

*Funderingsadvies*

**Nieuwbouw McDonald's restaurant, Havendorpweg  
te Oost-Souburg**

Rapportnummer 2200640-F2

Datum rapport 29-04-2022



## Impressum

### Rapport

2200640-F2  
Funderingsadvies  
Nieuwbouw McDonald's restaurant,  
Havendorpweg te Oost-Souburg

Versie Datum  
1 29-04-2022

### Opdrachtgever

Infrawork BV  
Boulevard 114  
4701 EZ Roosendaal

### Opdrachtnemer

Geosonda BV  
Hoofdvestiging  
Curieweg 19 | 2408 BZ Alphen aan den Rijn  
Tel: +31 (0) 172 449 822

Vestiging Breda  
Franse Akker 13 | 4824 AL Breda  
Tel: +31 (0) 76 522 0566

[www.geosonda.nl](http://www.geosonda.nl)  
[info@geosonda.nl](mailto:info@geosonda.nl)

### Projectteam

Opsteller  
Aristotelis Tziolas

Vrijgave  
29-4-2022

X

Ondertekend door: drs. I.W. van Geloven

## Inhoudsopgave

<b>1</b>	<b>Projectbeschrijving</b>	<b>3</b>
1.1	Inleiding	3
1.2	Locatiegegevens	3
1.3	Plangegevens	3
1.3.1	Bouwplan	3
1.3.2	Verstreckte plangegevens	3
1.4	Onderzoeksprogramma	4
1.4.1	Veldonderzoek	4
1.4.2	Archief-/dossieronderzoek	4
<b>2</b>	<b>Bodem, water en omgeving</b>	<b>5</b>
2.1	Kenmerken locatie en omgeving	5
2.2	Terreinhoogte	5
2.3	Bodem	6
2.4	Water	6
2.4.1	Oppervlaktewater	6
2.4.2	Grondwater	6
<b>3</b>	<b>Funderingsadvies</b>	<b>7</b>
3.1	Funderingsontwerp	7
3.1.1	Funderingskeuze	7
3.1.2	Paalkeuze	7
3.1.3	Beschrijving paaltype: Omega- en buisschroefpaal	7
3.2	Bekrachtiging funderingskeuze/ toetsing grenstoestanden	8
<b>4</b>	<b>Berekening fundering op palen</b>	<b>10</b>
4.1	Uitgangspunten berekening	10
4.1.1	Rekenmethode	10
4.1.2	Berekeningsaannamen	10
4.2	Paaldiameter en paalpuntniveau	11
4.3	Rekenresultaten	11
4.3.1	Maximumdraagkracht van de grond op druk	11
4.3.2	Zakking van de bovenkant van de paalfundering	12
<b>5</b>	<b>Richtlijnen voor ontwerp, berekening en uitvoering</b>	<b>13</b>
5.1	Algemeen	13
5.2	Richtlijnen uitvoering avegaar-, buisschroef- en Omegapalen	13
5.3	Vloeren	13

## Bijlagen

<b>Bijlage A</b>	<b>Resultaten grondonderzoek</b>
<b>Bijlage B</b>	<b>Resultaten funderingsberekening</b>
<b>Bijlage C</b>	<b>Algemene richtlijnen uitvoering en ontwerp en definities</b>

## 1 PROJECTBESCHRIJVING

### 1.1 Inleiding

Door Geosonda werd voor het project "Nieuwbouw McDonald's restaurant, Havendorpweg te Oost-Souburg" een grondonderzoek en d.d 22-4-2022 een funderingsadvies uitgebracht voor een fundering op prefab betonpalen. In onderhavig rapport wordt op verzoek van de opdrachtgever aanvullend een fundering op geboorde/geschroefde palen beschouwd.

### 1.2 Locatiegegevens

De administratieve kenmerken van de locatie zijn samengevat in Tabel 1-1.

Tabel 1-1 Administratieve kenmerken plan & locatie

Locatie-eigenschap	Omschrijving/ kenmerk
Straat/straten/ huisnummer(s):	Havendorpweg
Plaats (gemeente):	Oost-Souburg (Vlissingen)
Provincie:	Zeeland
Waterschap:	Scheldestromen

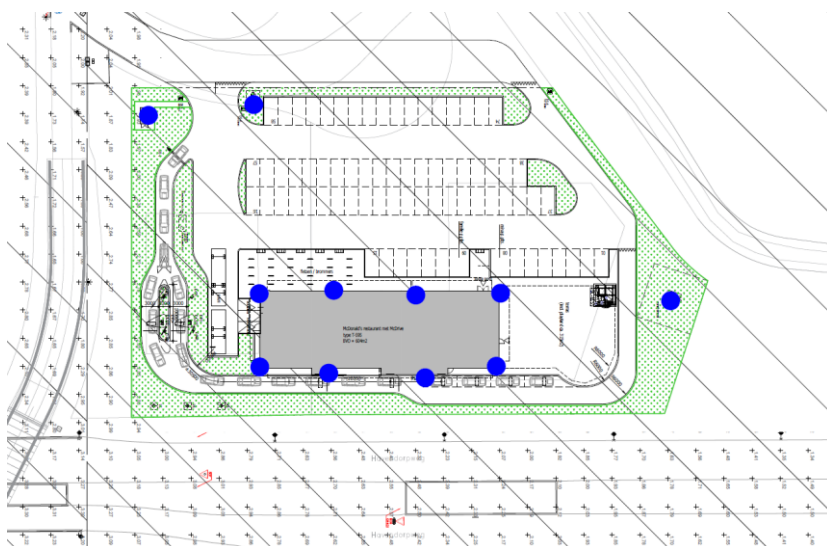
### 1.3 Plangegevens

#### 1.3.1 Bouwplan

De plankenmerken zijn samengevat in Tabel 1-2.

Tabel 1-2 Kenmerken bouwplan

Eigenschap	Omschrijving	Kenmerken, bijzonderheden, dimensies, opm.
Type bouwplan:	nieuwbouw	
Type bebouwing:	McDonald's restaurant	grondvlak ca. 12 x 35 m <sup>2</sup>
Kelder:	geen kelder	
Positionering:	vrijstaand	zie situatieschets in de rapportage grondonderzoek (hoofdstuk 1.4)



Figuur 1-1 Situatieschets (bron: opdrachtgever)

#### 1.3.2 Verstrekte plangegevens

Ten behoeve van het project zijn door of namens de opdrachtgever een situatieschets ter beschikking gesteld.

## 1.4 Onderzoeksprogramma

### 1.4.1 Veldonderzoek

Een overzicht van de voor het opstellen van dit rapport gebruikte stukken is weergegeven in Tabel 1-3. De (relevante) onderzoeksgegevens zijn weergegeven in Bijlage A.

Tabel 1-3 Grondonderzoek

Omschrijving	Uitvoerende partij	Uitgevoerd onderzoek
2200640-veldwerk d.d 13-4-2022	Geosonda	11 x sondering*, hoogtemeting tov NAP

\*In het huidige advies zijn S2 t/m S9 in beschouwing genomen. De overige sonderingen zijn niet gesitueerd t.p.v. het geplande gebouw

### 1.4.2 Archief-/dossieronderzoek

Teneinde inzicht te krijgen in de geologische bodemopbouw van de bouwplaats en omgeving zijn de (hydro)geologische gegevens geraadpleegd van Dinoloket (TNO). Het betreft met name de gegevens van het Landelijk model Regis II.2 en/of GeoTOP 1.3.

## 2 BODEM, WATER EN OMGEVING

### 2.1 Kenmerken locatie en omgeving

De kenmerken van de locatie en omgeving zijn weergegeven in Tabel 2-1.

Tabel 2-1 Kenmerken locatie en omgeving

Aspect	Omschrijving
Ligging	te ontwikkeling gebied
Bebouwing op de planlocatie:	onbebouwd
Bebouwing op de bouwplaats:	onbebouwd
Belendingen:	niet aanwezig



Figuur 2.1 Indruk onderzoekslocatie

### 2.2 Terreinhoogte

De kenmerken van de terreinhoogte zijn weergegeven in Tabel 2-2.

Tabel 2-2 Kenmerken terreinhoogte

Meetpunt	Hoogte [m NAP]			Kenmerk/ bijzonderheden
	minimaal	maximaal	modaal	
S2 t/m S9	+1,5	+2,61	-	Sterk wisselende hoogtes

## 2.3 Bodem

De laagopbouw van de grond is, tot de maximaal verkende diepte, beschreven in Tabel 2-3. De op basis van de geraadpleegde bronnen verwachte geologische bodemopbouw op de locatie is weergegeven in Tabel 2-4.

Tabel 2-3 Laagopbouw van de grond en de variaties daarvan op de planlocatie

Diepte tot [m NAP]	Dominante lithologie/ samenstelling	Kenmerk/ bijzonderheden
-7 à -8	Heterogene bodem, met overwegende slappe, kleiige lagen, afgewisseld met enkele zandlagen	
-15,7	zand, matig vast tot vast	
-20 à -22	afwisseling zand- en kleilaagjes	
-23 à -24	zand, matig vast tot vast	

Tabel 2-4 Geologische bodemopbouw

Diepte tot* [m NAP]	Formatienaam*	Kenmerken	Dominante lithologie
-6	Holocene afzettingen	jonge fluviatiele, mariene, lagunaire en strandafzettingen	klei, veen, zand
-7	Boxtel	zeer uiteenlopende afzettingen uit het Midden/Laat-Pleistoceen en het Vroeg-Holoceen	zand met fijne korrelgrootte, met plaatselijk leem-, klei-, veen- of humusrijke lagen
-16	Koewacht	zandige bedding-, oeverbank- en restgeulafzettingen van rivieren uit het Scheldebekken die gedurende het Saalien, Eemien en een groot deel van het Weichselien afwaterden via een breed dal ten noorden van Gent.	Zand, matig fijn tot matig grof, zwak siltig, groengrijs tot lichtbruin, kalkloos tot kalkrijk, soms met fijn schelpgruis. Soms zeer grof zand en grind
-19	Eem/ Woudenberg	mariene afzettingen uit het Eemien/ afzettingen in voormalige glaciale bekkens	schelphoudende zanden en kleien/ veen, (bos- en mosveen), gyttja
-32	Oosterhout	mariene formatie uit het Pliocene	afwisseling van (middel)grof zand en kleilagen

\* Bron: Regis 2.2 en/of GeoTOP 1.3, TNO; de werkelijke dieptes en samenstelling kunnen hiervan afwijken

## 2.4 Water

### 2.4.1 Oppervlaktewater

De kenmerken van het oppervlaktewater in de omgeving zijn weergegeven in Tabel 2-5.

Tabel 2-5 Kenmerken oppervlaktewater

Naam/ Omschrijving	Type	Afstand tot de locatie [m]	Waterpeil [m NAP]	Overige kenmerken
waterpeil 1	sloot	ca. 40	-1,69	

### 2.4.2 Grondwater

De tijdens het onderzoek geregistreerde grondwaterniveaus zijn weergegeven in Tabel 2-6.

Tabel 2-6 Kenmerken grondwaterstand

Meetpunt [nr.]	Meetdiepte	Meetmoment [datum]	[relatief]	Waterniveau1) [m mv]	[m NAP]
div. sondeergaten	freatisch	6-4-2022	na sonderen	-1,2 tot -2,1	+0,47 tot -0,58

<sup>1)</sup> Gemeten waterstanden zijn momentopnamen en dienen met de nodige voorzichtigheid te worden gehanteerd, omdat:

- waterniveaus gemeten direct na plaatsing van een sondering, boring of peilbuis, significant kunnen afwijken van de heersende grondwaterstand of stijghoogte. Het kan namelijk enige tijd duren voordat een representatieve waterspiegel is ingesteld (enkele seconden in grof zand tot soms enkele uren in slecht doorlatende klei).
- de grondwaterstand onder invloed van seizoensafhankelijke factoren in de tijd zal fluctueren. Deze fluctuaties variëren per regio/gebied; in polders meestal ca. 0,5 m, nabij grote rivieren soms 4 à 5 m en elders vaak 1,5 à 2 m. Een representatief beeld hiervan kan slechts worden gekregen door monitoring van de grondwaterstand gedurende langere tijd en/of door tijdreeksanalyse van gedurende langere tijd gemonitorde peilbuizen uit de omgeving.



### 3 FUNDERINGSADVIES

#### 3.1 Funderingsontwerp

##### 3.1.1 Funderingskeuze

Er zijn volgens NEN 9997-1 twee hoofdtypen fundering, te weten: funderingen op staal en paalfunderingen (zie ook Bijlage C). Ons oordeel, vanuit geotechnisch perspectief, over de geschiktheid van de bodem voor deze (hoofd)funderingstypen is samengevat in Tabel 3-1.

Tabel 3-1 Geo-score voor Funderingskeuze

Aspect	Geo-score* Fundering op staal	Paalfundering
inspanning nodig om draagkrachtige laag te bereiken	-	+
inspanning nodig voor opname opwaartse krachten	0	0
risico op ontoelaatbare verticale verplaatsing (zetting)	-	+
risico op ontoelaatbare verschilzetting/ rotatie	-	+
risico's tav erosie-, oplos-, krimp- of zwelgevoelige lagen	0	0
uitvoeringsrisico's archeologie of verontreinigingen	0	0
kosten (niet onderbouwde inschatting)	0	0
geo-score (= som plussen en minnen)	<b>-3</b>	<b>+3</b>

\* toelichting Geo-score:

- + naar verhouding klein
- 0 neutraal/ niet bekend/ niet relevant
- naar verhouding groot

Rekening houdend met voorgaande is, onzes inziens, vanuit geotechnisch oogpunt, een fundering op palen de preferente funderingskeuze.

##### 3.1.2 Paalkeuze

Navolgend wordt een fundering op buisschroefpalen nader uitgewerkt.

Ten aanzien van de paalkeuze dient het volgende te worden opgemerkt:

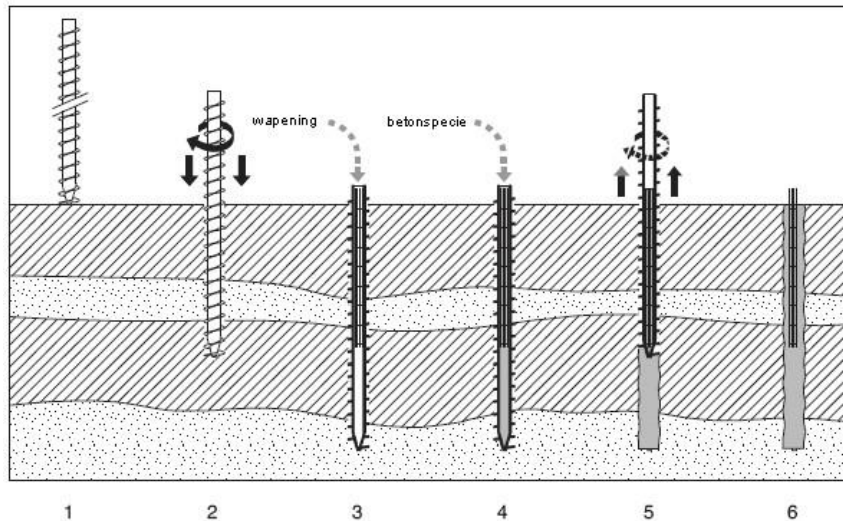
- ◆ In de bodem komen slappe tot zeer slappe lagen voor. Geadviseerd vooroverleg te plegen met de paalleverancier omtrent mogelijke beperkingen in toepassing van de avegaarpalen. Mogelijk dient de inwendige betonspeciedruk en/of bijvoorbeeld de mengselsamenstelling te worden afgestemd op de te verwachten uitwendige gronddruk.
- ◆ De paalsysteemkeuze is gebaseerd op de voorhanden zijnde en verstrekte gegevens. Aanvullende milieukundige, archeologische, geohydrologische, gemeentelijke of overige randvoorwaarden kunnen aanleiding geven tot wijziging van het paaltype.
- ◆ De keuze voor alternatieve paalsystemen is niet uitgesloten.

##### 3.1.3 Beschrijving paaltype: Omega- en buisschroefpaal

Deze paaltypen zijn in de grond gevormde, grondverwijderende paalsystemen op basis van een avegaarboring. Hierbij wordt de avegaar rechtsom draaiend op diepte geschroefd, waarna de holle as volgepompt en stilstaand of langzaam rechtsom roterend uit de grond wordt getrokken. Direct na het vervaardigen wordt de wapening in de verse specie aangebracht.

