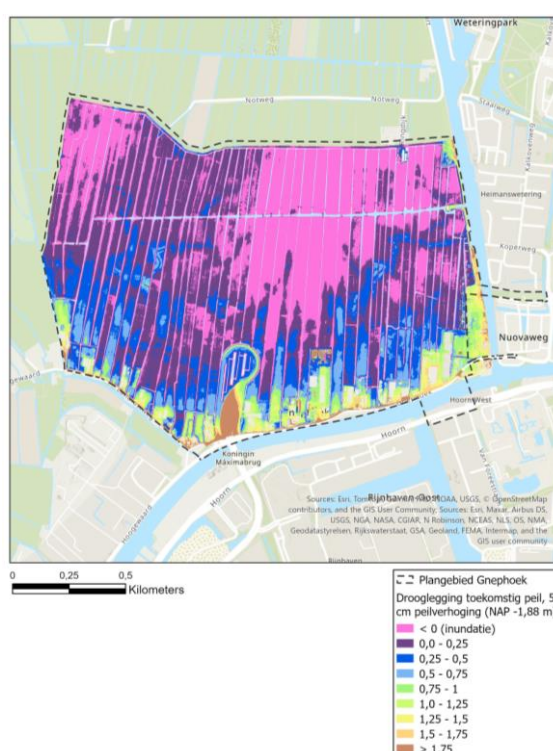
Figuur 4-3 - Drooglegging toekomstig streep peil



Figuur 4-2 - Drooglegging toekomstig minimum peil



Figuur 4-4 - Drooglegging toekomstig maximum peil



Figuur 4-5 - Drooglegging toekomstig max. toegestane peilstijging

In bovenstaande figuren (Figuur 4-2 t/m Figuur 4-5) zijn de effecten van dit nieuwe flexibele peilregime en de opheffing van de vakbemaling gevisualiseerd in vier droogleggingskaarten. (In de droogleggingskaarten zijn de geplande afgravingen en ophogingen niet meegenomen omdat deze nog niet op een genoeg detailniveau in kaart zijn gebracht). Voor de berekening van deze kaarten zijn de uitgangspunten voor de peilen uit de alternatievenbeschrijving opgenomen (zie tabel 3.1 in Bijlage 1 – alternatieven beschrijving). Hiertoe behoren de drooglegging bij het streefpeil (NAP -2,38 m), het minimum peil (NAP -2,48 m), maximum peil (NAP -2,18 m) en maximum peil bij extreme neerslag (NAP -1,88 m) (Figuur 3.19 t/m 3.22). De drooglegging is met name bij streefpeil en maximumpeil op sommige plekken in het noordelijke deel van het plangebied zo klein dat het waterpeil bijna gelijk is aan maaiveld, vooral zichtbaar in de voormalige vakbemaling.

Figuur 4-5 laat zien dat bij de maximaal toegestane peilstijging bij extreme neerslag (NAP -1,88 m), ongeveer de helft (het noordelijke deel) van het plangebied inundeert.

Het basisalternatief resulteert daarmee in een verbetering van het oppervlaktewatersysteem, met maar één peilgebied, eenvoudige aan- en afvoer en een flexibel peil dat helpt om fluctuaties op te vangen en de functies in het gebied te bedienen (effectbeoordeling: ++).

Tabel 4-1: Beoordeling basisalternatief Oppervlaktewaterkwantiteit

Water	Basisalternatief
Oppervlaktewaterkwantiteit	++

Alternatieven

In tabel 4-2 is weergegeven of een alternatief voor het aspect Oppervlaktewaterkwantiteit leidt tot een andere beoordeling. De kolom 'Basisalternatief' geeft de beoordeling weer zoals hierboven beschreven. In de kolommen daarna zijn de alternatieven naast elkaar gezet. Met roze is aangegeven welke alternatieven tot een andere beoordeling leiden. Onder de tabel wordt dit nader toegelicht.

Tabel 4-2: Beoordeling alternatieven Oppervlaktewaterkwantiteit (roze: beoordeling alternatief is anders dan het Basisalternatief).

Thema: Water				
	Basisalternatief	Alternatief water, bodem en natuur	Alternatief mobiliteit	Alternatief duurzame energie / circulariteit
Oppervlaktewaterkwantiteit	++	+	++	++

Alternatief 'water, bodem en natuur'

Het alternatief 'water, bodem en natuur' implementeert, naast de uitgangspunten van het basisalternatief, aanvullende maatregelen voor de optimale ontwikkeling van de natuur en maatregelen waarmee rekening wordt gehouden met toekomstige klimaatverandering. Het percentage oppervlaktewater in het gebied zal aanzienlijk toenemen, aangezien een deel van het terrein wordt afgegraven om ruimte te creëren voor drijvende bebouwing en wegen op pontons. Water krijgt daarmee een prominente rol in het landschap.

Daarnaast maakt dit alternatief echter gebruik van meerdere peilgebieden, wat een afwijking is van het basisalternatief. De vakkbemaling wordt in dit alternatief wel opgeheven. De verschillende peilgebieden zijn afgestemd op diverse natuurdoeltypen. Het peilbeheer per peilgebied wordt afgestemd op de behoeften van deze lokale natuurdoeltypen, N14.02 Hoog- en laagveenbos (moerasbos), N10.02 Vochtig hooiland en N04.02 Zoete plas. Het inrichten van meerdere peilgebieden maakt het watersysteem minder robuust. Dit is extra nadelig omdat het natuurgebied in het noorden van het plangebied komt. Hiermee is het laagste deel van het plangebied niet direct beschikbaar voor overtollig water uit andere delen op te vangen, wat ingaat tegen het idee van Water en Bodem Sturend. Daarnaast zal in het natuurgebied, vooral ten behoeve van natuurdoeltype Vochtig Hooiland, sloten worden gedempt om de versnippering van de natuur te verminderen. Dit heeft ook een negatief effect op de robuustheid van het watersysteem.

Dit alternatief is beoordeeld met '+'. De toename in wateroppervlak, opheffen van de vakkbemaling en overgang naar een flexibel peil hebben een positief effect ten opzichte van de referentiesituatie. Aan de andere kant zal het dempen van watergangen in het natuurgebied en het inrichten van een apart peil in het laagste gedeelte van het plangebied leiden tot een minder robuust watersysteem.

Alternatief mobiliteit

In het alternatief mobiliteit gelden dezelfde uitgangspunten als in het basisalternatief met betrekking tot het oppervlaktewatersysteem, waardoor dezelfde effecten worden verwacht.

Alternatief duurzame energie/ circulariteit

In het alternatief duurzame energie/ circulariteit gelden dezelfde uitgangspunten als in het Basisalternatief met betrekking tot het oppervlaktewatersysteem, waardoor dezelfde effecten worden verwacht.

4.1.2 Oppervlaktewaterkwaliteit

Basisalternatief

De Gnephoekpolder zal in het basisalternatief zo min mogelijk gebiedsvreemd water uit het de boezem 'Oude Rijnsysteem' inlaten, wat een verbetering is ten opzichte van de referentiesituatie. Door het flexibele peil en groter wateroppervlak is er meer waterbuffer beschikbaar waardoor jaarrond minder gebiedsvreemd water hoeft worden ingelaten. Bij de meest recente toetsing scoorde dit KRW-lichaam 'goed' of 'matig' voor de meeste ecologische parameters, maar de chemische waterkwaliteit voldoet niet aan de gestelde chemische normen (Hoogheemraadschap van Rijnland, 2024). Alleen in droge periodes, wanneer het lastig wordt om het watersysteem op peil te houden, zal er water uit de boezem worden ingelaten, wat een negatieve impact heeft op de waterkwaliteit.

Het basisalternatief kent echter veel groen en een uitgebreid waternetwerk, wat de ecologische waterkwaliteit ten goede komt. Binnen het stedelijk gebied wordt voorzien in brede groenzones (ongeveer 50 meter breed), naast sportvelden en stedelijke groenvoorzieningen. In dit alternatief krijgt 75% van de watergangen Natuurvriendelijke Oevers (NVO's), om de waterkwaliteit zoveel mogelijk te verbeteren. In de referentiesituatie bestaat circa 99% uit zachte overgangen tussen land en water, wat goed is voor de ecologische waterkwaliteit. In het basisalternatief kan de 25% waar geen NVO's komen, worden aangelegd met harde overgangen. Netto is er daarmee vrijwel geen vooruitgang voor de ecologische kwaliteit.

De huidige functie van landbouw in het plangebied wordt aangepast naar stedelijk gebied en natuur, waardoor geen extra nutriënten meer worden toegevoegd aan de bodem door kunst- en dierlijke mest. Dit heeft een positief effect op de waterkwaliteit. Aan de andere kant kunnen het stedelijk gebied en de nieuwe infrastructuur wel voor nieuwe verontreinigingen zorgen. Hiervoor worden zoveel mogelijk (natuurlijke) zuivering ingericht in de vorm van wadi's en groene infiltratiestroken.

Daarnaast worden in een deel van het plangebied de bovenste lagen afgegraven, waarmee veel (overtollige) nutriënten worden verwijderd, wat eveneens de waterkwaliteit ten goede komt. In het deel dat niet wordt afgegraven blijft de nalevering van nutriënten naar het oppervlaktewater bestaan, maar gemiddeld genomen over het hele plangebied neemt nalevering af.

In de huidige situatie is sprake van wegzijging van oppervlakte- naar grondwater. Door het hogere peil en grotere wateroppervlak in het basisalternatief zal de wegzijging naar verwachting gelijk blijven of licht toenemen. Hierom is het risico op verzilting vanuit grondwater in de Gnephoekpolder niet aanwezig. Vanuit oppervlaktewater kan het risico op verzilting toenemen in droge periodes. Door klimaatverandering en zeespiegelstijging is de verwachting dat de boezem zal verzilten door zoutindringing vanuit de zee, vooral in de verdere toekomst (zichtjaar 2100). In het basisalternatief wordt jaarrond minder water vanaf de boezem ingelaten omdat er meer buffer in het plangebied beschikbaar is. Tijdens droge periodes zal echter wel moeten worden overwogen om water in te laten om te voorkomen dat het waterpeil onder het minimum peil van NAP -2,48 m komt. De kans op verzilting vanuit oppervlaktewater is echter in de referentiesituatie ook aanwezig en neemt in het basisalternatief niet toe.

Ondanks de negatieve factoren, zullen er dermate veel maatregelen worden genomen in het basisalternatief dat de chemische én ecologische kwaliteit van de waterstructuur wordt

verbeterd. In combinatie met de aanleg van NVO's, wordt het alternatief beperkt positief beoordeeld (effectbeoordeling:0/+). Dit is geen + omdat er niet maximaal wordt ingezet op NVO's, maar slechts in een deel van het plangebied.

Tabel 4-3: Beoordeling basialternatief oppervlaktewaterkwaliteit

Water	Basialternatief
Oppervlaktewaterkwaliteit	0/+

Alternatieven

In tabel 4-4 is weergegeven of een alternatief voor het aspect Oppervlaktewaterkwaliteit leidt tot een andere beoordeling.

Tabel 4-4: Beoordeling alternatieven oppervlaktewaterkwaliteit (roze: beoordeling alternatief is anders dan het basialternatief).

Thema: Water	Basialternatief	Alternatief water, bodem en natuur	Alternatief mobiliteit	Alternatief duurzame energie / circulariteit
Oppervlaktewaterkwaliteit	0/+	0/+	0/+	0/-

Alternatief 'water, bodem en natuur'

Dit alternatief kent dezelfde uitgangspunten als het basialternatief om de waterkwaliteit te verbeteren, met een aantal aanvullende maatregelen. In tegenstelling tot het basialternatief wordt de bodem in het natuurgebied niet afgegraven om nutriënten af te voeren. Daarmee wordt ingezet op het behoud van de huidige bodemsamenstelling/-opbouw en het zo min mogelijk verplaatsen van grond. Het niet afgraven van de grond heeft echter over enige termijn geen negatieve gevolgen. Door de groei van vegetatie worden nutriënten over een langere periode uit het systeem verwijderd. In het stedelijke gebied wordt wel veel afgegraven om ruimte te maken voor drijvend bouwen, waarbij de aanwezige nutriënten in de bovenste bodemlaag direct worden verwijderd.

Daarnaast wordt er in dit alternatief ingezet op 100% Natuurvriendelijke Oevers (NVO's) van de watergangen. Dit is een vooruitgang ten opzichte van het basialternatief waar 75% van de watergangen NVO's krijgen. Tot slot worden verschillende peilgebieden ingericht om de natuur te accommoderen. In de peilgebied(en) met natuurgebied zal de waterkwaliteit goed zijn omdat deze geen directe vervuiling uit het stedelijk gebied ontvangen. Tijdens periode van droogte zal echter wel water ingelaten moeten worden vanuit het stedelijke peilgebied om te voorkomen dat het peil in het natuurgebied te ver uitzakt. Gemiddeld genomen over het jaar zal de invloed van stedelijk gebied op de waterkwaliteit op het natuurgebied minder zijn, maar in droge periodes blijft het negatieve effect bestaan.

De toename van oppervlaktewater om het drijvend bouwen mogelijk te maken, kan in droge periodes resulteren in verslechtering van de waterkwaliteit. Tijdens droge periodes vindt meer verdamping plaats. Om het water op peil te houden moet er meer (gebiedsvreemd) water worden ingelaten, waarmee water van mindere kwaliteit het plangebied inkomt. Dit effect geldt alleen voor extreme droge periodes, gemiddeld zal er jaarrond minder water worden ingelaten vanwege een grote buffercapaciteit in het plangebied.

Met deze zowel positieve als negatieve veranderingen in het plangebied ten opzichte van het basisalternatief zal de score in dit alternatief hetzelfde zijn, en scoort het daarmee een 0/+.

Alternatief mobiliteit

In dit alternatief gelden dezelfde uitgangspunten als in het basisalternatief met betrekking tot de oppervlaktewaterkwaliteit, waardoor dezelfde effecten worden verwacht.

Alternatief duurzame energie/ circulariteit

In dit alternatief gelden grotendeels dezelfde uitgangspunten als in het basisalternatief met betrekking tot de oppervlaktewaterkwaliteit. Een significant verschil is dat in dit alternatief de wegen worden aangelegd en opgehoogd met lichte materialen, zoals EPS (piepschuim). Deze materialen kunnen over een langere tijd eroderen en zich verspreiden in het water- en bodemsysteem, met negatieve gevolgen voor de oppervlaktewaterkwaliteit. Daarom is dit alternatief beperkt negatief beoordeeld (effectbeoordeling: 0/-).

4.1.3 Grondwaterkwantiteit

Basisalternatief

In de referentiesituatie is er sprake van lichte wegzijging. Met het gekozen verhoogde waterpeil en de opheffing van de vakbemaling in het basisalternatief zal deze wegzijging aanhouden en zal geen situatie van kwel ontstaan. Door de dikke deklaag van klei (en lokaal veen) in het plangebied is het effect van de peilstijging op de kwel/wegzijging niet heel groot. Maar vooral in het midden van het plangebied, waar de vakbemaling wordt opgeheven, zal de wegzijging wel licht toenemen. Hoewel de nieuwe situatie gekenmerkt wordt door veel verharding, biedt de implementatie van een aanzienlijk percentage groen- en wateroppervlak ook voldoende ruimte voor infiltratie naar grondwater.

Het verhoogde waterpeil maakt het gebied meer klimaatbestendig voor de toekomst, waarbij de door zeespiegel stijgende kweldruk zal toenemen. De inschatting is dat het gebied hierdoor ook in 2100 minstens kwel-neutraal blijft.

Doordat er sprake is van wegzijging wordt het risico op opbarsting in de Gnephoekpolder in het Basisalternatief niet groter. In het basisalternatief worden een aantal grote waterpartijen aangelegd, waaronder een waterplas in het natuurgebied. De inschatting is dat het risico op opbarsting vanwege de wegzijging niet groot is.

De hogere peilen in de Gnephoekpolder in het basisalternatief hebben minimaal effect op de grondwaterstanden in de Vrouwgeestpolder. Dit komt doordat er een dikke deklaag aanwezig is in het plangebied, waardoor het effect van het hogere peil niet sterk zal uitstralen naar omliggende polders, waaronder de Vrouwgeestpolder. Mogelijk dat er in het zuiden van de Vrouwgeestpolder lokaal iets meer kweldruk uit de Gnephoekpolder wordt ervaren. Hierdoor kan ook het risico op opbarsting iets toenemen.

In het basisalternatief wordt een aquaduct voorzien onder de Heimanswetering, ter hoogte van de voormalige asfaltcentrale en een fietsbrug over de Oude Rijn naar de Rijnhavenkade. De aanleg en het gebruik van het aquaduct en fietsbrug kunnen invloed hebben op de (lokale) grondwaterstanden en grondwaterstroming. Vooral tijdens de aanlegfase van het aquaduct zal er lokaal een verlaging van de grondwaterstand plaatsvinden door benodigde bemalingen. Een tijdelijke verlaging kan zettingen tot gevolg hebben en van invloed zijn op o.a. de funderingen van gebouwde objecten en niet-gefundeerde objecten. Hiervoor moeten in de aanlegfase mitigerende maatregelen worden getroffen. Voor de fietsbrug over de Oude Rijn zijn pijlers met gesloten bouwkuipen voorzien, waardoor het effect op grondwater wordt geminimaliseerd.

Dit resulteert in een positieve beoordeling voor het basisalternatief (effectbeoordeling: 0/+). Het nieuwe peilplan zorgt voor een kleine verbetering ten opzichte van de referentiesituatie.

Tabel 4-5: Beoordeling basisalternatief grondwaterkwantiteit

Water	Basisalternatief
Grondwaterkwantiteit	0/+

Alternatieven

In Tabel 4-6 is weergegeven of een alternatief voor het aspect Grondwaterkwantiteit leidt tot een andere beoordeling.

Tabel 4-6: Beoordeling alternatieven grondwaterkwantiteit (roze: beoordeling alternatief is anders dan het basisalternatief).

Thema: Water				
	Basisalternatief	Alternatief water, bodem en natuur	Alternatief mobiliteit	Alternatief duurzame energie / circulariteit
Grondwaterkwantiteit	0/+	+	0/+	0/+

Alternatief 'water, bodem en natuur'

Net als in het basisalternatief wordt het waterpeil in het plangebied verhoogd tot NAP -2,38 m (+20 cm/ -10 cm), waardoor dezelfde effecten met betrekking tot grondwater worden verwacht. Daarnaast creëert de implementatie van een Urban Waterbuffer en infiltratiestroken extra ruimte voor infiltratie van hemelwater. Met de infiltratiestroken worden de freatische grondwaterlagen aangevuld met overtollig hemelwater en de Urban Waterbuffer voedt het diepere watervoerende pakket. Op deze manier draagt het bij aan de bevordering van de gewenste grondwaterstanden en de waterbeschikbaarheid in diepere grondlagen. Daarom is dit alternatief positiever beoordeeld dan het basisalternatief (effectbeoordeling: +).

Alternatief mobiliteit

Net als in het basisalternatief wordt het waterpeil in het plangebied verhoogd tot NAP -2,38 m (+20 cm/ -10 cm), waardoor dezelfde effecten met betrekking tot grondwater worden verwacht.

In dit alternatief wordt een (beweegbare) brug aangelegd over de Heimanswetering, in plaats van een aquaduct. Bij (de aanleg van) een brug is het effect op grondwaterstand minder groot, vooral al met een gesloten bouwkuip wordt gewerkt, omdat een kleiner deel van het kunstwerk ondergronds wordt aangelegd. Daarom is het effect op de grondwaterstanden in dit effect kleiner dan in het basisalternatief. Dit effect levert geen significant verschil op in de effectbeoordeling voor grondwaterkwantiteit, omdat een groot deel van het effect afhangt van de mitigerende maatregelen en ontwerp van de kunstwerken en het een tijdelijk effect betreft in de aanlegfase. Daarom is dit alternatief hetzelfde beoordeeld als het basisalternatief (effectbeoordeling: 0/+).

Alternatief duurzame energie/ circulariteit

Net als in het basisalternatief wordt het waterpeil in het plangebied verhoogd tot NAP -2,38 m (+20 cm/ -10 cm), waardoor dezelfde effecten met betrekking tot grondwater worden verwacht. En is dit alternatief hetzelfde beoordeeld als het basisalternatief (effectbeoordeling: 0/+).

4.1.4 Grondwaterkwaliteit

Basisalternatief

Door verhoging van het oppervlaktewaterpeil en de toename in oppervlaktewater zal dus ook meer water infiltreren in de ondergrond ten opzichte van de referentiesituatie. Het oppervlaktewater van het basisalternatief is schoner dan het oppervlaktewater in de referentiesituatie. Er wordt namelijk zo min mogelijk water vanuit de boezem ingelaten en het oppervlaktewater wordt voornamelijk met hemelwater gevoed. Hiermee zal dus schoner water infiltreren naar het grondwater. Het schonere oppervlaktewater heeft positieve effecten op de grondwaterkwaliteit.

Het risico op grondwaterverontreiniging gaat met name in het stedelijk gebied omhoog door de toenemende menselijke activiteiten in het gebied. Er wordt meer verharding aangebracht in het plangebied ten opzichte van de referentiesituatie. Hemelwater dat afstroomt van verhard oppervlak kan vervuild zijn, vooral in stedelijk gebied. Daarom worden groene infiltratiestroken gebruikt, waarbij afstromend hemelwater op een natuurlijke manier wordt gezuiverd voordat het infiltreert.

Het grondwater heeft verder dezelfde risico's op verzilting als in de referentiesituatie.

Doordat meer water van goede kwaliteit zal infiltreren en het risico op verzilting niet verandert wordt de kwaliteit van het grondwater beter ten opzichte van de referentiesituatie. Dit effect is wel beperkt omdat het risico op verontreinigingen in stedelijk gebied omhooggaat door het toevoegen van infrastructuur en menselijke activiteit (effectbeoordeling: 0/+).

Tabel 4-7: Beoordeling basisalternatief grondwaterkwaliteit

Water	Basisalternatief
Grondwaterkwaliteit	0/+

Alternatieven

In tabel 4-8 is weergegeven of een alternatief voor het aspect Grondwaterkwaliteit leidt tot een andere beoordeling.

Tabel 4-8: Beoordeling alternatieven grondwaterkwaliteit (roze: beoordeling alternatief is anders dan het basisalternatief).

Thema: Water				
	Basisalternatief	Alternatief water, bodem en natuur	Alternatief mobiliteit	Alternatief duurzame energie / circulariteit
Grondwaterkwaliteit	0/+	+	0/+	0/+

Alternatief 'water, bodem en natuur'

In dit gebied wordt een groter deel van het plangebied afgegraven om ruimte te maken voor drijvende bebouwing en wegen. In dit plan is dus een minder groot deel van de bodem afgedekt waardoor meer oppervlaktewater kan infiltreren ten opzichte van de referentie situatie. Daarnaast worden meer maatregelen getroffen om de oppervlaktewaterkwaliteit te verbeteren (zie paragraaf 4.1.2).

Dit alternatief is positief beoordeeld. Doordat meer water kan infiltreren dan in de referentiesituatie en het water van een betere kwaliteit is door aanvullende maatregelen heeft dit alternatief een positief effect op de grondwaterkwaliteit (Effectbeoordeling: +).

Alternatief mobiliteit

In dit alternatief gelden dezelfde uitgangspunten als in het basisalternatief met betrekking tot de grondwaterkwaliteit en heeft daarmee dezelfde score.

Alternatief duurzame energie/ circulariteit

In dit alternatief gelden dezelfde uitgangspunten als in het basisalternatief met betrekking tot de grondwaterkwaliteit en heeft daarmee dezelfde score.

4.1.5 Bodemkwaliteit

Basisalternatief

In het basisalternatief verandert de landbouw functie van plangebied naar een deels stedelijk deels natuurgebied. Er komt 90 ha aan natuur en groen, waarvan 60 ha natuurgebied en 30 ha groen en water in het stedelijk gebied. Daarnaast kent het gebied een uitgebreid waternetwerk. Dit heeft deels positieve en deels negatieve effecten op de bodemkwaliteit:

- Ter realisatie van het beoogde plan zal de bovenste laag worden afgegraven in het natuurgebied om op die manier veel (overtollige) nutriënten te verwijderen, wat de bodemkwaliteit ten goede komt.
- Het realiseren van een significant oppervlak aan natuur en water in het basisalternatief is bovendien positief voor de bodemkwaliteit en bevorderlijk voor de biodiversiteit.
- De huidige functie van landbouw in het plangebied wordt aangepast naar stedelijk gebied en natuur. In de referentiesituatie worden jaarlijks extra nutriënten aan de bodem toegevoegd door bemesting. In het basisalternatief is dat niet het geval, wat een positief effect heeft op de bodemkwaliteit.
- Daar tegenover staat dat het plangebied voor een gedeelte een stedelijk karakter krijgt, waarbij de grond functie-gerelateerd wordt opgehoogd en afgedekt voor bebouwing. Dit heeft negatieve effecten op de bodemkwaliteit door bodemverdichting en afname van biodiversiteit. Het risico op bodemverontreiniging gaat omhoog door de toenemende menselijke activiteiten in het gebied.

In het basisalternatief wordt een aquaduct voorzien onder de Heimanswetering, ter hoogte van de voormalige asfaltcentrale. Op het terrein van de voormalige asfaltcentrale is momenteel vervuiling aanwezig (zie hoofdstuk 3.1.6). Voor de aanleg van het aquaduct zal deze bodemvervuiling gesaneerd moeten worden. Dit heeft een positief effect op de bodemkwaliteit in en rond het plangebied omdat hiermee een van de voornaamste locaties met bodemvervuiling gesaneerd wordt.

Deze verschillende effecten in acht nemend zal in het basisalternatief de bodemkwaliteit erop vooruitgaan in vergelijking met de referentiesituatie (Effectbeoordeling: +).

Tabel 4-9: Beoordeling basisalternatief bodemkwaliteit

Bodem	Basisalternatief
Bodemkwaliteit	+

Alternatieven

In tabel 4-10 is weergegeven of een alternatief voor het aspect Bodemkwaliteit leidt tot een andere beoordeling.

Tabel 4-10: Beoordeling alternatieven bodemkwaliteit (roze: beoordeling alternatief is anders dan het basisalternatief).

Thema: Bodem				
	Basisalternatief	Alternatief water, bodem en natuur	Alternatief mobiliteit	Alternatief duurzame energie / circulariteit
Bodemkwaliteit	+	+	0/+	0/-

Alternatief 'water, bodem en natuur'

Water krijgt een nog prominentere rol in het landschap. Het gebied wordt afgegraven om ruimte te maken voor drijvende bebouwing en wegen op pontons. In dit plan is een minder groot deel van de bodem afgedekt wat de bodemkwaliteit ten goede komt.

In het natuurgebied wordt niet afgegraven. Hierbij is het uitgangspunt dat de nutriënten op een natuurlijke manier uit het gebied worden verwijderd over een aantal decennia. Dit betekent op de korte termijn de bodemkwaliteit in het natuurgebied slechter is dan in het basisalternatief maar op de lange termijn wordt eenzelfde eindsituatie nagestreefd, met behoud van de huidige bodemlaag. Recreatie in het natuurgebied is in dit alternatief verboden. Het risico van vervuiling van deze gebieden door menselijk toedoen neemt daarmee af. Dit alternatief scoort daarmee hetzelfde als het basisalternatief (Effectbeoordeling: +).

Alternatief mobiliteit

In dit alternatief wordt voor het bouwrijp maken uitgegaan van een strengere restzettingseis, waarbij meer gebruik wordt gemaakt van onderheien en het extra voorbelasten van openbaar groen. Het extra voorbelasten kan de bodem verdichten en het onderheien de bodemlagen verstoren met nadelige gevolgen voor de bodemkwaliteit. Dit risico op verslechtering van de bodemkwaliteit beperkt zich tot het te bebouwen gebied, waardoor het effect als klein wordt geschat.

In het alternatief mobiliteit wordt geen aquaduct voorzien onder de Heimanswetering. Er worden naar alternatieve ontsluitingsroutes gezocht. Daarom wordt de vervuiling bij de asfaltcentrale niet per definitie gesaneerd waardoor de bodemkwaliteit hier niet verbeterd ten opzichte van de referentie.

In dit alternatief gelden grotendeels dezelfde uitgangspunten als in het basisalternatief met betrekking tot de bodemkwaliteit, zoals het afgraven om nutriënten te verwijderen en realiseren van natuurgebied. Wel wordt de bodem meer verdicht door extra voorbelasten voor de strengere restzettingseis, het voorbelasten voor openbaar groen en onderheien van wegen. Verder wordt vervuiling bij de asfaltcentrale niet met zekerheid verwijderd. Dit alternatief is beperkt positief beoordeeld (Effectbeoordeling: 0/+).

Alternatief duurzame energie/ circulariteit

In dit alternatief gelden grotendeels dezelfde uitgangspunten als in het basisalternatief met betrekking tot de bodemkwaliteit.

In dit alternatief worden de wegen aangelegd en opgehoogd met lichte materialen, zoals EPS (piepschuim). Deze materialen kunnen over een langere tijd eroderen en zich verspreiden in het water- en bodemsysteem, met negatieve gevolgen voor de bodemkwaliteit.

In dit alternatief wordt in een deel van de energiebehoefte voorzien met geothermie. De aanleg van geothermische energie-installaties kan een effect hebben op de bodemkwaliteit. Er De installaties zijn voorzien op 1 tot 3 km diepte (zie Bijlage 1 – alternatievenbeschrijving). Op deze diepte is het effect op de bodemkwaliteit niet groot en daarom werkt dit niet door in de effectbeoordeling.

Daarom is dit alternatief beperkt negatief beoordeeld (effectbeoordeling: 0/-).

4.1.6 Bodemdaling door veenoxidatie

Basisalternatief

Met het flexibele peil van het basisalternatief (een streefpeil van NAP -2,38 m met een marge van +20/-10 cm) komen als resultaat de grondwaterstanden ook hoger te liggen ten opzichte van de referentiesituatie. (De aanname is hier dat de grondwaterstand nauw samenhangt met oppervlaktewaterpeil door de kleine afstand tussen watergangen). In het basisalternatief wordt het noorden van het gebied met 20 of 30 cm afgegraven om nutriënten te verwijderen ten behoeve van het natuurgebied. In het noorden is de drooglegging in het basisalternatief klein (Figuur 4-2 t/m 4-5), waardoor de kans dat de veenlagen in aanraking komen met zuurstof klein is. Momenteel liggen in dit deel veenlagen tot 1,0 meter onder maaiveld (zie hoofdstukken 3.1.1 en 3.1.7), waarvan in de ontwikkeling minimaal 0,7 meter afdekkende kleilaag overblijft, wat genoeg is om bodemdaling te voorkomen. In het zuiden van het plangebied wordt een groot deel van de bodem opgehoogd en afgedekt met zand voor de aanleg van woningen. Daarom is de kans op veenoxidatie hier heel klein, net als in de referentiesituatie.

In het midden van het gebied komt een waterplas met een variabele diepte. Hiervoor moeten een deel van de bodem worden afgraven, waarbij mogelijk ook veenlagen worden opgegraven. Na het afgraven zal het veen (op de kant) oxideren. Omdat het veen al uit de bodem verwijderd is leidt dit niet tot bodemdaling, wel tot uitstoot van broeikasgassen (dit is niet relevant voor de beoordeling binnen dit criterium).

De hogere (grond)waterstanden resulteren in een lager risico op veenoxidatie en daardoor minder bodemdaling, ondanks afgravingen in het noorden van het plangebied. Dit is beperkt positief beoordeeld (Effectbeoordeling: 0/+).

Tabel 4-11: Beoordeling basisalternatief bodemdaling door veenoxidatie

Bodem	Basisalternatief
Bodemdaling door veenoxidatie	0/+

Alternatieven

In tabel 4-12 is weergegeven of een alternatief voor het aspect Bodemdaling door veenoxidatie leidt tot een andere beoordeling.

Tabel 4-12: Beoordeling alternatieven bodemdaling door veenoxidatie (roze: beoordeling alternatief is anders dan het basisalternatief).

Thema: Bodem	Basisalternatief	Alternatief water, bodem en natuur	Alternatief mobiliteit	Alternatief duurzame energie / circulariteit
Bodemdaling door veenoxidatie	0/+	-	0/+	0/+

Alternatief 'water, bodem en natuur'

In dit alternatief wordt een groot deel van het stedelijke peilgebied afgegraven om ruimte te maken voor oppervlaktewater en drijvende woningen. Het maken van zoveel oppervlaktewater vereist het afgraven (tot 2,5 meter onder het maaiveld) van (veen)grond. Het afgegraven veen wordt blootgesteld aan zuurstof en leidt daardoor tot een sterke toename van de veenoxidatie en daarmee CO₂-uitstoot en bodemdaling. Het peil wordt wel hoger dan in de referentiesituatie en het afgegraven gebied wordt zo snel mogelijk onder water gezet, waardoor het risico op veenoxidatie in de gebruiksfase van het plangebied klein is. Tijdens de aanleg van het open water in het stedelijke gebied is het risico op veenoxidatie wel aanwezig. Dit samen resulteert in een negatieve beoordeling (Effectbeoordeling: -).

Alternatief mobiliteit

Dit alternatief maakt gebruik van hetzelfde flexibele peil als het basisalternatief, en heeft daarmee dezelfde effecten op veenoxidatie.

Alternatief duurzame energie/ circulariteit

Dit alternatief maakt gebruik van hetzelfde flexibele peil als het basisalternatief, en heeft daarmee dezelfde effecten op veenoxidatie.

4.1.7 Bodemdaling door bouwrijp maken van stedelijk gebied

Basisalternatief

Bij de keuze voor de locatie van woningbouw wordt rekening gehouden met de zettingsgevoeligheid van de ondergrond. Per locatie in het plangebied wordt gekeken naar de zettingsgevoeligheid van de ondergrond, en wordt de methode van bouwrijp maken hierop aangepast.

Door de verstedelijking van het gebied neemt de kans op bodemdaling door zettingen toe. Om hiermee om te gaan wordt rekening gehouden met een restzettingseis van 10 cm in 30 jaar, exclusief autonome bodemdaling. Daarmee wordt voldaan aan de bodemdalingseis uit het convenant Klimaatadaptief Bouwen: schade door bodemdaling tegengaan en kosteneffectief zijn over een levensduur van 60 jaar (Bouwadaptief, 2022). Deze strenge restzettingseis wordt gehanteerd voor de infrastructuur, waar nodig, en waar mogelijk worden de openbare ruimte (incl. groen en oevers) en tuinen zodanig ingericht dat zettingen niet leiden tot een toename van beheerkosten, schade of overlast.

De ophoging en voorbelasting die nodig is voor de aanleg van het stedelijk gebied kunnen resulteren in horizontale vervormingen in de ondergrond. Deze vervormingen kunnen leiden tot schade aan de omgeving, waaronder de bestaande woningen, waterkeringen en (ondergrondse) infrastructuur in het zuiden en oosten van het plangebied. Afhankelijk van de dikte en eigenschappen van de samendrukbare grondlagen en de bruto ophoging kan het effect van vervorming tot ca. 20 tot 30 meter uit de teen van de ophoging rijken. In het basisalternatief is het stedelijk gebied dicht op bestaande bebouwing gepland. Het effect van de ophoging en voorbelasting is onzeker maar kan nadelige gevolgen hebben voor deze bestaande bebouwing en de omgeving. Ook op het omliggende gebied (zoals de Bruimadeschepolder naar het westen) kan de voorbelasting leiden tot vervorming in de ondergrond, tot circa 30 meter van de woningbouwlocatie.

Het gebied wordt functie-gerelateerd opgehoogd. Bij de keuze voor de locatie van woningbouw wordt rekening gehouden met de zettingsgevoeligheid van de ondergrond. Het stedelijk gebied wordt ontwikkeld in het zuidelijke deel van het plangebied, waar de ondergrond het minst zettingsgevoelig is door de aanwezigheid van vroegere stroomruggen. Per locatie in het plangebied wordt gekeken naar de zettingsgevoeligheid van de ondergrond, en wordt de methode van bouwrijp maken hierop aangepast. In het noordelijke deel, waar de ondergrond zettingsgevoeliger is, wordt ingezet op natuurontwikkeling.

Functioneel en gericht ophogen resulteert in de minimalisatie en beperking van schade of overlast door bodemdaling bij zowel bebouwing, tuinen, groen als infrastructuur. Omdat mogelijke schade aan bestaande bebouwing en de omgeving door de vereiste ophoging en voorbelasting op dit moment nog niet uit te sluiten is, maar de verwachting wel is dat er voldoende maatregelen te treffen zijn om dergelijke effecten te voorkomen of te minimaliseren, is het basisalternatief beperkt negatief beoordeeld (Effectbeoordeling: 0/-).

Tabel 4-13: Beoordeling basisalternatief bodemdaling s.g.

Bodem	Basisalternatief
Bodemdaling door bouwrijp maken van stedelijk gebied	0/-

Alternatieven

In tabel 4-14 is weergegeven of een alternatief voor het aspect bodemdaling door bouwrijp maken van stedelijk gebied leidt tot een andere beoordeling.

Tabel 4-14: Beoordeling alternatieven bodemdaling s.g. (roze: beoordeling alternatief is anders dan het basisalternatief).

Thema: Bodem	Basisalternatief	Alternatief water, bodem en natuur	Alternatief mobiliteit	Alternatief duurzame energie / circulariteit
Bodemdaling door bouwrijp maken van stedelijk gebied	0/-	0/-	0/-	0/-

Alternatief 'water, bodem en natuur'

Dit alternatief kent dezelfde restzettingseis van 10 cm in 30 jaar en uitgangspunt van bouwen in het zuidelijk deel van het plangebied. De kans op bodemdaling als gevolg van zettingen in dit gebied is minimaal omdat alle bebouwing en infrastructuur drijvend wordt gerealiseerd.

Aan de andere kant wordt ook de infrastructuur op drijvende pontons aangelegd. Er is weinig tot geen ervaring met het gebruik van pontons in ontwikkelingen met de omvang van Gnephoek. Het is aannemelijk dat deze bewegelijke pontons, welke ook gebruikt worden door zwaar verkeer en een groot aantal voertuigbewegingen, veel gevoeliger zijn voor schade en daarmee over de levensduur meer onderhoud vergen dan grondgebonden alternatieven.

Gezien het aannemelijk risico op schade bij het gebruik van pontons voor infrastructuur wordt dit alternatief beoordeeld met "0/-".

Alternatief mobiliteit

In dit plan krijgt mobiliteit de hoogste prioriteit, waardoor zakking in de wegen ongewenst is. Alle wegen en woningen worden onderheid aangelegd. Alle infrastructuur wordt gefixeerd middels een onderheide oplossing. Om te voorkomen dat openbaar groen en tuinen verzakken wordt voor deze gebieden een restzettingseis gehanteerd van 10 cm in 60 jaar, wat strenger is dan de eis uit het basisalternatief. Er bestaat een kans op schade bij de overgangen van de onderheide onderdelen naar de onderdelen waar een voorbelasting is toegepast. Daarnaast is er net als in het basisalternatief risico op schade aan bestaande bebouwing door de voorbelasting van het stedelijk gebied.

In alternatief Mobiliteit wordt net als in het basisalternatief vooral gebouwd aan de zuidelijke kant van het plangebied, dicht bij bestaande bebouwing. De benodigde ophoging en voorbelasting kunnen mogelijk leiden tot vervorming in de ondergrond, tot 20 à 30 meter vanaf de teen van de ophoging. Dit zou mogelijk kunnen leiden tot schade aan bestaande bebouwing en de omgeving, al moet het precieze effect en de locaties verder onderzocht worden.

Door de strenge restzettingseis en het onderheiden van infrastructuur is de kans op schade klein in dit alternatief. Maar bij de overgang van de onderheide onderdelen naar de onderdelen waar een voorbelasting is toegepast kan lichte schade ontstaan. Net als bij het basisalternatief kan door de vereiste ophoging en voorbelasting kan mogelijk schade ontstaan aan bestaande bebouwing en de omgeving. Hiermee wordt het alternatief licht negatief beoordeeld (Effectbeoordeling: 0/-).

Alternatief duurzame energie/ circulariteit

Dit alternatief kent dezelfde restzettingseis als het basisalternatief van 10 cm/ 30 jaar. Dit wordt gerealiseerd, niet door fixeren van de grond (zoals in bovengenoemde alternatief) maar door amfibisch te bouwen: bebouwing wordt gerealiseerd op een drijvende constructie op de grondwaterstand. Bebouwing wordt gerealiseerd zonder heipalen. Wegen worden amfibisch aangelegd en opgehoogd met lichte materialen, zoals EPS (piepschuim). Groen en tuinen worden zodanig ingericht dat het tegen natte situaties en bodemdaling kan.

In dit alternatief zijn er altijd bewegingen van de gebouwen en infrastructuur. Gebouwen kunnen door een grillige bodemopbouw of veranderende waterstanden ongelijkmatig gaan zetten, wat resulteert in schade. Infrastructuur die op lichte ophoogmaterialen is aangelegd, kan, net als bij een ophoging met voorbelasting, meer zetten dan de restzettingseis. Wat het amfibisch alternatief onderscheidt van het alternatief met ophoging door voorbelasting, is dat reconstructies waarbij lichte ophoogmaterialen zijn toegepast in de praktijk duurder zijn dan reconstructies die met een ophoging door voorbelasting zijn gerealiseerd. Dit komt doordat bij een reconstructie waarbij niet aan de restzettingseis is voldaan, altijd met lichter materiaal moet worden opgehoogd. En hoe lichter het materiaal, hoe duurder en complexer de constructie.

Dit alternatief is beoordeeld met een '0/-' omdat het aannemelijk is dat de risico's op schade behorend bij deze bouwwijze tot hogere onderhoudskosten leidt.

4.1.8 Hittestress

Basisalternatief

In de ontwikkeling van het plangebied wordt de huidige functie van landbouw vervangen voor stedelijk gebied en natuur. In het stedelijk gebied betekent dit dat er verhard oppervlak bij komt ten opzichte van de huidige situatie. Verhard oppervlak leidt tot een hoger risico op hittestress tijdens warmere periodes ten opzichte van een nat gras- en akkerbouwlandschap.

In de referentiesituatie is er weinig schaduw aanwezig in het plangebied. In het basisalternatief worden verschillende maatregelen genomen om hittestress te minimaliseren, onder andere door schaduwrijke plekken te creëren in het stedelijk gebied. Daarnaast wordt in het stedelijk gebied 30 hectare aan groen-blauwe structuren aangelegd, met brede groenzones van ca 50 meter breed waardoor er ruimte is voor wind om tussen de gebouwen te stromen. Verder wordt in het basisalternatief rekening gehouden met natuurinclusieve ontwikkeling van de buurtschappen, door het toepassen van groene gevels/daken, aanleggen van wadi's en veel water. Deze maatregelen leiden ertoe dat hittestress wordt geminimaliseerd.

In het natuurgebied neemt het risico op hittestress af ten opzichte van de referentiesituatie. Door de aangroei van bomen en struiken in delen van het natuurgebied ontstaat meer schaduw. Doordat in dit alternatief recreatie in het natuurgebied mogelijk is, kunnen mensen deze koelere omgeving opzoeken. De gekozen natuurdoeltypen zijn gevoelig voor hitte tijdens periodes van lage (grond)waterstanden, net als het agrarisch gras en akkerland dat overwegend aanwezig is in de huidige situatie.

In het basisalternatief wordt in het stedelijk gebied veel verharding aangebracht waardoor het risico op hittestress toeneemt. Aan de andere kant wordt hier meer schaduw gecreëerd en worden verschillende maatregelen genomen om het risico op hittestress te verminderen. In het natuurgebied neemt het risico op hittestress af doordat er meer schaduw komt en de vegetatie beter bestand is tegen hitte. Daarom is het basisalternatief beperkt positief beoordeeld (Effectbeoordeling: 0/+).

Tabel 4-15: Beoordeling basisalternatief hittestress

Klimaat	Basisalternatief
Hittestress	0/+

Alternatieven

In tabel 4-16 is weergegeven of een alternatief voor het aspect Hittestress leidt tot een andere beoordeling.

Tabel 4-16: Beoordeling alternatieven hittestress (roze: beoordeling alternatief is anders dan het basisalternatief).

Thema: Klimaat				
	Basisalternatief	Alternatief water, bodem en natuur	Alternatief mobiliteit	Alternatief duurzame energie / circulariteit
Hittestress	0/+	+	0/+	0/+

Alternatief 'water, bodem en natuur'

Het alternatief 'water, bodem en natuur' implementeert, naast de uitgangspunten van het basisalternatief, aanvullende maatregelen om het plangebied zo klimaatrobust mogelijk te maken. Het stedelijk gebied wordt afgegraven en de huizen en wegen worden hier drijvend aangelegd. Het water moet diep genoeg zijn om drijvend op te kunnen bouwen (tot 2,5 meter onder maaiveld) en door de diepte zal het water minder snel opwarmen. Door de nabijheid van diep water wordt de kans op hittestress in het stedelijk gebied verminderd.

Ten opzichte van de referentiesituatie neemt het verhard oppervlak toe, maar door het grotere oppervlak aan (voldoende diep) open water en toename van schaduw neemt het risico op hittestress niet toe. In het natuurgebied neemt het risico op hittestress net als in het basisalternatief af. Dit alternatief is daarom positief beoordeeld (Effectbeoordeling: +).

Alternatief mobiliteit

In het alternatief mobiliteit gelden dezelfde uitgangspunten als in het basisalternatief met betrekking tot hittestress, waardoor dezelfde effecten worden verwacht en dezelfde effectbeoordeling is gegeven.

Alternatief duurzame energie/ circulariteit

In het alternatief duurzame energie/ circulariteit gelden dezelfde uitgangspunten als in het basisalternatief met betrekking tot hittestress, waardoor dezelfde effecten worden verwacht en dezelfde effectbeoordeling is gegeven.

4.1.9 Droogte

Basisalternatief

Uitgangspunt in het basisalternatief is dat het plangebied zoveel mogelijk bestand is tegen klimaatvariaties, waaronder de gevolgen van droogte, ook voor het jaar 2100. Dit is conform de regionale klimaatvisie 'De Blauwe Lens' van het Hoogheemraadschap van Rijnland, voor een droogtebestendige inrichting. De gevolgen van droogte kunnen worden verminderd door de waterbeschikbaarheid in het gebied te vergoten. Daarvoor zijn maatregelen opgenomen in het basisalternatief.

De waterbeschikbaarheid wordt vergroot in het basisalternatief ten opzichte van de referentiesituatie door het hanteren van een groter wateroppervlak en een flexibel peil. In de referentiesituatie bestaat 7%, of 14,7 ha, van het plangebied uit wateroppervlak. In het basisalternatief wordt het waterbergend oppervlak (water of plas-dras) 20% van het plangebied, minstens 40 ha (waarvan een deel is gelegen in het natuurgebied en een deel in het bebouwde gebied). Daarnaast wordt ingezet op een flexibel peil, met 30 cm peilfluctuatie in de reguliere situatie. Hiermee wordt de waterberging van het gebied vergroot en is meer water beschikbaar

als buffer om droge periodes te overbruggen. Doordat het maximum peil hoger wordt dan het zomerpeil in de referentiesituatie is er ook meer water beschikbaar om in de bovenste laag van de bodem te infiltreren. Hierdoor is er ook meer vocht beschikbaar in de bodem (dit geldt vooral in de zandige delen in het zuiden van het plangebied).

Bij de inrichting van het gebied rekening gehouden met de eisen uit het convenant Klimaatadaptief Bouwen (Bouwadaptief, 2024) en de Maatlat groene klimaatadaptieve gebouwde omgeving (Kennisportaal Klimaatadaptatie, 2022). Concreet betekent dit onder andere dat zoetwaterschikbaarheid en grondwaterstanden sturend zijn in de inrichting van het gebied en dat langdurige droogte niet leidt tot schade. Verder zal minstens de helft van de jaarlijkse neerslagsom worden geïnfiltreerd of beschikbaar zijn voor de functies in het gebied (Bouwadaptief, 2022). Hierbij geldt het streven om zoveel mogelijk hemelwater op te vangen, bijvoorbeeld op daken, in wadi's en in waterberging in het gebied. Hemelwater wordt daarmee zoveel mogelijk opgevangen en hergebruikt in het gebied en opgeslagen in het natuurlijke systeem, dus onder andere voor het voeden van het groen in stedelijk gebied en het natuurgebied.

Het basisalternatief is positief beoordeeld omdat de beschikbare waterbuffer in droge periodes sterk toeneemt door het inzetten op een flexibel peil. Door het hogere gemiddelde peil en grotere wateroppervlak kan water infiltreren in de bodem. De buffer voor droge periodes is in de huidige situatie minder aanwezig door een vast peil (per seizoen). In droge periodes kan het verhoogd wateroppervlak wel voor meer verdamping zorgen maar dit zal niet opwegen tegen de toegenomen waterbeschikbaarheid jaarrond. Daarnaast wordt veel wateroppervlak aangelegd, waarvan 10% in stedelijk gebied, en waterretentie geïntegreerd in het ontwerp, waardoor het opgevangen hemelwater beschikbaar is voor het aanwezig groen. Daarom is dit alternatief positief beoordeeld (Effectbeoordeling: +).

Tabel 4-17: Beoordeling basisalternatief droogte

Klimaat	Basisalternatief
Droogte	+

Alternatieven

In Tabel 4-18 is weergegeven of een alternatief voor het aspect *Droogte* leidt tot een andere beoordeling.

Tabel 4-18: Beoordeling alternatieven droogte (roze: beoordeling alternatief is anders dan het basisalternatief).

Thema: Klimaat	Basisalternatief	Alternatief water, bodem en natuur	Alternatief mobiliteit	Alternatief duurzame energie / circulariteit
Droogte	+	++	+	+

Alternatief 'water, bodem en natuur'

Het alternatief 'water, bodem en natuur' implementeert, naast de uitgangspunten van het basisalternatief, aanvullende maatregelen om het plangebied zo klimaatrobust mogelijk te

maken. In het kader van droogte wordt ingezet op een 'Urban Waterbuffer'. Bij een Urban Waterbuffer wordt water geïnfiltreerd naar diepere lagen, waar het ligt opgeslagen voor drogere periodes. Hiermee kan in droge periodes groenvoorzieningen en het natuurgebied worden bewaterd.

Verder wordt in dit alternatief een groter wateroppervlak aangelegd. Hierdoor is meer ruimte om water op te slaan voor droge periodes. Aan de andere kant betekent een groter wateroppervlak ook meer verdamping in droge (en vaak warme) periodes. Met een groter wateroppervlak wordt zowel de waterbeschikbaarheid als de watervraag van het gebied groter. Dit kan betekenen dat in extreem droge periodes water moet worden ingelaten, wanneer de buffer het niet meer kan opvangen. Dit zal echter zelden voorkomen en betreft voornamelijk 'extreme' omstandigheden in plaats van de norm. Jaarrond geven de maatregelen voor extra waterbeschikbaarheid aanzienlijk meer garantie op voldoende water in het gebied en zullen er meer droge periodes kunnen worden opgevangen.

Dit alternatief is beoordeeld met "++". De sponswerking van het gebied wordt maximaal vergroot door het flexibele peil, grotere wateroppervlak ten opzichte van de huidige situatie en aanleg van de Urban Waterbuffer.

Alternatief mobiliteit

In het alternatief mobiliteit gelden dezelfde uitgangspunten als in het basisalternatief met betrekking tot Hoogwaterveiligheid, waardoor dezelfde effecten worden verwacht.

Alternatief duurzame energie/ circulariteit

De waterbeschikbaarheid is hetzelfde als in het basisalternatief, met dezelfde uitgangspunten voor peilbeheer en wateroppervlak.

In dit alternatief wordt wel extra ingezet op waterbesparing en het verminderen van de drinkwater vraag door de waterketen zoveel mogelijk circulair in te richten. Deze opgave wordt uitgewerkt in het Integraal Waterketenplan en valt buiten de scope van dit deelrapport. Dit wordt dus niet meegenomen in de beoordeling waardoor dit alternatief hetzelfde scoort als het basisalternatief.

4.1.10 Wateroverlast

Basisalternatief

Met de inrichting van het plangebied wordt rekening gehouden met de mogelijkheid om een regenbui van 120 mm/dag te bergen (herhalingstijd 1/150 jaar bij het klimaat van 2030 (Gemeente Alphen aan den Rijn, 2023)). Door deze berging binnen het plangebied te verzekeren, draagt het gebied bij aan de regionale klimaatvisie 'De Blauwe lens', voor een water robuuste inrichting. Waterberging kan conform het beleid van Hoogheemraadschap Rijnland zowel in oppervlaktewater, als op inundeerbaar land worden ingericht. Er is een berekening gedaan om te bepalen of een bui van 120 mm/dag geborgen kan worden in het plangebied in het basisalternatief (Gemeente Alphen aan den Rijn, 2023). Hierbij is van de volgende oppervlaktes uitgegaan (Tabel 4-19):

Tabel 4-19: Oppervlaktes in het plangebied, basisalternatief (zie MER Bijlage 1- alternatievenbeschrijving)

Beschrijving	Oppervlakte [ha]
Natuurgebied en groen	90
Oppervlaktewater	42,2
Inundeerbaar land (o.a. oevers)	10,5
Hoog groen	37,4
Woningen en tuinen	75

Woningen	58
Tuinen	17
Infrastructuur	45
Totaaloppervlakte plangebied	210

Onder de 90 ha natuur en groen, valt 60 ha natuurgebied en 30 ha groen/blauw in het stedelijk gebied. De sportvelden zijn meegerekend als groen oppervlak dat water kan bergen/ infiltreren. Dit is overgenomen in de alternatieven beschrijving. De oppervlaktes zijn verder uitgesplitst op basis van de grondexploitatie. De aanname is dat een gescheiden rioolstelsel wordt aangelegd en al het hemelwater in het plangebied opgevangen moet worden.

Tabel 4-20 geeft de bergingscapaciteit per type waterberging in het plangebied zien.

Tabel 4-20: Bergingscapaciteit per type waterberging in het plangebied voor basisalternatief, m³ en mm

Beschrijving	Bergingscapaciteit [m ³]	Bergingscapaciteit [mm]*
Onverharde tuinen	2.126	1,0
Oppervlaktewater	211.050	100,5
Inundeerbaar land	36.750	17,5
Hoog groen	7.476	3,6
Totaal	257.402	122,6

* Waterberging in mm is berekend over het hele plangebied

Deze getallen zijn met de volgende aannames en parameters bepaald:

- **Berging in onverharde (delen van) tuinen:** Het uitgangspunt is dat er 20 mm berging kan worden geborgen in onverharde delen van de tuinen. Aanname is dat 75% van de tuinen bestaan uit (afstromend) verhard oppervlak.
- **Berging in oppervlaktewater:** In deze berekening zit de aanname dat de hevige regenbui plaatsvindt tijdens een situatie met streefpeil. De maximale toegestane peilstijging zonder schade is 50 cm boven streefpeil.
- **Berging op inundeerbaar land:** Bij een peilstijging van 50 cm boven streefpeil ontstaat een inundatiediepte van 0,35m op inundeerbare delen van het plangebied. Hierin zit de aanname dat het inundeerbare land gemiddeld 15 cm boven streefpeil ligt.
- **Berging in hoog groen:** Het uitgangspunt is dat er 20mm neerslag die op hoog groen valt kan worden geborgen in het hoog groen.
- **Groene daken:** De berging op groene daken is niet meegenomen in deze berekening omdat het water van deze oppervlaktes mogelijk benut gaat worden voor de waterketen.

In totaal kan met de bovenstaande oppervlaktes 122,8 mm worden opgevangen in het plangebied. Dit is dus genoeg om een regenbui van 120 mm/dag te kunnen bergen. Een bui van 200 mm/48 uur kan niet worden opgevangen binnen de toelaatbare peilstijging van 50 cm: met de bovenstaande uitgangspunten leidt de waterbom tot een inundatie van 77 cm in het basisalternatief. De hoogte van de polderkade tussen de Gnephoekpolder en de Vrouwgeestpolder is hierin de beperkende factor. Hoewel het gebied zodanig wordt ingericht dat bij een dergelijke peilstijging woningen en infrastructuur niet onder water komen te staan, is de huidige waterkering tussen de Gnephoekpolder en de Vrouwgeestpolder niet hoog genoeg om een dergelijke peilstijging op te vangen. Dat betekent dat bij een bui van 200 mm/48 uur water over de dijk naar de Vrouwgeestpolder stroomt. Om dit scenario te kunnen realiseren, moet de kade (verder) worden opgehoogd.

Naast het bergen van een extreme bui (120 mm/dag) is het van belang dat het watersysteem zelf, en de koppeling met het gebied, aanpasbaar is in de toekomst om verdere

klimaatverandering op te vangen. Doordat het systeem eenvoudig is opgebouwd, met maar één peilgebied, is het systeem makkelijk aanpasbaar. Alle functies zijn afgesteld op één peilregime, waardoor geen maatwerk nodig is voor aparte delen van het plangebied bij het aanpassen van het waterpeil. Aanpassingen van het peilregime kunnen eenvoudig worden doorgevoerd, zodat er beter kan worden ingespeeld op de behoefte van het toekomstige klimaat. Extra berging en veranderingen kunnen in de aan-/afvoer in een deel van het gebied worden doorgevoerd. Het hele plangebied profiteert, omdat er geen obstakels zijn voor de afvoer naar de nieuwe berging (geen peil scheidende kunstwerken).

Het basisalternatief is positief beoordeeld omdat een bui van 120 mm/ dag kan worden opgevangen en het systeem aanpasbaar is, waardoor toekomstige klimaatverandering goed kan worden opgevangen (Effectbeoordeling: +).

Tabel 4-21: Beoordeling basisalternatief wateroverlast

Klimaat	Basisalternatief
Wateroverlast	+

Alternatieven

In Tabel 4-22 is weergegeven of een alternatief voor het aspect *Wateroverlast* leidt tot een andere beoordeling.

Tabel 4-22: Beoordeling alternatieven wateroverlast (roze: beoordeling alternatief is anders dan het basisalternatief).

Thema: Klimaat	Basisalternatief	Alternatief water, bodem en natuur	Alternatief mobiliteit	Alternatief duurzame energie / circulariteit
Wateroverlast	+	++	+	+

Alternatief 'water, bodem en natuur'

Het alternatief 'water, bodem en natuur' implementeert, naast de uitgangspunten van het basisalternatief, extra maatregelen die ervoor zorgen dat het plangebied maximaal klimaatrobust wordt. Gnephoeek moet zoveel mogelijk bestand zijn tegen klimaatvariaties, zoals extreme neerslag. Door rekening te houden met klimaatverandering tot aan 2100, wordt er extra ruimte gerealiseerd voor waterberging, wat helpt bij het opvangen van extreme neerslag.

Om het plangebied zo klimaatrobust mogelijk te maken is extra berging ingericht, boven op de oppervlaktes in het basisalternatief. Het percentage oppervlaktewater in het gebied zal aanzienlijk toenemen: Een deel van het gebied wordt afgegraven om ruimte te maken voor drijvende bebouwing en wegen op pontons. Met deze extra ruimte voor waterberging is het de bedoeling dat de 'waterbom', een bui van 200 mm/48 uur, kan worden opgevangen in het plangebied.

Met onderstaande berekening alternatief Water, Bodem en Natuur getoetst aan een bui van 200 mm/48 uur met een maximale toegestane peilstijging van 50cm (tabel 4-23):

Tabel 4-23: Bergingscapaciteit per type bergend oppervlakte in het plangebied voor alternatief 'Water, bodem en natuur', in m³ en mm

Beschrijving	Bergingscapaciteit [m³]	Bergingscapaciteit [mm]
Onverharde tuinen	2.126	1,0
Oppervlaktewater	397.950	189,5
Inundeerbaar land	26.250	12,5
Hoog groen	0	0
Totaal	426.326	203,0

Deze getallen zijn met de volgende aannames en parameters bepaald:

- **Berging in onverharde (delen van) tuinen:** zelfde als basisalternatief
- **Berging in oppervlaktewater:** Het oppervlak aan oppervlaktewater wordt vergroot naar 79,6 ha (t.o.v. 42,2 in het basisalternatief).
- **Berging op inundeerbaar land:** In plaats van inundatie vanaf 0,15 m peilstijging wordt er gerekend met inundatie vanaf 0,25 m inundatie. Dit is omdat een heel groot deel van het plangebied wordt gebruikt als open water, en het land dat overblijft mag niet snel inunderen. Hierdoor blijft minder ruimte over voor berging in de vorm van inundatie op inundeerbaar land.
- **Berging in hoog groen:** Om de waterbom te kunnen opvangen en een maximale peilstijging van 50 cm aan te houden, is het oppervlakte aan open water dermate vergroot dat er geen ruimte meer overblijft voor hoog groen. Het open water wordt aangelegd in stedelijk gebied, waar drijvend wordt gebouwd. Hierdoor is in het stedelijk gebied (en de groene vingers) weinig ruimte voor hoog groen.

Bovenstaande bergingen bij elkaar opgeteld geeft een bergingsruimte van 203,2 mm voor het plangebied. Dit is dus genoeg om de waterbom op te vangen. Bij deze toetsing is geen rekening gehouden met afvoer uit het gebied op basis van de landelijke afvoernorm die voor gemaaicapaciteit wordt gebruikt. Het gebied kan dus volledig zelfstandig de bui opvangen. Uit de berekening blijkt echter dat er geen ruimte meer beschikbaar is voor niet-inundeerbaar groen.

In totaal kan met de bovenstaande oppervlaktes 203,2 mm worden opgevangen in het plangebied. Dit is genoeg om een regenbui van 200 mm/48 uur te kunnen bergen met een maximale peilstijging van 50 cm. De mogelijkheid tot het opvangen van de waterbom en de klimaatrobuuste inrichting van het plangebied (ook met zichtjaar 2100) zorgt ervoor dat dit alternatief zeer positief wordt beoordeeld met “++”.

Voor het criterium 'wateroverlast' is ook overwogen om het gebied te toetsen met een bui van 250 mm/ 48 uur. Deze bui is niet opgenomen omdat de bui van 200 mm/48 uur als voldoende extreem wordt beschouwd.

Alternatief mobiliteit

In dit alternatief gelden dezelfde uitgangspunten als in het basisalternatief met betrekking tot berging, waardoor dezelfde effecten worden verwacht.

Alternatief duurzame energie/ circulariteit

In dit alternatief gelden dezelfde uitgangspunten als in het basisalternatief met betrekking tot berging, waardoor dezelfde effecten worden verwacht.

4.1.11 Hoogwaterveiligheid

In het kader van hoogwaterveiligheid wordt in het basisalternatief voornamelijk ingezet op laag 1 (preventie) en 2 (ruimtelijke ordening) van het principe meerlaagsveiligheid. Er wordt voornamelijk gebouwd in de hogere delen van het plangebied.

De bestaande waterkering langs de Heimanswetering wordt verstevigd om te voldoen aan huidige eisen. Dit is meegenomen als uitgangspunt voor de huidige ontwikkeling en is onderdeel van de autonome ontwikkeling in het plangebied. De keringen voldoen aan de huidige eisen en zullen volstaan tot 2050 om overstromingen te voorkomen.

Het basisalternatief is relatief goed bestand tegen overstromingen. Bij de ontwikkeling en indeling van het plangebied wordt rekening gehouden met hoogwaterveiligheid: er wordt op de hogere delen gebouwd. De functieverandering in het plangebied verhoogt het risico op schade bij overstroming ten opzichte van de huidige situatie. In het kader van de woningbouwontwikkeling in de Gnephoek heeft het Hoogheemraadschap van Rijnland het overstromingsrisico in kaart gebracht (2025). De conclusie is dat de huidige IPO-normen niet hoeven te worden verhoogd als gevolg van de woningbouwontwikkeling van de Gnephoek.

Voor de toetsing van het overstromingsrisico door Hoogheemraadschap van Rijnland zijn de inundatiedieptes in kaart gebracht voor de huidige situatie (Figuur 3-21) en de toekomstige situatie (Figuur 4-6). Er is hierbij niet alleen gekeken naar de keringen van de Gnephoekpolder zelf maar ook naar de dijkkring waar het plangebied onderdeel van uitmaakt. De maximale inundatiediepte ligt op NAP -0,98 m bij een dijkdoorbraak. Het vloerpeil en de evacuateroutes in het basisalternatief worden ook aangelegd op een hoogte van NAP -0,98 m, om genoeg drooglegging te creëren. (Vloerpeil en hoogte voor evacuateroutes zijn vastgesteld op 1,2 m boven het maximumpeil, om voldoende drooglegging te garanderen, dit komt toevallig uit op dezelfde hoogte als de maximale waterstand bij dijkdoorbraak). Vloerpeil en hoogte van de evacuateroutes komen overeen met de maximale waterstand bij een dijkdoorbraak, waardoor huizen en evacuateroutes net droog blijven.

In het gebied worden de centrale, grote wegen aangelegd op een hoogte van NAP -0,98 m, zodat ze kunnen dienen als evacuateroute. De wegen rond het gebied, op de keringen langs Oude Rijn en Heimanswetering, liggen hoger (ongeveer NAP 0,0 m). Daardoor is het mogelijk om via de centrale evacuateroutes, wegen op de keringen en de bruggen het gebied te verlaten bij een dijkdoorbraak. Alleen het aquaduct onder de Heimanswetering kan niet worden gebruikt voor evacuatie.

Ook in de toekomst zullen het vloerpeil en de evacuateroutes droog blijven bij een dijkdoorbraak, dankzij de strenge restzettingseis. Hoewel wegen en evacuateroutes wel kunnen zakken, blijft de daling beperkt door de strenge restzettingseis van 10 cm in 30 jaar. Het uitgangspunt is dat bij regulier onderhoud de wegen weer naar de oorspronkelijke hoogtes worden gebracht. Door de strenge restzettingseis hoeft er minimaal te worden opgehoogd, namelijk 10 cm, wat haalbaar is voor regulier onderhoud. Dankzij deze maatregelen is het plangebied ook in de toekomst voorbereid op de gevolgen van dijkdoorbraken.



Figuur 4-6 – Inundatiedieptes in de toekomstige situatie bij een overstroming, gebaseerd op scenario's van de EU-Richtlijn Overstromingsrisico's (ROR) en doorgerekend in Tygron (Hoogheemraadschap van Rijnland, 2025). De maaivelhoogte is gebaseerd op het masterplan en de verwachte maaiveldverhoging uit de GREX

Voor de langere termijn (2100) is er een aanzienlijke kans dat de dijken niet voldoen aan de eisen die dan gelden. Bij de inrichting van het plangebied is niet expliciet rekening gehouden met toekomstige dijkversterkingen, bijvoorbeeld door ruimte langs de dijken te reserveren. Dit is gedaan, omdat de kans op een dijkdoorbraak op een andere plek veel groter is en investering eerder elders zullen worden verricht.

Het basisalternatief is beperkt positief beoordeeld omdat er in de ruimtelijke planning beperkt rekening wordt gehouden met noodsituaties en er evacuieroutes beschikbaar zijn binnen het gebied. Er zijn ook geen maatregelen voorzien voor de langere termijn (voorbij 2050), zoals een ruimtereservering voor toekomstige dijkversterkingen (Effectbeoordeling: 0/+).

Tabel 4-24: Beoordeling basisalternatief hoogwaterveiligheid

Klimaat	Basisalternatief
Hoogwaterveiligheid	0/+

Alternatieven

In Tabel 4-25 is weergegeven of een alternatief voor het aspect *Hoogwaterveiligheid* leidt tot een andere beoordeling.

Tabel 4-25 Beoordeling alternatieven hoogwaterveiligheid (roze: beoordeling alternatief is anders dan het basisalternatief).

Thema: Klimaat	Basisalternatief	Alternatief water, bodem en natuur	Alternatief mobiliteit	Alternatief duurzame energie / circulariteit
Hoogwaterveiligheid	0/+	+	0/+	0/-

Alternatief 'water, bodem en natuur'

Het alternatief 'water, bodem en natuur' implementeert, naast de uitgangspunten van het basisalternatief, aanvullende maatregelen om het plangebied zo klimaatrobuust mogelijk te maken. In het kader van Meerlaagsveiligheid wordt sterker ingezet op niveau 3 (crisisbeheersing), naast niveau 1 en 2 uit het basisalternatief. Concreet betekent dit dat er evacuateroutes en shelters binnen het plangebied worden aangelegd. Bij overstroming blijven vitale functies, shelters en evacuateroutes droog. De dijk langs de Heimanswetering wordt ingericht als Klimaatdijk, waarbij ook een woonfunctie en groenstroken worden opgenomen. Een Klimaatdijk is een extra brede dijk met een dubbele functie, bijvoorbeeld in combinatie met woningen. Uit berekeningen is gebleken dat een dijkdoorbraak waarschijnlijk op een ander deel van de dijkkring zou plaatsvinden (buiten de Gnephoekpolder) en daarom heeft het toevoegen van een Klimaatdijk binnen het plangebied weinig toegevoegde waarden voor hoogwaterveiligheid.

In het plangebied worden hoogtes aangebracht die dienen als aanvullende, interne evacuateroute bij noodsituaties. Woningen worden drijvend aangelegd waardoor ze mee kunnen bewegen met een stijgend peil. Vooral in het zuiden van het plangebied zal de inundatiediepte beperkt blijven. Drijvende huizen kunnen meebewegen op deze beperkte peilstijging. Er kan echter wel schade ontstaan aan bestaande infrastructuur en mogelijk aan vitale objecten.

Dit alternatief is positief beoordeeld omdat er aanvullende maatregelen worden getroffen om de gevolgen van een dijkdoorbraak te beheersen, zoals een overstromingsvrije verdieping in elk huis en drijvende woningen. Hierdoor is het plangebied bestand tegen overstromingen bij extreme klimaatscenario's voor 2100. Er blijft een kleine kans bestaan dat er schade komt aan kwetsbare of vitale infrastructuur (Effectbeoordeling: +).

Alternatief mobiliteit

In het alternatief mobiliteit gelden dezelfde uitgangspunten als in het basisalternatief met betrekking tot hoogwaterveiligheid, waardoor dezelfde effecten worden verwacht.

Alternatief duurzame energie/ circulariteit

In het alternatief duurzame energie/circulariteit gelden dezelfde uitgangspunten als in het basisalternatief met betrekking tot hoogwaterveiligheid, waardoor dezelfde effecten worden verwacht. Echter worden de wegen in het gebied aangelegd op EPS. De stabiliteit van taluds van EPS tijdens een overstroming is onbekend, daarom kan in deze beoordeling niet aangenomen worden dat de wegen beschikbaar zijn tijdens een overstroming. Daarom is dit alternatief beperkt negatief beoordeeld (effectbeoordeling: 0/-).

4.2 Cumulatieve effecten

Bij cumulatie wordt gekeken naar de kans dat er sprake is van een stapeling van gelijksoortige effecten door verschillende oorzaken, bronnen of nader uit te voeren projecten. Het gaat om projecten die nog niet zijn uitgevoerd, maar waarvan wel zeker is dat deze uitgevoerd gaan worden omdat er al juridisch bindende besluitvorming over heeft plaatsgevonden.

In de omgeving van het plangebied spelen geen projecten waarmee cumulatieve effecten worden verwacht op het thema Water, Bodem en Klimaat.

4.3 Maatregelen en aanbevelingen

Per beoordelingscriterium binnen het thema Water, Bodem en Klimaat is gekeken of er aanvullende maatregelen mogelijk zijn ten opzichte van het Contourenplan. Deze maatregelen kunnen een nieuw concept zijn of een verdere aanscherping van de maatregelen die reeds beschreven zijn in het Contourenplan en de alternatievenbeschrijving van dit MER (zie tabel 1.1 in Bijlage 1 – alternatieven beschrijving).

Oppervlaktewaterkwantiteit

- **Peilregime van flexibel peil:** In de alternatieven is een flexibel peil opgenomen van NAP - 2,38 m +20 cm/-10 cm. Hierbij is nog niet vastgelegd hoe dit peil door het jaar wordt gehanteerd. Het streefpeil ligt op NAP -2,38 m, maar in de zomer kan het, met het oog op waterbeschikbaarheid, wenselijk zijn om te sturen op maximum peil. Aan de andere kant leidt dit maximum peil tot een kleine drooglegging (zie paragraaf 4.1.2) en is er minder waterberging beschikbaar om extreme buien op te vangen. De toepassing van het flexibele peil moet in overleg met betrokken overheden verder worden uitgedacht als aanscherping op de maatregel van een hoger, flexibel peil.

Waterkwaliteit

- **Hoogwatervoorzieningen en inlaten:** In het basisalternatief en het contourenplan wordt zo min mogelijk water in gelaten vanaf de boezem. Daarnaast is het uitgangspunt dat de hoogwatervoorzieningen langs de dijk in huidige vorm behouden blijven. Deze hoogwatervoorzieningen wateren echter af op het plangebied en vormen hiermee een aanvoer van gebiedsvreemd water het gebied in. Een mogelijke maatregel zou zijn om een hoogwatersloot achter (polderzijde van) de hoogwatervoorzieningen aan te leggen. Deze watergang kan via een pomp afvoeren naar de boezem of met helofytenfilters het ingelaten water filteren, waardoor gezuiverd water het gebied in kan stromen. Hierbij moet wel verder onderzocht worden of helofytenfilters geschikt zijn voor het soort water (mogelijk brak) en mate van vervuiling vanaf de boezem.

Grondwater:

- **Urban Waterbuffer:** In alternatief Water, bodem en natuur wordt gebruik gemaakt van een Urban Waterbuffer. Zoals de maatregel nu is opgenomen in het alternatief wordt schoon (hemel)water naar diepe zandlagen geïnfiltreerd om op te pompen in drogere periodes. Het concept van Urban Waterbuffer is echter nog niet vaak op deze manier toegepast, waardoor er veel onzekerheden zijn over de effectiviteit en mogelijke neveneffecten. Daarom is het advies om de maatregel voor de Gnephoek richting het voorkeursalternatief aan te scherpen. Het voorstel is om de Urban Waterbuffer vorm te geven als hemelwateropslag onder sportvelden en parkeergelegenheden in het plangebied. De Urban Waterbuffer is op een vergelijkbare manier uitgewerkt in drie testcases op hoogstedelijke locaties, als onderdeel van het programma Topconsortia voor Kennis en Innovatie Urban Waterbuffer (TKI Urban Waterbuffer, 2020). Omdat deze toepassing al is getest in andere gebieden zitten er minder onzekerheden aan deze vorm van een Urban Waterbuffer. Op

deze manier kan de Buffer niet alleen dienen als buffer voor drogere periodes maar ook om wateroverlast te verminderen in de hoog-stedelijke delen van het plangebied tijdens piekbuien.

Bodemdaling door bouwrijp maken stedelijk gebied:

- **Bouwrijp maken:** In het kader van het masterplan wordt een extra onderzoek naar zettingsgevoeligheid en bouwrijp maken in het plangebied. De uitkomsten van dit onderzoek waren nog niet bekend tijdens het opstellen van de effectbeoordeling in dit deelrapport. De aanbeveling is om in komende fases de uitkomsten van het onderzoek te verwerken in het ontwerp voor het plangebied en in het Masterplan.

Hitte

- **Hittestress:** Om hittestress in het plangebied verder te verminderen zouden er ontwerpeisen aan de tuinooppervlaktes kunnen worden gesteld. Denk hierbij aan een minimaal percentage aan groen. Dit bevordert niet alleen het voorkomen van hittestress maar ook de infiltratiecapaciteit. Daarnaast kan bij de aanleg van gebouwen en bestrating worden gewerkt met hitte-werende materialen. Deze maatregelen zijn van een te groot detailniveau om in de MER toe te passen maar kunnen worden meegenomen in de verdere uitwerking van het plangebied.

4.4 Leemten in kennis

Bij het uitwerken van de effectbeoordeling in dit deelrapport van alle alternatieven waren er een aantal leemtes in kennis. Hieronder staat beschreven waar aanvullend onderzoek nodig is voor de verdere uitwerking van de planvorming en wat mogelijke effecten zouden kunnen zijn voor de effectbeoordeling.

Huidige grondwaterstanden:

Door het ontbreken van peilbuizen in het plangebied ontbreekt waardevolle informatie over de grondwaterstanden. De huidige inschatting is gebaseerd op verouderde gegevens van één peilbuis en grondwatertrappen uit het Model Grondwaterspiegeldiepte (BRO | Basisregistratieondergrond, 2020). Dit beperkt de nauwkeurigheid van de situatieanalyse en bemoeilijkt de effectenbeoordeling van de alternatieve scenario's. Het is daarom gewenst om meer peilbuizen in het plangebied te plaatsen.

Metingen oppervlaktewaterkwaliteit:

In de Gnephoekpolder zijn geen KRW-waterlichamen aanwezig. Hierdoor zijn in het verleden weinig metingen van de waterkwaliteit uitgevoerd, wat heeft geleid tot een gebrek aan informatie over de huidige situatie. Het is belangrijk om de waterkwaliteit binnen de Gnephoekpolder beter te monitoren. Dit is essentieel om de effecten van de geplande ontwikkeling duidelijker in kaart te brengen en om tijdig maatregelen te treffen wanneer de waterkwaliteit achteruitgaat. Dit is vooral van belang voor de verschillende natuurdoeltypen.

Urban Waterbuffer:

Het Urban Waterbuffer systeem is nog niet voldoende uitgewerkt om de effecten ervan volledig te kunnen voorzien (zie ook beschrijving in hoofdstuk 4.3). Het ontwerp moet daarom nog op een hoger detail niveau worden uitgewerkt. Denk hierbij aan de diepte en capaciteit van infiltratie, de infiltratiemethode, en de manier waarop het water wordt gefilterd en gezuiverd voordat het de ondergrond bereikt. Aangezien deze informatie niet beschikbaar is, is het moeilijk om te beoordelen wat dit systeem voor effect gaat hebben op de grondwaterstanden en waterkwaliteit in het bredere gebied. Voor nu is de Urban Waterbuffer beoordeeld als een aspect dat de infiltratiecapaciteit van het gebied vergroot en geen negatief effect heeft op

waterkwaliteit (door natuurlijke filters). Mocht bij nader onderzoek blijken dat infiltratie of filteren op grote schaal niet mogelijk zijn of dat er negatieve (grondwater)effecten ontstaan in de omgeving dan heeft dit effect op de beoordeling voor grondwaterkwantiteit en grondwaterkwaliteit.

Bodemkwaliteit en saneringen

Als onderdeel van de ontwikkeling van de Gnephoek wordt de mogelijkheid van een aquaduct onder de Heimanswetering onderzocht, ter hoogte van de oude asfaltcentrale. Een deel van de constructie zou op het oude asfalt-terrein komen te liggen. Hier is in een verkennende studie bodemverontreiniging vastgesteld. Voor het ontwerp en de aanleg van het aquaduct zijn aanvullende bodemonderzoeken nodig om vast te stellen hoe diep, verspreid en geconcentreerd deze verontreiniging is.

Verharde en onverharde oppervlaktes binnen het plangebied:

Voor het basisalternatief is bekend hoeveel hectare van het plangebied wordt besteed aan natuur en groen. Echter, de oppervlaktes van overige functies, zoals woningen, tuinen en infrastructuur, zijn nog niet vastgesteld. Dit geldt ook voor de andere alternatieven. Deze ontbrekende informatie is essentieel voor het uitvoeren van berekeningen met betrekking tot waterkwantiteit en wateroverlast in het gebied.

Om toch een indicatie te krijgen, zijn in de berekeningen onder het kopje 'Wateroverlast' realistische inschattingen gemaakt. Deze inschattingen kunnen als leidraad dienen bij de verdere uitwerking van het plan.

Nieuwe bouwmethodieken

In de alternatieven 'Water, bodem en natuur' en 'Duurzame energie/ circulariteit' worden verschillende bouwmethodieken meegenomen, met de nodige bijbehorende onzekerheden. Er wordt infrastructuur op drijvende pontons en ophoging middels EPS toegepast. De lange termijn effecten van deze technieken zijn onzeker. Er kunnen onvoorziene onderhoudskosten optreden als gevolg van deze technieken. In dit deelrapport is op basis van expert judgement een conservatieve inschatting gemaakt van de nadelige effecten.

5. Effectbeoordeling voorkeursalternatief

5.1 Inleiding

In voorgaand hoofdstuk zijn de effecten beschreven van de alternatieven die in het MER Gnephhoek zijn onderzocht. Op basis van de alternatievenvergelijking is een voorkeursalternatief (VKA) vastgesteld. Het voorkeursalternatief bestaat uit elementen uit alle vier de onderzochte alternatieven. De elementen waaruit het voorkeursalternatief bestaat zijn beschreven in hoofdstuk 6 van Bijlage 1 van het MER (Alternatievenbeschrijving).

In dit hoofdstuk worden in paragraaf 5.2 de effecten van het voorkeursalternatief beschreven. Paragraaf 5.3 vat de conclusies samen en geeft indien van toepassing aanbevelingen voor het vervolgtraject. Daarbij wordt waar mogelijk ook aangegeven of er nog extra maatregelen getroffen kunnen worden om effecten te voorkomen/beperken. In paragraaf 5.4 wordt beschreven of er nog relevante leemten in kennis zijn.

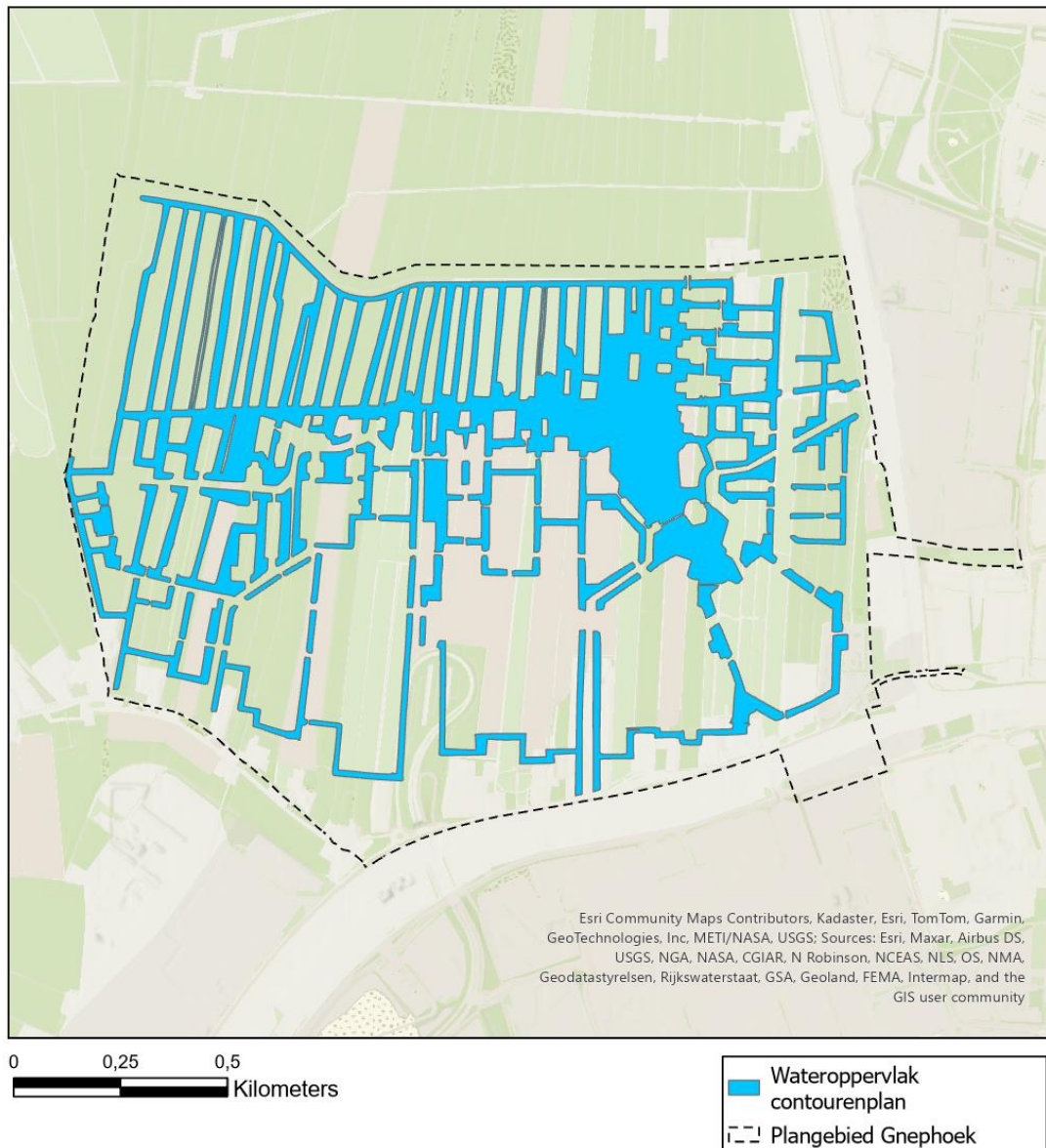
Om snel te kunnen zien op welke punten de effecten van het voorkeursalternatief afwijkt van de effecten van het basisalternatief, worden afwijkende effecten ten opzichte van het basisalternatief **gemarkeerd** weergegeven.

5.2 Effectbeoordeling

5.2.1 Oppervlaktewaterkwantiteit

Het voorkeursalternatief gaat uit van een realisatie van 5.500 woningen in 2040 en resulteert daarmee in een toename in verhard oppervlak. Ter compensatie van de toename van het verhard oppervlak zal extra wateroppervlak gerealiseerd worden, gelijk aan minimaal 15% van het extra verhard oppervlak. In totaal zal hierdoor 20% van het plangebied uit water en plasdras-gebied bestaan. Figuur 5-1 geeft een indicatie van hoe dit ongeveer verdeeld kan worden over het plangebied. (Deze kaart is nog op basis van het contourenplan en zal in werkelijkheid anders worden ingericht, deze kaart is indicatief. Zo worden als onderdeel van het voorkeursalternatief een aantal watergangen gedempt in het natuurgebied.)

Het huidige percentage open water in de Gnephhoekpolder is 7% van het totale oppervlak. Het percentage open water zal dus worden verhoogd in het voorkeursalternatief, waardoor meer water kan worden opgevangen. Op die manier kan het water dat door het extra verhard oppervlak niet zal infiltreren, worden opgevangen in het extra oppervlaktewater. Ook worden er maatregelen genomen om infiltratie te bevorderen, zoals wadi's en waterdoorlatende verharding op parkeerplaatsen. **In het voorkeursalternatief wordt een deel van de sloten in het natuurgebied gedempt, om zo een robuuster ecologisch systeem te realiseren.**

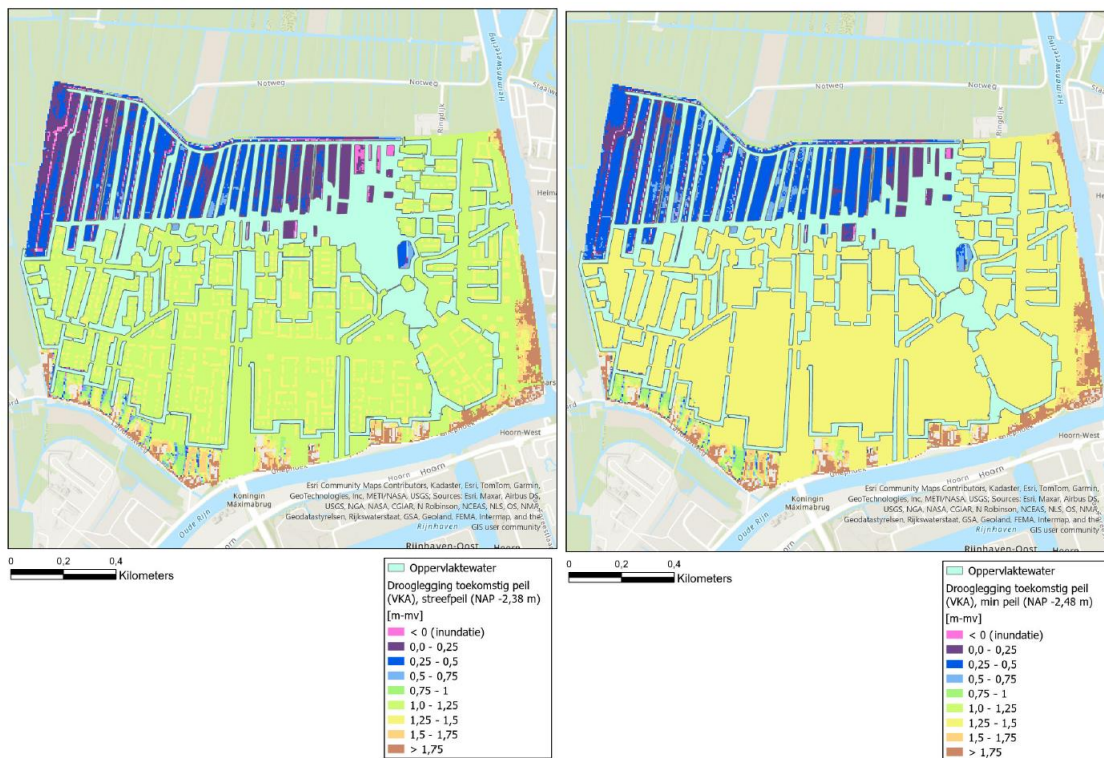


Figuur 5-1: Wateroppervlakte voorkeursalternatief (overgenomen uit contourenplan)

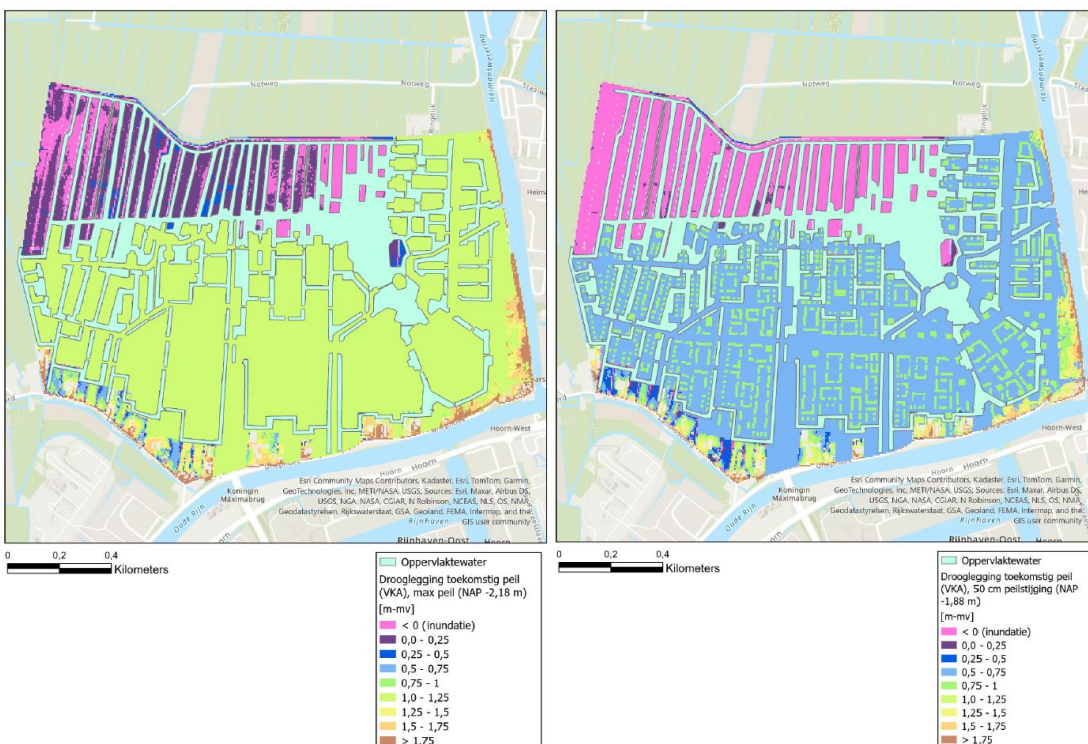
Het uitgangspunt in het voorkeursalternatief is om slechts één peilgebied in te richten (plus bestaande hoogwatervoorzieningen), waardoor het watersysteem robuuster wordt en beter bestand is tegen fluctuaties in waterbeschikbaarheid. Daarnaast kan het aan- en afvoersysteem eenvoudig worden ingericht in één peilgebied. Het peilgebied krijgt een flexibel peil van NAP - 2,38 m (+20/-10 cm). Hierbij wordt in de drogere periodes gestuurd op een maximum peil (NAP -2,18 m) en in nattere periodes op streefpeil. Dit flexibele peil helpt om de fluctuaties in weersomstandigheden op te vangen en aan te sluiten op de behoeftes van de aanwezige functies.

In het laagste gedeelte van het plangebied, het noorden, wordt een natuurgebied ingericht. Dit sluit aan bij het principe uit Water en Bodem Sturend om de laagste delen van (diepe) polders niet in te richten met bebouwing maar juist in te zetten op functies die kunnen inrunderen. De meeste van de natuurdoeltypen die zijn opgenomen in het voorkeursalternatief kunnen (tot

bepaalde mate) tegen inundatie, waarmee de indeling van het plangebied past bij de principes van Water en Bodem Sturend.



Figuur 5-2: Drooglegging streeppeil VKA Figuur 5-3: Drooglegging minimum peil VKA



Figuur 5-4: Drooglegging maximum peil VKA Figuur 5-5: Drooglegging 50 cm peilstijging VKA

In bovenstaande figuren (Figuur 5-2 t/m Figuur 5-5) zijn de effecten van het nieuwe flexibele peilregime en de opheffing van de vakbemaling in de nieuwe gebiedsindeling van het voorkeursalternatief gevisualiseerd in vier droogleggingskaarten. (Ook deze kaarten zijn gebaseerd op het contourenplan en dienen ter indicatie. In werkelijkheid zullen er ook sloten in het natuurgebied worden gedempt.) Hierbij is gebruik gemaakt van het AHN5 en zijn de geplande afgravingen in natuurgebied en ophogingen in stedelijk gebied meegenomen. Zo is het hoog stedelijk gebied integraal opgehoogd (voor de exacte grondpeilen zie Tabel 6.1 in Alternatievenbeschrijving) en wordt het natuurgebied met 20-30 cm afgegraven. Voor de berekening van deze kaarten zijn de uitgangspunten voor de peilen uit het voorkeursalternatief opgenomen (zie paragraaf 6.2 en 6.3 in Bijlage 1 – alternatieven beschrijving). Hiertoe behoren de drooglegging bij het streefpeil (NAP -2,38 m), het minimum peil (NAP -2,48 m), maximum peil (NAP -2,18 m) en maximum peil bij extreme neerslag (NAP -1,88 m). De drooglegging is met name bij het maximumpeil in het noordelijke natuurgebied zo klein dat het maaiveld deels al inundeert. Bij een peilstijging van 50 cm bij extreme neerslag komt vrijwel het gehele natuurgebied onder water te liggen. Bij streefpeil kent het hoog stedelijk gebied een drooglegging tussen de 1,0 en 1,25 m, wat aansluit bij de woonfunctie.

De drooglegging in het natuurgebied dient overeen te komen met hydrologische randvoorwaarden van de bijbehorende natuurdoeltypen die zijn vastgesteld voor het Voorkeursalternatief. De hydrologische randvoorwaarden zijn aangegeven in optimale ontwateringsdiepte, terwijl de kaarten de drooglegging aangeven. De ontwateringsdiepte en drooglegging verschillen iets, maar door de fijnmazigheid van het oppervlaktewater in het voorkeursalternatief zijn ze wel aan elkaar gerelateerd.

1. N04.02 Zoete plas: Bestaat volledig uit oppervlaktewater, waarbij het diepste punt minimaal 1,0 m diep is, mogelijk dieper. Drooglegging is hier niet van toepassing.
2. N05.03 Veenmoeras: Optimale ontwateringsdiepte variërend tussen de -50 en 5 cm-mv. Dit betekent een inundatie met een waterstand van 50 cm boven maaiveld tot 5 cm onder maaiveld. Deze gebieden worden gekenmerkt door veel open water en grondwaterstanden die in de winter en het voorjaar dicht aan of boven maaiveld staan. Een beperkte dynamiek is wenselijk (minder dan 20 cm variatie door het jaar). Door de peilfluctuatie in het plangebied, tot 30 cm door het jaar heen, is het echter lastig om hieraan te voldoen. Daarom is het advies om van Veenmoeras een Dynamisch moeras (N05.04) te maken als beoogd natuurdoeltype. Dit natuurdoeltype kan tot 20% uit open water bestaan en 10% uit struweel. De gemiddelde grondwaterstand in het najaar zakt maximaal tot 40 cm onder maaiveld, behoudens eventuele periodieke droogteperiodes. In de nattere delen varieert de grondwaterstand tussen de 0 en -20 cm. Dit natuurdoeltype kan worden ingepast in de geïnundeerde delen van het natuurgebied bij maximum peil (de roze gebieden in Figuur 5-4).
3. N10.02 Vochtig hooiland: Ontwateringsdiepte variërend tussen 5 en 50 cm-mv. Vanwege de grotere optimale ontwateringsdiepte kan dit type het beste worden gerealiseerd in de gebieden met de grootste drooglegging van het natuurgebied (lichtblauwe gebieden in Figuur 5-3 met een drooglegging van 0,5 - 0,75 m-mv).
4. N12.02 Kruiden- en faunarijks grasland: Kan voorkomen op diverse bodems, van vochtig tot droog, en heeft daarmee geen specifieke eisen voor de ontwateringsdiepte. Dit vegetatietype zal worden aangelegd op de noordelijke polderkade, grenzend aan de Vrouwengeestpolder. De droogleggingskaarten zijn gebaseerd op afgraving van het gehele natuurgebied, maar in werkelijkheid zal de polderkade in het noorden niet worden afgegraven (en zelfs verhoogd). De ontwateringsdieptes zullen in werkelijkheid een stuk groter zijn dan nu aangegeven, en daarmee aansluiten bij de behoeftes van dit natuurdoeltype.

Samengevat past de drooglegging in het natuurgebied na afgraving van 25 cm bij de hydrologische randvoorwaarden van de gekozen natuurdoeltypen. Door de grote dynamiek in het flexibele peil is het advies om over te gaan naar natuurdoeltype N05.04 Dynamisch Moeras, in plaats van Veenmoeras.

De bestaande hoogwatervoorzieningen langs de Oude Rijn en de Landlustweg blijven behouden. De locatie van een mogelijke verbinding (inlaat) tussen de hoogwatervoorzieningen en het watersysteem in het plangebied worden in een later stadium vastgesteld.

Het voorkeursalternatief resulteert in een verbetering van het oppervlaktewatersysteem, met maar één peilgebied, eenvoudige aan- en afvoer en een flexibel peil dat helpt om fluctuaties op te vangen en de functies in het gebied te bedienen. De drooglegging (na afgraving) in het natuurgebied past bij de beoogde natuurdoeltypen (effectbeoordeling: ++).

Tabel 5-1: Beoordeling voorkeursalternatief Oppervlaktewaterkwantiteit

Water	VKA
Oppervlaktewaterkwantiteit	++

5.2.2 Oppervlaktewaterkwaliteit

De Gnephoekpolder zal in het voorkeursalternatief zo min mogelijk gebiedsvreemd water uit de boezem 'Oude Rijnsysteem' inlaten. Door het flexibele peil en groter wateroppervlak is er meer waterbuffer beschikbaar waardoor jaarrond minder gebiedsvreemd water hoeft worden ingelaten. Bij de meest recente KRW-toetsing scoorde de boezem 'goed' of 'matig' voor de meeste ecologische parameters, maar de chemische waterkwaliteit voldoet niet aan de gestelde chemische normen (Hoogheemraadschap van Rijnland, 2024). Minder water inlaten vanaf de boezem heeft dus een positief effect op de waterkwaliteit in het plangebied. Sturen op maximum peil (NAP -2,18 m) in en voorafgaand aan droge periodes geeft genoeg buffer om minder gebiedsvreemd water in te hoeven laten. In nattere periodes wordt waarschijnlijk gestuurd op het streefpeil om de kans op wateroverlast te minimaliseren. Alleen in extreem droge periodes, wanneer het lastig wordt om het watersysteem op peil te houden, zal er water uit de boezem worden ingelaten, wat een negatieve impact kan hebben op de waterkwaliteit.

De bestaande hoogwatervoorzieningen langs de Oude Rijn en de Landlustweg blijven behouden. De voorzieningen zijn noodzakelijk voor het op peil houden van de grondwaterstand voor de fundering van de bestaande lintbebouwing. Het water hiervoor is afkomstig uit de Rijnlandse Boezem (Luttike Rijn, Oude Rijn en Heimanswetering) en kan daardoor een andere, mindere, kwaliteit hebben dan het water in het plangebied. Afhankelijk van het daadwerkelijke te verwachten effect op de waterkwaliteit van het watersysteem op de langere termijn zal er in een later stadium een nadere detaillering plaatsvinden. Het uitgangspunt blijft dat er zo min mogelijk gebiedsvreemd water het gebied ingelaten wordt, waardoor er minimaal negatief effect plaatsvindt op de waterkwaliteit.

Het voorkeursalternatief kent veel groen en een uitgebreid waternetwerk, wat de ecologische waterkwaliteit ten goede komt. Binnen het stedelijk gebied wordt voorzien in brede groenzones (ca 50-80 meter breed), waarbinnen de watergangen voorzien zijn van 100% natuurvriendelijke oevers, gecombineerd met smallere groenblauwe dooradering (de 'groene vingers'). In dit alternatief krijgt in het stedelijk gebied als geheel minimaal 75% van de watergangen Natuurvriendelijke Oevers (NVO's), om de waterkwaliteit zoveel mogelijk te verbeteren. In de referentiesituatie bestaat circa 99% uit zachte overgangen tussen land en water, wat goed is voor de ecologische waterkwaliteit. In het voorkeursalternatief kan het maximum percentage van 25% waar geen NVO's komen, worden aangelegd met harde overgangen. Met de

bijkomende menselijke activiteit en de daarmee gepaard gaande toename van ecologische druk, is er netto daarmee vrijwel geen vooruitgang voor de ecologische kwaliteit.

De huidige functie van landbouw in het plangebied wordt aangepast naar stedelijk gebied en natuur, waardoor geen extra nutriënten meer worden toegevoegd aan de bodem door kunst- en dierlijke mest. Dit heeft een positief effect op de waterkwaliteit. Aan de andere kant kunnen het stedelijk gebied en de nieuwe infrastructuur wel voor nieuwe verontreinigingen zorgen. Hiervoor worden zoveel mogelijk (natuurlijke) zuivering ingericht in de vorm van wadi's en groene infiltratiestroken.

Daarnaast worden in het natuurgebied en de groene vingers de bovenste lagen afgegraven, waarmee veel (overtollige) nutriënten worden verwijderd, wat eveneens de waterkwaliteit ten goede komt. In het deel dat niet wordt afgegraven blijft de nalevering van nutriënten naar het oppervlaktewater bestaan, maar gemiddeld genomen over het hele plangebied neemt nalevering af.

Door de inrichting van slechts één peilgebied kunnen stedelijk- en natuurgebied elkaar beïnvloeden. Potentiële verontreinigingen vanuit stedelijk gebied kunnen gemakkelijk het natuurgebied (met strengere kwaliteitseisen) binnendringen. Aan de andere kant zorgt het natuurgebied voor een natuurlijke zuivering van het water wat het gehele peilvak, dus ook in stedelijk gebied, ten goede komt. Zo is er in het natuurgebied geen menselijke activiteit toegestaan, behalve extensieve recreatie zoals ongemotoriseerd varen op de zoete plas / aan de rand van het natuurgebied en wandelen op aangewezen paden. Hierdoor zal er in dit deel van het plangebied geen vervuiling in het watersysteem komen. Doordat er één peilgebied wordt gevormd kan aanwezige vervuiling zich verspreiden en verdunnen, wat de waterkwaliteit uiteindelijk ten goede komt. Ook kan dit ecologisch positieve gevolgen hebben door het gebrek aan hindernissen voor bijvoorbeeld vismigratie.

In de huidige situatie is sprake van wegzijging van oppervlakte- naar grondwater. Door het hogere peil en grotere wateroppervlak in het voorkeursalternatief zal de wegzijging naar verwachting gelijk blijven of licht toenemen. Hierom is het risico op verzilting vanuit grondwater in de Gnephoekpolder niet aanwezig. Vanuit oppervlaktewater kan het risico op verzilting toenemen in droge periodes. Door klimaatverandering en zeespiegelstijging is de verwachting dat de boezem zal verzilten door zoutindringing vanuit de zee, vooral in de verdere toekomst (zichtjaar 2100). In het voorkeursalternatief wordt jaarrond minder water vanaf de boezem ingelaten omdat er meer buffer in het plangebied beschikbaar is. Tijdens droge periodes zal echter wel moeten worden overwogen om water in te laten om te voorkomen dat het waterpeil te ver uitzakt. De kans op verzilting vanuit oppervlaktewater is echter in de referentiesituatie ook aanwezig en neemt in het voorkeursalternatief niet toe.

Ondanks de negatieve factoren, zullen er dermate veel maatregelen worden genomen in het voorkeursalternatief dat de chemische én ecologische kwaliteit van de waterstructuur wordt verbeterd. In combinatie met de aanleg van NVO's, wordt het alternatief beperkt positief beoordeeld (effectbeoordeling: 0/+). Dit is geen + omdat er niet maximaal wordt ingezet op NVO's, maar slechts in een deel van het plangebied.

Tabel 5-2: Beoordeling voorkeursalternatief oppervlaktewaterkwaliteit

Water	VKA
Oppervlaktewaterkwaliteit	0/+

5.2.3 Grondwaterkwantiteit

In de referentiesituatie is er sprake van lichte wegzijging. Met het gekozen verhoogde waterpeil en de opheffing van de vakbemaling in het voorkeursalternatief zal deze wegzijging aanhouden en zal geen situatie van kwel ontstaan. Door de dikke deklaag van klei (en lokaal veen) in het plangebied is het effect van de peilstijging op de kwel/wegzijging niet heel groot. Maar vooral in het midden van het plangebied, waar de vakbemaling wordt opgeheven, zal de wegzijging wel licht toenemen. Hoewel de nieuwe situatie gekenmerkt wordt door veel verharding, biedt de implementatie van een aanzienlijk percentage groen- en wateroppervlak ook voldoende ruimte voor infiltratie naar grondwater.

Het verhoogde waterpeil maakt het gebied meer klimaatbestendig voor de toekomst, waarbij de door zeespiegel stijgende kweldruk zal toenemen. De inschatting is dat het gebied door het hogere waterpeil ook in 2100 de toenemende kweldruk voldoende kan neutraliseren, waardoor het gebied minstens kwel-neutraal blijft.

Doordat er sprake is van wegzijging wordt het risico op opbarsting in de Gnephoeckpolder in het voorkeursalternatief niet groter. In het voorkeursalternatief worden een aantal grote waterpartijen aangelegd, waaronder een waterplas in het natuurgebied. De inschatting is dat het risico op opbarsting vanwege de wegzijging niet groot is.

De hogere peilen in de Gnephoeckpolder in het voorkeursalternatief hebben minimaal effect op de grondwaterstanden in de Vrouwgeestpolder. Dit komt doordat er een dikke deklaag aanwezig is in het plangebied, waardoor het effect van het hogere peil niet sterk zal uitstralen naar omliggende polders, waaronder de Vrouwgeestpolder. Mogelijk dat er in het zuiden van de Vrouwgeestpolder lokaal iets meer kweldruk uit de Gnephoeckpolder wordt ervaren. Hierdoor kan ook het risico op opbarsting iets toenemen.

In het voorkeursalternatief wordt een aquaduct voorzien onder de Heimanswetering, ter hoogte van de voormalige asfaltcentrale en een fietsbrug over de Oude Rijn naar de Rijnhavenkade. De aanleg en het gebruik van het aquaduct en de fietsbrug kunnen invloed hebben op de (lokale) grondwaterstanden en grondwaterstroming. Vooral tijdens de aanlegfase van het aquaduct zal er lokaal een verlaging van de grondwaterstand plaatsvinden door benodigde bemalingen. Een tijdelijke verlaging kan zettingen tot gevolg hebben en van invloed zijn op o.a. de funderingen van gebouwde objecten en niet-gefundeerde objecten. Hiervoor moeten in de aanlegfase mitigerende maatregelen worden getroffen. Voor de fietsbrug over de Oude Rijn zijn pijlers met gesloten bouwkuipen voorzien, waardoor het effect op grondwater wordt geminimaliseerd.

Dit resulteert in een positieve beoordeling voor het voorkeursalternatief (effectbeoordeling: 0/+). Het nieuwe peilplan zorgt voor een kleine verbetering ten opzichte van de referentiesituatie.

Tabel 5-3: Beoordeling voorkeursalternatief grondwaterkwantiteit

Water	VKA
Grondwaterkwantiteit	0/+

5.2.4 Grondwaterkwaliteit

Door verhoging van het oppervlaktewaterpeil en de toename in oppervlaktewater zal meer water infiltreren in de ondergrond ten opzichte van de referentiesituatie. Het oppervlaktewater van het voorkeursalternatief is schoner dan het oppervlaktewater in de referentiesituatie. Er wordt namelijk zo min mogelijk water vanuit de boezem ingelaten en het oppervlaktewater wordt

voornamelijk met hemelwater gevoed. Hiermee zal dus schoner water infiltreren naar het grondwater. Het schonere oppervlaktewater heeft positieve effecten op de grondwaterkwaliteit.

Het risico op grondwaterverontreiniging gaat met name in het stedelijk gebied omhoog door de toenemende menselijke activiteiten in het gebied. Er wordt meer verharding aangebracht in het plangebied ten opzichte van de referentiesituatie. Hemelwater dat afstroomt van verhard oppervlak kan vervuild zijn, vooral in stedelijk gebied. Daarom worden groene infiltratiestroken gebruikt, waarbij afstromend hemelwater op een natuurlijke manier wordt gezuiverd voordat het infiltreert.

Het grondwater heeft verder dezelfde risico's op verzilting als in de referentiesituatie.

Doordat meer water van goede kwaliteit zal infiltreren en het risico op verzilting niet verandert wordt de kwaliteit van het grondwater beter ten opzichte van de referentiesituatie. Dit effect is wel beperkt omdat het risico op verontreinigingen in stedelijk gebied omhooggaat door het toevoegen van infrastructuur en menselijke activiteit (effectbeoordeling: 0/+).

Tabel 5-4: Beoordeling voorkeursalternatief grondwaterkwaliteit

Water	VKA
Grondwaterkwaliteit	0/+

5.2.5 Bodemkwaliteit

In het voorkeursalternatief verandert de landbouw functie van plangebied naar een deels stedelijk deels natuurgebied. Er komt 90 ha aan natuur en groen, waarvan 60 ha natuurgebied en 30 ha groen en water in het stedelijk gebied. Daarnaast kent het gebied een uitgebreid waternetwerk. Dit heeft deels positieve en deels negatieve effecten op de bodemkwaliteit:

- Ter realisatie van het beoogde plan zal de bovenste laag worden afgegraven in het natuurgebied om op die manier veel (overtollige) nutriënten te verwijderen, wat de bodemkwaliteit ten goede komt.
- Het realiseren van een significant oppervlak aan natuur en water in het voorkeursalternatief is bovendien positief voor de bodemkwaliteit en bevorderlijk voor de biodiversiteit.
- De huidige functie van landbouw in het plangebied wordt aangepast naar stedelijk gebied en natuur. In de referentiesituatie worden jaarlijks extra nutriënten aan de bodem toegevoegd door bemesting. In het voorkeursalternatief is dat niet het geval, wat een positief effect heeft op de bodemkwaliteit.
- Daar tegenover staat dat het plangebied voor een gedeelte een stedelijk karakter krijgt, waarbij de grond functie-gerelateerd wordt opgehoogd en afgedekt voor bebouwing. Dit heeft negatieve effecten op de bodemkwaliteit door bodemverdichting en afname van biodiversiteit. Het risico op bodemverontreiniging gaat omhoog door de toenemende menselijke activiteiten in het gebied.
- In het voorkeursalternatief wordt een aquaduct voorzien onder de Heimanswetering, ter hoogte van de voormalige asfaltcentrale. Op het terrein van de voormalige asfaltcentrale is momenteel vervuiling aanwezig (zie hoofdstuk 3.1.6). Voor de aanleg van het aquaduct zal deze bodemvervuiling gesaneerd moeten worden. Dit heeft een positief effect op de bodemkwaliteit in en rond het plangebied omdat hiermee een van de voornaamste locaties met bodemvervuiling gesaneerd wordt.

Deze verschillende effecten in acht nemend zal in het voorkeursalternatief de bodemkwaliteit erop vooruitgaan in vergelijking met de referentiesituatie (Effectbeoordeling: +).

Tabel 5-5: Beoordeling voorkeursalternatief bodemkwaliteit

Bodem	VKA
Bodemkwaliteit	+

5.2.6 Bodemdaling door veenoxidatie

Met het flexibele peil van het voorkeursalternatief (een streefpeil van NAP -2,38 m met een marge van +20/-10 cm) komen als resultaat de grondwaterstanden ook hoger te liggen ten opzichte van de referentiesituatie. (De aanname is hier dat de grondwaterstand nauw samenhangt met oppervlaktewaterpeil door de kleine afstand tussen watergangen).

In het voorkeursalternatief wordt het noorden van het gebied met 20 of 30 cm afgegraven om nutriënten te verwijderen ten behoeve van het natuurgebied. In het noorden is de drooglegging in het voorkeursalternatief klein (Figuur 4-2 t/m 4-5), waardoor de kans dat de veenlagen in aanraking komen met zuurstof klein is. Momenteel liggen in dit deel veenlagen tot 1,0 meter onder maaiveld (zie hoofdstukken 3.1.1 en 3.1.7), waarvan in de ontwikkeling minimaal 0,7 meter afdekkende kleilaag overblijft, wat genoeg is om bodemdaling te voorkomen. In het zuiden van het plangebied wordt een groot deel van de bodem opgehoogd en afgedekt met zand voor de aanleg van woningen. Daarom is de kans op veenoxidatie hier heel klein, net als in de referentiesituatie.

In het midden van het gebied komt een waterplas met een variabele diepte. Hiervoor moeten een deel van de bodem worden afgegraven, waarbij mogelijk ook veenlagen worden opgegraven. Na het afgraven zal het veen (op de kant) oxideren. Omdat het veen al uit de bodem verwijderd is leidt dit niet tot bodemdaling, wel tot uitstoot van broeikasgassen (dit is niet relevant voor de beoordeling binnen dit criterium).

De hogere (grond)waterstanden resulteren in een lager risico op veenoxidatie en daardoor minder bodemdaling, ondanks afgravingen in het noorden van het plangebied. Dit is beperkt positief beoordeeld (Effectbeoordeling: 0/+).

Tabel 5-6: Beoordeling voorkeursalternatief Bodemdaling door veenoxidatie

Bodem	VKA
Bodemdaling door veenoxidatie	0/+

5.2.7 Bodemdaling door bouwrijp maken van stedelijk gebied

Bij de keuze voor de locatie van woningbouw wordt rekening gehouden met de zettingsgevoeligheid van de ondergrond. Per locatie in het plangebied wordt gekeken naar de zettingsgevoeligheid van de ondergrond, en wordt de methode van bouwrijp maken hierop aangepast. Voor het bouwrijp maken van het stedelijk gebied wordt uitgegaan van integraal ophogen in het hoog-stedelijke gebied en functie-gerelateerd (partieel) ophogen in laag-stedelijk gebied. De precieze verhouding per ontwikkelgebied is een onderzoeksvraag voor verdere uitwerking in samenhang met uitkomsten van het onderzoek naar zettingsgevoeligheid en bouwrijp maken voor het Masterplan.³

Door de verstedelijking van het gebied neemt de kans op bodemdaling door zettingen toe. Om hiermee om te gaan wordt rekening gehouden met een restzettingseis van 10 cm in 30 jaar,

³ Zodra dit onderzoek definitief is gemaakt worden de inzichten verwerkt in de toetsing van het voorkeursalternatief

exclusief autonome bodemdaling. Daarmee wordt voldaan aan de bodemdalingseis uit het convenant Klimaatadaptief Bouwen: schade door bodemdaling tegengaan en kosteneffectief zijn over een levensduur van 60 jaar (Bouwadaptief, 2022). In het kader van het Masterplan worden deze indicatieve ophogingen nader uitgewerkt.

Integraal en functie-gerelateerd ophogen betekent dat deze strenge restzettingseis wordt gehanteerd voor de infrastructuur met ondergrondse kabels en leidingen in het hele stedelijk gebied. Voor het resterende gebied (tuinen, groen, infrastructuur zonder kabels en leidingen) betekent dit dat deze zodanig moeten worden ingericht dat zettingen niet leiden tot een toename van beheerkosten, schade of overlast. Aanvullend wordt gekeken waar kabels en leidingen (incl. riolering) zoveel mogelijk kunnen worden beperkt om schade door zettingen te minimaliseren en ruimte te geven in de ondergrond om de 3-30-300 doelstelling mogelijk te maken. Deze doelstelling geeft de verhouding weer van groen in de gebouwde omgeving (3 bomen, 30% bladerdek en 300 meter tot het dichtstbijzijnde groene gebied). Om die doelstelling te halen is voldoende ruimte in de bodem nodig voor wortels van bomen.

In het voorkeursalternatief wordt uitgegaan van Warmte Koude Opslag (WKO's) voor alle woningen. Hierbij wordt 25% op individuele bodemlussen en 75% van de woningen aangesloten op collectieve WKO-systemen. Per WKO-systeem is een put nodig waar de aansluiting in de ondergrond binnenkomt in bebouwing. Deze putten moeten ook worden onderheid om zetting en daarmee schade aan het systeem te voorkomen.

Voor natuur en groene vingers is het uitgangspunt dat ophogen (en vergraven) zoveel mogelijk wordt vermeden, maar daar kan besloten worden om de groenvakken met (uitkomende) grond op te hogen wanneer dit nodig blijkt. In het hoog-stedelijk gebied wordt integraal opgehoogd, wat betekent dat het stedelijk groen hier ook wordt opgehoogd. In het laag-stedelijk gebied wordt functie-gerelateerd opgehoogd, dus hier kan groen zoveel mogelijk worden aangelegd zonder ophogen en vergraven.

In een klein deel van het plangebied worden woningen amfibisch of drijvend aangelegd, als proeftuin voor innovatieve gebiedsontwikkeling. Omdat dit slechts een beperkt onderdeel van het totale plan betreft, wordt hier in deze effectenbeoordeling verder niet op ingegaan.

De ophoging en voorbelasting die nodig is voor de aanleg van het stedelijk gebied kunnen resulteren in horizontale vervormingen in de ondergrond. Deze vervormingen kunnen leiden tot schade aan de omgeving, waaronder de bestaande woningen, waterkeringen en (ondergrondse) infrastructuur in het zuiden en oosten van het plangebied. Afhankelijk van de dikte en eigenschappen van de samendrukbare grondlagen en de bruto ophoging kan het effect van vervorming tot ca. 20 tot 30 meter uit de teen van de ophoging rijken. In het voorkeursalternatief is het stedelijk gebied dicht op bestaande bebouwing gepland. Het effect van de ophoging en voorbelasting is onzeker maar kan nadelige gevolgen hebben voor deze bestaande bebouwing. Ook op het omliggende gebied (zoals de Bruimadeschepolder naar het westen) kan de voorbelasting leiden tot vervorming in de ondergrond, tot circa 30 meter van de woningbouwlocatie. Dit effect moet in volgende fases verder worden geanalyseerd en indien nodig moeten mitigerende maatregelen worden getroffen.

Functioneel en gericht ophogen resulteert in de minimalisatie en beperking van schade of overlast door bodemdaling bij zowel bebouwing, tuinen, groen als infrastructuur. Omdat mogelijke schade aan bestaande bebouwing en de omgeving door de vereiste ophoging en voorbelasting op dit moment nog niet uit te sluiten is, maar de verwachting wel is dat er voldoende maatregelen te treffen zijn om dergelijke effecten te voorkomen of te minimaliseren, is het voorkeursalternatief beperkt negatief beoordeeld (Effectbeoordeling: 0/-).

Tabel 5-7: Beoordeling voorkeursalternatief Bodemdaling door bouwrijp maken van stedelijk gebied

Bodem	VKA
Bodemdaling door bouwrijp maken van stedelijk gebied	0/-

5.2.8 Hittestress

In de ontwikkeling van het plangebied wordt de huidige functie van landbouw vervangen voor stedelijk gebied en natuur. In het stedelijk gebied betekent dit dat er verhard oppervlak bij komt ten opzichte van de huidige situatie. Verhard oppervlak leidt tot een hoger risico op hittestress tijdens warmere periodes ten opzichte van een nat gras- en akkerbouwlandschap.

In de referentiesituatie is er weinig schaduw aanwezig in het plangebied. In het voorkeursalternatief worden verschillende maatregelen genomen om hittestress te minimaliseren, onder andere door schaduwrijke plekken te creëren in het stedelijk gebied. Zo wordt gewerkt met de 3-30-300 doelstelling. Deze doelstelling geeft de verhouding weer van groen in de gebouwde omgeving (3 bomen, 30% bladerdek en 300 meter tot het dichtstbijzijnde groene gebied). Daarnaast wordt in het stedelijk gebied 30 hectare aan groen-blauwe structuren aangelegd, met brede groenzones (twee hoofdverbindingen van ca 50-80 meter breed, de overige ca 50 meter breed) waardoor er ruimte is voor wind om tussen de gebouwen te stromen. Verder wordt in het voorkeursalternatief rekening gehouden met natuurinclusieve ontwikkeling van de buurtschappen, door het toepassen van groene gevels/daken, aanleggen van wadi's en veel water. Deze maatregelen leiden ertoe dat hittestress wordt geminimaliseerd.

In het natuurgebied neemt het risico op hittestress af ten opzichte van de referentiesituatie. Door de aangroei van bomen en struiken in delen van het natuurgebied ontstaat meer schaduw. Doordat in dit alternatief extensieve recreatie in het natuurgebied mogelijk is, kunnen mensen deze koelere omgeving opzoeken. De gekozen natuurdoeltypen zijn gevoelig voor hitte tijdens periodes van lage (grond)waterstanden, net als het agrarisch gras en akkerland dat overwegend aanwezig is in de huidige situatie.

In het voorkeursalternatief wordt in het stedelijk gebied veel verharding aangebracht waardoor het risico op hittestress toeneemt. Aan de andere kant wordt hier meer schaduw gecreëerd en worden verschillende maatregelen genomen om het risico op hittestress te verminderen. In het natuurgebied neemt het risico op hittestress af doordat er meer schaduw komt. Het voorkeursalternatief is beperkt positief beoordeeld (Effectbeoordeling: 0/+).

Tabel 5-8: Beoordeling voorkeursalternatief hittestress

Klimaat	VKA
Hittestress	0/+

5.2.9 Droogte

Uitgangspunt in het voorkeursalternatief is dat het plangebied zoveel mogelijk bestand is tegen klimaatvariaties, waaronder de gevolgen van droogte, ook voor het jaar 2100. Dit is conform de regionale klimaatvisie 'De Blauwe Lens' van het Hoogheemraadschap van Rijnland, voor een droogtebestendige inrichting. De gevolgen van droogte kunnen worden verminderd door de waterbeschikbaarheid in het gebied te vergoten. Daarvoor zijn maatregelen opgenomen in het voorkeursalternatief.

