

# RVB, Amsterdam - Gebouw Parnas C2/C3 Parkeerkelder

Geohydrologisch kelderadvies

**12 april 2023**

**Kenmerk** R001-1289705KWI-V02-mwl-NL

# Verantwoording

| | |
|---|---|
| **Titel** | RVB, Amsterdam - Gebouw Parnas C2/C3 Parkeerkelder |
| **Opdrachtgever** | Rijksvastgoedbedrijf |
| **Projectleider** | Jeroen Vellema |
| **Auteur(s)** | Kars Witman & Pieter-Jan van der Sluis |
| **Tweede lezer** | Alex van der Tuin |
| **Projectnummer** | 1289705 |
| **Aantal pagina's** | 23 |
| **Datum** | 12 april 2023 |
| **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

**Kenmerk** R001-1289705KWI-V02-mwl-NL

# Inhoud


1 Inleiding ..... 5
1.1 Aanleiding ..... 5
1.2 Beleid gemeente Amsterdam ..... 6
1.3 Doel ..... 8
2 Geohydrologische situatie ..... 9
2.1 Maaiveld ..... 9
2.2 Bodemopbouw ..... 9
2.3 Oppervlaktewater ..... 11
2.3.1 Streefpeil ..... 11
2.3.2 Waterkeringen ..... 11
2.4 Grondwaterstanden en stijghoogtes ..... 12
2.4.1 Freatische grondwaterstanden (0,0 tot 4,0 m-mv) ..... 12
2.4.2 Stijghoogte in de tussenzandlaag (Wadzandpakket) ..... 13
2.4.3 Stijghoogte in eerste watervoerend pakket ..... 13
3 Uitgangspunten ..... 14
3.1 Maatvoering toekomstige kelder ..... 14
3.2 Opbarstrisico ..... 16
4 Modelberekeningen ..... 17
4.1 Inleiding ..... 17
4.2 Klimaatscenario's ..... 18
5 Modelresultaten ..... 18
5.1 Huidige situatie ..... 18
5.2 Toekomstige situatie ..... 19
5.3 Klimaatscenario 2050 ..... 20
6 Mitigerende maatregelen ..... 22
6.1 Mogelijke maatregelen ..... 22
6.2 Mitigerende maatregelen grondwaterneutraal bouwen ..... 22
7 Conclusie ..... 23

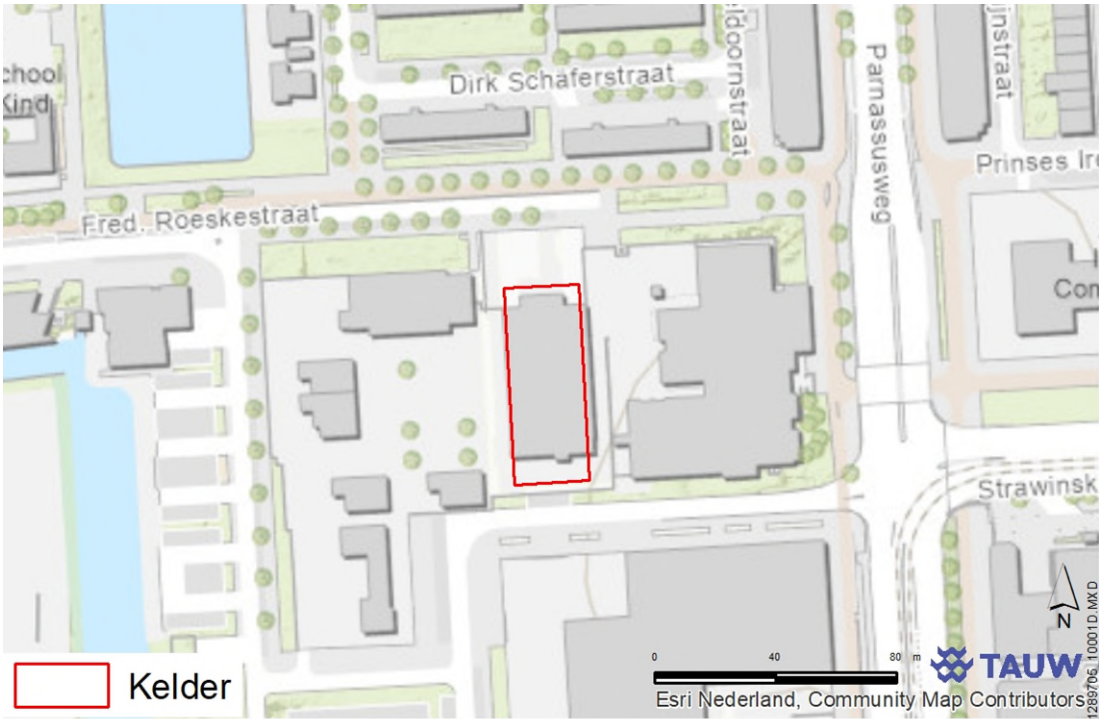
**Kenmerk** R001-1289705KWI-V02-mwl-NL


| | |
|---|---|
| Bijlage 1 | Regionale ligging |
| Bijlage 2 | Technische tekening |
| Bijlage 3 | Situering gebruikte boringen en peilbuizen |
| Bijlage 3a | Situering lokale boringen |
| Bijlage 3b | Situering peilbuizen |
| Bijlage 4 | Boorprofielen |
| Bijlage 5 | Schematische weergave REGIS II v2.2. |
| Bijlage 6 | Opbarstberekening |
| Bijlage 7 | Opzet grondwatermodel |

# 1 Inleiding

## 1.1 Aanleiding

In opdracht van het Rijksvastgoedbedrijf is een geohydrologisch advies opgesteld voor de aanleg van een parkeerkelder op kavels 2148 en 3003 aan de Fred. Roeskestraat (ten westen van voormalige rechtbankgebouw), zie figuur 1.1. De aanleg van de parkeerkelder kan effect hebben op de grondwaterstromingen rondom de kelder. Eventuele effecten van de aanleg van de parkeerkelder mogen niet leiden tot een verandering van de grondwaterstand buiten de eigen perceelsgrenzen. Een verandering van de grondwaterstand kan leiden tot grondwateroverlast en -onderlast. De kelder krijgt een diepte van 6 à 7 m en oppervlakte van 1.605 m². De regionale ligging van de kelder is opgenomen in bijlage 1. De technische tekeningen zoals aangeleverd door de opdrachtgever is opgenomen in bijlage 2.




*Figuur 1.1 Situering kelder*

Voor dit project heeft TAUW een geohydrologisch onderzoek uitgevoerd. Dit rapport heeft betrekking op de effecten van de kelder op de omgeving, een zogeheten kelderadvies.

## 1.2 Beleid gemeente Amsterdam

Sinds 7 oktober 2021 heeft gemeente Amsterdam een nieuw beleid ten aanzien van grondwaterneutraal aanleggen van kelders. De nieuwe beleidsregels[1] zijn gericht op kelders met een oppervlakte kleiner dan 300 $m^2$. Voor kelders groter dan 300 $m^2$ moet op grond van *artikel 5.3 sub a onder 2* van de regels van het paraplubestemmingsplan, op basis van een geohydrologisch rapport worden aangetoond dat het bouwplan grondwaterneutraal kan worden gebouwd.
Artikel 5.3 sub a onder 2 verwijst verder door naar artikel 5.1 en indirect naar het begrip grondwaterneutraal bouwen. Dit staat beschreven in artikel 1.13. In artikel 1.11 in het paraplubestemmingsplan is opgenomen wat de inhoud moet zijn van een geohydrologisch rapport. Op de volgende pagina zijn de relevante regels uit het paraplubestemmingsplan overgenomen.

De beleidsregels gelden officieel voor kelders kleiner dan 300 $m^2$, echter kunnen deze regels wel als referentiekader dienen voor een geohydrologisch onderzoek voor kelders met een grotere omvang

Om de gevolgen voor het grondwatersysteem door de aanleg van de nieuwe kelder inzichtelijk te maken is gebruik gemaakt van een grondwatermodel (Modflow in Aquaveo GMS, versie 10.5).

[1] Overheid.nl, “Beleidsregel Grondwaterneutrale kelders Amsterdam”, https://lokaleregelgeving.overheid.nl/CVDR678056/1#d57148467e5964, laatst bezocht 26 september 2022

Artikel 5.3 Afwijken van de bouwregels

a. Burgemeester en Wethouders zijn bevoegd om binnen de gebiedsaanduiding 'overige zone 2' overeenkomstig het bepaalde in artikel 2.12, lid 1, sub a, onder 1, van de Wet algemene bepalingen omgevingsrecht een omgevingsvergunning te verlenen om in afwijking van het bepaalde in 5.2 sub a, een kelder te bouwen of te vergroten mits de kelder grondwaterneutraal kan worden gebouwd.

Om te bepalen of een kelder grondwaterneutraal kan worden gebouwd geldt:
1.voor kelders met een totale bruto vloeroppervlakte van maximaal 300 m2 en een maximale bouwdiepte van 4 m dat burgemeester en wethouders de aanvraag toetsen aan de beleidsregels "Grondwaterneutrale Kelders Amsterdam";
2.voor kelders met een totale bruto vloeroppervlakte van meer dan 300 m2 of een bouwdiepte van meer dan 4 m dat op basis van een geohydrologisch onderzoek moet worden aangetoond dat het bouwplan niet strijdig is met het belang als genoemd in **5.1**.

Artikel 5.1 Aanduidingsomschrijving
Ter plaatse van de gebiedsaanduidingen 'overige zone 1' en 'overige zone 2' zijn de betreffende gronden, naast de daarvoor aangewezen andere bestemmingen en aanduidingen, mede bestemd voor de bescherming van het belang van grondwaterneutraal bouwen als genoemd in **1.13**.

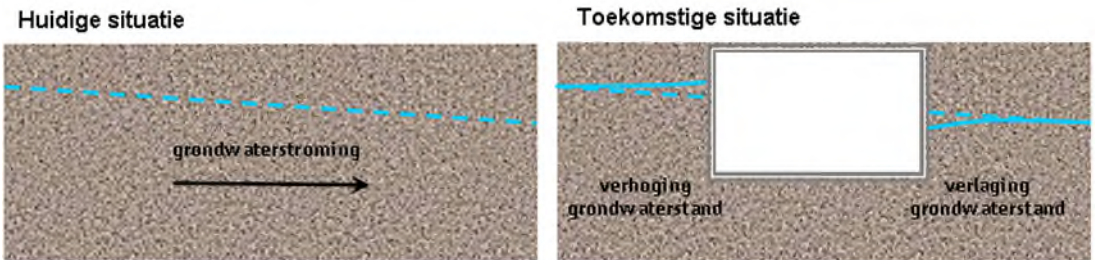
Artikel 1.13 Grondwaterneutraal bouwen
het bouwen van een kelder waarbij de stand en stroming van het grondwater niet of nauwelijks veranderen, waar mogelijk zal verbeteren, en geen negatieve grondwatereffecten optreden. Tot negatieve effecten worden in ieder geval gerekend risico's op opbarsten van de deklaag en welvorming.

Artikel 1.11 Geohydrologisch rapport
het resultaat van een geohydrologisch onderzoek neergelegd in een rapport met daarin de eigenschappen en kenmerken van het grondwatersysteem op een bepaalde locatie. In het geohydrologisch rapport worden in ieder geval in beeld gebracht:

- De bodemopbouw
- De doorlatendheid (k-waarde) van de bodem
- De grondwaterfluctuatie
- De grondwaterstroming
- De gevolgen voor het grondwatersysteem door de voorgenomen activiteit
- De mitigerende maatregelen om grondwaterneutraal te kunnen bouwen

## 1.3 Doel

Het doel van dit geohydrologisch onderzoek is het in beeld brengen van de effecten van de nieuwe kelder op het grondwatersysteem en het uitwerken van mitigerende maatregelen. Als gevolg van het aanbrengen van een ondergrondse constructie treedt een barrièrewerking voor de grondwaterstroming op. Aan de stroomopwaartse kant van de constructie kan hierbij een grondwaterstandverhoging optreden (opstuwing) en aan de stroomafwaartse kant mogelijk een grondwaterstandverlaging (afvlakking), door de remming in toestroming. Het principe van barrièrewerking is schematisch weergegeven in figuur 1.2.




*Figuur 1.2 Schematische weergave van barrièrewerking op grondwaterstroming*

Eventuele effecten van de aanleg van de parkeerkelder mogen niet leiden tot een verandering van de grondwaterstand buiten de eigen perceelsgrenzen. Een verandering van de grondwaterstand kan leiden tot grondwateroverlast en -onderlast. De aanleg van de kelder mag geen belemmering vormen voor de huidige situatie en toekomstige ontwikkelingen van naastgelegen percelen. Mocht een effect buiten de perceelsgrens berekend worden, worden voorstellen gegeven, welke toegepast kunnen worden om de veranderingen in grondwaterstanden te mitigeren en te toetsen aan het beleid.

Om de gevolgen voor het grondwatersysteem door de aanleg van de nieuwe kelder inzichtelijk te maken is gebruik gemaakt van een grondwatermodel (Modflow in Aquaveo GMS, versie 10.5).

# 2 Geohydrologische situatie

## 2.1 Maaiveld

Het huidige maaiveld is relatief gelijk en ligt tussen +0,7en +0,1 m NAP (AHN3[2]). De gemiddelde maaiveld hoogte ligt op +0,6 m NAP.




*Figuur 2.1 Actueel hoogtebestand Nederland (AHN3)*

## 2.2 Bodemopbouw

In tabel 2.1 is de geohydrologische bodemopbouw ter plaatse van de kelder schematisch weergegeven. Deze bodemopbouw is gebaseerd op lokale boringen van TAUW[3] en boringen uit het DINOloket[4] en het landelijk geohydrologisch model (REGIS II en GeoTOP v1.4.1) van TNO. De situering van de relevante boringen is weergeven in bijlage 3a. De relevante boringen zijn weergegeven in bijlage 4.

[2] Actueel Hoogtebestand Nederland, “AHN 3”, online beschikbaar (laatst bezocht 23 januari 2023): https://ahn.arcgisonline.nl/ahnviewer/
[3] TAUW BV, “Verkennend bodemonderzoek Parnassusweg 220 te Amsterdam”, kenmerk: R004-1282021TMA-V01-lhl-NL13 augustus 2021
[4] Data en Informatie van de Nederlandse Ondergrond, “Ondergrondgegevens en ondergrondmodellen”, online beschikbaar (laatst bezocht 23 januari 2023): https://www.dinoloket.nl/

*Tabel 2.1 Schematisatie geohydrologische bodemopbouw*

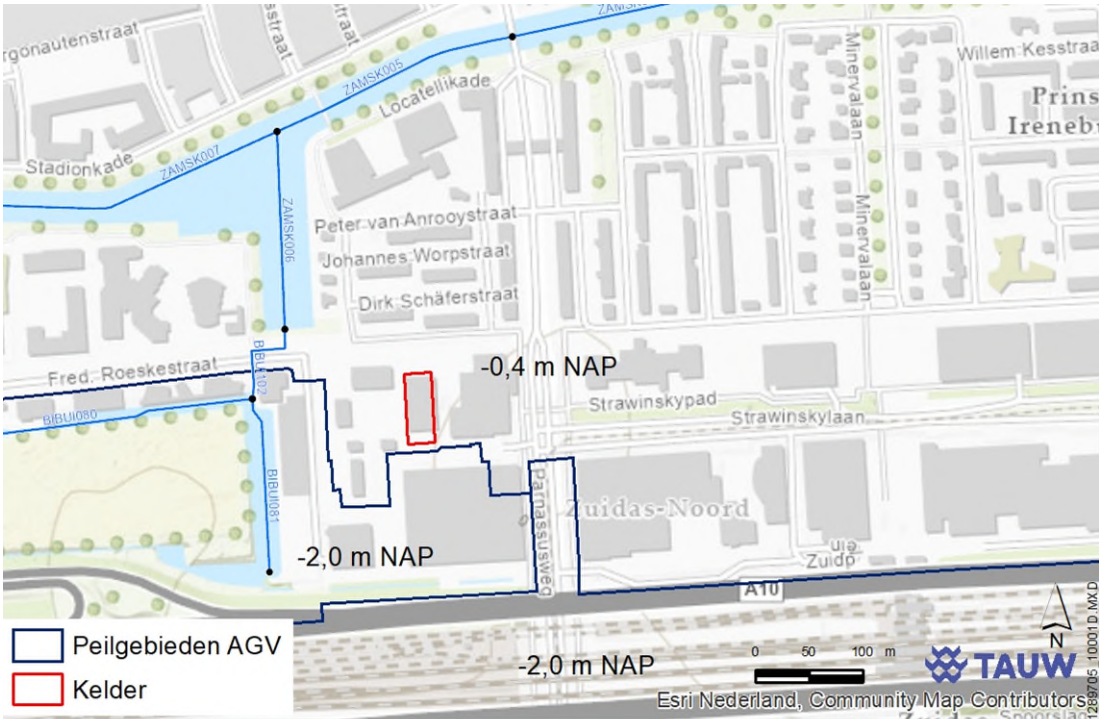
| Bovenkant laag (m NAP) | Onderkant laag (m NAP) | Samenstelling | Geohydrologische eenheid | Type | k-hor waarde (m/dag) | c (dagen) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| +0,5 | -3,5 | Zand, matig fijn | Antropogene ophooglaag | Freatisch | 1-5 | |
| -3,5 | -4,5 | Veen | F. van Nieuwkoop, Hollandveen Laagpakket | Deklaag | | 500 |
| -4,5 | -7,5 | Klei, zandig | F. van Naaldwijk, Laagpakket van Wormer | Deklaag | | 1650 |
| -7,5 | -8,5 | Zand, fijn, soms kleiig | F. van Naaldwijk, Laagpakket van Wormer (Wadzand pakket) | Watervoerende laag | 1 | |
| -8,5 | -11,0 | Klei | F. van Naaldwijk, Laagpakket van Wormer | Deklaag | | 250 |
| -11,0 | -11,5 | Veen | F. van Nieuwkoop, Basisveen Laag | Deklaag | | 5000 |
| -11,5 | -17* | Zeer fijn tot matig fijn zand, lokaal met een dunne klei of veenlaag | F. van Boxtel, Eem en Drenthe | 1e watervoerende pakket | 1 – 5 | |
| -17* | -44 | Zand, grof | F. van Drenthe | 1e watervoerende pakket | 25 | |
| -44 | -48 | Klei | F. van Urk | Hydrologische basis | | 400 |

** Op basis van sonderingen, zie bijlage 4*

Tot -1,5 m NAP komt lokaal een halve meter kleiig zand voor. Het onderliggende zandpakket is circa 3 á 4 m dik. Daaronder komen klei- en veenlagen voor van de Formaties van Nieuwkoop en Naaldwijk. Op circa -7,5 m NAP is een tussenzandlaag van een meter aanwezig, dit betreft het Wadzandpakket. Tot circa -12 m NAP zijn veen- en kleilagen aanwezig met daaronder het eerste watervoerende pakket (dikte van 30 m). Dit pakket bestaat uit een aantal formaties en zijn op basis van doorlatendheid in de schematisatie opgenomen. De hydrologische basis is bepaald op -44 m NAP.

