

NOTITIE

Onderwerp	Geotechnisch advies - DO
Project	Ecopark Gouda
Opdrachtgever	Gemeente Gouda
Projectcode	118447
Status	Definitief
Datum	11 mei 2020
Referentie	118447/20-007.325
Auteur(s)	T.G. Wegman MSc

Gecontroleerd door	ing. B.A.S. Seesing
Goedgekeurd door	R.M. Van Meerkerk
Paraaf	

Bijlage(n)	I Overzicht grondonderzoek en dikte toplaag
	II Belastingen
	III Berekeningsresultaten funderingen

Aan	Gemeente Gouda	ir. N.A. van Eck
Kopie	-	

1 INLEIDING

De gemeente Gouda is voornemens om op de beschikbare locatie aan de Goudkade te Gouda een duurzaam, modern en innovatief Ecopark te ontwikkelen. Hiervoor wordt het terrein heringericht met onder andere een bordes, beheerunit, vloeistofdichte vloeren en nieuwe wegen.

Deze notitie beschrijft op DO-niveau het geotechnisch ontwerp voor het Ecopark en gaat in op:

- de fundering van het bordes;
- op enkele locaties op het terrein wordt opgehoogd. De te verwachten zettingen en restzettingen worden bepaald en eventuele maatregelen om de zettingen te versnellen dan wel te reduceren.

2 UITGANGSPUNTEN

2.1 Referenties

In deze notitie zijn de volgende referenties gebruikt:

- 1 Witteveen+Bos, Boorkaart + boorprofielen, tekening nr. 12, projectnr. 110856, versie definitief 01, 25 januari 2019.
- 2 Witteveen+Bos, Tekening Voorlopig ontwerp Nieuwe inrichting, Hoogtematen, tekening nr. 110856.1001.
- 3 Witteveen+Bos, Tekening Voorontwerp inrichting, Dwarsdoorsneden, tekening nr. 110856.1002.
- 4 Fugro, Grondonderzoek Afvalbrengstation Goudkade 23 te Gouda, document nr. 1318-0303-000, versie 1,0, 20 februari 2019.
- 5 Witteveen+Bos, Boorkaart, definitief01, 25 januari 2019.
- 6 Gemeente Gouda, Situatietekening locatie zakbakens, tekening nr. 1-26-1-5873, 9 november 201.
- 7 NEN 9997-1+C2, Geotechnisch ontwerp van constructies, Deel1 Algemene regels, november 2017.

2.2 Huidige situatie

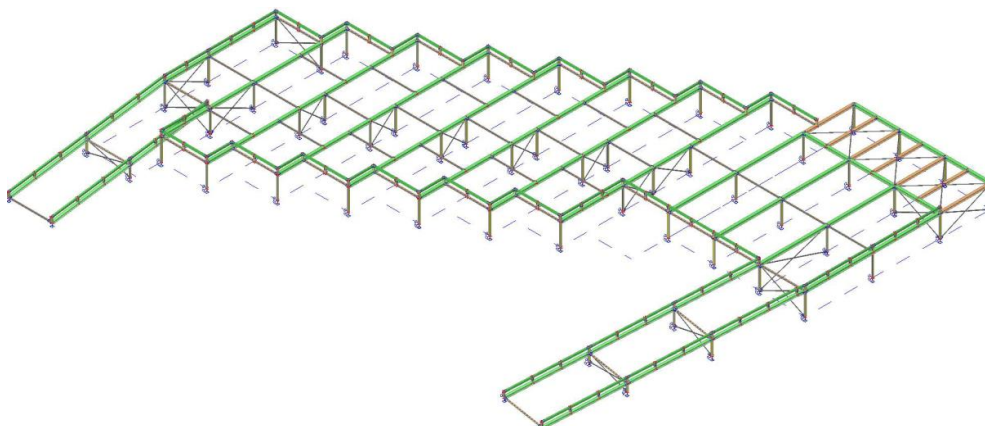
Het huidige terrein wordt momenteel onder andere gebruikt voor opslag van puin. Aan de westzijde ligt asfalt en tussen het puin en asfalt is gedeeltelijk een watergang aanwezig, zie afbeelding 2.1.

Afbeelding 2.1 Overzicht huidige situatie



2.3 Nieuwe situatie

In de nieuwe situatie wordt een groot deel van het terrein voorzien van elementenverharding. De watergang wordt gedempt. Aan de noordzijde komt een bordes waar auto's op kunnen rijden en waar vanaf afval in de containers op de begane grond gestort kan worden. De constructie van het bordes is weergegeven in afbeelding 2.2. De containers rondom het bordes en op enkele plaatsen waar containers worden gezet zijn vloestofdichte betonverhardingen in het ontwerp opgenomen. Zie [ref. 2] voor de tekening van de nieuwe situatie.



2.4 Bodemopbouw en geotechnische parameters

Door Fugro zijn tien sonderingen uitgevoerd op het terrein [ref. 4], waarvan zes op diepte en bruikbaar zijn. Op basis van beschikbare rapporten uit 2008 was in eerste instantie het vermoeden dat het puin van de opslag in de loop der jaren minstens 8 m gezakt zou zijn. De meeste sonderingen zijn daarom 10 m voorgeboord (zonder boorbeschrijving). Tijdens het sonderen is geconstateerd dat de puinlaag minder dik is, 4 m tot 5 m. Dit is bevestigd bij sondering DKM8B, waarbij 4,5 m voorgeboord is en vervolgens nog 0,5 m zand is aangetroffen en daaronder het slappe cohesieve pakket. De onderzijde van dit cohesieve pakket van klei en veen ligt op circa NAP -13 m. Hieronder ligt de draagkrachtige zandlaag. Op de locaties buiten de puinopslag begint het slappe pakket direct onder de toplaag van asfalt en de fundering (sondering DKM5).

De bodemopbouw van sondering DKM5 is weergegeven in tabel 2.1. In deze tabel zijn ook de geotechnische parameters opgenomen, ontleend aan tabel 2b van NEN 9997-1 [ref. 7].

Tabel 2.1 Grondopbouw op basis van sondering DKM5 [ref. 4] en geotechnische parameters

Beschrijving grondlaag	b.k. laag [m+ NAP]	$\gamma / \gamma_{\text{sat}}$ [kN/m ³]	c' [kN/m ²]	ϕ' [°]	CR [-]	RR [-]	$C\alpha$ [-]	c_v [m ² /s]
toplaag, zand	-1,3	18 / 20	0,0	32,5	0,0038	0,0013	-	-
klei, schoon, slap	-3,3	15 / 15	1,0	15,0	0,23	0,0767	0,0115	5 ^{E-8}
veen, matig voorbelast	-6,6	12 / 12	2,5	15,0	0,3067	0,1022	0,0153	1 ^{E-7}
klei, schoon, slap	-9,0	15 / 15	1,0	15,0	0,23	0,0767	0,0115	5 ^{E-8}
veen, matig voorbelast	-11,2	12 / 12	2,5	15,0	0,3067	0,1022	0,0153	1 ^{E-7}
klei, schoon, slap	-12,5	15 / 15	1,0	15,0	0,23	0,0767	0,0115	5 ^{E-8}
zand, matig	-13,5	18 / 20	0,0	32,5	0,0038	0,0013	-	-

Toelichting

c' :	Effectieve cohesie
ϕ' :	Effectieve wrijvingshoek
CC:	Samendrukkingsconstante (maagdelijke tak)
CR:	Samendrukkingsconstante (voorbelaste tak)
$C\alpha$:	Kruipparameter
c_v :	Consolidatiecoëfficiënt

De POP-waarde is ingeschat op 20 kN/m² voor de klei- en veenlagen in het terrein. Ter plaatse van de te dempen watergang is de POP-waarde van veen en klei op 10 kN/m² aangehouden.

De huidige toplaag bestaat conform de boorbeschrijvingen [ref. 5] voornamelijk uit zand, met resten van puin, in de berekeningen zijn hiervoor de eigenschappen van zand (matig verdicht) aangehouden, zie tabel 2.1.

Op de locaties waar opgehoogd wordt, wordt aangehouden dat opgehoogd wordt met zand. Hiervoor worden de eigenschappen van de toplaag (zand) gebruikt. Voor de zettingsberekeningen wordt voor de elementenverharding een dikte van 0,1 m aangehouden en voor de vloeistofdichte vloer 0,25 m, beide met een volumiek gewicht 24 kN/m³. Het gewicht van de funderingslaag, dikte 0,3 m, onder de vloeistofdichte vloer komt overeen met zand en is derhalve als zand gemodelleerd.

De dikte van de toplaag is variabel. In bijlage I is een overzicht gegeven van de minimale diktes in de boringen en sonderingen voor zover beschikbaar. De doorsnedes zijn afkomstig uit [ref 3]. Op basis hiervan is de gehanteerde dikte voor de zettingsberekeningen per locatie:

- doorsnede A-A bij de oprit: 1,5 m. Minimale dikte op basis van boring A4;
- doorsnede C-C bij het talud: 1,2 m. Minimale dikte op basis van boring A3;
- doorsnede D-D: 2,0 m naast de watergang. Minimale dikte op basis van boring 22.

Opgemerkt wordt zettingsberekeningen een relatief grote onnauwkeurigheidsmarge hebben, met name doordat er geen laboratorium onderzoek beschikbaar is en de exacte dikte van de toplaag onzeker is. In de uitgevoerde berekeningen moet daarom rekening gehouden met een onnauwkeurigheidsmarge van + en - 50 %.

Bij het bordes is de dikte van de toplaag bepaald op basis van beschikbare sonderingen [ref. 4] en boringen [ref. 5]. Bij boring B06 is de dikte vastgesteld op 2 m en bij sondering DKM8B op 5 m. De overige boringen zijn niet doorgezet tot onderkant van de toplaag, maar bij deze boringen is over de gehele lengte de zand- en puinlaag aangetroffen (boorlengtes van 0,5 m tot 4 m). Alle sonderingen en boringen op de locatie van het bordes in beschouwing genomen, mag verondersteld worden dat de toplaag minimaal 2 m dik is. Dit wordt als uitgangspunt aangehouden in de berekeningen van de draagkracht van de fundering van het bordes.

2.5 Waterstand

De grondwaterstand is bepaald in de boringen [ref. 3] en ligt overwegend tussen 1,0 m en 1,5 m onder het maaiveld, NAP -2,0 m à NAP -2,5 m. Dit komt overeen met de waterstand in de watergang is NAP -2,41 m (winterpeil) [ref. 3]. Daarom wordt in de berekeningen de waterstand van de watergang aangehouden.

2.6 Belastingen

De funderingsbelastingen van de kolommen van het bordes zijn bepaald door de constructeur, zie bijlage II. Er zijn vier varianten aangehouden zoals weergegeven in tabel 2.2. De horizontale belasting grijpt aan op 10 cm boven maaiveld niveau.

Tabel 2.2 Belasting varianten bordes

Belastingvariant	Verticale belasting [kN]	Horizontale belasting [kN]
variant 1	220	25
variant 2	415	5

Belastingvariant	Verticale belasting [kN]	Horizontale belasting [kN]
variant 3	120	42
variant 4	240	0

Verder zijn de volgende uitgangspunten aangehouden:

- bordes varianten 1,2 en 4: 30 % permanent en 70 % veranderlijke belasting;
- bordes variant 3: 52 kN permanent en 68kN veranderlijke belasting.

Bovengenoemde belastingen zijn exclusief het gewicht van de fundering en de grond op de fundering. Bij de bepaling hiervan is uitgegaan van:

- dichtheid beton: 24 kN/m³;
- dichtheid grond: 18 kN/m³.

Op drie locaties wordt het terrein opgehoogd, zie tabel 2.3. Voor deze locaties worden de zettingen berekend.

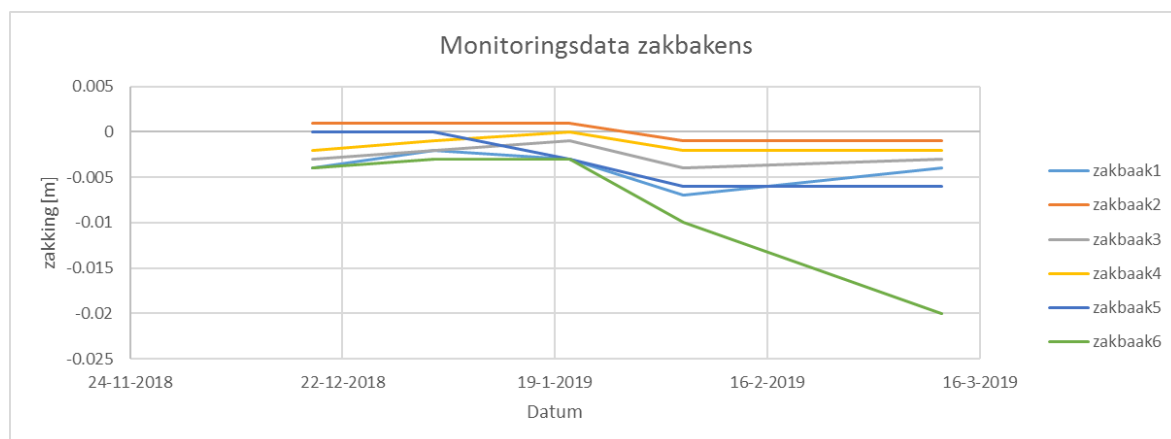
Tabel 2.3 Overzicht op te hogen locaties [ref. 3]

Dwarsprofiel	huidige mv hoogte [m NAP]	toekomstige hoogte [m NAP]	ophoging [m]
A - hellingbaan bordes	-2,21	-1,69	0,52
C - helling	-2,21	-0,80 (max.)	0,1 tot 1,1
D - huidige watergang	-2,71	-1,57	1,14

2.7 Monitoringsdata zakbakens

Op het terrein staan zes zakbakens die vanaf 4 december 2018 gemonitord worden. Z1, Z2, Z3 en Z4 staan op de puinlocatie en Z5 en Z6 op de parkeerplaats aan de oostzijde [ref 6]. De maximale gemeten zakking op de puinlocatie is 4 mm en op de parkeerplaats 20 mm, dit is te zien in afbeelding 2.3. Opgemerkt wordt dat zakbakens Z6 significant afwijkt van de overige zakbakens, wat mogelijk kan duiden op een verstoring van de zakbakens (bijvoorbeeld een aanrijding).

Afbeelding 2.3 Zakbaak gegevens



Doel van de monitoring is om te bepalen of het terrein onderhevig is aan zakking, autonoom of door de maaiveldbelastingen (puin). Gezien de korte periode en het geringe aantal metingen van de monitoring kan daar nu nog geen conclusie uit getrokken worden, wel is enige zakking waarneembaar, 1 à 2 mm per maand.

2.8 Berekeningsmethodiek

De fundering op staal is getoetst conform NEN 9997-1 [ref. 7] met een gevalideerde spreadsheet.

De zettingen zijn berekend met het zettingsmodel van NEN-Bjerrum en het consolidatiemodel van Darcy. Voor de berekeningen is de geotechnische software D-Settlement (versie 18.1) van Deltares gebruikt. Voor de berekening van de totaalzetting wordt uitgegaan van een periode van 30 jaar.

De restzetting wordt bepaald vanaf 90 dagen na aanbrengen van de ophoging. Er zijn geen restzettingseisen opgelegd.

Voor het bepalen van de restzetting wordt kruip buiten beschouwing gelaten, omdat dit onafhankelijk is van de belasting (conform NEN-Bjerrum model) en dus optreedt op de gehele projectlocatie (autonome zakking).

3 BEREKENINGSRISULTATEN

Voor het stortbordes is uitgegaan van een fundering op staal, dit is hieronder uitgelicht.

3.1 Fundering op staal

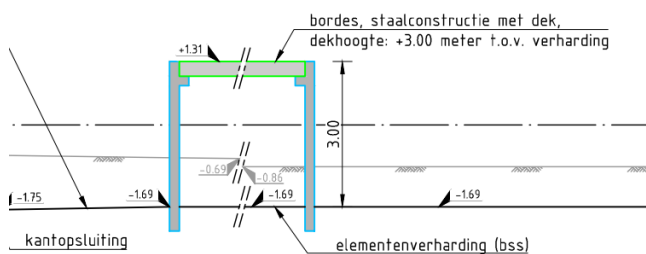
Onder elke kolom van het stortbordes, zie afbeelding 2.2, is een poer voorzien. De grondopbouw zoals beschreven in paragraaf 2.4 is in acht genomen. Verder zijn de volgende uitgangspunten gebruikt:

- toekomstig maaiveldniveau NAP -1,69 m;
- eigengewicht van de poer en grond op de poer ligt circa tussen 50 en 100 kN afhankelijk van de afmetingen van de poer. Een poerdikte van 40 cm is aangenomen.

Wat betreft belasting zijn vier varianten beschouwd. De varianten zijn weergegeven in tabel 2.2.

Een funderingsdiepte van 0,8 m beneden maaiveld (NAP -2,49 m) wordt aangehouden, zoals te zien op afbeelding 3.2.

Afbeelding 3.1 Geometrie ten behoeve van funderingsberekening, uit doorsnede A-A [ref. 3]



In overleg met de constructeur zijn de volgende poerafmetingen bepaald, voor belastingvariant 2 en 3 zijn de zelfde afmetingen genomen. In tabel 3.1 zijn de berekeningsresultaten samengevat, de complete berekening is te vinden in bijlage III.

Tabel 3.1 Berekeningsresultaten fundering bordes

Belastingvariant	L x B [m]	Unity check verticaal draagvermogen [-]	Unity check horizontale schuifweerstand [-]	Unity check kantelstabiliteit [-]
variant 1	1,9 x 1,9	0,93	0,65	0,27
variant 2	2,2 x 2,2	1,00	0,08	0,03
variant 3	2,2 x 2,2	0,76	1,00	0,36
variant 4	1,6 x 1,6	0,97	n.v.t.	n.v.t.

Voor zowel het verticaal draagvermogen als horizontale schuifweerstand is de situatie gedraineerd pons maatgevend.

Er dient minimaal 1 m zand of bestaande toplaag onder de fundering aanwezig te zijn, het faalmechanisme pons is maatgevend. Indien de toplaag lokaal te dun is, moet rekening worden gehouden met grondverbetering onder de fundering. Aan de andere kant geldt dat als de toplaag dikker is bij de kolommen de fundering geoptimaliseerd kan worden.

Op de locatie van het bordes is weinig grondonderzoek beschikbaar van de eerste meters onder het maaiveld. Op de boorprofielen van [ref. 1] is wel een dikte van de toplaag af te leiden, maar deze boringen zijn beschreven vanaf maaiveld en niet ten opzichte van NAP.

3.2 Zettingen

Autonome zakking

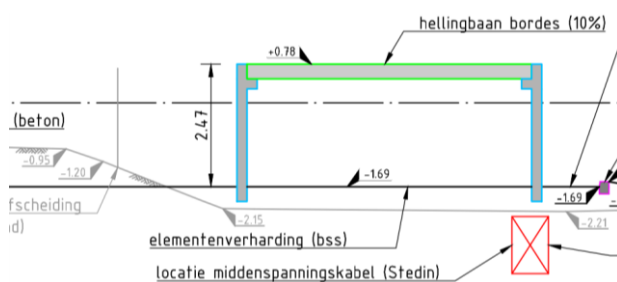
Autonome zakkig, kruip, treedt op over het gehele terrein en heeft daarom geen invloed op verschilzettingen en worden derhalve niet meegenomen in de berekening van de restzetting. De autonome zakking is berekend met D-Settlement en bedraagt 11 cm voor de periode van 30 jaar.

Op basis van de zakkbakens is de autonome zakking hoger, 1 mm/maand is 36 cm, echter is de periode van monitoring te kort voor extrapolatie van de autonome zakking naar 30 jaar en de gemeten zakking kan ook nog primaire zakking bevatten van de belastingverhoging in het verleden.

Locatie dwarsdoorsnede A-A

De ophoging in dwarsdoorsnede A betreft de ophoging bij de oprit naar het bordes. De ophoging is 0,52 m en ligt ter plaatse van de asfaltverharding aan de oostzijde van het terrein. In de nieuwe situatie ligt er een elementenverharding, zie afbeelding 3.2.

Afbeelding 3.2 Ophoging bij doorsnede A-A [ref. 3]



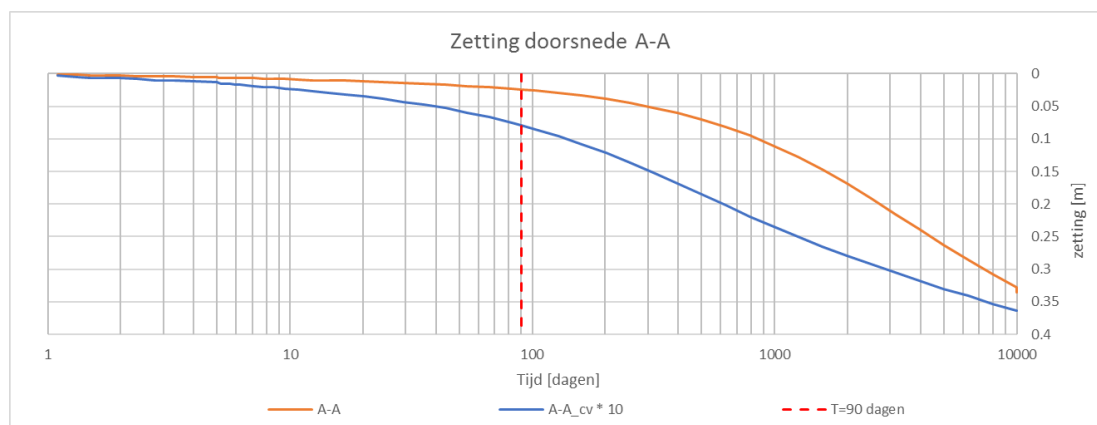
De berekeningsresultaten zijn weergegeven in tabel 3.2 en afbeelding 3.3. De berekende restzetting is 19 cm.

Tabel 3.2 Berekeningsresultaten dwarsdoorsnede A-A

Doorsnede	Totale zetting [cm]	Totale restzetting [cm]	Kruip [cm]	Restzetting - kruip [cm]
A-A oprit	33	30	11	19

De c_v -waarde van de cohesieve lagen is een onzekere factor. Als gevoeligheidsanalyse is het zettingsverloop ook bepaald met een c_v -waarde die een factor 10 groter is, zie afbeelding 3.3. Conclusie dat de totale zetting gering toeneemt, maar restzetting iets afneemt ($29 - 11 = 18$ cm).

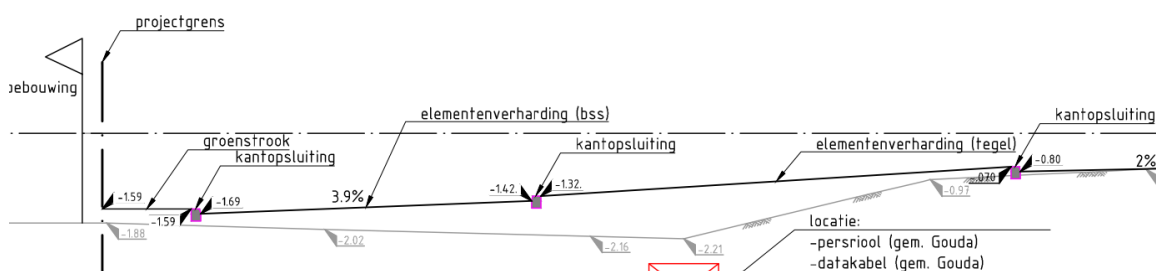
Afbeelding 3.3 Berekeningsresultaten zettingsberekeningen doorsnede A-A



Locatie dwarsdoorsnede C-C

De ophoging in dwarsdoorsnede C betreft een talud aan de oostzijde van het terrein. De ophoging is varieert van 0,1 m tot 1,1 m. In de nieuwe situatie ligt er een elementenverharding, zie afbeelding 3.4.

Afbeelding 3.4 Ophoging bij doorsnede C-C [ref. 3]



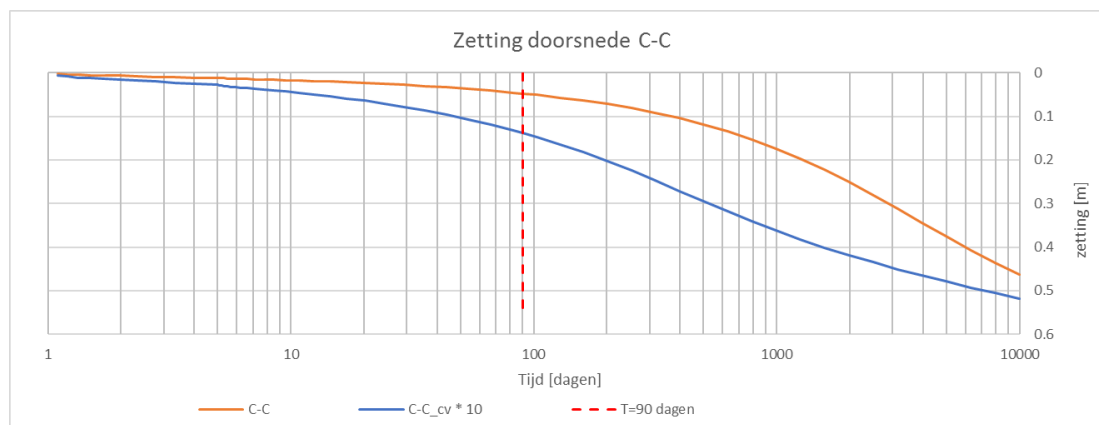
Afbeelding 3.5 berekeningsresultaten zijn weergegeven in tabel 3.3 en afbeelding 3.5. De berekende restzetting is 31 cm. Met lichte ophoogmaterialen kan de restzetting gereduceerd worden, echter is de laagdikte en absolute zetting te gering voor een significant effect. Bovendien zijn dit de resultaten van de locatie met de grootste ophoging, gezien de driehoekvorm nemen de (rest)zettingen snel af naar de rand van de ophoging.

Tabel 3.3 Berekeningsresultaten dwarsdoorsnede C-C

Doorsnede	Totale zetting [cm]	Totale restzetting [cm]	Kruip [cm]	Restzetting - kruip [cm]
C-C talud	46	42	11	31

Als gevoeligheidsanalyse is het zettingsverloop ook bepaald met een c_v -waarde die een factor 10 groter is, zie afbeelding 3.5. Conclusie dat de totale zetting gering toeneemt, maar restzetting gelijk is.

Afbeelding 3.5 Berekeningsresultaten zettingsberekeningen doorsnede C-C



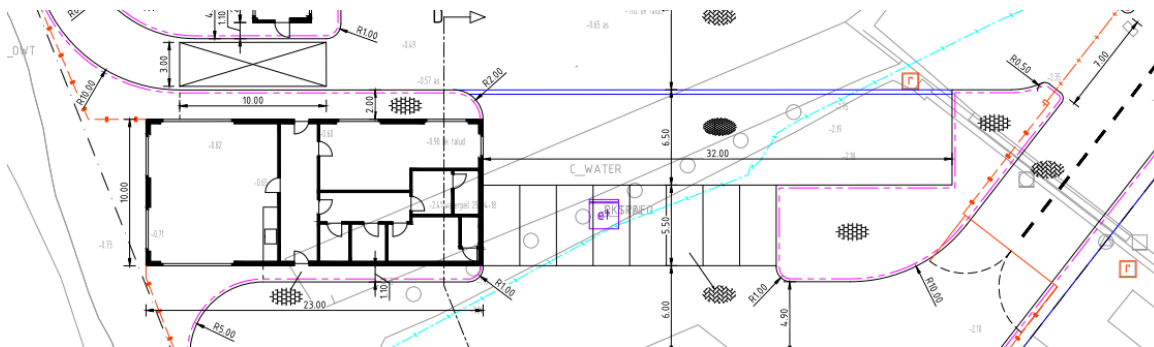
Locatie dwarsdoorsnede D-D

De ophoging in dwarsdoorsnede D betreft de demping van de huidige watergang. Zoals te zien is in afbeelding 3.6 kruist de huidige te dempen watergang een gebouw (beheerunit) en ten oosten van het gebouw een elementen verharding en een vloestofdichte vloer van beton. In verband met deze vloer is het van belang dat (verschil)zettingen zoveel mogelijk gereduceerd worden.

De ophoging is 1,14 m. Naast de huidige watergang wordt het maaiveld circa 1 m verlaagd. Toekomstige zettingen naast de watergang zullen derhalve zeer gering zijn, de grond wordt immers ontlast. Daarom is het van belang de zettingen ter plaatse van de watergang zoveel mogelijk te reduceren. Daarom wordt ervan uitgegaan dat de sliblaag verwijderd wordt en wordt het effect van licht ophoogmateriaal onderzocht (volumiek gewicht $11,5 \text{ kN/m}^3$).

Tijdelijke voorbelasting is buiten beschouwing gelaten gezien de beperkte beschikbare tijd voor de voorbelasting.

Afbeelding 3.6 Huidige en nieuwe situatie ter plaatse van de huidige watergang

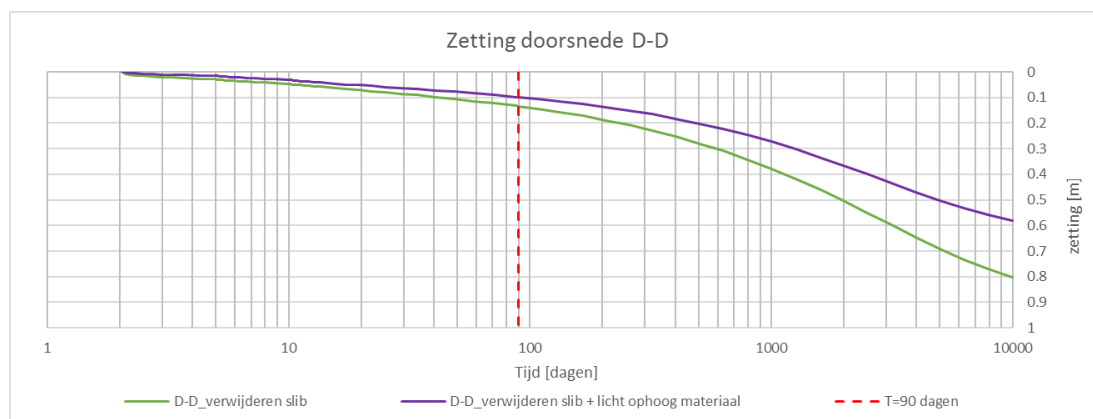


De berekeningsresultaten zijn weergegeven in tabel 3.4 en afbeelding 3.7.

Tabel 3.4 Berekeningsresultaten dwarsdoorsnede D-D

Doorsnede	Totale zetting [cm]	Totale restzetting [cm]	Kruip [cm]	Restzetting - kruip [cm]
D-D zonder slib	80	67	11	56
D-D L.O.M. zonder slib	58	48	11	37

Afbeelding 3.7 Berekeningsresultaten zettingsberekeningen doorsnede D-D



Geconcludeerd wordt dat ook met aanvullende maatregelen de restzetting significant is. De vloeistofdichte vloer ligt deels op de huidige watergang en deels naast huidige watergang waar het maaiveld verlaagd wordt. Hierdoor is het zettingsgedrag onder de vloer voor beide locaties zeer verschillend, zowel een ontlasting van circa 1 m als een belasting van circa 1 m, waardoor de verschilzetting groter kan zijn dan berekend. Bovendien is de belasting op de vloer niet meegenomen, dit kan zowel een permanente als veranderlijke belasting zijn, waardoor de zettingen nog toe kunnen nemen.

Om het verschil in zettingsgedrag in de ondergrond op te vangen dient in het constructief ontwerp van de vloer hiermee rekening gehouden te worden. Indien de (rest)zettingen te groot zijn voor de vloeistofdichte vloer, kan overwogen worden de vloer te funderen op palen, hierbij moet gedacht worden aan:

- open stalen buispalen, geheid Ø323 mm, PPN -15,5 m, paallengte 14 m;
- drie palenrijen in dwarsrichting en 7 in lengterichting, totaal 21 palen;
- in de (harde) toplaag moet rekening gehouden worden met voorboren.

4 CONCLUSIES EN AANBEVELINGEN

In deze notitie is het ontwerp van de fundering van het bordes bepaald op DO-niveau en zijn de zettingen berekend voor de locaties waar opgehoogd wordt.

Voor het bordes is een fundering op staal mogelijk met poeren variërend van afmeting tussen 1,6 x 1,6 m en 2,2 x 2,2 m, er is uitgegaan van een poerdikte van 40 cm. Er dient minimaal 1 m zand of bestaande toplaag onder de fundering aanwezig te zijn, het faalmechanisme pons is maatgevend. Indien de toplaag lokaal te dun is, moet rekening worden gehouden met grondverbetering onder de fundering. Aan de andere kant geldt dat als de toplaag dikker is bij de kolommen de fundering geoptimaliseerd worden.

Voor drie locaties waar opgehoogd wordt zijn de te verwachten (rest)zettingen berekend. Voor de locaties in dwarsprofielen A-A en C-C [ref. 3] bedraagt de restzetting respectievelijk 19cm en 31cm. Voor de locatie in dwarsprofiel D-D ter plaatse van de te dempen watergang is de restzetting significant. Voor het dempen is het van belang dat de huidige sliblaag verwijderd wordt en door het toepassen van lichte ophoogmaterialen worden restzettingen gereduceerd. Echter met toepassing van beide maatregelen is de verwachte restzetting nog steeds 37 cm. Dit is van invloed op de vloeistofdichte vloer welke deels op de huidige te dempen watergang ligt en deels naast de watergang waar het maaiveld verlaagd wordt. Indien de (rest)zettingen te groot worden bevonden voor de vloeistofdichte vloer, kan overwogen worden de vloer te funderen op palen.

- open stalen buispalen, geheid Ø323, PPN NAP -15,5 m, paallengte 14 m;
- drie palenrijen in dwarsrichting en 7 in lengterichting, totaal 21 palen;
- in de (harde) toplaag moet rekening gehouden worden met voorboren.

Opgemerkt wordt zettingsberekeningen een relatief grote onnauwkeurigheidsmarge hebben, met name doordat er geen laboratorium onderzoek beschikbaar is en de exacte dikte van de toplaag onzeker is. In de uitgevoerde berekeningen moet daarom rekening gehouden met een onnauwkeurigheidsmarge van + en - 50 %. De gevoeligheid van de c_v -waarde is onderzocht door de c_v -waarde met een factor 10 te verhogen. Geconcludeerd is dat de totale zettingen gering toenemen, maar de verschilzetting afneemt.

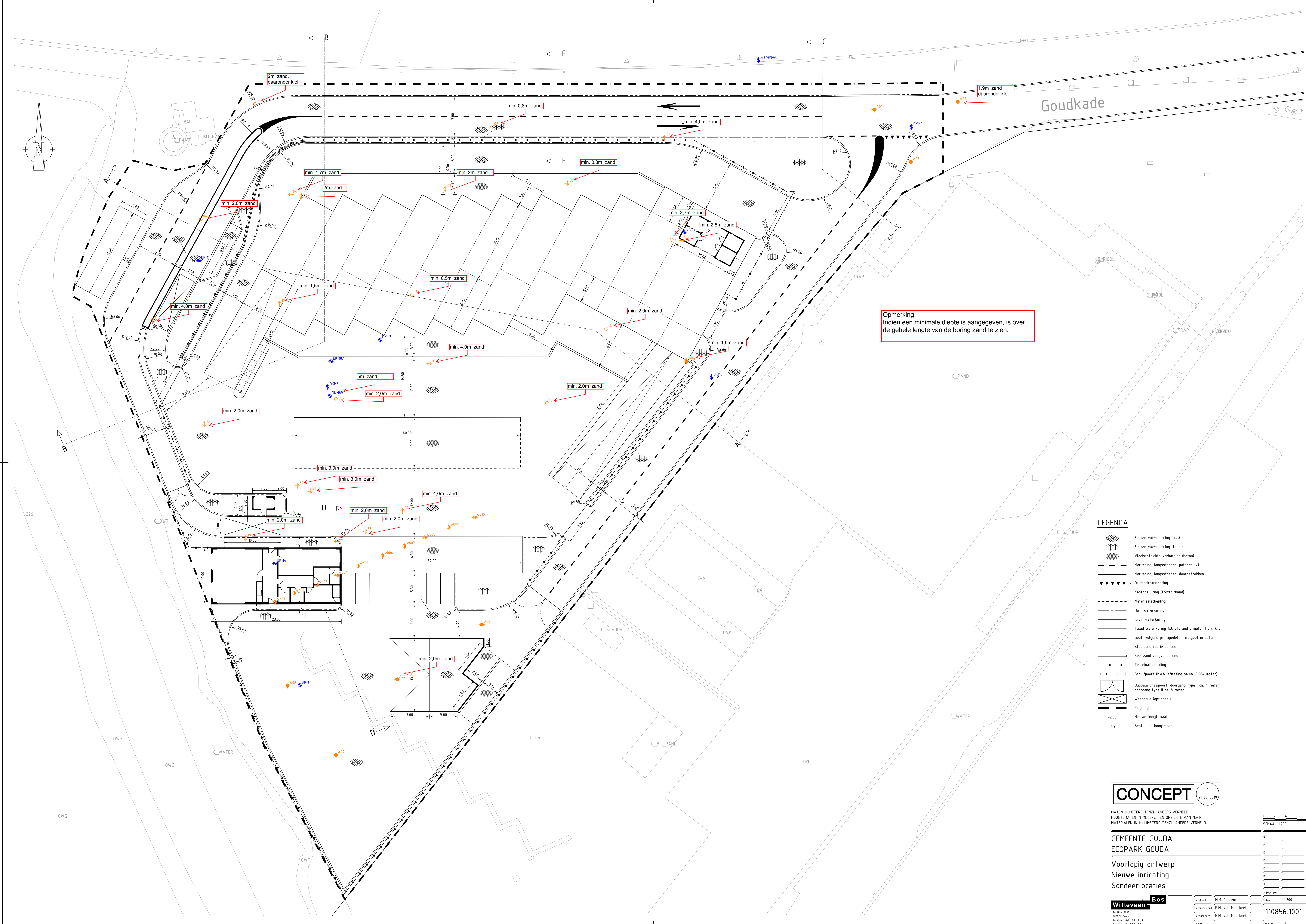
Op het terrein is de dikte van de toplaag en de hoogte van de opslag van materiaal (voorbelasting) variabel. Daarom zijn verschilzettingen te verwachten voor de toekomstige situatie en moet rekening gehouden worden met het ophogen en/of herstellen van de verharding gedurende de gebruiksperiode van het terrein.

Voor de vervolgfase wordt geadviseerd om aanvullend grondonderzoek uit te voeren:

- bepaling van de dikte van de toplaag is van belang voor de funderingsberekeningen bij toepassing van fundering op staal bij het bordes;
- voor fundering op staal van het bordes zijn aanvullende sonderingen nodig om te voldoen aan NEN 9997-1 [ref. 7].



BIJLAGE: OVERZICHT GRONDONDERZOEK EN DIKTE TOPLAAG



Opmerking:
Indien een minimale diepte is aangegeven, is over de gehele lengte van de boring zand te zien.

LEGENDA

- Elementenverharding (bss)
- Elementenverharding (tegel)
- Vloestofdichte verharding (beton)
- Markering, langsstrepen, patroon 1-1
- Markering, langsstrepen, doorgetrokken
- Driehoeksmarkering
- Kantopsluiting (frottairband)
- Materiaalscheiding
- Hard waterkering
- Kruin waterkering
- Talud waterkering 1:3, afstand 3 meter t.o.v. kruin
- Goot, volgens principedetail: molgoot in beton
- Staalconstructie bordes
- Keerwand veegeuilbordes
- Terreinafscheiding
- Schuifpoort (h.o.h. afmeting palen: 9.084 meter)
- Dubbele draaipoort, doorgang type I ca. 4 meter, doorgang type II ca. 8 meter
- Weegbrug (optioneel)
- Projectgrens
- Nieuwe hoogtemaat
- Bestaande hoogtemaat

CONCEPT

1
21-02-2019

MATEN IN METERS TENZIJ ANDERS VERMELD
HOOGTEMATEN IN METERS TENZIJ ANDERS VERMELD
MATERIALEN IN MILLIMETERS TENZIJ ANDERS VERMELD

GEEMEENTE GOUDA
ECOPARK GOUDA

Voorlopig ontwerp
Nieuwe inrichting
Sondeerlocaties

Witteveen Bos
Postbus 9445
4700 LB Breda
Telefoon 016 523 33 33
Telefax 016 523 33 44

Gefascineerd M.M. Cordrop
Gecontroleerd R.M. van Meerkerk
Goedgekeurd R.M. van Meerkerk
Batum

0	2	4	6	8
SCHAAL 1:200				
S				
F				
E				
D				
C				
B				
A				
W				
W				
Schaal	1200			
110856.1001				
Formaat	A0			

Geotechnisch onderzoek
Grondonderzoek Afvalbrengstation Goudkade 23 te Gouda

Document Nr.: 1318-0303-000

Versie: 1.0

Datum: 20 februari 2019



Opdrachtgever Gemeente Gouda
 Projecten Openbare Ruimte
 Postbus 1086
 2800 BB Gouda

Opdrachtnemer Fugro NL Land B.V.
 Prismastraat 2
 2631 RT Nootdorp
 T 070 31 11333

Projectleider G. de Bruin

Versiebeheer

1.0	Initiële versie	LMU	BB	GB	20-02-2019
Rev	Omschrijving	Opgesteld	Gecontroleerd	Goedgekeurd	Datum

INHOUDSOPGAVE

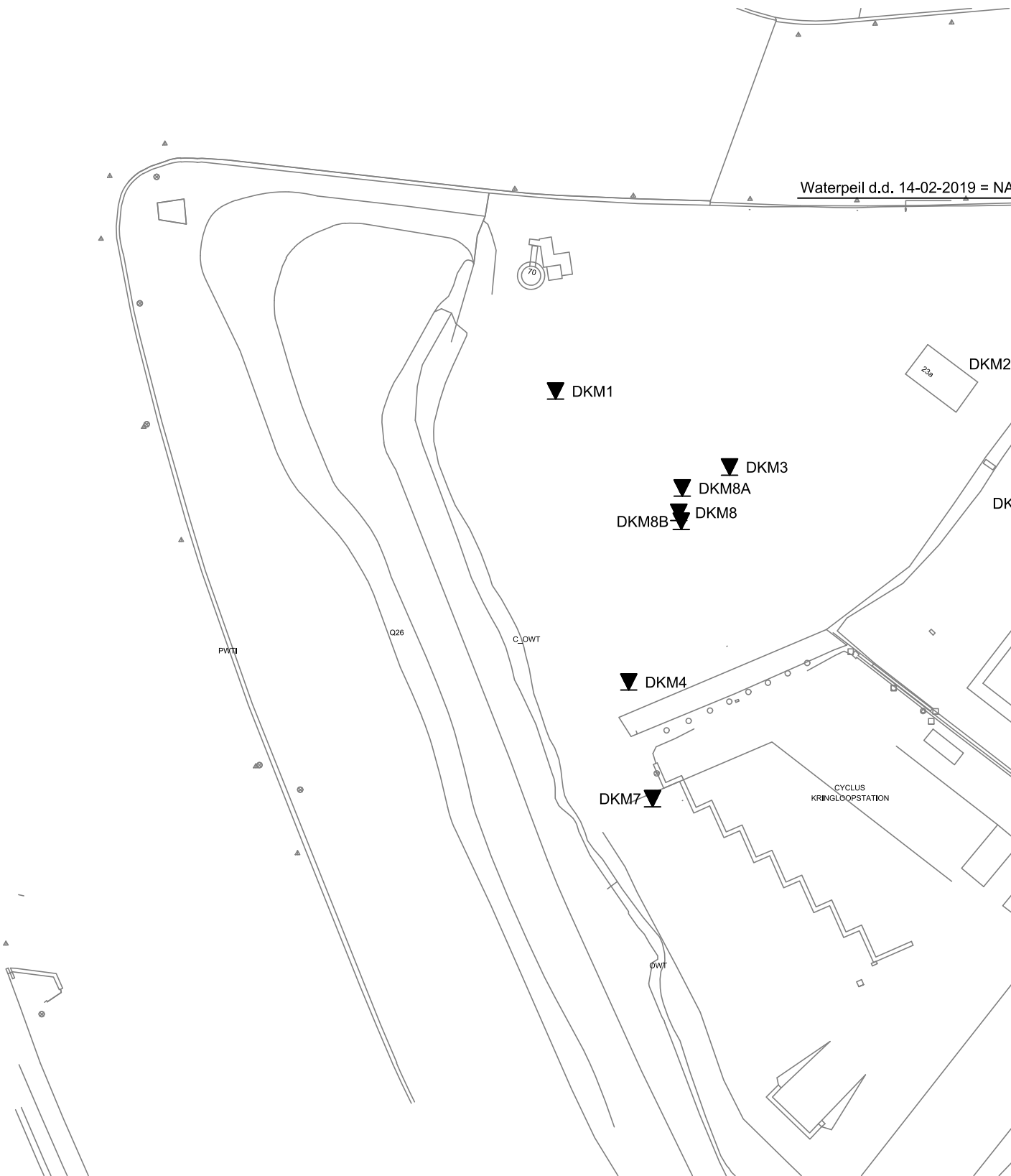
- 1. RAPPORTAGE OVERZICHT**
- 2. SITUATIE TEKENING**
- 3. ONDERZOEKS DATA**
- 4. TOELICHTING GEOTECHNISCH ONDERZOEK**
- 5. CONTINU ELEKTRISCH SONDEREN**
- 6. LEGENDA TERREINPROEVEN EN GRONDSOORTEN**

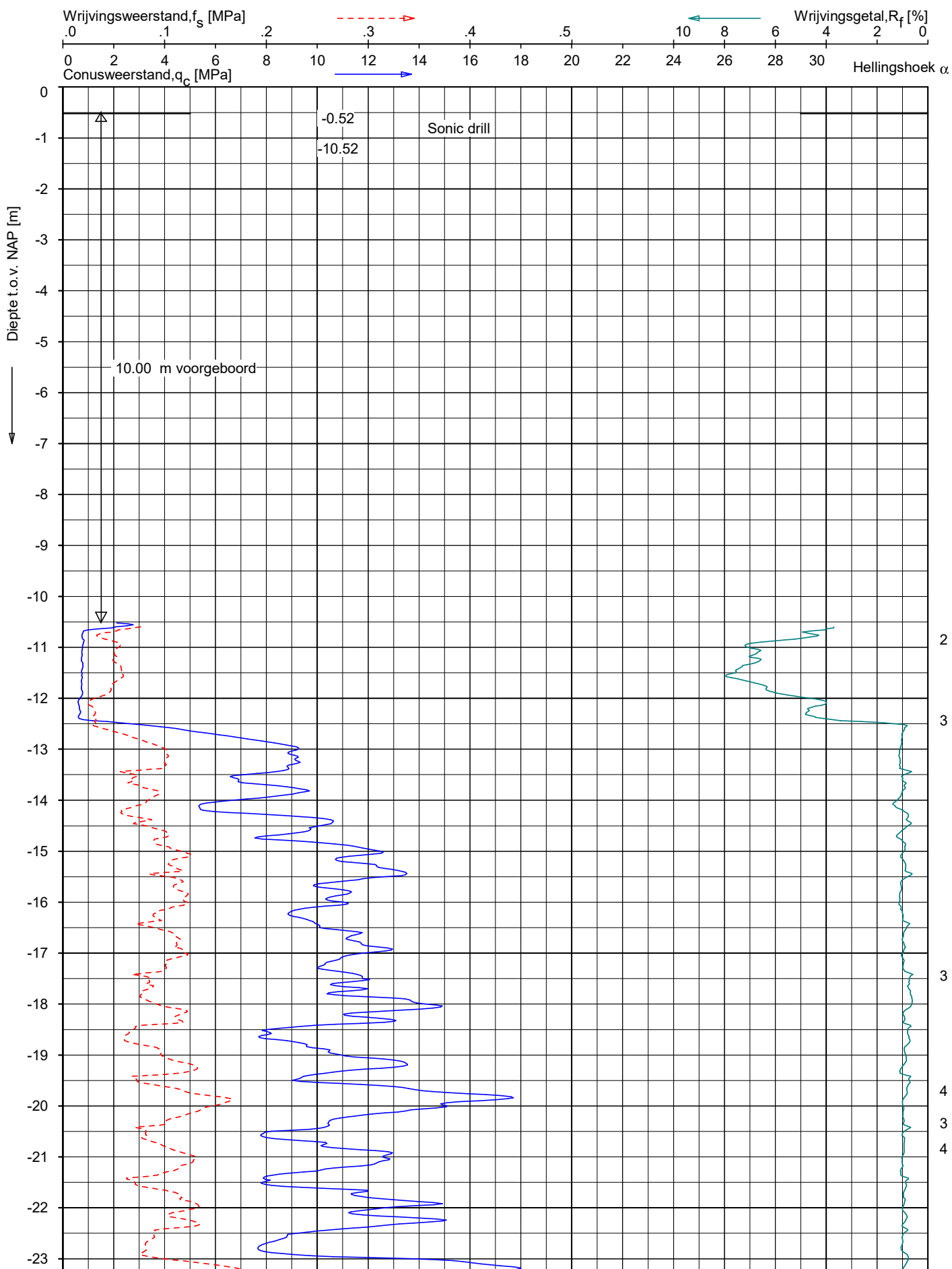
RAPPORTAGE OVERZICHT

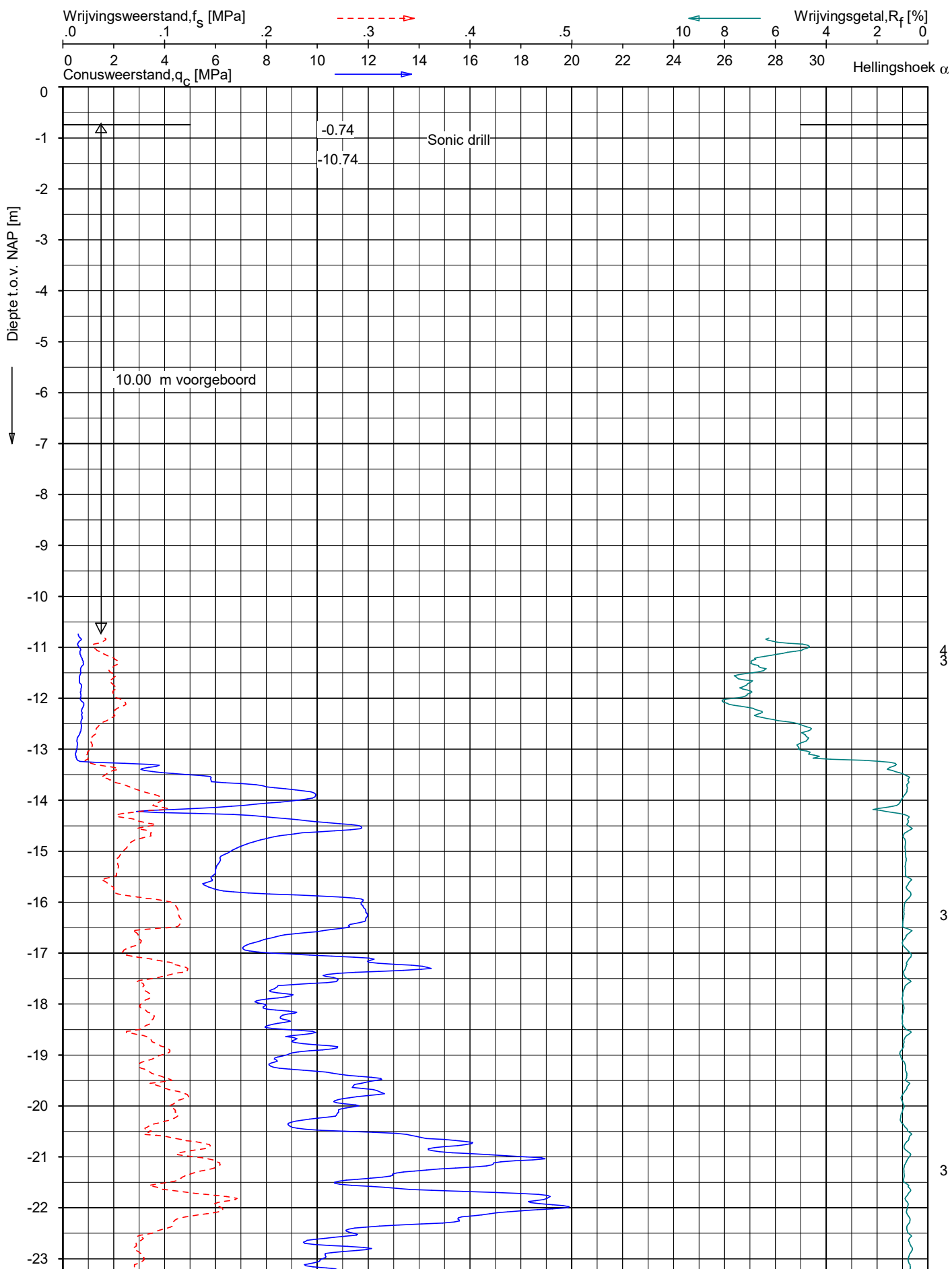
Projectomschrijving: Grondonderzoek Afvalbrengstation Goudkade 23 te Gouda
Projectnummer: 1318-0303-000

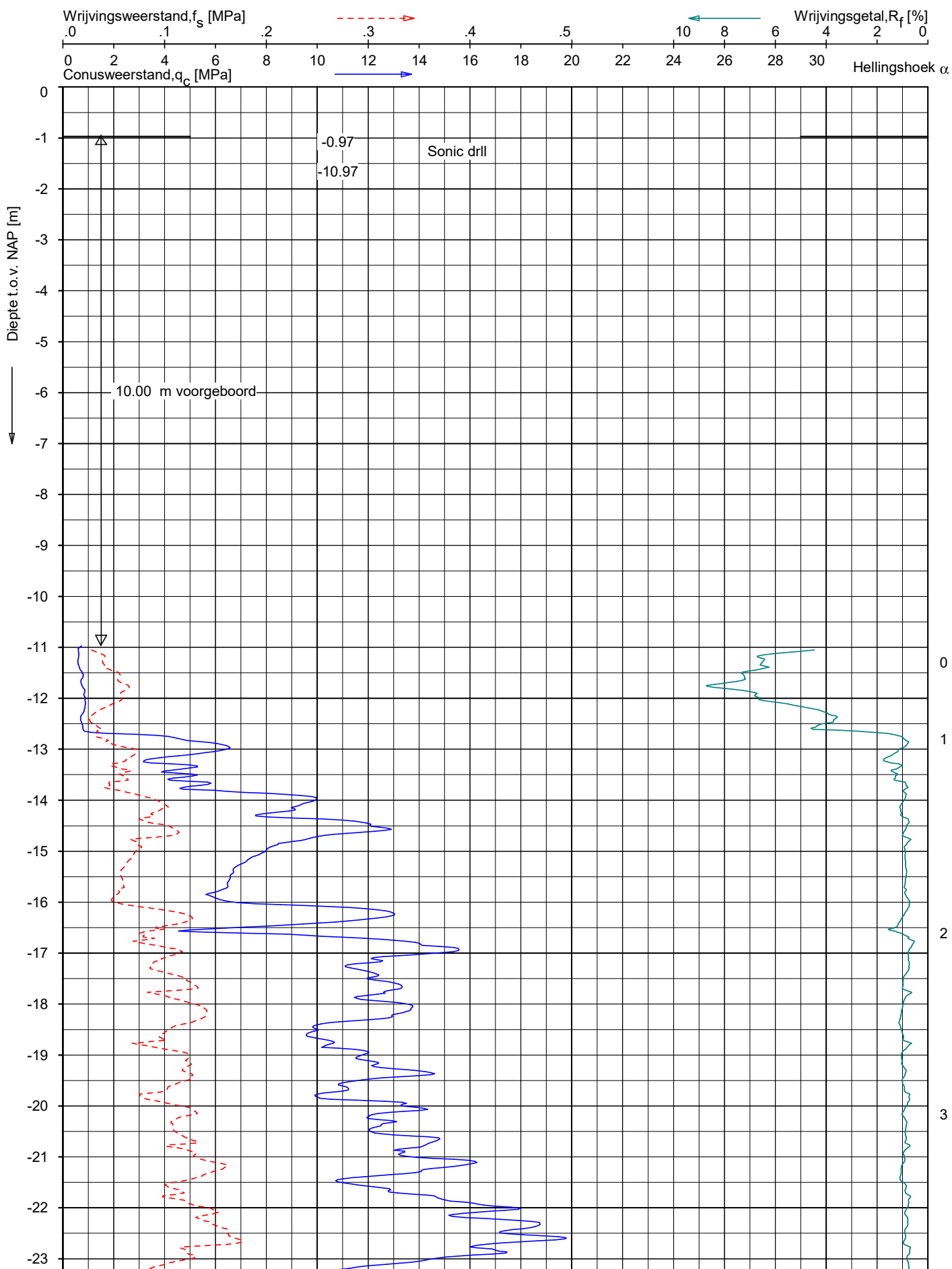
Naam	RD Coördinaten (m)		Hoogte (m)	Grondwater- stand (m)	Opmerking
	X	Y	t.o.v. NAP	t.o.v. NAP	
DKM1	106827,0	447539,0	-0.52		
DKM2	106912,7	447544,0	-0.74		
DKM3	106859,0	447525,0	-0.97		
DKM4	106840,4	447485,5	-0.60		
DKM5	106952,8	447562,6	-1.27		
DKM6	106917,5	447518,4	-2.11		Gestaakt, obstakel(s)
DKM7	106844,8	447464,0	-1.80		Gestaakt, max. toelaatbare helling
DKM8	106849,7	447516,7	-0.96		Gestaakt, boorbuis meegedrukt; onjuiste meetgegevens
DKM8A	106850,3	447521,2	-0.87		Gestaakt, obstakel(s)
DKM8B	106850,1	447515,1	-0.97		
Waterpeil d.d. 14-02-2019	106925,8	447574,4	-0.63		
Geen grondwaterstand gepeild					

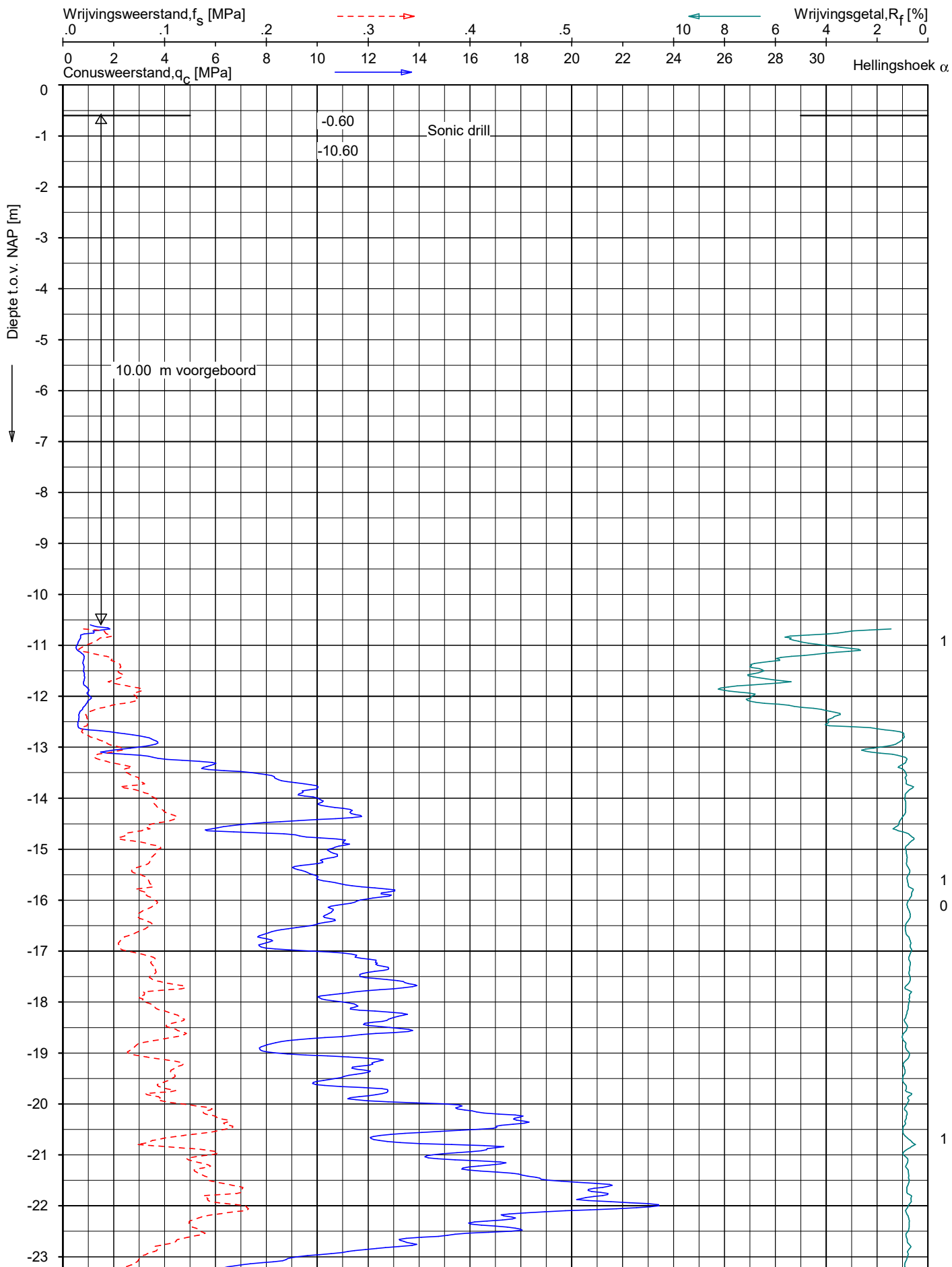
\\fgsbv-fs01\ugro-nl\local\FGSBV-data\Projecten\13\1318-0303-000\21_Uitvoering_terrainonderzoek\10_Basisgegevens\1318-0303-000.dwg
Get.: LMU dt: 15-02-2019 Versie: Revisie Datum:

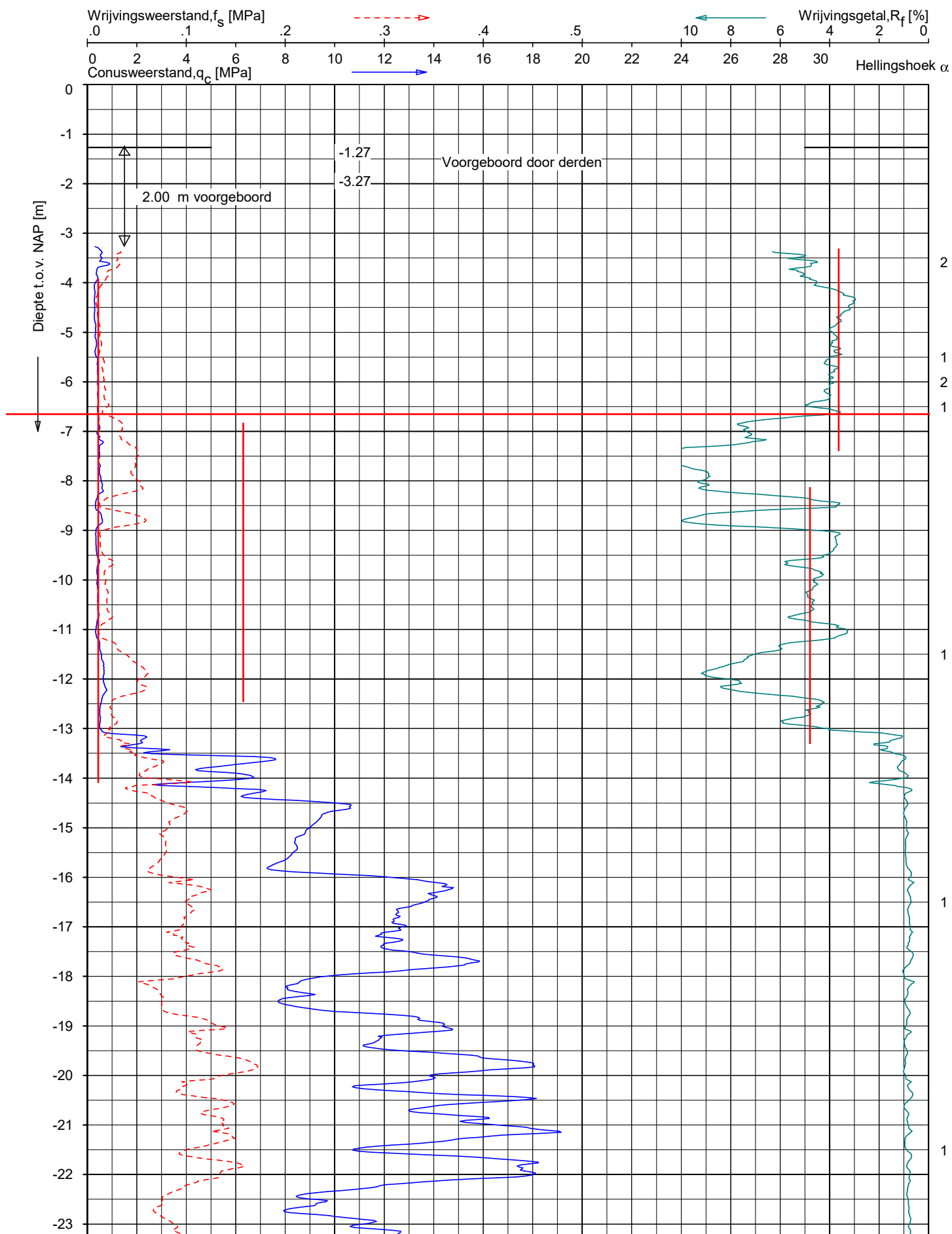


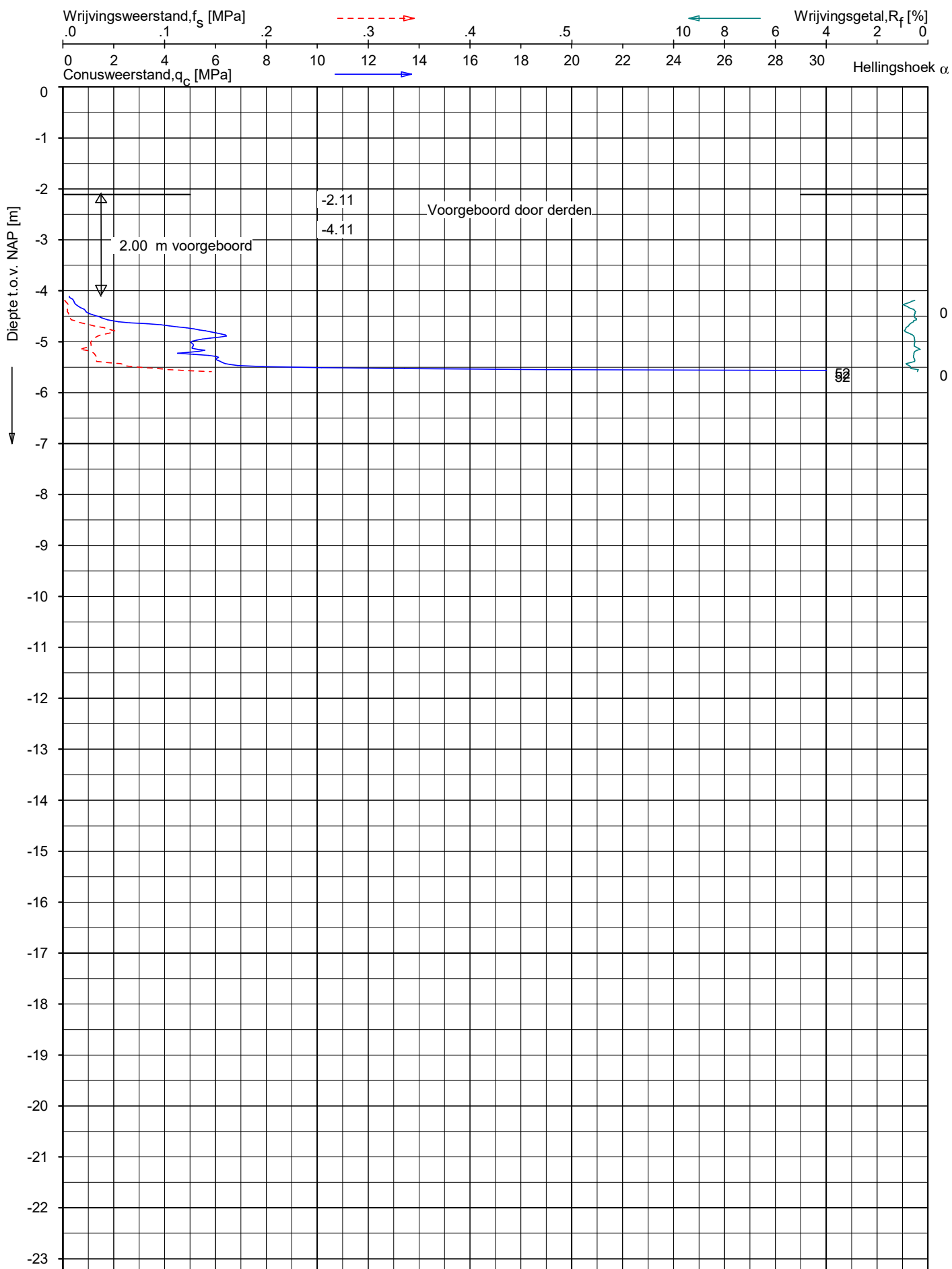


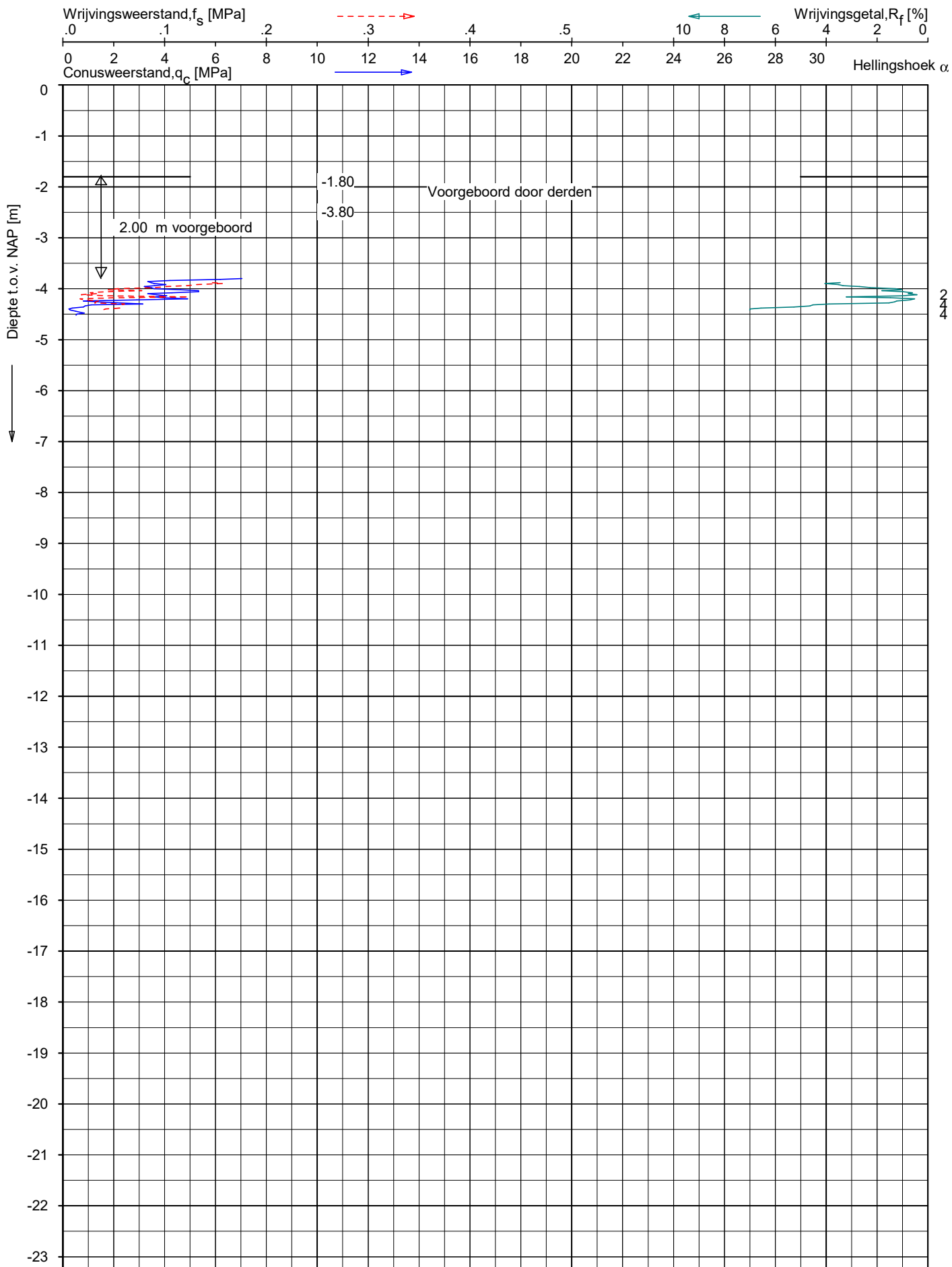


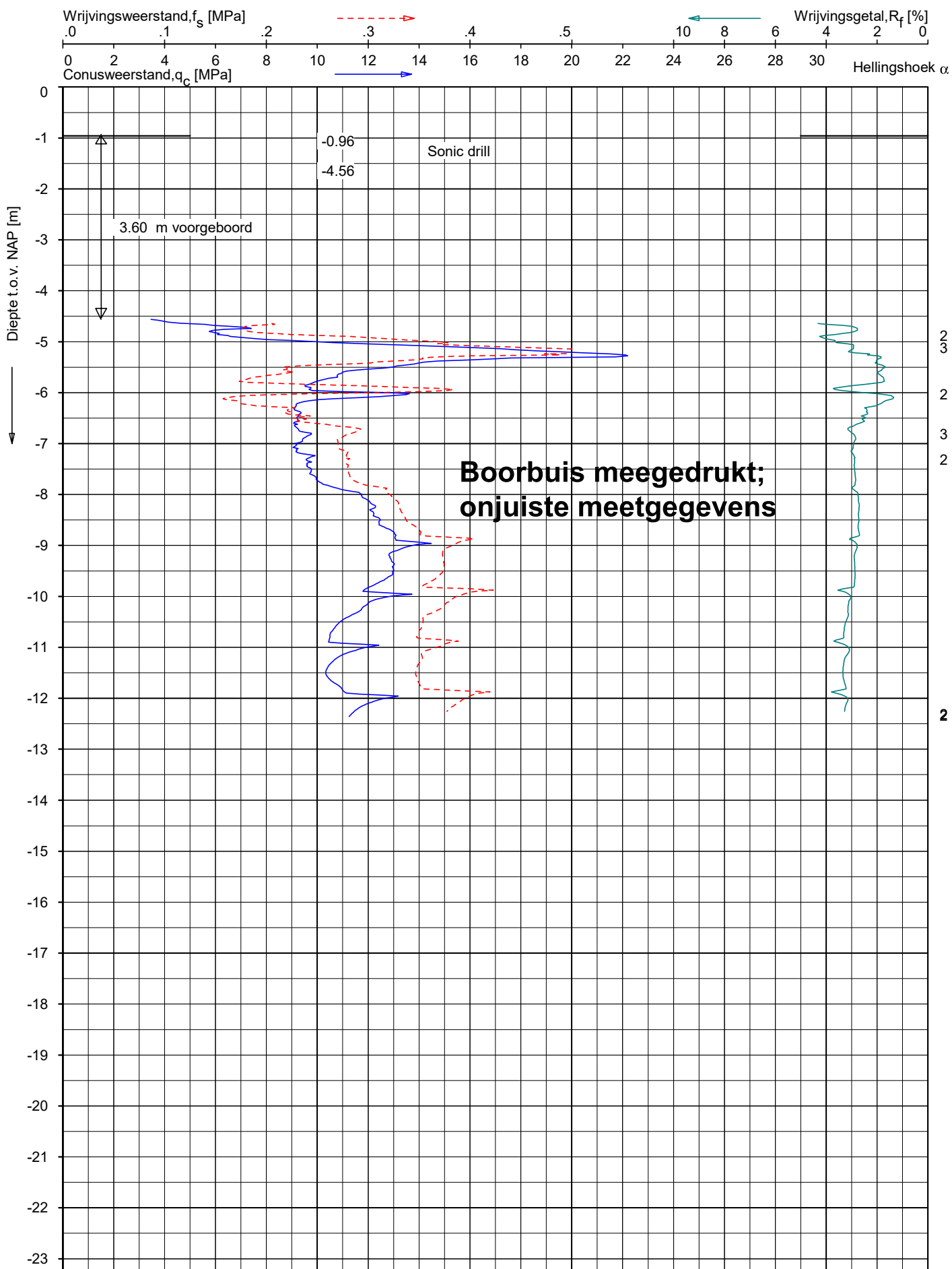


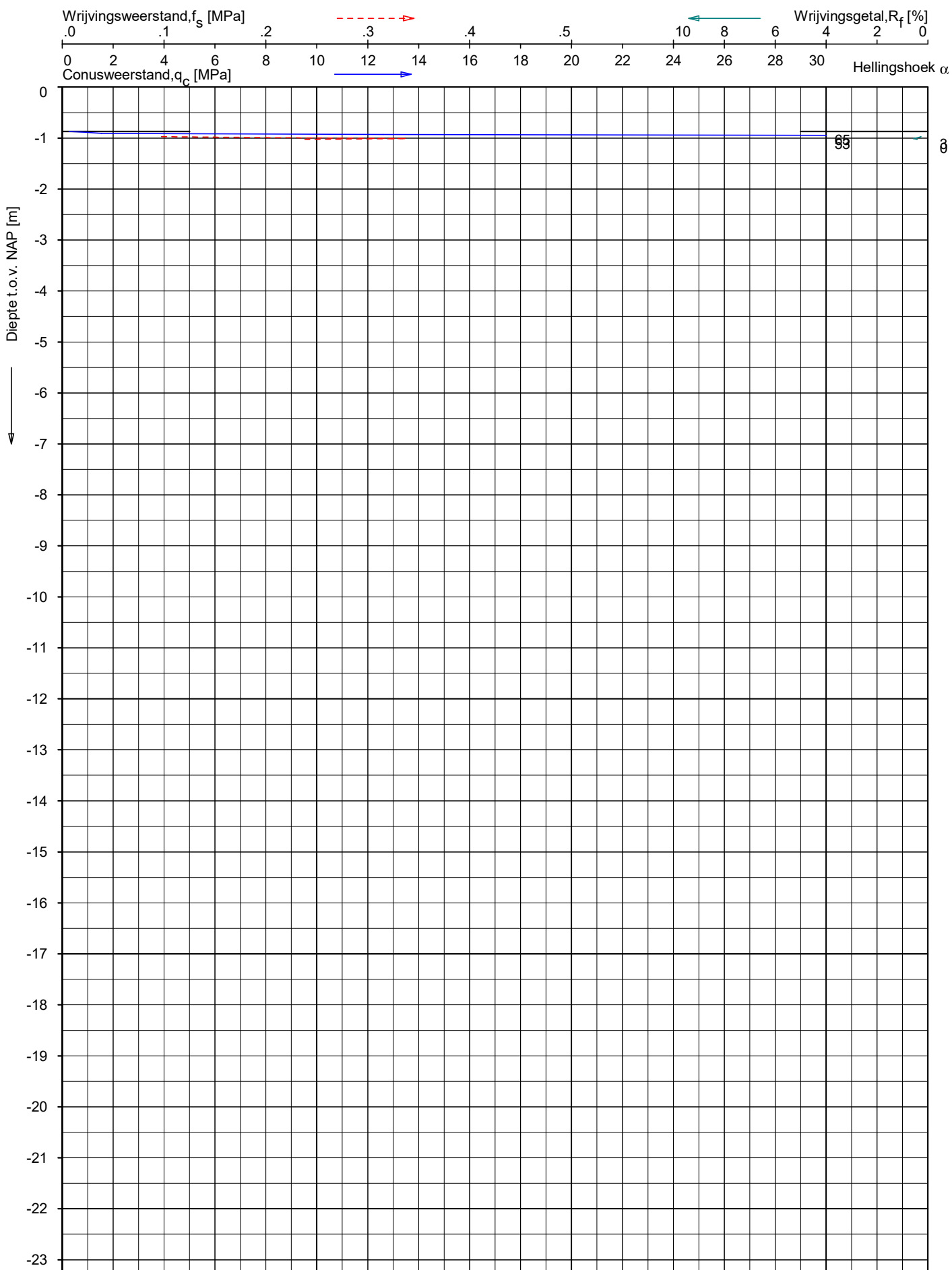


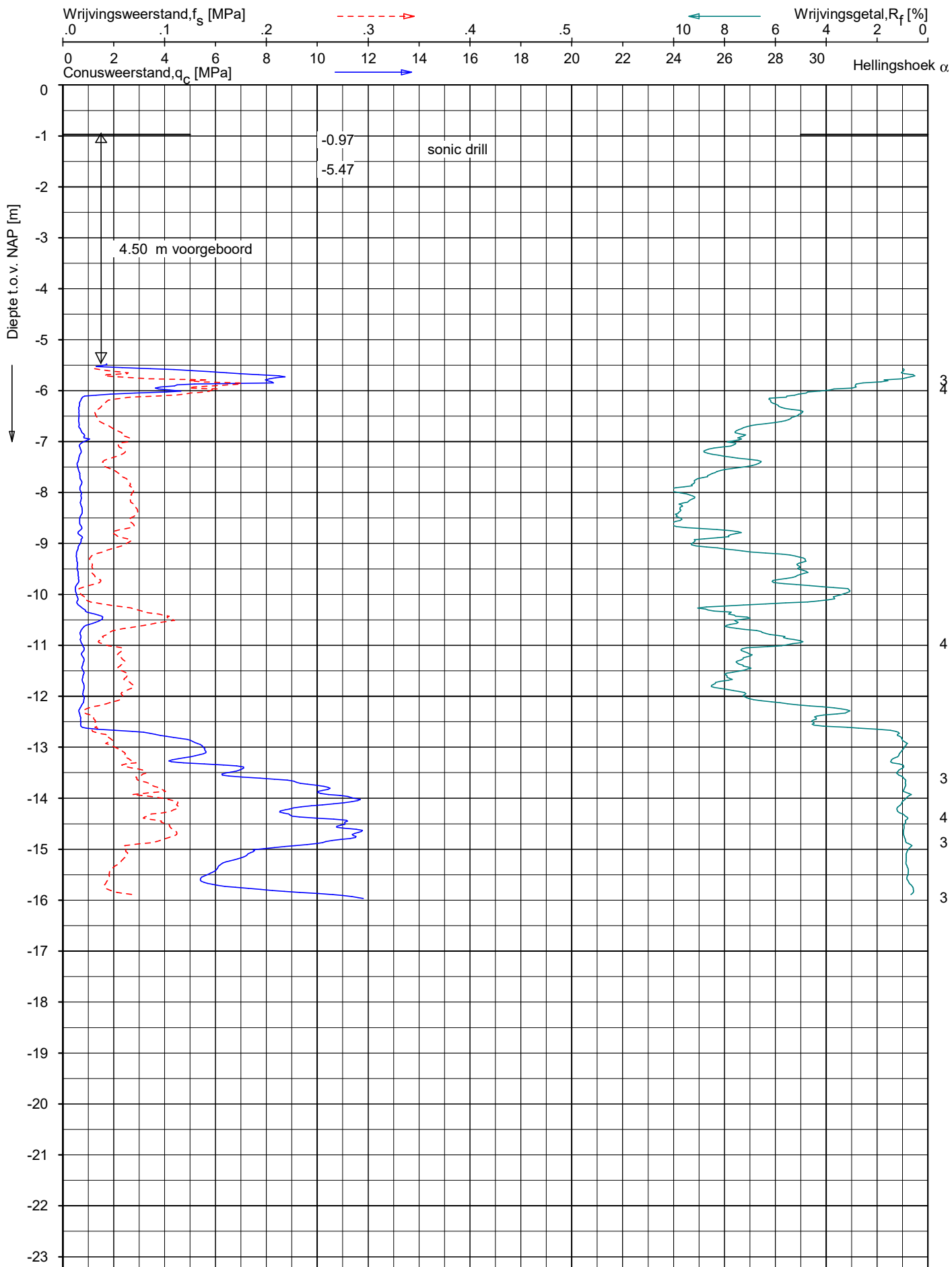












Coördinaten en hoogte van de onderzoekspunten

Indien de hoogte en coördinaten van de onderzoekslocaties zijn bepaald in NAP en RD bedragen de maximale afwijking van de meting van de coördinaten ca. 10 cm en de maximale afwijking van de meting van de hoogte ca. 5 cm. Bij projecten waarbij de sonderingen zijn gerefereerd aan een lokaal vast punt bedraagt de maximale afwijking in de hoogte ca 5 cm. De maximale afwijking in de maatvoering doormiddel van traditioneel uitzetten met een meetband bedraagt ca. 25 cm.

Indien de onderzoekslocaties niet zijn gerefereerd aan een vaste referentiehoogte wijkt het onderzoek af van de gestelde eisen in de NEN-EN-ISO 22476-1.

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.

Sonderen

Een beschrijving van de gevolgde meet- en registratiemethode is gegeven in de bijlage "Continu Elektrisch Sonderen".

Boren

Mechanisch boorwerk wordt verbuisd uitgevoerd, waarbij de grond uit de buis wordt verwijderd met behulp van een puls (niet-cohesieve gronden) en/of een avegaarboor (cohesieve gronden).

Bij handboren wordt gebruik gemaakt van een edelmanboor (cohesieve gronden) en een handpuls (niet-cohesieve gronden).

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

Peilbuizen worden gepresenteerd op de betreffende boorstaten. De boringen met peilbuis zijn met bijbehorend symbool aangegeven op de situatietekening.

Ongeroerde monsternamen bij het mechanisch boren kan plaatsvinden door:

- een Ackermann steekbus te slaan of te drukken
- een Pistonbus te drukken
- een Gelpush monster te drukken

Bij handboren worden ongeroerde monsters genomen met een Van der Horst steekapparaat.

De tijdens het boren genomen geroerde monsters worden in het veld globaal geclassificeerd. Als er laboratoriumonderzoek volgt na het veldwerk, worden in het laboratorium de monsters gedetailleerd geclassificeerd. Bij eventuele verschillen tussen de veld- en laboratorium-classificatie, is de laboratoriumclassificatie bepalend.

Op de classificatie van grond is de NEN 5104 van toepassing.

(Grond)waterstand

De gemeten (grond)waterstand(en) betreffen een eenmalige opname en zijn bedoeld als een oriënterend gegeven. De grondwaterstand kan in de tijd fluctueren onder invloed van de weersgesteldheid en de seizoenen.

Kwaliteitsborging

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

De kalibratiesheet(s) van de gebruikte conus(sen) kunnen op verzoek worden toegestuurd.

CONTINU ELEKTRISCH SONDEREN

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 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. Het basisoppervlak van de conus mag 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.

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

Het wrijvingsgetal R_f geeft samen met de conusweerstand q_c een goed beeld van de bodemopbouw *benen* 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.

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:

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

Vergelijking 1

Genormaliseerd wrijvingsgetal:

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

Vergelijking 2

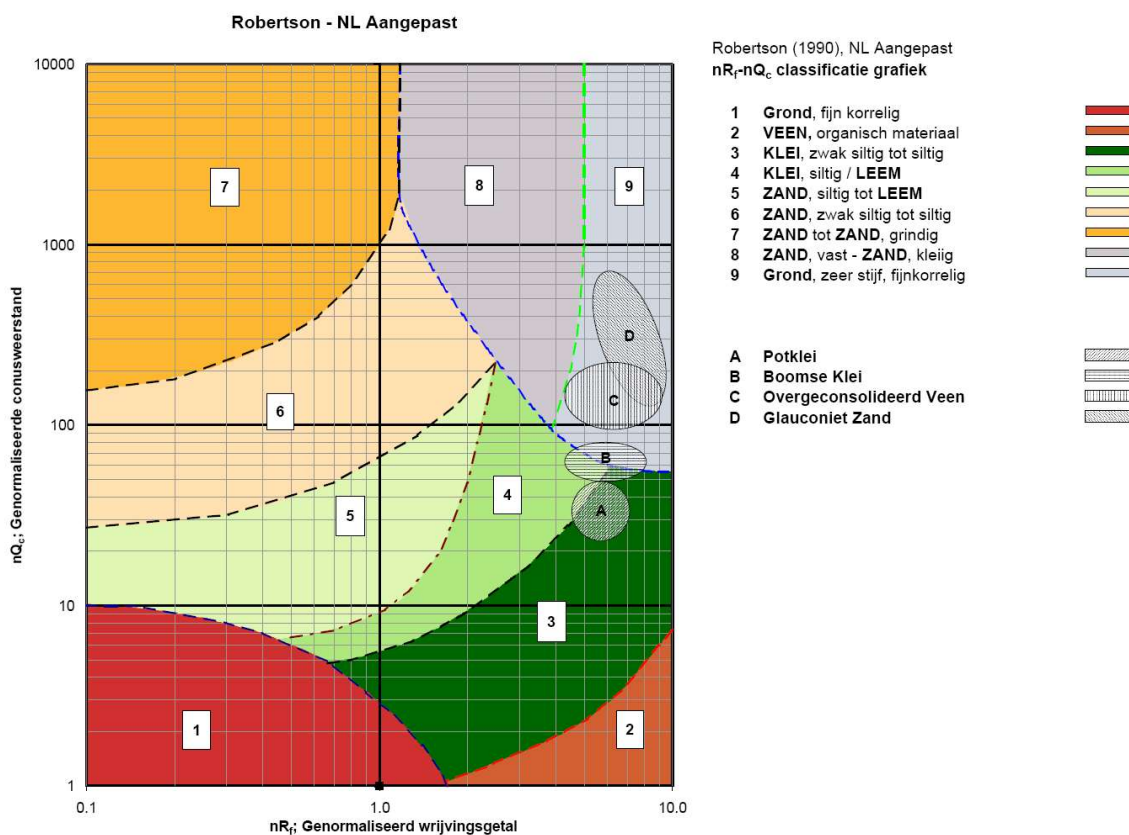
In geval er geen waterspanning is gemeten, wordt voor q_t de waarde van q_c gebruikt.

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;

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

- er is een extra voorwaarde ingebracht om Holocene veenlagen goed te kunnen classificeren. Voor $q_c < 1,5 \text{ MPa}$ en $R_f > 5 \%$ wordt de grond als veen geïdentificeerd.



Figuur 1

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.

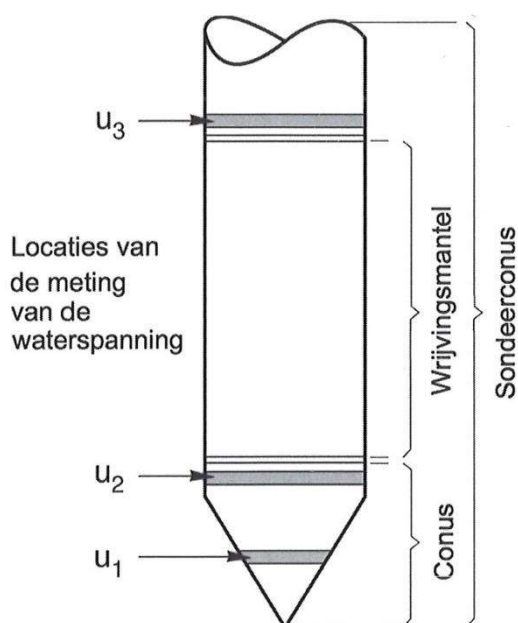
De identificatie is indicatief en alleen geldig voor lagen onder de grondwaterstand. De resultaten dienen te worden geverifieerd met boringen of geologische informatie. Uitgedroogde cohesieve toplagen geven een te hoge waarde worden voor het wrijvingsgetal, waardoor bijvoorbeeld uitgedroogde kleilagen 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/drijfslagen en/of verontreinigingen met (gechloreerde) koolwaterstoffen
ROST (Rapid Optical Screening Tool)	Verticale verspreiding van (aromatische) koolwaterstoffen	■ bestudering zak/drijfslagen 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 2). 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 2

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 membraam 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 wateroverspanningsindex 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:

$$B_q = \frac{\beta \cdot (u_1 - u_o)}{q_{net}}$$

Vergelijking 3

$$Bq = \frac{(u_2 - u_0)}{q_{net}}$$

Vergelijking 4

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 = $q_c + (1-a) \{ \beta (u_1 - u_0) + u_0 \}$ voor een filter in de conuspunt;
- = $q_c + (1-a) u_2$ 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/m³ 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 over geconsolideerde klei	0,5 – 0,7
Sterk over geconsolideerde klei	0,0 ¹ – 0,3
Leem samendrukbaar	0,5 – 0,6
Leem, vast en dillatant gedrag	0,0 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 klei overeen met circa 1/2 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. In de norm EN-ISO 22476-1 is de nauwkeurigheid van de meetresultaten 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 volgende tabel.

Toepassing Klasse	Test type	Gemeten parameter	Toegestane minimum nauwkeurigheid ^a	Maximum lengte t metingen
1	TE2	■ 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
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
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
4	TE1	■ Conus weerstand ■ Mantel wrijving ■ Sondeerlengte	500 kPa of 5 % 50 kPa of 20 % 0,2 m of 1 %	50 mm

Noot 1:

Richtlijnen voor gebruik van Tabel 2 zijn gegeven in bijlage F.

Noot 2:

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) (typische gronden met $q_c < 3$ 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 niet realistisch 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.

Voor sondering in toepassingklasse 1 worden speciale gevoelige conussen met een beperkt meetbereik toegepast. De enige praktische indicatie over de bereikte sondeerklasse is controle van recente kalibraties 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.

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

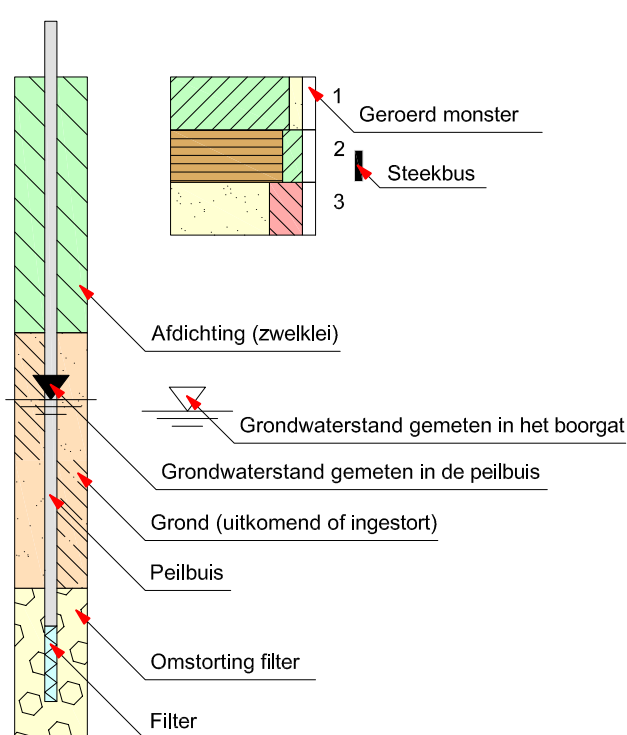
Leem

	Leem, zwak zandig
	Leem, sterk zandig

Overige toevoegingen

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

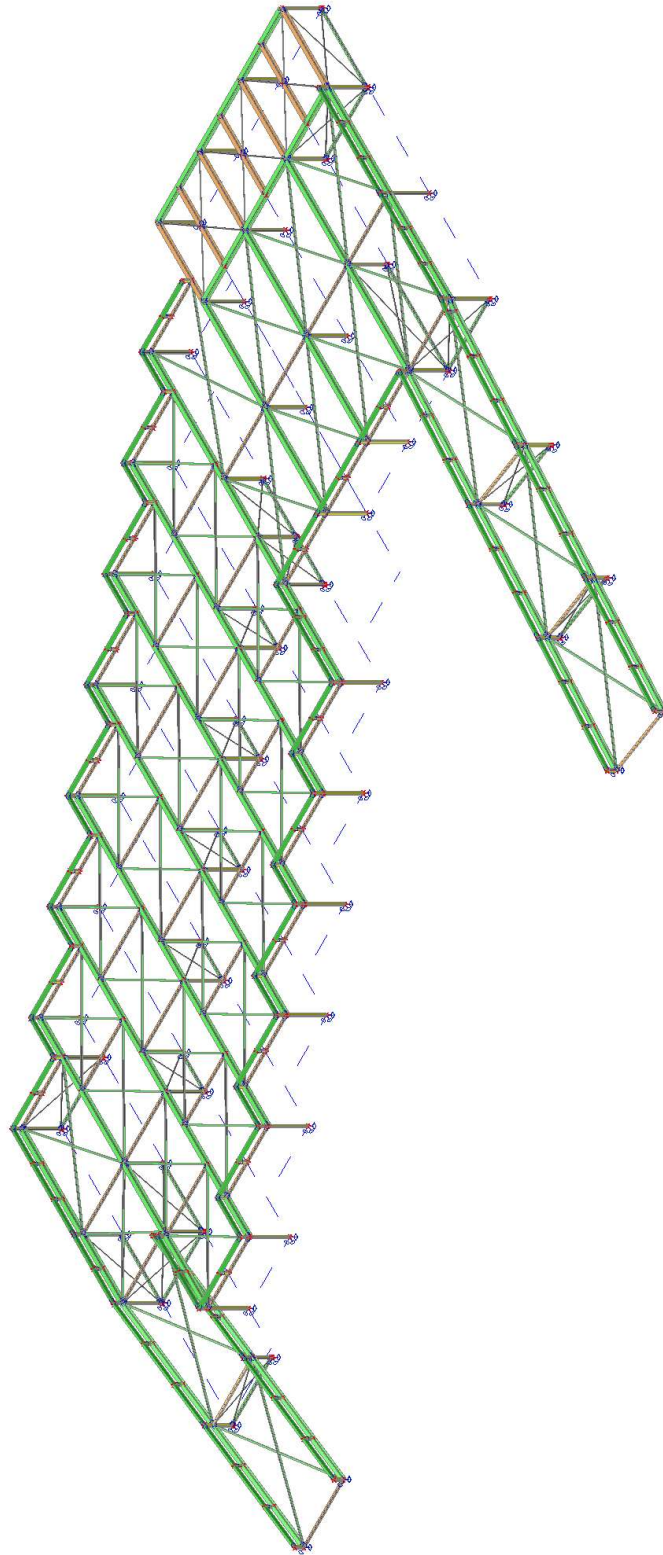
Peilbuis



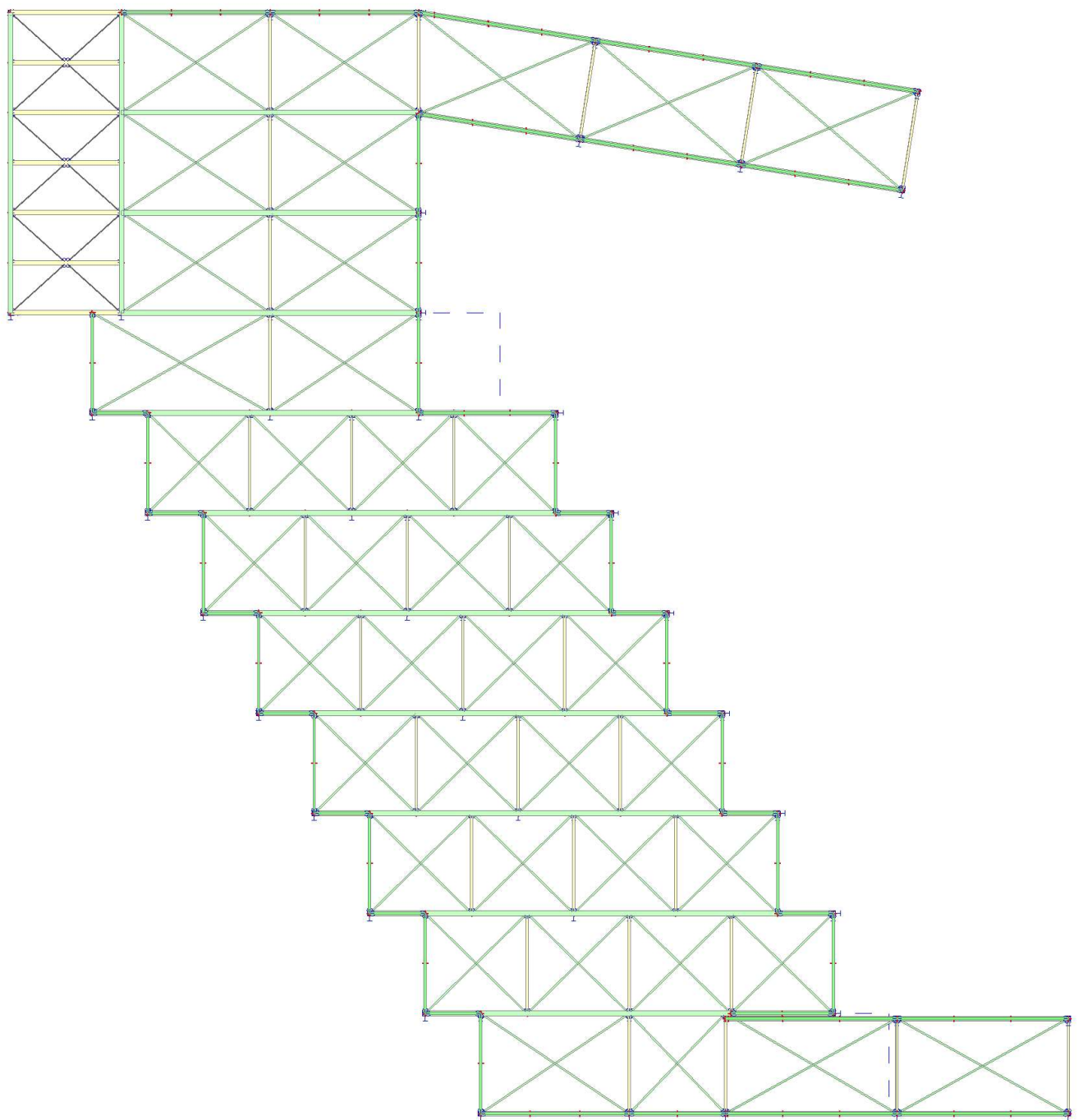


BIJLAGE: BELASTINGEN

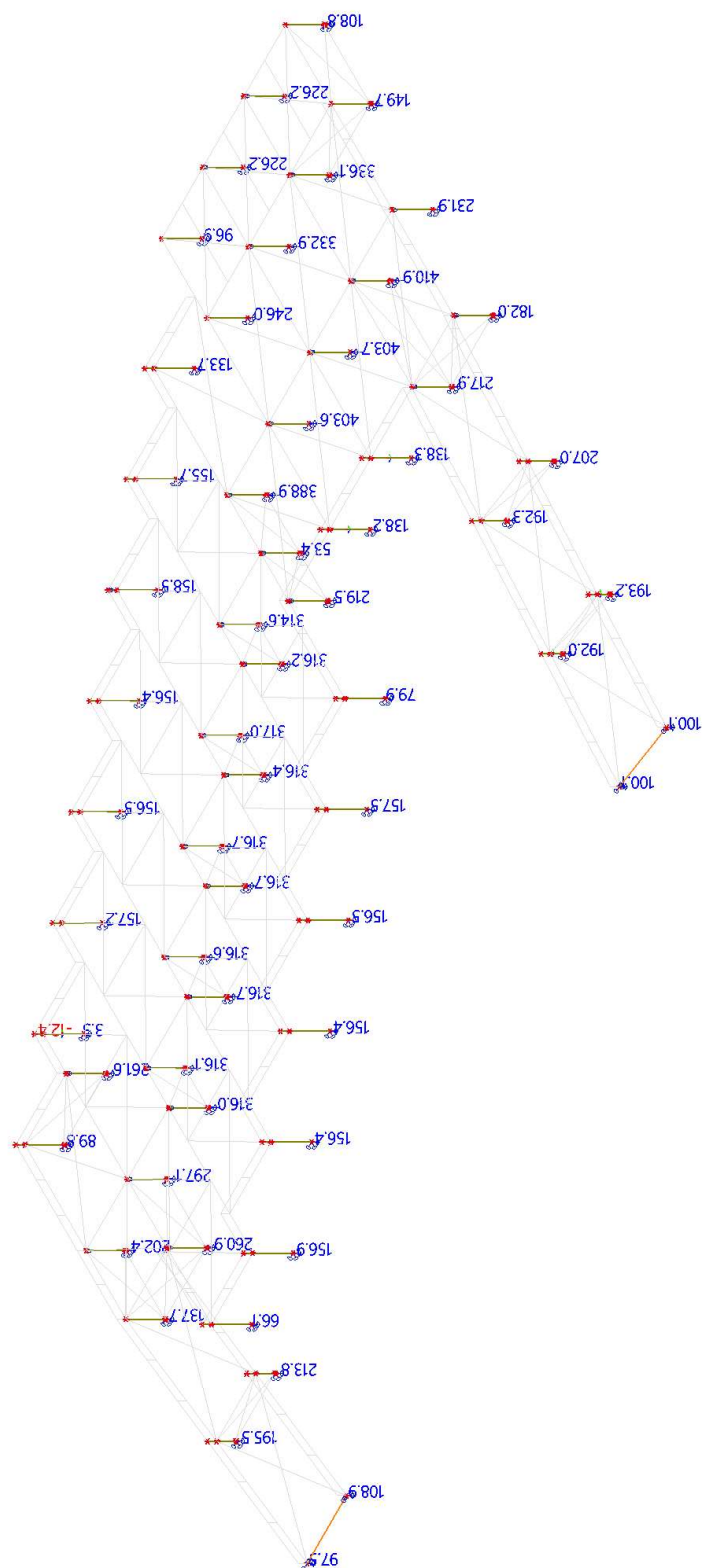
1. 3D view



2. Top view



3. Reacties; Rz; UGT



4. Reacties

Niet-lineaire berekening

Klasse: NL_UGT

Systeem: Globaal

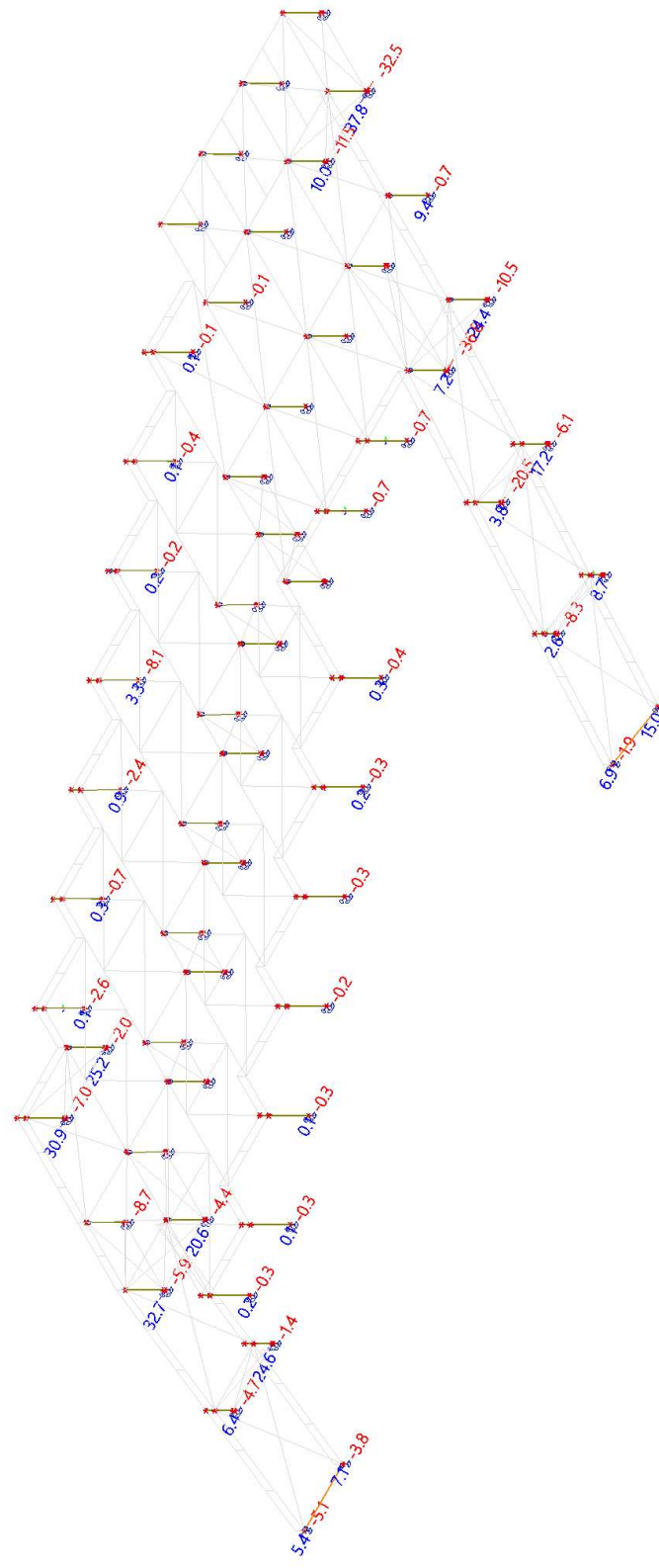
Extreem: Globaal

Selectie: Alle

Knoopreacties

Naam	BG	R _x [kN]	R _y [kN]	R _z [kN]	M _x [kNm]	M _y [kNm]	M _z [kNm]	e _x [mm]	e _y [mm]
Sn22/K43	NC_Combi3a	-36.8	-8.2	103.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Sn37/K132	NC_Combi5	37.8	-17.8	117.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Sn37/K132	NC_Combi2	4.1	-20.1	149.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Sn39/K135	NC_Combi3e	0.0	21.0	219.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Sn62/K619	NC_Combi2	0.1	-1.2	-12.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Sn33/K112	NC_Combi2	0.0	-4.5	410.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Sn54/K255	NC_Combi5	6.9	-1.1	82.4	0.0	0.0	-4.2	0.0	0.0
Sn53/K254	NC_Combi2	1.3	0.0	108.9	0.0	0.0	0.6	0.0	0.0

5. Reacties; Rx; UGT





BIJLAGE: BEREKENINGSRESULTATEN FUNDERINGEN

Project

Ecopark Gouda

Projectcode

118447

Onderwerp

Fundering bordes variant 1

Adviseur

T. Wegman

Datum

8-5-2020

TITEL

Berekening van een fundering op staal (strookfundering / plaatfundering) conform Eurocode 7 (EN 1997) met Nederlandse Nationale Bijlage (NEN-EN 1997-7/NB) en Nederlandse Aanvullende Bepalingen voor toepassing van Eurocode 7 (NEN 9097-1).

UITGANGSPUNTEN

geometrie

type fundering			rechthoekige plaat		algemeen			
prefab / in-situ			prefab		taal	=		NL
breedte	B	=	1,90 m		referentieniveau	=		NAP
lengte	L	=	1,90 m		veiligheidsklasse	=		RC2
--		=	--		volumiek gewicht water	γ_{wrd}	=	10 kN/m ³

belastingen horizontaal

rekenwaarde horizontale belasting	H _d	=	25,0 kN		belastingen verticaal			
excentriciteit H	e _H	=	0,90 m		rekenw. verticale belasting (ongunstig)	V _{d,max}	=	287 kN
moment door H	M _{H;d}	=	22,5 kNm		rekenw. verticale belasting (gunstig)	V _{d,min}	=	133 kN
hoek H met lengterichting	κ	=	0 °		excentriciteit V (breedte)	e _{V;B}	=	0,00 m
moment door H, dwarsrichting	M _{H;d;B}	=	0,0 kNm		excentriciteit V (lengte)	e _{V;L}	=	0,00 m
moment door H, lengterichting	M _{H;d;L}	=	22,5 kNm		moment door V, dwarsrichting	M _{V;d;B}	=	0,0 kNm
					moment door V, langsrichting	M _{V;d;L}	=	0,0 kNm

totaal moment

totaal moment, dwarsrichting	M _{d;B}	=	0,0 kNm		maatgevende verticale belasting (ongunstig/gunstig)			
totaal moment, lengterichting	M _{d;L}	=	22,5 kNm		laat tussenliggende berekeningen zien voor			ongunstig
					verticale belasting ongunstig is maatgevend (verticaal draagvermogen, gedraineerd (pons), u.c. = 0.93)			

grondopbouw

maaiveld	Z _{surface}	=	-1,69 m+NAP		effectief funderingsoppervlak			
maaiveldhelling (§6.5.2.2(p))	β	=	0,00 °		effectieve breedte op funderingsniveau	B _{eff}	=	1,90 m
funderingsniveau	Z _{foundation}	=	-2,49 m+NAP		effectieve lengte op funderingsniveau	L _{eff}	=	1,74 m
freatisch niveau	Z _{phreatic}	=	-2,41 m+NAP		effectief funderingsoppervlak	A _{eff}	=	3,31 m ²

grondlagen tussen maaiveld en invloedsniveau

laag nr.	grond-soort	b.k. laag [m+NAP]	o.k. laag [m+NAP]	dikte [m]	$\varphi'_{\text{'k}}$ [°]	c'_{\text{'k}}	C _{u;k} [kPa]	γ_{k} [kN/m ³]	$\gamma_{\text{sat;k}}$ [kN/m ³]	$\gamma'_{\text{'d}}$ [kN/m ³]	$\sigma'_{\text{v,z;d}}$ [kPa]	X	H·X	H·X·c'_{\text{'d}}	H·X· $\varphi'_{\text{'d}}$	H·X· $\gamma'_{\text{'d}}$
1	zand	-1,69	-2,41	0,72	32,5	0,0	0,0	18,0	20,0	16,4	11,8	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2	zand	-2,41	-2,49	0,08	32,5	0,0	0,0	18,0	20,0	8,2	12,4	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
3	zand	-2,49	-3,49	1,00	32,5	0,0	0,0	18,0	20,0	8,2	20,6	2,14	2,14	0,00	61,92	17,48
4	klei	-3,49	-6,60	3,11	15,0	1,0	25,0	15,0	15,0	3,6	31,9	0,82	1,34	0,84	17,56	4,87
5	veen	-6,60	-9,00	2,40	15,0	2,5	20,0	12,0	12,0	0,9	34,1	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
6	klei	-9,00	-11,20	2,20	15,0	1,0	25,0	15,0	15,0	3,6	42,1	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
7	veen	-11,20	-12,50	1,30	15,0	2,5	20,0	12,0	12,0	0,9	43,3	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
8	klei	-12,50	-13,50	1,00	15,0	1,0	25,0	15,0	15,0	3,6	46,9	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
9	zand	-13,50	-16,00	2,50	32,5	0,0	0,0	18,0	20,0	8,2	67,4	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
10																
	partiële veiligheidsfactoren (materiaal)				1,15	1,60	1,35	1,10				Σ	3,48	0,84	79,48	22,35

BEREKENINGEN

afmetingen bezwijkvlak

hoek v. inw. wrijving onder funderingsniveau	$\varphi'_{\text{'k}}$	=	25,9 °		berekeningsgevallen gedraineerde/ongedraineerde toestand			
invloedsbreedte bezwijkvlak	a _e	=	6,50 m		gedraineerde toestand conform §6.5.2.2(h)			geval c
invloedsdiepte bezwijkvlak	z _e	=	2,64 m		gedraineerde toestand → controle doorponsen?			ja
invloedsniveau	d _e	=	-5,13 m+NAP		ongedraineerde toestand conform §6.5.2.2(f)			geval c
					ongedraineerde toestand → controle squeezing?			nee

gedraineerde toestand

effectieve verticale spanning funderingsniveau	$\sigma'_{\text{v,z;d}}$	=	12,44 kPa		<u>verificatie verticaal draagvermogen</u>			
effectieve gewogen cohesie	C'_{\text{equ;d}}	=	0,24 kPa		verticale belasting (ongunstig)	V _d	=	287,4 kN
effectieve gewogen hoek v. inw. wrijving	$\varphi'_{\text{equ;d}}$	=	22,9 °		verticaal draagvermogen gedraineerd	V _{R;dr;d}	=	494,1 kN
effectieve gewogen volumiek gewicht	$\gamma'_{\text{equ;d}}$	=	6,43 kN/m ³		unity check (V _d /V _{R;dr;d}) ≤ 1,0		=	0,58 -
draagkrachtfactor - cohesie	N _c	=	17,89 -					
draagkrachtfactor - bovenbelasting	N _q	=	8,55 -		<u>verificatie horizontale schuifweerstand</u>			
draagkrachtfactor - effectief volumiek gewicht	N _{γ'}	=	6,37 -		horizontale belasting	H _d	=	25,0 kN
vormfactor - cohesie	S _c	=	1,48 -		δ / φ'	R _{int}	=	0,67 -
vormfactor - bovenbelasting	S _q	=	1,42 -		wrijvingshoek contactvlak (met $\varphi'_{\text{'k}}$ = 32,5°)	$\delta_{\text{'d}}$	=	19,3 °
vormfactor - effectief volumiek gewicht	S _{γ'}	=	0,67 -		wrijvingscoëfficiënt	c _f	=	0,35 -
reductiefactor helling belasting - cohesie	i _c	=	0,80 -		schuifweerstand gedraineerd	H _{R;dr;d}	=	100,8 kN
reductiefactor helling belasting - bovenbelasting	i _q	=	0,82 -		unity check (H _d /H _{R;dr;d}) ≤ 1,0		=	0,25 -
reductiefactor helling belasting - eff. vol. gewicht	i _{γ'}	=	0,75 -					
correctiefactor maaiveldhelling - cohesie	$\lambda_{\text{'c}}$	=	1,00 -					
correctiefactor maaiveldhelling - bovenbelasting	$\lambda_{\text{'q}}$	=	1,00 -					
correctiefactor maaiveldhelling - eff. vol. gewicht	$\lambda_{\text{'\gamma'}}$	=	1,00 -					
maximale funderingsdruk	$\sigma'_{\text{max;d}}$	=	149,2 kPa					

Project

Ecopark Gouda

Projectcode

118447

Onderwerp

Fundering bordes variant 1

Adviseur

T. Wegman

Datum

8-5-2020

gedraineerde toestand (pons)

minder draagkrachtige laag	nr.	=	4	verificatie verticaal draagvermogen			
bovenkant minder draagkrachtige laag	Z _{top;punch}	=	-3,49 m+NAP	verticale belasting (ongunstig)	V _d +V _{add;d}	=	333,6 kN
fictieve breedte op -3,49 m+NAP	B _{fict;punch}	=	2,18 m	vert. draagvermogen gedraineerd (pons)	V _{R;dr;punch;d}	=	356,9 kN
fictieve lengte op -3,49 m+NAP	L _{fict;punch}	=	2,02 m	unity check ((V _d +V _{add;d})/V _{R;dr;punch;d}) ≤ 1,0		=	0,93 -
fictief oppervlak op -3,49 m+NAP	A _{fict;punch}	=	4,42 m²				
extra verticale (grond) belasting	V _{add;d}	=	46,2 kN	verificatie horizontale schuifweerstand			
hoek v. inw. wrijving onder fict. funderingsniveau	φ' _k	=	15,0 °	horizontale belasting	H _d	=	25 kN
invloedsdiepte bezwijkvlak (φ' = 15,0°)	Z _{e;punch}	=	2,19 m	wrijvingshoek contactvlak (met φ'k = 15,0°)	d _d	=	13,1 °
invloedsniveau (φ' = 15,0°)	d _{e;punch}	=	-5,68 m+NAP	wrijvingscoëfficiënt	c _f	=	0,23 -
effectieve verticale spanning fict. funderingsniveau	σ' _{v,z;d}	=	20,62 kPa	schuifweerstand gedraineerd (pons)	H _{R;dr;punch;d}	=	77,7 kN
effectieve gewogen cohesie	C' _{equ;d}	=	0,63 kPa	unity check (H _d /H _{R;dr;punch;d}) ≤ 1,0		=	0,32 -
effectieve gewogen hoek v. inw. wrijving	φ' _{equ;d}	=	13,1 °				
effectieve gewogen volumiek gewicht	γ' _{equ;d}	=	3,64 kN/m³				
draagkrachtfactor - cohesie	N _c	=	9,87 -				
draagkrachtfactor - bovenbelasting	N _q	=	3,30 -				
draagkrachtfactor - effectief volumiek gewicht	N _{γ'}	=	1,07 -				
vormfactor - cohesie	S _c	=	1,35 -				
vormfactor - bovenbelasting	S _q	=	1,24 -				
vormfactor - effectief volumiek gewicht	S _{γ'}	=	0,68 -				
reductiefactor helling belasting - cohesie	i _c	=	0,79 -				
reductiefactor helling belasting - bovenbelasting	i _q	=	0,85 -				
reductiefactor helling belasting - eff. vol. gewicht	i _{γ'}	=	0,79 -				
correctiefactor maaiveldhelling - cohesie	λ _c	=	1,00 -				
correctiefactor maaiveldhelling - bovenbelasting	λ _q	=	1,00 -				
correctiefactor maaiveldhelling - eff. vol. gewicht	λ _{γ'}	=	1,00 -				
maximale funderingsdruk	σ' _{max;d}	=	80,8 kPa				

ongedraineerde toestand

ongedraineerde laag	nr.	=	4	verificatie verticaal draagvermogen			
bovenkant ongedraineerde laag	Z _{top;undr}	=	-3,49 m+NAP	verticale belasting (ongunstig)	V _d +V _{add;d}	=	333,6 kN
fictieve breedte op -3,49 m+NAP	B _{fict;undr}	=	2,18 m	verticaal draagvermogen ongedraineerd	V _{R;undr;d}	=	559,4 kN
fictieve lengte op -3,49 m+NAP	L _{fict;undr}	=	2,02 m	unity check ((V _d +V _{add;d})/V _{R;undr;d}) ≤ 1,0		=	0,60 -
fictief oppervlak op -3,49 m+NAP	A _{fict;undr}	=	4,42 m²				
extra verticale (grond) belasting	V _{add;d}	=	46,2 kN	verificatie horizontale schuifweerstand			
invloedsdiepte bezwijkvlak (φ' = 0°)	Z _{e;undr}	=	1,53 m	horizontale belasting	H _d	=	25,0 kN
invloedsniveau (φ' = 0°)	d _{e;undr}	=	-5,02 m+NAP	schuifweerstand ongedraineerd	H _{R;undr;d}	=	81,8 kN
ongedraineerde schuifsterkte (§6.5.2.2(m))	C _{u;d}	=	18,52 kPa	unity check (H _d /H _{R;undr;d}) ≤ 1,0		=	0,31 -
vormfactor - cohesie	S _c	=	1,22 -				
reductiefactor helling belasting - cohesie	i _c	=	0,92 -	verificatie squeezezen			
correctiefactor maaiveldhelling - cohesie	λ _c	=	1,00 -	n.v.t. → geen niet-coh. laag invloedsdiepte		=	--
correctiefactor maaiveldhelling - bovenbelasting	λ _q	=	1,00 -	--		=	--
effectieve verticale spanning fict. funderingsniveau	σ' _{v,z;d}	=	20,6 kPa	--		=	--
maximale funderingsdruk	σ' _{max;d}	=	126,7 kPa				

kantelstabiliteit

dwarsrichting

excentriciteit dwarsrichting	e _B	=	0,00 m	lengterichting			
1/3 breedte fundering	1/3 · B	=	0,63 m	excentriciteit lengterichting	e _L	=	0,08 m
unity check (e _B / (1/3 · B)) ≤ 1,0		=	0,00 -	1/3 lengte fundering	1/3 · L	=	0,63 m
				unity check (e _L / (1/3 · L)) ≤ 1,0		=	0,12 -

SAMENVATTING

verificatie	situatie	verticale belasting	belasting	weerstand	unity check	check
verificatie verticaal draagvermogen	gedraineerd	ongunstig	287,4	494,1	0,58	ok
		gunstig	133,4	341,3	0,39	ok
	gedraineerd (pons)	ongunstig	333,6	356,9	0,93	ok
		gunstig	164,7	273,0	0,60	ok
	ongedraineerd	ongunstig	333,6	559,4	0,60	ok
		gunstig	164,7	512,6	0,32	ok
verificatie horizontale schuifweerstand	ongedraineerd (squeezezen)	ongunstig	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.
		gunstig	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.
	gedraineerd	ongunstig	25,0	100,8	0,25	ok
		gunstig	25,0	46,8	0,53	ok
	gedraineerd (pons)	ongunstig	25,0	77,7	0,32	ok
		gunstig	25,0	38,4	0,65	ok
verificatie kantelstabiliteit	ongedraineerd	ongunstig	25,0	81,8	0,31	ok
		gunstig	25,0	74,5	0,34	ok
	dwarsrichting	ongunstig	0,00	0,63	0,00	ok
		gunstig	0,00	0,63	0,00	ok
	lengterichting	ongunstig	0,08	0,63	0,12	ok
		gunstig	0,17	0,63	0,27	ok

Project	Ecopark Gouda
Projectcode	118447
Onderwerp	Fundering bordes variant 2
Adviseur	T. Wegman
Datum	8-5-2020

TITEL

Berekening van een fundering op staal (strookfundering / plaatfundering) conform Eurocode 7 (EN 1997) met Nederlandse Nationale Bijlage (NEN-EN 1997-7/NB) en Nederlandse Aanvullende Bepalingen voor toepassing van Eurocode 7 (NEN 9097-1).

UITGANGSPUNTEN

geometrie

type fundering		rechthoekige plaat		algemeen			
prefab / in-situ		prefab		taal	=		NL
breedte	B	=	2,20 m	referentieniveau	=		NAP
lengte	L	=	2,20 m	veiligheidsklasse	=		RC2
--		=	--	volumiek gewicht water	γ_{wrd}	=	10 kN/m ³

belastingen horizontaal

rekenwaarde horizontale belasting	H _d	=	5,0 kN	belastingen verticaal			
excentriciteit H	e _H	=	0,90 m	rekenw. verticale belasting (ongunstig)	V _{d,max}	=	505 kN
moment door H	M _{H;d}	=	4,5 kNm	rekenw. verticale belasting (gunstig)	V _{d,min}	=	215 kN
hoek H met lengterichting	κ	=	0 °	excentriciteit V (breedte)	e _{V;B}	=	0,00 m
moment door H, dwarsrichting	M _{H;d;B}	=	0,0 kNm	excentriciteit V (lengte)	e _{V;L}	=	0,00 m
moment door H, lengterichting	M _{H;d;L}	=	4,5 kNm	moment door V, dwarsrichting	M _{V;d;B}	=	0,0 kNm
				moment door V, langsrichting	M _{V;d;L}	=	0,0 kNm

totaal moment

totaal moment, dwarsrichting	M _{d;B}	=	0,0 kNm	maatgevende verticale belasting (ongunstig/gunstig)			
totaal moment, lengterichting	M _{d;L}	=	4,5 kNm	laat tussenliggende berekeningen zien voor			ongunstig

verticale belasting ongunstig is maatgevend (verticaal draagvermogen, gedraineerd (pons), u.c. = 1.00)

grondopbouw

maaiveld	Z _{surface}	=	-1,69 m+NAP	effectief funderingsoppervlak			
maaiveldhelling (§6.5.2.2(p))	β	=	0,00 °	effectieve breedte op funderingsniveau	B _{eff}	=	2,20 m
funderingsniveau	Z _{foundation}	=	-2,49 m+NAP	effectieve lengte op funderingsniveau	L _{eff}	=	2,18 m
freatisch niveau	Z _{phreatic}	=	-2,41 m+NAP	effectief funderingsoppervlak	A _{eff}	=	4,80 m ²

grondlagen tussen maaiveld en invloedsniveau

laag nr.	grond-soort	b.k. laag [m+NAP]	o.k. laag [m+NAP]	dikte [m]	φ'_k [°]	c' _k [kPa]	C _{u;k} [kPa]	γ_k [kN/m ³]	$\gamma_{sat;k}$ [kN/m ³]	γ'_d [kN/m ³]	$\sigma'_{v,z;d}$ [kPa]	X	H·X	H·X·c' _d	H·X· φ'_d	H·X· γ'_d
1	zand	-1,69	-2,41	0,72	32,5	0,0	0,0	18,0	20,0	16,4	11,8	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2	zand	-2,41	-2,49	0,08	32,5	0,0	0,0	18,0	20,0	8,2	12,4	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
3	zand	-2,49	-3,49	1,00	32,5	0,0	0,0	18,0	20,0	8,2	20,6	2,46	2,46	0,00	71,40	20,16
4	klei	-3,49	-6,60	3,11	15,0	1,0	25,0	15,0	15,0	3,6	31,9	0,98	1,93	1,20	25,28	7,01
5	veen	-6,60	-9,00	2,40	15,0	2,5	20,0	12,0	12,0	0,9	34,1	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
6	klei	-9,00	-11,20	2,20	15,0	1,0	25,0	15,0	15,0	3,6	42,1	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
7	veen	-11,20	-12,50	1,30	15,0	2,5	20,0	12,0	12,0	0,9	43,3	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
8	klei	-12,50	-13,50	1,00	15,0	1,0	25,0	15,0	15,0	3,6	46,9	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
9	zand	-13,50	-16,00	2,50	32,5	0,0	0,0	18,0	20,0	8,2	67,4	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
10																
	partiële veiligheidsfactoren (materiaal)				1,15	1,60	1,35	1,10				Σ	4,39	1,20	96,68	27,16

BEREKENINGEN

afmetingen bezwijkvlak

hoek v. inw. wrijving onder funderingsniveau	φ'_k	=	24,9 °	berekeningsgevallen gedraineerde/ongedraineerde toestand			
invloedsbreedte bezwijkvlak	a _e	=	7,17 m	gedraineerde toestand conform §6.5.2.2(h)			geval c
invloedsdiepte bezwijkvlak	z _e	=	2,96 m	gedraineerde toestand → controle doorponsen?			ja
invloedsniveau	d _e	=	-5,45 m+NAP	ongedraineerde toestand conform §6.5.2.2(f)			geval c
				ongedraineerde toestand → controle squeezing?			nee

gedraineerde toestand

effectieve verticale spanning funderingsniveau	$\sigma'_{v,z;d}$	=	12,44 kPa	verificatie verticaal draagvermogen			
effectieve gewogen cohesie	C' _{equ;d}	=	0,27 kPa	verticale belasting (ongunstig)	V _d	=	505,1 kN
effectieve gewogen hoek v. inw. wrijving	$\varphi'_{equ;d}$	=	22,0 °	verticaal draagvermogen gedraineerd	V _{R;dr;d}	=	784,9 kN
effectieve gewogen volumiek gewicht	$\gamma'_{equ;d}$	=	6,19 kN/m ³	unity check (V _d /V _{R;dr;d}) ≤ 1,0		=	0,64 -
draagkrachtfactor - cohesie	N _c	=	16,90 -				
draagkrachtfactor - bovenbelasting	N _q	=	7,84 -	verificatie horizontale schuifweerstand			
draagkrachtfactor - effectief volumiek gewicht	N _{γ'}	=	5,53 -	horizontale belasting	H _d	=	5,0 kN
vormfactor - cohesie	S _c	=	1,43 -	δ / φ'	R _{int}	=	0,67 -
vormfactor - bovenbelasting	S _q	=	1,38 -	wrijvingshoek contactvlak (met $\varphi'_k = 32,5^\circ$)	δ_d	=	19,3 °
vormfactor - effectief volumiek gewicht	S _{γ'}	=	0,70 -	wrijvingscoëfficiënt	c _f	=	0,35 -
reductiefactor helling belasting - cohesie	i _c	=	0,98 -	schuifweerstand gedraineerd	H _{R;dr;d}	=	177,1 kN
reductiefactor helling belasting - bovenbelasting	i _q	=	0,98 -	unity check (H _d /H _{R;dr;d}) ≤ 1,0		=	0,03 -
reductiefactor helling belasting - eff. vol. gewicht	i _{γ'}	=	0,97 -				
correctiefactor maaiveldhelling - cohesie	λ_c	=	1,00 -				
correctiefactor maaiveldhelling - bovenbelasting	λ_q	=	1,00 -				
correctiefactor maaiveldhelling - eff. vol. gewicht	$\lambda_{\gamma'}$	=	1,00 -				
maximale funderingsdruk	$\sigma'_{max;d}$	=	163,5 kPa				

Project

Ecopark Gouda

Projectcode

118447

Onderwerp

Fundering bordes variant 2

Adviseur

T. Wegman

Datum

8-5-2020

gedraineerde toestand (pons)

minder draagkrachtige laag	nr.	=	4	verificatie verticaal draagvermogen			
bovenkant minder draagkrachtige laag	Z _{top;punch}	=	-3,49 m+NAP	verticale belasting (ongunstig)	V _d +V _{add;d}	=	570,4 kN
fictieve breedte op -3,49 m+NAP	B _{fict;punch}	=	2,48 m	vert. draagvermogen gedraineerd (pons)	V _{R;dr;punch;d}	=	570,6 kN
fictieve lengte op -3,49 m+NAP	L _{fict;punch}	=	2,46 m	unity check ((V _d +V _{add;d})/V _{R;dr;punch;d}) ≤ 1,0		=	1,00 -
fictief oppervlak op -3,49 m+NAP	A _{fict;punch}	=	6,11 m²				
extra verticale (grond) belasting	V _{add;d}	=	65,3 kN	verificatie horizontale schuifweerstand			
hoek v. inw. wrijving onder fict. funderingsniveau	φ' _k	=	15,0 °	horizontale belasting	H _d	=	5 kN
invloedsdiepte bezwijkvlak (φ' = 15,0°)	Z _{e;punch}	=	2,49 m	wrijvingshoek contactvlak (met φ'k = 15,0°)	d _d	=	13,1 °
invloedsniveau (φ' = 15,0°)	d _{e;punch}	=	-5,98 m+NAP	wrijvingscoëfficiënt	c _f	=	0,23 -
effectieve verticale spanning fict. funderingsniveau	σ' _{v,z;d}	=	20,62 kPa	schuifweerstand gedraineerd (pons)	H _{R;dr;punch;d}	=	132,9 kN
effectieve gewogen cohesie	C' _{equ;d}	=	0,63 kPa	unity check (H _d /H _{R;dr;punch;d}) ≤ 1,0		=	0,04 -
effectieve gewogen hoek v. inw. wrijving	φ' _{equ;d}	=	13,1 °				
effectieve gewogen volumiek gewicht	γ' _{equ;d}	=	3,64 kN/m³				
draagkrachtfactor - cohesie	N _c	=	9,87 -				
draagkrachtfactor - bovenbelasting	N _q	=	3,30 -				
draagkrachtfactor - effectief volumiek gewicht	N _{γ'}	=	1,07 -				
vormfactor - cohesie	S _c	=	1,33 -				
vormfactor - bovenbelasting	S _q	=	1,23 -				
vormfactor - effectief volumiek gewicht	S _{γ'}	=	0,70 -				
reductiefactor helling belasting - cohesie	i _c	=	0,97 -				
reductiefactor helling belasting - bovenbelasting	i _q	=	0,98 -				
reductiefactor helling belasting - eff. vol. gewicht	i _{γ'}	=	0,97 -				
correctiefactor maaiveldhelling - cohesie	λ _c	=	1,00 -				
correctiefactor maaiveldhelling - bovenbelasting	λ _q	=	1,00 -				
correctiefactor maaiveldhelling - eff. vol. gewicht	λ _{γ'}	=	1,00 -				
maximale funderingsdruk	σ' _{max;d}	=	93,4 kPa				

ongedraineerde toestand

ongedraineerde laag	nr.	=	4	verificatie verticaal draagvermogen			
bovenkant ongedraineerde laag	Z _{top;undr}	=	-3,49 m+NAP	verticale belasting (ongunstig)	V _d +V _{add;d}	=	570,4 kN
fictieve breedte op -3,49 m+NAP	B _{fict;undr}	=	2,48 m	verticaal draagvermogen ongedraineerd	V _{R;undr;d}	=	817,3 kN
fictieve lengte op -3,49 m+NAP	L _{fict;undr}	=	2,46 m	unity check ((V _d +V _{add;d})/V _{R;undr;d}) ≤ 1,0		=	0,70 -
fictief oppervlak op -3,49 m+NAP	A _{fict;undr}	=	6,11 m²				
extra verticale (grond) belasting	V _{add;d}	=	65,3 kN	verificatie horizontale schuifweerstand			
invloedsdiepte bezwijkvlak (φ' = 0°)	Z _{e;undr}	=	1,74 m	horizontale belasting	H _d	=	5,0 kN
invloedsniveau (φ' = 0°)	d _{e;undr}	=	-5,23 m+NAP	schuifweerstand ongedraineerd	H _{R;undr;d}	=	113,2 kN
ongedraineerde schuifsterkte (§6.5.2.2(m))	C _{u;d}	=	18,52 kPa	unity check (H _d /H _{R;undr;d}) ≤ 1,0		=	0,04 -
vormfactor - cohesie	S _c	=	1,20 -				
reductiefactor helling belasting - cohesie	i _c	=	0,99 -	verificatie squeezezen			
correctiefactor maaiveldhelling - cohesie	λ _c	=	1,00 -	n.v.t. → geen niet-coh. laag invloedsdiepte		=	--
correctiefactor maaiveldhelling - bovenbelasting	λ _q	=	1,00 -	--		=	--
effectieve verticale spanning fict. funderingsniveau	σ' _{v,z;d}	=	20,6 kPa	--		=	--
maximale funderingsdruk	σ' _{max;d}	=	133,7 kPa				

kantelstabiliteit

dwarsrichting

excentriciteit dwarsrichting	e _B	=	0,00 m
1/3 breedte fundering	1/3 · B	=	0,73 m
unity check (e _B / (1/3 · B)) ≤ 1,0		=	0,00 -

lengterichting

excentriciteit lengterichting	e _L	=	0,01 m
1/3 lengte fundering	1/3 · L	=	0,73 m
unity check (e _L / (1/3 · L)) ≤ 1,0		=	0,01 -

SAMENVATTING

verificatie	situatie	verticale belasting	belasting	weerstand	unity check	check
verificatie verticaal draagvermogen	gedraineerd	ongunstig	505,1	784,9	0,64	ok
		gunstig	214,6	754,4	0,28	ok
	gedraineerd (pons)	ongunstig	570,4	570,6	1,00	ok
		gunstig	263,1	554,1	0,47	ok
	ongedraineerd	ongunstig	570,4	817,3	0,70	ok
		gunstig	263,1	810,4	0,32	ok
verificatie horizontale schuifweerstand	ongedraineerd (squeezezen)	ongunstig	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.
		gunstig	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.
	gedraineerd	ongunstig	5,0	177,1	0,03	ok
		gunstig	5,0	75,3	0,07	ok
	gedraineerd (pons)	ongunstig	5,0	132,9	0,04	ok
		gunstig	5,0	61,3	0,08	ok
verificatie kantelstabiliteit	ongedraineerd	ongunstig	5,0	113,2	0,04	ok
		gunstig	5,0	112,1	0,04	ok
	dwarsrichting	ongunstig	0,00	0,73	0,00	ok
		gunstig	0,00	0,73	0,00	ok
	lengterichting	ongunstig	0,01	0,73	0,01	ok
		gunstig	0,02	0,73	0,03	ok

Berekening van een fundering op staal (strookfundering / plaatfundering) conform Eurocode 7 (EN 1997) met Nederlandse Nationale Bijlage (NEN-EN 1997-7/NB) en Nederlandse Aanvullende Bepalingen voor toepassing van Eurocode 7 (NEN 9097-1).

type fundering			rechthoekige plaat	taal	=	NL
prefab / in-situ			prefab	referentieniveau	=	NAP
breedte	B	=	2,20 m	veiligheidsklasse	=	RC2
lengte	L	=	2,20 m	volumiek gewicht water	$\gamma_{w,d}$ =	10 kN/m ³
--		=	--			

rekenwaarde horizontale belasting	H_d	=	42,0 kN	rekenw. verticale belasting (ongunstig)	$V_{d,max}$	=	210 kN
excentriciteit H	e_H	=	0,90 m	rekenw. verticale belasting (gunstig)	$V_{d,min}$	=	142 kN
moment door H	$M_{H;d}$	=	37,8 kNm	excentriciteit V (breedte)	$e_{V;B}$	=	0,00 m
hoek H met lengterichting	κ	=	0 °	excentriciteit V (lengte)	$e_{V;L}$	=	0,00 m
moment door H, dwarsrichting	$M_{H;d;B}$	=	0,0 kNm	moment door V, dwarsrichting	$M_{V;d;B}$	=	0,0 kNm
moment door H, lengterichting	$M_{H;d;L}$	=	37,8 kNm	moment door V, langsrichting	$M_{V;d;L}$	=	0,0 kNm

totaal moment, dwarsrichting	$M_{d,B}$	=	0,0 kNm	laat tussenliggende berekeningen zien voor	ongunstig
totaal moment, lengterichting	$M_{d,L}$	=	37,8 kNm	verticale belasting gunstig is maatgevend (horizontale schuifweerstand, gedraaineerd (pons), u.c. = 1.00)	

maaiveld	z_{surface}	=	-1,69 m+NAP	effectieve breedte op funderingsniveau	B_{eff}	=	2,20 m
maaiveldhelling (§6.5.2.2(p))	β	=	0,00 °	effectieve lengte op funderingsniveau	L_{eff}	=	1,84 m
funderingsniveau	$z_{\text{foundation}}$	=	-2,49 m+NAP	effectief funderingsoppervlak	A_{eff}	=	4,05 m ²
freatisch niveau	z_{phreatic}	=	-2,41 m+NAP				

laag nr.	grond- soort	b.k. laag [m+NAP]	o.k. laag [m+NAP]	dikte [m]	φ'_k [°]	c'_k [kPa]	$c_{u,k}$ [kPa]	γ_k [kN/m³]	$\gamma_{sat,k}$ [kN/m³]	γ'_d [kN/m³]	$\sigma'_{v,z,d}$ [kPa]	X	H·X	H·X· c'_d	H·X· φ'_d	H·X· γ'_d
1	zand	-1,69	-2,41	0,72	32,5	0,0	0,0	18,0	20,0	16,4	11,8	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2	zand	-2,41	-2,49	0,08	32,5	0,0	0,0	18,0	20,0	8,2	12,4	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
3	zand	-2,49	-3,49	1,00	32,5	0,0	0,0	18,0	20,0	8,2	20,6	2,46	2,46	0,00	71,40	20,16
4	klei	-3,49	-6,60	3,11	15,0	1,0	25,0	15,0	15,0	3,6	31,9	0,98	1,93	1,20	25,28	7,01
5	veen	-6,60	-9,00	2,40	15,0	2,5	20,0	12,0	12,0	0,9	34,1	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
6	klei	-9,00	-11,20	2,20	15,0	1,0	25,0	15,0	15,0	3,6	42,1	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
7	veen	-11,20	-12,50	1,30	15,0	2,5	20,0	12,0	12,0	0,9	43,3	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
8	klei	-12,50	-13,50	1,00	15,0	1,0	25,0	15,0	15,0	3,6	46,9	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
9	zand	-13,50	-16,00	2,50	32,5	0,0	0,0	18,0	20,0	8,2	67,4	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
10																
	partiële veiligheidsfactoren (materiaal)				1,15	1,60	1,35	1,10				Σ	4,39	1,20	96,68	27,16

hoek v. inw. wrijving onder funderingsniveau	φ'_k	=	24,9 °	gedraineerde toestand conform §6.5.2.2(h)	geval c
invloedsbreedte bezwijkvlak	a_e	=	7,17 m	gedraineerde toestand → controle doorponsen?	ja
invloedsdiepte bezwijkvlak	z_e	=	2,96 m	ongedraineerde toestand conform §6.5.2.2(f)	geval c
invloedsniveau	d_e	=	-5,45 m+NAP	ongedraineerde toestand → controle squeezing?	nee

effectieve verticale spanning funderingsniveau	$\sigma'_{v,z;d}$	=	12,44 kPa	<u>verificatie verticaal draagvermogen</u>			
effectieve gewogen cohesie	$c'_{\text{equ};d}$	=	0,27 kPa	verticale belasting (ongunstig)	V_d	=	210,1 kN
effectieve gewogen hoek v. inw. wrijving	$\varphi'_{\text{equ};d}$	=	22,0 °	verticaal draagvermogen gedraineerd	$V_{R;dr;d}$	=	412,4 kN
effectieve gewogen volumiek gewicht	$\gamma'_{\text{equ};d}$	=	6,19 kN/m ³	unity check ($V_d/V_{R;dr;d} \leq 1,0$)		=	0,51 -
draagkrachtfactor - cohesie	N_c	=	16,90 -				
draagkrachtfactor - bovenbelasting	N_q	=	7,84 -	<u>verificatie horizontale schuifweerstand</u>			
draagkrachtfactor - effectief volumiek gewicht	$N_{\gamma'}$	=	5,53 -	horizontale belasting	H_d	=	42,0 kN
vormfactor - cohesie	s_c	=	1,51 -	δ / φ'	R_{int}	=	0,67 -
vormfactor - bovenbelasting	s_q	=	1,45 -	wrijvingshoek contactvlak (met $\varphi'k = 32,5^\circ$)	δ_d	=	19,3 °
vormfactor - effectief volumiek gewicht	$s_{\gamma'}$	=	0,64 -	wrijvingscoëfficiënt	c_f	=	0,35 -
reductiefactor helling belasting - cohesie	i_c	=	0,56 -	schuifweerstand gedraineerd	$H_{R;dr;d}$	=	73,7 kN
reductiefactor helling belasting - bovenbelasting	i_q	=	0,61 -	unity check ($H_d/H_{R;dr;d} \leq 1,0$)		=	0,57 -
reductiefactor helling belasting - eff. vol. gewicht	$i_{\gamma'}$	=	0,47 -				
correctiefactor maaiveldhelling - cohesie	λ_c	=	1,00 -				
correctiefactor maaiveldhelling - bovenbelasting	λ_q	=	1,00 -				
correctiefactor maaiveldhelling - eff. vol. gewicht	$\lambda_{\gamma'}$	=	1,00 -				
maximale funderingsdruk	$\sigma'_{\text{max};d}$	=	101,9 kPa				

Project

Ecopark Gouda

Projectcode

118447

Onderwerp

Fundering bordes variant 3

Adviseur

T. Wegman

Datum

8-5-2020

gedraineerde toestand (pons)

minder draagkrachtige laag	nr.	=	4	verificatie verticaal draagvermogen			
bovenkant minder draagkrachtige laag	Z _{top;punch}	=	-3,49 m+NAP	verticale belasting (ongunstig)	V _d +V _{add;d}	=	265,8 kN
fictieve breedte op -3,49 m+NAP	B _{fict;punch}	=	2,48 m	vert. draagvermogen gedraineerd (pons)	V _{R;dr;punch;d}	=	351,0 kN
fictieve lengte op -3,49 m+NAP	L _{fict;punch}	=	2,12 m	unity check ((V _d +V _{add;d})/V _{R;dr;punch;d}) ≤ 1,0		=	0,76 -
fictief oppervlak op -3,49 m+NAP	A _{fict;punch}	=	5,26 m²				
extra verticale (grond) belasting	V _{add;d}	=	55,7 kN	verificatie horizontale schuifweerstand			
hoek v. inw. wrijving onder fict. funderingsniveau	φ' _k	=	15,0 °	horizontale belasting	H _d	=	42 kN
invloedsdiepte bezwijkvlak (φ' = 15,0°)	Z _{e;punch}	=	2,49 m	wrijvingshoek contactvlak (met φ'k = 15,0°)	d _d	=	13,1 °
invloedsniveau (φ' = 15,0°)	d _{e;punch}	=	-5,98 m+NAP	wrijvingscoëfficiënt	c _f	=	0,23 -
effectieve verticale spanning fict. funderingsniveau	σ' _{v,z;d}	=	20,62 kPa	schuifweerstand gedraineerd (pons)	H _{R;dr;punch;d}	=	61,9 kN
effectieve gewogen cohesie	C' _{equ;d}	=	0,63 kPa	unity check (H _d /H _{R;dr;punch;d}) ≤ 1,0		=	0,68 -
effectieve gewogen hoek v. inw. wrijving	φ' _{equ;d}	=	13,1 °				
effectieve gewogen volumiek gewicht	γ' _{equ;d}	=	3,64 kN/m³				
draagkrachtfactor - cohesie	N _c	=	9,87 -				
draagkrachtfactor - bovenbelasting	N _q	=	3,30 -				
draagkrachtfactor - effectief volumiek gewicht	N _{γ'}	=	1,07 -				
vormfactor - cohesie	S _c	=	1,38 -				
vormfactor - bovenbelasting	S _q	=	1,27 -				
vormfactor - effectief volumiek gewicht	S _{γ'}	=	0,65 -				
reductiefactor helling belasting - cohesie	i _c	=	0,57 -				
reductiefactor helling belasting - bovenbelasting	i _q	=	0,70 -				
reductiefactor helling belasting - eff. vol. gewicht	i _{γ'}	=	0,58 -				
correctiefactor maaiveldhelling - cohesie	λ _c	=	1,00 -				
correctiefactor maaiveldhelling - bovenbelasting	λ _q	=	1,00 -				
correctiefactor maaiveldhelling - eff. vol. gewicht	λ _{γ'}	=	1,00 -				
maximale funderingsdruk	σ' _{max;d}	=	66,7 kPa				

ongedraineerde toestand

ongedraineerde laag	nr.	=	4	verificatie verticaal draagvermogen			
bovenkant ongedraineerde laag	Z _{top;undr}	=	-3,49 m+NAP	verticale belasting (ongunstig)	V _d +V _{add;d}	=	265,8 kN
fictieve breedte op -3,49 m+NAP	B _{fict;undr}	=	2,48 m	verticaal draagvermogen ongedraineerd	V _{R;undr;d}	=	650,9 kN
fictieve lengte op -3,49 m+NAP	L _{fict;undr}	=	2,12 m	unity check ((V _d +V _{add;d})/V _{R;undr;d}) ≤ 1,0		=	0,41 -
fictief oppervlak op -3,49 m+NAP	A _{fict;undr}	=	5,26 m²				
extra verticale (grond) belasting	V _{add;d}	=	55,7 kN	verificatie horizontale schuifweerstand			
invloedsdiepte bezwijkvlak (φ' = 0°)	Z _{e;undr}	=	1,74 m	horizontale belasting	H _d	=	42,0 kN
invloedsniveau (φ' = 0°)	d _{e;undr}	=	-5,23 m+NAP	schuifweerstand ongedraineerd	H _{R;undr;d}	=	97,5 kN
ongedraineerde schuifsterkte (§6.5.2.2(m))	c _{u;d}	=	18,52 kPa	unity check (H _d /H _{R;undr;d}) ≤ 1,0		=	0,43 -
vormfactor - cohesie	S _c	=	1,23 -				
reductiefactor helling belasting - cohesie	i _c	=	0,88 -	verificatie squeezezen			
correctiefactor maaiveldhelling - cohesie	λ _c	=	1,00 -	n.v.t. → geen niet-coh. laag invloedsdiepte		=	--
correctiefactor maaiveldhelling - bovenbelasting	λ _q	=	1,00 -	--		=	--
effectieve verticale spanning fict. funderingsniveau	σ' _{v,z;d}	=	20,6 kPa	--		=	--
maximale funderingsdruk	σ' _{max;d}	=	123,7 kPa				

kantelstabiliteit

dwarsrichting

excentriciteit dwarsrichting	e _B	=	0,00 m	lengterichting			
1/3 breedte fundering	1/3 · B	=	0,73 m	excentriciteit lengterichting	e _L	=	0,18 m
unity check (e _B / (1/3 · B)) ≤ 1,0		=	0,00 -	1/3 lengte fundering	1/3 · L	=	0,73 m
				unity check (e _L / (1/3 · L)) ≤ 1,0		=	0,25 -

SAMENVATTING

verificatie	situatie	verticale belasting	belasting	weerstand	unity check	check
verificatie verticaal draagvermogen	gedraineerd	ongunstig	210,1	412,4	0,51	ok
		gunstig	142,1	276,6	0,51	ok
	gedraineerd (pons)	ongunstig	265,8	351,0	0,76	ok
		gunstig	180,3	265,0	0,68	ok
	ongedraineerd	ongunstig	265,8	650,9	0,41	ok
		gunstig	180,3	599,0	0,30	ok
verificatie horizontale schuifweerstand	ongedraineerd (squeezezen)	ongunstig	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.
		gunstig	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.
	gedraineerd	ongunstig	42,0	73,7	0,57	ok
		gunstig	42,0	49,8	0,84	ok
	gedraineerd (pons)	ongunstig	42,0	61,9	0,68	ok
		gunstig	42,0	42,0	1,00	ok
verificatie kantelstabiliteit	ongedraineerd	ongunstig	42,0	97,5	0,43	ok
		gunstig	42,0	89,6	0,47	ok
	dwarsrichting	ongunstig	0,00	0,73	0,00	ok
		gunstig	0,00	0,73	0,00	ok
	lengterichting	ongunstig	0,18	0,73	0,25	ok
		gunstig	0,27	0,73	0,36	ok

Berekening van een fundering op staal (strookfundering / plaatfundering) conform Eurocode 7 (EN 1997) met Nederlandse Nationale Bijlage (NEN-EN 1997-7/NB) en Nederlandse Aanvullende Bepalingen voor toepassing van Eurocode 7 (NEN 9097-1).

laag nr.	grond- soort	b.k. laag [m+NAP]	o.k. laag [m+NAP]	dikte [m]	φ'_k [°]	c'_k [kPa]	$c_{u,k}$ [kPa]	γ_k [kN/m ³]	$\gamma_{sat,k}$ [kN/m ³]	γ'_d [kN/m ³]	$\sigma'_{v,z,d}$ [kPa]	X	H·X	H·X· c'_d	H·X· φ'_d	H·X· γ'_d
1	zand	-1,69	-2,41	0,72	32,5	0,0	0,0	18,0	20,0	16,4	11,8	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2	zand	-2,41	-2,49	0,08	32,5	0,0	0,0	18,0	20,0	8,2	12,4	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
3	zand	-2,49	-3,49	1,00	32,5	0,0	0,0	18,0	20,0	8,2	20,6	1,80	1,80	0,00	52,25	14,75
4	klei	-3,49	-6,60	3,11	15,0	1,0	25,0	15,0	15,0	3,6	31,9	0,65	0,85	0,53	11,13	3,08
5	veen	-6,60	-9,00	2,40	15,0	2,5	20,0	12,0	12,0	0,9	34,1	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
6	klei	-9,00	-11,20	2,20	15,0	1,0	25,0	15,0	15,0	3,6	42,1	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
7	veen	-11,20	-12,50	1,30	15,0	2,5	20,0	12,0	12,0	0,9	43,3	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
8	klei	-12,50	-13,50	1,00	15,0	1,0	25,0	15,0	15,0	3,6	46,9	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
9	zand	-13,50	-16,00	2,50	32,5	0,0	0,0	18,0	20,0	8,2	67,4	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
10																
	partiële veiligheidsfactoren (materiaal)				1,15	1,60	1,35	1,10				Σ	2,65	0,53	63,37	17,83

V_d	=	288,0 kN
$V_{R,d;rd}$	=	512,6 kN
	=	0,56 -
H_d	=	0,0 kN
R_{int}	=	0,67 -
δ_d	=	19,3 °
C_f	=	0,35 -
$H_{R,d;rd}$	=	101,0 kN
	=	0,00 -

Project

Ecopark Gouda

Projectcode

118447

Onderwerp

Fundering bordes variant 4

Adviseur

T. Wegman

Datum

8-5-2020

gedraineerde toestand (pons)

minder draagkrachtige laag	nr.	=	4	verificatie verticaal draagvermogen			
bovenkant minder draagkrachtige laag	Z _{top;punch}	=	-3,49 m+NAP	verticale belasting (ongunstig)	V _d +V _{add;d}	=	324,4 kN
fictieve breedte op -3,49 m+NAP	B _{fict;punch}	=	1,88 m	vert. draagvermogen gedraineerd (pons)	V _{R;dr;punch;d}	=	333,4 kN
fictieve lengte op -3,49 m+NAP	L _{fict;punch}	=	1,88 m	unity check ((V _d +V _{add;d})/V _{R;dr;punch;d}) ≤ 1,0		=	0,97 -
fictief oppervlak op -3,49 m+NAP	A _{fict;punch}	=	3,54 m²				
extra verticale (grond) belasting	V _{add;d}	=	36,4 kN	verificatie horizontale schuifweerstand			
hoek v. inw. wrijving onder fict. funderingsniveau	φ' _k	=	15,0 °	horizontale belasting	H _d	=	0 kN
invloedsdiepte bezwijkvlak (φ' = 15,0°)	Z _{e;punch}	=	1,89 m	wrijvingshoek contactvlak (met φ'k = 15,0°)	d _d	=	13,1 °
invloedsniveau (φ' = 15,0°)	d _{e;punch}	=	-5,38 m+NAP	wrijvingscoëfficiënt	c _f	=	0,23 -
effectieve verticale spanning fict. funderingsniveau	σ' _{v;z;d}	=	20,62 kPa	schuifweerstand gedraineerd (pons)	H _{R;dr;punch;d}	=	75,6 kN
effectieve gewogen cohesie	C' _{equ;d}	=	0,63 kPa	unity check (H _d /H _{R;dr;punch;d}) ≤ 1,0		=	0,00 -
effectieve gewogen hoek v. inw. wrijving	φ' _{equ;d}	=	13,1 °				
effectieve gewogen volumiek gewicht	γ' _{equ;d}	=	3,64 kN/m³				
draagkrachtfactor - cohesie	N _c	=	9,87 -				
draagkrachtfactor - bovenbelasting	N _q	=	3,30 -				
draagkrachtfactor - effectief volumiek gewicht	N _{γ'}	=	1,07 -				
vormfactor - cohesie	S _c	=	1,33 -				
vormfactor - bovenbelasting	S _q	=	1,23 -				
vormfactor - effectief volumiek gewicht	S _{γ'}	=	0,70 -				
reductiefactor helling belasting - cohesie	i _c	=	1,00 -				
reductiefactor helling belasting - bovenbelasting	i _q	=	1,00 -				
reductiefactor helling belasting - eff. vol. gewicht	i _{γ'}	=	1,00 -				
correctiefactor maaiveldhelling - cohesie	λ _c	=	1,00 -				
correctiefactor maaiveldhelling - bovenbelasting	λ _q	=	1,00 -				
correctiefactor maaiveldhelling - eff. vol. gewicht	λ _{γ'}	=	1,00 -				
maximale funderingsdruk	σ' _{max;d}	=	94,2 kPa				

ongedraineerde toestand

ongedraineerde laag	nr.	=	4	verificatie verticaal draagvermogen			
bovenkant ongedraineerde laag	Z _{top;undr}	=	-3,49 m+NAP	verticale belasting (ongunstig)	V _d +V _{add;d}	=	324,4 kN
fictieve breedte op -3,49 m+NAP	B _{fict;undr}	=	1,88 m	verticaal draagvermogen ongedraineerd	V _{R;undr;d}	=	477,3 kN
fictieve lengte op -3,49 m+NAP	L _{fict;undr}	=	1,88 m	unity check ((V _d +V _{add;d})/V _{R;undr;d}) ≤ 1,0		=	0,68 -
fictief oppervlak op -3,49 m+NAP	A _{fict;undr}	=	3,54 m²				
extra verticale (grond) belasting	V _{add;d}	=	36,4 kN	verificatie horizontale schuifweerstand			
invloedsdiepte bezwijkvlak (φ' = 0°)	Z _{e;undr}	=	1,32 m	horizontale belasting	H _d	=	0,0 kN
invloedsniveau (φ' = 0°)	d _{e;undr}	=	-4,81 m+NAP	schuifweerstand ongedraineerd	H _{R;undr;d}	=	65,5 kN
ongedraineerde schuifsterkte (§6.5.2.2(m))	C _{u;d}	=	18,52 kPa	unity check (H _d /H _{R;undr;d}) ≤ 1,0		=	0,00 -
vormfactor - cohesie	S _c	=	1,20 -				
reductiefactor helling belasting - cohesie	i _c	=	1,00 -	verificatie squeezezen			
correctiefactor maaiveldhelling - cohesie	λ _c	=	1,00 -	n.v.t. → geen niet-coh. laag invloedsdiepte		=	--
correctiefactor maaiveldhelling - bovenbelasting	λ _q	=	1,00 -	--		=	--
effectieve verticale spanning fict. funderingsniveau	σ' _{v;z;d}	=	20,6 kPa	--		=	--
maximale funderingsdruk	σ' _{max;d}	=	134,9 kPa				

kantelstabiliteit

dwarsrichting

excentriciteit dwarsrichting	e _B	=	0,00 m
1/3 breedte fundering	1/3 · B	=	0,53 m
unity check (e _B / (1/3 · B)) ≤ 1,0		=	0,00 -

lengterichting

excentriciteit lengterichting	e _L	=	0,00 m
1/3 lengte fundering	1/3 · L	=	0,53 m
unity check (e _L / (1/3 · L)) ≤ 1,0		=	0,00 -

SAMENVATTING

verificatie	situatie	verticale belasting	belasting	weerstand	unity check	check
verificatie verticaal draagvermogen	gedraineerd	ongunstig	288,0	512,6	0,56	ok
		gunstig	120,0	512,6	0,23	ok
	gedraineerd (pons)	ongunstig	324,4	333,4	0,97	ok
		gunstig	147,3	333,4	0,44	ok
	ongedraineerd	ongunstig	324,4	477,3	0,68	ok
		gunstig	147,3	477,3	0,31	ok
verificatie horizontale schuifweerstand	ongedraineerd (squeezezen)	ongunstig	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.
		gunstig	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.
	gedraineerd	ongunstig	0,0	101,0	0,00	ok
		gunstig	0,0	42,1	0,00	ok
	gedraineerd (pons)	ongunstig	0,0	75,6	0,00	ok
		gunstig	0,0	34,3	0,00	ok
verificatie kantelstabiliteit	ongedraineerd	ongunstig	0,0	65,5	0,00	ok
		gunstig	0,0	65,5	0,00	ok
	dwarsrichting	ongunstig	0,00	0,53	0,00	ok
		gunstig	0,00	0,53	0,00	ok
	lengterichting	ongunstig	0,00	0,53	0,00	ok
		gunstig	0,00	0,53	0,00	ok