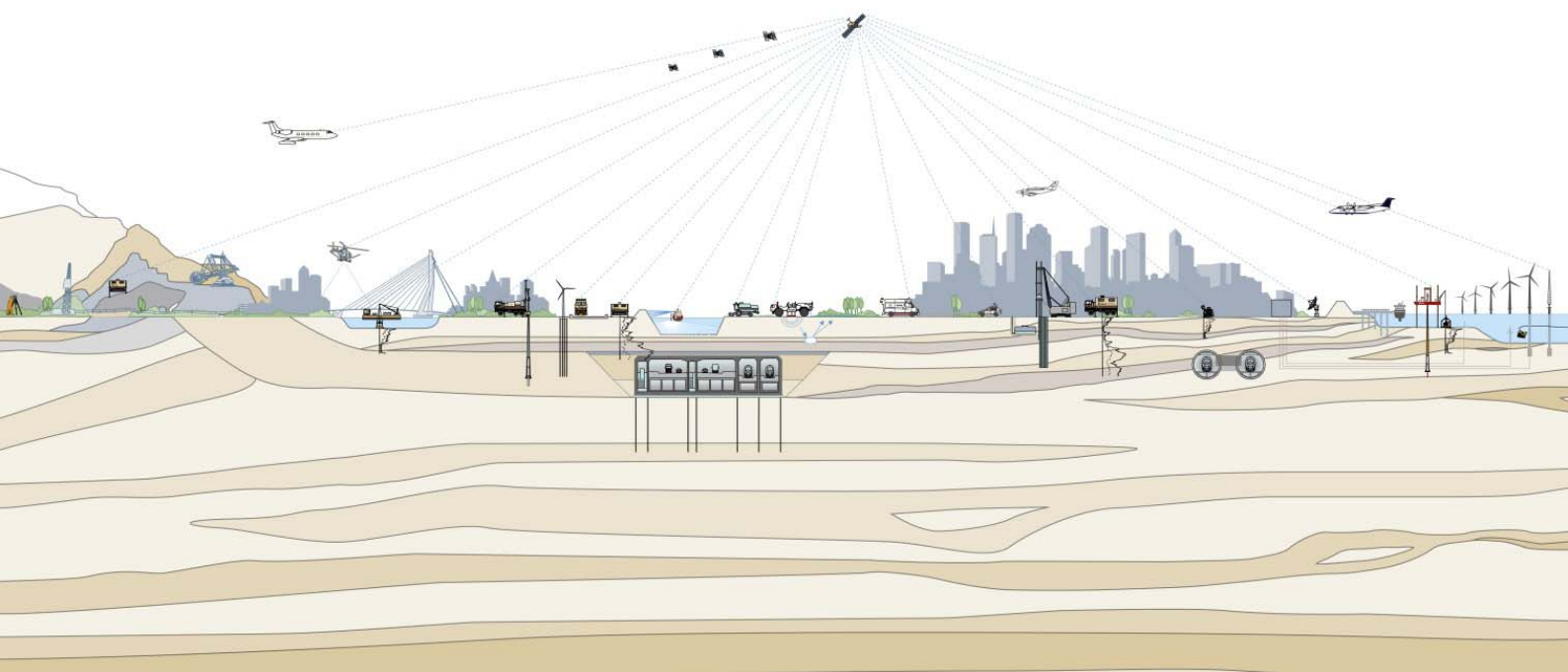


DAMWANDADVIES EN
OMGEVINGSBEINVLOEDING
betreffende

**PALEIS VAN JUSTITIE
(PRINSENGRACHT 432-436)
TE AMSTERDAM**

Opdrachtnummer: 1015-0590-001



DAMWANDADVIES EN
OMGEVINGSBEINVLOEDING
betreffende

**PALEIS VAN JUSTITIE
(PRINSENGRACHT 432-436)
TE AMSTERDAM**

Opdrachtnummer: 1015-0590-001

Opdrachtgever : CTF Amsterdam B.V.
Professor Tulpstraat 23
1018 GZ AMSTERDAM

Constructeur : Van Rossum Raadgevend Ingenieurs te Amsterdam
Pedro de Medinalaan 3a
1086 XK Amsterdam

Datum grondonderzoek : april en juli 2016

Projectleider : ir. M.J. Profittlich
Manager Geo-Consultancy

Opgesteld door : ing. A.O. Aparicio Sáez
Adviseur Geotechniek

ir. B. Schoenmaker
Adviseur Geotechniek

VERSIE	DATUM	OMSCHRIJVING WIJZIGING	PARAAF PROJECTLEIDER
1	15 augustus 2016	CONCEPT	
2	19 augustus 2016	1 ^e doorsnede PLAXIS	
3	20 september 2016	Wijzigingen na aanleiding van het overleg van 5 september 2016	
4	28 augustus 2017	Gewijzigde uitgangspunten	

FILE: 1015-0590-001.R04v4.1 (damwand + Plaxis)

<u>INHOUDSOPGAVE</u>	<u>Blz.</u>
1. INLEIDING	1
2. PROJECTOMSCHRIJVING	3
2.1. Geschiedenis	3
2.2. Het huidige gebouw	3
2.3. Toekomstig ontwerp	3
3. GEOTECHNISCH ONDERZOEK EN BODEMGESTELDHEID	5
3.1. Algemeen	5
3.2. Globale bodemgesteldheid	5
3.3. Grondparameters	6
3.4. Grondwaterstanden en stijghoogten	6
4. DAMWANDADVIES	8
4.1. Berekeningsmethode	8
4.2. Dwarsdoorsneden	9
4.3. Uitgangspunten berekeningen	9
4.4. Doorsnede 1	11
4.5. Doorsnede 2	14
4.6. Doorsnede 3	15
4.7. Berekeningsresultaten	17
4.8. Toetsing vloeimoment	20
4.9. Toetsing vervormingen	20
4.10. Samenvatting	21
5. PLAXIS ANALYSE	23
5.1. Inleiding	23
5.2. Parameters en Geometrie	23
5.3. Berekeningsresultaten	29
5.4. Samenvatting	34
6. UITVOERINGSASPECTEN	35
6.1. Algemeen	35
6.2. Geohydrologische aspecten	35
6.3. Grondverbetering	35

<u>BIJLAGEN</u>	<u>Nr.</u>
<u>Geotechnisch onderzoek</u>	
- zie: Rapportage Geotechnisch Veldwerk	1015-0590-001.KR01
- zie: Rapportage Geotechnisch Veldwerk	1015-0590-003.KR01
- zie: Rapportage Laboratoriumonderzoek	1015-0590-001.LR02
<u>Damwandadvies</u>	
- Resultaten doorsnede 1	A1
- Resultaten doorsnede 2	A2
- Resultaten doorsnede 3	A3
- Fasering PLAXIS analyse	A4

1. INLEIDING

Op 13 juni 2016 ontving Fugro GeoServices B.V. te Amsterdam van Aedes Real Estate te Amsterdam namens CTF Amsterdam B.V. de opdracht voor het uitvoeren van een tweede fase geotechnisch grondonderzoek en laboratoriumproeven en het uitbrengen van diverse geotechnische adviezen voor de herontwikkeling van het voormalige Paleis van Justitie (Prinsengracht 432-436) te Amsterdam tot een luxueus hotel.

Het Paleis van Justitie heeft een monumentale status en is gelegen aan de Prinsengracht, Leidsegracht en de Lange Leidsedwarsstraat (zie figuur 1-1).



figuur 1-1: Projectlocatie voormalig Paleis van Justitie (bron: Google Earth)

Voorliggende rapportage betreft het damwandadvies voor de realisatie van een één- en tweelaagse kelder in een gedeelte van het gebouw.

Als gevolg van de ontgraving en waterstandsverlagingen in de bouwput en uitbuiging van de damwanden treden horizontale en verticale vervormingen in de omgeving op. Om de mogelijke gevolgen hiervan op de omgeving, bestaande paalfunderingen en andere ondergrondse objecten (zoals kabels en leidingen) te bepalen zijn risico profielen van de omgeving in Plaxis opgesteld. De berekeningswijze en de resultaten zijn eveneens opgenomen in voorliggende rapportage.

Voor de overige rapportages wordt verwezen naar:

- 1015-0590-001.R01: Rapportage grondonderzoek;
- 1015-0590-001.R02: Rapportage laboratorium onderzoek;
- 1015-0590-001.R03: Funderingsadvies;
- **1015-0590-001.R04: Damwandadvies en omgevingsbeïnvloeding;**
- 1015-0590-001.R05: Bemalingsadvies en barrièrewerking.

De resultaten van dit onderzoek zijn gebaseerd op de opdracht en de in het rapport beschreven uitgangspunten. Fugro neemt geen verantwoordelijkheid voor de juistheid van andere dan door ons gerapporteerde conclusies en interpretaties.

De gerapporteerde resultaten van het geotechnisch onderzoek mogen slechts worden gehanteerd voor het doel zoals in de opdracht is beschreven.

Dit rapport bevat:

- een korte projectomschrijving (hoofdstuk 2);
- een beschrijving van het uitgevoerde geotechnisch onderzoek en de bodemgesteldheid (hoofdstuk 3);
- een damwandadvies (hoofdstuk 4);
- analyse van de invloed van de toekomstige kelders op de omgeving, middels een Plaxis analyse (hoofdstuk 5);
- aanbevelingen met betrekking tot de uitvoering (hoofdstuk 6).

2. PROJECTOMSCHRIJVING

Het project betreft de herontwikkeling van het Paleis van Justitie, gelegen aan de Prinsengracht 432 – 436 te Amsterdam, tot een luxueus hotel.

2.1. Geschiedenis

Het eerste deel van het gebouw is omstreeks 1663-1665 gebouwd als Aalmoezeniersweeshuis. In de daarop volgende eeuwen hebben er diverse werkzaamheden aan het gebouw plaatsgevonden, waaronder gedeeltelijke sloop en aanbouw.

In het rapport 1015-0590-004.R06 wordt uitgebreid de geschiedenis van het pand beschreven alsook een onderzoek naar de bestaande houten palen en metingen aangaande scheefstand van het pand.

2.2. Het huidige gebouw

De totale afmetingen van het pand bedragen circa 125 m bij circa 45 m. Onder het gebouw zijn kelders/souterrain aanwezig waarvan het bouwpeil gemiddeld op ca. NAP -1,2 m ligt. Het gehele gebouw is op houten palen gefundeerd en er zijn enkele binnenplaatsen aanwezig.

Het bestaande PEIL is volgens opgave aangehouden op ca. NAP +1,85 m.

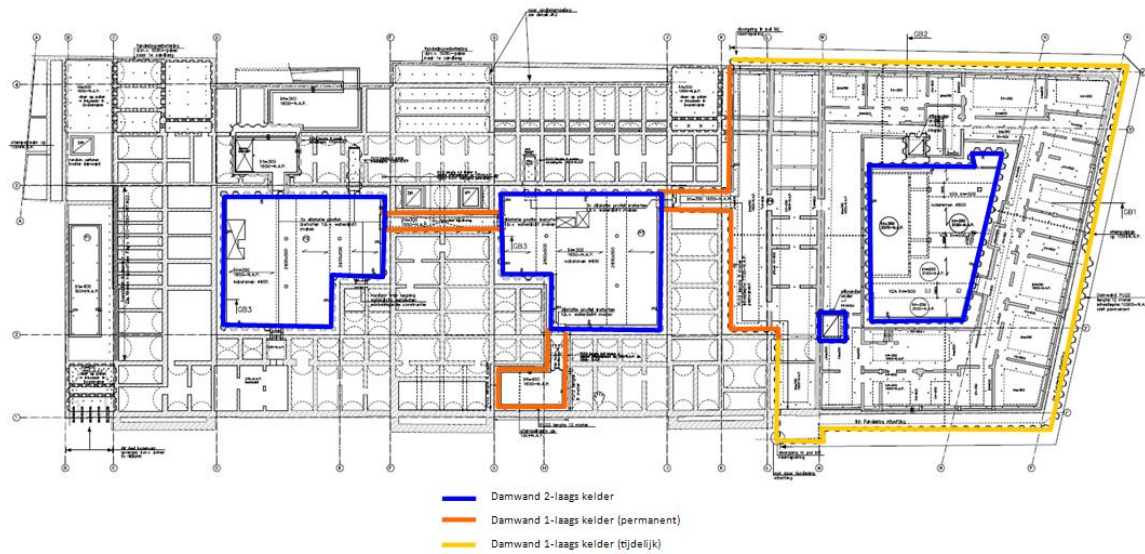
2.3. Toekomstig ontwerp

CTF Amsterdam B.V. heeft het voornemen tot herontwikkeling van het Paleis van Justitie tot een luxueus hotel.

Onderdeel van de herontwikkeling is (deels) funderingsherstel op bestaand niveau (NAP -1,2 m à NAP -1,5 m).

Daarnaast wordt een éénlaags kelder met de onderkant van de keldervloer op ca. 4,0 m minus PEIL, hetgeen overeenkomt met ca. NAP -2,2 m onder een groot deel van het gebouw gerealiseerd.

Op drie locaties, waar momenteel onder andere binnenplaatsen aanwezig zijn, is een tweelaags kelder met de (onderzijde) keldervloer op ca. 7,6 m minus PEIL, overeenkomend met circa NAP -5,7 m voorzien (zie figuur 2-1).



figuur 2-1: globale contouren kelder

Door de opdrachtgever zijn ontwerptekeningen van de architect, met daarop de maatvoering, o.a. vloerniveaus, vloerdikte en afmeting, aan Fugro GeoServices B.V. ter beschikking gesteld.

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

Voor nadere gegevens omtrent de constructie verwijzen wij u naar de berekeningen en tekeningen van de constructeur.

3. GEOTECHNISCH ONDERZOEK EN BODEMGESTELDHEID

3.1. Algemeen

Het geotechnisch onderzoek voor dit project heeft bestaan uit:

- 21 diepsonderingen met meting van de plaatselijke wrijvingsweerstand (code DKM) tot maximaal 35 m diepte.
 - o De sonderingen DKM1 t/m DKM 13 zijn rondom het gebouw op straatzijde met een sondeerwagen uitgevoerd.
 - o De sonderingen DKM 14 t/m DKM 21 zijn op de binnenplaatsen van het gebouw met een demontabel sondeer apparaat uitgevoerd.
- 3 handboringen (code HB) tot circa 3 m, in het handboorgat zijn peilbuizen geplaatst.
- 1 mechanische boring (code MB) tot circa 16 m diepte en het nemen van ongeroerde monsters. In het boorgat zijn 3 peilbuizen geplaatst met een filter in het eerste watervoerende pakket (eerste zandlaag), de wadzandlaag en op freatisch niveau.

De resultaten hiervan, eventuele afwijkingen van de opdracht en opmerkingen zijn gepresenteerd in de rapportages 1015-0590-001.R01 Geotechnisch Veldwerk en 1015-0590-001.LR02 Laboratoriumonderzoek.

De aard en omvang van het geotechnisch onderzoek dient te voldoende aan 3.2.3 van NEN 9997-1 voor de toetsing van geotechnische constructies.

3.2. Globale bodemgesteldheid

De maaiveldniveaus ter plaatse van de sondeerlocaties varieerden ten tijde van het onderzoek van NAP +1,79 m tot NAP +0,94 m.

De huidige kelders/souterrain onder het gebouw bevinden zich op ca. NAP -1,2 m.

Op basis van het geotechnisch onderzoek kan de bodemgesteldheid globaal worden geschematiseerd zoals in tabel 3-1 is weergegeven.

tabel 3-1: Globale bodemgesteldheid

Diepte in m t.o.v. NAP			Bodembeschrijving	
+1,79 à +0,94	tot	ca. -3,0	ZAND	toplaag
ca. -3,0	tot	ca. -5,0	VEEN	
ca. -5,0	tot	ca. -6,0	KLEI	siltig
ca. -6,0	tot	ca. -7,0	KLEI	zandig
ca. -7,0	tot	ca. -9,5	ZAND	wadzand
ca. -9,5	tot	-11,0 à -12,0	KLEI	
-11,0 à -12,0	tot	-11,5 à -12,5	VEEN	basis holocene afzetting
-11,5 à -12,5	tot	-14,5 à -15,0	ZAND	eerste zandlaag, matig vast gepakt
-14,5 à -15,0	tot	ca. -16,5	KLEI	zandig
ca. -16,5	tot	-26,0 à -29,0	ZAND	tweede zandlaag, zeer vast gepakt
ca. -29,0			Maximaal verkende diepte	

3.3. Grondparameters

Voor de damwandberekeningen zijn representatieve waarden voor de relevante grondparameters bepaald aan de hand van interpretatie van het beschikbare grond- en laboratoriumonderzoek, tabel 2.b van NEN 9997-1, CUR-publicatie 166 en de in onze archieven beschikbare informatie. In tabel 3-2 zijn de in de berekeningen gehanteerde geotechnische parameters gegeven.

tabel 3-2: Representatieve waarden sterkte- en stijfheidsparameters

Bovenkant laag [m. NAP]	grondlaag	$\gamma / \gamma_{\text{sat}}$ [kN/m ³]	c' [kPa]	ϕ' [°]	δ [°]	Horizontale beddingsconstante (lage waarden) *		
						$k_{h,1}$ [kN/m ³]	$k_{h,2}$ [kN/m ³]	$k_{h,3}$ [kN/m ³]
+1,79 à +0,94	ZAND, toplaag	18,0 / 20,0	0	30,0	20,0	6.000	3.000	1.500
ca. -3,0	VEEN	11,5 / 11,5	3	17,5	0,0	1.000	500	250
ca. -5,0	KLEI, siltig	15,0 / 15,0	2	20,0	13,3	1.500	750	375
ca. -6,0	KLEI, zandig	17,5 / 17,5	1	25,0	16,7	2.400	1.200	600
ca. -6,0	WADZAND	18,0 / 20,0	0	30,0	20,0	6.000	3.000	1.500
ca. -9,5	KLEI	15,0 / 15,0	2	20,0	13,3	2.000	1.000	500
-11,0 à -12,0	VEEN, basis holocene afzetting	12,0 / 12,0	5	15,0	0,0	1.500	750	375
-11,5 à -12,5	1 ^{ste} ZANDlaag, matig vast gepakt	18,0 / 20,0	0	30,0	20,0	20.000	10.000	5.000
-14,5 à -15,0	KLEI, zandig	16,5 / 16,0	1	25,0	16,7	8.000	4.000	2.000
ca. -16,5	2 ^{de} ZANDlaag, zeer vast gepakt	18,0 / 20,0	0	32,5	21,7	40.000	20.000	10.000

Opmerkingen bij de tabel:

- γ en γ_{sat} = volumiek gewicht; sat = verzadigd
- c' = effectieve cohesie
- ϕ' = effectieve hoek van inwendige wrijving
- δ = wandwrijvingshoek
- Voor een berekening conform CUR Publicatie 166 kan een multi-lineaire veer karakteristiek worden gehanteerd, bestaande uit 3 tussentakken aangeduid met $k_{h,1}$ t/m $k_{h,3}$, waarin:
 $k_{h,1}$ = lage- of hoge waarde voor de horizontale beddingconstante van tak 1
 $k_{h,2}$ = lage- of hoge waarde voor de horizontale beddingconstante van tak 2
 $k_{h,3}$ = lage- of hoge waarde voor de horizontale beddingconstante van tak 3
 * de hoge waarden van de beddingsconstanten zijn 2,5 maal de lage waarden.

3.4. Grondwaterstanden en stijghoogten

Tijdens de uitvoering van het grondonderzoek zijn peilbuizen rond het gebouw aangebracht.

Vier peilbuizen zijn aangebracht ter verkenning van de freatische grondwaterstand. Eén peilbuis is geïnstalleerd in de wadzandlaag op ca. NAP -8,9 m en één peilbuis is aangebracht tot in de eerste zandlaag op ca. NAP -14,4 m.

De door Fugro geïnstalleerde peilbuizen en vier aanwezige peilbuizen van Waternet in de omgeving van het projectgebied zijn drie maal geklokt.

De freatische grondwaterstand is aangetroffen op NAP -0,4 m à NAP -0,5 m, evenals de stijghoogte in de wadzandlaag. De stijghoogte in de eerste zandlaag is aangetroffen op ca. -2,4 m.

Deze grondwaterstanden zijn bedoeld als een oriënterend gegeven. De grondwaterstanden kunnen in de tijd fluctueren onder invloed van de weersgesteldheid en de seizoenen.

4. DAMWANDADVIES

In dit hoofdstuk wordt ingegaan op de toegepaste bouwputbegrenzing voor de aanleg van de één- en tweelaagse kelder onder het gebouw. Aan de hand van de bodemopbouw, ontgravingsniveaus en eventueel aanwezige bovenbelasting zijn damwandprofielen en damwandlengtes bepaald.

De aanleg van de één en deels tweelaagse kelder is onderdeel van de herontwikkeling van het monumentale pand Paleis van Justitie tot een luxueus hotel.

4.1. Berekeningsmethode

De damwandberekeningen zijn uitgevoerd conform de norm geotechniek NEN 9997-1 en CUR-publicatie 166, waarbij onderscheid is gemaakt in de uiterste grenstoestanden (UGT en UGT type B) en de bruikbaarheidsgrenstoestand (BGT).

De damwandberekeningen zijn uitgevoerd met het eendimensionaal eindig elementenprogramma DSheetPiling, waarmee momenten, dwarskrachten en verplaatsingen van de (meervoudig) gestempelde damwand zijn berekend.

4.1.1. Uiterste Grenstoestand (UGT)

Bij het bereiken van de UGT is de stabiliteit van de gehele damwandconstructie nog juist gewaarborgd. In een eerder stadium kunnen echter al dusdanige vervormingen van de damwandconstructie en het aangrenzende terrein zijn opgetreden dat de stabiliteit van de aanwezige bouwwerken in gevaar komt. In die situatie is de UGT type B bereikt, die vervolgens een toetsing vereist van de optredende vervormingen voor de gestelde eisen van deze grenstoestand.

Met rekenwaarden voor de geotechnische- en geometrische parameters en de buigstijfheid van de damwand en de *lage* rekenwaarden voor de beddingsconstante van de grondlagen wordt een ontwerpberekening uitgevoerd, waarmee de minimale inbeddingsdiepte wordt bepaald. Vervolgens worden gevoeligheidsberekeningen uitgevoerd met *lage* en *hoge* rekenwaarden voor de beddingsconstanten en wordt de inbeddingsdiepte geoptimaliseerd. Met deze berekeningen worden eventuele onzekerheden in de buigstijfheid van de wand verwerkt. Ook wordt de grondwaterstand aan de lage zijde gevarieerd. De hier genoemde berekeningen zijn de berekeningen 1 t/m 4 volgens tabel 9.d van NEN 9997-1.

4.1.2. Bruikbaarheidstoestand (BGT)

De controle van de bruikbaarheidsgrenstoestand (BGT) houdt eveneens verband met vervormingen, maar daarbij gaat het om de toetsing van de bruikbaarheid. Bij overschrijding van deze grenstoestand worden de vervormingen van de damwandconstructie en het aangrenzende terrein zodanig groot dat de bruikbaarheid in ernstige mate wordt geschaad. Er worden berekeningen uitgevoerd met karakteristieke waarden van de geotechnische- en geometrische parameters, waarmee een goede indruk wordt verkregen van de te verwachten uitbuiging van de damwand. Deze berekening wordt ook gebruikt voor de toetsing van de uiterste grenstoestand door een belastingsfactor van 1,2 op het moment, de snedekrachten en de stempelkrachten te zetten (berekening 5 volgens tabel 9.d van NEN 9997-1).

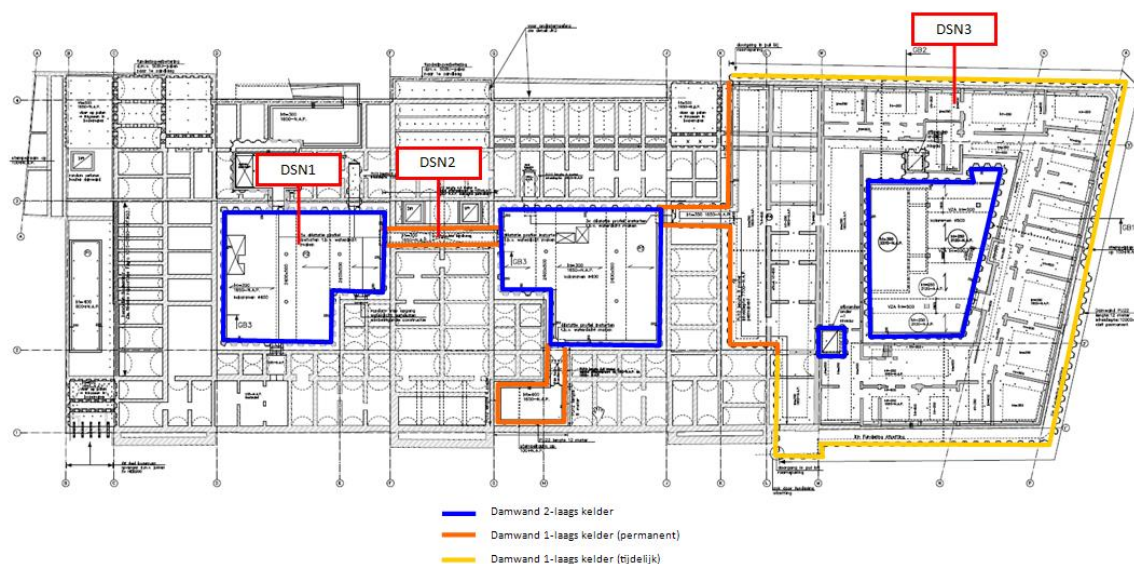
4.1.3. Maatgevende waarden

De gronddruk op de damwand wordt in de berekening afhankelijk gesteld van de uitbuiging van de wand. De spanningsrekrelatie van de grond wordt beschreven door een multi-lineaire veer karakteristiek bestaande uit drie tussentakken, aangeduid met $k_{h;1}$, $k_{h;2}$ en $k_{h;3}$.

De maatgevende rekenwaarden van moment ($M_{s;d}$) en dwarskracht ($D_{s;d}$) van de bovengenoemde berekeningen 1 t/m 5 dienen getoetst te worden aan de rekenwaarde van de sterkte van de plank volgens materiaalgebonden normen. Voor de toetsing van de rekenwaarde van de stempelkracht (P_d) worden additionele partiële factoren gebruikt, onder andere vanwege het feit dat bij vloeï of breuk het stempel of anker volledig uitvalt.

4.2. **Dwarsdoorsneden**

Voor dit project zijn drie dwarsdoorsneden beschouwd. Op figuur 4-1 zijn de locaties van de dwarsdoorsneden weergegeven.



figuur 4-1: locaties dwarsprofielen

4.3. **Uitgangspunten berekeningen**

De damwanden worden zo dicht mogelijk langs de bestaande bebouwing geïnstalleerd. Omdat de bestaande bebouwing is gefundeerd op houten palen is de bestaande bebouwing zeer gevoelig voor horizontale vervormingen. Om de horizontale vervormingen van de damwand tot een minimum te beperken zal in de berekeningen worden uitgegaan van de toepassing van een enkel en een dubbel stempelraam.

4.3.1. Veiligheidsklasse

De rekenwaarden voor de geotechnische parameters worden gevonden door deling van de karakteristieke waarden (X_k) door de partiële factoren uit tabel A.4b van NEN 9997-1. Bij de geometrische parameters wordt de rekenwaarde gevonden door toepassing van een additionele veiligheidsmarge, waarvoor een minimum geldt van Δ volgens tabel 9.a van NEN 9997-1.

Conform tabel B1 van NEN-EN 1990 is de constructie, gezien de aanzienlijke schade bij falen en het geringe persoonlijke veiligheidsrisico, ingedeeld in veiligheidsklasse RC1.

4.3.2. Damwandprofiel

Gezien de aard van de ontgraving is uitgegaan van een stalen damwand. De damwand, die binnen het eigen terrein valt, zal na de werkzaamheden niet getrokken worden. De damwand die gebruikt wordt voor de kelder aan de Noordzijde (nummer 432) zal op publiek terrein worden geplaatst en dient verwijderd te worden, dus wordt getrokken als de werkzaamheden zijn afgerond.

Aangezien de damwand slechts een tijdelijke grond- en waterkerende functie heeft tijdens de realisatie van de kelder(s) en geen onderdeel uitmaakt van de draag- en keerconstructie is geen rekening gehouden met corrosie.

4.3.3. Stempels

Om de horizontale vervormingen van de damwand en daarmee horizontale vervormingen in de omgeving tot een minimum te beperken is uitgegaan van de toepassing van stempels.

Afhankelijk van de ontgravingsdiepte is een enkele of een dubbel stempelraam toegepast. Het stempelraam is in de berekeningen geschematiseerd als een verend steunpunt met een scharnierend verankeringspunt.

4.3.4. Opbarsten en spanningsbemaling

Uit de toetsing voor de veiligheid tegen opbarsten van de bouwputbodem (zie rapport 1015-0590-001.R05) blijkt dat bij de ontgraving tot het kelderniveau -2, ca. NAP -5,7 m (o.k. keldervloer), er niet voldoende veiligheid is tegen opbarsten van de wadzandlaag (vanaf ca. NAP -7,0 m). Bij een ontgraving tot kelderniveau -1 is er wel sprake van voldoende veiligheid tegen opbarsten.

Geadviseerd wordt een ontlastbron/filters in de bouwput te installeren waarmee de stijghoogte in de wadzandlaag kan worden verlaagd. In de damwandberekening is gerekend met een verlaging van de stijghoogte in de wadzandlaag tot ca. NAP -4,5 m. Belangrijk hierbij is dat de sloten goed worden afgedicht om te voorkomen dat er kortsluiting ontstaat tussen de wadzandlaag buiten de bouwkuip.

Uit de berekeningen volgt dat er voldoende veiligheid is tegen opbarsten van de eerste zandlaag (vanaf ca. NAP -11,5 m à NAP -12,5 m). Voor het advies ten aanzien van het opbarsten, het bemalingsadvies en het advies aangaande barrièrewerking wordt verwezen naar rapportage 1015-0590-001.R05.

4.3.5. Werkbelasting

Door de opdrachtgever zijn geen specifieke eisen ten aanzien van de bovenbelasting aan de actieve zijde van de damwand gegeven. Doorsneden 1 en 2 bevinden zich op de binnenplaatsen van het gebouw vrijwel direct tegen de bestaande bebouwing. Hier is geen bovenbelasting toegepast.

Doorsnede 3 is gelegen aan de Lange Leidsedwardsstraat. Hier is uitgegaan van een bovenbelasting door werkverkeer van 20 kN/m^2 (representatieve waarden) op 1,0 m tot en met 4,0 m afstand van de damwand. Er is géén rekening gehouden met specifieke of extreme bovenbelastingen bijvoorbeeld vanuit bouwkranen.

4.3.6. Rekenwaarden

De rekenwaarde van de buigstijfheid van de damwand is gelijk aan de karakteristieke waarde (materiaal factor 1,0).

Rekenwaarden voor de lage- en hoge waarden van de beddingsconstanten zijn verkregen door toepassing van partiële factoren van respectievelijk 1,3 en 1,0 op de karakteristieke waarden.

4.3.7. Overige uitgangspunten

De volgende nog niet benoemde uitgangspunten zijn in de berekeningen aangehouden:

- De huidige fundering onder de bebouwing bevindt zich op ca. NAP -1,2 m.
- Het maaiveldniveau ter plaatse van de huidige binnenplaatsen varieert van ca. NAP +0,9 m tot NAP +1,2 m.
- Het maaiveldniveau ter plaatse van de Lange Leidsedwardsstraat verloopt van ca. NAP +1,0 m t.p.v. de Leidsegracht tot ca. NAP +1,7 m t.p.v. de Leidsestraat.
- De grondwaterstand is aangehouden op ca. NAP -0,4 m.
- De keldervloer heeft een dikte van ca. 0,45 m.
- De onderkant van de keldervloer -1 is gelegen op tussen NAP -1,95 m en NAP -2,25 m.
- De onderkant van de keldervloer -2 is gelegen op ca. NAP -5,5 m of NAP -5,70 m.
- In de berekeningen wordt uitgegaan van staalkwaliteit S240.

In de berekeningen is ervan uitgegaan dat de binnenplaatsen eerst worden ontgraven tot ca. NAP 0,0 m. Door deze ontgraving wordt eventuele puin, boomwortels en andere obstakels uit de toplaag verwijderd.

Omdat het ontgravingsniveau van het kelderniveau -2 zich in een veen/kleilaag bevindt is voor de uitvoering, de afwatering en de regulering van de grondwaterstand in de bouwput een grondverbetering van zandlaag benodigd. In de berekening is uitgegaan van een grondverbetering van zand van ca. 0,3 m dik (tot ca. NAP -6,0 m).

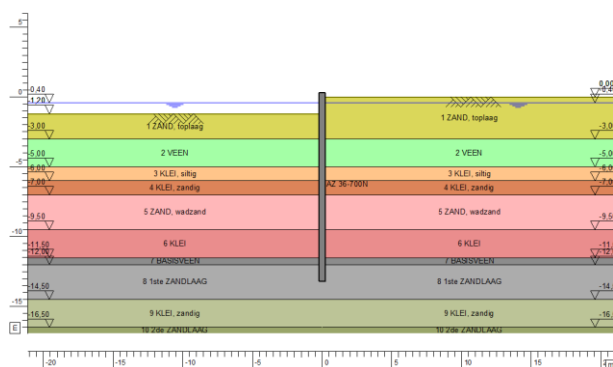
De grondverbetering dient, vanwege het in rekening gebrachte gunstige effect hiervan, vaksgewijs (in vakken van ca. 3 m bij 3 m) of waar mogelijk strooksgewijs te worden aangebracht. Na ontgraving van een vak of strook dient direct de grondverbetering te worden aangebracht. Op een integrale ontgraving tot NAP -6,0 m is niet gerekend.

4.4. **Doorsnede 1**

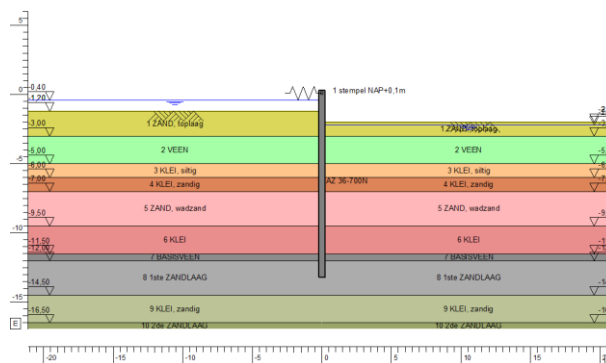
Doorsnede 1 is gelegen ter plaatse van de huidige binnenplaatsen. Op deze locaties wordt een 2-laags kelder aangelegd. De onderkant van de keldervloer -2 is gelegen op NAP -5,7 m voor de meest noordelijke patio, de overige twee patio's hebben een ontgravingsniveau van NAP -5,5 m. In onderstaande figuren zijn de bouwfasen weergegeven. Bij deze doorsneden worden 2 stempelramen toegepast, op NAP +0,3 m en NAP -1,75 m.

Er wordt onderscheid gemaakt tussen:

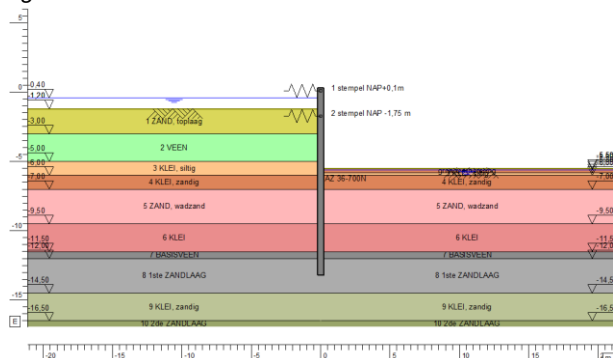
- Doorsnede 1a: noordelijke patio met onderkant kelder op NAP -5,7 m.
- Doorsnede 1b: de twee andere patio's met onderkantkelder op NAP -5,5 m.



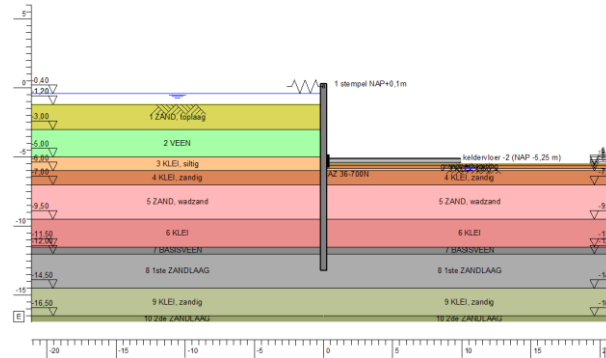
figuur 4-2: Bouwfase 1 van doorsnede 1



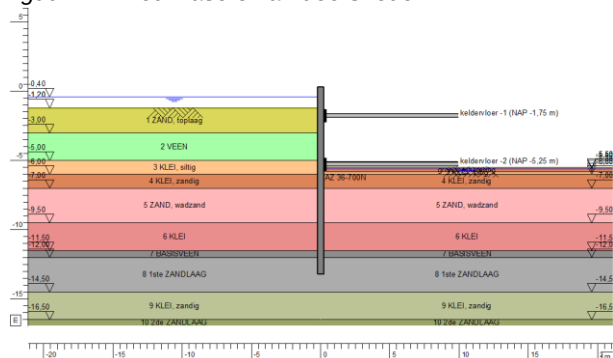
figuur 4-3: Bouwfase 2 van doorsnede 1



figuur 4-4: Bouwfase 3 van doorsnede 1



figuur 4-5: Bouwfase 4 van doorsnede 1



figuur 4-6: Bouwfase 5 van doorsnede 1

- Op figuur 4-2 is bouwfase 1 weergegeven. In bouwfase 1 is eerst de binnenplaats ontgraven tot NAP 0,0 m. Vervolgens is vanaf NAP +0,3 m de damwand geïnstalleerd tot NAP -12,2 m en is op NAP +0,1 m een stempel aangebracht.
- Op figuur 4-3 is bouwfase 2 weergegeven. In bouwfase 2 is tot NAP -2,0 m ontgraven (o.k. keldervloer -1) en is de grondwaterstand verlaagd.
- Op figuur 4-3 is bouwfase 3 weergegeven. In bouwfase 3 is op NAP -1,75 m een stempel aangebracht. Vervolgens is ontgraven tot o.k. keldervloer -2, op NAP -5,70 m of NAP -5,5 m en is de grondwaterstand verlaagd tot NAP -5,8 m en NAP -5,6 m. Tevens is direct een grondverbetering van 0,3 m dikte toegepast, uitgaande van de situatie dat deze in stroken wordt aangelegd.
- Op figuur 4-5 is bouwfase 4 weergegeven. In bouwfase 4 is de keldervloer -2 aanwezig en is de damwand op deze keldervloer afgestempeld. Het stempel op NAP -1,75 m is verwijderd.

- Op figuur 4-6 is bouwphase 5 weergegeven. Bouwphase 5 betreft de eindsituatie, waarbij de keldervloer -2 en keldervloer -1 aanwezig zijn en het laatste stempel op NAP +0,1 m is verwijderd.

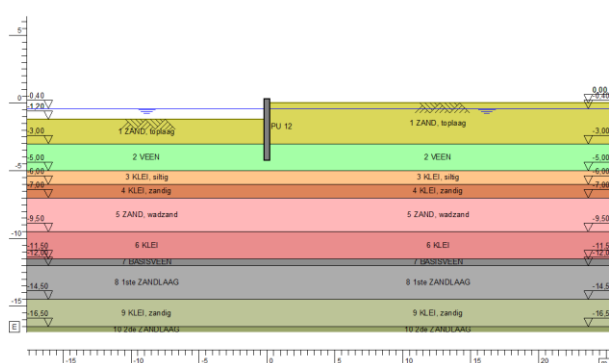
Omdat in doorsnede 1 een ontlastbron/filters in de wadzandlaag noodzakelijk is dient te worden opgemerkt dat aan alle zijden van de ontgraving tot kelderniveau -2 een damwand door de wadzandlaag dient te worden geïnstalleerd, om kortsluiting met de omgeving te voorkomen.

4.5. Doorsnede 2

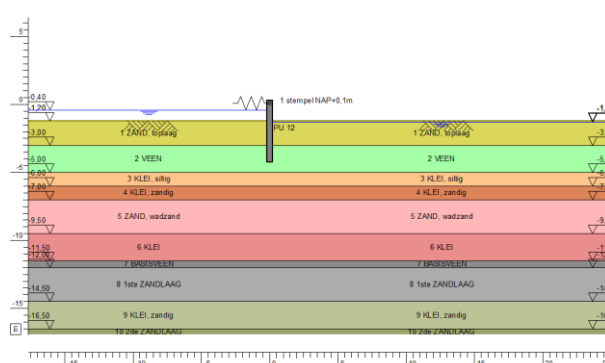
Doorsnede 2 is gelegen ter plaatse van een 'doorgang' van de éénlaags kelder. De onderkant van de keldervloer -1 is gelegen op ca. NAP -2,0 m. In onderstaande figuren zijn de bouwfasen weergegeven. Deze damwand is voorzien in de huidige kruipruimte waar spaarbogen aanwezig zijn en weinig bewegingsruimte is. Als uitgangspunt is aangehouden een zo kort mogelijke damwand, waardoor een dubbel stempelraam noodzakelijk is.

Er wordt onderscheid gemaakt tussen:

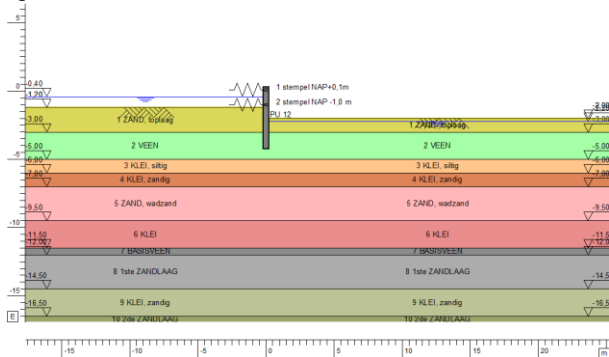
- Doorsnede 2a: waarbij de damwand wordt doorgezet tot NAP -4,5 m, vanwege de beperkte ruimte en de smalle ontgraving.
- Doorsnede 2b: aansluitend op doorsnede 3, waarbij het ontgravingsniveau tot NAP -2,00 loopt voor deze doorsnede.



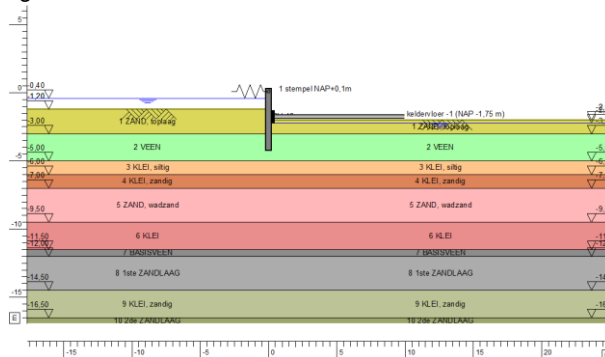
figuur 4-7: Bouwfase 1, van doorsnede 2



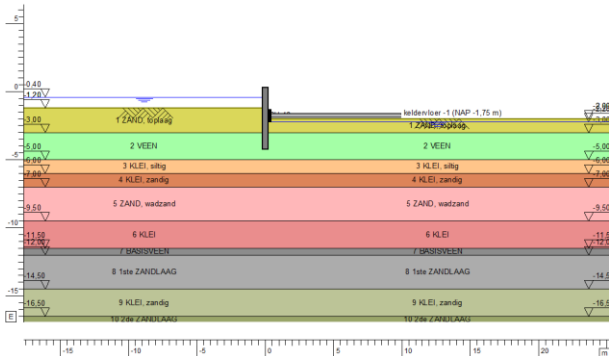
figuur 4-8: Bouwfase 2, van doorsnede 2



figuur 4-9: Bouwfase 3, van doorsnede 2



figuur 4-10: Bouwfase 4, van doorsnede 2



figuur 4-11: Bouwfase 5, van doorsnede 2

- Op figuur 4-7 is bouwphase 1 weergegeven. In bouwphase 1 is eerst de binnenplaats ontgraven tot NAP 0,0 m. Vervolgens is vanaf NAP +0,3 m de damwand geïnstalleerd tot NAP -4,2 m en is op NAP +0,1 m een stempel aangebracht.
- Op figuur 4-8 is bouwphase 2 weergegeven. In bouwphase 2 is tot NAP -1,2 m ontgraven en wordt een tweede stempelraam op ca. NAP -1,0 m aangebracht.
- Op figuur 4-9 is bouwphase 3 weergegeven. In bouwphase 2 is tot de onderkant van de keldervloer -1 ontgraven, NAP -2,00 m ontgraven en is de grondwaterstand verlaagd tot NAP -2,20 m. Er is geen grondverbetering noodzakelijk aangezien het ontgravingsniveau zich nog in een zandlaag bevindt.
- Op figuur 4-10 is bouwphase 4 weergegeven. In bouwphase 4 is het 2^{de} stempel op ca. NAP -1,0 m verwijderd en is de keldervloer aanwezig.
- Op figuur 4-11 is bouwphase 5 weergegeven. In bouwphase 5 zijn allebei de stempels verwijderd en is de keldervloer aanwezig.

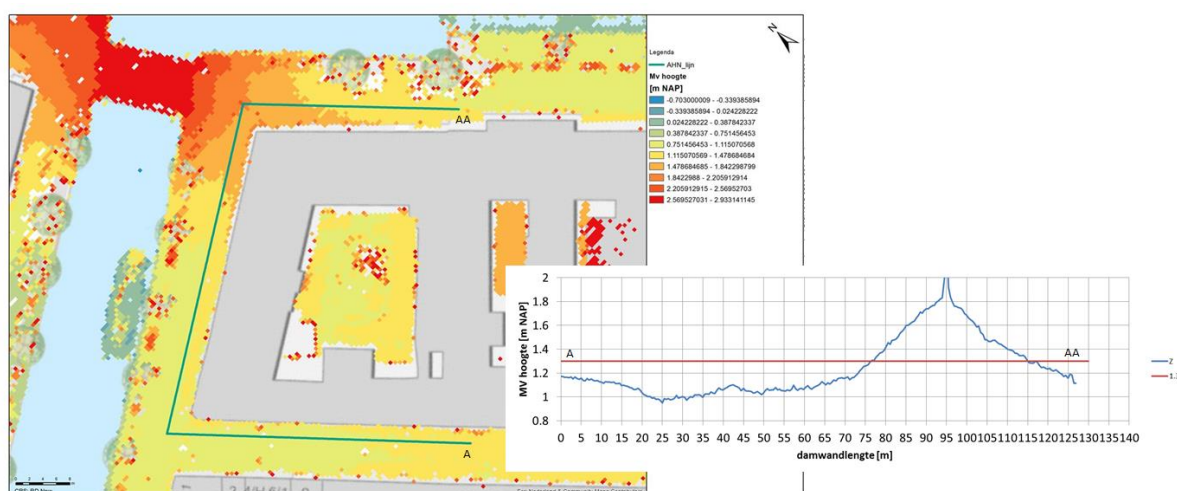
4.6. Doorsnede 3

Doorsnede 3 bevindt zich aan de straatzijde met een maaiveldniveau wisselend van NAP +1,3 m tot NAP +1,8 m, hoogste punt t.p.v. brug Prinsengracht. Het aanlegniveau van de bestaande fundering bevindt zich op NAP 0,0 m tot NAP -1,2 m en er wordt ontgraven tot kelderniveau -1, NAP -2,25 m.

Tevens is in het midden van dit deel de kelder -2 voorzien, tot ca. NAP -5,70 m. Aangezien bij een ontgraving tot het kelderniveau -2, NAP -5,7 m een ontlastbron in de wadzandlaag noodzakelijk is, is voor deze doorsnede uitgegaan dat er een aparte damwand wordt aangebracht voor de ontgraving tot NAP -5,7 m (vergelijkbaar met doorsnede 1).

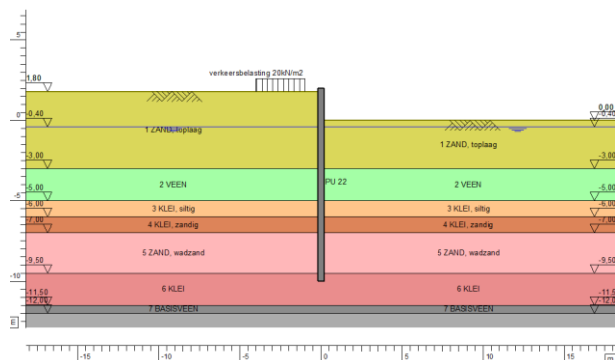
Bij de sonderingen gemaakt op openbaar terrein is minder veen aangetroffen en is de bovenkant van het veen aangenomen op NAP -3,25 m.

Het verloop van het maaiveld is weergegeven in Figuur 4-12. Er is voor dit maaiveldprofiel 2 doorsneden doorgerekend. De eerste met het maaiveld op NAP +1,3 m en de tweede met het maaiveld op NAP +1,8 m.

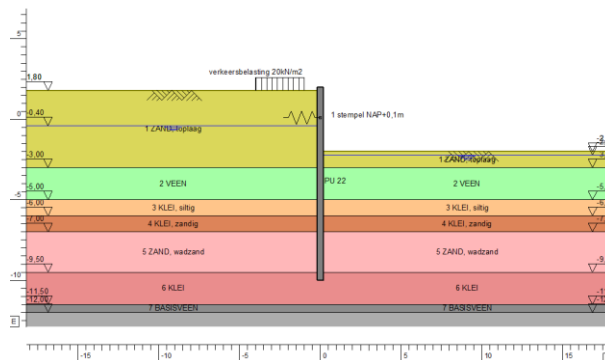


Figuur 4-12 maaiveld hoogte t.p.v. damwand doorsnede 3

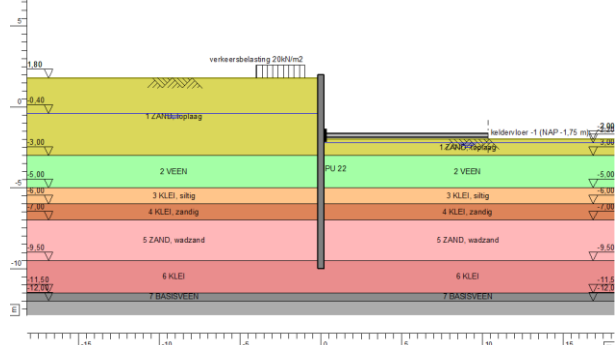
In onderstaande figuren zijn de bouwfasen weergegeven van de situatie vlak langs de straat, bij het maaiveld op NAP +1,8 m.



figuur 4-13: Bouwfase 1, van doorsnede 3



figuur 4-14: Bouwfase 2, van doorsnede 3



figuur 4-15: Bouwfase 3, van doorsnede 3

- Op figuur 4-13 is bouwfase 1 weergegeven. In bouwfase 1 is aan de straatzijde vanaf NAP +2,0 m de damwand geïnstalleerd tot NAP -10,0 m en is op NAP +0,1 m een stempel aangebracht.
- Op figuur 4-14 is bouwfase 2 weergegeven. In bouwfase 2 is tot de onderkant van de keldervloer -1 ontgraven, NAP -2,25 m ontgraven en is de grondwaterstand verlaagd tot NAP -2,2 m. Er is geen grondverbetering noodzakelijk aangezien het ontgravingsniveau zich nog in een zandlaag bevindt.
- Op figuur 4-15 is bouwfase 5 weergegeven. Bouwfase 5 betreft de eindsituatie, waarbij de keldervloer -1 aanwezig is en het stempel op NAP +0,1 m is verwijderd.

4.7. Berekeningsresultaten

In tabel 4-1 zijn per doorsnede de uitgangspunten en berekeningsresultaten gepresenteerd.

tabel 4-1: Samenvatting resultaten damwandberekeningen

Doorsnede	profiel	lengte [m]	Bouw- fase	Grens- toestand	$M_{s;d}$ [kNm/m ¹]	u_{max} [mm]	Stempel [kN/m ¹]		Keldervloer [kN/m ¹]	
							$P_{h;d;1}$	$P_{h;d;2}$	$P_{h;d;-1}$	$P_{h;d;-2}$
1a	AZ36-700N (S240)	13,5 m NAP -13,2 m	1	UGT	16	---	---	---	---	---
				BGT	15	2	---	---	---	---
			2	UGT	105	---	-40	---	---	---
				BGT	79	3	-33	---	---	---
			3	UGT	370	---	79	271	---	---
				BGT	366	23	-10	163	---	---
			4	UGT	272	---	-84	---	---	161
				BGT	293	23	-97	---	---	104
			5	UGT	289	---	---	---	141	114
				BGT	295	23	---	---	159	38
1b	AZ36-700N (S240)	14,0 m NAP -13,7 m	1	UGT	16	---	---	---	---	---
				BGT	15	2	---	---	---	---
			2	UGT	105	---	-40	---	---	---
				BGT	79	3	-33	---	---	---
			3	UGT	420	---	105	-320	---	---
				BGT	315	26	-5	-180	---	---
			4	UGT	320	---	-92	---	---	190
				BGT	320	26	-104	---	---	112
			5	UGT	337	---	---	---	151	140
				BGT	315	26	---	---	166	44
2a	PU12 (S240)	4,5 m NAP -4,2 m	1	UGT	8	---	---	---	---	n.v.t.
				BGT	6	3	---	---	---	n.v.t.
			2	UGT	5	---	-1	---	---	n.v.t.
				BGT	6	2	0	---	---	n.v.t.
			3	UGT	36	---	33	-61	---	n.v.t.
				BGT	19	11	17	-37	---	n.v.t.
			4	UGT	22	---	9	---	41	n.v.t.
				BGT	13	10	4	---	28	n.v.t.
			5	UGT	5	---	---	---	11	n.v.t.
				BGT	5	14	---	---	18	n.v.t.

Doorsnede	profiel	lengte [m]	Bouw- fase	Grens- toestand	$M_{s;d}$ [kNm/m ¹]	u_{max} [mm]	Stempel [kN/m ¹]		Keldervloer [kN/m ¹]	
							$P_{h;d;1}$	$P_{h;d;2}$	$P_{h;d;-1}$	$P_{h;d;-2}$
2b	PU12 (S240)	8,0 m NAP -7,7 m	1	UGT	11	---	---	---	---	n.v.t.
				BGT	14	2	---	---	---	n.v.t.
			2	UGT	27	---	10	---	---	n.v.t.
				BGT	15	2	5	---	---	n.v.t.
			3	UGT	45	---	2	35	---	n.v.t.
				BGT	40	5	2	28	---	n.v.t.
			4	UGT	42	---	10	---	25	n.v.t.
				BGT	38	5	10	---	24	n.v.t.
			5	UGT	35	---	---	---	40	n.v.t.
				BGT	33	5	---	---	39	n.v.t.
3a *	PU 22 (S240)	12,5 m NAP -10,5 m	1	UGT	38	---	---	---	---	---
				BGT	29	5	---	---	---	---
			2	UGT	395	---	225	---	---	---
				BGT	230	25	135	---	---	---
			3	UGT	330	---	---	---	280	---
				BGT	145	21	---	---	190	---
3b *	PU 22 (S240)	11,5 m NAP -10,0 m	1	UGT	25	---	---	---	---	---
				BGT	29	5	---	---	---	---
			2	UGT	350	---	165	---	---	---
				BGT	190	21	110	---	---	---
			3	UGT	285	---	---	---	240	---
				BGT	145	18	---	---	165	---

Toelichting bij de tabel:

$M_{s;d}$: Maximaal veldmoment.

u_{max} : Maximaal berekende uitbuiging; de in de BGT berekende uitbuiging geeft een indicatie omtrent de werkelijk te verwachten vervorming.

$P_{h;d}$: Maximale stempelkracht of keldervloer (horizontaal);

$P_{h;d;1}$: stempel op NAP +0,1 m,

$P_{h;d;2}$: stempel op NAP -1,75 m,

$P_{h;d;-1}$: keldervloer -1 op NAP -1,75 m (midden van de vloer van 0,45 m dikte),

$P_{h;d;-2}$: keldervloer -2 op op NAP -5,50 m (midden van de vloer van 0,45 m dikte).

