

Ontwerpadvies fundering

Gracht en Molentak herinrichting Tempelplein Sittard

GA250473.R01.V2.0

20 november 2025



Ontwerpadvies fundering

Gracht en Molentak herinrichting Tempelplein Sittard

Documentnummer GA250473.R01.V2.0

20 november 2025

Opdrachtgever

Gemeente Sittard-Geleen

Postbus 18

6130 AA Sittard

Constructeur

Ingenieursbureau Palte B.V.

Benzenraderweg 1

6411 EC Heerlen

Ontwerp

Geonius Infra

+31 88 130 06 00

info@geonius.nl

Postbus 1097

6160 BB Geleen

Geonius.nl

Functie	Naam	Handtekening
Adviseur geotechniek	Ing. J.G. Valenteijn	
Collegiale toets	Ing. M. Vankan	

Inhoud

1	Inleiding	4
1.1	Samenvatting	5
2	Projectuitgangspunten.....	6
2.1	Constructieve uitgangspunten.....	6
2.2	Geotechnische uitgangspunten.....	8
3	Grondonderzoek	9
3.1	Inmeting	9
3.2	Sonderingen	9
3.3	Slagsonderingen	10
3.4	Boring	10
4	Bodemgesteldheid	11
4.1	Terreingesteldheid en projectomgeving.....	11
4.2	Bodemopbouw	11
4.3	Geohydrologische situatie	12
5	Funderingsadvies	13
5.1	Algemeen.....	13
5.2	Betonplaat gracht en betonbak (Molentak)	14
5.2.1	Uitgangspunten funderingsberekening	14
5.2.2	Minimaal aanleg- en ontgravingsniveau	14
5.2.3	Resultaten funderingsberekeningen	15
6	Uitvoeringsaspecten.....	17
6.1	Grondwater	17
6.2	Grondwerk en/of ontgravingen.....	17
6.3	Begaanbaarheid terrein	18

Bijlagen

Bijlage 1 Situatietekening

Bijlage 2 Sondeergrafieken

Bijlage 3 Boring

Bijlage 4 Richtlijnen voor het uitvoeren van grondverbeteringen/-verdichting

1 Inleiding

Door Gemeente Sittard-Geleen werd aan Geonius Geotechniek B.V. de opdracht gegeven om een aanvullend geotechnisch grondonderzoek uit te voeren en een aanvullend funderingsadvies op te stellen. Het onderzoek en advies zijn benodigd voor de geplande herinrichting van het Tempelplein in Sittard, waarbij onder andere constructieve elementen worden aangebracht zoals een gracht, aquaduct, verschillende keerwanden etc.. De ligging van de projectlocatie is weergegeven in Figuur 1.1.

De werkzaamheden zijn uitgevoerd in aanvulling op het eerder door ons uitgevoerde grondonderzoek en uitgebrachte funderingsadvies gerapporteerd onder GA250473.R01.V1.0, d.d. 11 april 2025. Sinds (en naar aanleiding van) dat rapport is een deel van het ontwerp gewijzigd van betonnen keerwanden naar een betonnen bak voor de gracht. Versie 1.0 van het rapport komt met voorliggende versie 2.0 te vervallen.

In voorliggend rapport zijn zowel de resultaten van het complete grondonderzoek als het aangepaste funderingsadvies opgenomen. Ten behoeve van de nieuwbouw zijn diepsonderingen, slagsonderingen en een handboring uitgevoerd. Het advies omvat een geotechnisch funderingsontwerp, welke als input dient voor een constructief DO/UO -funderingsplan/-tekening dat door de constructeur en/of aannemer dient te worden opgesteld.



Figuur 1.1: Luchtfoto met ligging projectlocatie indicatief rood omkaderd [bron: PDOK]

1.1 Samenvatting

Op basis van de resultaten van het grondonderzoek en de geplande constructies kan een fundering op staal worden toegepast. Wel dient een grondverbetering te worden toegepast is waarschijnlijk een bemaling nodig *en* dient bij de aanleg rekening te worden gehouden met de stabiliteit van de belendingen en (ondergrondse) infrastructuur. Specifieke aandachtspunten volgend uit het grondonderzoek, het funderingsadvies en/of de omgeving zijn vermeld in Tabel 1.1.

Tabel 1.1: Overzicht aandachtspunten

Aandachtspunt	Verwijzing binnen rapport
Controle constructieve uitgangspunten	Paragraaf 2.1
Aan te houden maximale funderingsdruk	Paragraaf 5.2.3
Aanbrengen grondverbetering en inbedden vlijlaag	Paragraaf 5.1, 5.2.2 en 6.2
Bemaling	Paragraaf 5.1 en 6.1
Ontgravingen naast belendingen en/of infrastructuur	Paragraaf 5.1 en 6.2
Obstakels in de ondergrond	Paragraaf 5.1 en 5.2.2
Stabiliteit taluds niet beschouwd/mogelijk instabiel	Paragraaf 2.1 en 5.1

2 Projectuitgangspunten

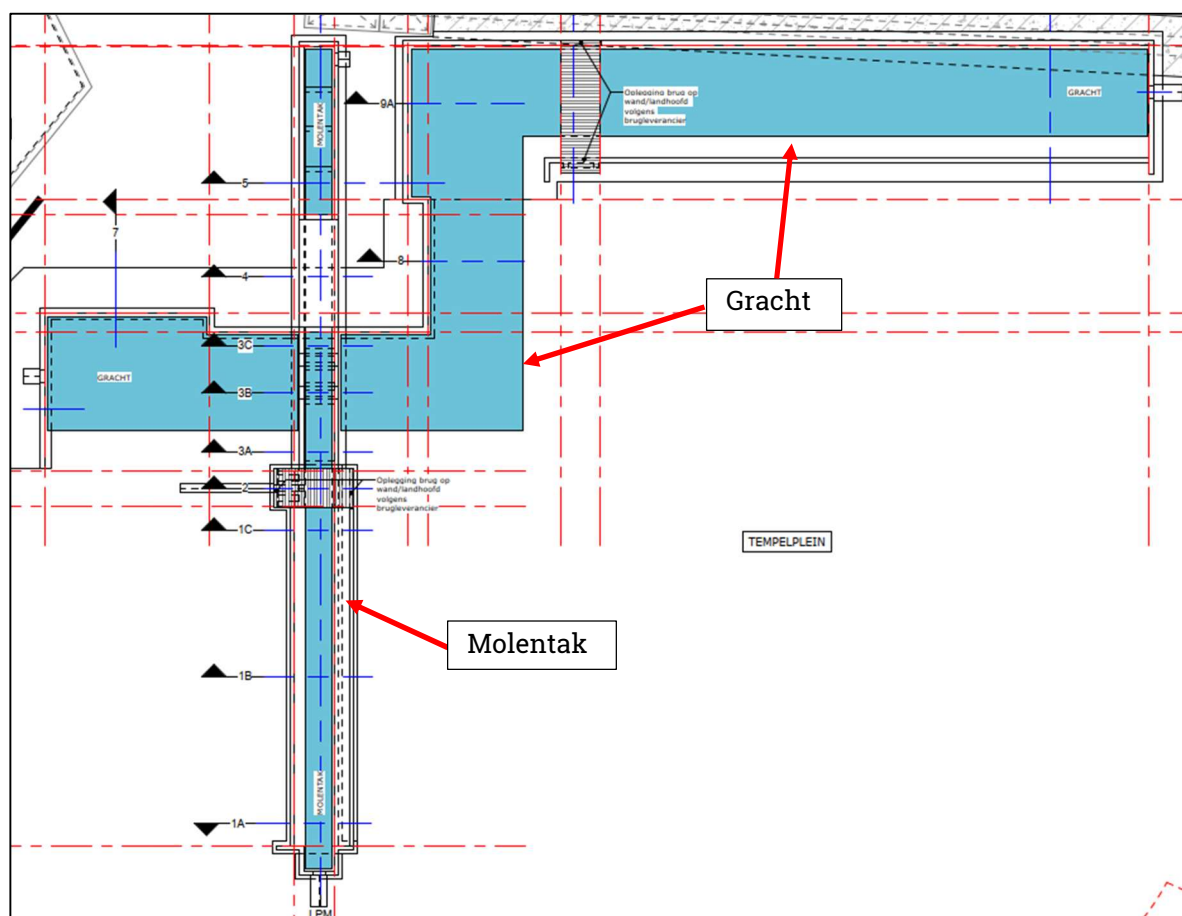
Vanuit geotechnisch oogpunt bevindt het project zich ten tijde van het opstellen van het rapport in een DO/UO ontwerpfase. De projectuitgangspunten zijn op basis van de in Tabel 2.1 opgenomen documenten vastgesteld, welke door constructeur en ontwerper zijn aangeleverd.

Tabel 2.1: Overzicht geraadpleegde projectgegevens

Ref.	Document / Tekening / Grondonderzoek	Versie	Datum
[1]	Tekeningen 550287-D002,D003,D101 en D102.pdf met overzichten, doorsneden en principe details van Palte	-	20-11-2025
[2]	Tekeningen CA230082-UO-NormaalProfielen en details-T12-01 en -02 van Geonius	V4.0	21-11-2025
[3]	550287-A-Statistische berekening.pdf, uitgangspunten document constructief ontwerp van Palte	-	20-11-2025

2.1 Constructieve uitgangspunten

In voorliggend rapport wordt de fundering van de betonnen bak voor de gracht uitgewerkt (zie onderstaande figuren 2.1 en 2.2) en de fundering van een betonnen U-bak c.q. aquaduct/overkluizing van de Molentak beek (zie figuren 2.1 en 2.3).

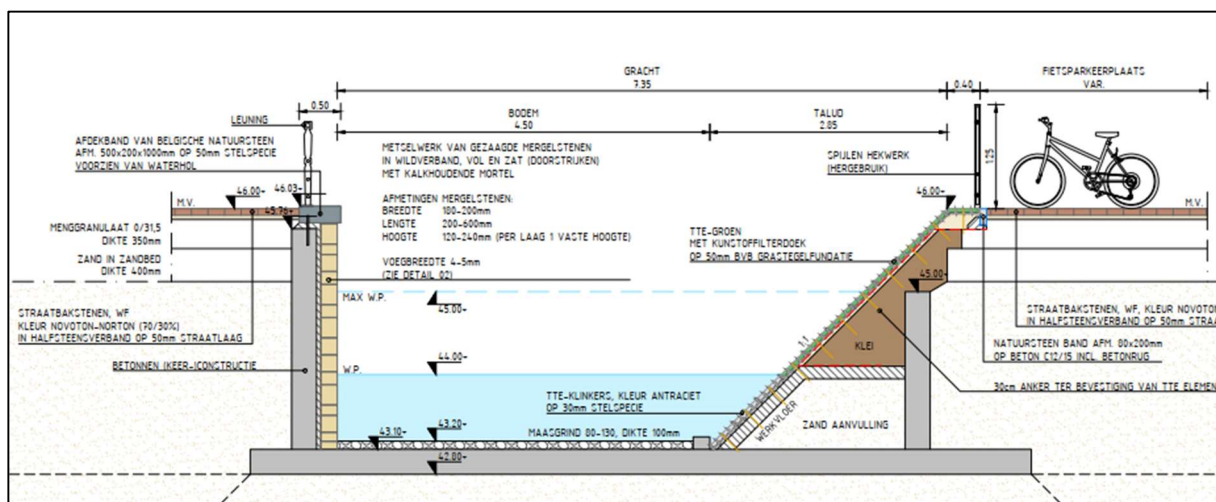


Figuur 2.1: bovenaanzicht ontwerp, bron: Ref. [1].

Voor het funderingsadvies van de geplande betonnen bak (gracht) en aquaduct (Molentak) zijn door ons, in samenspraak met de constructeur en ontwerper, de onderstaande constructieve uitgangspunten gehanteerd:

Betonnen bak gracht

- De waterbodem in de gracht komt op NAP +43,2 m, de bovenkant betonconstructie (vloer) komt op NAP +43,1 m;
- Het maaiveld rondom de gracht (/de hoge zijde van keerwand) komt gelijk aan bovenkant bestrating op NAP +46,0 m;
- De kerende hoogte bedraagt met bovengenoemde niveaus maximaal 2,9 m;
- Het aanlegniveau is aangegeven op NAP +42,8 m, Ref. [2];
- Het vaste waterpeil in de gracht bedraagt NAP +44,0 m. Het maximale waterpeil (buffer functie) is NAP +45,0 m;
- Voor de keerwanden is in Ref. [3] rekening gehouden met een verkeersbelasting (brandweerwagen);
- De betonbak in de lengterichting beschouwend als lijnlast, komt de maximale funderingslast op ca. 60 à 80 kN/m¹ (rekenwaarde), Ref. [3];
- De stabiliteit van taluds is in voorliggend rapport niet beschouwd. In het civieltechnisch ontwerp zijn voorzieningen opgenomen om uitspoeling te beperken.

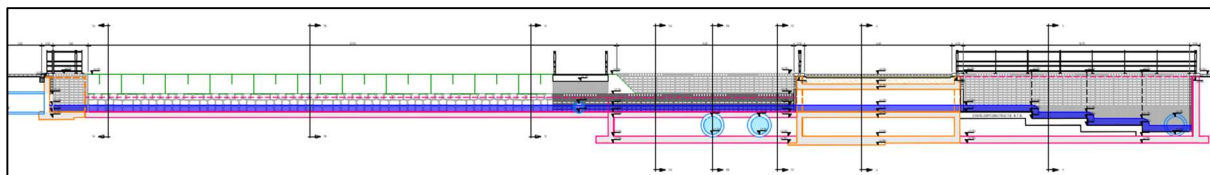


Figuur 2.2: doorsnede/normaalprofiel gracht, bron: Ref. [2].