## 2.3 Oppervlaktewater

In de omgeving van de projectgebied is oppervlaktewater aanwezig. Het dichtstbijzijnde oppervlaktewater is de Zuider Amstelkanaal, een primaire watergang (code: ZAMSK006) en bevindt zich op een afstand van ongeveer 200 m ten westen van de projectgebied, zie figuur 2.2. Dit oppervlaktewater heeft een streefpeil van -0,4 m NAP (bron: legger Waterschap Amstel, Gooi en Vecht)[5]. Bij de watergang (code: BIBUI081) direct ten westen van de locatie, wordt een polderpeil gehanteerd van -2,0 m NAP, zie figuur 2.2.




*Figuur 2.2 Leggerkaart met waterlichamen en peilgebieden, bron: legger Waterschap Amstel, Gooi en Vecht.*

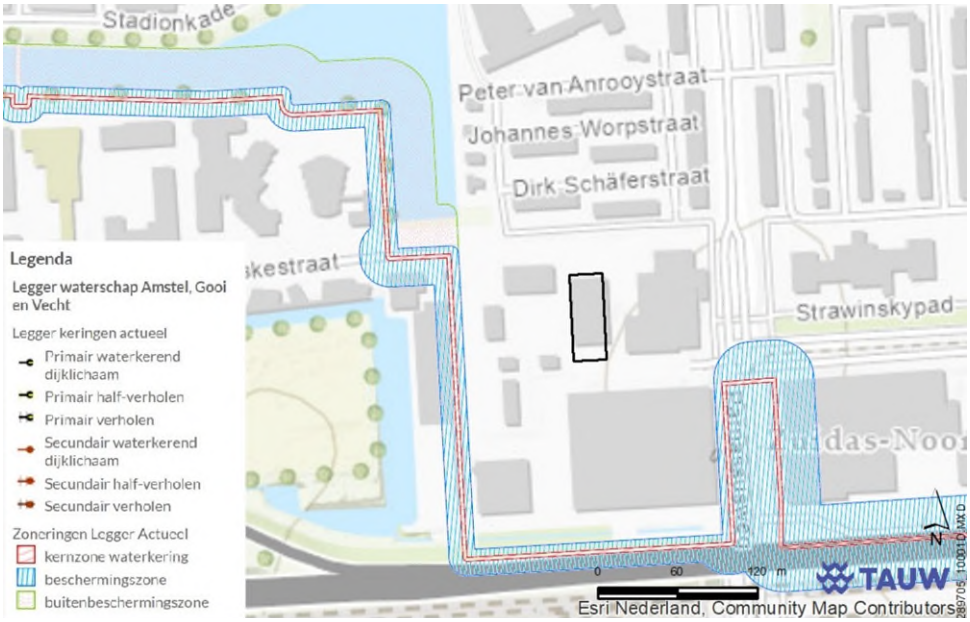
### 2.3.1 Streefpeil

Het projectgebied ligt in het beheergebied van waterschap Amstel, Gooi en Vecht. De locatie grenst aan twee verschillende peilgebieden (zie figuur 2.2).Ten noorden van de kelder is het streefpeil -0,4 m NAP en ten zuiden is het streefpeil -2,0 m NAP.

### 2.3.2 Waterkeringen

Op circa 80 m afstand ten noorden en oosten van de projectlocatie zijn primaire waterkeringen aanwezig in het beheer van waterschap Amstel, Gooi en Vecht, zie figuur 2.3. voor de ligging van de waterkering.

[5] Waterschap Amstel, Gooi en Vecht, Legger, online beschikbaar (laatst bezocht 24-1-2023): Kaartlagen behorend bij de regelgeving van het waterschap (arcgis.com)




*Figuur 2.3 Leggerkaart met waterkeringen, bron: legger Waterschap Amstel, Gooi en Vecht*

## 2.4 Grondwaterstanden en stijghoogtes

In de omgeving staan peilbuizen van Waternet, zowel in het freatische pakket als in het eerste watervoerende pakket. Vanwege de variatie in filterstellingen in het freatische pakket, in combinatie met de bodemopbouw ter plaatse van de filters (ophoogzand of klei), is er enige variatie in de grondwaterstand op te merken. Tevens geven de peilbuizen een goed beeld van de opbolling tussen watergangen en het effect van de verschillende peilgebieden. De situering van de lokale peilbuizen is opgenomen in bijlage 3b.

### 2.4.1 Freatische grondwaterstanden (0,0 tot 4,0 m -mv)

In de omgeving staan zes freatische peilbuizen van Waternet in de ophooglaag (freatisch pakket) met langdurige en recente gegevens. De gegevens zijn samengevat in tabel 2.2.

*Tabel 2.2 Meetgegevens freatische grondwaterstand*

| Peilbuis | Meetperiode / datum | Filterstelling (m NAP) | RLG (m NAP) | GG (m NAP) | RHG (m NAP) | Aantal metingen | Eenmalige meting (m NAP) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 06 | 24-08-2018 | 2,3 / 3,3 m -mv | | | | | -1,2*** (1,78 m -mv) *** |
| 09 | 24-08-2018 | 2,0 / 3,0 m -mv | | | | | -1,0 (1,67 m -mv) *** |
| F05063** | 17-01-1980 / 26-05-2021 | -1,97 / -2,97 | -0,80 | -0,46 | -0,26 | 14689 | |
| F050751* | 10-09-2018 / 09-01-2023 | -1,98 / -2,98 | -0,98* | -0,50* | -0,20* | 50 | |
| F050761* | 10-09-2018 / 09-01-2023 | -0,96 / -1,96 | -1,48* | -0,90* | -0,49* | 42 | |
| F05197* | 17-04-2003 / 01-12-2022 | -1,81 / -2,81 | -1,69* | -0,70* | +0,54* | 170 | |
| F05217* | 15-07-2004 / 27-07-2022 | -2,08 / -3,08 | -1,43* | -0,51* | -0,28* | 160 | |
| F05218* | 15-07-2004 / 01-11-2022 | -2,01 / -3,01 | -1,38* | -0,30* | +0,31* | 160 | |

** Gezien lage meetfrequentie zijn de hoogste, laagst en gemiddelde standen genomen*

*** 92 % en 8 % percentiel gebruikt voor benadering*

**** Representatief voor lage grondwaterstand, waarde in m NAP is indicatief bepaald op basis van AHN4*

De gemiddeld gemeten freatische grondwaterstand in de omgeving van het projectgebied varieert en ligt rond de -0,5 m NAP. De grondwaterstandsstroming is zuidwestelijk afbuigend naar westelijk gericht, richting de watergang(en).

### 2.4.2 Stijghoogte in de tussenzandlaag (Wadzandpakket)

Er zijn geen actuele stijghoogtegegevens van het Wadzandpakket beschikbaar in DINOloket of bij Waternet. Gezien het hoge kleigehalte van deze laag ter plaatse van het projectgebied, wordt deze laag als waterremmende laag beschouwd, in plaats van een watervoerend pakket. De stijghoogtes uit 1980-1981 bedragen circa -0,4 m NAP.

### 2.4.3 Stijghoogte in eerste watervoerend pakket

In de omgeving staan zeven peilbuizen van Waternet in het eerste watervoerend pakket met langdurige en recente metingen (zuidwestelijke richting). De gegevens zijn samengevat in tabel 2.3.

*Tabel 2.3 Meetgegevens freatische grondwaterstand*

| Peilbuis | Meetperiode / datum | Filterstelling (m NAP) | RLG (m NAP) | RGG (m NAP) | RHG (m NAP) | Aantal metingen |
|---|---|---|---|---|---|---|
| F05136* | 13-08-1991 / 17-10-2018 | -12,09 / -13,09 | -3,53* | -3,25* | -2,80* | 49 |
| F05173* | 07-04-1999 / 24-09-2002 | -12,50 / -13,50 | -3,45* | -3,23* | -3,09* | 42 |
| F05197* | 17-04-2003 / 01-12-2022 | -12,28 / -13,28 | -2,55* | -1,34* | -0,70* | 169 |
| F05198* | 25-04-2003 / 01-11-2022 | -12,52 / -13,52 | -3,68* | -3,13* | -2,83* | 286 |
| F05201* | 02-07-2003 / 01-12-2022 | -12,56 / -13,56 | -3,42* | -3,15* | -2,84* | 179 |
| F05240* | 14-07-2004 / 15-11-2004 | -13,48 / -14,48 | -3,41* | -3,27* | -3,21* | 9 |
| B25D0549** | 14-02-1989 / 09-03-2005 | -17,54 / -18,54 | -3,49* | -3,33* | -3,15* | 360 |

** Gezien lage meetfrequentie zijn de hoogste, laagst en gemiddelde standen genomen*

*** 92 % en 8 % percentiel gebruikt voor benadering*

De stijghoogte in het eerste watervoerende pakket wordt ter plaatse van de kelder ingeschat op -3,0 m NAP en stroomt in zuidwestelijke richting.

*Verticale stroming*

De freatische grondwaterstand is hoger dan de stijghoogte in het eerste watervoerend pakket. Er is sprake van een infiltratiesituatie.

# 3 Uitgangspunten

Om de te verwachten invloed van de kelder op het grondwater te berekenen zijn eerst de uitgangspunten vastgesteld. Dit is op basis van onderstaande uitgangspunten, er is een netto verhardingstoename van 70m². Op basis hiervan zijn de mitigerende maatregelen berekend. De civieltechnische uitgangspunten zijn gebaseerd op basis van de vooraf aangeleverde informatie van de opdrachtgever[6]. In bijlage 2 is de technische tekening opgenomen. De geohydrologische uitgangspunten zijn afgeleid van hoofdstuk 2.

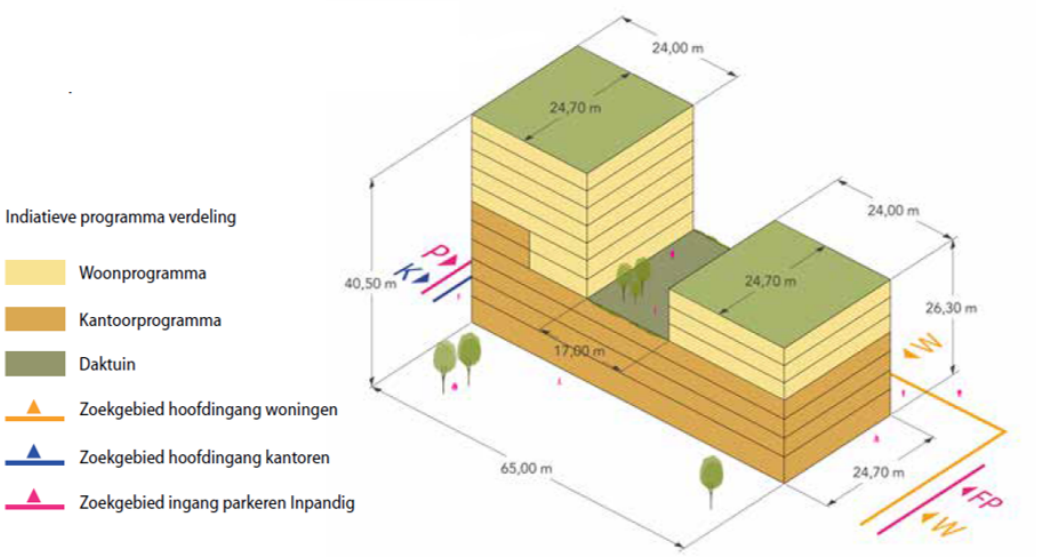
## 3.1 Maatvoering toekomstige kelder

De ligging en oppervlakte van de kelder is afgeleid van de aangeleverde x en y coördinaten in onderstaande tabel. In figuur 3.1 is een schematische weergave van de kelder opgenomen. In bijlage 2 is de tekening met afmetingen opgenomen. De maatvoering van de toekomstige kelder is in tabel 3.2 samengevat.

[6] Mailcontact 24 januari 2023, coördinaten nieuwe kelder, Rijksoverheid, 9-2-2023

*Tabel 3.1 coördinaten kelder* [7]

| X | Y |
|---|---|
| 119.520 | 483.755 |
| 119.515 | 483.820 |
| 119.540 | 483.820 |
| 119.545 | 483.755 |




*Figuur 3.1 Schematische weergave nieuwe kelder*

*Tabel 3.2 Uitgangspunten maatvoering kelder*

| | Eenheid | Waarde |
|---|---|---|
| Huidig maaiveld | m NAP | Tussen +0,7 en -1,8<br>(aangenomen op +0,6) |
| Lengte kelder | m | 65 |
| Breedte kelder | m | 25 |
| Oppervlakte kelder | m2 | 1.605 |
| Keldervloerdiepte | m NAP | -5,4 |
| | m -mv | 6 tot 6,5 |
| Ontgravingsdiepte | m NAP | -6,4 |
| | m -mv | 7 tot 7,5 |

*Aanleg*

Om de keldervloer veilig aan te leggen en een gesloten bouwput te realiseren is een grond- en waterkerende voorziening met stalen damwanden noodzakelijk. Na aanleg van de kelder en de mitigerende maatregelen (hoofdstuk 6) wordt de damwand weer verwijderd.

[7] Mailcontact 24 januari 2023, coördinaten nieuwe kelder, Rijksoverheid, 9-2-2023

De aannemer dient hiermee rekening te houden in de bouwwijze. De damwanden komen op circa 1 tot 1,5 m afstand van de keldermuur te staan. In de modelberekening zijn de damwanden niet meegenomen.

*Tabel 3.3 Samenvatting damwandgegevens*

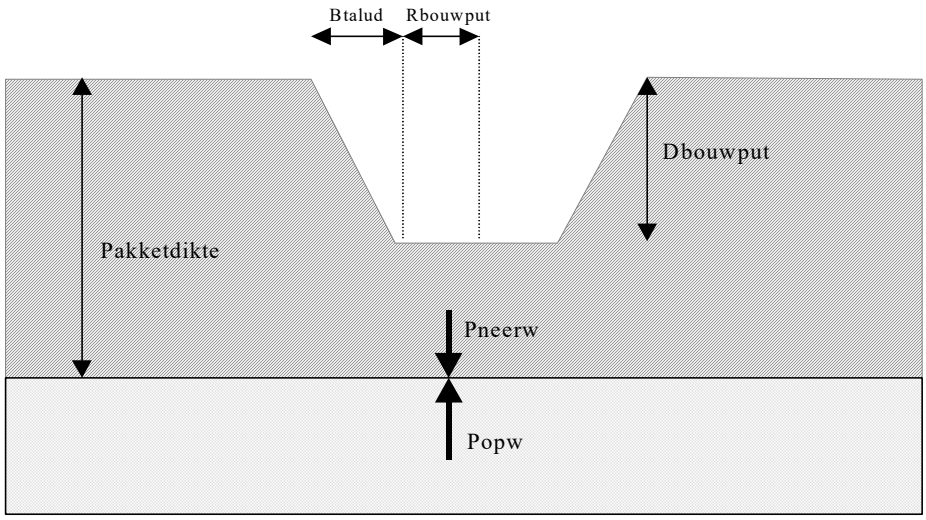
| | Eenheid | Waarde |
|---|---|---|
| Damwandprofiel | - | onbekend |
| Afstand damwand tot keldermuur | m | 1 tot 1,5 |
| Damwandtop | m NAP | onbekend |
| Stempelframes | m NAP | onbekend |
| Damwanddiepte | m NAP | Onbekend 3 x ontgravingsdiepte (21 m) |
| Lengte damwanden | m | Onbekend 3 x ontgravingsdiepte (21 m) |

Op basis van de ontgravingsdiepte is het risico op het opbarsten van de bouwputbodem aanwezig (paragraaf 3.2). Op basis van een geotechnisch onderzoek dienen mitigerende maatregelen te worden bepaald en uitgewerkt om opbarsting van de bodem te voorkomen. Een mogelijke maatregel is het toepassen van onderwaterbeton. Geadviseerd wordt peilbuizen te plaatsen in het Wadzandpakket om het opbarstrisico exact te bepalen.