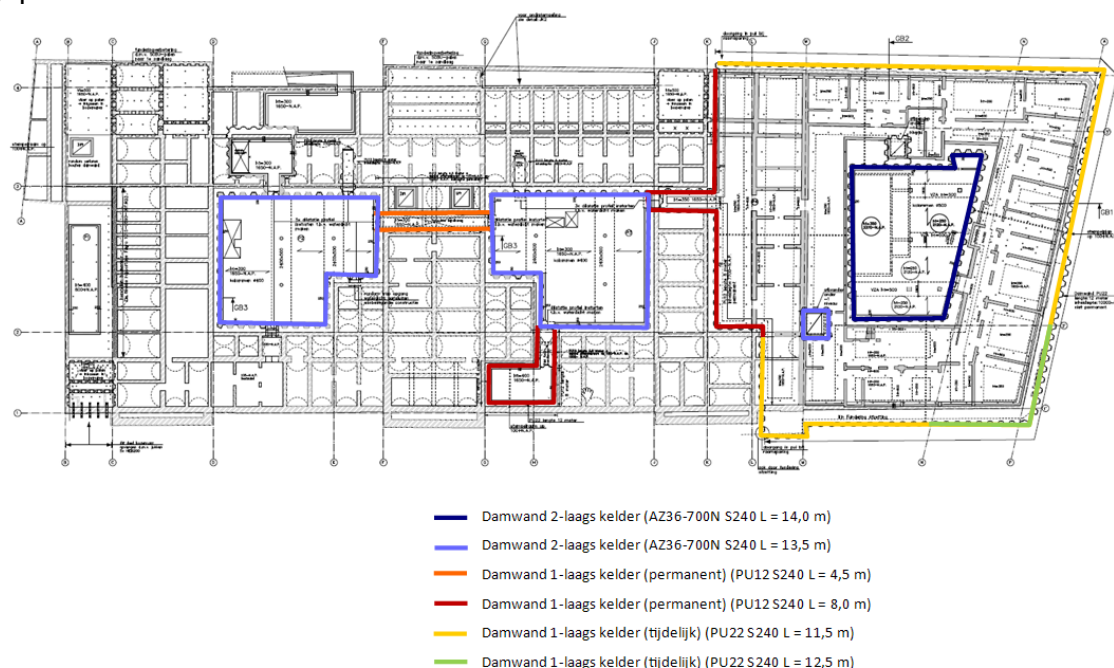
* : bij doorsnede 3 is er sprake van een verkeersbelasting buiten de bouwput van 20 kN/m² van 1,0m tot 4,0 m uit de damwand.

Doorsnede 3a: doorsnede ter plaatse van hoger gelegen maaiveld NAP +1,8 m, totale lengte 40 m

Doorsnede 3b: doorsnede ter plaatse van lager gelegen maaiveld NAP +1,3 m, totale lengte ca. 80 m

De resultaten van de berekeningen zijn opgenomen in de bijlagen A1 t/m A3.

Op Figuur 4-16 is per locatie de toe te passen damwandprofiel en damwandlengte gepresenteerd.



Figuur 4-16: Situatietekening met toe te passen damwandprofiel en damwandlengte

- **Licht Blauw (1a):** Betreft doorsnede 1a. Hier is een AZ36-700N (S240) damwandprofiel toegepast in combinatie met een dubbel stempelraam. Het hart van de stempels bevindt zich op NAP +0,1 m en NAP -1,75 m. Het hart van de keldervloer -1 bevindt zich op ca. NAP -1,75 m en het hart van de keldervloer -2 op ca. -5,3 m.
- **Donker Blauw (1b):** Betreft doorsnede 1b. Hier is een AZ36-700N (S240) damwandprofiel toegepast in combinatie met een dubbel stempelraam. Het hart van de stempels bevindt zich op NAP +0,1 m en NAP -1,75 m. Het hart van de keldervloer -1 bevindt zich op ca. NAP -1,75 m en het hart van de keldervloer -2 op ca. NAP -5,50 m.
- **Oranje (2a):** Betreft doorsnede 2a. Hier is een PU12 (S240) damwandprofiel toegepast in combinatie met een dubbel stempelraam om de lengte van de damwand tot een minimum te beperken. Het hart van de stempels bevindt zich op NAP +0,1 m en NAP -1,0 m. Het hart van de keldervloer -1 bevindt zich op ca. NAP -1,75 m.
- **Rood (2b):** Betreft doorsnede 2b. Buiten het puntniveau gelijk aan doorsnede 2a.
- **Groen (3a):** Betreft doorsnede 3a aan de straatzijden, rekening houdend met een bovenbelasting. Hier is een PU22 (S240) damwandprofiel toegepast in combinatie met een enkel stempelraam op NAP +0,1 m. Het hart van de keldervloer -1 bevindt zich op ca. NAP -1,75 m.
- **Geel (3b):** Betreft doorsnede 3b aan de straatzijden, naast maaiveld niveau en planklengte gelijk aan doorsnede 3a.

4.8. Toetsing vloeimoment

Conform 9.7.1(l, m en n) van NEN 9997-1 dienen momenten en krachten in de constructie te worden getoetst aan de materiaal gebonden norm NEN-EN 1993 (staalconstructies).

Momenten

Voor de momenten moet worden voldaan aan:

$$M_{s;d} < M_{r;d}$$

waarin:

$$M_{r;d} = \text{rekenwaarde van het vloeimoment} = M_{r;rep} / \gamma_m$$

$$M_{r;rep} = \text{representatieve waarde van het vloeimoment}$$

$$\gamma_m = 1,0 \text{ (staal)}$$

Doorsnede 1

Ter plaatse van doorsnede 1 wordt bij een damwandprofiel AZ36-700N (staalkwaliteit S240) een maatgevend moment $M_{s;d} = 420 \text{ kNm/m}^1$ gevonden.

De rekenwaarde van de sterkte $M_{r;d}$ is in dit geval $W \times f_s = 3590 \times 240 = 862 \text{ kNm/m}^1$.

Zodoende wordt aan de gestelde sterkte-eis voldaan.

Doorsnede 2

Ter plaatse van doorsnede 2 wordt bij een damwandprofiel PU12 (staalkwaliteit S240) een maatgevend moment $M_{s;d} = 45 \text{ kNm/m}^1$ gevonden.

De rekenwaarde van de sterkte $M_{r;d}$ is in dit geval $W \times f_s = 1200 \times 240 = 288 \text{ kNm/m}^1$.

In verband met scheve buiging dient het weerstandsmoment te worden gereduceerd tot 85%, dit geeft $M_{r;d} = 288 \times 0,85 = 245 \text{ kNm/m}^1$. Zodoende wordt aan de gestelde sterkte-eis voldaan.

Doorsnede 3

Ter plaatse van doorsnede 3 wordt bij een damwandprofiel PU22 (staalkwaliteit S240) een maatgevend moment $M_{s;d} = 395 \text{ kNm/m}^1$ gevonden.

De rekenwaarde van de sterkte $M_{r;d}$ is in dit geval $W \times f_s = 2200 \times 240 = 528 \text{ kNm/m}^1$.

In verband met scheve buiging dient het weerstandsmoment te worden gereduceerd tot 85%, dit geeft $M_{r;d} = 528 \times 0,85 = 449 \text{ kNm/m}^1$. Zodoende wordt aan de gestelde sterkte-eis voldaan.

4.9. Toetsing vervormingen

Bij de controle op vervormingen conform 9.7.1(s) van NEN 9997-1 dient aan de eisen in 9.8 van NEN 9997-1 te worden voldaan. De vervormingseis is als volgt:

$$u_{\max} \leq u_{\text{req}}$$

waarin:

$$u_{\text{req}} = \text{maximaal toelaatbare uitbuiging in de BGT}$$

$$u_{\max} = \text{optredende uitbuiging in de BGT}$$

Aangezien in dit stadium van het ontwerp nog geen eisen zijn geformuleerd met betrekking tot de maximaal toelaatbare uitbuiging (u_{req}) kan de definitieve toetsing nog niet plaatsvinden. Echter vanwege de belendingen in de directe omgeving (onder andere de bestaande houten fundering) dient de uitbuiging tot een minimum te worden beperkt.

Opgemerkt wordt dat als gevolg van een horizontale uitbuiging van de damwand direct achter de damwand maaiveldzakkingen van ongeveer dezelfde orde van grootte zijn te verwachten.

4.10. Samenvatting

De realisatie van een één- en tweelaags kelder vindt grotendeels plaats binnen het bestaande monumentale gebouw Paleis van Justitie.

Vanwege de aanwezige bestaande houten fundering, dienen de vervormingen van de damwanden tot een minimum worden beperkt om horizontale belastingen en vervormingen van en op de bestaande houten palen te voorkomen.

Om de vervormingen zo gering mogelijk te houden zijn een enkele en een dubbel stempelraam toegepast.

Voor de berekende waarden van krachten en vervormingen wordt verwezen naar de voorgaande paragrafen.

Op de locatie (doorsnede 1a en 1b) waar wordt ontgraven tot het kelderniveau -2, NAP -5,5 m en NAP -5,7 m dient een damwandprofiel AZ37-700N met staalkwaliteit S240 of gelijkwaardig te worden toegepast.

Op de locatie waar beperkt wordt ontgraven (doorsnede 2a en 2b) tot kelderniveau -1, tot maximaal NAP -2,0 m, is een damwandprofiel PU12 (S240) of gelijkwaardig toegepast. Hierbij is uitgegaan van een dubbel stempelraam om de lengte van de damwand tot een minimum te beperken. Doorsnede 2b is doorgerekend voor de ontgraving van de 1-laagskelder onder het pand. Ook hier kan worden volstaan met PU12-profiel.

Op de locatie (doorsnede 3a en 3b) waar wordt ontgraven tot het kelderniveau -1, ca NAP -2,25 m, en waar de damwand in openbaar terrein wordt geplaatst dient een damwandprofiel PU22 met staalkwaliteit S240 of gelijkwaardig te worden toegepast.

Nadere detaillering van de stempelconstructie inclusief de gording valt buiten het kader van deze rapportage.

Opgemerkt wordt dat ter plaatse van de locaties waar tot kelderniveau -2 wordt ontgraven een ontlastbron/filters in de wadzandlaag noodzakelijk is om de stijghoogte te verlagen om opbarsten te voorkomen.

Dit heeft mede tot gevolg dat de gehele ontgraving tot kelderniveau -2 omsloten moet worden door de damwand en damwandlengte zoals berekend in doorsnede 1, te weten een AZ36-700N (S240) met een installatieniveau tot NAP -13,2 m en NAP -13,7 m, voor respectievelijk doorsnede 1a en 1b.

Opgemerkt wordt dat de gehanteerde uitgangspunten (zoals ontgravingsdiepte, maaiveldbelasting) en vervormingseisen dienen te worden geverifieerd door de opdrachtgever.

Fugro is niet verantwoordelijk voor door derden uitgevoerde detailberekeningen van de gehele damwandconstructie. Als bij de detailberekeningen afwijkende uitgangspunten worden gehanteerd, dient ook de hier gerapporteerde berekening te worden herzien.

Opgemerkt wordt dat voorafgaand aan de installatie van de damwanden dient te worden geverifieerd of er geen obstakels in de ondergrond aanwezig zijn. Omdat het Paleis van Justitie in de loop van de eeuwen diverse malen is verbouwd bestaat de mogelijkheid dat er in de ondergrond puin en funderingsresten aanwezig zijn.

Daarnaast worden de damwanden zo dicht mogelijk langs de bestaande bebouwing aangebracht.

Obstakels in de ondergrond kunnen tot hinder en vertraging leiden bij het installeren van de damwanden. Een mogelijkheid is om vooraf aan de installatie van de damwanden proefsleuven te graven om eventuele obstakels in de ondergrond op te sporen.

5. PLAXIS ANALYSE

5.1. Inleiding

Met behulp van een 2-dimensionaal eindige elementen model, PLAXIS 2D 2016, kunnen de vervormingen aan de damwand en naast gelegen belendingen ten gevolgen van de ontgraving worden berekend.

In deze analyse is een controle van de bruikbaarheidsgrenstoestand uitgevoerd. Deze houdt verband met vervormingen, maar daarbij gaat het om de toetsing van de bruikbaarheid. Bij overschrijding van deze grenstoestand worden de vervormingen van de damwandconstructie en het aangrenzende terrein zodanig groot dat de bruikbaarheid in ernstige mate wordt geschaad. De volgende berekening is gemaakt:

Berekening BGT

De berekeningen worden uitgevoerd met karakteristieke waarden van de geotechnische- en geometrische parameters. Hiermee kan een goede indruk worden verkregen van de te verwachten uitbuiging en de vervormingen aan de belendingen ten gevolgen van de uitbuiging van de damwand.

De overige uitgangspunten zijn gelijk aan de in eerdere gepresenteerde hoofdstukken.

5.2. Parameters en Geometrie

Geotechnische parameters

Voor de damwandberekeningen zijn representatieve waarden voor de relevante grondparameters bepaald aan de hand van interpretatie van het beschikbare grondonderzoek, tabel 2.b uit NEN 9997-1, CUR-publicatie 166 en onze ervaring. In tabel 5-1 en 5-2 zijn de in de berekeningen gehanteerde geotechnische parameters gegeven.

Het toegepaste materiaalmodel is het "Hardening soil small strain"-model. Dit materiaalmodel houdt rekening met de verhoogde stijfheid bij kleine rekken en is daarmee geschikt om de vervormingen achter de damwand zo goed mogelijk te modelleren.

Tabel 5-1: Representatieve waarden van de sterkteparameters

Bovenkant laag [m t.o.v. NAP]	Grondlaag	$\gamma / \gamma_{\text{sat}}$ kN/m ³	c' kPa	ϕ' °	R_{inter} -
+1,79 à +0,94	ZAND, toplaag	18,0 / 20,0	0	30,0	0,67
ca. -3,0	VEEN	11,5 / 11,5	3	17,5	0,67
ca. -5,0	KLEI, siltig	15,0 / 15,0	2	20,0	0,67
ca. -6,0	KLEI, zandig	17,5 / 17,5	1	25,0	0,67
ca. -7,0	WADZAND	18,0 / 20,0	0	30,0	0,67
ca. -9,5	KLEI	15,0 / 15,0	2	20,0	0,67
-11,0 à -12,0	VEEN, basis holocene afzetting	12,0 / 12,0	5	15,0	0,67
-11,5 à -12,5	1 ^{ste} ZANDlaag, matig vast gepakt	18,0 / 20,0	0	30,0	0,67
-14,5 à -15,0	KLEI, zandig	16,5 / 16,0	1	25,0	0,67
ca. -16,5	2 ^{de} ZANDlaag, zeer vast gepakt	18,0 / 20,0	0	32,5	0,67

Toelichting:

- γ en γ_{sat} = volumiek gewicht; sat = verzadigd
- c' = effectieve cohesie
- ϕ' = effectieve hoek van inwendige wrijving
- R_{inter} = interface sterkte reductiefactor

Tabel 5-2 representatieve waarden van de stijfheidsparameters

Bovenkant laag [m t.o.v. NAP]	Grondlaag	E_{50}^{ref} kN/m ²	$E_{0\text{ed}}^{\text{ref}}$ kN/m ²	$E_{\text{ur}}^{\text{ref}}$ kN/m ²	m	G_0^{ref} kN/m ²	$\gamma_{0.7}$	K_0^{nc}
+1,79 à +0,94	ZAND, toplaag	35.000	35.000	105.000	0,5	175.000	$8,2 \times 10^{-5}$	0,5
ca. -3,0	VEEN	2.000	1.250	6.000	0,8	22.900	$5,3 \times 10^{-4}$	0,699
ca. -5,0	KLEI, siltig	3.000	1.500	9.000	1,0	30.000	$4,2 \times 10^{-4}$	0,658
ca. -6,0	KLEI, zandig	4.000	2.000	12.000	1,0	40.000	$3,4 \times 10^{-4}$	0,577
ca. -7,0	WADZAND	15.000	15.000	45.000	0,5	75.000	$1,9 \times 10^{-4}$	0,5
ca. -9,5	KLEI	3.000	1.500	9.000	1,0	30.000	$4,2 \times 10^{-4}$	0,658
-11,0 à -12,0	VEEN, basis	2.000	1.000	6.000	0,8	22.900	$5,1 \times 10^{-4}$	0,658
-11,5 à -12,5	1 ^{ste} ZANDlaag,	45.000	45.000	135.000	0,5	225.000	$6,4 \times 10^{-5}$	0,5
-14,5 à -15,0	KLEI, zandig	6.000	4.000	18.000	1,0	45.000	$3,1 \times 10^{-4}$	0,577
ca. -16,5	2 ^{de} ZANDlaag,	75.000	75.000	225.000	0,5	281.300	$5,2 \times 10^{-5}$	0,463

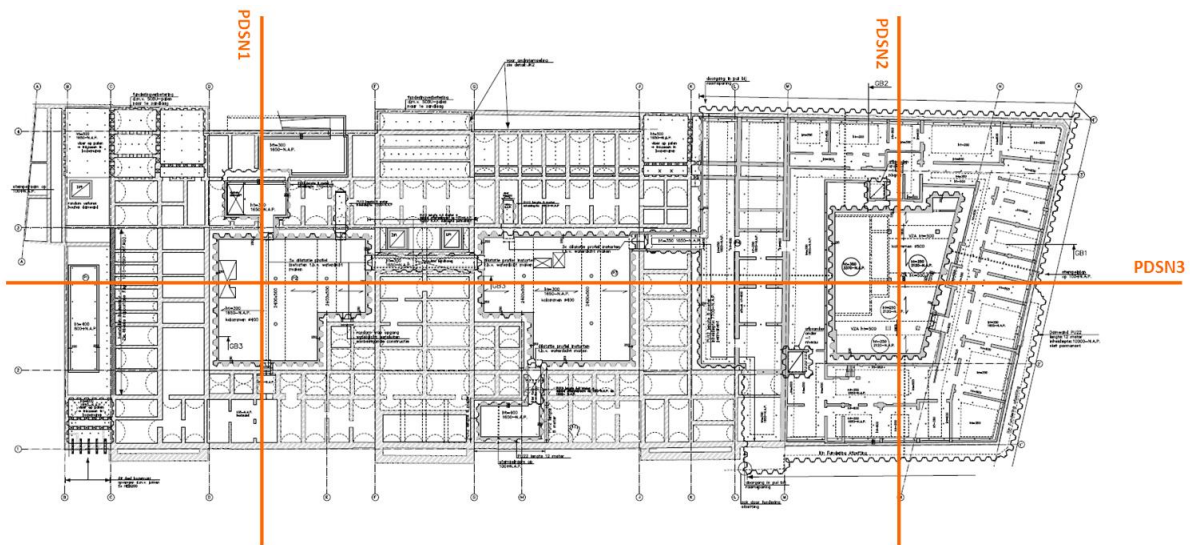
Toelichting:

- E_{50}^{ref} = triaxiaal stijfheid bij 50% van de maximale deviator spanning en spanningsniveau p^{ref}
- $E_{0\text{ed}}^{\text{ref}}$ = 1-dimensionale samendrukbaarheid bij een spanningsniveau p^{ref}
- $E_{\text{ur}}^{\text{ref}}$ = ont-/herlaststijfheid bij een spanningsniveau p^{ref}
- m = macht in spanningsafhankelijke stijfheidsbepaling
- G_0^{ref} = kleine rek schuifmodulus bij een spanningsniveau p^{ref}
- $\gamma_{0.7}$ = rekniveau waarbij de schuifmodulus met ongeveer 70% is afgenomen
- K_0^{nc} = coëfficiënt voor horizontale gronddrukken bij normale consolidatie
- p^{ref} = referentie spanning = 100 kPa

Geometrische parameters en overige uitgangspunten

De in de berekeningen gehanteerde bouwfasering is grafisch weergegeven in bijlage [XX](#).

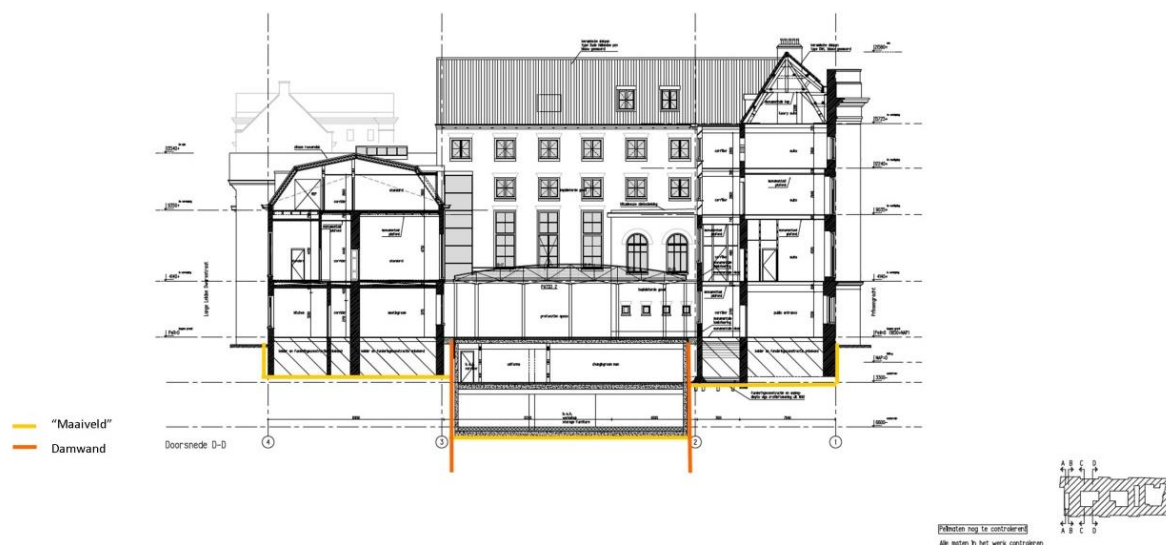
Voor de eindige elementen analyses zijn ook drie doorsneden geselecteerd, deze zijn aangegeven in figuur 5-1. Ze zijn geselecteerd op de onderlinge verschillen. Bij doorsnede 1 is er sprake van bestaande houten palen die langs de damwanden staan. Bij doorsnede 2 is verschil in de ongravingsniveaus en interactie tussen de damwanden. Bij doorsnede 3, de lange doorsnede, toont de interactie op basis van de lange zijde en de tussenliggende funderingselementen.



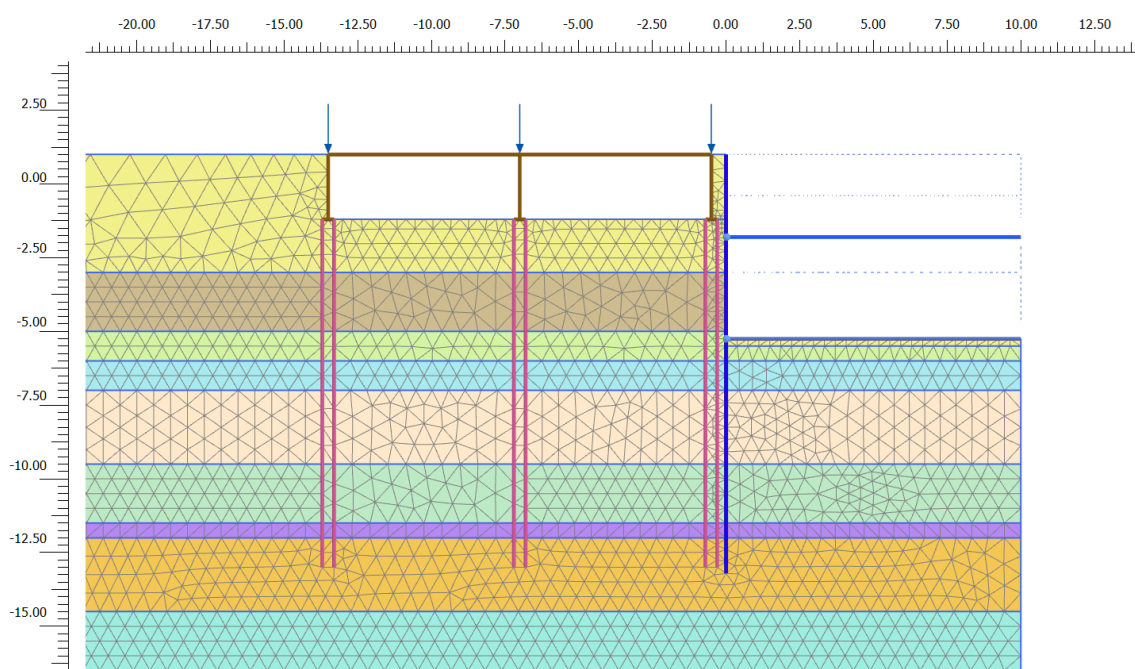
Figuur 5-1 doorsneden eindige elementen analyse (ondergrond: tekening constructeur)

In Figuur 5-2 is de dwarsdoorsnede van het ontwerp bij doorsnede 1 gegeven. In de tekening is schetsmatig aangegeven waar de damwanden komen en welke onderdelen nog meer meegenomen worden in de schematisering.

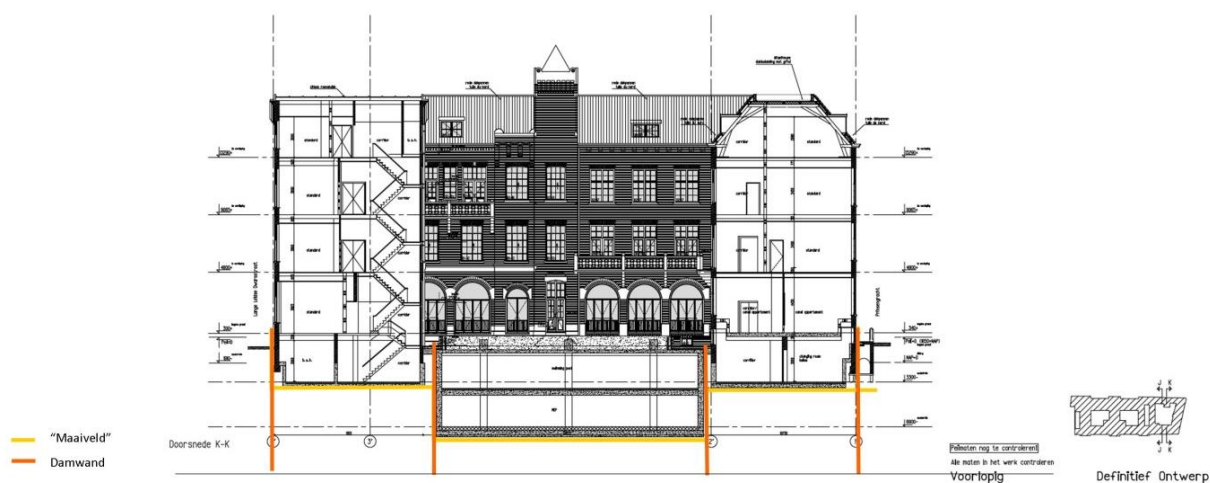
Figuur 5-3 geeft een overzicht van de gemodelleerde geometrie in PLAXIS, er is gebruikt gemaakt van de symmetrie van het gebouw, zodat maar de helft van de elementen noodzakelijk is in het model.



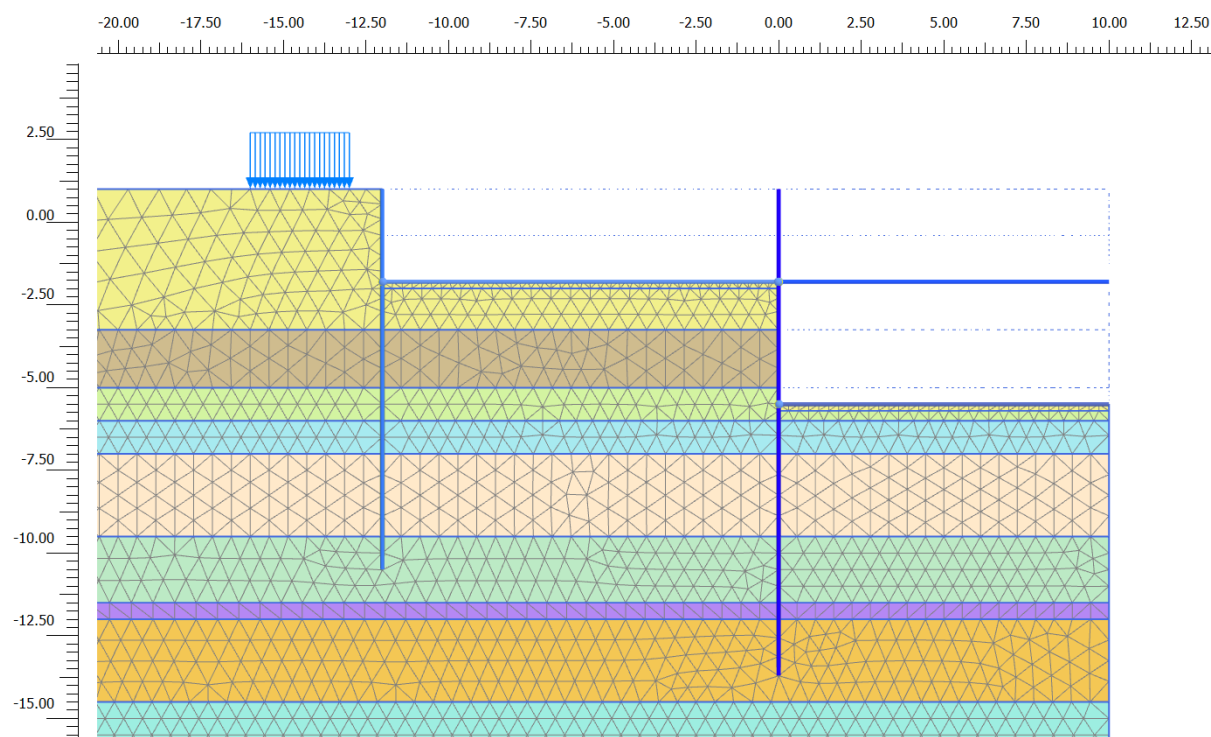
Figuur 5-2 doorsnede bestaande bebouwing met nieuwe kelder, met schematisering damwanden



Figuur 5-3 gemodelleerde geometrie voor Doorsnede 1



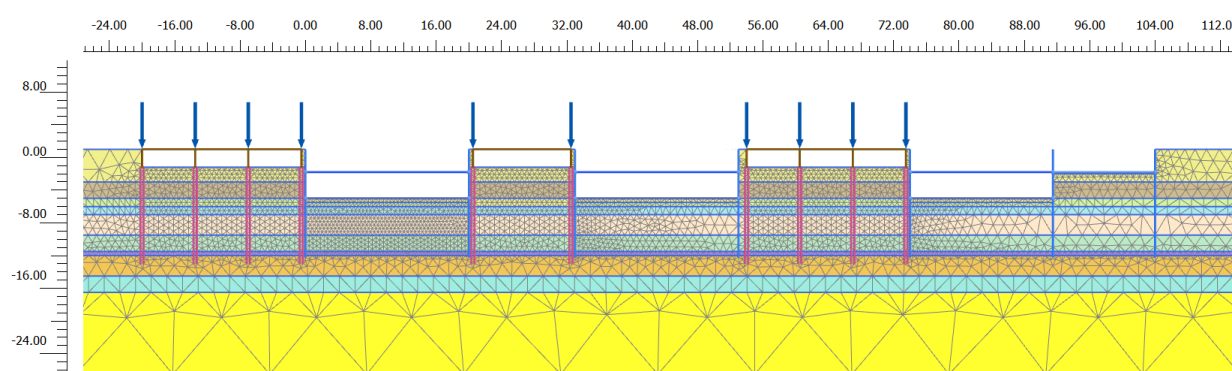
Figuur 5-4 doorsnede 2 bestaande bebouwing met nieuwe kelder, met schematisering van de damwanden



Figuur 5-5 gemodelleerde geometrie voor Doorsnede 2



Figuur 5-6 doorsnede 3 bestaande bebouwing met nieuwe kelder, met schematisering van de damwanden



Figuur 5-7 gemodelleerde geometrie voor Doorsnede 3

Structurele eigenschappen

De dikte van de bestaande vloeren is aangenomen op 45 cm en een toegepaste elasticiteitsmodulus van 20.000 MPa.

Het metselwerk en de damwanden zijn ook gemodelleerd als een plaalement. De eigenschappen staan in tabel 5-4.

In tabel 5-3 zijn de structurele eigenschappen van de toegepaste modellering van de palen weergegeven. De bovenkant van de palen zijn gemodelleerd op NAP -1,2 m.

Tabel 5-3 structurele eigenschappen van embedded piles

Paal type	Diameter [mm]	Volumiek gewicht [kN/m ³]	Elasticiteitsmodulus [kN/m ²]	Paal draagvermogen [kN]
Houten paal	240	5	8×10^6	200

Belasting van de muren modelleren als een lijnlast van 125 kN/m. Deze belasting wordt gedragen door de palen.

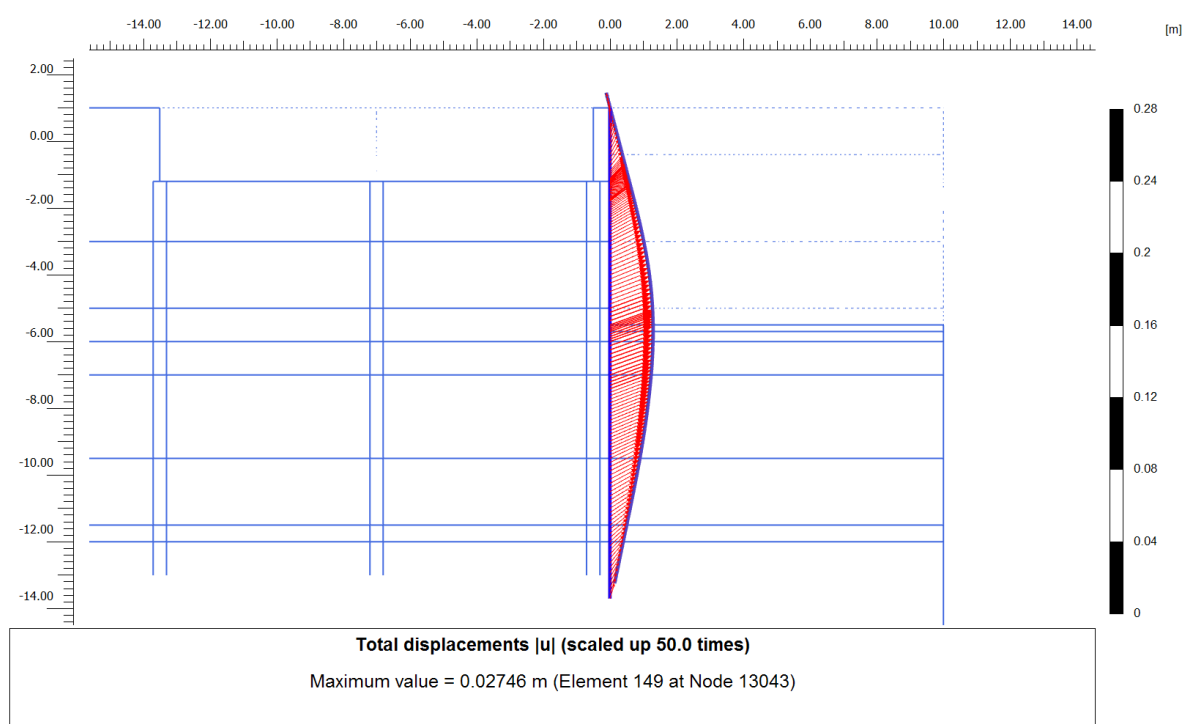
Tabel 5-4 structurele eigenschappen van plaalementen

Plaatype	EA [kN/m]	EI [kN m ² /m]
Keldervloer	9×10^6	$151,9 \times 10^3$
Metselwerk	$2,2 \times 10^6$	$35,5 \times 10^3$
PU12	$2,9 \times 10^6$	$45,4 \times 10^3$
PU22	$3,8 \times 10^6$	$103,9 \times 10^3$
AZ36-700N	$4,5 \times 10^6$	$188,2 \times 10^3$

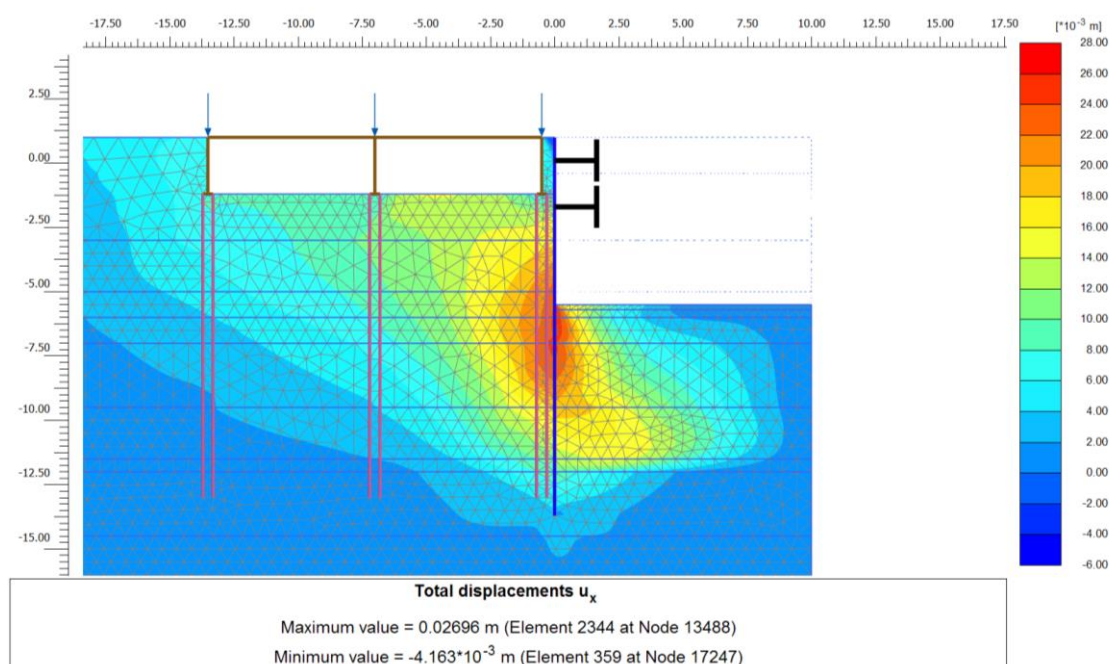
5.3. Berekeningsresultaten

Door de horizontale uitbuiging van de damwand ontstaat er een horizontale verplaatsing in de grond. De naast gelegen bestaande palen volgen deze beweging van de grond ongeveer. In Figuur 5-8 zijn de vervormingen van de damwand weergegeven, daarnaast geeft Figuur 5-9 de bijbehorende horizontale vervormingen in de grond en staat in Figuur 5-10 wat dan de horizontale vervorming van de bestaande palen wordt.

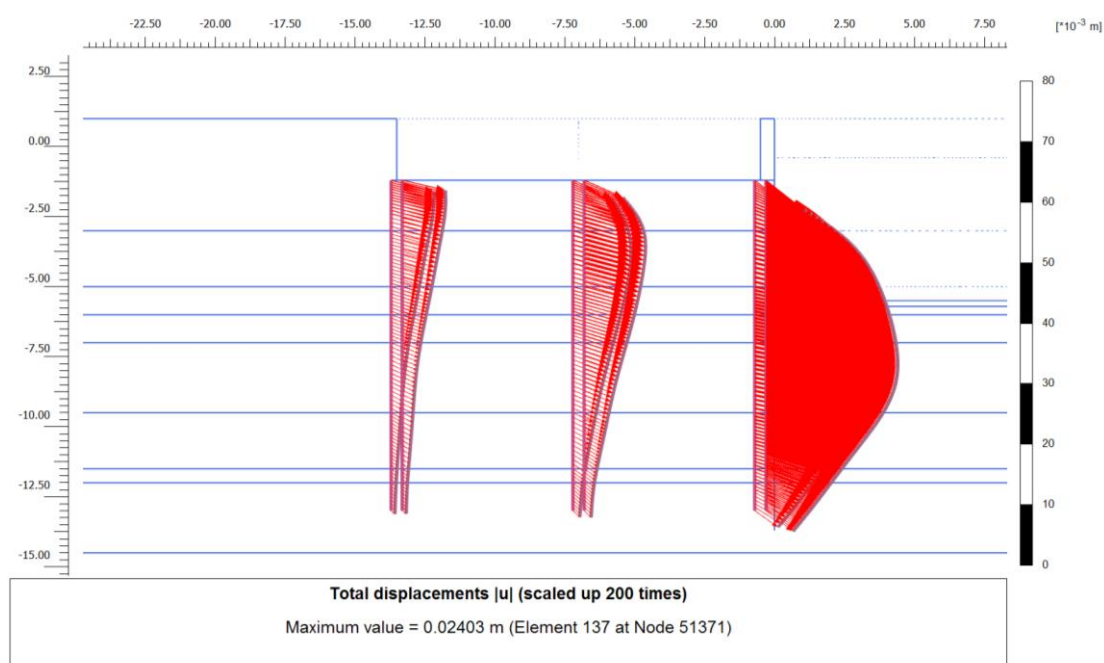
Uit Figuur 5-10 is op te maken de verplaatsing van de palen minder wordt naarmate de afstand tussen de damwand en de constructie groter wordt. De eerste rij palen (naast de damwand) vervormd ongeveer gelijk met de damwand, ca. 24 mm maximaal. De tweede rij palen hebben een maximale vervorming van ca. 11 mm. En de derde palen (langs de straatkant) heeft een maximale vervorming van ca. 8 mm.



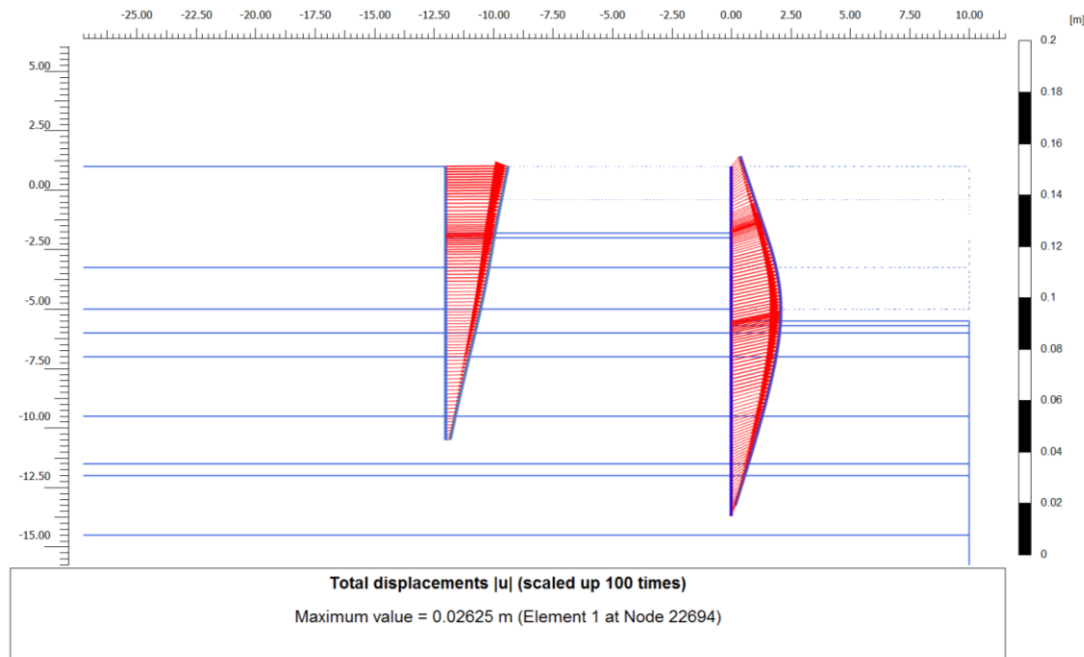
Figuur 5-8 vervorming van de damwand in Doorsnede 1



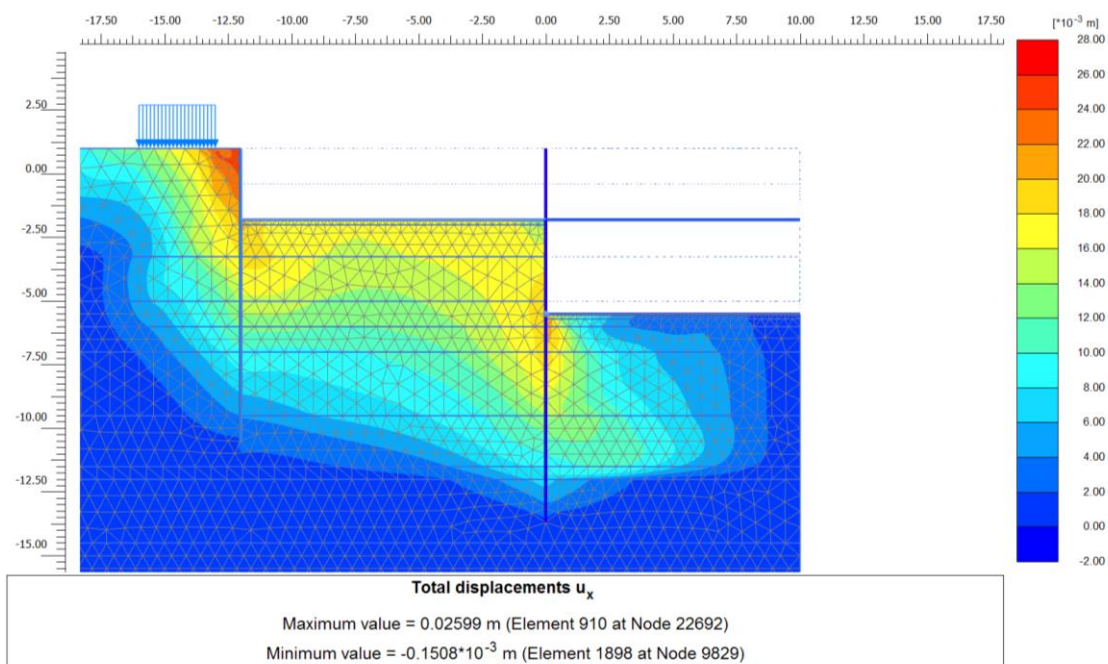
Figuur 5-9 horizontale vervorming van de grond achter de damwand bij Doorsnede 1



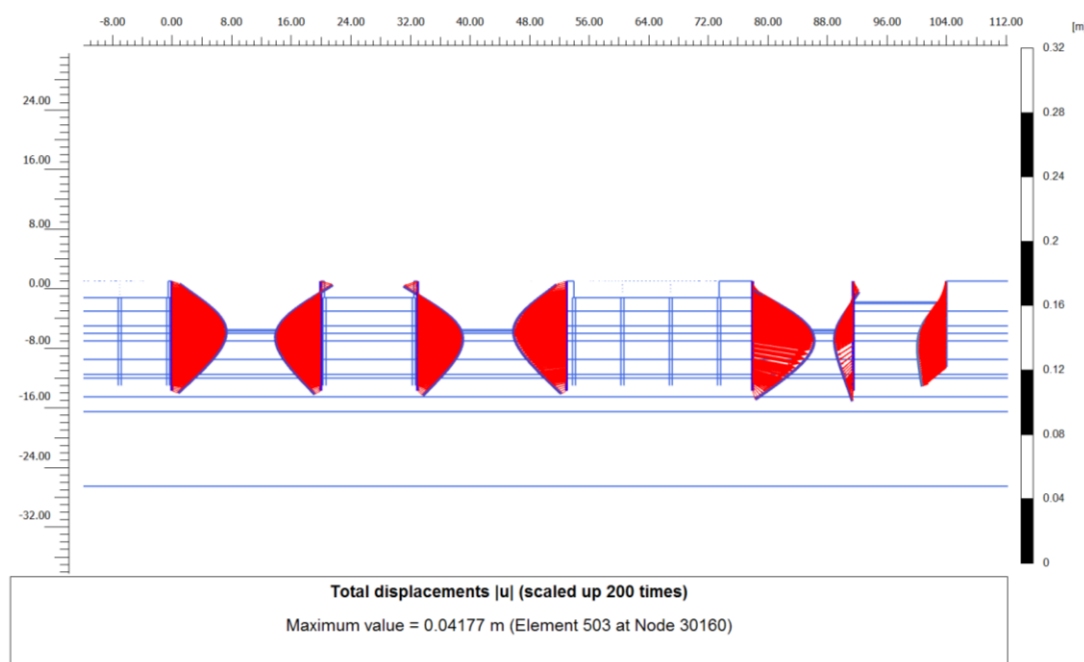
Figuur 5-10 vervorming van de bestaande palen ten gevolge van de uitbuiging van de damwand (Doorsnede 1)



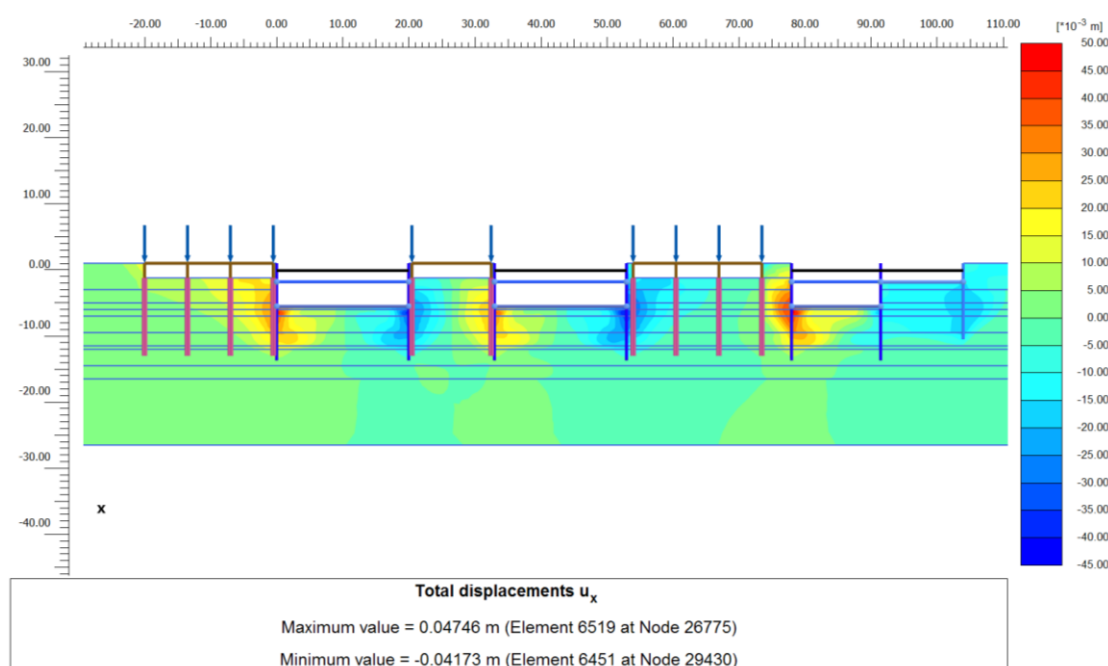
Figuur 5-11 vervorming van de damwand in Doorsnede 2



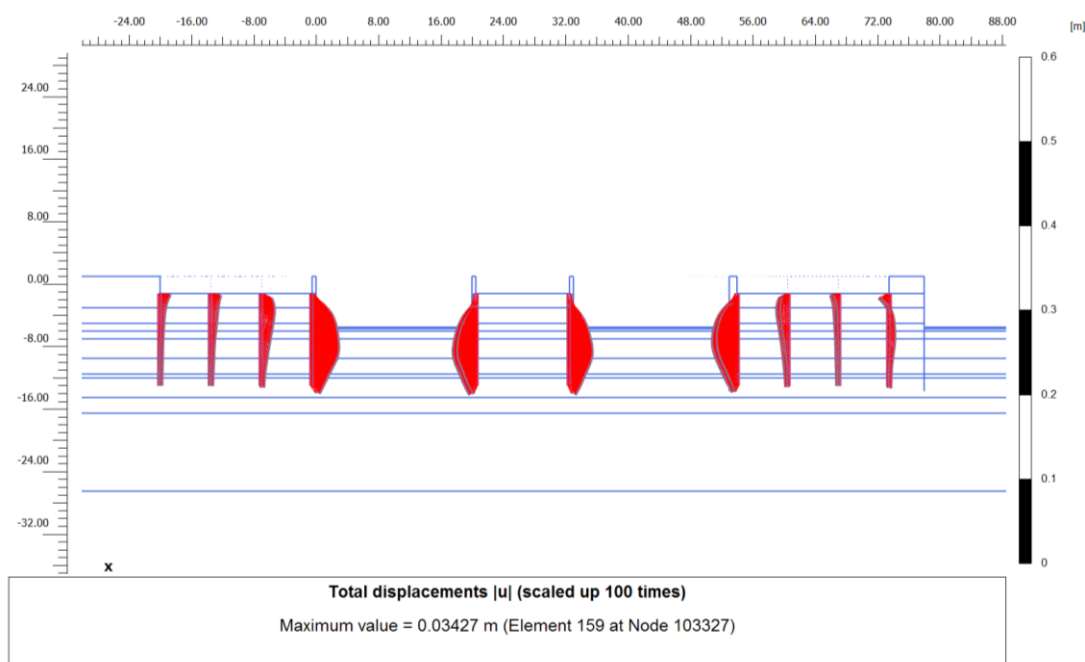
Figuur 5-12 horizontale vervorming van de grond achter de damwand bij Doorsnede 2



Figuur 5-13 vervorming van de damwand in Doorsnede 3



Figuur 5-14 horizontale vervorming van de grond achter de damwand bij Doorsnede 3



Figuur 5-15 vervorming van de bestaande palen ten gevolgen van de uitbuiging van de damwand (Doorsnede 3)

In onderstaande tabellen zijn van de maatgevende doorsneden van de damwand berekenings-resultaten gepresenteerd.

tabel 5-5: Maatgevende rekenwaarden en uitgangspunten voor toetsing UGT en BGT

	Doorsnede 1	Doorsnede 2	
Damwand profiel	AZ36-700N	PU22	AZ36-700N
Lengte	13,5 m	12,5 m	14 m
Inbeddingsdiepte	13,5 m	12,5 m	14 m
Optredend buigend moment $M_{s,d}$ (BGT)	315 kNm/m	190 kNm/m	250 kNm/m
Optredende dwarskracht $D_{s,d}$ (BGT)	155 kN/m	120 kN/m	165 kNm/m
Stempelkracht $P_{h,d}$ stempel NAP +0,1 m (BGT)	110 kN/m	130 kN/m	125 kN/m
Stempelkracht $P_{h,d}$ stempel NAP -1,75 m (BGT)	155 kN/m	145 kN/m	130 kN/m
Maximum uitbuiging u_{max} (BGT)	27 mm	26 mm	26 mm

	Doorsnede 3 (maximum)	
Damwand profiel	PU22	AZ36-700N
Lengte	12,5 m	14 m
Inbeddingsdiepte	12,5 m	14 m
Optredend buigend moment $M_{s,d}$ (BGT)	95 kNm/m	495 kNm/m
Optredende dwarskracht $D_{s,d}$ (BGT)	100 kN/m	200 kNm/m
Stempelkracht $P_{h,d}$ stempel NAP +0,1 m (BGT)	130 kN/m	160 kN/m
Stempelkracht $P_{h,d}$ stempel NAP -1,75 m (BGT)	200 kN/m	200 kN/m
Maximum uitbuiging u_{max} (BGT)	17 mm	41 mm

5.4. Samenvatting

Door de ontgraving binnen de damwanden treedt uitbuiging van de damwand bij doorsnede 1 plaats. Deze uitbuiging heeft ook effect op de naast gelegen belending. Deze op palen gefundeerde constructie is onderhevig aan een maximale horizontale vervorming van 25 mm.

Door de ontgraving binnen de damwanden treedt uitbuiging van de damwand bij doorsnede 2 plaats. Deze uitbuiging heeft ook effect op de naast gelegen belending. In deze doorsnede zijn geen naast gelegen op palen gefundeerde constructies. De maximale horizontale vervorming van de damwand 26 mm in deze doorsnede.

Door de ontgraving binnen de damwanden treedt uitbuiging van de damwand bij doorsnede 3 plaats. Deze uitbuiging heeft ook effect op de naast gelegen belending. Deze op palen gefundeerde constructie is onderhevig aan een maximale horizontale vervorming van 34 mm.

De constructeur dient te controleren of deze vervorming toelaatbaar is voor de constructie.

In deze rapportage is de wisselwerking tussen beide damwanden aan beide zijden van de bouwput meegenomen en daarmee de stempelkracht bepaald. Deze stempelkracht dient opgenomen te kunnen worden door de stempel en de gording, deze controle valt buiten het kader van dit rapport.

Opgemerkt wordt dat de gehanteerde uitgangspunten (zoals ontgravingsdiepte, maaiveldbelasting e.d.) en vervormingseisen dienen te worden geverifieerd door de opdrachtgever.

Fugro is niet verantwoordelijk voor door derden uitgevoerde detailberekeningen van de gehele damwandconstructie. Als bij de detailberekeningen afwijkende uitgangspunten worden gehanteerd, dient ook de hier gerapporteerde berekening te worden herzien.

6. UITVOERINGSASPECTEN

6.1. Algemeen

Damwanden kunnen heidend, trillend of drukkend op diepte worden gebracht. De wijze waarop de damwandplanken kunnen worden aangebracht en eventueel verwijderd is sterk afhankelijk van de bodemopbouw, de kwaliteit van de belendende bebouwing en de wijze waarop deze is gefundeerd, de aanwezigheid van kabels en leidingen en de bereikbaarheid van de locatie voor bouwmaterieel. De mogelijkheid om planken schadevrij in de grond te brengen is globaal getoetst aan de richtlijnen van NVAF (*Schadevrij installeren van stalen damwand in Nederland*) opgenomen in bijlage B van CUR-publicatie 166 Deel 1. Deze toets geeft geen beoordeling van mogelijke schade aan belendingen.

Binnen onze opdrachtverlening is geen ruimte om op deze aspecten nader in te gaan. Desgewenst kunnen wij u hierin nader adviseren. Verder wordt verwezen naar NEN-EN 12063, de Europese norm voor de uitvoering van damwanden.

Door de constructeur is aangegeven dat de damwanden niet worden getrokken en in de grond als verloren damwand achterblijft.

Om schade en overlast aan de omgeving te beperken dienen de damwanden drukkend te worden aangebracht.

6.2. Geohydrologische aspecten

Bij de ontgraving tot kelderniveau -2, tot ca. NAP -5,5 m wordt niet voldaan aan de gestelde eis tegen opbarsten. Derhalve is een spanningsbemaling noodzakelijk in de wadzandlaag (vanaf ca. NAP -7,0 m).

In de bemalingsrapportage 1015-0590-001.R05 wordt dit uitgebreid beschreven.