De avegaar bestaat uit een holle as met daaromheen een doorgaand schroefblad. Bij een gewone avegaarpaal is de diameter van de as relatief klein ten opzichte van de diameter van het schroefblad, bij een buisschroefpaal is de diameter van de holle as relatief groter. Bij een Omegapaal wordt gewerkt met een dubbele holle buis en een conisch schroefblad aan de onderzijde.

Het voordeel van de buisschroef- en Omegapaal is, dat door de grotere diameter holle as relatief minder grond vrijkomt, minder grondontspanning optreedt en de wapening beter en betrouwbaarder kan worden aangebracht. Uit proefbelastingen blijkt dan ook dat in de praktijk de palen een wat stijver last-zakingsgedrag vertonen dan avegapalen. Het rekentechnisch paal draagvermogen en last-zakingsgedrag zijn van deze palen is echter gelijk. Navolgend is het principe van een buisschroefpaal weergegeven.



### 3.2 Bekrachtiging funderingskeuze/ toetsing grenstoestanden

Om de keuze van funderingstype en –elementen te kunnen bekrachtigen, dient:

- ◆ te worden nagegaan of er sprake is van conflicterende uitvoeringsaspecten (zie onder meer hoofdstuk 5).
- ◆ cf. NEN 9997-1 toetsing plaatsvinden van de weerstand en vervorming bij constructieve en geotechnische grenstoestanden in blijvende en tijdelijke situaties:
  - ◆ Bij de beschouwing van een grenstoestand door bezwijken of uitzonderlijke vervorming van een constructief element of van de ondergrond (STR en GEO) moet zijn getoetst dat:  $E_d \leq R_d$ .
  - ◆ Bij toetsing van bruikbaarheidsgrenstoestanden in de ondergrond of in een constructief onderdeel, element of constructieve verbinding moet of zijn vereist dat:  $E_d \leq C_d$ .
  - ◆ Onderzocht moet worden of in de geotechnische constructie dusdanige vervormingen optreden dat een uiterste grenstoestand of bruikbaarheidsgrenstoestand in de bouwconstructie, die direct of indirect wordt beïnvloed door de geotechnische constructie, wordt overschreden ( $S_d \leq S_{req}$ ).

De rekenresultaten zijn weergegeven in § 4.3. Door de opdrachtgever en/of ontwerper van de constructie dient, aan de hand van deze rekenresultaten, te worden vastgesteld:

- ◆ met welke paalpuntniveau(s), paaltype, en paalafmeting(en) de benodigde draagkracht kan worden behaald.
- ◆ of de zettingsverwachting acceptabel is<sup>1</sup>.

<sup>1</sup> Conform NEN 9997-1 kan de toetsing aan de grenswaarden voor verplaatsing feitelijk niet door de geotechnische ontwerper worden gedaan, omdat de eisen met betrekking tot de zakking (voor zowel de uiterste grenstoestand als voor de bruikbaarheidsgrenstoestand) afhankelijk zijn van de specifieke kenmerken van de constructie.



### Opmerking

Zoals vermeld in NEN 9997-1 artikel 2.4.9 wordt voor woonfuncties en -gebouwen, en tenzij nader gedefinieerd ook voor overige gebouwen en bouwwerken, voor de bruikbaarheidsgrenstoestand (BGT) in het algemeen aangehouden dat de scheefstand  $\omega$  en/of de relatieve rotatie  $\beta_x$  niet de waarde 1:300 mag overschrijden. Als eis voor de uiterste grenstoestand (UGT) type B wordt vaak een relatieve rotatie  $\beta$  van 1:100 aangehouden. In de regel zal derhalve de bruikbaarheidsgrenstoestand bepalend zijn.

## 4 BEREKENING FUNDERING OP PALEN

### 4.1 Uitgangspunten berekening

#### 4.1.1 Rekenmethode

- ◆ In het rapport worden de draagkracht en vervormingen bepaald van axiaal op druk belaste funderingselementen.
- ◆ De draagkracht en vervorming van de grond is berekend volgens conform NEN 9997-1, uitgaande van ontwerpbenadering 3.
- ◆ De bodemparameters zijn, voor zover niet rechtstreeks afkomstig van de sondeerdata, afgeleid van NEN 9997-1 tabel 2.b.
- ◆ Het project wordt ingedeeld in de geotechnische categorie 2 (GC2).

#### 4.1.2 Berekeningsaannamen

De berekeningsaannamen/-uitgangspunten zijn weergegeven in navolgende tabellen. Geadviseerd wordt de uitgangspunten te verifiëren, voordat met de resultaten wordt verder gewerkt.

Tabel 4-1 Partiële en correlatiefactoren cf. NEN 9997-1

Aspect	Waarde	Uitleg/ verklaring
verzameling partiële weerstandsfactoren	R3	toetsing draagkracht en vervorming in de uiterste grenstoestanden bij bezwijken of buitensporig vervormen van de constructie (STR) en de ondergrond (GEO)
partiële weerstandsfactor $\gamma_b$ , $\gamma_s$ en $\gamma_t$ voor op druk belaste palen	1,2	uitgaande van de berekening van de draagkracht op basis van sonderingen. Conform NEN 9997-1 A 3.3.2
correlatiefactoren $\xi_3$ en $\xi_4$	1,30	uitgaande van een niet stijf bouwwerk
partiële belastingsfactor $\gamma_f$ ; $n_k$	1,0	berekening uitgevoerd volgens NEN 9997-1 § 7.3.2.2(d)

Tabel 4-2 Peilen en niveaus

Aspect	Waarde	Uitleg/ verklaring
Maaiveld [m NAP]	+2,0	Het terrein wordt niet opgehoogd
Paalkopniveau [m NAP]	+1,2	
minimale grondwaterstand [m NAP]	+0,1	berekeningsaannamen

Tabel 4-3 Positieve en negatieve kleeft

Aspect	Waarde	Uitleg/ verklaring
startniveau positieve kleeft [m NAP]	-6,6 à -7,3	Conform NEN 9997-1 § 7.6 is, voor op druk belaste palen, schachtwrijving berekend voor de grondlagen boven paalpuntniveau tot het niveau dat deze overwegend bestaan uit zand en klei- en leemlagen met sondeerwaarden groter dan 2 MPa
eindniveau negatieve kleeft [m NAP]	-5,0	Omdat de verwachte potentiële maaiveldzakking na het installeren van de palen meer dan 0,1 m bedraagt, is de maximumwaarde van de negatieve kleeft $f_{nk}$ beschouwd als een belasting op de palen

Tabel 4-4 Belasting(seffect)en en vervormingseisen

Aspect	Waarde	Uitleg/ verklaring
rekenwaarde paalbelasting [kN]	600	
maximaal toelaatbare verplaatsing ( $s_{req}$ ) [mm]	-	niet opgegeven

Tabel 4-5 Paalkarakteristieken gebaseerd op NEN 9997-1:2017 + SBR Handboek funderingen

Paaltype:	$\alpha_p$	$\alpha_s^*$	$\alpha_t^*$	$\beta$	L-Z diagr.	Bijzonderheden
Buisschroef-/ Omegapaal	0,56	0,006	0,0045	1,0	1 - 2	$q_{c,III,gem.}$ maximaal 2 MPa

\* voor palen in zand en zand-grindhoudende grond. Voor klei-, leem of veenlagen worden, indien van toepassing,  $\alpha_s$  en  $\alpha_t$  bepaald cf. NEN 9997-1 tabel 7.d.

## 4.2 Paaldiameter en paalpuntniveau

De draagkracht en vervormingen zijn bepaald voor:

- ◆ Buisschroefpalen met een diameter van 400, 450 en 500 mm.

De paalpuntniveaus waarvoor de draagkracht is berekend, inclusief de vanuit geotechnisch oogpunt preferente paalpuntniveaus (indien aanwezig), zijn weergegeven in Tabel 4-6.

De uiteindelijke keuze van paalpuntniveau(s) en paalafmeting(en) dient door de opdrachtgever en/of constructeur te geschieden, op basis van deze tabel en de rekenresultaten (zie § 4.3.1).

Tabel 4-6 Berekende en geadviseerde paalpuntniveaus

Sondering [nr.]	Maaiveldhoogte [m NAP]	Paalpuntniveau [m NAP] Berekend	Preferent
2	+1,50	-9,5 t/m -11,25	-
3	+1,80	-9,5 t/m -11,25	-
4	+2,05	-9,5 t/m -11,25	-
5	+1,73	-9,5 t/m -11,25	-
6	+1,95	-9,5 t/m -11,25	-
7	+2,41	-9,5 t/m -11,25	-
8	+2,61	-9,75 t/m -11,25	-
9	+2,26	-9,75 t/m -11,25	-

### Opmerkingen/ toelichting

- ◆ *Preferente paalpuntniveaus* zijn niveaus die onzes inziens vanuit geotechnisch oogpunt de voorkeur hebben. Het zijn niveaus die bijvoorbeeld geen significante beperkingen kennen ivm dikte van de draagkrachtige bodemlaag, de aanwezigheid van slechte/ samendrukbare lagen, uitwisselbaarheid van paalpuntniveaus en/of diepte van de paal in het zandpakket. De preferente niveaus zijn niet bedoeld als bindend advies.
- ◆ Indien er onzes inziens geen paalpuntniveaus zijn te onderscheiden die een duidelijke voorkeur genieten boven andere (in positieve dan wel negatieve zin), is dit aangegeven met “-”.
- ◆ De slankheid van de palen (verhouding tussen lengte en dwarsafmeting) dient te worden getoetst aan de eisen gesteld door Bouwtoezicht.
- ◆ Geadviseerd wordt vooraf met de funderingsaannemer af te stemmen of de gekozen paalpuntniveaus, met de bij hen beschikbare middelen, haalbaar zijn. Voor kleine diameters palen (houten palen, prefab, stalen buispaal, stalen schroefpaal, schroefpaal verloren punt) geldt meestal dat de haalbare diepte beperkt is. Dit vanwege de beperkte capaciteit van het installatiematerieel, de beperkte sterkte van de palen zelf of bijvoorbeeld omdat groutinjectie niet kan worden toegepast om de inbrengweerstand te beperken.

## 4.3 Rekenresultaten

### 4.3.1 Maximumdraagkracht van de grond op druk

De rekenresultaten zijn, voor de geadviseerde paalpuntniveaus, per sondering weergegeven in de tabel(len) in Bijlage B. Weergegeven zijn met name:

- ◆  $R_{s;cal;max}$  : de schachtwrijving
- ◆  $R_{b;cal;max}$  : maximumdraagkracht van de paalpunt
- ◆  $R_{c;d}$  : de rekenwaarde van de maximumdraagkracht
- ◆  $F_{s;nk;d}$  : eventuele belasting door negatieve kleef
- ◆  $R_{c;net;d}$  : de rekenwaarde van de netto draagkracht ( $= R_{c;d} - F_{s;nk;d}$ ).

### Opmerking

- ◆ Indien de palen een flexibele c.q. niet stijve constructie ondersteunen, moet cf. NEN 9997-1, ervan worden uitgegaan dat de weerstand op druk van de minst draagkrachtige paal maatgevend is voor het ontstaan van een uiterste grenstoestand. Het draagvermogen van een

paal dient derhalve te zijn afgestemd op de laagste draagkracht op hetzelfde paalpuntniveau van de omliggende sonderingen.

- ◆ De vermelde draagkracht wordt ontleend aan de ondergrond. Door de constructeur moeten constructieve aspecten van de funderingspalen, waaronder de sterkte, worden beoordeeld.

#### 4.3.2 *Zakking van de bovenkant van de paalfundering*

De zakking van de paalpunt ( $s_b$ ) is cf. NEN 9997-1 bepaald, voor de als rekenvoorbeeld gekozen paal/palen en is weergegeven in Bijlage B. De last-zakking is bepaald op basis van:

- ◆ de berekende maximumdraagkracht van de paalpunt ( $R_{b;cal;max}$ )
- ◆ de maximumwrijvingskracht over het deel van de schacht dat meedoet in de bepaling van de draagkracht ( $R_{s;cal;max}$ )
- ◆ de lastzakkingsdiagrammen uit de NEN 9997-1.
- ◆ de elastische verkorting van de paal ( $s_{el}$ ).
- ◆ De zakking door samendrukking van de onder het paalpuntniveau gelegen lagen ( $s_2$ ).

Ter indicatie zijn tevens de rekenwaarden van de veercoëfficiënten weergegeven, voor verschillende belastingen.

## 5 RICHTLIJNEN VOOR ONTWERP, BEREKENING EN UITVOERING

### 5.1 Algemeen

- Voor richtlijnen en aandachtspunten voor uitvoering en ontwerp, wordt verwezen naar Bijlage C.

### 5.2 Richtlijnen uitvoering avegaar-, buisschroef- en Omegapalen

Voor richtlijnen en aanwijzingen voor uitvoering van avegaarpalen wordt verwezen naar:

- NEN-EN 1536:2010+A1:2015 en - Uitvoering van bijzonder geotechnisch werk – Boorpalen;

Volgens handboek funderingen dient de minimale hart-op-hart-afstand tussen palen bij uitvoering normaliter 2,25 à 2,5  $d_{\text{voet}}$  te zijn indien de naburige palen een ouderdom van minimaal 4 uur hebben bereikt (bij toepassing van een vertrager dient deze periode evenredig te worden verlengd). Bij een kortere wachttijd geldt een minimale h.o.h.-afstand van  $4 \times d_{\text{voet}}$  of 2 m.

De minimale tussenafstand tot belendingen bedraagt normaliter 0,4 à 0,6 m. Bij kleinere tussenafstanden moet de invloed van de uitvoering op de fundering van belending worden onderzocht.

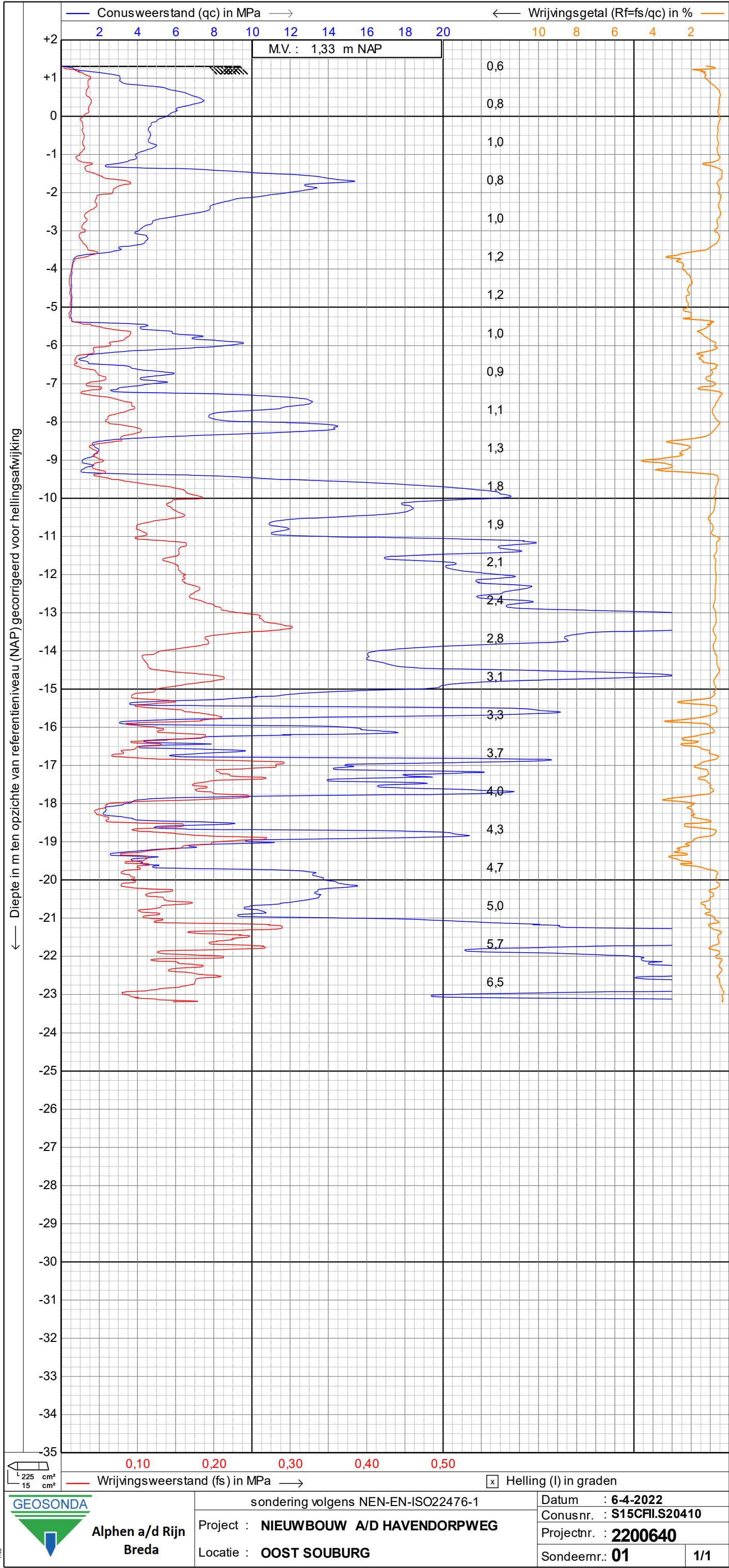
In beginsel dienen de avegaarpalen gemaakt te worden vanaf een werkniveau dat er geen potentiaalsprong is tussen de freatische grondwaterspiegel en de stijghoogte van het grondwater in diepere watervoerende lagen (waarin de paal wordt geboord). Dit aspect is met name relevant bij de aanwezigheid van spanningswater of toepassing van een bemaling.

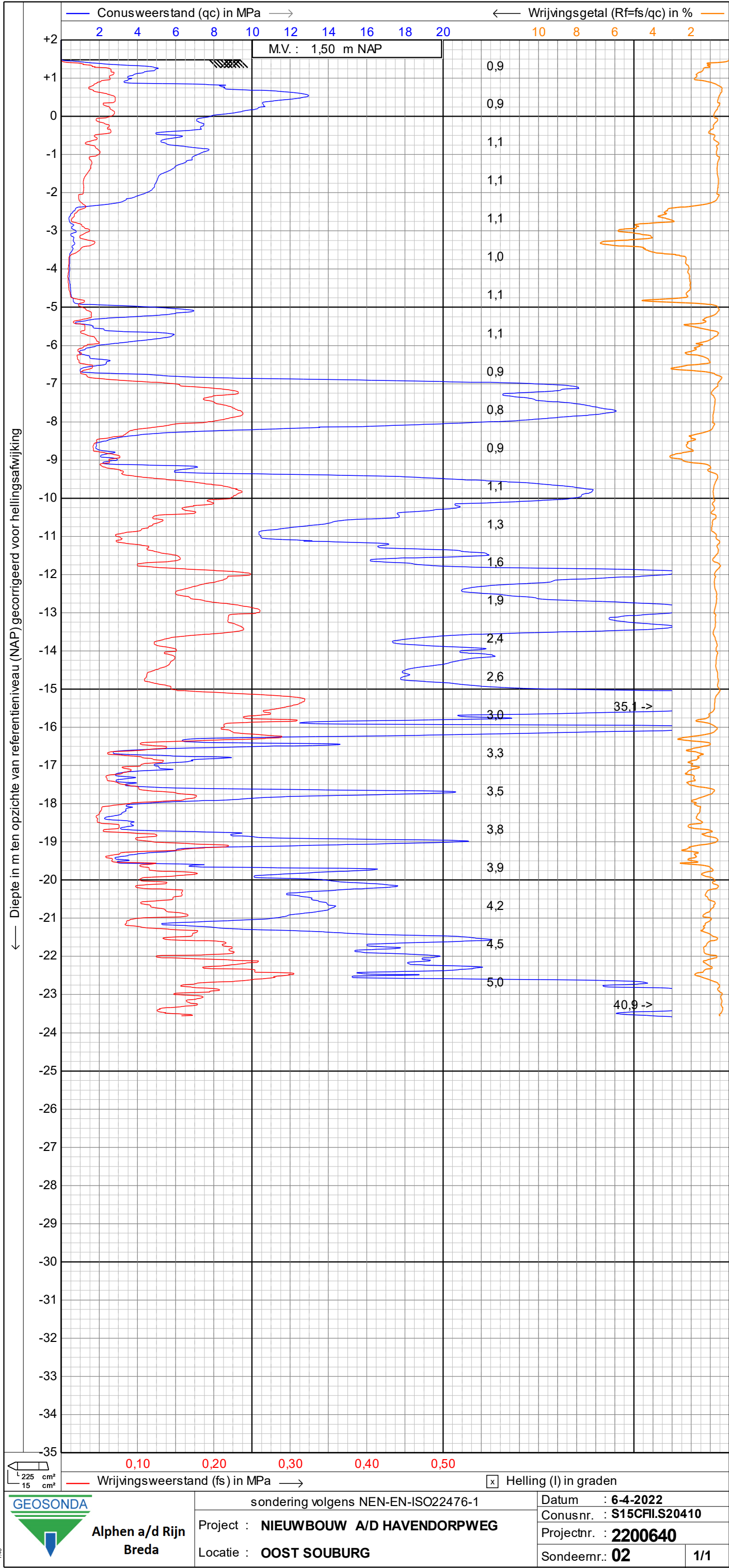
### 5.3 Vloeren

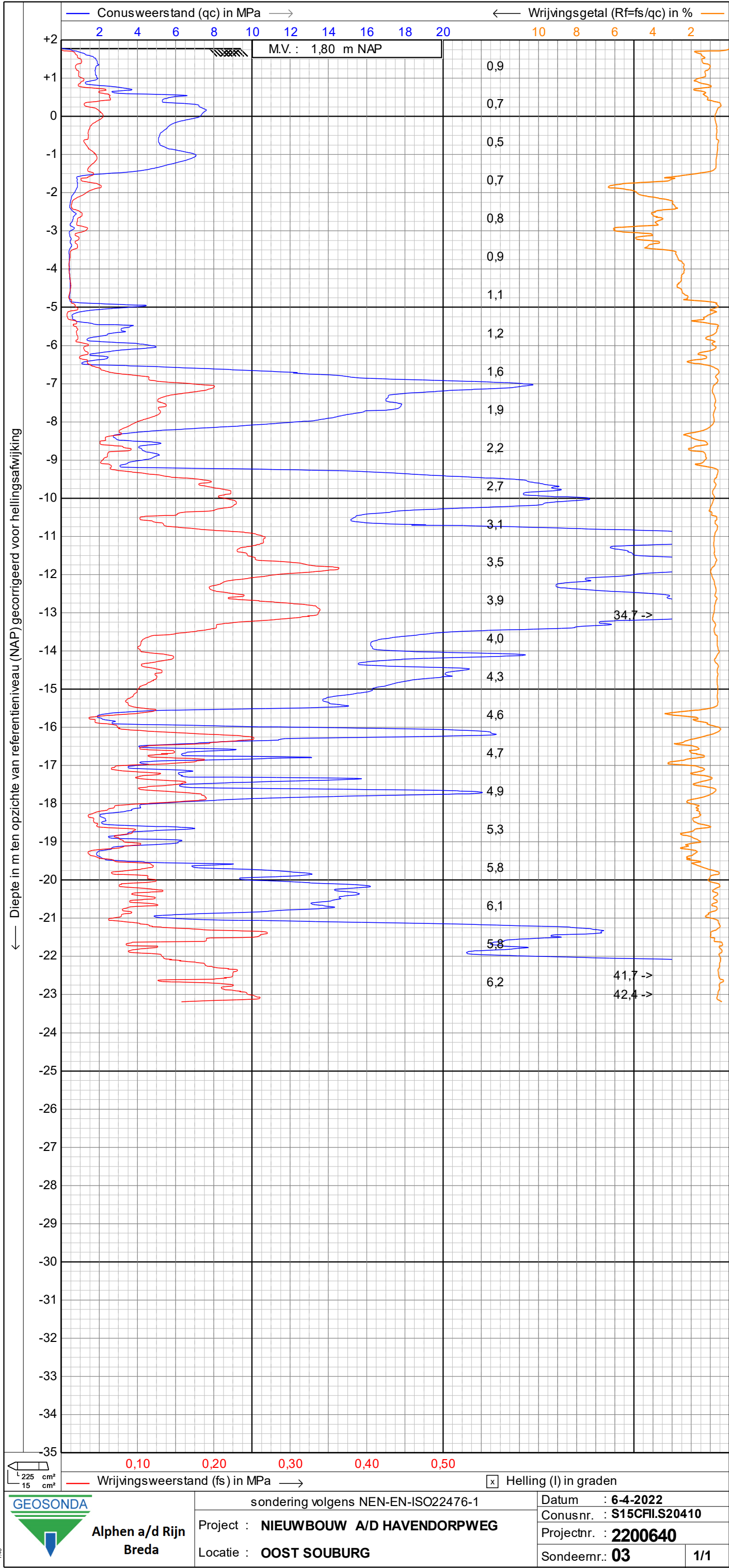
Geadviseerd wordt de vloeren vrijdragend (b.v. als systeemvloer) uit te voeren, omdat bij een vloer op het zand te grote zettingsverschillen met de rest van het gebouw zijn te verwachten.

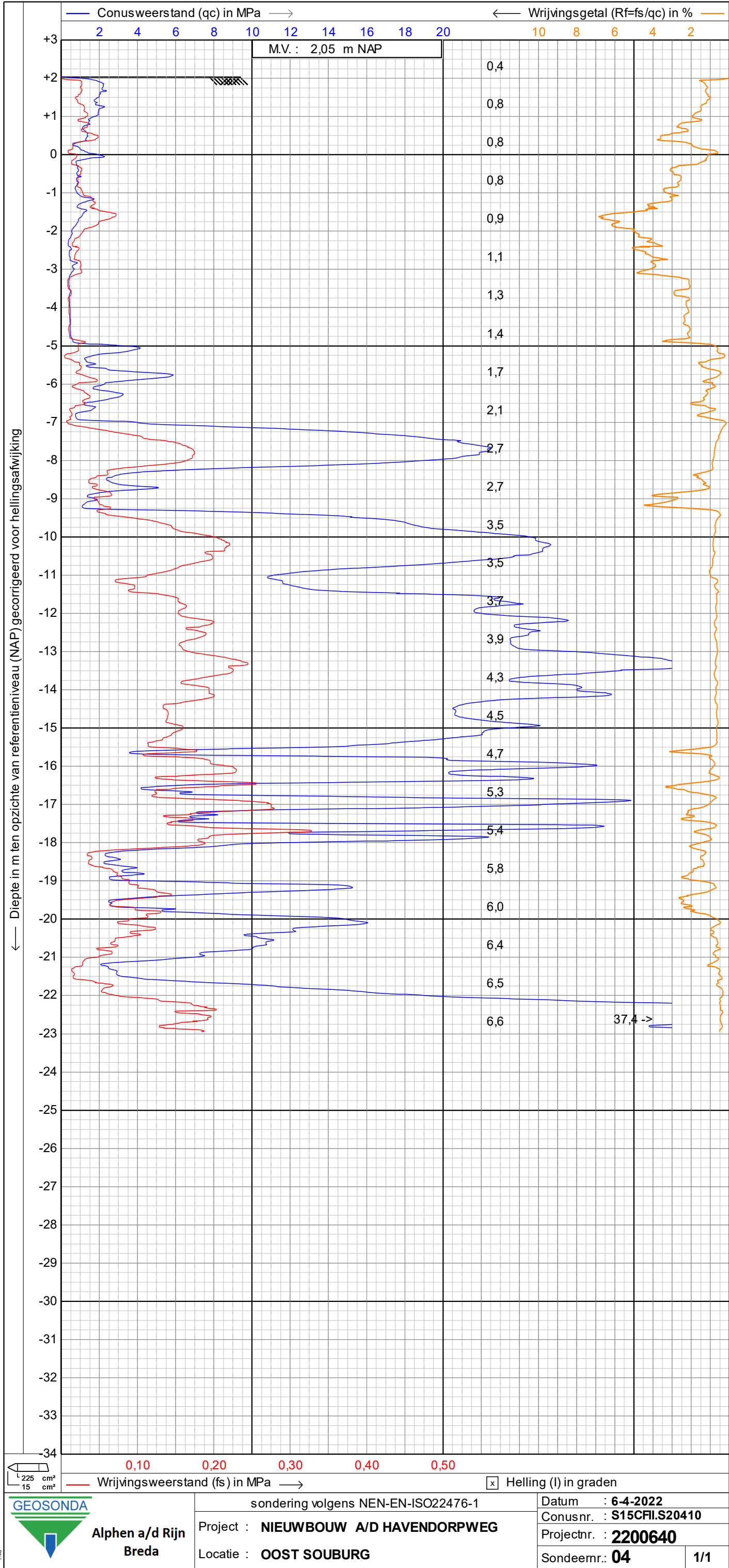
## **Bijlage A Resultaten grondonderzoek**