## 3.2 Opbarstrisico

Zoals beschreven in paragraaf 2.2 bestaat de bodem op de locatie uit een klei-/veenlaag. Onder dit ondoorlatend pakket komt het Wadzandpakket voor met daarin een stijghoogtedruk. Deze stijghoogtedruk is hoger dan de ontgravingsdiepte. Voor de aanleg van de kelder dient rekening te worden gehouden met een risico van opbarsten.

Om dit risico in kaart te brengen, zijn evenwichtsberekeningen uitgevoerd, waarbij de neerwaartse gronddruk wordt vergeleken met de opwaartse stijghoogtedruk. De neerwaartse gronddruk wordt bepaald door het gewicht van het aanwezige bodemmateriaal, in combinatie met taludwerking. De opwaartse grondwaterdruk wordt gevormd door de stijghoogte in een watervoerende laag. In figuur 3.2 is dat schematisch weergegeven.




*Figuur 3.2 Schematische weergave van het opbarstprincipe*

Om vast te stellen of het risico van opbarsten zich voordoet, is dit uitgerekend conform de NEN 9997-1-C1, 2017, *hoofdstuk 10, bezwijken door opwaartse druk*. De bodemparameters zijn conservatief gekozen. Conform de norm, is rekening gehouden met een veiligheidsfactor van 0,9 voor de bodemopbouw.
Uit de opbarstberekening (zie bijlage 6) volgt een veiligheidsgetal van 0,29 (> 1,0) zodat opbarstrisico zich wel voordoet. Maatregelen om opbarsten te voorkomen is noodzakelijk.

# 4 Modelberekeningen

## 4.1 Inleiding

Om de effecten van de toekomstige situatie van de kelder door te rekenen is een grondwatermodel opgezet. Gekozen is voor de modelcode MODFLOW en als schil voor GMS (Aquaveo, versie 10.5, 2021). Dit softwarepakket is numeriek van aard en biedt de mogelijkheid tot opsplitsing in meerdere watervoerende en scheidende lagen, alsmede ruimtelijke differentiatie van bodemparameters en hydrologische fenomenen (modellering van waterlopen, neerslagoverschot).

Ten behoeve van de modellering is een hydrologisch relevant modelgebied gekozen, wat is onderverdeeld in cellen en in lagen. Het rekenprogramma berekent waterbalansen per cel en stromingen tussen de cellen (eindige differentiemethode). Door vaste stijghoogten aan de rand toe te kennen (zogeheten randvoorwaarden), worden grondwaterstanden en stroomrichting voor alle cellen in het hele modelgebied berekend.

Als invoer voor de grondwatermodellering zijn de volgende gegevens gebruikt.

- Gegevens bodemopbouw
- Situering, afmetingen en waterpeilen van het oppervlaktewater
- Grondwaterstanden freatisch en stijghoogtes eerste watervoerend pakket
- Situering en afmetingen van obstructies in de bodem (de kelder)
- Neerslagoverschot

De modelopzet is opgenomen in bijlage 7.

### 4.2 Klimaatscenario's

Met het geijkte model is het effect van de kelder op de grondwaterhuishouding in de omgeving berekend, met name het optreden van verhoging dan wel verlaging van de freatische grondwaterstand rondom de kelder. Het effect is voor drie situaties doorgerekend: gemiddelde neerslag en een klimaatscenario droog en nat. Hieronder is toegelicht welke neerslag hoeveelheden gehanteerd zijn voor deze situaties.

*Gemiddeld (huidige situatie)*
De huidige effectieve neerslag (neerslagoverschot) bedraagt 225 mm/jaar in bebouwd gebied (grondwaterhandboekje). In een dicht stedelijk gebied is dit door verharding minder. Voor de ijking van het model is hiermee rekening gehouden en is over het hele modelgebied 85 mm/jaar (0,23 mm/dag) opgelegd. Dit komt overeen met 38 % van de huidige effectieve neerslag.

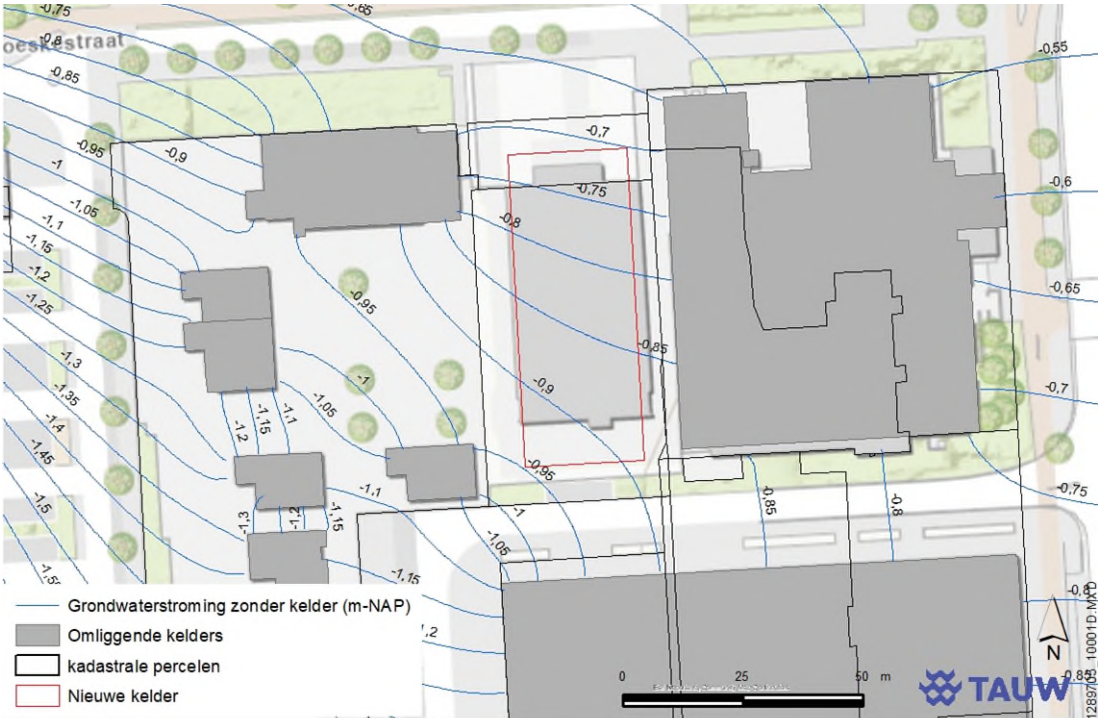
*Klimaatscenario nat*
Om de effecten te bepalen van klimaatverandering is een toename in neerslag van 17 % gemodelleerd bovenop de huidige neerslag. Dit is conform het KNMI 2014 WH2050 scenario.

*Klimaatscenario droog*
Om de effecten te bepalen van klimaatverandering is een afname in neerslag van -13 % gemodelleerd bovenop de huidige neerslag. Voor dit scenario de verdampingstoename met +11 % gemodelleerd bovenop de huidige verdamping. Dit is conform het KNMI WH2050 scenario.

# 5 Modelresultaten

### 5.1 Huidige situatie

Figuren 5.1 toont het berekende isohypsenpatroon voor het freatisch pakket in de huidige situatie. Hierin is te zien dat de aanwezige kelders zorgen voor barrièrewerking van de grondwaterstand. Dit houdt in dat het grondwater met de stromingsrichting mee aan de voorkant van de bestaande kelders hoger ligt, en aan de achterkant van de bestaande kelders lager. De huidige situatie inclusief de bestaande kelders wordt als uitgangspunt gehanteerd voor de toetsing van de nieuwe kelder. Dit komt overeen met stijghoogte uit de peilbuisgegevens zoals omschreven in hoofdstuk 2.4.

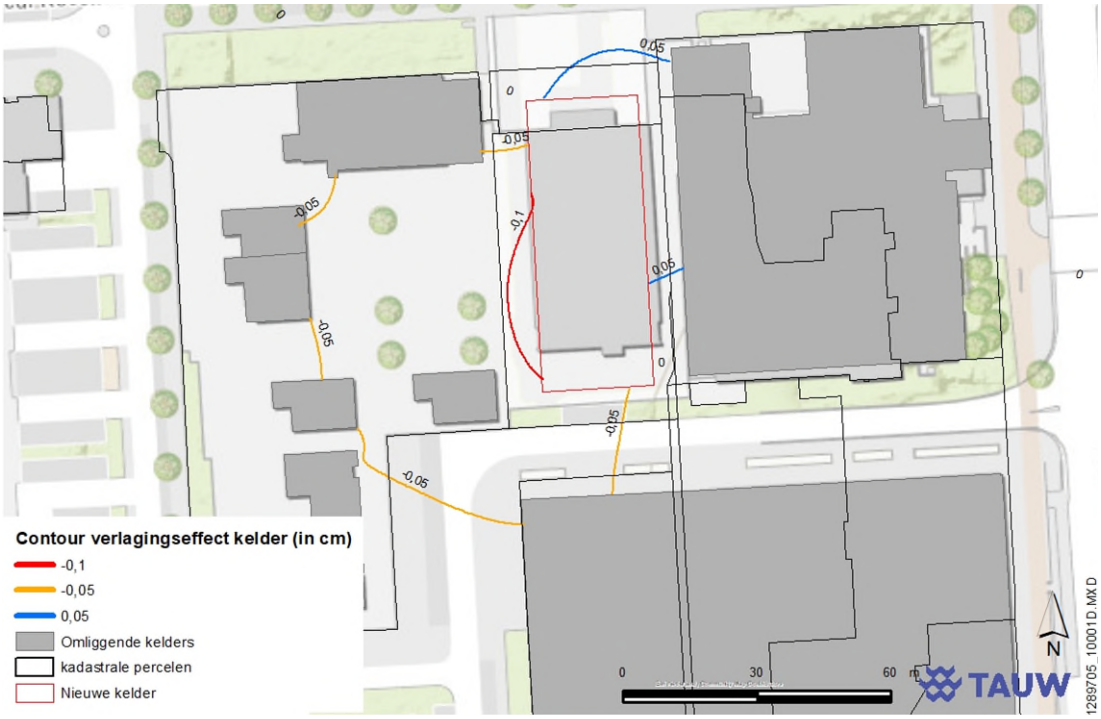



*Figuur 5.1 Isohypsenpatroon huidige situatie*

## 5.2 Toekomstige situatie

Figuur 5.2 toont het berekende verschil in grondwaterstand weer voor het freatisch pakket in de toekomstige situatie. Hierbij is inzichtelijk dat met name aan de zuidwestzijde van de nieuwe kelder een verlagend effect heeft op de huidige grondwaterstand. Aan de noordoostzijde heeft de kelder een stuwende werking.

Op basis van de 5 cm stijgingscontour stijgt de grondwaterstand bij de gebouw aan de noordoostzijde (10 m afstand) maximaal met 5 cm. Aan de zuidwestzijde van de kelder daalt de grondwaterstand met maximaal 13 cm. Op basis van het 5 cm verlagingscontour daalt de grondwaterstand maximaal met 5 cm tot 50 m afstand in de richting van de gebouwen aan deze zijde.




*Figuur 5.3 Verschil grondwaterstand tussen de huidige situatie gemiddeld en nieuwe situatie in het huidige klimaat*

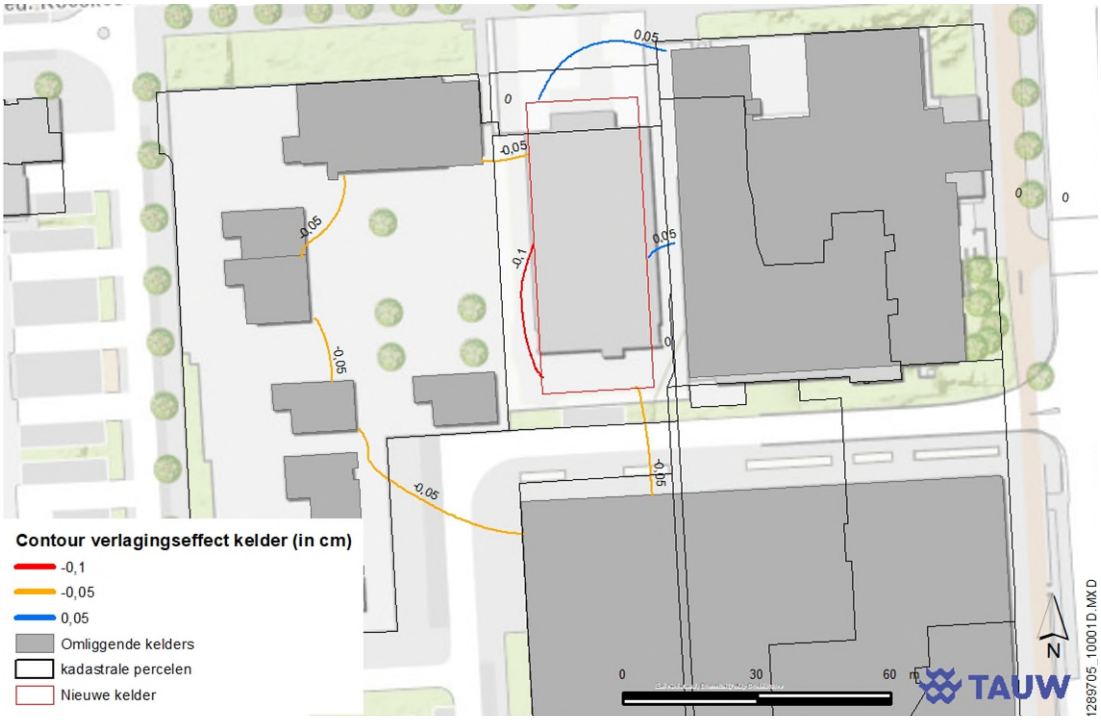
## 5.3 Klimaatscenario 2050

De parameters voor neerslag en verdamping zijn gebaseerd op gegevens uit de klimaatscenario's van het KNMI[8].In figuur 5.4 is het effect van de kelder weergegeven voor een voor de zomer periode in 2050, (-13 % minder neerslag). In figuur 5.5 is het effect van de kelder weergegeven voor een winter periode in 2050 (17 % meer neerslag). De parameters voor neerslag en verdamping zijn gebaseerd op gegevens uit de klimaatscenario's van het KNMI[9].

Voor de zomer van 2050 uit het klimaatscenario stijgt de grondwaterstand bij de gebouw aan de noordoostzijde (12 m afstand) maximaal met 5 cm op basis van de 5 cm stijgingscontour. Aan de zuidwestzijde van de kelder daalt de grondwaterstand met maximaal 11 cm. Op basis van het 5 cm verlagingscontour daalt de grondwaterstand maximaal met 5 cm tot 44 m afstand in de richting van de gebouwen aan deze zijde.

Voor de winter van 2050 uit het klimaatscenario stijgt de grondwaterstand bij de gebouw aan de noordoostzijde (10 m afstand) maximaal met 5 cm op basis van de 5 cm stijgingscontour. Aan de zuidwestzijde van de kelder daalt de grondwaterstand met maximaal 13 cm. Op basis van het 5 cm verlagingscontour daalt de grondwaterstand maximaal met 5 cm tot 54 m afstand in de richting van de gebouwen aan deze zijde.

