

**Rapport betreffende
fundering nieuwbouw Fokker Aerospace
aan de Industrieweg
te Papendrecht**

Opdracht nummer	AA13733-1
Datum rapport	20 november 2013

**Rapport betreffende
fundering nieuwbouw Fokker Aerospace
aan de Industrieweg
te Papendrecht**

Opdracht nr.	AA13733-1
Datum rapport	20 november 2013
Opdrachtgever	Fokker Technologies Holding bv Industrieweg 4 3351 LB Papendrecht
Projectbegeleiding	Akroconsult Postbus 97662 2509 GB Den Haag
Constructeur	IMD Raadgevende Ingenieurs Postbus 50521 3007 JA Rotterdam 010 2012360

Bijlagen

- tabel paalpuntniveaus	1
- bepaling negatieve kleeft	2.1 t/m 2.3
- berekening draagvermogen	3.1 t/m 3.8
- bepaling paalkopzakking	4.1 t/m 4.3
- sondeergrafieken met kleeftmeting	01 t/m 09 en 101 t/m 104
- handboorstaten	S101 en S102
- situatie sondeerpunten	T01

rapportcontrole: Th. de Wit

dd.

opgesteld door: J.J.A. Geertse

INLEIDING

Op 1 oktober 2013 ontving Geomet van Fokker Technologies Holding de opdracht voor het uitbrengen van een geotechnische adviezen. Het betreft de nieuwbouw van het hoofdkantoor van Fokker Aerospace aan de Industrieweg te Papendrecht. Aan één zijde van het gebouw wordt het terrein opgehoogd tot aan het dijklichaam van de huidige Industrieweg en de primaire waterkeringsdijk.

In verband met de ophoging van een deel van het terrein kunnen de funderingspalen van de nieuwbouw horizontaal worden belast door gronddruk. Op basis van een voorlopig funderingsadvies dd 7 november 2013 is de beschouwing van de invloed van de terreinophoging op de nieuwe paalfundering uitgewerkt en gepresenteerd in het rapport AA13733-2 dd 14 november 2013.

In aansluiting op de reeds verstrekte gegevens bevat dit rapport de resultaten van het grondonderzoek alsmede het definitief funderingsadvies.

GRONDONDERZOEK

Ten behoeve van de nieuwbouw werden 9 diepsonderingen uitgevoerd, waarbij tevens de plaatselijke mantelwrijving is gemeten. Ter plaatse van de Industrie en de waterkeringsdijk zijn 4 sonderingen met kleefmeting uitgevoerd. Het resultaat is gepresenteerd op de sondeergrafieken 01 t/m 09 en 101 t/m 104. De diepte op de sondeergrafieken is gegeven in meters ten opzichte van NAP. In verband met de aanwezigheid van kabels en leidingen zijn de sonderingen 101 en 102 voorgeboord. De aangetroffen bodemopbouw is beschreven op de handboorstaten S101 en S102. De uitzetgegevens zijn vermeld op de bijgevoegde situatie T01.

De sonderingen zijn uitgevoerd met een elektrische conus met hellingmeter conform NEN 5140. Met de elektrische conus vindt een directe en continue meting plaats van zowel de weerstand aan de conuspunt als van de wrijving langs de kleefmantel. De continue registratie van de ondervonden bodemweerstand verzekert een gedetailleerd beeld van de bodemopbouw. Dit geldt niet alleen voor wat betreft de sterkte van de bodem, maar tevens met betrekking tot de aard van de aanwezige grondlagen.

De verhouding tussen wrijvingsweerstand en conusweerstand, het zogenaamde wrijvingsgetal, heeft namelijk voor iedere grondsoort een andere waarde. Als indicatie gelden voor de gladde elektrische conus bij normaal geconsolideerde gronden onder de grondwaterstand de navolgende relaties:

<u>wrijvingsgetal in %</u>	<u>grondsoort</u>
0,3 – 1,2	zand, grof tot fijn
1,5 – 2,0	silt
2,5 – 5,0	klei
> 5,0	veen

Tussen de verschillende grondsoorten komen overgangsvormen voor waardoor de aangegeven grenzen niet als hard zijn te beschouwen.

In de conus bevindt zich een hellingmeter waardoor een controle mogelijk is op een eventueel afwijken van de verticaal. De gemeten afwijkingen zijn gepresenteerd op de sondeergrafieken. Bijzondere afwijkingen zijn niet vastgesteld.

BODEMGESTELDHEID

Het project ligt aan de Industrieweg te Papendrecht. Het maaiveldpeil ter plaatse van de sondeerpunten op de bouwlocatie varieerde tijdens het grondonderzoek van 0,36 m+ NAP tot 0,64 m+ NAP. Het maaiveldpeil ter plaatse van de sondeerpunten op de Industrieweg en de waterkeringsdijk varieerde van 3,35 m+ NAP tot 4,93 m+ NAP. De puthoogte in de Industrieweg is ingemeten op 3,51 m+ NAP.

De grondwaterstand lag tijdens de uitvoering van het onderzoek in oktober 2013 op ca 0,2 m- NAP. Opgemerkt wordt dat dit een serie éénmalige waarnemingen betreft. De freatische grondwaterstand varieert en is afhankelijk van neerslagoverschot, bodemopbouw en afstand tot open water. Het open waterpeil werd vastgesteld op 0,3 m- NAP.

Uit de resultaten van het grondonderzoek kan op de bouwlocatie de navolgende bodemopbouw worden afgeleid:

<u>Diepte in m- NAP</u>		<u>Bodembeschrijving</u>
m.v.	- 0,5 à 1,0	<u>ZAND</u> en <u>KLEI</u> , toplaag, deels opgebracht
0,5 à 1,0	- 6,5 à 7,0	<u>ZAND</u> , los tot matig vast gepakt, lokaal een klei- en/of siltlaagje
6,5 à 7,0	- ca 12,0	<u>KLEI</u> , sterk silthoudend, plaatselijk een zandhoudende laag
ca 12,0	- 13,0 à 13,5	<u>VEEN</u> en <u>KLEI</u> , basislaag Holocene
13,0 à 13,5	- 23,5 à 25,0	<u>ZAND</u> , vast tot zeer vast gepakt, lokaal een silthoudende laagje, Pleistoceen
23,5 à 25,0	- ca 31,5	<u>ZAND</u> , <u>KLEI</u> en <u>SILT</u> , afwisselende lagen, overgeconsolideerd
ca 31,5		maximaal verkende diepte

Bij de sonderingen 01, 04, 07 en 104 is de bodemopbouw afwijkend. De klei- en veenlagen tussen 7,0 en 13,5 m- NAP zijn hier grotendeels afwezig. In plaats daarvan zijn de grondlagen zeer sterk zandhoudend.

De bodemopbouw betreft een zo goed mogelijke inschatting, welke is gebruikt voor de adviezen. Hieraan kunnen geen rechten worden ontleend ten aanzien van samenstelling en eventuele bijmengingen van de grond.

FUNDERINGSADVIES

Gelet op de aangetroffen bodemopbouw komt alleen een fundering op palen in aanmerking. In overleg met de constructeur is besloten een fundering op gladde prefab betonpalen nader uit te werken.

Het huidig maaiveld ligt op ca 0,5 m+ NAP. Aan 1 zijde wordt aangevuld met zand tot ca 4,0 m+ NAP. Aan weerszijde van de nieuwbouw is een talud aanwezig tot het oorspronkelijke maaiveldniveau. Bij de berekeningen wordt onderscheid gemaakt tussen "hoge maaiveld" en "lage maaiveld". Bij de bepaling van de negatieve kleeft is voor het "lage maaiveld" een waarde van 0,5 m+ NAP gehanteerd en voor het "hoge maaiveld" een gemiddeld niveau van 2,0 m+ NAP. Naast de hogere negatieve kleeft op de palen moet in de constructie ook rekening worden gehouden met een extra negatieve kleeft langs de kelderwand van ca $4,0 \times 17 \times 0,25 \times 4,0 \times 0,5 = 34 \text{ kN/m}^1$. Voor de palen naast de kelder is het gemiddelde maaiveld op 4,0 m+ NAP aangehouden.

Bij de sonderingen 01, 04 en 07 is gelet op het zeer sterk zandhoudende karakter van de grondlagen geen negatieve kleeft meegenomen.

De uit de constructie bepaalde rekenwaarde van de optredende belasting volgens NEN-EN 1990 en NEN-EN 1991 is 1200 kN en 1500 kN. De aan te houden paalafmeting is in principe #400 mm en #450 mm. Er moet rekening worden gehouden met zwaar heiwerk.

Het per sondering aan te houden paalpuntniveau is gegeven in de overzichtstabel op bijlage 1. Het "hoge maaiveld" moet meegenomen worden t/m het tweede stramien. Er is getracht per deelgebied zoveel mogelijk een gelijk inheinniveau aan te houden. Indien het gewenst is een gelijk paalpuntniveau te verkrijgen, dan dient plaatselijk rekening te worden gehouden met een reductie van de paalbelasting, één en ander zoals aangegeven in de overzichtstabel.

berekeningen

De berekeningen zijn uitgevoerd volgens NEN 9997-1+ C1:2012. Hierin zijn NEN-EN 1997-1+ C1:2012+ NB:2012 opgenomen zodat berekeningen voldoen aan de eisen van het Bouwbesluit 2012. De constructie is als een niet-stijf bouwwerk beschouwd. Ten aanzien van het grondonderzoek wordt gesteld dat voor ieder deelgebied tenminste 3 representatieve sonderingen zijn uitgevoerd. Bij bepaling van de rekenwaarde van de maximale draagkracht zijn op basis van de bovengenoemde randvoorwaarden correlatiefactoren $\xi_3 = 1,30$ en $\xi_4 = 1,30$ vastgesteld.

De maximale draagkracht van de paalpunt is berekend met de 4D/8D methode van Koppejan. Verder zijn α_p , β en s gelijk aan 1,0 gesteld. De maximale schachtwrijving is bepaald aan de hand van een percentage van de gemiddelde conusweerstand. De aan te houden paalklassefactor α_s is 0,010.

De betrouwbaarheidsklasse RC1 t/m RC3 volgens NEN-EN 1990/NB heeft geen invloed op de berekende draagkracht van de paalfundering, maar bepaalt wel de rekenwaarde van de optredende belasting uit de constructie.

Iedere sondering is in principe als een afzonderlijk rekenelement te beschouwen, maar bij de bepaling van het paalpuntniveau wordt ook rekening gehouden met de resultaten van omliggende sonderingen. In bijlage 1 zijn de geadviseerde puntniveaus vermeld en op bijlage 3.1 t/m 3.8 de berekeningsresultaten. Voor de tabellen geldt dat de berekening plaatsvindt op basis van de door de adviseur geïnterpreteerde waarden vanuit de sonderingen. Praktische aspecten van paalinstallatie zijn deels meegewogen bij bepaling van het draagvermogen.

Bij een uniforme bodemopbouw mag het draagvermogen worden gelijkgesteld aan de gemiddelde waarde op basis van ξ_3 , waarbij tevens geldt dat deze niet hoger mag zijn dan de laagste waarde met ξ_4 in de betreffende groep. Bij toepassing van een gemiddelde waarde van de draagkracht mag de variatiecoëfficiënt maximaal 12% zijn. Bij dit project is niet gerekend met een draagvermogen op basis van een gemiddelde.

Bij het bepalen van de benodigde inheinniveaus is rekening gehouden met het ontstaan van negatieve kleeft langs de paalschacht. De samendrukbare lagen boven de vaste zandlaag kunnen hierdoor een zetting ondergaan die groter is dan de paalverplaatsing welke nodig is voor het ontwikkelen van het draagvermogen. Een berekening van de negatieve kleeftbelasting volgens NEN 9997-1 is op bijlage 2.1 t/m 2.3 gepresenteerd.

paalwapening en betonkwaliteit

De wapening en betonkwaliteit moeten door de constructeur of leverancier worden bepaald op basis van optredende belastingen in gebruiksfase en uitvoeringsfase. Bij de dimensionering moet rekening worden gehouden met horizontale grondverplaatsingen en trekbelastingen ten gevolge van grondaanvullingen na paalinstallatie, het gewicht van de heistelling en grondverdringing door installatie van omliggende palen. De kopwapening en betonsterkte op het moment van heien moeten zijn afgestemd op de verticale belasting door het heiblok, mogelijke excentriciteit van de heibelasting en het totaal aantal slagen. Rekening moet worden gehouden met zwaar heiwerk.

vervormingen

De zakking voor het ontwikkelen van het grondmechanisch draagvermogen is bepaald op ca 16 mm voor een paalafmeting #450 mm en ca 15 mm voor de afmeting #400 mm. Het betreft de paalkopzakking s van een alleenstaande paal volgens NEN 9997-1 in de bruikbaarheidsgrenstoestand. De berekening is gepresenteerd op bijlage 4.1 t/m 4.3. De maximale waarde van de representatieve paalkopbelasting $F_{c,rep}$ is bepaald voor een partiële factor $\gamma_F = 1,25$ uit de constructieve berekening. De berekende zakking is inclusief de elastische verkorting van de paal, waarbij een E-modulus van 20.000 N/mm² is aangehouden.

Op bijlage 4.1 t/m 4.3 is op basis van bovengenoemde uitgangspunten de relatie tussen de representatieve waarde van de paalbelasting en de paalpuntzakking s_b gegeven. De grafiek geeft de mogelijk optredende waarde van de paalpuntzakking voor statische belasting, rekening houdend met enige variatie in de vastheid van het zandpakket. Op bijlage 4.1 t/m 4.3 is tevens de veerstijfheid van de paal vermeld. Voor kortdurende belastingen zoals wind zijn hogere veerstijfheden toepasbaar. Bij de bepaling van de veerstijfheid in de uiterste grenstoestand is een partiële factor voor vervormingen $\gamma_{m;k} = 1,30$ gehanteerd.

Voor paalgroepen kan een geringe toename s_2 van de maximale paalzakking optreden ten gevolge van samendrukking in dieper gelegen lagen. Bij de onderhavige bodemopbouw en paalopzet is de invloed van deze zetting niet significant of nagenoeg uniform. De extra zakking bij paalgroepen is derhalve niet of nauwelijks van belang bij de toetsing van de grenstoestanden.

UITVOERING HEIWERK

Het heiwerk dient bij voorkeur te worden uitgevoerd met een regelbaar heimiddel. De zwaarte van het blok dient zodanig te zijn dat in de funderingszandlaag een voldoende hoge kalenderwaarde wordt bereikt om het benodigde basisniveau te kunnen verifiëren. Het energieniveau dient te worden afgesteld, waarbij de kalenderwaarde ter plaatse van de sonderingen in principe tussen 15 à 25 slagen per tocht van 0,25 meter zal bedragen. De gegevens verkregen op de sondering vormen echter de leidraad voor de beoordeling van het draagvermogen van de tussen de sonderingen geïnstalleerde palen.

Het type heiblok is ter beoordeling en keuze van het heibedrijf, waarbij rekening moet worden gehouden met de eis van een minimale kalenderwaarde van 15 slagen per tocht. Tevens dient de zwaarte van het blok te zijn afgestemd op de paalafmeting, het paalgewicht en de paalkwaliteit teneinde risico van paalbeschadiging en overlast in de omgeving te beperken.

Bij de keuze van het heiblok dient rekening te worden gehouden met energieverliezen in de overdracht naar de paal. Deze verliezen zijn afhankelijk van het type heimiddel, ouderdom en slijtage van het blok, heimutsvulling en eventuele toepassing van oplangers. Bij heien in paalgroepen dient rekening te worden gehouden met de mogelijkheid van een hoger benodigd energievermogen. Een regelbaar blok verdient dan ook de voorkeur, zodat het afgegeven vermogen kan worden teruggesteld afhankelijk van de ondervonden bodemweerstand en de paalafmeting. Goed regelbare blokken zijn die welke werken volgens het principe van een hydraulisch vrije valhamer. De valhoogte en derhalve het energieniveau is hierbij op een constante waarde in te stellen, hetgeen een beter onderling vergelijk van de sonderingen en kalenders waarborgt. Geadviseerd wordt uit te gaan van een valhoogte tussen 0,30 en 0,60 meter omdat het blok dan optimaal functioneert.