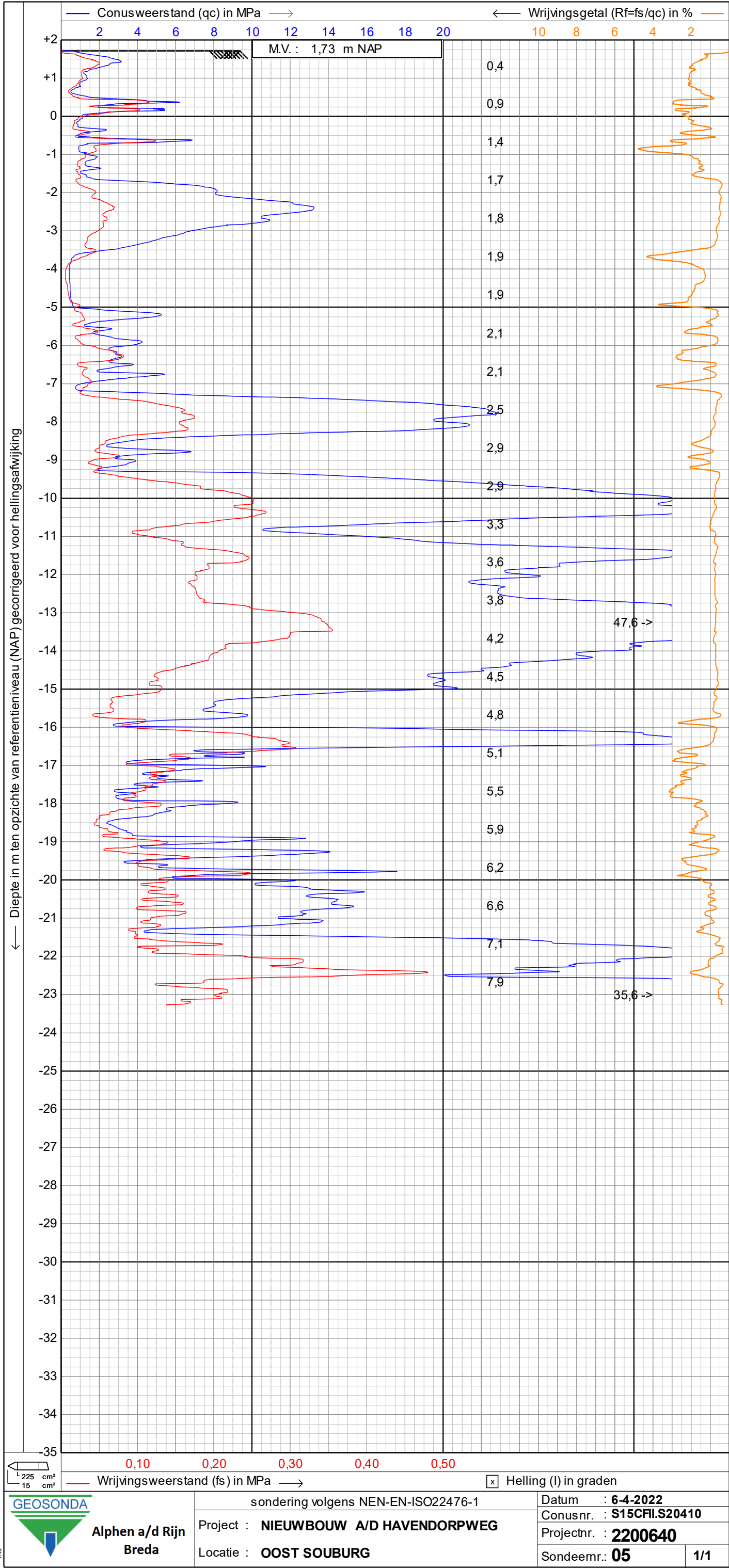




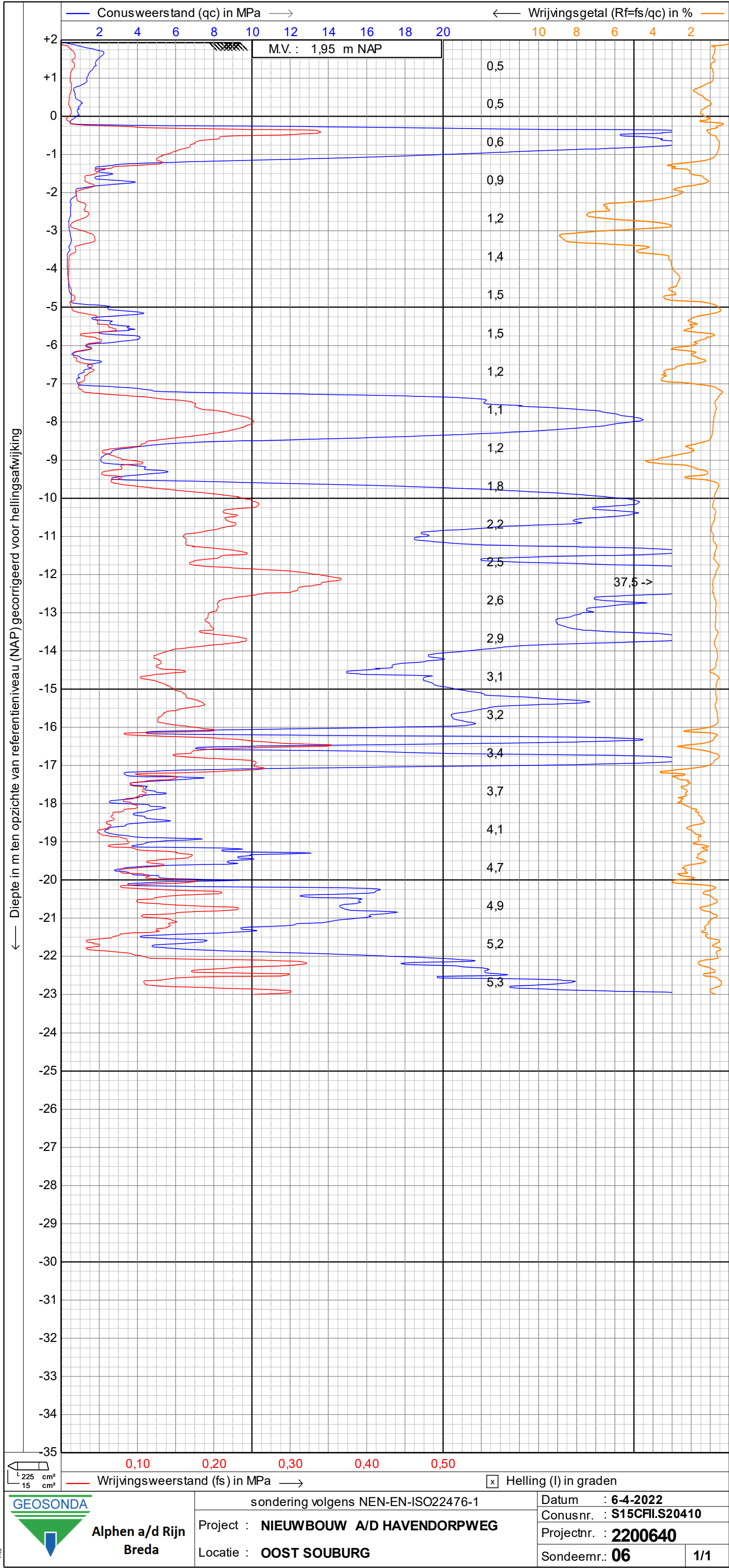




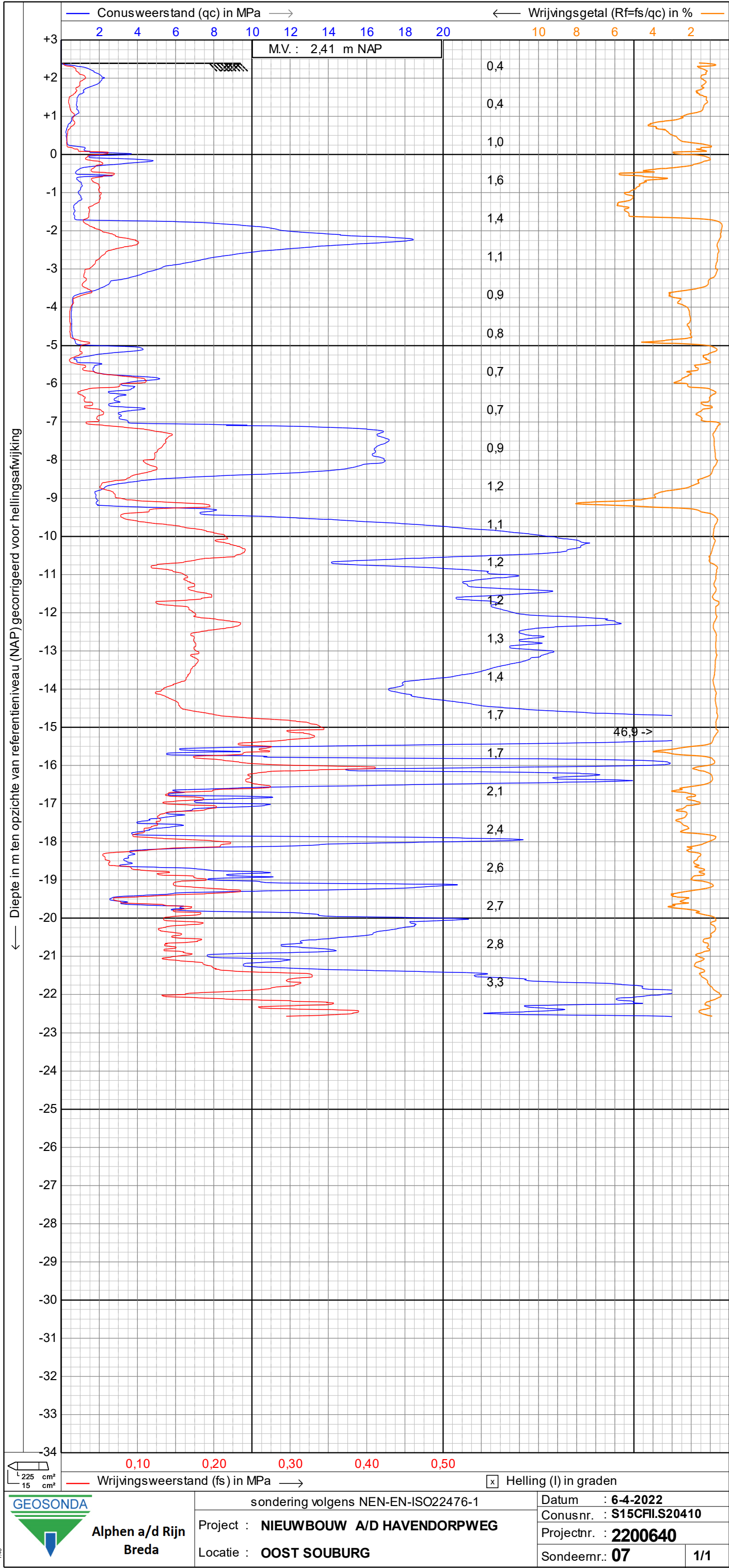


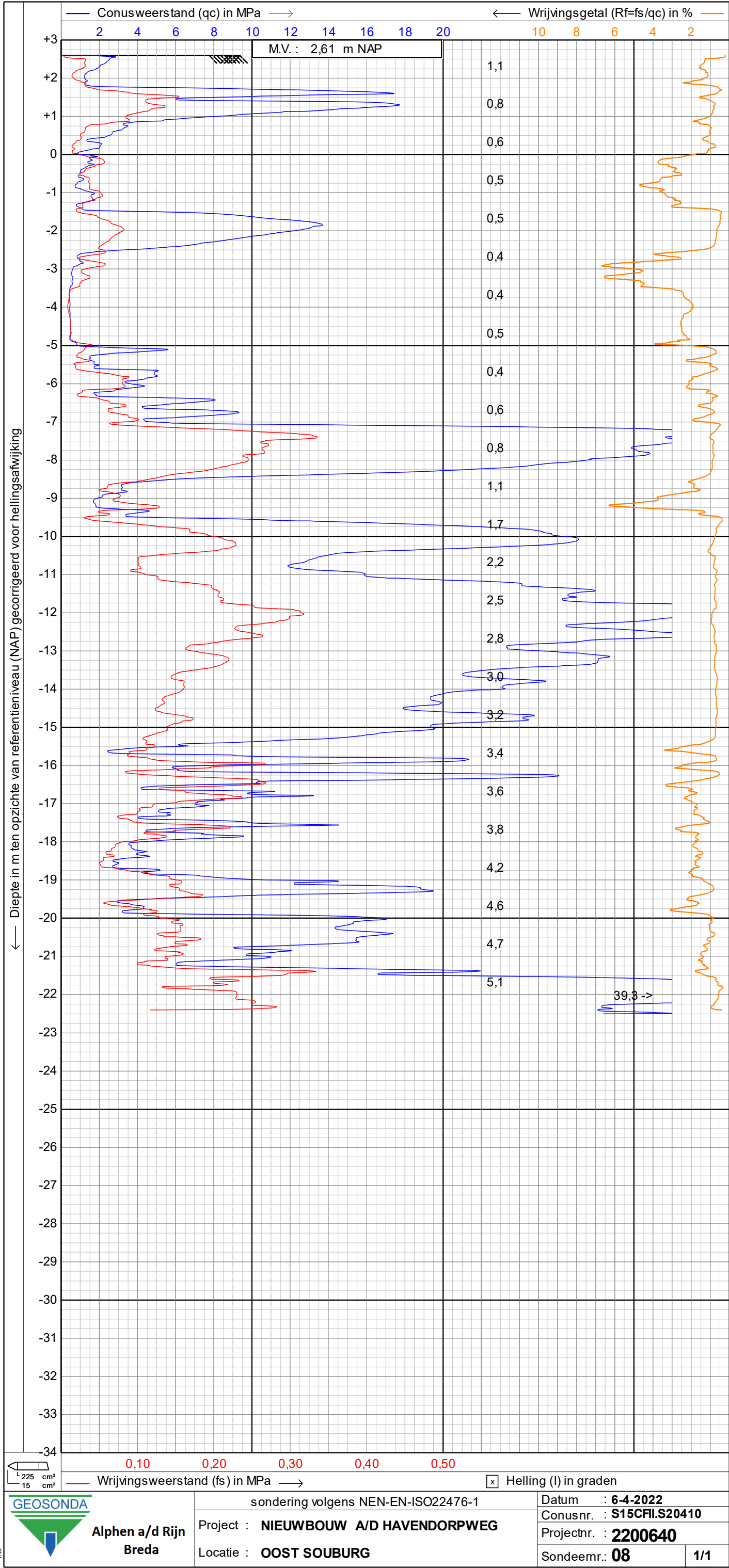


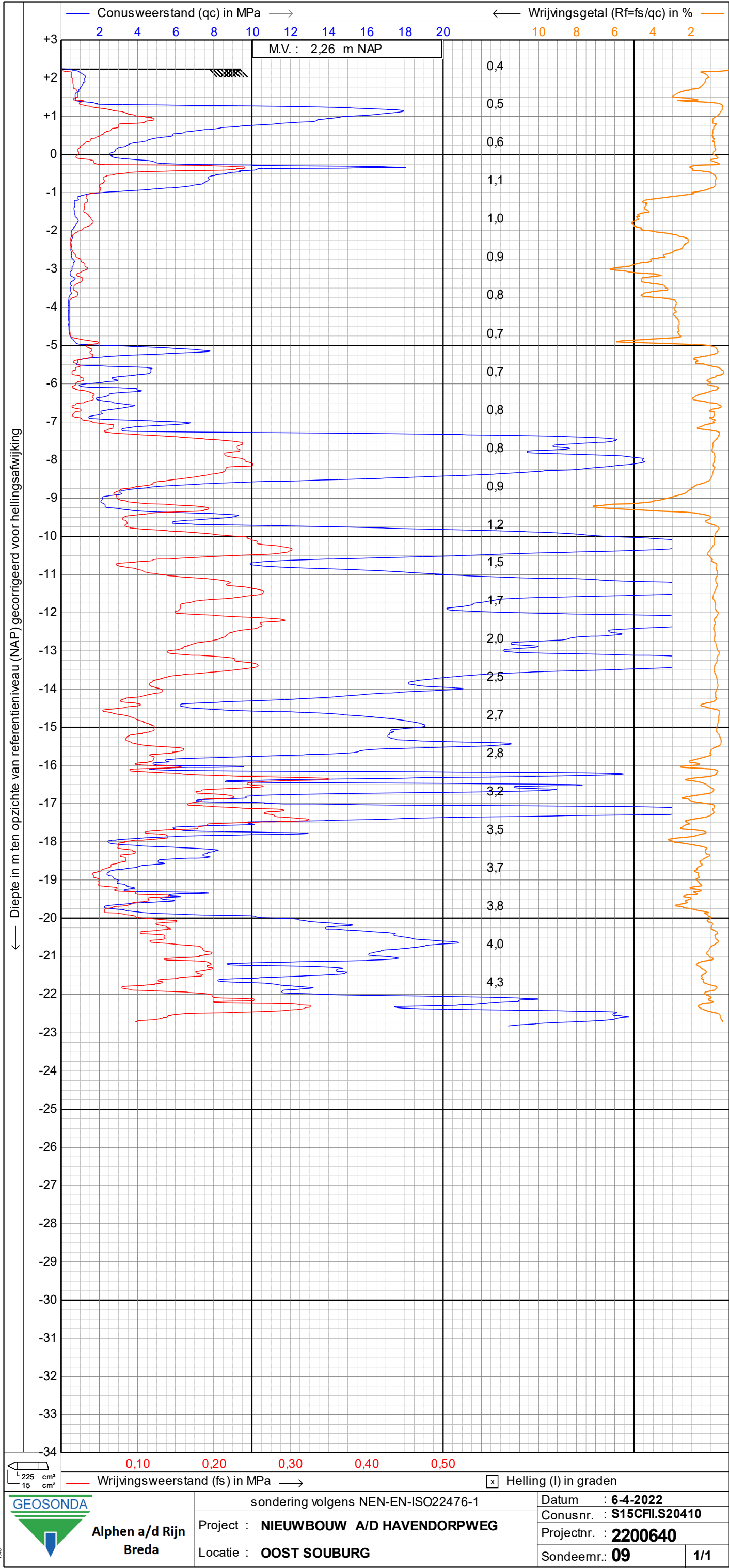


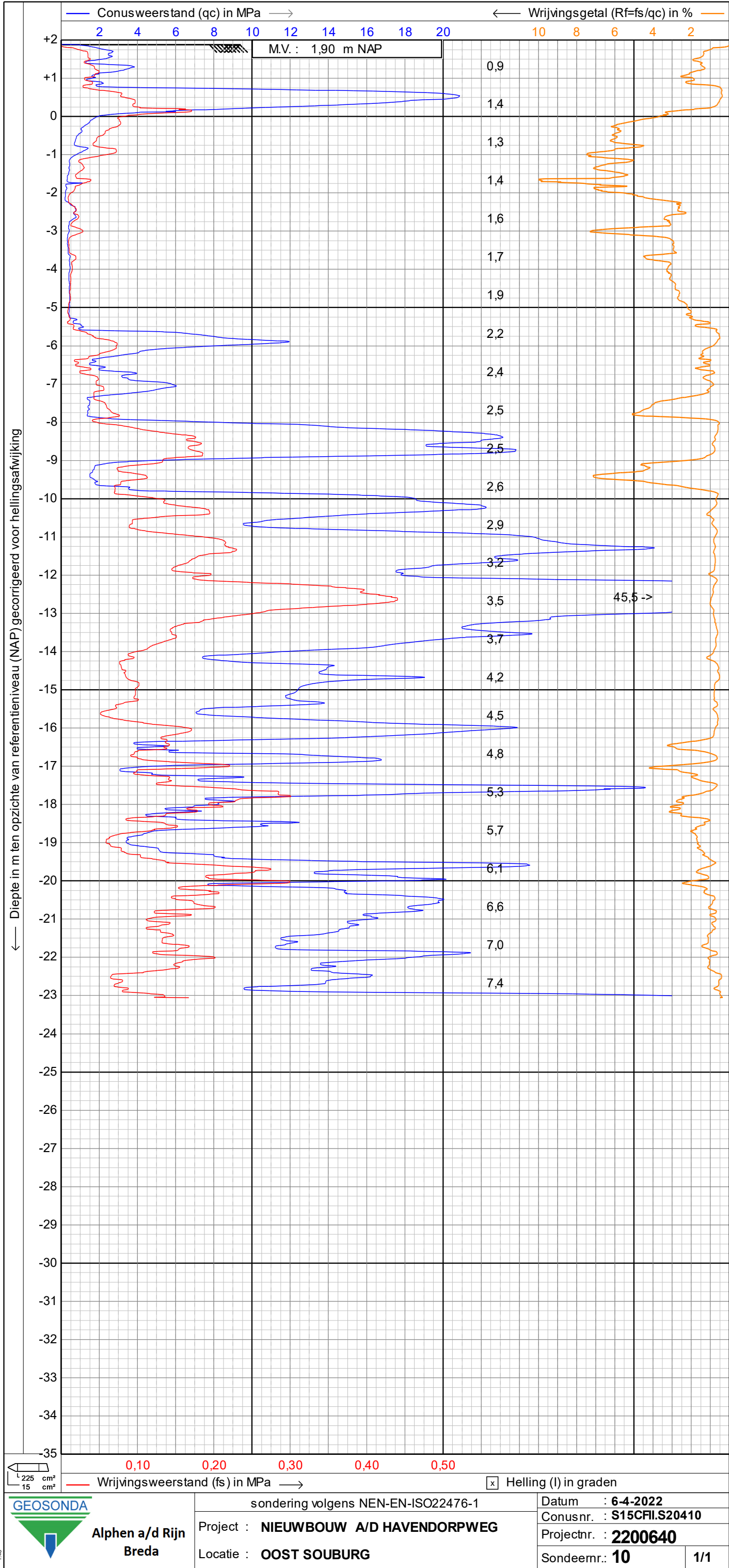


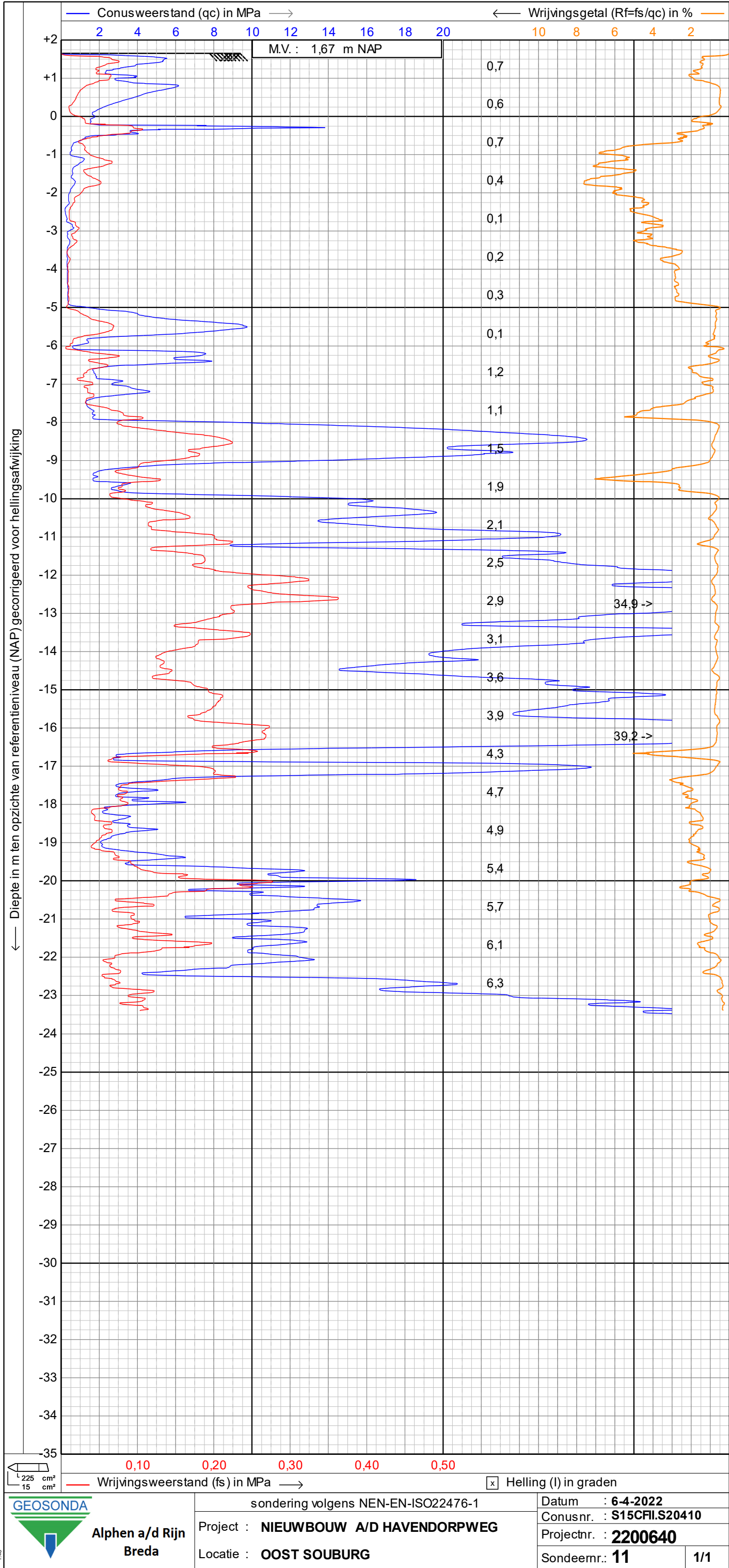








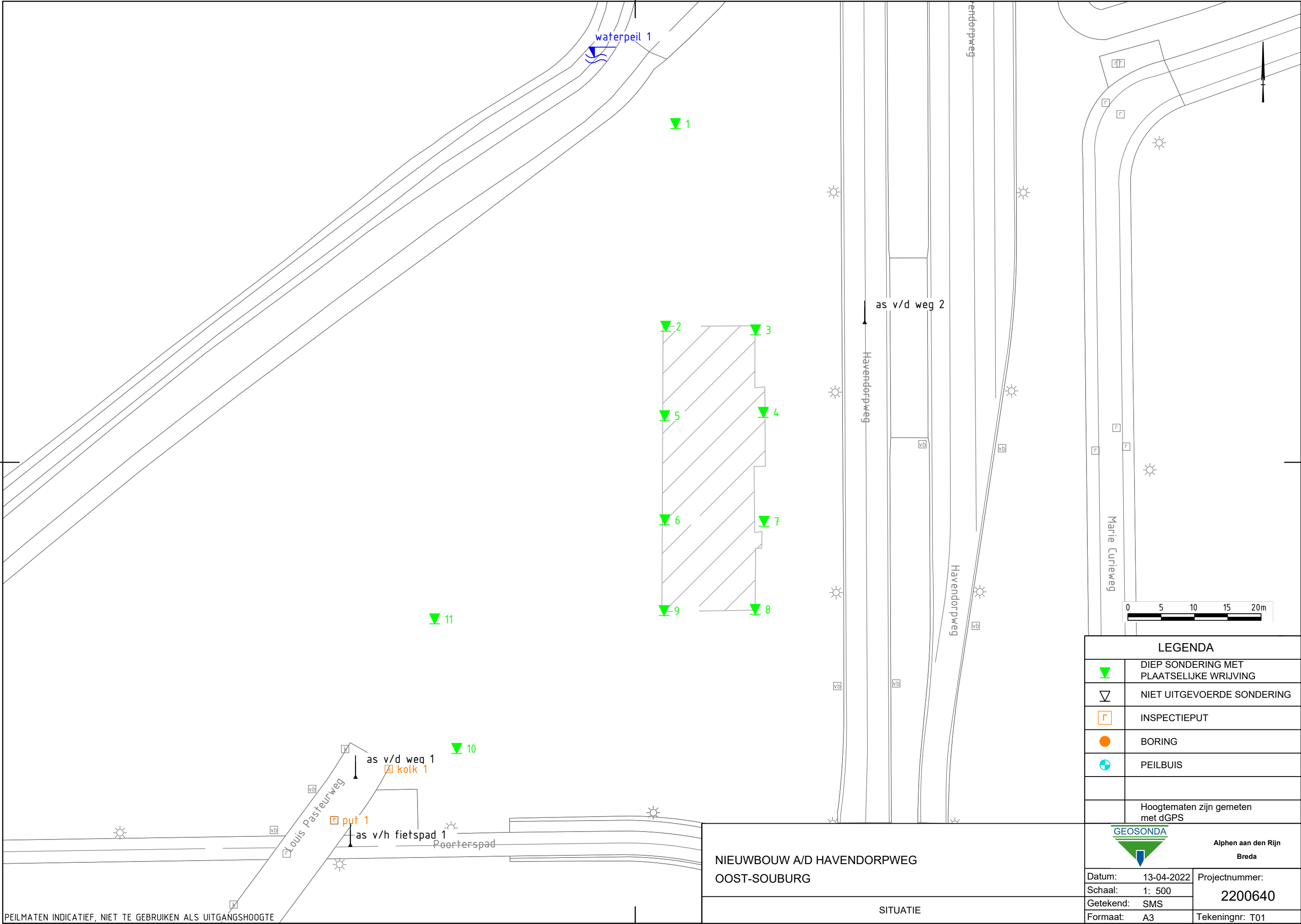




## COÖRDINATEN TABEL

[illegible]





PEILMATEN INDICATIEF, NIET TE GEBUIKEN ALS UITGANGSHOOGTE

NIEUWBOUW A/D HAVENDORPWEG  
OOST-SOUBURG

SITUATIE

LEGENDA		
	DIEP SONDERING MET PLAATSELIJKE WRIJVING	
	NIET UITGEVOERDE SONDERING	
	INSPECTIEPUT	
	BORING	
	PEILBUIS	
Hoogtematen zijn gemeten met dGPS		
 <b>Alphen aan den Rijn</b> Breda		
Datum:	13-04-2022	Projectnummer: <b>2200640</b>
Schaal:	1: 500	
Getekend:	SMS	
Formaat:	A3	
		Tekeningnr: T01

## **Bijlage B Resultaten funderingsberekening**



Project:		Funderingsadvies nieuwbouw McDonald's aan de Havendorpweg te Vlissingen						$\xi_3$	= 1,30
Projectnummer:		2200640						$\xi_4$	= 1,30
Resultaten Draagkrachtberekening op druk								$\alpha_p$	= 0,56
Buisschroefpaal								$\alpha_s$	= 0,006
Paaldiameter [mm]:		400							
Sondering	PPN [m t.o.v. NAP]	Rb;cal;max [kN]	Rs;cal;max [kN]	Rc;cal;max [kN]	Rc;d [kN]	F;nk;rep [kN]	Fnk;d [kN]	Rc;net;d [kN]	
2	-9.50	583	201	784	503	94	94	409	
2	-9.75	566	230	796	510	94	94	416	
2	-10.00	532	258	790	506	94	94	412	
2	-10.25	499	286	785	503	94	94	409	
2	-10.50	467	314	781	501	94	94	407	
2	-10.75	439	341	780	500	94	94	406	
2	-11.00	563	361	924	592	94	94	498	
2	-11.25	692	386	1078	691	94	94	597	
3	-9.50	725	227	952	610	102	102	508	
3	-9.75	713	255	968	621	102	102	519	
3	-10.00	687	284	971	622	102	102	520	
3	-10.25	628	312	940	603	102	102	501	
3	-10.50	706	340	1046	671	102	102	569	
3	-10.75	1092	368	1460	936	102	102	834	
3	-11.00	1092	397	1489	954	102	102	852	
3	-11.25	1091	425	1516	972	102	102	870	
4	-9.50	585	143	728	467	98	98	369	
4	-9.75	575	171	746	478	98	98	380	
4	-10.00	567	199	766	491	98	98	393	
4	-10.25	547	228	775	497	98	98	399	
4	-10.50	513	256	769	493	98	98	395	
4	-10.75	469	284	753	483	98	98	385	
4	-11.00	456	310	766	491	98	98	393	
4	-11.25	579	331	910	583	98	98	485	
5	-9.50	679	140	819	525	106	106	419	
5	-9.75	690	168	858	550	106	106	444	
5	-10.00	676	197	873	560	106	106	454	
5	-10.25	635	225	860	551	106	106	445	
5	-10.50	537	253	790	506	106	106	400	
5	-10.75	515	281	796	510	106	106	404	
5	-11.00	781	304	1085	696	106	106	590	
5	-11.25	906	332	1238	794	106	106	688	
6	-9.50	550	173	723	463	109	109	354	
6	-9.75	835	194	1029	660	109	109	551	
6	-10.00	836	222	1058	678	109	109	569	
6	-10.25	818	251	1069	685	109	109	576	
6	-10.50	786	279	1065	683	109	109	574	
6	-10.75	740	307	1047	671	109	109	562	
6	-11.00	800	335	1135	728	109	109	619	
6	-11.25	947	364	1311	840	109	109	731	
7	-9.50	661	182	843	540	122	122	418	
7	-9.75	719	209	928	595	122	122	473	
7	-10.00	719	238	957	613	122	122	491	
7	-10.25	688	266	954	612	122	122	490	



Project:	Funderingsadvies nieuwbouw McDonald's aan de Havendorpweg te Vlissingen							$\xi_3$	=	1,30
Projectnummer:	2200640							$\xi_4$	=	1,30
Resultaten Draagkrachtberekening op druk										
Buisschroefpaal							$\alpha_p$	=	0,56	
Paaldiameter [mm]:							400	$\alpha_s$	=	0,006
Sondering	PPN	Rb;cal;max	Rs;cal;max	Rc;cal;max	Rc;d	F;nk;rep	Fnk;d	Rc;net;d		
	[m t.o.v. NAP]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]		
7	-10.50	617	294	911	584	122	122	462		
7	-10.75	806	322	1128	723	122	122	601		
7	-11.00	826	350	1176	754	122	122	632		
7	-11.25	831	379	1210	776	122	122	654		
8	-9.75	612	205	817	524	137	137	387		
8	-10.00	587	229	816	523	137	137	386		
8	-10.25	530	254	784	503	137	137	366		
8	-10.50	496	279	775	497	137	137	360		
8	-10.75	557	303	860	551	137	137	414		
8	-11.00	776	328	1104	708	137	137	571		
8	-11.25	987	356	1343	861	137	137	724		
9	-9.75	651	195	846	542	119	119	423		
9	-10.00	651	218	869	557	119	119	438		
9	-10.25	587	240	827	530	119	119	411		
9	-10.50	471	263	734	471	119	119	352		
9	-10.75	636	284	920	590	119	119	471		
9	-11.00	909	310	1219	781	119	119	662		
9	-11.25	908	338	1246	799	119	119	680		



Project:		Funderingsadvies nieuwbouw McDonald's aan de Havendorpweg te Vlissingen						$\xi_3$	= 1,30
Projectnummer:		2200640						$\xi_4$	= 1,30
Resultaten Draagkrachtberekening op druk								$\alpha_p$	= 0,56
Buisschroefpaal								$\alpha_s$	= 0,006
Paaldiameter [mm]:		450							
Sondering	PPN [m t.o.v. NAP]	Rb;cal;max [kN]	Rs;cal;max [kN]	Rc;cal;max [kN]	Rc;d [kN]	F;nk;rep [kN]	Fnk;d [kN]	Rc;net;d [kN]	
2	-9.50	732	226	958	614	105	105	509	
2	-9.75	712	258	970	622	105	105	517	
2	-10.00	670	290	960	615	105	105	510	
2	-10.25	630	322	952	610	105	105	505	
2	-10.50	591	354	945	606	105	105	501	
2	-10.75	556	383	939	602	105	105	497	
2	-11.00	730	406	1136	728	105	105	623	
2	-11.25	875	434	1309	839	105	105	734	
3	-9.50	913	255	1168	749	115	115	634	
3	-9.75	899	287	1186	760	115	115	645	
3	-10.00	868	319	1187	761	115	115	646	
3	-10.25	794	351	1145	734	115	115	619	
3	-10.50	948	383	1331	853	115	115	738	
3	-10.75	1379	414	1793	1149	115	115	1034	
3	-11.00	1382	446	1828	1172	115	115	1057	
3	-11.25	1381	478	1859	1192	115	115	1077	
4	-9.50	720	161	881	565	110	110	455	
4	-9.75	722	193	915	587	110	110	477	
4	-10.00	715	224	939	602	110	110	492	
4	-10.25	689	256	945	606	110	110	496	
4	-10.50	647	288	935	599	110	110	489	
4	-10.75	592	320	912	585	110	110	475	
4	-11.00	580	348	928	595	110	110	485	
4	-11.25	772	372	1144	733	110	110	623	
5	-9.50	855	158	1013	649	119	119	530	
5	-9.75	868	190	1058	678	119	119	559	
5	-10.00	850	221	1071	687	119	119	568	
5	-10.25	798	253	1051	674	119	119	555	
5	-10.50	676	285	961	616	119	119	497	
5	-10.75	679	316	995	638	119	119	519	
5	-11.00	1030	342	1372	879	119	119	760	
5	-11.25	1147	374	1521	975	119	119	856	
6	-9.50	745	194	939	602	123	123	479	
6	-9.75	1052	218	1270	814	123	123	691	
6	-10.00	1052	250	1302	835	123	123	712	
6	-10.25	1030	282	1312	841	123	123	718	
6	-10.50	992	314	1306	837	123	123	714	
6	-10.75	936	345	1281	821	123	123	698	
6	-11.00	1066	377	1443	925	123	123	802	
6	-11.25	1199	409	1608	1031	123	123	908	
7	-9.50	862	205	1067	684	137	137	547	
7	-9.75	910	236	1146	735	137	137	598	
7	-10.00	910	267	1177	754	137	137	617	
7	-10.25	870	299	1169	749	137	137	612	



Project:		Funderingsadvies nieuwbouw McDonald's aan de Havendorpweg te Vlissingen						$\xi_3$	=	1,30
Projectnummer:		2200640						$\xi_4$	=	1,30
Resultaten Draagkrachtberekening op druk										
Buisschroefpaal								$\alpha_p$	=	0,56
Paaldiameter [mm]:		450						$\alpha_s$	=	0,006
Sondering	PPN [m t.o.v. NAP]	Rb;cal;max [kN]	Rs;cal;max [kN]	Rc;cal;max [kN]	Rc;d [kN]	F;nk;rep [kN]	Fnk;d [kN]	Rc;net;d [kN]		
7	-10.50	798	331	1129	724	137	137	587		
7	-10.75	1019	362	1381	885	137	137	748		
7	-11.00	1044	394	1438	922	137	137	785		
7	-11.25	1051	426	1477	947	137	137	810		
8	-9.75	775	230	1005	644	154	154	490		
8	-10.00	743	258	1001	642	154	154	488		
8	-10.25	670	286	956	613	154	154	459		
8	-10.50	627	313	940	603	154	154	449		
8	-10.75	718	340	1058	678	154	154	524		
8	-11.00	1006	369	1375	881	154	154	727		
8	-11.25	1248	401	1649	1057	154	154	903		
9	-9.75	821	219	1040	667	134	134	533		
9	-10.00	821	245	1066	683	134	134	549		
9	-10.25	741	270	1011	648	134	134	514		
9	-10.50	598	296	894	573	134	134	439		
9	-10.75	843	320	1163	746	134	134	612		
9	-11.00	1150	349	1499	961	134	134	827		
9	-11.25	1150	381	1531	981	134	134	847		





Project:		Funderingsadvies nieuwbouw McDonald's aan de Havendorpweg te Vlissingen						$\xi_3$	= 1,30
Projectnummer:		2200640						$\xi_4$	= 1,30
Resultaten Draagkrachtberekening op druk								$\alpha_p$	= 0,56
Buisschroefpaal								$\alpha_s$	= 0,006
Paaldiameter [mm]:		500							
Sondering	PPN [m t.o.v. NAP]	Rb;cal;max [kN]	Rs;cal;max [kN]	Rc;cal;max [kN]	Rc;d [kN]	F;nk;rep [kN]	Fnk;d [kN]	Rc;net;d [kN]	
2	-9.50	899	252	1151	738	117	117	621	
2	-9.75	875	287	1162	745	117	117	628	
2	-10.00	822	322	1144	733	117	117	616	
2	-10.25	773	358	1131	725	117	117	608	
2	-10.50	726	393	1119	717	117	117	600	
2	-10.75	693	426	1119	717	117	117	600	
2	-11.00	924	451	1375	881	117	117	764	
2	-11.25	1079	482	1561	1001	117	117	884	
3	-9.50	1123	284	1407	902	128	128	774	
3	-9.75	1105	319	1424	913	128	128	785	
3	-10.00	1067	354	1421	911	128	128	783	
3	-10.25	978	390	1368	877	128	128	749	
3	-10.50	1224	425	1649	1057	128	128	929	
3	-10.75	1702	460	2162	1386	128	128	1258	
3	-11.00	1706	496	2202	1412	128	128	1284	
3	-11.25	1705	531	2236	1433	128	128	1305	
4	-9.50	880	179	1059	679	122	122	557	
4	-9.75	889	214	1103	707	122	122	585	
4	-10.00	880	249	1129	724	122	122	602	
4	-10.25	848	285	1133	726	122	122	604	
4	-10.50	795	320	1115	715	122	122	593	
4	-10.75	728	355	1083	694	122	122	572	
4	-11.00	719	387	1106	709	122	122	587	
4	-11.25	984	414	1398	896	122	122	774	
5	-9.50	1052	175	1227	787	132	132	655	
5	-9.75	1068	211	1279	820	132	132	688	
5	-10.00	1045	246	1291	828	132	132	696	
5	-10.25	979	281	1260	808	132	132	676	
5	-10.50	828	317	1145	734	132	132	602	
5	-10.75	855	351	1206	773	132	132	641	
5	-11.00	1310	380	1690	1083	132	132	951	
5	-11.25	1415	416	1831	1174	132	132	1042	
6	-9.50	962	216	1178	755	137	137	618	
6	-9.75	1292	242	1534	983	137	137	846	
6	-10.00	1293	278	1571	1007	137	137	870	
6	-10.25	1266	313	1579	1012	137	137	875	
6	-10.50	1219	349	1568	1005	137	137	868	
6	-10.75	1151	384	1535	984	137	137	847	
6	-11.00	1362	419	1781	1142	137	137	1005	
6	-11.25	1480	455	1935	1240	137	137	1103	
7	-9.50	1086	227	1313	842	153	153	689	
7	-9.75	1124	262	1386	888	153	153	735	
7	-10.00	1123	297	1420	910	153	153	757	
7	-10.25	1074	332	1406	901	153	153	748	



Project:		Funderingsadvies nieuwbouw McDonald's aan de Havendorpweg te Vlissingen						$\xi_3$	=	1,30
Projectnummer:		2200640						$\xi_4$	=	1,30
Resultaten Draagkrachtberekening op druk										
Buisschroefpaal								$\alpha_p$	=	0,56
Paaldiameter [mm]:		500						$\alpha_s$	=	0,006
Sondering	PPN [m t.o.v. NAP]	Rb;cal;max [kN]	Rs;cal;max [kN]	Rc;cal;max [kN]	Rc;d [kN]	F;nk;rep [kN]	Fnk;d [kN]	Rc;net;d [kN]		
7	-10.50	1004	368	1372	879	153	153	726		
7	-10.75	1258	403	1661	1065	153	153	912		
7	-11.00	1291	438	1729	1108	153	153	955		
7	-11.25	1297	473	1770	1135	153	153	982		
8	-9.75	956	256	1212	777	171	171	606		
8	-10.00	916	287	1203	771	171	171	600		
8	-10.25	827	317	1144	733	171	171	562		
8	-10.50	774	348	1122	719	171	171	548		
8	-10.75	900	378	1278	819	171	171	648		
8	-11.00	1266	410	1676	1074	171	171	903		
8	-11.25	1540	445	1985	1272	171	171	1101		
9	-9.75	1009	244	1253	803	148	148	655		
9	-10.00	1010	272	1282	822	148	148	674		
9	-10.25	911	300	1211	776	148	148	628		
9	-10.50	746	329	1075	689	148	148	541		
9	-10.75	1079	355	1434	919	148	148	771		
9	-11.00	1420	387	1807	1158	148	148	1010		
9	-11.25	1419	423	1842	1181	148	148	1033		



## Verticale verplaatsing van de paalfundering

De paalkopzакking is berekend conform NEN-9997-1 § 7.6.4. De zакking van de lagen onder paalpuntniveau is berekend cf. NEN-9997-1 § 6.6.2 NEN-Bjerrum.

### Grondparameters

De representatieve waarden van de grondparameters van de verschillende bodemlagen zijn op basis van het grondonderzoek ingeschat aan de hand van tabel 2.b uit de NEN 9997, eventueel i.c.m. algemene/locale kennis en ervaring.

### Materiaalfactoren

- Volumiek gewicht	1
- Tangent hoek inwendige wrijving	1
- Ongedraineerde schuifsterkte	1
- Cohesie	1

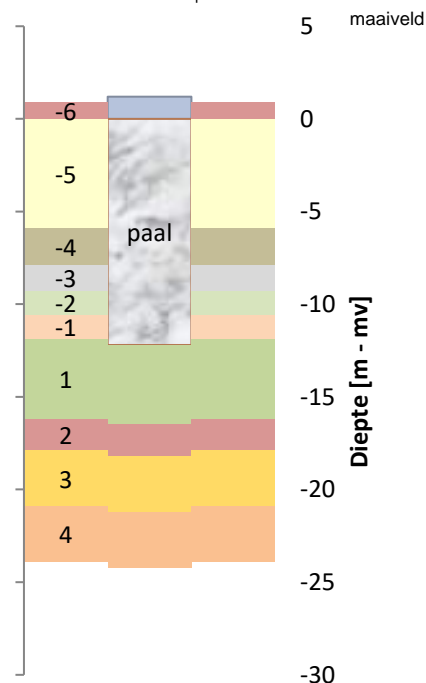
### Bodemeigenschappen (aanname)

Oorspronkelijke maaiveldhoogte	0,00 [m NAP]
Toekomstige maaiveldhoogte	0,00 [m NAP]
Hoge grondwaterstand	0,0 [m NAP]
Lage grondwaterstand	-1,0 [m NAP]
Pre-overburden pressure (POP)	2,0 [kN/m <sup>2</sup> ]

### Paaleigenschappen

Paaltype	Avegaarpaal
E-modulus [Gpa] (kern )	2,0E+01
Last-zakkingsdiagram	2
Paalkopniveau	1,20 [m tov NAP]
Paalpuntniveau	-11,00 [m tov NAP]
Startniveau schachtwrijving	-7,00 [m tov NAP]
Aantal palen (X x Y)	1 x 2

Dwarsdoorsnede bodemopbouw



Bovenaanzicht palenplan



Tabel: karakteristieke waarden van de gehanteerde grondparameters voor de oorspronkelijke bodemopbouw

laag	onderzijde [m NAP]	$\gamma$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$\gamma_{sat}$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$\phi'$ [°]	CR [-]	$C_\alpha$ [-]
-6	0,9	18,5	21,0	34,0	0,003	0,000
-5	-5,0	12,0	14,0	17,5	0,329	0,013
-4	-7,0	18,0	20,0	27,5	0,012	0,000
-3	-8,4	19,0	21,0	35,0	0,002	0,000
-2	-9,7	18,0	20,0	22,5	0,077	0,003
-1	-11,0	18,0	20,0	32,5	0,004	0,000
1	-15,3	18,0	20,0	32,5	0,004	0,000
2	-17,0	18,0	20,0	30,0	0,005	0,000
3	-20,0	18,0	20,0	27,5	0,012	0,000
4	-23,0	18,0	20,0	32,5	0,004	0,000

### Symbolen en eenheden

$\gamma$	volumieke gewicht van grond (natuurlijk)	kN/m <sup>3</sup>	Fc	Paalbelasting	kN
$\gamma_{sat}$	volumieke gewicht van verzadigde grond	kN/m <sup>3</sup>	Fnk	Negatieve kleef	kN
$\phi'$	effectieve hoek van inwendige wrijving	°	Fc;netto	Netto paalbelasting (Fc-Fnk)	kN
CR	compression ration (Cc/1+e0))	-	Sb	Paalpuntzакking tgv bovenbelasting	mm
Ca	secundaire samendrukkingsindex	-	Sel	Elastische verkorting paal	mm
			S1	Sb + Sel	mm
Rs	Schachtweerstand	kN	S2	Zакking tgv samendrukking lagen onder paal	mm
Rb	Puntweerstand	kN	Sd	Rekenwaarde paalkopzакking (= S1 + S2)	mm
Rc	weerstand van de grond op druk	kN	kv	statische veercoëfficiënt (Fc / Sd)	kN/mm

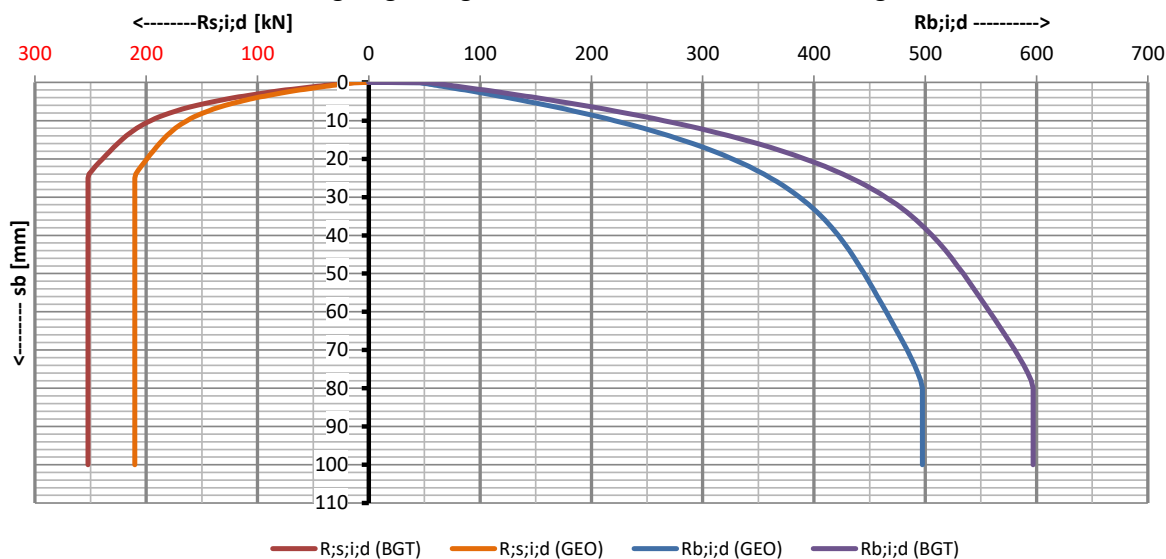


www.geosonda.nl

**Paaltype:** Avegaarpaal  
**Paalafmeting:** 400 mm  
**Paalpuntniveau:** -11,00 m tov NAP  
**Sondering:** 8

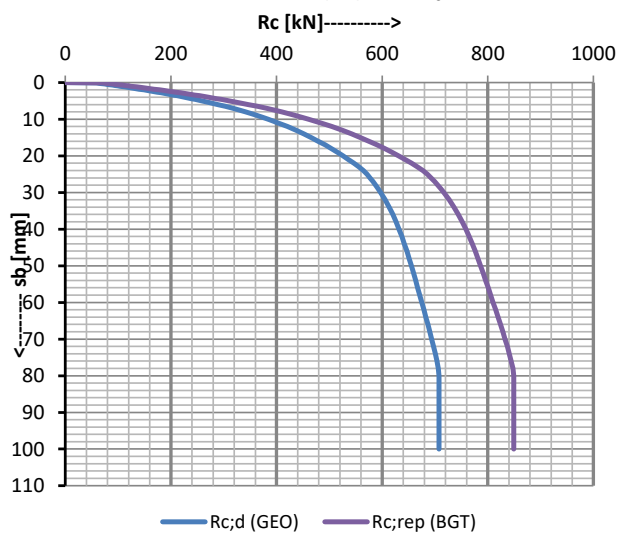
<b>Palenplan</b>	<b>x-richting:</b>	<b>y-richting:</b>
<b>aantal</b>	1	2
<b>hoh-afstand [m]</b>	nvt	2,0