[8] Koninklijk Nederlands Meteorologisch Instituut (KNMI), KNMI'14 Klimaatscenario's – Kerncijfers rond 2050;referentieperiode, KNMI - KNMI'14 Klimaatscenario's - Kerncijfers, geraadpleegd op 21-2-2023
[9] Koninklijk Nederlands Meteorologisch Instituut (KNMI), KNMI'14 Klimaatscenario's – Kerncijfers rond 2050, KNMI - KNMI'14 Klimaatscenario's - Kerncijfers, geraadpleegd op 21-2-2023




*Figuur 5.4 Verschil grondwaterstand tussen de huidige situatie en nieuwe situatie in droge periode (2050)*




*Figuur 5.5 Verschil grondwaterstand tussen de huidige situatie en nieuwe situatie in natte periode (2050)*

# 6 Mitigerende maatregelen

## 6.1 Mogelijke maatregelen

In het Afwegingskader Grondwater neutrale Kelders Amsterdam is opgenomen dat voor de Prinses Irenebuurt onder maatregelpakket 3 behoord (geldt voor kleine kelders), en er een minimale kD van 10 m²/dag moet worden gecompenseerd doormiddel van een zand of grind behuizing rondom de kelder. Doordat de damwanden worden getrokken staat deze mitigerende maatregelen in direct verbinding met het freatisch pakket. Hiermee is de doorstroom gegarandeerd.
Dit betreft een grote kelder waarbij uitgegaan wordt van het volledig grondwaterneutraal aanleggen van de kelder. Het maatregelpakket 3 is als startpunt genomen voor het iteratief berekenen van de benodigde k-waarde van de mitigerende maatregelen. De aanbevolen maatregel is uitgewerkt in paragraaf 6.2.

Maatregel 3 pakket houdt in dat:

- Maatregelen ten behoeve van voorkomen overlast/onderlast en klimaat adaptief dienen te zijn
- Dient te voldoen aan een minimale kD (10 m²/dag)
- Dit doormiddel van maatregelen op eigen perceel

## 6.2 Mitigerende maatregelen grondwaterneutraal bouwen

Als mitigerende maatregel is gekozen voor een grindkoffer rondom de nieuwe kelder. Voor de dimensie van de grindkoffer is gerekend met een meter rondom de nieuwe kelder voor de gehele diepte van het freatische pakket (circa 4 m -mv). Om de nieuwe kelder grondwaterneutraal aan te leggen is berekend dat een doorlatendheid (k-waarde) van 60 m/dag (kD=240 $m^2$/dag) nodig is.

Figuur 6.1 geeft het verschil in grondwaterstand weer tussen het situatie zonder kelder en kelder met de mitigerende maatregelen voor de winterperiode van 2050. Voor de andere scenario's (zomer 2050 en huidig) is het effect van de grindkoffer groter en is de contour kleiner.
Dit zorgt er voor dat het minimale effect binnen de eigen perceelsgrenzen blijft en voldoet daarmee aan de eisen van grondwaterneutraal bouwen voor het klimaatscenario voor 2050.



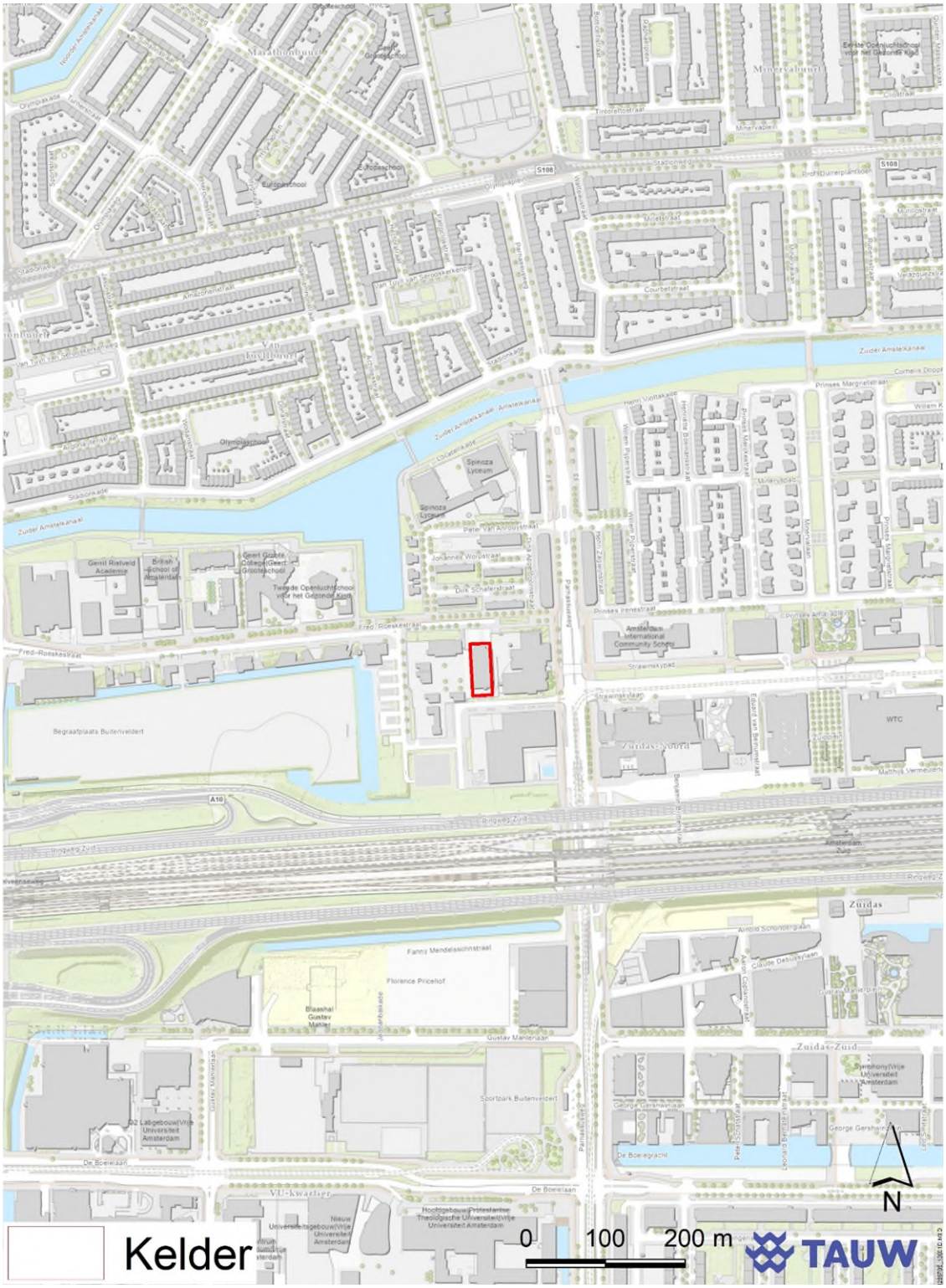

*Figuur 6.1 Verschil in grondwaterstand tussen de huidige situatie en nieuwe situatie met mitigerende maatregelen*

# 7 Conclusie

- De actuele stijghoogte van het Wadzandpakket is onbekend. Meest recente gegevens nabij locatie dateren uit 1981
- Er is sprake van opbarstgevaar (veiligheidsgetal 0,29). Er dient spanningsbemaling te worden toegepast tijdens bouwwerkzaamheden
- Er is geen geotechnisch onderzoek bekend
- Het uitgangspunt is dat de damwanden worden getrokken. Welvorming dient te worden voorkomen bij het trekken van de damwanden
- De mitigerende maatregelen zijn uitgegaan van volledig grondwaterneutraal aanleggen van de kelder. Voor de mitigerende maatregelen is uitgegaan van een grind omstorting van 1 m breed rondom kelder met een k 60 m/dag in directe verbinding met freatische pakket. Wanneer damwanden niet worden getrokken dienen hier gaten in worden gemaakt om doorstroom te kunnen garanderen
- Het effect  grondwateropstuwing en verlaging blijft eigen binnen perceelsgrenzen met boven genoemde maatregel

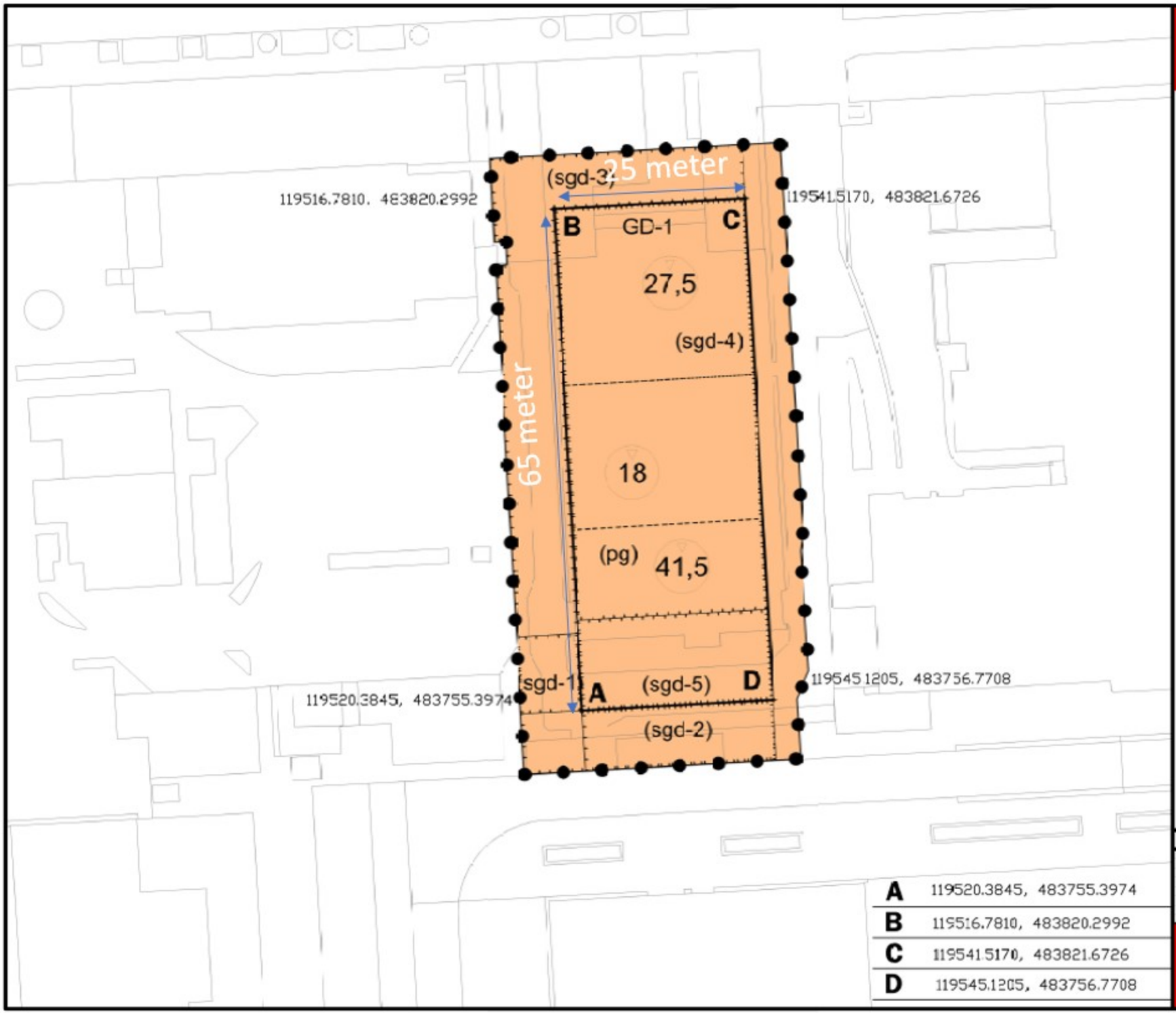
**Kenmerk** R001-1289705KWI-V02-mwl-NL

# Bijlage 1 Regionale ligging



**Kenmerk** R001-1289705KWI-V02-mwl-NL

# Bijlage 2 Technische tekening




| | |
|---|---|
| A | 119520.3845, 483755.3974 |
| B | 119516.7810, 483820.2992 |
| C | 119541.5170, 483821.6726 |
| D | 119545.1205, 483756.7708 |

Gemeente Amsterdam

## Legenda

### Plangebied

Parnas

### Enkelbestemmingen

GD-1 Gemengd - 1

### Functieaanduidingen

(pg) parkeergarage

(sgd-1) specifieke vorm van gemengd - 1

(sgd-2) specifieke vorm van gemengd - 2

(sgd-3) specifieke vorm van gemengd - 3

(sgd-4) specifieke vorm van gemengd - 4

(sgd-5) specifieke vorm van gemengd - 5

### Bouwvlakken

bouwvlak

### Maatvoeringen

18 maximum bouwhoogte (m)

Verklaringen

Ondergrond ontleend aan BGT 2022

0 5 25m

Planinformatie

Bestemmingsplan

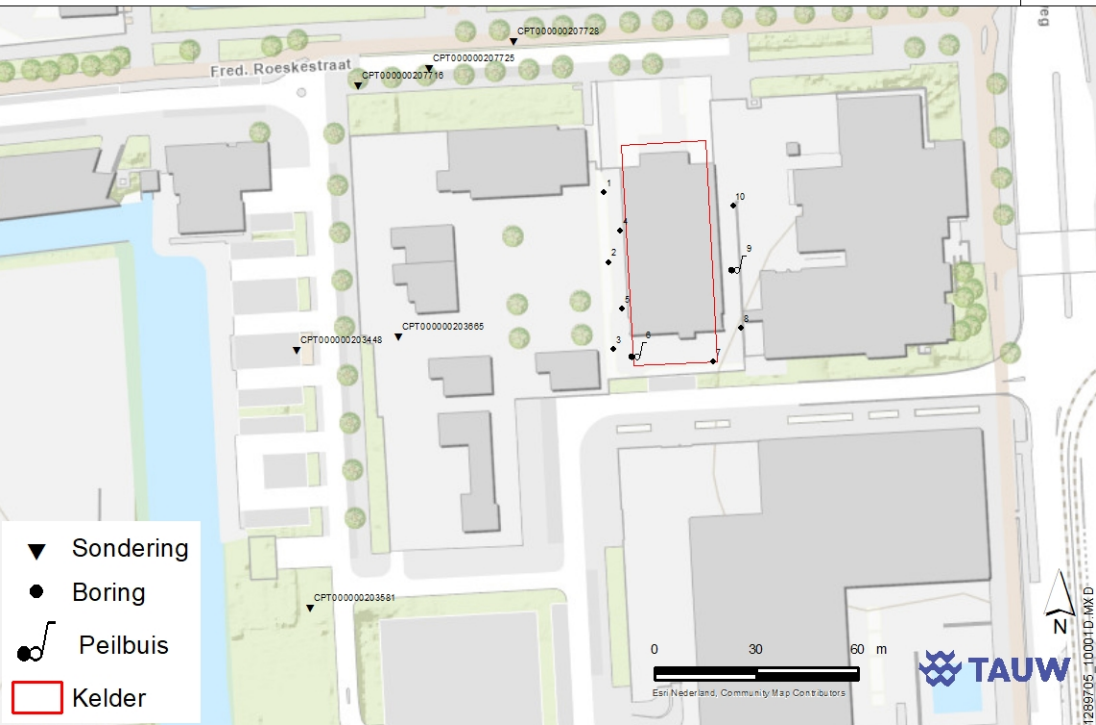
Verbeelding

**Kenmerk** R001-1289705KWI-V02-mwl-NL

# Bijlage 3 Situering gebruikte boringen en peilbuizen

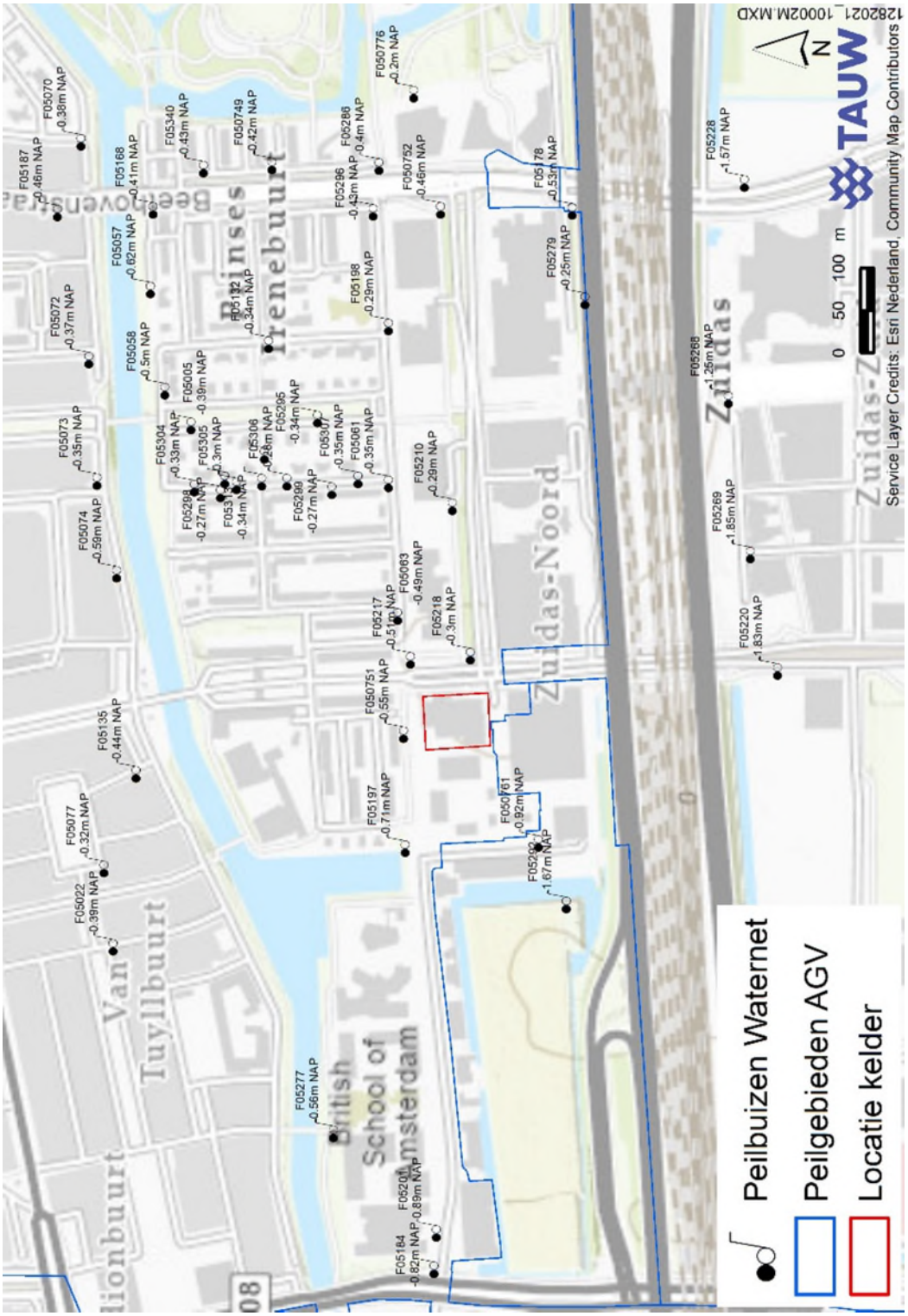
**Kenmerk** R001-1289705KWI-V02-mwl-NL

# Bijlage 3a Situering lokale boringen


Fred. Roeskestraat
CPT000000207728
CPT000000207725
CPT000000207716
CPT000000203448
CPT000000203665
CPT000000203581
1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
Sondering
Boring
Peilbuis
Kelder
0
30
60 m
N
Esri Nederland, Community Map Contributors
TAUW

