



Tauw

Grondwater effectenstudie stuw Junne

20 maart 2020

Verantwoording

Titel	Grondwater effectenstudie stuw Junne
Opdrachtgever	Waterschap Vechtstromen
Projectleider	Koort Verveld
Auteur(s)	Ed Beijer, Willem Capel en Barbara Bouman
Projectnummer	1275225
Aantal pagina's	23
Datum	20 maart 2020
Handtekening	Ontbreekt in verband met digitale verwerking. Dit rapport is aantoonbaar vrijgegeven.

Colofon

Tauw bv
Handelskade 37
Postbus 133
7400 AC Deventer
T +31 57 06 99 91 1
E info.deventer@tauw.com



Inhoud

1	Inleiding	4
2	Geohydrologische schematisatie	5
2.1	Regionale bodemopbouw	5
2.2	Lokale bodemopbouw	6
2.3	Oppervlaktewaterpeilen en freatische grondwaterstand	8
3	Methodiek zetting- en droogteschade	10
3.1	Stap 1: bepaling huidige freatische grondwaterstanden	10
3.2	Stap 2: bepaling tijdelijk peil in de Vecht.....	13
4	Omgevingseffecten.....	14
4.1	Zettingsschade.....	14
4.1.1	Uitgangspunten bodemopbouw	14
4.1.2	Uitgangspunten grondwaterstandsverlaging.....	16
4.1.3	Zettingsberekening.....	16
4.1.4	Gebouwzakking.....	17
4.2	Droogteschade aan landbouw	20
4.3	Droogteschade aan natuur.....	22
5	Conclusies en aanbevelingen.....	23
5.1	Conclusies.....	23
5.1.1	Zettingsrisico	23
5.1.2	Landbouw en groenelementen	23
5.2	Aanbevelingen	23
Bijlage 1	Boringen en sonderingen	
Bijlage 2	Zettingsberekeningen	

1 Inleiding

In buurtschap Junne ten oosten van Ommen (provincie Overijssel) is in de Vecht een stuw gelegen, waarvan de constructieve staat onderzocht dient te worden. Waterschap Vechtstromen is daarom voornemens om over een afstand van circa 50 m het peil in de Vecht bovenstrooms van de stuw tijdelijk te verlagen. In figuur 1.1 is een schets weergegeven van de tijdelijke peilverlaging. De duur van de tijdelijke peilverlaging is maximaal circa 4 weken (geplande uitvoering augustus/september).



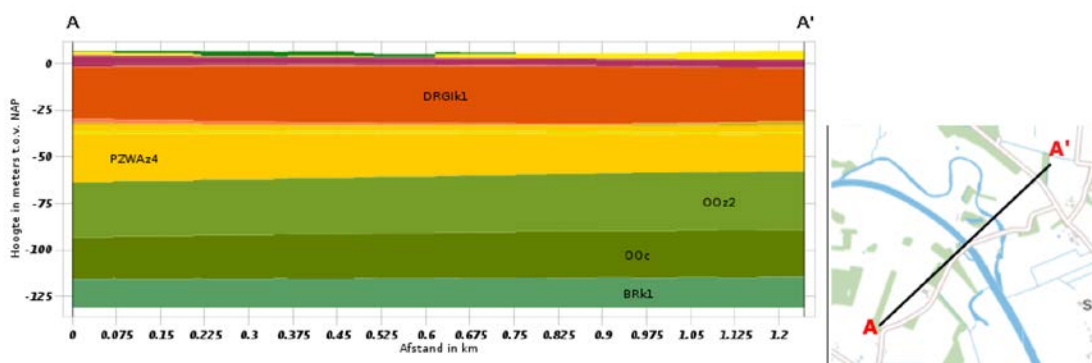
Figuur 1.1 Situatie tijdelijke drooglegging Vecht ter plaatse van stuw Junne

In de omgeving van de drooglegging zijn panden, agrarische percelen en natuurpercelen gelegen. De drooglegging mag niet leiden tot negatieve effecten aan deze panden en percelen. Waterschap Vechtstromen heeft daarom aan Tauw gevraagd te onderzoeken wat de te verwachten effecten zijn qua zettingen en droogteschade. In deze rapportage zijn de uitkomsten hiervan opgenomen. Hoofdstuk 2 bevat een analyse van de geohydrologische situatie ter plaatse van stuw Junne. In hoofdstuk 3 is de methodiek opgenomen van het onderzoek naar zettingen en droogteschade. Hoofdstuk 4 bevat de resultaten van het onderzoek en in hoofdstuk 5 zijn ten slotte de conclusies hierover opgenomen.

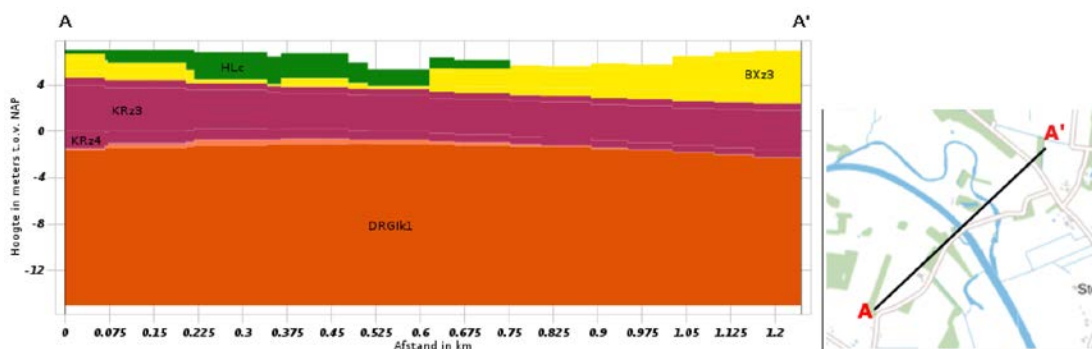
2 Geohydrologische schematisatie

2.1 Regionale bodemopbouw

In figuur 2.1 een REGIS II v2.2 zuidwest-noordoost dwarsprofiel weergegeven ter plaatse van stuw Junne. In figuur 2.2 is hetzelfde dwarsprofiel weergegeven maar dan tot een diepte van NAP -15 m.



Figuur 2.1 REGIS II v2.2 dwarsprofiel ter plaatse van stuw Junne tot een diepte van NAP -130 m



Figuur 2.2 REGIS II v2.2 dwarsprofiel ter plaatse van stuw Junne tot een diepte van NAP -15 m

Uit figuur 2.1 en 2.2 blijkt dat de eerste paar meters van de ondergrond (freatisch pakket) uit afzettingen van de formatie van Bortel en Holocene afzettingen bestaat. De formatie van Bortel is veelal zandig maar ook leemafzettingen kunnen voorkomen. De Holocene afzettingen zijn wisselend van samenstelling (klei, leem, veen en fijn zand). Daaronder bevinden zich zandige lagen van de formatie van Kreftenheye. Deze lagen bestaan uit goed doorlatend zand met soms een grindige bijmenging.

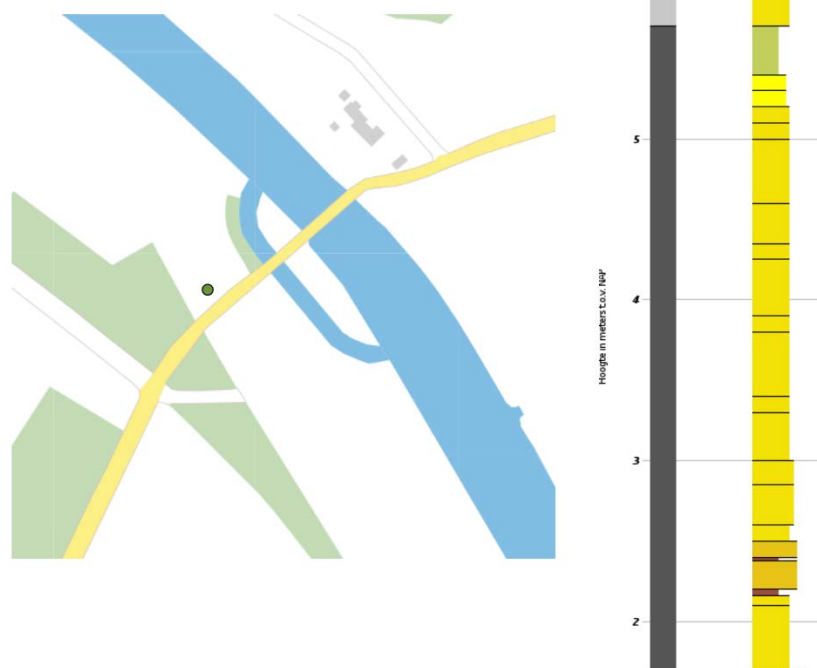
Op een diepte van circa NAP -2 m is de eerste scheidende laag gelegen (Formatie van Drenthe). Deze laag heeft een dikte van circa 30 m. Daaronder vindt zich het eerste watervoerend pakket tot een diepte van circa NAP -120 m. Onder dit niveau is de geohydrologische basis gelegen (Formatie van Breda, eerste kleiige eenheid).

2.2 Lokale bodemopbouw

In het kader van het constructieve onderzoek is een geotechnisch onderzoek¹ uitgevoerd ter plaatse van de stuw. De in dit geotechnisch onderzoek uitgevoerde sonderingen laten zien dat in het freatisch watervoerend pakket soms wat scheidende laagjes aanwezig zijn. Deze variëren van samenstelling en diepte. Vanaf een diepte van circa NAP -5 m is slecht doorlatend materiaal aanwezig. Dit is circa 3 m dieper dan de hoogteligging van deze laag in REGIS II v2.2. Nabij de stuw is een boring uit het DINOlaket aanwezig. In figuur 2.3 is de ligging van het profiel van deze boring weergegeven. De boring heeft ook lokaal een leemlaag met een dikte van circa 0,4 m, op een diepte van 0,25 tot 0,65 m –mv. In figuur 2.4 zijn boringen weergegeven van nabij de woningen door Tauw geplaatste peilbuizen. Deze boringen zijn uitgevoerd tot een diepte van 4,0 à 5,5 m –mv. Hierin is een lemige bijmenging van de zandige lagen aangetroffen (geen significante scheidende lagen). De boorbeschrijvingen van de overige boringen is opgenomen in bijlage 1. Ook in de overige boringen zijn geen significante scheidende lagen aangetroffen.

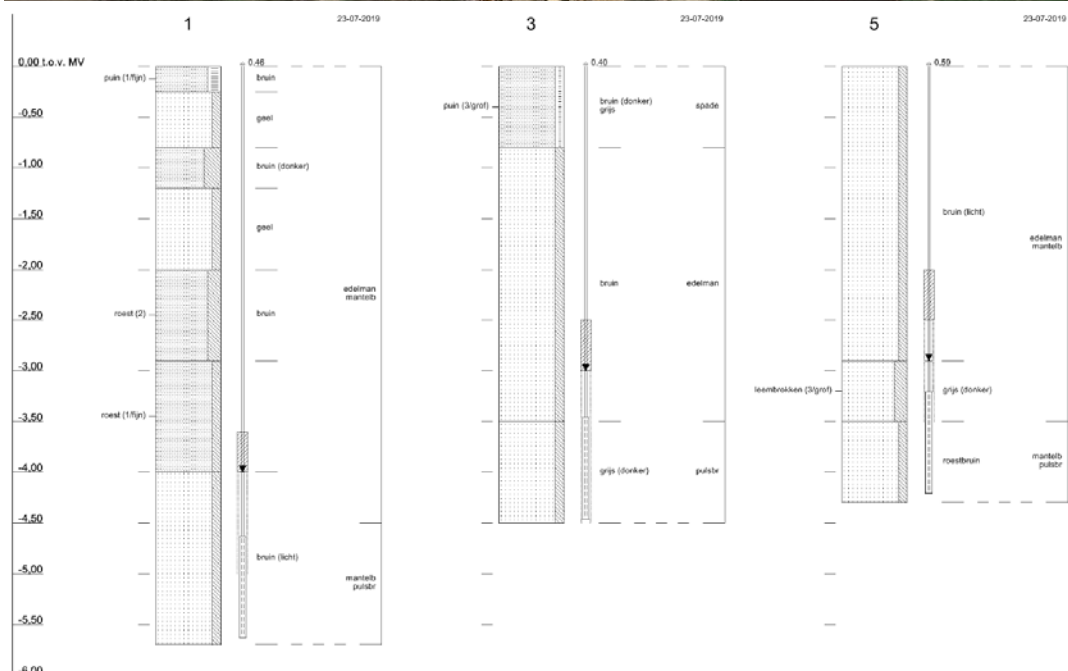
Geologisch booronderzoek

Identificatie: B22D0427



Figuur 2.3 Profiel en ligging van boring B22D0427 uit het DINOlaket

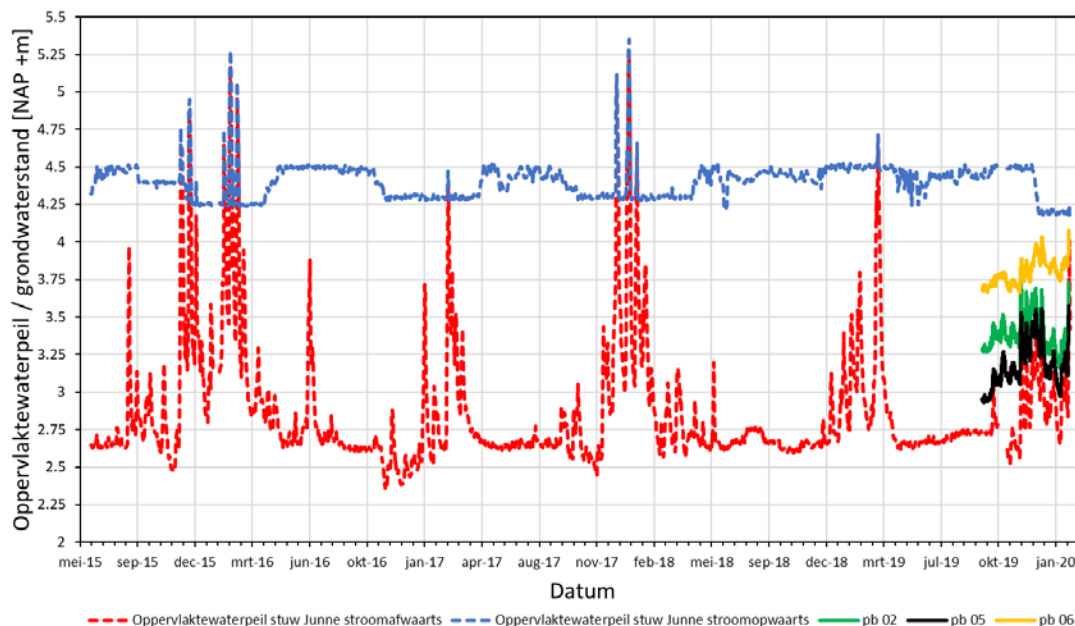
¹ Koops & Romeijn grondmechanica (2019). *Geotechnisch onderzoek t.b.v. vervangen stuw Junne te Junne*. Projectnr. 2019-0391.



Figuur 2.4 Ligging en boorprofielen van peilbuizen 1, 3 en 5

2.3 Oppervlaktewaterpeilen en freatische grondwaterstand

In figuur 2.5 zijn de gemeten oppervlaktewaterpeilen en freatische grondwaterstanden (peilbuizen 2, 5 en 6) nabij stuw Junne weergegeven, over de periode mei 2015 tot januari 2020. In de figuur zijn de oppervlaktewaterpeilen stroomopwaarts en stroomafwaarts van stuw Junne opgenomen. De ligging van de peilbuizen is weergegeven in figuur 2.4.

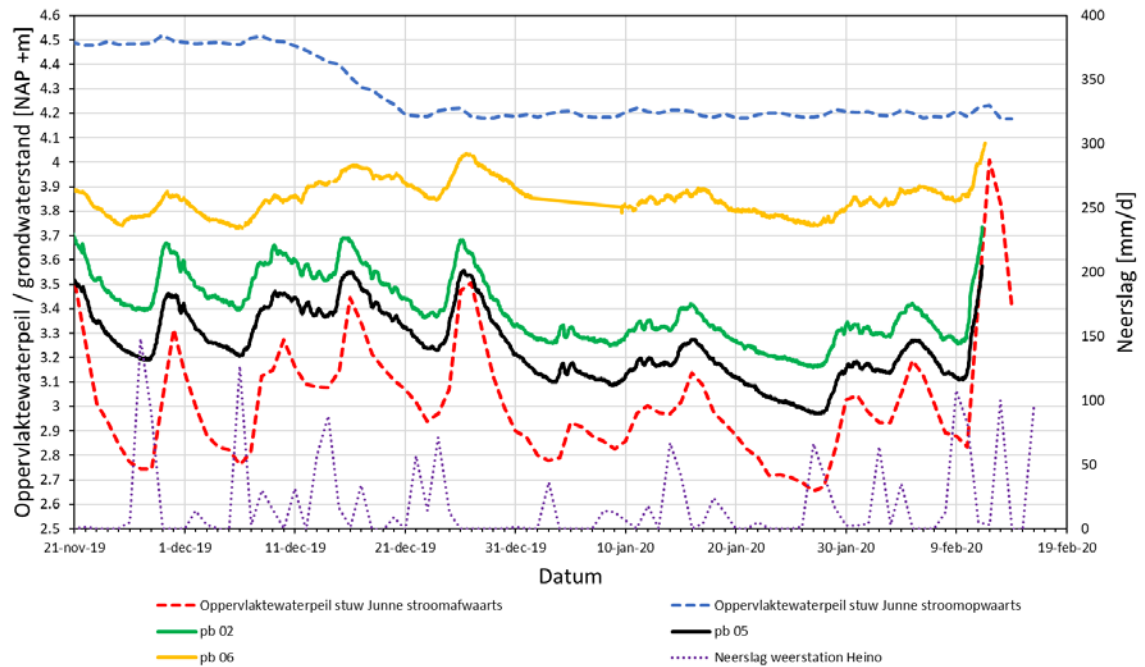


Figuur 2.5 Gemeten oppervlaktewaterpeilen en freatische grondwaterstanden

In figuur 2.5 zijn de in figuur 1.1 weergegeven (zomer-)streefpeilen van NAP +4,5 (stroomopwaarts) en +2,65 m (stroomafwaarts) terug te zien. In de figuur zijn tevens verhoogde winterafvoeren in de oppervlaktewaterpeilen zichtbaar. De peilbuismetingen zijn gestart op 13 september 2019. Voorafgaand aan dit tijdstip heeft een droge periode plaatsgevonden, zichtbaar aan het langdurige relatief lage oppervlaktewaterpeil in het benedenstroomse pand. De verwachting is dat de gemeten peilbuismetingen rond 13 september 2019 (start van de peilbuismonitoring) ongeveer een GLG-situatie betreft. Na 13 september 2019 stijgen de oppervlaktewaterpeilen weer en zien we ook de grondwaterstanden in de peilbuizen stijgen.

In figuur 2.6 zijn de oppervlaktewaterpeilen, freatische grondwaterstanden en neerslaghoeveelheid van weerstation Heino weergegeven. Stroomopwaarts van stuw Junne is vanaf begin december 2019 het streefpeil met 0,3 m verlaagd (van NAP +4,5 m naar NAP +4,2 m).

Uit figuur 2.6 is op het oog niet direct een significant effect zichtbaar van de stuwpeil verlaging op de freatische grondwaterstanden nabij de woningen. De freatische grondwaterstanden reageren veel meer op het oppervlaktewaterpeil stroomafwaarts van stuw Junne en de neerslag en verdamping.



Figuur 2.6 Gemeten oppervlaktewaterpeilen, freatische grondwaterstanden en neerslaghoeveelheden nabij stuw Junne

3 Methodiek zetting- en droogteschade

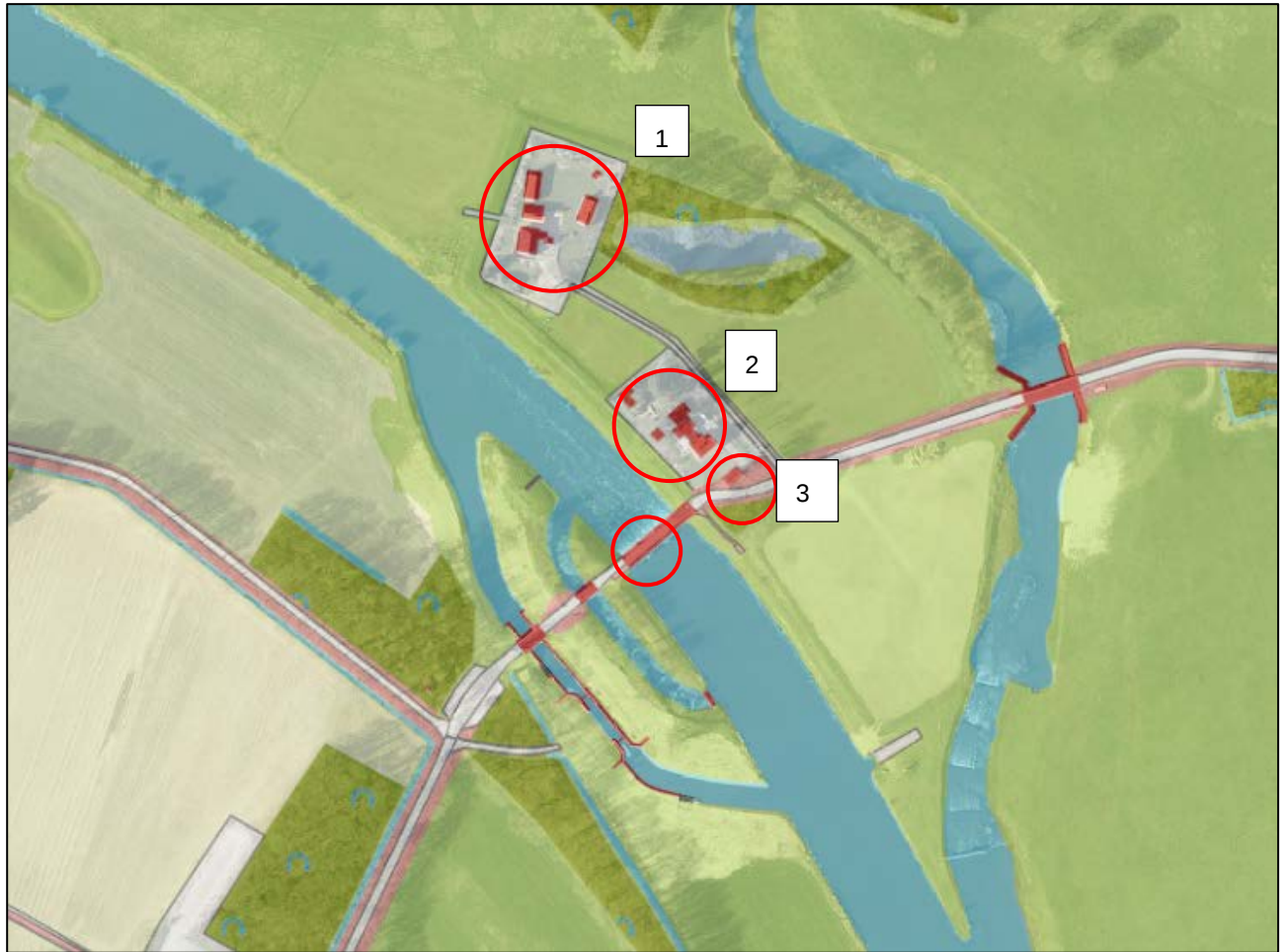
De volgende methodiek toegepast voor het bepalen van eventuele zettingen en droogteschade als gevolg van de tijdelijke drooglegging:

- *Stap 1:* bepaling van huidige freatische gemiddeld laagste grondwaterstand (GLG) bij panden, landbouwgronden en natuurpercelen waar mogelijk negatieve effecten kunnen optreden
- *Stap 2:* tijdelijk oppervlaktewaterpeil in de Vecht bepalen als gevolg van de drooglegging. Dit peil wordt ook gehanteerd als maximale verlaging ten opzichte van de GLG nabij de panden, landbouwgronden en natuurpercelen gedurende de werkzaamheden. In werkelijkheid zal de verlaging op afstand van de Vecht afnemen. Dit is dus een overschatting van de werkelijk optredende effecten en daarmee een worst-case scenario
- *Stap 3:* op basis van deze worst-case verlaging de negatieve effecten bepalen bij panden, landbouwgronden en natuurpercelen. Hierbij wordt uitgegaan dat er pas mogelijk negatieve effecten optreden wanneer de grondwaterstand zich onder de huidige GLG bevindt. De resultaten zijn in hoofdstuk 4 opgenomen

In onderstaande paragrafen is bovenstaande methodiek verder toegelicht. In hoofdstuk 4 zijn de resultaten van de bepaling van de negatieve effecten (stap 4) opgenomen.

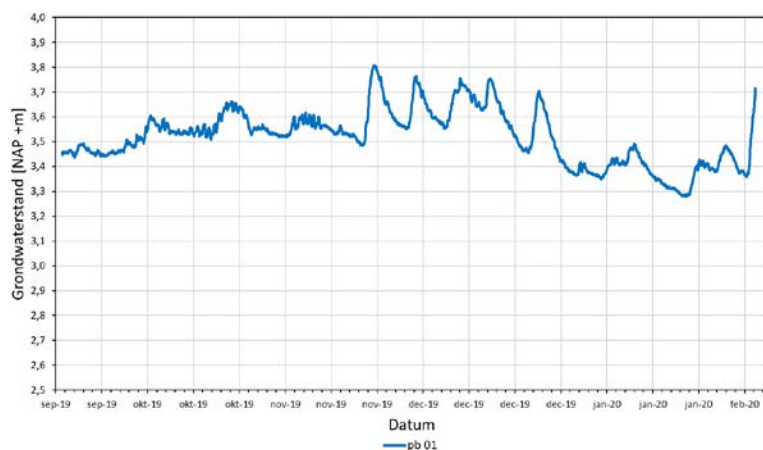
3.1 Stap 1: bepaling huidige freatische grondwaterstanden

In de nabije omgeving van stuw Junne zijn twee woningen met bijgebouwen aanwezig (zie figuur 3.1, woning 1 en 2) en het voormalige 'schuivenhuis' (zie figuur 3.1, nr 3.). De bestaande stuw en het schuivenhuis zijn een gemeentelijk monument.

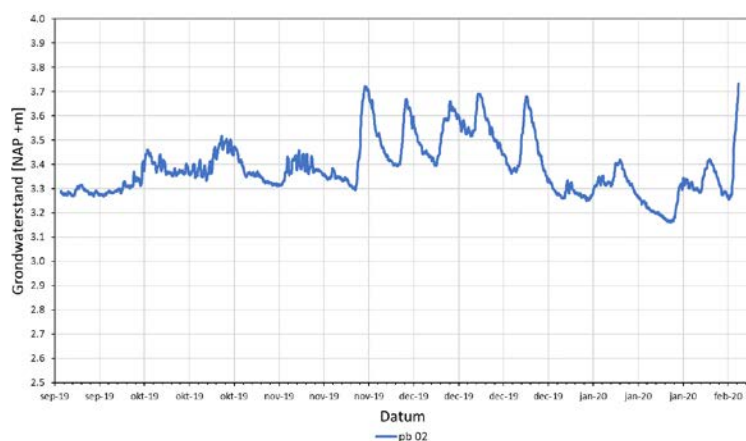


Figuur 3.1 Overzichtstekening ligging 2 woningen (nummer 1 en 2) en het voormalige schuivenhuis (nummer 3)

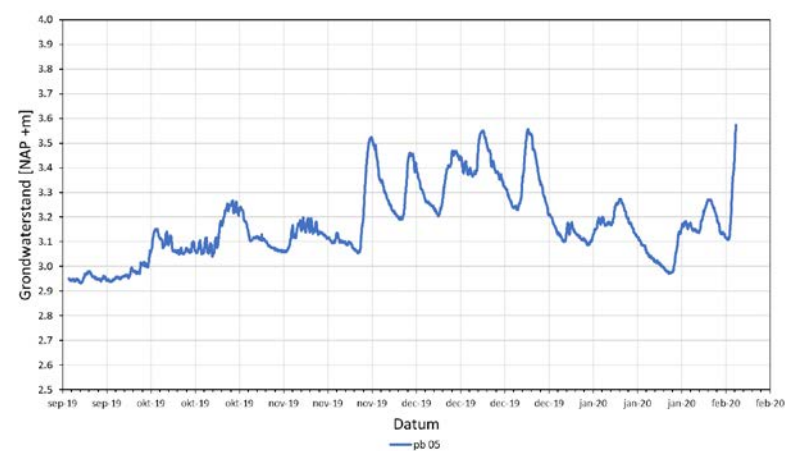
Door Tauw zijn in de omgeving van de stuw peilbuizen geplaatst. In figuur 2.4 is de ligging van deze peilbuizen weergegeven. In figuur 3.2 t/m 3.4 is het gemeten freatische grondwaterstandsverloop van peilbuizen 01, 02 en 05 weergegeven. Peilbuis 01 ligt bij het schuivenhuisje, peilbuis 02 ligt het dichtst bij de woning 2. Bij woning 1 staan twee peilbuizen namelijk 04 en 05 die een nagenoeg identiek verloop hebben. Peilbuis 05 is in deze nader beschouwd.



Figuur 3.2 Gemeten grondwaterstand peilbuis 01 nabij schuivenhuisje (maaielvldhoogte NAP +7,28 m)



Figuur 3.3 Gemeten grondwaterstand peilbuis 02 nabij object 2 (maaielvldhoogte NAP +7,23 m)



Figuur 3.4 Gemeten grondwaterstand peilbuis 05 nabij object 1 (maaielvldhoogte NAP +6,14 m)

Zoals in paragraaf 2.3 is besproken, is de verwachting dat de aan het begin van de meetperiode waargenomen freatische grondwaterstanden (rond 13 september 2019) een GLG situatie betreft. Dit betekent bij peilbuis 01 een freatische GLG van circa NAP 3,4, peilbuis 02 een freatische GLG van circa NAP +3,3 m en bij peilbuis 05 een freatische GLG van circa NAP +2,9 m.

3.2 Stap 2: bepaling tijdelijk peil in de Vecht

De (zomer-)streefpeilen in de Vecht ter plaatse van stuw Junne betreffen NAP +4,5 m (stroomopwaarts) en NAP +2,65 m (stroomafwaarts). Tijdens de werkzaamheden wordt stroomopwaarts over een lengte van circa 50 m het oppervlaktewaterpeil verlaagd tot NAP +2,65 m. Om onderzoek naar de staat van de fundering van de stuw mogelijk te maken, wordt direct rondom de fundering het oppervlaktewaterpeil verder verlaagd tot +1,2 m NAP. Zie figuur 3.5 voor een schets van de uitvoering. Voor de berekeningen van zetting- en droogteschade is uitgegaan van een (tijdelijk)oppervlaktewaterpeil van NAP +1,2 m gedurende 4 weken.



Figuur 3.5 Situatie tijdelijke drooglegging Vecht ter plaatse van stuw Junne



4 Omgevingseffecten

4.1 Zettingsschade

Allereerst is het zettingsrisico ingeschat voor de twee noordelijk van de sluis gelegen woningen (Junnerweg 9 en Junnerweg 10). In zuidwestelijke richting is eveneens een woning (Junnerweg 8a, gelegen 300 m vanaf de Vecht). Echter bij deze woning zal minder grondwaterstandsverlaging optreden vanwege de afstand en de aanwezige visstrap en de sluis. Dit oppervlaktewater zal voedend werken op het grondwatersysteem en daarmee de grondwaterstandseffecten dempen.

Het risico op zettingsschade aan de woningen aan de noordkant is daarom groter als aan de zuidkant (mede omdat de bodemopbouw aan de noord- en zuidzijde niet wezenlijk verschilt).

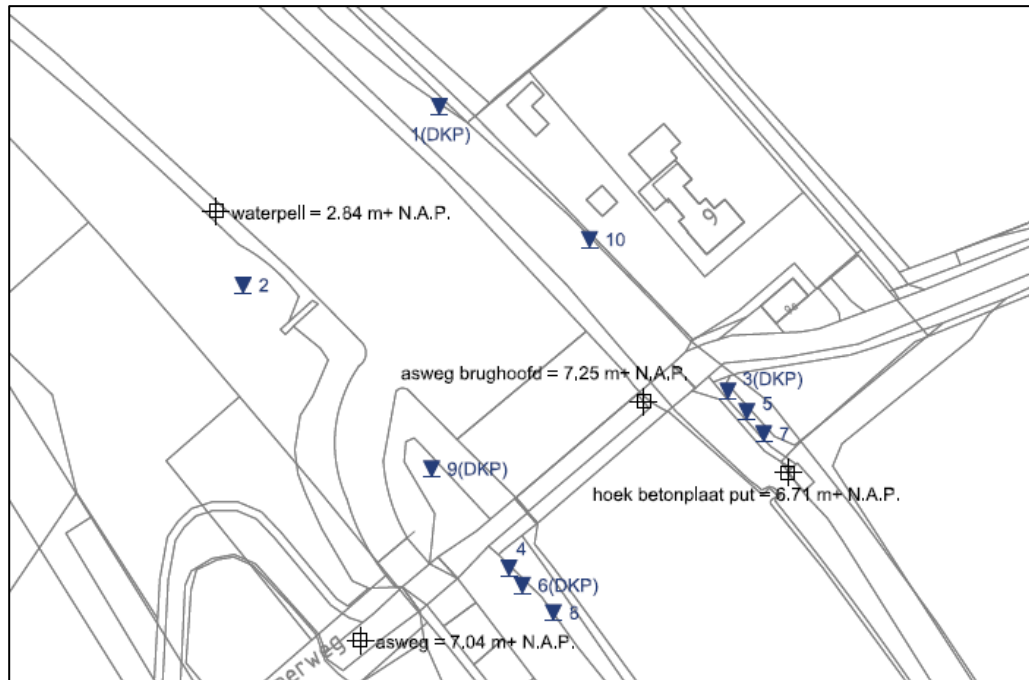
4.1.1 Uitgangspunten bodemopbouw

In het onderzoeksgebied zijn sonderingen (Koops & Romeijn Grondmechanica, 10 april 2019) en boringen (Tauw, bijlage 1) beschikbaar. De boringen die het dichtst bij de betreffende bebouwing liggen zijn boring 1 t/m 5 (zie 2.4). De boringen zijn doorgezet tot circa 5 m onder maaiveld. Voor alle vijf boringen geldt dat er alleen lagen zijn aangetroffen omschreven met:

- Fijn zand zandig / top laag puin
- Matig grof zand / leem siltig
- Fijn zand zandig / leem siltig

Dit is in de zettingsberekening geschematiseerd naar de grondsoort 'zand, zwak siltig/kleilig'.

Voor de beschrijving van de grondlagen vanaf 5 m onder maaiveld zijn de sonderingen gebruikt. Sondering 1 en 10 zijn het dichtst bij Junnerweg 9 en Junnerweg 10 gelegen (zie figuur 4.1, figuur is overgenomen uit het rapport van Koops & Romeijn Grondmechanica). De afstand van sondering 10 tot de woning Junnerweg 9 is circa 15 m.



Figuur 4.1 Positie sonderingen

Uit de sonderingen blijkt de bodemopbouw te bestaan uit een zandige toplaag van meer dan 10 m met daaronder een dik pakket zandige klei. De bodemopbouw is op basis van de sonderingen grotendeels gelijk, maar in sondering 10 is een 0,4 meter dun veenlaagje zichtbaar rond -1,0 m NAP. Ook start de diepe zandige kleilaag ondieper.

Tabel 4.1 Beschrijving grondlagen van sondering 1 en sondering 2

Sondering 1		Sondering 10	
Grondsoort	Bovenkant [NAP m]	Grondsoort	Bovenkant [NAP m]
Zand	+5,92	Zand	+6,61
Zandige klei	-5,1	Veen	-0,7
		Zand	-1,1
		Zandige klei	-3,9

De hoogteligging van het maaiveld wordt gebaseerd op de metingen bij de boringen omdat deze dichter bij de gebouwen zitten dan de sonderingen. Bij object 2 is dit NAP+7,3 m, bij object 1 is dit NAP +6,1 m. Voor de grondeigenschappen is gebruik gemaakt van standaardwaarden conform NEN 9997-1.



Tabel 4.2 Grondeigenschappen op basis van tabel 2a van de NEN 9997-1

Grondsoort	γ_{unsat} [kN/m ³]	γ_{sat} [kN/m ³]	C_p [-]	C_s [-]	C_p' [-]	C_s' [-]	c_v [m ² /s]
Zand, zwak siltig/kleiig	19	21	1800	$10 \cdot 10^9$	450	$10 \cdot 10^9$	drained
Klei, sterk zandig	20	20	100	1240	25	320	$8,0 \cdot 10^{-8}$
Veen, matig voorbelaast	12	12	30	120	7,5	30	$3,0 \cdot 10^{-7}$

Toelichting bij tabel:

- γ_{unsat} = volumegewicht [kN/m³]
- γ_{sat} = verzadigd volumegewicht [kN/m³]
- C_p primaire samendrukkingscoëfficiënt onder grensspanning [-]
- C_p' primaire samendrukkingscoëfficiënt boven grensspanning [-]
- C_s secundaire samendrukkingscoëfficiënt onder grensspanning [-]
- C_s' secundaire samendrukkingscoëfficiënt boven grensspanning [-]
- c_v verticale consolidatiecoëfficiënt [m²/s]

Het verschil tussen de initiële korrelspanning en de grensspanning wordt Pre-Overburden Pressure (POP) genoemd. De POP wordt opgeteld bij de initiële korrelspanning. De stuw is rond 1915 in den droge is gebouwd. Dat betekent dat destijds de grondwaterstand al eens verlaagd is tot tenminste een niveau van NAP 1,2 m. In de berekeningen is voor de zuidelijke woning een POP van 21 kN/m² aangenomen voor de noordelijke woning een POP van 17 kN/m².

4.1.2 Uitgangspunten grondwaterstandsverlaging

Qua grondwaterstand is de huidige GLG bij boring 2 (Junnerweg 9, de zuidelijke woning) NAP +3,3 m en bij boring 5 (Junnerweg 10, de noordelijke woning) NAP +2,9 m. De verlaging van de waterstand naar de geplande NAP +1,2 m levert voor zuidelijke woning een verlaging op van 2,1 m en voor de noordelijke woning een verlaging van 1,7 m. Deze verlaging wordt voor een periode van 4 weken toegepast. In de berekening van de zetting wordt ervan uitgegaan dat de geplande waterstandsverlaging in zijn geheel aanwezig is ter plekke van beide woningen.

4.1.3 Zettingsberekening

Door de maaiveldhoogtes bij de woningen (NAP +7,3 en m NAP + 6,1 m) te combineren met de grondlagen uit de sonderingen 1 en 10 ontstaan er vier mogelijke combinaties van de bodemopbouw. Voor deze vier combinaties is middels D-Settlement de zetting berekend die na vier weken optreedt. In tabel 4.3 Resultaten zettingsberekeningen van het maaiveld na grondwaterstandverlaging zijn de zettingen van de vier mogelijke combinaties gepresenteerd. In bijlage 2 zijn de zettingsberekeningen opgenomen.

Tabel 4.3 Resultaten zettingsberekeningen van het maaiveld na grondwaterstandverlaging

Locatie	Maaiveld	Sondering	Huidig GLG [NAP m]	Tijdelijk verlaagde waterstand [NAP m]	Zetting na 4 weken [m]
Zuidelijke woning	+7,3 m NAP	S1	3,3	1,2	0,002
Zuidelijke woning	+7,3 m NAP	S10	3,3	1,2	0,005
Noordelijke woning	+6,1 m NAP	S1	2,9	1,2	0,002
Noordelijke woning	+6,1 m NAP	S10	2,9	1,2	0,005

Bij de zuidelijke woning en noordelijke woning kan worst-case een zetting in de bodem van 5 mm optreden.

De zetting bij het schuivenhuisje is niet met een afzonderlijke zettingsberekening berekend. De situatie bij het schuivenhuisje is nagenoeg gelijk aan de zuidelijke woning (qua bodemopbouw, maaiveldhoogte en verwachte GLG). De berekende worst-case zetting zal daarom gelijk zijn aan de berekende zetting bij de zuidelijke woning, namelijk 5 mm.

4.1.4 Gebouwzakking

Gebouwzakking is afhankelijk van maaiveldzakking, zakkingsverloop in de ondergrond (grondzettingsslijn) en funderingswijze van het gebouw. Het optreden van daadwerkelijke zettingsschade aan de woningen is afhankelijk van de hoeveelheid gebouwzakking, het zettingsverhang over de woningen, de funderingswijze, de staat van onderhoud van de fundering, de bouwkundige staat van de woningen zelf en de zettingssnelheid (het tijd-zakkingsverloop).

In de SBR leidraad (Bouwresearch, juli 1998) is een schademodel beschreven waarin een aantal indelingen zijn gemaakt in schadecategorieën en schadeklassen (zie tabel 4.4). De schadeklassen zijn verdeeld in 5 verschillende soorten schade, afhankelijk van de ernst van de schade. Schadeklassen A-1 en A-2 zijn aan te merken als architectonische schade. De klassen A-3 t/m A-5 zijn aan te merken als constructieve schade waar bij klasse A-5 instortingsgevaar kan optreden.

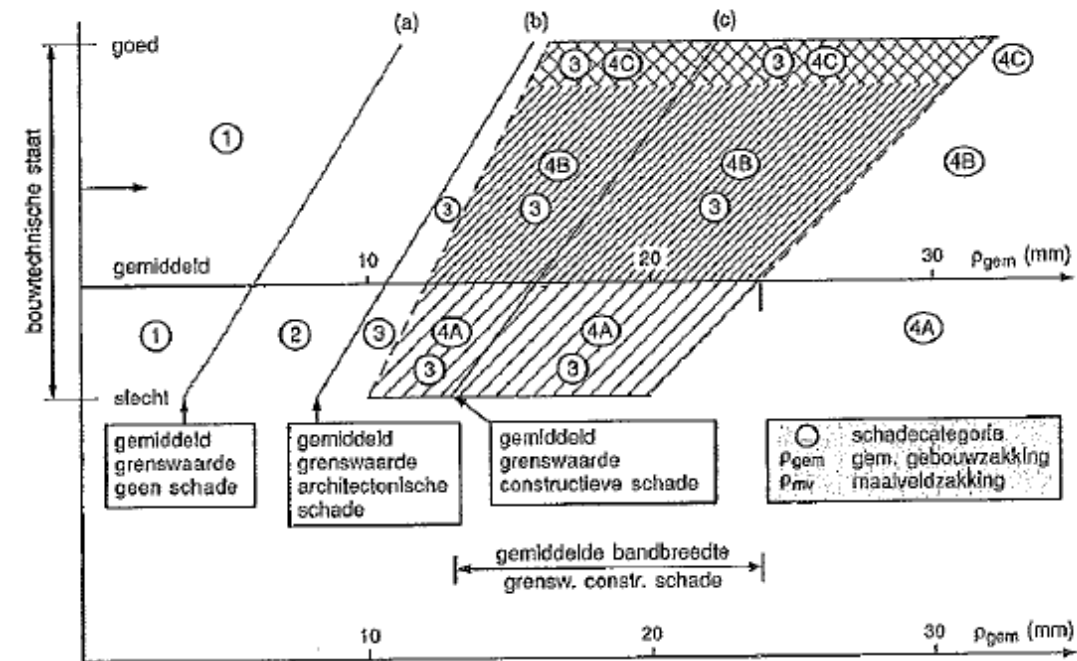
De beschreven schadecategorieën zijn gescheiden op basis van grenswaarden. Ieder schadecategorie geeft een bepaald schaderisico weer. De drie grenswaarden die worden benoemd aan de hand van het bijbehorende schadebeeld zijn:

1. Grenswaarde voor geen schade (a)
2. Grenswaarde voor architectonische schade (b)
3. Grenswaarde voor constructieve schade (c)

*Tabel 4.4 Toelichting schadecategorieën*

Schadecategorie	omschrijving	Schadebeeld
1	Zakking gebouw < grenswaarde voor geen schade	- Geen matige schade (schadeklasse A3) - Verwaarloosbare kans op lichte schade (schadeklasse A-2) - Zeer geringe kans op zeer lichte schade (Schadeklasse A-1)
2	Grenswaarde voor geen schade < verschilzakking < grenswaarde voor architectonische schade	- Geen ernstige schade (schadeklasse A-4) - Verwaarloosbare kans op matige schade (schadeklasse A-3) - Zeer geringe kans op lichte schade (schadeklasse A-2) - Geringe kans op zeer lichte schade (schadeklasse A-1)
3	Grenswaarde voor architectonische schade < verschilzakking < grenswaarde voor constructieve schade	- Geen zware schade (schadeklasse A-5) - Verwaarloosbare kans op ernstige schade (schadeklasse A-4) - Zeer geringe kans op matige schade (schadeklasse A-3) - Geringe kans op lichte schade (schadeklasse A-2) - Enige zeer lichte schade te verwachten (schadeklasse A-1)
4	Versilzakking > grenswaarde voor constructieve schade	- Enige matige schade (schadeklasse A-3)

In figuur 4.2 is figuur 29 uit de SBR-leidraad gepresenteerd waarin bovenstaande informatie is samengevat. In deze figuur is een grafische presentatie gegeven van de mogelijke spreiding in grenswaarden. Hiervoor is een onderscheid gemaakt in de bouwtechnische staat (slecht, gemiddeld en goed) uitgezet tegen de gemiddelde gebouwszakking. In de figuur zijn de grenswaarde voor geen schade (lijn a) en architectonische schade (lijn b) en constructieve schade (lijn c) weergegeven.



Figuur 4.2 Grenswaarden voor gebouwszakking afhankelijk van bouwtechnische staat en invloedsfactoren (bron: SBR-richtlijn d.d. 1998, figuur 29)

Met behulp van figuur 4.2 is de grenswaarde voor gebouwszakking, specifiek voor dit onderzoek, afgeleid. Hierbij is uitgegaan van de volgende uitgangspunten:

- De verlaging van de grondwaterstand treedt instantaan op. Dit leidt tot het optreden van snelle zetting
Uitgegaan wordt van een gemiddelde zettingssnelheid en moeten de grenswaarden gegeven in figuur 4.2 vermenigvuldigd worden met 0,75.
- Voor de gemiddelde lijnen a, b en c is uitgegaan van een woning met een gemiddeld bouwkundige staat en een fundering op staal
- Het gebouw zakt 80 % mee met het maaiveld. Met andere woorden, 80 % van de berekende maaiveldzetting, is de zakking die de gebouwen ondervinden (conform tabel 4 en tabel 6 SBR-leidraad)

Wanneer uitgegaan wordt van de grenswaarde van architectonische schade(a), en dat de woningen in een gemiddelde bouwkundige staat zijn mag niet meer dan 8 mm ($0,75 \cdot 11$ mm) gebouwszakking optreden.

In tabel 5 zijn de gebouwszakkingen gegeven bij een grondwaterstand verlaging na 4 weken met als uitgangspunt dat het gebouw 80 % mee zakt met het maaiveld.

Tabel 4.5 Resultaten zettingsberekeningen van het maaiveld grondwaterstandverlaging

Locatie	Maaiveld	Sondering	Zetting na 4 weken [NAP m]	Gebouwzakking [m]
Zuidelijke woning	+7,3 m NAP	S1	0,002	0,002
Zuidelijke woning	+7,3 m NAP	S10	0,005	0,004
Noordelijke woning	+6,1 m NAP	S1	0,002	0,002
Noordelijke woning	+6,1 m NAP	S10	0,005	0,004

De resultaten uit tabel 3 tonen dat de berekende gebouwzakking die mogelijk optreedt na een tijdelijke grondwaterstandsverlaging bij de zuidelijke en noordelijke woning (object 1 en 2) tussen de 2 mm en 4 mm is. Ditzelfde geldt voor het schuivenhuisje. De verschillen in de berekende zetting is te verklaren door de aanwezigheid van een veenlaagje van 40 cm (verschil in sondering 1 en 10).

De resultaten uit tabel 4.5 tonen dat de verwachte gebouwzakking ruim onder de 8 mm valt en onder de grens van architectonische schade blijft. De schade die mogelijk zou kunnen optreden valt in categorie 2 beschreven in tabel 4.4. Daaruit volgt een schadebeeld met een geringe kans op zeer lichte schade tot geen ernstige schade. Hierbij wordt opgemerkt dat is uitgegaan van een worst-case verlaging van de grondwaterstand tot 1,2 m NAP. In werkelijkheid zal de grondwaterstand op enige afstand van de stuw niet zo ver dalen, waarmee het risico op schade kleiner is dan berekend.

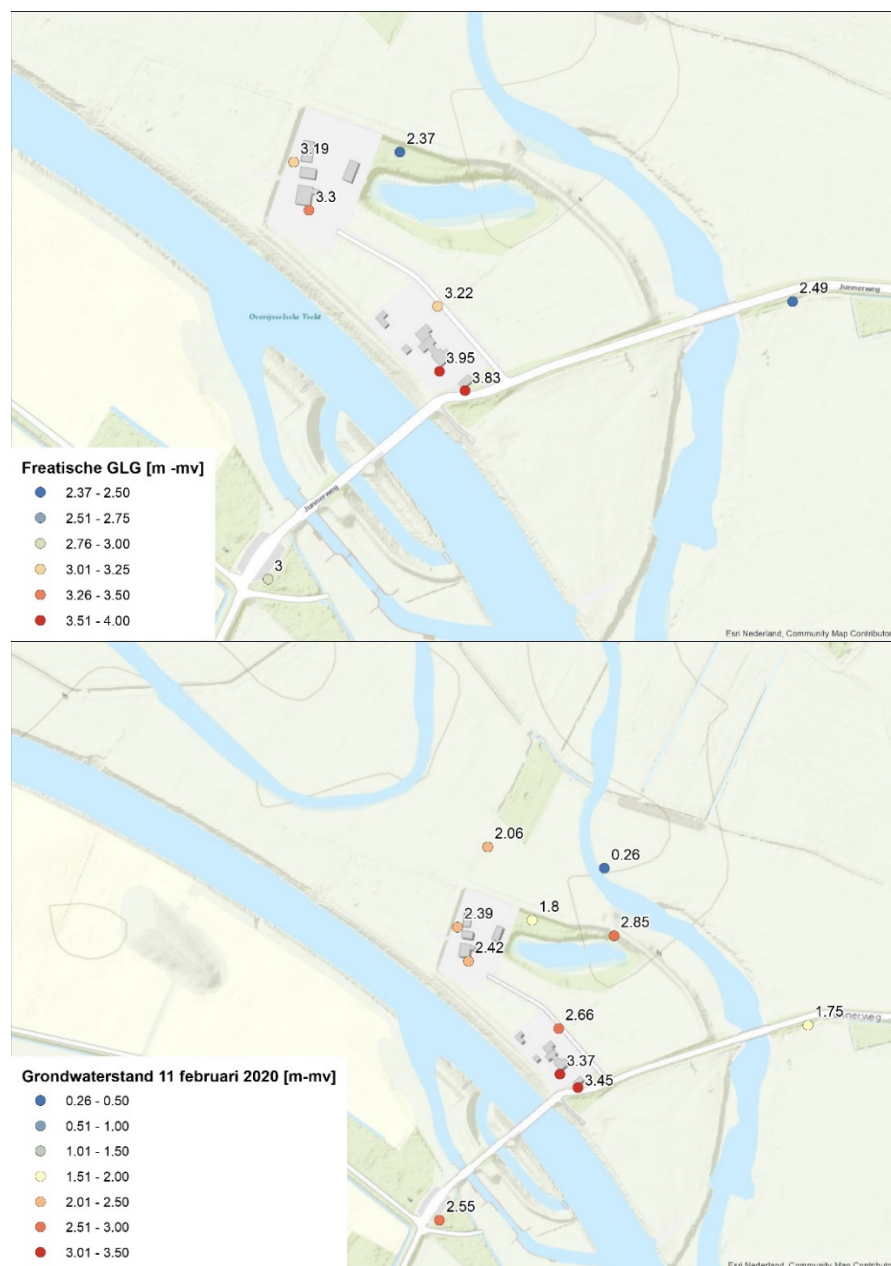
Aanbevelingen zijn:

- Bouwkundige opname begin van het project uitvoeren. Een slechte bouwstaat zou gevolgen op de resultaten van de schadevoorspelling kunnen hebben. De bouwkundige opname geldt tevens als nulsituatie
- Een passend monitoringsplan opstellen. Hier kan aan de volgende punten gedacht worden: Deformatie metingen van de gebouwen. Meetbouten op een aantal locaties ter plaatse van de voorgevel plaatsen en gedurende passende alarmwaarden en grenswaarden zetten
- De grondwaterstand ter plaatse van de voorgevels van een aantal gebouwen monitoren met gebruik van peilbuizen. Passende alarmwaarden en grenswaarden zetten op basis van berekende grondwaterstandverlaging als gevolg van onttrekking

4.2 Droogteschade aan landbouw

Rondom het gebied liggen enkele landbouwpercelen waar door het verlagen van het oppervlaktewaterpeil grondwaterstandsverlagingen zullen optreden. In figuur 4.2 zijn de gemeten laagste grondwaterstanden en de gemeten hoogste grondwaterstanden uit de meetperiode van 13 september 2019 tot en met 11 februari 2020 weergegeven. Uit recente metingen blijkt dat de grondwaterstanden bij veel neerslag nog verder zijn gestegen met meer dan een meter. Dit wordt veroorzaakt doordat de Vecht een regenrivier is (zie ook figuur 2.5) met een grote dynamiek die ook terugkomt in de grondwaterstanden.

Uit figuur 4.2 kan ook geconcludeerd worden dat een groot deel van het jaar (bij weinig neerslag) de grondwaterstanden ten opzichte van maaiveld zich veelal dieper bevinden dan 2 m -mv. Dit betekent dat de gewassen (grasland) afhankelijk zijn van hangwater in het profiel. Een verdere verlaging van het grondwaterpeil leidt in deze niet tot een toename van de droogteschade (gebaseerd op de HELP-tabellen) omdat het risico op droogteschade van nature in de huidige situatie al groot is.



Figuur 4.2 Boven gemeten grondwaterstand in m -mv op 13 september 2019 (representatief voor GLG) en onder gemeten grondwaterstand op 11 februari 2020



4.3 Droogteschade aan natuur

In de omgeving van de stuw bevinden zich diverse groenelementen. Zoals in de vorige paragraaf al is beschreven kennen de grondwaterstanden van nature een grote dynamiek met in de zomer diepe grondwaterstanden die wegzakken tot 3 à 4 meter. De aanwezige groenelementen zijn op deze omstandigheden ingesteld. Een tijdelijk extra verlaging zal daarom niet leiden tot schade aan de aanwezige natuur.



5 Conclusies en aanbevelingen

5.1 Conclusies

In de directe omgeving van de stuw zijn twee woningen met bijgebouwen aanwezig en het voormalige 'schuivenhuis'. Ten behoeve van het verlagen van het oppervlaktewaterpeil nabij de stuw zal de grondwaterstand in de omgeving worden verlaagd. Gekeken is naar het risico op omgevingseffecten, namelijk zettingen, landbouwschade en schade voor het aanwezige groenelementen.

5.1.1 Zettingsrisico

De berekening van de te verwachten zettingsrisico's is gebaseerd op worst-case uitgangspunten. Er is van uitgegaan dat de verlaging van het oppervlaktewaterpeil bij de stuw (+1,20 m NAP) zich naar de omgeving uitstraalt in het grondwater in een horizontaal vlak, oftewel de grondwaterstand daalt eveneens naar een niveau van +1,20 m NAP. In werkelijkheid zal de grondwaterstand minder zakken naar mate de afstand tot de Vecht toeneemt. Bovendien is in het verleden de grondwaterstand al eens verlaagd tot bovengenoemde diepte (de bouw van de fundering van de stuw is in den droge uitgevoerd). Daarmee geven de berekeningen een worst-case situatie weer.

Uit de berekeningen blijkt dat de verwachte gebouwzakking ruim onder de 8 mm valt en onder de grens van architectonische schade blijft. De schade die mogelijk zou kunnen optreden valt in schadecategorie 2. Daaruit volgt een schadebeeld met een geringe kans op zeer lichte schade tot geen ernstige schade.

Geconcludeerd kan worden dat als gevolg van de verlaging van de grondwaterstand geen negatieve effecten worden verwacht op gebouwen en objecten. Onafhankelijk van deze conclusie worden aanbevelingen gedaan om schade te voorkomen. Deze worden beschreven in paragraaf 5.2.

5.1.2 Landbouw en groenelementen

Gezien het niveau van de grondwaterstanden ten opzichte van maaiveld en gezien de van nature aanwezige dynamiek in grondwaterstanden wordt geen schade verwacht aan landbouw en groenelementen.

5.2 Aanbevelingen

Volgens berekeningen worden als gevolg van de verlaging van het peil in de Vecht geen risico's verwacht voor zettingen aan de gebouwen/woningen. Ondanks het geringe risico op schade wordt aanbevolen om voorafgaand en tijdens het droogzetten van de Vecht de volgende maatregelen te treffen:

- Bouwkundige opname, Deformatiemetingen van de gebouwen en meetbouten op een aantal locaties ter plaatse van de voorgevel plaatsen en enkele malen monitoren. Tevens passende alarmwaarden en grenswaarden vaststellen
- De grondwaterstand monitoren in de aanwezige peilbuizen. Tevens passende alarmwaarden en grenswaarden zetten op basis van berekende grondwaterstandverlaging



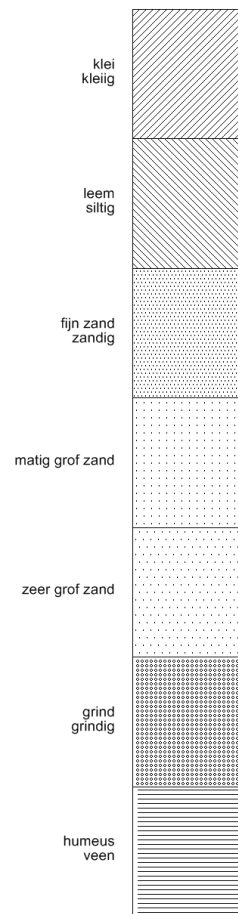
Bijlage 1

Boringen en sonderingen

Legenda boorprofielen

1

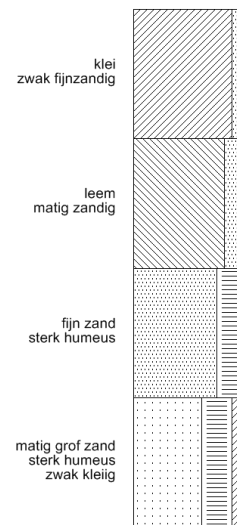
01-01-2013



Tauw bv

2

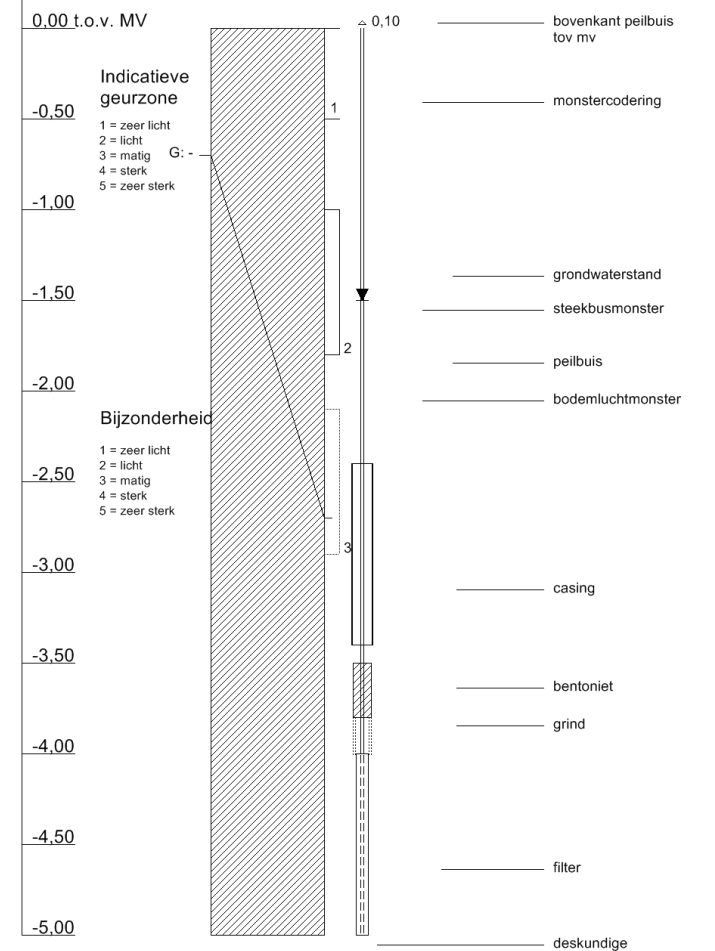
01-01-2013

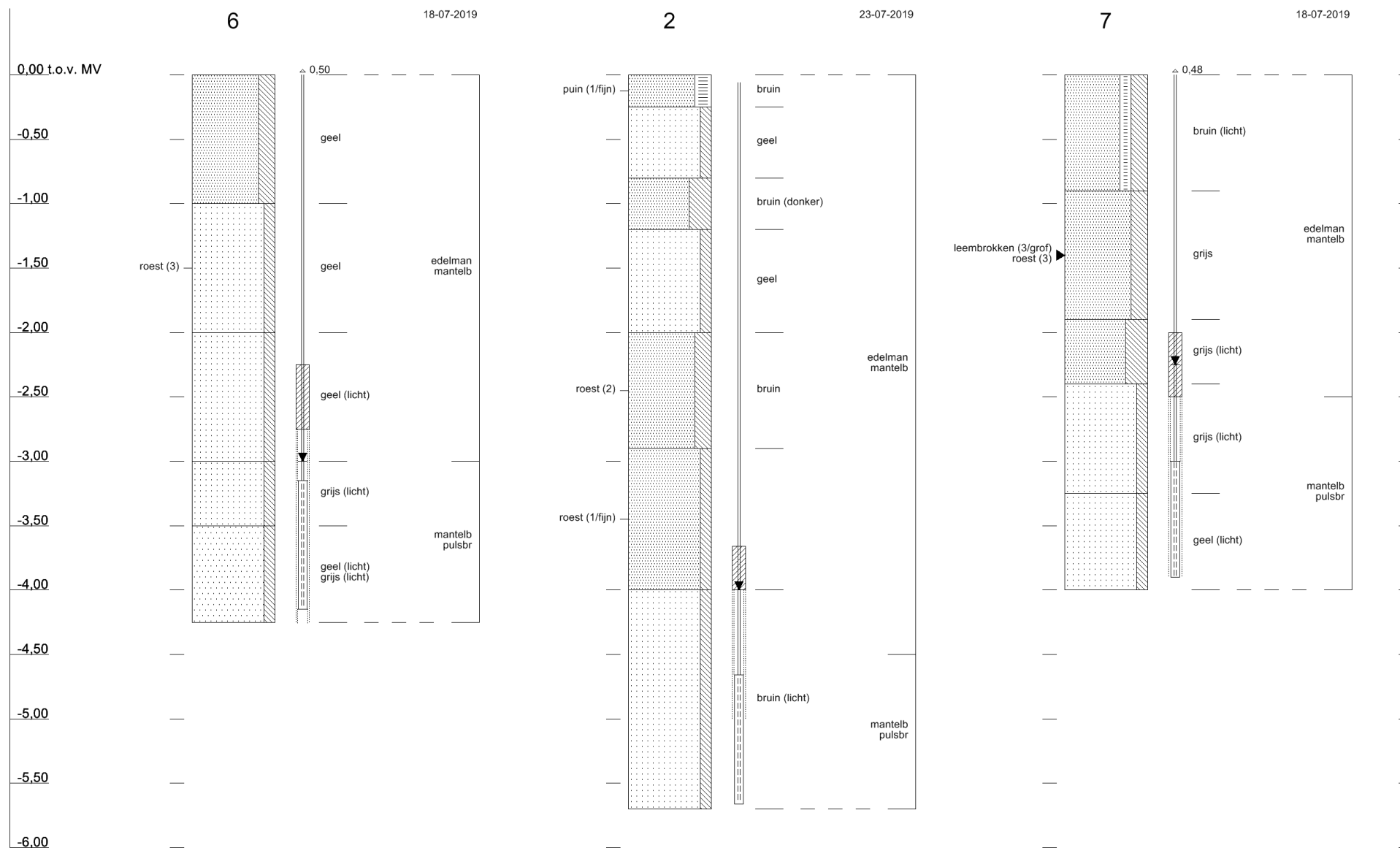


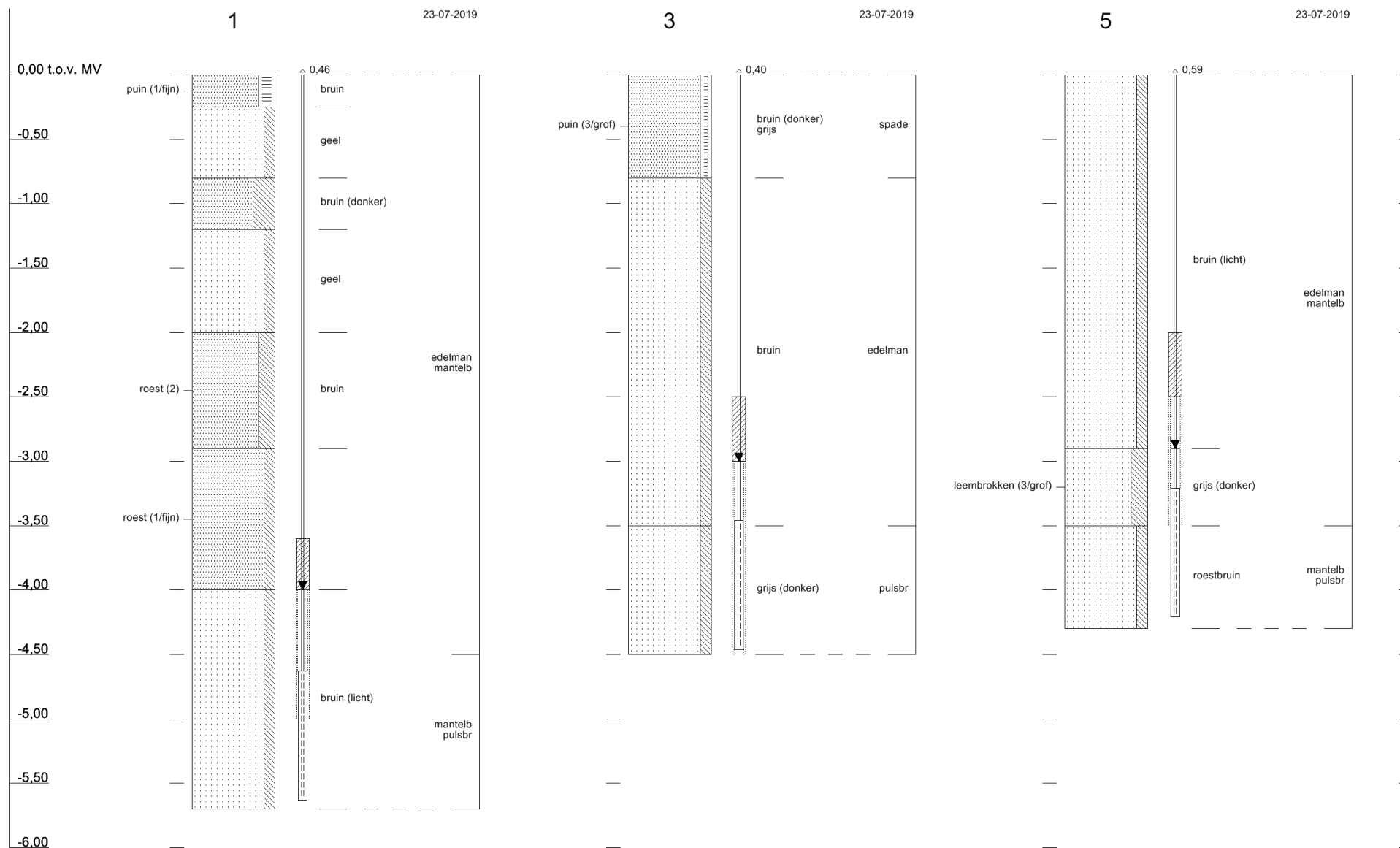
Tauw bv

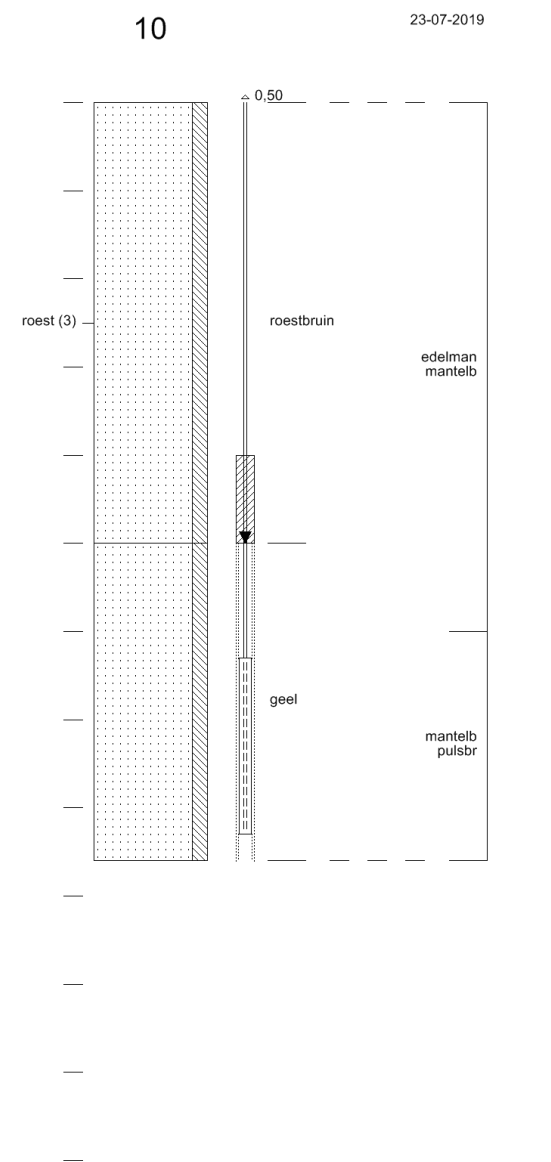
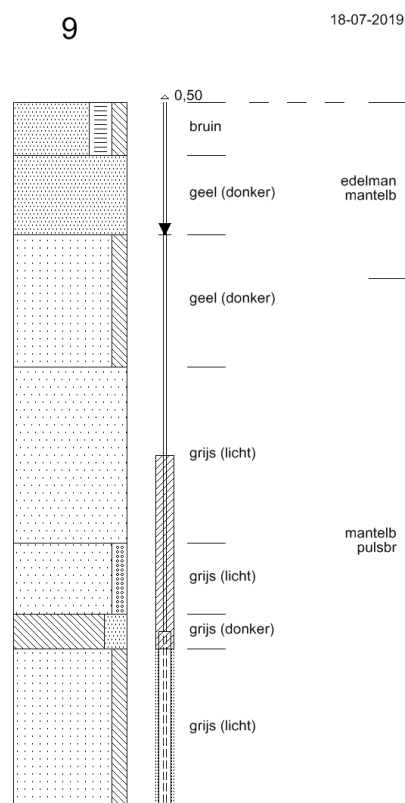
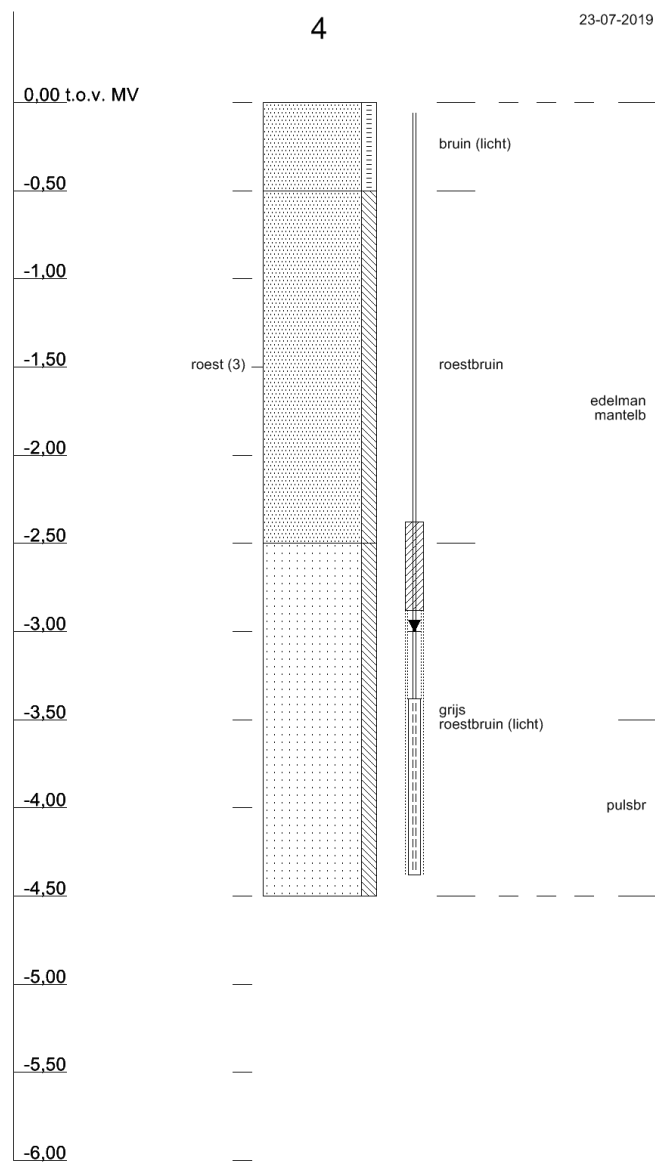
3

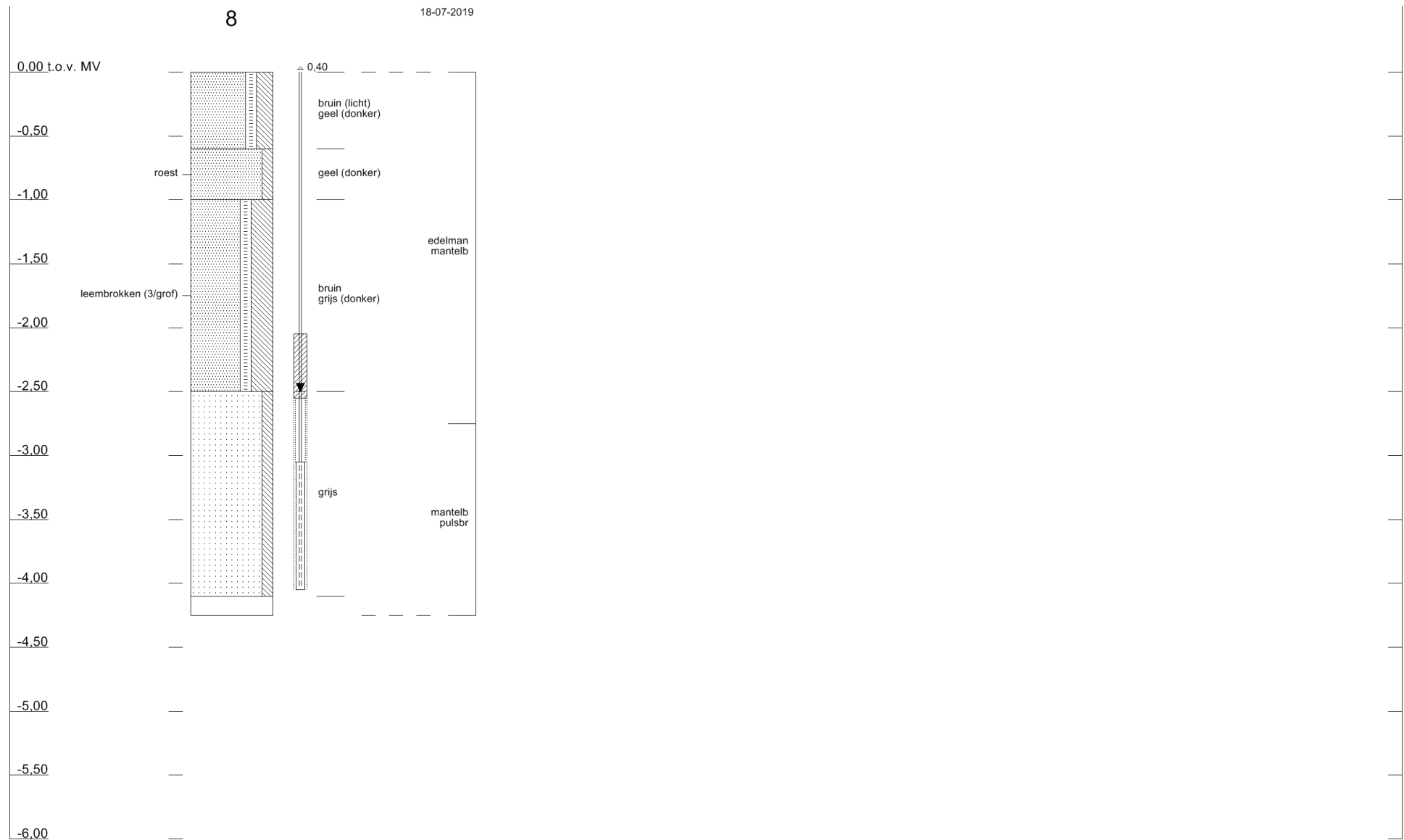
01-01-2013













Geotechnisch onderzoek t.b.v.

vervangen stuw Junne te Junne

Projectnummer.:2019-0391



Koops & Romeijn grondmechanica

Samenwerkende, zelfstandige adviseurs voor grondonderzoek, geotechniek en geohydrologie



Geotechnisch onderzoek t.b.v.

vervangen stuw Junne te Junne

Projectnummer: 2019-0391

Opdrachtgever: Waterschap Vechtstromen
t.a.v. de heer E. Slot
Postbus 5006
7600 GA Almelo

Datum grondonderzoek: 3 en 8 april 2019

Datum rapportage: 10 april

Bijlagen: Situatietekening
Sondeergrafieken DKP1 t/m DKM10
Voorboorstaat VB1



Koops & Romeijn grondmechanica

Samenwerkende, zelfstandige adviseurs voor grondonderzoek, geotechniek en geohydrologie

A. Palsma

E-mail: a.palsma@koopsggrondmechanica.nl
Telefoon: 06 - 50 29 84 41

H.J.H. Westerhof

E-mail: h.westerhof@koopsggrondmechanica.nl
Telefoon: 06 - 13 14 22 42

Koops grondmechanica

Postbus 428, 7940 AK Meppel
Telefoon: (0522) 26 00 84
E-mail: info@koopsggrondmechanica.nl
IBAN nr. NL35 RABO 0300 4695 35
KvK Meppel nr. 61574031
BTW nr. NL 8543.96.664.B01
www.koops-grondmechanica.nl

Waterschap Vechtstromen
t.a.v. de heer E. Slot
Postbus 5006
7600 GA Almelo



KG-2019-0391 HW/hw Meppel, 10 april 2019

Betreft: **Vervangen stuw Junne te Junne**

Uw projectnummer:

Geachte heer Slot,

Op 1 april 2019 ontvingen wij van u de opdracht voor het uitvoeren van een geotechnisch onderzoek ten behoeve van bovengenoemd project. In de vorm van dit rapport, doen wij u de resultaten toekomen.

Veldwerkzaamheden.

Het grondonderzoek heeft bestaan uit 10 sonderingen, waarvan de resultaten zijn gepresenteerd op de sondeergrafieken DKP1 t/m DKM10.

De conus- en wrijvingsweerstand, uitgedrukt in mN/m^2 , is hierop uitgezet tegen de diepte in meters ten opzichte van N.A.P.

De sonderingen zijn uitgevoerd met onze standaard sondeerwagen.

De metingen zijn verricht met een gladde elektrische (kleef-)mantelconus met hellingmeter, een en ander conform norm NEN-EN-ISO 22476-1 klasse 3.

Bij de kleefmantelsondering (DKP1 t/m DKM10) is naast de conusweerstand eveneens de plaatselijke wrijvingsweerstand geregistreerd. Het op de betreffende sondeergrafieken weergegeven wrijvingsgetal, geeft de verhouding weer tussen de wrijvingsweerstand en de conusweerstand in procenten en is kenmerkend voor de verschillende grondsoorten.

Bij 5 sonderingen (DKP1, DKP3, DKM6, DKP7 en DKP9) is tevens de waterspanning gemeten. Als gevolg van het tijdens het sonderen dichtsmen van het filtersteentje in de conus is het specifiek in de kleilagen niet altijd gelukt een goede waterspanning te meten. Uitzondering hierop is DKP6.



Koops & Romeijn grondmechanica is de naam waaronder een groep onafhankelijke, zelfstandige en ervaren adviseurs voor grondonderzoek, geotechniek en geohydrologie sinds 1996 samenwerkt. Deze samenwerking beperkt zich uitsluitend tot wederzijdse ondersteuning en kennisuitwisseling binnen de vaktechnische disciplines, zoals voorgaand genoemd. Van onderlinge juridische banden is geen sprake. De adviseurs zijn gevestigd te: **Bemmel - Oegstgeest - Ammerstol - Leek - Meppel - Velp - Wijchen**.

Op al onze werkzaamheden zijn de algemene leveringsvoorwaarden (ALV 2018) van de Vereniging Ondernemers Technisch Bodemonderzoek (V.O.T.B.), zoals gedeponeerd bij de Kamer van Koophandel Midden-Nederland te Utrecht onder nr. 40476246 en de rechtsverhouding opdrachtgever-architect, ingenieurs en adviseur DNR2011 van toepassing.

Als indicatie kunnen voor normaal geconsolideerde grondlagen, onder de grondwaterstand de volgende percentages worden aangehouden;

<u>Wrijvingsgetal in %</u>			<u>Grondsoort</u>
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 maatgevend zijn te beschouwen.

In verband met de mogelijke aanwezigheid van kabels en leidingen is sondering DKP6 vorgeboord. Het opgeboorde materiaal is in het veld geclassificeerd, samengesteld tot de voorboorstaat VB1 en als bijlage aan dit rapport toegevoegd.

De hoogte en de coördinaten van de onderzoekslocaties zijn bepaald in N.A.P. en RD. De maximale afwijking van de meting van de coördinaten bedraagt 10 cm, de maximale afwijking van de meting van de hoogte bedraagt 5 cm.

Tijdens de uitvoering van het onderzoek zijn tevens de kruin van een nabijgelegen weg, as van de brug, een put en het waterpeil ingemeten. De locaties met betreffende N.A.P.-hoogtes zijn aangegeven op de situatietekening.

De ligging van de sondeerlocaties is weergegeven op de bijgaande situatietekening.

De hoogtebepaling van de onderzoekslocaties is uitgevoerd met als doel de bodemopbouw te refereren aan een vaste referentiehoogte. Deze gegevens zijn niet geschikt voor andere doeleinden dan dit onderzoek.

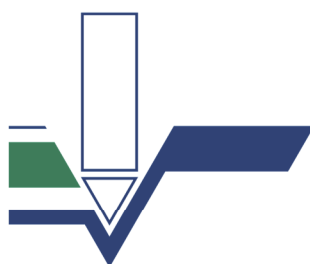
Vertrouwende u hierbij van dienst te zijn geweest, verblijven wij.

met vriendelijke groet,



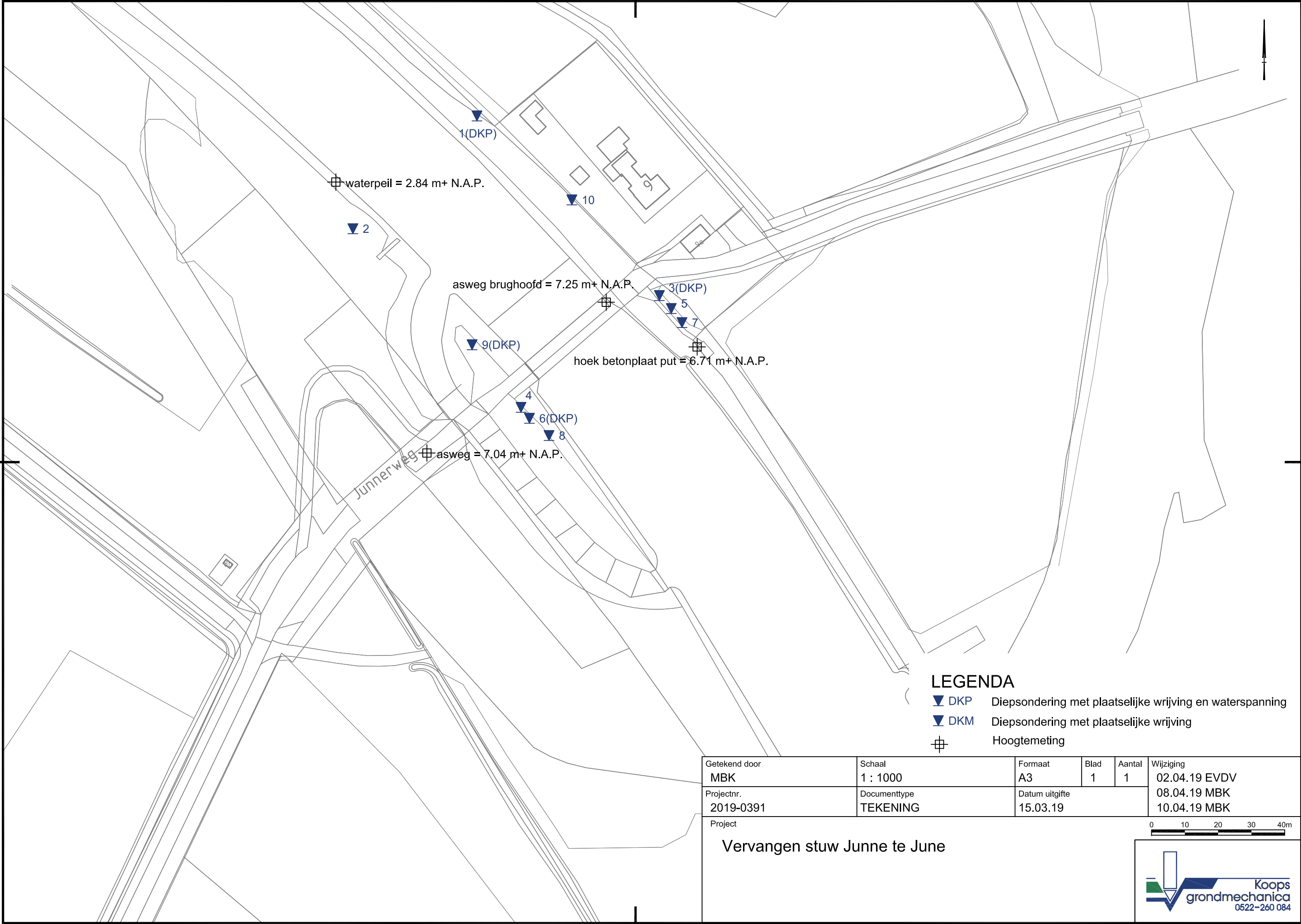
Harry Westerhof

Bijlage:
Situatietekening



Koops & Romeijn grondmechanica

Samenwerkende, zelfstandige adviseurs voor grondonderzoek, geotechniek en geohydrologie



LEGENDA

- ▼ DKP Diepsondering met plaatselijke wrijving en waterspanning
- ▼ DKM Diepsondering met plaatselijke wrijving
- ⊕ Hoogtemeting

Getekend door MBK	Schaal 1 : 1000	Formaat A3	Blad 1	Aantal 1	Wijziging 02.04.19 EVDV 08.04.19 MBK 10.04.19 MBK
Projectnr. 2019-0391	Documenttype TEKENING	Datum uitgifte 15.03.19			

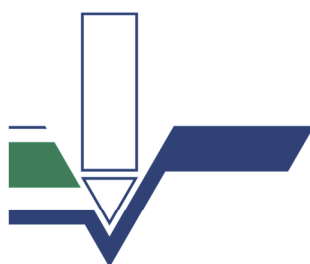
Project

0 10 20 30 40m

Vervangen stuw Junne te June



Bijlage:
Sondeergrafieken



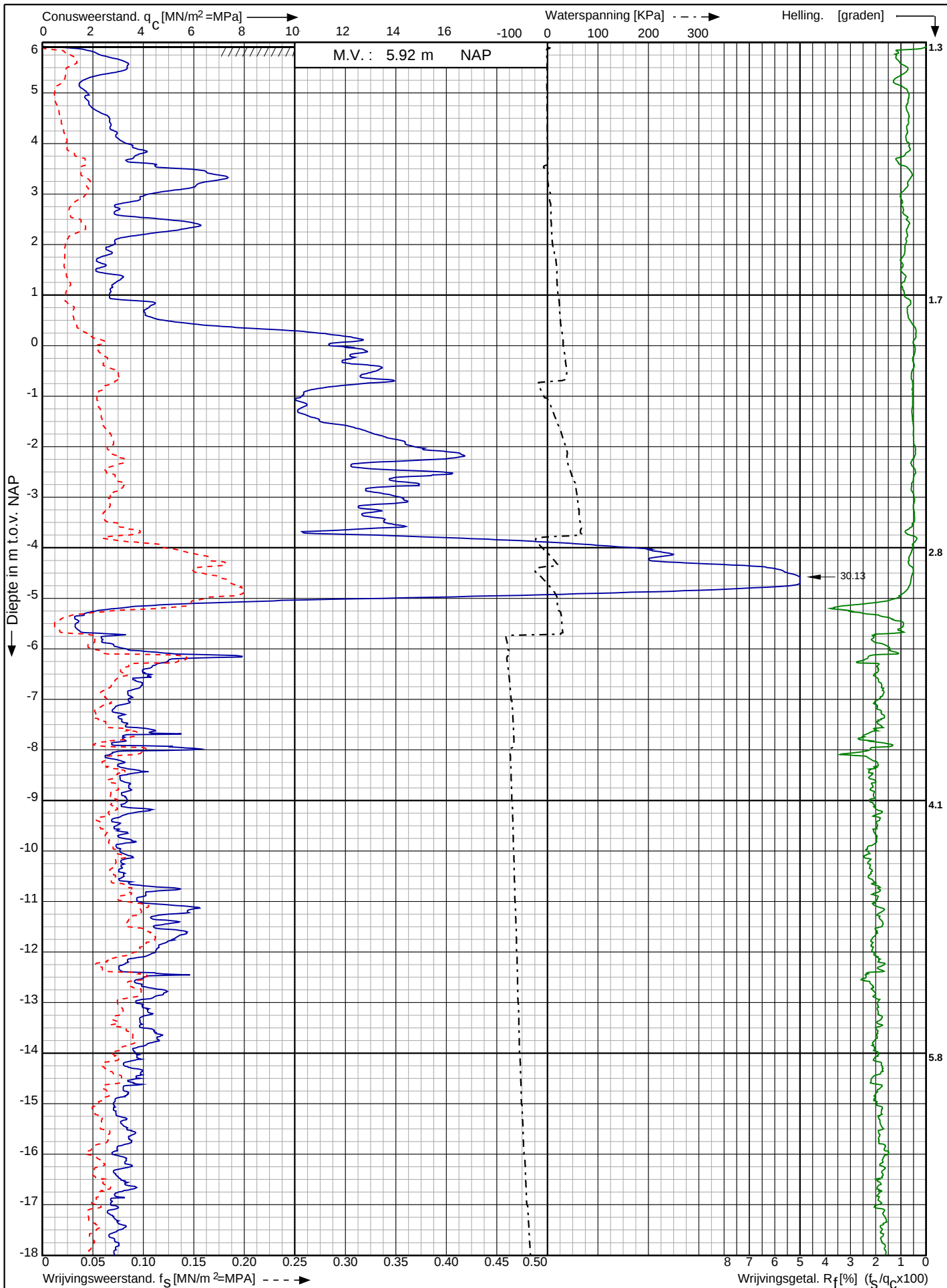
Koops & Romeijn grondmechanica

Samenwerkende, zelfstandige adviseurs voor grondonderzoek, geotechniek en geohydrologie

Conusserienummer: S18551

Conustype: cilindrisch elektrisch S15CFIIP

Sondering volgens norm NEN-EN-ISO 22476-1 klasse 3



Vervangen stuw Junne te
Junne

RD-coördinaten : X = 230382.75 Y = 505124.50

Opdr. nr. : 2019-0391

Datum uitv. : 8-4-2019

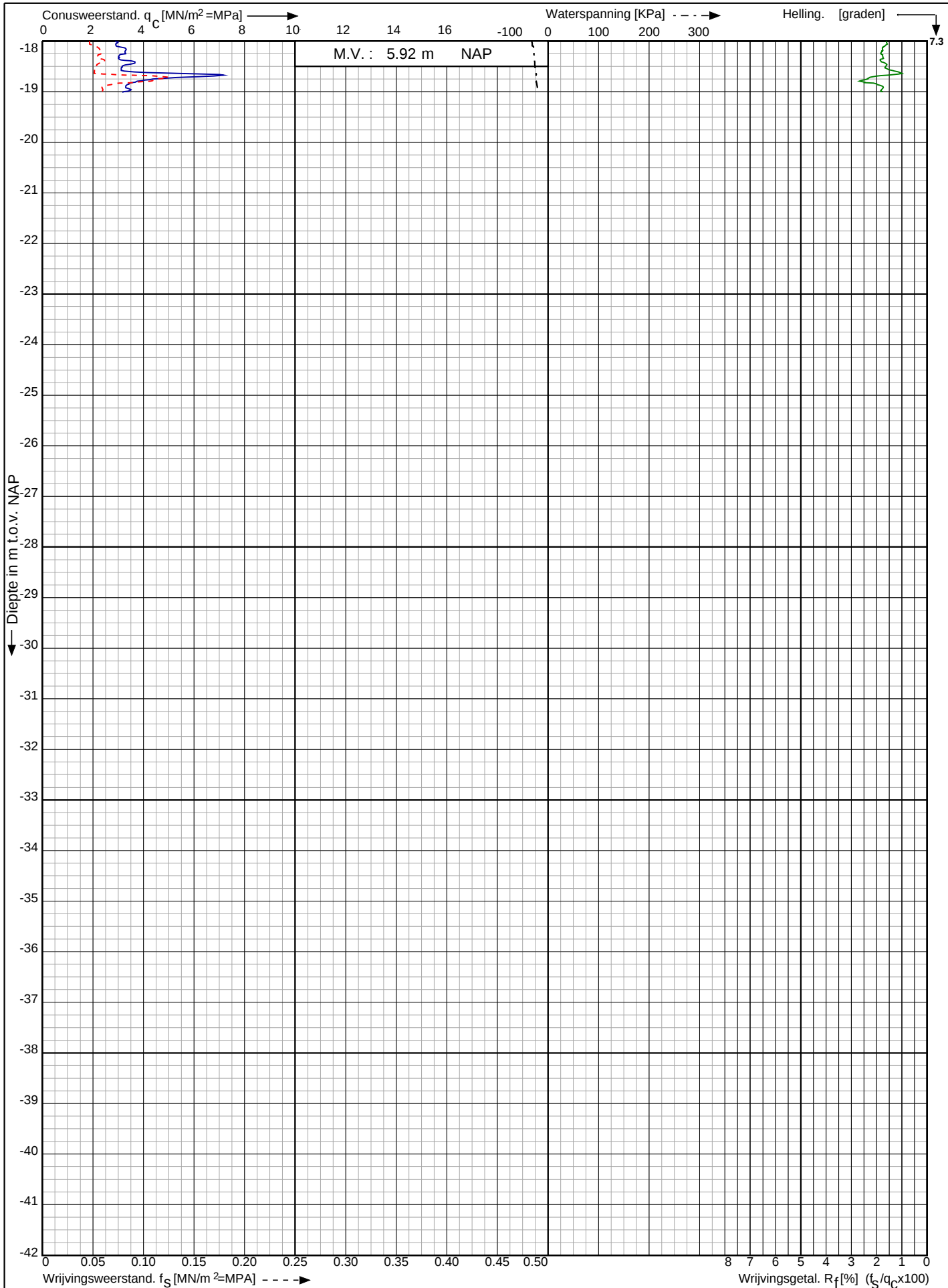
Sond. nr. : 1



Conusserienummer: S18551

Conustype: cilindrisch elektrisch S15CFIIP

Sondering volgens norm NEN-EN-ISO 22476-1 klasse 3



Vervangen stuw Junne te
Junne

RD-coördinaten : X = 230382.75 Y = 505124.50

Opdr. nr. : 2019-0391

Datum uitg. : 8-4-2019

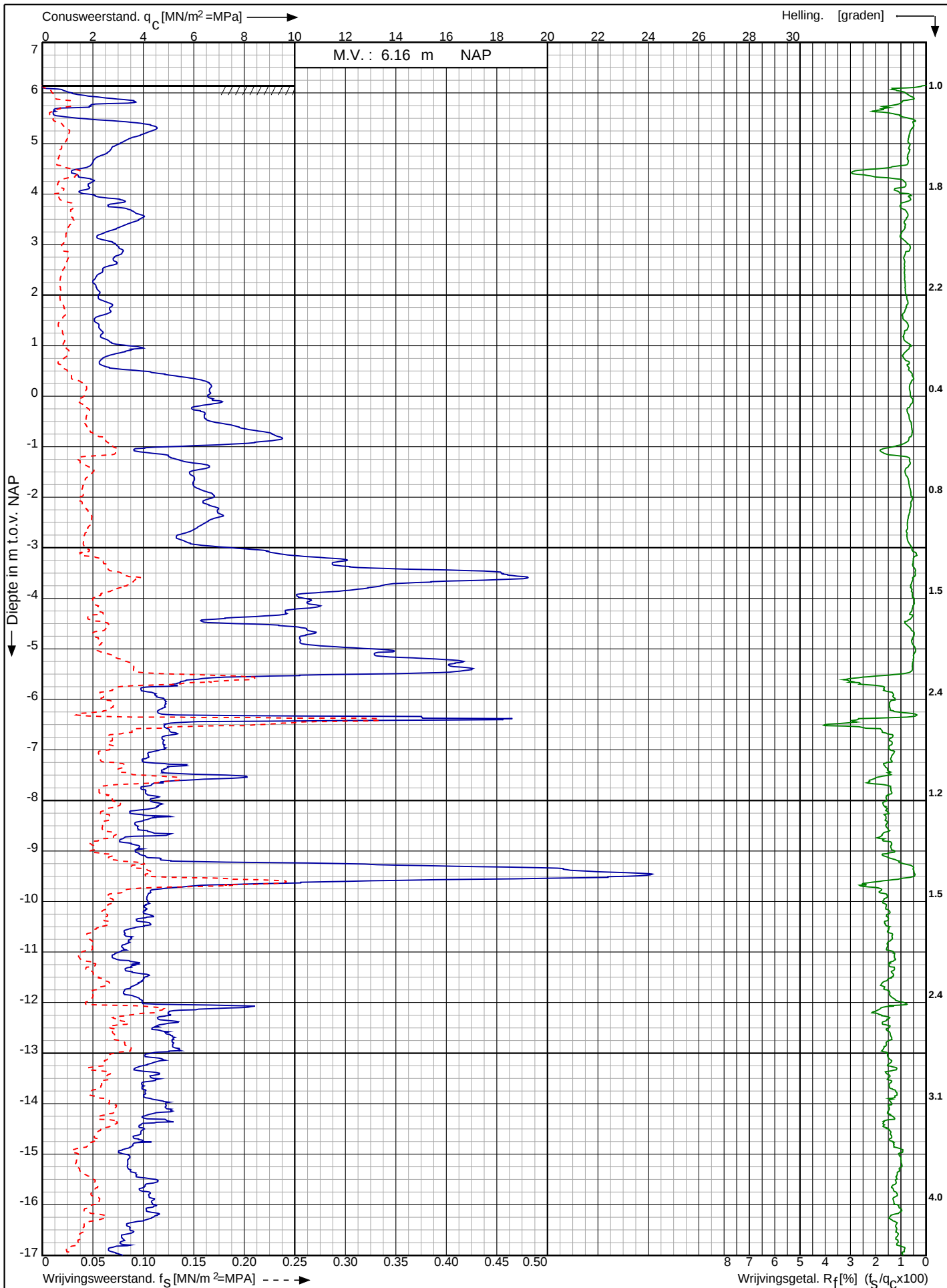
Sond. nr. : 1



Conusserienummer: S16295

Conustype: cilindrisch elektrisch S15CFII

Sondering volgens norm NEN-EN-ISO 22476-1 klasse 3



Vervangen stuw Junne te
Junne

RD-coördinaten : X = 230345.48 Y = 505090.60

Opdr. nr. : 2019-0391

Datum uitv. : 3-4-2019

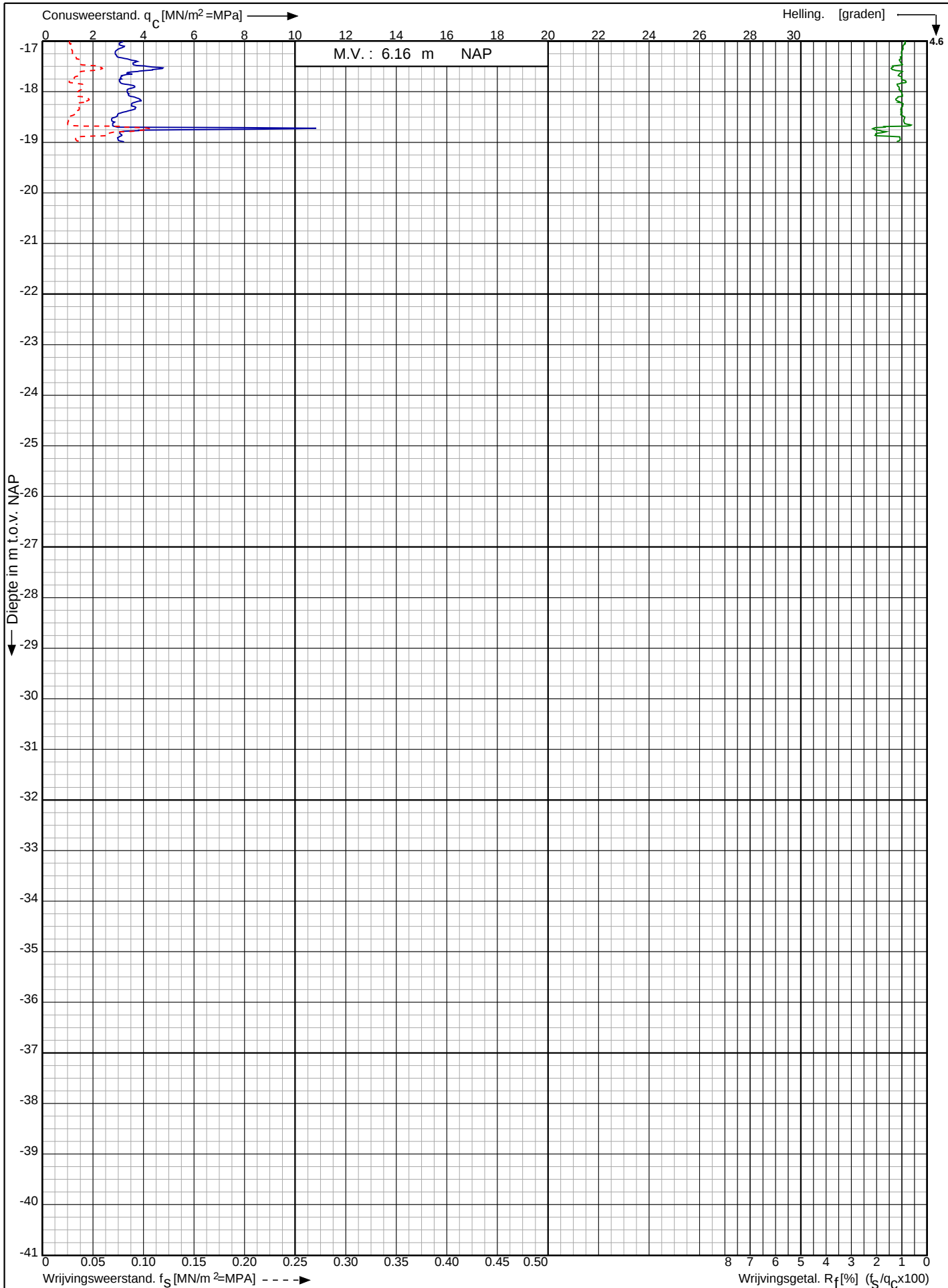
Sond. nr. : 2



Conusserienummer: S16295

Conustype: cilindrisch elektrisch S15CFII

Sondering volgens norm NEN-EN-ISO 22476-1 klasse 3



Vervangen stuw Junne te
Junne

RD-coördinaten : X = 230345.48 Y = 505090.60

Opdr. nr. : 2019-0391

Datum uitv. : 3-4-2019

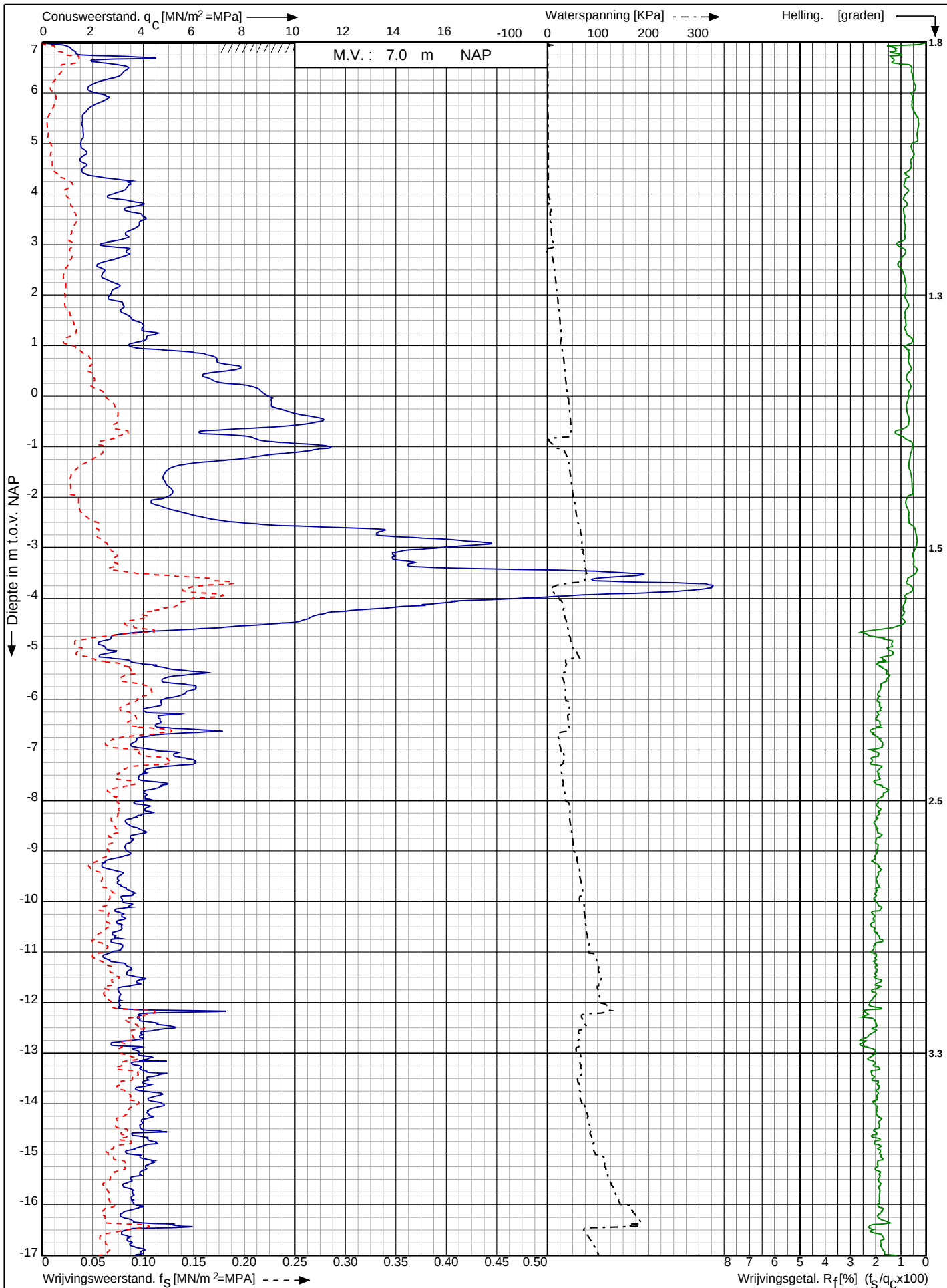
Sond. nr. : 2



Conusserienummer: S18551

Conustype: cilindrisch elektrisch S15CFIIP

Sondering volgens norm NEN-EN-ISO 22476-1 klasse 3



Vervangen stuw Junne te
Junne

RD-coördinaten : X = 230437.54 Y = 505070.53

Opdr. nr. : 2019-0391

Datum uitv. : 8-4-2019

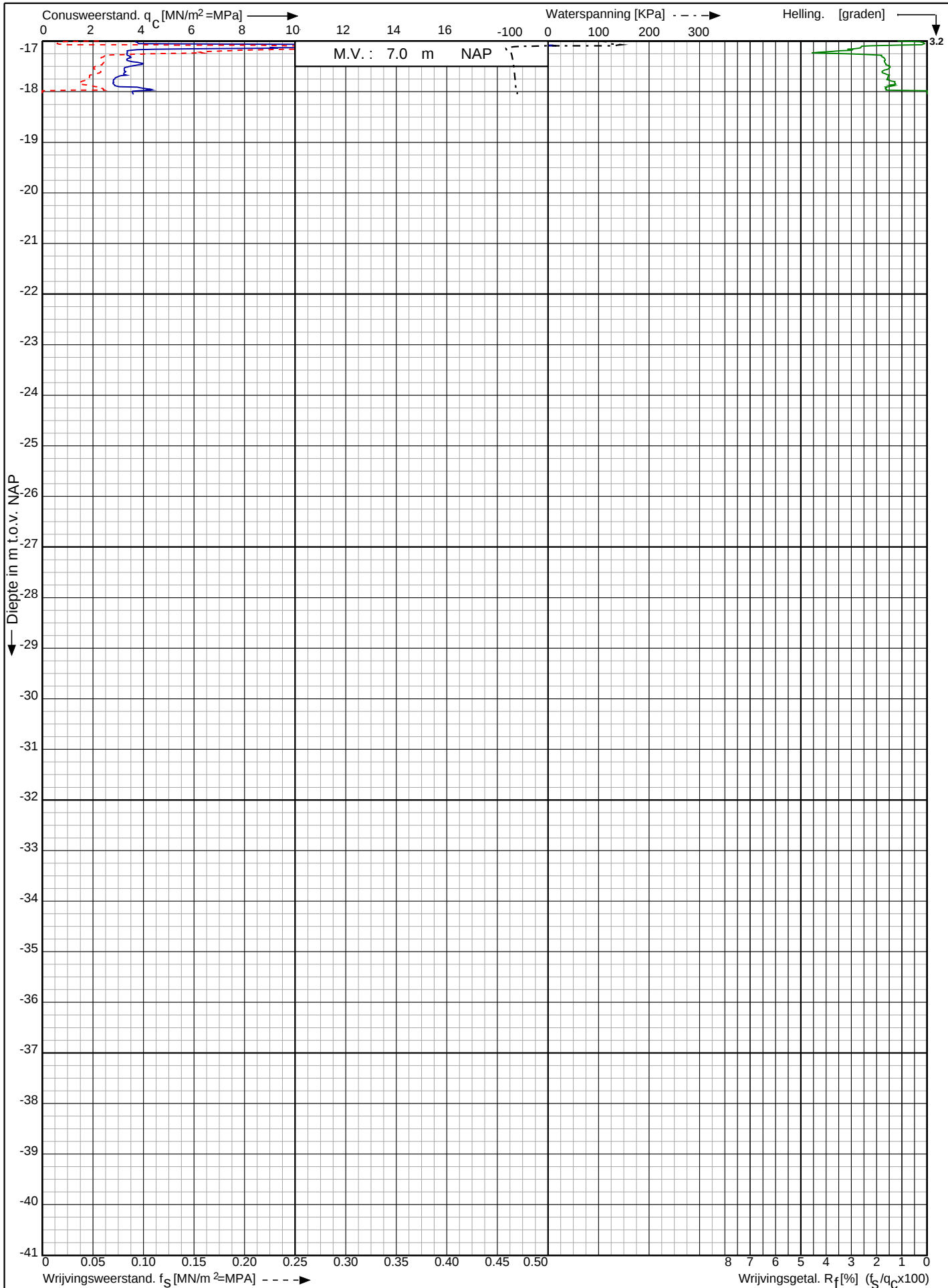
Sond. nr. : 3



Conusserienummer: S18551

Conustype: cilindrisch elektrisch S15CFIIP

Sondering volgens norm NEN-EN-ISO 22476-1 klasse 3



Vervangen stuw Junne te
Junne

RD-coördinaten : X = 230437.54 Y = 505070.53

Opdr. nr. : 2019-0391

Datum uitv. : 8-4-2019

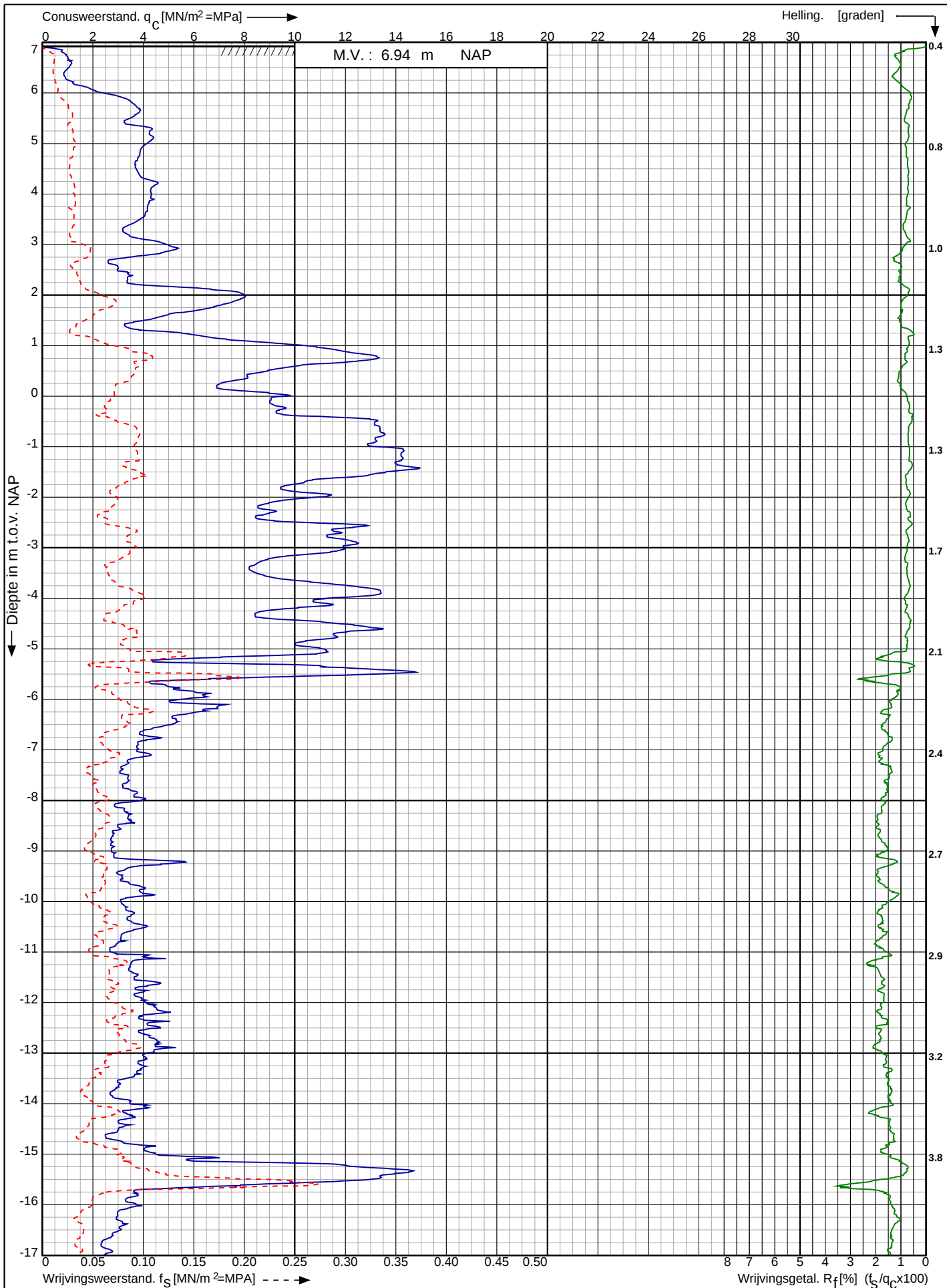
Sond. nr. : 3



Conusserienummer: 1658

Conustype: cilindrisch elektrisch S15CFII

Sondering volgens norm NEN-EN-ISO 22476-1 klasse 3



Vervangen stuw Junne te
Junne

RD-coördinaten : X = 230395.98 Y = 505036.95

Opdr. nr. : 2019-0391

Datum uitv. : 3-4-2019

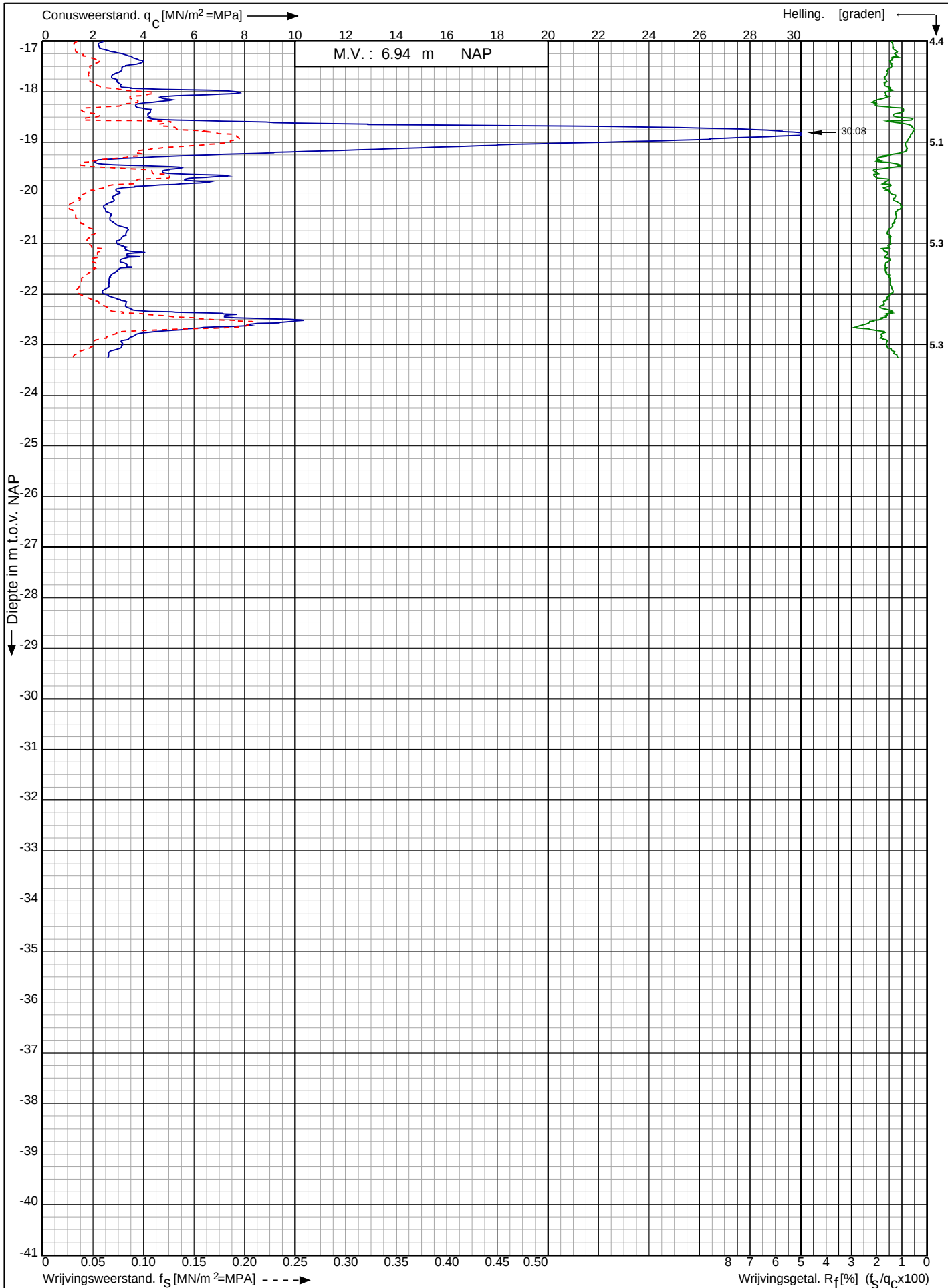
Sond. nr. : 4



Conusserienummer: 1658

Conustype: cilindrisch elektrisch S15CFII

Sondering volgens norm NEN-EN-ISO 22476-1 klasse 3



Vervangen stuw Junne te
Junne

RD-coördinaten : X = 230395.98 Y = 505036.95

Opdr. nr. : 2019-0391

Datum uitg. : 3-4-2019

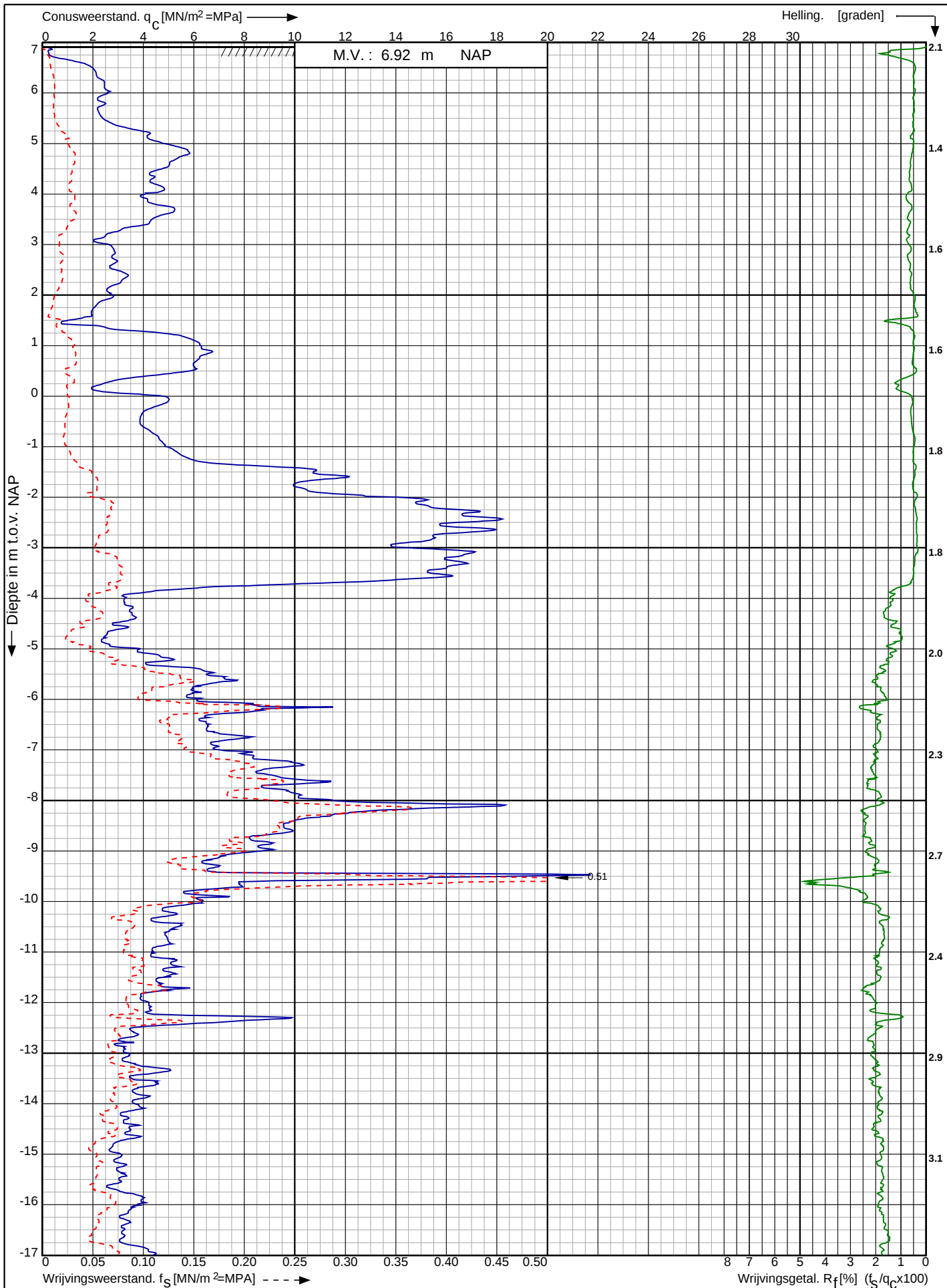
Sond. nr. : 4



Conusserienummer: S18551

Conustype: cilindrisch elektrisch S15CFIIP

Sondering volgens norm NEN-EN-ISO 22476-1 klasse 3



Vervangen stuw Junne te
Junne

RD-coördinaten : X = 230441.12 Y = 505066.63

Opdr. nr. : 2019-0391

Datum uitv. : 8-4-2019

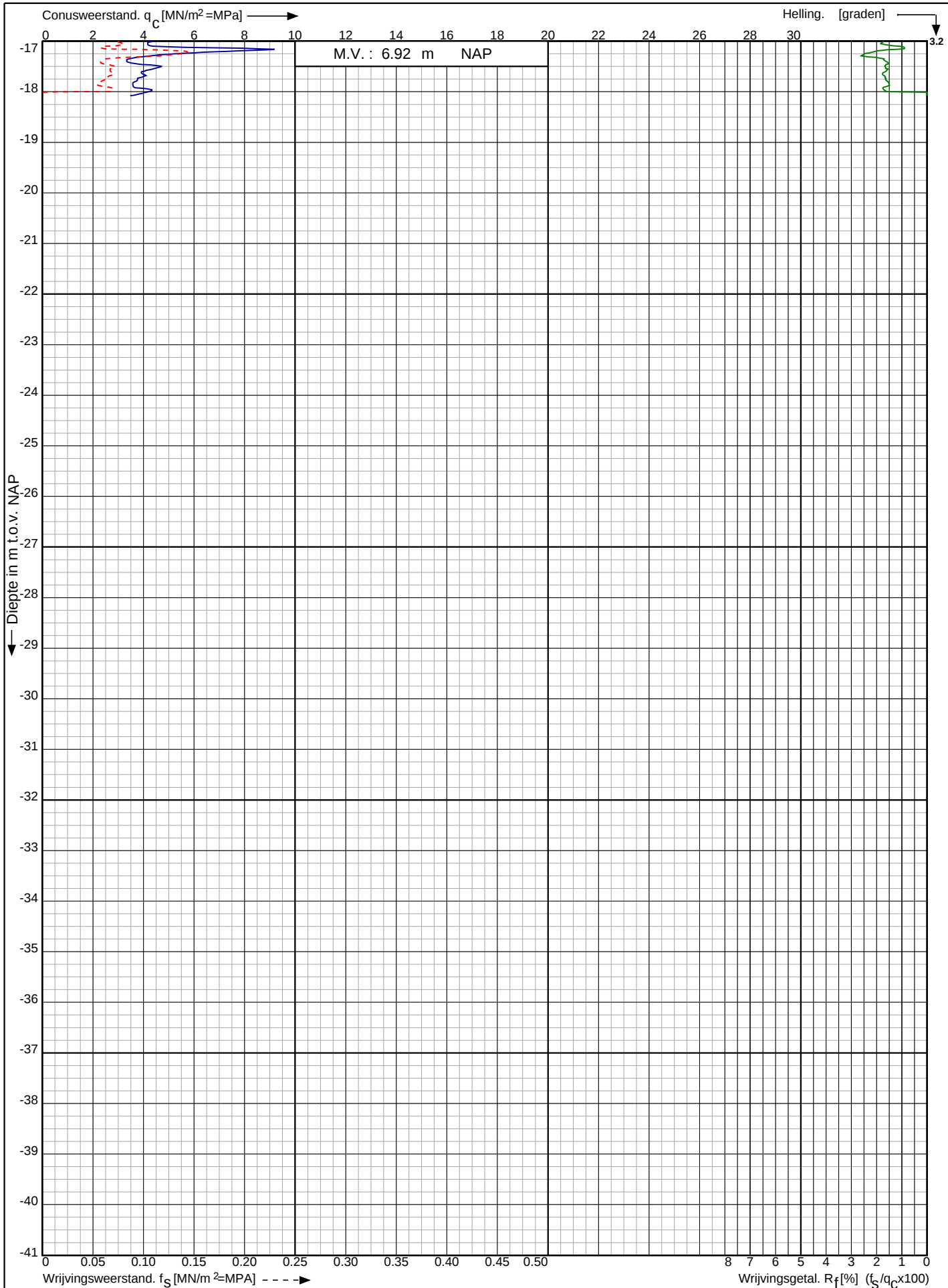
Sond. nr. : 5



Conusserienummer: S18551

Conustype: cilindrisch elektrisch S15CFIIP

Sondering volgens norm NEN-EN-ISO 22476-1 klasse 3



Vervangen stuw Junne te
Junne

RD-coördinaten : X = 230441.12 Y = 505066.63

Opdr. nr. : 2019-0391

Datum uitv. : 8-4-2019

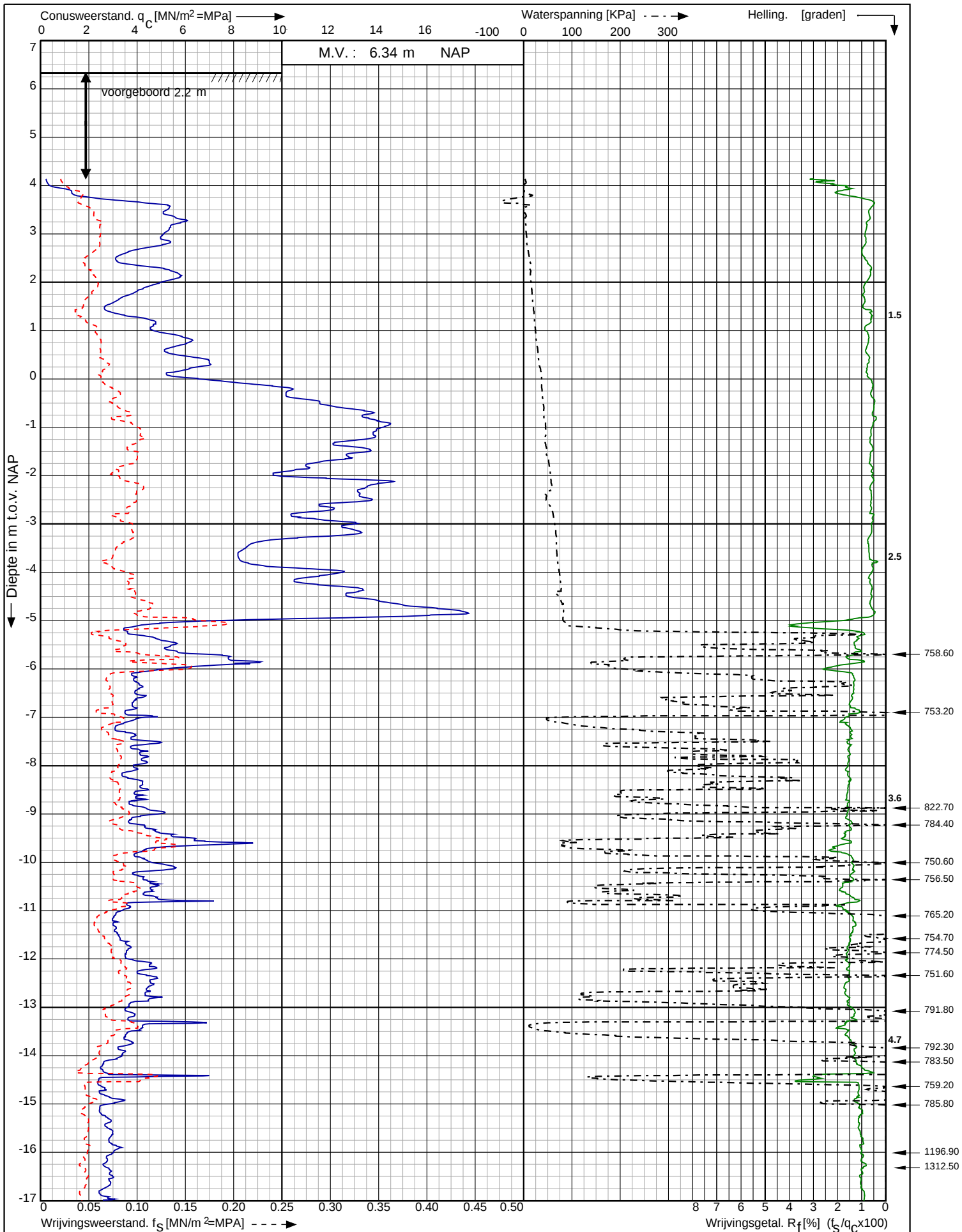
Sond. nr. : 5



Conusserienummer: 1519

Conustype: cilindrisch elektrisch S15CFIIP

Sondering volgens norm NEN-EN-ISO 22476-1 klasse 3



Vervangen stuw Junne te
Junne

RD-coördinaten : X = 230398.52 Y = 505033.66

Opdr. nr. : 2019-0391

Datum uitv. : 3-4-2019

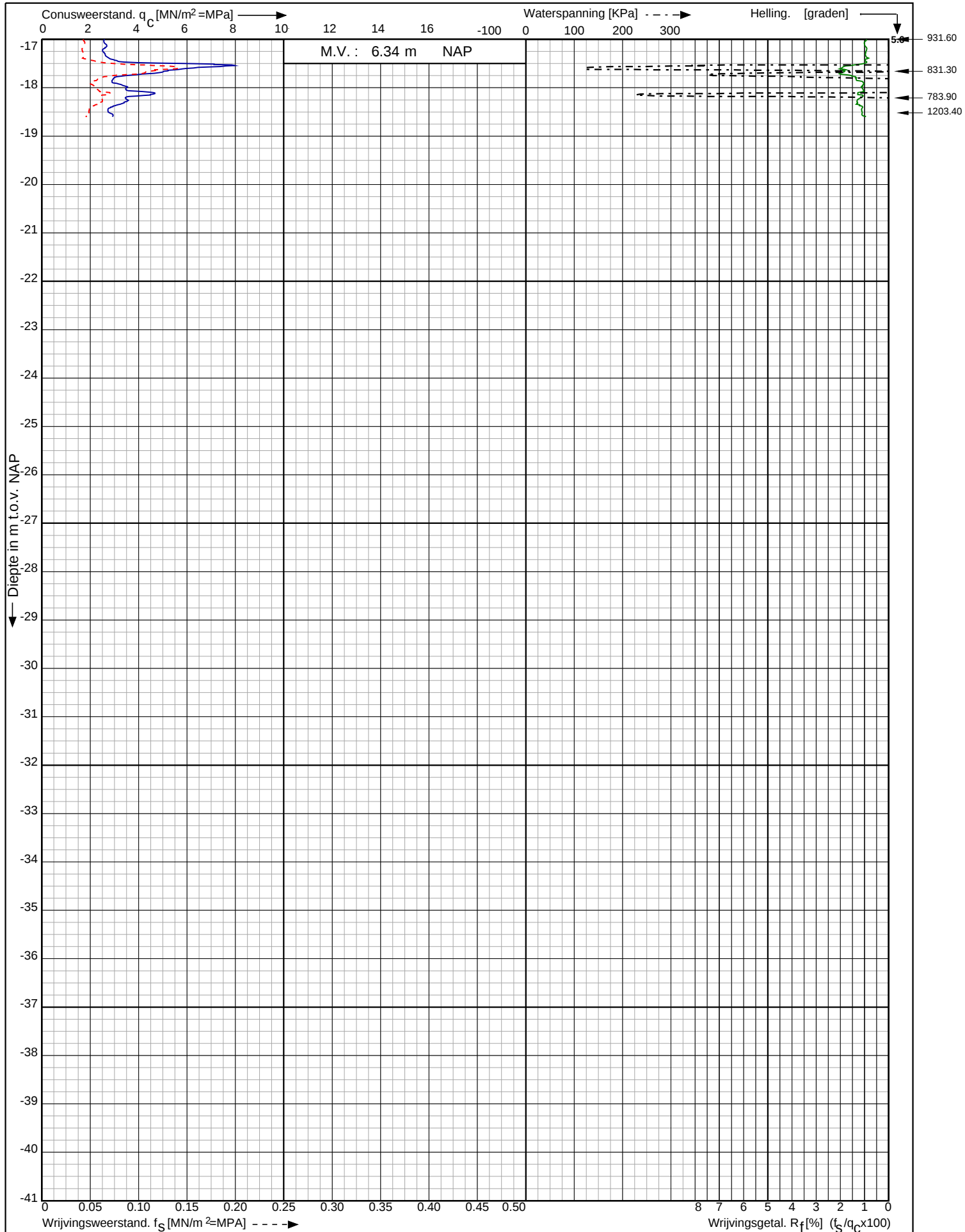
Sond. nr. : 6



Conusserienummer: 1519

Conustype: cilindrisch elektrisch S15CFIIP

Sondering volgens norm NEN-EN-ISO 22476-1 klasse 3



Vervangen stuw Junne te
Junne

RD-coördinaten : X = 230398.52 Y = 505033.66

Opdr. nr. : 2019-0391

Datum uitv. : 3-4-2019

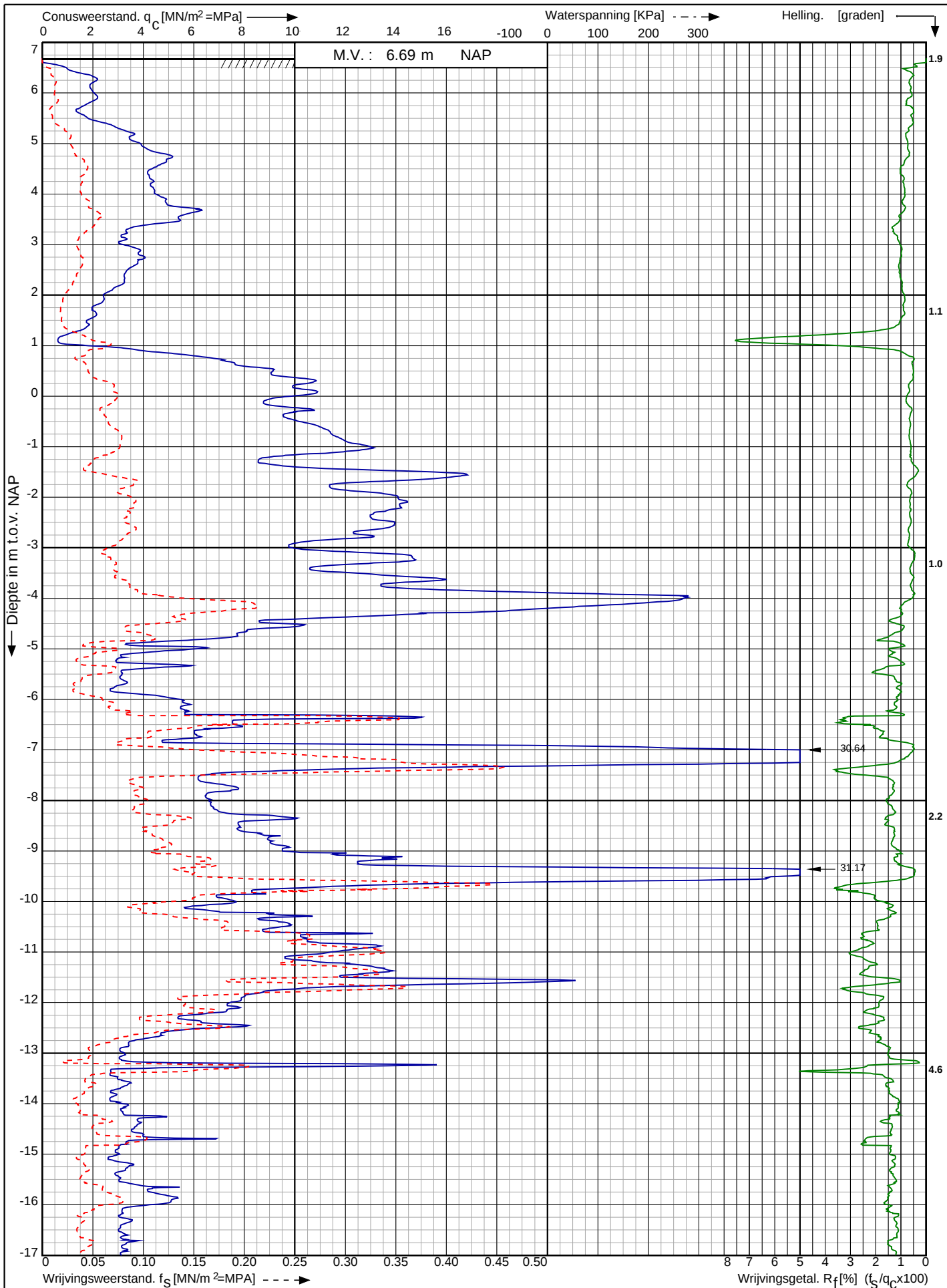
Sond. nr. : 6



Conusserienummer: S18056

Conustype: cilindrisch elektrisch S15CFII

Sondering volgens norm NEN-EN-ISO 22476-1 klasse 3



Vervangen stuw Junne te
Junne

RD-coördinaten : X = 230444.33 Y = 505062.41

Opdr. nr. : 2019-0391

Datum uitv. : 8-4-2019

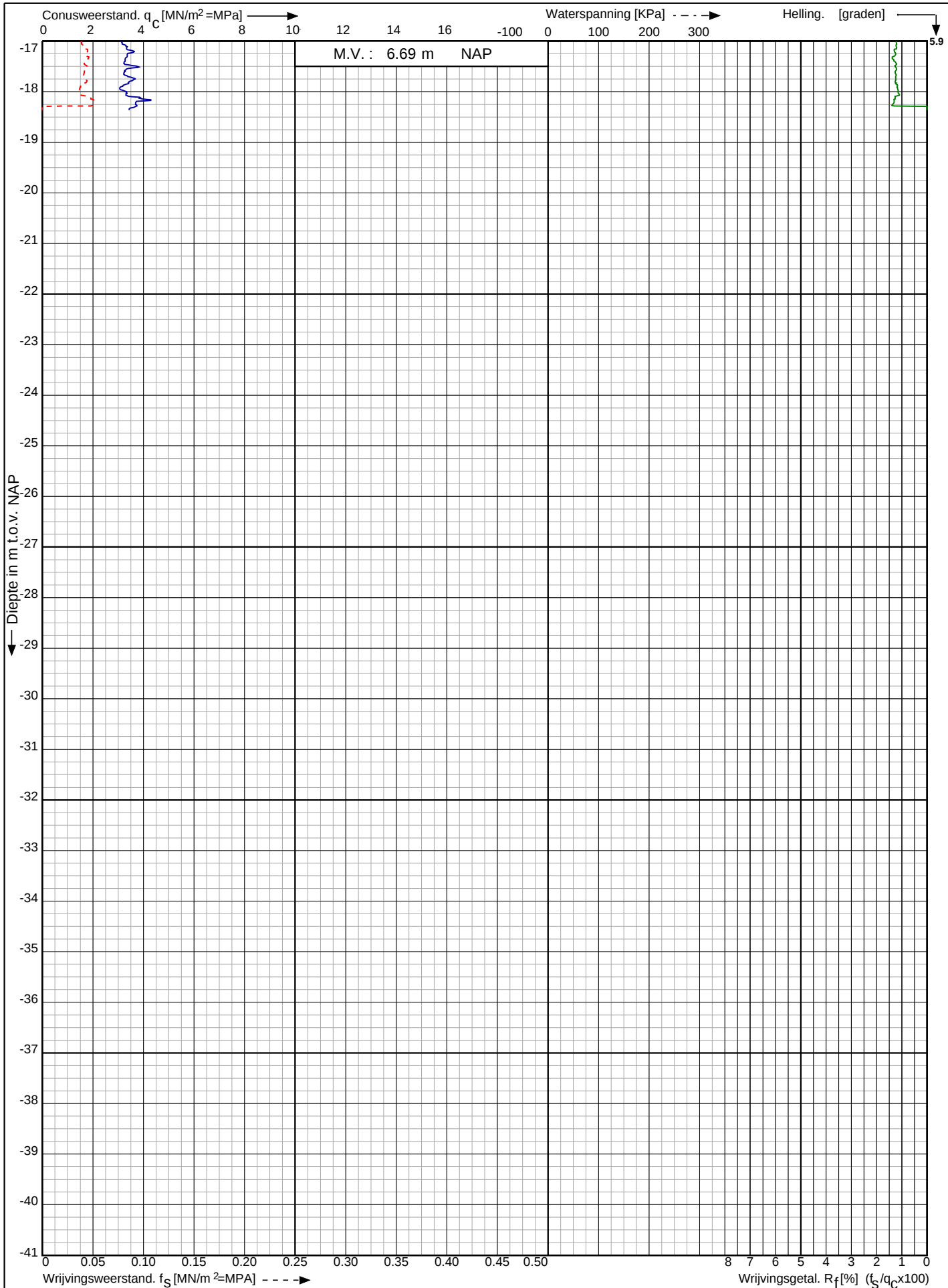
Sond. nr. : 7



Conusserienummer: S18056

Conustype: cilindrisch elektrisch S15CFII

Sondering volgens norm NEN-EN-ISO 22476-1 klasse 3



Vervangen stuw Junne te
Junne

RD-coördinaten : X = 230444.33 Y = 505062.41

Opdr. nr. : 2019-0391

Datum uitv. : 8-4-2019

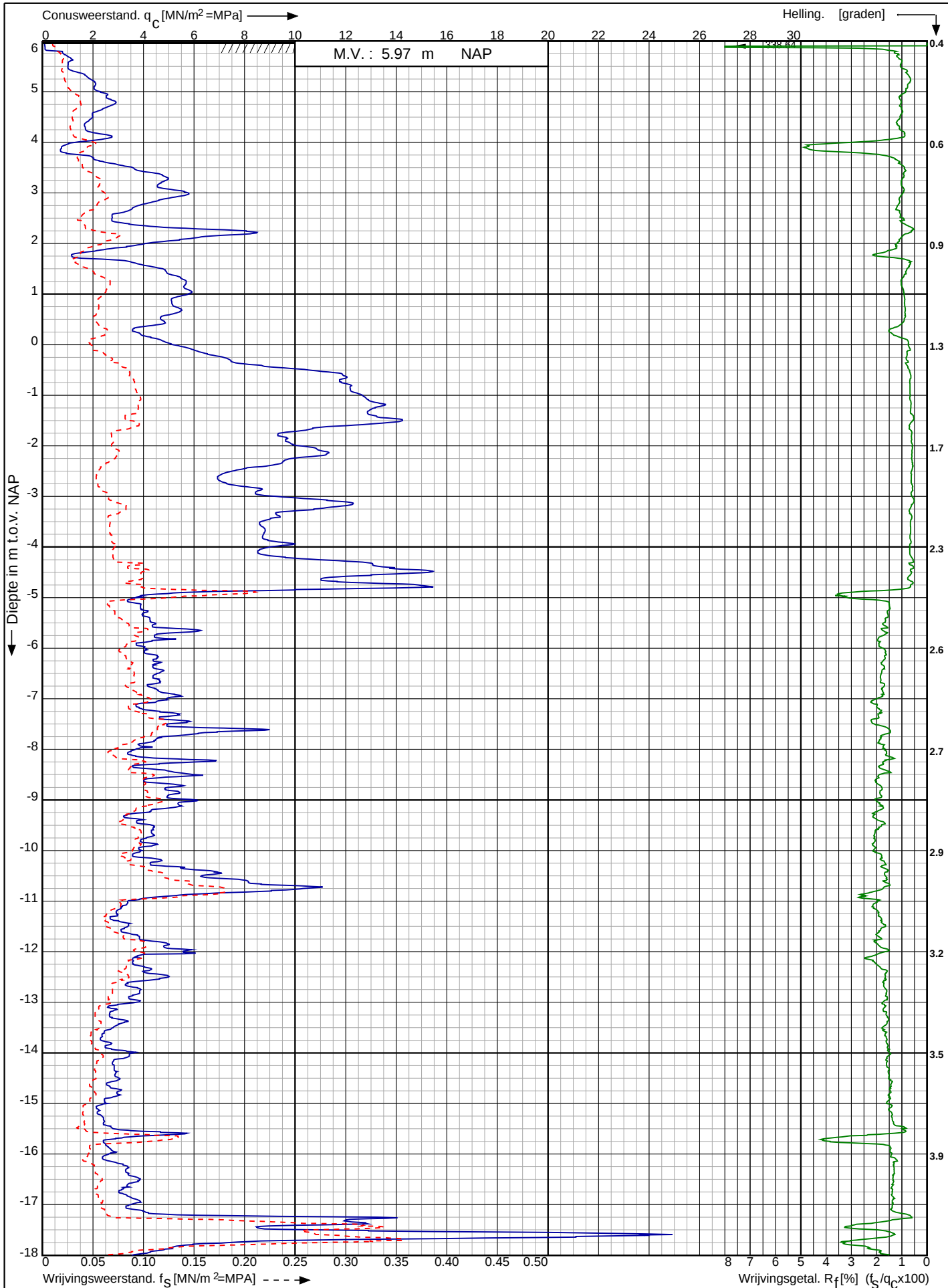
Sond. nr. : 7



Conusserienummer: 1658

Conustype: cilindrisch elektrisch S15CFII

Sondering volgens norm NEN-EN-ISO 22476-1 klasse 3



Vervangen stuw Junne te
Junne

RD-coördinaten : X = 230404.40 Y = 505028.48

Opdr. nr. : 2019-0391

Datum uitv. : 3-4-2019

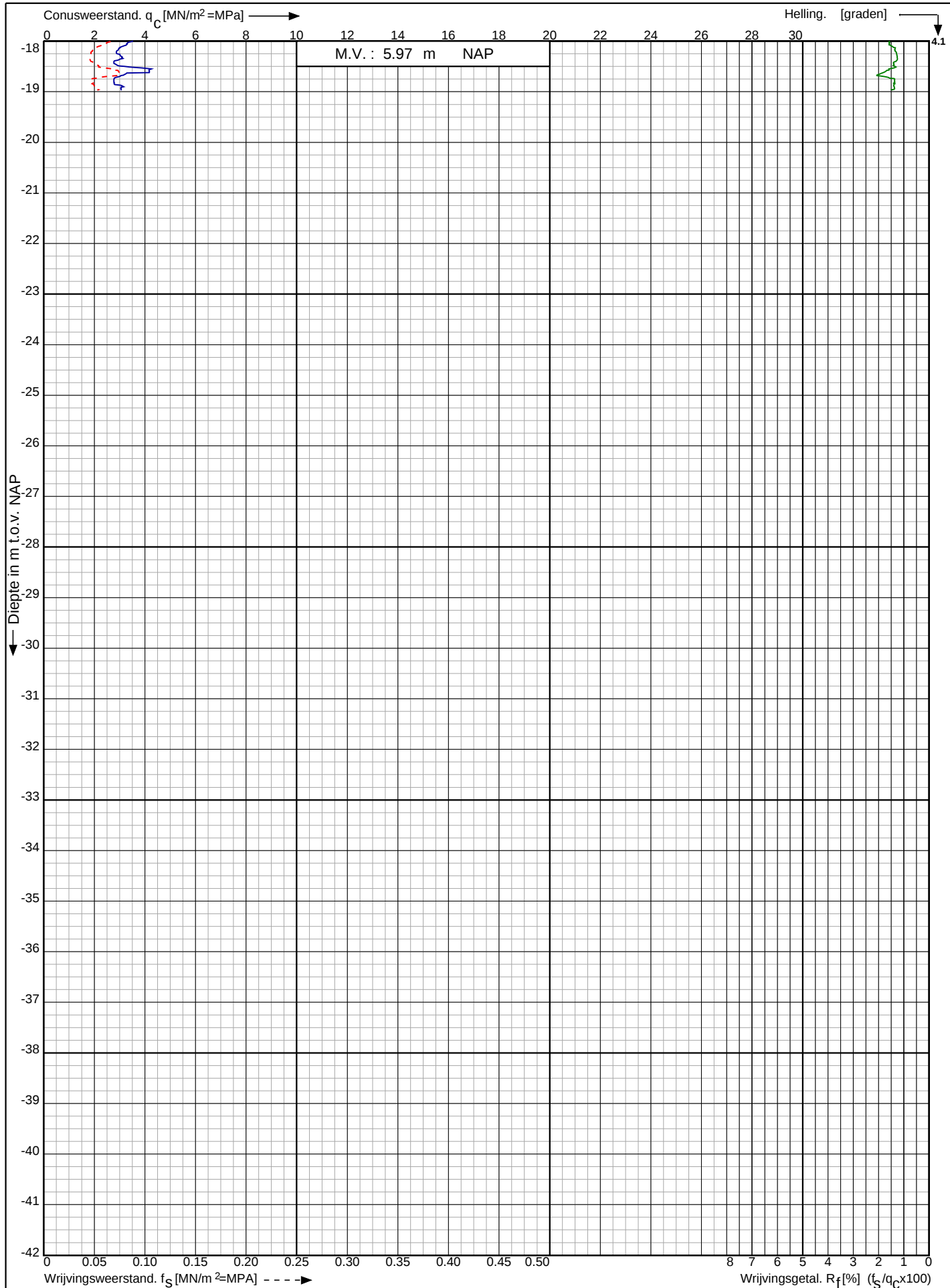
Sond. nr. : 8



Conusserienummer: 1658

Conustype: cilindrisch elektrisch S15CFII

Sondering volgens norm NEN-EN-ISO 22476-1 klasse 3



Vervangen stuw Junne te
Junne

RD-coördinaten : X = 230404.40 Y = 505028.48

Opdr. nr. : 2019-0391

Datum uitv. : 3-4-2019

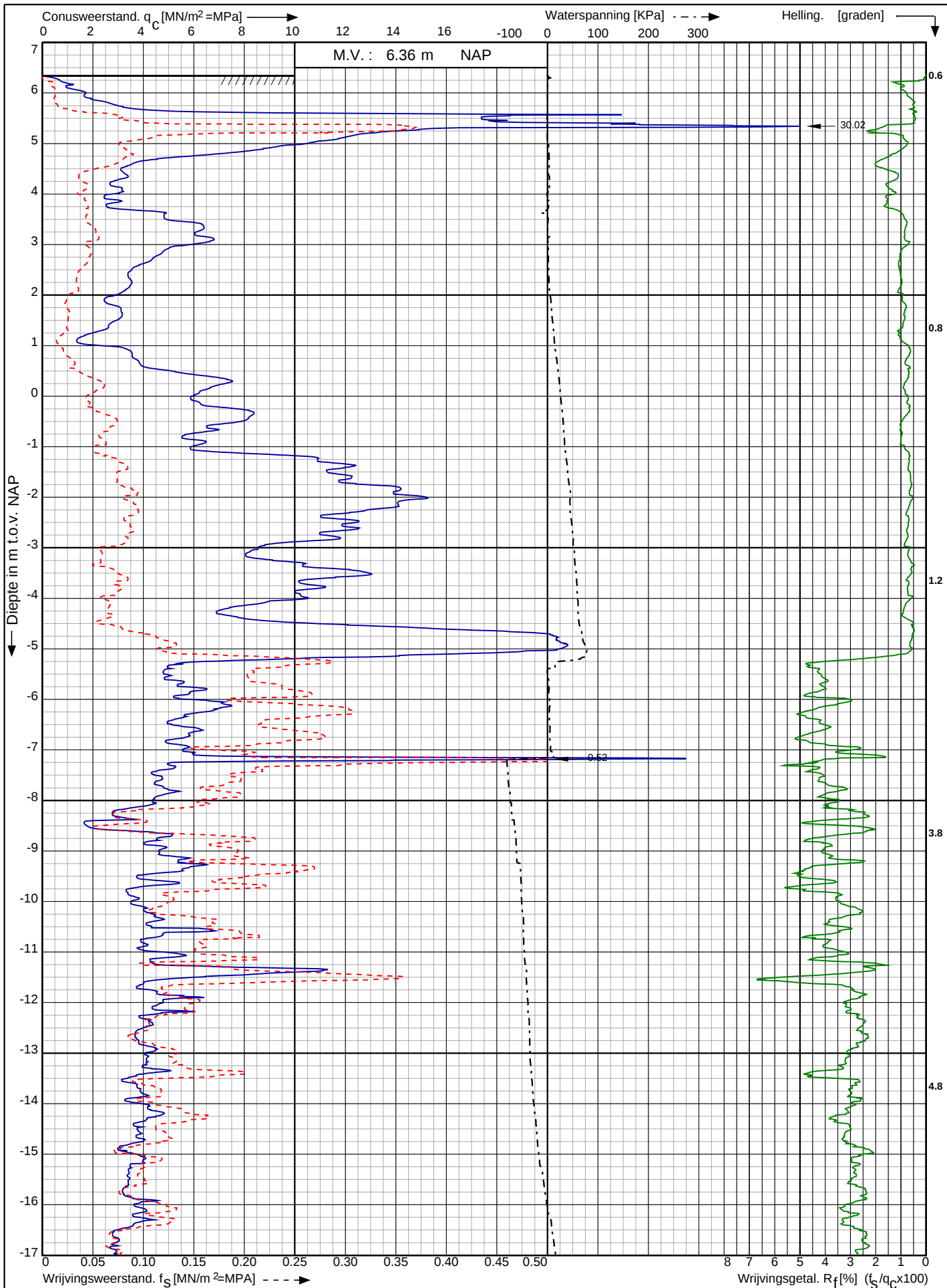
Sond. nr. : 8



Conusserienummer: S18047

Conustype: cilindrisch elektrisch S15CFIIP

Sondering volgens norm NEN-EN-ISO 22476-1 klasse 3



Vervangen stuw Junne te
Jonne

RD-coördinaten : X = 230381.28 Y = 505055.75

Opdr. nr. : 2019-0391

Datum uitv. : 3-4-2019

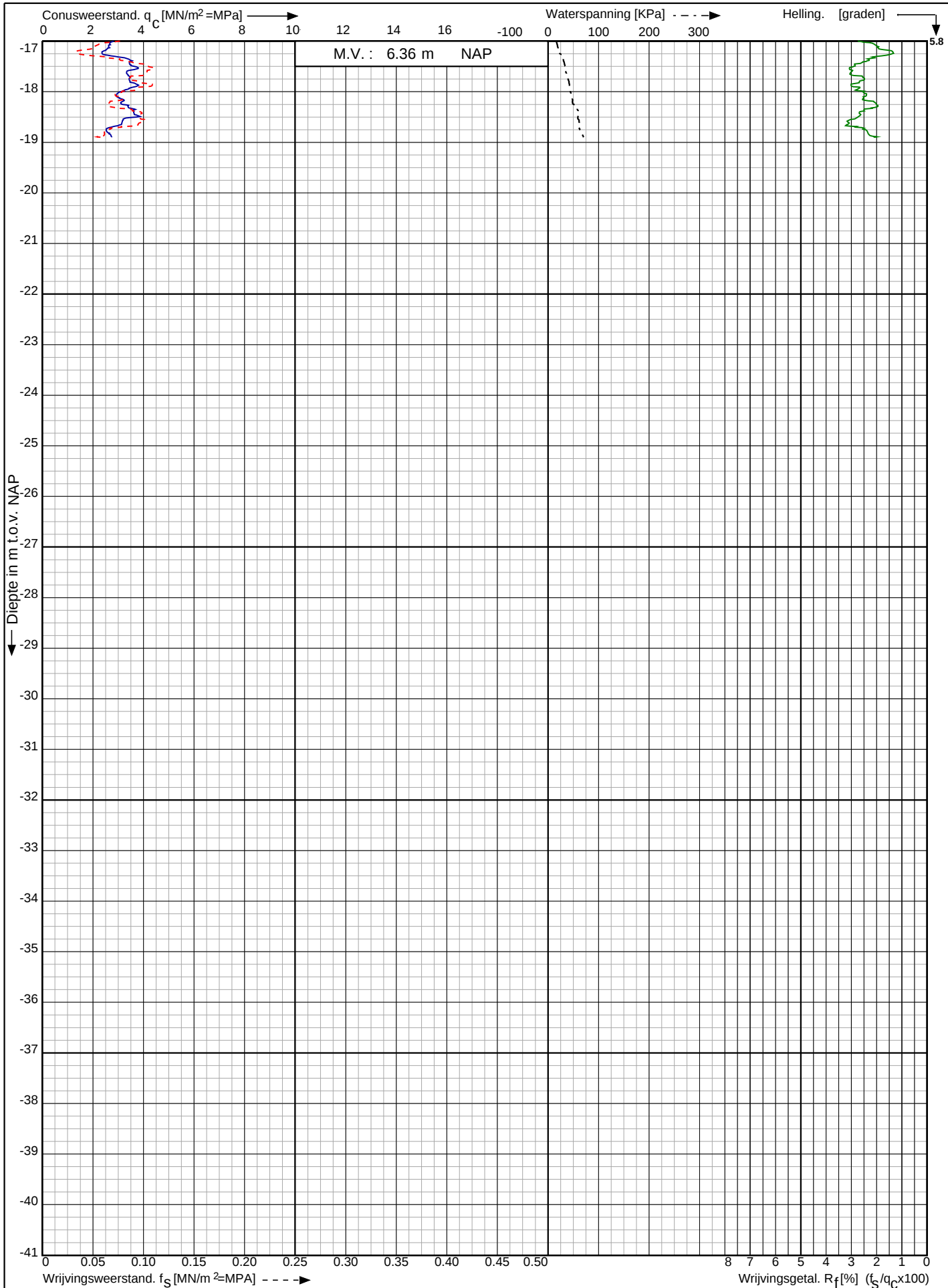
Sond. nr. : 9



Conusserienummer: S18047

Conustype: cilindrisch elektrisch S15CFIIP

Sondering volgens norm NEN-EN-ISO 22476-1 klasse 3



Vervangen stuw Junne te
Junne

RD-coördinaten : X = 230381.28 Y = 505055.75

Opdr. nr. : 2019-0391

Datum uitg. : 3-4-2019

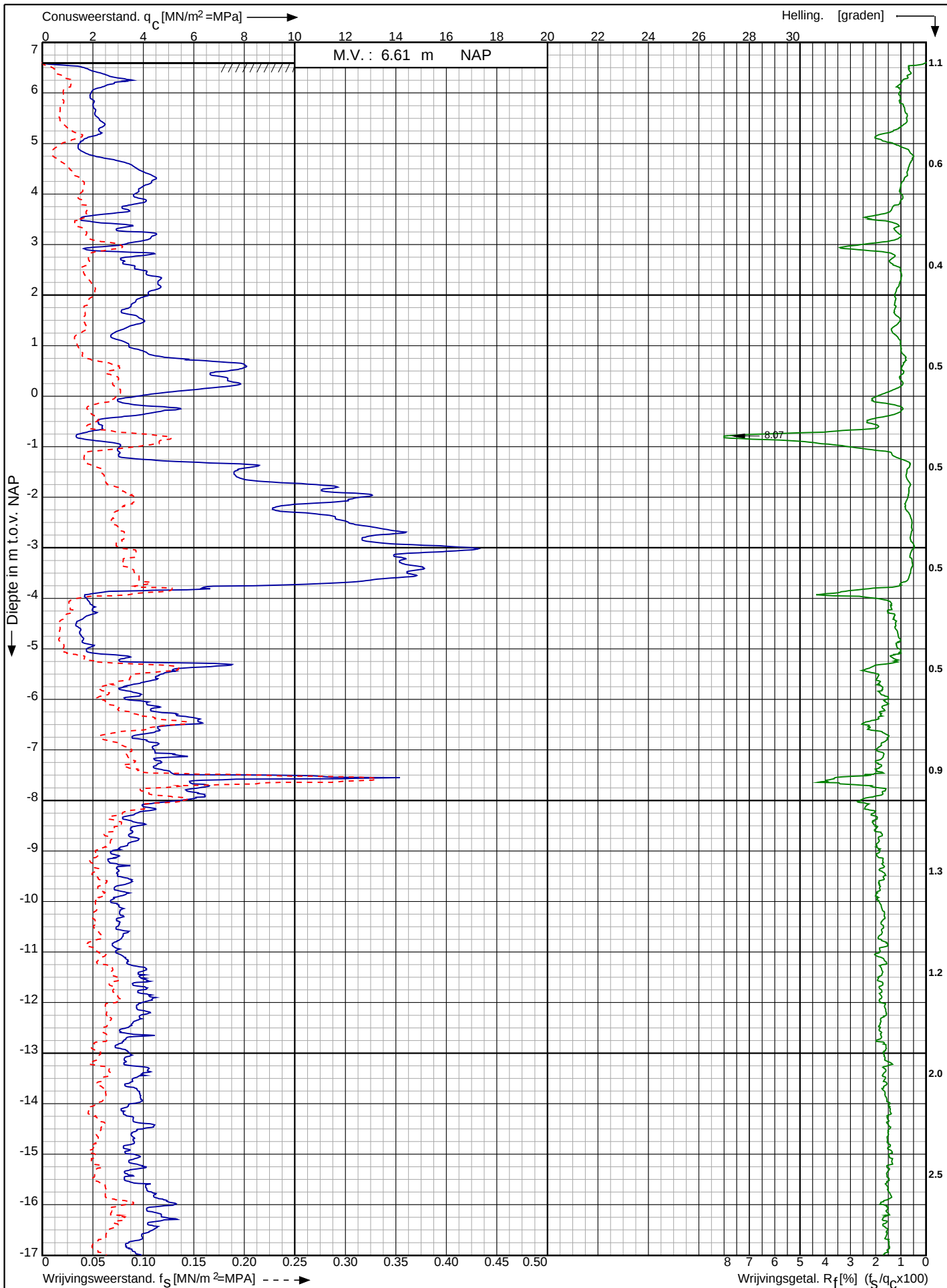
Sond. nr. : 9



Conusserienummer: S18056

Conustype: cilindrisch elektrisch S15CFII

Sondering volgens norm NEN-EN-ISO 22476-1 klasse 3



Vervangen stuw Junne te
Junne

RD-coördinaten : X = 230411.25 Y = 505099.26

Opdr. nr. : 2019-0391

Datum uitv. : 8-4-2019

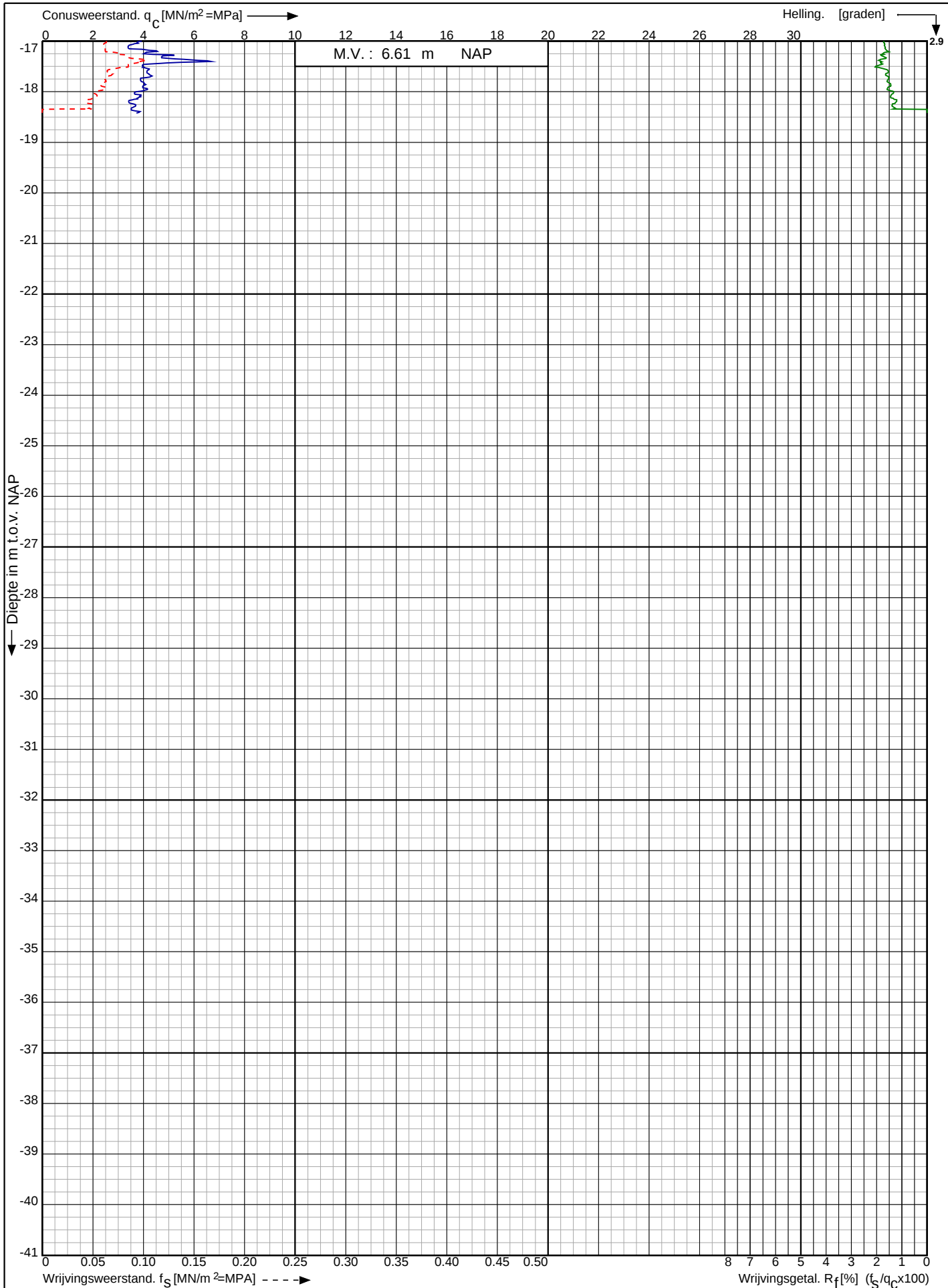
Sond. nr. : 10



Conusserienummer: S18056

Conustype: cilindrisch elektrisch S15CFII

Sondering volgens norm NEN-EN-ISO 22476-1 klasse 3



Vervangen stuw Junne te
Junne

RD-coördinaten : X = 230411.25 Y = 505099.26

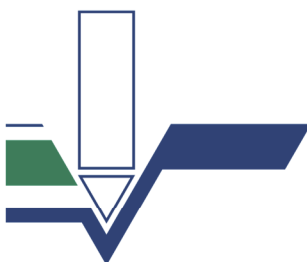
Opdr. nr. : 2019-0391

Datum uitv. : 8-4-2019

Sond. nr. : 10

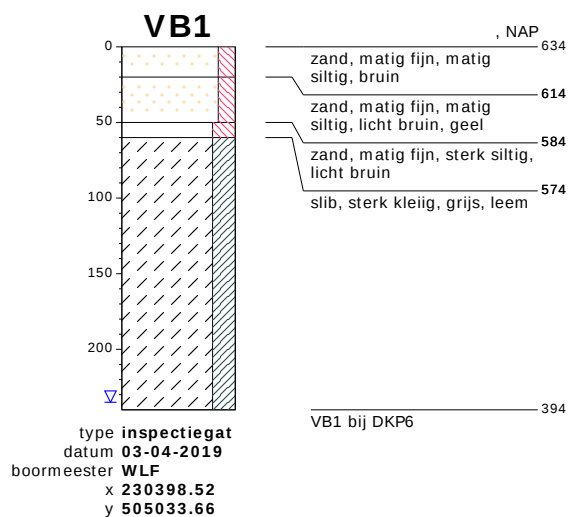


Bijlage:
Voorboorstaat



Koops & Romeijn grondmechanica

Samenwerkende, zelfstandige adviseurs voor grondonderzoek, geotechniek en geohydrologie

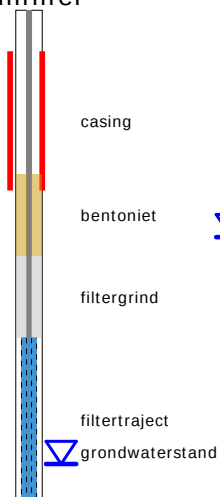


bodemprofielen schaal 1:50

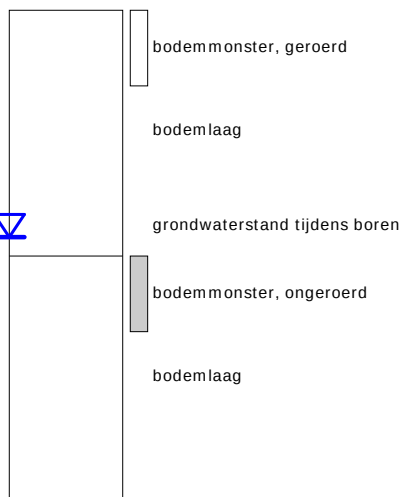
onderzoek **Vervangen stuw Junne te Junne**
projectcode **2019-0391**
datum **10-04-2019**
getekend conform **NEN 5104**
pagina **1 van 2**

PEILBUIS

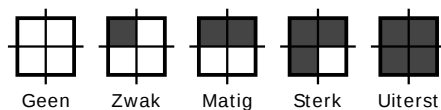
nummer



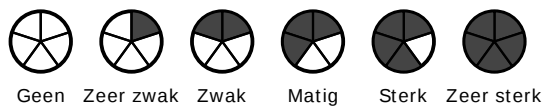
BORING



OLIE OP WATER REACTIE



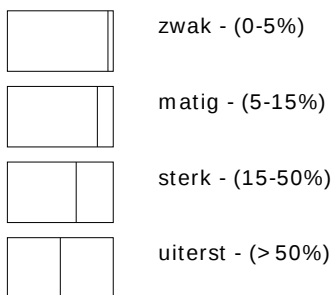
GEUR INTENISTEIT



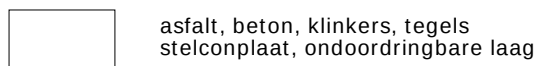
GRONDSOORTEN



MATE VAN BIJMENGING



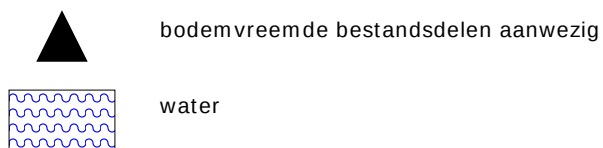
VERHARDINGEN



GRADATIE ZAND

uf = uiterst fijn (63-105 um)
zf = zeer fijn (105-150 um)
mf = matig fijn (150-210 um)
mg = matig grof (210-300 um)
zg = zeer grof (300-420 um)
ug = uiterst grof (420-2000 um)

OVERIG



GRADATIE GRIND

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

BESCHRIJVING BODEMLAAG

pid = photo ionisatie detector
bv = bodemvocht
ow = olie op water



Koops & Romeijn grondmechanica

Samenwerkende, zelfstandige adviseurs voor grondonderzoek, geotechniek en geohydrologie

Koops grondmechanica bv
Postbus 428
7940 AK Meppel
tel.: (0522) 260 084
fax: (0522) 245 479
a.palsma@koopsgrondmechanica.nl

Teeuw Grondmechanica
Lekdijk 134
2865 LG Ammerstol
tel.: (0182) 672 708
fax: (0182) 670 176
j.teeuw@koops-romeijn.nl

Ros grondmechanica advies
Lange Voorst 249
2343 CE Oegstgeest
tel.: 06 - 51 06 74 20
ros@bit.nl

Meurs grondmechanica advies
De Plak 23
6681 DN Bemmel
tel.: (0481) 451 179
fax: (0481) 450 880
j.meurs@koops-romeijn.nl

Kranendonk Geohydrologie
Reinaldstraat 95
6883 HL Velp
tel.: (026) 369 00 30
fax: (026) 369 00 39
p.kranendonk@koops-romeijn.nl

Fundatech
De Ververt 11-08
6605 AD Wijchen
tel.: (024) 645 44 01
fax: (024) 645 44 02
j.nicolasen@koops-romeijn.nl

Koops Grondmechanica bv
De Schelp 8
9351 NV Leek
tel.: (0522) 260 084
a.palsma@koopsgrondmechanica.nl

Werkgebieden

Geotechnisch bodemonderzoek

- sonderingen
- grondboringen

Geotechnisch labonderzoek

Geotechnische adviezen

- funderingsadviezen
- zettinsanalyses
- schade en expertise
- damwandberekeningen
- bemalingsadviezen

Milieukundig Bodem- en grondwateronderzoek en advies

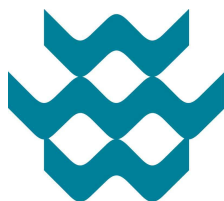


Bijlage 2

Zettingsberekeningen

Report for D-Settlement 19.1

Settlement Calculations
Developed by Deltares



Tauw

Company: Tauw B.V.

Date of report: 17-3-2020

Time of report: 10:46:13

Report with version: 19.1.1.23743

Date of calculation: 17-3-2020

Time of calculation: 10:44:45

Calculated with version: 19.1.1.23743

File name: C:\..\Junne\zetttingsberekeningen\Junne effect verlagen GLG B1 S1_zuid

Project identification: Junne: Boring 1/ S10
Effect verlaging laagste grondwaterstand

1 Echo of the Input

1.1 Layer Boundaries

Boundary number	Co-ordinates [m]				
2 - X -	0,000	100,000			
2 - Y -	7,300	7,300			
1 - X -	0,000	100,000			
1 - Y -	-5,100	-5,100			
0 - X -	0,000	100,000			
0 - Y -	-18,000	-18,000			

1.2 PI-lines

PI-line number	Co-ordinates [m]				
1 - X -	0,000	100,000			
1 - Y -	3,300	3,300			
2 - X -	0,000	100,000			
2 - Y -	1,200	1,200			

1.3 Soil Profiles

Layer number	Material name	PI-line top	PI-line bottom
2	Zand, zwak siltig/kleilig	1	1
1	Klei, sterk zandig	1	1

1.4 Water Loads

1.4.1 Water Load: GLG

Phreatic line 1
Time [days] 1

Layer number	PI-line top	PI-line bottom
2	1	1
1	1	1

1.4.2 Water Load: GLG (verlaging)

Phreatic line 1
Time [days] 10

Layer number	PI-line top	PI-line bottom
2	2	2
1	2	2

2 Settlements

2.1 Settlements

Vertical number	X co-ordinate [m]	Z co-ordinate [m]	Surface level [m]	Settlement [m]
1	50,00	0,00	7,30	0,015

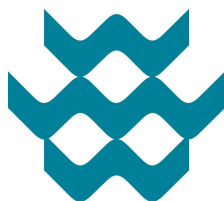
2.2 Residual Times

Vertical number	Time [days]	Settlement [m]	Part of final settlement [%]	Residual settlements [m]
1	28	0,002	16,251	0,013
	10000	0,015	100,000	0,000

End of Report

Report for D-Settlement 19.1

Settlement Calculations
Developed by Deltares



Tauw

Company: Tauw B.V.

Date of report: 17-3-2020

Time of report: 10:43:31

Report with version: 19.1.1.23743

Date of calculation: 17-3-2020

Time of calculation: 10:43:20

Calculated with version: 19.1.1.23743

File name: C:\..\Junne\zetttingsberekeningen\Junne effect verlagen GLG B1 S10_zuid

Project identification: Junne: Boring 1/ S10
Effect verlaging laagste grondwaterstand

1 Table of Contents

1 Table of Contents	2
2 Echo of the Input	3
2.1 Layer Boundaries	3
2.2 PI-lines	3
2.3 General Data	3
2.4 Soil Profiles	3
2.5 Soil Properties	3
2.6 Water Loads	4
2.6.1 Water Load: GLG	4
2.6.2 Water Load: GLG (verlaging)	4
2.7 Verticals	4
3 Results per Vertical	5
3.1 Results for Vertical 1 (X = 50,00 m; Z = 0,00 m)	5
4 Settlements	7
4.1 Settlements	7
4.2 Residual Times	7
5 Warnings and errors	8

2 Echo of the Input

2.1 Layer Boundaries

Boundary number	Co-ordinates [m]				
4 - X -	0,000	100,000			
4 - Y -	7,300	7,300			
3 - X -	0,000	100,000			
3 - Y -	-0,700	-0,700			
2 - X -	0,000	100,000			
2 - Y -	-1,100	-1,100			
1 - X -	0,000	100,000			
1 - Y -	-3,900	-3,900			
0 - X -	0,000	100,000			
0 - Y -	-18,000	-18,000			

2.2 PI-lines

PI-line number	Co-ordinates [m]				
1 - X -	0,000	100,000			
1 - Y -	3,300	3,300			
2 - X -	0,000	100,000			
2 - Y -	1,200	1,200			

2.3 General Data

Soil model:	Koppejan
Consolidation model:	Terzaghi
Strain model:	Natural
Groundwater level:	Initial determined by PI-line number 1
Unit weight of water:	9,81 [kN/m³]
Dispersion conditions layer boundaries	
- Top:	drained
- Bottom:	drained
Stress distribution	
- Soil:	Buisman
- Loads:	Simulate
End of consolidation:	10000,00 [days]
No maintain profile	
Pc (initial):	Variable parallel to the initial effective stress
Pc (per step):	Automatic increased to the final effective stresses
With imaginary surface:	determined by layer boundary number 4
Load column width:	1,00 [m]
With submerging	
(only for non uniform loads)	
- Iteration stop criterium :	0,10 [m]
Load column width	
- Non-Uniform Loads :	1,00 [m]
- Trapeziform Loads :	1,00 [m]

2.4 Soil Profiles

Layer number	Material name	PI-line top	PI-line bottom
4	Zand, zwak siltig/kleig	1	1
3	Veen, matig voorbel...	1	1
2	Zand, zwak siltig/kleig	1	1
1	Klei, sterk zandig	1	1

2.5 Soil Properties

Layer number	Drained	Unit weight	
		Unsaturated [kN/m ³]	Saturated [kN/m ³]
4	Yes	19,00	21,00
3	No	12,00	12,00
2	Yes	19,00	21,00
1	No	20,00	20,00

Layer number	Vert. consolid. coefficient Cv [m ² /s]
4	-
3	3,00E-07
2	-
1	8,00E-08

Layer number	Precons. pressure [kN/m ²]	POP [kN/m ²]	OCR [-]
4	-	21,00	-
3	-	21,00	-
2	-	21,00	-
1	-	21,00	-

Layer number	Primary compr. coeff.		Secular compr. coef.		Swell constants	
	Cp [-]	Cp' [-]	Cs [-]	Cs' [-]	Ap [-]	As [-]
4	1,80E+03	4,50E+02	1,00E+10	1,00E+10	1,00E+00	1,00E+00
3	3,00E+01	7,50E+00	1,20E+02	3,00E+01	1,00E+00	1,00E+00
2	1,80E+03	4,50E+02	1,00E+10	1,00E+10	1,00E+00	1,00E+00
1	1,00E+02	2,50E+01	1,24E+03	3,20E+02	1,00E+00	1,00E+00

2.6 Water Loads

2.6.1 Water Load: GLG

Phreatic line 1
Time [days] 1

Layer number	PI-line top	PI-line bottom
4	1	1
3	1	1
2	1	1
1	1	1

2.6.2 Water Load: GLG (verlaging)

Phreatic line 1
Time [days] 10

Layer number	PI-line top	PI-line bottom
4	2	2
3	2	2
2	2	2
1	2	2

2.7 Verticals

Vertical number	X co-ordinates [m]			
1	50,000			

3 Results per Vertical

3.1 Results for Vertical 1 (X = 50,00 m; Z = 0,00 m)

Depth [m]	Initial stress			Final stress		
	S-total [kN/m ²]	S-water [kN/m ²]	S-eff. [kN/m ²]	S-total [kN/m ²]	S-water [kN/m ²]	S-eff. [kN/m ²]
Layer 4						
7,30	0,001	0,000	0,001	0,001	0,000	0,001
7,20	1,900	0,000	1,900	1,900	0,000	1,900
7,10	3,800	0,000	3,800	3,800	0,000	3,800
7,00	5,700	0,000	5,700	5,700	0,000	5,700
6,90	7,600	0,000	7,600	7,600	0,000	7,600
6,80	9,500	0,000	9,500	9,500	0,000	9,500
6,70	11,400	0,000	11,400	11,400	0,000	11,400
6,60	13,300	0,000	13,300	13,300	0,000	13,300
6,50	15,200	0,000	15,200	15,200	0,000	15,200
6,40	17,100	0,000	17,100	17,100	0,000	17,100
6,30	19,000	0,000	19,000	19,000	0,000	19,000
5,30	38,000	0,000	38,000	38,000	0,000	38,000
4,30	57,000	0,000	57,000	57,000	0,000	57,000
3,30	76,000	0,000	76,000	76,208	0,208	76,000
2,60	90,700	6,867	83,833	90,908	0,208	90,700
1,60	111,700	16,677	95,023	111,907	0,207	111,700
1,20	120,100	20,601	99,499	120,307	0,207	120,100
0,20	141,100	30,411	110,689	141,306	10,016	131,290
-0,70	160,000	39,240	120,760	160,205	18,844	141,361
Layer 3						
-0,70	160,000	39,240	120,760	160,205	18,844	141,361
-0,90	162,400	41,202	121,198	162,585	20,786	141,799
-1,10	164,800	43,164	121,636	164,964	22,727	142,237
Layer 2						
-1,10	164,800	43,164	121,636	164,965	22,728	142,237
-1,80	179,500	50,031	129,469	179,664	29,594	150,070
-2,50	194,200	56,898	137,302	194,363	36,460	157,903
-3,20	208,900	63,765	145,135	209,063	43,327	165,736
-3,90	223,600	70,632	152,968	223,762	50,193	173,569
Layer 1						
-3,90	223,600	70,632	152,968	223,762	50,193	173,569
-4,65	238,600	77,990	160,611	238,751	57,539	181,212
-5,65	258,600	87,799	170,801	258,736	67,334	191,401
-6,65	278,600	97,609	180,991	278,722	77,130	201,592
-7,65	298,600	107,419	191,181	298,708	86,927	211,781
-8,65	318,600	117,230	201,371	318,696	96,724	221,971
-9,65	338,600	127,040	211,561	338,683	106,522	232,161
-10,65	358,600	136,850	221,751	358,672	116,320	242,351
-10,95	364,600	139,792	224,808	364,669	119,260	245,409
-12,60	397,600	155,979	241,621	397,651	135,429	262,222
-14,60	437,600	175,599	262,001	437,631	155,029	282,602
-16,60	477,600	195,219	282,381	477,612	174,630	302,982
-18,00	505,600	208,953	296,647	505,600	188,352	317,248

Layer number	Swelling		Settlement b. Sp.		Settlement a. Sp.	
	Primary	Secondary	Primary	Secondary 10 [days]	Primary	Secondary 10 [days]
	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]
4	0,0000	0,0000	0,0003	0,0000	0,0000	0,0000
3	0,0000	0,0000	0,0021	0,0005	0,0000	0,0000
2	0,0000	0,0000	0,0002	0,0000	0,0000	0,0000
1	0,0000	0,0000	0,0128	0,0010	0,0000	0,0000
Total	0,0000	0,0000	0,0154	0,0016	0,0000	0,0000

Depth		Layer number	Total settlement (100% cons.)			Percentage of original layer height [%]
From [m]	To [m]		Primary [m]	Secondary 10 [days] [m]	After 10000 [days] [m]	
7,30	-0,70	4	0,0003	0,0000	0,0003	0,00
-0,70	-1,10	3	0,0021	0,0005	0,0042	1,04
-1,10	-3,90	2	0,0002	0,0000	0,0002	0,01
-3,90	-18,00	1	0,0128	0,0010	0,0165	0,12
Total			0,0154	0,0016	0,0212	

4 Settlements

4.1 Settlements

Vertical number	X co-ordinate [m]	Z co-ordinate [m]	Surface level [m]	Settlement [m]
1	50,00	0,00	7,30	0,021

4.2 Residual Times

Vertical number	Time [days]	Settlement [m]	Part of final settlement [%]	Residual settlements [m]
1	28	0,005	25,032	0,016
	10000	0,021	100,000	0,000

5 Warnings and errors

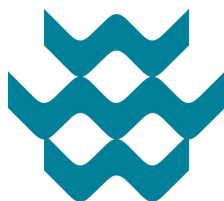
List of non-fatal warnings and errors generated during calculation.

- 1 D-Settlement will incorporate submerging as a one-off load reduction at time zero, due to the limitations of the Terzaghi model. Use the Darcy model for a gradual weight reduction of soil and loading during submerging
- 2 The Terzaghi model uses one consolidation coefficient for loading/unloading. This can underestimate residual settlements after unloading. Switch to Darcy for, more accurate calculations of the consolidation stage.
- 3 The use of 'Submerging' option in combination with 'Water Loads' is strongly discouraged. The Submerging option makes changes in the stress distribution in layers due to diminishing layer thickness and water level relative to layer boundaries. When 'Submerging' is selected in combination with 'Water Loads', the original phreatic line will be maintained and effective stresses can be calculated in the wrong way. For more information, the user manual can be consulted.
- 4 If multiple layers, that are designated as 'drained' in the 'Materials' window, are used in the subsurface schematisation, the (effective) stresses in these layers are immediately adapted to the water pressure in the layer to which the Water Loads are applied if that layer is also designated as a drained layer. For more information, the user manual can be consulted.
- 5 The use of 'Submerging' option in combination with 'Water Loads' is strongly discouraged. The Submerging option makes changes in the stress distribution in layers due to diminishing layer thickness and water level relative to layer boundaries. When 'Submerging' is selected in combination with 'Water Loads', the original phreatic line will be maintained and effective stresses can be calculated in the wrong way. For more information, the user manual can be consulted.
- 6 If multiple layers, that are designated as 'drained' in the 'Materials' window, are used in the subsurface schematisation, the (effective) stresses in these layers are immediately adapted to the water pressure in the layer to which the Water Loads are applied if that layer is also designated as a drained layer. For more information, the user manual can be consulted.

End of Report

Report for D-Settlement 19.1

Settlement Calculations
Developed by Deltares



Tauw

Company: Tauw B.V.

Date of report: 17-3-2020

Time of report: 10:47:34

Report with version: 19.1.1.23743

Date of calculation: 17-3-2020

Time of calculation: 10:47:24

Calculated with version: 19.1.1.23743

File name: C:\..\Junne\zetttingsberekeningen\Junne effect verlagen GLG B5 S1

Project identification: Junne: Boring 1/ S10
Effect verlaging laagste grondwaterstand

1 Echo of the Input

1.1 Layer Boundaries

Boundary number	Co-ordinates [m]				
2 - X -	0,000	100,000			
2 - Y -	6,100	6,100			
1 - X -	0,000	100,000			
1 - Y -	-5,100	-5,100			
0 - X -	0,000	100,000			
0 - Y -	-18,000	-18,000			

1.2 PI-lines

PI-line number	Co-ordinates [m]				
1 - X -	0,000	100,000			
1 - Y -	2,900	2,900			
2 - X -	0,000	100,000			
2 - Y -	1,200	1,200			

1.3 Soil Profiles

Layer number	Material name	PI-line top	PI-line bottom
2	Zand, zwak siltig/kleilig	1	1
1	Klei, sterk zandig	1	1

1.4 Water Loads

1.4.1 Water Load: GLG

Phreatic line 1
Time [days] 0

Layer number	PI-line top	PI-line bottom
2	1	1
1	1	1

1.4.2 Water Load: GLG (verlaging)

Phreatic line 1
Time [days] 10

Layer number	PI-line top	PI-line bottom
2	2	2
1	2	2

2 Settlements

2.1 Settlements

Vertical number	X co-ordinate [m]	Z co-ordinate [m]	Surface level [m]	Settlement [m]
1	50,00	0,00	6,10	0,014

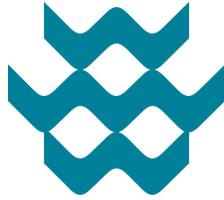
2.2 Residual Times

Vertical number	Time [days]	Settlement [m]	Part of final settlement [%]	Residual settlements [m]
1	28	0,002	16,407	0,011
	10000	0,014	100,000	0,000

End of Report

Report for D-Settlement 19.1

Settlement Calculations
Developed by Deltares



Tauw

Company: Tauw B.V.

Date of report: 17-3-2020

Time of report: 10:49:25

Report with version: 19.1.1.23743

Date of calculation: 17-3-2020

Time of calculation: 10:49:06

Calculated with version: 19.1.1.23743

File name: C:\..\Junne\zetttingsberekeningen\Junne effect verlagen GLG B5 S10

Project identification: Junne: Boring 1/ S10
Effect verlaging laagste grondwaterstand

1 Echo of the Input

1.1 Layer Boundaries

Boundary number	Co-ordinates [m]				
4 - X -	0,000	100,000			
4 - Y -	6,100	6,100			
3 - X -	0,000	100,000			
3 - Y -	-0,700	-0,700			
2 - X -	0,000	100,000			
2 - Y -	-1,100	-1,100			
1 - X -	0,000	100,000			
1 - Y -	-3,900	-3,900			
0 - X -	0,000	100,000			
0 - Y -	-18,000	-18,000			

1.2 PI-lines

PI-line number	Co-ordinates [m]				
1 - X -	0,000	100,000			
1 - Y -	2,900	2,900			
2 - X -	0,000	100,000			
2 - Y -	1,200	1,200			

1.3 Soil Profiles

Layer number	Material name	PI-line top	PI-line bottom
4	Zand, zwak siltig/kleiig	1	1
3	Veen, matig voorbel...	1	1
2	Zand, zwak siltig/kleiig	1	1
1	Klei, sterk zandig	1	1

1.4 Water Loads

1.4.1 Water Load: GLG

Phreatic line 1
Time [days] 0

Layer number	PI-line top	PI-line bottom
4	1	1
3	1	1
2	1	1
1	1	1

1.4.2 Water Load: GLG (verlaging)

Phreatic line 1
Time [days] 10

Layer number	PI-line top	PI-line bottom
4	2	2
3	2	2
2	2	2
1	2	2

2 Settlements

2.1 Settlements

Vertical number	X co-ordinate [m]	Z co-ordinate [m]	Surface level [m]	Settlement [m]
1	50,00	0,00	6,10	0,019

2.2 Residual Times

Vertical number	Time [days]	Settlement [m]	Part of final settlement [%]	Residual settlements [m]
1	28	0,005	25,725	0,014
	10000	0,019	100,000	0,000

End of Report