Betonnen U-bak / aquaduct Molentak

- De betonnen U-bak heeft een breedte van 2,5 m, een voetbreedte van 3,35 m en een hoogte tot ca. 2,8 m;
- Het aanlegniveau verloopt van NAP +44,05 m (doorsneden 1A t/m 1C) naar NAP +42,90 m;
- Bij de kruising met de gracht wordt de betonnen bak van de Molentak op de vloer van de gracht gefundeerd;
- Het vaste waterpeil in de bak is NAP +44,60 m;
- Naast het eigen gewicht van de constructie van de betonbak zelf (inclusief metselwerk, zandvulling en water) wordt ervan uit gegaan dat er verder geen belastingen op de bak werken. De betonbak in de

lengterichting beschouwend als lijnlast, komt de maximale funderingslast op ca. 60 à 80 kN/m¹ (rekenwaarde), Ref. [3].



Figuur 2.3: lengteprofiel Molentak, bron: Ref. [2].

In dit rapport is uitgegaan van een verticaal en centrische belaste fundering alsmede een horizontaal maaiveld.

In dit advies is geen rekening gehouden met in de ondergrond aanwezige obstakels / overkluizingen en/of andere constructies. Dit is in de uitvoering / bij de aanleg wel een belangrijk aandachtspunt.

Indien wordt afgeweken van deze uitgangspunten, dient contact opgenomen te worden met Geonius. Hierbij dienen dan de mogelijke gevolgen van de aanpassing te worden vastgesteld. Afhankelijk van deze gevolgen, kan het noodzakelijk zijn het funderingsadvies hierop aan te passen.

Gegevens over eventuele milieukundige aspecten zijn niet bekend. Indien gewenst kan Geonius dit met een aanvullend onderzoek in beeld brengen. Eventuele beperkingen of randvoorwaarden als gevolg van milieukundige aspecten zijn in voorliggend advies niet meegewogen in de funderingsopzet.

2.2 Geotechnische uitgangspunten

Voor aanvang van het grondonderzoek is het project ingedeeld in geotechnische categorie 2 (GC2) conform NEN 9997-1+C2: 2017 [hierna NEN 9997-1]. Deze aanname is, op basis van de constructieve belastingen en de aangetroffen bodemopbouw, in lijn van de verwachting. Het terrein- en grondonderzoek is uitgevoerd en gepresenteerd conform hoofdstuk 3.2 en 3.4 van NEN 9997-1. Hierbij is tevens NEN-EN 1997-2:2007 [hierna NEN-EN 1997-2] gebruikt voor de bepaling van geotechnische parameters.

Het geotechnische ontwerp van de fundering is uitgewerkt conform de eisen betreffende constructieve veiligheid en bruikbaarheid conform de van toepassing zijnde onderdelen van hoofdstuk 6 van NEN 9997-1. Zowel NEN 9997-1 (Geotechnisch ontwerp Deel 1: Algemene regels + Nationale Bijlagen) en NEN-EN 1997-2 (Geotechnisch ontwerp Deel 2: Grondonderzoek en beproeving) vormen de basis van Eurocode 7.

Voor het uitvoeren van de berekeningen is gebruik gemaakt van gevalideerde spreadsheets, waarin de methode van hoofdstuk 6 van NEN 9997-1 wordt toegepast. De specifieke uitgangspunten van de fundering op staal zijn opgenomen in het hoofdstuk 'Funderingsadvies'.

3 Grondonderzoek

Ten behoeve van het grondonderzoek zijn in eerste instantie in maart 2025 drie diepsonderingen en een handboring uitgevoerd. Dit was op het moment waarin het project zich in een schetsontwerp fase bevond en het aantal en de posities van de sonderingen door de opdrachtgever zijn bepaald. De definitieve sondeerlocaties zijn op locatie bepaald in functie van de bereikbaarheid en ondergrondse obstakels / kabels en leidingen. De sonderingen zijn uitgevoerd met een 20-tons sondeermachine.

Om, naar aanleiding van de nadere ontwerpplannen, de opzet van het grondonderzoek verder in lijn met artikel '3.2.3 (6)P (e)' van NEN 9997-1 te brengen, zijn in oktober 2025 aanvullend 6 diepsonderingen en 3 zware slagsonderingen uitgevoerd.

Om inzicht te verkrijgen in de ligging van mogelijke kabels en leidingen is een KLIC-melding uitgevoerd. De onderzoekslocaties zijn door de opdrachtgever vrijgehouden van geparkeerde auto's. Verder waren geen aanvullende maatregelen van toepassing voor de uitvoering van het grondonderzoek. In de volgende paragrafen zijn de resultaten van het grondonderzoek omschreven, welke in de bijlagen 1 t/m 3 zijn opgenomen. In hoofdstuk 4 volgt de inhoudelijke interpretatie van de gegevens.

3.1 Inmeting

De ligging en de coördinaten van de ingemeten punten zijn op situatietekening GA250473.T01 weergegeven, welke in Bijlage 1 is opgenomen. De onderzoekspunten zijn met behulp van 06-GPS ingemeten t.o.v. het Rijksdriehoekstelsel en NAP met een nauwkeurigheid van ca. 0,1 m. Alle gegevens van de inmeting zijn een momentopname en alleen te gebruiken in voorliggend funderingsadvies.

3.2 Sonderingen

De sonderingen zijn gemaakt met een elektrische conus. Hierbij wordt de conusweerstand en de plaatselijke wrijving continu gemeten, elektrisch geregistreerd en digitaal vastgelegd. De sonderingen zijn uitgevoerd conform NEN-EN-ISO 22476-1:2022. De sonderingen zijn genummerd SW01 t/m SW08 en SW10 en gepresenteerd ten opzichte van NAP. De resultaten van de sonderingen zijn opgenomen in Bijlage 2. Bij de sonderingen is tevens de helling ten opzichte van de verticaal gemeten. Bijzondere afwijkingen in de meetdata zijn niet vastgesteld.

De verhouding tussen de wrijvingsweerstand van de kleefmantel en de weerstand aan de conuspunt, het zogenaamde wrijvingsgetal, heeft voor iedere grondsoort een andere waarde. Voor een gladde elektrische conus gelden bij veel voorkomende ongeroerde gronden onder de grondwaterstand ongeveer de navolgende relaties:

Tabel 3.1: Interpretatie van het wrijvingsgetal

Wrijvingsgetal in %	Grondsoort
0,3 – 1,5	Zand, grof tot fijn
1,5 – 2,5	Silt (leem)
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.

3.3 Slagsonderingen

De slagsonderingen zijn uitgevoerd conform NEN-EN-ISO 22476-2:2005. De sondeergrafieken zijn genummerd ZS09, ZS11 en ZS12/12A en gepresenteerd ten opzichte van NAP. De resultaten van de sonderingen zijn opgenomen in bijlage 2.

Bij de zware slagsondering wordt een conus met een oppervlak van 15 cm² de grond in gedreven door middel van een valgewicht van 50 kg. Het benodigde aantal slagen per 0,2 m penetratie wordt genoteerd. Deze aantallen worden tegen de diepte in een sondeergrafiek uitgezet en vormen een sterktebeeld van de bodem.

Op deze wijze wordt een indruk verkregen van de draagkracht van de lagen in de ondergrond. De slagenaantallen kunnen worden vertaald naar conusweerstand. De relatie tussen slagenaantallen per 0,2 m en conusweerstand is sterk afhankelijk van het aanwezige bodemmateriaal.

Door R.W.T.H. te Aken is dit verband middels proeven voor zand- en zandgrindlagen bepaald. Voor ander bodemmateriaal zijn de relaties vastgesteld op basis van ervaringen, opgedaan met de slagsondeermethode in combinatie met continue druksonderingen en de NEN-EN-ISO 22476-2:2005.

3.4 Boring

Om de toplagen nader te verkennen is op de locatie tevens een handboring (genummerd B01) uitgevoerd. Vanwege het aanwezige, zeer vaste funderingspakket onder de klinkerverharding kon de boring handmatig niet dieper worden doorgezet dan tot ca. 0,2 m- maaiveld. Tijdens de boorwerkzaamheden is het opgeboorde materiaal geïdentificeerd en beschreven conform NEN-EN-ISO 14688-1:2019+NEN 8990:2020: boorklasse B2. De boorstaat is gepresenteerd ten opzichte van maaiveld en NAP en opgenomen in Bijlage 3.

4 Bodemgesteldheid

4.1 Terreingesteldheid en projectomgeving

Het terrein was ten tijde van de uitvoering van de grondonderzoeken in gebruik als parkeerterrein en voorzien van (klinker)verharding. De begaanbaarheid van het terrein was tijdens de uitvoering van het grondonderzoek voldoende voor het ingezette materieel.

Tijdens de uitvoering van de grondonderzoeken lag het maaiveld ter plaatse van de onderzoekspunten op een niveau van ca. NAP +46,2 tot +45,9 m. Op basis van de ingemeten onderzoekspunten heeft het terrein een hoogteverschil van ca. 0,3 m. Tevens is de hoogte van een aantal referentiepunten ingemeten: put A, put B en dorpel C, zie bijlage 1.

4.2 Bodemopbouw

De bodemopbouw is op basis van de uitgevoerde grondonderzoeken geïnterpreteerd en beschreven in Tabel 4.1.

Tabel 4.1: Globale bodemopbouw

Tabel 4.1: Globale bodemopbouw			
Laag	van	tot	GRONDSOORT, conditie, bijmenging en (bijzonderheden)
	in m t.o.v. NAP		
1	+46,2 à +45,9	+45,5 à +44,7	ZAND, stol/puin, vast tot zeer vast gepakt, betreft funderingslaag onder klinkerverharding (en deel asfaltverharding), conusweerstand zijn 5 à 25 MPa, slagen aantallen zijn ca. 5 tot > 120 slagen/20 cm
2	+45,5 à +44,7	+41,2 à +41,0 ¹⁾	LEEM, KLEI, ZAND, puinhoudend, overwegend slappe, geroerde zone; ook dunne veenlaagjes zijn niet uit te sluiten in dit gebied, conusweerstand zijn 0,5 à 2 MPa slagen aantallen zijn ca. 2 tot 12 slagen/20 cm
3	+41,2 à +41,0	ca. +31,0 ²⁾	GRIND, zandhoudend, vast tot zeer vast gepakt, conusweerstand lopen op tot > 40 MPa, slagen aantallen zijn ca. > 20 tot plaatselijk > 150 slagen/20 cm

Index:

¹⁾ = bij sondering SW02 wordt binnen laag 2, tussen ca. NAP +43 en +42 m, een afwijkende bodemopbouw aangetroffen van vast zand, met conusweerstand van ca. 14 tot 20 MPa. Ook bij SW05 en ZS12A wordt een vastere zandlaag aangetroffen tussen ca. NAP +42,5 en +41,7 m.

²⁾ = maximaal verkende diepte ter plaatse van sondering ZS09. Alle diepsonderingen stranden bovenin deze laag als gevolg van het bereiken van de totaaldruk.

4.3 Geohydrologische situatie

Het grondwaterniveau is tijdens de uitvoering van het grondonderzoek in maart 2025 in een sondeergat vastgesteld op een diepte van ca. 3,6 m- maaiveld. Dit komt overeen met ca. NAP +42,4 m. Het betreft hier slechts een eenmalige meting, waardoor deze waarneming slechts een indicatie betreft.

Tijdens de uitvoering van het grondonderzoek in oktober 2025 is in 2 slagsondeergaten het grondwaterniveau vastgesteld op een diepte van ca. 4,7 à 5,0 m- maaiveld. Dit komt overeen met ca. NAP +40,9 à +41,4 m. Deze meting is uitgevoerd in een relatief droge periode.

De grondwaterstand verschilt van seizoen tot seizoen en wordt beïnvloed door zomer-/winterpeil, variërende neerslag, lagenopbouw en lokale omstandigheden (aanvoer van grondwater uit hoger gelegen gebieden, grondwateronttrekkingen, kwel en/of inzijging). Het is niet uit te sluiten dat in nattere of drogere jaargetijden een hogere of lagere grondwaterstand kan worden aangetroffen. Exacte vaststelling van de grondwaterpotentialen en fluctuatie hiervan, kan alleen middels frequente en/of langdurige peilbuismetingen worden verkregen.

Op basis van door opdrachtgever aangeleverde peilbuismetingen en nader bureauonderzoek, is in augustus 2025 door onze geohydrologisch adviseur de mogelijke maximale grondwaterstand verder onderzocht. Naast het advies om de grondwaterstand te (blijven) peilen, is de inschatting dat gerekend kan worden met een GHG van NAP +42,0 m. Voor een maatgevend hoge grondwaterstand (MHG) wordt geadviseerd rekening te houden met een niveau van NAP +42,5 m.

Op basis van bovenstaande is in dit adviesrapport voor de freatische grondwaterstand een niveau van ca. NAP +42,5 m gehanteerd.

5 Funderingsadvies

5.1 Algemeen

Op basis van de aard van het project, de opzet van de constructies en de aangetroffen bodemopbouw kan voor de geplande betonnen grachtconstructie en de betonbak (van de Molentak) een fundering op staal worden toegepast.

