



Nieuwbouw Vidar aan de Tunnelstraat te Geleen

Documentnummer: 24SP2560-adv-02

SOCOTEC Geotechnics B.V.
Inpijn-Blokpoel ingenieurs

Ekkersrijt 2058 | 5692 BA Son en Breugel
Postbus 94 | 5690 AB Son en Breugel
T +31 499 471792 | info@socotec-geotechnics.nl
KvK 17068712
www.socotec-geotechnics.nl

Nieuwbouw Vidar aan de Tunnelstraat te Geleen

Opdrachtnummer: 24SP2560

Rapport betreffende

Resultaten geotechnisch onderzoek
Fundering op staal
Risico beschouwing mijnbouw relicten

Documentnummer

24SP2560-adv-02

Versie

1.0

Datum rapport

6 maart 2025

Opdrachtgever

Gemeente Sittard - Geleen
Postbus 18
6130 AA Sittard

Constructeur

Ingenieursburo Ulehake
Willemsplein 2
5211 AK 's-Hertogenbosch

Architect

Architectenbureau De Twee Snoeken
Postelstraat 49
5211 DX 's-Hertogenbosch

Opgesteld door:

Ir. G.R.M. Jessen



Gecontroleerd door:

Ir. N.T. Debets



INHOUDSOPGAVE

1. INLEIDING	1
2. PROJECTGEGEVENS	2
2.1 Projectlocatie	2
2.2 Bouwplan	2
2.3 Historie projectlocatie	3
2.3.1 Voormalig terreingebruik	3
2.3.2 Mijnbouwaspecten.....	5
2.4 Omgeving	6
2.5 Onderzoek	6
2.6 Tot slot	6
4. BODEMOPBOUW EN GRONDWATER.....	7
4.1 Hoogteligging maaiveld	7
4.2 Geologische laagopbouw	7
4.3 Beschrijving bodemopbouw.....	7
4.4 Grondwater	8
4.4.1 Gemeten waterstanden op locatie.....	8
4.4.2 TNO-grondwaterstanden.....	8
5. FUNDERINGSADVIES	10
5.1 Funderingswijze	10
5.2 Uitgangspunten.....	10
5.3 Richtlijnen funderingselementen	10
5.4 Richtlijnen nieuwbouw - bestaande bebouwing	10
5.5 Voormalige bebouwing / vroegere terreininrichting	11
5.6 Sloop bestaande bebouwing	11
5.7 Ontgravingsniveaus voor de grondverbetering	11
5.8 Draagkracht	13
5.9 Vervorming	13
5.10 Beddingscoëfficiënt	14
5.11 Bedrijfsvloeren	14
5.11.1 Inleiding	14
5.11.2 Zettingsindicatie.....	14
5.11.3 Uitvoeringsaspecten.....	15
5.12 Aanvullend onderzoek	15
6. RICHTLIJNEN GRONDVERZET EN UITVOERING	16

BIJLAGEN:

- A Situatiekening en foto's
- B Waterpasstaat
- C Sondeergrafieken
- D Boorstaten
- E Verklaring codering
- F Verzamelde TNO-data
- G Berekeningsresultaat fundering hoogbouw
- H Berekeningsresultaat fundering gebouw 2,
- I Berekeningsfunderingsresultaat gebouw 3.1 t/m 3.4
- J Algemene richtlijnen uitvoering grondverbetering

VERSIE

- 1.0 Rapportage met variant op staal.

VERZENDLIJST:

- Gemeente Sittard - Geleen t.a.v. dhr. S. Peulen
- Architectenbureau De Twee Snoeken t.a.v. dhr. B. Kaasjager
- Ingenieursburo Ulehake t.a.v. dhr. R. Dekkers

1. INLEIDING

Ten behoeve van "Nieuwbouw Vidar aan de Tunnelstraat te Geleen" werd door ons bureau medio 2024 een grondonderzoek verricht en het rapport 24SP2560-adv-01 opgesteld waarin een fundering op palen is uitgewerkt. Op verzoek van de opdrachtgever is in deze rapportage een fundering op staal uitgewerkt. Voor de volledigheid zijn de relevante grondonderzoeksresultaten wederom toegevoegd aan dit rapport.

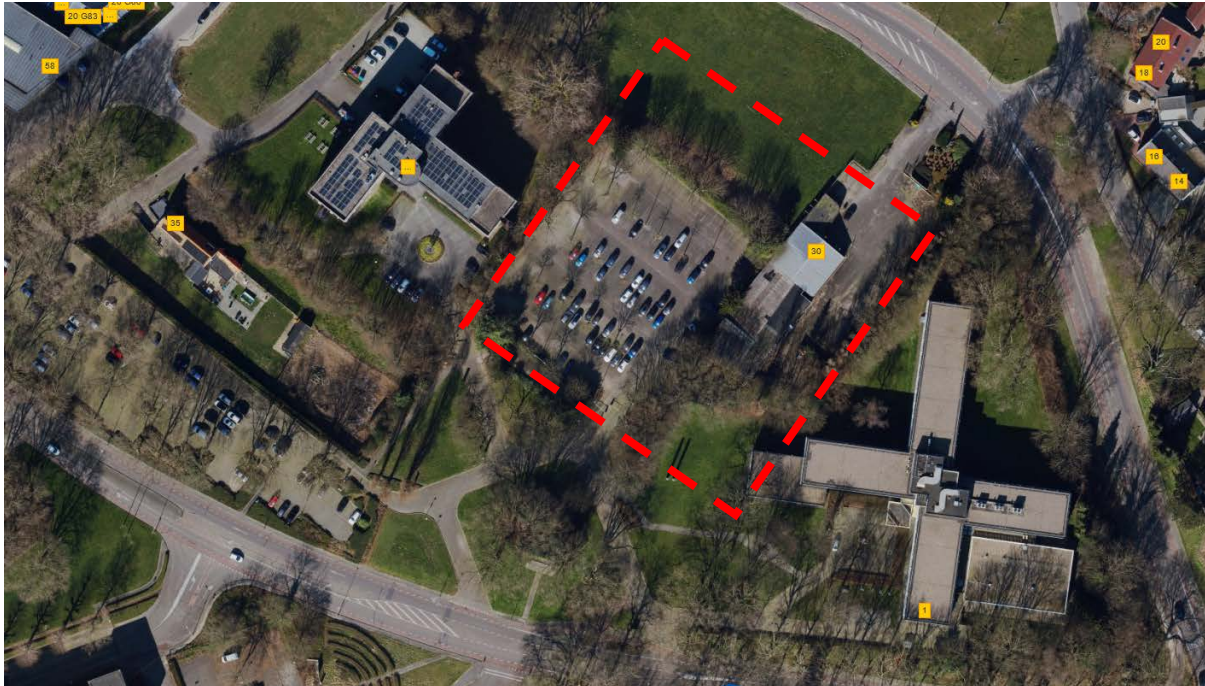
Opgemerkt wordt dat in 1 hoek van de nieuwbouw nog bestaande bebouwing aanwezig is. Wij adviseren om de draagkracht van de grondslag nog te controleren na de sloop, middels een sondering met boring, zodat het advies gecompleteerd kan worden.

2. PROJECTGEGEVENS

2.1 Projectlocatie

De projectlocatie is gelegen op een terrein tussen de Tunnelstraat en Mijnweg te Geleen. De locatie is momenteel na sloop grotendeels braakliggend en nog deels bebouwd.

Voor de ligging van de projectlocatie wordt verwezen naar de situatietekening en de foto's onder bijlage A en de navolgende afbeelding.



Figuur 1; luchtfoto met bouwlocatie voor sloop (luchtfoto cyclomedia)

2.2 Bouwplan

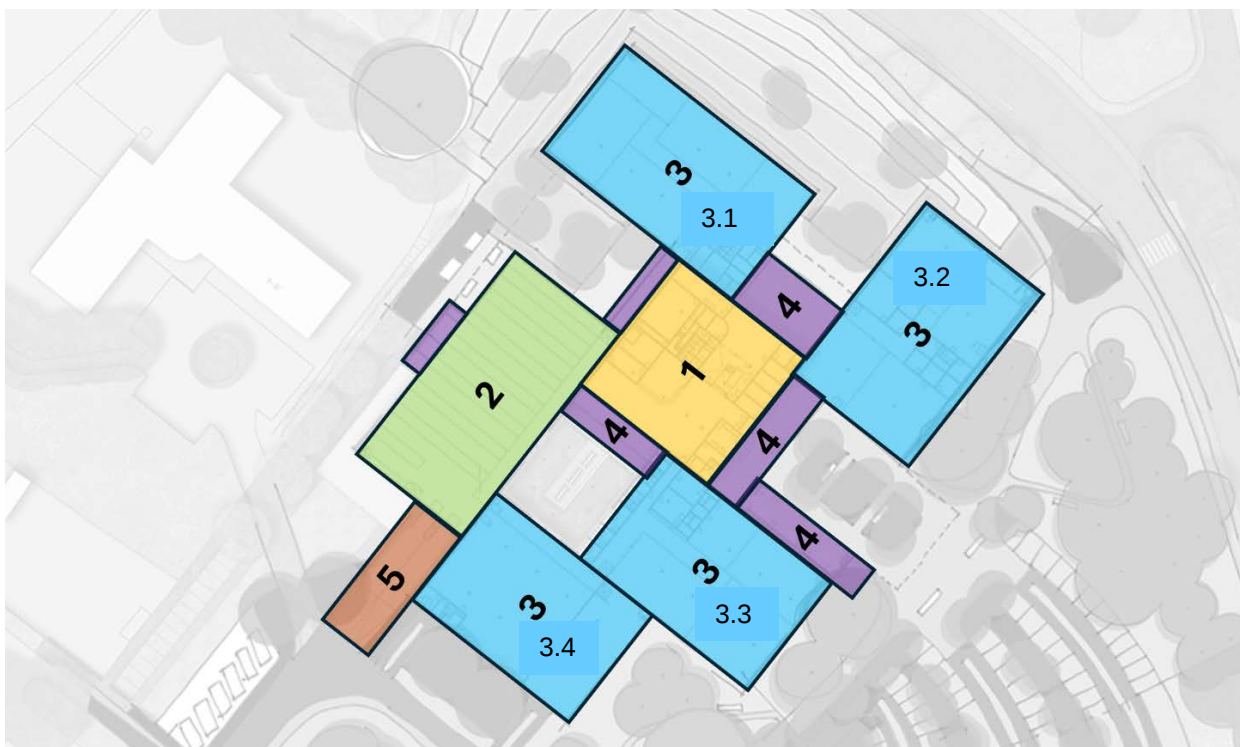
Het plan omvat de nieuwe huisvesting voor Vidar. Het betreffende diverse laagbouw delen en patio's, die rond een centraal gelegen kantoor (rood) zijn gesitueerd. Zie figuur 2.

Het kantoor is 4 bouwlagen hoog. De overige delen zijn 1-lagig, maar soms met relatief hoog dak. Zie figuur 3 met doorsneden. In het ontwerp is geen kelder opgenomen.

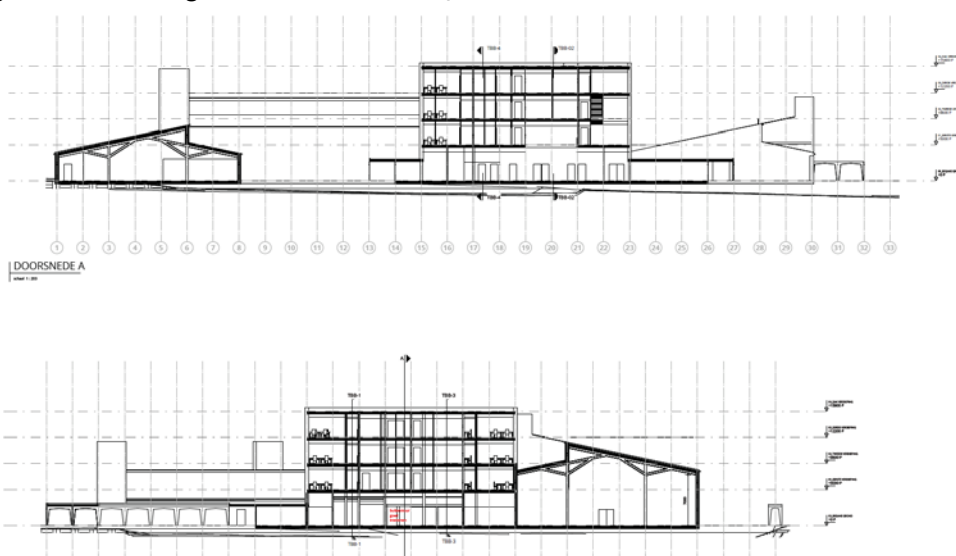
Volgens de opdrachtgever bedraagt het begane grondpeil van de nieuwbouw ca. 67,5 m NAP.

Verzoek van de opdrachtgever is om na te gaan hoeveel grondverbetering er nodig is om alle bouwdelen op staal te funderen. In hoofdlijnen zijn er 5 bouwtypen te onderscheiden:

1. Kantoorgebouw hoogbouw; kolombelasting $F_{ed} = 1.600 \text{ kN}$.
2. Magazijn; kolombelasting $F_{ed} = 200 \text{ kN}$ en vloerbelasting; permanent $6,25 \text{ kN/m}^2$ + veranderlijk $20,0 \text{ kN/m}^2$.
3. Vak afdelingen; $F_{ed} = 200 \text{ kN}$ en vloerbelasting; permanent $6,25 \text{ kN/m}^2$ + veranderlijk $5,0 \text{ kN/m}^2$.
4. Laagbouw (verbindingsgangen/ fietsenstalling/ techniek); $F_{ed} = 150 \text{ kN}$.
5. Loadingdocks; plaatfundering met verkeersbelastingen door laden lossen vrachtwagens.



Figuur 2: situering van de nieuwbouw, met verschillende bouwdelen 1 t/m 5

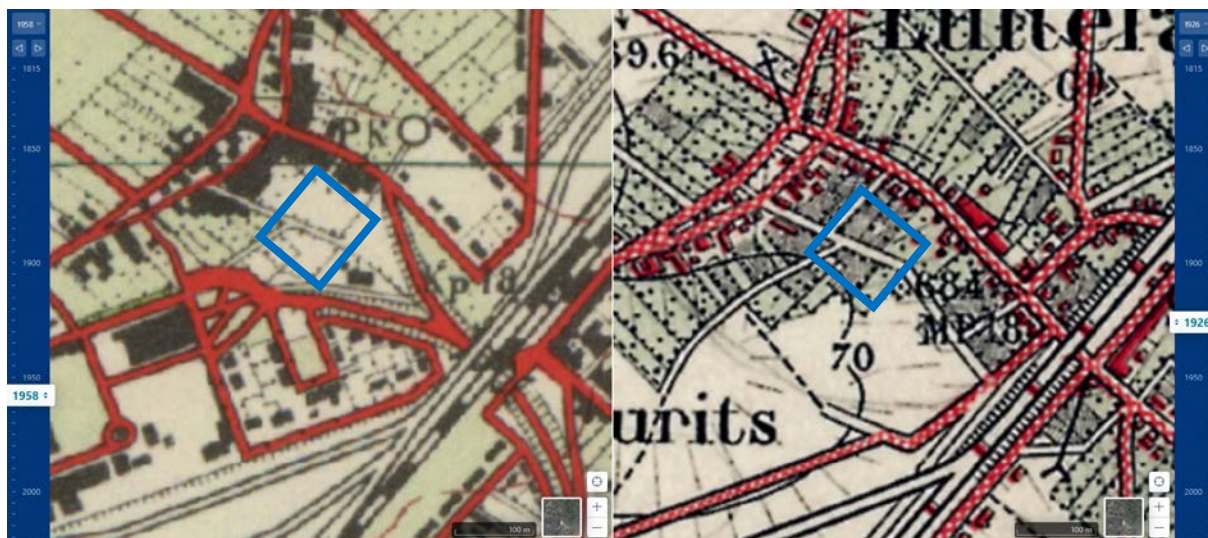


Figuur 3: doorsneden van de geplande nieuwbouw

2.3 Historie projectlocatie

2.3.1 Voormalig terreingebruik

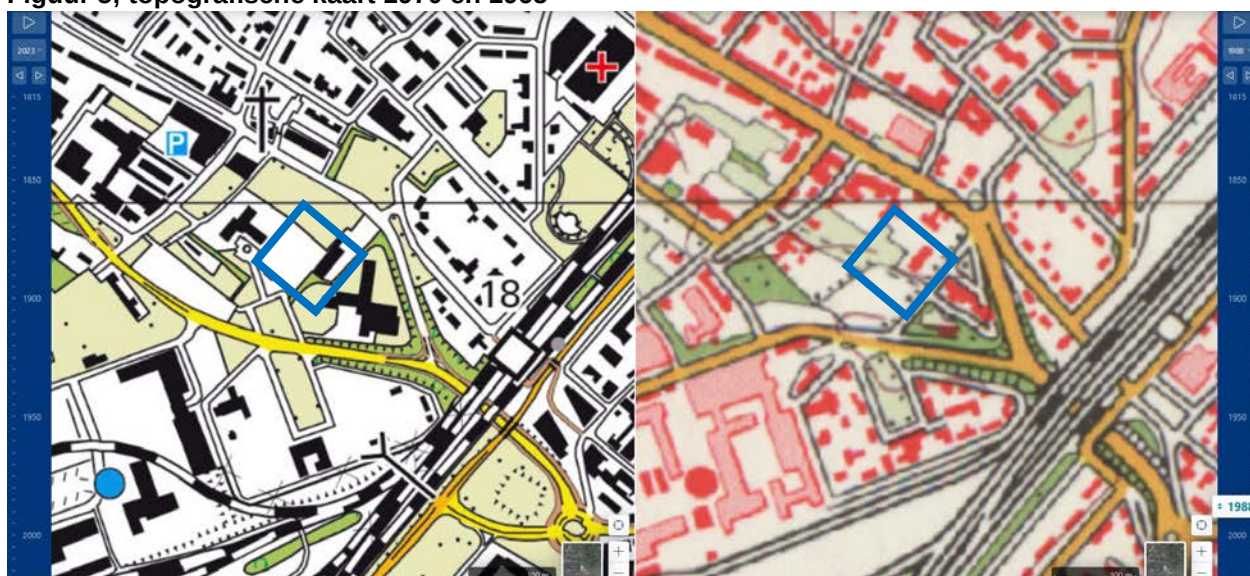
Om een indruk te krijgen van de voormalige bebouwing op de onderzoekslocatie is topotijdreis.nl geraadpleegd met oude topografische kaarten. Uit dit kaartmateriaal van het Kadaster is af te leiden dat de locatie en omgeving aan diverse veranderingen onderhevig zijn geweest. Onderstaand zijn uittreksels van topografische kaarten gepresenteerd van 1926, 1958, 1965, 1970 1988 en 2023



Figuur 4 Topografisch kaart 1958 en 1926.



Figuur 5; topografische kaart 1970 en 1965



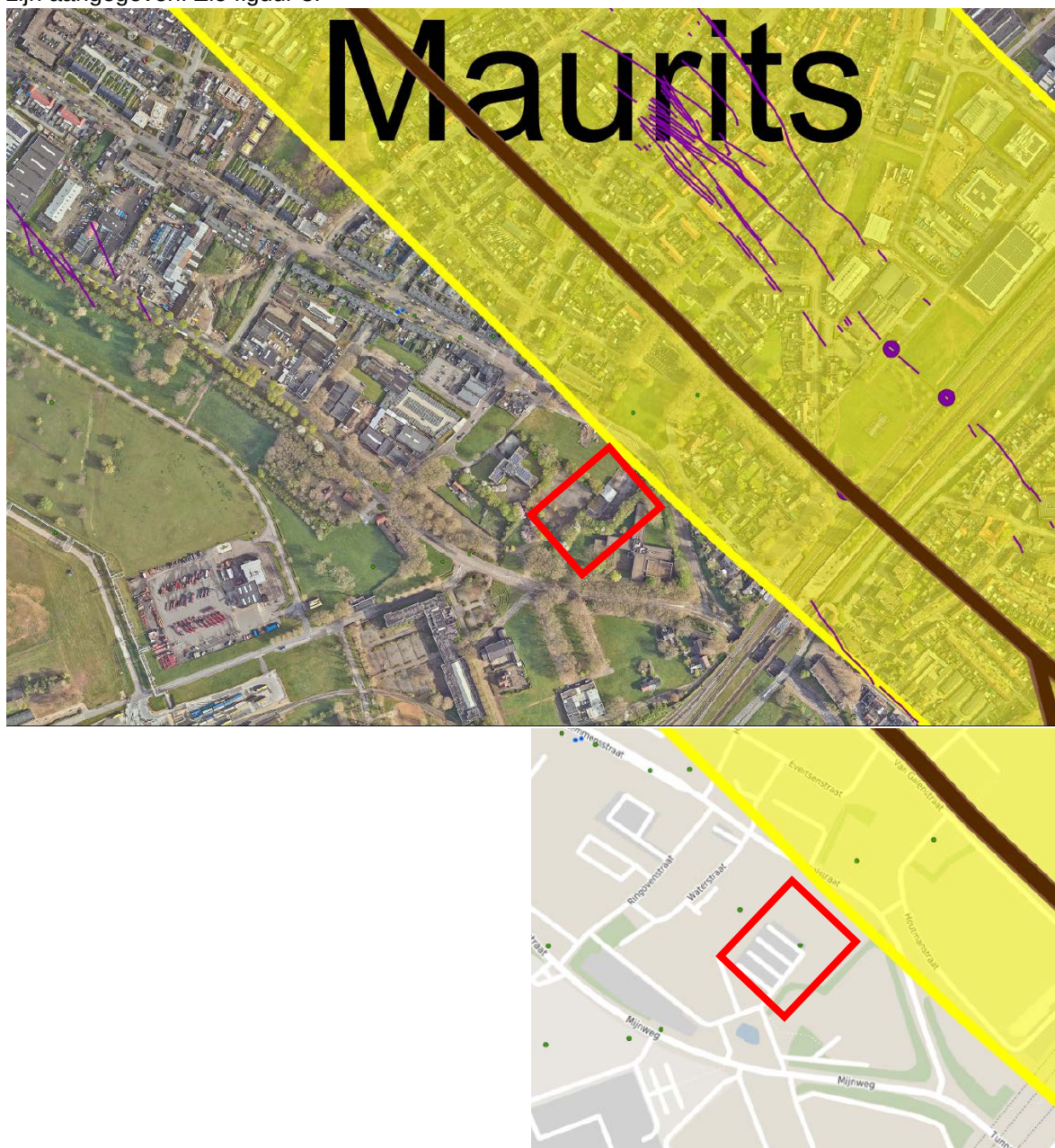
Figuur 6: topografische kaarten 2023 en 1988

Het is dus niet uit te sluiten dat er sprake is van geroerde grondslag, ook gezien de recent gesloopte bebouwing en het grondverzet op locatie. Zie de foto's in bijlage A van de situatie tijdens het veldwerk.

Omtrent de verdere historie van de projectlocatie zijn ons geen gegevens bekend. Er dient te worden nagegaan in hoeverre de geroerde grondslag mogelijk een knelpunt is voor het ontwerp of de uitvoering.

2.3.2 Mijnbouwaspecten

Tevens is overlegd met de gemeente Sittard-Geleen, betreffende de mogelijke relictten van de steenkolenwinning in de ondergrond. Op verzoek van de gemeente is door het Gegevenshuis in Landgraaf een luchtfoto aangeleverd waarop de bekende mijndrempels (paarse lijnen) en actieve zone (geel gemarkeerd) van de voormalige steenkoolmijn Maurits en Heerlerheidebreuk (dikke bruine lijn) zijn aangegeven. Zie figuur 3.



Figuur 7: Overzicht projectlocatie met mijnbouw relictten (bron: het gegevenshuis/gemeente Sittard-Geleen)

Uit de aangeleverde informatie van het Gegevenshuis met de mijnbouwgegevens (zie figuur 3) blijkt dat er geen mijndrempels (paarse lijnen) in het gebied aanwezig zijn. Ook ligt de bouwlocaties net buiten de risicozone differentiële bodembeweging van de voormalige mijn Maurits en geologische Heerlerheidebreuk. Dit speelt dus geen rol bij het ontwerp van de fundering.

Wel zijn er onder het terrein zogenaamde opwaartse boringen aanwezig. Dit zijn verkenningsboringen, die vanuit de mijngangen verticaal omhoog zijn uitgevoerd. Deze reiken tot net onder de bovenkant van het carboongesteente. Dit betekent dat deze boringen met relatief geringe diameter reiken tot een niveau van ca. -270 m maaiveld. Ook deze boringen hebben gezien de grote afstand tot maaiveld geen invloed op de nieuwbouw.

2.4 Omgeving

In de omgeving van nieuwbouw is sprake van diverse bebouwing. Zie figuur 1 en foto's bijlage A. De bebouwing aan de zuidzijde wordt nog gesloopt.

Nadere gegevens omtrent de exacte afstand tot de belendende bebouwing aan de noordzijde, de aard, de conditie en funderingswijze van de bebouwing zijn ons niet bekend.

2.5 Onderzoek

Medio 2024 is door ons bureau op de projectlocatie het geotechnisch onderzoek 24SP2560 verricht. Het onderzoek bestond uit diepsonderingen en boringen. Tevens zijn TNO-gegevens verzameld om meer informatie te krijgen over de waterstanden en diepere ondergrond. Voor een nadere beschrijving en de resultaten van dit onderzoek wordt verwezen naar rapport 24SP2560-adv-01.

2.6 Tot slot

Geadviseerd wordt om genoemde gegevens alsmede de elders in dit rapport gehanteerde aannamen en uitgangspunten te verifiëren voordat met de resultaten uit dit rapport wordt verder gewerkt.

Met name indien (al dan niet lokaal) sprake is van bijvoorbeeld diepere aanlegniveaus kan dit van invloed zijn op de inhoud van dit rapport.

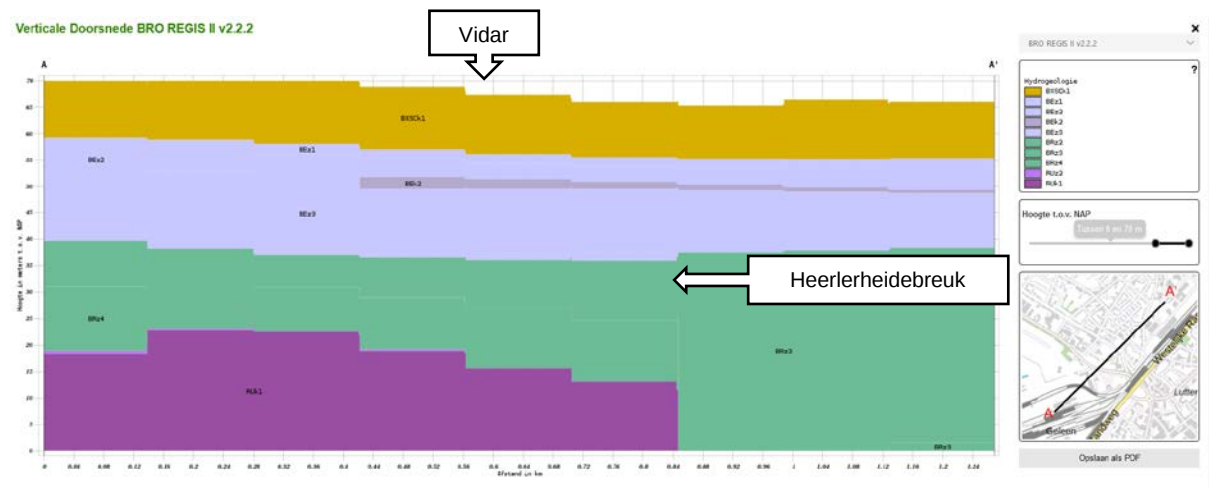
4. BODEMOPBOUW EN GRONDWATER

4.1 Hoogteligging maaiveld

De hoogte van het maaiveld ter plaatse van onderzoekspunten varieerde ten tijde van het onderzoek van ca. 66,1 m NAP aan de noordelijke zijde van het terrein tot 68,7 m NAP aan de zuidzijde. Voor meer informatie over de hoogteligging wordt verwezen naar de waterpasstaat bijlage B.

4.2 Geologische laagopbouw

Met de Dinoloket, ondergrondmodellen is een geologische opbouw van de ondergrond bepaald. Zie figuur 8. Ook zijn 2 relevante diepe boringen in de bijlage F gepresenteerd.



Figuur 8: geologische zuidwest-noordoost doorsnede (bron TNO-archief)

Op basis van geologische TNO-data blijkt, dat de nieuwbouw ligt in een gebied met löss/leemafzettingen (windafzettingen van Bostel). Dit pakket is ca. 10 m dik.

Onder deze deklaag is een pakket met rivierafzettingen van de Maas (formatie van Beegden) aanwezig. Dit pakket is ca. 20 meter dik. In het pakket zijn 3 lagen te onderscheiden; 2 grindlagen met een kleiige tussenlaag.

Hieronder volgt een pakket (formatie van Breda) met overwegend zandige afzettingen, lokaal doorsneden door dunne kleilagen. De diepere lagen tot ca. 270 m- maaiveld (ofwel ca. -210 m NAP) zijn niet meer relevant voor dit advies.

Vanaf 270 m- maaiveld is het carboongesteente aanwezig. Op diepere niveaus in dit gesteente heeft de steenkoolmijnbouw plaatsgevonden tot 1974.

Uit de doorsnede 8 blijkt ook dat de geplande nieuwbouwlocatie op een afstand van ca. 250 meter ten zuidwesten van een geologische breuk (Heerlerheide breuk) ligt.

4.3 Beschrijving bodemopbouw

Op basis van de onderzoeksresultaten op het terrein kan de grondslag als volgt beschreven worden. Deze stemt goed overeen met de hiervoor beschreven geologische opbouw.

Als gevolg van het voormalige gebruik en sloopwerkzaamheden is de grondslag lokaal tot 63,2 m NAP geroerd.

Hieronder worden zijn tot een niveau van ca. 55,5 m à 57,5 m NAP löss/siltafzettingen aanwezig. De conusweerstand in dit pakket variëren van ca. 1,0 à 1,5 m MPa voor de slappere siltige zones tot 4 MPa of meer voor de sterk zandig ontwikkelde lagen.

Vervolgens wordt het pakket met overwegend zand- en zandgrind aangetroffen. Ook in deze laag is de kleiige tussenlaag te onderscheiden. Globaal kan worden gesteld dat er eerst sprake is van een 1^e zandgrindlaag, die in dikte varieert van ca. 0,5 à 1,0 meter bij de sonderingen nr. 005, 006 en 10, (noordoosthoek) tot ca. 2 tot 4 meter voor de meer westelijker gelegen sonderingen. De conusweerstand in het pakket bedragen gemiddeld meer dan 20 à 30 MPa.

Dan volgt in het traject van ca. 48,0 tot 55,5 m NAP, een 2 tot 5 meter dikke laag met minder draagkrachtige kleiige zandafzettingen. De gemeten conusweerstand in deze afzettingen liggen in de range van 2 tot 8 MPa. Lokaal zijn er vastgepakte zand- en zandgrindlagen ingesloten met conusweerstand in de orde van 10 tot 20 MPa.

De dieper verkende lagen tot ca. 46,5 m NAP bestaan uit zeer vastgepakte zand- en zandgrindafzettingen, waarin conusweerstand worden gemeten van gemiddeld meer dan 30 MPa.

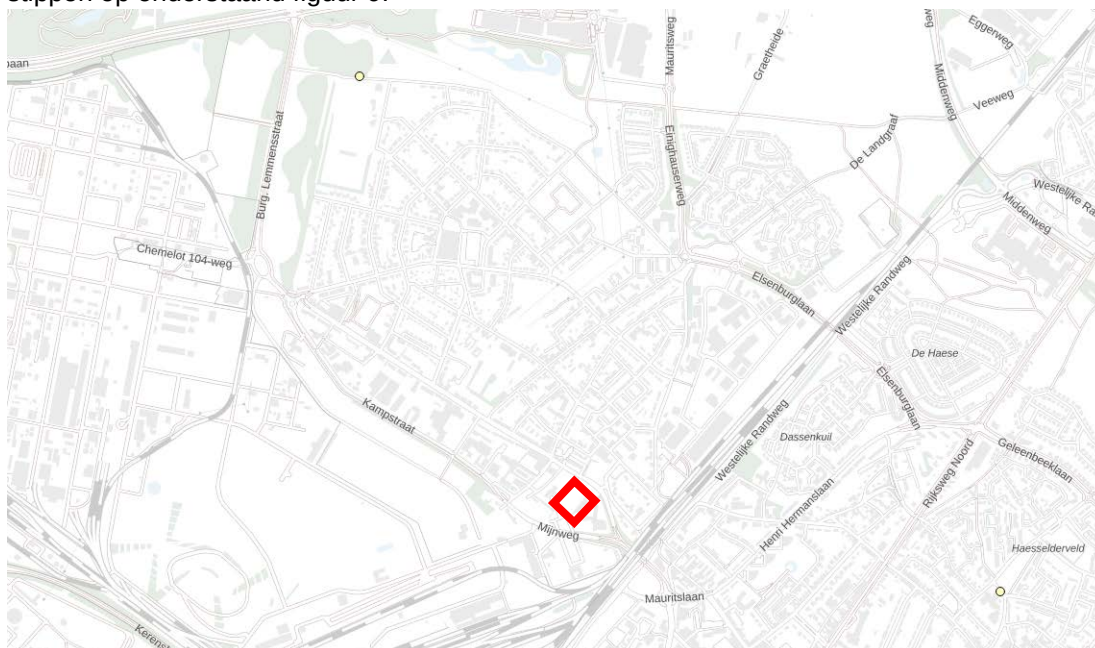
4.4 Grondwater

4.4.1 Gemeten waterstanden op locatie

In sondeer- en boorgaten werd eind oktober 2024 geen grondwaterstand aangetroffen tot 5,0 m-maaiveld (ca. 61 m NAP). Er wordt op gewezen dat dit een momentopname is en dat de stand onder invloed van seizoensafhankelijke factoren zal fluctueren. Ook moet in deze grondslag het ontstaan van schijngrondwaterstanden ten gevolge van stagnerend regenwater op de slecht doorlatende siltlagen niet uitgesloten worden.

4.4.2 TNO-grondwaterstanden

In de korte nabijheid zijn geen TNO-peilbuizen aanwezig. Deze liggen op grotere afstand. Zie gele stippen op onderstaand figuur 9.



Figuur 9: locaties peilbuizen TNO (freatische grondwater)

In de peilbuizen worden waterstanden gemeten in de range van 44,5 tot 49,5 m NAP. Gezien de ligging van de locatie tussen deze peilbuizen verwachten wij dat het grondwater op locatie op een niveau van ca. 46,0 à 47,0 m NAP is te verwachten.

Echter gezien de aangetroffen kleiige laag in het traject 48,0 tot 55,5 m NAP, kan het grondwater ook in de bovenliggende zandgrindlaag voorkomen. Dit komt overeen met ca. 54,0 tot 57,0 m NAP.

5. FUNDERINGSADVIES

5.1 Funderingswijze

Op verzoek van de opdrachtgever zijn de mogelijkheden voor een fundering op staal geanalyseerd. Een fundering op staal vereist dat een grondverbetering wordt aangebracht.

Er wordt op gewezen dat bij de aangetroffen bodemopbouw met siltige lagen tijdens perioden met veel neerslag en gedurende de winter, de wateroverlast kan worden optreden en de uitvoering van het grondwerk kan stagneren.

Voor de bedrijfsvloer wordt in dit hoofdstuk beknopt ingegaan op de uitvoeringswijze en de te verwachten zettingen indien deze met een beperkte grondverbetering op staal wordt gefundeerd. Door de opdrachtgever en/of constructeur moet worden nagegaan of de zettingsindicatie acceptabel is. Indien specifieke vervormingseisen aan de vloer worden gesteld dient zo nodig gericht aanvullend onderzoek te worden verricht.

Uitgaande van de gemeten maaiveldhoogtes van ca. 66,1 m NAP aan de noordelijke zijde van het terrein tot 68,7 m NAP aan de zuidzijde zal bij het geplande bouwpeil van 67,5 m NAP, het terrein deels moeten worden opgehoogd en deels worden afgegraven.

5.2 Uitgangspunten

- Projectgegevens zoals beschreven in hoofdstuk 2.
- Situering nieuwbouw zoals weergegeven op situatietekening.
- Resultaten grondonderzoek in de bijlage A t/m F.
- Het project is ingedeeld in Geotechnische Categorie 2.
- Funderingselementen worden verticaal centrisch op druk belast.
- De berekening van de draagkracht op druk en de vervorming van de funderingselementen is gebaseerd op NEN 9997-1:2017 (geotechnisch ontwerp van constructies).
- Er is in dit rapport van uitgegaan dat een aanlegniveau van de fundering van 66,5 m NAP voor de hoogbouw en 66,7 m NAP voor de overige bouwdelen.
- Er wordt aangenomen dat beneden de ontgravingsniveaus voor de hoogbouw, de oorspronkelijke, op natuurlijke wijze gesedimenteerde bodemopbouw aanwezig is. Bij de laagbouw kan dit mogelijk lokaal niet zo zijn.
- De terreinophogingen moeten voor of uiterlijk tijdens de funderingswerkzaamheden worden aangebracht.

5.3 Richtlijnen funderingselementen

- Toegepast kunnen worden funderingselementen bestaande uit betonnen stroken en/of poeren.
- Afmeting en eventueel vereiste wapening van de funderingselementen dient door de constructeur te worden berekend aan de hand van de gegevens uit dit rapport.
- In verband met een vorstvrije ligging en mogelijke werkzaamheden aan kabels en leidingen dient de aanlegdiepte van de fundering langs een perceelgrens tenminste 0,80 meter minus maaiveld te zijn. Voor het overige kan 0,70 meter worden aangehouden.

5.4 Richtlijnen nieuwbouw - bestaande bebouwing

- Er moet worden nagegaan of het vereiste graafwerk zonder risico voor omliggende bebouwing en infrastructuur kan worden uitgevoerd.

5.5 Voormalige bebouwing / vroegere terreininrichting

- Geadviseerd wordt om na te gaan of er sprake kan zijn van geroerde grond als gevolg van bijvoorbeeld het slopen van bebouwing, het verwijderen van tanks, of het dempen van vroegere greppels.
- Indien er sprake is van geroerde grond dan dient deze in principe te worden verwijderd en vervangen door goed verdicht zand (zie paragraaf "grondverbetering").

5.6 Sloop bestaande bebouwing

- Met de sloop van de bestaande bebouwing dienen de bodemlagen beneden de te verwijderen funderingselementen zo min mogelijk te worden verstoord. Ontgravingen moeten worden aangevuld met goed verdicht zand.

5.7 Ontgravingsniveaus voor de grondverbetering

Ter plaatse van de sonderingen hebben de bodemlagen tot de in de tabel vermelde niveaus een te geringe draagkracht. Bij het ontgraven moet de laatste 0,10 m voorzichtig worden afgeschaafd zodat löss beneden het ontgravingsvlak niet wordt geroerd. Tussen de sonderingen dient tot dezelfde grondslag te worden ontgraven zoals aangetroffen ter plaatse van de sonderingen. Ligt dit ontgravingsniveau lager dan het aanlegniveau van de funderingselementen dan dient de tussenliggende zone te worden opgevuld met een grondverbetering. De dikte van de grondverbetering in tabel 1 is geschat aan de hand van de verwachte aanlegniveaus van 66,5 m en 66,7 m NAP.

Tabel 1. Ontgravingsniveau ten behoeve van grondverbetering

Sondering nr.	Hoogte maaiveld* [m NAP]	Ontgravingsniveau [m NAP]	Dikte grondverbetering [m]
Gebouw 1 (hoogbouw; ontgraven tot vaste ongeroerde grondslag)			
009	67,00	63,5	3,0
012	67,21	63,5	3,0
013	67,02	63,3	3,2
017	67,11	63,7	2,8
018	66,67	64,2	2,3
019	66,45	64,0	2,5
023	66,67	63,7	2,8
024	66,60	63,8	2,7
025	67,08	63,2	3,2
Gebouw 2 (magazijn; met bufferende grondverbetering)		1)	
019	66,45	65,6	1,1
020	66,44	65,6	1,1
021	66,60	65,6	1,1
022	66,62	65,6	1,1
023	66,67	65,6	1,1
032	67,06	65,6	1,1
033A	66,92	65,6	1,1
034	67,44	65,6	1,1
035A	67,43	65,6	1,1

Sondering nr.	Hoogte maaiveld* [m NAP]	Ontgravingsniveau [m NAP]	Dikte grondverbetering
Gebouw 3.1 (Vakafdeling meest noordelijk; met bufferende grondverbetering, lokaal dieper ontgraven)			
		1)	
001	66,07	65,0	1,7
002	66,45	65,0	1,7
003	66,20	65,0	1,7
008	68,84	65,0	1,7
009	67,00	65,0	1,7
010	66,76	65,0	1,7
011	66,72	65,0	1,7
012	67,21	65,0	1,7
018	66,67	64,2	2,5
019	66,45	64,0	2,7
020	66,44	65,0	1,7
021	66,60	64,5	2,2
Gebouw 3.2 (Vakafdeling; met bufferende grondverbetering, lokaal dieper ontgraven)			
		1)	
004	66,29	65,0	1,7
005	66,65	65,5	1,2
006	67,01	65,5	1,2
007	66,91	65,5	1,2
008	66,84	65,5	1,2
012	67,21	65,0	1,7
013	67,02	65,5	1,2
014	67,02	64,8	1,9
015	67,97	65,5	1,2
016A	67,21	65,5	1,2
017	67,11	65,0	1,7
Gebouw 3.3 (Vakafdeling; met bufferende grondverbetering, lokaal dieper ontgraven)			
		1)	
024	66,60	63,8	2,9
025	67,08	63,2	3,5
026	67,19	65,5	1,2
027	68,12	65,5	1,2
028	68,09	65,5	1,2
029	68,24	65,5	1,2
030	67,97	65,5	1,2
031	67,05	65,5	1,2
036	67,47	65,0	1,7
037	67,18	65,0	1,7
Gebouw 3.4 (Vakafdeling meest zuidelijk; met bufferende grondverbetering, lokaal dieper ontgraven)			
		1)	
035A	67,43	65,0	1,7
036	67,47	64,8	1,9
037	68,18	65,0	1,7
038	68,30	65,0	1,7
039	68,53	65,0	1,7
040	68,65	65,0	1,7

* Niveau ten tijde van onderzoek

1) Ter plaatse van deze gedeelten is het voldoende om te ontgraven tot de aangegeven diepte, ondanks het feit dat op dit niveau minder vaste afzettingen aanwezig zijn. In dit advies is er rekening mee gehouden dat de eerste laag voorzichtig moet worden opgezet; zo nodig zal een vlijlaag noodzakelijk zijn om een goede klankbodem voor de verdichting te verkrijgen. .

Voor de aangrenzende bouwdelen nr. 4 adviseren wij om dezelfde ontgravingsniveaus aan te houden als bij het belendende bouwdeel. Bij het laad- en losdok nr. 5 ter plaatse van de sonderingen nr. 35 en 40 , adviseren wij om een grondverbetering van 0,3 meter onder de funderingsplaat aan te brengen.

Wij adviseren om de overgangen in verschillende ontgravingsniveaus onder talud te laten verlopen en hiervoor een hellinghoek van 30 graden met de horizontaal vanuit het diepe niveau aan te houden.

Alle grond dient tot de aangegeven diepte te worden vervangen door een goed verdichte grondverbetering. Tussen en in de omgeving van de sonderingen moet tot dezelfde bodemlagen worden ontgraven zoals aangetroffen ter plaatse van de sonderingen op de hiervoor vermelde niveaus. Indien er als gevolg van het slopen van de voormalige bebouwing op de aangegeven ontgravingsniveaus losse geroerde grond wordt aangetroffen, dan dient deze tot de vaste natuurlijke bodemopbouw te worden verwijderd. Bij twijfels gelieve met ons kantoor contact op te nemen.

Voor meer algemene richtlijnen ten aanzien van de grondverbetering wordt verwezen naar bijlage J. Wij adviseren om de strenge normen in deze richtlijn aan te houden voor de grondverbetering voor de hoogbouw.

5.8 Draagkracht

De maximale draagkracht voor de verschillende bouwdelen zijn in de bijlage G t/m I gepresenteerd. De rekenwaarde van de verticale belasting op een funderingselement moet kleiner zijn dan de draagkracht van de ondergrond ($V_d \leq R_{v;d}$).

Het draagvermogen is afhankelijk van onder meer de gronddekking (t). Onder gronddekking wordt verstaan een permanent aanwezige zandaanvulling die boven aanlegniveau aanwezig is rond het volledige funderingselement en die zich in horizontale richting uitstrekt tot een afstand van tenminste 6 maal de breedte van het funderingselement. Indien dit niet het geval is geldt een lagere draagkracht. Er dient zorg voor te worden gedragen dat de gronddekking te allen tijde aanwezig is gedurende de levensduur de constructie.

Daar waar sprake is van een kruipruimte wordt geadviseerd een minimale gronddekking aan te houden van 0,1 m over het volledige oppervlak van de kruipruimte. Bij het ontbreken van een kruipruimte wordt over het algemeen het draagvermogen berekend uitgaande van een gronddekking van 0,4 m. Voor de hoge poeren bij de hoogbouw is een maximale gronddekking van 0,6 meter aangehouden.

Voor minimaal vorstvrij aangelegde funderingselementen onder de buitengevels wordt geadviseerd uit te gaan van de draagvermogens bij een gronddekking van 0,4 m.

5.9 Vervorming

De vervormingen binnen de funderingsconstructie dienen zodanig te zijn dat in de bouwconstructie geen uiterste grenstoestand of bruikbaarheidsgrenstoestand wordt overschreden.

Tenzij specifieke vervormingseisen zijn gesteld wordt voor de uiterste grenstoestand veelal een relatieve rotatie β van maximaal 1:100 aangehouden. Voor de bruikbaarheidstoestand wordt in het algemeen aangenomen dat de scheefstand ω en/of de relatieve rotatie β_x de waarde van 1:300 niet mag overschrijden.

Uiterste Grenstoestand:	-Rotatiecriterium:	$\Delta s/l \leq 1:100$
Bruikbaarheidstoestand:	-Rotatiecriterium:	$\Delta s/l \leq 1:300$

Bij overschrijding van de bruikbaarheidstoestand zijn de vervormingen van dien aard dat binnen de bouwconstructie ongewenst verlies aan bruikbaarheid optreedt. In de regel zal deze toestand maatgevend zijn.

Voor het zakkingsverschil kan in eerste instantie tenminste de helft van de berekende maximale zetting worden aangehouden tussen twee funderingselementen met een onderlinge afstand l . Dit in verband met de mogelijke heterogeniteit van de bodem en/of uitvoeringsonvolkomenheden. Indien bijvoorbeeld door belastingvariaties of verschillen in aanlegniveau en funderingsafmeting lokaal een groter zakkingsverschil optreedt, dan moet deze grotere waarde in rekening worden gebracht.

Vervormingen binnen de funderingsconstructie kunnen indicatief worden bepaald aan de hand van de last-zakkingsresultaten die zijn toegevoegd aan de bijlage G t/m I. Het betreft hier last-zakkingsgrafieken voor vrij liggende funderingselementen waarbij de zakking niet wordt beïnvloed door de aanwezigheid van nabijgelegen funderingselementen.

In de zakking zit niet de zetting verdisconteerd als gevolg van belasting op de bedrijfsvloeren.

Geadviseerd wordt een dilatatie aan te brengen tussen de hoogbouw en laagbouw.

Wij adviseren om eventueel aan de hoogbouw vastzittende laagbouwgedeelten, e.d. in een zo laat mogelijk stadium te beginnen. Het beste kan hiervoor een termijn van 2 maand, beter nog van 3 maanden na ruwbouw hoogbouw gereed, in acht worden genomen. Zodoende zullen de zettingen die voortkomen uit de hoogbouw voor een groot gedeelte hun beslag hebben gekregen.

De terreinophogingen dienen in een zo vroeg mogelijk stadium te worden gerealiseerd, bij voorkeur ongeveer 3 maanden voordat met de ruwbouw wordt begonnen. Zodoende zal de te verwachten bodemklink reeds voor het grootste gedeelte zijn uitgewerkt.

5.10 Beddingscoëfficiënt

Voor de statische secant veercoëfficiënt van een funderingselement geldt $k_{V,rep} = F_{S,rep} / S_{bgt}$. De rekenwaarde van de veercoëfficiënt is bepaald als $k_{V,d} = k_{V,rep} / \gamma_{m;k}$ waarbij $\gamma_{m;k} = 1,3$.

Uitgaande van de last-zakkingsgrafiek voor bruikbaarheidstoetstand (BGT) is sprake van een niet geheel lineaire veer karakteristiek. In dit rapport is de statische veerstijfheid gepresenteerd voor een vrij gelegen funderingselement bij een representatieve belasting van 80 % van het draagvermogen. Voor de veercoëfficiënten wordt verwezen naar bijlage G t/m I.

5.11 Bedrijfsvloeren

5.11.1 Inleiding

Voor de bedrijfsvloeren wordt in dit hoofdstuk beknopt ingegaan op de uitvoeringswijze en de te verwachten zettingen indien deze met een grondverbetering op staal wordt gefundeerd. Geadviseerd wordt dezelfde ontgravingsdieptes aan te houden als in tabel 1 van de paragraaf 5.7 is vermeld.

Door de opdrachtgever en/of constructeur moet worden nagegaan of de zettingsindicatie acceptabel is. Indien specifieke vervormingseisen aan de vloer worden gesteld dient zo nodig gericht aanvullend onderzoek te worden verricht.

De vloer moet in zijn geheel los gehouden worden van de rest van het gebouw, zodanig dat een ongestoorde zetting kan plaatsvinden.

Rekening houdend met genoemde zettingsindicatie moet worden nagegaan of scheidingswanden e.d. op de vloer kunnen worden geplaatst.

5.11.2 Zettingsindicatie

Uitgangspunt is dat onder de vloer een goed verdicht pakket aanwezig is zoals in voorafgaande paragraaf vermeld.

Uitgangspunten zettingsindicatie:

- Vloerpeil = 67,5 m NAP
- Huidig maaiveldniveau = 66,1 m tot 68,7 m NAP
- Gewicht bedrijfsvloer = 5 kN/m²
- Vloerbelasting (representatief en gelijkmatig verdeeld) gebouw 2 = 10 kN/m²
- Vloerbelasting (representatief en gelijkmatig verdeeld) gebouw 3 = 6 kN/m²
- Grondwaterstand ter bepaling initiële grondspanning = 49,5 m NAP
- Gerekend met representatieve samendrukkingscoëfficiënten van Koppejan boven de grensspanning (C') afgestemd op tabel 2b van NEN 9997-1:2016

Op basis van genoemde uitgangspunten worden de volgende zettingen verwacht:

- Magazijn gebouw 2; globaal 2,0 tot 3,5 cm,
- Vaklokaal gebouw 3.1; globaal 1,0 à 3,0 cm,
- Vaklokaal gebouw 3.2; globaal 1,0 à 2,0 cm
- Vaklokaal gebouw 3.3; globaal 1,0 à 2,0 cm
- Vaklokaal gebouw 3.4; globaal 1,0 cm

Zettingsverschillen over het gehele vloerveld kunnen ontstaan als gevolg van variaties in bodemopbouw en samendrukkingseigenschappen, door variaties in belasting en door uitvoeringsonvolkomenheden. De praktijk toont aan dat deze verschillen veelal kunnen oplopen tot ca. 50% van de uiteindelijk opgetreden maximale zetting. Uiteraard zullen extra zettingsverschillen ontstaan bij een ongelijkmatig verdeelde belasting van de vloer.

Meer inzicht in de zettingen en zettingsverschillen kan worden verkregen door gericht aanvullend onderzoek uit te voeren in de vorm van sonderingen, boringen, eventueel laboratoriumonderzoek waaronder samendrukkingsproeven en het achterhalen van de historie van het terrein (voormalige vergravingen, etc.). Daarbij is uiteraard ook inzicht nodig in de vloerbelastingsschema's.

Bij het belasten worden de grootste zakkingen in de eerste 3 tot 6 maanden na opbrengen van de vloerbelasting verwacht.

5.11.3 Uitvoeringsaspecten

Het aanbrengen van de grondverbetering voor de vloer vindt in twee fasen plaats. Allereerst wordt tot onderkant fundering de grondverbetering aangebracht. Nadat de fundering is gestort en de muren zijn opgemetseld tot vloerniveau vindt in de tweede fase het aanbrengen van een verdicht zandpakket plaats tot onderkant vloer. Er wordt op gewezen dat deze tweede fase eveneens zorgvuldig moet worden uitgevoerd. Ook hier geldt dat in lagen moet worden aangevuld en verdicht, waarbij extra aandacht wordt gegeven aan de verdichting naast randbalken en deuopeningen en de verdichting ter plaatse van sleuven waarin bijvoorbeeld trekstangen of leidingen voor hemelwaterafvoer en riolering zijn aangelegd.

5.12 Aanvullend onderzoek

Opgemerkt wordt dat in 1 hoek van de nieuwbouw nog bestaande bebouwing aanwezig is. Wij adviseren om de draagkracht van de grondslag nog te controleren na de sloop, middels een sondering met boring, zodat het advies gecompleteerd kan worden.

Opgemerkt wordt dat het aanvullend onderzoek aanleiding kan geven om lokaal afwijkende ontgravingsniveaus aan te houden.

6. RICHTLIJNEN GRONDVERZET EN UITVOERING

Onder bijlage J zijn met betrekking tot de uitvoering van de grondverbetering algemene richtlijnen gegeven.

Onder meer wordt ingegaan op de werkzaamheden in relatie tot de omgeving, het belang van de controle van uitgangspunten en aannamen, en op aspecten die van toepassing zijn op het werkterrein, de uitvoering en controle van de grondverbetering. Geadviseerd wordt hiervan kennis te nemen.

Wij adviseren om de kwaliteit van de grondverbetering met sonderingen te controleren, of deze voldoet aan de ontwerpparameters in dit rapport. Voor de grondverbetering onder de hoogbouw, moeten de strengere eisen in de voornoemde richtlijnen worden aan gehouden.

Middels plaatdrukproeven kan de stijfheid van de grondverbetering onder de vloeren worden vastgesteld, op basis waarvan gecontroleerd kan worden of deze voldoet aan de gestelde ontwerpisen. Indien gewenst kan Socotech geotechnics deze werkzaamheden voor u verzorgen.

Bij het loodrecht uitgraven van de wanden van de bouwput moet rekening worden gehouden met het inkalven van de wanden als gevolg van de weke en plaatselijk geroerde bovengrond. Beter is deze onder een talud te leggen.

Ten behoeve van de ontgravings- en funderingswerken is het noodzakelijk dat het grondwatervniveau tot op 0,5 meter minus ontgravingsniveau ofwel plaatselijk tot 62,7 m NAP wordt verlaagd. Aangezien er geen grondwater is aangetroffen, zal bij de ontgravingen geen bemaling nodig zijn.

Wij adviseren om de bouwput met de lemige ondergrond na ontgraving niet onnodig lang te laten openstaan. Gedurende natte periodes en bij heftige regenval kan de leem vanwege het hoge siltgehalte snel verweken. En tijdens natte periodes kan er wateroverlast in de bouwputten ontstaan als gevolg van regenwater dat zeer traag in de ondergrond wordt opgenomen. Dit water kan echter met een open bemaling worden afgepompt.

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 bij de weke gedeelten dienen achteruit werkend te geschieden. Het berijden of betreden van de put moet na het ontgraven worden vermeden. Zie ook de richtlijnen grondverbeteringen in de bijlagen.

Waar de ontgravingsniveaus bestaan uit sterk verweekte gedeelten, zijn aanvullende maatregelen noodzakelijk, om een vaste ondergrond voor de verdichtingswerkzaamheden te realiseren. Dit kan worden bereikt door b.v.:

- de ondergrond te stabiliseren met kalk en/of cement;
- de ondergrond verbeteren door een vlijlaag door het inbedden van grof puin, silex of grof grind. Intrillen hiervan moet worden vermeden.
- het toepassen van een geotextiel of een zogenaamd "wegendoek".

De terreinophogingen dienen in een zo vroeg mogelijk stadium te worden gerealiseerd, bij voorkeur ongeveer 3 maanden voordat met de ruwbouw wordt begonnen. Zodoende zal de te verwachten bodemklink reeds voor het grootste gedeelte zijn uitgewerkt.

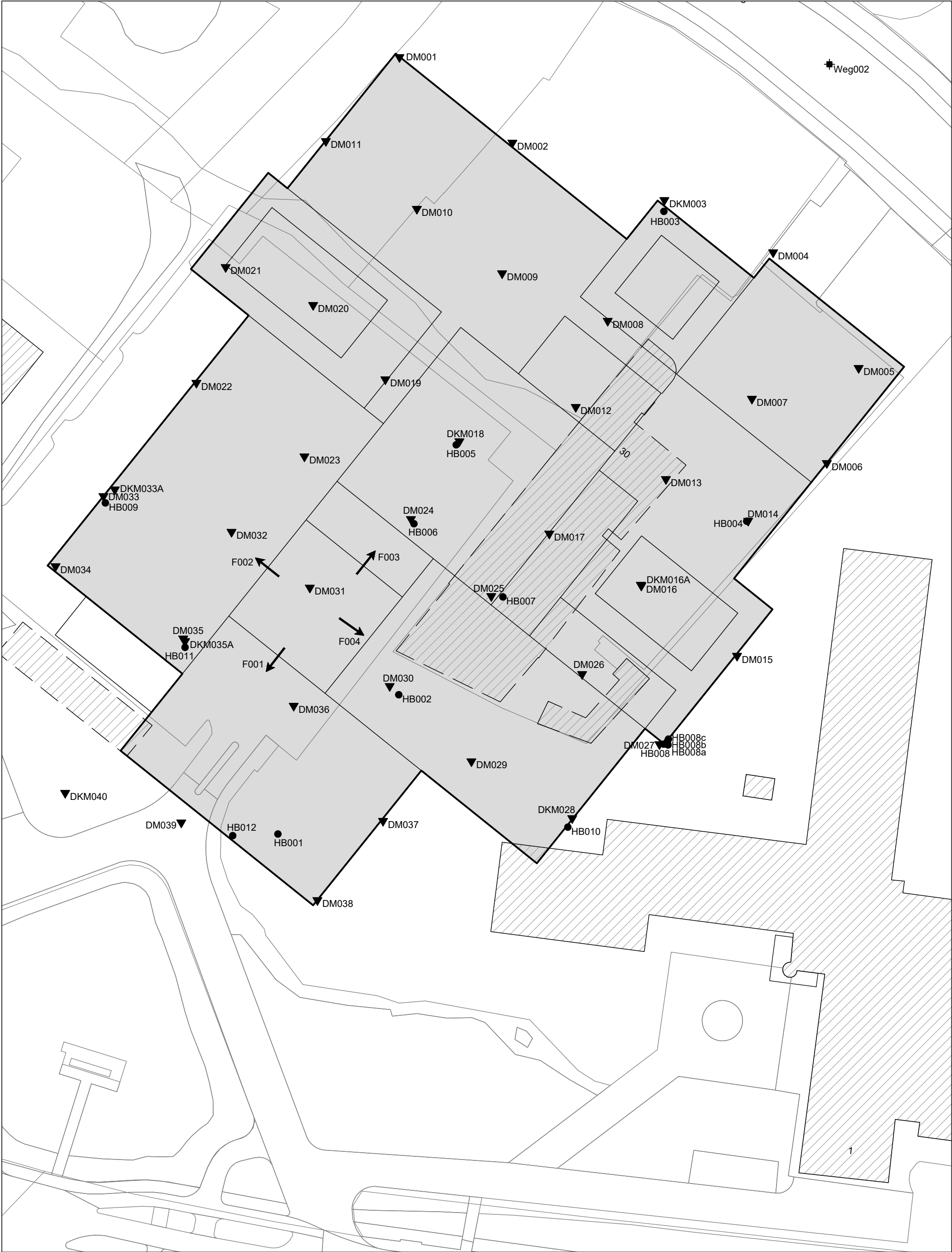


BIJLAGE A

Situatietekening en foto's

BIJLAGE A

Situatietekening en foto's



Oprichtingsomschrijving / locatie:
**Nieuwbouw Vidar aan de Tunnelstraat
te Geleen**



Bewerkt: **CSS/KGT**
Datum: **26 november 2024**

Omschrijving tekening:
Situatietekening

Schaal: **1:500**
Formaat: **A3**

Opdrachtnummer: **25SP2560**
Bijlage: **SIT-01**



F001



F002



F003



F004

BIJLAGE B

Waterpasstaat

OVERZICHT MEETPUNTEN

Horizontaal coördinatensysteem (X,Y) Rijksdriehoeksmeting (RD)
Verticale referentie (Z) Normaal Amsterdams Peil

Meetpunt	X-coördinaat [m]	Y-coördinaat [m]	Hoogte (Z) [m t.o.v. NAP]	GWS * [m t.o.v. NAP]	Datum uitvoering
DM001	185434,11	332000,86	66,07	---	23-10-2024
DM002	185450,57	331988,37	66,45	---	23-10-2024
DKM003	185472,74	331980,01	66,20	---	22-10-2024
DM004	185488,59	331972,38	66,29	---	23-10-2024
DM005	185501,06	331955,51	66,65	---	23-10-2024
DM006	185496,42	331941,64	67,01	---	23-10-2024
DM007	185485,49	331951,02	66,91	---	23-10-2024
DM008	185464,47	331962,39	66,84	---	23-10-2024
DM009	185449,08	331969,32	67,00	---	23-10-2024
DM010	185436,65	331978,72	66,76	---	23-10-2024
DM011	185423,38	331988,61	66,72	---	23-10-2024
DM012	185459,81	331949,83	67,21	---	24-10-2024
DM013	185472,96	331939,30	67,02	---	24-10-2024
DM014	185484,95	331933,22	67,02	---	23-10-2024
DM015	185483,33	331913,53	67,97	---	25-10-2024
DKM016A	185469,31	331923,88	67,22	---	21-11-2024
DM016	185469,37	331923,76	67,19	---	24-10-2024
DM017	185455,96	331931,35	67,11	---	24-10-2024
DKM018	185442,85	331944,82	66,67	---	22-10-2024
DM019	185432,05	331953,85	66,45	---	24-10-2024
DM020	185421,52	331964,69	66,44	---	24-10-2024
DM021	185408,77	331970,23	66,60	---	24-10-2024
DM022	185404,50	331953,34	66,62	---	24-10-2024
DM023	185420,26	331942,60	66,67	---	24-10-2024
DM024	185435,79	331933,47	66,60	---	24-10-2024
DM025	185447,50	331922,23	67,08	---	25-10-2024
DM026	185460,74	331910,86	67,19	---	25-10-2024
DM027	185472,01	331900,63	68,12	---	25-10-2024
DKM028	185459,30	331889,84	68,09	---	22-10-2024
DM029	185444,60	331898,13	68,24	---	25-10-2024
DM030	185432,69	331909,11	67,97	---	25-10-2024
DM031	185421,04	331923,47	67,05	---	25-10-2024
DM032	185409,63	331931,60	67,06	---	25-10-2024
DM033	185390,95	331936,82	67,02	---	25-10-2024
DKM033A	185392,60	331937,79	66,92	---	21-11-2024
DM034	185383,96	331926,59	67,44	---	25-10-2024
DM035	185402,58	331916,05	67,42	---	25-10-2024
DKM035A	185402,85	331915,67	67,44	---	21-11-2024
DM036	185418,69	331906,24	67,47	---	25-10-2024
DM037	185431,72	331889,45	68,18	---	25-10-2024
DM038	185422,15	331877,89	68,30	---	25-10-2024
DM039	185402,30	331889,21	68,53	---	25-10-2024
DKM040	185385,37	331893,53	68,65	---	22-10-2024

Meetpunt	X-coördinaat [m]	Y-coördinaat [m]	Hoogte (Z) [m t.o.v. NAP]	GWS * [m t.o.v. NAP]	Datum uitvoering
HB001	185416,38	331888,29	68,46	---	25-10-2024
HB002	185434,01	331908,61	67,90	---	25-10-2024
HB003	185472,66	331979,11	66,19	---	29-10-2024
HB004	185484,74	331933,92	66,91	---	29-10-2024
HB005	185442,38	331945,07	66,58	---	29-10-2024
HB006	185436,21	331933,56	66,58	---	29-10-2024
HB007	185449,19	331922,88	66,99	---	29-10-2024
HB008	185472,63	331901,41	68,03	---	29-10-2024
HB008a	185472,98	331901,34	68,01	---	29-10-2024
HB008b	185473,25	331901,42	68,04	---	29-10-2024
HB008c	185473,28	331902,11	68,02	---	29-10-2024
HB009	185391,23	331936,58	67,01	---	29-10-2024
HB010	185458,66	331889,29	68,00	---	29-10-2024
HB011	185402,85	331915,52	67,35	---	29-10-2024
HB012	185409,80	331888,05	68,46	---	29-10-2024
Put001	185469,40	332022,52	65,57	---	25-10-2024
Weg001	185481,18	332011,05	65,67	---	25-10-2024
Weg002	185496,80	332000,57	65,83	---	25-10-2024
Weg003	185518,92	331980,25	66,04	---	25-10-2024
Weg004	185532,98	331960,12	66,11	---	25-10-2024

* Grondwaterstand ten tijde van het onderzoek

Let op:

Deze waterpasstaat dient om inzicht te geven in de hoogteligging en locaties van de meet- en onderzoeks-punten ten opzichte van een referentiepunt. Grondwaterstanden zijn ter indicatie en kunnen beïnvloed zijn door de uitgevoerde werkzaamheden. De resultaten dienen niet voor andere doeleinden te worden gebruikt.

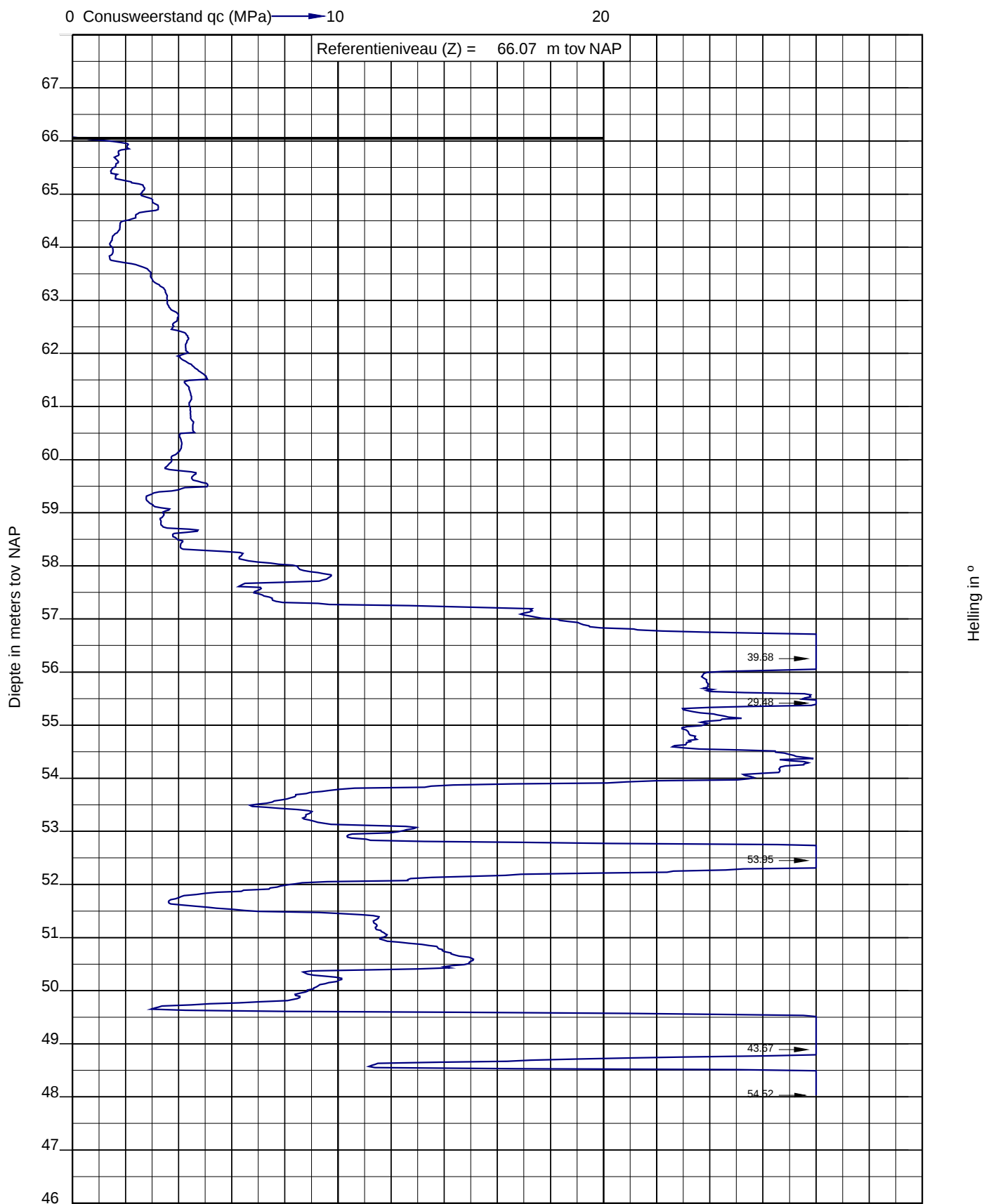
BIJLAGE C

Sondeergrafieken



Project: Nieuwbouw Vidar aan de Tunnelstraat te Geleen
Opdracht: 24SP2560
Betreft: Sondeergrafiek

SOCOTEC



Uitvoeringsdatum: 23-10-2024
Norm: NEN-EN-ISO 22476-1
Toepassingsklasse: 7
Conusnummer: DMH101208M

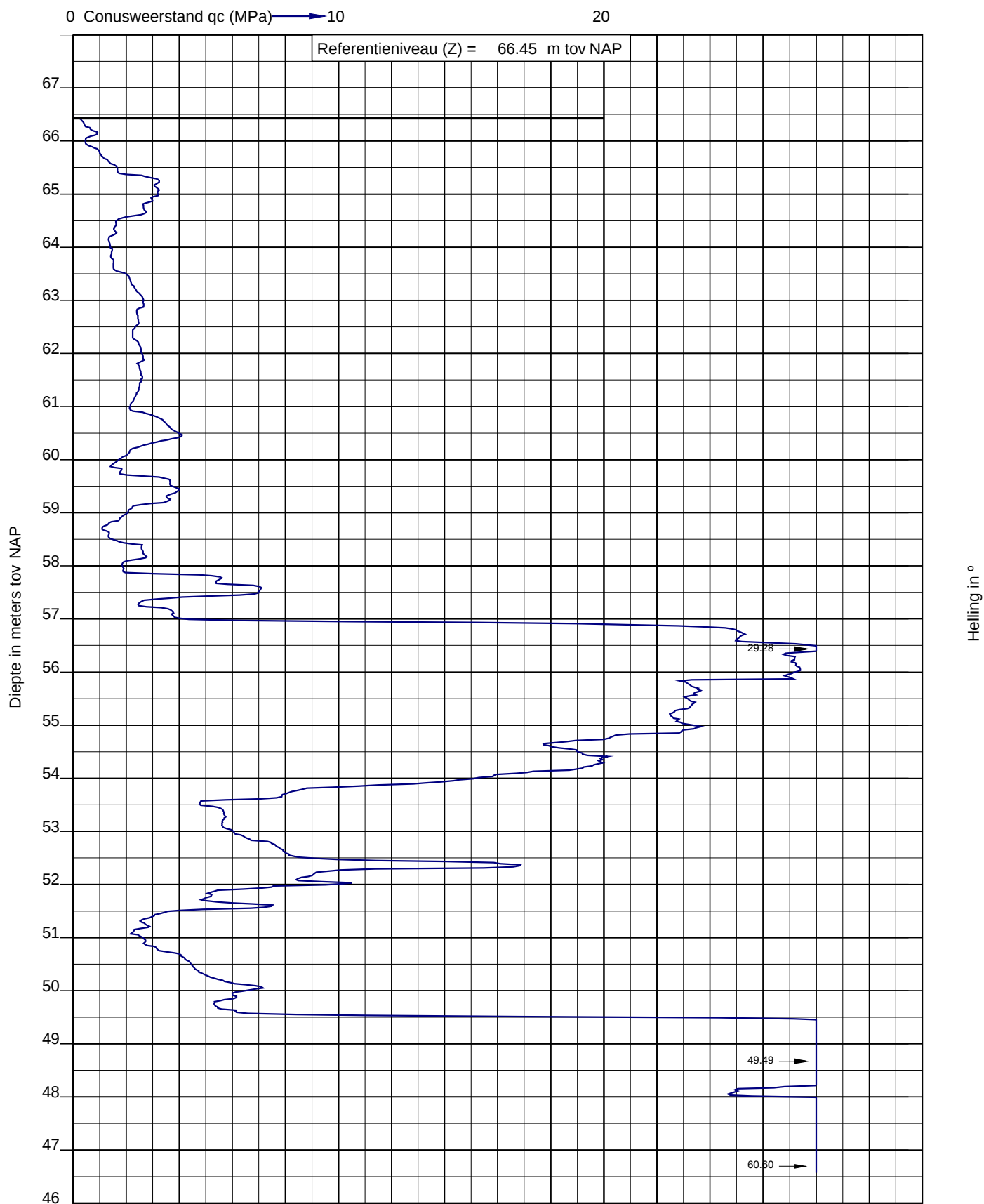
X: 185434.1
Y: 332000.9

DM001



Project: Nieuwbouw Vidar aan de Tunnelstraat te Geleen
Opdracht: 24SP2560
Betreft: Sondeergrafiek

SOCOTEC



Uitvoeringsdatum: 23-10-2024
Norm: NEN-EN-ISO 22476-1
Toepassingsklasse: 7
Conusnummer: DMH101208M

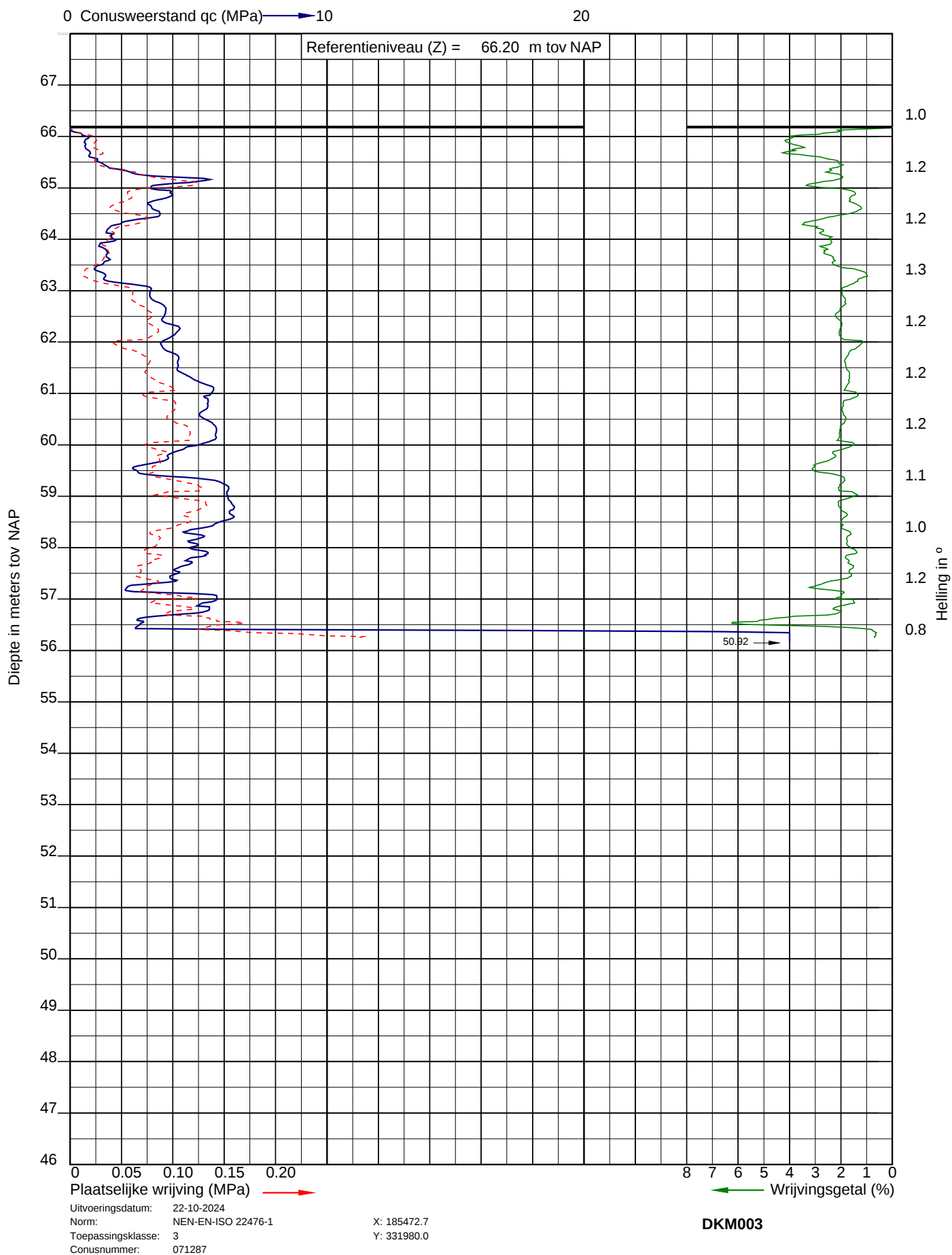
X: 185450.6
Y: 331988.4

DM002



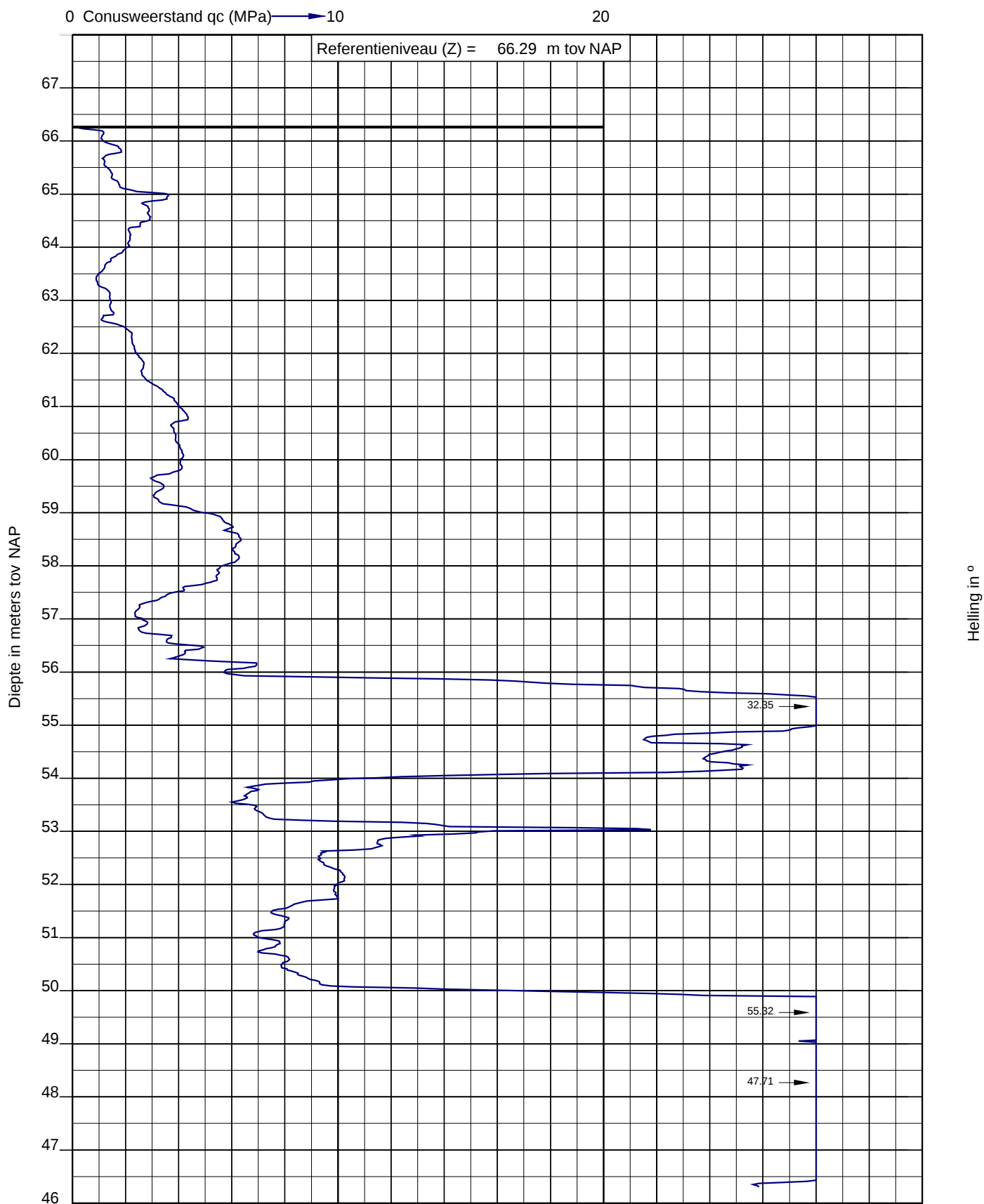
Project: Nieuwbouw Vidar aan de Tunnelstraat te Geleen
Opdracht: 24SP2560
Betreft: Sondeergrafiek

SOCOTEC





Project: Nieuwbouw Vidar aan de Tunnelstraat te Geleen
Opdracht: 24SP2560
Betreft: Sondeergrafiek



Uitvoeringsdatum: 23-10-2024
Norm: NEN-EN-ISO 22476-1
Toepassingsklasse: 7
Conusnummer: DMH101208M

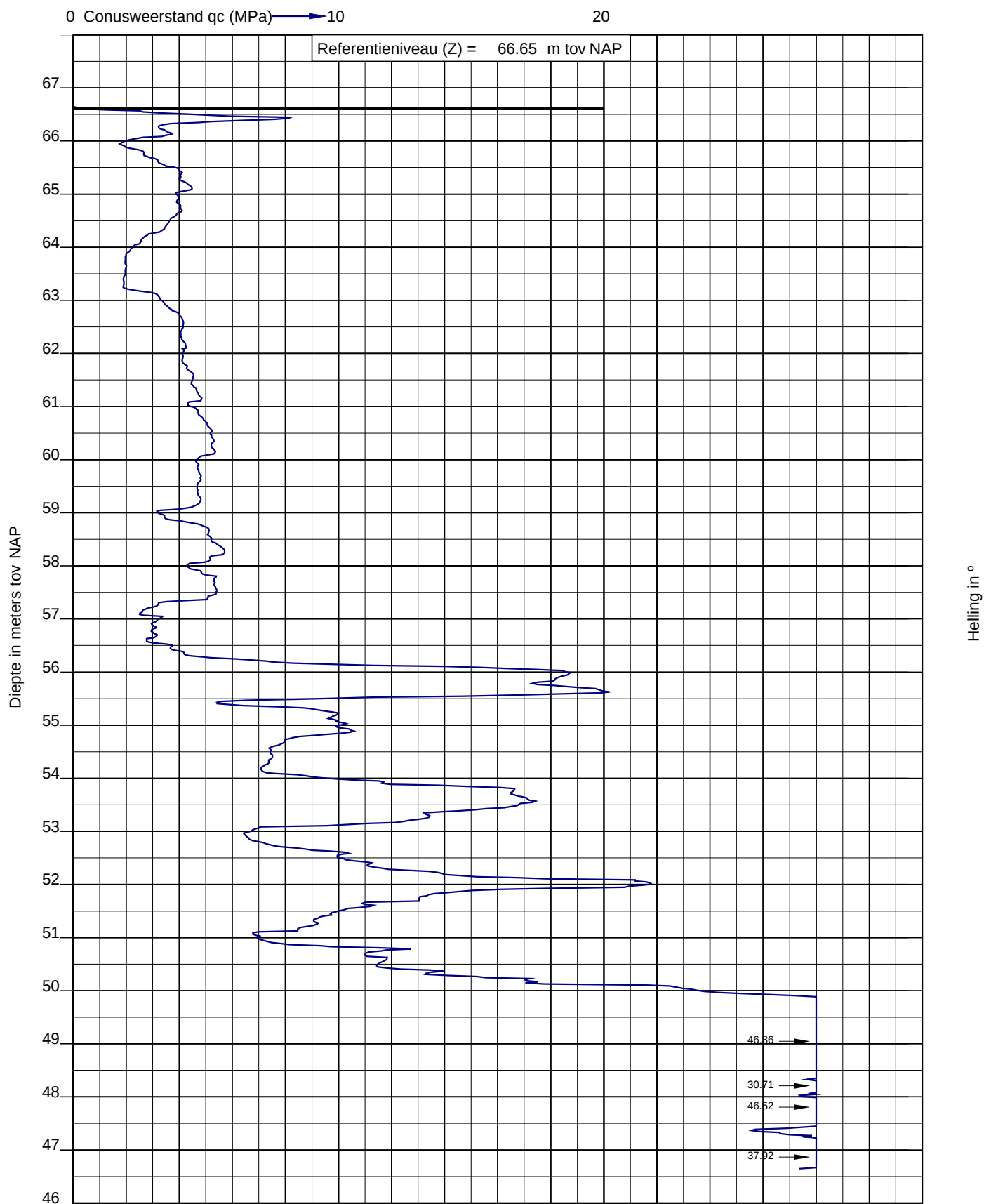
X: 185488.6
Y: 331972.4

DM004



Project: Nieuwbouw Vidar aan de Tunnelstraat te Geleen
Opdracht: 24SP2560
Betreft: Sondeergrafiek

SOCOTEC



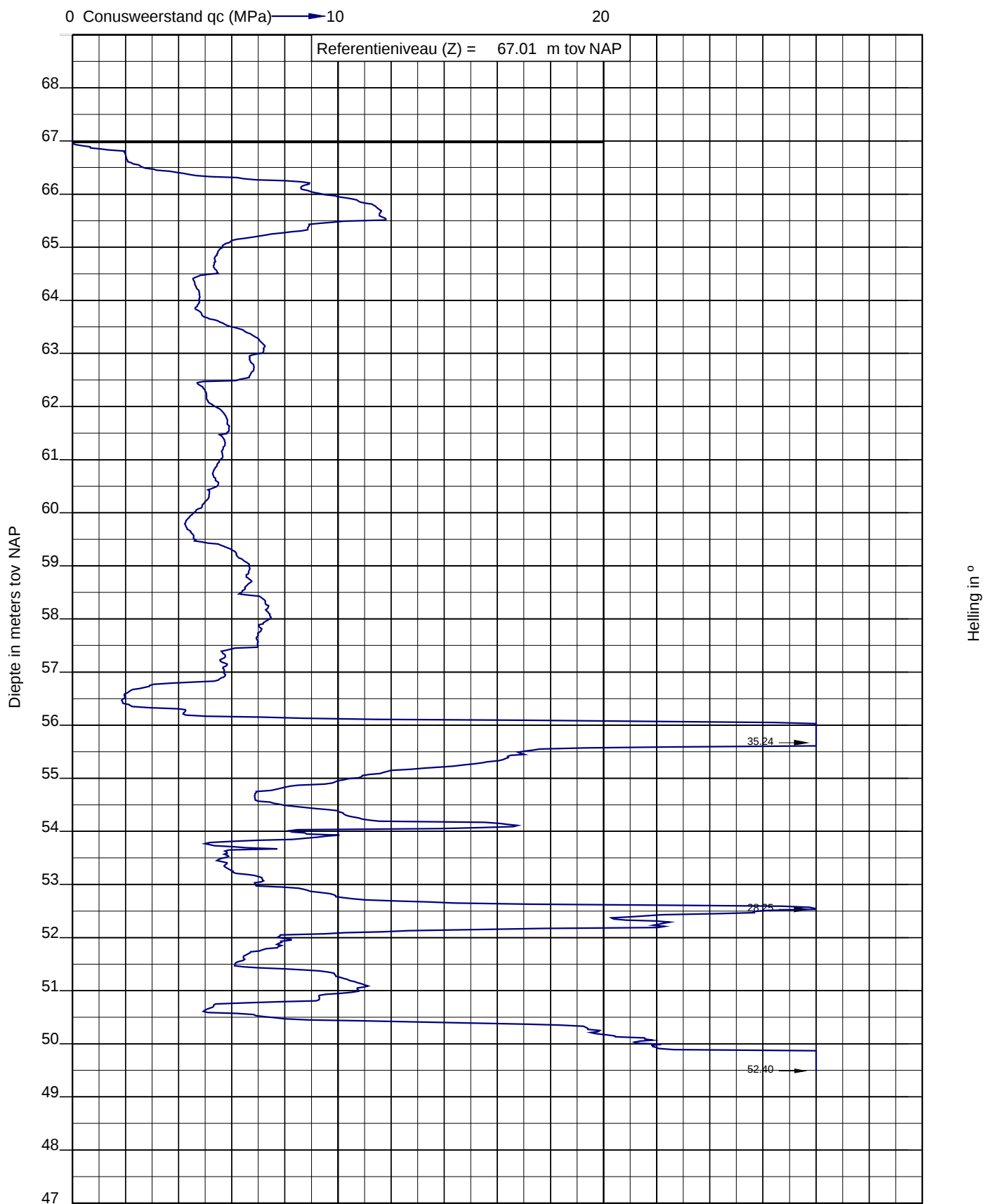
Uitvoeringsdatum: 23-10-2024
Norm: NEN-EN-ISO 22476-1
Toepassingsklasse: 7
Conusnummer: DMH101208M

X: 185501.1
Y: 331955.5

DM005



Project: Nieuwbouw Vidar aan de Tunnelstraat te Geleen
Opdracht: 24SP2560
Betreft: Sondeergrafiek



Uitvoeringsdatum: 23-10-2024
Norm: NEN-EN-ISO 22476-1
Toepassingsklasse: 7
Conusnummer: DMH101208M

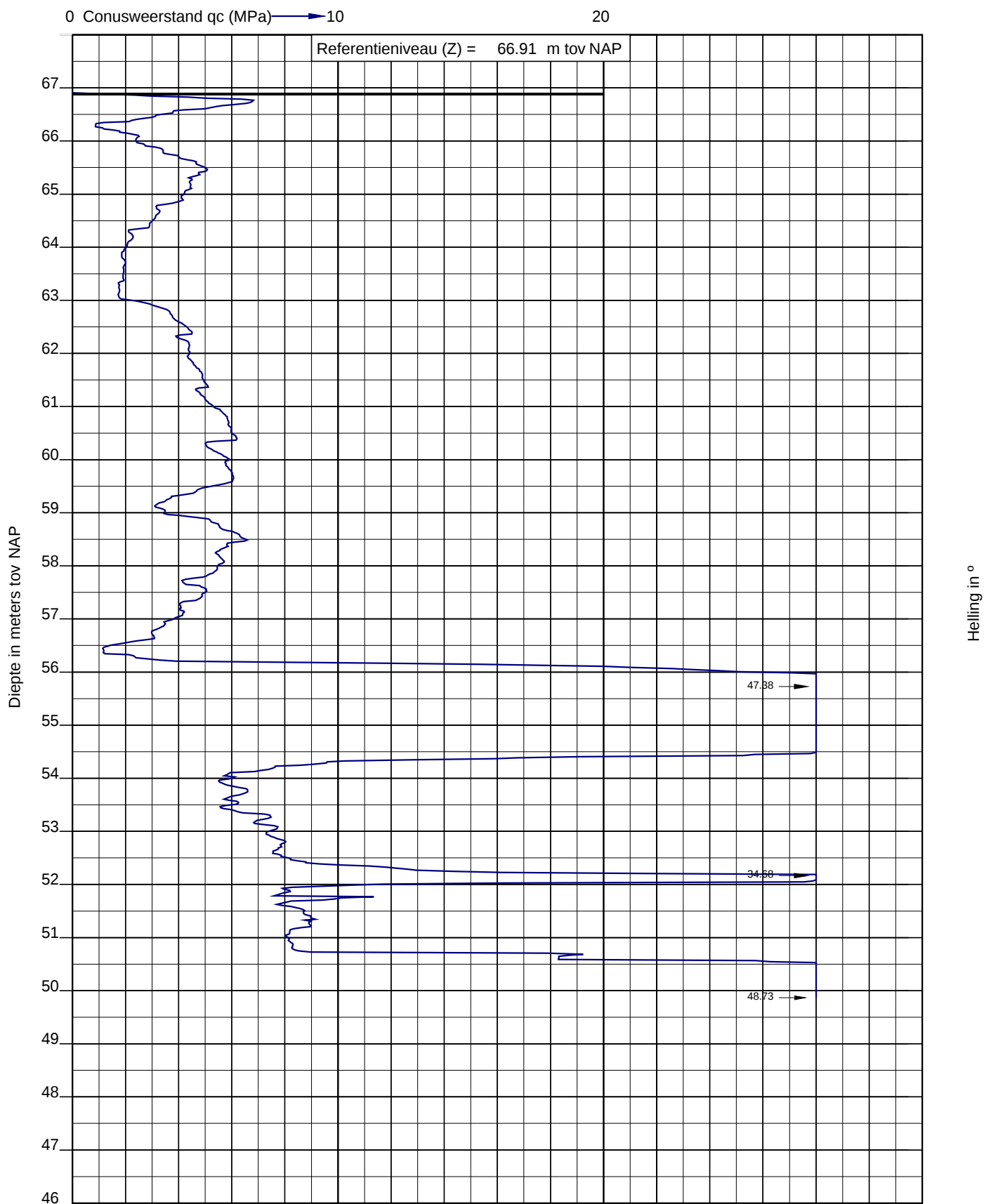
X: 185496.4
Y: 331941.6

DM006



Project: Nieuwbouw Vidar aan de Tunnelstraat te Geleen
Opdracht: 24SP2560
Betreft: Sondeergrafiek

SOCOTEC



Uitvoeringsdatum: 23-10-2024
Norm: NEN-EN-ISO 22476-1
Toepassingsklasse: 7
Conusnummer: DMH101208M

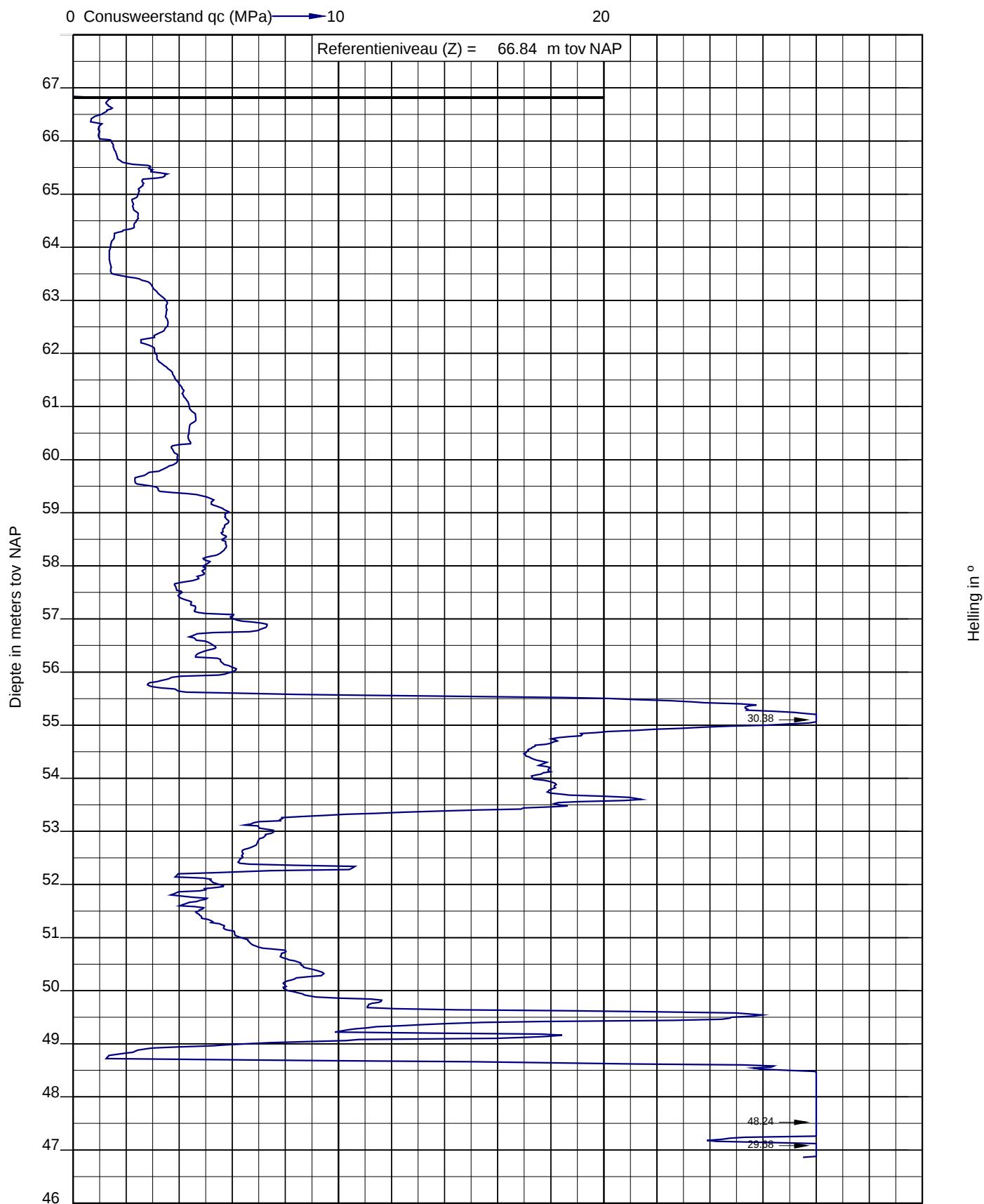
X: 185485.5
Y: 331951.0

DM007



Project: Nieuwbouw Vidar aan de Tunnelstraat te Geleen
Opdracht: 24SP2560
Betreft: Sondeergrafiek

SOCOTEC



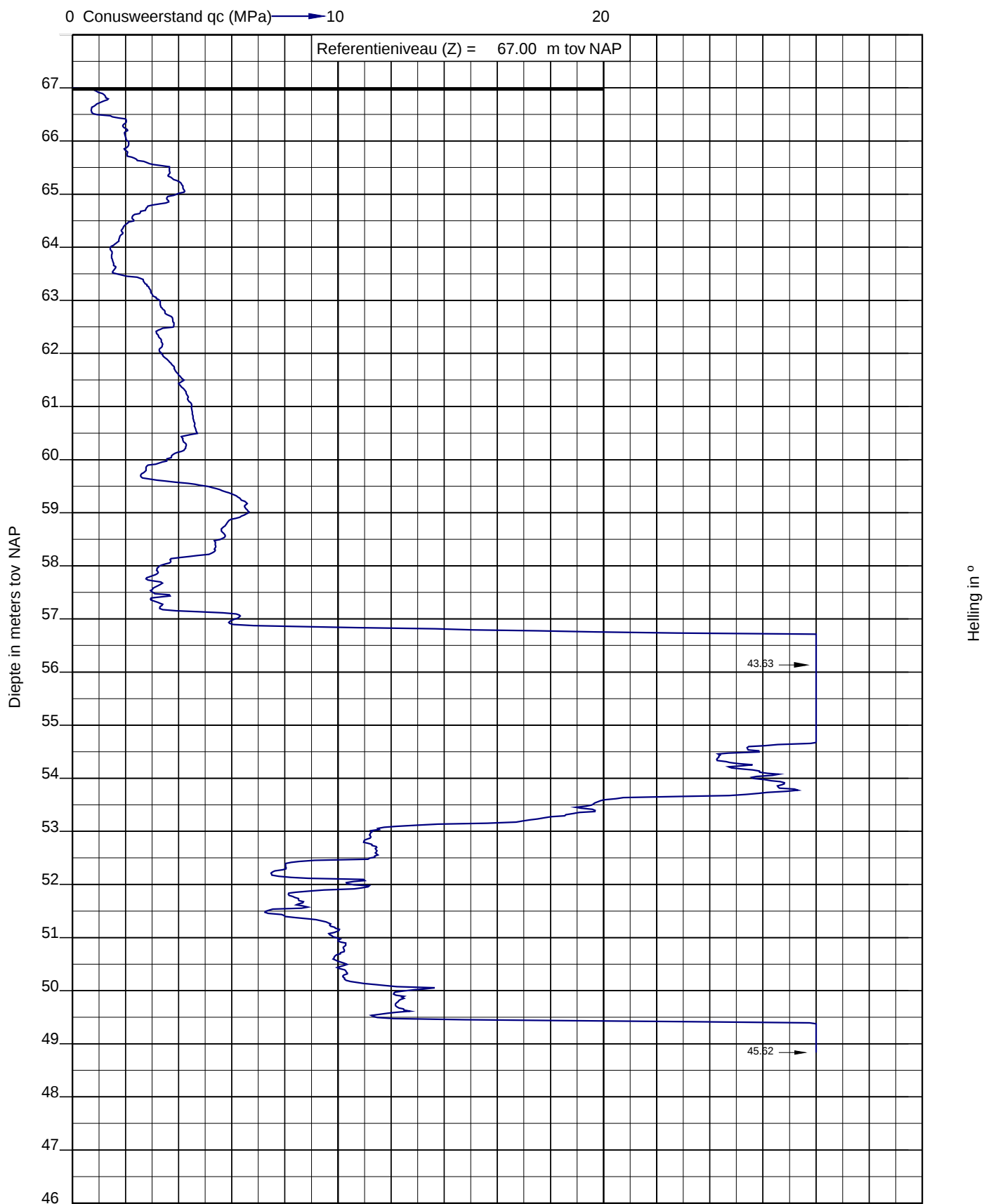
Uitvoeringsdatum: 23-10-2024
Norm: NEN-EN-ISO 22476-1
Toepassingsklasse: 7
Conusnummer: DMH101208M

X: 185464.5
Y: 331962.4

DM008



Project: Nieuwbouw Vidar aan de Tunnelstraat te Geleen
Opdracht: 24SP2560
Betreft: Sondeergrafiek



Uitvoeringsdatum: 23-10-2024
Norm: NEN-EN-ISO 22476-1
Toepassingsklasse: 7
Conusnummer: DMH101208M

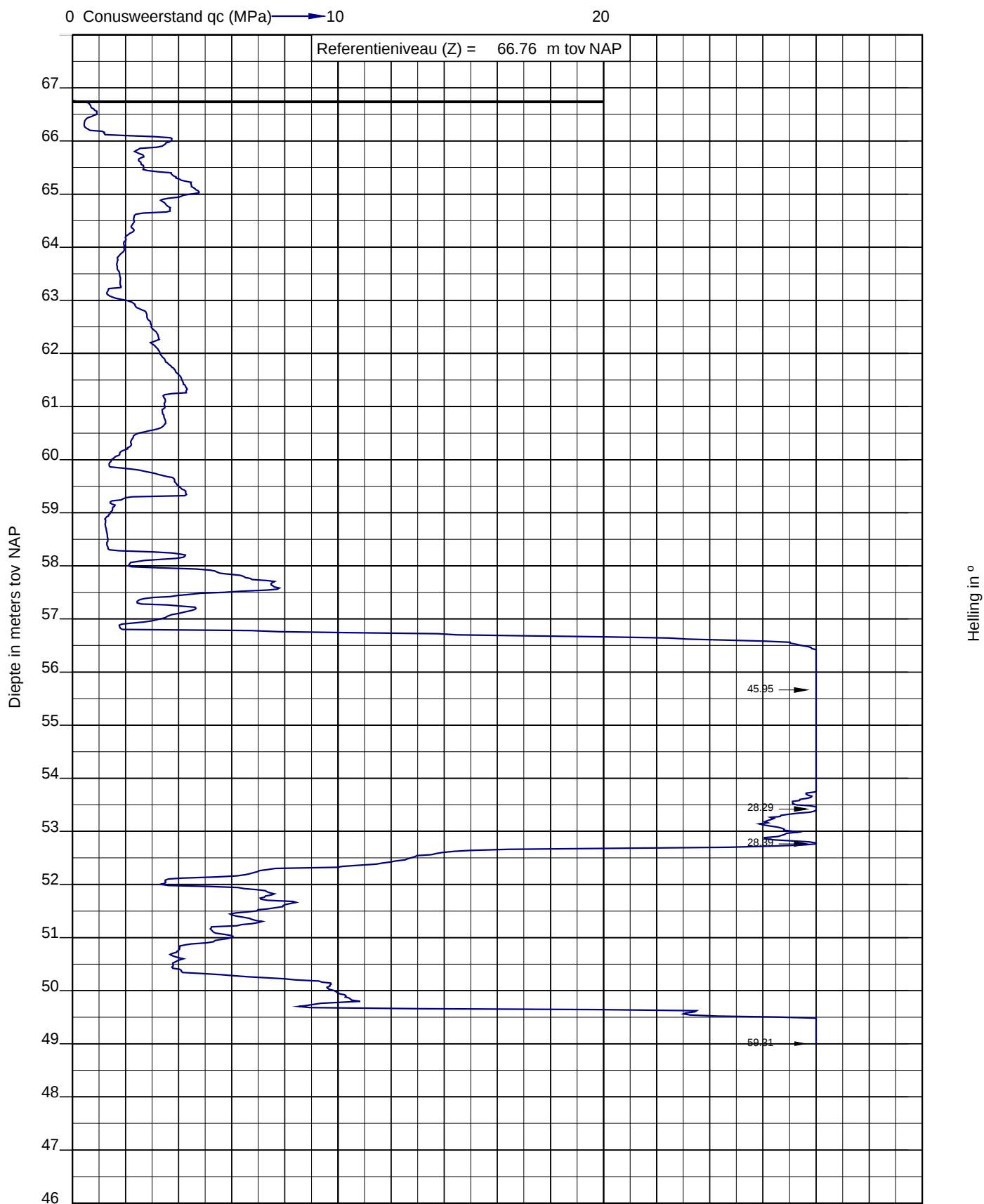
X: 185449.1
Y: 331969.3

DM009



Project: Nieuwbouw Vidar aan de Tunnelstraat te Geleen
Opdracht: 24SP2560
Betreft: Sondeergrafiek

SOCOTEC



Uitvoeringsdatum: 23-10-2024
Norm: NEN-EN-ISO 22476-1
Toepassingsklasse: 7
Conusnummer: DMH101208M

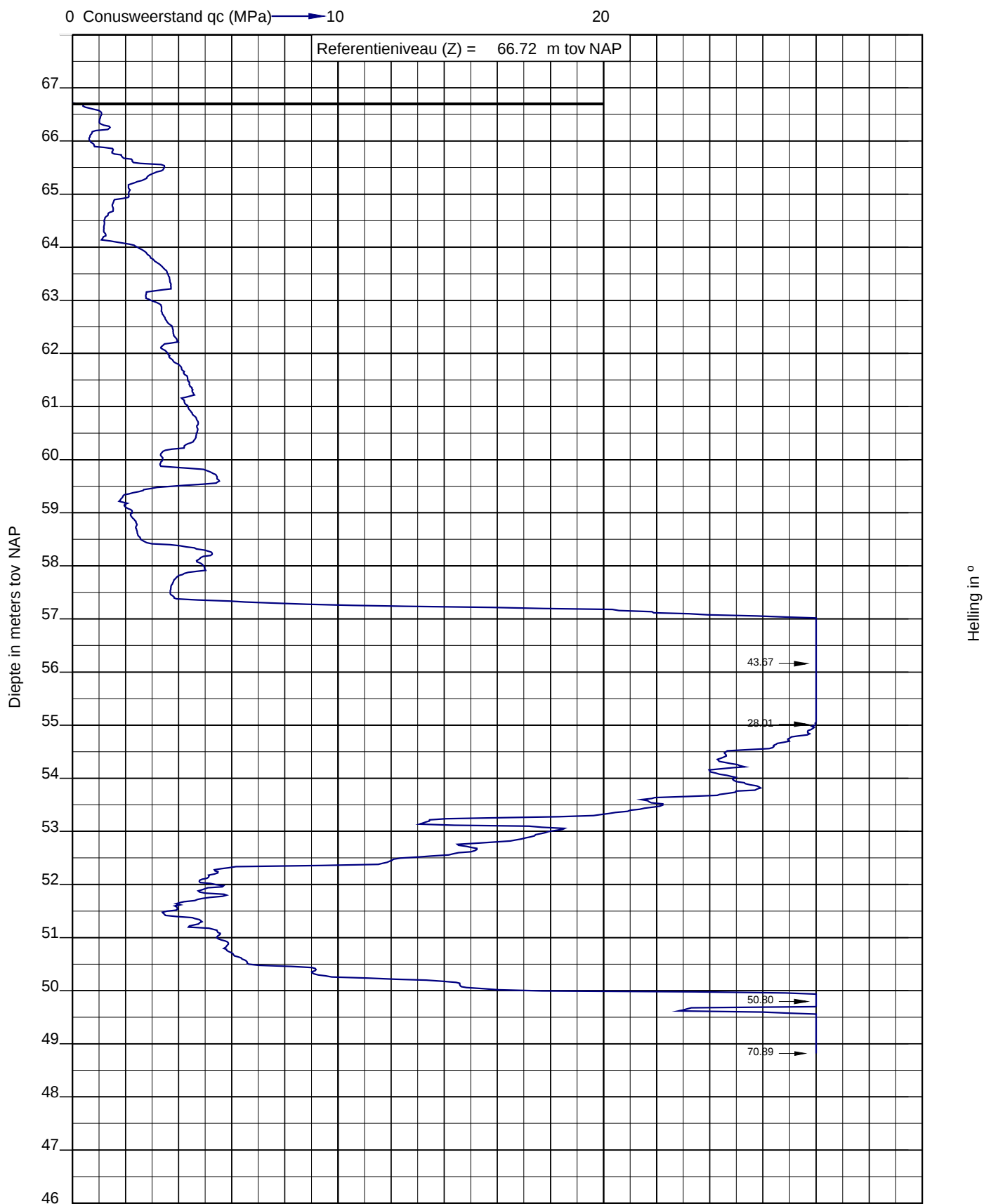
X: 185436.6
Y: 331978.7

DM010



Project: Nieuwbouw Vidar aan de Tunnelstraat te Geleen
Opdracht: 24SP2560
Betreft: Sondeergrafiek

SOCOTEC



Uitvoeringsdatum: 23-10-2024
Norm: NEN-EN-ISO 22476-1
Toepassingsklasse: 7
Conusnummer: DMH101208M

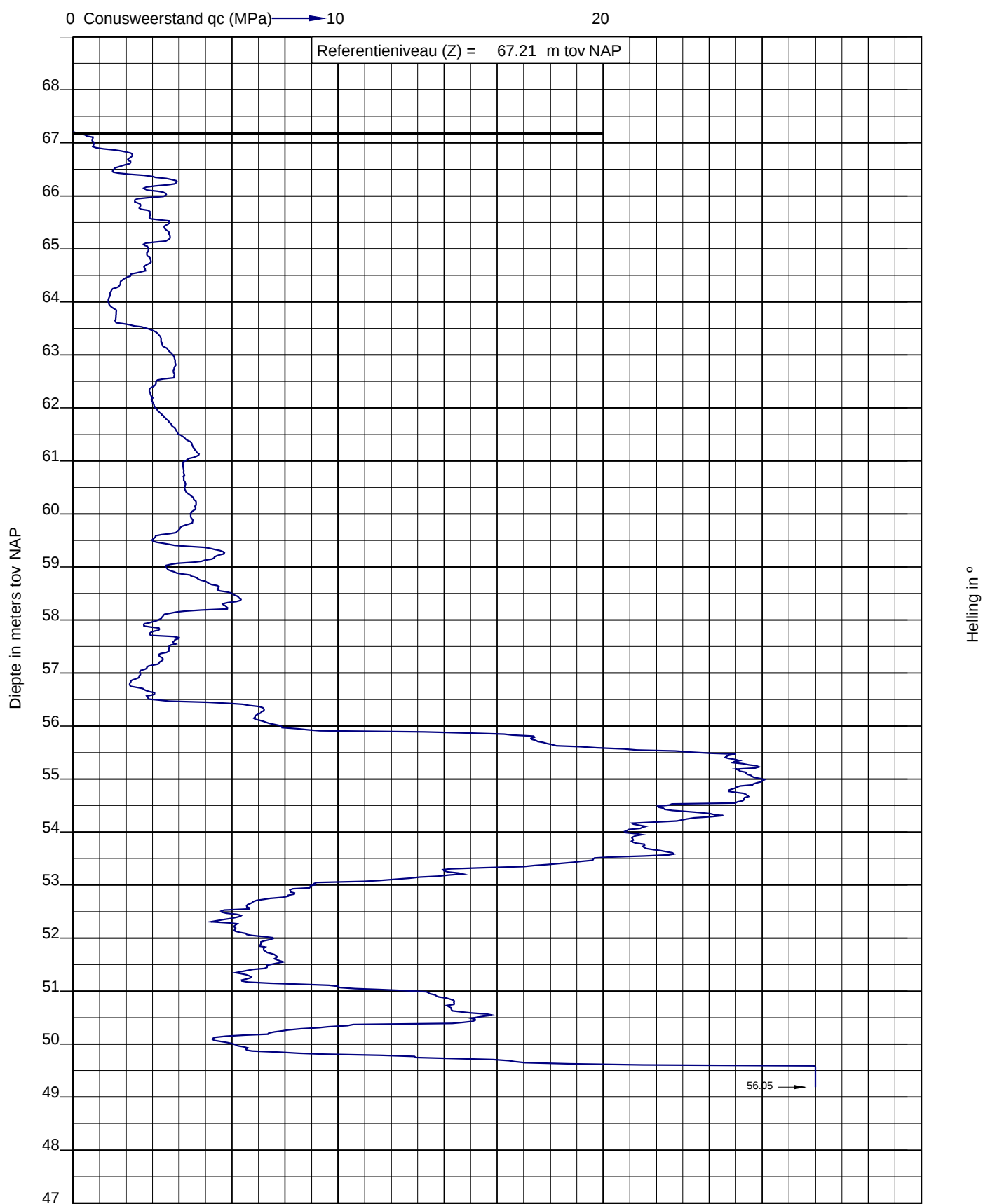
X: 185423.4
Y: 331988.6

DM011



Project: Nieuwbouw Vidar aan de Tunnelstraat te Geleen
Opdracht: 24SP2560
Betreft: Sondeergrafiek

SOCOTEC



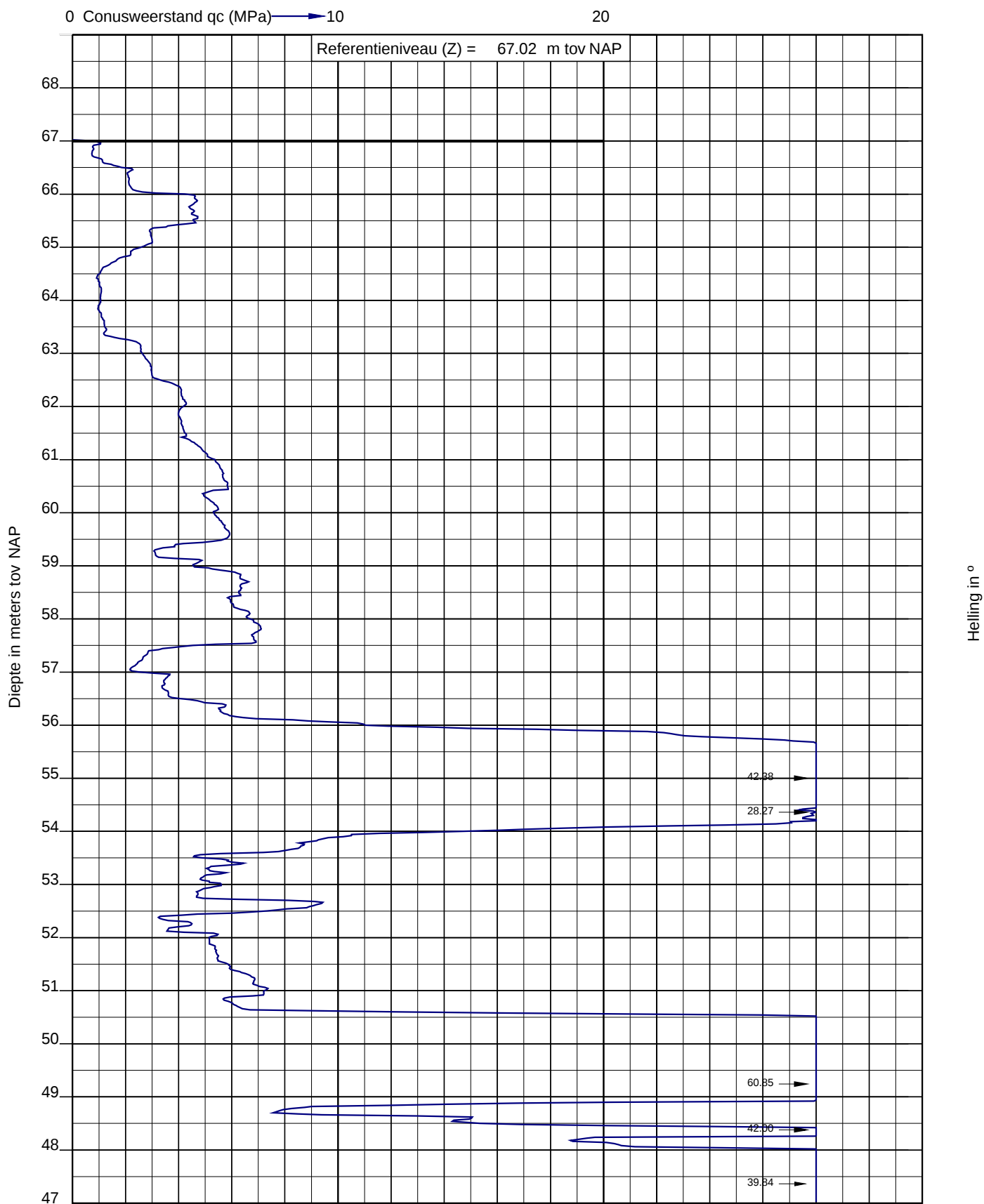
Uitvoeringsdatum: 24-10-2024
Norm: NEN-EN-ISO 22476-1
Toepassingsklasse: 7
Conusnummer: DMH101208M

X: 185459.8
Y: 331949.8

DM012



Project: Nieuwbouw Vidar aan de Tunnelstraat te Geleen
Opdracht: 24SP2560
Betreft: Sondeergrafiek



Uitvoeringsdatum: 24-10-2024
Norm: NEN-EN-ISO 22476-1
Toepassingsklasse: 7
Conusnummer: DMH101208M

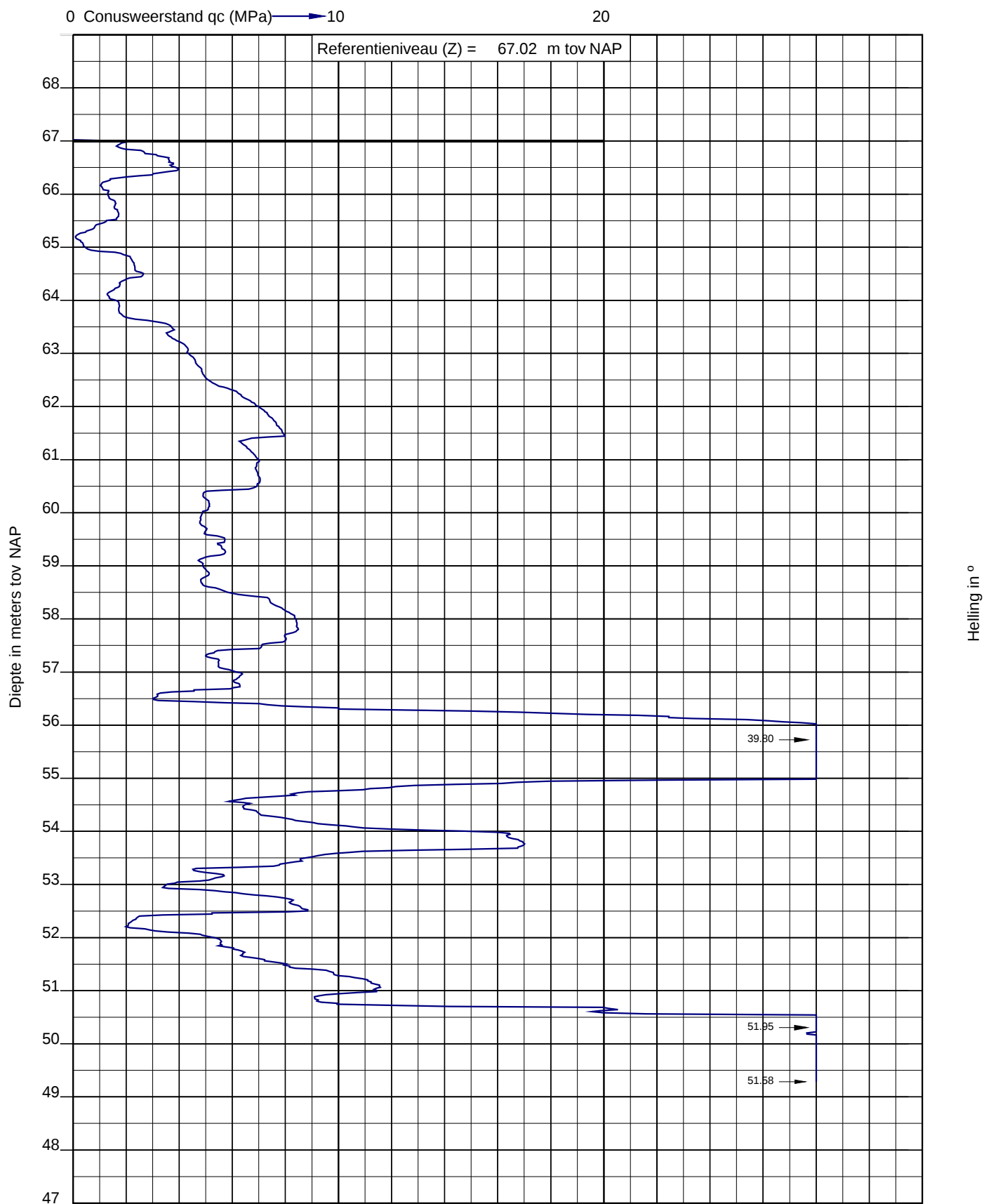
X: 185473.0
Y: 331939.3

DM013



Project: Nieuwbouw Vidar aan de Tunnelstraat te Geleen
Opdracht: 24SP2560
Betreft: Sondeergrafiek

SOCOTEC



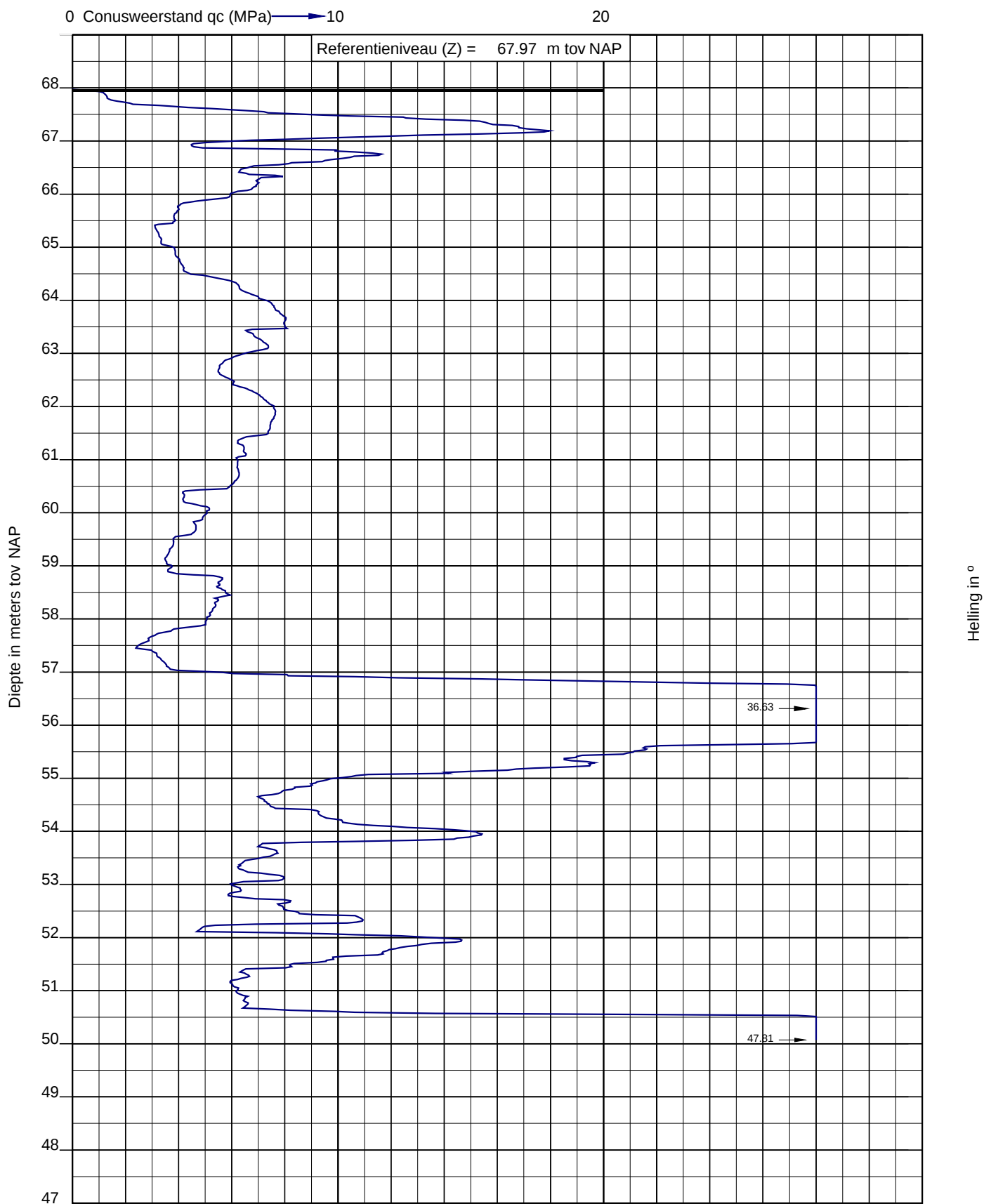
Uitvoeringsdatum: 23-10-2024
Norm: NEN-EN-ISO 22476-1
Toepassingsklasse: 7
Conusnummer: DMH101208M

X: 185484.9
Y: 331933.2

DM014



Project: Nieuwbouw Vidar aan de Tunnelstraat te Geleen
Opdracht: 24SP2560
Betreft: Sondeergrafiek



Uitvoeringsdatum: 25-10-2024
Norm: NEN-EN-ISO 22476-1
Toepassingsklasse: 7
Conusnummer: DMH101208M

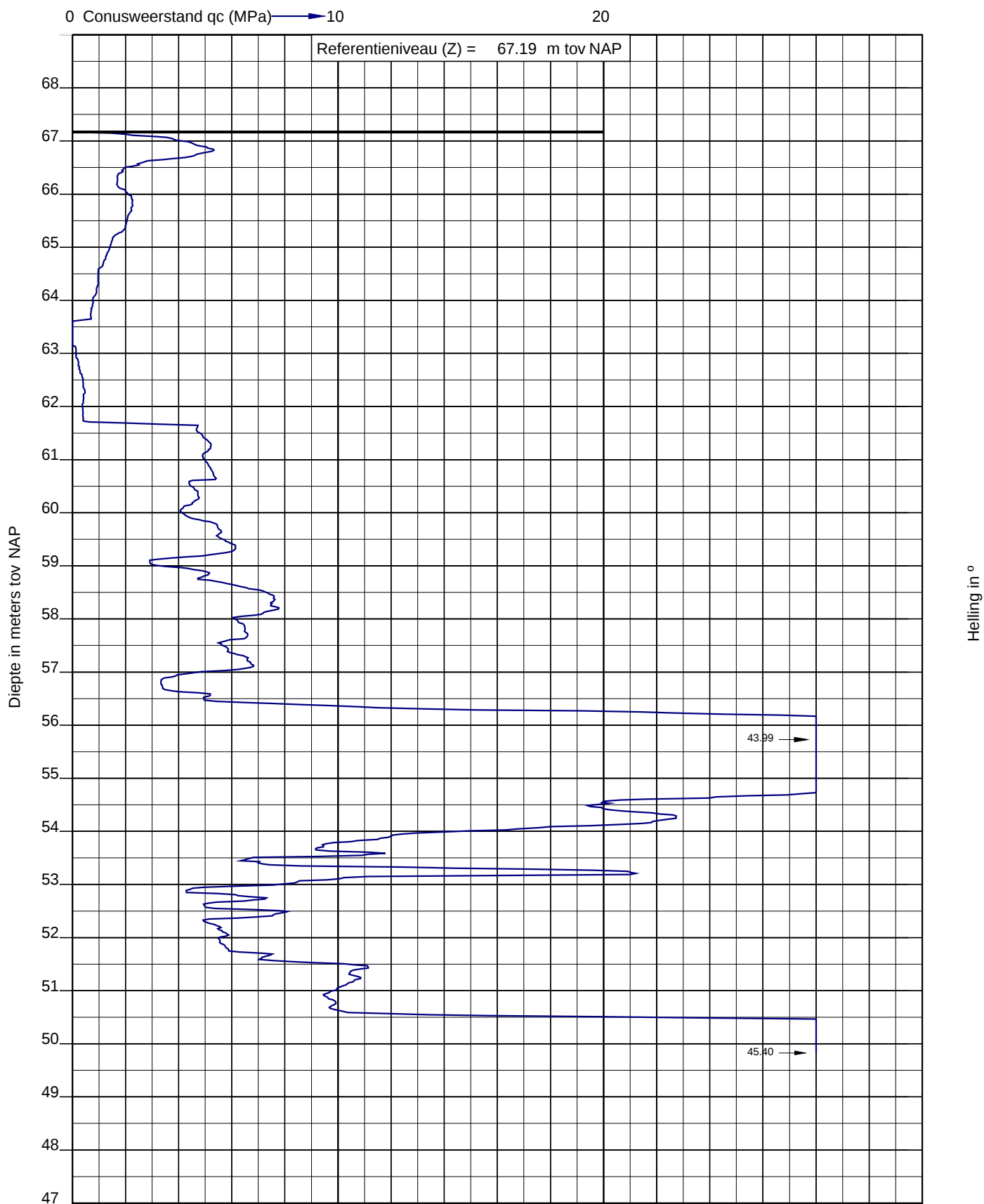
X: 185483.3
Y: 331913.5

DM015



Project: Nieuwbouw Vidar aan de Tunnelstraat te Geleen
Opdracht: 24SP2560
Betreft: Sondeergrafiek

SOCOTEC



Uitvoeringsdatum: 24-10-2024
Norm: NEN-EN-ISO 22476-1
Toepassingsklasse: 7
Conusnummer: DMH101208M

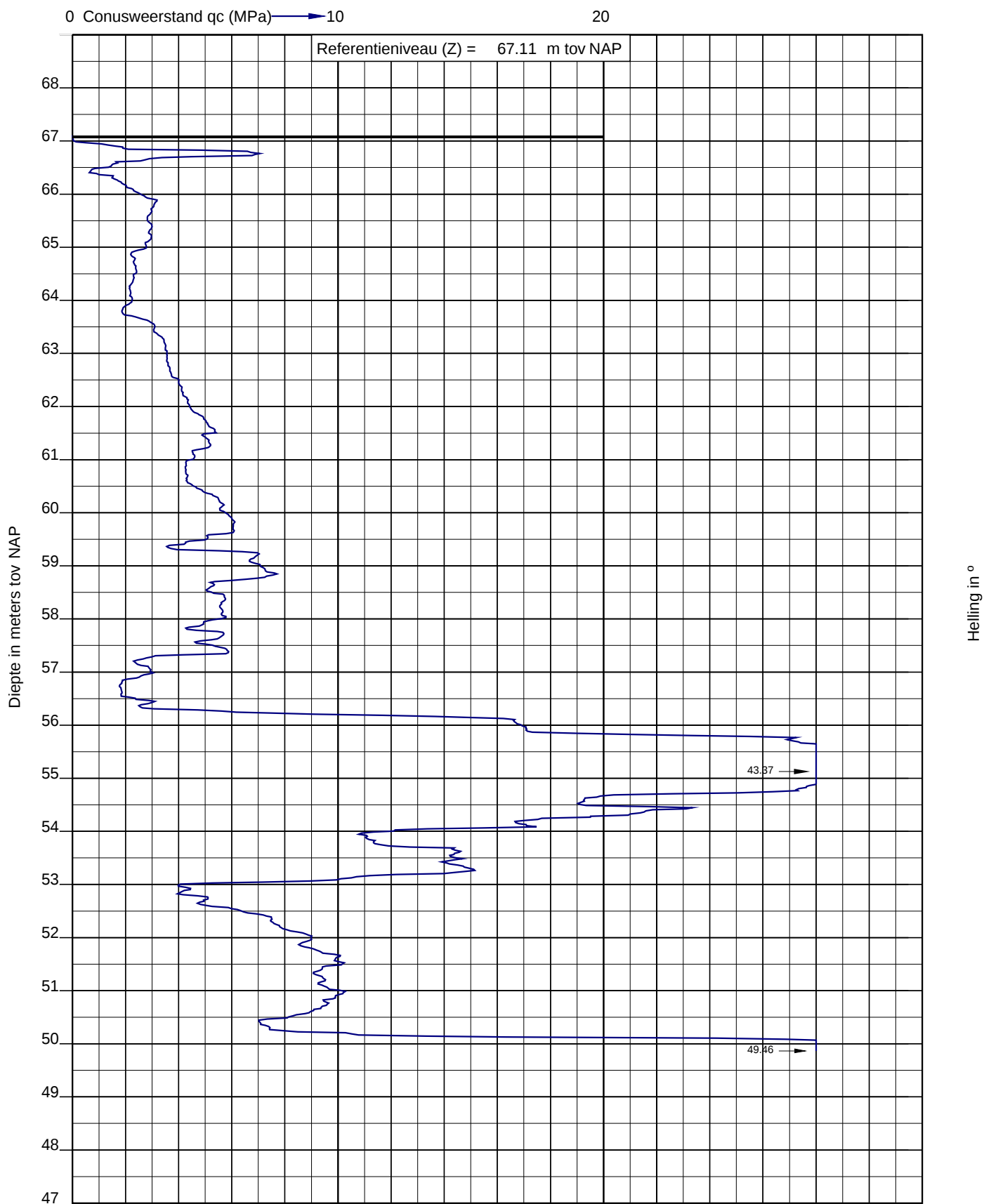
X: 185469.4
Y: 331923.8

DM016



Project: Nieuwbouw Vidar aan de Tunnelstraat te Geleen
Opdracht: 24SP2560
Betreft: Sondeergrafiek

SOCOTEC



Uitvoeringsdatum: 24-10-2024
Norm: NEN-EN-ISO 22476-1
Toepassingsklasse: 7
Conusnummer: DMH101208M

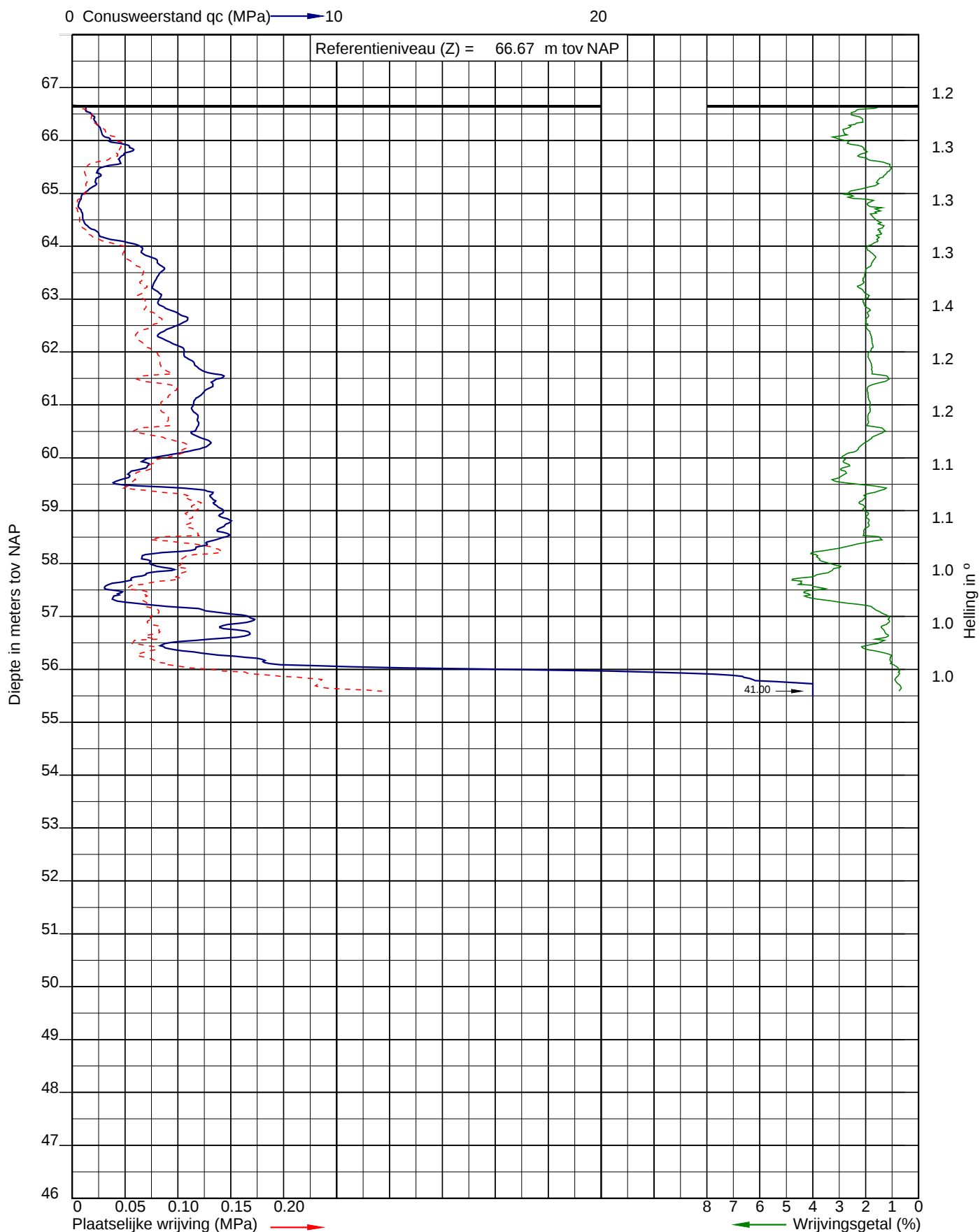
X: 185456.0
Y: 331931.3

DM017



Project: Nieuwbouw Vidar aan de Tunnelstraat te Geleen
Opdracht: 24SP2560
Betreft: Sondeergrafiek

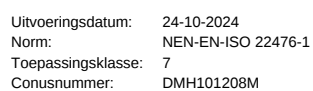
SOCOTEC



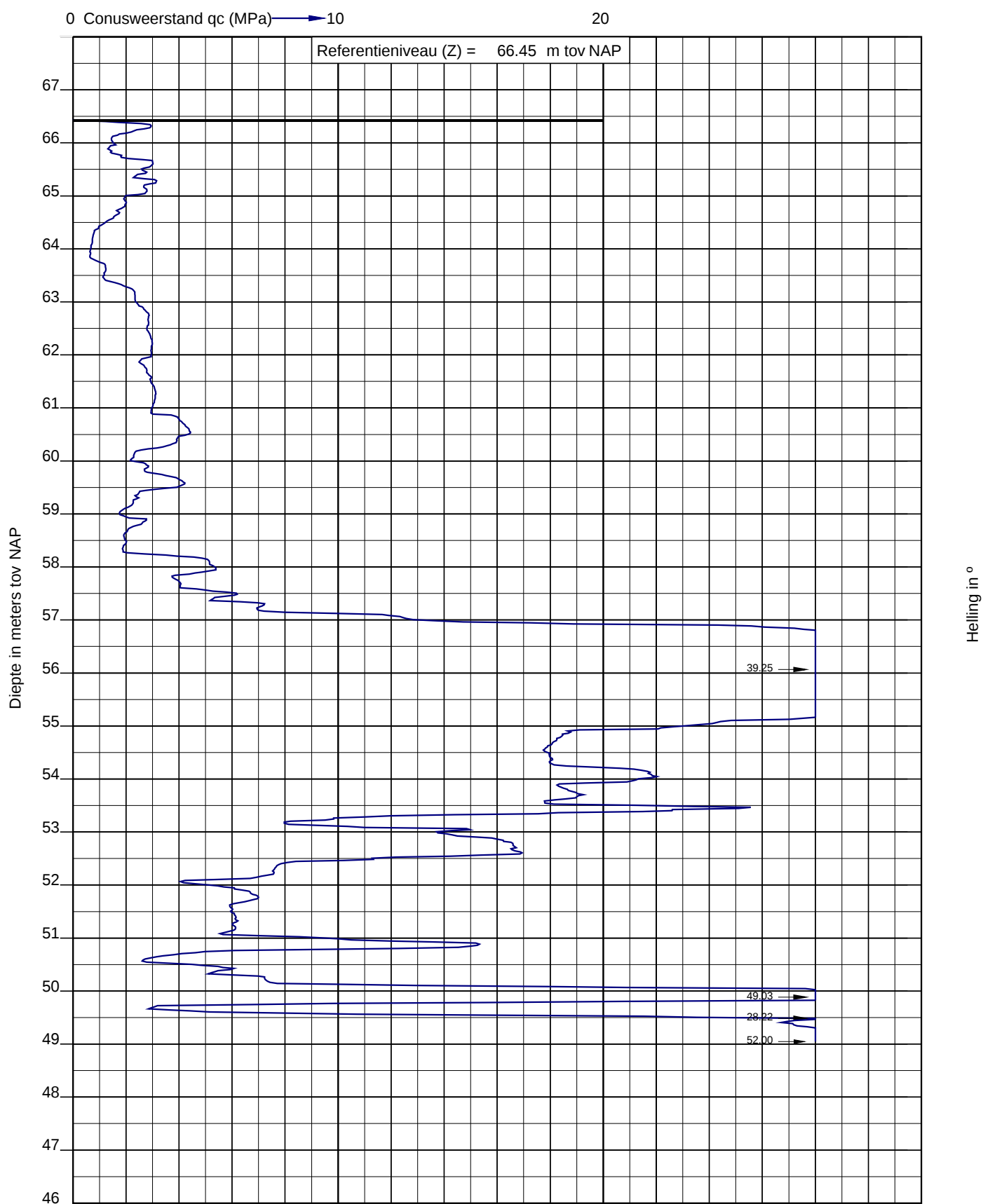
Uitvoeringsdatum: 22-10-2024
Norm: NEN-EN-ISO 22476-1
Toepassingsklasse: 3
Conusnummer: 071287

X: 185442.9
Y: 331944.8

DKM018



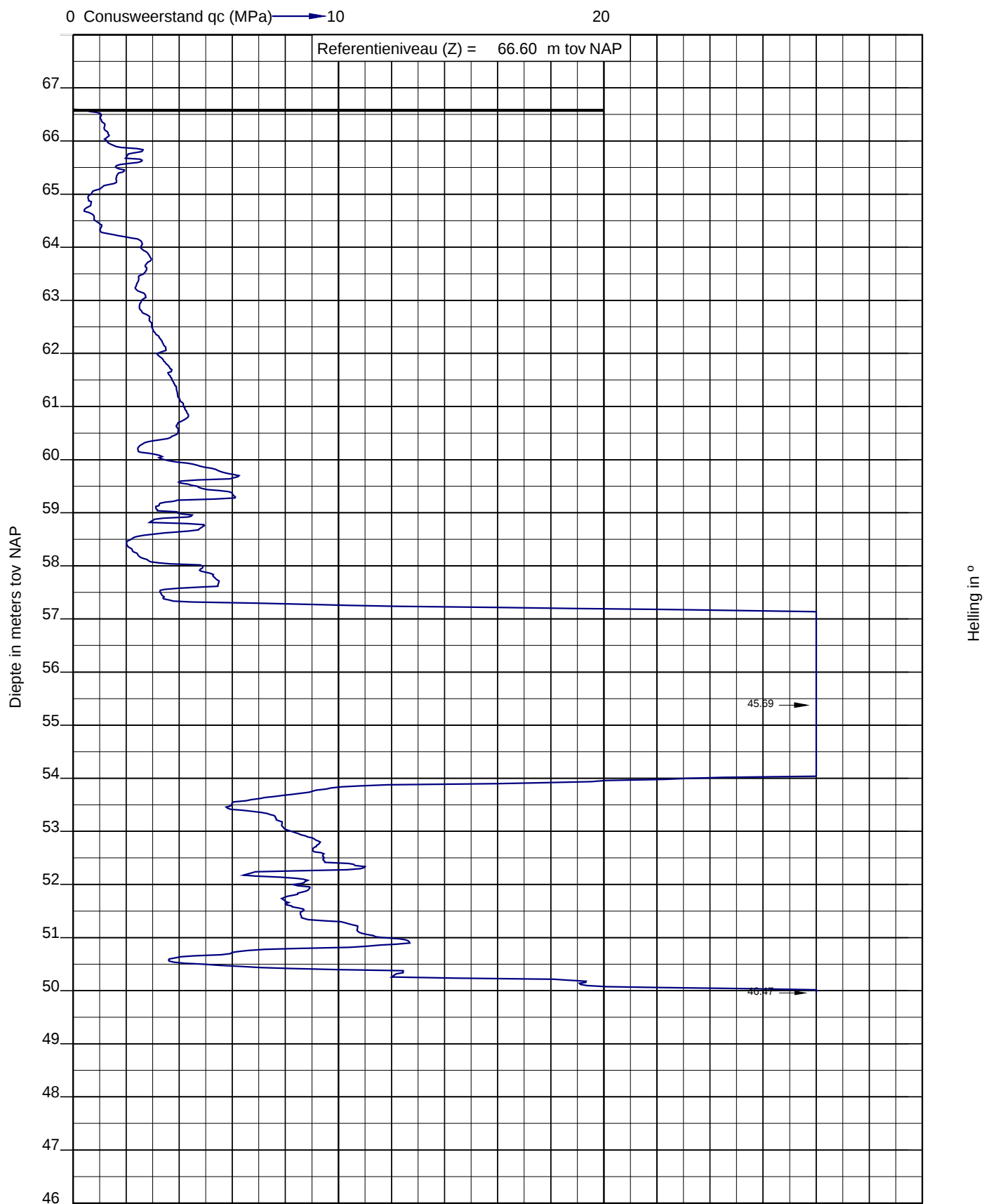
DM019





Project: Nieuwbouw Vidar aan de Tunnelstraat te Geleen
Opdracht: 24SP2560
Betreft: Sondeergrafiek

SOCOTEC



Uitvoeringsdatum: 24-10-2024
Norm: NEN-EN-ISO 22476-1
Toepassingsklasse: 7
Conusnummer: DMH101208M

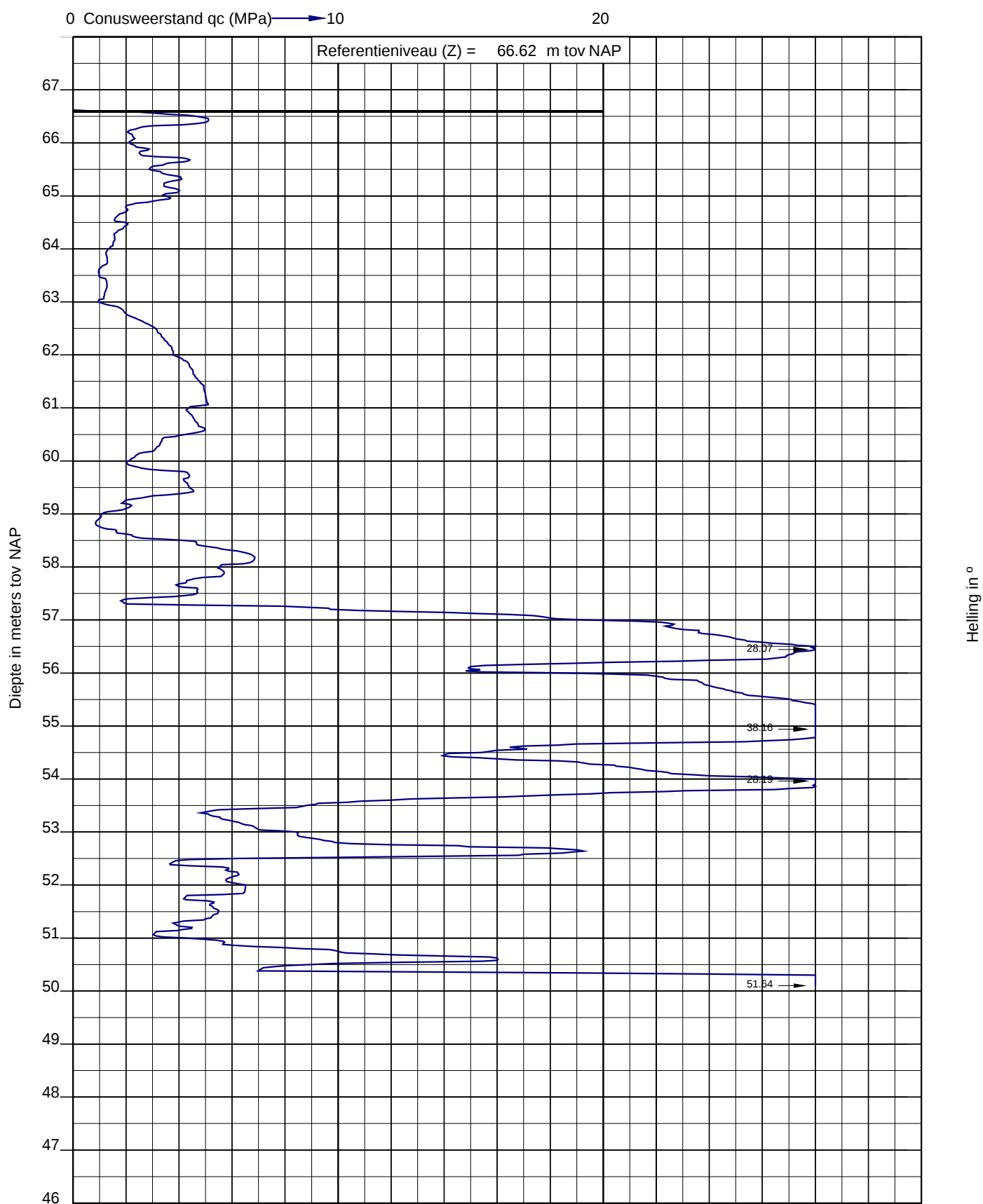
X: 185408.8
Y: 331970.2

DM021



Project: Nieuwbouw Vidar aan de Tunnelstraat te Geleen
Opdracht: 24SP2560
Betreft: Sondeergrafiek

SOCOTEC



Uitvoeringsdatum: 24-10-2024
Norm: NEN-EN-ISO 22476-1
Toepassingsklasse: 7
Conusnummer: DMH101208M

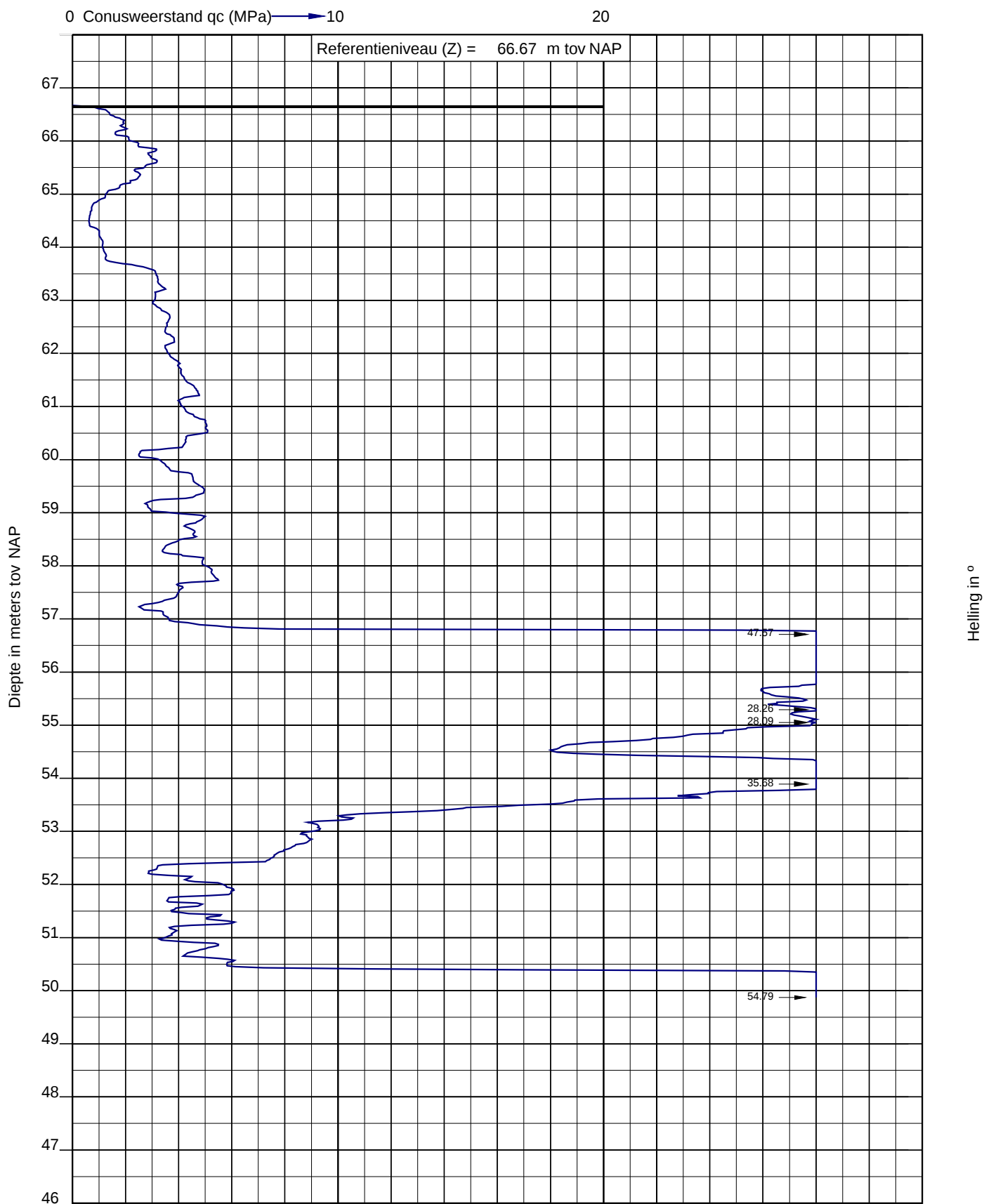
X: 185404.5
Y: 331953.3

DM022



Project: Nieuwbouw Vidar aan de Tunnelstraat te Geleen
Opdracht: 24SP2560
Betreft: Sondeergrafiek

SOCOTEC



Uitvoeringsdatum: 24-10-2024
Norm: NEN-EN-ISO 22476-1
Toepassingsklasse: 7
Conusnummer: DMH101208M

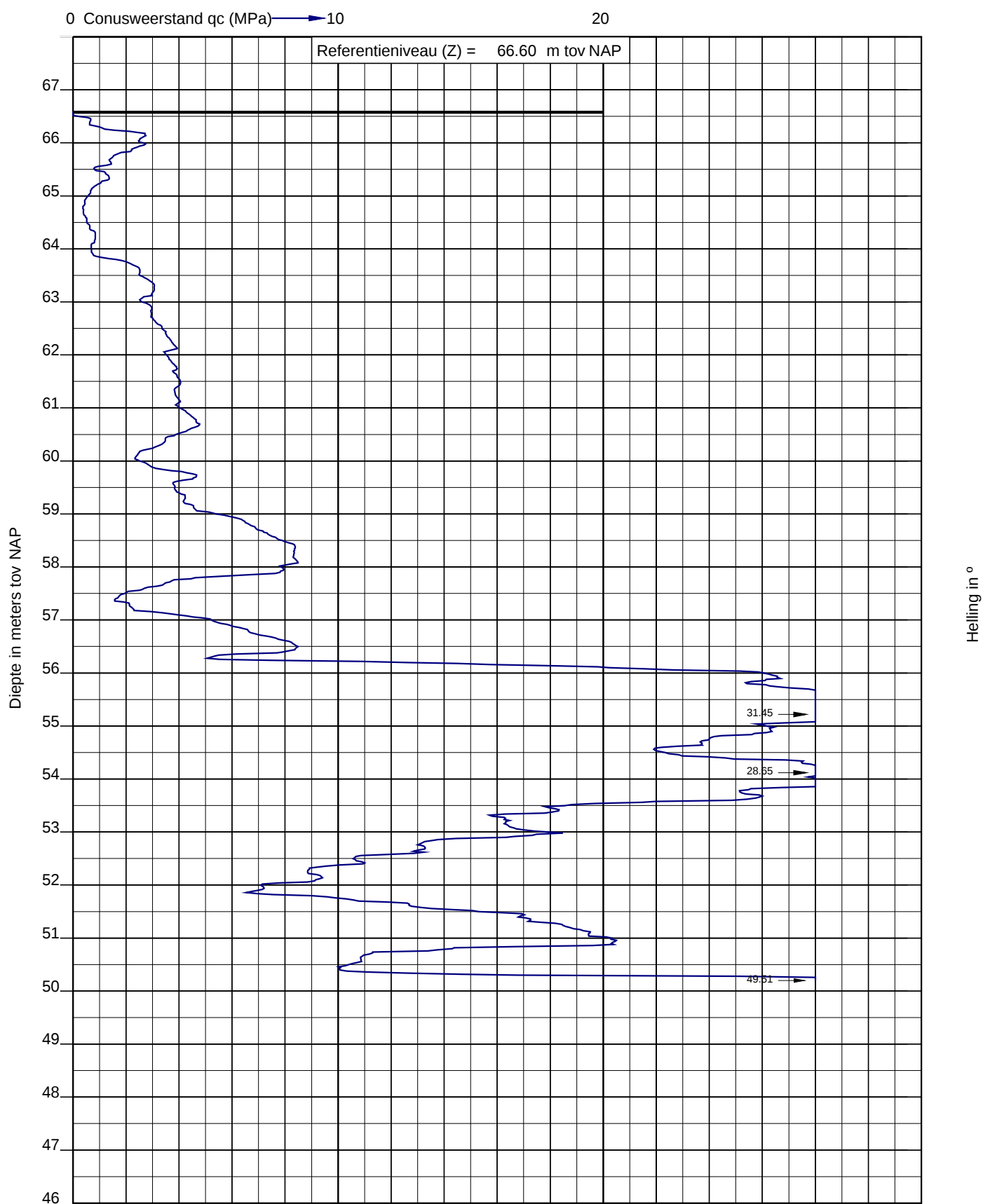
X: 185420.3
Y: 331942.6

DM023



Project: Nieuwbouw Vidar aan de Tunnelstraat te Geleen
Opdracht: 24SP2560
Betreft: Sondeergrafiek

SOCOTEC



Uitvoeringsdatum: 24-10-2024
Norm: NEN-EN-ISO 22476-1
Toepassingsklasse: 7
Conusnummer: DMH101208M

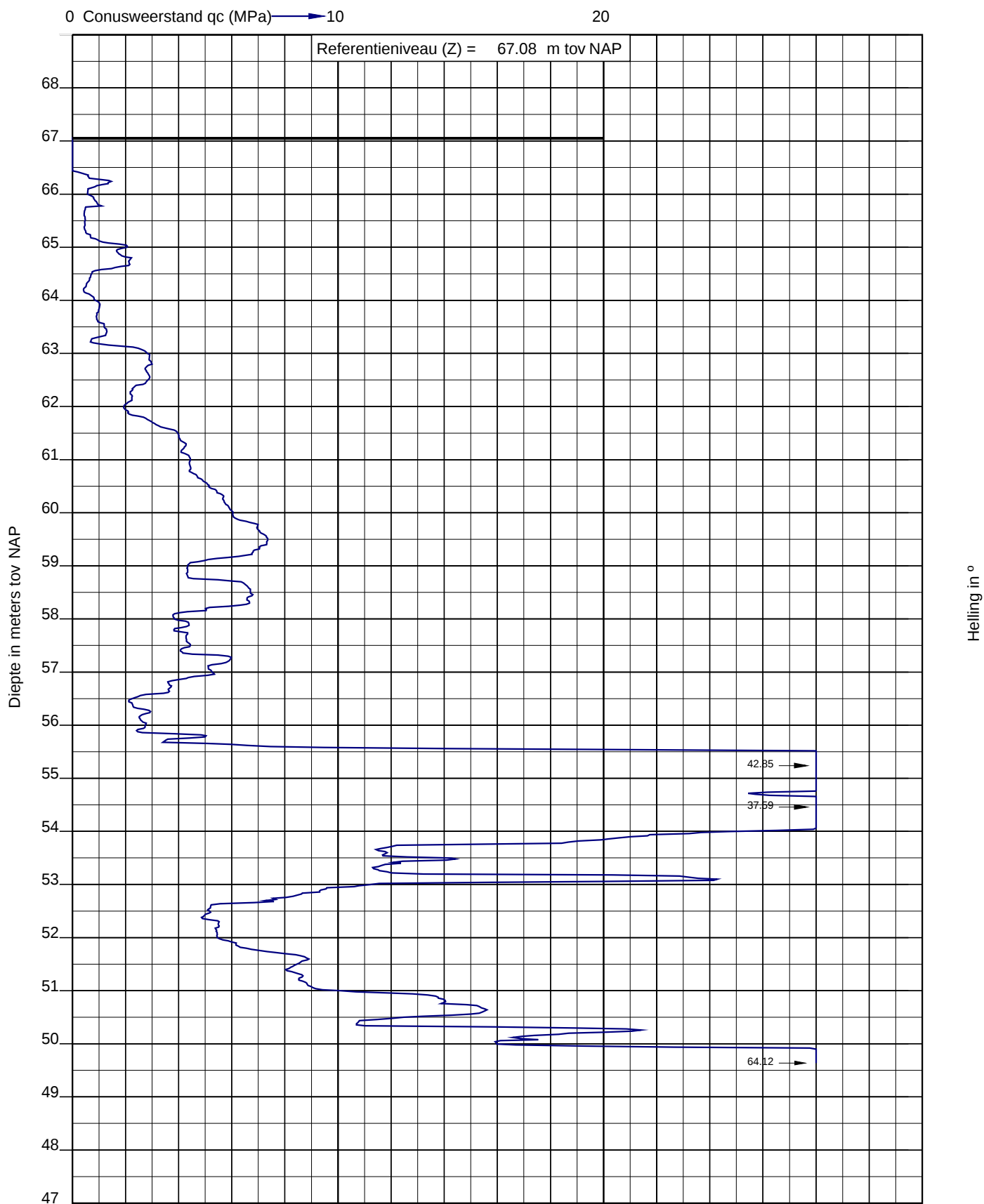
X: 185435.8
Y: 331933.5

DM024



Project: Nieuwbouw Vidar aan de Tunnelstraat te Geleen
Opdracht: 24SP2560
Betreft: Sondeergrafiek

SOCOTEC



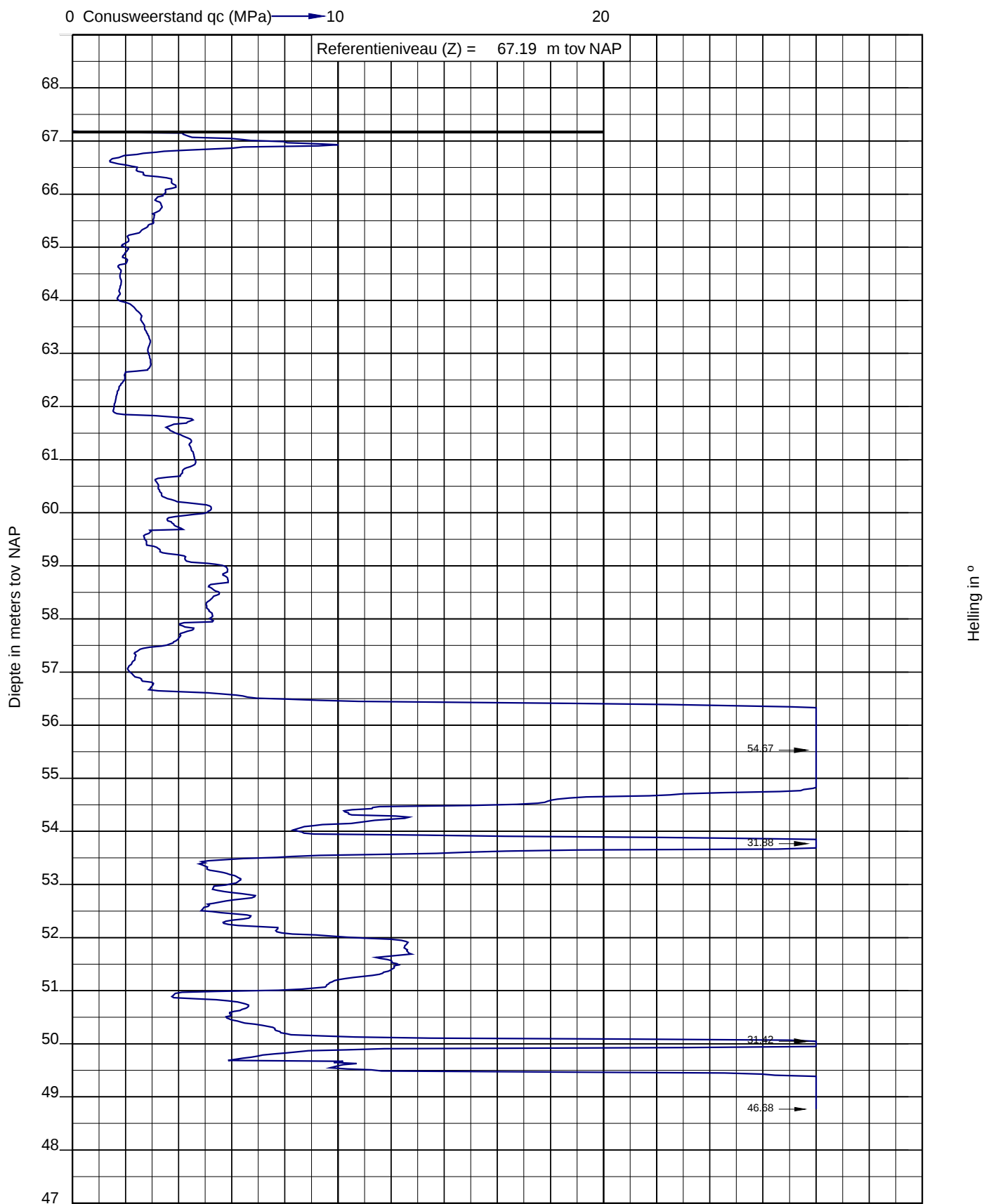
Uitvoeringsdatum: 25-10-2024
Norm: NEN-EN-ISO 22476-1
Toepassingsklasse: 7
Conusnummer: DMH101208M

X: 185447.5
Y: 331922.2

DM025



Project: Nieuwbouw Vidar aan de Tunnelstraat te Geleen
Opdracht: 24SP2560
Betreft: Sondeergrafiek



Uitvoeringsdatum: 25-10-2024
Norm: NEN-EN-ISO 22476-1
Toepassingsklasse: 7
Conusnummer: DMH101208M

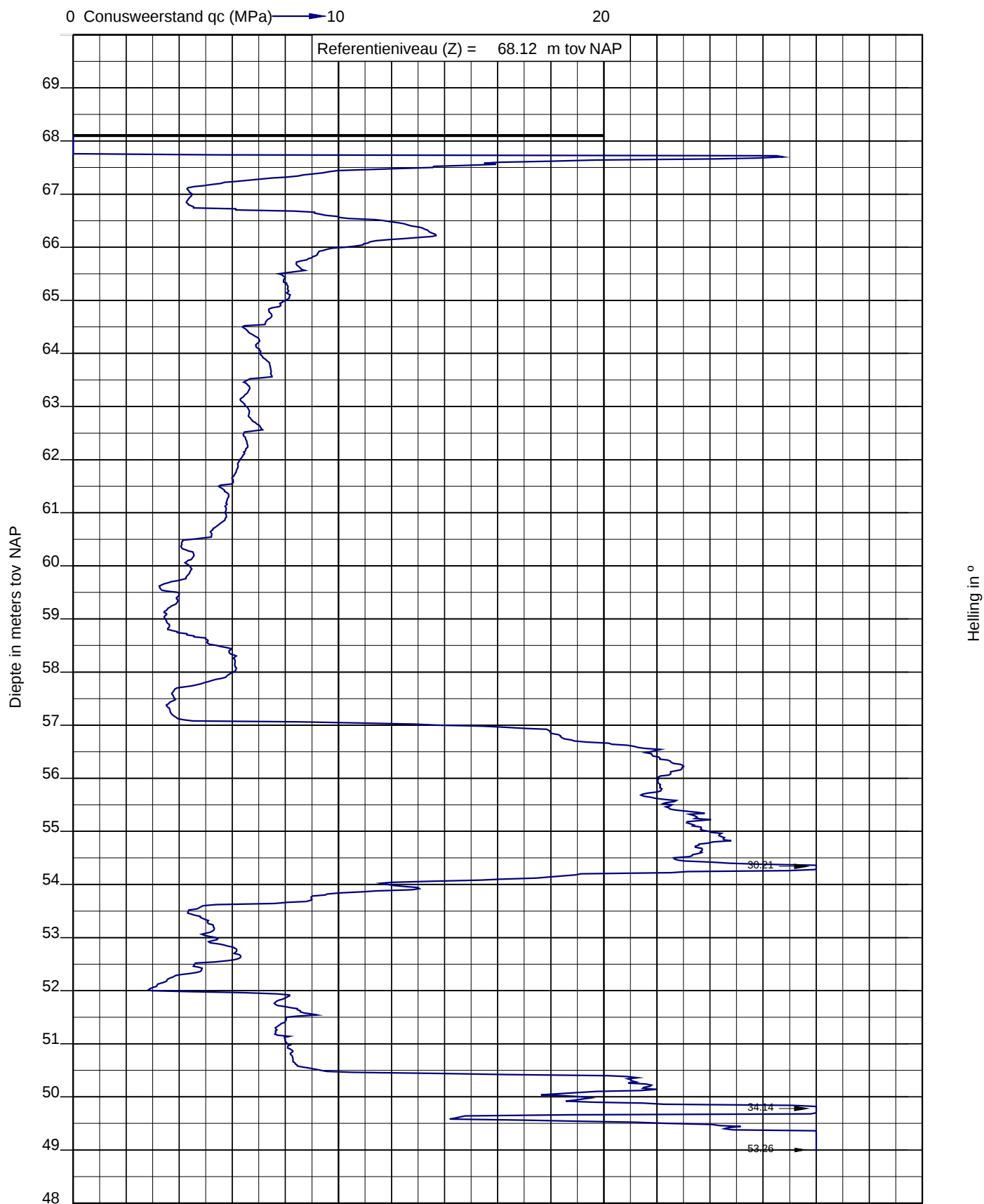
X: 185460.7
Y: 331910.9

DM026



Project: Nieuwbouw Vidar aan de Tunnelstraat te Geleen
Opdracht: 24SP2560
Betreft: Sondeergrafiek

SOCOTEC



Uitvoeringsdatum: 25-10-2024
Norm: NEN-EN-ISO 22476-1
Toepassingsklasse: 7
Conusnummer: DMH101208M

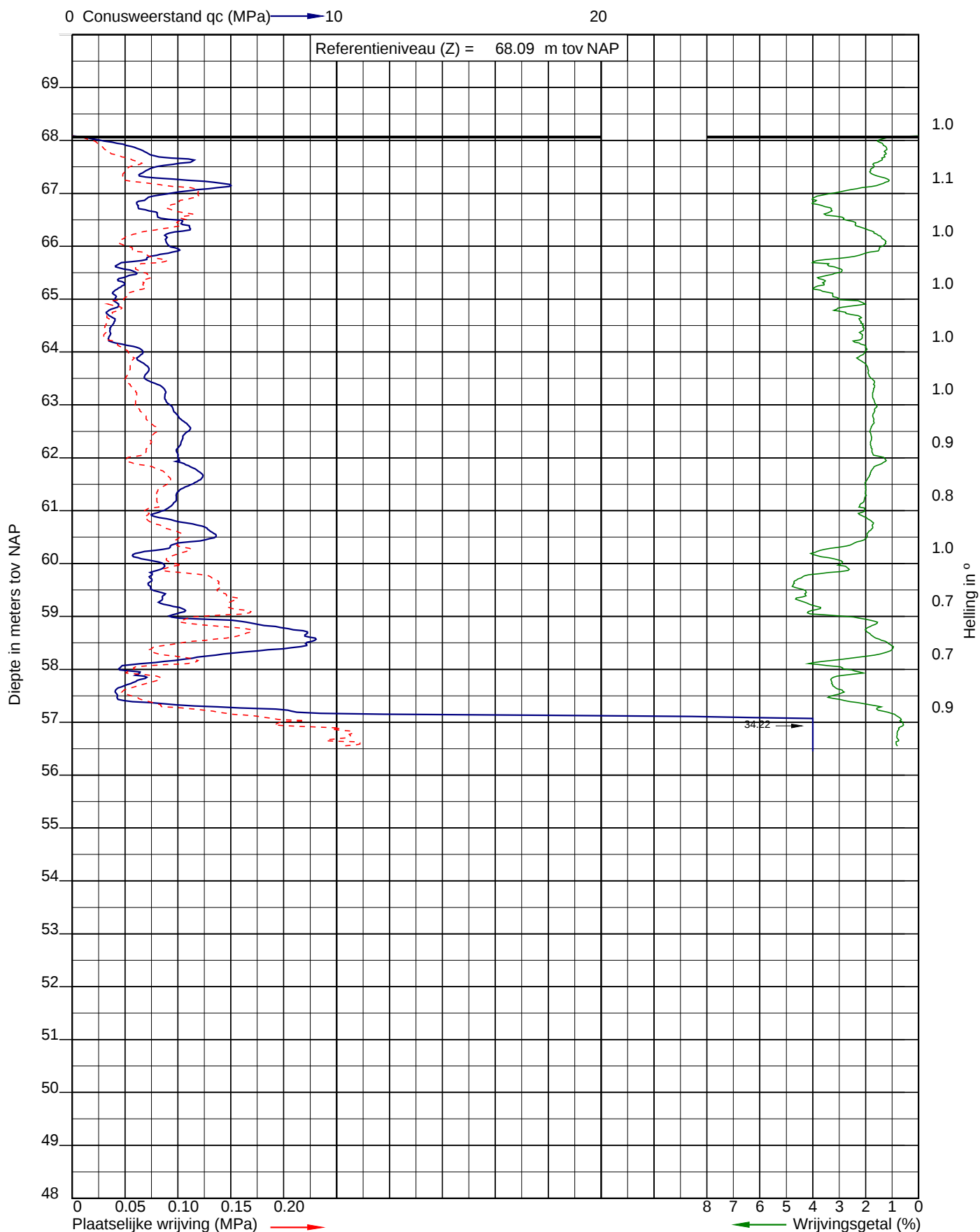
X: 185472.0
Y: 331900.6

DM027



Project: Nieuwbouw Vidar aan de Tunnelstraat te Geleen
Opdracht: 24SP2560
Betreft: Sondeergrafiek

SOCOTEC



Uitvoeringsdatum: 22-10-2024
Norm: NEN-EN-ISO 22476-1
Toepassingsklasse: 3
Conusnummer: 071287

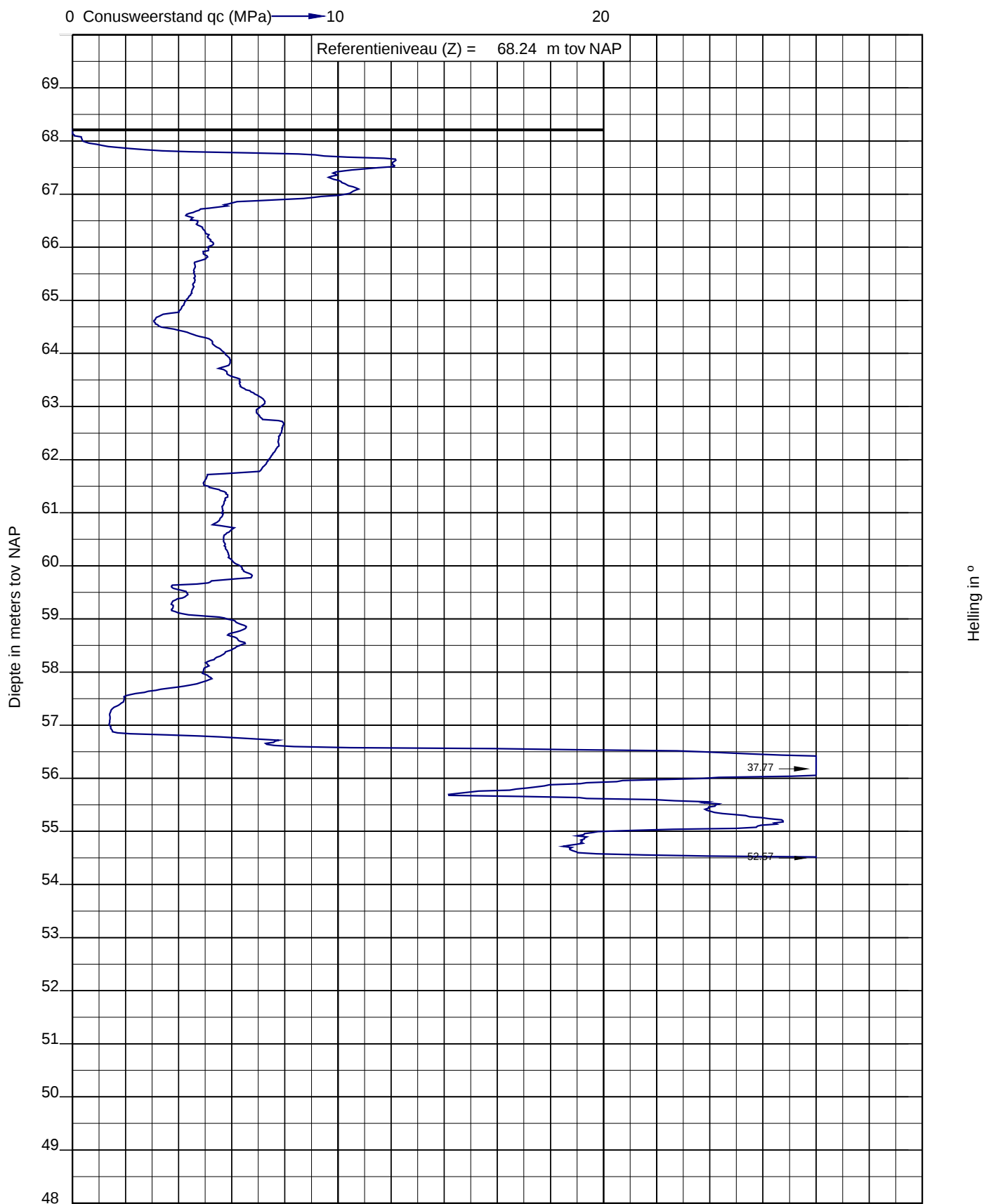
X: 185459.3
Y: 331889.8

DKM028



Project: Nieuwbouw Vidar aan de Tunnelstraat te Geleen
Opdracht: 24SP2560
Betreft: Sondeergrafiek

SOCOTEC



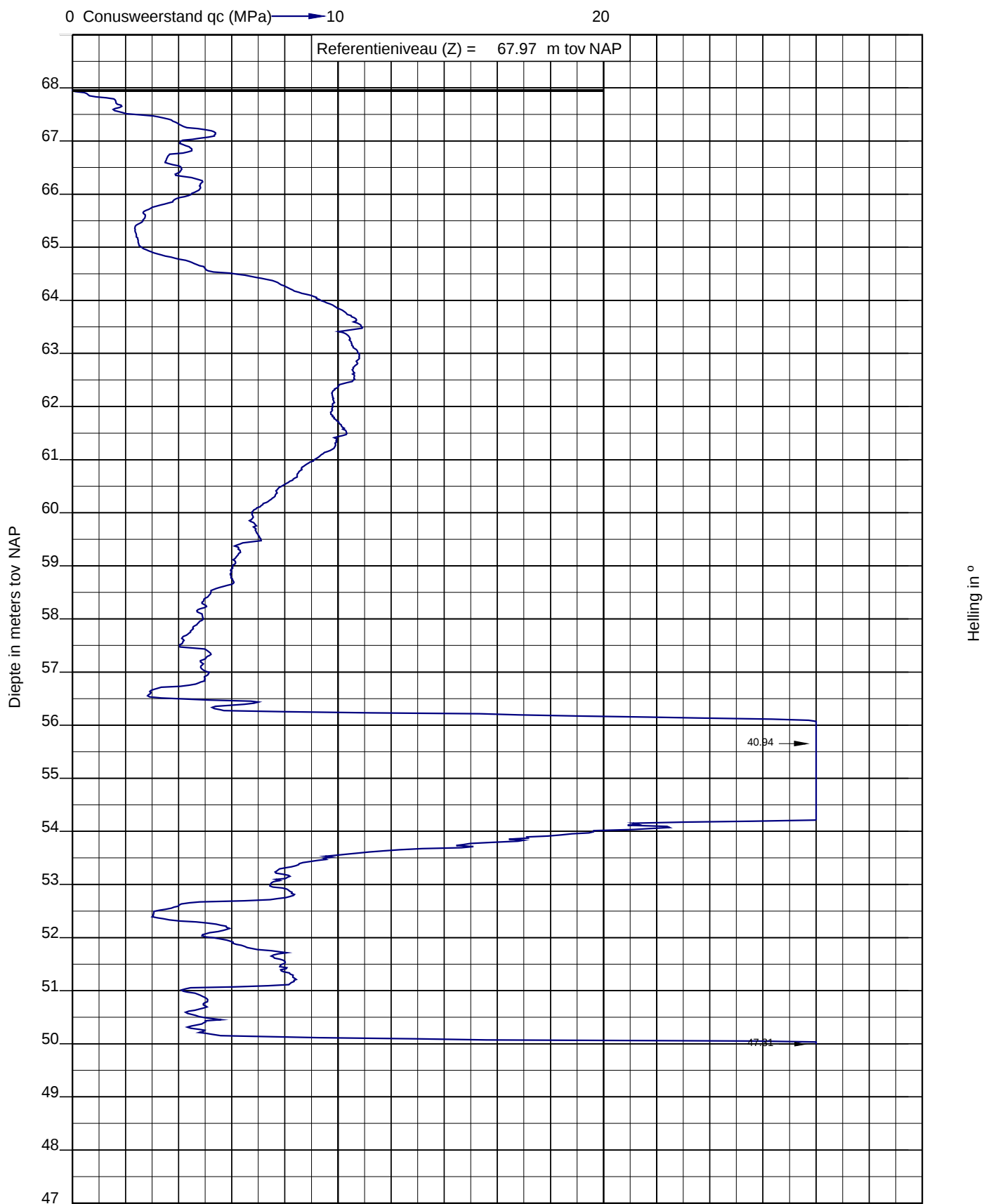
Uitvoeringsdatum: 25-10-2024
Norm: NEN-EN-ISO 22476-1
Toepassingsklasse: 7
Conusnummer: DMH81106

X: 185444.6
Y: 331898.1

DM029



Project: Nieuwbouw Vidar aan de Tunnelstraat te Geleen
Opdracht: 24SP2560
Betreft: Sondeergrafiek



Uitvoeringsdatum: 25-10-2024
Norm: NEN-EN-ISO 22476-1
Toepassingsklasse: 7
Conusnummer: DMH81106

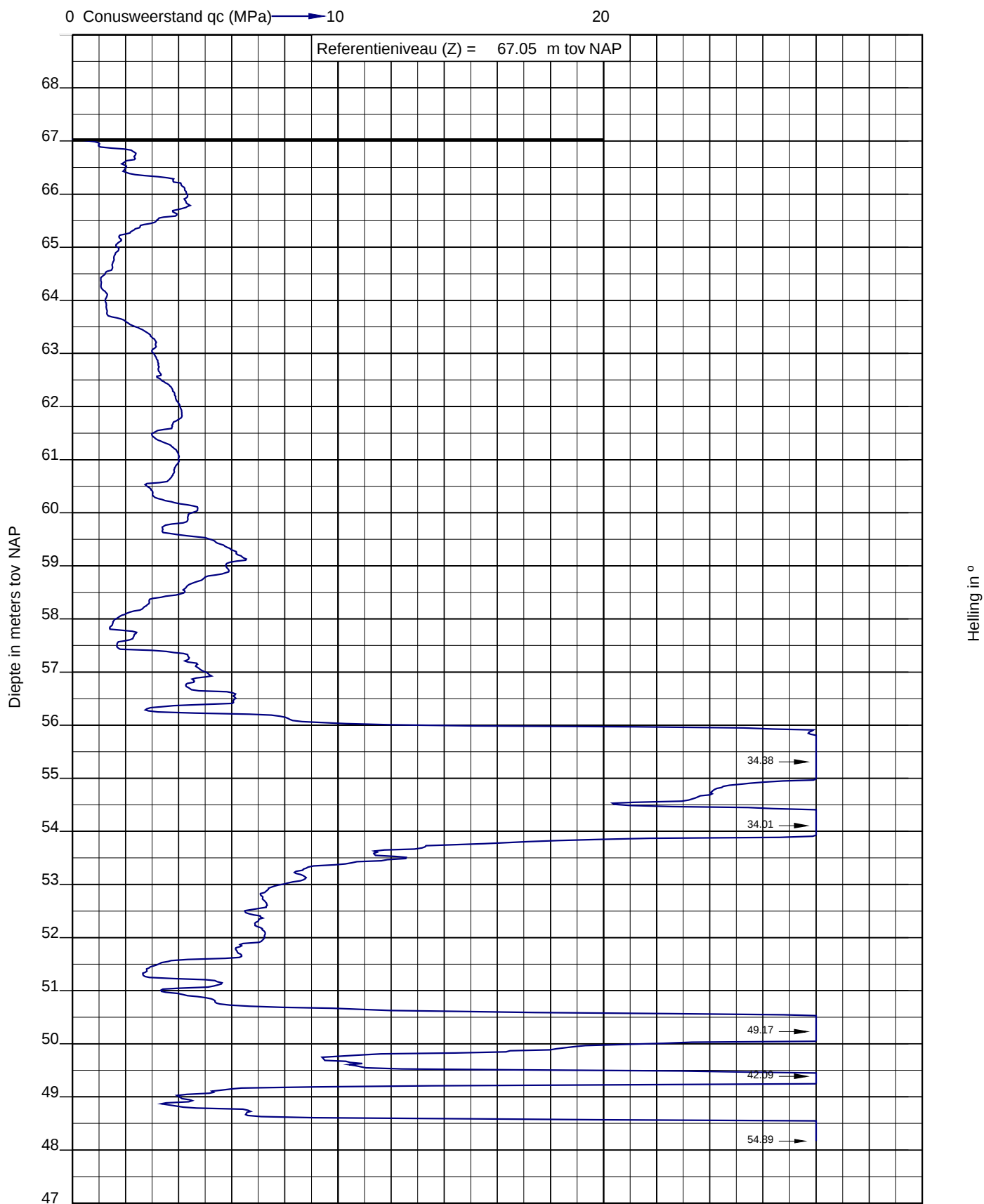
X: 185432.7
Y: 331909.1

DM030



Project: Nieuwbouw Vidar aan de Tunnelstraat te Geleen
Opdracht: 24SP2560
Betreft: Sondeergrafiek

SOCOTEC



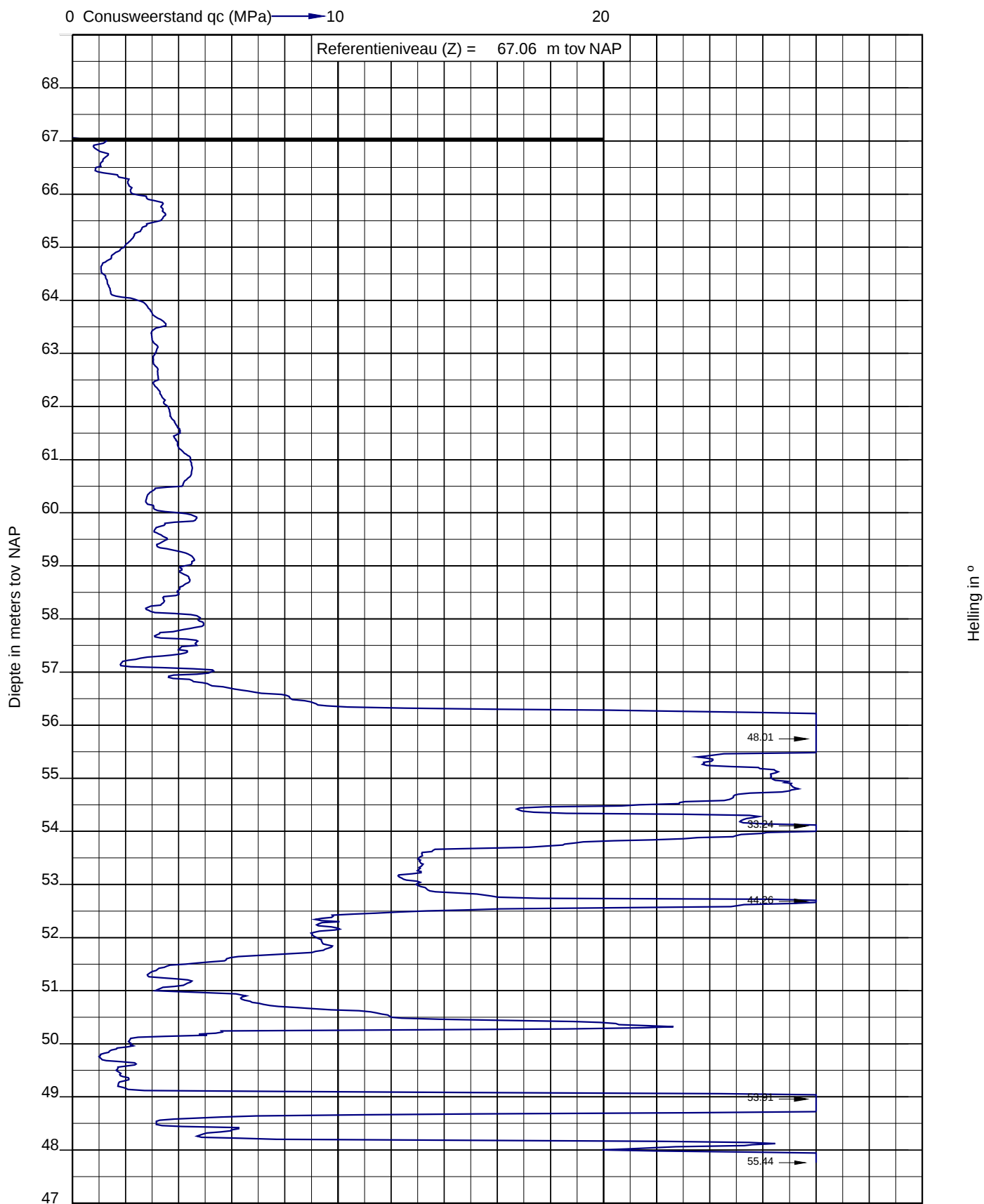
Uitvoeringsdatum: 25-10-2024
Norm: NEN-EN-ISO 22476-1
Toepassingsklasse: 7
Conusnummer: DMH101208M

X: 185421.0
Y: 331923.5

DM031



Project: Nieuwbouw Vidar aan de Tunnelstraat te Geleen
Opdracht: 24SP2560
Betreft: Sondeergrafiek



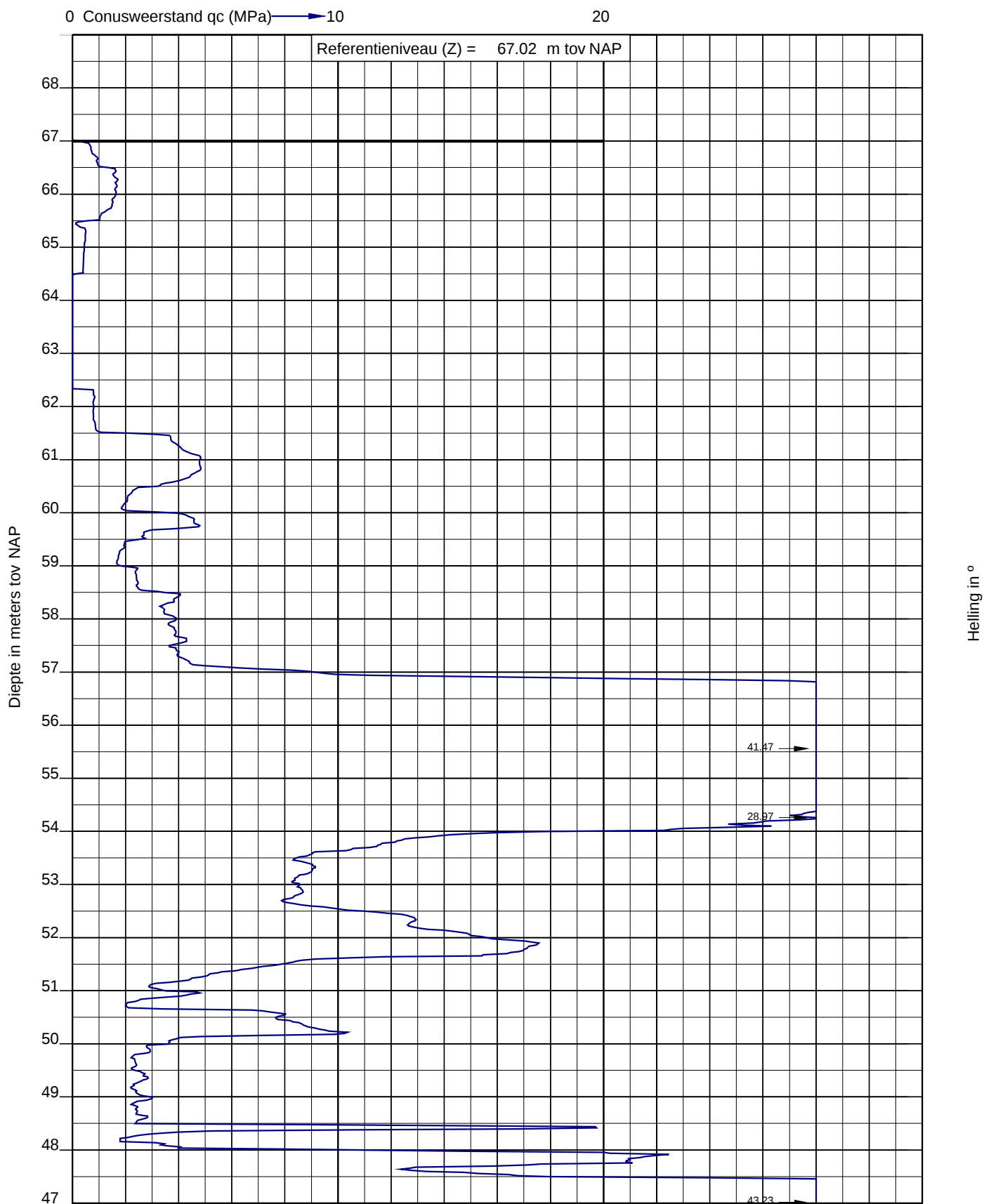
Uitvoeringsdatum: 25-10-2024
Norm: NEN-EN-ISO 22476-1
Toepassingsklasse: 7
Conusnummer: DMH101208M

X: 185409.6
Y: 331931.6

DM032



Project: Nieuwbouw Vidar aan de Tunnelstraat te Geleen
Opdracht: 24SP2560
Betreft: Sondeergrafiek



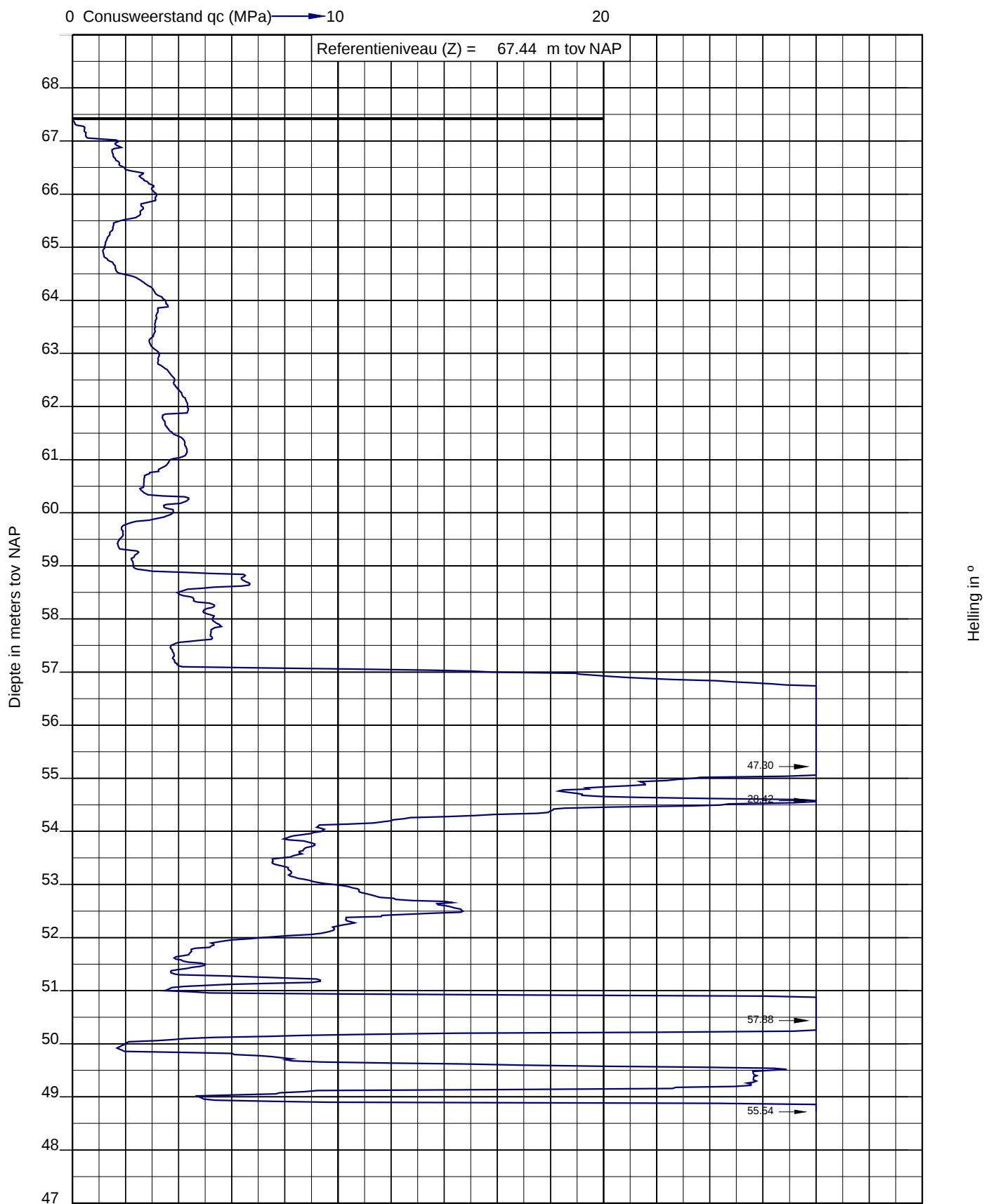
Uitvoeringsdatum: 25-10-2024
Norm: NEN-EN-ISO 22476-1
Toepassingsklasse: 7
Conusnummer: DMH101208M

X: 185391.0
Y: 331936.8

DM033



Project: Nieuwbouw Vidar aan de Tunnelstraat te Geleen
Opdracht: 24SP2560
Betreft: Sondeergrafiek



Uitvoeringsdatum: 25-10-2024
Norm: NEN-EN-ISO 22476-1
Toepassingsklasse: 7
Conusnummer: DMH101208M

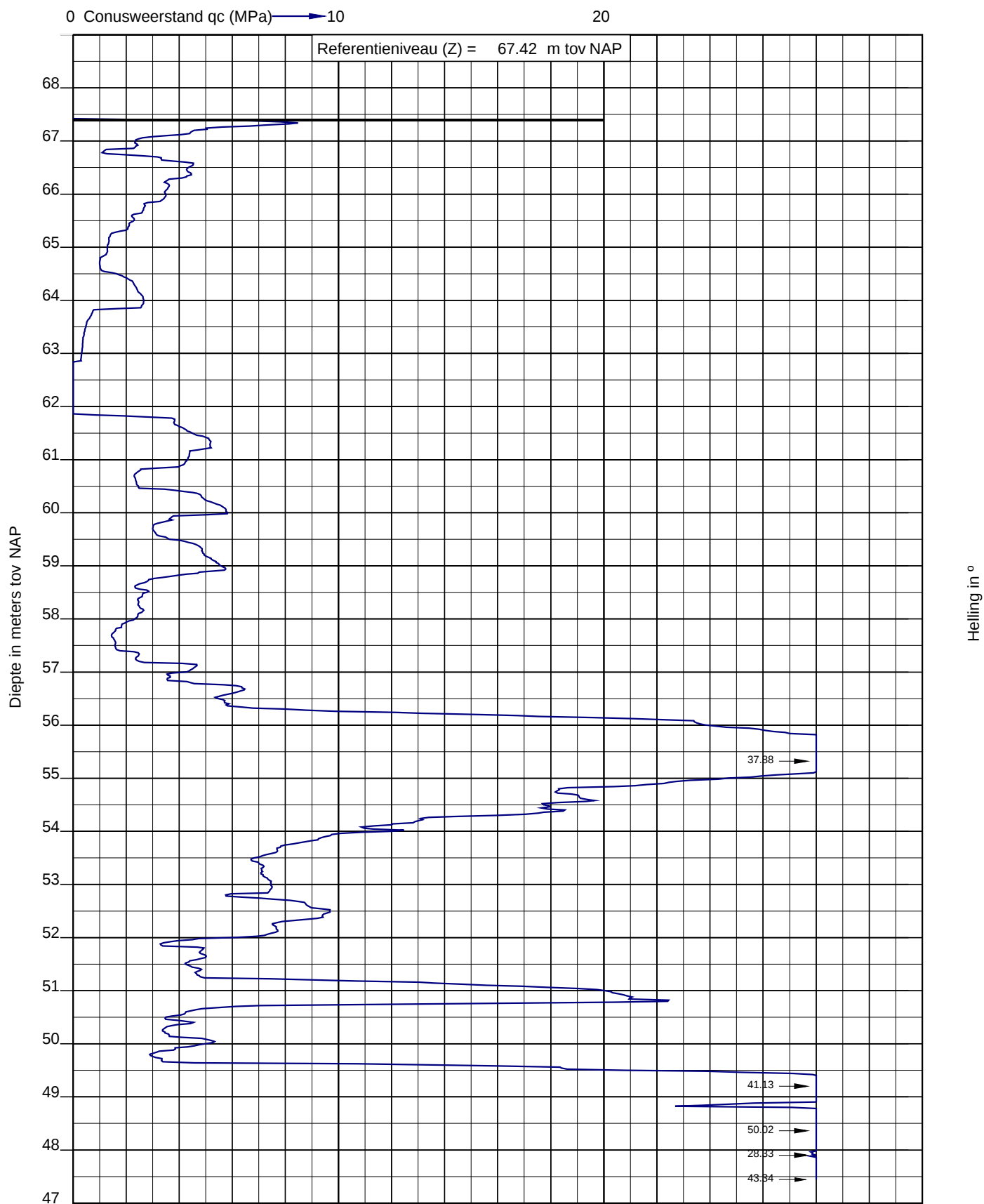
X: 185384.0
Y: 331926.6

DM034



Project: Nieuwbouw Vidar aan de Tunnelstraat te Geleen
Opdracht: 24SP2560
Betreft: Sondeergrafiek

SOCOTEC



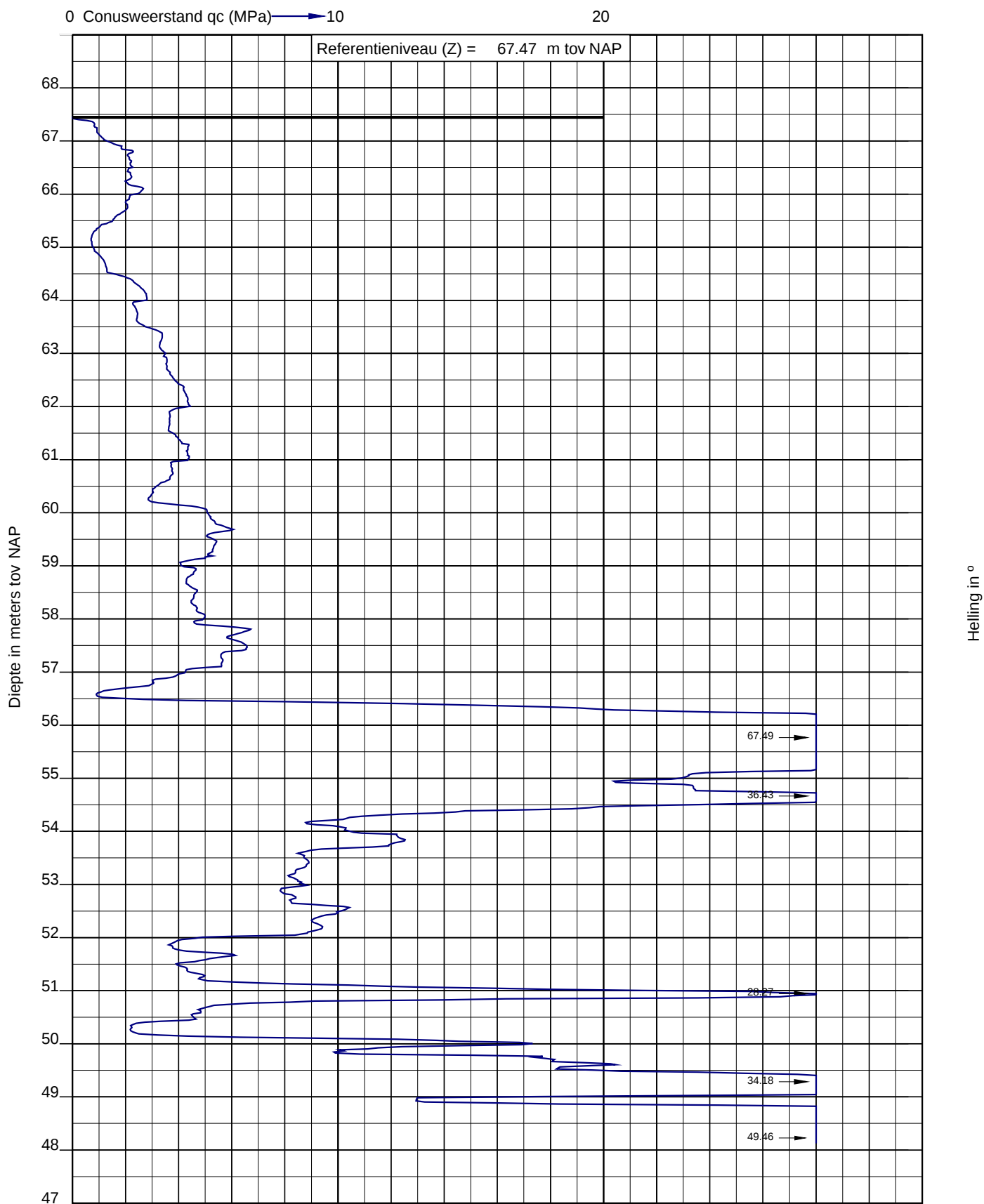
Uitvoeringsdatum: 25-10-2024
Norm: NEN-EN-ISO 22476-1
Toepassingsklasse: 7
Conusnummer: DMH101208M

X: 185402.6
Y: 331916.0

DM035



Project: Nieuwbouw Vidar aan de Tunnelstraat te Geleen
Opdracht: 24SP2560
Betreft: Sondeergrafiek



Uitvoeringsdatum: 25-10-2024
Norm: NEN-EN-ISO 22476-1
Toepassingsklasse: 7
Conusnummer: DMH101208M

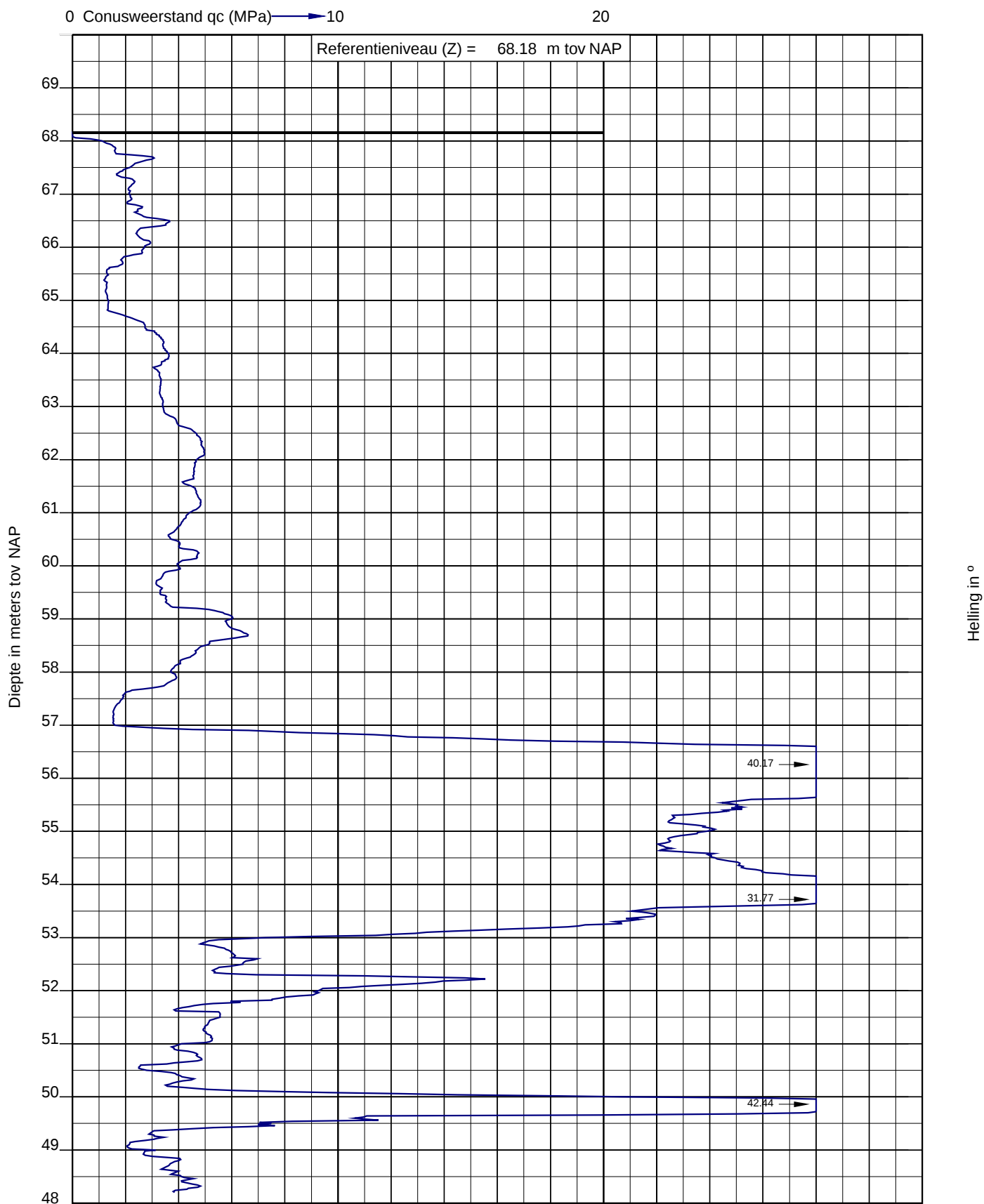
X: 185418.7
Y: 331906.2

DM036



Project: Nieuwbouw Vidar aan de Tunnelstraat te Geleen
Opdracht: 24SP2560
Betreft: Sondeergrafiek

SOCOTEC



Uitvoeringsdatum: 25-10-2024
Norm: NEN-EN-ISO 22476-1
Toepassingsklasse: 7
Conusnummer: DMH81106

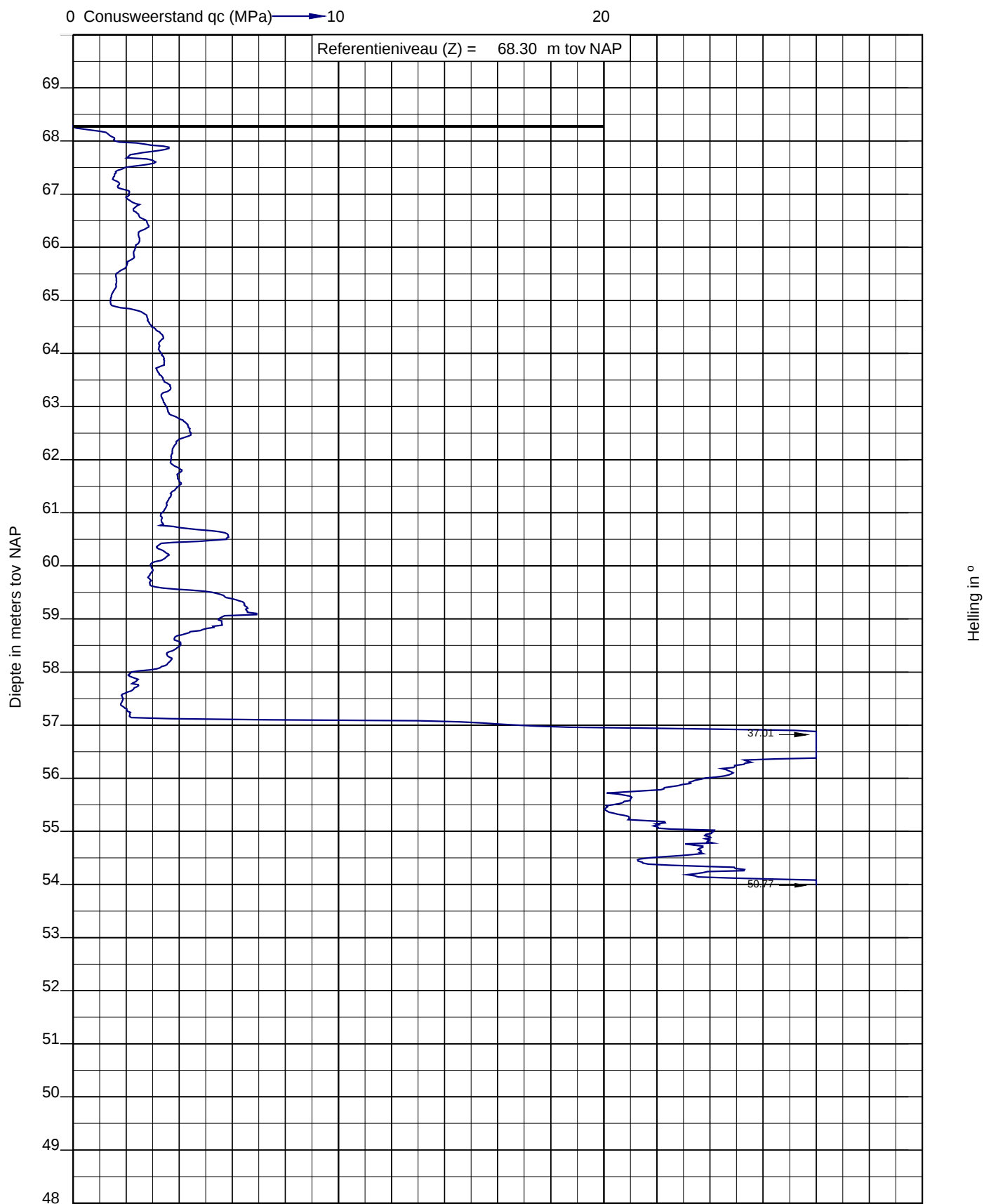
X: 185431.7
Y: 331889.4

DM037



Project: Nieuwbouw Vidar aan de Tunnelstraat te Geleen
Opdracht: 24SP2560
Betreft: Sondeergrafiek

SOCOTEC



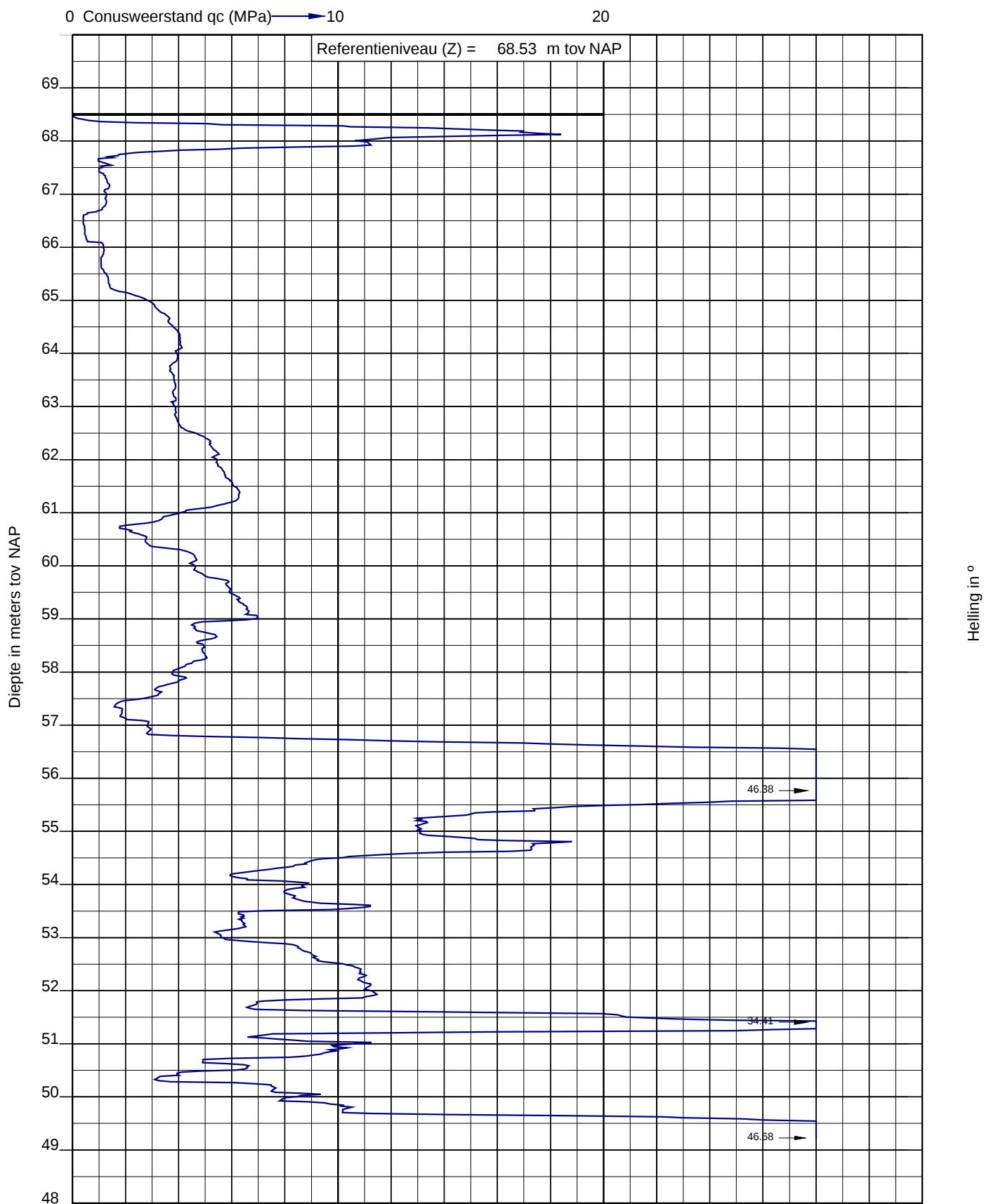
Uitvoeringsdatum: 25-10-2024
Norm: NEN-EN-ISO 22476-1
Toepassingsklasse: 7
Conusnummer: DMH81106

X: 185422.1
Y: 331877.9

DM038



Project: Nieuwbouw Vidar aan de Tunnelstraat te Geleen
Opdracht: 24SP2560
Betreft: Sondeergrafiek



Uitvoeringsdatum: 25-10-2024
Norm: NEN-EN-ISO 22476-1
Toepassingsklasse: 7
Conusnummer: DMH81106

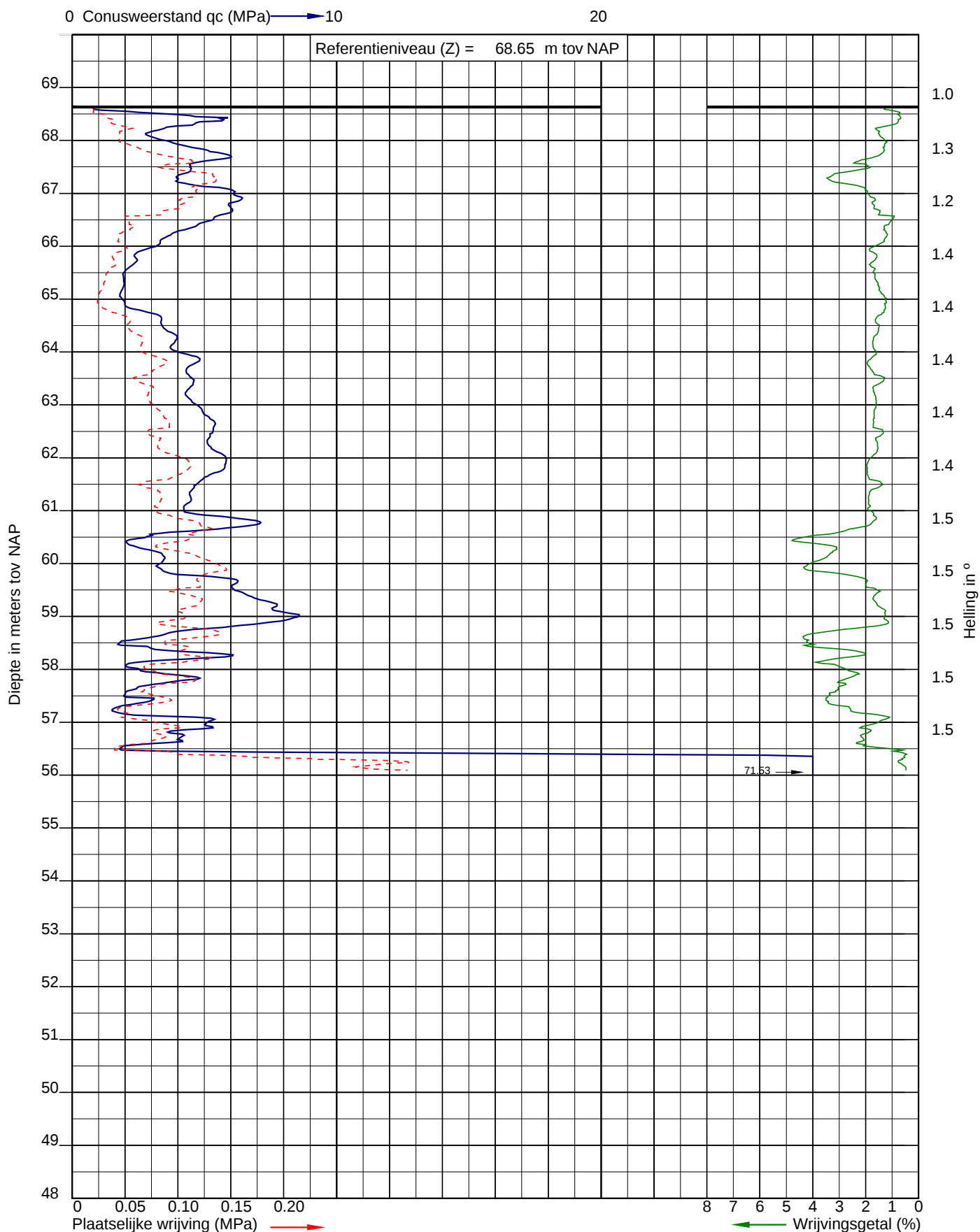
X: 185402.3
Y: 331889.2

DM039



Project: Nieuwbouw Vidar aan de Tunnelstraat te Geleen
Opdracht: 24SP2560
Betreft: Sondeergrafiek

SOCOTEC



Uitvoeringsdatum: 22-10-2024
Norm: NEN-EN-ISO 22476-1
Toepassingsklasse: 3
Conusnummer: 071287

X: 185385.4
Y: 331893.5

DKM040

BIJLAGE D

Boorstaten

Project: Nieuwbouw Vidar aan de Tunnelstraat te Geleen
Opdracht: 24SP2560
Betreft: Boorprofiel



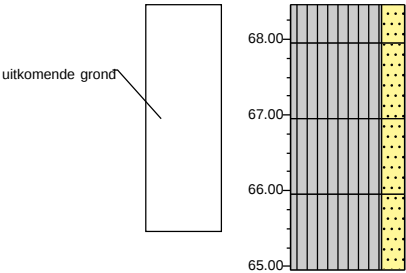
Boring: HB001

Uitvoering op: 25-10-2024
Uitvoering door: KAS
Werknummer: HB001

Boornorm: NEN-EN-ISO 22475-1

Identificatie conform NEN-EN-ISO 14688-1

x-coördinaat [m RD]: 185416,39
y-coördinaat [m RD]: 331888,28
Referentiehoogte [m]: 68.46 . N.A.P.
Reden boring gestopt: Einddoel



0.00	akker
0.50	Silt, slap, zwak zandig, weinig wortels, standaardbruin
1.50	Silt, slap, zwak zandig, standaardbruin
2.50	Silt, stevig, zwak zandig, standaardbruin
3.50	

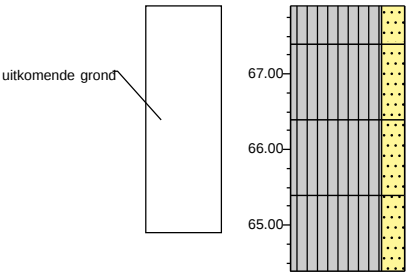
Boring: HB002

Uitvoering op: 25-10-2024
Uitvoering door: KAS
Werknummer: HB002

Boornorm: NEN-EN-ISO 22475-1

Identificatie conform NEN-EN-ISO 14688-1

x-coördinaat [m RD]: 185434,01
y-coördinaat [m RD]: 331908,60
Referentiehoogte [m]: 67.9 . N.A.P.
Reden boring gestopt: Einddoel



0.00	akker
0.50	Silt, slap, zwak zandig, weinig wortels, standaardbruin
1.50	Silt, slap, zwak zandig, standaardbruin
2.50	Silt, stevig, zwak zandig, standaardbruin
3.50	

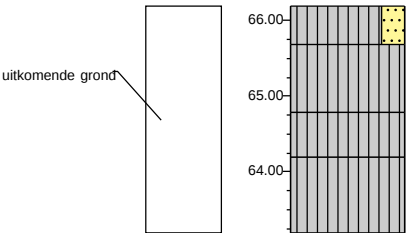
Boring: HB003

Uitvoering op: 29-10-2024
Uitvoering door: JSI
Werknummer: HB003

Boornorm: NEN-EN-ISO 22475-1

Identificatie conform NEN-EN-ISO 14688-1

x-coördinaat [m RD]: 185472,66
y-coördinaat [m RD]: 331979,10
Referentiehoogte [m]: 66.19 . N.A.P.
Reden boring gestopt: Einddoel



0.00	gras
0.50	Silt, stevig, zwak zandig, sterk organisch, weinig puin, weinig wortels, donkerbruin
1.40	Silt, stevig, standaardbruin
2.00	Silt, stevig, lichtbruin
3.00	

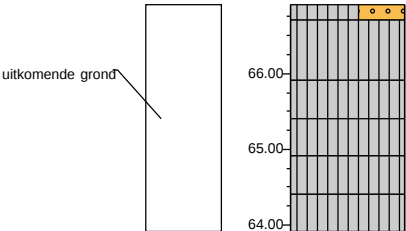
Boring: HB004

Uitvoering op: 29-10-2024
Uitvoering door: JSI
Werknummer: HB004

Boornorm: NEN-EN-ISO 22475-1

Identificatie conform NEN-EN-ISO 14688-1

x-coördinaat [m RD]: 185484,74
y-coördinaat [m RD]: 331933,91
Referentiehoogte [m]: 66.91 . N.A.P.
Reden boring gestopt: Einddoel



0.00	gras
0.20	Silt, stevig, sterk grindig, sterk organisch, donkerbruin
	Silt, stevig, standaardbruin
1.00	
1.50	Silt, stevig, standaardbruin
2.00	Silt, stevig, weinig hout, standaardbruin
2.50	Silt, stevig, standaardbruin
3.00	Silt, stevig, weinig plantenresten, standaardbruin

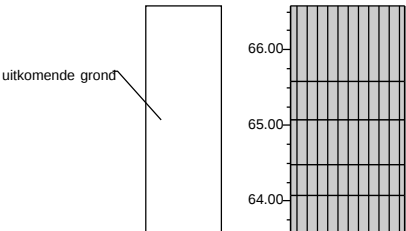
Boring: HB005

Uitvoering op: 29-10-2024
Uitvoering door: JSI
Werknummer: HB005

Boornorm: NEN-EN-ISO 22475-1

Identificatie conform NEN-EN-ISO 14688-1

x-coördinaat [m RD]: 185442,38
y-coördinaat [m RD]: 331945,06
Referentiehoogte [m]: 66.58 . N.A.P.
Reden boring gestopt: Einddoel



0.00	gras
	Silt, stevig, standaardbruin
1.00	
1.50	Silt, stevig, standaardbruin
2.10	Silt, slap, standaardbruin
2.50	Silt, stevig, standaardbruin
3.00	Silt, stevig, lichtbruin

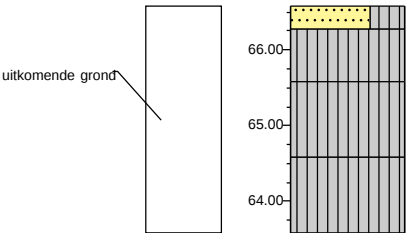
Boring: HB006

Uitvoering op: 29-10-2024
Uitvoering door: JSI
Werknummer: HB006

Boornorm: NEN-EN-ISO 22475-1

Identificatie conform NEN-EN-ISO 14688-1

x-coördinaat [m RD]: 185436,22
y-coördinaat [m RD]: 331933,54
Referentiehoogte [m]: 66.58 . N.A.P.
Reden boring gestopt: Einddoel



0.00	gras
0.30	Zand fijn 63-200, siltig, zwak organisch, subrond, bolvormig, standaardbruin
	Silt, stevig, standaardbruin
1.00	Silt, slap, standaardbruin
2.00	Silt, stevig, standaardbruin
3.00	

Project: Nieuwbouw Vidar aan de Tunnelstraat te Geleen
Opdracht: 24SP2560
Betreft: Boorprofiel



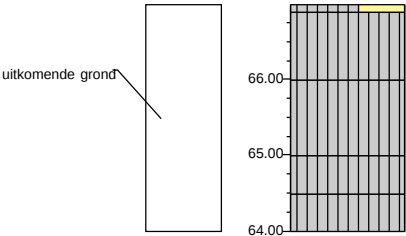
Boring: HB007

Uitvoering op: 29-10-2024
Uitvoering door: JSI
Werknummer: HB007

Boornorm: NEN-EN-ISO 22475-1

Identificatie conform NEN-EN-ISO 14688-1

x-coördinaat [m RD]: 185449,19
y-coördinaat [m RD]: 331922,86
Referentiehoogte [m]: 66.99 . N.A.P.
Reden boring gestopt: Einddoel



0.00	gras
0.10	Silt, slap, sterk zandig, zwak organisch, met grind, donkerbruin
	Silt, stevig, standaardbruin
1.00	Silt, stevig, standaardbruin
2.00	Silt, stevig, standaardbruin
2.50	Silt, stevig, lichtbruin
3.00	

Boring: HB008

Uitvoering op: 29-10-2024
Uitvoering door: JSI
Werknummer: HB008

Boornorm: NEN-EN-ISO 22475-1

Identificatie conform NEN-EN-ISO 14688-1

x-coördinaat [m RD]: 185472,63
y-coördinaat [m RD]: 331901,40
Referentiehoogte [m]: 68.03 . N.A.P.
Reden boring gestopt: Obstakel puin



0.00	gras
0.40	Silt, stevig, zwak zandig, sterk organisch, weinig wortels, donkerbruin
0.60	Zand fijn 63-200, subhoekig, bolvormig, veel puin, lichtbruin

Boring: HB008a

Uitvoering op: 29-10-2024
Uitvoering door: JSI
Werknummer: HB008A

Boornorm: NEN-EN-ISO 22475-1

Identificatie conform NEN-EN-ISO 14688-1

x-coördinaat [m RD]: 185472,98
y-coördinaat [m RD]: 331901,32
Referentiehoogte [m]: 68.01 . N.A.P.
Reden boring gestopt: Obstakel puin



0.00	gras
0.40	Silt, stevig, zwak zandig, sterk organisch, weinig wortels, donkerbruin
0.50	Zand fijn 63-200, subhoekig, bolvormig, veel puin, lichtbruin

Project: Nieuwbouw Vidar aan de Tunnelstraat te Geleen
Opdracht: 24SP2560
Betreft: Boorprofiel



Boring: HB008b
Uitvoering op: 29-10-2024
Uitvoering door: JSI
Werknummer: HB008B

Boornorm: NEN-EN-ISO 22475-1

Identificatie conform NEN-EN-ISO 14688-1
x-coördinaat [m RD]: 185473,25
y-coördinaat [m RD]: 331901,41
Referentiehoogte [m]: 68.04 . N.A.P.
Reden boring gestopt: Obstakel puin



0.00	gras
0.40	Silt, stevig, zwak zandig, sterk organisch, weinig wortels, donkerbruin
0.50	Zand fijn 63-200, subhoekig, bolvormig, veel puin, lichtbruin

Boring: HB008c
Uitvoering op: 29-10-2024
Uitvoering door: JSI
Werknummer: HB008C

Boornorm: NEN-EN-ISO 22475-1

Identificatie conform NEN-EN-ISO 14688-1
x-coördinaat [m RD]: 185473,28
y-coördinaat [m RD]: 331902,10
Referentiehoogte [m]: 68.02 . N.A.P.
Reden boring gestopt: Obstakel puin

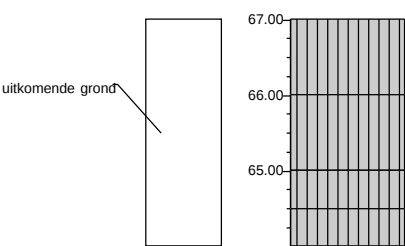


0.00	gras
0.40	Silt, stevig, zwak zandig, sterk organisch, weinig wortels, donkerbruin
0.60	Zand fijn 63-200, subhoekig, bolvormig, veel puin, lichtbruin

Boring: HB009
Uitvoering op: 29-10-2024
Uitvoering door: JSI
Werknummer: HB009

Boornorm: NEN-EN-ISO 22475-1

Identificatie conform NEN-EN-ISO 14688-1
x-coördinaat [m RD]: 185391,23
y-coördinaat [m RD]: 331936,57
Referentiehoogte [m]: 67.01 . N.A.P.
Reden boring gestopt: Einddoel



0.00	gras
1.00	Silt, stevig, standaardbruin
2.00	Silt, stevig, standaardbruin
2.50	Silt, stevig, lichtbruin
3.00	

Project: Nieuwbouw Vidar aan de Tunnelstraat te Geleen
Opdracht: 24SP2560
Betreft: Boorprofiel



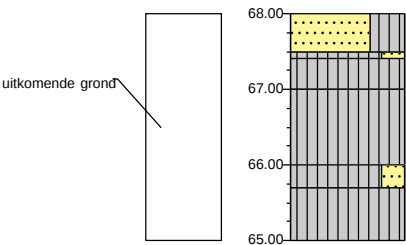
Boring: HB010

Uitvoering op: 29-10-2024
Uitvoering door: JSI
Werknummer: HB010

Boornorm: NEN-EN-ISO 22475-1

Identificatie conform NEN-EN-ISO 14688-1

x-coördinaat [m RD]: 185458,66
y-coördinaat [m RD]: 331889,28
Referentiehoogte [m]: 68 . N.A.P.
Reden boring gestopt: Einddoel



0.00	gras
0.60	Zand middelgrof 200-630, siltig, sterk organisch, subbrond, bolvormig, weinig wortels, donkerbruin
1.00	Silt, stevig, zwak zandig, standaardgrijs
2.00	Silt, stevig, standaardbruin
2.30	Silt, stevig, zwak zandig, lichtbruin
3.00	Silt, stevig, standaardbruin

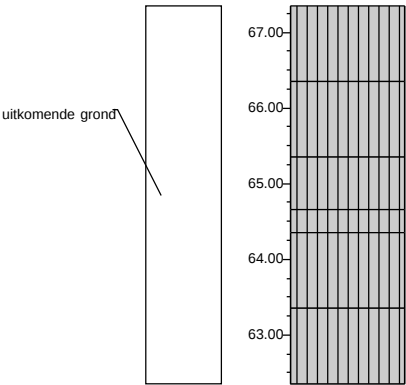
Boring: HB011

Uitvoering op: 29-10-2024
Uitvoering door: JSI
Werknummer: HB011

Boornorm: NEN-EN-ISO 22475-1

Identificatie conform NEN-EN-ISO 14688-1

x-coördinaat [m RD]: 185402,85
y-coördinaat [m RD]: 331915,51
Referentiehoogte [m]: 67.35 . N.A.P.
Reden boring gestopt: Einddoel



0.00	gras
1.00	Silt, stevig, standaardbruin
2.00	Silt, stevig, standaardbruin
2.70	Silt, stevig, lichtbruin
3.00	Silt, stevig, lichtbruin
4.00	Silt, stevig, lichtbruin
5.00	Silt, stevig, lichtbruin

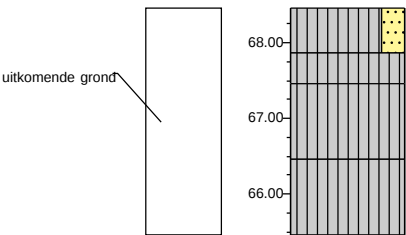
Boring: HB012

Uitvoering op: 29-10-2024
Uitvoering door: JSI
Werknummer: HB012

Boornorm: NEN-EN-ISO 22475-1

Identificatie conform NEN-EN-ISO 14688-1

x-coördinaat [m RD]: 185409,80
y-coördinaat [m RD]: 331888,04
Referentiehoogte [m]: 68.46 . N.A.P.
Reden boring gestopt: Einddoel



0.00	gras
0.60	Silt, stevig, zwak zandig, sterk organisch, met grind, weinig wortels, donkerbruin
1.00	Silt, stevig, standaardbruin
2.00	Silt, stevig, weinig wortels, standaardbruin
3.00	Silt, stevig, weinig wortels, standaardbruin

BIJLAGE E

Verklaring codering

LEGENDA TEKENINGEN EN VERKLARING AFKORTINGEN

SONDERING

▼	D	Sondering zonder kleefmeting
	DKM	Sondering met kleefmeting
	DKMP	Sondering met kleef- en waterspanningsmeting
	DM	Mechanische sondering
	DKMS	Seismische sondering met kleefmeting
	DKMPS	Seismische sondering met kleef- en waterspanningsmeting
	Dma	Magnetometer sondering
	Ma	Magnetometer (zonder conusweerstand)
	DB	Bolsondering
	DT	T-bar sondering
	FVT	Field vane test
	HPT	Hydraulic profiling tool
	DS	Slagsondering
	HM	Handsondering
	SPT	Standaard penetratie test
	DKM-EC	Geleidbaarheidssondering met kleefmeting
	DKMP-EC	Geleidbaarheidssondering met kleef- en waterspanningsmeting

▽ Niet uitgevoerd ▼ fase 2 ▼ fase 3 ▼ fase 4

BORING

●	HB	Handboring
	B	Mechanische boring

○ Niet uitgevoerd

PEILBUIS

●	Bpb	Mechanische boring met peilbuis
	HBpb	Handboring met peilbuis
	PB	Gedrukte peilbuis

MONITORING

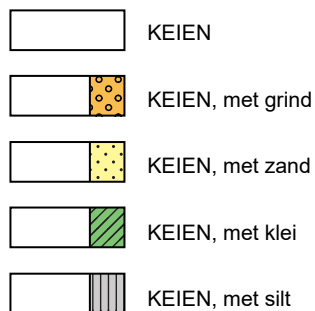
⊕	WSM	Waterspanningsmeter
▭	IMB	Inclinometerbuis
	IMS	Inclinometer SAAF
⊠	ZB	Zakbaak
⚙	DFB	Deformatiebout
⚙	SCM	Scheurmeter
⚙	EXM	Extensometer
⚙	TM	Tiltmeter
⚙	TRM	Trillingmeter
⊗	PDPs	Plaatdrukproef (statisch)
	PDPd	Plaatdrukproef (dynamisch)
⊗	PP	Pompput
⊗	PRP	Proefgat
⊗	PRS	Proefsleuf

ALGEMEEN

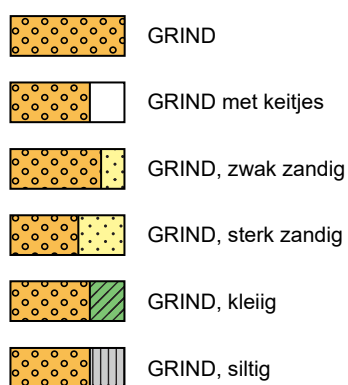
⚙	Meetpunt: brug, dorpel, kolk, meetbout, put, weg, water
→	Foto
▨	Bestaande bebouwing
↔	0-Punt lokaal assenstelsel

LEGENDA BOORPROFIELEN (conform NEN-EN-ISO 14688-1)

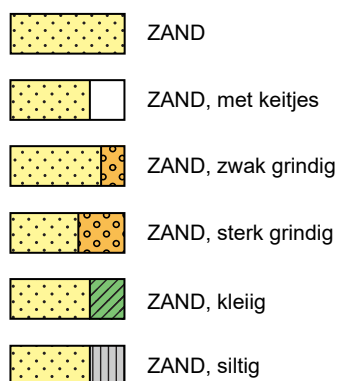
KEIEN / KEITJES



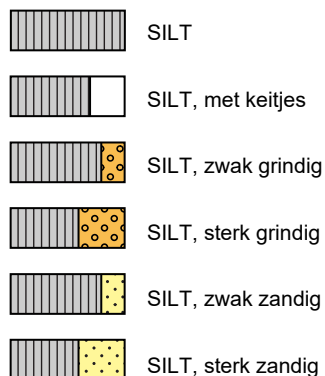
GRIND



ZAND



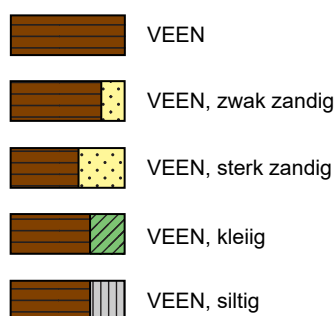
SILT



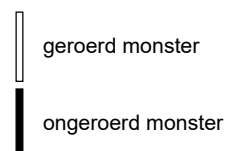
KLEI



VEEN / HUMUS / DETRITUS



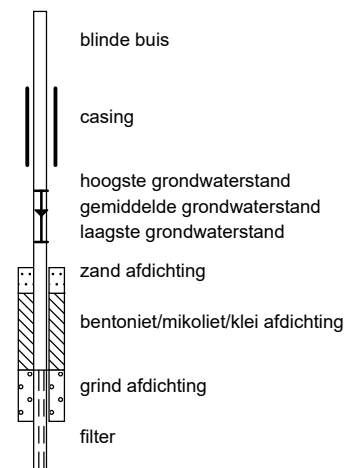
MONSTERS



KWALITEIT MONSTER

- QM1 = Ongeroid monster is geheel Intact Inclusief spanningstoestand
- QM2 = Ongeroid monster geheel Intact
- QM3 = Ongeroid monster intact maar monsterverstoring zichtbaar
- QM4 = Monster is ernstig verstoord
- QM5 = Monster is geroerd

PEILBUIS



OVERIG

- ▲ Bijzonder bestanddeel
- ◀ Gemiddeld hoogste grondwaterstand
- ≡ grondwaterstand
- ◆ Gemiddeld laagste grondwaterstand



BIJLAGE F

TNO gegevens

Boormonsterprofiel en interpretatie BRO DGM v2.2

Identificatie: B60C0204
Coördinaten: 185216, 332155 (RD)
Maaiveld: 65.00 m t.o.v. NAP
Hoogte t.o.v. NAP: -299.52 m - 65.00 m
Geselecteerde hoogte: -215.97 m - 65.00 m

Hoogte t.o.v. NAP in meters

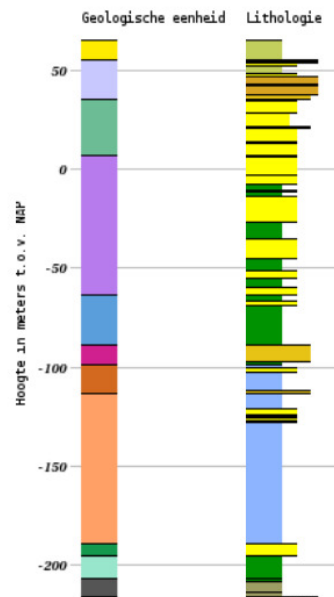
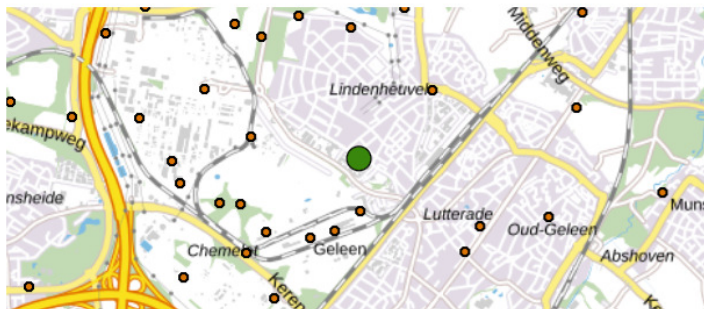
Tussen -215.97 en 65 m

Opslaan profiel

NAP

Kies een ander model

BRO DGM v2.2



Boormonsterprofiel en interpretatie BRO DGM v2.2

Identificatie: B60C0257
Coördinaten: 185007, 331500 (RD)
Maaiveld: 70.10 m t.o.v. NAP
Hoogte t.o.v. NAP: -240.65 m - 70.10 m

Hoogte t.o.v. NAP in meters

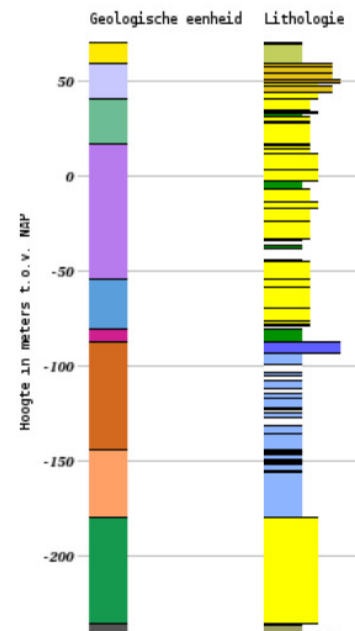
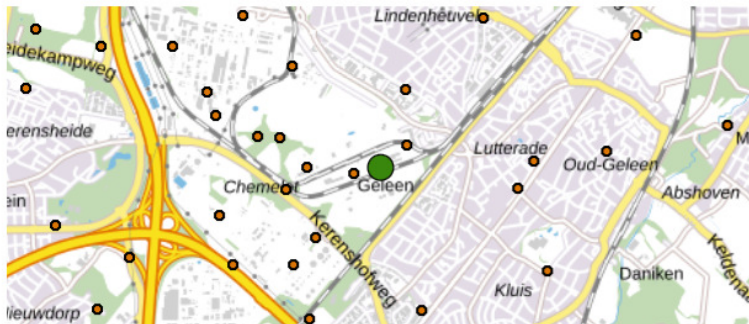
Tussen -240.65 en 70.1 m

Opslaan profiel

NAP

Kies een ander model

BRO DGM v2.2



Geologische eenheid

	BX
	BE
	BR
	RU
	TO
	LA
	HO
	MT
	VA
	AK
	NN

BIJLAGE G

Berekening fundering

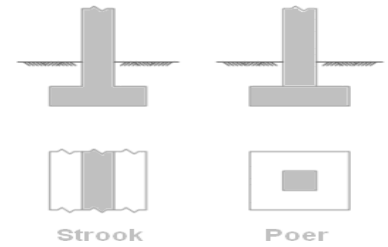
hoogbouw

Belastingen

Verticaal, centrisch

Constructie fundering

Funderingstype : stroken en poeren
 Funderingsafmetingen : zie reketabellen
 Aanlegniveau fundering : 66,50 m + NAP
 Gronddekking : $t = 0,20 \text{ m}, 0,40 \text{ m}, 0,60 \text{ m}$



Grondwaterstand (aanname)

Voor berekening draagkracht : 65,00 m + NAP
 Voor berekening zetting : 49,50 m + NAP

Bodemopbouw en grondparameters

Laag nr.	Grondsoort	Onderzijde laag [m tov NAP]	Laagdikte [m]	γ_k [kN/m ³]	$\gamma_{\text{sat};k}$ [kN/m ³]	ϕ_k [°]	c'_k [kN/m ²]	$c_{u;k}$ [kN/m ²]	$C_{c;k}$ [-]
1	zand	66,50	0,60	17,5	19,5	31,0	0,00	0,00	0,02
2	grondverbetering	65,90	0,60	18,0	20,0	32,0	0,00	0,00	0,01
3	grondverbetering	64,10	1,80	18,5	21,0	34,0	0,00	0,00	0,01
4	loss	63,20	0,90	18,0	21,0	32,0	0,00	0,00	0,03
5	loss	62,50	0,70	18,0	21,0	30,0	0,00	0,00	0,03
6	loss	61,70	0,80	18,0	21,0	32,0	0,00	0,00	0,03
7	loss	60,00	1,70	18,0	21,0	32,5	0,00	0,00	0,02
8	loss	59,50	0,50	18,0	21,0	30,0	0,00	0,00	0,03
9	loss	58,70	0,80	18,0	21,0	32,5	0,00	0,00	0,02
10	loss	57,70	1,00	18,0	21,0	30,0	0,00	0,00	0,03
11	leem	57,30	0,40	18,0	20,0	29,0	0,00	0,00	0,05
12	zand/zandgrind	--	--	18,5	20,5	33,0	0,00	0,00	0,01

Voor de berekening van de draagkracht is aangenomen dat er binnen het invloedsgebied van de fundering geen sprake is van bodemlagen waarin als gevolg van de belasting, wateroverspanningen aanwezig zijn. Met andere woorden er is sprake van een zogenaamde "gedraineerde situatie".

Partiële factoren voor grondparameters

γ_{ϕ} = 1,15
 γ_{γ} = 1,10
 $\gamma_{c'}$ = 1,60

Berekening draagkracht

De draagkracht van de ondergrond wordt berekend op basis van evenwichtsvergelijkingen.

De van toepassing zijnde evenwichtsvergelijking, is afhankelijk van de bodemopbouw, de bodemeigenschappen en het al dan niet aanwezig zijn van wateroverspanningen binnen de invloedsdiepte van de fundering.

Onder de gegeven uitgangspunten geldt dat de volgende evenwichtsvergelijking van toepassing is.

1) Gedraineerde evenwichtsvergelijking toegepast op aanlegniveau (i)

In dit geval is gedraineerde evenwichtsvergelijking toegepast op aanlegniveau maatgevend.

Niveau grondverbetering per sondering

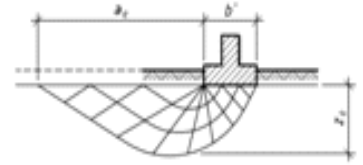
zie ook paragraaf "Grondverbetering"

Sondering [nr.]	Maaiveld [m tov NAP]	Ontgravingsniveau* [m tov NAP]	Gemeten grondwaterstand [m tov NAP]
DM-009	67,00	63,50	0,00
DM-012	67,21	63,50	0,00
DM-013	67,02	63,30	0,00
DM-017	67,11	63,70	0,00
DKM-018	66,67	64,20	0,00
DM-019	66,45	64,00	0,00
DM-023	66,67	63,70	0,00
DM-024	66,60	63,80	0,00
DM-025	67,08	63,20	0,00

* Ontgravingsniveau tbv grondverbetering

Draagkracht volgens gedraineerde evenwichtsvergelijking toegepast op aanlegniveau

Tussen het aanlegniveau en de invloeddiepte van de fundering bevinden zich bodemlagen met relatief beperkte inwendige wrijvingshoekverschillen ($\phi_{\max} - \phi_{\min} \leq 6^\circ$). Aangenomen dat er geen sprake is van bodemlagen met wateroverspanningen, is de draagkracht berekend op basis van de gedraineerde evenwichtsvergelijking (i).



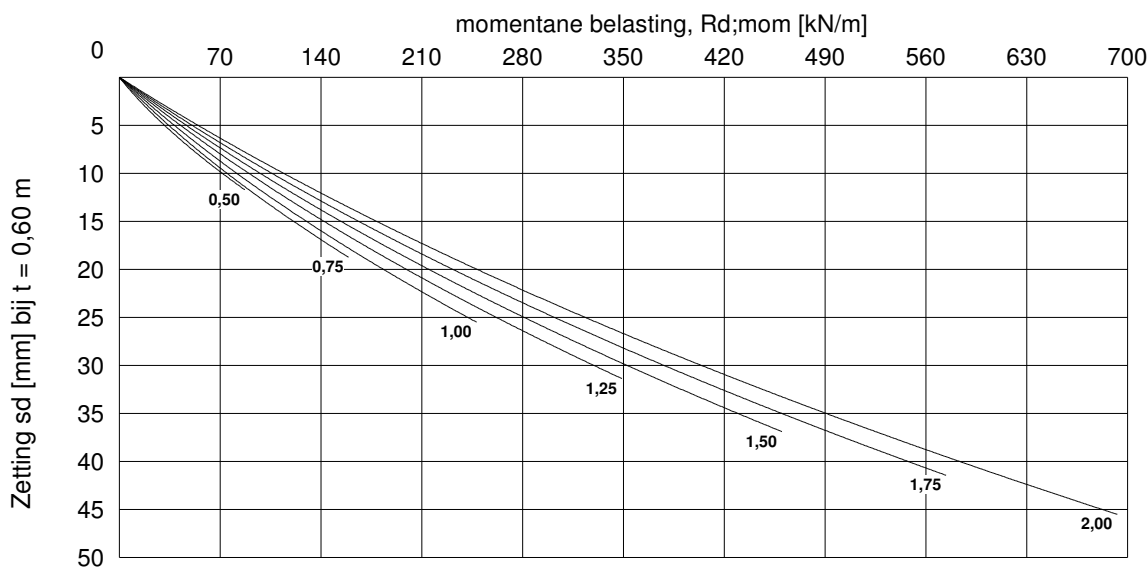
Strookafmeting B [m]	Maximale funderingsdruk aanlegniveau $\sigma'_{\max;d}$ [kN/m ²]			Draagkracht op aanlegniveau R_d [kN/m]		
	t = 0,2 m	0,4 m	0,6 m	t = 0,2 m	0,4 m	0,6 m
0,50	117	168	218	59	84	109
0,75	160	213	265	120	159	199
1,00	202	257	311	202	257	311
1,25	239	294	350	299	368	437
1,50	271	327	383	407	491	575 *
1,75	298	354	410	522	620	718
2,00	321	377	433	643	755	867

* voor deze situatie is een voorbeeldberekening toegevoegd.

Poerafmeting B * L [m * m]	Maximale funderingsdruk aanlegniveau $\sigma'_{\max;d}$ [kN/m ²]			Draagkracht op aanlegniveau R_d [kN]		
	t = 0,2 m	0,4 m	0,6 m	t = 0,2 m	0,4 m	0,6 m
0,50 * 0,50	122	196	271	30	49	68
0,75 * 0,75	153	232	310	86	130	174
1,00 * 1,00	185	265	346	185	265	346
1,25 * 1,25	211	294	377	330	459	589
1,50 * 1,50	234	318	402	527	716	905
1,75 * 1,75	253	337	421	776	1033	1290
2,00 * 2,00	269	353	437	1078	1412	1747 *
2,25 * 2,25	283	365	448	1431	1850	2268
2,50 * 2,50	295	377	459	1845	2357	2868

* voor deze situatie is een voorbeeldberekening toegevoegd.

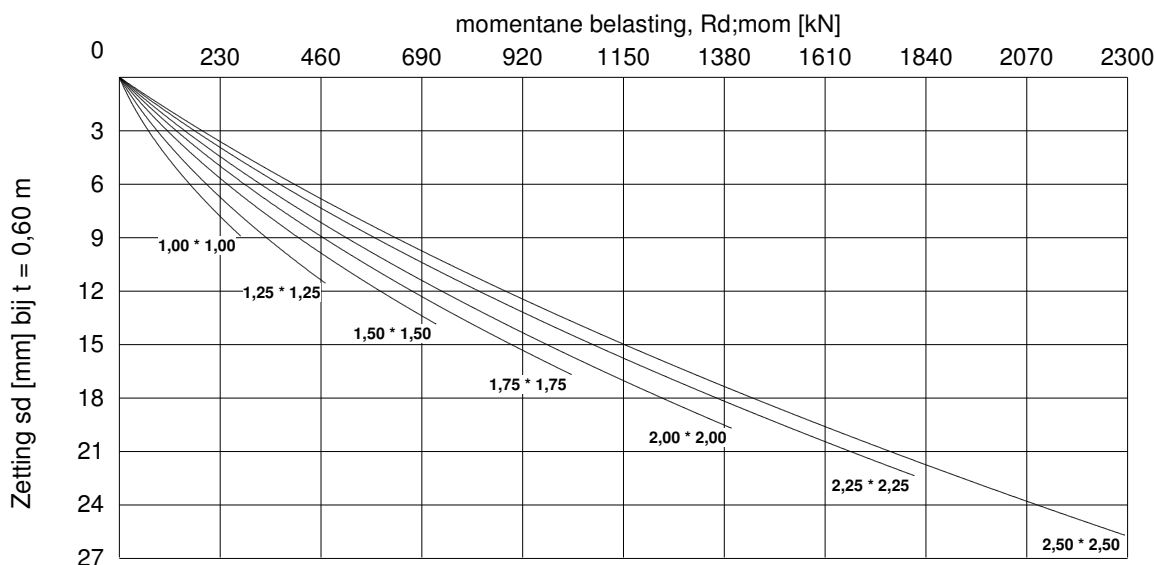
Zetting stroken



Beddingscoëfficiënt stroken

Strookafmeting B [m]	Beddingscoëfficiënt bij $t = 0,2 \text{ m}$ [kN/m^3]		Beddingscoëfficiënt bij $t = 0,4 \text{ m}$ [kN/m^3]		Beddingscoëfficiënt bij $t = 0,6 \text{ m}$ [kN/m^3]	
	$k_{v;rep;stat}$	$k_{v;d;stat}$	$k_{v;rep;stat}$	$k_{v;d;stat}$	$k_{v;rep;stat}$	$k_{v;d;stat}$
0,50	11000	8000	11000	8000	11000	8000
0,75	9000	7000	9000	7000	8000	6000
1,00	7000	5000	7000	5000	7000	6000
1,25	6000	5000	6000	5000	7000	5000
1,50	6000	4500	6000	4500	6000	4500
1,75	5000	4000	6000	4500	6000	4500
2,00	5000	4000	5000	4000	6000	4500

Zetting poeren



Beddingscoëfficiënt poeren

Poerafmeting B * L [m * m]	Beddingscoëfficiënt bij $t = 0,2$ m [kN/m^3]		Beddingscoëfficiënt bij $t = 0,4$ m [kN/m^3]		Beddingscoëfficiënt bij $t = 0,6$ m [kN/m^3]	
	$k_{v;rep;stat}$	$k_{v;d;stat}$	$k_{v;rep;stat}$	$k_{v;d;stat}$	$k_{v;rep;stat}$	$k_{v;d;stat}$
0,50 * 0,50	33000	26000	39000	30000	38000	29000
0,75 * 0,75	25000	19000	29000	22000	29000	22000
1,00 * 1,00	21000	16000	23000	18000	23000	18000
1,25 * 1,25	19000	15000	19000	15000	19000	15000
1,50 * 1,50	16000	12000	16000	12000	17000	13000
1,75 * 1,75	14000	10000	14000	11000	15000	11000
2,00 * 2,00	12000	9000	13000	10000	13000	10000
2,25 * 2,25	11000	9000	12000	9000	12000	9000
2,50 * 2,50	10000	8000	10000	8000	11000	8000

Uitgangspunten berekeningen strook

breedte	B	=	1,50 m
dikte	d	=	0,60 m
gronddekking	t	=	0,60 m

Beschrijving berekeningen

Voor de berekening van de draagkracht is aangenomen dat er binnen het invloedsgebied van de fundering geen sprake is van bodemlagen waarin als gevolg van de belasting, wateroverspanningen aanwezig zijn. Met andere woorden er is sprake van een zogenaamde "gedraineerde situatie".

In het voorbeeld wordt de navolgende berekening uitgevoerd:

- gedraineerde evenwichtsvergelijking toegepast op aanlegniveau

$$R_d = \sigma'_{\max;d} \cdot A'$$

R_d : rekenwaarde weerstand tegen de belasting loodrecht op het funderingsoppervlak in kN

$\sigma'_{\max;d}$: rekenwaarde funderingsdruk op effectief funderingsoppervlak in kN/m²

A' : effectief funderingsoppervlak in m²

voor de gedraineerde toestand

$$\sigma'_{\max;d} = c'_{\text{gem;d}} N_{c s_c i_c b_c \lambda_c} + \sigma'_{v;z;d} N_q s_q i_q b_q \lambda_q + 0,5 \gamma'_{\text{gem;d}} b' N_\gamma s_\gamma i_\gamma b_\gamma \lambda_\gamma$$

bijdrage cohesie bijdrage gronddekking bijdrage gewicht bodem waarop wordt aangelegd

$$A' = b' \cdot l'$$

Gedraineerde evenwichtsvergelijking toegepast op aanlegniveau

Tussenresultaten

effectieve breedte	b'	=	1,50 m
effectieve lengte	l'	=	1,00 m
effectieve funderingsoppervlak	A'	=	1,50 m ²

effectieve hoek van inwendige wrijving	ϕ'_k	=	33,2 °
invloedsdiepte conform tabel 6.a	z_e	=	2,7 m
gewogen effectieve cohesie	$c'_{\text{gem;d}}$	=	0,0 kPa
verticale korrelspanning aanlegniveau	$\sigma'_{v;z;0;d}$	=	9,5 kN/m ² (bij t = 0,60 m)
gewogen effectief volumiek gewicht	$\gamma'_{\text{gem;d}}$	=	15,1 kN/m ³
rekenwaarde effectieve wrijvingshoek	$\phi'_{\text{gem;d}}$	=	29,6 °

draagkrachtfactoren	$N_c = 29,3$	$N_q = 17,6$	$N_\gamma = 18,9$
vormfactoren	$s_c = 1,0$	$s_q = 1,0$	$s_\gamma = 1,0$
factor helling aanlegniveau	$b_c = 1,0$	$b_q = 1,0$	$b_\gamma = 1,0$
factor helling maaiveld	$\lambda_c = 1,0$	$\lambda_q = 1,0$	$\lambda_\gamma = 1,0$

Resultaten (gedraineerde evenwichtsvergelijking toegepast op aanlegniveau)

funderingsdruk	$\sigma'_{\max;d}$	=	0 + 168 + 215 = 383 kN/m ²
rekenwaarde maximale draagkracht	R_d	=	575 kN/m

Uitgangspunten berekeningen poer

breedte	B	=	2,00 m
lengte	L	=	2,00 m
dikte	d	=	0,60 m
gronddekking	t	=	0,60 m

Beschrijving berekeningen

Voor de berekening van de draagkracht is aangenomen dat er binnen het invloedsgebied van de fundering geen sprake is van bodemlagen waarin als gevolg van de belasting, wateroverspanningen aanwezig zijn. Met andere woorden er is sprake van een zogenaamde "gedraineerde situatie".

In het voorbeeld wordt de navolgende berekening uitgevoerd:

- gedraineerde evenwichtsvergelijking toegepast op aanlegniveau

$$R_d = \sigma'_{\max;d} \cdot A'$$

R_d : rekenwaarde weerstand tegen de belasting loodrecht op het funderingsoppervlak in kN

$\sigma'_{\max;d}$: rekenwaarde funderingsdruk op effectief funderingsoppervlak in kN/m²

A' : effectief funderingsoppervlak in m²

voor de gedraineerde toestand

$$\sigma'_{\max;d} = c'_{\text{gem;d}} N_c s_c i_c b_c \lambda_c + \sigma'_{v;z;d} N_q s_q i_q b_q \lambda_q + 0,5 \gamma'_{\text{gem;d}} b' N_\gamma s_\gamma i_\gamma b_\gamma \lambda_\gamma$$

bijdrage cohesie bijdrage gronddekking bijdrage gewicht bodem waarop wordt aangelegd

$$A' = b' \cdot l'$$

Gedraineerde evenwichtsvergelijking toegepast op aanlegniveau

Tussenresultaten

effectieve breedte	b'	=	2,00 m
effectieve lengte	l'	=	2,00 m
effectieve funderingsoppervlak	A'	=	4,00 m ²

effectieve hoek van inwendige wrijving	ϕ'_k	=	33,2 °
invloedsdiepte conform tabel 6.a	z_e	=	3,6 m
gewogen effectieve cohesie	$c'_{\text{gem;d}}$	=	0,0 kPa
verticale korrelspanning aanlegniveau	$\sigma'_{v;z;0;d}$	=	9,5 kN/m ² (bij t = 0,60 m)
gewogen effectief volumiek gewicht	$\gamma'_{\text{gem;d}}$	=	14,1 kN/m ³
rekenwaarde effectieve wrijvingshoek	$\phi'_{\text{gem;d}}$	=	29,6 °

draagkrachtfactoren	$N_c = 29,2$	$N_q = 17,6$	$N_\gamma = 18,9$
vormfactoren	$s_c = 1,5$	$s_q = 1,5$	$s_\gamma = 0,7$
factor helling aanlegniveau	$b_c = 1,0$	$b_q = 1,0$	$b_\gamma = 1,0$
factor helling maaiveld	$\lambda_c = 1,0$	$\lambda_q = 1,0$	$\lambda_\gamma = 1,0$

Resultaten (gedraineerde evenwichtsvergelijking toegepast op aanlegniveau)

funderingsdruk	$\sigma'_{\max;d}$	=	0 + 251 + 186 = 437 kN/m ²
rekenwaarde maximale draagkracht	R_d	=	1747 kN

Toelichting bodemopbouw en grondparameters

subscript, k	: representatieve / karakteristieke waarde	
subscript, d	: rekenwaarde (design)	
volumiek gewicht bij natuurlijk vochtgehalte	: γ	[par. 2.4]
verzadigd volumiek gewicht	: γ_{sat}	[par. 2.4]
effectieve hoek van inwendige wrijving	: ϕ'	
cohesie	: c'	[par. 2.4]
ongedraineerde schuifsterkte	: c_u	
primaire samendrukkingsindex	: C_c	[par. 2.4]
secundaire samendrukkingsindex	: C_α	[par. 2.4]
poriëngetal	: e	[par. 2.4]
dikte laag, j	: d_j	[par. 2.4]

Partiële factoren voor grondparameters

voor de hoek van inwendige wrijving ($\tan \phi'$)	: $\gamma_{\phi'}$	[A.3.2, tabel A.4a]
voor volumiek gewicht	: γ_γ	[A.3.2, tabel A.4a]
voor de effectieve cohesie	: $\gamma_{c'}$	[A.3.2, tabel A.4a]

Toelichting berekening weerstand

rekenwaarde maximale draagkracht	: $R_d = \sigma'_{max} * A'$	[par. 6.5]
maximale funderingsdruk	: $\sigma'_{max} = c'_{gem} N_c s_c i_c b_c \lambda_c + \sigma'_{v;z} N_q s_q i_q b_q \lambda_q + 0,5 \gamma'_{gem} b' N_\gamma s_\gamma i_\gamma b_\gamma \lambda_\gamma$	[par. 6.5]
effectief funderingsoppervlak	: $A' = b' * l'$	
effectieve breedte	: b'	
effectieve lengte	: l'	
gewogen effectieve cohesie	: c'_{gem}	
verticale korrelspanning aanlegniveau	: $\sigma'_{v;z}$	
gewogen effectief volumiek gewicht	: γ'_{gem}	
draagkrachtfactoren	: $N_c; N_q; N_\gamma$	
vormfactoren	: $s_c; s_q; s_\gamma$	
factor helling belasting	: $i_c; i_q; i_\gamma$	
factor helling maaiveld	: $\lambda_c; \lambda_q; \lambda_\gamma$	
factor helling aanlegniveau	: $b_c; b_q; b_\gamma$	

Toelichting berekening zetting

totale zetting	: $s = s_1 + s_2$	[par. 6.6.2]
primaire zetting	: $s_1 = \sum C_c / (1+e) * d_j * \log((\sigma'_{v;z;0} + \Delta \sigma'_{v;z}) / \sigma'_{v;z;0})$	[par. 6.6.2]
secundaire zetting	: $s_2 = \sum C_\alpha * d_j * \log(t_\infty / t_1)$	[par. 6.6.2]

Bron

Eurocode 7-1 (NEN 9997 - 1 + C2 : 2017)

BIJLAGE H

Berekening fundering

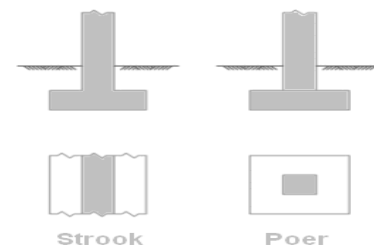
gebouw 2

Belastingen

Verticaal, centrisch

Constructie fundering

Funderingstype : stroken en poeren
Funderingsafmetingen : zie reketabellen
Aanlegniveau fundering : 66,70 m + NAP
Gronddekking : $t = 0,10 \text{ m}, 0,20 \text{ m}, 0,30 \text{ m}, 0,40 \text{ m}$



Grondwaterstand (aannname)

Voor berekening draagkracht : 65,00 m + NAP
Voor berekening zetting : 49,50 m + NAP

Bodemopbouw en grondparameters

Laag nr.	Grondsoort	Onderzijde laag [m tov NAP]	Laagdikte [m]	γ_k [kN/m ³]	$\gamma_{sat;k}$ [kN/m ³]	ϕ_k [°]	c'_k [kN/m ²]	$c_{u;k}$ [kN/m ²]	$C_{c;k}$ [-]
1	zand	66,70	0,40	17,0	19,0	30,0	0,00	0,00	0,03
2	grondverbetering	65,60	1,10	18,0	20,0	32,0	0,00	0,00	0,01
3	leem	65,50	0,10	19,0	21,0	30,0	0,00	0,00	0,04
4	leem	65,30	0,20	16,0	18,0	27,0	0,00	0,00	0,10
5	leem	64,70	0,60	15,0	17,0	26,0	0,00	0,00	0,16
6	leem	64,30	0,40	16,0	18,0	27,0	0,00	0,00	0,09
7	loss	59,50	4,80	18,0	21,0	32,0	0,00	0,00	0,03
8	leem	58,20	1,30	18,0	20,0	29,0	0,00	0,00	0,05
9	leem	57,70	0,50	16,0	18,0	27,0	0,00	0,00	0,10
10	zand	57,00	0,70	17,5	19,5	31,0	0,00	0,00	0,02
11	zand/zandgrind	--	--	20,0	22,0	37,0	0,00	0,00	0,00

Voor de berekening van de draagkracht is aangenomen dat er binnen het invloedsgebied van de fundering geen sprake is van bodemlagen waarin als gevolg van de belasting, wateroverspanningen aanwezig zijn. Met andere woorden er is sprake van een zogenaamde "gedraineerde situatie".

Partiële factoren voor grondparameters

γ_{ϕ} = 1,15
 γ_{γ} = 1,10
 $\gamma_{c'}$ = 1,60

Berekening draagkracht

De draagkracht van de ondergrond wordt berekend op basis van evenwichtsvergelijkingen.

De van toepassing zijnde evenwichtsvergelijking, is afhankelijk van de bodemopbouw, de bodemeigenschappen en het al dan niet aanwezig zijn van wateroverspanningen binnen de invloedsdiepte van de fundering.

Onder de gegeven uitgangspunten geldt dat de volgende evenwichtsvergelijking van toepassing is.

1) Gedraineerde evenwichtsvergelijking toegepast op aanlegniveau (i)

In dit geval is gedraineerde evenwichtsvergelijking toegepast op aanlegniveau maatgevend.

Niveau grondverbetering per sondering

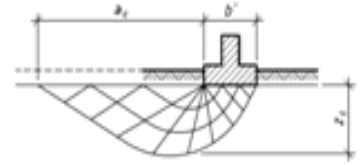
zie ook paragraaf "Grondverbetering"

Sondering [nr.]	Maaiveld [m tov NAP]	Ontgravingsniveau* [m tov NAP]	Gemeten grondwaterstand [m tov NAP]
DM-019	66,45	65,60	0,00
DM-020	66,44	65,60	0,00
DM-021	66,60	65,60	0,00
DM-022	66,62	65,60	0,00
DM-023	66,67	65,60	0,00
DM-032	67,06	65,60	0,00
DKM-033A	66,92	65,60	0,00
DM-034	67,44	65,60	0,00
DKM-035A	67,43	65,60	0,00

* Ontgravingsniveau tbv grondverbetering

Draagkracht volgens gedraineerde evenwichtsvergelijking toegepast op aanlegniveau

Tussen het aanlegniveau en de invloedstiepte van de fundering bevinden zich bodemlagen met relatief beperkte inwendige wrijvingshoekverschillen ($\phi_{\max} - \phi_{\min} \leq 6^\circ$). Aangenomen dat er geen sprake is van bodemlagen met wateroverspanningen, is de draagkracht berekend op basis van de gedraineerde evenwichtsvergelijking (i).



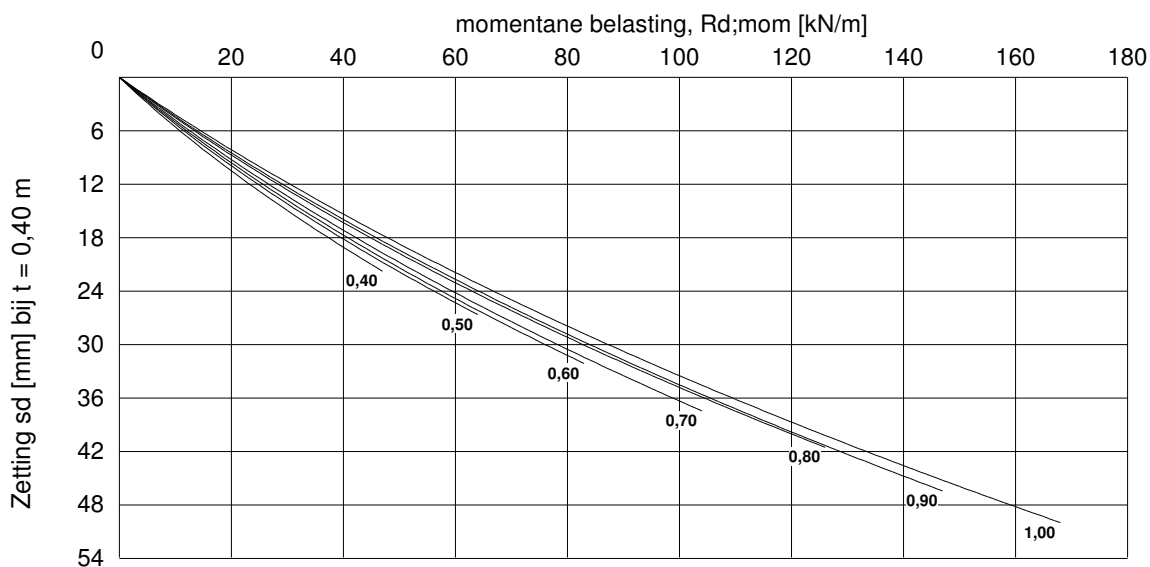
Strookafmeting B [m]	Maximale funderingsdruk aanlegniveau $\sigma'_{\max;d}$ [kN/m ²]				Draagkracht op aanlegniveau R_d [kN/m]			
	t : 0,1 m	0,2 m	0,3 m	0,4 m	t : 0,1 m	0,2 m	0,3 m	0,4 m
0,40	76	100	124	148	30	40	50	59
0,50	89	113	137	161	44	57	69	81
0,60	102	126	150	174	61	76	90	104
0,70	115	139	163	187	80	97	114	131
0,80	126	149	173	197	101	120	139	158
0,90	135	158	181	205	121	142	163	184
1,00	142	165	188	211	142	165	188	211 *

* voor deze situatie is een voorbeeldberekening toegevoegd.

Poerafmeting B * L [m * m]	Maximale funderingsdruk aanlegniveau $\sigma'_{\max;d}$ [kN/m ²]				Draagkracht op aanlegniveau R_d [kN]			
	t : 0,1 m	0,2 m	0,3 m	0,4 m	t : 0,1 m	0,2 m	0,3 m	0,4 m
0,40 * 0,40	72	107	143	179	12	17	23	29
0,50 * 0,50	81	117	152	188	20	29	38	47
0,60 * 0,60	90	126	161	197	32	45	58	71
0,70 * 0,70	99	135	170	206	48	66	83	101
0,80 * 0,80	106	142	177	212	68	91	113	135
0,90 * 0,90	112	147	181	216	91	119	147	175
1,00 * 1,00	117	151	184	218	117	151	184	218 *
1,10 * 1,10	121	154	186	219	146	186	226	265
1,20 * 1,20	124	156	188	220	178	224	270	316
1,30 * 1,30	126	157	189	220	213	266	319	372
1,40 * 1,40	128	159	190	220	251	312	372	432
1,50 * 1,50	130	160	190	221	293	361	428	496

* voor deze situatie is een voorbeeldberekening toegevoegd.

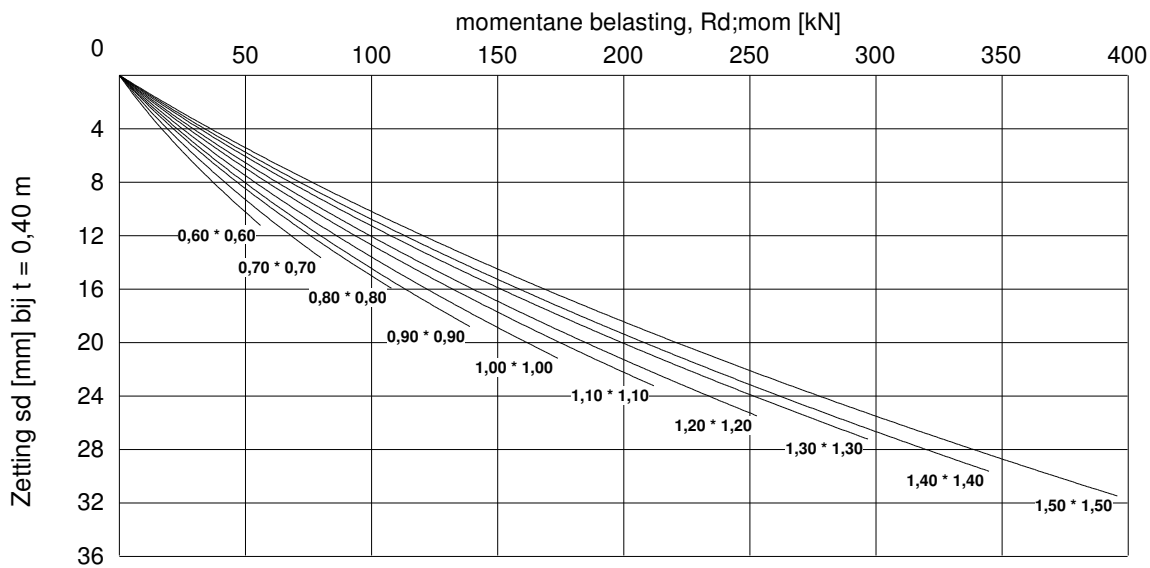
Zetting stroken



Beddingscoëfficiënt stroken

Strookafmeting B [m]	Beddingscoëfficiënt bij $t = 0,1$ m [kN/m^3]		Beddingscoëfficiënt bij $t = 0,2$ m [kN/m^3]		Beddingscoëfficiënt bij $t = 0,3$ m [kN/m^3]		Beddingscoëfficiënt bij $t = 0,4$ m [kN/m^3]	
	$k_{v;rep;stat}$	$k_{v;d;stat}$	$k_{v;rep;stat}$	$k_{v;d;stat}$	$k_{v;rep;stat}$	$k_{v;d;stat}$	$k_{v;rep;stat}$	$k_{v;d;stat}$
0,40	4000	3000	4000	3000	4000	3000	4000	3000
0,50	3500	2500	3500	2500	3500	2500	3500	2500
0,60	3000	2500	3000	2500	3000	2500	3000	2500
0,70	3000	2000	3000	2000	3000	2000	3000	2500
0,80	2500	2000	2500	2000	2500	2000	3000	2000
0,90	2500	2000	2500	2000	2500	2000	2500	2000
1,00	2500	2000	2500	2000	2500	2000	2500	2000

Zetting poeren



Beddingscoëfficiënt poeren

Poerafmeting B * L [m * m]	Beddingscoëfficiënt bij t = 0,1 m [kN/m ³]		Beddingscoëfficiënt bij t = 0,2 m [kN/m ³]		Beddingscoëfficiënt bij t = 0,3 m [kN/m ³]		Beddingscoëfficiënt bij t = 0,4 m [kN/m ³]	
	k _{v,rep;stat}	k _{v,d;stat}	k _{v,rep;stat}	k _{v,d;stat}	k _{v,rep;stat}	k _{v,d;stat}	k _{v,rep;stat}	k _{v,d;stat}
0,40 * 0,40	30000	23000	17000	13000	18000	13000	16000	13000
0,50 * 0,50	13000	10000	14000	11000	13000	10000	14000	10000
0,60 * 0,60	11000	8000	10000	8000	11000	8000	10000	8000
0,70 * 0,70	8000	6000	9000	7000	9000	7000	9000	7000
0,80 * 0,80	7000	6000	7000	6000	8000	6000	8000	6000
0,90 * 0,90	6000	5000	6000	5000	7000	5000	7000	5000
1,00 * 1,00	6000	4500	6000	4500	6000	4500	6000	4500
1,10 * 1,10	5000	4000	5000	4000	5000	4000	6000	4500
1,20 * 1,20	4500	3500	4500	3500	5000	4000	5000	4000
1,30 * 1,30	4000	3500	4500	3500	4500	3500	5000	3500
1,40 * 1,40	4000	3000	4000	3000	4500	3500	4500	3500
1,50 * 1,50	4000	3000	4000	3000	4000	3000	4000	3000

Uitgangspunten berekeningen strook

breedte	B	=	1,00 m
dikte	d	=	0,20 m
gronddekking	t	=	0,40 m

Beschrijving berekeningen

Voor de berekening van de draagkracht is aangenomen dat er binnen het invloedsgebied van de fundering geen sprake is van bodemlagen waarin als gevolg van de belasting, wateroverspanningen aanwezig zijn. Met andere woorden er is sprake van een zogenaamde "gedraineerde situatie".

In het voorbeeld wordt de navolgende berekening uitgevoerd:

- gedraineerde evenwichtsvergelijking toegepast op aanlegniveau

$$R_d = \sigma'_{\max;d} \cdot A'$$

R_d : rekenwaarde weerstand tegen de belasting loodrecht op het funderingsoppervlak in kN

$\sigma'_{\max;d}$: rekenwaarde funderingsdruk op effectief funderingsoppervlak in kN/m²

A' : effectief funderingsoppervlak in m²

voor de gedraineerde toestand

$$\sigma'_{\max;d} = c'_{\text{gem;d}} N_{cs} i_c b_c \lambda_c + \sigma'_{v;z;d} N_{qs} i_q b_q \lambda_q + 0,5 \gamma'_{\text{gem;d}} b' N_{\gamma} s_{\gamma} i_{\gamma} b_{\gamma} \lambda_{\gamma}$$

bijdrage cohesie bijdrage gronddekking bijdrage gewicht bodem waarop wordt aangelegd

$$A' = b' \cdot l'$$

Gedraineerde evenwichtsvergelijking toegepast op aanlegniveau

Tussenresultaten

effectieve breedte	b'	=	1,00 m
effectieve lengte	l'	=	1,00 m
effectieve funderingsoppervlak	A'	=	1,00 m ²

effectieve hoek van inwendige wrijving	ϕ'_k	=	31,5 °
invloedsdiepte conform tabel 6.a	z_e	=	1,7 m
gewogen effectieve cohesie	$c'_{\text{gem;d}}$	=	0,0 kPa
verticale korrelspanning aanlegniveau	$\sigma'_{v;z;0;d}$	=	6,2 kN/m ² (bij t = 0,40 m)
gewogen effectief volumiek gewicht	$\gamma'_{\text{gem;d}}$	=	16,2 kN/m ³
rekenwaarde effectieve wrijvingshoek	$\phi'_{\text{gem;d}}$	=	28,0 °

draagkrachtfactoren	$N_c = 25,9$	$N_q = 14,8$	$N_{\gamma} = 14,7$
vormfactoren	$s_c = 1,0$	$s_q = 1,0$	$s_{\gamma} = 1,0$
factor helling aanlegniveau	$b_c = 1,0$	$b_q = 1,0$	$b_{\gamma} = 1,0$
factor helling maaiveld	$\lambda_c = 1,0$	$\lambda_q = 1,0$	$\lambda_{\gamma} = 1,0$

Resultaten (gedraineerde evenwichtsvergelijking toegepast op aanlegniveau)

funderingsdruk	$\sigma'_{\max;d}$	=	0 + 91 + 119 = 211 kN/m ²
rekenwaarde maximale draagkracht	R_d	=	211 kN/m

Uitgangspunten berekeningen poer

breedte	B	=	1,00 m
lengte	L	=	1,00 m
dikte	d	=	0,20 m
gronddekking	t	=	0,40 m

Beschrijving berekeningen

Voor de berekening van de draagkracht is aangenomen dat er binnen het invloedsgebied van de fundering geen sprake is van bodemlagen waarin als gevolg van de belasting, wateroverspanningen aanwezig zijn. Met andere woorden er is sprake van een zogenaamde "gedraineerde situatie".

In het voorbeeld wordt de navolgende berekening uitgevoerd:

- gedraineerde evenwichtsvergelijking toegepast op aanlegniveau

$$R_d = \sigma'_{\max;d} \cdot A'$$

R_d : rekenwaarde weerstand tegen de belasting loodrecht op het funderingsoppervlak in kN

$\sigma'_{\max;d}$: rekenwaarde funderingsdruk op effectief funderingsoppervlak in kN/m²

A' : effectief funderingsoppervlak in m²

voor de gedraineerde toestand

$$\sigma'_{\max;d} = c'_{\text{gem;d}} N_c s_c i_c b_c \lambda_c + \sigma'_{v;z;d} N_q s_q i_q b_q \lambda_q + 0,5 \gamma'_{\text{gem;d}} b' N_\gamma s_\gamma i_\gamma b_\gamma \lambda_\gamma$$

bijdrage cohesie bijdrage gronddekking bijdrage gewicht bodem waarop wordt aangelegd

$$A' = b' \cdot l'$$

Gedraineerde evenwichtsvergelijking toegepast op aanlegniveau

Tussenresultaten

effectieve breedte	b'	=	1,00 m
effectieve lengte	l'	=	1,00 m
effectieve funderingsoppervlak	A'	=	1,00 m ²

effectieve hoek van inwendige wrijving	ϕ'_k	=	31,5 °
invloedsdiepte conform tabel 6.a	z_e	=	1,7 m
gewogen effectieve cohesie	$c'_{\text{gem;d}}$	=	0,0 kPa
verticale korrelspanning aanlegniveau	$\sigma'_{v;z;0;d}$	=	6,2 kN/m ² (bij t = 0,40 m)
gewogen effectief volumiek gewicht	$\gamma'_{\text{gem;d}}$	=	16,2 kN/m ³
rekenwaarde effectieve wrijvingshoek	$\phi'_{\text{gem;d}}$	=	28,0 °

draagkrachtfactoren	$N_c = 25,9$	$N_q = 14,8$	$N_\gamma = 14,7$
vormfactoren	$s_c = 1,5$	$s_q = 1,5$	$s_\gamma = 0,7$
factor helling aanlegniveau	$b_c = 1,0$	$b_q = 1,0$	$b_\gamma = 1,0$
factor helling maaiveld	$\lambda_c = 1,0$	$\lambda_q = 1,0$	$\lambda_\gamma = 1,0$

Resultaten (gedraineerde evenwichtsvergelijking toegepast op aanlegniveau)

funderingsdruk	$\sigma'_{\max;d}$	=	0 + 134 + 83 = 218 kN/m ²
rekenwaarde maximale draagkracht	R_d	=	218 kN

Toelichting bodemopbouw en grondparameters

subscript, k	: representatieve / karakteristieke waarde	
subscript, d	: rekenwaarde (design)	
volumiek gewicht bij natuurlijk vochtgehalte	: γ	[par. 2.4]
verzadigd volumiek gewicht	: γ_{sat}	[par. 2.4]
effectieve hoek van inwendige wrijving	: ϕ'	
cohesie	: c'	[par. 2.4]
ongedraineerde schuifsterkte	: c_u	
primaire samendrukkingsindex	: C_c	[par. 2.4]
secundaire samendrukkingsindex	: C_α	[par. 2.4]
poriëngetal	: e	[par. 2.4]
dikte laag, j	: d_j	[par. 2.4]

Partiële factoren voor grondparameters

voor de hoek van inwendige wrijving ($\tan \phi'$)	: $\gamma_{\phi'}$	[A.3.2, tabel A.4a]
voor volumiek gewicht	: γ_γ	[A.3.2, tabel A.4a]
voor de effectieve cohesie	: $\gamma_{c'}$	[A.3.2, tabel A.4a]

Toelichting berekening weerstand

rekenwaarde maximale draagkracht	: $R_d = \sigma'_{max} * A'$	[par. 6.5]
maximale funderingsdruk	: $\sigma'_{max} = c'_{gem} N_c s_c i_c b_c \lambda_c + \sigma'_{v;z} N_q s_q i_q b_q \lambda_q + 0,5 \gamma'_{gem} b' N_\gamma s_\gamma i_\gamma b_\gamma \lambda_\gamma$	[par. 6.5]
effectief funderingsoppervlak	: $A' = b' * l'$	
effectieve breedte	: b'	
effectieve lengte	: l'	
gewogen effectieve cohesie	: c'_{gem}	
verticale korrelspanning aanlegniveau	: $\sigma'_{v;z}$	
gewogen effectief volumiek gewicht	: γ'_{gem}	
draagkrachtfactoren	: $N_c; N_q; N_\gamma$	
vormfactoren	: $s_c; s_q; s_\gamma$	
factor helling belasting	: $i_c; i_q; i_\gamma$	
factor helling maaiveld	: $\lambda_c; \lambda_q; \lambda_\gamma$	
factor helling aanlegniveau	: $b_c; b_q; b_\gamma$	

Toelichting berekening zetting

totale zetting	: $s = s_1 + s_2$	[par. 6.6.2]
primaire zetting	: $s_1 = \sum C_c / (1+e) * d_j * \log((\sigma'_{v;z;0} + \Delta \sigma'_{v;z}) / \sigma'_{v;z;0})$	[par. 6.6.2]
secundaire zetting	: $s_2 = \sum C_\alpha * d_j * \log(t_\infty / t_1)$	[par. 6.6.2]

Bron

Eurocode 7-1 (NEN 9997 - 1 + C2 : 2017)



BIJLAGE I

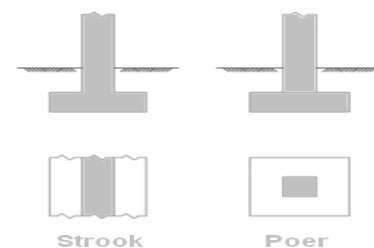
Berekening fundering gebouw 3.1 t/m 3.4

Belastingen

Verticaal, centrisch

Constructie fundering

Funderingstype : stroken en poeren
Funderingsafmetingen : zie reketabellen
Aanlegniveau fundering : 66,70 m + NAP
Gronddekking : $t = 0,10 \text{ m}, 0,20 \text{ m}, 0,30 \text{ m}, 0,40 \text{ m}$



Grondwaterstand (aanneame)

Voor berekening draagkracht : 65,00 m + NAP
Voor berekening zetting : 49,50 m + NAP
Voor berekening doorponsen : 66,70 m + NAP

Bodemopbouw en grondparameters

Laag nr.	Grondsoort	Onderzijde laag [m tov NAP]	Laagdikte [m]	γ_k [kN/m ³]	$\gamma_{\text{sat};k}$ [kN/m ³]	ϕ_k [°]	c'_k [kN/m ²]	$c_{u;k}$ [kN/m ²]	$C_{c;k}$ [-]
1	zand	66,70	0,40	17,0	19,0	30,0	0,00	0,00	0,03
2	grondverbetering	66,10	0,60	18,0	20,0	32,5	0,00	0,00	0,01
3	grondverbetering	65,00	1,10	19,0	21,5	35,0	0,00	0,00	0,00
4	leem	63,00	2,00	16,0	18,0	27,0	0,00	0,00	0,10
5	loss	56,30	6,70	18,0	21,0	32,0	0,00	0,00	0,03
6	zand/zandgrind	--	--	20,0	22,0	37,0	0,00	0,00	0,00

Voor de berekening van de draagkracht is aangenomen dat er binnen het invloedsgebied van de fundering geen sprake is van bodemlagen waarin als gevolg van de belasting, wateroverspanningen aanwezig zijn. Met andere woorden er is sprake van een zogenaamde "gedraineerde situatie".

Partiële factoren voor grondparameters

$\gamma_{\phi'}$ = 1,15
 γ_{γ} = 1,10
 $\gamma_{c'}$ = 1,60

Berekening draagkracht

De draagkracht van de ondergrond wordt berekend op basis van evenwichtsvergelijkingen.

De van toepassing zijnde evenwichtsvergelijking, is afhankelijk van de bodemopbouw, de bodemeigenschappen en het al dan niet aanwezig zijn van wateroverspanningen binnen de invloedsdiepte van de fundering.

Onder de gegeven uitgangspunten geldt dat de volgende evenwichtsvergelijkingen van toepassing zijn.

- 1) Gedraineerde evenwichtsvergelijking toegepast op aanlegniveau (i)
- 2) Gedraineerde evenwichtsvergelijking toegepast op doorponsniveau (i)

In dit geval is gedraineerde evenwichtsvergelijking toegepast op aanlegniveau maatgevend.

Niveau grondverbetering per sondering

zie ook paragraaf "Grondverbetering"

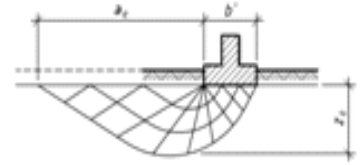
Sondering [nr.]	Maaiveld [m tov NAP]	Ontgravingsniveau* [m tov NAP]	Gemeten grondwaterstand [m tov NAP]
DM-001	66,07	65,00	0,00
DM-002	66,45	65,00	0,00
DKM-003	66,20	65,00	0,00
DM-008	66,84	65,00	0,00
DM-009	67,00	65,00	0,00
DM-010	66,76	65,00	0,00
DM-011	66,72	65,00	0,00
DM-012	67,21	65,00	0,00
DKM-018	66,67	64,20	0,00
DM-019	66,45	64,00	0,00
DM-020	66,44	65,00	0,00
DM-021	66,60	64,50	0,00

* Ontgravingsniveau tbv grondverbetering

Draagkracht volgens gedraineerde evenwichtsvergelijking toegepast op aanlegniveau

Hierna volgen de resultaten van de draagkracht volgens de gedraineerde evenwichtsvergelijking toegepast op aanlegniveau.

Aangenomen dat er geen sprake is van bodemlagen met wateroverspanningen, is de draagkracht berekend op basis van de gedraineerde evenwichtsvergelijking (i).



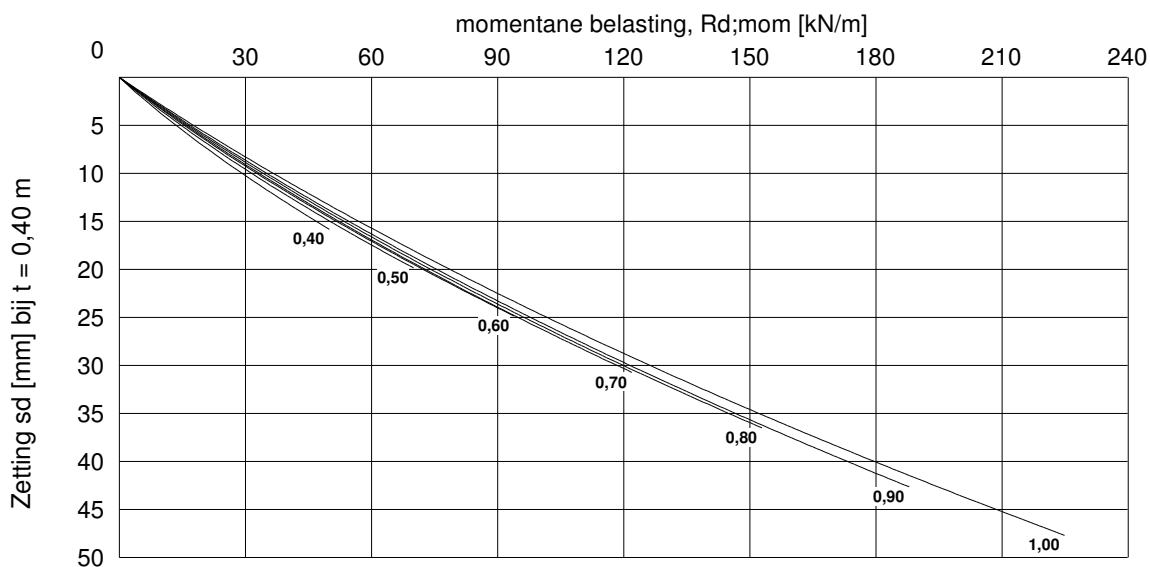
Strookafmeting B [m]	Maximale funderingsdruk aanlegniveau $\sigma'_{\max;d}$ [kN/m ²]				Draagkracht op aanlegniveau R_d [kN/m]			
	t : 0,1 m	0,2 m	0,3 m	0,4 m	t : 0,1 m	0,2 m	0,3 m	0,4 m
0,40	82	107	133	158	33	43	53	63
0,50	99	125	151	177	50	63	76	89
0,60	118	144	171	198	71	87	103	119
0,70	137	164	192	219	96	115	134	153
0,80	157	185	213	240	126	148	170	192
0,90	178	206	234	262	160	185	211	236
1,00	197	225	254	282	197	225	254	282 *

* voor deze situatie is een voorbeeldberekening toegevoegd.

Poerafmeting B * L [m * m]	Maximale funderingsdruk aanlegniveau $\sigma'_{\max;d}$ [kN/m ²]				Draagkracht op aanlegniveau R_d [kN]			
	t : 0,1 m	0,2 m	0,3 m	0,4 m	t : 0,1 m	0,2 m	0,3 m	0,4 m
0,40 * 0,40	77	115	153	191	12	18	24	31
0,50 * 0,50	90	129	167	206	22	32	42	52
0,60 * 0,60	104	143	183	223	37	52	66	80
0,70 * 0,70	118	158	199	240	58	78	98	118
0,80 * 0,80	132	174	215	257	85	111	138	164
0,90 * 0,90	147	189	231	274	119	153	187	222
1,00 * 1,00	161	203	246	289	161	203	246	289
1,10 * 1,10	170	213	255	298	206	257	309	360 *
1,20 * 1,20	177	219	261	303	255	315	376	436
1,30 * 1,30	182	223	265	306	308	377	447	517
1,40 * 1,40	186	226	267	307	364	444	523	603
1,50 * 1,50	189	229	268	308	425	514	604	693

* voor deze situatie is een voorbeeldberekening toegevoegd.

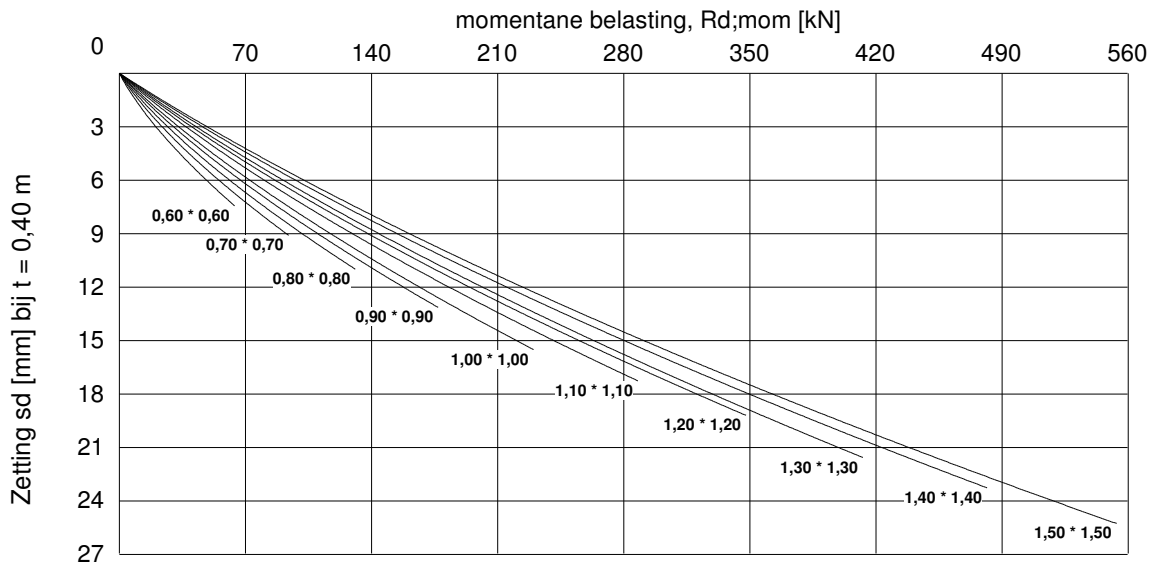
Zetting stroken



Beddingscoëfficiënt stroken

Strookafmeting B [m]	Beddingscoëfficiënt bij $t = 0,1\ m$ [kN/m^3]		Beddingscoëfficiënt bij $t = 0,2\ m$ [kN/m^3]		Beddingscoëfficiënt bij $t = 0,3\ m$ [kN/m^3]		Beddingscoëfficiënt bij $t = 0,4\ m$ [kN/m^3]	
	$k_{v,rep;stat}$	$k_{v;d;stat}$	$k_{v,rep;stat}$	$k_{v;d;stat}$	$k_{v,rep;stat}$	$k_{v;d;stat}$	$k_{v,rep;stat}$	$k_{v;d;stat}$
0,40	6000	4500	6000	4500	6000	4500	6000	4500
0,50	5000	4000	5000	4000	5000	4000	5000	4000
0,60	4500	3500	4500	3500	4500	3500	4500	3500
0,70	4000	3000	4000	3000	4000	3000	4000	3000
0,80	4000	3000	4000	3000	4000	3000	4000	3000
0,90	3500	2500	3500	2500	3500	3000	3500	3000
1,00	3500	2500	3500	2500	3500	2500	3500	2500

Zetting poeren



Beddingscoëfficiënt poeren

Poerafmeting $B * L$ [m * m]	Beddingscoëfficiënt bij $t = 0,1$ m [kN/m^3]		Beddingscoëfficiënt bij $t = 0,2$ m [kN/m^3]		Beddingscoëfficiënt bij $t = 0,3$ m [kN/m^3]		Beddingscoëfficiënt bij $t = 0,4$ m [kN/m^3]	
	$k_{v,rep;stat}$	$k_{v;d;stat}$	$k_{v,rep;stat}$	$k_{v;d;stat}$	$k_{v,rep;stat}$	$k_{v;d;stat}$	$k_{v,rep;stat}$	$k_{v;d;stat}$
0,40 * 0,40	30000	23000	34000	26000	38000	29000	26000	20000
0,50 * 0,50	28000	22000	32000	25000	22000	17000	23000	18000
0,60 * 0,60	18000	14000	19000	15000	21000	16000	18000	14000
0,70 * 0,70	16000	12000	14000	11000	15000	12000	16000	12000
0,80 * 0,80	12000	9000	13000	10000	13000	10000	14000	11000
0,90 * 0,90	11000	9000	12000	9000	13000	10000	12000	9000
1,00 * 1,00	10000	8000	11000	8000	11000	8000	11000	8000
1,10 * 1,10	10000	7000	10000	7000	10000	8000	10000	8000
1,20 * 1,20	8000	6000	9000	7000	9000	7000	9000	7000
1,30 * 1,30	8000	6000	8000	6000	8000	6000	8000	6000
1,40 * 1,40	7000	6000	8000	6000	8000	6000	8000	6000
1,50 * 1,50	7000	5000	7000	5000	7000	5000	7000	6000

Uitgangspunten berekeningen strook

breedte	B	=	1,00 m
dikte	d	=	0,20 m
gronddekking	t	=	0,40 m

Beschrijving berekeningen

Voor de berekening van de draagkracht is aangenomen dat er binnen het invloedsgebied van de fundering geen sprake is van bodemlagen waarin als gevolg van de belasting, wateroverspanningen aanwezig zijn. Met andere woorden er is sprake van een zogenaamde "gedraineerde situatie".

In het voorbeeld worden de navolgende berekeningen uitgevoerd:

- gedraineerde evenwichtsvergelijking toegepast op aanlegniveau
- gedraineerde evenwichtsvergelijking toegepast op doorponsniveau 65,00 m + NAP

$$R_d = \sigma'_{\max;d} \cdot A'$$

$$R_d = \sigma'_{\max;d} \cdot A'_{\text{pons}} - G_{\text{pons;d}} \text{ (in het geval van doorponzen is } G_{\text{pons;d}} \text{ het grondgewicht onder de fundering)}$$

R_d : rekenwaarde weerstand tegen de belasting loodrecht op het funderingsoppervlak in kN

$\sigma'_{\max;d}$: rekenwaarde funderingsdruk op effectief funderingsoppervlak in kN/m²

A' : effectief funderingsoppervlak in m²

voor de gedraineerde toestand

$$\sigma'_{\max;d} = c'_{\text{gem;d}} N_c s_c i_c b_c \lambda_c + \sigma'_{v;z;d} N_q s_q i_q b_q \lambda_q + 0,5 \gamma'_{\text{gem;d}} b' N_\gamma s_\gamma i_\gamma b_\gamma \lambda_\gamma$$

bijdrage cohesie bijdrage gronddekking bijdrage gewicht bodem waarop wordt aangelegd

$$A' = b' \cdot l'$$

Gedraineerde evenwichtsvergelijking toegepast op aanlegniveau

Tussenresultaten

effectieve breedte	b'	=	1,00 m
effectieve lengte	l'	=	1,00 m
effectieve funderingsoppervlak	A'	=	1,00 m ²

effectieve hoek van inwendige wrijving	ϕ'_k	=	33,6 °
invloedsdiepte conform tabel 6.a	z_e	=	1,8 m
gewogen effectieve cohesie	$c'_{\text{gem;d}}$	=	0,0 kPa
verticale korrelspanning aanlegniveau	$\sigma'_{v;z;0;d}$	=	6,2 kN/m ² (bij t = 0,40 m)
gewogen effectief volumiek gewicht	$\gamma'_{\text{gem;d}}$	=	16,7 kN/m ³
rekenwaarde effectieve wrijvingshoek	$\phi'_{\text{gem;d}}$	=	30,0 °

draagkrachtfactoren	$N_c = 30,2$	$N_q = 18,4$	$N_\gamma = 20,1$
vormfactoren	$s_c = 1,0$	$s_q = 1,0$	$s_\gamma = 1,0$
factor helling aanlegniveau	$b_c = 1,0$	$b_q = 1,0$	$b_\gamma = 1,0$
factor helling maaiveld	$\lambda_c = 1,0$	$\lambda_q = 1,0$	$\lambda_\gamma = 1,0$

Resultaten (gedraineerde evenwichtsvergelijking toegepast op aanlegniveau)

funderingsdruk	$\sigma'_{\max;d}$	=	0 + 114 + 168 = 282 kN/m ²
rekenwaarde maximale draagkracht	R_d	=	282 kN/m

Gedraineerde evenwichtsvergelijking toegepast op doorponsniveau 65,00 m + NAP

De maximale draagkracht bij doorponzen wordt bepaald voor het maatgevende doorponsniveau van 65,00 m + NAP

Tussenresultaten

effectieve breedte	b'	=	1,48 m
effectieve lengte	l'	=	1,00 m
effectieve funderingsoppervlak	A'	=	1,48 m ²

Project Gebouw 3.1 Vidar aan de Tunnelstraat te Geleen
 Opdracht 24SP2560
 Betreft Voorbeeldberekening - strook (doorponsen)

effectieve hoek van inwendige wrijving	ϕ'_k	=	27,0 °
invloedsdiepte conform tabel 6.a	z_e	=	2,1 m
gewogen effectieve cohesie	$c'_{gem;d}$	=	0,0 kPa
diepte zand tot doorponsniveau	d_{zand}	=	1,70 m
verticale korrelspanning doorponsniveau	$\sigma'_{v;z;0;d}$	=	21,6 kN/m ² (bij $t = 0,40$ m + $d_{zand} = 1,70$ m)
gewogen effectief volumiek gewicht	$\gamma'_{gem;d}$	=	6,4 kN/m ³
rekenwaarde effectieve wrijvingshoek	$\phi'_{gem;d}$	=	23,9 °

draagkrachtfactoren	$N_c = 19,2$	$N_q = 9,5$	$N_\gamma = 7,6$
vormfactoren	$s_c = 1,0$	$s_q = 1,0$	$s_\gamma = 1,0$
factor helling aanlegniveau	$b_c = 1,0$	$b_q = 1,0$	$b_\gamma = 1,0$
factor helling maaiveld	$\lambda_c = 1,0$	$\lambda_q = 1,0$	$\lambda_\gamma = 1,0$

Resultaten (gedraineerde evenwichtsvergelijking)

funderingsdruk	$\sigma'_{max;d}$	=	$0 + 206 + 36 = 241$ kN/m ²
draagkracht op doorponsniveau	$R_{pons;d}$	=	492 kN/m
gewicht grond boven doorponsniveau	$G_{pons;d}$	=	23 kN/m
draagkracht op aanlegniveau	R_d	=	333 kN/m

Overzicht rekenresultaten

Gedraineerde evenwichtsvergelijking toegepast op aanlegniveau	R_d	=	282 kN/m
Gedraineerde evenwichtsvergelijking toegepast op doorponsniveau	R_d	=	333 kN/m

Conclusie

Uit de berekeningsresultaten volgt dat gedraineerde evenwichtsvergelijking toegepast op aanlegniveau maatgevend is.

Uitgangspunten berekeningen poer

breedte	B	=	1,10 m
lengte	L	=	1,10 m
dikte	d	=	0,20 m
gronddekking	t	=	0,40 m

Beschrijving berekeningen

Voor de berekening van de draagkracht is aangenomen dat er binnen het invloedsgebied van de fundering geen sprake is van bodemlagen waarin als gevolg van de belasting, wateroverspanningen aanwezig zijn. Met andere woorden er is sprake van een zogenaamde "gedraineerde situatie".

In het voorbeeld worden de navolgende berekeningen uitgevoerd:

- gedraineerde evenwichtsvergelijking toegepast op aanlegniveau
- gedraineerde evenwichtsvergelijking toegepast op doorponsniveau 65,00 m + NAP

$$R_d = \sigma'_{\max;d} \cdot A'$$

$$R_d = \sigma'_{\max;d} \cdot A'_{\text{pons}} - G_{\text{pons;d}} \text{ (in het geval van doorponzen is } G_{\text{pons;d}} \text{ het grondgewicht onder de fundering)}$$

R_d : rekenwaarde weerstand tegen de belasting loodrecht op het funderingsoppervlak in kN

$\sigma'_{\max;d}$: rekenwaarde funderingsdruk op effectief funderingsoppervlak in kN/m²

A' : effectief funderingsoppervlak in m²

voor de gedraineerde toestand

$$\sigma'_{\max;d} = c'_{\text{gem;d}} N_c s_c i_c b_c \lambda_c + \sigma'_{v;z;d} N_q s_q i_q b_q \lambda_q + 0,5 \gamma'_{\text{gem;d}} b' N_\gamma s_\gamma i_\gamma b_\gamma \lambda_\gamma$$

bijdrage cohesie bijdrage gronddekking bijdrage gewicht bodem waarop wordt aangelegd

$$A' = b' \cdot l'$$

Gedraineerde evenwichtsvergelijking toegepast op aanlegniveau

Tussenresultaten

effectieve breedte	b'	=	1,10 m
effectieve lengte	l'	=	1,10 m
effectieve funderingsoppervlak	A'	=	1,21 m ²
effectieve hoek van inwendige wrijving	ϕ'_k	=	33,6 °
invloedsdiepte conform tabel 6.a	z_e	=	2,0 m
gewogen effectieve cohesie	$c'_{\text{gem;d}}$	=	0,0 kPa
verticale korrelspanning aanlegniveau	$\sigma'_{v;z;0;d}$	=	6,2 kN/m ² (bij t = 0,40 m)
gewogen effectief volumiek gewicht	$\gamma'_{\text{gem;d}}$	=	16,6 kN/m ³
rekenwaarde effectieve wrijvingshoek	$\phi'_{\text{gem;d}}$	=	30,0 °
draagkrachtfactoren	$N_c = 30,1$	$N_q = 18,3$	$N_\gamma = 20,0$
vormfactoren	$s_c = 1,5$	$s_q = 1,5$	$s_\gamma = 0,7$
factor helling aanlegniveau	$b_c = 1,0$	$b_q = 1,0$	$b_\gamma = 1,0$
factor helling maaiveld	$\lambda_c = 1,0$	$\lambda_q = 1,0$	$\lambda_\gamma = 1,0$

Resultaten (gedraineerde evenwichtsvergelijking toegepast op aanlegniveau)

funderingsdruk $\sigma'_{\max;d} = 0 + 170 + 128 = 298 \text{ kN/m}^2$

rekenwaarde maximale draagkracht $R_d = 360 \text{ kN}$

Gedraineerde evenwichtsvergelijking toegepast op doorponsniveau 65,00 m + NAP

De maximale draagkracht bij doorponzen wordt bepaald voor het maatgevende doorponsniveau van 65,00 m + NAP

Tussenresultaten

effectieve breedte	b'	=	1,58 m
effectieve lengte	l'	=	1,58 m
effectieve funderingsoppervlak	A'	=	2,49 m ²

Project Gebouw 3.1 Vidar aan de Tunnelstraat te Geleen
 Opdracht 24SP2560
 Betreft Voorbeeldberekening - poer (doorponsen)

effectieve hoek van inwendige wrijving	ϕ'_k	=	27,1 °
invloedsdiepte conform tabel 6.a	z_e	=	2,3 m
gewogen effectieve cohesie	$c'_{gem;d}$	=	0,0 kPa
diepte zand tot doorponsniveau	d_{zand}	=	1,70 m
verticale korrelspanning doorponsniveau	$\sigma'_{v;z;0;d}$	=	21,6 kN/m ² (bij $t = 0,40$ m + $d_{zand} = 1,70$ m)
gewogen effectief volumiek gewicht	$\gamma'_{gem;d}$	=	6,4 kN/m ³
rekenwaarde effectieve wrijvingshoek	$\phi'_{gem;d}$	=	24,0 °

draagkrachtfactoren	$N_c = 19,3$	$N_q = 9,6$	$N_\gamma = 7,6$
vormfactoren	$s_c = 1,5$	$s_q = 1,4$	$s_\gamma = 0,7$
factor helling aanlegniveau	$b_c = 1,0$	$b_q = 1,0$	$b_\gamma = 1,0$
factor helling maaiveld	$\lambda_c = 1,0$	$\lambda_q = 1,0$	$\lambda_\gamma = 1,0$

Resultaten (gedraineerde evenwichtsvergelijking)

funderingsdruk	$\sigma'_{max;d}$	=	$0 + 291 + 27 = 318$ kN/m ²
draagkracht op doorponsniveau	$R_{pons;d}$	=	1557 kN
gewicht grond boven doorponsniveau	$G_{pons;d}$	=	34 kN
draagkracht op aanlegniveau	R_d	=	757 kN

Overzicht rekenresultaten

Gedraineerde evenwichtsvergelijking toegepast op aanlegniveau	R_d	=	360 kN
Gedraineerde evenwichtsvergelijking toegepast op doorponsniveau	R_d	=	757 kN

Conclusie

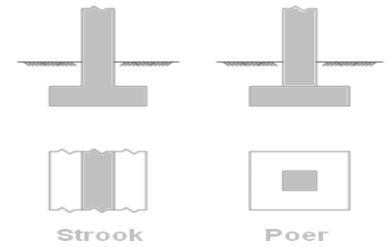
Uit de berekeningsresultaten volgt dat gedraineerde evenwichtsvergelijking toegepast op aanlegniveau maatgevend is.

Belastingen

Verticaal, centrisch

Constructie fundering

Funderingstype : stroken en poeren
Funderingsafmetingen : zie reketabellen
Aanlegniveau fundering : 66,70 m + NAP
Gronddekking : $t = 0,10 \text{ m}, 0,20 \text{ m}, 0,30 \text{ m}, 0,40 \text{ m}$



Grondwaterstand (aanname)

Voor berekening draagkracht : 65,00 m + NAP
Voor berekening zetting : 49,50 m + NAP
Voor berekening doorponsen : 65,00 m + NAP

Bodemopbouw en grondparameters

Laag nr.	Grondsoort	Onderzijde laag [m tov NAP]	Laagdikte [m]	γ_k [kN/m ³]	$\gamma_{\text{sat};k}$ [kN/m ³]	ϕ_k [°]	c'_k [kN/m ²]	$c_{u;k}$ [kN/m ²]	$C_{c;k}$ [-]
1	zand	66,70	0,40	17,0	19,0	30,0	0,00	0,00	0,03
2	grondverbetering	66,10	0,60	18,0	20,0	32,0	0,00	0,00	0,01
3	grondverbetering	65,50	0,60	18,5	21,0	34,0	0,00	0,00	0,01
4	leem	65,00	0,50	18,0	20,0	29,0	0,00	0,00	0,05
5	leem	63,30	1,70	15,0	17,0	26,0	0,00	0,00	0,14
6	loss	56,00	7,30	18,0	21,0	32,0	0,00	0,00	0,03
7	zand/zandgrind	--	--	20,0	22,0	37,0	0,00	0,00	0,00

Voor de berekening van de draagkracht is aangenomen dat er binnen het invloedsgebied van de fundering geen sprake is van bodemlagen waarin als gevolg van de belasting, wateroverspanningen aanwezig zijn. Met andere woorden er is sprake van een zogenaamde "gedraineerde situatie".

Partiële factoren voor grondparameters

$\gamma_{\phi'}$ = 1,15
 γ_{γ} = 1,10
 $\gamma_{c'}$ = 1,60

Berekening draagkracht

De draagkracht van de ondergrond wordt berekend op basis van evenwichtsvergelijkingen.

De van toepassing zijnde evenwichtsvergelijking, is afhankelijk van de bodemopbouw, de bodemeigenschappen en het al dan niet aanwezig zijn van wateroverspanningen binnen de invloedsdiepte van de fundering.

Onder de gegeven uitgangspunten geldt dat de volgende evenwichtsvergelijkingen van toepassing zijn.

- 1) Gedraineerde evenwichtsvergelijking toegepast op aanlegniveau (i)
- 2) Gedraineerde evenwichtsvergelijking toegepast op doorponsniveau (i)

In dit geval is gedraineerde evenwichtsvergelijking toegepast op aanlegniveau maatgevend.

Niveau grondverbetering per sondering

zie ook paragraaf "Grondverbetering"

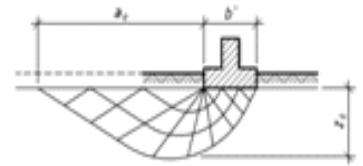
Sondering [nr.]	Maaiveld [m tov NAP]	Ontgravingsniveau* [m tov NAP]	Gemeten grondwaterstand [m tov NAP]
DM-004	66,29	65,00	--
DM-005	66,65	65,50	--
DM-006	67,01	65,50	--
DM-007	66,91	65,50	--
DM-008	66,84	65,50	--
DM-012	67,21	65,00	0,00
DM-013	67,02	65,50	--
DM-014	67,02	64,80	--
DM-015	67,97	65,50	--
DKM-016A	67,21	65,50	--
DM-017	67,11	65,00	--

* Ontgravingsniveau tbv grondverbetering

Draagkracht volgens gedraineerde evenwichtsvergelijking toegepast op aanlegniveau

Hierna volgen de resultaten van de draagkracht volgens de gedraineerde evenwichtsvergelijking toegepast op aanlegniveau.

Aangenomen dat er geen sprake is van bodemlagen met wateroverspanningen, is de draagkracht berekend op basis van de gedraineerde evenwichtsvergelijking (i).



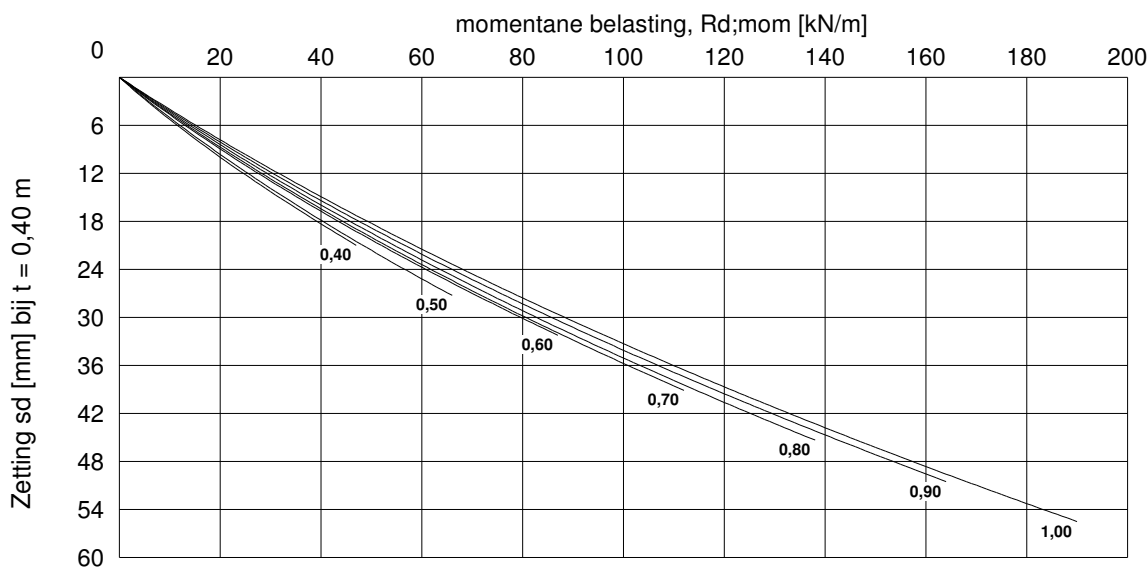
Strookafmeting B [m]	Maximale funderingsdruk aanlegniveau $\sigma'_{\max;d}$ [kN/m ²]				Draagkracht op aanlegniveau R_d [kN/m]			
	t : 0,1 m	0,2 m	0,3 m	0,4 m	t : 0,1 m	0,2 m	0,3 m	0,4 m
0,40	76	100	125	149	31	40	50	60
0,50	91	116	140	165	46	58	70	83
0,60	107	132	157	182	64	79	94	109
0,70	124	150	175	200	87	105	123	140
0,80	139	165	190	216	111	132	152	173
0,90	152	177	203	228	137	160	182	205
1,00	163	189	214	239	163	189	214	239 *

* voor deze situatie is een voorbeeldberekening toegevoegd.

Poerafmeting B * L [m * m]	Maximale funderingsdruk aanlegniveau $\sigma'_{\max;d}$ [kN/m ²]				Draagkracht op aanlegniveau R_d [kN]			
	t : 0,1 m	0,2 m	0,3 m	0,4 m	t : 0,1 m	0,2 m	0,3 m	0,4 m
0,40 * 0,40	72	108	144	179	12	17	23	29
0,50 * 0,50	83	119	156	192	21	30	39	48
0,60 * 0,60	95	132	169	206	34	47	61	74
0,70 * 0,70	107	145	182	220	52	71	89	108
0,80 * 0,80	117	155	193	231	75	99	124	148
0,90 * 0,90	126	164	202	239	102	133	163	194
1,00 * 1,00	134	171	208	245	134	171	208	245
1,10 * 1,10	140	177	213	250	169	214	258	302
1,20 * 1,20	144	180	216	252	208	259	311	362 *
1,30 * 1,30	147	182	218	253	249	308	368	427
1,40 * 1,40	150	184	218	253	294	361	428	495
1,50 * 1,50	152	185	219	253	342	417	493	568

* voor deze situatie is een voorbeeldberekening toegevoegd.

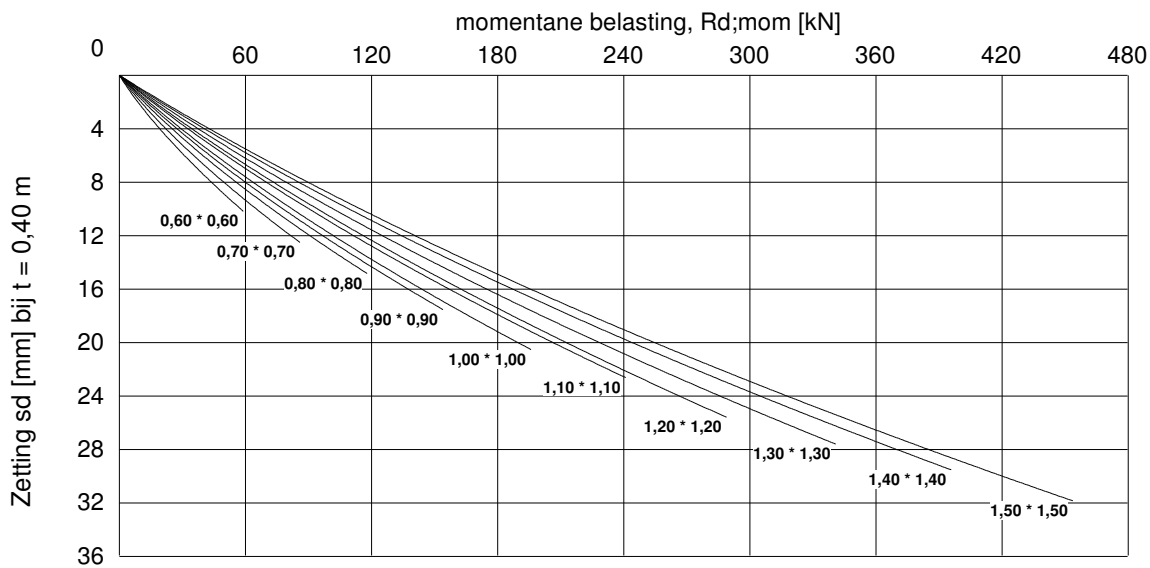
Zetting stroken



Beddingscoëfficiënt stroken

Strookafmeting B [m]	Beddingscoëfficiënt bij $t = 0,1$ m [kN/m ³]		Beddingscoëfficiënt bij $t = 0,2$ m [kN/m ³]		Beddingscoëfficiënt bij $t = 0,3$ m [kN/m ³]		Beddingscoëfficiënt bij $t = 0,4$ m [kN/m ³]	
	$k_{v;rep;stat}$	$k_{v;d;stat}$	$k_{v;rep;stat}$	$k_{v;d;stat}$	$k_{v;rep;stat}$	$k_{v;d;stat}$	$k_{v;rep;stat}$	$k_{v;d;stat}$
0,40	4000	3000	4000	3000	4000	3000	4000	3000
0,50	3500	2500	3500	2500	3500	3000	3500	3000
0,60	3000	2500	3500	2500	3000	2500	3500	2500
0,70	3000	2000	3000	2500	3000	2500	3000	2500
0,80	2500	2000	2500	2000	3000	2000	3000	2000
0,90	2500	2000	2500	2000	2500	2000	2500	2000
1,00	2500	2000	2500	2000	2500	2000	2500	2000

Zetting poeren



Beddingscoëfficiënt poeren

Poerafmeting B * L [m * m]	Beddingscoëfficiënt bij $t = 0,1$ m [kN/m^3]		Beddingscoëfficiënt bij $t = 0,2$ m [kN/m^3]		Beddingscoëfficiënt bij $t = 0,3$ m [kN/m^3]		Beddingscoëfficiënt bij $t = 0,4$ m [kN/m^3]	
	$k_{v;rep;stat}$	$k_{v;d;stat}$	$k_{v;rep;stat}$	$k_{v;d;stat}$	$k_{v;rep;stat}$	$k_{v;d;stat}$	$k_{v;rep;stat}$	$k_{v;d;stat}$
0,40 * 0,40	22000	17000	24000	19000	18000	14000	19000	14000
0,50 * 0,50	19000	15000	14000	11000	15000	11000	15000	12000
0,60 * 0,60	12000	9000	13000	10000	13000	10000	12000	9000
0,70 * 0,70	10000	8000	11000	8000	10000	8000	10000	8000
0,80 * 0,80	9000	7000	9000	7000	9000	7000	9000	7000
0,90 * 0,90	7000	6000	8000	6000	8000	6000	8000	6000
1,00 * 1,00	7000	5000	7000	5000	7000	5000	7000	5000
1,10 * 1,10	6000	4500	6000	4500	6000	5000	7000	5000
1,20 * 1,20	5000	4000	6000	4500	6000	4500	6000	4500
1,30 * 1,30	5000	4000	5000	4000	5000	4000	5000	4000
1,40 * 1,40	4500	3500	5000	3500	5000	4000	5000	4000
1,50 * 1,50	4500	3500	4500	3500	4500	3500	4500	3500

Uitgangspunten berekeningen strook

breedte	B	=	1,00 m
dikte	d	=	0,20 m
gronddekking	t	=	0,40 m

Beschrijving berekeningen

Voor de berekening van de draagkracht is aangenomen dat er binnen het invloedsgebied van de fundering geen sprake is van bodemlagen waarin als gevolg van de belasting, wateroverspanningen aanwezig zijn. Met andere woorden er is sprake van een zogenaamde "gedraineerde situatie".

In het voorbeeld worden de navolgende berekeningen uitgevoerd:

- gedraineerde evenwichtsvergelijking toegepast op aanlegniveau
- gedraineerde evenwichtsvergelijking toegepast op doorponsniveau 65,00 m + NAP

$$R_d = \sigma'_{\max;d} \cdot A'$$

$$R_d = \sigma'_{\max;d} \cdot A'_{\text{pons}} - G_{\text{pons;d}} \text{ (in het geval van doorponzen is } G_{\text{pons;d}} \text{ het grondgewicht onder de fundering)}$$

R_d : rekenwaarde weerstand tegen de belasting loodrecht op het funderingsoppervlak in kN

$\sigma'_{\max;d}$: rekenwaarde funderingsdruk op effectief funderingsoppervlak in kN/m²

A' : effectief funderingsoppervlak in m²

voor de gedraineerde toestand

$$\sigma'_{\max;d} = c'_{\text{gem;d}} N_c s_c i_c b_c \lambda_c + \sigma'_{v;z;d} N_q s_q i_q b_q \lambda_q + 0,5 \gamma'_{\text{gem;d}} b' N_\gamma s_\gamma i_\gamma b_\gamma \lambda_\gamma$$

bijdrage cohesie bijdrage gronddekking bijdrage gewicht bodem waarop wordt aangelegd

$$A' = b' \cdot l'$$

Gedraineerde evenwichtsvergelijking toegepast op aanlegniveau

Tussenresultaten

effectieve breedte	b'	=	1,00 m
effectieve lengte	l'	=	1,00 m
effectieve funderingsoppervlak	A'	=	1,00 m ²
effectieve hoek van inwendige wrijving	ϕ'_k	=	32,4 °
invloedsdiepte conform tabel 6.a	z_e	=	1,7 m
gewogen effectieve cohesie	$c'_{\text{gem;d}}$	=	0,0 kPa
verticale korrelspanning aanlegniveau	$\sigma'_{v;z;0;d}$	=	6,2 kN/m ² (bij t = 0,40 m)
gewogen effectief volumiek gewicht	$\gamma'_{\text{gem;d}}$	=	16,5 kN/m ³
rekenwaarde effectieve wrijvingshoek	$\phi'_{\text{gem;d}}$	=	28,9 °
draagkrachtfactoren	$N_c = 27,6$	$N_q = 16,2$	$N_\gamma = 16,8$
vormfactoren	$s_c = 1,0$	$s_q = 1,0$	$s_\gamma = 1,0$
factor helling aanlegniveau	$b_c = 1,0$	$b_q = 1,0$	$b_\gamma = 1,0$
factor helling maaiveld	$\lambda_c = 1,0$	$\lambda_q = 1,0$	$\lambda_\gamma = 1,0$

Resultaten (gedraineerde evenwichtsvergelijking toegepast op aanlegniveau)

funderingsdruk $\sigma'_{\max;d} = 0 + 100 + 138 = 239 \text{ kN/m}^2$

rekenwaarde maximale draagkracht $R_d = 239 \text{ kN/m}$

Gedraineerde evenwichtsvergelijking toegepast op doorponsniveau 65,00 m + NAP

De maximale draagkracht bij doorponzen wordt bepaald voor het maatgevende doorponsniveau van 65,00 m + NAP

Tussenresultaten

effectieve breedte	b'	=	1,48 m
effectieve lengte	l'	=	1,00 m
effectieve funderingsoppervlak	A'	=	1,48 m ²

Project Gebouw 3.2 Vidar aan de Tunnelstraat te Geleen
Opdracht 24SP2560
Betreft Voorbeeldberekening - strook (doorponsen)

effectieve hoek van inwendige wrijving	ϕ'_k	=	26,2 °
invloedsdiepte conform tabel 6.a	z_e	=	2,1 m
gewogen effectieve cohesie	$c'_{gem;d}$	=	0,0 kPa
diepte zand tot doorponsniveau	d_{zand}	=	1,70 m
verticale korrelspanning doorponsniveau	$\sigma'_{v;z;0;d}$	=	34,3 kN/m ² (bij $t = 0,40$ m + $d_{zand} = 1,70$ m)
gewogen effectief volumiek gewicht	$\gamma'_{gem;d}$	=	5,6 kN/m ³
rekenwaarde effectieve wrijvingshoek	$\phi'_{gem;d}$	=	23,2 °

draagkrachtfactoren	$N_c = 18,3$	$N_q = 8,8$	$N_\gamma = 6,7$
vormfactoren	$s_c = 1,0$	$s_q = 1,0$	$s_\gamma = 1,0$
factor helling aanlegniveau	$b_c = 1,0$	$b_q = 1,0$	$b_\gamma = 1,0$
factor helling maaiveld	$\lambda_c = 1,0$	$\lambda_q = 1,0$	$\lambda_\gamma = 1,0$

Resultaten (gedraineerde evenwichtsvergelijking)

funderingsdruk	$\sigma'_{max;d}$	=	$0 + 302 + 28 = 330$ kN/m ²
draagkracht op doorponsniveau	$R_{pons;d}$	=	663 kN/m
gewicht grond boven doorponsniveau	$G_{pons;d}$	=	38 kN/m
draagkracht op aanlegniveau	R_d	=	449 kN/m

Overzicht rekenresultaten

Gedraineerde evenwichtsvergelijking toegepast op aanlegniveau	R_d	=	239 kN/m
Gedraineerde evenwichtsvergelijking toegepast op doorponsniveau	R_d	=	449 kN/m

Conclusie

Uit de berekeningsresultaten volgt dat gedraineerde evenwichtsvergelijking toegepast op aanlegniveau maatgevend is.

Uitgangspunten berekeningen poer

breedte	B	=	1,20 m
lengte	L	=	1,20 m
dikte	d	=	0,20 m
gronddekking	t	=	0,40 m

Beschrijving berekeningen

Voor de berekening van de draagkracht is aangenomen dat er binnen het invloedsgebied van de fundering geen sprake is van bodemlagen waarin als gevolg van de belasting, wateroverspanningen aanwezig zijn. Met andere woorden er is sprake van een zogenaamde "gedraineerde situatie".

In het voorbeeld worden de navolgende berekeningen uitgevoerd:

- gedraineerde evenwichtsvergelijking toegepast op aanlegniveau
- gedraineerde evenwichtsvergelijking toegepast op doorponsniveau 65,00 m + NAP

$$R_d = \sigma'_{\max;d} \cdot A'$$

$$R_d = \sigma'_{\max;d} \cdot A'_{\text{pons}} - G_{\text{pons;d}} \text{ (in het geval van doorponzen is } G_{\text{pons;d}} \text{ het grondgewicht onder de fundering)}$$

R_d : rekenwaarde weerstand tegen de belasting loodrecht op het funderingsoppervlak in kN

$\sigma'_{\max;d}$: rekenwaarde funderingsdruk op effectief funderingsoppervlak in kN/m²

A' : effectief funderingsoppervlak in m²

voor de gedraineerde toestand

$$\sigma'_{\max;d} = c'_{\text{gem;d}} N_c s_c i_c b_c \lambda_c + \sigma'_{v;z;d} N_q s_q i_q b_q \lambda_q + 0,5 \gamma'_{\text{gem;d}} b' N_\gamma s_\gamma i_\gamma b_\gamma \lambda_\gamma$$

bijdrage cohesie bijdrage gronddekking bijdrage gewicht bodem waarop wordt aangelegd

$$A' = b' \cdot l'$$

Gedraineerde evenwichtsvergelijking toegepast op aanlegniveau

Tussenresultaten

effectieve breedte	b'	=	1,20 m
effectieve lengte	l'	=	1,20 m
effectieve funderingsoppervlak	A'	=	1,44 m ²

effectieve hoek van inwendige wrijving	ϕ'_k	=	32,0 °
invloedsdiepte conform tabel 6.a	z_e	=	2,1 m
gewogen effectieve cohesie	$c'_{\text{gem;d}}$	=	0,0 kPa
verticale korrelspanning aanlegniveau	$\sigma'_{v;z;0;d}$	=	6,2 kN/m ² (bij t = 0,40 m)
gewogen effectief volumiek gewicht	$\gamma'_{\text{gem;d}}$	=	16,2 kN/m ³
rekenwaarde effectieve wrijvingshoek	$\phi'_{\text{gem;d}}$	=	28,6 °

draagkrachtfactoren	$N_c = 26,9$	$N_q = 15,7$	$N_\gamma = 16,0$
vormfactoren	$s_c = 1,5$	$s_q = 1,5$	$s_\gamma = 0,7$
factor helling aanlegniveau	$b_c = 1,0$	$b_q = 1,0$	$b_\gamma = 1,0$
factor helling maaiveld	$\lambda_c = 1,0$	$\lambda_q = 1,0$	$\lambda_\gamma = 1,0$

Resultaten (gedraineerde evenwichtsvergelijking toegepast op aanlegniveau)

funderingsdruk	$\sigma'_{\max;d}$	=	0 + 143 + 109 = 252 kN/m ²
rekenwaarde maximale draagkracht	R_d	=	362 kN

Gedraineerde evenwichtsvergelijking toegepast op doorponsniveau 65,00 m + NAP

De maximale draagkracht bij doorponzen wordt bepaald voor het maatgevende doorponsniveau van 65,00 m + NAP

Tussenresultaten

effectieve breedte	b'	=	1,68 m
effectieve lengte	l'	=	1,68 m
effectieve funderingsoppervlak	A'	=	2,82 m ²

Project Gebouw 3.2 Vidar aan de Tunnelstraat te Geleen
Opdracht 24SP2560
Betreft Voorbeeldberekening - poer (doorponsen)

effectieve hoek van inwendige wrijving	ϕ'_k	=	26,5 °
invloedsdiepte conform tabel 6.a	z_e	=	2,4 m
gewogen effectieve cohesie	$c'_{gem;d}$	=	0,0 kPa
diepte zand tot doorponsniveau	d_{zand}	=	1,70 m
verticale korrelspanning doorponsniveau	$\sigma'_{v;z;0;d}$	=	34,3 kN/m ² (bij $t = 0,40$ m + $d_{zand} = 1,70$ m)
gewogen effectief volumiek gewicht	$\gamma'_{gem;d}$	=	5,8 kN/m ³
rekenwaarde effectieve wrijvingshoek	$\phi'_{gem;d}$	=	23,4 °

draagkrachtfactoren	$N_c = 18,6$	$N_q = 9,1$	$N_\gamma = 7,0$
vormfactoren	$s_c = 1,4$	$s_q = 1,4$	$s_\gamma = 0,7$
factor helling aanlegniveau	$b_c = 1,0$	$b_q = 1,0$	$b_\gamma = 1,0$
factor helling maaiveld	$\lambda_c = 1,0$	$\lambda_q = 1,0$	$\lambda_\gamma = 1,0$

Resultaten (gedraineerde evenwichtsvergelijking)

funderingsdruk	$\sigma'_{max;d}$	=	$0 + 434 + 24 = 458$ kN/m ²
draagkracht op doorponsniveau	$R_{pons;d}$	=	2395 kN
gewicht grond boven doorponsniveau	$G_{pons;d}$	=	65 kN
draagkracht op aanlegniveau	R_d	=	1225 kN

Overzicht rekenresultaten

Gedraineerde evenwichtsvergelijking toegepast op aanlegniveau	R_d	=	362 kN
Gedraineerde evenwichtsvergelijking toegepast op doorponsniveau	R_d	=	1225 kN

Conclusie

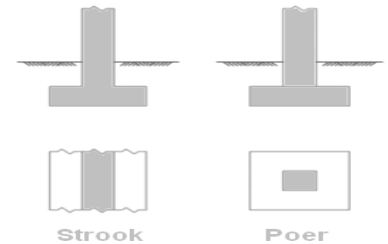
Uit de berekeningsresultaten volgt dat gedraineerde evenwichtsvergelijking toegepast op aanlegniveau maatgevend is.

Belastingen

Verticaal, centrisch

Constructie fundering

Funderingstype : stroken en poeren
 Funderingsafmetingen : zie reketabellen
 Aanlegniveau fundering : 66,70 m + NAP
 Gronddekking : $t = 0,10 \text{ m}, 0,20 \text{ m}, 0,30 \text{ m}, 0,40 \text{ m}$



Grondwaterstand (aanname)

Voor berekening draagkracht : 65,00 m + NAP
 Voor berekening zetting : 49,50 m + NAP
 Voor berekening doorponsen : 65,00 m + NAP

Bodemopbouw en grondparameters

Laag nr.	Grondsoort	Onderzijde laag [m tov NAP]	Laagdikte [m]	γ_k [kN/m ³]	$\gamma_{\text{sat};k}$ [kN/m ³]	ϕ_k [°]	c'_k [kN/m ²]	$c_{u;k}$ [kN/m ²]	$C_{c;k}$ [-]
1	zand	66,70	0,40	17,0	19,0	30,0	0,00	0,00	0,03
2	grondverbetering	66,10	0,60	18,0	20,0	32,0	0,00	0,00	0,01
3	grondverbetering	65,50	0,60	18,5	21,0	34,0	0,00	0,00	0,01
4	leem	64,50	1,00	18,0	20,0	29,0	0,00	0,00	0,05
5	leem	63,50	1,00	15,0	17,0	26,0	0,00	0,00	0,14
6	loss	56,00	7,50	18,0	21,0	32,0	0,00	0,00	0,03
7	zand/zandgrind	--	--	20,0	22,0	37,0	0,00	0,00	0,00

Voor de berekening van de draagkracht is aangenomen dat er binnen het invloedsgebied van de fundering geen sprake is van bodemlagen waarin als gevolg van de belasting, wateroverspanningen aanwezig zijn. Met andere woorden er is sprake van een zogenaamde "gedraineerde situatie".

Partiële factoren voor grondparameters

$\gamma_{\phi'}$ = 1,15
 γ_{γ} = 1,10
 $\gamma_{c'}$ = 1,60

Berekening draagkracht

De draagkracht van de ondergrond wordt berekend op basis van evenwichtsvergelijkingen.

De van toepassing zijnde evenwichtsvergelijking, is afhankelijk van de bodemopbouw, de bodemeigenschappen en het al dan niet aanwezig zijn van wateroverspanningen binnen de invloedsdiepte van de fundering.

Onder de gegeven uitgangspunten geldt dat de volgende evenwichtsvergelijkingen van toepassing zijn.

- 1) Gedraineerde evenwichtsvergelijking toegepast op aanlegniveau (i)
- 2) Gedraineerde evenwichtsvergelijking toegepast op doorponsniveau (i)

In dit geval is gedraineerde evenwichtsvergelijking toegepast op aanlegniveau maatgevend.

Niveau grondverbetering per sondering

zie ook paragraaf "Grondverbetering"

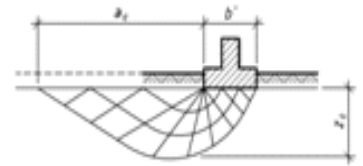
Sondering [nr.]	Maaiveld [m tov NAP]	Ontgravingsniveau* [m tov NAP]
DM-024	66,60	63,80
DM-025	67,08	63,20
DM-026	67,19	65,50
DM-027	68,12	65,50
DKM-028	68,09	65,50
DM-029	68,24	65,50
DM-030	67,97	65,50
DM-031	67,05	65,50
DM-036	67,47	65,00
DM-037	68,18	65,00

* Ontgravingsniveau tbv grondverbetering

Draagkracht volgens gedraineerde evenwichtsvergelijking toegepast op aanlegniveau

Hierna volgen de resultaten van de draagkracht volgens de gedraineerde evenwichtsvergelijking toegepast op aanlegniveau.

Aangenomen dat er geen sprake is van bodemlagen met wateroverspanningen, is de draagkracht berekend op basis van de gedraineerde evenwichtsvergelijking (i).



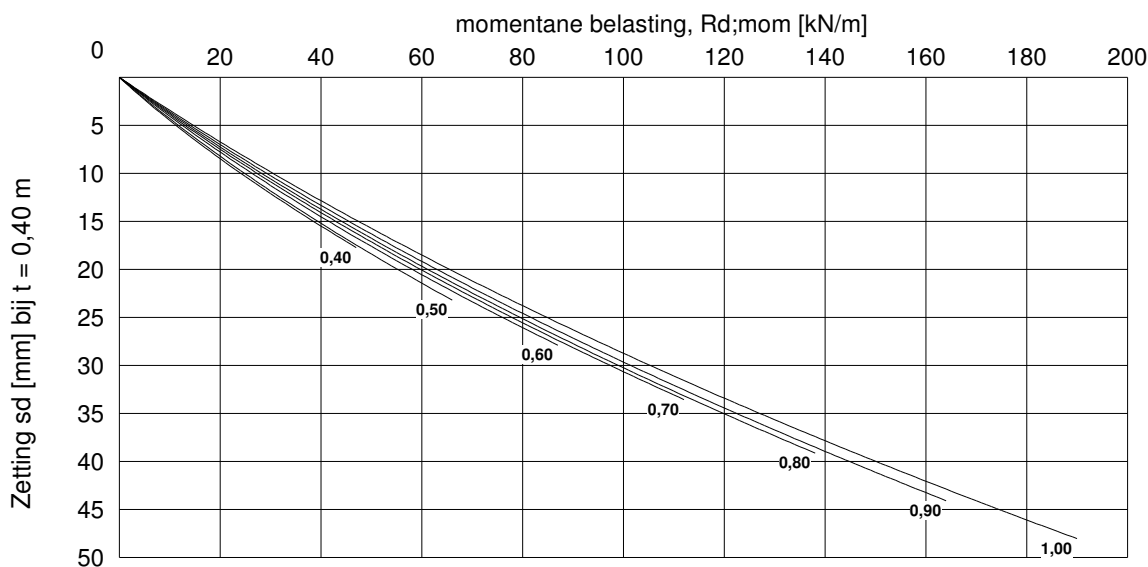
Strookafmeting B [m]	Maximale funderingsdruk aanlegniveau $\sigma'_{\max;d}$ [kN/m ²]				Draagkracht op aanlegniveau R_d [kN/m]			
	t : 0,1 m	0,2 m	0,3 m	0,4 m	t : 0,1 m	0,2 m	0,3 m	0,4 m
0,40	76	100	125	149	31	40	50	60
0,50	91	116	140	165	46	58	70	83
0,60	107	132	157	182	64	79	94	109
0,70	124	150	175	200	87	105	123	140
0,80	139	165	190	216	111	132	152	173
0,90	152	177	203	228	137	160	182	205
1,00	164	189	214	239	164	189	214	239 *

* voor deze situatie is een voorbeeldberekening toegevoegd.

Poerafmeting B * L [m * m]	Maximale funderingsdruk aanlegniveau $\sigma'_{\max;d}$ [kN/m ²]				Draagkracht op aanlegniveau R_d [kN]			
	t : 0,1 m	0,2 m	0,3 m	0,4 m	t : 0,1 m	0,2 m	0,3 m	0,4 m
0,40 * 0,40	72	108	144	179	12	17	23	29
0,50 * 0,50	83	119	156	192	21	30	39	48
0,60 * 0,60	95	132	169	206	34	47	61	74
0,70 * 0,70	107	145	182	220	52	71	89	108
0,80 * 0,80	117	155	193	231	75	99	124	148
0,90 * 0,90	126	164	202	239	102	133	163	194
1,00 * 1,00	134	171	208	246	134	171	208	246
1,10 * 1,10	141	177	214	251	170	215	259	303
1,20 * 1,20	147	183	219	255	211	263	315	367 *
1,30 * 1,30	152	187	223	258	256	316	376	437
1,40 * 1,40	156	191	226	261	305	374	442	511
1,50 * 1,50	159	193	228	262	357	435	512	590

* voor deze situatie is een voorbeeldberekening toegevoegd.

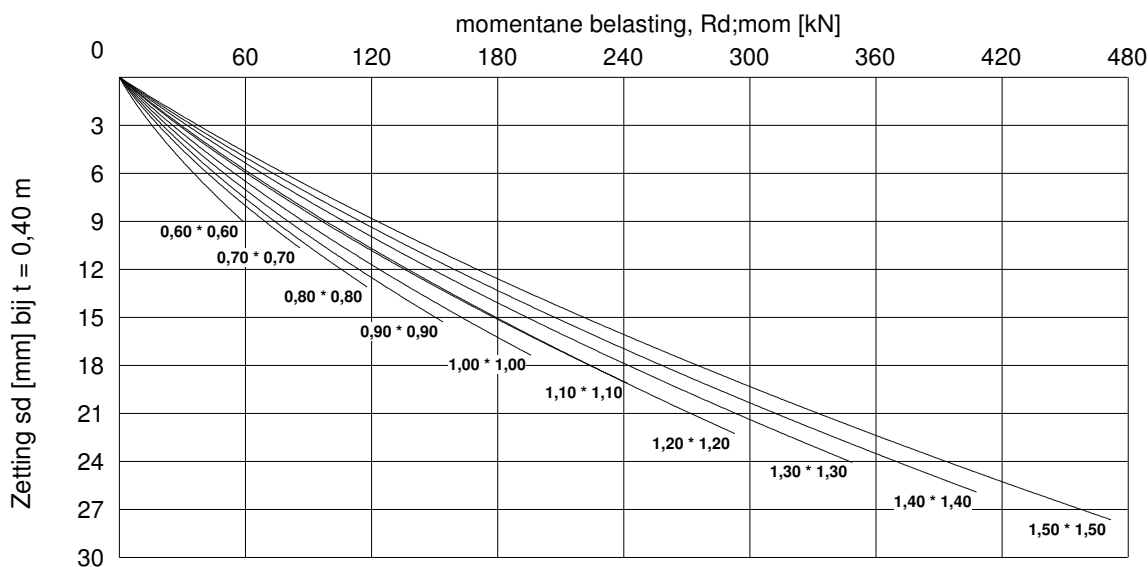
Zetting stroken



Beddingscoëfficiënt stroken

Strookafmeting B [m]	Beddingscoëfficiënt bij t = 0,1 m [kN/m ³]		Beddingscoëfficiënt bij t = 0,2 m [kN/m ³]		Beddingscoëfficiënt bij t = 0,3 m [kN/m ³]		Beddingscoëfficiënt bij t = 0,4 m [kN/m ³]	
	$k_{v,rep;stat}$	$k_{v;d;stat}$	$k_{v,rep;stat}$	$k_{v;d;stat}$	$k_{v,rep;stat}$	$k_{v;d;stat}$	$k_{v,rep;stat}$	$k_{v;d;stat}$
0,40	4500	3500	5000	3500	5000	3500	5000	4000
0,50	4000	3000	4000	3000	4500	3500	4000	3000
0,60	3500	3000	3500	3000	3500	3000	4000	3000
0,70	3500	2500	3500	2500	3500	2500	3500	2500
0,80	3000	2500	3000	2500	3500	2500	3500	2500
0,90	3000	2500	3000	2500	3000	2500	3000	2500
1,00	3000	2000	3000	2000	3000	2000	3000	2500

Zetting poeren



Beddingscoëfficiënt poeren

Poerafmeting B * L [m * m]	Beddingscoëfficiënt bij t = 0,1 m [kN/m ³]		Beddingscoëfficiënt bij t = 0,2 m [kN/m ³]		Beddingscoëfficiënt bij t = 0,3 m [kN/m ³]		Beddingscoëfficiënt bij t = 0,4 m [kN/m ³]	
	k _{v,rep;stat}	k _{v,d;stat}	k _{v,rep;stat}	k _{v,d;stat}	k _{v,rep;stat}	k _{v,d;stat}	k _{v,rep;stat}	k _{v,d;stat}
0,40 * 0,40	19000	15000	21000	16000	22000	17000	18000	14000
0,50 * 0,50	18000	14000	19000	15000	16000	12000	16000	13000
0,60 * 0,60	15000	12000	12000	9000	13000	10000	13000	10000
0,70 * 0,70	11000	8000	11000	9000	12000	9000	12000	9000
0,80 * 0,80	10000	7000	10000	8000	11000	8000	10000	8000
0,90 * 0,90	9000	7000	9000	7000	9000	7000	9000	7000
1,00 * 1,00	8000	6000	8000	6000	8000	6000	8000	6000
1,10 * 1,10	7000	5000	7000	6000	7000	6000	8000	6000
1,20 * 1,20	6000	5000	7000	5000	7000	5000	7000	5000
1,30 * 1,30	6000	4500	6000	4500	6000	4500	6000	5000
1,40 * 1,40	6000	4500	6000	4500	6000	4500	6000	4500
1,50 * 1,50	5000	4000	5000	4000	5000	4000	6000	4500

Uitgangspunten berekeningen strook

breedte	B	=	1,00 m
dikte	d	=	0,20 m
gronddekking	t	=	0,40 m

Beschrijving berekeningen

Voor de berekening van de draagkracht is aangenomen dat er binnen het invloedsgebied van de fundering geen sprake is van bodemlagen waarin als gevolg van de belasting, wateroverspanningen aanwezig zijn. Met andere woorden er is sprake van een zogenaamde "gedraineerde situatie".

In het voorbeeld wordt de navolgende berekening uitgevoerd:

- gedraineerde evenwichtsvergelijking toegepast op aanlegniveau

$$R_d = \sigma'_{\max;d} \cdot A'$$

R_d : rekenwaarde weerstand tegen de belasting loodrecht op het funderingsoppervlak in kN

$\sigma'_{\max;d}$: rekenwaarde funderingsdruk op effectief funderingsoppervlak in kN/m²

A' : effectief funderingsoppervlak in m²

voor de gedraineerde toestand

$$\sigma'_{\max;d} = c'_{\text{gem;d}} N_{c s_c i_c b_c \lambda_c} + \sigma'_{v;z;d} N_q s_q i_q b_q \lambda_q + 0,5 \gamma'_{\text{gem;d}} b' N_\gamma s_\gamma i_\gamma b_\gamma \lambda_\gamma$$

bijdrage cohesie bijdrage gronddekking bijdrage gewicht bodem waarop wordt aangelegd

$$A' = b' \cdot l'$$

Gedraineerde evenwichtsvergelijking toegepast op aanlegniveau

Tussenresultaten

effectieve breedte	b'	=	1,00 m
effectieve lengte	l'	=	1,00 m
effectieve funderingsoppervlak	A'	=	1,00 m ²

effectieve hoek van inwendige wrijving	ϕ'_k	=	32,4 °
invloedsdiepte conform tabel 6.a	z_e	=	1,7 m
gewogen effectieve cohesie	$c'_{\text{gem;d}}$	=	0,0 kPa
verticale korrelspanning aanlegniveau	$\sigma'_{v;z;0;d}$	=	6,2 kN/m ² (bij t = 0,40 m)
gewogen effectief volumiek gewicht	$\gamma'_{\text{gem;d}}$	=	16,5 kN/m ³
rekenwaarde effectieve wrijvingshoek	$\phi'_{\text{gem;d}}$	=	28,9 °

draagkrachtfactoren	$N_c = 27,6$	$N_q = 16,2$	$N_\gamma = 16,8$
vormfactoren	$s_c = 1,0$	$s_q = 1,0$	$s_\gamma = 1,0$
factor helling aanlegniveau	$b_c = 1,0$	$b_q = 1,0$	$b_\gamma = 1,0$
factor helling maaiveld	$\lambda_c = 1,0$	$\lambda_q = 1,0$	$\lambda_\gamma = 1,0$

Resultaten (gedraineerde evenwichtsvergelijking toegepast op aanlegniveau)

funderingsdruk	$\sigma'_{\max;d}$	=	0 + 100 + 138 = 239 kN/m ²
rekenwaarde maximale draagkracht	R_d	=	239 kN/m

Uitgangspunten berekeningen poer

breedte	B	=	1,20 m
lengte	L	=	1,20 m
dikte	d	=	0,20 m
gronddekking	t	=	0,40 m

Beschrijving berekeningen

Voor de berekening van de draagkracht is aangenomen dat er binnen het invloedsgebied van de fundering geen sprake is van bodemlagen waarin als gevolg van de belasting, wateroverspanningen aanwezig zijn. Met andere woorden er is sprake van een zogenaamde "gedraineerde situatie".

In het voorbeeld wordt de navolgende berekening uitgevoerd:

- gedraineerde evenwichtsvergelijking toegepast op aanlegniveau

$$R_d = \sigma'_{\max;d} \cdot A'$$

R_d : rekenwaarde weerstand tegen de belasting loodrecht op het funderingsoppervlak in kN

$\sigma'_{\max;d}$: rekenwaarde funderingsdruk op effectief funderingsoppervlak in kN/m²

A' : effectief funderingsoppervlak in m²

voor de gedraineerde toestand

$$\sigma'_{\max;d} = c'_{\text{gem;d}} N_c s_c i_c b_c \lambda_c + \sigma'_{v;z;d} N_q s_q i_q b_q \lambda_q + 0,5 \gamma'_{\text{gem;d}} b' N_\gamma s_\gamma i_\gamma b_\gamma \lambda_\gamma$$

bijdrage cohesie bijdrage gronddekking bijdrage gewicht bodem waarop wordt aangelegd

$$A' = b' \cdot l'$$

Gedraineerde evenwichtsvergelijking toegepast op aanlegniveau

Tussenresultaten

effectieve breedte	b'	=	1,20 m
effectieve lengte	l'	=	1,20 m
effectieve funderingsoppervlak	A'	=	1,44 m ²

effectieve hoek van inwendige wrijving	ϕ'_k	=	32,1 °
invloedsdiepte conform tabel 6.a	z_e	=	2,1 m
gewogen effectieve cohesie	$c'_{\text{gem;d}}$	=	0,0 kPa
verticale korrelspanning aanlegniveau	$\sigma'_{v;z;0;d}$	=	6,2 kN/m ² (bij t = 0,40 m)
gewogen effectief volumiek gewicht	$\gamma'_{\text{gem;d}}$	=	16,3 kN/m ³
rekenwaarde effectieve wrijvingshoek	$\phi'_{\text{gem;d}}$	=	28,6 °

draagkrachtfactoren	$N_c = 27,1$	$N_q = 15,8$	$N_\gamma = 16,2$
vormfactoren	$s_c = 1,5$	$s_q = 1,5$	$s_\gamma = 0,7$
factor helling aanlegniveau	$b_c = 1,0$	$b_q = 1,0$	$b_\gamma = 1,0$
factor helling maaiveld	$\lambda_c = 1,0$	$\lambda_q = 1,0$	$\lambda_\gamma = 1,0$

Resultaten (gedraineerde evenwichtsvergelijking toegepast op aanlegniveau)

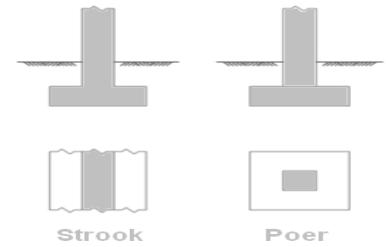
funderingsdruk	$\sigma'_{\max;d}$	=	0 + 145 + 110 = 255 kN/m ²
rekenwaarde maximale draagkracht	R_d	=	367 kN

Belastingen

Verticaal, centrisch

Constructie fundering

Funderingstype : stroken en poeren
 Funderingsafmetingen : zie reketabellen
 Aanlegniveau fundering : 66,70 m + NAP
 Gronddekking : $t = 0,10 \text{ m}, 0,20 \text{ m}, 0,30 \text{ m}, 0,40 \text{ m}$



Grondwaterstand (aanneame)

Voor berekening draagkracht : 65,00 m + NAP
 Voor berekening zetting : 49,50 m + NAP
 Voor berekening doorponsen : 65,00 m + NAP

Bodemopbouw en grondparameters

Laag nr.	Grondsoort	Onderzijde laag [m tov NAP]	Laagdikte [m]	γ_k [kN/m ³]	$\gamma_{\text{sat};k}$ [kN/m ³]	ϕ_k [°]	c'_k [kN/m ²]	$c_{u;k}$ [kN/m ²]	$C_{c;k}$ [-]
1	zand	66,70	0,40	17,0	19,0	30,0	0,00	0,00	0,03
2	grondverbetering	66,10	0,60	18,0	20,0	32,0	0,00	0,00	0,01
3	grondverbetering	65,00	1,10	18,5	21,0	34,0	0,00	0,00	0,01
4	leem	64,50	0,50	15,0	17,0	26,0	0,00	0,00	0,14
5	loss	57,00	7,50	18,0	21,0	32,0	0,00	0,00	0,03
6	leem	56,50	0,50	15,0	17,0	26,0	0,00	0,00	0,14
7	zand/zandgrind	--	--	19,0	21,5	35,0	0,00	0,00	0,00

Voor de berekening van de draagkracht is aangenomen dat er binnen het invloedsgebied van de fundering geen sprake is van bodemlagen waarin als gevolg van de belasting, wateroverspanningen aanwezig zijn. Met andere woorden er is sprake van een zogenaamde "gedraineerde situatie".

Partiële factoren voor grondparameters

$\gamma_{\phi'}$ = 1,15
 γ_{γ} = 1,10
 $\gamma_{c'}$ = 1,60

Berekening draagkracht

De draagkracht van de ondergrond wordt berekend op basis van evenwichtsvergelijkingen.

De van toepassing zijnde evenwichtsvergelijking, is afhankelijk van de bodemopbouw, de bodemeigenschappen en het al dan niet aanwezig zijn van wateroverspanningen binnen de invloedsdiepte van de fundering.

Onder de gegeven uitgangspunten geldt dat de volgende evenwichtsvergelijkingen van toepassing zijn.

- 1) Gedraineerde evenwichtsvergelijking toegepast op aanlegniveau (i)
- 2) Gedraineerde evenwichtsvergelijking toegepast op doorponsniveau (i)

In dit geval is gedraineerde evenwichtsvergelijking toegepast op aanlegniveau maatgevend.

Niveau grondverbetering per sondering

zie ook paragraaf "Grondverbetering"

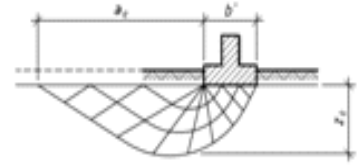
Sondering [nr.]	Maaiveld [m tov NAP]	Ontgravingsniveau* [m tov NAP]
DKM-035A	67,43	65,00
DM-036	67,47	64,80
DM-037	68,18	65,00
DM-038	68,30	65,00
DM-039	68,53	65,00
DKM-040	68,65	65,00

* Ontgravingsniveau tbv grondverbetering

Draagkracht volgens gedraineerde evenwichtsvergelijking toegepast op aanlegniveau

Hierna volgen de resultaten van de draagkracht volgens de gedraineerde evenwichtsvergelijking toegepast op aanlegniveau.

Aangenomen dat er geen sprake is van bodemlagen met wateroverspanningen, is de draagkracht berekend op basis van de gedraineerde evenwichtsvergelijking (i).



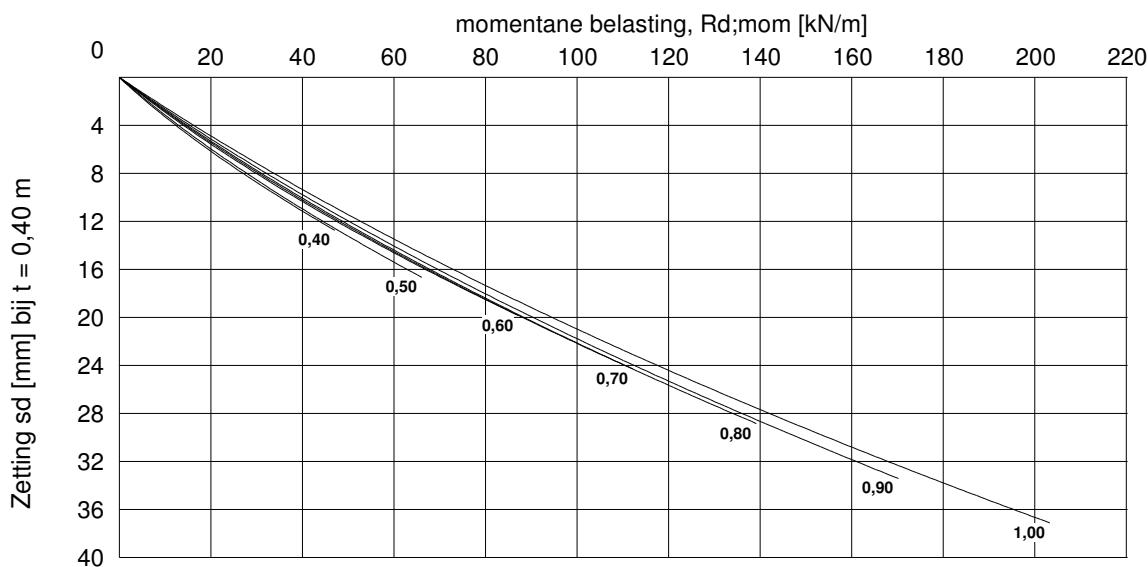
Strookafmeting B [m]	Maximale funderingsdruk aanlegniveau $\sigma'_{\max;d}$ [kN/m ²]				Draagkracht op aanlegniveau R_d [kN/m]			
	t : 0,1 m	0,2 m	0,3 m	0,4 m	t : 0,1 m	0,2 m	0,3 m	0,4 m
0,40	76	100	125	149	31	40	50	60
0,50	91	116	140	165	46	58	70	83
0,60	107	132	157	182	64	79	94	109
0,70	124	150	175	200	87	105	123	140
0,80	141	167	193	219	113	134	154	175
0,90	159	185	211	237	143	166	190	213
1,00	176	202	228	255	176	202	228	255 *

* voor deze situatie is een voorbeeldberekening toegevoegd.

Poerafmeting B * L [m * m]	Maximale funderingsdruk aanlegniveau $\sigma'_{\max;d}$ [kN/m ²]				Draagkracht op aanlegniveau R_d [kN]			
	t : 0,1 m	0,2 m	0,3 m	0,4 m	t : 0,1 m	0,2 m	0,3 m	0,4 m
0,40 * 0,40	72	108	144	179	12	17	23	29
0,50 * 0,50	83	119	156	192	21	30	39	48
0,60 * 0,60	95	132	169	206	34	47	61	74
0,70 * 0,70	107	145	182	220	52	71	89	108
0,80 * 0,80	119	157	196	234	76	101	125	150
0,90 * 0,90	132	170	209	248	107	138	169	201
1,00 * 1,00	144	183	222	261	144	183	222	261
1,10 * 1,10	153	192	231	270	185	232	279	327
1,20 * 1,20	158	197	236	274	228	284	340	395
1,30 * 1,30	163	201	239	277	276	340	404	469
1,40 * 1,40	168	205	243	280	328	402	476	549
1,50 * 1,50	172	209	246	284	387	471	555	638 *

* voor deze situatie is een voorbeeldberekening toegevoegd.

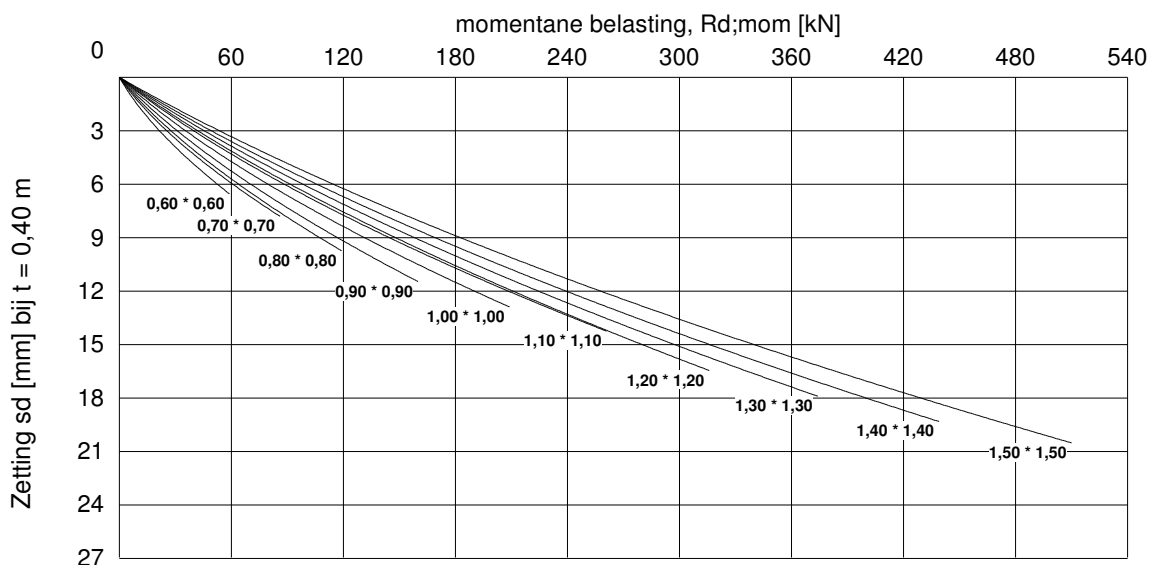
Zetting stroken



Beddingscoëfficiënt stroken

Strookafmeting B [m]	Beddingscoëfficiënt bij $t = 0,1 \text{ m}$ [kN/m^3]		Beddingscoëfficiënt bij $t = 0,2 \text{ m}$ [kN/m^3]		Beddingscoëfficiënt bij $t = 0,3 \text{ m}$ [kN/m^3]		Beddingscoëfficiënt bij $t = 0,4 \text{ m}$ [kN/m^3]	
	$k_{v;rep;stat}$	$k_{v;d;stat}$	$k_{v;rep;stat}$	$k_{v;d;stat}$	$k_{v;rep;stat}$	$k_{v;d;stat}$	$k_{v;rep;stat}$	$k_{v;d;stat}$
0,40	7000	5000	7000	5000	7000	5000	7000	5000
0,50	6000	4500	6000	4500	6000	4500	6000	4500
0,60	5000	4000	5000	4000	5000	4000	5000	4000
0,70	4500	3500	5000	3500	5000	3500	5000	4000
0,80	4500	3500	4500	3500	4500	3500	4500	3500
0,90	4000	3000	4000	3000	4000	3000	4000	3000
1,00	4000	3000	4000	3000	4000	3000	4000	3000

Zetting poeren



Beddingscoëfficiënt poeren

Poerafmeting B * L [m * m]	Beddingscoëfficiënt bij t = 0,1 m [kN/m ³]		Beddingscoëfficiënt bij t = 0,2 m [kN/m ³]		Beddingscoëfficiënt bij t = 0,3 m [kN/m ³]		Beddingscoëfficiënt bij t = 0,4 m [kN/m ³]	
	k _{v,rep;stat}	k _{v;d;stat}	k _{v,rep;stat}	k _{v;d;stat}	k _{v,rep;stat}	k _{v;d;stat}	k _{v,rep;stat}	k _{v;d;stat}
0,40 * 0,40	28000	21000	31000	24000	35000	27000	26000	20000
0,50 * 0,50	26000	20000	29000	23000	22000	17000	21000	16000
0,60 * 0,60	25000	19000	19000	15000	18000	14000	19000	14000
0,70 * 0,70	16000	12000	15000	12000	16000	12000	17000	13000
0,80 * 0,80	13000	10000	14000	11000	15000	11000	14000	11000
0,90 * 0,90	12000	9000	12000	9000	12000	9000	13000	10000
1,00 * 1,00	11000	8000	11000	8000	12000	9000	12000	9000
1,10 * 1,10	10000	8000	10000	8000	11000	8000	11000	9000
1,20 * 1,20	9000	7000	10000	7000	10000	7000	10000	8000
1,30 * 1,30	9000	7000	9000	7000	9000	7000	9000	7000
1,40 * 1,40	8000	6000	8000	6000	8000	6000	9000	7000
1,50 * 1,50	7000	6000	8000	6000	8000	6000	8000	6000

Uitgangspunten berekeningen strook

breedte	B	=	1,00 m
dikte	d	=	0,20 m
gronddekking	t	=	0,40 m

Beschrijving berekeningen

Voor de berekening van de draagkracht is aangenomen dat er binnen het invloedsgebied van de fundering geen sprake is van bodemlagen waarin als gevolg van de belasting, wateroverspanningen aanwezig zijn. Met andere woorden er is sprake van een zogenaamde "gedraineerde situatie".

In het voorbeeld worden de navolgende berekeningen uitgevoerd:

- gedraineerde evenwichtsvergelijking toegepast op aanlegniveau
- gedraineerde evenwichtsvergelijking toegepast op doorponsniveau 65,00 m + NAP

$$R_d = \sigma'_{\max;d} \cdot A'$$

$$R_d = \sigma'_{\max;d} \cdot A'_{\text{pons}} - G_{\text{pons;d}} \text{ (in het geval van doorponsen is } G_{\text{pons;d}} \text{ het grondgewicht onder de fundering)}$$

R_d : rekenwaarde weerstand tegen de belasting loodrecht op het funderingsoppervlak in kN

$\sigma'_{\max;d}$: rekenwaarde funderingsdruk op effectief funderingsoppervlak in kN/m²

A' : effectief funderingsoppervlak in m²

voor de gedraineerde toestand

$$\sigma'_{\max;d} = c'_{\text{gem;d}} N_c s_c i_c b_c \lambda_c + \sigma'_{v;z;d} N_q s_q i_q b_q \lambda_q + 0,5 \gamma'_{\text{gem;d}} b' N_\gamma s_\gamma i_\gamma b_\gamma \lambda_\gamma$$

bijdrage cohesie bijdrage gronddekking bijdrage gewicht bodem waarop wordt aangelegd

$$A' = b' \cdot l'$$

Gedraineerde evenwichtsvergelijking toegepast op aanlegniveau

Tussenresultaten

effectieve breedte	b'	=	1,00 m
effectieve lengte	l'	=	1,00 m
effectieve funderingsoppervlak	A'	=	1,00 m ²
effectieve hoek van inwendige wrijving	ϕ'_k	=	32,9 °
invloedsdiepte conform tabel 6.a	z_e	=	1,8 m
gewogen effectieve cohesie	$c'_{\text{gem;d}}$	=	0,0 kPa
verticale korrelspanning aanlegniveau	$\sigma'_{v;z;0;d}$	=	6,2 kN/m ² (bij t = 0,40 m)
gewogen effectief volumiek gewicht	$\gamma'_{\text{gem;d}}$	=	16,5 kN/m ³
rekenwaarde effectieve wrijvingshoek	$\phi'_{\text{gem;d}}$	=	29,3 °
draagkrachtfactoren	$N_c = 28,6$	$N_q = 17,1$	$N_\gamma = 18,0$
vormfactoren	$s_c = 1,0$	$s_q = 1,0$	$s_\gamma = 1,0$
factor helling aanlegniveau	$b_c = 1,0$	$b_q = 1,0$	$b_\gamma = 1,0$
factor helling maaiveld	$\lambda_c = 1,0$	$\lambda_q = 1,0$	$\lambda_\gamma = 1,0$

Resultaten (gedraineerde evenwichtsvergelijking toegepast op aanlegniveau)

funderingsdruk $\sigma'_{\max;d} = 0 + 105 + 149 = 255 \text{ kN/m}^2$

rekenwaarde maximale draagkracht $R_d = 255 \text{ kN/m}$

Gedraineerde evenwichtsvergelijking toegepast op doorponsniveau 65,00 m + NAP

De maximale draagkracht bij doorponsen wordt bepaald voor het maatgevende doorponsniveau van 65,00 m + NAP

Tussenresultaten

effectieve breedte	b'	=	1,48 m
effectieve lengte	l'	=	1,00 m
effectieve funderingsoppervlak	A'	=	1,48 m ²

Project Gebouw 3.4 Vidar aan de Tunnelstraat te Geleen (dkm36)
 Opdracht 24SP2560
 Betreft Voorbeeldberekening - strook (doorponsen)

effectieve hoek van inwendige wrijving	ϕ'_k	=	29,7 °
invloedsdiepte conform tabel 6.a	z_e	=	2,3 m
gewogen effectieve cohesie	$c'_{gem;d}$	=	0,0 kPa
diepte zand tot doorponsniveau	d_{zand}	=	1,70 m
verticale korrelspanning doorponsniveau	$\sigma'_{v;z;0;d}$	=	34,5 kN/m ² (bij $t = 0,40$ m + $d_{zand} = 1,70$ m)
gewogen effectief volumiek gewicht	$\gamma'_{gem;d}$	=	7,7 kN/m ³
rekenwaarde effectieve wrijvingshoek	$\phi'_{gem;d}$	=	26,4 °

draagkrachtfactoren	$N_c = 22,9$	$N_q = 12,4$	$N_\gamma = 11,3$
vormfactoren	$s_c = 1,0$	$s_q = 1,0$	$s_\gamma = 1,0$
factor helling aanlegniveau	$b_c = 1,0$	$b_q = 1,0$	$b_\gamma = 1,0$
factor helling maaiveld	$\lambda_c = 1,0$	$\lambda_q = 1,0$	$\lambda_\gamma = 1,0$

Resultaten (gedraineerde evenwichtsvergelijking)

funderingsdruk	$\sigma'_{max;d}$	=	$0 + 427 + 64 = 491$ kN/m ²
draagkracht op doorponsniveau	$R_{pons;d}$	=	1015 kN/m
gewicht grond boven doorponsniveau	$G_{pons;d}$	=	39 kN/m
draagkracht op aanlegniveau	R_d	=	687 kN/m

Overzicht rekenresultaten

Gedraineerde evenwichtsvergelijking toegepast op aanlegniveau	R_d	=	255 kN/m
Gedraineerde evenwichtsvergelijking toegepast op doorponsniveau	R_d	=	687 kN/m

Conclusie

Uit de berekeningsresultaten volgt dat gedraineerde evenwichtsvergelijking toegepast op aanlegniveau maatgevend is.

Uitgangspunten berekeningen poer

breedte	B	=	1,50 m
lengte	L	=	1,50 m
dikte	d	=	0,20 m
gronddekking	t	=	0,40 m

Beschrijving berekeningen

Voor de berekening van de draagkracht is aangenomen dat er binnen het invloedsgebied van de fundering geen sprake is van bodemlagen waarin als gevolg van de belasting, wateroverspanningen aanwezig zijn. Met andere woorden er is sprake van een zogenaamde "gedraineerde situatie".

In het voorbeeld worden de navolgende berekeningen uitgevoerd:

- gedraineerde evenwichtsvergelijking toegepast op aanlegniveau
- gedraineerde evenwichtsvergelijking toegepast op doorponsniveau 65,00 m + NAP

$$R_d = \sigma'_{\max;d} \cdot A'$$

$$R_d = \sigma'_{\max;d} \cdot A'_{\text{pons}} - G_{\text{pons;d}} \quad (\text{in het geval van doorponzen is } G_{\text{pons;d}} \text{ het grondgewicht onder de fundering})$$

R_d : rekenwaarde weerstand tegen de belasting loodrecht op het funderingsoppervlak in kN

$\sigma'_{\max;d}$: rekenwaarde funderingsdruk op effectief funderingsoppervlak in kN/m²

A' : effectief funderingsoppervlak in m²

voor de gedraineerde toestand

$$\sigma'_{\max;d} = c'_{\text{gem;d}} N_c s_{c;c} b_c \lambda_c + \sigma'_{v;z;d} N_q s_{q;q} b_q \lambda_q + 0,5 \gamma'_{\text{gem;d}} b' N_\gamma s_{\gamma;\gamma} b_\gamma \lambda_\gamma$$

bijdrage cohesie bijdrage gronddekking bijdrage gewicht bodem waarop wordt aangelegd

$$A' = b' \cdot l'$$

Gedraineerde evenwichtsvergelijking toegepast op aanlegniveau

Tussenresultaten

effectieve breedte	b'	=	1,50 m
effectieve lengte	l'	=	1,50 m
effectieve funderingsoppervlak	A'	=	2,25 m ²

effectieve hoek van inwendige wrijving	ϕ'_k	=	32,4 °
invloedsdiepte conform tabel 6.a	z_e	=	2,6 m
gewogen effectieve cohesie	$c'_{\text{gem;d}}$	=	0,0 kPa
verticale korrelspanning aanlegniveau	$\sigma'_{v;z;0;d}$	=	6,2 kN/m ² (bij t = 0,40 m)
gewogen effectief volumiek gewicht	$\gamma'_{\text{gem;d}}$	=	15,3 kN/m ³
rekenwaarde effectieve wrijvingshoek	$\phi'_{\text{gem;d}}$	=	28,9 °

draagkrachtfactoren	$N_c = 27,6$	$N_q = 16,2$	$N_\gamma = 16,8$
vormfactoren	$s_c = 1,5$	$s_q = 1,5$	$s_\gamma = 0,7$
factor helling aanlegniveau	$b_c = 1,0$	$b_q = 1,0$	$b_\gamma = 1,0$
factor helling maaiveld	$\lambda_c = 1,0$	$\lambda_q = 1,0$	$\lambda_\gamma = 1,0$

Resultaten (gedraineerde evenwichtsvergelijking toegepast op aanlegniveau)

funderingsdruk	$\sigma'_{\max;d}$	=	0 + 149 + 135 = 284 kN/m ²
rekenwaarde maximale draagkracht	R_d	=	638 kN

Gedraineerde evenwichtsvergelijking toegepast op doorponsniveau 65,00 m + NAP

De maximale draagkracht bij doorponzen wordt bepaald voor het maatgevende doorponsniveau van 65,00 m + NAP

Tussenresultaten

effectieve breedte	b'	=	1,98 m
effectieve lengte	l'	=	1,98 m
effectieve funderingsoppervlak	A'	=	3,91 m ²

Project Gebouw 3.4 Vidar aan de Tunnelstraat te Geleen (dkm36)
 Opdracht 24SP2560
 Betreft Voorbeeldberekening - poer (doorponsen)

effectieve hoek van inwendige wrijving	ϕ'_k	=	30,3 °
invloedsdiepte conform tabel 6.a	z_e	=	3,2 m
gewogen effectieve cohesie	$c'_{gem;d}$	=	0,0 kPa
diepte zand tot doorponsniveau	d_{zand}	=	1,70 m
verticale korrelspanning doorponsniveau	$\sigma'_{v;z;0;d}$	=	34,5 kN/m ² (bij $t = 0,40$ m + $d_{zand} = 1,70$ m)
gewogen effectief volumiek gewicht	$\gamma'_{gem;d}$	=	8,0 kN/m ³
rekenwaarde effectieve wrijvingshoek	$\phi'_{gem;d}$	=	26,9 °

draagkrachtfactoren	$N_c = 23,8$	$N_q = 13,1$	$N_\gamma = 12,3$
vormfactoren	$s_c = 1,5$	$s_q = 1,5$	$s_\gamma = 0,7$
factor helling aanlegniveau	$b_c = 1,0$	$b_q = 1,0$	$b_\gamma = 1,0$
factor helling maaiveld	$\lambda_c = 1,0$	$\lambda_q = 1,0$	$\lambda_\gamma = 1,0$

Resultaten (gedraineerde evenwichtsvergelijking)

funderingsdruk	$\sigma'_{max;d}$	=	0 + 655 + 68 = 723 kN/m ²
draagkracht op doorponsniveau	$R_{pons;d}$	=	4754 kN
gewicht grond boven doorponsniveau	$G_{pons;d}$	=	95 kN
draagkracht op aanlegniveau	R_d	=	2734 kN

Overzicht rekenresultaten

Gedraineerde evenwichtsvergelijking toegepast op aanlegniveau	R_d	=	638 kN
Gedraineerde evenwichtsvergelijking toegepast op doorponsniveau	R_d	=	2734 kN

Conclusie

Uit de berekeningsresultaten volgt dat gedraineerde evenwichtsvergelijking toegepast op aanlegniveau maatgevend is.

Toelichting bodemopbouw en grondparameters

subscript, k	: representatieve / karakteristieke waarde	
subscript, d	: rekenwaarde (design)	
volumiek gewicht bij natuurlijk vochtgehalte	: γ	[par. 2.4]
verzadigd volumiek gewicht	: γ_{sat}	[par. 2.4]
effectieve hoek van inwendige wrijving	: ϕ'	
cohesie	: c'	[par. 2.4]
ongedraineerde schuifsterkte	: c_u	
primaire samendrukkingsindex	: C_c	[par. 2.4]
secundaire samendrukkingsindex	: C_α	[par. 2.4]
poriëngetal	: e	[par. 2.4]
dikte laag, j	: d_j	[par. 2.4]

Partiële factoren voor grondparameters

voor de hoek van inwendige wrijving ($\tan \phi'$)	: $\gamma_{\phi'}$	[par. 1.6] [A.3.2, tabel A.4a]
voor volumiek gewicht	: γ_γ	[A.3.2, tabel A.4a]
voor de effectieve cohesie	: $\gamma_{c'}$	[A.3.2, tabel A.4a]

Toelichting berekening weerstand

rekenwaarde maximale draagkracht	: $R_d = \sigma'_{max} * A'$	[par. 6.5]
bij doorponsen	: $R_d = R_{pons;d} - G_{pons;d}$	[par. 6.5]
gewicht grond boven doorponsniveau	: $G_{pons;d}$	
maximale funderingsdruk	: $\sigma'_{max} = c'_{gem} N_c s_c i_c b_c \lambda_c + \sigma'_{v;z} N_q s_q i_q b_q \lambda_q + 0,5 \gamma'_{gem} b' N_\gamma s_\gamma i_\gamma b_\gamma \lambda_\gamma$	[par. 6.5]
effectief funderingsoppervlak	: $A' = b' * l'$	
effectieve breedte	: b'	
effectieve lengte	: l'	
gewogen effectieve cohesie	: c'_{gem}	
verticale korrelspanning aanlegniveau	: $\sigma'_{v;z}$	
gewogen effectief volumiek gewicht	: γ'_{gem}	
draagkrachtfactoren	: $N_c; N_q; N_\gamma$	
vormfactoren	: $s_c; s_q; s_\gamma$	
factor helling belasting	: $i_c; i_q; i_\gamma$	
factor helling maaiveld	: $\lambda_c; \lambda_q; \lambda_\gamma$	
factor helling aanlegniveau	: $b_c; b_q; b_\gamma$	

Toelichting berekening zetting

totale zetting	: $s = s_1 + s_2$	[par. 6.6.2]
primaire zetting	: $s_1 = \sum C_c / (1+e) * d_j * \log((\sigma'_{v;z;0} + \Delta \sigma'_{v;z}) / \sigma'_{v;z;0})$	[par. 6.6.2]
secundaire zetting	: $s_2 = \sum C_\alpha * d_j * \log(t_\infty / t_1)$	[par. 6.6.2]

Bron

Eurocode 7-1 (NEN 9997 - 1 + C2 : 2017)

BIJLAGE J

Algemene richtlijnen uitvoering grondverbetering

Controle uitgangspunten

Voorafgaand aan de uitvoering moet worden gecontroleerd:

- de relatie tussen: bouwpeil, maaiveldhoogte, ontgravingsniveaus, aanlegniveaus, gronddekking en grondwaterstand t.o.v. Ref/NAP,
- de afmetingen van de fundering en de gronddekking,
- de geschiktheid van het materiaal voor de grondverbetering,
- overige relevante uitgangspunten geotechnische rapportages.

Nabijgelegen bebouwing en infrastructuur

Nagegaan moet worden of de werkzaamheden (graven, verdichten en eventueel bemalen) met een aanvaardbaar minimaal risico voor nabij gelegen bebouwing en infrastructuur kunnen worden uitgevoerd. Voor wat betreft bebouwing is hiervoor informatie noodzakelijk omtrent de constructieve opbouw, de funderingswijze en de bouwkundige staat. Bij negatieve effecten kan het nodig zijn om de uitvoeringswijze of de funderingswijze aan te passen. Zo nodig kan de omgeving voor wat betreft deformaties en trillingen worden gemonitord.

Werkerterrein/bouwput

- De ligging van kabels en leidingen dient in beeld te zijn gebracht.
- De ondergrond dient vrij te zijn van obstakels en verstoringen die van invloed kunnen zijn op het graafwerk en het aanbrengen van een grondverbetering.
- Eventuele taluds dienen voldoende flauw te worden ontgraven.
- Voor verdere aanwijzingen met betrekking tot de graafwerkzaamheden wordt verwezen naar publicatieblad P25 van de Arbeidsinspectie.

Kwaliteitseisen grondverbeteringsmateriaal

Zand als aanvulmateriaal voor een goede grondverbetering, dient aan de volgende criteria te voldoen:

- Korrelfractie kleiner dan 0,016 mm, lager dan 5 gewichtsprocenten.
- Korrelfractie kleiner dan 0,063 mm lager, dan 5 tot 10 gewichtsprocenten. Het lage percentage geldt voor grondverbeteringen, waaraan strenge eisen worden gesteld.
- Gelijktigheidscoëfficiënt D_{60}/D_{10} van de zandfractie tenminste 2.
- D_{60} = korreldiameter met een zeefdoorval van 60 gewichtsprocenten.
- D_{10} = korreldiameter met een zeefdoorval van 10 gewichtsprocenten.
- Humusgehalte ten hoogste 3 gewichtsprocenten.
- Korrelvorm bij voorkeur enigszins hoekig.
- Niet te droog en niet te nat. Over het algemeen wordt een goede verdichting verkregen bij een vochtpercentage van ongeveer 6 à 12%. Het optimale vochtpercentage is door middel van proctorproeven nauwkeuriger te bepalen.

Het is niet uitgesloten dat een voldoende verdichting kan worden bereikt met zand dat niet geheel aan deze criteria voldoet. Eén en ander zal in dat geval echter proefondervindelijk moeten worden vastgesteld. Veelal is bij zand met een afwijkende samenstelling een grotere inspanning vereist om tot een voldoende resultaat te komen.

Uitvoering ontgraving en verdichting

- Ontgraving over een zodanig grondvlak dat de belasting zich in de grondverbetering kan spreiden onder een hoek van ten minste 45° vanuit de rand van de fundering.
- Afrillen ontgravingsvlak met lichte trilplaat wanneer lagen dicht onder het ontgravingsvlak zijn verstoord of ontspannen. Dit is alleen mogelijk wanneer op of dicht onder het ontgravingsniveau geen cohesieve grond aanwezig is en de drooglegging voldoende is.
- Grondverbetering aanbrengen in lagen met een dikte van hooguit 0,3 m.
- Elke laag mechanisch verdichten door middel van trilapparatuur in minimaal vier gangen, kruislings en overlappend (geen verdichting door aanplempen of inwateren).
- Bij inzet van te zware verdichtingsapparatuur kan de bovenste ca. 0,15 m (beneden aanlegniveau) onvoldoende zijn verdicht. Deze laag in dat geval na verdichten met een lichte trilplaat.
- In de praktijk dient de laagdikte mede te worden afgestemd op het type en de kwaliteit van de trilapparatuur, alsmede op de kwaliteit van het aanvulmateriaal en het te verdichten oppervlak. Ter indicatie onderstaande gegevens voor wat betreft de aan te wenden verdichtingsapparatuur.

<i>Gewicht trilplaat [kN]</i>	<i>Centrifugekracht [kN]</i>	<i>Capaciteit [m²/uur]</i>	<i>Laagdikte [m]</i>
1,5 à 2	15	200	0,15
2 à 3,5	30	300	0,20
3,5 à 5	40	400	0,30

Controle verdichting

De kwaliteit en verdichting van de grondverbetering dient in overeenstemming te zijn met de uitgangspunten van het ontwerp. In het algemeen kan controle op de verdichting op de navolgende wijzen worden uitgevoerd:

- Handsonderingen in combinatie met handboor. Voordeel is dat de sonderingen op eenvoudige wijze kunnen worden verricht, zodat controle mogelijk is zowel gaande het werk alsook na afloop. Hand-sonderingen kennen daarentegen beperkingen voor wat betreft, het meetbereik (drukcapaciteit), de nauwkeurigheid van de gemeten conusweerstand en de diepte. Bovendien kunnen handsonderingen niet worden uitgevoerd beneden de grondwaterspiegel en in grofkorrelige pakketten. Handsonderingen dienen bij voorkeur niet tijdens of na hevige regen te worden uitgevoerd.
- Elektrische sonderingen. Voordeel is dat conusweerstand nauwkeurig worden gemeten en dat er geen beperking is voor wat betreft het meetbereik en de diepte in relatie tot de grondwaterstand. Deze sonderingen vereisen echter wel de inzet van materieel zoals bijvoorbeeld een truck of een minirupsvoertuig.
- Slagsonderingen. Voordeel is de geschiktheid voor metingen in bijvoorbeeld grofkorrelige en gestabiliseerde pakketten en de eenvoudige uitvoering met een compact mobiel apparaat zonder ballast of verankering. Een beperking kan zijn de geringere nauwkeurigheid.
- Plaatdrukproeven. Voordeel is dat deze methode niet alleen geschikt is voor zandlagen maar ook voor grofkorrelige en gestabiliseerde lagen met een dikte van ca. 0,3 tot 0,9 m. De methode geeft daarbij niet alleen inzicht in de verdichting maar ook in de beddingscoëfficiënt van de ondergrond. De proef leent zich daarmee ook voor de controle van de beddingscoëfficiënten die zijn aangehouden voor bijvoorbeeld een vloerberekening.
- Dichtheidsbepalingen overeenkomstig RAW-methodiek met behulp van steekringen, nucleaire meetapparatuur, zandvervangingsmethode e.d. Een beperking is de bewerkelijkheid van de uitvoering in relatie tot het beperkte volume dat wordt gecontroleerd. De methoden zijn meer gebruikelijk in de grond- en wegenbouw en minder in de utiliteitsbouw.

In een grondverbetering bestaande uit verdicht zand worden over het algemeen de volgende weerstanden gemeten:

- Elektrische sonderingen met conusoppervlak 10 of 15 cm²: weerstand gelijkmatig oplopend met 1 MPa per 10 cm tot ten minste 10 MPa op 1,0 m diepte en minimaal 10 MPa in de diepere lagen.
- Handsonderingen met een conusoppervlak van 1 cm²: weerstand gelijkmatig oplopend met 1 MPa per 10 cm tot ten minste 6 MPa op 0,6 m diepte.
- Lichte slagsonderingen (valgewicht 10 kg): slagintensiteit (aantal slagen per 10 cm) gelijkmatig oplopend met 3 slagen per 10 cm tot ten minste 15 slagen per 10 cm op 0,5 m diepte.

Naast controle van de grondverbetering dient tevens de grondslag waarop de grondverbetering wordt aangebracht in de controle te worden betrokken. Afhankelijk van de situatie kan het raadzaam zijn om bij de beoordeling de kennis en ervaring van een geotechnisch adviseur te betrekken.

Grondwater/bemaling

Tijdens de werkzaamheden dient de put of sleuf droog te zijn. Bovendien dient de grondwaterstand zich buiten de invloedssfeer van de verdichtingsapparatuur te bevinden. Wanneer de grondwaterstand te hoog is, kan afhankelijk van de waterdoorlatendheid van het toegepaste zand, de ondergrond en de gebruikte verdichtingsapparatuur, een "drijfzand"-situatie ontstaan waardoor verdichting onmogelijk wordt.

Over het algemeen volstaat een grondwaterstand van 0,5 m beneden het werkniveau. Zo nodig moet een bemaling worden aangebracht

Bij een bemaling dient de grondwaterspiegel niet meer te worden verlaagd dan noodzakelijk. De verlaging dient te worden gehandhaafd tot het moment dat een stijging niet ten koste gaat van de kwaliteit van de grondverbetering.

Het onttrekken en lozen van grondwater is aan wet- en regelgeving gebonden. Daarbij geldt voor de bemaling evenals voor de graaf- en verdichtingswerkzaamheden dat deze geen negatieve effecten mogen veroorzaken voor de omgeving. Desgewenst kan ons bureau u hierover nader informeren.

Milieu

Er wordt op gewezen dat milieuaspecten mede met betrekking tot aan- en afvoer van grond, grondverbeteringsmateriaal en lozing van grondwater niet binnen het kader van deze opdracht vallen.

Tot slot

Voor meer richtlijnen wordt verwezen naar:

1. NEN 9997-1 (algemene regels geotechnisch ontwerp) en -2 (grondonderzoek en beproeving).
2. Standaard RAW,
3. Publicatieblad P25,
4. DIN18134-300 (plaatdrukproeven),
5. ISO22476 (lichte slagsonderingen)
6. CROW-rapport 05-01 (verdichtingscontrole via handsonderingen)



Voor meer informatie zie: www.socotec.nl

SOCOTEC NEDERLAND SPECIALIST IN:

Geotechniek en milieu-expertise

Grondonderzoek
Geotechnisch laboratoriumonderzoek
Geotechnisch- en geohydrologisch advies
Bouwplaats- en grondwater monitoring

Waterveiligheid
Uitvoeringsbegeleiding
Milieutechniek

Risicobeheer, verzekering en inspecties

Claims
Controle van de omgeving

Risicoanalyses
Waardebepalingen

Gebouw veiligheid & duurzaamheid

Binnenklimaat
Drinkwaterveiligheid
Gebouw- en techniekinspecties

Gebouwprestatie
Gebouwinformatie