**Kenmerk** R001-1289705KWI-V02-mwl-NL

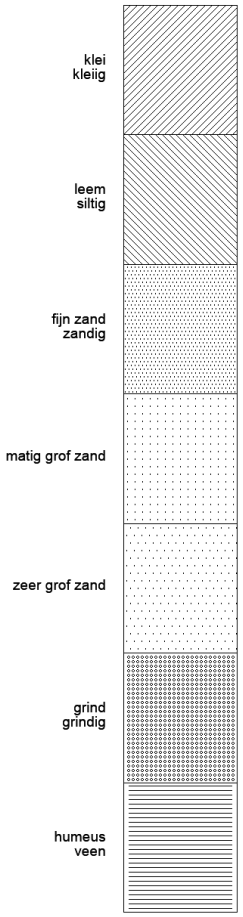
# Bijlage 3b Situering peilbuizen

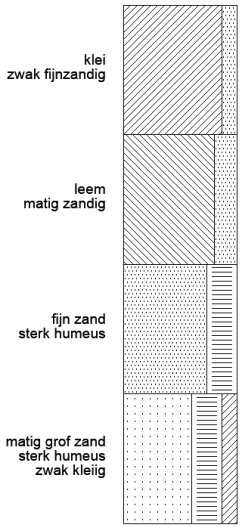


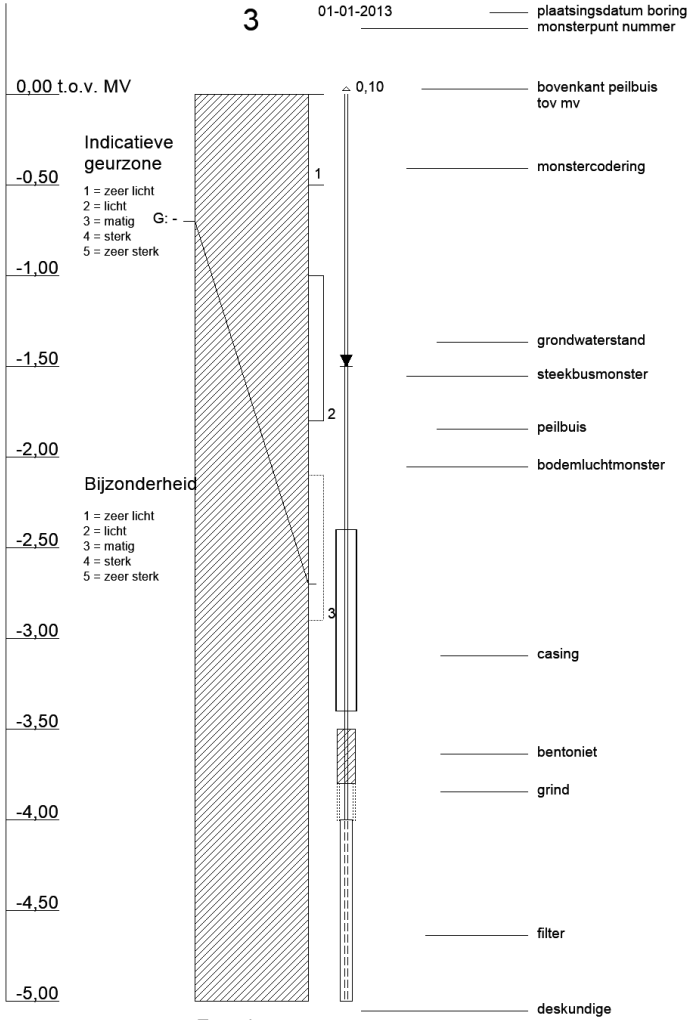
**Kenmerk** R001-1289705KWI-V02-mwl-NL

# Bijlage 4 Boorprofielen

# Legenda boorprofielen



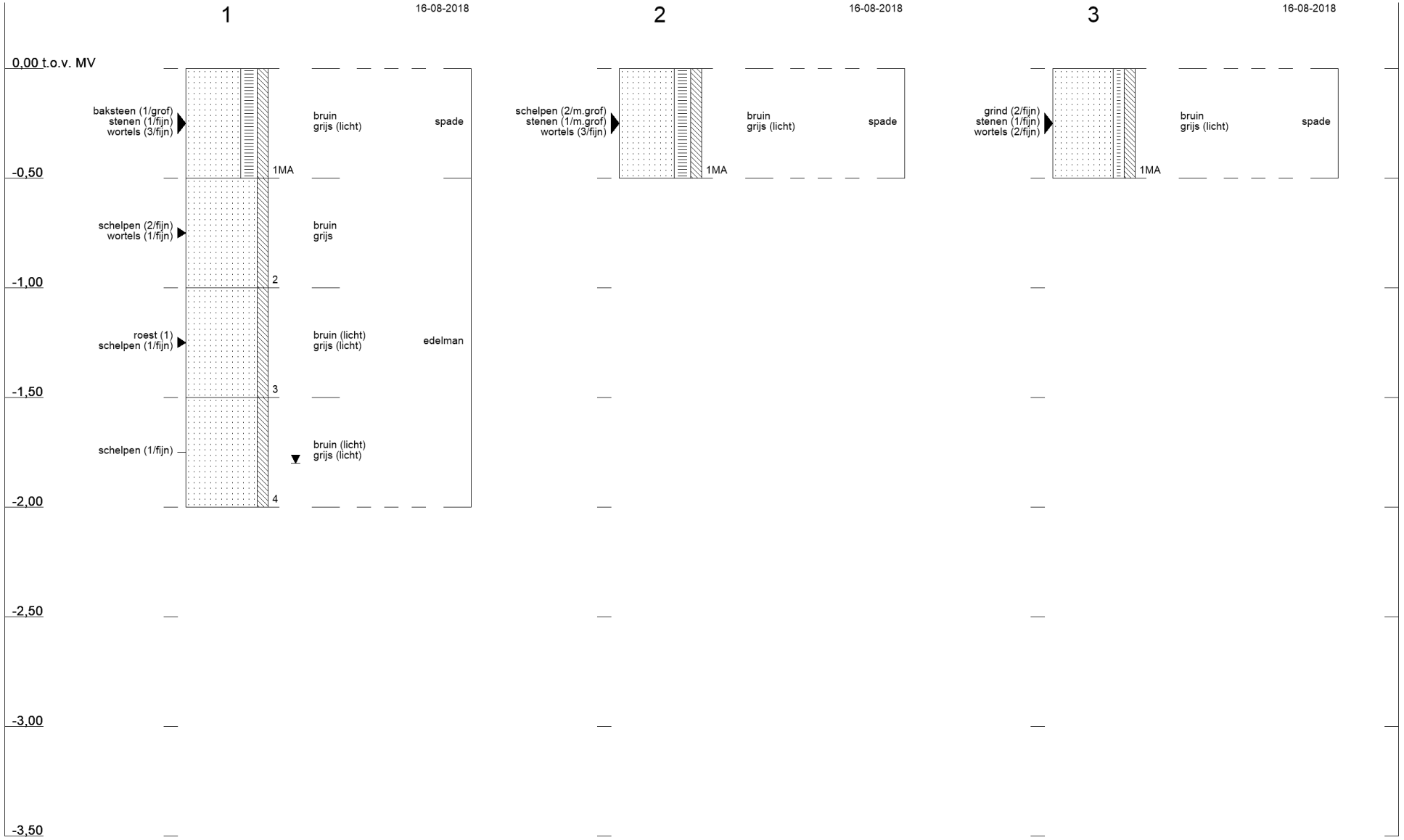




arcering conform NEN 5104

Tauw

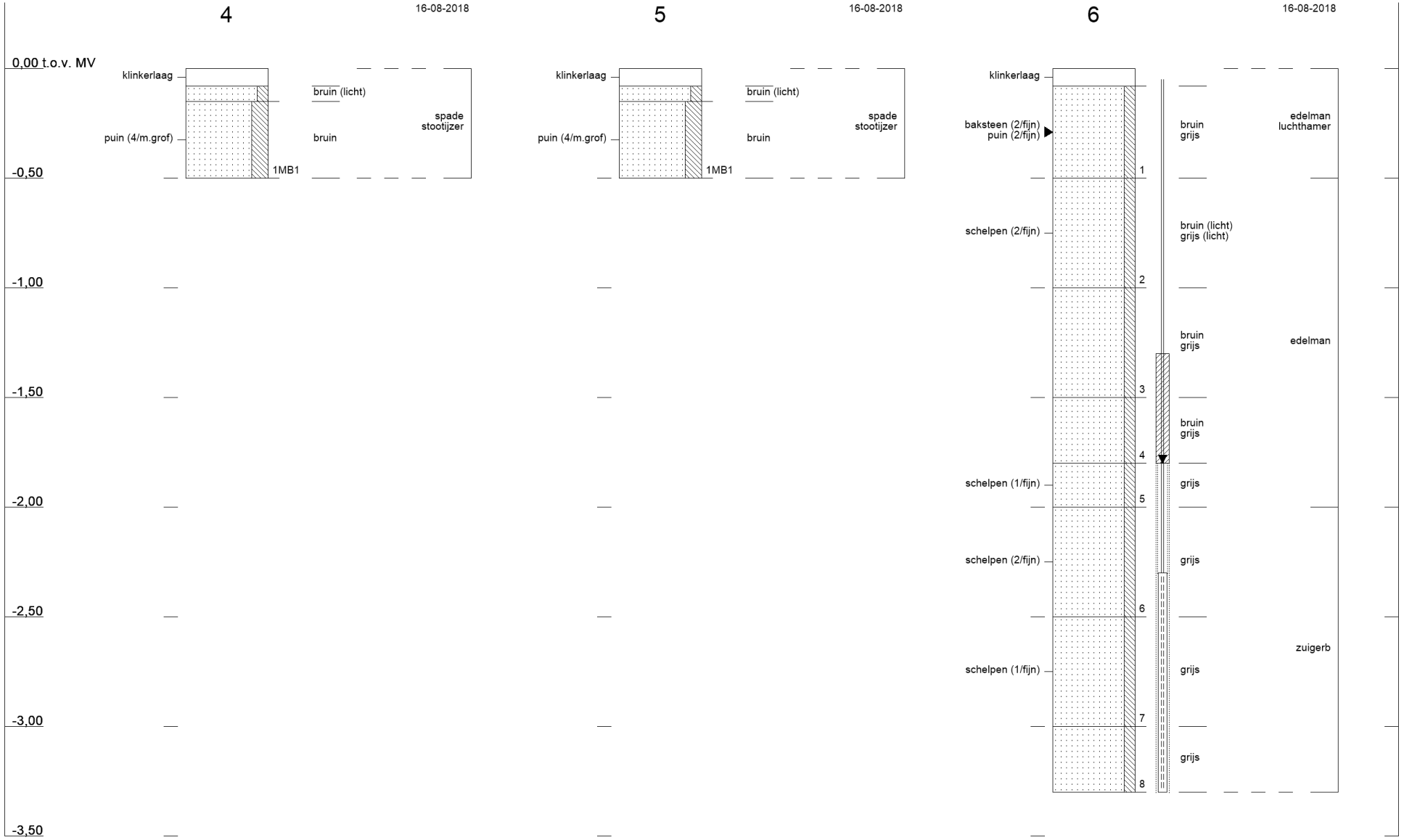
Tauw



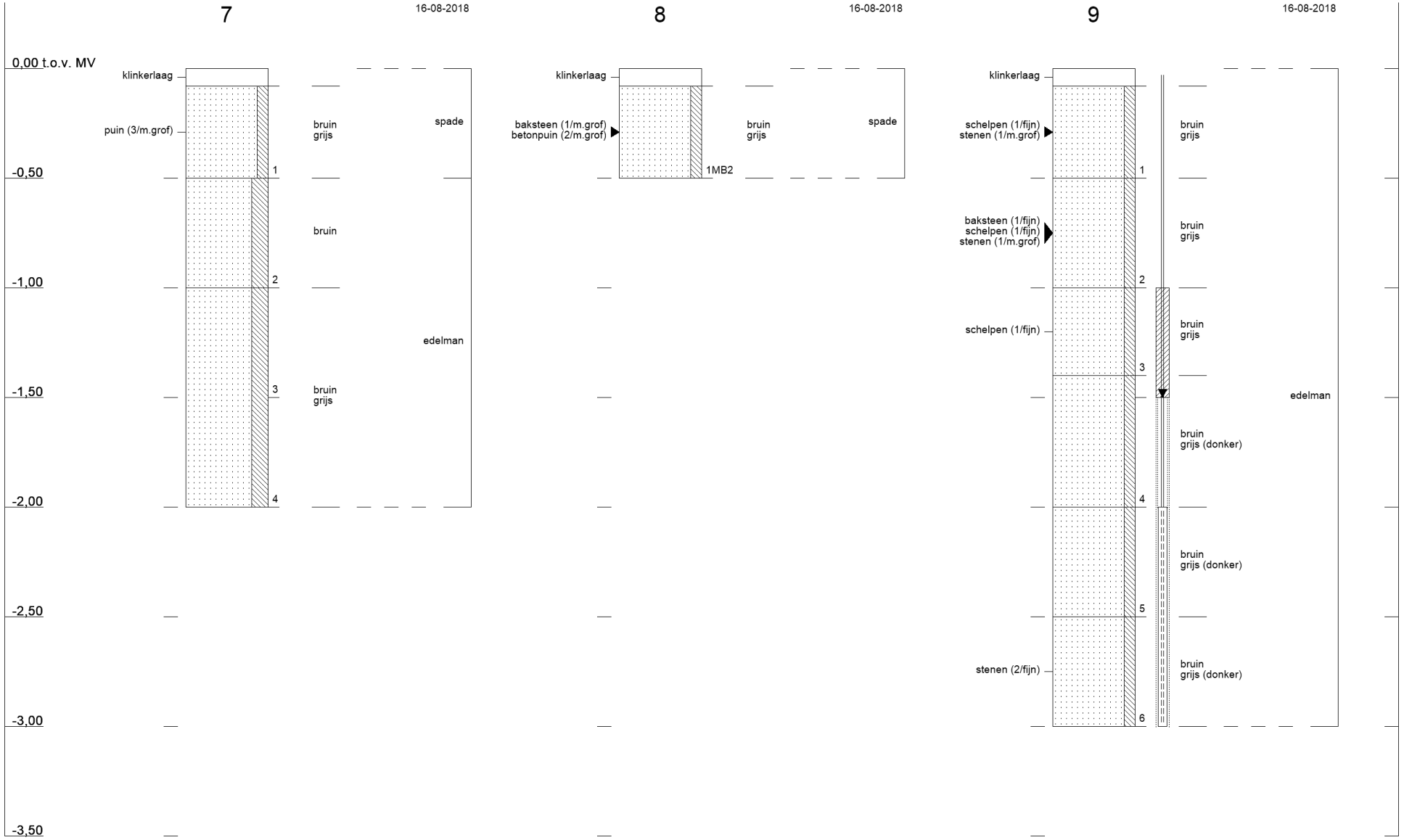

Profielen conform NEN 5104

1265997 : RVB, Amsterdam Parnassusweg 220 VBO

Tauw


4
16-08-2018
0,00 t.o.v. MV
klinkerlaag
puin (4/m.grof)
bruin (licht)
bruin
spade
stootijzer
1MB1
-0,50
-1,00
-1,50
-2,00
-2,50
-3,00
-3,50
5
16-08-2018
klinkerlaag
puin (4/m.grof)
bruin (licht)
bruin
spade
stootijzer
1MB1
6
16-08-2018
klinkerlaag
baksteen (2/fijn)
puin (2/fijn)
schelpen (2/fijn)
schelpen (1/fijn)
schelpen (2/fijn)
schelpen (1/fijn)
bruin
grijs
bruin (licht)
grijs (licht)
bruin
grijs
bruin
grijs
grijs
grijs
grijs
grijs
edelman
luchthamer
edelman
zuigerb
1
2
3
4
5
6
7
8

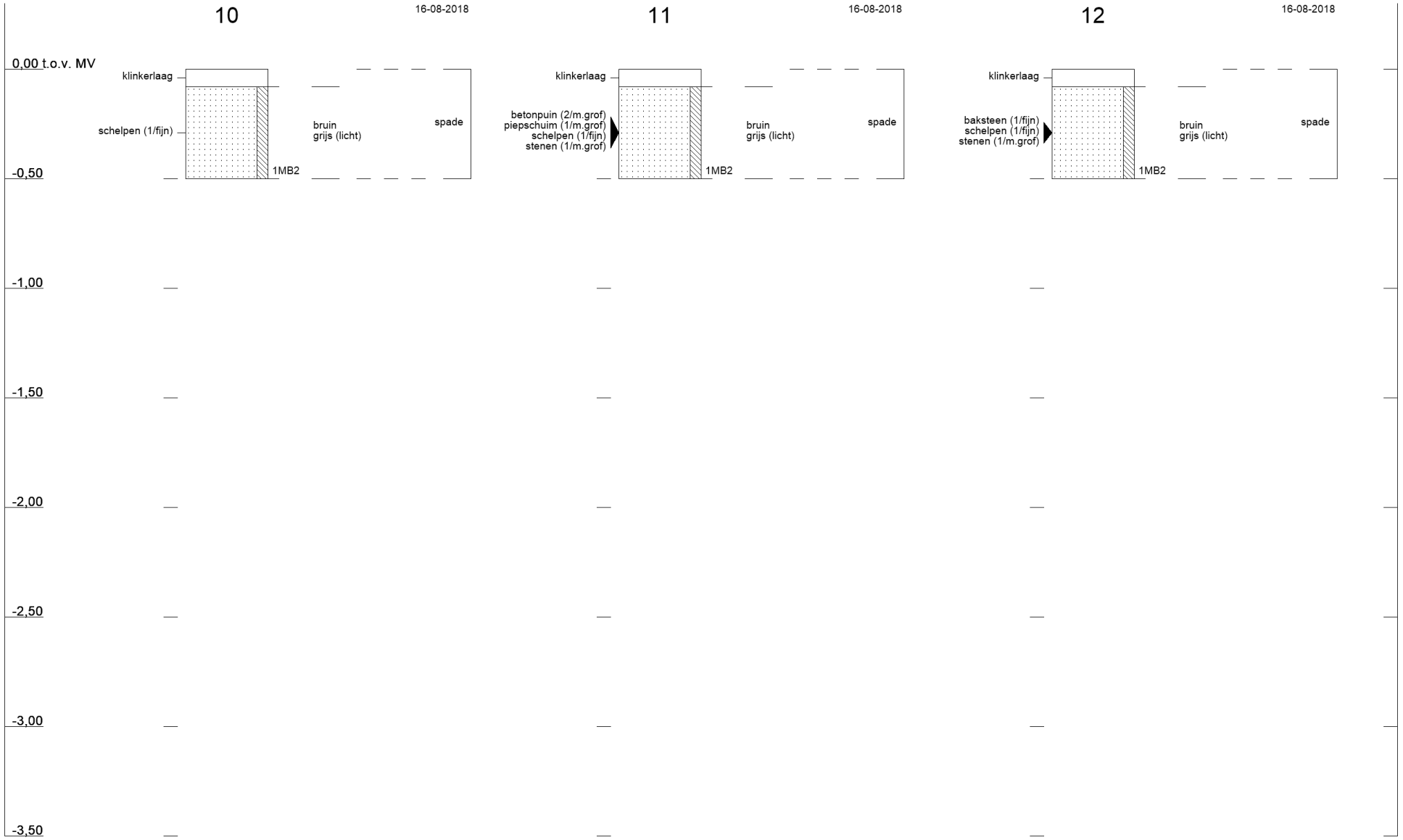
Tauw

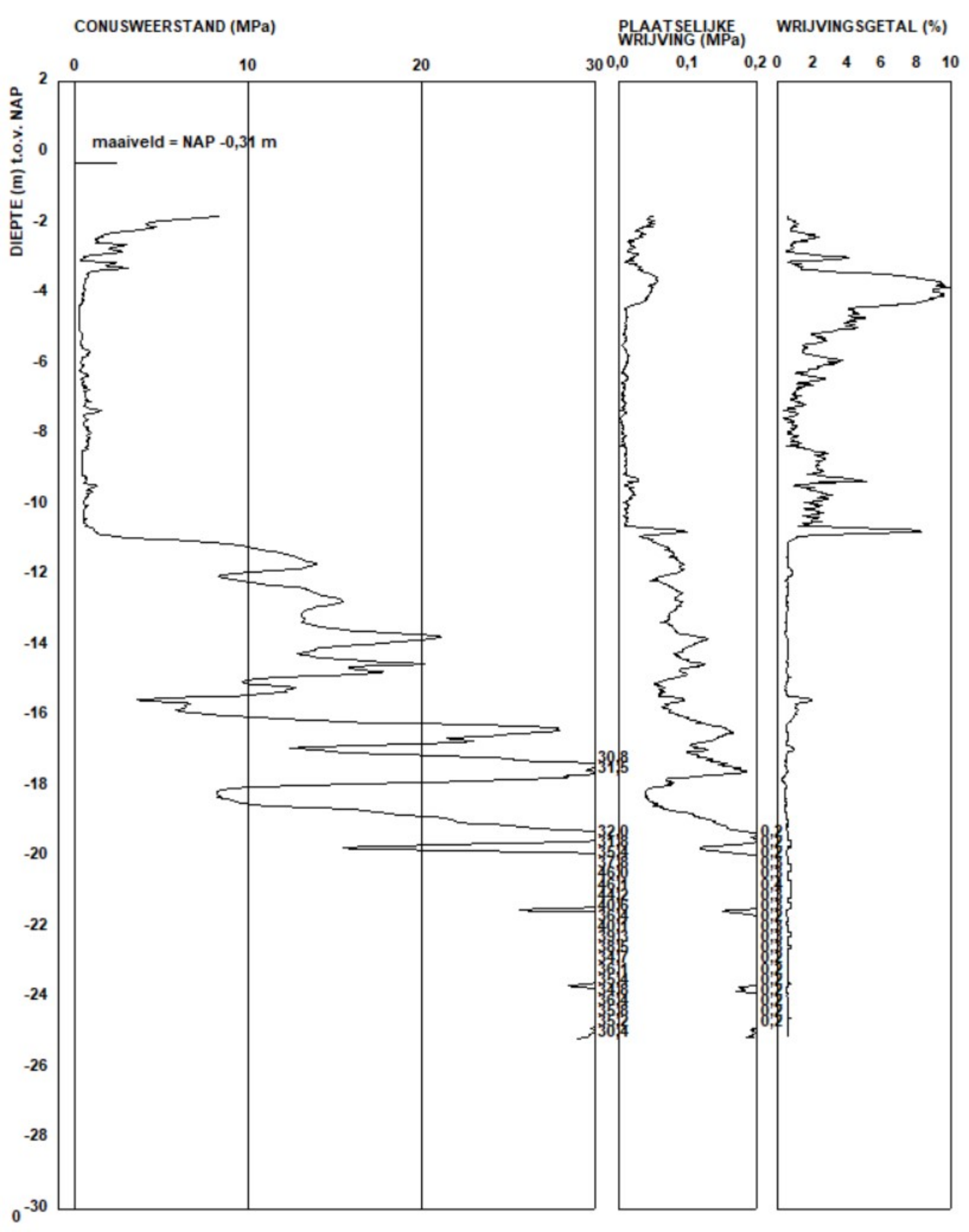


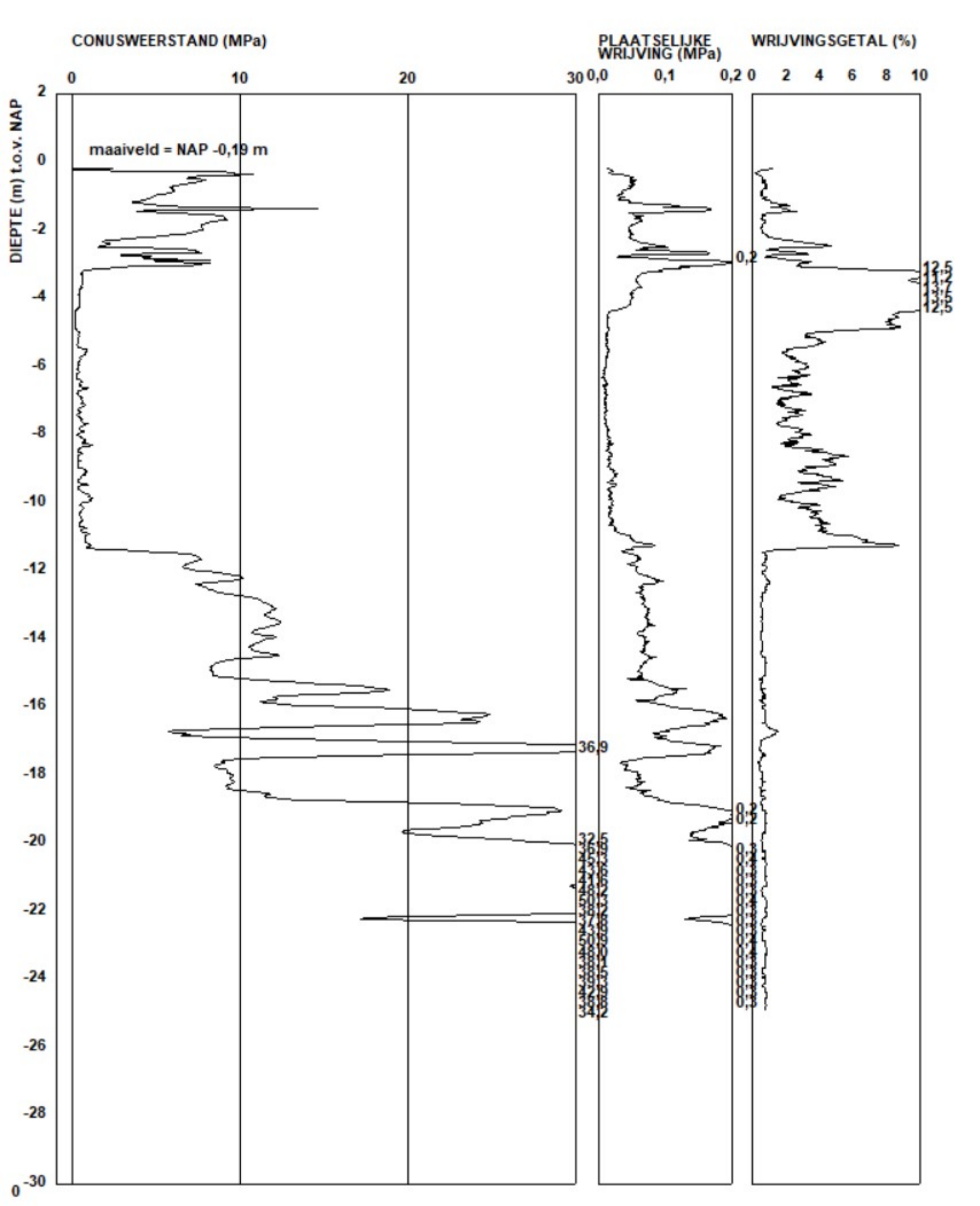

Profielen conform NEN 5104

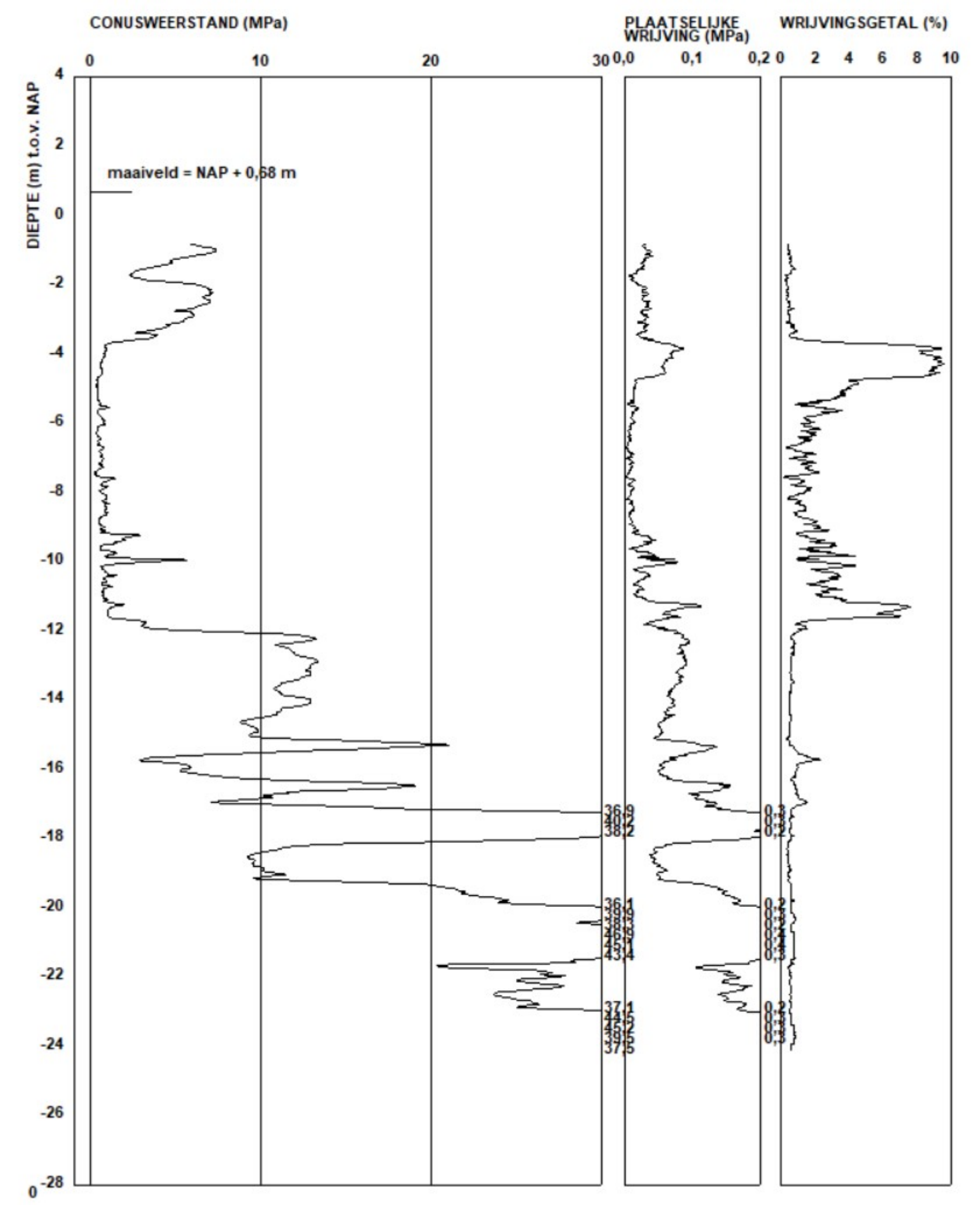
1265997 : RVB, Amsterdam Parnassusweg 220 VBO

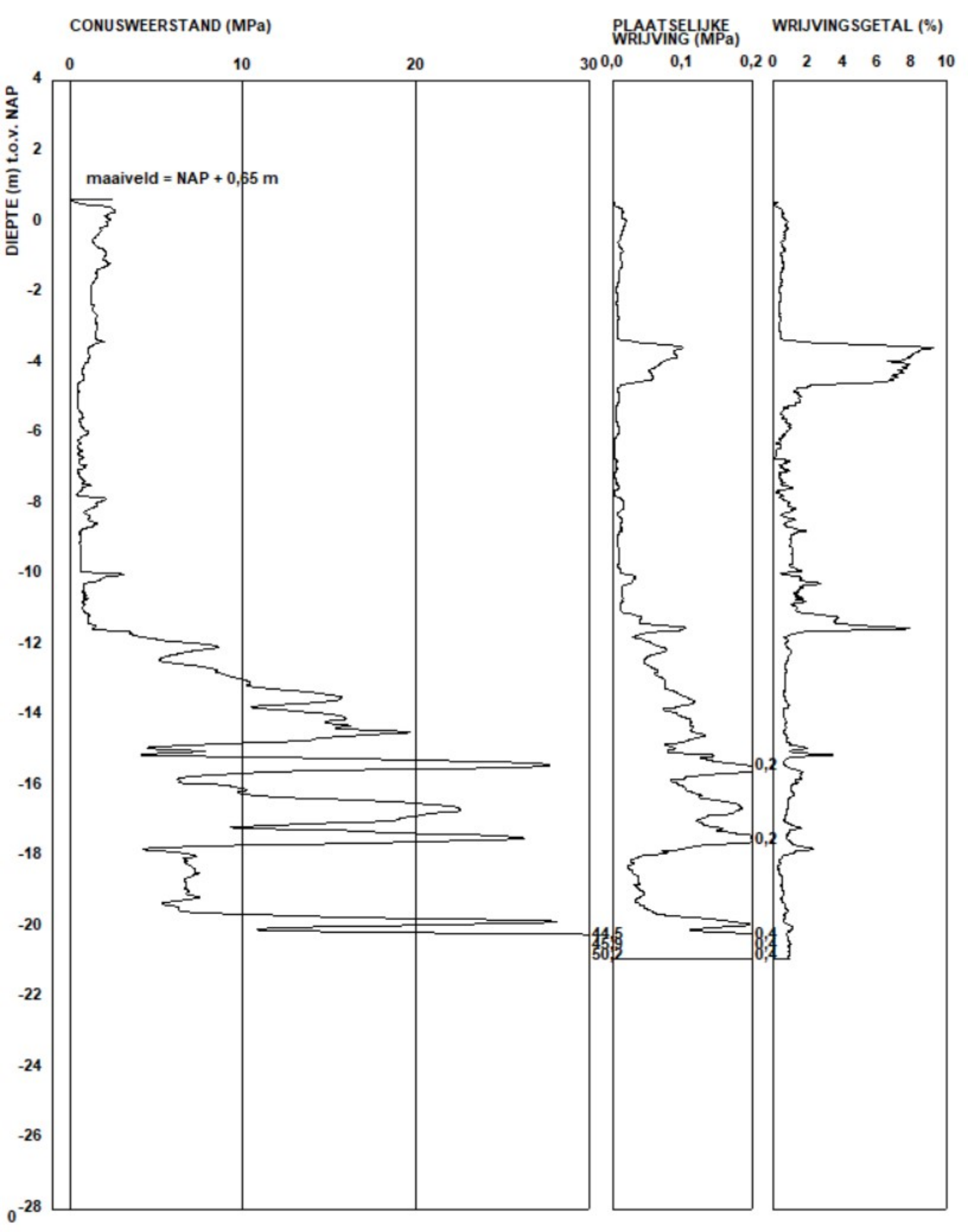
Tauw

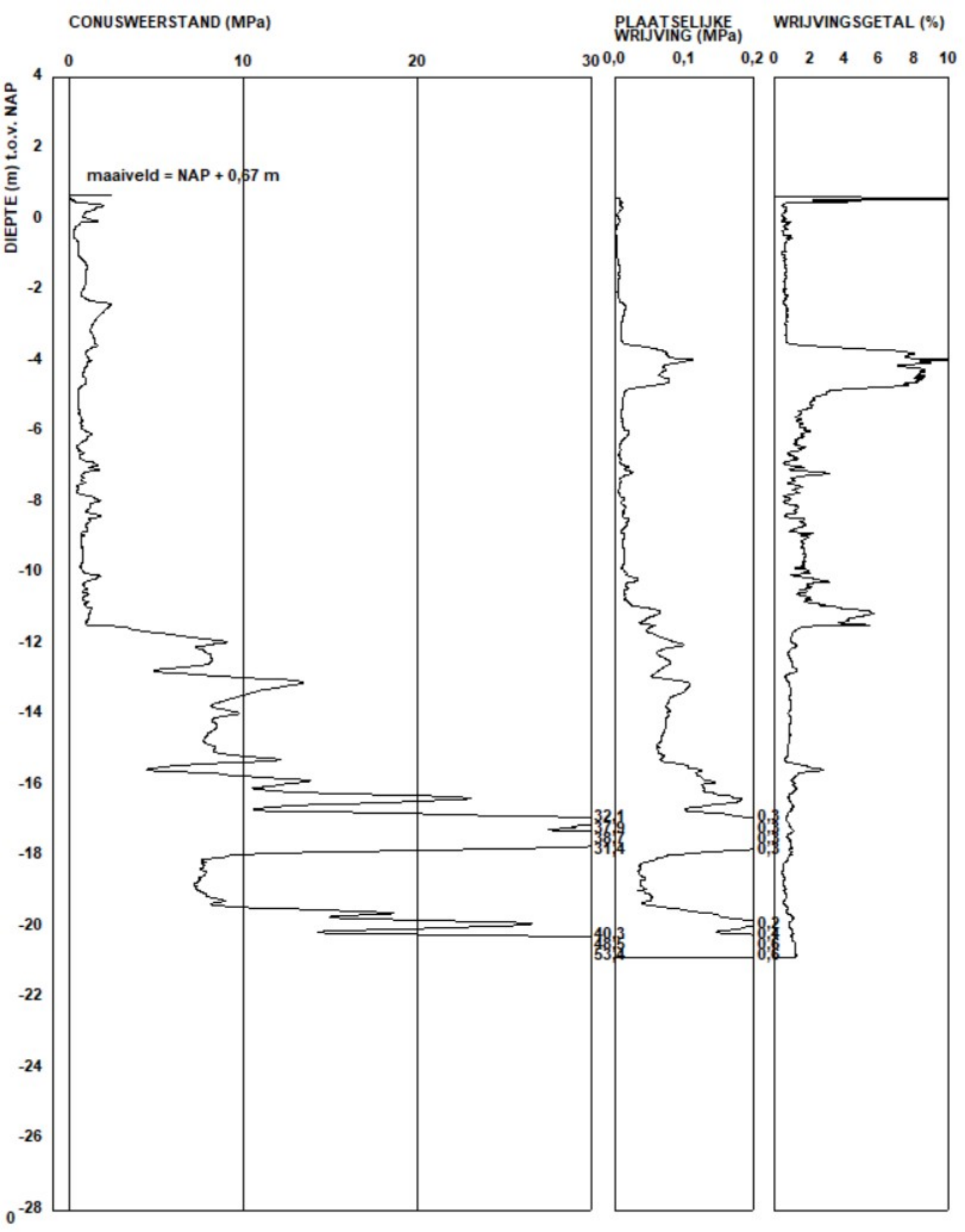

10
16-08-2018
0,00 t.o.v. MV
klinkerlaag
schelpen (1/fijn)
bruin
grijs (licht)
spade
1MB2
-0,50
11
16-08-2018
klinkerlaag
betonpuin (2/m.grof)
piepschuim (1/m.grof)
schelpen (1/fijn)
stenen (1/m.grof)
bruin
grijs (licht)
spade
1MB2
12
16-08-2018
klinkerlaag
baksteen (1/fijn)
schelpen (1/fijn)
stenen (1/m.grof)
bruin
grijs (licht)
spade
1MB2
-1,00
-1,50
-2,00
-2,50
-3,00
-3,50

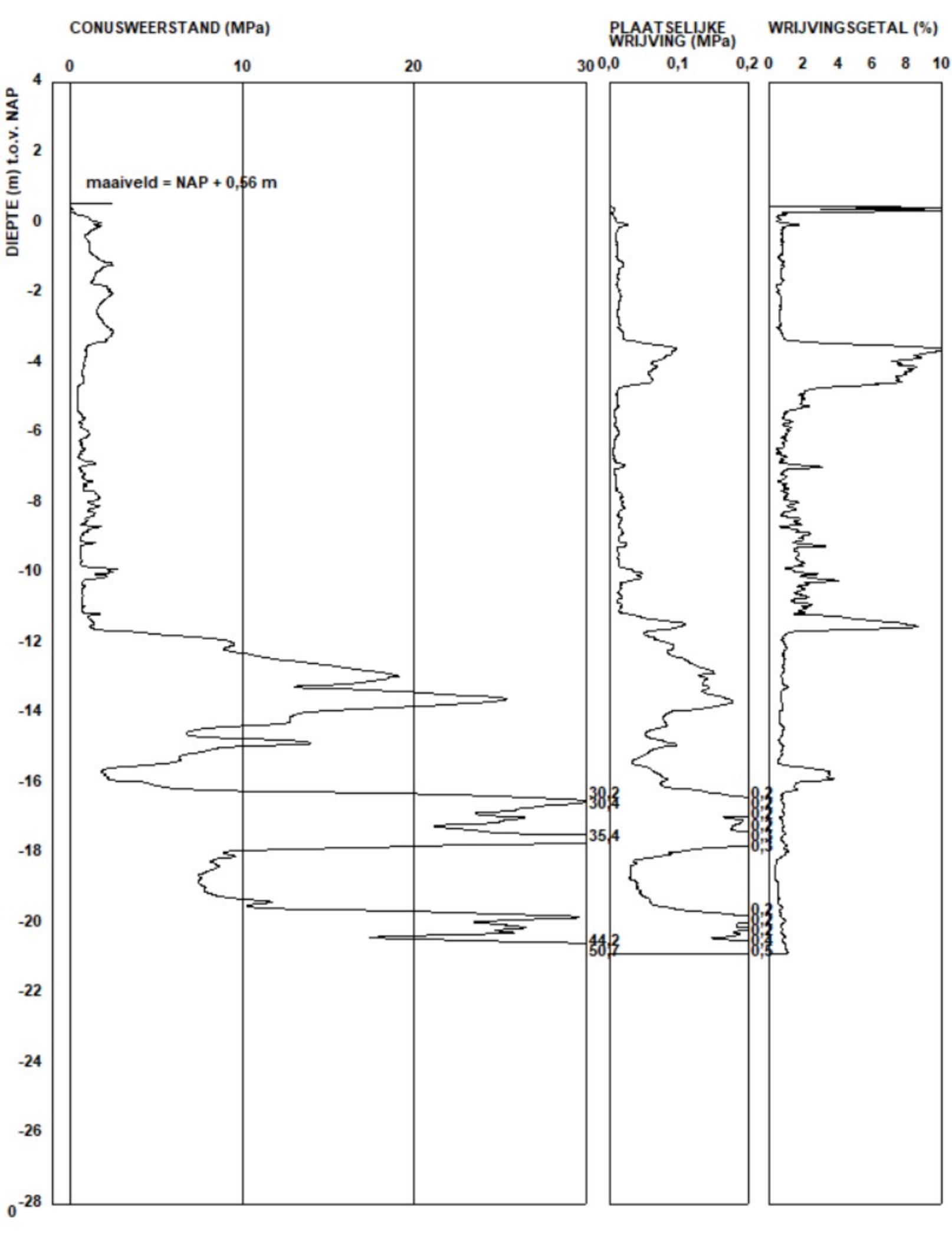

CONUSWEERSTAND (MPa)
0
10
20
30
PLAATSELIJKE WRIJVING (MPa)
0,0
0,1
0,2
WRIJVINGSGETAL (%)
0
2
4
6
8
10
DIEPTE (m) t.o.v. NAP
2
0
-2
-4
-6
-8
-10
-12
-14
-16
-18
-20
-22
-24
-26
-28
-30
maaiveld = NAP -0,31 m


CONUSWEERSTAND (MPa)
PLAATSELIJKE WRIJVING (MPa)
WRIJVINGSGETAL (%)
DIEPTE (m) t.o.v. NAP
maaiveld = NAP -0,19 m
0
10
20
30
0,0
0,1
0,2
0
2
4
6
8
10
2
0
-2
-4
-6
-8
-10
-12
-14
-16
-18
-20
-22
-24
-26
-28
-30
36,9
0,2
12,5


CONUSWEERSTAND (MPa)
PLAATSELIJKE WRIJVING (MPa)
WRIJVINGSGETAL (%)
DIEPTE (m) t.o.v. NAP
maaiveld = NAP + 0,68 m
0
10
20
30
0,0
0,1
0,2
0
2
4
6
8
10
4
2
0
-2
-4
-6
-8
-10
-12
-14
-16
-18
-20
-22
-24
-26
-28


CONUSWEERSTAND (MPa)
0
10
20
30
PLAATSELIJKE WRIJVING (MPa)
0,0
0,1
0,2
WRIJVINGSGETAL (%)
0
2
4
6
8
10
DIEPTE (m) t.o.v. NAP
4
2
0
-2
-4
-6
-8
-10
-12
-14
-16
-18
-20
-22
-24
-26
-28
maaiveld = NAP + 0,65 m
0,2
0,2
44,5
45,8
50,2
0,4
0,2
0,2

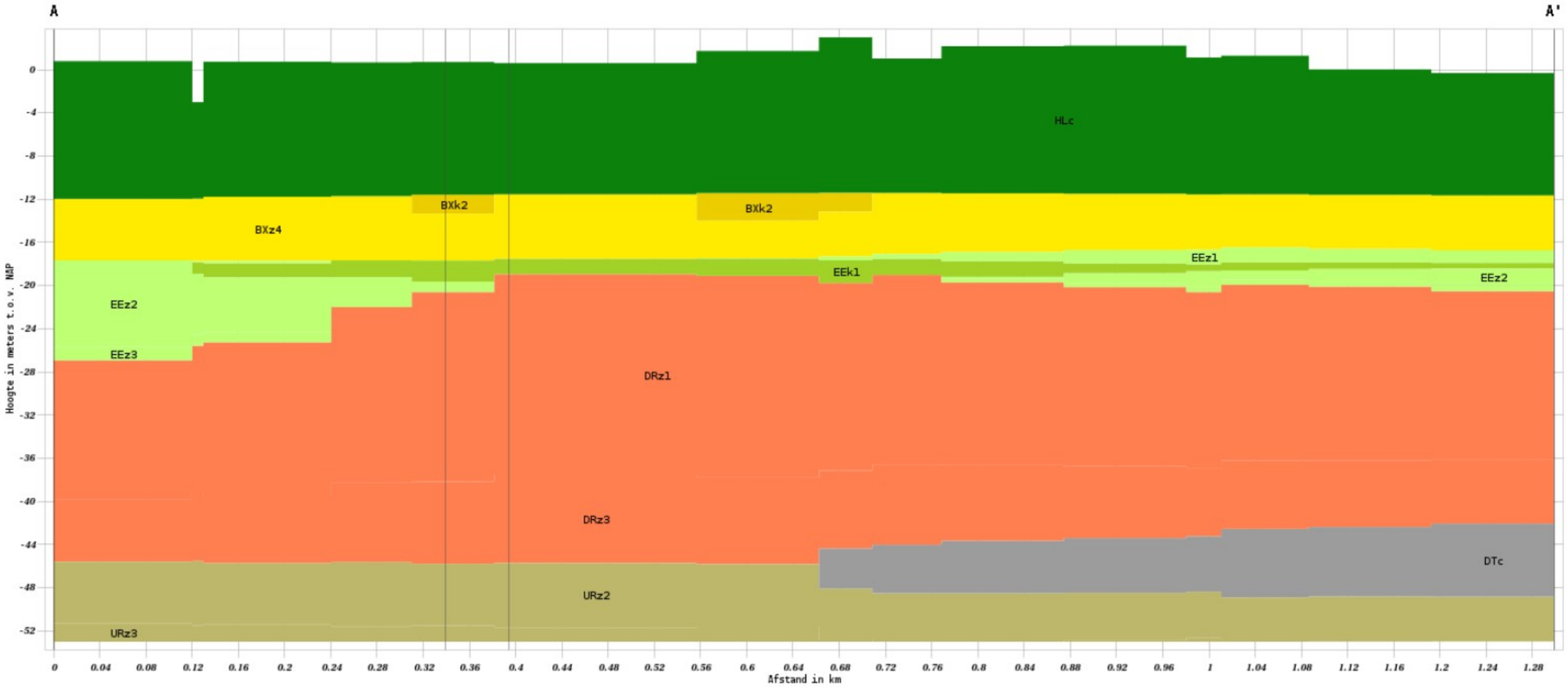

CONUSWEERSTAND (MPa)
PLAATSELIJKE WRIJVING (MPa)
WRIJVINGSGETAL (%)
0
10
20
30
0,0
0,1
0,2
0
2
4
6
8
10
DIEPTE (m) t.o.v. NAP
4
2
0
-2
-4
-6
-8
-10
-12
-14
-16
-18
-20
-22
-24
-26
-28
maaiveld = NAP + 0,67 m


CONUSWEERSTAND (MPa)
PLAATSELIJKE WRIJVING (MPa)
WRIJVINGSGETAL (%)
DIEPTE (m) t.o.v. NAP
maaiveld = NAP + 0,56 m
0
10
20
30
0,0
0,1
0,2
2
4
6
8
10
4
2
0
-2
-4
-6
-8
-10
-12
-14
-16
-18
-20
-22
-24
-26
-28
30,2
30,4
35,4
44,2
50,7

**Kenmerk** R001-1289705KWI-V02-mwl-NL

# Bijlage 5 Schematische weergave REGIS II v2.2.

# Verticale Doorsnede BRO REGIS II v2.2




BRO REGIS II v2.2

?

Hydrogeologie

| | |
|---|---|
| HLc | DTc |
| BXz3 | URz2 |
| BXk2 | URz3 |
| BXz4 | |
| EEz1 | |
| EEk1 | |
| EEz2 | |
| EEz3 | |
| DRz1 | |
| DRz3 | |

Hoogte t.o.v. NAP

Tussen -53 en 3 m




Opslaan als PDF

**Kenmerk** R001-1289705KWI-V02-mwl-NL

# Bijlage 6 Opbarstberekening

Tauw Deventer
Handelskade 11
Postbus 133, 7400 AC Deventer
Telefoon 0570-699911

Versie 1.5.6

| | |
|---|---|
| Project | RVB Gebouw Parnas C2/C3 Parkeerkelder |
| Projectnr | 1289705 |
| Onderdeel | Bijlage |
| Datum | 21-2-2023 |
| Auteur | Kars Witman |

**Controle opbarsten conform NEN 9997-1**

*(geen partiële factoren op waterstand of stijghoogte toegepast, invoer is gelijk aan rekenwaarde)*

*situatie 1: situatie in ontgraving*

**situatie in ontgraving**

| | | |
|---|---|---|
| ontgravingsniveau | -6,0 | m NAP |
| onderzijde afsluitende laag | -7,5 | m NAP |
| grondwaterstand | -6,3 | m NAP |
| hoogste stijghoogte 1e wvp | -0,4 | m NAP |

*situatie 2: situatie naast ontgraving. (Voor open, smalle ontgraving met meename gewicht grondlagen aan weerszijden)*

**situatie naastgelegen maaiveld**

| | | |
|---|---|---|
| maaiveldniveau | 0,5 | m NAP |
| onderzijde afsluitende laag | -7,5 | m NAP |
| grondwaterstand | -3,0 | m NAP |
| hoogste stijghchoogte 1e wvp | -0,4 | m NAP |

| niveau m NAP | dikte m | laag code | laag type | situatie 1: effectieve dikte m | situatie 1: $\gamma_{sat;laag}$ kN/m3 | situatie 1: $\gamma_{sat}$ x d kN/m2 | situatie 2: effectieve dikte m | situatie 2: $\gamma_{sat;laag}$ kN/m3 | situatie 2: $\gamma_{sat}$ x d kN/m2 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | water in bouwkuip/watergang | 0,00 | 10,0 | 0,0 | 0,00 | 10,0 | 0,0 |
| | | | | | | **0,0** kN/m² | | | **0,0** kN/m² |
| 0,50 | | | | | | | | | |
| | 4,00 | 2 | zand, matig | 0,00 | 20,0 | 0,0 | 4,00 | 20,0 | 80,0 |
| -3,50 | | | | | | | | | |
| | 1,00 | 12 | klei / veen | 0,00 | 11,0 | 0,0 | 1,00 | 11,0 | 11,0 |
| -4,50 | | | | | | | | | |
| | 3,00 | 4 | klei, zwak zandig | 1,50 | 15,0 | 22,5 | 3,00 | 15,0 | 45,0 |
| -7,50 | | | | | | | | | |
| | 1,00 | 7 | klei, sterk zandig | 0,00 | 18,0 | 0,0 | 0,00 | 18,0 | 0,0 |
| -8,50 | | | | | | | | | |
| | 2,50 | 12 | klei / veen | 0,00 | 11,0 | 0,0 | 0,00 | 11,0 | 0,0 |
| -11,00 | | | | | | | | | |
| | 0,50 | 12 | klei / veen | 0,00 | 11,0 | 0,0 | 0,00 | 11,0 | 0,0 |
| -11,50 | | | | | | | | | |
| | 5,50 | 2 | zand, matig | 0,00 | 20,0 | 0,0 | 0,00 | 20,0 | 0,0 |
| -17,00 | | | | | | | | | |
| | 82,00 | 1 | zand, los | 0,00 | 19,0 | 0,0 | 0,00 | 19,0 | 0,0 |
| -99,00 | | | | | | | | | |
| | 0,00 | 1 | zand, los | 0,00 | 19,0 | 0,0 | 0,00 | 19,0 | 0,0 |
| -99,00 | | | | | | | | | |
| | 0,00 | 1 | zand, los | 0,00 | 19,0 | 0,0 | 0,00 | 19,0 | 0,0 |
| -99,00 | | | | | | | | | |
| | 0,00 | 1 | zand, los | 0,00 | 19,0 | 0,0 | 0,00 | 19,0 | 0,0 |
| -99,00 | | | | | | | | | |
| | 0,00 | 1 | zand, los | 0,00 | 19,0 | 0,0 | 0,00 | 19,0 | 0,0 |
| -99,00 | | | | | | | | | |
| | 0,00 | 1 | zand, los | 0,00 | 19,0 | 0,0 | 0,00 | 19,0 | 0,0 |
| -99,00 | | | | | | | | | |
| | 0,00 | 1 | zand, los | 0,00 | 19,0 | 0,0 | 0,00 | 19,0 | 0,0 |
| -99,00 | | | | | | | | | |
| | 0,00 | 1 | zand, los | 0,00 | 19,0 | 0,0 | 0,00 | 19,0 | 0,0 |
| -99,00 | | | | | | | | | |
| | | | grondgewicht | | | 22,5 kN/m² | | | 136,0 kN/m² |
| | | | correctiefactor | | | 0,90 - | | | 0,90 - |
| | | | grondgewicht rekenwaarde | | | **20,3** kN/m² | | | **122,4** kN/m² |
| | | | opwaartse waterdruk vanuit 1e WVP | | | **71,0** kN/m² | | | **71,0** kN/m² |
| | | | opbarstveiligheid (minimaal 1,00) $(G_{water;d} + G_{grond;d}) / P_{water}$ | | | **0,29** - | | | 1,72 - |
| | | | benodigde verlaging stijghoogte | | | **5,1** m | | | **nvt** m |
| | | | maximale stijghoogte | | | **-5,5** m NAP | | | **nvt** m NAP |

**Kenmerk** R001-1289705KWI-V02-mwl-NL

# Bijlage 7 Opzet grondwatermodel

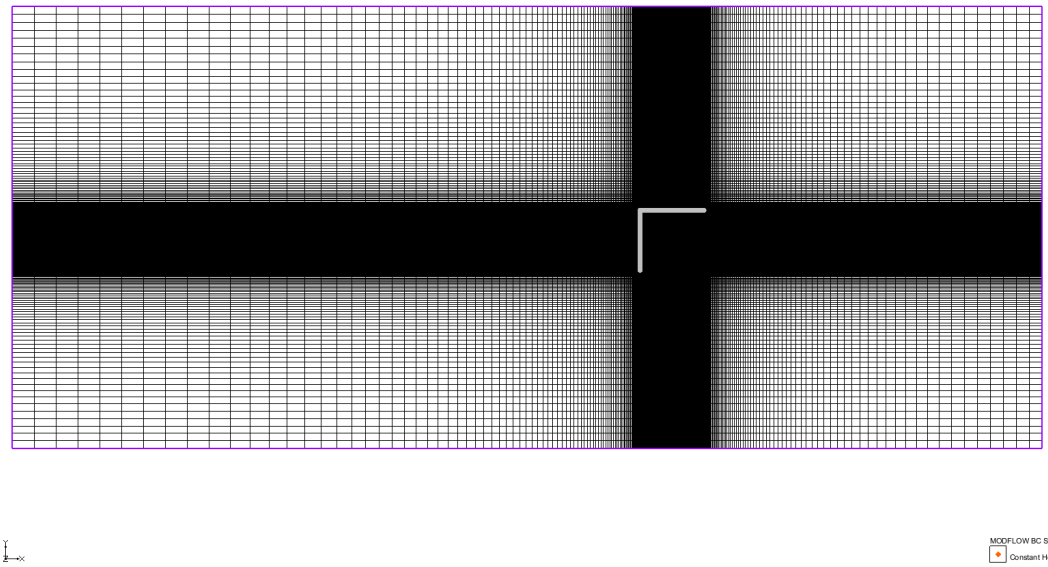
In onderstaande paragrafen zijn de volgende elementen beschreven:

- Modelgebied en modelgrid
- Bodemopbouw en onderverdeling in lagen (tabel 7.1)
- Obstructies in de bodem
- Stijghoogten en oppervlaktewaterpeilen (paragraaf 2.3 en 2.4)
- Neerslag en verdamping (varieert in model op basis van klimaatscenario's)

Het model is stationair opgezet, zodat modelberekeningen vergeleken kunnen worden met gemiddeld gemeten stijghoogten in de watervoerende lagen. De grondwaterstanden in het model zijn geijkt op de grondwatergegevens

## Modelgrid en modelgrootte

Het modelgebied beslaat het gebied tussen de omliggende watergangen welke een geschikte modelgrens vormen vanwege de diepte van de watergangen en het bijbehorende vaste waterpeil. De celgrootte aan de rand van het modelgebied bedraagt 25, waarbij ter plaatse van het projectgebied de celgrootte is verfijnd tot een grootte van 1 x 1 m.




*Figuur 7.1. Grid model met refinement*

## Bodemopbouw en laagindeling

In tabel 4.1 is een overzicht gegeven van de gehanteerde laagindeling van het grondwatermodel parameters. Laag 2 en 3 zijn in het model gesplitst vanwege de ontgravingsdiepte van de kelder.

*Tabel 7.1 Laagindeling grondwatermodel*

| Modellaag | Diepte (m NAP) | Type | $k_h$-waarde (m/dag) | $k_v$-waarde (m/dag) |
|---|---|---|---|---|
| 1 | +1,0 tot -3,5 | Watervoerende laag (Antropogene ophooglaag) | 5,0 | 2,5 |
| 2* | -3,5 tot -5,5 | Scheidende laag (Naaldwijk, Nieuwkoop) | 0,01 | 0,005 |
| 3* | -5,5 tot -7,5 | Scheidende laag (Naaldwijk, Nieuwkoop) | 0,01 | 0,005 |
| 4 | -7,5 tot -8,5 | Watervoerende laag (Wadzand pakket) | 1,0 | 0,5 |
| 5 | -8,5 tot -11,5 | Scheidende laag (Naaldwijk, Nieuwkoop) | 0,01 | 0,0001 |
| 6 | -11,5 tot -17,0 | Watervoerende laag (F. van Boxtel, Eem en Drenthe) | 5,0 | 2,5 |

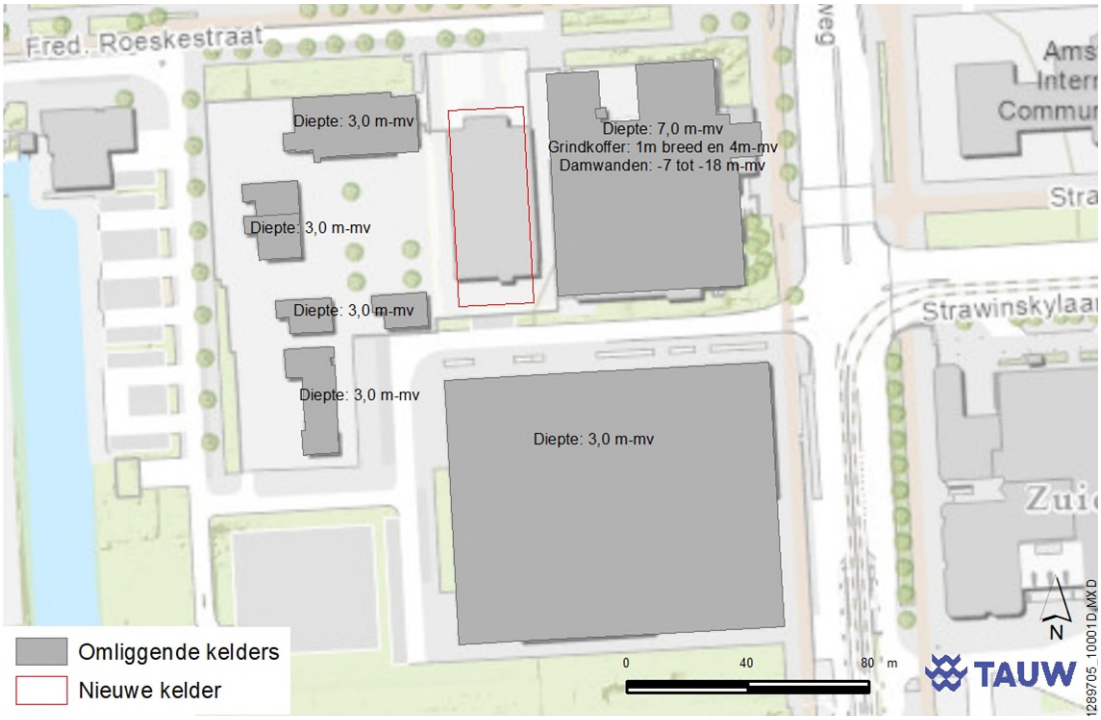
** Scheiding van lagen gehanteerd voor ontgravingsdiepte onder kelder*

### Obstructies in de bodem

De obstructies in de bodem (kelders) varieert per situatie:

- Voor de huidige situatie (de hydrologische nulsituatie) wordt aangenomen dat omliggende gebouwen wel kelders hebben tot 3 m -mv, zonder mitigerende maatregelen zoals grindkoffers. Rioleringsbuizen zijn hierin niet meegenomen en zijn onbekend. Voor de kelder voor het Parnas gebouw ten westen van de projectlocatie is rekening gehouden met een kelderdiepte van 7 m- mv met mitigerende maatregelen en damwanden[10].
- Voor de toekomstige situatie wordt aangenomen dat het gebouw een kelder heeft van circa 7 m -mv en een grootte van 1605 m$^2$. De kelder wordt aangelegd binnen damwanden. Als uitgangspunt is gehanteerd dat deze damwanden worden verwijderd na uitvoering en dan geen obstructie meer in de bodem vormen[11]. Hierbij dient bij het trekken van de damwanden welvorming te worden voorkomen. Wanneer nodig wordt voor de kelder eveneens een scenario met mitigerende maatregelen doorgerekend.

[10] TAUW. Geohydrologisch onderzoek Parnassusweg 220. Kenmerk: R00x-1282021RNV-V0. 19-7-2021
[11] Andere oplossingen om de damwanden geen obstructie meer te laten vormen in de ondergrond worden besproken in het afwegingskader van de gemeente Amsterdam (hoofdstuk 3 uit het document Afwegingskader Grondwater neutrale Kelders Amsterdam, versie 20 januari 2021)




*Figuur 7.2. Ligging obstructies met dieptes*

## Overige onttrekkingen

Eventueel aanwezige grondwateronttrekkingen en/of -infiltraties in de omgeving van het projectgebied zijn niet opgenomen in model. De reden is dat de kelder in het bovenste gedeelte van de deklaag wordt gerealiseerd, terwijl de langdurige onttrekkingen/infiltraties (zoals bijvoorbeeld warmte-/koudeopslag) plaatsvinden in het tweede watervoerend pakket (dieper dan 50 m -mv). Een beïnvloeding van de onttrekkingen/infiltraties in de deklaag wordt niet verwacht vanwege de grote weerstand van de tussenliggende scheidende lagen.

## Neerslag

De huidige effectieve neerslag (neerslagoverschot) voor bebouwd gebied is 225 mm/jaar (bron: grondwaterzakboekje). In een dicht stedelijk gebied is dit door verharding minder. Het model is geijkt op grondwaterstanden en grondwaterstroming. Na ijking van het model is over het hele modelgebied 85 mm/jaar (0,23 mm/dag) opgelegd. Dit komt overeen met 38 % van de effectieve neerslag voor bebouwd gebied.

## IJking model huidige situatie

Het model is geijkt op basis van de door Waternet gemeten stijghoogten in het freatisch pakket. De ijkdata betreft de gemiddelde gemeten grondwaterstanden in de omgeving van het projectgebied. Het model is lastig te ijken vanwege de heterogene bodemopbouw, wisselende maaiveldhoogtes, verschillende peilen in de omliggende watergangen, en de aanwezigheid van ondergrondse obstakels zoals kelders, rioleringen en mogelijk ook drainage.

De berekende grondwaterstanden komen overeen met de gemeten grondwaterstanden. Peilbuis F05063, ten noordoosten, heeft de langste meetreeks en is het meest betrouwbaar. De afwijking van de berekende grondwaterstand bedraagt circa 5cm ten opzichte van de gemeten stijghoogtes

Het resultaat van de ijking wordt als voldoende geacht om verdere berekeningen uit te voeren.