Wel is vanwege de niet draagkrachtige lagen en/of de aanwezigheid van slappe / zettingsgevoelige / geroerde lagen binnen het invloedsgebied van de fundering het toepassen van een grondverbetering noodzakelijk. Dit om het benodigde draagvermogen te vergroten en/of (verschil)zettingen te beperken. Onderstaand is de fundering op staal verder uitgewerkt.

Naast het toepassen van een grondverbetering zijn specifiek voor dit project de volgende aandachtspunten van belang:

- Grondwaterstand: afhankelijk van de grondwaterstand in de uitvoeringsfase is een bemaling nodig. Voor een juiste uitvoering van de funderingswerkzaamheden is het noodzakelijk dat de grondwaterstand minimaal 0,5 m onder het ontgravingsvlak staat. Aangezien er grondwater aangetroffen kan worden rond en boven deze niveaus, zie tabel 5.2, adviseren wij rekening te houden met een bemaling. Desgewenst kan een en ander in een aanvullend advies door ons worden beschouwd;
- Bij de constructieberekeningen zal tevens rekening moeten worden gehouden met een mogelijk opdrijvend effect als gevolg van de (grond)waterstand. De constructies dienen, met inachtneming van de partiële factoren, veilig te zijn tegen opdrijven;
- Tijdens het ontgraven voor de grondverbeteringen en de aanleg van de constructies/funderingen moet rekening gehouden worden met de stabiliteit van de funderingen van de belendingen en omliggende infrastructuur. **Afhankelijk van de beschikbare ruimte, funderingswijzen en aanlegniveaus van belendingen, dienen mogelijk (tijdelijke) grondkeringen te worden toegepast.** Desgewenst kan een en ander in een aanvullend advies door ons worden beschouwd;
- Vanwege de plaatselijk weke en verzadigde bodem (op ontgravingsvlak zal rekening gehouden moeten worden met het aantreffen van mogelijk slappe klei- en veenlagen met conusweerstand $< 0,5$ MPa) zal zowel bij de ontgravingswerkzaamheden alsmede bij het aanbrengen van de grondverbetering zorgvuldig te werk moeten worden gegaan om een "dolle" ondergrond te voorkomen. De werkingsdiepte van de verdichtingsapparatuur moet zijn afgestemd op de dikte van de aan te brengen lagen van het grondverbeteringspakket. De ontgravingswerkzaamheden dienen achteruit werkend te geschieden. Het berijden of betreden van het ontgravingsniveau moet worden vermeden.
- Waar de ontgravingsniveaus bestaan uit sterk verweekte gedeelten, adviseren wij alvorens het grondverbeteringspakket aan te brengen, een vlijlaag te maken middels het inbedden van grove puin, silex of grof grind. Intrillen hiervan moet worden vermeden;
- De grote hoeveelheid aanwezige obstakels; bestaande overkluizing, geboorde leiding, verzamelput etc. maken dat de niveaus in het werk goed gecontroleerd moeten worden.

Wij adviseren voor de gewenste taluds langs de gracht (zie Figuur 2.2) rekening te houden met (micro)instabiliteit. Een talud van 1 : 1 is rekentechnisch niet stabiel, daarom zal een significante bovenbelasting op de kruin van het talud voorkomen moeten worden. Tevens zal rekening gehouden moeten worden met (regelmatige) herstelwerkzaamheden aangezien er een risico bestaat dat delen van het talud afschuiven.

5.2 Betonplaat gracht en betonbak (Molentak)

5.2.1 Uitgangspunten funderingsberekening

In aanvulling op paragraaf 2.1 'constructieve en geotechnische uitgangspunten', zijn de in de berekening gehanteerde factoren in Tabel 5.1 vermeld.

Tabel 5.1: berekeningsfactoren fundering op staal

Omschrijving	Symbool	Waarde
Gedraineerd of ongedraineerd gedrag grond	-	Ongedraineerd ⁴⁾
Minimaal volumiek gewicht, beton-/gronddekking ¹⁾	$\gamma'_{dekking;gem;k}$	14,0 kN/m ³ (grond) 24,0 kN/m ³ (beton)
Minimale dikte beton-/gronddekking	—	0,3 m (beton) ²⁾ 0,7 m (grond)
Gehanteerde grondwaterstand	-	NAP +42,5 m
Volumiek gewicht water	$\gamma_{water;k}$	10,0 kN/m ³
Effectief volumiek gewicht, grond onder fundering ¹⁾	$\gamma_{gem;k}$	8,0 kN/m ³
Hoek van inwendige wrijving onder fundering ¹⁾	$\phi'_{gem;k}$	22,5 °
Cohesie ¹⁾	$c'_{gem;k}$	0,0 kPa
Partiële factor volumiek gewicht	γ_{γ}	1,10
Partiële factor hoek van inwendige wrijving	$\gamma_{\phi'}$	1,15 ³⁾
Partiële factor cohesie	$\gamma_{c'}$	1,60
Draagkrachtfactoren (N_c , N_q en N_{γ})	N_c , N_q en N_{γ}	Conform NEN 9997-1
Stijfheid constructie	-	<u>Niet</u> -stijf bouwwerk

Index:

¹⁾ = gewogen gemiddelde, conform NEN 9997-1 volgens 6.5.2.2(n)

²⁾ = alleen gewicht beton in de berekening meegenomen als gronddekking

³⁾ = van toepassing op $\tan \phi'$

⁴⁾ = rekening houdend met een beperkte grondverbetering bevinden zich nog cohesieve lagen binnen het invloedsgebied van de fundering, waarmee de ongedraineerde sterkte maatgevend wordt

5.2.2 Minimaal aanleg- en ontgravingsniveau

In Tabel 5.2 zijn de minimale ontgravingsniveaus per sondering gegeven. Het betreft hier een ontgravingsniveau ter plaatse van de sonderingen. Deze ontgravingsniveaus dienen als leidraad genomen te worden voor de gebieden tussen de sonderingen. Indien, onder de funderingselementen op de aangegeven niveaus, plaatselijk nog zeer sterk samendrukbare, humus-/leemhoudende lagen en/of losse geroerde gedeelten worden aangetroffen, zal dit moeten worden verwijderd tot op de enigszins draagkrachtige, ongeroerde laag.

Daar waar het aanlegniveau hoger ligt dan het minimaal ontgravingsniveau, dient vanaf ontgravingsniveau de grondverbetering te worden opgebouwd tot aan het aanlegniveau van de fundering. **Omdat de ontgravingsniveaus plaatselijk bestaan uit slappe klei/leem (mogelijk veen) en/of (sterk) verweekte gedeelten, adviseren wij alvorens het grondverbeteringspakket aan te brengen, een vlijlaag aan te brengen middels het inbedden van grove puin, silex of grof grind. Intrillen hiervan moet worden vermeden.** Richtlijnen betreffende gestelde eigenschappen van het materiaal, het uitvoeren van grondverbeteringen en verdichting zijn gegeven in Bijlage 4.

Tabel 5.2: Te hanteren niveaus voor fundering en grondverbetering

Sondering nummer	Maaiveldniveau [m t.o.v. NAP]	Aanlegniveau [m t.o.v. NAP]	Dikte grondverbetering [m]	Minimaal ontgravingsniveau ¹⁾ [m t.o.v. NAP]
Betonplaat gracht; profielen 6 t/m 11, inclusief profielen 3A t/m 3C Molentak				
SW02	+46,06 ²⁾	+42,80	0,80	+42,00
SW03	+46,22 ²⁾			
SW04 ³⁾	+45,94			
SW06	+46,27			
SW07	+46,11			
SW08	+46,04			
ZS09	+45,92			
SW10 ⁴⁾	+45,92			
ZS11	+46,19			
Betonbak Molentak; profielen 1A t/m 1C en 2				
SW01	+46,01 ²⁾	+44,05	1,75	+42,30
SW05	+46,18			
SW08	+46,04			
ZS12A	+46,17			
Betonbak Molentak; profielen 4 en 5				
SW02	+46,06 ²⁾	+42,90	0,70	+42,00
SW04 ³⁾	+45,94			
SW08	+46,04			
ZS09	+45,92			
SW10 ⁴⁾	+45,92			

Index:

¹⁾ = in verband met eventueel verwijderde/te verwijderen aanwezige obstakels, overkluizingen en/of andere constructies is/wordt de ondergrond mogelijk tot dieper geroerd waardoor een dieper ontgravingsniveau nodig is.

²⁾ = maaiveldniveau gemeten in maart 2025.

³⁾ = ter plaatse van aansluiting op bestaande diepe put is de grond mogelijk tot dieper geroerd/ontgraven waardoor een dieper ontgravingniveau nodig is.

⁴⁾ = sondering SW10 ondiep gestrand, ontgravingsniveau bepaald op basis van omliggende sonderingen.

5.2.3 Resultaten funderingsberekeningen

Betonplaat gracht

Bij de berekening van de funderingsconstructie als een elastisch ondersteunde plaat, kan gebruik gemaakt worden van een rekenwaarde voor de beddingsconstante van ca. 5 MN/m³. Deze beddingsconstante is te hanteren vanwege de aan te brengen grondverbetering (zie Tabel 5.2). Deze beddingsconstante geldt ter plaatse van de zwaarst belaste delen van de plaat. Wij zijn hierbij uitgegaan van een spreiding in de plaat over een strookbreedte waarbij een **maximale funderingsdruk toelaatbaar is van 83 kN/m² (rekenwaarde)**.

Deze maximaal toelaatbare funderingsdruk komt voort uit de ongedraineerde sterkte van de ondergrond en een grondverbetering zoals in paragraaf 5.2.2 is aangegeven. Een hogere funderingsdruk is alleen toelaatbaar bij een grondverbetering tot op het vaste zandgrind (vanaf een niveau van ca. NAP +41 m).

Of de plaat nog van versterkte stroken moet worden voorzien alsmede de mate van wapening is ter competentie van de constructeur. De daadwerkelijke meewerkende breedte is onder meer afhankelijk van de wapening in de plaat en dient door de constructeur bepaald te worden.

Teneinde een idee te verkrijgen van de zettingen in orde van grootte, zijn berekeningen uitgevoerd met behulp van geschatte parameters. Rekening houdend met de aangegeven grondverbetering schatten wij de optredende maximale zettingen omtrent 5 à 10 mm. De zettingen zijn gering omdat de aanname is dat de belastingtoename gering zal zijn (vanwege de ontgraving voor de gracht en het diep gelegen aanlegniveau). De zettingsverschillen bedragen ca. 50%.

Betonbak Molentak

Indien we de betonbak Molentak (in de lengte) beschouwen als strookfundering (belasting spreidt naar 2 kanten) is bij een minimaal benodigde permanente gronddekking van 0,7 m, de **maximaal toelaatbare funderingsdruk 83 kN/m²** (rekenwaarde). Deze maximaal toelaatbare funderingsdruk komt voort uit de ongedraineerde sterkte van de ondergrond en een grondverbetering zoals in paragraaf 5.2.2 is aangegeven. Een hogere funderingsdruk is toelaatbaar bij een grondverbetering tot op het vaste zandgrind (vanaf een niveau van ca. NAP +41 m).

Teneinde een idee te verkrijgen van de zettingen in orde van grootte, zijn berekeningen uitgevoerd met behulp van geschatte parameters. Rekening houdend met de aangegeven grondverbetering schatten wij de optredende maximale zettingen omtrent 5 à 10 mm. De zettingen zijn gering omdat de aanname is dat de belastingtoename gering zal zijn (vanwege de ontgraving voor de betonbak en het diep gelegen aanlegniveau). De zettingsverschillen bedragen ca. 50%.

Bij de berekening van de funderingsconstructie als een elastisch ondersteunde ligger, kan gebruik gemaakt worden van een rekenwaarde voor de beddingsconstante van ca. 5 MN/m³ voor de strookfundering. Deze beddingsconstante is te hanteren vanwege de aan te brengen grondverbetering (zie Tabel 5.2). Of en in hoeverre de fundering van wapening moet worden voorzien is ter beoordeling van de constructeur.

De in dit rapport berekende draagkracht betreft de geotechnische draagkracht, welke wordt ontleend aan de ondergrond. De rekenwaarde van de totale funderingsbelasting dient lager te zijn dan de door ons opgegeven rekenwaarden. Hiermede is aan de uiterste grenstoestand 1A (bezwijken van de funderingsgrondslag) voldaan.

Door de constructeur zal het uiteindelijke funderingsontwerp, op basis van de door ons opgegeven parameters, nog getoetst moeten worden aan de uiterste grenstoestand 1B (maximaal toelaatbare vervormingen in de funderingsconstructie). Tevens dienen door de constructeur of leverancier de constructieve aspecten van de fundering op staal te worden gecontroleerd en beoordeeld.

6 Uitvoeringsaspecten

6.1 Grondwater

Voor een juiste uitvoering van een grondverbetering ten behoeve van de fundering is het noodzakelijk dat de grondwaterstand ten minste 0,5 m onder het ontgravings- en verdichtingsniveau ligt. Op deze wijze kan de ondergrond op een juiste wijze worden verdicht. Zie ook Bijlage 4 voor richtlijnen omtrent de uitvoering van grondverbeteringen/-verdichting.

Op basis van de in paragraaf 4.3 gehanteerde grondwaterstand verwachten wij dat, afhankelijk van het seizoen van realisatie, een bemaling moet worden toegepast om de grondwaterstand tijdelijk te verlagen. Afhankelijk van de verwachte omvang van de bemaling, kan in een vervolgo opdracht een verdere uitwerking worden uitgevoerd.

6.2 Grondwerk en/of ontgravingen

Vanwege de plaatselijk weke en verzadigde bodem zal zowel bij de ontgravingswerkzaamheden alsmede bij het aanbrengen van de grondverbetering zorgvuldig te werk moeten worden gegaan om een "dolle" ondergrond te voorkomen. De werkingsdiepte van de verdichtingsapparatuur moet zijn afgestemd op de dikte van de aan te brengen lagen van het grondverbeteringspakket.

De ontgravingswerkzaamheden dienen achteruit werkend te geschieden. Het berijden of betreden van het ontgravingsniveau moet worden vermeden.

Wij adviseren alvorens het grondverbeteringspakket aan te brengen, een vlijlaag te maken middels het inbedden van grove puin, silex of grof grind. Dit omdat de ontgravingsniveaus kunnen/zullen bestaan uit (sterk) verweekte gedeelten. Intrillen van de vlijlaag moet worden vermeden.

Bij het ontgraven voor de funderingen dient rekening worden met het mogelijk inkalven van de wanden van de sleuven. Dit kan ook optreden bij de taluds van de eventuele bouwput. Oorzaken van het inkalven kunnen zijn:

- Weinig cohesieve, weke en/of plaatselijk geroerde toplagen;
- Steile taluds;
- Uitspoeling door regenwater/afstromend hellingwater.

Bij ontgravingswerkzaamheden dient rekening gehouden te worden met de stabiliteit van en/of horizontale grondbelasting op aanwezige objecten en/of situaties. Deze kunnen onder andere bestaan uit belendende funderingen, grondlichamen, aanwezige ondergrondse infrastructuur en/of binnen het project gerealiseerde bouwonderdelen. Het is aan te bevelen om vooraf de omvang en mogelijke beïnvloeding van dergelijke objecten vast te stellen. Dit is mogelijk middels bijvoorbeeld: een bureaustudie, inspecties, inmetingen of het graven van enkele (kleine) proefgaten en dergelijke. Desgewenst kan ons bureau deze werkzaamheden uitvoeren/begeleiden en nader adviseren omtrent de uitvoeringswijze van de nieuwe fundering.

Afhankelijk van het vrijkomende materiaal (bijvoorbeeld puin, leem of zand) ten tijde van de ontgraving, kan een milieukundige verklaring (b.v. AP04) nodig zijn. Indien gewenst kan Geonius dit verzorgen.

6.3 Begaanbaarheid terrein

Voor de begaanbaarheid van het terrein en het manoeuvreren van eventueel materieel is het noodzakelijk een draagkrachtige ondergrond te hebben. De benodigde draagkracht is afhankelijk van het gewicht van het materieel, de aanwezige grondwaterstand en het toepassen van eventuele (dragline) schotten. Het wordt te allen tijde aanbevolen om voor aanvang van de werkzaamheden de terreinomstandigheden te controleren en indien nodig voorzorgsmaatregelen te treffen. Indien gewenst kan Geonius hiervoor een ontwerp opstellen, terreininspectie uitvoeren of metingen verrichten.

Bijlagen

Bijlagen

Bijlage 1 Situatietekening



Coördinaten onderzoekspunten			
Nummer	X	Y	NAP
SW01	188770.67	334216.85	46.01
SW02	188798.27	334229.64	46.06
SW03	188823.71	334211.37	46.22
SW04	188789.52	334240.87	45.94
SW05	188768.99	334194.49	46.18
SW06	188798.05	334210.47	46.27
SW07	188811.16	334220.54	46.11
SW08	188778.95	334221.36	46.04
ZS09	188767.86	334233.98	45.92
SW10	188772.98	334241.82	45.92
ZS11	188826.30	334210.02	46.19
ZS12/12A	188767.97	334195.48	46.17
Coördinaten vaste punten			
Put A	188774.07	334210.93	46.14
Put B	188807.67	334234.55	46.02
Dorpel C	188784.03	334251.99	46.09

- Onderzoekspunten
- ZS Zware slagsondering
 - SW Sondering met kleef
 - Boring tot 0,5 meter
 - Vast punt
 - I Dorpel
 - Putdeksel (Put)

Project	Sonderingen		
Locatie	Tempelplein Sittard		
Onderdeel	Situatietekening		
Projectnr	GA250473	Projectleider	Maurice Vankan
Bijlagenr	T01.v2	Getekend	Michel Vankan
Datum	22-10-2025	Formaat	A3

GEONIUS

Geonius Geotechniek
+31 (0) 88 1300 600

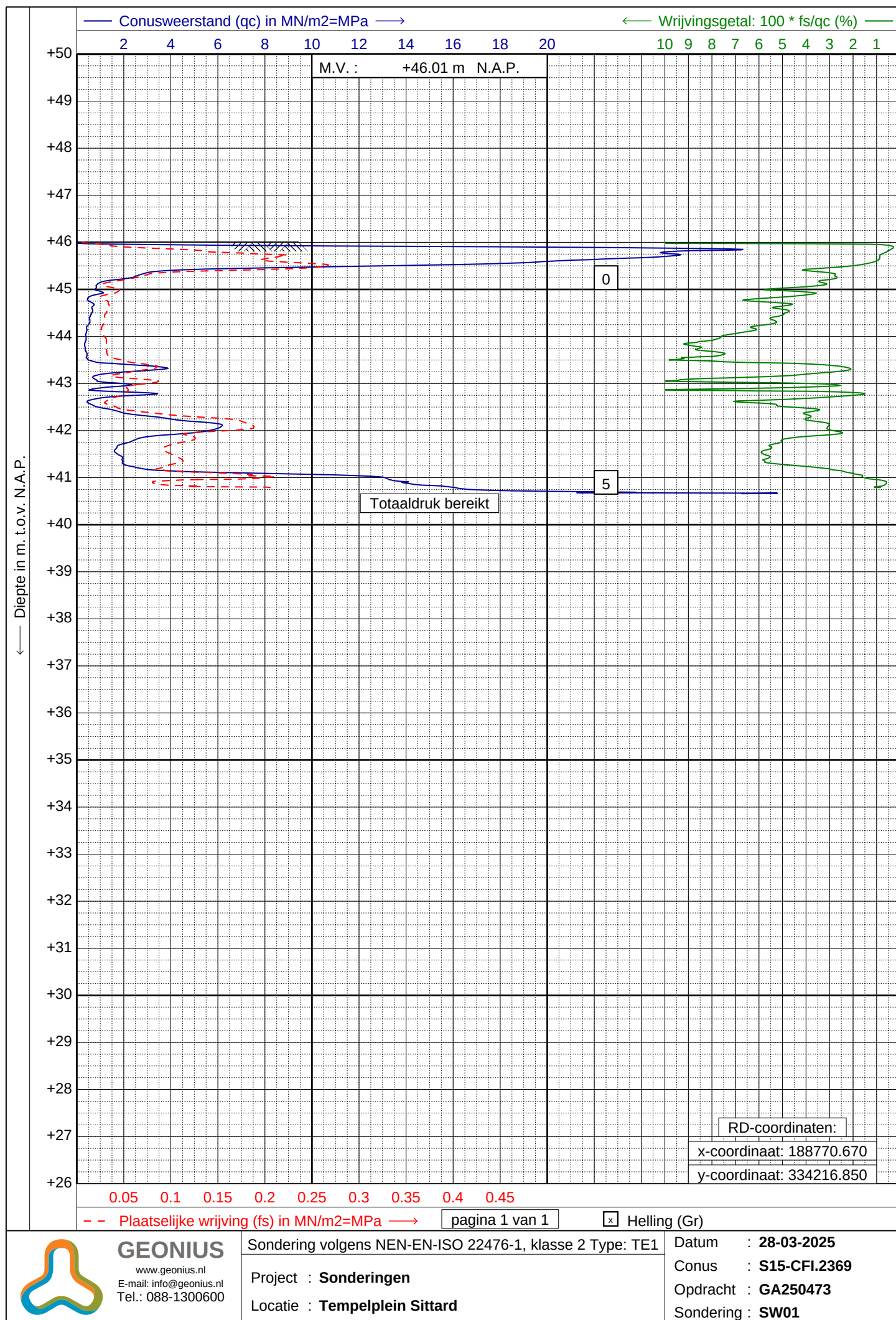
De Asselen Kuil 10

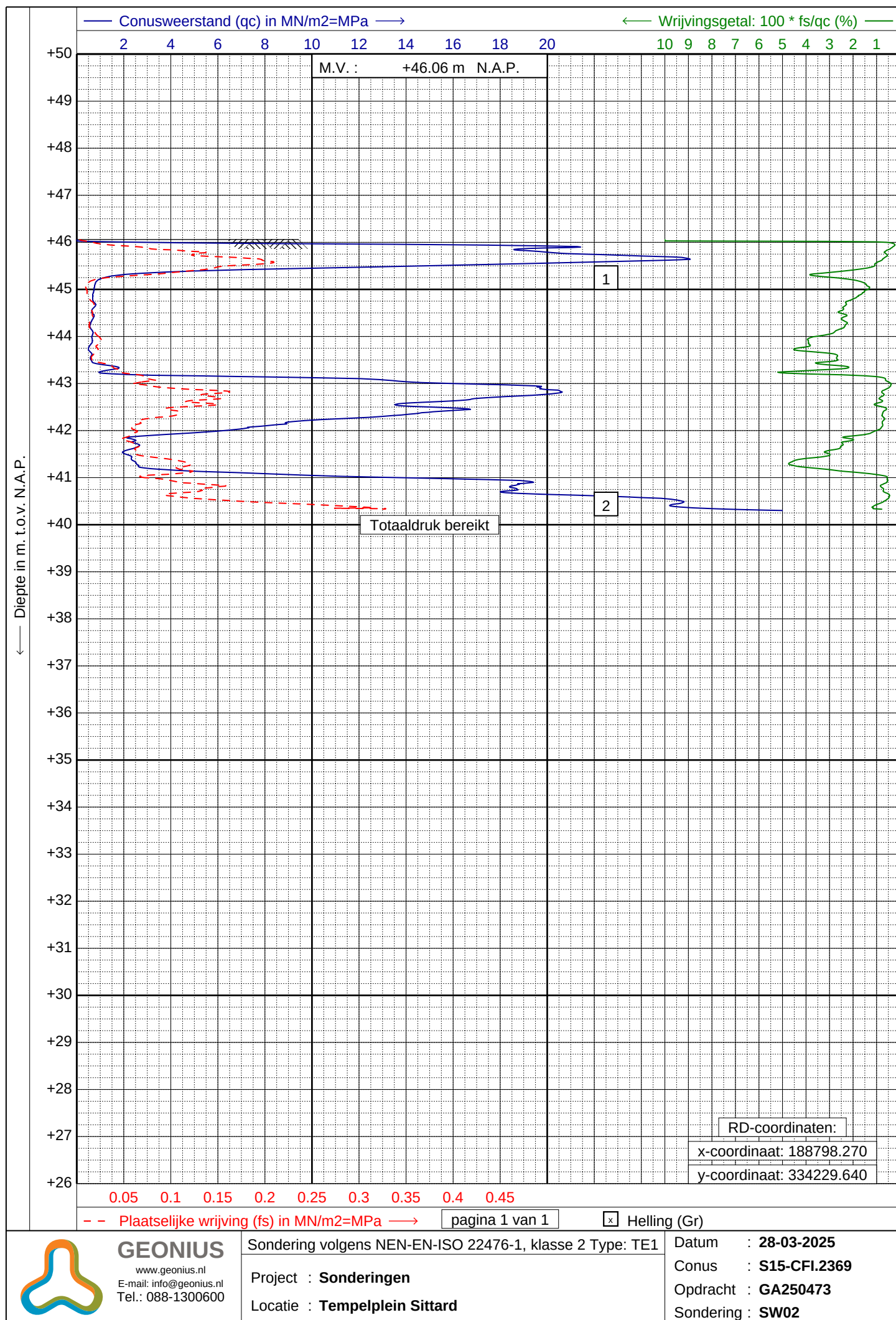
6161 RD Geleen
www.geonius.nl

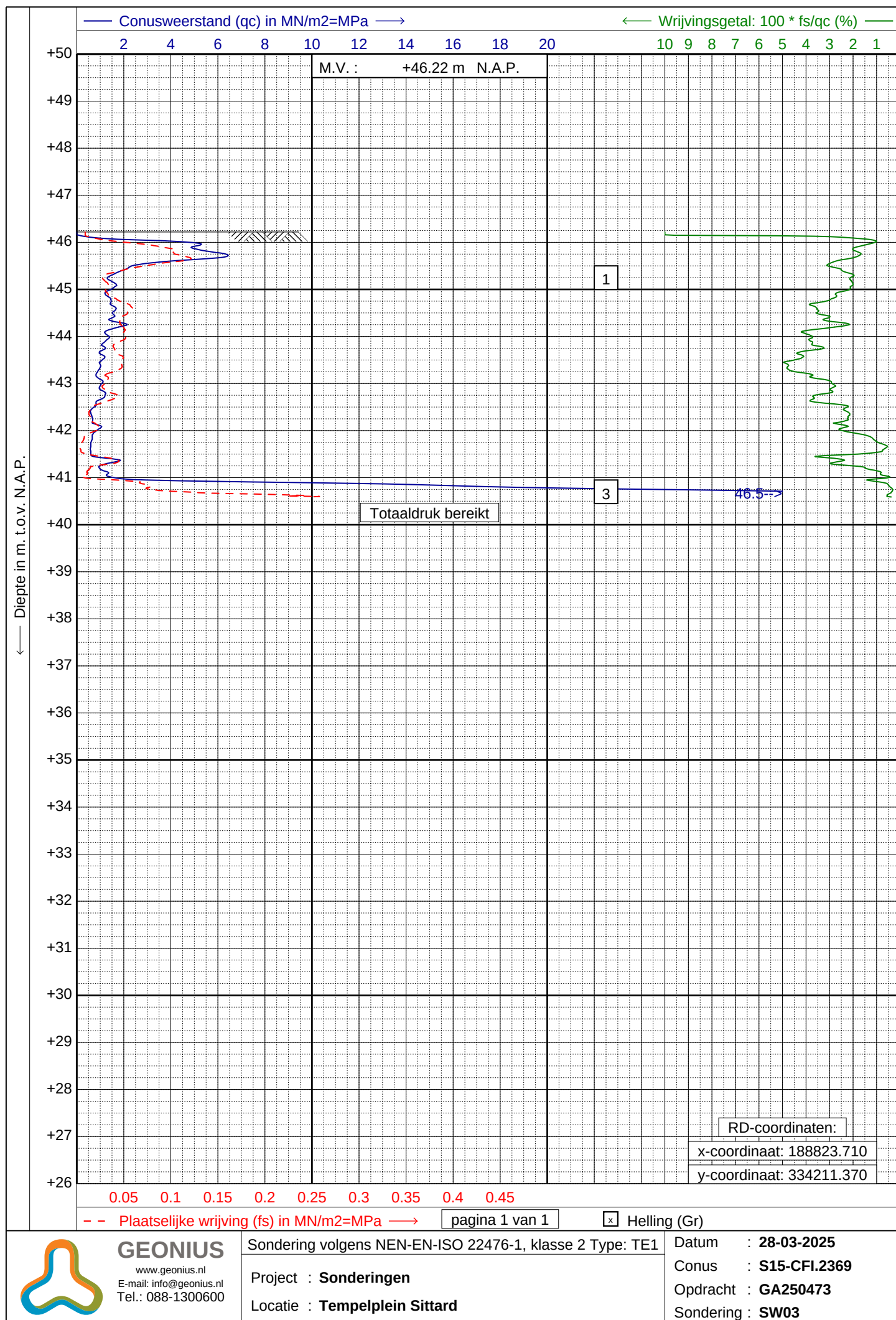
Schaal 1:500

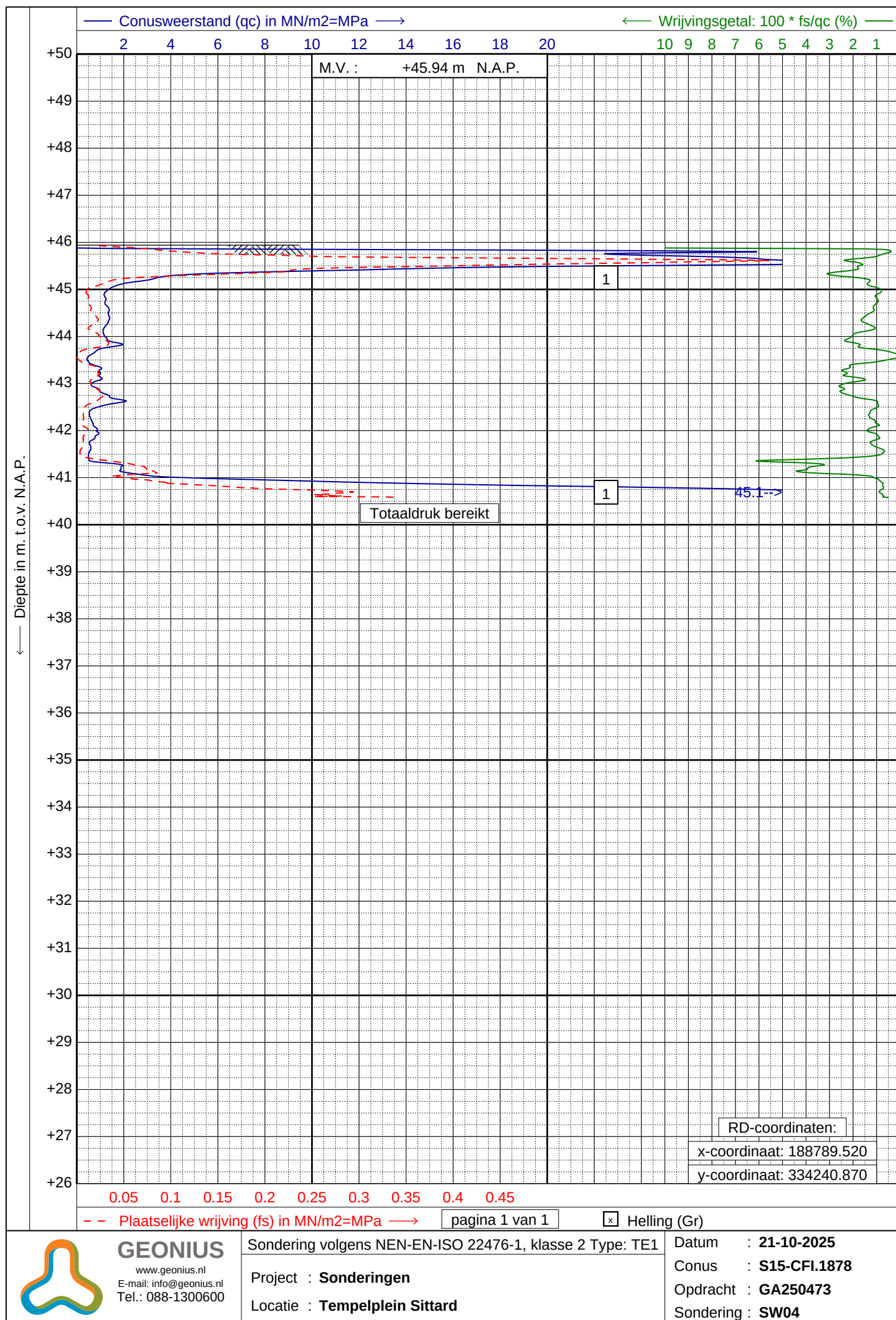
0510152025 m

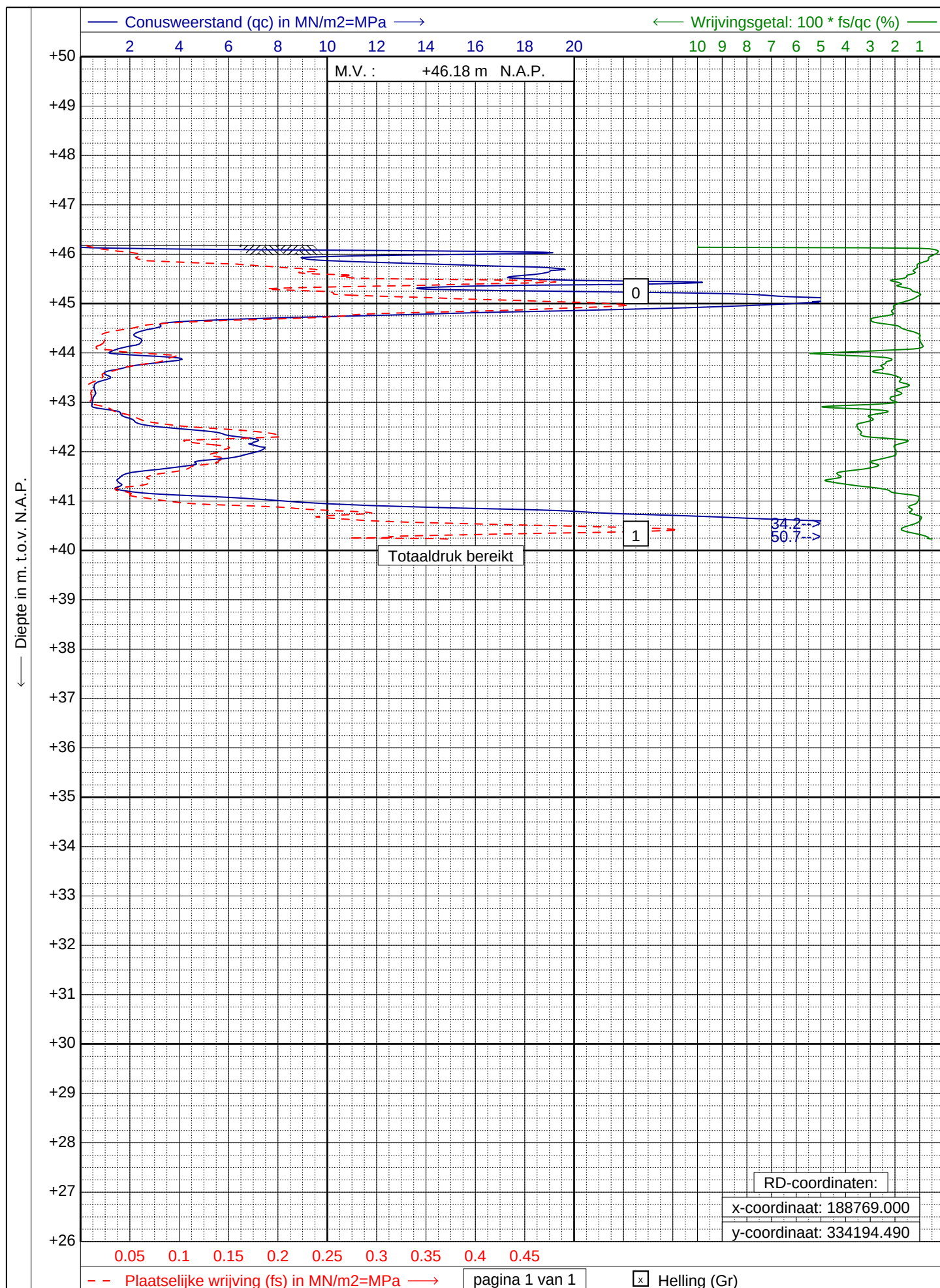
Bijlage 2 Sondeergrafieken











GEONIUS
www.geonius.nl
E-mail: info@geonius.nl
Tel.: 088-1300600

Sondering volgens NEN-EN-ISO 22476-1, klasse 2 Type: TE1

Project : **Sonderingen**

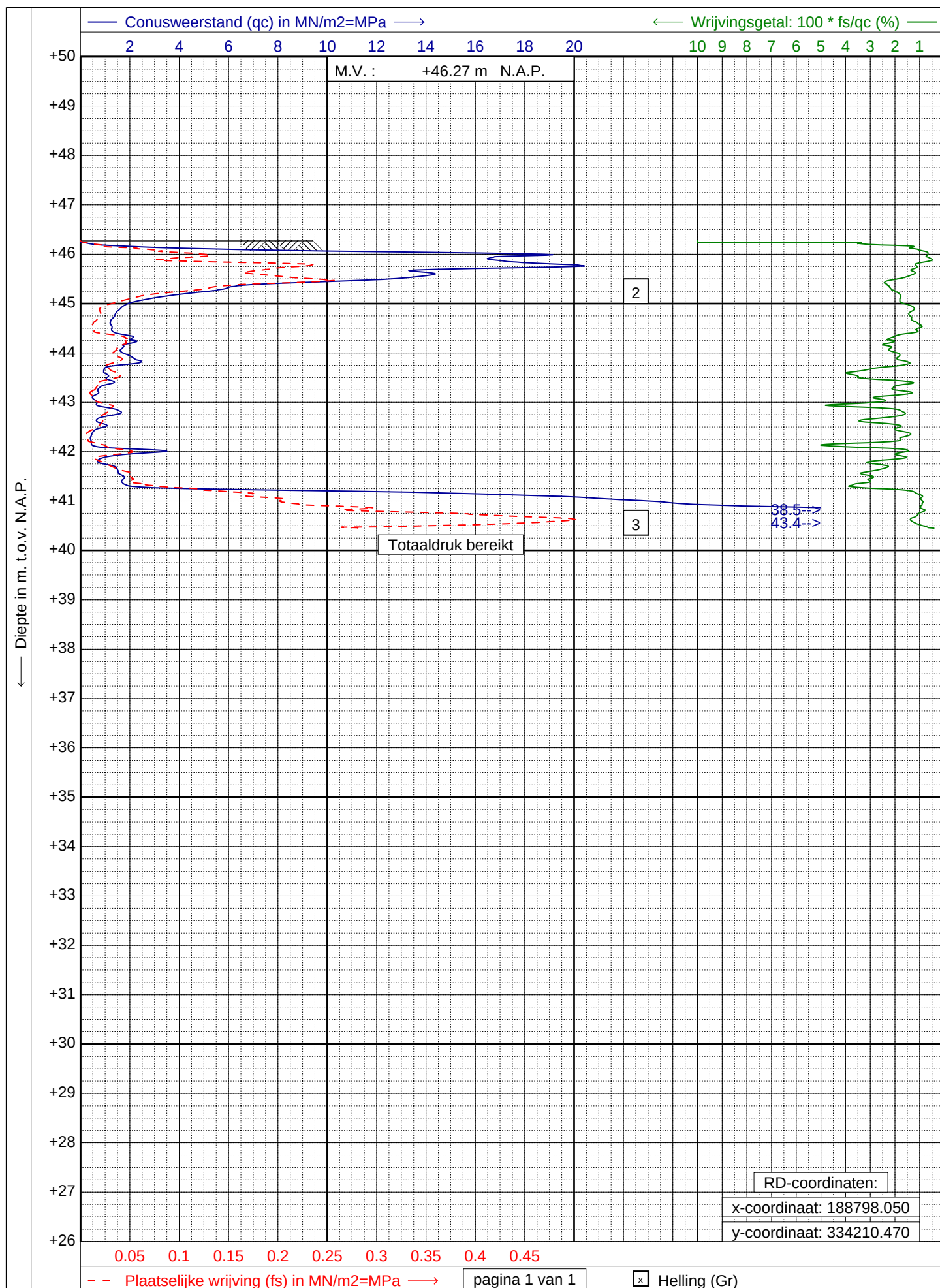
Locatie : **Tempelplein Sittard**

Datum : **21-10-2025**

Conus : **S15-CFI.1878**

Opdracht : **GA250473**

Sondering : **SW05**



GEONIUS
www.geonius.nl
E-mail: info@geonius.nl
Tel.: 088-1300600

Sondering volgens NEN-EN-ISO 22476-1, klasse 2 Type: TE1

Project : **Sonderingen**

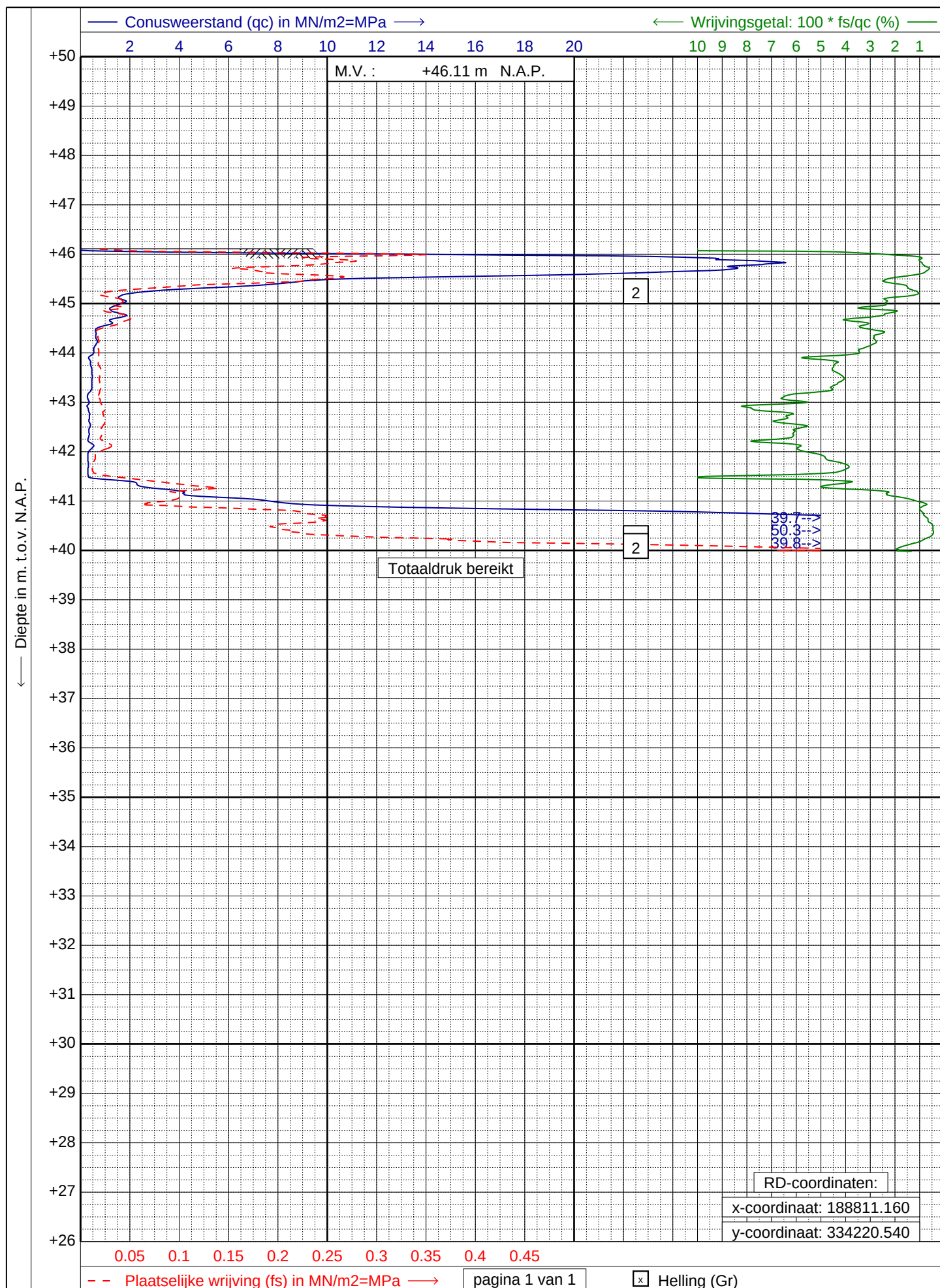
Locatie : **Tempelplein Sittard**

Datum : **21-10-2025**

Conus : **S15-CFI.1878**

Opdracht : **GA250473**

Sondering : **SW06**



GEONIUS
www.geonius.nl
E-mail: info@geonius.nl
Tel.: 088-1300600

Sondering volgens NEN-EN-ISO 22476-1, klasse 2 Type: TE1

Project : **Sonderingen**

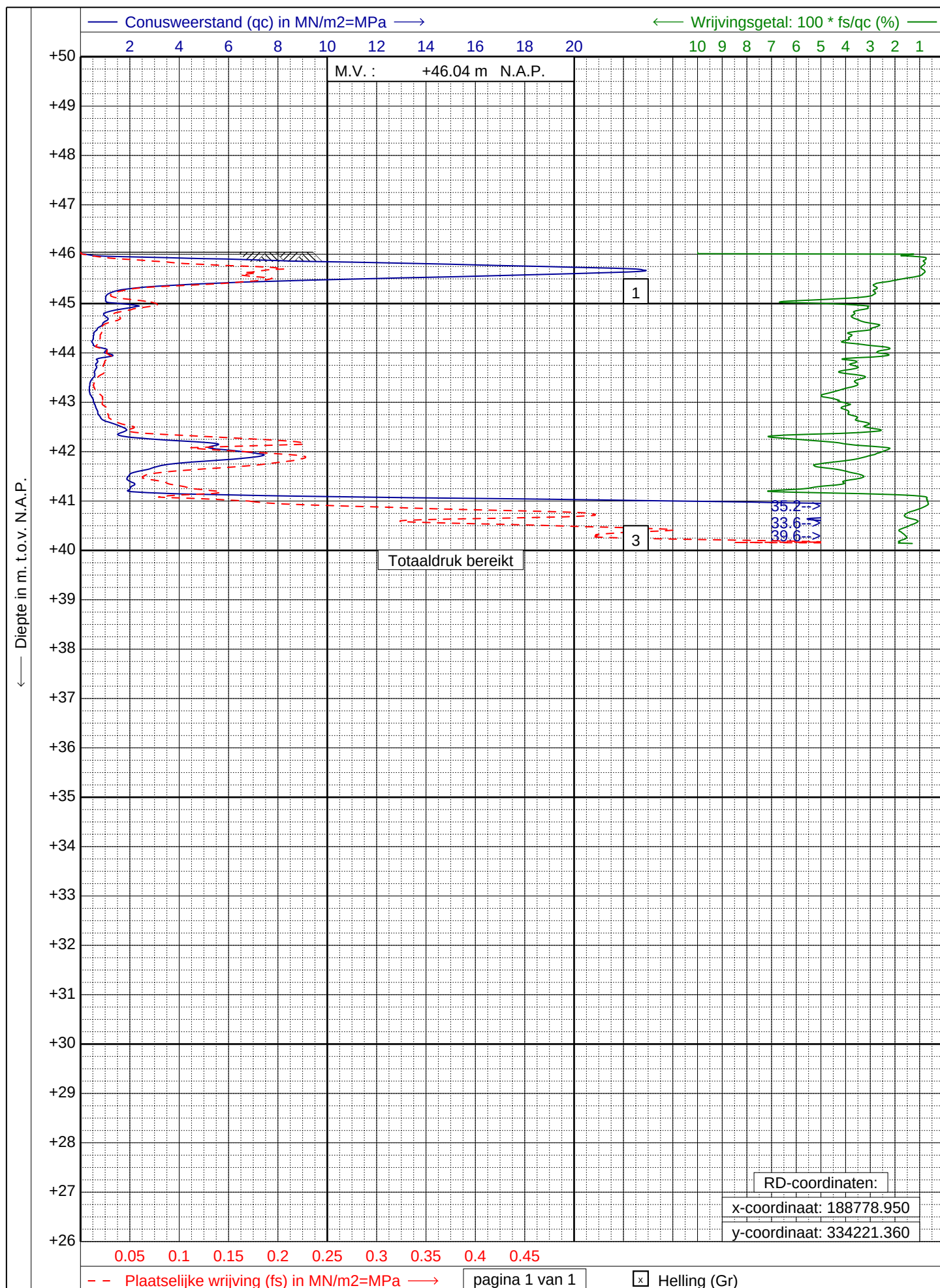
Locatie : **Tempelplein Sittard**

Datum : **21-10-2025**

Conus : **S15-CFI.1878**

Opdracht : **GA250473**

Sondering : **SW07**



GEONIUS
www.geonius.nl
E-mail: info@geonius.nl
Tel.: 088-1300600

Sondering volgens NEN-EN-ISO 22476-1, klasse 2 Type: TE1

Project : **Sonderingen**

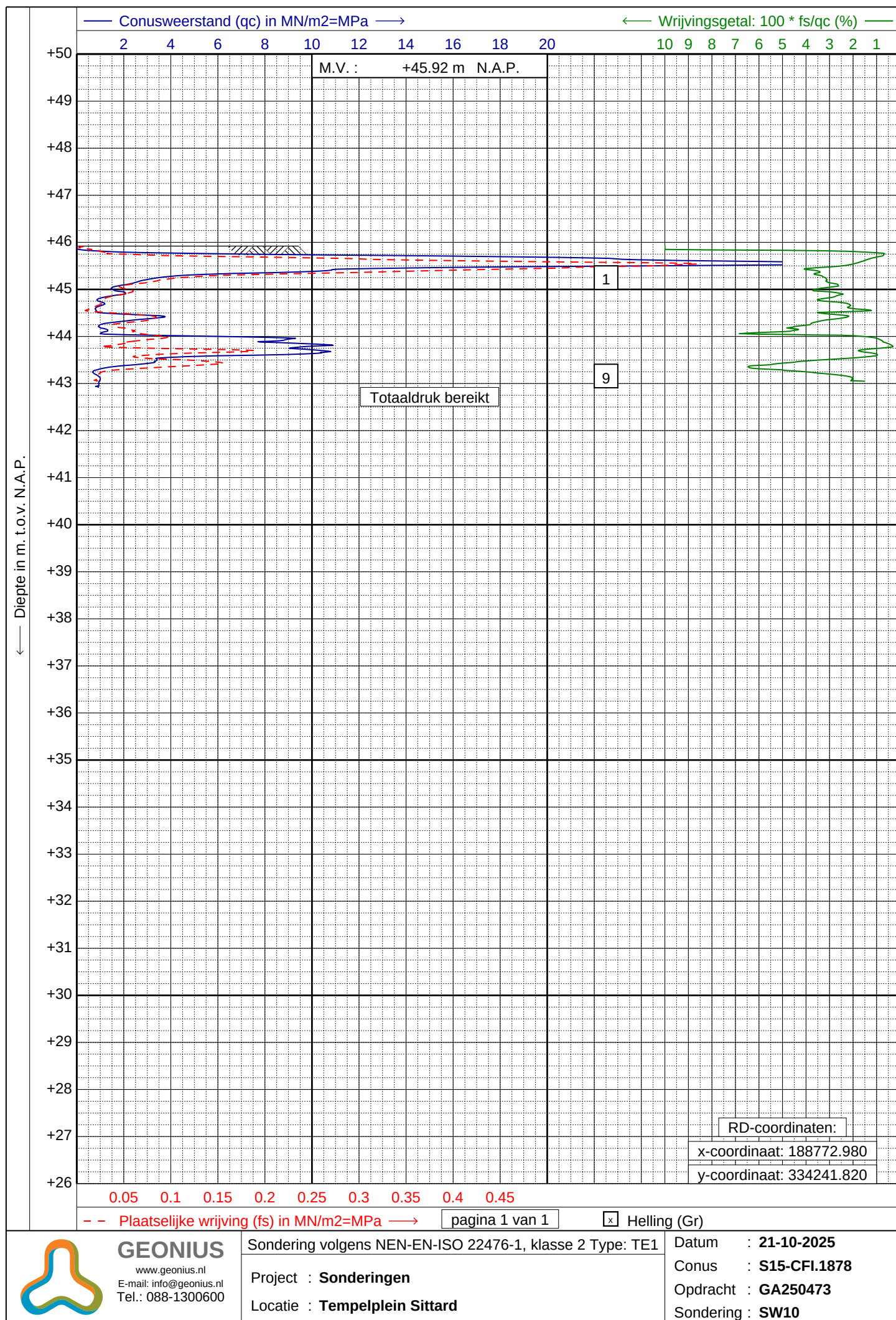
Locatie : **Tempelplein Sittard**

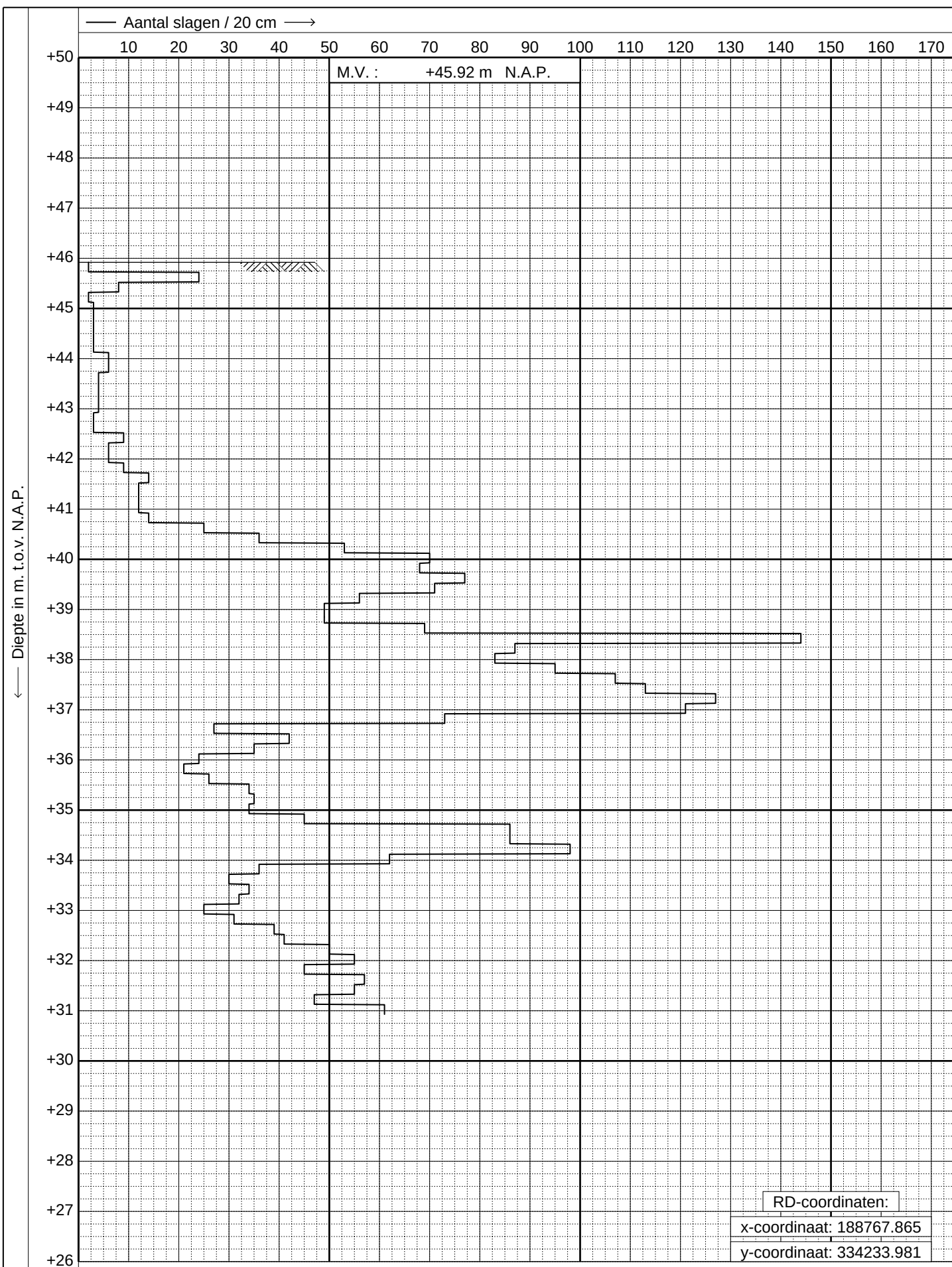
Datum : **21-10-2025**

Conus : **S15-CFI.1878**

Opdracht : **GA250473**

Sondering : **SW08**





GEONIUS
www.geonius.nl
E-mail: info@geonius.nl
Tel.: 088-1300600

Zware slagsondering (50 kg) conform NEN-EN-ISO 22476-2

Project : **Sonderingen**

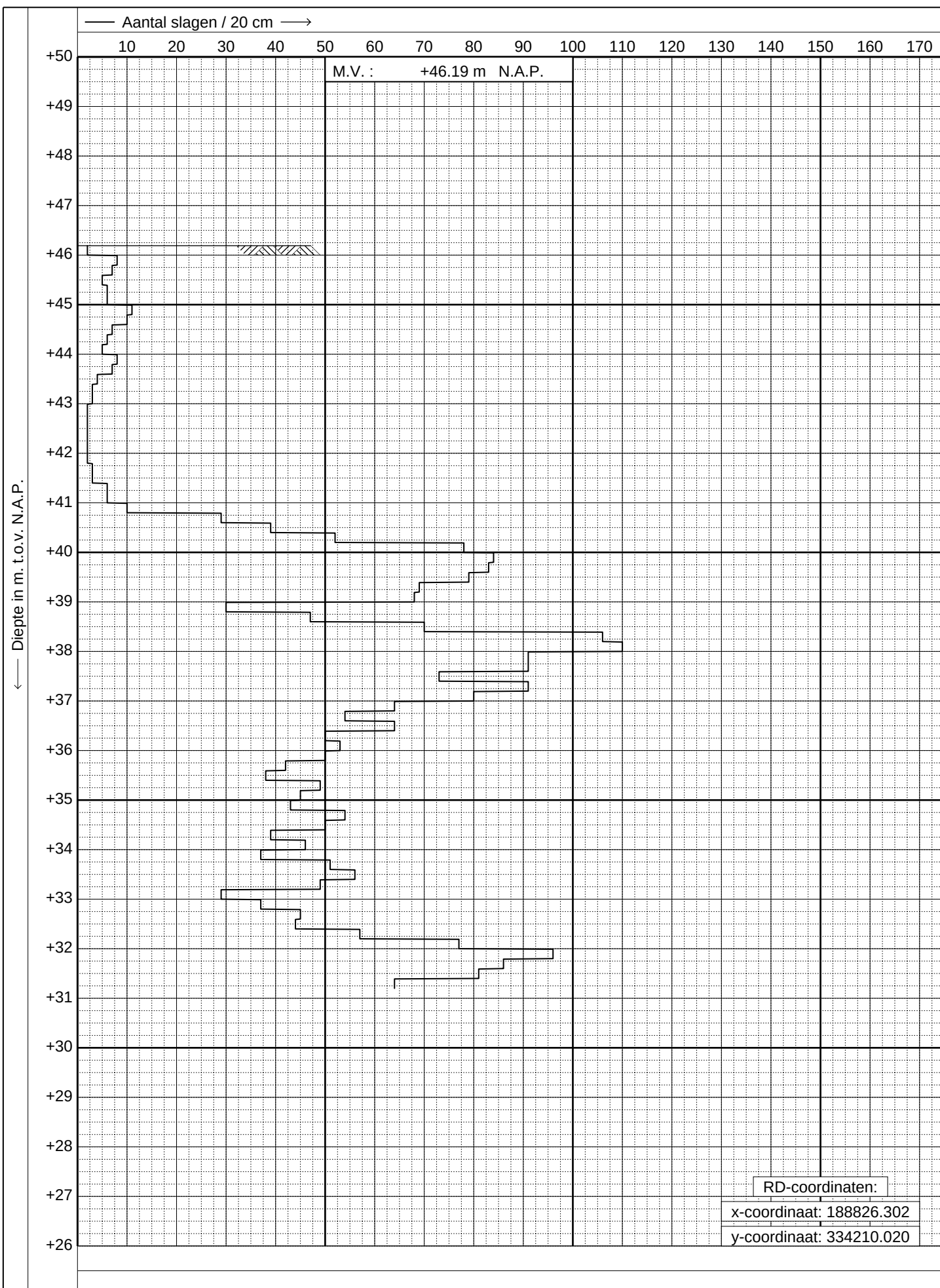
Locatie : **Tempelplein Sittard**

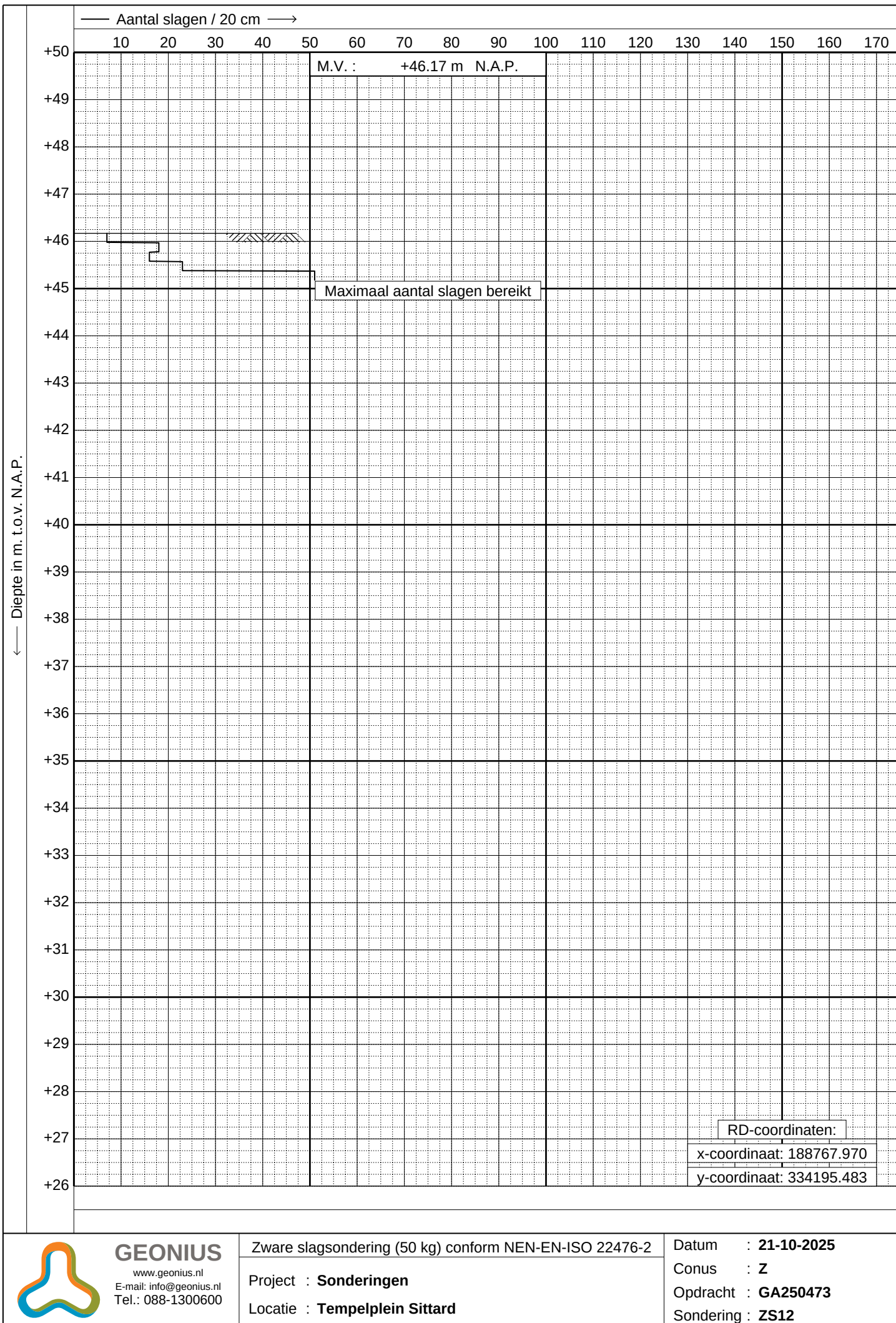
Datum : **21-10-2025**

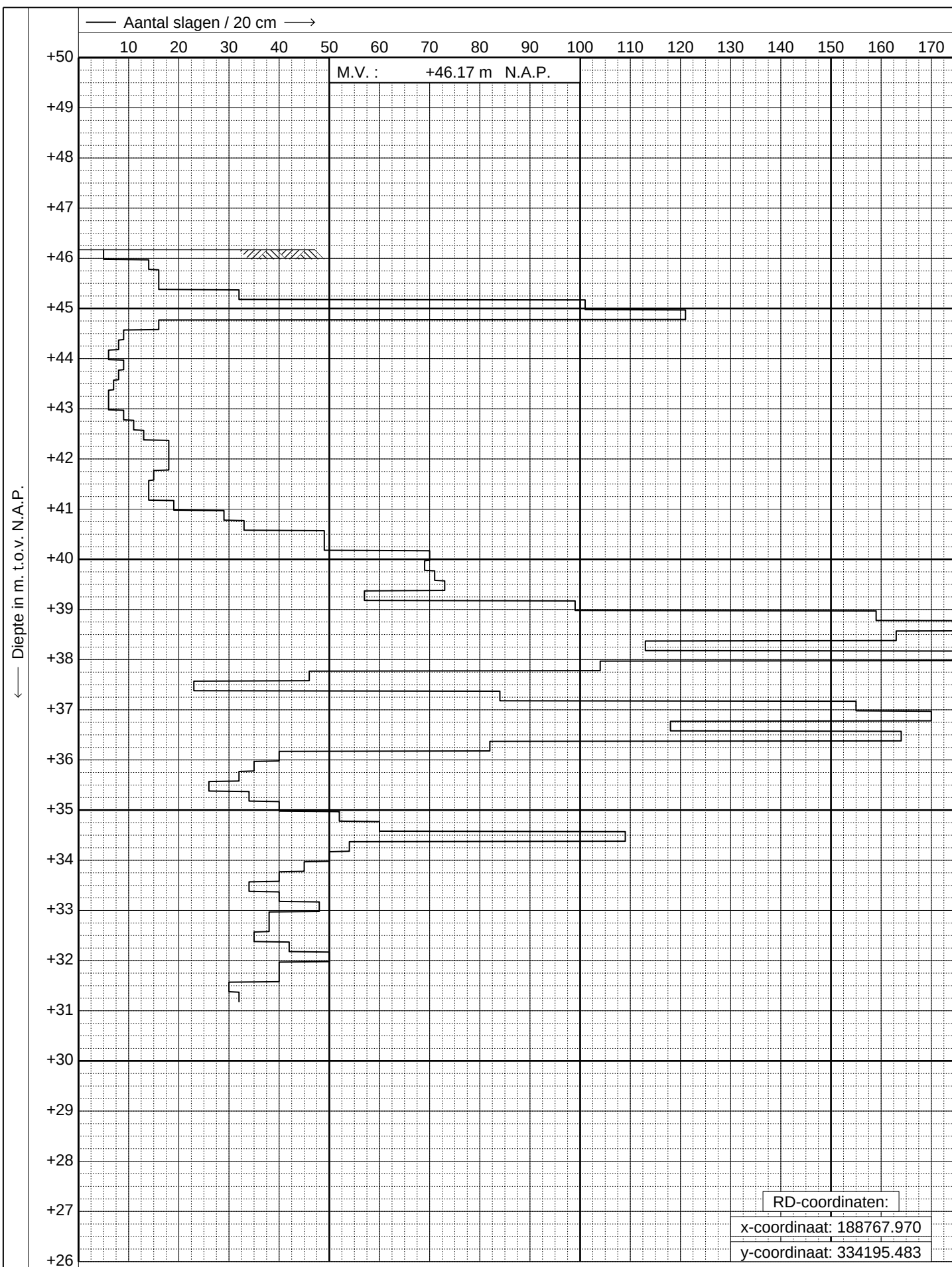
Conus : **Z**

Opdracht : **GA250473**

Sondering : **ZS09**







GEONIUS
 www.geonius.nl
 E-mail: info@geonius.nl
 Tel.: 088-1300600

Zware slagsondering (50 kg) conform NEN-EN-ISO 22476-2

Project : **Sonderingen**

Locatie : **Tempelplein Sittard**

Datum : **21-10-2025**

Conus : **Z**

Opdracht : **GA250473**

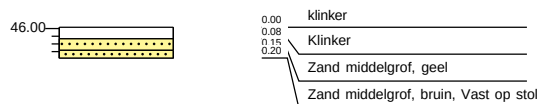
Sondering : **ZS12A**

Bijlage 3 Boring

Boring: B01

Maaiveldhoogte: 46.01 m. t.o.v. N.A.P. X-coördinaat: 188770,67
 Y-coördinaat: 334216,85

Datum: 2-4-2025
 Reden boring gestopt: Beperking technisch
 Opmerking: T.p.v. SW01



Bijlage 4 Richtlijnen voor het uitvoeren van grondverbeteringen/-verdichting

Relevante uitvoeringaspecten

In onderstaande bijlage zijn aspecten opgenomen voor de uitvoering van een grondverbetering/-verdichting en eisen welk gesteld zijn aan het te gebruiken materiaal/materieel en de wijze van controle.

Te gebruiken materiaal en controle

Onderstaand zijn de eisen omschreven waaraan het materiaal moet voldoen dat voor een grondverbetering wordt gebruikt:

- Het materiaal (van nature aanwezig of aan te voeren) moet bestaan uit schoon, goed gegradeerd en te verdichten zand en/of puingranulaat (korrelverdeling). Verschillende korrelgroottes (fracties) moeten ieder in voldoende mate aanwezig zijn. De korrelvorm is bij voorkeur hoekig;
- De uniformiteitscoëfficiënt van de zandfractie [$C_u = D_{60} / D_{10}$] dient minimaal 2,0 te bedragen. Hierin is D_{10} de korreldiameter met zeefdoorval van 10 %* en D_{60} de korreldiameter met zeefdoorval van 60 %*;
- De korrelfractie kleiner dan 16 μm mag niet meer bedragen dan 5 %*;
- De korrelfractie kleiner dan 63 μm mag niet meer bedragen dan 10 %*;
- Het humusgehalte (gehalte organische stof) mag ten hoogste 2 à 3 %* bedragen;
- De curve van de (verzwaarde) proctorproef van het watergehalte versus de maximaal te bereiken (droge) dichtheid dient bij voorkeur een flauw verloop te hebben rond het optimale watergehalte. Hierdoor kan een goede verdichting worden verkregen bij verschillende watergehalten.

* = De genoemde percentages zijn gewichtspercentages

Voordat met de uitvoering wordt begonnen dienen bovenstaande eisen te worden geverifieerd. De controle is erop gericht om aan te tonen dat het gebruikte materiaal qua korrelgrootteverdeling, korrelvorm en verdichtbaarheid voldoet. Dit geldt zowel voor het van nature aanwezige zand als voor eventueel aan te voeren zand. Na een eventuele visuele inspectie waarmee een eerste algehele indruk wordt verkregen, kan het onderzoek geschieden door middel van respectievelijk een zeefanalyse, microscopisch onderzoek en de (verzwaarde) proctorproef.

Aanbrengen en verdichten grondverbetering

De werkvolgorde van een grondverbetering bestaat normaliter uit een ontgraving, waarna de grondverbetering wordt aangebracht en verdicht. Een grondverbetering kan bestaan uit een uitwisseling van gronden (hoofdzakelijk slappe lagen vervangen door zand/puingranulaat). Of het onder betere condities terugbrengen van natuurlijke gronden, waarbij in de regel sprake is van zeer los gepakt zand. Onderstaande zijn benodigde maatregelen benoemd die bijdragen aan een optimaal resultaat:

- De ontgraving dient met zorgvuldigheid te worden uitgevoerd, waarbij aanwezige obstakels (vegetatieresten, kabels en leidingen, e.d.) en slappe lagen met minimale verstoring worden verwijderd;
- Indien de grondslag uit niet-cohesief materiaal zoals zand of puingranulaat bestaat (met een laag leemgehalte), dient het ontgravingsniveau met een trilplaat te worden afgetrild, voordat de grondverbetering wordt aangebracht. Cohesief materiaal zoals klei/leem/löss kan niet of nauwelijks worden verdicht zonder aanvullende maatregelen en/of toe te passen technieken.
- Voor het verdichten dient de grondwaterstand minimaal ca. 0,5 meter onder het verdichtingsvlak te staan. Indien nodig zal de grondwaterstand verlaagd moeten worden. Bij een hogere grondwaterstand kunnen, afhankelijk van de doorlatendheid van de ondergrond, het te gebruiken materiaal en materieel, drijfzandcondities optreden (liquefaction);
- De aanlegbreedte van de grondverbetering zal zodanig moeten zijn dat een spreiding van de funderingsdrukken mogelijk is onder een hoek van 45° met de horizontaal. Dit vanaf de onderste randen van de fundering tot aan het (geadviseerde) ontgravingsniveau. Daarnaast dient de grondverbetering tenminste over een breedte aanwezig te zijn van 4x de effectieve breedte van de fundering;
- Middels een (verzwaarde) proctorproef kan het optimale watergehalte van het materiaal worden bepaald in relatie tot de hoogst verkregen dichtheid bij een constante hoeveelheid toegevoerde energie. Het watergehalte zal in de regel tijdens het verdichten tussen de ca. 8 en ca. 15 % moeten bedragen. Indien het materiaal óf te nat óf te droog is wordt zelden de vereiste verdichting verkregen.

De grondverbetering dient laagsgewijs te worden opgebouwd. De laagdikte moet in overeenstemming zijn met het toegepaste verdichtingsmaterieel. Het schema in Tabel 1 geeft een globale indicatie bij de toepassing van trilplaten:

Tabel 1: Globale indicatie trilplaat

Centrifugaalkracht in kN	Gewicht in kg	Laagdikte in meters
10 tot 20	< 100	0,2
25 tot 40	150 tot 300	0,3
50 tot 80	400 tot 600	0,4
> 100	> 650	0,5 tot 0,6

Opgemerkt wordt dat de volgens fabrieksspecificatie opgegeven dieptewerking geen maatstaf is voor de toe te passen laagdikte.

Elke laag moet zorgvuldig worden verdicht. Hiervoor zijn minimaal 4 gangen nodig, elkaar kruisend en overlappend. Aangezien de effectiviteit van het trillingsmaterieel zeer snel met de diepte afneemt, moet bij grotere laagdikte rekening worden gehouden met een forse toename van het aantal benodigde gangen. De effectiviteit en daarmee het aantal benodigde gangen is ook afhankelijk van het onderhoud en de slijtage van het materieel.

Wanneer zwaar trillingsmaterieel wordt gebruikt, dient de top laag nagetrild te worden met een lichte trilplaat, omdat een zware trilplaat of -wals de bovenste laag (ca. 0,15 meter) niet verdicht of losschudt.

Controle en eisen aan verdichting grondverbetering

Controle op de kwaliteit van de aangebrachte grondverbetering kan geschieden op onderstaande wijze :

- Handsonderingen. Vanwege de beperkte mogelijkheden met betrekking tot de te meten conusweerstand en de te bereiken diepte kan hiermee een zandpakket van maximaal 0,5 à 1,0 m dikte worden gecontroleerd. Het gebruik van een handboring hierbij is noodzakelijk. Deze methode is niet geschikt voor controle van puingranulaat;
- Mechanische (lichte) slagsonderingen. Hierbij kan het volledige grondverbeteringspakket worden gecontroleerd;
- Standaard elektrische sonderingen. Indien de aangebrachte grondverbetering berijdbaar is voor een sondeertruck, kan op deze wijze het volledige pakket worden doorgelicht.
- Plaatdrukproeven. Hiermee wordt een indruk verkregen van de bereikte verdichtingsgraad en het zettingsgedrag van een grondverbeteringspakket en daarmee van de kwaliteit. De werkingsdiepte van de plaatdrukproef bedraagt 1,5 à 2,0 maal de diameter van de plaat. Doorgaans vormt de verhouding tussen, de met de plaatdrukproef bepaalde, E_{v2} en E_{v1} een maat voor de bereikte verdichtingsgraad. Wanneer de verhouding kleiner is dan 2,0 wordt gesproken over een goed verdicht pakket;
- In-situ-dichtheidsbepalingen. Met behulp van volume-steekringen worden monsters genomen waarvan de dichtheid wordt bepaald. Ook nucleaire dichtheidsmetingen kunnen worden gebruikt.

Bij de controle van de kwaliteit van de aangebrachte grondverbetering worden de volgende kwalitatieve maatstaven gehanteerd:

- Uitgaande van een benodigde (in de berekening gebruikte) effectieve hoek van inwendige wrijving (φ'_k) van 30 à 35 graden, kan de volgende leidraad worden gevolgd:
 - Bij gebruik van een standaard elektrische sondering volstaat een gelijkmatige oploop van 1 MN/m² per 10 cm diepte, waarbij na 1,0 meter de conuswaarde niet onder de 10 MN/m² terugvalt;
 - Pakketten tot maximaal ca. 1,0 m dikte m kunnen middels een handsondering gecontroleerd worden. De conusweerstand dient tot een diepte van 1,0 m gelijkmatig op te lopen tot 10 MN/m²;
 - Uitgaande van een lichte slagsonderingen (10 kg) dienen 25 à 30 slagen per 20 cm bereikt te worden tot aan een diepte van 0,6 meter. Hieronder moeten 45 à 50 slagen per 20 cm bereikt worden bij lichte slagsonderingen;
- De dichtheid moet 95 à 98 % bedragen van de maximale dichtheid, zoals bepaald met de proctorproef.

Geonius.nl

Geonius is een middelgroot interdisciplinair ingenieursbureau met brede expertise binnen de GWW- en bouwsector. Door onze unieke combinatie van vakkennis op het gebied van wegen, geotechniek, milieu, geodesie, water, ruimtelijke ontwikkeling, landschap, archeologie en ecologie zijn wij goed in staat mee te denken met de klant en projecten zelfstandig uit te voeren. Grenzen tussen de verschillende divisies vervagen, waardoor steeds meer projecten integraal door ons worden uitgevoerd.

Geonius hecht veel waarde aan een informele, positieve bedrijfscultuur, het welzijn van medewerkers en maatschappelijke betrokkenheid.



Wegen



Geotechniek



Milieu



Geodesie



Water



Ruimtelijke ontwikkeling



Landschap



Archeologie



Ecologie