Het is gewenst om, alvorens in de draagkrachtige lagen te heien, het blok van de paal te lichten en na te stellen, zodat steeds in het verlengde van de paalas wordt geheid. Bij verschillen in inheinniveau dient van laag naar hoog te worden geheid, zodat een betere controle op het heiwerk mogelijk is. Teneinde voldoende inzicht te verkrijgen in de opbouw van het paal draagvermogen en de overgangen in de niveaus tussen de sonderingen is het noodzakelijk dat de kalenderwaarde wordt vastgelegd in de gehele funderingszandlaag vanaf ca 12 m- NAP.

Alle verzamelde gegevens moeten worden vastgelegd. Dit geldt niet alleen voor het uiteindelijk bereikte inheinniveau en de gevonden kalenderwaarden, maar ook type heiblok en afstelling, heivolgorde, aanbrengen van een nieuwe mutsvulling, doorheien met stalen oplanger en overige bijzonderheden.

Controle van de paalkwaliteit door middel van akoestische doormeting vindt in het algemeen alleen plaats bij mogelijke aanwijzingen voor paalbeschadiging. Dit kunnen zijn een plotselinge terugloop in kalenderwaarde, een verplaatsing van de paal, beschadiging van de paalkop of palen die zijn aangestoten door materieel. Bij mogelijk beschadigde palen moeten ook goede referentiepalen worden doorgemeten, met een minimum van 4 stuks. Indien ontgravingen of horizontale belastingen optreden na paalinstallatie wordt aanbevolen altijd akoestische metingen uit te voeren.

Indien paalkoppen worden gesneld moet dit op een zodanige wijze worden uitgevoerd dat geen opwaartse verplaatsing of beschadiging van de paal mogelijk is.

Een deskundig toezicht tijdens de uitvoering is een vereiste, teneinde de kwaliteit van de fundering en de uiteindelijke bebouwing te waarborgen. Richtlijnen hiervoor zijn vastgelegd in CUR Aanbeveling 114 "Toezicht op de realisatie van paalfunderingen".

Alphen a/d Rijn, 20 november 2013

GEOMET B.V.

Opgesteld door:

ir. J.J.A. Geertse
Projectleider Geotechniek

ing. J. de Vos
Adjunct Directeur

OVERZICHTSTABEL PAALDRAAGVERMOGEN

Paalpuntniveau in m- NAP
prefab betonpalen

sond nr	maaiveld in m+ NAP	#400 mm $F_{c;d} = 1200 \text{ kN}^*$	#450 mm $F_{c;d} = 1500 \text{ kN}^*$
=====			
hoge maaiveld / palen naast de kelder			
01	0,36	15,0↓	15,0↓
02	0,55	15,0 ND of 19,5	15,0 ND $F = 1420$ of 19,5
03	0,52	15,0 $F = 780$ of 19,0↓	15,0 $F = 1020$ of 19,0↓

sond nr	maaiveld in m+ NAP	#400 mm $F_{c;d} = 1200 \text{ kN}^*$	#450 mm $F_{c;d} = 1500 \text{ kN}^*$
=====			
hoge maaiveld / palen onder de kelder			
01	0,36	15,0↓	15,0↓
02	0,55	15,0↓	15,0↓
03	0,52	16,0 (17,0 $F = 1160$)	16,0 (17,0 $F = 1400$)
04	0,57	16,0	16,0↓
05	0,61	16,0 $F = 1140$ of 17,0	16,0 $F = 1340$ of 17,0
06	0,57	16,0 $F = 1110$ of 17,0	16,0 $F = 1360$ of 17,0

sond nr	maaiveld in m+ NAP	#400 mm $F_{c;d} = 1200 \text{ kN}^*$	#400 mm $F_{c;d} = 1500 \text{ kN}^*$
=====			
lage maaiveld / palen onder de kelder			
04	0,57	16,0↓	17,0↓
05	0,61	16,0↓	17,0 $F = 1430$ of 18,0
06	0,57	16,0↓	17,0↓
07	0,61	16,5	17,0↓
08	0,64	15,0↓	17,0 $F = 1450$ of 18,0
09	0,60	15,0↓	17,0↓

ND = niet dieper heien

↓ = dieper heien toegestaan

16,0-17,0 = Traject van mogelijke inheinniveaus. Afhankelijk van oplopen kalender kan het hogere niveau worden aangehouden. Voor het bestellen van de palen dient het diepere niveau te worden aangehouden

* = Het paal draagvermogen is opgebouwd uit positieve kleeft en puntweerstand. De kalender dient te worden vastgelegd vanaf aanvang funderingszandlaag.

BEPALING REKENWAARDE MAXIMALE NEGATIEVE KLEEFBELASTING

Basis: Rekenmethode volgens NEN 9997-1+ C1:2012, waarin NEN-EN 1997-1:2012 is opgenomen
Berekening wrijving tussen paal en grond is gebaseerd op verticale korrelspanningen.
De ingevoerde volumegewichten van de grond zijn effectieve waarden.

Maaiveld: 4,00 m+ NAP
Grondwaterstand: 0,00 m+ NAP
Bovenbelasting: 0,00 kN/m²
Paaltype: 2 Prefab betonpaal
Schachtdiameter d_s : 450 mm
Paaloppervlak: 1 glad
Grondoppervlak A: 0,00 m² (alleenstaande paal)
Paalomtrek $O_{s;gem}$: 1,80 meter
Partiële belastingsfactor $\gamma_{f,nk}$: 1,00 (-)

laag	o.k. laag m+NAP	$\gamma'_{j;rep}$ kN/m ³	$\phi'_{j;rep}$ (0)	$K_0 \cdot \tan \delta_j$ (-)	m_j (-)	$\sigma'_{v,j;rep}$ kN/m ²	$\sigma'_{v,j;sur;rep}$ kN/m ²	$\sigma'_{v,j;m;rep}$ kN/m ²	$F_{nk;rep}$ kN
0	4,00					0,00	0,00	0,00	0,00
1	0,00	17,00	32,50	0,250	0,000	68,00	68,00	68,00	61,20
2	-0,50	5,00	20,00	0,250	0,000	70,50	70,50	70,50	76,78
3	-7,00	10,00	32,50	0,250	0,000	135,50	135,50	135,50	378,06
4	-13,00	5,00	20,00	0,250	0,000	165,50	165,50	165,50	784,41
5									
6									
7									
8									
9									
10									
11									
12									

De representatieve waarde van de maximale negatieve kleeft bedraagt:

$$F_{nk;rep} = 784 \text{ kN}$$

De rekenwaarde voor de maximale negatieve kleeft wordt dan $F_{nk;d} = F_{nk;rep} / \gamma_{f,nk}$:

$$F_{nk;d} = 784 \text{ kN}$$

Negatieve kleeft bij overige paalafmetingen:

$$F_{nk;d} = 436 \text{ kN/m}^1 \text{ paalomtrek}$$

BEPALING REKENWAARDE MAXIMALE NEGATIEVE KLEEFBELASTING

Basis: Rekenmethode volgens NEN 9997-1+ C1:2012, waarin NEN-EN 1997-1:2012 is opgenomen
Berekening wrijving tussen paal en grond is gebaseerd op verticale korrelspanningen.
De ingevoerde volumegewichten van de grond zijn effectieve waarden.

Maaiveld:	2,00	m+ NAP
Grondwaterstand:	0,00	m+ NAP
Bovenbelasting:	0,00	kN/m ²
Paaltype:	2	Prefab betonpaal
Schachtdiameter d_s :	450	mm
Paaloppervlak:	1	glad
Grondoppervlak A:	0,00	m ² (alleenstaande paal)
Paalomtrek $O_{s;gem}$:	1,80	meter
Partiële belastingsfactor $\gamma_{f,nk}$:	1,00	(-)

laag	o.k. laag m+NAP	$\gamma'_{j;rep}$ kN/m ³	$\phi'_{j;rep}$ (0)	$K_0^* \tan \delta_j$ (-)	m_j (-)	$\sigma'_{v;j;rep}$ kN/m ²	$\sigma'_{v;j;sur;rep}$ kN/m ²	$\sigma'_{v;j;m;rep}$ kN/m ²	$F_{nk;rep}$ kN
0	2,00					0,00	0,00	0,00	0,00
1	0,00	17,00	32,50	0,250	0,000	34,00	34,00	34,00	15,30
2	-0,50	5,00	20,00	0,250	0,000	36,50	36,50	36,50	23,23
3	-7,00	10,00	32,50	0,250	0,000	101,50	101,50	101,50	225,06
4	-13,00	5,00	20,00	0,250	0,000	131,50	131,50	131,50	539,61
5									
6									
7									
8									
9									
10									
11									
12									

De representatieve waarde van de maximale negatieve kleeft bedraagt:

$$F_{nk;rep} = 540 \text{ kN}$$

De rekenwaarde voor de maximale negatieve kleeft wordt dan $F_{nk;d} = F_{nk;rep} / \gamma_{f,nk}$:

$$F_{nk;d} = 540 \text{ kN}$$

Negatieve kleeft bij overige paalafmetingen:

$$F_{nk;d} = 300 \text{ kN/m}^1 \text{ paalomtrek}$$

BEPALING REKENWAARDE MAXIMALE NEGATIEVE KLEEFBELASTING

Basis: Rekenmethode volgens NEN 9997-1+ C1:2012, waarin NEN-EN 1997-1:2012 is opgenomen
Berekening wrijving tussen paal en grond is gebaseerd op verticale korrelspanningen.
De ingevoerde volumegewichten van de grond zijn effectieve waarden.

Maaiveld:	0,50 m+ NAP
Grondwaterstand:	0,00 m+ NAP
Bovenbelasting:	0,00 kN/m ²
Paaltype:	2 Prefab betonpaal
Schachtdiameter d_s :	450 mm
Paaloppervlak:	1 glad
Grondoppervlak A:	0,00 m ² (alleenstaande paal)
Paalomtrek $O_{s;gem}$:	1,80 meter
Partiële belastingsfactor $\gamma_{f,nk}$:	1,00 (-)

laag	o.k. laag m+NAP	$\gamma'_{j;rep}$ kN/m ³	$\phi'_{j;rep}$ (0)	$K_0^* \tan \delta_j$ (-)	m_j (-)	$\sigma'_{v;j;rep}$ kN/m ²	$\sigma'_{v;j;sur;rep}$ kN/m ²	$\sigma'_{v;j;m;rep}$ kN/m ²	$F_{nk;rep}$ kN
0	0,50					0,00	0,00	0,00	0,00
1	0,00	17,00	32,50	0,250	0,000	8,50	8,50	8,50	0,96
2	-0,50	5,00	20,00	0,250	0,000	11,00	11,00	11,00	3,15
3	-7,00	10,00	32,50	0,250	0,000	76,00	76,00	76,00	130,39
4	-13,00	5,00	20,00	0,250	0,000	106,00	106,00	106,00	376,09
5									
6									
7									
8									
9									
10									
11									
12									

De representatieve waarde van de maximale negatieve kleeft bedraagt:

$$F_{nk;rep} = 376 \text{ kN}$$

De rekenwaarde voor de maximale negatieve kleeft wordt dan $F_{nk;d} = F_{nk;rep} / \gamma_{f,nk}$:

$$F_{nk;d} = 376 \text{ kN}$$

Negatieve kleeft bij overige paalafmetingen:

$$F_{nk;d} = 209 \text{ kN/m}^1 \text{ paalomtrek}$$

BEPALING REKENWAARDE MAXIMALE DRAAGKRACHT

Rekenmethode volgens NEN 9997-1+ C1:2012, waarin NEN-EN 1997-1:2012 is opgenomen

Netto rekenwaarde maximale draagkracht

$$R_{c,netto;d} = R_{c;d} - F_{nk;d}$$

Rekenwaarde maximale draagkracht

$$R_{c;d} = R_{b;k}/\gamma_b + R_{s;k}/\gamma_s$$

Karakteristieke draagkracht alleenstaande paal

$$R_{c;k} = \text{Min} \{ (R_{b;cal} + R_{s;cal})_{gem} / \xi_3; (R_{b;cal} + R_{s;cal})_{min} / \xi_4 \}$$

Maximale draagkracht paalpunt

$$R_{b;cal,max;j} = A_{punt} * q_{b,max;j}$$

Maximale schachtwrijvingskracht

$$R_{s;cal,max;j} = O_{s;\Delta L,gem} * \Delta L * \alpha_s * q_{c;z;a}$$

Maximale puntweerstand

$$q_{b,max;i} = 1/2 * \alpha_p * \beta * s * (1/2 * (q_{c;i,gem} + q_{c;ll,gem}) + q_{c;ll,gem})$$

Paaltype : Prefab betonpaal

Schachtafmeting d_s : # 400 mmPuntafmeting D_p : # 400 mm H_{voet} : 0 mmPaalklassefactor punt α_p : 1,00

grondsoort : zand

Paalklassefactor schacht α_s : 0,010

OCR : 1,00

Paalvoetvormfactor β : 1,00 D_{eq}^2 / d_{eq}^2 : 1,00Vormfactor paalvoetdwarsdoorsnede s : 1,00 H_v / D_{eq} : 0,00

Stijf bouwwerk

: nee

Correctiefactor ontgraving q_b : 1,00

Aantal sonderingen

 n : 3Correctiefactor ontgraving $q_{c;z;a}$: 1,00Correlatiefactor $R_{c;cal,gem}$ ξ_3 : 1,30Correctiefactor grof zand of grind $q_{c;z;a}$: 1,00Correlatiefactor $R_{c;cal,min}$ ξ_4 : 1,30Negatieve kleef $F_{nk;d}$ Waarde 1 : 436 kN/m¹

Materiaalfactoren

 γ_b, γ_s : 1,20Waarde 2 : 0 kN/m¹

Belastingvariatiiefactor

 $\gamma_{m,var;q_c}$: 1,00

sond nr	punt m+NAP	$q_{c;i,gem}$	$q_{c;ll,gem}$ MPa	$q_{c;lll,gem}$	ΔL m	$q_{c;z;a}$ MPa	$q_{b,max}$ MPa	$R_{b;cal,max}$	$R_{s;cal,max}$	$R_{c;d}$	$F_{nk;d}$	$R_{c,netto;d}$ ξ_3 kN	$R_{c,netto;d}$ ξ_4 kN
1	-15,00	16,5	14,5	7,9	1,75	15,0	11,70	1872	420	1469	0	1469	1469
	-16,00	15,0	13,0	10,8	2,75	15,0	12,40	1984	660	1695	0	1695	1695
	-17,00	13,0	10,0	10,0	3,75	15,0	10,75	1720	900	1679	0	1679	1679
	-18,00	12,0	10,0	10,0	4,75	14,5	10,50	1680	1102	1783	0	1783	1783
	-19,00	15,0	9,0	9,0	5,75	14,5	10,50	1680	1334	1932	0	1932	1932
	-20,00	12,5	9,0	9,0	6,75	14,8	9,88	1580	1593	2034	0	2034	2034
2	-15,00	24,0	18,0	11,1	2,25	15,0	>15,0	2400	540	1885	697	1187	1187
	-16,00	18,0	10,0	10,0	3,25	15,0	12,00	1920	780	1731	697	1034	1034
	-17,00	11,0	10,0	10,0	4,25	15,0	10,25	1640	1020	1705	697	1008	1008
	-18,00	12,0	9,0	9,0	5,25	14,5	9,75	1560	1218	1781	697	1084	1084
	-19,00	10,0	9,0	9,0	6,25	14,5	9,25	1480	1450	1878	697	1181	1181
	-20,00	13,0	8,0	8,0	7,25	14,5	9,25	1480	1689	2031	697	1334	1334
3	-15,00	20,0	18,5	6,6	1,00	15,0	12,93	2068	240	1479	697	782	782
	-16,00	29,0	13,0	8,6	2,00	15,0	14,80	2368	480	1826	697	1128	1128
	-17,00	16,0	10,0	10,0	3,00	15,0	11,50	1840	720	1641	697	944	944
	-18,00	12,5	10,0	10,0	4,00	14,8	10,63	1700	944	1695	697	998	998
	-19,00	16,0	11,5	10,5	5,00	14,5	12,13	1940	1160	1987	697	1290	1290
	-20,00	13,5	11,0	11,0	6,00	14,8	11,63	1860	1416	2100	697	1403	1403

BEPALING REKENWAARDE MAXIMALE DRAAGKRACHT

Rekenmethode volgens NEN 9997-1+ C1:2012, waarin NEN-EN 1997-1:2012 is opgenomen

Netto rekenwaarde maximale draagkracht

$$R_{c,netto;d} = R_{c;d} - F_{nk;d}$$

Rekenwaarde maximale draagkracht

$$R_{c;d} = R_{b;k}/\gamma_b + R_{s;k}/\gamma_s$$

Karakteristieke draagkracht alleenstaande paal

$$R_{c;k} = \text{Min} \{ (R_{b,cal} + R_{s,cal})_{gem} / \xi_3; (R_{b,cal} + R_{s,cal})_{min} / \xi_4 \}$$

Maximale draagkracht paalpunt

$$R_{b,cal,max;j} = A_{punt} * q_{b,max;j}$$

Maximale schachtwrijvingskracht

$$R_{s,cal,max;j} = O_{s;\Delta L,gem} * \Delta L * \alpha_s * q_{c,z;a}$$

Maximale puntweerstand

$$q_{b,max;i} = 1/2 * \alpha_p * \beta * s * (1/2 * (q_{c;i,gem} + q_{c;ll,gem}) + q_{c;ll,gem})$$

Paaltype : Prefab betonpaal

Schachtafmeting d_s : # 450 mm

Puntafmeting D_p : # 450 mm

H_{voet} : 0 mm

Paalklassefactor punt α_p : 1,00

grondsoort : zand

Paalklassefactor schacht α_s : 0,010

OCR : 1,00

Paalvoetvormfactor β : 1,00

D_{eq}^2 / d_{eq}^2 : 1,00

Vormfactor paalvoetdwarsdoorsnede s : 1,00

H_v / D_{eq} : 0,00

Stijf bouwwerk

: nee

Correctiefactor ontgraving q_b : 1,00

Aantal sonderingen

n : 3

Correctiefactor ontgraving $q_{c,z;a}$: 1,00

Correlatiefactor $R_{c,cal,gem}$

ξ_3 : 1,30

Correctiefactor grof zand of grind $q_{c,z;a}$: 1,00

Correlatiefactor $R_{c,cal,min}$

ξ_4 : 1,30

Negatieve kleef $F_{nk;d}$ Waarde 1 : 436 kN/m¹

Materiaalfactoren

γ_b, γ_s : 1,20

Waarde 2 : 0 kN/m¹

Belastingvariatiiefactor

$\gamma_{m,var;q_c}$: 1,00

sond nr	punt m+NAP	$q_{c;lgem}$	$q_{c;ll,gem}$ MPa	$q_{c;lll,gem}$	ΔL m	$q_{c,z;a}$ MPa	$q_{b,max}$ MPa	$R_{b,cal,max}$	$R_{s,cal,max}$	$R_{c;d}$	$F_{nk;d}$	$R_{c,netto;d}$ ξ_3 kN	$R_{c,netto;d}$ ξ_4 kN
1	-15,00	16,5	14,5	7,2	1,75	15,0	11,35	2298	473	1776	0	1776	1776
	-16,00	15,0	12,0	9,0	2,75	15,0	11,25	2278	743	1936	0	1936	1936
	-17,00	13,0	10,0	10,0	3,75	15,0	10,75	2177	1013	2044	0	2044	2044
	-18,00	12,0	10,0	10,0	4,75	14,5	10,50	2126	1240	2158	0	2158	2158
	-19,00	15,0	9,0	9,0	5,75	14,5	10,50	2126	1501	2325	0	2325	2325
2	-20,00	12,5	9,0	9,0	6,75	14,8	9,88	2000	1792	2431	0	2431	2431
	-15,00	24,0	12,0	10,0	2,25	15,0	14,00	2835	608	2207	784	1422	1422
	-16,00	18,0	10,0	10,0	3,25	15,0	12,00	2430	878	2121	784	1336	1336
	-17,00	11,0	10,0	10,0	4,25	15,0	10,25	2076	1148	2066	784	1282	1282
	-18,00	12,0	9,0	9,0	5,25	14,5	9,75	1974	1370	2144	784	1360	1360
3	-19,00	10,0	9,0	9,0	6,25	14,5	9,25	1873	1631	2246	784	1462	1462
	-20,00	13,0	8,0	8,0	7,25	14,5	9,25	1873	1900	2418	784	1634	1634
	-15,00	20,0	18,5	5,9	1,00	15,0	12,58	2546	270	1805	784	1021	1021
	-16,00	28,0	12,5	7,3	2,00	15,0	13,78	2789	540	2134	784	1350	1350
	-17,00	16,0	10,0	9,0	3,00	15,0	11,00	2228	810	1947	784	1163	1163
	-18,00	12,5	10,0	10,0	4,00	14,8	10,63	2152	1062	2060	784	1276	1276
	-19,00	16,0	11,0	10,5	5,00	14,5	12,00	2430	1305	2394	784	1610	1610
	-20,00	13,5	11,0	11,0	6,00	14,8	11,63	2354	1593	2530	784	1746	1746

BEPALING REKENWAARDE MAXIMALE DRAAGKRACHT

Rekenmethode volgens NEN 9997-1+ C1:2012, waarin NEN-EN 1997-1:2012 is opgenomen

Netto rekenwaarde maximale draagkracht

$$R_{c,netto;d} = R_{c;d} - F_{nk;d}$$

Rekenwaarde maximale draagkracht

$$R_{c;d} = R_{b;k}/\gamma_b + R_{s;k}/\gamma_s$$

Karakteristieke draagkracht alleenstaande paal

$$R_{c;k} = \min \{ (R_{b,cal} + R_{s,cal})_{gem} / \xi_3; (R_{b,cal} + R_{s,cal})_{min} / \xi_4 \}$$

Maximale draagkracht paalpunt

$$R_{b,cal,max;j} = A_{punt} \cdot q_{b,max;j}$$

Maximale schachtwrijvingskracht

$$R_{s,cal,max;j} = O_{s;\Delta L,gem} \cdot \Delta L \cdot \alpha_s \cdot q_{c,z;a}$$

Maximale puntweerstand

$$q_{b,max;i} = \frac{1}{2} \cdot \alpha_p \cdot \beta \cdot s \cdot \left(\frac{1}{2} \cdot (q_{c;i,gem} + q_{c;ll,gem}) + q_{c;ll,gem} \right)$$

Paaltype : Prefab betonpaal

Schachtafmeting d_s : # 400 mm

Puntafmeting D_p : # 400 mm

H_{voet} : 0 mm

Paalklassefactor punt α_p : 1,00

grondsoort : zand

Paalklassefactor schacht α_s : 0,010

OCR : 1,00

Paalvoetvormfactor β : 1,00

D_{eq}^2 / d_{eq}^2 : 1,00

Vormfactor paalvoetdwarsdoorsnede s : 1,00

H_v / D_{eq} : 0,00

Stijf bouwwerk

: nee

Correctiefactor ontgraving q_b : 1,00

Aantal sonderingen

n : 3

Correctiefactor ontgraving $q_{c,z;a}$: 1,00

Correlatiefactor $R_{c,cal,gem}$

ξ_3 : 1,30

Correctiefactor grof zand of grind $q_{c,z;a}$: 1,00

Correlatiefactor $R_{c,cal,min}$

ξ_4 : 1,30

Negatieve kleef $F_{nk;d}$ Waarde 1 : 300 kN/m

Materiaalfactoren

γ_b, γ_s : 1,20

Waarde 2 : 0 kN/m

Belastingvariëfactoor

$\gamma_{m,var;qc}$: 1,00

sond nr	punt m+NAP	$q_{c;i,gem}$	$q_{c;ll,gem}$ MPa	$q_{c;ll,gem}$	ΔL m	$q_{c,z;a}$ MPa	$q_{b,max}$ MPa	$R_{b,cal,max}$	$R_{s,cal,max}$	$R_{c;d}$	$F_{nk;d}$	$R_{c,netto;d}$ ξ_3 kN	$R_{c,netto;d}$ ξ_4 kN
1	-15,00	16,5	14,5	7,9	1,75	15,0	11,70	1872	420	1469	0	1469	1469
	-16,00	15,0	13,0	10,8	2,75	15,0	12,40	1984	660	1695	0	1695	1695
	-17,00	13,0	10,0	10,0	3,75	15,0	10,75	1720	900	1679	0	1679	1679
	-18,00	12,0	10,0	10,0	4,75	14,5	10,50	1680	1102	1783	0	1783	1783
	-19,00	15,0	9,0	9,0	5,75	14,5	10,50	1680	1334	1932	0	1932	1932
2	-20,00	12,5	9,0	9,0	6,75	14,8	9,88	1580	1593	2034	0	2034	2034
	-15,00	24,0	18,0	11,1	2,25	15,0	>15,0	2400	540	1885	480	1405	1405
	-16,00	18,0	10,0	10,0	3,25	15,0	12,00	1920	780	1731	480	1251	1251
	-17,00	11,0	10,0	10,0	4,25	15,0	10,25	1640	1020	1705	480	1225	1225
	-18,00	12,0	9,0	9,0	5,25	14,5	9,75	1560	1218	1781	480	1301	1301
3	-19,00	10,0	9,0	9,0	6,25	14,5	9,25	1480	1450	1878	480	1399	1399
	-20,00	13,0	8,0	8,0	7,25	14,5	9,25	1480	1689	2031	480	1552	1552
	-15,00	20,0	18,5	6,6	1,00	15,0	12,93	2068	240	1479	480	1000	1000
	-16,00	29,0	13,0	8,6	2,00	15,0	14,80	2368	480	1826	480	1346	1346
	-17,00	16,0	10,0	10,0	3,00	15,0	11,50	1840	720	1641	480	1161	1161
4	-18,00	12,5	10,0	10,0	4,00	14,8	10,63	1700	944	1695	480	1215	1215
	-19,00	16,0	11,5	10,5	5,00	14,5	12,13	1940	1160	1987	480	1508	1508
	-20,00	13,5	11,0	11,0	6,00	14,8	11,63	1860	1416	2100	480	1620	1620
	-16,00	20,0	10,0	3,8	4,00	11,0	9,40	1504	704	1415	0	1415	1415
	-17,00	15,0	9,0	5,8	5,00	12,0	8,90	1424	960	1528	0	1528	1528
5	-18,00	14,0	11,0	9,0	6,00	12,5	10,75	1720	1200	1872	0	1872	1872
	-19,00	15,0	11,0	9,4	7,00	12,5	11,20	1792	1400	2046	0	2046	2046
	-20,00	18,0	14,0	10,7	8,00	12,5	13,35	2136	1600	2395	0	2395	2395
	-15,00	19,0	16,5	6,2	1,25	15,0	11,98	1916	300	1421	480	941	941
	-16,00	17,0	14,0	9,4	2,25	15,0	12,45	1992	540	1623	480	1143	1143
6	-17,00	14,5	12,0	11,4	3,25	15,0	12,33	1972	780	1764	480	1284	1284
	-18,00	12,5	12,0	12,0	4,25	15,0	12,13	1940	1020	1897	480	1418	1418
	-19,00	15,5	13,0	12,2	5,25	14,8	13,23	2116	1239	2151	480	1671	1671
	-20,00	12,0	9,0	9,0	6,25	14,8	9,75	1560	1475	1946	480	1466	1466
	-15,00	20,5	16,0	6,1	1,25	15,0	12,18	1948	300	1441	480	961	961
7	-16,00	20,0	12,0	8,3	2,25	15,0	12,15	1944	540	1592	480	1113	1113
	-17,00	19,0	12,0	11,4	3,25	15,0	13,45	2152	780	1879	480	1400	1400
	-18,00	14,5	10,5	10,5	4,25	14,8	11,50	1840	1003	1822	480	1343	1343
	-19,00	13,0	10,5	10,5	5,25	14,8	11,13	1780	1239	1935	480	1456	1456
	-20,00	14,5	9,5	9,5	6,25	14,8	10,75	1720	1475	2048	480	1568	1568
8	-17,00	12,0	11,0	7,7	7,00	9,5	9,60	1536	1064	1667	0	1667	1667
	-18,00	15,0	12,0	9,4	8,00	10,0	11,45	1832	1280	1995	0	1995	1995
	-19,00	13,0	12,0	11,1	9,00	10,5	11,80	1888	1512	2179	0	2179	2179
	-20,00	17,5	14,0	12,0	10,00	11,0	13,88	2220	1760	2551	0	2551	2551
	-15,00	21,0	17,0	9,4	3,50	13,5	14,20	2272	756	1941	480	1461	1461
	-16,00	15,0	9,0	9,0	4,50	14,5	10,50	1680	1044	1746	480	1267	1267
	-17,00	11,0	9,0	9,0	5,50	14,5	9,50	1520	1276	1792	480	1313	1313
	-18,00	15,0	11,5	9,4	6,50	14,3	11,33	1812	1482	2112	480	1632	1632
	-19,00	17,5	11,5	9,9	7,50	14,3	12,20	1952	1710	2347	480	1868	1868
	-20,00	14,0	8,0	8,0	8,50	14,5	9,50	1520	1972	2238	480	1759	1759

Paaltype : Prefab betonpaal

dschacht : # 400 mm
Dpunt : # 400 mm

sond nr	punt m+NAP	q _{c,I;gem}	q _{c,II;gem} MPa	q _{c,III;gem}	ΔL m	q _{c,z;a} MPa	q _{b,max} MPa	R _{b;cal,max}	R _{s;cal,max}	R _{c;d}	F _{nk;d}	R _{c;netto;d} ξ ₃ kN	R _{c;netto;d} ξ ₄ kN
9	-15,00	23,0	13,0	6,7	2,00	13,0	12,35	1976	416	1533	480	1054	1054
	-16,00	16,5	13,0	10,1	3,00	14,0	12,43	1988	672	1705	480	1225	1225
	-17,00	16,0	14,0	13,2	4,00	14,3	14,11	2258	912	2032	480	1552	1552
	-18,00	16,0	10,0	10,0	5,00	14,5	11,50	1840	1160	1923	480	1443	1443
	-19,00	14,5	10,0	10,0	6,00	14,5	11,13	1780	1392	2033	480	1554	1554
	-20,00	16,0	14,5	10,5	7,00	14,5	12,88	2060	1624	2362	480	1882	1882
7	-16,50	12,5	11,0	7,0	6,50	9,3	9,38	1500	962	1578	0	1578	1578

BEPALING REKENWAARDE MAXIMALE DRAAGKRACHT

Rekenmethode volgens NEN 9997-1+ C1:2012, waarin NEN-EN 1997-1:2012 is opgenomen

Netto rekenwaarde maximale draagkracht

$$R_{c,netto;d} = R_{c;d} - F_{nk;d}$$

Rekenwaarde maximale draagkracht

$$R_{c;d} = R_{b;k}/\gamma_b + R_{s;k}/\gamma_s$$

Karakteristieke draagkracht alleenstaande paal

$$R_{c;k} = \min \{ (R_{b,cal} + R_{s,cal})_{gem} / \xi_3; (R_{b,cal} + R_{s,cal})_{min} / \xi_4 \}$$

Maximale draagkracht paalpunt

$$R_{b,cal,max;j} = A_{punt} \cdot q_{b,max;j}$$

Maximale schachtwrijvingskracht

$$R_{s,cal,max;j} = O_{s;\Delta L,gem} \cdot \Delta L \cdot \alpha_s \cdot q_{c,z;a}$$

Maximale puntweerstand

$$q_{b,max;i} = \frac{1}{2} \cdot \alpha_p \cdot \beta \cdot s \cdot \left(\frac{1}{2} \cdot (q_{c,i,gem} + q_{c,ii,gem}) + q_{c,iii,gem} \right)$$

Paaltype : Prefab betonpaal

Schachtafmeting d_s : # 450 mm

Puntafmeting D_p : # 450 mm

H_{voet} : 0 mm

Paalklassefactor punt α_p : 1,00

grondsoort : zand

Paalklassefactor schacht α_s : 0,010

OCR : 1,00

Paalvoetvormfactor β : 1,00

D_{eq}^2 / d_{eq}^2 : 1,00

Vormfactor paalvoetdwarsdoorsnede s : 1,00

H_v / D_{eq} : 0,00

Stijf bouwwerk

: nee

Correctiefactor ontgraving q_b : 1,00

Aantal sonderingen

n : 3

Correctiefactor ontgraving $q_{c,z;a}$: 1,00

Correlatiefactor $R_{c,cal,gem}$

ξ_3 : 1,30

Correctiefactor grof zand of grind $q_{c,z;a}$: 1,00

Correlatiefactor $R_{c,cal,min}$

ξ_4 : 1,30

Negatieve kleef $F_{nk;d}$ Waarde 1 : 300 kN/m

Materiaalfactoren

γ_b, γ_s : 1,20

Waarde 2 : 0 kN/m

Belastingvariëfactiefactor

$\gamma_{m,var;qc}$: 1,00

sond nr	punt m+NAP	$q_{c,i,gem}$	$q_{c,ii,gem}$ MPa	$q_{c,iii,gem}$	ΔL m	$q_{c,z;a}$ MPa	$q_{b,max}$ MPa	$R_{b,cal,max}$	$R_{s,cal,max}$	$R_{c;d}$ kN	$F_{nk;d}$ kN	$R_{c,netto;d}$ ξ_3 kN	$R_{c,netto;d}$ ξ_4 kN
1	-15,00	16,5	14,5	7,2	1,75	15,0	11,35	2298	473	1776	0	1776	1776
	-16,00	15,0	12,0	9,0	2,75	15,0	11,25	2278	743	1936	0	1936	1936
	-17,00	13,0	10,0	10,0	3,75	15,0	10,75	2177	1013	2044	0	2044	2044
	-18,00	12,0	10,0	10,0	4,75	14,5	10,50	2126	1240	2158	0	2158	2158
	-19,00	15,0	9,0	9,0	5,75	14,5	10,50	2126	1501	2325	0	2325	2325
2	-20,00	12,5	9,0	9,0	6,75	14,8	9,88	2000	1792	2431	0	2431	2431
	-15,00	24,0	12,0	10,0	2,25	15,0	14,00	2835	608	2207	540	1667	1667
	-16,00	18,0	10,0	10,0	3,25	15,0	12,00	2430	878	2121	540	1581	1581
	-17,00	11,0	10,0	10,0	4,25	15,0	10,25	2076	1148	2066	540	1526	1526
	-18,00	12,0	9,0	9,0	5,25	14,5	9,75	1974	1370	2144	540	1604	1604
3	-19,00	10,0	9,0	9,0	6,25	14,5	9,25	1873	1631	2246	540	1707	1707
	-20,00	13,0	8,0	8,0	7,25	14,5	9,25	1873	1900	2418	540	1879	1879
	-15,00	20,0	18,5	5,9	1,00	15,0	12,58	2546	270	1805	540	1266	1266
	-16,00	28,0	12,5	7,3	2,00	15,0	13,78	2789	540	2134	540	1595	1595
	-17,00	16,0	10,0	9,0	3,00	15,0	11,00	2228	810	1947	540	1408	1408
4	-18,00	12,5	10,0	10,0	4,00	14,8	10,63	2152	1062	2060	540	1520	1520
	-19,00	16,0	11,0	10,5	5,00	14,5	12,00	2430	1305	2394	540	1855	1855
	-20,00	13,5	11,0	11,0	6,00	14,8	11,63	2354	1593	2530	540	1991	1991
	-16,00	20,0	9,0	3,2	4,00	11,0	8,85	1792	792	1656	0	1656	1656
	-17,00	15,0	9,0	5,0	5,00	12,0	8,50	1721	1080	1796	0	1796	1796
5	-18,00	14,0	11,0	7,5	6,00	12,5	10,00	2025	1350	2163	0	2163	2163
	-19,00	15,0	11,0	9,0	7,00	12,5	11,00	2228	1575	2438	0	2438	2438
	-20,00	18,0	13,0	10,0	8,00	12,5	12,75	2582	1800	2809	0	2809	2809
	-15,00	19,0	16,5	5,6	1,25	15,0	11,68	2364	338	1732	540	1192	1192
	-16,00	17,0	13,0	8,0	2,25	15,0	11,50	2329	608	1882	540	1343	1343
6	-17,00	14,5	12,0	10,2	3,25	15,0	11,73	2374	878	2084	540	1545	1545
	-18,00	12,5	12,0	12,0	4,25	15,0	12,13	2455	1148	2309	540	1770	1770
	-19,00	15,5	11,0	11,0	5,25	14,8	12,13	2455	1394	2467	540	1928	1928
	-20,00	12,0	9,0	9,0	6,25	14,8	9,75	1974	1659	2329	540	1790	1790
	-15,00	20,5	16,0	5,5	1,25	15,0	11,88	2405	338	1758	540	1218	1218
7	-16,00	20,0	12,0	7,4	2,25	15,0	11,70	2369	608	1908	540	1369	1369
	-17,00	19,0	12,0	10,3	3,25	15,0	12,90	2612	878	2237	540	1697	1697
	-18,00	14,5	10,5	10,5	4,25	14,8	11,50	2329	1128	2216	540	1676	1676
	-19,00	13,0	10,5	10,5	5,25	14,8	11,13	2253	1394	2338	540	1798	1798
	-20,00	14,5	9,5	9,5	6,25	14,8	10,75	2177	1659	2459	540	1920	1920
8	-17,00	12,0	11,0	7,2	7,00	9,5	9,35	1893	1197	1981	0	1981	1981
	-18,00	15,0	12,0	9,0	8,00	10,0	11,25	2278	1440	2383	0	2383	2383
	-19,00	13,0	12,0	10,5	9,00	10,5	11,50	2329	1701	2583	0	2583	2583
	-20,00	17,5	14,0	11,8	10,00	11,0	13,78	2789	1980	3057	0	3057	3057
	-15,00	21,0	17,0	8,5	3,50	13,5	13,75	2784	851	2330	540	1790	1790
	-16,00	15,0	9,0	9,0	4,50	14,5	10,50	2126	1175	2116	540	1576	1576
	-17,00	11,0	9,0	9,0	5,50	14,5	9,50	1924	1436	2153	540	1614	1614
	-18,00	15,0	11,5	9,2	6,50	14,3	11,23	2273	1667	2526	540	1986	1986
	-19,00	17,5	11,5	9,6	7,50	14,3	12,05	2440	1924	2797	540	2258	2258
	-20,00	14,0	8,0	8,0	8,50	14,5	9,50	1924	2219	2655	540	2116	2116

Paaltype : Prefab betonpaal

dschacht : # 450 mm
Dpunt : # 450 mm

sond nr	punt m+NAP	q _{c,I;gem}	q _{c,II;gem} MPa	q _{c,III;gem}	ΔL m	q _{c,z;a} MPa	q _{b,max} MPa	R _{b;cal,max}	R _{s;cal,max}	R _{c;d}	F _{nk;d}	R _{c;netto;d} ξ ₃ kN	R _{c;netto;d} ξ ₄ kN
9	-15,00	22,0	13,0	6,0	2,00	13,0	11,75	2379	468	1825	540	1286	1286
	-16,00	16,5	13,0	9,2	3,00	14,0	12,00	2429	756	2042	540	1502	1502
	-17,00	16,0	14,0	12,1	4,00	14,3	13,55	2744	1026	2417	540	1877	1877
	-18,00	16,0	10,0	10,0	5,00	14,5	11,50	2329	1305	2329	540	1790	1790
	-19,00	14,5	10,0	10,0	6,00	14,5	11,13	2253	1566	2448	540	1908	1908
	-20,00	16,0	14,5	10,4	7,00	14,5	12,83	2597	1827	2836	540	2296	2296
7	-16,50	12,5	11,0	6,8	6,50	9,3	9,28	1878	1082	1898	0	1898	1898

BEPALING REKENWAARDE MAXIMALE DRAAGKRACHT

Rekenmethode volgens NEN 9997-1+ C1:2012, waarin NEN-EN 1997-1:2012 is opgenomen

Netto rekenwaarde maximale draagkracht

$$R_{c,netto;d} = R_{c;d} - F_{nk;d}$$

Rekenwaarde maximale draagkracht

$$R_{c;d} = R_{b;k}/\gamma_b + R_{s;k}/\gamma_s$$

Karakteristieke draagkracht alleenstaande paal

$$R_{c;k} = \min \{ (R_{b,cal} + R_{s,cal})_{gem} / \xi_3; (R_{b,cal} + R_{s,cal})_{min} / \xi_4 \}$$

Maximale draagkracht paalpunt

$$R_{b,cal,max;j} = A_{punt} \cdot q_{b,max;j}$$

Maximale schachtwrijvingskracht

$$R_{s,cal,max;j} = O_{s;\Delta L,gem} \cdot \Delta L \cdot \alpha_s \cdot q_{c,z;a}$$

Maximale puntweerstand

$$q_{b,max;j} = \frac{1}{2} \cdot \alpha_p \cdot \beta \cdot s \cdot \left(\frac{1}{2} \cdot (q_{c;l,gem} + q_{c;ll,gem}) + q_{c;lll,gem} \right)$$

Paaltype : Prefab betonpaal

Schachtafmeting d_s : # 400 mm

Puntafmeting D_p : # 400 mm

H_{voet} : 0 mm

Paalklassefactor punt α_p : 1,00

grondsoort : zand

Paalklassefactor schacht α_s : 0,010

OCR : 1,00

Paalvoetvormfactor β : 1,00

D_{eq}^2 / d_{eq}^2 : 1,00

Vormfactor paalvoetdwarsdoorsnede s : 1,00

H_v / D_{eq} : 0,00

Stijf bouwwerk

: nee

Correctiefactor ontgraving q_b : 1,00

Aantal sonderingen

n : 3

Correctiefactor ontgraving $q_{c,z;a}$: 1,00

Correlatiefactor $R_{c,cal,gem}$

ξ_3 : 1,30

Correctiefactor grof zand of grind $q_{c,z;a}$: 1,00

Correlatiefactor $R_{c,cal,min}$

ξ_4 : 1,30

Negatieve kleef $F_{nk;d}$ Waarde 1 : 209 kN/m

Materiaalfactoren

γ_b, γ_s : 1,20

Waarde 2 : 0 kN/m

Belastingvariëfactiefactor

$\gamma_{m,var;qc}$: 1,00

sond nr	punt m+NAP	$q_{c;l,gem}$	$q_{c;ll,gem}$ MPa	$q_{c;lll,gem}$	ΔL m	$q_{c,z;a}$ MPa	$q_{b,max}$ MPa	$R_{b,cal,max}$	$R_{s,cal,max}$	$R_{c;d}$	$F_{nk;d}$	$R_{c,netto;d}$ ξ_3 kN	$R_{c,netto;d}$ ξ_4 kN
1	-15,00	16,5	14,5	7,9	1,75	15,0	11,70	1872	420	1469	0	1469	1469
	-16,00	15,0	13,0	10,8	2,75	15,0	12,40	1984	660	1695	0	1695	1695
	-17,00	13,0	10,0	10,0	3,75	15,0	10,75	1720	900	1679	0	1679	1679
	-18,00	12,0	10,0	10,0	4,75	14,5	10,50	1680	1102	1783	0	1783	1783
	-19,00	15,0	9,0	9,0	5,75	14,5	10,50	1680	1334	1932	0	1932	1932
2	-20,00	12,5	9,0	9,0	6,75	14,8	9,88	1580	1593	2034	0	2034	2034
	-15,00	24,0	18,0	11,1	2,25	15,0	>15,0	2400	540	1885	334	1550	1550
	-16,00	18,0	10,0	10,0	3,25	15,0	12,00	1920	780	1731	334	1397	1397
	-17,00	11,0	10,0	10,0	4,25	15,0	10,25	1640	1020	1705	334	1371	1371
	-18,00	12,0	9,0	9,0	5,25	14,5	9,75	1560	1218	1781	334	1446	1446
3	-19,00	10,0	9,0	9,0	6,25	14,5	9,25	1480	1450	1878	334	1544	1544
	-20,00	13,0	8,0	8,0	7,25	14,5	9,25	1480	1689	2031	334	1697	1697
	-15,00	20,0	18,5	6,6	1,00	15,0	12,93	2068	240	1479	334	1145	1145
	-16,00	29,0	13,0	8,6	2,00	15,0	14,80	2368	480	1826	334	1491	1491
	-17,00	16,0	10,0	10,0	3,00	15,0	11,50	1840	720	1641	334	1307	1307
4	-18,00	12,5	10,0	10,0	4,00	14,8	10,63	1700	944	1695	334	1361	1361
	-19,00	16,0	11,5	10,5	5,00	14,5	12,13	1940	1160	1987	334	1653	1653
	-20,00	13,5	11,0	11,0	6,00	14,8	11,63	1860	1416	2100	334	1766	1766
	-16,00	20,0	10,0	3,8	4,00	11,0	9,40	1504	704	1415	0	1415	1415
	-17,00	15,0	9,0	5,8	5,00	12,0	8,90	1424	960	1528	0	1528	1528
5	-18,00	14,0	11,0	9,0	6,00	12,5	10,75	1720	1200	1872	0	1872	1872
	-19,00	15,0	11,0	9,4	7,00	12,5	11,20	1792	1400	2046	0	2046	2046
	-20,00	18,0	14,0	10,7	8,00	12,5	13,35	2136	1600	2395	0	2395	2395
	-15,00	19,0	16,5	6,2	1,25	15,0	11,98	1916	300	1421	334	1086	1086
	-16,00	17,0	14,0	9,4	2,25	15,0	12,45	1992	540	1623	334	1289	1289
6	-17,00	14,5	12,0	11,4	3,25	15,0	12,33	1972	780	1764	334	1430	1430
	-18,00	12,5	12,0	12,0	4,25	15,0	12,13	1940	1020	1897	334	1563	1563
	-19,00	15,5	13,0	12,2	5,25	14,8	13,23	2116	1239	2151	334	1816	1816
	-20,00	12,0	9,0	9,0	6,25	14,8	9,75	1560	1475	1946	334	1611	1611
	-15,00	20,5	16,0	6,1	1,25	15,0	12,18	1948	300	1441	334	1107	1107
7	-16,00	20,0	12,0	8,3	2,25	15,0	12,15	1944	540	1592	334	1258	1258
	-17,00	19,0	12,0	11,4	3,25	15,0	13,45	2152	780	1879	334	1545	1545
	-18,00	14,5	10,5	10,5	4,25	14,8	11,50	1840	1003	1822	334	1488	1488
	-19,00	13,0	10,5	10,5	5,25	14,8	11,13	1780	1239	1935	334	1601	1601
	-20,00	14,5	9,5	9,5	6,25	14,8	10,75	1720	1475	2048	334	1714	1714
8	-17,00	12,0	11,0	7,7	7,00	9,5	9,60	1536	1064	1667	0	1667	1667
	-18,00	15,0	12,0	9,4	8,00	10,0	11,45	1832	1280	1995	0	1995	1995
	-19,00	13,0	12,0	11,1	9,00	10,5	11,80	1888	1512	2179	0	2179	2179
	-20,00	17,5	14,0	12,0	10,00	11,0	13,88	2220	1760	2551	0	2551	2551
	-15,00	21,0	17,0	9,4	3,50	13,5	14,20	2272	756	1941	334	1607	1607
	-16,00	15,0	9,0	9,0	4,50	14,5	10,50	1680	1044	1746	334	1412	1412
	-17,00	11,0	9,0	9,0	5,50	14,5	9,50	1520	1276	1792	334	1458	1458
	-18,00	15,0	11,5	9,4	6,50	14,3	11,33	1812	1482	2112	334	1777	1777
	-19,00	17,5	11,5	9,9	7,50	14,3	12,20	1952	1710	2347	334	2013	2013
	-20,00	14,0	8,0	8,0	8,50	14,5	9,50	1520	1972	2238	334	1904	1904

Paaltype : Prefab betonpaal

dschacht : # 400 mm
Dpunt : # 400 mm

sond nr	punt m+NAP	q _{c,I;gem}	q _{c,II;gem} MPa	q _{c,III;gem}	ΔL m	q _{c,z;a} MPa	q _{b,max} MPa	R _{b;cal,max}	R _{s;cal,max}	R _{c;d}	F _{nk;d}	R _{c;netto;d} ξ ₃ kN	R _{c;netto;d} ξ ₄ kN
9	-15,00	23,0	13,0	6,7	2,00	13,0	12,35	1976	416	1533	334	1199	1199
	-16,00	16,5	13,0	10,1	3,00	14,0	12,43	1988	672	1705	334	1371	1371
	-17,00	16,0	14,0	13,2	4,00	14,3	14,11	2258	912	2032	334	1697	1697
	-18,00	16,0	10,0	10,0	5,00	14,5	11,50	1840	1160	1923	334	1589	1589
	-19,00	14,5	10,0	10,0	6,00	14,5	11,13	1780	1392	2033	334	1699	1699
	-20,00	16,0	14,5	10,5	7,00	14,5	12,88	2060	1624	2362	334	2027	2027
7	-16,50	12,5	11,0	7,0	6,50	9,3	9,38	1500	962	1578	0	1578	1578

BEPALING PAALKOPZAKKING VOOR STATISCHE BELASTING

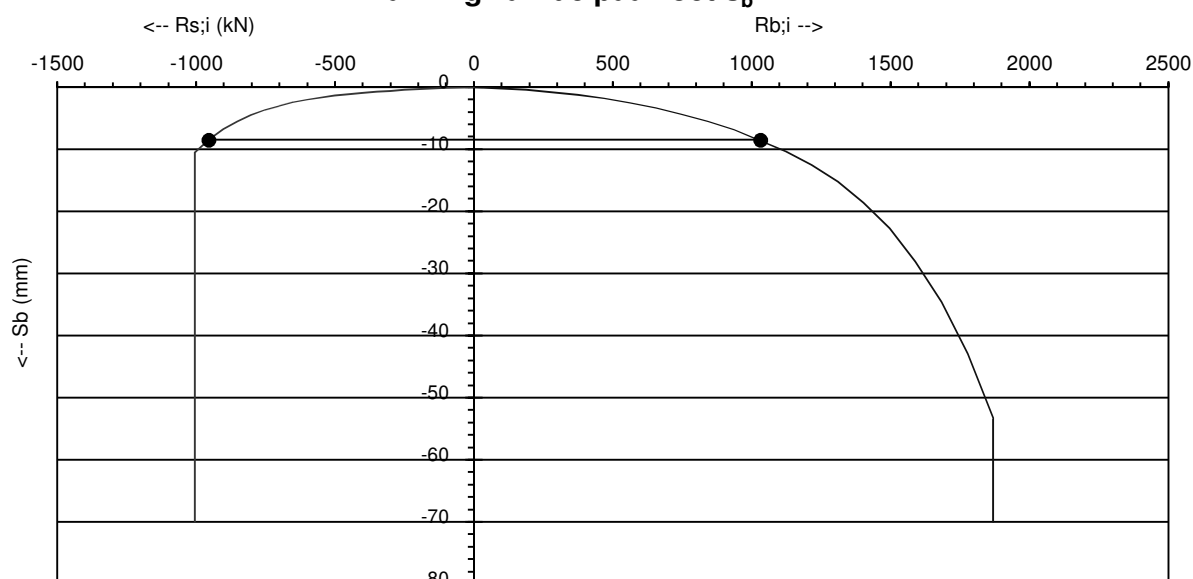
Rekenmethode volgens NEN 9997-1+ C1:2012, waarin NEN-EN 1997-1:2012 is opgenomen

Paalkopzакking $s = s_1 + s_2$

$s_1 = s_b + s_{el}$

Paaltype	:	Prefab betonpaal	
Schachtafmeting	d_s :	# 450 mm	d_{eq} : 508 mm
Puntafmeting	D_p :	# 450 mm	D_{eq} : 508 mm
Schachtdoorsnede	:	0,203 m ²	
E-modulus paalschacht	:	20.000 N/mm ²	alleenstaande paal
Sondering	:	3	m : 0,96 (-)
Paalkopniveau	:	0,25 m+ NAP	$\sigma'_{v;4D}$: 0 kPa
Paalpuntniveau	:	-19,00 m NAP	A_{4D} : 0,0 m ²
Begin afdracht positieve kleeft	:	-14,00 m NAP	$E_{ea;gem}$: 60 MPa
Representatieve paalkopbelasting $F_{c;rep}$	:	1200 kN	
Representatieve negatieve kleeft $F_{nk;rep}$	:	784 kN	
Maximale draagkracht paalpunt	$R_{b;cal;max}$:	2430 kN	Correlatiefactor ξ_3 : 1,30 (-)
Maximale schachtwrijving statisch	$R_{s;cal;max}$:	1305 kN	Materiaalfactoren γ_b, γ_s : 1,00 (-)
Extra schachtwrijving bij korte duur	$R_{s;cal;max}$:	0 kN	

zakking van de paalvoet s_b



$R_{b;max;i}$	:	1869 kN
$R_{s;max;i}$	:	1004 kN
$R_{b;i}$	:	1030 kN
$R_{s;i}$	:	954 kN
$R_{s;korte\ duur;i}$	:	0 kN
s_b	:	8,5 mm
s_{el}	:	7,5 mm
s_1	:	15,9 mm
s_2	:	0,0 mm
s	:	15,9 mm
veerstijfheid paalkop $k_{v;rep}$	:	75.400 kN/m1
$\gamma_{m;kh}$	:	1,3 (-)
rekenwaarde veerstijfheid $k_{v;d}$	:	58.000 kN/m1

BEPALING PAALKOPZAKKING VOOR STATISCHE BELASTING

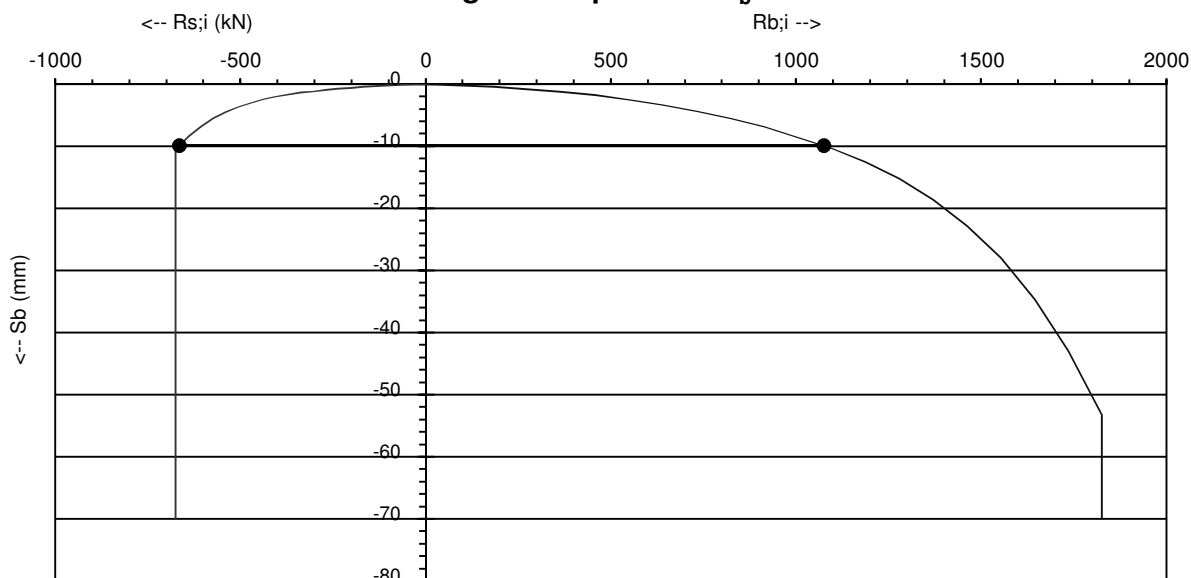
Rekenmethode volgens NEN 9997-1+ C1:2012, waarin NEN-EN 1997-1:2012 is opgenomen

Paalkopzакking $s = s_1 + s_2$

$s_1 = s_b + s_{el}$

Paaltype	:	Prefab betonpaal	
Schachtafmeting	d_s :	# 450 mm	d_{eq} : 508 mm
Puntafmeting	D_p :	# 450 mm	D_{eq} : 508 mm
Schachtdoorsnede	:	0,203 m ²	
E-modulus paalschacht	:	20.000 N/mm ²	alleenstaande paal
Sondering	:	5	m : 0,96 (-)
Paalkopniveau	:	0,25 m+ NAP	$\sigma'_{v;4D}$: 0 kPa
Paalpuntniveau	:	-17,00 m NAP	A_{4D} : 0,0 m ²
Begin afdracht positieve kleeft	:	-13,75 m NAP	$E_{ea,gem}$: 60 MPa
Representatieve paalkopbelasting $F_{c;rep}$	:	1200 kN	
Representatieve negatieve kleeft $F_{nk;rep}$	:	540 kN	
Maximale draagkracht paalpunt	$R_{b;cal;max}$:	2374 kN	Correlatiefactor ξ_3 : 1,30 (-)
Maximale schachtwrijving statisch	$R_{s;cal;max}$:	878 kN	Materiaalfactoren γ_b, γ_s : 1,00 (-)
Extra schachtwrijving bij korte duur	$R_{s;cal;max}$:	0 kN	

zakking van de paalvoet s_b



$R_{b;max;i}$	:	1826 kN
$R_{s;max;i}$	:	675 kN
$R_{b;i}$	:	1074 kN
$R_{s;i}$	:	666 kN
$R_{s;korte\ duur;i}$	:	0 kN
s_b	:	9,8 mm
s_{el}	:	6,2 mm
s_1	:	16,0 mm
s_2	:	0,0 mm
s	:	16,0 mm
veerstijfheid paalkop $k_{v;rep}$	:	75.000 kN/m1
$\gamma_{m;kh}$	:	1,3 (-)
rekenwaarde veerstijfheid $k_{v;d}$	:	57.700 kN/m1

BEPALING PAALKOPZAKKING VOOR STATISCHE BELASTING

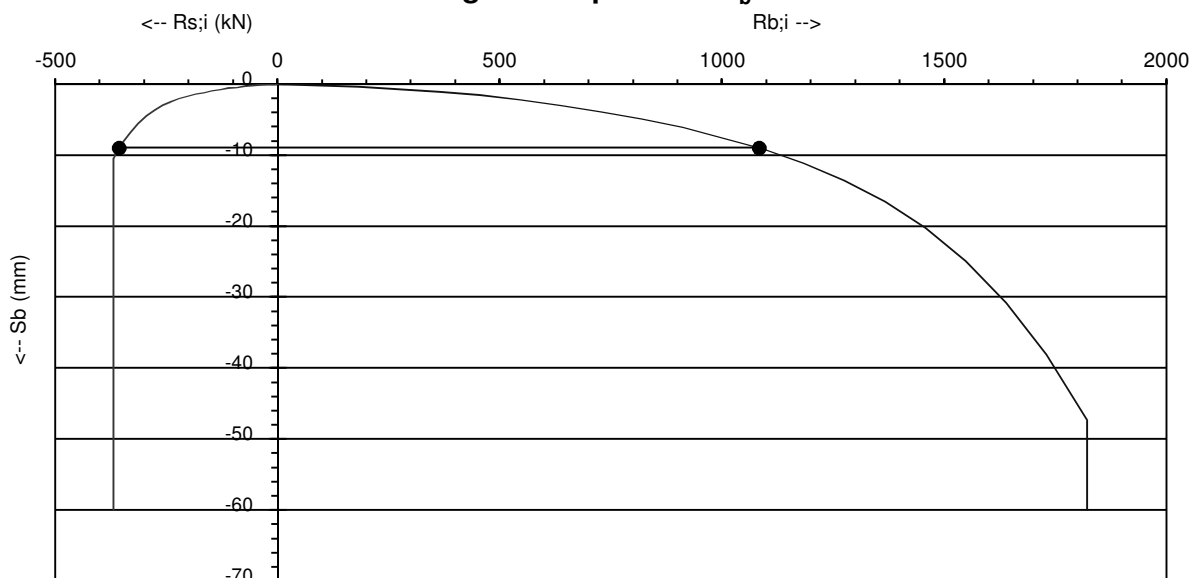
Rekenmethode volgens NEN 9997-1+ C1:2012, waarin NEN-EN 1997-1:2012 is opgenomen

Paalkopzакking $s = s_1 + s_2$

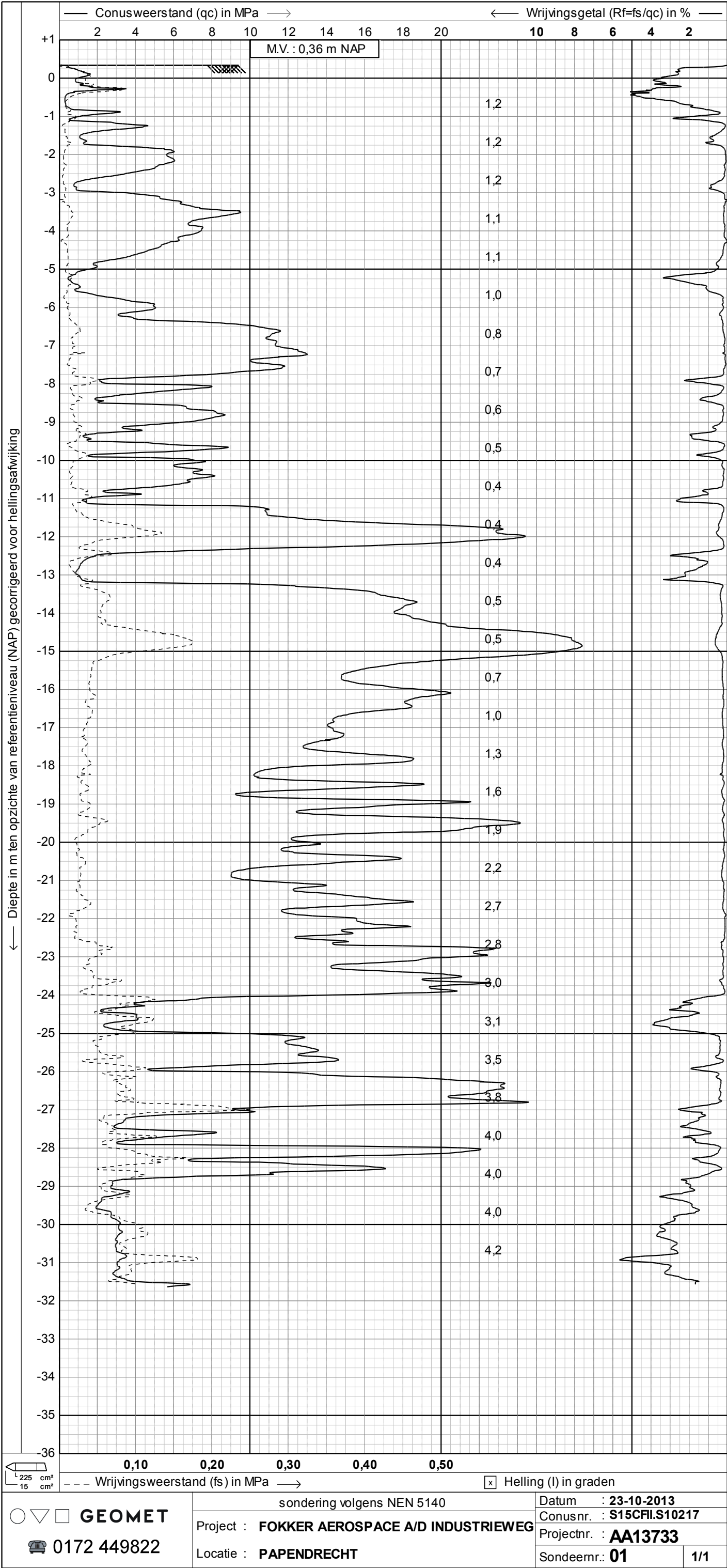
$s_1 = s_b + s_{el}$

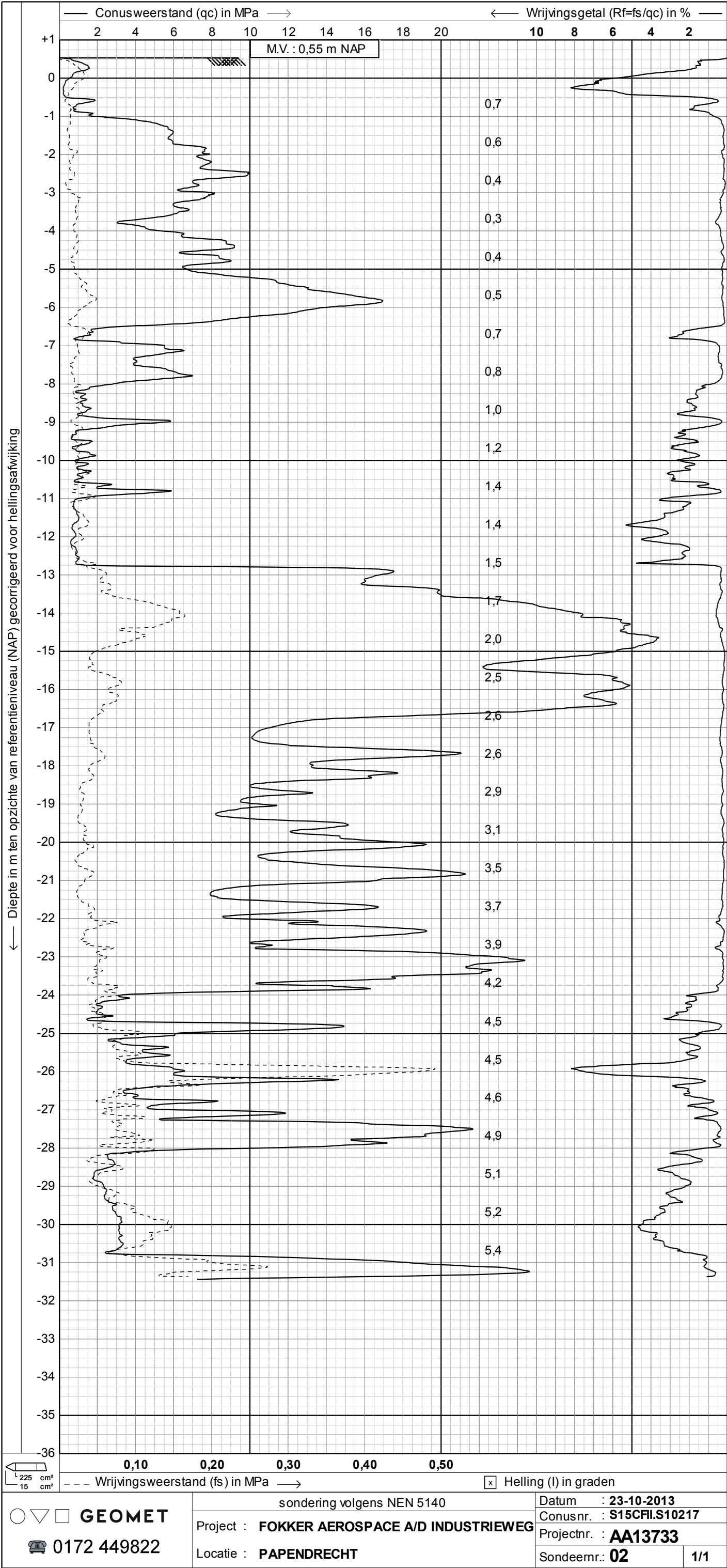
Paaltype	:	Prefab betonpaal	
Schachtafmeting	d_s :	# 400 mm	d_{eq} : 451 mm
Puntafmeting	D_p :	# 400 mm	D_{eq} : 451 mm
Schachtdoorsnede	:	0,160 m ²	
E-modulus paalschacht	:	20.000 N/mm ²	alleenstaande paal
Sondering	:	3	m : 0,96 (-)
Paalkopniveau	:	0,25 m+ NAP	$\sigma'_{v;4D}$: 0 kPa
Paalpuntniveau	:	-16,00 m NAP	A_{4D} : 0,0 m ²
Begin afdracht positieve kleeft	:	-14,00 m NAP	$E_{ea,gem}$: 60 MPa
Representatieve paalkopbelasting $F_{c;rep}$	:	960 kN	
Representatieve negatieve kleeft $F_{nk;rep}$	:	480 kN	
Maximale draagkracht paalpunt	$R_{b;cal;max}$:	2368 kN	Correlatiefactor ξ_3 : 1,30 (-)
Maximale schachtwrijving statisch	$R_{s;cal;max}$:	480 kN	Materiaalfactoren γ_b, γ_s : 1,00 (-)
Extra schachtwrijving bij korte duur	$R_{s;cal;max}$:	0 kN	

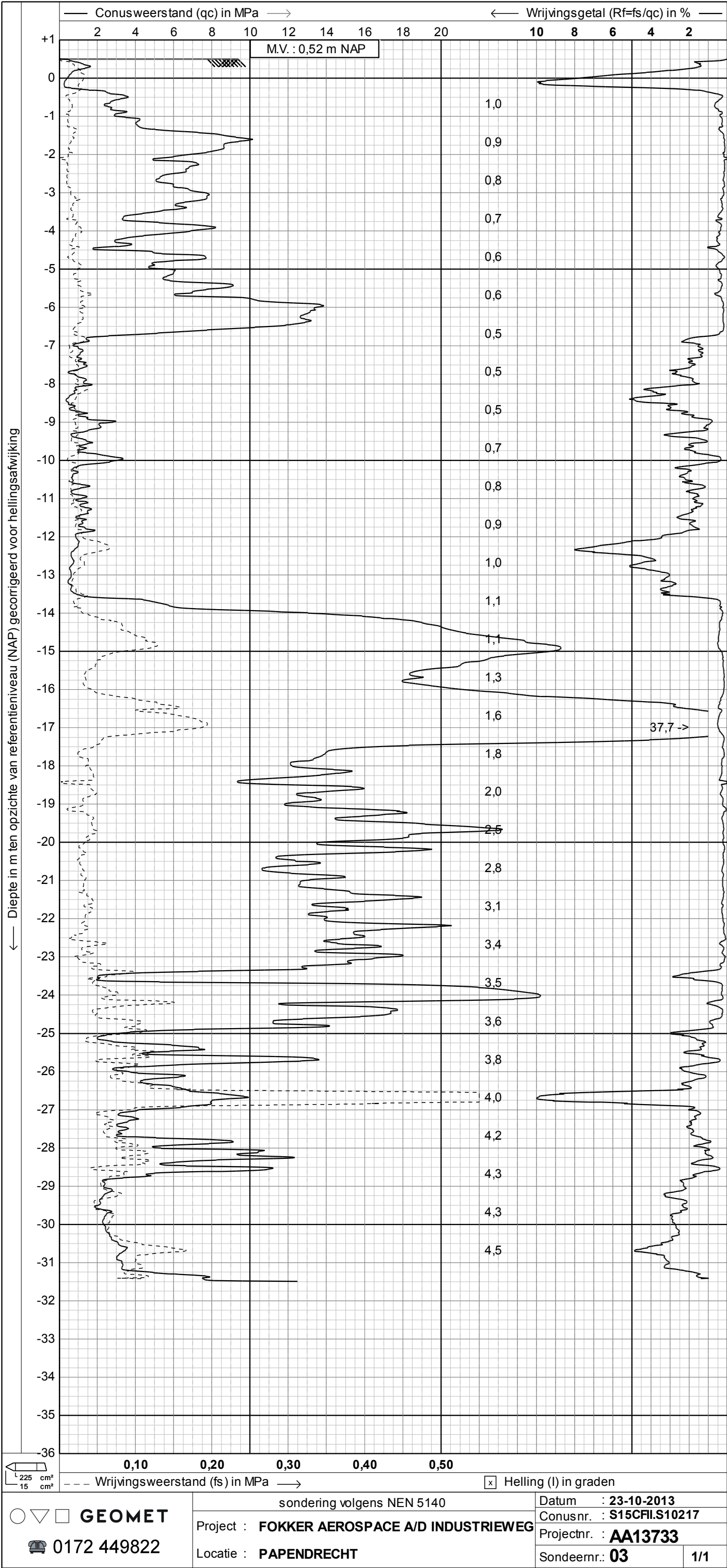
zakking van de paalvoet s_b

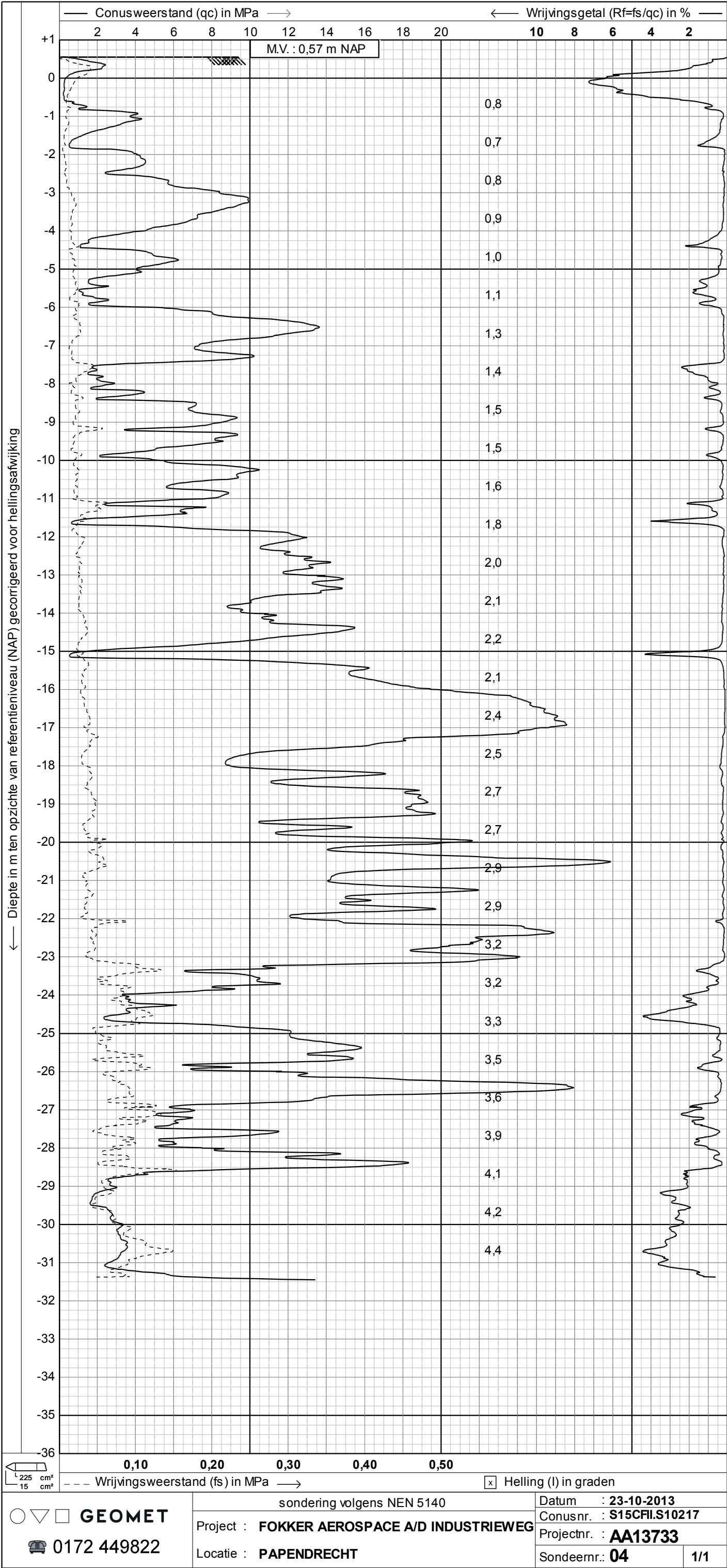


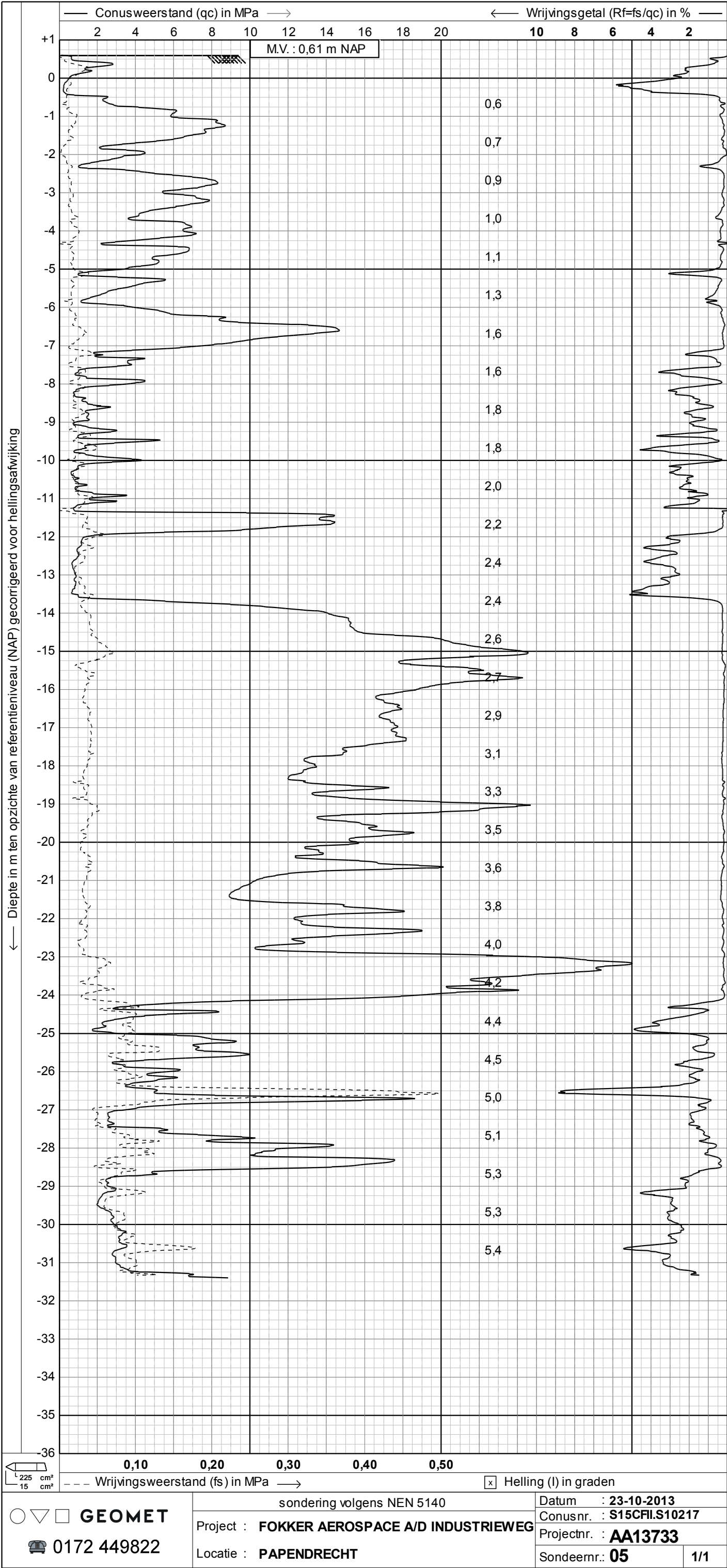
$R_{b;max;i}$	:	1822 kN
$R_{s;max;i}$	:	369 kN
$R_{b;i}$	:	1083 kN
$R_{s;i}$	:	357 kN
$R_{s;korte\ duur;i}$	:	0 kN
s_b	:	9,0 mm
s_{el}	:	6,1 mm
s_1	:	15,1 mm
s_2	:	0,0 mm
s	:	15,1 mm
veerstijfheid paalkop $k_{v;rep}$	:	63.600 kN/m1
$\gamma_{m;kh}$	:	1,3 (-)
rekenwaarde veerstijfheid $k_{v;d}$	:	49.000 kN/m1

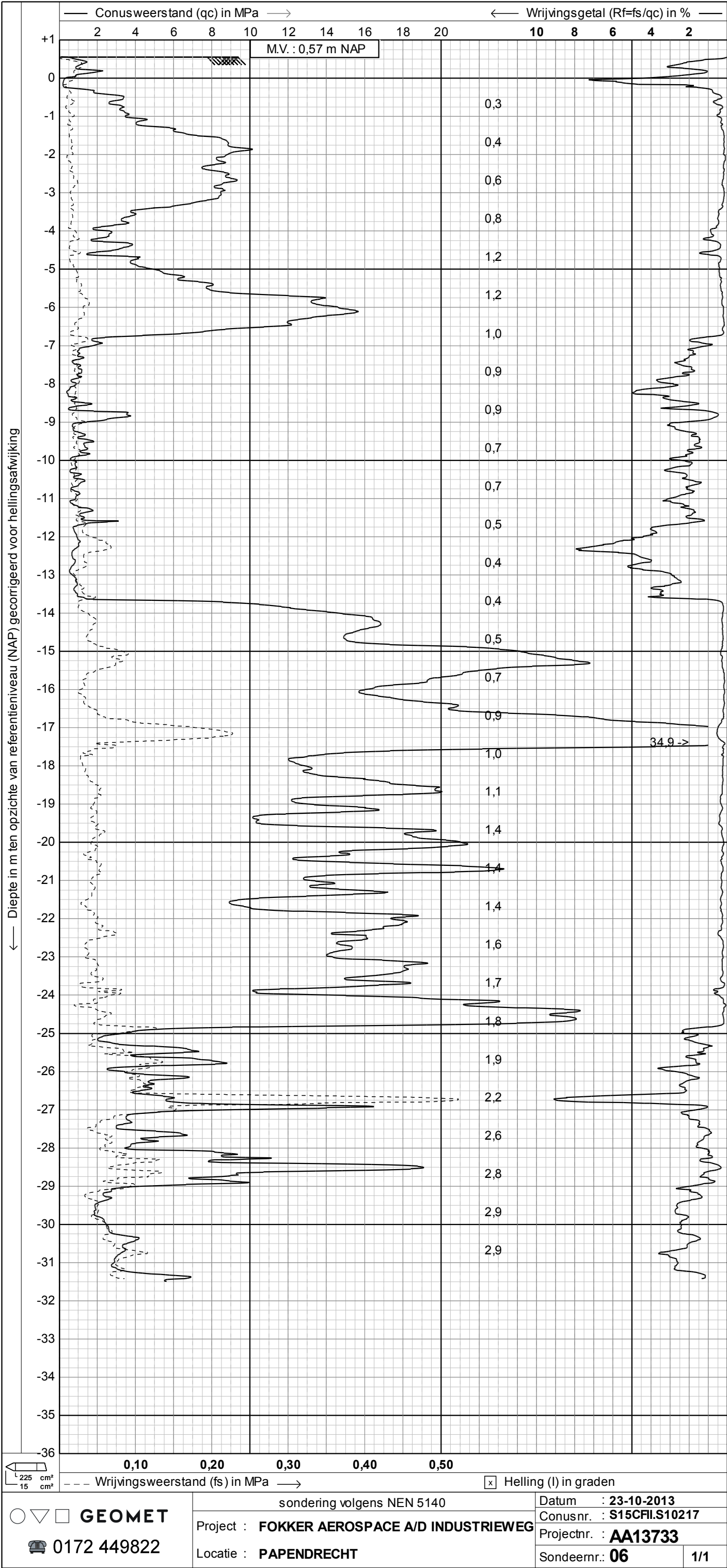


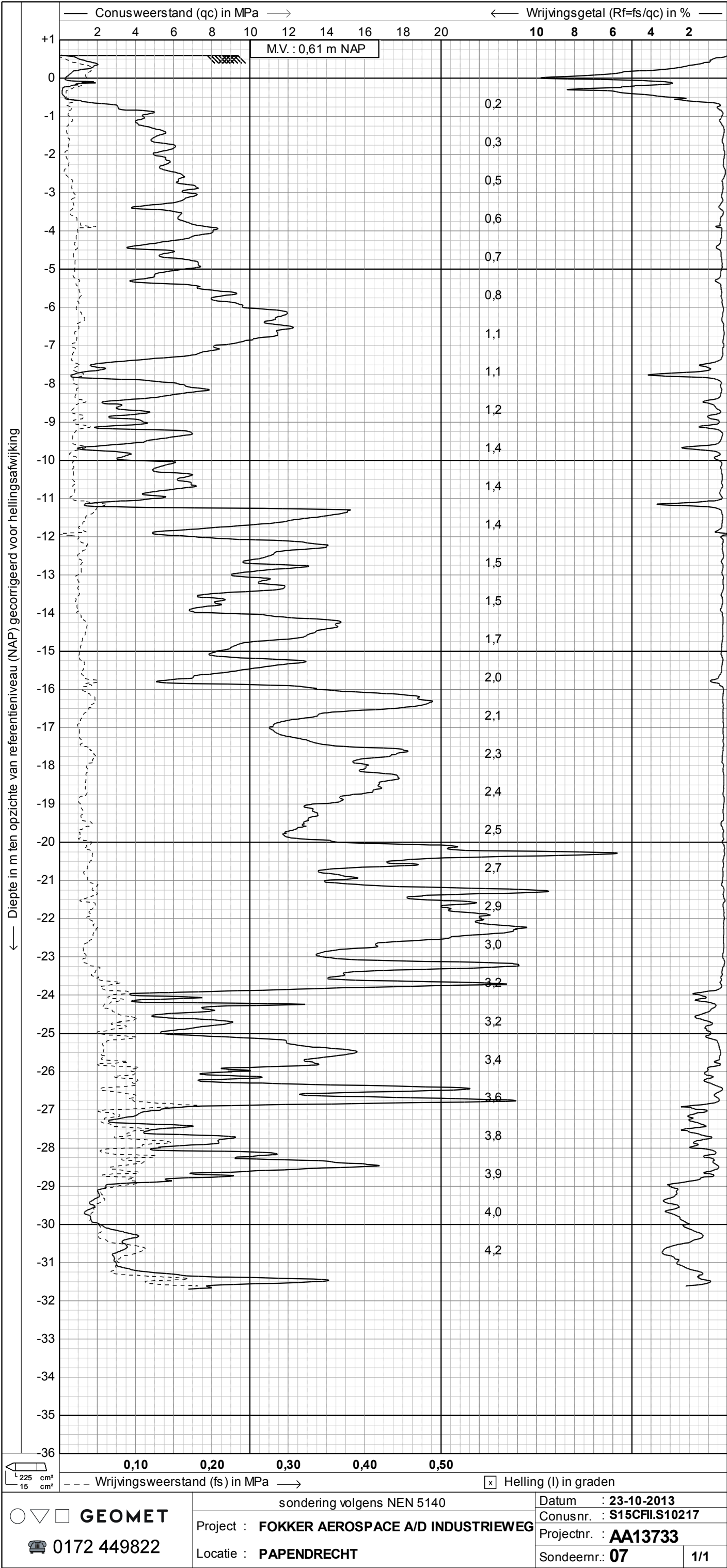


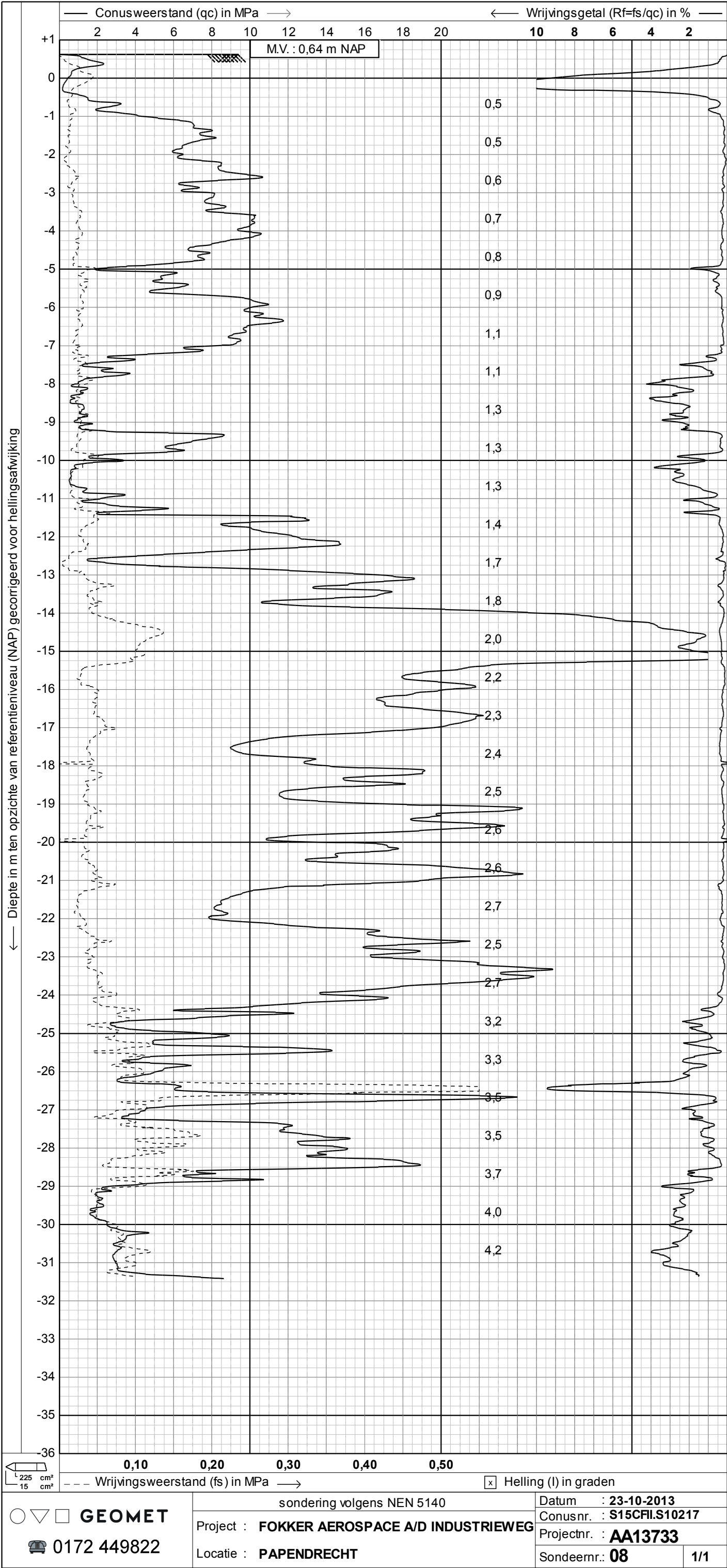


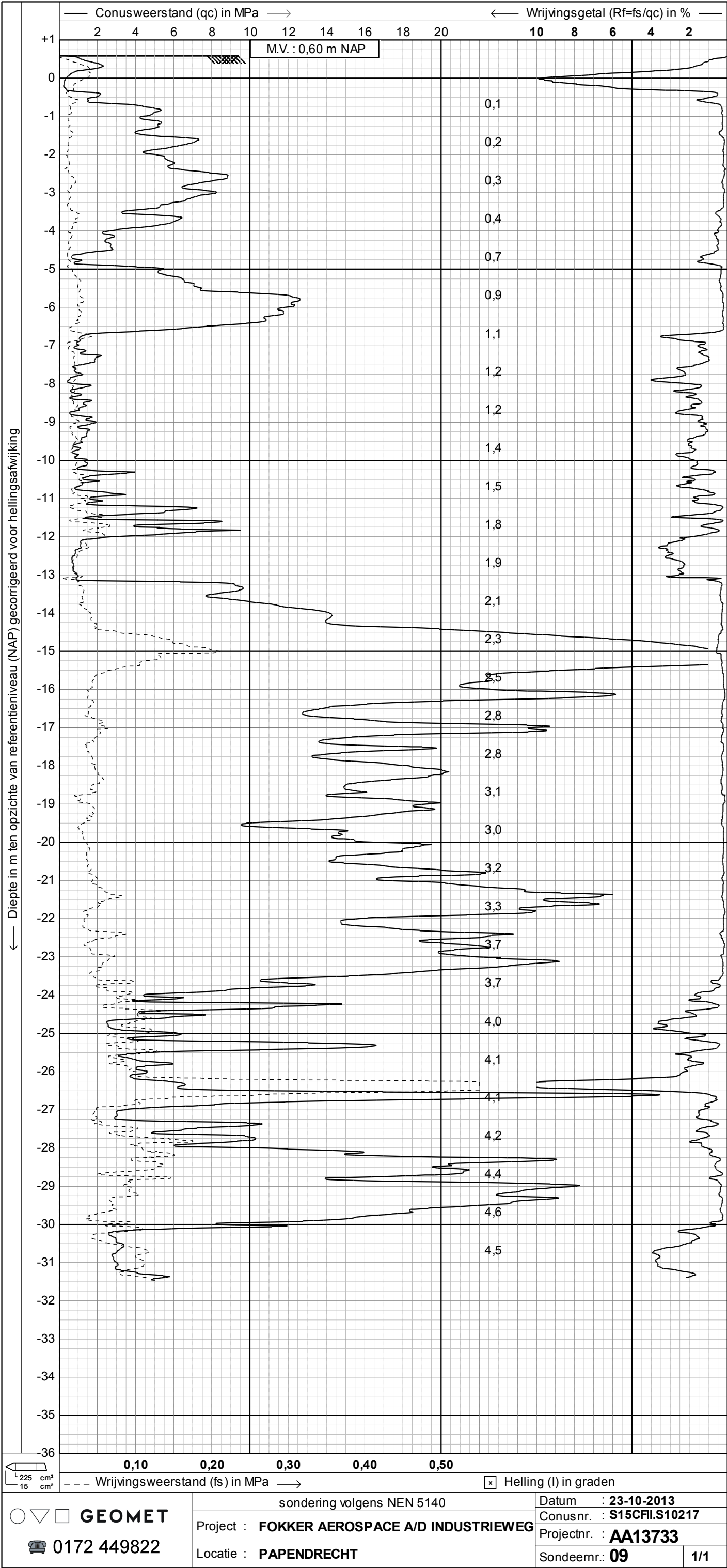


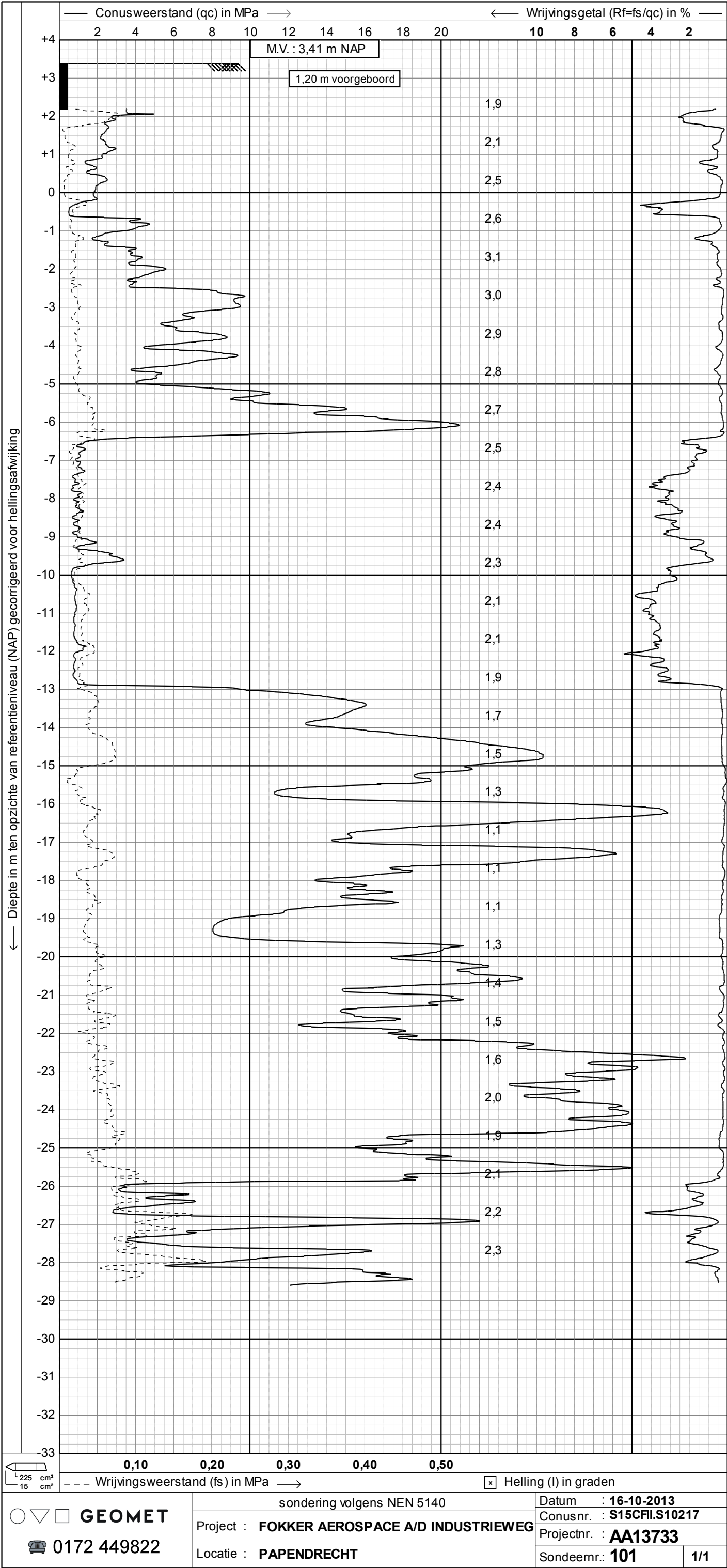


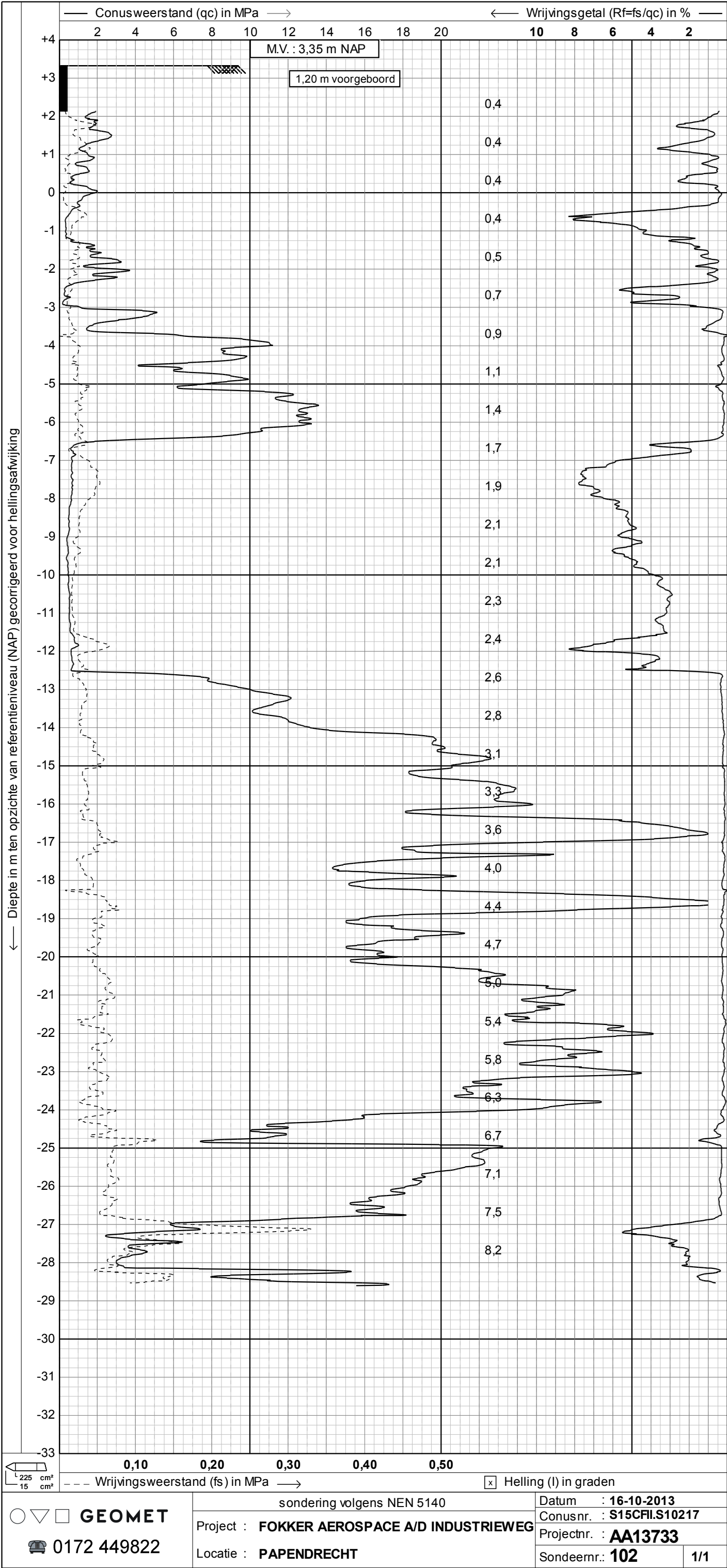


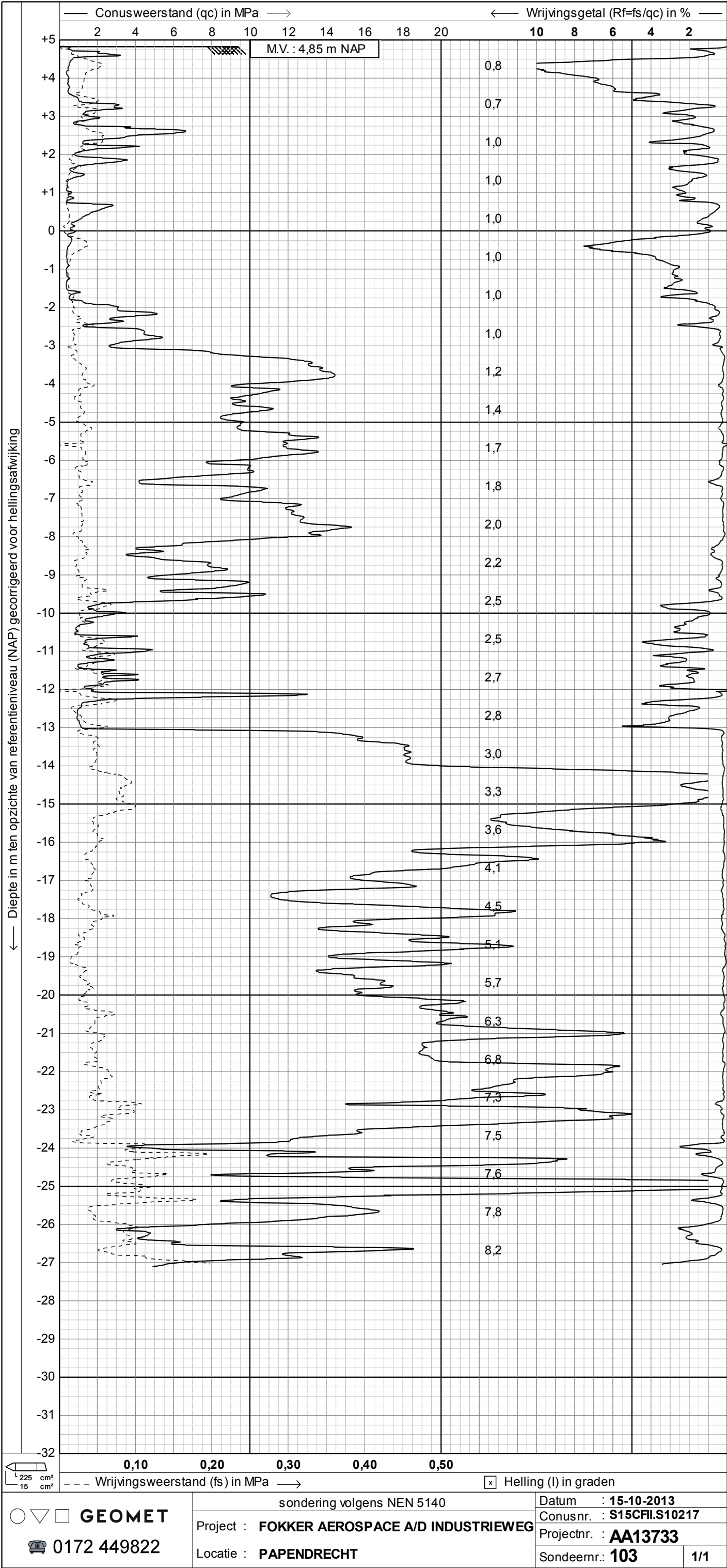


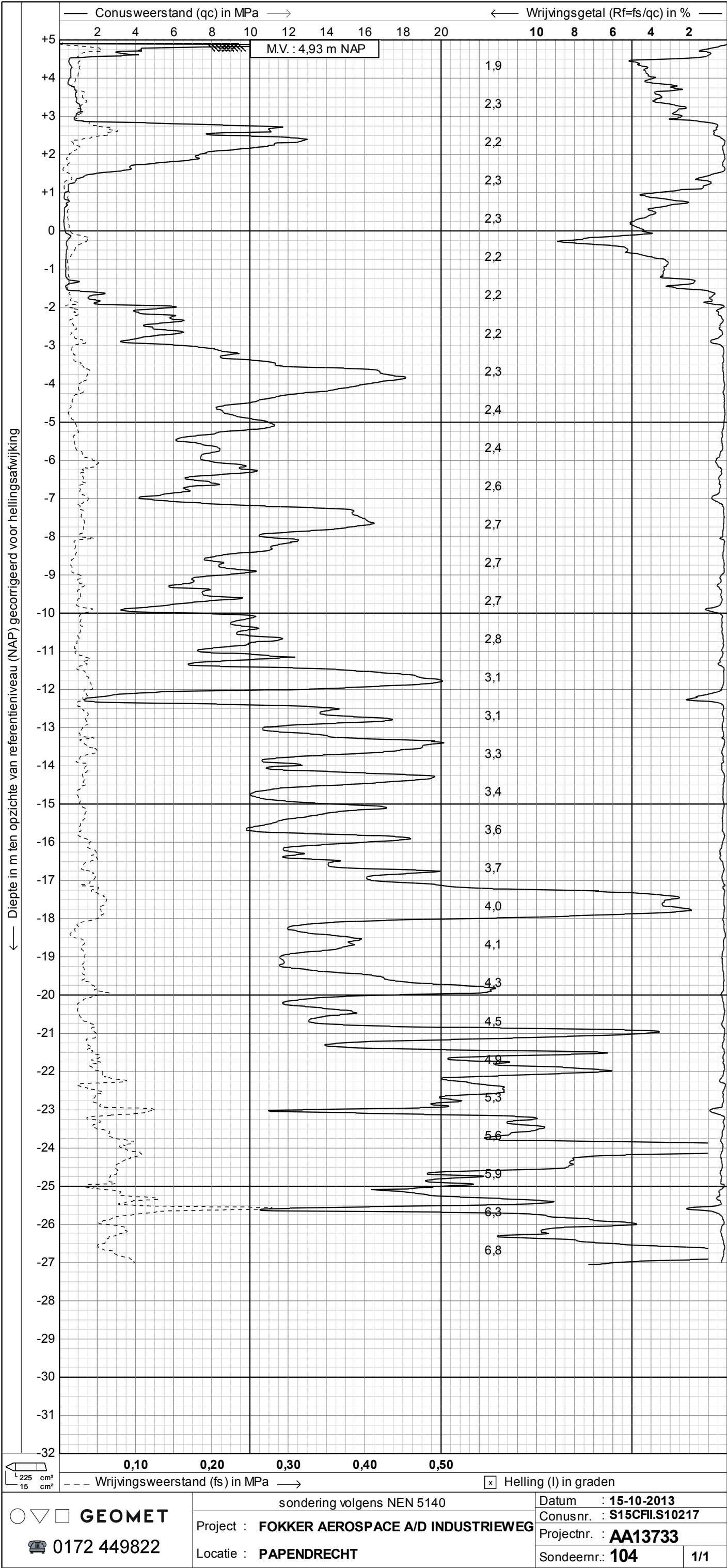


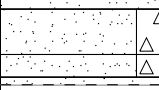


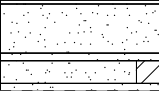








S101 16-10-2013 Handboring			Maaiveldhoogte: 3.41 t.o.v. NAP Grondwaterniveau: --- t.o.v.				Coordinaten:	
NAP	MV	Profiel	M	G	P	Omschrijving bodemprofiel	Opmerkingen	
+3.0						0.00m Verharding, (tegel). 0.05m Zand, matig fijn, lichtbruin. 0.20m Zand, matig fijn, grijs, matig puinhoudend. 0.80m Zand, matig fijn, bruingrijs, matig puinhoudend. 1.10m Zand, fijn, lichtbruin. 1.20m Einde boring.		
-1.0								
+2.0								
-2.0								
+1.0								
-3.0								

S102 16-10-2013 Handboring			Maaiveldhoogte: 3.35 t.o.v. NAP Grondwaterniveau: --- t.o.v.				Coordinaten:	
NAP	MV	Profiel	M	G	P	Omschrijving bodemprofiel	Opmerkingen	
+3.0						0.00m Verharding, (tegel). 0.05m Zand, matig fijn, grijs. 0.70m Zand, matig fijn, donkergrijs. 0.80m Zand, matig fijn, bruingrijs, matig kleihoudend. 1.10m Zand, fijn, lichtbruin. 1.20m Einde boring.		
-1.0								
+2.0								
-2.0								
+1.0								
-3.0								

 GEOMET B.V. Alphen a/d Rijn 0172-449822	Project: FOKKER AEROSPACE A/D INDUSTRIEWEG	Rapportnr: AA13733
	Locatie: PAPENDRECHT	Proj. datum:

