

4Building b.v.
Dhr. P. Wenneker
Lireweg 6
2153 PH Nieuw Vennep

Notitie

1 Inleiding

1.1 Algemeen

Ten behoeve van de vergunningverlening voor de realisatie van het Sporthuis aan de Spoorlaan-Bovenkamp te Abcoude is in deze notitie de geotechnische omgevingsbeïnvloeding onderzocht ten gevolge van de uit te voeren stijghoogteverlaging ten behoeve van de werkzaamheden binnen de bouwkuip. In deze notitie wordt ingegaan op door het waterschap gestelde vragen bij toetsen van het bemalingsadvies. De vragen hebben betrekking op een tweetal omgevingseffecten die in het bemalingsadvies niet zijn beschouwd.

Voor dit advies wordt uitgegaan van het oriënterend bemalingsadvies van ID Geotechniek, ref[1].

Onderwerp

Omgevingsbeïnvloeding
t.g.v bemaling Sporthal
Abcoude

Projectnummer

19316

Ons kenmerk

NT19316a1

Versie

1

Datum

19 juli 2019

Pagina's

13

Opgesteld

ing. H.J. Honing

Gecontroleerd

Ing. A. Wisse
dr. T. Sweljen

Vrijgave

ing. A.T. Balder

Bijlagen

Bijlage 1 Grondonderzoek
Bijlage 2 Bepaling OCR
Bijlage 3 D-settlement uitvoer
Bijlage 4 Toetsing verticaal evenwicht watergang
Bijlage 5 Eisen ProRail

2 Uitgangspunten

2.1 Documenten

De volgende documenten zijn gehanteerd bij het opstellen van deze notitie:

- [1] ID Geotechniek; rapportage *Oriënterend bemalingsadvies ten behoeve van: Nieuwbouw Sporthuis, Spoorlaan-Bovenkamp te Abcoude*; opdracht nummer 18P114-B3; d.d. 13 mei 2019;
- [2] 4building; e-mail *Aanvullende gegevens tbv vergunning waterschap*; van: Philip Wenneker; aan Tim Pessel; verzonden op: 5 juli 2019;
- [3] ID Geotechniek; rapportage *Funderingsadvies ten behoeve van: Nieuwbouw sporthuis, Spoorlaan-Bovenkamp te Abcoude*; Opdrachtnummer: 18P114-F5; d.d. 13 mei 2019;
- [4] Stichting bouwresearch; SBR A273b-leidraad voor het onderzoek naar de invloed van een grondwaterstands daling op de bebouwing, juli 1998.
- [5] Nederlands Centrum voor Geodesie en Geo-informatica; *Bodemdalingskaart*; www.bodemdalingskaart.nl; geraadpleegd op 17 juli 2019;
- [6] Waterschap Amstel, Gooi en Vecht; *Legger* www.waternet.maps.arcgis.com; Laatst gewijzigd: 12 juli 2019;
- [7] ProRail, Arcadis; tekening *Geotechnisch langsprofiel*; GeoCode 080; Versie A; Tekeningnummer 001229627.

CRUX staat niet in voor de juistheid en/of volledigheid van de door derden verstrekte informatie en gegevens.

Formulier

RA-03-v19.0305

2.2 Projectomschrijving

Aan de Spoorlaan – Bovenkamp te Abcoude wordt een sporthuis gerealiseerd. In het sporthuis wordt een kelder met een zwembad gerealiseerd binnen een bouwkuip. Ten behoeve van de ontgraving is naast een bemaling waarbij de waterstand binnen de bouwkuip wordt verlaagd tevens een stijghoogteverlaging benodigd. Om de effecten van de bemaling in de omgeving te beperken wordt langs het spoor een retourveld aangelegd. De projectlocatie is in Figuur 1 weergegeven.



Figuur 1 Projectlocatie nieuwbouw sporthal Abcoude

2.3 Omgeving

2.3.1 Algemeen

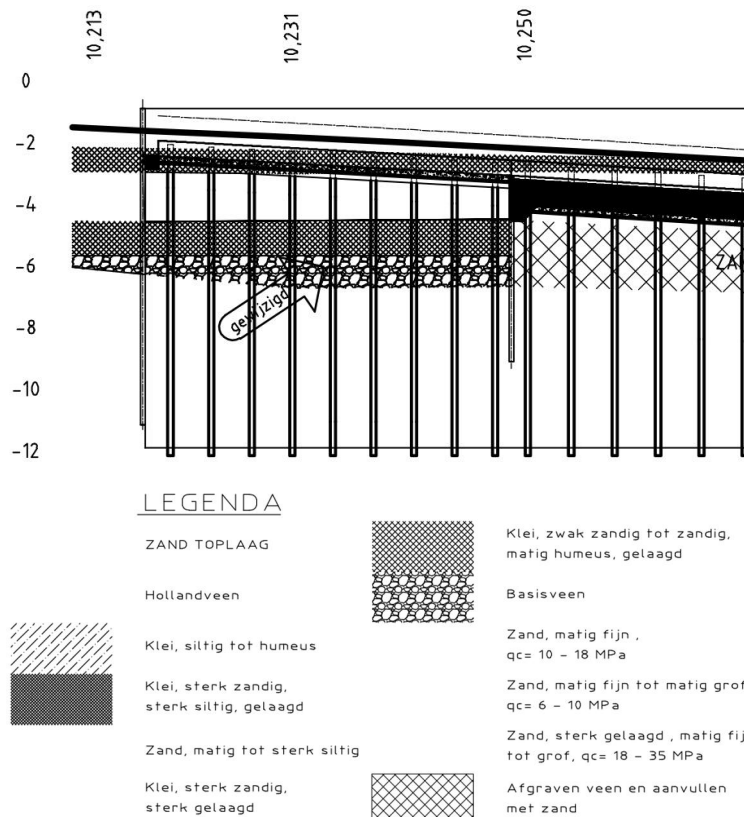
In de omgeving bevinden zich verschillende belendende panden, kunstwerken en watergangen. Daarnaast bevindt zich ten noorden van de werkzaamheden een spoorbaan. Dit spoor gaat ter hoogte van de te realiseren sporthal over in een aquaduct. In Figuur 1 zijn de belendingen weergegeven. Opgemerkt wordt dat in deze notitie niet wordt ingegaan op eventueel aanwezige belendende kabels en leidingen.

2.3.2 Panden

In Figuur 1 zijn de belendende panden weergegeven. In deze notitie wordt ervan uitgegaan dat de bouwtechnische staat van de panden conform richtlijn SBR A273b-leidraad voor het onderzoek naar de invloed van een grondwaterstands daling op de bebouwing [4] gemiddeld is en dat de panden op palen zijn gefundeerd. Het dichtstbij zijnde pand bevindt zich op ca. 18 meter afstand uit de bouwkuip.

2.3.3 Aquaduct

Ten oosten van de bouwkuip bevindt zich op ca. 44m afstand een aquaduct en spoorbaan. In Figuur 2 is de aansluiting van het aquaduct op het baanlichaam weergegeven. Opgemerkt wordt dat lokaal onder de toerit veen aanwezig is.



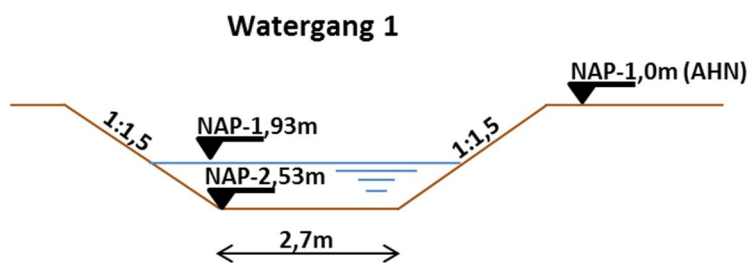
Figuur 2 Aansluiting kunstwerk op baanlichaam, ref [7]

2.3.4 Watergang

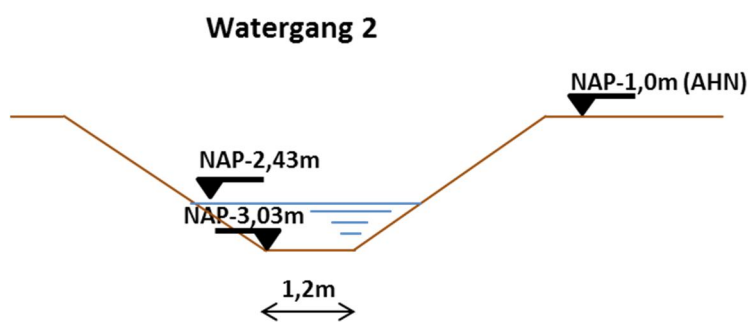
Ten oosten en noorden van de werkzaamheden bevinden zich twee watergangen. Deze watergangen worden mogelijk negatief beïnvloed ten gevolge van de stijghoogteverhoging door het retourveld van de bemaling. In Figuur 3 zijn de locaties van de watergangen weergegeven en in Figuur 4 en Figuur 5 zijn de dwarsprofielen conform [6] gegeven. Van de watergangen ten oosten van het spoorlichaam zijn de afmetingen van de watergangen onbekend.



Figuur 3 Locatie watergangen



Figuur 4 Dwarsprofiel watergang 1, conform[6]



Figuur 5 Dwarsprofiel watergang 2, conform[6]

2.4 Omgevingsbeïnvloeding

Door ID geotechniek is in [1] reeds de omgevingsbeïnvloeding van de volgende punten beschouwd:

- Bodem en grondwaterverontreiniging;
- Archeologische waarden;
- Landbouwkundige waarden;
- Beplanting en natuurwaarden;
- Beschermd drinkwatergebied;
- WKO-installaties;
- Grondwateronttrekkingen;
- Overige werkzaamheden en werkzaamheden van derden.

Naast de hiervoor genoemde omgevingsbeïnvloeding is gesteld dat zettingen ten gevolge van de grondwaterstandsverlaging ter plaatse van het spoorlichaam niet optreden, dit als gevolg van de genomen beheersmaatregel waarbij retourbemaling wordt toegepast nabij het spoorlichaam. Daarnaast wordt gesteld dat er mogelijk nog andere op staal gefundeerde gebouwen in de omgeving zijn en wordt de inschatting gedaan dat het overgrote deel van de belendende panden op palen is gefundeerd. De invloed op deze panden is niet beschouwd.

Vanuit het Waterschap Amstel, Gooi en Vecht worden, conform [2], de volgende aanvullend zaken verlangd:

- Een zettingsberekening/toelichting en de berekende zetting moet middels isohypsen in een plattegrond worden weergegeven. Dit geldt voor de aangrenzende percelen, ook richting de bebouwing. (De genomen maatregel voor het spoor lijkt afdoende maar we willen graag een onderbouwing hiervan.)
- Een opbarstberekening of toelichting ter hoogte van het retourveld en de naastgelegen slootbodem (van de te dempen watergang).

Deze aanvullende zaken worden in deze notitie behandeld. Eerdere beschouwingen ten aanzien van de grondwaterstandsverlaging en verhoging t.g.v. de retourbemaling in de omgeving en de reeds beschouwde omgevingsbeïnvloeding worden niet in deze notitie getoetst, maar dienen wel als uitgangspunt voor de beschouwing van de zettingen en de toetsing van het verticaal evenwicht van de watergang.

2.5 Bodemopbouw en grondparameters

Door ID Geotechniek is op 14 april 2019 op projectlocatie grondonderzoek uitgevoerd. Het onderzoek heeft bestaan uit 11 sonderingen en 1 grondboring. Als Bijlage 1 is dit onderzoek toegevoegd. Op basis van dit grondonderzoek is in Tabel 1 de bodemopbouw gegeven. Daarnaast zijn de grondparameters bepaald met behulp van Tabel 2.b uit de Eurocode 7 en tevens Tabel 1 gegeven.

CRUX Engineering BV
cruxbv.nl

Ons kenmerk
NT19316a1

Pagina
6/13

Tabel 1 Bodemopbouw en grondparameters

| Grondsoort | Bovenzijde laag | $\gamma_{dr} / \gamma_{sat}$ | RR | RR | C_α | OCR | c_v |
|-------------------------|-----------------|------------------------------|--------|--------|------------|------|---------------------|
| [-] | [NAP...m] | [kN/m ³] | [-] | [-] | [-] | [-] | [m ² /s] |
| Zand | -1,0 | 18 / 20 | 0,002 | 0,008 | 0 | - | - |
| Zand, st siltig, kleiig | -2,5 | 18 / 20 | 0,0029 | 0,0115 | 0 | - | - |
| Klei, schoon slap | -4,5 | 15 / 15 | 0,0548 | 0,3286 | 0,0131 | 1,46 | 1 ^E -8 |
| Veen, niet voorbelast | -5,5 | 10,5 / 10,5 | 0,092 | 0,46 | 0,023 | 1,35 | 1 ^E -7 |
| Eerste Zandlaag | -6,5 | 18 / 20 | 0,0008 | 0,0032 | 0 | - | - |

2.6 Grondwaterstand

De grondwaterstand en stijghoogte in de zandlaag op locatie is aangehouden conform het bemalingsadvies [1] en is in Tabel 2 gegeven.

Tabel 2 Waterstand en stijghoogte conform bemalingsadvies[1]

| Watervoerend pakket | Grondwaterstand/stijghoogte |
|---------------------|-----------------------------|
| [-] | [NAP...m] |
| Freatisch pakket | -2,85 |
| Eerste Zandlaag | -2,85 |

2.7 Verlaging en verhoging grondwaterstanden en stijghoogten

In het bemalingsadvies [1] is uitgangspunt dat de grondwaterstand in het freatisch pakket in de omgeving niet verlaagd wordt doordat een gesloten bouwkuip met damwanden wordt gerealiseerd en de waterstand alleen binnen deze gesloten damwandkuip wordt verlaagd. Dit uitgangspunt is in deze notitie overgenomen, ondanks dat door lekkage van de damwanden wel beïnvloeding van de freatische grondwaterstand mogelijk is.

Ten behoeve van het verticaal evenwicht van de ontgraving in de bouwkuip dient een spanningsbemaling toegepast te worden. Conform het bemalingsadvies [1] is een verlaging van de stijghoogte in zandlaag (bovenzijde ca. NAP-6,5m) tot NAP-4,3m benodigd. Ten gevolge van deze verlaging wordt tevens de stijghoogte in de omgeving verlaagd. In het bemalingsadvies [1] worden twee verschillende verlagingcontouren gegeven. In deze rapportage wordt uitgegaan van de grootste verlaging uit Figuur 5 uit het bemalingsadvies [1]. In Figuur 6 t/m Figuur 8 is de verlaging en verhoging ten gevolge van de (retour)bemaling van de zandlaag (bovenzijde NAP-6,5m) weergegeven.



3 Omgevingsbeïnvloeding

3.1 Zettingen

3.1.1 Algemeen

Voor het bepalen van de optredende zettingen wordt het programma D-Settlement versie 18.2 van Deltares systems gebruikt. Dit programma houdt rekening met spreiding van de belasting(en) in de ondergrond, van zowel bestaande als van nieuwe belastingen en het onderwaterzakken van grondlagen.

3.1.2 Rekenmodel

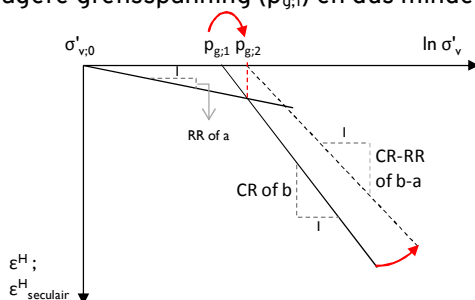
Het optreden van de zettingen is een tijdsafhankelijk proces en bestaat uit enerzijds consolidatiezettingen gedurende de hydrodynamische periode en anderzijds kruip. De theoretische eindzetting betreft de gesommeerde primaire zetting en secundaire zetting (kruip) van de afzonderlijke grondlagen na een periode van 61 dagen grondwaterstandsverlaging.

Het verband tussen de optredende zettingen ten gevolge van een spanningsverandering wordt beschreven met het Bjerrum isotachenmodel en gaat uit van lineaire rekken. Het Bjerrum model geeft een goede rekenkundige beschrijving van het ontlast-herbelast gedrag van de grond, wat speelt bij een toenemende en afnemende grondwaterstand. Het model beschrijft in D-Settlement tevens het verloop van de autonome zettingen in de tijd (zettingen onafhankelijk van de spanningsverandering ten gevolge van de aangebrachte ophoging). In het Bjerrum isotachenmodel is zowel de primaire als de secundaire zetting en een eventueel bereikte overconsolidatie afhankelijk van de consolidatiegraad op een bepaald tijdstip. Het Bjerrum isotachenmodel gaat ervan uit dat de kruipsnelheid afneemt met toenemende overconsolidatie en dat overconsolidatie toeneemt door ontlasten en door het tijdseffect.

Bij de resultaten van de berekende zettingen ten gevolge van de stijghoogte wordt de berekende autonome bodemdaling in mindering gebracht, zodat alleen het zetting/rijzing aandeel ten gevolge van de werkzaamheden inzichtelijk gemaakt wordt.

3.1.3 Grensspanning

Voor het bepalen van de zettingen is het van belang om het verleden van het projectgebied te kennen. Indien de grond in het verleden een hogere verticale korrelspanning heeft gehad dan in de huidige situatie aanwezig is de grond voorbelast. Deze hoogste verticale korrelspanning uit het verleden wordt aangeduid met grensspanning. Bij belastingsverhogingen tot aan de grensspanning zal de grond stijver (minder zetting) reageren dan op belastingsverhogingen na de grensspanning. Bij een hogere grensspanning ($p_{g;2}$) is het traject waarin de grond stijver zal reageren groter dan bij een lagere grensspanning ($p_{g;1}$) en dus minder zetting (w_2 vs. w_1), zie Figuur 9.



Figuur 9 Grondspanning versus zettingsverloop

Voor het bepalen van de grensspanning van een grondlaag is in de zettingsberekeningen een zogenaamde OCR-waarde (OverConsolidation Ratio) ingevoerd die vermenigvuldigd wordt met de heersende korrelspanning ($\sigma'_{v,i}$) in het midden van de grondlaag (grensspanning $p_g = \sigma'_{v,i} \times \text{OCR}$). Een lage OCR-waarde (conservatief gekozen) zal dus leiden tot een lagere grensspanning, wat meer zetting tot gevolg heeft. De OCR-waarden zijn berekend op basis van de bodemdalingskaart, ref[5]. Als Bijlage 2 is de berekening toegevoegd.

3.1.4 Tijd-zettingsverloop

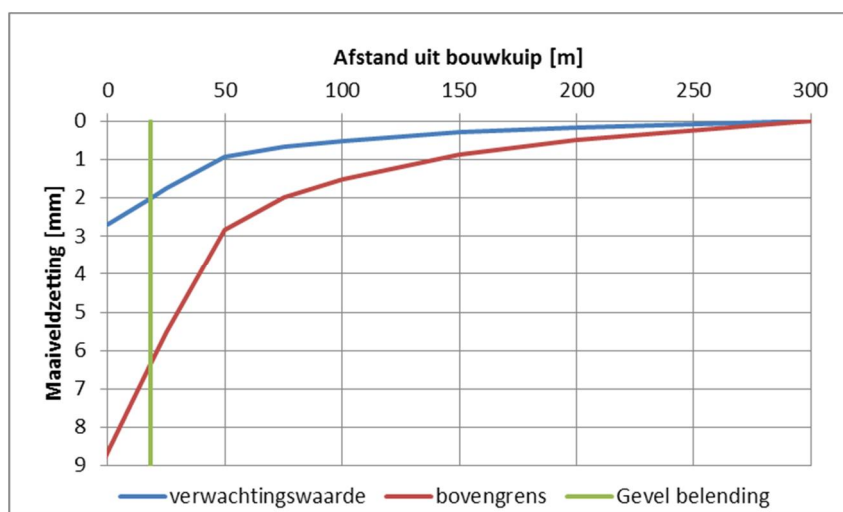
Ten gevolge van het verlagen van de grondwaterstand zal een korrelspanningsverhoging in de ondergrond plaatsvinden. De korrelspanningsverhoging neemt in cohesieve lagen in de tijd toe doordat de waterspanning uit de cohesieve in de tijd afstroomt naar de zandlaag (bovenzijde ca. NAP-6,5m). Na verloop van tijd (hydrodynamische periode) zal de aanwezige wateroverspanning weggestroomd zijn. De zetting die in de hydrodynamische periode optreedt, bestaat deels uit primaire en deels uit secundaire zetting.

Het proces wordt rekenkundig beschreven met het 1-dimensionale consolidatiemodel van Terzaghi. In het Terzaghi consolidatiemodel wordt de consolidatiecoëfficiënt constant gesteld en is dus onafhankelijk van een spanningsverandering. In het Terzaghi model wordt de gedraineerde eindzetting per tijdstip gecorrigeerd door deze te vermenigvuldigen met het berekende aanpassingspercentage.

3.1.5 Resultaten zettingsberekening

De berekende verwachtingswaarde van de maaiveldzettingen en de bovengrens van de te verwachten maaiveldzettingen zijn in afstand t.o.v. van de rand van de bouwkuip in Figuur 10 weergegeven.

- De 'verwachtingswaarde' van de zettingen is bepaald voor de situatie waarbij de waterspanning alleen in de veenlaag wordt beïnvloed. Gezien de dikte, waterremmendheid en duur van de maling is dat het meest realistische scenario.
- Voor de bovengrens is uitgangspunt dat de waterspanning in zowel de veen- als de daarboven liggende kleilaag aanpassen en zijn de zettingen ten gevolge van de verlaging berekend.



Figuur 10 Berekende maaiveldzettingen (X=0 is gelijk aan rand bouwkuip) X is t.p.v snede A-A uit Figuur 6

3.1.6 Toetsing zettingen panden

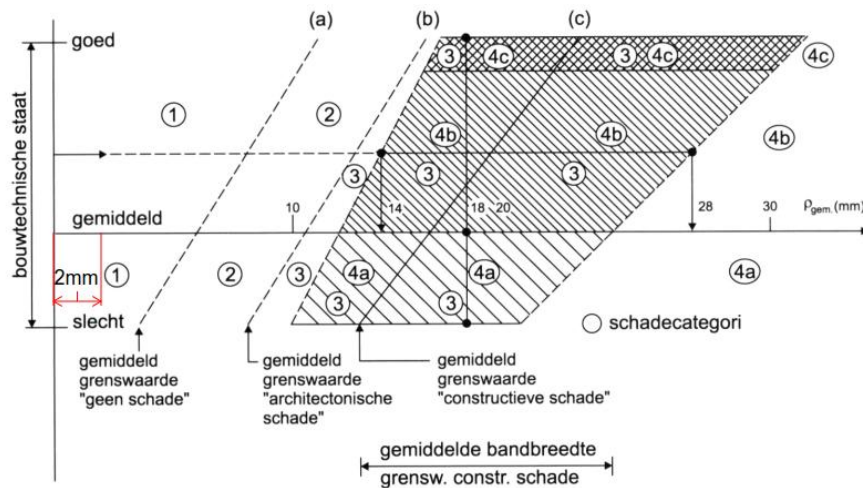
Zettingen en met name verschilzettingen ter plaatse van belendende objecten kunnen tot schade aan de objecten leiden. In deze paragraaf wordt de invloed van de berekende maaiveldzettingen op belendende bebouwing getoetst met behulp de richtlijn SBR *Leidraad voor het onderzoek naar de invloed van een grondwaterstandsdeling op de bebouwing*, ref[4].

Voor op palen gefundeerde, belendende panden de zettingen als gevolg van de grondwaterstandsdeling op verschillende niveaus in de grond te worden beschouwd. Daaruit is een mogelijke zetting van de palen af te leiden, waarbij rekening dient te worden gehouden met de volgende mogelijke effecten:

- A. Mogelijke activering van negatieve kleef indien (in het geval van puntdragende palen) de grondvervormingen boven het paalpuntniveau groter zijn dan de zettingen op paalpuntniveau.
- B. Zettingen op paalpuntniveau, waarbij voor puntdragende palen meestal een directe paalzakking te verwachten is.

Aangezien alleen zettingen te verwachten zijn uit de slappe lagen boven NAP-6,5m, wordt alleen activering van negatieve kleef verwacht (A). Voor de kwantificering van aandeel A. wordt in SBR 273b een empirische verhouding van gebouwszakking/maaiveldzetting voor stuitpalen van 20% gegeven.

Op basis van de bovengrenszettingen (7mm) voor het dichtstbij zijnde pand op 18 meter afstand uit de bouwkuip wordt een pandzakking van maximaal 2mm verwacht. Wanneer deze zakking wordt getoetst aan de SBR A273b valt het pand in schadecategorie 1 (zie Figuur 11) en is de voorspelde bovengrens van de zakking kleiner dan de grenswaarde voor 'geen schade'. Hiermee bestaat conform [4] een zeer geringe kans op zeer lichte esthetische schade. Dit is in de huidige ontwerppraktijk acceptabel.



Figuur 11 Bepaling schadeclassificatie conform SBR A273b [4]

3.1.7 Zettingen/rijzingen t.p.v. het aquaduct en de spoorlichaam

Op basis van de te verwachten stijghoogteverlaging ter plaatse van de spoorbaan worden zettingen kleiner dan 1mm berekend. Ter plaatse van het retourveld wordt een rijzing in de slappe lagen van maximaal 2mm berekend. In deze notitie is uitgegaan van een maximale stijghoogte van NAP-2,6m, conform maximale contour uit Figuur 7. Op basis van het definitieve ontwerp van de retourbemaling dient dit uitgangspunt geverifieerd te worden. Effecten van de eventuele verandering van de stijghoogte door het retourveld/bemaling dienen getoetst te worden.

Ten gevolge van de stijghoogteverhoging wordt een bovengrens van de rijzing berekend van 2mm. Deze rijzing van de slappe lagen resulteert in een zwelbelasting op de funderingspalen. Aangezien de paalafmetingen onbekend zijn, is het niet mogelijk om de zwelbelasting te bepalen.

De zwelbelasting wordt op basis van de berekende rijzing gesteld op 10% van de maximaal te activeren zwel. Verwacht wordt dat de funderingspalen op druk worden belast en dat de zwelbelasting hiermee zodanig klein is dat de palen niet op trek in plaats van druk worden belast. Op het moment dat het retourveld nader is uitgewerkt dient dit effect nader beschouwd te worden.

Naast de berekende rijzing en hiermee de nog te bepalen zwelbelasting dient de constructie van het aquaduct getoetst te worden op de verhoogde waterdruk onder de vloer ten gevolge van de stijghoogteverhoging door het retourveld.

Voor de verschilzakkingen in het spoorlichaam wordt op basis van de in deze notitie aangehouden uitgangspunten met betrekking tot de stijghoogteverlagingen en -verhogingen conform Figuur 7 een geleidelijk verlopende verschilzetting/rijzing van 3mm verwacht over een afstand van ca. 65 meter (rotatie is ca. 1:10000). Hiermee wordt ruimschoots voldaan aan de door ProRail gestelde eisen uit Bijlage 5.

3.2 Opbarsten watergang

3.2.1 Algemeen

Ten gevolge van de retourbemaling wordt de stijghoogte onder het bodemniveau en de slappe lagen van de watergang verhoogd. Deze verhoging kan leiden tot verticale instabiliteit van de waterbodem met opbarsten tot gevolg. Het verticaal evenwicht is in deze paragraaf getoetst volgens de Eurocode 7 waarbij de maximaal toelaatbare stijghoogte is bepaald. In de stabiliteitsberekening is rekening gehouden met een partiële materiaalfactor van 1,1.

3.2.2 Toetsing verticaal evenwicht

Uit de controle van het verticaal evenwicht voor de watergangen waarvan het profiel is gegeven in Figuur 4 en Figuur 5 volgt dat er voldoende weerstand tegen opbarsten is / voldaan wordt aan het toetscriterium tot een stijghoogte van maximaal NAP+1,0m en NAP+0,4m voor respectievelijk watergang 1 en 2 uit Figuur 3, zie Tabel 3 voor de berekeningsresultaten.

De gehele berekening is toegevoegd als Bijlage 4.

Tabel 3 Toetsing verticaal evenwicht watergangen

| Watergang [-] | Max. stijghoogte [NAP...m] | SF [-] | U.C. [-] |
|------------------|-------------------------------|-----------|-------------|
| Watergang 1 | +1,0 | 1,0 | 1,0 |
| Watergang 2 | +0,4 | 1,0 | 1,0 |

Bij ontwerp van het retourveld moet rekening worden gehouden met de maximaal toelaatbare stijghoogtes zoals gegeven in bovenstaande tabel. Dit in verband met opbarsten van de slootbodem bij een hogere stijfhoogte.

4 Conclusie en aanbevelingen

4.1 Algemeen

In deze notitie zijn voor het project Sporthal te Abcoude in aanvulling op het bemalingsadvies [1] beschouwingen naar de invloed van de stijghoogteverlaging en verhoging ten gevolge van de bemaling en het retourveld uitgevoerd.

Andere mogelijk te verwachten beïnvloeding van belendingen ten gevolge van de uit te voeren werkzaamheden, dan de stijghoogteveranderingen in de zandlaag (bovenzijde ca.NAP-6,5m), zijn in deze notitie niet beschouwd. Daarnaast wordt opgemerkt dat op aanvraag van de opdrachtgever alleen de volgende effecten ten gevolge van de stijghoogteverlaging/verhoging zijn beschouwd:

- Een zettingsberekening/toelichting en de berekende zetting moet middels isohypsen in een plattegrond worden weergegeven. Dit geldt voor de aangrenzende percelen, ook richting de bebouwing. (De genomen maatregel voor het spoor lijkt afdoende maar we willen graag een onderbouwing hiervan.)
- Een opbarstberekening of toelichting ter hoogte van het retourveld en de naastgelegen slootbodem (van de te dempen watergang).

Hiermee zijn in deze notitie de mogelijk andere negatieve beïnvloedingsfactoren van de omgeving ten gevolge o.a. de volgende mogelijk uit te voeren werkzaamheden niet beschouwd:

- Omgevingsbeïnvloeding door trillingen
 - Heien palen;
 - In- en uittrillen damwanden.
- Omgevingsbeïnvloeding door grondvervormingen
 - Ontgraving en hiermee doorbuigen damwanden;
 - Verdichting door trillingen.

4.2 Omgevingsbeïnvloeding

In deze notitie zijn de belendende panden getoetst met behulp van SBR A273b- *leidraad voor het onderzoek naar de invloed van een grondwaterstandsaling op de bebouwing* [4] op de te verwachten zettingen ten gevolge van de stijghoogteverlaging in de omgeving. Op basis van de berekende zettingen en de toetsing volgt dat een maximale pandzakking wordt verwacht van 2mm voor de dichtstbij zijnde belending op ca. 18 meter uit de bouwkuip. Dit resulteert conform [4] in een zeer geringe kans op zeer lichte esthetische schade. Dit is in de huidige ontwerppraktijk acceptabel.

Ten aanzien van aquaduct en het spoorlichaam wordt opgemerkt dat door het retourveld een opwaartse belasting op de constructie werkt. Op basis van de stijghoogteverhoging tot NAP-2,5m wordt voldaan aan de verschilzettingseisen. Wel dient het aquaduct nader getoetst te worden op aanvullende grondwaterbelasting en de zwelbelasting uit de slappe lagen onder de vloer.

Op basis van verdere uitwerking van het retourveld dient het effect van de stijghoogteverhoging nader beschouwd te worden.

Overige belendingen zoals infrastructuur en kabels en leidingen zijn in deze notitie niet getoetst

4.3 Monitoring

Aanbevolen wordt om de panden binnen een afstand van 70 meter uit de bouwkuip middels hoogtemetingen te monitoren. Deze panden liggen binnen de zone waar maximaal 1mm pandzakking wordt voorspeld. Voor de bewijsvoering van mogelijk vermeende schades na afloop van de werkzaamheden wordt tevens aanbevolen om een bouwkundige vooropname (in- en exterieur) van deze panden voorafgaand aan de werkzaamheden uit te voeren. In Figuur 12 zijn de te monitoren panden gearceerd.

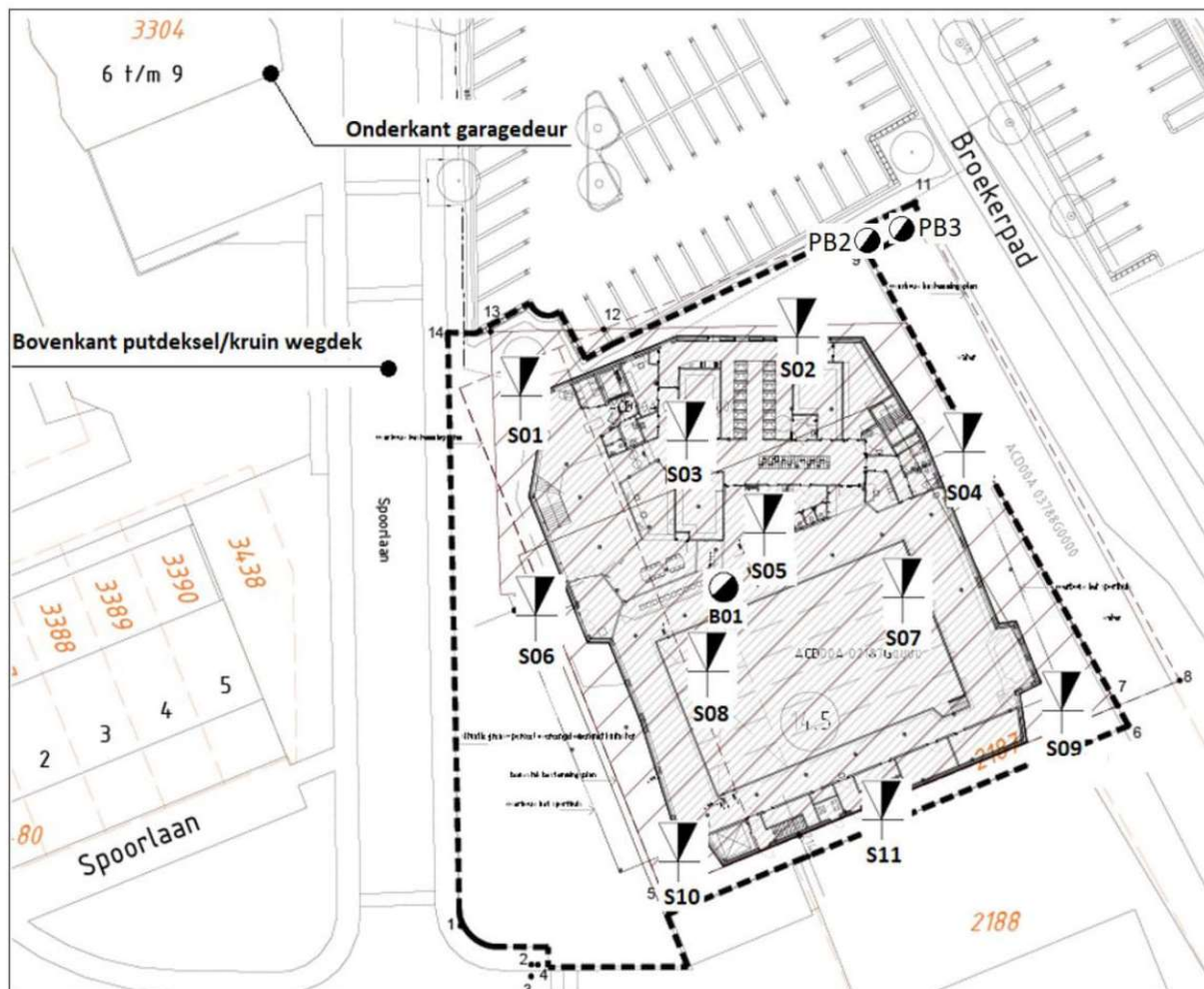


Figuur 12 Te monitoren panden

Naast de monitoring van de panden dient tevens de stijghoogte in de zandlaag (met bovenzijde op ca. NAP-6,5m) en het freatisch pakket gemonitord te worden om de optredende verlagingen te bewaken.

Door ProRail zijn tevens eisen gesteld aan toegestane verplaatsingen aan het spoor. Deze zijn als Bijlage 5 toegevoegd. Op basis van het ontwerp van het retourveld dient de benodigde monitoring van het spoor bepaald te worden.

Voor de monitoring wordt geadviseerd om voorafgaand aan de werkzaamheden op basis van deze notitie, het bemalingsadvies en het ontwerp van het retourveld een monitoringsplan op te stellen.



DGPS meetstaat

| Omschrijving of sondeernummer | Hoogte in meters t.o.v. NAP |
|--|-----------------------------|
| 01 | -1.08 |
| 02 | -0.95 |
| 03 | -1.00 |
| 04 | -0.80 |
| 05 | -0.83 |
| 06 | -0.92 |
| 07 | -0.29 |
| 08 | -0.81 |
| 09 | -0.91 |
| 10 | -1.00 |
| 11 | -0.95 |
| B01 | -0.85 |
| Kruin wegdek | -1.34 |
| Bovenkant putdeksel | -1.34 |
| Onderkant garagedeur | -1.19 |
| Grondwaterstand B01 (meting 24-5-18) | -2.69 |
| Grondwaterpeil peilbuis 1 (meting 24-5-18) | -2.89 |
| Grondwaterpeil peilbuis 2 (meting 4-4-19) | -1.00* |
| Grondwaterpeil peilbuis 3 (meting 4-4-19) | -2.87* |

**Gebruikt werkwater bij het drukken van de peilbuis kan invloed hebben op de metingen, vervolgmetingen zijn nodig.*

De hoogtebepaling dient enkel om de grondopbouw te koppelen aan een vast punt en is niet geschikt voor andere doeleinden dan dit onderzoek.

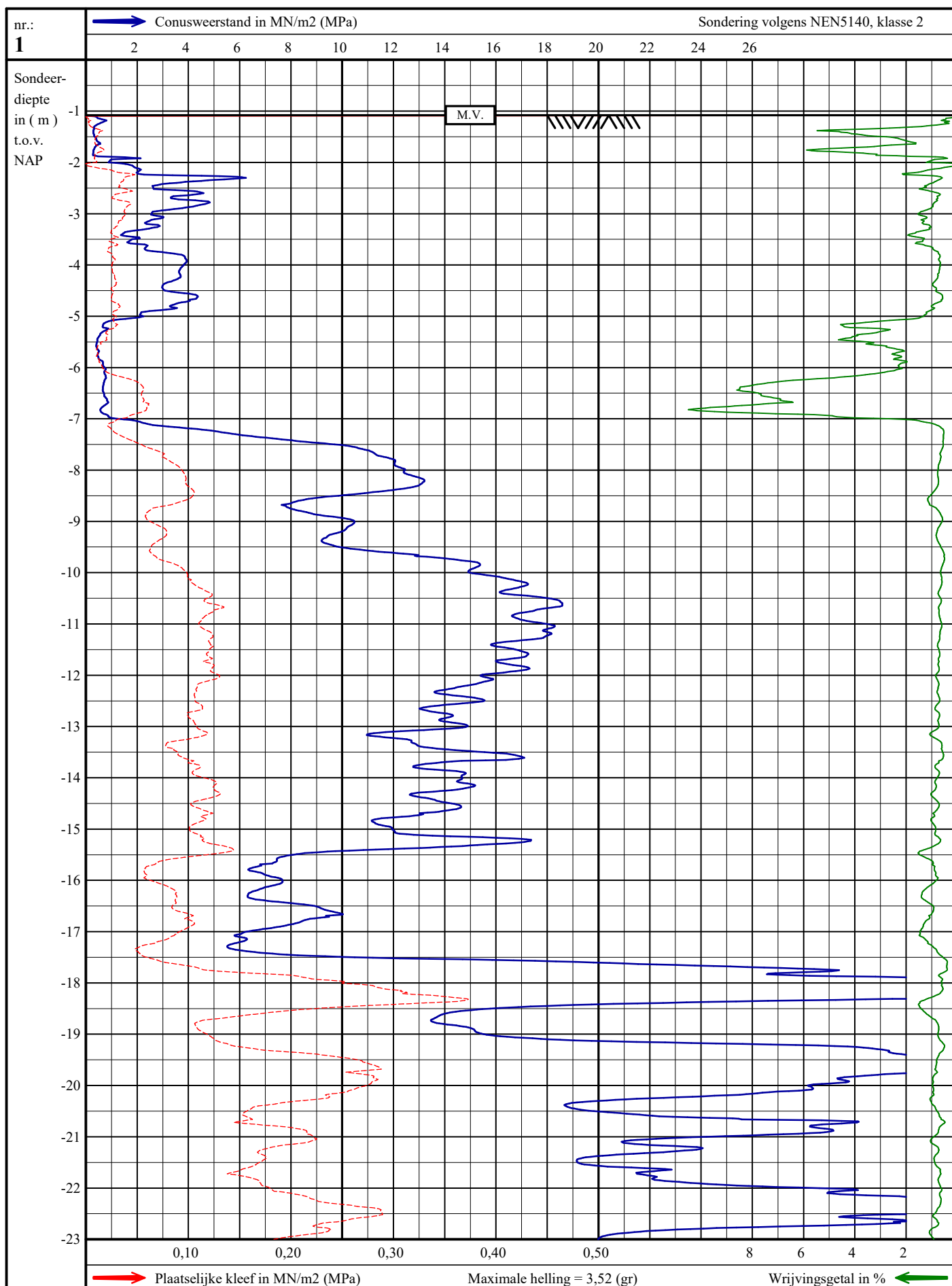
Boorstaat

| | |
|---|--|
| Handboring - Mv. = 0.85 m. -NAP Grondwaterstand = 2.69 m. -NAP | |
| Van 0.00 tot 3.00 in meters -maaiveld | Grondsoort |
| 00.00 – 00.45 | Zand, fijn/teelaarde, zwart |
| 00.45 – 00.55 | Klei zwart |
| 00.55 – 01.00 | Klei grijs, zand |
| 01.00 – 02.50 | Klei donker grijs/zwart, spoortje zand |
| 02.50 – 03.00 | Zand, matig fijn, grijs |

Peilstaat

| | |
|--|--|
| Peilbuis 1 Bk peilbuis = -0.55 m. NAP | Filterstelling = -8.55 tot -9.55 m. NAP Materiaal = PVC 32 mm |
| Datum | Grondwaterstand in peilbuis t.o.v. NAP in m. |
| 24-5-18 | -2.89 |
| Peilbuis 2 Bk peilbuis = +0.31 m. NAP | Filterstelling = -1.29 tot -1.69 m. NAP Materiaal = PVC 32 mm |
| Datum | Grondwaterstand in peilbuis t.o.v. NAP in m. |
| 4-4-19 | -1.00* |
| Peilbuis 3 Bk peilbuis = +0.24 m. NAP | Filterstelling = -6.76 tot -7.76 m. NAP Materiaal = PVC 32 mm |
| Datum | Grondwaterstand in peilbuis t.o.v. NAP in m. |
| 4-4-19 | -2.87* |

**Gebruikt werkwater bij het drukken van de peilbuis kan invloed hebben op de metingen, vervolgmetingen zijn nodig.*



Conus-ID: I-CFXY-15/100802/11/

Locatie: 127020.00 / 476647.00 (X / Y)

ID Ingenieursbureau Dierendonck
Geotechniek

Nieuwbouw Sporthuis
Spoorlaan-Bovenkamp
te Abcoude

mv : NAP -1,08 m

uitv.: 04-04-2019 12:14

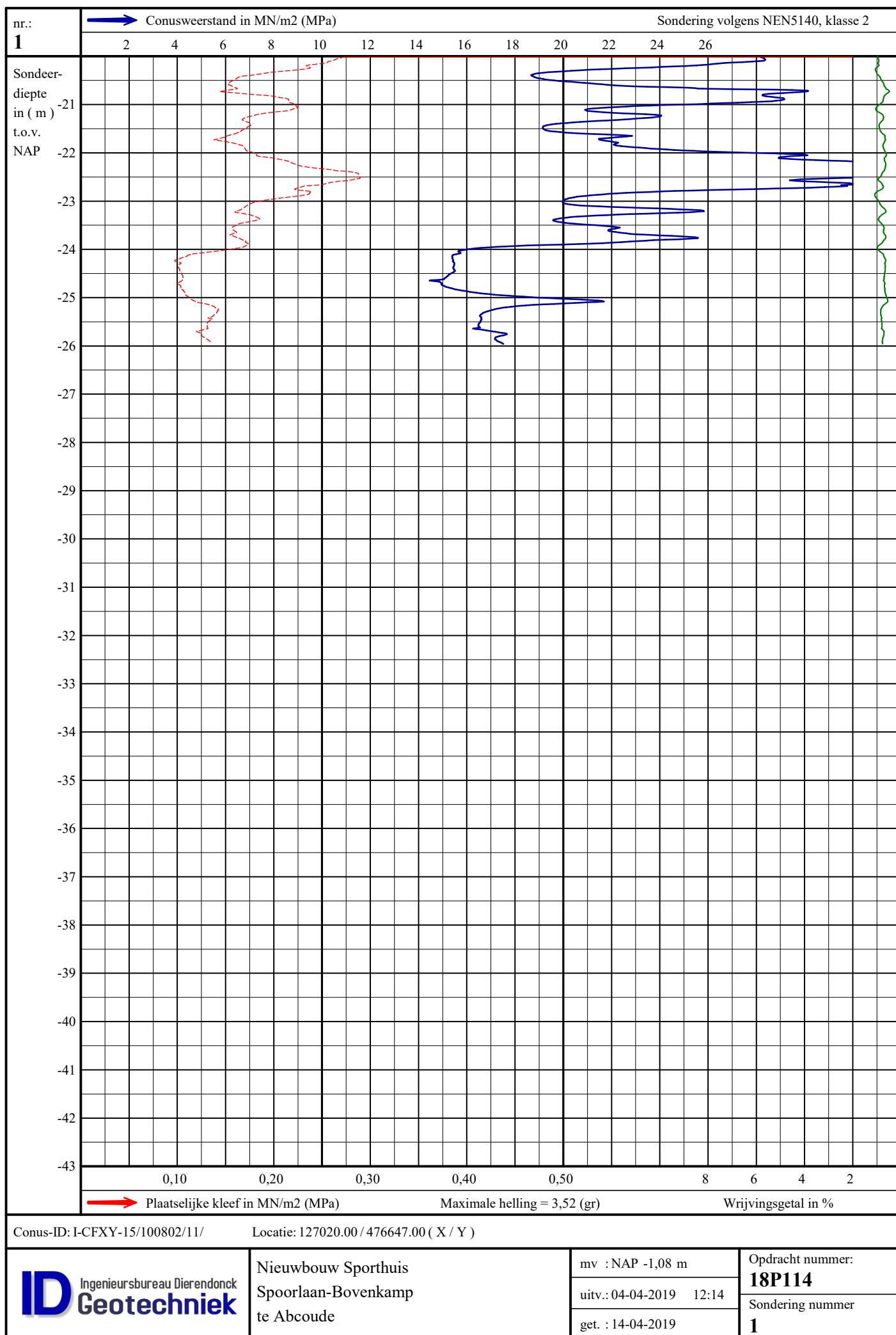
get. : 14-04-2019

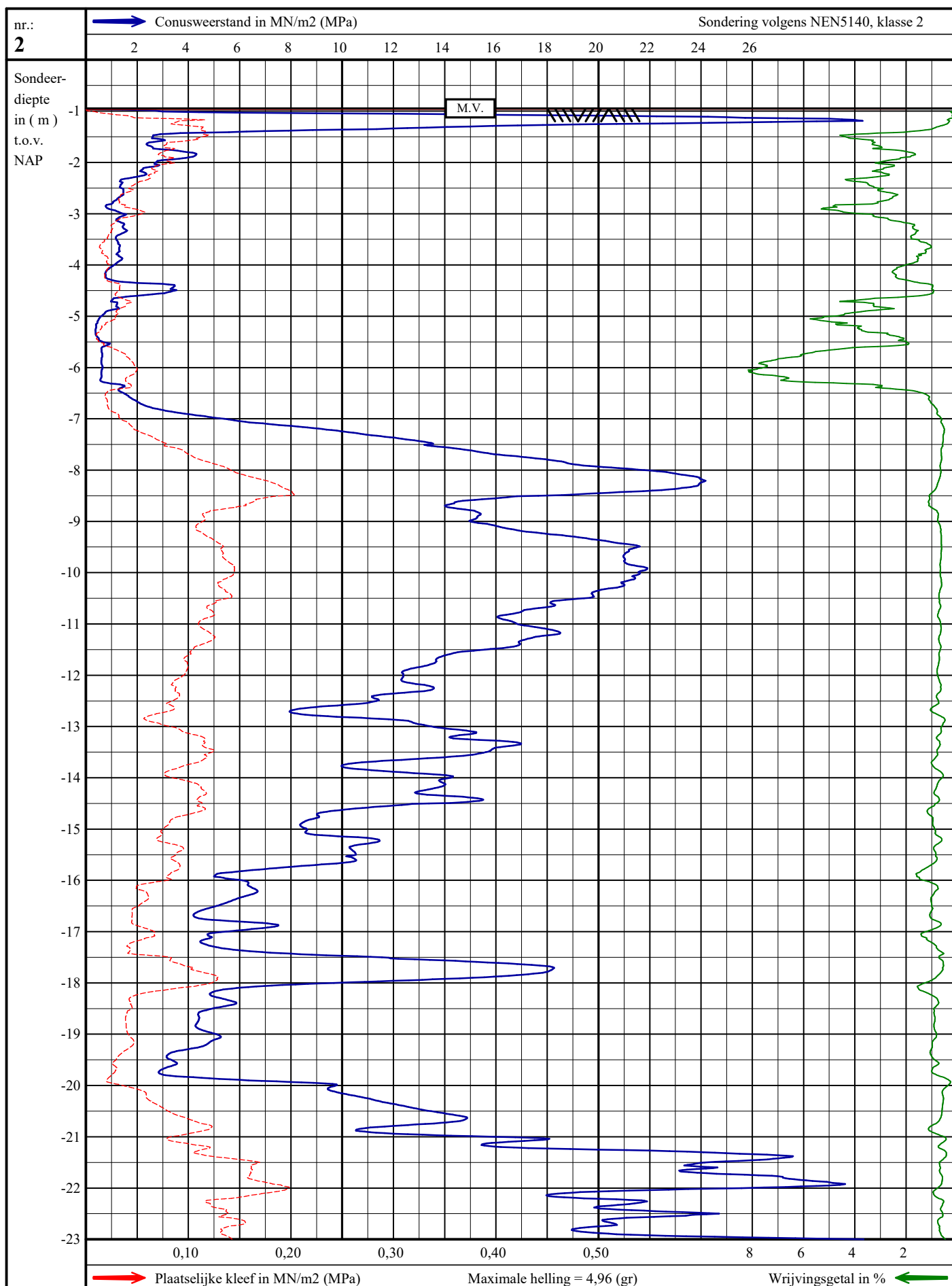
Opdracht nummer:

18P114

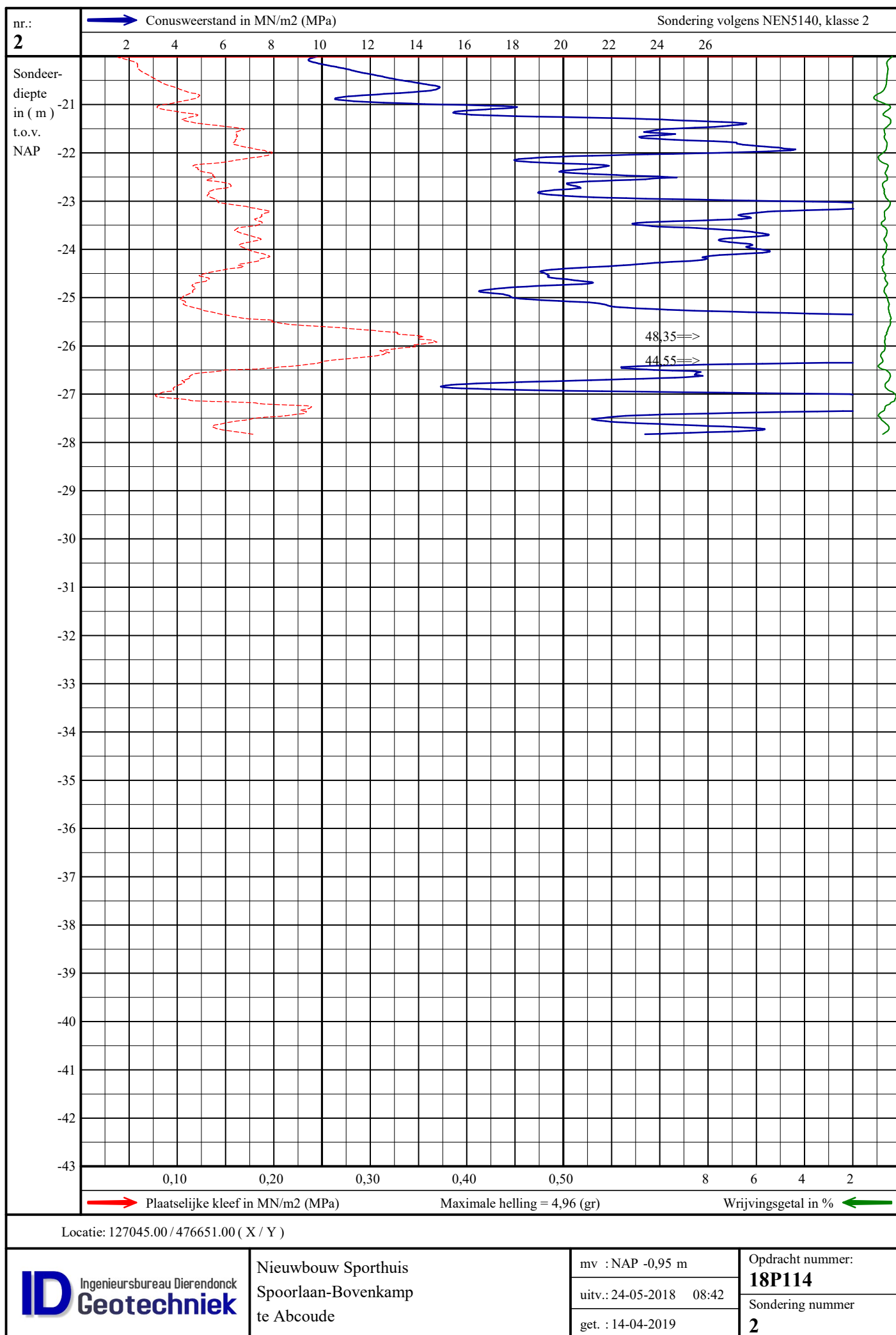
Sondering nummer

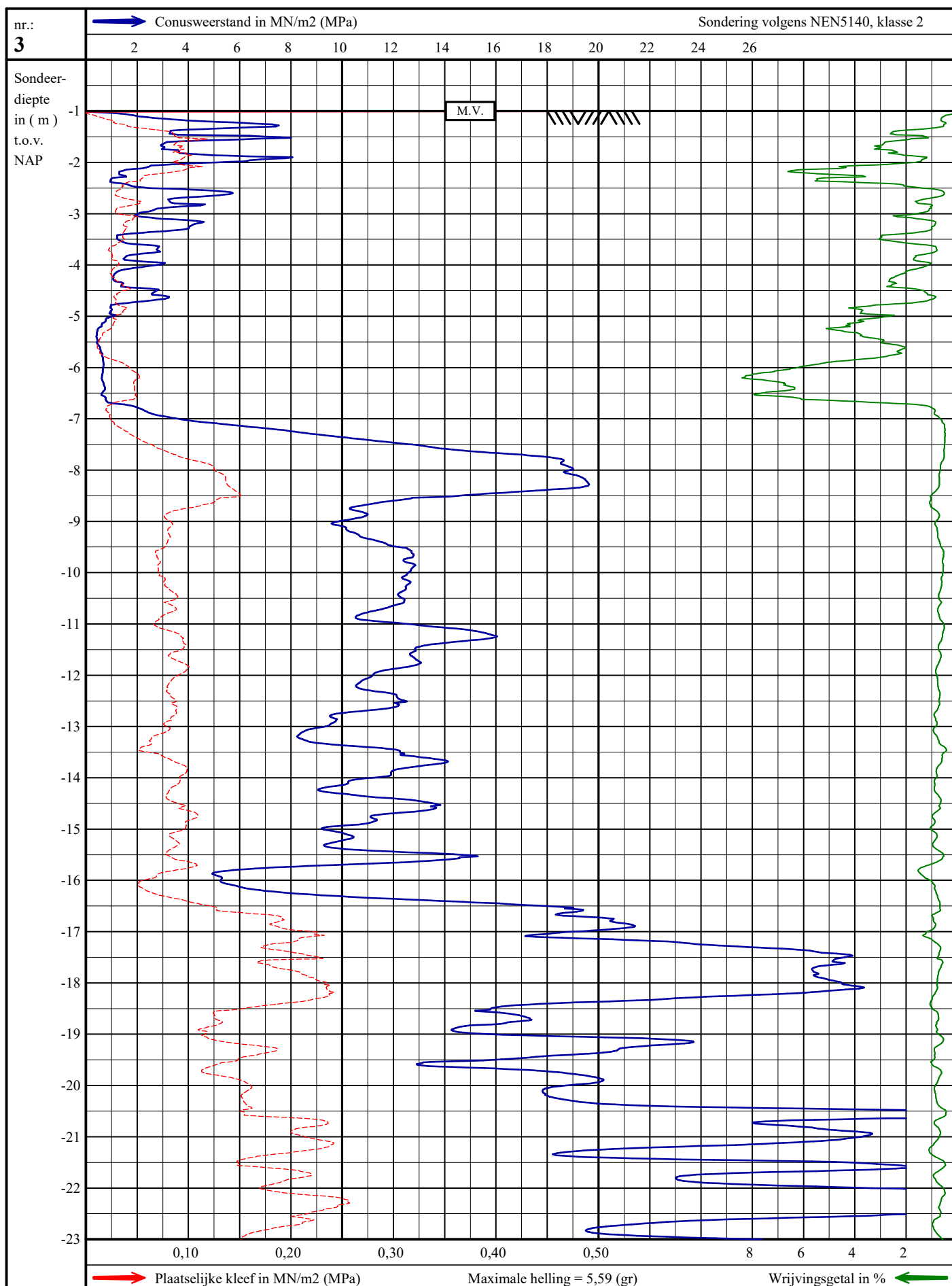
1





Locatie: 127045.00/476651.00 (X / Y)





Conus-ID: I-CFX-15/100802/10/

Locatie: 127033.00 / 476639.00 (X / Y)

ID Ingenieursbureau Dierendonck
Geotechniek

Nieuwbouw Sporthuis
Spoorlaan-Bovenkamp
te Abcoude

mv : NAP -1,00 m

uitv.: 24-05-2018 10:12

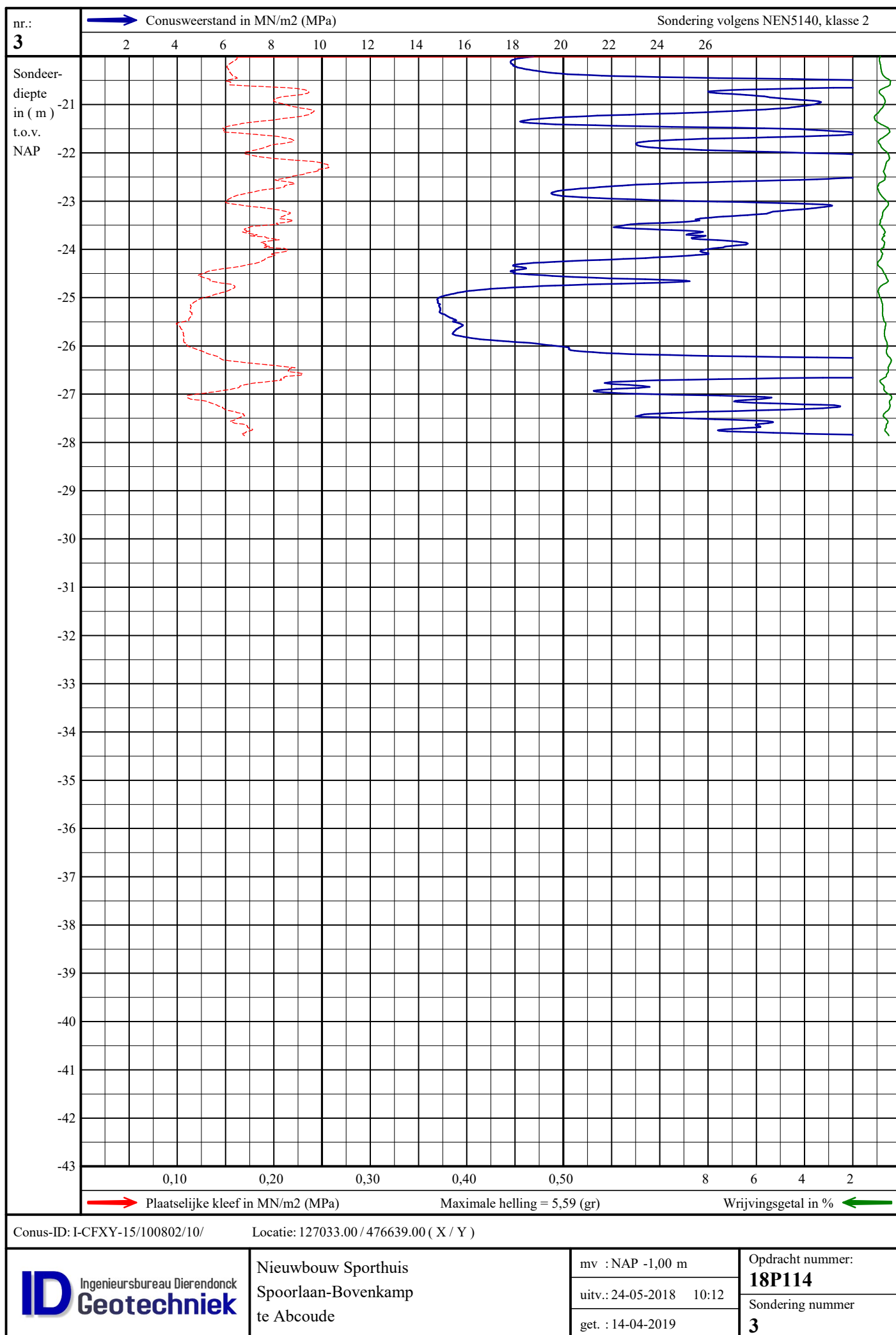
get. : 14-04-2019

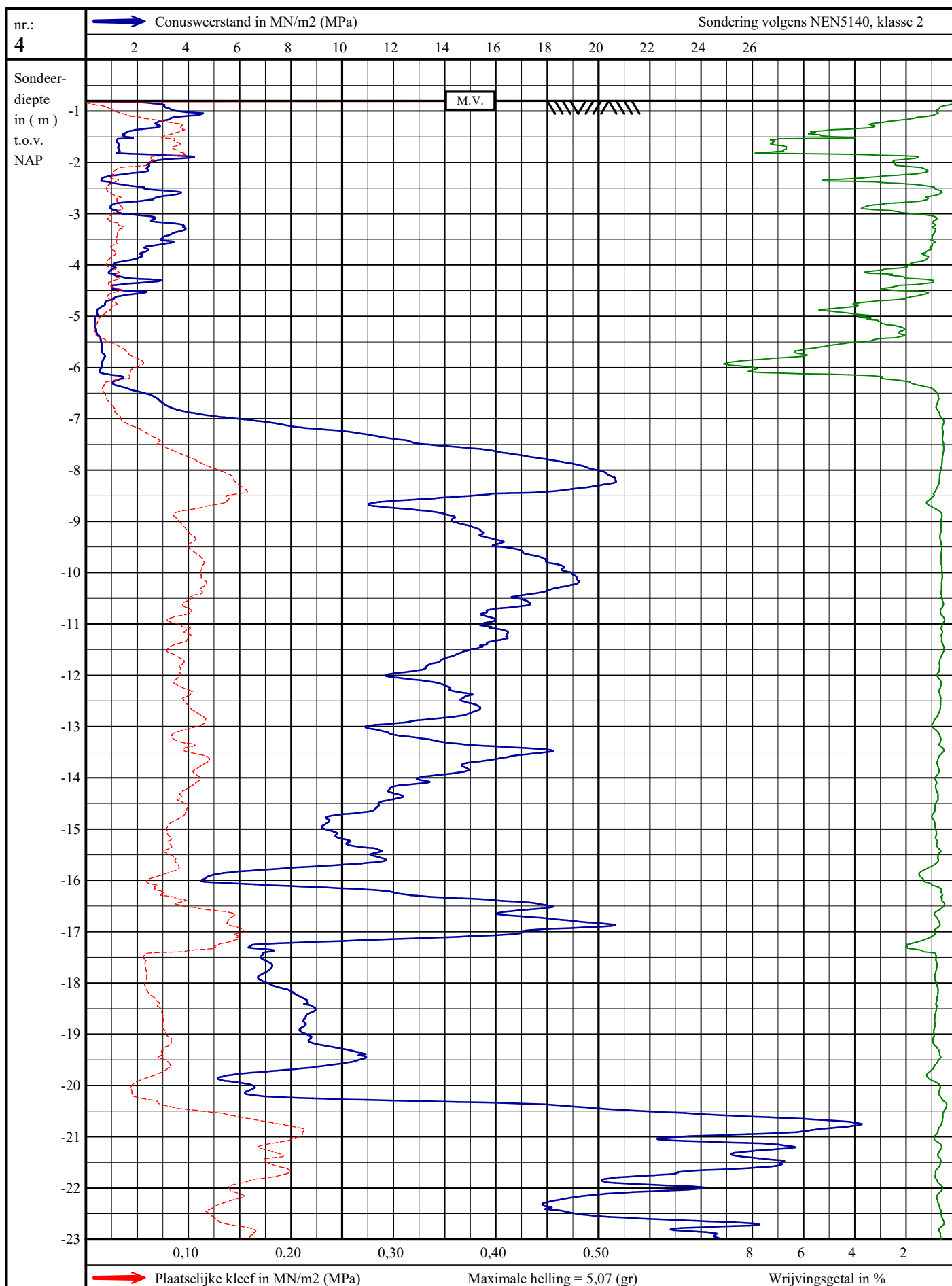
Opdracht nummer:

18P114

Sondering nummer

3





Conus-ID: I-CFXY-15/100802/10/

Locatie: 127056.00 / 476639.00 (X / Y)

ID Ingenieursbureau Dierendonck
Geotechniek

Nieuwbouw Sporthuis
Spoorlaan-Bovenkamp
te Abcoude

mv : NAP -0,80 m

uitv.: 24-05-2018 14:49

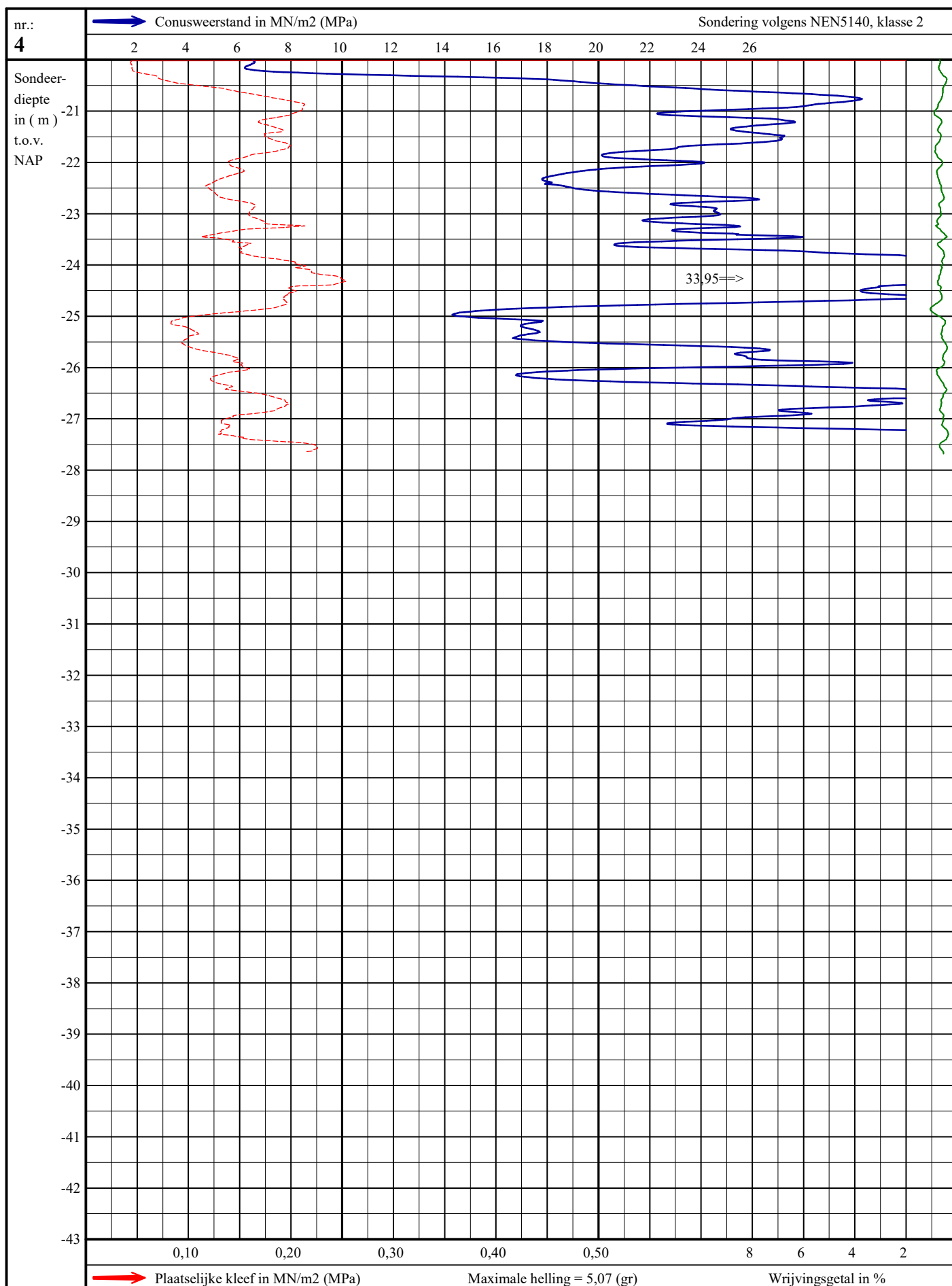
get. : 14-04-2019

Opdracht nummer:

18P114

Sondering nummer

4



Conus-ID: I-CFXY-15/100802/10/

Locatie: 127056.00 / 476639.00 (X / Y)

ID Ingenieursbureau Dierendonck
Geotechniek

Nieuwbouw Sporthuis
Spoorlaan-Bovenkamp
te Abcoude

mv : NAP -0,80 m

uitv.: 24-05-2018 14:49

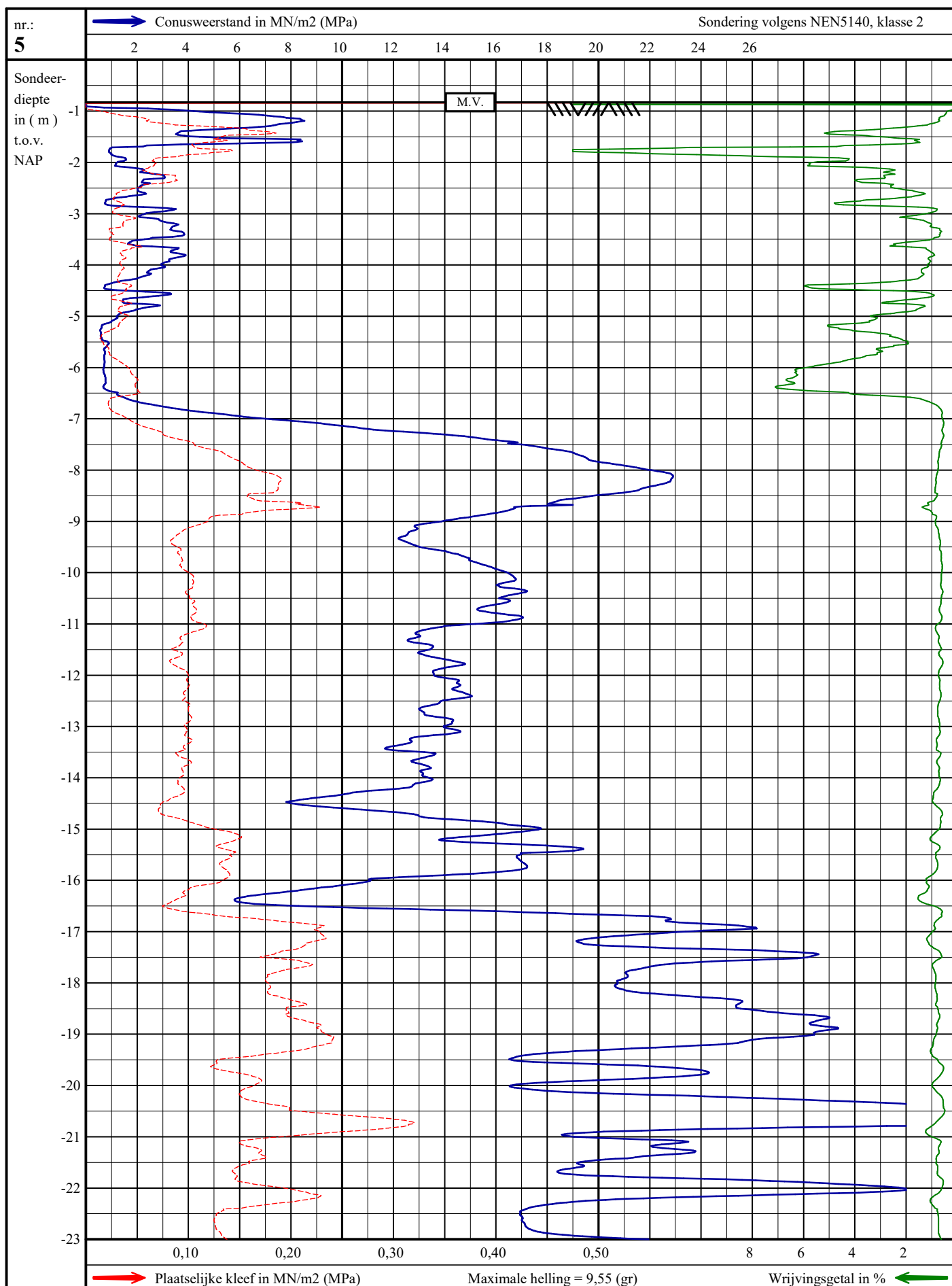
get. : 14-04-2019

Opdracht nummer:

18P114

Sondering nummer

4



Conus-ID: I-CFXY-15/100802/10/

Locatie: 127041.00 / 476627.00 (X / Y)

ID Ingenieursbureau Dierendonck
Geotechniek

Nieuwbouw Sporthuis
Spoorlaan-Bovenkamp
te Abcoude

mv : NAP -0,83 m

uitv.: 24-05-2018 10:48

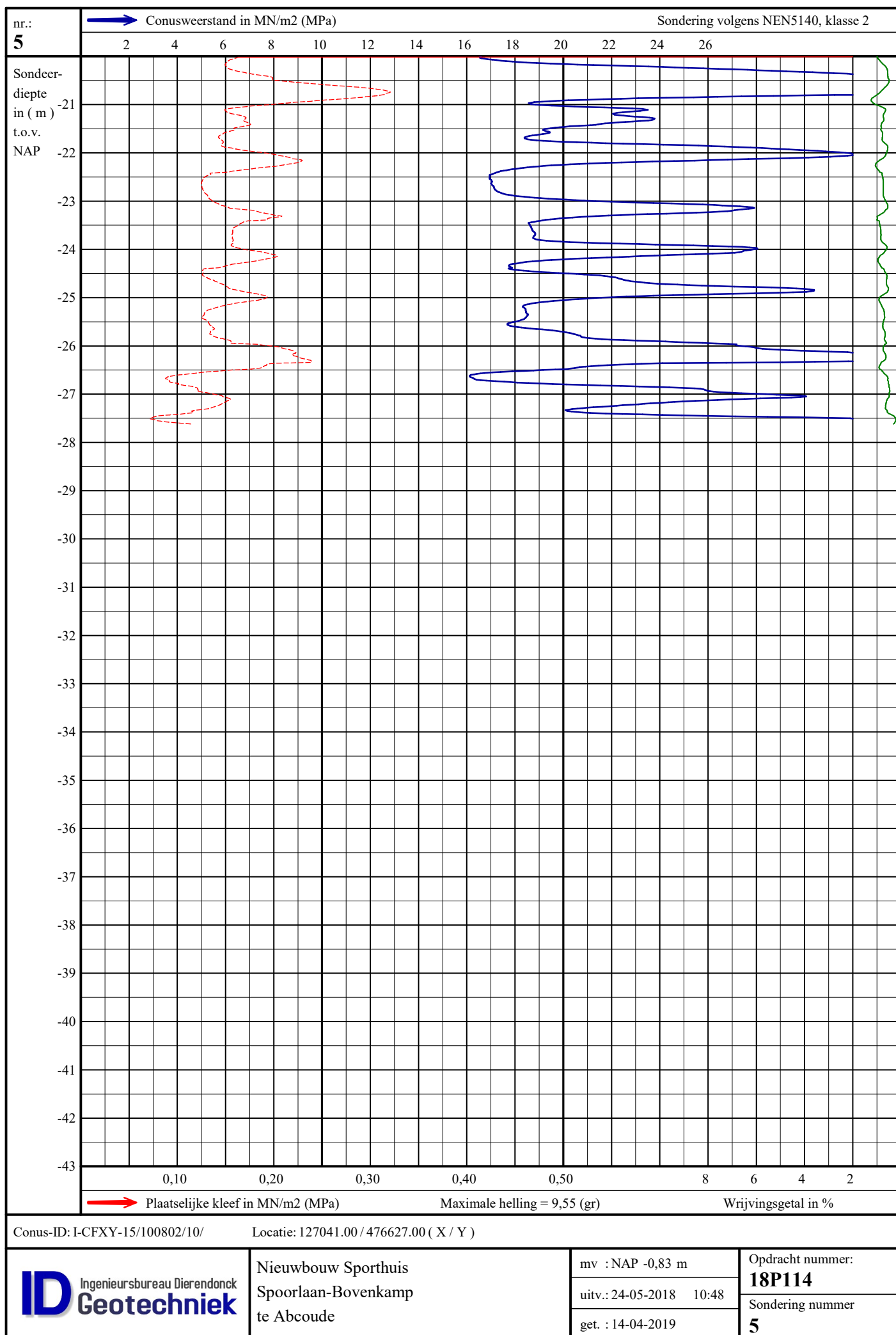
get. : 14-04-2019

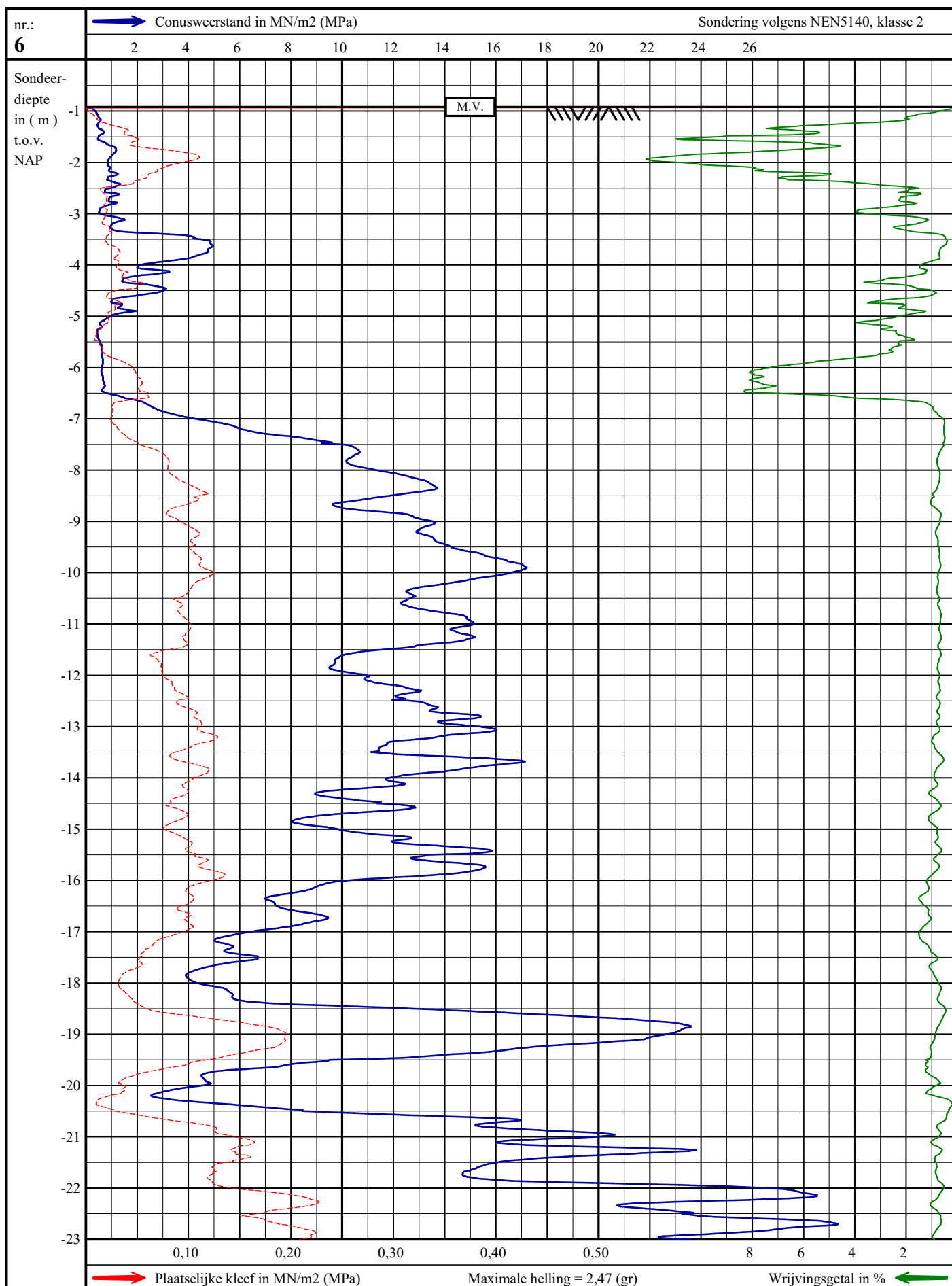
Opdracht nummer:

18P114

Sondering nummer

5





Conus-ID: I-CFX-15/100802/11/

Locatie: 127020.00 / 476622.00 (X / Y)

ID Ingenieursbureau Dierendonck
Geotechniek

Nieuwbouw Sporthuis
Spoorlaan-Bovenkamp
te Abcoude

mv : NAP -0,92 m

uitv.: 04-04-2019 11:33

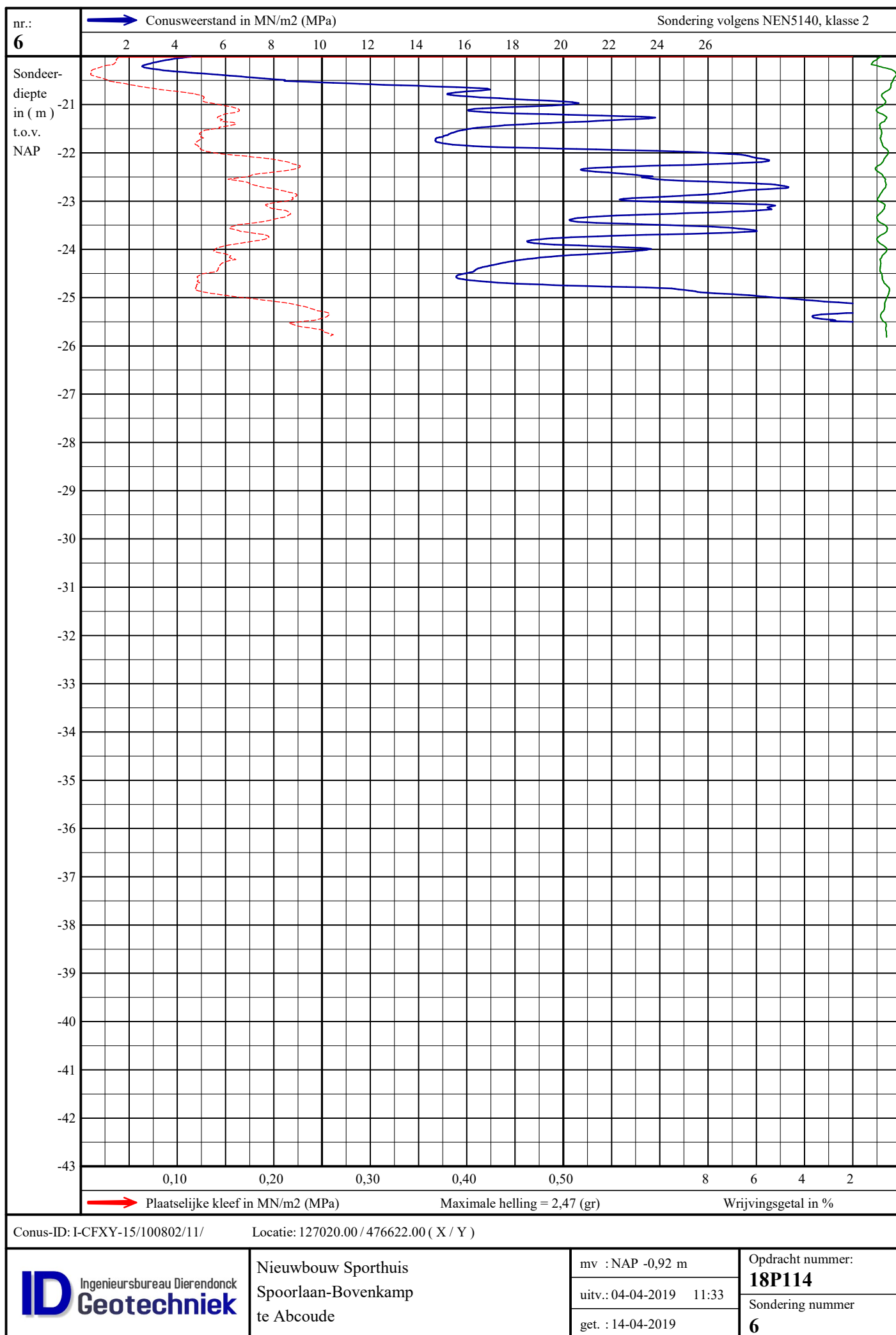
get. : 14-04-2019

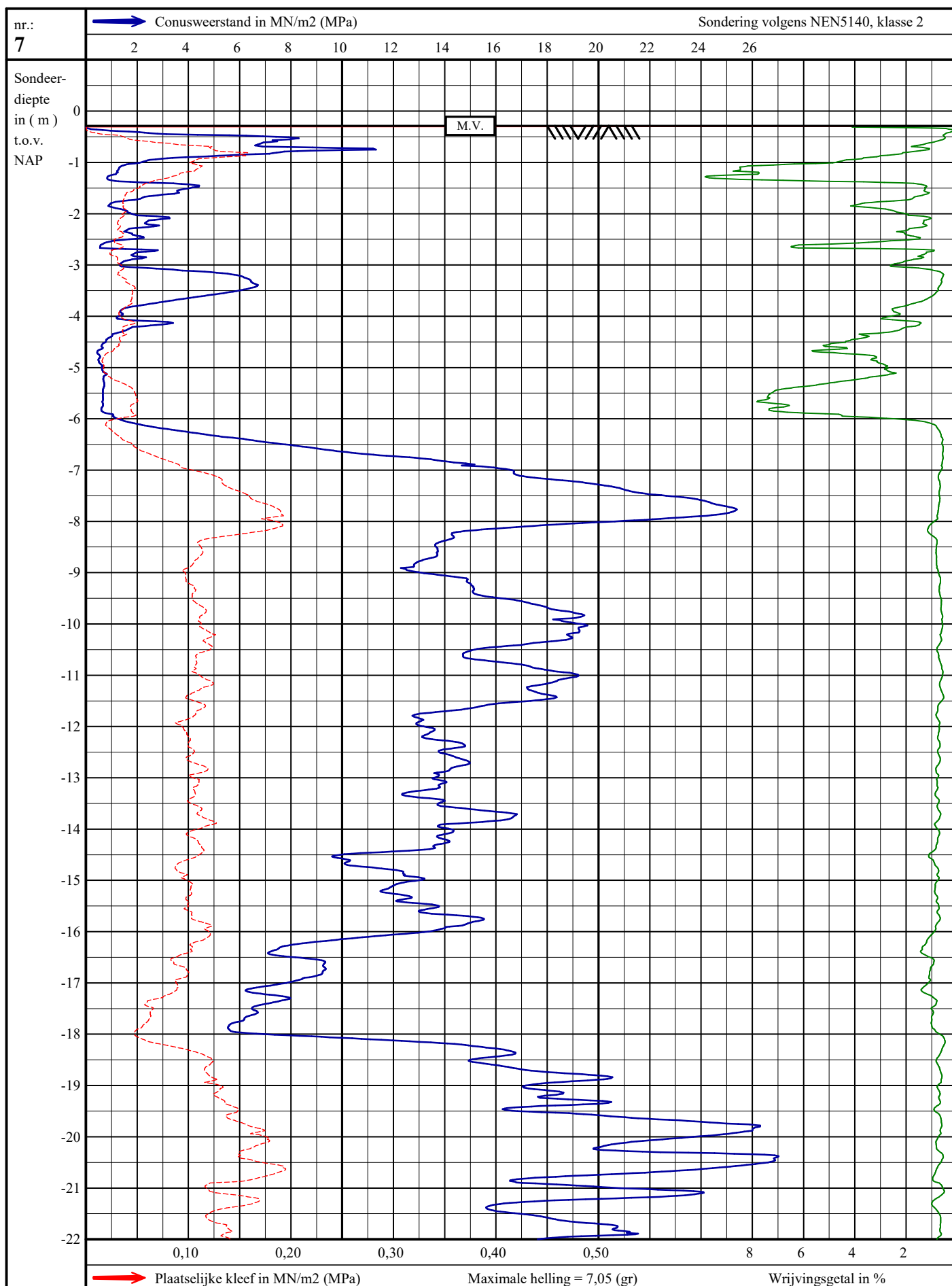
Opdracht nummer:

18P114

Sondering nummer

6





Conus-ID: I-CFXY-15/100802/10/

Locatie: 127055.00 / 476622.00 (X / Y)

ID Ingenieursbureau Dierendonck
Geotechniek

Nieuwbouw Sporthuis
Spoorlaan-Bovenkamp
te Abcoude

mv : NAP -0,29 m

uitv.: 24-05-2018 11:26

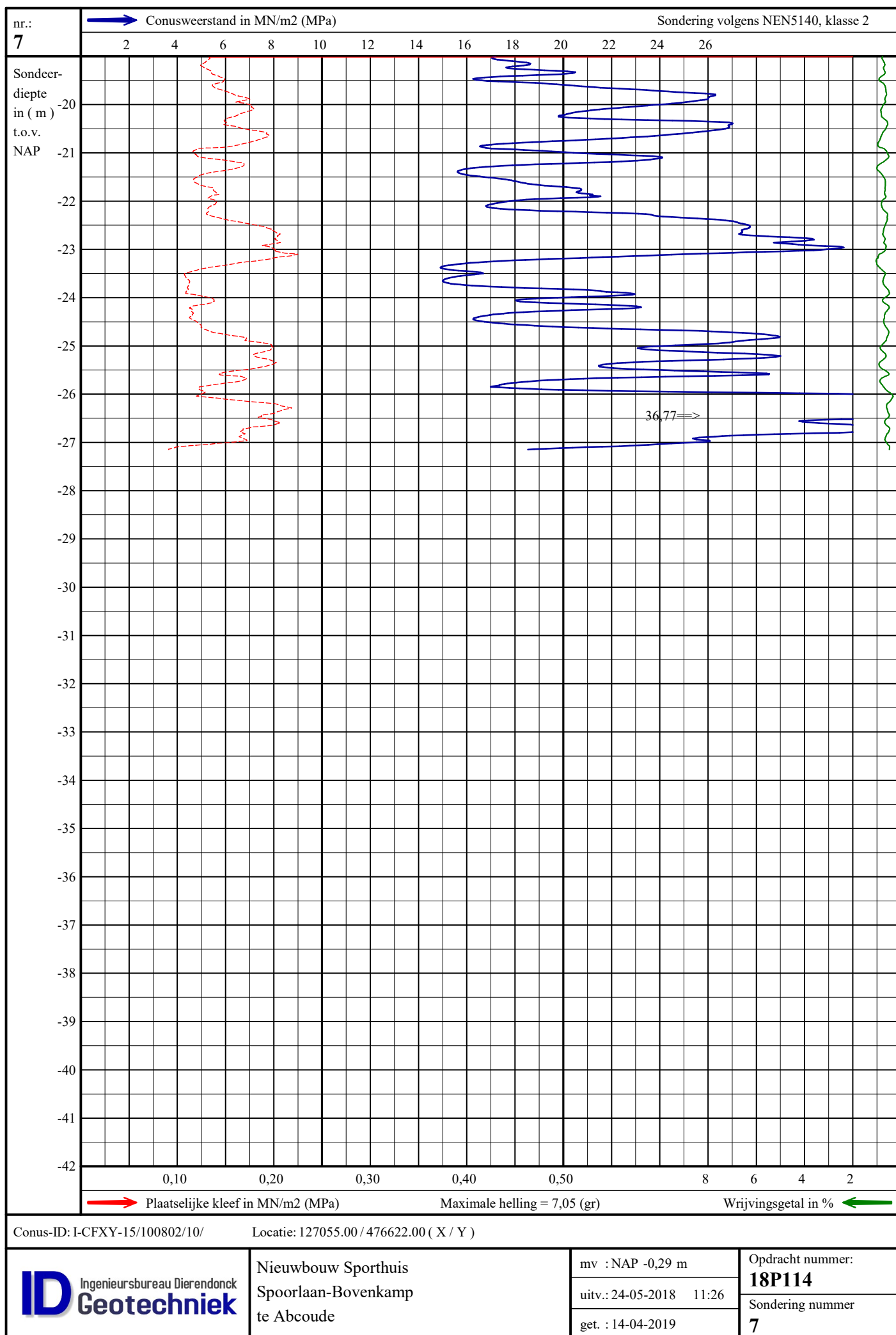
get. : 14-04-2019

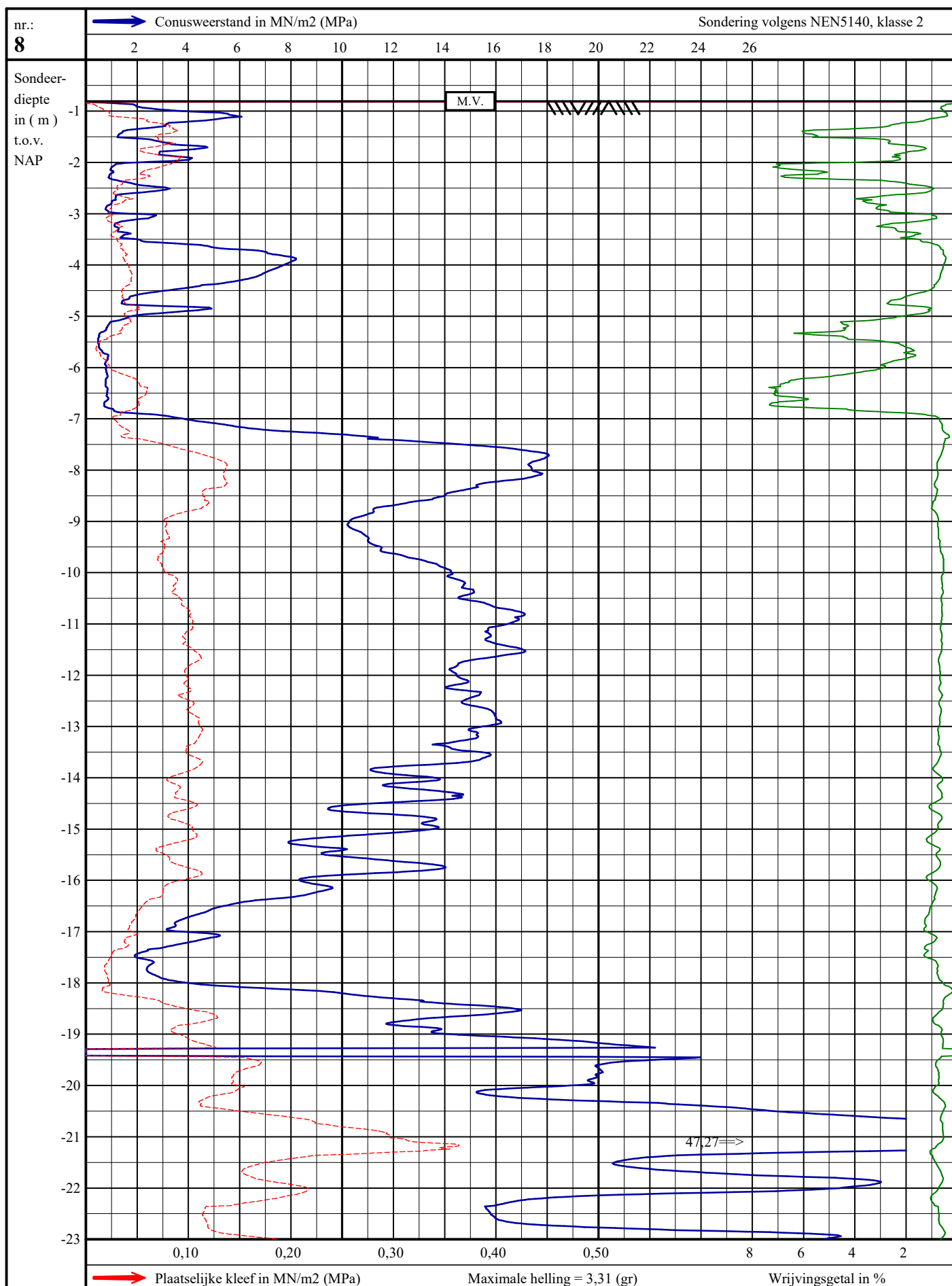
Opdracht nummer:

18P114

Sondering nummer

7





Conus-ID: I-CFXY-15/100802/10/

Locatie: 127035.00 / 476615.00 (X / Y)

ID Ingenieursbureau Dierendonck
Geotechniek

Nieuwbouw Sporthuis
Spoorlaan-Bovenkamp
te Abcoude

mv : NAP -0,81 m

uitv.: 24-05-2018 13:26

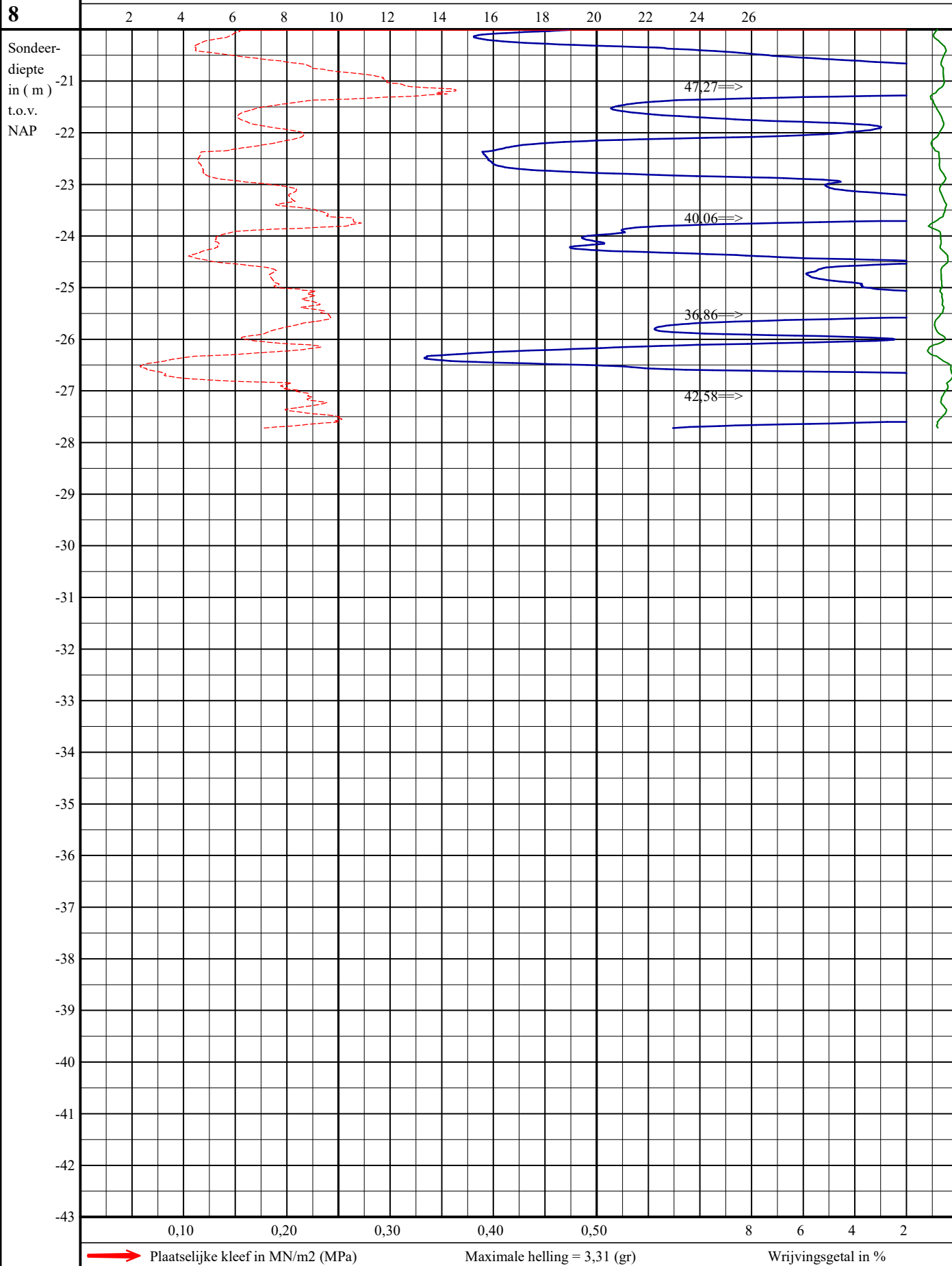
get. : 14-04-2019

Opdracht nummer:

18P114

Sondering nummer

8



Conus-ID: I-CFXY-15/100802/10/

Locatie: 127035.00 / 476615.00 (X / Y)



Nieuwbouw Sporthuis
Spoorlaan-Bovenkamp
te Abcoude

mv : NAP -0,81 m

uitv.: 24-05-2018 13:26

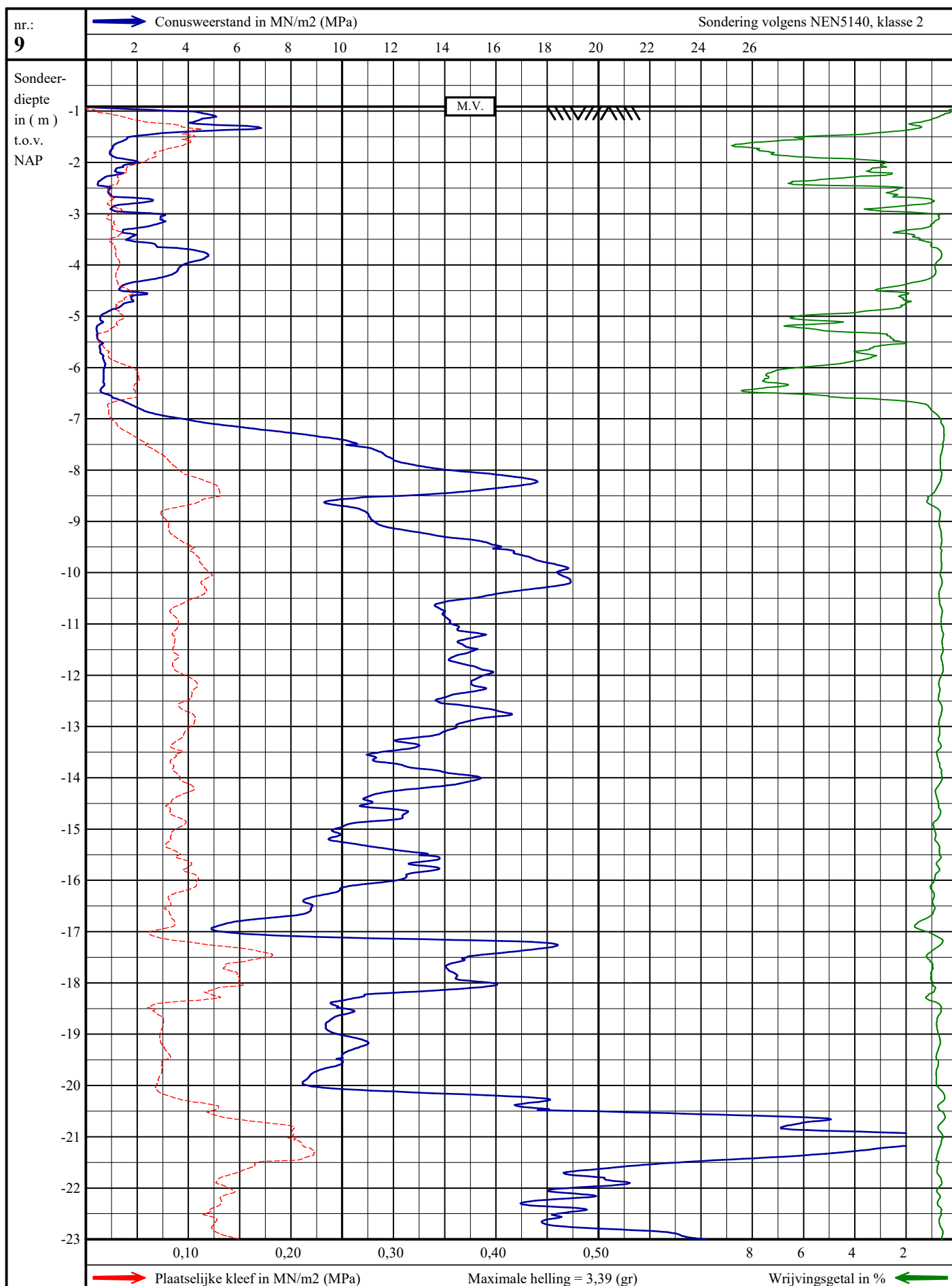
get. : 14-04-2019

Opdracht nummer:

18P114

| |
|------------------|
| Sondering nummer |
|------------------|

8



Conus-ID: I-CFXY-15/100802/10/

Locatie: 127064.00 / 476618.00 (X / Y)

ID Ingenieursbureau Dierendonck
Geotechniek

Nieuwbouw Sporthuis
Spoorlaan-Bovenkamp
te Abcoude

mv : NAP -0,91 m

uitv.: 24-05-2018 14:05

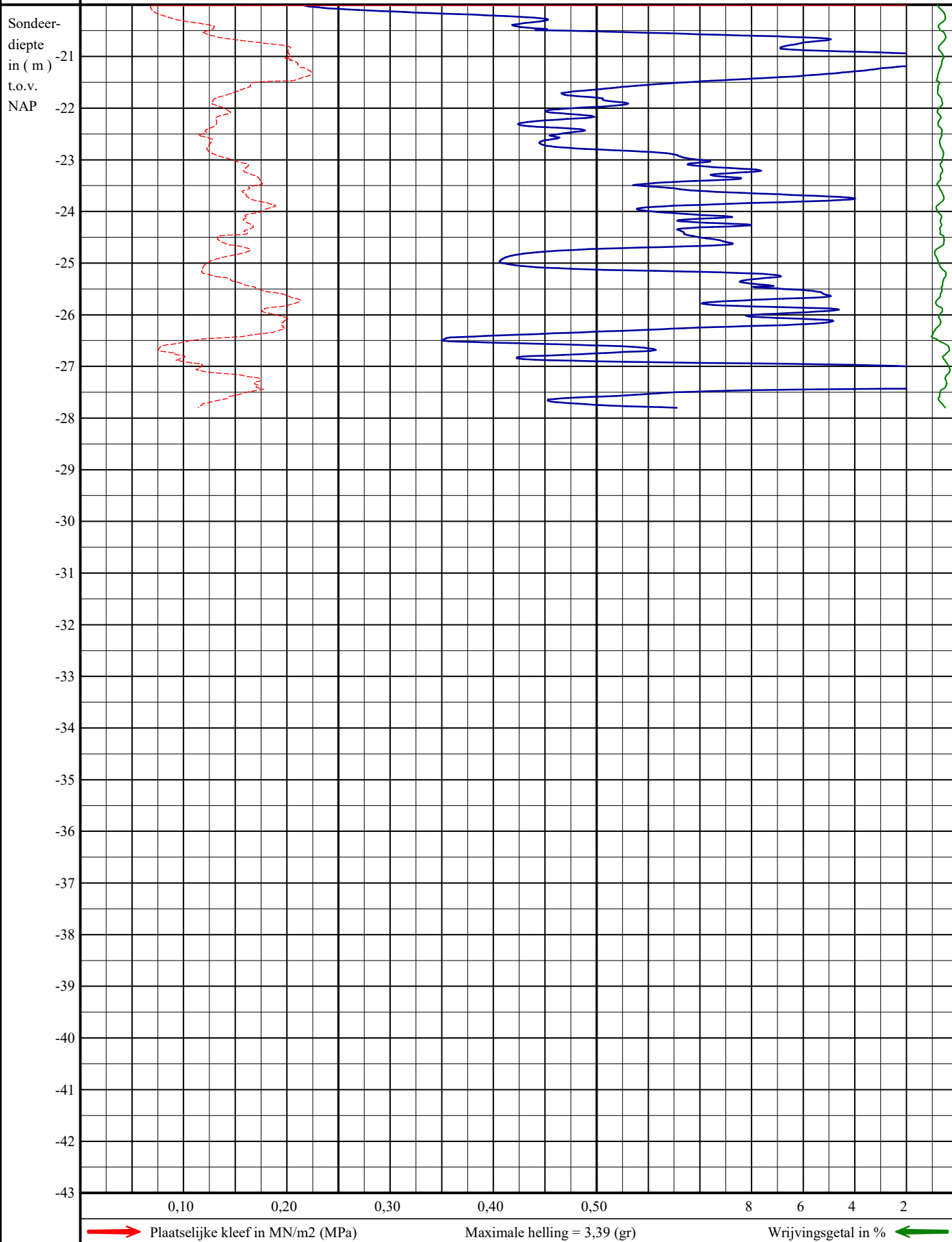
get. : 14-04-2019

Opdracht nummer:

18P114

Sondering nummer

9



Conus-ID: I-CFXY-15/100802/10/

Locatie: 127064.00 / 476618.00 (X / Y)



Nieuwbouw Sporthuis
Spoorlaan-Bovenkamp
te Abcoude

mv : NAP -0,91 m

uitv.: 24-05-2018 14:05

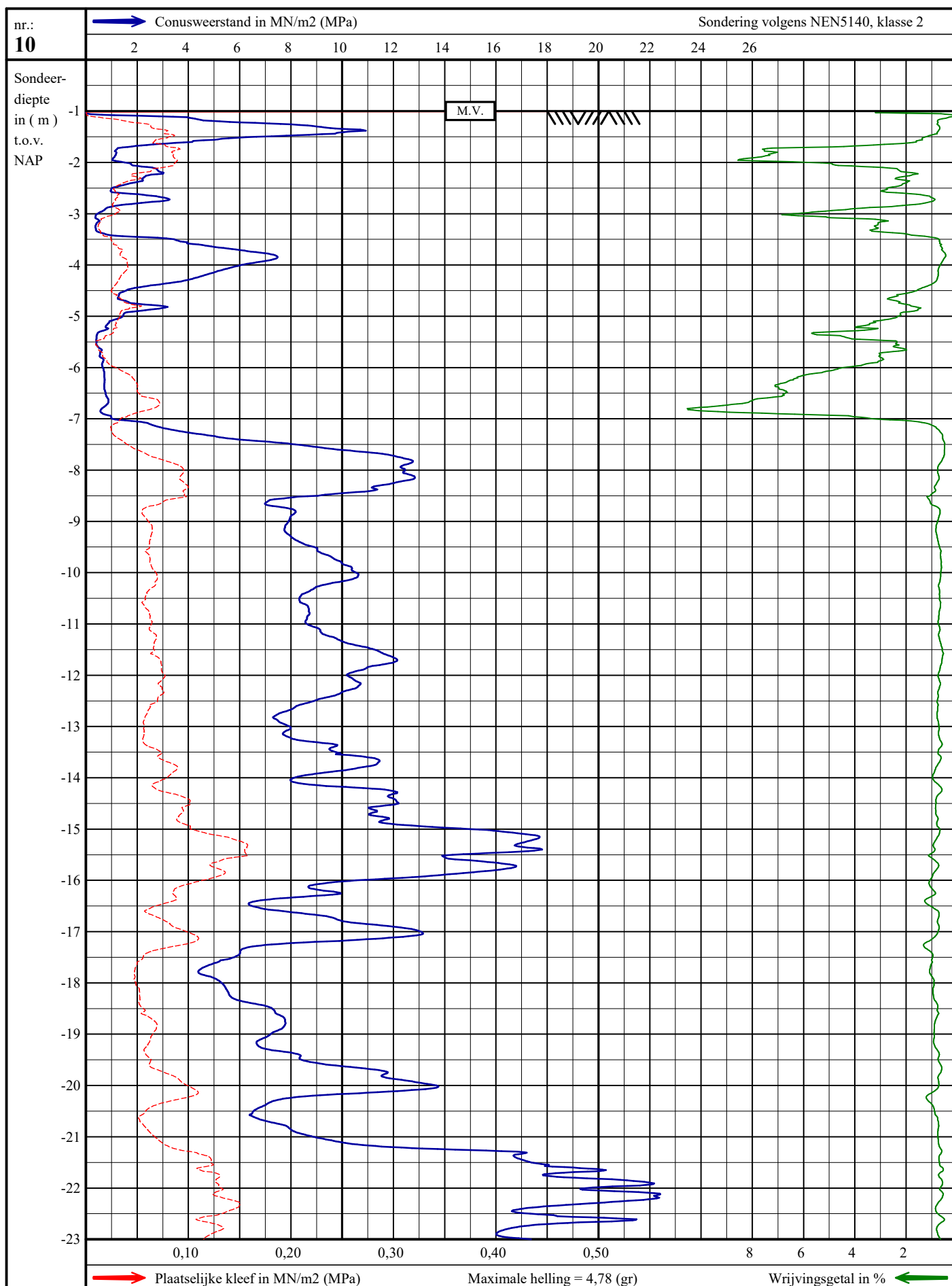
get. : 14-04-2019

Opdracht nummer:

18P114

| |
|------------------|
| Sondering nummer |
|------------------|

9



Conus-ID: I-CFXY-15/100802/10/

Locatie: 127030.00 / 476599.00 (X / Y)

ID Ingenieursbureau Dierendonck
Geotechniek

Nieuwbouw Sporthuis
Spoorlaan-Bovenkamp
te Abcoude

mv : NAP -1,00 m

uitv.: 24-05-2018 12:43

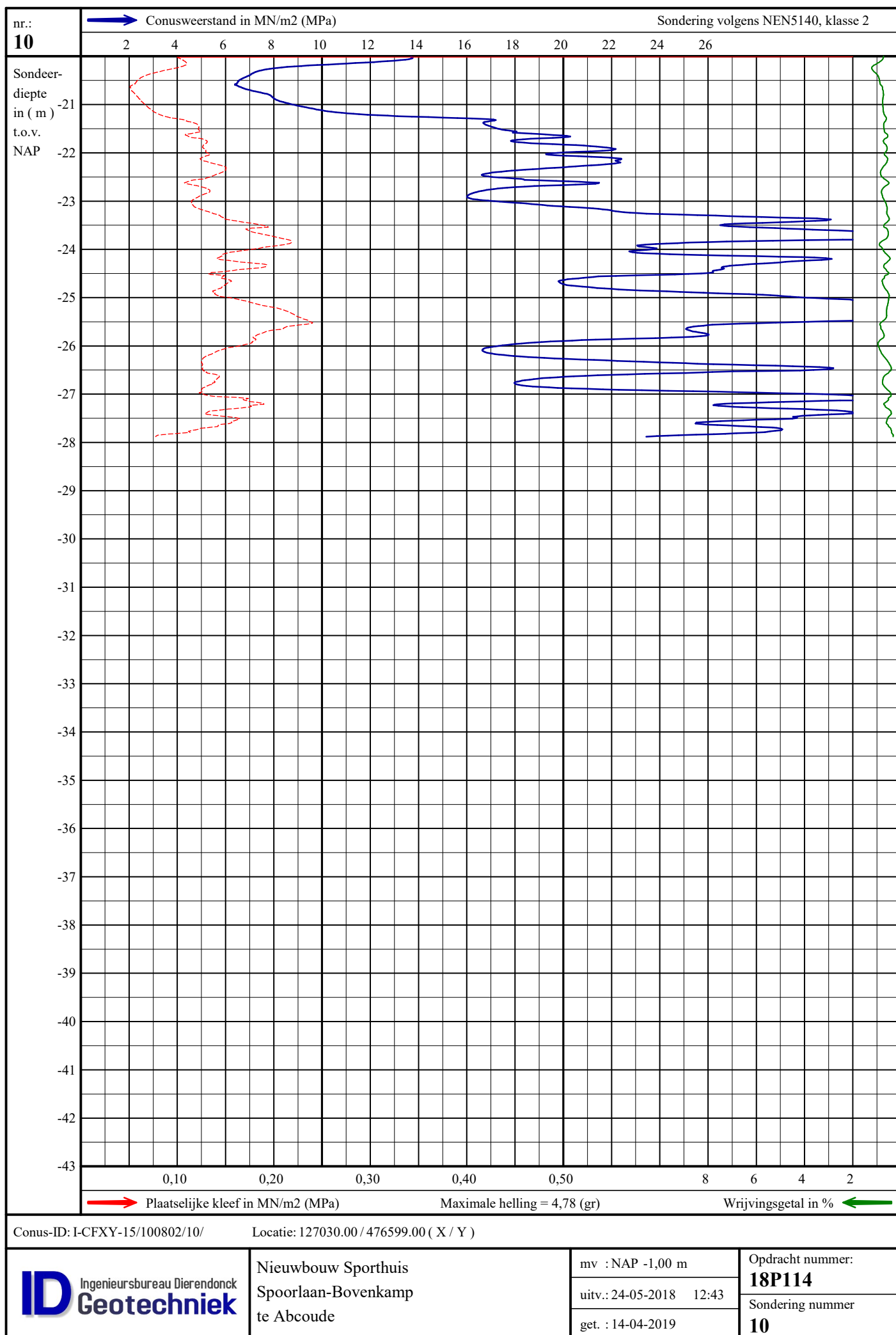
get. : 14-04-2019

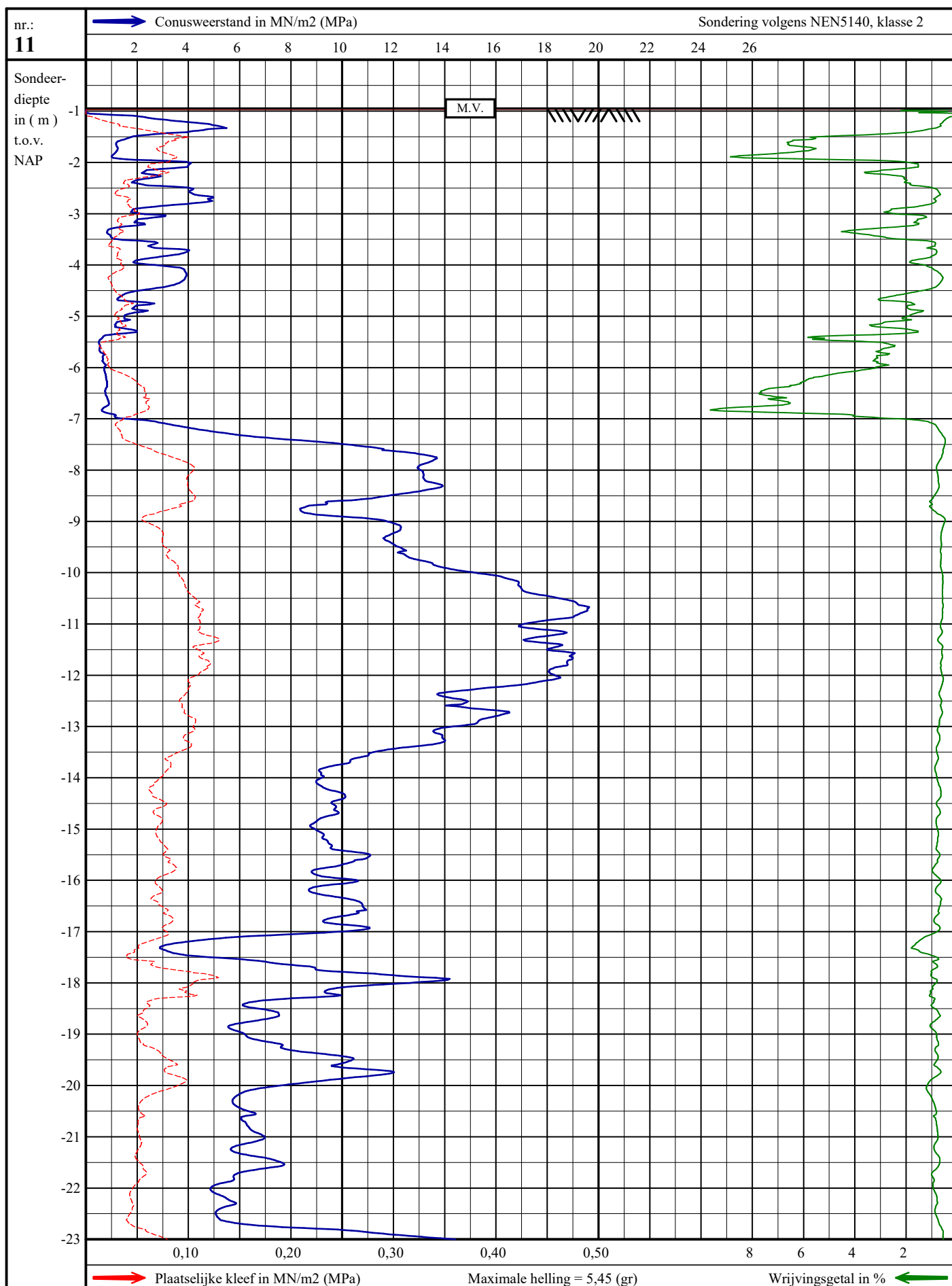
Opdracht nummer:

18P114

Sondering nummer

10





Conus-ID: I-CFXY-15/100802/10/

Locatie: 127064.00 / 476618.00 (X / Y)

ID Ingenieursbureau Dierendonck
Geotechniek

Nieuwbouw Sporthuis
Spoorlaan-Bovenkamp
te Abcoude

mv : NAP -0,95 m

uitv.: 24-05-2018 12:03

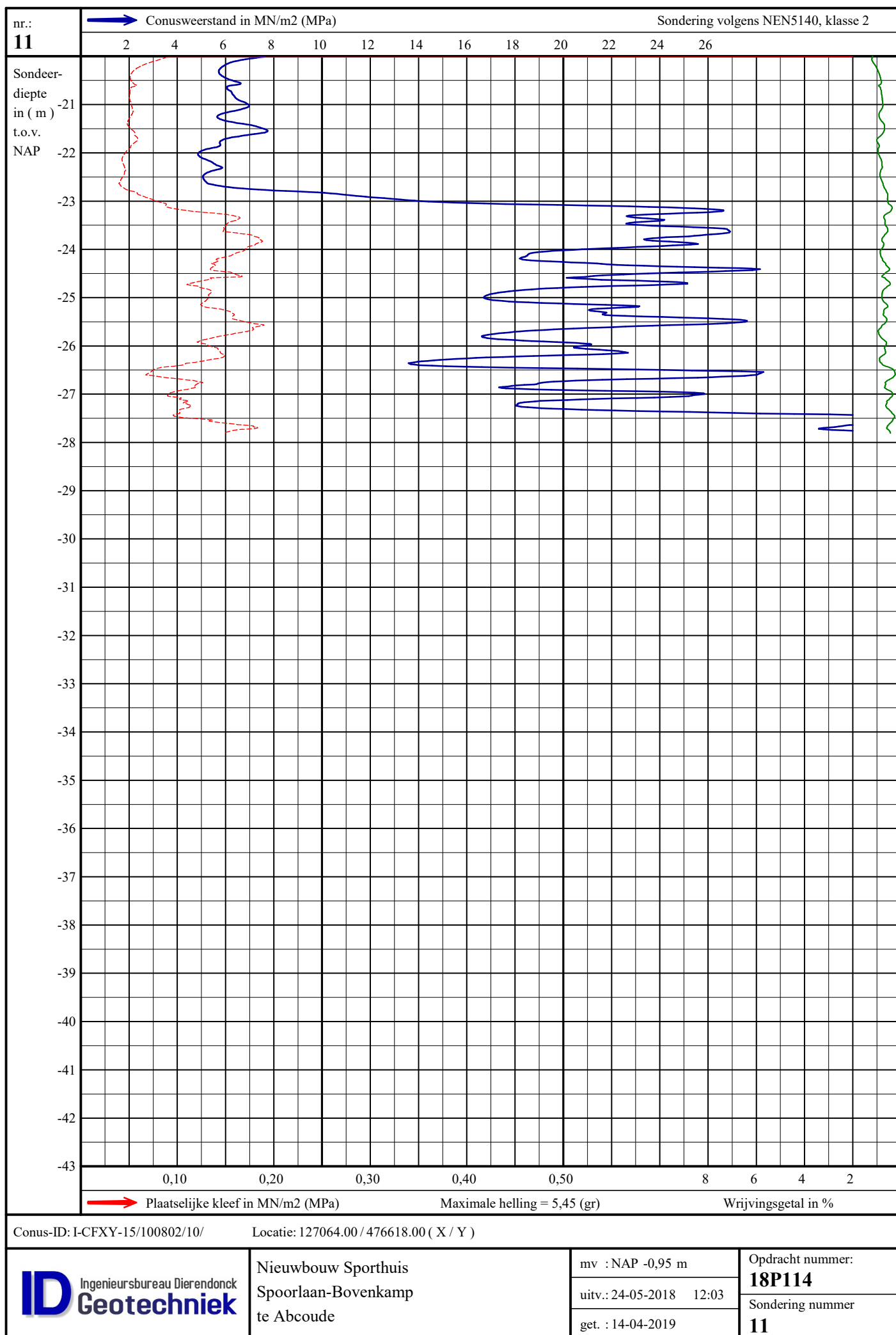
get. : 14-04-2019

Opdracht nummer:

18P114

Sondering nummer

11



Bijlage 2 Bepaling OCR

autonome zetting = 3,0 [mm/jaar] Gefitte autonome zetting = 3,0 [mm/jaar] $\Sigma ds/dt = 3,0$ $\Sigma ds/dt = 3,0$

Report for D-Settlement 18.2

Settlement Calculations
Developed by Deltares

Company:

Date of report:

Time of report:

Report with version:

Date of calculation:

Time of calculation:

Calculated with version:

File name:

CRUX Engineering B.V.

19-7-2019

15:41:48

18.2.1.20481

18-7-2019

9:24:17

18.2.1.20481

P:\..\04 REK\GEO\Zet\SEET001a1 Zetting tgv stijghoogteverlaging

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 | 4 |
| 2.6 Water Loads | 4 |
| 2.6.1 Water Load: Water load (1) | 4 |
| 2.7 Verticals | 5 |
| 3 Results per Vertical | 6 |
| 3.1 Results for Vertical 3 (X = 53,00 m; Z = 0,00 m) | 6 |
| 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] | | | | |
|-----------------|------------------|----------|--|--|--|
| 5 - X - | -240,000 | 1350,000 | | | |
| 5 - Y - | -1,000 | -1,000 | | | |
| 4 - X - | -240,000 | 1350,000 | | | |
| 4 - Y - | -2,500 | -2,500 | | | |
| 3 - X - | -240,000 | 1350,000 | | | |
| 3 - Y - | -4,500 | -4,500 | | | |
| 2 - X - | -240,000 | 1350,000 | | | |
| 2 - Y - | -5,500 | -5,500 | | | |
| 1 - X - | -240,000 | 1350,000 | | | |
| 1 - Y - | -6,500 | -6,500 | | | |
| 0 - X - | -240,000 | 1350,000 | | | |
| 0 - Y - | -12,500 | -12,500 | | | |

2.2 PI-lines

| PI-line number | Co-ordinates [m] | | | | |
|----------------|------------------|----------|----------|----------|---------|
| 1 - X - | -240,000 | -173,000 | -131,200 | -106,700 | -84,100 |
| 1 - Y - | -2,800 | -2,750 | -2,750 | -2,650 | -2,600 |
| 1 - X - | -35,000 | 0,000 | 86,300 | 99,200 | 118,400 |
| 1 - Y - | -4,300 | -4,300 | -3,400 | -3,350 | -3,300 |
| 1 - X - | 144,580 | 176,280 | 223,080 | 287,480 | 392,480 |
| 1 - Y - | -3,250 | -3,200 | -3,150 | -3,100 | -3,050 |
| 1 - X - | 556,380 | 838,880 | 1350,000 | | |
| 1 - Y - | -3,000 | -2,950 | -2,900 | | |
| 2 - X - | -240,000 | 1350,000 | | | |
| 2 - Y - | -2,850 | -2,850 | | | |

2.3 General Data

Soil model: NEN Bjerrum
 Consolidation model: Terzaghi
 Strain model: Linear
 Groundwater level: Initial determined by PI-line number 2
 Unit weight of water: 9,81 [kN/m³]
 Dispersion conditions layer boundaries
 - Top: drained
 - Bottom: drained
 Stress distribution
 - Soil: Buisman
 - Loads: None
 End of consolidation: 61,00 [days]
 No maintain profile
 Pc (initial): Variable parallel to the initial effective stress
 Pc (per step): Automatic increased to the final effective stresses
 No imaginary surface
 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 |
|--------------|------------------------|-------------|----------------|
| 5 | Topzand | 2 | 2 |
| 4 | zand st siltig, kleiig | 2 | 2 |

| Layer number | Material name | PI-line top | PI-line bottom |
|--------------|-------------------|-------------|----------------|
| 3 | klei schoon matig | 2 | 2 |
| 2 | veen | 2 | 2 |
| 1 | eerste zandlaag | 2 | 2 |

2.5 Soil Properties

| Layer number | Drained | Unit weight | |
|--------------|---------|---------------------|-------------------|
| | | Unsaturated [kN/m³] | Saturated [kN/m³] |
| 5 | Yes | 18,00 | 20,00 |
| 4 | Yes | 18,00 | 20,00 |
| 3 | No | 15,00 | 15,00 |
| 2 | No | 10,50 | 10,50 |
| 1 | Yes | 18,00 | 20,00 |

| Layer number | Vert. consolid. coefficient Cv [m²/s] |
|--------------|---------------------------------------|
| 5 | - |
| 4 | - |
| 3 | 1,00E-08 |
| 2 | 1,00E-07 |
| 1 | - |

| Layer number | POP [kN/m²] | OCR [-] | Equiv. age [days] |
|--------------|-------------|---------|-------------------|
| 5 | - | 1,00 | - |
| 4 | - | 1,00 | - |
| 3 | - | 1,35 | - |
| 2 | - | 1,46 | - |
| 1 | - | 1,33 | - |

| Layer number | Secondary swelling type | Secondary swelling factor[-] | Unloading stress ratio[-] |
|--------------|-------------------------|------------------------------|---------------------------|
| 5 | Full | - | - |
| 4 | Full | - | - |
| 3 | Full | - | - |
| 2 | Full | - | - |
| 1 | Full | - | - |

| Layer number | Reloading/ swelling ratio RR [-] | Compression ratio CR [-] | Coeff. of sec. compression Ca [-] | Reloading/ swelling index Cr [-] | Compression index Cc [-] | Initial void ratio (e0) [-] |
|--------------|----------------------------------|--------------------------|-----------------------------------|----------------------------------|--------------------------|-----------------------------|
| 5 | 0,0020000 | 0,0080000 | 0,0000000 | - | - | - |
| 4 | 0,0029000 | 0,0115000 | 0,0000000 | - | - | - |
| 3 | 0,0548000 | 0,3286000 | 0,0131000 | - | - | - |
| 2 | 0,0920000 | 0,4600000 | 0,0230000 | - | - | - |
| 1 | 0,0008000 | 0,0032000 | 0,0000000 | - | - | - |

2.6 Water Loads

2.6.1 Water Load: Water load (1)

Phreatic line 2
 Time [days] 0

| Layer number | PI-line top | PI-line bottom |
|--------------|-------------|----------------|
| 5 | 2 | 2 |
| 4 | 2 | 2 |
| 3 | 2 | 2 |
| 2 | 2 | 1 |
| 1 | 1 | 1 |

2.7 Verticals

| Vertical number | X co-ordinates [m] | | | | |
|-----------------|--------------------|---------|---------|---------|---------|
| 1 - 5 | 10,000 | 35,000 | 53,000 | 60,000 | 85,000 |
| 6 - 10 | 110,000 | 135,000 | 185,000 | 235,000 | 335,000 |

3 Results per Vertical

3.1 Results for Vertical 3 (X = 53,00 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 5 | | | | | | |
| -1,00 | 0,001 | 0,000 | 0,001 | 0,001 | 0,000 | 0,001 |
| -1,10 | 1,800 | 0,000 | 1,800 | 1,800 | 0,000 | 1,800 |
| -1,20 | 3,600 | 0,000 | 3,600 | 3,600 | 0,000 | 3,600 |
| -1,30 | 5,400 | 0,000 | 5,400 | 5,400 | 0,000 | 5,400 |
| -1,40 | 7,200 | 0,000 | 7,200 | 7,200 | 0,000 | 7,200 |
| -1,50 | 9,000 | 0,000 | 9,000 | 9,000 | 0,000 | 9,000 |
| -1,60 | 10,800 | 0,000 | 10,800 | 10,800 | 0,000 | 10,800 |
| -1,70 | 12,600 | 0,000 | 12,600 | 12,600 | 0,000 | 12,600 |
| -1,75 | 13,500 | 0,000 | 13,500 | 13,500 | 0,000 | 13,500 |
| -1,80 | 14,400 | 0,000 | 14,400 | 14,400 | 0,000 | 14,400 |
| -1,90 | 16,200 | 0,000 | 16,200 | 16,200 | 0,000 | 16,200 |
| -2,00 | 18,000 | 0,000 | 18,000 | 18,000 | 0,000 | 18,000 |
| -2,50 | 27,000 | 0,000 | 27,000 | 27,000 | 0,000 | 27,000 |
| Layer 4 | | | | | | |
| -2,50 | 27,000 | 0,000 | 27,000 | 27,000 | 0,000 | 27,000 |
| -2,85 | 33,300 | 0,000 | 33,300 | 33,333 | 0,033 | 33,300 |
| -3,50 | 46,300 | 6,377 | 39,923 | 46,333 | 6,409 | 39,924 |
| -3,75 | 51,246 | 8,802 | 42,443 | 51,278 | 8,835 | 42,443 |
| -4,50 | 66,300 | 16,186 | 50,114 | 66,333 | 16,219 | 50,113 |
| Layer 3 | | | | | | |
| -4,50 | 66,300 | 16,187 | 50,114 | 66,333 | 16,219 | 50,114 |
| -5,00 | 73,800 | 21,091 | 52,709 | 73,831 | 21,123 | 52,708 |
| -5,50 | 81,300 | 25,997 | 55,303 | 81,330 | 26,027 | 55,303 |
| Layer 2 | | | | | | |
| -5,50 | 81,300 | 25,997 | 55,304 | 81,330 | 26,027 | 55,304 |
| -6,00 | 86,550 | 30,901 | 55,648 | 86,573 | 26,523 | 60,050 |
| -6,50 | 91,800 | 35,806 | 55,993 | 91,802 | 27,006 | 64,796 |
| Layer 1 | | | | | | |
| -6,50 | 91,800 | 35,807 | 55,994 | 91,802 | 27,006 | 64,796 |
| -7,50 | 111,800 | 45,617 | 66,183 | 111,802 | 36,816 | 74,986 |
| -8,50 | 131,800 | 55,426 | 76,374 | 131,801 | 46,625 | 85,176 |
| -9,50 | 151,800 | 65,237 | 86,564 | 151,801 | 56,435 | 95,366 |
| -10,50 | 171,800 | 75,046 | 96,754 | 171,801 | 66,245 | 105,556 |
| -11,50 | 191,800 | 84,856 | 106,944 | 191,800 | 76,054 | 115,746 |
| -12,50 | 211,800 | 94,666 | 117,134 | 211,800 | 85,864 | 125,936 |

4 Settlements

4.1 Settlements

| Vertical number | X co-ordinate [m] | Z co-ordinate [m] | Surface level [m] | Settlement [m] |
|-----------------|-------------------|-------------------|-------------------|----------------|
| 1 | 10,00 | 0,00 | -1,00 | 0,005 |
| 2 | 35,00 | 0,00 | -1,00 | 0,004 |
| 3 | 53,00 | 0,00 | -1,00 | 0,003 |
| 4 | 60,00 | 0,00 | -1,00 | 0,003 |
| 5 | 85,00 | 0,00 | -1,00 | 0,002 |
| 6 | 110,00 | 0,00 | -1,00 | 0,002 |
| 7 | 135,00 | 0,00 | -1,00 | 0,002 |
| 8 | 185,00 | 0,00 | -1,00 | 0,002 |
| 9 | 235,00 | 0,00 | -1,00 | 0,001 |
| 10 | 335,00 | 0,00 | -1,00 | 0,001 |

4.2 Residual Times

| Vertical number | Time [days] | Settlement [m] | Part of final settlement [%] | Residual settlements [m] |
|-----------------|-------------|----------------|------------------------------|--------------------------|
| 1 | 61 | 0,005 | 100,000 | 0,000 |
| 2 | 61 | 0,004 | 100,000 | 0,000 |
| 3 | 61 | 0,003 | 100,000 | 0,000 |
| 4 | 61 | 0,003 | 100,000 | 0,000 |
| 5 | 61 | 0,002 | 100,000 | 0,000 |
| 6 | 61 | 0,002 | 100,000 | 0,000 |
| 7 | 61 | 0,002 | 100,000 | 0,000 |
| 8 | 61 | 0,002 | 100,000 | 0,000 |
| 9 | 61 | 0,001 | 100,000 | 0,000 |
| 10 | 61 | 0,001 | 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.

End of Report

Report for D-Settlement 18.2

Settlement Calculations
Developed by Deltares

Company:

CRUX Engineering B.V.

Date of report:

19-7-2019

Time of report:

15:42:27

Report with version:

18.2.1.20481

Date of calculation:

18-7-2019

Time of calculation:

9:25:26

Calculated with version:

18.2.1.20481

File name:

P:\..\GEO\Zet\SEET001a1 Zetting tgv stijghoogteverlaging_incl klei

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 | 4 |
| 2.6 Water Loads | 4 |
| 2.6.1 Water Load: Water load (1) | 4 |
| 2.7 Verticals | 5 |
| 3 Results per Vertical | 6 |
| 3.1 Results for Vertical 6 (X = 53,00 m; Z = 0,00 m) | 6 |
| 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] | | | | |
|-----------------|------------------|----------|--|--|--|
| 5 - X - | -240,000 | 1350,000 | | | |
| 5 - Y - | -1,000 | -1,000 | | | |
| 4 - X - | -240,000 | 1350,000 | | | |
| 4 - Y - | -2,500 | -2,500 | | | |
| 3 - X - | -240,000 | 1350,000 | | | |
| 3 - Y - | -4,500 | -4,500 | | | |
| 2 - X - | -240,000 | 1350,000 | | | |
| 2 - Y - | -5,500 | -5,500 | | | |
| 1 - X - | -240,000 | 1350,000 | | | |
| 1 - Y - | -6,500 | -6,500 | | | |
| 0 - X - | -240,000 | 1350,000 | | | |
| 0 - Y - | -12,500 | -12,500 | | | |

2.2 PI-lines

| PI-line number | Co-ordinates [m] | | | | |
|----------------|------------------|----------|----------|----------|---------|
| 1 - X - | -240,000 | -173,000 | -131,200 | -106,700 | -84,100 |
| 1 - Y - | -2,800 | -2,750 | -2,750 | -2,650 | -2,600 |
| 1 - X - | -35,000 | 0,000 | 86,300 | 99,200 | 118,400 |
| 1 - Y - | -4,300 | -4,300 | -3,400 | -3,350 | -3,300 |
| 1 - X - | 144,580 | 176,280 | 223,080 | 287,480 | 392,480 |
| 1 - Y - | -3,250 | -3,200 | -3,150 | -3,100 | -3,050 |
| 1 - X - | 556,380 | 838,880 | 1350,000 | | |
| 1 - Y - | -3,000 | -2,950 | -2,900 | | |
| 2 - X - | -240,000 | 1350,000 | | | |
| 2 - Y - | -2,850 | -2,850 | | | |

2.3 General Data

Soil model: NEN Bjerrum
 Consolidation model: Terzaghi
 Strain model: Linear
 Groundwater level: Initial determined by PI-line number 2
 Unit weight of water: 9,81 [kN/m³]
 Dispersion conditions layer boundaries
 - Top: drained
 - Bottom: drained
 Stress distribution
 - Soil: Buisman
 - Loads: None
 End of consolidation: 61,00 [days]
 No maintain profile
 Pc (initial): Variable parallel to the initial effective stress
 Pc (per step): Automatic increased to the final effective stresses
 No imaginary surface
 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 |
|--------------|------------------------|-------------|----------------|
| 5 | Topzand | 2 | 2 |
| 4 | zand st siltig, kleiig | 2 | 2 |

| Layer number | Material name | PI-line top | PI-line bottom |
|--------------|-------------------|-------------|----------------|
| 3 | klei schoon matig | 2 | 2 |
| 2 | veen | 2 | 2 |
| 1 | eerste zandlaag | 2 | 2 |

2.5 Soil Properties

| Layer number | Drained | Unit weight | |
|--------------|---------|---------------------|-------------------|
| | | Unsaturated [kN/m³] | Saturated [kN/m³] |
| 5 | Yes | 18,00 | 20,00 |
| 4 | Yes | 18,00 | 20,00 |
| 3 | No | 15,00 | 15,00 |
| 2 | No | 10,50 | 10,50 |
| 1 | Yes | 18,00 | 20,00 |

| Layer number | Vert. consolid. coefficient Cv [m²/s] |
|--------------|---------------------------------------|
| 5 | - |
| 4 | - |
| 3 | 1,00E-08 |
| 2 | 1,00E-07 |
| 1 | - |

| Layer number | POP [kN/m²] | OCR [-] | Equiv. age [days] |
|--------------|-------------|---------|-------------------|
| 5 | - | 1,00 | - |
| 4 | - | 1,00 | - |
| 3 | - | 1,35 | - |
| 2 | - | 1,46 | - |
| 1 | - | 1,00 | - |

| Layer number | Secondary swelling type | Secondary swelling factor[-] | Unloading stress ratio[-] |
|--------------|-------------------------|------------------------------|---------------------------|
| 5 | Full | - | - |
| 4 | Full | - | - |
| 3 | Full | - | - |
| 2 | Full | - | - |
| 1 | Full | - | - |

| Layer number | Reloading/ swelling ratio RR [-] | Compression ratio CR [-] | Coeff. of sec. compression Ca [-] | Reloading/ swelling index Cr [-] | Compression index Cc [-] | Initial void ratio (e0) [-] |
|--------------|----------------------------------|--------------------------|-----------------------------------|----------------------------------|--------------------------|-----------------------------|
| 5 | 0,0020000 | 0,0080000 | 0,0000000 | - | - | - |
| 4 | 0,0029000 | 0,0115000 | 0,0000000 | - | - | - |
| 3 | 0,0548000 | 0,3286000 | 0,0131000 | - | - | - |
| 2 | 0,0920000 | 0,4600000 | 0,0230000 | - | - | - |
| 1 | 0,0008000 | 0,0032000 | 0,0000000 | - | - | - |

2.6 Water Loads

2.6.1 Water Load: Water load (1)

Phreatic line 2
 Time [days] 0

| Layer number | PI-line top | PI-line bottom |
|--------------|-------------|----------------|
| 5 | 2 | 2 |
| 4 | 2 | 2 |
| 3 | 2 | 1 |
| 2 | 1 | 1 |
| 1 | 1 | 1 |

2.7 Verticals

| Vertical number | X co-ordinates [m] | | | | |
|-----------------|--------------------|-----------|---------|---------|---------|
| 1 - 5 | -120,0... | -100,0... | -80,000 | 10,000 | 35,000 |
| 6 - 10 | 53,000 | 60,000 | 85,000 | 110,000 | 135,000 |
| 11 - 13 | 185,000 | 235,000 | 335,000 | | |

3 Results per Vertical

3.1 Results for Vertical 6 (X = 53,00 m; Z = 0,00 m)

| Depth [m] | Initial stress | | | Final stress | | |
|--------------|--------------------|--------------------|-------------------|--------------------|--------------------|-------------------|
| | S-total [kN/m²] | S-water [kN/m²] | S-eff. [kN/m²] | S-total [kN/m²] | S-water [kN/m²] | S-eff. [kN/m²] |
| Layer 5 | | | | | | |
| -1,00 | 0,001 | 0,000 | 0,001 | 0,001 | 0,000 | 0,001 |
| -1,10 | 1,800 | 0,000 | 1,800 | 1,800 | 0,000 | 1,800 |
| -1,20 | 3,600 | 0,000 | 3,600 | 3,600 | 0,000 | 3,600 |
| -1,30 | 5,400 | 0,000 | 5,400 | 5,400 | 0,000 | 5,400 |
| -1,40 | 7,200 | 0,000 | 7,200 | 7,200 | 0,000 | 7,200 |
| -1,50 | 9,000 | 0,000 | 9,000 | 9,000 | 0,000 | 9,000 |
| -1,60 | 10,800 | 0,000 | 10,800 | 10,800 | 0,000 | 10,800 |
| -1,70 | 12,600 | 0,000 | 12,600 | 12,600 | 0,000 | 12,600 |
| -1,75 | 13,500 | 0,000 | 13,500 | 13,500 | 0,000 | 13,500 |
| -1,80 | 14,400 | 0,000 | 14,400 | 14,400 | 0,000 | 14,400 |
| -1,90 | 16,200 | 0,000 | 16,200 | 16,200 | 0,000 | 16,200 |
| -2,00 | 18,000 | 0,000 | 18,000 | 18,000 | 0,000 | 18,000 |
| -2,50 | 27,000 | 0,000 | 27,000 | 27,000 | 0,000 | 27,000 |
| Layer 4 | | | | | | |
| -2,50 | 27,000 | 0,000 | 27,000 | 27,000 | 0,000 | 27,000 |
| -2,85 | 33,300 | 0,000 | 33,300 | 33,385 | 0,085 | 33,300 |
| -3,50 | 46,300 | 6,377 | 39,923 | 46,385 | 6,462 | 39,923 |
| -3,75 | 51,246 | 8,802 | 42,443 | 51,331 | 8,887 | 42,443 |
| -4,50 | 66,300 | 16,186 | 50,114 | 66,385 | 16,272 | 50,114 |
| Layer 3 | | | | | | |
| -4,50 | 66,300 | 16,187 | 50,114 | 66,385 | 16,272 | 50,114 |
| -5,00 | 73,800 | 21,091 | 52,709 | 73,881 | 16,771 | 57,110 |
| -5,50 | 81,300 | 25,997 | 55,303 | 81,366 | 17,260 | 64,106 |
| Layer 2 | | | | | | |
| -5,50 | 81,300 | 25,997 | 55,304 | 81,366 | 17,261 | 64,106 |
| -6,00 | 86,550 | 30,901 | 55,648 | 86,587 | 22,136 | 64,451 |
| -6,50 | 91,800 | 35,806 | 55,993 | 91,808 | 27,012 | 64,796 |
| Layer 1 | | | | | | |
| -6,50 | 91,800 | 35,807 | 55,994 | 91,808 | 27,013 | 64,796 |
| -7,50 | 111,800 | 45,617 | 66,183 | 111,806 | 36,821 | 74,986 |
| -8,50 | 131,800 | 55,426 | 76,374 | 131,805 | 46,629 | 85,176 |
| -9,50 | 151,800 | 65,237 | 86,564 | 151,803 | 56,438 | 95,366 |
| -10,50 | 171,800 | 75,046 | 96,754 | 171,802 | 66,246 | 105,556 |
| -11,50 | 191,800 | 84,856 | 106,944 | 191,801 | 76,055 | 115,746 |
| -12,50 | 211,800 | 94,666 | 117,134 | 211,800 | 85,864 | 125,936 |

4 Settlements

4.1 Settlements

| Vertical number | X co-ordinate [m] | Z co-ordinate [m] | Surface level [m] | Settlement [m] |
|-----------------|-------------------|-------------------|-------------------|----------------|
| 1 | -120,00 | 0,00 | -1,00 | 0,000 |
| 2 | -100,00 | 0,00 | -1,00 | 0,000 |
| 3 | -80,00 | 0,00 | -1,00 | 0,000 |
| 4 | 10,00 | 0,00 | -1,00 | 0,014 |
| 5 | 35,00 | 0,00 | -1,00 | 0,011 |
| 6 | 53,00 | 0,00 | -1,00 | 0,009 |
| 7 | 60,00 | 0,00 | -1,00 | 0,008 |
| 8 | 85,00 | 0,00 | -1,00 | 0,005 |
| 9 | 110,00 | 0,00 | -1,00 | 0,004 |
| 10 | 135,00 | 0,00 | -1,00 | 0,004 |
| 11 | 185,00 | 0,00 | -1,00 | 0,003 |
| 12 | 235,00 | 0,00 | -1,00 | 0,003 |
| 13 | 335,00 | 0,00 | -1,00 | 0,002 |

4.2 Residual Times

| Vertical number | Time [days] | Settlement [m] | Part of final settlement [%] | Residual settlements [m] |
|-----------------|-------------|----------------|------------------------------|--------------------------|
| 1 | 61 | 0,000 | 100,000 | 0,000 |
| 2 | 61 | 0,000 | 100,000 | 0,000 |
| 3 | 61 | 0,000 | 100,000 | 0,000 |
| 4 | 61 | 0,014 | 100,000 | 0,000 |
| 5 | 61 | 0,011 | 100,000 | 0,000 |
| 6 | 61 | 0,009 | 100,000 | 0,000 |
| 7 | 61 | 0,008 | 100,000 | 0,000 |
| 8 | 61 | 0,005 | 100,000 | 0,000 |
| 9 | 61 | 0,004 | 100,000 | 0,000 |
| 10 | 61 | 0,004 | 100,000 | 0,000 |
| 11 | 61 | 0,003 | 100,000 | 0,000 |
| 12 | 61 | 0,003 | 100,000 | 0,000 |
| 13 | 61 | 0,002 | 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.

End of Report

Bijlage 4 Toetsing verticaal evenwicht watergang

| | | | |
|------------------|------------------------|------------|---|
| Sheet | Toets opdrijven | |  |
| Project | Sporthal Abcoude | | |
| Projectnummer | 19316 | Opmerking: | |
| Fase / onderdeel | Watergang 1 | | |
| Datum | 18-7-2019 | | |
| Opsteller | hon | | versie v030 versiedatum 15-5-2019 |

P:\191xx\19316 4building 2nd opin bemal sporth Abcoude\04 REK\Excel\Geotechniek\QSH19316c1 Opdrijven v030.xlsb\Watergang 1

Invoergegevens

| | | | | | |
|---------------------------------------|---------|-----------|--|-------|---|
| Ontgravingsniveau | -2,53 | m tov NAP | Zandlaagje op bodem | | m |
| Waterpeil in ontgraving (lage waarde) | -1,93 | m tov NAP | | | |
| Stijghoogte in w.v.p. | +1,0 | m tov NAP | | | |
| Waterspanning tegen onderkant laag | 3. veen | | | | |
| Evenwichtsniveau | -6,5 | m tov NAP | <input checked="" type="checkbox"/> Taludinvloed in rekening brengen | | |
| Belastingfactor $\gamma_{G,stab}$ | 0,9 | - | <input type="checkbox"/> Wrijving in rekening brengen | | |
| | | | Breedte bodem | 2,7 | m |
| | | | Taludhelling (v:h) | 1:1,5 | |

Berekende veiligheid: gewicht d_2 + taludinvloed (d_1)

| | | |
|-----------------------------|---------|-------------------|
| Druk omlaag: 64,3 + 9,6 | 73,9 | kN/m ² |
| Druk omhoog | 73,6 | kN/m ² |
| Veiligheidsfactor SF | 1,01 | -/- |
| Unity check u.c. | 1,0 | -/- |
| Veiligheid tegen opdrijven: | Voldoet | |


Berekening gewicht grond onder ontgraving (in d_2)

| laag | b.k.laag m tov NAP | o.k.laag m tov NAP | γ_k kN/m ³ | dikte m | G_k kN/m ² | neerwaarts G_{dji} kN/m ² | opwaarts waterdruk kN/m ² |
|---------|-----------------------|-----------------------|---------------------------------|------------|----------------------------|--|--|
| w water | -1,93 | -2,53 | 9,81 | 0,6 | 5,89 | 5,89 | |
| 1 zand | -2,53 | -4,5 | 20,0 | 1,97 | 39,4 | 35,46 | |
| 2 klei | -4,5 | -5,5 | 15,0 | 1,0 | 15,0 | 13,5 | |
| 3 veen | -5,5 | -6,5 | 10,5 | 1,0 | 10,5 | 9,45 | |
| | | | 4,57 | | 70,8 | totaal: 64,3 | 73,6 |

veiligheidsfactor (uit alleen $\gamma * d_2$): 64,3 / 73,6 = 0,87

Taludinvloed (NEN 9997-1 10.2a)

| | | | | | |
|--------------------------------|-------|---|--|-------|-------------------|
| diepte ontgraving, d_1 | 1,53 | m | kar. grondgewicht naast sleuf (d_1), G_k | 28,74 | kN/m ² |
| breedte talud, a | 2,295 | m | rekenw. grondgewicht naast sleuf, G_d | 25,87 | kN/m ² |
| halve breedte ontgraving, b | 1,35 | m | factor spreiding belasting, f | 0,37 | |
| diepte evenwichtsniveau, d_2 | 3,97 | m | bijdrage sleufwerking | 9,6 | kN/m ² |

| | | | |
|------------------|------------------------|-----------------------|---|
| Sheet | Toets opdrijven | |  |
| Project | Sporthal Abcoude | | |
| Projectnummer | 19316 | Opmerking: | |
| Fase / onderdeel | Watergang 2 | | |
| Datum | 18-7-2019 | versie v030 | |
| Opsteller | hon | versiedatum 15-5-2019 | |

P:\191xx\19316 4building 2nd opin bemal sporth Abcoude\04 REK\Excel\Geotechniek\QSH19316c1 Opdrijven v030.xlsb\Watergang 2

Invoergegevens

| | | | | | |
|---------------------------------------|---------|-----------|--|-------|---|
| Ontgravingsniveau | -3,03 | m tov NAP | Zandlaagje op bodem | | m |
| Waterpeil in ontgraving (lage waarde) | -2,43 | m tov NAP | | | |
| Stijghoogte in w.v.p. | +0,4 | m tov NAP | | | |
| Waterspanning tegen onderkant laag | 3. veen | | <input checked="" type="checkbox"/> Taludinvloed in rekening brengen | | |
| Evenwichtsniveau | -6,5 | m tov NAP | <input type="checkbox"/> Wrijving in rekening brengen | | |
| Belastingfactor $\gamma_{G,stab}$ | 0,9 | - | Breedte bodem | 1,2 | m |
| | | | Taludhelling (v:h) | 1:1,5 | |

Berekende veiligheid: gewicht d_2 + taludinvloed (d_1)

| | | |
|-----------------------------|---------|-------------------|
| Druk omlaag: 55,3 + 13,7 | 69,0 | kN/m ² |
| Druk omhoog | 67,7 | kN/m ² |
| Veiligheidsfactor SF | 1,02 | -/- |
| Unity check u.c. | 0,98 | -/- |
| Veiligheid tegen opdrijven: | Voldoet | |

Berekening gewicht grond onder ontgraving (in d_2)

| laag | b.k.laag m tov NAP | o.k.laag m tov NAP | γ_k kN/m ³ | dikte m | G_k kN/m ² | neerwaarts $G_{d,i}$ kN/m ² | opwaarts waterdruk kN/m ² |
|---------|-----------------------|-----------------------|---------------------------------|------------|----------------------------|--|--|
| w water | -2,43 | -3,03 | 9,81 | 0,6 | 5,89 | 5,89 | |
| 1 zand | -3,03 | -4,5 | 20,0 | 1,47 | 29,4 | 26,46 | |
| 2 klei | -4,5 | -5,5 | 15,0 | 1,0 | 15,0 | 13,5 | |
| 3 veen | -5,5 | -6,5 | 10,5 | 1,0 | 10,5 | 9,45 | |
| | | | | 4,07 | 60,8 | totaal: 55,3 | 67,7 |

veiligheidsfactor (uit alleen $\gamma * d_2$): 55,3 / 67,7 = 0,82

Taludinvloed (NEN 9997-1 10.2a)

| | | | | | |
|--------------------------------|-------|---|--|-------|-------------------|
| diepte ontgraving, d_1 | 2,03 | m | kar. grondgewicht naast sleuf (d_1), G_k | 37,74 | kN/m ² |
| breedte talud, a | 3,045 | m | rekenw. grondgewicht naast sleuf, G_d | 33,97 | kN/m ² |
| halve breedte ontgraving, b | 0,6 | m | factor spreiding belasting, f | 0,40 | |
| diepte evenwichtsniveau, d_2 | 3,47 | m | bijdrage sleufwerking | 13,7 | kN/m ² |

Bijlage 5 Eisen ProRail

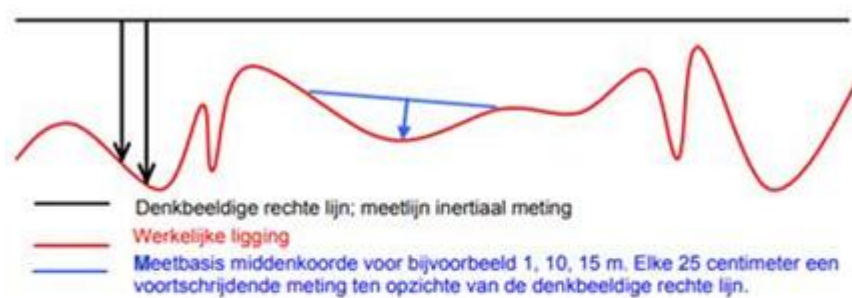
In deze bijlage zijn de door ProRail opgegeven eisen weergegeven.

De kruipruimte van de EV ruimte dient droog te blijven.



Aan het spoor zijn de volgende vervormingseisen gesteld:

| Situatie | Snelheid | OW |
|-------------|--------------------|------|
| [-] | [km/h] | [mm] |
| Koorde 1 m | $140 < v \leq 180$ | 1,0 |
| Koorde 10 m | $120 < v \leq 140$ | 16 |
| Koorde 15m | $100 < v \leq 140$ | 18 |



Een inertiaal meting is voor te stellen als meting ten opzichte van een lijn evenwijdig aan het aardoppervlak.

Omdat een korte meting slechts een beperkt beeld geeft ten opzichte van inertiaal bepaalde waarden is het nodig om koorden met verschillende lengten te beoordelen.