6.3. Grondverbetering

Indien een grondverbetering wordt toegepast op ontgravingsniveau dient deze, vanwege het in rekening gebrachte gunstige effect hiervan, vaksgewijs (in vakken van ca. 3 m bij 3 m) of waar mogelijk strooksgewijs te worden aangebracht. Na ontgraving van een vak of strook dient direct de grondverbetering te worden aangebracht. Op een integrale ontgraving tot NAP -6,0 m is niet gerekend

RAPPORTAGE

GEOTECHNISCH VELDWERK
betreffende

**PALEIS VAN JUSTITIE
(PRINSENGRACHT 432-436)
TE AMSTERDAM**

Opdrachtnummer: 1015-0590-001

VERSIE	DATUM	OMSCHRIJVING WIJZIGING	PARAAF PROJECTLEIDER
1	21 juli 2016		MJP

FILE: 1015-0590-001_21.KRV01.doc

RAPPORTAGE GEOTECHNISCH VELDWERK

Project	Paleis van Justitie (Prinsengracht 432-436) te Amsterdam	Opdrachtnummer	1015-0590-001
Opdrachtgever	Aedes Real Estate Professor Tulpstraat 23 1018 GZ AMSTERDAM	Datum rapportage	21 juli 2016
		Uitvoeringsperiode	6 t/m 8 juli 2016
Opgesteld door	J. Nikkels		
Gecontroleerd door	R. Fens		
Projectleider	ir. M.J. Profittlich		
Documentnaam	1015-0590-001_21.KR01.doc		

Deze rapportage bevat de resultaten van het geotechnisch veldwerk dat ten behoeve van bovengenoemd project door Fugro GeoServices B.V. is uitgevoerd. De gerapporteerde resultaten van dit onderzoek mogen slechts worden gehanteerd voor het doel zoals in de opdracht is beschreven.

Tot deze rapportage behoren de volgende bijlagen:

- Situatietekening
- Sonderingen
- Veldboorstaten
- Continu Elektrisch Sonderen
- Legenda Terreinproeven en Grondsoorten

1. GEOTECHNISCH VELDWERK

Het geotechnisch veldwerk voor dit project heeft bestaan uit:

- 7 sonderingen met meting van de plaatselijke wrijvingsweerstand;
- 1 mechanische boring, inclusief het plaatsen van 3 peilbuizen;
- 3 handboringen, inclusief het plaatsen van een peilbuis en elk boorgat.

Voor een verklaring van de op de situatietekening gebruikte tekens en symbolen wordt verwezen naar de bijlage "Legenda Terreinproeven en Grondsoorten".

2. COORDINATEN EN HOOGTE VAN ONDERZOEKSPUNTEN

Het uitzetten en inmeten van de onderzoekslocaties is uitgevoerd ten opzichte van NAP waarbij gebruik is gemaakt van een waterpasinstrument en een meetband. De maximale afwijking van de meting van de coördinaten bedraagt 25 cm, de maximale afwijking van de meting van de hoogte bedraagt 5 cm.

De bijgevoegde situatietekening is gebruikt voor het aangeven van de onderzoekslocaties.

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

3. SONDEREN

Het sonderen is uitgevoerd conform de vigerende richtlijnen en de NEN-EN-ISO 22476-1. Een beschrijving van de gevolgde meet- en registratiemethode is gegeven in de bijlage "Continu Elektrisch Sonderen".

Wanneer de sonderingen gebruikt worden voor de toetsing van geotechnische constructies dient de aard en omvang van het grondonderzoek te voldoen aan 3.2.3 van NEN 9997-1.

In verband met de mogelijke aanwezigheid van kabels en leidingen is ter plaatse van de sondeerlocaties voorgeboord.

4. BOREN

Het boorwerk is zowel mechanisch, als handmatig uitgevoerd. Het mechanisch boorwerk is verbuisd uitgevoerd, waarbij de grond uit de buis is verwijderd met behulp van een puls (niet cohesieve gronden, zand, grind) en/of een avegaarboor (cohesieve gronden, klei, veen).

Bij het handboren wordt doorgaans gebruik gemaakt van een edelmannboor (cohesieve gronden, klei, veen) en een handpuls (niet cohesieve grond, zand).

De werkzaamheden zijn uitgevoerd conform de NEN-EN-ISO 22475-1.

Tijdens het boren zijn geroerde monsters genomen en in het veld geclassificeerd. Als er laboratoriumonderzoek volgt na het veldwerk, worden in het laboratorium de monsters extra gedetailleerd geclassificeerd. Bij eventuele verschillen tussen de veld- en laboratoriumclassificatie, is de laboratoriumclassificatie bepalend. De classificatie van de grond is uitgevoerd conform NEN 5104.

Op basis van de sondeerresultaten is de diepte bepaald van de ongeroerde monsters. De ongeroerde monsternamen bij het mechanisch boren heeft plaatsgevonden door met een slaghamer (Ackermann) een steekbus te slaan. Bij het handboren is dit gebeurd met een Van der Horst steekapparaat. De steekbussen zijn dunwandige metalen bussen met een diameter van 70 mm en een lengte van 400 mm.

De in de boorgaten geïnstalleerde peilbuizen zijn geplaatst conform NEN-EN-ISO 22475-1. De filterdiepte, omstorting en afdichting zijn aangegeven op de betreffende boorstaten. De boringen met peilbuis zijn met bijbehorend symbool aangegeven op de situatietekening.

5. (GROND)WATERSTAND

Het peil van een nabijgelegen open water is gedurende het grondonderzoek (d.d. 07 april 2016) bepaald en is vermeld op de situatietekening. Deze waterstand is een eenmalige opname en bedoeld als een oriënterend gegeven.

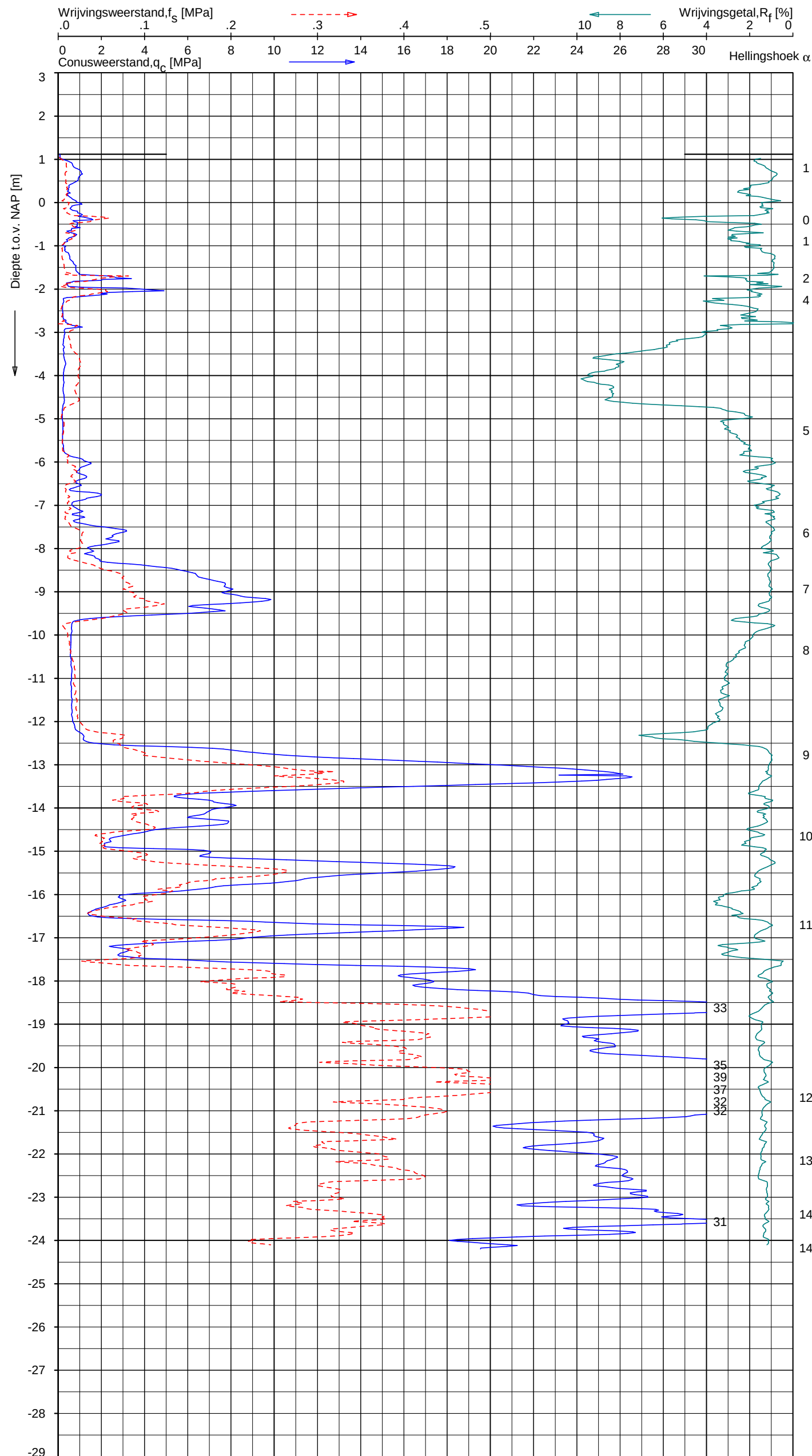
Tijdens de uitvoering van het grondonderzoek is de grondwaterstand in de boorgaten en peilbuizen aangetroffen en staan vermeld op de betreffende boorstaten. Deze grondwaterstand is een eenmalige opname en bedoeld als een oriënterend gegeven. De grondwaterstand kan in de tijd fluctueren onder invloed van de weersgesteldheid en de seizoenen.

6. KWALITEITSBORGING

Alle werkzaamheden zijn verricht in overeenstemming met het managementsysteem van Fugro GeoServices B.V. dat voldoet aan de NEN-ISO 9001:2008 en VCA ** 2008/05.



P:\101015-0590-001\1_Uitvoering_terrainonderzoek\10_Basisgegevens\1015-0590-001.dwg



Indicatieve bodembeschrijving
Automatisch gegenereerd uit data
van de sondering, geldig onder
grondwaterpeil (Robertson 1990, NL corr.)

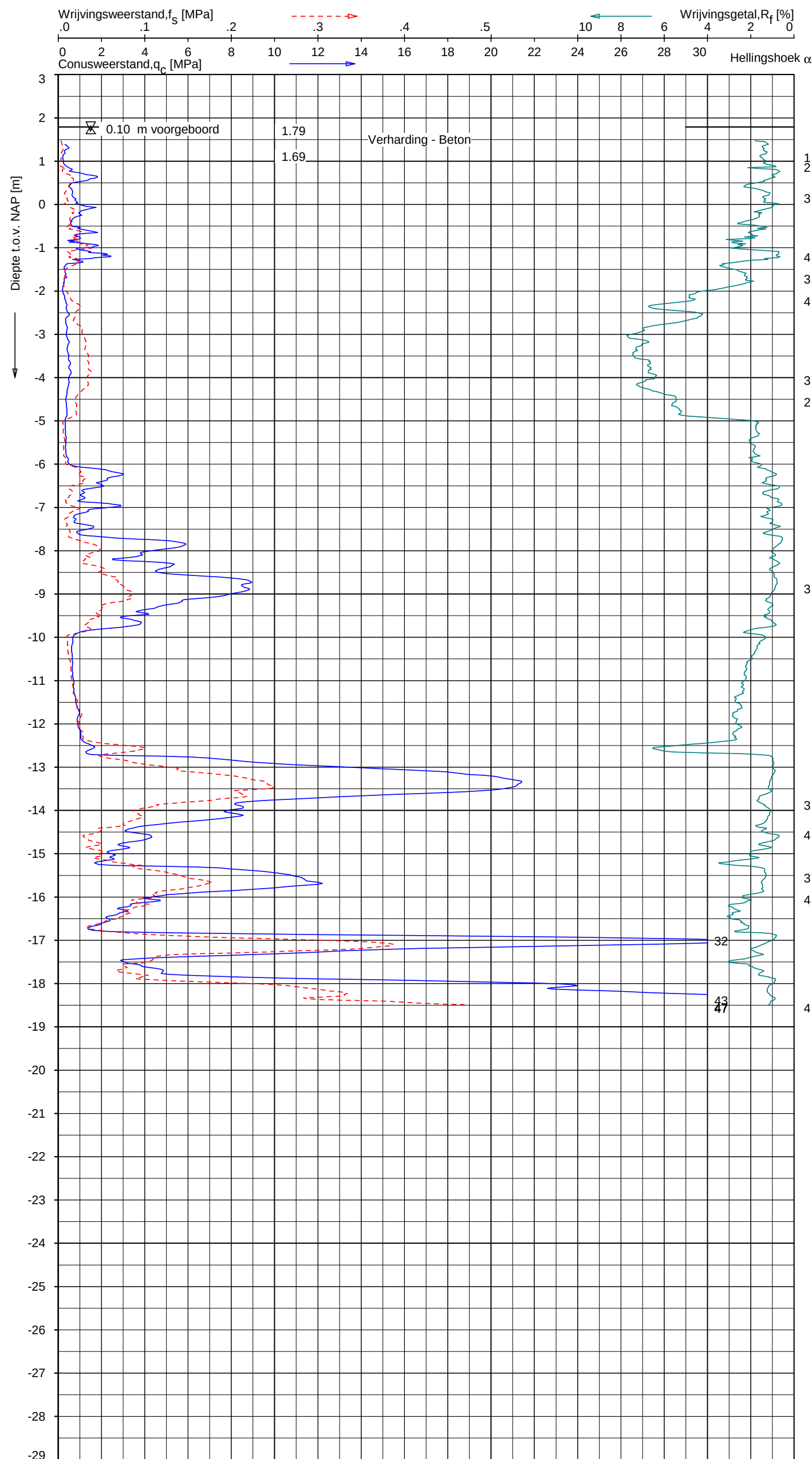
1	ZAND, zwak siltig tot siltig
0	ZAND, zwak siltig tot siltig
1	ZAND, zwak siltig tot siltig
1	KLEI, siltig / LEEM
2	ZAND, siltig tot LEEM
2	ZAND, zwak siltig tot siltig
4	KLEI, zwak siltig tot siltig
4	KLEI, zwak siltig tot siltig
5	VEEN, organisch materiaal
5	KLEI, zwak siltig tot siltig
6	ZAND, siltig tot LEEM
6	ZAND, siltig tot LEEM
7	ZAND, zwak siltig tot siltig
8	KLEI, zwak siltig tot siltig
9	ZAND, zwak siltig tot siltig
10	ZAND, zwak siltig tot siltig
10	KLEI, siltig / LEEM
11	ZAND, zwak siltig tot siltig
11	KLEI, siltig / LEEM
11	ZAND, zwak siltig tot siltig
11	KLEI, siltig / LEEM
12	ZAND, zwak siltig tot siltig
13	ZAND, zwak siltig tot siltig
14	ZAND, zwak siltig tot siltig
14	ZAND, zwak siltig tot siltig

Opg.: VV/MB d.d. 06-jul-2016 Coord.: X=120631.2m Y= 486554.6m Systeem: RD Sondering volgens norm NEN-EN-ISO 22476-1
Get.: NIKKELSJ d.d. 21-jul-2016 MV = NAP +1.12 m Conus: CP15-CF75SN2 1701-2692 Toepassingsklasse 2. Test type TE1
Conustype: A_c = 1510 mm²; A_s = 19895 mm²

SONDERING MET PLAATSELIJKE KLEEFMETING

PALEIS VAN JUSTITIE (PRINSENGRACHT 432-436) TE AMSTERDAM

Opdr. 1015-0590-001
Sond. DKM14



Indicatieve bodembeschrijving
Automatisch gegenereerd uit data
van de sondering, geldig onder
grondwaterpeil (Robertson 1990, NL corr.)

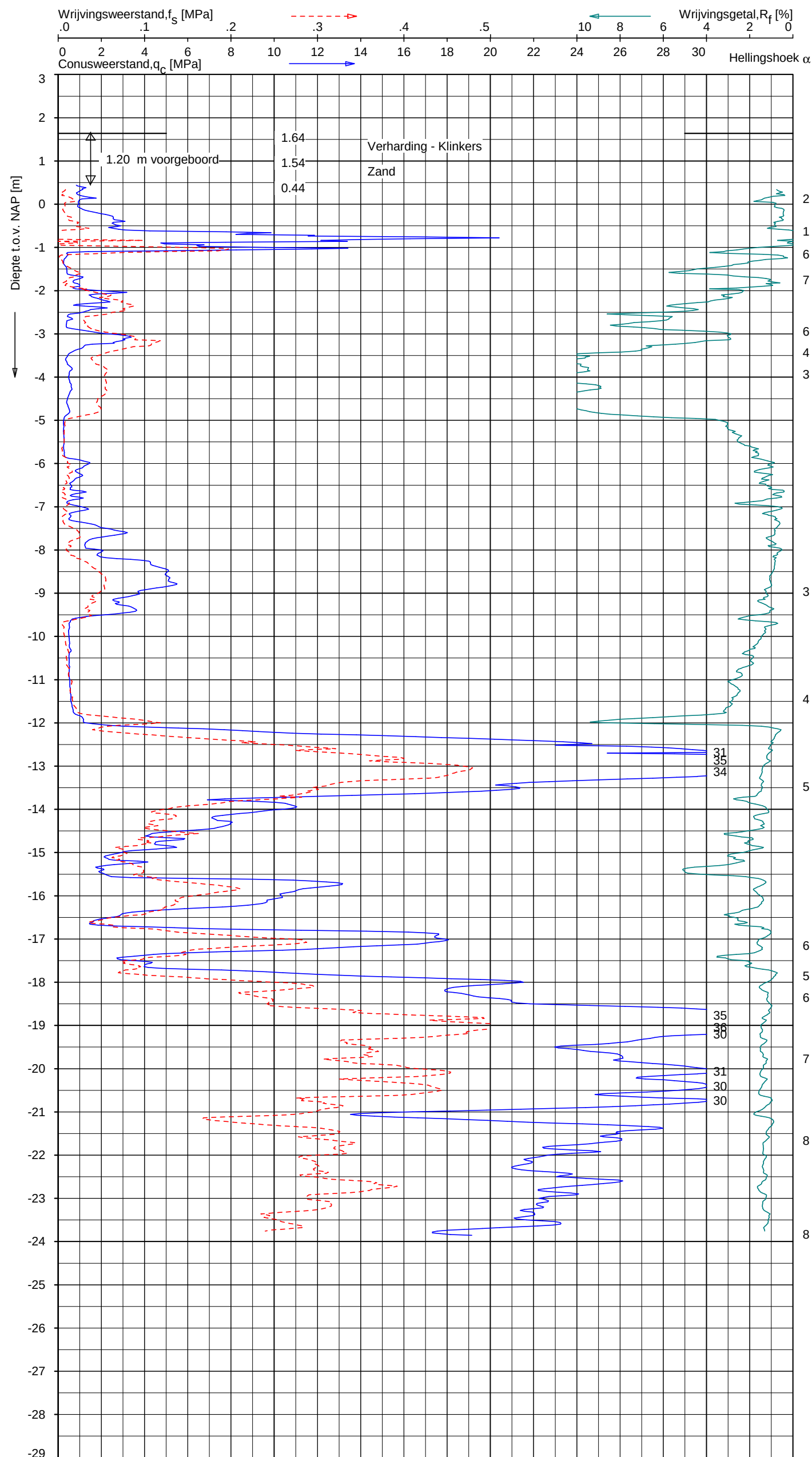
	ZAND, zwak siltig tot siltig
	ZAND, siltig tot LEEM
	ZAND, zwak siltig tot siltig
	ZAND, zwak siltig tot siltig
	KLEI, siltig / LEEM
	KLEI, zwak siltig tot siltig
	VEEN, organisch materiaal
	VEEN, organisch materiaal
	VEEN, organisch materiaal
	VEEN
	VEEN, organisch materiaal
	KLEI, zwak siltig tot siltig
	ZAND, siltig tot LEEM
	ZAND, siltig tot LEEM
	ZAND, zwak siltig tot siltig
	ZAND, zwak siltig tot siltig
	KLEI, siltig / LEEM
	KLEI, zwak siltig tot siltig
	ZAND, zwak siltig tot siltig
	ZAND, siltig tot LEEM
	KLEI, siltig / LEEM
	ZAND, zwak siltig tot siltig
	KLEI, siltig / LEEM
	ZAND, zwak siltig tot siltig
	KLEI, siltig / LEEM
	ZAND, siltig tot LEEM
	ZAND, zwak siltig tot siltig

Opg.: VV/MB d.d. 06-jul-2016 Coord.: X=120635.1m Y= 486516.2m Systeem: RD
Get.: NIKKELSJ d.d. 21-jul-2016 MV = NAP +1.79 m Conus: CP15-CF75SN2 1701-1970
Sondering volgens norm NEN-EN-ISO 22476-1
Toepassingsklasse 2. Test type TE1
Conus type: $A_c = 1510 \text{ mm}^2$; $A_s = 19895 \text{ mm}^2$

SONDERING MET PLAATSELIJKE KLEEFMETING

PALEIS VAN JUSTITIE (PRINSENGRACHT 432-436) TE AMSTERDAM

Opdr. 1015-0590-001
Sond. DKM16



Indicatieve bodembeschrijving
Automatisch gegenereerd uit data
van de sondering, geldig onder
grondwaterpeil (Robertson 1990, NL corr.)

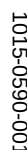


Opg.: VV/MB d.d. 07-jul-2016 Coord.: X=120663.9m Y= 486516.0m Systeem: RD Sondering volgens norm NEN-EN-ISO 22476-1
Get.: NIKKELSJ d.d. 21-jul-2016 MV = NAP +1.64 m Conus: CP15-CF75SN2 1701-1970 Toepassingsklasse 2. Test type TE1
Conus type: $A_c = 1510 \text{ mm}^2$; $A_s = 19895 \text{ mm}^2$

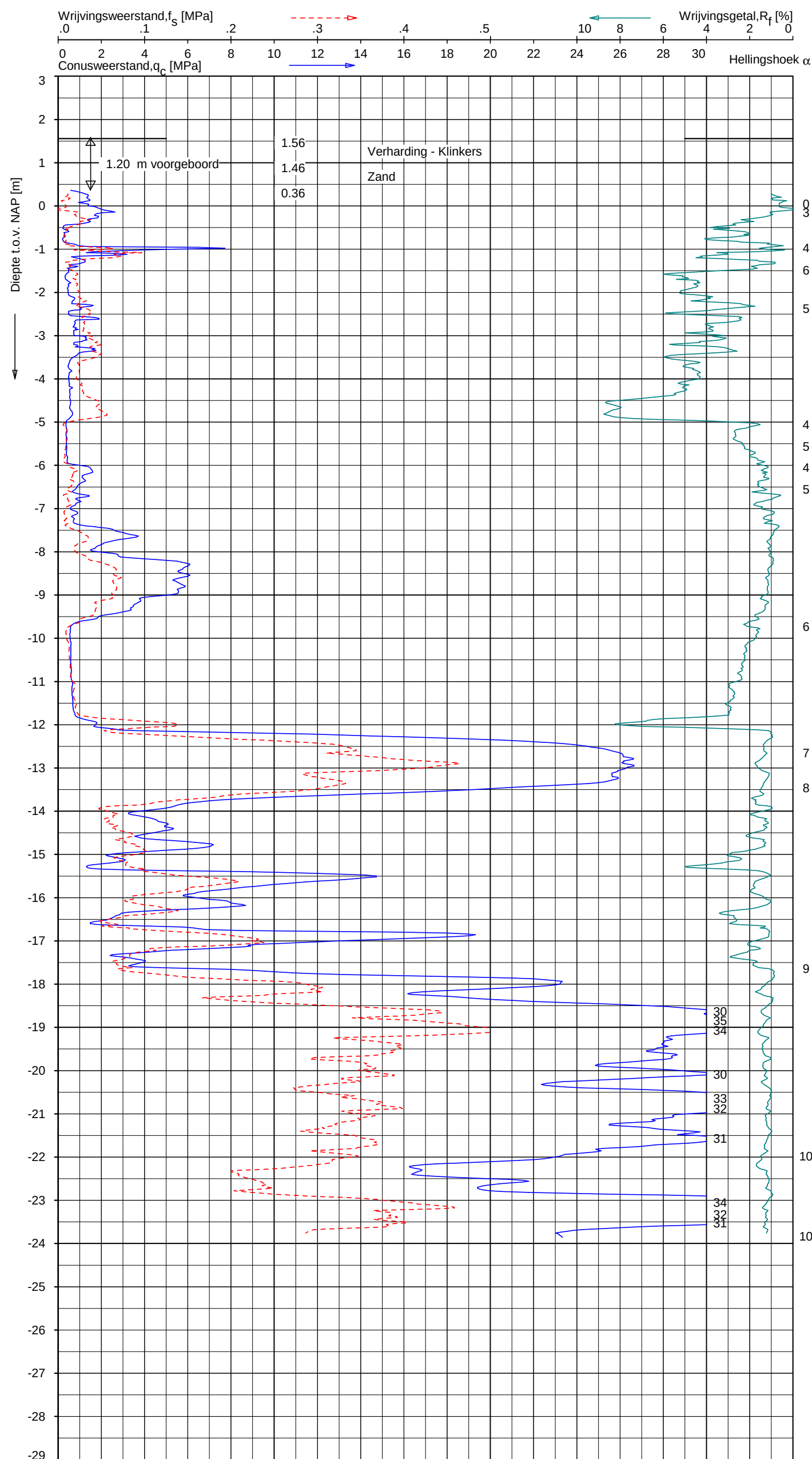
SONDERING MET PLAATSELIJKE KLEEFMETING

PALEIS VAN JUSTITIE (PRINSENGRACHT 432-436) TE AMSTERDAM

Opdr. 1015-0590-001
Sond. DKM17



	ZAND, zwak siltig tot siltig
	KLEI, siltig / LEEM
	KLEI, zwak siltig tot siltig KLEI, siltig / LEEM
	KLEI, siltig / LEEM
	VEEN, organisch materiaal VEEN
	KLEI, zwak siltig tot siltig VEEN, organisch materiaal
	VEEN, organisch materiaal
	KLEI, zwak siltig tot siltig
	ZAND, siltig tot LEEM
	ZAND, siltig tot LEEM KLEI, siltig / LEEM
	ZAND, siltig tot LEEM
	ZAND, zwak siltig tot siltig
	ZAND, siltig tot LEEM ZAND, siltig tot LEEM
	KLEI, zwak siltig tot siltig
	VEEN
	ZAND, zwak siltig tot siltig
	ZAND, siltig tot LEEM
	KLEI, siltig / LEEM
	ZAND, zwak siltig tot siltig
	ZAND, zwak siltig tot siltig
	ZAND, zwak siltig tot siltig



Indicatieve bodembeschrijving
Automatisch gegenereerd uit data
van de sondering, geldig onder
grondwaterpeil (Robertson 1990, NL corr.)

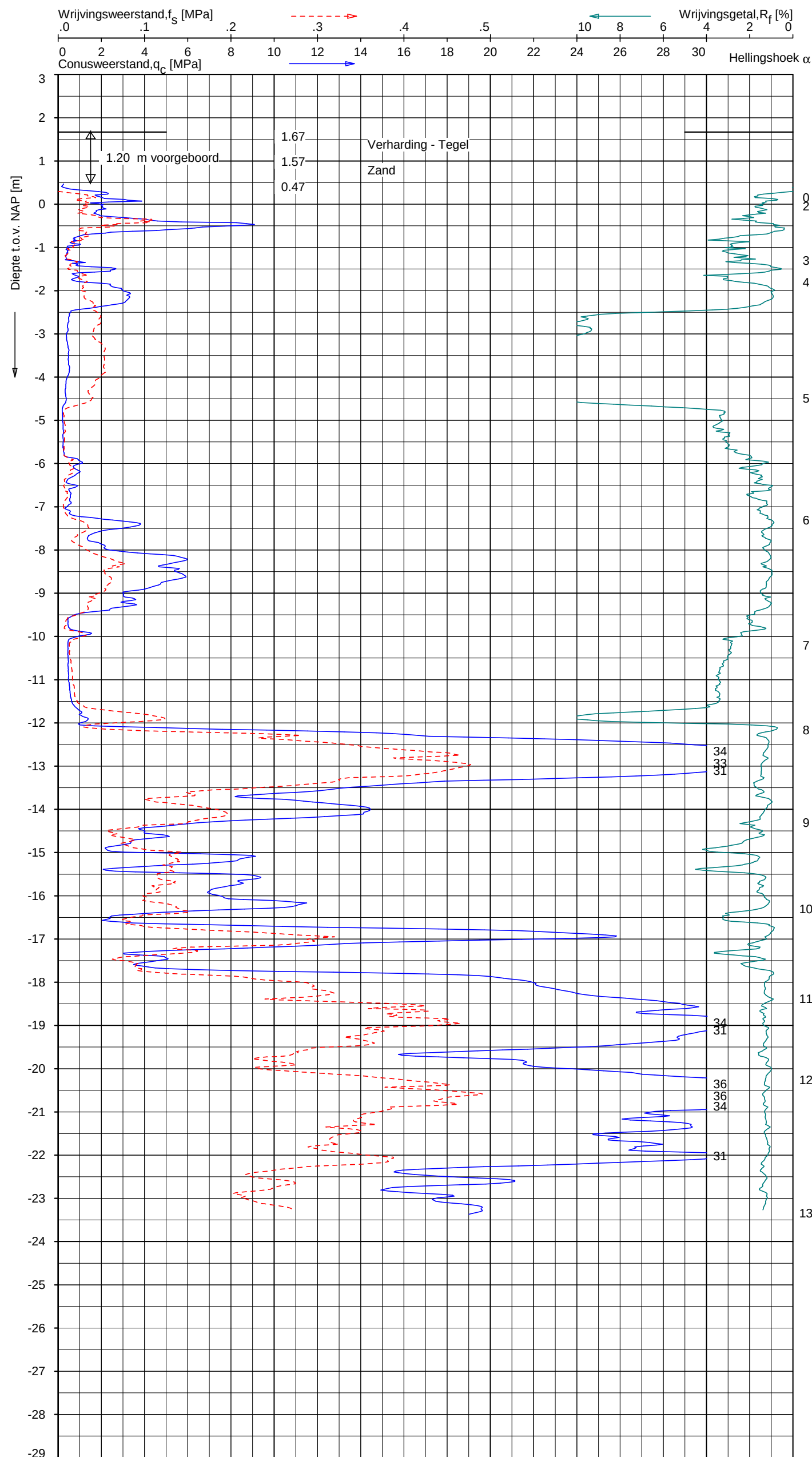


Opg.: VV/MB d.d. 08-jul-2016 Coord.: X=120669.4 m Y= 486490.7 m Systeem: RD
Get.: NIKKELSJ d.d. 21-jul-2016 MV = NAP +1.56 m Conus: CP15-CF75SN2 1701-1970
Sondering volgens norm NEN-EN-ISO 22476-1 Toepassingsklasse 2. Test type TE1
Conustype: $A_c = 1510 \text{ mm}^2$; $A_s = 19895 \text{ mm}^2$

SONDERING MET PLAATSELIJKE KLEEFMETING

PALEIS VAN JUSTITIE (PRINSENGRACHT 432-436) TE AMSTERDAM

Opdr. 1015-0590-001
Sond. DKM19



Indicatieve bodembeschrijving
Automatisch gegenereerd uit data
van de sondering, geldig onder
grondwaterpeil (Robertson 1990, NL corr.)

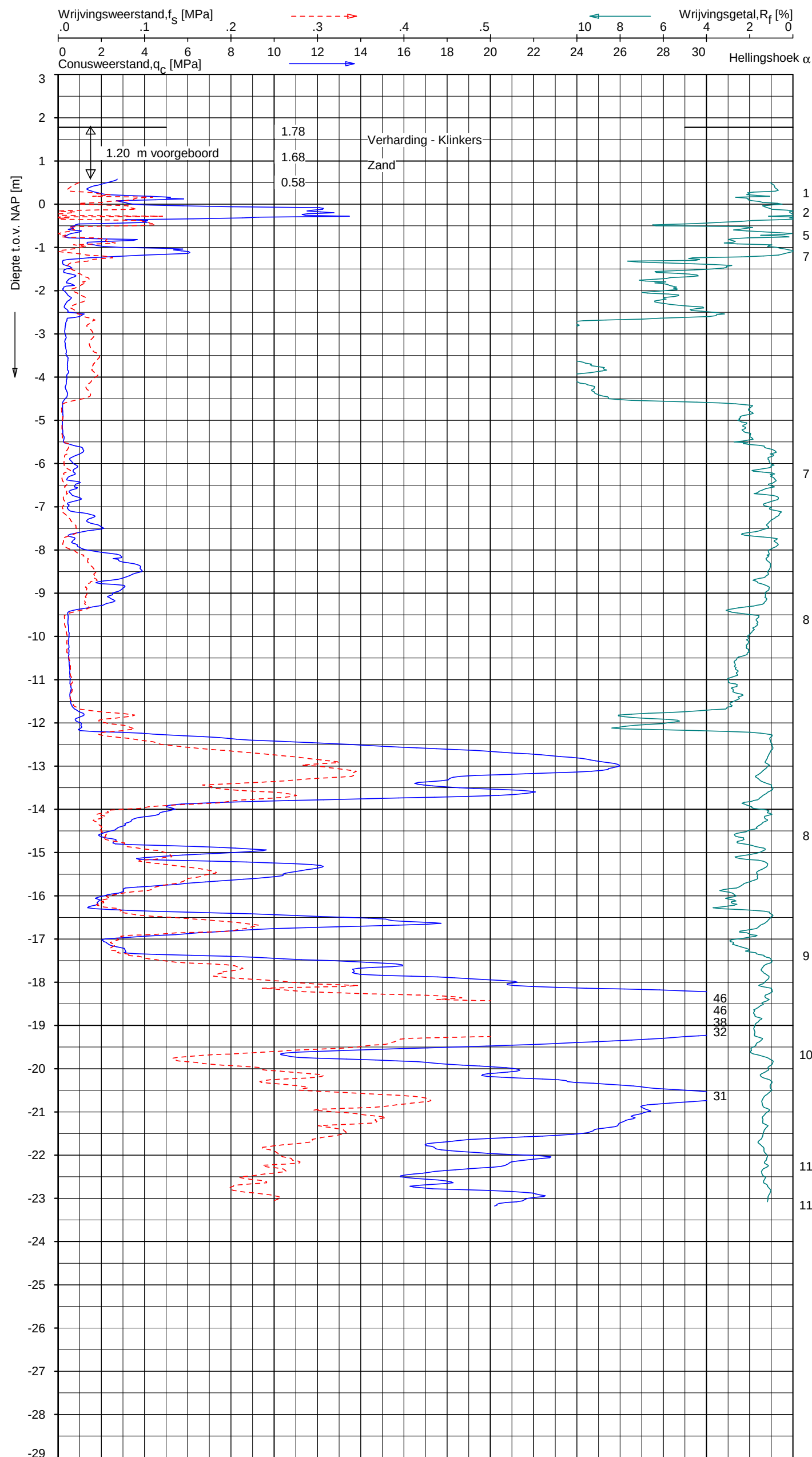


Opg.: VV/MB d.d. 08-jul-2016 Coord.: X=120684.2m Y= 486475.3m Systeem: RD Sondering volgens norm NEN-EN-ISO 22476-1
Get.: NIKKELSJ d.d. 21-jul-2016 MV = NAP +1.67 m Conus: CP15-CF75SN2 1701-1970 Toepassingsklasse 2. Test type TE1
Conus type: $A_c = 1510 \text{ mm}^2$; $A_s = 19895 \text{ mm}^2$

SONDERING MET PLAATSELIJKE KLEEFMETING

PALEIS VAN JUSTITIE (PRINSENGRACHT 432-436) TE AMSTERDAM

Opdr. 1015-0590-001
Sond. DKM20



Indicatieve bodembeschrijving
Automatisch gegenereerd uit data van de sondering, geldig onder grondwaterpeil (Robertson 1990, NL corr.)



Opg.: VV/MB d.d. 07-jul-2016 Coord.: X=120649.1m Y=486536.5m Systeem: RD
Get.: NIKKELSJ d.d. 21-jul-2016 MV = NAP +1.78 m Conus: CP15-CF75SN2 1701-1970
Sondering volgens norm NEN-EN-ISO 22476-1 Toepassingsklasse 2. Test type TE1
Conustype: $A_c = 1510 \text{ mm}^2$; $A_s = 19895 \text{ mm}^2$

SONDERING MET PLAATSELIJKE KLEEFMETING

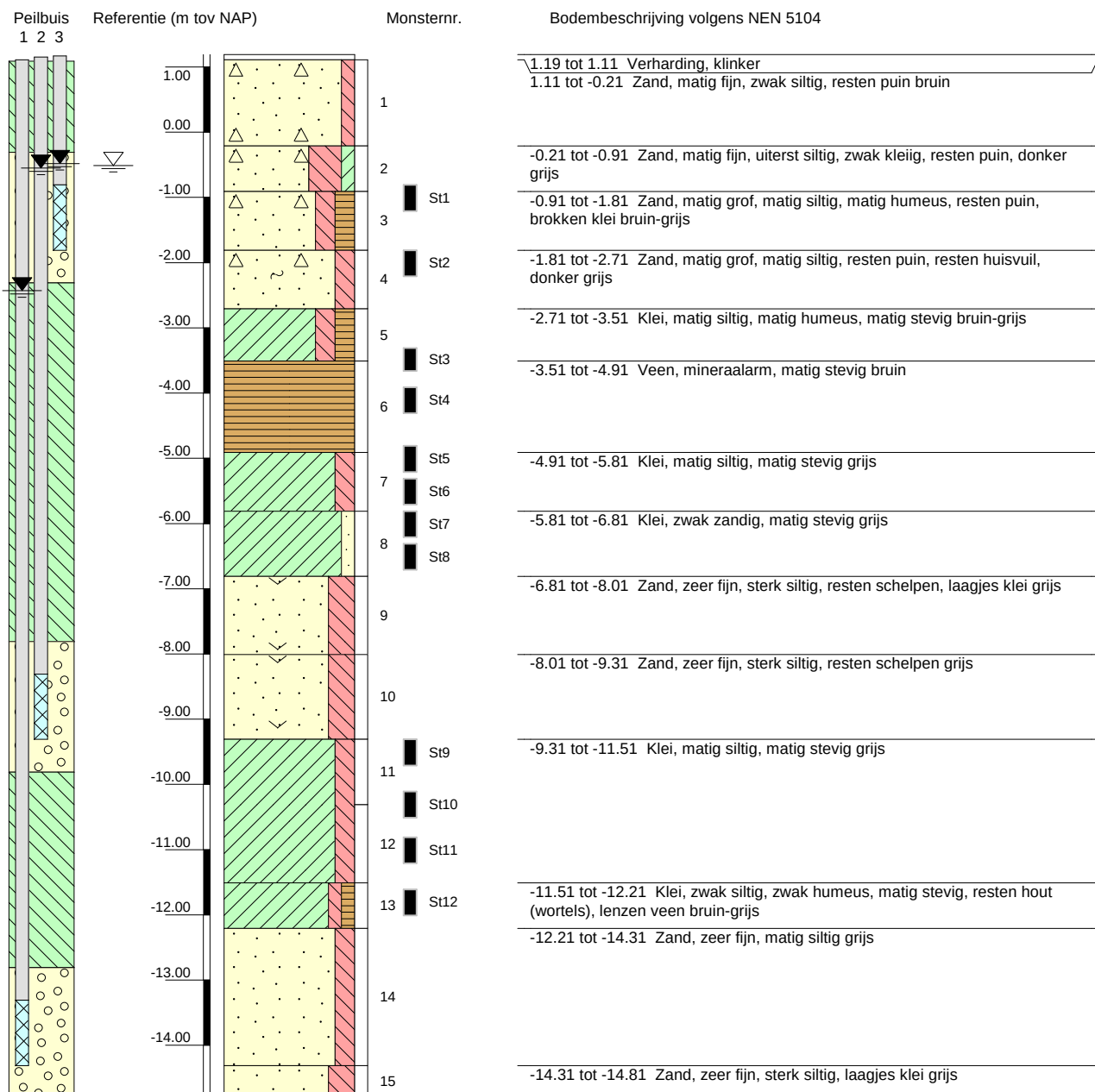
PALEIS VAN JUSTITIE (PRINSENGRACHT 432-436) TE AMSTERDAM

Opdr. 1015-0590-001
Sond. DKM21

Boring: B1

Veldclassificatie

Pagina 1 van 1



Algemene opmerking:

X: 120657.3

Y: 486546.9

Coördinatenstelsel: RD

GWS (m tov NAP): -0.51

GHG (m tov NAP):

GLG (m tov NAP):

MV (m tov NAP): 1.19

bk PB1 (m tov NAP): 1.11

bk PB2 (m tov NAP): 1.15

bk PB3 (m tov NAP): 1.17

bk PB4 (m tov NAP):

Boorvloeistof:

WS PB1 (m tov NAP): -2.43

WS PB2 (m tov NAP): -0.55

WS PB3 (m tov NAP): -0.48

WS PB4 (m tov NAP):

Datum uitvoering: 06-07-2016

Boormeester: jvk

Geclassificeerd door: jvk

Fugro GeoServices B.V.

BORING VOLGENS NEN-EN-ISO 22475-1

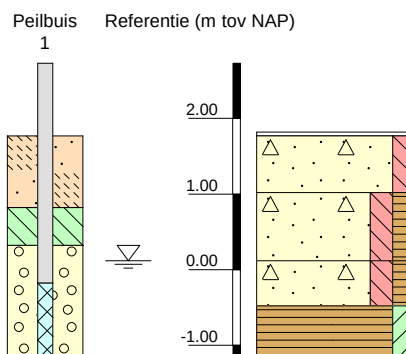
Paleis van Justitie (Prinsengracht 432-436) te Amsterdam

1015-0590-001

Boring: HB1

Veldclassificatie

Pagina 1 van 1



Monsternr.

Bodembeschrijving volgens NEN 5104

1.82 tot 1.77	Verharding , tegel
1.77 tot 1.02	Zand, matig fijn, zwak siltig, brokken puin, licht bruin
1.02 tot 0.12	Zand, matig fijn, matig siltig, zwak humeus, resten puin bruin
0.12 tot -0.48	Zand, matig fijn, matig siltig, zwak humeus, resten puin, resten veen bruin
-0.48 tot -1.18	Veen, zwak kleiig, matig slap, donker bruin

Algemene opmerking:

X: 120645.3

Y: 486526.1

Coördinatenstelsel: RD

GWS (m tov NAP): 0.12

GHG (m tov NAP):

GLG (m tov NAP):

MV (m tov NAP): 1.82

bk PB1 (m tov NAP): 2.73

bk PB2 (m tov NAP):

bk PB3 (m tov NAP):

bk PB4 (m tov NAP):

Boorvloeistof:

WS PB1 (m tov NAP):

WS PB2 (m tov NAP):

WS PB3 (m tov NAP):

WS PB4 (m tov NAP):

Datum uitvoering: 07-07-2016

Boormeester: jvk

Geclassificeerd door: jvk

BORING VOLGENS NEN-EN-ISO 22475-1

Paleis van Justitie (Prinsengracht 432-436) te Amsterdam

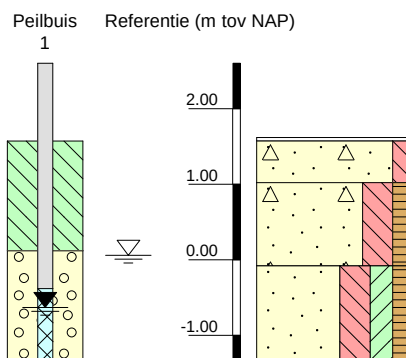
Fugro GeoServices B.V.

1015-0590-001

Boring: HB2

Veldclassificatie

Pagina 1 van 1



Monsternr.

Bodembeschrijving volgens NEN 5104

1.62 tot 1.57 Verharding, klinker
1.57 tot 1.02 Zand, matig fijn, zwak siltig, brokken puin, licht bruin
1.02 tot -0.08 Zand, matig fijn, sterk siltig, zwak humeus, brokken puin bruin

-0.08 tot -1.38 Zand, zeer fijn, sterk siltig, zwak humeus, kleiig, resten veen bruin

Algemene opmerking:

X: 120698.8

GWS (m tov NAP): 0.06

Y: 486465.5

GHG (m tov NAP):

Coördinatenstelsel: RD

GLG (m tov NAP):

MV (m tov NAP): 1.62

bk PB1 (m tov NAP): 2.60

bk PB2 (m tov NAP):

bk PB3 (m tov NAP):

bk PB4 (m tov NAP):

Boorvloeistof:

WS PB1 (m tov NAP): -0.63

WS PB2 (m tov NAP):

WS PB3 (m tov NAP):

WS PB4 (m tov NAP):

Datum uitvoering: 07-07-2016

Boormeester: jvk

Geclassificeerd door: jvk

BORING VOLGENS NEN-EN-ISO 22475-1

Paleis van Justitie (Prinsengracht 432-436) te Amsterdam

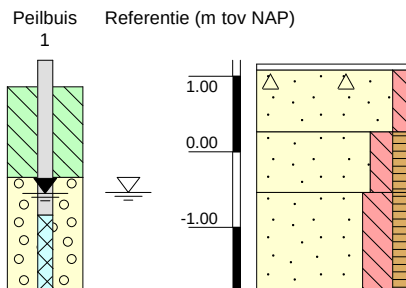
Fugro GeoServices B.V.

1015-0590-001

Boring: HB3

Veldclassificatie

Pagina 1 van 1



Monsternr.

Bodembeschrijving volgens NEN 5104

1.16 tot 1.08	Verharding, klinker
1.08 tot 0.26	Zand, matig fijn, zwak siltig, brokken puin, licht bruin
0.26 tot -0.54	Zand, matig fijn, matig siltig, zwak humeus, resten veen bruin-grijs
-0.54 tot -1.84	Zand, matig fijn, sterk siltig, zwak humeus, resten klei bruin-grijs

Algemene opmerking:

X: 120714.3

Y: 486484.5

Coördinatenstelsel: RD

GWS (m tov NAP): -0.54

GHG (m tov NAP):

GLG (m tov NAP):

MV (m tov NAP): 1.16

bk PB1 (m tov NAP): 1.21

bk PB2 (m tov NAP):

bk PB3 (m tov NAP):

bk PB4 (m tov NAP):

Boorvloeistof:

WS PB1 (m tov NAP): -0.55

WS PB2 (m tov NAP):

WS PB3 (m tov NAP):

WS PB4 (m tov NAP):

Datum uitvoering: 07-07-2016

Boormeester: jvk

Geclassificeerd door: jvk

BORING VOLGENS NEN-EN-ISO 22475-1

Paleis van Justitie (Prinsengracht 432-436) te Amsterdam

Fugro GeoServices B.V.

1015-0590-001

Meettechniek

De standaard bij Fugro toegepaste conus is de “elektrische kleefmantelconus”, waarmee de conusweerstand, de plaatselijke wrijvingsweerstand en de helling gelijktijdig worden gemeten. Sinds februari 2013 is de nieuwe norm *NEN-EN-ISO 22476-1:2012/C1:2013 Geotechnisch onderzoek en beproeving - Veldproeven - Deel 1: Elektrische sondering met en zonder waterspanningsmeting* van toepassing als vervanging van NEN 5140, die is terug getrokken. In NEN 9997-1 wordt echter nog wel verwezen naar NEN 5140.

Bij het uitvoeren van een sondering conform *NEN-EN-ISO 22476-1:2012/C1:2013* wordt de puntweerstand gemeten, die moet worden overwonnen om een conus met een tophoek van 60° en een basisoppervlak van 1000 mm^2 met een constante snelheid van ca 20 mm/s in de bodem te drukken. Voor de meting van de wrijvingsweerstand is een mantel met een oppervlak van 15000 mm^2 boven de punt aangebracht. De druk op de conuspunt (conusweerstand in MPa) en de wrijving langs de kleefmantel (plaatselijke wrijvingsweerstand in MPa) worden door rekstroken in de conus continu digitaal gemeten. Volgens *NEN-EN-ISO 22476-1* mag het basisoppervlak van de conus tussen 500 en 2000 mm^2 variëren zonder dat correctiefactoren op de meetresultaten moeten worden toegepast. Fugro sonderingen worden standaard uitgevoerd met een sondeerconus met een basisoppervlak van 1500 mm^2 en een manteloppervlak van 20000 mm^2 .

Veelal wordt gebruik gemaakt van een conus met een korter cilindrisch deel boven de conuspunt dan in *NEN-EN-ISO 22476-1* vermelde 400 mm voor een standaard conus. Het cilindrische deel vanaf de conuspunt van de standaard door Fugro gebruikte conussen heeft een lengte van 230 mm in plaats van de genormeerde lengte. Onderzoek¹⁾ heeft aangetoond, dat de invloed van de lengte van deze conus op het sondeerresultaat verwaarloosbaar is, terwijl met een kortere conus met minder risico een grotere sondeerdiepte kan worden bereikt.

De meetsignalen worden digitaal naar een elektrische meeteenheid gestuurd en samen met de diepte en de tijd opgeslagen. Definitieve verwerking vindt daarna op kantoor plaats, waarbij de gemeten parameters tegen de diepte in grafiekvorm worden uitgewerkt. Door continue registratie van de gemeten conus- en wrijvingsweerstand wordt een nauwkeurig beeld van de gelaagdheid en de vastheid van de bodem verkregen.

Afwijking van de conus met de verticaal worden continu geregistreerd, waarmee bij de uitwerking de diepte wordt gecorrigeerd en zo een onjuiste diepte-aanduiding als gevolg van “scheef sonderen” wordt voorkomen.

Interpretatie van de sonderingen met plaatselijke wrijvingsweerstand

Meting van zowel de conusweerstand q_c als de plaatselijke wrijvingsweerstand f_s maakt het mogelijk het wrijvingsgetal R_f te berekenen. Het wrijvingsgetal wordt gedefinieerd als het quotiënt van de plaatselijke wrijving en de op gelijke diepte gemeten conusweerstand in procenten. Hierbij wordt rekening gehouden met laagscheidingen ter hoogte van de mantel.

Het wrijvingsgetal R_f geeft samen met de conusweerstand q_c een goed beeld van de bodemopbouw *beneden* de grondwaterspiegel. In de onderstaande tabel zijn enige kenmerkende waarden van het wrijvingsgetal aangegeven. *Met nadruk dient te worden gesteld dat deze waarden slechts indicatief zijn en getoetst dienen te worden aan boringen of lokale ervaring en uitsluitend gelden voor de cilindrische elektrische conus.*

grondsoort	wrijvingsgetal in %	grondsoort	Wrijvingsgetal in %
Grind, grof zand	0,2 – 0,6	Klei	3,0 – 5,0
Zand	0,6 – 1,2	Potklei	5,0 – 7,0
Silt, leem, löss	1,2 – 4,0	Veen	5,0 – 10,0

In geroerde grond en in grond boven de grondwaterspiegel kunnen grote afwijkingen ten opzichte van de genoemde waarden voorkomen en gelden deze waarden niet.

¹⁾ Lunne en Powell, A comparison of different sized piezocones in UK clays.

Presentatie sondeergegevens

Sonderingen kunnen worden uitgewerkt met interpretatie van het wrijvingsgetal voor identificatie van de bodemlagen. De identificatie van de bodemlagen is dan uitgevoerd volgens Robertson [1990]², die door Fugro is aangepast aan de Nederlandse omstandigheden. Bij deze interpretatie wordt uitgegaan van de genormaliseerde waarden van de conusweerstand nQ_c en wrijvingsgetal nR_f als ingangsparameters.

De genormaliseerde waarden van de conusweerstand nQ_c en wrijvingsgetal nR_f worden berekend, uit de gemeten wrijvingsweerstand f_s en conusweerstand q_c , indien mogelijk gecorrigeerd voor de waterspanning en de verticale effectieve - en totale grondspanning volgens de onderstaande formules.

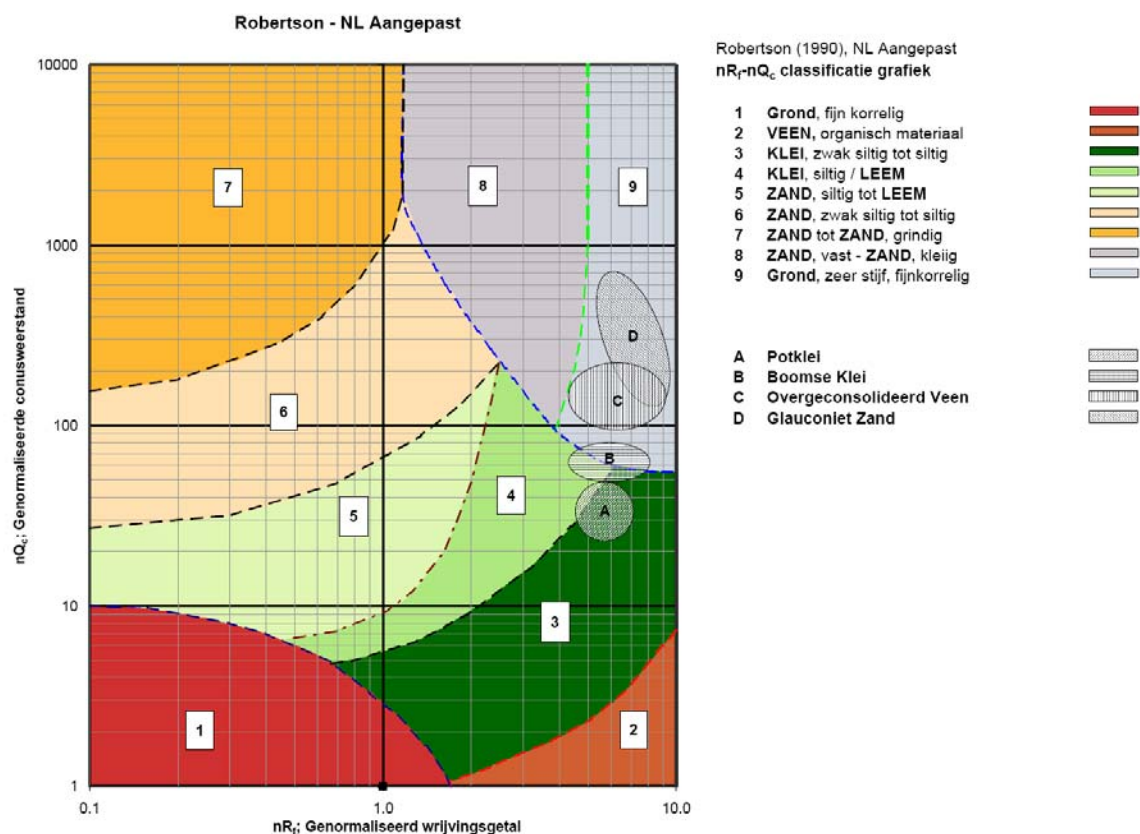
Genormaliseerde conusweerstand:
$$nQ_c = \frac{q_t - \sigma_{v0}}{\sigma'_{v0}}$$

Genormaliseerd wrijvingsgetal:
$$nR_f = \frac{100 \cdot f_s}{q_t - \sigma_{v0}}$$

In geval er geen waterspanning is gemeten, wordt voor q_t de waarde van q_c gebruikt.

Voor de grondsoorten, die specifiek zijn voor de Nederlandse ondergrond condities, zijn in de Bodem Classificatiegrafiek van Robertson [1990] twee aanpassingen gedaan om de Nederlandse situatie beter te beschrijven:

- Gebieden 4 en 5 zijn anders ingedeeld, zodat losgepakte zanden en ondiepe kleilagen beter worden geïnterpreteerd. Deze aanpassingen zijn in onderstaande figuur weergegeven.
- Bovendien is een extra voorwaarde ingebracht om Holocene veenlagen goed te kunnen classificeren. Voor $q_c < 1,5$ MPa en $R_f > 5$ % wordt de grond als veen geclassificeerd.



Voor een aantal specifieke grondtypen, zoals bijvoorbeeld Potklei, Boomse klei, overgeconsolideerd veen en glauconiethoudend zand is tevens het classificatie gebied aangegeven. Deze stemmen niet direct overeen met de benamingen van gebieden 1 tot en met 9.

² Robertson, P.K. [1990] "Soil Classification using the cone penetration test". Canadian Geotechnical Journal, 27(1), 151-8²

De identificatie is indicatief en alleen geldig voor lagen onder de grondwaterstand. De resultaten dienen te worden geverifieerd met boringen of geologische informatie. Uitgedroogde cohesieve top lagen geven een te hoge waarde worden voor het wrijvingsgetal, waardoor bijvoorbeeld uitgedroogde kleilagen mogelijk onterecht worden geïnterpreteerd als veenlagen. Ook is de correlatie voor de top lagen minder betrouwbaar vanwege het lage effectieve spanningsniveau in deze lagen.

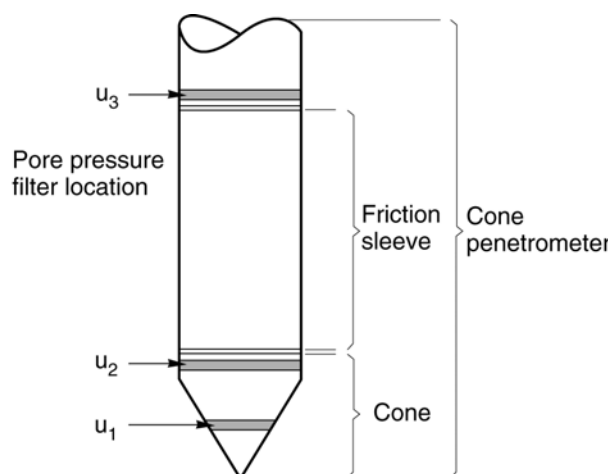
Andere conustypen

Naast de meting van conusweerstand en plaatselijke wrijving is het mogelijk extra (combinaties van) metingen uit te voeren. In onderstaand schema zijn enkele mogelijkheden aangegeven. Indien gewenst kan nadere informatie over metingen en toepassingsmogelijkheden worden verschaft.

type meting	Meetresultaten	toepassingsmogelijkheden
waterspanning	waterspanning ter plaatse van de punt	registreren waterremmende lagen indicatie stijghoogte grondwater classificatie / gelaagdheid bodem
magnetometer	Magnetische veldsterkte in 3 orthogonale richtingen (X,Y,Z)	Blindganger onderzoek, onderzoek ligging obstakels (stalen leidingen, grondankers), onderzoek paalpunt niveau / schoorstand funderingspalen, onderzoek ligging onderzijde stalen damwanden
geleidbaarheid	elektrische geleiding grond en grondwater	indicatie waterkwaliteit / zoet - zout water grens onderzoek verspreiding verontreiniging
temperatuur	temperatuurmeting op verschillende diepten	warmteoverdracht in de bodem bepaling temperatuurgradiënt
schuifgolfsnelheid (seismisch)	dynamische bodemparameters op verschillende diepten	machinefunderingen, windturbinefunderingen
versnelling	versnellingen op verschillende diepten	heitrillingen / verkeerstrillingen
MIP (membrane interface probe)	verticale verspreiding van vluchtige (gechloreerde) koolwaterstoffen	bestudering zak/drijflagen en/of verontreinigingen met vluchtige (gechloreerde) koolwaterstoffen
ROST (rapid optical screening tool)	verticale verspreiding van (aromatische) koolwaterstoffen	bestudering zak/drijflagen en/of verontreinigingen met (aromatische) koolwaterstoffen

Waterspanningssonderingen

Naast registratie van conusweerstand en plaatselijke wrijvingsweerstand wordt bij een groot deel van de sonderingen waterspanning geregistreerd. Een waterspanningsconus (*piëzo-conus*) is voorzien van een ingebouwde druksensor, waarmee de waterdruk tijdens het sonderen wordt gemeten. Een filter voorkomt het contact van grond met de druksensor. De waterdruk kan op drie locaties in de conus worden gemeten waarbij de posities u_1 en u_2 veelvuldig voorkomen (zie figuur 1). Positie u_3 wordt zelden toegepast. Slechts een kleine hoeveelheid water ($0,2 \text{ mm}^3$) is nodig om een nauwkeurige waterdruk te meten. Het meetbereik kan worden gekozen afhankelijk van de te verwachten wateroverspanning. In stijve kleien kan deze oplopen tot meer dan 3 MPa.



Figuur 1 Principe piëzo-conus

Uitvoeringswijze

Om een juiste meting van de waterspanning te verkrijgen, dient het gehele meetsysteem volledig ontluicht en gevuld te zijn met een weinig samendrukbare vloeistof. Om te voorkomen dat de vloeistof tijdens het sonderen in de onverzadigde lagen boven de grondwaterstand wegvloeit zijn een juiste keuze van vloeistof, het gebruik van een rubber membraam, een goede uitvoering en de poriëngrootte van het filter belangrijk.

Indien het grondwater relatief ondiep aanwezig is, wordt bij voorkeur voorgeboord tot het niveau van de grondwaterspiegel teneinde luchttoetreding te voorkomen. Hiermee wordt ook de kans op beschadiging en in de grond achterblijven van het rubber membraan verkleind.

Interpretatie

De resultaten van de piëzo-sonderingen bestaan uit de gemeten conusweerstand (q_c), de plaatselijke wrijvingsweerstand (f_s), het wrijvingsgetal (R_f), de gemeten waterspanning (u_1 of u_2 respectievelijk in de punt en achter de punt) en de wateroverspanningindex B_q .

De resultaten van de waterspanningsmeting tijdens het sonderen vormen uit grondmechanisch en geohydrologisch oogpunt een belangrijke extra informatiebron voor de interpretatie van de bodemopbouw. Door combinatie van de meting van de conusweerstand en de waterspanning, bij voorkeur samen met de plaatselijke wrijvingsweerstand, wordt optimaal gebruik gemaakt van de sondeertechniek en kan het benodigde aanvullend grondonderzoek efficiënter worden gepland.

Bij de interpretatie speelt met name de wateroverspanning een rol, dat wil zeggen de verhoging van de waterspanning die door het indrukken van de conus ontstaan is. Dunne cohesieve laagjes in een zandpakket en dunne zandlaagjes in een kleipakket, die in de conusweerstand en de plaatselijke wrijvingsweerstand door uitmiddeling niet of slecht zichtbaar zijn, kunnen goed worden gedetecteerd aan de hand van de water(over)spanningen, die door het sonderen ontstaan. Deze laagjes kunnen van groot belang zijn voor het zettingsgedrag van funderingen en voor de verticale (on)doorlatendheid van de grond.

Verder kunnen met de piëzo-conus, met name via de u_1 -meting, sterk gelaagde structuren van zand en klei onderscheiden worden van homogene lagen hetgeen op basis van conusweerstand en plaatselijke wrijving in de meeste gevallen niet lukt. Aangetoond is dat het detectievermogen van de u_1 -meting veel hoger is dan van de u_2 -meting.

Wateroverspanningindex B_q

Met de wateroverspanningindex B_q kan een meer nauwkeurige classificatie van de grondsoort worden verkregen. Deze index is de verhouding van de wateroverspanning en de netto conusweerstand q_{net} , zijnde de gemeten conusweerstand q_c gecorrigeerd voor de waterspanning op het netto oppervlak van de sondeerconus, rekeninghoudend met de heersende effectieve verticale spanning op het betreffende niveau. De wateroverspanningindex B_q wordt als volgt berekend:

$$B_q = \beta \cdot (u_1 - u_0) / q_{net} \quad \text{of} \quad B_q = (u_2 - u_0) / q_{net}$$

waarin:

- β = factor voor de verschillende grondsoorten voor omrekening van u_1 naar u_2 ; standaard wordt hiervoor aangehouden 0,8, zijnde normaal geconsolideerde kleien (zie hierna volgende tabel);
- q_{net} = $q_t - \sigma_{v0}$ = netto conusweerstand;
- q_t = $q_c + (1-a) \cdot \{\beta \cdot (u_1 - u_0) + u_0\}$ voor een filter in de conuspunt;
- q_t = $q_c + (1-a) \cdot u_2$ voor een filter direct achter de conuspunt;
- σ_{v0} = de verticale grondspanning; standaard wordt hierbij uitgegaan van een gemiddeld volumiek gewicht van de bodemlagen van 14 kN/m^3 en een grondwaterstand op 1 m beneden maaiveld;
- a = netto oppervlakteverhoudingscoëfficiënt van de conus i.v.m. de spleet achter de conuspunt;
- u_1 = de gemeten waterdruk bij een filterplaatsing *in* de punt;
- u_2 = de gemeten waterdruk bij een filterplaatsing *achter* de punt;
- u_0 = de hydrostatische stijghoogte; standaard wordt hiervoor in de berekening een niveau uitgegaan van 1 m beneden maaiveld.

Voor andere grondsoorten zijn de β -factoren in onderstaande tabel gegeven.

Grond gedrag	β -factor
Normaal geconsolideerde klei	0,6 - 0,8
Licht overgeconsolideerde klei	0,5 - 0,7
Sterk overgeconsolideerde klei	0 ¹⁾ - 0,3
Leem samendrukbaar	0,5 - 0,6
Leem, vast en dilatant gedrag	0 ¹⁾ - 0,2
Zand siltig, los gepakt	0,2 - 0,4

¹⁾ Bij meting van de waterspanning achter de conuspunt worden in bepaalde gevallen negatieve waterspanningen gemeten. Deze waarden geven nauwelijks een indicatie van de doorlatendheid, doch alleen over het materiaalgedrag.

Dissipatietest

Het is ook mogelijk het sondeerproces op een bepaalde diepte tijdelijk te stoppen en de afname van de wateroverspanning (dissipatie) als functie van de tijd te registreren. Daarna kan het sondeerproces worden voortgezet.

In doorlatende gronden geeft de dissipatietest een goed beeld van de heersende hydrostatische waterspanning en daarmee van de stijghoogte. Het betreft slechts een indicatie aangezien de meetnauwkeurigheid beperkt is. Door het uitvoeren van meerdere metingen in een grondlaag en de gemiddelde waarde van de stijghoogte te bepalen kan een beduidend hogere nauwkeurigheid worden behaald. Ervaring leert dat de onnauwkeurigheid circa 0,5 m bedraagt. Voor een meer nauwkeurige bepaling en de optredende fluctuaties zijn peilbuismetingen over een langere waarnemingsperiode nodig, afhankelijk van het doel.

In slecht doorlatende, cohesieve lagen kan met behulp van de dissipatietest een indicatie van de consolidatiecoëfficiënt en daarmee van de verticale (on)doorlatendheid worden verkregen. Hierbij dient de dissipatietest te worden voortgezet totdat de wateroverspanning tenminste met 50 % is afgenomen. In de praktijk komt dat in zand overeen met circa 1/2 uur à 3/4 uur. Uit berekeningen en kwalitatieve vergelijking van de metingen wordt inzicht verkregen in het consolidatiegedrag van de grond. Voor het vaststellen van de heersende hydrostatische waterspanning in kleilagen is de dissipatietest in de meeste gevallen weinig geschikt, vanwege de benodigde lange aanpassingstijd en de onnauwkeurigheid.

Klassenindeling EN-ISO 22476-1

Voorafgaand aan de uitvoering diende een keuze te worden gemaakt binnen welke kwaliteitsklasse met bijbehorende toelaatbare meetonzekerheid het werk minimaal uitgevoerd moet worden. De klassenindeling heeft voornamelijk betrekking op de nauwkeurigheid van de gemeten parameters.

Door invoering van de Eurocode is op Europees niveau de internationale sondeernorm EN-ISO 22476-1 "Electrical cone and piezocone testing" ontwikkeld, welke de oorspronkelijke NEN 5140 heeft vervangen. De nieuwe elektrische sondeernorm **EN-ISO 22476-1** is in opzet vergelijkbaar met de oude Nederlandse norm NEN 5140 voor elektrische sonderingen. Een verschil tussen norm **EN-ISO 22476-1** met NEN 5140 is dat in de nieuwe norm de nauwkeurigheid van de meetresultaten wordt gekoppeld aan het toepassingsgebied met bijbehorend bodemkenmerken / geschiktheid voor interpretatie en afleiding van bodemparameters. Verder is de meting van de waterspanning genormeerd.

In de Europese tabel van sondeerklassen worden de sondeerklassen ingedeeld naar de toepassing van de sondering, zie onderstaande tabel.

Toepassing Klasse	Test type	Gemeten parameter	Toegestane minimum nauwkeurigheid ^a	Maximum lengte tussen metingen	Gebruik	
					Grondsoort ^b	Interpretatie ^c
1	TE 2	Conus weerstand Mantel wrijving Waterspanning Helling Sondeerlengte	35 kPa of 5 % 5 kPa of 10 % 10kPa of 2 % 2° 0,1 m of 1%	20 mm	A	G, H
2	TE1 TE2	Conus weerstand Mantel wrijving Waterspanning Helling Sondeerlengte	100 kPa of 5 % 15 kPa of 15 % 25 kPa of 3 % 2° 0,1 m of 1 %	20 mm	A B C D	G, H* G, H G, H G, H
3	TE1 TE2	Conus weerstand Mantel wrijving Waterspanning ^d Helling Sondeerlengte	200 kPa of 5 % 25 kPa of 15 % 50 kPa of 5 % 5° 0,2 m of 2 %	50 mm	A B C D	G G, H* G, H G, H
4	TE1	Conus weerstand Mantel wrijving Sondeerlengte	500 kPa of 5 % 50 kPa of 20 % 0,2 m of 1 %	50 mm	A B C D	G* G* G* G*
NOOT 1 Richtlijnen voor gebruik van Tabel 2 zijn gegeven in bijlage F.						
NOOT 2 Voor uiterst slappe gronden maken soms nog hogere nauwkeurigheden noodzakelijk.						
^a De toegestane minimum nauwkeurigheid van de gemeten parameters is de grootste van de twee genoemde. De relatieve nauwkeurigheid geldt voor de gemeten waarde en niet voor het meetbereik. ^b Volgens ISO 14688-2: A Homogene gronden bestaande uit zeer slappe tot stijve kleien (en silt) ($q_c < 3$ MPa) B Gemengde bodemprofielen met slappe tot stijve kleien ($q_c \leq 3$ MPa) en matig vaste tot vaste zanden (conusweerstand $5 \text{ MPa} \leq q_c < 10 \text{ MPa}$) C Gemengde bodemprofielen met stijve kleien (conusweerstand $1,5 \text{ MPa} \leq q_c < 3 \text{ MPa}$) en zeer dichte zanden ($q_c > 20 \text{ MPa}$) D Zeer stijve tot harde kleien ($q_c \geq 3 \text{ MPa}$) en zeer vaste grove gronden ($q_c \geq 20 \text{ MPa}$) ^c G vaststelling bodemprofiel en bepaling van grondsoort met een laag niveau van onzekerheid G* indicatieve vaststelling bodemprofiel en bepaling van grondsoort met een hoog niveau van onzekerheid H interpretatie met betrekking tot ontwerp met een laag niveau van onzekerheid H* interpretatie met betrekking tot ontwerp met een hoog niveau van onzekerheid ^d Waterspanning kan alleen worden gemeten als TE2 wordt toegepast.						

Voor projecten, waarbij parameters op basis van Tabel 2.b NEN 9997-1 worden afgeleid, is een hoge nauwkeurigheidsklasse gewenst. Het is echter in een bodemgesteldheid met zowel zeer slappe grondlagen als zeer vaste zandlagen met hoge conusweerstand onmogelijk om aan de eisen van toepassing klasse 1 voldoen zoals ook blijkt uit de bovenstaande tabel. Het bij Fugro gehanteerde meetsysteem voor sonderen is bijzonder nauwkeurig door toepassing van digitale conussen, strikte kwaliteitscontroles en calibraties. In de praktijk is gebleken dat standaard Fugro sonderingen in de nieuwe norm voor het overgrote deel (>95%) in toepassingsklasse 2 vallen. Sonderingen volgens toepassingsklasse 3 in de nieuwe norm zijn vergelijkbaar met sonderingen volgens klasse 2 van de oude NEN 5140.

Toepassingklasse 1 sonderingen kunnen alleen met speciale gevoelige conussen met een beperkt meetbereik en een kleibodemprofiel met $q_c < 3$ MPa worden bereikt. In bodemprofielen waarin zowel zeer slappe lagen als zeer vaste lagen voorkomen kan de hoogste meetnauwkeurigheid van klasse 1 enigszins worden benaderd door aanvullende maatregelen en procedures. Toepassingklasse 2 sonderingen kunnen in bodemprofielen, waarin zowel zeer slappe lagen als zeer vaste lagen voorkomen, alleen worden verkregen door toepassing van digitale conussen met regelmatige calibraties, aanvullende uitvoeringsmaatregelen en kwaliteitscontroles. Toepassingklasse 1 is in deze bodem niet haalbaar. De enige praktische indicatie over de bereikte sondeerklasse is controle van calibraties en 0-puntsverlopen tussen het begin en eind van de sondering.

In de praktijk komt het af en toe voor dat sonderingen worden uitgevoerd, waarbij door de opdrachtgever is aangegeven dat de maaiveldhoogte niet ten opzichte van een vast referentiepeil (NAP) hoeft te worden vastgelegd. Deze sonderingen voldoen derhalve op dit punt niet aan **EN-ISO 22476-1**.

Klassenindeling NEN 5140

De norm NEN 5140 ging uit van vier kwaliteitsklassen. Voorafgaand aan de uitvoering diende een keuze te worden gemaakt binnen welke kwaliteitsklasse met bijbehorende toelaatbare meetonzekerheid het werk minimaal uitgevoerd moet worden. De klassenindeling heeft voornamelijk betrekking op de nauwkeurigheid van de gemeten conusweerstand, plaatselijke wrijvingsweerstand en diepte, zoals blijkt uit de onderstaande tabel.

klasse	Meetgrootheid	toelaatbare meetonzekerheid	meetinterval
1	Conusweerstand	0,05 MPa of 3%	20 mm
	Plaatselijke wrijvingsweerstand	0,01 MPa of 10%	
	Helling	2°	
	Sondeerdiepte	0,2 m of 1 %	
2	Conusweerstand	0,25 MPa of 5%	50 mm
	Plaatselijke wrijvingsweerstand	0,05 MPa of 15%	
	Helling	2°	
	Sondeerdiepte	0,2 m of 2 %	
3	Conusweerstand	0,5 MPa of 5%	100 mm
	Plaatselijke wrijvingsweerstand	0,05 MPa of 20%	
	Helling	5°	
	Sondeerdiepte	0,2 m of 2 %	
4	Conusweerstand	0,5 MPa of 5%	100 mm
	Plaatselijke wrijvingsweerstand	0,05 MPa of 20%	
	Sondeerlengte	0,1 m of 1%	
Opmerking: De toelaatbare meetonzekerheid is de grotere waarde van de absolute meetonzekerheid en de relatieve meetonzekerheid. De relatieve meetonzekerheid geldt voor de meetwaarde en niet voor het meetbereik.			

Vergelijking van de gespecificeerde nauwkeurigheden van de NEN 5140 en NEN-EN-ISO 22476-1 laat zien dat de nauwkeurigheid van de meest in NL gehanteerde sondeerklasse 2 volgens NEN 5140 iets hoger ligt dan die van de toepassingklasse 3 volgens de ISO norm.

LEGENDA TERREINPROEVEN EN GRONDSOORTEN

Boringen / Peilbuizen

	Handboring nog niet uitgevoerd
	Handboring uitgevoerd
	Handboring uitgevoerd met 1 peilbuis
	Handboring uitgevoerd met 2 peilbuizen
	Mechanische boring nog niet uitgevoerd
	Mechanische boring uitgevoerd
	Mechanische boring uitgevoerd met 1 peilbuis
	Mechanische boring uitgevoerd met 2 peilbuizen
	Mechanische boring uitgevoerd met 3 peilbuizen
	Boring uitgevoerd door derden
	Boring uitgevoerd met peilbuis door derden
	Gedrukte peilbuis (PB) / minifilter (MF) nog niet uitgevoerd
	Gedrukte peilbuis (PB) / minifilter (MF) uitgevoerd

Overige symbolen

	Meetpunt
	Hoogtemaat

Sonderingen

	Sondering met plaatselijke kleefmeting nog niet uitgevoerd
	Sondering met plaatselijke kleefmeting uitgevoerd
	Sondering zonder plaatselijke kleefmeting nog niet uitgevoerd
	Sondering zonder plaatselijke kleefmeting uitgevoerd
	Slagsondering uitgevoerd
	Handsondering uitgevoerd
	Multigrondwatersondering nog niet uitgevoerd
	Multigrondwatersondering uitgevoerd
	Sondering met bolconus nog niet uitgevoerd
	Sondering met bolconus uitgevoerd
	Waterspanningsmeter nog niet uitgevoerd
	Waterspanningsmeter uitgevoerd
	Sondering uitgevoerd door derden
	Sondering met plaatselijke kleefmeting uitgevoerd door derden
	Hellingmeterbuis nog niet uitgevoerd
	Hellingmeterbuis uitgevoerd

Type sonderingen

D	Diepsondering
HS	Handsondering
S	Slagsondering

Toegevoegde metingen

KM	Meting van de plaatselijke kleef
P	Meting van de waterspanning
M	Meting van de magnetische veldsterkte
G	Meting van de geleidbaarheid
S	Meting van de schuifgolfsnelheid (seismische meting)
T	Meting van de temperatuur

Legenda / Terminologie

Grind

	Grind, siltig
	Grind, zwak zandig
	Grind, matig zandig
	Grind, sterk zandig
	Grind, uiterst zandig

Zand

	Zand, kleilig
	Zand, zwak siltig
	Zand, matig siltig
	Zand, sterk siltig
	Zand, uiterst siltig

Veen

	Veen, mineraalarm
	Veen, zwak kleilig
	Veen, sterk kleilig
	Veen, zwak zandig
	Veen, sterk zandig

Klei

	Klei, zwak siltig
	Klei, matig siltig
	Klei, sterk siltig
	Klei, uiterst siltig
	Klei, zwak zandig
	Klei, matig zandig
	Klei, sterk zandig

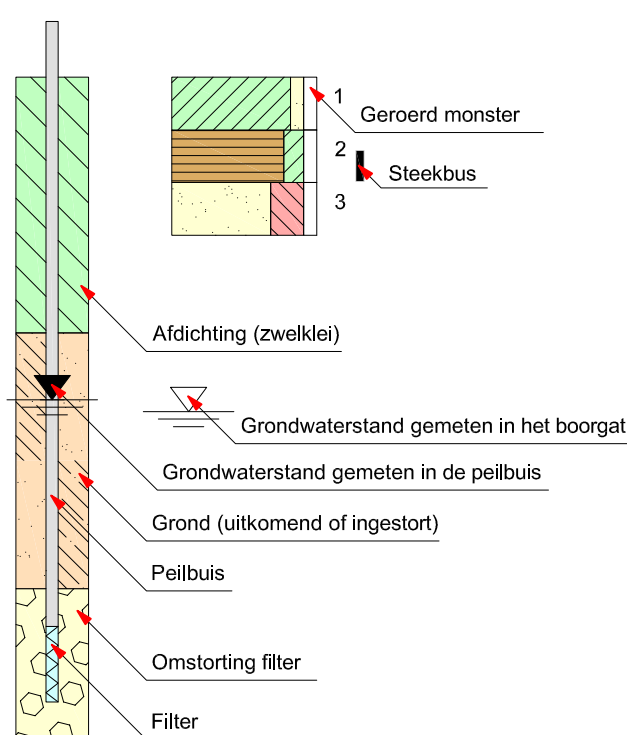
Leem

	Leem, zwak zandig
	Leem, sterk zandig

Overige toevoegingen

	Zwak humeus
	Matig humeus
	Sterk humeus
	Zwak grindig
	Matig grindig
	Sterk grindig
	Puin

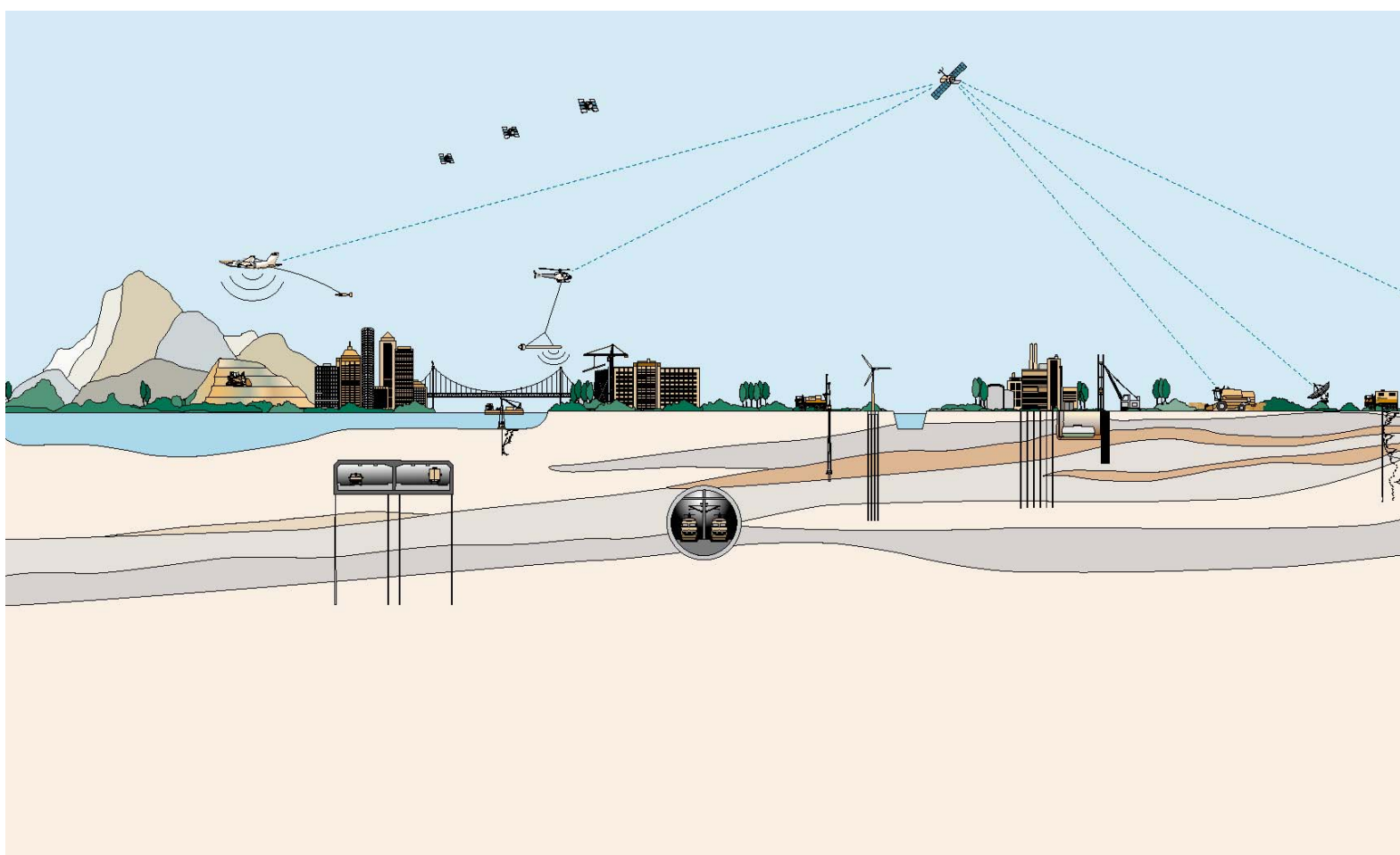
Peilbuis



GEOTECHNISCH ONDERZOEK EN
FUNDERINGSADVIES
betreffende

**PALEIS VAN JUSTITIE
(PRINSENGRACHT 432-436)
TE AMSTERDAM**

Opdrachtnummer: 1015-0590-003



GEOTECHNISCH ONDERZOEK EN
FUNDERINGSADVIES
betreffende

**PALEIS VAN JUSTITIE
(PRINSENGRACHT 432-436)
TE AMSTERDAM**

Opdrachtnummer: 1015-0590-003

Opdrachtgever : CTF Amsterdam B.V.
p/a Aedes Real Estate
Professor Tulpstraat 23
1018 GZ Amsterdam

Constructeur : Van Rossum Raadgevend Ingenieurs te Amsterdam
Pedro de Medinalaan 3a
1086 XK Amsterdam

Projectleider : ing. A.P.M. Heddes
Senior Geotechnical Consultant

Opgesteld door : ing. A.O. Aparicio Sáez
Adviseur Geotechniek

VERSIE	DATUM	OMSCHRIJVING WIJZIGING	PARAAF PROJECTLEIDER
1	2 mei 2016		

FILE: 1015-0590-003_31.R01.docx

Opdrachtgever : CTF Amsterdam B.V.
p/a Aedes Real Estate
Professor Tulpstraat 23
1018 GZ Amsterdam

Constructeur : Van Rossum Raadgevend Ingenieurs te Amsterdam
Pedro de Medinalaan 3a
1086 XK Amsterdam

Projectleider : ing. A.P.M. Heddes
Senior Geotechnical Consultant

Opgesteld door : ing. A.O. Aparicio Sáez
Adviseur Geotechniek

VERSIE	DATUM	OMSCHRIJVING WIJZIGING	PARAAF PROJECTLEIDER
1	2 mei 2016		

FILE: 1015-0590-003_31.R01.docx

<u>INHOUDSOPGAVE</u>	<u>Blz.</u>
1. ALGEMENE TOELICHTING	1
1.1. Inleiding	1
1.2. Projectomschrijving	1
2. GEOTECHNISCH ONDERZOEK EN BODEMGESTELDHEID	2
2.1. Algemeen	2
2.2. Globale bodemgesteldheid	2
3. FUNDERINGSADVIES	3
3.1. Algemeen	3
3.2. Fundering op palen	3
 <u>BIJLAGEN</u>	 <u>Nr.</u>
<u>Geotechnisch onderzoek</u>	
- Rapportage Geotechnisch Veldwerk	1015-0590-003_21_KR02
 <u>Funderingsadvies</u>	
- Berekening en toetsing rekenwaarde netto draagkracht	A1

1. ALGEMENE TOELICHTING

1.1. Inleiding

Op 21 maart 2016 ontving Fugro GeoServices B.V. te Amsterdam van Aedes Real Estate te Amsterdam de opdracht voor het uitvoeren van een geotechnisch onderzoek alsmede het uitbrengen van een funderingsadvies van de bestaande houten palen voor het project "Paleis van Justitie" aan de Prinsengracht 432-436 te Amsterdam.

Dit rapport bevat:

- een korte projectomschrijving;
- een beschrijving van het uitgevoerde geotechnisch onderzoek en de bodemgesteldheid (hoofdstuk 2);
- een funderingsadvies en berekening van de draagkracht (hoofdstuk 3);
- aanbevelingen met betrekking tot de uitvoering (hoofdstuk 4).

De resultaten van dit onderzoek zijn gebaseerd op de opdracht en de in het rapport beschreven uitgangspunten. Fugro neemt geen verantwoordelijkheid voor de juistheid van andere dan door ons gerapporteerde conclusies en interpretaties. De gerapporteerde resultaten van het geotechnisch onderzoek mogen slechts worden gehanteerd voor het doel zoals in de opdracht is beschreven.

1.2. Projectomschrijving

Het plan betreft de herontwikkeling van het Paleis van Justitie gelegen aan de Prinsengracht 432-436 te Amsterdam.

Bovenstaande gegevens zijn door de constructeur verstrekt.

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

Voor nadere gegevens omtrent de constructie verwijzen wij u naar de berekeningen en tekeningen van de constructeur.

2. GEOTECHNISCH ONDERZOEK EN BODEMGESTELDHEID

2.1. Algemeen

Het geotechnisch grondonderzoek voor dit project is in twee fasen uitgevoerd.

De eerste fase van het grondonderzoek is uitgevoerd tussen 4 en 7 april 2016 en heeft bestaan uit 13 diepsonderingen (DKM1 t/m DKM13) met meting van de plaatselijke wrijvingsweerstand (code DKM) tot circa 30 m diepte. Deze sonderingen zijn aan de straatzijde rondom het Paleis van Justitie uitgevoerd.

De tweede fase van het grondonderzoek is op 19 april 2016 op de binnenplaats van het Paleis van Justitie uitgevoerd. Vanwege de aanwezigheid van puin in de ondergrond is sondering DKM14 gestaakt en is alleen sondering DKM15A uitgevoerd.

De resultaten van het geotechnisch onderzoek, eventuele afwijkingen van de opdracht en opmerkingen zijn gepresenteerd in de bijlagen "Rapportage Geotechnisch Veldwerk".

2.2. Globale bodemgesteldheid

De maaiveldniveaus ter plaatse van de sondeerlocaties varieerden ten tijde het de eerste fase van het onderzoek van NAP +1,73 m tot NAP +0,94 m.

De globale bodemgesteldheid is naast de sondeergrafieken weergegeven.

Tijdens de uitvoering van het grondonderzoek is de grondwaterstand aangetroffen variërend van NAP -0,2 m tot NAP -1,0 m. Deze grondwaterstand is een éénmalige opname en bedoeld als een oriënterend gegeven. De grondwaterstand kan in de tijd fluctueren onder invloed van de weersgesteldheid en de seizoenen.

3. FUNDERINGSADVIES

3.1. Algemeen

Het Paleis van Justitie is in de loop van de voorgaande eeuwen herontwikkeld, waardoor het gehele bouwblok is opgedeeld in verschillende bouwdelen. Het gehele bouwblok is echter wel op houten palen gefundeerd, maar door verschillende bouwdelen zal de paalbelasting per locatie verschillen.

Fugro GeoServices B.V. heeft in enkele inspectieputten de staat van enkele bestaande houten palen onderzocht, alsmede de kopdiameter bepaald en houtmonster genomen. Daarnaast zijn lintvoegmetingen uitgevoerd, om de scheefstand van het pand vast te stellen.

In paragraaf 3.2 is de paal draagkracht bepaald van de bestaande houten palen uitgaande van de gemiddeld aangetroffen paalkopdiameters. Mogelijk is relatie te leggen tussen het toelaatbare draagvermogen per sondeerlocatie en de opgetreden vervormingen van de gevel.

Het funderingsadvies voor dit project is opgesteld conform de norm geotechniek NEN 9997-1. Daarnaast is gebruik gemaakt van de leidraad "Maatwerk" welke door de gemeente Amsterdam is opgesteld voor de toetsing en beoordeling van bestaande funderingen.

In het ontwerpstadium zijn in het algemeen geen gedetailleerde gegevens beschikbaar met betrekking tot het palenplan, de exacte paalbelastingen, de gebouwsijfheid en de vervormingseisen. Derhalve wordt in dit stadium van het project volstaan met de toetsing van de uiterste grenstoestand (UGT) type B op sterkte. Voor de meeste paaltypen, zoals grondverdringende palen en avegaarpalen met relatief kleine diameter, is deze grenstoestand veelal maatgevend, zodat hiermee ook de andere grenstostanden worden ondervangen.

Voor de paalfundering is uitgegaan van verticaal, centrisc en op druk belaste palen. Momenten, trekbelastingen en horizontale belastingen zijn niet beschouwd.

3.2. Fundering op palen

Voor de bepaling van de rekenwaarde van de draagkracht van de bestaande tapse houten palen zijn voor dit project de volgende uitgangspunten gehanteerd:

- Er is uitgegaan van een installatieniveau van de palen vanaf maaiveldniveau.
- De gemiddelde grondwaterstand is aangehouden op NAP -0,4 m.
- In de berekeningen is, conform "Maatwerk" uitgegaan van een tapsheid van de palen van 8 mm /m'.
- In de berekeningen is uitgegaan van tapse houten palen met een kopdiameter van Ø 210 mm, Ø 220 mm, Ø 230 mm en Ø 240 mm.
- Conform "Maatwerk" is uitgegaan van een indringingslengte in de draagkrachtige zandlaag (1^{ste} zandlaag) van 0,5 m á 0,75 m.

De rekenwaarde van de draagkracht van de bestaande tapse houten palen op verschillende paalpuntniveaus is bepaald en de resultaten van deze berekeningen zijn weergegeven in tabel 3-1.

tabel 3-1: Paalpuntniveaus en rekenwaarden van de paal draagkracht

Sondering nr.	Maaiveldhoogte in m t.o.v. NAP	Paalpuntniveau in m t.o.v. NAP	$R_{c,net,d}$ in kN Houten paal - taps			
			Ø 210/95 mm *	Ø 220/105 mm	Ø 230/115 mm	Ø 240/125 mm
DKM1	+1,45	-12,0	45	55	65	75
		-12,1	65	75	95	110
		-12,2	85	100	120	135
		-12,3	90	105	125	145
		-12,4	90	110	130	150
		-12,5	95	115	135	155
		-12,6	100	120	140	165
		-12,7	105	125	145	170
DKM2	+1,25	-12,0	20	25	30	35
		-12,1	25	30	35	40
		-12,2	30	35	45	50
		-12,3	45	50	60	70
		-12,4	65	80	95	110
		-12,5	85	105	125	145
		-12,6	90	110	125	150
		-12,7	95	110	130	155
DKM3	+1,22	-12,0	5	10	10	15
		-12,1	15	20	25	25
		-12,2	25	30	40	45
		-12,3	40	45	55	65
		-12,4	50	60	70	85
		-12,5	60	70	85	95
		-12,6	70	85	95	110
		-12,7	80	95	110	125
DKM5	+0,96	-12,7	5	10	10	10
		-12,8	10	15	20	20
		-12,9	25	30	35	40
		-13,0	35	45	55	60
		-13,1	50	55	65	75
		-13,2	50	60	70	75
		-13,3	55	60	70	85
		-13,4	60	70	80	90

Sondering nr.	Maaiveldhoogte in m t.o.v. NAP	Paalpuntniveau in m t.o.v. NAP	$R_{c,net,d}$ in kN Houten paal - taps			
			Ø 210/95 mm *	Ø 220/105 mm	Ø 230/115 mm	Ø 240/125 mm
DKM6	+0,94	-12,7	15	15	20	25
		-12,8	20	25	30	35
		-12,9	30	40	45	50
		-13,0	45	50	60	70
		-13,1	55	70	80	85
		-13,2	60	70	75	85
		-13,3	60	70	75	85
		-13,4	60	70	80	90
DKM7	+1,03	-12,6	15	20	25	25
		-12,7	25	30	35	40
		-12,8	35	40	50	60
		-12,9	45	55	65	75
		-13,0	60	70	85	100
		-13,1	70	80	90	95
		-13,2	70	80	90	100
		-13,3	70	85	95	105
DKM8	+1,73	-12,6	10	15	15	20
		-12,7	15	20	25	30
		-12,8	25	30	40	45
		-12,9	40	50	55	65
		-13,0	55	65	75	85
		-13,1	60	70	80	90
		-13,2	60	70	80	90
		-13,3	65	75	85	95
DKM9	+1,10	-12,6	10	15	20	20
		-12,7	20	25	30	35
		-12,8	30	35	40	45
		-12,9	35	45	50	60
		-13,0	45	55	65	75
		-13,1	55	60	75	85
		-13,2	60	70	80	90
		-13,3	65	75	90	100
		-13,4	75	85	90	95

Sondering nr.	Maaiveldhoogte in m t.o.v. NAP	Paalpuntniveau in m t.o.v. NAP	$R_{c;net;d}$ in kN Houten paal - taps			
			Ø 210/95 mm *	Ø 220/105 mm	Ø 230/115 mm	Ø 240/125 mm
DKM10	+0,94	-12,4	20	25	30	35
		-12,5	30	40	45	55
		-12,6	45	55	65	80
		-12,7	60	75	85	95
		-12,8	65	75	85	100
		-12,9	70	80	90	105
		-13,0	75	85	90	100
		-13,1	70	80	85	95
		-13,2	65	75	85	95
DKM12	+0,98	-12,1	25	30	40	45
		-12,2	40	45	55	65
		-12,3	50	60	70	85
		-12,4	65	75	85	100
		-12,5	75	90	105	120
		-12,6	90	105	120	140
		-12,7	95	110	130	155
		-12,8	100	115	135	160
DKM13	+1,01	-12,3	20	25	25	30
		-12,4	30	35	45	50
		-12,5	40	50	60	70
		-12,6	55	65	75	85
		-12,7	65	75	85	90
		-12,8	65	75	80	85
		-12,9	65	70	75	85
		-13,0	60	70	80	90
DKM15A	+1,11	-12,5	20	20	25	30
		-12,6	25	30	35	40
		-12,7	30	40	45	55
		-12,8	40	50	60	70
		-12,9	50	55	60	70
		-13,0	50	55	65	75
		-13,1	50	60	70	80
		-13,2	55	65	75	85

Opmerkingen bij de tabel:

$R_{c;net;d}$ = rekenwaarde van de netto draagkracht van de paal. De negatieve kleef belasting is nihil.

* = de paalkopdiameter / aangenomen diameter van de punt.

Voor de tapsheid van de paal is uitgegaan van 8 mm/m' conform "Maatwerk".

Een voorbeeldberekening van de rekenwaarde van de netto draagkracht van een paal en de toetsing van UGT type B is gegeven in de bijlage A1.

Voor de berekening van de rekenwaarde van de maximale draagkracht en de toetsing van de UGT type B volgens 7.6.2.3 van NEN 9997-1 zijn de volgende uitgangspunten aangehouden:

- Het project is geplaatst in geotechnische categorie 2.
- Gezien de staat van de bebouwing kan de constructie als stijf worden beschouwd en is volgens tabel 1 van NEN 6743-1 voor de factor ξ een waarde van 1,26 gehanteerd.
- Aangezien de houten palen al 100 tot ruim 300 jaar aanwezig zijn worden geen terreinzakkingen groter dan 0,02 m verwacht en is conform 7.3.2.2(a) van NEN 9997-1 in de berekeningen geen negatieve kleeftbelasting verdisconteerd.
- In de berekeningen is uitgegaan van positieve kleeft vanaf de bovenzijde van de draagkrachtige zandlaag, variërend tussen NAP -11,5 m en NAP -12,5 m. Conform "Maatwerk" mag positieve kleeft worden gerekend vanaf de 'wadzandlaag' op circa NAP -6,0 m. Hier is vooralsnog niet vanuit gegaan.
- Bij de draagkrachtberekeningen zijn de volgende paalfactoren aangehouden;
 $\alpha_p = 1,0$
 $\alpha_s = 0,012$
 $\beta = 1,0$
 $s = 1,0$
- Conform "Maatwerk" is in de berekeningen uitgegaan van een partiele materiaalfactor
 $\gamma_{m;b} = 1,15$.

RAPPORTAGE

GEOTECHNISCH VELDWERK
betreffende

**PALEIS VAN JUSTITIE
(PRINSENGRACHT 432-436)
TE AMSTERDAM**

Opdrachtnummer: 1015-0590-003

VERSIE	DATUM	OMSCHRIJVING WIJZIGING	PARAAF PROJECTLEIDER
1	11 april 2016		APH
2	26 april 2016	DKM14 en DKM15 toegevoegd	

FILE: 1015-0590-003_21.KRV02.docx

RAPPORTAGE GEOTECHNISCH VELDWERK

Project	Paleis van Justitie (Prinsengracht 432-436) te Amsterdam	Opdrachtnummer	1015-0590-003
Opdrachtgever	CTF Amsterdam B.V. p/a Professor Tulpstraat 23 1018 GZ Amsterdam	Datum rapportage	26 april 2016
		Uitvoeringsperiode	4 t/m 7 april 2016 en 18 en 19 april 2016
Opgesteld door	J. Nikkels		
Gecontroleerd door	B. Smit		
Projectleider	ing. A.P.M. Heddes		
Documentnaam	1015-0590-003_21.KR02.docx		

Deze rapportage bevat de resultaten van het geotechnisch veldwerk dat ten behoeve van bovengenoemd project door Fugro GeoServices B.V. is uitgevoerd. De gerapporteerde resultaten van dit onderzoek mogen slechts worden gehanteerd voor het doel zoals in de opdracht is beschreven.

Tot deze rapportage behoren de volgende bijlagen:

- Situatiekening
- Sonderingen
- Continu Elektrisch Sonderen
- Legenda Terreinproeven en Grondsoorten

1. GEOTECHNISCH VELDWERK

Het geotechnisch veldwerk voor dit project heeft bestaan uit 14 sonderingen met meting van de plaatselijke wrijvingsweerstand.

Voor een verklaring van de op de situatietekening gebruikte tekens en symbolen wordt verwezen naar de bijlage "Legenda Terreinproeven en Grondsoorten".

2. COORDINATEN EN HOOGTE VAN ONDERZOEKSPUNTEN

Het uitzetten en inmeten van de onderzoekslocaties is uitgevoerd ten opzichte van NAP waarbij gebruik is gemaakt van een waterpasinstrument en een meetband. De maximale afwijking van de meting van de coördinaten bedraagt 25 cm, de maximale afwijking van de meting van de hoogte bedraagt 5 cm.

De bijgevoegde situatietekening is gebruikt voor het aangeven van de onderzoekslocaties.

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

3. SONDEREN

Het sonderen is uitgevoerd conform de vigerende richtlijnen en de NEN-EN-ISO 22476-1. Een beschrijving van de gevolgde meet- en registratiemethode is gegeven in de bijlage "Continu Elektrisch Sonderen".

Wanneer de sonderingen gebruikt worden voor de toetsing van geotechnische constructies dient de aard en omvang van het grondonderzoek te voldoen aan 3.2.3 van NEN 9997-1.

In verband met de mogelijke aanwezigheid van kabels en leidingen is ter plaatse van de sondeerlocaties tot 2,0 m beneden maaiveld voorgeboord.

Tijdens de uitvoering van het grondonderzoek zijn 4 sonderingen niet tot de gewenste diepte uitgevoerd. Indien tijdens de uitvoering van een sondering is gestuit op een obstakel, of de maximum drukcapaciteit is overschreden, zijn de sonderingen gestaakt en afgebroken. Hieronder in tabel 1 is per sondering een overzicht weergegeven.

Tabel 1: Overzicht gestaakte onderzoekslocaties:

Onderzoekslocaties	Diepte [m t.o.v. MV]	Diepte [m t.o.v. NAP]	Bijzonderheden
DKM4	ca. -3,9	ca. -2,9	Gestaakt, in verband met aangetroffen obstakel(s)
DKM4A			2 ^e poging. Hierbij is geen sondeerdata gewonnen
DKM11	ca. -2,5	ca. -1,5	Gestaakt, in verband met aangetroffen obstakel(s)
DKM11A	ca. -2,8	ca. -1,9	2 ^e poging gestaakt, in verband met aangetroffen obstakel(s)
DKM14			Meerdere pogingen om op diepte te komen. In verband met puin niet mogelijk. Hierbij is geen sondeerdata gewonnen
DKM15	ca. -13,6	ca. -12,7	Gestaakt, in verband met het bereiken van de maximum drukcapaciteit

4. (GROND)WATERSTAND

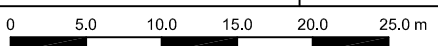
Het peil van een nabijgelegen open water is gedurende het grondonderzoek bepaald en is vermeld op de situatietekening. Deze waterstand is een eenmalige opname en bedoeld als een oriënterend gegeven.

Tijdens de uitvoering van het grondonderzoek is de grondwaterstand in de sondeergaten van DKM6 en DKM8 aangetroffen op 1,9 m beneden maaiveld, hetgeen overeenkomt met circa NAP -0,2 m tot NAP -1,0 m. Deze grondwaterstand is een eenmalige opname en bedoeld als een oriënterend gegeven. De grondwaterstand kan in de tijd fluctueren onder invloed van de weersgesteldheid en de seizoenen.

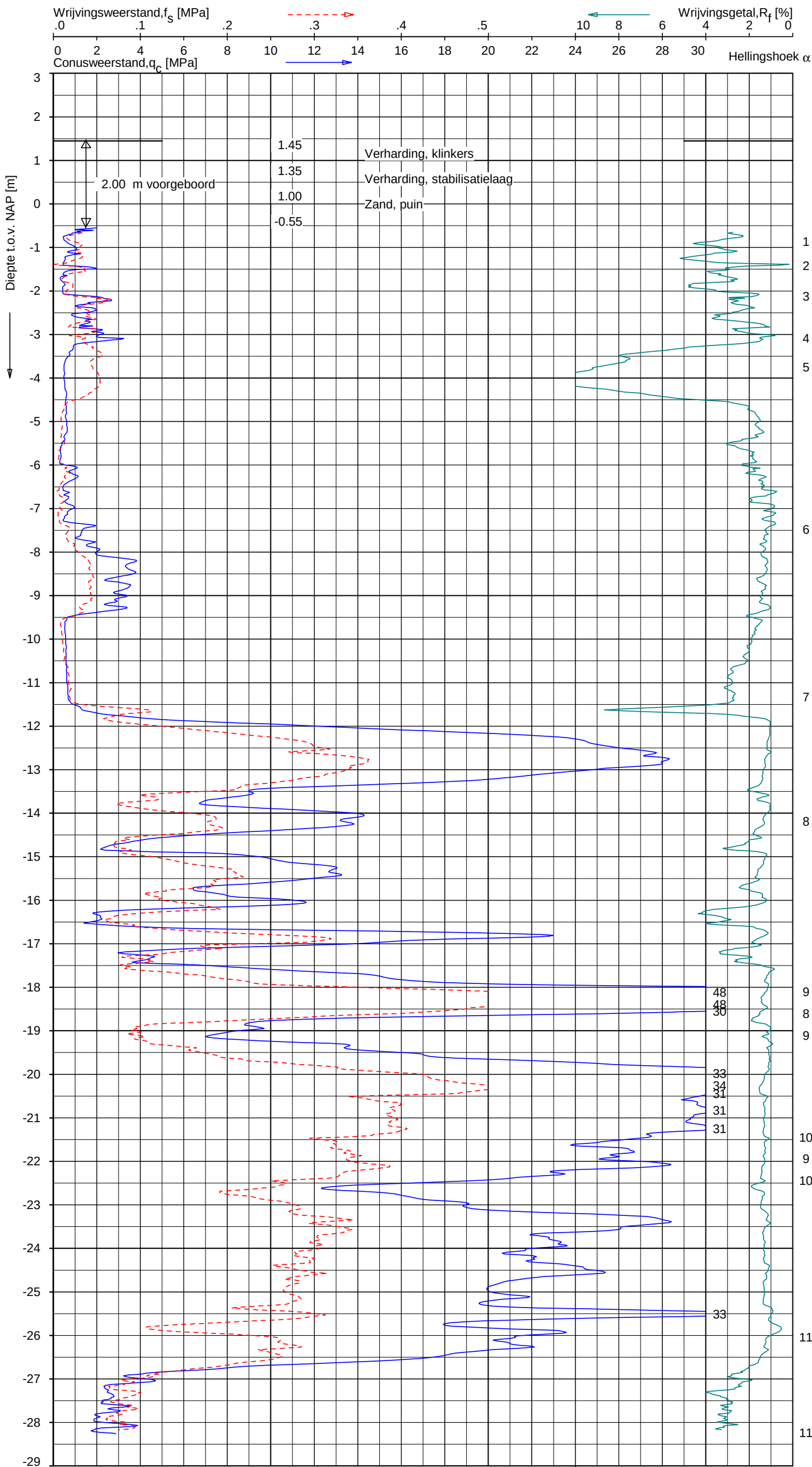
5. KWALITEITSBORGING

Alle werkzaamheden zijn verricht in overeenstemming met het managementsysteem van Fugro GeoServices B.V. dat voldoet aan de NEN-ISO 9001:2008 en VCA ** 2008/05.



Fugro GeoServices B.V. Kantoor Amsterdam Zekeringstraat 41a 1014 BV Amsterdam			Tel: 020 - 6 510 800 Fax: 020 - 6 916 769 www.fugro-nederland.nl				Revisie		
						Schaal		1 : 500	
SITUATIE									
PALEIS VAN JUSTITIE (PRINSENGRACHT 432-436) TE AMSTERDAM								Formaat	
								A2	
Getekend		Datum		Status		Projectnummer		Bijlage	
JNI		26-04-2016		DEFINITIEF		1015-0590-003		1	

P:\101015-0590-003\21_Uitvoering_terrillononderzoek\1015-0590-003.dwg



Indicatieve bodembeschrijving
Automatisch gegenereerd uit data
van de sondering, geldig onder
grondwaterpeil (Robertson 1990, NL corr.)

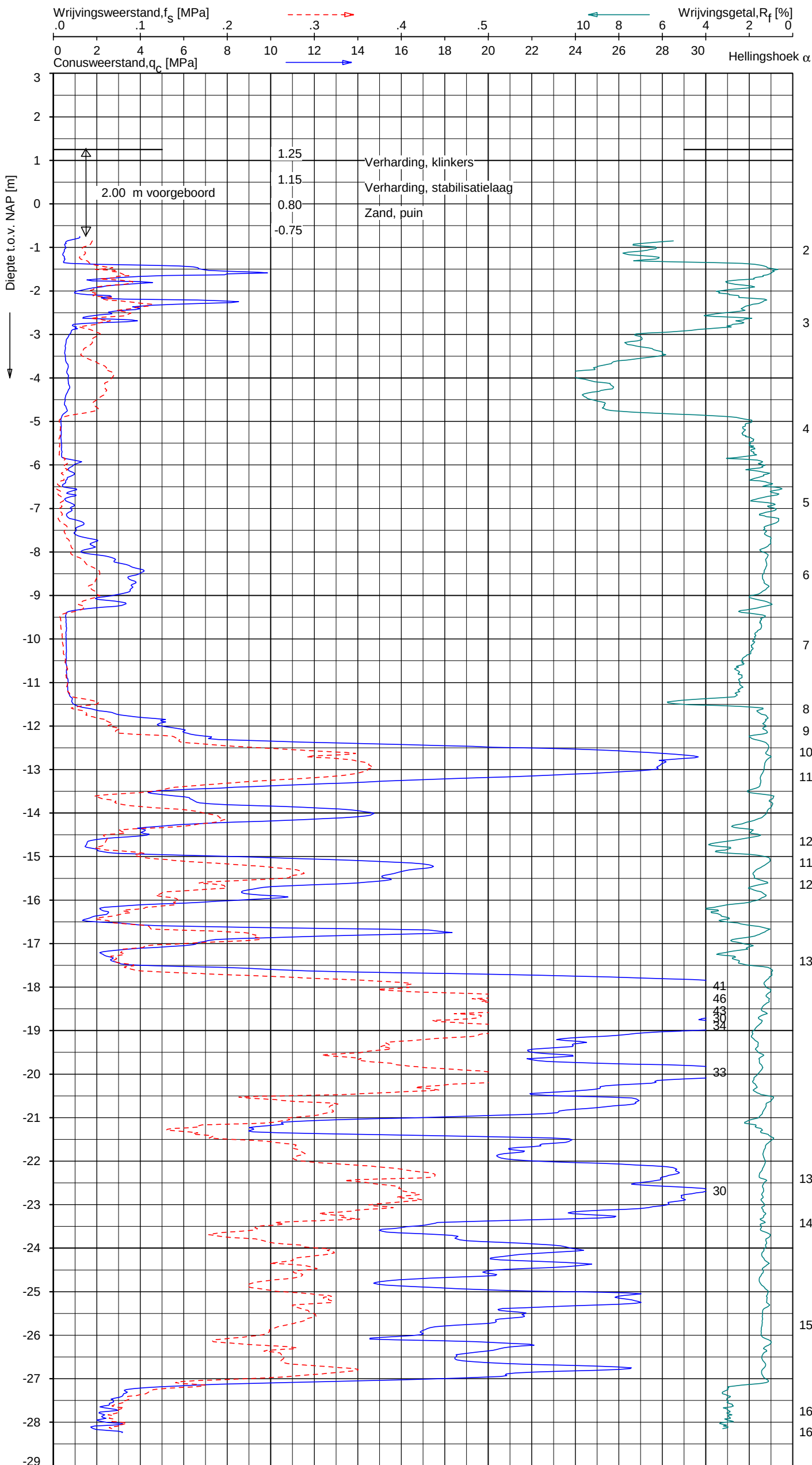


Opg.: AVS/MB d.d. 04-apr-2016 Coord.: X=120675.0m Y=486451.5m Systeem: RD
Get.: NIKKELSJ d.d. 11-apr-2016 MV = NAP +1.45 m Conus: CP15-CF75SN2 1701-2409
Sondering volgens norm NEN-EN-ISO 22476-1 Toepassingsklasse 2. Test type TE1
Conustype: $A_c = 1510 \text{ mm}^2$; $A_s = 19895 \text{ mm}^2$

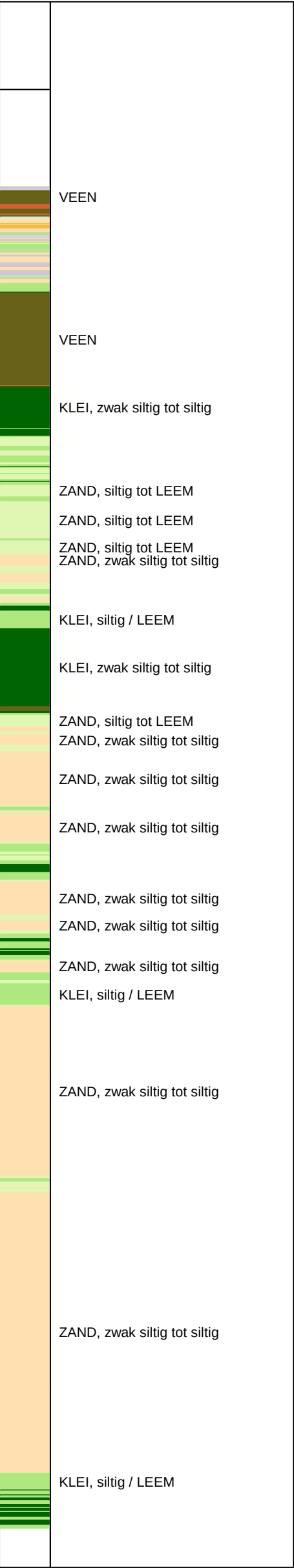
SONDERING MET PLAATSELIJKE KLEEFMETING

PALEIS VAN JUSTITIE (PRINSENGRACHT 432-436) TE AMSTERDAM

Opdr. 1015-0590-003
Sond. DKM1



Indicatieve bodembeschrijving
Automatisch gegenereerd uit data
van de sondering, geldig onder
grondwaterpeil (Robertson 1990, NL corr.)