Last / Zakking diagram : grenstoestand Geo en bruikbaarheidsgrenstoestand



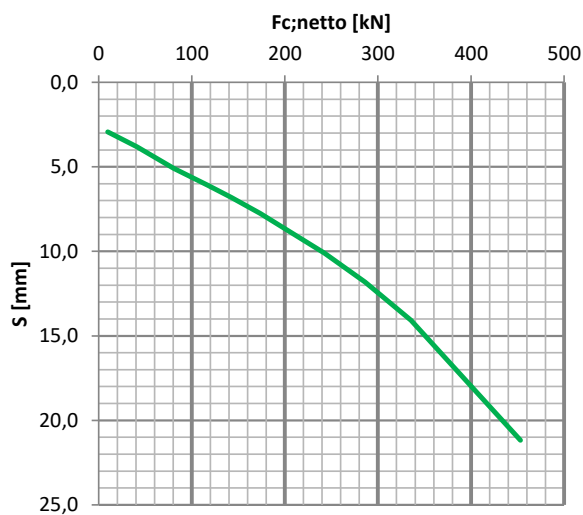
Last / Zakking diagram

Paalweerstand vs. paalpuntzakking



Last / zakking diagram

Netto paalbelasting vs paalkopzakking



UGT

$F_{c,d,netto}$ [kN]	$F_{nk,d}$ [kN]	$F_{c,d}$ [kN]	$S_{b,d}$ [mm]	$S_{el,d}$ [mm]	$S_{1,d}$ [mm]	$S_{2,d}$ [mm]	$S_{3,d}$ [mm]
571	137	708	80,0	4,0	84,0	0,8	84,8
569	137	706	78,0	4,0	82,0	0,8	82,8
567	137	704	76,0	4,0	80,0	0,8	80,7
564	137	701	74,0	3,9	77,9	0,8	78,7
560	137	697	72,0	3,9	75,9	0,8	76,7
557	137	694	70,0	3,9	73,9	0,8	74,7
553	137	690	68,0	3,9	71,9	0,8	72,7
546	137	683	64,0	3,9	67,9	0,7	68,6
329	137	466	15,0	2,9	17,9	0,3	18,2
12	137	149	2,0	1,4	3,4	0,0	3,4

BGT

$F_{c,netto}$ [kN]	$F_{nk}$ [kN]	$F_c$ [kN]	$S_b$ [mm]	$S_{el}$ [mm]	$S_1$ [mm]	$S_2$ [mm]	$S$ [mm]	$k_{v,rep}$ [kN/mm]	$k_{v,d}$ [kN/mm]
453	137	590	17,0	3,7	20,7	0,5	21,2	28	21
336	137	473	10,5	3,1	13,6	0,5	14,1	34	26
286	137	423	8,5	2,9	11,4	0,4	11,8	36	28
243	137	380	7,0	2,7	9,7	0,4	10,1	38	29
174	137	311	5,0	2,3	7,3	0,4	7,8	40	31
142	137	279	4,2	2,2	6,4	0,4	6,8	41	32
117	137	254	3,6	2,1	5,7	0,4	6,1	42	32
81	137	218	2,8	1,9	4,7	0,4	5,1	43	33
41	137	178	2,0	1,7	3,7	0,1	3,8	47	36
10	137	147	1,4	1,5	2,9	0,0	2,9	50	38

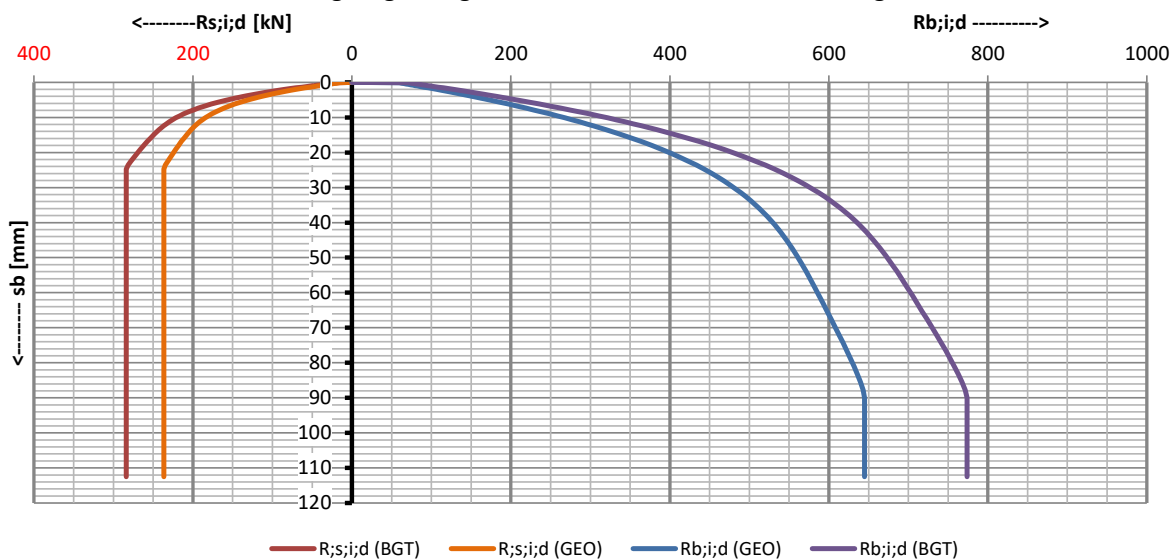


www.geosonda.nl

**Paaltype:** Avegaarpaal  
**Paalafmeting:** 450 mm  
**Paalpuntniveau:** -11,00 m tov NAP  
**Sondering:** 8

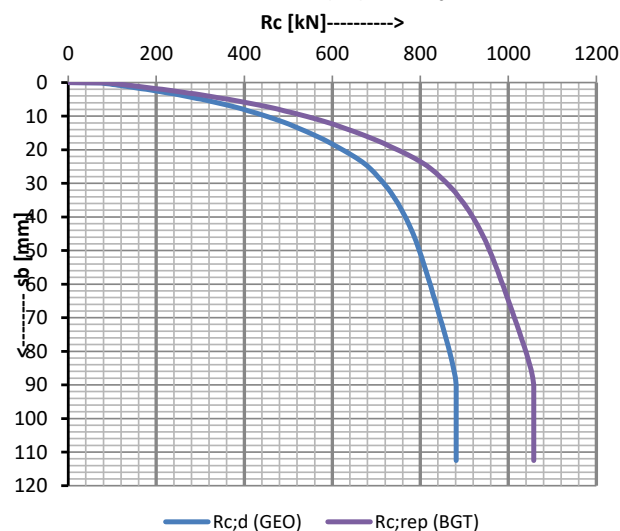
<b>Palenplan</b>	<b>x-richting:</b>	<b>y-richting:</b>
aantal	1	2
hoh-afstand [m]	nvt	2,0

Last / Zakking diagram : grenstoestand Geo en bruikbaarheidsgrenstoestand



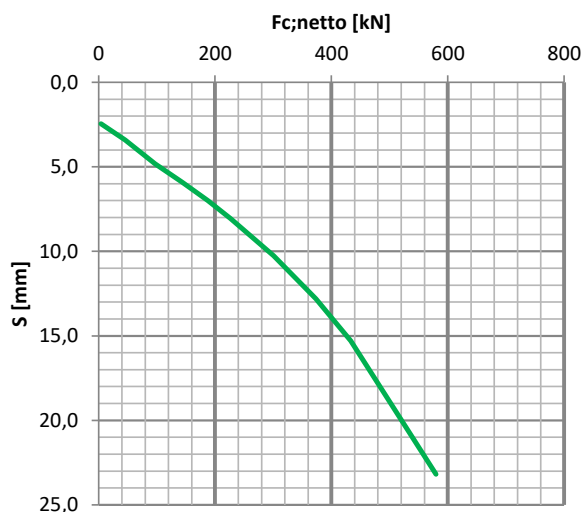
Last / Zakking diagram

Paalweerstand vs. paalpuntzakking



Last / zakking diagram

Netto paalbelasting vs paalkopzakking



UGT

Fc;d,netto [kN]	Fnk;d [kN]	Fc;d [kN]	Sb;d [mm]	Sel;d [mm]	S1;d [mm]	S2;d [mm]	S;d [mm]
727	154	881	90,0	3,8	93,8	0,9	94,7
726	154	880	87,8	3,8	91,5	0,9	92,4
722	154	876	85,5	3,8	89,3	0,9	90,2
718	154	872	83,3	3,8	87,0	0,9	87,9
714	154	868	81,0	3,8	84,8	0,9	85,6
710	154	864	78,8	3,7	82,5	0,9	83,4
705	154	859	76,5	3,7	80,2	0,9	81,1
695	154	849	72,0	3,7	75,7	0,8	76,5
407	154	561	15,8	2,7	18,4	0,3	18,8
12	154	166	1,8	1,2	3,0	0,0	3,0

BGT

Fc,netto [kN]	Fnk [kN]	Fc [kN]	Sb [mm]	Sel [mm]	S1 [mm]	S2 [mm]	S [mm]	kv;rep [kN/mm]	kv;d [kN/mm]
580	154	734	19,1	3,6	22,7	0,5	23,2	32	24
433	154	587	11,8	3,0	14,8	0,5	15,3	38	30
373	154	527	9,6	2,7	12,3	0,5	12,8	41	32
301	154	455	7,3	2,5	9,8	0,5	10,3	44	34
227	154	381	5,4	2,2	7,6	0,5	8,1	47	36
187	154	341	4,5	2,0	6,5	0,5	7,0	49	38
144	154	298	3,6	1,9	5,5	0,5	5,9	50	39
97	154	251	2,7	1,7	4,4	0,4	4,8	52	40
46	154	200	1,8	1,5	3,3	0,1	3,4	59	45
4	154	158	1,1	1,3	2,5	0,0	2,5	64	50

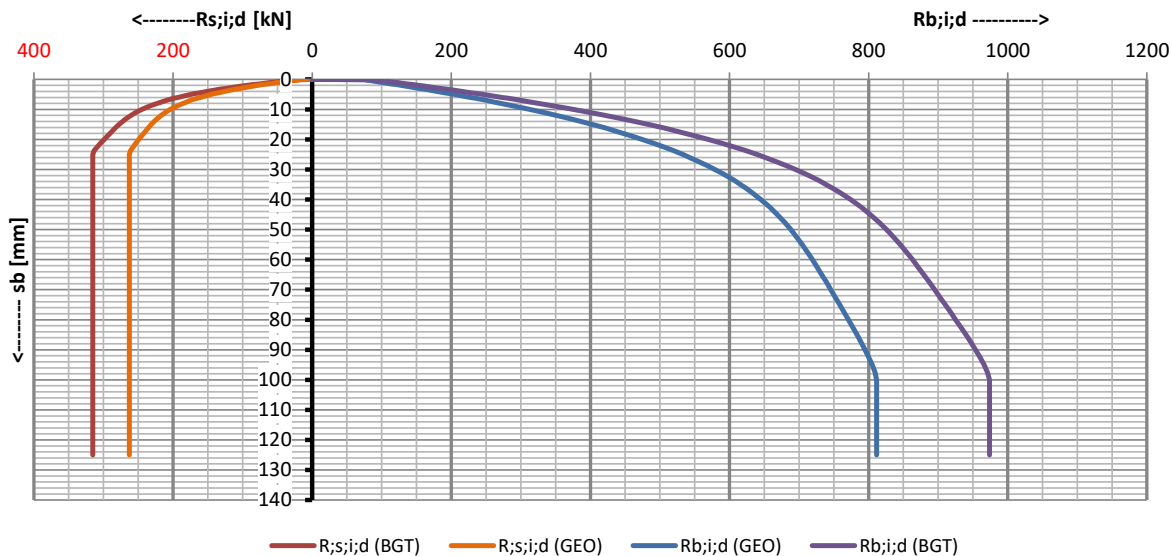


www.geosonda.nl

**Paaltype:** Avegaarpaal  
**Paalafmeting:** 500 mm  
**Paalpuntniveau:** -11,00 m tov NAP  
**Sondering:** 8

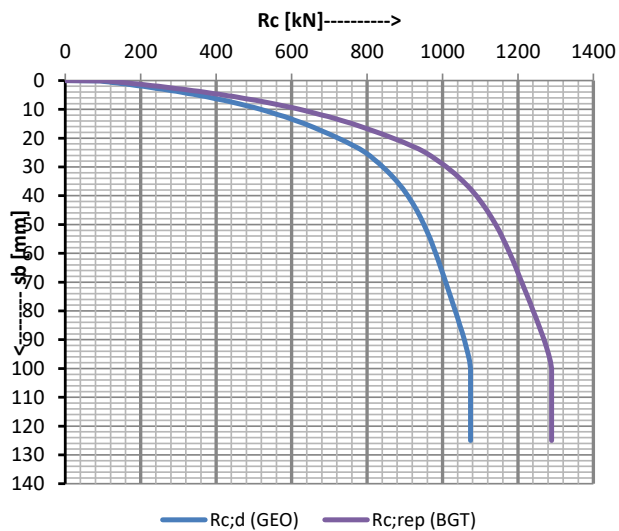
<b>Palenplan</b>	<b>x-richting:</b>	<b>y-richting:</b>
<b>aantal</b>	1	2
<b>hoh-afstand [m]</b>	nvt	2,0

Last / Zakking diagram : grenstoestand Geo en bruikbaarheidsgrenstoestand



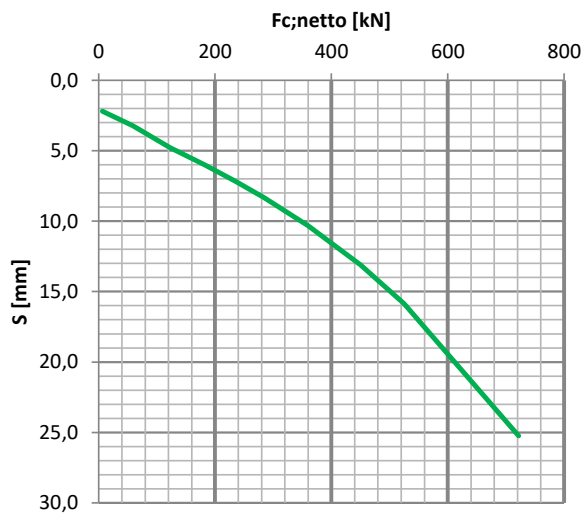
Last / Zakking diagram

Paalweerstand vs. paalpuntzakking



Last / zakking diagram

Netto paalbelasting vs paalkopzakking



UGT

Fc;d;netto [kN]	Fnk;d [kN]	Fc;d [kN]	Sb;d [mm]	Sel;d [mm]	S1;d [mm]	S2;d [mm]	S;d [mm]
903	171	1074	100,0	3,7	103,7	1,0	104,7
901	171	1072	97,5	3,7	101,2	1,0	102,1
897	171	1068	95,0	3,6	98,6	1,0	99,6
892	171	1063	92,5	3,6	96,1	1,0	97,1
887	171	1058	90,0	3,6	93,6	1,0	94,6
881	171	1052	87,5	3,6	91,1	1,0	92,1
875	171	1046	85,0	3,6	88,6	0,9	89,5
863	171	1034	80,0	3,5	83,5	0,9	84,5
510	171	681	17,5	2,6	20,1	0,4	20,4
21	171	192	1,8	1,1	2,9	0,0	2,9

BGT

Fc;d;netto [kN]	Fnk [kN]	Fc [kN]	Sb [mm]	Sel [mm]	S1 [mm]	S2 [mm]	S [mm]	kv;rep [kN/mm]	kv;d [kN/mm]
722	171	893	21,3	3,4	24,7	0,6	25,2	35	27
525	171	696	12,5	2,8	15,3	0,6	15,9	44	34
450	171	621	10,0	2,6	12,6	0,5	13,1	47	36
360	171	531	7,5	2,3	9,8	0,5	10,3	51	40
284	171	455	5,8	2,0	7,8	0,5	8,3	55	42
235	171	406	4,8	1,9	6,6	0,5	7,2	57	44
182	171	353	3,8	1,7	5,5	0,5	6,0	59	45
123	171	294	2,8	1,6	4,3	0,5	4,8	61	47
59	171	230	1,8	1,4	3,1	0,1	3,2	71	55
6	171	177	1,0	1,2	2,2	0,0	2,2	81	62

## **Bijlage C** Algemene richtlijnen uitvoering en ontwerp en definities



### Algemeen

Bij de uitvoering moet zijn gecontroleerd of aan de onderstaande uitgangspunten van het ontwerp van de fundering is voldaan:

- ◆ de grondgesteldheid, de grondwatertoestand en mogelijk andere omgevingsfactoren mogen niet ongunstiger zijn dan is aangenomen ten behoeve van het ontwerp. Hiertoe dient onder meer te worden nagegaan of het grondonderzoek voldoet aan de onderzoeksrichtlijnen uit de NEN 9997-1;
- ◆ de positie, diepte en afmetingen van de fundering moeten overeenstemmen met de ontwerpspecificaties;
- ◆ de kwaliteit van de constructieve onderdelen moet voldoen aan de desbetreffende materiaaleisen en de funderingselementen mogen niet zijn beschadigd;
- ◆ indien de nieuwe fundering zich binnen het belastingsspreidingsgebied van de bestaande fundering bevindt, moet de noodzaak van extra voorzieningen zijn overwogen.
- ◆ de aanleg van een fundering nabij een bestaande fundering moet voorzichtig en volgens de aanwijzingen in het geotechnisch ontwerprapport zijn uitgevoerd. Hiertoe is informatie noodzakelijk omtrent de constructieve opbouw van deze belendingen, incl. de funderingswijze van de draagconstructie en de begane grondvloeren. Dit geldt in het bijzonder voor ontgravingen dieper dan het aanlegniveau van de fundering van op staal gefundeerde belendingen. Dergelijke ontgravingen verminderen de draagkracht van de bestaande fundering en dienen daarom zoveel mogelijk te worden voorkomen. Daarnaast is de bouwkundige staat, waarin de panden zich bevinden, van belang.

### Definities

<i>aanlegniveau</i>	Niveau van de onderkant van het funderingselement (c.q. het constructieve element) ten opzichte van een referentieniveau
<i>afgeleide waarde</i>	Uit proefresultaten verkregen waarde van een geotechnische parameter via een theoretische beschouwing, correlatie of ervaring
<i>belasting</i>	Elke oorzaak van krachten op of van vervormingen in een bouwconstructie, uitgezonderd het eigen gewicht van het funderingselement
<i>bezwijkvlak</i>	Afschuifvlak dat in de grond ontstaat bij de ontwikkeling van de maximumdraagkracht
<i>constructie</i>	Systematisch samenstel van gekoppelde onderdelen, waaronder begrepen tijdens de uitvoering van het bouwwerk aangebracht aanvul-/ophoogmateriaal, ontworpen voor het dragen van belastingen en het leveren van voldoende stijfheid
<i>doorponsen</i>	Bezwijkmechanisme waarbij in een gelaagde grondopbouw een tussenlaag met lagere sterkteparameters maatgevend is bij de berekening van de maximumdraagkracht
<i>fundering op valse putten/ diepfunderingsputten</i>	Tussenvorm palen en staal, met elementen met een diepte <u>tussen circa 3 en 5 x de breedte</u> . Een diepfundering kan interessant zijn wanneer pas op een diepte van 2 tot 4 m een draagkrachtige bodemlaag aanwezig is en voor een normale fundering op staal te veel grondwerk zou zijn vereist.
<i>fundering op palen</i>	Fundering bestaande uit elementen met een <u>diepte &gt; 5 x de breedte/diameter</u> . Een fundering op palen wordt doorgaans toegepast in gebieden met slappe of heterogene bodem, bij uitbreiding van bestaande bebouwing (om zettingsverschillen te voorkomen) en/of bij zeer hoge funderingsbelastingen.
<i>fundering op staal</i>	Fundering waarbij de gronddekking ten hoogste vijfmaal de kleinste afmeting in het horizontale vlak op het aanlegniveau bedraagt. Een fundering op staal is vaak goedkoper dan een fundering op palen, wanneer op geringe diepte goede, draagkrachtige bodemlagen aanwezig zijn. Bij samendrukbare bodem is het vaak niet goed mogelijk om een fundering op staal te realiseren, omdat de zettingen dan te groot zouden worden.
<i>funderingselement</i>	Als eenheid fungerend onderdeel van de fundering van een bouwwerk, zoals een poer, al dan niet op palen, een funderingsstrook of een op palen gefundeerde balk of wand of een paal onder een funderingsplaat
<i>funderingsoppervlak</i>	Oppervlak op de scheiding tussen funderingselement en de grond, waar de belasting wordt overgedragen
<i>geotechnische constructie</i>	Constructie waarbij de mechanische eigenschappen van de grond bepalend zijn voor de stabiliteit, de maximale draagkracht en de vervormingen. Voorbeelden van geotechnische constructies zijn dijken en dammen, grondophogingen, taluds van ontgravingen, funderingen, damwandconstructies, kademuren en tunnels.
<i>grond</i>	Samenstel van minerale of organische deeltjes, poriënwater en lucht
<i>gronddekking</i>	Minimumwaarde van de permanent aanwezige zijdelingse grondopsluiting van het funderingselement binnen het invloedsgebied (tijdens de levensduur van het bouwwerk, dus ook als deze slechts tijdelijk voorkomt).
<i>gronddruk</i>	Totale druk in een bepaalde richting in een punt van een grondmassa onder invloed van het eigen gewicht van grond, het grondwater en de op de grondmassa aangrijpende uitwendige belastingen
<i>grondverbetering</i>	Het op kunstmatige wijze verbeteren van grond, waarbij aan het materiaal en aan de uitvoering kwaliteitseisen zijn gesteld
<i>grondwaterdruk</i>	Druk in het poriënwater in een punt van een grondmassa

<i>grondwaterstand</i>	Hoogte van een punt waar de druk in het grondwater gelijk is aan de atmosferische druk
<i>grondweerstand</i>	Gronddruk die optreedt over het deel van de wand of het funderingselement dat zich in de richting tegengesteld aan de richting van de gronddruk verplaatst
<i>hydraulische gradiënt</i>	Verskil in stijghoogte (1.5.2.137) tussen twee punten gedeeld door de afstand tussen die twee punten
<i>invloedsdiepte</i>	Maatgevende diepte van het bezwijkvlak ten opzichte van de onderkant van het funderingselement
<i>invloedsgebied</i>	Oppervlak dat wordt gebruikt om de omvang van het grondonderzoek te bepalen
<i>materiaalfactor</i>	Partiële factor waardoor de representatieve waarde van een materiaaleigenschap moet worden gedeeld om de rekenwaarde van die eigenschap te verkrijgen
<i>maximumdraagkracht op druk</i>	Maximale door de grond uitgeoefende weerstandskracht bij indringing van het funderingselement in de grond
<i>maximumpunt draagkracht</i>	Maximale door de grond uitgeoefende weerstandskracht op de paalpunt bij indringing van de paal in de grond
<i>maximumschachtwrijvingskracht</i>	Maximale door de grond op de paalschacht uitgeoefende wrijvingskracht bij indringing van de paal in de grond
<i>negatieve kleeft</i>	Neerwaartse belasting op een paal door verplaatsingen van grond ten gevolge van consolidatie, belendende belastingen, kruipvervorming in de grond.
<i>ondergrond</i>	Voor de start van de uitvoering van het bouwwerk aanwezig(e) grond, gesteente en aanvul-/ophoogmateriaal
<i>paalpunt</i>	Onderste volle doorsnede van de paalvoet
<i>paalpuntniveau</i>	Niveau in de grond waarop de paalpunt is geplaatst ten opzichte van een referentieniveau
<i>paalschacht</i>	Deel van de paal tussen de paalvoet en de paalkop
<i>paalvoet</i>	Geometrische vorm van het onderste deel van de paal dat al dan niet kan zijn verbreed
<i>partiële factor</i>	Factor waarmee (of waardoor) een representatieve waarde wordt vermenigvuldigd (of gedeeld) om een rekenwaarde te verkrijgen. De partiële factoren behoren onzekerheden in belastingen en materiaaleigenschappen, alsmede in rekenmodellen in rekening te brengen en zijn afhankelijk van het vereiste betrouwbaarheidsniveau.
<i>proefbelasting</i>	Proef waarbij door het aanbrengen van een belasting de maximale draagkracht op druk of de uiterste trekweerstand van een paal en het vervormingsgedrag worden bepaald ten behoeve van het ontwerp of de toetsing van een paalfundering
<i>stijfheid</i>	Weerstand van het materiaal tegen vervorming
<i>stijghoogte</i>	Som van de drukhoogte van het grondwater in een punt in de grond en de plaatshoogte van dat punt
<i>terreinproef</i>	Grondmechanische proef, uitgevoerd in een onderzoekspunt op het bouwterrein voor de directe of indirecte bepaling van de grondeigenschappen die van belang zijn voor het ontwerp van de geotechnische constructie tot de vereiste diepte
<i>verplaatsing</i>	Verplaatsing omlaag (zakking), omhoog (rijzing) of horizontaal van de bovenkant van een funderingselement of een onderdeel daarvan onder een belasting
<i>weerstand</i>	Vermogen van een onderdeel, of van een dwarsdoorsnede van een onderdeel van een constructie om belastingen over te dragen zonder mechanisch te bezwijken, bijvoorbeeld de grondweerstand, buigweerstand, knikweerstand of trekweerstand
<i>zakking</i>	Afname van de hoogteligging van een punt van een constructie
<i>zetting</i>	Geleidelijk en min of meer gelijkmatig afnemen van de hoogteligging van het maaiveld of de ontgravingsbodem (cunetbodem) waarop een constructie is aangelegd
<i>zijdelings wegpersen 'squeezing'</i>	Bezwijkmechanisme waarbij een dunne slappe cohesieve tussenlaag in voornamelijk horizontale richting wordt weggeperst

#### Afstand WKO-boringen tot fundering

Bij de uitvoering van een mechanische boring direct naast een gebouw of constructie (zoals een viaduct, dijklichaam, spoor, weg, riolering, etc.) moet men rekening houden met mogelijke negatieve effecten op (de fundering van) deze bouwwerken of constructies als gevolg van de grondontspanning die de boring veroorzaakt. Deze grondontspanning ontstaat bij het plaatsen van een eventuele mantelbuis en bij het boorproces.

Schade aan gebouwen en constructies kan worden voorkomen, door de boring op veilige afstand hiervan te plaatsen. Conform de uitvoeringseisen uit SIKB Protocol 2101 "Mechanisch boren", versie 4.0 d.d. 1 februari 2018 geldt dat, tenzij anders overeengekomen, een boring op een afstand van minimaal 10 x de boorgatdiameter van een bestaand gebouw of constructie dient te worden geplaatst en 15 x de boorgatdiameter van een bekend c.q. gepland gebouw of constructie.

### Grondwater

Tijdens de uitvoering van de werkzaamheden moet de bodem van de sleuf of de put droog zijn, tenzij speciale maatregelen zijn genomen om uitspoeling van beton of bindmiddelen te voorkomen. Wanneer de grondwaterstand te hoog is, kan mede afhankelijk van de waterdoorlatendheid van het toegepaste zand, de ondergrond en de gebruikte verdichtingsapparatuur, een "drijfzand"-situatie ontstaan. Een verlaging van de grondwaterstand is doorgaans middels een van de volgende drie bemalingsmethoden te realiseren:

- ◆ horizontale drains in en rond de bouwput
- ◆ korte (vacuüm)filters rondom de bouwput, h.o.h. 2 m geplaatst, met zuigleiding aan een zuigperspomp verbonden
- ◆ plaatsing van enige grote en diepe deepwell-pompputten met een flinke reikwijdte met betrekking tot de verlaging van de grondwaterstand.
- ◆ Van geval tot geval dient dit apart te worden bekeken of een bemalingsadvies is vereist. De noodzaak hiertoe kan onder meer afhankelijk zijn van de ligging van de bouwplaats (binnen of buiten beschermd gebied), het verwachte onttrekkingsdebiet/waterbezwaar (aanvraag vergunningen bij overschrijding vergunningsgrens) en invloed naar de omgeving (aanwezigheid van monumentale panden, of bomen).

Ons bureau kan hieromtrent nader adviseren en desgewenst en indien van toepassing de (MER-) vergunnings- of meldingsprocedure verzorgen.

### Ophogingen

- ◆ In het ontwerp van ophogingen behoort te zijn gewaarborgd dat:
  - ◆ de draagkracht van de ondergrond voldoende is;
  - ◆ de drainage van de verschillende lagen van de ophoging voldoende is;
  - ◆ de doorlatendheid van het aanvulmateriaal in dammen zo laag is als vereist;
  - ◆ filterlagen of geokunststoffen waar nodig zijn voorgeschreven om aan de filtercriteria te voldoen;
  - ◆ het aanvulmateriaal is voorgeschreven volgens de criteria in 5.3.2. Bij ophogingen op een ondergrond met een lage sterkte en een hoge samendrukbaarheid moet de uitvoeringsprocedure zo worden voorgeschreven, dat de draagkracht niet wordt overschreden en dat tijdens de uitvoering geen grote zettingen of bewegingen optreden.
- ◆ Indien op samendrukbare grond een ophoging in lagen wordt aangebracht, moeten waterspanningsmetingen te worden uitgevoerd om er zeker van te zijn dat de grondwaterdrukken zijn afgenomen tot voldoende lage waarden voordat de volgende laag wordt aangebracht.
- ◆ Taluds, die zijn blootgesteld aan erosie, moeten worden beschermd. Indien in het ontwerp bermen zijn voorzien, moet een drainagemogelijkheid voor de bermen zijn voorgeschreven. De taluds moeten gedurende het aanbrengen van de ophoging worden afgedekt en daarna worden beplant, voor zover van toepassing.
- ◆ Bij ophogingen bestemd voor verkeer behoort de vorming van ijsaanslag op het wegdek te worden voorkomen. De thermische capaciteit van een wegdek op een isolatielaag of op een lichtgewicht aanvulmateriaal kan hoog genoeg zijn om dit te vermijden. De indringdiepte van vorst aan de kruin van een dam behoort te zijn beperkt tot een aanvaardbaar niveau.
- ◆ Bij het ontwerp van het talud van een ophoging behoort rekening te zijn gehouden met kruipvervormingen in het talud gedurende vorst en dooi, ongeacht de taludstabiliteit in droge toestand. Dit is vooral belangrijk in overgangszones, bijvoorbeeld bij landhoofden van bruggen.



GEOSONDA

Curieweg 19 | 2408 BZ Alphen aan den Rijn | +31 (0) 172 449 822

Franse Akker 13 | 4824 1L Breda | +31 (0) 76 522 0566

[info@gesonda.nl](mailto:info@gesonda.nl)

[www.geosonda.nl](http://www.geosonda.nl)



ABO-Group ([www.abo-group.eu](http://www.abo-group.eu)) is een verzameling van gespecialiseerde ingenieursbureaus gericht op geotechniek, milieu en bodemsanering. ABO-Group is via haar ingenieursbureaus actief in België, Nederland en Frankrijk.



#### BODEM

Bodemonderzoek, grondverzetstudies, sediment- en baggerspecie-onderzoek, bodemsaneringsprojecten, archeologie, asbest



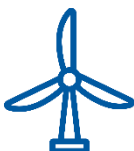
#### MILIEU

Milieuaudits, vergunningen, natuur- en landinrichting, natuurlijke rijkdommen en biodiversiteit, brownfieldmanagement



#### GEOTECHNIEK

Veldonderzoek: sonderingen, boringen, akoestisch doormeten palen  
Advisering: fundering, zetting, stabiliteit, damwand, bouwput, verharding, bemaling, infiltratie, wateroverlast, trillingen



#### ENERGIE

Laboratorium: classificatie, sterkte en consolidatie  
Energiestudies en -plannen, certificaten, energiebuffering en 'smart grids', energie- en procesmetingen, studies klimaatverandering

Visit our website:

