# Nieuwbouw van een woonhuis aan de Aijen 1 te Aijen

**Documentnummer: 2602053-adv-01**

**SOCOTEC Geotechnics**

# Nieuwbouw van een woonhuis aan de Aijen 1 te Aijen

Opdrachtnummer: 2602053

**Rapport betreffende**
Resultaten geotechnisch onderzoek
Fundering

**Documentnummer**
2602053-adv-01

**Versie**
2.0

**Datum rapport**
3 juni 2026

Heerstraat 2
5435 PC Sint Agatha

**Opgesteld door:**

**Gecontroleerd door:**

# INHOUDSOPGAVE

**1. INLEIDING ..... 1**

**2. PROJECTGEGEVENS ..... 2**

2.1 Projectlocatie ..... 2
2.2 Bouwplan ..... 2
2.3 Historie projectlocatie ..... 3
2.4 Omgeving ..... 3
2.5 Tot slot ..... 4

**3. ONDERZOEK ..... 5**

3.1 Sonderingen ..... 5
3.2 Boring ..... 5
3.3 Uitzetten en waterpassen ..... 5

**4. BODEMOPBOUW EN GRONDWATER ..... 6**

4.1 Hoogteligging maaiveld ..... 6
4.2 Beschrijving bodemopbouw ..... 6
4.3 Grondwater ..... 6

**5. FUNDERING ..... 7**

5.1 Funderingswijze ..... 7
5.2 Regelmatig ..... 7
5.3 Uitgangspunten ..... 7
5.4 Beschrijving paalsysteem ..... 8
5.5 Richtlijnen sloop bestaande bebouwing ..... 8
5.6 Paalpuntniveau ..... 9
5.7 Draagkracht op druk ..... 9
5.8 Vervormingen ..... 9
5.9 Veercoëfficiënten ..... 10
5.10 Richtlijnen uitvoering en kwaliteitszorg in de grond gevormde palen ..... 10
5.11 Geotechnische werkzaamheden nabij waterkering ..... 10

**BIJLAGEN:**

A Situatietekening
B Waterpasstaat
C Sondeergrafieken
D Boorstaat
E Verklaring codering
F Berekening fundering
F1 NEN 9997-1:2017
F2 NEN 9997-1:2025
G Algemene richtlijnen in de grond gevormde paal met grondverdringend ingeschroefde hulpbuis

**VERZENDLIJST:**

Per mail aan Totstand bouwkundige service te Cuijk

## 1. INLEIDING

Ten behoeve van de nieuwbouw van een woonhuis aan de Aijen 1 te Aijen wordt door ons bureau op verzoek van Miranda En Marcel van den Houdt uit Sint Agatha in voorliggend rapport een funderingsadvies gegeven. Het advies is gebaseerd op de ons verstrekte gegevens en het geotechnisch onderzoek dat onlangs op de projectlocatie is uitgevoerd. Dit rapport bevat tevens een beschrijving en de resultaten van het onderzoek.

## 2. PROJECTGEGEVENS

### 2.1 Projectlocatie

De projectlocatie is gelegen aan de Aijen 1 te Aijen. De projectlocatie is nog gedeeltelijk bebouwd met een te slopen pand (zie de onderstaande figuur).

Voor de ligging van de projectlocatie wordt verwezen naar de navolgende afbeelding en de situatie-tekening onder bijlage A.

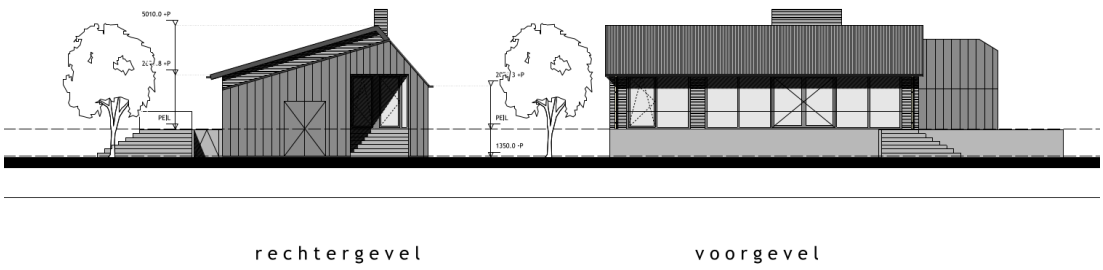



Figuur 1. Bovenaanzicht projectlocatie (Bron: Google maps)

### 2.2 Bouwplan

Het plan omvat een nieuwbouw woonhuis. De nieuwbouw valt binnen een footprint van ca. 19 x 10 m². De woning bestaan uit een begane grond onder een schuine kap. In het ontwerp is geen kelder opgenomen.

Volgens de constructeur bedraagt het begane grondpeil van de nieuwbouw indicatief ca. 16,1 m + NAP (1,5 m boven M2/Vloerhoogte) en is het aanlegniveau van de funderingselementen gelegen op ca. 13,8 m + NAP (0,3 m onder het huidige maaiveld). De constructeur is uitgegaan van een maximaal optredende lijnbelasting van 100 kN/m.




Figuur 2. Nieuwbouw gevels (Bron: TOTSTAND Bouwkundige service)

## 2.3 Historie projectlocatie

Op de projectlocatie bevindt zich een bestaand opslaggebouw. Volgens kaartinformatie van de website topotijdreis.nl zijn er aanwijzingen dat er sinds de jaren 1800 bebouwing op deze locatie aanwezig is geweest.

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.

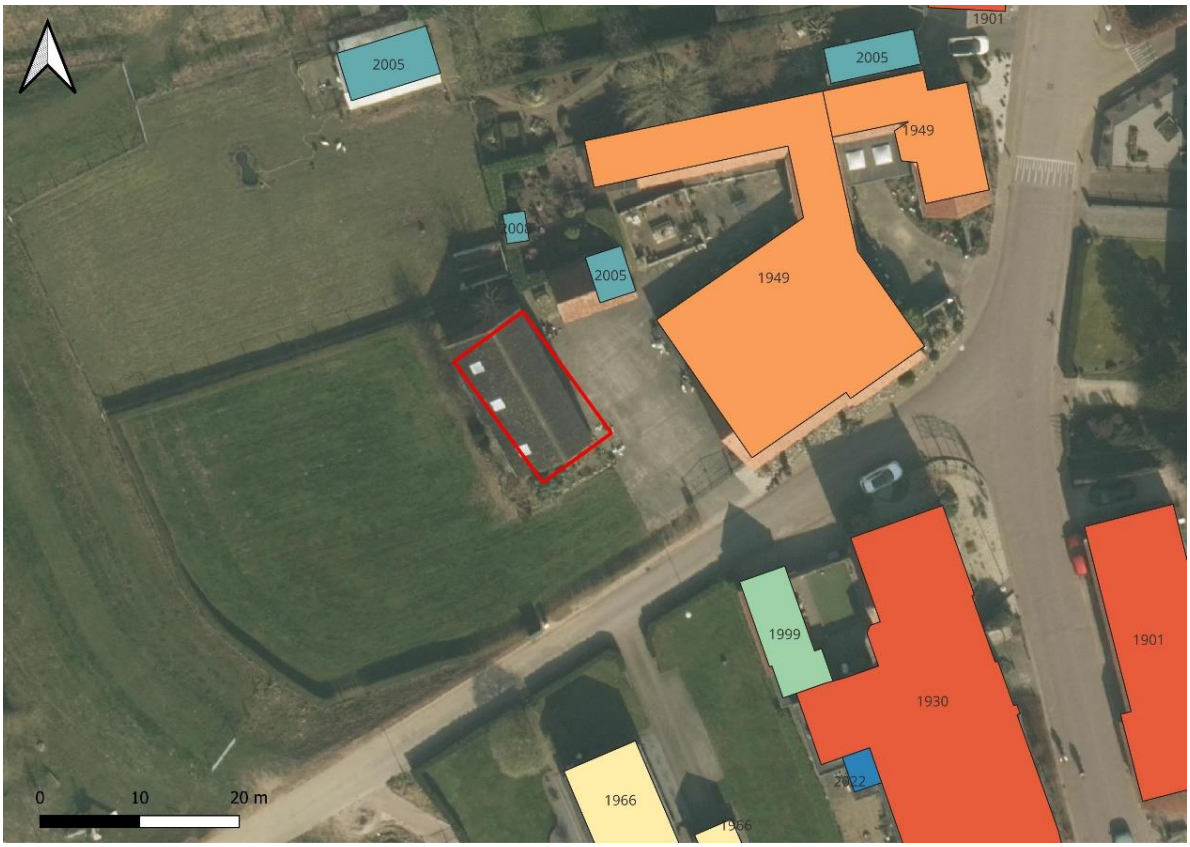
## 2.4 Omgeving

In de omgeving van de geplande nieuwbouw is er sprake van diverse bebouwing en infrastructuur. De gegevens van deze bebouwing zijn, voor zover bekend bij ons bureau, in onderstaande tabel samengevat.

Tabel 1. Omgeving

| Pand | Adres | Bouwjaar | Afstand tot nieuwbouw |
|---|---|---|---|
| Woning | Aijen 1 | 1949 | Ca. 10 meter |
| Woning | Aijen 2 | 1966 | Ca. 28 meter |
| Woning | Aijen 4 | 1930 | Ca. 26 meter |

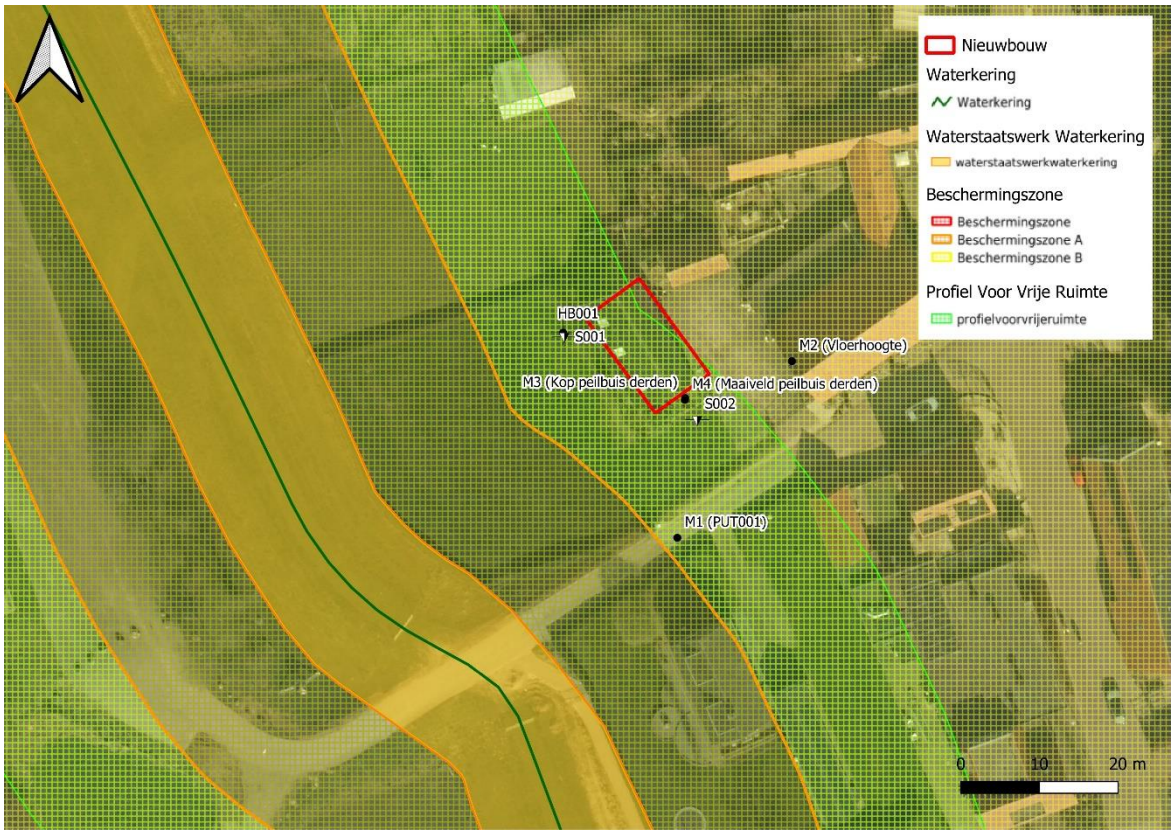
Nadere gegevens omtrent de exacte afstand tot deze bebouwing, de aard, de conditie en funderingswijze van de bebouwing zijn ons niet bekend.




Figuur 3. Omgeving met bouwjaren (Bron: BAG-register)

Er is een primaire waterkering gelegen op ca. 45 meter ten zuidwesten van de projectlocatie. Volgens de legger van het Waterschap Limburg bevindt de projectlocatie zich in de beschermingszone behorende bij deze waterkering (zie figuur 4).

In de Keur van het waterschap (in dit geval Limburg) is aangegeven welke regels, verbods- en gebodsbepalingen gelden. Deze regels hebben betrekking op activiteiten zoals bijvoorbeeld een geotechnisch onderzoek, maar ook op sloop-, grond-, bouw- en funderingswerkzaamheden. Voor het verrichten van de werkzaamheden is naar alle waarschijnlijkheid toestemming benodigd van het waterschap. Geadviseerd wordt om dit na te gaan.




Figuur 4. Locatie waterkering beschermingszone met project locatie (Bron: Waterschap Limburg)

## 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.

# 3. ONDERZOEK

## 3.1 Sonderingen

Verdeeld over het grondvlak van de nieuwbouw zijn 2 sonderingen gemaakt met een elektrische conus conform NEN-EN-ISO 22476-1. De sonderingen zijn uitgevoerd door een sondeertruck. De sondeerdiepte reikte tot 15 meter beneden maaiveld.

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

## 3.2 Boring

Ter aanvulling op de sonderingen is één boring uitgevoerd over een diepte van 3 meter. Tijdens het boorwerk is naar de grondwaterstand gepeild.

Voor het profiel van de boring wordt verwezen naar bijlage D; de locatie van het boorpunt is aangegeven op de situatietekening SIT-01 onder bijlage A. Voor een verklaring van de op de tekening en het boorprofiel gebruikte tekens wordt verwezen naar de “Verklaring Codering” die onder bijlage E aan dit rapport is toegevoegd.

## 3.3 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.

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

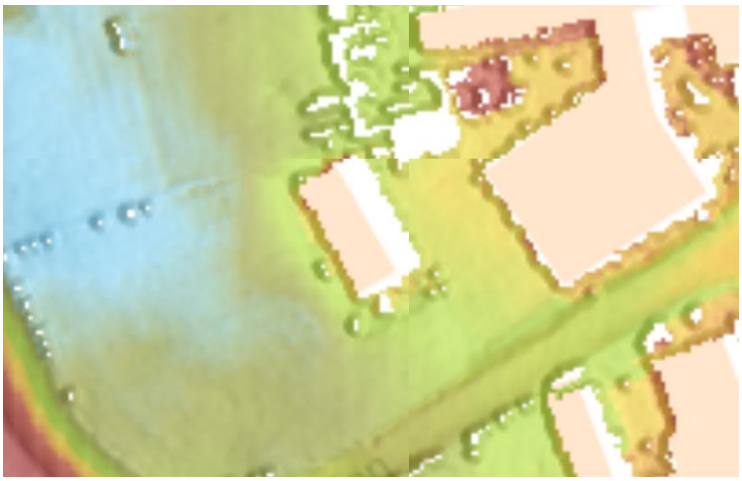
De hoogtemeting dient om enig inzicht te geven in de hoogten en niveauverschillen ten behoeve van de door ons te verrichten werkzaamheden. De gegevens dienen niet voor andere doeleinden te worden gebruikt. Er dient te worden nagegaan of het resultaat van onze hoogtemeting overeenstemt met andere gegevens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

# 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 14,03 tot 14,23 m + NAP. Voor meer informatie over de hoogteligging wordt verwezen naar de waterpasstaat onder bijlage B.

Door de aanwezigheid van de nabijgelegen waterkering, zie ook figuur 4, varieert het maaiveldniveau rondom de projectlocatie aanzienlijk, zoals te zien is in onderstaande figuur van www.ahn.nl. Laaggelegen gebieden zijn weergegeven in blauw (13,5 tot 13,8 m + NAP), die overgaan in groen en gele gebieden (13,8 tot 14,5 m + NAP) en vervolgens in rode gebieden met een hoge ligging, waarschijnlijk als gevolg van aanwezige puinresten (tot 14,7 m + NAP).



Figuur 5. Hoogteligging maaiveld omgeving projectlocatie (rood is hoog gelegen, blauw is laag gelegen) (Bron: www.ahn.nl/ahn-viewer)

## 4.2 Beschrijving bodemopbouw

Direct onder het maaiveld wordt tot een diepte van circa 12,0 m + NAP een bovenlaag aangetroffen met een conusweerstand van 1 tot 4 MPa. Ter plaatse van de boringen is zwak organisch zand met puin aanwezig tot een diepte van circa 13,0 m + NAP, met daaronder kleiig zand met puin tot een diepte van circa 12,0 m + NAP.

Onder deze laag worden tot de einddiepte van circa 1,0 m - NAP zanden aangetroffen met een matige tot vaste pakking en een conusweerstand van 6 tot 40 MPa. Plaatselijk en op wisselende diepten komen in dit zandpakket teruggangen in de conusweerstand voor. Wanneer deze teruggangen gepaard gaan met een verhoogd wrijvingsgetal, worden ze waarschijnlijk veroorzaakt door zanden met een hogere silt- en/of kleifractie. Wanneer geen verhoogd wrijvingsgetal aanwezig is, worden ze waarschijnlijk veroorzaakt door zanden met een geringere pakkingsdichtheid en/of een grovere gradatie.

## 4.3 Grondwater

In het boorgat en in de gat van een sondering werden tijdens het grondonderzoek op 6 mei 2026 een freatische grondwaterstand gepeild van 11,13 tot 11,18 m + NAP. Dit komt overeen met een diepte van ca. 2,9 tot 2,95 meter beneden het maaiveld.

Hoge grondwaterstanden treden doorgaans op gedurende de periode december-maart, lage standen gedurende de periode juli-september. De nabijheid van oppervlaktewater kan tevens een rol spelen.

# 5. FUNDERING

## 5.1 Funderingswijze

De bodemopbouw in combinatie met de aard van de nieuwbouw geeft aanleiding uit te gaan van een fundering op palen. In dit rapport wordt, op verzoek van de constructeur, een fundering op in de grond gevormde grondverdringende palen met groutinjectie nader uitgewerkt.

Een fundering op staal verdient geen voorkeur omdat hiervoor een relatief diepe grondverbetering noodzakelijk is. Bovendien is de projectlocatie gelegen in een waterkering beschermingszone.

Van belang is dat de locatie toegankelijk en begaanbaar is voor het materieel waarmee de palen worden gemaakt en dat op de locatie voldoende werkruimte aanwezig is.

Dicht onder maaiveld komen bodemlagen voor met een geringe vastheid en een beperkte waterdoorlatendheid. Van belang is dat de locatie voldoende droog en begaanbaar is voor het materieel waarmee de palen worden gemaakt. Geadviseerd wordt om zo nodig in overleg met de palenleverancier maatregelen te treffen om de begaanbaarheid te verbeteren.

Geadviseerd wordt omtrent het voorgaande tijdig te overleggen met de palenleverancier. Aanbevolen wordt om een leverancier bij het werk te betrekken die aantoonbare ervaring heeft in vergelijkbare grondslag.

## 5.2 Regelmatig

Met betrekking tot de berekening van de paalfundering wijzen wij op het volgende. In juni 2025 is een herziene versie van NEN 9997-1 gepubliceerd. Voor een aantal paaltypen (waaronder in de grond gevormde palen) resulteert toepassing van deze nieuwe versie in een lager berekend paaldraagvermogen dan op basis van de voorgaande norm.

Zolang het Besluit bouwwerken leefomgeving (Bbl) nog verwijst naar de versie van 2017, blijft deze versie leidend voor de toetsing van bouwaanvragen. De versie van 2025 zal van kracht zijn vanaf het moment dat deze formeel wordt aangestuurd via het Bbl.

## 5.3 Uitgangspunten

- Projectgegevens zoals beschreven in hoofdstuk 2.
- Situering nieuwbouw zoals weergegeven op situatietekening onder bijlage A.
- Het project is ingedeeld in Geotechnische Categorie 2.
- Fundering op in de grond gevormde palen met groutinjectie.
- Funderingselementen worden verticaal centrisch belast.
- De berekening van het paaldraagvermogen en de vervormingen is gebaseerd op NEN 9997-1:2017 en NEN 9997-1:2025 (geotechnisch ontwerp van constructies).
- Voor de berekening van de draagkracht zijn de navolgende factoren aangehouden.

| Norm | | 2017 | 2025 |
|---|---|---|---|
| - paalklasse punt | $\alpha_p$ = | 0,63 | 0,30 |
| - paalvoetvorm | $\beta$ = | 1,0 | 1,0 |
| - paalvoetdwarsdoorsnede | s = | 1,0 | 1,0 |
| - paalklasse schacht | $\alpha_s$ = | 0,009 | 0,011 |

- Gegevens over de stijfheid van het bouwwerk zijn niet bekend; deze zijn daarom niet in rekening gebracht.
- Er wordt aangenomen dat de oorspronkelijke, op natuurlijke wijze gesedimenteerde bodemopbouw aanwezig is.
- Het terrein zal significant worden opgehoogd.
- Er is rekening gehouden met negatieve kleef op de palen tot een diepte van 11,9 tot 12,2 m + NAP.

- Er wordt op gewezen dat een maaiveldniveau hoger dan aangenomen in dit rapport, aanleiding kan geven tot meer negatieve kleef dan berekend.
- Het effect van horizontale belastingen op de palen (bijvoorbeeld bij maaiveldniveauverschillen aan weerszijden van de bebouwing) valt niet binnen het kader van de opdracht.
- De in dit rapport berekende draagkracht betreft het geotechnisch draagvermogen dat wordt ontleend aan de ondergrond. Door de constructeur moeten constructieve aspecten van de funderingspalen, waaronder de sterkte, worden beoordeeld.

### 5.4 Beschrijving paalsysteem

- Een fundex paal is een in de grond gevormde paal.
- De paal wordt gemaakt middels een stalen hulpbuis.
- De hulpbuis wordt aan de onderzijde voorzien van een losse boorpunt en op maaiveld geplaatst.
- De buis wordt grondverdringend, op diepte geschroefd middels een boormoment en een axiale drukkracht onder toevoeging van groutinjectie aan de punt.
- Zodra het eindniveau is bereikt wordt de wapening in de buis afgehangen, waarna de buis wordt gevuld met beton.
- De hulpbuis wordt oscillerend getrokken waarbij de boorpunt achterblijft.
- De paal wordt afgewerkt en de stelling kan worden verplaatst.
- In beginsel dienen de palen gemaakt te worden vanaf een zodanig werkniveau dat de stijghoogte van grondwater in de dieper gelegen watervoerende zandlagen niet hoger is dan de freatische grondwaterstand.
- Voor het opnemen van trekbelasting dienen de palen over de volledige lengte te zijn gewapend.

### 5.5 Richtlijnen sloop bestaande bebouwing

Met de sloop van de bestaande bebouwing dient de ondergrond zo min mogelijk te worden geroerd. Eventuele ontgravingen dienen deugdelijk te worden aangevuld. Palen mogen niet zonder meer worden getrokken.

Het trekken kan aanleiding geven tot gaten en ontspanning in de ondergrond. Als de palen bovendien niet geheel worden verwijderd kunnen ongezien resten achter blijven in de bodem.

Deze aspecten kunnen van invloed zijn op de uitvoering en daarmee op de kwaliteit van de nieuwe palen. Te denken valt aan verloop van de nieuwe palen, beïnvloeding van het draagvermogen en van de gesteldheid van de palen.

Op dit moment zijn ten aanzien van de bestaande fundering geen volledige gegevens bekend. Geadviseerd wordt om gegevens betreffende de fundering zo veel mogelijk te achterhalen (funderingswijze; indien op palen: paaltype, -afmeting, -puntniveaus, palenplan en gegevens betreffende misstanden en/of andere afwijkingen van het palenplan).

Indien bestaande palenplannen beschikbaar zijn wordt geadviseerd om deze op één tekening te combineren met het nieuwe palenplan, zodat eventuele knelpunten tijdig kunnen worden gesignaleerd.

Indien geen bestaande palenplannen beschikbaar zijn wordt geadviseerd om voorafgaand aan de sloop zo veel mogelijk te achterhalen waar de palen zullen zijn gesitueerd. Met de sloop van de bestaande bouw wordt aanbevolen om de locatie van de bestaande palen in te meten. De aangetroffen situatie moet uiteraard worden getoetst aan de tekening.

Na dient te worden gegaan in hoeverre de gegevens van invloed zijn op de inhoud van dit rapport (met name paalpuntniveaus en paaldraagvermogens).

## 5.6 Paalpuntniveau

In de tabel worden per sondering de paalpuntniveaus gegeven waarvoor de draagkracht is berekend.

Tabel 2. Paalpuntniveau.

| Sondering nr. | Hoogte maaiveld [1] [m t.o.v. NAP] | Paalpuntniveau [2] [m t.o.v. NAP] |
|---|---|---|
| S1 | +14,03 | +10,0 en +5,0 tot +4,5 |
| S2 | +14,23 | +10,0 en +5,0 tot +4,5 |

1) Niveau ten tijde van onderzoek
2) Bij vermelding "--- tot --- " komen ook de tussenliggende niveaus in aanmerking.
Bij vermelding "--- en ---" worden alleen de gegeven niveaus geadviseerd.

Aanbevolen wordt om uit te gaan van één uniform niveau.

## 5.7 Draagkracht op druk

Voor een voldoende draagkracht dient de centrisch aangrijpende maximale paalbelasting kleiner te zijn dan de netto draagkracht van de palen oftewel het draagvermogen van de palen verminderd met de belasting door negatieve kleef: $F_{c;d} \leq R_{c;d} - F_{nk;d}$ of te wel $F_{c;d} \leq R_{c;d;netto}$.

Het draagvermogen is bepaald voor palen met een schacht/puntafmeting van 0,380/0,450 m, 0,460/0,560 m en 0,540/0,670 m. Door groutinjectie wordt er in de berekening van uitgegaan dat de diameter van het groutlichaam vanaf het niveau waar schachtdraagvermogen aan wordt ontleend gelijk is aan de diameter van de schroefpunt.

Voor een overzicht van de berekende draagvermogens per sondering, paalafmeting en puntniveau wordt verwezen naar bijlage F1 en F2.

Bij de opzet van een palenplan dient het draagvermogen dat voor een bepaald puntniveau aan een paal wordt toegekend, in beginsel te zijn afgestemd op het maatgevende laagste draagvermogen dat op dit niveau voor de relevante omliggende sonderingen is berekend.

De vermelde draagkracht betreft het geotechnisch draagvermogen dat wordt ontleend aan de ondergrond. Door de constructeur moeten constructieve aspecten van de funderingspalen, waaronder de sterkte, worden beoordeeld.

## 5.8 Vervormingen

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 de waarde van 1:300 niet mag overschrijden.

| | | |
|---|---|---|
| Uiterste Grenstoestand: | -Rotatiecriterium: | $\Delta s/\ell \leq 1{:}100$ |
| Bruikbaarheidstoestand: | -Rotatiecriterium: | $\Delta s/\ell \leq 1{:}300$ |

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.

Vervormingen binnen de funderingsconstructie kunnen indicatief worden bepaald aan de hand van de last-zakkingsresultaten die zijn toegevoegd aan bijlage F1 en F2.

Voor het zakkingsverschil kan in eerste instantie tenminste een derde van de berekende maximale paalkopzakking worden aangehouden tussen twee palen of meerpaalspoeren met een onderlinge afstand $\ell$. Indien bijvoorbeeld door belastingvariaties of verschillen in paalpuntniveau lokaal een groter zakkingsverschil optreedt, dan moet deze grotere waarde in rekening worden gebracht.

### 5.9 Veercoëfficiënten

Voor de statische secant veercoëfficiënt van de kop van een vrijstaande op druk belaste paal geldt $k_{v;rep} = F_{c;rep} / s_{1;bgt.}$ waarbij $s_1$ de paalkopzakking betreft als zijnde de som van $s_{el}$, de elastische verkorting van de paal en $s_b$, de zakking van de paalpunt nodig voor het mobiliseren van het paaldraagvermogen. De rekenwaarde van de veercoëfficiënt is bepaald als $k_{v;d} = k_{v;rep} / \gamma_{m;k}$ waarbij $\gamma_{m;k} = 1{,}3$.

Bij concentraties van palen waarbij de hart-op-hart-afstand kleiner is dan tien maal de kleinste paalvoetdoorsnede, dient in principe in de paalkopzakking, de zakking te worden verdisconteerd in de lagen beneden het niveau van vier maal de kleinste dwarsafmeting van de paalpunt.

Voor de veercoëfficiënt geldt in dat geval $k_{v;rep} = F_{c;rep} / (s_{1;bgt.} + s_{2;bgt.})$ waarbij $s_2$ de extra zakking is als gevolg van het groepseffect in de dieper gelegen lagen.

Uitgaande van de last-zakkingsgrafiek voor de bruikbaarheidstoestand is sprake van een niet lineaire veerkarakteristiek. In dit rapport is ter indicatie voor sondering S001 en een paalpuntniveau van 5,0 m + NAP, met intervallen van 10% de statische veerstijfheid berekend voor een belasting variërend van 10 tot 100 % van de paalcapaciteit.

Voor de veercoëfficiënten wordt verwezen naar bijlage F1 en F2. Opgemerkt wordt dat de gepresenteerde veerstijfheden zijn berekend voor een vrijstaande paal waarbij het hiervoor genoemde groepseffect niet is meegenomen.

### 5.10 Richtlijnen uitvoering en kwaliteitszorg in de grond gevormde palen

Onder bijlage G zijn met betrekking tot de toepassing van een fundering op in de grond gevormde palen algemene richtlijnen gegeven. Onder meer wordt ingegaan op 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 paalkwaliteit. Geadviseerd wordt hiervan kennis te nemen.

Bij toepassing van in de grond gevormde palen vindt normaliter vijf dagen na het aanbrengen van de palen een kwaliteitscontrole plaats die onder meer inhoudt dat de palen akoestisch worden doorgemeten. Deze controle kan desgewenst door ons bureau worden verzorgd.

### 5.11 Geotechnische werkzaamheden nabij waterkering

Geadviseerd wordt om bij het bevoegd gezag (Waterschap Limburg) tijdig na te gaan of specifieke regelgeving van toepassing is en/of randvoorwaarden worden gesteld aan de geplande werkzaamheden.

# BIJLAGE A

## Situatietekening




Legenda

Onderzoekslocaties

- Sondering
- Boring
- Meetpunten

Basisregistraties

Kadastrale gegevens

Perceelvlak

Achtergrondkaarten

OpenStreetMap

0 10 20 m

SOCOTEC Geotechnics

Project: Nieuwbouw van een woonhuis aan de Aijen 1 te Aijen
Projectnummer: 2602053
Formaat: A3
Schaal: 1:500
Eenheid: meters
Datum: 22-05-2026
Auteur:

SOCOTEC

T +31(0)88 5130200 | www.socotec.nl

# BIJLAGE B

## Waterpasstaat

Opdracht : 2602053
Plaats : Aijen
Project : Nieuwbouw van een woonhuis aan de Aijen 1

Inmeetdatum : 06-05-2026
Ingemeten door : mvs
Coördinatenstelsel :
Metingen uitgevoerd met RTK GPS systeem

# OVERZICHT UITGEVOERD GRONDONDERZOEK

| SONDERINGEN | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Sondeernummer | X[m] ingemeten | Y[m] ingemeten | Z[m] t.o.v. NAP | GWS[m] t.o.v. NAP | Einddiepte[m] t.o.v. MV | Opmerkingen |
| S001 | 200358.68 | 399555.26 | 14.03 | 11.13 | 15.08 | |
| S002 | 200375.59 | 399544.67 | 14.23 | - | 15.01 | |

| BORINGEN | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Boringnummer | X[m] ingemeten | Y[m] ingemeten | Z[m] t.o.v. NAP | GWS[m] t.o.v. NAP | Einddiepte[m] t.o.v. MV | Opmerkingen |
| HB001 | 200358.51 | 399555.75 | 14.03 | 11.18 | 3.00 | |

| OVERIGE LOCATIES | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Naam meetpunt | X[m] ingemeten | Y[m] ingemeten | Z[m] t.o.v. NAP | GWS[m] t.o.v. NAP | Einddiepte[m] t.o.v. MV | Opmerkingen |
| M1 / PUT001 | 200373.06 | 399529.63 | 13.92 | - | - | |
| M2 / Vloerhoogte | 200387.64 | 399552.11 | 14.62 | - | - | Vloerhoogte |
| M3 / Kop peilbuis derden | 200374.05 | 399547.42 | 15.00 | - | - | Kop peilbuis derden |
| M4 / Maaiveld peilbuis derden | 200374.02 | 399547.19 | 14.38 | - | - | Maaiveld peilbuis derden |

Let op:
Deze waterpasstaat dient om inzicht te geven in de hoogteligging en locaties van de meet- en onderzoekspunten ten opzichte van een referentiepunt.
Eventuele grondwaterstanden zijn bepaald ten tijde van het onderzoek en dienen ter indicatie; ze kunnen beïnvloed zijn door de uitgevoerde werkzaamheden.
De resultaten dienen niet voor andere doeleinden te worden gebruikt.

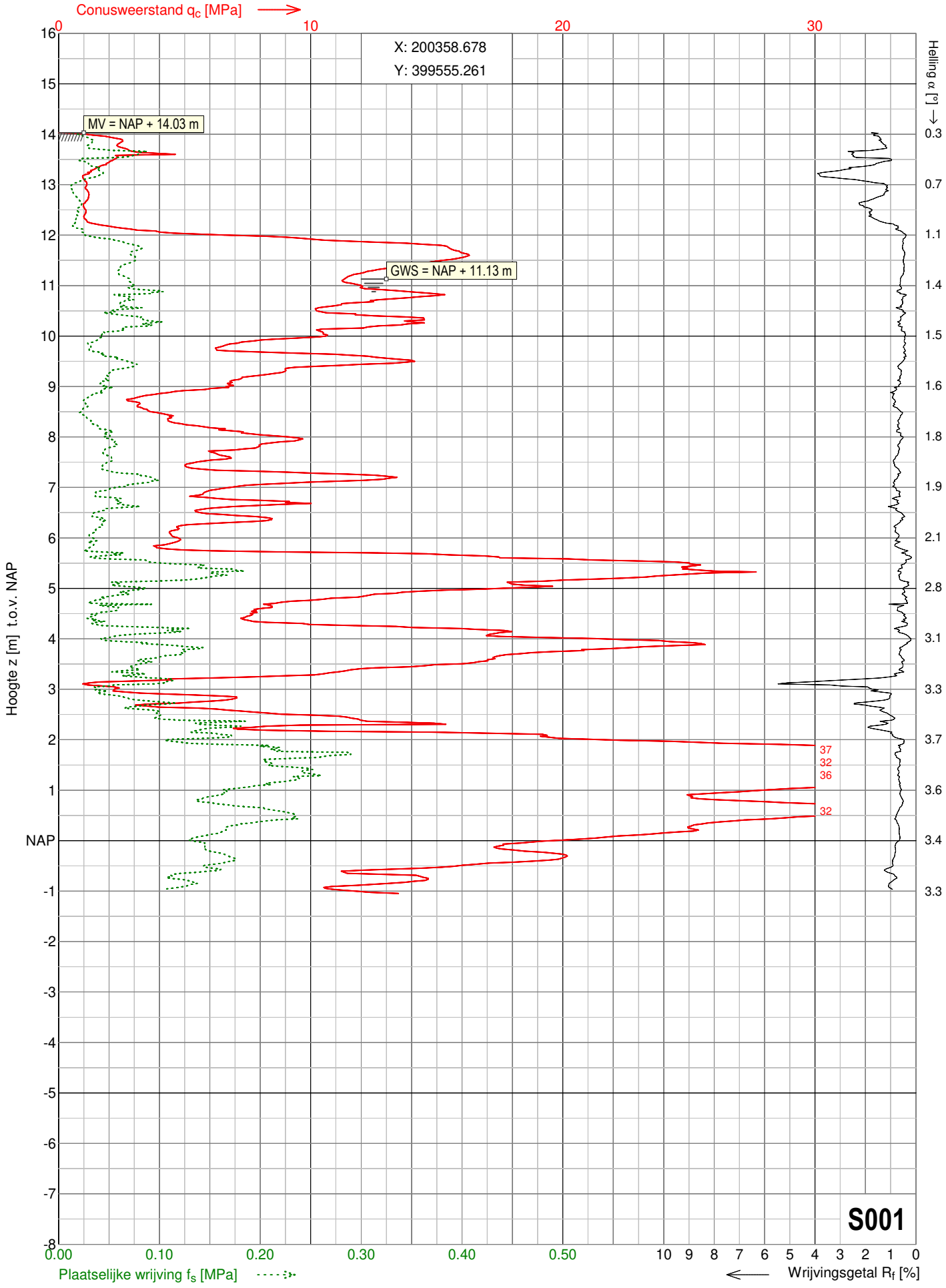
# BIJLAGE C

## Sondeergrafieken

# Sondering S001

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Opdracht | : 2602053 | Conus nummer | : DP10-CFTPxy.60202 | NEN-EN-ISO-22476-1 | |
| Plaats | : Aijen | Soort conus | : Elektrisch | Klasse 4, type TE1 | |
| Datum | : 06-05-2026 | Opp. conuspunt | : 1000 mm$^2$ | Sondeerunit | : S30 |
| Project | : Nieuwbouw van een woonhuis aan de Aijen 1 | | | Blad: 1 van 1 | |

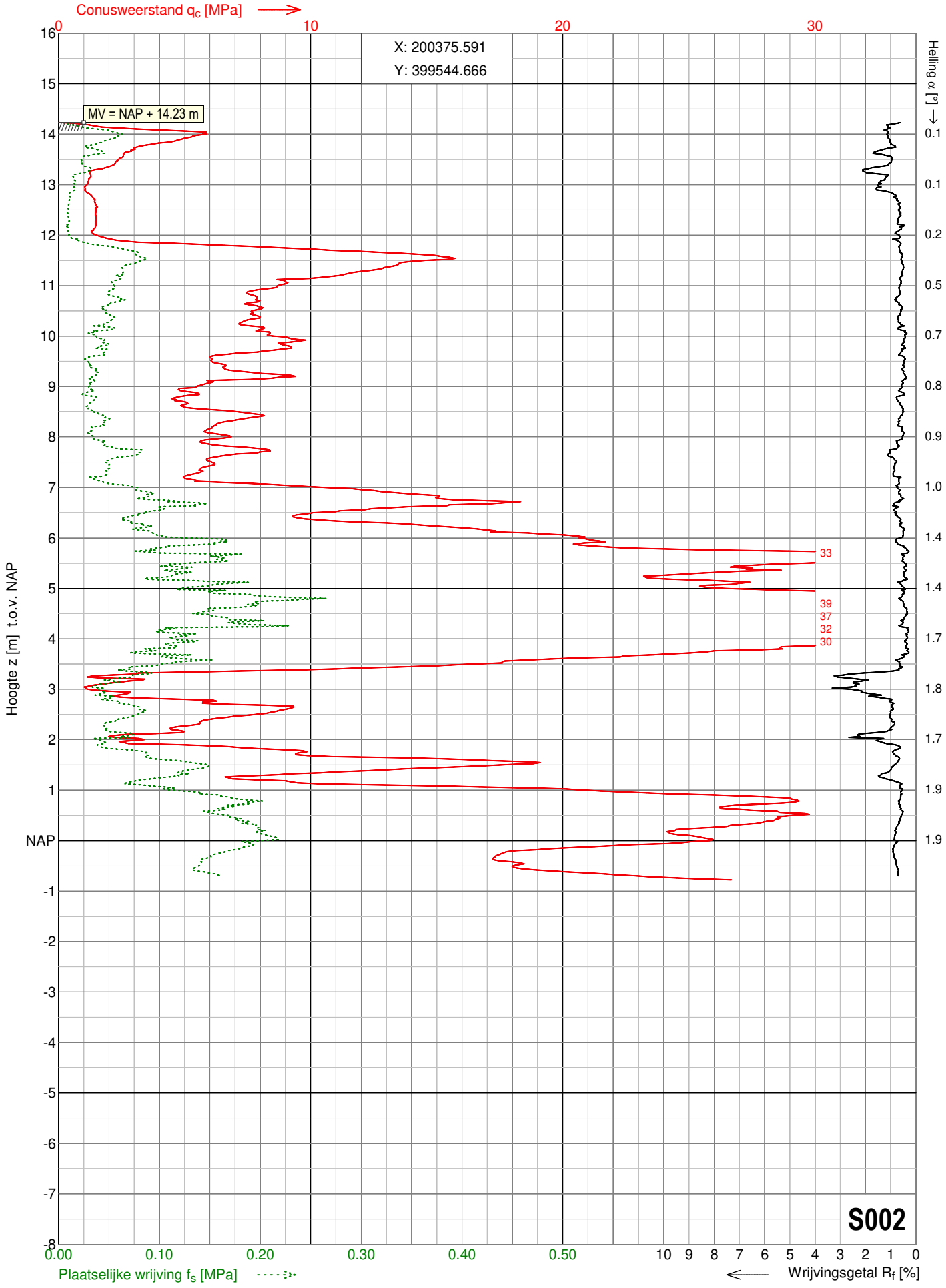
SOCOTEC



# Sondering S002

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Opdracht | : 2602053 | Conus nummer | : DP10-CFTPxy.60202 | NEN-EN-ISO-22476-1 | |
| Plaats | : Aijen | Soort conus | : Elektrisch | Klasse 2, type TE1 | |
| Datum | : 06-05-2026 | Opp. conuspunt | : 1000 mm$^2$ | Sondeerunit | : S30 |
| Project | : Nieuwbouw van een woonhuis aan de Aijen 1 | | | Blad: 1 van 1 | |

SOCOTEC



# BIJLAGE D

## Boorstaat

Opdracht : 2602053
Plaats : Aijen
Project : Nieuwbouw van een woonhuis aan de Aijen 1

# BOORBESCHRIJVING

*Identificatie (veld)*

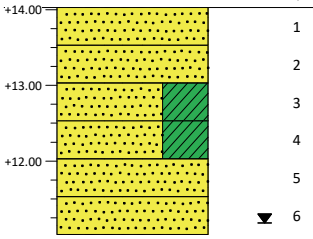
NEN-EN-ISO 14688-1:2019+NEN 8990:2020

**BORING : HB001**

Datum : 06-05-2026
Maaiveld : NAP +14.03 m
GWS : NAP +11.18 m
Conditie monsters : QM5 geroerd, veldvochtig

X, Y (RD) : 200358.509, 399555.748

Boormethode : Hand
Boormeester : S30
Beschrijver : S30
Beschrijfkwaliteit : B3




| Laag nr. | Diepte [m t.o.v. NAP] van | tot | Omschrijving grondlaag (maaiveld: gras) | Kleur |
|---|---|---|---|---|
| 1 | +14.03 | +13.53 | Zand (middelgrof), zwak organisch, puin | donkerbruin |
| 2 | +13.53 | +13.03 | Zand (middelgrof), zwak organisch, puin | donkerbruin |
| 3 | +13.03 | +12.53 | Zand (middelgrof), kleiig, puin | donkerbruin |
| 4 | +12.53 | +12.03 | Zand (middelgrof), kleiig | donkerbruin |
| 5 | +12.03 | +11.53 | Zand (middelgrof) | geelgrijs |
| 6 | +11.53 | +11.03 | Zand (middelgrof) | grijs |

**Afwerking boorgat**

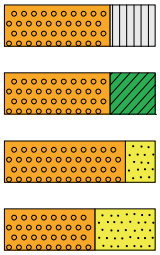
| Diepte [m t.o.v. NAP] van | tot | Aanvulmateriaal |
|---|---|---|
| +14.03 | +11.03 | opgeboorde grond |

# BIJLAGE E

## Verklaring codering

# Legenda boorbeschrijving (grondsoorten conform NEN-EN-ISO 14688-1:2019+NEN 8991:2020)

## Grind



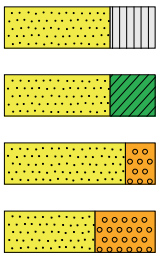
Grind, siltig

Grind, kleiig

Grind, zwak zandig

Grind, sterk zandig

## Zand



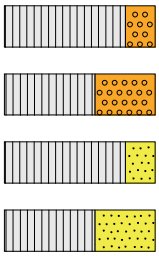
Zand, siltig

Zand, kleiig

Zand, zwak grindig

Zand, sterk grindig

## Silt



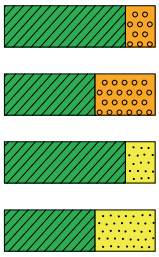
Silt, zwak grindig

Silt, sterk grindig

Silt, zwak zandig

Silt, sterk zandig

## Klei



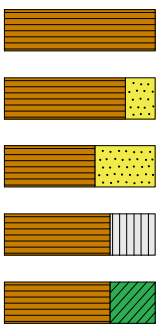
Klei, zwak grindig

Klei, sterk grindig

Klei, zwak zandig

Klei, sterk zandig

## Veen



Veen

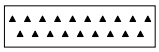
Veen, zwak zandig

Veen, sterk zandig

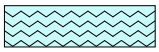
Veen, siltig

Veen, kleiig

## Overig



Puin



Water



Wegverhardingsmateriaal



Kleistop / afdichtpellets



Geroerd monster



Bus met ongeroerd monster



Grondwaterstand tijdens boren



Stijghoogte in peilbuis



Peilbuisfilter



Zandvang

**Afkortingen**

| | |
|---|---|
| CRS | Constant Rate of Strain test |
| DSS | Direct Simple Shear test |
| SDR | Samendrukkingsproef |
| TRX | Triaxiaalproef |
| KVD | Korrelverdeling |
| VGM | Bepaling volumegewicht monster (zonder verdere beproeving) |
| VGB | Bepaling totaal volumegewicht bus |

# BIJLAGE F

## Berekening fundering

# BIJLAGE F1

Berekening fundering
NEN 9997-1:2017

**Paalpuntniveau**

In de tabel worden per sondering de paalpuntniveaus gegeven waarvoor de draagkracht is berekend.

Tabel 1. Paalpuntniveau

| Sondering nr. | Hoogte maaiveld [1)] [m tov NAP] | Paalpuntniveau [m tov NAP] |
|---|---|---|
| S001 | 14,03 | 10,0 en 5,0 tot 4,5 |
| S002 | 14,23 | 10,0 en 5,0 tot 4,5 |

1) Niveau ten tijde van onderzoek

## Rekenwaarde maximum draagkracht in kN per sondering
## Berekening volgens Eurocode 7-1 (NEN 9997 - 1 + C2 : 2017)

In de grond gevormde grondverdringende betonpaal, middels een ingeschroefde stalen hulpbuis en verloren punt met groutinjectie 0,380/0,450/0,450 m

| diepte tov NAP | S001 | S002 |
|---|---|---|
| 10,00 | 341 | 333 |
| 9,50 | | |
| 9,00 | | |
| 8,50 | | |
| 8,00 | | |
| 7,50 | | |
| 7,00 | | |
| 6,50 | | |
| 6,00 | | |
| 5,50 | | |
| 5,00 | 704 | 913 |
| 4,50 | 690 | 829 |

In de grond gevormde grondverdringende betonpaal, middels een ingeschroefde stalen hulpbuis en verloren punt met groutinjectie 0,460/0,560/0,560 m

| diepte tov NAP | S001 | S002 |
|---|---|---|
| 10,00 | | |
| 9,50 | | |
| 9,00 | | |
| 8,50 | | |
| 8,00 | | |
| 7,50 | | |
| 7,00 | | |
| 6,50 | | |
| 6,00 | | |
| 5,50 | | |
| 5,00 | 881 | 1161 |
| 4,50 | 923 | 1100 |

**Rekenwaarde maximum draagkracht in kN per sondering**
**Berekening volgens Eurocode 7-1 (NEN 9997 - 1 + C2 : 2017)**

In de grond gevormde grondverdringende betonpaal, middels een ingeschroefde stalen hulpbuis en verloren punt met groutinjectie 0,540/0,670/0,670 m

| diepte tov NAP | S001 | S002 |
|---|---|---|
| 10,00 | | |
| 9,50 | | |
| 9,00 | | |
| 8,50 | | |
| 8,00 | | |
| 7,50 | | |
| 7,00 | | |
| 6,50 | | |
| 6,00 | | |
| 5,50 | | |
| 5,00 | 1123 | 1473 |
| 4,50 | 1188 | 1345 |

**Rekenwaarde maximum draagkracht in kN per sondering**
**Berekening volgens Eurocode 7-1 (NEN 9997 - 1 + C2 : 2017)**

Paaltype : **In de grond gevormde grondverdringende betonpaal, middels een ingeschroefde stalen hulpbuis en verloren punt met groutinjectie**

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Paalklassefactor punt | : | $\alpha_p = 0,63$ | Bouwwerk | : | niet stijf |
| Paalvoetvormfactor | : | $\beta = 1,0$ | Aantal sonderingen | : | N = 1 |
| Paalvoetdwarsdoorsnedefactor | : | s = 1,0 | $\xi$-factor | : | $\xi_3 = 1,39$ ; $\xi_4 = 1,39$ |
| Paalklassefactor schacht | : | $\alpha_s = 0,009$ | Materiaalfactor | : | $\gamma_b = \gamma_s = 1,20$ |
| | | | Belastingsfactor neg.kleef | : | $\gamma_{f;nk} = 1,0$ |

Paalafmeting : **0,380/0,450/0,450 m**

| Sonderingen | Hoogte m.v. [m tov NAP] | Paalpunt [m tov NAP] | $R_{c;dnetto}$ [kN] | $q_{b;max}$ [MPa] | $R_{b;cal}$ [kN] | $R_{s;cal}$ [kN] | $R_{c;d}$ [kN] | $F_{nk;d}$ * [kN] |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| S001 | 14,03 | 10,00 | **341** | 2,2 | 350 | 293 | 385 | 44 |
| | | 5,00 | **704** | 3,0 | 477 | 771 | 749 | 44 |
| | | 4,50 | **690** | 2,4 | 388 | 835 | 734 | 44 |
| S002 | 14,23 | 10,00 | **333** | 2,7 | 430 | 210 | 383 | 51 |
| | | 5,00 | **913** | 5,0 | 797 | 810 | 964 | 51 |
| | | 4,50 | **829** | 3,5 | 563 | 904 | 880 | 51 |

Paalafmeting : **0,460/0,560/0,560 m**

| Sonderingen | Hoogte m.v. [m tov NAP] | Paalpunt [m tov NAP] | $R_{c;dnetto}$ [kN] | $q_{b;max}$ [MPa] | $R_{b;cal}$ [kN] | $R_{s;cal}$ [kN] | $R_{c;d}$ [kN] | $F_{nk;d}$ * [kN] | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| S001 | 14,03 | 10,00 | - | - | - | - | - | - | *2 |
| | | 5,00 | **881** | 2,4 | 599 | 960 | 935 | 54 | |
| | | 4,50 | **923** | 2,4 | 589 | 1040 | 977 | 54 | |
| S002 | 14,23 | 10,00 | - | - | - | - | - | - | *2 |
| | | 5,00 | **1161** | 4,2 | 1030 | 1009 | 1222 | 62 | |
| | | 4,50 | **1100** | 3,3 | 812 | 1126 | 1161 | 62 | |

*2) Het draagvermogen kan niet worden berekend op basis van de 4D8D-methode omdat het 8D niveau reikt tot boven maaiveldniveau.

Paalafmeting : **0,540/0,670/0,670 m**

| Sonderingen | Hoogte m.v. [m tov NAP] | Paalpunt [m tov NAP] | $R_{c;dnetto}$ [kN] | $q_{b;max}$ [MPa] | $R_{b;cal}$ [kN] | $R_{s;cal}$ [kN] | $R_{c;d}$ [kN] | $F_{nk;d}$ * [kN] | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| S001 | 14,03 | 10,00 | - | - | - | - | - | - | *2 |
| | | 5,00 | **1123** | 2,4 | 830 | 1149 | 1186 | 63 | |
| | | 4,50 | **1188** | 2,4 | 843 | 1244 | 1251 | 63 | |
| S002 | 14,23 | 10,00 | - | - | - | - | - | - | *2 |
| | | 5,00 | **1473** | 3,9 | 1370 | 1207 | 1545 | 72 | |
| | | 4,50 | **1345** | 2,9 | 1017 | 1347 | 1417 | 72 | |

*2) Het draagvermogen kan niet worden berekend op basis van de 4D8D-methode omdat het 8D niveau reikt tot boven maaiveldniveau.

* Negatieve kleef bepaald voor alleenstaande paal, aan de rand van groep, in één rij en in groep met D > ✓(10 x d x h)

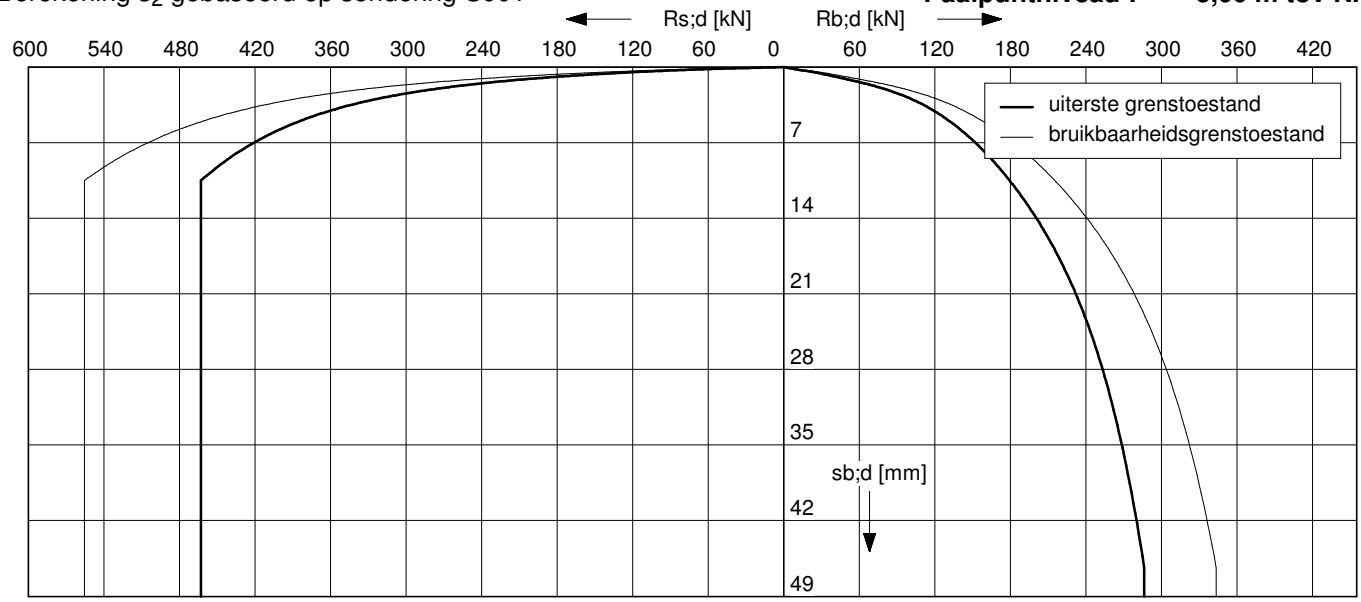
Toelichting

| | | | |
|---|---|---|---|
| Maximum puntweerstand | : | $q_{b;max} = 0,5 * \alpha_p * \beta * s * (0,5[q_{c;I;gem} + q_{c;II;gem}] + q_{c;III;gem})$ | [par. 7.6.2.3(e)] |
| Maximum draagkracht punt | : | $R_{b;cal} = A_b * q_{b;max}$ | [par. 7.6.2.3(e)] |
| Maximum schachtwrijvingskracht | : | $R_{s;cal} = O_p * \Delta L * \alpha_s * q_{c;z;a}$ | [par. 7.6.2.3] |
| Rekenwaarde maximum draagkracht | : | $R_{c;d} = (R_{b;cal}/\xi)/\gamma_b + (R_{s;cal}/\xi)/\gamma_s$ | [par. 7.6.2.3] |
| Rekenwaarde negatieve kleef | : | $F_{nk;d} = F_{nk} * \gamma_{f;nk}$ | [par. 7.3.2.2] |
| Rekenwaarde netto draagkracht | : | $R_{c;dnetto} = R_{c;d} - F_{nk;d}$ | [par. 7.6.2.3] |

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

Paaltype : In de grond gevormde grondverdringende betonpaal, middels een ingeschroefde stalen hulpbuis en verloren punt met groutinjectie
Sonderingen : S001
Berekening $s_2$ gebaseerd op sondering S001

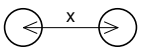
**Paalafmeting : 0,380/0,450/0,450 m**
**Paalpuntniveau : 5,00 m tov NAP**




### Uiterste grenstoestand

| $F_{c;dnetto}$ [kN] | $F_{nk;d}$ [kN] | $F_{c;d}$ [kN] | $s_{b;d}$ [mm] | $s_{el;d}$ [mm] | $s_{1;d}$ [mm] | $s_{2;d}$ [mm] | $s_{;d}$ [mm] | $k_{v;d}$ paal vrijstaand [kN/mm] | $k_{v;d}$ paal in groep [kN/mm] |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 704 | 44 | 749 | 45,3 | 2,8 | 48,1 | 2,7 | 50,8 | 76 | 56 |
| 634 | 44 | 678 | 16,8 | 2,4 | 19,2 | 2,4 | 21,7 | 86 | 62 |
| 563 | 44 | 608 | 8,5 | 2,1 | 10,6 | 2,2 | 12,8 | 95 | 66 |
| 493 | 44 | 537 | 5,7 | 1,9 | 7,5 | 1,9 | 9,4 | 103 | 70 |
| 422 | 44 | 467 | 3,7 | 1,6 | 5,3 | 1,7 | 7,0 | 111 | 73 |
| 352 | 44 | 396 | 2,5 | 1,3 | 3,9 | 1,4 | 5,3 | 119 | 76 |
| 282 | 44 | 326 | 1,7 | 1,1 | 2,8 | 1,2 | 4,0 | 126 | 79 |
| 211 | 44 | 255 | 1,1 | 0,9 | 2,0 | 0,9 | 2,9 | 135 | 83 |
| 141 | 44 | 185 | 0,7 | 0,6 | 1,3 | 0,7 | 2,0 | 142 | 85 |
| 70 | 44 | 114 | 0,4 | 0,4 | 0,7 | 0,4 | 1,1 | 153 | 89 |

Configuratie paalgroep voor bepaling s2
2-paalspoer




hoh-afstand x : 3D

### Bruikbaarheidsgrenstoestand

| $F_{c;netto}$ [kN] | $F_{nk}$ [kN] | $F_{c;rep}$ [kN] | $s_b$ [mm] | $s_{el}$ [mm] | $s_1$ [mm] | $s_2$ [mm] | $s$ [mm] | $k_{v;rep}$ paal vrijstaand [kN/mm] | $k_{v;rep}$ paal in groep [kN/mm] |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 542 | 44 | 586 | 4,2 | 1,7 | 5,9 | 2,1 | 8,0 | 99 | 73 |
| 488 | 44 | 532 | 3,2 | 1,5 | 4,7 | 1,9 | 6,6 | 112 | 80 |
| 433 | 44 | 478 | 2,5 | 1,4 | 3,9 | 1,7 | 5,6 | 124 | 86 |
| 379 | 44 | 423 | 2,0 | 1,2 | 3,2 | 1,5 | 4,7 | 134 | 90 |
| 325 | 44 | 369 | 1,5 | 1,0 | 2,6 | 1,3 | 3,9 | 144 | 95 |
| 271 | 44 | 315 | 1,2 | 0,9 | 2,0 | 1,1 | 3,2 | 154 | 99 |
| 217 | 44 | 261 | 0,9 | 0,7 | 1,6 | 0,9 | 2,5 | 164 | 103 |
| 163 | 44 | 207 | 0,6 | 0,6 | 1,2 | 0,7 | 1,9 | 176 | 108 |
| 108 | 44 | 153 | 0,4 | 0,4 | 0,8 | 0,5 | 1,4 | 185 | 111 |
| 54 | 44 | 98 | 0,2 | 0,3 | 0,5 | 0,4 | 0,8 | 199 | 116 |

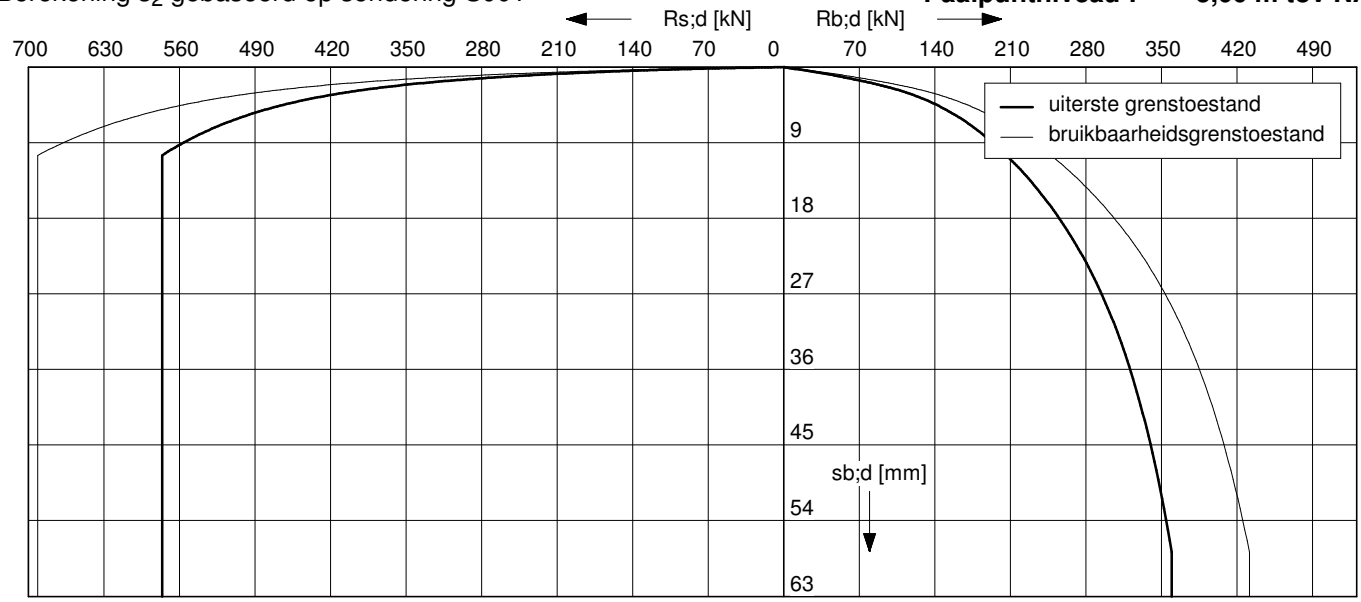
Toelichting

| | | | |
|---|---|---|---|
| Paalbelasting | : | $F_c$ | [par. 7.7.1] |
| Rekenwaarde negatieve kleef | : | $F_{nk;d}$ | [par. 7.3.2.2] |
| Netto paalbelasting | : | $F_{c;netto} = F_c - F_{nk}$ | [par. 7.3.2.2] |
| Rekenwaarde zakking boveneinde paal | : | $s_{1;d} = s_{punt;d} + s_{el;d}$ | [par. 7.6.4.2] |
| Rekenwaarde samendrukking diepere lagen | : | $s_{2;d}$ | [par. 7.6.4.2] |
| Rekenwaarde paalkopzakking | : | $s_d = s_{1;d} + s_{2;d}$ | [par. 7.6.4.2] |
| Representatieve statische secant veercoëfficiënt | : | $k_{v;rep\ paal\ vrijstaand} = F_{c;rep} / s_1$ | |
| | : | $k_{v;rep\ paal\ in\ groep} = F_{c;rep} / (s_1 + s_2)$ | |

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

Paaltype : In de grond gevormde grondverdringende betonpaal, middels een ingeschroefde stalen hulpbuis en verloren punt met groutinjectie
Sonderingen : S001
Berekening $s_2$ gebaseerd op sondering S001

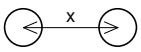
**Paalafmeting : 0,460/0,560/0,560 m**
**Paalpuntniveau : 5,00 m tov NAP**




### Uiterste grenstoestand

| $F_{c;dnetto}$ [kN] | $F_{nk;d}$ [kN] | $F_{c;d}$ [kN] | $s_{b;d}$ [mm] | $s_{el;d}$ [mm] | $s_{1;d}$ [mm] | $s_{2;d}$ [mm] | $s_{;d}$ [mm] | $k_{v;d}$ paal vrijstaand [kN/mm] | $k_{v;d}$ paal in groep [kN/mm] |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 881 | 54 | 935 | 56,4 | 2,2 | 58,6 | 2,5 | 61,1 | 96 | 72 |
| 793 | 54 | 847 | 20,9 | 2,0 | 22,9 | 2,2 | 25,1 | 109 | 79 |
| 705 | 54 | 759 | 9,3 | 1,7 | 11,0 | 2,0 | 12,9 | 121 | 86 |
| 617 | 54 | 671 | 6,1 | 1,5 | 7,6 | 1,8 | 9,3 | 133 | 91 |
| 529 | 54 | 582 | 4,0 | 1,3 | 5,3 | 1,5 | 6,8 | 144 | 96 |
| 441 | 54 | 494 | 2,7 | 1,1 | 3,7 | 1,3 | 5,0 | 157 | 102 |
| 353 | 54 | 406 | 1,8 | 0,9 | 2,7 | 1,1 | 3,7 | 169 | 107 |
| 265 | 54 | 318 | 1,2 | 0,7 | 1,9 | 0,8 | 2,7 | 184 | 113 |
| 177 | 54 | 230 | 0,7 | 0,5 | 1,2 | 0,6 | 1,8 | 195 | 117 |
| 89 | 54 | 142 | 0,4 | 0,3 | 0,7 | 0,4 | 1,0 | 213 | 123 |

Configuratie paalgroep voor bepaling s2
2-paalspoer




hoh-afstand x : 3D

### Bruikbaarheidsgrenstoestand

| $F_{c;netto}$ [kN] | $F_{nk}$ [kN] | $F_{c;rep}$ [kN] | $s_b$ [mm] | $s_{el}$ [mm] | $s_1$ [mm] | $s_2$ [mm] | $s$ [mm] | $k_{v;rep}$ paal vrijstaand [kN/mm] | $k_{v;rep}$ paal in groep [kN/mm] |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 678 | 54 | 731 | 4,5 | 1,3 | 5,9 | 1,9 | 7,8 | 125 | 94 |
| 610 | 54 | 664 | 3,5 | 1,2 | 4,7 | 1,7 | 6,4 | 142 | 103 |
| 542 | 54 | 596 | 2,7 | 1,1 | 3,8 | 1,6 | 5,4 | 157 | 111 |
| 475 | 54 | 528 | 2,1 | 0,9 | 3,1 | 1,4 | 4,4 | 173 | 119 |
| 407 | 54 | 460 | 1,6 | 0,8 | 2,5 | 1,2 | 3,7 | 187 | 125 |
| 339 | 54 | 393 | 1,2 | 0,7 | 1,9 | 1,0 | 3,0 | 204 | 133 |
| 271 | 54 | 325 | 0,9 | 0,6 | 1,5 | 0,9 | 2,3 | 219 | 139 |
| 203 | 54 | 257 | 0,6 | 0,4 | 1,1 | 0,7 | 1,8 | 239 | 147 |
| 136 | 54 | 189 | 0,4 | 0,3 | 0,7 | 0,5 | 1,2 | 253 | 152 |
| 68 | 54 | 121 | 0,2 | 0,2 | 0,4 | 0,3 | 0,8 | 277 | 160 |

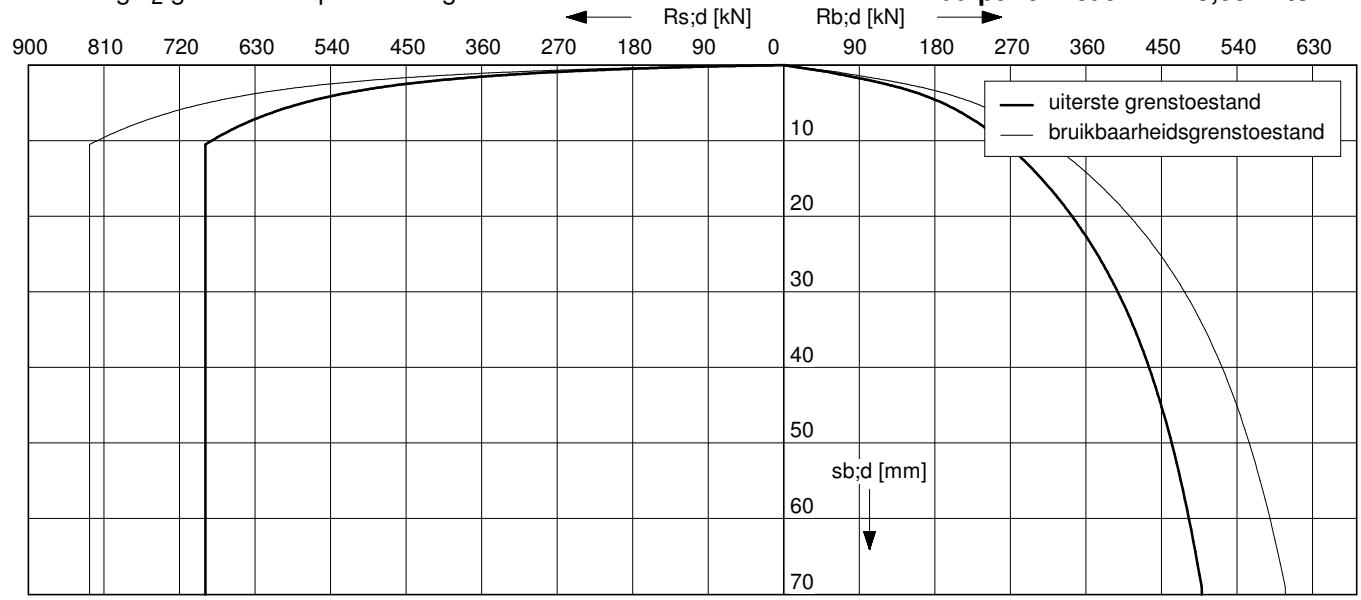
Toelichting

| | | | |
|---|---|---|---|
| Paalbelasting | : | $F_c$ | [par. 7.7.1] |
| Rekenwaarde negatieve kleef | : | $F_{nk;d}$ | [par. 7.3.2.2] |
| Netto paalbelasting | : | $F_{c;netto} = F_c - F_{nk}$ | [par. 7.3.2.2] |
| Rekenwaarde zakking boveneinde paal | : | $s_{1;d} = s_{punt;d} + s_{el;d}$ | [par. 7.6.4.2] |
| Rekenwaarde samendrukking diepere lagen | : | $s_{2;d}$ | [par. 7.6.4.2] |
| Rekenwaarde paalkopzakking | : | $s_d = s_{1;d} + s_{2;d}$ | [par. 7.6.4.2] |
| Representatieve statische secant veercoëfficiënt | : | $k_{v;rep\ paal\ vrijstaand} = F_{c;rep} / s_1$ | |
| | : | $k_{v;rep\ paal\ in\ groep} = F_{c;rep} / (s_1 + s_2)$ | |

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

Paaltype : In de grond gevormde grondverdringende betonpaal, middels een ingeschroefde stalen hulpbuis en verloren punt met groutinjectie
Sonderingen : S001
Berekening $s_2$ gebaseerd op sondering S001

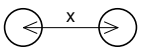
**Paalafmeting : 0,540/0,670/0,670 m**
**Paalpuntniveau : 5,00 m tov NAP**




### Uiterste grenstoestand

| $F_{c;dnetto}$ [kN] | $F_{nk;d}$ [kN] | $F_{c;d}$ [kN] | $s_{b;d}$ [mm] | $s_{el;d}$ [mm] | $s_{1;d}$ [mm] | $s_{2;d}$ [mm] | $s_{;d}$ [mm] | $k_{v;d}$ paal vrijstaand [kN/mm] | $k_{v;d}$ paal in groep [kN/mm] |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1123 | 63 | 1186 | 67,4 | 2,0 | 69,5 | 2,4 | 71,9 | 112 | 87 |
| 1011 | 63 | 1074 | 26,9 | 1,8 | 28,7 | 2,2 | 30,9 | 130 | 97 |
| 898 | 63 | 961 | 11,1 | 1,5 | 12,6 | 2,0 | 14,6 | 145 | 105 |
| 786 | 63 | 849 | 6,9 | 1,3 | 8,3 | 1,7 | 10,0 | 162 | 113 |
| 674 | 63 | 737 | 4,5 | 1,1 | 5,6 | 1,5 | 7,1 | 177 | 121 |
| 562 | 63 | 624 | 3,0 | 1,0 | 3,9 | 1,3 | 5,2 | 195 | 129 |
| 449 | 63 | 512 | 2,0 | 0,8 | 2,8 | 1,0 | 3,8 | 211 | 135 |
| 337 | 63 | 400 | 1,3 | 0,6 | 1,9 | 0,8 | 2,7 | 229 | 143 |
| 225 | 63 | 288 | 0,8 | 0,4 | 1,2 | 0,6 | 1,8 | 250 | 151 |
| 112 | 63 | 175 | 0,4 | 0,3 | 0,6 | 0,4 | 1,0 | 275 | 159 |

Configuratie paalgroep voor bepaling s2
2-paalspoer




hoh-afstand x : 3D

### Bruikbaarheidsgrenstoestand

| $F_{c;netto}$ [kN] | $F_{nk}$ [kN] | $F_{c;rep}$ [kN] | $s_b$ [mm] | $s_{el}$ [mm] | $s_1$ [mm] | $s_2$ [mm] | $s$ [mm] | $k_{v;rep}$ paal vrijstaand [kN/mm] | $k_{v;rep}$ paal in groep [kN/mm] |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 864 | 63 | 927 | 5,1 | 1,2 | 6,3 | 1,9 | 8,2 | 146 | 113 |
| 778 | 63 | 840 | 3,9 | 1,1 | 5,0 | 1,7 | 6,7 | 169 | 126 |
| 691 | 63 | 754 | 3,0 | 1,0 | 4,0 | 1,5 | 5,5 | 189 | 136 |
| 605 | 63 | 668 | 2,3 | 0,8 | 3,2 | 1,4 | 4,5 | 211 | 147 |
| 518 | 63 | 581 | 1,8 | 0,7 | 2,5 | 1,2 | 3,7 | 230 | 157 |
| 432 | 63 | 495 | 1,3 | 0,6 | 2,0 | 1,0 | 3,0 | 253 | 167 |
| 346 | 63 | 408 | 1,0 | 0,5 | 1,5 | 0,8 | 2,3 | 274 | 176 |
| 259 | 63 | 322 | 0,7 | 0,4 | 1,1 | 0,7 | 1,7 | 297 | 185 |
| 173 | 63 | 236 | 0,4 | 0,3 | 0,7 | 0,5 | 1,2 | 325 | 196 |
| 86 | 63 | 149 | 0,2 | 0,2 | 0,4 | 0,3 | 0,7 | 357 | 207 |

Toelichting

| | | | |
|---|---|---|---|
| Paalbelasting | : | $F_c$ | [par. 7.7.1] |
| Rekenwaarde negatieve kleef | : | $F_{nk;d}$ | [par. 7.3.2.2] |
| Netto paalbelasting | : | $F_{c;netto} = F_c - F_{nk}$ | [par. 7.3.2.2] |
| Rekenwaarde zakking boveneinde paal | : | $s_{1;d} = s_{punt;d} + s_{el;d}$ | [par. 7.6.4.2] |
| Rekenwaarde samendrukking diepere lagen | : | $s_{2;d}$ | [par. 7.6.4.2] |
| Rekenwaarde paalkopzakking | : | $s_d = s_{1;d} + s_{2;d}$ | [par. 7.6.4.2] |
| Representatieve statische secant veercoëfficiënt | : | $k_{v;rep\ paal\ vrijstaand} = F_{c;rep} / s_1$ | |
| | : | $k_{v;rep\ paal\ in\ groep} = F_{c;rep} / (s_1 + s_2)$ | |

**Voorbeeldberekening gebaseerd op sondering S002**
**Berekening volgens Eurocode 7-1 (NEN 9997 - 1 + C2 : 2017)**

Paaltype : In de grond gevormde grondverdringende betonpaal, middels een ingeschroefde stalen hulpbuis en verloren punt met groutinjectie
Paalafmeting : 0,380/0,450/0,450 m
Paalpuntniveau : 5 meter tov NAP

**Correctie conusweerstand bij ontgraving**

Geen ontgraving, geen correctie van de conusweerstand.

**Berekening maximum puntweerstand**

$q_{b;max} = 0{,}5 * \alpha_p * \beta * s * (0{,}5[q_{c;I;gem} + q_{c;II;gem}] + q_{c;III;gem})$ [par. 7.6.2.3(e)]

| | | | |
|---|---|---|---|
| Paalklassefactor | : | $\alpha_p = 0{,}63$ | (f) |
| Paalvoetvormfactor | : | $\beta = 1{,}0$ | (g) |
| Paalvoetdwarsdoorsnedefactor | : | $s = 1{,}0$ | (h) |
| Traject I / II / III | : | 28,4 / 1,2 / 1,2 MPa | |

$q_{b;max} = 5{,}0$ MPa

**Berekening maximum schachtwrijving**

$R_{s;cal} = O_p * \Delta L * \alpha_s * q_{c;z;a}$ [par. 7.6.2.3(e)]

| | | |
|---|---|---|
| Startdiepte schachtwrijving | : | 11.8 m tov NAP |
| paalklassefactor | : | $\alpha\alpha_s = 0{,}009$ [tabel 7.d] |
| $O_p$ | : | omtrek dwarsdoorsnede paalschacht |
| $\Delta L$ | : | traject schachtwrijving |

| diepte [m tov NAP] | $q_{c;z;a}$ [MPa] | $O_p$ [m] | $\Delta L$ [m] | $R_{s;cal}$ [kN] | $\Sigma R_{s;cal}$ [kN] |
|---|---|---|---|---|---|
| 11,00 | 10,7 | 1,41 | 0,8 | 109 | 109 |
| 10,00 | 7,8 | 1,41 | 1,0 | 100 | 210 |
| 9,00 | 7,5 | 1,41 | 1,0 | 96 | 306 |
| 8,00 | 5,9 | 1,41 | 1,0 | 75 | 381 |
| 7,00 | 6,4 | 1,41 | 1,0 | 81 | 463 |
| 6,00 | 12,4 | 1,41 | 1,0 | 157 | 620 |
| 5,00 | 15,0 | 1,41 | 1,0 | 191 | 810 |

**Berekening maximum draagkracht**

$R_{c;cal} = A_b * q_{b;max} + R_{s;cal}$ [par. 7.6.2.3(e)]

Oppervlakte paalpunt : $A_b = 0{,}159$ m$^2$

$R_{c;cal} = 797 + 810 = 1607$ kN

**Voorbeeldberekening gebaseerd op sondering S002**
**Berekening volgens Eurocode 7-1 (NEN 9997 - 1 + C2 : 2017)**

Paaltype : In de grond gevormde grondverdringende betonpaal, middels een ingeschroefde stalen hulpbuis en verloren punt met groutinjectie
Paalafmeting : 0,380/0,450/0,450 m
Paalpuntniveau : 5 meter tov NAP

## Berekening negatieve kleef, geen groepswerking

De representatieve waarde van de totale belasting ten gevolge van negatieve kleef ($F_{nk;rep}$) moet zijn bepaald met de formule:

$$F_{nk;rep} = O_s * \Sigma h_j * K_{0;j;rep} * \tan\delta_j * \frac{\sigma'_{v;j-1;rep}+\sigma'_{v;j;rep}}{2}$$ [par. 7.3.2.2(d)]

Dit geldt voor:

- alleenstaande palen;
- palen in één rij of aan de rand van een paalgroep;
- palen binnen een paalgroep waarbij de hart-op-hart afstand van de palen (D) voldoet aan:

$$D > \sqrt{10 \times d \times h}$$

waarin:

*d* *is de middellijn van de paalschacht, of de equivalente middelijn van de paalschachten van de groep, in m.*

*h* *is de dikte van de laag of lagen waarin de negatieve kleef werkt, in m.*

### Uitgangspunten

| | | |
|---|---|---|
| Toekomstig maaiveld | : | 16,10 m tov NAP |
| Huidig maaiveld | : | 14,23 m tov NAP |
| Grondwater | : | 11,10 m tov NAP |
| Bovenbelasting | : | 0 kN/m$^2$ |
| Voorbeeldsondering | : | S002 |
| $O_s$ | : | omtrek dwarsdoorsnede paalschacht |
| $K_{v;j;rep}$ | : | representatieve waarde van de neutrale gronddruk in laag j |
| $\tan\delta_j$ | : | representatieve waarde van de wrijvingshoek tussen paalschacht en grond in laag j |
| $\sigma'_{0;j;rep}$ | : | representatieve waarde van de effectieve verticale spanning onderin laag j |

| diepte [m tov NAP] | $h_i$ [m] | $O_s$ [m] | $\gamma$ [kN/m$^3$] | $\gamma_{sat}$ [kN/m$^3$] | $\phi$ [graden] | $K_0*\tan\delta_j$ | $\sigma'_{v;i}$ [kN/m$^2$] | $F_{nk;i;rep}$ [kN] | $\Sigma F_{nk;rep}$ [kN] |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 14,23 | 1,87 | 1,19 | 18,0 | 20,0 | 32,5 | 0,295 | 34 | 11,1 | 11,1 |
| 13,70 | 0,53 | 1,19 | 17,0 | 19,0 | 30,0 | 0,289 | 43 | 7 | 18 |
| 13,40 | 0,30 | 1,19 | 18,0 | 18,0 | 27,5 | 0,280 | 48 | 5 | 23 |
| 12,80 | 0,60 | 1,19 | 15,0 | 15,0 | 22,5 | 0,256 | 57 | 10 | 32 |
| 11,90 | 0,90 | 1,19 | 16,0 | 16,0 | 25,0 | 0,269 | 71 | 19 | 51 |

# BIJLAGE F2

Berekening fundering
NEN 9997-1:2025

**Paalpuntniveau**

In de tabel worden per sondering de paalpuntniveaus gegeven waarvoor de draagkracht is berekend.

Tabel 1. Paalpuntniveau

| Sondering nr. | Hoogte maaiveld [1)] [m tov NAP] | Paalpuntniveau [m tov NAP] |
|---|---|---|
| S001 | 14,03 | 10,0 en 5,0 tot 4,5 |
| S002 | 14,23 | 10,0 en 5,0 tot 4,5 |

1) Niveau ten tijde van onderzoek

**Rekenwaarde maximum draagkracht in kN per sondering**
**Berekening volgens Eurocode 7-1 (NEN1997-1:2025)**

In de grond gevormde grondverdringende betonpaal, middels een ingeschroefde stalen hulpbuis en verloren punt met groutinjectie 0,380/0,450/0,450 m

| diepte tov NAP | S001 | S002 |
|---|---|---|
| 10,00 | 270 | 225 |
| 9,50 | | |
| 9,00 | | |
| 8,50 | | |
| 8,00 | | |
| 7,50 | | |
| 7,00 | | |
| 6,50 | | |
| 6,00 | | |
| 5,50 | | |
| 5,00 | 664 | 771 |
| 4,50 | 679 | 773 |

In de grond gevormde grondverdringende betonpaal, middels een ingeschroefde stalen hulpbuis en verloren punt met groutinjectie 0,460/0,560/0,560 m

| diepte tov NAP | S001 | S002 |
|---|---|---|
| 10,00 | | |
| 9,50 | | |
| 9,00 | | |
| 8,50 | | |
| 8,00 | | |
| 7,50 | | |
| 7,00 | | |
| 6,50 | | |
| 6,00 | | |
| 5,50 | | |
| 5,00 | 821 | 972 |
| 4,50 | 876 | 995 |

**Rekenwaarde maximum draagkracht in kN per sondering**
**Berekening volgens Eurocode 7-1 (NEN1997-1:2025)**

In de grond gevormde grondverdringende betonpaal, middels een ingeschroefde stalen hulpbuis en verloren punt met groutinjectie 0,540/0,670/0,670 m

| diepte tov NAP | S001 | S002 |
|---|---|---|
| 10,00 | | |
| 9,50 | | |
| 9,00 | | |
| 8,50 | | |
| 8,00 | | |
| 7,50 | | |
| 7,00 | | |
| 6,50 | | |
| 6,00 | | |
| 5,50 | | |
| 5,00 | 1016 | 1203 |
| 4,50 | 1089 | 1205 |

**Rekenwaarde maximum draagkracht in kN per sondering**
**Berekening volgens Eurocode 7-1 (NEN1997-1:2025)**

Paaltype : **In de grond gevormde grondverdringende betonpaal, middels een ingeschroefde stalen hulpbuis en verloren punt met groutinjectie**

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Paalklassefactor punt | : | $\alpha_p = 0,3$ | Bouwwerk | : | niet stijf |
| Paalvoetvormfactor | : | $\beta = 1,0$ | Aantal sonderingen | : | N = 1 |
| Paalvoetdwarsdoorsnedefactor | : | s = 1,0 | $\xi$-factor | : | $\xi_3 = 1,39$ ; $\xi_4 = 1,39$ |
| Paalklassefactor schacht | : | $\alpha_s = 0,011$ | Materiaalfactor | : | $\gamma_b = \gamma_s = 1,20$ |
| | | | Belastingsfactor neg.kleef | : | $\gamma_{f;nk} = 1,0$ |

Paalafmeting : **0,380/0,450/0,450 m**

| Sonderingen | Hoogte m.v. [m tov NAP] | Paalpunt [m tov NAP] | $R_{c;dnetto}$ [kN] | $q_{b;max}$ [MPa] | $R_{b;cal}$ [kN] | $R_{s;cal}$ [kN] | $R_{c;d}$ [kN] | $F_{nk;d}$ * [kN] |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| S001 | 14,03 | 10,00 | **270** | 1,0 | 167 | 358 | 314 | 44 |
| | | 5,00 | **664** | 1,5 | 239 | 943 | 708 | 44 |
| | | 4,50 | **679** | 1,2 | 185 | 1021 | 723 | 44 |
| S002 | 14,23 | 10,00 | **225** | 1,3 | 205 | 256 | 276 | 51 |
| | | 5,00 | **771** | 2,4 | 380 | 991 | 821 | 51 |
| | | 4,50 | **773** | 1,7 | 268 | 1105 | 824 | 51 |

Paalafmeting : **0,460/0,560/0,560 m**

| Sonderingen | Hoogte m.v. [m tov NAP] | Paalpunt [m tov NAP] | $R_{c;dnetto}$ [kN] | $q_{b;max}$ [MPa] | $R_{b;cal}$ [kN] | $R_{s;cal}$ [kN] | $R_{c;d}$ [kN] | $F_{nk;d}$ * [kN] | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| S001 | 14,03 | 10,00 | - | - | - | - | - | - | *2 |
| | | 5,00 | **821** | 1,2 | 285 | 1173 | 874 | 54 | |
| | | 4,50 | **876** | 1,1 | 281 | 1271 | 930 | 54 | |
| S002 | 14,23 | 10,00 | - | - | - | - | - | - | *2 |
| | | 5,00 | **972** | 2,0 | 491 | 1233 | 1033 | 62 | |
| | | 4,50 | **995** | 1,6 | 387 | 1376 | 1056 | 62 | |

*2) Het draagvermogen kan niet worden berekend op basis van de 4D8D-methode omdat het 8D niveau reikt tot boven maaiveldniveau.

Paalafmeting : **0,540/0,670/0,670 m**

| Sonderingen | Hoogte m.v. [m tov NAP] | Paalpunt [m tov NAP] | $R_{c;dnetto}$ [kN] | $q_{b;max}$ [MPa] | $R_{b;cal}$ [kN] | $R_{s;cal}$ [kN] | $R_{c;d}$ [kN] | $F_{nk;d}$ * [kN] | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| S001 | 14,03 | 10,00 | - | - | - | - | - | - | *2 |
| | | 5,00 | **1016** | 1,1 | 395 | 1404 | 1078 | 63 | |
| | | 4,50 | **1089** | 1,1 | 402 | 1520 | 1152 | 63 | |
| S002 | 14,23 | 10,00 | - | - | - | - | - | - | *2 |
| | | 5,00 | **1203** | 1,9 | 653 | 1475 | 1275 | 72 | |
| | | 4,50 | **1205** | 1,4 | 484 | 1646 | 1277 | 72 | |

*2) Het draagvermogen kan niet worden berekend op basis van de 4D8D-methode omdat het 8D niveau reikt tot boven maaiveldniveau.

* Negatieve kleef bepaald voor alleenstaande paal, aan de rand van groep, in één rij en in groep met D > ✓(10 x d x h)

Toelichting

| | | | |
|---|---|---|---|
| Maximum puntweerstand | : | $q_{b;max} = 0,5 * \alpha_p * \beta * s * (0,5[q_{c;I;gem} + q_{c;II;gem}] + q_{c;III;gem})$ | [par. 7.6.2.3(e)] |
| Maximum draagkracht punt | : | $R_{b;cal} = A_b * q_{b;max}$ | [par. 7.6.2.3(e)] |
| Maximum schachtwrijvingskracht | : | $R_{s;cal} = O_p * \Delta L * \alpha_s * q_{c;z;a}$ | [par. 7.6.2.3] |
| Rekenwaarde maximum draagkracht | : | $R_{c;d} = (R_{b;cal}/\xi)/\gamma_b + (R_{s;cal}/\xi)/\gamma_s$ | [par. 7.6.2.3] |
| Rekenwaarde negatieve kleef | : | $F_{nk;d} = F_{nk} * \gamma_{f;nk}$ | [par. 7.3.2.2] |
| Rekenwaarde netto draagkracht | : | $R_{c;dnetto} = R_{c;d} - F_{nk;d}$ | [par. 7.6.2.3] |

SOCOTEC

## Berekening volgens Eurocode 7-1 (NEN1997-1:2025)

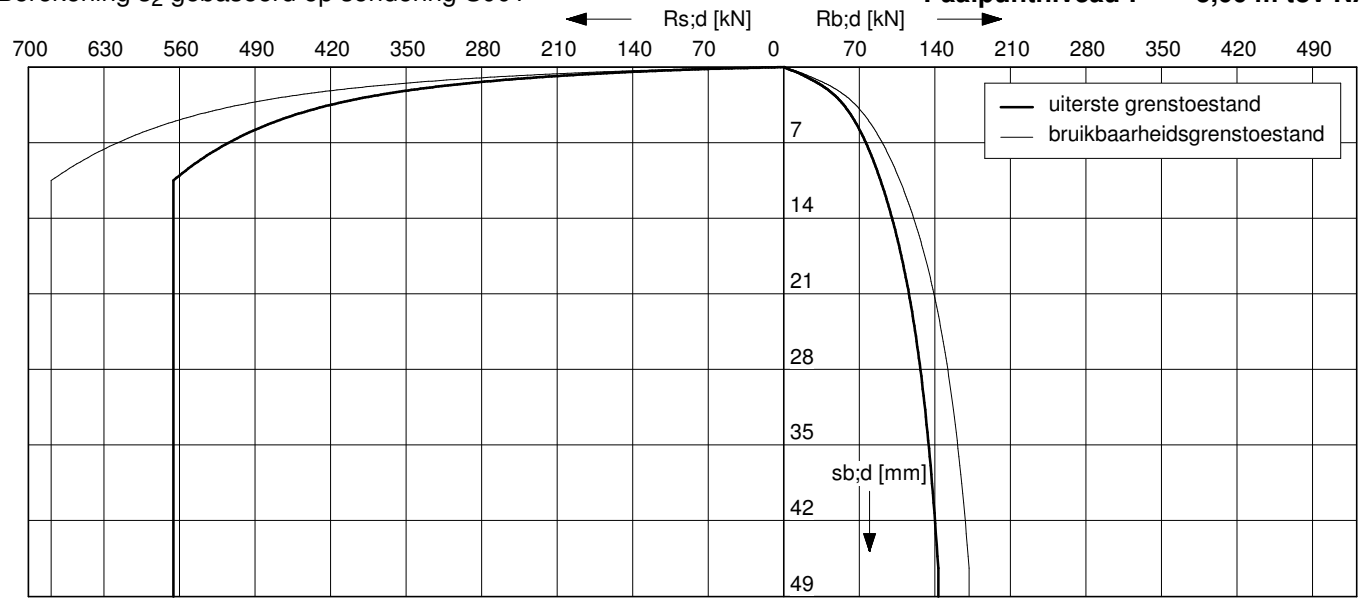
Paaltype : In de grond gevormde grondverdringende betonpaal, middels een ingeschroefde stalen hulpbuis en verloren punt met groutinjectie

Sonderingen : S001

Berekening $s_2$ gebaseerd op sondering S001

**Paalafmeting : 0,380/0,450/0,450 m**

**Paalpuntniveau : 5,00 m tov NAP**

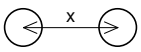



### Uiterste grenstoestand

| $F_{c;dnetto}$ [kN] | $F_{nk;d}$ [kN] | $F_{c;d}$ [kN] | $s_{b;d}$ [mm] | $s_{el;d}$ [mm] | $s_{1;d}$ [mm] | $s_{2;d}$ [mm] | $s_{;d}$ [mm] | $k_{v;d}$ paal vrijstaand [kN/mm] | $k_{v;d}$ paal in groep [kN/mm] |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 664 | 44 | 708 | 45,3 | 2,4 | 47,7 | 2,5 | 50,2 | 91 | 64 |
| 598 | 44 | 642 | 9,6 | 2,1 | 11,7 | 2,3 | 14,0 | 101 | 69 |
| 531 | 44 | 575 | 6,3 | 1,8 | 8,1 | 2,1 | 10,2 | 109 | 72 |
| 465 | 44 | 509 | 4,2 | 1,6 | 5,9 | 1,8 | 7,7 | 118 | 76 |
| 398 | 44 | 443 | 2,9 | 1,4 | 4,3 | 1,6 | 5,9 | 126 | 79 |
| 332 | 44 | 376 | 2,0 | 1,2 | 3,2 | 1,4 | 4,5 | 133 | 82 |
| 265 | 44 | 310 | 1,4 | 1,0 | 2,3 | 1,1 | 3,4 | 141 | 85 |
| 199 | 44 | 243 | 0,9 | 0,8 | 1,7 | 0,9 | 2,5 | 151 | 88 |
| 133 | 44 | 177 | 0,6 | 0,5 | 1,1 | 0,6 | 1,7 | 160 | 91 |
| 66 | 44 | 110 | 0,3 | 0,3 | 0,6 | 0,4 | 1,0 | 169 | 95 |

Configuratie paalgroep voor bepaling s2

2-paalspoer




hoh-afstand x : 3D

### Bruikbaarheidsgrenstoestand

| $F_{c;netto}$ [kN] | $F_{nk}$ [kN] | $F_{c;rep}$ [kN] | $s_b$ [mm] | $s_{el}$ [mm] | $s_1$ [mm] | $s_2$ [mm] | $s$ [mm] | $k_{v;rep}$ paal vrijstaand [kN/mm] | $k_{v;rep}$ paal in groep [kN/mm] |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 511 | 44 | 555 | 3,2 | 1,5 | 4,7 | 2,0 | 6,7 | 118 | 83 |
| 460 | 44 | 504 | 2,5 | 1,3 | 3,8 | 1,8 | 5,6 | 131 | 89 |
| 409 | 44 | 453 | 2,0 | 1,2 | 3,2 | 1,6 | 4,8 | 142 | 94 |
| 358 | 44 | 402 | 1,6 | 1,0 | 2,6 | 1,4 | 4,1 | 153 | 99 |
| 306 | 44 | 351 | 1,2 | 0,9 | 2,1 | 1,3 | 3,4 | 164 | 103 |
| 255 | 44 | 300 | 1,0 | 0,8 | 1,7 | 1,1 | 2,8 | 173 | 107 |
| 204 | 44 | 249 | 0,7 | 0,6 | 1,4 | 0,9 | 2,2 | 184 | 111 |
| 153 | 44 | 197 | 0,5 | 0,5 | 1,0 | 0,7 | 1,7 | 196 | 115 |
| 102 | 44 | 146 | 0,3 | 0,4 | 0,7 | 0,5 | 1,2 | 208 | 119 |
| 51 | 44 | 95 | 0,2 | 0,2 | 0,4 | 0,3 | 0,8 | 220 | 123 |

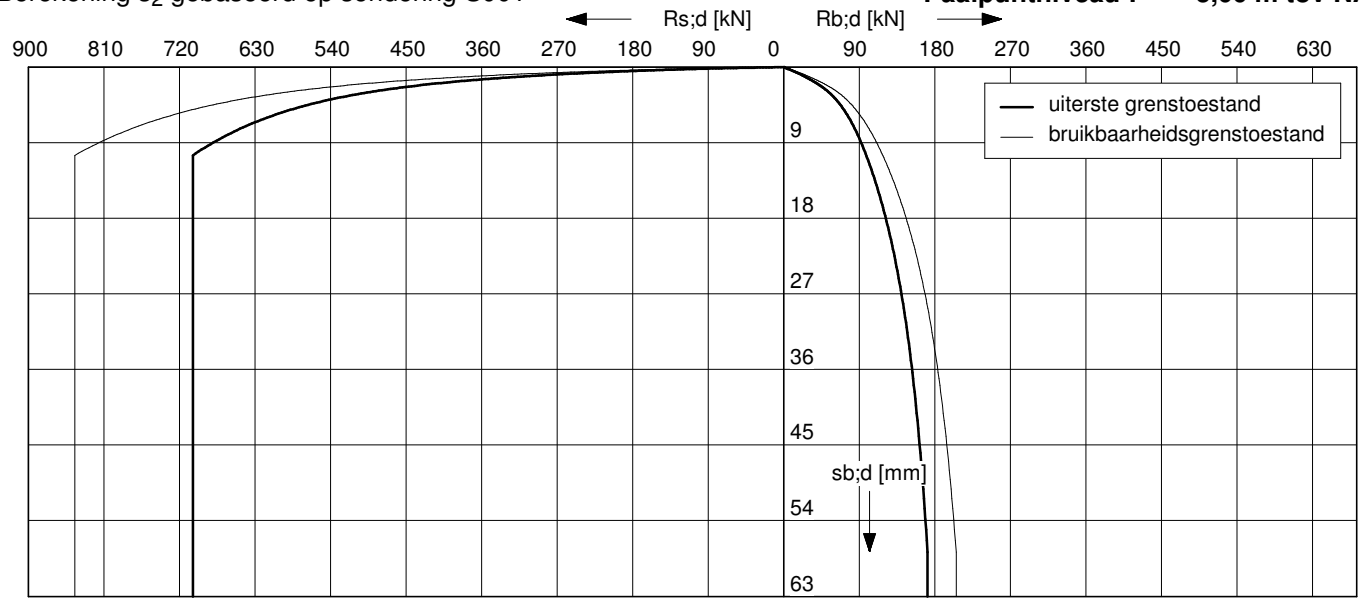
Toelichting

| | | | |
|---|---|---|---|
| Paalbelasting | : | $F_c$ | [par. 7.7.1] |
| Rekenwaarde negatieve kleef | : | $F_{nk;d}$ | [par. 7.3.2.2] |
| Netto paalbelasting | : | $F_{c;netto} = F_c - F_{nk}$ | [par. 7.3.2.2] |
| Rekenwaarde zakking boveneinde paal | : | $s_{1;d} = s_{punt;d} + s_{el;d}$ | [par. 7.6.4.2] |
| Rekenwaarde samendrukking diepere lagen | : | $s_{2;d}$ | [par. 7.6.4.2] |
| Rekenwaarde paalkopzakking | : | $s_d = s_{1;d} + s_{2;d}$ | [par. 7.6.4.2] |
| Representatieve statische secant veercoëfficiënt | : | $k_{v;rep\ paal\ vrijstaand} = F_{c;rep} / s_1$ | |
| | : | $k_{v;rep\ paal\ in\ groep} = F_{c;rep} / (s_1 + s_2)$ | |

## Berekening volgens Eurocode 7-1 (NEN1997-1:2025)

Paaltype : In de grond gevormde grondverdringende betonpaal, middels een ingeschroefde stalen hulpbuis en verloren punt met groutinjectie
Sonderingen : S001
Berekening $s_2$ gebaseerd op sondering S001

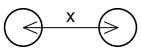
**Paalafmeting : 0,460/0,560/0,560 m**
**Paalpuntniveau : 5,00 m tov NAP**




### Uiterste grenstoestand

| $F_{c;dnetto}$ [kN] | $F_{nk;d}$ [kN] | $F_{c;d}$ [kN] | $s_{b;d}$ [mm] | $s_{el;d}$ [mm] | $s_{1;d}$ [mm] | $s_{2;d}$ [mm] | $s_{;d}$ [mm] | $k_{v;d}$ paal vrijstaand [kN/mm] | $k_{v;d}$ paal in groep [kN/mm] |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 821 | 54 | 874 | 56,4 | 1,9 | 58,3 | 2,3 | 60,5 | 117 | 84 |
| 739 | 54 | 792 | 9,8 | 1,6 | 11,4 | 2,1 | 13,5 | 131 | 90 |
| 657 | 54 | 710 | 6,5 | 1,5 | 8,0 | 1,9 | 9,9 | 144 | 96 |
| 575 | 54 | 628 | 4,3 | 1,3 | 5,6 | 1,7 | 7,3 | 156 | 102 |
| 493 | 54 | 546 | 2,9 | 1,1 | 4,1 | 1,4 | 5,5 | 168 | 107 |
| 411 | 54 | 464 | 2,1 | 0,9 | 3,0 | 1,2 | 4,2 | 180 | 111 |
| 329 | 54 | 382 | 1,4 | 0,8 | 2,2 | 1,0 | 3,2 | 194 | 117 |
| 247 | 54 | 300 | 0,9 | 0,6 | 1,5 | 0,8 | 2,3 | 205 | 121 |
| 165 | 54 | 218 | 0,6 | 0,4 | 1,0 | 0,6 | 1,6 | 221 | 126 |
| 82 | 54 | 136 | 0,3 | 0,3 | 0,6 | 0,4 | 0,9 | 236 | 131 |

Configuratie paalgroep voor bepaling s2
2-paalspoer




hoh-afstand x : 3D

### Bruikbaarheidsgrenstoestand

| $F_{c;netto}$ [kN] | $F_{nk}$ [kN] | $F_{c;rep}$ [kN] | $s_b$ [mm] | $s_{el}$ [mm] | $s_1$ [mm] | $s_2$ [mm] | $s$ [mm] | $k_{v;rep}$ paal vrijstaand [kN/mm] | $k_{v;rep}$ paal in groep [kN/mm] |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 631 | 54 | 685 | 3,3 | 1,2 | 4,5 | 1,8 | 6,3 | 152 | 109 |
| 568 | 54 | 622 | 2,6 | 1,0 | 3,7 | 1,6 | 5,3 | 170 | 118 |
| 505 | 54 | 559 | 2,1 | 0,9 | 3,0 | 1,5 | 4,5 | 187 | 125 |
| 442 | 54 | 496 | 1,6 | 0,8 | 2,4 | 1,3 | 3,7 | 203 | 133 |
| 379 | 54 | 432 | 1,3 | 0,7 | 2,0 | 1,1 | 3,1 | 218 | 139 |
| 316 | 54 | 369 | 1,0 | 0,6 | 1,6 | 1,0 | 2,6 | 233 | 145 |
| 253 | 54 | 306 | 0,7 | 0,5 | 1,2 | 0,8 | 2,0 | 252 | 152 |
| 189 | 54 | 243 | 0,5 | 0,4 | 0,9 | 0,6 | 1,5 | 267 | 157 |
| 126 | 54 | 180 | 0,3 | 0,3 | 0,6 | 0,5 | 1,1 | 288 | 164 |
| 63 | 54 | 117 | 0,2 | 0,2 | 0,4 | 0,3 | 0,7 | 306 | 170 |

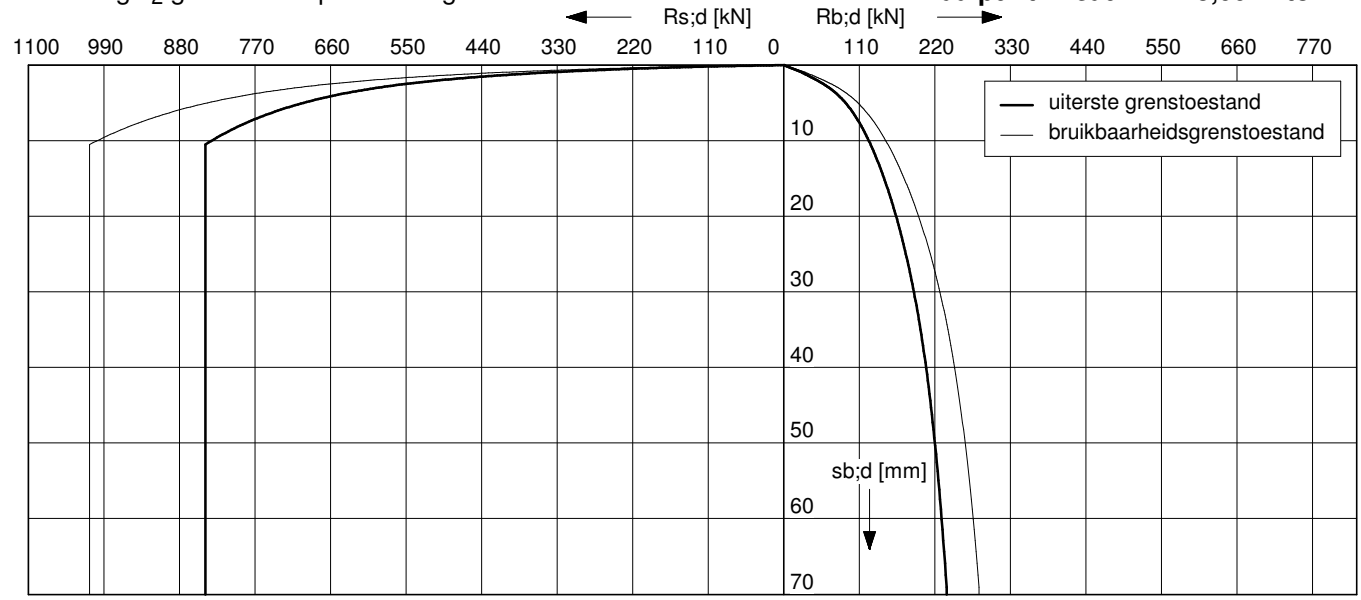
Toelichting

| | | | |
|---|---|---|---|
| Paalbelasting | : | $F_c$ | [par. 7.7.1] |
| Rekenwaarde negatieve kleef | : | $F_{nk;d}$ | [par. 7.3.2.2] |
| Netto paalbelasting | : | $F_{c;netto} = F_c - F_{nk}$ | [par. 7.3.2.2] |
| Rekenwaarde zakking boveneinde paal | : | $s_{1;d} = s_{punt;d} + s_{el;d}$ | [par. 7.6.4.2] |
| Rekenwaarde samendrukking diepere lagen | : | $s_{2;d}$ | [par. 7.6.4.2] |
| Rekenwaarde paalkopzakking | : | $s_d = s_{1;d} + s_{2;d}$ | [par. 7.6.4.2] |
| Representatieve statische secant veercoëfficiënt | : | $k_{v;rep\ paal\ vrijstaand} = F_{c;rep} / s_1$ | |
| | : | $k_{v;rep\ paal\ in\ groep} = F_{c;rep} / (s_1 + s_2)$ | |

## Berekening volgens Eurocode 7-1 (NEN1997-1:2025)

Paaltype : In de grond gevormde grondverdringende betonpaal, middels een ingeschroefde stalen hulpbuis en verloren punt met groutinjectie
Sonderingen : S001
Berekening $s_2$ gebaseerd op sondering S001

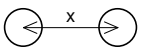
**Paalafmeting : 0,540/0,670/0,670 m**
**Paalpuntniveau : 5,00 m tov NAP**




### Uiterste grenstoestand

| $F_{c;dnetto}$ [kN] | $F_{nk;d}$ [kN] | $F_{c;d}$ [kN] | $s_{b;d}$ [mm] | $s_{el;d}$ [mm] | $s_{1;d}$ [mm] | $s_{2;d}$ [mm] | $s_{;d}$ [mm] | $k_{v;d}$ paal vrijstaand [kN/mm] | $k_{v;d}$ paal in groep [kN/mm] |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1016 | 63 | 1078 | 67,4 | 1,6 | 69,1 | 2,2 | 71,3 | 143 | 104 |
| 914 | 63 | 977 | 12,1 | 1,4 | 13,5 | 2,0 | 15,5 | 161 | 113 |
| 812 | 63 | 875 | 7,0 | 1,3 | 8,3 | 1,8 | 10,1 | 178 | 121 |
| 711 | 63 | 774 | 4,6 | 1,1 | 5,8 | 1,6 | 7,3 | 195 | 128 |
| 609 | 63 | 672 | 3,1 | 1,0 | 4,1 | 1,4 | 5,5 | 212 | 136 |
| 508 | 63 | 571 | 2,2 | 0,8 | 3,0 | 1,2 | 4,1 | 227 | 142 |
| 406 | 63 | 469 | 1,5 | 0,7 | 2,1 | 1,0 | 3,1 | 246 | 149 |
| 305 | 63 | 368 | 1,0 | 0,5 | 1,5 | 0,7 | 2,2 | 262 | 155 |
| 203 | 63 | 266 | 0,6 | 0,4 | 0,9 | 0,5 | 1,5 | 280 | 161 |
| 102 | 63 | 165 | 0,3 | 0,2 | 0,5 | 0,3 | 0,9 | 309 | 170 |

Configuratie paalgroep voor bepaling s2
2-paalspoer




hoh-afstand x : 3D

### Bruikbaarheidsgrenstoestand

| $F_{c;netto}$ [kN] | $F_{nk}$ [kN] | $F_{c;rep}$ [kN] | $s_b$ [mm] | $s_{el}$ [mm] | $s_1$ [mm] | $s_2$ [mm] | $s$ [mm] | $k_{v;rep}$ paal vrijstaand [kN/mm] | $k_{v;rep}$ paal in groep [kN/mm] |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 781 | 63 | 844 | 3,5 | 1,0 | 4,5 | 1,7 | 6,3 | 186 | 135 |
| 703 | 63 | 766 | 2,8 | 0,9 | 3,7 | 1,6 | 5,2 | 209 | 147 |
| 625 | 63 | 688 | 2,2 | 0,8 | 3,0 | 1,4 | 4,4 | 231 | 157 |
| 547 | 63 | 610 | 1,7 | 0,7 | 2,4 | 1,2 | 3,7 | 253 | 167 |
| 469 | 63 | 532 | 1,3 | 0,6 | 1,9 | 1,1 | 3,0 | 276 | 177 |
| 391 | 63 | 453 | 1,0 | 0,5 | 1,5 | 0,9 | 2,5 | 295 | 184 |
| 312 | 63 | 375 | 0,7 | 0,4 | 1,2 | 0,8 | 1,9 | 320 | 194 |
| 234 | 63 | 297 | 0,5 | 0,3 | 0,9 | 0,6 | 1,5 | 341 | 201 |
| 156 | 63 | 219 | 0,4 | 0,3 | 0,6 | 0,4 | 1,0 | 364 | 209 |
| 78 | 63 | 141 | 0,2 | 0,2 | 0,4 | 0,3 | 0,6 | 402 | 221 |

Toelichting

| | | | |
|---|---|---|---|
| Paalbelasting | : | $F_c$ | [par. 7.7.1] |
| Rekenwaarde negatieve kleef | : | $F_{nk;d}$ | [par. 7.3.2.2] |
| Netto paalbelasting | : | $F_{c;netto} = F_c - F_{nk}$ | [par. 7.3.2.2] |
| Rekenwaarde zakking boveneinde paal | : | $s_{1;d} = s_{punt;d} + s_{el;d}$ | [par. 7.6.4.2] |
| Rekenwaarde samendrukking diepere lagen | : | $s_{2;d}$ | [par. 7.6.4.2] |
| Rekenwaarde paalkopzakking | : | $s_d = s_{1;d} + s_{2;d}$ | [par. 7.6.4.2] |
| Representatieve statische secant veercoëfficiënt | : | $k_{v;rep\ paal\ vrijstaand} = F_{c;rep} / s_1$ | |
| | : | $k_{v;rep\ paal\ in\ groep} = F_{c;rep} / (s_1 + s_2)$ | |

**Voorbeeldberekening gebaseerd op sondering S002**
**Berekening volgens Eurocode 7-1 (NEN1997-1:2025)**

Paaltype : In de grond gevormde grondverdringende betonpaal, middels een ingeschroefde stalen hulpbuis en verloren punt met groutinjectie
Paalafmeting : 0,380/0,450/0,450 m
Paalpuntniveau : 5 meter tov NAP

**Correctie conusweerstand bij ontgraving**

Geen ontgraving, geen correctie van de conusweerstand.

**Berekening maximum puntweerstand**

$q_{b;max} = 0,5 * \alpha_p * \beta * s * (0,5[q_{c;I;gem} + q_{c;II;gem}] + q_{c;III;gem})$ [par. 7.6.2.3(e)]

| | | | |
|---|---|---|---|
| Paalklassefactor | : | $\alpha_p = 0,3$ | (f) |
| Paalvoetvormfactor | : | $\beta = 1,0$ | (g) |
| Paalvoetdwarsdoorsnedefactor | : | $s = 1,0$ | (h) |
| Traject I / II / III | : | 28,4 / 1,2 / 1,2 MPa | |

$q_{b;max} = 2,4$ MPa

**Berekening maximum schachtwrijving**

$R_{s;cal} = O_p * \Delta L * \alpha_s * q_{c;z;a}$ [par. 7.6.2.3(e)]

| | | |
|---|---|---|
| Startdiepte schachtwrijving | : | 11.8 m tov NAP |
| paalklassefactor | : | $\alpha\alpha_s = 0,011$ [tabel 7.d] |
| $O_p$ | : | omtrek dwarsdoorsnede paalschacht |
| $\Delta L$ | : | traject schachtwrijving |

| diepte [m tov NAP] | $q_{c;z;a}$ [MPa] | $O_p$ [m] | $\Delta L$ [m] | $R_{s;cal}$ [kN] | $\Sigma R_{s;cal}$ [kN] |
|---|---|---|---|---|---|
| 11,00 | 10,7 | 1,41 | 0,8 | 134 | 134 |
| 10,00 | 7,8 | 1,41 | 1,0 | 122 | 256 |
| 9,00 | 7,5 | 1,41 | 1,0 | 117 | 374 |
| 8,00 | 5,9 | 1,41 | 1,0 | 92 | 466 |
| 7,00 | 6,4 | 1,41 | 1,0 | 100 | 566 |
| 6,00 | 12,4 | 1,41 | 1,0 | 192 | 758 |
| 5,00 | 15,0 | 1,41 | 1,0 | 233 | 991 |

**Berekening maximum draagkracht**

$R_{c;cal} = A_b * q_{b;max} + R_{s;cal}$ [par. 7.6.2.3(e)]

Oppervlakte paalpunt : $A_b = 0,159$ m$^2$

$R_{c;cal} = 380 + 991 = 1370$ kN

**Voorbeeldberekening gebaseerd op sondering S002**
**Berekening volgens Eurocode 7-1 (NEN1997-1:2025)**

Paaltype : In de grond gevormde grondverdringende betonpaal, middels een ingeschroefde stalen hulpbuis en verloren punt met groutinjectie
Paalafmeting : 0,380/0,450/0,450 m
Paalpuntniveau : 5 meter tov NAP

## Berekening negatieve kleef, geen groepswerking

De representatieve waarde van de totale belasting ten gevolge van negatieve kleef ($F_{nk;rep}$) moet zijn bepaald met de formule:

$$F_{nk;rep} = O_s * \Sigma h_j * K_{0;j;rep} * \tan\delta_j * \frac{\sigma'_{v;j-1;rep}+\sigma'_{v;j;rep}}{2}$$

[par. 7.3.2.2(d)]

Dit geldt voor:

- alleenstaande palen;
- palen in één rij of aan de rand van een paalgroep;
- palen binnen een paalgroep waarbij de hart-op-hart afstand van de palen (D) voldoet aan:

$$D > \sqrt{10 \times d \times h}$$

waarin:

*d* *is de middellijn van de paalschacht, of de equivalente middellijn van de paalschachten van de groep, in m.*

*h* *is de dikte van de laag of lagen waarin de negatieve kleef werkt, in m.*

### Uitgangspunten

| | | |
|---|---|---|
| Toekomstig maaiveld | : | 16,10 m tov NAP |
| Huidig maaiveld | : | 14,23 m tov NAP |
| Grondwater | : | 11,10 m tov NAP |
| Bovenbelasting | : | 0 kN/m$^2$ |
| Voorbeeldsondering | : | S002 |
| $O_s$ | : | omtrek dwarsdoorsnede paalschacht |
| $K_{v;j;rep}$ | : | representatieve waarde van de neutrale gronddruk in laag j |
| $\tan\delta_j$ | : | representatieve waarde van de wrijvingshoek tussen paalschacht en grond in laag j |
| $\sigma'_{0;j;rep}$ | : | representatieve waarde van de effectieve verticale spanning onderin laag j |

| diepte [m tov NAP] | $h_i$ [m] | $O_s$ [m] | $\gamma$ [kN/m$^3$] | $\gamma_{sat}$ [kN/m$^3$] | $\phi$ [graden] | $K_0*\tan\delta_j$ | $\sigma'_{v;i}$ [kN/m$^2$] | $F_{nk;i;rep}$ [kN] | $\Sigma F_{nk;rep}$ [kN] |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 14,23 | 1,87 | 1,19 | 18,0 | 20,0 | 32,5 | 0,295 | 34 | 11,1 | 11,1 |
| 13,70 | 0,53 | 1,19 | 17,0 | 19,0 | 30,0 | 0,289 | 43 | 7 | 18 |
| 13,40 | 0,30 | 1,19 | 18,0 | 18,0 | 27,5 | 0,280 | 48 | 5 | 23 |
| 12,80 | 0,60 | 1,19 | 15,0 | 15,0 | 22,5 | 0,256 | 57 | 10 | 32 |
| 11,90 | 0,90 | 1,19 | 16,0 | 16,0 | 25,0 | 0,269 | 71 | 19 | 51 |

# BIJLAGE G

Algemene richtlijnen
in de grond gevormde paal met
grondverdringend ingeschroefde hulpbuis

*Controle uitgangspunten*
Voorafgaand aan de uitvoering moet worden gecontroleerd:
- de relatie tussen: maaiveldhoogte, werkhoogte, bouwpeil t.o.v. Ref/NAP,
- palenplan, afmetingen hulpbuis (diameter buis/punt) en de te realiseren paallengte in relatie tot het grondonderzoek en het funderingsadvies,
- overige relevante uitgangspunten van de geotechnische rapportages.

*Uitvoering in relatie tot omgeving*
Voor zover het in het advies niet aan de orde is gesteld, dient te worden nagegaan of de palen gemaakt kunnen worden zonder risico's voor bebouwing en infrastructuur in de omgeving. Hiertoe is informatie noodzakelijk omtrent de constructieve opbouw van bebouwing en infra en over de funderingswijze. Uiteraard is ook de bouwkundige staat van belang.

*Werkterrein/bouwput*
Het werkterrein dient dermate droog en stabiel te zijn dat verantwoord kan worden gewerkt.
Voorkomen moet worden dat eenmaal gemaakte palen beschadigen doordat deze horizontaal worden belast door bijvoorbeeld het manoeuvreren van materieel of door graafwerk rond de paal. Dit geldt vooral bij gedeeltelijk gewapende palen.
Let op: in beginsel dienen de palen gemaakt te worden vanaf een zodanig werkniveau dat er sprake is van een hydrostatisch grondwaterstandsverloop over de geboorde diepte.
De ondergrond dient vrij te zijn van obstakels en verstoringen die van invloed kunnen zijn op de uiteindelijke paalkwaliteit. De ligging van kabels en leidingen dient in beeld te zijn gebracht.

*Uitvoering in relatie tot bodemopbouw*
De aanwezigheid van slappe lagen beneden maaiveld legt beperkingen op aan de vervaardiging van de palen. Van belang is dat de uitvoerende partij aantoonbare expertise heeft in vergelijkbare grondslag. De expertise dient eruit te bestaan dat men de betonsamenstelling en uitvoering (wijze van trekken, treksnelheid en betontoevoer) weet af te stemmen op de beperkte steundruk van de boorgatwand. Dit om 1) het beton omhoog te kunnen krijgen en het oververbruik te beperken, 2) te komen tot een schachtdoorsnede die zich laat controleren door middel van akoestisch doormeten en 3) te komen tot een paalschacht via welke de belasting op de diepere zandlagen kan worden overgedragen.
Bij dit paaltype bestaat de mogelijkheid om in de hulpbuis een prefab betonnen element te plaatsen via welke de belasting op de diepere zandlagen wordt overgedragen. In dat geval is sprake van een zogenaamde combipaal. De zorg voor wat betreft de slappe lagen is bij een combipaal minder aan de orde.

*Paalafstanden*
Het maken van een paal mag de verse schacht van een naburige paal niet beïnvloeden. Wanneer twee palen onmiddellijk na elkaar worden vervaardigd moet volgens het CROW Funderingshandboek de onderlinge hart op hart afstand in aanzet ten minste vier maal de paaldiameter bedragen met een minimum van 2 m. Een kleinere afstand is toegestaan indien de tijd tussen het maken van de nieuwe paal en de naburige paal zodanig lang is dat de naburige paal voldoende is uitgehard (minstens 20 uur). Deze richtlijnen vinden hun oorsprong in NVN 6724 "in de grond gevormde funderingselementen van beton of mortel" en de beoordelingsrichtlijn BRL 2356. Deze documenten sluiten voor wat betreft veel aspecten aan op de actuele uitvoeringspraktijk maar zijn formeel ingetrokken.
Bij ontbreken van uitvoeringsexpertise in relatie tot de stijfheid van de grond schrijft NEN-EN 12699 een hart op hart afstand van minimaal zes maal de paaldiameter voor. Bij grond met een lage ongedraineerde schuifsterkte ($C_u$ < 50 KPa) kan de afstand zelfs oplopen tot tien maal de paaldiameter.
Tijdens de uitvoering van de palen moet het niveau van de specie in de reeds gemaakte naburige paal worden gecontroleerd. Wanneer er nazakking of oppersing wordt geconstateerd, moet een andere uitvoeringsvolgorde of een langere verhardingstijd worden aangehouden. De paal waarbij oppersing of

nazakking is geconstateerd moet, indien geen vervangende paal wordt gemaakt, na verharding worden gecontroleerd.

*Overige uitvoeringsaspecten*

- Op de hulpbuis moet een markering worden aangebracht waaruit de juiste paallengte kan worden afgeleid.
- De hulpbuis dient voordat met het boren wordt begonnen te worden gecontroleerd op rechtheid en rechtstand, dan wel op de juiste schoorstand. Bij aanwezigheid van een klep aan de onderzijde van de hulpbuis dient het functioneren ervan te worden gecontroleerd.
- De volgorde van uitvoering dient zodanig te zijn dat door het aanbrengen van een paal, de positie, de draagkracht en de integriteit van nabij gelegen palen niet negatief wordt beïnvloed.
- De eerste paal moet zo dicht mogelijk bij of op een sondering worden gemaakt.
- Het boormoment en de pull-down kracht op de hulpbuis dient zodanig te zijn afgestemd op de bodemopbouw, dat het inboren grondverdringend geschiedt, met zo min mogelijk opwaarts grond-transport en ontspanning.
- Zodra de buis op diepte is moet worden gecontroleerd of de buis droog is en vrij van grond. Vervolgens kan de wapening worden ingebracht en de buis worden gevuld met specie, zodanig dat sprake is van voldoende overdruk.
- Tijdens het trekken van de hulpbuis mag de wapening niet omhoog komen en dient te worden gecontroleerd of de onderafsluiting van de hulpbuis (klep, deksel, boorpunt) goed lost.
- De treksnelheid dient in overeenstemming te zijn met de specietoevoer, zodanig dat een continu gevulde schacht verzekerd is. Met name in bodemlagen met een lage sondeerweerstand en een geringere stabiliteit van de boorgatwand is dit van belang.
- Na het vervaardigen van een paal moet de verwerkte hoeveelheid beton worden vergeleken met de berekende inhoud.
- Bij sommige systemen kan de wrijvingsweerstand in zeer vaste bodemlagen worden gereduceerd door bijvoorbeeld een bepaalde hoeveelheid grout te injecteren iets boven de paalpunt, of door aan de punt onder hoge druk een zeer beperkte hoeveelheid water te injecteren. Hierbij mag geen grondtransport plaatsvinden en de toepassing van deze maatregelen dient in overeenstemming te zijn met de uitgangspunten van het funderingsontwerp en -advies.

*Vastlegging uitvoeringgegevens*

- Datum en nummer palenplan en overige relevante werktekeningen.
- Conditie werkterrein, aanwezigheid eventuele bemalingen.
- Werkniveau t.o.v. Ref/NAP.
- Ingezet materieel.
- Samenstelling boorploeg.
- Vermogen boormotor en pull-downkracht (oliedruk, toerental).
- Rechtheid hulpbuis, functioneren onderafsluiting hulpbuis (klep, deksel, boorpunt).
- Boorvolgorde met data.
- Paaltype, schacht/puntafmeting, paalpuntniveau en wapening(code).
- Samenstelling specie (sterkteklasse, milieuklasse, cementgehalte, hulpstoffen e.d.).
- Datum en tijdstip vervaardiging palen.
- Bereikt paalpuntniveau t.o.v. Ref/NAP.
- Draaimoment en pull-down kracht per eenheid van diepte.
- Specieverbruik in relatie tot theoretisch paalvolume, mixerwissels.
- Inboor- en treksnelheid (begintijd en eindtijd boren en trekken).
- Wijze van trekken (draaiend, oscillerend, stilstaand, trillend).
- Wijze afwerking paalkoppen.

- Bijzonderheden tijdens uitvoering (verschoven piketten, verloop van de hulpbuis, plaatsafwijkingen, scheefstand, onderbrekingen tijdens trekken of het niet lossen van onderafdichting en de vervolgens gehanteerde werkwijze, water en/of grond in de boorbuis, stagnatie tijdens uitvoering paal, mee omhoog trekken of wegzakken van de wapening, veranderingen in specieniveau van nabijgelegen palen, plaatsafwijkingen, welpalen, bleeding, rijp op de wapening e.d.).

*Controle*
Door middel van akoestisch doormeten dient de integriteit van de palen te worden beoordeeld. Deze metingen kunnen desgewenst door ons bureau worden uitgevoerd vanaf 5 dagen na productie. De meetgegevens geven informatie over o.a. discontinuïteiten, zoals scheuren, insnoeringen en uitstulpingen, over de lengte van de paal en over de kwaliteit van de paalkop.
Aan palen waarbij tijdens de uitvoering bijzonderheden werden geconstateerd dient tijdens de kwaliteitscontrole extra aandacht te worden besteed. Visuele controle van de paalkop kan plaatsvinden door deze vrij te graven. Hiervoor dient de paal wel voldoende te zijn gewapend.
Indien twijfel bestaat ten aanzien van het draagvermogen van een paal kan afhankelijk van de situatie worden nagesondeerd binnen 1,0 m van de paal, of kan een paal worden proefbelast.

*Boortoezicht*
Gezien de vele factoren die het installatieproces en daarmee de kwaliteit van de palen kunnen beïnvloeden wordt geadviseerd om per project na te gaan of onafhankelijk deskundig boortoezicht gewenst is. Desgewenst kan toezicht door ons bureau worden verzorgd.

*Milieu*
Er wordt op gewezen dat milieu-aspecten met betrekking tot eventuele aan- en afvoer van grond en lozing van grondwater niet binnen het kader van deze opdracht vallen.

*Tot slot*
Voor meer algemene richtlijnen wordt verwezen naar:
- NEN-EN 12699 “uitvoering van bijzonder geotechnisch werk –verdringingspalen”,
- CUR-aanbeveling 109 “akoestisch doormeten van betonnen funderingspalen”,
- CUR 2004-1 “beoordelingssysteem voor de begaanbaarheid van bouwterreinen”,
- CUR-aanbeveling 114 “toezicht op de realisatie van paalfunderingen”.
- CROW Funderingshandboek
- Eventuele interne kwaliteitsrichtlijnen van de uitvoerende partij.

- NVN 6724 “in de grond gevormde funderingselementen van beton of mortel”, formeel ingetrokken.
- BRL-2356 van het KIWA met bijlage E, formeel ingetrokken.

Juli 2022

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