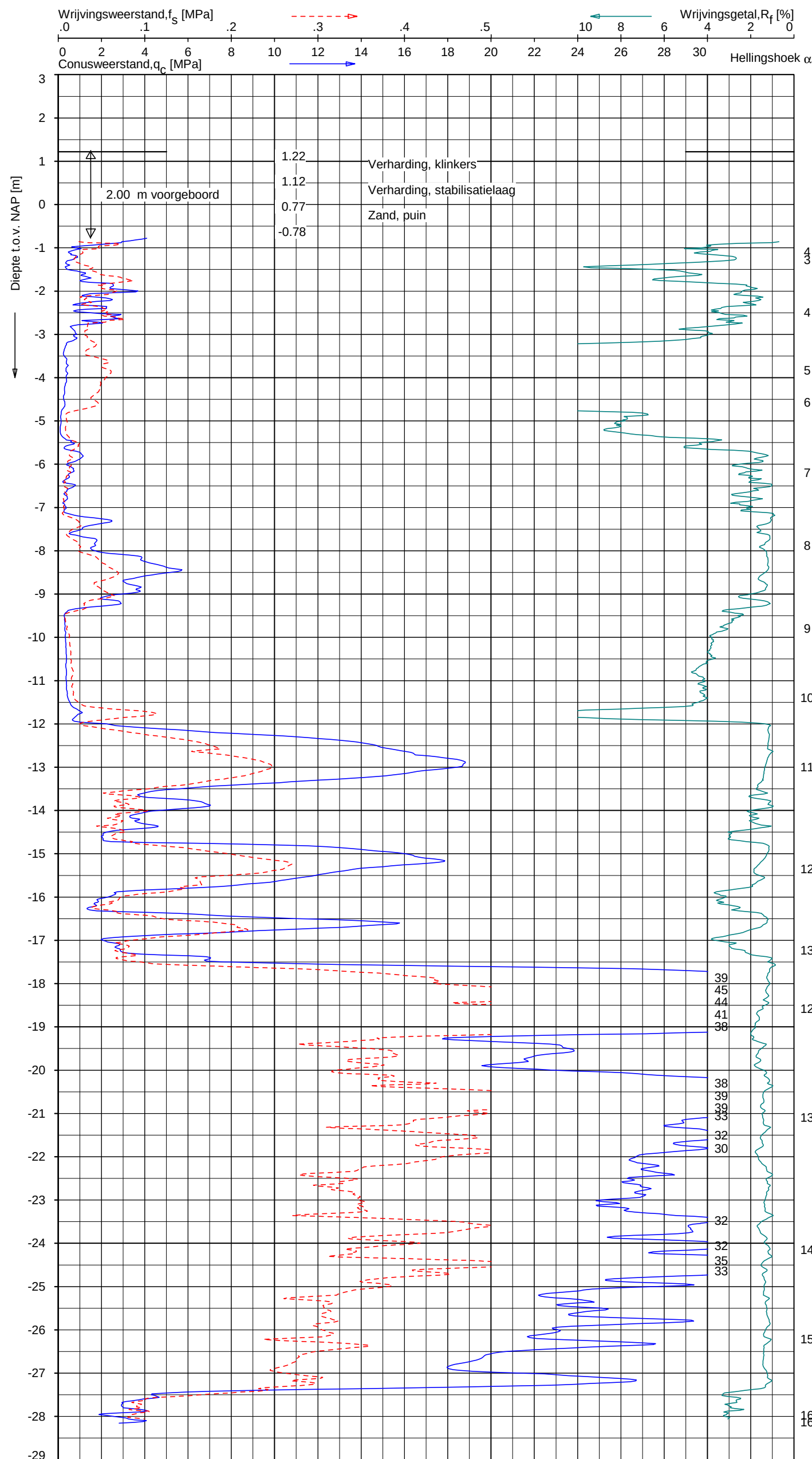


Opg.: AVS/MB d.d. 04-apr-2016 Coord.: X=120658.3m Y=486470.2m Systeem: RD
Get.: NIKKELSJ d.d. 11-apr-2016 MV = NAP +1.25 m Conus: CP15-CF75SN2 1701-2409
Sondering volgens norm NEN-EN-ISO 22476-1
Toepassingsklasse 2. Test type TE1
Conustype: $A_c = 1510 \text{ mm}^2$; $A_s = 19895 \text{ mm}^2$

SONDERING MET PLAATSELIJKE KLEEFMETING

PALEIS VAN JUSTITIE (PRINSENGRACHT 432-436) TE AMSTERDAM

Opdr. 1015-0590-003
Sond. DKM2



Indicatieve bodembeschrijving
Automatisch gegenereerd uit data
van de sondering, geldig onder
grondwaterpeil (Robertson 1990, NL corr.)



Opg.: AVS/MB d.d. 04-apr-2016 Coord.: X=120635.1m Y=486496.0m Systeem: RD Sondering volgens norm NEN-EN-ISO 22476-1
Get.: NIKKELSJ d.d. 11-apr-2016 MV = NAP +1.22 m Conus: CP15-CF75SN2 1701-2409 Toepassingsklasse 2. Test type TE1
Conustype: $A_c = 1510 \text{ mm}^2$; $A_s = 19895 \text{ mm}^2$

SONDERING MET PLAATSELIJKE KLEEFMETING

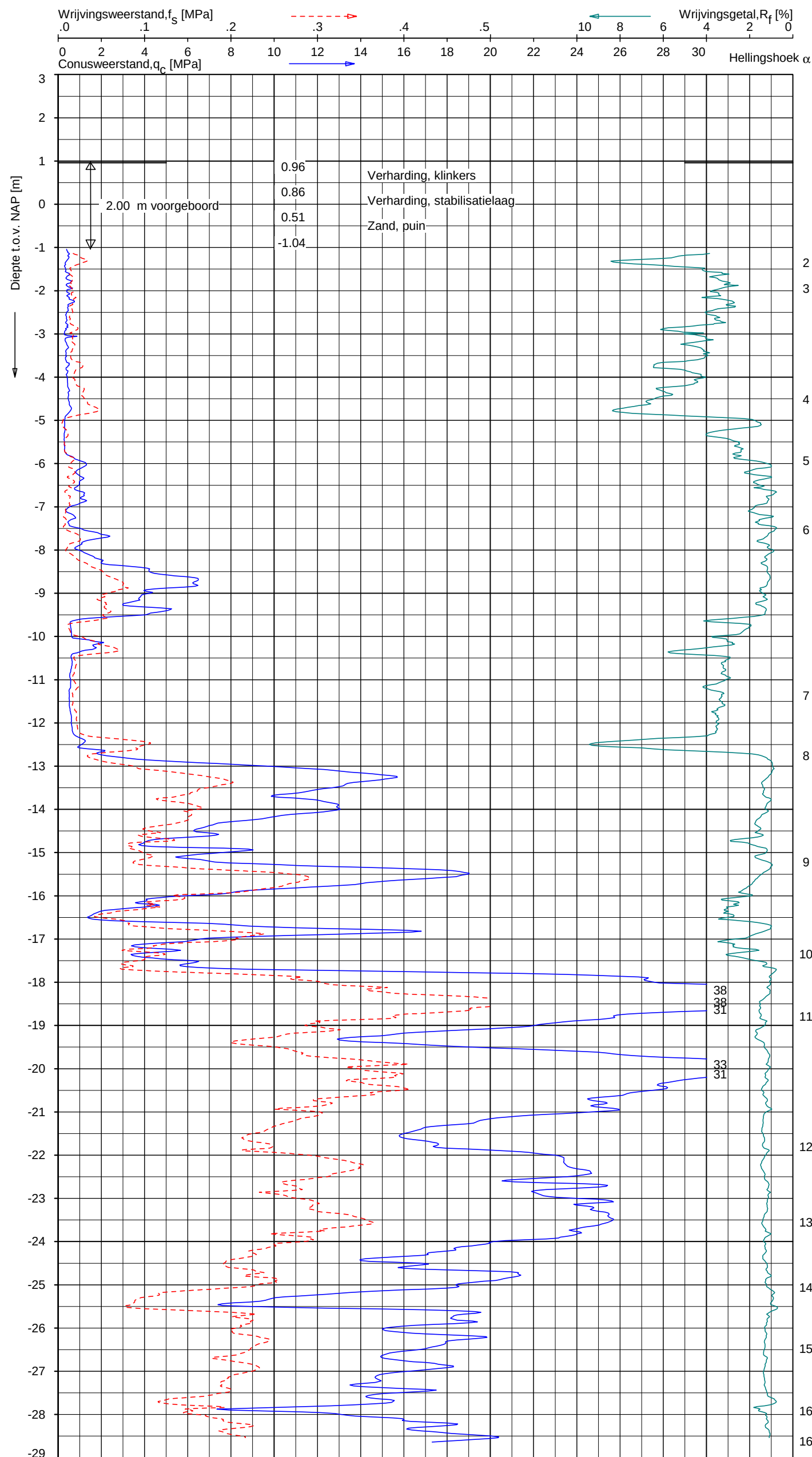
PALEIS VAN JUSTITIE (PRINSENGRACHT 432-436) TE AMSTERDAM

Opdr. 1015-0590-003
Sond. DKM3



PALEIS VAN JUSTITIE (PRINSENGRACHT 432-436) TE AMSTERDAM

Opdr. 1015-0590-003
Sond. DKM4



Indicatieve bodembeschrijving
Automatisch gegenereerd uit data
van de sondering, geldig onder
grondwaterpeil (Robertson 1990, NL corr.)

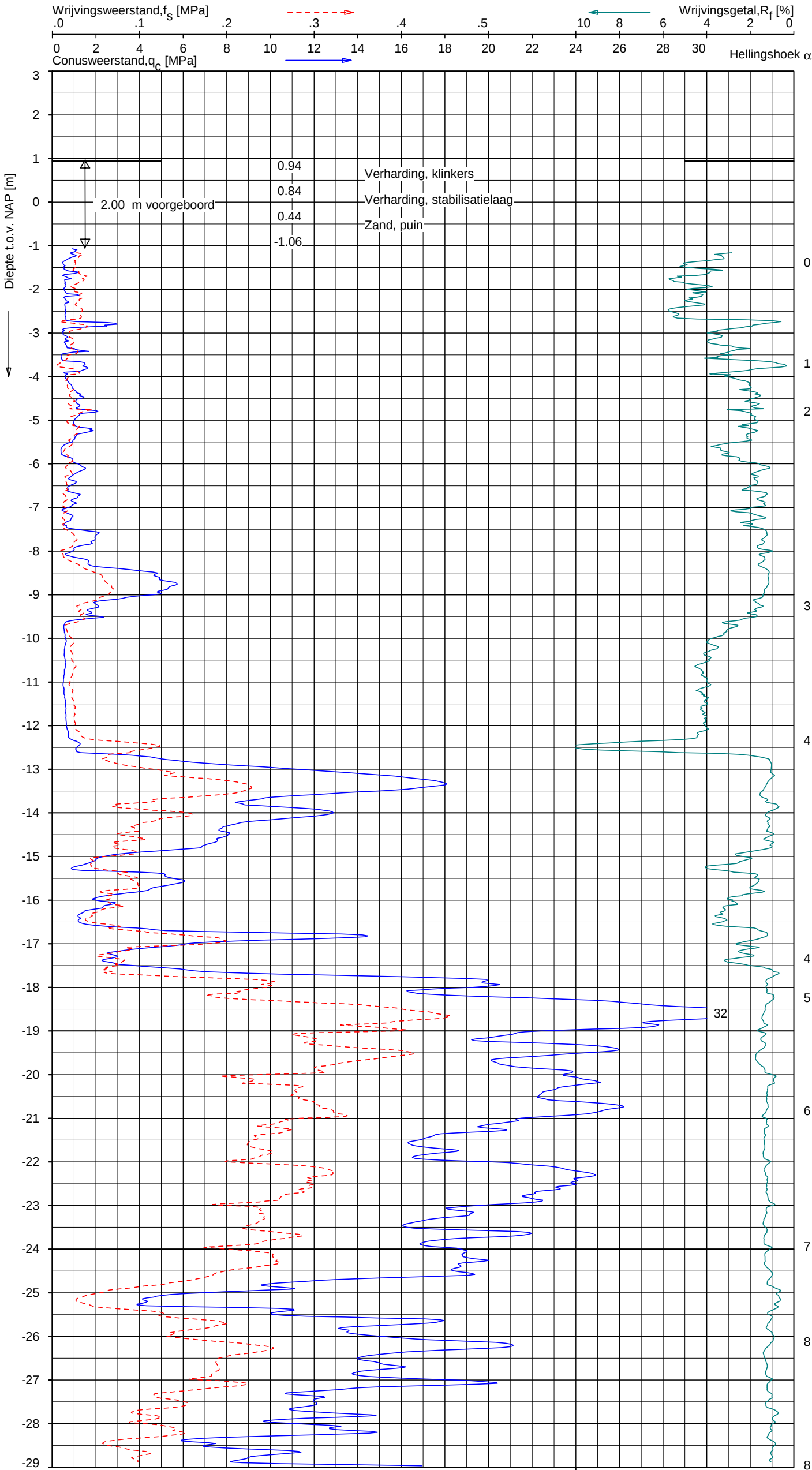


Opg.: AVS/MB d.d. 04-apr-2016 Coord.: X=120600.2m Y= 486535.6m Systeem: RD Sondering volgens norm NEN-EN-ISO 22476-1
Get.: NIKKELSJ d.d. 11-apr-2016 MV = NAP +0.96 m Conus: CP15-CF75SN2 1701-2409 Toepassingsklasse 2. Test type TE1
Conustype: A_c = 1510 mm²; A_s = 19895 mm²

SONDERING MET PLAATSELIJKE KLEEFMETING

PALEIS VAN JUSTITIE (PRINSENGRACHT 432-436) TE AMSTERDAM

Opdr. 1015-0590-003
Sond. DKM5



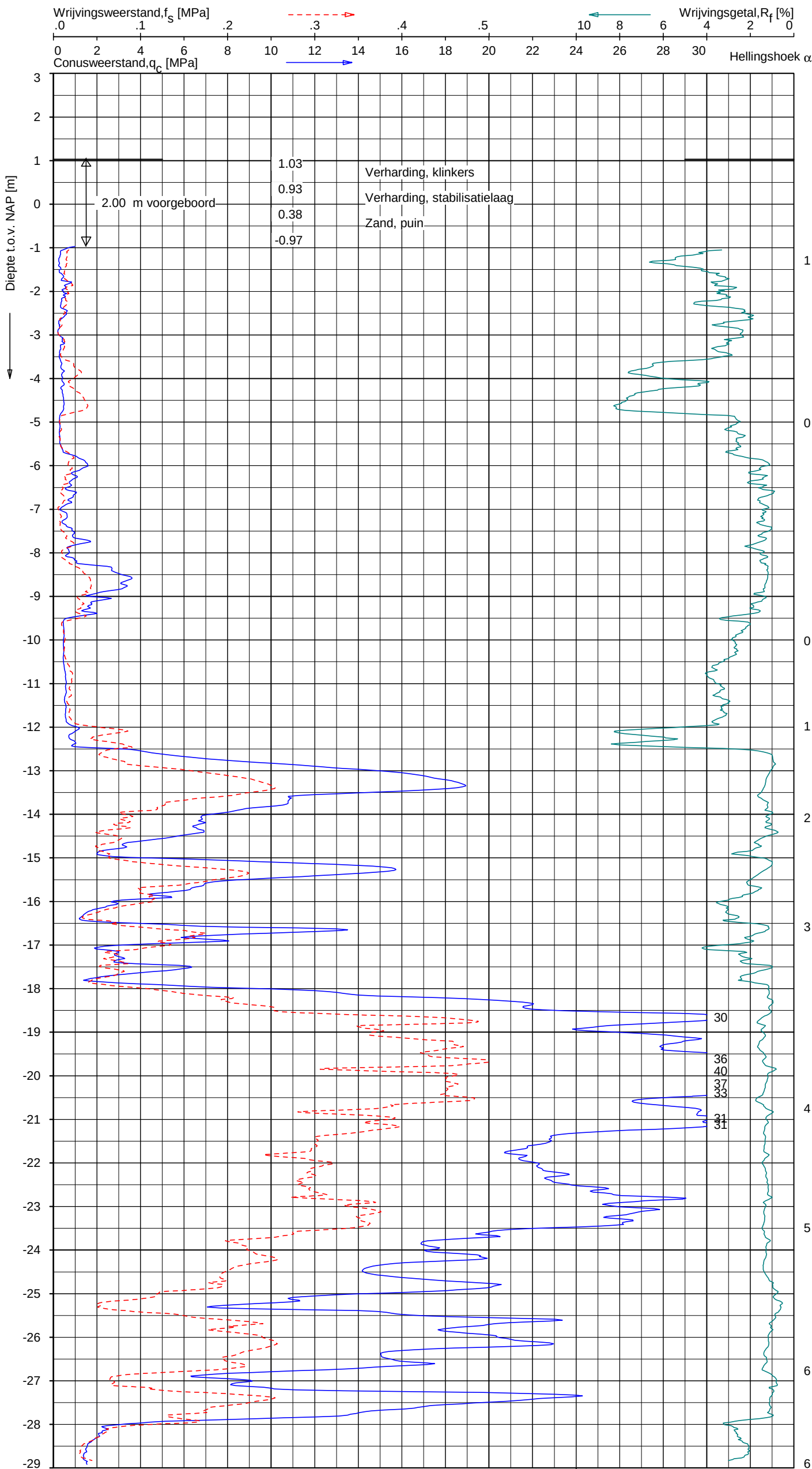
Indicatieve bodembeschrijving
Automatisch gegenereerd uit data
van de sondering, geldig onder
grondwaterpeil (Robertson 1990, NL corr.)



Opg. : AVS/JWV d.d. 05-apr-2016 Coord.: X=120593.0m Y= 486551.0m Systeem: RD Sondering volgens norm NEN-EN-ISO 22476-1
Get. : NIKKELSJ d.d. 11-apr-2016 MV = NAP +0.94 m Conus: CP15-CF75SN2 1701-2409 Toepassingsklasse 2. Test type TE1
Conus type: A_c = 1510 mm²; A_s = 19895 mm²

SONDERING MET PLAATSELIJKE KLEEFMETING
PALEIS VAN JUSTITIE (PRINSENGRACHT 432-436) TE AMSTERDAM

Opdr. 1015-0590-003
Sond. DKM6



Indicatieve bodembeschrijving

Automatisch gegenereerd uit data van de sondering, geldig onder grondwaterpeil (Robertson 1990, NL corr.)

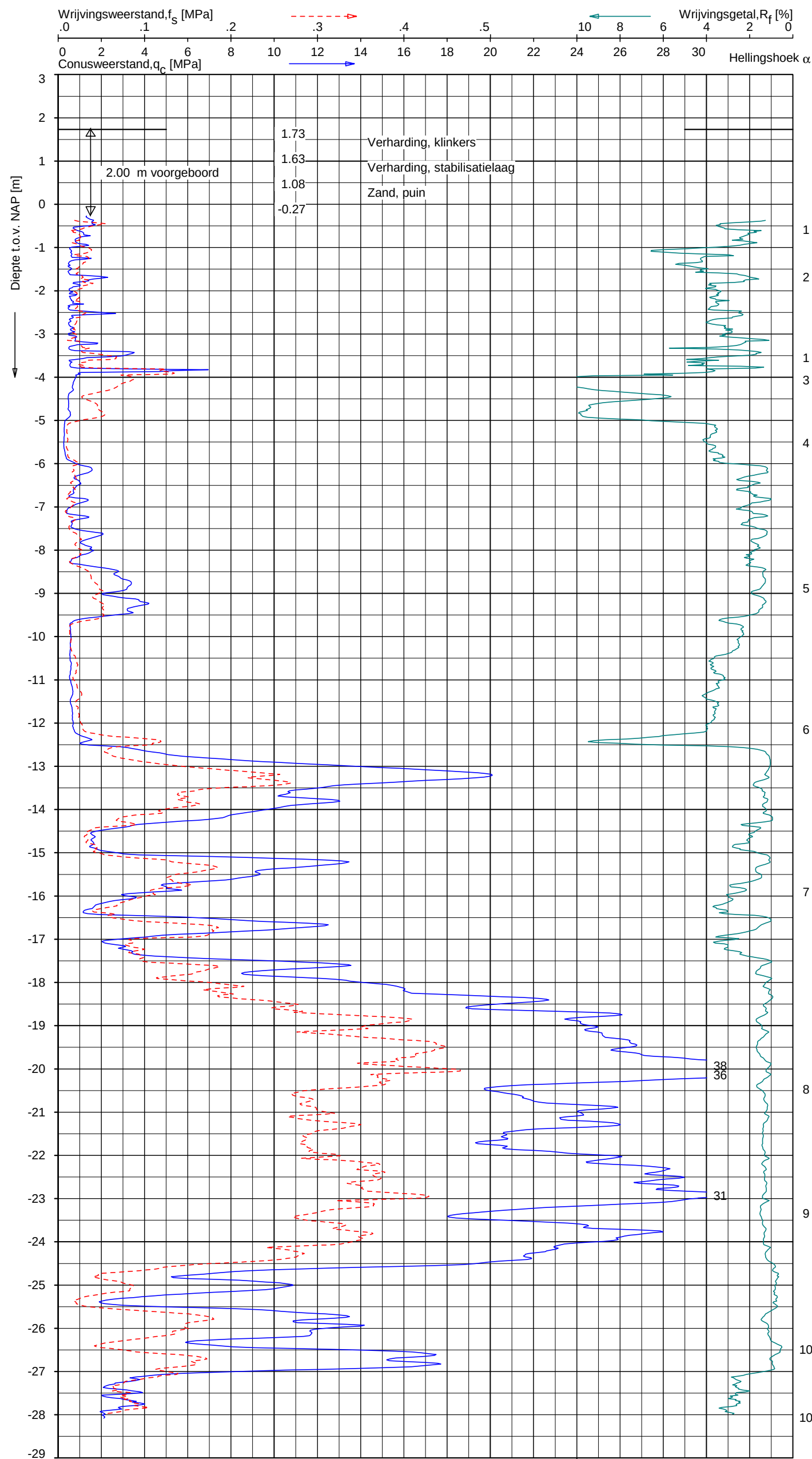


Opg.: AVS/JWV d.d. 05-apr-2016 Coord.: X=120612.0m Y=486563.0m Systeem: RD Sondering volgens norm NEN-EN-ISO 22476-1
Get.: NIKKELSJ d.d. 11-apr-2016 MV = NAP +1.03 m Conus: CP15-CF75SN2 1701-2409 Toepassingsklasse 2. Test type TE1
Conus type: $A_c = 1510 \text{ mm}^2$; $A_s = 19895 \text{ mm}^2$

SONDERING MET PLAATSELIJKE KLEEFMETING

PALEIS VAN JUSTITIE (PRINSENGRACHT 432-436) TE AMSTERDAM

Opdr. 1015-0590-003
Sond. DKM7



Indicatieve bodembeschrijving
Automatisch gegenereerd uit data
van de sondering, geldig onder
grondwaterpeil (Robertson 1990, NL corr.)

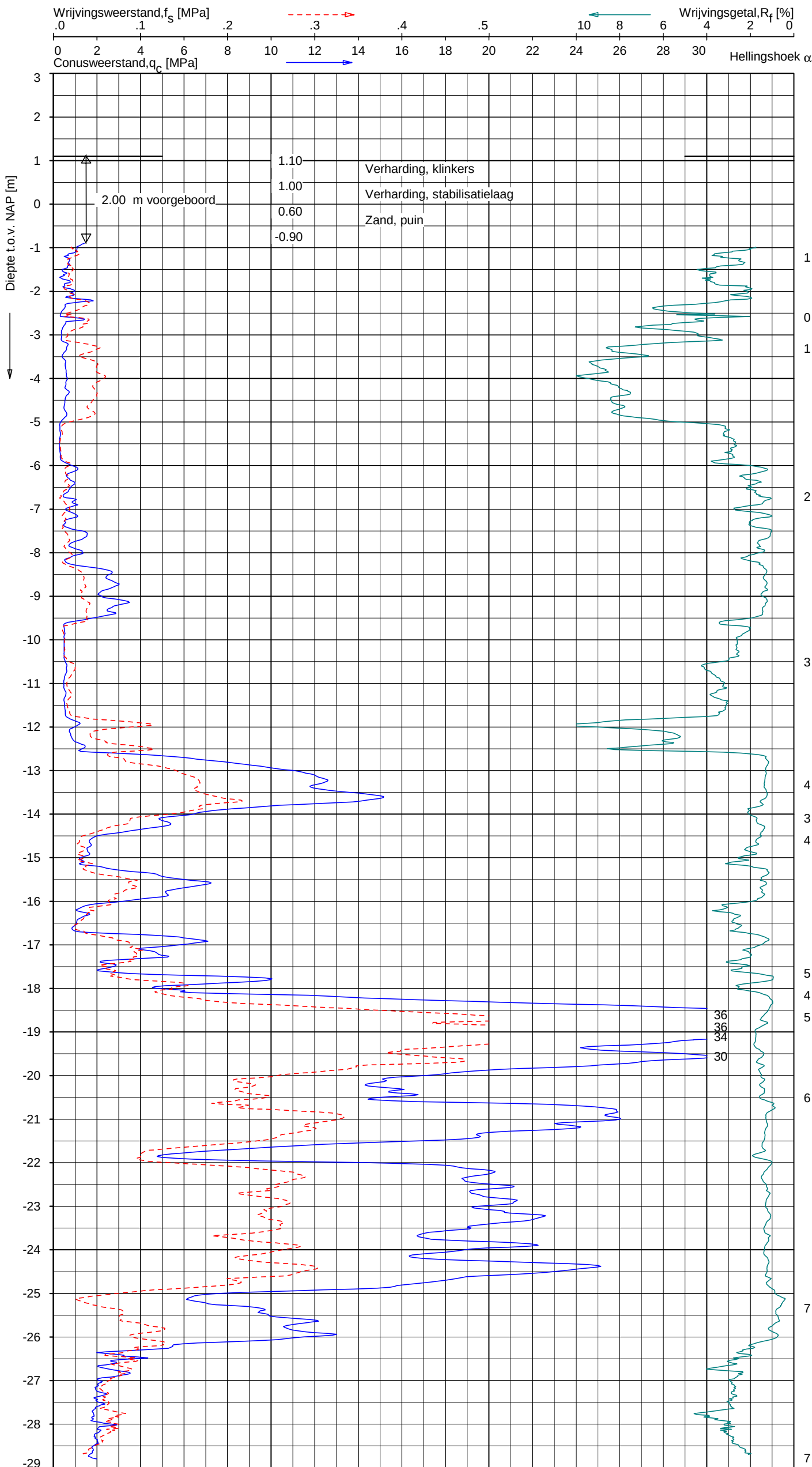


Opg.: AVS/JWV d.d. 05-apr-2016 Coord.: X=120626.7m Y=486571.5m Systeem: RD
Get.: NIKKELSJ d.d. 28-apr-2016 MV = NAP +1.73 m Conus: CP15-CF75SN2 1701-2409
Sondering volgens norm NEN-EN-ISO 22476-1
Toepassingsklasse 2. Test type TE1
Conustype: $A_c = 1510 \text{ mm}^2$; $A_s = 19895 \text{ mm}^2$

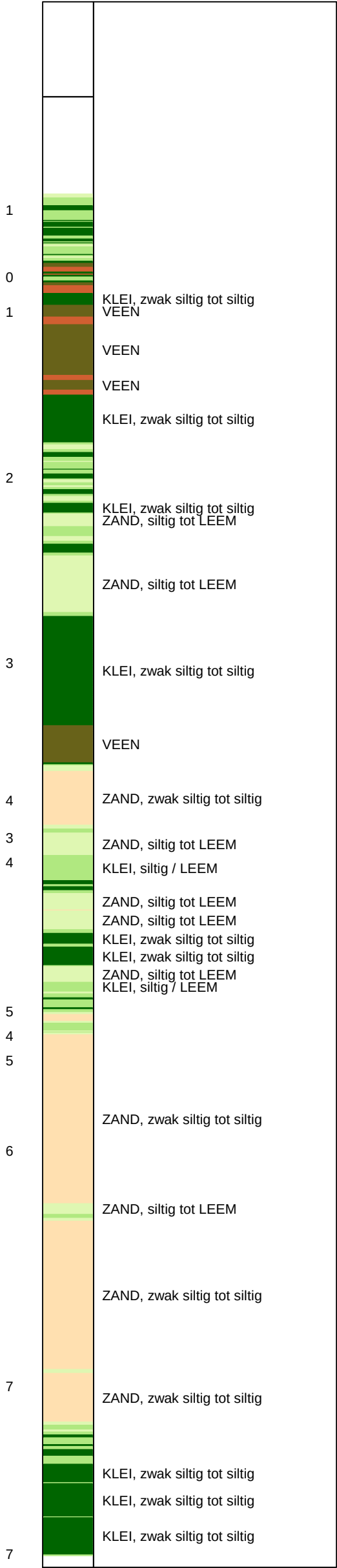
SONDERING MET PLAATSELIJKE KLEEFMETING

PALEIS VAN JUSTITIE (PRINSENGRACHT 432-436) TE AMSTERDAM

Opdr. 1015-0590-003
Sond. DKM8



Indicatieve bodembeschrijving
Automatisch gegenereerd uit data
van de sondering, geldig onder
grondwaterpeil (Robertson 1990, NL corr.)

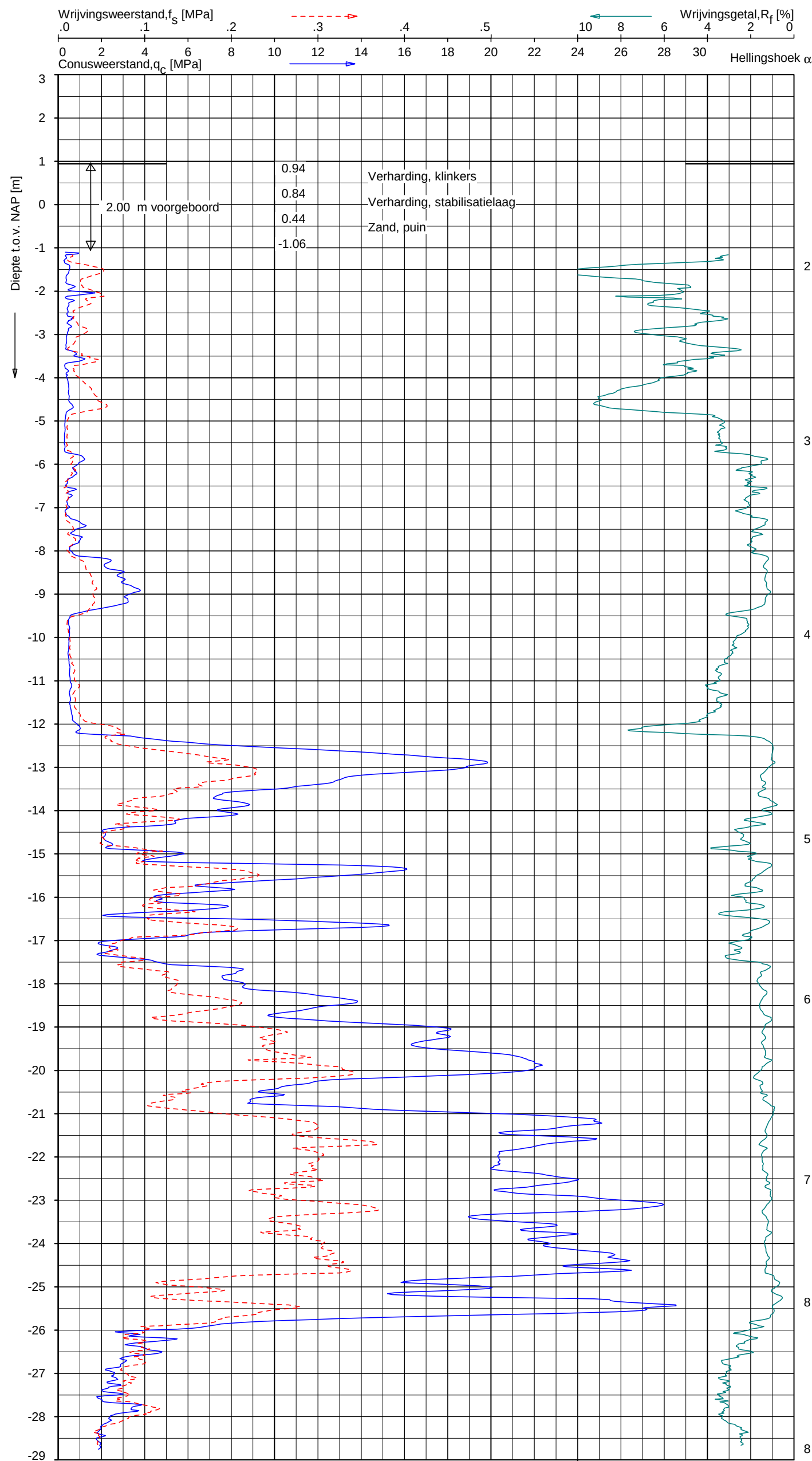


Opg.: AVS/JWV d.d. 05-apr-2016 Coord.: X=120650.9m Y= 486559.6m Systeem: RD Sondering volgens norm NEN-EN-ISO 22476-1
Get.: NIKKELSJ d.d. 11-apr-2016 MV = NAP +1.10 m Conus: CP15-CF75SN2 1701-2409 Toepassingsklasse 2. Test type TE1
Conustype: $A_c = 1510 \text{ mm}^2$; $A_s = 19895 \text{ mm}^2$

SONDERING MET PLAATSELIJKE KLEEFMETING

PALEIS VAN JUSTITIE (PRINSENGRACHT 432-436) TE AMSTERDAM

Opdr. 1015-0590-003
Sond. DKM9



Indicatieve bodembeschrijving
Automatisch gegenereerd uit data
van de sondering, geldig onder
grondwaterpeil (Robertson 1990, NL corr.)

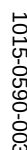


Opg.: AVS/JWV d.d. 05-apr-2016 Coord.: X=120666.6m Y=486542.8m Systeem: RD Sondering volgens norm NEN-EN-ISO 22476-1
Get.: NIKKELSJ d.d. 11-apr-2016 MV = NAP +0.94 m Conus: CP15-CF75SN2 1701-2409 Toepassingsklasse 2. Test type TE1
Conustype: A_c = 1510 mm²; A_s = 19895 mm²

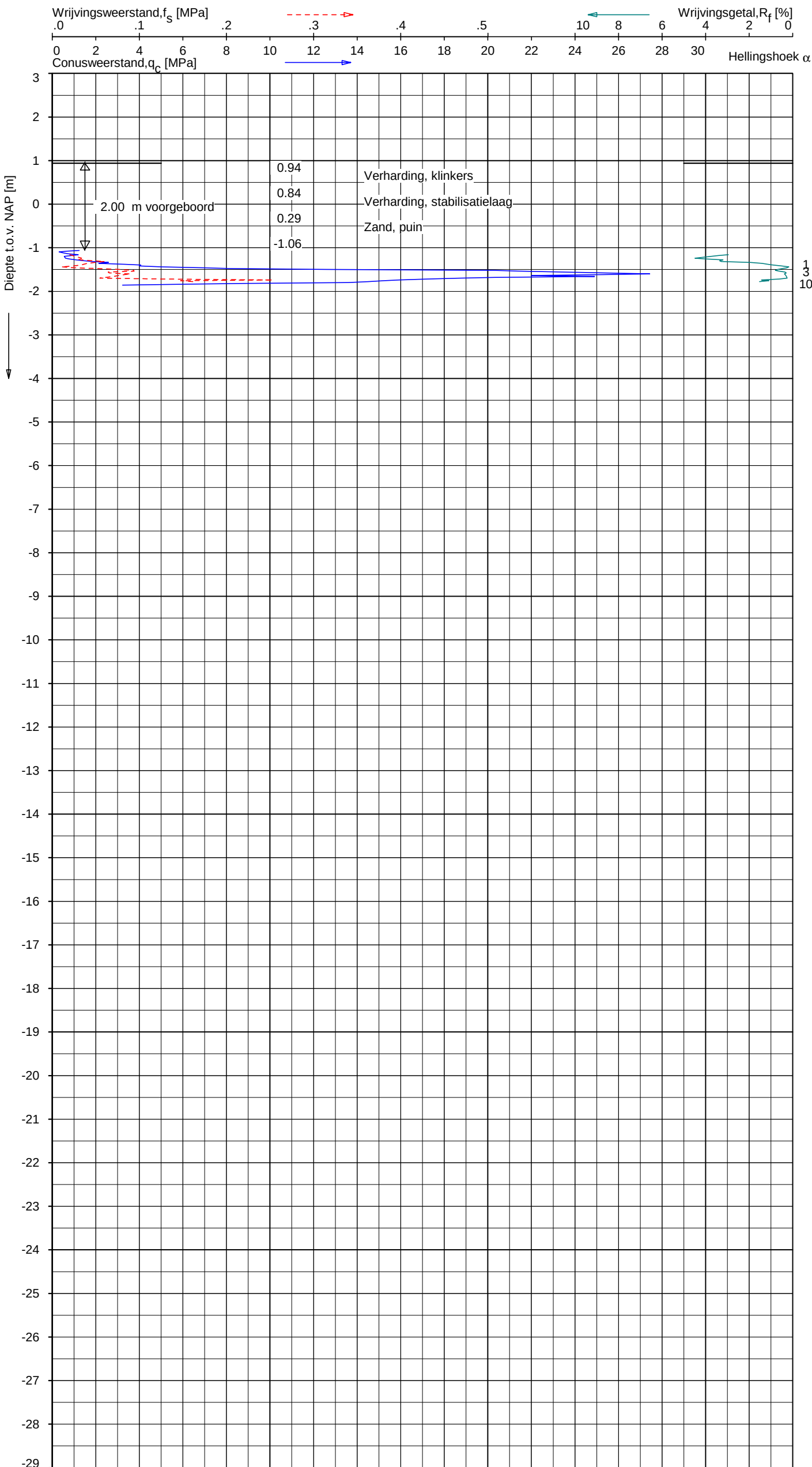
SONDERING MET PLAATSELIJKE KLEEFMETING

PALEIS VAN JUSTITIE (PRINSENGRACHT 432-436) TE AMSTERDAM

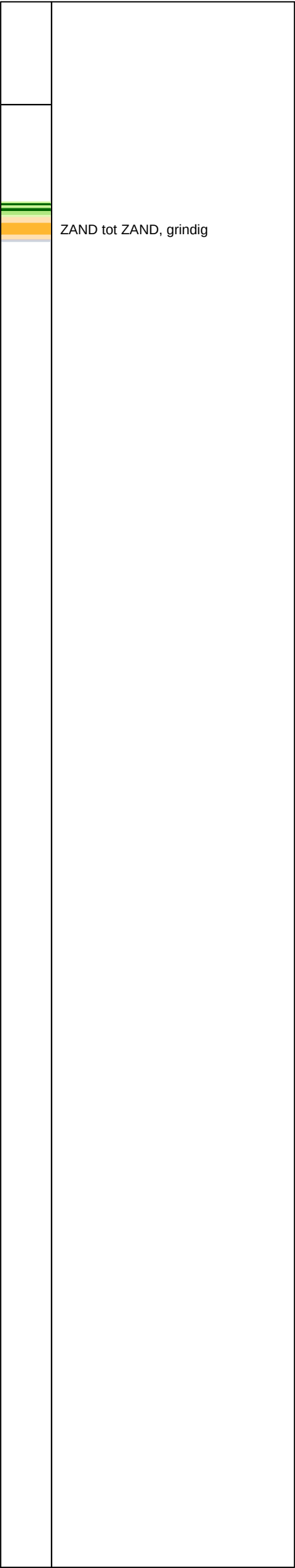
Opdr. 1015-0590-003
Sond. DKM10



ZAND, zwak siltig tot siltig



Indicatieve bodembeschrijving
Automatisch gegenereerd uit data
van de sondering, geldig onder
grondwaterpeil (Robertson 1990, NL corr.)

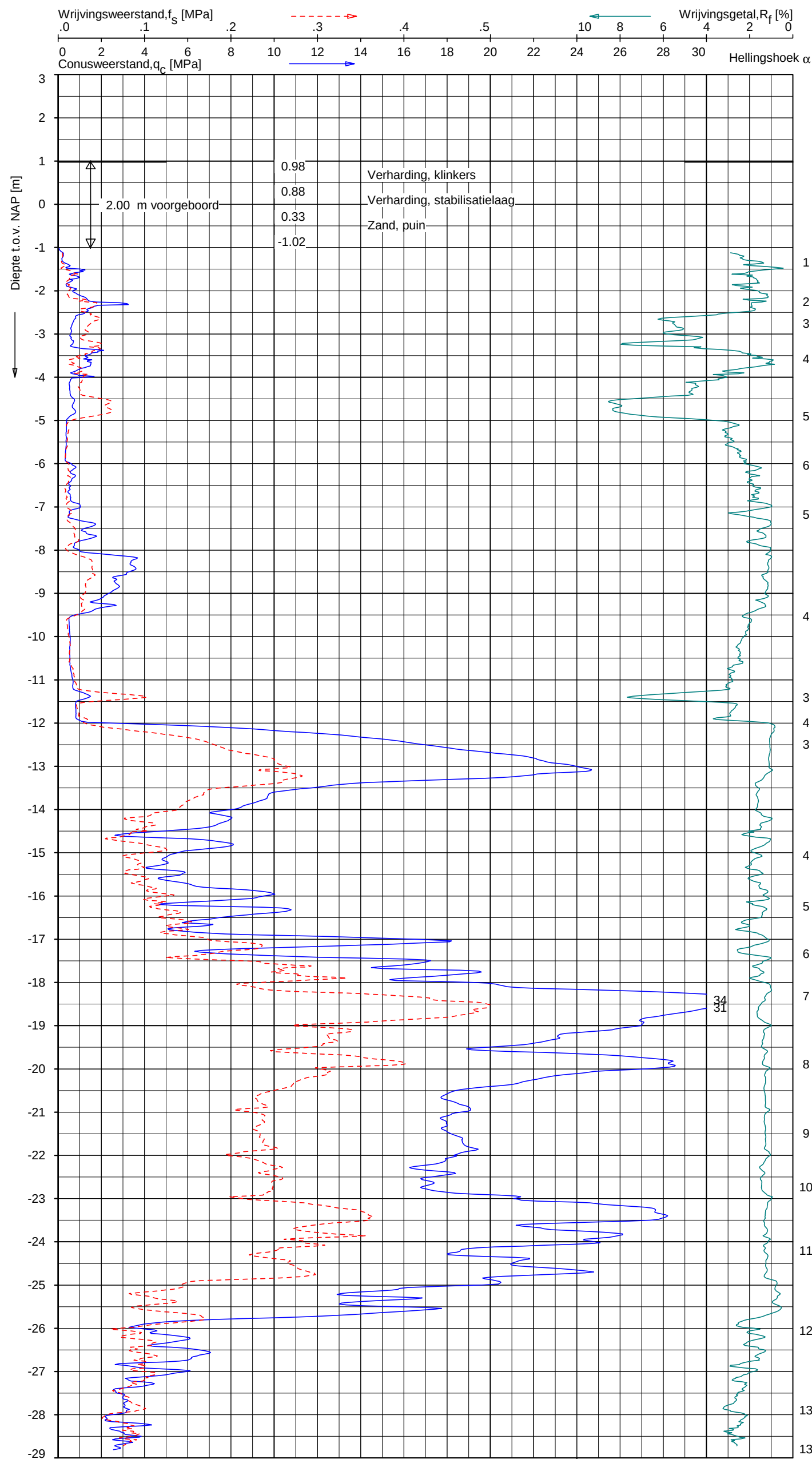


Opg.: AVS/JWV d.d. 06-apr-2016 Coord.: X=120681.3m Y= 486527.5m Systeem: RD Sondering volgens norm NEN-EN-ISO 22476-1
Get.: NIKKELSJ d.d. 11-apr-2016 MV = NAP +0.94 m Conus: CP15-CF75SN2 1701-2409 Toepassingsklasse 2. Test type TE1
Conustype: A_C = 1510 mm²; A_S = 19895 mm²

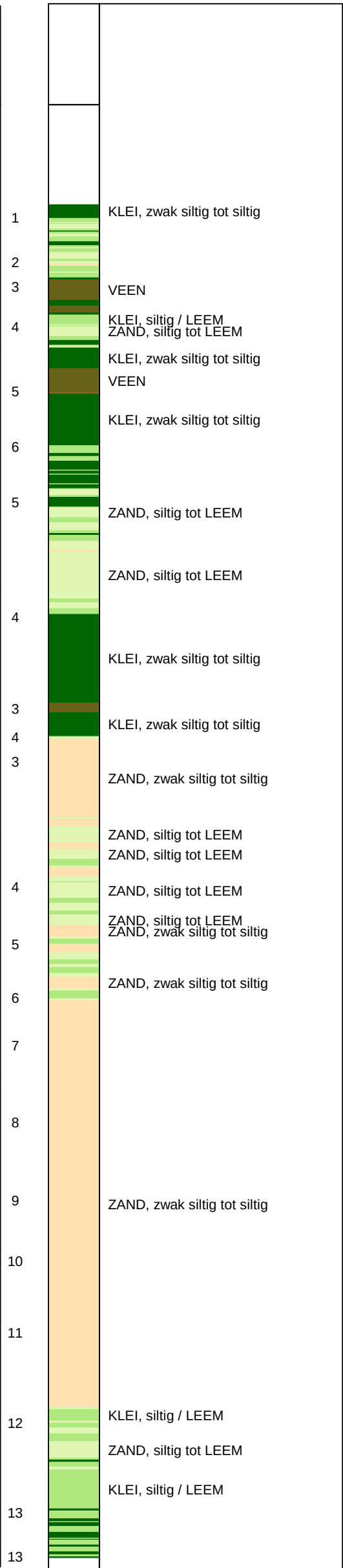
SONDERING MET PLAATSELIJKE KLEEFMETING

PALEIS VAN JUSTITIE (PRINSENGRACHT 432-436) TE AMSTERDAM

Opdr. 1015-0590-003
Sond. DKM11A



Indicatieve bodembeschrijving
Automatisch gegenereerd uit data
van de sondering, geldig onder
grondwaterpeil (Robertson 1990, NL corr.)

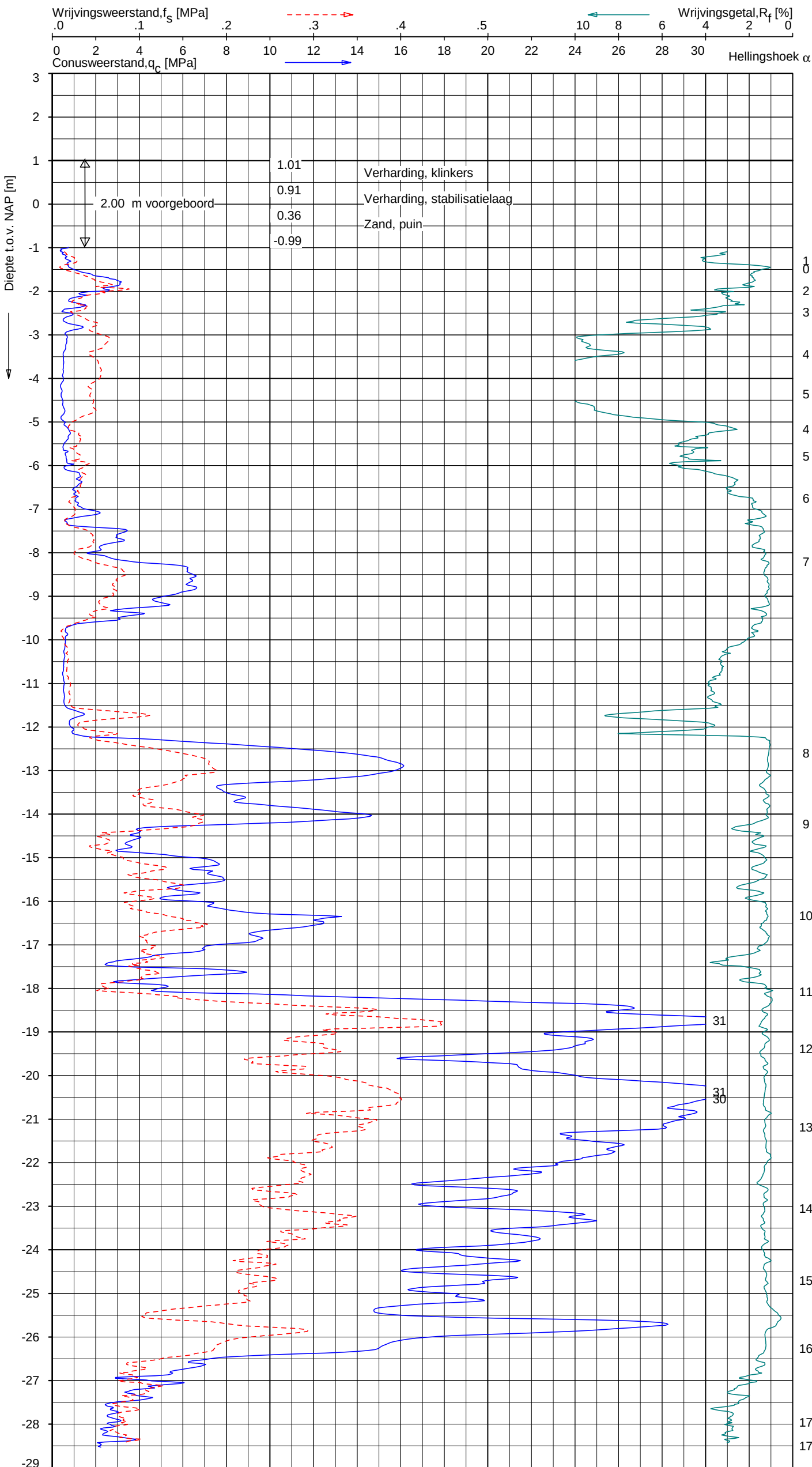


Opg.: AVS/JWV d.d. 06-apr-2016 Coord.: X=120702.5m Y= 486504.0m Systeem: RD Sondering volgens norm NEN-EN-ISO 22476-1
Get.: NIKKELSJ d.d. 11-apr-2016 MV = NAP +0.98 m Conus: CP15-CF75SN2 1701-2409 Toepassingsklasse 2. Test type TE1
Conustype: A_c = 1510 mm²; A_s = 19895 mm²

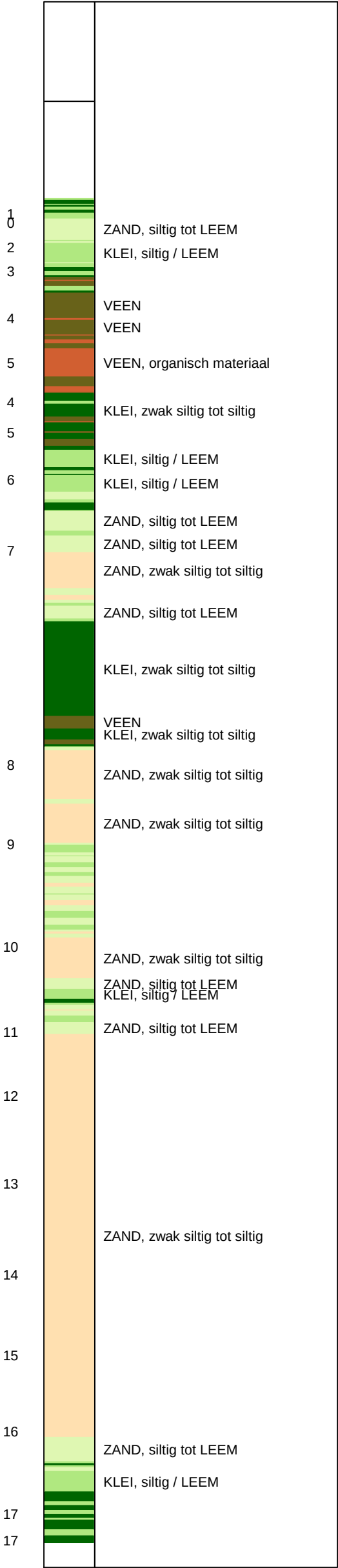
SONDERING MET PLAATSELIJKE KLEEFMETING

PALEIS VAN JUSTITIE (PRINSENGRACHT 432-436) TE AMSTERDAM

Opdr. 1015-0590-003
Sond. DKM12



Indicatieve bodembeschrijving
Automatisch gegenereerd uit data
van de sondering, geldig onder
grondwaterpeil (Robertson 1990, NL corr.)

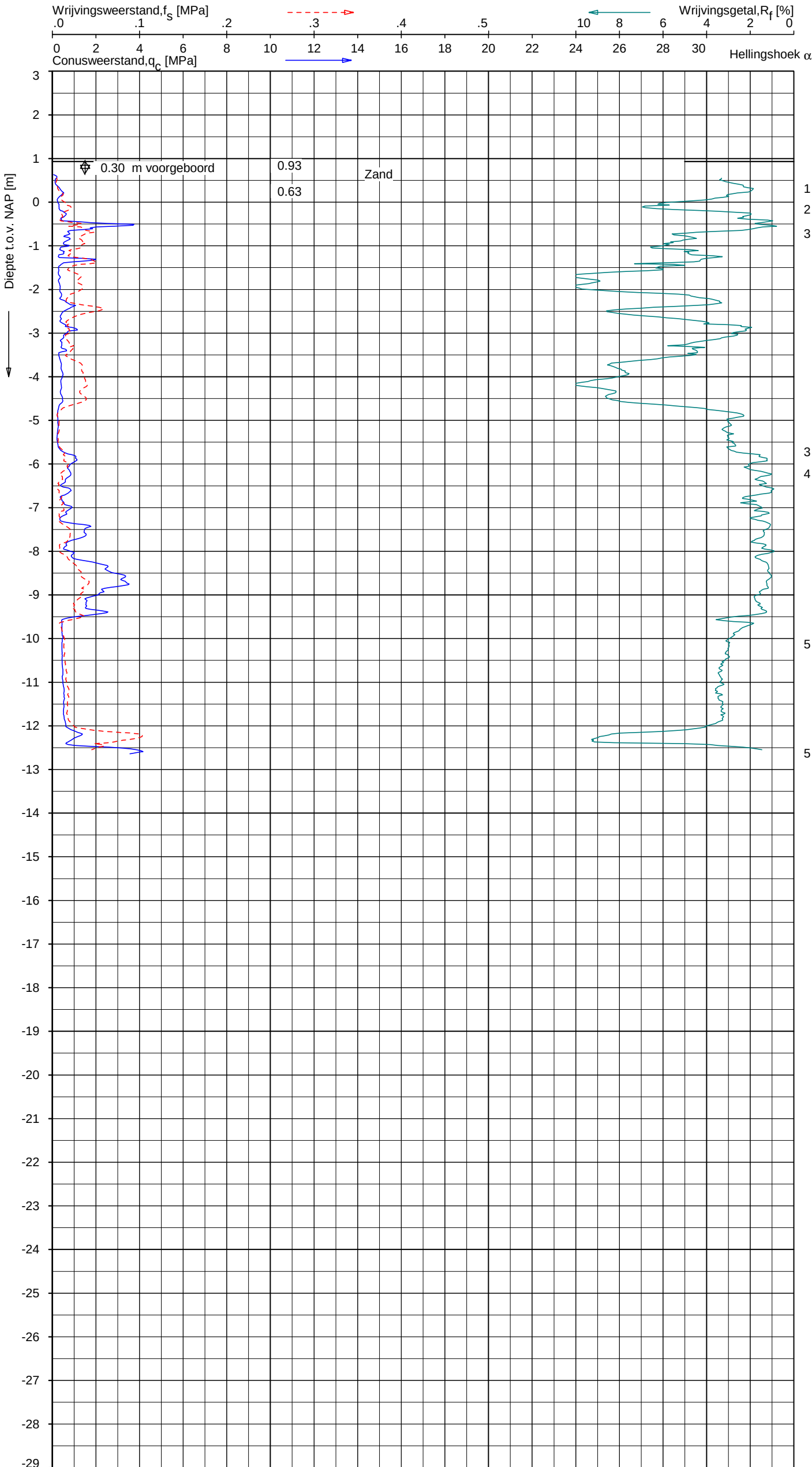


Opg.: AVS/JWV d.d. 06-apr-2016 Coord.: X=120714.8m Y= 486490.5m Systeem: RD Sondering volgens norm NEN-EN-ISO 22476-1
Get.: NIKKELSJ d.d. 11-apr-2016 MV = NAP +1.01 m Conus: CP15-CF75SN2 1701-2409 Toepassingsklasse 2. Test type TE1
Conustype: $A_c = 1510 \text{ mm}^2$; $A_s = 19895 \text{ mm}^2$

SONDERING MET PLAATSELIJKE KLEEFMETING

PALEIS VAN JUSTITIE (PRINSENGRACHT 432-436) TE AMSTERDAM

Opdr. 1015-0590-003
Sond. DKM13



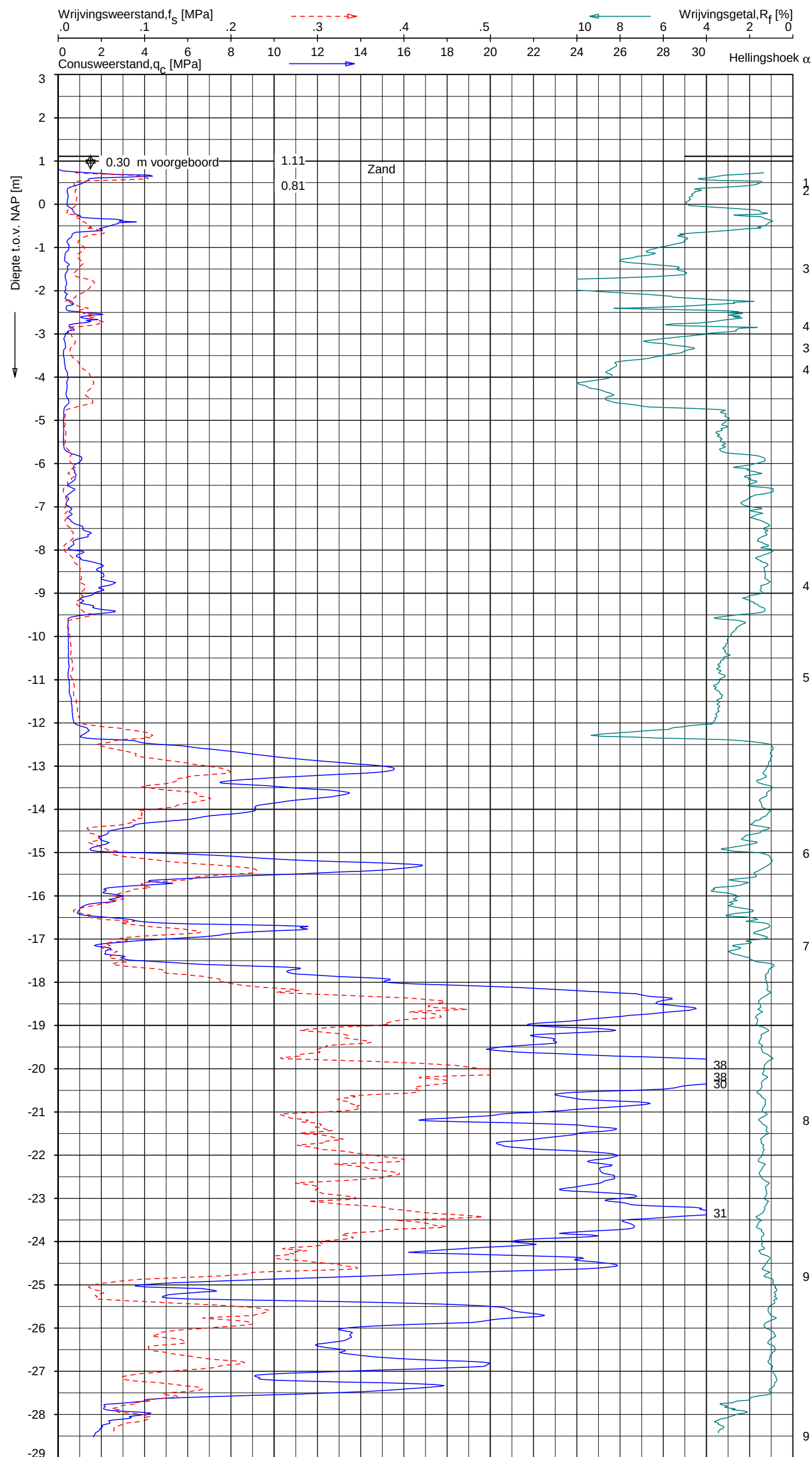
Indicatieve bodembeschrijving
Automatisch gegenereerd uit data
van de sondering, geldig onder
grondwaterpeil (Robertson 1990, NL corr.)



Opg.: VV/MB d.d. 18-apr-2016 Coord.: X=120620.0 m Y= 486545.1 m Systeem: RD Sondering volgens norm NEN-EN-ISO 22476-1
Get.: NIKKELSJ d.d. 26-apr-2016 MV = NAP +0.93 m Conus: CP15-CF75SN2 1701-2692 Toepassingsklasse 2. Test type TE1
Conustype: $A_c = 1510 \text{ mm}^2$; $A_s = 19895 \text{ mm}^2$

SONDERING MET PLAATSELIJKE KLEEFMETING
PALEIS VAN JUSTITIE (PRINSENGRACHT 432-436) TE AMSTERDAM

Opdr. 1015-0590-003
Sond. DKM15



Indicatieve bodembeschrijving
Automatisch gegenereerd uit data van de sondering, geldig onder grondwaterpeil (Robertson 1990, NL corr.)



Opg.: VV/SC d.d. 19-apr-2016 Coord.: X=120620.8m Y= 486541.0m Systeem: RD Sondering volgens norm NEN-EN-ISO 22476-1
Get.: NIKKELSJ d.d. 26-apr-2016 MV = NAP +1.11 m Conus: CP15-CF75SN2 1701-2692 Toepassingsklasse 2. Test type TE1
Conustype: $A_c = 1510 \text{ mm}^2$; $A_s = 19895 \text{ mm}^2$

SONDERING MET PLAATSELIJKE KLEEFMETING

PALEIS VAN JUSTITIE (PRINSENGRACHT 432-436) TE AMSTERDAM

Opdr. 1015-0590-003
Sond. DKM15A

Meettechniek

De standaard bij Fugro toegepaste conus is de “elektrische kleefmantelconus”, waarmee de conusweerstand, de plaatselijke wrijvingsweerstand en de helling gelijktijdig worden gemeten. Sinds februari 2013 is de nieuwe norm *NEN-EN-ISO 22476-1:2012/C1:2013 Geotechnisch onderzoek en beproeving - Veldproeven - Deel 1: Elektrische sondering met en zonder waterspanningsmeting* van toepassing als vervanging van NEN 5140, die is terug getrokken. In NEN 9997-1 wordt echter nog wel verwezen naar NEN 5140.

Bij het uitvoeren van een sondering conform *NEN-EN-ISO 22476-1:2012/C1:2013* wordt de puntweerstand gemeten, die moet worden overwonnen om een conus met een tophoek van 60° en een basisoppervlak van 1000 mm^2 met een constante snelheid van ca 20 mm/s in de bodem te drukken. Voor de meting van de wrijvingsweerstand is een mantel met een oppervlak van 15000 mm^2 boven de punt aangebracht. De druk op de conuspunt (conusweerstand in MPa) en de wrijving langs de kleefmantel (plaatselijke wrijvingsweerstand in MPa) worden door rekstroken in de conus continu digitaal gemeten. Volgens *NEN-EN-ISO 22476-1* mag het basisoppervlak van de conus tussen 500 en 2000 mm^2 variëren zonder dat correctiefactoren op de meetresultaten moeten worden toegepast. Fugro sonderingen worden standaard uitgevoerd met een sondeerconus met een basisoppervlak van 1500 mm^2 en een manteloppervlak van 20000 mm^2 .

Veelal wordt gebruik gemaakt van een conus met een korter cilindrisch deel boven de conuspunt dan in *NEN-EN-ISO 22476-1* vermelde 400 mm voor een standaard conus. Het cilindrische deel vanaf de conuspunt van de standaard door Fugro gebruikte conussen heeft een lengte van 230 mm in plaats van de genormeerde lengte. Onderzoek¹⁾ heeft aangetoond, dat de invloed van de lengte van deze conus op het sondeerresultaat verwaarloosbaar is, terwijl met een kortere conus met minder risico een grotere sondeerdiepte kan worden bereikt.

De meetsignalen worden digitaal naar een elektrische meeteenheid gestuurd en samen met de diepte en de tijd opgeslagen. Definitieve verwerking vindt daarna op kantoor plaats, waarbij de gemeten parameters tegen de diepte in grafiekvorm worden uitgewerkt. Door continue registratie van de gemeten conus- en wrijvingsweerstand wordt een nauwkeurig beeld van de gelaagdheid en de vastheid van de bodem verkregen.

Afwijking van de conus met de verticaal worden continu geregistreerd, waarmee bij de uitwerking de diepte wordt gecorrigeerd en zo een onjuiste diepte-aanduiding als gevolg van “scheef sonderen” wordt voorkomen.

Interpretatie van de sonderingen met plaatselijke wrijvingsweerstand

Meting van zowel de conusweerstand q_c als de plaatselijke wrijvingsweerstand f_s maakt het mogelijk het wrijvingsgetal R_f te berekenen. Het wrijvingsgetal wordt gedefinieerd als het quotiënt van de plaatselijke wrijving en de op gelijke diepte gemeten conusweerstand in procenten. Hierbij wordt rekening gehouden met laagscheidingen ter hoogte van de mantel.

Het wrijvingsgetal R_f geeft samen met de conusweerstand q_c een goed beeld van de bodemopbouw *beneden* de grondwaterspiegel. In de onderstaande tabel zijn enige kenmerkende waarden van het wrijvingsgetal aangegeven. *Met nadruk dient te worden gesteld dat deze waarden slechts indicatief zijn en getoetst dienen te worden aan boringen of lokale ervaring en uitsluitend gelden voor de cilindrische elektrische conus.*

grondsoort	wrijvingsgetal in %	grondsoort	Wrijvingsgetal in %
Grind, grof zand	0,2 – 0,6	Klei	3,0 – 5,0
Zand	0,6 – 1,2	Potklei	5,0 – 7,0
Silt, leem, löss	1,2 – 4,0	Veen	5,0 – 10,0

In geroerde grond en in grond boven de grondwaterspiegel kunnen grote afwijkingen ten opzichte van de genoemde waarden voorkomen en gelden deze waarden niet.

¹⁾ Lunne en Powell, A comparison of different sized piezocones in UK clays.

Presentatie sondeergegevens

Sonderingen kunnen worden uitgewerkt met interpretatie van het wrijvingsgetal voor identificatie van de bodemlagen. De identificatie van de bodemlagen is dan uitgevoerd volgens Robertson [1990]², die door Fugro is aangepast aan de Nederlandse omstandigheden. Bij deze interpretatie wordt uitgegaan van de genormaliseerde waarden van de conusweerstand nQ_c en wrijvingsgetal nR_f als ingangsparameters.

De genormaliseerde waarden van de conusweerstand nQ_c en wrijvingsgetal nR_f worden berekend, uit de gemeten wrijvingsweerstand f_s en conusweerstand q_c , indien mogelijk gecorrigeerd voor de waterspanning en de verticale effectieve - en totale grondspanning volgens de onderstaande formules.

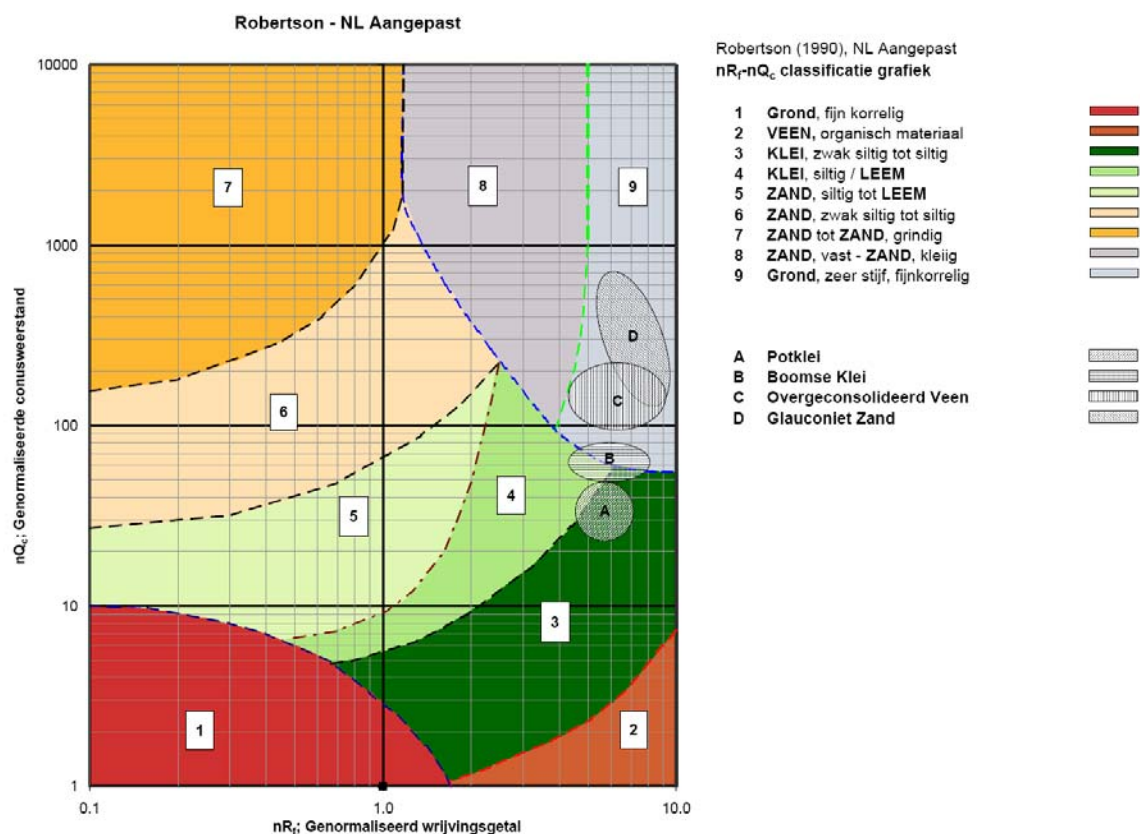
Genormaliseerde conusweerstand:
$$nQ_c = \frac{q_t - \sigma_{v0}}{\sigma'_{v0}}$$

Genormaliseerd wrijvingsgetal:
$$nR_f = \frac{100 \cdot f_s}{q_t - \sigma_{v0}}$$

In geval er geen waterspanning is gemeten, wordt voor q_t de waarde van q_c gebruikt.

Voor de grondsoorten, die specifiek zijn voor de Nederlandse ondergrond condities, zijn in de Bodem Classificatiegrafiek van Robertson [1990] twee aanpassingen gedaan om de Nederlandse situatie beter te beschrijven:

- Gebieden 4 en 5 zijn anders ingedeeld, zodat losgepakte zanden en ondiepe kleilagen beter worden geïnterpreteerd. Deze aanpassingen zijn in onderstaande figuur weergegeven.
- Bovendien is een extra voorwaarde ingebracht om Holocene veenlagen goed te kunnen classificeren. Voor $q_c < 1,5$ MPa en $R_f > 5$ % wordt de grond als veen geclassificeerd.



Voor een aantal specifieke grondtypen, zoals bijvoorbeeld Potklei, Boomse klei, overgeconsolideerd veen en glauconiethoudend zand is tevens het classificatie gebied aangegeven. Deze stemmen niet direct overeen met de benamingen van gebieden 1 tot en met 9.

² Robertson, P.K. [1990] "Soil Classification using the cone penetration test". Canadian Geotechnical Journal, 27(1), 151-8²

De identificatie is indicatief en alleen geldig voor lagen onder de grondwaterstand. De resultaten dienen te worden geverifieerd met boringen of geologische informatie. Uitgedroogde cohesieve toplagen geven een te hoge waarde worden voor het wrijvingsgetal, waardoor bijvoorbeeld uitgedroogde kleilagen mogelijk onterecht worden geïnterpreteerd als veenlagen. Ook is de correlatie voor de toplagen minder betrouwbaar vanwege het lage effectieve spanningsniveau in deze lagen.

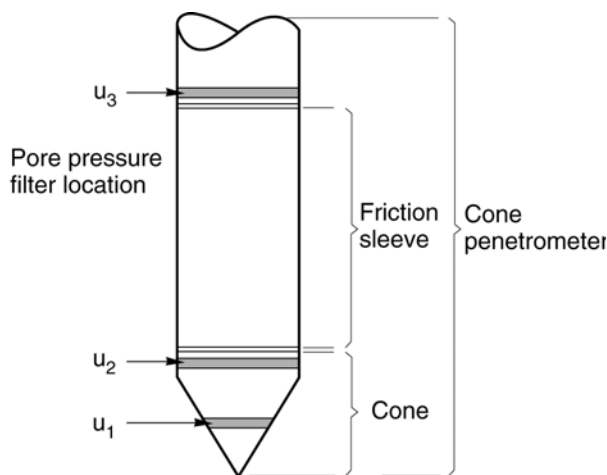
Andere conustypen

Naast de meting van conusweerstand en plaatselijke wrijving is het mogelijk extra (combinaties van) metingen uit te voeren. In onderstaand schema zijn enkele mogelijkheden aangegeven. Indien gewenst kan nadere informatie over metingen en toepassingsmogelijkheden worden verschaft.

type meting	Meetresultaten	toepassingsmogelijkheden
waterspanning	waterspanning ter plaatse van de punt	registreren waterremmende lagen indicatie stijghoogte grondwater classificatie / gelaagdheid bodem
magnetometer	Magnetische veldsterkte in 3 orthogonale richtingen (X,Y,Z)	Blindganger onderzoek, onderzoek ligging obstakels (stalen leidingen, grondankers), onderzoek paalpunt niveau / schoorstand funderingspalen, onderzoek ligging onderzijde stalen damwanden
geleidbaarheid	elektrische geleiding grond en grondwater	indicatie waterkwaliteit / zoet - zout water grens onderzoek verspreiding verontreiniging
temperatuur	temperatuurmeting op verschillende diepten	warmteoverdracht in de bodem bepaling temperatuurgradiënt
schuifgolfsnelheid (seismisch)	dynamische bodemparameters op verschillende diepten	machinefunderingen, windturbinefunderingen
versnelling	versnellingen op verschillende diepten	heitrillingen / verkeerstrillingen
MIP (membrane interface probe)	verticale verspreiding van vluchtige (gechloreerde) koolwaterstoffen	bestudering zak/drijflagen en/of verontreinigingen met vluchtige (gechloreerde) koolwaterstoffen
ROST (rapid optical screening tool)	verticale verspreiding van (aromatische) koolwaterstoffen	bestudering zak/drijflagen en/of verontreinigingen met (aromatische) koolwaterstoffen

Waterspanningssonderingen

Naast registratie van conusweerstand en plaatselijke wrijvingsweerstand wordt bij een groot deel van de sonderingen waterspanning geregistreerd. Een waterspanningsconus (*piëzo-conus*) is voorzien van een ingebouwde druksensor, waarmee de waterdruk tijdens het sonderen wordt gemeten. Een filter voorkomt het contact van grond met de druksensor. De waterdruk kan op drie locaties in de conus worden gemeten waarbij de posities u_1 en u_2 veelvuldig voorkomen (zie figuur 1). Positie u_3 wordt zelden toegepast. Slechts een kleine hoeveelheid water ($0,2 \text{ mm}^3$) is nodig om een nauwkeurige waterdruk te meten. Het meetbereik kan worden gekozen afhankelijk van de te verwachten wateroverspanning. In stijve kleien kan deze oplopen tot meer dan 3 MPa.



Figuur 1 Principe piëzo-conus

Uitvoeringswijze

Om een juiste meting van de waterspanning te verkrijgen, dient het gehele meetsysteem volledig ontluicht en gevuld te zijn met een weinig samendrukbare vloeistof. Om te voorkomen dat de vloeistof tijdens het sonderen in de onverzadigde lagen boven de grondwaterstand wegvloeit zijn een juiste keuze van vloeistof, het gebruik van een rubber membraam, een goede uitvoering en de poriëngrootte van het filter belangrijk.

Indien het grondwater relatief ondiep aanwezig is, wordt bij voorkeur voorgeboord tot het niveau van de grondwaterspiegel teneinde luchttoetreding te voorkomen. Hiermee wordt ook de kans op beschadiging en in de grond achterblijven van het rubber membraan verkleind.

Interpretatie

De resultaten van de piëzo-sonderingen bestaan uit de gemeten conusweerstand (q_c), de plaatselijke wrijvingsweerstand (f_s), het wrijvingsgetal (R_f), de gemeten waterspanning (u_1 of u_2 respectievelijk in de punt en achter de punt) en de wateroverspanningindex B_q .

De resultaten van de waterspanningsmeting tijdens het sonderen vormen uit grondmechanisch en geohydrologisch oogpunt een belangrijke extra informatiebron voor de interpretatie van de bodemopbouw. Door combinatie van de meting van de conusweerstand en de waterspanning, bij voorkeur samen met de plaatselijke wrijvingsweerstand, wordt optimaal gebruik gemaakt van de sondeertechniek en kan het benodigde aanvullend grondonderzoek efficiënter worden gepland.

Bij de interpretatie speelt met name de wateroverspanning een rol, dat wil zeggen de verhoging van de waterspanning die door het indrukken van de conus ontstaan is. Dunne cohesieve laagjes in een zandpakket en dunne zandlaagjes in een kleipakket, die in de conusweerstand en de plaatselijke wrijvingsweerstand door uitmiddeling niet of slecht zichtbaar zijn, kunnen goed worden gedetecteerd aan de hand van de water(over)spanningen, die door het sonderen ontstaan. Deze laagjes kunnen van groot belang zijn voor het zettingsgedrag van funderingen en voor de verticale (on)doorlatendheid van de grond.

Verder kunnen met de piëzo-conus, met name via de u_1 -meting, sterk gelaagde structuren van zand en klei onderscheiden worden van homogene lagen hetgeen op basis van conusweerstand en plaatselijke wrijving in de meeste gevallen niet lukt. Aangetoond is dat het detectievermogen van de u_1 -meting veel hoger is dan van de u_2 -meting.

Wateroverspanningindex B_q

Met de wateroverspanningindex B_q kan een meer nauwkeurige classificatie van de grondsoort worden verkregen. Deze index is de verhouding van de wateroverspanning en de netto conusweerstand q_{net} , zijnde de gemeten conusweerstand q_c gecorrigeerd voor de waterspanning op het netto oppervlak van de sondeerconus, rekeninghoudend met de heersende effectieve verticale spanning op het betreffende niveau. De wateroverspanningindex B_q wordt als volgt berekend:

$$B_q = \beta \cdot (u_1 - u_0) / q_{net} \quad \text{of} \quad B_q = (u_2 - u_0) / q_{net}$$

waarin:

- β = factor voor de verschillende grondsoorten voor omrekening van u_1 naar u_2 ; standaard wordt hiervoor aangehouden 0,8, zijnde normaal geconsolideerde kleien (zie hierna volgende tabel);
- q_{net} = $q_t - \sigma_{v0}$ = netto conusweerstand;
- q_t = $q_c + (1-a) \cdot \{\beta \cdot (u_1 - u_0) + u_0\}$ voor een filter in de conuspunt;
- q_t = $q_c + (1-a) \cdot u_2$ voor een filter direct achter de conuspunt;
- σ_{v0} = de verticale grondspanning; standaard wordt hierbij uitgegaan van een gemiddeld volumiek gewicht van de bodemlagen van 14 kN/m^3 en een grondwaterstand op 1 m beneden maaiveld;
- a = netto oppervlakteverhoudingscoëfficiënt van de conus i.v.m. de spleet achter de conuspunt;
- u_1 = de gemeten waterdruk bij een filterplaatsing *in* de punt;
- u_2 = de gemeten waterdruk bij een filterplaatsing *achter* de punt;
- u_0 = de hydrostatische stijghoogte; standaard wordt hiervoor in de berekening een niveau uitgegaan van 1 m beneden maaiveld.

Voor andere grondsoorten zijn de β -factoren in onderstaande tabel gegeven.

Grond gedrag	β -factor
Normaal geconsolideerde klei	0,6 - 0,8
Licht overgeconsolideerde klei	0,5 - 0,7
Sterk overgeconsolideerde klei	0 ¹⁾ - 0,3
Leem samendrukbaar	0,5 - 0,6
Leem, vast en dilatant gedrag	0 ¹⁾ - 0,2
Zand siltig, los gepakt	0,2 - 0,4

¹⁾ Bij meting van de waterspanning achter de conuspunt worden in bepaalde gevallen negatieve waterspanningen gemeten. Deze waarden geven nauwelijks een indicatie van de doorlatendheid, doch alleen over het materiaalgedrag.

Dissipatietest

Het is ook mogelijk het sondeerproces op een bepaalde diepte tijdelijk te stoppen en de afname van de wateroverspanning (dissipatie) als functie van de tijd te registreren. Daarna kan het sondeerproces worden voortgezet.

In doorlatende gronden geeft de dissipatietest een goed beeld van de heersende hydrostatische waterspanning en daarmee van de stijghoogte. Het betreft slechts een indicatie aangezien de meetnauwkeurigheid beperkt is. Door het uitvoeren van meerdere metingen in een grondlaag en de gemiddelde waarde van de stijghoogte te bepalen kan een beduidend hogere nauwkeurigheid worden behaald. Ervaring leert dat de onnauwkeurigheid circa 0,5 m bedraagt. Voor een meer nauwkeurige bepaling en de optredende fluctuaties zijn peilbuismetingen over een langere waarnemingsperiode nodig, afhankelijk van het doel.

In slecht doorlatende, cohesieve lagen kan met behulp van de dissipatietest een indicatie van de consolidatiecoëfficiënt en daarmee van de verticale (on)doorlatendheid worden verkregen. Hierbij dient de dissipatietest te worden voortgezet totdat de wateroverspanning tenminste met 50 % is afgenomen. In de praktijk komt dat in zand overeen met circa 1/2 uur à 3/4 uur. Uit berekeningen en kwalitatieve vergelijking van de metingen wordt inzicht verkregen in het consolidatiegedrag van de grond. Voor het vaststellen van de heersende hydrostatische waterspanning in kleilagen is de dissipatietest in de meeste gevallen weinig geschikt, vanwege de benodigde lange aanpassingstijd en de onnauwkeurigheid.

Klassenindeling EN-ISO 22476-1

Voorafgaand aan de uitvoering diende een keuze te worden gemaakt binnen welke kwaliteitsklasse met bijbehorende toelaatbare meetonzekerheid het werk minimaal uitgevoerd moet worden. De klassenindeling heeft voornamelijk betrekking op de nauwkeurigheid van de gemeten parameters.

Door invoering van de Eurocode is op Europees niveau de internationale sondeernorm EN-ISO 22476-1 "Electrical cone and piezocone testing" ontwikkeld, welke de oorspronkelijke NEN 5140 heeft vervangen. De nieuwe elektrische sondeernorm **EN-ISO 22476-1** is in opzet vergelijkbaar met de oude Nederlandse norm NEN 5140 voor elektrische sonderingen. Een verschil tussen norm **EN-ISO 22476-1** met NEN 5140 is dat in de nieuwe norm de nauwkeurigheid van de meetresultaten wordt gekoppeld aan het toepassingsgebied met bijbehorend bodemkenmerken / geschiktheid voor interpretatie en afleiding van bodemparameters. Verder is de meting van de waterspanning genormeerd.

In de Europese tabel van sondeerklassen worden de sondeerklassen ingedeeld naar de toepassing van de sondering, zie onderstaande tabel.

Toepassing Klasse	Test type	Gemeten parameter	Toegestane minimum nauwkeurigheid ^a	Maximum lengte tussen metingen	Gebruik	
					Grondsoort ^b	Interpretatie ^c
1	TE 2	Conus weerstand Mantel wrijving Waterspanning Helling Sondeerlengte	35 kPa of 5 % 5 kPa of 10 % 10kPa of 2 % 2° 0,1 m of 1%	20 mm	A	G, H
2	TE1 TE2	Conus weerstand Mantel wrijving Waterspanning Helling Sondeerlengte	100 kPa of 5 % 15 kPa of 15 % 25 kPa of 3 % 2° 0,1 m of 1 %	20 mm	A B C D	G, H* G, H G, H G, H
3	TE1 TE2	Conus weerstand Mantel wrijving Waterspanning ^d Helling Sondeerlengte	200 kPa of 5 % 25 kPa of 15 % 50 kPa of 5 % 5° 0,2 m of 2 %	50 mm	A B C D	G G, H* G, H G, H
4	TE1	Conus weerstand Mantel wrijving Sondeerlengte	500 kPa of 5 % 50 kPa of 20 % 0,2 m of 1 %	50 mm	A B C D	G* G* G* G*
NOOT 1 Richtlijnen voor gebruik van Tabel 2 zijn gegeven in bijlage F.						
NOOT 2 Voor uiterst slappe gronden maken soms nog hogere nauwkeurigheden noodzakelijk.						
^a De toegestane minimum nauwkeurigheid van de gemeten parameters is de grootste van de twee genoemde. De relatieve nauwkeurigheid geldt voor de gemeten waarde en niet voor het meetbereik. ^b Volgens ISO 14688-2: A Homogene gronden bestaande uit zeer slappe tot stijve kleien (en silt) ($q_c < 3$ MPa) B Gemengde bodemprofielen met slappe tot stijve kleien ($q_c \leq 3$ MPa) en matig vaste tot vaste zanden (conusweerstand $5 \text{ MPa} \leq q_c < 10 \text{ MPa}$) C Gemengde bodemprofielen met stijve kleien (conusweerstand $1,5 \text{ MPa} \leq q_c < 3 \text{ MPa}$) en zeer dichte zanden ($q_c > 20 \text{ MPa}$) D Zeer stijve tot harde kleien ($q_c \geq 3 \text{ MPa}$) en zeer vaste grove gronden ($q_c \geq 20 \text{ MPa}$) ^c G vaststelling bodemprofiel en bepaling van grondsoort met een laag niveau van onzekerheid G* indicatieve vaststelling bodemprofiel en bepaling van grondsoort met een hoog niveau van onzekerheid H interpretatie met betrekking tot ontwerp met een laag niveau van onzekerheid H* interpretatie met betrekking tot ontwerp met een hoog niveau van onzekerheid ^d Waterspanning kan alleen worden gemeten als TE2 wordt toegepast.						

Voor projecten, waarbij parameters op basis van Tabel 2.b NEN 9997-1 worden afgeleid, is een hoge nauwkeurigheidsklasse gewenst. Het is echter in een bodemgesteldheid met zowel zeer slappe grondlagen als zeer vaste zandlagen met hoge conusweerstand onmogelijk om aan de eisen van toepassing klasse 1 voldoen zoals ook blijkt uit de bovenstaande tabel. Het bij Fugro gehanteerde meetsysteem voor sonderen is bijzonder nauwkeurig door toepassing van digitale conussen, strikte kwaliteitscontroles en calibraties. In de praktijk is gebleken dat standaard Fugro sonderingen in de nieuwe norm voor het overgrote deel (>95%) in toepassingsklasse 2 vallen. Sonderingen volgens toepassingsklasse 3 in de nieuwe norm zijn vergelijkbaar met sonderingen volgens klasse 2 van de oude NEN 5140.

Toepassingklasse 1 sonderingen kunnen alleen met speciale gevoelige conussen met een beperkt meetbereik en een kleibodemprofiel met $q_c < 3$ MPa worden bereikt. In bodemprofielen waarin zowel zeer slappe lagen als zeer vaste lagen voorkomen kan de hoogste meetnauwkeurigheid van klasse 1 enigszins worden benaderd door aanvullende maatregelen en procedures. Toepassingklasse 2 sonderingen kunnen in bodemprofielen, waarin zowel zeer slappe lagen als zeer vaste lagen voorkomen, alleen worden verkregen door toepassing van digitale conussen met regelmatige calibraties, aanvullende uitvoeringsmaatregelen en kwaliteitscontroles. Toepassingklasse 1 is in deze bodem niet haalbaar. De enige praktische indicatie over de bereikte sondeerklasse is controle van calibraties en 0-puntsverlopen tussen het begin en eind van de sondering.

In de praktijk komt het af en toe voor dat sonderingen worden uitgevoerd, waarbij door de opdrachtgever is aangegeven dat de maaiveldhoogte niet ten opzichte van een vast referentiepeil (NAP) hoeft te worden vastgelegd. Deze sonderingen voldoen derhalve op dit punt niet aan **EN-ISO 22476-1**.

Klassenindeling NEN 5140

De norm NEN 5140 ging uit van vier kwaliteitsklassen. Voorafgaand aan de uitvoering diende een keuze te worden gemaakt binnen welke kwaliteitsklasse met bijbehorende toelaatbare meetonzekerheid het werk minimaal uitgevoerd moet worden. De klassenindeling heeft voornamelijk betrekking op de nauwkeurigheid van de gemeten conusweerstand, plaatselijke wrijvingsweerstand en diepte, zoals blijkt uit de onderstaande tabel.

klasse	Meetgrootheid	toelaatbare meetonzekerheid	meetinterval
1	Conusweerstand	0,05 MPa of 3%	20 mm
	Plaatselijke wrijvingsweerstand	0,01 MPa of 10%	
	Helling	2°	
	Sondeerdiepte	0,2 m of 1 %	
2	Conusweerstand	0,25 MPa of 5%	50 mm
	Plaatselijke wrijvingsweerstand	0,05 MPa of 15%	
	Helling	2°	
	Sondeerdiepte	0,2 m of 2 %	
3	Conusweerstand	0,5 MPa of 5%	100 mm
	Plaatselijke wrijvingsweerstand	0,05 MPa of 20%	
	Helling	5°	
	Sondeerdiepte	0,2 m of 2 %	
4	Conusweerstand	0,5 MPa of 5%	100 mm
	Plaatselijke wrijvingsweerstand	0,05 MPa of 20%	
	Sondeerlengte	0,1 m of 1%	
Opmerking: De toelaatbare meetonzekerheid is de grotere waarde van de absolute meetonzekerheid en de relatieve meetonzekerheid. De relatieve meetonzekerheid geldt voor de meetwaarde en niet voor het meetbereik.			

Vergelijking van de gespecificeerde nauwkeurigheden van de NEN 5140 en NEN-EN-ISO 22476-1 laat zien dat de nauwkeurigheid van de meest in NL gehanteerde sondeerklasse 2 volgens NEN 5140 iets hoger ligt dan die van de toepassingklasse 3 volgens de ISO norm.

LEGENDA TERREINPROEVEN EN GRONDSOORTEN

Boringen / Peilbuizen

	Handboring nog niet uitgevoerd
	Handboring uitgevoerd
	Handboring uitgevoerd met 1 peilbuis
	Handboring uitgevoerd met 2 peilbuizen
	Mechanische boring nog niet uitgevoerd
	Mechanische boring uitgevoerd
	Mechanische boring uitgevoerd met 1 peilbuis
	Mechanische boring uitgevoerd met 2 peilbuizen
	Mechanische boring uitgevoerd met 3 peilbuizen
	Boring uitgevoerd door derden
	Boring uitgevoerd met peilbuis door derden
	Gedrukte peilbuis (PB) / minifilter (MF) nog niet uitgevoerd
	Gedrukte peilbuis (PB) / minifilter (MF) uitgevoerd

Overige symbolen

	Meetpunt
	Hoogtemaat

Type sonderingen

D	Diepsondering
HS	Handsondering
S	Slagsondering

Legenda / Terminologie

Grind

	Grind, siltig
	Grind, zwak zandig
	Grind, matig zandig
	Grind, sterk zandig
	Grind, uiterst zandig

Zand

	Zand, kleilig
	Zand, zwak siltig
	Zand, matig siltig
	Zand, sterk siltig
	Zand, uiterst siltig

Veen

	Veen, mineraalarm
	Veen, zwak kleilig
	Veen, sterk kleilig
	Veen, zwak zandig
	Veen, sterk zandig

Klei

	Klei, zwak siltig
	Klei, matig siltig
	Klei, sterk siltig
	Klei, uiterst siltig
	Klei, zwak zandig
	Klei, matig zandig
	Klei, sterk zandig

Leem

	Leem, zwak zandig
	Leem, sterk zandig

Overige toevoegingen

	Zwak humeus
	Matig humeus
	Sterk humeus
	Zwak grindig
	Matig grindig
	Sterk grindig
	Puin

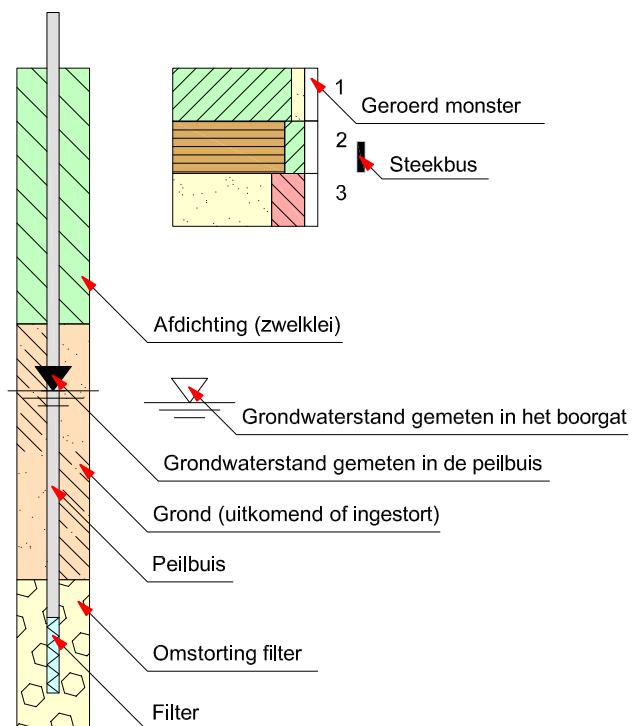
Sonderingen

	Sondering met plaatselijke kleefmeting nog niet uitgevoerd
	Sondering met plaatselijke kleefmeting uitgevoerd
	Sondering zonder plaatselijke kleefmeting nog niet uitgevoerd
	Sondering zonder plaatselijke kleefmeting uitgevoerd
	Slagsondering uitgevoerd
	Handsondering uitgevoerd
	Multigrondwatersondering nog niet uitgevoerd
	Multigrondwatersondering uitgevoerd
	Sondering met bolconus nog niet uitgevoerd
	Sondering met bolconus uitgevoerd
	Waterspanningsmeter nog niet uitgevoerd
	Waterspanningsmeter uitgevoerd
	Sondering uitgevoerd door derden
	Sondering met plaatselijke kleefmeting uitgevoerd door derden
	Hellingmeterbuis nog niet uitgevoerd
	Hellingmeterbuis uitgevoerd

Toegevoegde metingen

KM	Meting van de plaatselijke kleef
P	Meting van de waterspanning
M	Meting van de magnetische veldsterkte
G	Meting van de geleidbaarheid
S	Meting van de schuifgolfsnelheid (seismische meting)
T	Meting van de temperatuur

Peilbuis



Uitgangspunten

- gehanteerde sondering : DKM1
- paaltype : Houten paal – taps (tapsheid 8 mm/m')
- paalpuntniveau : NAP -12,3 m
- paalkopdiameter : Ø 210 mm
- puntafmeting : Ø 95 mm

Maximale draagkracht van de paalpunt

De *maximale puntweerstand* volgens 7.6.2.3(e) van NEN 9997-1 bedraagt:

$$q_{b;\max} = \frac{1}{2} \cdot \alpha_p \cdot \beta \cdot s \cdot ((q_{c;I;\text{gem}} + q_{c;II;\text{gem}})/2 + q_{c;III;\text{gem}})$$

$$= 15,0 \text{ MPa. } (\leq 15 \text{ MPa, limietwaarde conform NEN 9997-1})$$

waarin:

$q_{c;I;\text{gem}}$	= de gemiddelde waarde van de conusweerstand over traject I (0,7 à 4 x D_{eq} onder de punt)	24,4	MPa
$q_{c;II;\text{gem}}$	= de minimale waarde van de conusweerstand over traject II (0,7 à 4 x D_{eq} onder de punt)	24,4	MPa
$q_{c;III;\text{gem}}$	= de gemiddelde minimale waarde van de conusweerstand over traject III (8 x D_{eq} boven de punt)	10,1	MPa
α_p	= paalklassefactor (tabel 7.c, NEN 9997-1)	1,0	-
β	= factor voor de paalvoetvorm	1,0	-
s	= factor voor de vorm van de dwarsdoorsnede van de paalvoet	1,0	-

De *maximale draagkracht* van de paalpunt volgens 7.6.2.3(c) van NEN 9997-1 bedraagt:

$$R_{b;\text{cal};\max;i} = A_{\text{punt}} \cdot q_{b;\max;i}$$

$$= 106 \text{ kN}$$

waarin:

A_{punt}	= oppervlak van de paalvoet	in dit geval:	0,0071 m ²
-------------------	-----------------------------	---------------	-----------------------

Maximale paalschachtwrijving

De *maximale paalschachtwrijving* volgens 7.6.2.3(c) van NEN 9997-1 bedraagt:

$$q_{s;\max} = \alpha_s \cdot q_{c;z;a}$$

$$= 0,097 \text{ MPa}$$

waarin: in dit geval:

α_s = factor voor de invloed van de uitvoering en het paaltype (tabel 7.c, NEN 9997-1) 0,012 -

$q_{c;z;a}$ = de gemiddelde waarde van de conusweerstand over het traject waarover schachtwrijving wordt berekend 8,1 MPa

De *maximale schachtwrijvingskracht* volgens 7.6.2.3(c) van NEN 9997-1 bedraagt:

$$R_{s;\text{cal};\max;i} = O_{s;\Delta L;\text{gem}} \cdot \Delta L \cdot q_{s;\max}$$

$$= 24 \text{ kN}$$

waarin: in dit geval:

$O_{s;\Delta L;\text{gem}}$ = gemiddelde omtrek van de paalschacht 0,298 m

ΔL = traject voor berekening schachtwrijving 0,80 m

Maximale draagkracht

De *maximale draagkracht* van de paal volgens 7.6.2.3(c) van NEN 9997-1 bedraagt:

$$R_{c;\text{cal}} = R_{b;\text{cal};\max;i} + R_{s;\text{cal};\max;i}$$

$$= 131 \text{ kN}$$

De *karakteristieke waarde* van de maximale draagkracht van de paal volgens 7.6.2.3(5) van NEN 9997-1 bedraagt:

$$R_{c;k} = \text{Min} \left\{ \frac{(R_{c;\text{cal}})_{\text{gem}}}{\xi_3} ; \frac{(R_{c;\text{cal}})_{\min}}{\xi_4} \right\}$$

$$= 104 \text{ kN}$$

waarin: in dit geval:

ξ_3 = correlatiefactor volgens tabel A.10b van NEN 9997-1 1,26 -

ξ_4 = correlatiefactor volgens tabel A.10b van NEN 9997-1 1,26 -

Voor de *rekenwaarde* van de maximale draagkracht van de paal kan volgens 7.6.2.3(3) en (4) van NEN 9997-1 worden aangehouden:

$$R_{c;d} = R_{c;k} / \gamma_R$$

$$= 90 \text{ kN}$$

waarin: in dit geval:

γ_R = $\gamma_b = \gamma_s$

= partiële factor volgens tabel A.6 t/m A.8 van NEN 9997-1 1,15 -

Voor de UGT geldt volgens 7.6.2.1(1) van NEN 9997-1:

$$F_{c;d} < R_{c;d}$$

Voor de UGT type B kan het zakkingscriterium dat in 2.4.9(b) van NEN 9997-1 is gegeven, worden vervangen door:

$$F_{c;d} + F_{nk;d} < R_{c;d}$$

waarin:

in dit geval:

$F_{c;d}$	=	rekenwaarde van de belasting in kN	
$F_{nk;d}$	=	rekenwaarde van de negatieve kleeftbelasting	nihil
$R_{c;d}$	=	rekenwaarde van de maximale draagkracht van de paal	90 kN

Voor de meeste paaltypen, zoals grondverdringende palen en avegaarpalen met relatief kleine diameter, is de UGT type B maatgevend, zodat hiermee ook de andere grenstoestanden worden ondervangen.

Bovenstaande formule kan worden bewerkt tot de volgende voorwaarde:

$$F_{c;d} < R_{c;net;d}$$

waarin:

in dit geval:

$R_{c;net;d}$	=	$R_{c;d} - F_{nk;d}$	
	=	de rekenwaarde van de netto draagkracht van de paal	90 kN

Indien aan de bovenstaande voorwaarde wordt voldaan, dan bezwijkt de grond rondom de paal niet. De vervormingen van de paalkop zullen hierbij ook beperkt zijn.

RAPPORTAGE LABORATORIUMONDERZOEK

Project	Paleis van Justitie (Prinsengracht 432-436) te Amsterdam	Opdrachtnummer	1015-0590-001
Opdrachtgever	Aedes Real Estate	Datum rapport	18-07-2016
Contactpersoon	de heer K. van den Berge	Ontvangst monsters	12-07-2016
Monstername	Uitgevoerd door Afdeling Grondonderzoek; d.d 06-07-2016		
Dit rapport bevat de resultaten van het in-situ- en/of laboratoriumonderzoek dat ten behoeve van bovengenoemd project is uitgevoerd. Het onderzoek is uitgevoerd door Fugro GeoServices B.V. Laboratorium voor Infra- en Geotechniek te Leidschendam. Eventueel uitbesteed onderzoek is duidelijk als zodanig gekenmerkt.			

INHOUDSOPGAVE	Pagina
Voorblad onderzoeksrapport	1
Boorstaat	2
Laboratoriumstaat	3
Monsterverzicht	4

OPMERKINGEN:

Tenzij anders aangegeven hebben verwijzingen naar RAW proefnummers betrekking op de Standaard RAW Bepalingen 2015.

De met "Q" gemerkte verrichtingen zijn geaccrediteerd door RvA.

De reproduceerbaarheid van de metingen en / of proeven voldoet aan de gestelde waarde in de desbetreffende norm of in het proefvoorschrift. Gegevens over de meetonzekerheid zijn op aanvraag verkrijgbaar.

1015-0590-001.B01.doc

Wanneer u naar aanleiding van de resultaten van dit rapport nog vragen heeft verzoeken wij u contact op te nemen met ondergetekende.

Wij vertrouwen erop u hiermee van dienst te zijn geweest en uw opdracht naar wens te hebben uitgevoerd.

Fugro GeoServices B.V.
Laboratorium voor Infra- en Geotechniek

ing. W.M.L. van der Weijst
Groepshoofd Laboratorium voor Infra- en Geotechniek Leidschendam

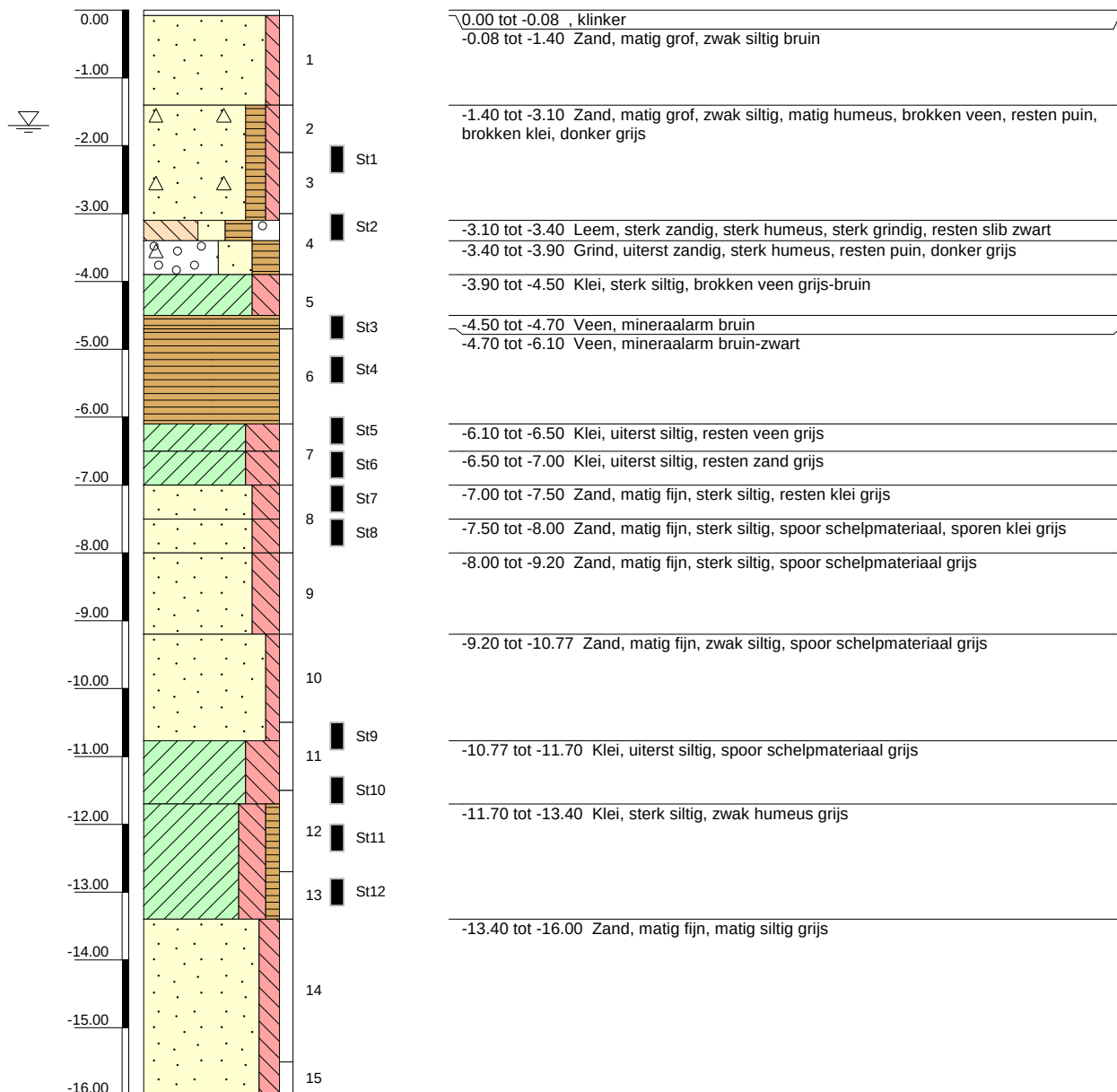
Boring: B1**Laboratorium classificatie**

Pagina 1 van 1

Referentie (m tov VP)

Monsternr.

Bodembeschrijving volgens NEN 5104 [Q]



Algemene opmerking:

X: 0.0

Y: 0.0

Coördinatenstelsel: RD

GWS (m tov VP): -1.70

Bodem (m tov VP): 0.00

GHG (m tov VP):

GLG (m tov VP):

Boorvloeistof:

Datum boring: 06-07-2016

Boormeester:

Datum laboratorium classificatie: 06-07-2016

Geclassificeerd door: jcw

Fugro GeoServices B.V.

BORING VOLGENS NEN-EN-ISO 22475-1

Paleis van Justitie (Prinsengracht 432-436) te Amsterdam

1015-0590-001

ONDERZOEKSRAPPORT

Project	Paleis van Justitie (Prinsengracht 432-436) te Amsterdam		
Opdrachtgever	Aedes Real Estate	Opdrachtnummer	1015-0590-001
Contact persoon	Dhr K. van den Berge	Datum rapport	18-07-2016
Monstername	Door Fugro GeoServices B.V.	Datum ontvangst	12/7/2016

VOLUME GEWICHT - WATERGEHALTE EN ONGEDRAINEERDE SCHUIFSTERKTE (Uitgevoerd conform eigen methode)

[illegible]

OPMERKINGEN

De met 'Q' gemerkte verrichtingen zijn erkend door RvA.

Voor de berekening van het poriëngehalte is een waarde voor de volumieke massa van vaste gronddelen aangehouden van 2650 kg/m³, tenzij anders bepaald middels een separate proef.

T.V.: Bepaald d.m.v. pocket torvane

P.P.: Bepaald d.m.v. pocket penetrometer

Opgesteld door	JCW	Gecontroleerd door:	JKK	Opdracht nr.: 1015-0590-001
----------------	-----	---------------------	-----	-----------------------------

MONSTEROVERZICHT			S:
ALGEMEEN			
Project	Paleis van Justitie (Prinsengracht 432-436) te Amsterdam	Opdrachtnummer	1015-0590-001
Opdrachtgever	Aedes Real Estate	Datum rapport	18-07-2016
te	AMSTERDAM	Vervaldatum	18-09-2016
Contactpersoon	de heer K. van den Berge	Datum ontvangst monsters	12-07-2016
MONSTEROVERZICHT			
Volgnummer	Type materiaal/omschrijving	Aantal/ Hoeveelheid	Monsternummer(s)
B1	Restant steekbus Zakjes	12 15	St1 – St12 1 – 15

Bovenstaand is een overzicht gegeven van de monsters, die in het kader van onderhavig onderzoek zijn onderzocht en zich thans nog bevinden in het Laboratorium voor Infra- en Geotechniek. Met "vervaldatum" is de datum aangegeven waarna de monsters, bij geen tegenbericht uwerzijds, uit de monsteropslag zullen worden verwijderd en vernietigd. Wanneer u (een deel van) bovengenoemde monsters na de vervaldatum (eventueel onder geconditioneerde omstandigheden) tegen betaling wenst te laten bewaren, verzoeken wij u dit formulier uiterlijk 1 week vóór de vervaldatum aan ons te retourneren.

Ondergetekende verzoekt de monsters te bewaren tot:		
Datum	Naam	Handtekening
Opgesteld door: JKK		Gecontroleerd: WMW

Report for D-Sheet Piling 17.1

Design of Diaphragm and Sheet Pile Walls
Developed by Deltares

Company: <Not Registered>
<Not Registered>

Date of report: 8/24/2017
Time of report: 9:34:22 AM

Date of calculation: 22-8-2017
Time of calculation: 11:32:11

Filename: P:\.\DSheetPiling - wijziging aug 2017\doorsnede 1 diepere ontgraving

Project identification: Paleis van Justitie
doorsnede 1, ontgraving tot kelder -2
o.k. keldervloer op ca. NAP -5,2 m

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

1 Summary

1.1 Overview per Stage and Test

Stage nr.	Verification type	Displacement [mm]	Moment [kNm]	Shear force [kN]	Mob. perc. moment [%]	Mob. perc. resistance [%]	Vertical balance
1	EC7(NL)-Step 6.1		9.80	-11.36	0.0	21.6	---
1	EC7(NL)-Step 6.2		9.02	-11.24	0.0	21.6	---
1	EC7(NL)-Step 6.3		16.25	-14.00	0.0	22.4	---
1	EC7(NL)-Step 6.4		12.52	-12.72	0.0	22.4	---
1	EC7(NL)-Step 6.5	-1.9	-12.84	-11.29	0.0	15.6	---
1	EC7(NL)-Step 6.5 * 1.20		-15.41	-13.55			
2	EC7(NL)-Step 6.1		94.83	37.86	24.1	26.6	---
2	EC7(NL)-Step 6.2		57.44	27.05	24.2	27.2	---
2	EC7(NL)-Step 6.3		104.74	40.00	24.7	27.2	---
2	EC7(NL)-Step 6.4		62.48	27.82	24.7	27.8	---
2	EC7(NL)-Step 6.5	3.3	66.16	27.30	17.3	19.4	---
2	EC7(NL)-Step 6.5 * 1.20		79.39	32.76			
3	EC7(NL)-Step 6.1		389.31	196.28	0.0	96.3	---
3	EC7(NL)-Step 6.2		426.51	187.19	0.0	98.4	---
3	EC7(NL)-Step 6.3		370.05	203.44	0.0	98.2	---
3	EC7(NL)-Step 6.4		398.58	195.83	0.0	100.0	---
3	EC7(NL)-Step 6.5	26.0	329.54	143.42	0.0	60.6	---
3	EC7(NL)-Step 6.5 * 1.20		395.44	172.11			
4	EC7(NL)-Step 6.1		258.88	90.36	0.0	77.8	---
4	EC7(NL)-Step 6.2		318.47	93.36	0.0	79.0	---
4	EC7(NL)-Step 6.3		230.54	104.27	0.0	71.8	---
4	EC7(NL)-Step 6.4		283.08	114.75	0.0	72.3	---
4	EC7(NL)-Step 6.5	25.5	268.20	86.46	0.0	60.0	---
4	EC7(NL)-Step 6.5 * 1.20		321.84	103.75			
5	EC7(NL)-Step 6.1		275.90	121.02	0.0	78.0	---
5	EC7(NL)-Step 6.2		336.38	141.02	0.0	79.5	---
5	EC7(NL)-Step 6.3		244.51	107.24	0.0	72.1	---
5	EC7(NL)-Step 6.4		296.16	121.35	0.0	72.8	---
5	EC7(NL)-Step 6.5	25.6	262.90	129.27	0.0	60.2	---
5	EC7(NL)-Step 6.5 * 1.20		315.48	155.12			
Max		26.0	426.51	203.44	24.7	100.0	---

1.2 Supports

Stage nr.	Verification type	Support 1 stempel NAP+0,1m		Support 2 stempel NAP -1,75 m	
		Force [kN]	Moment [kNm/m']	Force [kN]	Moment [kNm/m']
1	EC7(NL)-Step 6.1	-	-	-	-
2	EC7(NL)-Step 6.1	-37.86	-	-	-
3	EC7(NL)-Step 6.1	77.30	-	-283.55	-
4	EC7(NL)-Step 6.1	-82.18	-	-	-
5	EC7(NL)-Step 6.1	-	-	-	-
1	EC7(NL)-Step 6.2	-	-	-	-
2	EC7(NL)-Step 6.2	-27.05	-	-	-
3	EC7(NL)-Step 6.2	34.74	-	-231.91	-
4	EC7(NL)-Step 6.2	-92.21	-	-	-
5	EC7(NL)-Step 6.2	-	-	-	-
1	EC7(NL)-Step 6.3	-	-	-	-
2	EC7(NL)-Step 6.3	-40.00	-	-	-
3	EC7(NL)-Step 6.3	105.75	-	-319.17	-
4	EC7(NL)-Step 6.3	-73.53	-	-	-
5	EC7(NL)-Step 6.3	-	-	-	-

Stage nr.	Verification type	Support 1 stempel NAP+0,1m		Support 2 stempel NAP -1,75 m	
		Force [kN]	Moment [kNm/m']	Force [kN]	Moment [kNm/m']
1	EC7(NL)-Step 6.4	-	-	-	-
2	EC7(NL)-Step 6.4	-27.82	-	-	-
3	EC7(NL)-Step 6.4	71.04	-	-276.84	-
4	EC7(NL)-Step 6.4	-80.17	-	-	-
5	EC7(NL)-Step 6.4	-	-	-	-
1	EC7(NL)-Step 6.5 * 1.20	-	-	-	-
2	EC7(NL)-Step 6.5 * 1.20	-32.76	-	-	-
3	EC7(NL)-Step 6.5 * 1.20	-5.02	-	-178.17	-
4	EC7(NL)-Step 6.5 * 1.20	-103.75	-	-	-
5	EC7(NL)-Step 6.5 * 1.20	-	-	-	-
Max		105.75	-	-319.17	-

1.3 Anchors and Struts

Stage nr.	Verification type	Anchor/strut keldervloer -2 (NAP -5,...		Anchor/strut keldervloer -1 (NAP -1,...	
		Force [kN]	State	Force [kN]	State
4	EC7(NL)-Step 6.1	164.82	Elastic	-	
4	EC7(NL)-Step 6.2	157.80	Elastic	-	
4	EC7(NL)-Step 6.3	187.39	Elastic	-	
4	EC7(NL)-Step 6.4	191.23	Elastic	-	
4	EC7(NL)-Step 6.5 * 1.20	111.67	Elastic	-	
5	EC7(NL)-Step 6.1	111.28	Elastic	131.31	Elastic
5	EC7(NL)-Step 6.2	94.95	Elastic	151.31	Elastic
5	EC7(NL)-Step 6.3	139.29	Elastic	117.53	Elastic
5	EC7(NL)-Step 6.4	136.18	Elastic	131.64	Elastic
5	EC7(NL)-Step 6.5 * 1.20	43.75	Elastic	166.56	Elastic
Max		191.23		166.56	

Due to multiplication of the representative value a force bigger than yield or buckling force may be present.

1.4 Warnings

Stage	Warning
3	Uplift might occur

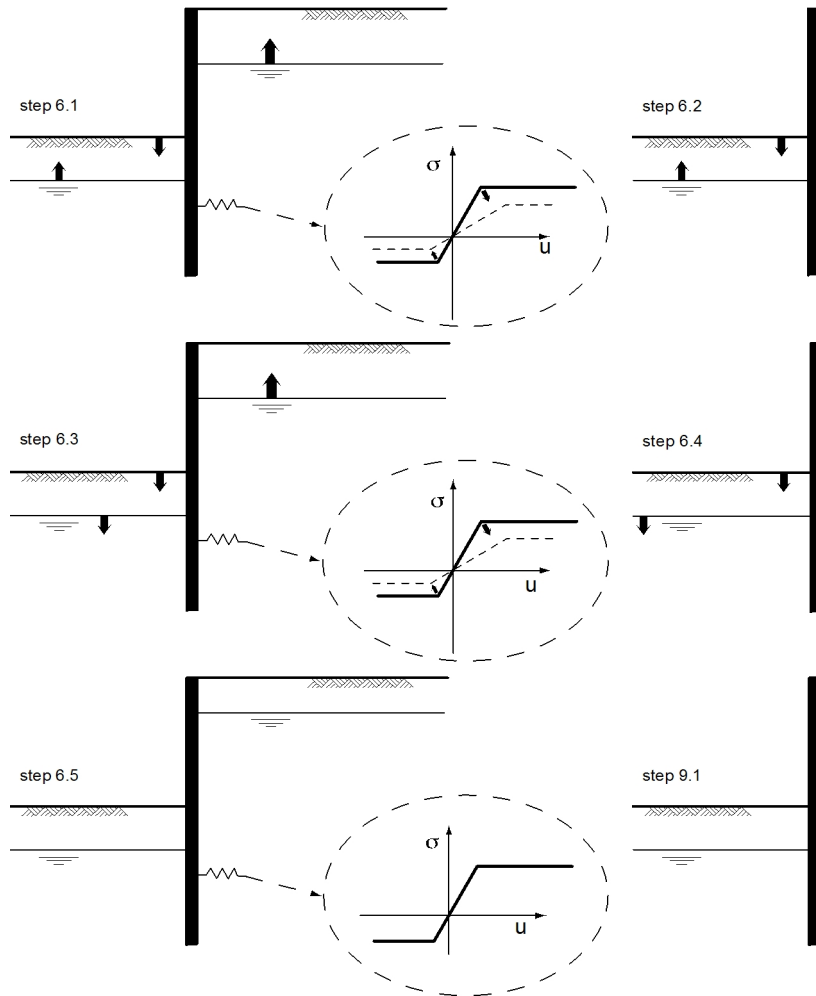
* Phi values

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

Profile(s):

- bodemopbouw NAP -1,2m (L)
- 1 ontgraving NAP +0,0 m
- 2 ontgraving NAP -2,0 m
- 3 ontgraving NAP -5,7 m

1.5 CUR Verification Steps



2 Input Data for all Stages

2.1 General Input Data

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

Model	Sheet piling
Check vertical balance	Yes
Number of construction stages	5
Unit weight of water	10.00 kN/m ³
Number of curves for spring characteristics	3
Unloading curve on spring characteristic	No
Elastic calculation	Yes

2.2 Sheet Piling Properties

Length	14.00 m
Level top side	0.30 m
Number of sections	1
P _r ;max;point	0.00 MPa
Xi factor	1.39

2.2.1 General properties

Section name	From [m]	To [m]	Material type	Acting width [m]
AZ 36-700N	-13.70	0.30	Steel	1.00

2.2.2 Stiffness EI (elastic behaviour)

Section name	Elastic stiffness EI [kNm ² /m']	Red. factor on EI [-]	Corrected elas. stiffness EI [kNm ²]	Note to reduction factor
AZ 36-700N	1.8818E+05	1.00	1.8818E+05	

2.2.3 Maximum allowable moments

Section name	Mr;char;el [kNm/m']	Modification factor [-]	Material factor [-]	Red. factor allow. moment [-]	Mr;d;el [kNm]
AZ 36-700N	862.00	1.00	1.00	1.00	862.00

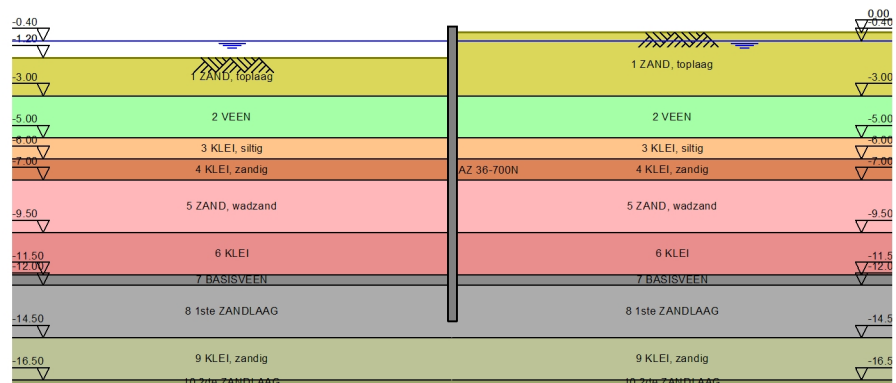
2.2.4 Properties for vertical balance

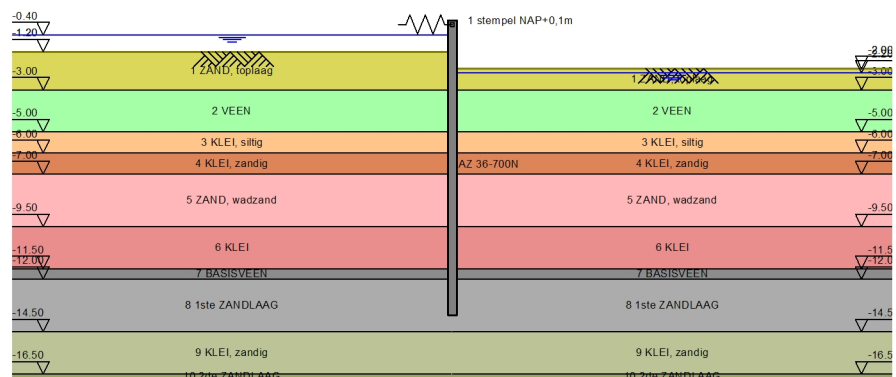
Section name	From [m]	To [m]	Height [mm]	Coating area [m ² /m ² wall]	Section area [cm ² /m']
AZ 36-700N	-13.70	0.30	499.00	1.47	216.00

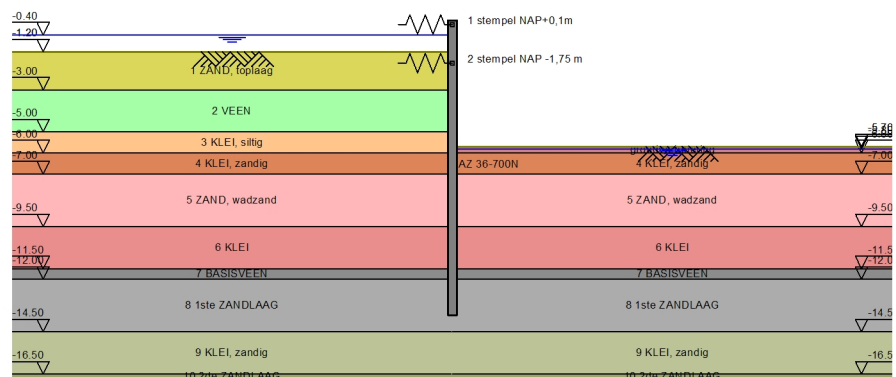
2.3 Calculation Options

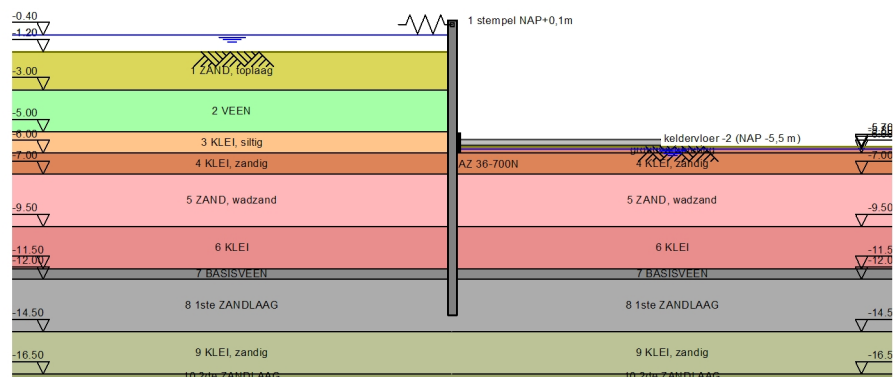
First stage represents initial situation	No
Calculation refinement	Coarse
Reduce delta(s) according to CUR	Yes
Verification	EC7 NA NL - method A: Partial factors (design values) in all stages Eurocode 7 using the factors as described in the National Annex of the Netherlands. It is basically design approach III.
Multiplication factor for anchor stiffness	1.000
Used partial factor set	RC 1

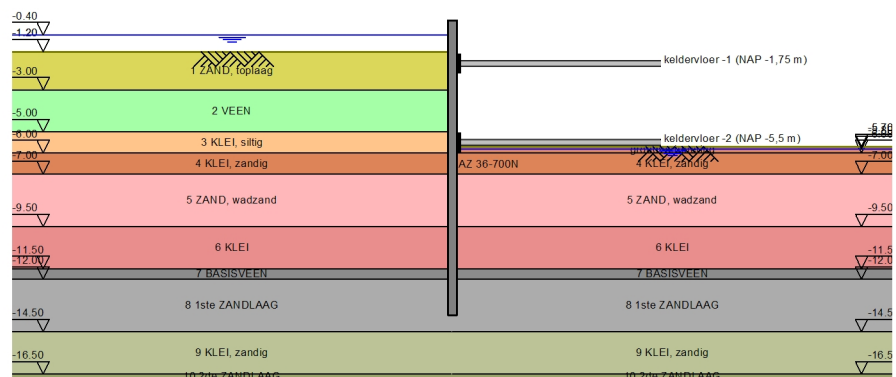
Factors on loads	
- Permanent load, unfavourable	1.00
- Permanent load, favourable	1.00
- Variable load, unfavourable	1.00
- Variable load, favourable	0.00
Material factors	
- Cohesion	1.15
- Tangent phi	1.15
- Delta (wall friction angle)	1.15
- Modulus of low representative subgrade reaction	1.30
Geometry modification	
- Increase retaining height	10.00 %
- Maximum increase retaining height	0.50 m
- Reduction in phreatic line on passive side	0.20 m
- Raise in phreatic line on passive side	0.20 m
- Raise in phreatic line on active side	0.05 m
Vertical balance factors	
- Partial factor base resistance (γ_b)	1.20

3 Outline Stage 1: 1) ontgraving tot NAP -0,2 m**Outline - Stage 1: 1) ontgraving tot NAP -0,2 m**

4 Outline Stage 2: 2) stempel NAP +0,25m + ontgraving tot NAP -3,25 m**Outline - Stage 2: 2) stempel NAP +0,25m + ontgraving tot NAP -3,25 m**

5 Outline Stage 3: 3) o.k. keldervloer -1 (NAP -2,0 m)**Outline - Stage 3: 3) o.k. keldervloer -1 (NAP -2,0 m)**

6 Outline Stage 4: 4) o.k. keldervloer -2 (NAP -5,2 m)**Outline - Stage 4: 4) o.k. keldervloer -2 (NAP -5,2 m)**

7 Outline Stage 5: 5) keldervloer -1 en -2 aanwezig**Outline - Stage 5: 5) keldervloer -1 en -2 aanwezig****End of Report**

Report for D-Sheet Piling 17.1

Design of Diaphragm and Sheet Pile Walls
Developed by Deltares

Company: <Not Registered>
<Not Registered>

Date of report: 8/24/2017
Time of report: 9:36:42 AM

Date of calculation: 9/12/2016
Time of calculation: 12:14:40 PM

Filename: P:\.\DSheetPiling - wijziging aug 2017\doorsnede 2 korte damwand

Project identification: Paleis van Justitie
doorsnede 2, ontgraving tot kelder -1
o.k. keldervloer op ca. NAP -2,0 m

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

1 Summary

1.1 Overview per Stage and Test

Stage nr.	Verification type	Displacement [mm]	Moment [kNm]	Shear force [kN]	Mob. perc. moment [%]	Mob. perc. resistance [%]	Vertical balance
1	EC7(NL)-Step 6.1		5.81	-6.96	0.0	39.9	---
1	EC7(NL)-Step 6.2		5.76	-6.91	0.0	39.9	---
1	EC7(NL)-Step 6.3		7.98	-9.06	0.0	46.4	---
1	EC7(NL)-Step 6.4		7.94	-9.02	0.0	46.4	---
1	EC7(NL)-Step 6.5	-3.2	5.36	-6.33	0.0	26.9	---
1	EC7(NL)-Step 6.5 * 1.20		6.43	-7.59			
2	EC7(NL)-Step 6.1		-5.34	6.48	38.0	39.3	---
2	EC7(NL)-Step 6.2		-4.71	5.97	37.7	38.8	---
2	EC7(NL)-Step 6.3		-5.00	6.57	38.4	39.4	---
2	EC7(NL)-Step 6.4		-4.04	5.82	38.5	39.3	---
2	EC7(NL)-Step 6.5	2.0	-4.68	5.68	28.8	29.4	---
2	EC7(NL)-Step 6.5 * 1.20		-5.62	6.82			
3	EC7(NL)-Step 6.1		-36.35	-34.74	0.0	75.1	---
3	EC7(NL)-Step 6.2		-24.28	-23.77	0.0	86.6	---
3	EC7(NL)-Step 6.3		-33.47	-32.13	0.0	71.7	---
3	EC7(NL)-Step 6.4		-20.37	-20.22	0.0	81.6	---
3	EC7(NL)-Step 6.5	10.9	-15.93	-15.95	0.0	59.5	---
3	EC7(NL)-Step 6.5 * 1.20		-19.11	-19.14			
4	EC7(NL)-Step 6.1		-22.15	21.32	0.0	69.6	---
4	EC7(NL)-Step 6.2		-17.00	18.99	0.0	79.6	---
4	EC7(NL)-Step 6.3		-21.61	-19.45	0.0	65.3	---
4	EC7(NL)-Step 6.4		-14.93	-15.84	0.0	74.2	---
4	EC7(NL)-Step 6.5	10.1	-10.91	-13.18	0.0	58.6	---
4	EC7(NL)-Step 6.5 * 1.20		-13.10	-15.81			
5	EC7(NL)-Step 6.1		-5.45	-13.30	84.1	86.6	---
5	EC7(NL)-Step 6.2		-5.23	-12.29	84.4	86.2	---
5	EC7(NL)-Step 6.3		-5.39	-13.01	75.8	78.2	---
5	EC7(NL)-Step 6.4		-5.12	-11.81	76.1	78.1	---
5	EC7(NL)-Step 6.5	13.6	-4.54	-10.65	58.7	62.5	---
5	EC7(NL)-Step 6.5 * 1.20		-5.45	-12.78			
Max		13.6	-36.35	-34.74	84.4	86.6	---

1.2 Supports

Stage nr.	Verification type	Support 1 stempel NAP+0,1m		Support 2 stempel NAP -1,0 m	
		Force [kN]	Moment [kNm/m']	Force [kN]	Moment [kNm/m']
1	EC7(NL)-Step 6.1	-	-	-	-
2	EC7(NL)-Step 6.1	-0.07	-	-	-
3	EC7(NL)-Step 6.1	32.63	-	-61.38	-
4	EC7(NL)-Step 6.1	9.45	-	-	-
5	EC7(NL)-Step 6.1	-	-	-	-
1	EC7(NL)-Step 6.2	-	-	-	-
2	EC7(NL)-Step 6.2	-0.42	-	-	-
3	EC7(NL)-Step 6.2	21.65	-	-45.40	-
4	EC7(NL)-Step 6.2	6.67	-	-	-
5	EC7(NL)-Step 6.2	-	-	-	-
1	EC7(NL)-Step 6.3	-	-	-	-
2	EC7(NL)-Step 6.3	-0.14	-	-	-
3	EC7(NL)-Step 6.3	30.01	-	-56.12	-
4	EC7(NL)-Step 6.3	9.16	-	-	-
5	EC7(NL)-Step 6.3	-	-	-	-

Stage nr.	Verification type	Support 1 stempel NAP+0,1m		Support 2 stempel NAP -1,0 m	
		Force [kN]	Moment [kNm/m']	Force [kN]	Moment [kNm/m']
1	EC7(NL)-Step 6.4	-	-	-	-
2	EC7(NL)-Step 6.4	-0.79	-	-	-
3	EC7(NL)-Step 6.4	18.11	-	-38.48	-
4	EC7(NL)-Step 6.4	5.55	-	-	-
5	EC7(NL)-Step 6.4	-	-	-	-
1	EC7(NL)-Step 6.5 * 1.20	-	-	-	-
2	EC7(NL)-Step 6.5 * 1.20	0.25	-	-	-
3	EC7(NL)-Step 6.5 * 1.20	16.98	-	-36.74	-
4	EC7(NL)-Step 6.5 * 1.20	4.37	-	-	-
5	EC7(NL)-Step 6.5 * 1.20	-	-	-	-
Max		32.63	-	-61.38	-

1.3 Anchors and Struts

Stage nr.	Verification type	Anchor/strut keldervloer -1 (NAP -1,...	
		Force [kN]	State
4	EC7(NL)-Step 6.1	41.06	Elastic
4	EC7(NL)-Step 6.2	35.95	Elastic
4	EC7(NL)-Step 6.3	38.43	Elastic
4	EC7(NL)-Step 6.4	30.78	Elastic
4	EC7(NL)-Step 6.5 * 1.20	27.55	Elastic
5	EC7(NL)-Step 6.1	22.43	Elastic
5	EC7(NL)-Step 6.2	21.60	Elastic
5	EC7(NL)-Step 6.3	20.02	Elastic
5	EC7(NL)-Step 6.4	18.88	Elastic
5	EC7(NL)-Step 6.5 * 1.20	18.49	Elastic
Max		41.06	

Due to multiplication of the representative value a force bigger than yield or buckling force may be present.

1.4 Warnings

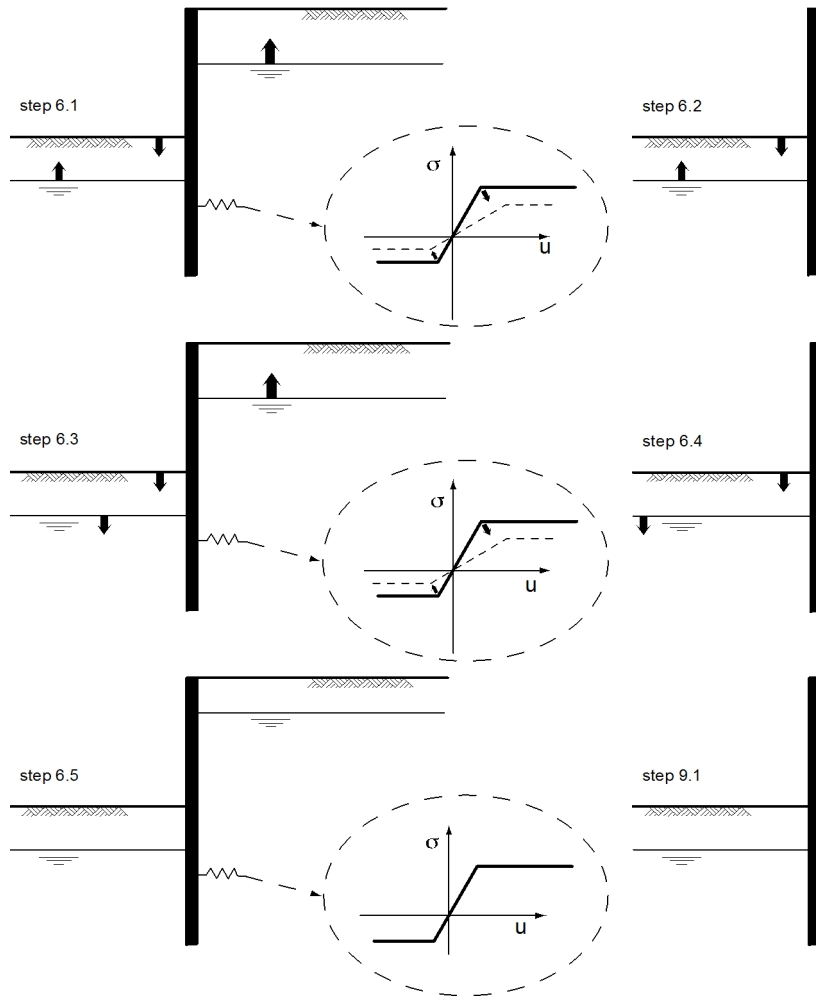
* Phi values

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

Profile(s):

- bodemopbouw NAP -1,2m (L)
- 1 ontgraving NAP +0,0 m
- 2 ontgraving NAP -1,2 m
- 3 ontgraving NAP -2,0 m

1.5 CUR Verification Steps



2 Input Data for all Stages

2.1 General Input Data

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

Model	Sheet piling
Check vertical balance	Yes
Number of construction stages	5
Unit weight of water	10.00 kN/m ³
Number of curves for spring characteristics	3
Unloading curve on spring characteristic	No
Elastic calculation	Yes

2.2 Sheet Piling Properties

Length	4.50 m
Level top side	0.30 m
Number of sections	1
P _r ;max;point	0.00 MPa
Xi factor	1.39

2.2.1 General properties

Section name	From [m]	To [m]	Material type	Acting width [m]
PU 12	-4.20	0.30	Steel	1.00

2.2.2 Stiffness EI (elastic behaviour)

Section name	Elastic stiffness EI [kNm ² /m']	Red. factor on EI [-]	Corrected elas. stiffness EI [kNm ²]	Note to reduction factor
PU 12	4.5360E+04	1.00	4.5360E+04	

2.2.3 Maximum allowable moments

Section name	Mr;char;el [kNm/m']	Modification factor [-]	Material factor [-]	Red. factor allow. moment [-]	Mr;d;el [kNm]
PU 12	288.00	1.00	1.00	1.00	288.00

2.2.4 Properties for vertical balance

Section name	From [m]	To [m]	Height [mm]	Coating area [m ² /m ² wall]	Section area [cm ² /m']
PU 12	-4.20	0.30	360.00	1.32	140.00

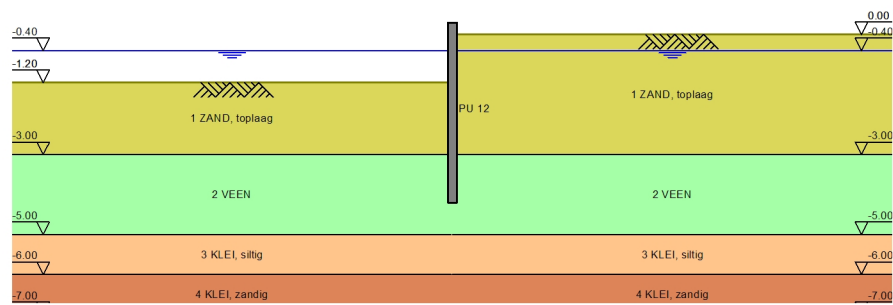
2.3 Calculation Options

First stage represents initial situation	No
Calculation refinement	Coarse
Reduce delta(s) according to CUR	Yes
Verification	EC7 NA NL - method A: Partial factors (design values) in all stages Eurocode 7 using the factors as described in the National Annex of the Netherlands. It is basically design approach III.
Multiplication factor for anchor stiffness	1.000
Used partial factor set	RC 1

Factors on loads	
- Permanent load, unfavourable	1.00
- Permanent load, favourable	1.00
- Variable load, unfavourable	1.00
- Variable load, favourable	0.00
Material factors	
- Cohesion	1.15
- Tangent phi	1.15
- Delta (wall friction angle)	1.15
- Modulus of low representative subgrade reaction	1.30
Geometry modification	
- Increase retaining height	10.00 %
- Maximum increase retaining height	0.50 m
- Reduction in phreatic line on passive side	0.20 m
- Raise in phreatic line on passive side	0.20 m
- Raise in phreatic line on active side	0.05 m
Vertical balance factors	
- Partial factor base resistance (gamma_b)	1.20

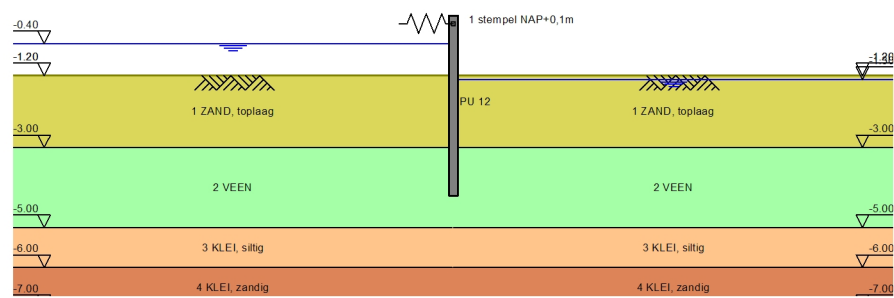
3 Outline Stage 1: 1) ontgraving tot NAP -0,2 m

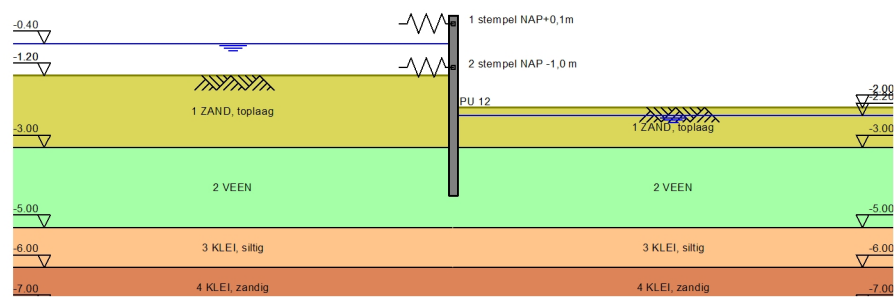
Outline - Stage 1: 1) ontgraving tot NAP -0,2 m



4 Outline Stage 2: 2) stempel NAP +0,25 m + ntgraving tot NAP -1,2 m

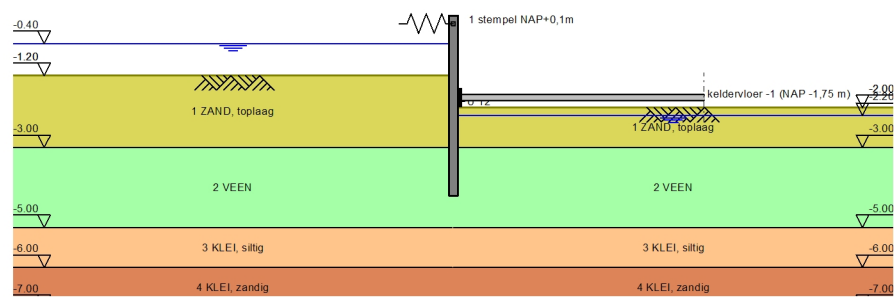
Outline - Stage 2: 2) stempel NAP +0,25 m + ntgraving tot NAP -1,2 m



5 Outline Stage 3:) stempel NAP +0,25 m + NAP -1,0 m + max ontgravin**Outline - Stage 3:) stempel NAP +0,25 m + NAP -1,0 m + max ontgravin**

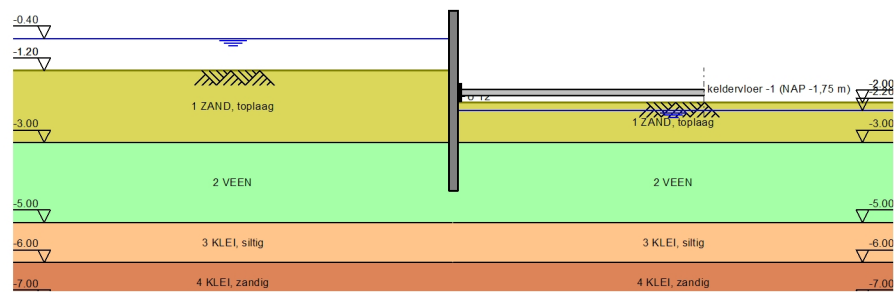
6 Outline Stage 4: 4) o.k. keldervloer -1 (NAP -2,0 m)

Outline - Stage 4: 4) o.k. keldervloer -1 (NAP -2,0 m)



7 Outline Stage 5: 5) stempels verwijderd

Outline - Stage 5: 5) stempels verwijderd



End of Report

Report for D-Sheet Piling 17.1

Design of Diaphragm and Sheet Pile Walls
Developed by Deltares

Company: <Not Registered>
<Not Registered>

Date of report: 8/24/2017
Time of report: 9:37:53 AM

Date of calculation: 23-8-2017
Time of calculation: 09:46:23

Filename: P:\.\DSheetPiling - wijziging aug 2017\doorsnede 2b lange damwand

Project identification: Paleis van Justitie
doorsnede 2, ontgraving tot kelder -1
o.k. keldervloer op ca. NAP -2,0 m

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

1 Summary

1.1 Overview per Stage and Test

Stage nr.	Verification type	Displacement [mm]	Moment [kNm]	Shear force [kN]	Mob. perc. moment [%]	Mob. perc. resistance [%]	Vertical balance
1	EC7(NL)-Step 6.1		-10.91	-12.00	0.0	30.1	---
1	EC7(NL)-Step 6.2		-8.83	-11.00	0.0	30.0	---
1	EC7(NL)-Step 6.3		-9.44	-12.66	0.0	32.5	---
1	EC7(NL)-Step 6.4		-7.90	-12.01	0.0	32.4	---
1	EC7(NL)-Step 6.5	-2.2	-11.65	-10.66	0.0	21.3	---
1	EC7(NL)-Step 6.5 * 1.20		-13.98	-12.80			
2	EC7(NL)-Step 6.1		19.34	-8.07	25.7	28.5	---
2	EC7(NL)-Step 6.2		10.03	8.17	25.5	28.8	---
2	EC7(NL)-Step 6.3		26.59	-10.75	26.9	29.7	---
2	EC7(NL)-Step 6.4		14.17	9.46	26.7	30.1	---
2	EC7(NL)-Step 6.5	1.4	12.87	7.48	19.1	21.3	---
2	EC7(NL)-Step 6.5 * 1.20		15.44	8.97			
3	EC7(NL)-Step 6.1		40.45	30.37	0.0	65.8	---
3	EC7(NL)-Step 6.2		33.84	26.09	0.0	68.1	---
3	EC7(NL)-Step 6.3		45.00	29.83	0.0	60.8	---
3	EC7(NL)-Step 6.4		35.21	24.21	0.0	62.7	---
3	EC7(NL)-Step 6.5	5.1	34.53	23.22	0.0	43.4	---
3	EC7(NL)-Step 6.5 * 1.20		41.44	27.86			
4	EC7(NL)-Step 6.1		36.07	23.06	0.0	61.5	---
4	EC7(NL)-Step 6.2		30.58	19.85	0.0	63.6	---
4	EC7(NL)-Step 6.3		41.26	22.85	0.0	56.4	---
4	EC7(NL)-Step 6.4		32.56	18.05	0.0	58.1	---
4	EC7(NL)-Step 6.5	4.9	32.35	17.65	0.0	43.0	---
4	EC7(NL)-Step 6.5 * 1.20		38.82	21.18			
5	EC7(NL)-Step 6.1		30.13	28.65	61.2	60.4	---
5	EC7(NL)-Step 6.2		26.81	27.03	60.6	62.6	---
5	EC7(NL)-Step 6.3		34.38	29.54	55.8	55.4	---
5	EC7(NL)-Step 6.4		28.80	25.91	54.7	57.1	---
5	EC7(NL)-Step 6.5	4.5	27.81	23.03	38.6	41.9	---
5	EC7(NL)-Step 6.5 * 1.20		33.37	27.63			
Max		5.1	45.00	30.37	61.2	68.1	---

1.2 Supports

Stage nr.	Verification type	Support 1 stempel NAP+0,1m		Support 2 stempel NAP -1,0 m	
		Force [kN]	Moment [kNm/m']	Force [kN]	Moment [kNm/m']
1	EC7(NL)-Step 6.1	-	-	-	-
2	EC7(NL)-Step 6.1	-7.15	-	-	-
3	EC7(NL)-Step 6.1	1.98	-	-34.46	-
4	EC7(NL)-Step 6.1	-8.71	-	-	-
5	EC7(NL)-Step 6.1	-	-	-	-
1	EC7(NL)-Step 6.2	-	-	-	-
2	EC7(NL)-Step 6.2	-2.88	-	-	-
3	EC7(NL)-Step 6.2	-0.34	-	-27.86	-
4	EC7(NL)-Step 6.2	-8.29	-	-	-
5	EC7(NL)-Step 6.2	-	-	-	-
1	EC7(NL)-Step 6.3	-	-	-	-
2	EC7(NL)-Step 6.3	-9.85	-	-	-
3	EC7(NL)-Step 6.3	-0.89	-	-31.06	-
4	EC7(NL)-Step 6.3	-10.28	-	-	-
5	EC7(NL)-Step 6.3	-	-	-	-

Stage nr.	Verification type	Support 1 stempel NAP+0,1m		Support 2 stempel NAP -1,0 m	
		Force [kN]	Moment [kNm/m']	Force [kN]	Moment [kNm/m']
1	EC7(NL)-Step 6.4	-	-	-	-
2	EC7(NL)-Step 6.4	-4.20	-	-	-
3	EC7(NL)-Step 6.4	-2.01	-	-24.32	-
4	EC7(NL)-Step 6.4	-8.82	-	-	-
5	EC7(NL)-Step 6.4	-	-	-	-
1	EC7(NL)-Step 6.5 * 1.20	-	-	-	-
2	EC7(NL)-Step 6.5 * 1.20	-4.62	-	-	-
3	EC7(NL)-Step 6.5 * 1.20	-1.59	-	-28.43	-
4	EC7(NL)-Step 6.5 * 1.20	-9.23	-	-	-
5	EC7(NL)-Step 6.5 * 1.20	-	-	-	-
Max		-10.28	-	-34.46	-

1.3 Anchors and Struts

Stage nr.	Verification type	Anchor/strut keldervloer -1 (NAP -1,...	
		Force [kN]	State
4	EC7(NL)-Step 6.1	24.64	Elastic
4	EC7(NL)-Step 6.2	21.84	Elastic
4	EC7(NL)-Step 6.3	22.86	Elastic
4	EC7(NL)-Step 6.4	19.53	Elastic
4	EC7(NL)-Step 6.5 * 1.20	23.39	Elastic
5	EC7(NL)-Step 6.1	38.93	Elastic
5	EC7(NL)-Step 6.2	37.32	Elastic
5	EC7(NL)-Step 6.3	39.83	Elastic
5	EC7(NL)-Step 6.4	36.20	Elastic
5	EC7(NL)-Step 6.5 * 1.20	39.07	Elastic
Max		39.83	

Due to multiplication of the representative value a force bigger than yield or buckling force may be present.

1.4 Warnings

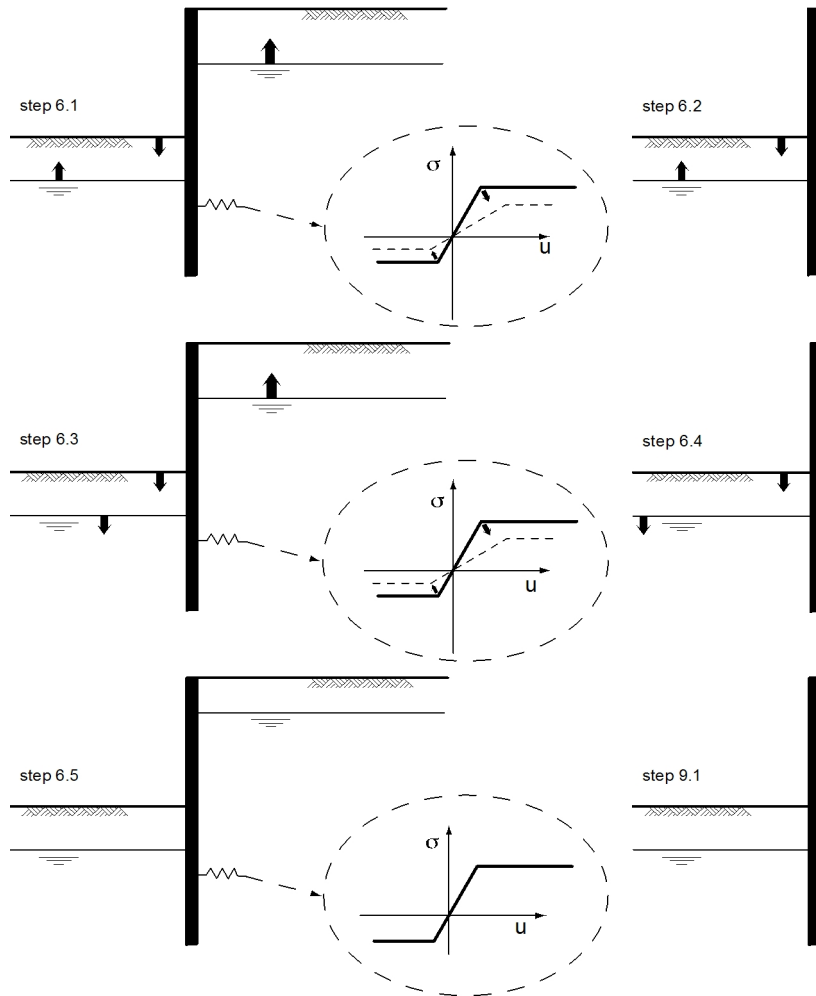
* Phi values

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

Profile(s):

- bodemopbouw NAP -1,2m (L)
- 1 ontgraving NAP +0,0 m
- 2 ontgraving NAP -1,2 m
- 3 ontgraving NAP -2,0 m

1.5 CUR Verification Steps



2 Input Data for all Stages

2.1 General Input Data

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

Model	Sheet piling
Check vertical balance	Yes
Number of construction stages	5
Unit weight of water	10.00 kN/m ³
Number of curves for spring characteristics	3
Unloading curve on spring characteristic	No
Elastic calculation	Yes

2.2 Sheet Piling Properties

Length	8.00 m
Level top side	0.30 m
Number of sections	1
P _r ;max;point	0.00 MPa
Xi factor	1.39

2.2.1 General properties

Section name	From [m]	To [m]	Material type	Acting width [m]
PU 12	-7.70	0.30	Steel	1.00

2.2.2 Stiffness EI (elastic behaviour)

Section name	Elastic stiffness EI [kNm ² /m']	Red. factor on EI [-]	Corrected elas. stiffness EI [kNm ²]	Note to reduction factor
PU 12	4.5360E+04	1.00	4.5360E+04	

2.2.3 Maximum allowable moments

Section name	Mr;char;el [kNm/m']	Modification factor [-]	Material factor [-]	Red. factor allow. moment [-]	Mr;d;el [kNm]
PU 12	288.00	1.00	1.00	1.00	288.00

2.2.4 Properties for vertical balance

Section name	From [m]	To [m]	Height [mm]	Coating area [m ² /m ² wall]	Section area [cm ² /m']
PU 12	-7.70	0.30	360.00	1.32	140.00

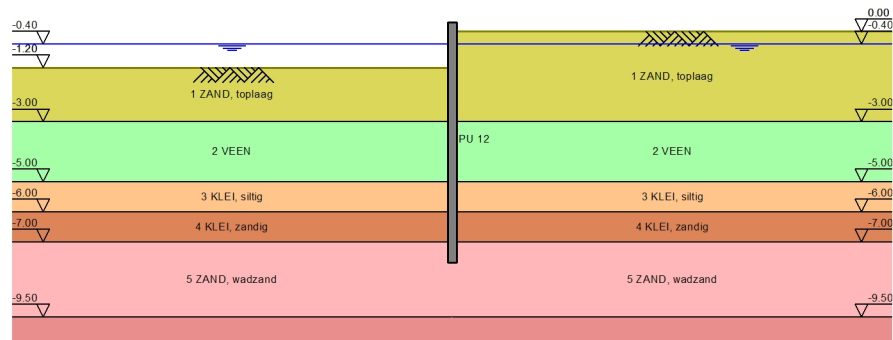
2.3 Calculation Options

First stage represents initial situation	No
Calculation refinement	Coarse
Reduce delta(s) according to CUR	Yes
Verification	EC7 NA NL - method A: Partial factors (design values) in all stages Eurocode 7 using the factors as described in the National Annex of the Netherlands. It is basically design approach III.
Multiplication factor for anchor stiffness	1.000
Used partial factor set	RC 1

Factors on loads	
- Permanent load, unfavourable	1.00
- Permanent load, favourable	1.00
- Variable load, unfavourable	1.00
- Variable load, favourable	0.00
Material factors	
- Cohesion	1.15
- Tangent phi	1.15
- Delta (wall friction angle)	1.15
- Modulus of low representative subgrade reaction	1.30
Geometry modification	
- Increase retaining height	10.00 %
- Maximum increase retaining height	0.50 m
- Reduction in phreatic line on passive side	0.20 m
- Raise in phreatic line on passive side	0.20 m
- Raise in phreatic line on active side	0.05 m
Vertical balance factors	
- Partial factor base resistance (γ_b)	1.20

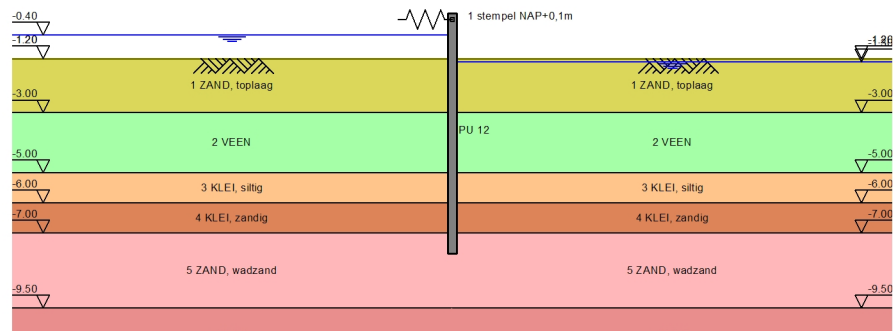
3 Outline Stage 1: 1) ontgraving tot NAP -0,2 m

Outline - Stage 1: 1) ontgraving tot NAP -0,2 m



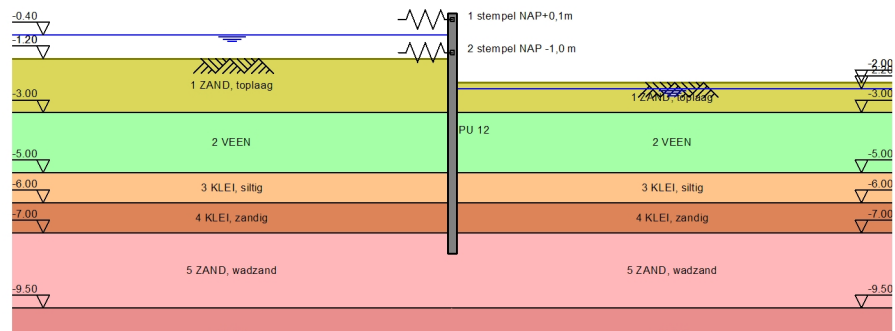
4 Outline Stage 2: 2) stempel NAP +0,25 m + ntgraving tot NAP -1,2 m

Outline - Stage 2: 2) stempel NAP +0,25 m + ntgraving tot NAP -1,2 m



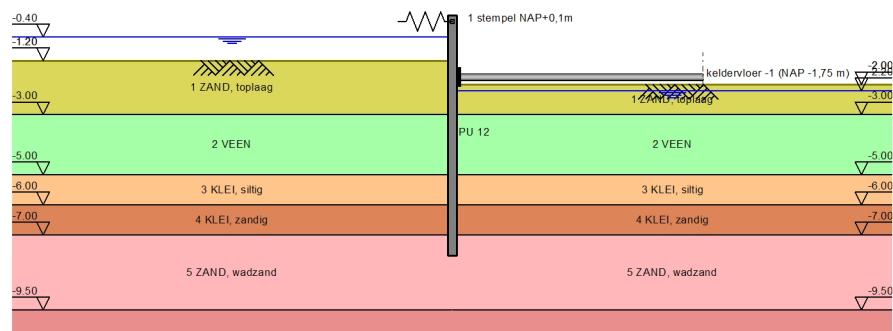
5 Outline Stage 3:) stempel NAP +0,25 m + NAP -1,0 m + max ontgravin

Outline - Stage 3:) stempel NAP +0,25 m + NAP -1,0 m + max ontgravin



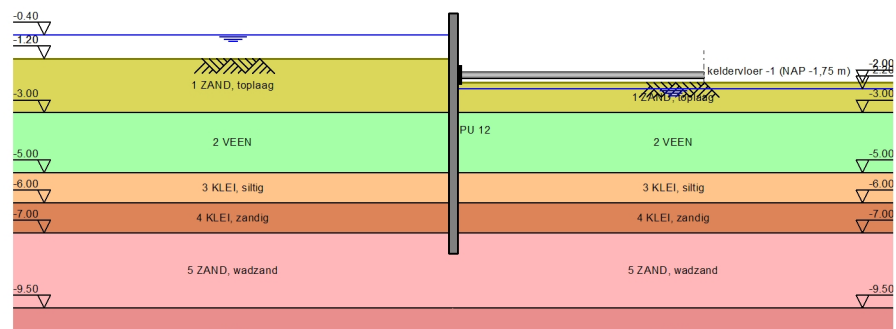
6 Outline Stage 4: 4) o.k. keldervloer -1 (NAP -2,0 m)

Outline - Stage 4: 4) o.k. keldervloer -1 (NAP -2,0 m)



7 Outline Stage 5: 5) stempels verwijderd

Outline - Stage 5: 5) stempels verwijderd



End of Report

Report for D-Sheet Piling 17.1

Design of Diaphragm and Sheet Pile Walls
Developed by Deltares

Company: <Not Registered>
<Not Registered>

Date of report: 8/24/2017
Time of report: 9:39:01 AM

Date of calculation: 22-8-2017
Time of calculation: 15:51:02

Filename: P:\..\20_Engineering\DSheetPiling - wijziging aug 2017\doorsnede 3_v2

Project identification: Paleis van Justitie
doorsnede 3, ontgraving tot kelder -1
o.k. keldervloer op ca. NAP -2,0 m

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

1 Summary

1.1 Overview per Stage and Test

Stage nr.	Verification type	Displacement [mm]	Moment [kNm]	Shear force [kN]	Mob. perc. moment [%]	Mob. perc. resistance [%]	Vertical balance
1	EC7(NL)-Step 6.1		-38.03	30.16	0.0	29.2	---
1	EC7(NL)-Step 6.2		-36.98	31.00	0.0	29.3	---
1	EC7(NL)-Step 6.3		-33.14	31.47	0.0	29.2	---
1	EC7(NL)-Step 6.4		-32.42	31.39	0.0	29.2	---
1	EC7(NL)-Step 6.5	4.7	24.18	25.95	0.0	19.8	---
1	EC7(NL)-Step 6.5 * 1.20		29.02	31.14			
2	EC7(NL)-Step 6.1		380.44	162.76	96.4	96.9	---
2	EC7(NL)-Step 6.2		381.84	162.26	96.6	97.1	---
2	EC7(NL)-Step 6.3		390.30	166.15	98.0	98.3	---
2	EC7(NL)-Step 6.4		392.60	165.67	98.2	98.5	---
2	EC7(NL)-Step 6.5	24.9	192.86	95.41	52.9	57.5	---
2	EC7(NL)-Step 6.5 * 1.20		231.44	114.49			
3	EC7(NL)-Step 6.1		279.71	188.35	77.6	71.8	---
3	EC7(NL)-Step 6.2		315.19	216.34	77.9	71.3	---
3	EC7(NL)-Step 6.3		292.32	196.70	69.2	61.3	---
3	EC7(NL)-Step 6.4		328.42	222.15	69.7	61.3	---
3	EC7(NL)-Step 6.5	21.4	120.41	107.03	50.8	56.3	---
3	EC7(NL)-Step 6.5 * 1.20		144.49	128.43			
Max		24.9	392.60	222.15	98.2	98.5	---

1.2 Supports

Stage nr.	Verification type	Support 1 stempel NAP+0,1m	
		Force [kN]	Moment [kNm/m']
1	EC7(NL)-Step 6.1	-	-
2	EC7(NL)-Step 6.1	-215.67	-
3	EC7(NL)-Step 6.1	-	-
1	EC7(NL)-Step 6.2	-	-
2	EC7(NL)-Step 6.2	-209.10	-
3	EC7(NL)-Step 6.2	-	-
1	EC7(NL)-Step 6.3	-	-
2	EC7(NL)-Step 6.3	-223.79	-
3	EC7(NL)-Step 6.3	-	-
1	EC7(NL)-Step 6.4	-	-
2	EC7(NL)-Step 6.4	-215.77	-
3	EC7(NL)-Step 6.4	-	-
1	EC7(NL)-Step 6.5 * 1.20	-	-
2	EC7(NL)-Step 6.5 * 1.20	-133.83	-
3	EC7(NL)-Step 6.5 * 1.20	-	-
Max		-223.79	-

1.3 Anchors and Struts

Stage nr.	Verification type	Anchor/strut keldervloer -1 (NAP -1,..	
		Force [kN]	State
3	EC7(NL)-Step 6.1	246.97	Elastic
3	EC7(NL)-Step 6.2	274.59	Elastic
3	EC7(NL)-Step 6.3	257.24	Elastic
3	EC7(NL)-Step 6.4	280.40	Elastic
3	EC7(NL)-Step 6.5 * 1.20	189.41	Elastic

Max		280.40	
-----	--	---------------	--

Due to multiplication of the representative value a force bigger than yield or buckling force may be present.

1.4 Warnings

Stage	Warning
2	Uplift might occur
3	Uplift might occur

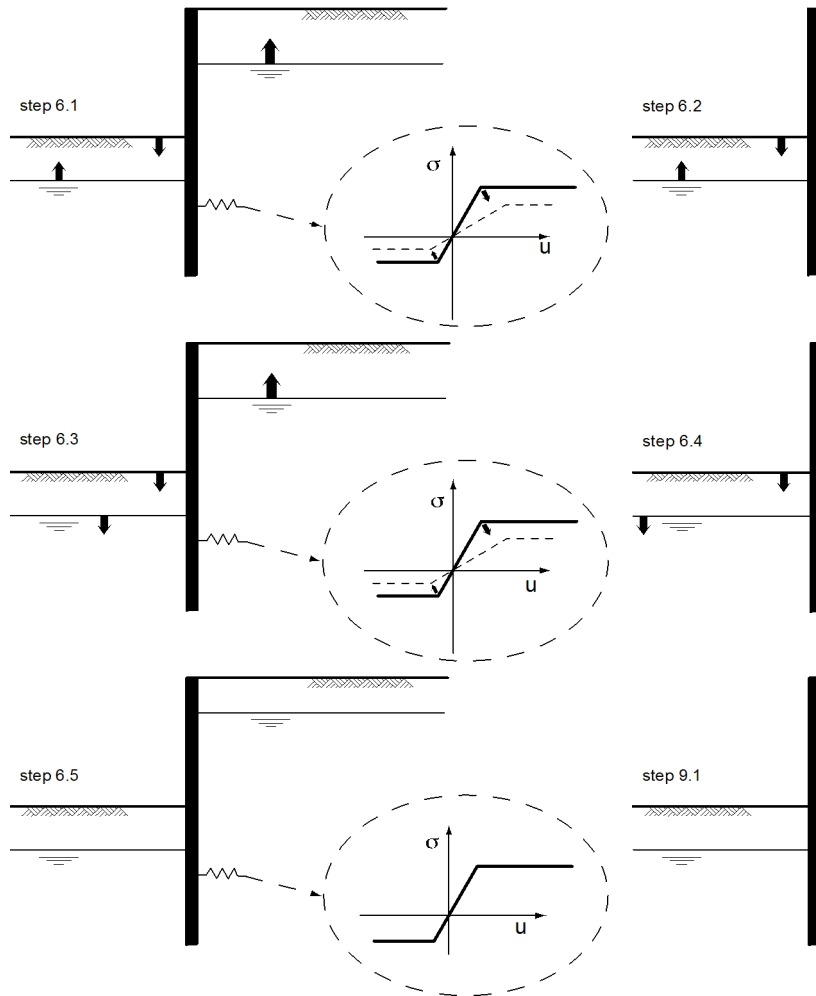
* Phi values

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

Profile(s):

- bodemopbouw NAP +1,8m (L)
- 1 ontgraving NAP 0,0 m
- 2 ontgraving NAP -2,25 m

1.5 CUR Verification Steps



2 Input Data for all Stages

2.1 General Input Data

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

Model	Sheet piling
Check vertical balance	Yes
Number of construction stages	3
Unit weight of water	10.00 kN/m ³
Number of curves for spring characteristics	3
Unloading curve on spring characteristic	No
Elastic calculation	Yes

2.2 Sheet Piling Properties

Length	12.50 m
Level top side	2.00 m
Number of sections	1
P _r ;max;point	0.00 MPa
Xi factor	1.39

2.2.1 General properties

Section name	From [m]	To [m]	Material type	Acting width [m]
PU 22	-10.50	2.00	Steel	1.00

2.2.2 Stiffness EI (elastic behaviour)

Section name	Elastic stiffness EI [kNm ² /m']	Red. factor on EI [-]	Corrected elas. stiffness EI [kNm ²]	Note to reduction factor
PU 22	1.0387E+05	1.00	1.0387E+05	

2.2.3 Maximum allowable moments

Section name	Mr;char;el [kNm/m']	Modification factor [-]	Material factor [-]	Red. factor allow. moment [-]	Mr;d;el [kNm]
PU 22	528.00	1.00	1.00	1.00	528.00

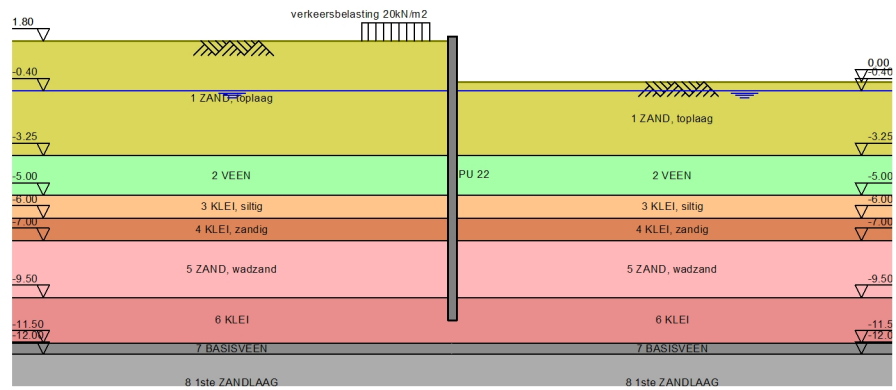
2.2.4 Properties for vertical balance

Section name	From [m]	To [m]	Height [mm]	Coating area [m ² /m ² wall]	Section area [cm ² /m']
PU 22	-10.50	2.00	450.00	1.49	183.00

2.3 Calculation Options

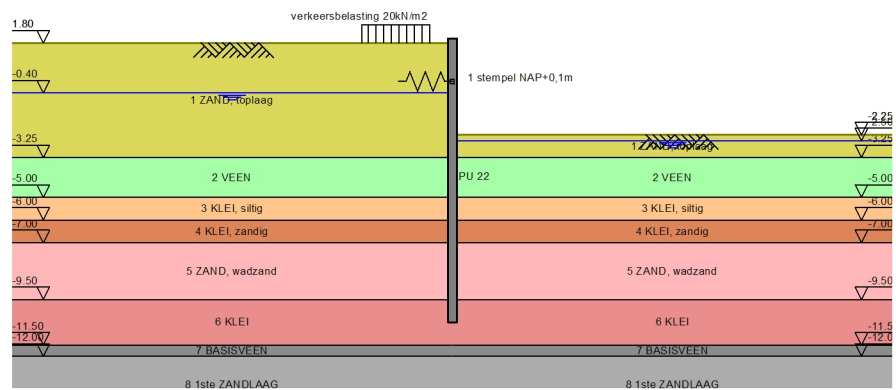
First stage represents initial situation	No
Calculation refinement	Coarse
Reduce delta(s) according to CUR	Yes
Verification	EC7 NA NL - method A: Partial factors (design values) in all stages Eurocode 7 using the factors as described in the National Annex of the Netherlands. It is basically design approach III.
Multiplication factor for anchor stiffness	1.000
Used partial factor set	RC 1

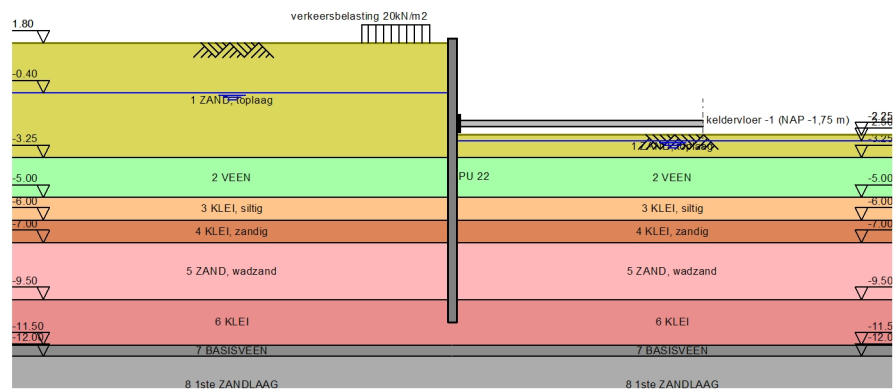
Factors on loads	
- Permanent load, unfavourable	1.00
- Permanent load, favourable	1.00
- Variable load, unfavourable	1.00
- Variable load, favourable	0.00
Material factors	
- Cohesion	1.15
- Tangent phi	1.15
- Delta (wall friction angle)	1.15
- Modulus of low representative subgrade reaction	1.30
Geometry modification	
- Increase retaining height	10.00 %
- Maximum increase retaining height	0.50 m
- Reduction in phreatic line on passive side	0.20 m
- Raise in phreatic line on passive side	0.20 m
- Raise in phreatic line on active side	0.05 m
Vertical balance factors	
- Partial factor base resistance (gamma_b)	1.20

3 Outline Stage 1: 1) ontgraving tot NAP -0,2 m**Outline - Stage 1: 1) ontgraving tot NAP -0,2 m**

4 Outline Stage 2: 2) stempel NAP +0,25m + ontgraving tot NAP -3,25 m

Outline - Stage 2: 2) stempel NAP +0,25m + ontgraving tot NAP -3,25 m



5 Outline Stage 3: 3) o.k. keldervloer -1 (NAP -2,0 m)**Outline - Stage 3: 3) o.k. keldervloer -1 (NAP -2,0 m)****End of Report**

Report for D-Sheet Piling 17.1

Design of Diaphragm and Sheet Pile Walls
Developed by Deltares

Company: <Not Registered>
<Not Registered>

Date of report: 8/24/2017
Time of report: 9:41:23 AM

Date of calculation: 22-8-2017
Time of calculation: 16:00:06

Filename: P:\.\DSheetPiling - wijziging aug 2017\doorsnede 3_v2_MV NAP 1,3 m

Project identification: Paleis van Justitie
doorsnede 3, ontgraving tot kelder -1
o.k. keldervloer op ca. NAP -2,0 m

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

1 Summary

1.1 Overview per Stage and Test

Stage nr.	Verification type	Displacement [mm]	Moment [kNm]	Shear force [kN]	Mob. perc. moment [%]	Mob. perc. resistance [%]	Vertical balance
1	EC7(NL)-Step 6.1		20.14	23.04	0.0	25.4	---
1	EC7(NL)-Step 6.2		16.58	21.72	0.0	25.3	---
1	EC7(NL)-Step 6.3		24.54	23.79	0.0	25.6	---
1	EC7(NL)-Step 6.4		19.53	22.14	0.0	25.5	---
1	EC7(NL)-Step 6.5	3.0	24.12	19.50	0.0	17.5	---
1	EC7(NL)-Step 6.5 * 1.20		28.95	23.40			
2	EC7(NL)-Step 6.1		348.91	140.90	99.0	99.1	---
2	EC7(NL)-Step 6.2		350.20	140.57	99.1	99.2	---
2	EC7(NL)-Step 6.3		348.16	140.34	98.4	98.6	---
2	EC7(NL)-Step 6.4		348.99	139.91	98.6	98.8	---
2	EC7(NL)-Step 6.5	21.7	187.75	86.08	50.4	55.0	---
2	EC7(NL)-Step 6.5 * 1.20		225.30	103.30			
3	EC7(NL)-Step 6.1		247.17	164.90	79.3	72.9	---
3	EC7(NL)-Step 6.2		279.01	191.18	79.3	71.6	---
3	EC7(NL)-Step 6.3		254.42	167.36	69.0	61.8	---
3	EC7(NL)-Step 6.4		284.11	192.64	69.2	60.9	---
3	EC7(NL)-Step 6.5	18.5	121.13	96.82	47.9	53.7	---
3	EC7(NL)-Step 6.5 * 1.20		145.35	116.19			
Max		21.7	350.20	192.64	99.1	99.2	---

1.2 Supports

Stage nr.	Verification type	Support 1 stempel NAP+0,1m	
		Force [kN]	Moment [kNm/m']
1	EC7(NL)-Step 6.1	-	-
2	EC7(NL)-Step 6.1	-164.79	-
3	EC7(NL)-Step 6.1	-	-
1	EC7(NL)-Step 6.2	-	-
2	EC7(NL)-Step 6.2	-159.36	-
3	EC7(NL)-Step 6.2	-	-
1	EC7(NL)-Step 6.3	-	-
2	EC7(NL)-Step 6.3	-162.98	-
3	EC7(NL)-Step 6.3	-	-
1	EC7(NL)-Step 6.4	-	-
2	EC7(NL)-Step 6.4	-157.82	-
3	EC7(NL)-Step 6.4	-	-
1	EC7(NL)-Step 6.5 * 1.20	-	-
2	EC7(NL)-Step 6.5 * 1.20	-109.67	-
3	EC7(NL)-Step 6.5 * 1.20	-	-
Max		-164.79	-

1.3 Anchors and Struts

Stage nr.	Verification type	Anchor/strut keldervloer -1 (NAP -1,..	
		Force [kN]	State
3	EC7(NL)-Step 6.1	210.63	Elastic
3	EC7(NL)-Step 6.2	236.90	Elastic
3	EC7(NL)-Step 6.3	213.10	Elastic
3	EC7(NL)-Step 6.4	238.36	Elastic
3	EC7(NL)-Step 6.5 * 1.20	164.05	Elastic

Max		238.36	
-----	--	---------------	--

Due to multiplication of the representative value a force bigger than yield or buckling force may be present.

1.4 Warnings

Stage	Warning
2	Uplift might occur
3	Uplift might occur

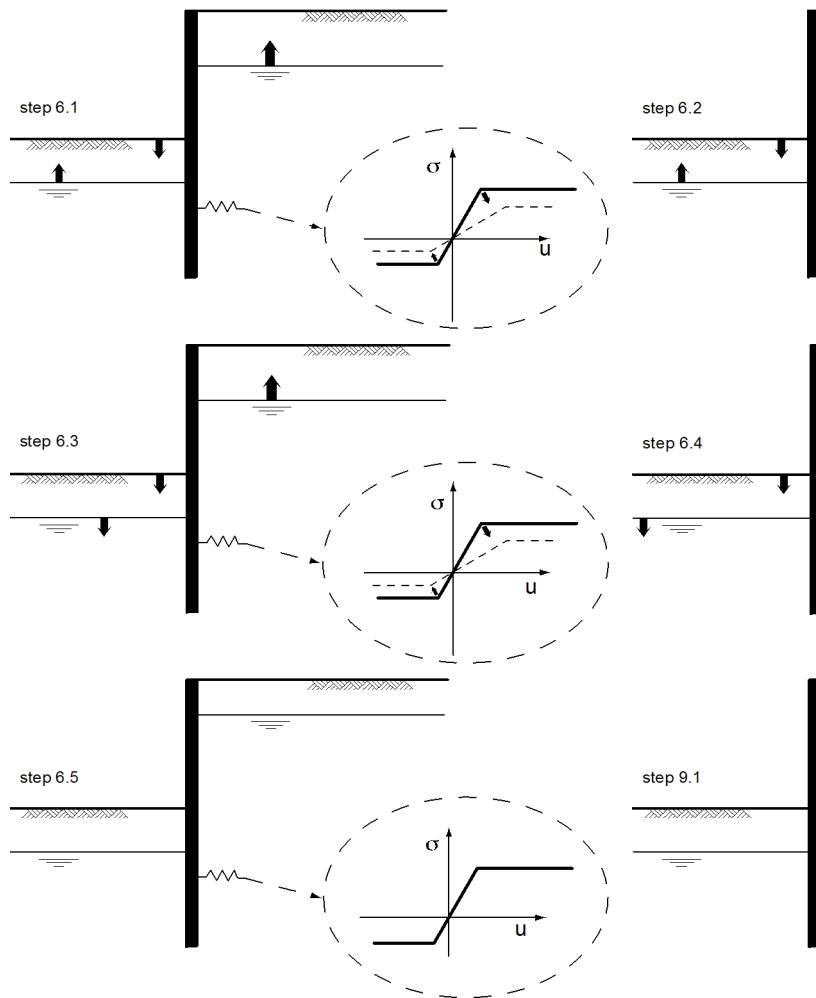
* Phi values

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

Profile(s):

- bodemopbouw NAP +1,8m (L)
- 1 ontgraving NAP 0,0 m
- 2 ontgraving NAP -2,25 m

1.5 CUR Verification Steps



2 Input Data for all Stages

2.1 General Input Data

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

Model	Sheet piling
Check vertical balance	Yes
Number of construction stages	3
Unit weight of water	10.00 kN/m ³
Number of curves for spring characteristics	3
Unloading curve on spring characteristic	No
Elastic calculation	Yes

2.2 Sheet Piling Properties

Length	11.50 m
Level top side	1.50 m
Number of sections	1
P _r ;max;point	0.00 MPa
Xi factor	1.39

2.2.1 General properties

Section name	From [m]	To [m]	Material type	Acting width [m]
PU 22	-10.00	1.50	Steel	1.00

2.2.2 Stiffness EI (elastic behaviour)

Section name	Elastic stiffness EI [kNm ² /m']	Red. factor on EI [-]	Corrected elas. stiffness EI [kNm ²]	Note to reduction factor
PU 22	1.0387E+05	1.00	1.0387E+05	

2.2.3 Maximum allowable moments

Section name	Mr;char;el [kNm/m']	Modification factor [-]	Material factor [-]	Red. factor allow. moment [-]	Mr;d;el [kNm]
PU 22	528.00	1.00	1.00	1.00	528.00

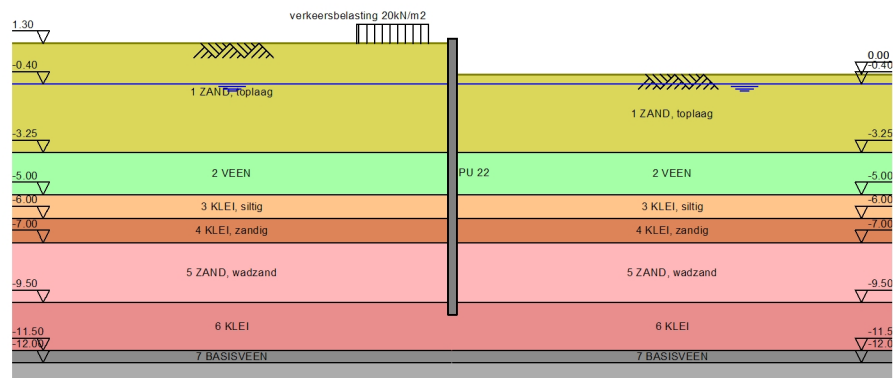
2.2.4 Properties for vertical balance

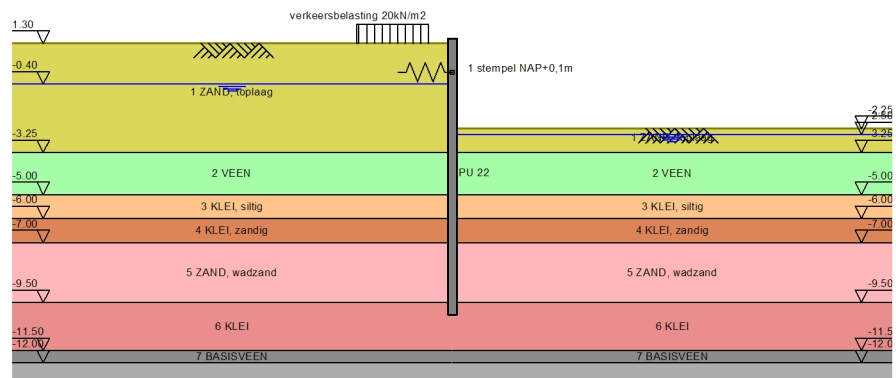
Section name	From [m]	To [m]	Height [mm]	Coating area [m ² /m ² wall]	Section area [cm ² /m']
PU 22	-10.00	1.50	450.00	1.49	183.00

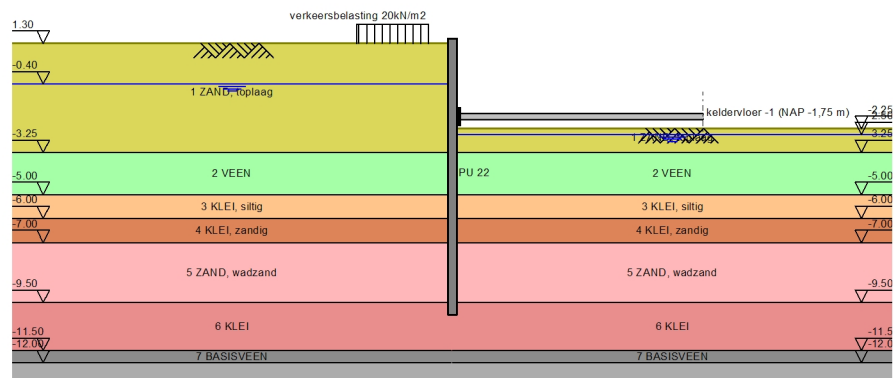
2.3 Calculation Options

First stage represents initial situation	No
Calculation refinement	Coarse
Reduce delta(s) according to CUR	Yes
Verification	EC7 NA NL - method A: Partial factors (design values) in all stages Eurocode 7 using the factors as described in the National Annex of the Netherlands. It is basically design approach III.
Multiplication factor for anchor stiffness	1.000
Used partial factor set	RC 1

Factors on loads	
- Permanent load, unfavourable	1.00
- Permanent load, favourable	1.00
- Variable load, unfavourable	1.00
- Variable load, favourable	0.00
Material factors	
- Cohesion	1.15
- Tangent phi	1.15
- Delta (wall friction angle)	1.15
- Modulus of low representative subgrade reaction	1.30
Geometry modification	
- Increase retaining height	10.00 %
- Maximum increase retaining height	0.50 m
- Reduction in phreatic line on passive side	0.20 m
- Raise in phreatic line on passive side	0.20 m
- Raise in phreatic line on active side	0.05 m
Vertical balance factors	
- Partial factor base resistance (gamma_b)	1.20

3 Outline Stage 1: 1) ontgraving tot NAP -0,2 m**Outline - Stage 1: 1) ontgraving tot NAP -0,2 m**

4 Outline Stage 2: 2) stempel NAP +0,1 m + ontgraving tot NAP -2,25 m**Outline - Stage 2: 2) stempel NAP +0,1 m + ontgraving tot NAP -2,25 m**

5 Outline Stage 3: 3) o.k. keldervloer -1 (NAP -1,75 m)**Outline - Stage 3: 3) o.k. keldervloer -1 (NAP -1,75 m)****End of Report**

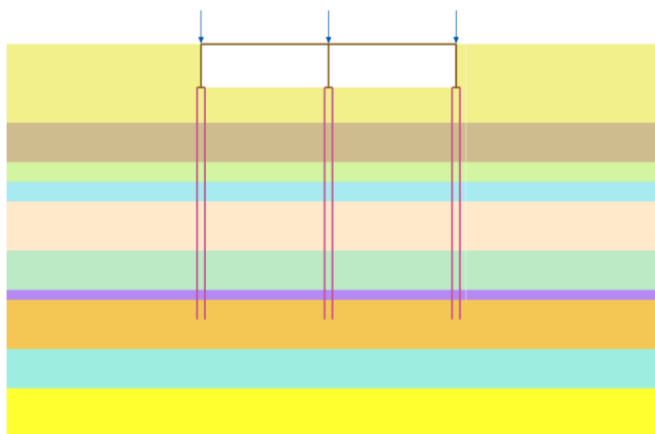
TOEGEPASTE FASERING PLAXIS ANALYSE

BIJLAGE 4

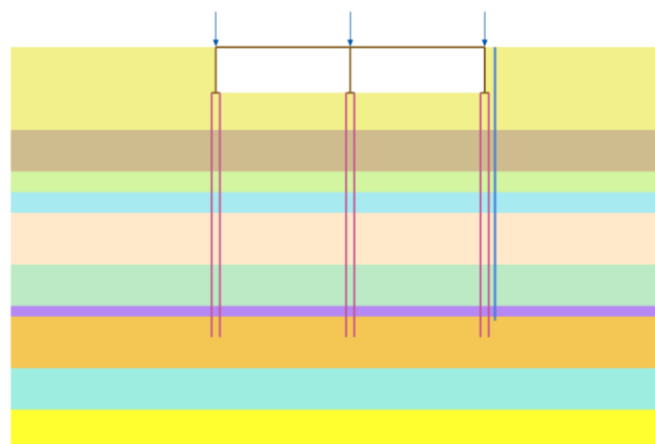
Opdr. : 1015-0590-001
Bijl. : A4

Doorsnede 1 fasering

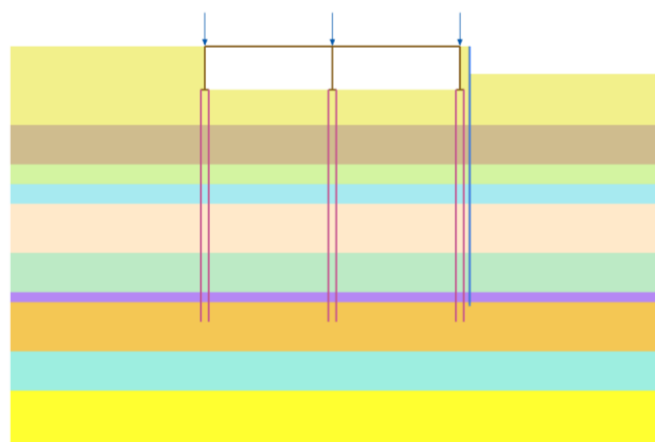
Bestaande funderingen



Plaatsen van Damwanden



Eerste ontgraving

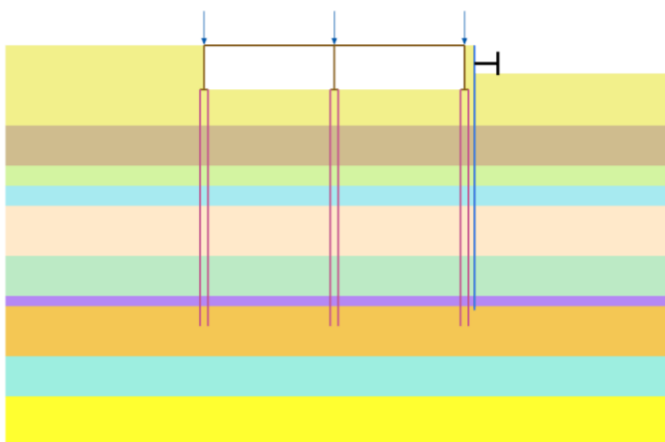


TOEGEPASTE FASERING PLAXIS ANALYSE

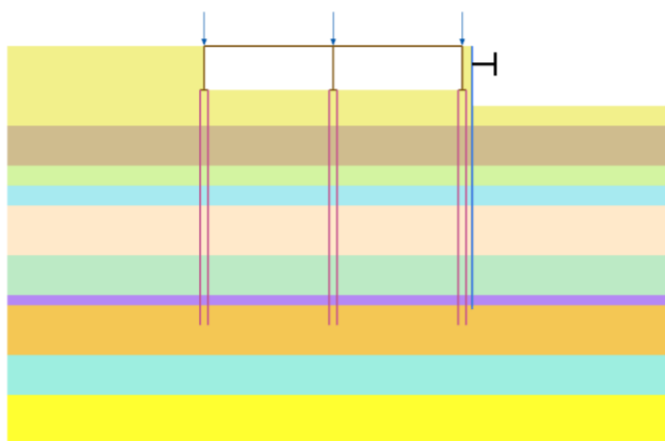
BIJLAGE 4

Opdr. : 1015-0590-001
Bijl. : A4

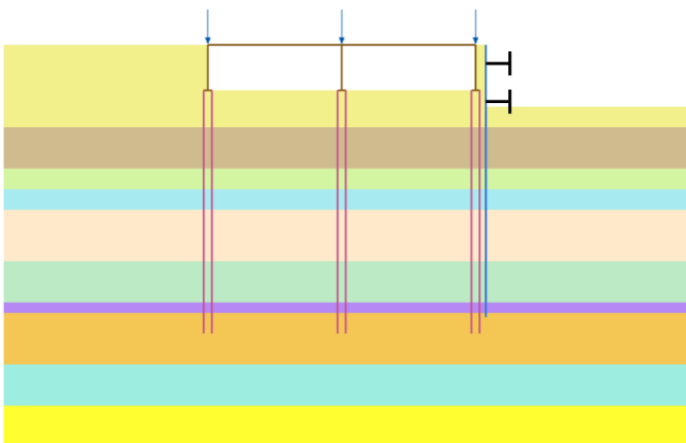
Plaatsen Stempel NAP +0,1 m



Tweede ontgraving



Plaatsen tweede stempel (NAP -1,75 m)

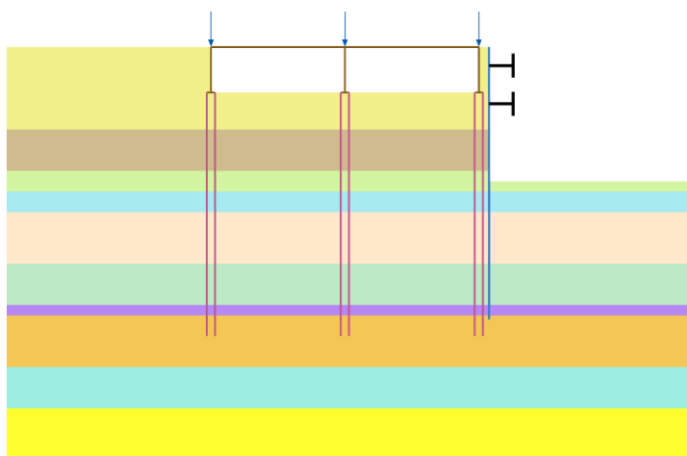


TOEGEPASTE FASERING PLAXIS ANALYSE

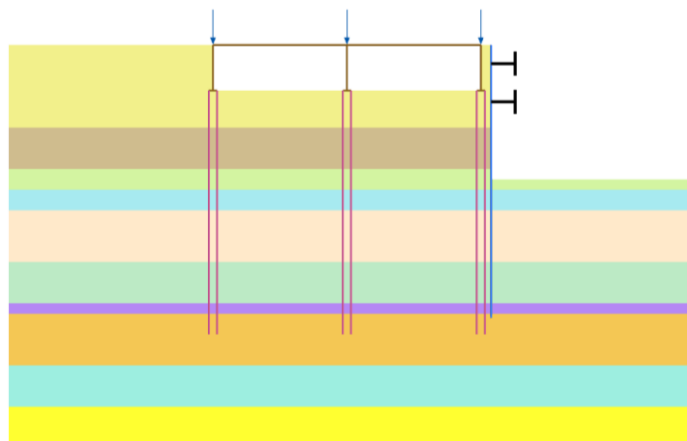
BIJLAGE 4

Opdr. : 1015-0590-001
Bijl. : A4

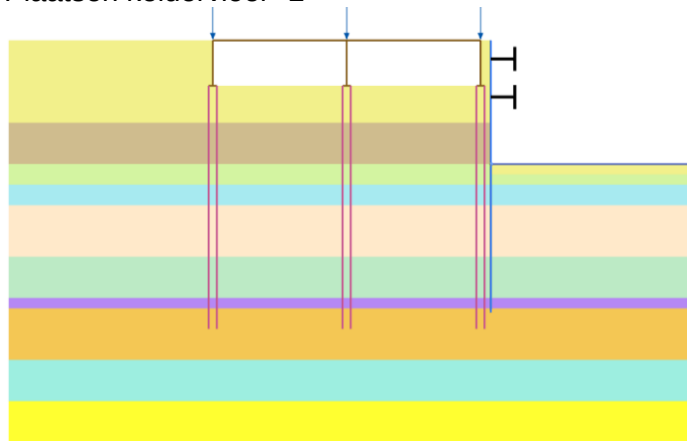
Derde ontgraving



Grondverbetering



Plaatsen keldervloer -2

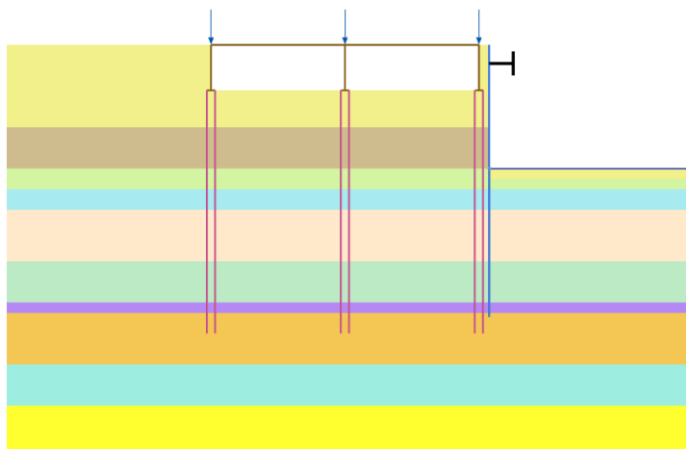


TOEGEPASTE FASERING PLAXIS ANALYSE

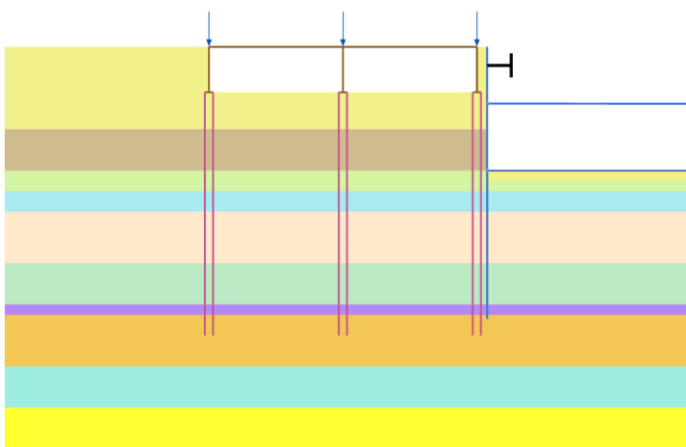
BIJLAGE 4

Opdr. : 1015-0590-001
Bijl. : A4

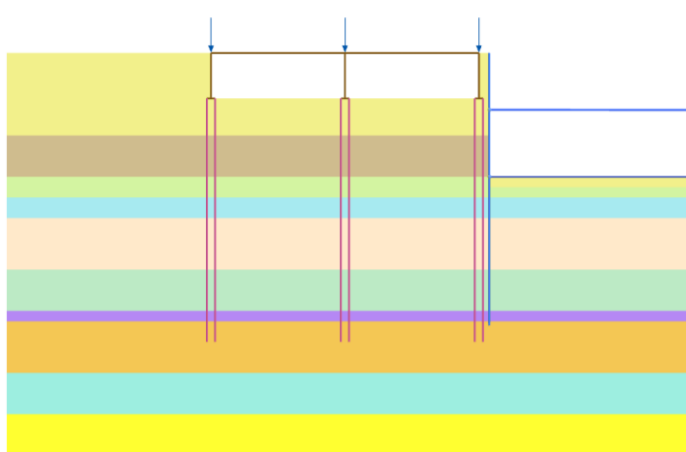
Stempel NAP -1,75 m verwijderen



Plaatsen -1 keldervloer



Verwijderen stempel NAP +0,1 m



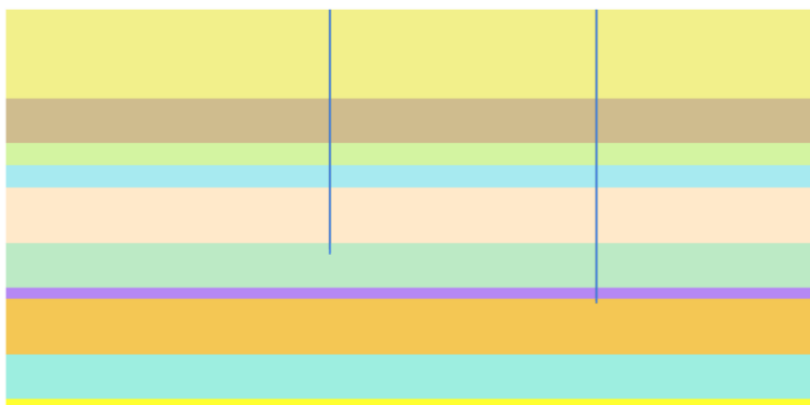
TOEGEPASTE FASERING PLAXIS ANALYSE

BIJLAGE 4

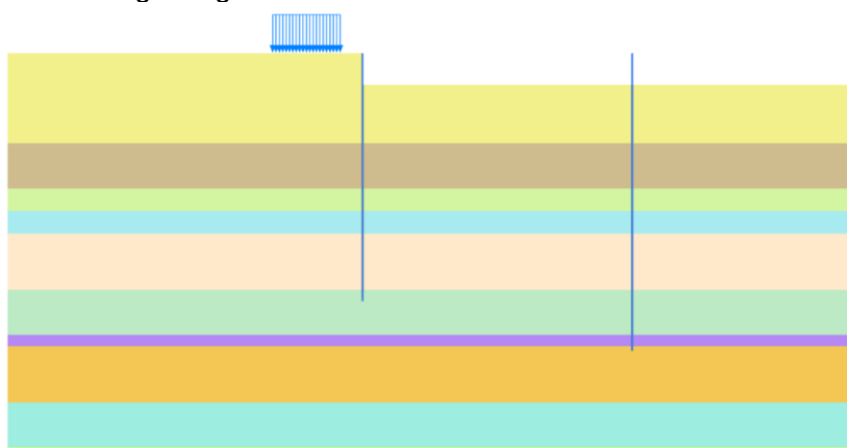
Opdr. : 1015-0590-001
Bijl. : A4

Doorsnede 2 fasering

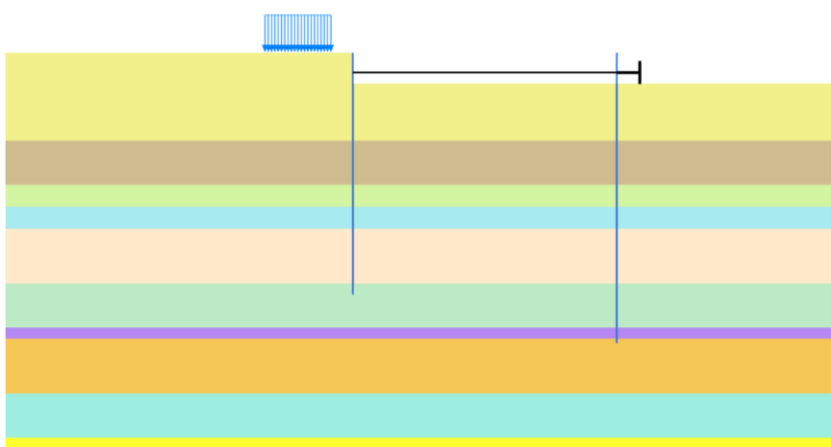
Plaatsen van Damwanden



Eerste ontgraving



Plaatsen Stempel NAP +0,1 m

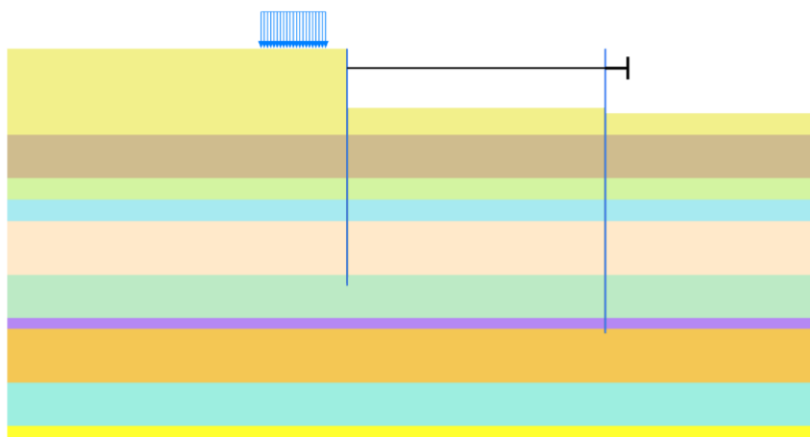


TOEGEPASTE FASERING PLAXIS ANALYSE

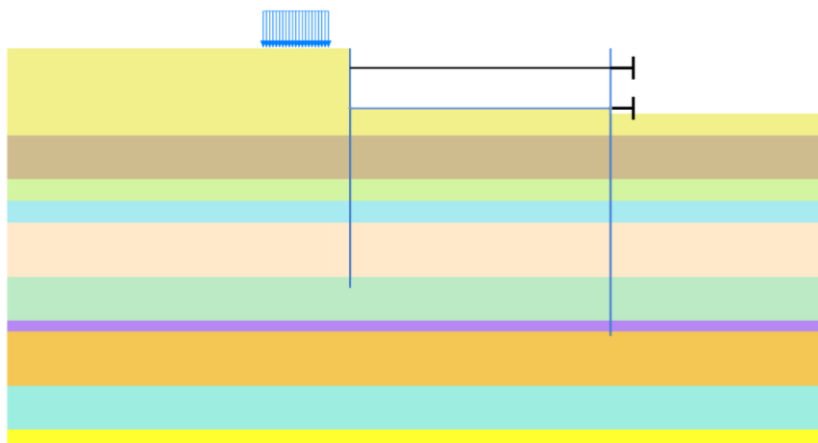
BIJLAGE 4

Opdr. : 1015-0590-001
Bijl. : A4

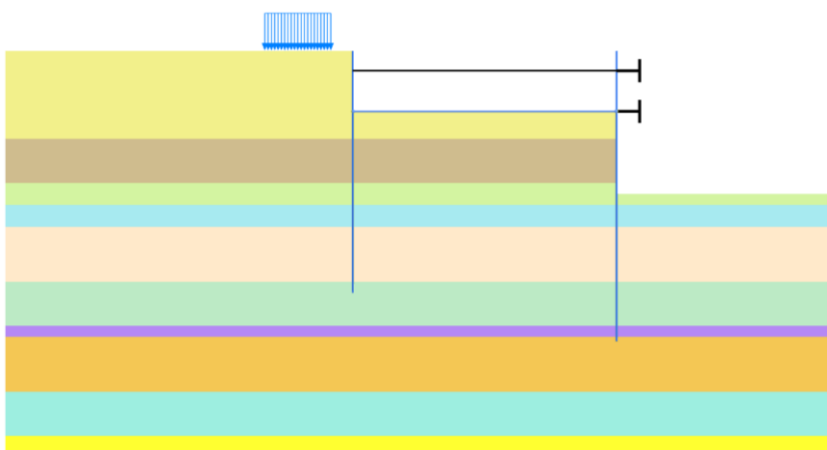
Tweede ontgraving



Plaatsen tweede stempel (NAP -1,75 m)



Derde ontgraving

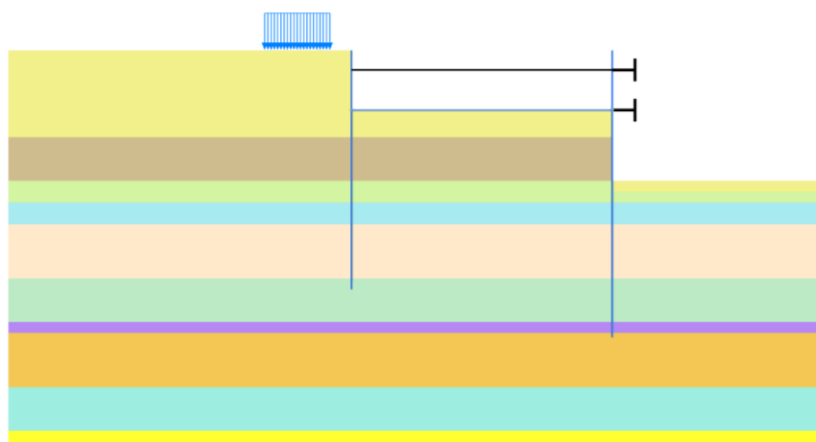


TOEGEPASTE FASERING PLAXIS ANALYSE

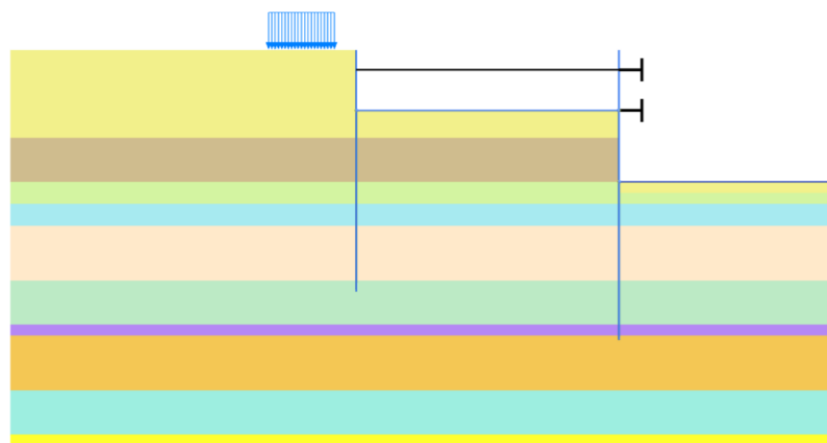
BIJLAGE 4

Opdr. : 1015-0590-001
Bijl. : A4

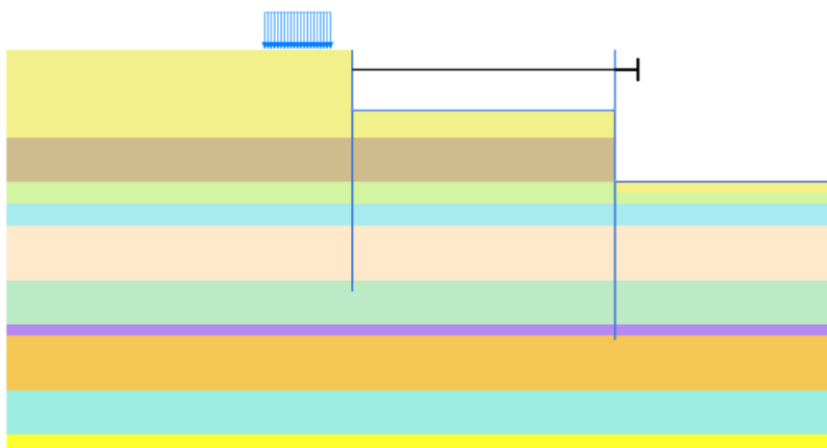
Grondverbetering



Plaatsen keldervloer -2



Stempel NAP -1,75 m verwijderen

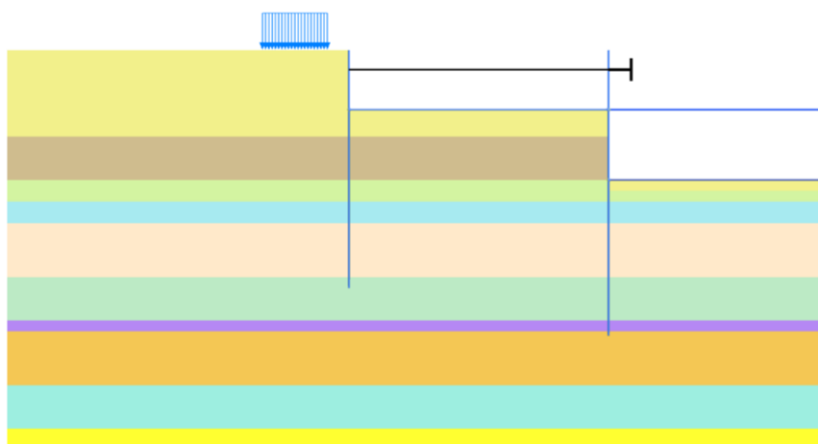


TOEGEPASTE FASERING PLAXIS ANALYSE

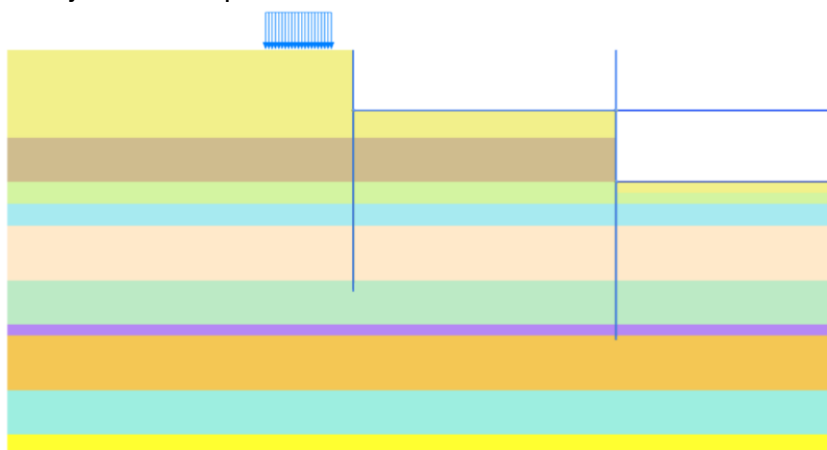
BIJLAGE 4

Opdr. : 1015-0590-001
Bijl. : A4

Plaatsen -1 keldervloer

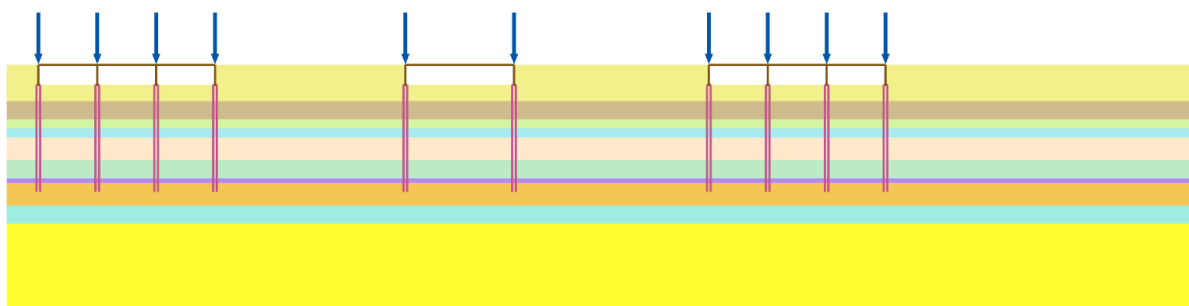


Verwijderen stempel NAP +0,1 m

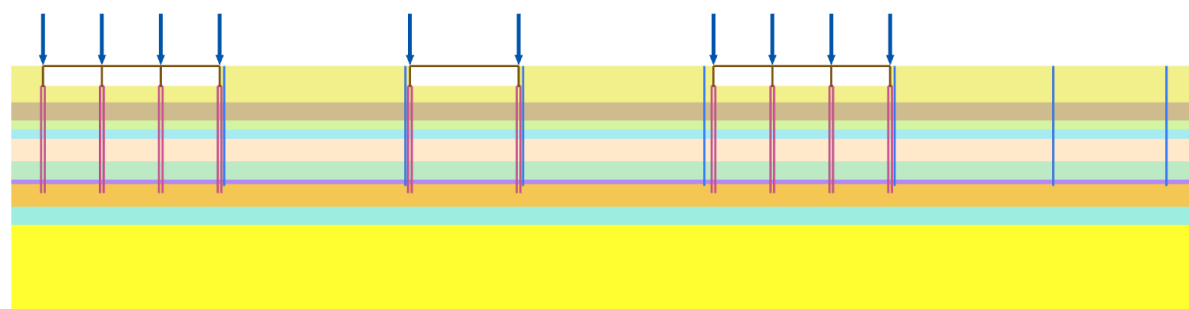


Doorsnede 3 fasering

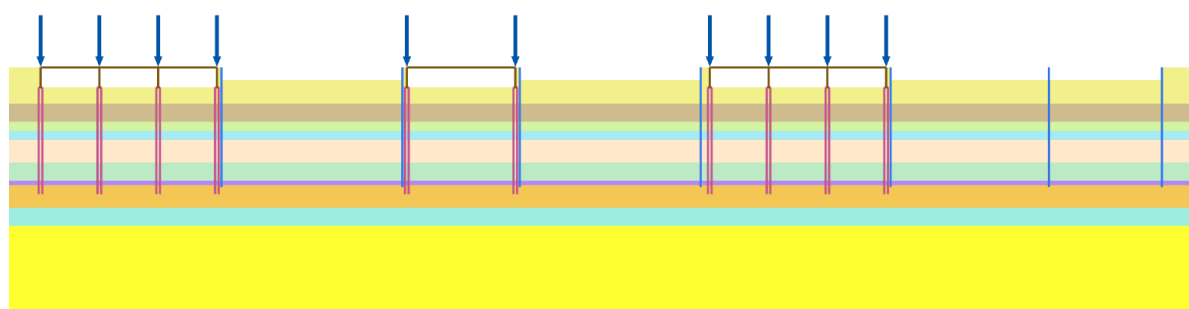
Bestaande funderingen



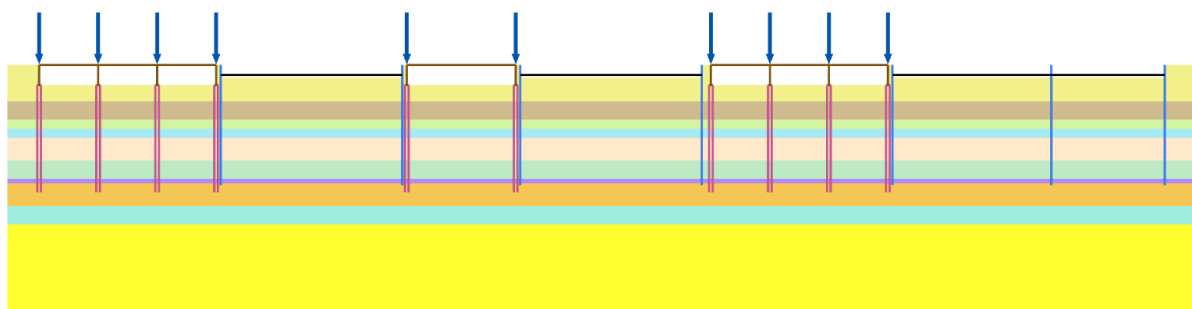
Plaatsen van Damwanden



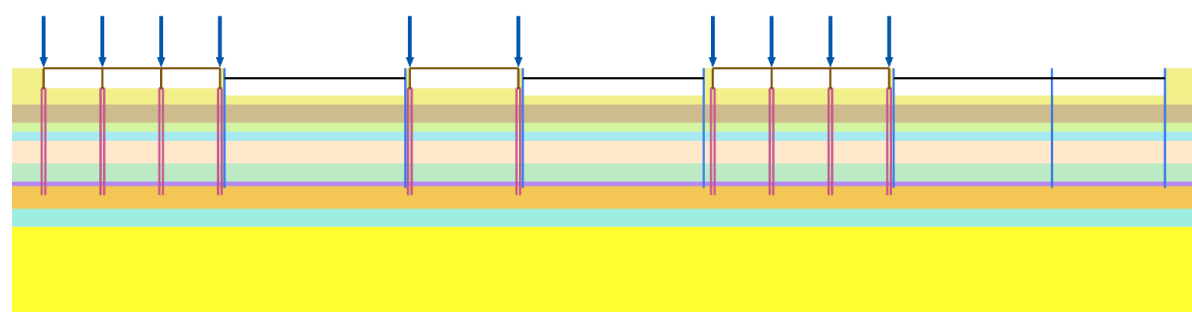
Eerste ontgraving



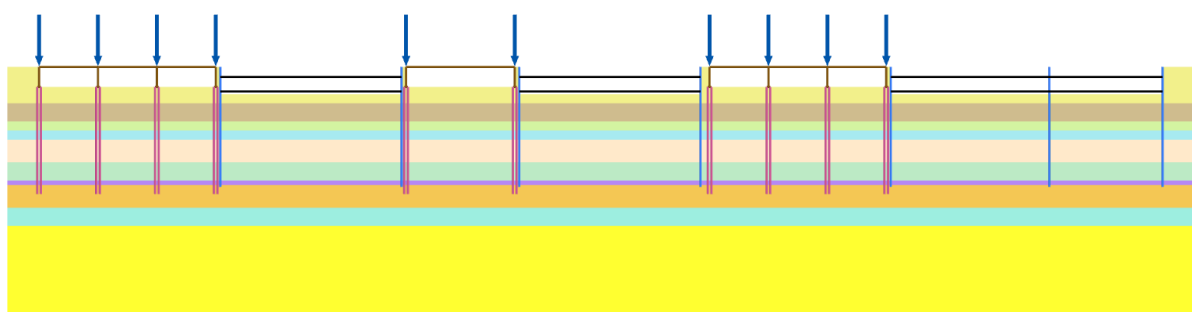
Plaatsen Stempel NAP +0,1 m



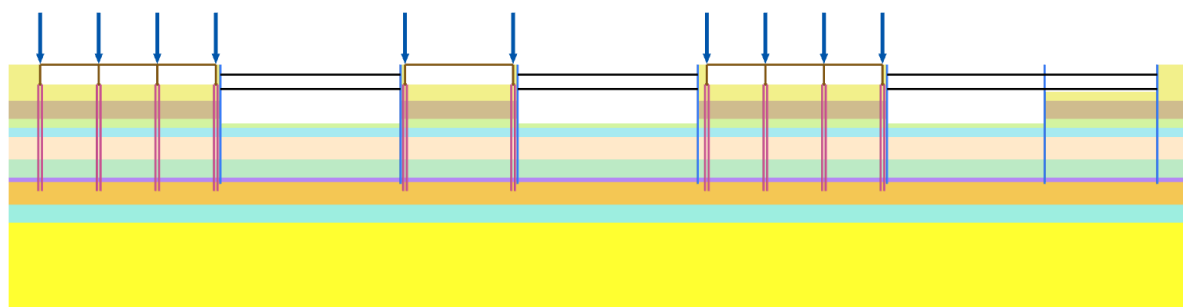
Tweede ontgraving



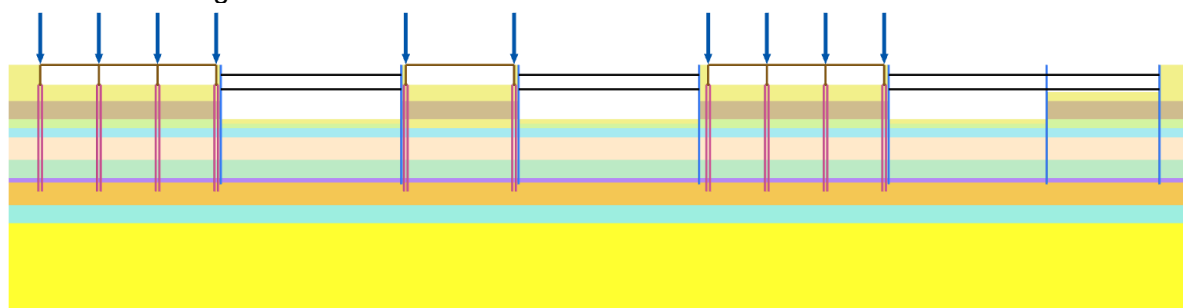
Plaatsen tweede stempel (NAP -1,75 m)



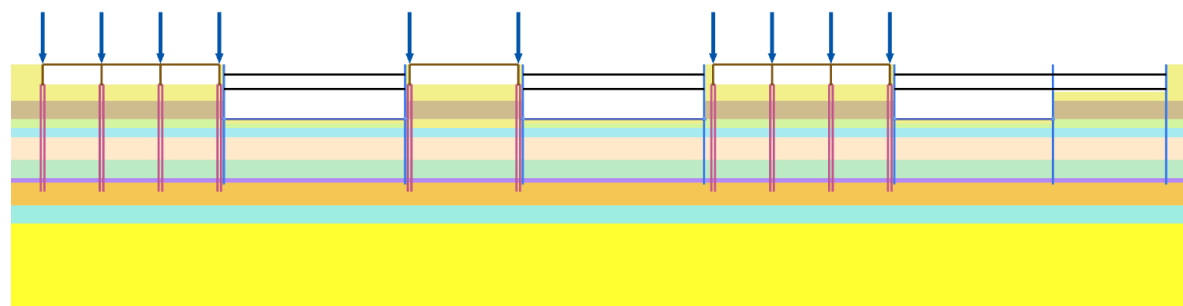
Derde ontgraving



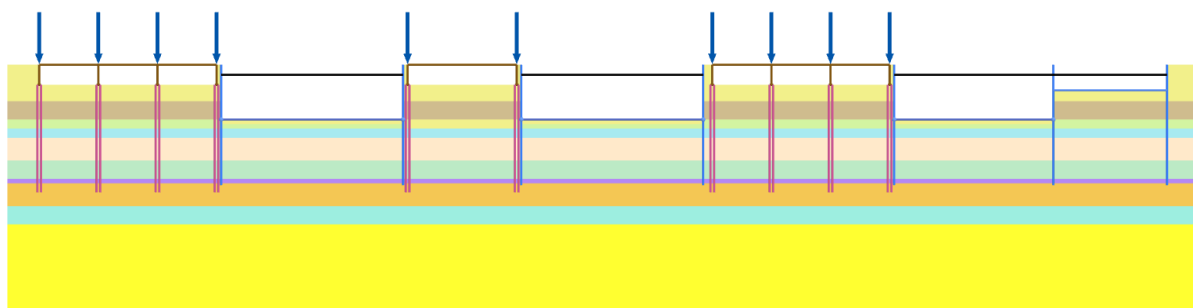
Grondverbetering



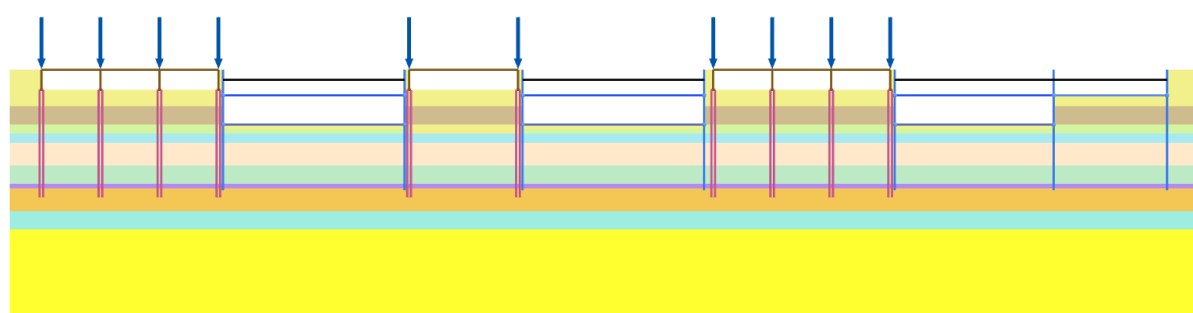
Plaatsen keldervloer -2



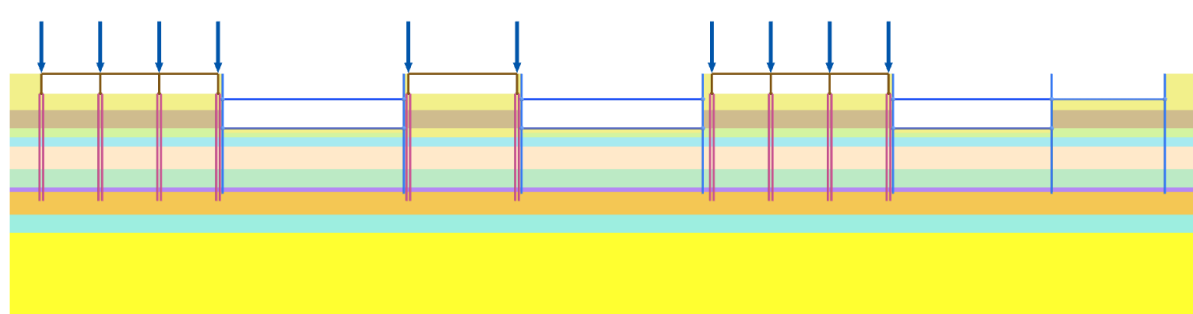
Stempel NAP -1,75 m verwijderen



Plaatsen -1 keldervloer



Verwijderen stempel NAP +0,1 m



TOEGEPASTE FASERING PLAXIS ANALYSE

BIJLAGE 4

Opdr. : 1015-0590-001
Bijl. : A4