De waterbeschikbaarheid wordt vergroot in het voorkeursalternatief ten opzichte van de referentiesituatie door het hanteren van een flexibel peil. In de referentiesituatie bestaat 7%, of 14,7 ha, van het plangebied uit wateroppervlak. In het voorkeursalternatief wordt het waterbergend oppervlak (water of plas-dras) 20% van het plangebied, ongeveer 42,2 ha (waarvan een deel is gelegen in het natuurgebied en een deel in het bebouwde gebied). Daarnaast wordt ingezet op een flexibel peil, met 30 cm peilfluctuatie. Hiermee wordt de waterberging van het gebied vergroot en is meer water beschikbaar als buffer om droge periodes te overbruggen. Doordat het maximum peil hoger wordt dan het zomerpeil in de referentiesituatie is er ook meer water beschikbaar om in de bovenste laag van de bodem te infiltreren. Hierdoor is er ook meer vocht beschikbaar in de bodem (dit geldt vooral in de zandige delen in het zuiden van het plangebied).

Bij de inrichting van het gebied wordt rekening gehouden met de eisen uit het convenant Klimaatadaptief Bouwen (Bouwadaptief, 2024) en de Maatlat groene klimaatadaptieve gebouwde omgeving (Kennisportaal Klimaatadaptatie, 2022). Concreet betekent dit onder andere dat zoetwaterschikbaarheid en grondwaterstanden sturend zijn in de inrichting van het gebied en dat langdurige droogte niet leidt tot schade. Verder zal minstens de helft van de jaarlijkse neerslagsom worden geïnfiltreerd of beschikbaar zijn voor de functies in het gebied (Bouwadaptief, 2022). Hierbij geldt het streven om zoveel mogelijk hemelwater op te vangen en te bufferen, bijvoorbeeld op daken, in wadi's en in waterberging in het gebied. Hemelwater wordt daarmee zoveel mogelijk opgevangen en hergebruikt in het gebied en opgeslagen in het natuurlijke systeem, dus onder andere voor het voeden van het groen in stedelijk gebied en het natuurgebied.

Om te toetsen hoeveel waterbuffer in het oppervlaktewatersysteem met flexibel peilbeheer beschikbaar is, is een berekening (op hoofdlijnen) uitgevoerd met de uitgangspunten van het Voorkeursalternatief. Hierin is berekend hoeveel dagen aan droogte het plangebied aankan in een standaard (droge) zomerperiode, voordat gebiedsvreemd water ingelaten moet worden. Deze berekening is uitgevoerd voor huidig (2019 tot 2048) en toekomstig (2050, 2100) klimaat en focust op waterbuffer in de vorm van oppervlaktewater. Hierbij is gebruik gemaakt van de gemiddelde potentiële verdampingswaarden van de KNMI-klimaatscenario's (KNMI, 2023) voor de zomerperiode (juni, juli, augustus) passend bij:

- Het klimaat in 2030 (gemiddelde van de periode 2019-2049) bij Laag CO₂-uitstoot. Dit is het enige scenario beschikbaar voor 2030.
- Het klimaat in 2050 (gemiddelde over de periode 2036-2065) bij Hoge CO₂-uitstoot (SSP5-8.5) – verdrogend.
- Het klimaat in 2100 (gemiddelde over de periode 2086-2115) bij Hoge CO₂-uitstoot (SSP5-8.5) – verdrogend.

Daarnaast wordt uitgegaan van de volgende aannames:

- De inschatting is dat het gebied door het verhoogde waterpeil ook in 2100 minstens kwel-neutraal blijft (Paragraaf 5.2.3).
- Uitgangspunt is dat de buffercapaciteit maximaal wordt benut. Dit betekent dat de buffer volledig is gevuld en er dus tijdig op maximum peil is gestuurd. Hierbij is de aanname dat de freatische grondwaterstand is meegestegen en daarmee op hetzelfde niveau als de oppervlaktewaterpeilen ligt bij de start van de droge periode. Uitstroom van oppervlaktewater naar grondwater is daarmee verwaarloosbaar klein.
- Het oppervlak aan oppervlaktewater is berekend op als 42 hectare aan waterbergend oppervlak (20% van het totale plangebied), min het oppervlak van de NVO's (zie Tabel 5-11 voor de exacte oppervlaktes).
- De openwaterverdamping wordt bij benadering gelijkgesteld aan de potentiële verdamping zoals berekend door het KNMI. De werkelijke openwaterverdamping in de toekomst is onbekend. Daarom wordt de theoretische benadering van de potentiële

verdamping, die de maximale verdamping onder gegeven meteorologische omstandigheden weergeeft, als alternatief genomen.

Tabel 5-9: Droogteberekening voorkeursalternatief

VKA	
Gebied	Gnephoekpolder
Maximum peil [mNAP]	-2,18
Minimaal peil [mNAP]	-2,48
Beschikbare waterdiepte [m]	0,30
Oppervlakte open water [m2] (streefpeil)	384.240
Beschikbare buffer [m3]	115.272
Openwaterverdamping [mm/dag] huidig klimaat (2019-2048)	3,30
Openwaterverdamping [mm/dag] toekomstig klimaat (2050)	3,46
Openwaterverdamping [mm/dag] toekomstig klimaat (2100)	3,80
Duur beschikbare buffer 2033 [dagen]	91
Duur beschikbare buffer 2050 [dagen]	87
Duur beschikbare buffer 2100 [dagen]	79

Uit de bovenstaande berekening blijkt dat wanneer voor de droge periode wordt gestuurd op een maximum peil, bij huidig klimaat een periode van 91 dagen kan worden overbrugd voordat het minimum peil wordt bereikt. Dit betekent dat een aanzienlijke periode kan worden overbrugd met de aanwezige buffer, voor mogelijk gebiedsvreemd water moet worden ingelaten. Bij toekomstig klimaat en een hoog klimaatscenario loopt de periode die overbrugd kan worden terug, tot 79 dagen in 2100. Toch kan ook bij toekomstig klimaat nog een aanzienlijke periode overbrugd worden met de beschikbare waterbuffer.

Bovenstaande berekening laat zien welke periode overbrugd kan worden met de beschikbare buffer in oppervlaktewater. De aanname hierachter is dat er mogelijk gebiedsvreemd water moet worden ingelaten vanuit de boezem zodra het minimum peil wordt bereikt. In de praktijk is de situatie rond droogte echter complexer. Belangrijk is vooral in welk seizoen een neerslagtekort optreedt, wat de actuele grondwaterstanden zijn en wat de behoeften van de lokale natuurtypes zijn. Als de grondwaterstand bijvoorbeeld nog hoog staat (bijvoorbeeld door lage evapotranspiratie voorafgaand aan de droge periode), kan er genoeg buffer zijn voor de vegetatie in de ondergrond, zelfs bij weinig neerslag. Het is echter moeilijk om de variabiliteit in deze aspecten te vangen in een berekening. Daarom kan geen eenduidige conclusie worden getrokken over wanneer water moet worden ingelaten; de bovenstaande berekening dient als indicatie. In de praktijk zal het Hoogheemraadschap per situatie een afweging maken tussen de behoeften van de aanwezige functies in het gebied. Daarbij moet worden gekeken naar de behoefte van de aanwezige vegetatie (zie ook hoofdstuk 5.2.1), het risico op verzilting vanuit de bodem door zilte kwel en in extreme gevallen naar veenoxidatie (bij droogvallen veenlaag).

Tijdige opzet naar maximumpeil en het realiseren van infiltratiemogelijkheden in stedelijk gebied zijn cruciaal om te zorgen voor voldoende buffer voor droge periodes. Bovenstaande berekening is gebaseerd op een tijdige opzet van het peil, waardoor de grondwaterstanden gelijk zijn aan het oppervlaktewater. Als de grondwaterstanden lager zijn, stroomt er extra water van het oppervlak naar het freatisch grondwater. De berekende bufferperiode is een theoretisch maximum, in werkelijkheid hangt de buffer af van de actuele peil- en grondwaterstanden voor de droge periode.

Bovenstaande berekening laat zien dat een groter wateroppervlak niet per sé leidt tot grotere waterbeschikbaarheid: er kan ook meer water verdampen. Daarom is het belangrijk om naast buffer in oppervlaktewater ook in te zetten op alternatieve vormen van buffers en maximale opslag van water op andere plekken, bijvoorbeeld in de bodem. In het voorkeursalternatief wordt ingezet op maximale infiltratie mogelijkheden zoals wadi's en groenstroken. Deze maatregelen zorgen voor grondwateraanvulling in het freatisch pakket tijdens natte periodes. Het effect van deze maatregelen in stedelijk gebied is echter vooral lokaal en tijdens droge periodes is geen water beschikbaar om grondwater aan te vullen. Naast deze maatregelen kan worden gekeken naar alternatieven, zoals een Urban Waterbuffer. Hierbij wordt overtollig hemelwater opgeslagen tijdens natte periodes, zodat het juist beschikbaar is tijdens droge periodes. Opslag kan plaatsvinden in diepere zandlagen of in bassins onder bijvoorbeeld speeltuinen en parkeerhubs. Advies is om deze maatregel verder uit te werken in het waterhuishoudkundig plan, de maatregel is nu niet meegewogen in de toetsing van het Voorkeursalternatief.

Het voorkeursalternatief is positief beoordeeld omdat de beschikbare waterbuffer in droge periodes sterk toeneemt ten opzichte van de referentiesituatie, door het inzetten op een flexibel peil van 30 cm. Door het hogere gemiddelde peil en grotere wateroppervlak kan water infiltreren in de bodem. De buffer voor droge periodes is in de huidige situatie minder aanwezig door een vast peil (per seizoen). In droge periodes kan het verhoogd wateroppervlak wel voor meer verdamping zorgen maar dit zal niet opwegen tegen de toegenomen waterbeschikbaarheid jaarrond. Daarom is dit alternatief positief beoordeeld (Effectbeoordeling: +).

Tabel 5-108: Beoordeling voorkeursalternatief Droogte

Klimaat	VKA
Droogte	+

5.2.10 Wateroverlast

Met de inrichting van het plangebied wordt rekening gehouden met de mogelijkheid om een regenbui van 120 mm/dag te bergen (herhalingstijd van 1/150 jaar bij klimaat van 2030 (Gemeente Alphen aan den Rijn, 2023)). Door deze berging binnen het plangebied te verzekeren, draagt het gebied bij aan de regionale klimaatvisie 'De Blauwe lens', voor een water robuuste inrichting. Waterberging kan conform het beleid van Hoogheemraadschap van Rijnland zowel in oppervlaktewater, als op inundeerbaar land worden ingericht. Er is een berekening gedaan om te bepalen hoeveel millimeter geborgen kan worden in het plangebied, bij een maximale peilstijging van 0,5 m. Hierbij is van de volgende oppervlaktes uitgegaan (Tabel 5-7):

Tabel 5-119: Oppervlaktes in het plangebied, voorkeursalternatief (zie MER Bijlage 1-alternatievenbeschrijving)

Beschrijving	Oppervlakte [ha]
Natuurgebied en groen	90
Oppervlaktewater	38,4
NVO's (inundeerbaar land)	3,6
Groen/land in Natuurgebied	32,2
Groen in stedelijk gebied	15,8
Woningen en tuinen	75
Woningen	58
Tuinen	17
Infrastructuur	45
Totaaloppervlakte plangebied	210

Onder de 90 ha natuur en groen valt 60 ha natuurgebied en 30 ha groen/blauw in het stedelijk gebied. Voor de berekening is uitgegaan van het minimum van 75% NVO's in het stedelijke gebied en 100% in natuurgebied. De groene vingers en groene corridor wordt in deze berekening meegenomen als natuur en hebben dus 100% NVO's op de watergangen. Voor onderstaande bergingscapaciteitsberekening zijn als inundeerbaar land alleen NVO's meegerekend, met een maximale toelaatbare peilstijging van 50 cm. Alternatieve vormen van berging als groene daken en (water-)speeltuinen zijn niet meegenomen en vormen dus een bonus op de berekende berging. De aanname is dat een gescheiden rioolstelsel wordt aangelegd en al het hemelwater in het plangebied opgevangen moet worden.

In het natuurgebied is de drooglegging klein, zeker met de afgraving die is opgenomen in het voorkeursalternatief. Dit betekent dat een groot deel van het land hier snel zal inunderen bij een peilstijging, waardoor het mee gaat functioneren als berging. Daarom is voor het natuurgebied ook berging op land meegenomen in de bergingsberekening. Van het natuurgebied bestaat 28 ha uit oppervlaktewater. Uit de analyse bleek dat bij een peilstijging van 0,5 m boven streefpeil, 28 van de 32 ha aan land in het natuurgebied inundeert.

Tabel 5-8 geeft de bergingscapaciteit per type waterberging in het plangebied zien. Ter referentie is de berekening van het basisalternatief ook weergegeven. (In het basisalternatief is geen aparte berekening gemaakt voor NVO's, maar is slechts gebruik gemaakt van inundeerbaar land als overkoepelende term).

Tabel 5-1210: Bergingscapaciteit per type waterberging in het plangebied voor voorkeursalternatief en basisalternatief, m³ en mm

Beschrijving	Bergingscapaciteit Basisalternatief [mm]	Bergingscapaciteit VKA [mm]*	Bergingscapaciteit VKA [m³]
Onverharde tuinen	1,0	1,0	2.126
Oppervlaktewater	100,5	91,4	192.120
Inundeerbaar land/ NVO's	17,5	4,3	8.940
Natuurgebied (berging op land)	n.v.t.	35,6	74.834
Hoog groen (stedelijk groen)	3,6	1,5	3150
Totaal	122,6	133,8	281.170

* Waterberging in mm is berekend over het hele plangebied

Deze getallen zijn met de volgende aannames en parameters bepaald:

- **Berging in onverharde (delen van) tuinen:** Het uitgangspunt is dat er 20 mm berging kan worden geborgen in onverharde delen van de tuinen. Aanname is dat 25% van de tuinen bestaan uit (afstromend) verhard oppervlak.
- **Berging in oppervlaktewater:** In deze berekening zit de aanname dat de hevige regenbui plaatsvindt tijdens een situatie met streefpeil. De maximale toegestane peilstijging zonder schade is 50 cm boven streefpeil. Het oppervlak aan oppervlaktewater is bepaald door het waterbergend oppervlak van 42,2 ha te verminderen met het oppervlak aan NVO's (4,3 ha).
- **Berging op inundeerbaar land:** Binnen de natuur hebben de NVO's een talud variërend van 1:5 tot 1:7, voor de berekening is een gemiddelde van 1:6 aangehouden. In het voorkeursalternatief hebben de NVO's in stedelijk gebied een talud van 1:3, bij voorkeur en waar mogelijk flauwer. Om conservatief te rekenen is in stedelijk gebied overal een talud van 1:3 aangehouden. Voor het oppervlak aan NVO zijn de lengtes van de oevers uit het masterplan gebruikt, gecombineerd met genoemde percentages uit het voorkeursalternatief.

- **Berging in het natuurgebied, op land:** Van het natuurgebied bestaat 32 ha uit land, de overige 28 ha uit water (meegerekend in 'berging oppervlaktewater'). Hierbij is aangenomen dat het natuurgebied gemiddeld 25 cm zal worden afgegraven (in het voorkeursalternatief wordt uitgegaan van 20 – 30 cm afgraven). De berging in het oppervlaktewater in het natuurgebied valt onder 'berging in oppervlaktewater'.
- **Berging in hoog groen:** In het voorkeursalternatief is 'hoog groen' vertaald naar 'stedelijk groen', omdat het 'hoog groen' in het natuurgebied is meegerekend in de term 'berging in natuurgebied op land'. Hiervoor geldt hetzelfde uitgangspunt als bij onverharde tuinen: er kan 20 mm water worden geborgen. Met een oppervlak van 15,8 hectare geeft dit 1,5 mm berging voor het gehele het plangebied.

In totaal kunnen de bovenstaande vormen van berging 133,8 mm water opvangen in het plangebied, ruim voldoende om een regenbui van 120 mm/dag te bergen. Hierbij is uitgegaan van een peilstijging van 0,5 m. Om deze peilstijging te realiseren moet de polderkade tussen de Gnephoekpolder en de Vrouwgeestpolder op hoogte worden gebracht, deze is op bepaalde plekken lager dan de vereiste NAP -1,88 m.

Een bui van 200 mm/48 uur kan niet worden opgevangen binnen de toelaatbare peilstijging van 50 cm. Met de huidige uitgangspunten kan deze zogenoemde waterbom worden opgevangen bij een peilstijging van 70 cm binnen het plangebied. Dit resulteert in 128 mm berging in oppervlaktewater, 8,3 mm in NVO's en 65,7 mm op land in het natuurgebied ($128 + 8,3 + 65,7 = 202,2$ mm). Met het stedelijk groen en onverharde tuinen meegerekend, resulteert dit in een totale berging van 204,7 mm. De hoogte van de polderkade tussen de Gnephoekpolder en de Vrouwgeestpolder is hierbij de beperkende factor. Hoewel het gebied zodanig wordt ingericht dat bij een dergelijke peilstijging woningen en infrastructuur niet onder water komen te staan, is de huidige waterkering tussen de Gnephoekpolder en de Vrouwgeestpolder niet hoog genoeg om een dergelijke peilstijging op te vangen. Dat betekent dat bij een bui van 200 mm/48 uur water over de dijk naar de Vrouwgeestpolder stroomt. Om dit scenario te kunnen realiseren, moet de kade (verder) worden opgehoogd.

Naast het bergen van een extreme bui (120 mm/dag) is het van belang dat het watersysteem zelf, en de koppeling met het gebied, aanpasbaar is in de toekomst om verdere klimaatverandering op te vangen. Doordat het systeem eenvoudig is opgebouwd, met maar één peilgebied, is het systeem makkelijk aanpasbaar. Alle functies zijn afgesteld op één peilregime, waardoor geen maatwerk nodig is voor aparte delen van het plangebied bij het aanpassen van het waterpeil. Aanpassingen van het peilregime kunnen eenvoudig worden doorgevoerd, zodat er beter kan worden ingespeeld op de behoefte van het toekomstige klimaat. Extra berging en veranderingen kunnen in de aan-en afvoer in een deel van het gebied worden doorgevoerd. Het hele plangebied profiteert, omdat er geen obstakels zijn voor de afvoer naar de nieuwe berging (geen peil scheidende kunstwerken).

Het voorkeursalternatief is positief beoordeeld omdat een bui van 120 mm/dag kan worden opgevangen (bij een peilstijging van 50 cm) en het systeem aanpasbaar is, waardoor toekomstige klimaatverandering goed kan worden opgevangen (Effectbeoordeling: +).

Tabel 5-1311: Beoordeling voorkeursalternatief wateroverlast

Klimaat	VKA
Wateroverlast	+

5.2.11 Hoogwaterveiligheid

In het kader van hoogwaterveiligheid wordt in het voorkeursalternatief voornamelijk ingezet op laag 1 (preventie), 2 (ruimtelijke ordening) en laag 3 (crisis- en rampenbeheersing) van het principe meerlaagsveiligheid. De dijk voldoet in de referentiesituatie aan de geldende veiligheidsnormen (laag 1). Er wordt voornamelijk gebouwd in de hogere delen van het plangebied (laag 2). Verder worden evacuatie routes boven de inundatiediepte bij een dijkdoorbraak aangelegd, worden shelters ingericht en hebben alle woningen een overstromingsvrije verdieping (laag 3).

De bestaande waterkering langs de Heimanswetering wordt verstevigd om te voldoen aan huidige eisen. Dit is meegenomen als uitgangspunt voor de huidige ontwikkeling en is onderdeel van de autonome ontwikkeling in het plangebied. De keringen voldoen aan de huidige eisen en zullen volstaan tot 2050 om overstromingen te voorkomen. Bij de aanleg van het aquaduct onder de Heimanswetering door wordt een kanteldijk aangelegd, om kortsluiting tussen de polders aan weerszijde van de Heimanswetering bij een dijkdoorbraak te voorkomen en daarmee de gevolgen te beperken.

Het voorkeursalternatief is relatief goed bestand tegen overstromingen. Bij de ontwikkeling en indeling van het plangebied wordt rekening gehouden met hoogwaterveiligheid: er wordt op de hogere delen gebouwd. De functie verandering in het plangebied verhoogt het risico op schade bij overstroming ten opzichte van de huidige situatie. In het kader van de woningbouwontwikkeling in de Gnephoek heeft het Hoogheemraadschap van Rijnland het overstromingsrisico in kaart gebracht (2025). De conclusie is dat de huidige IPO-normen niet hoeven te worden verhoogd als gevolg van de woningbouwontwikkeling van de Gnephoek.

Voor de toetsing van het overstromingsrisico door het Hoogheemraadschap van Rijnland zijn de waterstanden bij een dijkdoorbraak in kaart gebracht voor zowel de huidige situatie (Figuur 3-21) als de toekomstige situatie (Figuur 4-6). Hierbij is niet alleen gekeken naar de keringen van de Gnephoekpolder zelf, maar ook naar de dijkkring waar het plangebied onderdeel van uit maakt. De maximale waterstand bij een dijkdoorbraak is NAP -0,98 m. Het vloerpeil en de evacuatie routes in het voorkeursalternatief worden ook aangelegd op een hoogte van NAP -0,98 m. (Vloerpeil en hoogte voor evacuatie routes zijn vastgesteld op 1,2 m boven het maximumpeil, om voldoende drooglegging te garanderen, dit komt toevallig uit op dezelfde hoogte als de maximale waterstand bij dijkdoorbraak). Vloerpeil en hoogte van de evacuatie routes komen overeen met de maximale waterstand bij een dijkdoorbraak, waardoor huizen en evacuatie routes net droog blijven. Bij deze analyse is nog geen rekening gehouden met hogere waterstanden door golfslag of opstuwing door wind. Echter, het uitgangspunt is dat alle woningen een overstromingsvrije verdieping hebben. Omdat de eerste etage van woningen droog zal blijven bij een waterstand rond NAP -0,98 m wordt aan deze eis voldaan, met en zonder golfslag. Verder is het uitgangspunt in het voorkeursalternatief dat vitale en kwetsbare infrastructuur droog blijven bij een dijkdoorbraak. Dit betekent dat deze infrastructuur op een hoger niveau dan NAP -0,98 m aangelegd dient te worden of bestand is tegen inundatie. Dit dient verder uitgewerkt te worden in het kader van omgevingsplan en de uitwerking van de plannen na vaststelling van het omgevingsplan.

In het gebied worden de centrale, grote wegen aangelegd op een hoogte van NAP -0,98 m, zodat ze kunnen dienen als evacuatie route. De wegen rond het gebied, op de keringen langs Oude Rijn en Heimanswetering, liggen hoger (ongeveer NAP 0,0 m). Daardoor is het mogelijk om via de centrale evacuatie routes, wegen op de keringen en de bruggen het gebied te verlaten bij een dijkdoorbraak.

Ook in de toekomst zullen het vloerpeil en de evacuatie routes droog blijven bij een dijkdoorbraak, dankzij de methode van bouwrijp maken en de strenge restzettingseis. De

woningen en gebouwen worden onderheid, zodat ze niet zakken en het vloerpeil van NAP -0,98 m behouden blijft. Hoewel wegen en evacuatieroutes wel kunnen zakken, blijft de daling beperkt door de strenge restzettingseis van 10 cm in 30 jaar. Het uitgangspunt is dat bij regulier onderhoud de wegen weer naar de oorspronkelijke hoogtes worden gebracht. Door de strenge restzettingseis hoeft er minimaal te worden opgehoogd, namelijk 10 cm, wat haalbaar is voor regulier onderhoud. Dankzij deze maatregelen is het plangebied ook in de toekomst voorbereid op de gevolgen van dijkdoorbraken.

Voor de langere termijn (2100) is er een aanzienlijke kans dat de dijken niet voldoen aan de eisen die dan gelden. Bij de inrichting van het plangebied is niet expliciet rekening gehouden met toekomstige dijkversterkingen, bijvoorbeeld door ruimte langs de dijken te reserveren. Dit is gedaan, omdat de kans op een dijkdoorbraak op een andere plek veel groter is en investering eerder elders zullen worden verricht.

Het voorkeursalternatief is positief beoordeeld omdat er in de ruimtelijke planning rekening wordt gehouden met noodsituaties en er evacuatieroutes en shelters beschikbaar zijn binnen het gebied. Er zijn geen maatregelen voorzien voor de langere termijn (voorbij 2050), zoals een ruimtereservering voor toekomstige dijkversterkingen (Effectbeoordeling: +).

Tabel 5-1412: Beoordeling voorkeursalternatief hoogwaterveiligheid

Klimaat	VKA
Hoogwaterveiligheid	+

5.3 Maatregelen en aanbevelingen

- **Kabels en leidingen:** In beginsel is het wenselijk om zo min mogelijk kabels en leidingen in de ondergrond te plaatsen. De belangrijkste redenen hiervoor zijn dat kabels en leidingen in smalle straatprofielen de vergroeningsdoelstellingen (3-30-300 principe) in de weg zitten, en herstelkosten bij verzakkingen met kabels en leidingen zeer kostbaar zijn (variërend van €30.000 tot €70.000 per woning). Een aandachtspunt is dat er momenteel vanuit duurzaamheid wordt nagedacht over collectieve WKO-systemen voor 75% van de woningen, wat leidt tot meer kabels en leidingen. Dit is extra relevant omdat nieuwe straten vaak smal zijn (maximaal 3 à 4 meter breed). Dit betekent dat er meer kabels en leidingen onder groen moeten komen, wat tegenstrijdig is met de ambitie om zoveel mogelijk schaduw te creëren door bomen. In de vervolgfase moet goed naar deze aspecten gekeken worden bij het inrichten van de straatprofielen, groenvoorzieningen en WKO-systemen.
- **Urban Waterbuffer:** Uit de toetsing van het voorkeursalternatief op het onderwerp Droogte (hoofdstuk 5.2.9) volgt het advies om te kijken naar alternatieve vormen van waterbuffer. Hierbij wordt overtollig hemelwater opgeslagen om te gebruiken tijdens droge periodes. Voorbeelden zijn opslag in diepere zandlagen of in bassins onder speeltuinen en parkeerhubs. Advies is om deze maatregel in toekomstige fases verder uit te werken, waarbij vooral de beste vorm en risico's worden onderzocht.
- **Hoogwatervoorzieningen en inlaten:** De bestaande hoogwatervoorzieningen langs de Oude Rijn en de Landlustweg blijven behouden. De voorzieningen zijn noodzakelijk voor het op peil houden van de grondwaterstand voor de fundering van de bestaande lintbebouwing. Het water hiervoor is afkomstig uit de Rijnlandse Boezem (Luttike Rijn, Oude Rijn en Heimanswetering) en kan daardoor een andere, mindere, kwaliteit hebben dan het water in het nieuwe poldersysteem van de Gnephoekpolder. Afhankelijk van het daadwerkelijke te verwachten effect op de waterkwaliteit van het poldersysteem op de langere termijn zal er in een later stadium een nadere detaillering plaatsvinden. In het waterhuishoudkundig plan voor de Gnephoek dat in het kader van het omgevingsplan wordt opgesteld wordt dit samen met het Hoogheemraadschap van Rijnland uitgewerkt. De beste

locatie voor een verbinding (inlaat) tussen de hoogwatervoorzieningen en het poldersysteem wordt ook in het omgevingsplan uitgewerkt.

- **Vitale en kwetsbare infrastructuur:** Het is een uitgangspunt in het voorkeursalternatief is dat vitale en kwetsbare infrastructuur bestand zijn tegen de gevolgen van een dijkdoorbraak. Dit betekent dat deze infrastructuur op minimaal NAP -0,98 m aangelegd moet worden of bestand is tegen water. De precieze uitwerking hiervan moet nog plaatsvinden. Het advies is om de inpassing en ontwerp van vitale en kwetsbare infrastructuur verder uit te werken in vervolgfases.
- **Natuurdoeltype aanpassen op peilregime:** In het voorkeursalternatief is natuurdoeltype N05.03 Veenmoeras opgenomen. Gebieden waar de waterstandsdynamiek groot is (meer dan 20 cm variatie door het jaar) en/of waar regelmatig (minimaal één keer per jaar) overstroming met oppervlaktewater plaatsvindt, vallen onder het type N05.04 Dynamisch Moeras. In het natuurgebied is de waterstandsdynamiek groot, tot 30 cm door het jaar heen. Daarbij inundeert een groot deel van het natuurgebied bij maximum peil (NAP -2,18 m). Daarom is het advies om over te gaan op Natuurdoeltype N05.04 Dynamisch Moeras.
- **Aanvullend onderzoek dijkversterking:** In de huidige beoordeling is uitgegaan van de geldende waterveiligheidsnormen (tot 2050) voor de toetsing van de dijken. Op de lange termijn (richting 2100) is de kans aanwezig dat de dijken niet meer voldoen aan de dan geldende eisen. Bij de huidige inrichting van het gebied is hiermee niet expliciet rekening gehouden. Daarom moet nader worden onderzocht wat de impact van een noodzakelijke dijkversterking zou zijn op het plangebied, en of dit binnen de bestaande indeling realiseerbaar is.
- **Aanvullend bodemonderzoek:** Tijdens het opstellen van het Contourenplan en parallel aan het MER zijn verschillende bodemonderzoeken uitgevoerd, waaronder advies over bouwrijp maken en booronderzoeken naar de bodemopbouw. Voor de volgende fases en voor de aanlegfase van het plan is het advies om verdere veldonderzoeken uit te voeren:
 - o Onderzoek om de stabiliteit van de ophogingen en de verticale en horizontale grondvervormingen in de omgeving te bepalen. Op basis van de resultaten komen de risico's in beeld en kunnen de benodigde maatregelen worden bepaald.
 - o Een monitoringsplan dient te worden opgesteld voor effect op zettingsverloop en waterspanning, vooral rond de aan te leggen kunstwerken. Daarbij wordt een nulmeting en bouwkundige opname uitgevoerd. Het is van groot belang om gedurende de ophoog- en voorbelastingfase het zettingsverloop en de waterspanningen in de ondergrond te monitoren en te evalueren. De meetresultaten zijn bepalend voor fasering van de werkzaamheden. Monitoring van de toestand van woningen en infrastructuur is nodig om eventuele effecten (schaden) vroegtijdig waar te nemen en tijdig bij te sturen.

5.4 Leemten in kennis

Bij het uitwerken van de effectbeoordeling in dit deelrapport waren er een aantal leemten in kennis. Hieronder staat beschreven waar aanvullend onderzoek nodig is voor de verdere uitwerking van de planvorming en wat mogelijke effecten zouden kunnen zijn voor de effectbeoordeling.

Huidige grondwaterstanden:

Door het ontbreken van peilbuizen in het plangebied ontbreekt waardevolle informatie over de grondwaterstanden. De huidige inschatting is gebaseerd op (verouderde) gegevens van één peilbuis en grondwatertrappen uit het Model Grondwaterspiegeldiepte (BRO | Basisregistratieondergrond, 2020). Dit beperkt de nauwkeurigheid van de situatieanalyse en bemoeilijkt de effectenbeoordeling van de alternatieve scenario's. Het is daarom gewenst om meer peilbuizen in het plangebied te plaatsen.

Metingen oppervlaktewaterkwaliteit:

In de Gnephoekpolder zijn geen KRW-waterlichamen aanwezig. Hierdoor zijn in het verleden weinig metingen van de waterkwaliteit uitgevoerd, wat heeft geleid tot een gebrek aan informatie over de huidige situatie. Het is belangrijk om de waterkwaliteit binnen de Gnephoekpolder beter te monitoren. Dit is essentieel om de effecten van de geplande ontwikkeling duidelijker in kaart te brengen en om tijdig maatregelen te treffen wanneer de waterkwaliteit achteruitgaat. Dit is vooral van belang voor de verschillende natuurdoeltypen.

Bodemkwaliteit en saneringen

Als onderdeel van de ontwikkeling van de Gnephoek wordt de mogelijkheid van een aquaduct onder de Heimanswetering onderzocht, ter hoogte van de oude asfaltcentrale. Een deel van de constructie zou op het oude asfalt-terrein komen te liggen. Hier is in een verkennende studie bodemverontreiniging vastgesteld. Voor het ontwerp en de aanleg van het aquaduct zijn aanvullende bodemonderzoeken nodig om vast te stellen hoe diep, verspreid en geconcentreerd deze verontreiniging is.

Verharde en onverharde oppervlaktes binnen het plangebied:

Voor het voorkeursalternatief is bekend hoeveel hectare van het plangebied wordt besteed aan natuur en groen. Echter, de oppervlaktes van overige functies, zoals woningen, tuinen en infrastructuur, zijn nog niet vastgesteld. Dit geldt ook voor de andere alternatieven. Deze ontbrekende informatie is essentieel voor het uitvoeren van berekeningen met betrekking tot waterkwantiteit en wateroverlast in het gebied.

Om toch een indicatie te krijgen, zijn in de berekeningen onder de thema's 'Droogte' en 'Wateroverlast' realistische inschattingen gemaakt. Deze inschattingen kunnen als leidraad dienen bij de verdere uitwerking van het plan.

6. Referenties

Alphen aan den Rijn. (2024). *Klimaatmonitor*. Opgehaald van Klimaatatlas:
[https://alphenaanndenrijn.klimaatmonitor.net/?urldata=%7B%22theme%22%3A%22Wateroverlast%22%2C%22view%22%3A%22public%22%2C%22themeInfoOpen%22%3Afalse%2C%22catalogModalOpen%22%3Afalse%2C%22fullscreen%22%3Afalse%2C%22compare%22%3Afalse%2C%22locationModalOpen%](https://alphenaanndenrijn.klimaatmonitor.net/?urldata=%7B%22theme%22%3A%22Wateroverlast%22%2C%22view%22%3A%22public%22%2C%22themeInfoOpen%22%3Afalse%2C%22catalogModalOpen%22%3Afalse%2C%22fullscreen%22%3Afalse%2C%22compare%22%3Afalse%2C%22locationModalOpen%22%3Afalse%22%7D)

Alphen aan den Rijn. (2024). *Klimaatmonitor*. Opgehaald van Klimaatatlas:

Anteagroup. (2020). *Historisch vooronderzoek locatie Voormalige asfaltcentrale 's-Molenaarsweg te Alphen aan den Rijn*.
<https://kaarten.odmh.nl/geocortex/workflow/service/job/result?ticket=eyJhbGciOiJub25lliwieWlwljoiREVGIn0.q1ZKzs9TsqpWUimpLEhVsILyKi8JyUzOTI1xzS8rSc0UdJRypSP8kwBSrkkVhbrG-ibG5sYpSRamJmbpKaZJtZJKWap1haGBoaWRoaGZknJSnV1glA.&taq=31a70eb40f144d99a85629c3caa9>.

Bouwadaptief. (2022). *Convenant Klimaatadaptief Bouwen Leidraad 2.0*.
Opgehaald van Bouwadaptief: <https://bouwadaptief.nl/leidraad/>

BRO | Basisregistratieondergrond. (2020). *Model Grondwaterspiegeldiepte (WDM)*. Opgehaald van BRO | Basisregistratieondergrond: <https://basisregistratieondergrond.nl/inhoud-bro/registratieobjecten/modellen/model-grondwaterspiegeldiepte-w>

Commissie MER. (2024). *Notitie Reikwijdte en Detailniveau*.

Deltares. (2018). *Waterdiepte bij hevige bui 140 mm/ 2 uur*. Opgehaald van Klimaateffectatlas: <https://www.klimaateffectatlas.nl/nl/kaartviewer>

DINOLOKET.nl. (2024). *Basisregistratie Ondergrond*. Opgehaald van <https://www.dinoloket.nl/en/subsurface-data>

Gemeente Alphen aan den Rijn . (2023). *Gnephoek: Deelrapport Bodem Water en Klimaat* .

Grontmij BV. (2013). *Verkennd (water) bodemonderzoek Maximabrug te Alphen aan den Rijn*.
<https://kaarten.odmh.nl/geocortex/workflow/service/job/result?ticket=eyJhbGciOiJub25lliwieWlwljoiREVGIn0.q1ZKzs9TsqpWUimplEhVsILyKi8JyUzOT1xzs8rSc0rUdJRypSP8kwBSrkkVhbrG-obWloYJSaZJqcZpRiZGJsIW5hZmFumpplYmqQmppgYJinV1glA.&tag=099bff364fac451193a18169691c>.

Hoogheemraadschap Rijnland. (2024). *Waterlichamen Rijnland*. Opgehaald van KRW Dashboard:

<https://app.powerbi.com/view?r=eyJrIjoibWZlYXN0MjhlLWlxNzgtZTdkMDk5Njk3OGMzliwidCI6IjdmOTlwOTczLTY1OTQtNGFiMy1hZjU1LTBiYjg1MTkyNDYxZSIsImMiOiI9>

Hoogheemraadschap van Rijnland. (2023). *Advies en aandachtspunten watersysteem ontwikkeling Gnephoek en Vrouwgeestpolder.*

Hoogheemraadschap van Rijnland. (2024). Opgehaald van KRW-waterlichamen van Rijnland:
<https://app.powerbi.com/view?r=eyJrIjoibWZlYXN0MjhlLWlxNzgtZTdkMDk5Njk3OGMzliwidCI6IjdmOTlwOTczLTY1OTQtNGFiMy1hZjU1LTBiYjg1MTkyNDYxZSIsImMiOiI9>

Hoogheemraadschap van Rijnland. (2024). *Legger oppervlaktewateren.*
 Opgehaald van Rijnland: <https://www.rijnland.net/regels-op-een-rij/legger/legger-oppervlaktewateren/>

Hoogheemraadschap van Rijnland. (2024). *Rijnland Klimaatatlas.* Opgehaald van
<https://rijnland.klimaatmonitor.net/?urldata=%7B%22theme%22%3A%22Hittestress%22%2C%22view%22%3A%22public%22%2C%22themelinfoOpen%22%3Afalse%2C%22catalogModalOpen%22%3Afalse%2C%22fullscreen%22%3Afalse%2C%22compare%22%3Afalse%2C%22locationModalOpen%22%3Afalse>

Hoogheemraadschap van Rijnland. (2025). *Overstromingsrisico Gnephoek.* 28-04-2025: 25.040906.

Kennisportaal Klimaatadaptatie. (2022). *Maatlat groene klimaatadaptatie gebouwde omgeving.* Opgehaald van Kennisportaal Klimaatadaptatie:
<https://klimaatadaptatienederland.nl/hulpmiddelen/overzicht/maatlat-groene-klimaatadaptatie-gebouwde-omgeving/>

KNMI. (2023). *Klimaatscenario's data.* Opgehaald van <https://klimaatscenario-data.knmi.nl/kerncijfers>

Landelijk Informatiesysteem Water en Overstromingen . (2024). *Overstromingsdiepte - middelgrote kans.* Opgehaald van
 Klimaat-effectatlas: <https://www.klimaat-effectatlas.nl/nl/kaartviewer>

Omgevingsdienst Midden-Holland. (2021). *Samenvatting onderzoek toepassing thermisch gereinigde grond Koningin Máximabrug in Alphen aan den Rijn.*

Sweco. (2024). *Gnephoek in Alphen aan den Rijn - Beoordeling zettingen, opbarstrisico en erosiebestendigheid (NL24-648800269-105908).*

Sweco. (2025). *Grondonderzoek Gnephoek Interpretatie grondonderzoek Gnephoek te Alphen aan den Rijn (NL25-648800269-129950).*

TKI Urban Waterbuffer. (2020). *Urban Waterbuffer.* Opgehaald van Integrale oplossing voor wateroverlast en droogte in de stad.:
<https://www.urbanwaterbuffer.nl/ontwerp-proces/>

Wageningen Environmental Research. (2023). *BRO Geomorfologische kaart, 2023-01.* Opgehaald van DINOloket.nl:
<https://www.dinoloket.nl/ondergrondmodellen/kaart>

Bijlage 1: Beoordeling zettingen, opbarstingsrisico en erosiebestendigheid

Gnephoek in Alphen aan den Rijn

Beoordeling zettingen, opbarstrisico en
erosiebestendigheid



Lijst met aanpassingen

Versie	Datum	Beschrijving van de wijziging	Herzien	Vrijgegeven door
D2	17-10-2024	Integratie met rapport verkenning bouwrijp maken en verwerking inhoudelijke opmerkingen berekeningen.		

Sweco Nederland B.V.
Onderwerp

30129769
Beoordeling zettingen, opbarstrisico en erosiebestendigheid Gnephoeck

Projectnummer

51012011

Klant

Gemeente Alphen aan den Rijn

Auteur

Jaap de Wit

Datum

17-10-2024

Versie

D2

Document referentie

NL24-648800269-105908

Gecontroleerd door

Niels van Leeuwen / Cees Maurits

Vrijgegeven door

Marc Everaars

Inhoudsopgave

1	Inleiding	5
1.1	Algemeen	5
1.2	Aanleiding	5
1.3	Doelstelling	5
1.4	Leeswijzer	6
2	Samenvatting verkenning bouwrijp maken	7
2.1	Hoofdvragen verkenning	7
2.2	Deelgebieden en profielindeling	7
2.3	Relevante uitgangspunten en aannames	8
2.4	Conclusie verkenning	8
3	Geotechnische inventarisatie	9
3.1	Normen en richtlijnen	9
3.2	Veld- en laboratoriumonderzoek	9
3.2.1	Grondonderzoek	9
3.2.2	Laboratoriumonderzoek	9
3.3	Bodemopbouw en -schematisatie	10
3.3.1	Globale bodemopbouw	10
3.3.2	Geotechnische bodemschematisatie en grondparameters	11
3.4	Waterhuishouding	12
3.4.1	Oppervlaktewater	12
3.4.2	Grondwater	13
4	Uitgangspunten berekeningen	15
4.1	Zettingsberekeningen	15
4.2	Opbarstrisico	16
4.3	Erosiebestendigheid	17
5	Resultaten	19
5.1	Zettingsberekeningen	19
5.2	Opbarstanalyse	22
5.3	Erosiebestendigheid	23
6	Conclusies en advies	24
6.1	Conclusies	24
6.1.1	Zettingen	24
6.1.2	Opbarstrisico	24
6.1.3	Erosiebestendigheid	25
6.2	Advies	25
6.2.1	Bodemopbouw en zettingen	25
6.2.2	Opbarstrisico	25
6.2.3	Erosiebestendigheid	26
6.2.4	Overig vervolgonderzoek	26
	Bijlage 1 Situatie onderzoekspunten, indeling profielen en sonderingen per profiel	27
	Bijlage 2 Grond- en laboratoriumonderzoek	28

Bijlage 3 Zettingsberekeningen	29
Bijlage 4: Opbarstanalyse.....	30

1 Inleiding

1.1 Algemeen

De gemeente Alphen aan den Rijn werkt momenteel met partners aan een contourenplan voor de gebiedsontwikkeling van de Gnephhoekpolder. Bij deze ontwikkeling is vooral woningbouw met circa 5.500 woningen voorzien. De ligging van het plangebied is indicatief weergegeven in Figuur 1-1.



Figuur 1-1 Plangebied Gnephhoek in Alphen aan den Rijn

1.2 Aanleiding

Een belangrijk onderdeel van de ontwikkeling van de Gnephhoek is het bouwrijp maken van het plangebied. Door Sweco is eerder een eerste verkenning gedaan naar de mogelijkheden voor het bouwrijp maken van de Gnephhoek. Dit ten behoeve van het ontwerp onderzoek voor het opstellen van het contourenplan en voor het opstellen van de grondexploitatie (de zogenaamde GREX). Deze verkenning is gedaan op basis van het bureauonderzoek waarbij er aannames zijn gedaan ten aanzien van de bodemgesteldheid en zettingsgevoeligheid.

1.3 Doelstelling

Inmiddels is een eerste ronde grond- en laboratoriumonderzoek uitgevoerd. Hiermee zijn nieuwe gegevens over de bodemopbouw verkregen. Hoofddoel van voorliggend rapport is het aan de hand van nieuw verkregen gegevens verifiëren van de conclusies van de eerdere verkenning van het bouwrijp maken en het nader duiden van kansen en risico's in het vervolgtraject.

Voor dit doel zijn door Sweco zettingsberekeningen uitgevoerd. Hiermee wordt beter inzicht verkregen in de te verwachten zettingen en de snelheid waarmee de zettingen tot ontwikkeling komen. Met de berekeningsresultaten kan het inrichtingsplan mede worden afgestemd op de zettingsgevoeligheid en naar de meest kosteneffectieve technieken voor het bouwrijp maken van het plangebied worden gezocht.

Vanwege de te realiseren waterpartijen is het ook gewenst om inzicht te krijgen in de bodemstabiliteit en het risico op opbarsten van de waterbodem. Derhalve is op basis van het veld- en laboratoriumonderzoek een opbarstanalyse uitgevoerd.

Met het oog op een civieltechnisch en ecologisch duurzame ontwikkeling is ook een beoordeling uitgevoerd van de erosiebestendigheid van de bovenste kleilagen. Hiermee wordt inzicht verkregen in de toepasbaarheid van vrijkomende kleigrond.

1.4 Leeswijzer

In dit rapport wordt achtereenvolgens ingegaan op:

- De aannames en conclusies van de verkenning bouwrijp zoals eerder is opgesteld.
- De resultaten van het uitgevoerde grond- en laboratoriumonderzoek.
- Terminologie en uitgangspunten ten aanzien van de berekeningen over de zetting, opbarst risico en de erosiebestendigheid.
- De resultaten van de zettings- en opbarstberekeningen en beoordeling van de erosiebestendigheid.
- Conclusies en advies en duiding van kansen en risico's.

2 Samenvatting verkenning bouwrijp maken

In dit hoofdstuk wordt ingegaan op de relevante aannames, uitgangspunten en resultaten van de voorgaande Verkenning bouwrijp maken Gnephoek¹.

2.1 Hoofdvragen verkenning

De hoofdvragen die bij de verkenning diende, te worden beantwoord zijn als volgt:

- Welke bouwrijptechniek heeft per gebiedstype de voorkeur kijkend naar uitvoerbaarheid, kosteneffectiviteit in de levenscyclus en duurzaamheid?
- Wat zijn de aanlegkosten en wat zijn de beheer- en onderhoudskosten in contante waarde?

2.2 Deelgebieden en profielindeling

In de verkenning bouwrijp maken is onderstaande kaart als uitgangssituatie genomen. Hierin zijn acht deelgebieden zichtbaar waar bebouwing is voorzien. Deelgebied 1, 2, 4, 5 en 7 zijn in de verkenning als matig zettingsgevoelig beoordeeld en deelgebieden 3, 6A en 6B zijn als zeer zettingsgevoelig beoordeeld. Met de zwarte lijn is een mogelijke ontsluiting weergegeven waarvoor drie geometrische profielen worden onderscheiden.



Figuur 2-1 Ruimtegebruiksk kaart (Bron: Ruimtegebruiksk kaart Gnephoek d.d. 3 mei 2023 (KuiperCompangons))

¹ Sweco, Verkenning Bouwrijp maken Gnephoek: ten behoeve van het masterplan Gnephoek te Alphen aan den Rijn, 23-06-08

2.3 Relevante uitgangspunten en aannames

Per gebiedsindeling is in de verkenning de optimale bouwrijptechniek bepaald voor zowel de infrastructuur als de tuinen en openbaar groen op basis van een levenscycluskostenanalyse (Life Cycle Costs, LCC). Een LCC is een methode die wordt gebruikt om de totale kosten gedurende de levensduur van een project, product of systeem te evalueren.

Voor de analyse zijn onder andere de volgende uitgangspunten en aannames gedaan:

- Restzettingseis 10 cm in dertig jaar, exclusief autonome bodemdaling.
- Drooglegging infrastructuur 1,25 m na zettingsperiode van dertig jaar.
- Drooglegging tuinen 0,8 m na zettingsperiode van dertig jaar.
- Waterpeil wordt voor de hele polder vastgezet op zomerpeil.

De in de verkenning aangenomen eindzettingen en zettingsversnellende maatregelen zijn per deelgebied weergegeven in Tabel 2-1.

Tabel 2-1 Inschatting zettingsgevoeligheid, eindzetting en zettingsversnellende maatregelen verkenning bouwrijp maken [Bron: Sweco, Verkenning Bouwrijp maken Gnephoek: ten behoeve van het masterplan Gnephoek te Alphen aan den Rijn, 23-06-08]

Deel gebied	Zettingsgevoeligheid	Netto ophoging [m]	Eindzetting [m]	Bruto ophoging [m]	Zettingsversnellende maatregelen*
1	Matig	0,50	0,25	0,75	0,25 m EO 6 maanden
2	Matig	1,0	0,50	1,50	0,5 m EO 12 maanden
3	Zeer	1,0	1,0	2,0	0,5 m EO 18 -24 maanden
4	Matig	1,0	0,5	1,5	0,5 m EO 12 maanden
5	Matig	1,0	0,5	1,5	0,5 m EO 12 maanden
6A	Zeer	1,0	1,0	2,0	0,5 m EO 18 -24 maanden
6B	Zeer	1,0	1,0	2,0	0,5 m EO 18 -24 maanden
7	Matig	1,0	0,50	1,5	0,5 m EO 12 maanden

*EO = Extra Overhoogte (extra belasting van zand) op de bruto-ophoging

2.4 Conclusie verkenning

Uit de verkenning blijkt dat voor de infrastructuur het bouwrijp maken door op te hogen met zand voor alle gebiedsindelingen het meest kosteneffectief is in zowel aanleg als beheer- en onderhoudskosten uitgaande van een restzettingseis van 10 cm in dertig jaar exclusief autonome bodemdaling. Grondvervanging zou voor de zeer zettingsgevoelige gebieden (3, 6A en 6B) ook een uitkomst kunnen zijn, maar door de onzekerheid rondom de dikte van afgraven is voor nu ook voor deze gebieden uitgegaan van ophogen met zand.

3 Geotechnische inventarisatie

3.1 Normen en richtlijnen

In deze geotechnische analyse is uitgegaan van de in Tabel 3-1 vermelde normen en richtlijnen.

Tabel 3-1 Normen en richtlijnen

Kenmerk	Titel	Datum
NEN 9997-1	Eurocode 7: Geotechnisch ontwerp van constructies	2017
CUR 2003-7	Bepaling geotechnische parameters	2003
CUR 162	Construeren met grond	1992
CROW 204	Betrouwbaarheid van zettingsprognoses	2005

3.2 Veld- en laboratoriumonderzoek

3.2.1 Grondonderzoek

Ter plaatse van het plangebied zijn door de MOS en Geosonda in totaal twintig sonderingen met kleefmeting tot circa 20 à 25 m -mv uitgevoerd. De locaties van de sonderingen zijn weergegeven in de situatietekening in bijlage 1. De sondeergrafieken zijn opgenomen in bijlage 2. Tevens is gebruik gemaakt van beschikbare sonderingen uit Dinoloket.

Door Geosonda zijn twee machinale boringen tot circa 10 à 12 m -mv uitgevoerd. De locaties van de boringen zijn weergegeven in bijlage 1. Bij deze boringen zijn in totaal veertien (ongeroorde) bussen gestoken. Tevens zijn peilbuizen geplaatst met het filter in het Pleistoceen (diepte 9 tot 11 m -mv) en een filter op een diepte van 4 tot 5 m -mv.

Aanvullend zijn van de ondiepe kleilagen drie geroerde monsters genomen (in verband met onderzoek naar erosiebestendigheid).

De vrijgekomen grond uit de boringen is beschreven conform NEN-EN-ISO 14688-1. De uitgewerkte boorprofielen zijn opgenomen in bijlage 2.

Tijdens het boren is op basis van hydromorfe kenmerken (roest en reductieverschijnselen) de gemiddeld laagste grondwaterstand (GLG) en de gemiddeld hoogste grondwaterstand (GHG) bepaald. Tevens is de grondwaterstand (GWS) opgenomen ten tijde van de boring.

De maaiveldhoogten van de onderzoeklocaties zijn ingemeten in meters ten opzichte van NAP. Voorts zijn de onderzoekslocaties vastgelegd in XY-coördinaten volgens het Rijksdriehoekstelsel (RD). Van enkele sloten is het waterpeil ingemeten.

3.2.2 Laboratoriumonderzoek

In het laboratorium van Geosonda zijn de volgende laboratoriumonderzoeken uitgevoerd:

- tien samendrukkingsproeven (vijftraps) inclusief bepaling consolidatiecoëfficiënt;
- veertien classificaties en bepaling volumegewicht;
- drie bepalingen van de erosiebestendigheid van de (geroerde) kleimonsters.

De resultaten van het laboratoriumonderzoek zijn opgenomen in bijlage 2.

3.3 Bodemopbouw en -schematisatie

3.3.1 Globale bodemopbouw

Op basis van beschikbare gegevens uit Dinoloket en de resultaten van het grondonderzoek blijkt dat er sprake is van een relatief heterogene profielopbouw. Als gevolg van de invloed die de Oude Rijn op het ontstaan van het gebied heeft gehad, zijn er op relatief korte afstanden vrij grote verschillen in dikte van de Holocene deklaag en de laagopbouw (klei- en veenlagen) aanwezig.

Op hoofdlijnen zijn de vier hieronder beschreven bodemprofielen te onderscheiden. De ligging van deze profielen en de sonderingen per profiel zijn weergegeven in bijlage 1. De cursief aangeduide sondeernummers zijn afkomstig uit Dinoloket.

Profiel 1 (S04, S07, CPT52378)

Vanaf mv tot circa 0,5 à 1,0 m -mv	Korst, humushoudende klei
Van ca. 0,5 à 1,0 tot ca. 6,0 à 6,5 m -mv	Klei, humeus /venig
Van ca. 6,0 à 6,50 - 7,0 à 7,5 m -mv	Basisveen
Van >7,0 à 7,5 tot ca. 25 m -mv	Pleistoceen zand

Profiel 2 (S01, S02, S03, S05, S08, MB01)

Vanaf mv tot ca 0,5 à 1,0 m -mv	Korst, humushoudende klei
Van ca. 0,5 à 1,0 tot ca. 1,5 à 2,5	Klei, humeus of zand, kleilig
Van ca. 1,5 à 2,5 tot ca. 2,0 à 3,5	Klei, zandig, soms met veentussenlagen (S05)
Van ca. 2,0 à 3,5 tot ca. 5,5 m -mv	Zand, kleilig of klei, zandig
Van ca. 5,5 tot ca. 7,5 m -mv	Klei, humeus/venig of zand, kleilig
Van ca. 7,5 m -mv tot ca. 8,5 m -mv	Basisveen
Van ca. 8,5 tot ca. 25,0 m -mv	Pleistoceen zand

Profiel 3 (S06, S09, S10, S11, S12, S13, S14, S15, S16, MB02, CPT52375, CPT52376, CPT52377, CPT52379, CPT52380)

Vanaf mv tot ca. 1,0 m -mv	Korst, bestaande uit humushoudende klei
Van ca. 1,0 tot ca. 4,0 m -mv	Veen
Van ca. 4,0 tot ca. 8,5 m -mv	Klei, humeus / venig
Van ca. 8,5 tot ca. 9,5 m -mv	Basisveen
Van ca 9,5 tot ca. 25 m -mv	Pleistoceen zand

Profiel 4 (S17, S18, S19, S20, CPT52371, CPT52374, CPT155582, CPT170463)

Van mv tot ca. 0,5 m -mv	Korst, bestaande uit humeuze klei
Van ca. 0,5 tot ca. 2,5 m -mv	Klei, humeus / venig
Van ca. 2,5 tot ca. 3,5 à 4,5 m -mv	Veen
Van ca. 3,5 à 4,5 tot ca. 8,5	Klei, humeus / venig
Van ca. 8,5 tot ca. 9,5 m -mv	Basisveen
Van ca. 9,5 tot ca 25 m -mv	Pleistoceen zand

Profiel met zandtussenlaag

Uit beschikbare sonderingen is opgemaakt dat er in het onderzoeksgebied lokaal een profiel met een tussenzandlaag aanwezig is. De locaties hiervan zijn weergegeven op de situatietekening zoals opgenomen in bijlage 1. Aangezien dit profiel niet bij de uitgevoerde sonderingen is waargenomen is dit profiel niet separaat geschematiseerd ten behoeve van de zettingsanalyse, omdat dit een te gunstige weergave van de zettingen kan geven. Voor de veiligheid tegen opbarsten kan een tussenzandlaag wel maatgevend zijn. De opbarstanalyse is daarom wel uitgevoerd voor een bodemopbouw met tussenzandlaag (zie paragraaf 4.2).

3.3.2 Geotechnische bodemschematisatie en grondparameters

Aan de hand van de hiervoor beschreven profielindelingen, sonderingen, het uitgevoerde laboratoriumonderzoek en aan de hand van tabel 2.b uit NEN 9997-1 zijn per profiel de maatgevende grondprofielen vastgesteld met bijbehorende grondparameters.

De samendrukkingsparameters na de grensspanning zijn bepaald op basis van labonderzoek. De samendrukkingsparameters voor de grensspanning zijn zeer gevoelig voor monsterverstoring en daardoor vaak niet betrouwbaar. De verhouding tussen de samendrukkingsconstante voor en na de grensspanning is aangehouden op een minimale waarde van 5. Opgemerkt wordt dat er voorsnag in overleg met gemeente Alphen aan den Rijn slechts op twee locaties boringen zijn uitgevoerd waarvan de slappen lagen zijn bemonsterd en geanalyseerd. Door de beperkte aantallen en spreiding zijn geen (statistisch) betrouwbare parameters af te leiden.

De laboratoriumresultaten van de monsters van MB01 in de Vrouwgeestpolder zijn overwegend gunstiger in vergelijking met tabel 2.b uit NEN 9997-1 en ervaringscijfers. De laboratoriumresultaten van de monsters van MB02 in de Gnephoekpolder zijn vergelijkbaar met tabel 2.b uit NEN 9997-1 en ervaringscijfers. Wel varieert de secundaire samendrukkingsconstante na de grensspanning sterk en is deze lager in vergelijking met tabel 2.b uit NEN 9997-1 en ervaringscijfers

De resultaten en aangehouden parameters zullen vanwege het beperkte grondonderzoek niet representatief zijn voor gehele projectgebied en dienen enkel voor het vaststellen van een globaal beeld van de te verwachten zettingen. Voor een vervolgfase dient aanvullend grond- en laboratoriumonderzoek te worden uitgevoerd.

De bodemopbouw en gehanteerde parameters voor de zettingsberekeningen zijn voor deze profielen weergegeven in Tabel 3-2 t/m Tabel 3-5.

Tabel 3-2 Profiel 1 - Grondopbouw en sterkteparameters (S04, S07)

Van-tot [m t.o.v. NAP]	Grondsoort	γ_{aardv} [kN/m ³]	γ_{sat} [kN/m ³]	C_p / C_p' [-]	C_s / C_s' [-]	c_v [m ² /s]
MV (NAP -4,4 m) tot NAP -5 m	Korst	14	14	125/ 25	1600/320	-
NAP -5 tot NAP -7m	Klei, slap	13	13	72,0 / 14,4	352 / 70,4	1,5E-7
NAP -7 tot NAP -9 m	Klei, zandig	16	16	51 / 10,2	178,5 / 35,7	2,0E-8
NAP -9 tot NAP -10,5 m	Klei, matig	13,5	13,5	51 / 10,2	178,5 / 35,7	2,0E-8
NAP -10,5 tot NAP -11,5 m	Basisveen	10,9	10,9	82 /16,4	300/60	7,1E-7
Vanaf NAP -11,5 m	Zand, matig tot vast	18	20	600 / ∞	∞	-

Tabel 3-3 Profiel 2: Grondopbouw en sterkteparameters (S01, S02, S03, S05, S08, MB01)

Van-tot [m t.o.v. NAP]	Grondsoort	γ_{aardv} [kN/m ³]	γ_{sat} [kN/m ³]	C_p / C_p' [-]	C_s / C_s' [-]	c_v [m ² /s]
MV (NAP -4,2 m) tot NAP -5 m	Korst	14	14	125/ 25	1600/320	-
NAP -5 tot NAP -6,5 m	Klei, slap	13	13	72 / 14,4	352 / 70,4	1,5E-7
NAP -6,5 tot NAP -10 m	Klei, sterk zandig/ kleilig zand*	17,1	17,1	265 / 55	∞ / 625	2,0E-8
NAP -10 tot NAP -11 m	Basisveen	10,9	10,9	82 /16,4	300/60	7,1E-7
Vanaf NAP -11 m	Zand, matig tot vast	18	20	600 / ∞	∞	-

**in voorliggend rapport is conservatief uitgegaan van klei, sterk zandig*

Tabel 3-4 Profiel 3: Grondopbouw en sterkteparameters (S06, S09, S10, S11, S12, S13, S14, S15, S16, MB02)

Van-tot [m t.o.v. NAP]	Grondsoort	γ_{aardv} [kN/m ³]	γ_{sat} [kN/m ³]	C_p / C_p' [-]	C_s / C_s' [-]	C_v [m ² /s]
MV (NAP -2 m) tot NAP - 2,5 m	Korst	14	14	125/ 25	1600 / 320	-
NAP -2,5 tot NAP -3,5 m	Kleilig veen	10,8	10,8	35 / 7	150 / 30	5,1E-8
NAP -3,5 tot NAP -5 m	Veen slap	9,5	9,5	23 / 4,6	100 / 20	2,5E-7
NAP -5,0 tot NAP -6,5 m	Klei, slap	12,2	12,2	47 / 9,4	244/ 48,8	2,0E-8
NAP -6,5 tot NAP -10 m	Klei, zwak zandig	13,5	13,5	51 / 10,2	178,5 / 35,7	2,0E-8
NAP -10 tot NAP -11 m	Basisveen	10,9	10,9	82 /16,4	300/60	7,1E-7
Vanaf NAP -11 m	Zand, matig tot vast	18	20	600 / ∞	∞	-

Tabel 3-5 Profiel 4: Grondopbouw en sterkteparameters (S17, S18, S19, S20)

Van-tot [m t.o.v. NAP]	Grondsoort	γ_{aardv} [kN/m ³]	γ_{sat} [kN/m ³]	C_p / C_p' [-]	C_s / C_s' [-]	C_v [m ² /s]
MV (NAP -1,5 m) tot NAP -2,0 m	Korst	14	14	125/ 25	1600/320	-
NAP -2,5 tot NAP -4 m	Kleilig veen	10,8	10,8	35 / 7	150 / 30	5,1E-8
NAP -4 tot NAP -5 m	Veen	9,5	9,5	23/ 4,6	100 / 20	2,5E-7
NAP -5 tot NAP -10 m	Klei, slap	12,2	12,2	47 / 9,4	244/ 48,8	2,0E-8
NAP -10 tot NAP -11 m	Basisveen	10,9	10,9	82,5/16,4	300/60	7,1E-7
Vanaf NAP -11 m	Zand, matig tot vast	18	20	600 / ∞	∞	-

waarbij geldt:

γ_{aardv}	karakteristieke waarde van het volumegewicht van de grond bij natuurlijk watergehalte;
γ_{sat}	karakteristieke waarde van het volumegewicht van verzadigde grond;
C_p	primaire samendrukkingsconstante voor de grensspanning;
C_p'	primaire samendrukkingsconstante na de grensspanning;
C_s	secundaire samendrukkingsconstante voor de grensspanning;
C_s'	secundaire samendrukkingsconstante na de grensspanning;
C_v	verticale consolidatiecoëfficiënt [m ² /s].

Om inzicht te geven in de gevoeligheid van de parameterkeuze is in de berekeningen gevarieerd met een Pre Overburden Pressure (POP), het verschil tussen de grensspanning en de verticale effectieve spanning, van 5 kPa en 10 kPa.

Opgemerkt wordt dat de gehanteerde samendrukkingsparameters voor het basisveen vrij gunstig zijn in vergelijking met ervaringsgetallen. De gehanteerde parameters voor de laag Basisveen zijn gebaseerd op de resultaten van het laboratoriumonderzoek.

Bij de (zandige) kleilagen volgt uit het laboratoriumonderzoek een zeer lage consolidatiecoëfficiënt (C_v) in vergelijking met ervaringsgetallen. In de praktijk is de doorlatendheid van een grondmassa vaak hoger dan van een individueel monster. Voor de (zandige) kleilagen is op basis van ervaring in de berekeningen derhalve een C_v van minimaal $2 \cdot 10^{-8}$ m/s² aangehouden.

3.4 Waterhuishouding

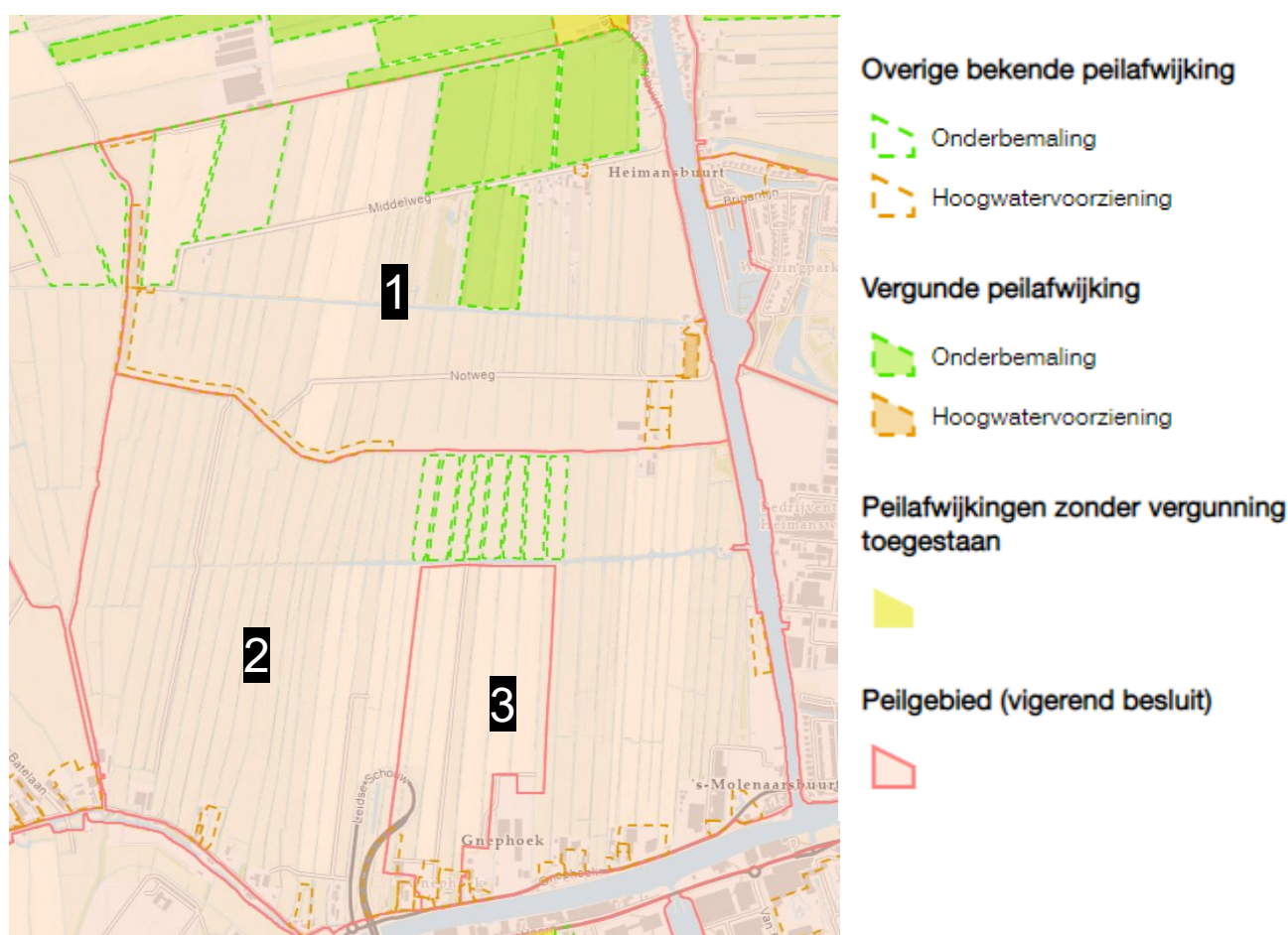
3.4.1 Oppervlaktewater

Het huidige watersysteem binnen het plangebied bestaat uit drie verschillende peilgebieden. De ligging van deze peilgebieden op basis van de nummering in Tabel 3-6 is weergegeven in Figuur 3-1. De peilen en kenmerken zijn weergegeven in Tabel 3-6. In het noordelijk deel van de Vrouwgeestpolder en noordelijk deel van Gnephhoek komen onderbemalingen voor (groene vakken in Figuur 3-1).

Tabel 3-6 Peilgebieden

Peilgebied	Zomer- en winterpeil	Maaiveldhoogte	Kenmerken
1. Vrouwgeestpolder	NAP -4,89 m NAP -5,00	NAP -4,3 m	Diepe polder met brakke kwel
2. Gnephhoek (langs de kade)	NAP -2,38 m NAP - 2,48 m	NAP -1,5 m à -2,0 m	Hogere polder langs de Oude Rijnkade Lichte wegzijging
3. Onderbemaling in Gnephhoek	NAP -2,75 m NAP 2,95 m.	NAP -1,5 m à -2,0 m	

De Heimanswetering en Oude Rijn maken onderdeel uit van Rijnlands Boezem, met een zomerpeil NAP -0,61 m en een winterpeil NAP -0,64 m.



Figuur 3-1 Ligging peilgebieden (bron: Rijnland)

3.4.2 Grondwater

In Dinoloket en het grondwatermeetnet van Alphen aan den Rijn zijn geen (actuele) meetreeksen van de grondwaterstanden en/of stijghoogten beschikbaar. Met de twee geplaatste peilbuizen (en geplaatste dataloggers) wordt deze informatie komende maanden opgebouwd.

In Tabel 3-7 zijn de opgenomen grondwaterstand, GHG en GLG van de twee boringen opgenomen (22 juni 2023).

Tabel 3-7 Grondwaterstanden boring MB01 en MB02

Boring	MV (m NAP)	GWS m -mv (m NAP)	GHG m -mv (m NAP)	GLG m -mv (m NAP)
MB01	-4,64	0,20 (-4,84)	Niet waargenomen	0,40 (-5,04)
MB02	-2,10	0,60 (-2,70)	0,45 (-2,55)	1,50 (-3,60)

In de zettingsberekeningen is voor profiel 1 en 2 (in de Vrouwgeestpolder) uitgegaan van een grondwaterstand van NAP -4,80 m. Dit is 0,10 tot 0,20 m boven het gehanteerde waterpeil (zomer- en winterpeil NAP -4,89 m / NAP -5,00 m) en rekening houdend met enige opbolling tussen de sloten, een realistische aanname.

Voor profiel 3 en 4 (Gnephoekpolder) is uitgegaan van een grondwaterstand op NAP -2,70 m. Dit is circa 0,30 à 0,20 m lager dan het zomer- en winterpeil (respectievelijk NAP -2,38 m en NAP -2,48 m). In deze polder is echter ook een onderbemaling aanwezig (zie Figuur 3-1) met een winter- en zomerpeil op respectievelijk NAP -2,75 m en NAP -2,95 m. Het uitgangspunt voor de grondwaterstand (NAP -2,70 m) is daarmee 0,05 tot 0,25 m hoger dan het peil in de onderbemaling.

Om een beter beeld van de actuele freatische grondwaterstanden te verkrijgen wordt geadviseerd peilbuizen te plaatsen en gedurende een langere periode (minimaal één jaar) te meten.

Voor de opbarstberekeningen is vooralsnog uitgegaan van een stijghoogte van NAP -3,0 m (afgeleid uit de landelijke Isohypskaart, 1995). Met de twee geplaatste peilbuizen en dataloggers dient de stijghoogte komende maanden te worden gemeten.

4 Uitgangspunten berekeningen

4.1 Zettingsberekeningen

In de zettingsberekeningen worden de navolgende begrippen gehanteerd:

- *Netto-ophoging*: de benodigde hoeveelheid ophoging (in meters) gerekend vanaf het huidige maaiveld tot het gewenste peil. Onder ophoging wordt tevens (waar relevant) de verhardingsconstructie verstaan.
- *Zetting*: de daling van het oorspronkelijke maaiveld ten gevolge van het aanbrengen van een belasting op een samendrukbare ondergrond.
- *Eindzetting*: de zetting die na een periode van 10.000 dagen (27 jaar) wordt bereikt.
- *Bruto-ophoging*: netto ophoging vermeerderd met de benodigde hoogte, ter compensatie van de eindzetting.
- *Voorbelasting*: het aanbrengen van een tijdelijke extra overhoogte (extra belasting) op de al noodzakelijke bruto-ophoging.
- *Restzetting*: toegestane zetting na bouwrijp opleveren van het terrein over een gebruiksperiode van circa dertig jaar.

Bij de zettingsberekeningen zijn de volgende uitgangspunten gehanteerd:

- *Rekenmodellen*
 - De zettingsberekeningen worden uitgevoerd met het 2D-computerprogramma D-Settlement versie 21.2 volgens de methode Koppejan.
 - Het consolidatieverloop is bepaald aan de hand van het rekenmodel Terzaghi.
- De eindzetting wordt (per definitie) bereikt na 10.000 dagen (circa dertig jaar).
- Bij de berekeningen wordt geen rekening gehouden met autonome bodemdaling.
- Bij de berekeningen wordt geen rekening gehouden met klink van het ophoogmateriaal.
- Voor het ophoogmateriaal is uitgegaan van zand met een initieel/nat volumegewicht van 18/20 kN/m³.
- Er is gerekend met een netto ophoging van 0,25, 0,50, 0,75 en 1,0 m welke op bestaand maaiveld wordt gebracht.
- Er is rekening gehouden met zettingscompensatie minus 0,10 m (in verband met restzettingeis van 0,10 m)
- Ter beperking van (mogelijke) schade en hinder als gevolg van (ongelijke) restzettingen, wordt uitgegaan van een restzettingeis van maximaal 0,10 m. Dit is de maximale toegestane zakking zonder rekening te houden met de autonome bodemdaling (conform leidraad klimaatbestendig bouwen provincie Zuid-Holland).

4.2 Opbarstrisico

In de berekeningen voor het opbarstrisico zijn de volgende uitgangspunten gehanteerd:

MB01 (profiel 2 in Vrouwgeestpolder)

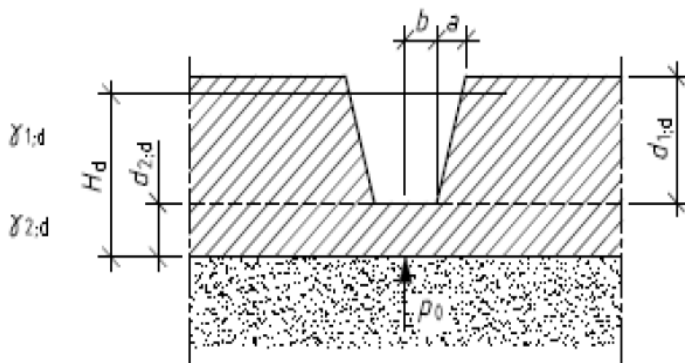
- stijghoogte van NAP -3,0 m;
- ontgraven in den natte en in den droge;
- waterpeil watergangen/-partijen NAP -5,0 m (in gebruiksfase);
- waterdiepte 1,25 m;
- aanlegniveau: NAP -3,8 m / slootdiepte NAP -6,25 m;
- talud 1:2;
- schematische slootgeometrie (zie figuur 4-1).

MB02 (profiel 3 in Gnephoeckpolder)

- stijghoogte van NAP -3,0 m;
- ontgraven in den natte en in den droge;
- waterpeil watergangen/-partijen NAP -2,4 m;
- waterdiepte 1,25 m;
- aanlegniveau: NAP -1,2 m / slootdiepte: NAP -3,65 m;
- talud 1:2;
- schematische slootgeometrie (zie figuur 4-1).

Profiel met tussenzandlaag (in Gnephoeckpolder)

- bodemprofiel tot aan zandlaag:
 - korst van NAP -1,60 m tot NAP -2,00 m; $\gamma_{aardv} = 14 \text{ kN/m}^3$ $\gamma_{sa} = 14 \text{ kN/m}^3$;
 - klei, slap NAP -2,0 m tot NAP -3,00 m; $\gamma_{aardv} = 13 \text{ kN/m}^3$ $\gamma_{sa} = 13 \text{ kN/m}^3$;
 - veen, slap NAP -3,0 m tot NAP -4,50 m; $\gamma_{aardv} = 10 \text{ kN/m}^3$ $\gamma_{sa} = 10 \text{ kN/m}^3$;
 - klei, slap NAP -4,5 m tot NAP -6,00 m; $\gamma_{aardv} = 13 \text{ kN/m}^3$ $\gamma_{sa} = 13 \text{ kN/m}^3$;
- stijghoogte van NAP -3,0 m;
- ontgraven in den natte en in den droge;
- waterpeil watergangen/-partijen NAP -2,4 m;
- waterdiepte 1,25 m;
- aanlegniveau: NAP -1,2 m / slootdiepte: NAP -3,65 m ;
- talud 1:2;
- schematische slootgeometrie (zie figuur 4-1).



Figuur 4-1 Opbarsten van de bodem van de bouwput

4.3 Erosiebestendigheid

In Tabel 4-1 zijn de grenswaarden van de drie erosiebestendigheidscategorieën voor klei weergegeven. Het maximaal toelaatbare organische stofgehalte voor erosiebestendige en matig erosiebestendige klei is gesteld op 5%. Deze eis is opgenomen met het oog op beperking van de krimp. De resultaten van de laboratoriumonderzoeken op de kleimonsters worden aan deze criteria getoetst.

Tabel 4-1 Overzicht grenswaarden erosiebestendige klei (bron: RAW 2020, Eisen erosiebestendigheid 22.06.07)

Erosiebestendigheidscategorie	Grenswaarden classificatieproeven ¹⁾
erosiebestendige klei (klasse 1)	$W_l \geq 45 \%$ $I_p \geq 0,73 \cdot (W_l - 20)$ Zandgehalte $< 40 \%$
matig erosiebestendige klei (klasse 2)	$W_l < 45 \%$ $I_p \geq 18,25 \%$ Zandgehalte $< 40 \%$
weinig erosiebestendige klei (klasse 3)	$I_p < 0,73 \cdot (W_l - 20)$ $I_p < 18,25 \%$ Zandgehalte $\geq 40 \%$

1)	W_l	= vloeigrens
	I_p	= plasticiteitsindex
	I_p	= $0,73 \cdot (W_l - 20)$ is de zogenaamde A-lijn in het plasticiteitsdiagram

In aanvulling op de indeling naar erosiebestendigheidscategorie moet de te verwerken grond tevens voldoen aan de in Tabel 4-2 aangegeven criteria.

Tabel 4-2 Overzicht algemene toetsingscriteria (bron: Technisch rapport klei' voor dijken en 'Leidraad toetsen op veiligheid)

Omschrijving	Toetsingswaarde
Organische stofgehalte	<5%
Zoutgehalte	>4 g NaCl/l bodemvocht
Watergehalte bij verwerken:	
- deklagen	$I_c \geq 0,75$
- kern (vulmateriaal)	$I_c \geq 0,60$
- kern (waterdicht)	$I_c \geq 0,60$
Kalkgehalte (HCl massaverlies)	< 25%
Visuele kenmerken:	
Geen extreme verkleuringen bij ontgraven of drogen	-
Geen afwijkende sterke geur	-
Algemeen:	
Voorkeur voor voedselarme grond	-

5 Resultaten

5.1 Zettingsberekeningen

Berekende eindzetting

In Tabel 5-1 zijn de berekende eindzettingen bij netto ophogingen van 0,25 m tot 1,00 m (in stappen van 0,25 m) voor een POP van respectievelijk 5 en 10 kPa weergegeven. Uit de resultaten volgt dat, mede afhankelijk van de netto ophoging, de berekende eindzetting tussen de vier profielen verschilt.

Verder is uit de resultaten op te maken dat de omvang van de eindzetting vooral bij ophogingen groter dan 0,5 m sterk afhankelijk is van de grensspanning. Indien een POP van 5 kPa wordt aangehouden (conservatieve aanname) dan zijn de berekende zettingen aanzienlijk groter in vergelijking met een POP van 10 kPa.

Afhankelijk van de grootte van de benodigde bruto ophoging, de wijze van bouwrijp maken en toekomstige wegconstructies e.d. zal lokaal een grondverbetering in een cunet nodig zijn. Dit geldt vooral voor netto ophogingen kleiner dan 0,75 m. Dit kan leiden tot een extra belastingstoename en derhalve grotere eindzettingen dan gepresenteerd in Tabel 5-1.

Tabel 5-1 Berekende eindzetting ophoging op maaiveld (voor een POP van 5 en 10 kPa)

Profiel	Maaiveld [m NAP]	Netto ophoging [m]	Eindzetting (m)	
			POP 5kPa	POP 10 kPa
1	-4,4	0,25	0,17	0,07
		0,50	0,47	0,10
		0,75	0,66	0,39
		1,00	0,80	0,59
2	-4,2	0,25	0,03	0,03
		0,50	0,11	0,04
		0,75	0,20	0,10
		1,00	0,27	0,17
3	-2,0	0,25	0,48	0,15
		0,50	1,70	1,03
		0,75	1,92	1,46
		1,00	2,10	1,68
4	-1,5	0,25	0,10	0,10
		0,50	1,52	0,46
		0,75	1,78	1,37
		1,00	1,94	1,58

Het berekende tijd-zettingsverloop is voor profiel voor een ophoging van 1 m voor zowel een POP van 5 als 10 kPa opgenomen in bijlage 3.

Berekende restzettingen - POP 5 kPa

In Tabel 5-2 zijn de berekende restzettingen zonder zettingsversnellende maatregelen, uitgaande van een POP van 5 kPa, na respectievelijk 6, 9 en 12 maanden consolidatie weergegeven.

Tabel 5-2 Resultaten eind- en restzetting – POP 5 kPa (zonder zettingsversnellende maatregelen)

Profiel	Huidig [m NAP]	Ophoging		Eindzetting [m]	Restzetting na		
		Netto [m]	Bruto [m]		6 mnd. [m]	9 mnd. [m]	12 mnd. [m]
1	-4,4	0,25	0,42	0,17	<0,10	<0,10	<0,10
		0,50	0,97	0,47	0,25	0,23	<0,21
		0,75	1,41	0,66	0,35	0,32	0,29
		1,00	1,80	0,80	0,42	0,38	0,35
2	-4,2	0,25	0,28	0,03	<0,10	<0,10	<0,10
		0,50	0,61	0,11	<0,10	<0,10	<0,10
		0,75	0,95	0,20	<0,10	<0,10	<0,10
		1,00	1,27	0,27	0,13	0,12	0,11
3	-2,0	0,25	0,73	0,48	0,29	0,26	0,25
		0,50	2,20	1,70	0,97	0,89	0,83
		0,75	2,67	1,92	1,09	1,00	0,93
		1,00	3,10	2,10	1,18	1,09	1,01
4	-1,5	0,25	0,35	0,10	<0,10	<0,10	<0,10
		0,50	2,02	1,52	0,90	0,83	0,78
		0,75	2,53	1,78	1,05	0,97	0,91
		1,00	2,94	1,94	1,14	1,05	0,98

Uit Tabel 5-2 volgt dat bij profiel 1 bij een netto ophoging van 0,25 m binnen zes maanden aan de restzettingseis wordt voldaan. Vanaf een netto ophoging van 0,50 m of meer zijn zettingsversnellende maatregelen nodig om binnen twaalf maanden aan de restzettingseis te voldoen. Om de zettingen te versnellen moet rekening worden gehouden met toepassing van verticale drainage en eventueel een extra overhoogte.

Uit Tabel 5-2 volgt dat bij profiel 2 bij netto ophogingen tot 0,75 m binnen twaalf maanden aan de restzettingseis wordt voldaan. Om bij netto ophogingen van 1 m binnen zes danwel negen maanden aan de restzettingseis te voldoen, zijn zettingsversnellende maatregelen nodig. Om de zettingen te versnellen moet rekening worden gehouden met toepassing van verticale drainage en eventueel een extra overhoogte.

Uit Tabel 5-2 volgt dat bij profiel 3 bij netto ophogingen van 0,25 m of meer zettingsversnellende maatregelen nodig zijn om binnen twaalf maanden aan de restzettingseis te voldoen. Bij profiel 4 geldt dit voor netto ophogingen van 0,50 m of meer. Om de zettingen te versnellen moet rekening worden gehouden met toepassing van verticale drainage en eventueel een extra overhoogte.

Berekende restzettingen POP 10 kPa

In Tabel 5-3 zijn de berekende restzettingen, uitgaande van een POP van 10 kPa, zonder zettingsversnellende maatregelen na respectievelijk 6, 9 en 12 maanden consolidatie weergegeven

Tabel 5-3 Resultaten eind- en restzetting - POP 10 kPa (zonder zettingsversnellende maatregelen)

Profiel	Huidig	Ophoging		Eindzetting	Restzetting na		
	Maaiveld [m NAP]	Netto [m]	Bruto [m]	[m]	6 mnd. [m]	9 mnd. [m]	12 mnd. [m]
1	-4,4	0,25	0,32	0,07	<0,10	<0,10	<0,10
		0,50	0,60	0,10	<0,10	<0,10	<0,10
		0,75	1,14	0,39	0,21	0,19	0,17
		1,00	1,59	0,59	0,31	0,28	0,26
2	-4,2	0,25	0,28	0,03	<0,10	<0,10	<0,10
		0,50	0,54	0,04	<0,10	<0,10	<0,10
		0,75	0,85	0,10	<0,10	<0,10	<0,10
		1,00	1,17	0,17	<0,10	<0,10	<0,10
3	-2,0	0,25	0,40	0,15	<0,10	<0,10	<0,10
		0,50	1,53	1,03	0,60	0,56	0,52
		0,75	2,21	1,46	0,84	0,78	0,72
		1,00	2,68	1,68	0,96	0,89	0,82
4	-1,5	0,25	0,35	0,10	<0,10	<0,10	<0,10
		0,50	0,96	0,46	0,28	0,26	0,25
		0,75	2,12	1,37	0,82	0,76	0,71
		1,00	2,58	1,58	0,94	0,87	0,81

Uit Tabel 5-3 volgt dat bij profiel 1 bij een netto ophoging tot 0,50 m binnen zes maanden aan de restzettingseis wordt voldaan. Bij een netto ophoging van 0,75 m of meer zijn zettingsversnellende maatregelen nodig zijn om binnen twaalf maanden aan de restzettingseis te voldoen. Om de zettingen te versnellen moet rekening worden gehouden met toepassing van verticale drainage en eventueel een extra overhoogte.

Uit Tabel 5-3 volgt dat bij profiel 2 bij netto ophogingen tot 1 m binnen zes maanden aan de restzettingseis wordt voldaan.

Uit Tabel 5-3 volgt dat bij profiel 3 en 4 bij netto ophogingen vanaf 0,25 m zettingsversnellende maatregelen nodig zijn om binnen twaalf maanden aan de restzettingseis te voldoen. Om de zettingen te versnellen moet rekening worden gehouden met toepassing van verticale drainage en eventueel een extra overhoogte.

Zettingsversnellende maatregelen

Op basis van Figuur 2-1 blijkt dat de meeste bebouwing in de Gnephoeekpolder is voorzien. Derhalve is vooralsnog voor profiel 3 en 4 verkend welke zettingsversnellende maatregelen nodig zijn om aan de restzettingseis van 0,10 m in dertig jaar te voldoen. De restzetting is berekend door de eindzetting te reduceren met de berekende zetting gedurende de voorbelastingsperiode.

Voor een definitief voorbelastingsadvies wordt geadviseerd om dit nauwkeuriger te modelleren met het NEN-Bjerrum model. Verder is aangesloten op de uitgangspunten die zijn gehanteerd bij de verkenning bouwrijp maken (zie hoofdstuk 2). Er is uitgegaan van een netto ophoging van 1 m en een voorbelastingsperiode van respectievelijk 18 tot 24 maanden.

In Tabel 5-4 zijn de resultaten opgenomen. Hieruit blijkt dat er verticale drainage met een hart-op-afstand van 1,0 m nodig is inclusief een (tijdelijke) extra overhoogte van 0,25 tot 0,50 m.

Tabel 5-4 Zettingsversnellende maatregelen profiel 3 en 4

Profiel	Huidig	POP [kPa]	Ophoging		Eindzetting [m]	Zettingsversnellende maatregel*	
	Maaiveld [m NAP]		Netto [m]	Bruto [m]		18 mnd. [m]	24 maanden [m]
3	-2,0	5	1,0	3,10	2,10	VD 1,0 m + 0,5 m EO	VD 1,0 m + 0,5 m EO
		10	1,0	2,68	1,68	VD 1,0 m + 0,25 m EO	VD 1,0 m + 0,25 m EO
4	-1,5	5	1,0	2,94	1,94	VD 1,0 m + 0,25 m EO	VD 1,0 m + 0,50 m EO
		10	1,0	2,58	1,58	VD 1,0 m + 0,25 m EO	VD 1,0 m + 0,25 m EO

EO: Extra Overhoogte

VD: Verticale Drainage h.o.h. 1,0 m in driehoeksverband, onderkant drain NAP -10,0 m. Deze dient te worden aangebracht tot 1,0 m boven het zandpakket.

De in de eerdere Verkenning bouwrijp maken Gnephhoek ingeschatte benodigde overhoogte voor zeer zettingsgevoelige deelgebieden is vergelijkbaar met de berekeningsresultaten voor profiel 3 en 4, namelijk 0,25 tot 0,5 m. Voorwaarde is wel dat hierbij ook verticale drainage h.o.h. 1,0 m wordt toegepast (in driehoeksverband en een maximale diepte van NAP -10,0 m). In de eerdere Verkenning bouwrijp maken is geen rekening gehouden met toepassing van verticale drainage.

5.2 Opbarstanalyse

In verband met de ontwikkeling van waterpartijen in het plan zijn verkennende berekeningen gemaakt om te onderzoeken of nieuw te graven waterpartijen/-gangen kunnen worden aangelegd met voldoende veiligheid tegen opbarsten en of er beperkingen zijn ten aanzien van de maximale bodembreedte. Daartoe zijn berekeningen uitgevoerd voor de profielen 2 en 3 (op basis van boring MB01 en MB02) en voor een profiel uitgaande van een zandtussenlaag.

Er is uitgegaan van ontgraven in den droge en in den natte (water in de watergang dat te allen tijde, ook na en tijdens aanleg, gehandhaafd wordt op de peilen zoals weergegeven in paragraaf 2.6).

Voor de diepte van de nieuwe waterpartijen/-gangen is uitgegaan van een waterdiepte van 1,25 m en een taludhelling van 1:2. De berekeningsresultaten zijn weergegeven in Tabel 5-5 en de berekeningen zijn opgenomen in bijlage 4.

Tabel 5-5 Resultaat berekening opbarstveiligheid - ontgraven in den droge en in den natte

Boring	Ontgraving	Berekende veiligheid (Fs)	Maximale bodembreedte (m)
MB01 (profiel 2)	In den droge	1,00	0,60
MB02 (profiel 3)	In den droge	1,02	Geen beperkingen
MB01 (profiel 2)	In den natte	1,00	11
MB02 (profiel 3)	In den natte	1,15	Geen beperkingen
Profiel met zandtussenlaag	In den droge	1,01	1,6
Profiel met zandtussenlaag	In den natte	1,18	Geen beperkingen

Uit de berekeningsresultaten volgt dat bij MB01 (profiel 2 in de Vrouwgeestpolder) kans is op opbarsten als gevolg van ontgravingen. Om opbarsten te voorkomen dient bij ontgraving in den droge een maximale bodembreedte van de nieuwe watergangen te worden aangehouden van 0,60 m en bij ontgraving in den natte maximaal 11 m.

Bij MB02 (profiel 3 in de Gnephoekpolder) wordt aan de veiligheidsfactor voldaan en gelden geen beperkingen aan de maximale breedte voor de te graven waterpartijen/-gangen.

Voor profielen met een tussenzandlaag in de Gnephoekpolder is dit niet van toepassing. Om opbarsten te voorkomen dient bij ontgraving in den droge een maximale bodembreedte van de nieuwe watergangen te worden aangehouden van 1,60 m. Bij ontgraving in den natte gelden er geen beperkingen.

Bij de resultaten uit Tabel 5-5 wordt wel opgemerkt dat is uitgegaan van een aangenomen stijghoogte op basis van de isohypsenkaart en drie verschillende profielen. De resultaten dienen derhalve met de nodige voorzichtigheid te worden geïnterpreteerd. De metingen van de stijghoogte met de in de peilbuizen geplaatste dataloggers dienen meer inzicht in te geven in de stijghoogte vanuit het Pleistocene zand en tussenzandlagen.

5.3 Erosiebestendigheid

De drie kleimonsters zijn getoetst aan de criteria zoals opgenomen in paragraaf 2.8. De resultaten zijn opgenomen in Tabel 5-6. Uit de resultaten in Tabel 5-6 volgt dat het kleimonster van de kleilaag van 0,5 tot 1,0 m van boring MB01 voldoet aan de eisen voor erosiebestendige klei. De overige kleilagen voldoen niet aan de eisen voor erosiebestendige klei vanwege een te hoog organische stofgehalte of een te groot zandgehalte.

Tabel 5-6 Toetsing erosiebestendigheid kleimonsters

Boring /monster	Diepte (m – mv)	Grondsoort	Resultaat
MB01-1	0,0 – 0,5	Klei, zwak zandig, sterk organisch	Voldoet niet aan klasse 1, 2 en 3 door te hoog organische stofgehalte)
MB01-2	0,50 – 1,0	Klei, zwak zandig, zwak organisch	Voldoet aan klasse 1. Klei is erosiebestendig.
MB01-3	1,5 – 2,0	Klei sterk zandig	Voldoet niet aan klasse 1 en 2 door te hoog zandgehalte. Klei voldoet aan eisen klasse 3 (weinig erosiebestendig)

6 Conclusies en advies

6.1 Conclusies

6.1.1 Zettingen

Voor vier onderscheidende bodemprofielen (zie voor de ligging bijlage 1) is een zettingsanalyse uitgevoerd, voor een netto ophoging in vier stappen van 0,25 tot 1,0 m. De hiervoor berekende eindzettingen variëren van circa 0,05 tot 1,9 m. De berekende benodigde bruto ophogingen variëren derhalve van circa 0,3 tot 3,0 m.

Afhankelijk van de grootte van de benodigde bruto ophoging, de wijze van bouwrijp maken en toekomstige wegconstructies e.d. zal lokaal een grondverbetering in een cunet nodig zijn. Dit kan leiden tot een extra belastingtoename en derhalve tot grotere eindzettingen dan de berekende eindzettingen zoals gepresenteerd in Tabel 5-1.

De berekende eindzetting is het kleinst bij profiel 2, deze eindzetting varieert van circa 0,05 tot circa 0,25 m. Bij dit profiel wordt voor een POP van 5 en 10 kPa en vrijwel alle ophoogstappen zonder zettingsversnellende maatregelen binnen zes maanden aan de restzettingseis voldaan. Alleen uitgaande van een POP van 5 kPa dienen bij een netto ophoging van 1 m zettingsversnellende maatregelen te worden toegepast om binnen twaalf maanden aan de restzettingseis te voldoen.

Bij profiel 1 zijn grotere zettingen berekend in vergelijking met profiel 2, deze variëren van circa 0,05 tot circa 0,80 m. Bij dit profiel zijn zettingsversnellende maatregelen nodig bij netto ophogingen van 0,50 m of hoger (uitgaande van een POP van 5 kPa) of 0,75 m of hoger (uitgaande van een POP van 10 kPa) om binnen twaalf maanden aan de restzettingseis te voldoen.

Bij profiel 3 en 4 zijn de grootste eindzettingen berekend, deze variëren van 0,15 tot 2,10 m. Bij dit profiel zijn zettingsversnellende maatregelen nodig bij netto ophogingen van 0,25 m of hoger om binnen twaalf maanden aan de restzettingseis te voldoen.

Vanwege de dikte van het slappe-lagen-pakket en de overwegend slechte doorlatendheid verloopt het zettingsproces traag. Om de zettingen te versnellen moet rekening worden gehouden met toepassing van verticale drainage (en eventueel extra overhoogte).

De omvang van de berekende zetting is sterk afhankelijk van de grensspanning.

De berekende eindzettingen zijn hoger dan de eerder ingeschatte eindzettingen van de Verkenning bouwrijp maken Gnephhoek. Bovendien blijkt dat een groter deel van de Gnephhoekpolder zettingsgevoeliger is dan in de Verkenning is aangenomen. De in de Verkenning ingeschatte benodigde overhoogte voor zeer zettingsgevoelige deelgebied is vergelijkbaar met de berekeningsresultaten voor profiel 3 en 4, mits hierbij ook verticale drainage wordt h.o.h. 1 m (in driehoeksverband) en een maximale diepte van NAP -10,0 m (tot 1,0 m boven het Pleistocene zandpakket) wordt toegepast.

6.1.2 Opbarstrisico

Het opbarstrisico van toekomstige waterpartijen/-gangen is beschouwd voor profiel 2 en 3. Uit de berekeningsresultaten volgt dat in de Vrouwgeestpolder (profiel 2) kans is op opbarsten bij ontgraving van waterpartijen. Om opbarsten te voorkomen dient een maximale bodembreedte van de watergangen te worden aangehouden zoals weergegeven in Tabel 5-5

Voor de Gnephokpolder (profiel 3) wordt voor zowel graven in den droge als in den natte aan de veiligheidsfactor tegen opbarsten voldaan en gelden er geen beperkingen voor de maximaal aan te houden bodembreedte. Voor profielen met een tussenzandlaag in de Gnephokpolder dient bij ontgraving in den droge een maximale bodembreedte van de nieuwe watergangen te worden aangehouden van 1,60 m. Bij ontgraving in den natte gelden er geen beperkingen.

Bij de resultaten van de opbarstberekeningen wordt wel opgemerkt dat is uitgegaan van een aangenomen stijghoogte op basis van de landelijke isohypsenkaart en drie bodemprofielen. Deze resultaten en conclusies dienen derhalve met de nodige voorzichtigheid te worden geïnterpreteerd. De metingen van de stijghoogte met de in de geplaatste peilbuizen dataloggers dienen meer inzicht te geven in de stijghoogte. De berekeningen dienen op basis van veldmetingen te worden aangepast.

6.1.3 Erosiebestendigheid

Bij boring MB01 is zwak zandige, zwak organische klei aanwezig op een diepte van 0,5 tot 1,0 m dat aan de eisen van erosiebestendige klei voldoet.

De kleilagen van 0,5 tot 1,0 m -mv en van 1,5 tot 2,0 m -mv bij boring MB01 voldoen niet aan de eisen van erosiebestendige klei (te hoog organische stof gehalte danwel te hoge zandfractie).

6.2 Advies

6.2.1 Bodemopbouw en zettingen

Gezien de sterke variatie in bodemopbouw wordt geadviseerd nader grondonderzoek te doen op het moment dat de stedenbouwkundige inrichting nader bekend is. Op basis van beschikbare gegevens is de verwachting dat er in de Gnephokpolder minder zettingsgevoelige gebieden zijn door de aanwezigheid van een tussenzandlaag (zie bijlage 1). Dit profiel is met de uitgevoerde sonderingen niet in beeld gekomen. Bij vervolgonderzoek wordt geadviseerd hier wel aandacht voor te hebben en dit nauwkeuriger te karteren.

In een vervolgfase van de ontwikkeling van het plangebied wordt voor het beschouwen van de te verwachten zettingen en uitwerking van zettingsversnellende maatregelen per deelgebied geadviseerd het zettingsmodel NEN-Bjerrum toe te passen. Dit model past beter voor gefaseerde belastingen, ontlasten en herbelasten.

Om een beter beeld van de te verwachten eindzettingen en het tijdszittingsverloop te verkrijgen, wordt geadviseerd om enkele proefterpen aan te leggen en de werkelijke optredende zettingen te monitoren. Dit is met name interessant voor de meest zettingsgevoelige gebieden (profiel 1, 3 en 4). In deze gebieden kunnen hiertoe zandophogingen op maaiveld van 1 m hoog en een oppervlakte van circa 25 x 25 m worden aangebracht, inclusief verticale drainage, op een locatie waar een sondering is uitgevoerd. Met zakbaken dient vervolgens het zettingsproces te worden gemonitord (periode van minimaal circa zes maanden).

6.2.2 Opbarstrisico

Geadviseerd wordt de opbarstberekeningen aan te passen op het moment dat er een aantal metingen van de stijghoogte in de geplaatste peilbuizen zijn uitgevoerd. Tevens wordt geadviseerd om in Vrouwgeestpolder extra boringen uit te voeren en labonderzoek te doen (bepaling volumegewichten) op het moment dat de stedenbouwkundige inrichting bekend is. Met deze resultaten kan per waterpartij het risico op opbarsten nader worden gedetailleerd.

6.2.3 Erosiebestendigheid

Geadviseerd wordt op het moment dat de stedenbouwkundige inrichting bekend is, nader grondonderzoek (boringen) uit te voeren op locaties waar waterpartijen zijn voorzien en mogelijk erosiebestendige klei aanwezig is. Met laboratoriumproeven kan vervolgens worden bepaald of de klei voldoet aan de eisen voor erosiebestendige klei.

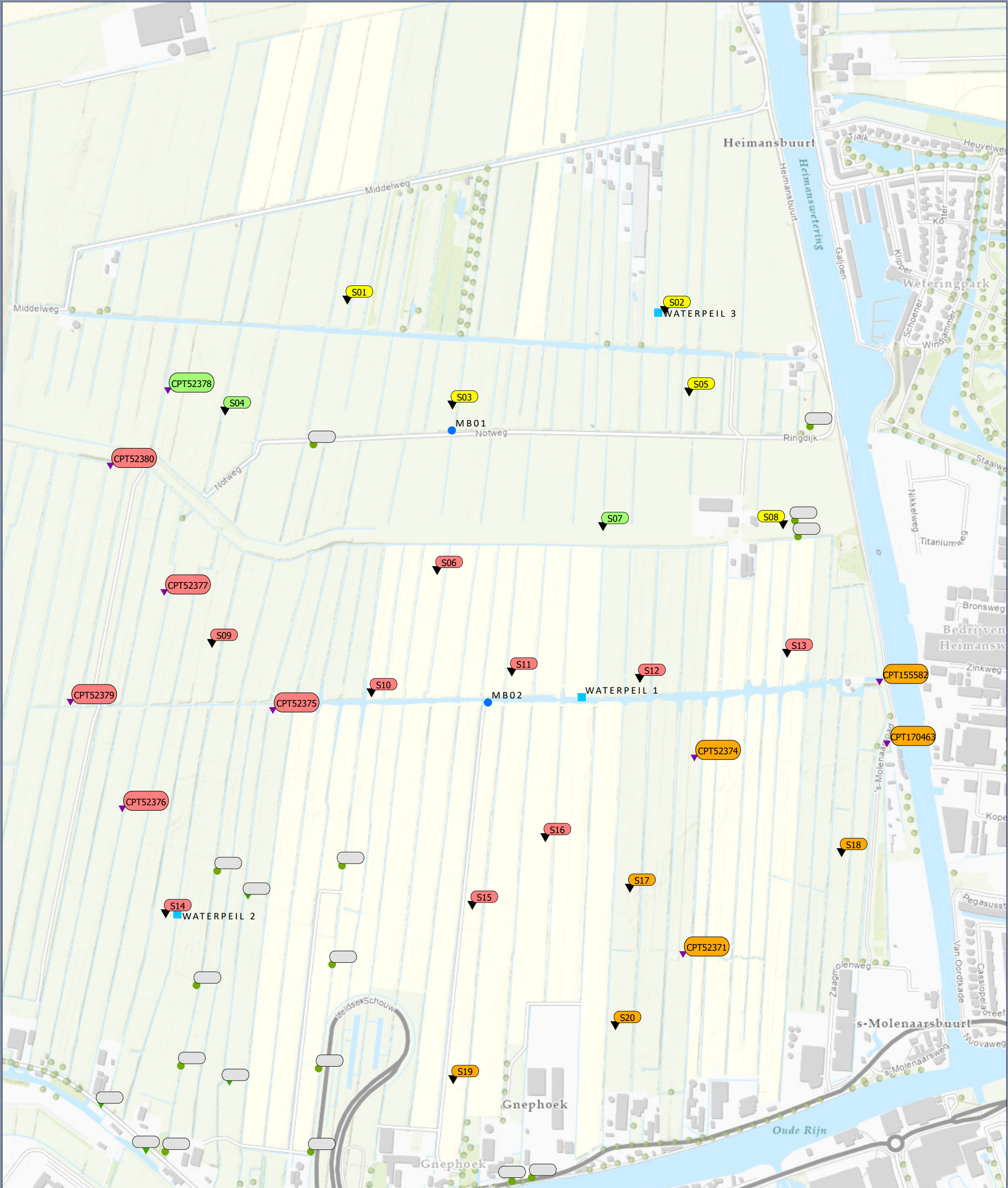
6.2.4 Overig vervolgonderzoek

Op basis van de resultaten van de zettingsberekeningen wordt bij de verdere planontwikkeling geadviseerd om de volgende geotechnische aspecten te beschouwen:

- ligging van bestaande kabels en leidingen in het gebied en de effecten/risico's van ophogingen/zettingen;
- de effecten op de omgeving zoals op bestaande woningen en kaden e.d. (onder andere als gevolg van horizontale grondvervorming);
- de stabiliteit van de ophogingen in de bouw- en eindfase.

Op basis van de resultaten van deze geotechnische analyse kan de eerdere Verkenning bouwrijp maken Gnephhoek (zie hoofdstuk 2), waarin een LCC-analyse is uitgevoerd, worden geactualiseerd.

Bijlage 1 Situatie onderzoekspunten, indeling profielen en sonderingen per profiel



Legenda

Type Boring

Boring tot 10 a 11 m + peilbuis

Waterpeil

Sondering tot 20 a 25 -mv

Sondering (DINO Loket)

Gem. Boring

Gem. Sondering

Profiel 1

Profiel 2

Profiel 4

Profiel 3

Profiel met tussenzandlaag op basis van beschikbare gegevens

Grondonderzoek Gnephoek

Masterplan Gnephoek

Opdrachtgever: Gemeente Alphen aan de Rijn

Projectnummer: 51012011

Status: Definitief

Datum: 16-11-2023

Schaal: 1:7.000

Formaat: A3

Getekend: SJ - Gecontroleerd: JdW

SWECO

0

50

100

150

200

250

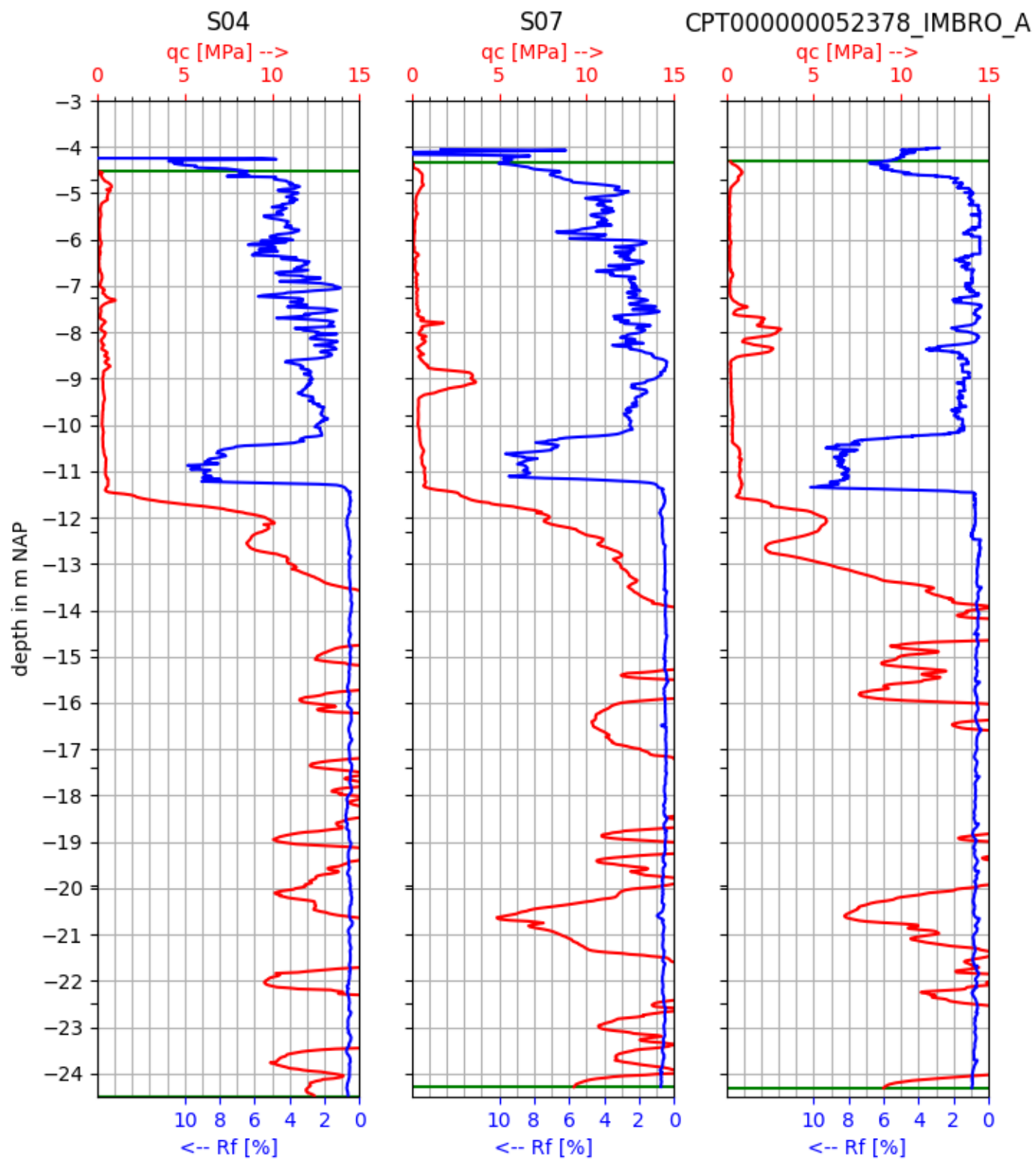
300

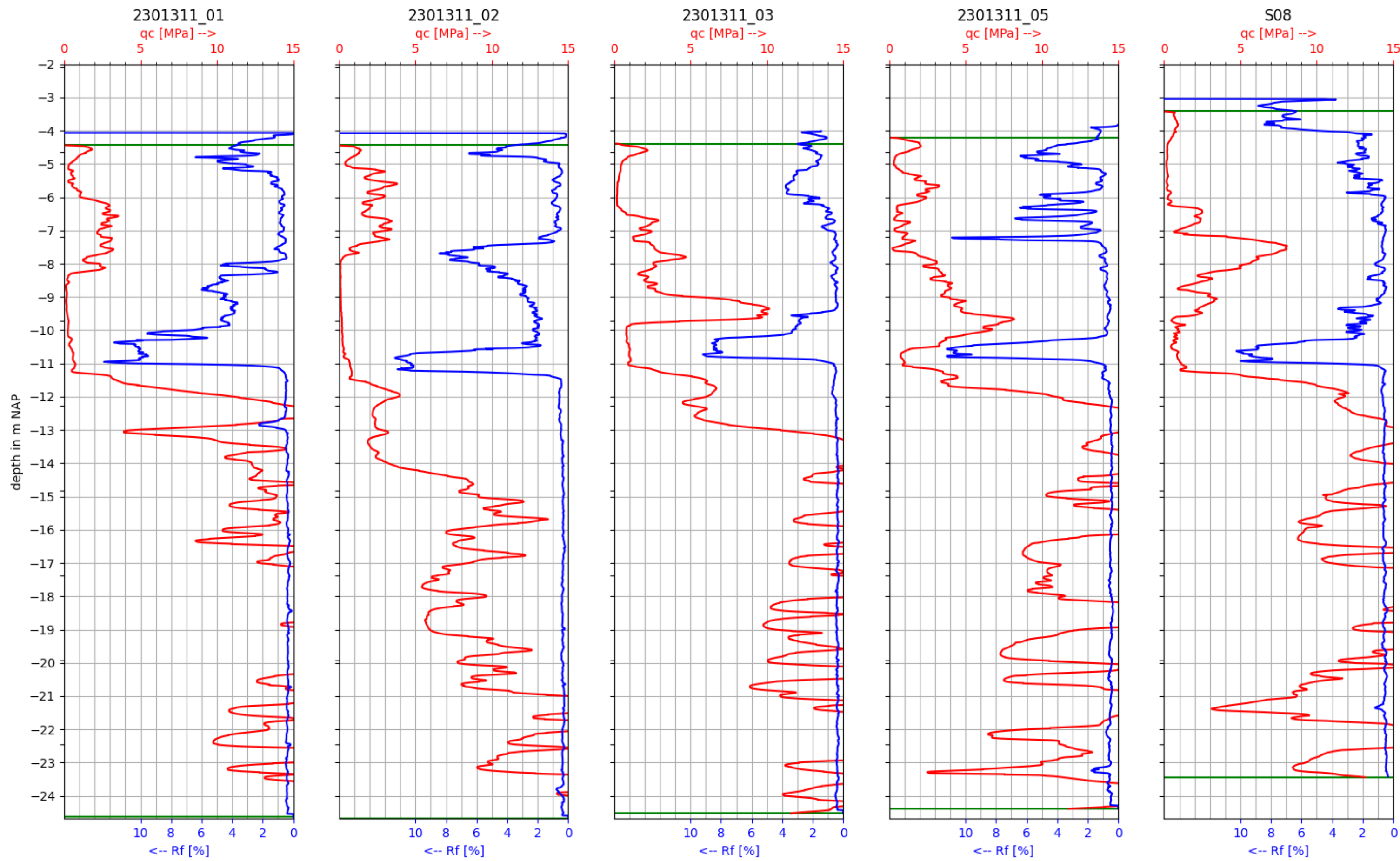
meter

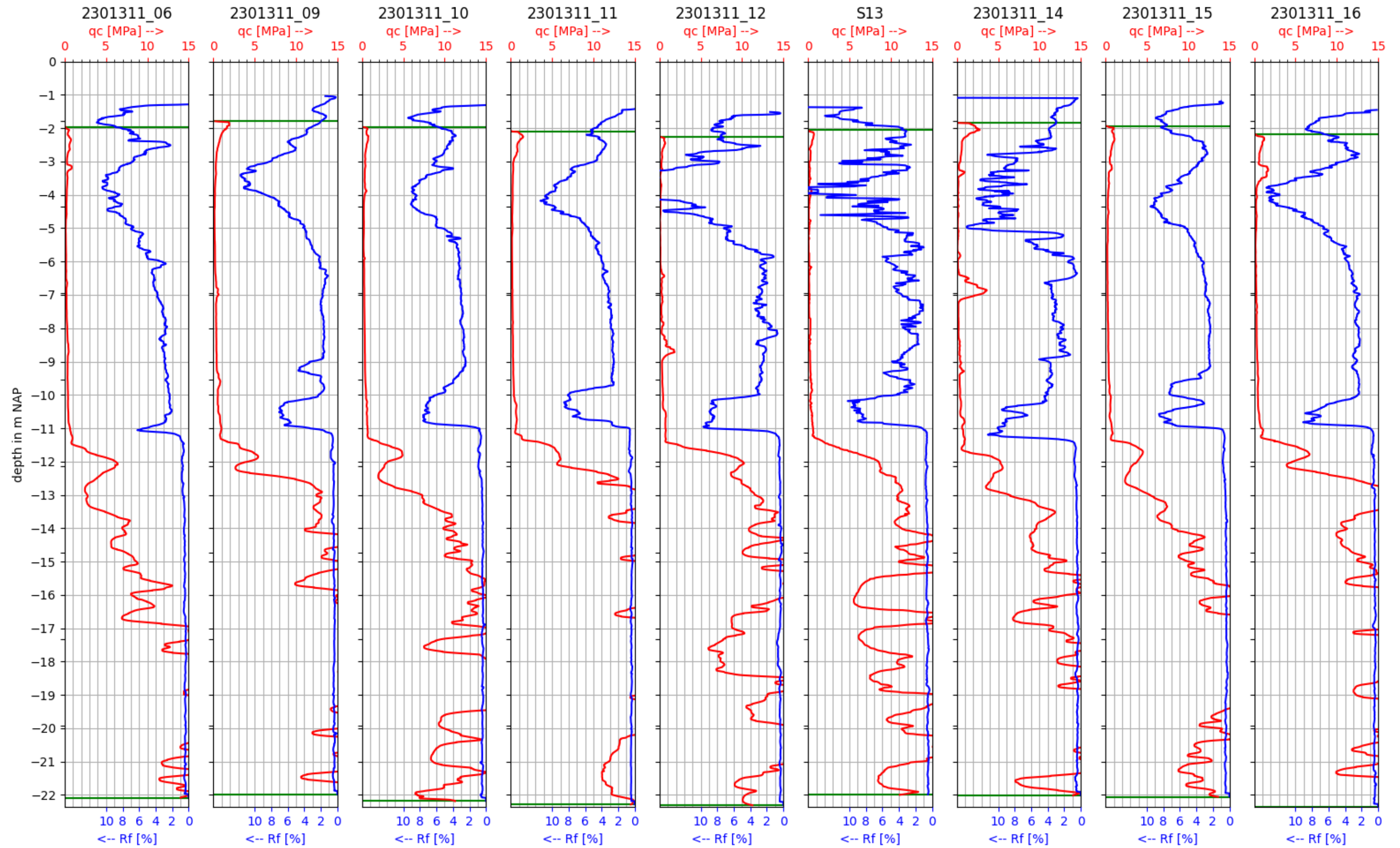
N

P:\5310\51012011_Masterplan_Gnephoek\W300_Masterplan_Gnephoek\02_Do_Werk\GIS\Gnephoek_GIS_V2.aprx 16-11-2023 11:58

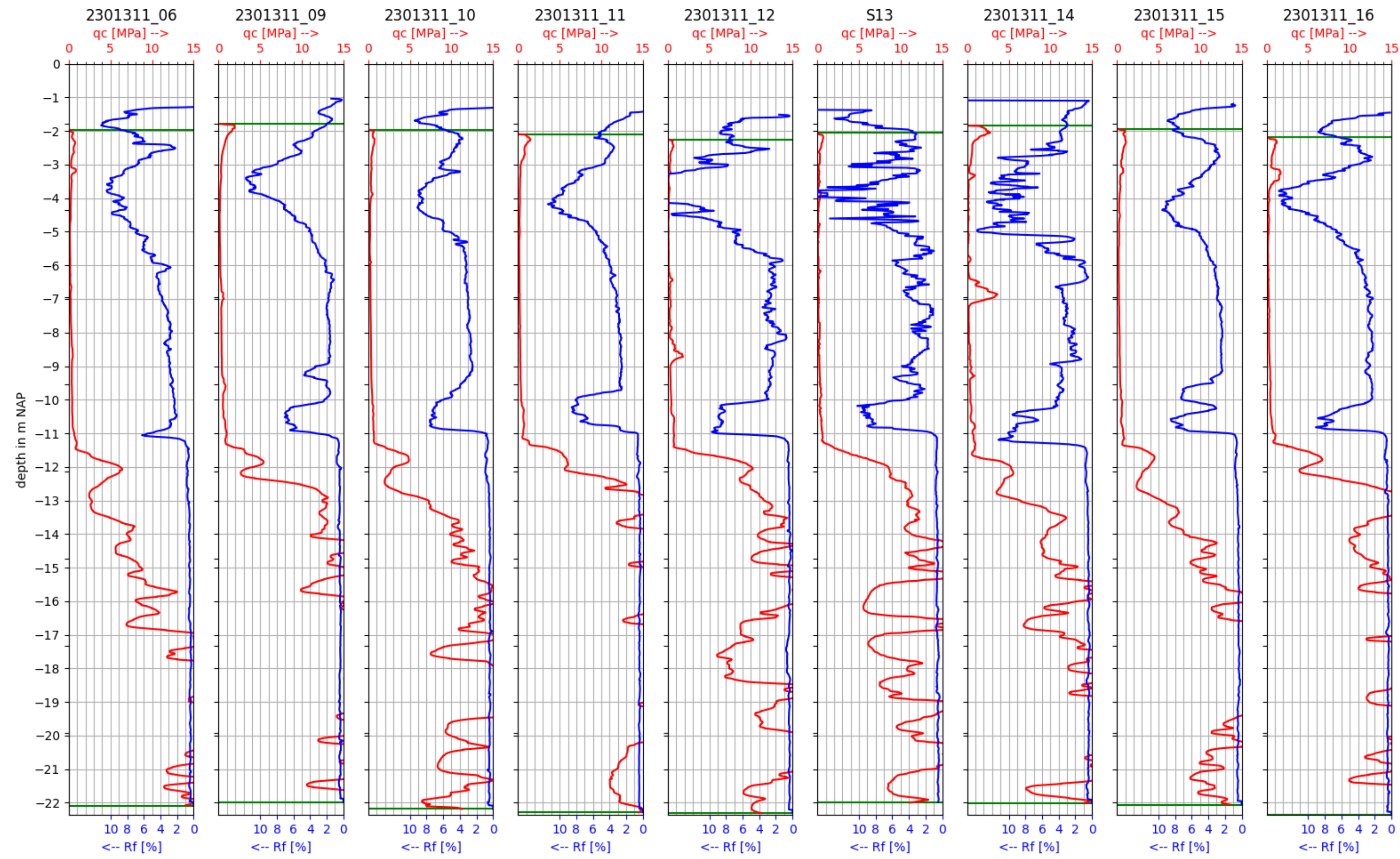
Profil 1

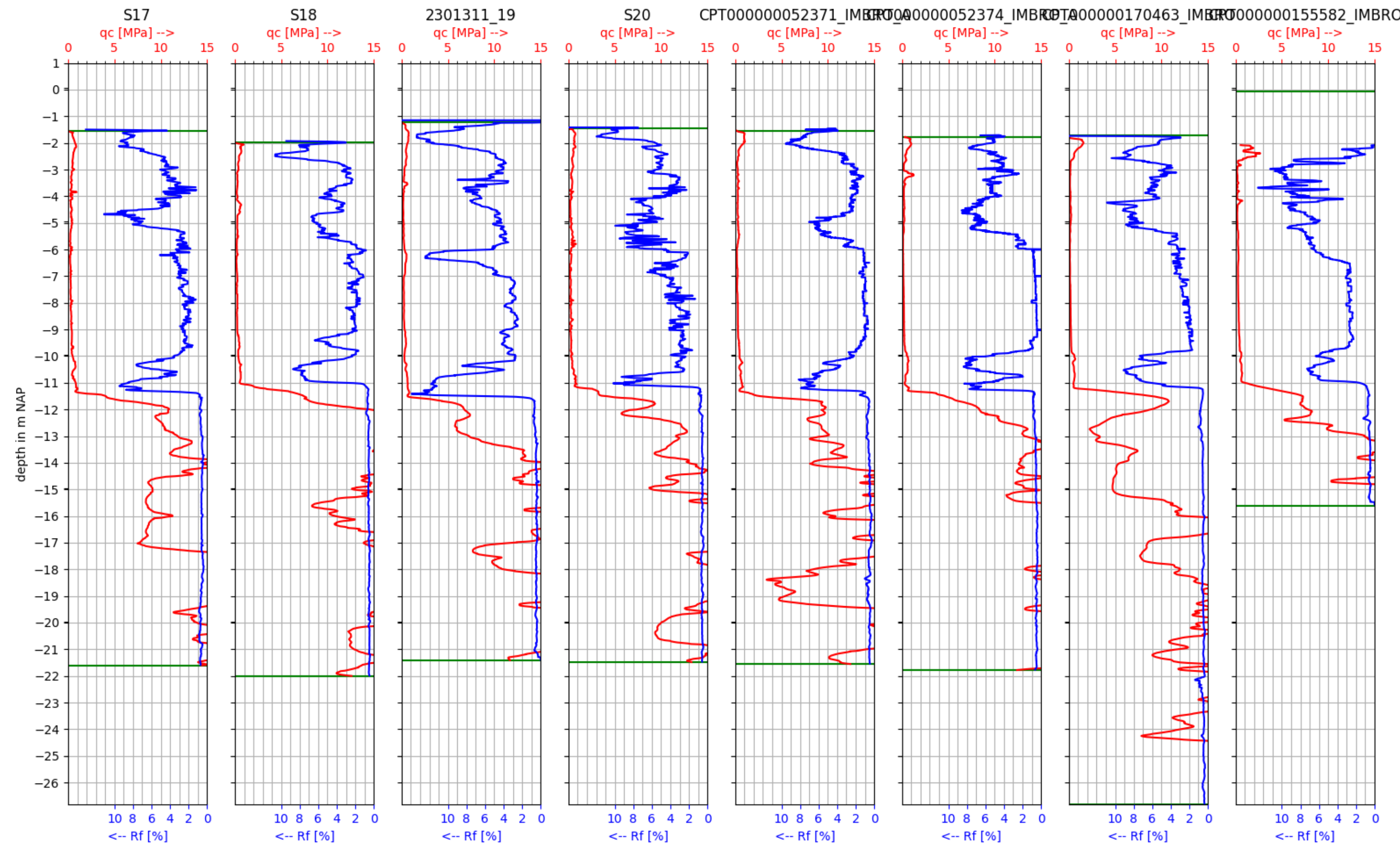






Profiel 3





Bijlage 2 Grond- en laboratoriumonderzoek

Veldrapport grondonderzoek
Gnephoek te Alphen aan den Rijn

Rapportnummer 2301311-V2

Datum rapport 14-08-2023



Impressum

Rapport

2301311-V2
Veldrapport grondonderzoek
Gnephoek te Alphen aan den Rijn

Versie	Datum
2	14-08-2023

Opdrachtgever

Sweco Nederland B.V.
De Holle Bilt 22
3732 HM De Bilt
Referentienr.:

Opdrachtnemer

Geosonda BV
Hoofdvestiging
Curieweg 19 | 2408 BZ Alphen aan den Rijn
Tel: +31 (0) 172 449 822

Vestiging Breda
Franse Akker 13 | 4824 AL Breda
Tel: +31 (0) 76 522 0566

www.geosonda.nl
info@geosonda.nl

Projectteam

Aad van der Burg

Vrijgave

X

Inhoudsopgave

1	WERKOMSCHRIJVING	3
1.1	Algemeen	3
1.2	Uitgevoerd onderzoek	3
1.3	(Geo)hydrologie	4

Bijlagen

Bijlage A	Resultaten grondonderzoek
------------------	----------------------------------

1 WERKOMSCHRIJVING

1.1 Algemeen

Op 16-06-2023 ontving Geosonda van Sweco Nederland B.V. de opdracht voor het uitvoeren van een grondonderzoek betreffende project "Gnephoek te Alphen aan den Rijn". De resultaten van het grondonderzoek zijn in dit veldrapport opgenomen.

1.2 Uitgevoerd onderzoek

Het uitgevoerde grondonderzoek is beschreven in navolgende tabel.

Omschrijving	Aantal gepland	Aantal uitgevoerd
Projectbegeleiding en rapportage 09-06-2023		
• KLIC-melding	6	6
• Projectbegeleiding (interpretatie klic, voorbereiding en planning) (per uur)	3	3
• rapportage (veldwerkzaamheden en dataverwerking)	1	1
Veldwerk (sonderen) 09-06-2023		
• Aan- en afvoer sondeertruck (per fase)	2	2
• Verplaatsingskosten	11	11
• Sondering tot 20 meter met sondeerunit-/rups inclusief kleefmeting (per stuk)	13	13
• Uitzetten/ inmeten onderzoekspunt t.o.v. RD en NAP(per stuk)	13	13
Projectbegeleiding en rapportage 22-06-2023		
• Projectbegeleiding (interpretatie klic, voorbereiding en planning) (per uur)	1	1
• rapportage (veldwerkzaamheden en dataverwerking)	1	1
Veldwerk (mechanische boren) 22-06-2023		
• Aan- en afvoer mechanische boorstelling	1	1
• Verplaatsingskosten	1	1
• Pulsboring: handmatig voorboren (per stuk)	2	2
• Pulsboring (incl. afdichten met bentoniet) (per stuk) tot 11 meter	2	2
• Monsternamen geroerd - handboring (per monster)	9	9
• Monsternamen Ackermannbus - mechanische boring (per monster)	10	14
• Mechanische boring afwerken met peilbuis, incl. filtergrind (per stuk) tot 5 meter	2	2
• Mechanische boring afwerken met peilbuis, incl. filtergrind (per stuk) tot 11 meter	2	2
• leveren beschermkoker	2	2
• Landmeetwerkzaamheden (vaste kosten), incl. inmeten referentiehoogtes	1	1
• Uitzetten/ inmeten onderzoekspunt t.o.v. RD en NAP(per stuk)	2	2
Laboratoriumonderzoek		
• Koerierskosten	1	1
• Bepaling erosiebestendigheid klei (RAW proef 2, 14, 36, 37, 38)	3	3
• Bepaling nat/ droog volumegewicht, watergehalte en visuele classificatie - lineaire methode (ISO 17892-1 en -2)	14	14
• Samendrukkingproef 5 traps incl cv-bepalingen (ISO 17892-5 en CUR 101)	10	10

1.3 (Geo)hydrologie

De tijdens het onderzoek gemeten oppervlakte- en/of grondwaterpeilen zijn weergegeven in navolgende tabel.

Naam / Omschrijving	Type	Waterpeil [m NAP]	Opmerking
Waterpeil 1	Oppervlaktewater	-2,45	
Waterpeil 2	Oppervlaktewater	-2,45	
Waterpeil 3	Oppervlaktewater	-4,98	
S02	Grondwater	-5,00	
S05	Grondwater	-5,15	
S10	Grondwater	-2,40	
S12	Grondwater	-2,84	
MB01	Grondwater	-4,84	
MB02	Grondwater	-2,70	

Opmerking

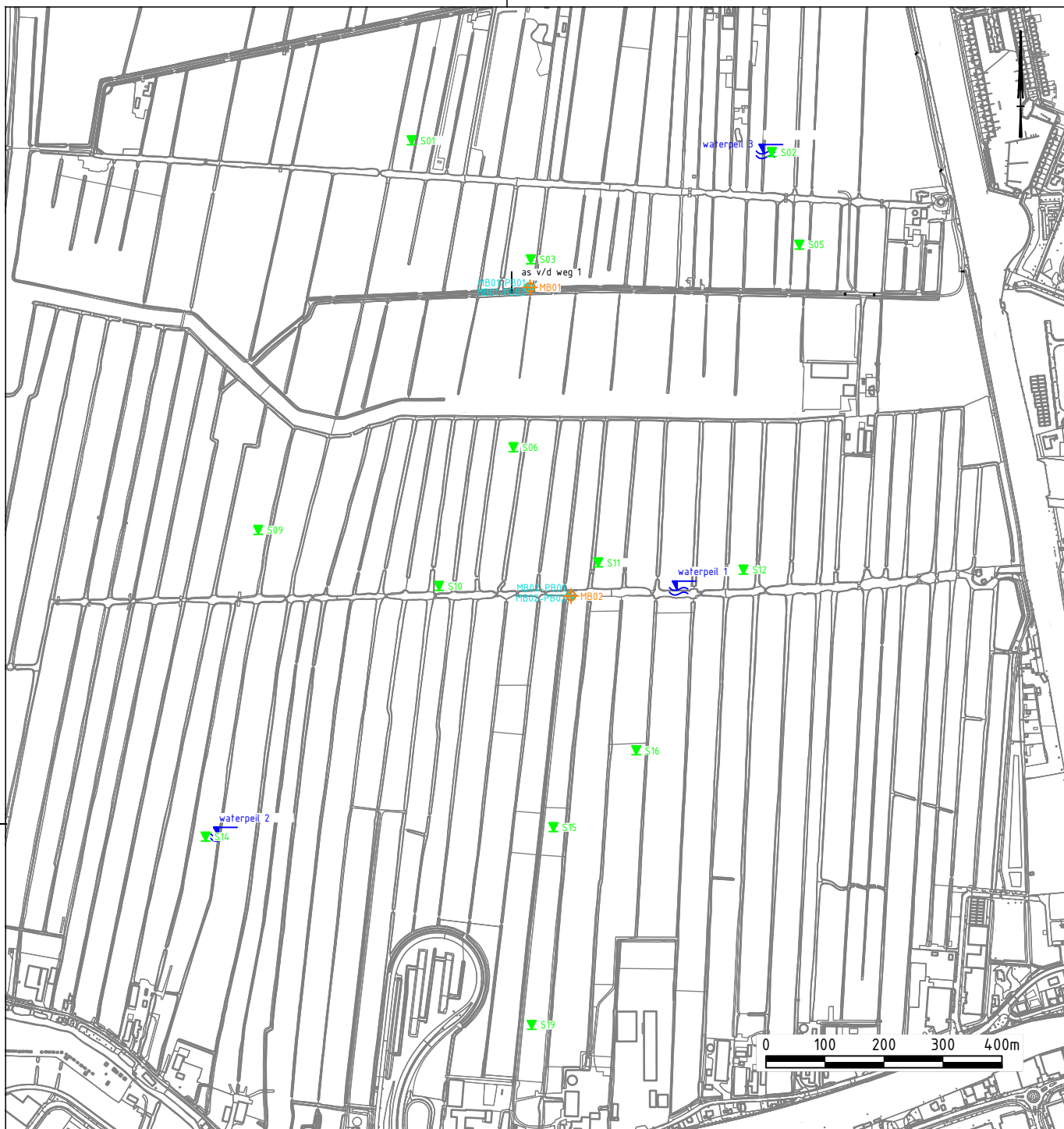
Grondwaterstandsmetingen in sondeer- en boorgaten zijn momentopnamen van een niet-stationaire situatie, en dienen slechts als indicatie te worden beschouwd.

Bijlage A Resultaten grondonderzoek



Situatietekening





PEILMATEN INDICATIEF, NIET TE GEBRUIKEN ALS UITGANGSHOOGTE

GNEPHOEK
ALPHEN AAN DEN RIJN

SITUATIE

LEGENDA

	DIEP SONDERING MET PLAATSELIJKE WRIJVING
	NIET UITGEVOERDE SONDERING
	INSPECTIEPUT
	BORING
	PEILBUIS
	MECHANISCHE BORING
	Hoogtematen zijn gemeten met dGPS

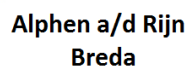


Alphen aan den Rijn
Breda

Datum:	04-07-2023	Projectnummer:
Schaal:	1: 10000	2301311
Getekend:	WJA	
Formaat:	A4	Tekeningnr: T01a

Waterpasstaat





Project : GNEPHOEK
Locatie : ALPHEN A/D RIJN
Projectnr. : 2301311

[illegible]



Algemene toelichting sonderingen

Sonderingen worden uitgevoerd met een elektrische conus met hellingmeter conform NEN-EN-ISO 22476-1. Bij het maken van een sondering conform NEN EN ISO 22476-1 wordt een conus met een constante snelheid van 20 mm/s de bodem ingedrukt. Met de elektrische conus vindt een directe en continue meting plaats van zowel de weerstand aan de conuspunt als van de wrijving langs de kleefmantel. De continue registratie van de ondervonden bodemweerstand verzekert een gedetailleerd beeld van de bodemopbouw. Dit geldt niet alleen voor de sterkte van de bodem, maar tevens met betrekking tot de aard van de aanwezige grondlagen.

De verhouding tussen wrijvingsweerstand en conusweerstand, het zogenaamde wrijvingsgetal, heeft namelijk voor iedere grondsoort een andere waarde. Als indicatie gelden voor de gladde elektrische conus bij normaal geconsolideerde gronden onder de grondwaterstand de navolgende relaties:

wrijvingsgetal in %	grondsoort
0,3 – 1,2	zand, grof tot fijn
1,5 – 2,0	silt
2,5 – 5,0	klei
> 5,0	veen

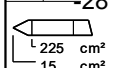
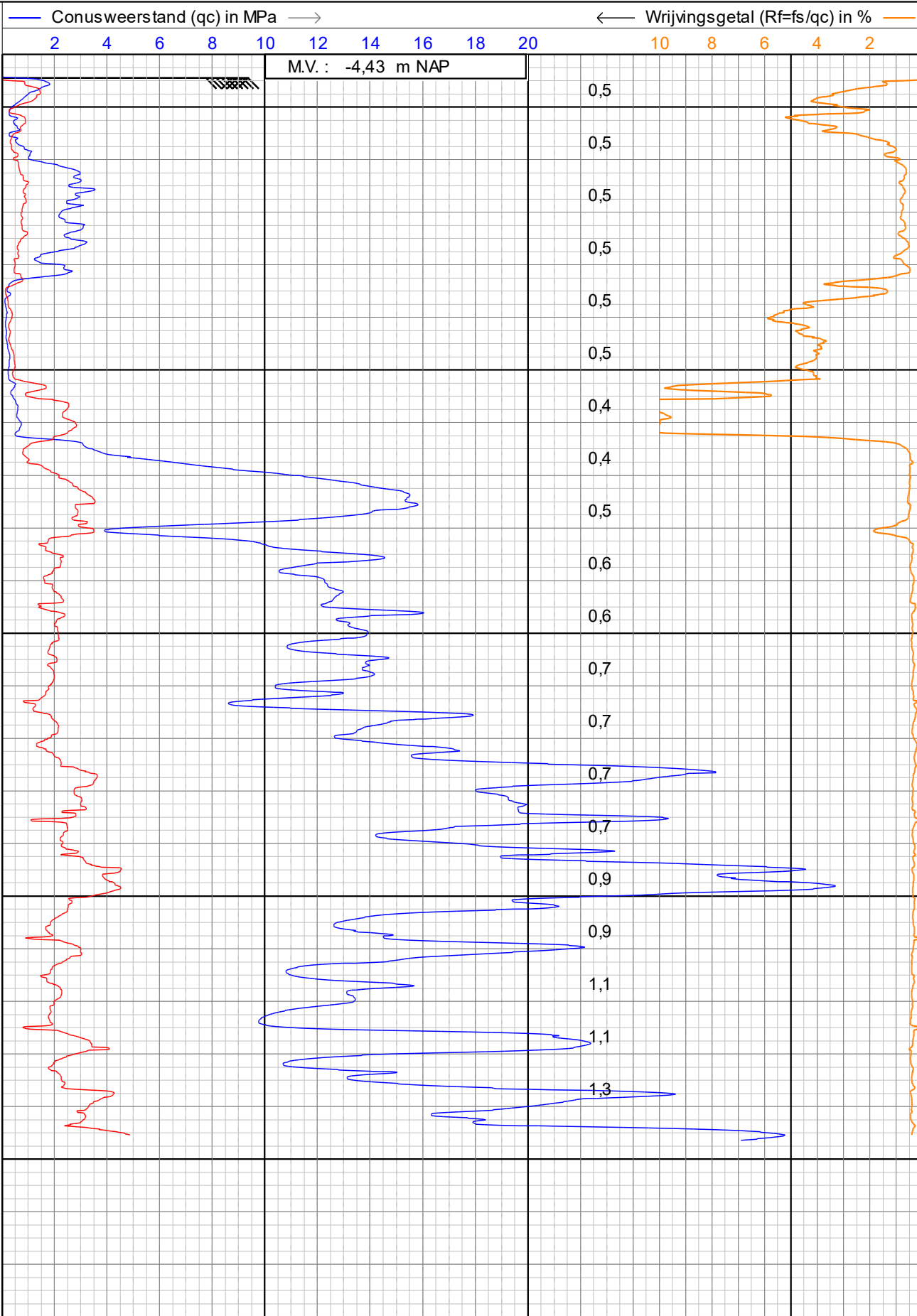
Tussen de verschillende grondsoorten komen overgangsvormen voor waardoor de aangegeven grenzen niet als hard zijn te beschouwen.

De diepte op de sondeergrafiek is gegeven in meters ten opzichte van NAP. In de conus bevindt zich een hellingmeter waardoor een controle mogelijk is op een eventueel afwijken van de verticaal. De gemeten afwijkingen zijn gepresenteerd op de sondeergrafiek.

Sondeergrafieken



← Diepte in m ten opzichte van referentieniveau (NAP)



Alphen a/d Rijn
Breda

sondering volgens NEN-EN-ISO 22476-1

Project : **GNEPHOEK**

Locatie : **ALPHEN AAN DEN RIJN**

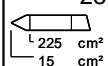
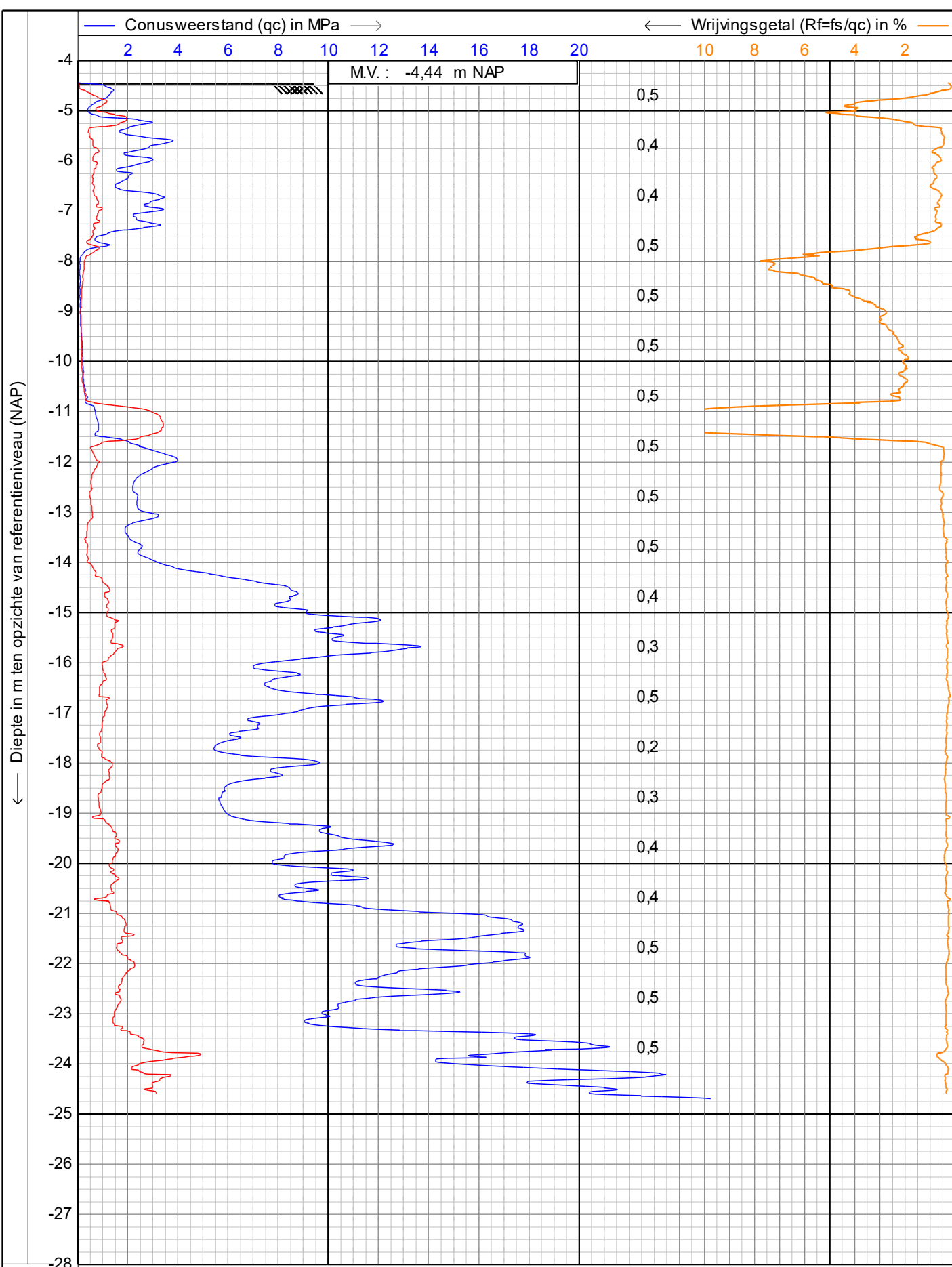
Datum : **12-6-2023**

Conusnr. : **S15CFIL2022**

Projectnr. : **2301311**

Sondeernr.: **01**

1/1



GEOSONDA

Alphen a/d Rijn
Breda

sondering volgens NEN-EN-ISO 22476-1

Project : **GNEPHOEK**

Locatie : **ALPHEN AAN DEN RIJN**

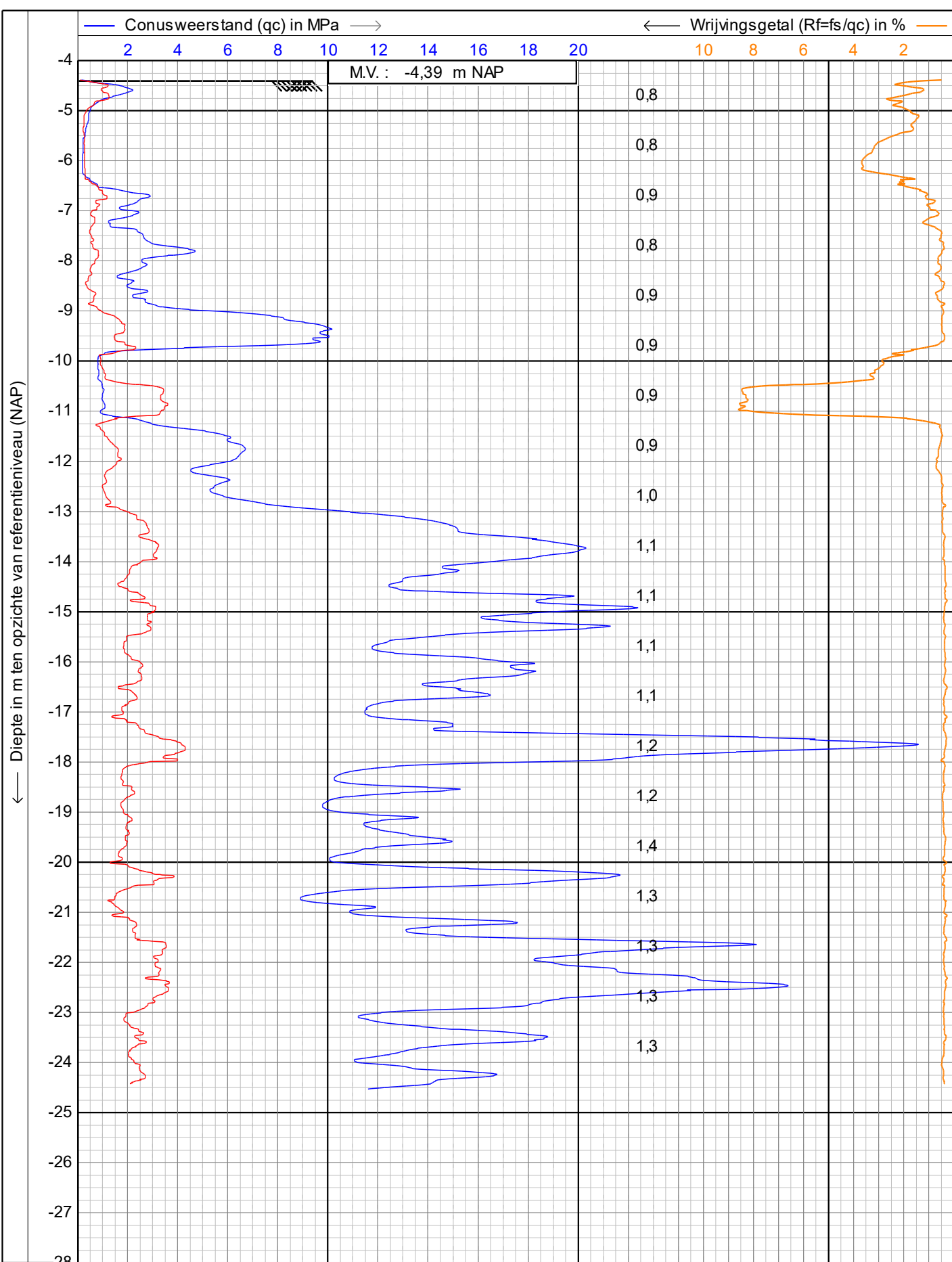
Datum : **12-6-2023**

Conusnr. : **S15CFIL2022**

Projectnr. : **2301311**

Sondeernr.: **02**

1/1



Alphen a/d Rijn
Breda

sondering volgens NEN-EN-ISO 22476-1

Project : **GNEPHOEK**

Locatie : **ALPHEN AAN DEN RIJN**

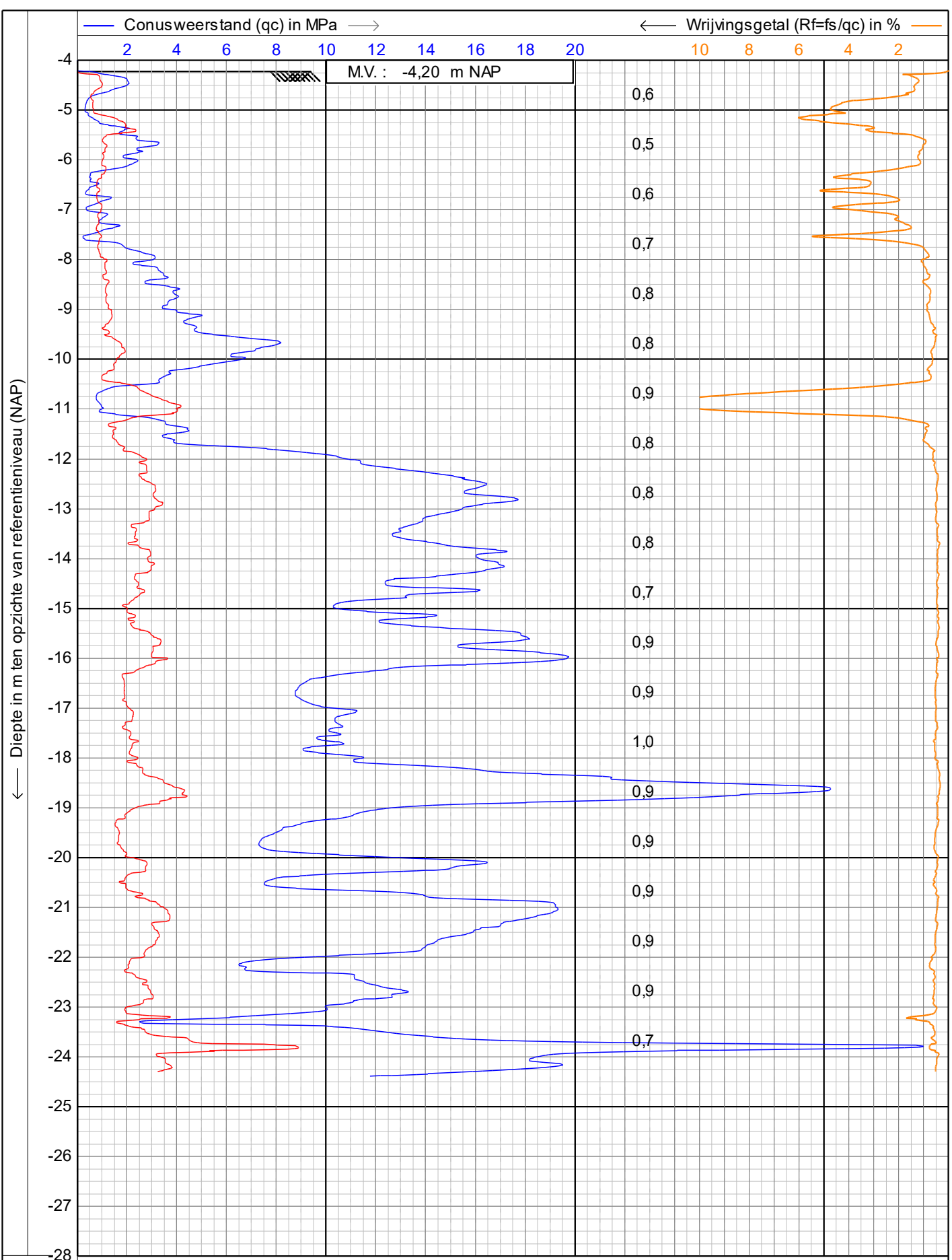
Datum : **12-6-2023**

Conusnr. : **S15CFII.2022**

Projectnr. : **2301311**

Sondeernr.: **03**

1/1



Alphen a/d Rijn
Breda

sondering volgens NEN-EN-ISO 22476-1

Project : **GNEPHOEK**

Locatie : **ALPHEN AAN DEN RIJN**

Datum : **12-6-2023**

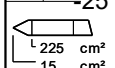
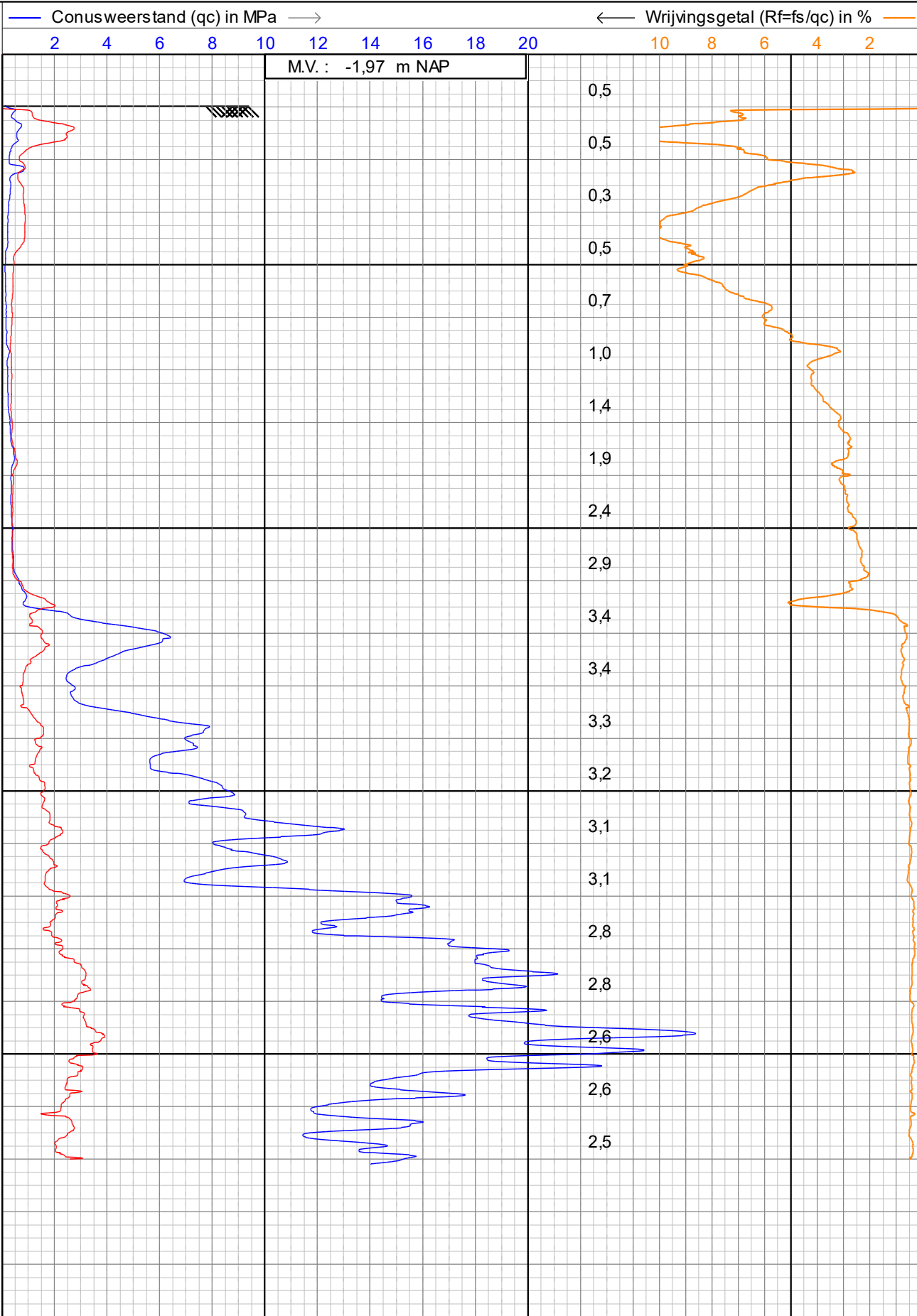
Conusnr. : **S15CFIL2022**

Projectnr. : **2301311**

Sondeernr.: **05**

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-ISO 22476-1

Project : **GNEPHOEK**

Locatie : **ALPHEN AAN DEN RIJN**

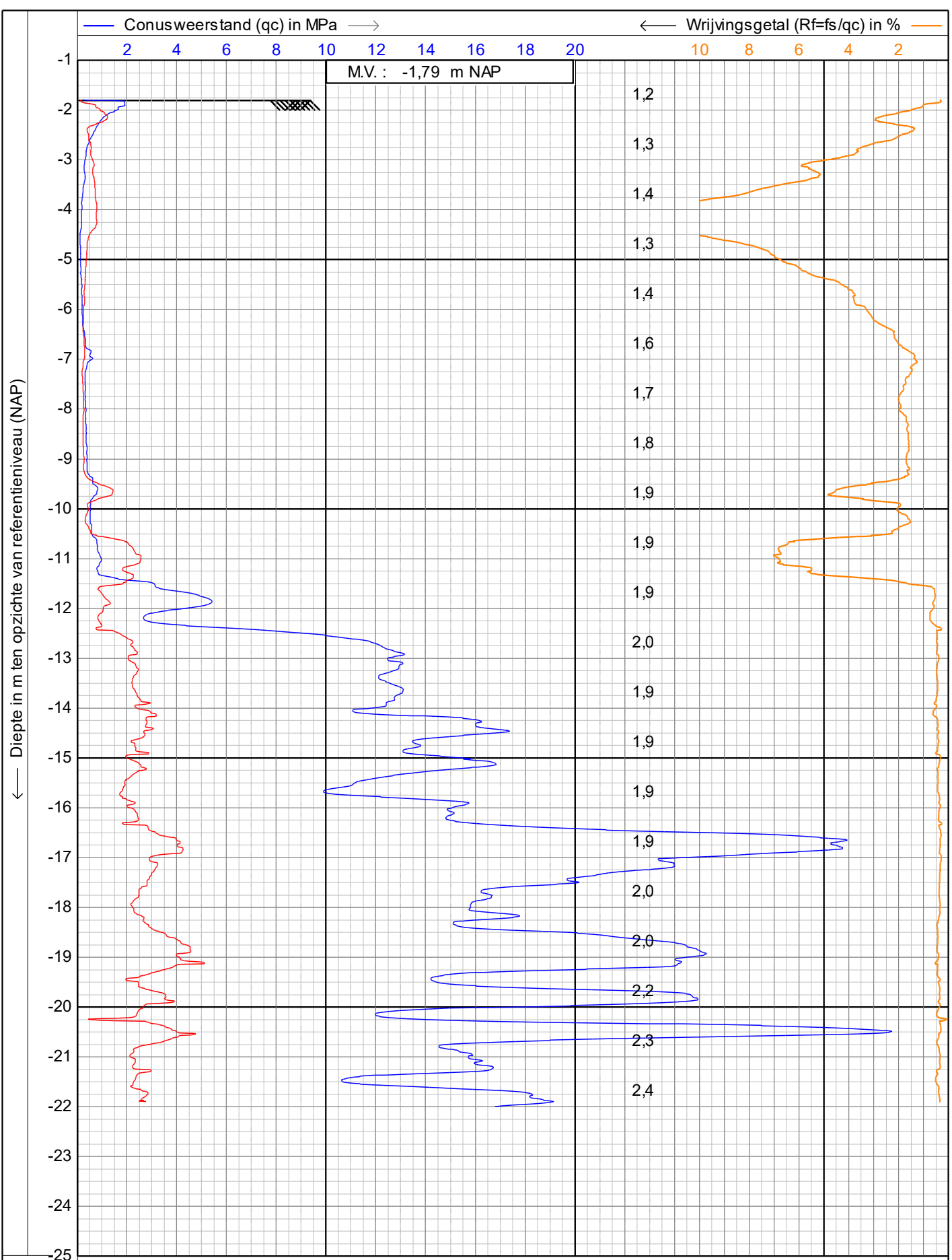
Datum : **9-6-2023**

Conusnr. : **S15CFII.2022**

Projectnr. : **2301311**

Sondeernr.: **06**

1/1



**Alphen a/d Rijn
Breda**

sondering volgens NEN-EN-ISO 22476-1

Project : **GNEPHOEK**

Locatie : **ALPHEN AAN DEN RIJN**

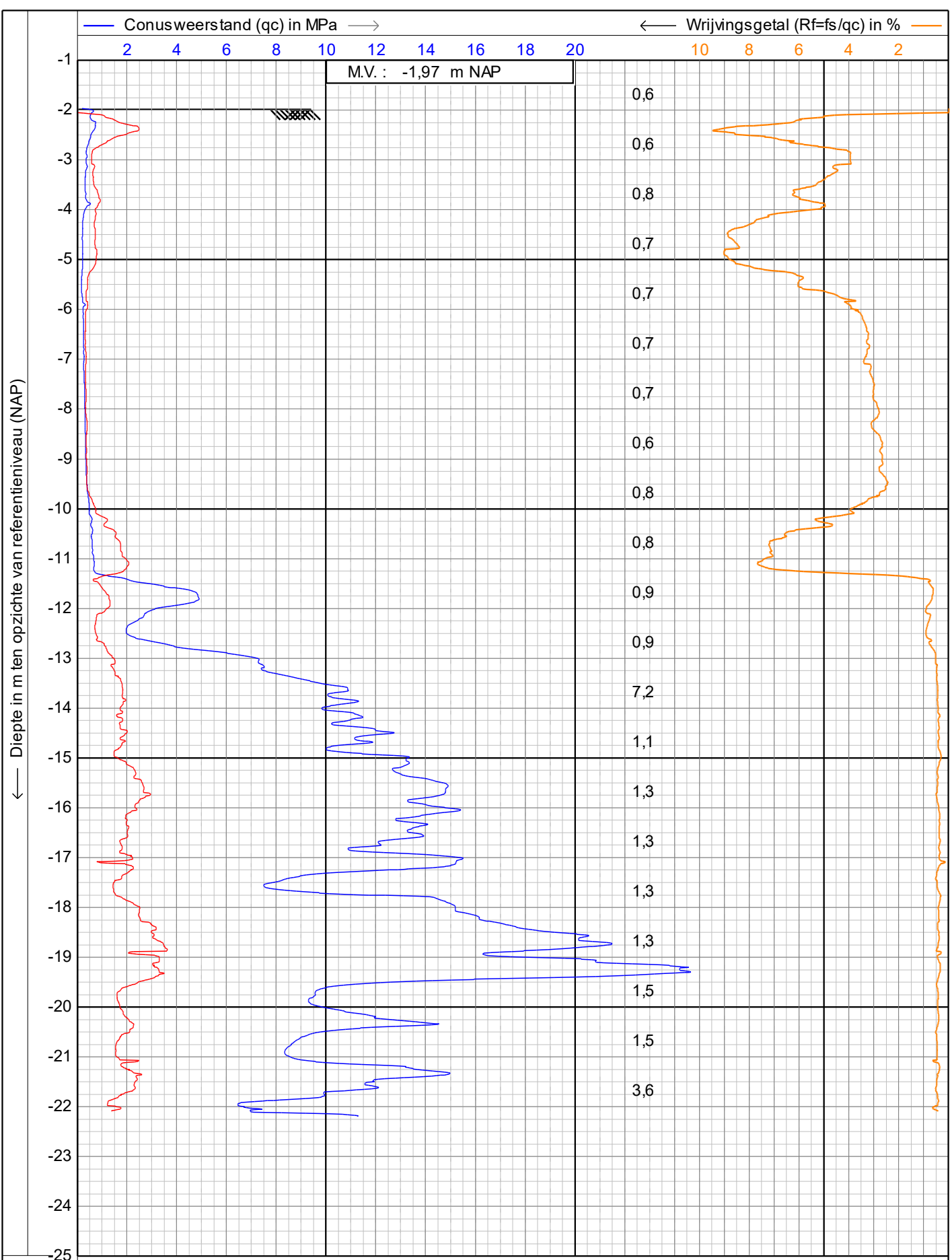
Datum : **12-6-2023**

Conusnr. : **S15CFIL2022**

Projectnr. : **2301311**

Sondeernr.: **09**

1/1



Alphen a/d Rijn
Breda

sondering volgens NEN-EN-ISO 22476-1

Project : **GNEPHOEK**

Locatie : **ALPHEN AAN DEN RIJN**

Datum : **9-6-2023**

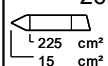
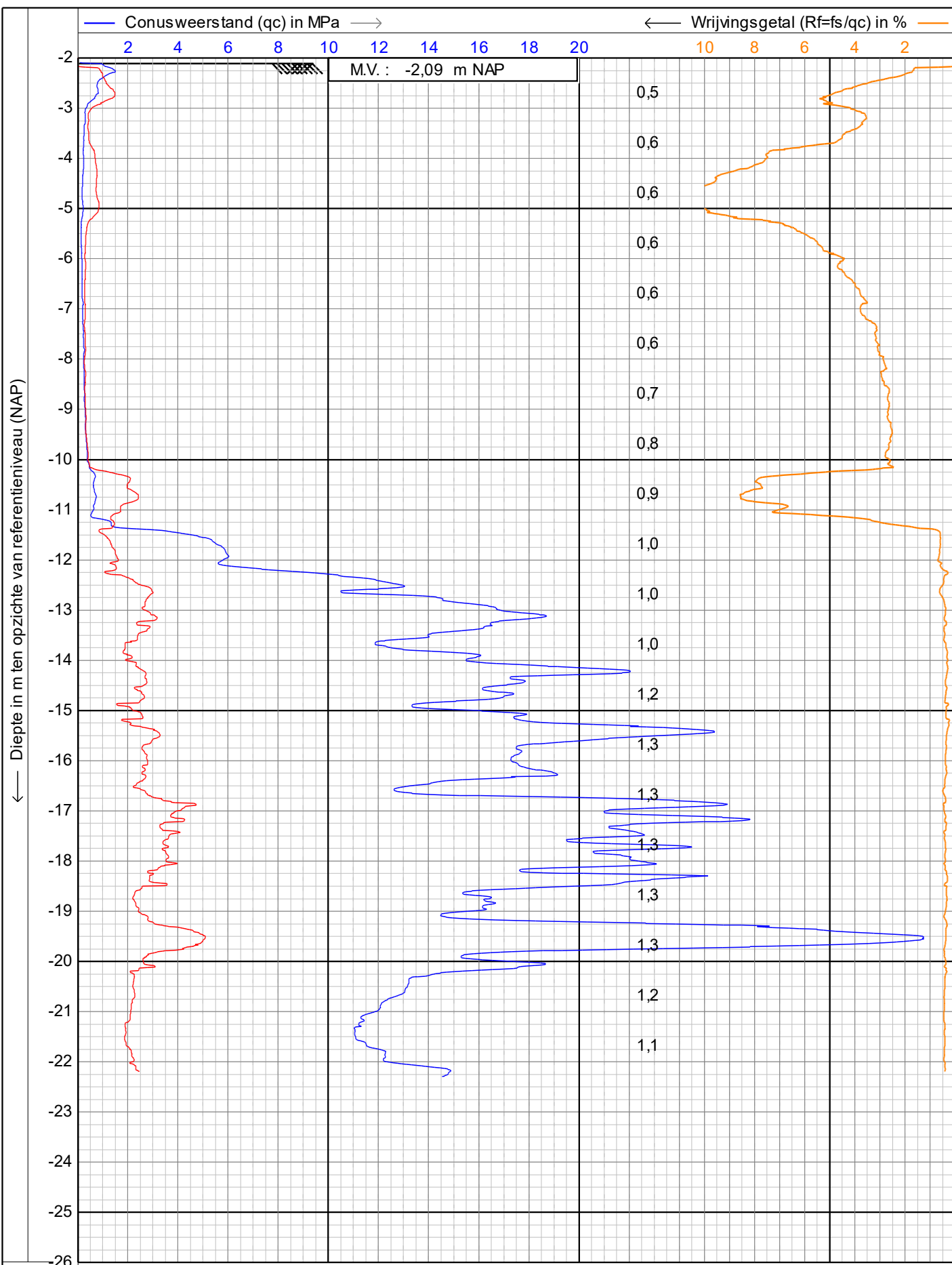
Conusnr. : **S15CFIL2022**

Projectnr. : **2301311**

Sondeernr.: **10**

1/1

← Diepte in m ten opzichte van referentieniveau (NAP)



GEOSONDA

Alphen a/d Rijn
Breda

sondering volgens NEN-EN-ISO 22476-1

Project : **GNEPHOEK**

Locatie : **ALPHEN AAN DEN RIJN**

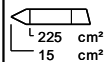
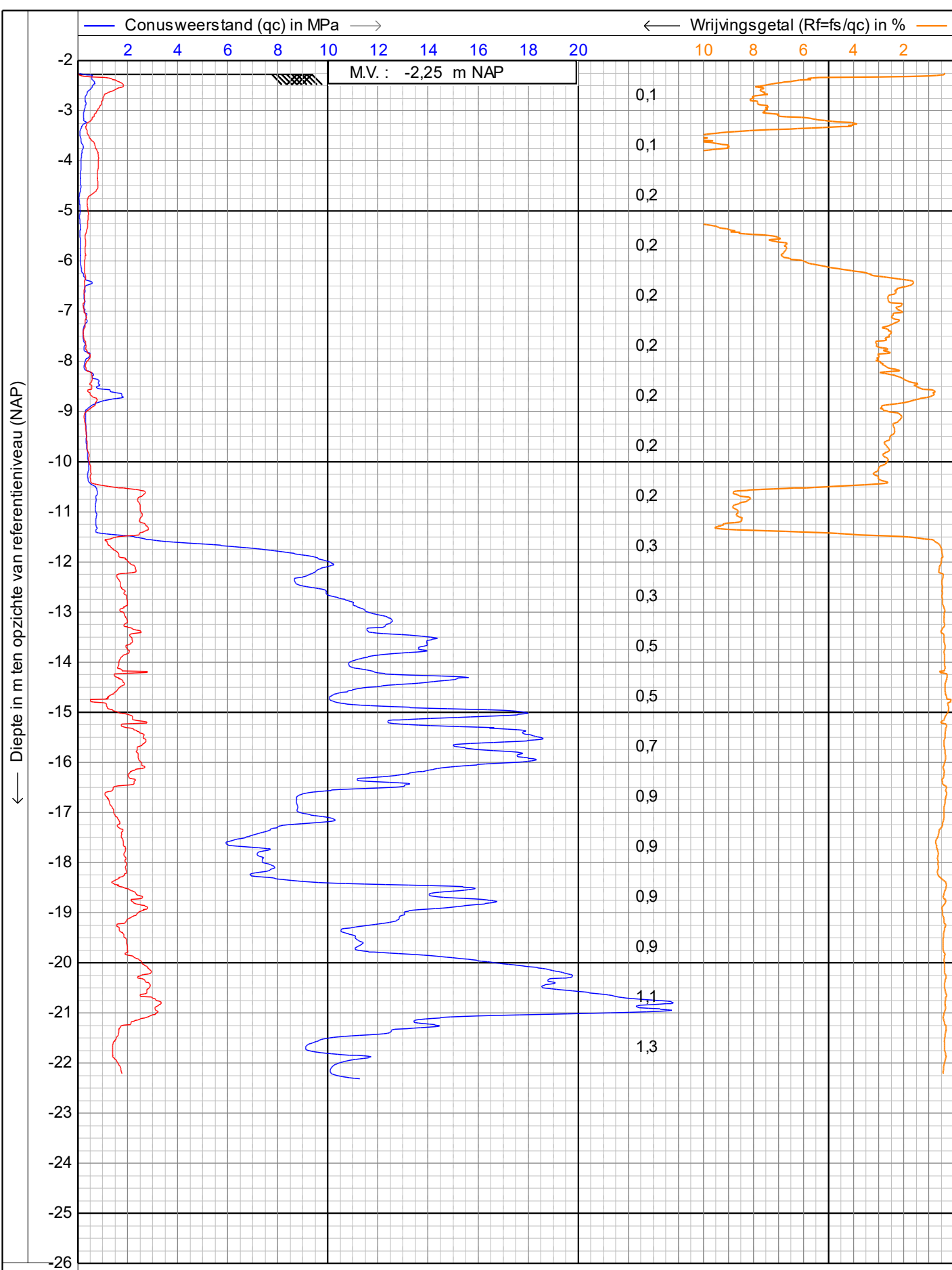
Datum : **9-6-2023**

Conusnr. : **S15CFIL2022**

Projectnr. : **2301311**

Sondeernr.: **11**

1/1



GEOSONDA

Alphen a/d Rijn
Breda

sondering volgens NEN-EN-ISO 22476-1

Project : **GNEPHOEK**

Locatie : **ALPHEN AAN DEN RIJN**

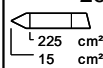
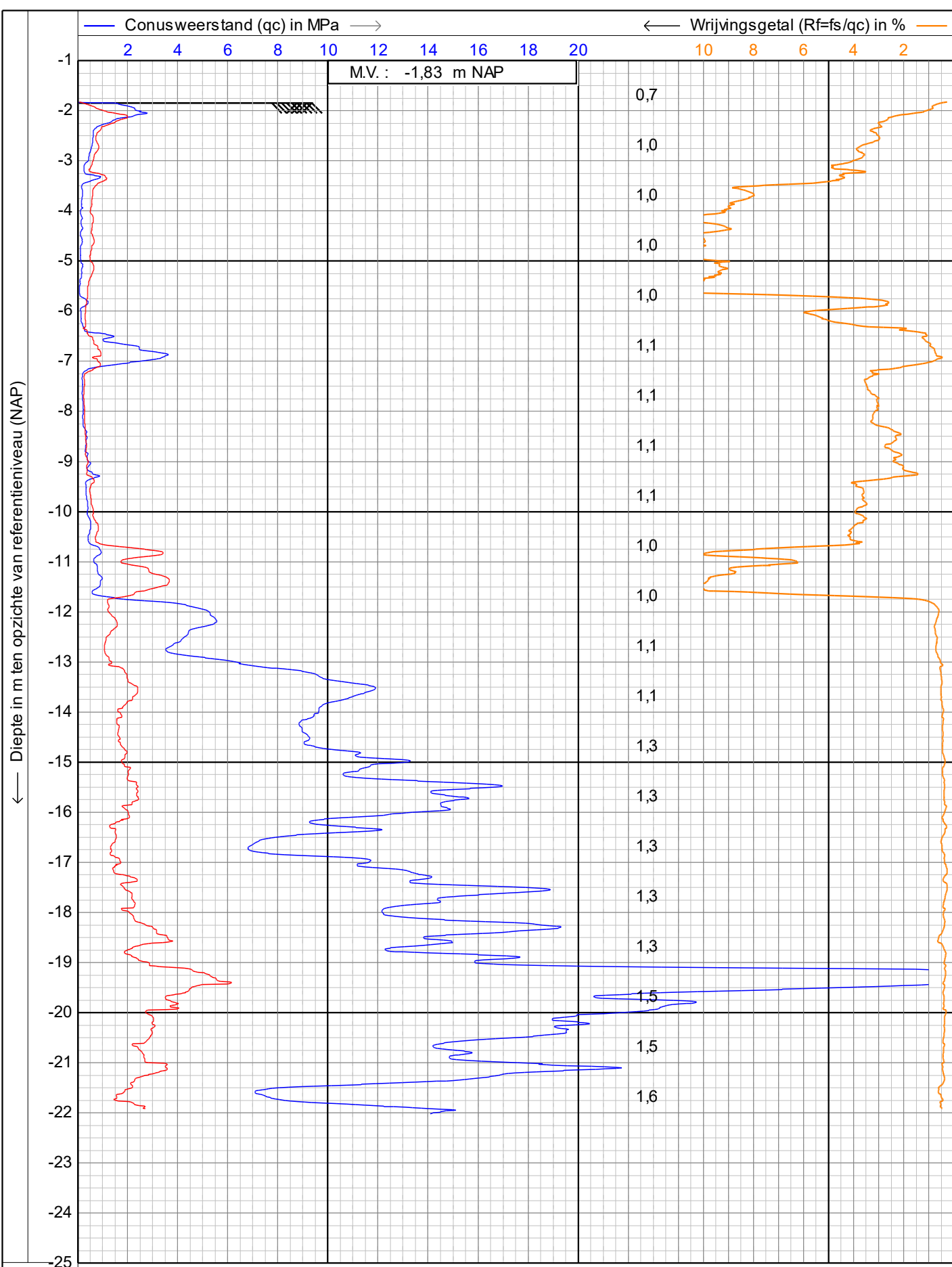
Datum : **9-6-2023**

Conusnr. : **S15CFIL2022**

Projectnr. : **2301311**

Sondeernr.: **12**

1/1



GEOSONDA

Alphen a/d Rijn
Breda

sondering volgens NEN-EN-ISO 22476-1

Project : **GNEPHOEK**

Locatie : **ALPHEN AAN DEN RIJN**

Datum : **12-6-2023**

Conusnr. : **S15CFIL2022**

Projectnr. : **2301311**

Sondeernr.: **14**

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. : -1,94 m NAP

-1
-2
-3
-4
-5
-6
-7
-8
-9
-10
-11
-12
-13
-14
-15
-16
-17
-18
-19
-20
-21
-22
-23
-24
-25

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



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-ISO 22476-1

Project : **GNEPHOEK**

Locatie : **ALPHEN AAN DEN RIJN**

Datum : **9-6-2023**

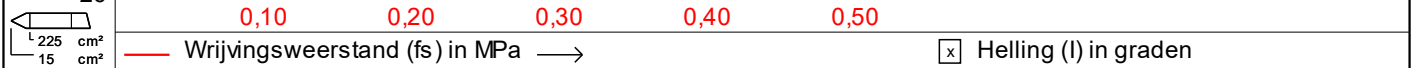
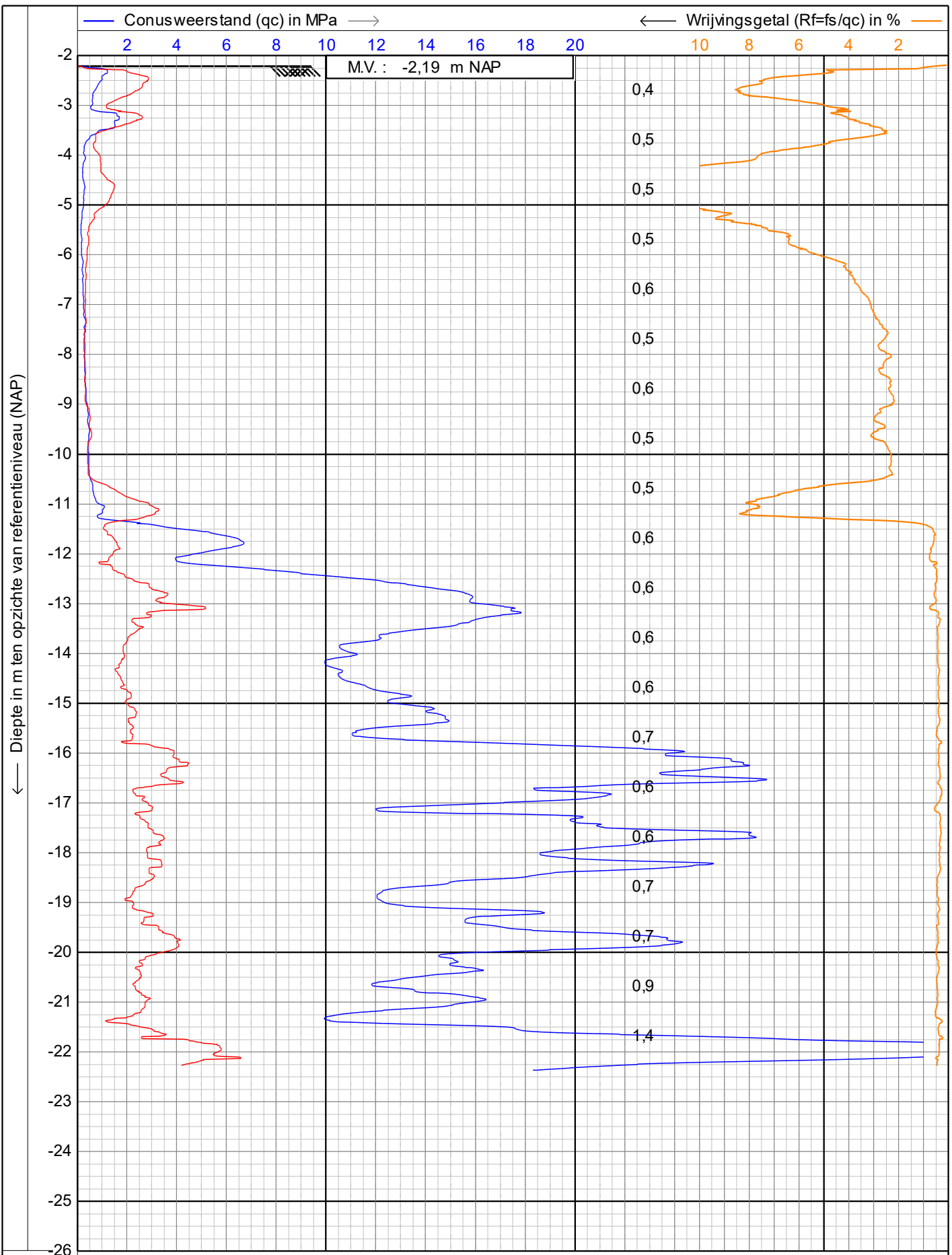
Conusnr. : **S15CFIL2022**

Projectnr. : **2301311**

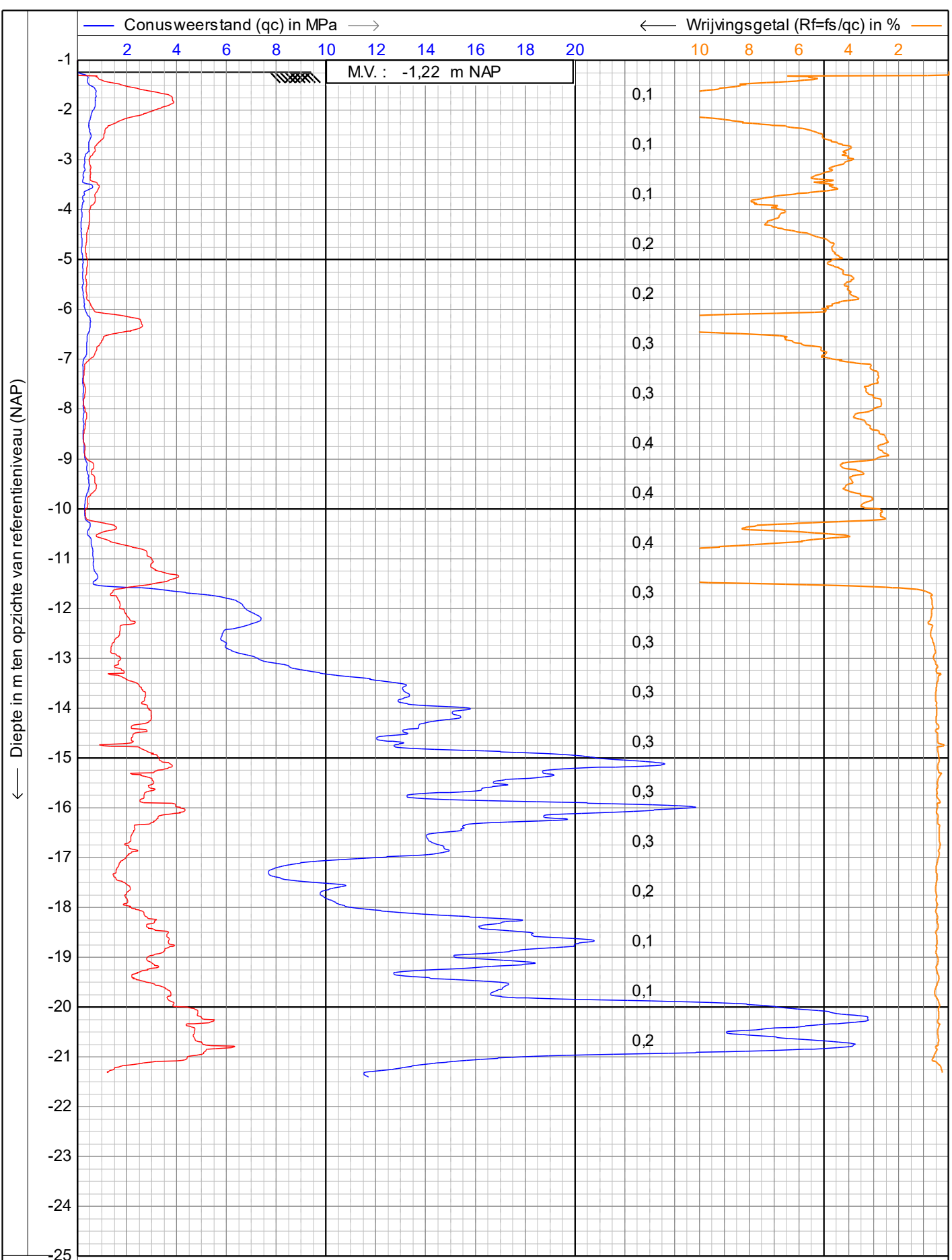
Sondeernr.: **15**

1/1

↓ Diepte in m ten opzichte van referentieniveau (NAP)



 Alphen a/d Rijn Breda	sondering volgens NEN-EN-ISO 22476-1		Datum : 9-6-2023	
	Project : GNEPHOEK		Conusnr. : S15CFIL2022	
	Locatie : ALPHEN AAN DEN RIJN		Projectnr. : 2301311	
			Sondeernr.: 16	1/1



Alphen a/d Rijn
Breda

sondering volgens NEN-EN-ISO 22476-1

Project : **GNEPHOEK**

Locatie : **ALPHEN AAN DEN RIJN**

Datum : **9-6-2023**

Conusnr. : **S15CFIL2022**

Projectnr. : **2301311**

Sondeernr.: **19**

1/1

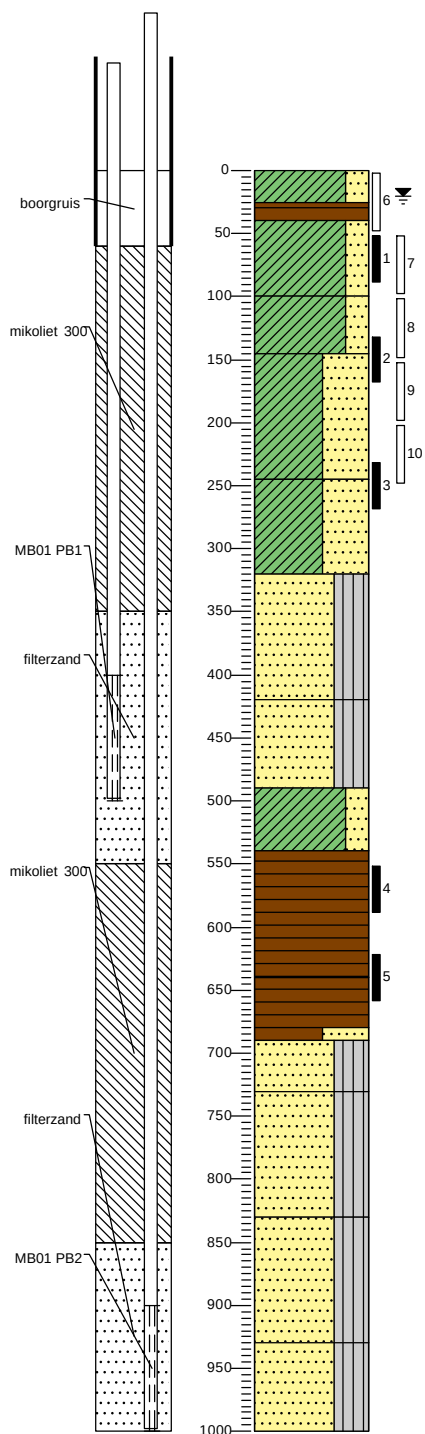
Boorprofielen



Projectnaam: Alphen aan den Rijn 2301311

Boring: MB01

Datum: 22-6-2023
GWS - MV: 20
Referentievlak: N.A.P.
Opmerking: Ghg niet te zien
Maaiveldhoogte: -4.637
X-coördinaat: 103381,25
Y-coördinaat: 463047,10
GLG: 40

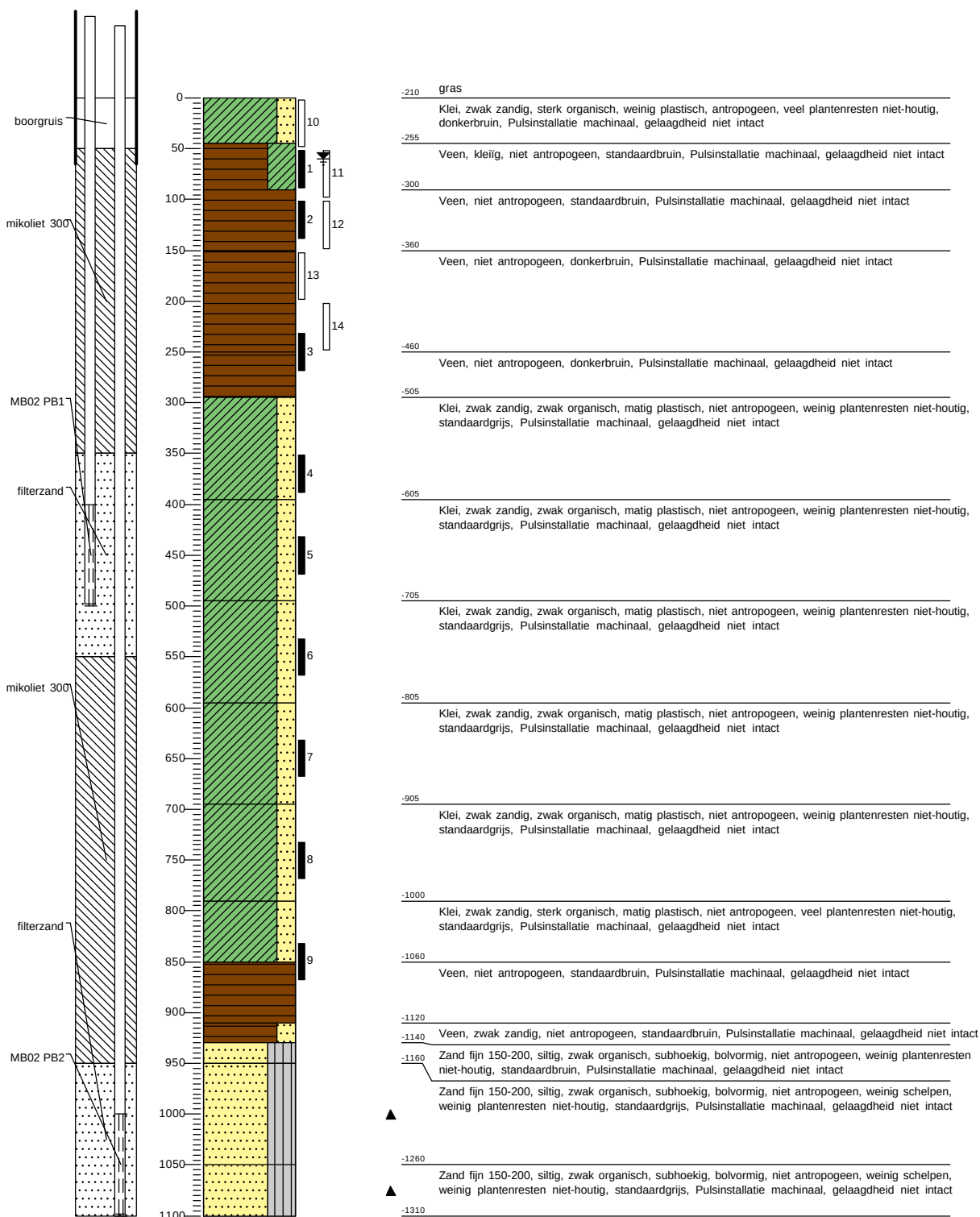


-464	gras
-489	Klei, zwak zandig, sterk organisch, matig plastisch, niet antropogeen, veel plantenresten niet-houtig, donkerbruin, Pulsinstallatie machinaal, gelaagdheid niet intact
-504	Veen, niet antropogeen, donkerbruin, Pulsinstallatie machinaal, gelaagdheid niet intact
-564	Klei, zwak zandig, zwak organisch, matig plastisch, niet antropogeen, weinig plantenresten niet-houtig, standaardgrijs, Pulsinstallatie machinaal, gelaagdheid niet intact
-609	Klei, zwak zandig, matig plastisch, niet antropogeen, standaardgrijs, Pulsinstallatie machinaal, gelaagdheid niet intact
-609	Klei, sterk zandig, weinig plastisch, niet antropogeen, weinig schelpen, standaardgrijs, Pulsinstallatie machinaal, gelaagdheid niet intact
-709	Klei, sterk zandig, weinig plastisch, niet antropogeen, weinig schelpen, standaardgrijs, Pulsinstallatie machinaal, gelaagdheid niet intact
-784	Zand fijn 150-200, siltig, subhoekig, bolvormig, niet antropogeen, weinig schelpen, standaardgrijs, Pulsinstallatie machinaal, gelaagdheid niet intact
-884	Zand fijn 150-200, siltig, subhoekig, bolvormig, niet antropogeen, weinig schelpen, standaardgrijs, Pulsinstallatie machinaal, gelaagdheid niet intact
-954	Klei, zwak zandig, zwak organisch, matig plastisch, niet antropogeen, weinig plantenresten niet-houtig, standaardgrijs, Pulsinstallatie machinaal, gelaagdheid niet intact
-1004	Veen, niet antropogeen, standaardbruin, Pulsinstallatie machinaal, gelaagdheid niet intact
-1104	Veen, niet antropogeen, standaardbruin, Pulsinstallatie machinaal, gelaagdheid niet intact
-1144	Veen, sterk zandig, niet antropogeen, lichtbruin, Pulsinstallatie machinaal, gelaagdheid niet intact
-1154	Zand fijn 150-200, siltig, zwak organisch, subhoekig, bolvormig, niet antropogeen, weinig plantenresten niet-houtig, lichtbruin, Pulsinstallatie machinaal, gelaagdheid niet intact
-1194	Zand fijn 150-200, siltig, zwak organisch, subhoekig, bolvormig, niet antropogeen, weinig plantenresten houtig, standaardgrijs, Pulsinstallatie machinaal, gelaagdheid niet intact
-1294	Zand fijn 150-200, siltig, zwak organisch, subhoekig, bolvormig, niet antropogeen, weinig plantenresten houtig, standaardgrijs, Pulsinstallatie machinaal, gelaagdheid niet intact
-1394	Zand fijn 150-200, siltig, zwak organisch, subhoekig, bolvormig, niet antropogeen, weinig plantenresten houtig, standaardgrijs, Pulsinstallatie machinaal, gelaagdheid niet intact
-1464	

Projectnaam: Alphen aan den Rijn 2301311

Boring: MB02

Datum: 23-6-2023
GWS - MV: 60
Referentievlak: N.A.P.
Maaiveldhoogte: -2.104
X-coördinaat: 103450,76
Y-coördinaat: 462523,94
GLG: 150
GHG: 45



Legenda (conform NEN-EN-ISO 14688-1)

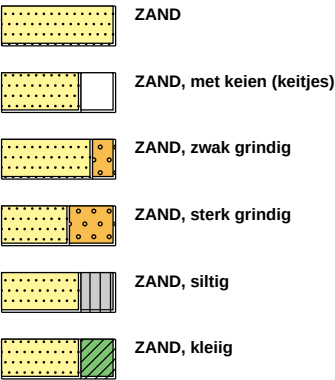
KEIEN (KEITJES)



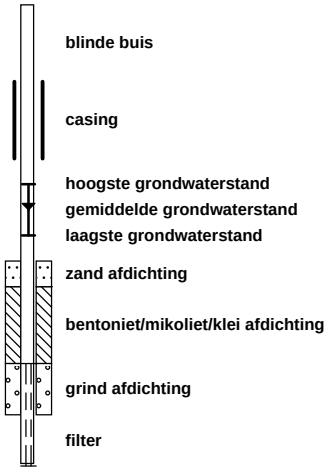
GRIND



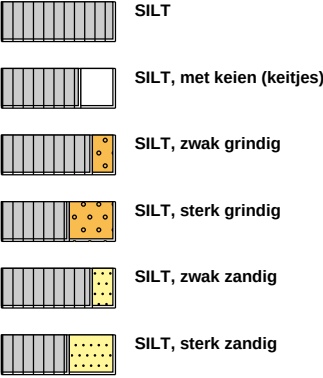
ZAND



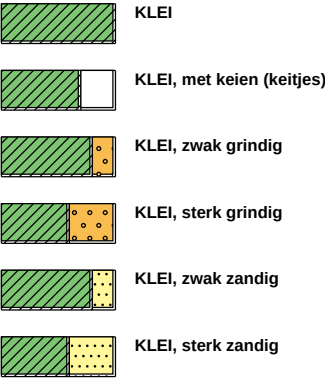
peilbuis



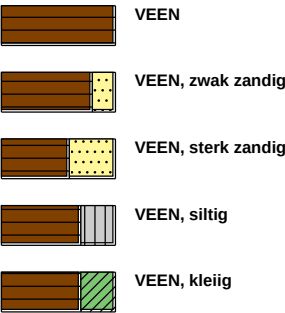
SILT



KLEI



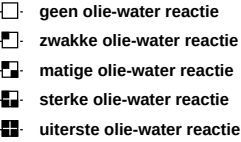
VEEN (HUMUS, DETRITUS)



geur



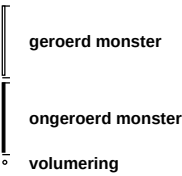
olie



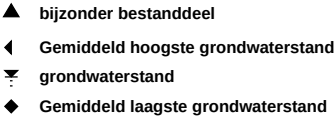
p.i.d.-waarde



monsters



overig





Lab resultaten



Retouradres: Postbus 6575, 3002 AN Rotterdam

Geosonda BV.

A. van der Burg

Postbus 670

2400 AR

Alphen a/d. Rijn

ONDERZOEKSRAPPORT

Hierbij zenden wij u de resultaten van de door u aangevraagde onderzoeken. De onderzoeksresultaten zijn opgenomen in de bijlage.

Ons kenmerk	2023-077
Omschrijving	Gnephoek
Geografische referentie	Alphen aan den Rijn
Kenmerk opdrachtgever	2301311

Verrichte onderzoeken

<u>Proef</u>	<u>Referentiemethode</u>
Erosiebestendigheid incl. klei eisen algemeen	RAW2020-22.06.06/07
Lutum gehalte Bepaling	NEN-EN-ISO 17892-4

Met vriendelijke groet,

Hoogachtend,

K. van der Helm

Hoofd laboratorium VLG

Veld- en Laboratoriummetingen & Geo-monitoring

Projectmanagement en Engineering Gemeente Rotterdam



ONDERZOEKSRESULTATEN

Monstercode	Visueel waarneembare vreemde bestanddelen	Homogeen materiaal	Organische stof [%]	Zoutzuurbehandeling [%]	Zoutgehalte (NaCl) [g/l]	Conclusie erosiebestendigheid	Vloeigrens [%]	Plasticiteitsindex [%]	Deeltjes < 63 µm [%]	Deeltjes < 2 µm [%]
MB01 0-50cm-mv	nee	ja	<u>10,9</u>	0,2	0,0	klasse1	117,2	71,2	96,3	51,9
MB01 50-100cm-mv	nee	ja	1,4	10,6	0,0	klasse1	112,0	74,2	83,5	28,9
MB01 150-200cm-mv	nee	ja	0,3	12,5	0,1	weinig	33,0	6,8	<u>41,4</u>	14,1
RAW 2020	Eisen algemeen 22.06.06					Eisen erosiebestendigheid 22.06.07				
Klei, eisen	nee	ja	≤ 5	≤ 25	≤ 4	Klasse 1	≥ 45	≥ 0,73*(vg-20)%	> 60	
Onderstreepte resultaten voldoen niet aan de eis						Klasse 2	< 45	≥ 18	> 60	



www.geosonda.nl

Laboratoriumclassificatie

Project: 2301311 Gnephoek te Alphen aan den Rijn

Uitvoering: MDN d.d. 19-07-23 t/m 01-08-23

Controle: IGE d.d. 04-08-23

Uitgevoerd

- Monsterclassificatie conform NEN-EN-ISO 14688
- Bepaling van de dichtheid van fijn korrelige grond cf. ISO 17892-2, Linear measurement method (steekringmethode).
- Bepaling van het watergehalte cf. ISO 17892-1.

Grootheden en eenheden

ρ_s	Mg/m ³	volumieke massa vaste delen; voor zover niet exact bepaald, ingeschat op basis van de monsterclassificatie en de relatie soortelijke massa - volumegewicht (uit proevenverzameling)
γ_n	kN/m ³	nat volumegewicht (bij een valversnelling $g = 9,81 \text{ m/s}^2$)
γ_{dr}	kN/m ³	droog volumegewicht (bij een valversnelling $g = 9,81 \text{ m/s}^2$)
W_w	%	watergehalte c.q. moisture content in gewichtpercentage
W_v	%	watergehalte in volumepercentage
n	%	poriënvolume (berekend obv geschatte ρ_k)
e	-	poriëngetal (berekend obv geschatte ρ_k)
S_r	%	verzadigingsgraad (berekend obv geschatte ρ_k)
γ_v	kN/m ³	verzadigd volumegewicht (berekend obv geschatte ρ_k)

Testresultaten

Monsteraanduiding				Classificatie		Gemeten waarden				ρ_s	Afgeleiden (obv ρ_s)			
Boring	Monster	Diepte van/tot [m NAP]		Visuele classificatie + bijzonderheden NEN-EN-ISO 14688		W_g [%]	γ_n [kN/m ³]	γ_{dr} [kN/m ³]	W_v [%]	ρ_s geschat [Mg/m ³]	n [%]	e -	S_r [%]	γ_v [kN/m ³]
MB01	1	-5,24	-5,29	klei, zwak zandig, zwak organisch	grijs	123,1	12,96	5,81	72,9	2,22	73	2,76	99	13,0
MB01	2	-6,19	-6,24	klei, sterk zandig, zwak organisch	grijs	45,8	16,78	11,51	53,7	2,62	55	1,23	97	16,9
MB01	3	-7,04	-7,09	klei, sterk zandig	grijs	43,0	17,41	12,18	53,4	2,63	53	1,12	100	17,4
MB01	4	-10,34	-10,39	klei, sterk organisch	donkergrijs	122,2	12,95	5,83	72,6	2,23	73	2,75	99	13,0
MB01	5	-10,89	-10,94	veen	bruin	266,0	10,87	2,97	80,6	1,63	81	4,38	99	11,0
MB02	1	-2,70	-2,75	veen	donkerbruin	290,9	10,53	2,70	79,9	1,55	82	4,65	97	10,8
MB02	2	-3,30	-3,35	veen	bruin	299,4	11,12	2,79	85,0	1,58	82	4,56	100	11,1
MB02	3	-4,70	-4,75	veen	bruin	636,9	9,49	1,29	83,6	1,09	88	7,28	95	9,9
MB02	4	-5,85	-5,90	klei, zwak organisch	grijs	114,4	12,21	5,70	66,4	2,21	74	2,80	90	12,9
MB02	5	-6,60	-6,65	klei, zwak zandig, zwak organisch	grijs	113,4	13,45	6,30	72,9	2,29	72	2,57	100	13,5
MB02	6	-7,55	-7,60	klei, zwak zandig, zwak organisch	grijs	72,4	14,30	8,29	61,2	2,49	66	1,95	93	14,8
MB02	7	-8,50	-8,55	klei, zwak zandig, met schelpmateriaal	grijs	77,2	14,95	8,44	66,4	2,50	66	1,91	100	15,0
MB02	8	-9,55	-9,60	klei, zwak zandig, zwak organisch	grijs	109,3	13,47	6,44	71,7	2,31	72	2,52	100	13,5
MB02	9	-10,50	-10,55	veen	bruin	285,9	10,95	2,84	82,7	1,59	82	4,51	100	10,9



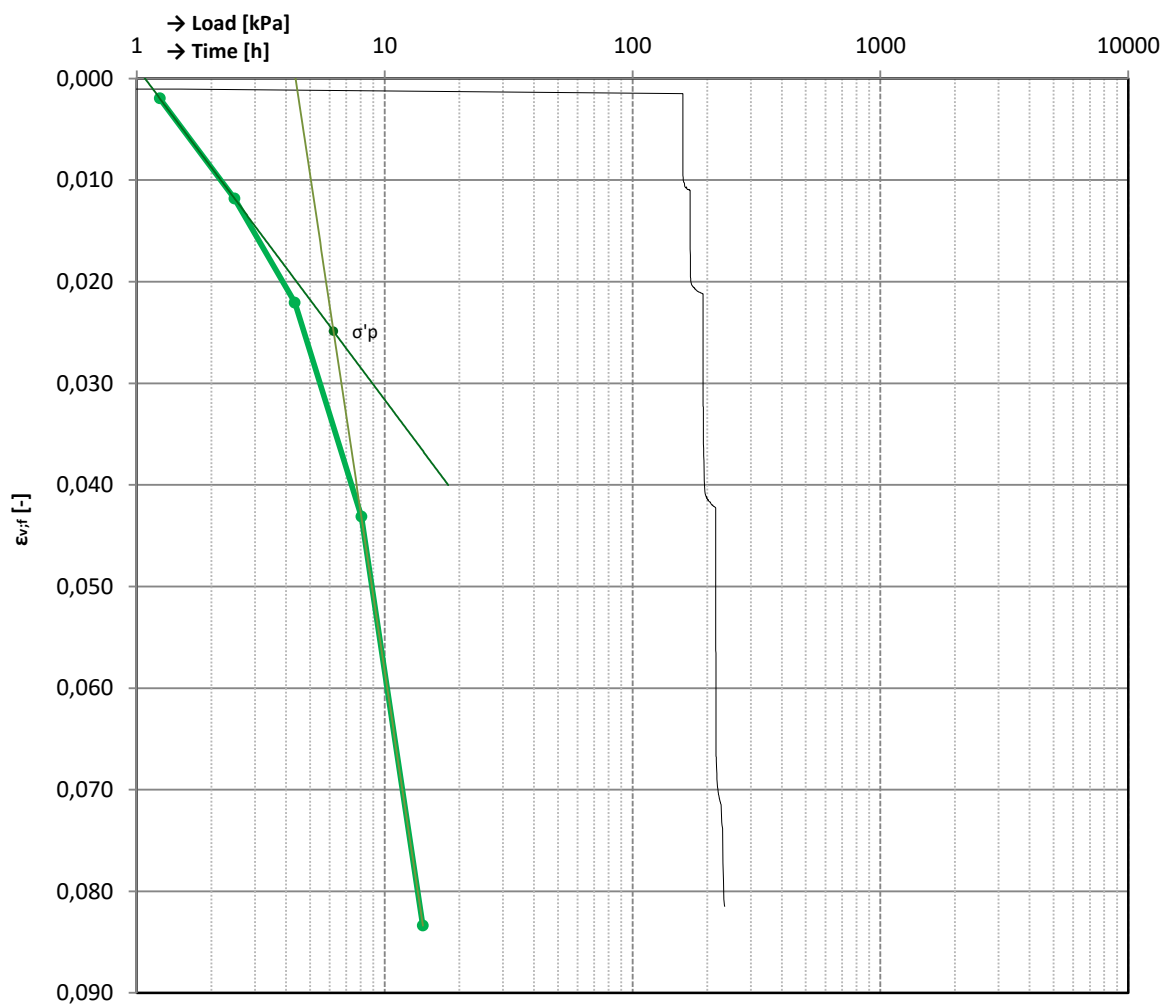
Één-dimensionale samendrukkingsproef ISO 17892-5 en CUR 101

Bjerrum

Monster- en proefgegevens						
Project	2301311 Gnephoek te Alphen aan den Rijn			Begin	Eind	
Monster	MB01	1		Datum	20-07-23	30-07-23
Diepte [m]/ [m NAP]	0,70	-5,34		H [mm]	20,0	18,4
Monsterbeschrijving	KLEI, ZW ZANDIG, ZW ORG, WEINIG PR-NH, GRIJS			γ_n [kN/m ³]*	13,4	14,6
Monstervoorbereiding	directe extrusie			γ_d [kN/m ³]	6,8	7,7
Diameter [mm]	63,5			e_0 [-]	2,4	2,0
Opstelling	systeem1			Wg [%]	97,5	90,0
Toesteldeformatie	gecorrigeerd			ρ_k [Mg/m ³]**	2,34	2,34
Temperatuur in lab [°C]	22			Sr [%]	100%	100%

* linear measurement ISO 17892-1 & -2

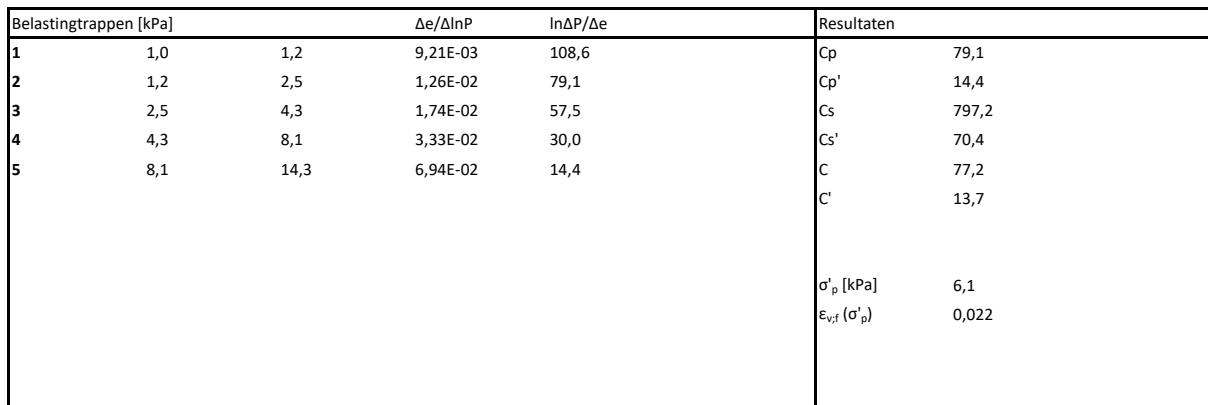
** geschat o.b.v. correlatie met droog volumegewicht



Belastingtrappen [kPa]			$\Delta e / \Delta \log P$	E_{oed} [Mpa]	Resultaten	
1	1,0	1,2	2,12E-02	0,1	RR	3,27E-02
2	1,2	2,5	3,27E-02	0,1	RR _{reload}	-
3	2,5	4,3	4,22E-02	0,2	CR	1,62E-01
4	4,3	8,1	7,83E-02	0,2		
5	8,1	14,3	1,62E-01	0,2	S_c	6,2
					σ'_p [kPa]	6,2
					$\epsilon_{vrf}(\sigma'_p)$	0,025

Koppejan

**geschat o.b.v. correlatie met droog volumegewicht





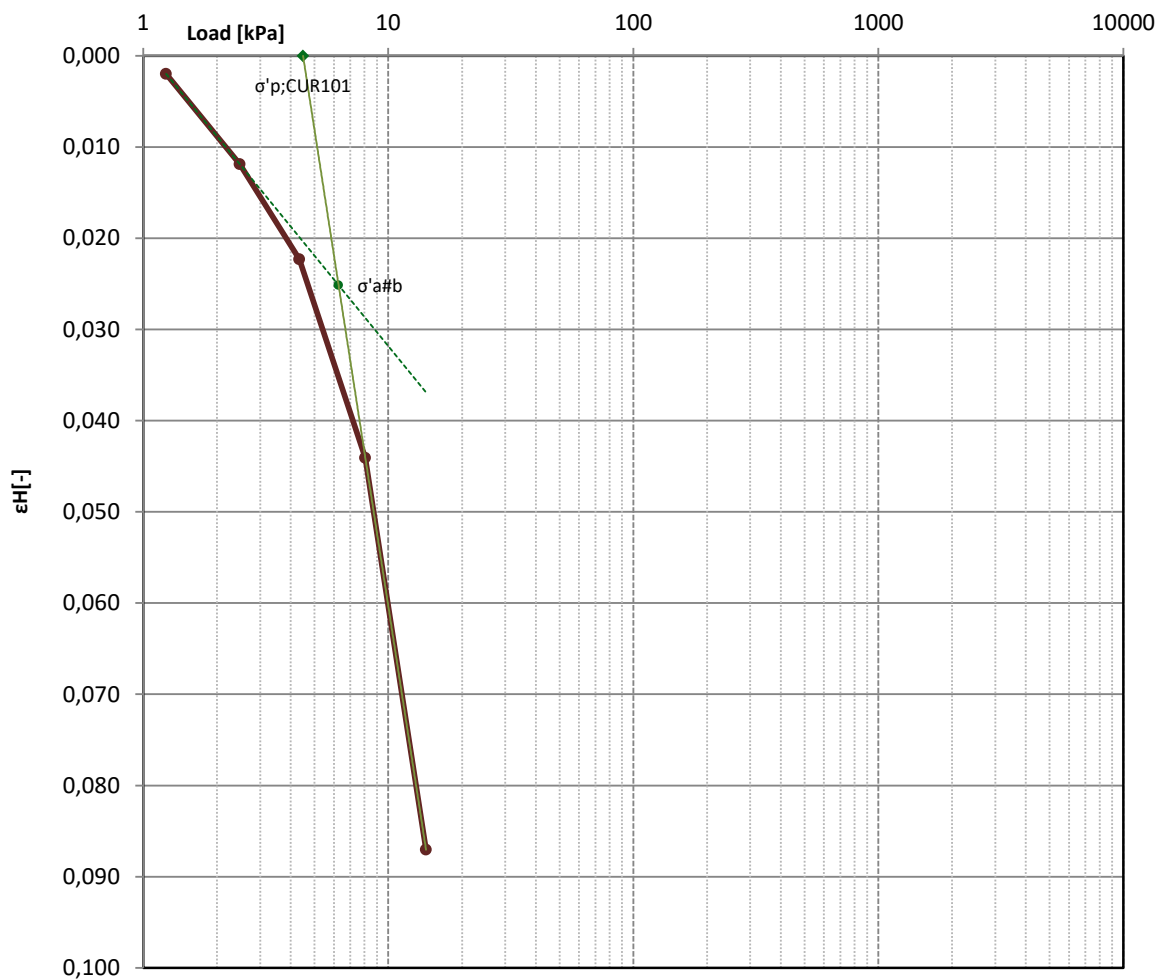
Één-dimensionale samendrukkingsproef ISO 17892-5 en CUR 101

Isotachen

Monster- en proefgegevens						
Project	2301311 Gnephoek te Alphen aan den Rijn				Begin	Eind
Monster	MB01	1		Datum	20-07-23	30-07-23
Diepte	[m]/ [m NAP]	0,70	-5,34	H [mm]	20,0	18,4
Monsterbeschrijving	KLEI, ZW ZANDIG, ZW ORG, WEINIG PR-NH, GRIJS			γ_n [kN/m³]*	13,4	14,6
Monstervoorbereiding	directe extrusie			γ_d [kN/m³]	6,8	7,7
Diameter	[mm]	63,5		e_0 [-]	2,4	2,0
Opstelling	systeem1			Wg [%]	97,5	90,0
Toesteldeformatie	gecorrigeerd			ρ_k [Mg/m³]**	2,34	2,34
Temperatuur in lab [°C]	22			Sr [%]	100%	100%

* linear measurement ISO 17892-1 & -2

** geschat o.b.v. correlatie met droog volumegewicht



Belastingtrappen [kPa]			$\Delta e_H / \Delta \ln P$	$C_{isotachen}$	Resultaten	
1	1,0	1,2	9,21E-03	3,04E-04	A	1,43E-02
2	1,2	2,5	1,43E-02	3,88E-04	A_{reload}	-
3	2,5	4,3	1,86E-02	4,94E-04	B	7,53E-02
4	4,3	8,1	3,52E-02	7,90E-04	C	2,54E-03
5	8,1	14,3	7,53E-02	4,29E-03	$\sigma'_{p;CUR101}$ [kPa]	4,5
					$\epsilon^H(\sigma'_{p;CUR101})$	0
					$\sigma'_{a\#b}$ [kPa]	6,3
					$\epsilon^H(\sigma'_{a\#b})$	0,025



Één-dimensionale samendrukkingsproef ISO 17892-5 en CUR 101

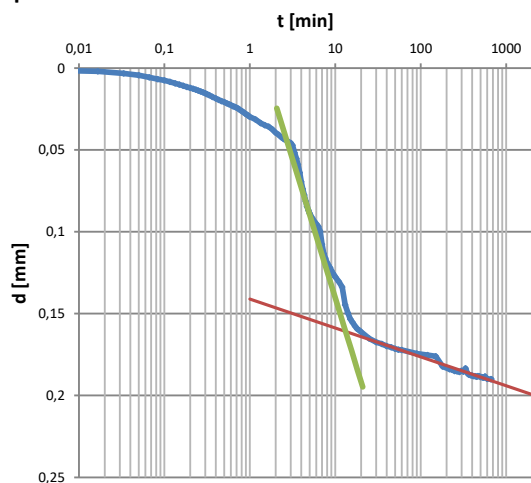
Casagrande

Monster- en proefgegevens						
Project	2301311 Gnephoek te Alphen aan den Rijn			Begin	Eind	
Monster	MB01	1		Datum	20-07-23	30-07-23
Diepte [m]/ [m NAP]	0,70	-5,34		H [mm]	20,0	18,4
Monsterbeschrijving	KLEI, ZW ZANDIG, ZW ORG, WEINIG PR-NH, GRIJS			γ_n [kN/m ³]*	13,4	14,6
Monstervoorbereiding	directe extrusie			γ_d [kN/m ³]	6,8	7,7
Diameter [mm]	63,5			e_0 [-]	2,4	2,0
Opstelling	systeem1			Wg [%]	97,5	90,0
Toesteldeformatie	gecorrigeerd			ρ_k [Mg/m ³]**	2,34	2,34
Temperatuur in lab [°C]	22			Sr [%]	100%	100%

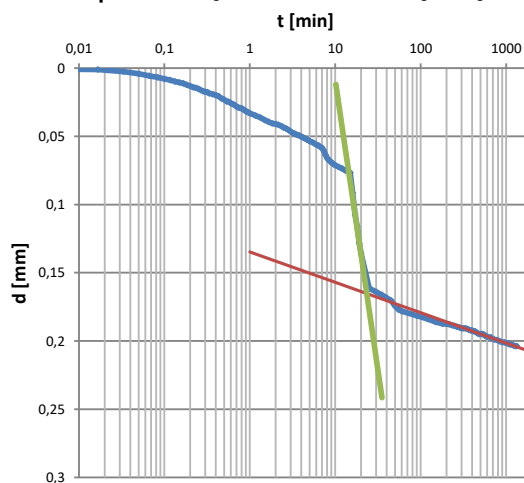
* linear measurement ISO 17892-1 & -2

** geschat o.b.v. correlatie met droog volumegewicht

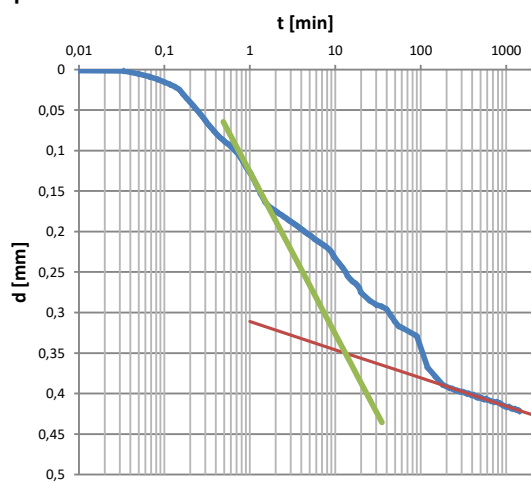
Stap 2



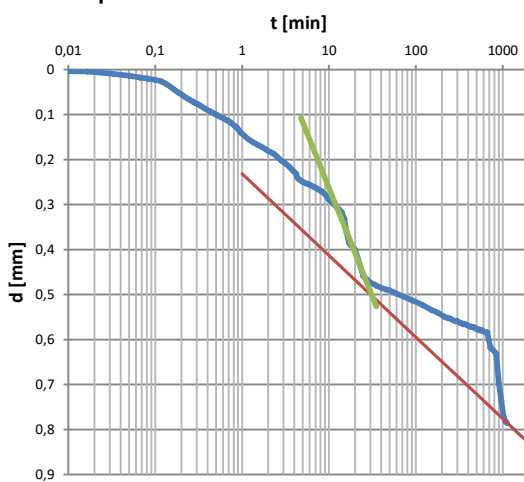
Stap 3



Stap 4



Stap 5



Trap	ΔP kPa	C_v m ² /s	M_v m ² /kN	k m/s	C_α	T_{50} s
2	1,2	7,13E-08	8,03E-03	5,61E-09	8,84E-04	265,0
3	1,9	2,03E-08	5,63E-03	1,12E-09	1,13E-03	930,0
4	3,7	1,45E-07	5,91E-03	8,42E-09	1,78E-03	126,0
5	6,2	5,74E-08	7,07E-03	3,98E-09	9,48E-03	310,0



Één-dimensionale samendrukkingsproef ISO 17892-5 en CUR 101

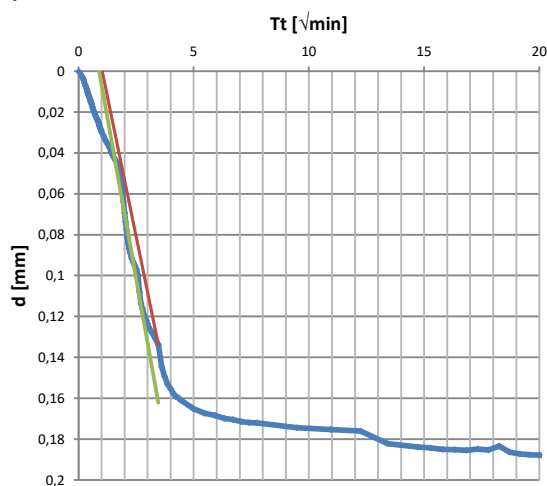
Taylor

Monster- en proefgegevens						
Project	2301311 Gnephoek te Alphen aan den Rijn				Begin	Eind
Monster	MB01	1		Datum	20-07-23	30-07-23
Diepte	[m]/ [m NAP]	0,70	-5,34	H [mm]	20,0	18,4
Monsterbeschrijving	KLEI, ZW ZANDIG, ZW ORG, WEINIG PR-NH, GRIJS			γ_n [kN/m³]*	13,4	14,6
Monstervoorbereiding	directe extrusie			γ_d [kN/m³]	6,8	7,7
Diameter	[mm]	63,5		e_0 [-]	2,4	2,0
Opstelling	systeem1			Wg [%]	97,5	90,0
Toesteldeformatie	gecorrigeerd			ρ_k [Mg/m³]**	2,34	2,34
Temperatuur in lab [°C]	22			Sr [%]	100%	100%

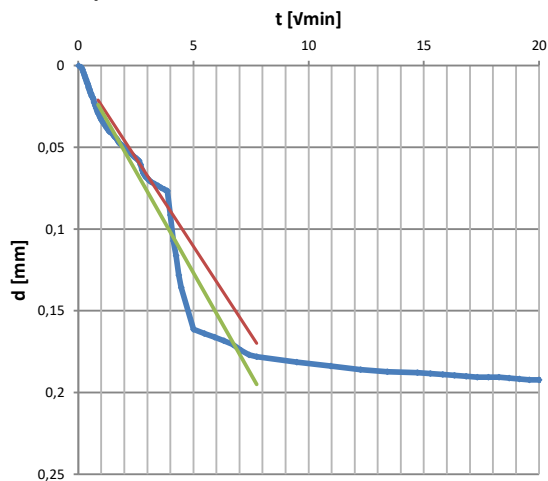
* linear measurement ISO 17892-1 & -2

** geschat o.b.v. correlatie met droog volumegewicht

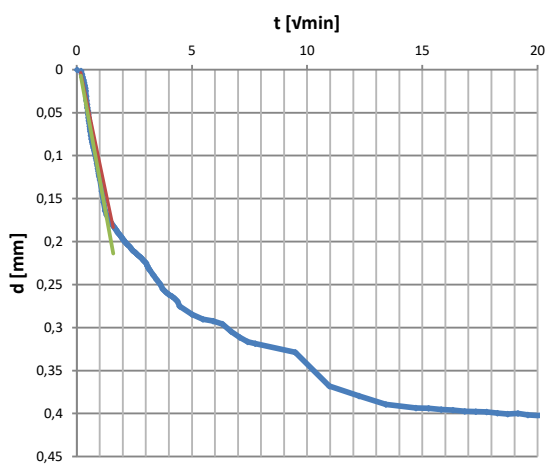
Stap 2



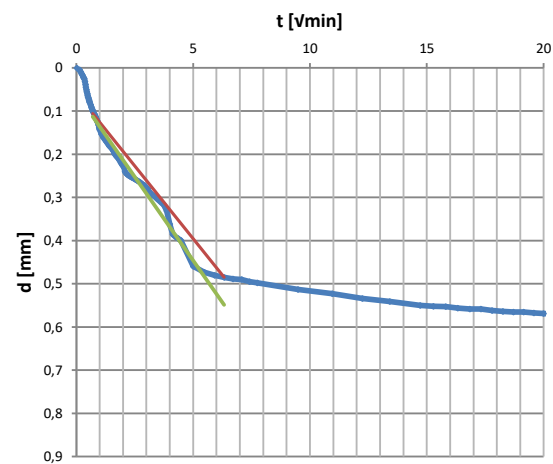
Stap 3



Stap 4



Stap 5



Trap	ΔP kPa	C_v m ² /s	M_v m ² /kN	k m/s	T_{90} s
2	1,2	1,13E-07	8,03E-03	8,93E-09	720
3	1,9	2,25E-08	5,63E-03	1,24E-09	3600
4	3,7	5,26E-07	5,91E-03	3,05E-08	151
5	6,2	3,17E-08	7,07E-03	2,20E-09	2400



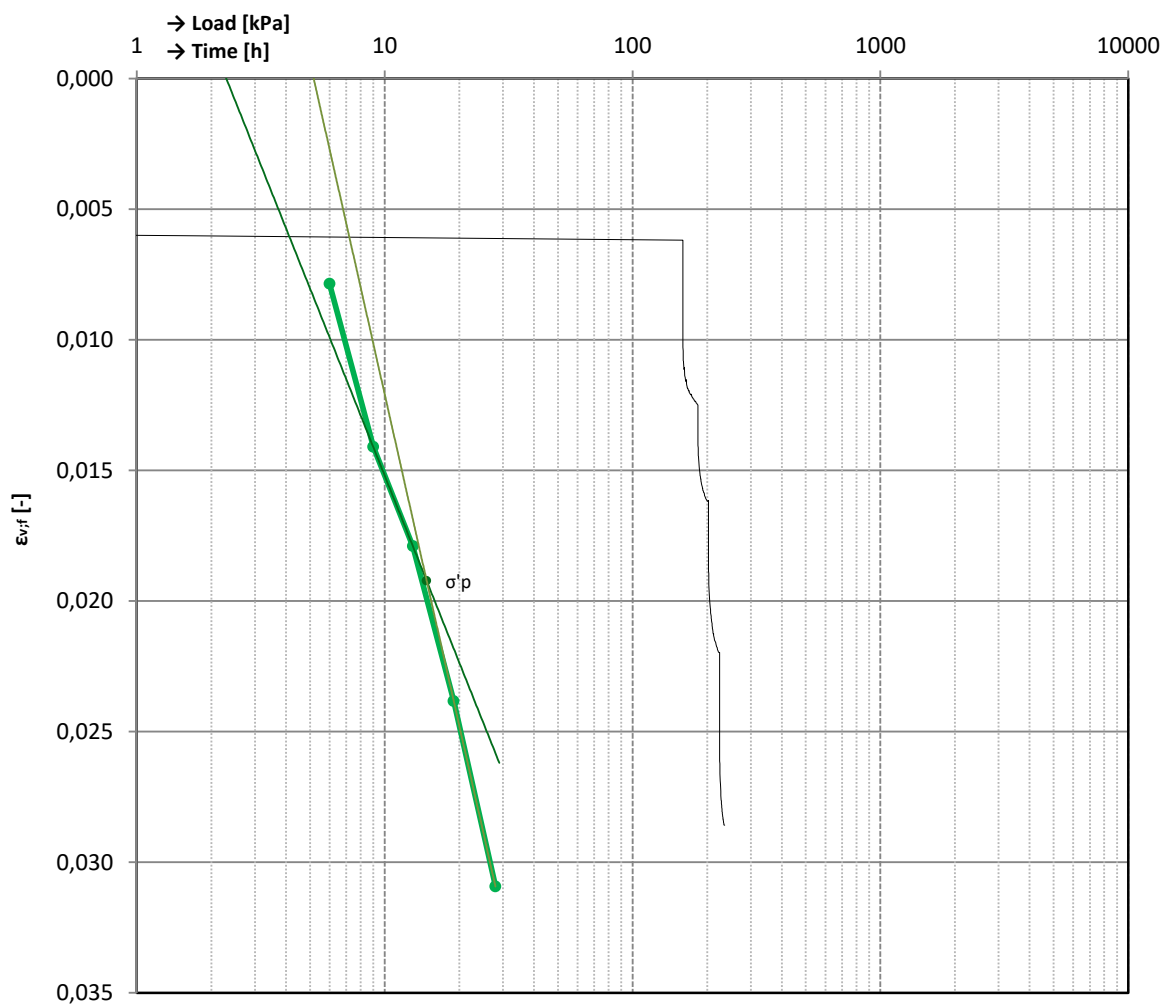
Één-dimensionale samendrukkingsproef ISO 17892-5 en CUR 101

Bjerrum

Monster- en proefgegevens						
Project	2301311 Gnephoek te Alphen aan den Rijn			Begin	Eind	
Monster	MB01	2		Datum	20-07-23	30-07-23
Diepte	[m]/ [m NAP]	1,50	-6,14	H [mm]	20,0	19,4
Monsterbeschrijving	KLEI, ST ZANDIG, ZW ORG, WEINIG PR-NH, GRIJS			γ_n [kN/m³]*	17,3	17,1
Monstervoorbereiding	directe extrusie			γ_d [kN/m³]	12,6	12,5
Diameter	[mm]	63,5		e_0 [-]	1,1	1,0
Opstelling	systeem2			Wg [%]	37,3	36,3
Toesteldeformatie	gecorrigeerd			ρ_k [Mg/m³]**	2,60	2,60
Temperatuur in lab [°C]	22			Sr [%]	100%	100%

* linear measurement ISO 17892-1 & -2

** geschat o.b.v. correlatie met droog volumegewicht



Belastingtrappen [kPa]		$\Delta e / \Delta \log P$		E_{oed} [Mpa]	Resultaten	
1	1,0	6,0	1,01E-02	0,6	RR	2,38E-02
2	6,0	9,0	3,55E-02	0,5	RR _{reload}	-
3	9,0	13,0	2,38E-02	1,1	CR	4,22E-02
4	13,0	19,0	3,60E-02	1,0		
5	19,0	28,0	4,22E-02	1,3	S_c	23,7
					σ'_p [kPa]	14,8
					$\epsilon_{vrf}(\sigma'_p)$	0,019



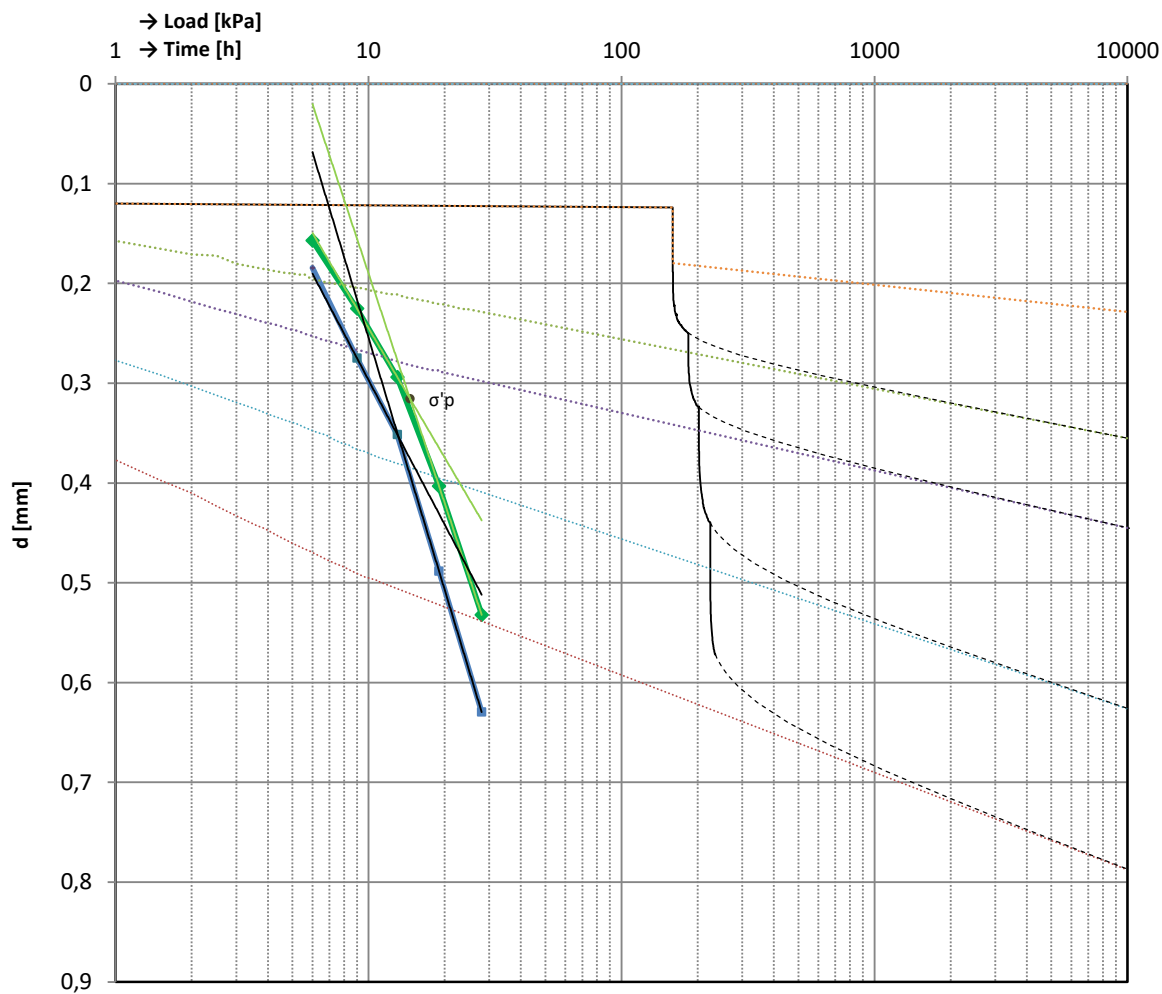
Één-dimensionale samendrukkingsproef ISO 17892-5 en CUR 101

Koppejan

Monster- en proefgegevens						
Project	2301311 Gnephoek te Alphen aan den Rijn			Begin	Eind	
Monster	MB01	2		Datum	20-07-23	30-07-23
Diepte [m]/ [m NAP]	1,50	-6,14		H [mm]	20,0	19,4
Monsterbeschrijving	KLEI, ST ZANDIG, ZW ORG, WEINIG PR-NH, GRIJS			γ_n [kN/m ³]*	17,3	17,1
Monstervoorbereiding	directe extrusie			γ_d [kN/m ³]	12,6	12,5
Diameter [mm]	63,5			e_0 [-]	1,1	1,0
Opstelling	systeem2			Wg [%]	37,3	36,3
Toesteldeformatie	gecorrigeerd			ρ_k [Mg/m ³]**	2,60	2,60
Temperatuur in lab [°C]	22			Sr [%]	100%	100%

* linear measurement ISO 17892-1 & -2

** geschat o.b.v. correlatie met droog volumegewicht



Belastingtrappen [kPa]					Resultaten	
1	1,0	6,0	4,39E-03	228,0	C_p	107,0
2	6,0	9,0	8,40E-03	119,1	$C_{p'}$	60,2
3	9,0	13,0	9,35E-03	107,0	C_s	913,2
4	13,0	19,0	1,44E-02	69,5	$C_{s'}$	624,5
5	19,0	28,0	1,66E-02	60,2	C	103,9
					C'	58,8
					$\sigma'_{p'}$ [kPa]	14,6
					$\epsilon_{v,f'} (\sigma'_{p'})$	0,016



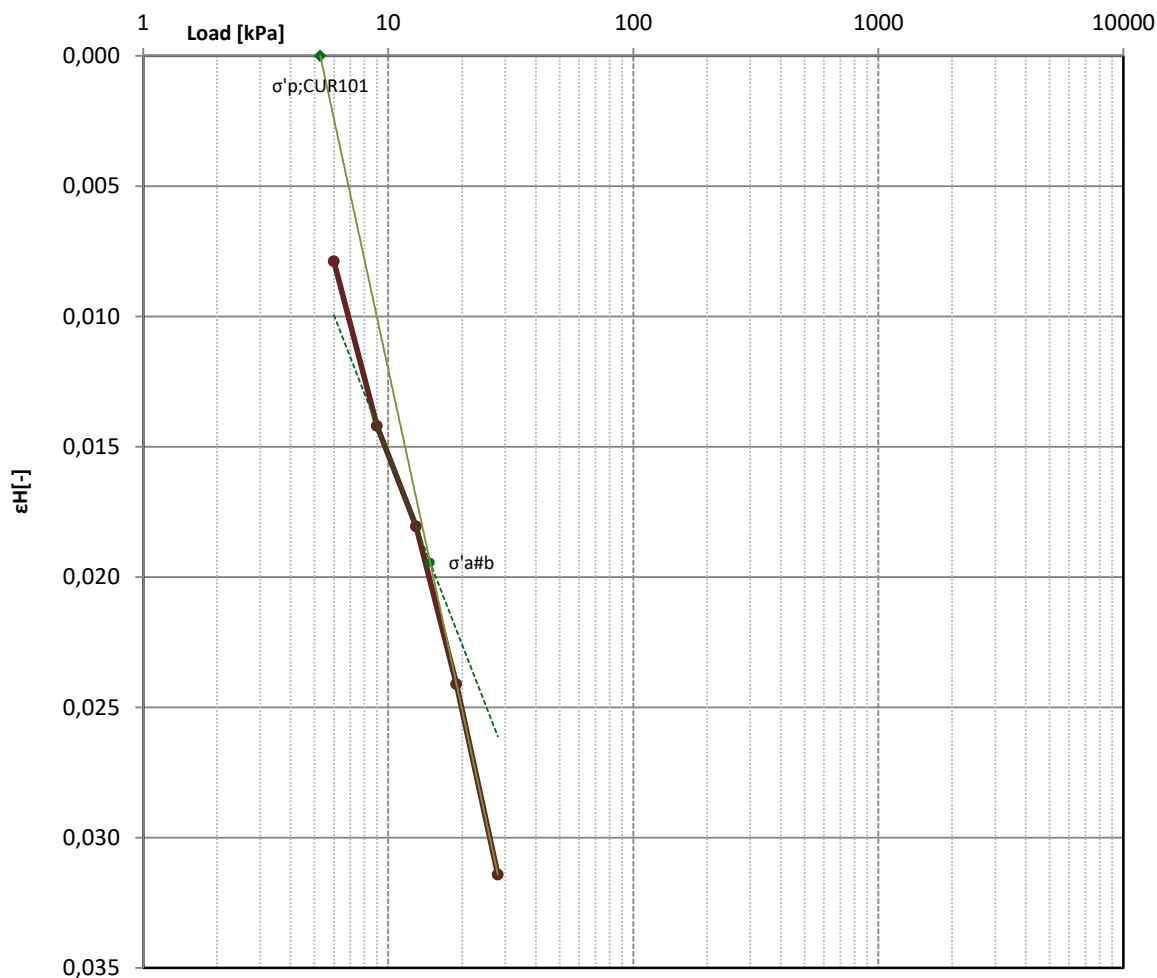
Één-dimensionale samendrukkingsproef ISO 17892-5 en CUR 101

Isotachen

Monster- en proefgegevens						
Project	2301311 Gnephoek te Alphen aan den Rijn			Begin	Eind	
Monster	MB01	2		Datum	20-07-23	30-07-23
Diepte [m]/ [m NAP]	1,50	-6,14		H [mm]	20,0	19,4
Monsterbeschrijving	KLEI, ST ZANDIG, ZW ORG, WEINIG PR-NH, GRIJS			γ_n [kN/m ³]*	17,3	17,1
Monstervoorbereiding	directe extrusie			γ_d [kN/m ³]	12,6	12,5
Diameter [mm]	63,5			e_0 [-]	1,1	1,0
Opstelling	systeem2			Wg [%]	37,3	36,3
Toesteldeformatie	gecorrigeerd			ρ_k [Mg/m ³]**	2,60	2,60
Temperatuur in lab [°C]	22			Sr [%]	100%	100%

* linear measurement ISO 17892-1 & -2

** geschat o.b.v. correlatie met droog volumegewicht



Belastingtrappen [kPa]					Resultaten	
1	1,0	6,0	4,40E-03	5,95E-04	A	1,05E-02
2	6,0	9,0	1,56E-02	5,10E-04	A _{reload}	-
3	9,0	13,0	1,05E-02	4,21E-04	B	1,88E-02
4	13,0	19,0	1,59E-02	8,85E-04	C	7,35E-04
5	19,0	28,0	1,88E-02	5,85E-04	$\sigma'_{p;CUR101}$ [kPa]	5,3
					$\epsilon^H(\sigma'_{p;CUR101})$	0
					$\sigma'_{a\#b}$ [kPa]	14,8
					$\epsilon^H(\sigma'_{a\#b})$	0,019



Één-dimensionale samendrukkingsproef ISO 17892-5 en CUR 101

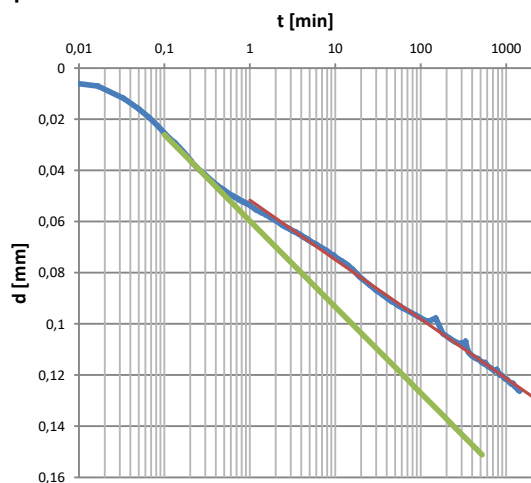
Casagrande

Monster- en proefgegevens						
Project	2301311 Gnephoek te Alphen aan den Rijn			Begin	Eind	
Monster	MB01	2		Datum	20-07-23	30-07-23
Diepte	[m]/ [m NAP]	1,50	-6,14	H [mm]	20,0	19,4
Monsterbeschrijving	KLEI, ST ZANDIG, ZW ORG, WEINIG PR-NH, GRIJS			γ_n [kN/m³]*	17,3	17,1
Monstervoorbereiding	directe extrusie			γ_d [kN/m³]	12,6	12,5
Diameter	[mm]	63,5		e_0 [-]	1,1	1,0
Opstelling	systeem2			Wg [%]	37,3	36,3
Toesteldeformatie	gecorrigeerd			ρ_k [Mg/m³]**	2,60	2,60
Temperatuur in lab [°C]	22			Sr [%]	100%	100%

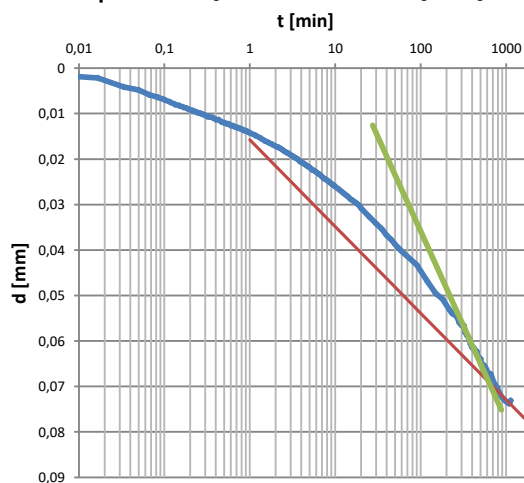
* linear measurement ISO 17892-1 & -2

** geschat o.b.v. correlatie met droog volumegewicht

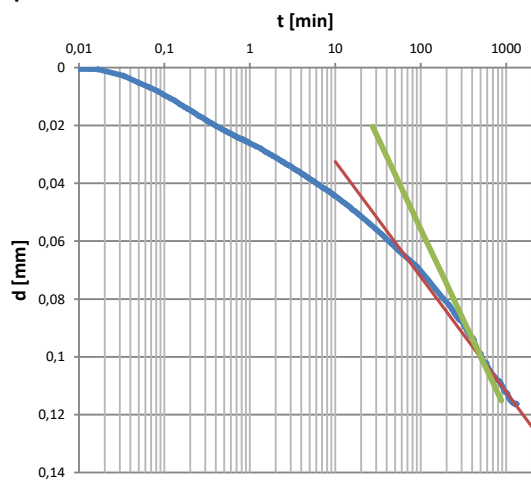
Stap 2



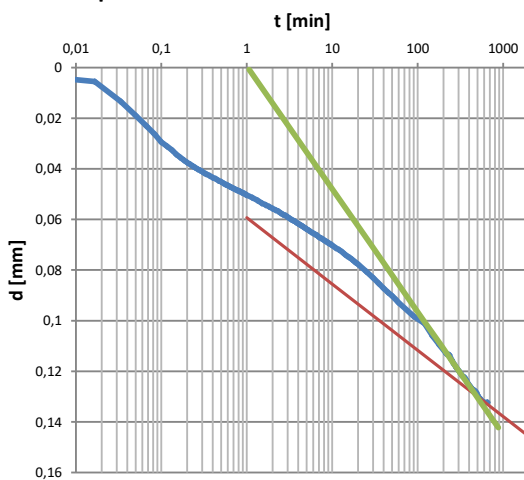
Stap 3



Stap 4



Stap 5



Trap	ΔP kPa	C_v m ² /s	M_v m ² /kN	k m/s	C_α	T_{50} s
2	3,0	5,43E-06	2,11E-03	1,12E-07	1,17E-03	3,5
3	4,0	9,61E-09	9,65E-04	9,10E-11	9,65E-04	1950,0
4	6,0	1,66E-08	1,01E-03	1,65E-10	2,03E-03	1110,0
5	9,0	5,55E-08	8,13E-04	4,42E-10	1,34E-03	330,0



Één-dimensionale samendrukkingsproef ISO 17892-5 en CUR 101

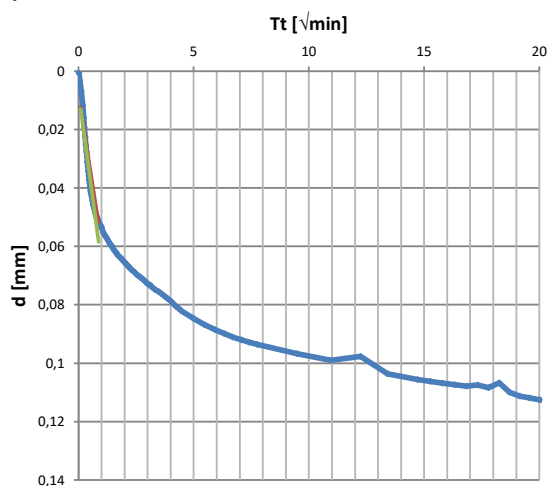
Taylor

Monster- en proefgegevens						
Project	2301311 Gnephoek te Alphen aan den Rijn			Begin	Eind	
Monster	MB01	2		Datum	20-07-23	30-07-23
Diepte	[m]/ [m NAP]	1,50	-6,14	H [mm]	20,0	19,4
Monsterbeschrijving	KLEI, ST ZANDIG, ZW ORG, WEINIG PR-NH, GRIJS			γ_n [kN/m³]*	17,3	17,1
Monstervoorbereiding	directe extrusie			γ_d [kN/m³]	12,6	12,5
Diameter	[mm]	63,5		e_0 [-]	1,1	1,0
Opstelling	systeem2			Wg [%]	37,3	36,3
Toesteldeformatie	gecorrigeerd			ρ_k [Mg/m³]**	2,60	2,60
Temperatuur in lab [°C]	22			Sr [%]	100%	100%

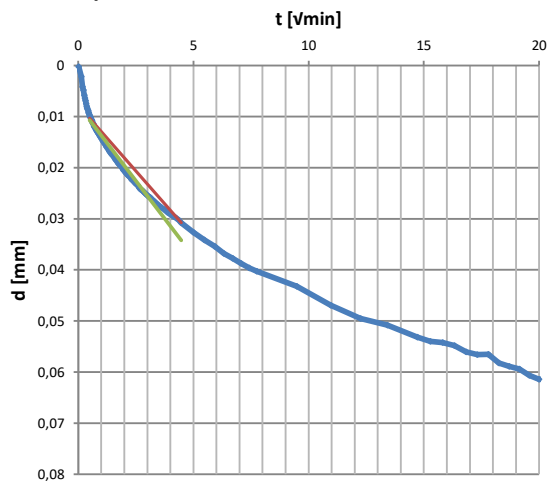
* linear measurement ISO 17892-1 & -2

** geschat o.b.v. correlatie met droog volumegewicht

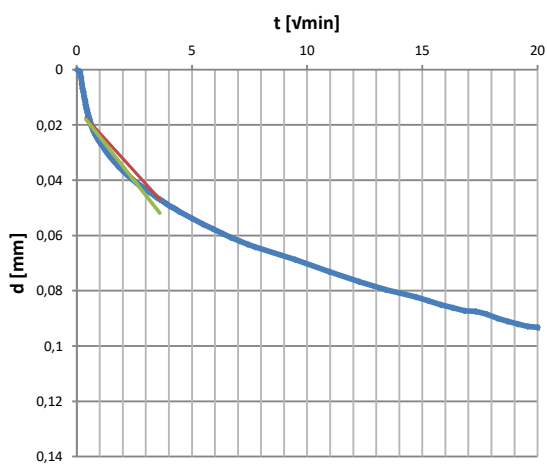
Stap 2



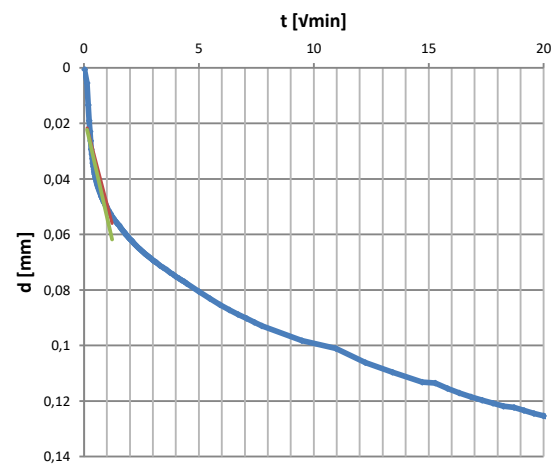
Stap 3



Stap 4



Stap 5



Trap	ΔP kPa	C_v m ² /s	M_v m ² /kN	k m/s	T_{90} s
2	3,0	1,78E-06	2,11E-03	3,68E-08	46
3	4,0	6,76E-08	9,65E-04	6,41E-10	1200
4	6,0	1,02E-07	1,01E-03	1,01E-09	780
5	9,0	8,78E-07	8,13E-04	7,00E-09	90



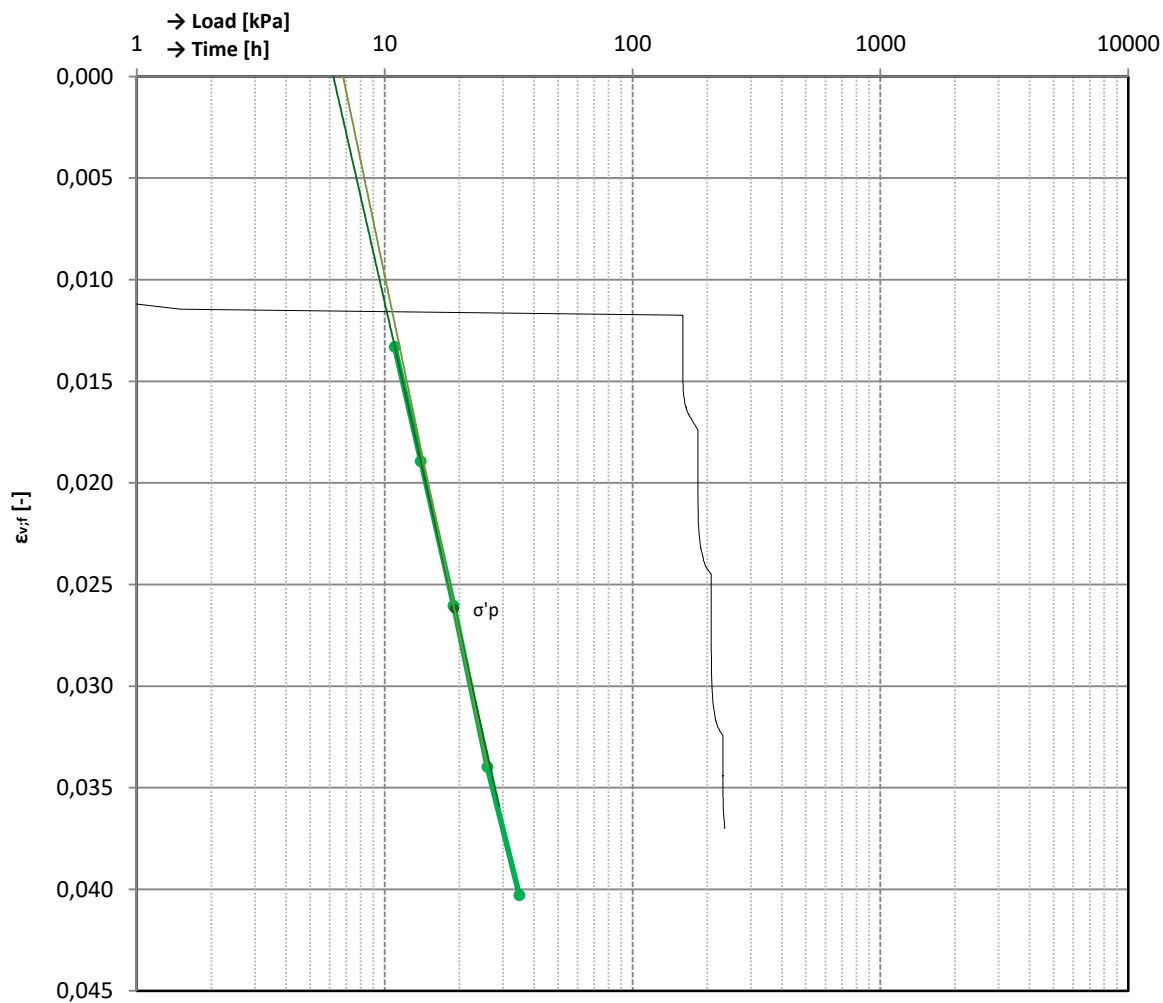
Één-dimensionale samendrukkingsproef ISO 17892-5 en CUR 101

Bjerrum

Monster- en proefgegevens						
Project	2301311 Gnephoek te Alphen aan den Rijn				Begin	Eind
Monster	MB01	3		Datum	20-07-23	30-07-23
Diepte [m]/ [m NAP]	2,35	-6,99		H [mm]	20,0	19,3
Monsterbeschrijving	KLEI, ST ZANDIG, GRIJS			γ_n [kN/m ³]*	17,7	17,9
Monstervoorbereiding	directe extrusie			γ_d [kN/m ³]	10,5	13,1
Diameter [mm]	63,5			e_0 [-]	1,4	0,9
Opstelling	systeem3			Wg [%]	68,8	36,1
Toesteldeformatie	gecorrigeerd			ρ_k [Mg/m ³]**	2,57	2,57
Temperatuur in lab [°C]	22			Sr [%]	100%	100%

* linear measurement ISO 17892-1 & -2

** geschat o.b.v. correlatie met droog volumegewicht



Belastingtrappen [kPa]					Resultaten	
1	1,0	11,0	1,28E-02	0,8	RR	5,37E-02
2	11,0	14,0	5,37E-02	0,5	RR _{reload}	-
3	14,0	19,0	5,36E-02	0,7	CR	5,83E-02
4	19,0	26,0	5,83E-02	0,9		
5	26,0	35,0	4,88E-02	1,4	S_c	17,1
					σ'_p [kPa]	19,1
					$\epsilon_{vrf}(\sigma'_p)$	0,026



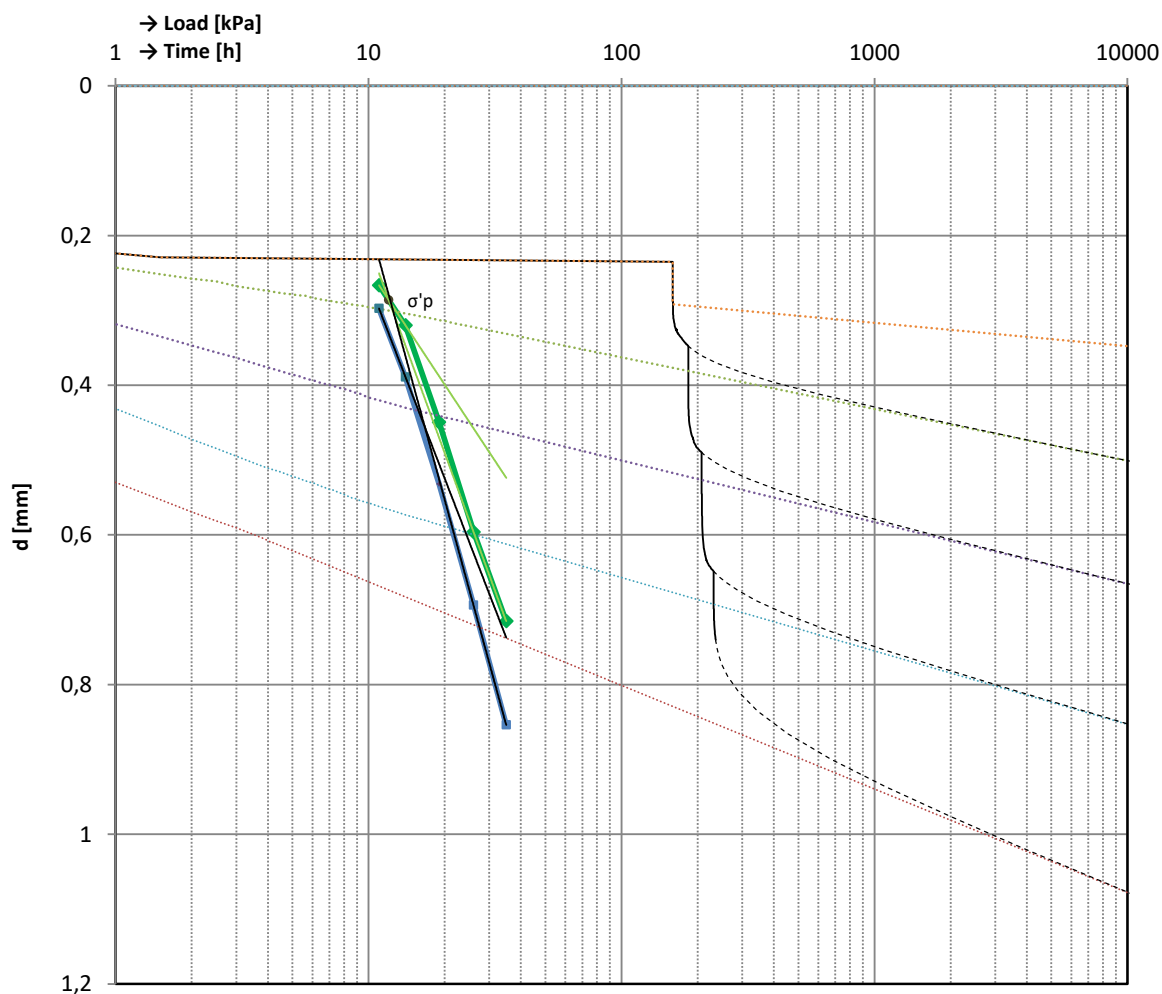
Één-dimensionale samendrukkingsproef ISO 17892-5 en CUR 101

Koppejan

Monster- en proefgegevens						
Project	2301311 Gnephoek te Alphen aan den Rijn			Begin	Eind	
Monster	MB01	3		Datum	20-07-23	30-07-23
Diepte [m]/ [m NAP]	2,35	-6,99		H [mm]	20,0	19,3
Monsterbeschrijving	KLEI, ST ZANDIG, GRIJS			γ_n [kN/m ³]*	17,7	17,9
Monstervoorbereiding	directe extrusie			γ_d [kN/m ³]	10,5	13,1
Diameter [mm]	63,5			e_0 [-]	1,4	0,9
Opstelling	systeem3			Wg [%]	68,8	36,1
Toesteldeformatie	gecorrigeerd			ρ_k [Mg/m ³]**	2,57	2,57
Temperatuur in lab [°C]	22			Sr [%]	100%	100%

* linear measurement ISO 17892-1 & -2

** geschat o.b.v. correlatie met droog volumegewicht



Belastingtrappen [kPa]					Resultaten	
1	1,0	11,0	5,56E-03	180,0	Cp	90,0
2	11,0	14,0	1,11E-02	90,0	Cp'	49,8
3	14,0	19,0	2,12E-02	47,2	Cs	126,9
4	19,0	26,0	2,34E-02	42,8	Cs'	147,4
5	26,0	35,0	2,01E-02	49,8	C	76,4
					C'	45,9
					σ'_{p_0} [kPa]	12,0
					$\epsilon_{vf}(\sigma'_{p_0})$	0,014



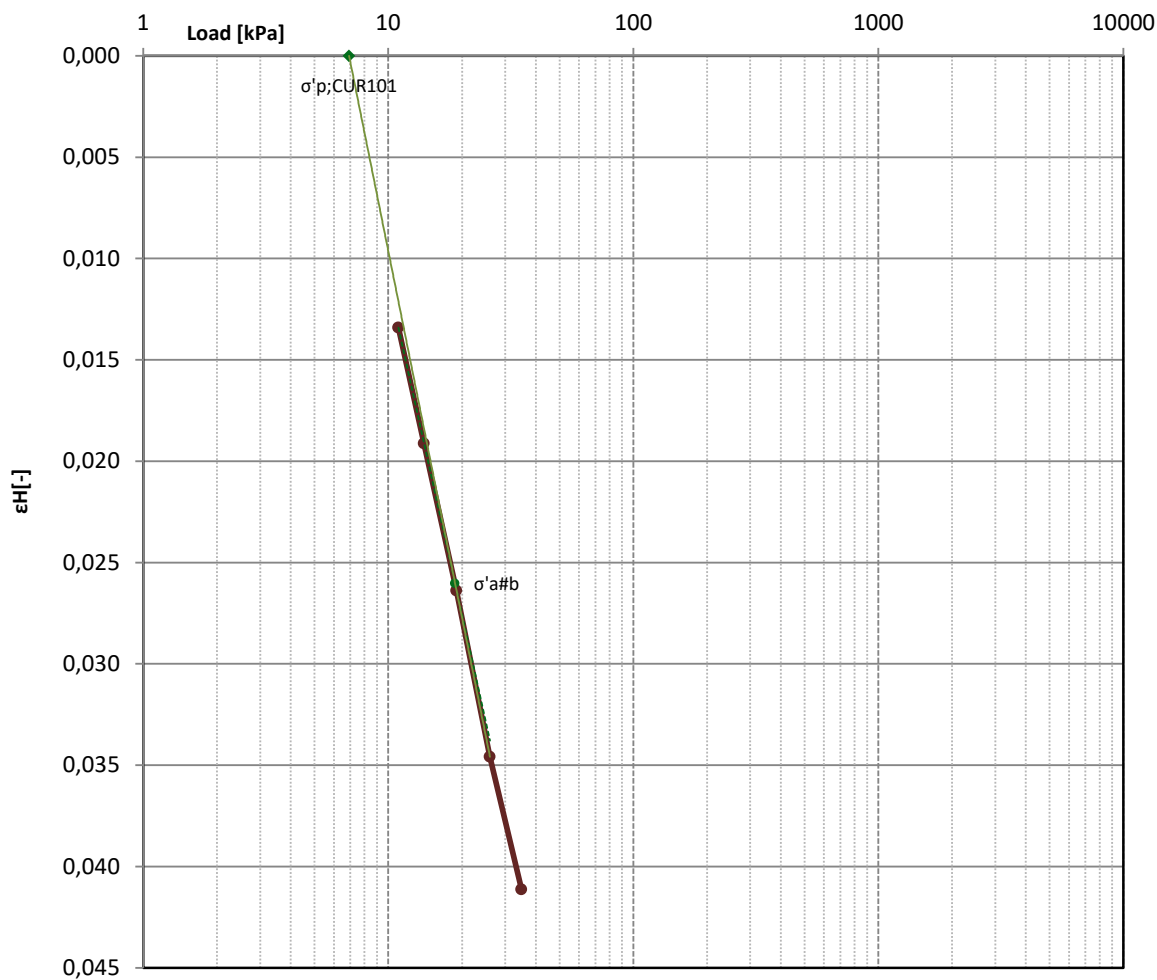
Één-dimensionale samendrukkingsproef ISO 17892-5 en CUR 101

Isotachen

Monster- en proefgegevens						
Project	2301311 Gnephoek te Alphen aan den Rijn			Begin	Eind	
Monster	MB01	3		Datum	20-07-23	30-07-23
Diepte [m]/ [m NAP]	2,35	-6,99		H [mm]	20,0	19,3
Monsterbeschrijving	KLEI, ST ZANDIG, GRIJS			γ_n [kN/m ³]*	17,7	17,9
Monstervoorbereiding	directe extrusie			γ_d [kN/m ³]	10,5	13,1
Diameter [mm]	63,5			e_0 [-]	1,4	0,9
Opstelling	systeem3			Wg [%]	68,8	36,1
Toesteldeformatie	gecorrigeerd			ρ_k [Mg/m ³]**	2,57	2,57
Temperatuur in lab [°C]	22			Sr [%]	100%	100%

* linear measurement ISO 17892-1 & -2

** geschat o.b.v. correlatie met droog volumegewicht



Belastingtrappen [kPa]					Resultaten	
1	1,0	11,0	5,59E-03	6,82E-04	A	2,37E-02
2	11,0	14,0	2,37E-02	9,09E-04	A _{reload}	-
3	14,0	19,0	2,38E-02	7,21E-04	B	2,61E-02
4	19,0	26,0	2,61E-02	7,65E-04	C	7,43E-04
5	26,0	35,0	2,20E-02	1,03E-03	$\sigma'_{p;CUR101}$ [kPa]	6,9
					$\epsilon^H(\sigma'_{p;CUR101})$	0
					$\sigma'_{a\#b}$ [kPa]	18,7
					$\epsilon^H(\sigma'_{a\#b})$	0,026



Één-dimensionale samendrukkingsproef ISO 17892-5 en CUR 101

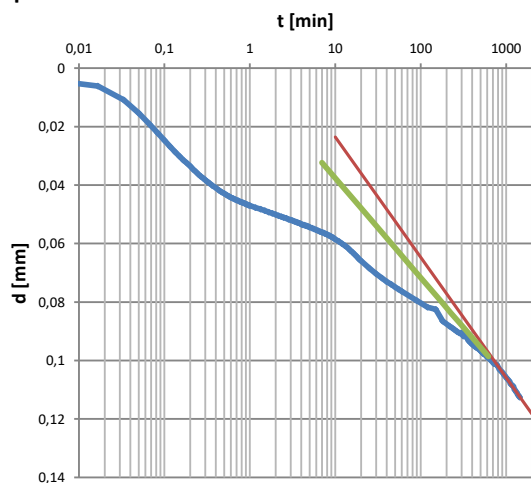
Casagrande

Monster- en proefgegevens						
Project	2301311 Gnephoek te Alphen aan den Rijn				Begin	Eind
Monster	MB01	3		Datum	20-07-23	30-07-23
Diepte	[m]/ [m NAP]	2,35	-6,99	H [mm]	20,0	19,3
Monsterbeschrijving	KLEI, ST ZANDIG, GRIJS			γ_n [kN/m ³]*	17,7	17,9
Monstervoorbereiding	directe extrusie			γ_d [kN/m ³]	10,5	13,1
Diameter	[mm]	63,5		e_0 [-]	1,4	0,9
Opstelling	systeem3			Wg [%]	68,8	36,1
Toesteldeformatie	gecorrigeerd			ρ_k [Mg/m ³]**	2,57	2,57
Temperatuur in lab [°C]	22			Sr [%]	100%	100%

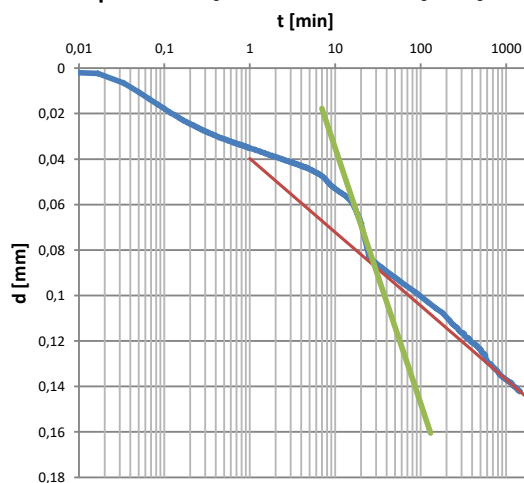
* linear measurement ISO 17892-1 & -2

** geschat o.b.v. correlatie met droog volumegewicht

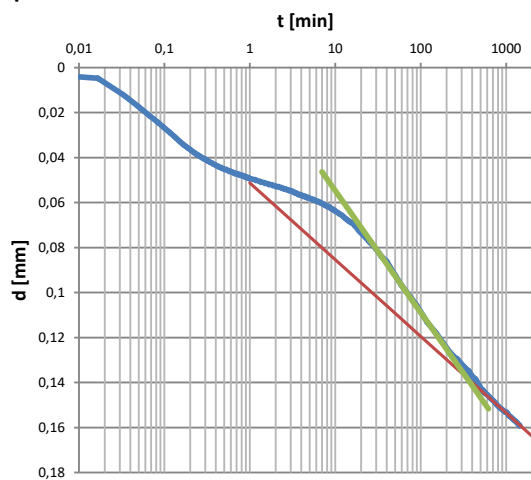
Stap 2



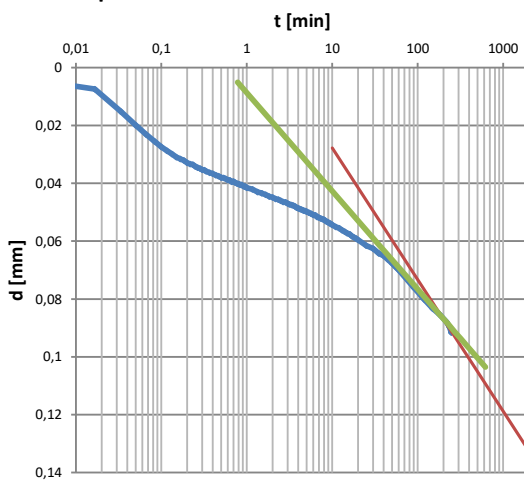
Stap 3



Stap 4



Stap 5



Trap	ΔP kPa	C_v m ² /s	M_v m ² /kN	k m/s	C_α	T_{50} s
2	3,0	9,24E-08	1,91E-03	1,73E-09	2,08E-03	205,0
3	5,0	6,99E-08	1,46E-03	9,99E-10	1,65E-03	265,0
4	7,0	1,96E-08	1,17E-03	2,26E-10	1,75E-03	930,0
5	9,0	2,12E-07	7,29E-04	1,52E-09	2,35E-03	85,0



Één-dimensionale samendrukkingsproef ISO 17892-5 en CUR 101

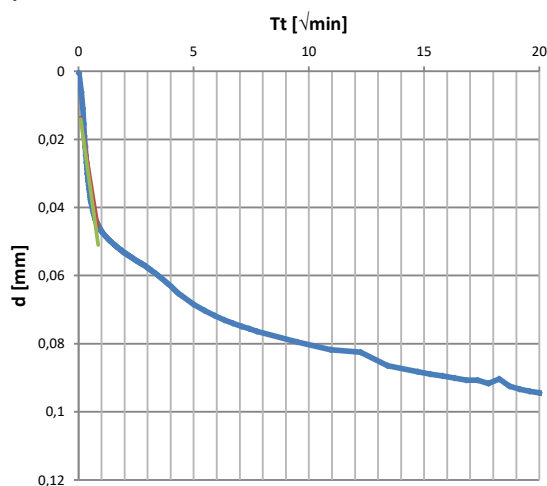
Taylor

Monster- en proefgegevens						
Project	2301311 Gnephoek te Alphen aan den Rijn				Begin	Eind
Monster	MB01	3		Datum	20-07-23	30-07-23
Diepte	[m]/ [m NAP]	2,35	-6,99	H [mm]	20,0	19,3
Monsterbeschrijving	KLEI, ST ZANDIG, GRIJS			γ_n [kN/m ³]*	17,7	17,9
Monstervoorbereiding	directe extrusie			γ_d [kN/m ³]	10,5	13,1
Diameter	[mm]	63,5		e_0 [-]	1,4	0,9
Opstelling	systeem3			Wg [%]	68,8	36,1
Toesteldeformatie	gecorrigeerd			ρ_k [Mg/m ³]**	2,57	2,57
Temperatuur in lab [°C]	22			Sr [%]	100%	100%

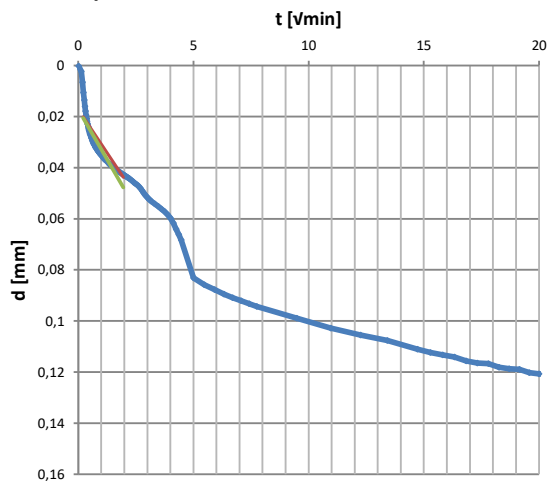
* linear measurement ISO 17892-1 & -2

** geschat o.b.v. correlatie met droog volumegewicht

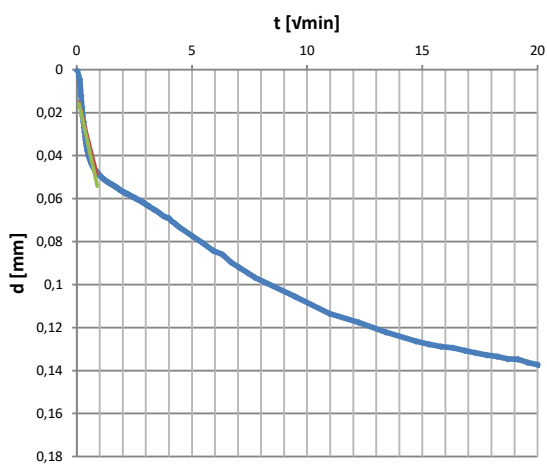
Stap 2



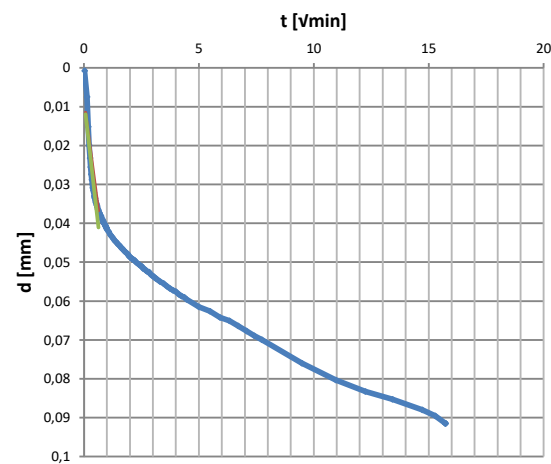
Stap 3



Stap 4



Stap 5



Trap	ΔP kPa	C_v m ² /s	M_v m ² /kN	k m/s	T_{90} s
2	3,0	1,86E-06	1,91E-03	3,48E-08	44
3	5,0	3,48E-07	1,46E-03	4,97E-09	230
4	7,0	1,64E-06	1,17E-03	1,89E-08	48
5	9,0	3,24E-06	7,29E-04	2,32E-08	24



Één-dimensionale samendrukkingsproef

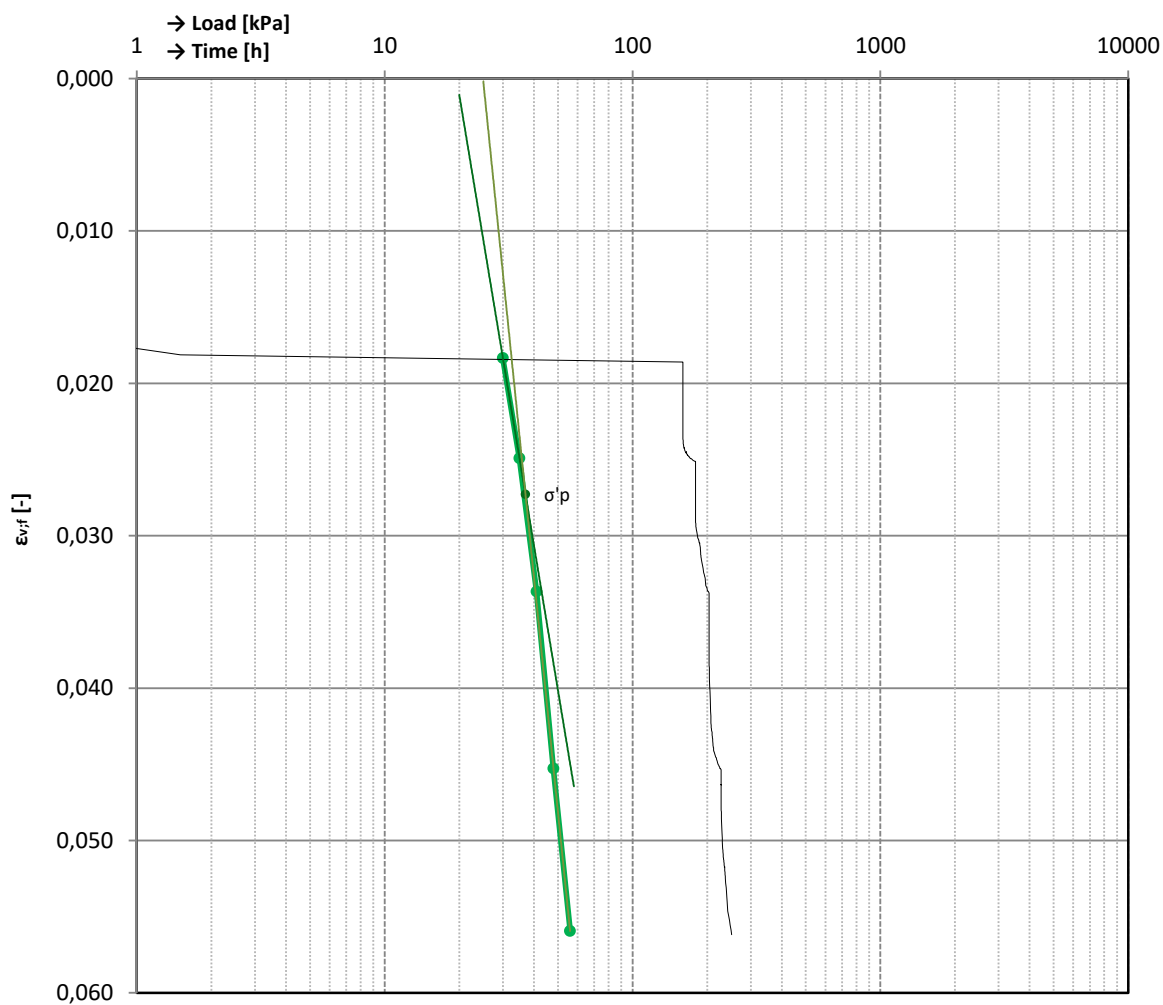
ISO 17892-5 en CUR 101

Bjerrum

Monster- en proefgegevens						
Project	2301311 Gnephoek te Alphen aan den Rijn			Begin	Eind	
Monster	MB01	4		Datum	20-07-23	31-07-23
Diepte [m]/ [m NAP]	5,60	-10,24		H [mm]	20,0	18,9
Monsterbeschrijving	KLEI, ST ORG, PR-NH / PR-H, D. GRIJS			γ_n [kN/m ³]*	11,6	12,5
Monstervoorbereiding	directe extrusie			γ_d [kN/m ³]	4,2	4,4
Diameter [mm]	63,5			e_0 [-]	3,5	3,3
Opstelling	systeem4			Wg [%]	174,5	186,5
Toesteldeformatie	gecorrigeerd			ρ_k [Mg/m ³]**	1,92	1,92
Temperatuur in lab [°C]	22			Sr [%]	100%	100%

* linear measurement ISO 17892-1 & -2

** geschat o.b.v. correlatie met droog volumegewicht



Belastingtrappen [kPa]					Resultaten	
			$\Delta e / \Delta \log P$	E_{oed} [Mpa]		
1	1,0	30,0	1,24E-02	1,6	RR	9,81E-02
2	30,0	35,0	9,81E-02	0,8	RR _{reload}	-
3	35,0	41,0	1,27E-01	0,7	CR	1,59E-01
4	41,0	48,0	1,70E-01	0,6		
5	48,0	56,0	1,59E-01	0,8	S_c	6,3
					σ'_p [kPa]	37,0
					$\epsilon_{vrf}(\sigma'_p)$	0,027



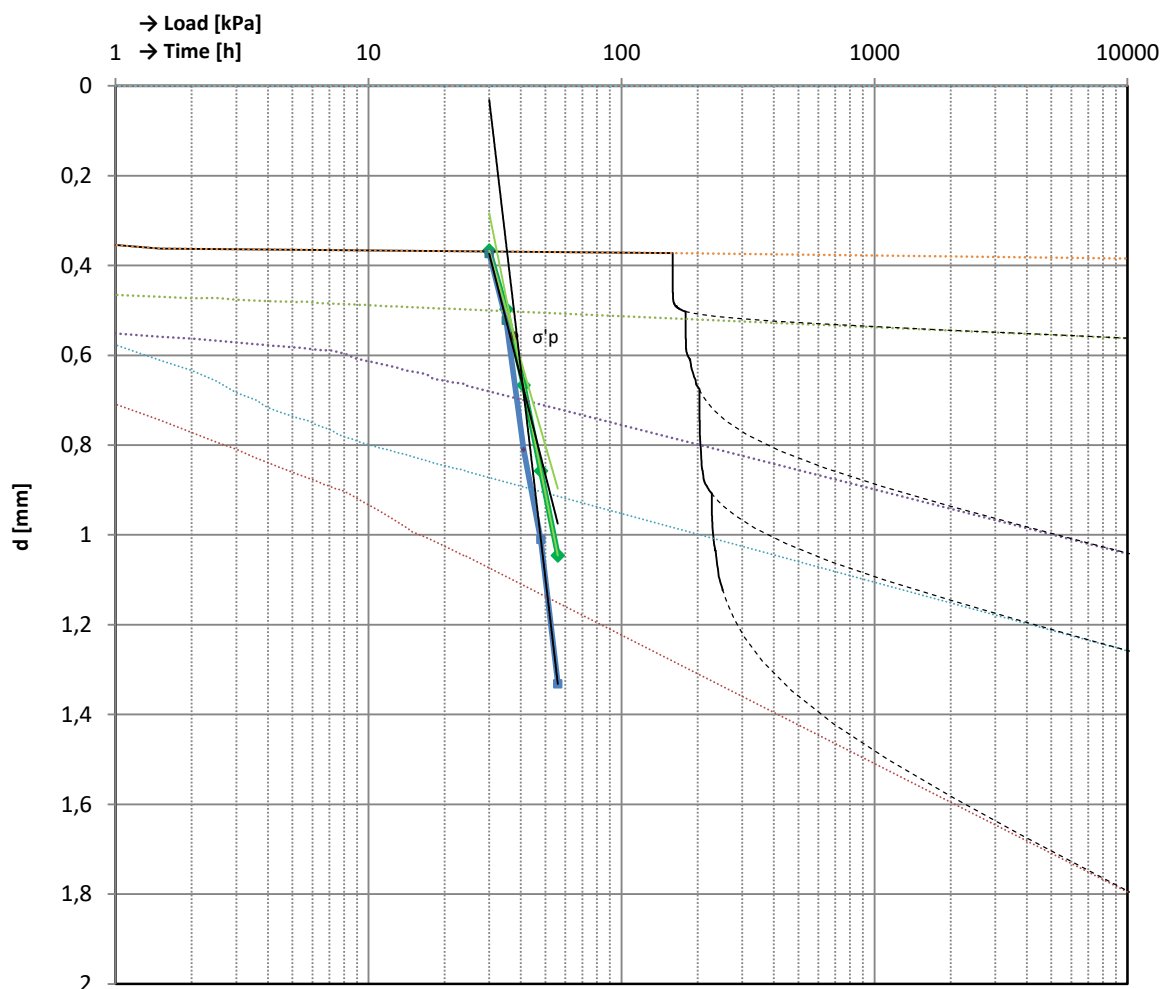
Één-dimensionale samendrukkingsproef ISO 17892-5 en CUR 101

Koppejan

Monster- en proefgegevens						
Project	2301311 Gnephoek te Alphen aan den Rijn			Begin	Eind	
Monster	MB01	4		Datum	20-07-23	31-07-23
Diepte [m]/ [m NAP]	5,60	-10,24		H [mm]	20,0	18,9
Monsterbeschrijving	KLEI, ST ORG, PR-NH / PR-H, D. GRIJS			γ_n [kN/m ³]*	11,6	12,5
Monstervoorbereiding	directe extrusie			γ_d [kN/m ³]	4,2	4,4
Diameter [mm]	63,5			e_0 [-]	3,5	3,3
Opstelling	systeem4			Wg [%]	174,5	186,5
Toesteldeformatie	gecorrigeerd			ρ_k [Mg/m ³]**	1,92	1,92
Temperatuur in lab [°C]	22			Sr [%]	100%	100%

* linear measurement ISO 17892-1 & -2

** geschat o.b.v. correlatie met droog volumegewicht



Belastingtrappen [kPa]		$\Delta e / \Delta \ln P$		$\ln \Delta P / \Delta e$	Resultaten	
1	1,0	30,0	5,40E-03	185,3	C_p	23,6
2	30,0	35,0	4,25E-02	23,6	$C_{p'}$	16,4
3	35,0	41,0	5,33E-02	18,8	C_s	174,7
4	41,0	48,0	6,06E-02	16,5	$C_{s'}$	23,2
5	48,0	56,0	6,11E-02	16,4	C	22,8
					C'	13,9
					$\sigma'_{p'}$ [kPa]	37,5
					$\epsilon_{vf} (\sigma'_{p'})$	0,028



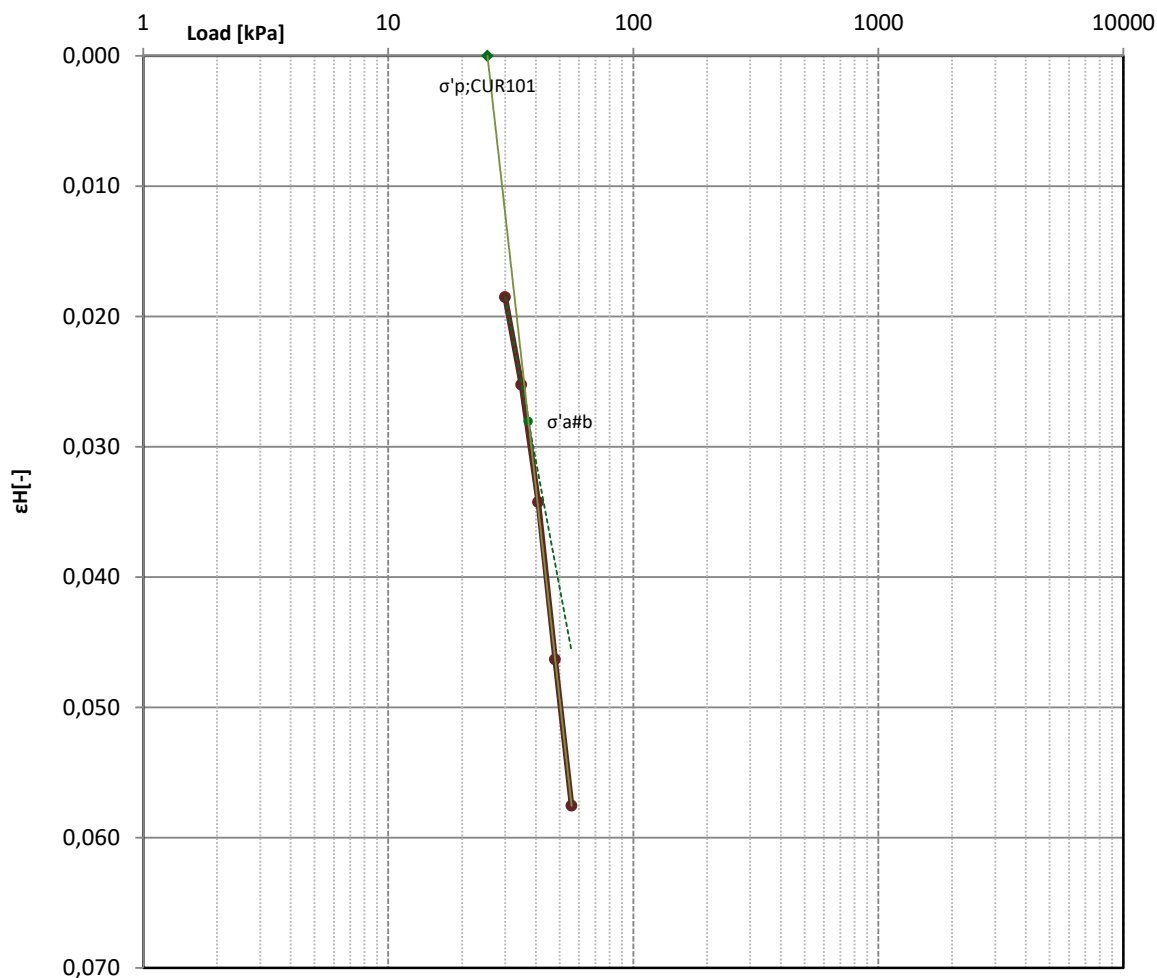
Één-dimensionale samendrukkingsproef ISO 17892-5 en CUR 101

Isotachen

Monster- en proefgegevens						
Project	2301311 Gnephoek te Alphen aan den Rijn				Begin	Eind
Monster	MB01	4		Datum	20-07-23	31-07-23
Diepte	[m]/ [m NAP]	5,60	-10,24	H [mm]	20,0	18,9
Monsterbeschrijving	KLEI, ST ORG, PR-NH / PR-H, D. GRIJS			γ_n [kN/m ³]*	11,6	12,5
Monstervoorbereiding	directe extrusie			γ_d [kN/m ³]	4,2	4,4
Diameter	[mm]	63,5		e_0 [-]	3,5	3,3
Opstelling	systeem4			Wg [%]	174,5	186,5
Toesteldeformatie	gecorrigeerd			ρ_k [Mg/m ³]**	1,92	1,92
Temperatuur in lab [°C]	22			Sr [%]	100%	100%

* linear measurement ISO 17892-1 & -2

** geschat o.b.v. correlatie met droog volumegewicht



Belastingtrappen [kPa]					Resultaten	
1	1,0	30,0	5,45E-03	1,50E-04	A	4,36E-02
2	30,0	35,0	4,36E-02	3,96E-04	A _{reload}	-
3	35,0	41,0	5,69E-02	2,87E-03	B	7,28E-02
4	41,0	48,0	7,67E-02	1,50E-03	C	2,60E-03
5	48,0	56,0	7,28E-02	3,70E-03	$\sigma'_{p;CUR101}$ [kPa]	25,4
					$\epsilon^H(\sigma'_{p;CUR101})$	0
					$\sigma'_{a\#b}$ [kPa]	37,3
					$\epsilon^H(\sigma'_{a\#b})$	0,028



Één-dimensionale samendrukkingsproef ISO 17892-5 en CUR 101

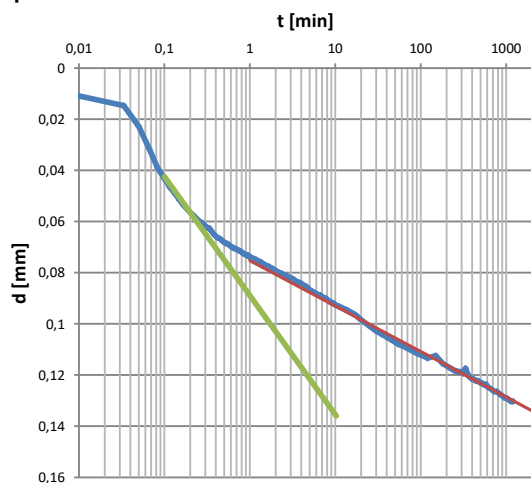
Casagrande

Monster- en proefgegevens						
Project	2301311 Gnephoek te Alphen aan den Rijn				Begin	Eind
Monster	MB01	4		Datum	20-07-23	31-07-23
Diepte [m]/ [m NAP]	5,60	-10,24		H [mm]	20,0	18,9
Monsterbeschrijving	KLEI, ST ORG, PR-NH / PR-H, D. GRIJS			γ_n [kN/m³]*	11,6	12,5
Monstervoorbereiding	directe extrusie			γ_d [kN/m³]	4,2	4,4
Diameter [mm]	63,5			e_0 [-]	3,5	3,3
Opstelling	systeem4			Wg [%]	174,5	186,5
Toesteldeformatie	gecorrigeerd			ρ_k [Mg/m³]**	1,92	1,92
Temperatuur in lab [°C]	22			Sr [%]	100%	100%

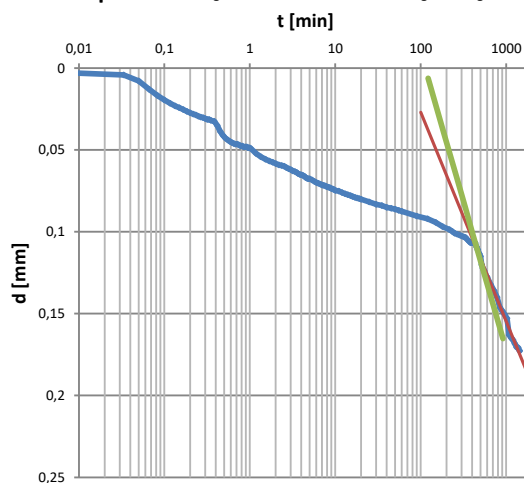
* linear measurement ISO 17892-1 & -2

** geschat o.b.v. correlatie met droog volumegewicht

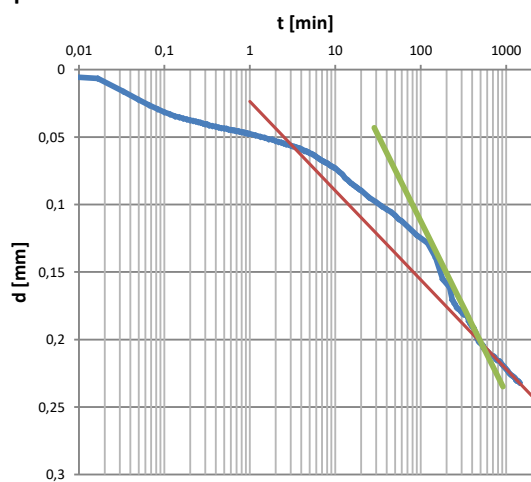
Stap 2



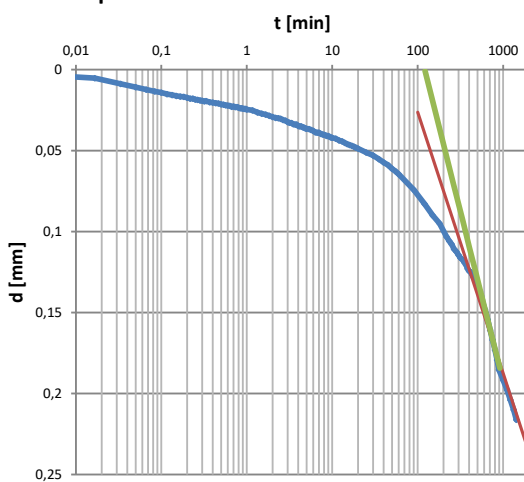
Stap 3



Stap 4



Stap 5



Trap	ΔP kPa	C_v m ² /s	M_v m ² /kN	k m/s	C_α	T_{50} s
2	5,0	4,22E-06	1,35E-03	5,58E-08	9,06E-04	4,5
3	6,0	1,90E-07	1,51E-03	2,81E-09	6,55E-03	96,0
4	7,0	9,19E-09	1,74E-03	1,57E-10	3,42E-03	1950,0
5	8,0	2,18E-09	1,41E-03	3,01E-11	8,45E-03	8100,0



Één-dimensionale samendrukkingsproef ISO 17892-5 en CUR 101

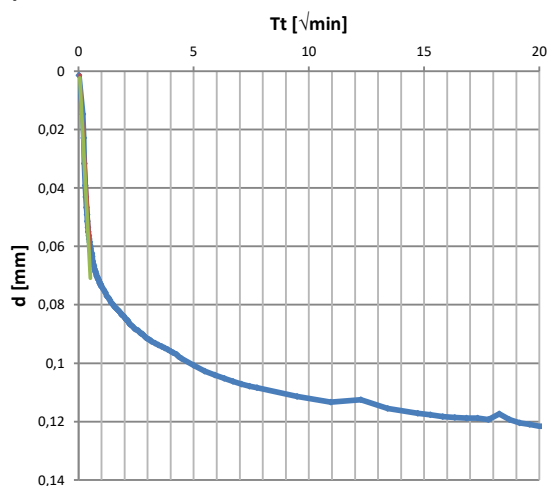
Taylor

Monster- en proefgegevens						
Project	2301311 Gnephoek te Alphen aan den Rijn				Begin	Eind
Monster	MB01	4		Datum	20-07-23	31-07-23
Diepte	[m]/ [m NAP]	5,60	-10,24	H [mm]	20,0	18,9
Monsterbeschrijving	KLEI, ST ORG, PR-NH / PR-H, D. GRIJS			γ_n [kN/m ³]*	11,6	12,5
Monstervoorbereiding	directe extrusie			γ_d [kN/m ³]	4,2	4,4
Diameter	[mm]	63,5		e_0 [-]	3,5	3,3
Opstelling	systeem4			Wg [%]	174,5	186,5
Toesteldeformatie	gecorrigeerd			ρ_k [Mg/m ³]**	1,92	1,92
Temperatuur in lab [°C]	22			Sr [%]	100%	100%

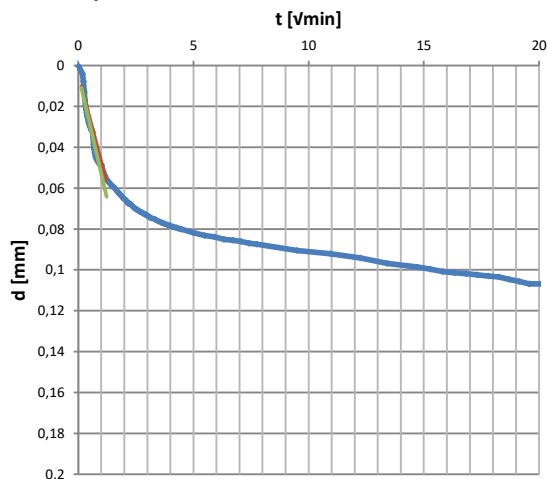
* linear measurement ISO 17892-1 & -2

** geschat o.b.v. correlatie met droog volumegewicht

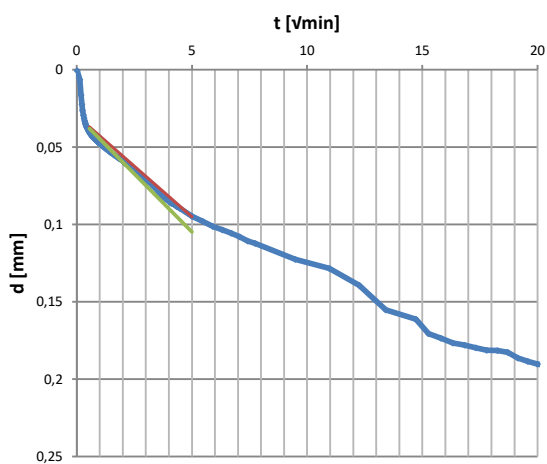
Stap 2



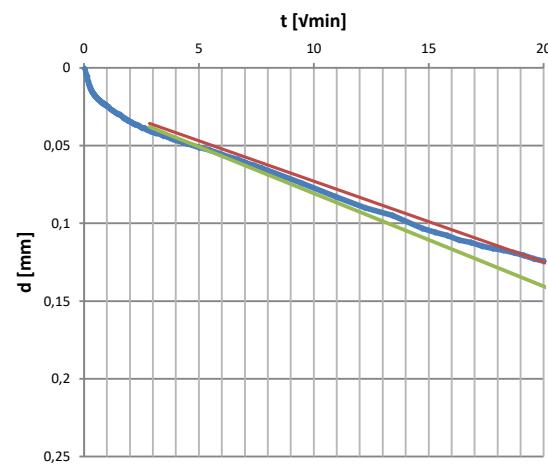
Stap 3



Stap 4



Stap 5



Trap	ΔP kPa	C_v m ² /s	M_v m ² /kN	k m/s	T_{90} s
2	5,0	5,11E-06	1,35E-03	6,76E-08	16
3	6,0	8,67E-07	1,51E-03	1,28E-08	91
4	7,0	5,17E-08	1,74E-03	8,82E-10	1500
5	8,0	1,92E-09	1,41E-03	2,66E-11	39600



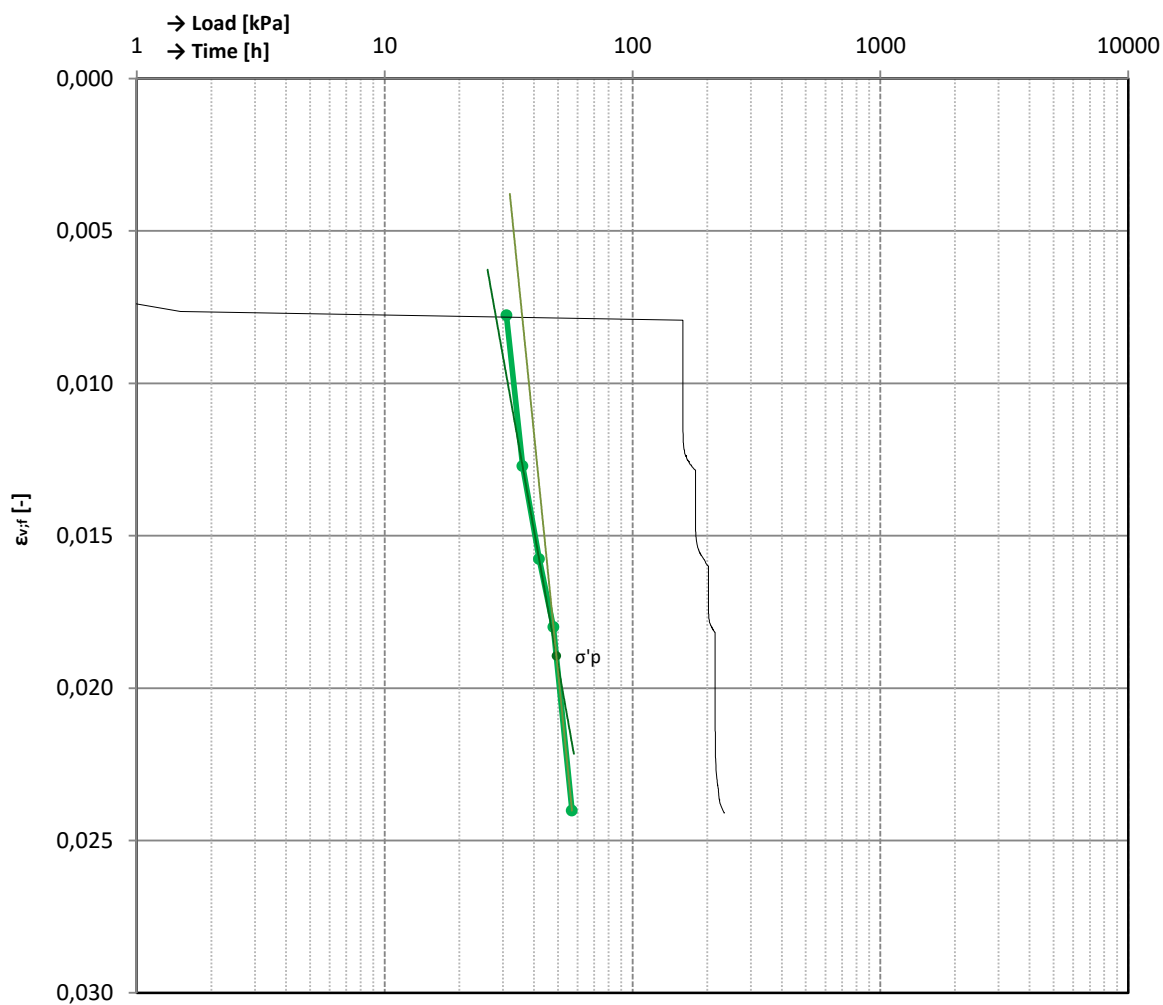
Één-dimensionale samendrukkingsproef ISO 17892-5 en CUR 101

Bjerrum

Monster- en proefgegevens						
Project	2301311 Gnephoek te Alphen aan den Rijn				Begin	Eind
Monster	MB01	5		Datum	20-07-23	30-07-23
Diepte	[m]/ [m NAP]	6,30	-10,94	H [mm]	20,0	19,5
Monsterbeschrijving	VEEN, WEINIG PR-H, BRUIN			γ_n [kN/m³]*	11,1	11,5
Monstervoorbereiding	directe extrusie			γ_d [kN/m³]	2,8	2,8
Diameter	[mm]	63,5		e_0 [-]	4,6	4,4
Opstelling	systeem5			Wg [%]	297,6	303,2
Toesteldeformatie	gecorrigeerd			ρ_k [Mg/m³]**	1,57	1,57
Temperatuur in lab [°C]	22			Sr [%]	100%	100%

* linear measurement ISO 17892-1 & -2

** geschat o.b.v. correlatie met droog volumegewicht



Belastingtrappen [kPa]					Resultaten	
1	1,0	31,0	5,21E-03	3,9	RR	4,56E-02
2	31,0	36,0	7,61E-02	1,0	RR _{reload}	-
3	36,0	42,0	4,56E-02	2,0	CR	8,07E-02
4	42,0	48,0	3,85E-02	2,7		
5	48,0	57,0	8,07E-02	1,5	S_c	12,4
					σ'_p [kPa]	49,3
					$\epsilon_{vrf}(\sigma'_p)$	0,019



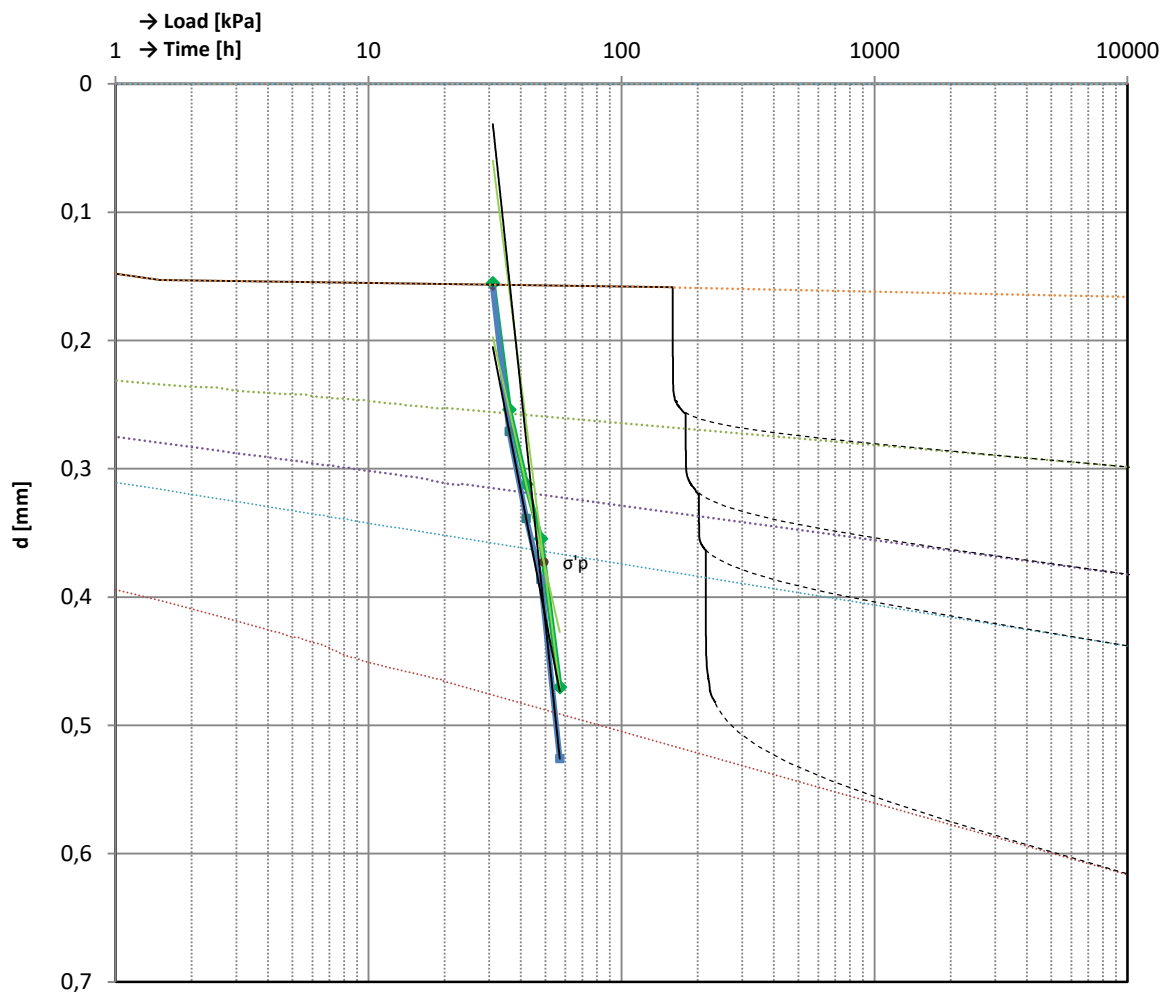
Één-dimensionale samendrukkingsproef ISO 17892-5 en CUR 101

Koppejan

Monster- en proefgegevens						
Project	2301311 Gnephoek te Alphen aan den Rijn				Begin	Eind
Monster	MB01	5		Datum	20-07-23	30-07-23
Diepte	[m]/ [m NAP]	6,30	-10,94	H [mm]	20,0	19,5
Monsterbeschrijving	VEEN, WEINIG PR-H, BRUIN			γ_n [kN/m³]*	11,1	11,5
Monstervoorbereiding	directe extrusie			γ_d [kN/m³]	2,8	2,8
Diameter	[mm]	63,5		e_0 [-]	4,6	4,4
Opstelling	systeem5			Wg [%]	297,6	303,2
Toesteldeformatie	gecorrigeerd			ρ_k [Mg/m³]**	1,57	1,57
Temperatuur in lab [°C]	22			Sr [%]	100%	100%

* linear measurement ISO 17892-1 & -2

** geschat o.b.v. correlatie met droog volumegewicht



Belastingtrappen [kPa]					Resultaten	
1	1,0	31,0	2,26E-03	441,7	Cp	53,0
2	31,0	36,0	3,29E-02	30,4	Cp'	29,7
3	36,0	42,0	1,89E-02	53,0	Cs	315,7
4	42,0	48,0	1,59E-02	63,0	Cs'	144,7
5	48,0	57,0	3,37E-02	29,7	C	50,8
					C'	28,2
					σ'_p [kPa]	49,3
					$\epsilon_{vf}(\sigma'_p)$	0,019



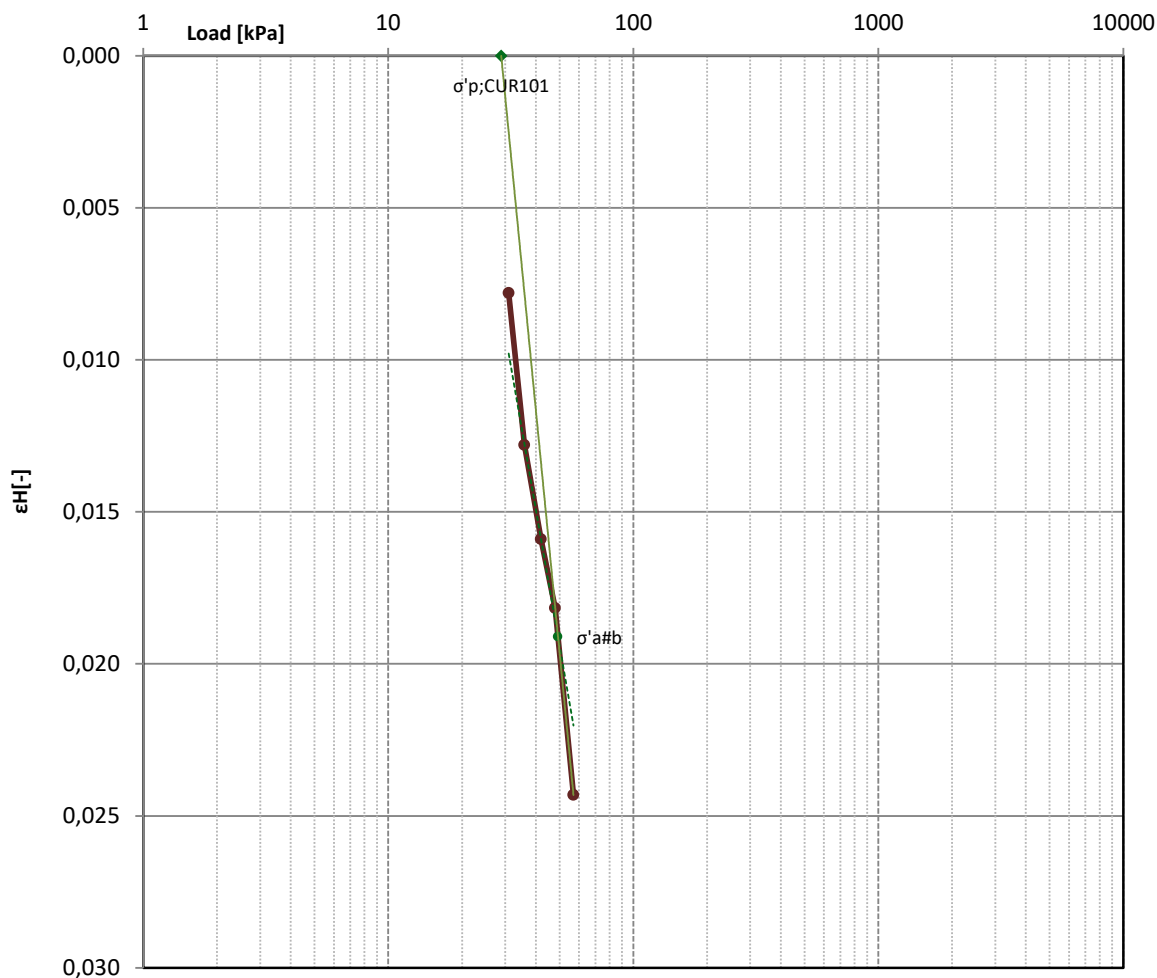
Één-dimensionale samendrukkingsproef ISO 17892-5 en CUR 101

Isotachen

Monster- en proefgegevens						
Project	2301311 Gnephoek te Alphen aan den Rijn			Begin	Eind	
Monster	MB01	5		Datum	20-07-23	30-07-23
Diepte [m]/ [m NAP]	6,30	-10,94		H [mm]	20,0	19,5
Monsterbeschrijving	VEEN, WEINIG PR-H, BRUIN			γ_n [kN/m³]*	11,1	11,5
Monstervoorbereiding	directe extrusie			γ_d [kN/m³]	2,8	2,8
Diameter [mm]	63,5			e_0 [-]	4,6	4,4
Opstelling	systeem5			Wg [%]	297,6	303,2
Toesteldeformatie	gecorrigeerd			ρ_k [Mg/m³]**	1,57	1,57
Temperatuur in lab [°C]	22			Sr [%]	100%	100%

* linear measurement ISO 17892-1 & -2

** geschat o.b.v. correlatie met droog volumegewicht



Belastingtrappen [kPa]					Resultaten	
1	1,0	31,0	2,27E-03	8,69E-05	A	2,01E-02
2	31,0	36,0	3,34E-02	2,91E-04	A _{reload}	-
3	36,0	42,0	2,01E-02	2,65E-04	B	3,58E-02
4	42,0	48,0	1,70E-02	1,56E-04	C	3,76E-04
5	48,0	57,0	3,58E-02	5,95E-04	$\sigma'_{p;CUR101}$ [kPa]	28,9
					$\epsilon^H(\sigma'_{p;CUR101})$	0
					$\sigma'_{a\#b}$ [kPa]	49,3
					$\epsilon^H(\sigma'_{a\#b})$	0,019



Één-dimensionale samendrukkingsproef ISO 17892-5 en CUR 101

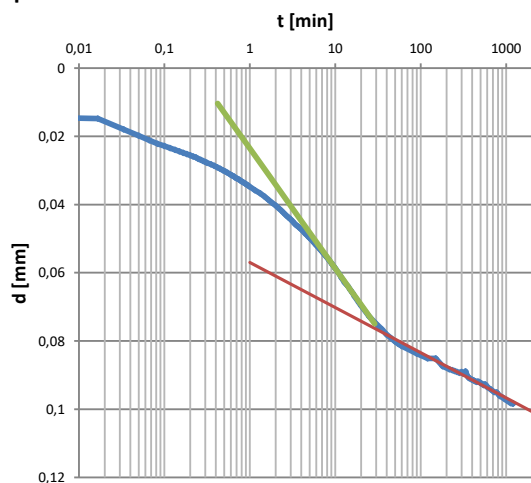
Casagrande

Monster- en proefgegevens						
Project	2301311 Gnephoek te Alphen aan den Rijn			Begin	Eind	
Monster	MB01	5		Datum	20-07-23	30-07-23
Diepte [m]/ [m NAP]	6,30	-10,94		H [mm]	20,0	19,5
Monsterbeschrijving	VEEN, WEINIG PR-H, BRUIN			γ_n [kN/m ³]*	11,1	11,5
Monstervoorbereiding	directe extrusie			γ_d [kN/m ³]	2,8	2,8
Diameter [mm]	63,5			e_0 [-]	4,6	4,4
Opstelling	systeem5			Wg [%]	297,6	303,2
Toesteldeformatie	gecorrigeerd			ρ_k [Mg/m ³]**	1,57	1,57
Temperatuur in lab [°C]	22			Sr [%]	100%	100%

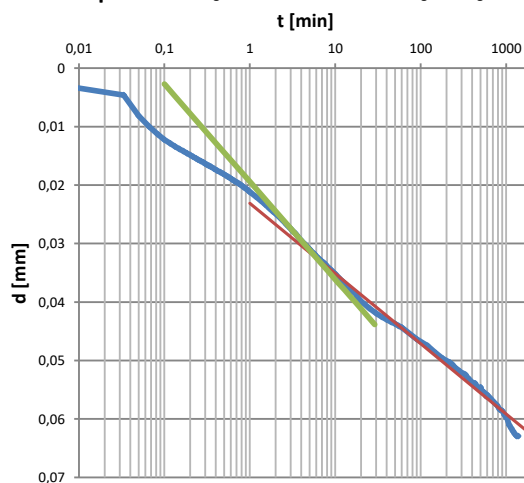
* linear measurement ISO 17892-1 & -2

** geschat o.b.v. correlatie met droog volumegewicht

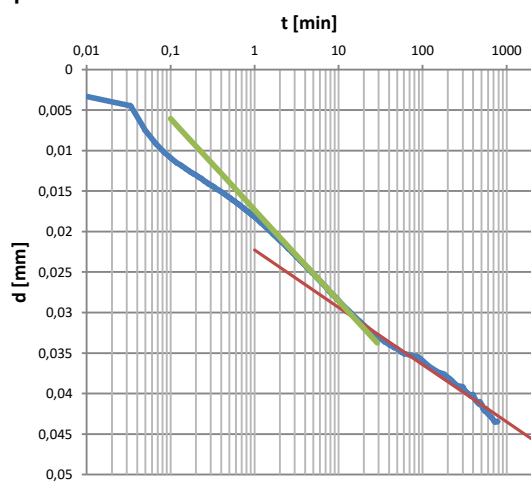
Stap 2



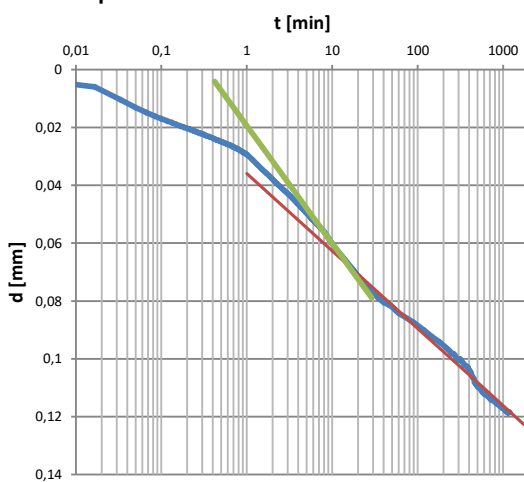
Stap 3



Stap 4



Stap 5



Trap	ΔP kPa	C_v m ² /s	M_v m ² /kN	k m/s	C_α	T_{50} s
2	5,0	2,02E-07	1,00E-03	1,98E-09	6,67E-04	94,0
3	6,0	1,07E-06	5,17E-04	5,42E-09	6,08E-04	17,5
4	6,0	7,13E-07	3,79E-04	2,65E-09	3,59E-04	26,0
5	9,0	2,16E-07	6,86E-04	1,45E-09	1,36E-03	85,0



Één-dimensionale samendrukkingsproef ISO 17892-5 en CUR 101

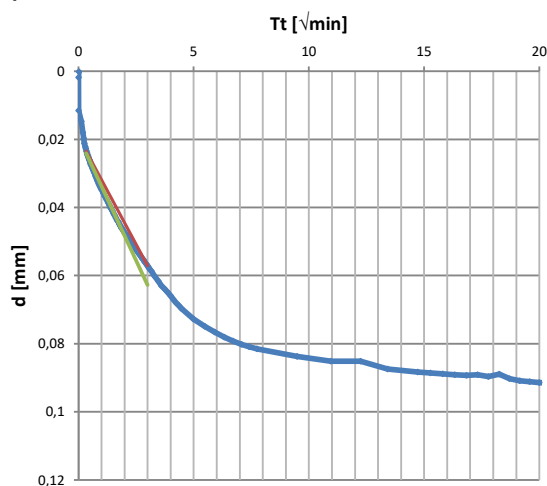
Taylor

Monster- en proefgegevens						
Project	2301311 Gnephoek te Alphen aan den Rijn				Begin	Eind
Monster	MB01	5		Datum	20-07-23	30-07-23
Diepte [m]/ [m NAP]	6,30	-10,94		H [mm]	20,0	19,5
Monsterbeschrijving	VEEN, WEINIG PR-H, BRUIN			γ_n [kN/m ³]*	11,1	11,5
Monstervoorbereiding	directe extrusie			γ_d [kN/m ³]	2,8	2,8
Diameter [mm]	63,5			e_0 [-]	4,6	4,4
Opstelling	systeem5			Wg [%]	297,6	303,2
Toesteldeformatie	gecorrigeerd			ρ_k [Mg/m ³]**	1,57	1,57
Temperatuur in lab [°C]	22			Sr [%]	100%	100%

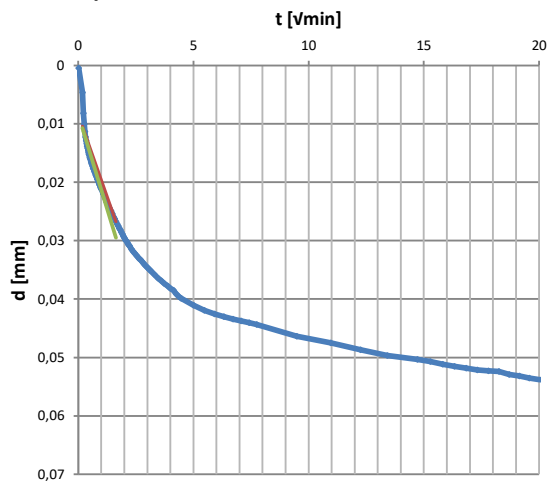
* linear measurement ISO 17892-1 & -2

** geschat o.b.v. correlatie met droog volumegewicht

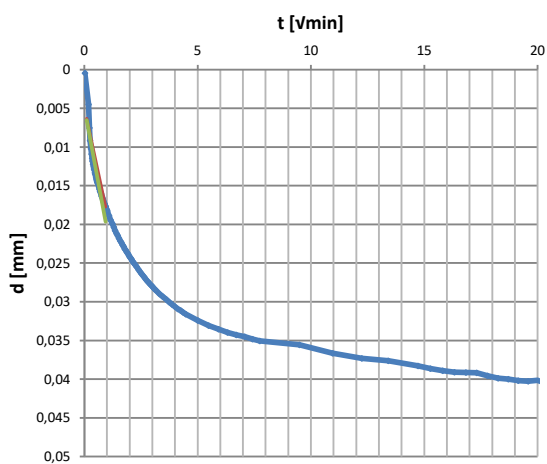
Stap 2



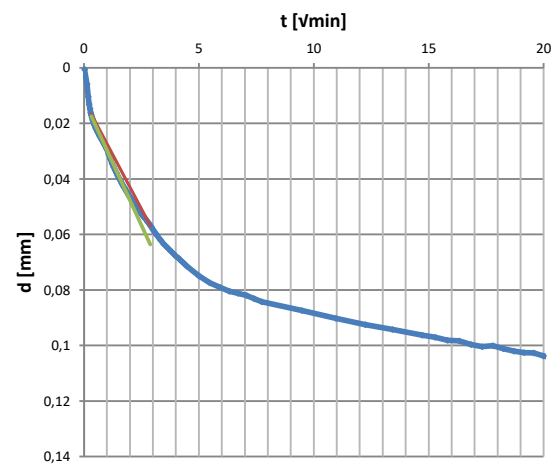
Stap 3



Stap 4



Stap 5



Trap	ΔP kPa	C_v m ² /s	M_v m ² /kN	k m/s	T_{90} s
2	5,0	1,51E-07	1,00E-03	1,49E-09	539
3	6,0	5,00E-07	5,17E-04	2,54E-09	161
4	6,0	1,51E-06	3,79E-04	5,59E-09	53
5	9,0	1,58E-07	6,86E-04	1,06E-09	500



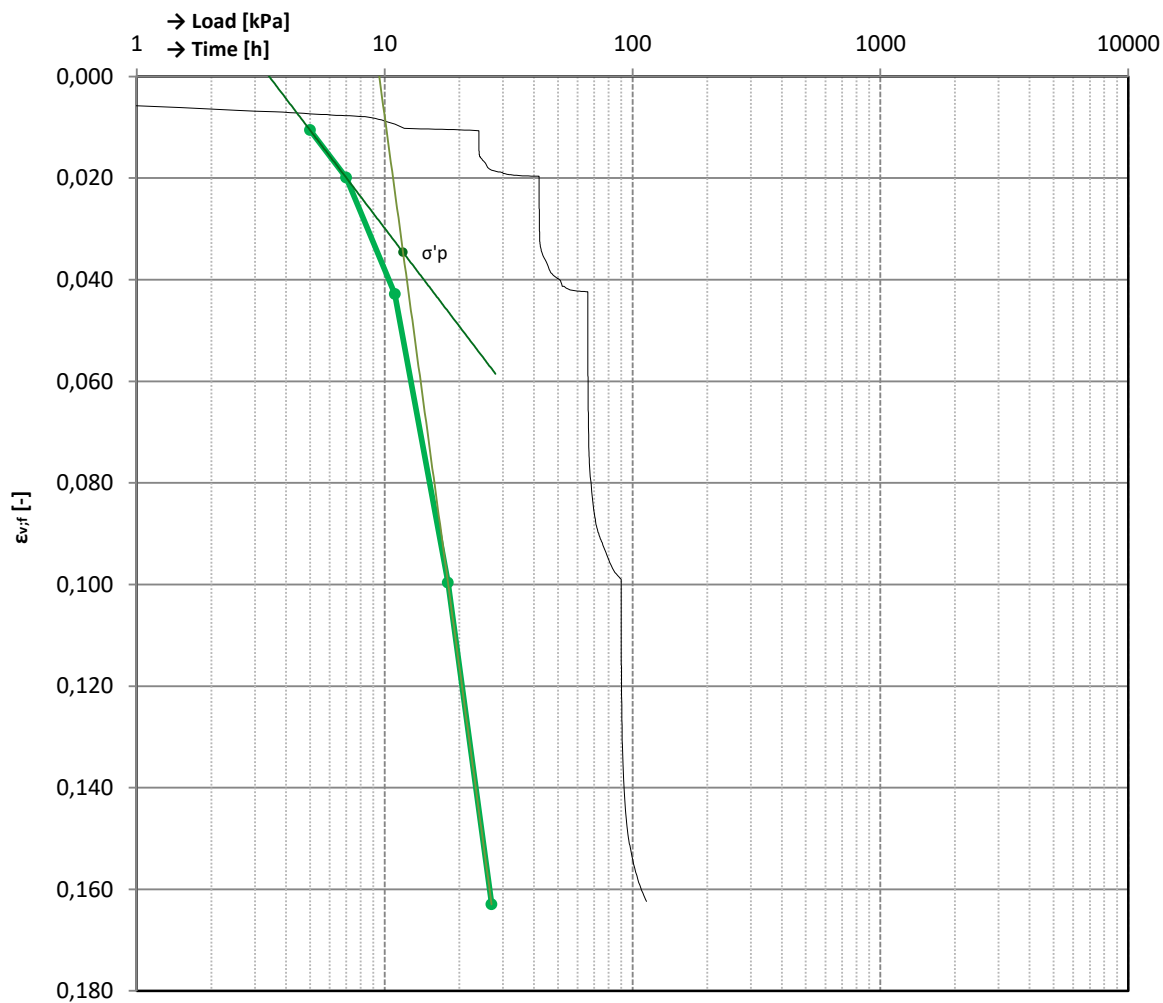
Één-dimensionale samendrukkingsproef ISO 17892-5 en CUR 101

Bjerrum

Monster- en proefgegevens						
Project	2301311 Gnephoek te Alphen aan den Rijn				Begin	Eind
Monster	MB02	2		Datum	30-07-23	4-08-23
Diepte	[m]/ [m NAP]	1,10	-3,20	H [mm]	20,0	16,8
Monsterbeschrijving	ST ORG KLEI, PR-NH / PR-H, D. BRUIN			γ_n [kN/m³]*	10,7	12,8
Monstervoorbereiding	directe extrusie			γ_d [kN/m³]	2,4	2,4
Diameter	[mm]	50,0		e_0 [-]	5,0	4,9
Opstelling	systeem1			Wg [%]	354,6	436,7
Toesteldeformatie	gecorrigeerd			ρ_k [Mg/m³]**	1,44	1,44
Temperatuur in lab [°C]	22			Sr [%]	100%	100%

* linear measurement ISO 17892-1 & -2

** geschat o.b.v. correlatie met droog volumegewicht



Belastingtrappen [kPa]					Resultaten	
1	1,0	5,0	1,51E-02	0,4	RR	6,41E-02
2	5,0	7,0	6,41E-02	0,2	RR _{reload}	-
3	7,0	11,0	1,17E-01	0,2	CR	3,60E-01
4	11,0	18,0	2,66E-01	0,1		
5	18,0	27,0	3,60E-01	0,1	S_c	2,8
					σ'_p [kPa]	11,9
					$\epsilon_{vrf}(\sigma'_p)$	0,035



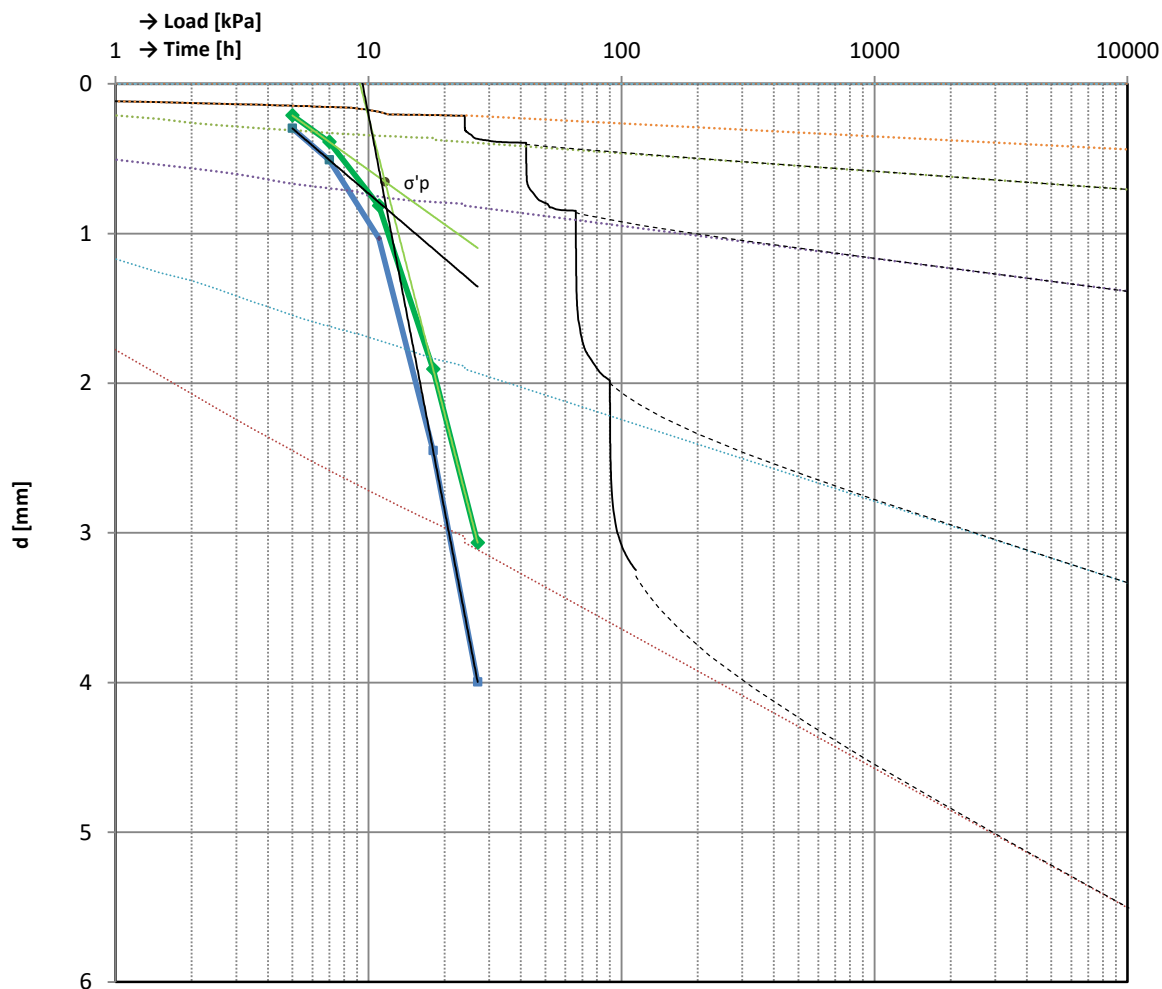
Één-dimensionale samendrukkingsproef ISO 17892-5 en CUR 101

Koppejan

Monster- en proefgegevens						
Project	2301311 Gnephoek te Alphen aan den Rijn				Begin	Eind
Monster	MB02	2		Datum	30-07-23	4-08-23
Diepte	[m]/ [m NAP]	1,10	-3,20	H [mm]	20,0	16,8
Monsterbeschrijving	ST ORG KLEI, PR-NH / PR-H, D. BRUIN			γ_n [kN/m³]*	10,7	12,8
Monstervoorbereiding	directe extrusie			γ_d [kN/m³]	2,4	2,4
Diameter	[mm]	50,0		e_0 [-]	5,0	4,9
Opstelling	systeem1			Wg [%]	354,6	436,7
Toesteldeformatie	gecorrigeerd			ρ_k [Mg/m³]**	1,44	1,44
Temperatuur in lab [°C]	22			Sr [%]	100%	100%

* linear measurement ISO 17892-1 & -2

** geschat o.b.v. correlatie met droog volumegewicht



Belastingtrappen [kPa]	$\Delta e / \Delta \ln P$		$\ln \Delta P / \Delta e$		Resultaten	
1	1,0	5,0	6,56E-03	152,4	C_p	38,1
2	5,0	7,0	2,63E-02	38,1	$C_{p'}$	7,0
3	7,0	11,0	4,72E-02	21,2	C_s	195,8
4	11,0	18,0	1,11E-01	9,0	$C_{s'}$	21,0
5	18,0	27,0	1,43E-01	7,0	C	36,3
					C'	6,5
					$\sigma'_{p'}$ [kPa]	11,6
					$\epsilon_{v,f} (\sigma'_{p'})$	0,033



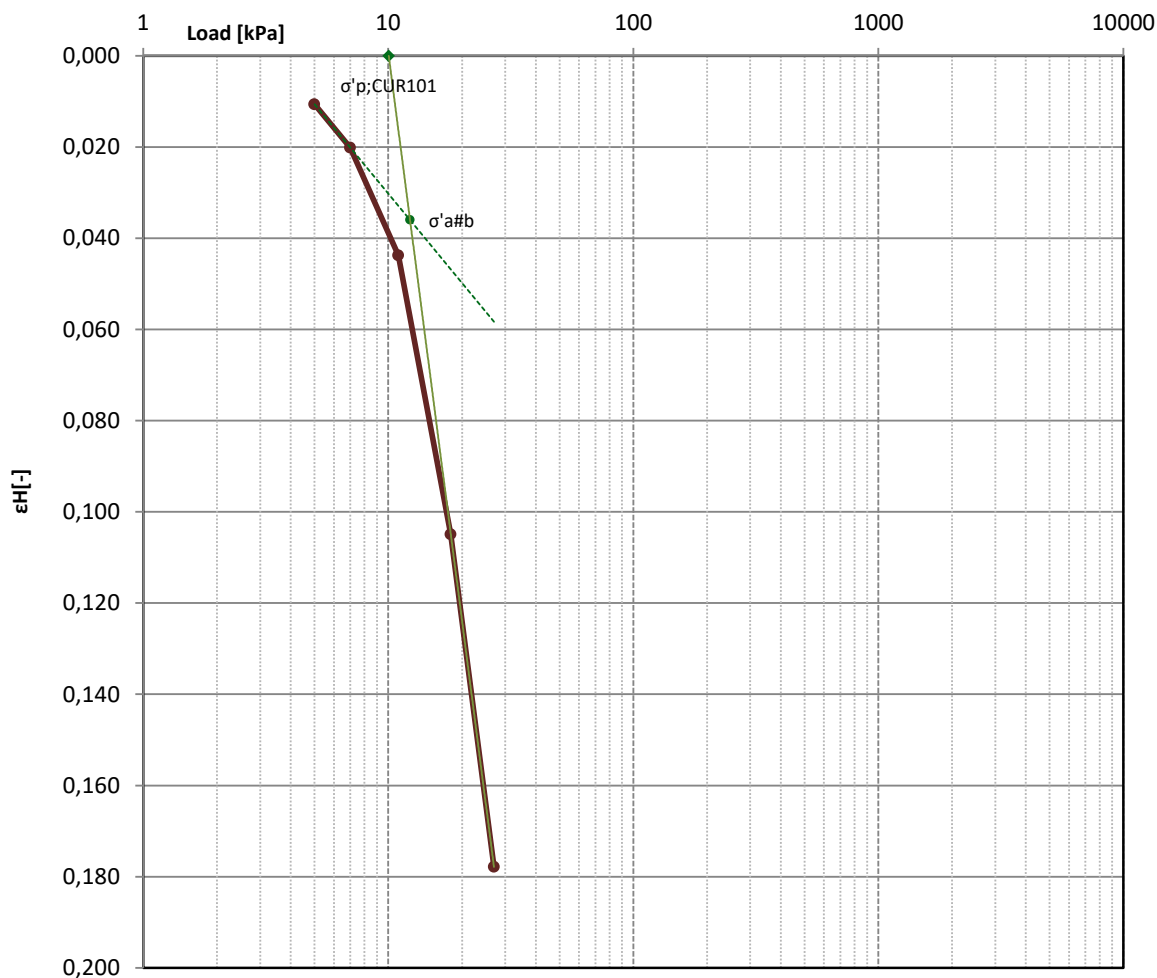
Één-dimensionale samendrukkingsproef ISO 17892-5 en CUR 101

Isotachen

Monster- en proefgegevens						
Project	2301311 Gnephoek te Alphen aan den Rijn			Begin	Eind	
Monster	MB02	2		Datum	30-07-23	4-08-23
Diepte	[m]/ [m NAP]	1,10	-3,20	H [mm]	20,0	16,8
Monsterbeschrijving	ST ORG KLEI, PR-NH / PR-H, D. BRUIN			γ_n [kN/m³]*	10,7	12,8
Monstervoorbereiding	directe extrusie			γ_d [kN/m³]	2,4	2,4
Diameter	[mm]	50,0		e_0 [-]	5,0	4,9
Opstelling	systeem1			Wg [%]	354,6	436,7
Toesteldeformatie	gecorrigeerd			ρ_k [Mg/m³]**	1,44	1,44
Temperatuur in lab [°C]	22			Sr [%]	100%	100%

* linear measurement ISO 17892-1 & -2

** geschat o.b.v. correlatie met droog volumegewicht



Belastingtrappen [kPa]			$\Delta e_H / \Delta \ln p$	$C_{isotachen}$	Resultaten	
1	1,0	5,0	6,60E-03	1,90E-03	A	2,83E-02
2	5,0	7,0	2,83E-02	8,79E-04	A_{reload}	-
3	7,0	11,0	5,23E-02	2,44E-03	B	1,80E-01
4	11,0	18,0	1,24E-01	8,17E-03	C	9,59E-03
5	18,0	27,0	1,80E-01	1,10E-02	$\sigma'_{p;CUR101}$ [kPa]	10,0
					$\epsilon^H(\sigma'_{p;CUR101})$	0
					$\sigma'_{a\#b}$ [kPa]	12,3
					$\epsilon^H(\sigma'_{a\#b})$	0,036



Één-dimensionale samendrukkingsproef ISO 17892-5 en CUR 101

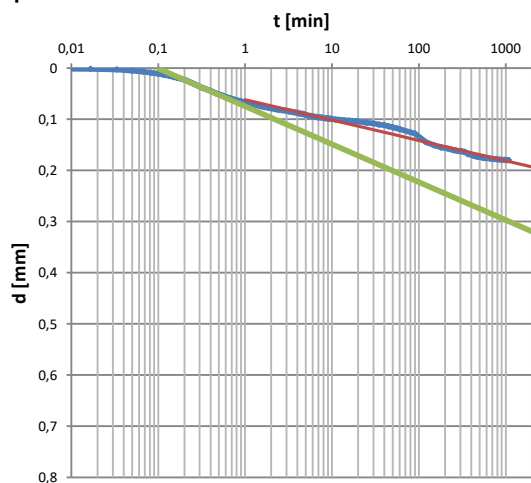
Casagrande

Monster- en proefgegevens						
Project	2301311 Gnephoek te Alphen aan den Rijn			Begin	Eind	
Monster	MB02	2		Datum	30-07-23	4-08-23
Diepte [m]/ [m NAP]	1,10	-3,20		H [mm]	20,0	16,8
Monsterbeschrijving	ST ORG KLEI, PR-NH / PR-H, D. BRUIN			γ_n [kN/m ³]*	10,7	12,8
Monstervoorbereiding	directe extrusie			γ_d [kN/m ³]	2,4	2,4
Diameter [mm]	50,0			e_0 [-]	5,0	4,9
Opstelling	systeem1			Wg [%]	354,6	436,7
Toesteldeformatie	gecorrigeerd			ρ_k [Mg/m ³]**	1,44	1,44
Temperatuur in lab [°C]	22			Sr [%]	100%	100%

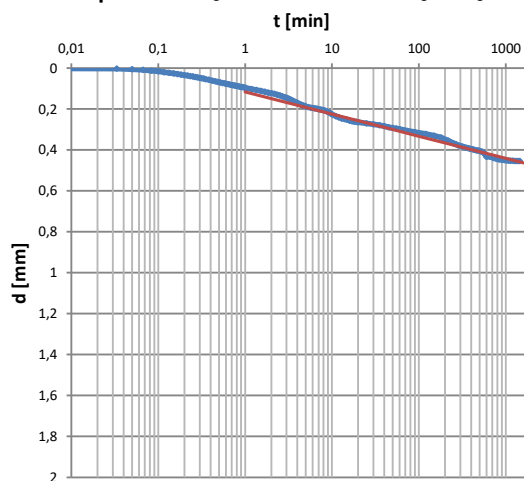
* linear measurement ISO 17892-1 & -2

** geschat o.b.v. correlatie met droog volumegewicht

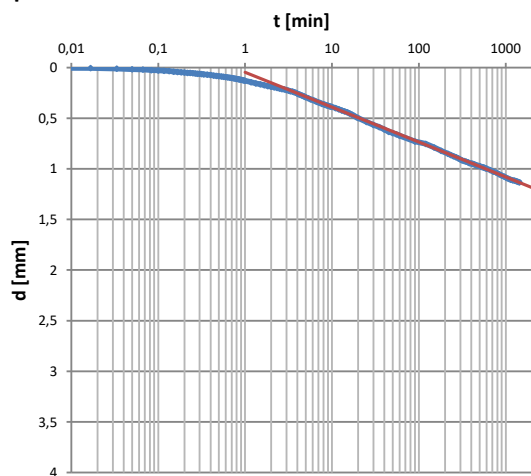
Stap 2



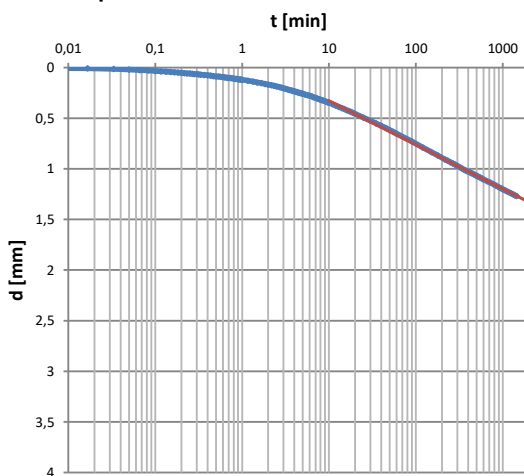
Stap 3



Stap 4



Stap 5



Trap	ΔP kPa	C_v m ² /s	M_v m ² /kN	k m/s	C_α	T_{50} s
2	2,0	1,52E-06	4,78E-03	7,13E-08	2,01E-03	12,5
3	4,0	2,80E-07	5,98E-03	1,64E-08	5,52E-03	66,0
4	7,0	7,59E-08	9,01E-03	6,71E-09	1,80E-02	235,0
5	9,0	8,47E-09	8,40E-03	6,98E-10	2,41E-02	1950,0



Één-dimensionale samendrukkingsproef ISO 17892-5 en CUR 101

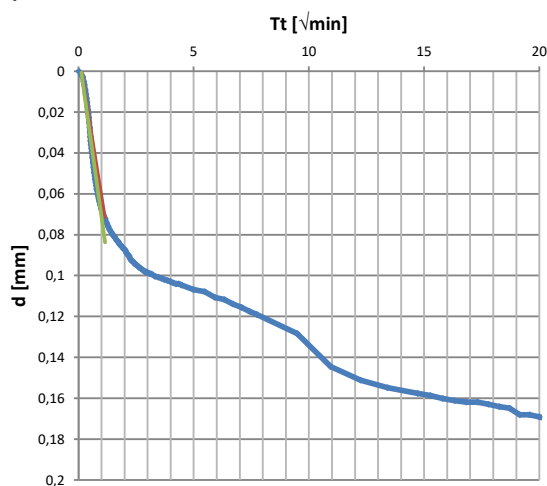
Taylor

Monster- en proefgegevens					
Project	2301311 Gnephoek te Alphen aan den Rijn			Begin	Eind
Monster	MB02	2	Datum	30-07-23	4-08-23
Diepte [m]/ [m NAP]	1,10	-3,20	H [mm]	20,0	16,8
Monsterbeschrijving	ST ORG KLEI, PR-NH / PR-H, D. BRUIN		γ_n [kN/m³]*	10,7	12,8
Monstervoorbereiding	directe extrusie		γ_d [kN/m³]	2,4	2,4
Diameter [mm]	50,0		e_0 [-]	5,0	4,9
Opstelling	systeem1		Wg [%]	354,6	436,7
Toesteldeformatie	gecorrigeerd		ρ_k [Mg/m³]**	1,44	1,44
Temperatuur in lab [°C]	22		Sr [%]	100%	100%

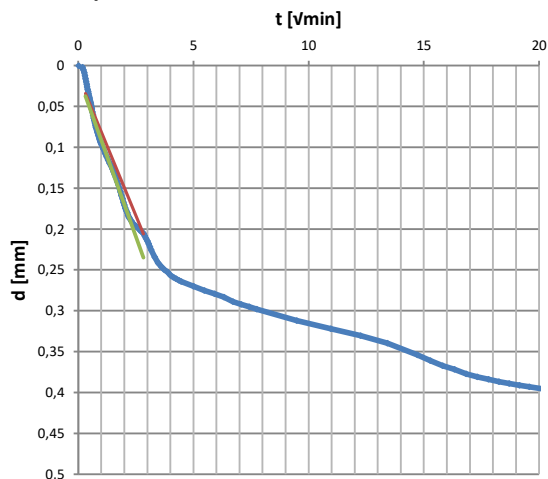
* linear measurement ISO 17892-1 & -2

** geschat o.b.v. correlatie met droog volumegewicht

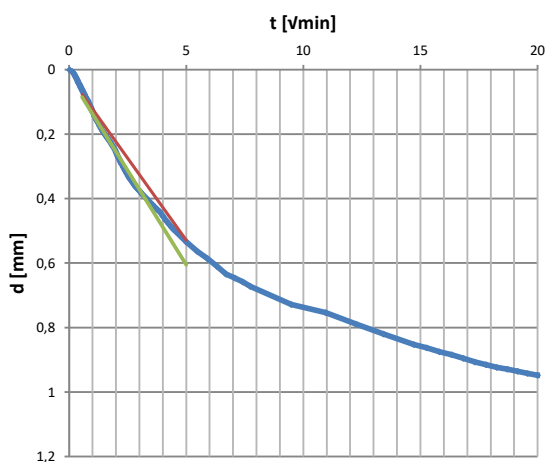
Stap 2



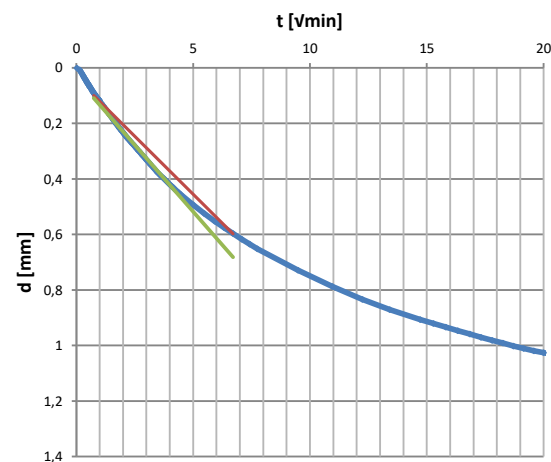
Stap 3



Stap 4



Stap 5



Trap	ΔP kPa	C_v m ² /s	M_v m ² /kN	k m/s	T_{90} s
2	2,0	1,02E-06	4,78E-03	4,79E-08	80
3	4,0	1,65E-07	5,98E-03	9,67E-09	481
4	7,0	5,09E-08	9,01E-03	4,50E-09	1500
5	9,0	2,69E-08	8,40E-03	2,22E-09	2700



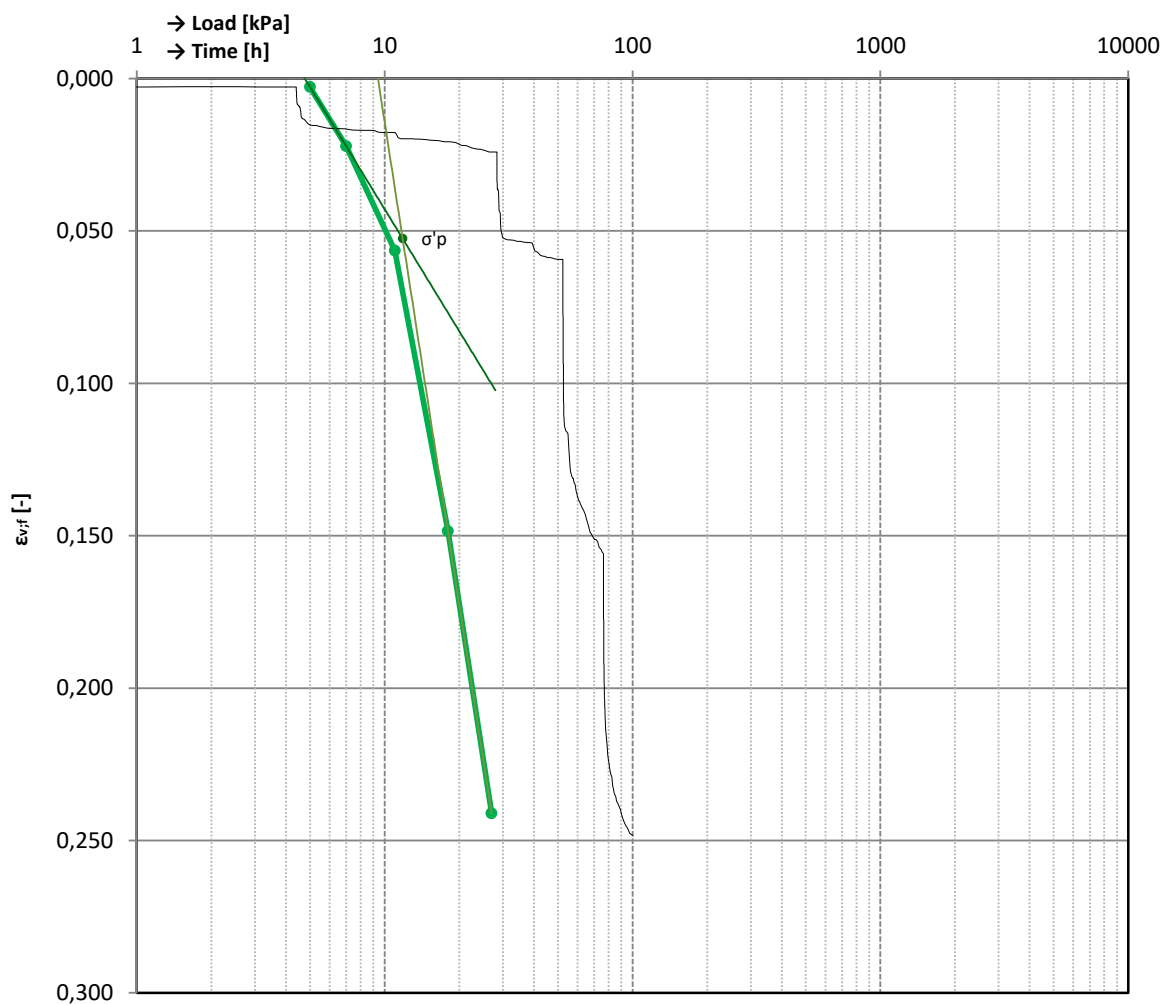
Één-dimensionale samendrukkingsproef ISO 17892-5 en CUR 101

Bjerrum

Monster- en proefgegevens						
Project	2301311 Gnephoek te Alphen aan den Rijn				Begin	Eind
Monster	MB02	3		Datum	30-07-23	3-08-23
Diepte [m]/ [m NAP]	2,50	-4,60		H [mm]	20,0	15,0
Monsterbeschrijving	VEEN, veel pr-nh, bruin			γ_n [kN/m³]*	9,4	11,5
Monstervoorbereiding	directe extrusie			γ_d [kN/m³]	1,0	1,6
Diameter [mm]	50,0			e_0 [-]	8,7	4,8
Opstelling	systeem2			Wg [%]	854,4	597,0
Toesteldeformatie	gecorrigeerd			ρ_k [Mg/m³]**	0,97	0,97
Temperatuur in lab [°C]	22			Sr [%]	100%	100%

* linear measurement ISO 17892-1 & -2

** geschat o.b.v. correlatie met droog volumegewicht



Belastingtrappen [kPa]		$\Delta e / \Delta \log P$		E_{oed} [Mpa]	Resultaten	
1	1,0	5,0	4,04E-03	1,4	RR	1,33E-01
2	5,0	7,0	1,33E-01	0,1	RR _{reload}	-
3	7,0	11,0	1,74E-01	0,1	CR	5,26E-01
4	11,0	18,0	4,30E-01	0,1		
5	18,0	27,0	5,26E-01	0,1	S_c	1,9
					σ'_p [kPa]	11,8
					$\epsilon_{vrf}(\sigma'_p)$	0,053



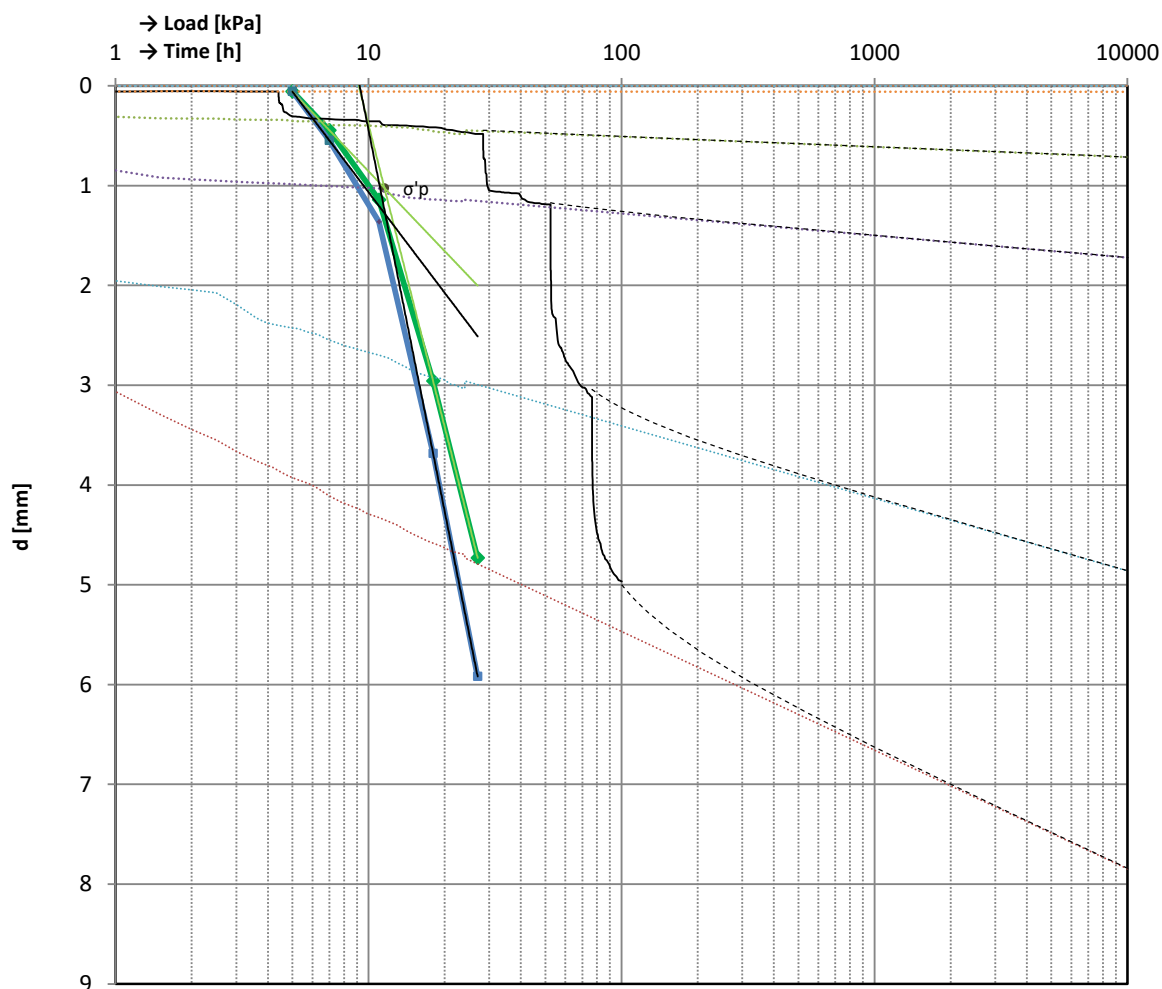
Één-dimensionale samendrukkingsproef ISO 17892-5 en CUR 101

Koppejan

Monster- en proefgegevens						
Project	2301311 Gnephoek te Alphen aan den Rijn			Begin	Eind	
Monster	MB02	3		Datum	30-07-23	3-08-23
Diepte [m]/ [m NAP]	2,50	-4,60		H [mm]	20,0	15,0
Monsterbeschrijving	VEEN, veel pr-nh, bruin			γ_n [kN/m ³]*	9,4	11,5
Monstervoorbereiding	directe extrusie			γ_d [kN/m ³]	1,0	1,6
Diameter [mm]	50,0			e_0 [-]	8,7	4,8
Opstelling	systeem2			Wg [%]	854,4	597,0
Toesteldeformatie	gecorrigeerd			ρ_k [Mg/m ³]**	0,97	0,97
Temperatuur in lab [°C]	22			Sr [%]	100%	100%

* linear measurement ISO 17892-1 & -2

** geschat o.b.v. correlatie met droog volumegewicht



Belastingtrappen [kPa]	$\Delta e / \Delta \ln P$		$\ln \Delta P / \Delta e$		Resultaten	
1	1,0	5,0	1,76E-03	569,5	Cp	17,3
2	5,0	7,0	5,77E-02	17,3	Cp'	4,6
3	7,0	11,0	7,70E-02	13,0	Cs	66,6
4	11,0	18,0	1,85E-01	5,4	Cs'	17,5
5	18,0	27,0	2,19E-01	4,6	C	16,3
					C'	4,3
					σ'_p [kPa]	11,6
					$\epsilon_{vf}(\sigma'_p)$	0,051



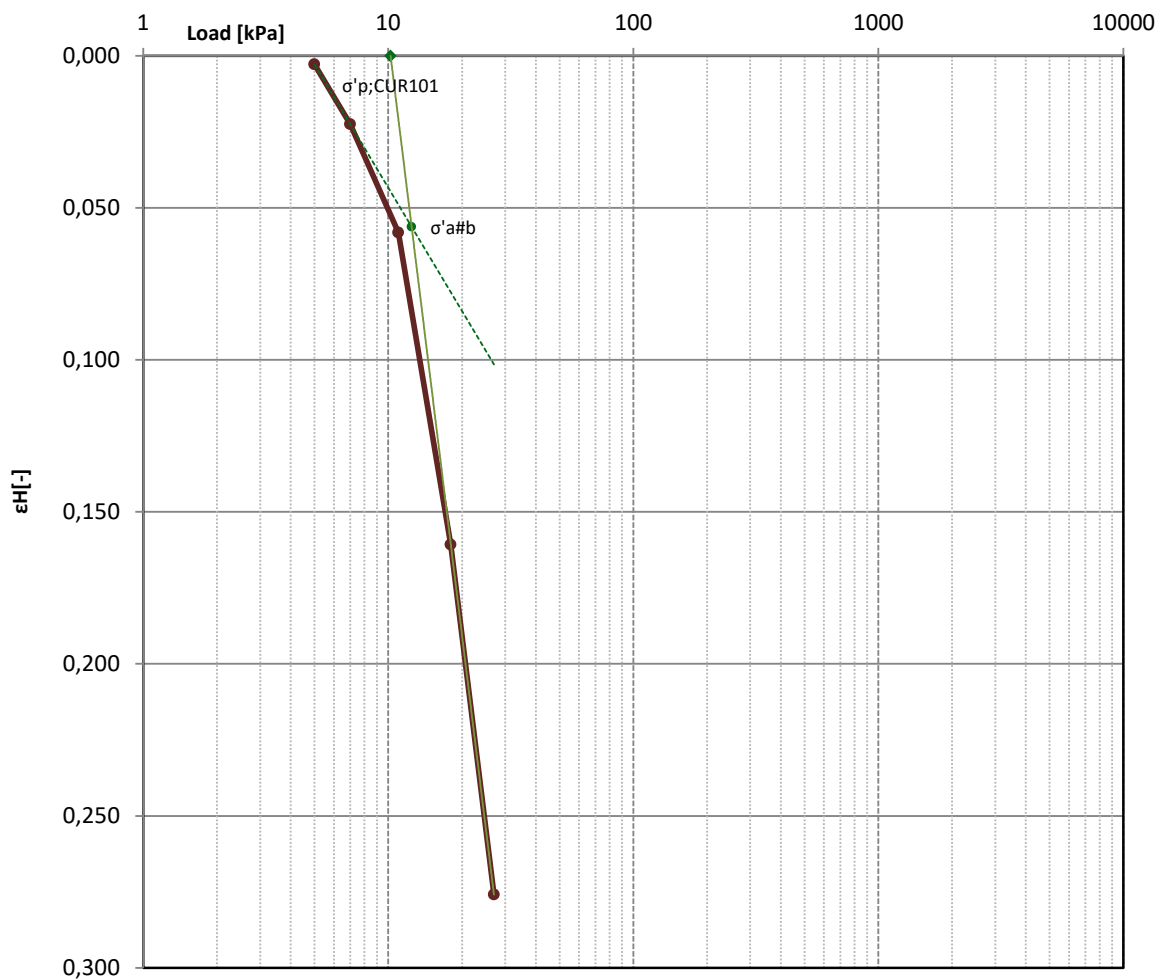
Één-dimensionale samendrukkingsproef ISO 17892-5 en CUR 101

Isotachen

Monster- en proefgegevens						
Project	2301311 Gnephoeke te Alphen aan den Rijn				Begin	Eind
Monster	MB02	3		Datum	30-07-23	3-08-23
Diepte [m]/ [m NAP]	2,50	-4,60		H [mm]	20,0	15,0
Monsterbeschrijving	VEEN, veel pr-nh, bruin			γ_n [kN/m³]*	9,4	11,5
Monstervoorbereiding	directe extrusie			γ_d [kN/m³]	1,0	1,6
Diameter [mm]	50,0			e_0 [-]	8,7	4,8
Opstelling	systeem2			Wg [%]	854,4	597,0
Toesteldeformatie	gecorrigeerd			ρ_k [Mg/m³]**	0,97	0,97
Temperatuur in lab [°C]	22			Sr [%]	100%	100%

* linear measurement ISO 17892-1 & -2

** geschat o.b.v. correlatie met droog volumegewicht



Belastingtrappen [kPa]			$\Delta e_H / \Delta \ln p$	$C_{isotachen}$	Resultaten	
1	1,0	5,0	1,76E-03	2,58E-05	A	5,85E-02
2	5,0	7,0	5,85E-02	2,25E-03	A_{reload}	-
3	7,0	11,0	7,88E-02	3,26E-03	B	2,84E-01
4	11,0	18,0	2,08E-01	1,33E-02	C	1,52E-02
5	18,0	27,0	2,84E-01	1,71E-02	$\sigma'_{p;CUR101}$ [kPa]	10,2
					$\epsilon^H(\sigma'_{p;CUR101})$	0
					$\sigma'_{a\#b}$ [kPa]	12,5
					$\epsilon^H(\sigma'_{a\#b})$	0,056



Één-dimensionale samendrukkingsproef ISO 17892-5 en CUR 101

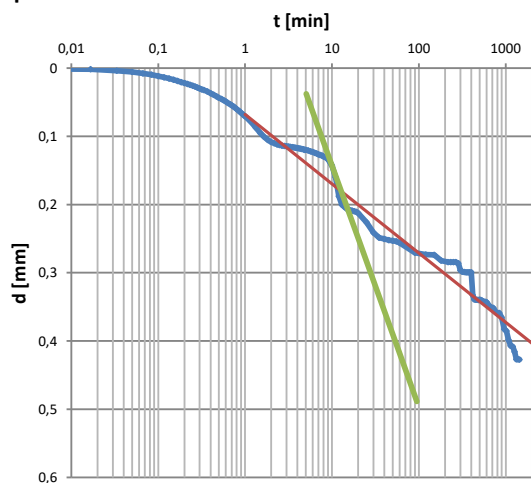
Casagrande

Monster- en proefgegevens						
Project	2301311 Gnephoek te Alphen aan den Rijn				Begin	Eind
Monster	MB02	3		Datum	30-07-23	3-08-23
Diepte	[m]/ [m NAP]	2,50	-4,60	H [mm]	20,0	15,0
Monsterbeschrijving	VEEN, veel pr-nh, bruin			γ_n [kN/m³]*	9,4	11,5
Monstervoorbereiding	directe extrusie			γ_d [kN/m³]	1,0	1,6
Diameter	[mm]	50,0		e_0 [-]	8,7	4,8
Opstelling	systeem2			Wg [%]	854,4	597,0
Toesteldeformatie	gecorrigeerd			ρ_k [Mg/m³]**	0,97	0,97
Temperatuur in lab [°C]	22			Sr [%]	100%	100%

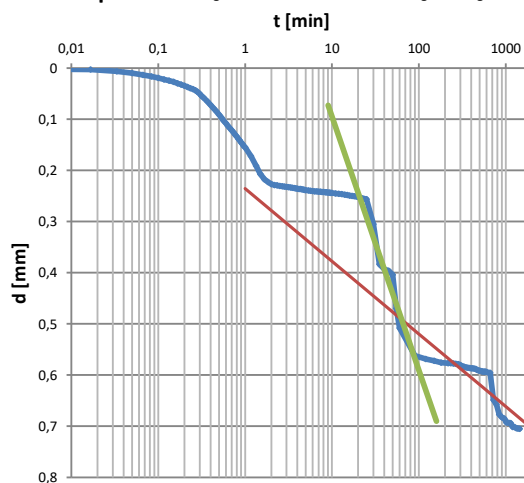
* linear measurement ISO 17892-1 & -2

** geschat o.b.v. correlatie met droog volumegewicht

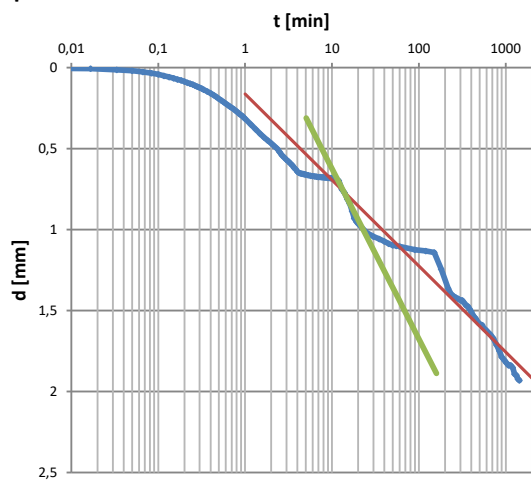
Stap 2



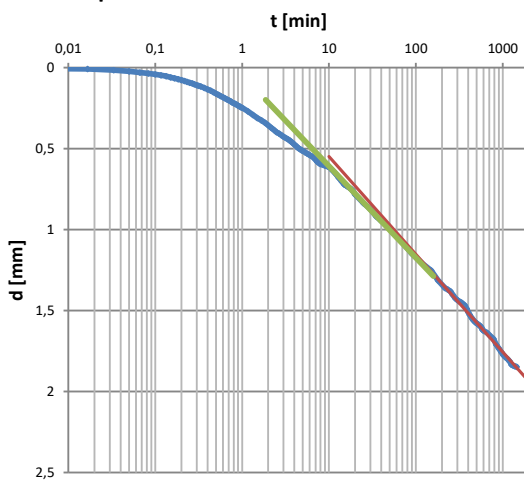
Stap 3



Stap 4



Stap 5



Trap	ΔP kPa	C_v m ² /s	M_v m ² /kN	k m/s	C_α	T_{50} s
2	2,0	2,22E-07	9,94E-03	2,17E-08	5,09E-03	85,0
3	4,0	2,46E-08	9,08E-03	2,19E-09	7,28E-03	750,0
4	7,0	2,05E-07	1,55E-02	3,12E-08	2,82E-02	85,0
5	9,0	1,57E-08	1,37E-02	2,11E-09	3,58E-02	990,0



Één-dimensionale samendrukkingsproef ISO 17892-5 en CUR 101

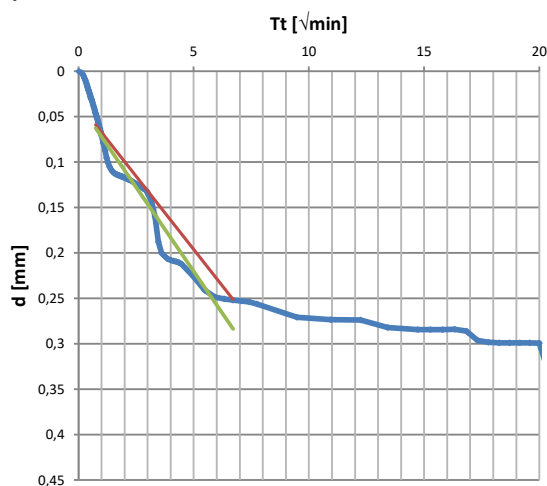
Taylor

Monster- en proefgegevens						
Project	2301311 Gnephoek te Alphen aan den Rijn				Begin	Eind
Monster	MB02	3		Datum	30-07-23	3-08-23
Diepte [m]/ [m NAP]	2,50	-4,60		H [mm]	20,0	15,0
Monsterbeschrijving	VEEN, veel pr-nh, bruin			γ_n [kN/m³]*	9,4	11,5
Monstervoorbereiding	directe extrusie			γ_d [kN/m³]	1,0	1,6
Diameter [mm]	50,0			e_0 [-]	8,7	4,8
Opstelling	systeem2			Wg [%]	854,4	597,0
Toesteldeformatie	gecorrigeerd			ρ_k [Mg/m³]**	0,97	0,97
Temperatuur in lab [°C]	22			Sr [%]	100%	100%

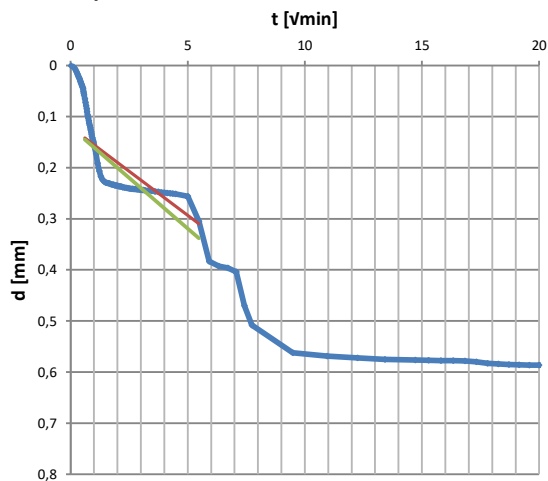
* linear measurement ISO 17892-1 & -2

** geschat o.b.v. correlatie met droog volumegewicht

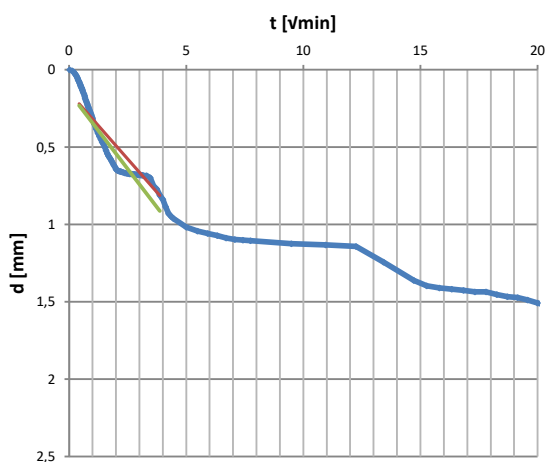
Stap 2



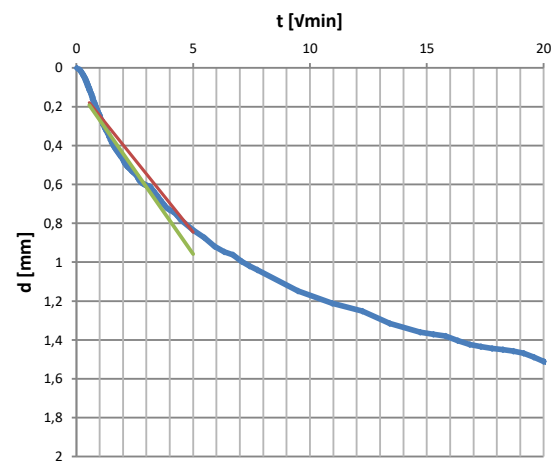
Stap 3



Stap 4



Stap 5



Trap	ΔP kPa	C_v m ² /s	M_v m ² /kN	k m/s	T_{90} s
2	2,0	2,99E-08	9,94E-03	2,92E-09	2700
3	4,0	4,43E-08	9,08E-03	3,94E-09	1800
4	7,0	8,22E-08	1,55E-02	1,25E-08	900
5	9,0	4,61E-08	1,37E-02	6,19E-09	1500



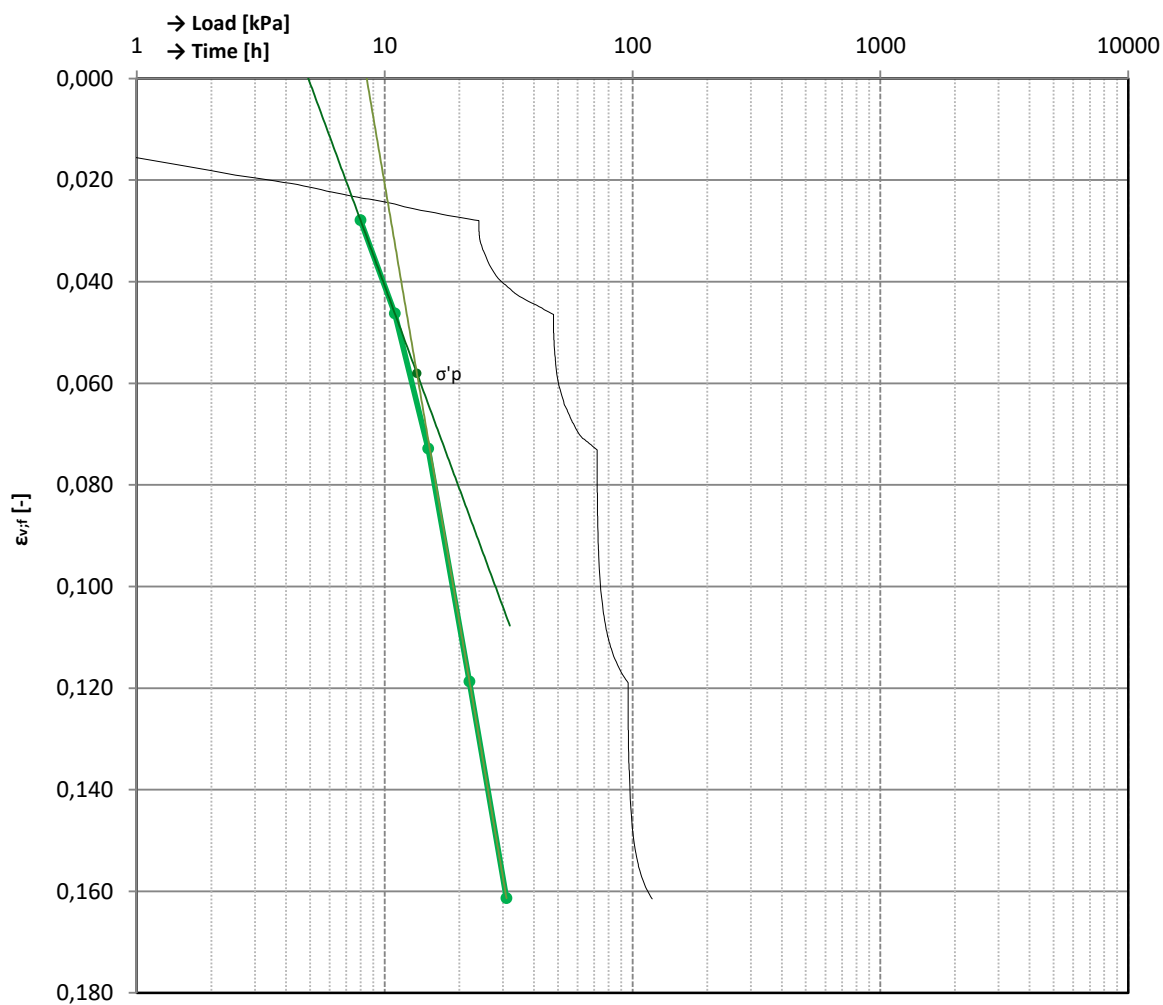
Één-dimensionale samendrukkingsproef ISO 17892-5 en CUR 101

Bjerrum

Monster- en proefgegevens						
Project	2301311 Gnephoek te Alphen aan den Rijn			Begin	Eind	
Monster	MB02	4		Datum	30-07-23	4-08-23
Diepte [m]/ [m NAP]	3,60	-5,70		H [mm]	20,0	16,8
Monsterbeschrijving	KLEI, SLAP, ZW ORG, PR-NH, GRIJS			γ_n [kN/m ³]*	13,0	14,4
Monstervoorbereiding	directe extrusie			γ_d [kN/m ³]	6,7	7,2
Diameter [mm]	50,0			e_0 [-]	2,4	2,2
Opstelling	systeem3			Wg [%]	93,8	100,4
Toesteldeformatie	gecorrigeerd			ρ_k [Mg/m ³]**	2,32	2,32
Temperatuur in lab [°C]	22			Sr [%]	100%	100%

* linear measurement ISO 17892-1 & -2

** geschat o.b.v. correlatie met droog volumegewicht



Belastingtrappen [kPa]					Resultaten	
1	1,0	8,0	3,10E-02	0,3	RR	1,32E-01
2	8,0	11,0	1,32E-01	0,2	RR _{reload}	-
3	11,0	15,0	1,98E-01	0,2	CR	2,86E-01
4	15,0	22,0	2,76E-01	0,2		
5	22,0	31,0	2,86E-01	0,2		
					S_c	3,5
					σ'_p [kPa]	13,5
					$\epsilon_{vrf}(\sigma'_p)$	0,058



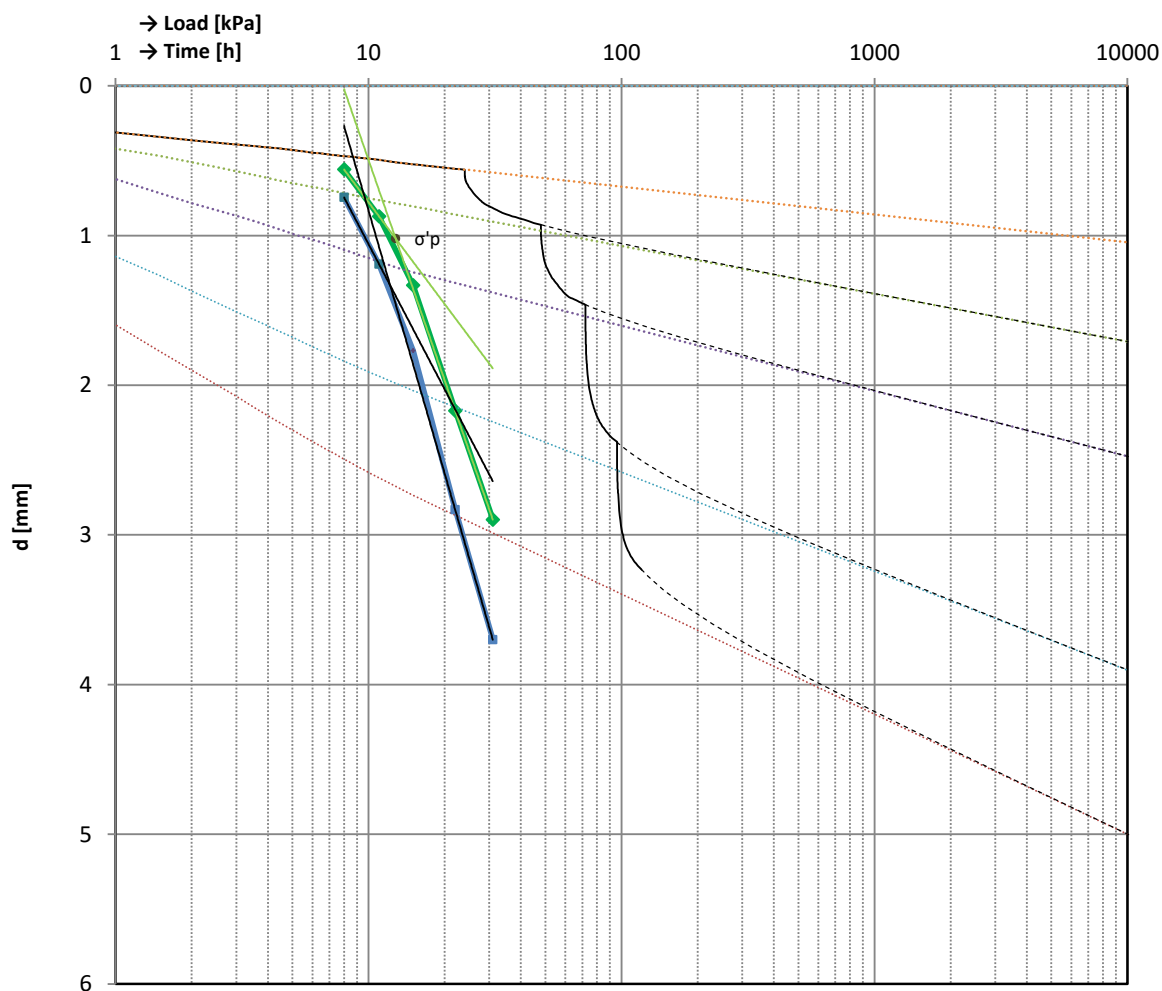
Één-dimensionale samendrukkingsproef ISO 17892-5 en CUR 101

Koppejan

Monster- en proefgegevens						
Project	2301311 Gnephoek te Alphen aan den Rijn				Begin	Eind
Monster	MB02	4		Datum	30-07-23	4-08-23
Diepte	[m]/ [m NAP]	3,60	-5,70	H [mm]	20,0	16,8
Monsterbeschrijving	KLEI, SLAP, ZW ORG, PR-NH, GRIJS			γ_n [kN/m³]*	13,0	14,4
Monstervoorbereiding	directe extrusie			γ_d [kN/m³]	6,7	7,2
Diameter	[mm]	50,0		e_0 [-]	2,4	2,2
Opstelling	systeem3			Wg [%]	93,8	100,4
Toesteldeformatie	gecorrigeerd			ρ_k [Mg/m³]**	2,32	2,32
Temperatuur in lab [°C]	22			Sr [%]	100%	100%

* linear measurement ISO 17892-1 & -2

** geschat o.b.v. correlatie met droog volumegewicht



Belastingtrappen [kPa]					Resultaten	
1	1,0	8,0	1,34E-02	74,4	Cp	20,4
2	8,0	11,0	4,91E-02	20,4	Cp'	9,4
3	11,0	15,0	7,44E-02	13,4	Cs	47,7
4	15,0	22,0	1,09E-01	9,1	Cs'	48,8
5	22,0	31,0	1,06E-01	9,4	C	18,4
					C'	9,0
					σ'_p [kPa]	12,8
					$\epsilon_{vf}(\sigma'_p)$	0,051



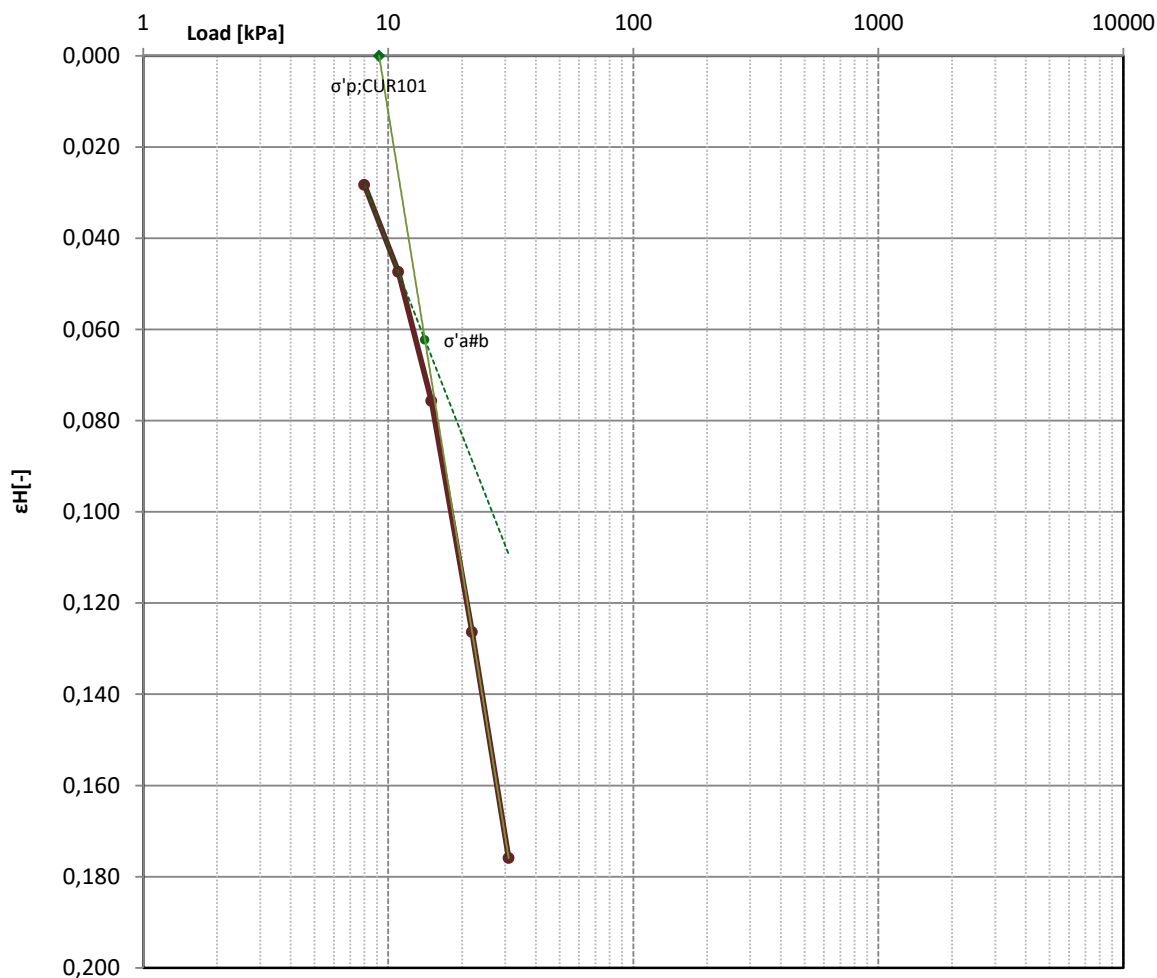
Één-dimensionale samendrukkingsproef ISO 17892-5 en CUR 101

Isotachen

Monster- en proefgegevens						
Project	2301311 Gnephoek te Alphen aan den Rijn				Begin	Eind
Monster	MB02	4		Datum	30-07-23	4-08-23
Diepte	[m]/ [m NAP]	3,60	-5,70	H [mm]	20,0	16,8
Monsterbeschrijving	KLEI, SLAP, ZW ORG, PR-NH, GRIJS			γ_n [kN/m³]*	13,0	14,4
Monstervoorbereiding	directe extrusie			γ_d [kN/m³]	6,7	7,2
Diameter	[mm]	50,0		e_0 [-]	2,4	2,2
Opstelling	systeem3			Wg [%]	93,8	100,4
Toesteldeformatie	gecorrigeerd			ρ_k [Mg/m³]**	2,32	2,32
Temperatuur in lab [°C]	22			Sr [%]	100%	100%

* linear measurement ISO 17892-1 & -2

** geschat o.b.v. correlatie met droog volumegewicht



Belastingtrappen [kPa]					Resultaten	
1	1,0	8,0	1,36E-02	4,13E-03	A	5,98E-02
2	8,0	11,0	5,98E-02	4,72E-03	A _{reload}	-
3	11,0	15,0	9,12E-02	5,23E-03	B	1,45E-01
4	15,0	22,0	1,32E-01	8,57E-03	C	8,47E-03
5	22,0	31,0	1,45E-01	8,38E-03	$\sigma'_{p;CUR101}$ [kPa]	9,2
					$\epsilon^H(\sigma'_{p;CUR101})$	0
					$\sigma'_{a\#b}$ [kPa]	14,1
					$\epsilon^H(\sigma'_{a\#b})$	0,062



Één-dimensionale samendrukkingsproef ISO 17892-5 en CUR 101

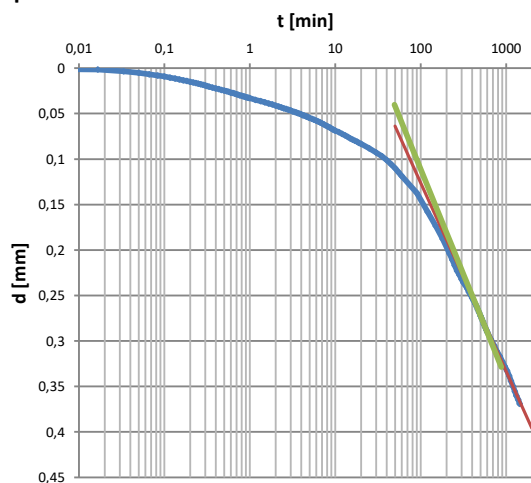
Casagrande

Monster- en proefgegevens						
Project	2301311 Gnephoek te Alphen aan den Rijn			Begin	Eind	
Monster	MB02	4		Datum	30-07-23	4-08-23
Diepte [m]/ [m NAP]	3,60	-5,70		H [mm]	20,0	16,8
Monsterbeschrijving	KLEI, SLAP, ZW ORG, PR-NH, GRIJS			γ_n [kN/m ³]*	13,0	14,4
Monstervoorbereiding	directe extrusie			γ_d [kN/m ³]	6,7	7,2
Diameter [mm]	50,0			e_0 [-]	2,4	2,2
Opstelling	systeem3			Wg [%]	93,8	100,4
Toesteldeformatie	gecorrigeerd			ρ_k [Mg/m ³]**	2,32	2,32
Temperatuur in lab [°C]	22			Sr [%]	100%	100%

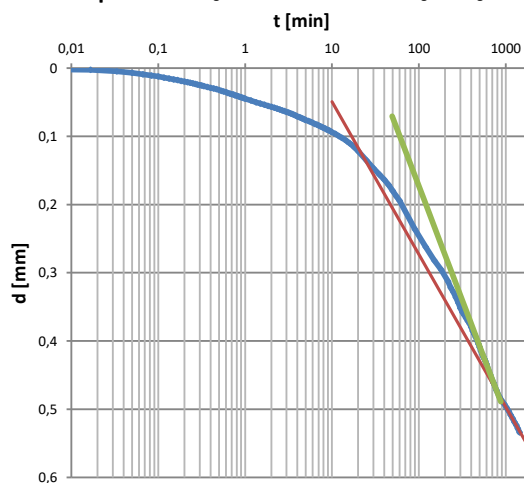
* linear measurement ISO 17892-1 & -2

** geschat o.b.v. correlatie met droog volumegewicht

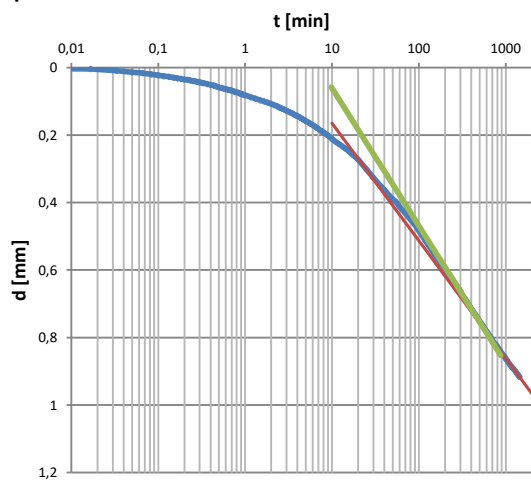
Stap 2



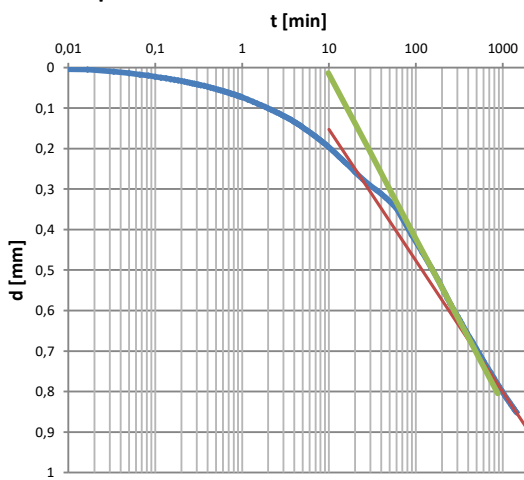
Stap 3



Stap 4



Stap 5



Trap	ΔP kPa	C_v m ² /s	M_v m ² /kN	k m/s	C_α	T_{50} s
2	3,0	4,18E-09	6,40E-03	2,63E-10	1,07E-02	4500,0
3	4,0	2,79E-09	7,18E-03	1,96E-10	1,17E-02	6300,0
4	7,0	5,83E-09	7,43E-03	4,25E-10	1,88E-02	2850,0
5	9,0	4,57E-09	5,65E-03	2,53E-10	1,84E-02	3450,0



Één-dimensionale samendrukkingsproef ISO 17892-5 en CUR 101

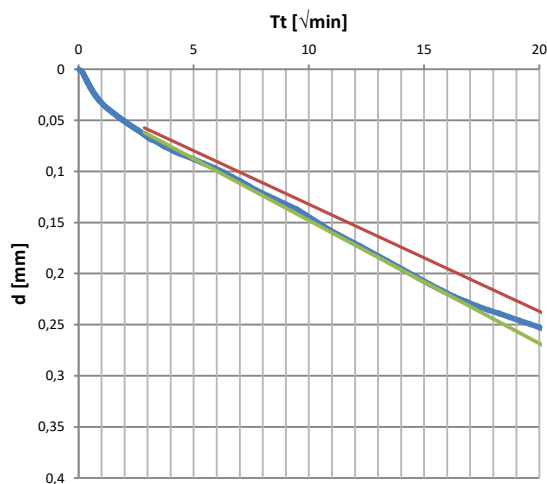
Taylor

Monster- en proefgegevens						
Project	2301311 Gnephoek te Alphen aan den Rijn				Begin	Eind
Monster	MB02	4		Datum	30-07-23	4-08-23
Diepte	[m]/ [m NAP]	3,60	-5,70	H [mm]	20,0	16,8
Monsterbeschrijving	KLEI, SLAP, ZW ORG, PR-NH, GRIJS			γ_n [kN/m³]*	13,0	14,4
Monstervoorbereiding	directe extrusie			γ_d [kN/m³]	6,7	7,2
Diameter	[mm]	50,0		e_0 [-]	2,4	2,2
Opstelling	systeem3			Wg [%]	93,8	100,4
Toesteldeformatie	gecorrigeerd			ρ_k [Mg/m³]**	2,32	2,32
Temperatuur in lab [°C]	22			Sr [%]	100%	100%

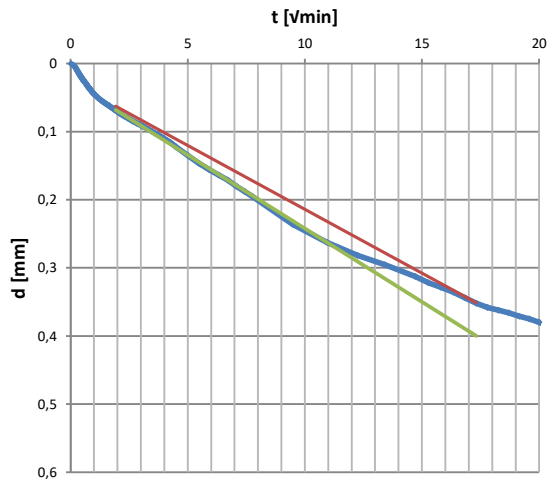
* linear measurement ISO 17892-1 & -2

** geschat o.b.v. correlatie met droog volumegewicht

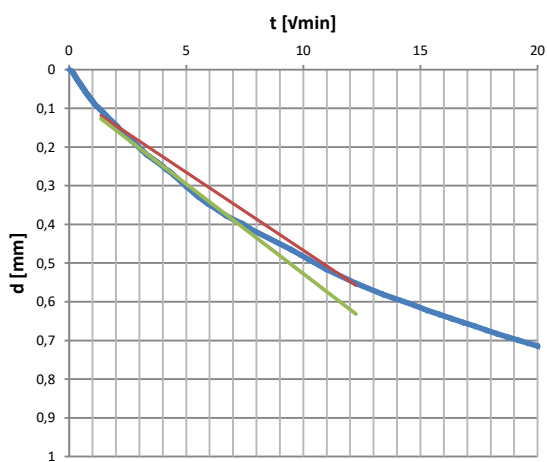
Stap 2



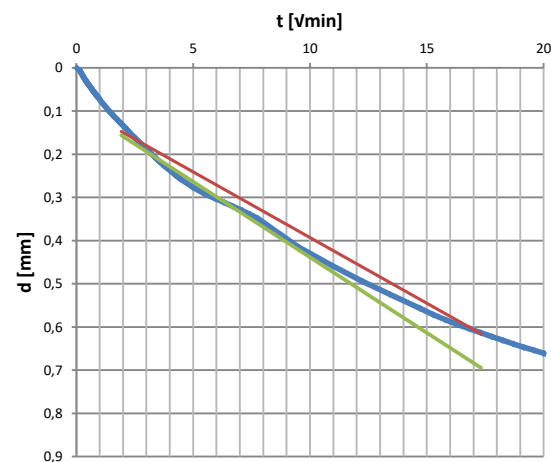
Stap 3



Stap 4



Stap 5



Trap	ΔP kPa	C_v m ² /s	M_v m ² /kN	k m/s	T_{90} s
2	3,0	2,06E-09	6,40E-03	1,30E-10	39600
3	4,0	4,21E-09	7,18E-03	2,96E-10	18000
4	7,0	7,99E-09	7,43E-03	5,83E-10	9000
5	9,0	3,76E-09	5,65E-03	2,08E-10	18000



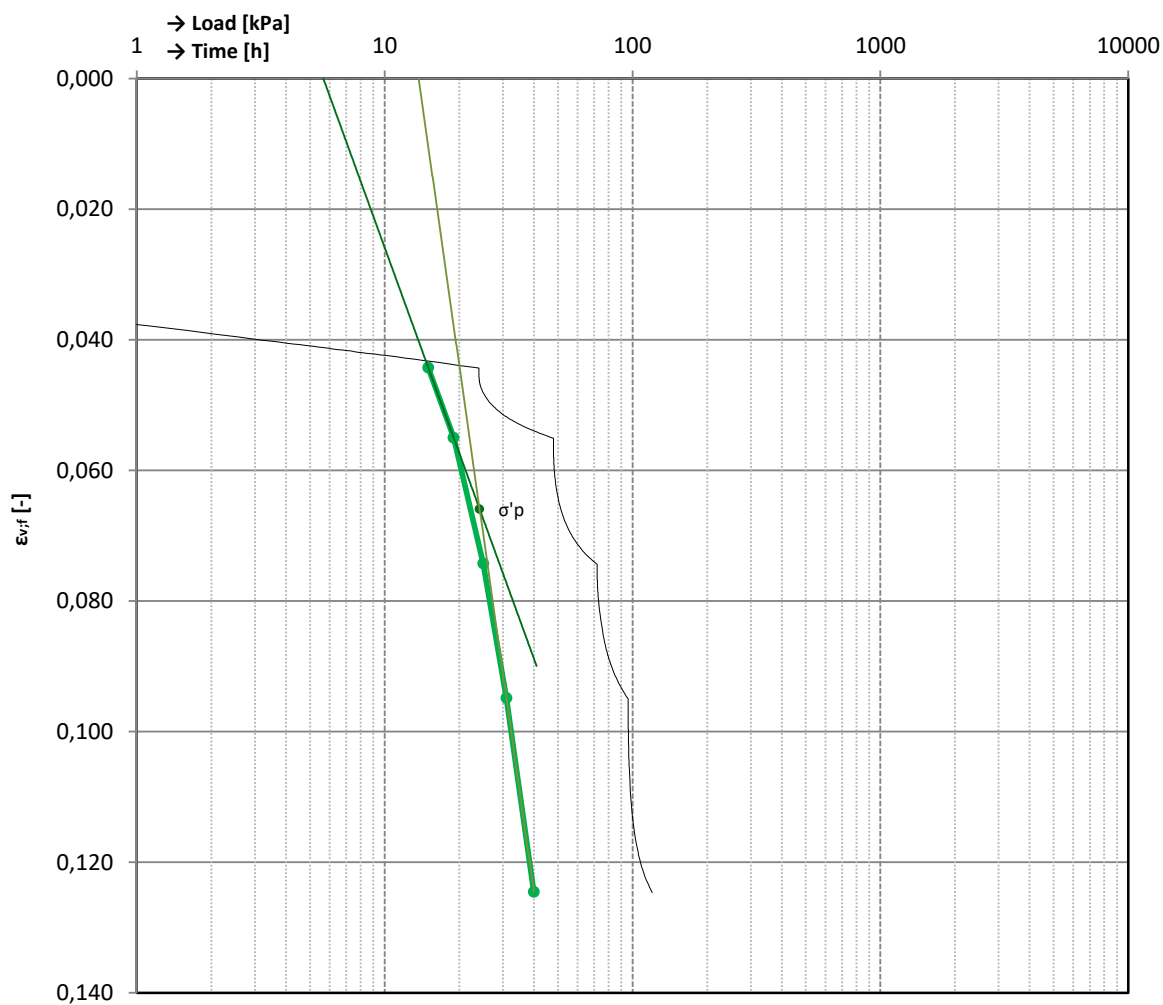
Één-dimensionale samendrukkingsproef ISO 17892-5 en CUR 101

Bjerrum

Monster- en proefgegevens						
Project	2301311 Gnephoek te Alphen aan den Rijn				Begin	Eind
Monster	MB02	6		Datum	30-07-23	4-08-23
Diepte	[m]/ [m NAP]	5,40	-7,50	H [mm]	20,0	17,5
Monsterbeschrijving	KLEI, ZW ZAND, ZW ORG, WEINIG PR-NH, GRIJS			γ_n [kN/m³]*	15,0	16,5
Monstervoorbereiding	directe extrusie			γ_d [kN/m³]	9,0	9,4
Diameter	[mm]	50,0		e_0 [-]	1,8	1,6
Opstelling	systeem4			Wg [%]	67,0	75,3
Toesteldeformatie	gecorrigeerd			ρ_k [Mg/m³]**	2,51	2,51
Temperatuur in lab [°C]	22			Sr [%]	100%	100%

* linear measurement ISO 17892-1 & -2

** geschat o.b.v. correlatie met droog volumegewicht



Belastingtrappen [kPa]					Resultaten	
1	1,0	15,0	3,76E-02	0,3	RR	1,05E-01
2	15,0	19,0	1,05E-01	0,4	RR _{reload}	-
3	19,0	25,0	1,62E-01	0,3	CR	2,68E-01
4	25,0	31,0	2,21E-01	0,3		
5	31,0	40,0	2,68E-01	0,3	S_c	3,7
					σ'_p [kPa]	24,2
					$\epsilon_{vrf}(\sigma'_p)$	0,066



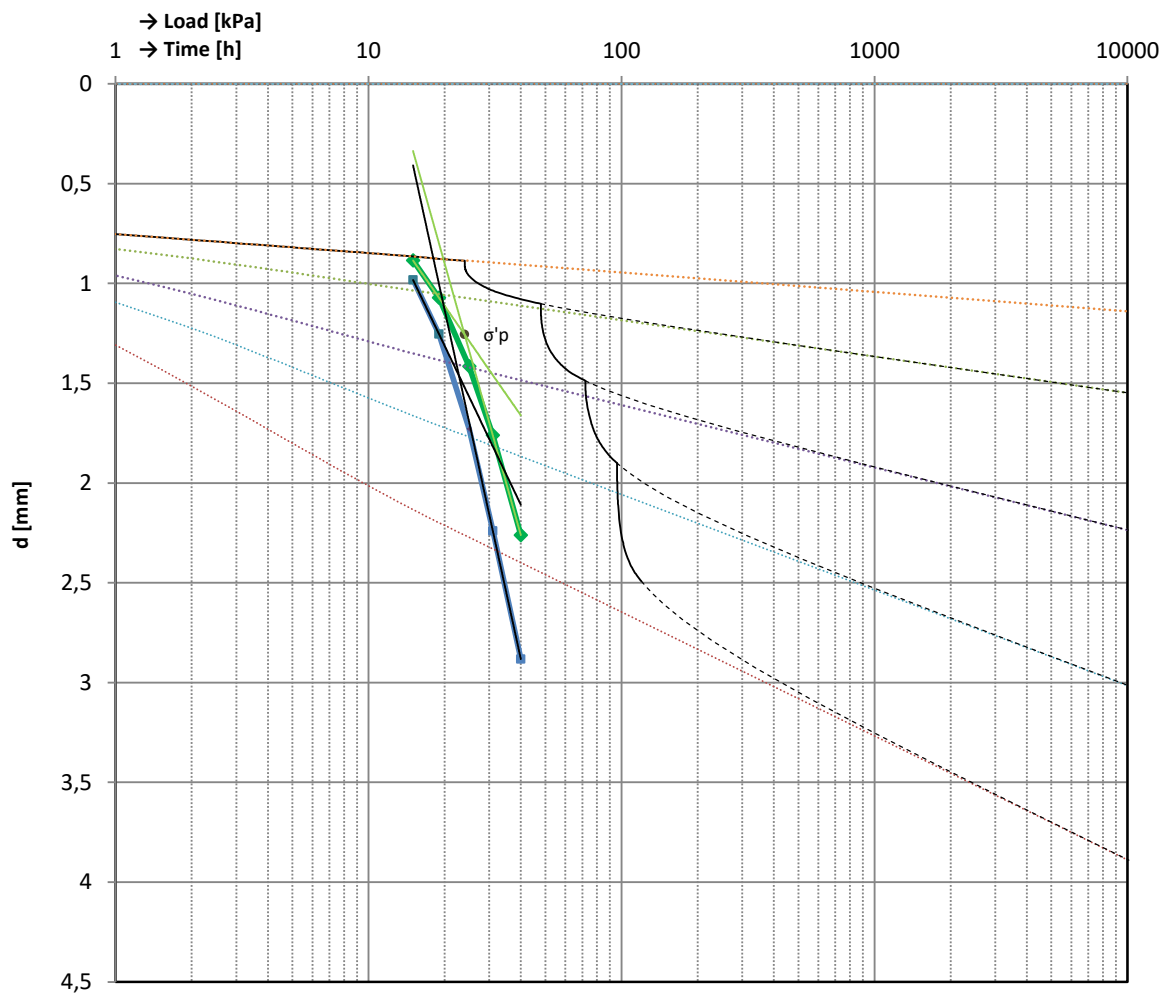
Één-dimensionale samendrukkingsproef ISO 17892-5 en CUR 101

Koppejan

Monster- en proefgegevens						
Project	2301311 Gnephoek te Alphen aan den Rijn				Begin	Eind
Monster	MB02	6		Datum	30-07-23	4-08-23
Diepte	[m]/ [m NAP]	5,40	-7,50	H [mm]	20,0	17,5
Monsterbeschrijving	KLEI, ZW ZAND, ZW ORG, WEINIG PR-NH, GRIJS			γ_n [kN/m³]*	15,0	16,5
Monstervoorbereiding	directe extrusie			γ_d [kN/m³]	9,0	9,4
Diameter	[mm]	50,0		e_0 [-]	1,8	1,6
Opstelling	systeem4			Wg [%]	67,0	75,3
Toesteldeformatie	gecorrigeerd			ρ_k [Mg/m³]**	2,51	2,51
Temperatuur in lab [°C]	22			Sr [%]	100%	100%

* linear measurement ISO 17892-1 & -2

** geschat o.b.v. correlatie met droog volumegewicht



Belastingtrappen [kPa]		$\Delta e / \Delta \ln P$		$\ln \Delta P / \Delta e$	Resultaten	
1	1,0	15,0	1,63E-02	61,2	Cp	25,3
2	15,0	19,0	3,95E-02	25,3	Cp'	10,2
3	19,0	25,0	6,25E-02	16,0	Cs	55,9
4	25,0	31,0	8,04E-02	12,4	Cs'	35,7
5	31,0	40,0	9,81E-02	10,2	C	22,7
					C'	9,5
					σ'_p [kPa]	24,0
					$\epsilon_{vf}(\sigma'_p)$	0,063



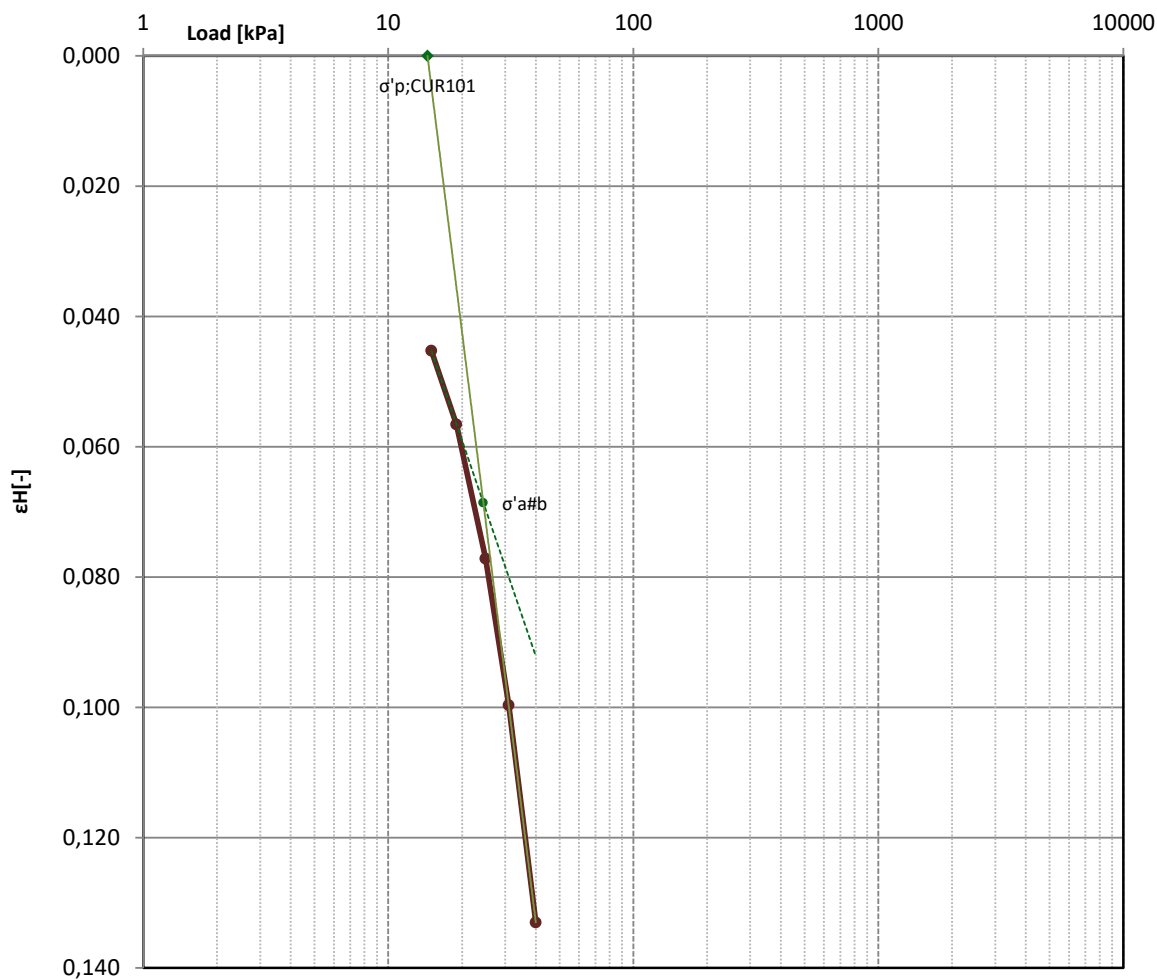
Één-dimensionale samendrukkingsproef ISO 17892-5 en CUR 101

Isotachen

Monster- en proefgegevens						
Project	2301311 Gnephoek te Alphen aan den Rijn				Begin	Eind
Monster	MB02	6		Datum	30-07-23	4-08-23
Diepte	[m]/ [m NAP]	5,40	-7,50	H [mm]	20,0	17,5
Monsterbeschrijving	KLEI, ZW ZAND, ZW ORG, WEINIG PR-NH, GRIJS			γ_n [kN/m³]*	15,0	16,5
Monstervoorbereiding	directe extrusie			γ_d [kN/m³]	9,0	9,4
Diameter	[mm]	50,0		e_0 [-]	1,8	1,6
Opstelling	systeem4			Wg [%]	67,0	75,3
Toesteldeformatie	gecorrigeerd			ρ_k [Mg/m³]**	2,51	2,51
Temperatuur in lab [°C]	22			Sr [%]	100%	100%

* linear measurement ISO 17892-1 & -2

** geschat o.b.v. correlatie met droog volumegewicht



Belastingtrappen [kPa]				$\Delta e_H / \Delta \ln p$	$C_{isotachen}$	Resultaten	
1	1,0	15,0	1,67E-02	2,20E-03		A	4,78E-02
2	15,0	19,0	4,78E-02	2,95E-03		A_{reload}	-
3	19,0	25,0	7,51E-02	4,63E-03		B	1,31E-01
4	25,0	31,0	1,05E-01	6,47E-03		C	6,83E-03
5	31,0	40,0	1,31E-01	7,19E-03		$\sigma'_{p;CUR101}$ [kPa]	14,5
						$\epsilon^H(\sigma'_{p;CUR101})$	0
						$\sigma'_{a\#b}$ [kPa]	24,4
						$\epsilon^H(\sigma'_{a\#b})$	0,069



Één-dimensionale samendrukkingsproef ISO 17892-5 en CUR 101

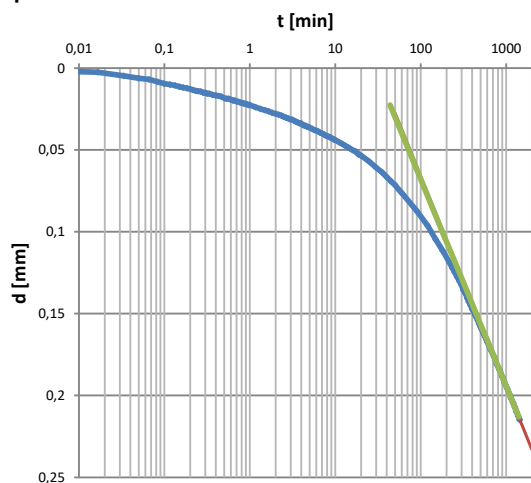
Casagrande

Monster- en proefgegevens						
Project	2301311 Gnephoek te Alphen aan den Rijn			Begin	Eind	
Monster	MB02	6		Datum	30-07-23	4-08-23
Diepte [m]/ [m NAP]	5,40	-7,50		H [mm]	20,0	17,5
Monsterbeschrijving	KLEI, ZW ZAND, ZW ORG, WEINIG PR-NH, GRIJS			γ_n [kN/m ³]*	15,0	16,5
Monstervoorbereiding	directe extrusie			γ_d [kN/m ³]	9,0	9,4
Diameter [mm]	50,0			e_0 [-]	1,8	1,6
Opstelling	systeem4			Wg [%]	67,0	75,3
Toesteldeformatie	gecorrigeerd			ρ_k [Mg/m ³]**	2,51	2,51
Temperatuur in lab [°C]	22			Sr [%]	100%	100%

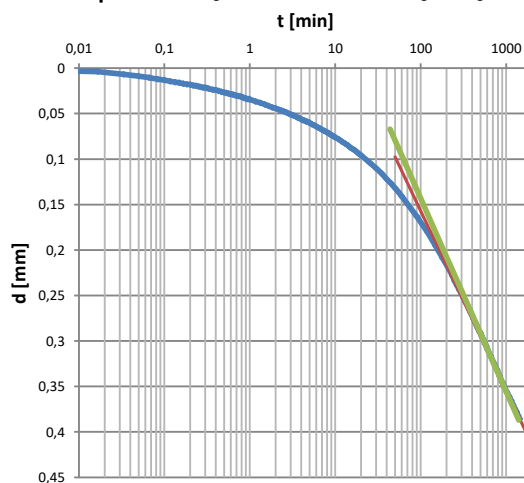
* linear measurement ISO 17892-1 & -2

** geschat o.b.v. correlatie met droog volumegewicht

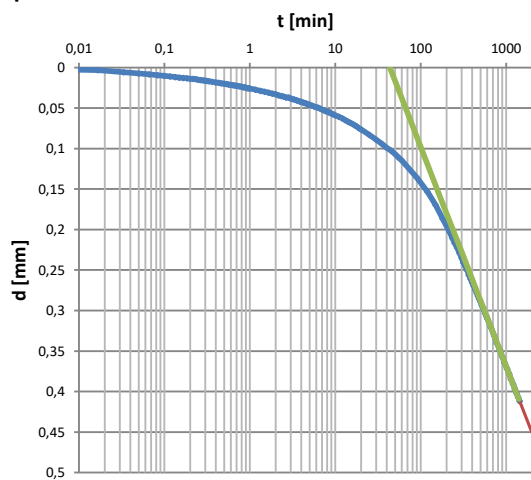
Stap 2



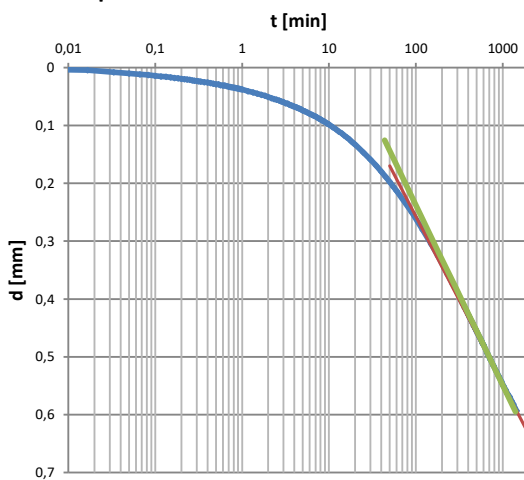
Stap 3



Stap 4



Stap 5



Trap	ΔP kPa	C_v m ² /s	M_v m ² /kN	k m/s	C_α	T_{50} s
2	4,0	2,33E-09	2,84E-03	6,49E-11	6,71E-03	8100,0
3	6,0	2,71E-09	3,47E-03	9,24E-11	1,04E-02	6300,0
4	6,0	1,68E-09	3,79E-03	6,27E-11	1,46E-02	9900,0
5	9,0	2,52E-09	3,76E-03	9,30E-11	1,60E-02	6300,0



Één-dimensionale samendrukkingsproef ISO 17892-5 en CUR 101

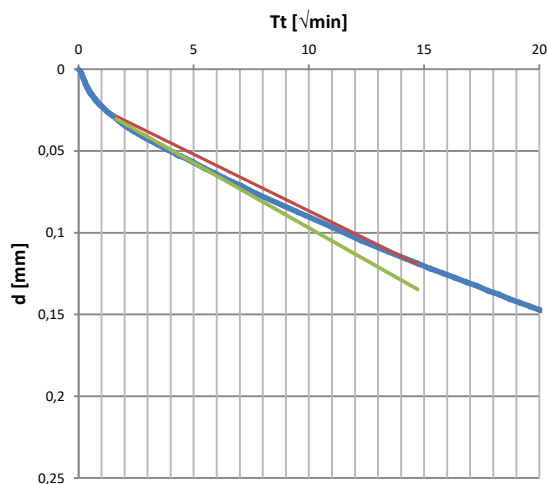
Taylor

Monster- en proefgegevens						
Project	2301311 Gnephoek te Alphen aan den Rijn				Begin	Eind
Monster	MB02	6		Datum	30-07-23	4-08-23
Diepte	[m]/ [m NAP]	5,40	-7,50	H [mm]	20,0	17,5
Monsterbeschrijving	KLEI, ZW ZAND, ZW ORG, WEINIG PR-NH, GRIJS			γ_n [kN/m³]*	15,0	16,5
Monstervoorbereiding	directe extrusie			γ_d [kN/m³]	9,0	9,4
Diameter	[mm]	50,0		e_0 [-]	1,8	1,6
Opstelling	systeem4			Wg [%]	67,0	75,3
Toesteldeformatie	gecorrigeerd			ρ_k [Mg/m³]**	2,51	2,51
Temperatuur in lab [°C]	22			Sr [%]	100%	100%

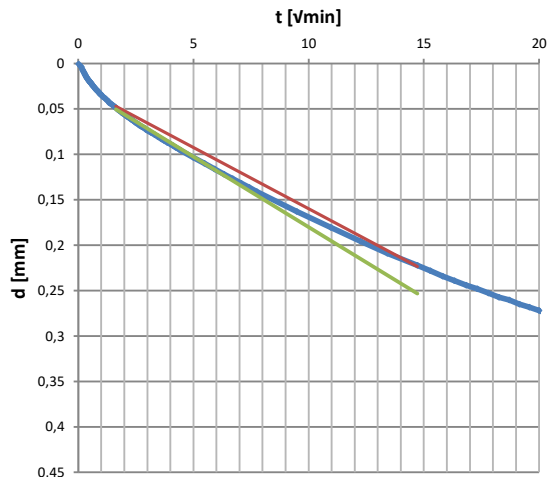
* linear measurement ISO 17892-1 & -2

** geschat o.b.v. correlatie met droog volumegewicht

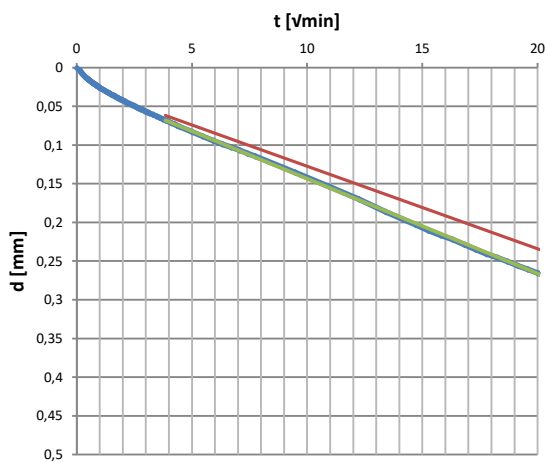
Stap 2



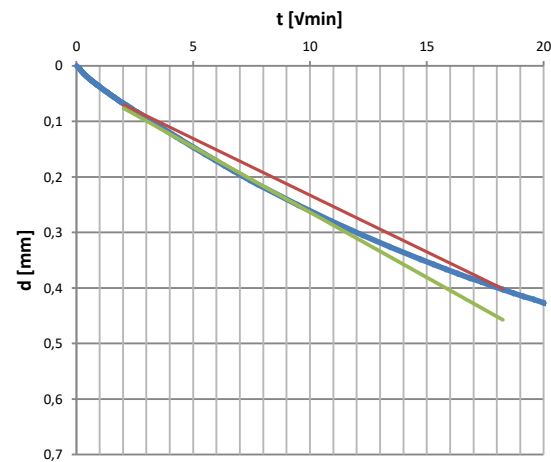
Stap 3



Stap 4



Stap 5



Trap	ΔP kPa	C_v m ² /s	M_v m ² /kN	k m/s	T_{90} s
2	4,0	6,70E-09	2,84E-03	1,87E-10	13000
3	6,0	5,68E-09	3,47E-03	1,93E-10	13000
4	6,0	9,96E-10	3,79E-03	3,71E-11	72000
5	9,0	3,42E-09	3,76E-03	1,26E-10	20000



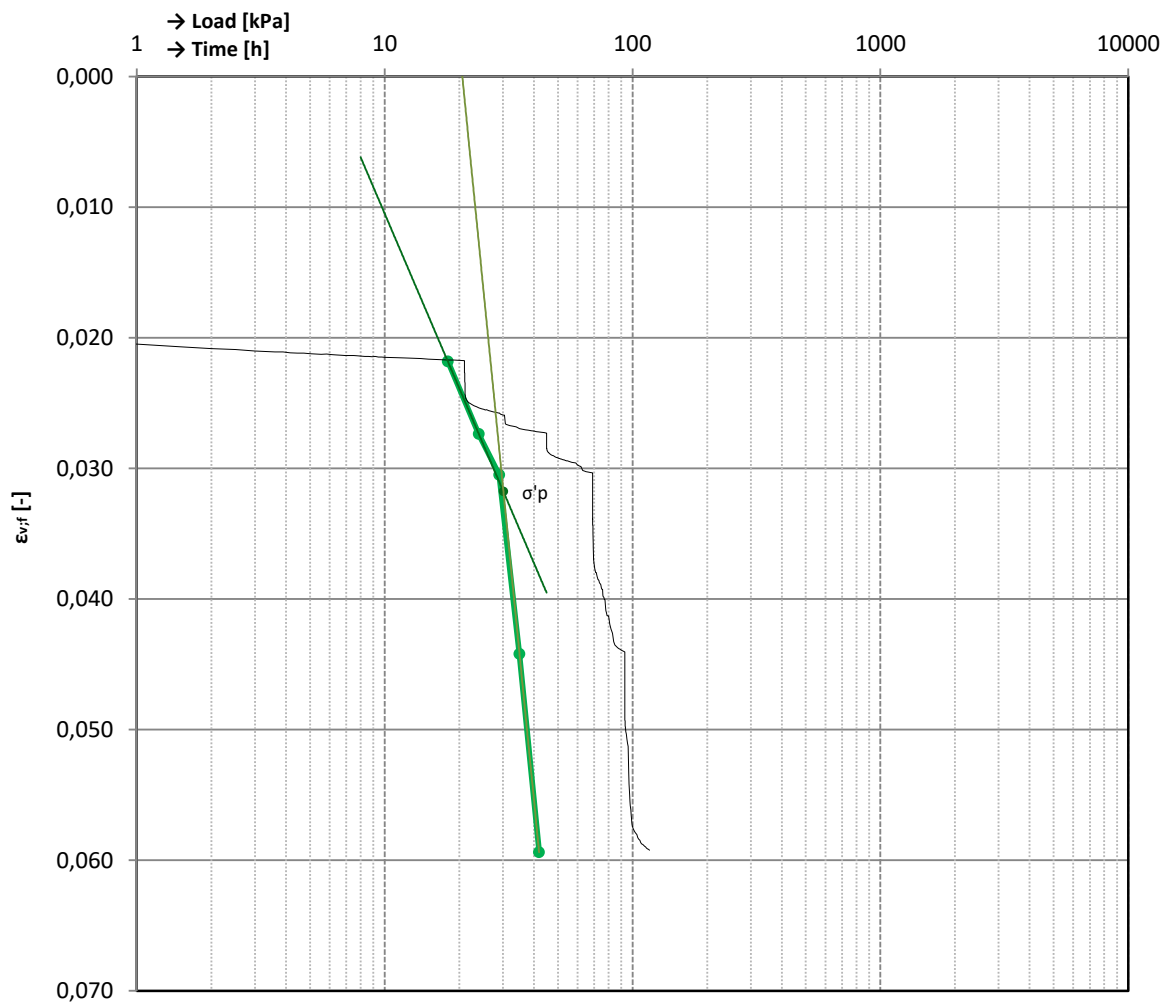
Één-dimensionale samendrukkingsproef ISO 17892-5 en CUR 101

Bjerrum

Monster- en proefgegevens						
Project	2301311 Gnephoek te Alphen aan den Rijn				Begin	Eind
Monster	MB02	8		Datum	30-07-23	4-08-23
Diepte	[m]/ [m NAP]	7,40	-9,50	H [mm]	20,0	18,8
Monsterbeschrijving	KLEI, ZW ZAND, ZW ORG, PR-NH, GRIJS			γ_n [kN/m³]*	13,0	13,7
Monstervoorbereiding	directe extrusie			γ_d [kN/m³]	5,8	6,0
Diameter	[mm]	50,0		e_0 [-]	2,8	2,6
Opstelling	systeem5			Wg [%]	125,6	128,9
Toesteldeformatie	gecorrigeerd			ρ_k [Mg/m³]**	2,20	2,20
Temperatuur in lab [°C]	22			Sr [%]	100%	100%

* linear measurement ISO 17892-1 & -2

** geschat o.b.v. correlatie met droog volumegewicht



Belastingtrappen [kPa]					Resultaten	
1	1,0	18,0	1,74E-02	0,8	RR	4,44E-02
2	18,0	24,0	4,44E-02	1,1	RR _{reload}	-
3	24,0	29,0	3,79E-02	1,6	CR	1,92E-01
4	29,0	35,0	1,68E-01	0,4		
5	35,0	42,0	1,92E-01	0,5	S_c	5,2
					σ'_p [kPa]	30,1
					$\epsilon_{vrf}(\sigma'_p)$	0,032



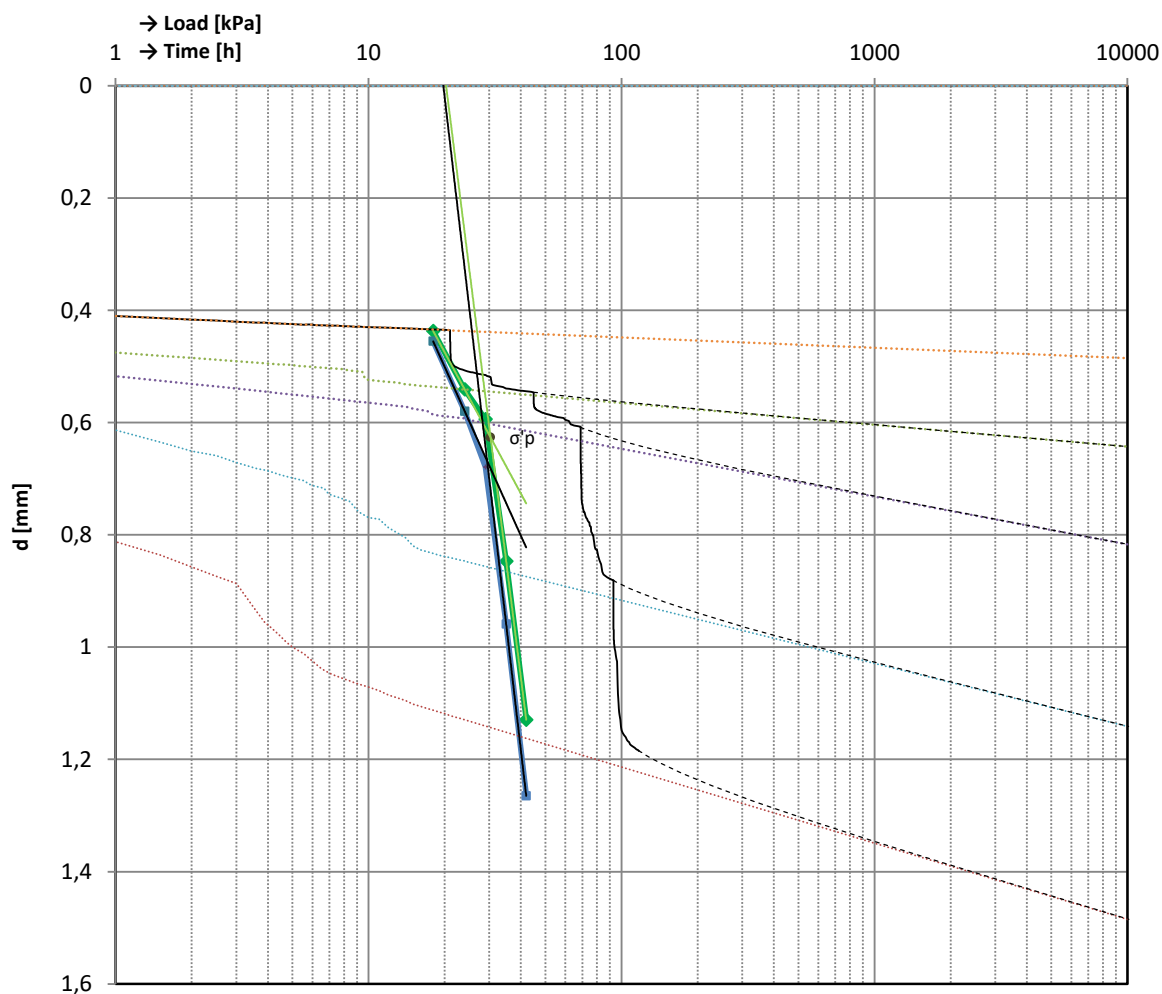
Één-dimensionale samendrukkingsproef ISO 17892-5 en CUR 101

Koppejan

Monster- en proefgegevens						
Project	2301311 Gnephoek te Alphen aan den Rijn				Begin	Eind
Monster	MB02	8		Datum	30-07-23	4-08-23
Diepte	[m]/ [m NAP]	7,40	-9,50	H [mm]	20,0	18,8
Monsterbeschrijving	KLEI, ZW ZAND, ZW ORG, PR-NH, GRIJS			γ_n [kN/m³]*	13,0	13,7
Monstervoorbereiding	directe extrusie			γ_d [kN/m³]	5,8	6,0
Diameter	[mm]	50,0		e_0 [-]	2,8	2,6
Opstelling	systeem5			Wg [%]	125,6	128,9
Toesteldeformatie	gecorrigeerd			ρ_k [Mg/m³]**	2,20	2,20
Temperatuur in lab [°C]	22			Sr [%]	100%	100%

* linear measurement ISO 17892-1 & -2

** geschat o.b.v. correlatie met droog volumegewicht



Belastingtrappen [kPa]					Resultaten	
1	1,0	18,0	7,55E-03	132,4	Cp	55,1
2	18,0	24,0	1,81E-02	55,1	Cp'	12,9
3	24,0	29,0	1,40E-02	71,4	Cs	282,1
4	29,0	35,0	6,73E-02	14,9	Cs'	156,0
5	35,0	42,0	7,74E-02	12,9	C	52,6
					C'	12,7
					σ'_p [kPa]	30,4
					ϵ_{vf} (σ'_p)	0,031



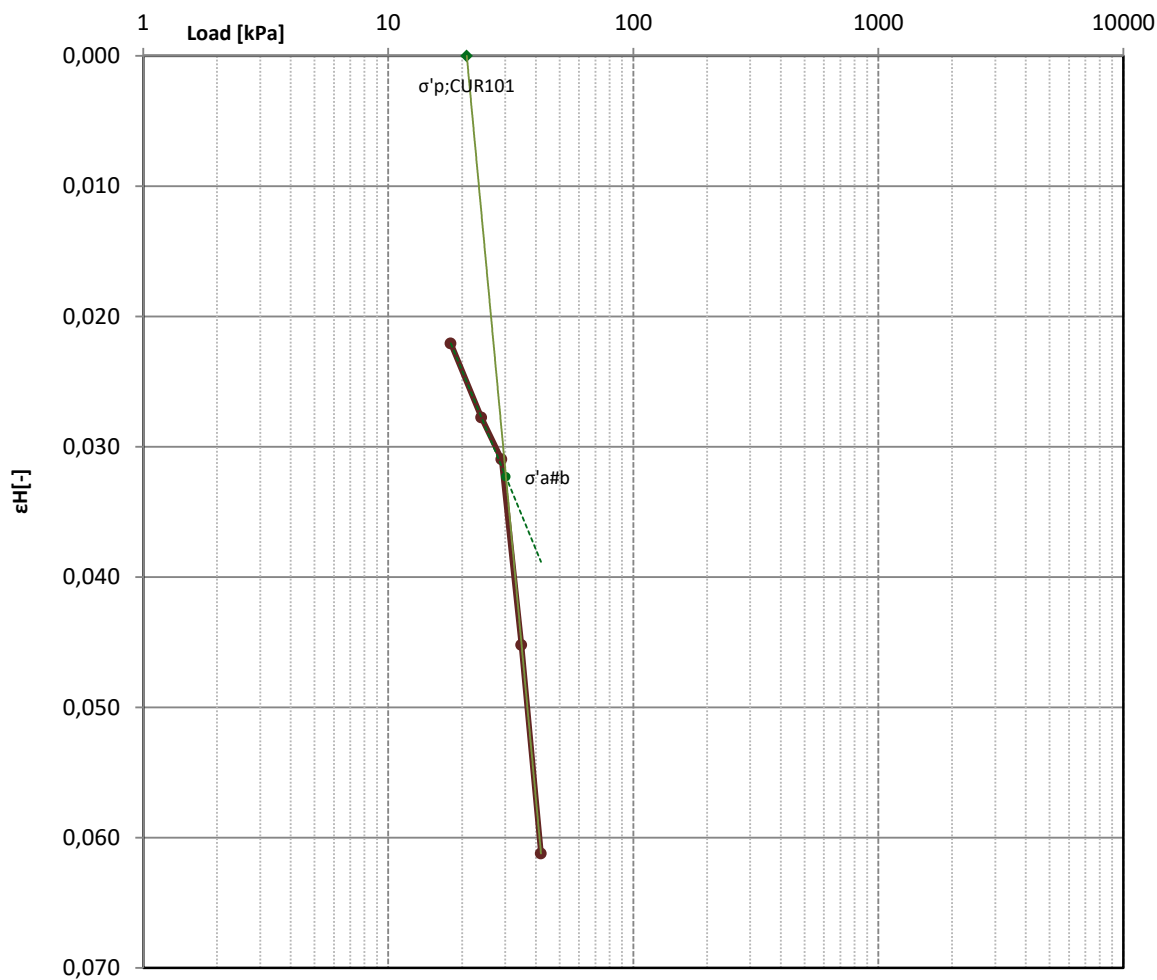
Één-dimensionale samendrukkingsproef ISO 17892-5 en CUR 101

Isotachen

Monster- en proefgegevens						
Project	2301311 Gnephoek te Alphen aan den Rijn				Begin	Eind
Monster	MB02	8		Datum	30-07-23	4-08-23
Diepte	[m]/ [m NAP]	7,40	-9,50	H [mm]	20,0	18,8
Monsterbeschrijving	KLEI, ZW ZAND, ZW ORG, PR-NH, GRIJS			γ_n [kN/m³]*	13,0	13,7
Monstervoorbereiding	directe extrusie			γ_d [kN/m³]	5,8	6,0
Diameter	[mm]	50,0		e_0 [-]	2,8	2,6
Opstelling	systeem5			Wg [%]	125,6	128,9
Toesteldeformatie	gecorrigeerd			ρ_k [Mg/m³]**	2,20	2,20
Temperatuur in lab [°C]	22			Sr [%]	100%	100%

* linear measurement ISO 17892-1 & -2

** geschat o.b.v. correlatie met droog volumegewicht



Belastingtrappen [kPa]					Resultaten	
1	1,0	18,0	7,64E-03	4,09E-04	A	1,98E-02
2	18,0	24,0	1,98E-02	6,54E-04	A _{reload}	-
3	24,0	29,0	1,69E-02	1,37E-03	B	8,78E-02
4	29,0	35,0	7,58E-02	1,32E-03	C	1,31E-03
5	35,0	42,0	8,78E-02	1,31E-03	$\sigma'_{p;CUR101}$ [kPa]	20,9
					$\epsilon^H(\sigma'_{p;CUR101})$	0
					$\sigma'_{a\#b}$ [kPa]	30,2
					$\epsilon^H(\sigma'_{a\#b})$	0,032



Één-dimensionale samendrukkingsproef ISO 17892-5 en CUR 101

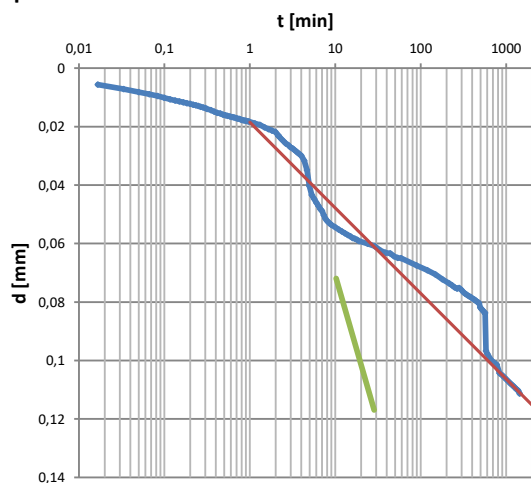
Casagrande

Monster- en proefgegevens						
Project	2301311 Gnephoek te Alphen aan den Rijn			Begin	Eind	
Monster	MB02	8		Datum	30-07-23	4-08-23
Diepte	[m]/ [m NAP]	7,40	-9,50	H [mm]	20,0	18,8
Monsterbeschrijving	KLEI, ZW ZAND, ZW ORG, PR-NH, GRIJS			γ_n [kN/m³]*	13,0	13,7
Monstervoorbereiding	directe extrusie			γ_d [kN/m³]	5,8	6,0
Diameter	[mm]	50,0		e_0 [-]	2,8	2,6
Opstelling	systeem5			Wg [%]	125,6	128,9
Toesteldeformatie	gecorrigeerd			ρ_k [Mg/m³]**	2,20	2,20
Temperatuur in lab [°C]	22			Sr [%]	100%	100%

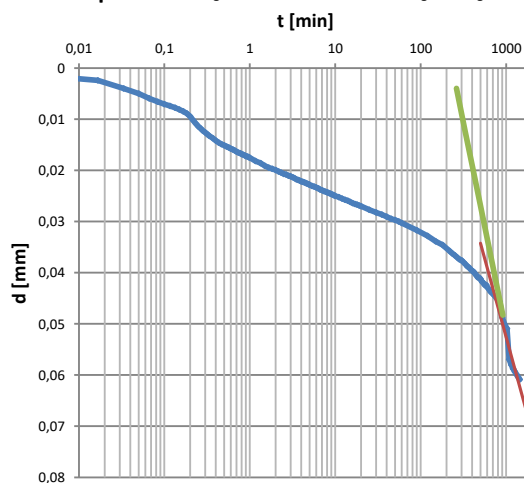
* linear measurement ISO 17892-1 & -2

** geschat o.b.v. correlatie met droog volumegewicht

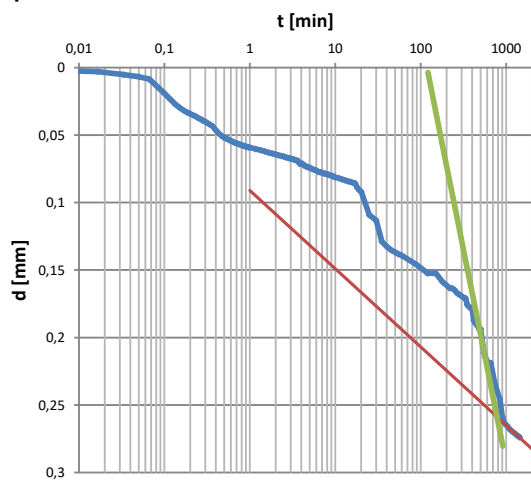
Stap 2



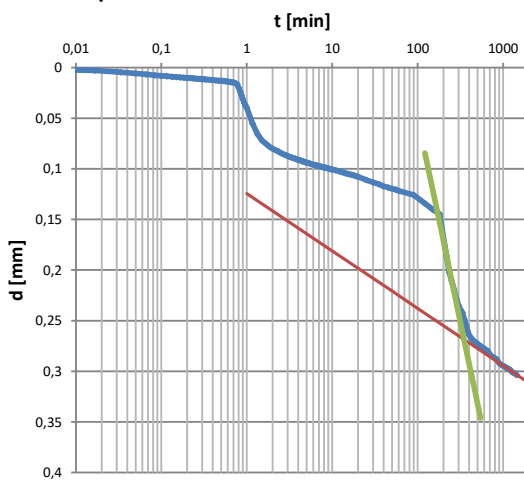
Stap 3



Stap 4



Stap 5



Trap	ΔP kPa	C_v m ² /s	M_v m ² /kN	k m/s	C_α	T_{50} s
2	6,0	2,57E-07	9,51E-04	2,40E-09	1,50E-03	74,0
3	5,0	1,10E-08	6,43E-04	6,94E-11	3,14E-03	1650,0
4	6,0	7,90E-09	2,39E-03	1,85E-10	2,99E-03	2250,0
5	7,0	2,18E-09	2,30E-03	4,93E-11	2,96E-03	8100,0



Één-dimensionale samendrukkingsproef ISO 17892-5 en CUR 101

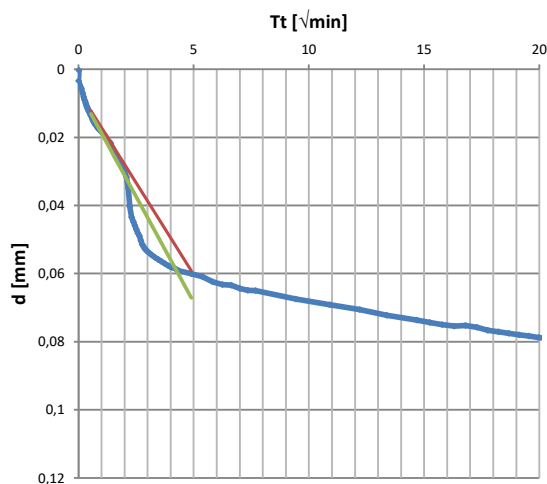
Taylor

Monster- en proefgegevens						
Project	2301311 Gnephoek te Alphen aan den Rijn				Begin	Eind
Monster	MB02	8		Datum	30-07-23	4-08-23
Diepte	[m]/ [m NAP]	7,40	-9,50	H [mm]	20,0	18,8
Monsterbeschrijving	KLEI, ZW ZAND, ZW ORG, PR-NH, GRIJS			γ_n [kN/m³]*	13,0	13,7
Monstervoorbereiding	directe extrusie			γ_d [kN/m³]	5,8	6,0
Diameter	[mm]	50,0		e_0 [-]	2,8	2,6
Opstelling	systeem5			Wg [%]	125,6	128,9
Toesteldeformatie	gecorrigeerd			ρ_k [Mg/m³]**	2,20	2,20
Temperatuur in lab [°C]	22			Sr [%]	100%	100%

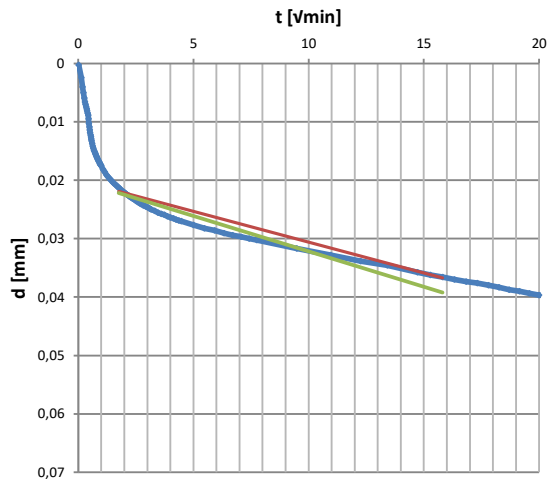
* linear measurement ISO 17892-1 & -2

** geschat o.b.v. correlatie met droog volumegewicht

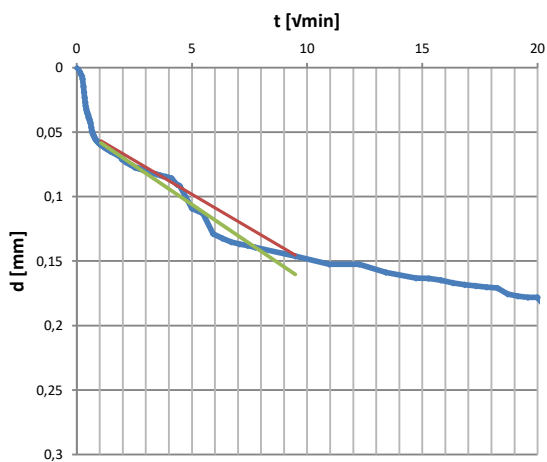
Stap 2



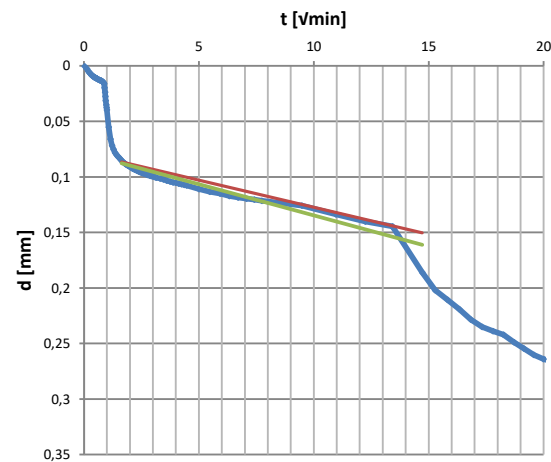
Stap 3



Stap 4



Stap 5



Trap	ΔP kPa	C_v m ² /s	M_v m ² /kN	k m/s	T_{90} s
2	6,0	5,81E-08	9,51E-04	5,43E-10	1439
3	5,0	5,22E-09	6,43E-04	3,29E-11	15000
4	6,0	1,42E-08	2,39E-03	3,33E-10	5400
5	7,0	5,85E-09	2,30E-03	1,32E-10	13000



GEOSONDA

Curieweg 19 | 2408 BZ Alphen aan den Rijn | +31 (0) 172 449 822

Franse Akker 13 | 4824 1L Breda | +31 (0) 76 522 0566

info@geosonda.nl

www.geosonda.nl



ABO-Group (www.abo-group.eu) is een verzameling van gespecialiseerde ingenieursbureaus gericht op geotechniek, milieu en bodemsanering. ABO-Group is via haar ingenieursbureaus actief in België, Nederland en Frankrijk.



BODEM

Bodemonderzoek, grondverzetstudies, sediment- en baggerspecie-onderzoek, bodemsaneringsprojecten, archeologie, asbest



MILIEU

Milieuaudits, vergunningen, natuur- en landinrichting, natuurlijke rijkdommen en biodiversiteit, brownfieldmanagement



GEOTECHNIEK

Veldonderzoek: sonderingen, boringen, akoestisch doormeten palen
Advisering: fundering, zetting, stabiliteit, damwand, bouwput, verharding, bemaling, infiltratie, wateroverlast, trillingen



ENERGIE

Laboratorium: classificatie, sterkte en consolidatie
Energiestudies en -plannen, certificaten, energiebuffering en 'smart grids', energie- en procesmetingen, studies klimaatverandering

Visit our website:



Betreft : Grondonderzoek Masterplan Gnephoek
te
ALPHEN AAN DEN RIJN

Opdrachtgever : Sweco Nederland B.V.
T.a.v. Dhr. J. de Wit
Postbus 271
3730 AG DE BILT
NL

Behandeld door : R. Smit - van den Bos (0885130235)

Kenmerk : R2203145-01

Datum : 25 mei 2023

1. ONDERZOEKSOPDRACHT

Ten behoeve van bovengenoemd project hebben wij in uw opdracht een grondonderzoek uitgevoerd. De opdracht omvatte de volgende werkzaamheden:

- Bureauwerkzaamheden waaronder klic-melding en interpretatie
- 22 locaties uitzetten en waterpassen t.o.v. RD en NAP
- 20 sonderingen tot een diepte van maaiveld -20 meter, inclusief meting van de plaatselijke wrijving
- 2 machinale geotechnische boringen tot een diepte van maaiveld -12 meter
- Het steken van 25 ongeroerde monsters
- Boorgaten afdichten
- Het plaatsen van in totaal 6 peilbuizen tot dieptes variërend van circa maaiveld -3 meter tot circa maaiveld -12 meter, afgewerkt met een beschermkoker
- monitoring
- Laboratorium onderzoek

2. UITGEVOERDE WERKZAAMHEDEN

Landmeten

Voor de uitvoering van dit onderzoek heeft de opdrachtgever ons een tekening ter beschikking gesteld.

Aan de hand van de verstrekte tekening heeft Mos Grondmechanica een klic-melding gedaan. De onderzoekslocaties zijn door de opdrachtgever bepaald en met behulp van GPS-RTK apparatuur in het veld uitgezet en gewaterpast. De onderzoekslocaties zijn op tekening weergegeven en in dit rapport opgenomen.

Sonderen

Op 16 en 17 mei 2023 zijn de sonderingen met de nummers S04, S07, S08, S13, S17 S18 en S20 uitgevoerd tot een diepte van circa maaiveld -20 meter. De sonderingen zijn met een sondeerunit met een drukcapaciteit van 200 kN uitgevoerd. Bij elke sondering is per 20 mm de tijd, de diepte, de conusweerstand (q_c), de plaatselijke wrijving (f_s) en de helling (i) gemeten en als data opgeslagen. Tevens is het berekende wrijvingsgetal gepresenteerd.

Het wrijvingsgetal geeft nader inzicht in de aanwezige grondsoorten. Voor de in Nederland meest voorkomende, normaal geconsolideerde, grondsoorten kunnen indicatief de volgende wrijvingsgetallen worden aangehouden:

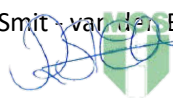
Zand: 0,5 % - 1,5 % Klei / Silt: 2% - 4% Veen: 8% - 10 %

De sonderingen zijn conform klasse 3, type TE1 van de NEN-EN-ISO 22476-1 uitgevoerd.

Opdracht : 2203145
Plaats : Alphen aan den Rijn
Project : Grondonderzoek Masterplan Gnephoek

Opgesteld door:

R. Smit - van der Bos (0885130235)



Rotterdam, 25 mei 2023

Mos Grondmechanica B.V.

Gecontroleerd door:

M. van E



Inhoud:

- **Sonderingen**
- **Coördinatenlijst**
- **Situatietekening**

Sondering S04

Opdracht : 2203145

Plaats : Alphen aan den Rijn

Datum : 16-05-2023

Project : Grondonderzoek Masterplan Gnephoek

Conus nummer : S15-CFII.1883

Soort conus : Elektrisch

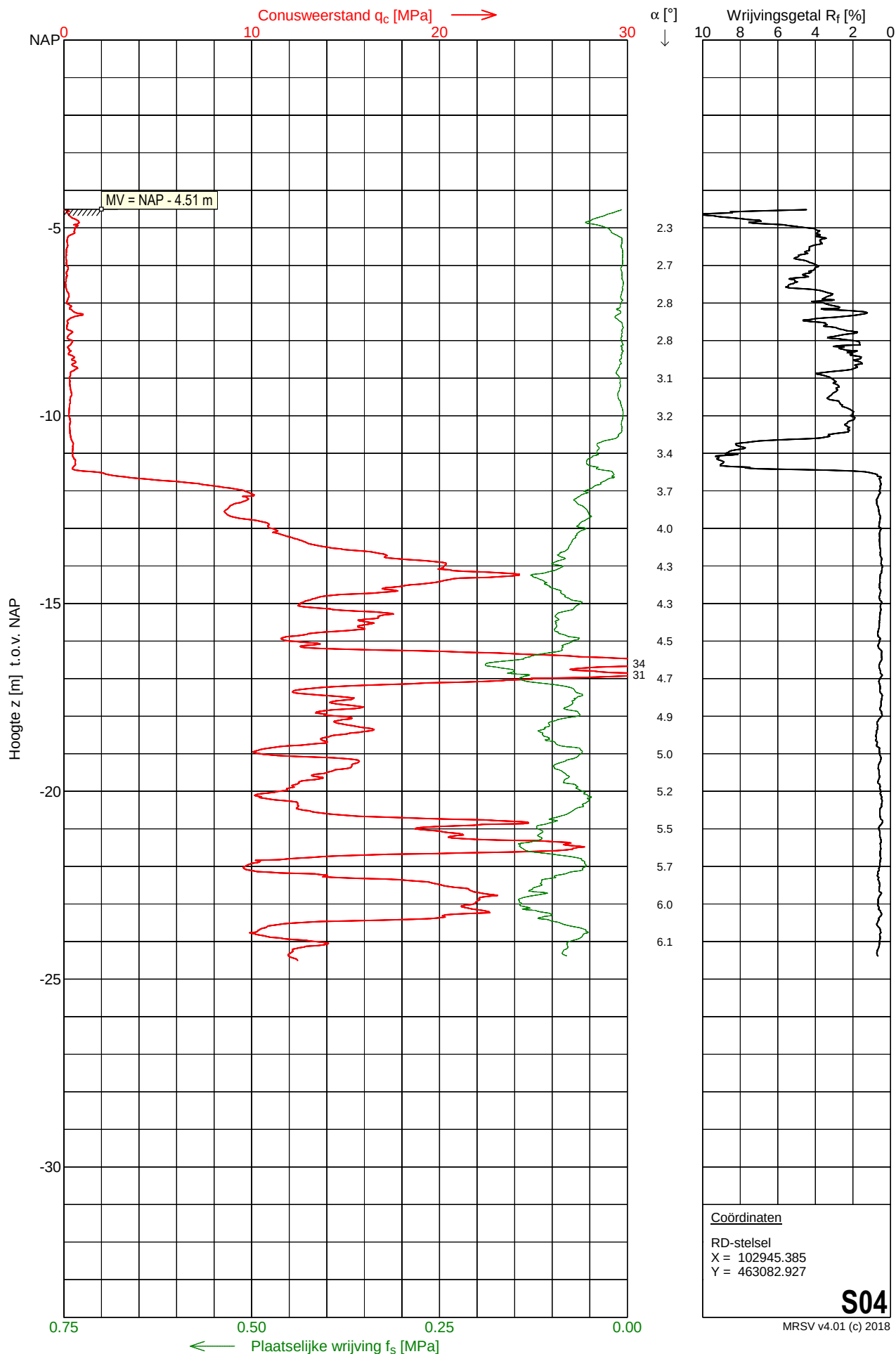
Opp. conuspunt : 1500 mm²

NEN-EN-ISO-22476-1

Klasse 3, type TE1

Sondeerunit : SR16

Blad : 1 van 1



Sondering S07

Opdracht : 2203145

Plaats : Alphen aan den Rijn

Datum : 16-05-2023

Project : Grondonderzoek Masterplan Gnephoek

Conus nummer : S15-CFII.1883

Soort conus : Elektrisch

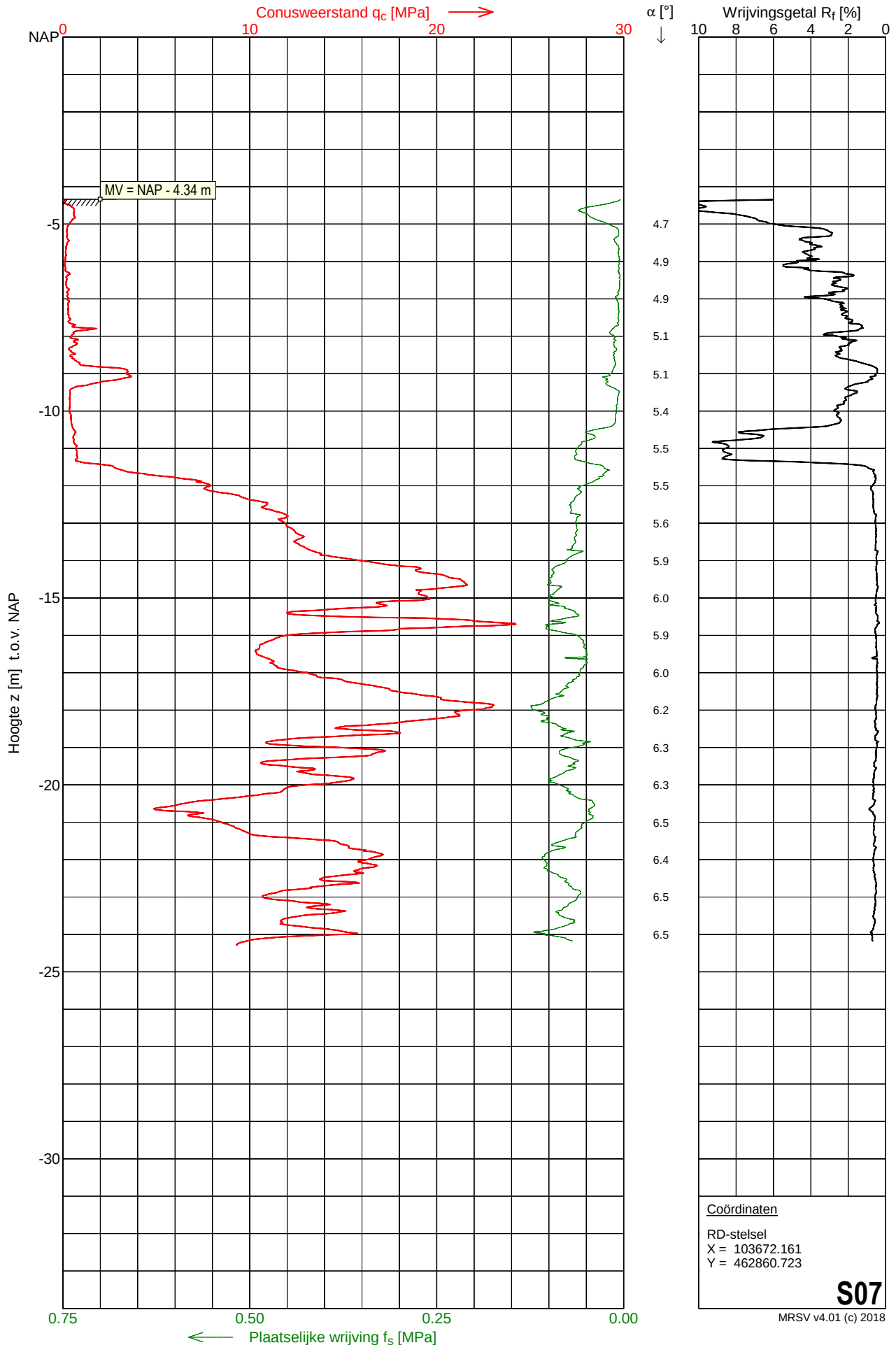
Opp. conuspunt : 1500 mm²

NEN-EN-ISO-22476-1

Klasse 3, type TE1

Sondeerunit : SR16

Blad : 1 van 1



Sondering S08

Opdracht : 2203145

Plaats : Alphen aan den Rijn

Datum : 16-05-2023

Project : Grondonderzoek Masterplan Gnephoek

Conus nummer : S15-CFII.1883

Soort conus : Elektrisch

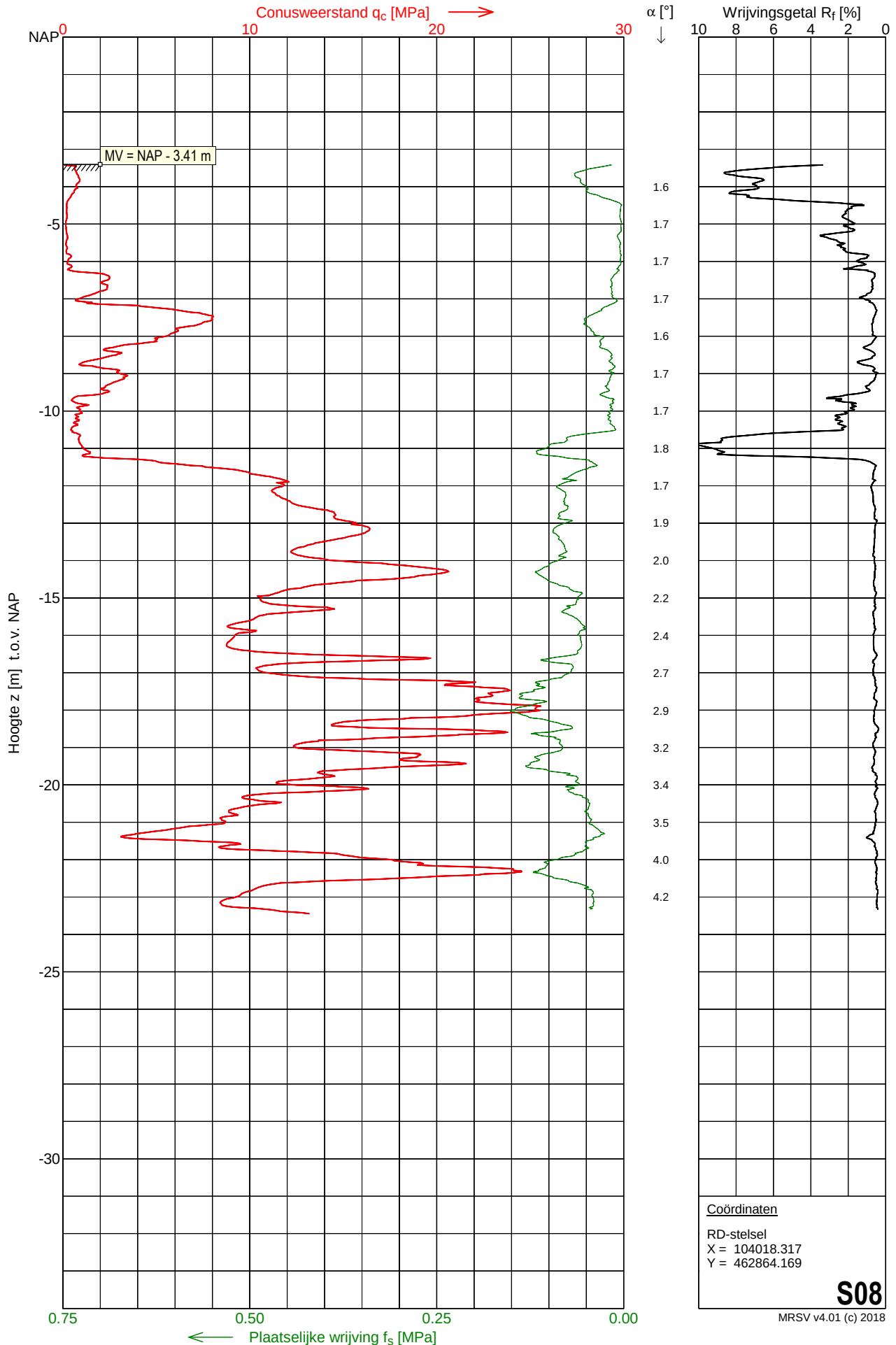
Opp. conuspunt : 1500 mm²

NEN-EN-ISO-22476-1

Klasse 3, type TE1

Sondeerunit : SR16

Blad : 1 van 1



Sondering S13

Opdracht : 2203145

Plaats : Alphen aan den Rijn

Datum : 16-05-2023

Project : Grondonderzoek Masterplan Gnephoek

Conus nummer : S15-CFII.1883

Soort conus : Elektrisch

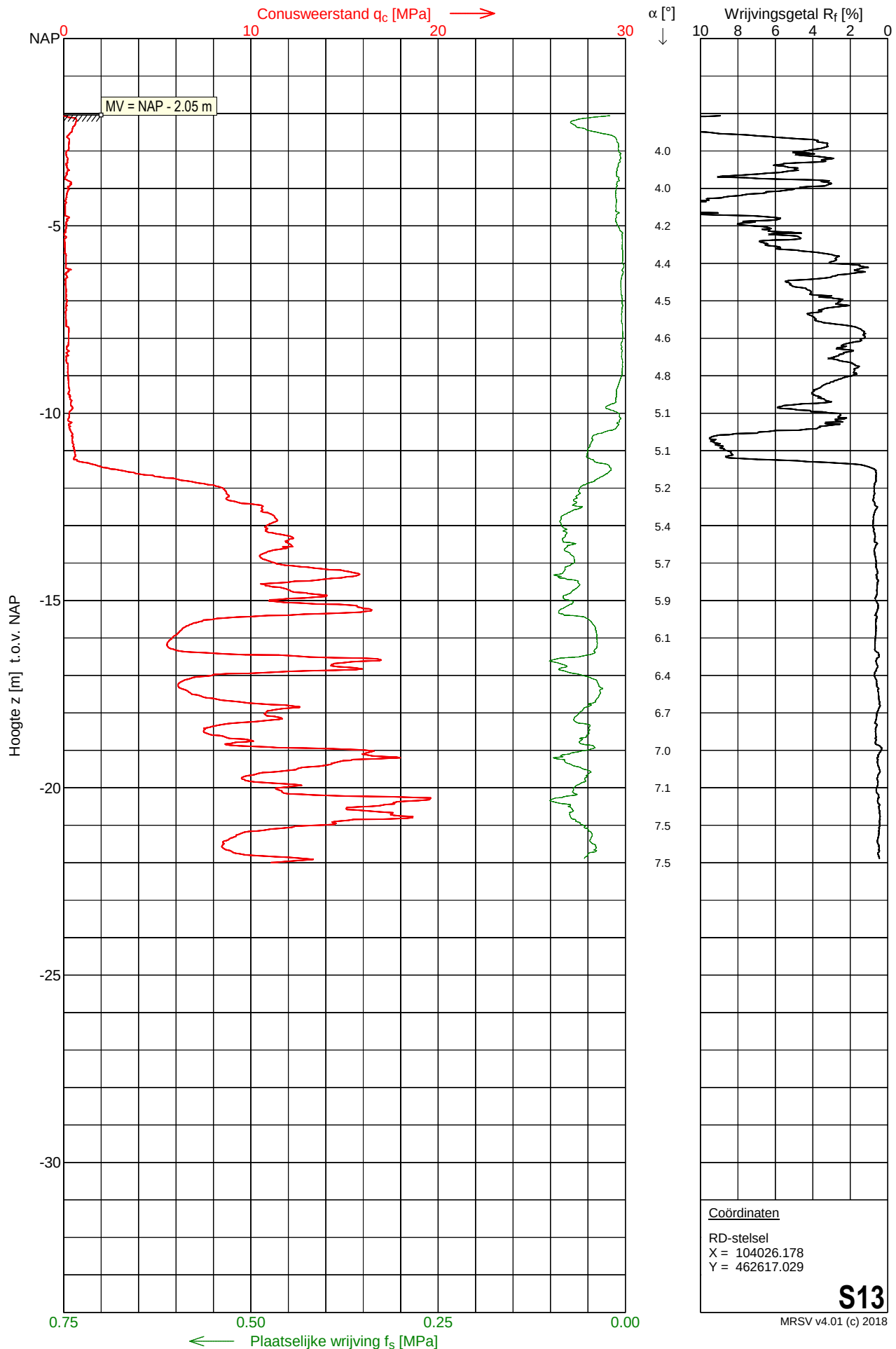
Opp. conuspunt : 1500 mm²

NEN-EN-ISO-22476-1

Klasse 3, type TE1

Sondeerunit : SR16

Blad : 1 van 1



Sondering S17

Opdracht : 2203145

Plaats : Alphen aan den Rijn

Datum : 17-05-2023

Project : Grondonderzoek Masterplan Gnephhoek

Conus nummer : S15-CFII.1883

Soort conus : Elektrisch

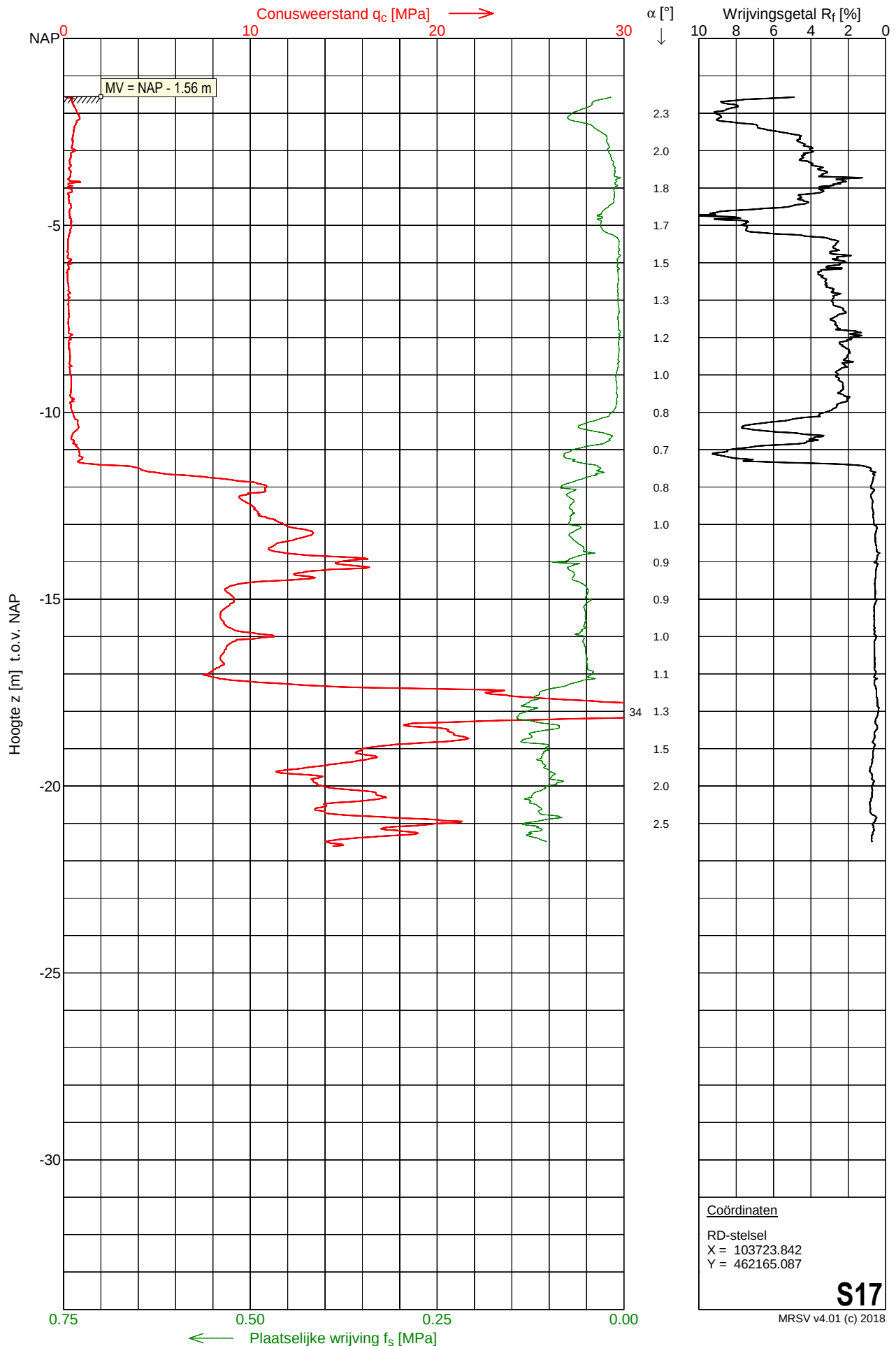
Opp. conuspunt : 1500 mm²

NEN-EN-ISO-22476-1

Klasse 3, type TE1

Sondeerunit : SR16

Blad : 1 van 1



Sondering S18

Opdracht : 2203145

Plaats : Alphen aan den Rijn

Datum : 17-05-2023

Project : Grondonderzoek Masterplan Gnephoek

Conus nummer : S15-CFII.1883

Soort conus : Elektrisch

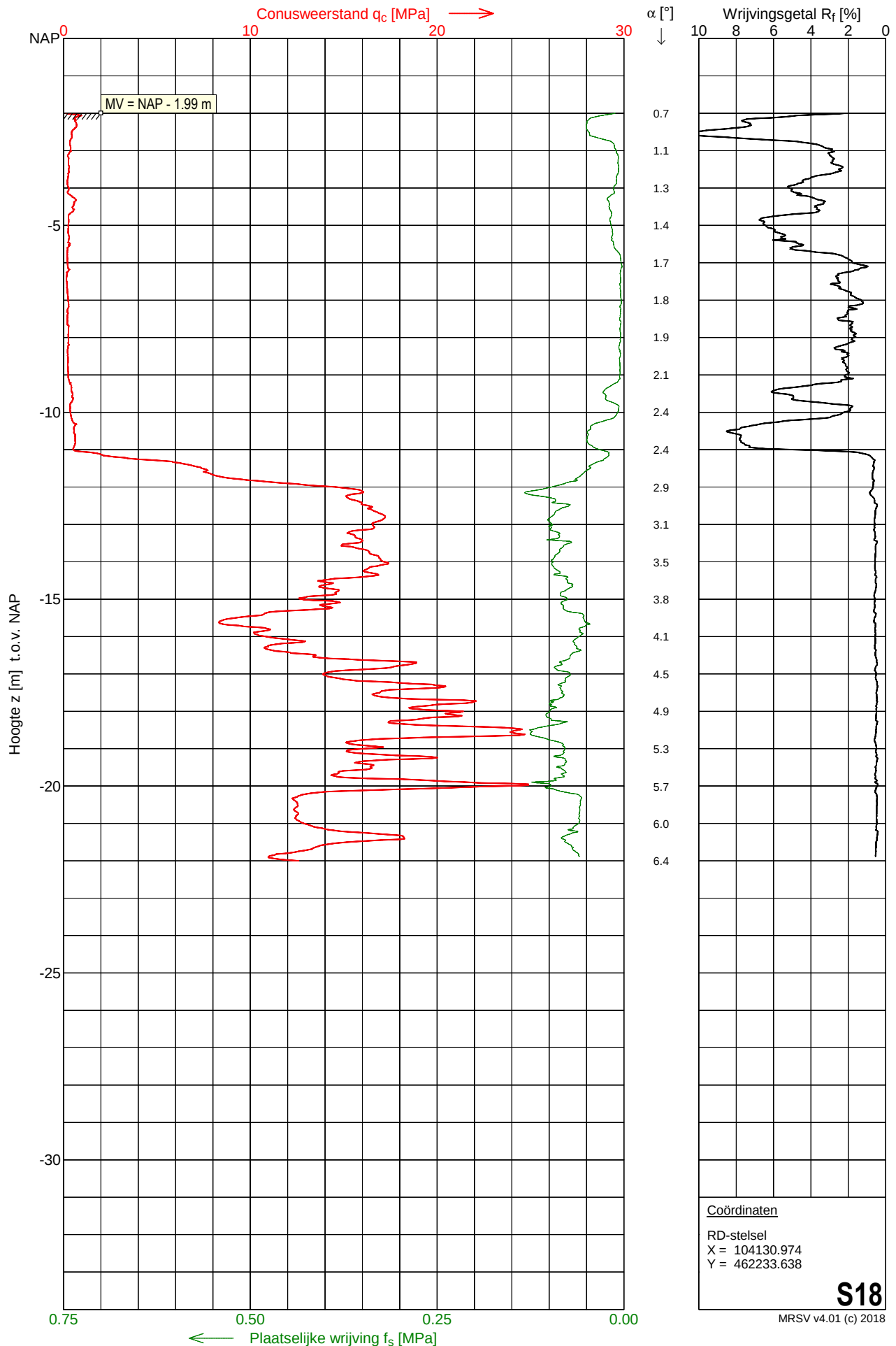
Opp. conuspunt : 1500 mm²

NEN-EN-ISO-22476-1

Klasse 3, type TE1

Sondeerunit : SR16

Blad : 1 van 1



Sondering S20

Opdracht : 2203145

Plaats : Alphen aan den Rijn

Datum : 17-05-2023

Project : Grondonderzoek Masterplan Gnephoek

Conus nummer : S15-CFII.1883

Soort conus : Elektrisch

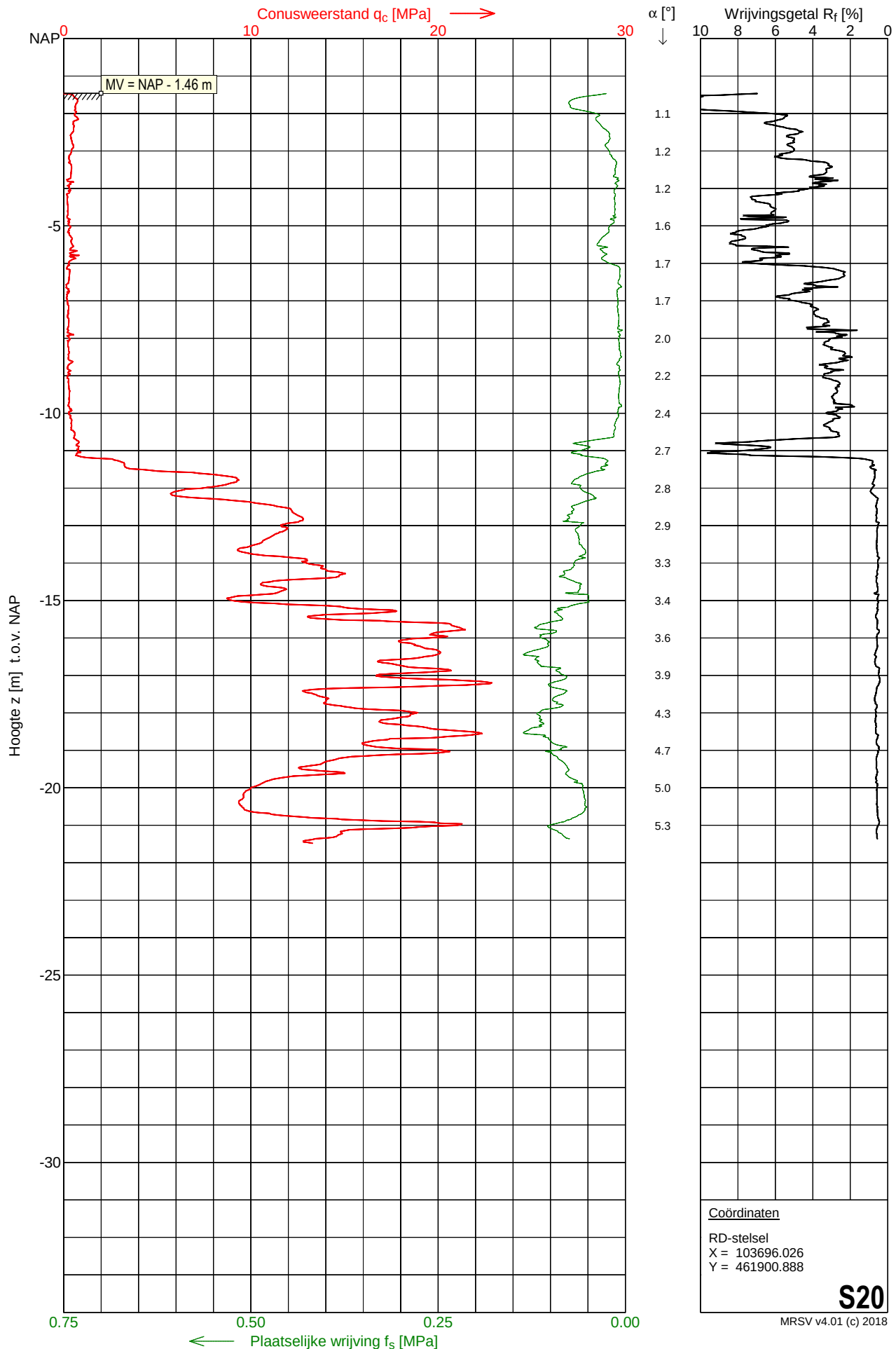
Opp. conuspunt : 1500 mm²

NEN-EN-ISO-22476-1

Klasse 3, type TE1

Sondeerunit : SR16

Blad : 1 van 1



Opdracht : 2203145

Plaats : Alphen aan den Rijn

Project : Grondonderzoek Masterplan Gnephoek

COÖRDINATEN EN HOOGTEMATEN

Inmeetdatum : 27-03-2023

Ingemeten door : mbl

Coördinatenstelsel : RD

Metingen uitgevoerd met RTK GPS systeem

SONDERINGEN						
Sondeernummer	X[m] opgegeven	Y[m] opgegeven	X[m] ingemeten	Y[m] ingemeten	Z[m] t.o.v. NAP	Verplaatsing [m]
S04	102928.81	463087.23	102945.39	463082.93	-4.51	17.12
S07	103672.16	462860.73	103672.16	462860.72	-4.34	0.01
S08	104018.32	462864.17	104018.32	462864.17	-3.41	0.00
S13	103996.45	462613.77	104026.18	462617.03	-2.05	29.91
S17	103720.94	462165.05	103723.84	462165.09	-1.56	2.90
S18	104127.05	462233.72	104130.97	462233.64	-1.99	3.92
S20	103696.03	461900.87	103696.03	461900.89	-1.46	0.02

OVERIGE LOCATIES						
Naam meetpunt	X[m] opgegeven	Y[m] opgegeven	X[m] ingemeten	Y[m] ingemeten	Z[m] t.o.v. NAP	Verplaatsing [m]
M3 / asweg	-	-	103246.03	463513.47	-3.83	-
M4 / aspad	-	-	103695.72	461759.44	-0.62	-



- Legenda**
- Meetpunten
 - Meetpunten
 - Sonderingen en boringen (opleve)
 - + Sonderlocaties
 - Achtergrondkaarten
 - OpenStreetMap



MOS GRONDMECHANICA B.V.

Hieronder treft u de dienstverlening van Mos Grondmechanica b.v. aan. Voor specifieke diensten die niet direct in het overzicht terug zijn te vinden kunt u uiteraard vrijblijvend contact met ons opnemen.



VELDWERK

Sonderen op land, water en in beperkte ruimte, elektrisch, waterspanning, dissipatie, seismisch, magnetisch, geleidbaarheid, Bolconus, T-bar en slagsonderen

Geotechnisch boren en (on)geroerde monsternamen
Peilbuizen en waterspanningsmeters plaatsen
X, Y en Z metingen en Lintvoegmetingen
Plaatluk- en CPM proeven
In situ doorlatenheidspoeven

LABORATORIUM

Classificatie proeven (o.a. vol. gewicht, KVD, PI)
Samendrukkingsproeven (Oedometer en CRS)
Triaxiaalproeven
DS en DSS-proeven
Doorlatenheidspoeven
Dichtheidsbepaling (Proctor)
Cementbentoniet onderzoek

GEOMONITORING

Deformatiemeting (inclino- en extensometing)
(Grond)waterspanningsmeting
Zettingsmonitoring
Trillingsmonitoring (SBR)
Online meetgegevens via portal

MILIEU (MOS MILIEU B.V.)

Verkennd-, nader- en saneringsonderzoek
Partijkeuringen besluit bodemkwaliteit (Bbk)
Saneringsbegeleiding. Waterbodemonderzoek.
Vergunning aanvragen.
2nd Opinion / Contra-Expertise Bodemonderzoeken.

GEOTECHNISCH ADVIES

Paalfundering
Fundering op staal
Grondkerende constructies
Bouwputontwerp
Omgevingsbeïnvloeding (Plaxis)
Zettingsanalyse (bouwrijp maken, opslagtanks)
Taludstabiliteit
Tankbouwadvis
Trillingsprognose
Schade expertise
Review en 2nd Opinion

GEOHYDROLOGISCH ADVIES

Bemalingen (incl. retourbemalingen)
Vergunningsaanvragen
Pompproeven
Omgekeerde Osmose
Barrièrewerking
Drainage
Infiltratie hemelwater

BEMALINGEN (MOS GRONDWATERTECHNIEK)

Bronbemaling
Ondergrondse energie-opslag
Pomp- en leidingsystemen
Brandputten

OVERIG

Uitvoeringsbegeleiding

Meer weten?

Vragen?

Offerte aanvragen?

Bezoek onze website www.mosgeo.com

Mail ons op info@mosgeo.com

Mail ons op offerte@mosgeo.com

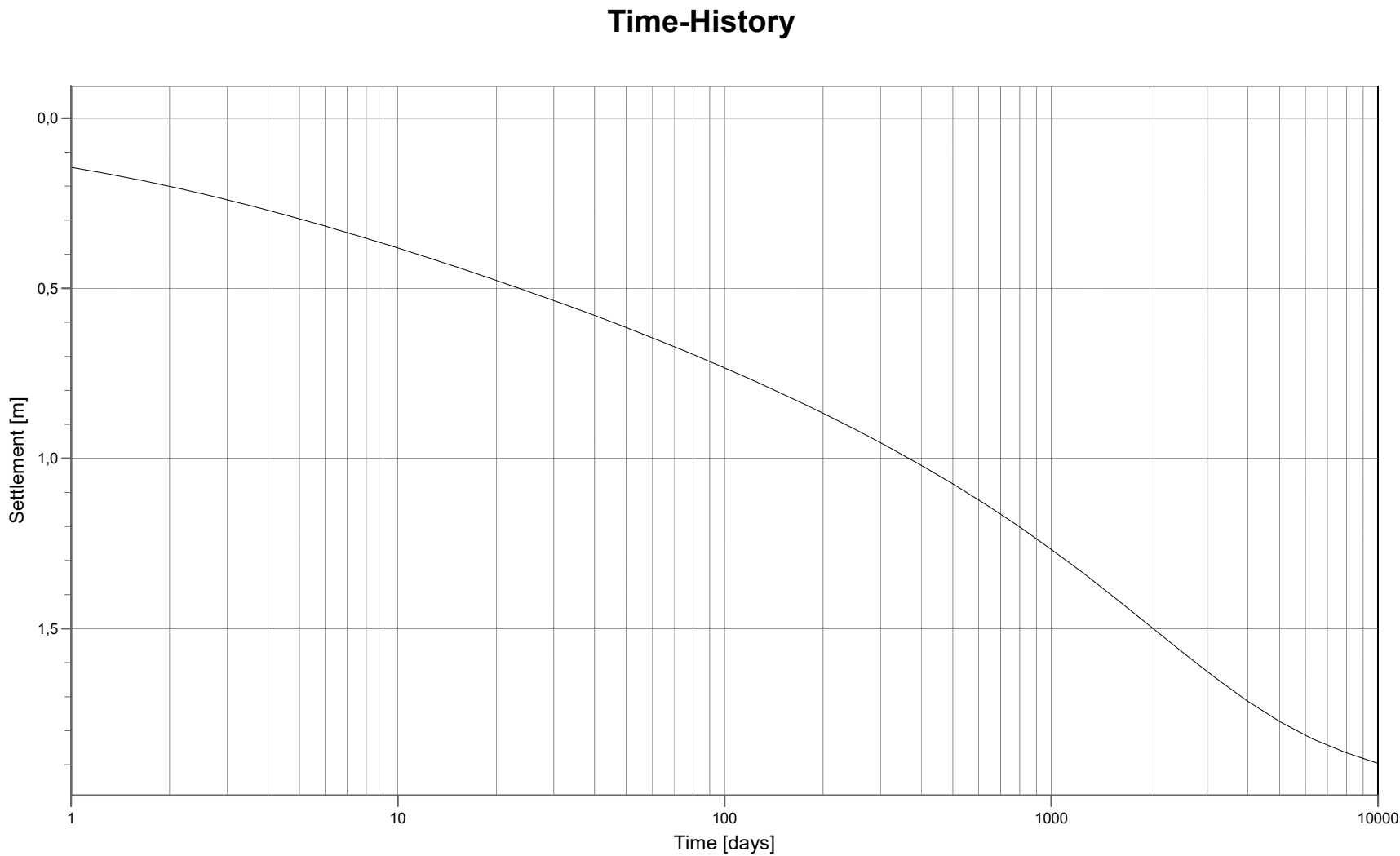
MOS GRONDMECHANICA B.V.

Correspondentieadres: Albert Plesmanweg 47, 3088 GB Rotterdam Tel: +31(0)88-5130200 www.mosgeo.com
Mos Grondmechanica BV is gevestigd in Rotterdam met nevenvestigingen in Amsterdam, Enter en Helmond.



Bijlage 3 Zettingsberekeningen

Berekend tijdzettingsverloop ophoging 1 m voor een POP van 5 en 10 kPa voor profiel 3



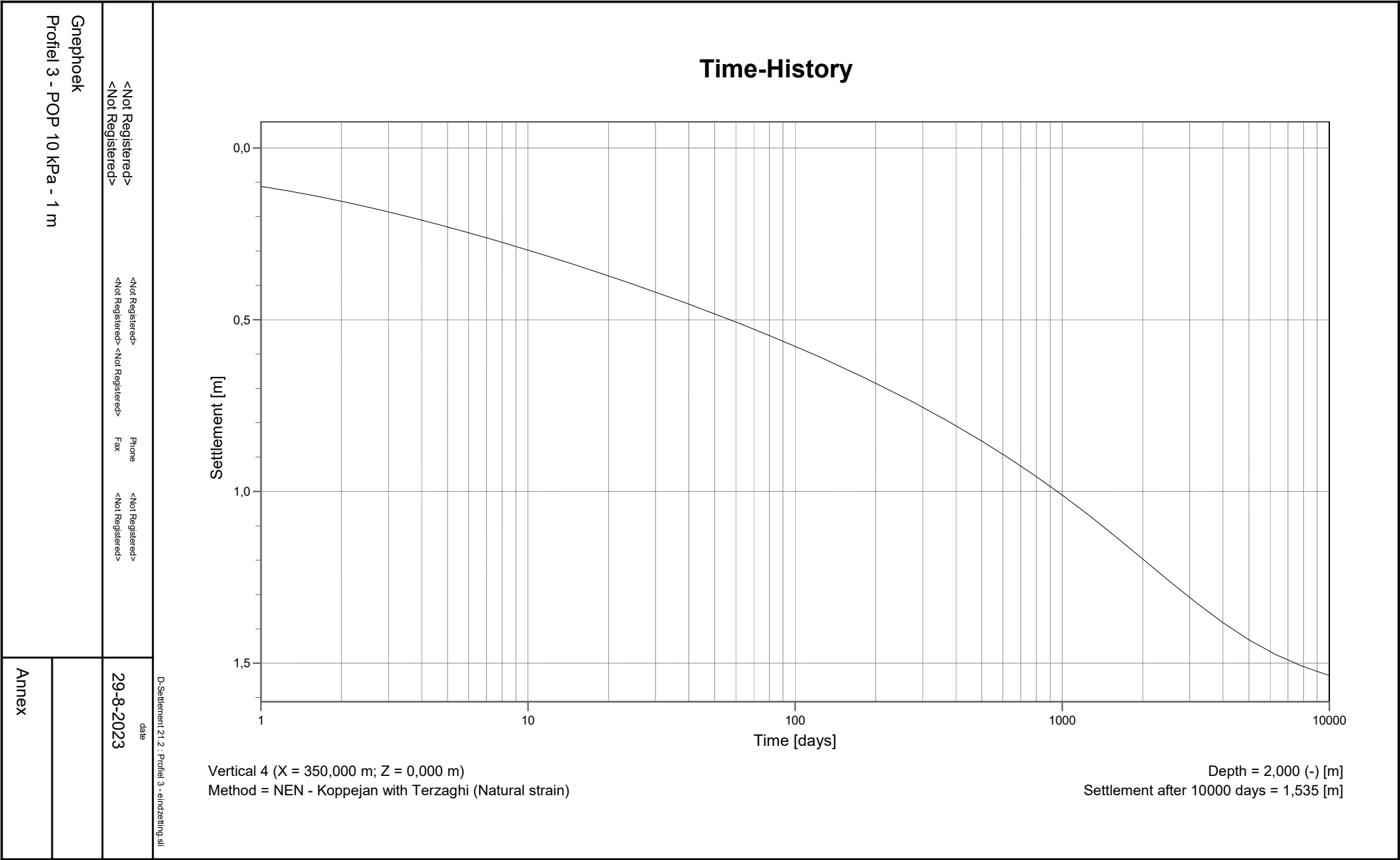
Vertical 4 (X = 350,000 m; Z = 0,000 m)
Method = NEN - Koppejan with Terzaghi (Natural strain)

Depth = 2,000 (-) [m]
Settlement after 10000 days = 1,896 [m]

D:\Settlement 21.2 : Profil 3 - eindzetting - pop 5.sjl

<Not Registered> <Not Registered>		<Not Registered> <Not Registered> <Not Registered>		Phone Fax	<Not Registered> <Not Registered>

Gnephoek Profil 3 - POP 5 kPa - 1 m		date 29-8-2023
Annex		



Bijlage 4: Opbarstanalyse

SW-Opdrijven 3.0

Toetsing verticaal evenwicht (UPL) bodem bij ontgravingen volgens EN 1997-1:2005 § 10.2

Berekening voor integrale (1D) en sleufontgravingen (2D Boussinesq, conform NEN-EN 9997-1:2009 § 10.2(a))

Copyrights RK-Soft & MAPe Soft for Sweco 2017

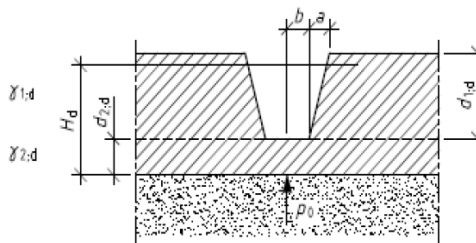


Projectgegevens

Opdrachtnummer:	51012011
Werkomschrijving:	Gnephoek
Betreft:	opbarstberekening Profiel 2 (MB01) - in den droge

Invoer

referentie	NAP
ontgravingsniveau	-6,25 m+NAP
onderzijde grondlagen	-11,00 m+NAP
stijghoogte onderzijde	-3,00 m+NAP
a (zie figuur: taludbreedte)	4,10 m
b (zie figuur: halve breedte)	0,30 m
factor f_{sleuf}	0,49 -
$\gamma_{G;\text{stb}}$	0,90 -
$\gamma_{G;\text{dst}}$	1,00 -



NEN-EN 9997-1 figuur 10.b - Opbarsten van de bodem van een bouwput

Laagopbouw

grondlaag	bovenzijde [m+NAP]	onderzijde [m+NAP]	$\gamma_{i;k}$ [kN/m³]	$\gamma_{i;d}$ [kN/m³]	di;2;d [m]	Pi;2;d [kPa]	di;1;d [m]	Pi;1;d [kPa]
-								
Korst	-4,20	-6,25	13,3	12,0	-	-	2,05	24,5
Klei, slap	-6,25	-6,50	13,0	11,7	0,25	2,9	-	-
Klei, sterk zandig	-6,50	-10,00	17,1	15,4	3,50	53,9	-	-
Basisveen	-10,00	-11,00	10,9	9,8	1,00	9,8	-	-
totalen					4,75 m	66,6	2,05 m	24,5

Waterdruk

stijghoogte	H_d	8,00	m
volumegewicht grondwater	γ_w	9,81	kN/m³
waterdruk	$u_{\text{dst;d}}$	78,5	kN/m²

Gronddruk

grondgewicht	$\sum \gamma_{i;d} \cdot d_{i;d}$	66,6	kN/m²
extra (bijv. water in sloot)	Δq_w	0,0	kN/m²
invloed sleufbreedte	$f \cdot \gamma_{1;d} \cdot d_{1;d}$	12,1	kN/m²
totale gronddruk	$\sigma_{\text{stb;d}}$	78,7	kN/m²

Conclusie

Veiligheid $\sigma_{\text{stb;d}}/u_{\text{dst;d}}$	FS = 1,00
FS ≥ 1,0	Er heerst voldoende verticaal evenwicht

SW-Opdrijven 3.0

Toetsing verticaal evenwicht (UPL) bodem bij ontgravingen volgens EN 1997-1:2005 § 10.2

Berekening voor integrale (1D) en sleufontgravingen (2D Boussinesq, conform NEN-EN 9997-1:2009 § 10.2(a))

Copyrights RK-Soft & MAPe Soft for Sweco 2017

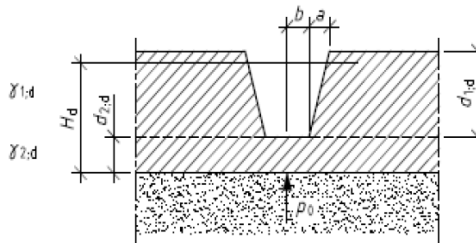


Projectgegevens

Opdrachtnummer:	51012011
Werkomschrijving:	Gnephoek
Betreft:	opbarstberekening Profiel 2 (MB01) - in den natte

Invoer

referentie	NAP
ontgravingsniveau	-6,25 m+NAP
onderzijde grondlagen	-11,00 m+NAP
stijghoogte onderzijde	-3,00 m+NAP
a (zie figuur: taludbreedte)	4,10 m
b (zie figuur: halve breedte)	5,50 m
factor f_{sleuf}	0,08 -
$\gamma_{G;\text{stb}}$	0,90 -
$\gamma_{G;\text{dst}}$	1,00 -



NEN-EN 9997-1 figuur 10.b - Opbarsten van de bodem van een bouwput

Laagopbouw

grondlaag	bovenzijde [m+NAP]	onderzijde [m+NAP]	$\gamma_{i;k}$ [kN/m³]	$\gamma_{i;d}$ [kN/m³]	di;2;d [m]	Pi;2;d [kPa]	di;1;d [m]	Pi;1;d [kPa]
-								
Korst	-4,20	-6,25	13,3	12,0	-	-	2,05	24,5
Klei, slap	-6,25	-6,50	13,0	11,7	0,25	2,9	-	-
Klei, sterk zandig	-6,50	-10,00	17,1	15,4	3,50	53,9	-	-
Basisveen	-10,00	-11,00	10,9	9,8	1,00	9,8	-	-
totalen					4,75 m	66,6	2,05 m	24,5

Waterdruk

stijghoogte	H_d	8,00	m
volumegewicht grondwater	γ_w	9,81	kN/m³
waterdruk	$u_{\text{dst;d}}$	78,5	kN/m²

Gronddruk

grondgewicht	$\sum \gamma_{i;d} \cdot d_{i;d}$	66,6	kN/m²
extra (bijv. water in sloot)	Δq_w	9,8	kN/m²
invloed sleufbreedte	$f \cdot \gamma_{1;d} \cdot d_{1;d}$	1,9	kN/m²
totale gronddruk	$\sigma_{\text{stb;d}}$	78,3	kN/m²

Conclusie

Veiligheid $\sigma_{\text{stb;d}}/u_{\text{dst;d}}$	FS = 1,00
FS ≥ 1,0	Er heerst voldoende verticaal evenwicht

SW-Opdrijven 3.0

Toetsing verticaal evenwicht (UPL) bodem bij ontgravingen volgens EN 1997-1:2005 § 10.2

Berekening voor integrale (1D) en sleufontgravingen (2D Boussinesq, conform NEN-EN 9997-1:2009 § 10.2(a))

Copyrights RK-Soft & MAPe Soft for Sweco 2017

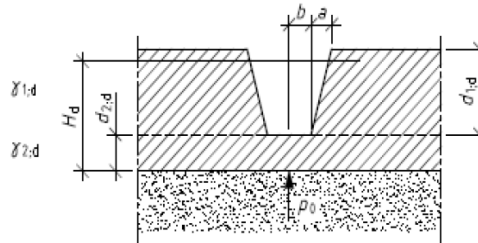


Projectgegevens

Opdrachtnummer:	51012011
Werkomschrijving:	Gnephoek
Betreft:	opbarstberekening Profiel 3 (MB02) - in den droge

Invoer

referentie	NAP
ontgravingsniveau	-3,65 m+NAP
onderzijde grondlagen	-11,00 m+NAP
stijghoogte onderzijde	-3,00 m+NAP
a (zie figuur: taludbreedte)	4,90 m
b (zie figuur: halve breedte)	200,00 m
factor f_{sleuf}	0,00 -
$\gamma_{G;\text{stb}}$	0,90 -
$\gamma_{G;\text{dst}}$	1,00 -



NEN-EN 9997-1 figuur 10.b - Opbarsten van de bodem van een bouwput

Laagopbouw

grondlaag	bovenzijde [m+NAP]	onderzijde [m+NAP]	$\gamma_{i;k}$ [kN/m³]	$\gamma_{i;d}$ [kN/m³]	di;2;d [m]	Pi;2;d [kPa]	di;1;d [m]	Pi;1;d [kPa]
-								
Korst / kleiig veen	-2,10	-3,65	12,2	11,0	-	-	1,55	17,0
Veen	-3,65	-5,00	9,5	8,6	1,35	11,5	-	-
Klei slap	-5,00	-6,50	12,2	11,0	1,50	16,5	-	-
Klei zwak zandig	-6,50	-10,00	13,5	12,2	3,50	42,5	-	-
Basiveen	-10,00	-11,00	10,9	9,8	1,00	9,8	-	-
totalen					7,35 m	80,3	1,55 m	17,0

Waterdruk

stijghoogte	H_d	8,00	m
volumegewicht grondwater	γ_w	9,81	kN/m³
waterdruk	$u_{\text{dst;d}}$	78,5	kN/m²

Gronddruk

grondgewicht	$\Sigma \gamma_{i;d} \cdot d_{i;d}$	80,3	kN/m²
extra (bijv. water in sloot)	Δq_w	0,0	kN/m²
invloed sleufbreedte	$f \cdot \gamma_{1;d} \cdot d_{1;d}$	0,0	kN/m²
totale gronddruk	$\sigma_{\text{stb;d}}$	80,3	kN/m²

Conclusie

Veiligheid $\sigma_{\text{stb;d}}/u_{\text{dst;d}}$	FS = 1,02
FS ≥ 1,0	Er heerst voldoende verticaal evenwicht

SW-Opdrijven 3.0

Toetsing verticaal evenwicht (UPL) bodem bij ontgravingen volgens EN 1997-1:2005 § 10.2

Berekening voor integrale (1D) en sleufontgravingen (2D Boussinesq, conform NEN-EN 9997-1:2009 § 10.2(a))

Copyrights RK-Soft & MAPe Soft for Sweco 2017

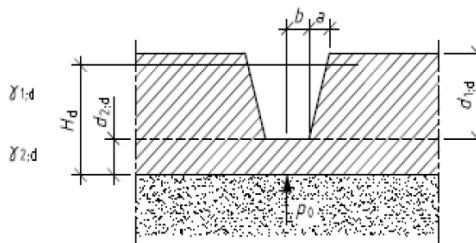


Projectgegevens

Opdrachtnummer:	51012011
Werkomschrijving:	Gnephoek
Betreft:	opbarstberekening Profiel 3 (MB02) - in den natte

Invoer

referentie	NAP
ontgravingsniveau	-3,65 m+NAP
onderzijde grondlagen	-11,00 m+NAP
stijghoogte onderzijde	-3,00 m+NAP
a (zie figuur: taludbreedte)	4,90 m
b (zie figuur: halve breedte)	200,00 m
factor f_{sleuf}	0,00 -
$\gamma_{G;\text{stb}}$	0,90 -
$\gamma_{G;\text{dst}}$	1,00 -



NEN-EN 9997-1 figuur 10.b - Opbarsten van de bodem van een bouwpu.

Laagopbouw

grondlaag	bovenzijde [m+NAP]	onderzijde [m+NAP]	$\gamma_{i;k}$ [kN/m³]	$\gamma_{i;d}$ [kN/m³]	di;2;d [m]	Pi;2;d [kPa]	di;1;d [m]	Pi;1;d [kPa]
Korst / kleig veen	-2,10	-3,65	12,2	11,0	-	-	1,55	17,0
Veen	-3,65	-5,00	9,5	8,6	1,35	11,5	-	-
Klei slap	-5,00	-6,50	12,2	11,0	1,50	16,5	-	-
Klei zwak zandig	-6,50	-10,00	13,5	12,2	3,50	42,5	-	-
Basisveen	-10,00	-11,00	10,9	9,8	1,00	9,8	-	-
totalen					7,35 m	80,3	1,55 m	17,0

Waterdruk

stijghoogte	H_d	8,00	m
volumegewicht grondwater	γ_w	9,81	kN/m³
waterdruk	$u_{\text{dst};d}$	78,5	kN/m²

Gronddruk

grondgewicht	$\Sigma \gamma_{i;d} \cdot d_{i;d}$	80,3	kN/m²
extra (bijv. water in sloot)	Δq_w	9,8	kN/m²
invloed sleufbreedte	$f \cdot \gamma_{1;d} \cdot d_{1;d}$	0,0	kN/m²
totale gronddruk	$\sigma_{\text{stb};d}$	90,1	kN/m²

Conclusie

Veiligheid $\sigma_{\text{stb};d}/u_{\text{dst};d}$	FS = 1,15
FS ≥ 1,0	Er heerst voldoende verticaal evenwicht

Bijlage 2: Beoordeling en vergelijking grondonderzoek

Grondonderzoek Gnephhoek

Interpretatie grondonderzoek Gnephhoek te Alphen aan den Rijn

Sweco Nederland B.V.	Handelsregister 30129769
Onderwerp	Grondonderzoek Gnephhoek
Projectnummer	51025202
Klant	Gemeente Alphen aan den Rijn
Auteur	Jaap de Wit
Datum	01-04-2025
Versie	C.1
Documentreferentie	NL25-648800269-129950

Inhoudsopgave

1	Inleiding	2
1.1	Aanleiding	2
1.2	Doel	2
1.3	Leeswijzer	2
2	Uitgangspunten	3
2.1	Beschikbare informatie	3
2.2	Onderzoeksgebied	3
2.3	Grondonderzoek	4
3	Beoordeling en vergelijking	5
3.1	Eerder grondonderzoek	5
3.2	Beoordeling aanvullend grondonderzoek	6
3.3	Vergelijking grondonderzoek met eerdere verkenning	11
4	Conclusie	11
	Bijlage 1 Grondonderzoek	12
	Bijlage 2 Indeling bodemprofielen	13

1 Inleiding

1.1 Aanleiding

De gemeente Alphen aan den Rijn werkt aan de ontwikkeling van woningbouw in de Gnephoekpolder. Deze ontwikkeling bestaat uit de realisatie van circa 5.500 woningen. In het kader van een verkenning bouwrijp maken is in 2023 door Sweco een eerste beoordeling van de bij ophoging van het plangebied te verwachten zettingen gemaakt. Hiervoor zijn destijds 20 sonderingen en twee machinale boringen uitgevoerd. Op basis van de grondonderzoeken en de al beschikbare informatie zijn in de eerdere verkenning op hoofdlijnen vijf verschillende grondprofielen onderscheiden.

Inmiddels is het plangebied voor woningbouw doorontwikkeld en enigszins aangepast. De gemeente Alphen aan den Rijn heeft voor dit plangebied voor nader inzicht in de bodemopbouw aanvullend grondonderzoek laten uitvoeren bestaande uit 62 sonderingen tot circa 25 m -mv en vijf mechanische boringen tot circa 12 m -mv.

De gemeente Alphen aan den Rijn heeft Sweco gevraagd het aanvullend grondonderzoek te beoordelen en te vergelijken met de eerder uitgevoerde grondonderzoeken.

1.2 Doel

Op basis van het aanvullende grondonderzoek wenst de gemeente Alphen aan den Rijn graag inzicht te krijgen of het eerdere beeld van de bodemopbouw wordt bevestigd en/of dat er mogelijk (lokaal) een afwijkende bodemopbouw aanwezig is.

1.3 Leeswijzer

In hoofdstuk 2 zijn de gehanteerde uitgangspunten beschreven. In hoofdstuk 3 volgt het resultaat van de beoordeling en vergelijking. In hoofdstuk 4 is de conclusie uitgewerkt.

2 Uitgangspunten

2.1 Beschikbare informatie

Voor het opstellen van deze notitie is gebruik gemaakt van de volgende documenten:

- [1] Sweco, Gnephhoek in Alphen aan den Rijn Beoordeling zettingen, opbarstrisco en Erosiebestendigheid, Document referentie NL24-648800269-105908, 17-10-2024
- [2] PDF-bestand 2301311_son, met de door Geosonda uitgevoerde sonderingen
- [3] PDF-bestand Boorprofielen Alphen aan den Rijn (2301311_2) en Boorprofiel Alphen ad Rijn (2301311) MB 107

Bestanden [2] en [3] zijn volledigheidshalve opgenomen in bijlage 1 van deze notitie.

2.2 Onderzoeksgebied

Het onderzoeksgebied met de ligging van de aanvullend uitgevoerde sonderingen en boringen is weergegeven in figuur 2.1 (zie ook bijlage 1). De locaties van het eerder uitgevoerde grondonderzoek zijn weergegeven in 2.2. In de eerdere verkenning was ook grondonderzoek in de noordelijk gelegen Vrouwgeestpolder uitgevoerd en geïnterpreteerd (zie fig. 2.2.). In deze notitie wordt dit gebied niet beschouwd.

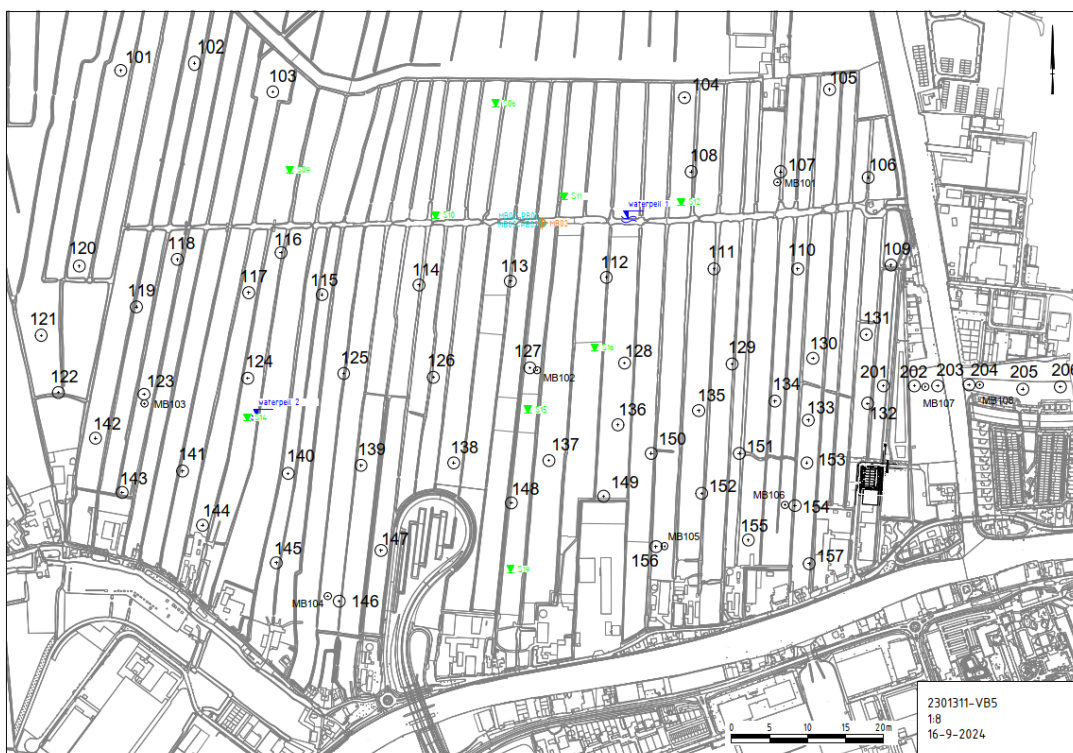


Fig. 2.1. Situatie sonderingen en boringen aanvullend onderzoek Gnephhoek

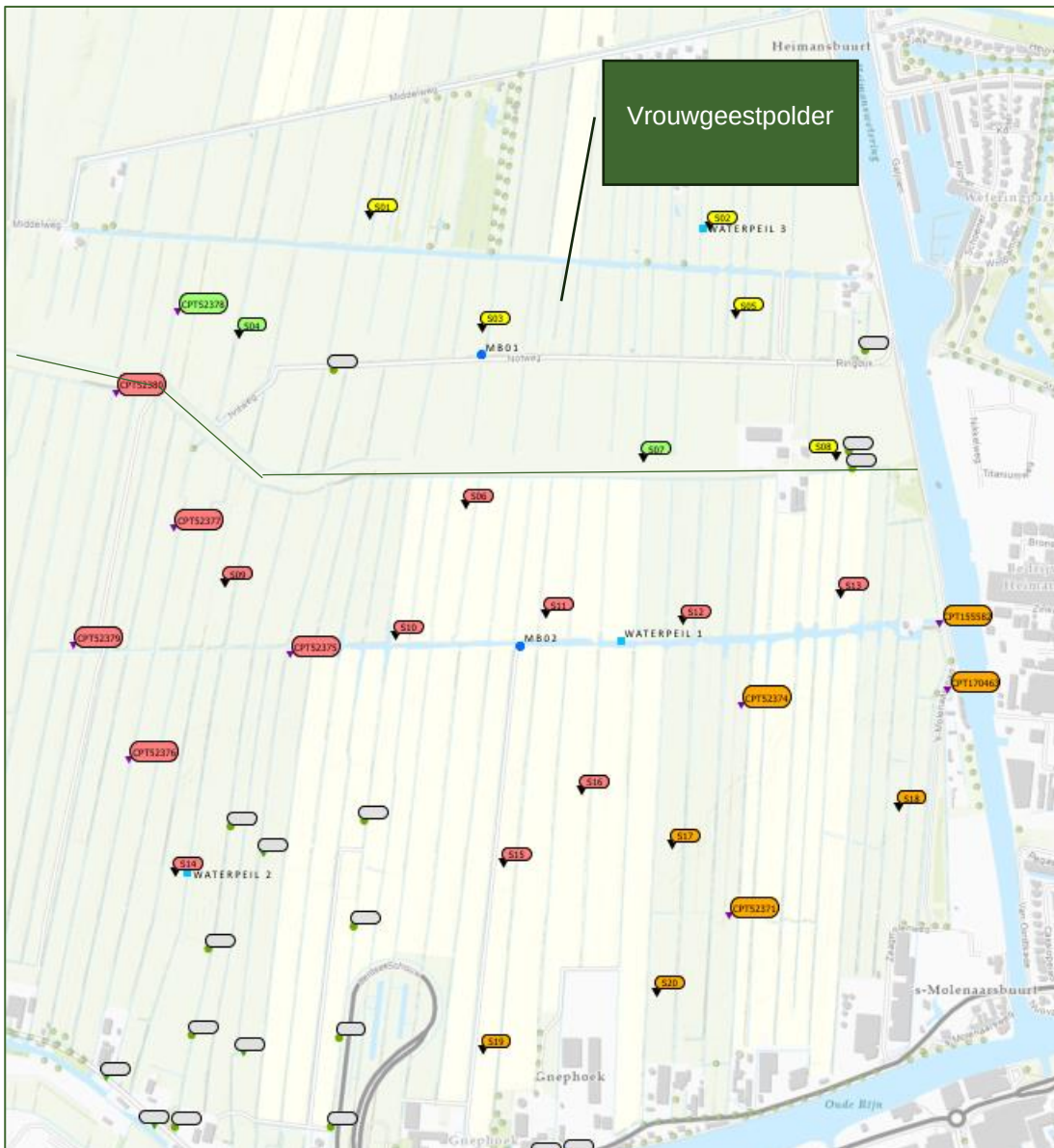


Fig. 2.2. Locaties eerder uitgevoerde sonderingen (aangeven met S-nummers) en locaties sonderingen Dinoloket [1]. Ten noorden van de groene lijn ligt de Vrouwgeestpolder.

2.3 Grondonderzoek

Door gemeente Alphen aan den Rijn zijn de volgende aanvullende grondonderzoeken ter beschikking gesteld:

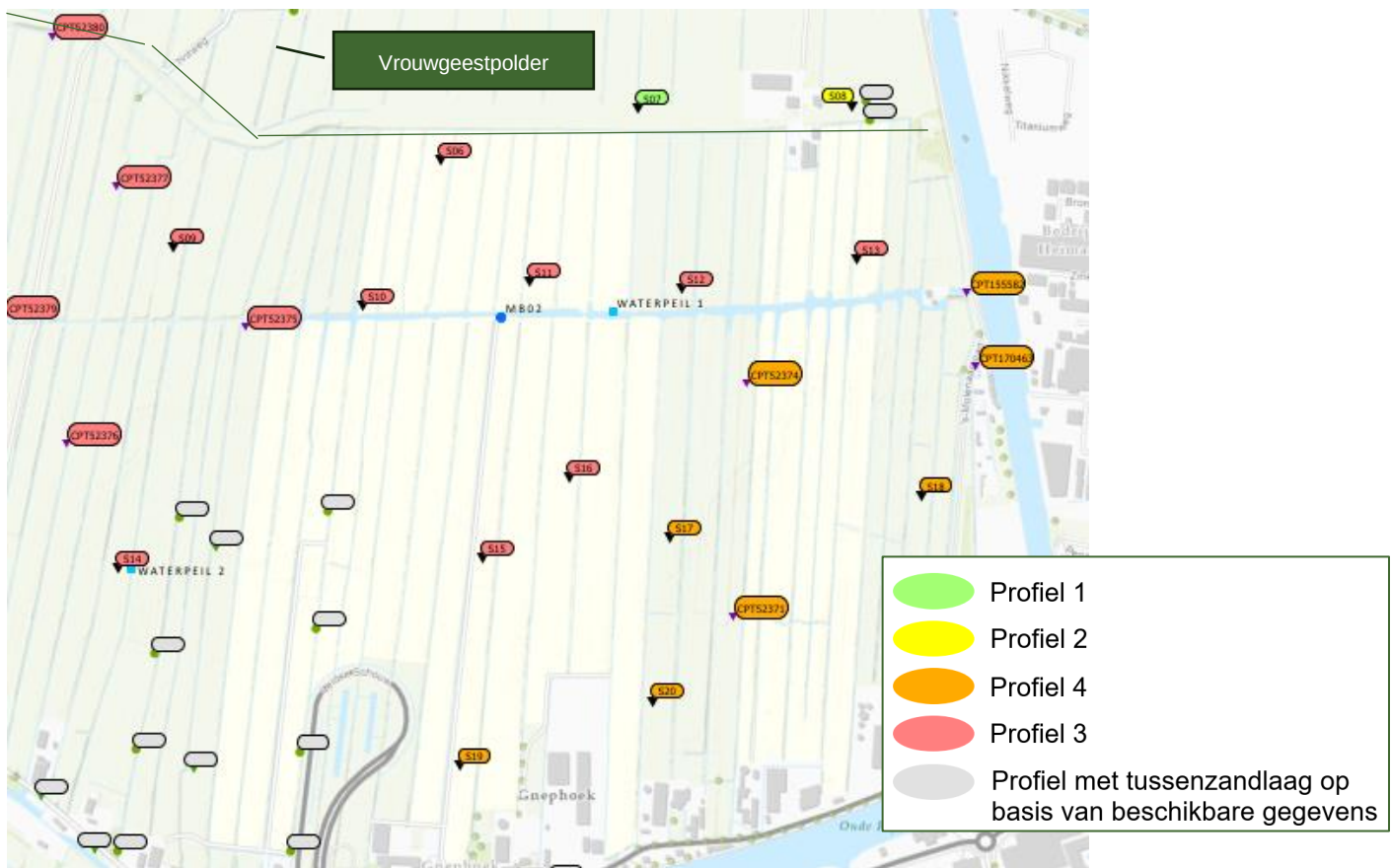
- 57 sonderingen tot circa 20 m -mv met meting van de plaatselijke wrijving:
- 5 sonderingen tot circa 35 m -mv met meting van de plaatselijke wrijving. S202 – S206 vallen buiten het onderzoeksgebied en zijn niet beschouwd:
- 5 mechanische boringen tot circa 12 m -mv. MB102, 103 en 105 zoals weergegeven in figuur 2.1 moeten nog worden uitgevoerd.

De locaties van het grondonderzoek, de sondeergrafieken en boorprofielen zijn opgenomen in bijlage 1. Bij de uitvoering van de boringen zijn ook steekbussen genomen waar samendrukkingsproeven voor worden uitgevoerd. De resultaten hiervan zijn op moment van schrijven nog niet beschikbaar. De resultaten worden in een later stadium nog gebruikt voor de uitvoering van zettingsberekeningen.

3 Beoordeling en vergelijking

3.1 Eerder grondonderzoek

In de eerdere verkenning [1] zijn in het onderzoeksgebied (dus zonder de Vrouwgeestpolder) drie verschillende grondprofielen onderscheiden (zie figuur 3.1).



Figuur 3.1 Ligging profielen eerdere verkenning [1].

Profiel 3 en 4 zijn overwegend aanwezig in het onderzoeksgebied. Deze profielen zijn in de verkenning als volgt gekenmerkt.

Profiel 3 (S06, S09, S10, S11, S12, S13, S14, S15, S16, MB02, CPT52375, CPT52376, CPT52377, CPT52379, CPT52380)

Vanaf mv tot ca. 1,0 m -mv	Korst, bestaande uit humushoudende klei
Van ca. 1,0 tot ca. 4,0 m -mv	Veen
Van ca. 4,0 tot ca. 8,5 m -mv	Klei, humeus / venig
Van ca. 8,5 tot ca. 9,5 m -mv	Basisveen
Van ca. 9,5 tot ca. 25 m -mv	Pleistoceen zand

Profiel 4 (S17, S18, S19, S20, CPT52371, CPT52374, CPT155582, CPT170463)

Van mv tot ca. 0,5 m -mv	Korst, bestaande uit humeuze klei
Van ca. 0,5 tot ca. 2,5 m -mv	Klei, humeus / venig
Van ca. 2,5 tot ca. 3,5 à 4,5 m -mv	Veen
Van ca. 3,5 à 4,5 tot ca. 8,5	Klei, humeus / venig
Van ca. 8,5 tot ca. 9,5 m -mv	Basisveen
Van ca. 9,5 tot ca. 25 m -mv	Pleistoceen zand

Bron: [1].

Naast profiel 3 en 4 is in de verkenning ook een profiel met een tussenzandlaag beschreven (op basis van openbare data). Dit profiel is in eerdere verkenning niet nader uitgewerkt.

3.2 Beoordeling aanvullend grondonderzoek

Uit de resultaten van het aanvullende grondonderzoek blijkt dat in het onderzoeksgebied vanaf maaiveld overwegend sprake is van een samendrukbaar pakket (Holocene deklaag) met een dikte van 9 à 10 m. Dit pakket bestaat overwegend uit slappe klei en veenlagen. De dikte van de veenlagen varieert van circa 0,5 tot circa 5 m. De dikste veenpakketten zijn in de bovenste meters aanwezig. De kleilagen in het Holocene pakket zijn overwegend zeer slap. Lokaal is de klei sterk zandig.

Op 9 à 10 m diepte begint de vaste zandondergrond (Pleistoceen). Boven het vaste zand is basisveen aanwezig, waarvan de dikte varieert tot maximaal circa 1 à 1,5 m.

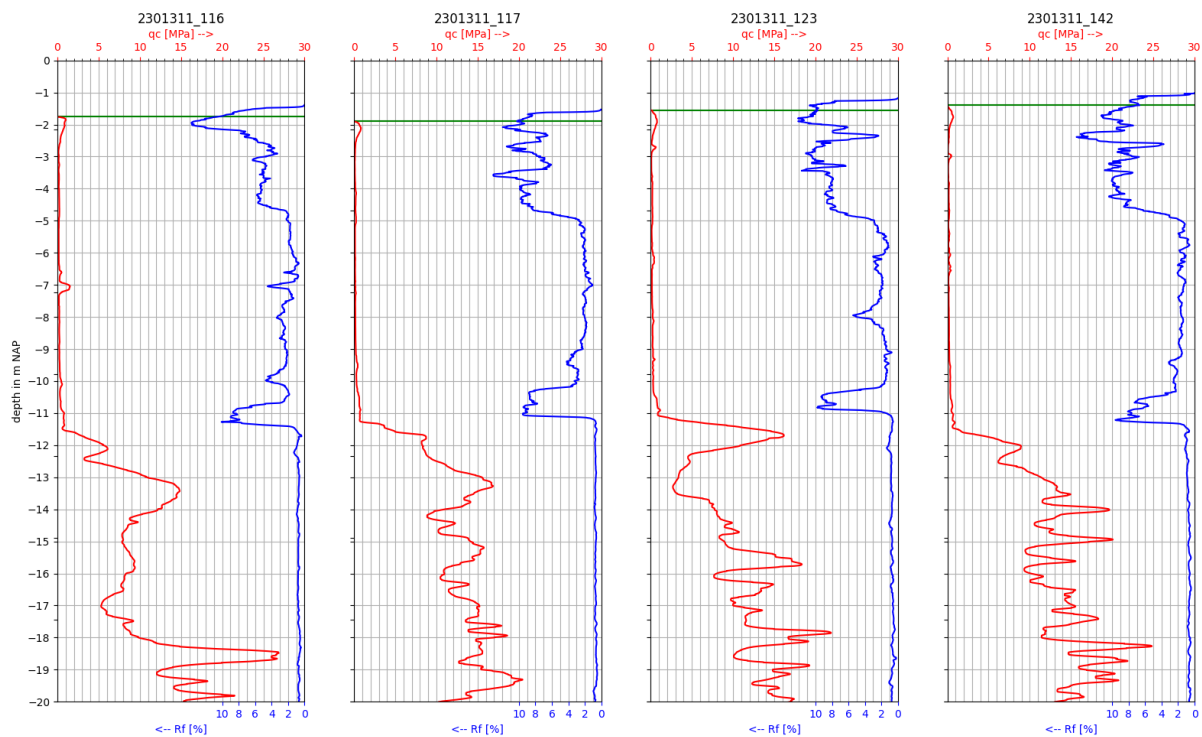
Bij een aantal sonderingen is een afwijkend bodemprofiel aangetroffen. Dit profiel wordt gekenmerkt door de aanwezigheid van tussenzandlagen en/of een minder dik samendrukbaar pakket (circa 4 tot 6 m).

Op basis van het uitgevoerde grondonderzoek worden in het onderzoeksgebied op hoofdlijnen drie profielen onderscheiden. De ligging van deze profielen is opgenomen in bijlage 2¹ en in figuur 3.6. De profielen worden hieronder nader uitgewerkt.

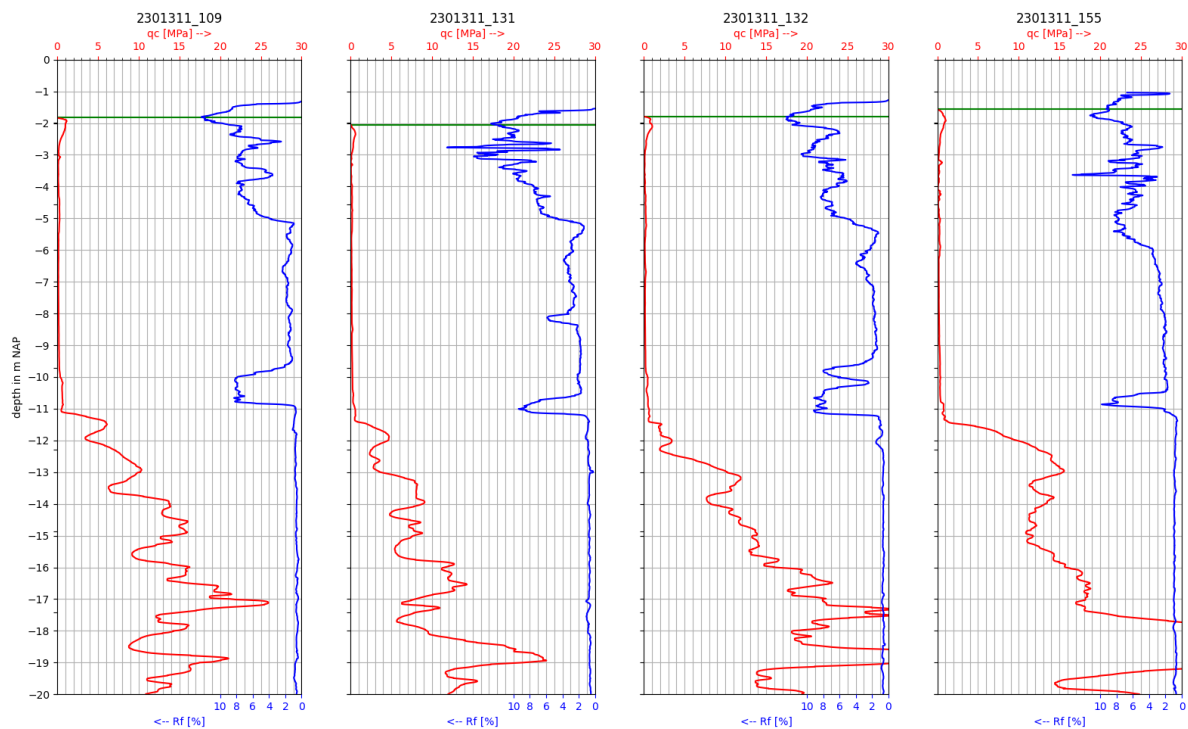
Profiel A

Bij A profiel is sprake van een samendrukbaar pakket van circa 9 à 10 m. Dit pakket bestaat overwegend uit slappe klei- en veenlagen. Ten opzichte van profiel B en C is de dikte van de veenlagen bij dit profiel het grootst (circa 3 m tot circa 5 m). Dit profiel is aan de oost- en westkant aangetroffen. Een aantal sonderingen van dit profiel is weergegeven in figuur 3.2 en 3.3. Alle sonderingen van dit profiel zijn opgenomen in bijlage 2.

¹ De in dit hoofdstuk gepresenteerde sonderingen zijn afgeleid uit de GEF-bestanden van de sonderingen. Opgemerkt wordt dat de in dit hoofdstuk gepresenteerde grafieken bij het wrijvingsgetal (blauwe lijn) de NAP hoogte onjuist wordt weergegeven.



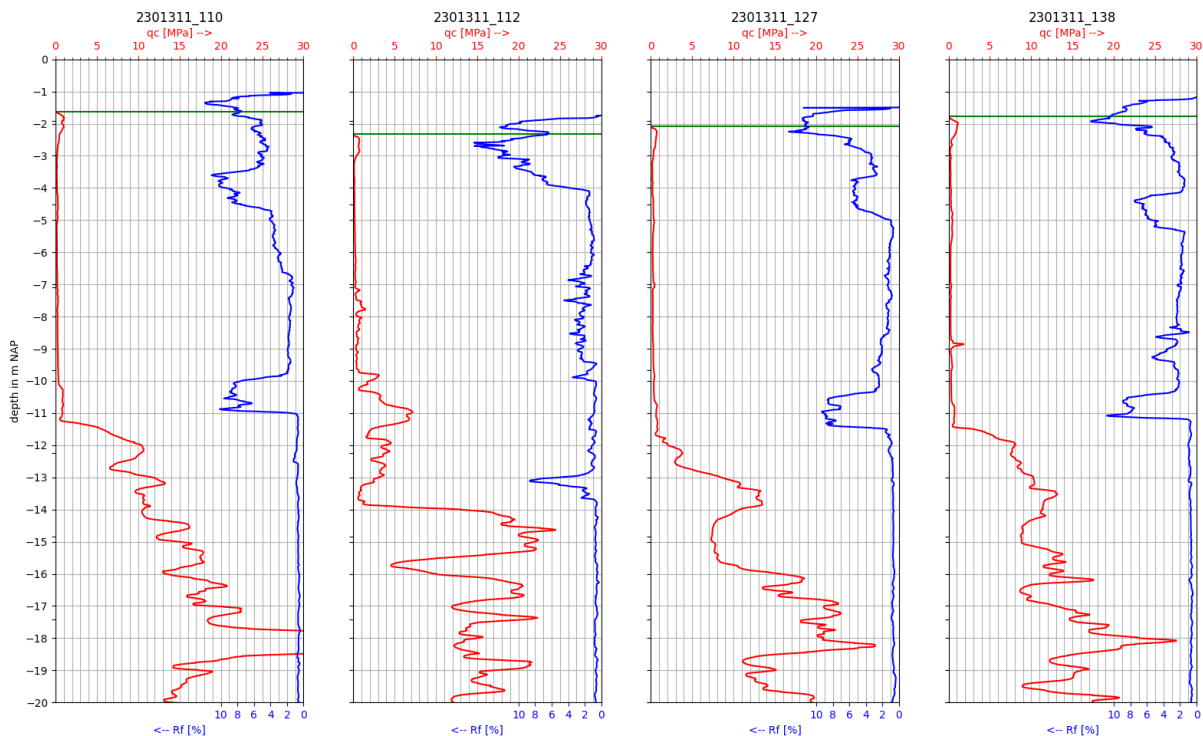
Figuur 3.2. Voorbeeldsonderingen profiel A (westkant) – sondering 116, 117, 123 en 142



Figuur 3.3. Voorbeeldsonderingen profiel A (oostkant) - sondering 109, 131, 132 en 155

Profiel B

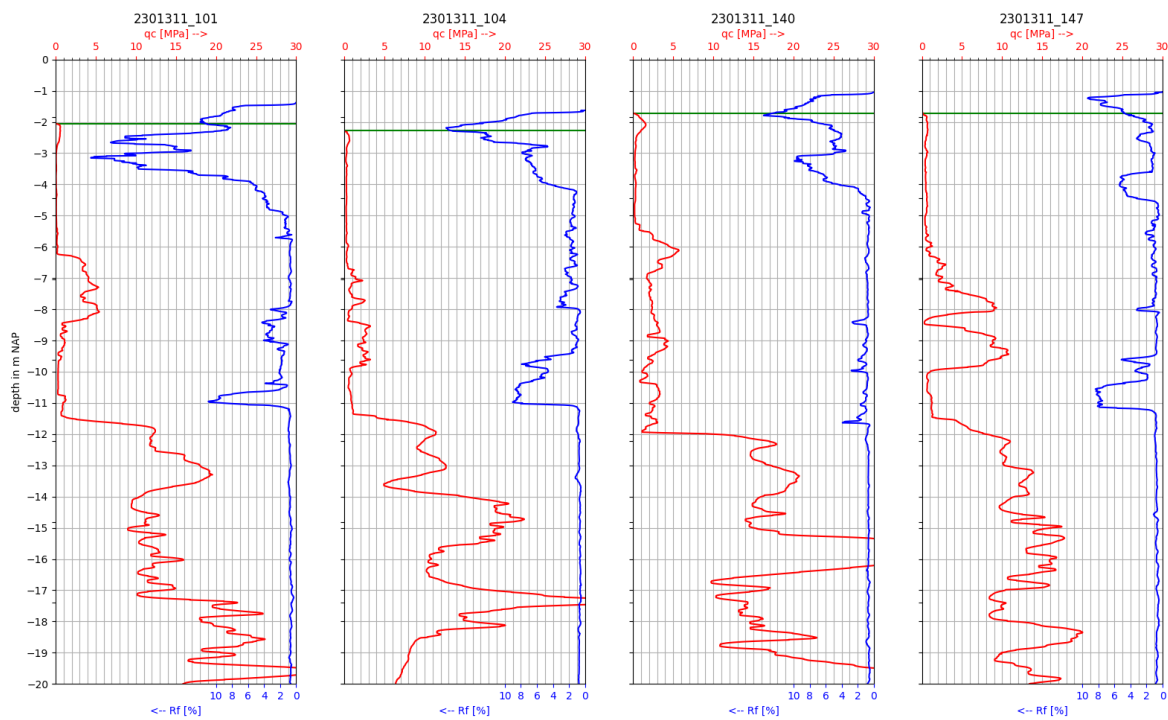
Profiel B is vergelijkbaar met profiel A. Het verschil is dat bij dit profiel de dikte van het bovenste veenpakket kleiner is (circa 0,5 tot 3 m), het veen kleiiger is en/of tussenlagen met klei aanwezig zijn. Dit profiel is met name centraal en aan de oostkant van het plangebied aanwezig. Een aantal sonderingen van dit profiel is weergegeven in figuur 3.4. Alle sonderingen van dit profiel zijn opgenomen in bijlage 2.



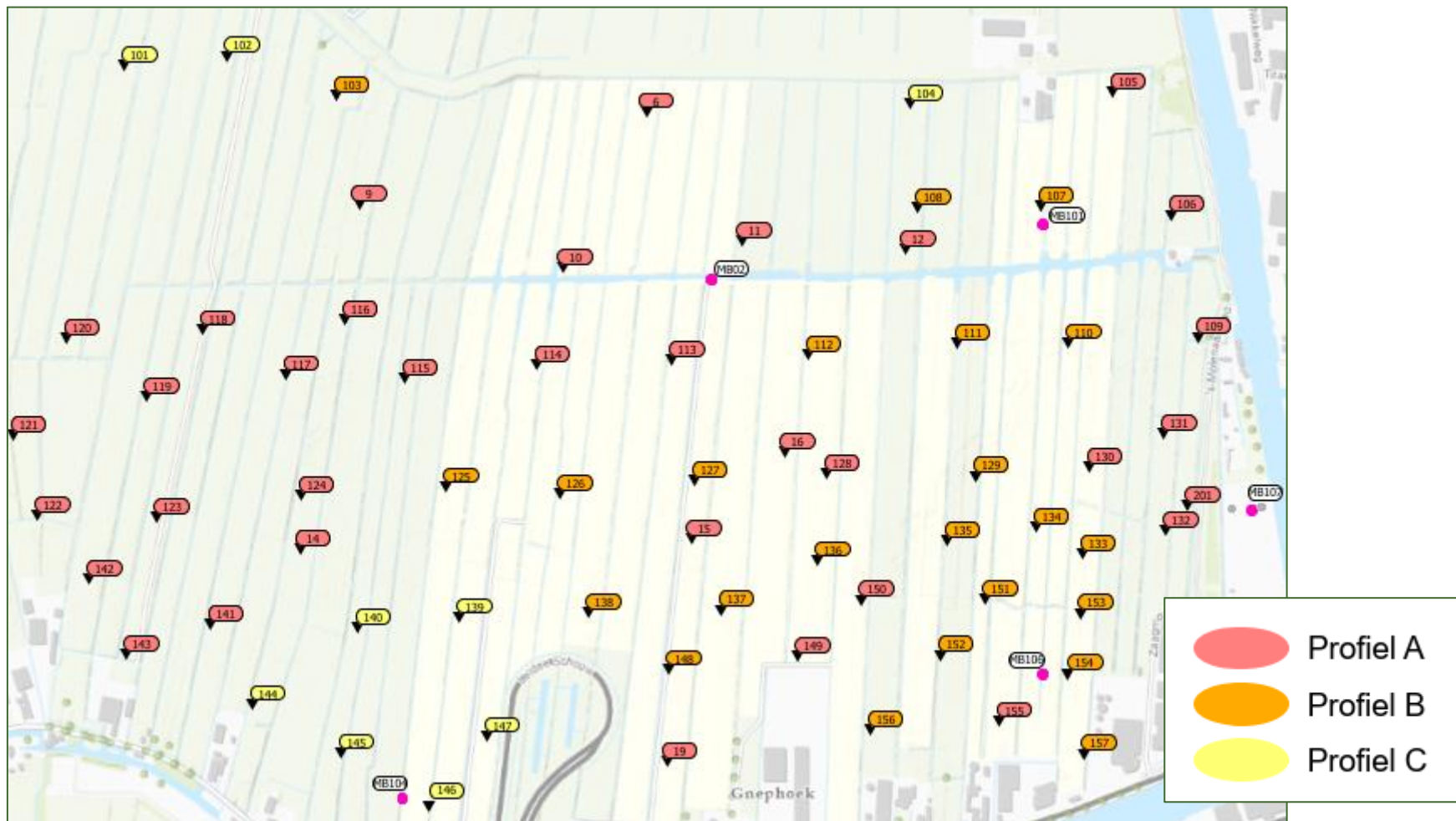
Figuur 3.4. Voorbeeldsonderingen profiel B – sondering 110, 112, 127 en 138

Profiel C

Kenmerkend voor profiel C is dat de dikte van het samendrukbaar pakket kleiner is in vergelijking met profiel A en B. In het Holocene pakket zijn namelijk tussenlagen met zand aangetroffen. Dit profiel is in een beperkt gebied aangetroffen: aan de noordkant van het onderzoeksgebied en aan de noordwestzijde van de Maximabrug. Een aantal sonderingen van dit profiel is weergegeven in figuur 3.5. Alle sonderingen van dit profiel zijn opgenomen in bijlage 2.



Figuur 3.5. Voorbeeldsonderingen profiel C - sondering 101, 104, 140 en 147



Figuur 3.6 Grondonderzoeklocaties Gnephoek met indeling profielen A, B en C.

3.3 Vergelijking grondonderzoek met eerdere verkenning

Het aanvullende grondonderzoek in het onderzoeksgebied laat een vergelijkbare bodemopbouw zien als in de eerdere verkenning. De dikte van het samendrukbaar pakket is vergelijkbaar en het verschil tussen profiel 3 en 4 is met name het verschil in de dikte van het veenpakket. Profiel 3 (uit de verkenning) is vergelijkbaar met profiel A en profiel 4 (uit de verkenning) is vergelijkbaar met profiel B.

Het profiel met de tussenzandlaag (grijze vakjes in figuur 3.1) was in de eerdere verkenning alleen op basis van openbare data afgeleid. Het aanvullende grondonderzoek bevestigt in dit gebied een afwijkende bodemopbouw in vergelijking met profiel A en B en de aanwezigheid van een tussenzandlaag. De dikte van de tussenzandlaag verschilt wel. De dikste zandlagen zijn aanwezig in het gebied ten noordwesten van de Maximabrug (sondering 139, 140, 145 en 147). Bovenin wordt bij dit profiel bij de meeste sonderingen ook veen aangetroffen.

Als we de resultaten van het aanvullende grondonderzoek vergelijken met de eerdere verkenning dan kan worden opgemaakt dat het beeld van de bodemopbouw uit de eerdere verkenning wordt bevestigd en in de delen die nog niet waren onderzocht een vergelijkbare bodemopbouw als de eerdere indeling wordt aangetroffen.

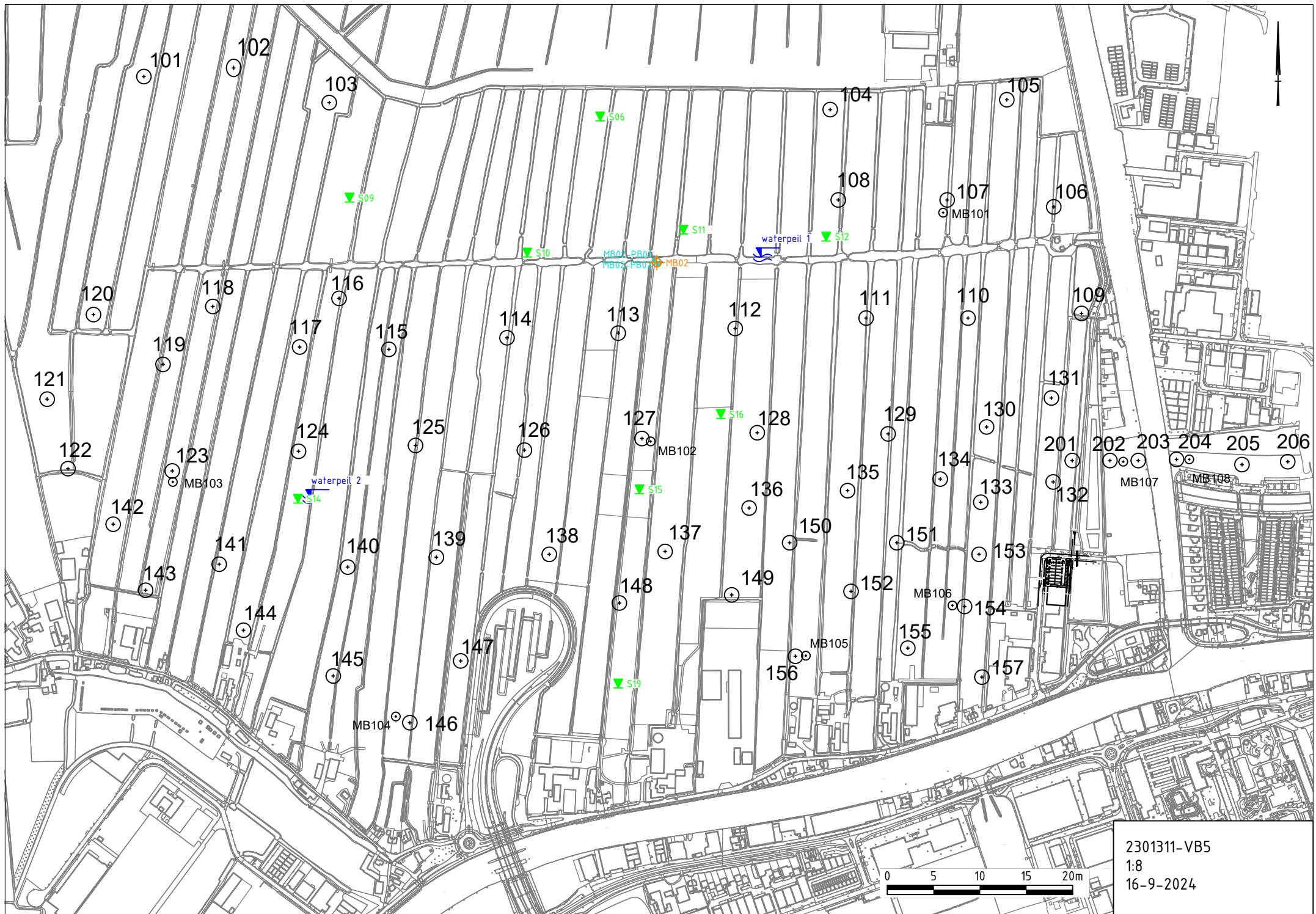
4 Conclusie

Ter plaatse van plangebied Gnephoek heeft gemeente Alphen aan den Rijn aanvullend grondonderzoek laten uitvoeren. Sweco heeft dit vergeleken met het eerdere grondonderzoek.

Op basis van de interpretatie van het aanvullend grondonderzoek kan worden geconcludeerd dat het beeld uit de eerdere verkenning wordt bevestigd. In het onderzoeksgebied is overwegend sprake van een slap pakket (van veen en klei) met een dikte van 9 à 10 m waarvan de dikte van de veenlagen kan variëren. Deze profielen zijn aangeduid met profiel A en B. De ligging hiervan is weergegeven in figuur 3.6 en bijlage 2.

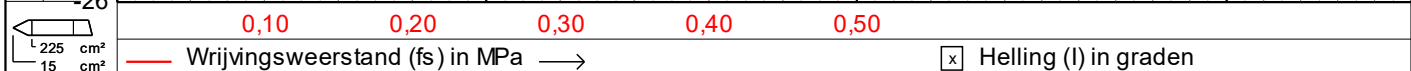
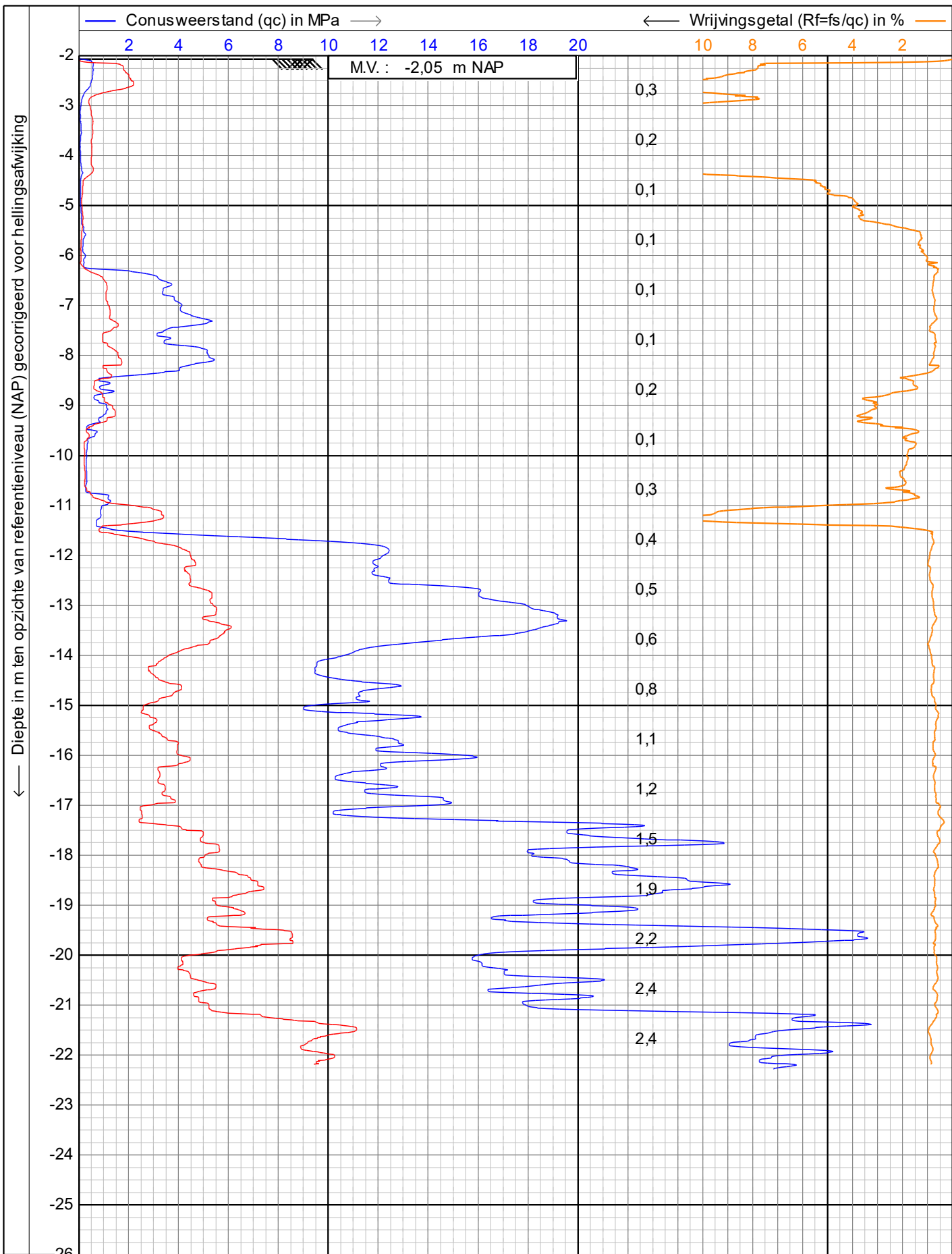
Aan de noordkant van het onderzoeksgebied en ten noordwesten van de Maximabrug is het slappe pakket dunner door de aanwezigheid van tussenzandlagen. Dit was ook in de eerdere verkenning naar voren gekomen. Deze profielen zijn in figuur 3.6 en bijlage 2 aangeduid als profiel C.

Bijlage 1 Grondonderzoek



2301311-VB5
1:8
16-9-2024

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



 Alphen a/d Rijn Breda	sondering volgens NEN-EN-ISO22476-1		Datum : 25-11-2024	
	Project : GNEPHOEK		Conusnr. : S15CFIL1633	
	Locatie : ALPHEN AAN DEN RIJN		Projectnr. : 2301311	
			Sondeernr. : 101	1/1

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

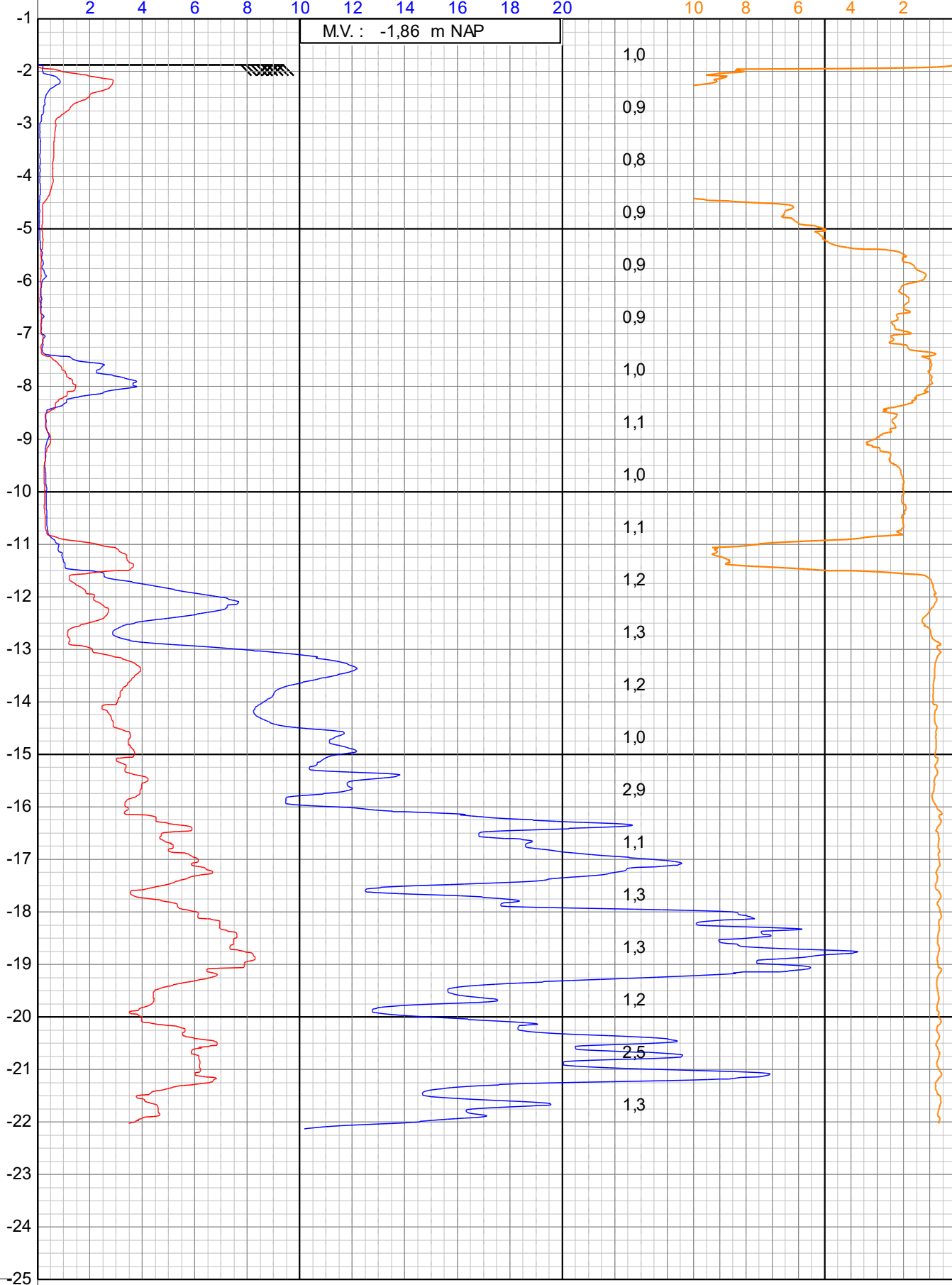
— Conusweerstand (qc) in MPa →

← Wrijvingsgetal (Rf=fs/qc) in % —

2 4 6 8 10 12 14 16 18 20

10 8 6 4 2

M.V. : -1,86 m NAP



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 : **GNEPHOEK**

Locatie : **ALPHEN AAN DEN RIJN**

Datum : **25-11-2024**

Conusnr. : **S15CFIL1633**

Projectnr. : **2301311**

Sondeernr.: **102**

1/1

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

— 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. : -1,72 m NAP

-1
-2
-3
-4
-5
-6
-7
-8
-9
-10
-11
-12
-13
-14
-15
-16
-17
-18
-19
-20
-21
-22
-23
-24
-25

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



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 : **GNEPHOEK**

Locatie : **ALPHEN AAN DEN RIJN**

Datum : **25-11-2024**

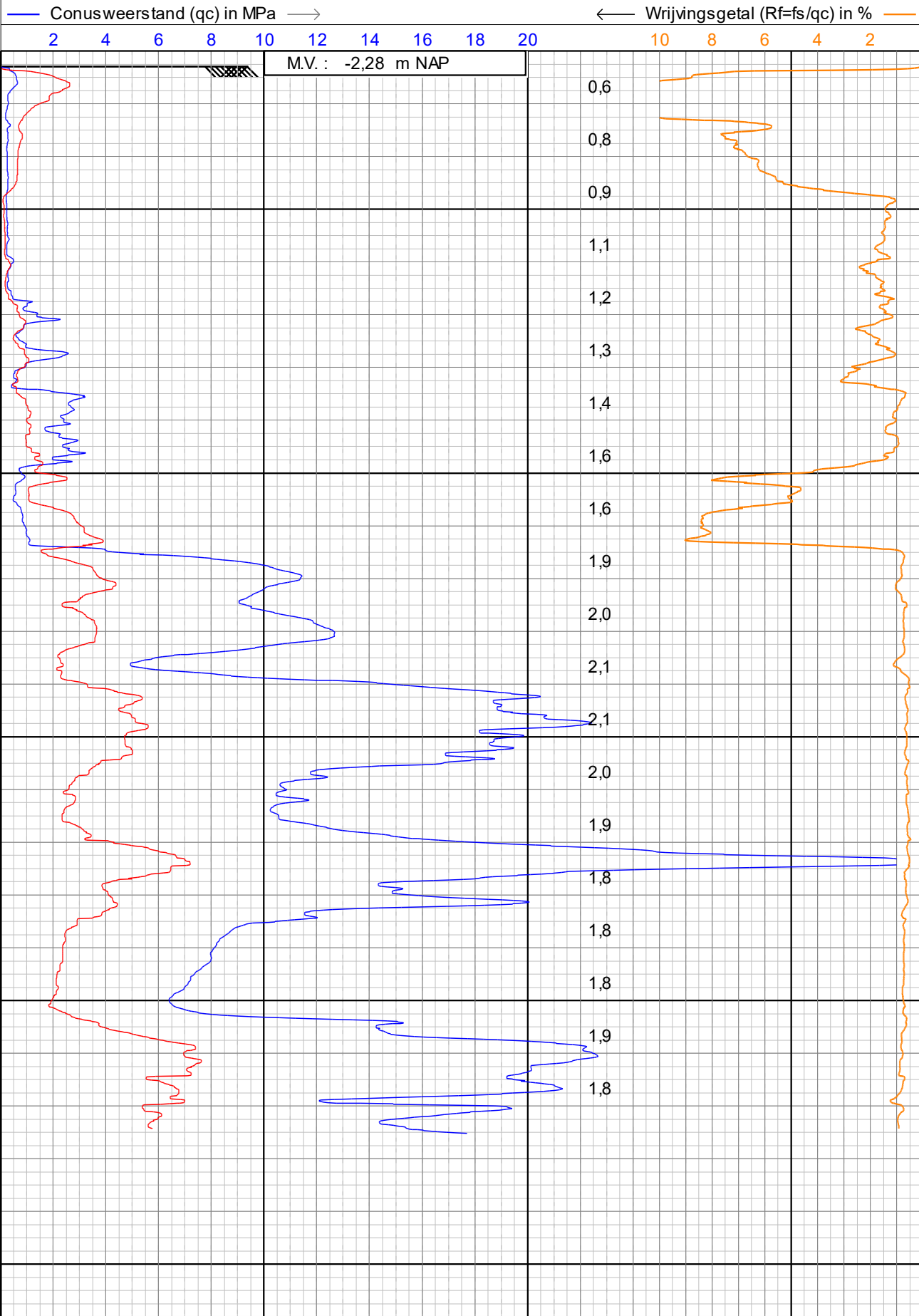
Conusnr. : **S15CFIL1633**

Projectnr. : **2301311**

Sondeernr.: **103**

1/1

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



Alphen a/d Rijn
Breda

sondering volgens NEN-EN-ISO22476-1

Project : **GNEPHOEK**

Locatie : **ALPHEN AAN DEN RIJN**

Datum : **22-11-2024**

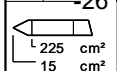
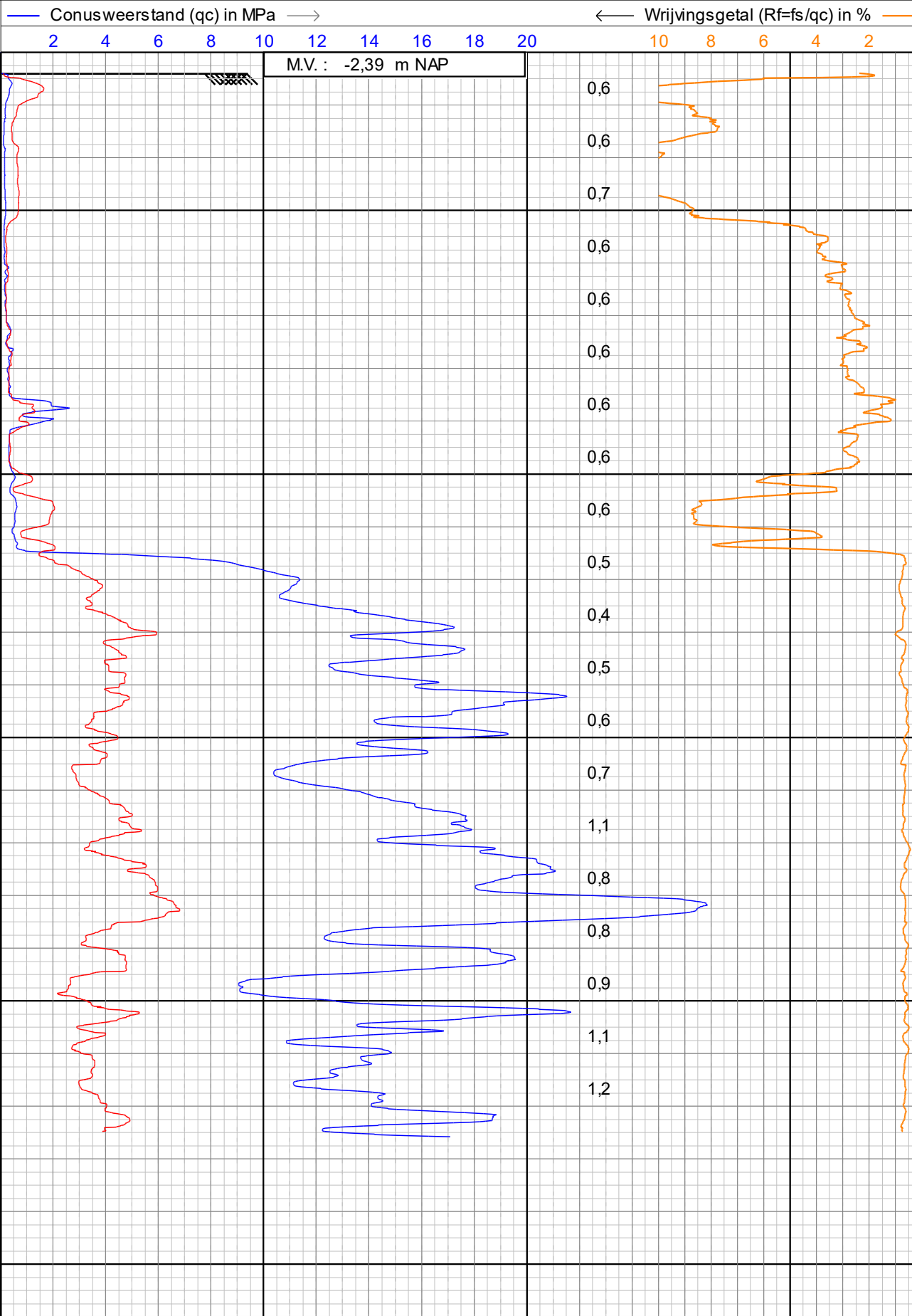
Conusnr. : **S15CFIL1633**

Projectnr. : **2301311**

Sondeernr.: **104**

1/1

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



GEOSONDA

Alphen a/d Rijn
Breda

Sondering volgens NEN-EN-ISO22476-1

Project : **GNEPHOEK**

Locatie : **ALPHEN AAN DEN RIJN**

Datum : **11-11-2024**

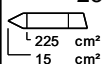
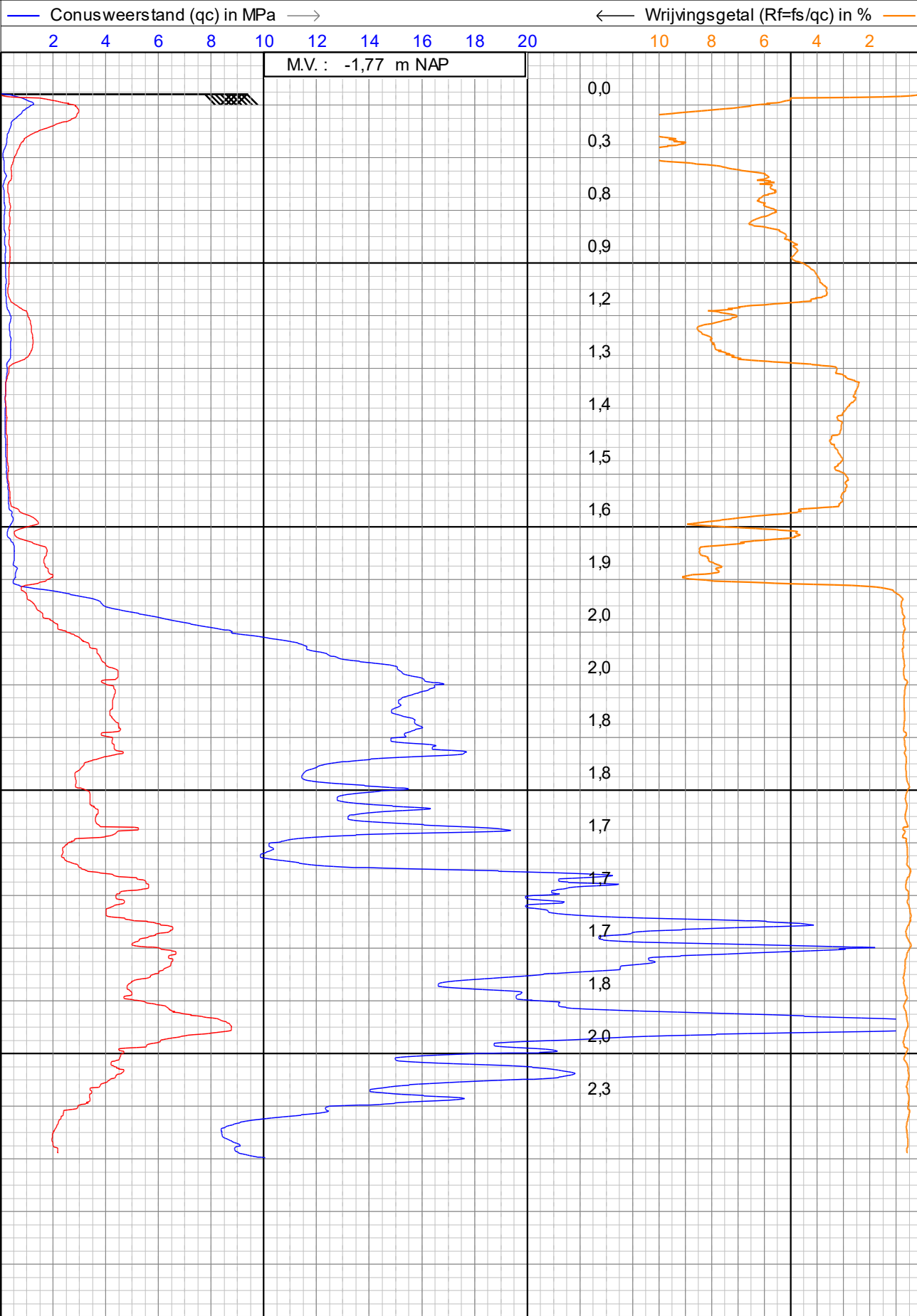
Conusnr. : **S15CFIL.S17059**

Projectnr. : **2301311**

Sondeernr.: **105**

1/1

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



GEOSONDA

Alphen a/d Rijn
Breda

sondering volgens NEN-EN-ISO22476-1

Project : **GNEPHOEK**

Locatie : **ALPHEN AAN DEN RIJN**

Datum : **26-11-2024**

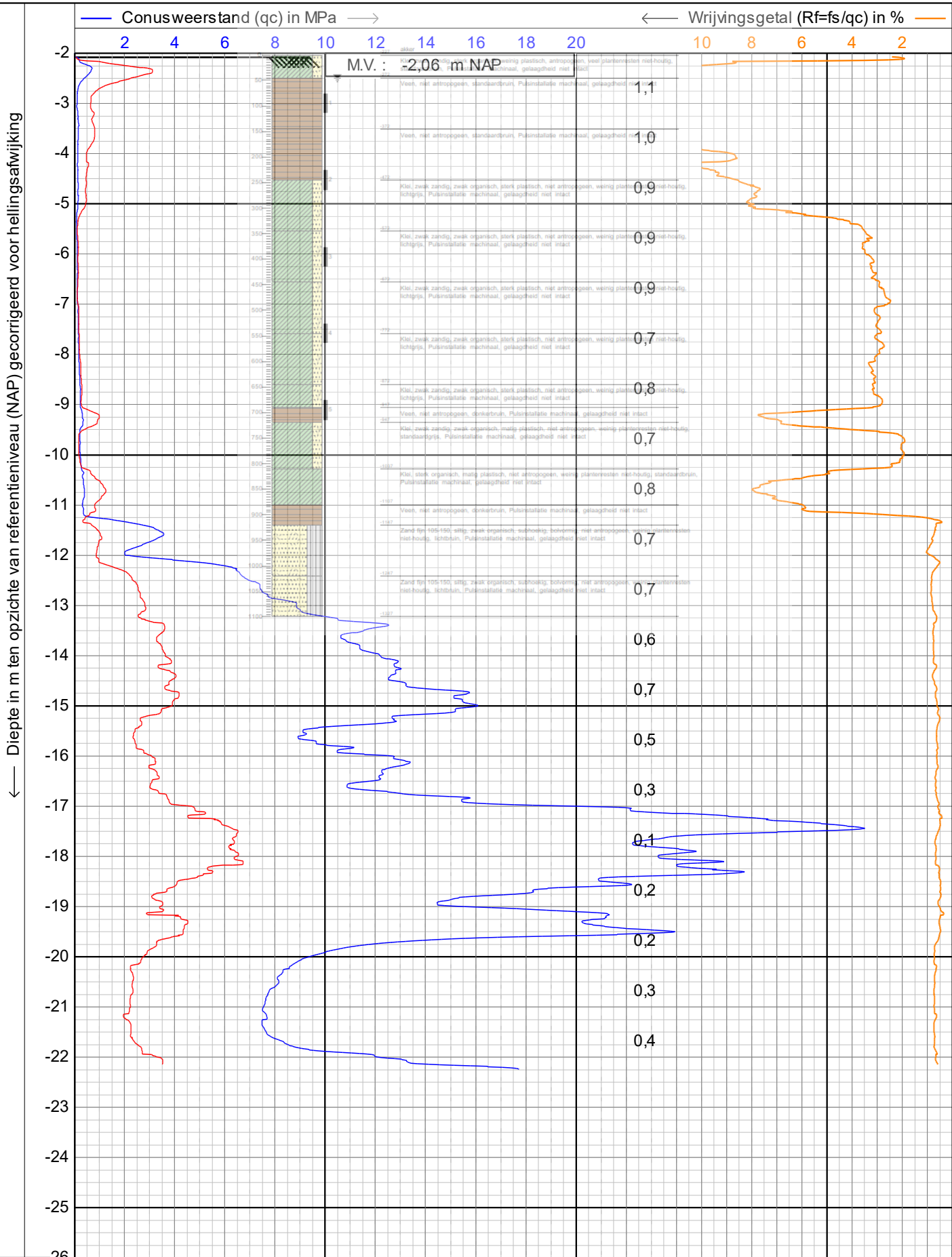
Conusnr. : **S15CFIL1633**

Projectnr. : **2301311**

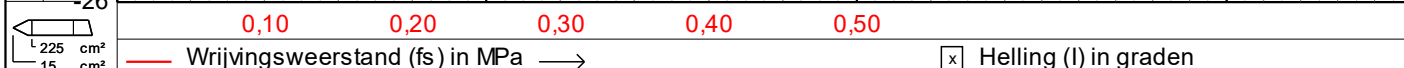
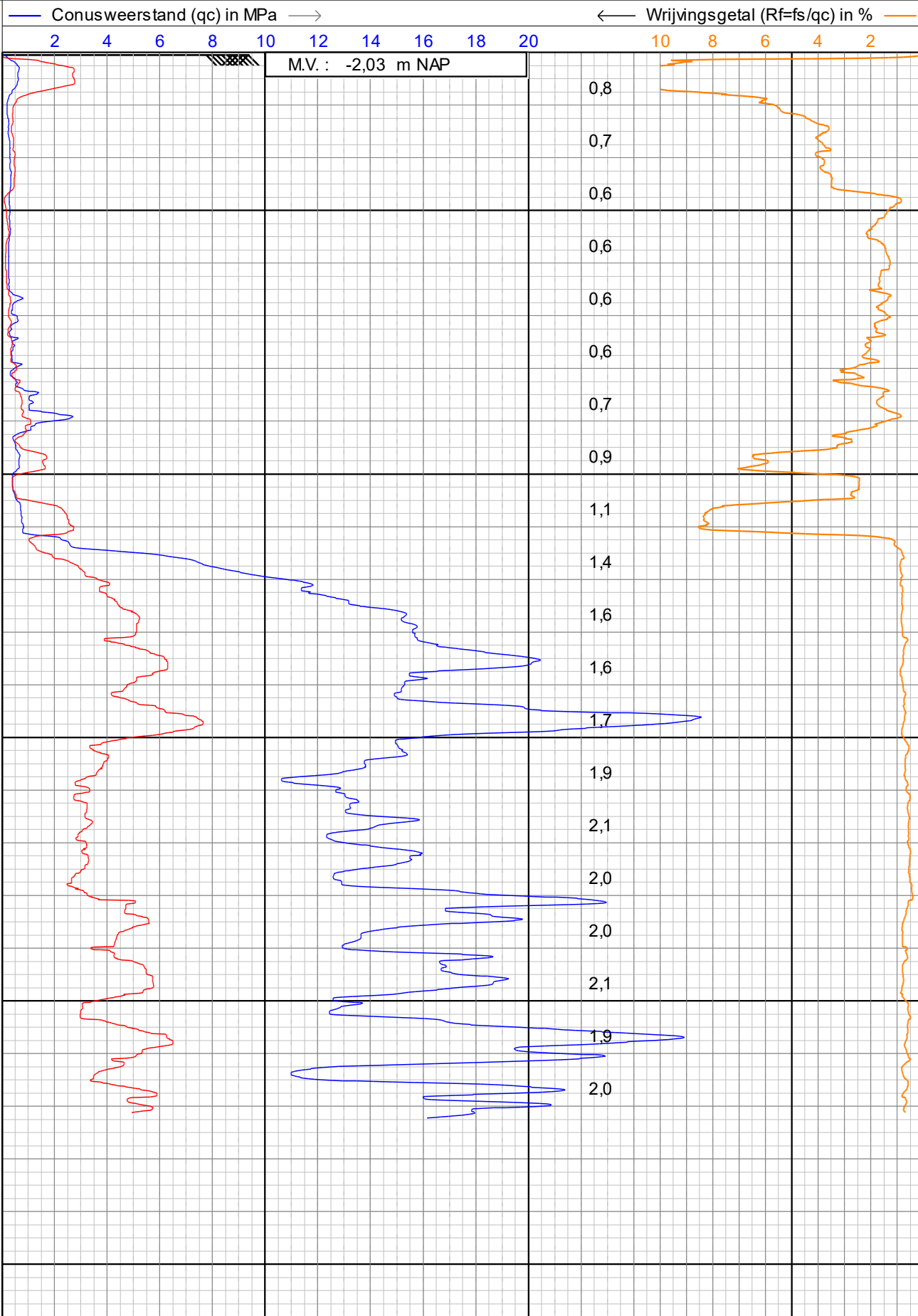
Sondeernr.: **106**

1/1

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



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



Alphen a/d Rijn
Breda

sondering volgens NEN-EN-ISO22476-1

Project : **GNEPHOEK**

Locatie : **ALPHEN AAN DEN RIJN**

Datum : **22-11-2024**

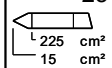
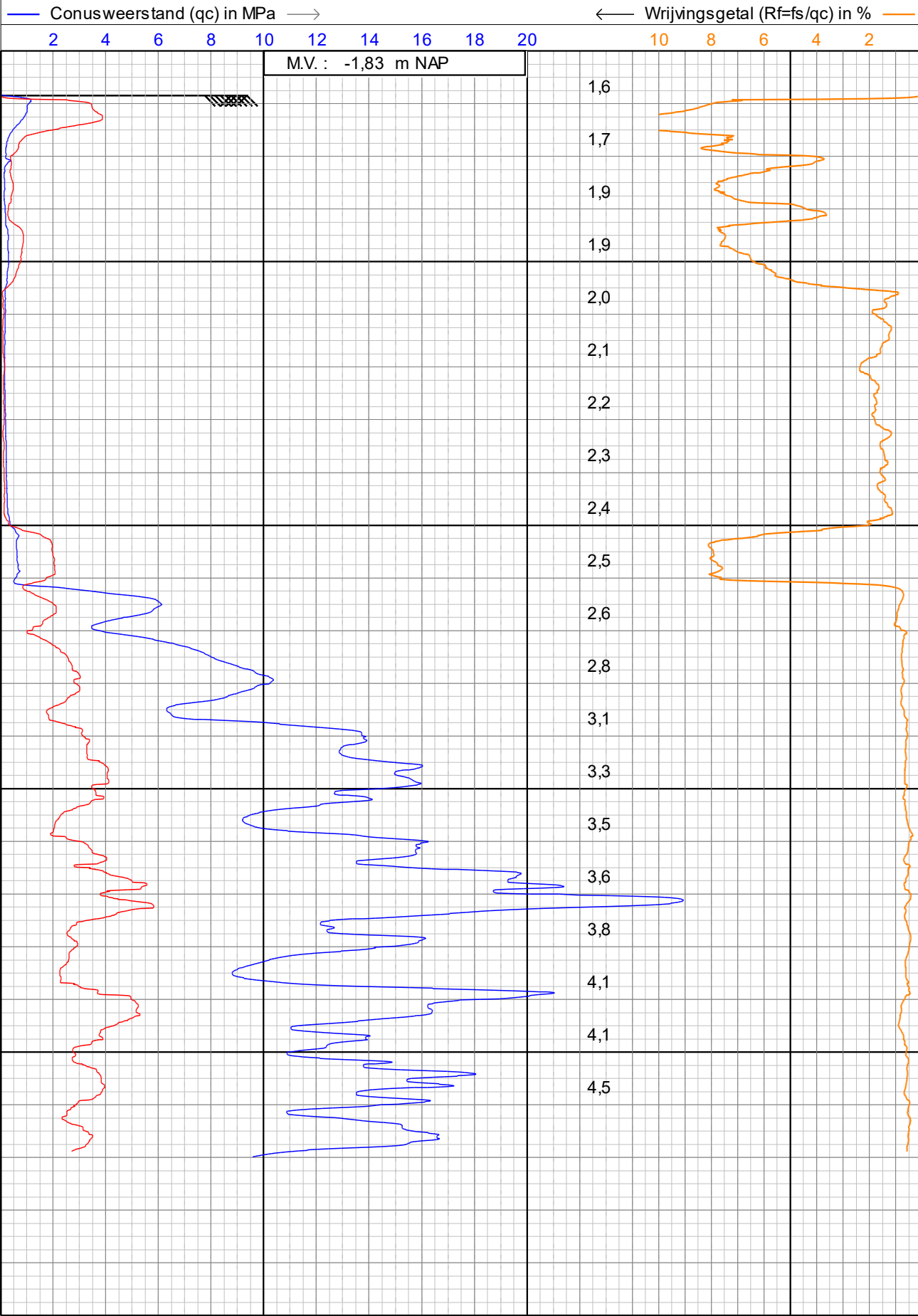
Conusnr. : **S15CFIL1633**

Projectnr. : **2301311**

Sondeernr.: **108**

1/1

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



GEOSONDA

Alphen a/d Rijn
Breda

sondering volgens NEN-EN-ISO22476-1

Project : **GNEPHOEK**

Locatie : **ALPHEN AAN DEN RIJN**

Datum : **26-11-2024**

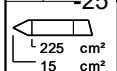
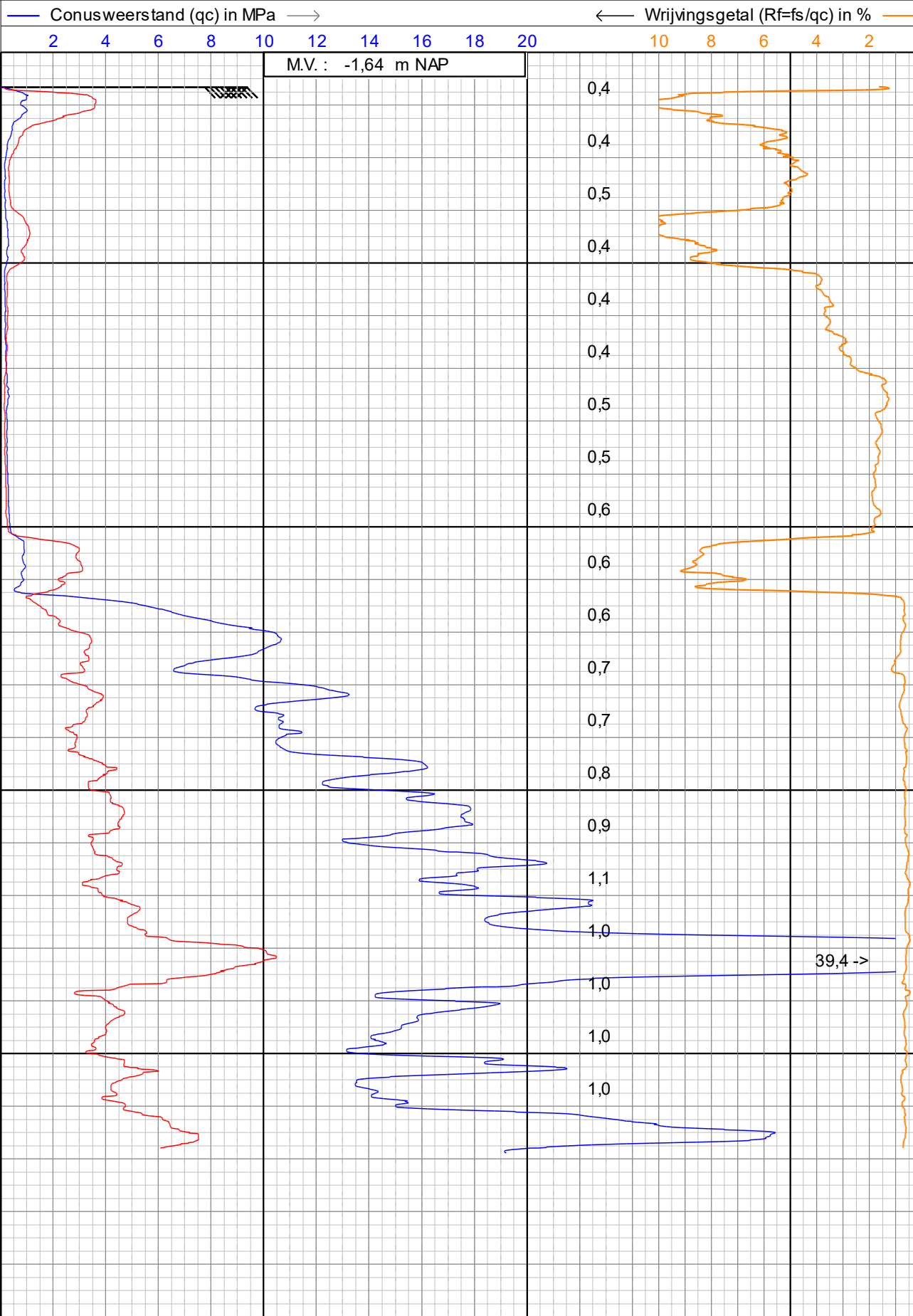
Conusnr. : **S15CFIL1633**

Projectnr. : **2301311**

Sondeernr.: **109**

1/1

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



GEOSONDA

Alphen a/d Rijn
Breda

Sondering volgens NEN-EN-ISO22476-1

Project : **GNEPHOEK**

Locatie : **ALPHEN AAN DEN RIJN**

Datum : **11-11-2024**

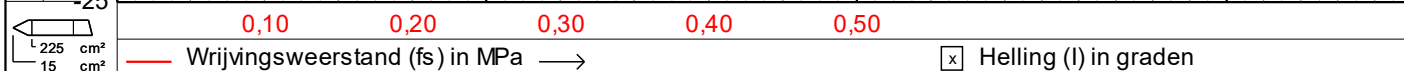
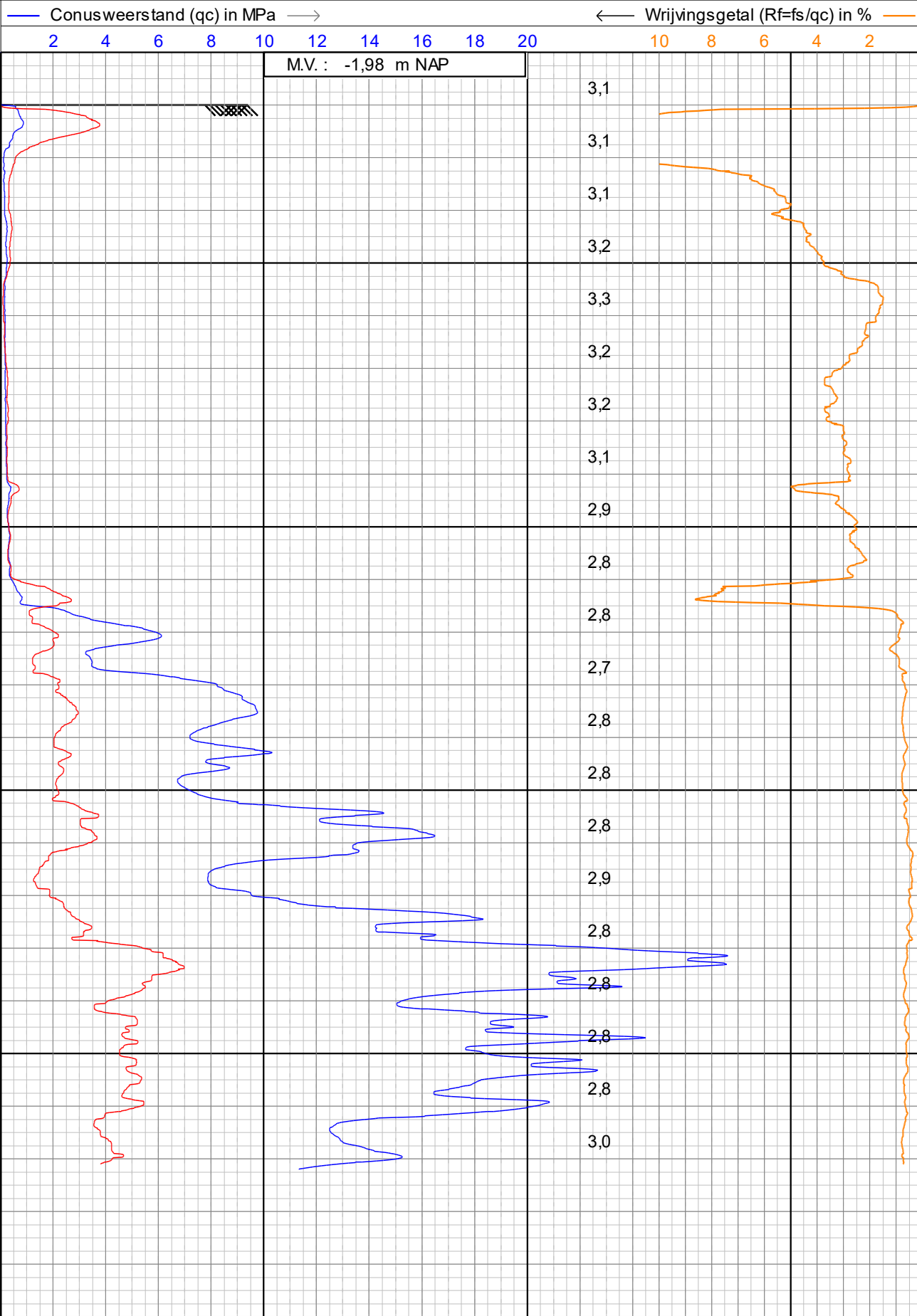
Conusnr. : **S15CFIL.S17059**

Projectnr. : **2301311**

Sondeernr.: **110**

1/1

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



Alphen a/d Rijn
Breda

sondering volgens NEN-EN-ISO22476-1

Project : **GNEPHOEK**

Locatie : **ALPHEN AAN DEN RIJN**

Datum : **22-11-2024**

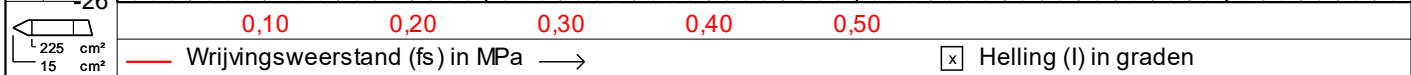
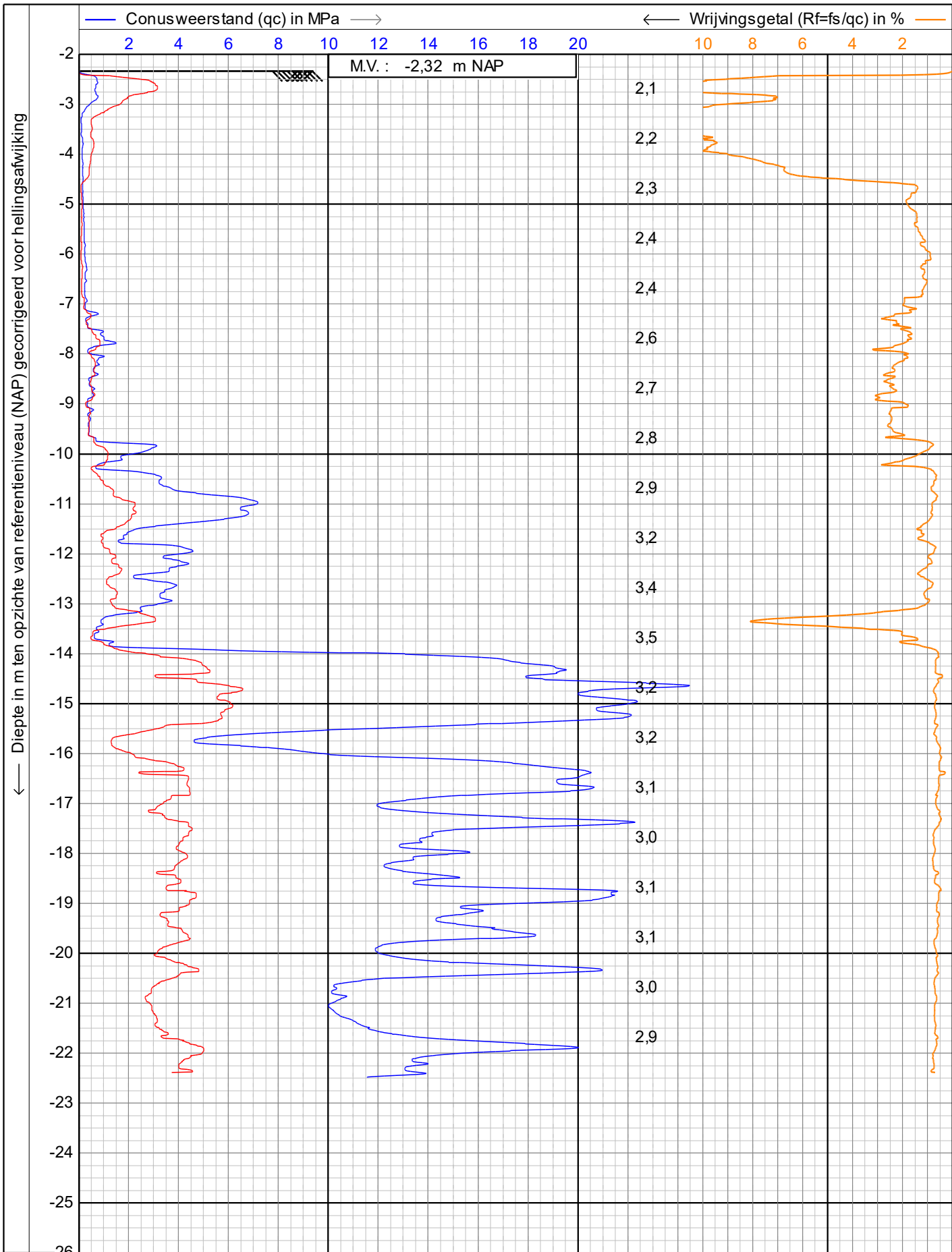
Conusnr. : **S15CFIL1633**

Projectnr. : **2301311**

Sondeernr.: **111**

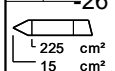
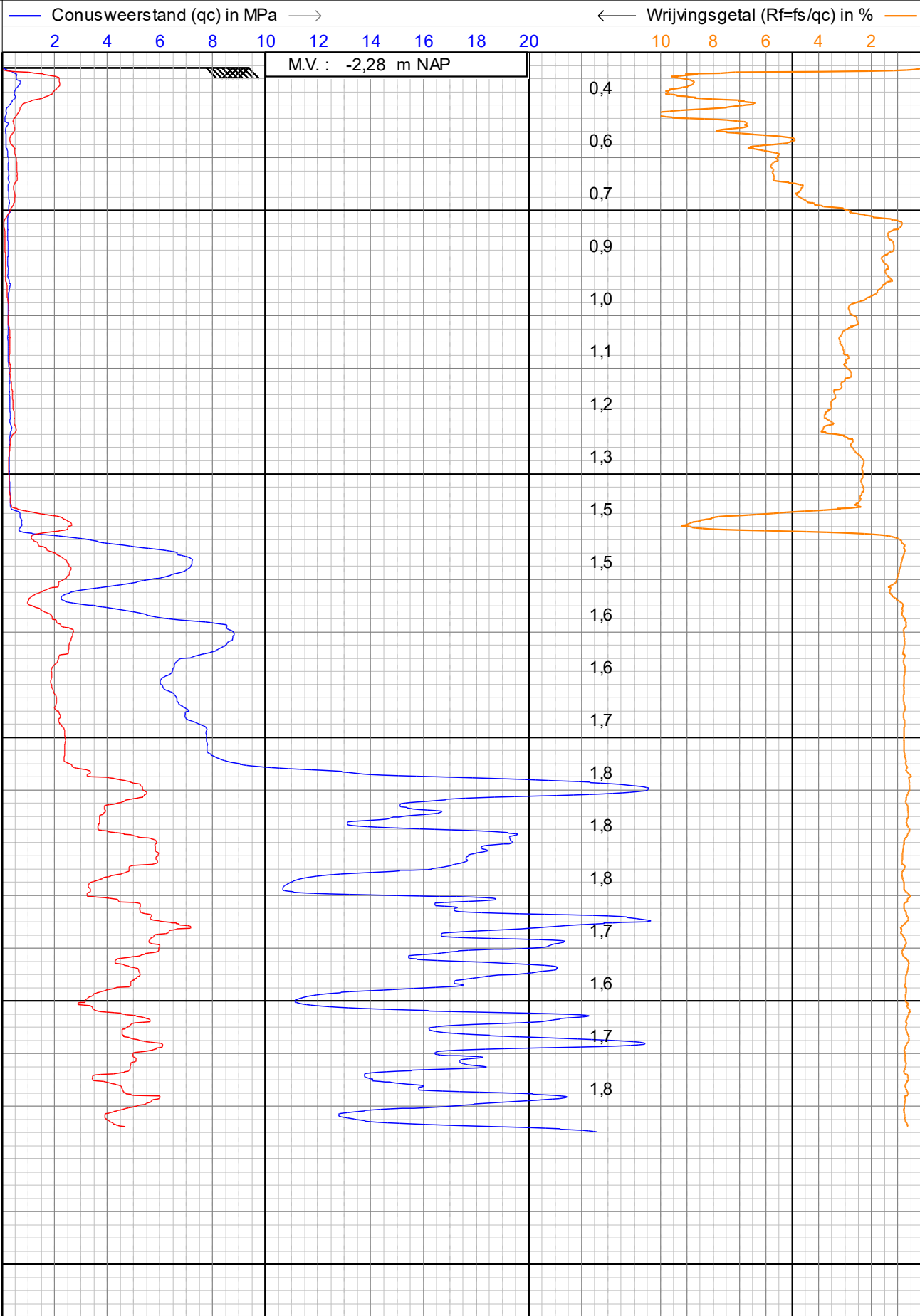
1/1

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



 Alphen a/d Rijn Breda	sondering volgens NEN-EN-ISO22476-1		Datum : 21-11-2024	
	Project : GNEPHOEK		Conusnr. : S15CFIL1633	
	Locatie : ALPHEN AAN DEN RIJN		Projectnr. : 2301311	
			Sondeernr.: 112	1/1

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



GEOSONDA

Alphen a/d Rijn
Breda

sondering volgens NEN-EN-ISO22476-1

Project : **GNEPHOEK**

Locatie : **ALPHEN AAN DEN RIJN**

Datum : **21-11-2024**

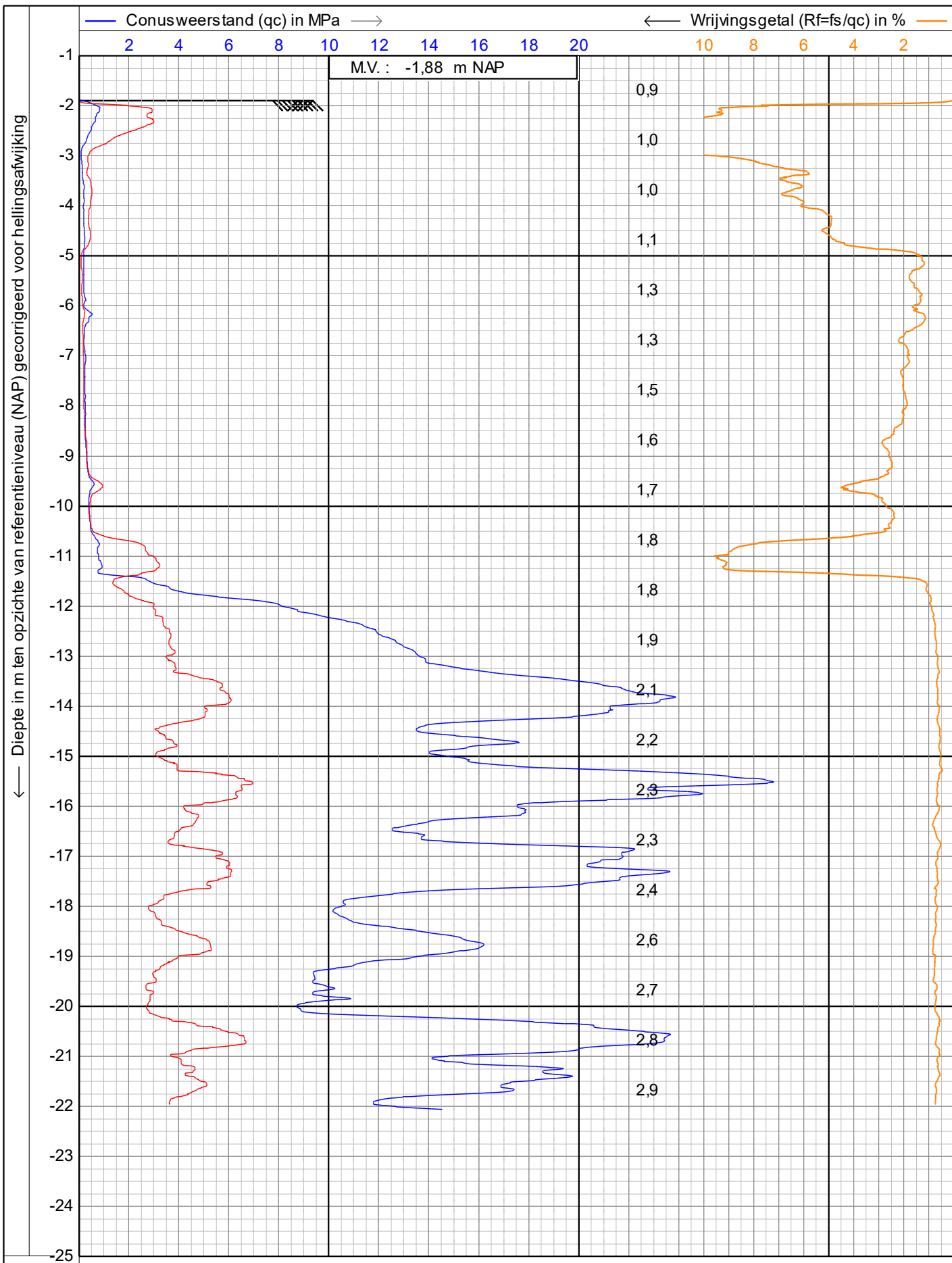
Conusnr. : **S15CFIL1633**

Projectnr. : **2301311**

Sondeernr.: **113**

1/1

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



 Alphen a/d Rijn Breda	sondering volgens NEN-EN-ISO22476-1		Datum : 21-11-2024	
	Project : GNEPHOEK		Conusnr. : S15CFIL1633	
	Locatie : ALPHEN AAN DEN RIJN		Projectnr. : 2301311	
			Sondeernr.: 114	1/1

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

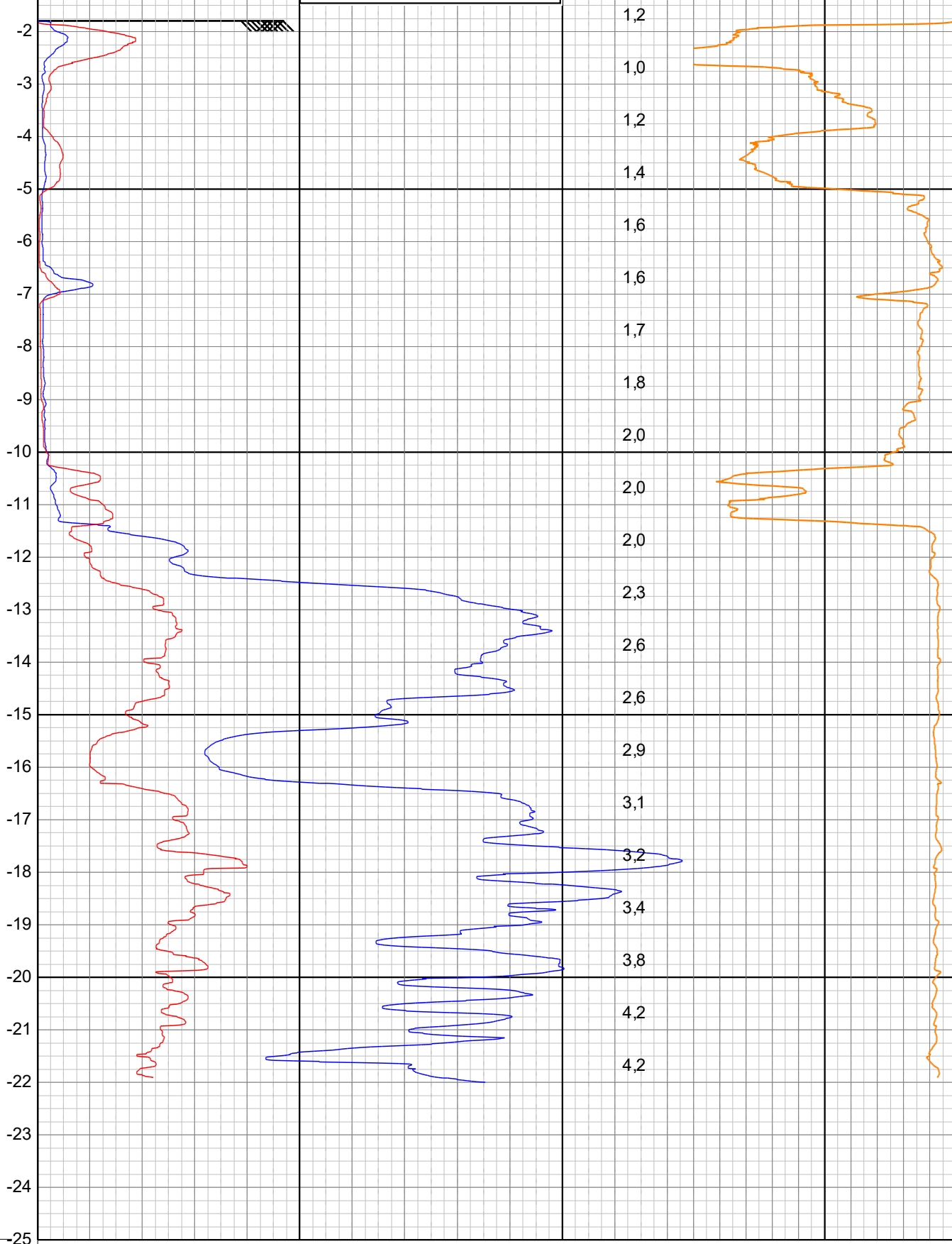
— Conusweerstand (qc) in MPa —→

← Wrijvingsgetal (Rf=fs/qc) in % —→

2 4 6 8 10 12 14 16 18 20

10 8 6 4 2

M.V. : -1,78 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 : **GNEPHOEK**

Locatie : **ALPHEN AAN DEN RIJN**

Datum : **26-11-2024**

Conusnr. : **S15CFIL1633**

Projectnr. : **2301311**

Sondeernr.: **115**

1/1

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

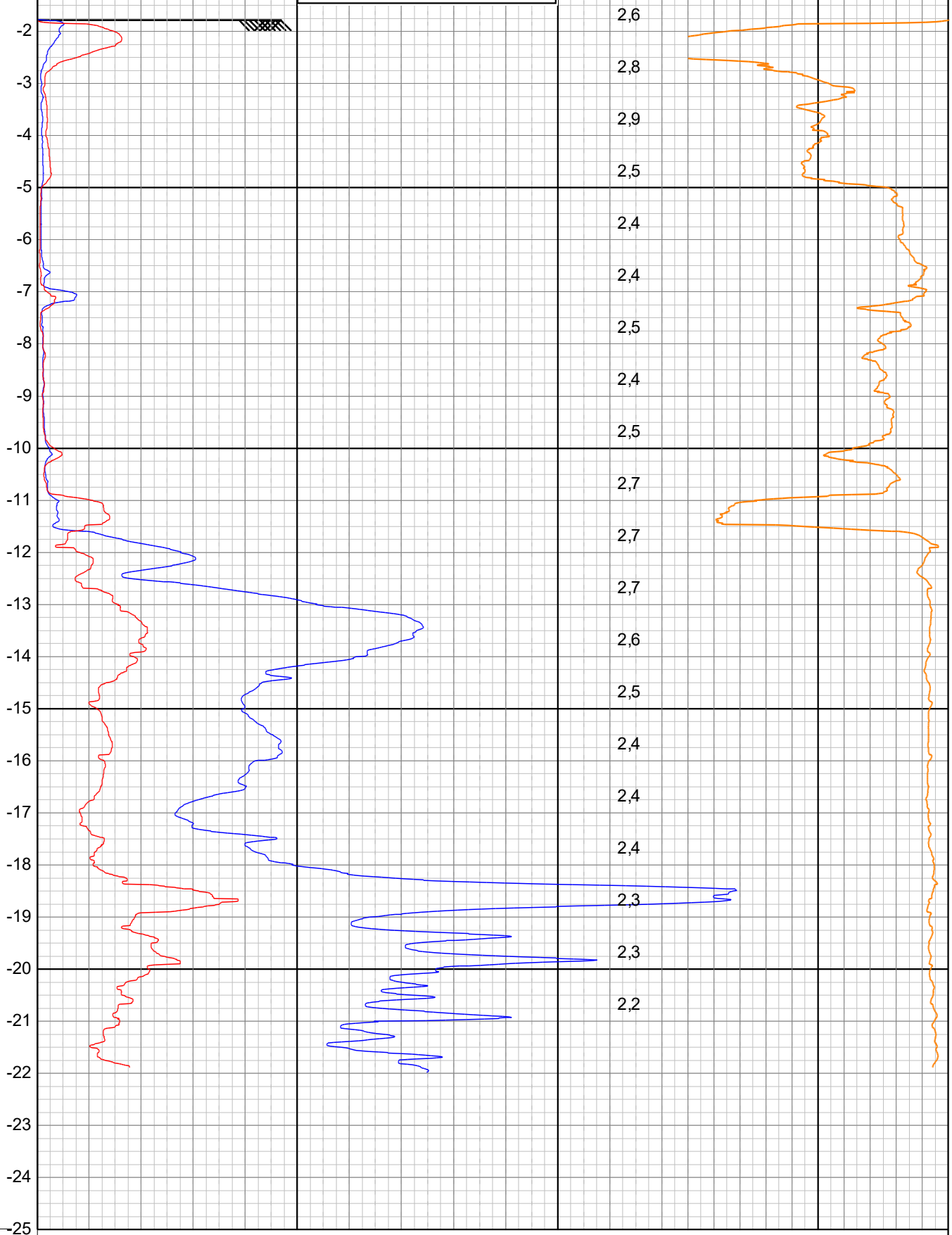
— Conusweerstand (qc) in MPa —→

← Wrijvingsgetal (Rf=fs/qc) in % —

2 4 6 8 10 12 14 16 18 20

10 8 6 4 2

M.V. : -1,76 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 : **GNEPHOEK**

Locatie : **ALPHEN AAN DEN RIJN**

Datum : **26-11-2024**

Conusnr. : **S15CFIL1633**

Projectnr. : **2301311**

Sondeernr.: **116**

1/1

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

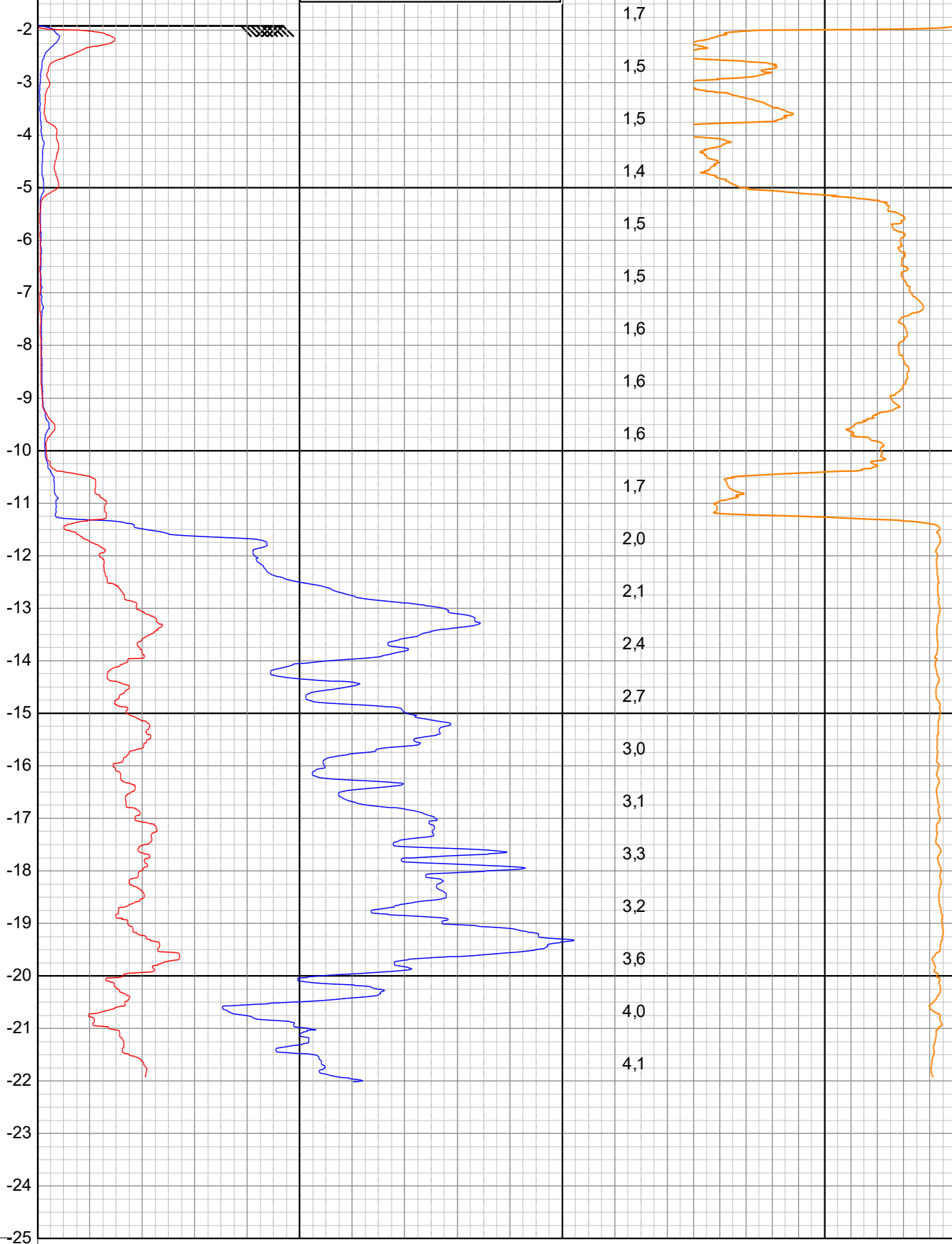
— Conusweerstand (qc) in MPa →

← Wrijvingsgetal (Rf=fs/qc) in % —

2 4 6 8 10 12 14 16 18 20

10 8 6 4 2

M.V. : -1,90 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 : **GNEPHOEK**

Locatie : **ALPHEN AAN DEN RIJN**

Datum : **25-11-2024**

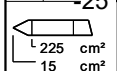
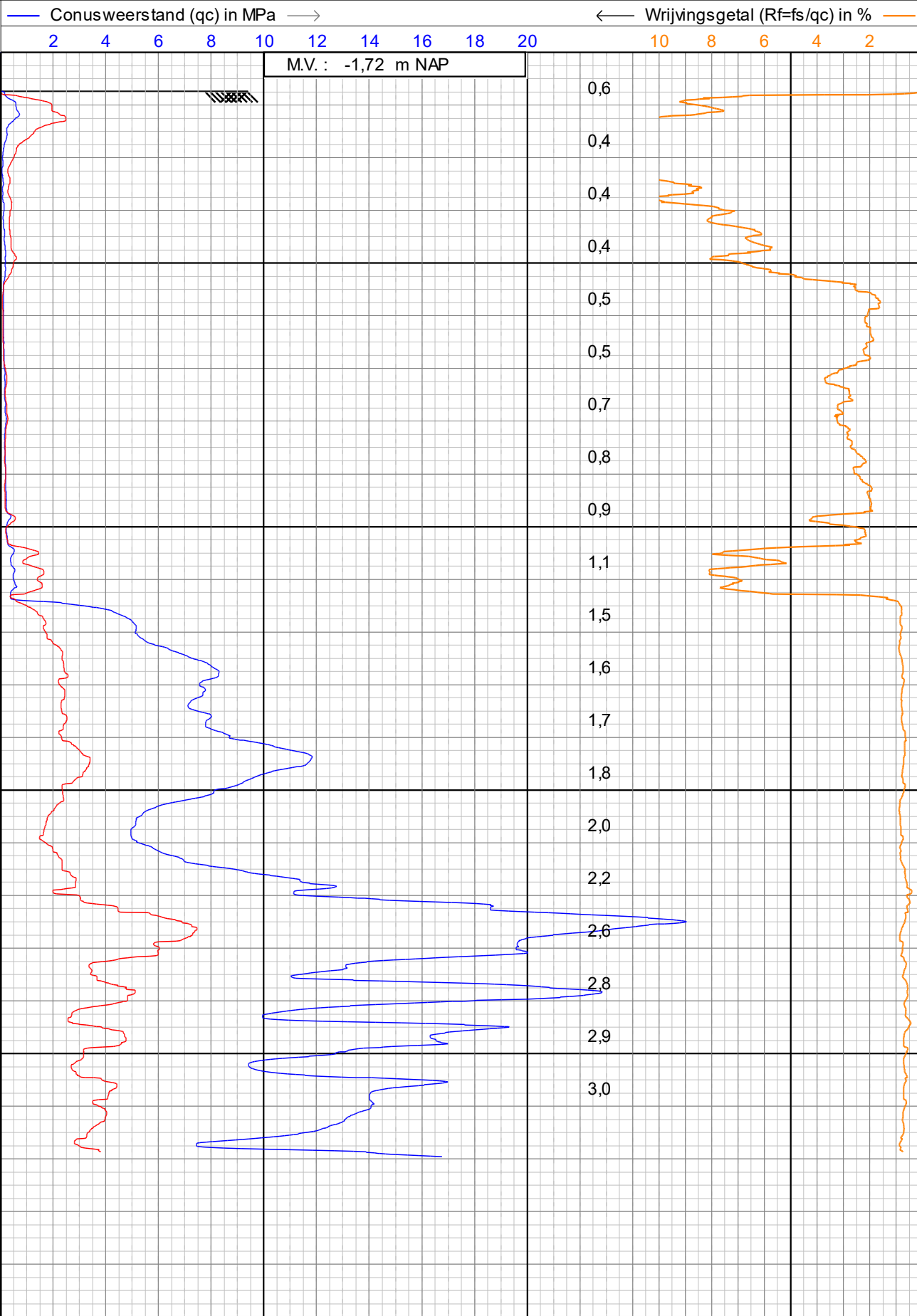
Conusnr. : **S15CFIL1633**

Projectnr. : **2301311**

Sondeernr.: **117**

1/1

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



Alphen a/d Rijn
Breda

sondering volgens NEN-EN-ISO22476-1

Project : **GNEPHOEK**

Locatie : **ALPHEN AAN DEN RIJN**

Datum : **25-11-2024**

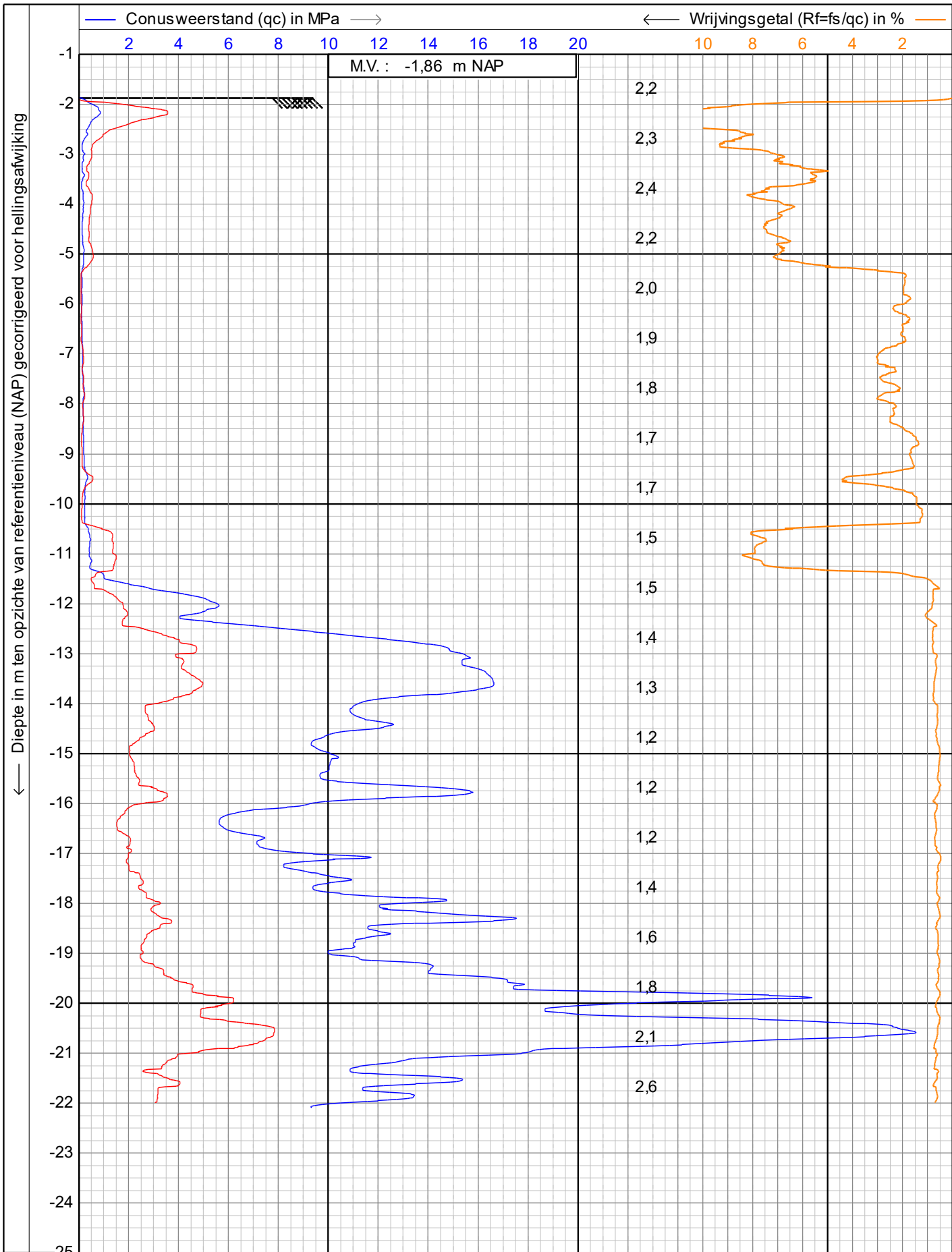
Conusnr. : **S15CFIL1633**

Projectnr. : **2301311**

Sondeernr.: **118**

1/1

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



Alphen a/d Rijn
Breda

sondering volgens NEN-EN-ISO22476-1

Project : **GNEPHOEK**

Locatie : **ALPHEN AAN DEN RIJN**

Datum : **25-11-2024**

Conusnr. : **S15CFIL1633**

Projectnr. : **2301311**

Sondeernr.: **119**

1/1

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

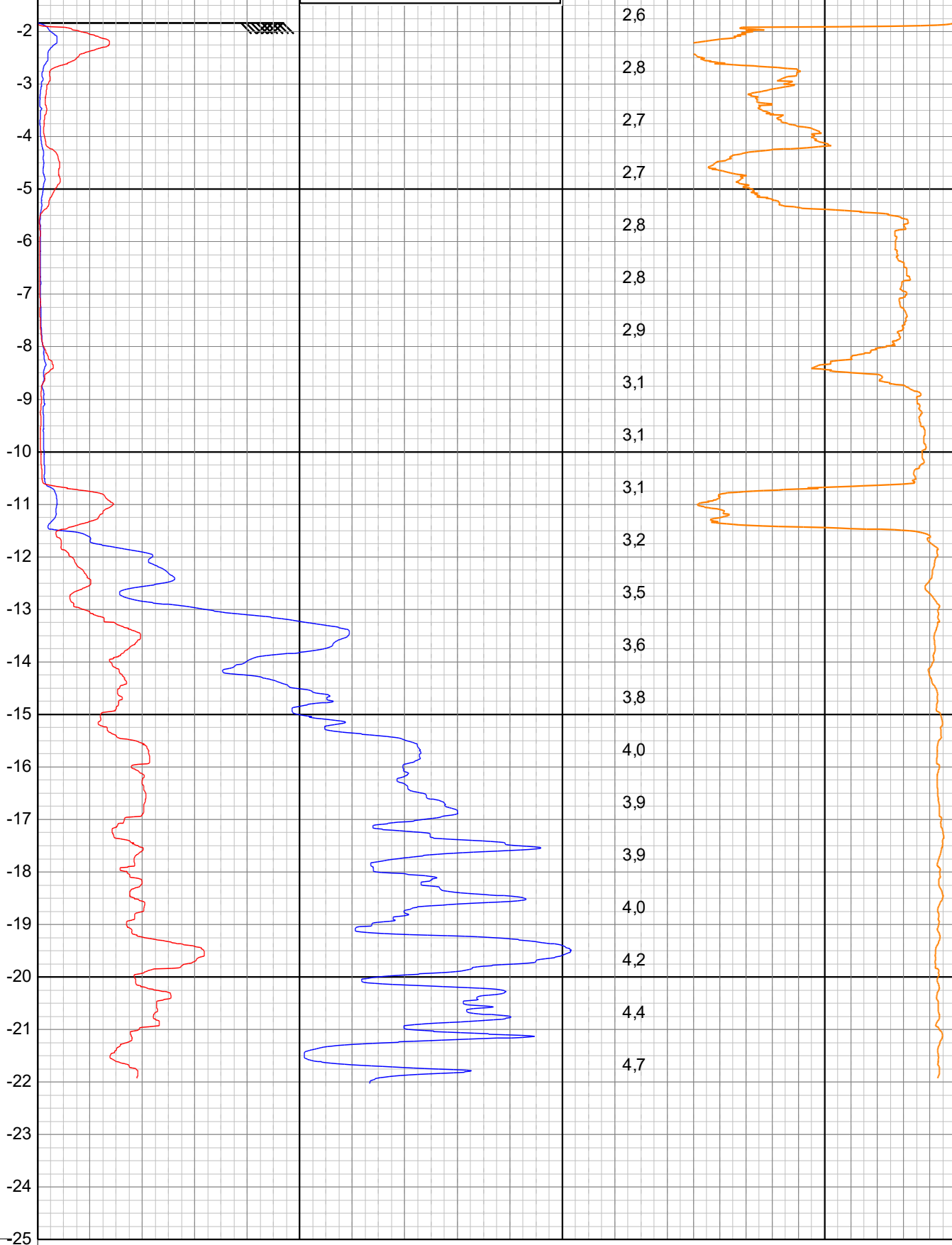
— Conusweerstand (qc) in MPa —→

← Wrijvingsgetal (Rf=fs/qc) in % —→

2 4 6 8 10 12 14 16 18 20

10 8 6 4 2

M.V. : -1,82 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 : **GNEPHOEK**

Locatie : **ALPHEN AAN DEN RIJN**

Datum : **25-11-2024**

Conusnr. : **S15CFIL1633**

Projectnr. : **2301311**

Sondeernr.: **120**

1/1

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

— 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. : -1,72 m NAP

-1
-2
-3
-4
-5
-6
-7
-8
-9
-10
-11
-12
-13
-14
-15
-16
-17
-18
-19
-20
-21
-22
-23
-24
-25

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



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 : **GNEPHOEK**

Locatie : **ALPHEN AAN DEN RIJN**

Datum : **25-11-2024**

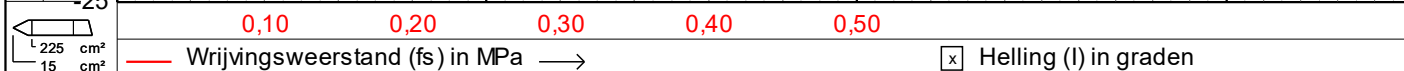
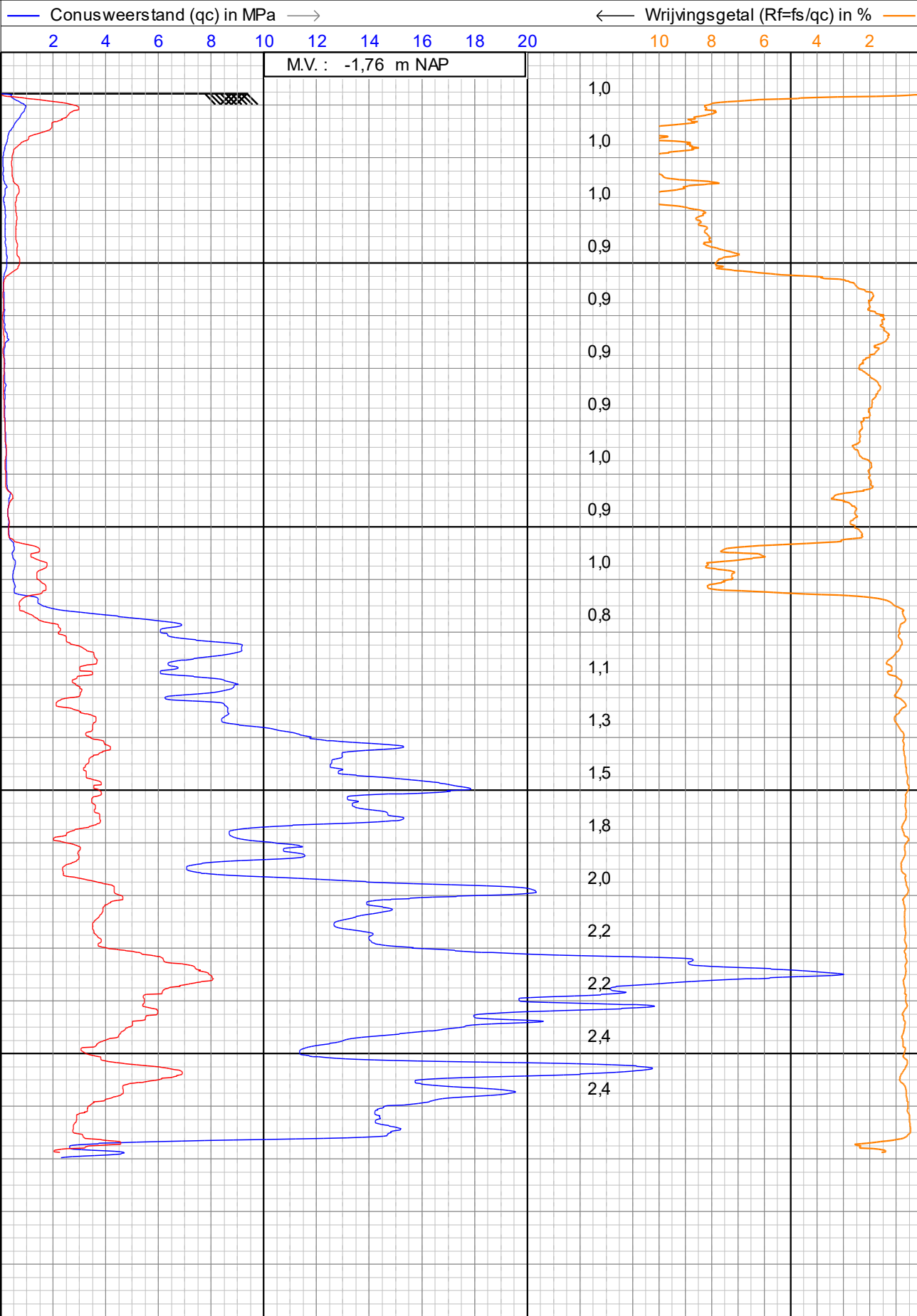
Conusnr. : **S15CFIL1633**

Projectnr. : **2301311**

Sondeernr.: **121**

1/1

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



Alphen a/d Rijn
Breda

sondering volgens NEN-EN-ISO22476-1

Project : **GNEPHOEK**

Locatie : **ALPHEN AAN DEN RIJN**

Datum : **25-11-2024**

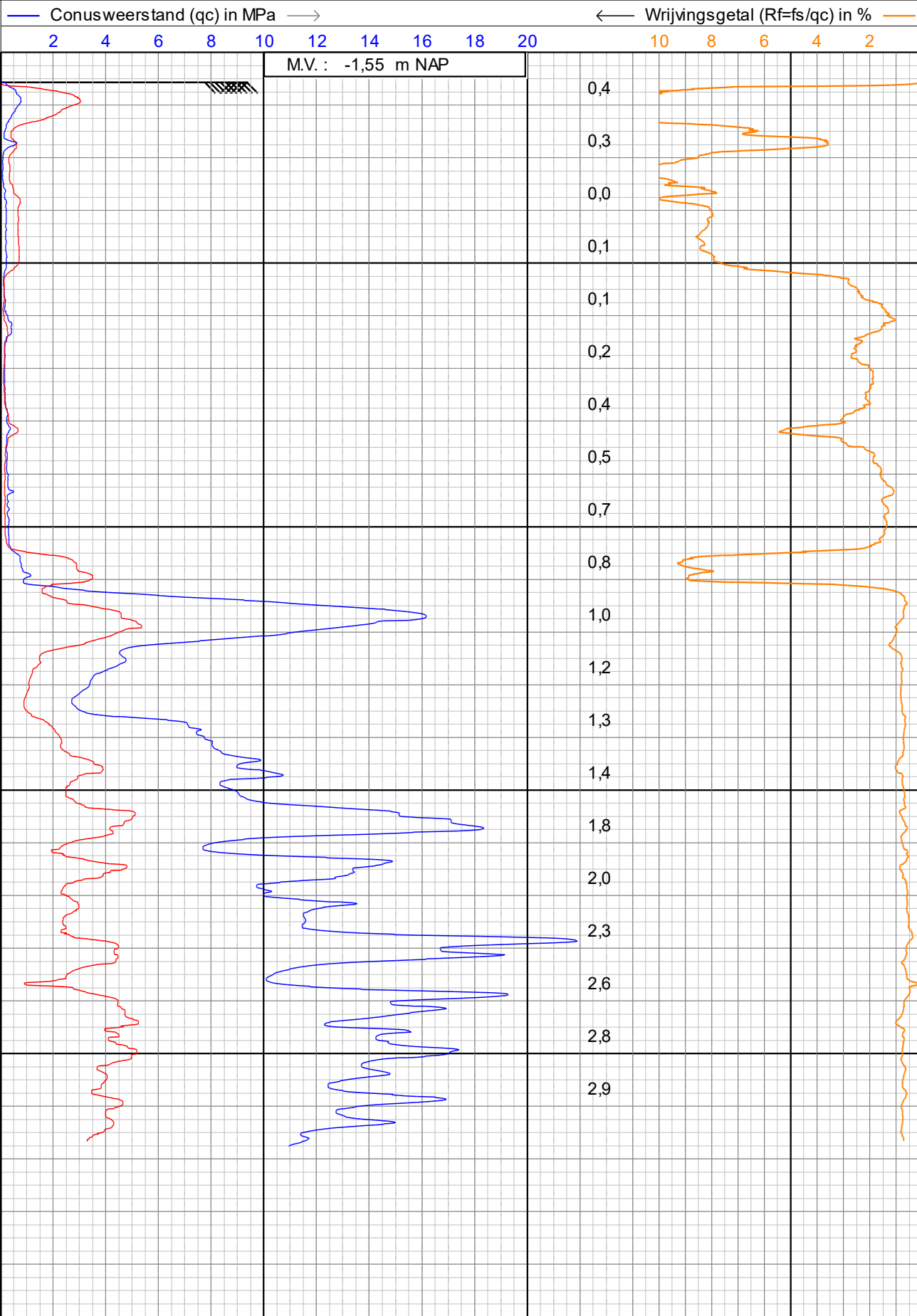
Conusnr. : **S15CFIL1633**

Projectnr. : **2301311**

Sondeernr.: **122**

1/1

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



GEOSONDA

Alphen a/d Rijn
Breda

sondering volgens NEN-EN-ISO22476-1

Project : **GNEPHOEK**

Locatie : **ALPHEN AAN DEN RIJN**

Datum : **25-11-2024**

Conusnr. : **S15CFIL1633**

Projectnr. : **2301311**

Sondeernr.: **123**

1/1

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

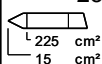
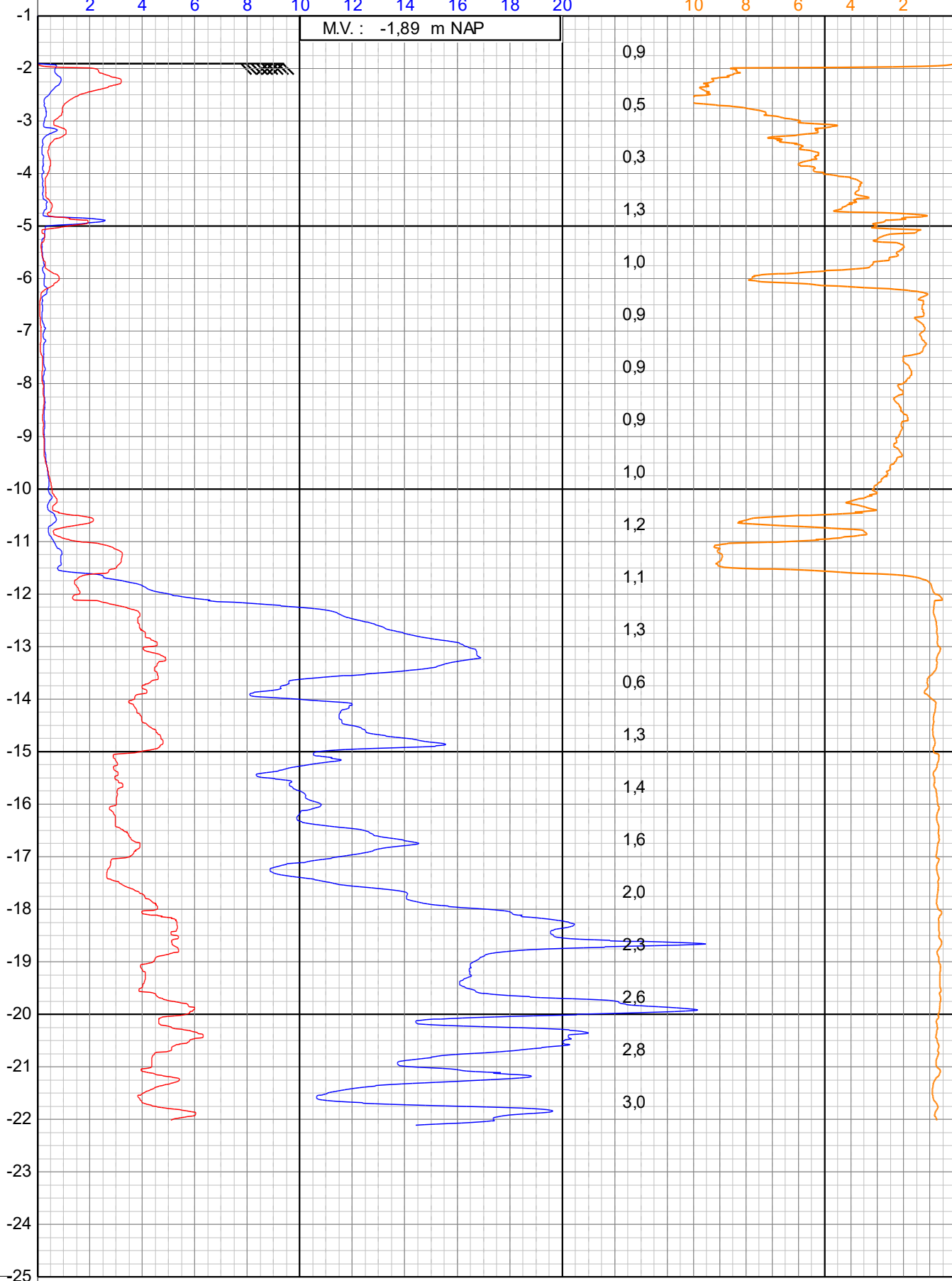
— Conusweerstand (qc) in MPa —→

← Wrijvingsgetal (Rf=fs/qc) in % —

2 4 6 8 10 12 14 16 18 20

10 8 6 4 2

M.V. : -1,89 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 : **GNEPHOEK**

Locatie : **ALPHEN AAN DEN RIJN**

Datum : **25-11-2024**

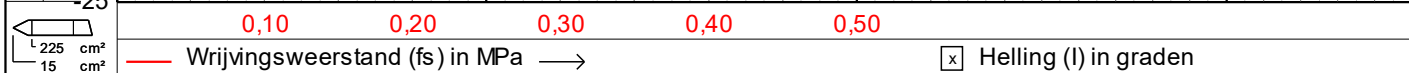
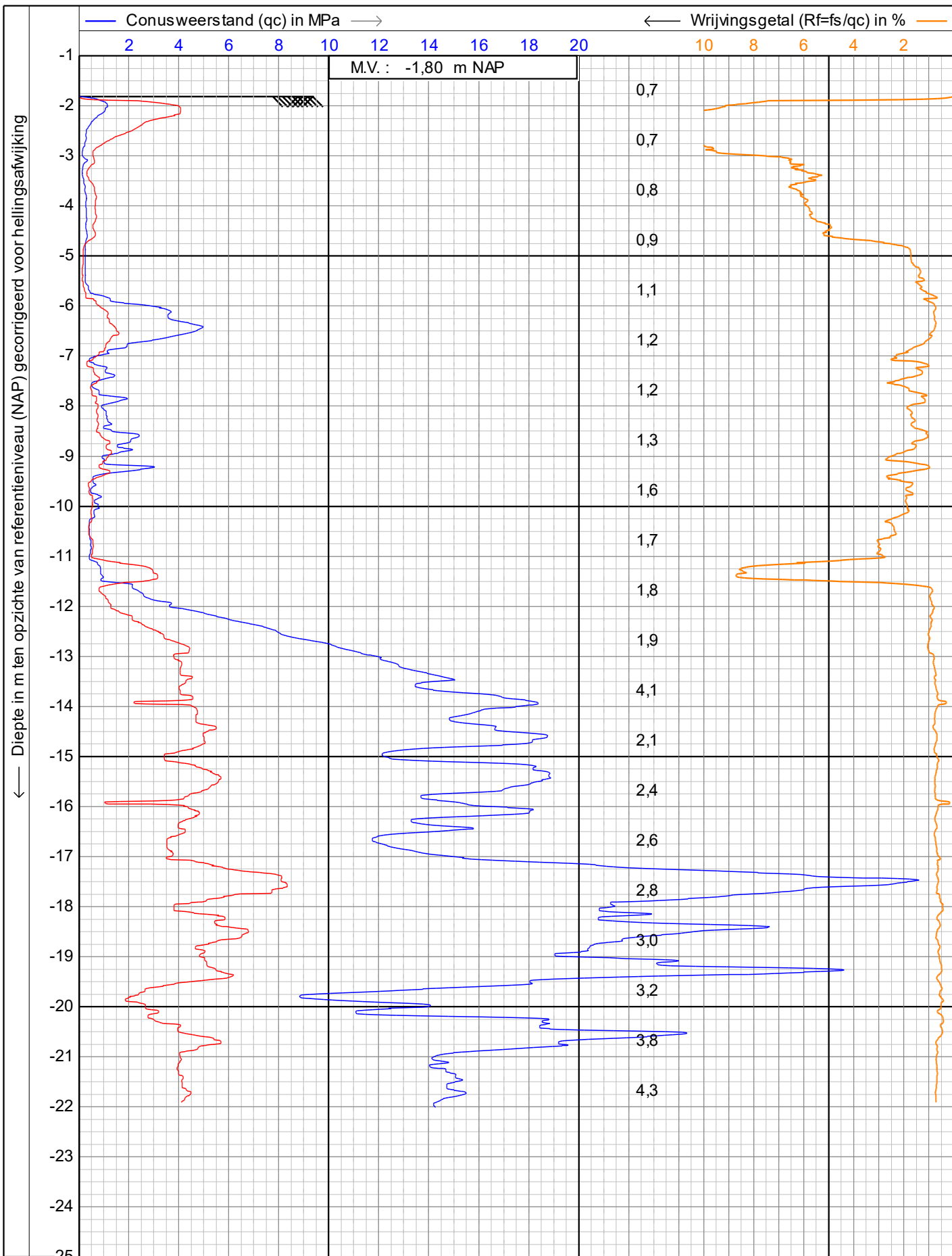
Conusnr. : **S15CFIL1633**

Projectnr. : **2301311**

Sondeernr.: **124**

1/1

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



Alphen a/d Rijn
Breda

sondering volgens NEN-EN-ISO22476-1

Project : **GNEPHOEK**

Locatie : **ALPHEN AAN DEN RIJN**

Datum : **21-11-2024**

Conusnr. : **S15CFIL1633**

Projectnr. : **2301311**

Sondeernr.: **125**

1/1

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

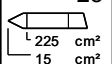
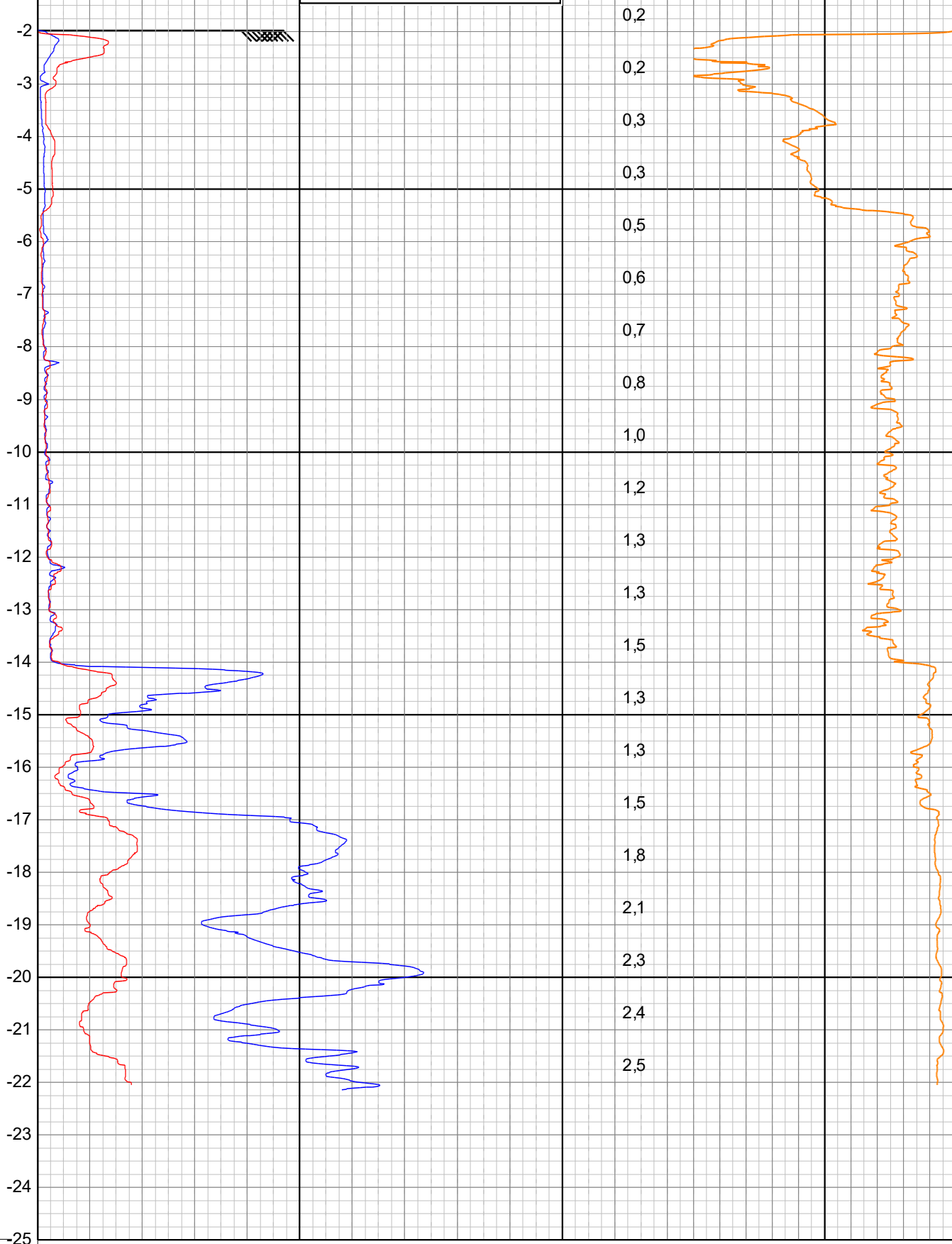
— Conusweerstand (qc) in MPa —→

← Wrijvingsgetal (Rf=fs/qc) in % —

2 4 6 8 10 12 14 16 18 20

10 8 6 4 2

M.V. : -1,96 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 : **GNEPHOEK**

Locatie : **ALPHEN AAN DEN RIJN**

Datum : **21-11-2024**

Conusnr. : **S15CFIL1633**

Projectnr. : **2301311**

Sondeernr.: **126**

1/1

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

— 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. : -2,08 m NAP

-2
-3
-4
-5
-6
-7
-8
-9
-10
-11
-12
-13
-14
-15
-16
-17
-18
-19
-20
-21
-22
-23
-24
-25
-26

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



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 : **GNEPHOEK**

Locatie : **ALPHEN AAN DEN RIJN**

Datum : **21-11-2024**

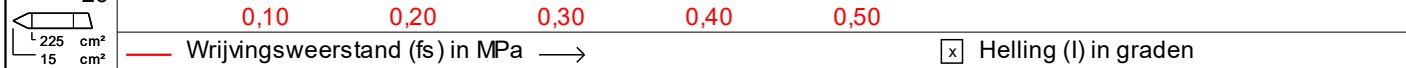
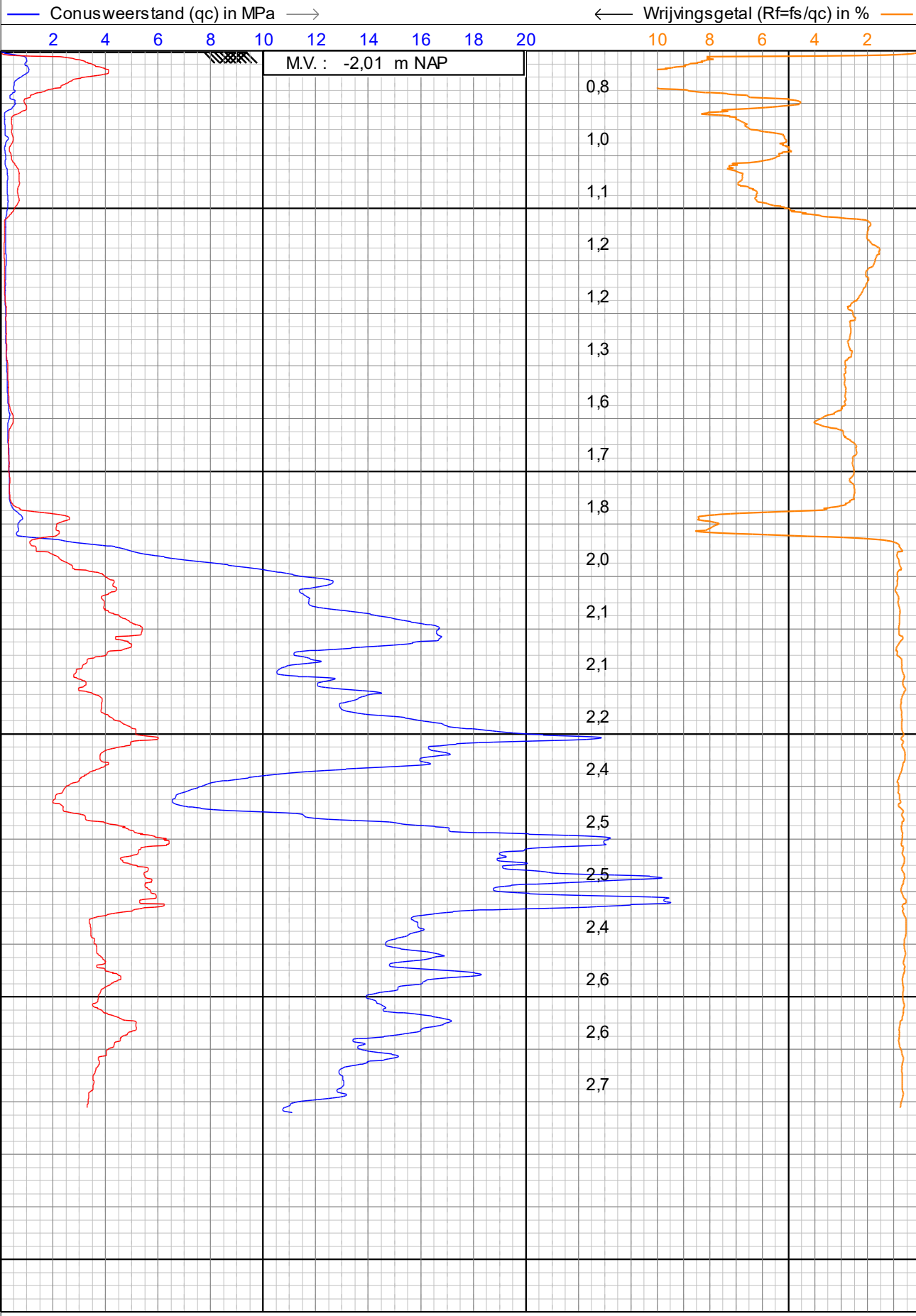
Conusnr. : **S15CFIL1633**

Projectnr. : **2301311**

Sondeernr.: **127**

1/1

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



 Alphen a/d Rijn Breda	sondering volgens NEN-EN-ISO22476-1		Datum : 21-11-2024	
	Project : GNEPHOEK		Conusnr. : S15CFIL1633	
	Locatie : ALPHEN AAN DEN RIJN		Projectnr. : 2301311	
			Sondeernr. : 128	1/1

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

— 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. : -1,79 m NAP

-1
-2
-3
-4
-5
-6
-7
-8
-9
-10
-11
-12
-13
-14
-15
-16
-17
-18
-19
-20
-21
-22
-23
-24
-25

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



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 : **GNEPHOEK**

Locatie : **ALPHEN AAN DEN RIJN**

Datum : **22-11-2024**

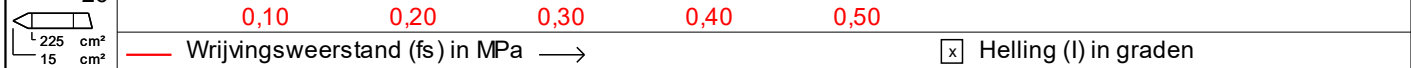
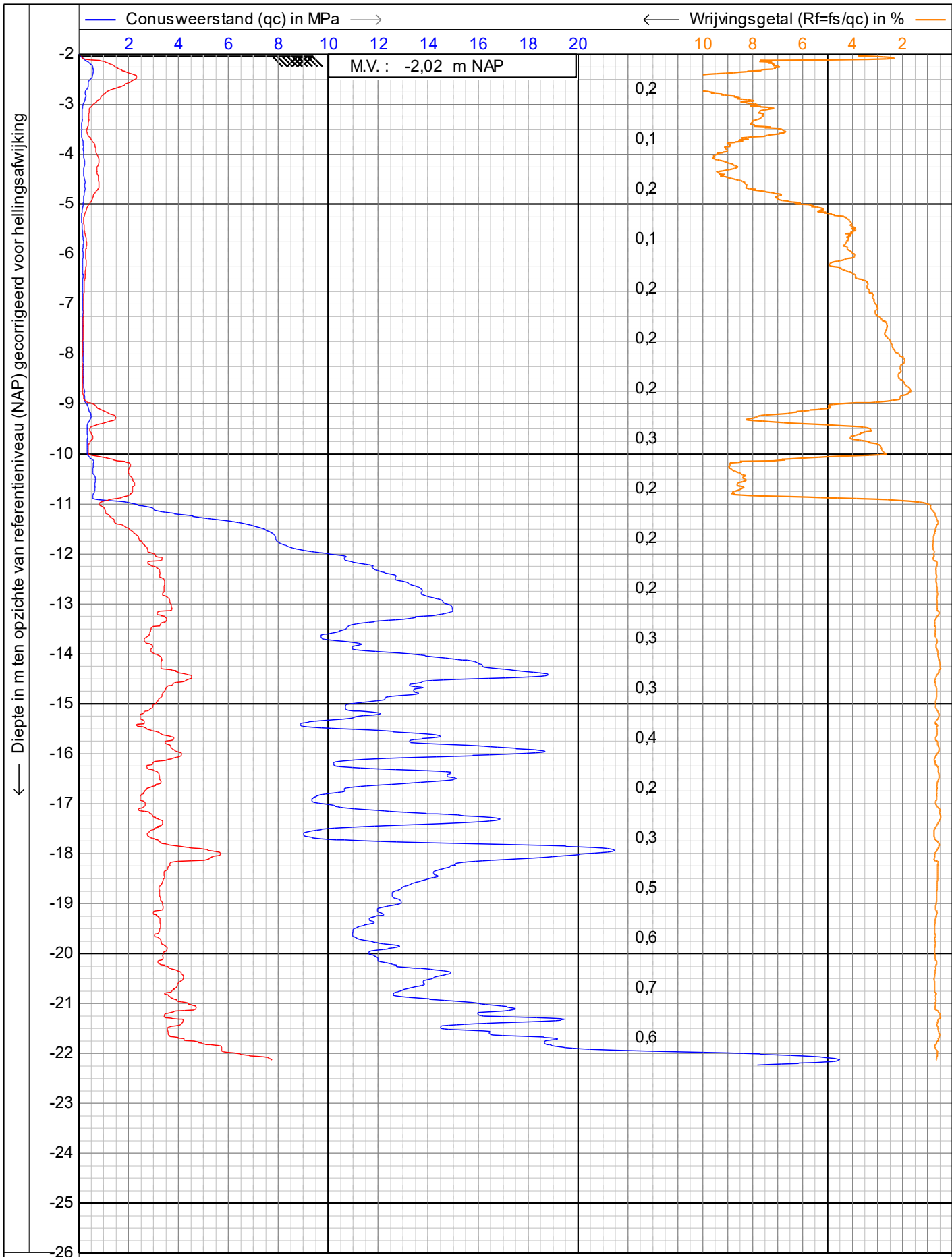
Conusnr. : **S15CFIL1633**

Projectnr. : **2301311**

Sondeernr.: **129**

1/1

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



 Alphen a/d Rijn Breda	Sondering volgens NEN-EN-ISO22476-1		Datum : 11-11-2024	
	Project : GNEPHOEK		Conusnr. : S15CFIL.S17059	
	Locatie : ALPHEN AAN DEN RIJN		Projectnr. : 2301311	
			Sondeernr.: 130	1/1

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

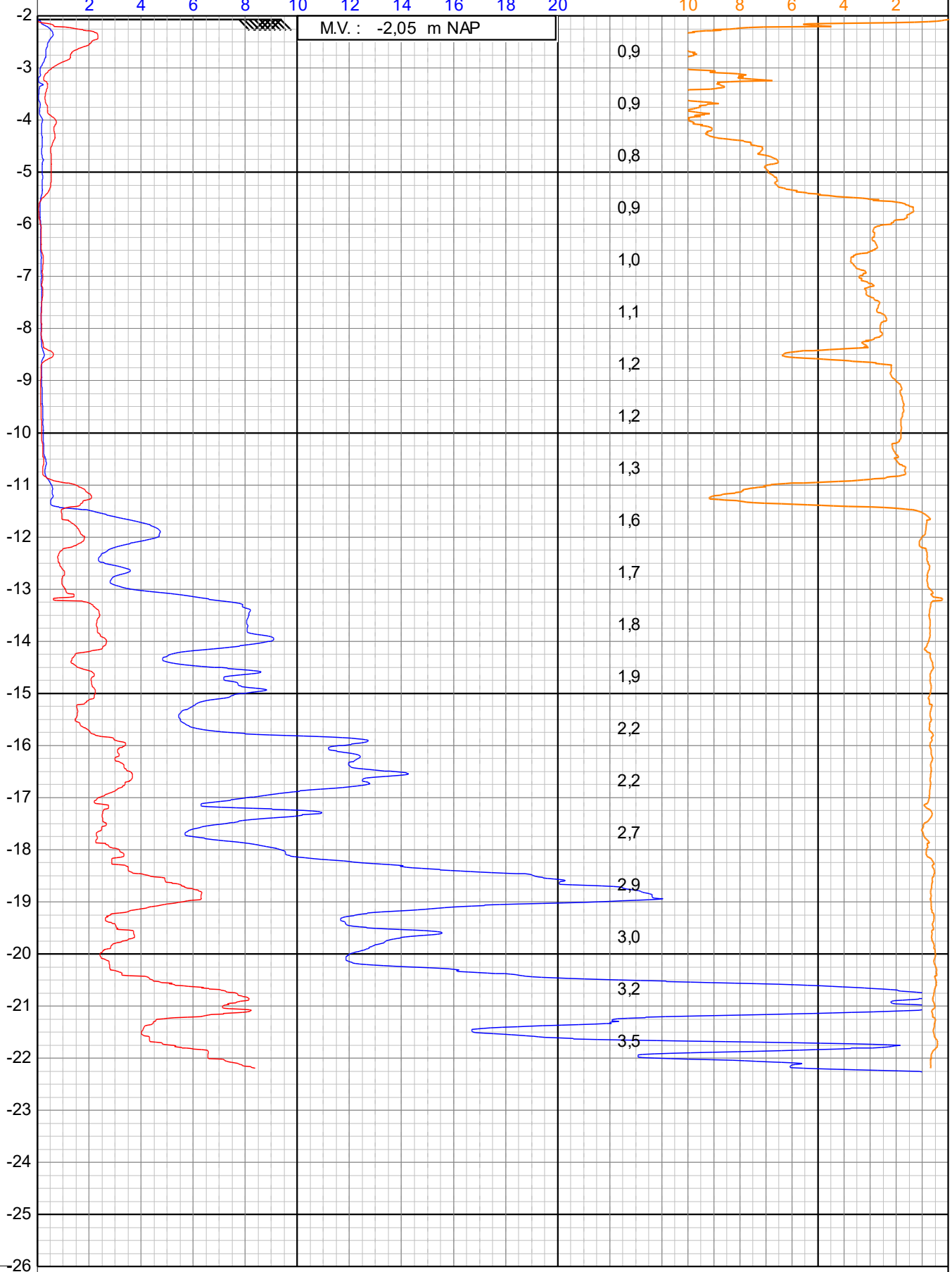
— Conusweerstand (qc) in MPa →

← Wrijvingsgetal (Rf=fs/qc) in %

2 4 6 8 10 12 14 16 18 20

10 8 6 4 2

M.V. : -2,05 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 : **GNEPHOEK**

Locatie : **ALPHEN AAN DEN RIJN**

Datum : **26-11-2024**

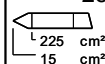
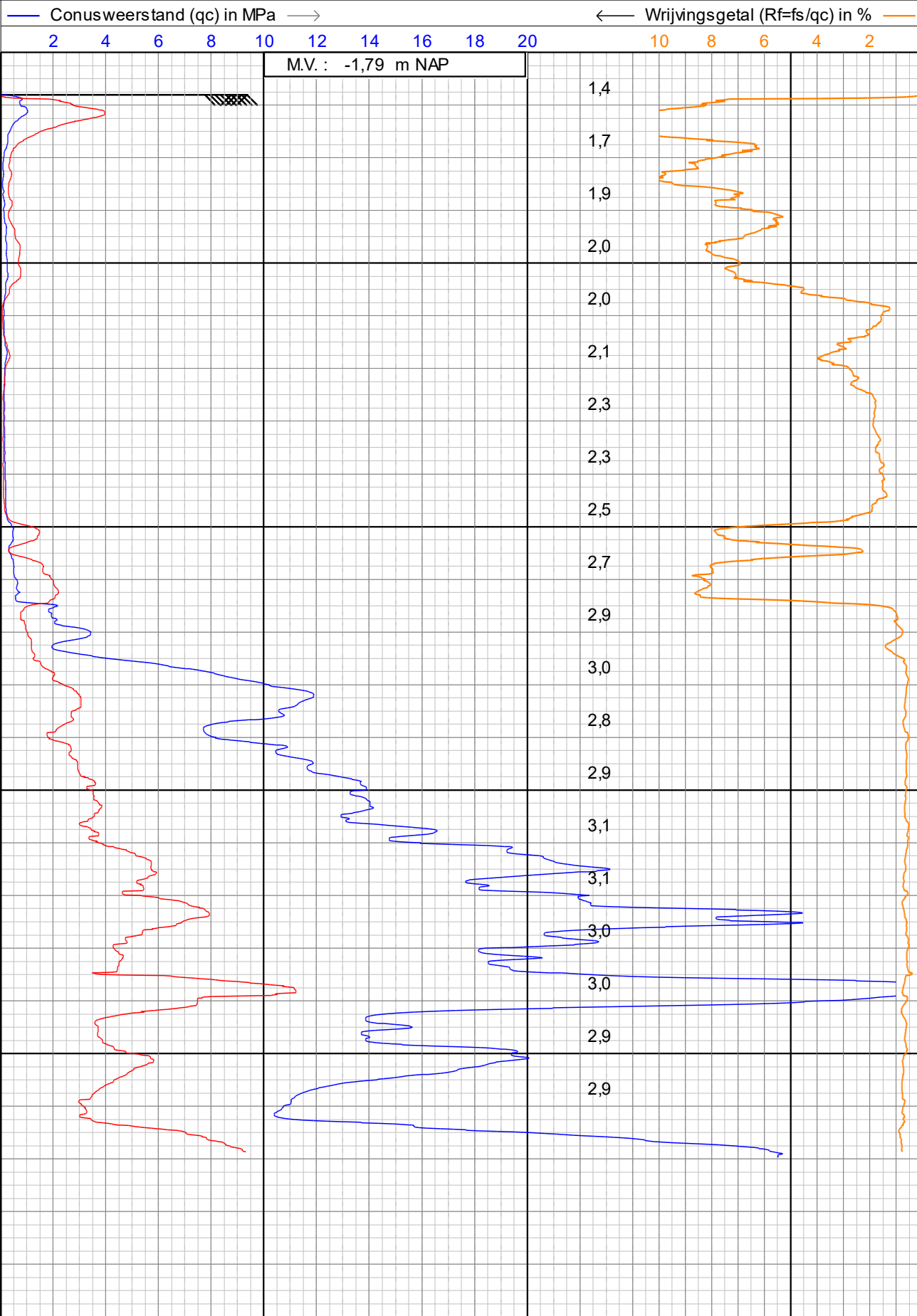
Conusnr. : **S15CFIL1633**

Projectnr. : **2301311**

Sondeernr.: **131**

1/1

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



GEOSONDA

Alphen a/d Rijn
Breda

sondering volgens NEN-EN-ISO22476-1

Project : **GNEPHOEK**

Locatie : **ALPHEN AAN DEN RIJN**

Datum : **26-11-2024**

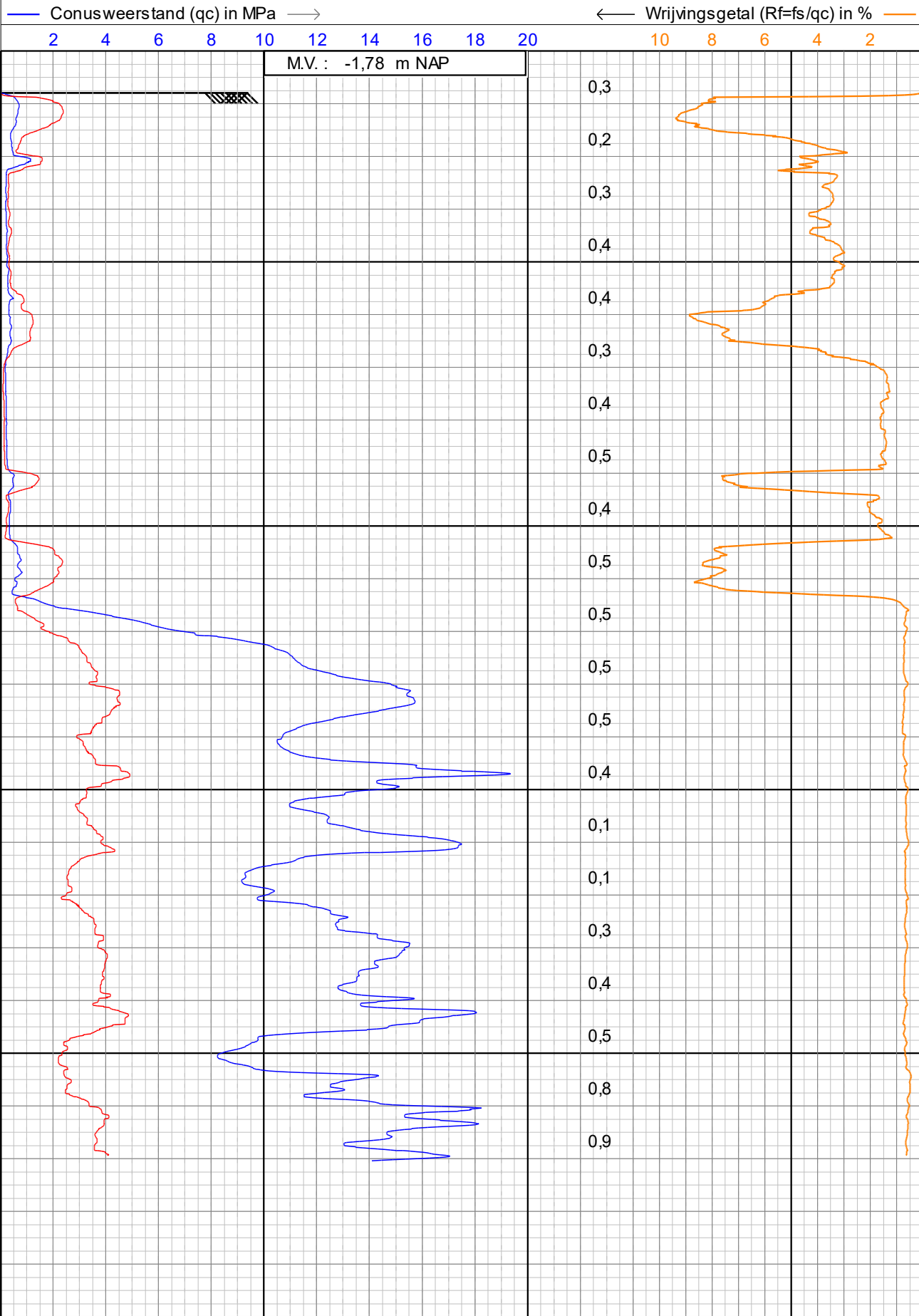
Conusnr. : **S15CFIL1633**

Projectnr. : **2301311**

Sondeernr. : **132**

1/1

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



Alphen a/d Rijn
Breda

Sondering volgens NEN-EN-ISO22476-1

Project : **GNEPHOEK**

Locatie : **ALPHEN AAN DEN RIJN**

Datum : **11-11-2024**

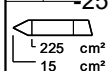
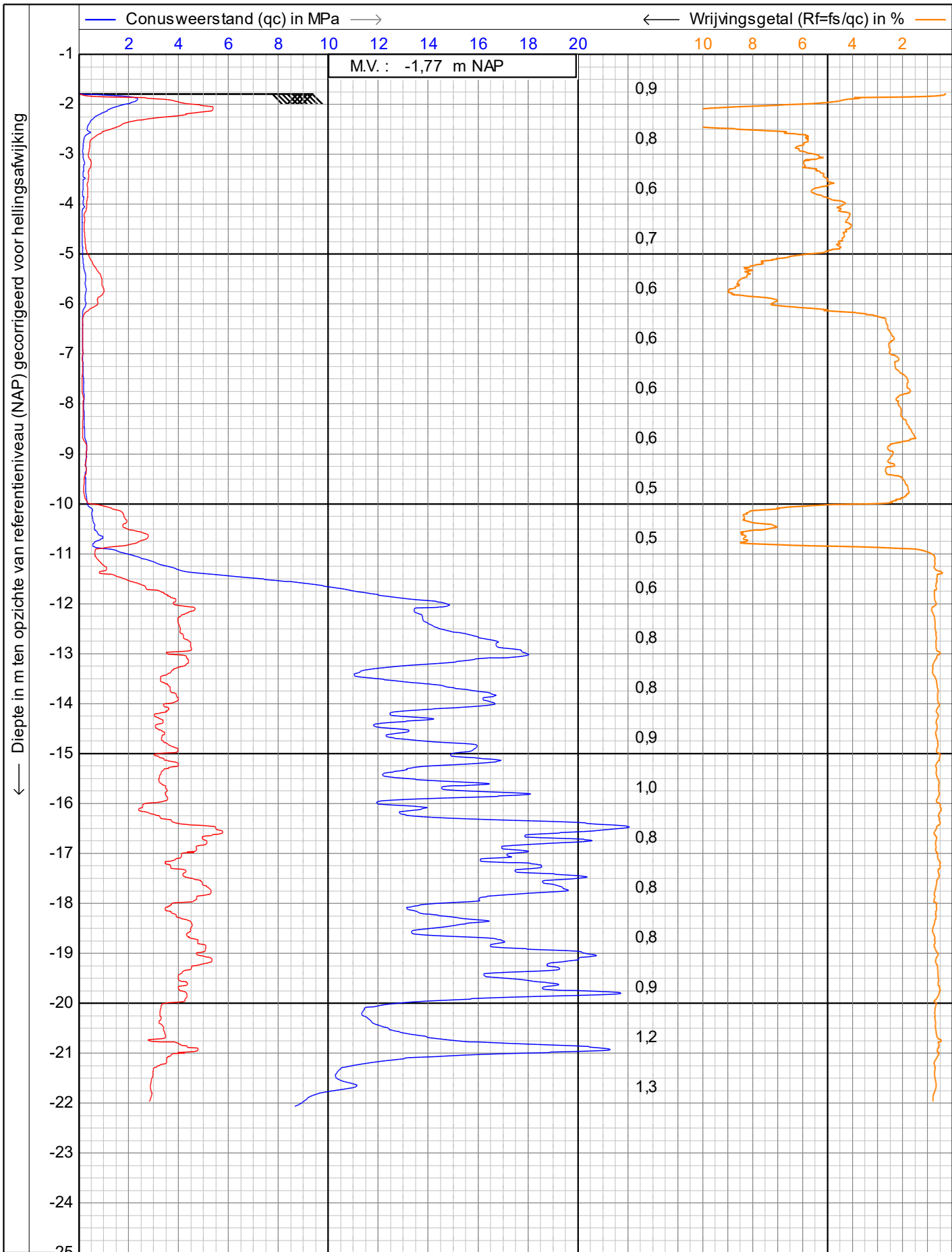
Conusnr. : **S15CFIL.S17059**

Projectnr. : **2301311**

Sondeernr.: **133**

1/1

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



Alphen a/d Rijn
Breda

Sondering volgens NEN-EN-ISO22476-1

Project : **GNEPHOEK**

Locatie : **ALPHEN AAN DEN RIJN**

Datum : **11-11-2024**

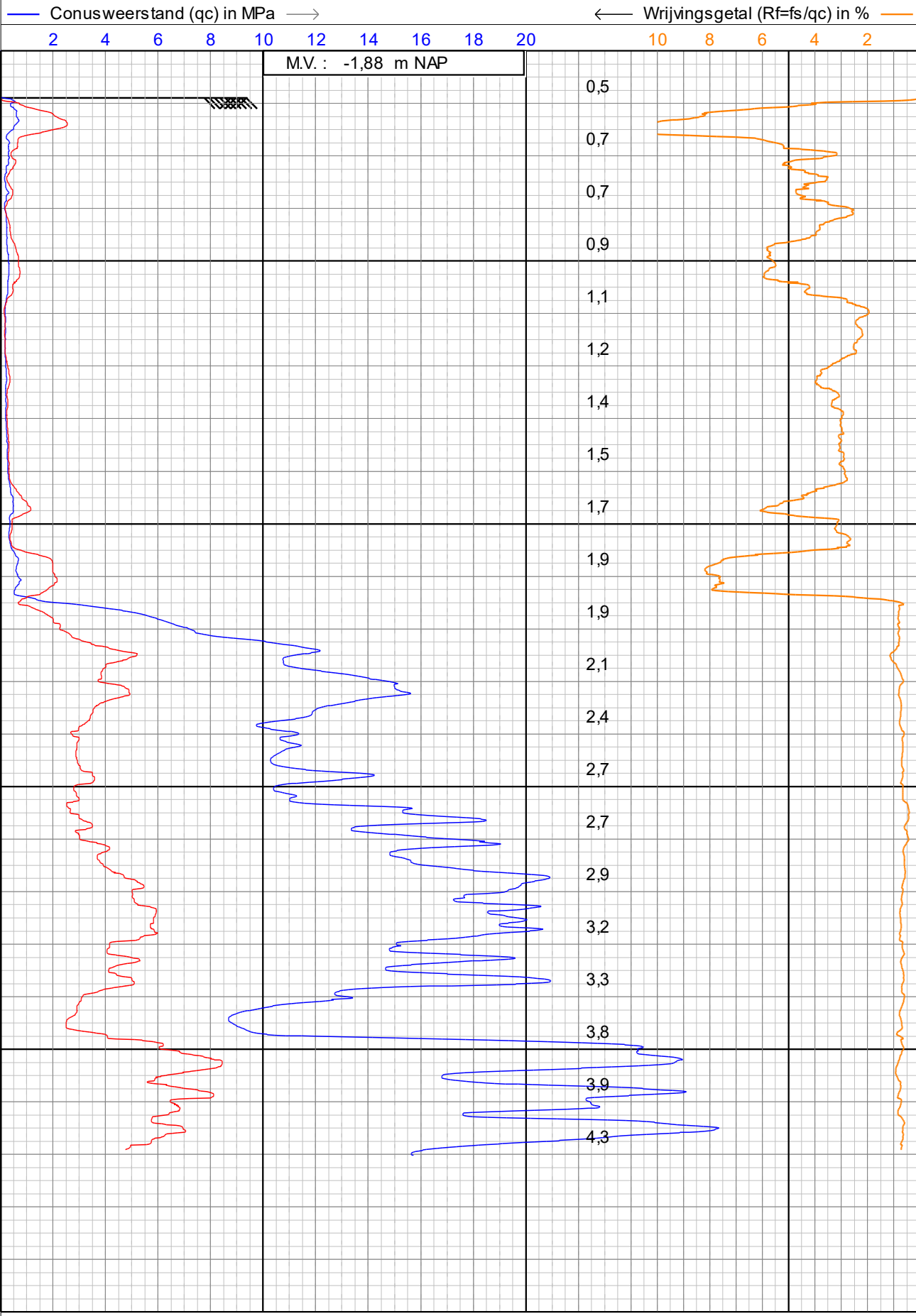
Conusnr. : **S15CFIL.S17059**

Projectnr. : **2301311**

Sondeernr.: **134**

1/1

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



225 cm²
15 cm²



Alphen a/d Rijn
Breda

sondering volgens NEN-EN-ISO22476-1

Project : **GNEPHOEK**

Locatie : **ALPHEN AAN DEN RIJN**

Datum : **22-11-2024**

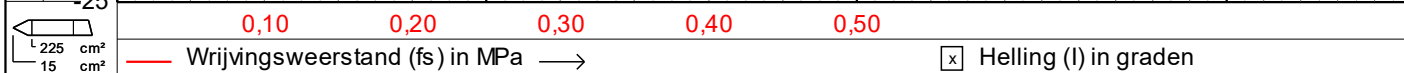
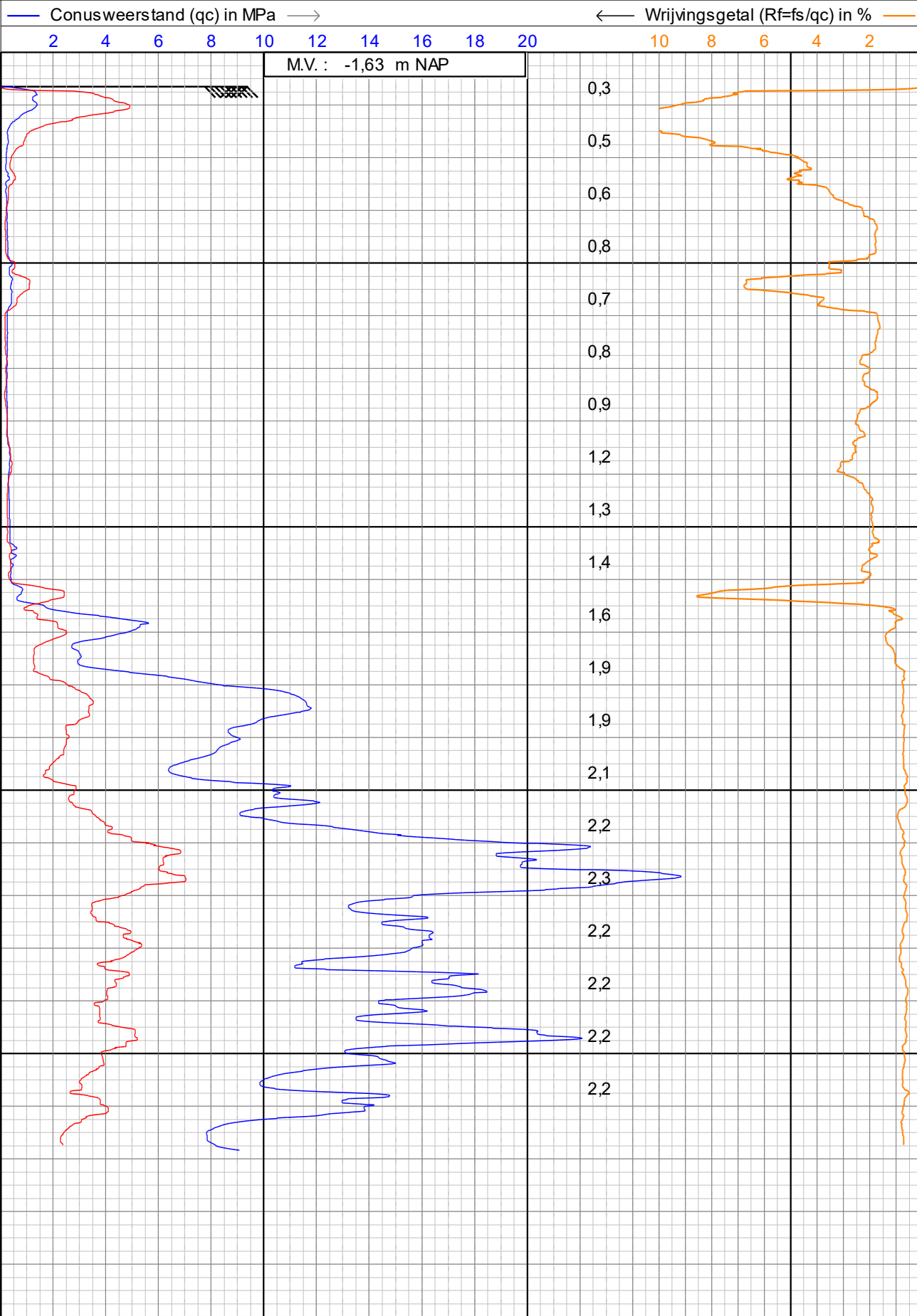
Conusnr. : **S15CFIL1633**

Projectnr. : **2301311**

Sondeernr.: **135**

1/1

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



Alphen a/d Rijn
Breda

sondering volgens NEN-EN-ISO22476-1

Project : **GNEPHOEK**

Locatie : **ALPHEN AAN DEN RIJN**

Datum : **21-11-2024**

Conusnr. : **S15CFIL1633**

Projectnr. : **2301311**

Sondeernr.: **136**

1/1

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

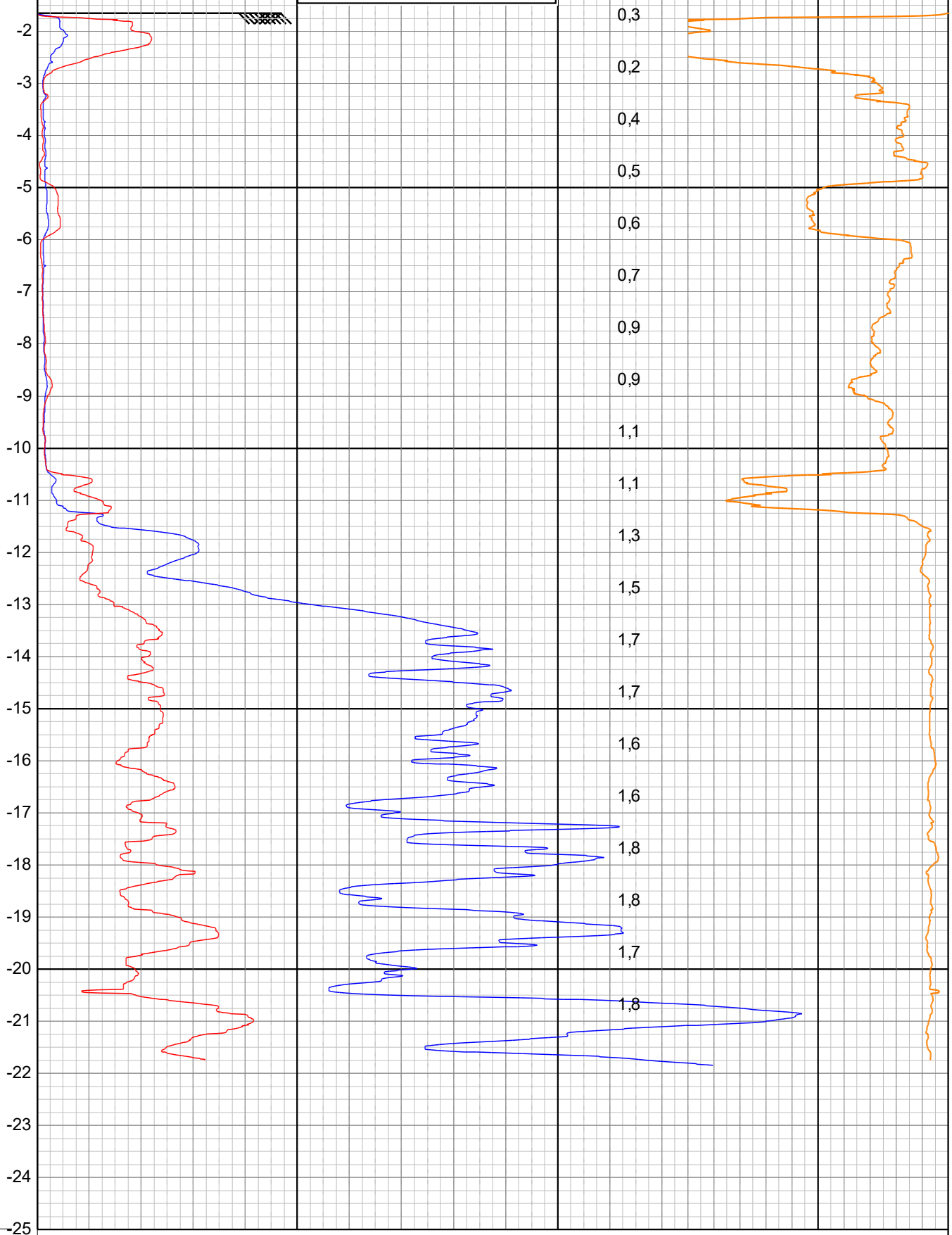
— Conusweerstand (qc) in MPa →

← Wrijvingsgetal (Rf=fs/qc) in % —

2 4 6 8 10 12 14 16 18 20

10 8 6 4 2

M.V. : -1,63 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 : **GNEPHOEK**

Locatie : **ALPHEN AAN DEN RIJN**

Datum : **21-11-2024**

Conusnr. : **S15CFIL1633**

Projectnr. : **2301311**

Sondeernr.: **137**

1/1

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

— 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. : -1,78 m NAP

-1
-2
-3
-4
-5
-6
-7
-8
-9
-10
-11
-12
-13
-14
-15
-16
-17
-18
-19
-20
-21
-22
-23
-24
-25

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



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 : **GNEPHOEK**

Locatie : **ALPHEN AAN DEN RIJN**

Datum : **21-11-2024**

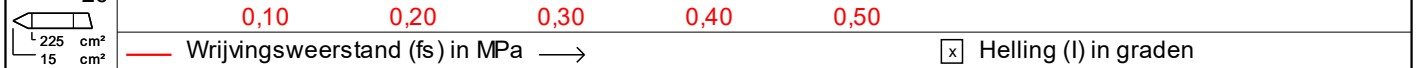
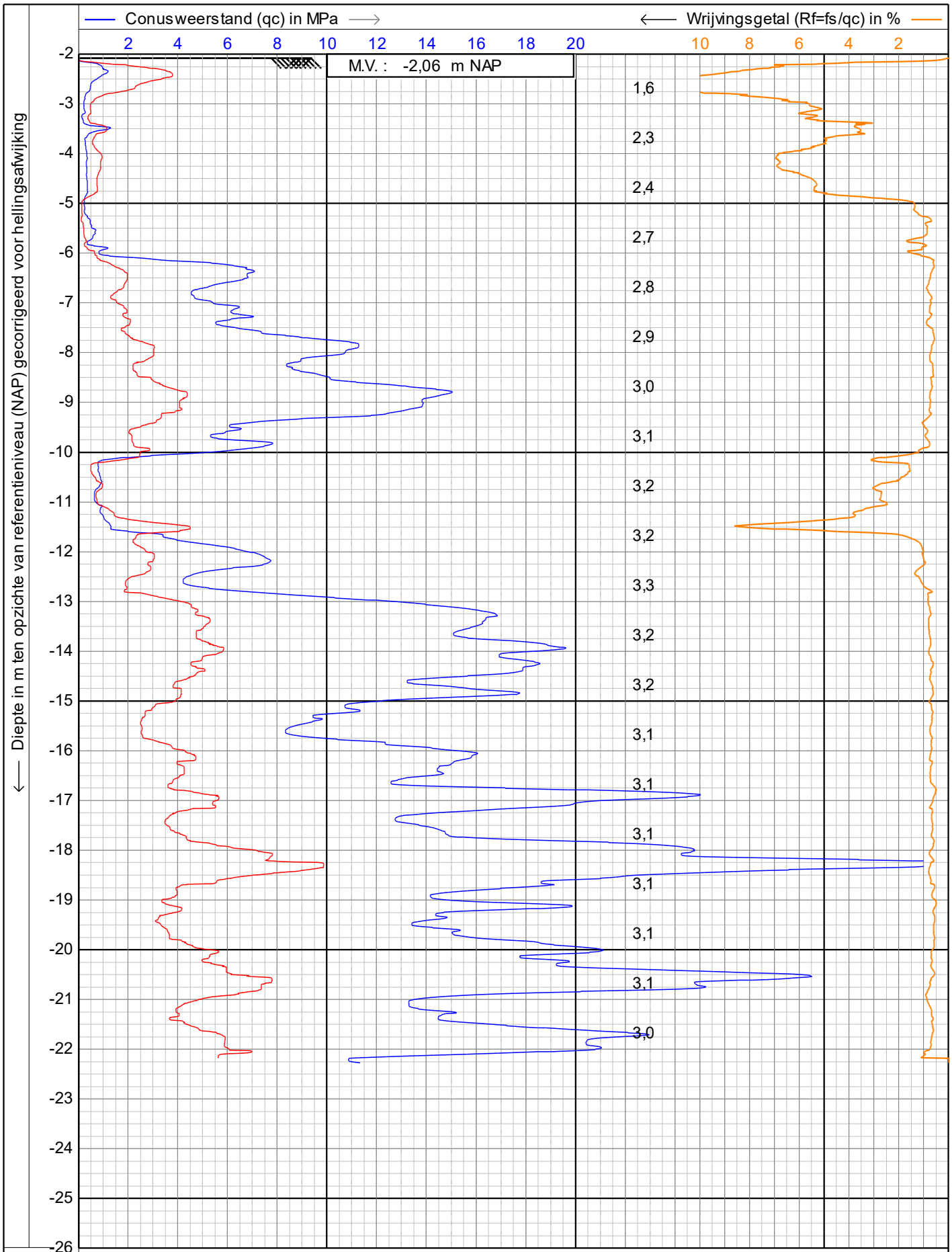
Conusnr. : **S15CFIL1633**

Projectnr. : **2301311**

Sondeernr.: **138**

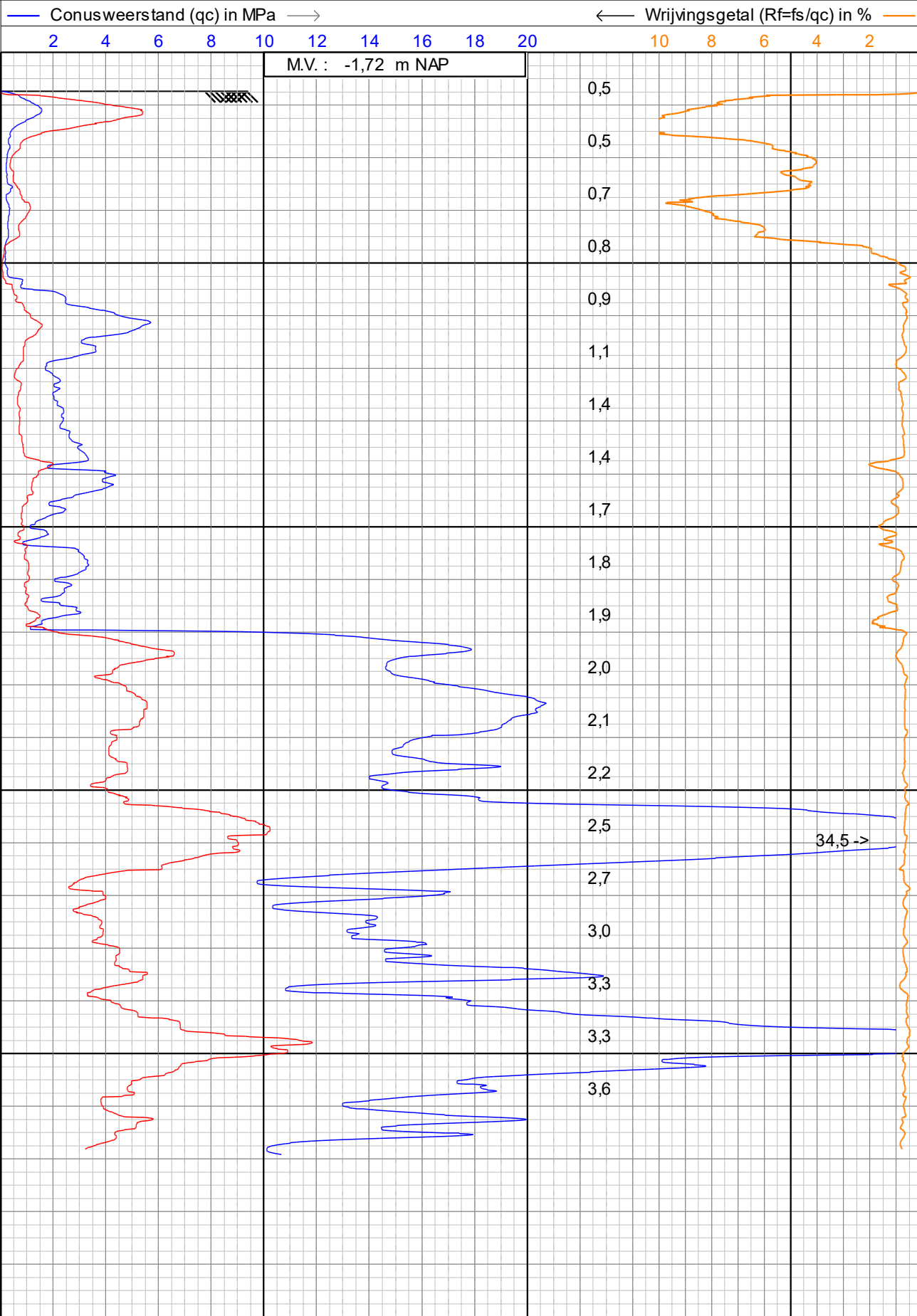
1/1

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



 Alphen a/d Rijn Breda	sondering volgens NEN-EN-ISO22476-1		Datum : 21-11-2024	
	Project : GNEPHOEK		Conusnr. : S15CFIL1633	
	Locatie : ALPHEN AAN DEN RIJN		Projectnr. : 2301311	
			Sondeernr. : 139	1/1

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



Alphen a/d Rijn
Breda

sondering volgens NEN-EN-ISO22476-1

Project : **GNEPHOEK**

Locatie : **ALPHEN AAN DEN RIJN**

Datum : **26-11-2024**

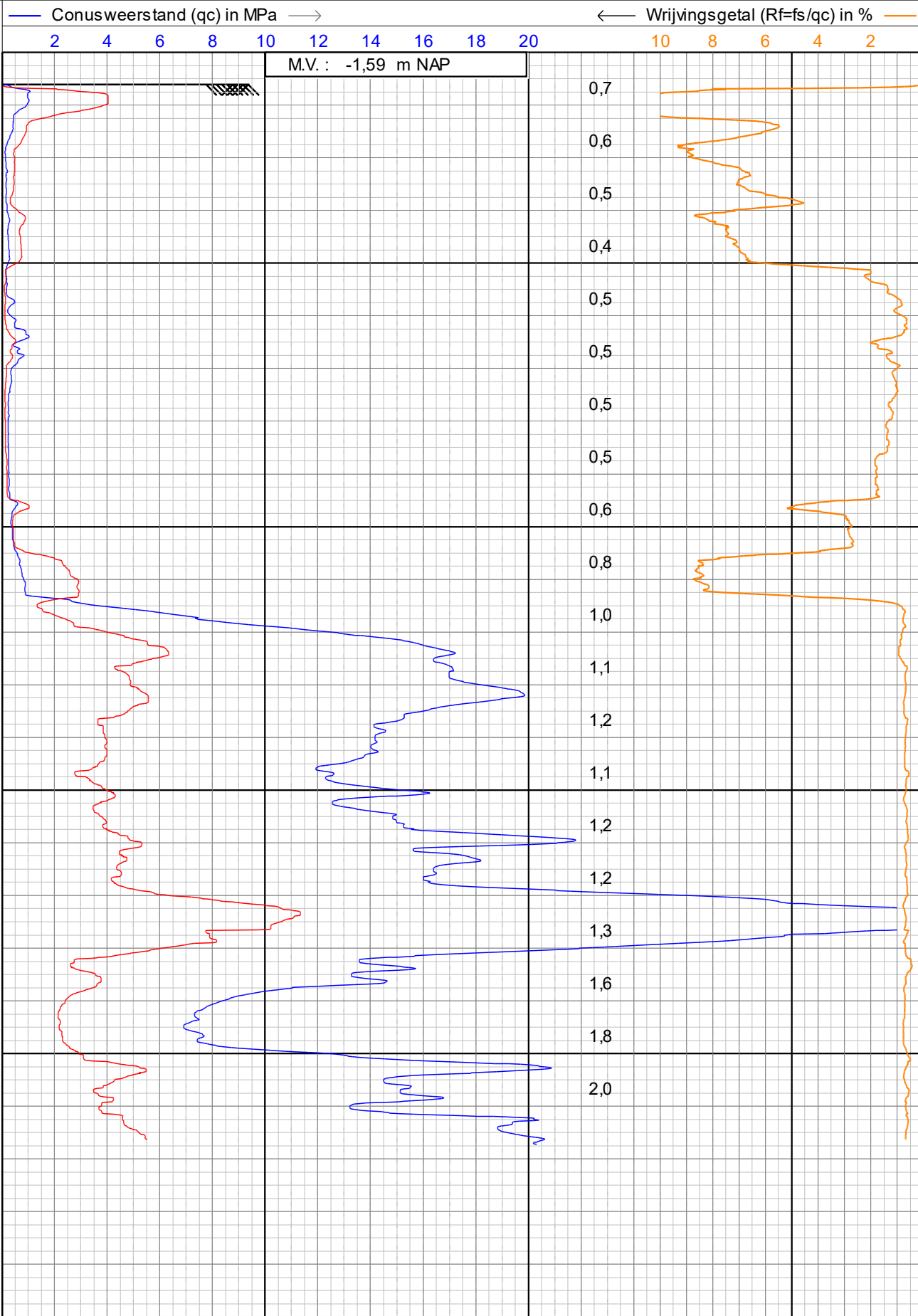
Conusnr. : **S15CFIL1633**

Projectnr. : **2301311**

Sondeernr.: **140**

1/1

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



Alphen a/d Rijn
Breda

sondering volgens NEN-EN-ISO22476-1

Project : **GNEPHOEK**

Locatie : **ALPHEN AAN DEN RIJN**

Datum : **25-11-2024**

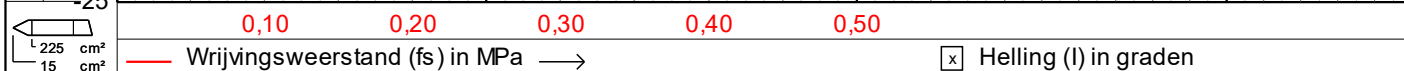
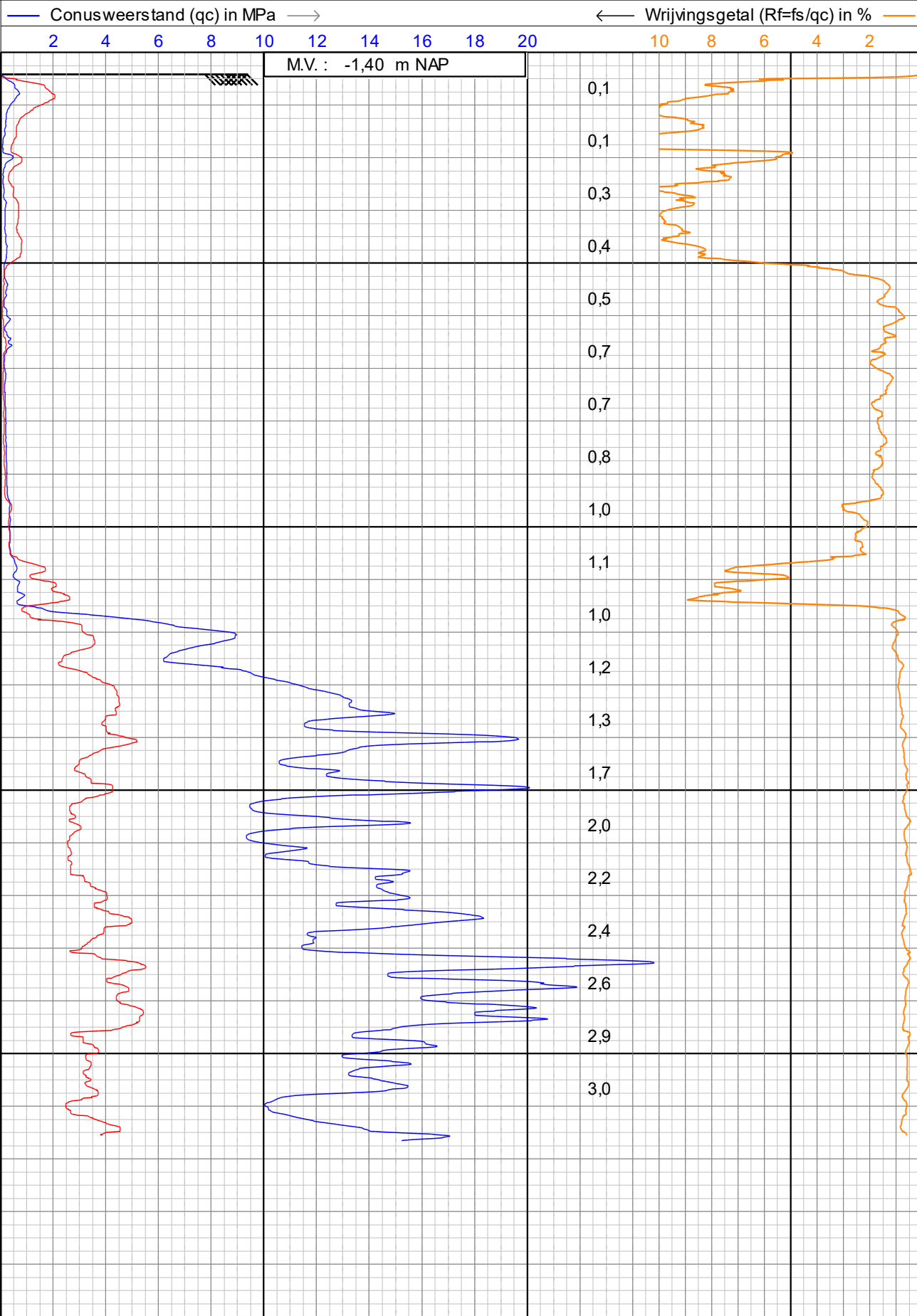
Conusnr. : **S15CFIL1633**

Projectnr. : **2301311**

Sondeernr.: **141**

1/1

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



Alphen a/d Rijn
Breda

sondering volgens NEN-EN-ISO22476-1

Project : **GNEPHOEK**

Locatie : **ALPHEN AAN DEN RIJN**

Datum : **25-11-2024**

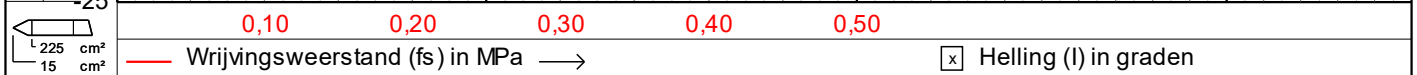
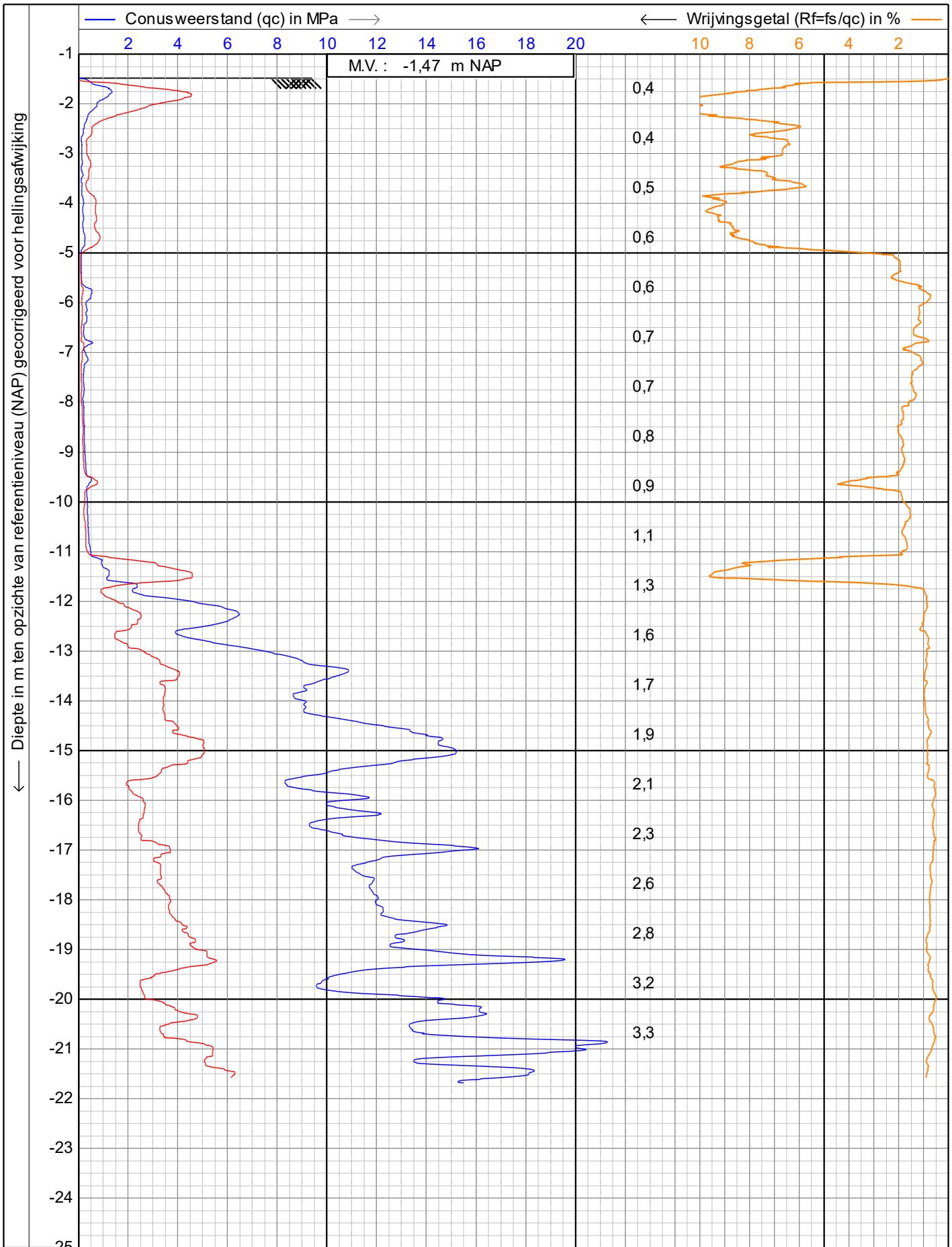
Conusnr. : **S15CFIL1633**

Projectnr. : **2301311**

Sondeernr.: **142**

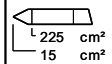
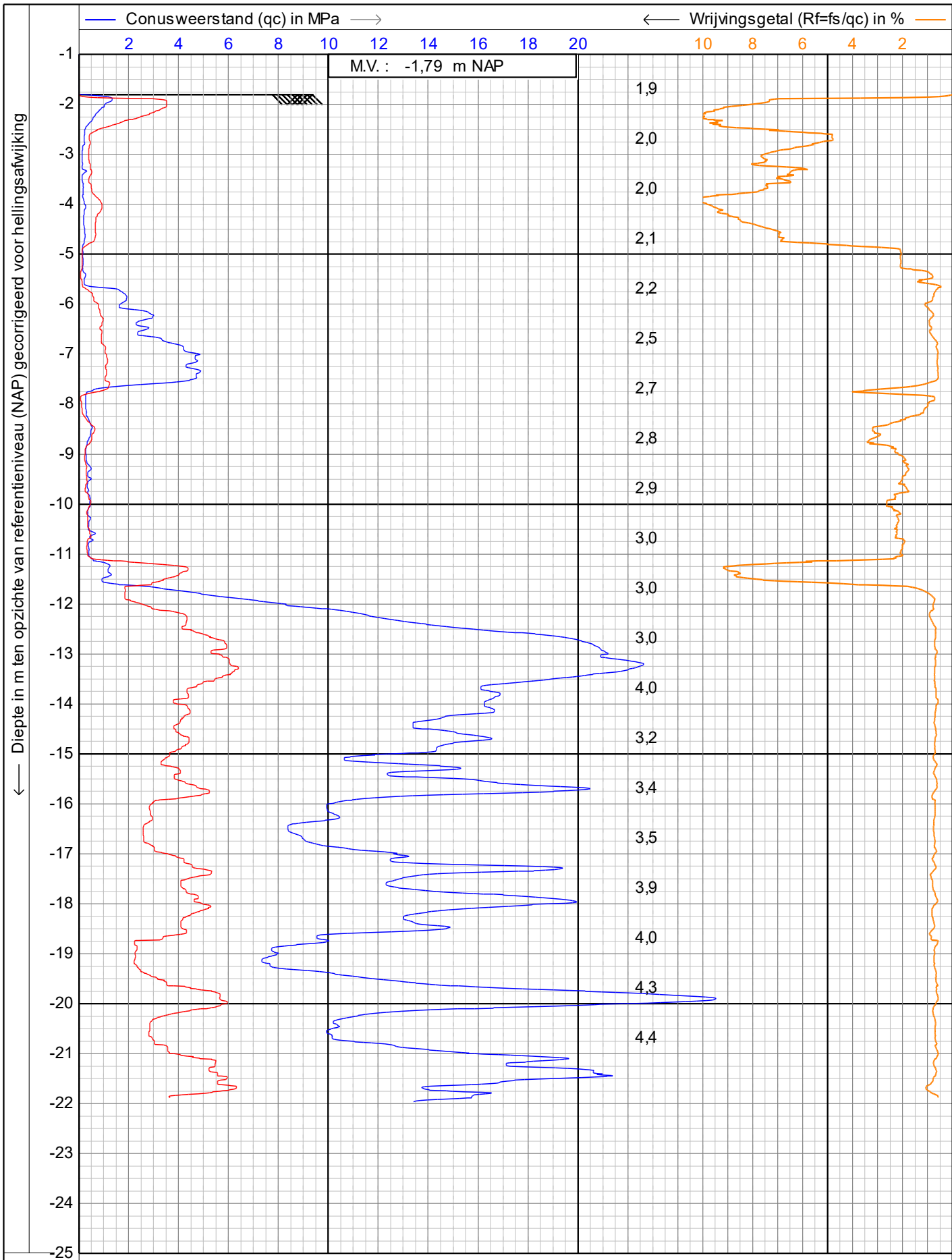
1/1

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



 Alphen a/d Rijn Breda	sondering volgens NEN-EN-ISO22476-1		Datum : 25-11-2024	
	Project : GNEPHOEK		Conusnr. : S15CFIL1633	
	Locatie : ALPHEN AAN DEN RIJN		Projectnr. : 2301311	
			Sondeernr.: 143	1/1

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



Wrijvingsweerstand (fs) in MPa →

☒ Helling (I) in graden



Alphen a/d Rijn
Breda

sondering volgens NEN-EN-ISO22476-1

Project : **GNEPHOEK**

Locatie : **ALPHEN AAN DEN RIJN**

Datum : **25-11-2024**

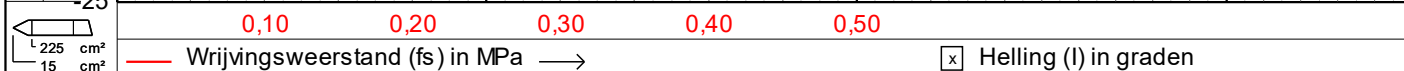
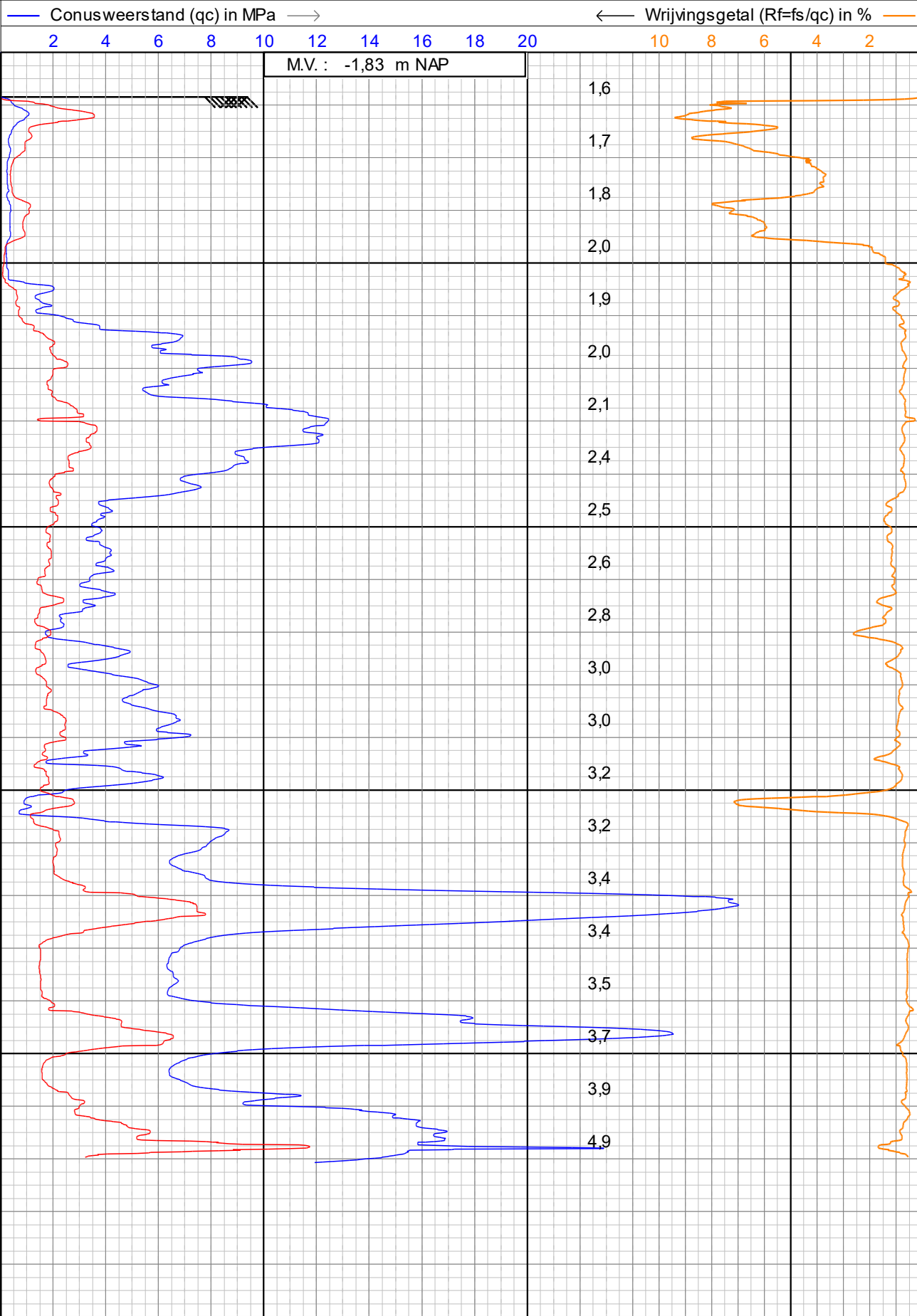
Conusnr. : **S15CFIL1633**

Projectnr. : **2301311**

Sondeernr.: **144**

1/1

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



Alphen a/d Rijn
Breda

sondering volgens NEN-EN-ISO22476-1

Project : **GNEPHOEK**

Locatie : **ALPHEN AAN DEN RIJN**

Datum : **26-11-2024**

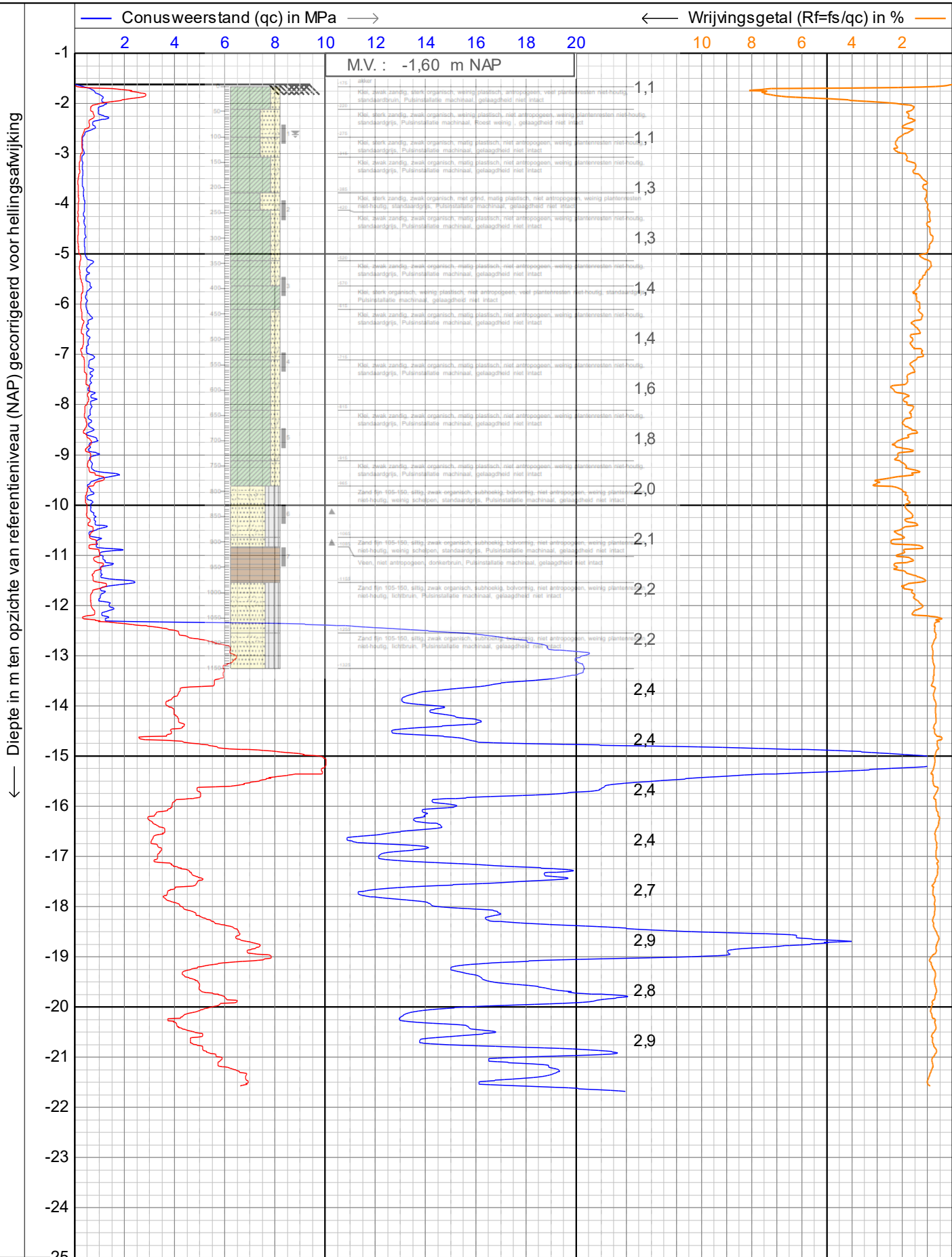
Conusnr. : **S15CFIL1633**

Projectnr. : **2301311**

Sondeernr.: **145**

1/1

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



← Wrijvingsweerstand (fs) in MPa →

Wrijvingsweerstand (fs) in MPa: 0,10 0,20 0,30 0,40 0,50

→ Helling (I) in graden

GEOSONDA

Alphen a/d Rijn
Breda

sondering volgens NEN-EN-ISO22476-1

Project : **GNEPHOEK**

Locatie : **ALPHEN AAN DEN RIJN**

Datum : **21-11-2024**

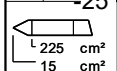
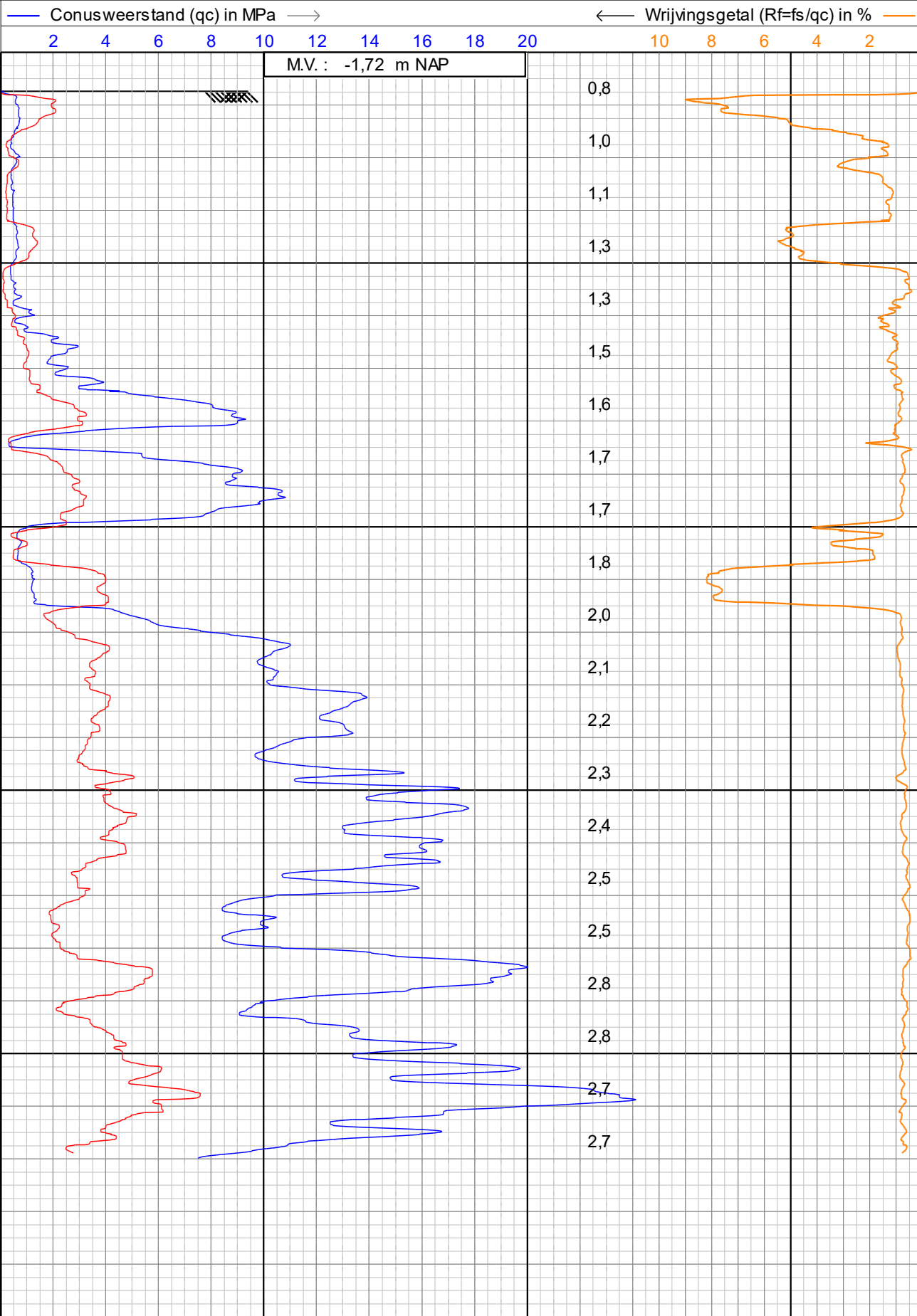
Conusnr. : **S15CFIL1633**

Projectnr. : **2301311**

Sondeernr.: **146**

1/1

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



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 : **GNEPHOEK**

Locatie : **ALPHEN AAN DEN RIJN**

Datum : **21-11-2024**

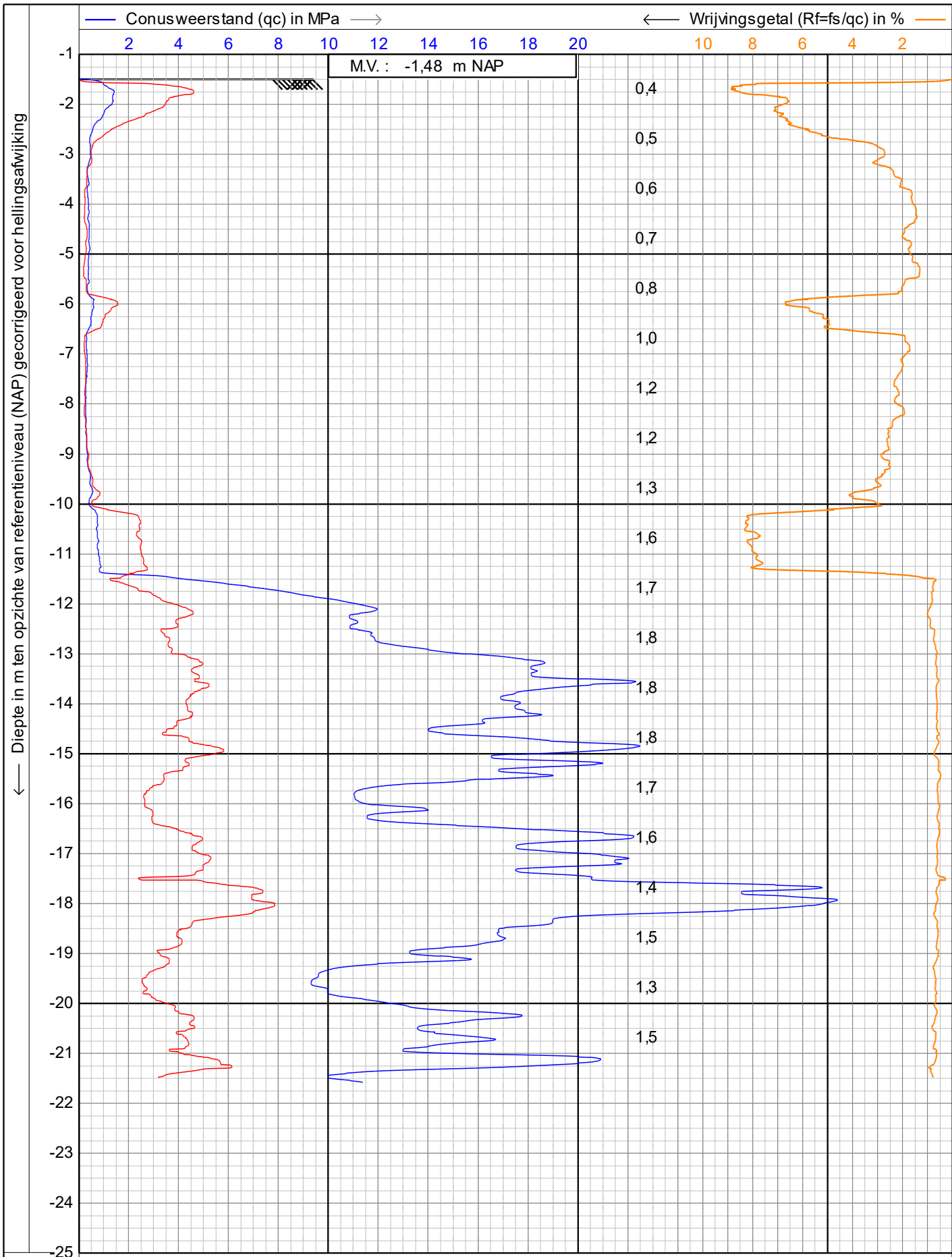
Conusnr. : **S15CFIL1633**

Projectnr. : **2301311**

Sondeernr.: **147**

1/1

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



225 cm²
15 cm²



Alphen a/d Rijn
Breda

sondering volgens NEN-EN-ISO22476-1

Project : **GNEPHOEK**

Locatie : **ALPHEN AAN DEN RIJN**

Datum : **21-11-2024**

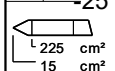
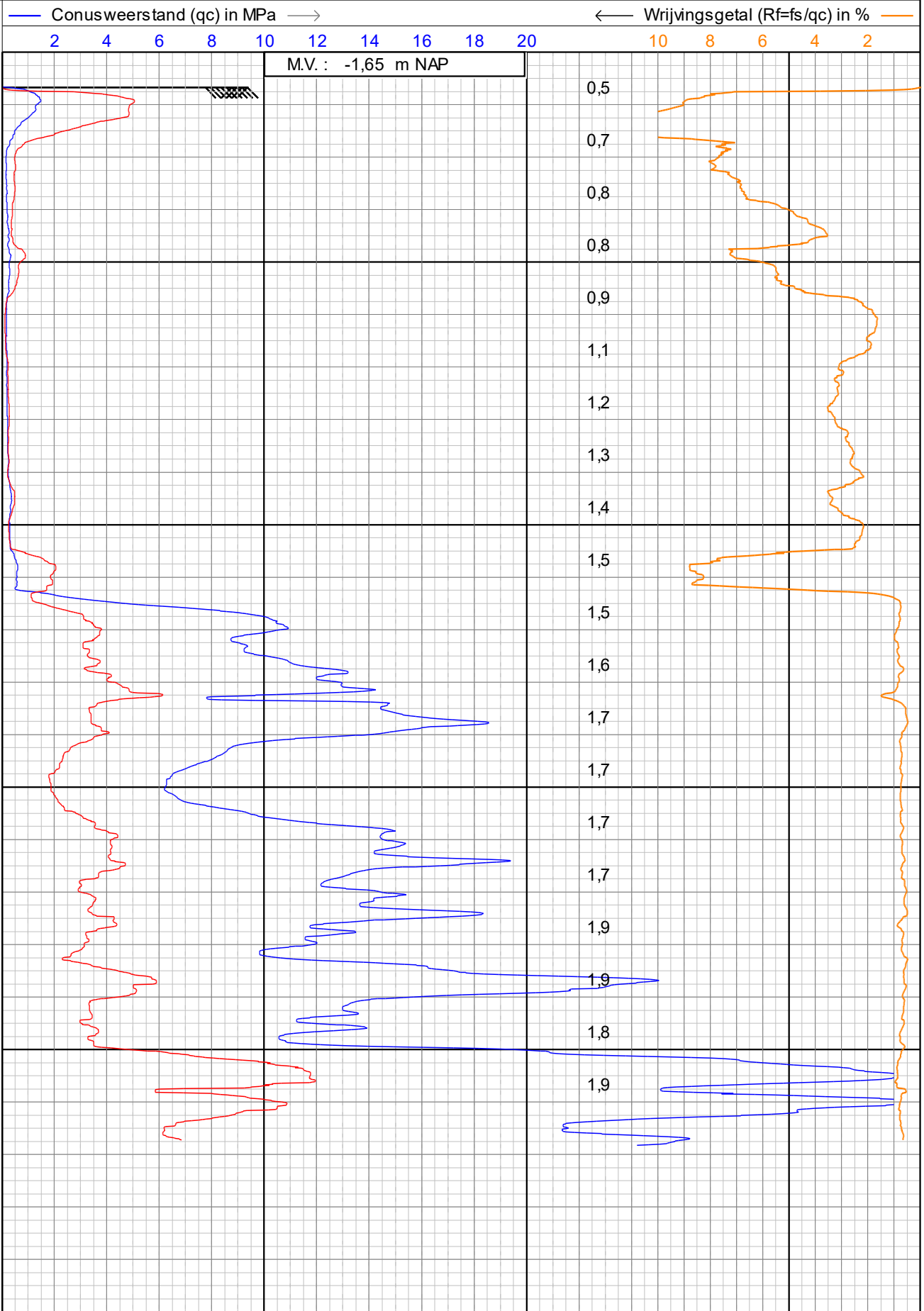
Conusnr. : **S15CFIL1633**

Projectnr. : **2301311**

Sondeernr.: **148**

1/1

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



Alphen a/d Rijn
Breda

sondering volgens NEN-EN-ISO22476-1

Project : **GNEPHOEK**

Locatie : **ALPHEN AAN DEN RIJN**

Datum : **21-11-2024**

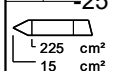
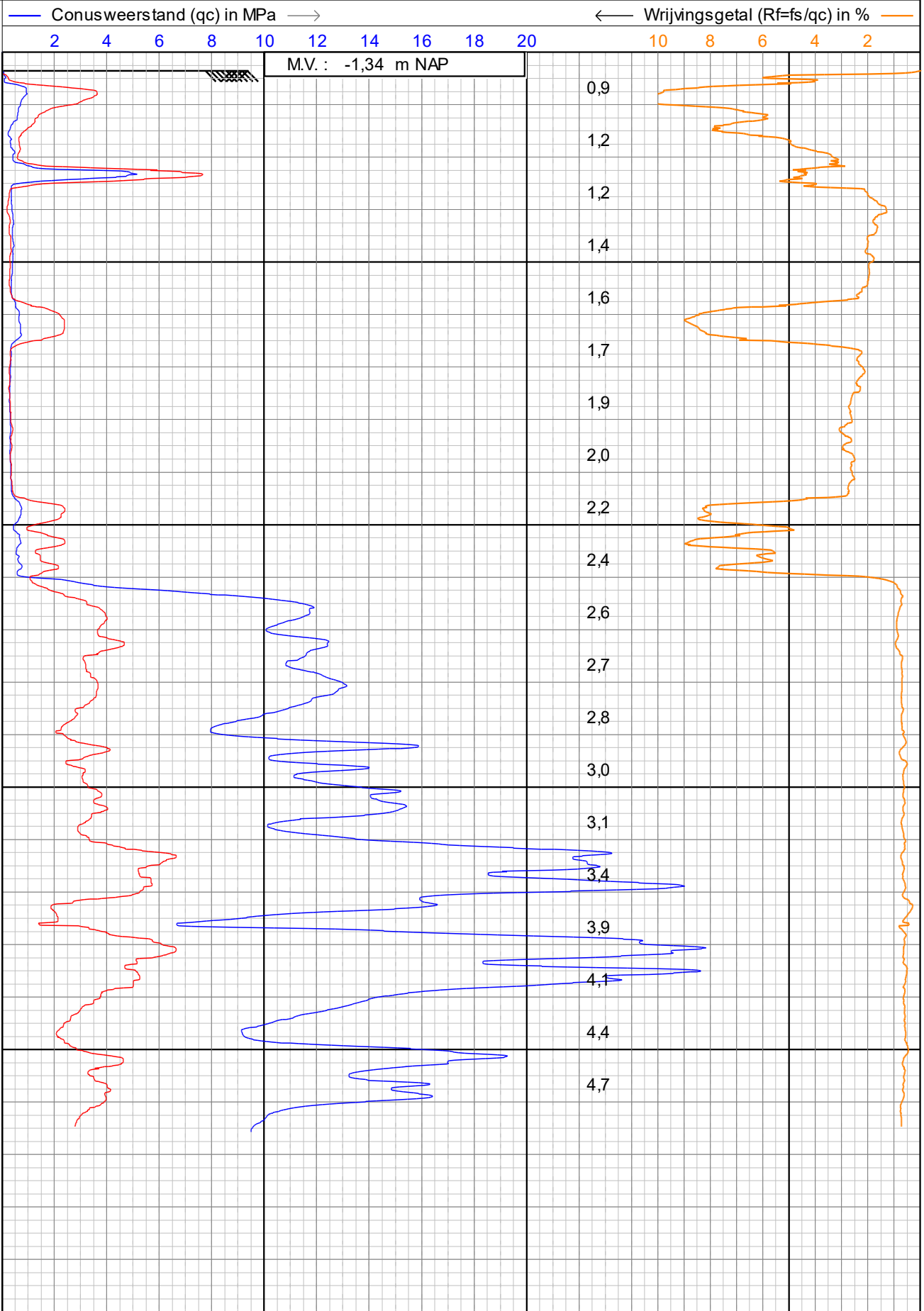
Conusnr. : **S15CFIL1633**

Projectnr. : **2301311**

Sondeernr.: **149**

1/1

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



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 : **GNEPHOEK**

Locatie : **ALPHEN AAN DEN RIJN**

Datum : **21-11-2024**

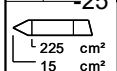
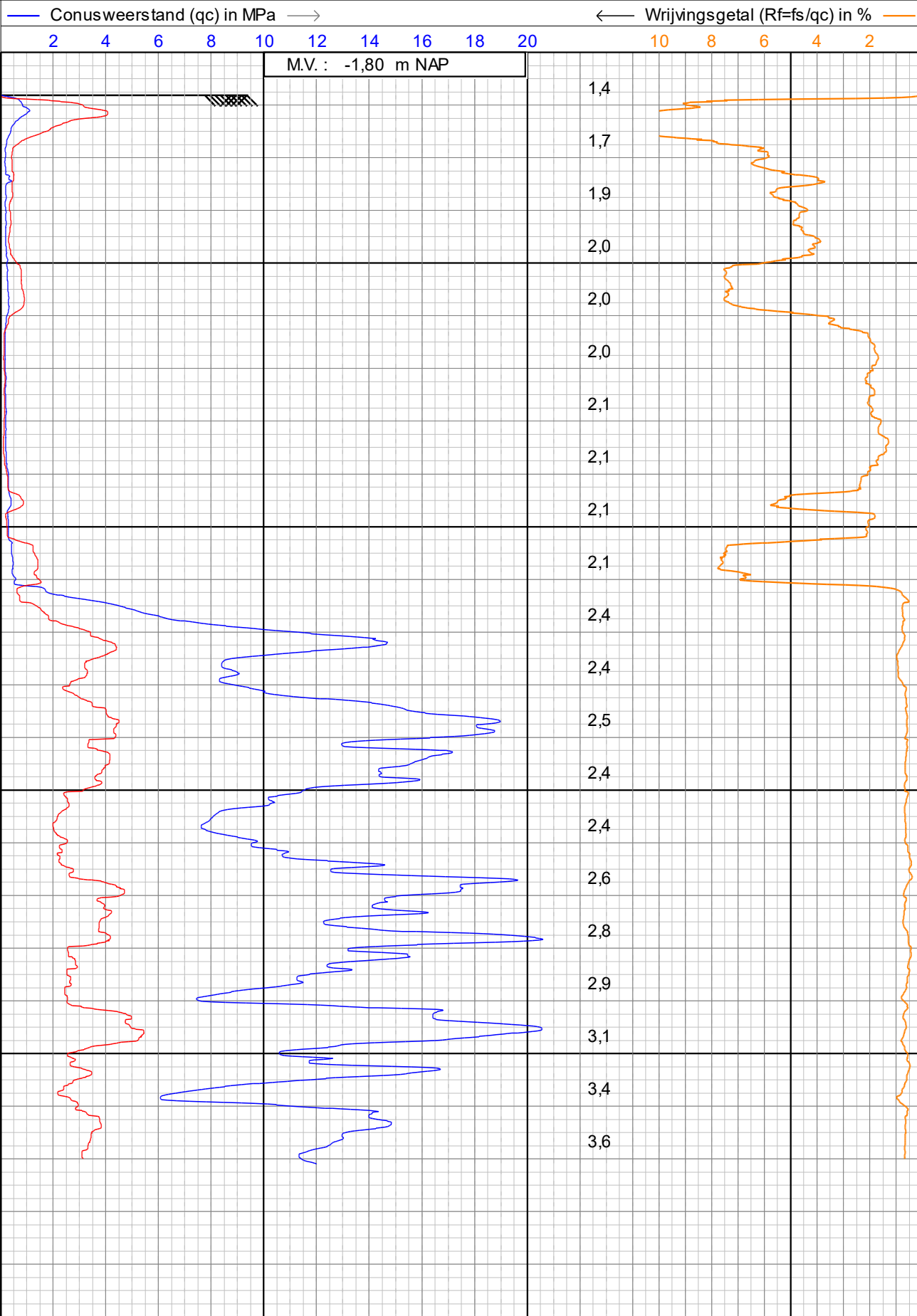
Conusnr. : **S15CFIL1633**

Projectnr. : **2301311**

Sondeernr.: **150**

1/1

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



Alphen a/d Rijn
Breda

Sondering volgens NEN-EN-ISO22476-1

Project : **GNEPHOEK**

Locatie : **ALPHEN AAN DEN RIJN**

Datum : **11-11-2024**

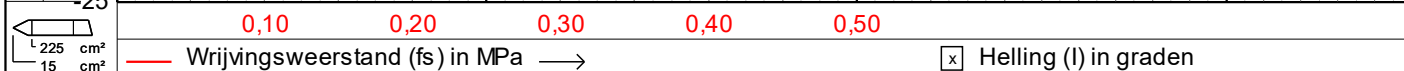
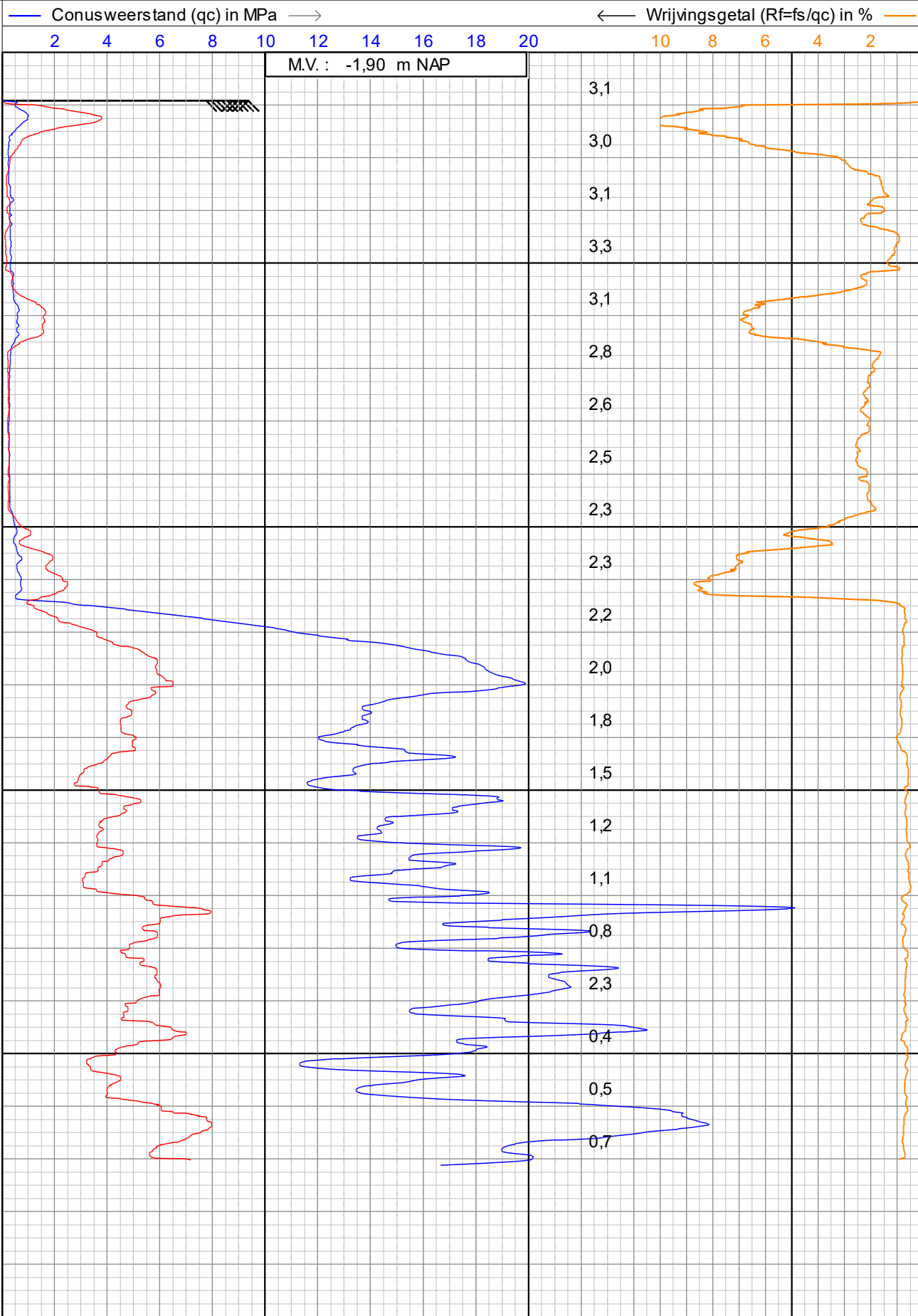
Conusnr. : **S15CFIL.S17059**

Projectnr. : **2301311**

Sondeernr.: **151**

1/1

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



Alphen a/d Rijn
Breda

sondering volgens NEN-EN-ISO22476-1

Project : **GNEPHOEK**

Locatie : **ALPHEN AAN DEN RIJN**

Datum : **22-11-2024**

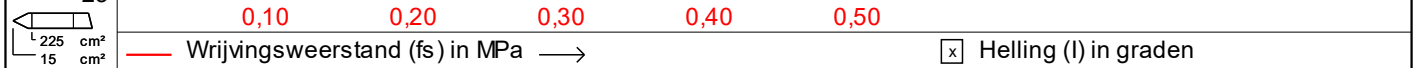
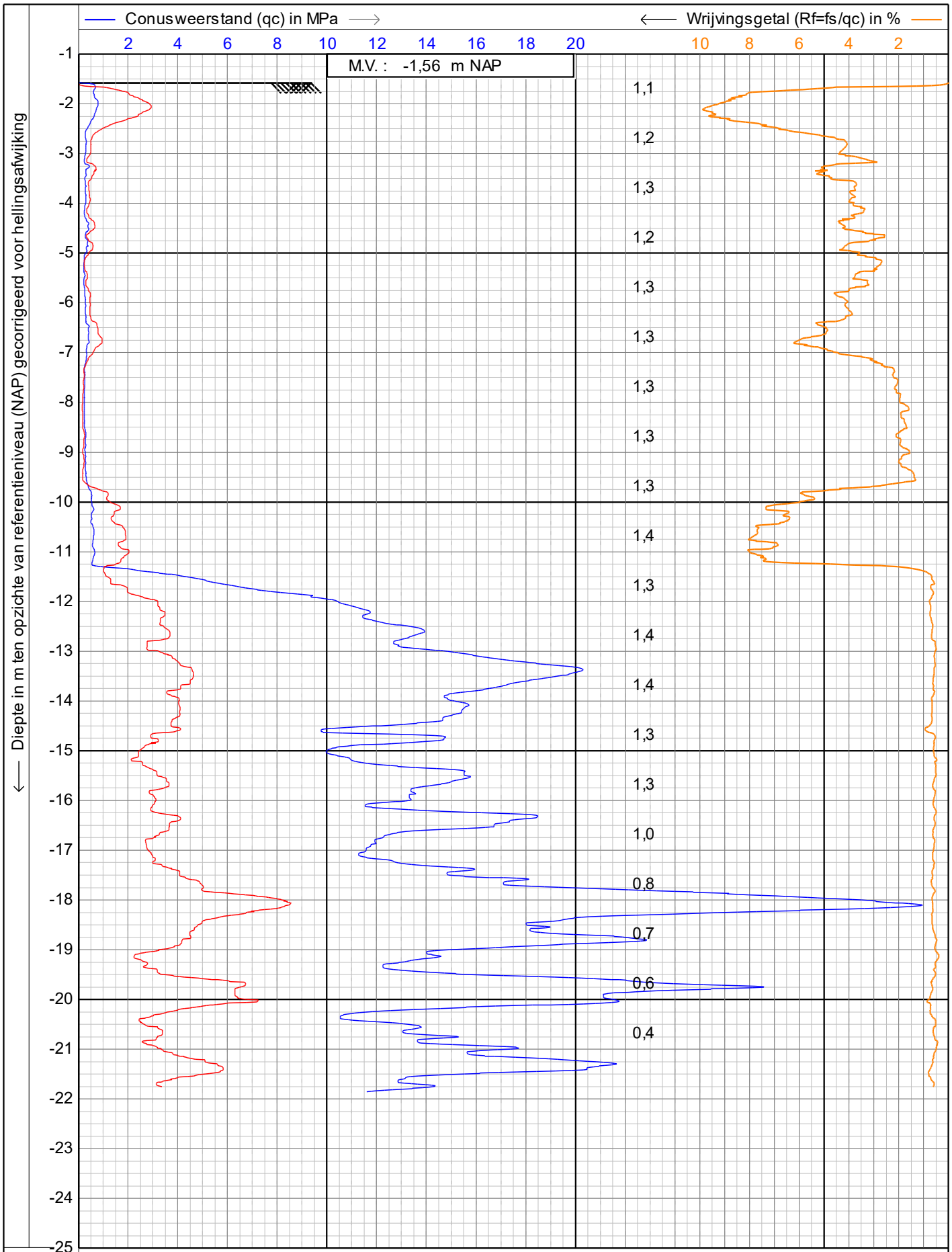
Conusnr. : **S15CFIL1633**

Projectnr. : **2301311**

Sondeernr.: **152**

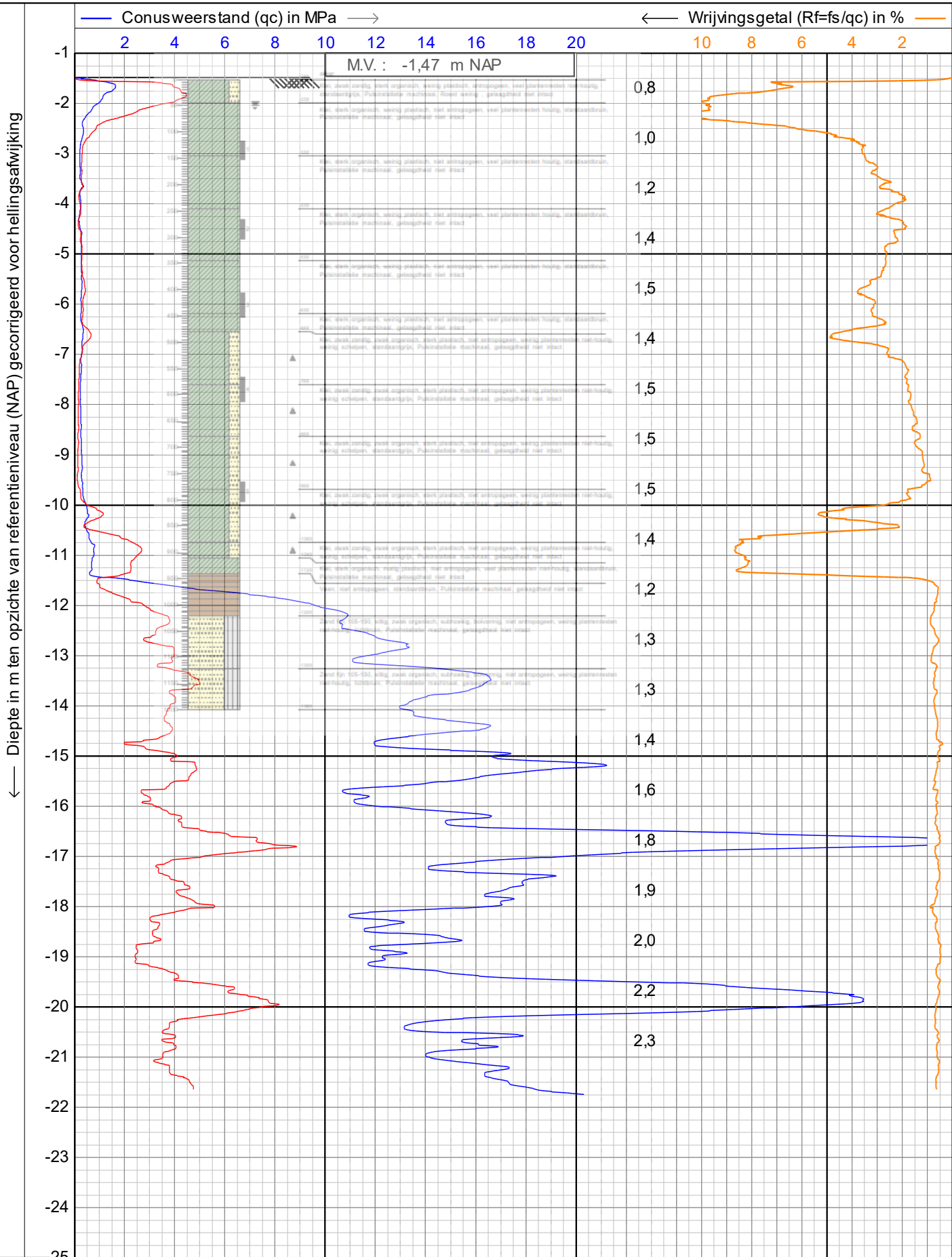
1/1

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



 Alphen a/d Rijn Breda	Sondering volgens NEN-EN-ISO22476-1		Datum : 11-11-2024	
	Project : GNEPHOEK		Conusnr. : S15CFIL.S17059	
	Locatie : ALPHEN AAN DEN RIJN		Projectnr. : 2301311	
			Sondeernr.: 153	1/1

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



Alphen a/d Rijn
Breda

Sondering volgens NEN-EN-ISO22476-1

Project : **GNEPHOEK**

Locatie : **ALPHEN AAN DEN RIJN**

Datum : **11-11-2024**

Conusnr. : **S15CFL.S17059**

Projectnr. : **2301311**

Sondeernr.: **154**

1/1

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

— 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. : -1,56 m NAP

-1
-2
-3
-4
-5
-6
-7
-8
-9
-10
-11
-12
-13
-14
-15
-16
-17
-18
-19
-20
-21
-22
-23
-24
-25

0,3
0,3
0,3
0,6
0,6
0,6
0,7
0,7
0,7
0,7
0,7
0,7
0,7
0,8
0,8
0,8
0,8
0,8
0,8
0,9

34,9 ->

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 : **GNEPHOEK**

Locatie : **ALPHEN AAN DEN RIJN**

Datum : **11-11-2024**

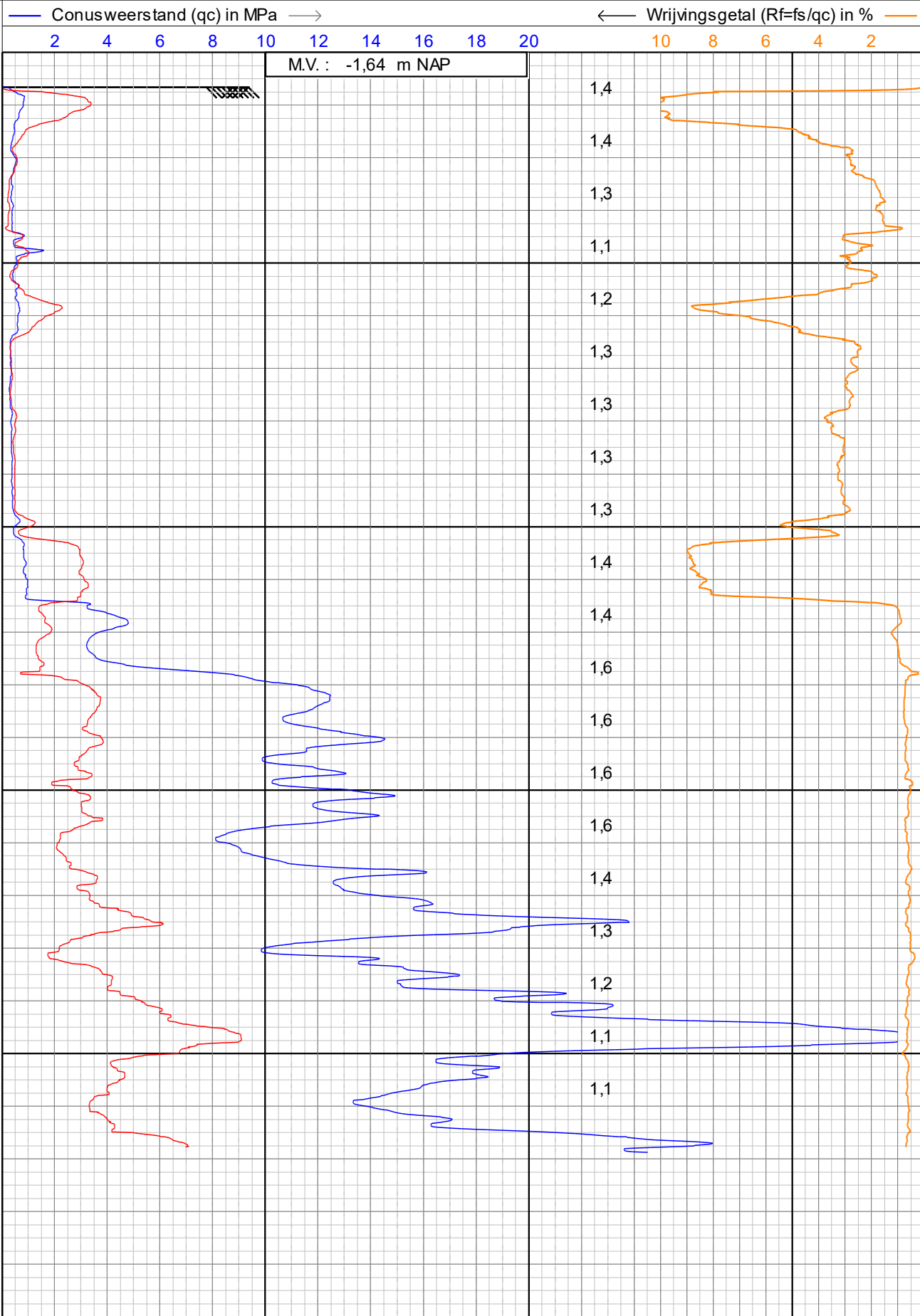
Conusnr. : **S15CFIL.S17059**

Projectnr. : **2301311**

Sondeernr.: **155**

1/1

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



Alphen a/d Rijn
Breda

sondering volgens NEN-EN-ISO22476-1

Project : **GNEPHOEK**

Locatie : **ALPHEN AAN DEN RIJN**

Datum : **22-11-2024**

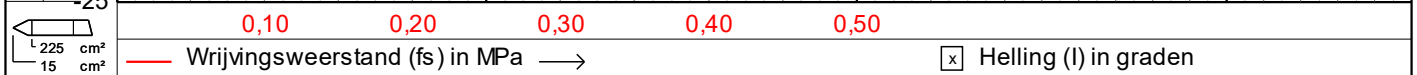
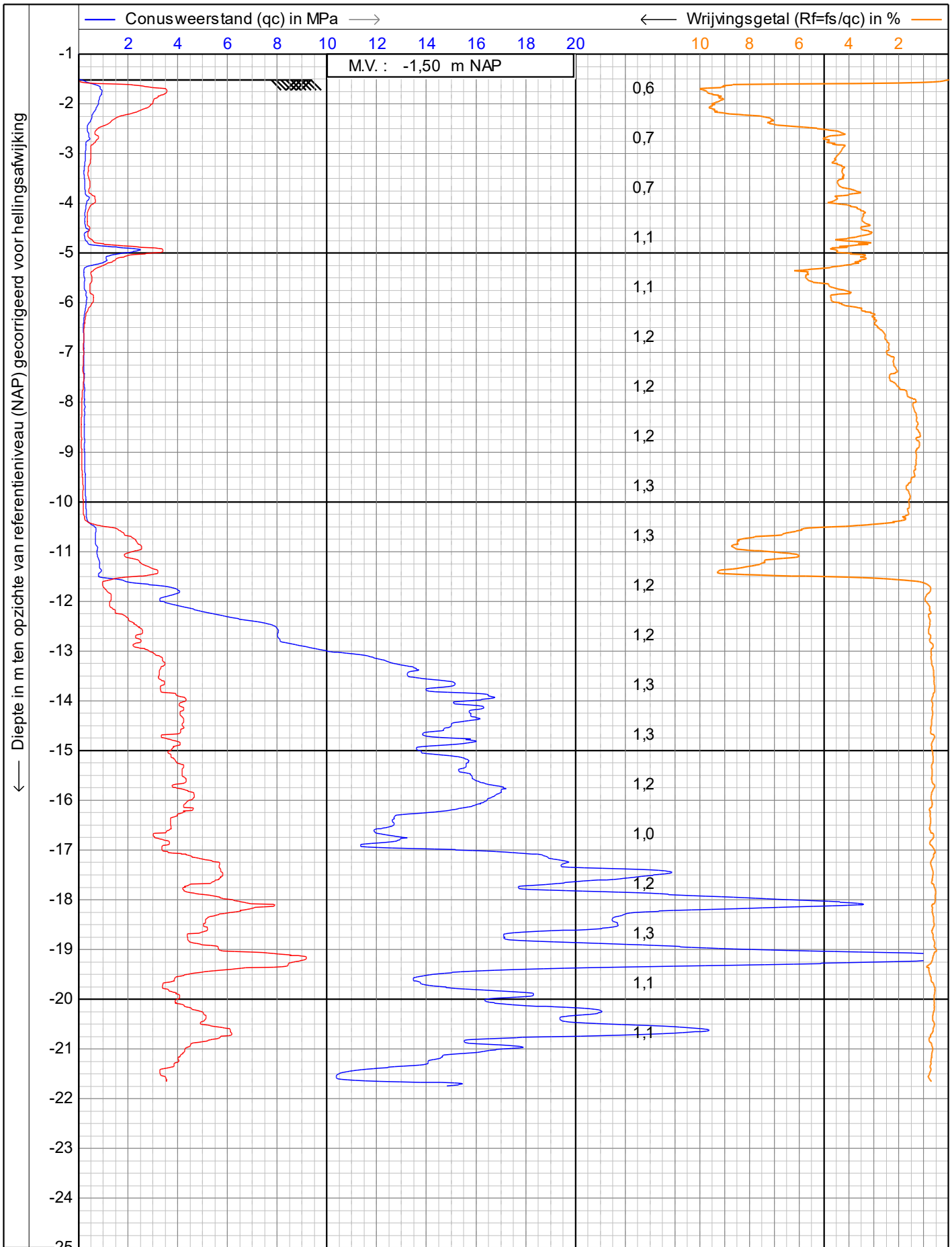
Conusnr. : **S15CFIL1633**

Projectnr. : **2301311**

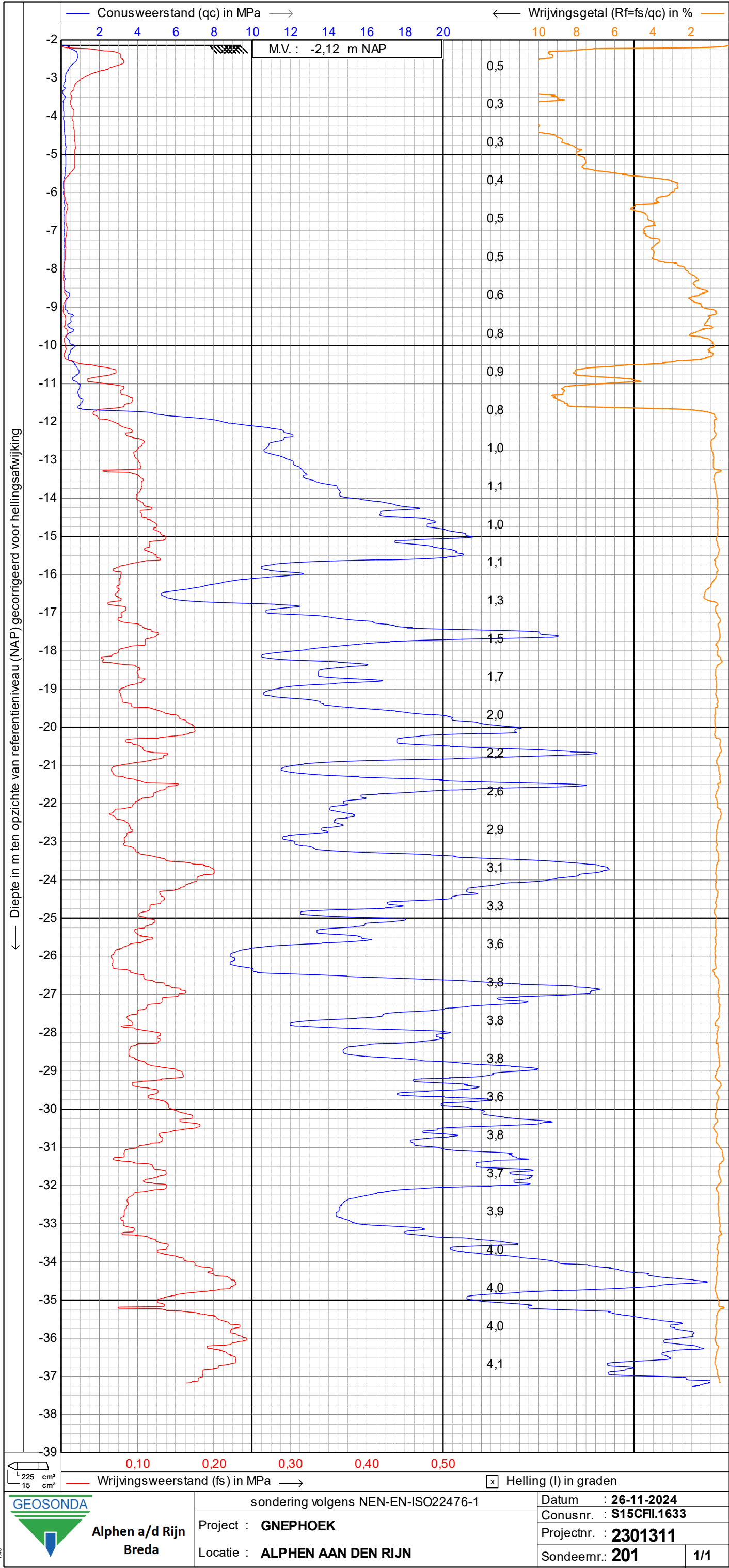
Sondeernr.: **156**

1/1

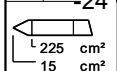
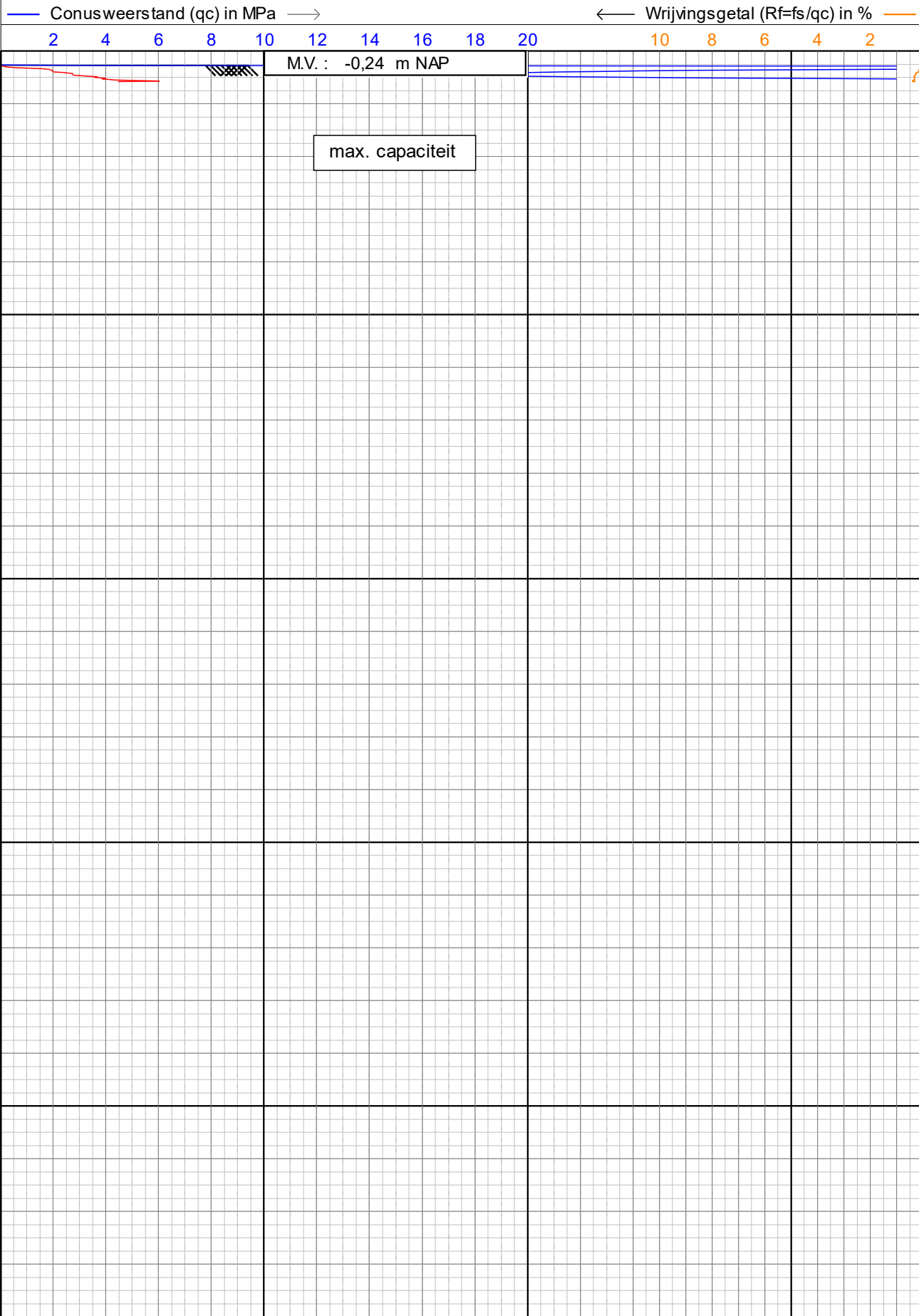
Diepte in m ten opzichte van referentieniveau (NAP) gecorrigeerd voor hellingsafwijking



 Alphen a/d Rijn Breda	Sondering volgens NEN-EN-ISO22476-1		Datum : 11-11-2024	
	Project : GNEPHOEK		Conusnr. : S15CFIL.S17059	
	Locatie : ALPHEN AAN DEN RIJN		Projectnr. : 2301311	
			Sondeernr.: 157	1/1



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



GEOSONDA

Alphen a/d Rijn
Breda

sondering volgens NEN-EN-ISO22476-1

Project : **GNEPHOEK**

Locatie : **ALPHEN AAN DEN RIJN**

Datum : **12-11-2024**

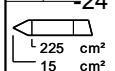
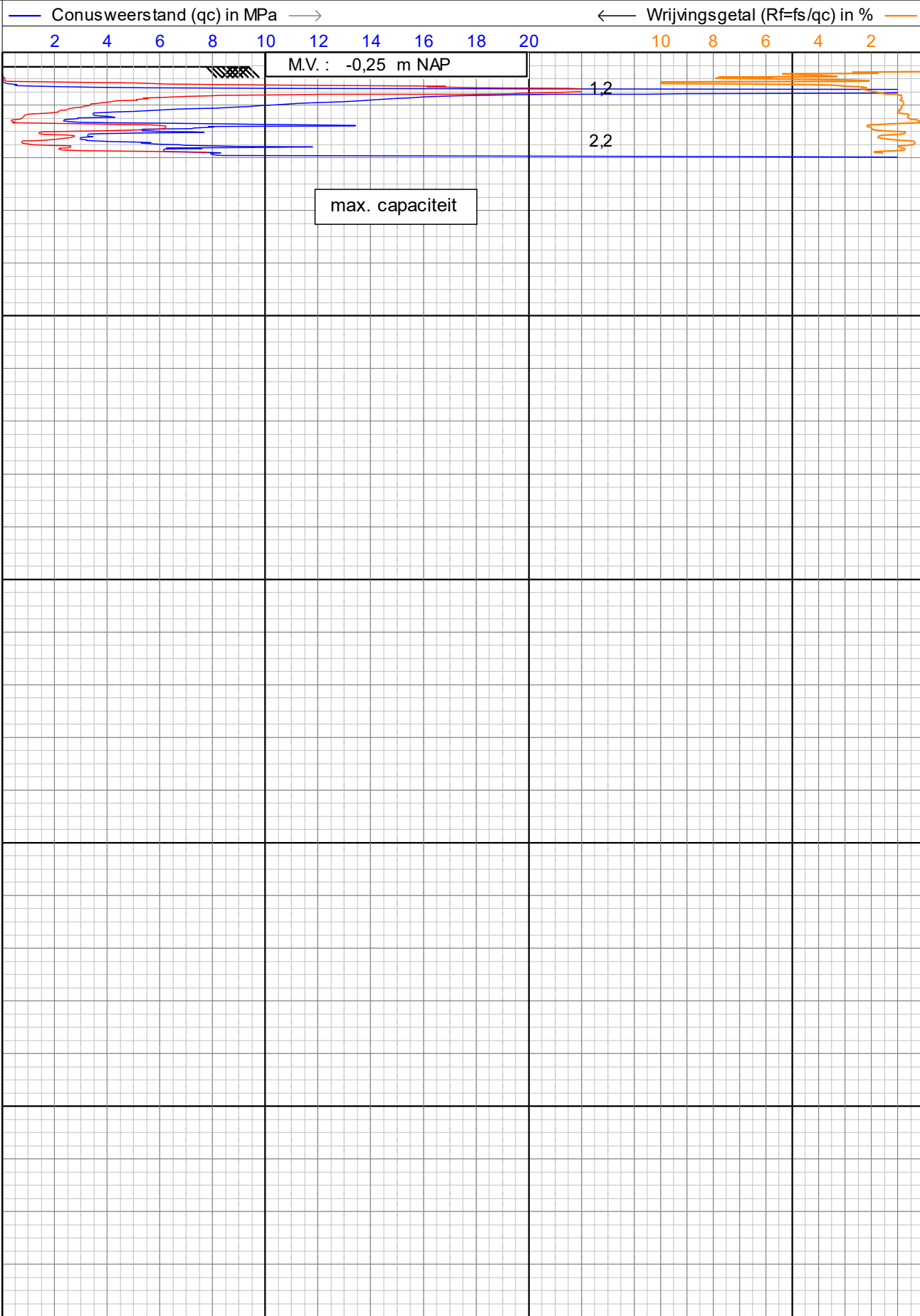
Conusnr. : **S15CFIL.S17059**

Projectnr. : **2301311**

Sondeernr.: **203**

1/1

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



Alphen a/d Rijn
Breda

sondering volgens NEN-EN-ISO22476-1

Project : **GNEPHOEK**

Locatie : **ALPHEN AAN DEN RIJN**

Datum : **12-11-2024**

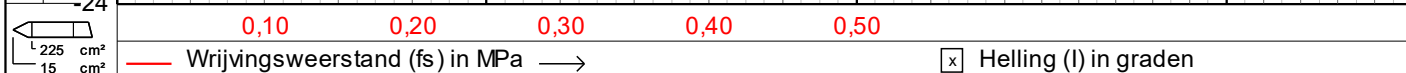
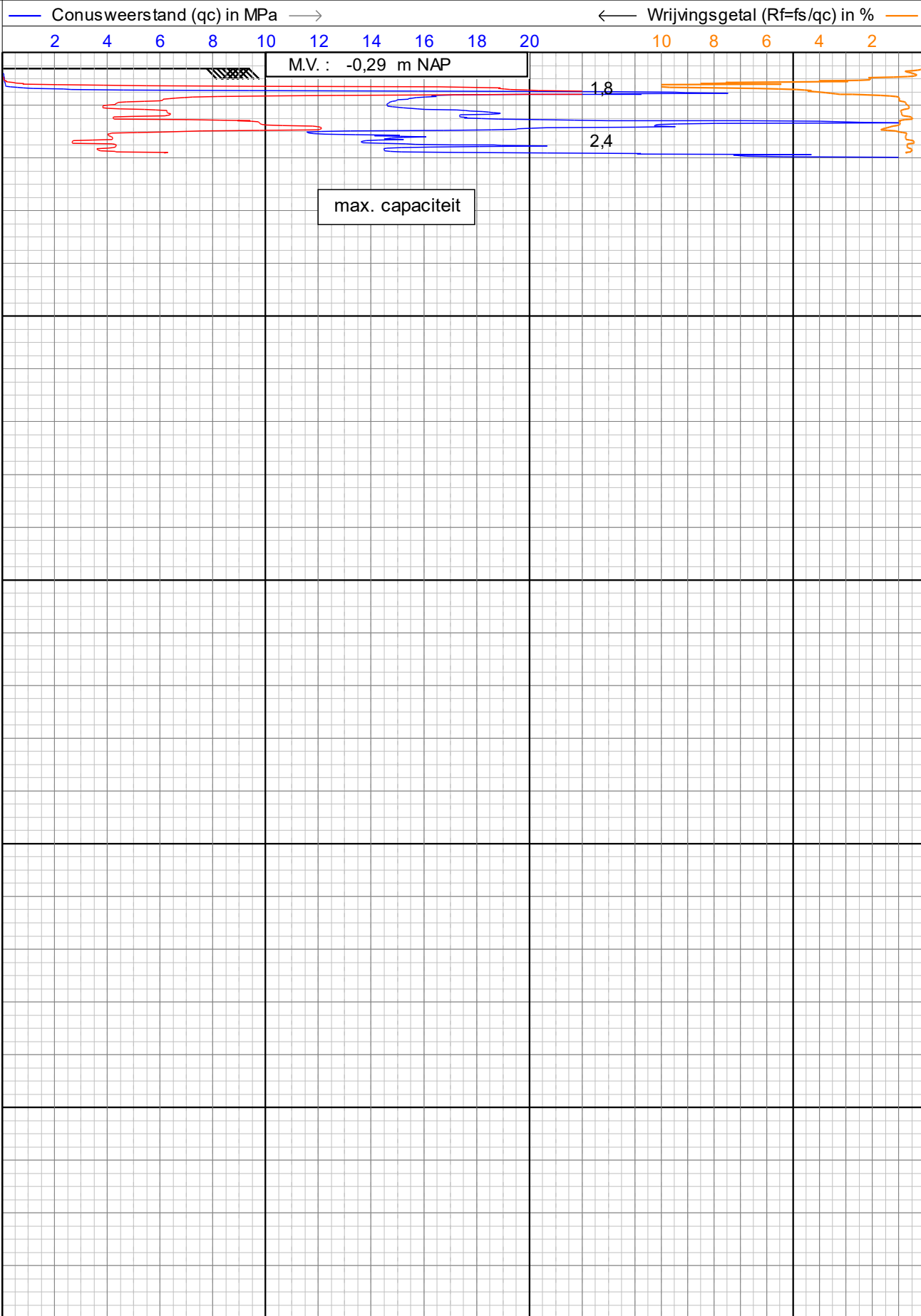
Conusnr. : **S15CFIL.S17059**

Projectnr. : **2301311**

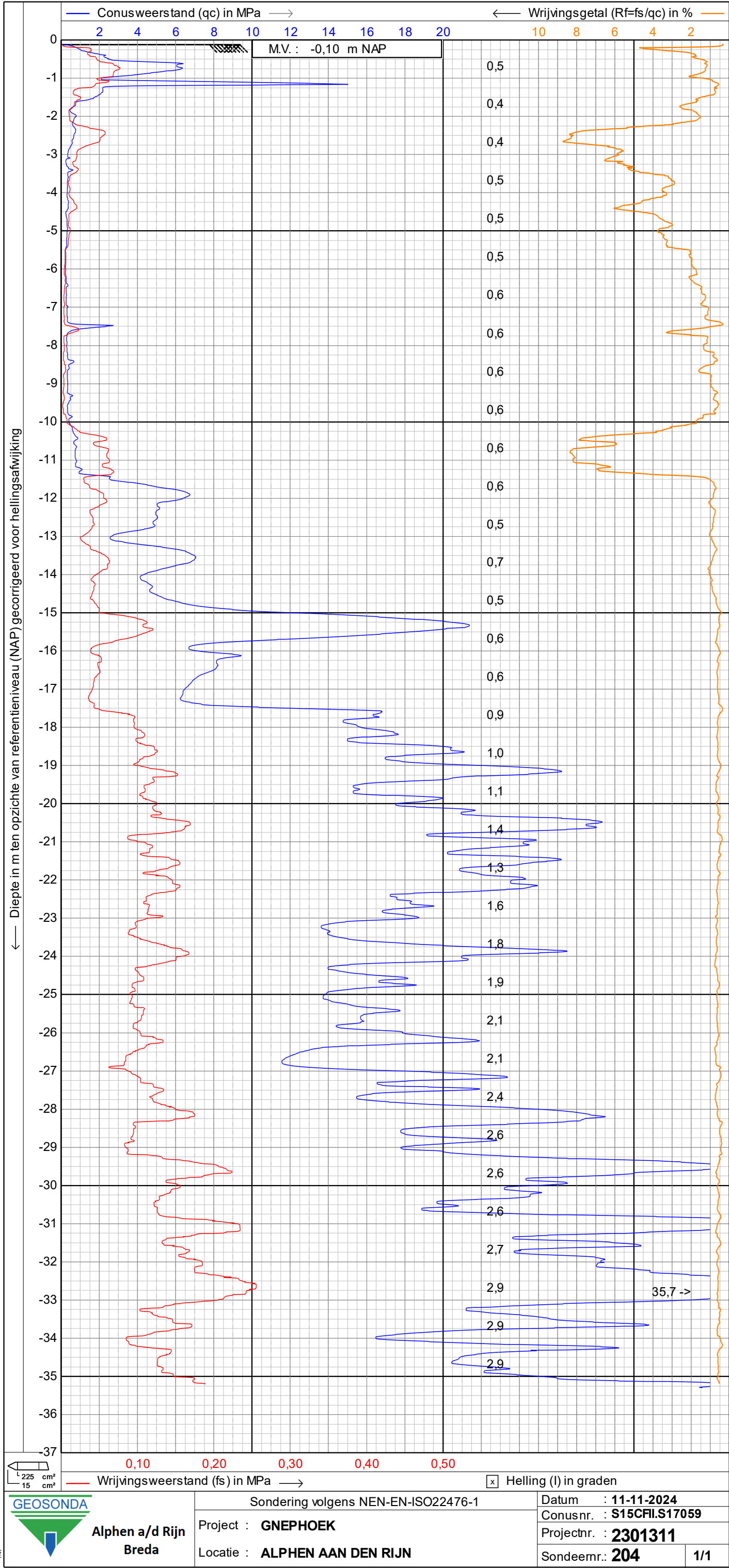
Sondeernr.: **203A**

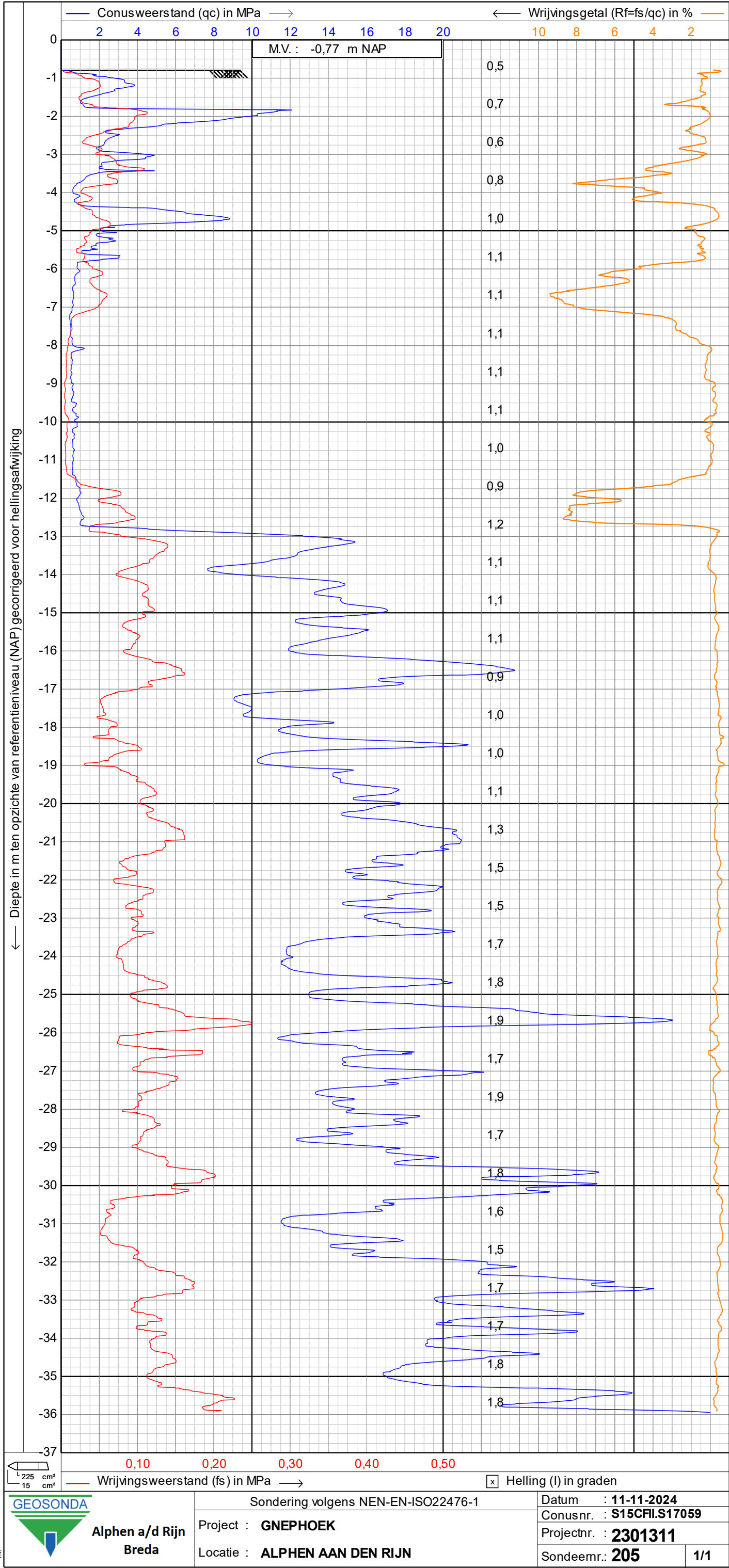
1/1

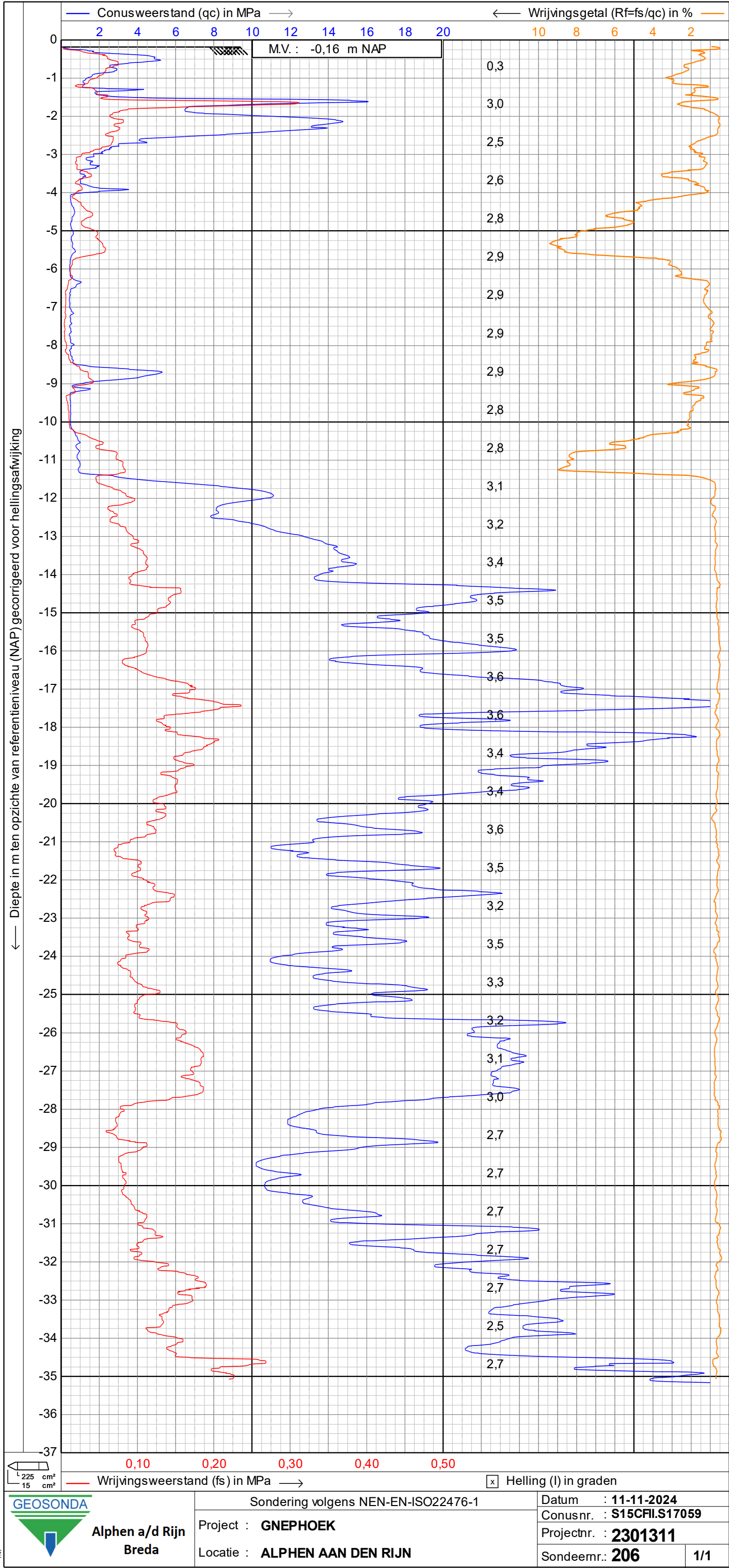
← Diepte in m ten opzichte van referentieniveau (NAP) gecorrigeerd voor hellingsafwijking



 Alphen a/d Rijn Breda	sondering volgens NEN-EN-ISO22476-1		Datum : 12-11-2024	
	Project : GNEPHOEK		Conusnr. : S15CFIL.S17059	
	Locatie : ALPHEN AAN DEN RIJN		Projectnr. : 2301311	
			Sondeernr.: 203B	1/1



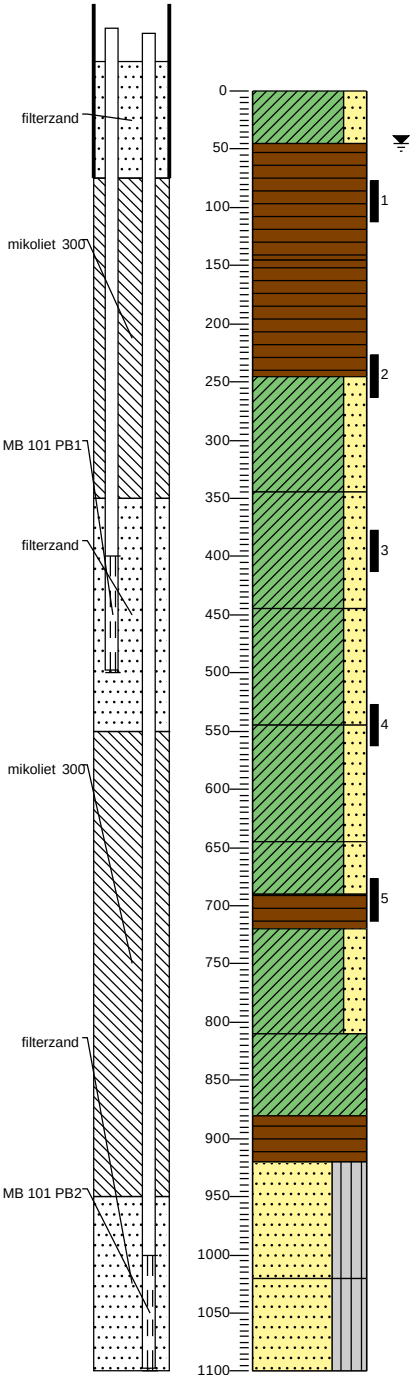




Projectnaam: Alphen aan den Rijn 2301311

Boring: MB101

Datum: 26-11-2024
GWS - MV: 45
Referentievlak: N.A.P.
Maaiveldhoogte: -2.271
X-coördinaat: 103950,76
Y-coördinaat: 462606,54

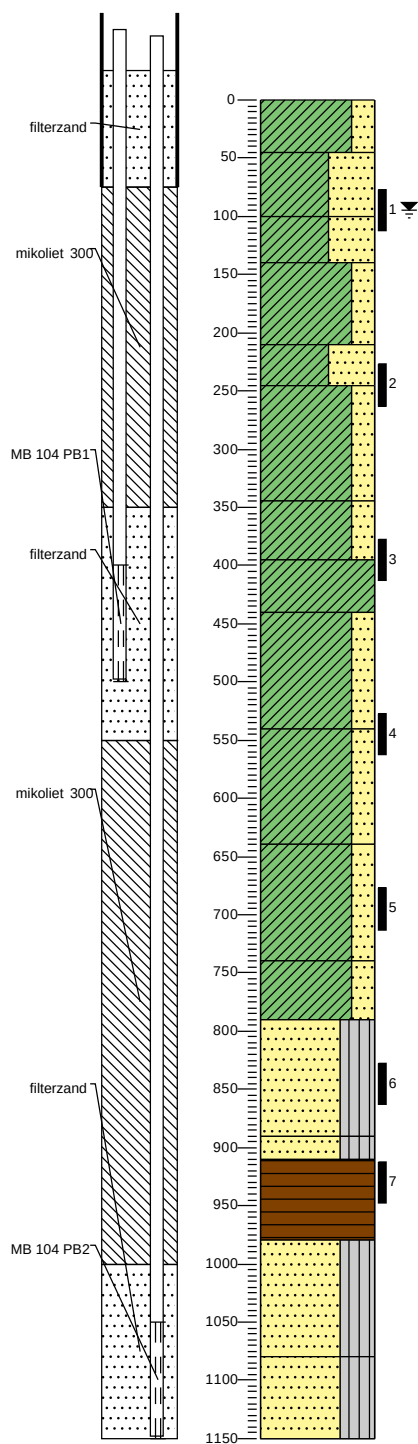


-227	akker
	Klei, zwak zandig, sterk organisch, weinig plastisch, antropogeen, veel plantenresten niet-houtig, standaardbruin, Pulsinstallatie machinaal, gelaagdheid niet intact
-272	
	Veen, niet antropogeen, standaardbruin, Pulsinstallatie machinaal, gelaagdheid niet intact
-372	
	Veen, niet antropogeen, standaardbruin, Pulsinstallatie machinaal, gelaagdheid niet intact
-472	
	Klei, zwak zandig, zwak organisch, sterk plastisch, niet antropogeen, weinig plantenresten niet-houtig, lichtgrijs, Pulsinstallatie machinaal, gelaagdheid niet intact
-572	
	Klei, zwak zandig, zwak organisch, sterk plastisch, niet antropogeen, weinig plantenresten niet-houtig, lichtgrijs, Pulsinstallatie machinaal, gelaagdheid niet intact
-672	
	Klei, zwak zandig, zwak organisch, sterk plastisch, niet antropogeen, weinig plantenresten niet-houtig, lichtgrijs, Pulsinstallatie machinaal, gelaagdheid niet intact
-772	
	Klei, zwak zandig, zwak organisch, sterk plastisch, niet antropogeen, weinig plantenresten niet-houtig, lichtgrijs, Pulsinstallatie machinaal, gelaagdheid niet intact
-872	
	Klei, zwak zandig, zwak organisch, sterk plastisch, niet antropogeen, weinig plantenresten niet-houtig, lichtgrijs, Pulsinstallatie machinaal, gelaagdheid niet intact
-917	
	Veen, niet antropogeen, donkerbruin, Pulsinstallatie machinaal, gelaagdheid niet intact
-947	
	Klei, zwak zandig, zwak organisch, matig plastisch, niet antropogeen, weinig plantenresten niet-houtig, standaardgrijs, Pulsinstallatie machinaal, gelaagdheid niet intact
-1037	
	Klei, sterk organisch, matig plastisch, niet antropogeen, weinig plantenresten niet-houtig, standaardbruin, Pulsinstallatie machinaal, gelaagdheid niet intact
-1107	
	Veen, niet antropogeen, donkerbruin, Pulsinstallatie machinaal, gelaagdheid niet intact
-1147	
	Zand fijn 105-150, siltig, zwak organisch, subhoekig, bolvormig, niet antropogeen, weinig plantenresten niet-houtig, lichtbruin, Pulsinstallatie machinaal, gelaagdheid niet intact
-1247	
	Zand fijn 105-150, siltig, zwak organisch, subhoekig, bolvormig, niet antropogeen, weinig plantenresten niet-houtig, lichtbruin, Pulsinstallatie machinaal, gelaagdheid niet intact
-1327	

Projectnaam: Alphen aan den Rijn 2301311

Boring: MB104

Datum: 26-11-2024
GWS - MV: 95
Referentievlak: N.A.P.
Maaiveldhoogte: -1.752
X-coördinaat: 102984,41
Y-coördinaat: 461742,02

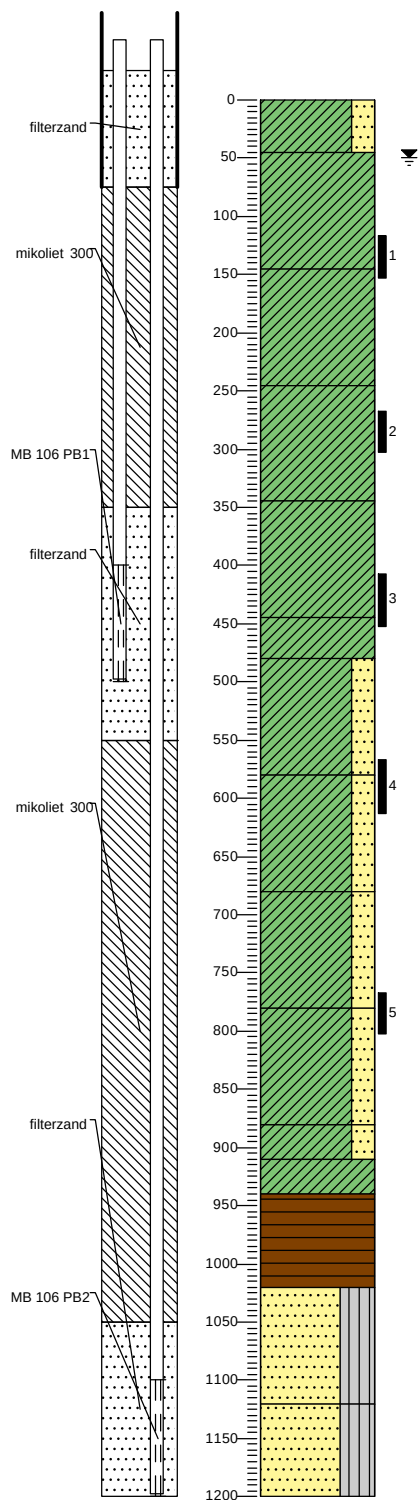


-175	akker
	Klei, zwak zandig, sterk organisch, weinig plastisch, antropogeen, veel plantenresten niet-houtig, standaardbruin, Pulsinstallatie machinaal, gelaagdheid niet intact
-220	Klei, sterk zandig, zwak organisch, weinig plastisch, niet antropogeen, weinig plantenresten niet-houtig, standaardgrijs, Pulsinstallatie machinaal, Roest weinig , gelaagdheid niet intact
-275	Klei, sterk zandig, zwak organisch, matig plastisch, niet antropogeen, weinig plantenresten niet-houtig, standaardgrijs, Pulsinstallatie machinaal, gelaagdheid niet intact
-315	Klei, zwak zandig, zwak organisch, matig plastisch, niet antropogeen, weinig plantenresten niet-houtig, standaardgrijs, Pulsinstallatie machinaal, gelaagdheid niet intact
-385	Klei, sterk zandig, zwak organisch, met grind, matig plastisch, niet antropogeen, weinig plantenresten niet-houtig, standaardgrijs, Pulsinstallatie machinaal, gelaagdheid niet intact
-420	Klei, zwak zandig, zwak organisch, matig plastisch, niet antropogeen, weinig plantenresten niet-houtig, standaardgrijs, Pulsinstallatie machinaal, gelaagdheid niet intact
-520	Klei, zwak zandig, zwak organisch, matig plastisch, niet antropogeen, weinig plantenresten niet-houtig, standaardgrijs, Pulsinstallatie machinaal, gelaagdheid niet intact
-570	Klei, sterk organisch, weinig plastisch, niet antropogeen, veel plantenresten niet-houtig, standaardgrijs, Pulsinstallatie machinaal, gelaagdheid niet intact
-615	Klei, zwak zandig, zwak organisch, matig plastisch, niet antropogeen, weinig plantenresten niet-houtig, standaardgrijs, Pulsinstallatie machinaal, gelaagdheid niet intact
-715	Klei, zwak zandig, zwak organisch, matig plastisch, niet antropogeen, weinig plantenresten niet-houtig, standaardgrijs, Pulsinstallatie machinaal, gelaagdheid niet intact
-815	Klei, zwak zandig, zwak organisch, matig plastisch, niet antropogeen, weinig plantenresten niet-houtig, standaardgrijs, Pulsinstallatie machinaal, gelaagdheid niet intact
-915	Klei, zwak zandig, zwak organisch, matig plastisch, niet antropogeen, weinig plantenresten niet-houtig, standaardgrijs, Pulsinstallatie machinaal, gelaagdheid niet intact
-965	Zand fijn 105-150, siltig, zwak organisch, subhoekig, bolvormig, niet antropogeen, weinig plantenresten niet-houtig, weinig schelpen, standaardgrijs, Pulsinstallatie machinaal, gelaagdheid niet intact
-1065	Zand fijn 105-150, siltig, zwak organisch, subhoekig, bolvormig, niet antropogeen, weinig plantenresten niet-houtig, weinig schelpen, standaardgrijs, Pulsinstallatie machinaal, gelaagdheid niet intact
-1085	Veen, niet antropogeen, donkerbruin, Pulsinstallatie machinaal, gelaagdheid niet intact
-1155	Zand fijn 105-150, siltig, zwak organisch, subhoekig, bolvormig, niet antropogeen, weinig plantenresten niet-houtig, lichtbruin, Pulsinstallatie machinaal, gelaagdheid niet intact
-1255	Zand fijn 105-150, siltig, zwak organisch, subhoekig, bolvormig, niet antropogeen, weinig plantenresten niet-houtig, lichtbruin, Pulsinstallatie machinaal, gelaagdheid niet intact
-1325	

Projectnaam: Alphen aan den Rijn 2301311

Boring: MB106

Datum: 25-11-2024
GWS - MV: 50
Referentievlak: N.A.P.
Maaiveldhoogte: -1.85
X-coördinaat: 103950,12
Y-coördinaat: 461929,57

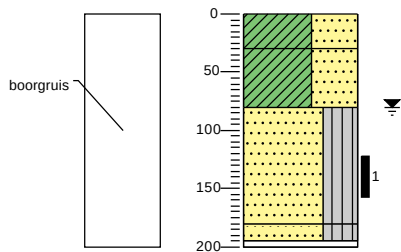


-185	akker
	Klei, zwak zandig, sterk organisch, weinig plastisch, antropogeen, veel plantenresten niet-houtig, standaardgrijs, Pulsinstallatie machinaal, Roest weinig , gelaagdheid niet intact
-230	Klei, sterk organisch, weinig plastisch, niet antropogeen, veel plantenresten houtig, standaardbruin, Pulsinstallatie machinaal, gelaagdheid niet intact
-330	Klei, sterk organisch, weinig plastisch, niet antropogeen, veel plantenresten houtig, standaardbruin, Pulsinstallatie machinaal, gelaagdheid niet intact
-430	Klei, sterk organisch, weinig plastisch, niet antropogeen, veel plantenresten houtig, standaardbruin, Pulsinstallatie machinaal, gelaagdheid niet intact
-530	Klei, sterk organisch, weinig plastisch, niet antropogeen, veel plantenresten houtig, standaardbruin, Pulsinstallatie machinaal, gelaagdheid niet intact
-630	Klei, sterk organisch, weinig plastisch, niet antropogeen, veel plantenresten houtig, standaardbruin, Pulsinstallatie machinaal, gelaagdheid niet intact
-665	Klei, zwak zandig, zwak organisch, sterk plastisch, niet antropogeen, weinig plantenresten niet-houtig, weinig schelpen, standaardgrijs, Pulsinstallatie machinaal, gelaagdheid niet intact
-765	Klei, zwak zandig, zwak organisch, sterk plastisch, niet antropogeen, weinig plantenresten niet-houtig, weinig schelpen, standaardgrijs, Pulsinstallatie machinaal, gelaagdheid niet intact
-865	Klei, zwak zandig, zwak organisch, sterk plastisch, niet antropogeen, weinig plantenresten niet-houtig, weinig schelpen, standaardgrijs, Pulsinstallatie machinaal, gelaagdheid niet intact
-965	Klei, zwak zandig, zwak organisch, sterk plastisch, niet antropogeen, weinig plantenresten niet-houtig, weinig schelpen, standaardgrijs, Pulsinstallatie machinaal, gelaagdheid niet intact
-1065	Klei, zwak zandig, zwak organisch, sterk plastisch, niet antropogeen, weinig plantenresten niet-houtig, weinig schelpen, standaardgrijs, Pulsinstallatie machinaal, gelaagdheid niet intact
-1095	Klei, sterk organisch, matig plastisch, niet antropogeen, veel plantenresten niet-houtig, standaardbruin, Pulsinstallatie machinaal, gelaagdheid niet intact
-1125	Veen, niet antropogeen, standaardbruin, Pulsinstallatie machinaal, gelaagdheid niet intact
-1205	Zand fijn 105-150, siltig, zwak organisch, subhoekig, bolvormig, niet antropogeen, weinig plantenresten niet-houtig, lichtbruin, Pulsinstallatie machinaal, gelaagdheid niet intact
-1305	Zand fijn 105-150, siltig, zwak organisch, subhoekig, bolvormig, niet antropogeen, weinig plantenresten niet-houtig, lichtbruin, Pulsinstallatie machinaal, gelaagdheid niet intact
-1385	

Projectnaam: Alphen aan den Rijn 2301311

Boring: MB108

Datum: 25-11-2024
GWS - MV: 80
Referentievlak: N.A.P.
Maaiveldhoogte: -0.803
X-coördinaat: 104369,96
Y-coördinaat: 462184,01

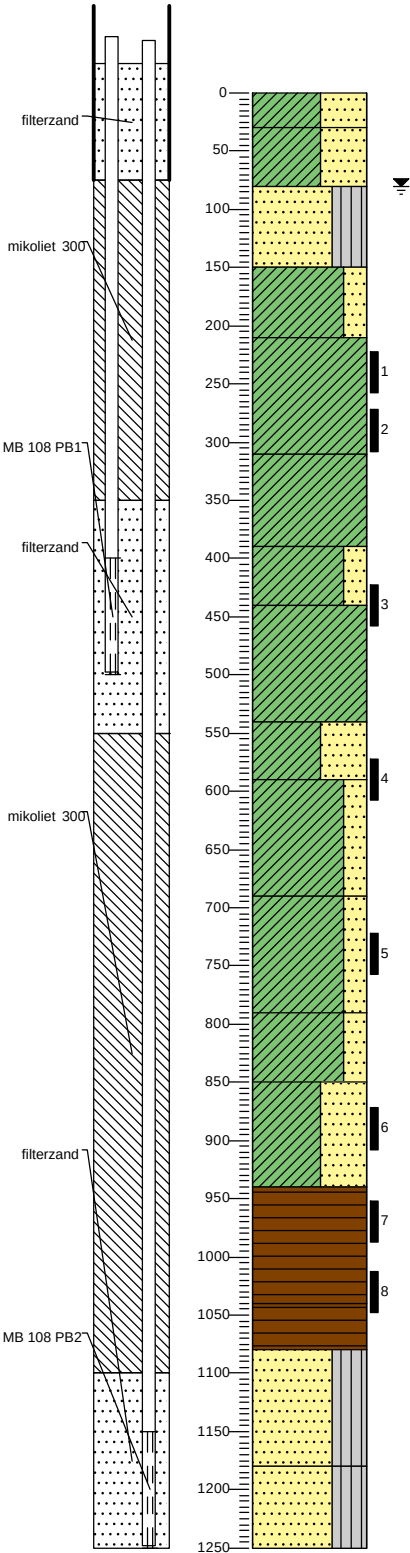


-80	gras
▲ -110	Klei, sterk zandig, sterk organisch, weinig plastisch, antropogeen, veel plantenresten niet-houtig, weinig puin, donkerbruin, Pulsinstallatie machinaal, gelaagdheid niet intact
▲ -160	Klei, sterk zandig, zwak organisch, weinig plastisch, antropogeen, weinig plantenresten niet-houtig, weinig puin, donkerbruin, Pulsinstallatie machinaal, gelaagdheid niet intact
▲	Zand fijn 105-150, siltig, zwak organisch, subhoekig, bolvormig, antropogeen, weinig schelpen, weinig plantenresten niet-houtig, weinig puin, standaardgrijs, Pulsinstallatie machinaal, gelaagdheid niet intact
▲ -260	
▲ -275	Zand fijn 105-150, siltig, zwak organisch, subhoekig, bolvormig, antropogeen, weinig schelpen, weinig plantenresten niet-houtig, weinig puin, standaardgrijs, Pulsinstallatie machinaal, gelaagdheid niet intact
▲ -280	Antropogeen, volledig puin, standaardgrijs, Pulsinstallatie machinaal, gelaagdheid niet intact

Projectnaam: Alphen aan den Rijn 2301311

Boring: MB108A

Datum: 25-11-2024
GWS - MV: 80
Referentievlak: N.A.P.
Maaiveldhoogte: -0.762
X-coördinaat: 104372.61
Y-coördinaat: 462183.39



-76	gras
▲ -106	Klei, sterk zandig, sterk organisch, weinig plastisch, antropogeen, veel plantenresten niet-houtig, weinig puin, donkerbruin, Pulsinstallatie machinaal, gelaagdheid niet intact
▲ -156	Klei, sterk zandig, zwak organisch, weinig plastisch, antropogeen, weinig plantenresten niet-houtig, weinig puin, donkerbruin, Pulsinstallatie machinaal, gelaagdheid niet intact
▲	Zand fijn 105-150, siltig, zwak organisch, subhoekig, bolvormig, antropogeen, weinig schelpen, weinig plantenresten niet-houtig, weinig puin, standaardgrijs, Pulsinstallatie machinaal, gelaagdheid niet intact
-226	
▲ -286	Klei, zwak zandig, zwak organisch, weinig plastisch, antropogeen, weinig schelpen, weinig plantenresten niet-houtig, weinig puin, standaardgrijs, Pulsinstallatie machinaal, gelaagdheid niet intact
-286	
	Klei, sterk organisch, weinig plastisch, niet antropogeen, veel plantenresten niet-houtig, standaardbruin, Pulsinstallatie machinaal, gelaagdheid niet intact
-386	
	Klei, sterk organisch, weinig plastisch, niet antropogeen, veel plantenresten niet-houtig, standaardbruin, Pulsinstallatie machinaal, gelaagdheid niet intact
-466	
	Klei, zwak zandig, zwak organisch, matig plastisch, niet antropogeen, weinig plantenresten niet-houtig, standaardbruin, Pulsinstallatie machinaal, gelaagdheid niet intact
-516	
	Klei, sterk organisch, matig plastisch, niet antropogeen, veel plantenresten niet-houtig, standaardbruin, Pulsinstallatie machinaal, gelaagdheid niet intact
-616	
	Klei, sterk zandig, zwak organisch, matig plastisch, niet antropogeen, weinig plantenresten niet-houtig, standaardgrijs, Pulsinstallatie machinaal, gelaagdheid niet intact
-666	
	Klei, zwak zandig, zwak organisch, sterk plastisch, niet antropogeen, weinig plantenresten niet-houtig, standaardgrijs, Pulsinstallatie machinaal, gelaagdheid niet intact
-766	
	Klei, zwak zandig, zwak organisch, sterk plastisch, niet antropogeen, weinig plantenresten niet-houtig, standaardgrijs, Pulsinstallatie machinaal, gelaagdheid niet intact
-866	
	Klei, zwak zandig, zwak organisch, sterk plastisch, niet antropogeen, weinig plantenresten niet-houtig, standaardgrijs, Pulsinstallatie machinaal, gelaagdheid niet intact
-926	
	Klei, sterk zandig, zwak organisch, matig plastisch, niet antropogeen, weinig plantenresten niet-houtig, standaardgrijs, Pulsinstallatie machinaal, gelaagdheid niet intact
-1016	
	Veen, niet antropogeen, donkerbruin, Pulsinstallatie machinaal, gelaagdheid niet intact
-1116	
	Veen, niet antropogeen, donkerbruin, Pulsinstallatie machinaal, gelaagdheid niet intact
-1156	
	Zand fijn 105-150, siltig, zwak organisch, subhoekig, bolvormig, niet antropogeen, weinig plantenresten niet-houtig, lichtbruin, Pulsinstallatie machinaal, gelaagdheid niet intact
-1256	
	Zand fijn 105-150, siltig, zwak organisch, subhoekig, bolvormig, niet antropogeen, weinig plantenresten niet-houtig, lichtbruin, Pulsinstallatie machinaal, gelaagdheid niet intact
-1326	

Legenda (conform NEN-EN-ISO 14688-1)

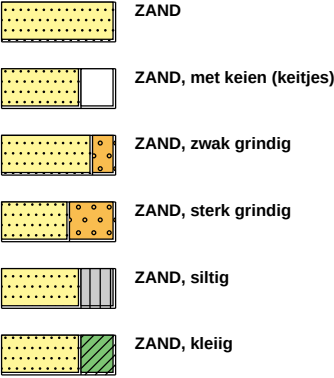
KEIEN (KEITJES)



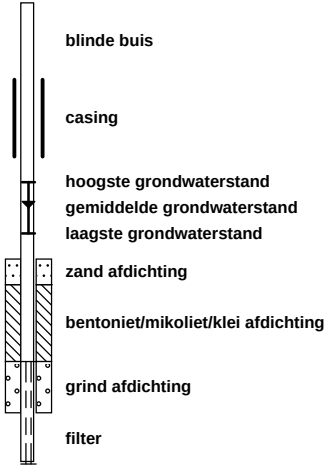
GRIND



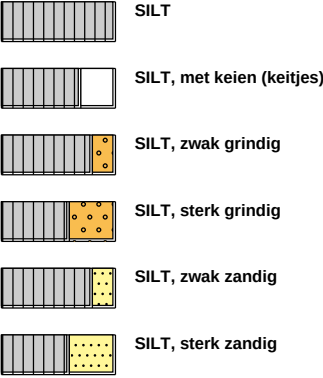
ZAND



peilbuis



SILT



KLEI



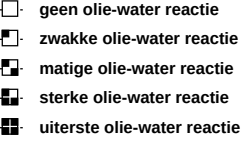
VEEN (HUMUS, DETRITUS)



geur



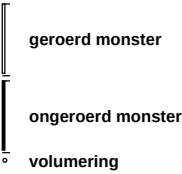
olie



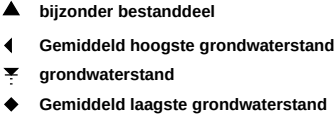
p.i.d.-waarde



monsters



overig



Projectnaam: Alphen aan den Rijn 2301311

Boring: MB107

Datum: 16-12-2024

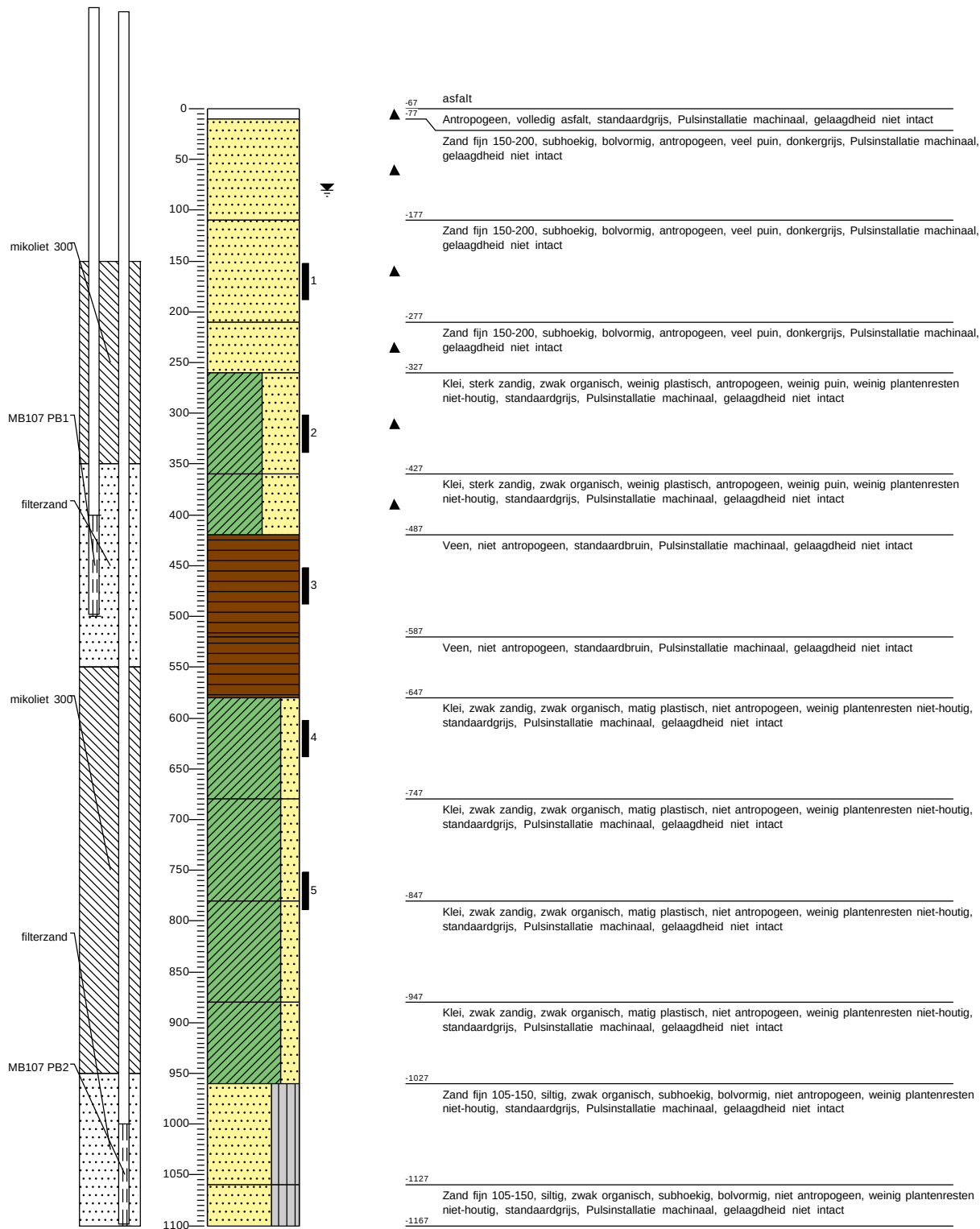
GWS - MV: 80

Referentievlak: N.A.P.

Maaiveldhoogte: -0.67336

X-coördinaat: 104264,86

Y-coördinaat: 462176,66



Legenda (conform NEN-EN-ISO 14688-1)

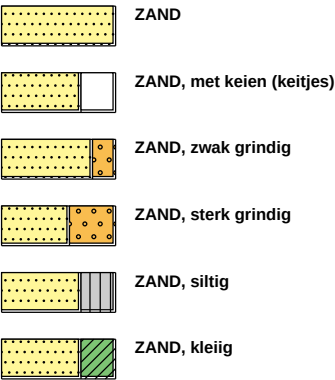
KEIEN (KEITJES)



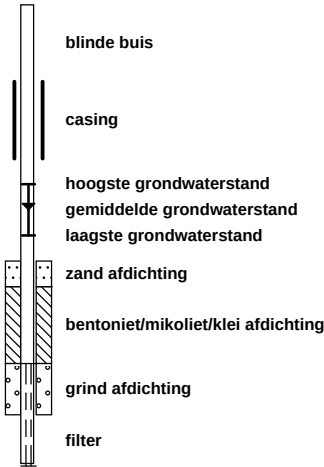
GRIND



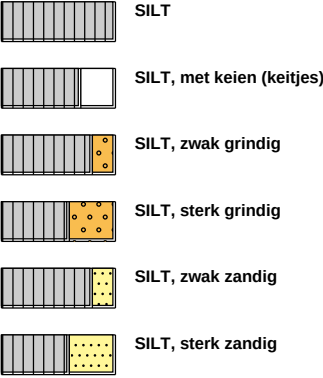
ZAND



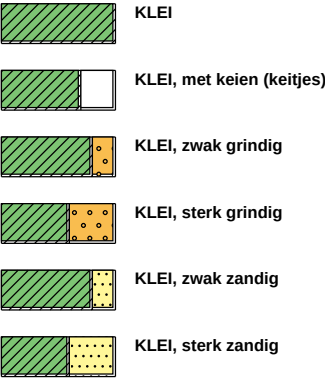
peilbuis



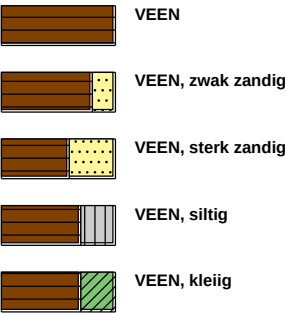
SILT



KLEI



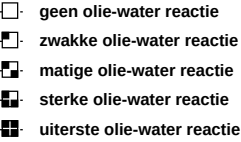
VEEN (HUMUS, DETRITUS)



geur



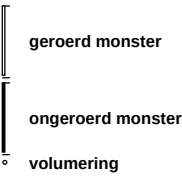
olie



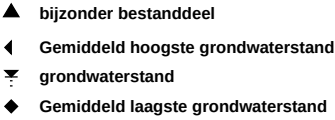
p.i.d.-waarde



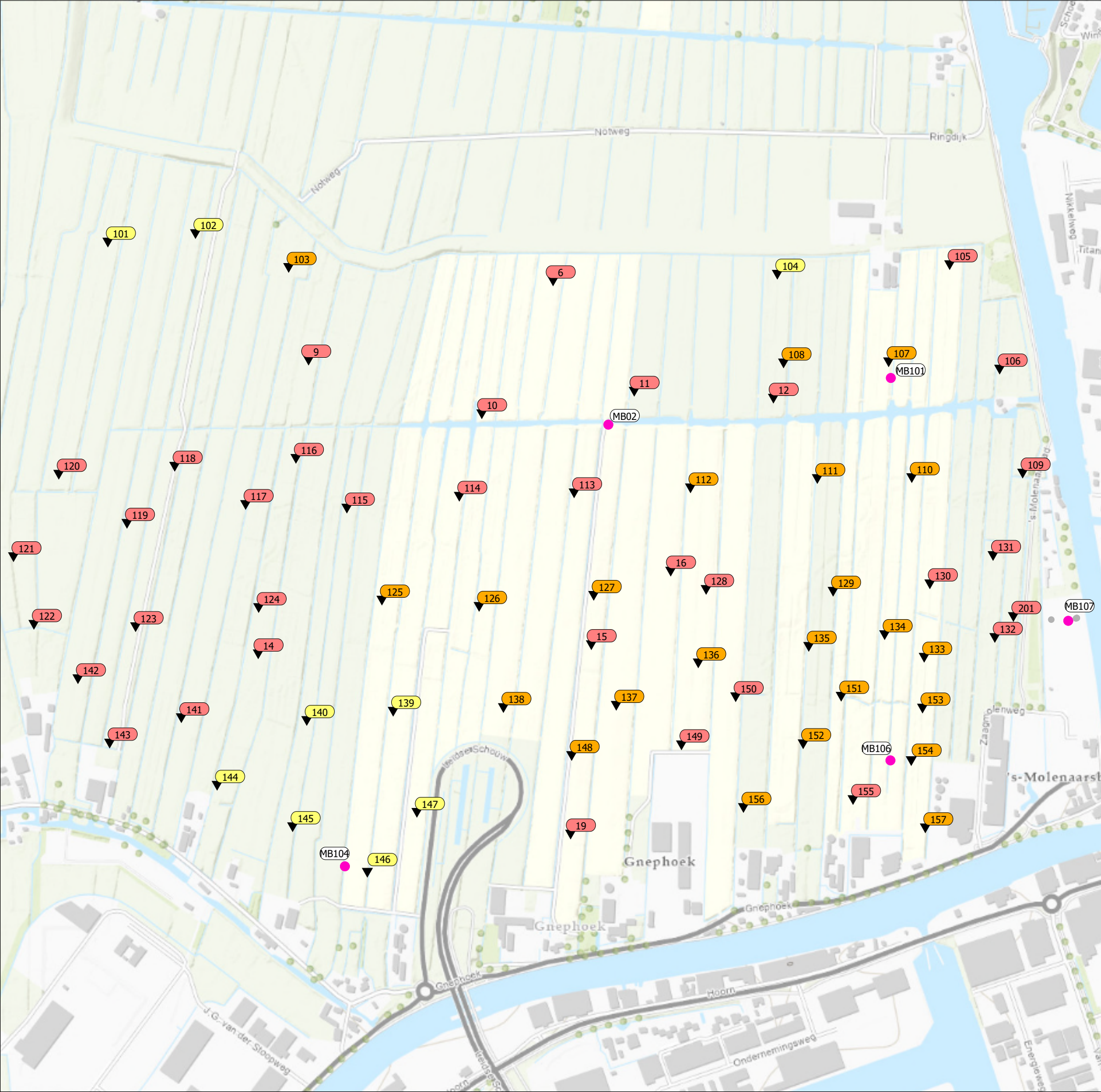
monsters



overig



Bijlage 2 Indeling bodemprofielen



Legenda

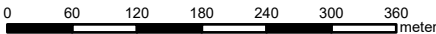
- Mechanische boring
- Sondering
- Profiel A
- Profiel B
- Profiel C

Grondonderzoek Gnephoek Bodemprofielen Gnephoek

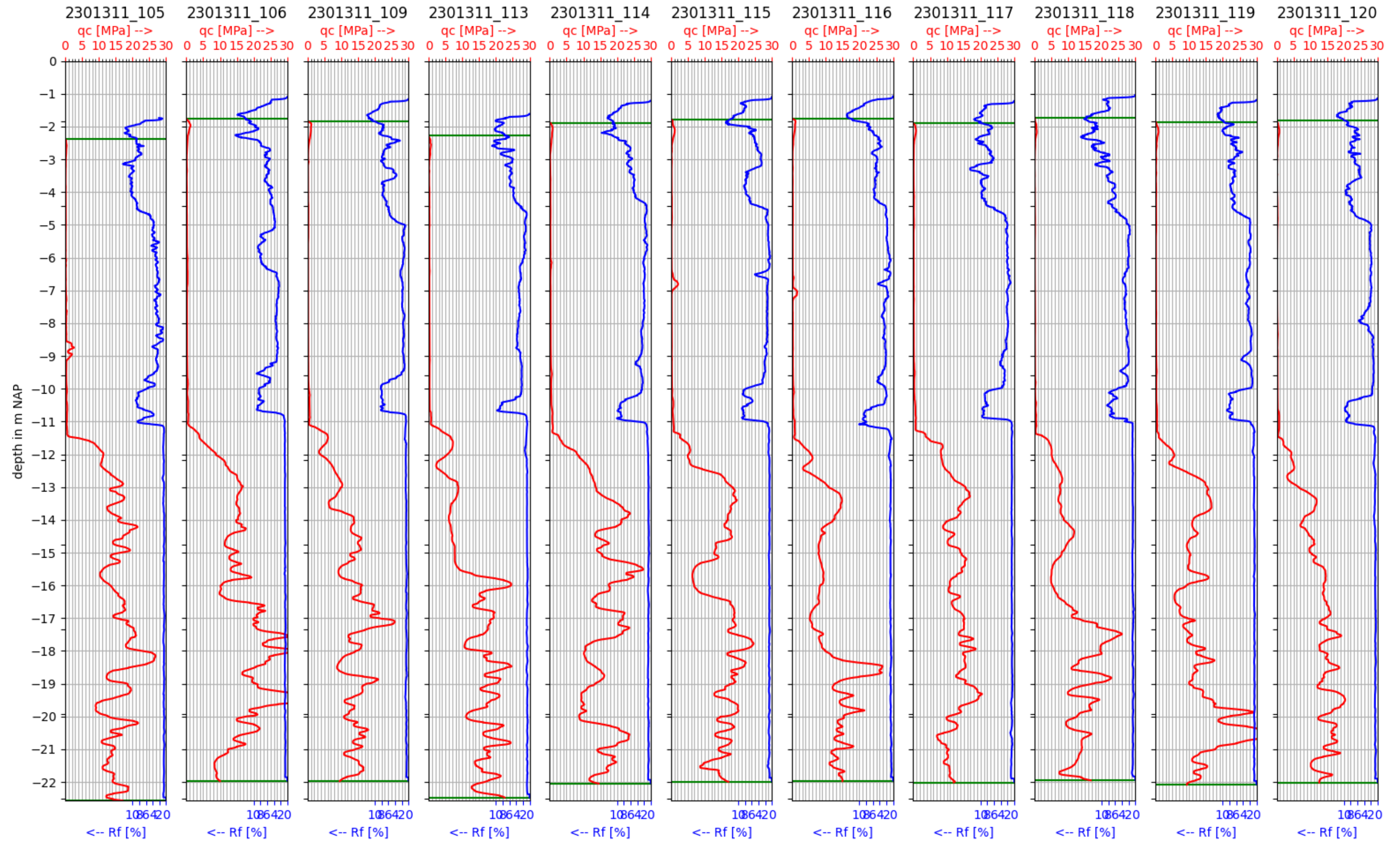
Opdrachtgever: Gemeente Alphen aan de Rijn
Projectnummer: 51025202

Status: Definitief
Datum: 27-3-2025
Schaal: 1:7.000

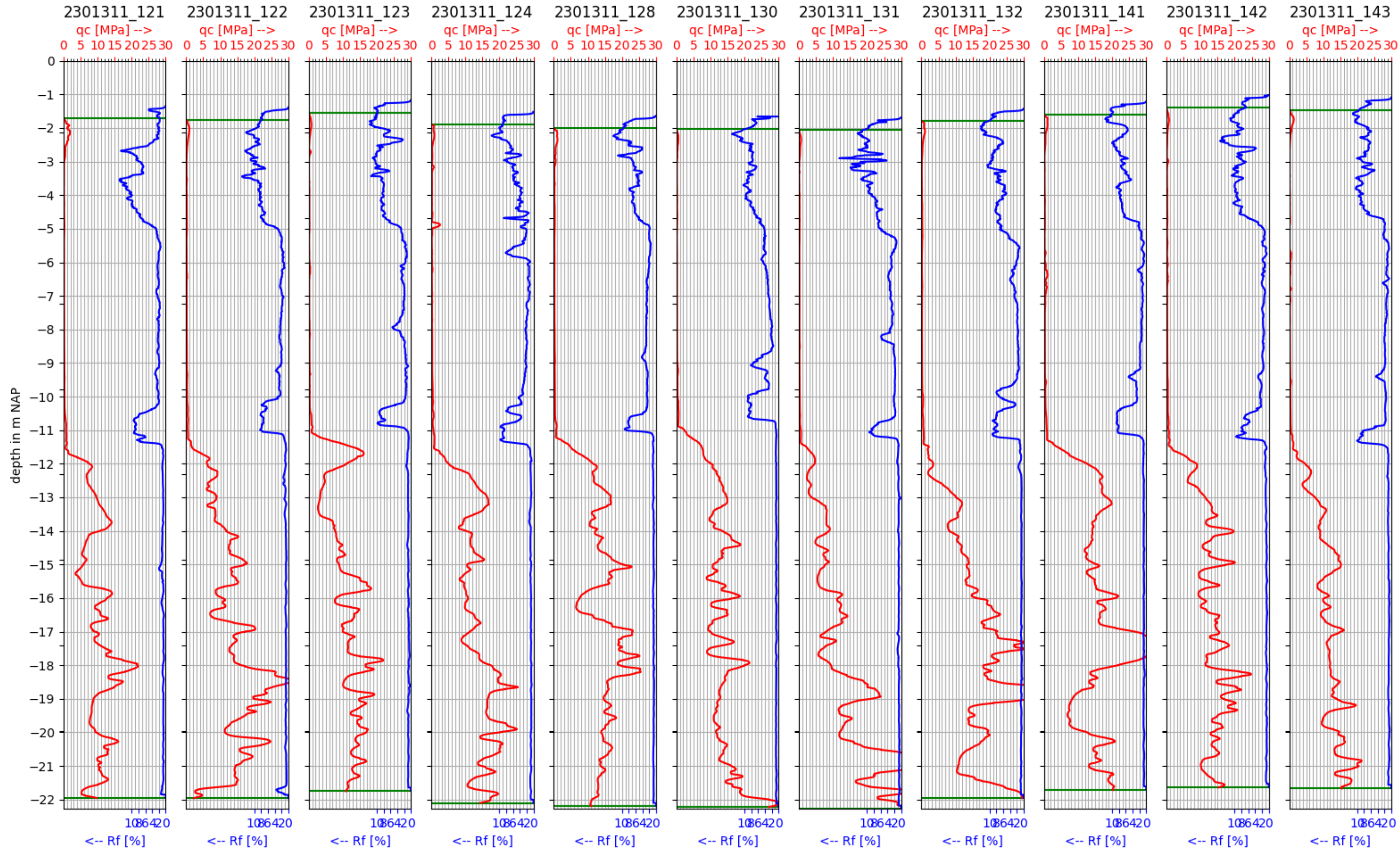
Formaat: A3
Getekend: SJ - Gecontroleerd: JdW



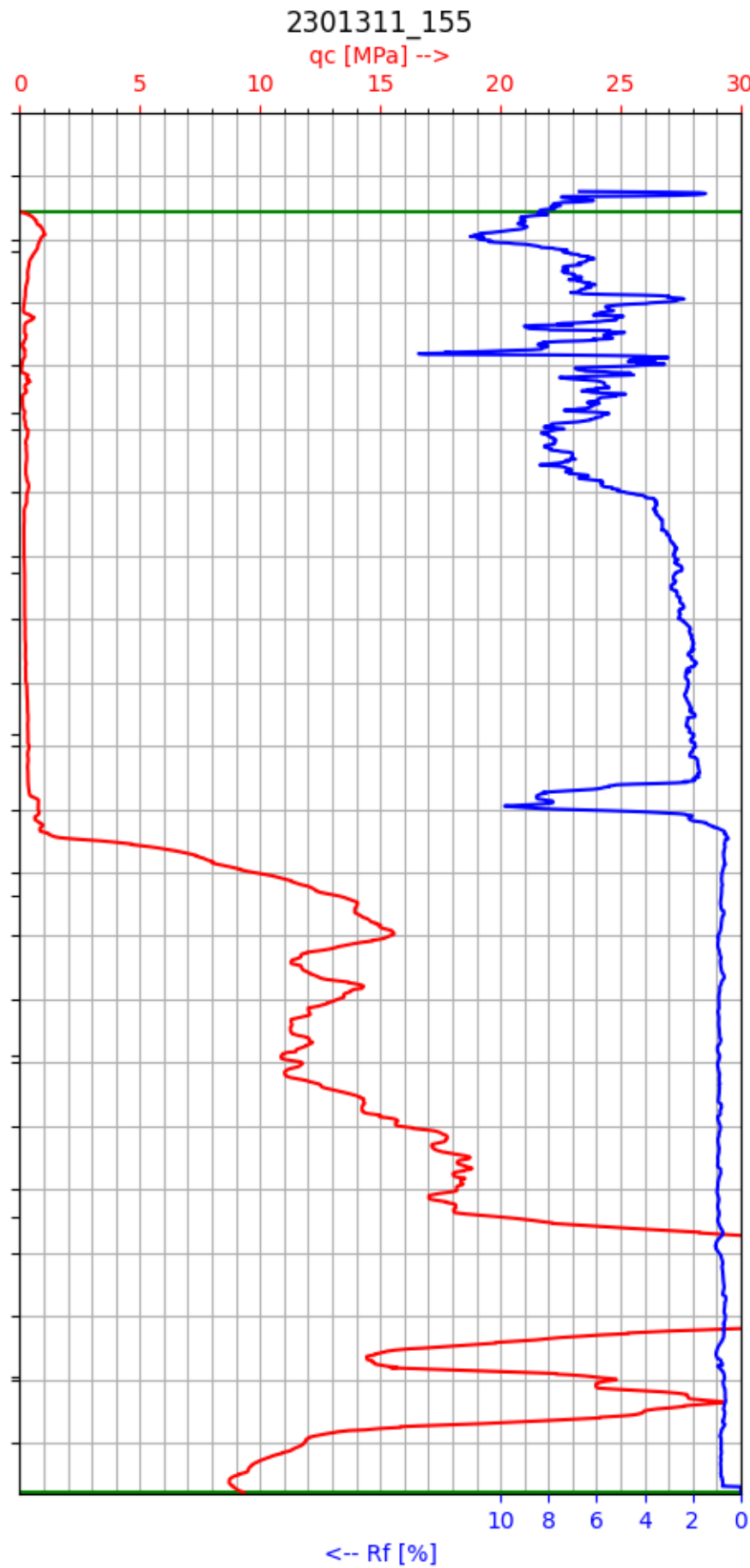
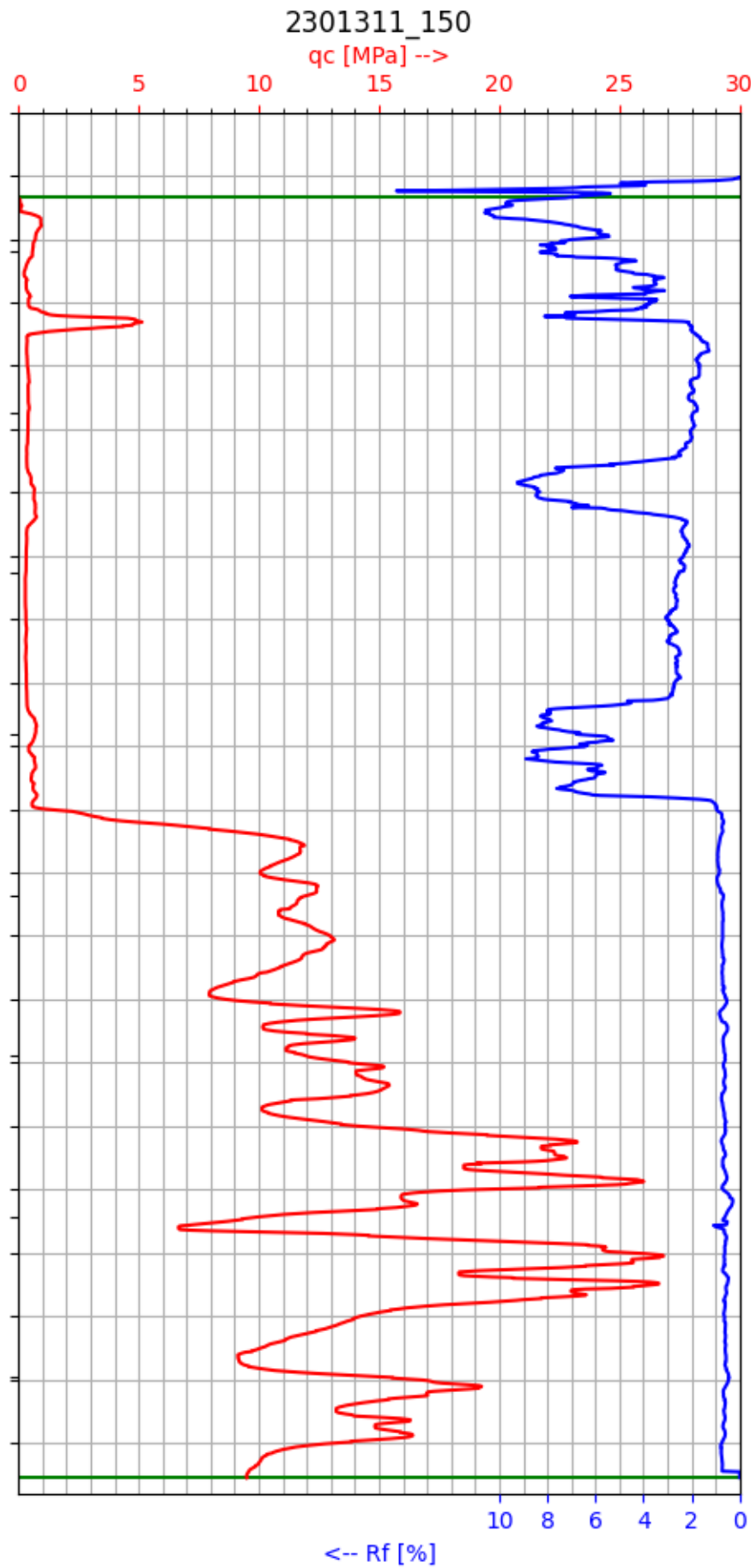
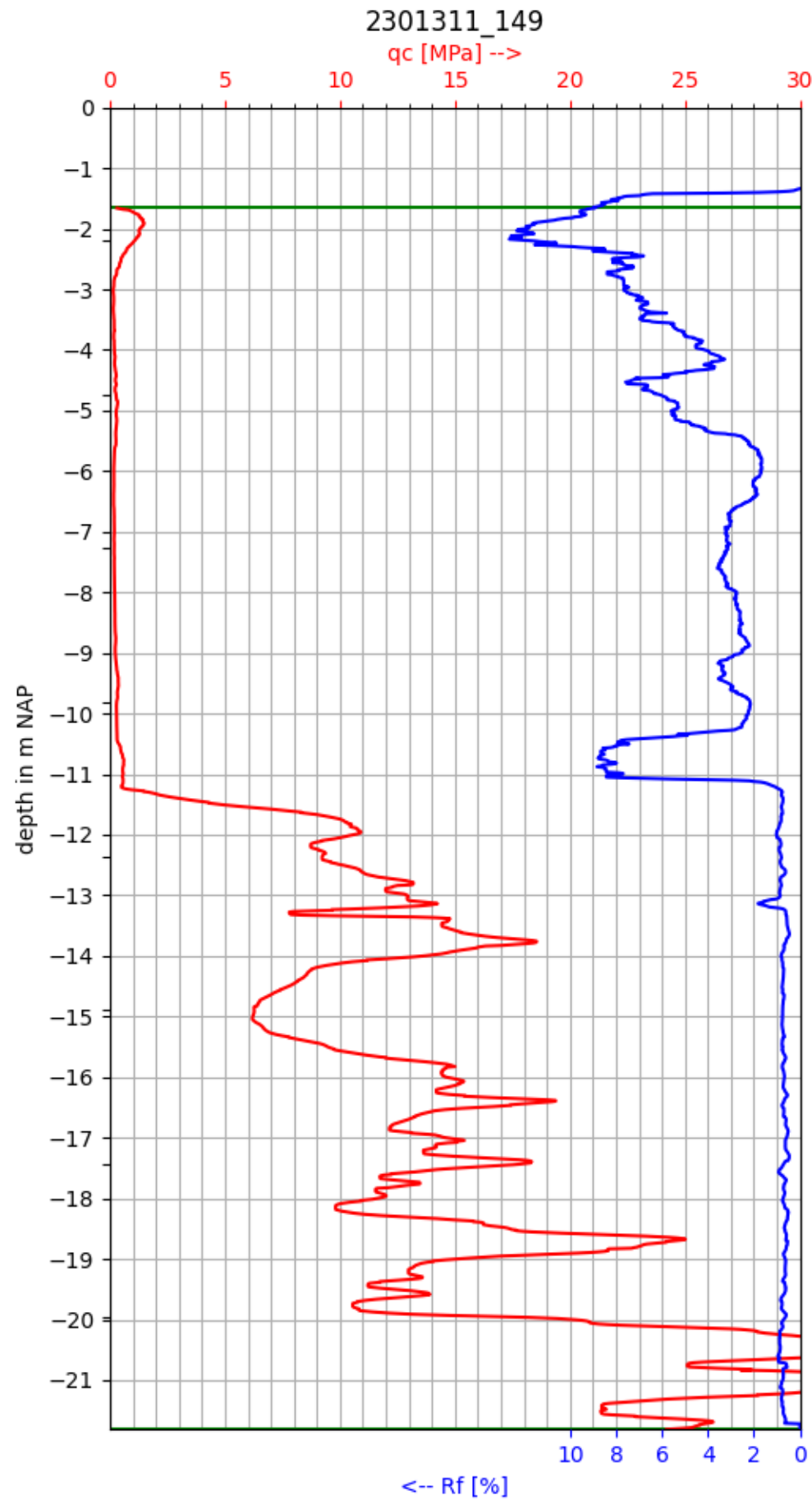
PROFIEL A



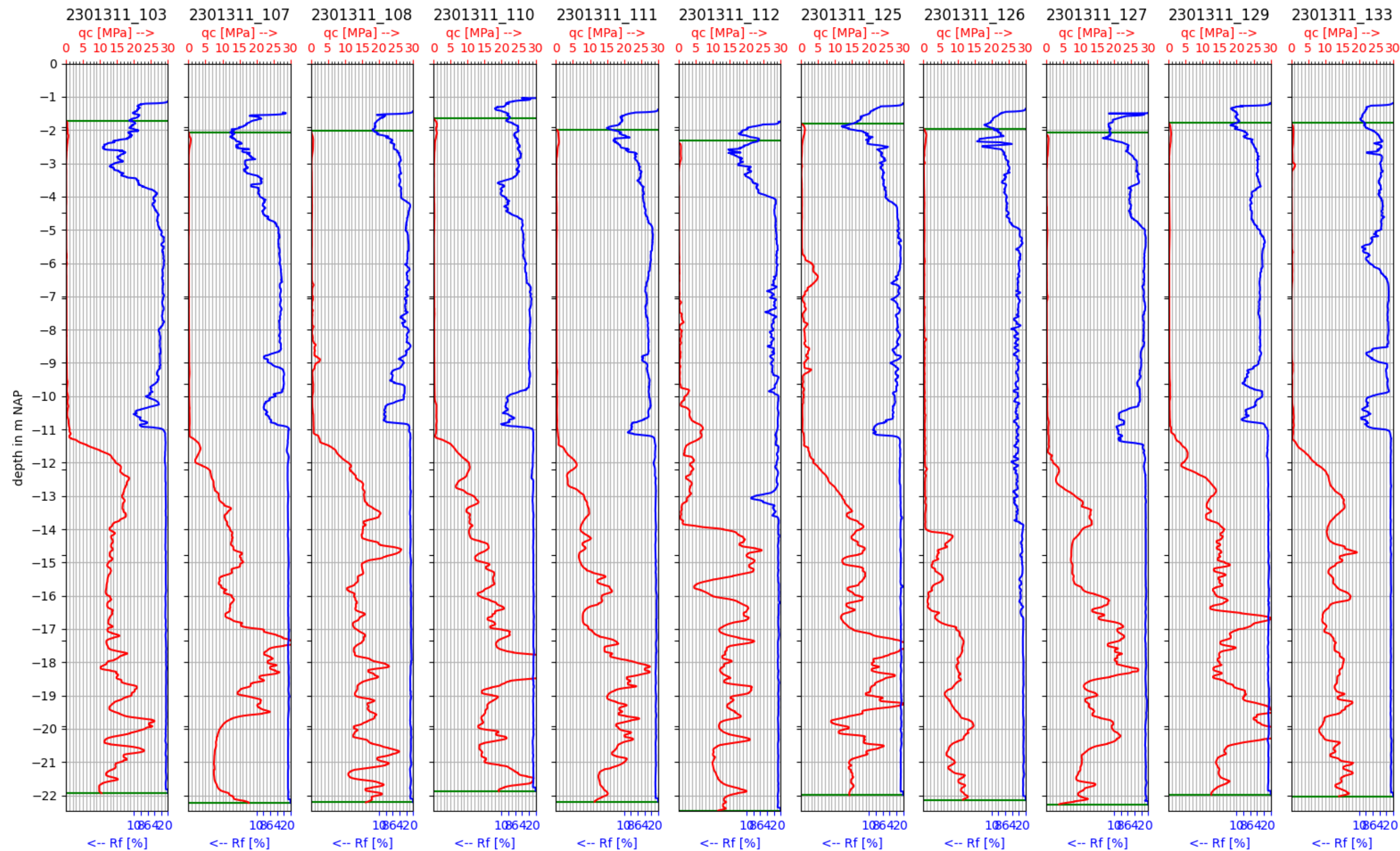
PROFIEL A



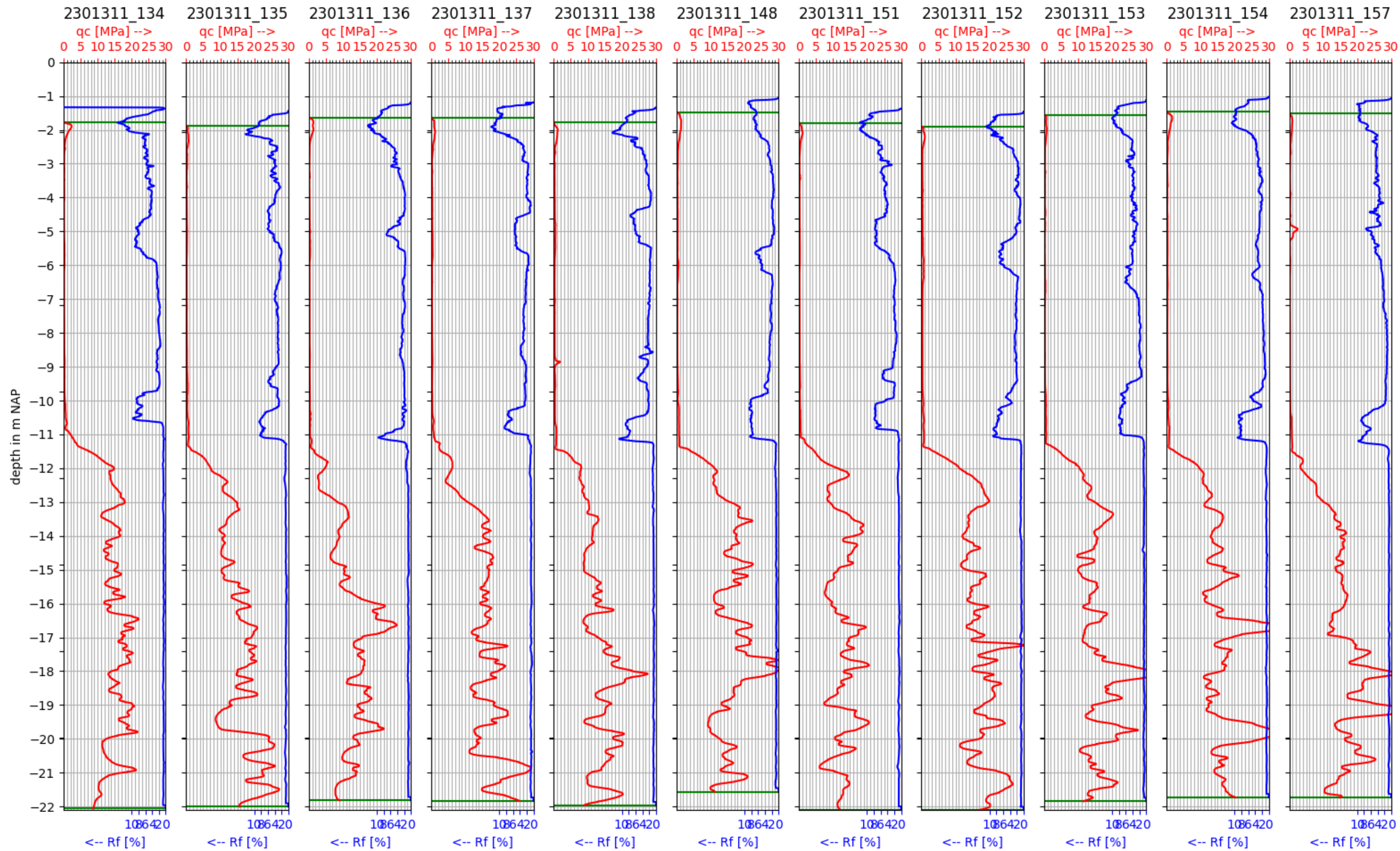
PROFIEL A



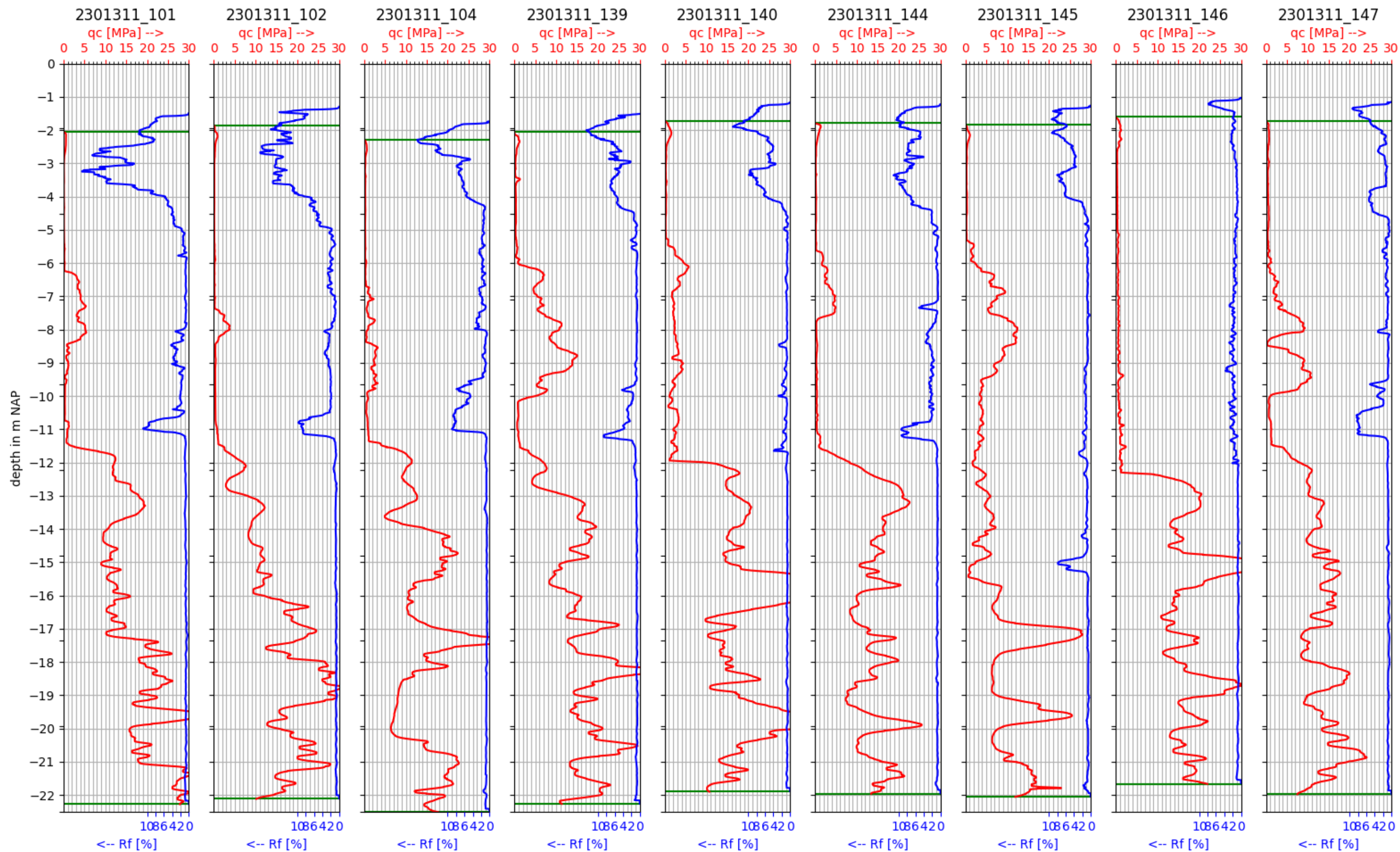
PROFIEL B



PROFIEL B



PROFIEL C



Verantwoordingsblad

Titel: Interpretatie grondonderzoek Gnephoek te
Alphen aan den Rijn

Onderwerp: Grondonderzoek Gnephoek

Projectnummer: 51025202

Klant: [Gemeente Alphen aan den Rijn]

Versie: C.1

Datum: 01-04-2025

Auteur: Jaap de Wit

Gecontroleerd door: Niels van Leeuwen

Paraaf gecontroleerd:

Vrijgegeven door: Marc Everaars

Paraaf vrijgegeven:
