



# **Nieuwbouw aan de Molenstraat 121 te Helmond**

**Documentnummer: 23ZP1301-adv-01**

# Nieuwbouw aan de Molenstraat 121 te Helmond

Opdrachtnummer: 23ZP1301

**Rapport betreffende**  
Resultaten geotechnisch onderzoek  
Indicatie fundering  
Toetsing infiltratiegeschiktheid

**Documentnummer**  
23ZP1301-adv-01

**Versie**  
1.0

**Datum rapport**  
19 december 2023

**Opdrachtgever**  
2R+ Projectontwikkeling B.V.  
Arcenlaan 3  
5709 RA Helmond

**Opgesteld door:**  
Ir. Roy Dierx



**Gecontroleerd door:**  
Drs. A.P. van Nunen



## INHOUDSOPGAVE

<b>1. INLEIDING .....</b>	<b>1</b>
<b>2. PROJECTGEGEVENS .....</b>	<b>2</b>
2.1 Projectlocatie .....	2
2.2 Bouwplan .....	2
2.3 Historie projectlocatie .....	2
2.4 Omgeving .....	2
2.5 Tot slot .....	2
<b>3. ONDERZOEK .....</b>	<b>3</b>
3.1 Sonderingen .....	3
3.2 Boringen .....	3
3.3 Doorlatendheidsmetingen .....	3
3.4 Uitzetten en waterpassen .....	3
3.5 Foto's .....	4
3.6 Geotechnisch laboratoriumonderzoek .....	4
3.7 TNO grondwatergegevens .....	4
3.8 Overig .....	4
<b>4. BODEMOPBOUW EN GRONDWATER.....</b>	<b>5</b>
4.1 Hoogteligging maaiveld .....	5
4.2 Beschrijving bodemopbouw.....	5
4.2.1 Geotechnische beschrijving bodemopbouw.....	5
4.2.2 Geohydrologische beschrijving bodemopbouw.....	5
4.3 Grondwaterregime .....	6
<b>5. FUNDERINGSADVIES .....</b>	<b>7</b>
5.1 Funderingswijze .....	7
5.2 Uitgangspunten.....	7
5.3 Richtlijnen funderingselementen .....	7
5.4 Voormalige bebouwing / vroegere terreininrichting .....	7
5.5 Sloop bestaande bebouwing .....	8
5.6 Grondverbetering.....	8
5.7 Draagkracht .....	8
5.8 Vervorming .....	9
5.9 Beddingscoëfficiënt.....	9
5.10 Resterend onderzoek.....	10
5.11 Richtlijnen en kwaliteitszorg grondverbetering .....	10
<b>6. TOETSING INFILTRATIEGESCHIKTHEID.....</b>	<b>11</b>

**BIJLAGEN:**

- A Situatiekening en foto's
- B Waterpasstaat
- C Sondeergrafieken
- D Boorstaten
- E Verklaring codering
- F Doorlatendheidsmetingen
- G Laboratoriumonderzoek
- H TNO-peilbuisgegevens
- I Berekening fundering
- J Algemene richtlijnen uitvoering grondverbetering

**VERSIE**

1.0 Rapportage

**VERZENDLIJST:**

- Per mail aan 2R+ Projectontwikkeling B.V. te Helmond  
t.a.v. Dhr. R. Heynen (royheyne@2rplus.nl)

## **1. INLEIDING**

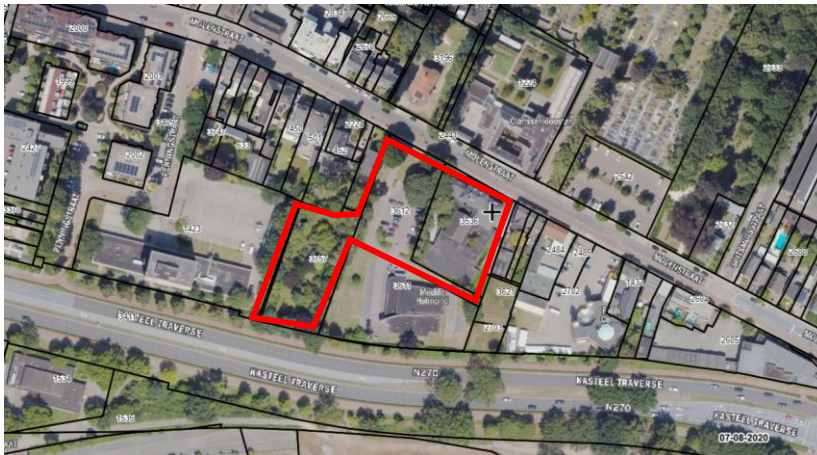
Men is voornemens enkele grondgebonden woningen te realiseren, alsmede de transformatie van een deel van de bestaande bebouwing naar een appartementencomplex aan de Molenstraat 121 te Helmond. Door ons bureau wordt op verzoek van 2ER+ Projectontwikkeling B.V. uit Helmond in voorliggend rapport een funderingsadvies gegeven voor de te realiseren grondgebonden woningen. Tevens wordt in voorliggend rapport ingegaan op de infiltratiegeschiktheid van de ondergrond op de projectlocatie. Het advies is gebaseerd op de ons verstrekte projectgegevens en het onderzoek dat onlangs op de projectlocatie is uitgevoerd. Dit rapport bevat tevens een beschrijving en de resultaten van het onderzoek.

Door de aanwezigheid van bestaande bebouwing kon niet het volledige geplande geotechnische onderzoek worden verricht. Het funderingsadvies heeft daardoor een voorlopig karakter. Het resterende onderzoek is nodig om te komen tot een definitief advies.

## 2. PROJECTGEGEVENS

### 2.1 Projectlocatie

De projectlocatie is gelegen aan de Molenstraat 121 te Helmond. De locatie is momenteel nog deels bebouwd. De projectlocatie bevindt zich in bebouwd gebied. Voor de ligging van de projectlocatie wordt verwezen naar de situatietekening SIT-01 onder bijlage A en de navolgende figuur.



Figuur 1. Bovenaanzicht projectlocatie (Bron: Cyclomedia).

### 2.2 Bouwplan

Het plan omvat de realisatie van 18 woningen en de transformatie van een deel van de bestaande bebouwing tot een appartementencomplex. In het ontwerp is geen kelder opgenomen. Het begane grondpeil is momenteel bij ons bureau nog niet bekend. De dorpel van Molenstraat 123 is ingemeten op ca. 18,2 m + NAP. Dit niveau wordt in voorliggend rapport als begane grondpeil gehanteerd.

De constructeur is voor de woningen uitgegaan van een belasting op druk van  $V_d = 110$  kN.

Men is tevens voornemens hemelwater te infiltreren op de projectlocatie. Bij ons bureau is niet bekend waar de voorziening binnen het bouwplan zal worden gerealiseerd.

### 2.3 Historie projectlocatie

Zoals zichtbaar in bovenstaande figuur is de projectlocatie momenteel deels bebouwd. Omtrent de verdere historie van de projectlocatie zijn ons geen gegevens bekend. Als er om enige reden aanleiding is om te veronderstellen dat sprake kan zijn van bijvoorbeeld geroerde grond of obstakels en verontreinigingen, dan dient te worden nagegaan in hoeverre dit mogelijk een knelpunt is voor het ontwerp of de uitvoering.

### 2.4 Omgeving

In de omgeving van de projectlocatie is sprake van diverse bebouwing. De dichtst nabij de nieuwbouw gesitueerde bebouwing bevindt zich aan de Molenstraat 119 op een afstand van ca. 10 meter. Nadere gegevens omtrent de exacte afstand tot deze bebouwing, de aard, de conditie en funderingswijze van de bebouwing zijn ons niet bekend.

### 2.5 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.

### **3. ONDERZOEK**

#### **3.1 Sonderingen**

Verdeeld over de projectlocatie zijn 4 sonderingen gemaakt met een elektrische conus conform NEN-EN-ISO 22476-1. Bij alle sonderingen is naast de conusweerstand tevens de plaatselijke wrijving gemeten en geregistreerd. De relatie tussen conusweerstand en plaatselijke wrijving, het wrijvingsgetal, geeft beneden het grondwaterniveau een indicatie van de verschillende grondsoorten. De sonderingen zijn uitgevoerd door een sondeertruck. De sondeerdiepte reikte tot ca. 20 m.

Voor de grafieken van de sonderingen wordt verwezen naar bijlage C; de locatie van de sondeerpunten is aangegeven op de situatietekening SIT-01 bijlage A.

Voor een verklaring van de op de tekening gebruikte tekens wordt verwezen naar de "Verklaring Codering" die onder bijlage E aan dit rapport is toegevoegd.

##### Opmerking

Door de aanwezigheid van bestaande nog te slopen bebouwing zijn 6 sonderingen niet uitgevoerd. De sonderingen die wel uitgevoerd zijn, zijn enkel aan de westzijde van de projectlocatie uitgevoerd.

#### **3.2 Boringen**

Ter aanvulling op de sonderingen en ten behoeve van het infiltratieonderzoek zijn 5 boringen uitgevoerd over een diepte van 4 meter. Tijdens het boorwerk is naar de grondwaterstand gepeild. Gedurende het boorwerk zijn geroerde monsters genomen voor nader onderzoek in het laboratorium. Voor de boorprofielen wordt verwezen naar bijlage D; de locatie van de boringen is aangegeven op de situatietekening SIT-01 bijlage A.

Voor een verklaring van de op de tekening en de boorprofielen gebruikte tekens wordt verwezen naar de "Verklaring Codering" die onder bijlage E aan dit rapport is toegevoegd.

##### Opmerking

Door de aanwezigheid van puin is 1 handboring niet tot de gewenste diepte uitgevoerd.

#### **3.3 Doorlatendheidsmetingen**

Om inzicht te krijgen in de doorlatendheid van de onverzadigde bodemzone (de zone boven de grondwaterspiegel) zijn ter plaatse van 3 boringen doorlatendheidsmetingen uitgevoerd volgens de Porchet methode. De metingen zijn uitgevoerd in het traject van maaiveld tot 1,2 m diepte.

De Porchet-methode is een omgekeerde boorgatmethode. Bij deze proef wordt onder gestandaardiseerde omstandigheden het boorgat gevuld met water waarna de daling van het waterpeil wordt gemeten per vast tijdsinterval. Vervolgens kan uit de verkregen meetgegevens de waterdoorlatendheid van de betreffende laag worden berekend. De resultaten van de proeven zijn gepresenteerd in bijlage F.

#### **3.4 Uitzetten en waterpassen**

Met behulp van een GNSS meetsysteem zijn de locaties van de onderzoekspunten uitgezet in RD-coördinaten en is de hoogte van het maaiveld ter plaatse van ieder onderzoekspunt bepaald ten opzichte van NAP. Tevens is de hoogte ingemeten van enkele referentiepunten in de omgeving.

Voor de omschrijving van de referentiepunten en voor de resultaten van de waterpassing wordt verwezen naar de waterpasstaat bijlage B.

De hoogtemeting dient om enig inzicht te geven in de hoogten en niveauverschillen ten behoeve van de door ons te verrichten werkzaamheden. De gegevens dienen niet voor andere doeleinden te worden gebruikt. Geadviseerd wordt na te gaan of het resultaat van onze hoogtemeting overeenstemt met andere gegevens ten aanzien van de hoogteligging van het terrein.

### **3.5 Foto's**

Tijdens de uitvoering van het veldwerk zijn enkele foto's gemaakt. Voor de foto's en een tekening waarop met pijlen is aangegeven vanuit welke positie en in welke richting de foto's zijn gemaakt wordt verwezen naar bijlage A.

### **3.6 Geotechnisch laboratoriumonderzoek**

Van 1 bodemonster verkregen uit HB001 is door middel van zeven en sedimentatie het korrelverdelingsdiagram vastgesteld. Uit het korrelverdelingsdiagram kan langs empirische weg een indicatie worden verkregen van de waterdoorlatendheid. De resultaten van het laboratoriumonderzoek zijn verzameld onder bijlage G.

### **3.7 TNO grondwatergegevens**

Ter aanvulling op de ten tijde van het onderzoek geregistreerde grondwaterstanden zijn bij NITG-TNO langjarige grondwaterstandgegevens opgevraagd van verschillende peilbuizen in de omgeving. Voor een uitwerking van de grondwaterstandgegevens wordt verwezen naar bijlage H.

### **3.8 Overig**

Naast het hiervoor beschreven onderzoek is in dit rapport gebruik gemaakt van gegevens uit het Regionaal Geohydrologisch Informatiesysteem (Regis) dat wordt onderhouden door NITG-TNO.

## 4. BODEMOPBOUW EN GRONDWATER

### 4.1 Hoogteligging maaiveld

De hoogte van het maaiveld ter plaatse van de onderzoekspunten varieerde ten tijde van het onderzoek van ca. 17,6 tot ca. 18,1 m + NAP. Voor meer informatie over de hoogteligging wordt verwezen naar de waterpasstaat bijlage B.

### 4.2 Beschrijving bodemopbouw

#### 4.2.1 Geotechnische beschrijving bodemopbouw

Direct beneden maaiveld tot 16,5 à 17,0 m + NAP is, gegeven de conusweerstand van 2 à 5 MPa, sprake van een bovenlaag bestaande uit losgepakt meer of minder humeus zand. Hieronder worden tot ca. 13,8 à 14,3 m + NAP overwegend matig vaste tot vaste zandafzettingen aangetoond met een conusweerstand van 10 à 20 MPa. Plaatselijk kan de weerstand oplopen tot meer dan 30 MPa.

Deze zandlagen zijn gelegen op lagen met een geringere conusweerstand. Gezien de wrijvingsgetallen betreft het hier silt tot ca. 11,0 à 11,2 m + NAP.

Van 11,0 à 11,2 m + NAP tot ca. 10,0 à 10,3 m + NAP is vervolgens een dunne los tot matig gepakte zandlaag aanwezig met een conusweerstand van ca. 10 MPa.

Aan de onderzijde van deze zandlaag wordt naar verwachting een dunne meer of minder humeuze siltlaag of veenlaag aangetroffen met een dikte van ca. 0,5 m.

Vervolgens is tot de maximaal verkende sondeerdiepte sprake van overwegend vaste zandafzettingen met een conusweerstand van meer dan 20 à 30 MPa. Plaatselijk en op wisselende diepte komen in dit pakket teruggangen in de conusweerstand voor, die vermoedelijk worden veroorzaakt door silthoudende zand- en zandhoudende siltafzettingen en door afzettingen met een geringere pakkingsdichtheid of een grovere gradatie.

Bij boringen HB003 en HB004 werd tot een diepte van ca. 0,8 m – mv een puinfractie waargenomen. HB003 is niet dieper uitgevoerd daar er vanwege een grote puinfractie niet dieper kon worden geboord. De puinfractie is derhalve naar verwachting dieper aanwezig dan de aangetoonde 0,7 à 0,8 m – mv.

#### 4.2.2 Geohydrologische beschrijving bodemopbouw

##### 4.2.2.1 Regis II.2

Uit de gegevens van dinoloket komt de volgende schematisatie van de geologie en bijbehorende geohydrologie naar voren.

Tabel 1. Schematisering geologie.

Formatie	Niveau bovenzijde [m t.o.v. NAP]	Dikte [m]	Omschrijving	k <sub>n</sub> -waarde [m/dag]	k <sub>v</sub> -waarde [m/dag]
Boxtel			Eolische + terrestrische zanden en silt		
- 2 <sup>e</sup> zandige eenheid	mv	ca. 1,7		4,6	---
- 3 <sup>e</sup> zandige eenheid	16,3	ca. 9,6		4,6	---
- 4 <sup>e</sup> zandige eenheid	6,9	ca. 8,4		4,2	---
Beegden	-1,5	ca. 58,5	Fluviatiele zanden	57	---
Sterksel	-60,0	ca. 20,0	Fluviatiele zanden	62	---

##### 4.2.2.2 In-situ doorlatendheidsmetingen

De metingen resulteren voor de beproefde lagen in de navolgende doorlatendheden.

Tabel 2. Gemeten doorlatendheden in situ

Boring	Traject [m t.o.v. NAP]	Grondsoort	k-waarde [m/dag]
HB001	17,5 tot 16,5	Zand, fijn 63-200 µm	ca. 1,5
HB002	17,6 tot 16,6	Zand, fijn 63-200 µm	ca. 1,0
HB005	17,8 tot 17,0	Zand, fijn 63- 200 µm, zwak organisch	ca. 1,2

#### 4.2.2.3 Laboratorium onderzoek

Van 1 geroerd monster is het korrelverdelingsdiagram bepaald. De resultaten van het laboratoriumonderzoek zijn weergegeven in de navolgende tabel en bijlage F.

Er zijn in de literatuur verschillende empirisch bepaalde relaties tussen de verdeling van de korrelgrootte en de waterdoorlatendheid. De bandbreedte in waterdoorlatendheid op basis van de formules van Hazen (1893), Seelheim en Beyer (op cit. Tysma et al, 1994), Kozeny-Carman (1937), Harleman (1963) en Krumbein and Monk (1942) en de SBR 190 is weergegeven in de volgende tabel.

Tabel 3. Resultaten k-waarde bepaling uit korrelverdelingsdiagrammen.

Boring	Monster	Diepte [m t.o.v. NAP]	Grondsoort	K-waarde [m/dag]	Bandbreedte k-waarde [m/dag]
HB001	3	17,7 – 16,7	Zand, fijn 150-200 µm, siltig	ca. 3,6	2,3 à 5,2

#### 4.2.2.4 Interpretatie

In de ondergrond komen vanaf maaiveld tot ca. 1,5 m – NAP met name fijn zandige waterdoorlatende lagen voor die behoren tot de formatie van Bortel. In dit zandpakket zijn op een niveau van ca. 13,8 à 14,3 tot 9,8 à 9,5 m + NAP waterremmende silt- en veenlagen aanwezig. Van de zandlagen kan uit de korrelverdelingen en in-situ doorlatendheidsmetingen in combinatie met de gegevens van Regis II.2 een indicatie van de waterdoorlatendheid worden verkregen. De inschatting is dat deze varieert tussen 1 en 5 m/dag.

Vanaf ca. 1,5 m – NAP is, conform Regis II.2, naar verwachting tot ca. 80 m – NAP een goed waterdoorlatend middel grof tot grof zandpakket aanwezig behorende tot de formaties van Beegden en Sterksel. De doorlatendheid van dit pakket wordt ingeschat op 57 à 62 m/dag.

### 4.3 Grondwaterregime

In enkele onderzoeksgaten werd medio november een grondwaterstand gepeild variërend van 16,0 tot 16,6 m + NAP. Er wordt op gewezen dat dit een momentopname is en dat de stand onder invloed van seizoensafhankelijke factoren zal fluctueren.

Uit TNO-peilbuisgegevens wordt voorzichtig afgeleid dat de grondwaterstand normaliter zal variëren tussen een gemiddeld hoogste grondwaterstand (GHG) van ca. 16,5 m + NAP en een gemiddeld laagste grondwaterstand (GLG) van ca. 15,7 m + NAP. De gemiddelde grondwaterstand (GG) wordt ingeschat op ca. 16,1 m + NAP.

## **5. FUNDERINGSADVIES**

### **5.1 Funderingswijze**

Vanaf maaiveld tot ca. 3,5 à 4,0 m – maaiveld wordt beneden een losgepakte toplaag een matig vastgepakt zandpakket aangetroffen. Hieronder zijn cohesieve siltlagen aanwezig die lokaal humeus zijn. De bodemopbouw in combinatie met de aard van de nieuwbouw – woningen – geeft mogelijkheden voor een fundering op staal. Een fundering op staal vereist dat een grondverbetering wordt uitgevoerd, afhankelijk van de heersende grondwaterstand met ondersteuning van een bemaling. Door de (humeuze) siltlagen wordt een relatief grote zetting berekend. Nagegaan dient te worden of deze zetting kan worden geaccepteerd.

Hierbij wordt opgemerkt dat tot op heden enkel de westzijde van de projectlocatie is onderzocht middels sonderingen en aan de oostzijde tot nu toe enkel boringen zijn verricht. De boringen aan beide zijden geven een vergelijkbaar beeld van de toplaag en onze ervaring uit de omgeving geeft dat aan de oostzijde naar verwachting een vergelijkbare bodemopbouw aanwezig is als aan de westzijde. De verwachting is dat een fundering op staal voor de woningen aan de oostzijde tevens tot de mogelijkheden behoort.

Indien aan de oostzijde van de projectlocatie een minder draagkrachtige bodemopbouw wordt aangetroffen dan aangetoond in het reeds uitgevoerde onderzoek, kan als alternatief worden gedacht aan een fundering op avegaarpalen. Een fundering op avegaarpalen is in vergelijking tot een fundering op staal tevens minder zettingsgevoelig.

### **5.2 Uitgangspunten**

- Projectgegevens zoals beschreven in hoofdstuk 2.
- Situering nieuwbouw zoals weergegeven op situatietekening.
- 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 het aanlegniveau van de fundering op 17,0 m + NAP zal komen te liggen.
- Er wordt aangenomen dat beneden de ontgravingsniveaus de oorspronkelijke, op natuurlijke wijze gesedimenteerde bodemopbouw aanwezig is.
- Het terrein zal niet significant worden afgegraven of opgehoogd.
- Eventuele (beperkte) 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 Voormalige bebouwing / vroegere terreininrichting**

- Ter plaatse van enkele boringen, gelegen buiten de contouren van de toekomstige nieuwbouw, is een puinfractie waargenomen. Geadviseerd wordt om na te gaan of er ter plaatse van de nieuwbouw sprake kan zijn van geroerde grond als gevolg van bijvoorbeeld het slopen van bebouwing, het verwijderen van tanks, of het dempen van vroegere sloten.

- Indien er sprake is van geroerde grond dan dient deze in principe te worden verwijderd en vervangen door goed verdicht zand (zie paragraaf "grondverbetering").

## 5.5 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.

## 5.6 Grondverbetering

Ter plaatse van de sonderingen hebben de bodemlagen tot de in de tabel vermelde niveaus een te geringe draagkracht. Ligt dit ontgravingsniveau lager dan het aanlegniveau van de funderingselementen dan dient de tussenliggende zone te worden opgevuld met een grondverbetering.

Tabel 4. Ontgravingsniveau ten behoeve van grondverbetering

Sondering nr.	Hoogte maaiveld* [m + NAP]	Ontgravingsniveau [m + NAP]
DKM007	17,81	16,6
DKM008	17,82	16,9
DKM009	17,78	16,8
DKM010	17,63	16,7

\* Niveau ten tijde van onderzoek

Alle grond dient tot de aangegeven diepte te worden vervangen door een goed verdicht zandpakket. 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.

Bestaat de onderste 0,2 à 0,4 meter uit los gepakt goed te verdichten zand dan behoeft dit zand niet te worden verwijderd maar kan het, indien de vochtigheidsgraad dit toelaat, direct worden verdicht.

Ter plaatse van eventueel door het graafwerk ontspannen bodemlagen en ter plaatse van aanwezige voormalige sloten of verstoringen c.q. bodemlagen afwijkend van hetgeen tijdens het verrichte grondonderzoek is aangetroffen, moet in beginsel dieper worden ontgraven tot de vaste natuurlijke bodemopbouw.

Indien er als gevolg van het slopen van de bestaande bebouwing op de aangegeven ontgravingsniveaus geroerde en/of puinhoudende grond wordt aangetroffen, dan dient deze tot de vaste natuurlijke bodemopbouw te worden verwijderd.

Eventuele humushoudende afzettingen die op deze niveaus nog aanwezig zijn dienen geheel te worden verwijderd.

Voor meer algemene richtlijnen ten aanzien van de grondverbetering wordt verwezen naar bijlage J.

## 5.7 Draagkracht

De rekenwaarde van de verticale belasting op een funderingselement moet kleiner zijn dan de draagkracht van de ondergrond ( $V_d \leq R_{v,d}$ ).

In de onderstaande tabellen is voor een aantal funderingsafmetingen de maximale draagkracht weergegeven.

Tabel 5. Rekenwaarde maximale funderingsdruk en draagkracht stroken ( $t$  = gronddekking)

Strookbreedte [m]	Funderingsdruk $\sigma_{max,d}$ [kN/m <sup>2</sup> ]		Draagkracht $R_{v,d}$ [kN/m]	
	$t = 0,1 \text{ m}$	$t = 0,4 \text{ m}$	$t = 0,1 \text{ m}$	$t = 0,4 \text{ m}$
0,40	53	129	21	52
1,00	95	215	95	165

Tabel 6. Rekenwaarde maximale funderingsdruk en draagkracht poeren ( $t$  = gronddekking)

Poerafmeting [m x m]	Funderingsdruk $\sigma_{\max;d}$ [kN/m <sup>2</sup> ]		Draagkracht $R_{v;d}$ [kN]	
	$t = 0,1 \text{ m}$	$t = 0,4 \text{ m}$	$t = 0,1 \text{ m}$	$t = 0,4 \text{ m}$
0,40 x 0,40	57	170	9	27
1,00 x 1,00	87	200	87	200

Voor de berekening van het draagvermogen wordt verwezen naar bijlage I. 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.

## 5.8 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  $\beta$  van maximaal 1:100 aangehouden. Voor de bruikbaarheidstoestand wordt in het algemeen aangenomen dat de scheefstand  $\omega$  en/of de relatieve rotatie  $\beta_x$  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 bijlage I. Het betreft hier last-zakkingsgrafieken voor vrij liggende funderingselementen waarbij de zakking niet wordt beïnvloed door die aanwezigheid van nabijgelegen funderingselementen.

## 5.9 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 bruikbaarheidstoestand (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 I.

Tabel 7. Statistische beddingscoëfficiënt stroken ( $t = 0,4 \text{ m}$ ).

Strookbreedte [m]	Representatief $k_{v,rep}$ [kN/m <sup>3</sup> ]	Rekenwaarde $k_{v,d}$ [kN/m <sup>3</sup> ]
0,40	6.000	5.000
1,00		1.100

Tabel 8. Statistische beddingscoëfficiënt poeren ( $t = 0,4 \text{ m}$ ).

Poerafmeting [m x m]	Representatief $k_{v,rep}$ [kN/m <sup>3</sup> ]	Rekenwaarde $k_{v,d}$ [kN/m <sup>3</sup> ]
0,40 x 0,40	54.000	41.000
1,00 x 1,00	17.000	13.000

### 5.10 Resterend onderzoek

Om te komen tot een volledig funderingsadvies dienen de resterende geplande sonderingen alsnog te worden uitgevoerd zodra het terrein voor de sondeerwagen toegankelijk is.

Aan de hand van de sonderingen kan de diepte van de grondverbetering ter plaatse nader worden beoordeeld.

Opgemerkt wordt dat het resterend onderzoek aanleiding kan geven om diepere ontgravingsniveaus aan te houden of om van een andere funderingswijze uit te gaan.

### 5.11 Richtlijnen en kwaliteitszorg grondverbetering

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.

## 6. TOETSING INFILTRATIEGESCHIKTHEID

Volgens de richtlijn “Hemelwater binnen de perceelgrens”, ISSO publicatie 70-1 is infiltratie van hemelwater geohydrologisch gezien haalbaar indien:

- de doorlatendheid groter is dan 0,4 m/dag;
- de gemiddeld hoogste grondwaterstand dieper is dan 0,7 m – mv.

De doorlatendheid van de bodem wordt ingeschat op minimaal 1 m/dag en is daarmee hoger dan het criterium van 0,4 m/dag. De gemiddeld hoogste grondwaterstand wordt ingeschat op ca. 1,1 à 1,6 m - mv en is daarmee dieper dan 0,7 m – mv. De bodem op de projectlocatie is derhalve geschikt voor de infiltratie van hemelwater.

## **BIJLAGE A**



Opdrachtschrijving / locatie:  
**Nieuwbouw aan de Molenstraat 121  
te Helmond**



Bewerkt: **CSS**  
Datum: **16 november 2023**

Omschrijving tekening:  
**Situatietekening**

Schaal: **1:500**  
Formaat: **A3**  
Opdrachtnummer: **23ZP1301**  
Bijlage: **SIT-01**



## BIJLAGE B

## 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
DKM007	174361,01	387626,59	17,81	16,61	10-11-2023
DKM008	174346,08	387614,68	17,82	---	10-11-2023
DKM009	174347,85	387597,02	17,78	---	10-11-2023
DKM010	174332,86	387584,72	17,63	---	10-11-2023
HB001	174351,22	387593,88	17,69	15,99	13-11-2023
HB002	174359,59	387631,80	17,81	16,11	13-11-2023
HB003	174396,56	387633,78	18,07	---	13-11-2023
HB003a	174395,48	387634,10	18,07	---	13-11-2023
HB003b	174397,80	387632,23	18,03	---	13-11-2023
HB004	174409,00	387663,19	18,09	16,39	13-11-2023
HB005	174453,83	387646,07	17,85	16,55	13-11-2023
HB006	174437,10	387594,60	18,05	16,25	13-11-2023
Dorpel001	---	---	18,24	---	10-11-2023
Put001	174382,15	387624,35	18,08	---	10-11-2023

\* Grondwaterstand ten tijde van het onderzoek

### Let op:

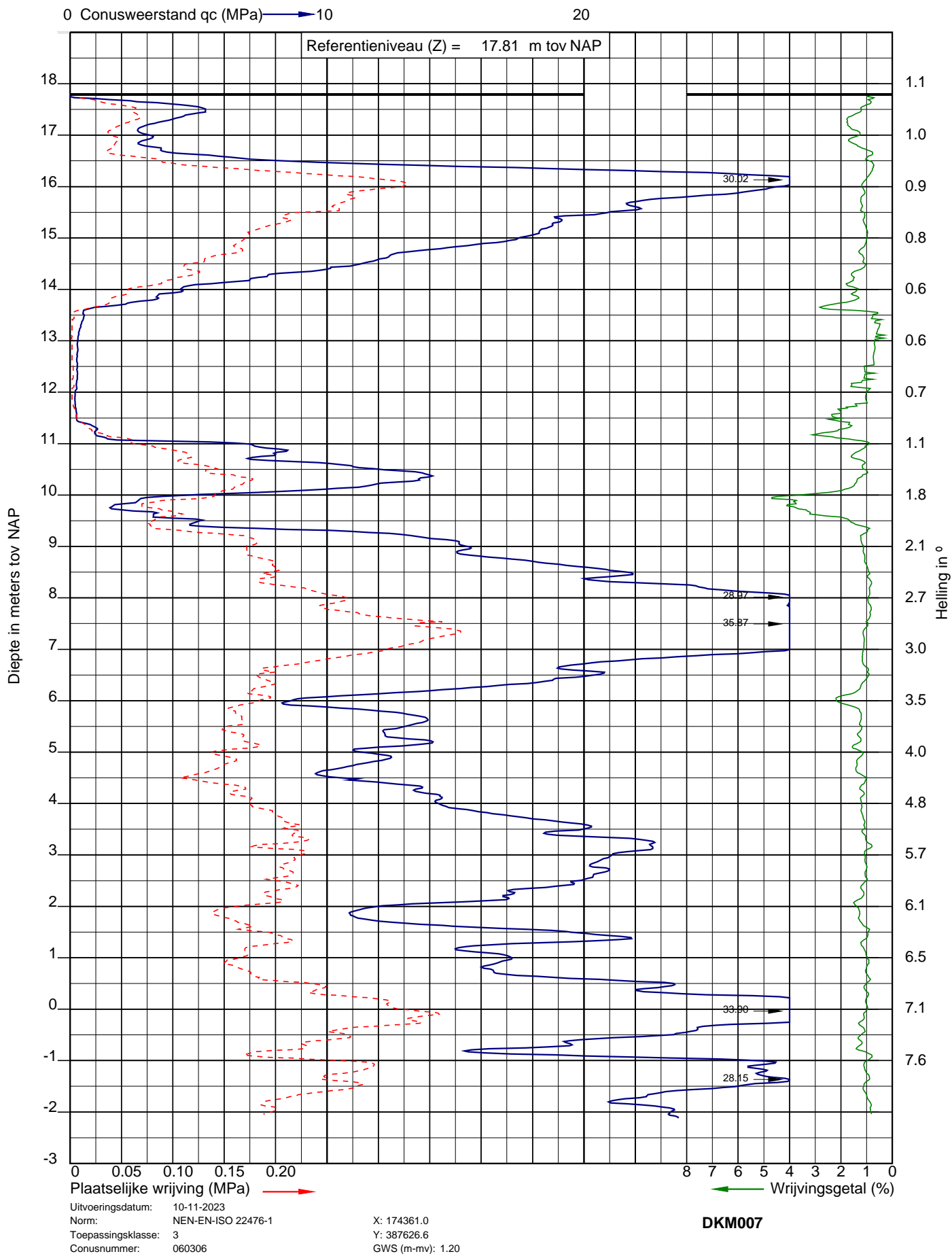
Deze waterpasstaat dient om inzicht te geven in de hoogteligging en locaties van de meet- en onderzoeks-punten ten opzichte van een referentiepunt. Grondwaterstanden zijn ter indicatie en kunnen beïnvloed zijn door de uitgevoerde werkzaamheden. De resultaten dienen niet voor andere doeleinden te worden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



## BIJLAGE C



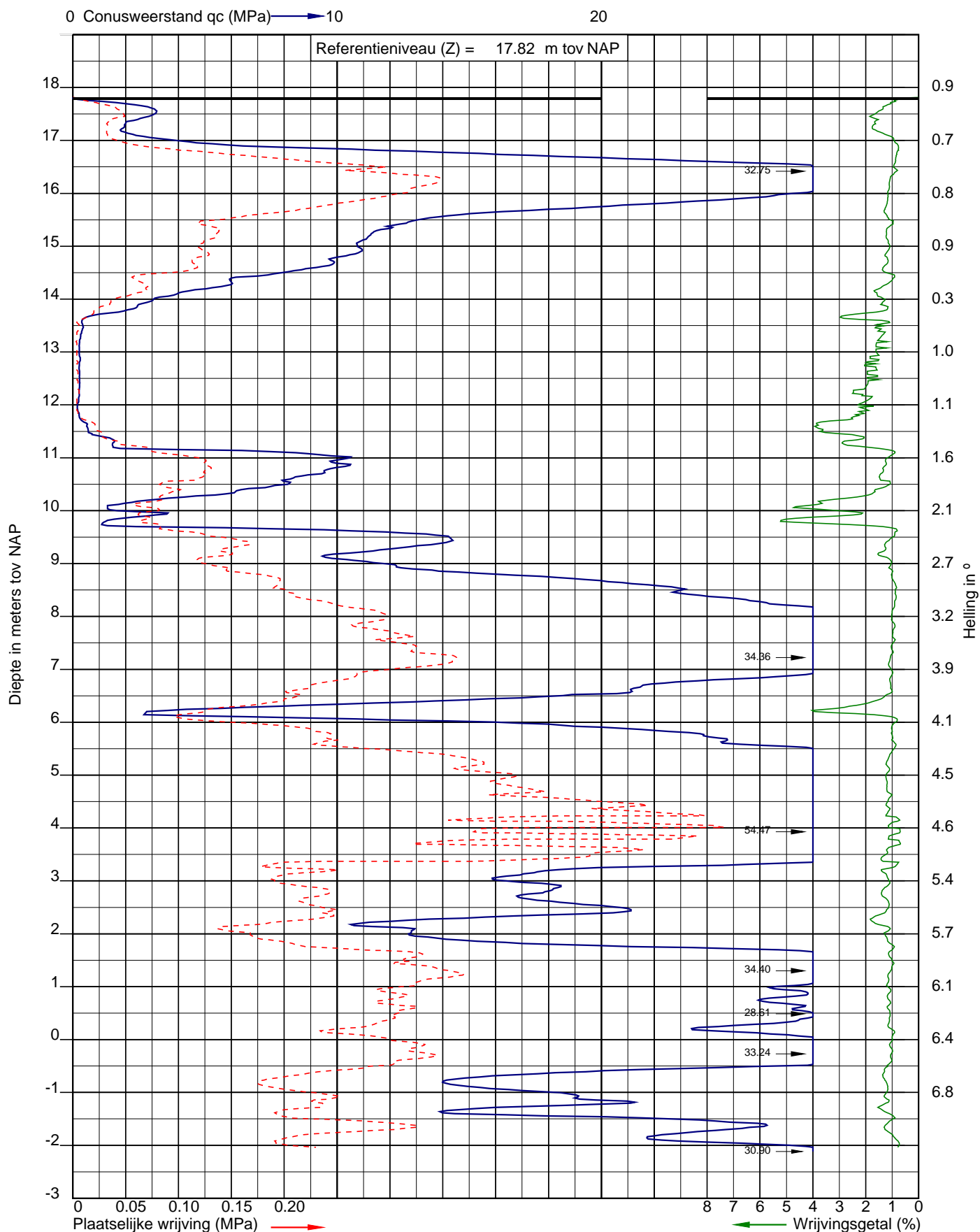
Project: Nieuwbouw aan de Molenstraat 121 te Helmond  
Opdracht: 23ZP1301  
Betreft: Sondeergrafiek





Project: Nieuwbouw aan de Molenstraat 121 te Helmond  
Opdracht: 23ZP1301  
Betreft: Sondeergrafiek

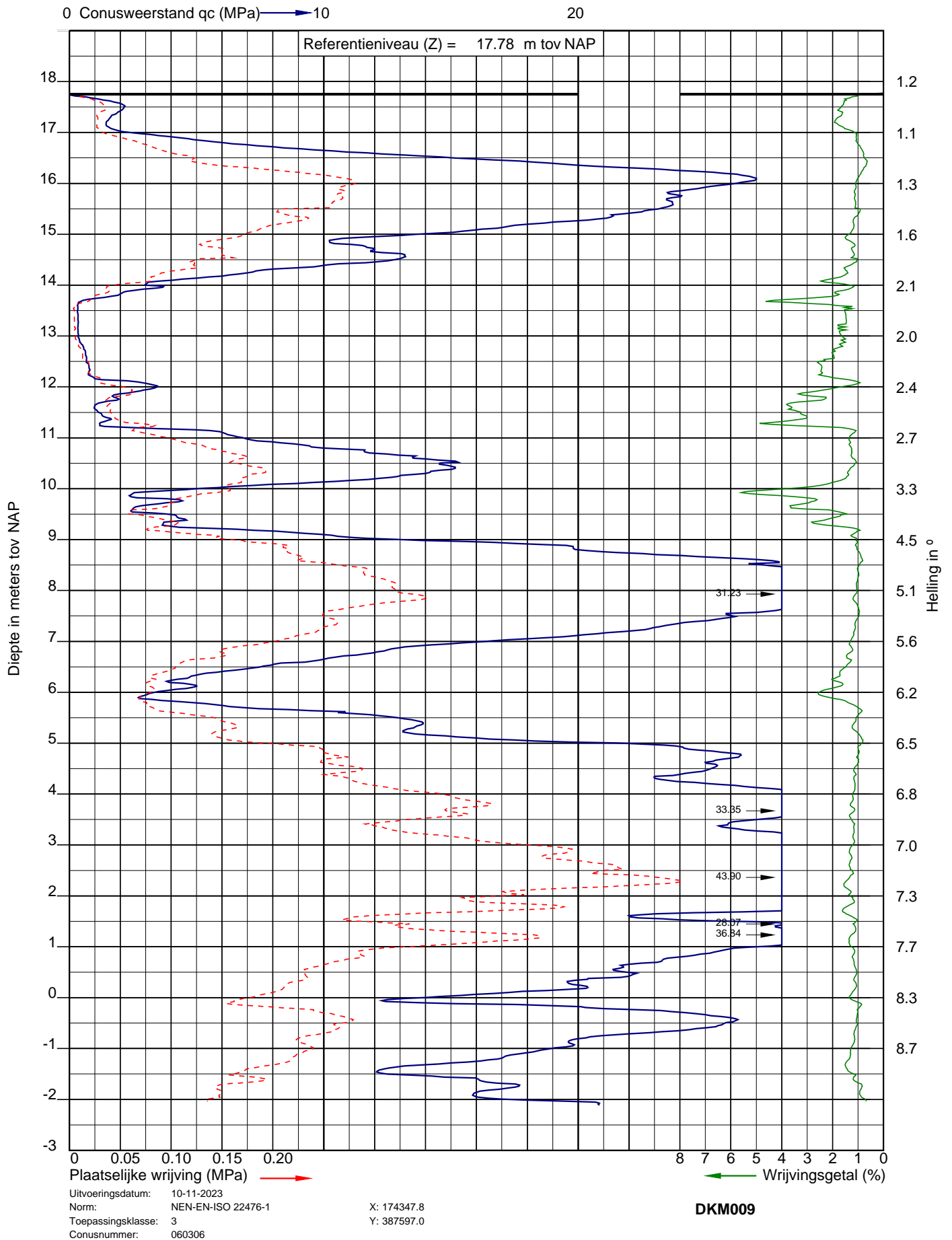
SOCOTEC



Uitvoeringsdatum: 10-11-2023  
Norm: NEN-EN-ISO 22476-1  
Toepassingsklasse: 3  
Conusnummer: 060306

X: 174346.1  
Y: 387614.7

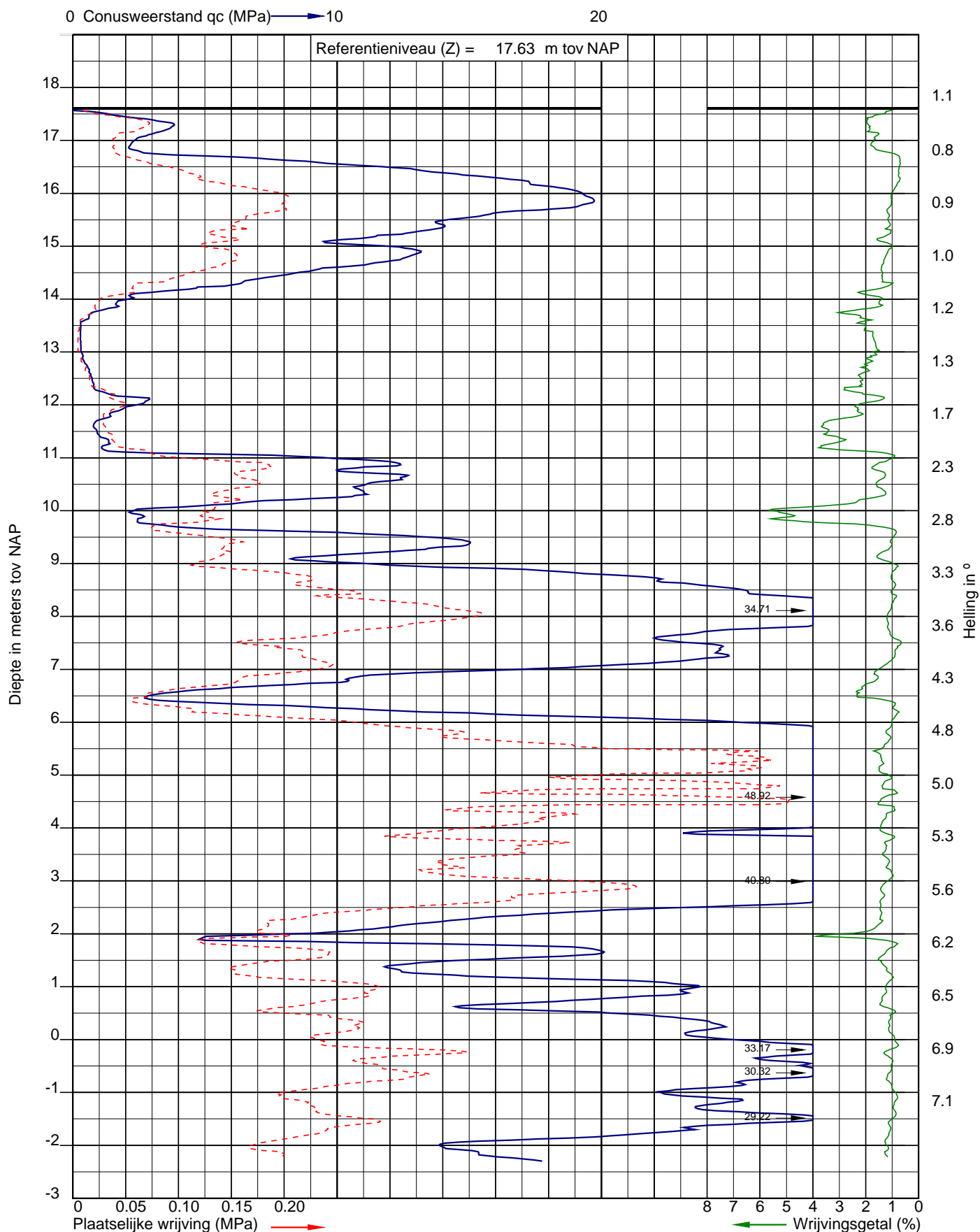
DKM008





Project: Nieuwbouw aan de Molenstraat 121 te Helmond  
Opdracht: 23ZP1301  
Betreft: Sondeergrafiek

SOCOTEC



Uitvoeringsdatum: 10-11-2023  
Norm: NEN-EN-ISO 22476-1  
Toepassingsklasse: 3  
Conusnummer: 060306

X: 174332.9  
Y: 387584.7

DKM010

## **BIJLAGE D**

Project: Nieuwbouw aan de Molenstraat 121 te Helmond  
Opdracht: 23ZP1301  
Betreft: Boorprofiel



**Boring: HB001**

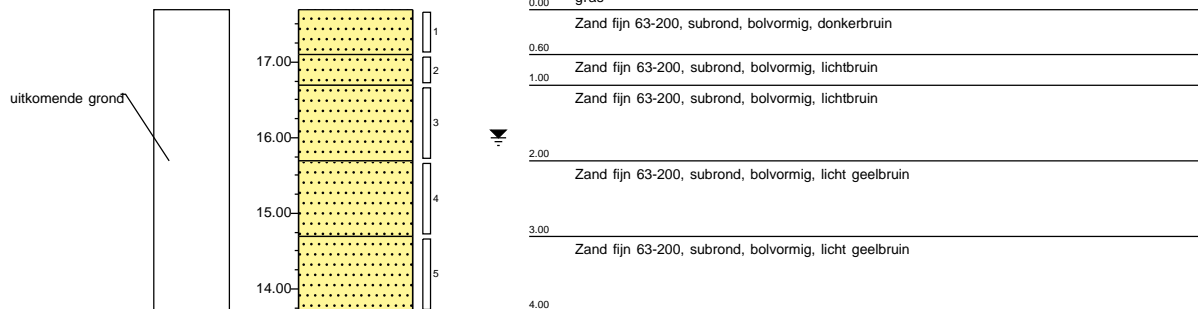
Uitvoering op: 13-11-2023  
Uitvoering door: Ahl  
Werknummer: HB001

**Boornorm: NEN-EN-ISO 22475-1**

Grondwaterstand [cm-mv]: 170

**Identificatie conform NEN-EN-ISO 14688-1**

x-coördinaat [m RD]: 174351,22  
y-coördinaat [m RD]: 387593,87  
Referentiehoogte [m]: 17.69 . N.A.P.  
Reden boring gestopt: Einddoel



**Boring: HB002**

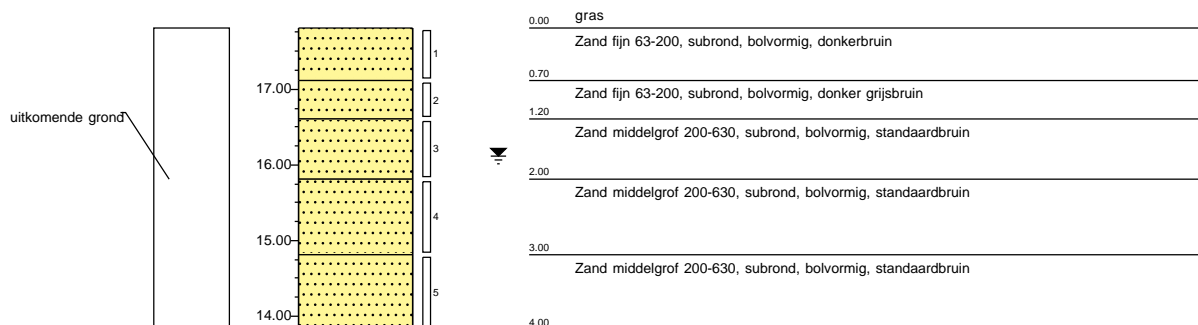
Uitvoering op: 13-11-2023  
Uitvoering door: Ahl  
Werknummer: HB002

**Boornorm: NEN-EN-ISO 22475-1**

Grondwaterstand [cm-mv]: 170

**Identificatie conform NEN-EN-ISO 14688-1**

x-coördinaat [m RD]: 174359,59  
y-coördinaat [m RD]: 387631,80  
Referentiehoogte [m]: 17.81 . N.A.P.  
Reden boring gestopt: Einddoel



Project: Nieuwbouw aan de Molenstraat 121 te Helmond  
Opdracht: 23ZP1301  
Betreft: Boorprofiel



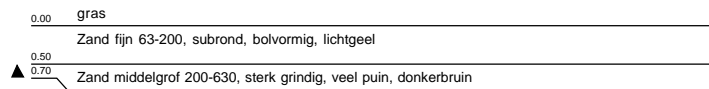
**Boring: HB003**

Uitvoering op: 13-11-2023  
Uitvoering door: Ahl  
Werknummer: HB003

**Boornorm: NEN-EN-ISO 22475-1**

**Identificatie conform NEN-EN-ISO 14688-1**

x-coördinaat [m RD]: 174396,56  
y-coördinaat [m RD]: 387633,77  
Referentiehoogte [m]: 18.07 . N.A.P.  
Reden boring gestopt: Obstakel grind stenen



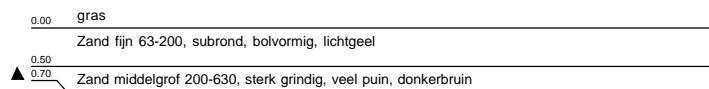
**Boring: HB003a**

Uitvoering op: 13-11-2023  
Uitvoering door: Ahl  
Werknummer: HB003a

**Boornorm: NEN-EN-ISO 22475-1**

**Identificatie conform NEN-EN-ISO 14688-1**

x-coördinaat [m RD]: 174395,48  
y-coördinaat [m RD]: 387634,09  
Referentiehoogte [m]: 18.07 . N.A.P.  
Reden boring gestopt: Obstakel grind stenen



Project: Nieuwbouw aan de Molenstraat 121 te Helmond  
Opdracht: 23ZP1301  
Betreft: Boorprofiel



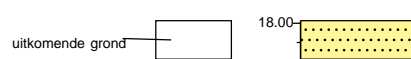
**Boring: HB003b**

Uitvoering op: 13-11-2023  
Uitvoering door: Ahl  
Werknummer: HB003b

**Boornorm: NEN-EN-ISO 22475-1**

**Identificatie conform NEN-EN-ISO 14688-1**

x-coördinaat [m RD]: 174397,80  
y-coördinaat [m RD]: 387632,23  
Referentiehoogte [m]: 18.03 . N.A.P.  
Reden boring gestopt: Obstakel grind stenen



0.00	gras
0.50	Zand fijn 63-200, subrond, bolvormig, lichtgeel

**Boring: HB004**

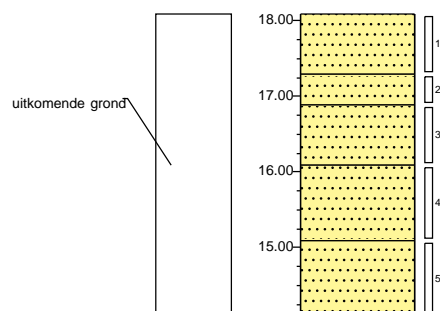
Uitvoering op: 13-11-2023  
Uitvoering door: Ahl  
Werknummer: HB004

**Boornorm: NEN-EN-ISO 22475-1**

Grondwaterstand [cm-mv]: 170

**Identificatie conform NEN-EN-ISO 14688-1**

x-coördinaat [m RD]: 174409,00  
y-coördinaat [m RD]: 387663,18  
Referentiehoogte [m]: 18.09 . N.A.P.  
Reden boring gestopt: Einddoel



0.00	gras
0.80	Zand fijn 63-200, subrond, bolvormig, weinig wortels, weinig plantenresten, weinig puin, donkerbruin
1.20	Zand fijn 63-200, subrond, bolvormig, licht geelbruin
2.00	Zand fijn 63-200, subrond, bolvormig, lichtgeel
3.00	Zand fijn 63-200, subrond, bolvormig, lichtgeel
4.00	Zand fijn 63-200, subrond, bolvormig, lichtgeel

Project: Nieuwbouw aan de Molenstraat 121 te Helmond  
Opdracht: 23ZP1301  
Betreft: Boorprofiel



**Boring: HB005**

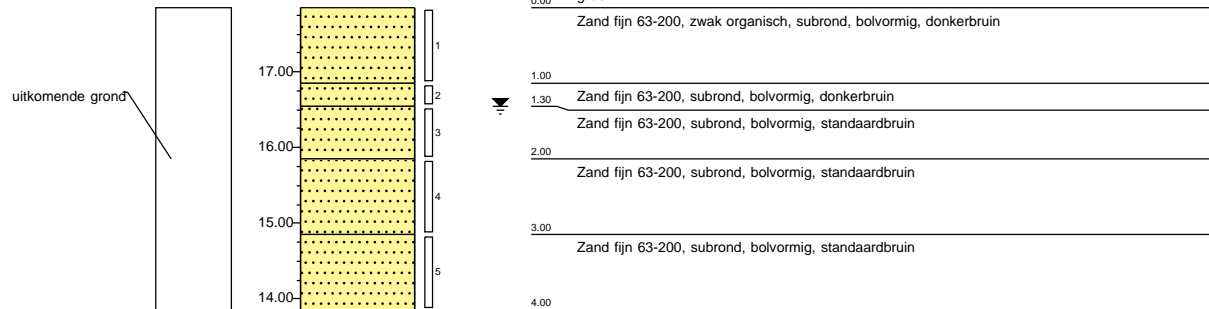
Uitvoering op: 13-11-2023  
Uitvoering door: Ahl  
Werknummer: HB005

**Boornorm: NEN-EN-ISO 22475-1**

Grondwaterstand [cm-mv]: 130

**Identificatie conform NEN-EN-ISO 14688-1**

x-coördinaat [m RD]: 174453,82  
y-coördinaat [m RD]: 387646,06  
Referentiehoogte [m]: 17,85 . N.A.P.  
Reden boring gestopt: Einddoel



**Boring: HB006**

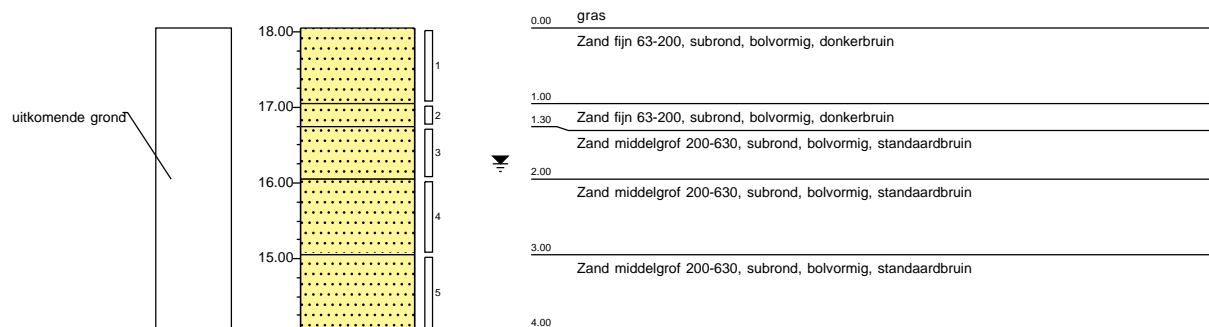
Uitvoering op: 13-11-2023  
Uitvoering door: Ahl  
Werknummer: HB006

**Boornorm: NEN-EN-ISO 22475-1**

Grondwaterstand [cm-mv]: 180

**Identificatie conform NEN-EN-ISO 14688-1**

x-coördinaat [m RD]: 174437,10  
y-coördinaat [m RD]: 387594,60  
Referentiehoogte [m]: 18,05 . N.A.P.  
Reden boring gestopt: Einddoel



## **BIJLAGE E**

## 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

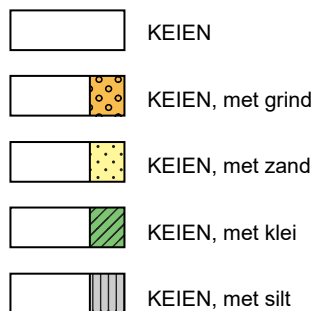
⊕	WSM	Waterspanningsmeter
▭	IMB	Inclinometerbuis
	IMS	Inclinometer SAAF
⊠	ZB	Zakbaak
⚙	DFB	Deformatiebout
⚙	SCM	Scheurmeter
⚙	EXM	Extensometer
⚙	TM	Tiltmeter
⚙	TRM	Trillingmeter
⊗	PDPs	Plaatdrukproef (statisch)
	PDPd	Plaatdrukproef (dynamisch)
⊗	PP	Pompput
⊗	PRP	Proefgat
⊗	PRS	Proefsleuf

### ALGEMEEN

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

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

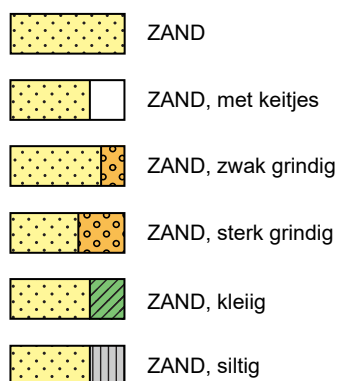
### KEIEN / KEITJES



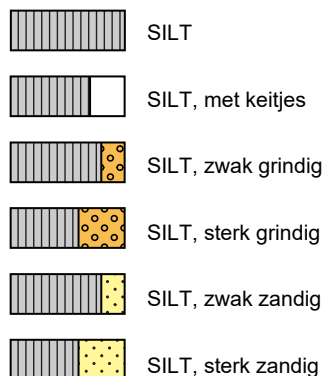
### GRIND



### ZAND



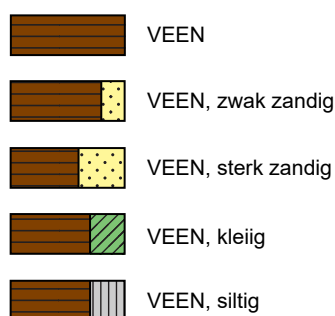
### SILT



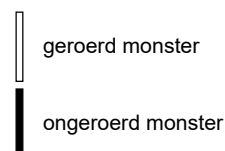
### KLEI



### VEEN / HUMUS / DETRITUS



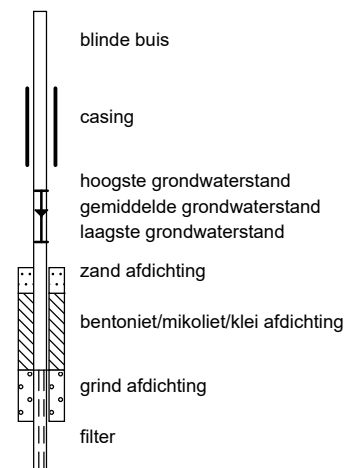
### MONSTERS



### 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**

Formule om de doorlatendheid volgens Porchet te bepalen :

$$k_f = 1,15 \times r \times \frac{\log\left(h_0 + \frac{r}{2}\right) - \log\left(h_1 + \frac{r}{2}\right)}{\Delta t}$$

Hierbij is :

$h_0$  = waterhoogte in boorgat op tijdstip  $t = t_0$

$h_1$  = waterhoogte in boorgat op tijdstip  $t = t_1$

$r$  = boorgatradius

$\Delta t$  = verlopen tijd van  $t = t_0$  tot  $t = t_1$

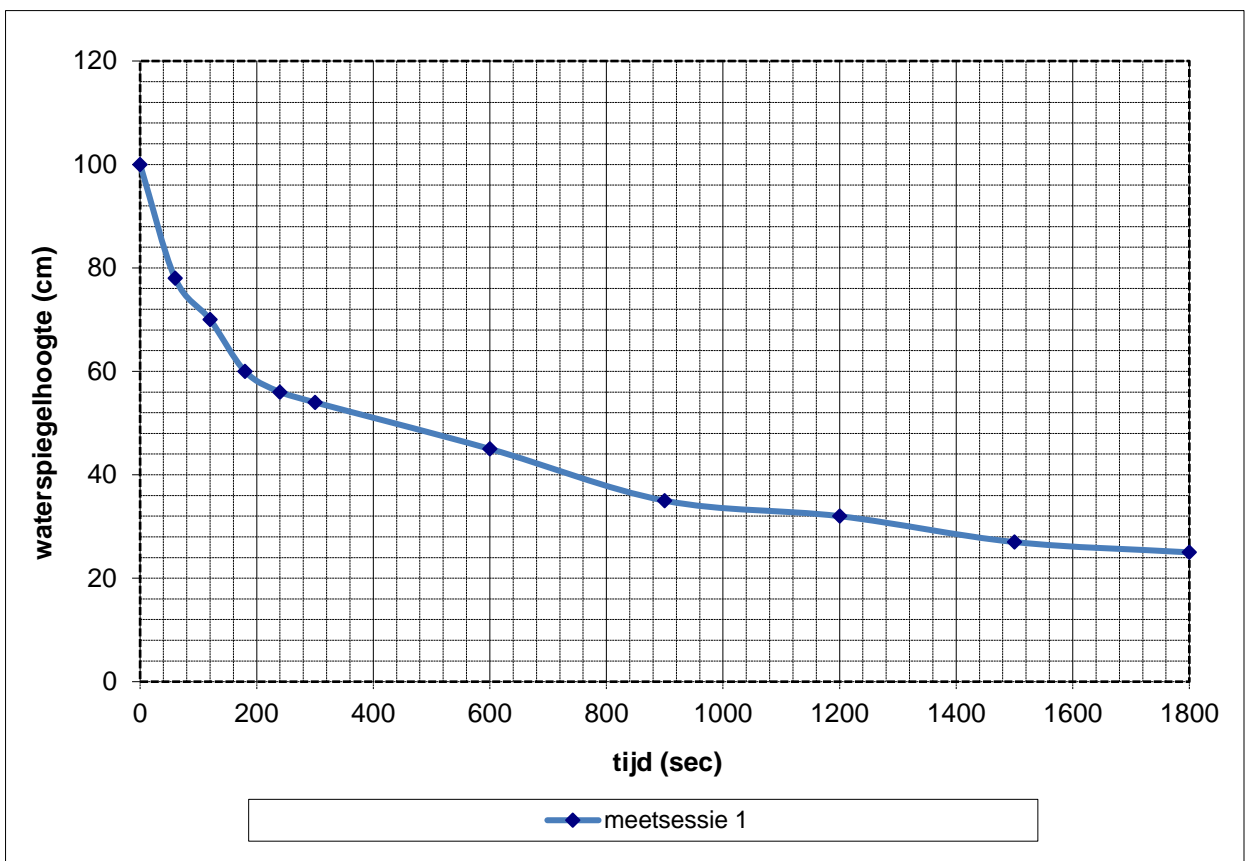
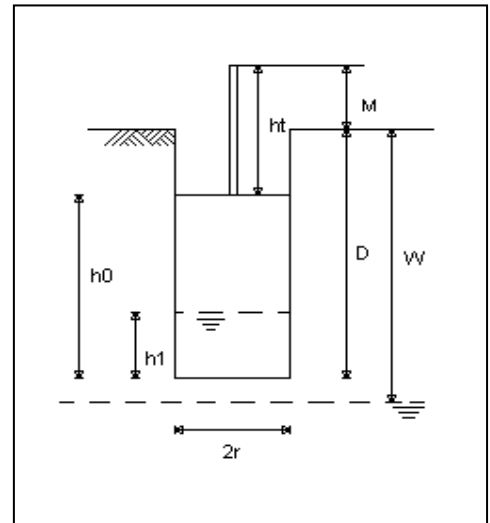
Onderzoekswaarden

Diepte boorgat D : 120 cm

Standaardhoogte M : 0 cm

Radiusboorgat r : 5 cm

Grondwater W : 170 cm



Meetsessie 1

$k_f = 1,45$  m/dag

Formule om de doorlatendheid volgens Porchet te bepalen :

$$k_f = 1,15 \times r \times \frac{\log\left(h_0 + \frac{r}{2}\right) - \log\left(h_1 + \frac{r}{2}\right)}{\Delta t}$$

Hierbij is :

$h_0$  = waterhoogte in boorgat op tijdstip  $t = t_0$

$h_1$  = waterhoogte in boorgat op tijdstip  $t = t_1$

$r$  = boorgatradius

$\Delta t$  = verlopen tijd van  $t = t_0$  tot  $t = t_1$

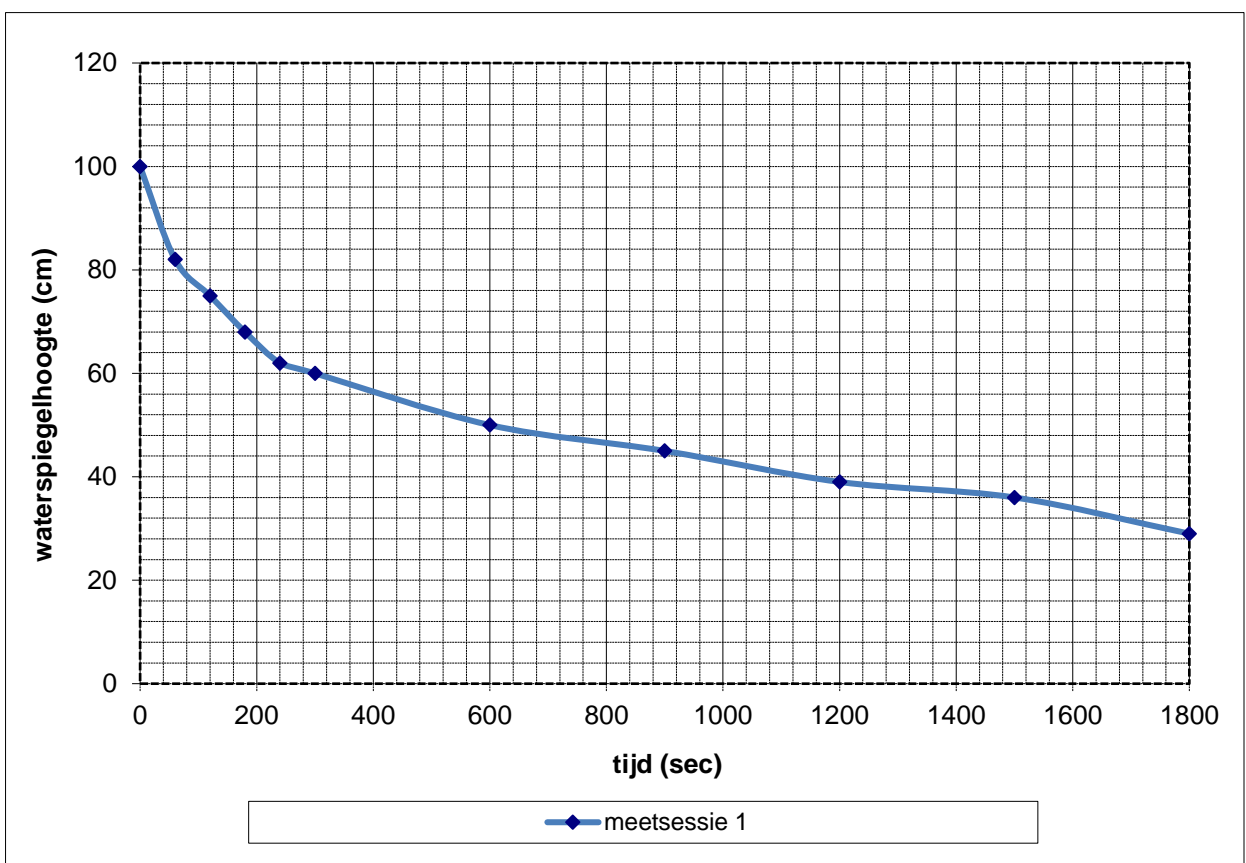
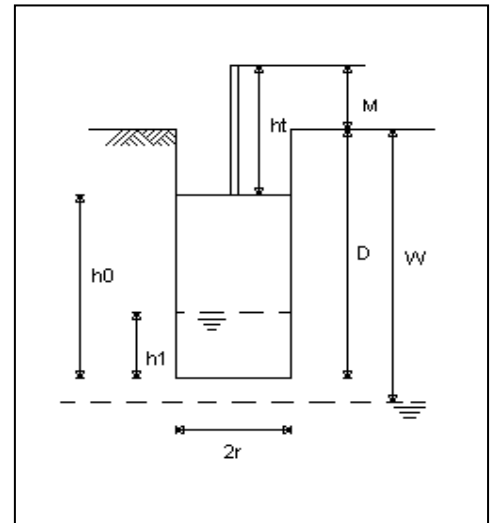
Onderzoekswaarden

Diepte boorgat D : 120 cm

Standaardhoogte M : 0 cm

Radiusboorgat r : 5 cm

Grondwater W : 170 cm



Meetsessie 1

$k_f = 0,99$  m/dag

Formule om de doorlatendheid volgens Porchet te bepalen :

$$k_f = 1,15 \times r \times \frac{\log\left(h_0 + \frac{r}{2}\right) - \log\left(h_1 + \frac{r}{2}\right)}{\Delta t}$$

Hierbij is :

$h_0$  = waterhoogte in boorgat op tijdstip  $t = t_0$

$h_1$  = waterhoogte in boorgat op tijdstip  $t = t_1$

$r$  = boorgatradius

$\Delta t$  = verlopen tijd van  $t = t_0$  tot  $t = t_1$

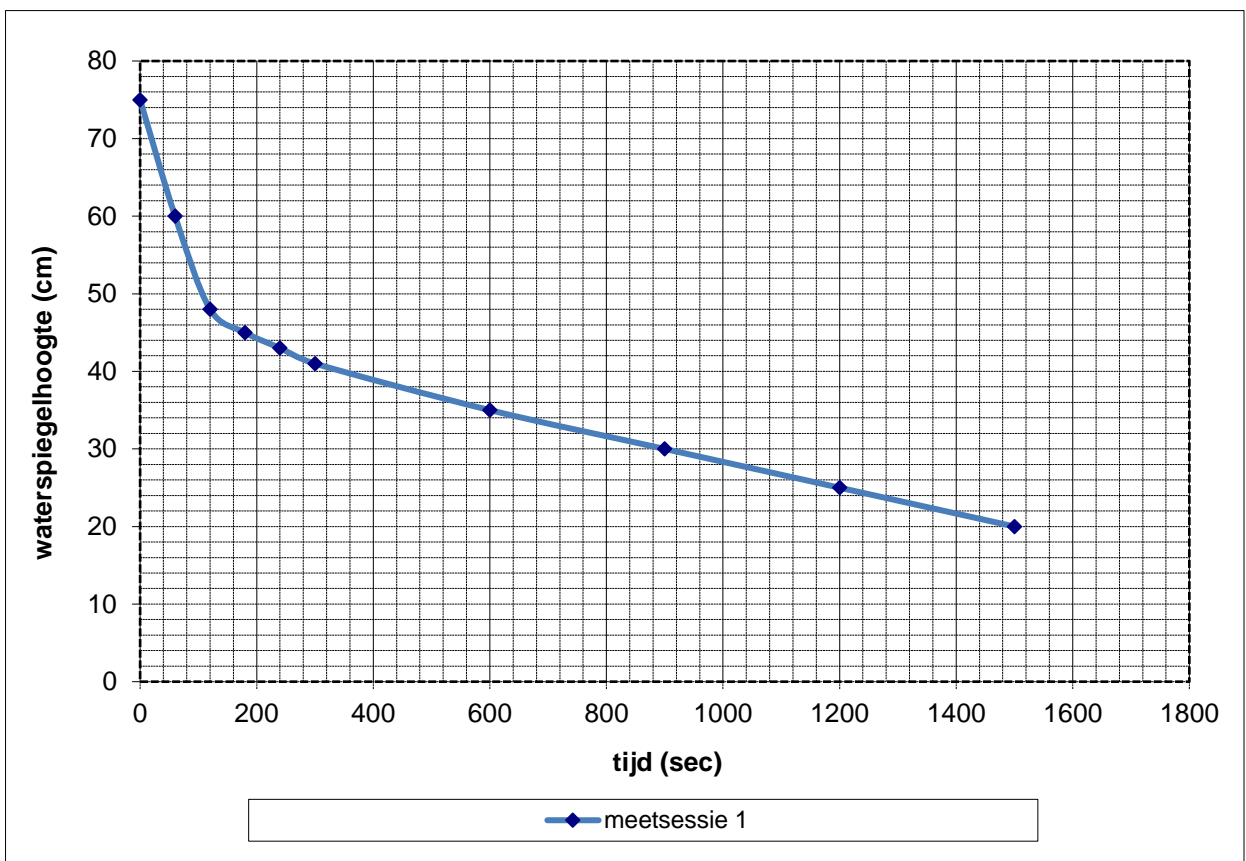
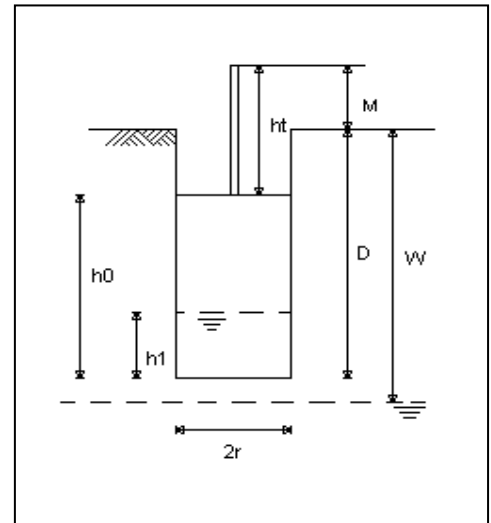
Onderzoekswaarden

Diepte boorgat D : 80 cm

Standaardhoogte M : 0 cm

Radiusboorgat r : 5 cm

Grondwater W : 130 cm



Meetsessie 1

$k_f = 1,16$  m/dag

## **BIJLAGE G**

## Certificaat geotechnisch laboratoriumonderzoek

**Opdrachtgever**  
2ER+ Projectontwikkeling B.V.

**Projectleider**  
Ir. Roy Dierx

**Datum ontvangst monsters**  
12 december 2023

**Datum rapport**  
15 december 2023

### Uitgevoerde werkzaamheden

Omschrijving proef	Norm	Certificaat bijlage
<b>1x</b> Korrelverdeling, inclusief: <ul style="list-style-type: none"><li>- zeven en bezinken,</li><li>- bepaling doorlatendheid,</li><li>- gloeiverlies</li></ul>	NEN-EN-ISO 17892-4	KVD-01 en KVB-01

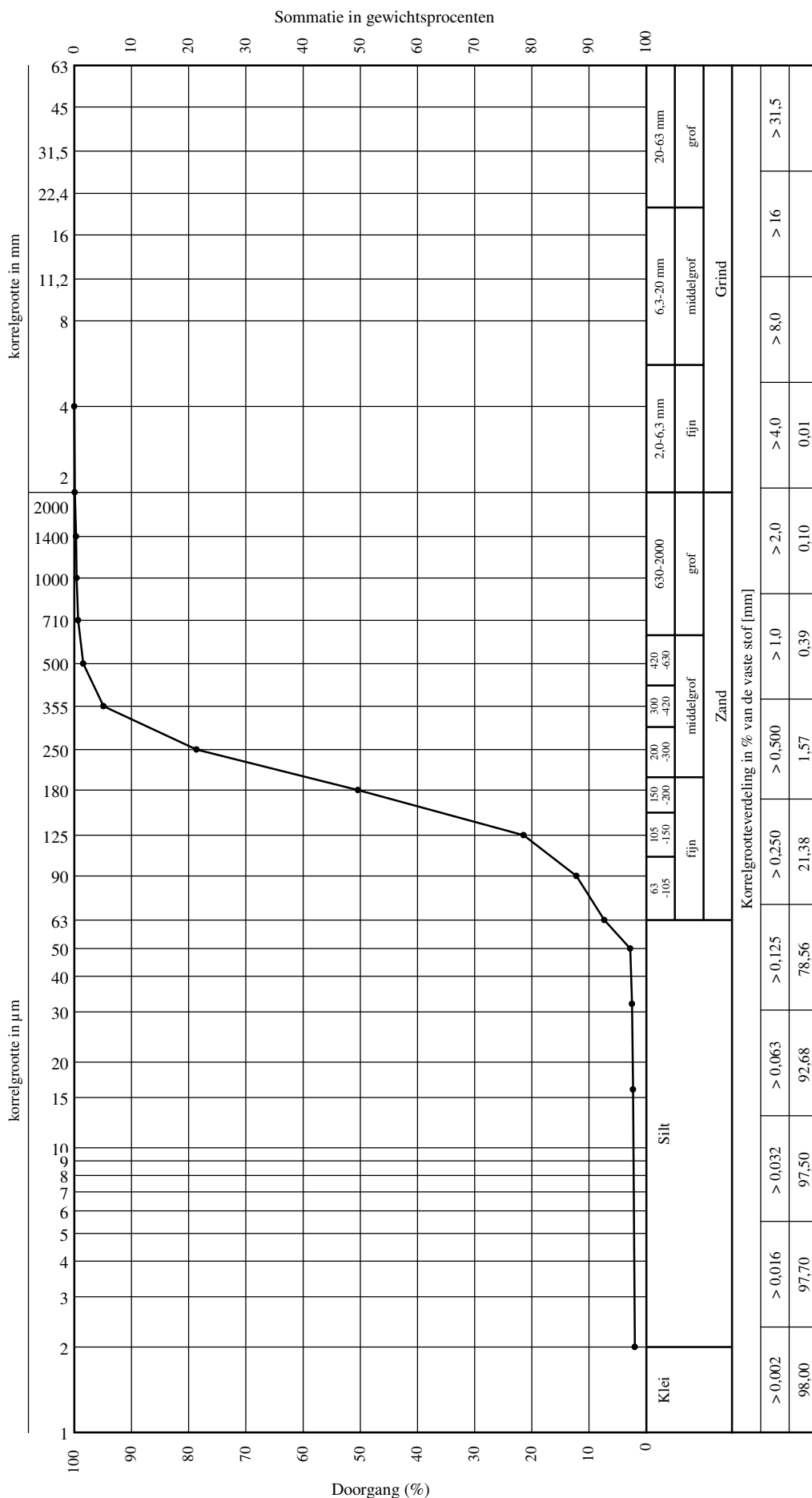
De gerapporteerde laboratoriumresultaten zijn alleen van toepassing op de onderzochte monsters, tenzij anders is vermeld. Het certificaat met bijlagen zijn een onderdeel van de gehele rapportage van het bovengenoemde project.

**Onderzoeksleider**  
M.G. Jansen



**Voor akkoord**  
S. 't Hart





Monstergegevens		Gelijkmatigheidscoefficienten		Fractieverdeling in % van de vaste stof		Overige meetwaarden	
Boring	: HB001	d 50	: 179 $\mu\text{m}$	Lutumfractie	: 2,0 %	Gloeiverlies	: 0,2 %
Monster	: 03	C <sub>u</sub>	: 2,0	Siltfractie	: 5,3 %	Organische stof	: 0,0 %
Werknummer	: HB001	C <sub>c</sub>	: 1,0	Zandfractie	: 92,6 %		
Diepte	: 1,00 - 2,00 m - mv	U-cijfer	: 6,0	Grindfractie	: 0,1 %		
Classificatie	: Zand, fijn 150-200, siltig	Zandmediaan					
Tertiaire fractie	: n.b.	Grindmediaan					
Korrelvorm	: bol, subhoekig	M <sub>z</sub>	: 188 $\mu\text{m}$				
		M <sub>g</sub>	: n.v.t.				

KVD\_HB001\_03

Nieuwbouw aan de Molenstraat 121 te Helmond		korrelverdeling volgens NEN-EN-ISO 14688-2 NEN-EN-ISO 17892-4		uitv.: mjm	
SOCOTEC Geotechnics Inpijn-Blokpoel ingenieurs	231113	datum: 15-12-2023		opdracht: 23ZP1301	

**Opdrachtgegevens:**

Opdracht : 23ZP1301  
 Boring : HB001  
 Monster : 3  
 Werknummer : HB001  
 Diepte : 1,00 - 2,00 m - mv

**tot volledige korrelverdeling:**

d<sub>10</sub> : 78 µm  
 d<sub>30</sub> : 141 µm  
 d<sub>50</sub> : 179 µm  
 d<sub>60</sub> : 204 µm  
 d<sub>70</sub> : 229 µm  
 d<sub>90</sub> : 323 µm

**Verzadigde waterdoorlatendheid (k-waarde):**

Hazen<sup>1</sup> : n.v.t.  
 Seelheim<sup>3</sup> : 3,8 m/etm.  
 Beyer<sup>1</sup> : 5,2 m/etm.  
 SBr190<sup>3</sup> : 3,9 m/etm.

Alyamani & Sen<sup>4</sup> : n.v.t.  
 USBR<sup>1</sup> : 2,3 m/etm.  
 Harleman<sup>5</sup> : 2,6 m/etm.  
 Krumbein & Monk<sup>2</sup> : n.v.t.

Gemiddelde : 3,6 m/etm.  
 Standaarddeviatie : 1,1 m/etm.

(d<sub>10</sub>: 76,6 µm, Lutum: 2,0 %)

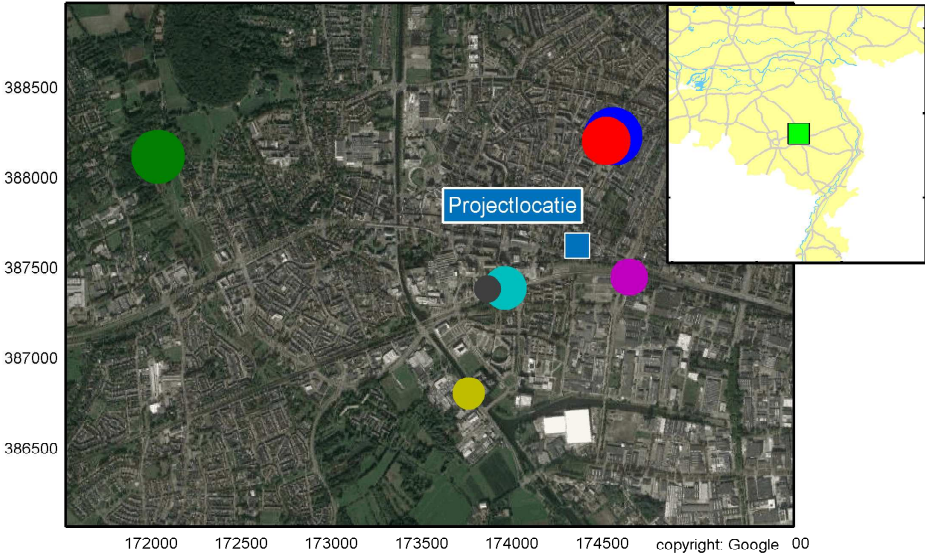
**Verantwoording:**

1. Kasenow, M., 1994. Determination of hydraulic conductivity from grain size analysis. Water Resources Publications.
2. Krumbein, W.C., and Monk, G.D., 1942, Permeability as a function of the size parameters of unconsolidated sand: Transactions of the American Institute of Mineralogical and Metallurgical Engineers, v. 151, p. 153-163.
3. Jansen, G.J.M., 2003. SBR-Publicatie 190.3: Bemaling van bouwputten, SBR, Delft (deels bewerkt).
4. Alyamani, M.S. and Sen, Z., 1993. Determination of hydraulic conductivity from complete grain size distribution curves. Groundwater, Vol. 31, No. 4, p:551-555.
5. Harleman, D.R.E., Melhorn, P.F., and Rumer, R.R., 1963. Dispersion-permeability correlation in porous media: J. Hydraul. Div., Amer. Soc., Civil Engrs., v89, p.67-85.

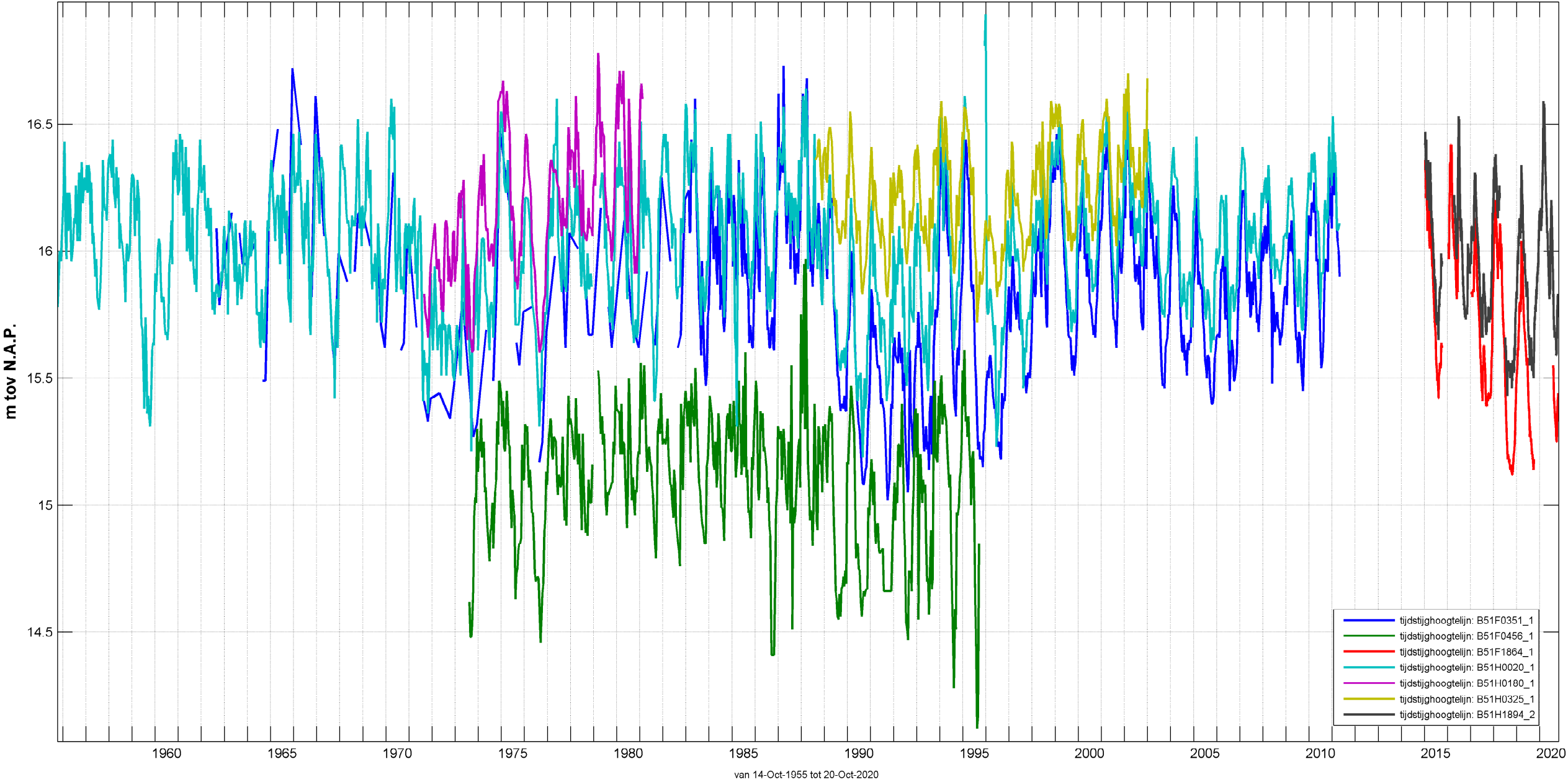
**KVB\_HB001\_3**

		aanvullende bijlage bij KVD_HB001_3	uitv.: mjn
SOCOTEC Geotechnics Inpijn-Blokpoel ingenieurs	231113	datum: 15-12-2023	opdracht: <b>23ZP1301</b>

## **BIJLAGE H**



Putcode:	B51F0351	B51F0456	B51F1864	B51H0020	B51H0180	B51H0325	B51H1894
Meetpunt:	B51F0351_1	B51F0456_1	B51F1864_1	B51H0020_1	B51H0180_1	B51H0325_1	B51H1894_2
X-coördinaat(RD):	174560	172040	174521	173960	174650	173760	173864
Y-coördinaat(RD):	388230	388120	388206	387390	387450	386810	387386
Maaiveldhoogte:	17.43	16.52	17.45	18.71	18.59	17.44	18.50
Eenheid:	m tov N.A.P.	m tov N.A.P.	m tov N.A.P.	m tov N.A.P.	m tov N.A.P.	m tov N.A.P.	m tov N.A.P.
Filternummer:	1	1	1	1	1	1	2
Bovenkant buis:	17.35	16.46	18.12	18.21	18.96	17.40	18.92
Filterstelling van:	14.80	13.88	15.13	-6.24	10.99	14.16	5.37
Filterstelling tot:	14.30	13.38	14.13	-21.24	9.99	13.16	3.37



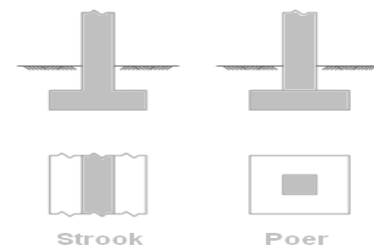
## **BIJLAGE I**

## Belastingen

Verticaal, centrisch

## Constructie fundering

Funderingstype : stroken en poeren  
Funderingsafmetingen : zie reketabellen  
Aanlegniveau fundering : 17,00 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 : 17,00 m + NAP  
Voor berekening zetting : 16,00 m + NAP  
Voor berekening doorponsen : 17,00 m + NAP

## Bodemopbouw en grondparameters

Laag nr.	Grondsoort	Onderzijde laag [m tov NAP]	Laagdikte [m]	$\gamma_k$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$\gamma_{\text{sat};k}$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$\phi_k$ [°]	$c'_k$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$c_{u;k}$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$C_{c;k}$ [-]
1	zand	17,00	0,63	17,0	19,0	30,0	0,00	0,00	0,02
2	zand	16,60	0,40	18,0	20,0	32,5	0,00	0,00	0,01
3	zand	14,00	2,60	18,0	20,0	32,5	0,00	0,00	0,01
4	zand	13,60	0,40	17,0	19,0	30,0	0,00	0,00	0,02
5	silt	11,00	2,60	18,0	18,0	27,5	0,00	20,00	0,32
6	zand	10,00	1,00	18,0	20,0	32,5	0,00	0,00	0,01
7	veen	9,50	0,50	12,0	12,0	15,0	1,00	30,00	1,90
8	zand	--	--	19,0	21,0	35,0	0,00	0,00	0,00

In de bodem komen cohesieve lagen voor. Bij belasting kunnen in deze lagen tijdelijk wateroverspanningen ontstaan. In dat geval is sprake van een zogenaamde ongedraineerde situatie. Voor zover cohesieve lagen zich bevinden binnen het invloedsgebied van de fundering, is de draagkracht berekend voor zowel de gedraineerde als de ongedraineerde situatie.

## Partiële factoren voor grondparameters

$\gamma_{\phi}$  = 1,15  
 $\gamma_{\gamma}$  = 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) Ongedraineerde evenwichtsvergelijking toegepast op doorponsniveau (g) (2 doorponsniveaus)

Hierna volgt een tabel met de maatgevende draagvermogens. Tevens zijn de draagvermogens per evenwichtsvergelijking toegevoegd.

## Niveau grondverbetering per sondering

zie ook paragraaf "Grondverbetering"

Sondering [nr.]	Maaiveld [m tov NAP]	Ontgravingsniveau* [m tov NAP]
DKM-007	17,81	16,60
DKM-008	17,82	16,90
DKM-009	17,78	16,80
DKM-010	17,63	16,70

\* Ontgravingsniveau tbv grondverbetering

### Maatgevende draagkracht stroken en poeren

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.

In de tabel is voor de berekende situaties de maatgevende evenwichtsvergelijking en het maatgevend draagvermogen weergegeven.

Strookafmeting B [m]	Maatgevende evenwichtsvergelijking				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	1	1	1	1	21	31	42	52
0,50	1	1	1	1	30	43	56	68
0,60	1	1	1	1	40	56	71	86
0,70	1	1	1	1	52	70	88	105
0,80	1	1	1	1	65	85	106	126
0,90	1	1	1	1	79	102	125	148
1,00	1	1	1	2a	95	121	146	165 *

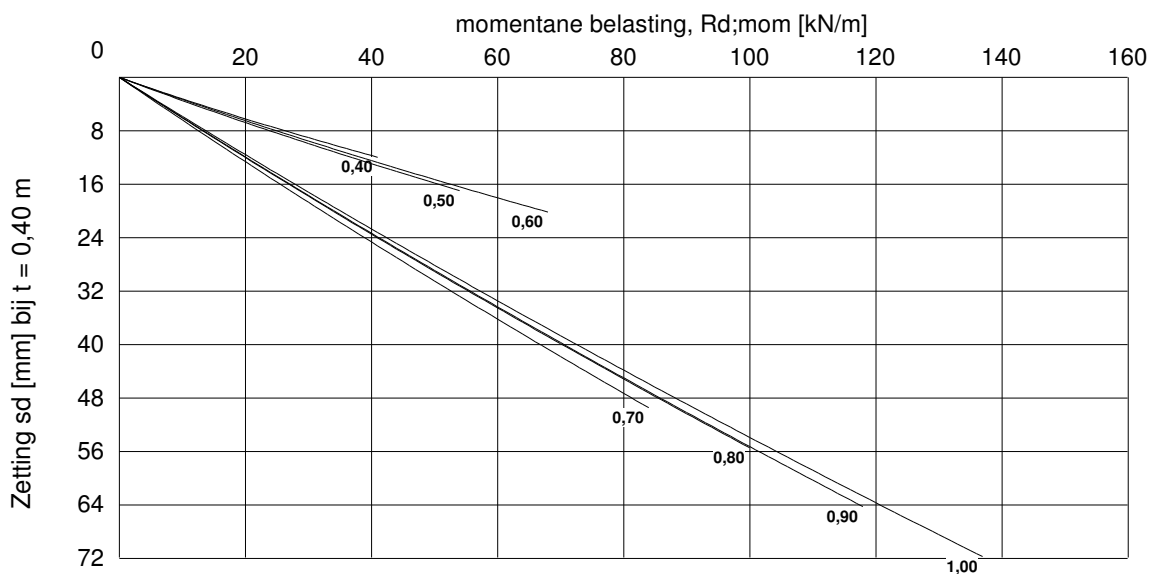
Poerafmeting B * L [m * m]	Maatgevende evenwichtsvergelijking				Draagkracht op aanlegniveau $R_d$ [kN]			
	t = 0,1 m	0,2 m	0,3 m	0,4 m	t = 0,1 m	0,2 m	0,3 m	0,4 m
0,40 * 0,40	1	1	1	1	9	15	21	27
0,50 * 0,50	1	1	1	1	16	25	34	44
0,60 * 0,60	1	1	1	1	24	38	51	65
0,70 * 0,70	1	1	1	1	35	54	72	91
0,80 * 0,80	1	1	1	1	49	73	97	121
0,90 * 0,90	1	1	1	1	66	97	127	158
1,00 * 1,00	1	1	1	1	87	124	162	200 *

- 1) Gedraineerde evenwichtsvergelijking toegepast op aanlegniveau (i)
- 2) Ongedraineerde evenwichtsvergelijking toegepast op doorponsniveau (g)
  - 2a) doorponsniveau van 13,60 m + NAP
  - 2b) doorponsniveau van 10,00 m + NAP

Voor de volledige draagkrachtberekening per evenwichtsvergelijking wordt verwezen naar de desbetreffende rekenbladen hierna.

\* voor deze situatie is een voorbeeldberekening toegevoegd.

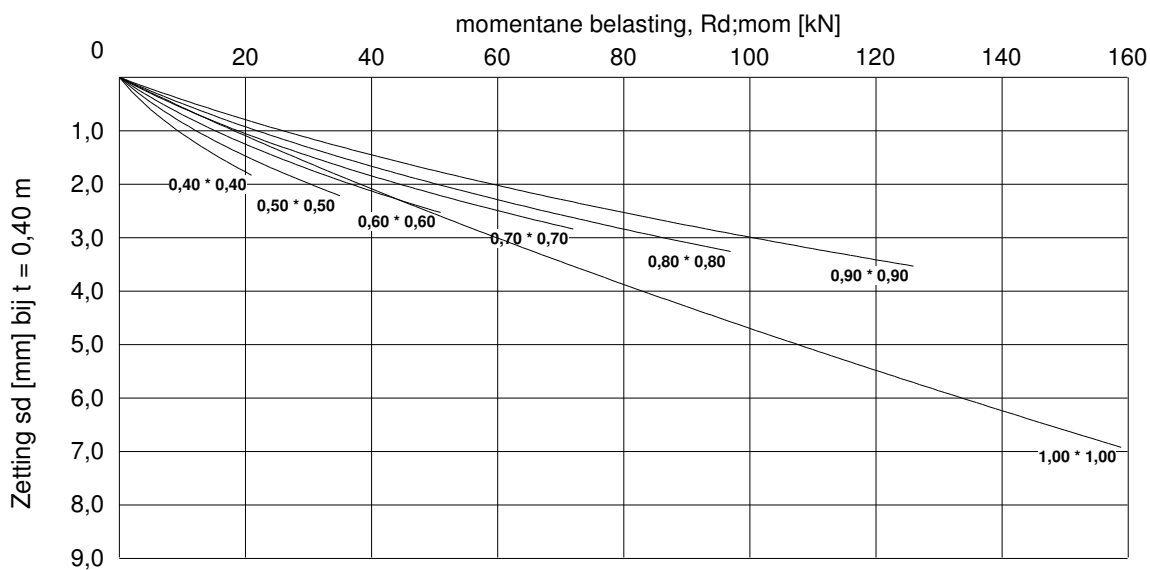
## Zetting stroken



## Beddingscoëfficiënt stroken

Strookafmeting B [m]	Beddingscoëfficiënt bij t = 0,1 m [kN/m <sup>3</sup> ]		Beddingscoëfficiënt bij t = 0,2 m [kN/m <sup>3</sup> ]		Beddingscoëfficiënt bij t = 0,3 m [kN/m <sup>3</sup> ]		Beddingscoëfficiënt bij t = 0,4 m [kN/m <sup>3</sup> ]	
	$k_{v,rep;stat}$	$k_{v;d;stat}$	$k_{v,rep;stat}$	$k_{v;d;stat}$	$k_{v,rep;stat}$	$k_{v;d;stat}$	$k_{v,rep;stat}$	$k_{v;d;stat}$
0,40	21000	16000	9000	7000	6000	5000	6000	5000
0,50	18000	14000	5000	4000	5000	4000	4500	3500
0,60	7000	5000	4500	3500	4000	3000	4000	3000
0,70	4000	3000	3500	3000	3500	3000	2000	1400
0,80	3500	2500	3500	2500	1500	1300	1500	1300
0,90	3000	2500	1500	1100	1500	1100	1500	1200
1,00	3000	2000	1400	1100	1400	1100	1400	1100

## Zetting poeren



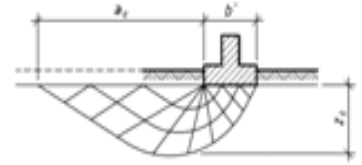
## Beddingscoëfficiënt poeren

Poerafmeting B * L [m * m]	Beddingscoëfficiënt bij $t = 0,1$ m [ $\text{kN/m}^3$ ]		Beddingscoëfficiënt bij $t = 0,2$ m [ $\text{kN/m}^3$ ]		Beddingscoëfficiënt bij $t = 0,3$ m [ $\text{kN/m}^3$ ]		Beddingscoëfficiënt bij $t = 0,4$ m [ $\text{kN/m}^3$ ]	
	$k_{v;rep;stat}$	$k_{v;d;stat}$	$k_{v;rep;stat}$	$k_{v;d;stat}$	$k_{v;rep;stat}$	$k_{v;d;stat}$	$k_{v;rep;stat}$	$k_{v;d;stat}$
0,40 * 0,40	41000	31000	46000	35000	50000	38000	54000	41000
0,50 * 0,50	37000	29000	41000	32000	45000	35000	47000	36000
0,60 * 0,60	34000	26000	37000	29000	39000	30000	42000	32000
0,70 * 0,70	31000	24000	33000	26000	36000	28000	38000	30000
0,80 * 0,80	30000	23000	31000	24000	34000	26000	34000	26000
0,90 * 0,90	28000	21000	30000	23000	31000	24000	33000	25000
1,00 * 1,00	27000	21000	28000	21000	29000	23000	17000	13000

## 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 <sup>2</sup> ]				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	53	79	104	129	21	31	42	52
0,50	60	86	111	136	30	43	56	68
0,60	67	93	118	143	40	56	71	86
0,70	74	100	125	150	52	70	88	105
0,80	81	107	132	157	65	85	106	126
0,90	88	114	139	164	79	102	125	148
1,00	95	121	146	171	95	121	146	171 *

\* voor deze situatie is een voorbeeldberekening toegevoegd.

Poerafmeting B * L [m * m]	Maximale funderingsdruk aanlegniveau $\sigma'_{\max;d}$ [kN/m <sup>2</sup> ]				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	57	95	133	170	9	15	21	27
0,50 * 0,50	62	100	137	175	16	25	34	44
0,60 * 0,60	67	105	142	180	24	38	51	65
0,70 * 0,70	72	110	147	185	35	54	72	91
0,80 * 0,80	77	114	152	190	49	73	97	121
0,90 * 0,90	82	119	157	195	66	97	127	158
1,00 * 1,00	87	124	162	200	87	124	162	200 *

\* voor deze situatie is een voorbeeldberekening toegevoegd.

## Draagkracht volgens ongedraineerde evenwichtsvergelijking toegepast op doorponsniveau

Direct beneden het aanlegniveau komen niet cohesieve bodemlagen voor die binnen de invloedstiepte van de fundering worden gevolgd door cohesieve lagen.

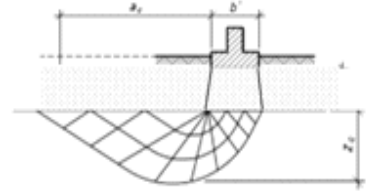
Bij belasting kunnen in de cohesieve lagen tijdelijk wateroverspanningen ontstaan. In dat geval is sprake van een zogenaamde ongedraineerde situatie. Voor deze situatie is de draagkracht berekend op basis van de ongedraineerde evenwichtsvergelijking.

De evenwichtsvergelijking is toegepast op het niveau van de overgang van de niet cohesieve naar de cohesieve laag (g). Het bijbehorende bezwijkmechanisme heet in dit geval

“doorponsen”. Het niveau waarvoor de evenwichtsvergelijking is opgesteld het

“doorponsniveau”.

De navolgende resultaten zijn berekend voor een doorponsniveau van 13,60 m + NAP.



Strookafmeting B [m]	Doorponsoppervlak b' A' [m] [m²]		Grond op doorponsniveau d V <sub>pons</sub> G <sub>pons</sub> [m] [m³] [kN]			maximale funderingsdruk σ' max;d [kN/m²]			
						t 0,1 m	0,2 m	0,3 m	0,4 m
0,40	1,36	1,36	3,40	3,0	29,3	283	288	294	299
0,50	1,46	1,46	3,40	3,3	32,7	241	245	250	254
0,60	1,56	1,56	3,40	3,7	36,0	213	217	221	225
0,70	1,66	1,66	3,40	4,0	39,4	192	196	200	203
0,80	1,76	1,76	3,40	4,3	42,8	177	181	184	188
0,90	1,86	1,86	3,40	4,7	46,1	166	169	172	175
1,00	1,96	1,96	3,40	5,0	49,5	156	159	162	165

Strookafmeting B [m]	Draagkracht op doorponsniveau R <sub>pons;d</sub> [kN/m]				G <sub>pons</sub> [kN]	Draagkracht op aanlegniveau R <sub>d</sub> [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	143	145	147	149	29,3	113	115	117	120
0,50	153	155	158	160	32,7	120	123	125	127
0,60	164	166	168	171	36,0	128	130	132	135
0,70	174	177	179	182	39,4	135	137	140	142
0,80	185	187	190	193	42,8	142	145	147	150
0,90	195	198	201	204	46,1	149	152	155	158
1,00	206	209	212	215	49,5	156	159	162	165 *

\* voor deze situatie is een voorbeeldberekening toegevoegd.

Poerafmeting B * L [m * m]	Doorponsoppervlak b' * l' A' [m * m] [m²]		Grond op doorponsniveau d V <sub>pons</sub> G <sub>pons</sub> [m] [m³] [kN]			maximale funderingsdruk σ' max;d [kN/m²]			
						t 0,1 m	0,2 m	0,3 m	0,4 m
0,40 * 0,40	1,36 * 1,36	1,84	3,40	2,6	26,9	1215	1232	1250	1268
0,50 * 0,50	1,46 * 1,46	2,12	3,40	3,3	33,1	888	901	914	927
0,60 * 0,60	1,56 * 1,56	2,42	3,40	3,9	40,0	698	709	719	729
0,70 * 0,70	1,66 * 1,66	2,74	3,40	4,7	47,6	577	585	594	602
0,80 * 0,80	1,76 * 1,76	3,08	3,40	5,6	55,8	493	500	508	515
0,90 * 0,90	1,86 * 1,86	3,44	3,40	6,5	64,7	432	439	445	452
1,00 * 1,00	1,96 * 1,96	3,82	3,40	7,4	74,2	386	392	398	404

Poerafmeting B * L [m * m]	Draagkracht op doorponsniveau R <sub>pons;d</sub> [kN]				G <sub>pons</sub> [kN]	Draagkracht op aanlegniveau R <sub>d</sub> [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	221	224	227	230	26,9	194	197	200	203
0,50 * 0,50	255	258	262	265	33,1	222	225	229	232
0,60 * 0,60	291	295	299	303	40,0	251	255	259	263
0,70 * 0,70	330	334	339	343	47,6	282	287	291	295
0,80 * 0,80	371	376	381	385	55,8	315	320	325	330
0,90 * 0,90	415	420	425	431	64,7	350	355	361	366
1,00 * 1,00	461	466	472	478	74,2	386	392	398	404 *

\* voor deze situatie is een voorbeeldberekening toegevoegd.

## Uitgangspunten berekeningen strook

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

## Beschrijving berekeningen

In de bodem komen cohesieve lagen voor. Bij belasting kunnen in deze lagen tijdelijk wateroverspanningen ontstaan. In dat geval is sprake van een zogenaamde ongedraineerde situatie. Voor zover cohesieve lagen zich bevinden binnen het invloedsgebied van de fundering, is de draagkracht berekend voor zowel de gedraineerde als de ongedraineerde situatie.

In het voorbeeld worden de navolgende berekeningen uitgevoerd:

- gedraineerde evenwichtsvergelijking toegepast op aanlegniveau
- ongedraineerde evenwichtsvergelijking toegepast op doorponsniveau 13,60 m + NAP
- ongedraineerde evenwichtsvergelijking toegepast op doorponsniveau 10,00 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/m<sup>2</sup>

$A'$  : effectief funderingsoppervlak in m<sup>2</sup>

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

voor de ongedraineerde toestand

$$\sigma'_{\max;d} = (\pi + 2) \cdot c_{u;d} s_c i_c \lambda_c + \sigma'_{v;z;d} \lambda_q$$

bijdrage cohesie                      bijdrage gronddekking

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

## Gedraineerde evenwichtsvergelijking toegepast op aanlegniveau

### Tussenresultaten

effectieve breedte	$b'$	=	1,00 m
effectieve lengte	$l'$	=	1,00 m
effectieve funderingsoppervlak	$A'$	=	1,00 m <sup>2</sup>
effectieve hoek van inwendige wrijving	$\phi'_k$	=	32,5 °
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 <sup>2</sup> (bij t = 0,40 m)
gewogen effectief volumiek gewicht	$\gamma'_{\text{gem;d}}$	=	8,2 kN/m <sup>3</sup>
rekenwaarde effectieve wrijvingshoek	$\phi'_{\text{gem;d}}$	=	29,0 °
draagkrachtfactoren	$N_c = 27,8$	$N_q = 16,4$	$N_\gamma = 17,1$
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  $\sigma'_{\max;d} = 0 + 101 + 70 = 171 \text{ kN/m}^2$

rekenwaarde maximale draagkracht  $R_d = 171 \text{ kN/m}$

### Ongedraineerde evenwichtsvergelijking toegepast op doorponsniveau 13,60 m + NAP

De maximale draagkracht bij doorponzen wordt bepaald voor het maatgevende doorponsniveau van 13,60 m + NAP

#### Tussenresultaten

effectieve breedte	$b'$	=	1,96 m
effectieve lengte	$l'$	=	1,00 m
effectieve funderingsoppervlak	$A'$	=	1,96 m <sup>2</sup>
effectieve hoek van inwendige wrijving	$\phi'_k$	=	0,0 °
invloedsdiepte conform tabel 6.a	$z_e$	=	1,4 m
ongedraineerde schuifsterkte	$c_{u;d}$	=	14,8 kPa
diepte zand tot doorponsniveau	$d_{zand}$	=	3,40 m
verticale korrelspanning doorponsniveau	$\sigma'_{v;z;0;d}$	=	33,6 kN/m <sup>2</sup> (bij $t = 0,40$ m + $d_{zand} = 3,40$ m)
vormfactoren	$s_c = 1,0$		
factor helling maaiveld	$\lambda_c = 1,0$	$\lambda_q = 1,0$	

#### Resultaten (ongedraineerde evenwichtsvergelijking toegepast op doorponsniveau)

funderingsdruk	$\sigma'_{max;d}$	=	76 + 34 = 110 kN/m <sup>2</sup>
draagkracht op doorponsniveau	$R_{pons;d}$	=	323 kN/m
gewicht grond boven doorponsniveau	$G_{pons;d}$	=	49 kN/m
draagkracht op aanlegniveau	$R_d$	=	165 kN/m

#### Overzicht rekenresultaten

Gedraineerde evenwichtsvergelijking toegepast op aanlegniveau	$R_d$	=	171 kN/m
Ongedraineerde evenwichtsvergelijking toegepast op doorponsniveau	$R_d$	=	165 kN/m

#### Conclusie

Uit de berekeningsresultaten volgt dat ongedraineerd doorponzen op niveau van 13,60 m + NAP maatgevend is.

### 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

In de bodem komen cohesieve lagen voor. Bij belasting kunnen in deze lagen tijdelijk wateroverspanningen ontstaan. In dat geval is sprake van een zogenaamde ongedraineerde situatie. Voor zover cohesieve lagen zich bevinden binnen het invloedsgebied van de fundering, is de draagkracht berekend voor zowel de gedraineerde als de ongedraineerde situatie.

In het voorbeeld worden de navolgende berekeningen uitgevoerd:

- gedraineerde evenwichtsvergelijking toegepast op aanlegniveau
- ongedraineerde evenwichtsvergelijking toegepast op doorponsniveau 13,60 m + NAP
- ongedraineerde evenwichtsvergelijking toegepast op doorponsniveau 10,00 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/m<sup>2</sup>

$A'$  : effectief funderingsoppervlak in m<sup>2</sup>

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

voor de ongedraineerde toestand

$$\sigma'_{\max;d} = (\pi + 2) \cdot c_{u;d} s_c i_c \lambda_c + \sigma'_{v;z;d} \lambda_q$$

bijdrage cohesie                      bijdrage gronddekking

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

### Gedraineerde evenwichtsvergelijking toegepast op aanlegniveau

#### Tussenresultaten

effectieve breedte	$b'$	=	1,00 m
effectieve lengte	$l'$	=	1,00 m
effectieve funderingsoppervlak	$A'$	=	1,00 m <sup>2</sup>
effectieve hoek van inwendige wrijving	$\phi'_k$	=	32,5 °
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 <sup>2</sup> (bij t = 0,40 m)
gewogen effectief volumiek gewicht	$\gamma'_{\text{gem;d}}$	=	8,2 kN/m <sup>3</sup>
rekenwaarde effectieve wrijvingshoek	$\phi'_{\text{gem;d}}$	=	29,0 °
draagkrachtfactoren	$N_c = 27,8$	$N_q = 16,4$	$N_\gamma = 17,1$
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  $\sigma'_{\max;d} = 0 + 151 + 49 = 200 \text{ kN/m}^2$

rekenwaarde maximale draagkracht  $R_d = 200 \text{ kN}$

### Ongedraineerde evenwichtsvergelijking toegepast op doorponsniveau 13,60 m + NAP

De maximale draagkracht bij doorponsen wordt bepaald voor het maatgevende doorponsniveau van 13,60 m + NAP

#### Tussenresultaten

effectieve breedte	$b'$	=	1,96 m
effectieve lengte	$l'$	=	1,96 m
effectieve funderingsoppervlak	$A'$	=	3,82 m <sup>2</sup>
effectieve hoek van inwendige wrijving	$\phi'_k$	=	0,0 °
invloedsdiepte conform tabel 6.a	$z_e$	=	1,4 m
ongedraineerde schuifsterkte	$c_{u;d}$	=	14,8 kPa
diepte zand tot doorponsniveau	$d_{zand}$	=	3,40 m
verticale korrelspanning doorponsniveau	$\sigma'_{v;z;0;d}$	=	33,6 kN/m <sup>2</sup> (bij $t = 0,40$ m + $d_{zand} = 3,40$ m)
vormfactoren	$s_c = 1,2$		
factor helling maaiveld	$\lambda_c = 1,0$	$\lambda_q = 1,0$	

#### Resultaten (ongedraineerde evenwichtsvergelijking toegepast op doorponsniveau)

funderingsdruk	$\sigma'_{max;d}$	=	91 + 34 = 125 kN/m <sup>2</sup>
draagkracht op doorponsniveau	$R_{pons;d}$	=	1545 kN
gewicht grond boven doorponsniveau	$G_{pons;d}$	=	74 kN
draagkracht op aanlegniveau	$R_d$	=	404 kN

#### Overzicht rekenresultaten

Gedraineerde evenwichtsvergelijking toegepast op aanlegniveau	$R_d$	=	200 kN
Ongedraineerde evenwichtsvergelijking toegepast op doorponsniveau	$R_d$	=	404 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	: $\gamma$	[par. 2.4]
verzadigd volumiek gewicht	: $\gamma_{\text{sat}}$	[par. 2.4]
effectieve hoek van inwendige wrijving	: $\phi'$	
cohesie	: $c'$	[par. 2.4]
ongedraineerde schuifsterkte	: $c_u$	
primaire samendrukkingsindex	: $C_c$	[par. 2.4]
secundaire samendrukkingsindex	: $C_\alpha$	[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	: $\gamma_\gamma$	[A.3.2, tabel A.4a]
voor de effectieve cohesie	: $\gamma_{c'}$	[A.3.2, tabel A.4a]

### Toelichting berekening weerstand

rekenwaarde maximale draagkracht	: $R_d = \sigma'_{\text{max}} * A'$	[par. 6.5]
bij doorponzen	: $R_d = R_{\text{pons;d}} - G_{\text{pons;d}}$	[par. 6.5]
gewicht grond boven doorponsniveau	: $G_{\text{pons;d}}$	
maximale funderingsdruk gedraineerd	: $\sigma'_{\text{max}} = c'_{\text{gem}} N_c s_c i_c b_c \lambda_c + \sigma'_{v;z} N_q s_q i_q b_q \lambda_q + 0,5 \gamma'_{\text{gem}} b' N_\gamma s_\gamma i_\gamma b_\gamma \lambda_\gamma$	[par. 6.5]
maximale funderingsdruk ongedraineerd	: $\sigma'_{\text{max}} = (\pi + 2) * c_{u;d} s_c i_c \lambda_c + \sigma'_{v;z;d} \lambda_q$	[par. 6.5.2.2]
effectief funderingsoppervlak	: $A' = b' * l'$	
effectieve breedte	: $b'$	
effectieve lengte	: $l'$	
gewogen effectieve cohesie	: $c'_{\text{gem}}$	
verticale korrelspanning aanlegniveau	: $\sigma'_{v;z}$	
gewogen effectief volumiek gewicht	: $\gamma'_{\text{gem}}$	
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**

### 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.

### Werkterrein/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 [m<sup>2</sup>/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 cm<sup>2</sup>: 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 cm<sup>2</sup>: 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](http://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