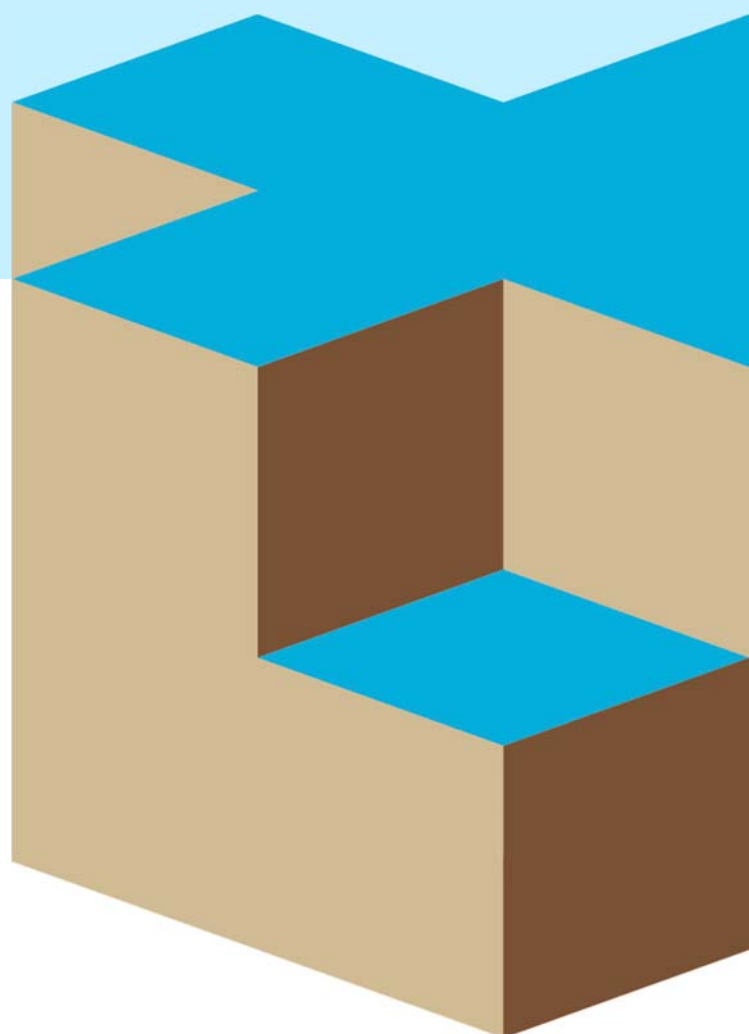


Grondonderzoek gebouw 374 aan de Kooiweg 40 te Hoogerheide



Grondonderzoek gebouw 374 aan de Kooiweg 40 te Hoogerheide

Opdrachtnummer: 22WP0319

Rapport betreffende
Resultaten geotechnisch onderzoek
Fundering

Documentnummer
22WP0319-adv-01

Versie
2.0

Datum rapport
13 september 2022

Opdrachtgever
Rijksvastgoedbedrijf
Postbus 16169
2500 BD 's-Gravenhage

Opgesteld door:
Ing. J. Surie



Gecontroleerd door:
Ir. P.W.S.M.P. Straver





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 Eerder Onderzoek	3
2.6 Tot slot.....	3
3. ONDERZOEK	4
3.1 Sonderingen	4
3.2 Boring	4
3.3 Inmeting en waterpassing.....	4
3.4 Foto's	4
4. BODEMOPBOUW EN GRONDWATER.....	5
4.1 Hoogteligging maaiveld	5
4.2 Beschrijving bodemopbouw.....	5
4.3 Grondwater	5
5. FUNDERINGSADVIES	6
5.1 Funderingswijze	6
5.1.1 Fundering op staal.....	6
5.1.2 Fundering op palen	6
5.2 Fundering op staal	6
5.2.1 Uitgangspunten	6
5.2.2 Richtlijnen funderingselementen	6
5.2.3 Richtlijnen nieuwbouw – bestaande bebouwing	7
5.2.4 Grondverbetering.....	7
5.2.5 Draagkracht.....	7
5.2.6 Vervorming	8
5.2.7 Beddingscoëfficiënt	8
5.3 Fundering op palen.....	9
5.3.1 Fundering op stalen buispalen	9
5.3.2 Fundering op schroefinjectiepalen	9
5.3.3 Uitgangspunten	9
5.3.4 Beschrijving funderingspalen	10
5.3.5 Richtlijnen belending op staal.....	11
5.3.6 Paalpuntniveau.....	11
5.3.7 Draagkracht.....	11
5.3.8 Vervorming	12
5.3.9 Veercoëfficiënt.....	12
5.4 Richtlijnen uitvoering en kwaliteitszorg.....	13
5.4.1 Richtlijnen uitvoering en kwaliteitszorg grondverbetering	13
5.4.2 Richtlijnen uitvoering en kwaliteitszorg stalen buispalen	13
5.4.3 Richtlijnen uitvoering en kwaliteitszorg schroefinjectiepalen	13



BIJLAGEN:

- A) Situatietekening en foto's
- B) Waterpasstaat
- C) Sondeergrafieken
 - C1) Sondeergrafieken- door ons bureau uitgevoerd
 - C2) Sondeergrafieken- door derden uitgevoerd
- D) Voorboorstaten
- E) Boorstaat
- F) Verklaring codering
- G) Berekening fundering
 - G1) Berekening fundering- op staal
 - G2) Berekening fundering- op palen
 - G2.1) Berekening fundering- stalenbuis palen
 - G2.2) Berekening fundering- schroefinjectie palen
- H) Algemene richtlijnen uitvoering
 - H1) Algemene richtlijnen uitvoering grondverbetering
 - H2) Algemene richtlijnen uitvoering heipalen
 - H3) Algemene richtlijnen uitvoering schroefinjectiepalen

VERZENDLIJST:

Per mail aan Rijksvastgoedbedrijf te Tilburg, t.a.v. mevr. N. Chakur (Najia.Chakur@rijksoverheid.nl)
Per mail aan Rijksvastgoedbedrijf te Tilburg, t.a.v. dhr. G.J.M. Van De Geijn
(gert-jan.geijn@rijksoverheid.nl)
Per mail aan Rijksvastgoedbedrijf te Tilburg, t.a.v. dhr. S. Bolleboom
(sjors.Bolleboom@rijksoverheid.nl)



Project	Grondonderzoek gebouw 374 aan de Kooiweg 40 te Hoogerheide
Opdracht	22WP0319
Document	22WP0319-adv-01

1. INLEIDING

Ten behoeve van "Grondonderzoek gebouw 374 aan de Kooiweg 40 te Hoogerheide" wordt door ons bureau op verzoek van Rijksvastgoedbedrijf uit 's-Gravenhage in voorliggend rapport een funderingsadvies gegeven, waarbij zowel een fundering op staal als op palen wordt uitgewerkt.

Het advies is gebaseerd op de ons verstrekte projectgegevens en het geotechnisch onderzoek dat onlangs door ons bureau en in het verleden door derden op de projectlocatie is uitgevoerd. Dit rapport bevat tevens een beschrijving en de resultaten van het onderzoek dat door ons bureau is uitgevoerd.

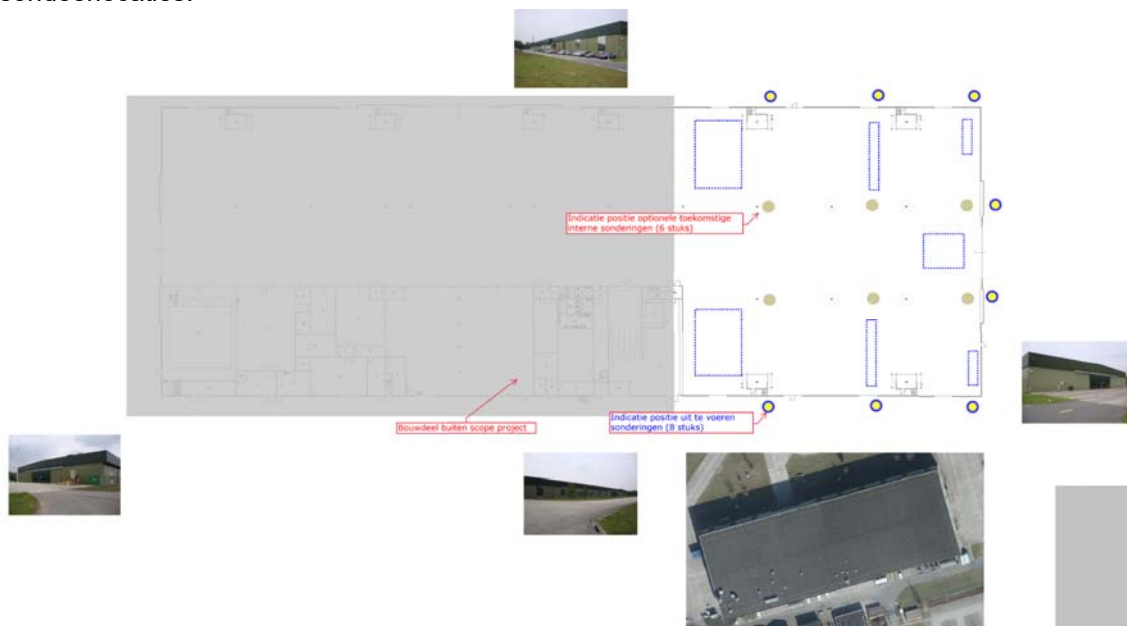


2. PROJECTGEGEVENS

2.1 Projectlocatie

De projectlocatie is gelegen aan de Kooiweg 40 (hangar 374) op het terrein van vliegbasis Woensdrecht te Hoogerheide.

Op de projectlocatie is de bestaande hangar aanwezig, voor de ligging van de projectlocatie wordt verwezen naar de situatietekening SIT-01, de foto's in bijlage A en de onderstaande afbeelding met de sondeerlocaties.

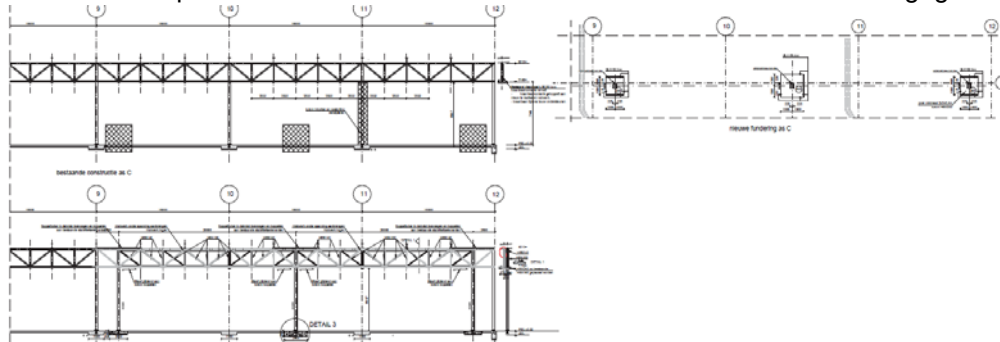


Figuur 1. Bovenaanzicht projectlocatie hangar 374 met sondeerverdeling (bron: Rijksvastgoedbedrijf, Ministerie van Binnenlandse Zaken en Koninkrijksrelaties)

2.2 Bouwplan

Het plan omvat de reconstructie van een op staal gefundeerde onderhoudshangar. Bij de reconstructie wordt aan de buitenzijde van de bestaande hangar een aantal draagkolommen verwijderd, om plaats te maken voor nieuwe kolommen. Door de reconstructie wordt meer werkruimte gecreëerd tussen de kolommen. Het plan is om de nieuwe kolommen op staal of op palen te funderen.

In het ontwerp is geen kelder opgenomen. Het begane grondpeil van de nieuwbouw is aangenomen op 16,8 m + NAP en het aanlegniveau van de fundering is aangenomen op 16,0 m + NAP. De constructeur is uitgegaan van een kolombelasting op druk van 550 kN tot 1100 kN. In onderstaande afbeelding is een doorsnede profiel van de bestaande versus nieuwe staalconstructie weergegeven.



Figuur 2. Dwarsdoorsneden met nieuwe staalconstructie van het hangar 34 (bron: Rijksvastgoedbedrijf, Ministerie van Binnenlandse Zaken en Koninkrijksrelaties)



2.3 Historie projectlocatie

Omtrent de 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 op een afstand van enkele 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 Eerder Onderzoek

Tijdens een eerdere fase is voor de bestaande hanger door derden (Ingenieursbureau Fugro, opdrachtnummer E-5798, meetdatum april 1990) op de projectlocatie een geotechnisch onderzoek verricht. Het onderzoek bestond uit meerdere sonderingen en handboringen.

De gemaakte sonderingen zijn destijds niet uitgezet ten opzichte van een reproduceerbaar niveau, maar het aangetroffen maaiveldniveau. De sonderingen worden in voorliggend rapport niet gehanteerd, maar worden ter info onder verstrekte onderzoeksresultaten van derden aan dit rapport bijgevoegd.

2.6 Tot slot

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



3. ONDERZOEK

3.1 Sonderingen

Op de projectlocatie zijn onlangs door ons bureau 6 sonderingen gemaakt met een elektrische conus conform NEN-EN-ISO 22476-1. De sonderingen zijn uitgevoerd door een sondeertruck. De sondeerdiepte reikte tot 25 meter minus 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.

De ondergrond is ter plaatse van enkele sonderingen voorgeboord in verband met de mogelijke aanwezigheid van kabels en/of leidingen; de aangetroffen grondslag is geclassificeerd en weergegeven in een voorboorstaat.

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. De voorboorstaten zijn verzameld onder bijlage D.

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

3.2 Boring

Ter aanvulling op de sonderingen is één boring uitgevoerd over een diepte van drie meter. Tijdens het boorwerk is naar de grondwaterstand gepeild. Voor het boorprofiel wordt verwezen naar bijlage E; de locatie van de boring 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 F aan dit rapport is toegevoegd.

3.3 Inmeting en waterpassing

Van ieder onderzoekspunt (meetpunt) is de positie en de hoogte van het maaiveld ingemeten. De meting is uitgevoerd met een GPS-systeem in combinatie met standaard landmeetapparatuur. Het horizontale coördinatensysteem is RD; de verticale referentie is NAP. Voor de omschrijving van de meetresultaten en het referentiepunt wordt verwezen naar 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.

3.4 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.



4. BODEMOPBOUW EN GRONDWATER

4.1 Hoogteligging maaiveld

De hoogte van het maaiveld ter plaatse van de meetpunten is ten tijde van het onderzoek, door ons bureau, ingemeten op ca. 16,63 m + tot 16,81 m + NAP.

Voor meer informatie over de hoogteligging wordt verwezen naar de waterpasstaat onder bijlage B.

4.2 Beschrijving bodemopbouw

Bij enkele sonderingen is tot 1,5 m à 2,0 m voorgeboord, waarbij de vastheid van de aangetroffen zandafzettingen niet is gemeten. Bij de overige sonderingen wordt vanaf het maaivelden tot 14,5 m à 12,5 m + NAP matig vaste zandafzettingen aangetroffen met een conusweerstand van 4 à 6 MPa tot 10 à 20 MPa. Hieronder wordt tot de maximaal verkende diepte een gelaagde bodemopbouw aangetroffen, bestaande uit één tot enkele meters dikke zandlagen afgewisseld door dunne zandhoudende leem- en leemhoudende zandlagen. De leemlagen zijn in de sondeergrafiek herkenbaar aan de scherpe teruggangen in de sondeerweerstand tot minder dan 4 MPa en een wrijvingsgetal van 2 à 4 %.

Om begripsverwarring te voorkomen het volgende. In het veld zijn de bodemlagen beschreven volgens de huidige norm NEN-14688. De lagen die in dit rapport zijn benoemd als silt, zouden (althans in dit gebied) volgens de voorgaande norm NEN-5104 zijn aangeduid als 'leem'.

4.3 Grondwater

Op de projectlocatie werd op 29 augustus 2022 geen grondwaterstand aangetroffen. Er wordt op gewezen dat dit een momentopname is en dat de stand onder invloed van seizoensafhankelijke factoren zal fluctueren.



5. FUNDERINGSADVIES

5.1 Funderingswijze

In het voorliggend rapport wordt in overleg met de opdrachtgever zowel een fundering op staal als een fundering op palen nader uitgewerkt.

5.1.1 Fundering op staal

Voor de reconstructie van de hangar wordt een fundering op staal uitgewerkt. Een fundering op staal vereist dat een grondverbetering wordt uitgevoerd met eventueel ondersteuning van een bemaling.

5.1.2 Fundering op palen

In dit rapport wordt in overleg met de opdrachtgever, in verband met de beperkte beschikbare werkruimte, een fundering op stalen buispalen en op schroefinjectiepalen nader uitgewerkt.

Het aanbrengen van een stalen buispalen gaat gepaard met trillingen en geluid. Beoordeling van de invloed op de omgeving valt buiten het kader van de opdracht. Geverifieerd moet worden of de invloed naar de omgeving kan worden geaccepteerd.

Tijdens de uitvoering van schroefinjectiepalen worden nagenoeg geen trillingen opgewekt en is er vanuit dit oogpunt geen risico voor schade aan bebouwing in de omgeving.

5.2 Fundering op staal

De bodemopbouw in combinatie met de aard van de nieuwbouw geeft mogelijkheden voor een fundering op staal. Een fundering op staal vereist dat een grondverbetering wordt uitgevoerd.

Nagegaan dient te worden of en op welke wijze het benodigde graafwerk met een minimaal risico voor bestaande bebouwing kan worden uitgevoerd.

Bij maatregelen ter beperking van het risico kan in het algemeen worden gedacht aan bijvoorbeeld het lokaal en gefaseerd uitvoeren van het graafwerk haaks op de bestaande fundering.

5.2.1 Uitgangspunten

- Projectgegevens zoals beschreven in hoofdstuk 2.
- Situering nieuwbouw zoals weergegeven op situatietekening onder bijlage A.
- 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 16,0 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.

5.2.2 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.



5.2.3 Richtlijnen nieuwbouw – bestaande bebouwing

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

5.2.4 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 1. Ontgravingsniveau ten behoeve van grondverbetering

Sondering nr.	Hoogte maaiveld* [m t.o.v. NAP]	Ontgravingsniveau [m t.o.v. NAP]
		Poeren en stroken
DKM001	16,76 +	15,0 + ¹
DKM002	16,63 +	14,2 + ¹
DKM003	16,75 +	16,0 +
DKM004	16,75 +	15,3 + ¹
DKM005	16,81 +	16,0 +
DKM006	16,64 +	15,9 +

- 1) Ter plaatse van deze sondering is voorgeboord. Omdat over de voorgeboorde diepte informatie over de vastheid van de bodem ontbreekt is het ontgravingsniveau op basis van de beschikbare informatie geschat.

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.

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.

Voor meer algemene richtlijnen ten aanzien van de grondverbetering wordt verwezen naar bijlage H1 (Algemene richtlijnen uitvoering grondwerk).

5.2.5 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 2. Ontgravingsniveau ten behoeve van grondverbetering

Strookbreedte [m]	Funderingsdruk $\sigma_{\max;d}$ [kN/m ²]		Draagkracht $R_{v,d}$ [kN/m]	
	$t = 0,4 \text{ m}$	$t = 0,6 \text{ m}$	$t = 0,4 \text{ m}$	$t = 0,6 \text{ m}$
0,40	122	170	49	68
1,40	182	229	255	321
2,40	234	280	563	671

Tabel 3. Rekenwaarde maximale funderingsdruk en draagkracht poeren ($t = \text{gronddekking}$)

Meewerkende poerafmeting [m x m]	Funderingsdruk $\sigma_{\max;d}$ [kN/m ²]		Draagkracht $R_{v,d}$ [kN/m]	
	$t = 0,4 \text{ m}$	$t = 0,6 \text{ m}$	$t = 0,4 \text{ m}$	$t = 0,6 \text{ m}$
0,40 x 0,40	161	232	26	37
1,40 x 1,40	200	269	392	527
2,40 x 2,40	233	300	1344	1726

Voor de berekening van het draagvermogen wordt verwezen naar bijlage G1 (Berekening fundering- op staal).



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.

Bij het ontbreken van een kruipruimte wordt over het algemeen het draagvermogen berekend uitgaande van een gronddekking van 0,4 m.

5.2.6 Vervorming

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

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

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

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

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

Vervormingen binnen de funderingsconstructie kunnen indicatief worden bepaald aan de hand van de last-zakkingsresultaten die zijn toegevoegd aan bijlage G1 (Berekening fundering- op staal). Het betreft hier last-zakkingsgrafieken voor vrij liggende funderingselementen waarbij de zakking niet wordt beïnvloed door de aanwezigheid van nabijgelegen funderingselementen.

5.2.7 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 G1 (Berekening fundering- op staal).

Tabel 4. Statische beddingscoëfficiënt stroken

Strookbreedte [m]	Representatief $k_{v,rep}$ [kN/m ³]		Rekenwaarde $k_{v,d}$ [kN/m ³]	
	$t = 0,4 \text{ m}$	$t = 0,6 \text{ m}$	$t = 0,4 \text{ m}$	$t = 0,6 \text{ m}$
0,40	8000	9000	6000	7000
1,40	4500	4500	3500	3500
2,40	4000	4000	3000	3000



Tabel 5. Statistische beddingscoëfficiënt poeren

Meewerkende poerafmeting [m x m]	Representatief $k_{v,rep}$ [kN/m ³]		Rekenwaarde $k_{v,d}$ [kN/m ³]	
	$t = 0,4 \text{ m}$	$t = 0,6 \text{ m}$	$t = 0,4 \text{ m}$	$t = 0,6 \text{ m}$
0,40 x 0,40	28000	29000	22000	22000
1,40 x 1,40	9000	10000	7000	8000
2,40 x 2,40	7000	7000	5000	6000

Indien de begane grondvloer op een zandbed wordt aangelegd, wordt geadviseerd dezelfde ontgravingsdiepte aan te houden als hiervoor in paragraaf 5.4 is vermeld.

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

5.3 Fundering op palen

5.3.1 Fundering op stalen buispalen

In verband met de beschikbare werkruimte en de voorkeur om een trillingsarm paalsysteem toe te passen wordt een fundering op stalen buispalen nader uitgewerkt.

Het aanbrengen van een geheel paaltype gaat gepaard met trillingen en geluid. Er is een significante risico op het ontstaan van vervormingen en trillingen rondom de paal. Beoordeling van de invloed op de omgeving valt buiten het kader van de opdracht. Geverifieerd moet worden of de invloed naar de omgeving kan worden geaccepteerd.

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.

5.3.2 Fundering op schroefinjectiepalen

In verband met de beschikbare werkruimte en de voorkeur om een trillingsvrij paalsysteem toe te passen wordt in dit rapport in overleg met de opdrachtgever een fundering op schroefinjectiepalen nader uitgewerkt.

Tijdens de uitvoering worden bij dit paaltype nagenoeg geen trillingen opgewekt en is er vanuit dit oogpunt geen risico voor schade aan bebouwing in de omgeving.

De draagkracht van een schroefinjectiepaal is afhankelijk van of het schroefblad op en neer wordt bewogen in de zandlagen waaraan het draagvermogen wordt ontleend. Of het schroefblad op en neer moet worden bewogen is afhankelijk van het in te zetten materieel in relatie tot de bodemopbouw.

Gelet op de bodemopbouw wordt geacht dat het schroefblad op en neer wordt bewogen in de zandlagen hierdoor is uitgegaan van maatgevende situatie waarbij het draagvermogen wordt bepaald met een lage paalpunt factor.

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.

5.3.3 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 stalen buispalen en schroefinjectiepalen.



- Funderingselementen worden verticaal centrisc belast.
- De berekening van het paal draagvermogen en de vervormingen is gebaseerd op NEN 9997-1:2017 (geotechnisch ontwerp van constructies).
- Voor de berekening van de draagkracht zijn de navolgende factoren aangehouden.

Stalen buispalen

- paalklasse punt	$\alpha_p = 0,7$
- paalvoetvorm	$\beta = 0,89$
- paalvoetdwarsdoorsnede	$s = 1,0$
- paalklasse schacht	$\alpha_s = 0,01$

Schroefinjectie palen

- paalklasse punt	$\alpha_p = 0,35$
- paalvoetvorm	$\beta = 1,0$
- paalvoetdwarsdoorsnede	$s = 1,0$
- paalklasse schacht	$\alpha_s = 0,008$

- Er wordt aangenomen dat de oorspronkelijke, op natuurlijke wijze gesedimenteerde bodemopbouw aanwezig is.
- Het terrein zal niet significant worden opgehoogd of ontgraven.
- Er is niet gerekend met negatieve kleef omdat er in de toekomst geen maaiveldzakkingen van betekenis worden verwacht.
- 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.

5.3.4 Beschrijving funderingspalen

5.3.4.1 *Stalen buispalen*

- Een geheide stalen buispaal wordt opgebouwd uit aan elkaar te lassen stalen buiselementen. De lengte van de buiselementen is afhankelijk van de beschikbare werkruimte en werkhoogte.
- Het eerste element is voorzien van een aangelaste voetplaat zodat de paal met een valblok in de buis grondverdringend op diepte kan worden geheid.
- Zodra het vereiste puntniveau is bereikt wordt de buis gevuld met beton waarin vervolgens indien nodig een wapeningskorf wordt aangebracht.
- Van belang is dat de locatie toegankelijk is voor het materieel waarmee de palen worden gemaakt en dat op de locatie voldoende werkruimte aanwezig is. Geadviseerd wordt hieromtrent tijdig te overleggen met de paalleverancier.
- Geadviseerd wordt bovendien vooraf te overleggen over de haalbaarheid van de in dit rapport berekende paalafmetingen en –puntniveaus in relatie tot de doorheikbaarheid van de zandlagen.

5.3.4.2 *Schroefinjectiepalen*

- Een schroefinjectiepaal is een stalen buispaal die op diepte wordt geschroefd met gelijktijdige injectie van mortel- of groutspecie waarbij geen grond wordt verwijderd.
- Afhankelijk van de paallengte en de beschikbare werkruimte en werkhoogte wordt de paal opgebouwd uit aan elkaar te lassen stalen buiselementen.
- Het eerste element is voorzien van twee halve, tegengesteld geplaatste schroefbladen en een injectieopening,
- De elementen worden door middel van een hydraulische boormotor ingedreven onder invloed van een boormoment en een axiale drukkracht.
- In de draagkrachtige lagen wordt het zand laagsgewijs afgeschraapt en vermengd met de uitkomende specie.



- Bij harde en/of moeilijk te doorboren lagen kan de paal schroevend op en neer worden bewogen ter bevordering van het inbrengproces. Als dit op en neer bewegen echter geschiedt in bodemlagen waaraan de paal zijn punt draagvermogen ontleent, betekent dit dat moet worden uitgegaan van lagere paalklassefactoren en dus een lager draagvermogen. Of het op en neer bewegen om uitvoeringstechnische redenen nodig is, is ter beoordeling van de leverancier.
- De specie in de buis wordt gedurende het boorproces onder een zekere overdruk gehouden.
- In de lagen waaraan de paal zijn draagkracht ontleent wordt de paaldiameter minimaal gelijk aan de diameter van het schroefblad.
- De hechting tussen het groutlichaam en de buis dient zodanig te zijn dat de belasting vanuit de constructie via de buis en het groutlichaam op de ondergrond kan worden overgedragen. Dit is met name van belang wanneer in de lagen waaraan geen draagkracht wordt ontleend, wordt uitgegaan van een geringere groutdiameter. Vanuit dit oogpunt wordt geadviseerd om het groutlichaam door te zetten tot de onderkant van de funderingsbalken.
- De stalen buis blijft achter en vormt een onderdeel van de paal.
- De paalkop wordt afgewerkt en de stelling kan worden verplaatst.
- Van belang is dat de locatie toegankelijk is voor het materieel waarmee de palen worden gemaakt en dat op de locatie voldoende werkruimte aanwezig is. Geadviseerd wordt hieromtrent tijdig te overleggen met de paalleverancier.

5.3.5 Richtlijnen belending op staal

Indien de belending op staal is gefundeerd. Door het aanbrengen van de nieuwe palen mag het functioneren van de bestaande fundering niet worden geschaad.

Nabij een fundering op staal wordt in het algemeen geadviseerd om van het volgende uit te gaan:

- Bij de opzet van een palenplan er naar streven om zo weinig mogelijk palen dicht op de belending te plaatsen en een zo groot mogelijke afstand tot de belending aan te houden.
- Bij een geringe onderlinge afstand de palen niet aansluitend uitvoeren, maar bijvoorbeeld om en om.

5.3.6 Paalpuntniveau

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

Tabel 6. Paalpuntniveau.

Sondering nr.	Hoogte maaiveld ¹⁾ [m t.o.v. NAP]	Paalpuntniveau ²⁾ [m t.o.v. NAP]
		Stalen buispalen
DKM001	16,76 +	8,5 - tot 6,5 ⁻³⁾
DKM002	16,63 +	8,0 - tot 6,5 ⁻³⁾
DKM003	16,75 +	8,5 - tot 6,5 -
DKM004	16,75 +	9,0 - tot 7,5 ⁻³⁾
DKM005	16,81 +	8,5 - tot 7,5 -
DKM006	16,64 +	9,0 - tot 7,5 -
		Schroefinjectiepalen
		8,5 - tot 6,5 ⁻³⁾
		8,0 - tot 6,5 ⁻³⁾
		8,5 - tot 6,5 -
		9,0 - tot 7,5 ⁻³⁾
		8,5 - tot 7,5 -
		9,0 - tot 7,5 -

1) Niveau ten tijde van onderzoek

2) Bij vermelding "--- tot ---" komen ook de tussenliggende niveaus in aanmerking

3) Ter plaatse van deze sondering is voorgeboord. Omdat over de voorgeboorde diepte informatie over de vastheid van de bodem ontbreekt is het ontgravingsniveau op basis van de beschikbare informatie geschat.

5.3.7 Draagkracht

Voor een voldoende draagkracht dient de centrisch aangrijpende maximale paalbelasting kleiner te zijn dan de netto draagkracht van de palen: $F_{c;d} \leq R_{c;d,netto}$. Het draagvermogen is bepaald voor stalen buispaal met afmeting Ø 0,273/0,283 m, Ø 0,324/0,334 m, Ø 0,356/0,366 m, Ø 0,406/0,416 m en Ø 0,457/0,467 m. Voor schroefinjectiepalen met een diameter Ø 0,25/0,25/0,25 m, Ø 0,30/0,30/0,30 m, Ø 0,33/0,33/0,33 m, Ø 0,35/0,35/0,35 m, Ø 0,37/0,37/0,37 m en Ø 0,40/0,40/0,40 m.



Voor een overzicht van de berekende draagvermogens per sondering, paalafmeting en puntniveau wordt verwezen naar bijlage G2.1 (Berekening fundering- stalen buispalen) op blad EC7-01 t/m EC7-06 en naar bijlage G2.2 (Berekening fundering- schroefinjectiepalen) op blad EC7-01 t/m EC7-06. Op blad EC7-17 van bijlage G2.1 (Berekening fundering- stalen buispalen) en blad ECT-19 van bijlage G2.2. (Berekening fundering- schroefinjectiepalen) is voor een sondering een voorbeeldberekening gegeven met verwijzing naar de van toepassing zijnde artikelen uit de norm.

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.

De ontgraving voor aanleg van de kelder geeft aanleiding tot een zekere mate van ontspanning in de ondergrond hetgeen van invloed is op het paal draagvermogen.

5.3.8 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 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:	$\Delta s/l \leq 1:100$
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.

Vervormingen binnen de funderingsconstructie kunnen indicatief worden bepaald aan de hand van de last-zakkingsresultaten die zijn toegevoegd aan bijlage G2.1 (Berekening fundering- stalen buispalen) op blad EC7-07 t/m EC7-16 en aan bijlage G2.2 (Berekening fundering- schroefinjectiepalen) op blad EC7-07 t/m EC7-18 (voor enkele sonderingen en paalpuntniveaus).

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

5.3.9 Veercoëfficiënt

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 paal draagvermogen. 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 veer karakteristiek. In dit rapport is ter indicatie voor enkele sonderingen, 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 G2.1 (Berekening fundering- stalen buispalen) op blad EC7-07 t/m EC7-16 en aan bijlage G2.2 (Berekening fundering- schroefinjectiepalen) op blad EC7-07 t/m EC7-18 (voor enkele sonderingen en paalpuntniveaus).

Opgemerkt wordt dat de gepresenteerde veerstijfheden zijn berekend voor een vrijstaande paal waarbij het hiervoor genoemde groepseffect niet is meegenomen.

5.4 Richtlijnen uitvoering en kwaliteitszorg

5.4.1 Richtlijnen uitvoering en kwaliteitszorg grondverbetering

Onder bijlage H1 (Algemene richtlijnen uitvoering grondverbetering) 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.

5.4.2 Richtlijnen uitvoering en kwaliteitszorg stalen buispalen

Onder bijlage H2 (Algemene richtlijnen uitvoering heipalen) zijn met betrekking tot de toepassing van een fundering op inwendig geheide stalen buispalen algemene richtlijnen gegeven. Onder meer wordt ingegaan op heiwerk in relatie tot de omgeving, het belang van de controle van uitgangspunten en aannamen en op aspecten die van toepassing zijn op het werkterrein en de uitvoering. Geadviseerd wordt hiervan kennis te nemen.

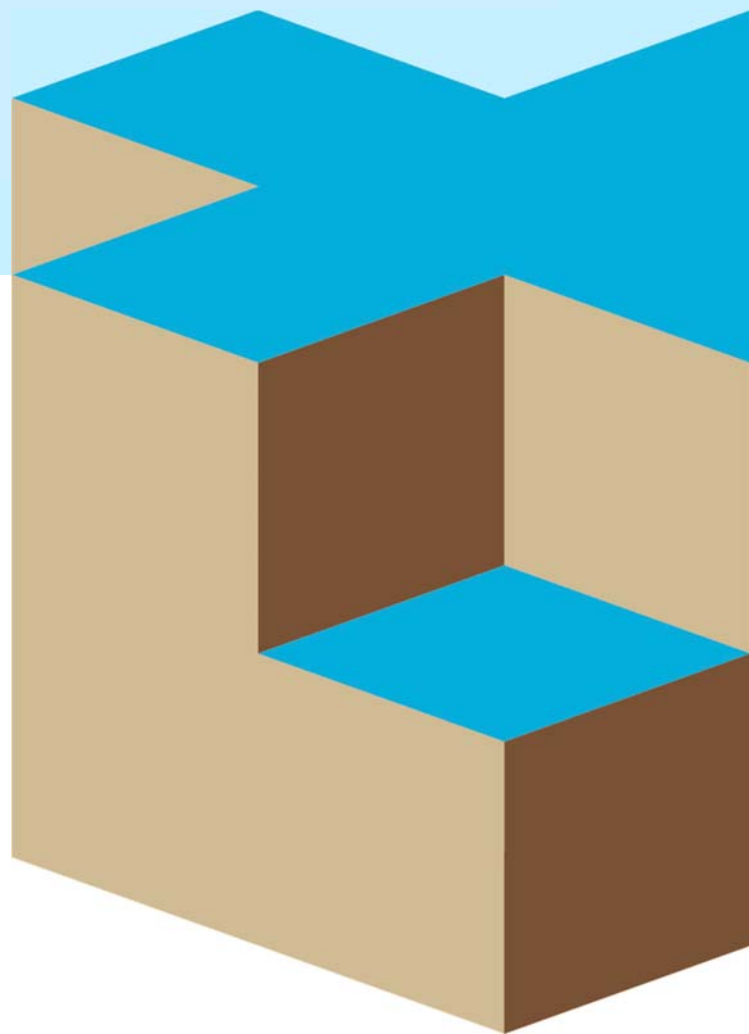
Verder wordt opgemerkt dat door een aantal leveranciers gebruik gemaakt van interne ISO9001-richtlijnen.

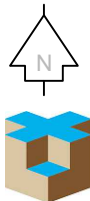
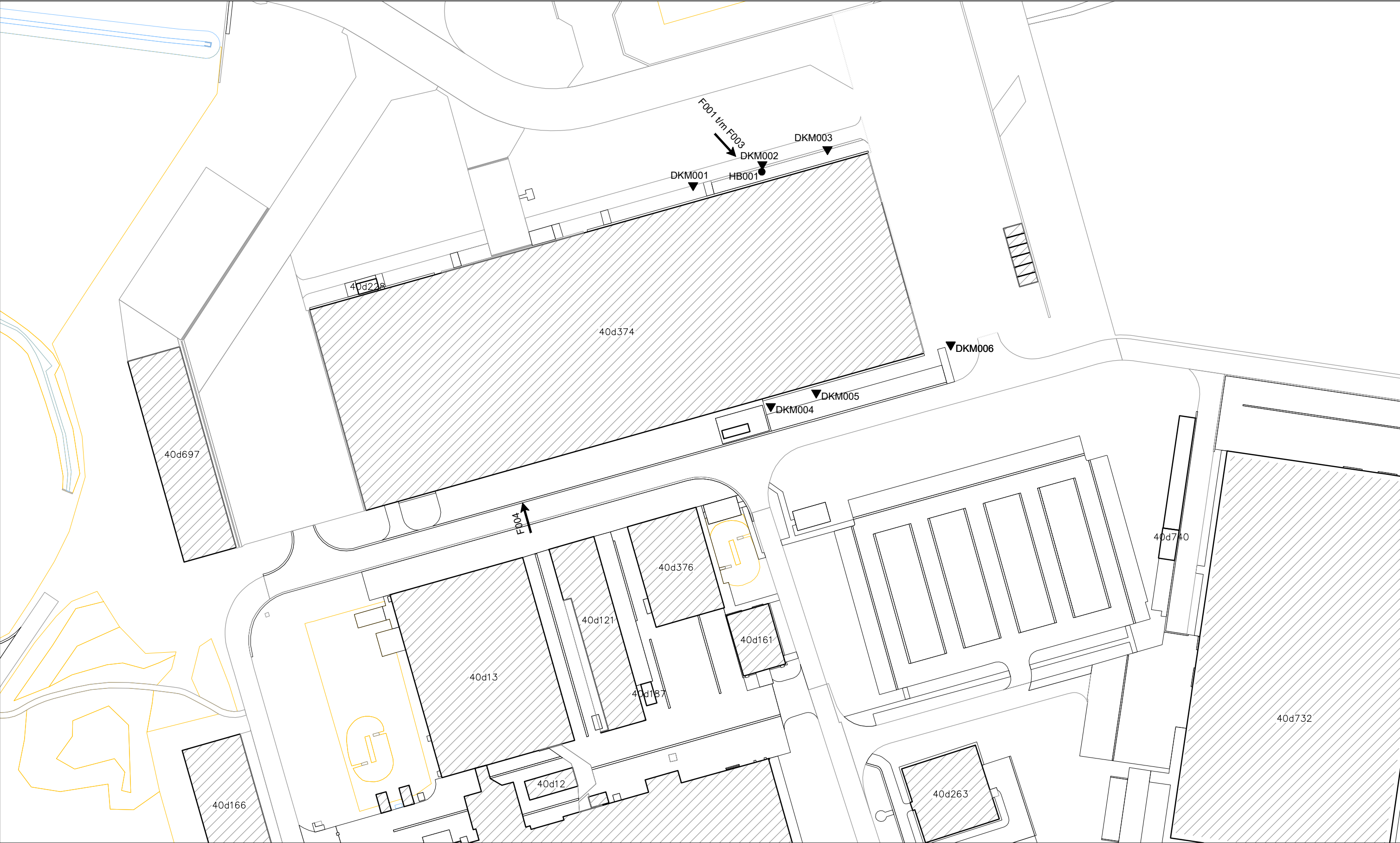
5.4.3 Richtlijnen uitvoering en kwaliteitszorg schroefinjectiepalen

Onder bijlage H3 (Algemene richtlijnen uitvoering schroefinjectiepalen) zijn met betrekking tot de toepassing van een fundering op schroefinjectiepalen algemene richtlijnen gegeven. Onder meer wordt ingegaan op de uitvoering in relatie tot de omgeving, het belang van de controle van uitgangspunten en aannamen en op aspecten die van toepassing zijn op het werkterrein en de uitvoering. Geadviseerd wordt hiervan kennis te nemen.

BIJLAGE A

Situatietekening en foto's





Opdrachtschrijving / locatie:
**Grondonderzoek gebouw 374 aan de
Kooiweg 40 te Hoogerheide**

Bewerkt: **NBN**
Datum: **23 juni 2022**

Omschrijving tekening:
Situatietekening

Schaal: **1:1000**
Formaat: **A3**

Opdrachtnummer: **22WP0319**
Bijlage: **SIT-01**



F001: Locatie DKM002



F002: Omgeving HB001



F003: HB001

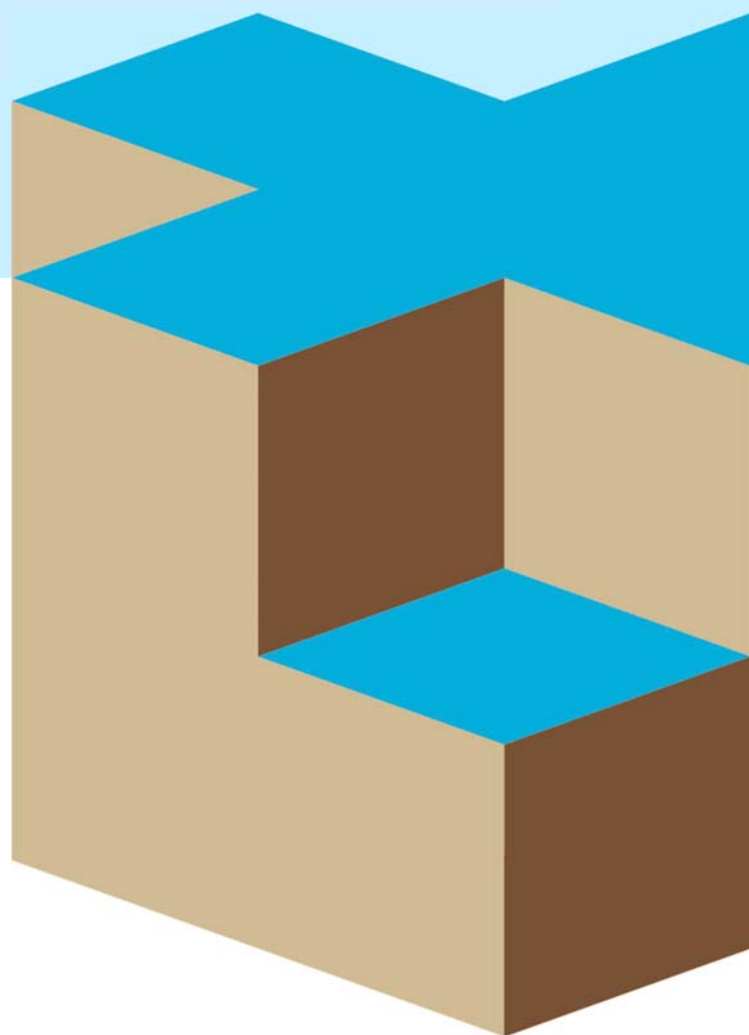


F004: Dorpel001, gebouw 374 Kooiweg 40

Genomen op: 22 juni 2022

BIJLAGE B

Waterpasstaat





Project Grondonderzoek gebouw 374 aan de Kooiweg 40 te Hoogerheide
Opdracht 22WP0319
Betreft Meetpunten

OVERZICHT MEETPUNTEN

Horizontaal coördinatensysteem (X,Y)
Verticale referentie (Z)

Rijksdriehoeksmeting (RD)
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
DKM001/vBDKM001	82420,28	384067,38	16,76	---	22-06-2022
DKM002/vBDKM002	82440,03	384073,35	16,63	---	22-06-2022
DKM003	82458,60	384077,63	16,75	---	22-06-2022
DKM004/vBDKM004	82442,43	384004,44	16,75	---	22-06-2022
DKM005	82455,39	384008,28	16,81	---	22-06-2022
DKM006	82493,72	384021,99	16,64	---	22-06-2022
HB001	82439,87	384072,75	16,76	---	22-06-2022
Dorpel001	---	---	16,82	---	22-06-2022
Put001	82425,85	383994,59	16,59	---	22-06-2022
Weg001	82465,27	384083,26	16,79	---	22-06-2022

* Grondwaterstand ten tijde van het onderzoek

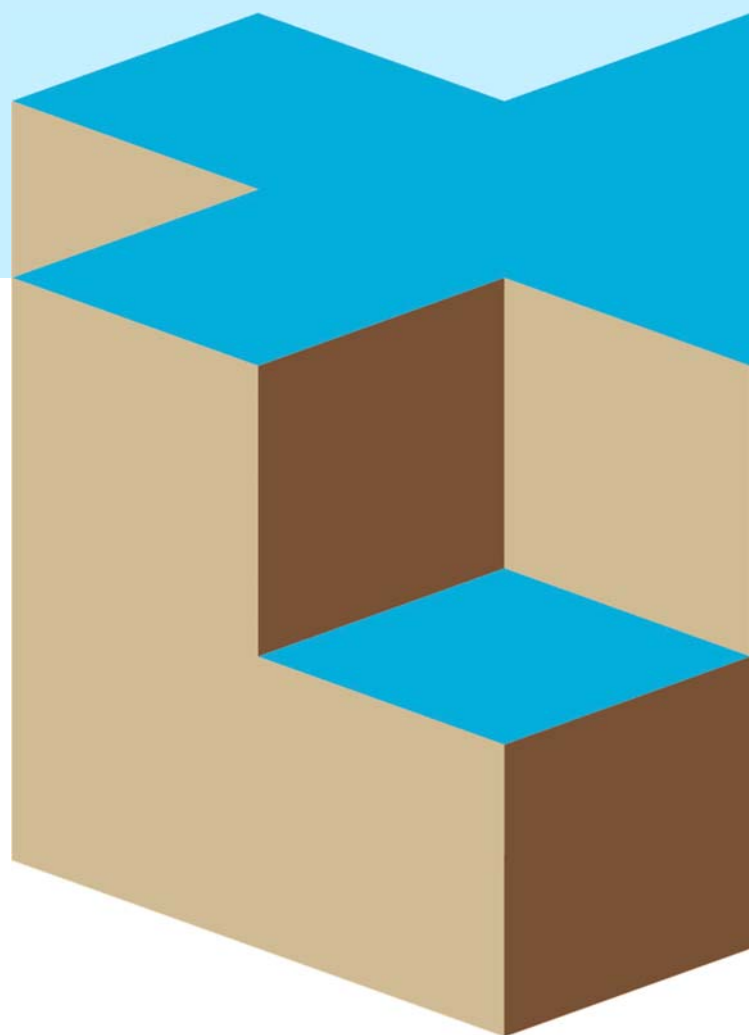
Indien de bovengenoemde RD-coördinaten (X, Y en Z) zijn vermeld, dan zijn deze meetpunten ingemeten met behulp van dGPS.

Let op:

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

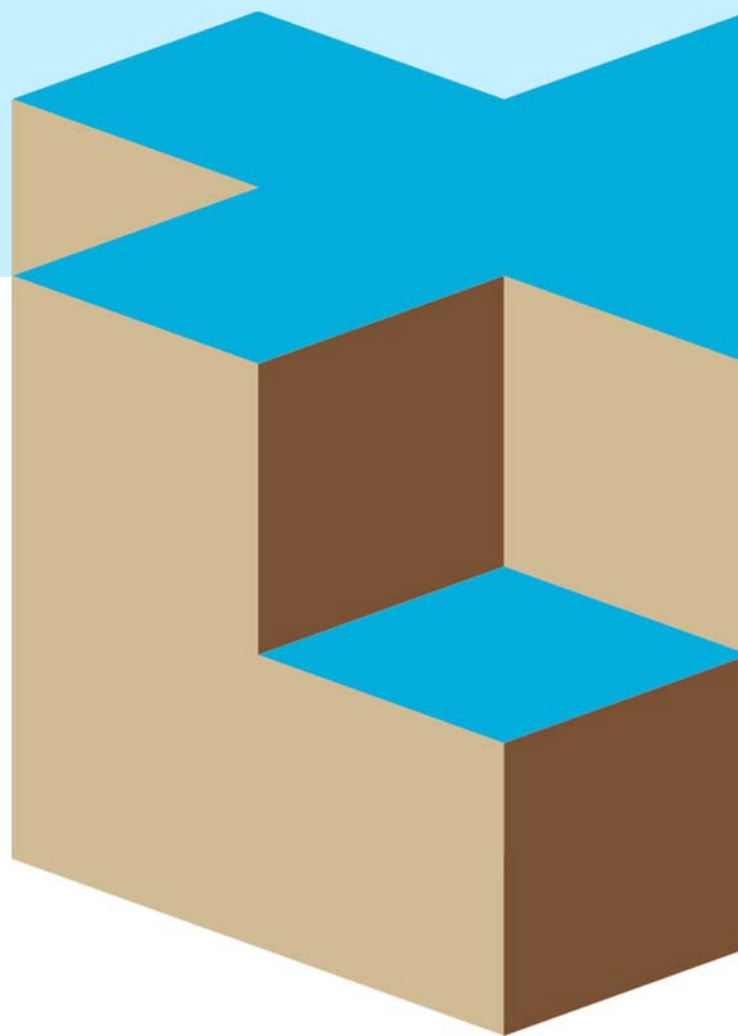
BIJLAGE C

Sondeergrafieken



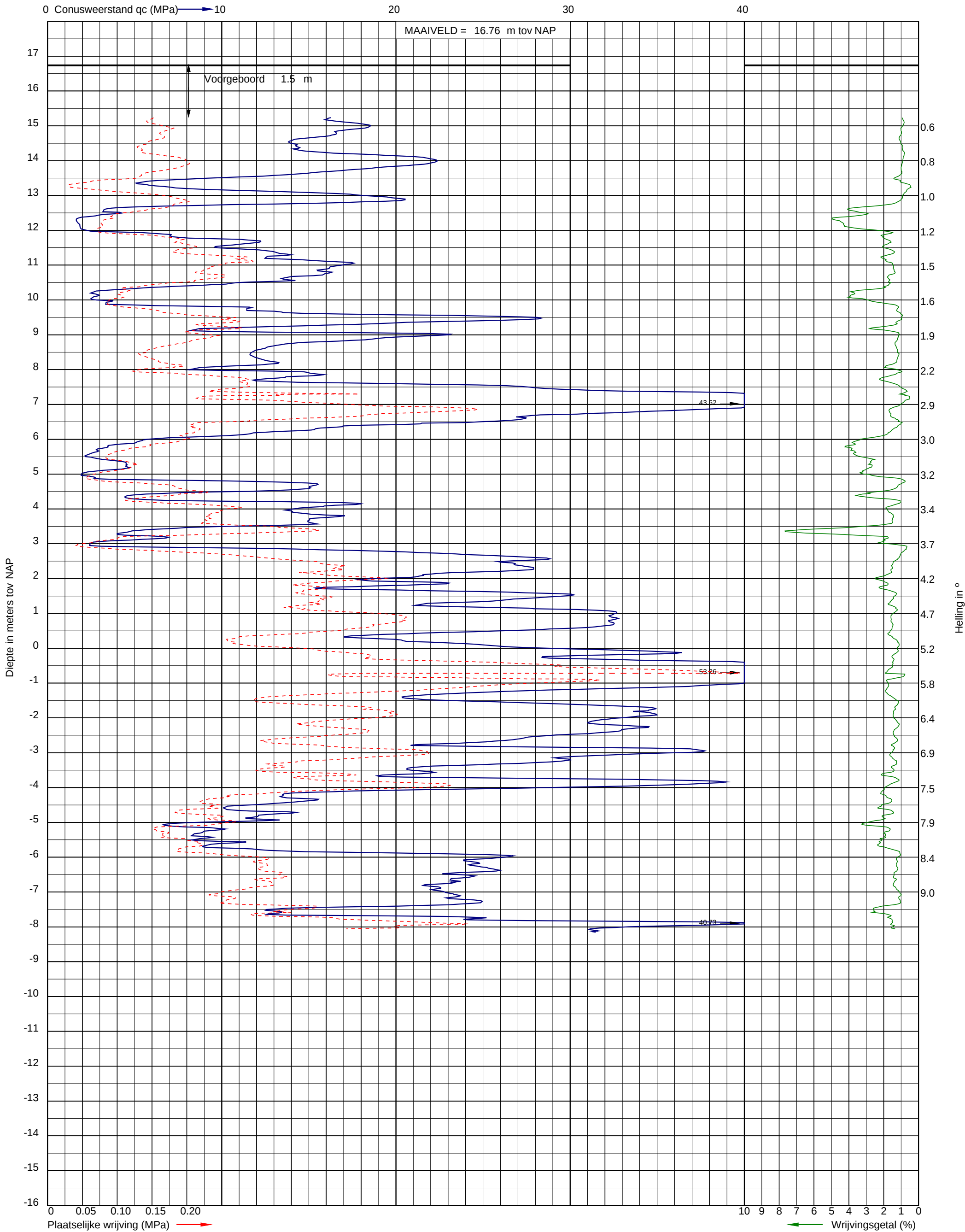
BIJLAGE C1

Sondeergrafieken- door ons bureau uitgevoerd





Project: Grondonderzoek gebouw 374 aan de Kooiweg 40 te Hoogerheide
Opdracht: 22WP0319
Betreft: Sondeergrafiek



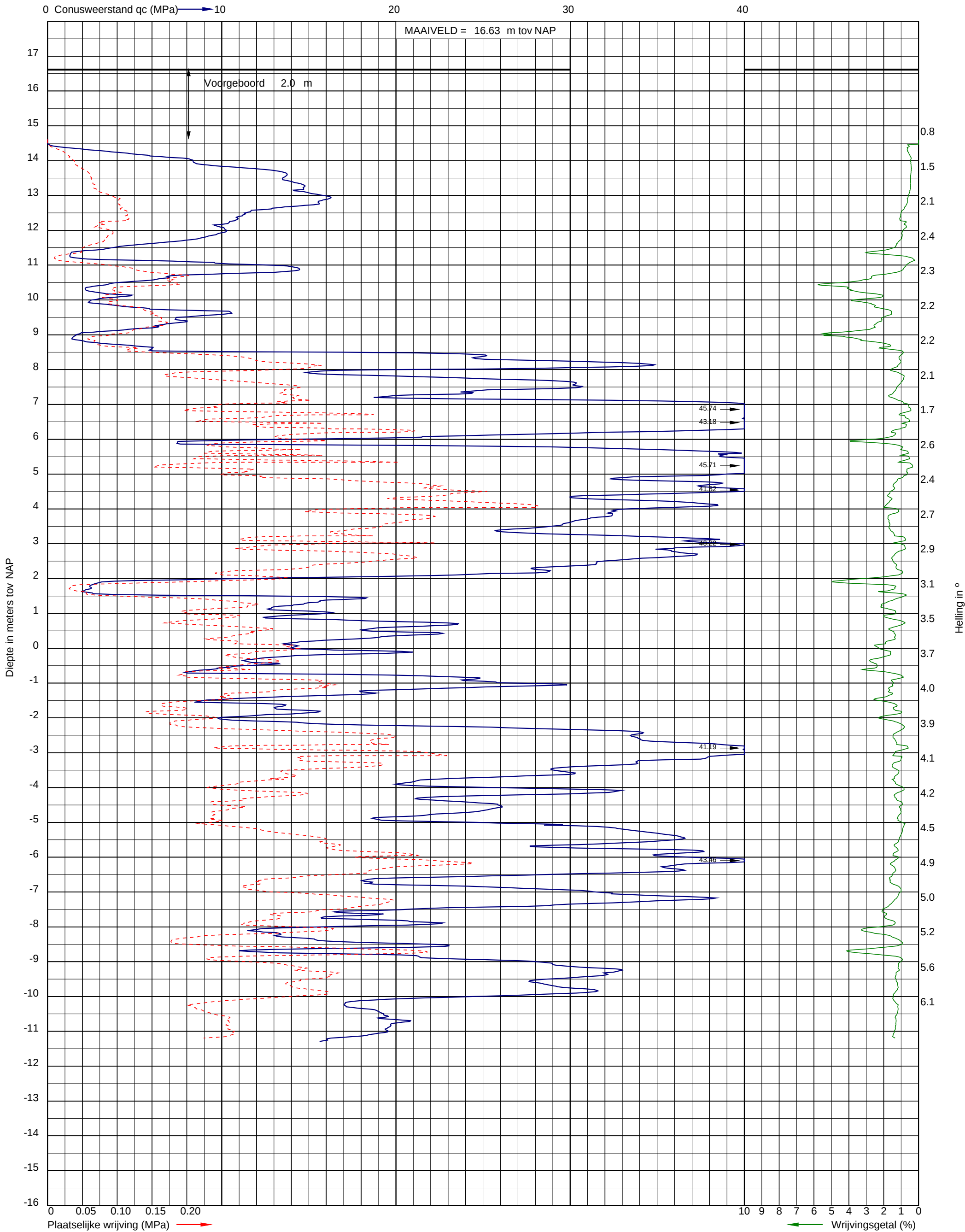
Uitvoeringsdatum: 22-6-2022
Norm: NEN-EN-ISO 22476-1
Toepassingsklasse: 3
Conusnummer: 071188

X: 82420.3
Y: 384067.4

DKM001



Project: Grondonderzoek gebouw 374 aan de Kooiweg 40 te Hoogerheide
Opdracht: 22WP0319
Betreft: Sondeergrafiek



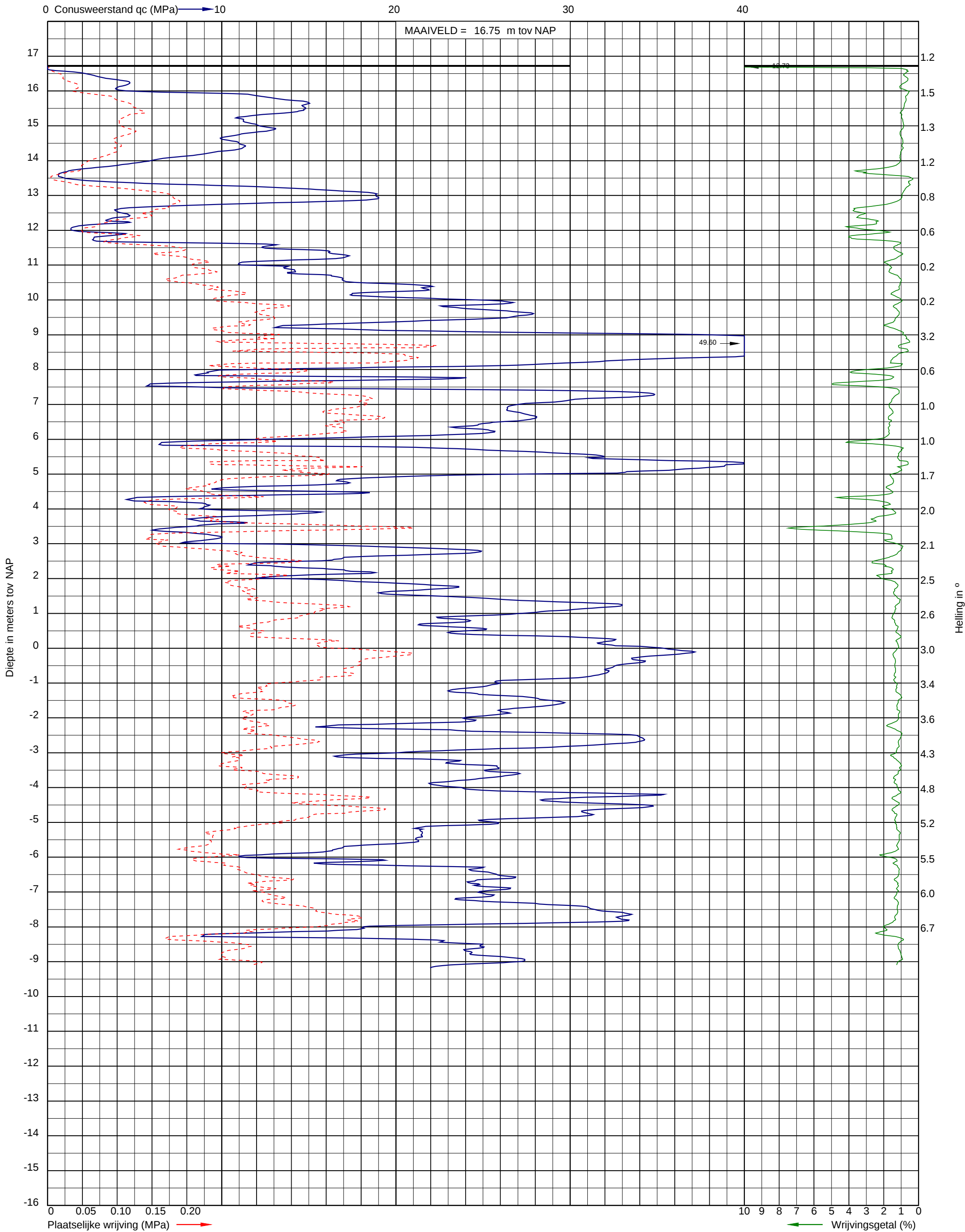
Uitvoeringsdatum: 22-6-2022
Norm: NEN-EN-ISO 22476-1
Toepassingsklasse: 3
Conusnummer: 071188

X: 82440.0
Y: 384073.3

DKM002



Project: Grondonderzoek gebouw 374 aan de Kooiweg 40 te Hoogerheide
Opdracht: 22WP0319
Betreft: Sondeergrafiek



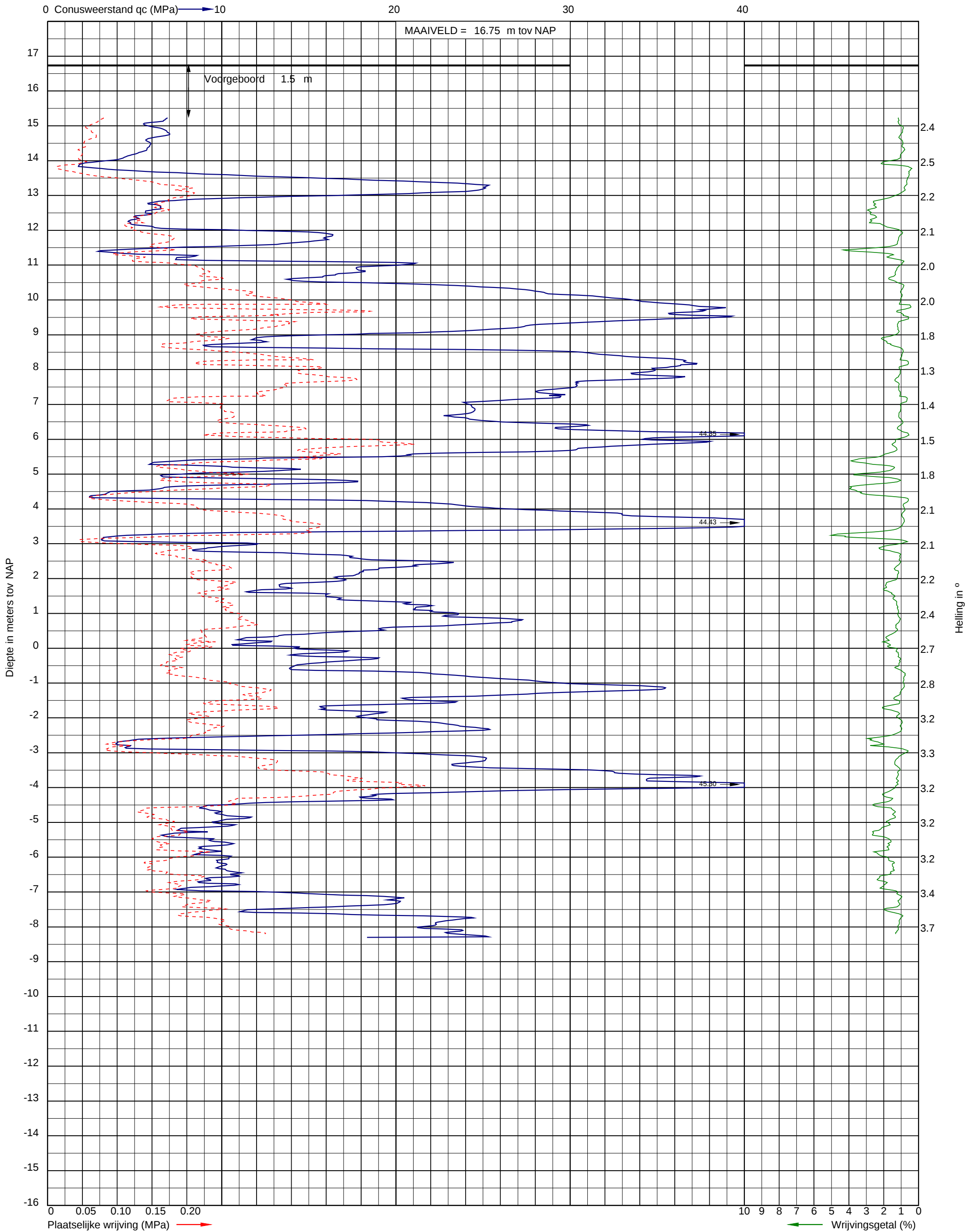
Uitvoeringsdatum: 22-6-2022
Norm: NEN-EN-ISO 22476-1
Toepassingsklasse: 3
Conusnummer: 071188

X: 82458.6
Y: 384077.6

DKM003



Project: Grondonderzoek gebouw 374 aan de Kooiweg 40 te Hoogerheide
Opdracht: 22WP0319
Betreft: Sondeergrafiek



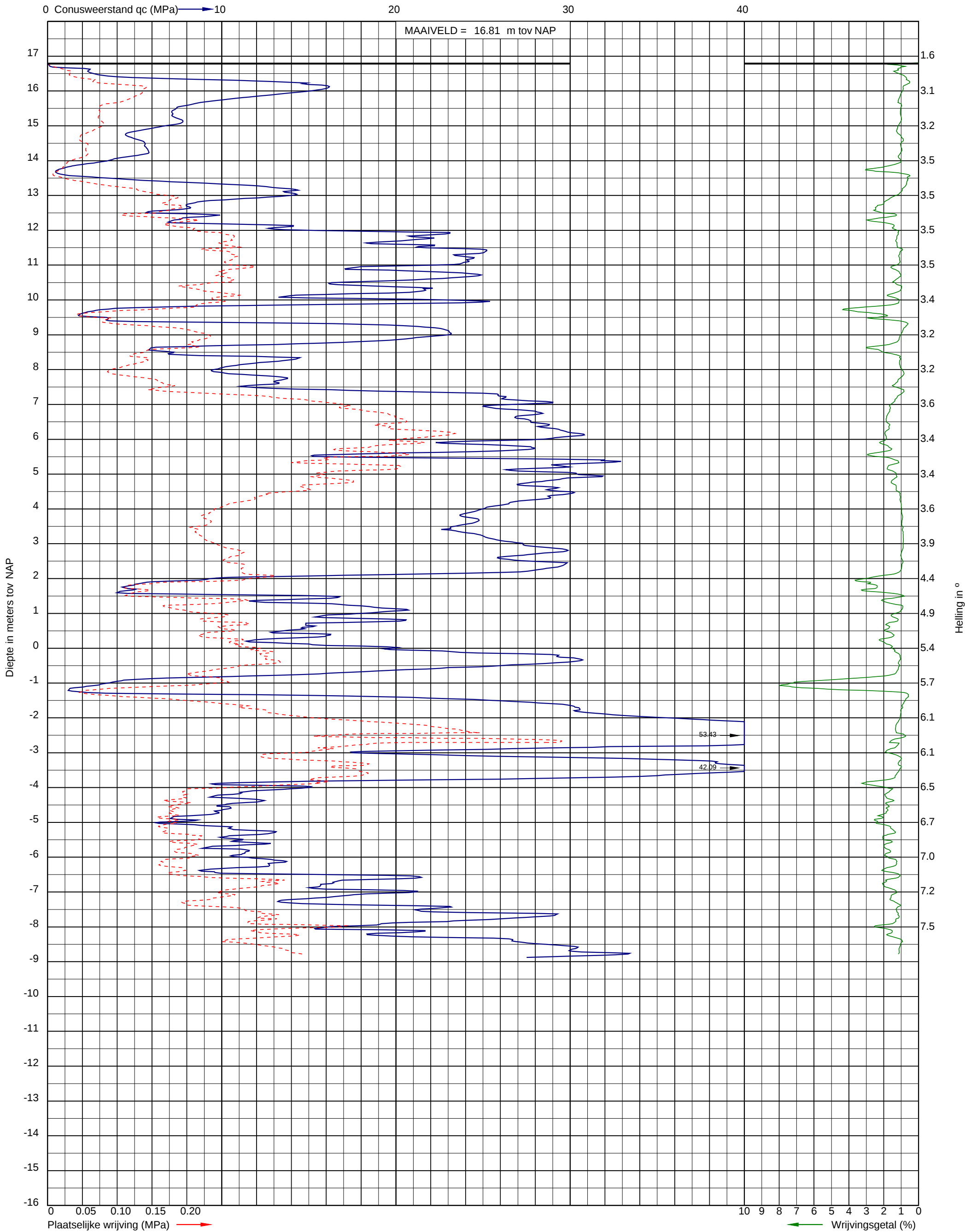
Uitvoeringsdatum: 22-6-2022
Norm: NEN-EN-ISO 22476-1
Toepassingsklasse: 3
Conusnummer: 071188

X: 82442.4
Y: 384004.4

DKM004



Project: Grondonderzoek gebouw 374 aan de Kooiweg 40 te Hoogerheide
Opdracht: 22WP0319
Betreft: Sondeergrafiek



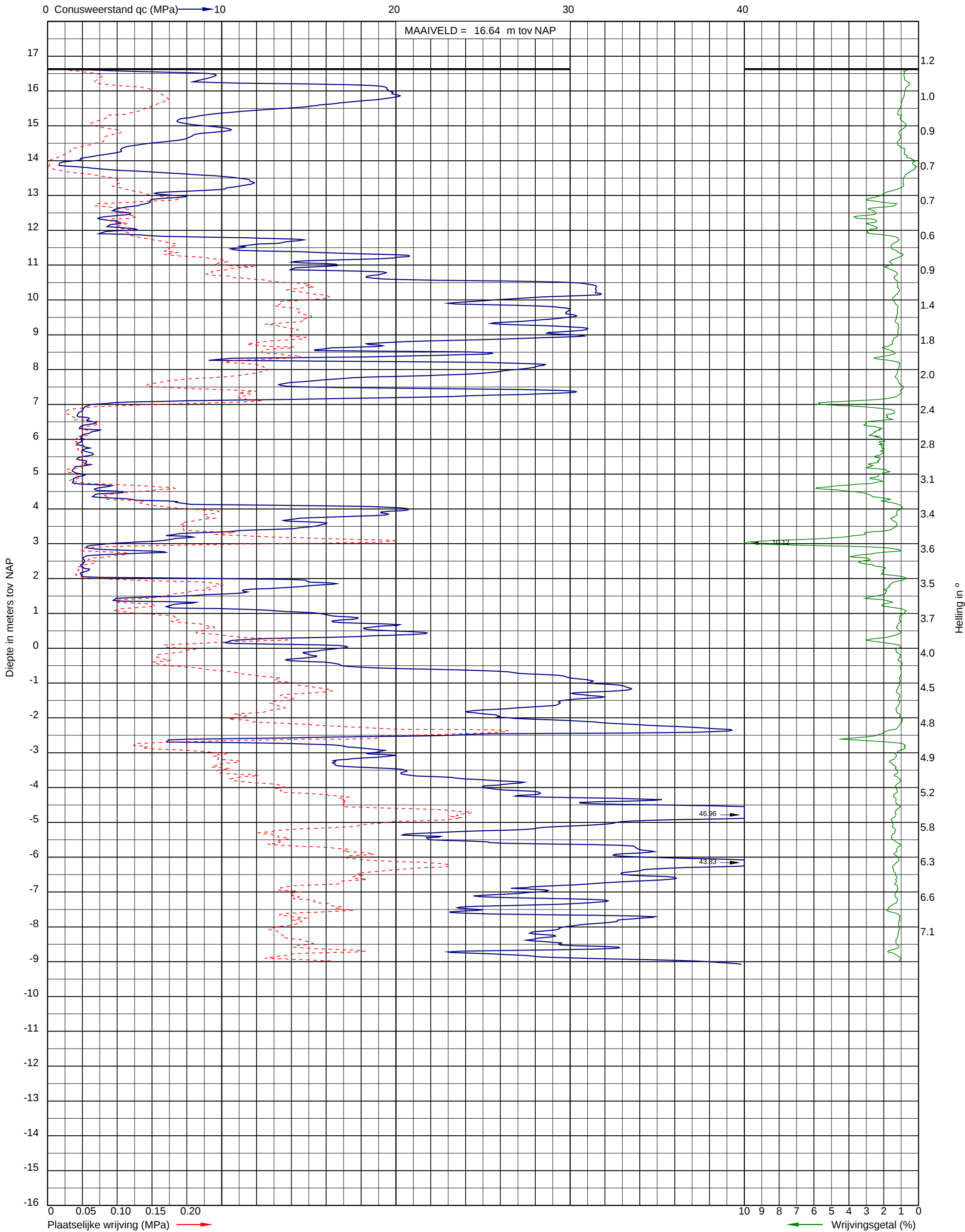
Uitvoeringsdatum: 22-6-2022
Norm: NEN-EN-ISO 22476-1
Toepassingsklasse: 3
Conusnummer: 071188

X: 82455.4
Y: 384008.3

DKM005



Project: Grondonderzoek gebouw 374 aan de Kooiweg 40 te Hoogerheide
Opdracht: 22WP0319
Betreft: Sondeergrafiek



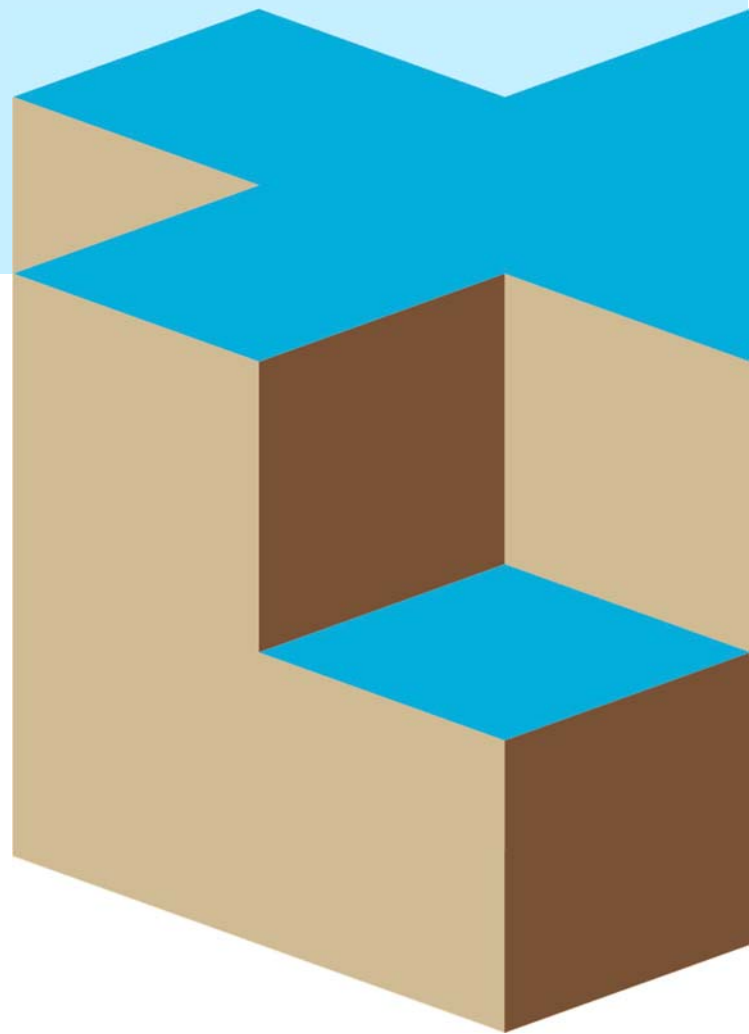
Uitvoeringsdatum: 22-6-2022
Norm: NEN-EN-ISO 22476-1
Toepassingsklasse: 3
Conusnummer: 071188

X: 82493.7
Y: 384022.0

DKM006

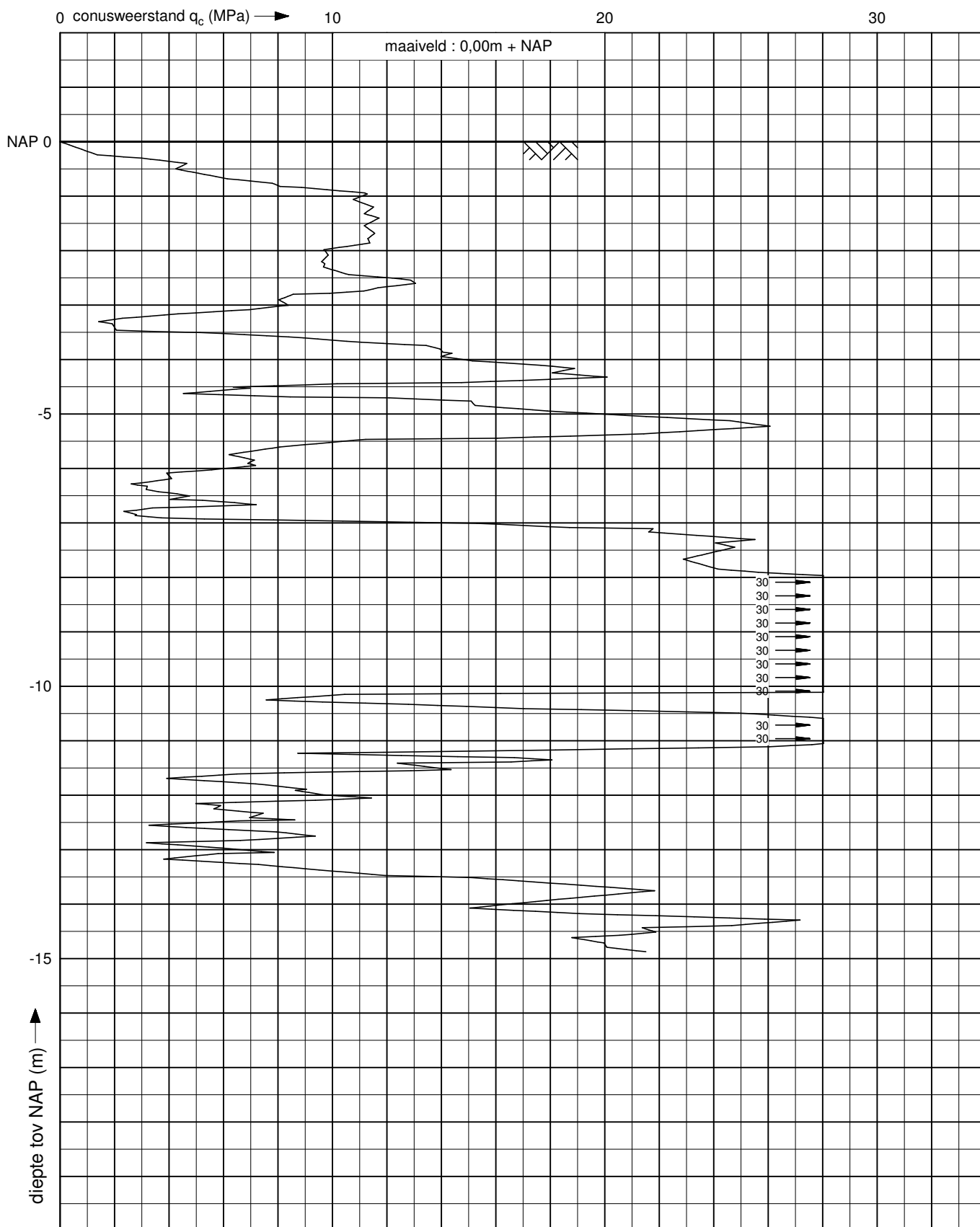
BIJLAGE C2

Sondeergrafieken- door derden uitgevoerd





Opdracht : 22WP0319
Project : Grondonderzoek gebouw 374 aan de Kooiweg 40
Plaats : Hoogerheide



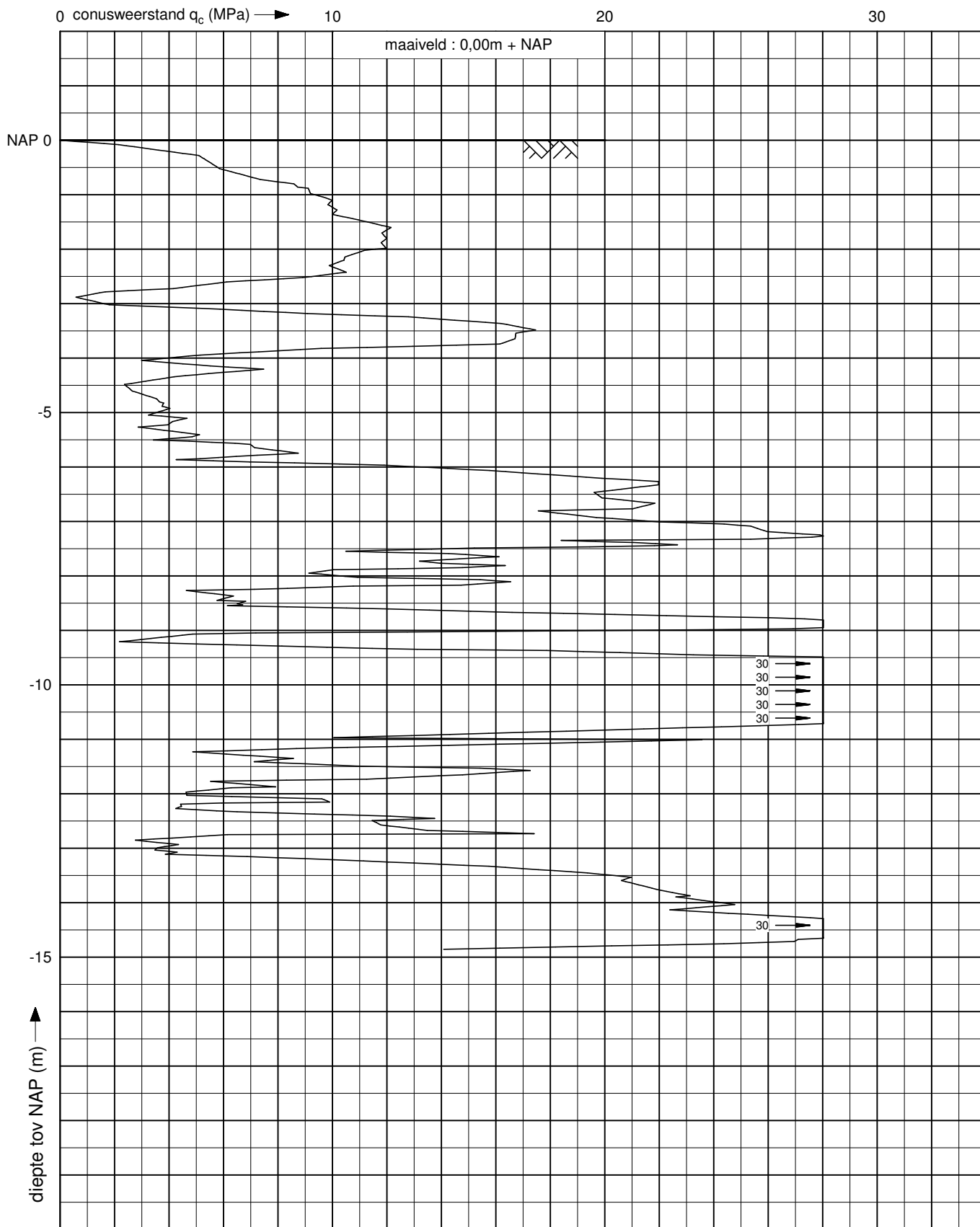
Sondering : D1

datum uitvoering : :
materieel :

x : y :
klasse : 4



Opdracht : 22WP0319
Project : Grondonderzoek gebouw 374 aan de Kooiweg 40
Plaats : Hoogerheide



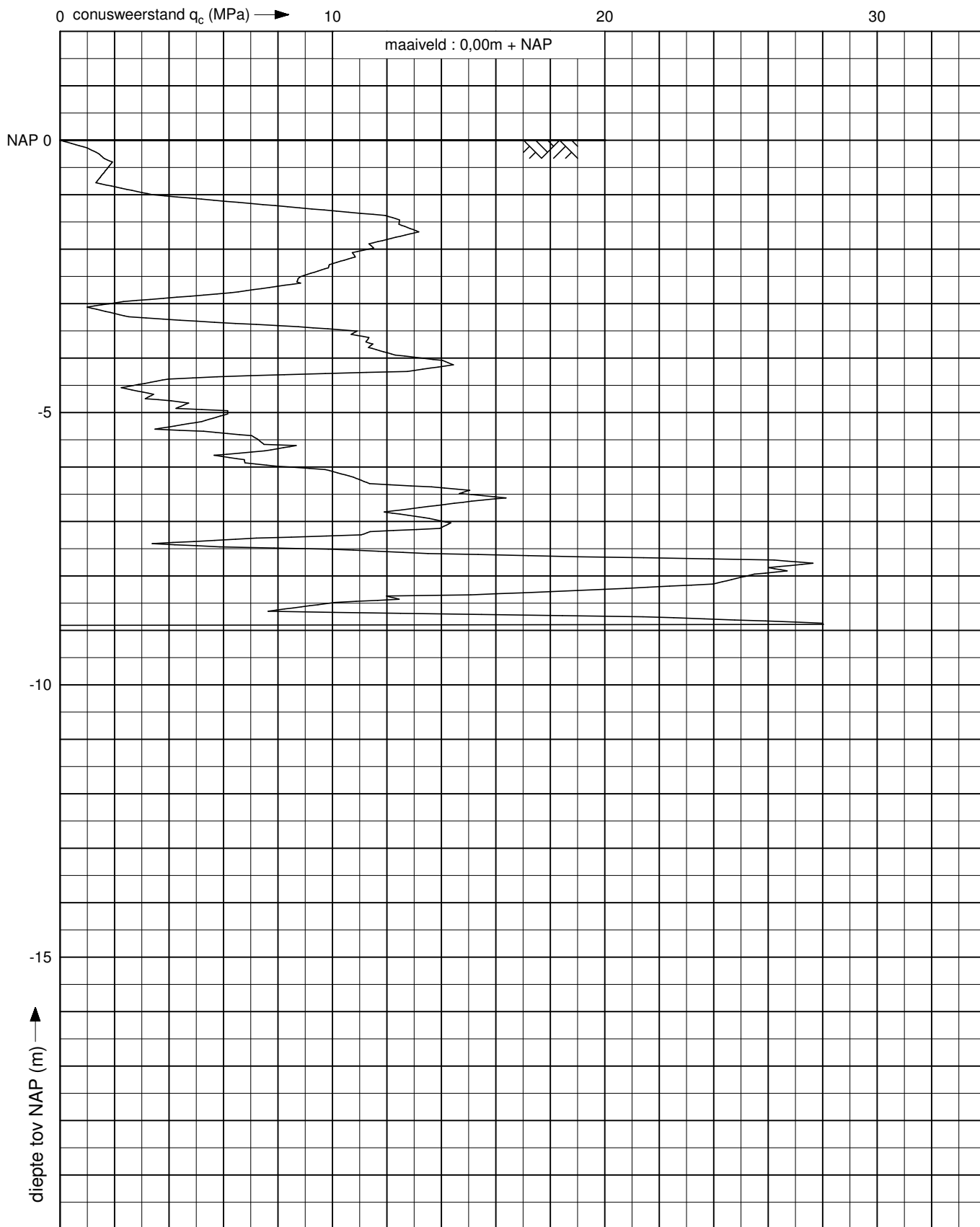
Sondering : D2

datum uitvoering : :
materieel :

x : y :
klasse : 4



Opdracht : 22WP0319
Project : Grondonderzoek gebouw 374 aan de Kooiweg 40
Plaats : Hoogerheide



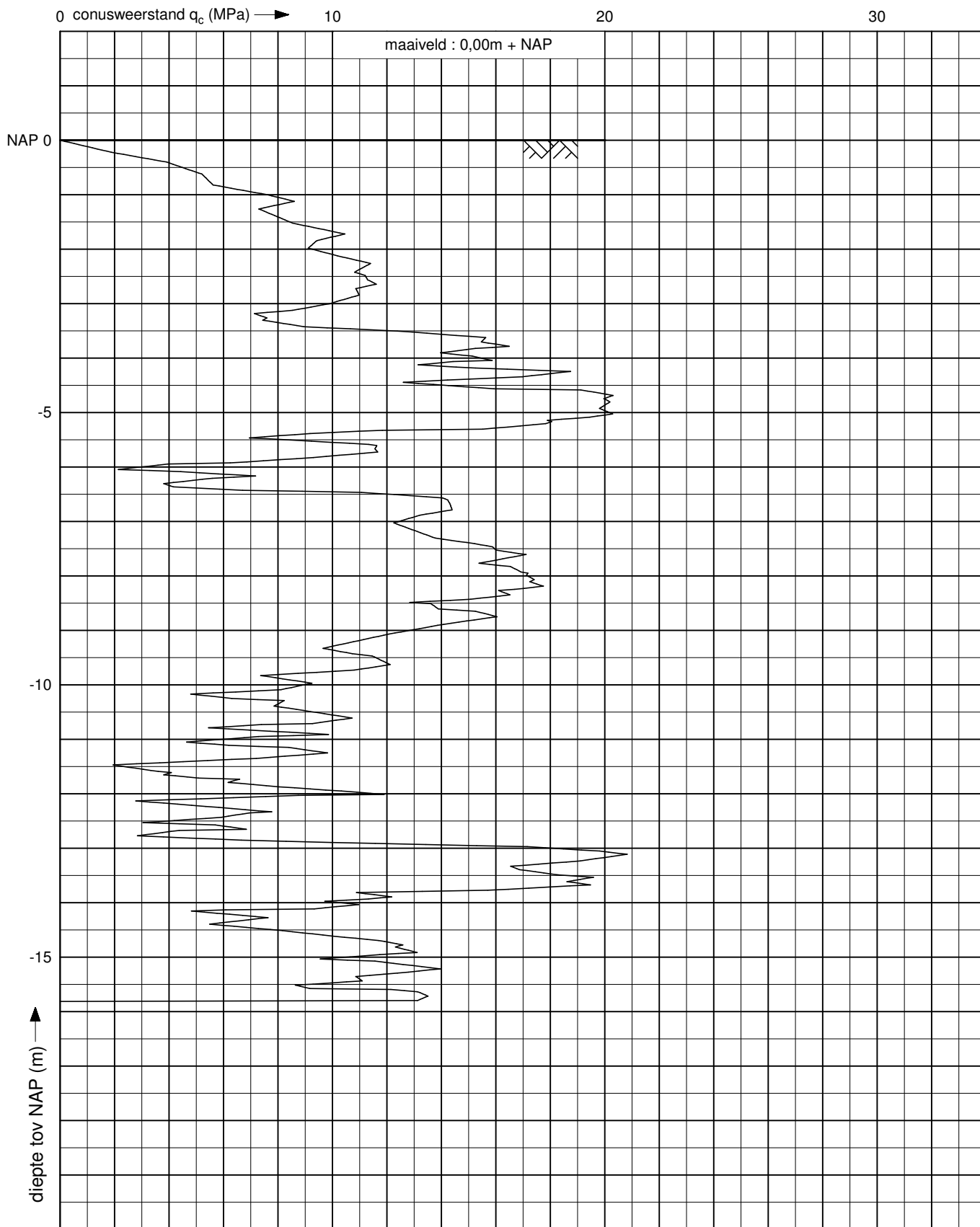
Sondering : D3

datum uitvoering : :
materieel :

x : y :
klasse : 4



Opdracht : 22WP0319
Project : Grondonderzoek gebouw 374 aan de Kooiweg 40
Plaats : Hoogerheide



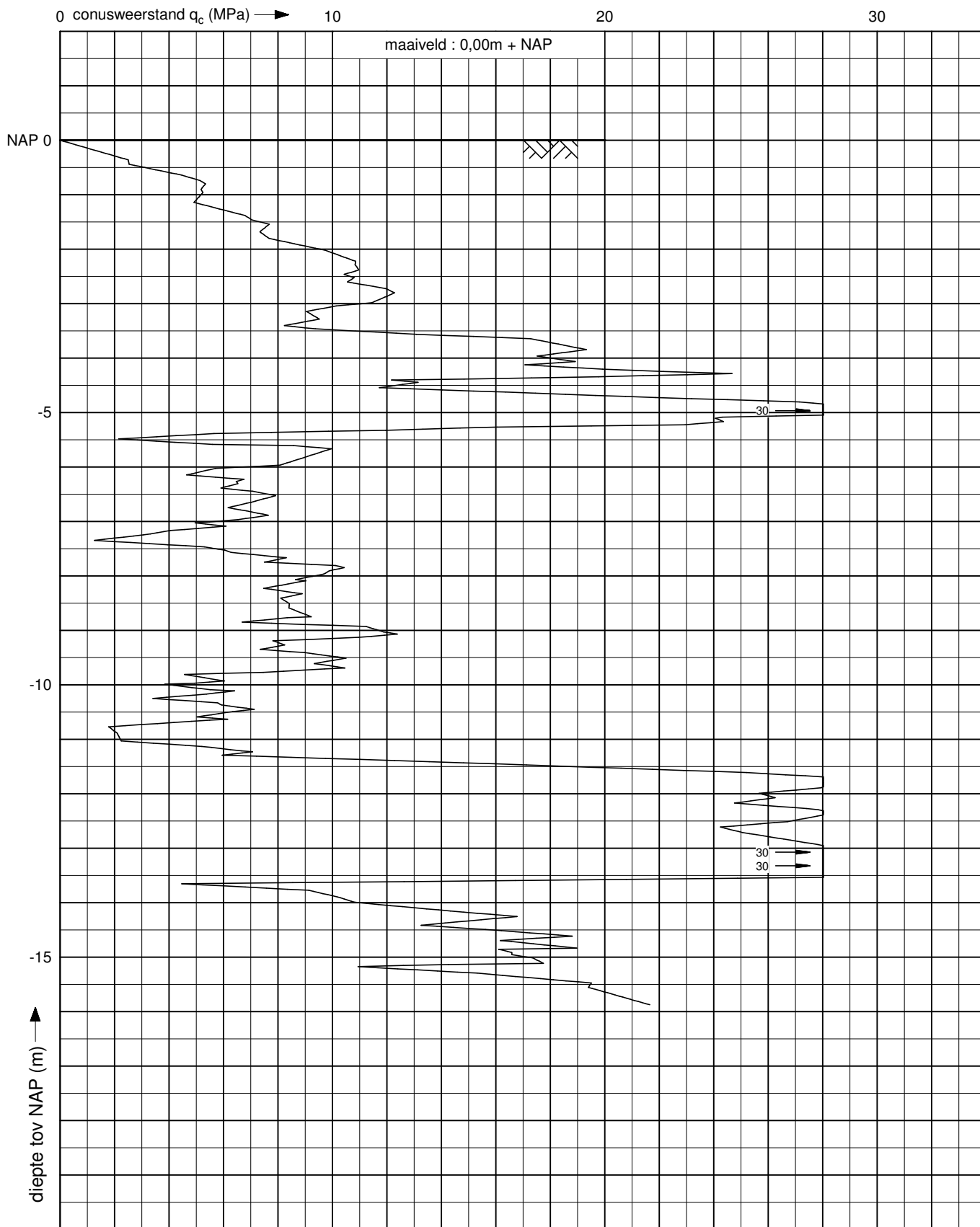
Sondering : D4

datum uitvoering :
materieel :

x : y :
klasse : 4



Opdracht : 22WP0319
Project : Grondonderzoek gebouw 374 aan de Kooiweg 40
Plaats : Hoogerheide



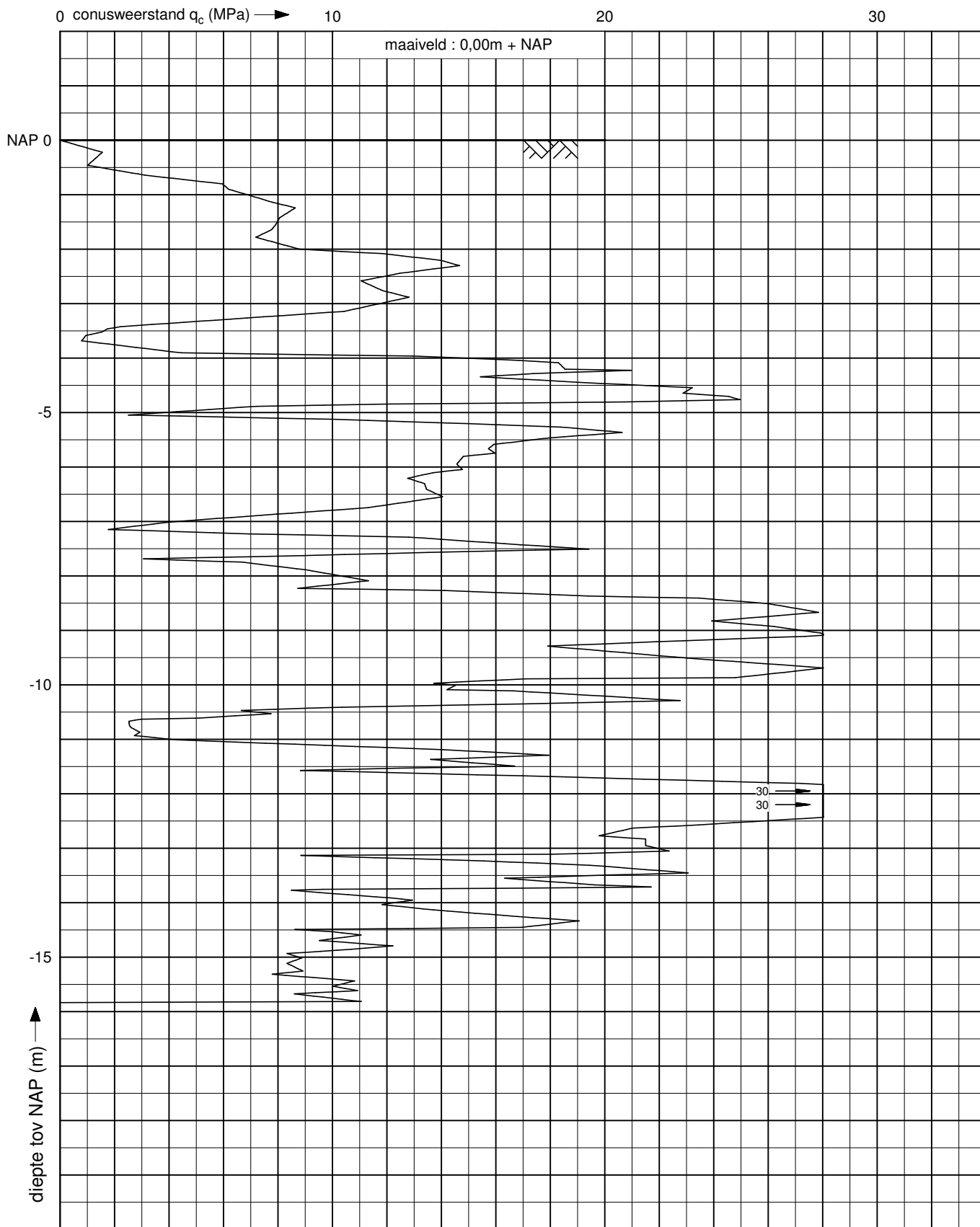
Sondering : D7

datum uitvoering : :
materieel :

x : y :
klasse : 4



Opdracht : 22WP0319
Project : Grondonderzoek gebouw 374 aan de Kooiweg 40
Plaats : Hoogerheide



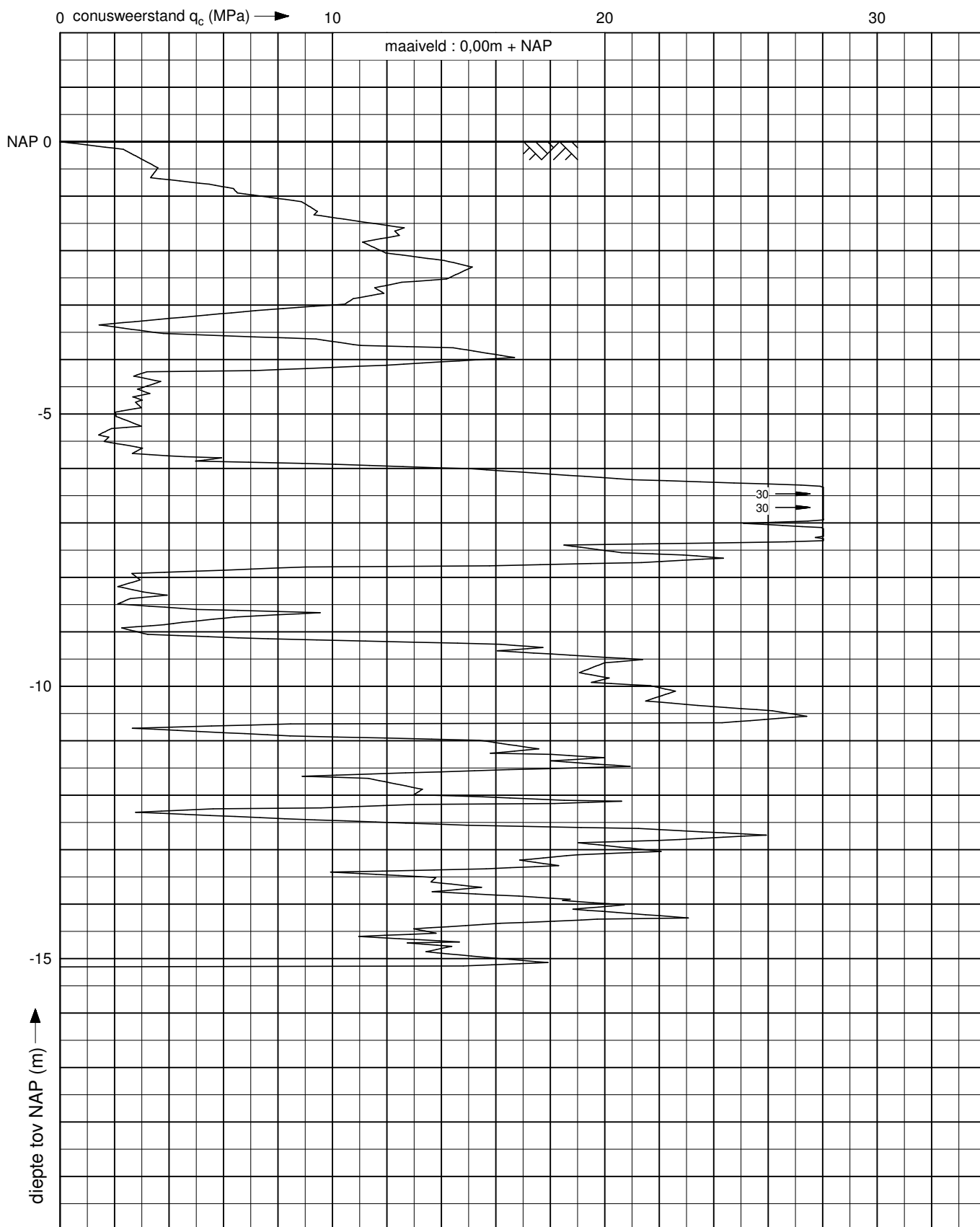
Sondering : D8

datum uitvoering :
materieel :

x : y :
klasse : 4



Opdracht : 22WP0319
Project : Grondonderzoek gebouw 374 aan de Kooiweg 40
Plaats : Hoogerheide



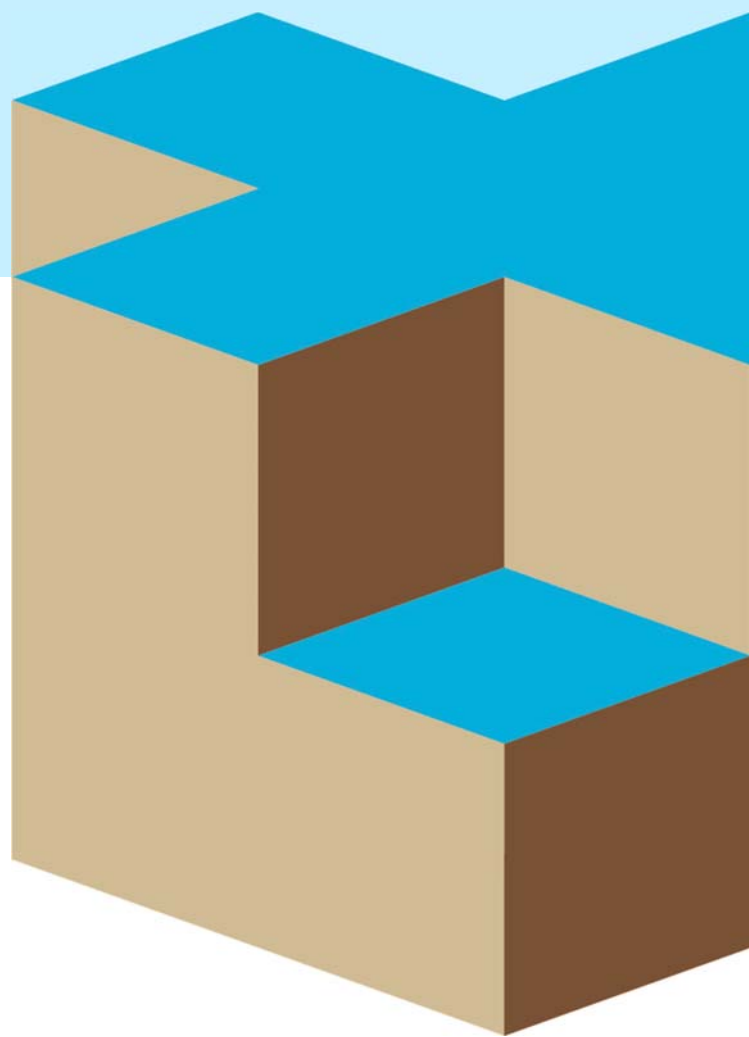
Sondering : D9

datum uitvoering : :
materieel :

x : y :
klasse : 4

BIJLAGE D

Voorboorstaten





Project: Grondonderzoek gebouw 374 aan de Kooiweg 40 te Hoogerheide
Opdracht: 22WP0319
Betreft: Boorprofiel

Boring: vBDKM001

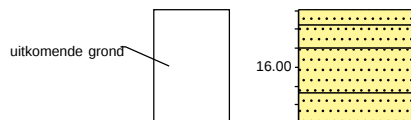
Uitvoering op: 22-6-2022
Uitvoering door: RAT

Boornorm: NEN-EN-ISO 22475-1

Grondwaterstand [cm-mv]: 0

Identificatie conform NEN-EN-ISO 14688-1

x-coördinaat [m RD]: 82420.27
y-coördinaat [m RD]: 384067.37
Referentiehoogte [m]: 16.76 . N.A.P.



0.00	klinker
0.20	Zand, fijn 63-200, licht bruin
0.50	Zand, middelgrof 200-630, zwak schelphoudend, licht grijs bruin
1.10	Zand, middelgrof 200-630, zwak schelphoudend, rood bruin
1.50	Zand, fijn 63-200, zwak schelphoudend, licht geel grijs

Boring: vBDKM002

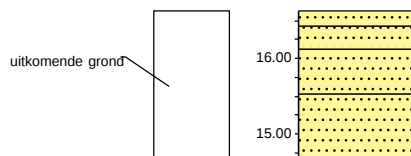
Uitvoering op: 22-6-2022
Uitvoering door: RAT

Boornorm: NEN-EN-ISO 22475-1

Grondwaterstand [cm-mv]: 0

Identificatie conform NEN-EN-ISO 14688-1

x-coördinaat [m RD]: 82440.02
y-coördinaat [m RD]: 384073.34
Referentiehoogte [m]: 16.63 . N.A.P.



0.00	klinker
0.20	Zand, fijn 63-200, licht bruin
0.50	Zand, middelgrof 200-630, zwak schelphoudend, licht grijs bruin
1.10	Zand, middelgrof 200-630, zwak schelphoudend, rood bruin
1.50	Zand, fijn 63-200, zwak schelphoudend, licht geel grijs
2.00	

Boring: vBDKM004

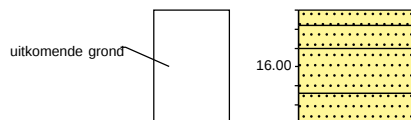
Uitvoering op: 22-6-2022
Uitvoering door: RAT

Boornorm: NEN-EN-ISO 22475-1

Grondwaterstand [cm-mv]: 0

Identificatie conform NEN-EN-ISO 14688-1

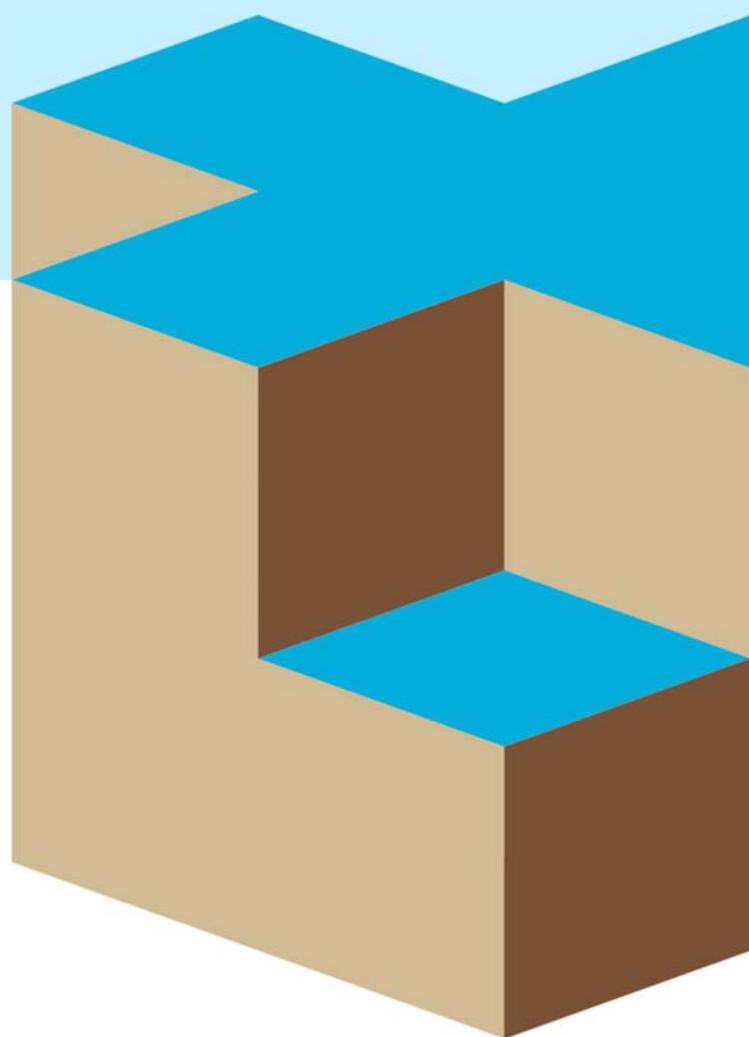
x-coördinaat [m RD]: 82442.42
y-coördinaat [m RD]: 384004.43
Referentiehoogte [m]: 16.75 . N.A.P.



0.00	klinker
0.20	Zand, fijn 63-200, licht bruin
0.50	Zand, middelgrof 200-630, zwak schelphoudend, licht grijs bruin
1.10	Zand, middelgrof 200-630, zwak schelphoudend, rood bruin
1.50	Zand, fijn 63-200, zwak schelphoudend, licht geel grijs

BIJLAGE E

Boorstaat





Project: Grondonderzoek gebouw 374 aan de Kooiweg 40 te Hoogerheide
Opdracht: 22WP0319
Betreft: Boorprofiel

Boring: HB001
Uitvoering op: 22-6-2022
Uitvoering door: RAT

Boornorm: NEN-EN-ISO 22475-1

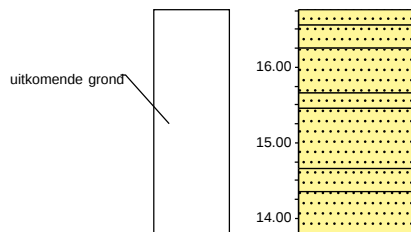
Grondwaterstand [cm-mv]: 0

Identificatie conform NEN-EN-ISO 14688-1

x-coördinaat [m RD]: 82439.86

y-coördinaat [m RD]: 384072.74

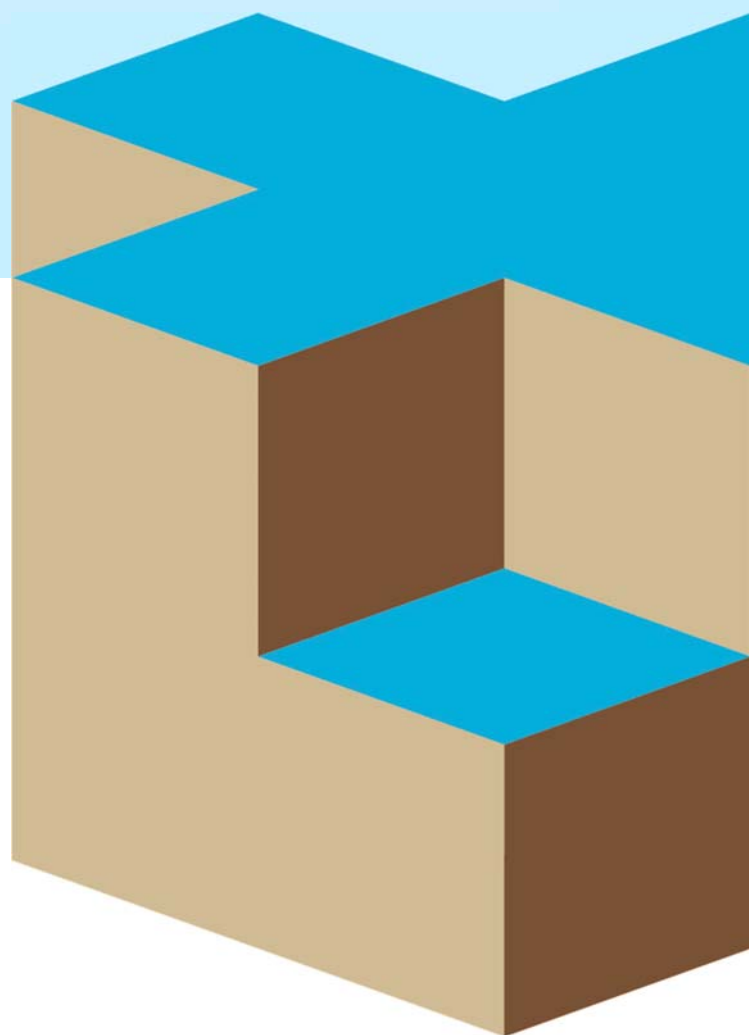
Referentiehoogte [m]: 16.76 . N.A.P.



0.00	gras
0.20	Zand, fijn 63-200, licht bruin
0.50	Zand, middelgrof 200-630, zwak schelphoudend, licht grijs bruin
1.10	Zand, middelgrof 200-630, zwak schelphoudend, rood bruin
1.30	Zand, fijn 63-200, zwak schelphoudend, licht geel grijs
	Zand, fijn 63-200, licht bruin
2.10	
2.40	Zand, fijn 63-200, zwak schelphoudend, licht rood bruin
	Zand, fijn 63-200, zwak schelphoudend, licht grijs bruin
3.00	

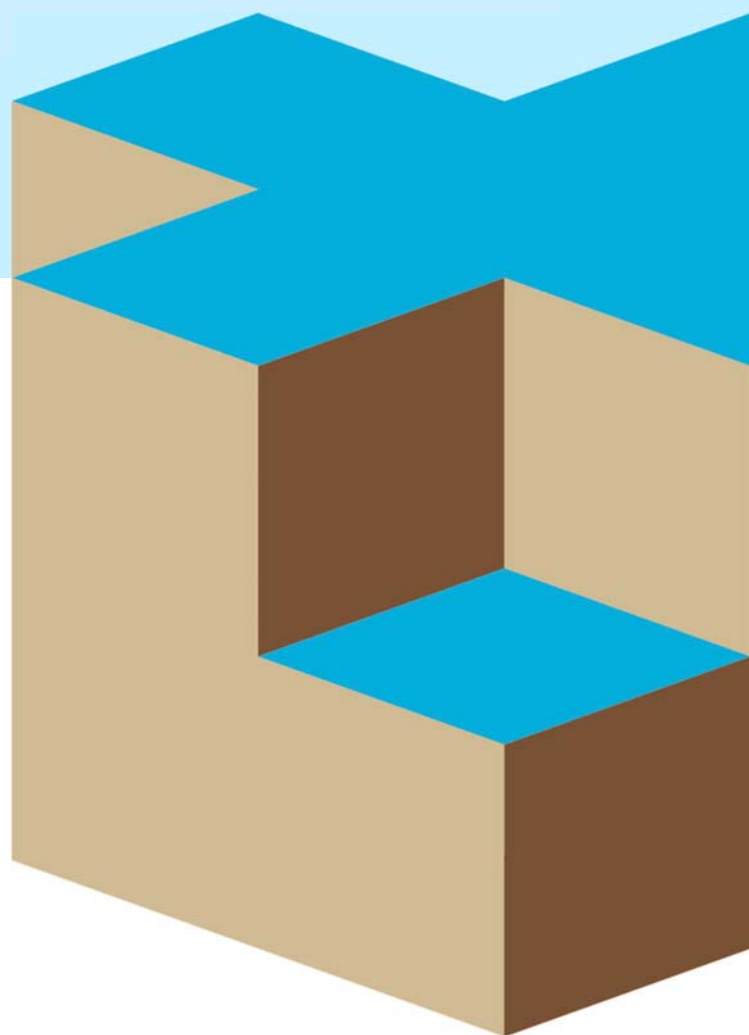
BIJLAGE F

Verklaring codering



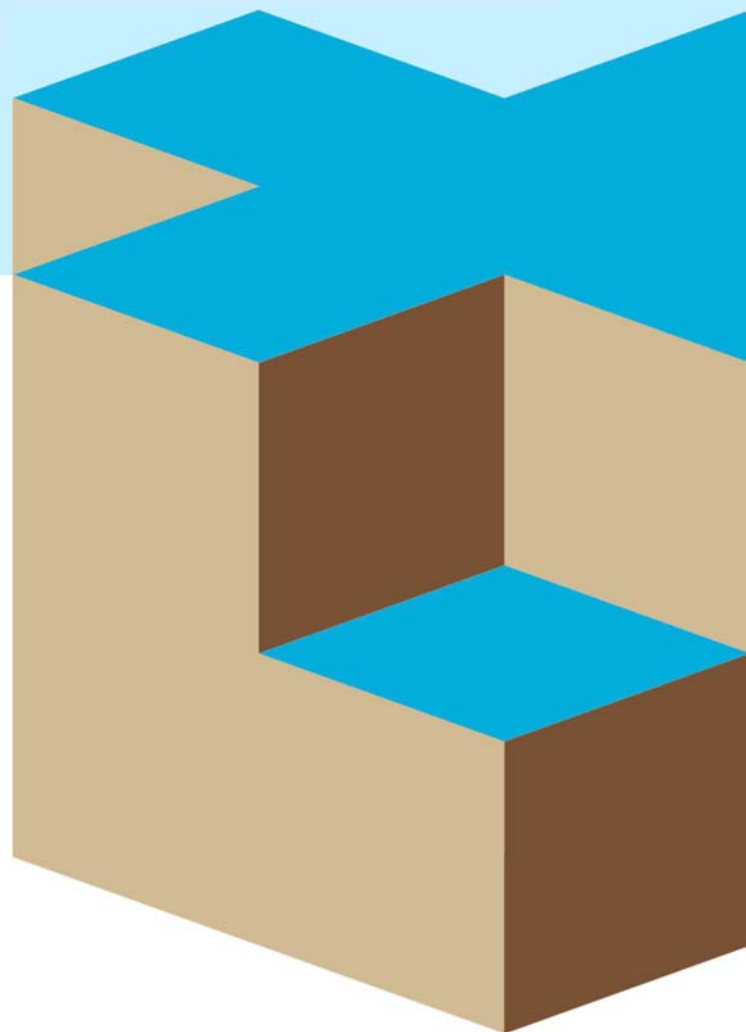
BIJLAGE G

Berekening fundering



BIJLAGE G1

Berekening fundering- op staal





Uitgangspunten berekening fundering op staal

Belastingen

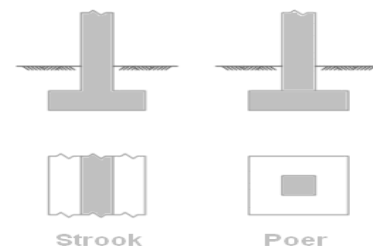
Verticaal, centrisch

Constructie fundering

Funderingstype : stroken en poeren
Funderingsafmetingen : zie rekentabellen
Aanlegniveau fundering : 16,00 m + NAP
Gronddekking : t = 0,40 m, 0,60 m

Grondwaterstand (aanname)

Voor berekening draagkracht : 16,00 m + NAP
Voor berekening zetting : 15,00 m + NAP



Bodemopbouw en grondparameters

Laag nr.	Grondsoort	Onderzijde laag [m tov NAP]	Laagdikte [m]	γ_k [kN/m ³]	$\gamma_{sat;k}$ [kN/m ³]	ϕ_k [°]	c'_k [kN/m ²]	$c_{u;k}$ [kN/m ²]	$C_{c;k}$ [-]
1	zand	16,00	0,60	17,0	19,0	30,0	0,00	0,00	0,03
2	zand	14,50	1,50	18,0	20,0	32,0	0,00	0,00	0,01
3	leem	13,50	1,00	19,0	21,0	30,0	0,00	0,00	0,04
4	zand	12,00	1,50	17,5	19,5	31,0	0,00	0,00	0,01
5	zand	7,00	5,00	18,5	20,5	33,0	0,00	0,00	0,01
6	leem	4,50	2,50	19,0	21,0	30,0	0,00	0,00	0,04
7	zand	4,00	0,50	18,0	20,0	32,0	0,00	0,00	0,01
8	zand	--	--	18,5	20,5	33,0	0,00	0,00	0,01

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

Partiële factoren voor grondparameters

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



Uitgangspunten berekening fundering op staal

Berekening draagkracht

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

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

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

1) Gedraineerde evenwichtsvergelijking toegepast op aanlegniveau (i)

In dit geval is gedraineerde evenwichtsvergelijking toegepast op aanlegniveau maatgevend.

Niveau grondverbetering per sondering

zie ook paragraaf "Grondverbetering"

Sondering [nr.]	Maaiveld [m tov NAP]	Ontgravingsniveau* [m tov NAP]
DKM-001	16,76	15,00
DKM-002	16,63	14,20
DKM-003	16,75	16,00
DKM-004	16,75	15,25
DKM-005	16,81	16,00
DKM-006	16,65	15,90

* Ontgravingsniveau tbv grondverbetering

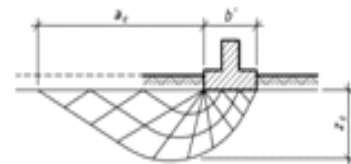


Resultaten berekening fundering op staal

Draagkracht volgens gedraineerde evenwichtsvergelijking toegepast op aanlegniveau

Tussen het aanlegniveau en de invloedsdiepte van de fundering bevinden zich bodemlagen met relatief beperkte inwendige wrijvingshoekverschillen ($\phi_{\max} - \phi_{\min} \leq 6^\circ$).

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

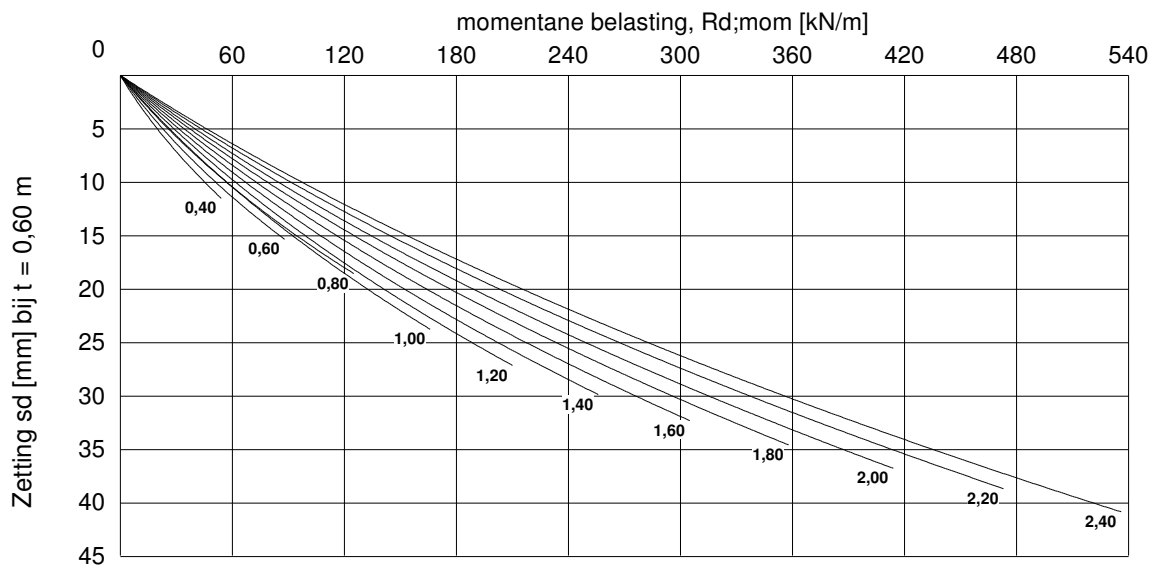


Strookafmeting B [m]	Maximale funderingsdruk aanlegniveau $\sigma'_{\max;d}$ [kN/m ²]		Draagkracht op aanlegniveau R_d [kN/m]	
	t = 0,4 m	0,6 m	t = 0,4 m	0,6 m
0,40	122	170	49	68
0,60	135	183	81	110
0,80	148	196	119	157
1,00	161	209	161	209
1,20	172	219	206	263
1,40	182	229	255	321
1,60	192	239	308	382
1,80	203	249	365	448
2,00	213	259	427	518
2,20	224	269	493	592
2,40	234	280	563	671 *

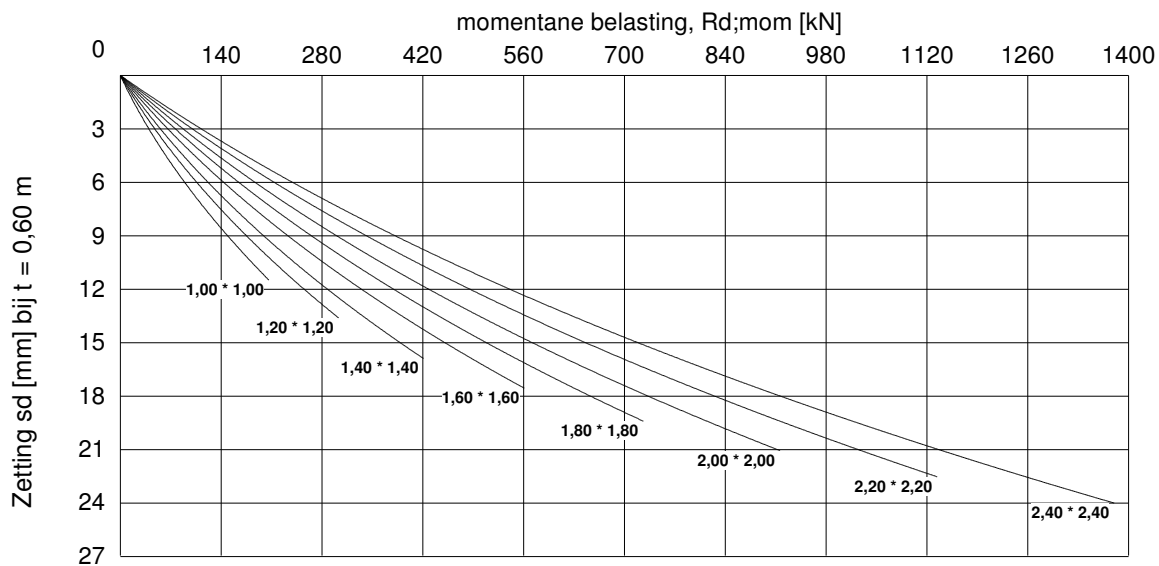
* voor deze situatie is een voorbeeldberekening toegevoegd.

Poerafmeting B * L [m * m]	Maximale funderingsdruk aanlegniveau $\sigma'_{\max;d}$ [kN/m ²]		Draagkracht op aanlegniveau R_d [kN]	
	t = 0,4 m	0,6 m	t = 0,4 m	0,6 m
0,40 * 0,40	161	232	26	37
0,60 * 0,60	170	241	61	87
0,80 * 0,80	179	250	114	160
1,00 * 1,00	187	258	187	258
1,20 * 1,20	194	264	279	380
1,40 * 1,40	200	269	392	527
1,60 * 1,60	206	274	528	702
1,80 * 1,80	213	280	689	908
2,00 * 2,00	219	286	878	1146
2,20 * 2,20	226	293	1096	1418
2,40 * 2,40	233	300	1344	1726 *

* voor deze situatie is een voorbeeldberekening toegevoegd.

**Resultaten berekening fundering op staal****Zetting stroken****Beddingscoëfficiënt stroken**

Strookafmeting B [m]	Beddingscoëfficiënt bij $t = 0,4$ m [kN/m ³]		Beddingscoëfficiënt bij $t = 0,6$ m [kN/m ³]	
	$k_{v,rep;stat}$	$k_{v;d;stat}$	$k_{v,rep;stat}$	$k_{v;d;stat}$
0,40	8000	6000	9000	7000
0,60	7000	5000	7000	5000
0,80	6000	4500	6000	5000
1,00	5000	4000	5000	4000
1,20	5000	4000	5000	3500
1,40	4500	3500	4500	3500
1,60	4000	3000	4500	3500
1,80	4000	3000	4500	3500
2,00	4000	3000	4000	3000
2,20	4000	3000	4000	3000
2,40	4000	3000	4000	3000

**Resultaten berekening fundering op staal****Zetting poeren****Beddingscoëfficiënt poeren**

Poerafmeting B * L [m * m]	Beddingscoëfficiënt bij t = 0,4 m [kN/m ³]		Beddingscoëfficiënt bij t = 0,6 m [kN/m ³]	
	k _{V,rep;stat}	k _{V;d;stat}	k _{V,rep;stat}	k _{V;d;stat}
0,40 * 0,40	28000	22000	29000	22000
0,60 * 0,60	19000	15000	21000	16000
0,80 * 0,80	15000	12000	16000	12000
1,00 * 1,00	12000	10000	13000	10000
1,20 * 1,20	11000	8000	11000	9000
1,40 * 1,40	9000	7000	10000	8000
1,60 * 1,60	9000	7000	9000	7000
1,80 * 1,80	8000	6000	9000	7000
2,00 * 2,00	7000	6000	8000	6000
2,20 * 2,20	7000	6000	8000	6000
2,40 * 2,40	7000	5000	7000	6000

**Voorbeeldberekening - strook****Uitgangspunten berekeningen strook**

breedte	B	=	2,40 m
dikte	d	=	0,20 m
gronddekking	t	=	0,60 m

Beschrijving berekeningen

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

In het voorbeeld wordt de navolgende berekening uitgevoerd:

- gedraineerde evenwichtsvergelijking toegepast op aanlegniveau

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

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

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

A' : effectief funderingsoppervlak in m²

voor de gedraineerde toestand

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

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

Gedraineerde evenwichtsvergelijking toegepast op aanlegniveau**Tussenresultaten**

effectieve breedte	b'	=	2,40 m
effectieve lengte	l'	=	1,00 m
effectieve funderingsoppervlak	A'	=	2,40 m ²

effectieve hoek van inwendige wrijving	ϕ'_k	=	31,4 °
invloedsdiepte conform tabel 6.a	z_e	=	4,0 m
gewogen effectieve cohesie	$c'_{\text{gem;d}}$	=	0,0 kPa
verticale korrelspanning aanlegniveau	$\sigma'_{v;z;0;d}$	=	9,3 kN/m ² (bij t = 0,60 m)
gewogen effectief volumiek gewicht	$\gamma'_{\text{gem;d}}$	=	8,3 kN/m ³
rekenwaarde effectieve wrijvingshoek	$\phi'_{\text{gem;d}}$	=	27,9 °

draagkrachtfactoren	$N_c = 25,6$	$N_q = 14,6$	$N_\gamma = 14,4$
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 + 135 + 144 = 280 kN/m ²
rekenwaarde maximale draagkracht	R_d	=	671 kN/m

**Voorbeeldberekening - poer****Uitgangspunten berekeningen poer**

breedte	B	=	2,40 m
lengte	L	=	2,40 m
dikte	d	=	0,20 m
gronddekking	t	=	0,60 m

Beschrijving berekeningen

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

In het voorbeeld wordt de navolgende berekening uitgevoerd:

- gedraineerde evenwichtsvergelijking toegepast op aanlegniveau

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

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

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

A' : effectief funderingsoppervlak in m²

voor de gedraineerde toestand

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

bijdrage cohesie bijdrage gronddekking bijdrage gewicht bodem waarop wordt aangelegd

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

Gedraineerde evenwichtsvergelijking toegepast op aanlegniveau**Tussenresultaten**

effectieve breedte	b'	=	2,40 m
effectieve lengte	l'	=	2,40 m
effectieve funderingsoppervlak	A'	=	5,76 m ²

effectieve hoek van inwendige wrijving	ϕ'_k	=	31,4 °
invloedsdiepte conform tabel 6.a	z_e	=	4,0 m
gewogen effectieve cohesie	$c'_{\text{gem;d}}$	=	0,0 kPa
verticale korrelspanning aanlegniveau	$\sigma'_{v;z;0;d}$	=	9,3 kN/m ² (bij t = 0,60 m)
gewogen effectief volumiek gewicht	$\gamma'_{\text{gem;d}}$	=	8,3 kN/m ³
rekenwaarde effectieve wrijvingshoek	$\phi'_{\text{gem;d}}$	=	27,9 °

draagkrachtfactoren	$N_c = 25,6$	$N_q = 14,6$	$N_\gamma = 14,4$
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 + 199 + 101 = 300 kN/m ²
rekenwaarde maximale draagkracht	R_d	=	1726 kN



Toelichting

Toelichting bodemopbouw en grondparameters

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

Partiële factoren voor grondparameters

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

Toelichting berekening weerstand

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

Toelichting berekening zetting

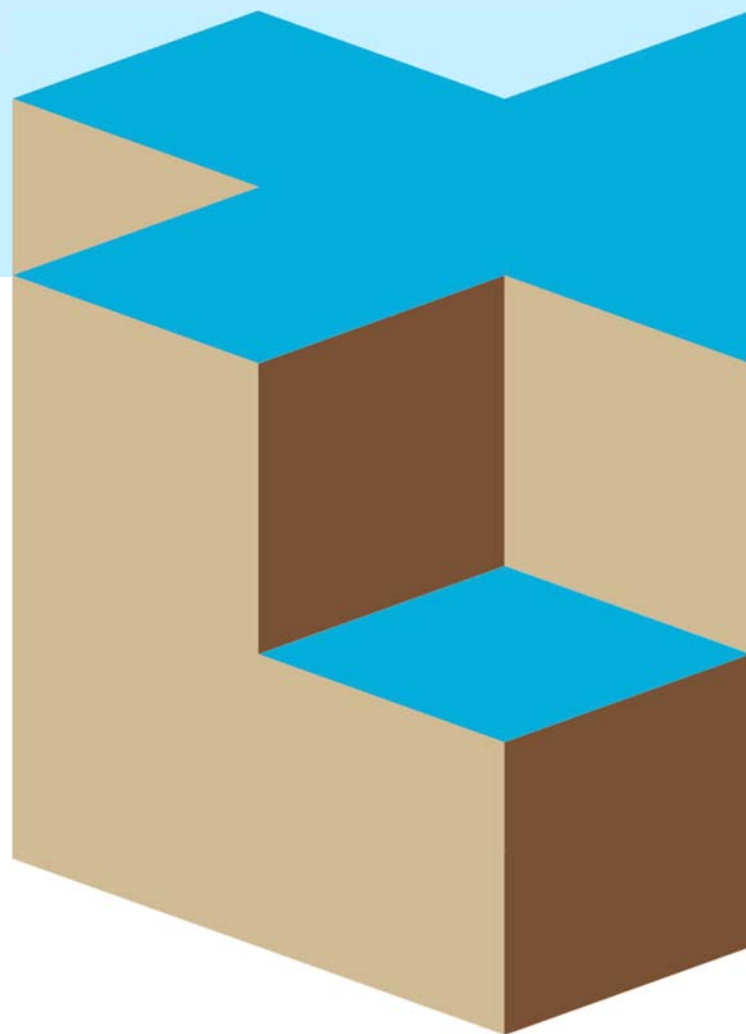
totale zetting	: $s = s_1 + s_2$	[par. 6.6.2]
primaire zetting	: $s_1 = \sum C_c / (1+e) * d_j * \log((\sigma'_{v;z;0} + \Delta \sigma'_{v;z}) / \sigma'_{v;z;0})$	[par. 6.6.2]
secundaire zetting	: $s_2 = \sum C_\alpha * d_j * \log(t_\infty / t_1)$	[par. 6.6.2]

Bron

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

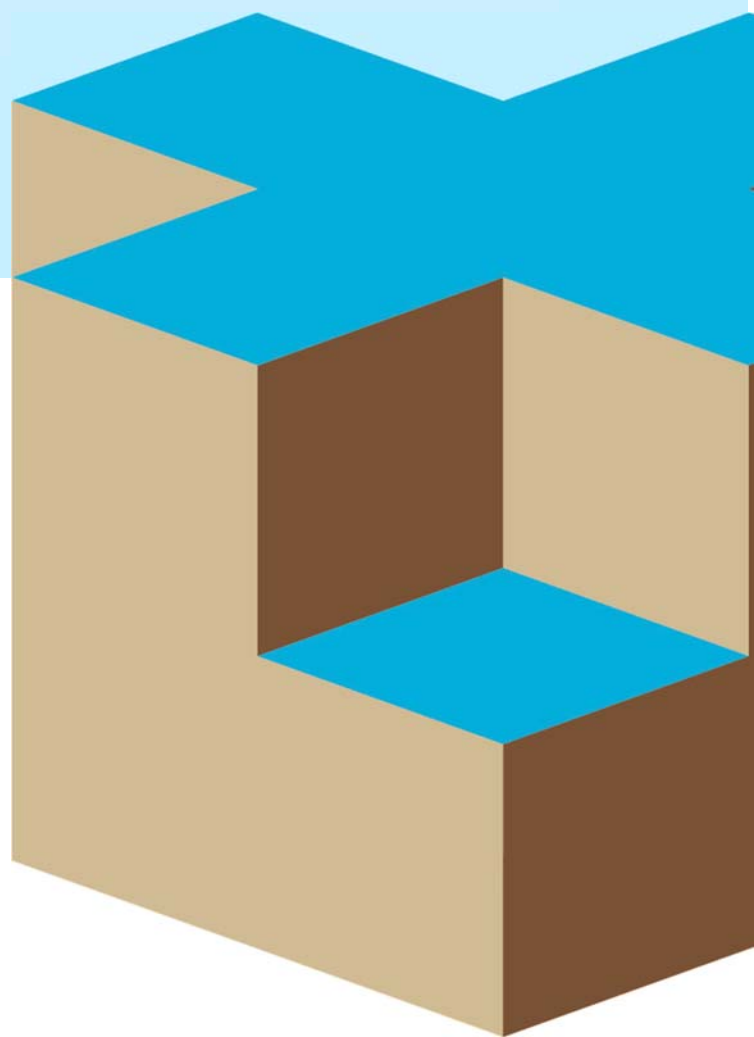
BIJLAGE G2

Berekening fundering- op palen



BIJLAGE G2.1

Berekening fundering- stalen buispalen



**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]
DKM001	16,76	8,5 tot 6,5
DKM002	16,63	8,0 tot 6,5
DKM003	16,75	8,5 tot 6,5
DKM004	16,75	9,0 tot 7,5
DKM005	16,81	8,5 tot 7,5
DKM006	16,65	9,0 tot 7,5

1) Niveau ten tijde van onderzoek


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

Paalklassefactor punt	: $\alpha_p = 0,7$	Bouwwerk	: niet stijf
Paalvoetvormfactor	: $\beta = 0,91$	Aantal sonderingen	: $N = 1$
Paalvoetdwarsdoorsnedefactor	: $s = 1,0$	ξ -factor	: $\xi_3 = 1,39$; $\xi_4 = 1,39$
Paalklassefactor schacht	: $\alpha_s = 0,01$	Materiaalfactor	: $\gamma_b = \gamma_s = 1,20$
Geen negatieve kleef berekend			

Paalafmeting : 0,273/0,283 m

Sonderingen	Hoogte m.v. [m tov NAP]	Paalpunt [m tov NAP]	$R_{c;d}$ [kN]	$q_{b;max}$ [MPa]	$R_{b;cal}$ [kN]	$R_{s;cal}$ [kN]
DKM001	16,76	8,50	273	5,0	317	138
		8,00	349	6,3	396	186
		7,50	423	7,4	465	240
		7,00	352	4,5	283	305
		6,50	311	2,4	149	369
DKM002	16,63	8,00	308	6,9	436	77
		7,50	449	9,7	608	141
		7,00	448	8,6	542	205
		6,50	464	8,0	504	270
DKM003	16,75	8,50	452	6,3	395	359
		8,00	427	4,6	289	423
		7,50	621	9,1	572	464
		7,00	564	6,6	414	526
DKM004	16,75	6,50	581	6,0	378	590
		9,00	393	6,1	384	272
		8,50	684	12,9	815	326
		8,00	714	12,7	801	390
DKM005	16,81	7,50	758	12,9	811	454
		8,50	199	4,1	258	74
		8,00	260	5,0	315	119
DKM006	16,65	7,50	391	7,7	484	167
		9,00	495	7,6	478	347
		8,50	443	5,2	327	411
		8,00	411	3,5	220	466
		7,50	399	2,3	148	517

Toelichting

Maximum puntweerstand	: $q_{b;max} = 0,5 * \alpha_p * \beta * s * (0,5[q_{c;l;gem} + q_{c;ll;gem}] + q_{c;lll;gem})$	[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]


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

Paalklassefactor punt	: $\alpha_p = 0,7$	Bouwwerk	: niet stijf
Paalvoetvormfactor	: $\beta = 0,92$	Aantal sonderingen	: $N = 1$
Paalvoetdwarsdoorsnedefactor	: $s = 1,0$	ξ -factor	: $\xi_3 = 1,39$; $\xi_4 = 1,39$
Paalklassefactor schacht	: $\alpha_s = 0,01$	Materiaalfactor	: $\gamma_b = \gamma_s = 1,20$
Geen negatieve kleef berekend			

Paalafmeting : 0,324/0,334 m

Sonderingen	Hoogte m.v. [m tov NAP]	Paalpunt [m tov NAP]	$R_{c;d}$ [kN]	$q_{b;max}$ [MPa]	$R_{b;cal}$ [kN]	$R_{s;cal}$ [kN]
DKM001	16,76	8,50	357	4,9	432	163
		8,00	455	6,1	538	221
		7,50	523	6,7	587	285
		7,00	432	4,1	359	362
		6,50	383	2,3	202	438
DKM002	16,63	8,00	417	6,9	605	91
		7,50	573	9,0	789	167
		7,00	588	8,4	736	244
		6,50	602	7,8	685	320
DKM003	16,75	8,50	588	6,3	556	426
		8,00	542	4,6	403	502
		7,50	761	8,2	718	551
		7,00	718	6,5	573	625
DKM004	16,75	6,50	735	6,0	526	701
		9,00	508	6,0	524	323
		8,50	911	12,9	1134	386
		8,00	923	12,3	1076	463
DKM005	16,81	7,50	989	12,7	1111	539
		8,50	268	4,1	359	88
		8,00	350	5,0	442	141
DKM006	16,65	7,50	523	7,7	675	198
		9,00	646	7,6	666	412
		8,50	539	4,7	412	488
		8,00	499	3,2	280	553
		7,50	484	2,2	194	614

Toelichting

Maximum puntweerstand	: $q_{b;max} = 0,5 * \alpha_p * \beta * s * (0,5[q_{c;l;gem} + q_{c;ll;gem}] + q_{c;lll;gem})$	[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]



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

Paaltype : **Stalen buispaal**

Paalklassefactor punt	: $\alpha_p = 0,7$	Bouwwerk	: niet stijf
Paalvoetvormfactor	: $\beta = 0,93$	Aantal sonderingen	: $N = 1$
Paalvoetdwarsdoorsnedefactor	: $s = 1,0$	ξ -factor	: $\xi_3 = 1,39$; $\xi_4 = 1,39$
Paalklassefactor schacht	: $\alpha_s = 0,01$	Materiaalfactor	: $\gamma_b = \gamma_s = 1,20$
Geen negatieve kleef berekend			

Paalafmeting : **0,356/0,366 m**

Sonderingen	Hoogte m.v. [m tov NAP]	Paalpunt [m tov NAP]	$R_{c;d}$ [kN]	$q_{b;max}$ [MPa]	$R_{b;cal}$ [kN]	$R_{s;cal}$ [kN]
DKM001	16,76	8,50	417	4,9	516	179
		8,00	530	6,1	641	243
		7,50	585	6,3	663	313
		7,00	483	3,9	409	397
		6,50	428	2,2	233	481
DKM002	16,63	8,00	495	6,9	726	100
		7,50	646	8,5	894	184
		7,00	690	8,4	883	268
		6,50	701	7,8	817	352
DKM003	16,75	8,50	678	6,3	663	468
		8,00	621	4,6	484	551
		7,50	849	7,7	810	605
		7,00	822	6,5	684	686
DKM004	16,75	6,50	840	6,0	631	770
		9,00	586	5,9	622	355
		8,50	1022	12,2	1279	425
		8,00	1079	12,3	1292	509
DKM005	16,81	7,50	1154	12,7	1332	592
		8,50	317	4,1	431	97
		8,00	408	5,0	526	155
DKM006	16,65	7,50	616	7,7	810	218
		9,00	751	7,6	800	452
		8,50	599	4,4	463	536
		8,00	558	3,1	323	607
		7,50	540	2,1	226	675

Toelichting

Maximum puntweerstand	: $q_{b;max} = 0,5 * \alpha_p * \beta * s * (0,5[q_{c;l;gem} + q_{c;ll;gem}] + q_{c;lll;gem})$	[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]


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

Paalklassefactor punt	: $\alpha_p = 0,7$	Bouwwerk	: niet stijf
Paalvoetvormfactor	: $\beta = 0,94$	Aantal sonderingen	: $N = 1$
Paalvoetdwarsdoorsnedefactor	: $s = 1,0$	ξ -factor	: $\xi_3 = 1,39$; $\xi_4 = 1,39$
Paalklassefactor schacht	: $\alpha_s = 0,01$	Materiaalfactor	: $\gamma_b = \gamma_s = 1,20$
Geen negatieve kleef berekend			

Paalafmeting : 0,406/0,416 m

Sonderingen	Hoogte m.v. [m tov NAP]	Paalpunt [m tov NAP]	$R_{c;d}$ [kN]	$q_{b;max}$ [MPa]	$R_{b;cal}$ [kN]	$R_{s;cal}$ [kN]
DKM001	16,76	8,50	518	4,8	659	205
		8,00	656	6,0	817	277
		7,50	679	5,7	775	358
		7,00	569	3,6	496	453
		6,50	499	2,1	283	549
DKM002	16,63	8,00	631	6,9	938	114
		7,50	754	7,7	1047	210
		7,00	863	8,3	1134	305
		6,50	866	7,7	1043	401
DKM003	16,75	8,50	833	6,3	856	533
		8,00	752	4,6	625	629
		7,50	982	7,0	947	690
		7,00	999	6,5	883	783
DKM004	16,75	6,50	1015	6,0	816	878
		9,00	715	5,8	787	405
		8,50	1260	11,9	1617	484
		8,00	1346	12,3	1666	580
DKM005	16,81	7,50	1431	12,6	1711	676
		8,50	400	4,1	557	111
		8,00	513	5,0	680	177
DKM006	16,65	7,50	777	7,7	1047	249
		9,00	929	7,6	1033	516
		8,50	694	4,0	545	612
		8,00	650	2,9	392	693
		7,50	626	2,0	276	769

Paalafmeting : 0,457/0,467 m

Sonderingen	Hoogte m.v. [m tov NAP]	Paalpunt [m tov NAP]	$R_{c;d}$ [kN]	$q_{b;max}$ [MPa]	$R_{b;cal}$ [kN]	$R_{s;cal}$ [kN]
DKM001	16,76	8,50	626	4,8	814	230
		8,00	793	5,9	1010	312
		7,50	780	5,2	899	402
		7,00	664	3,5	597	510
		6,50	584	2,1	356	618
DKM002	16,63	8,00	786	6,9	1182	129
		7,50	924	7,6	1305	236
		7,00	1051	8,2	1410	344
		6,50	1043	7,5	1289	451

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]



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

Paaltype : **Stalen buispaal**

Paalklassefactor punt	: $\alpha_p = 0,7$	Bouwwerk	: niet stijf
Paalvoetvormfactor	: $\beta = 0,94$	Aantal sonderingen	: $N = 1$
Paalvoetdwarsdoorsnedefactor	: $s = 1,0$	ξ -factor	: $\xi_3 = 1,39$; $\xi_4 = 1,39$
Paalklassefactor schacht	: $\alpha_s = 0,01$	Materiaalfactor	: $\gamma_b = \gamma_s = 1,20$
Geen negatieve kleef berekend			

Paalafmeting : **0,457/0,467 m**

Sonderingen	Hoogte m.v. [m tov NAP]	Paalpunt [m tov NAP]	$R_{c;d}$ [kN]	$q_{b;max}$ [MPa]	$R_{b;cal}$ [kN]	$R_{s;cal}$ [kN]
DKM003	16,75	8,50	1007	6,3	1079	600
		8,00	897	4,6	788	708
		7,50	1177	6,9	1186	777
		7,00	1196	6,5	1113	881
		6,50	1209	6,0	1028	988
DKM004	16,75	9,00	852	5,6	966	456
		8,50	1495	11,4	1949	545
		8,00	1618	11,9	2047	653
		7,50	1729	12,4	2124	760
DKM005	16,81	8,50	496	4,1	702	124
		8,00	632	5,0	856	199
		7,50	959	7,7	1319	280
DKM006	16,65	9,00	1116	7,5	1281	581
		8,50	779	3,6	610	688
		8,00	746	2,7	464	780
		7,50	719	1,9	333	866

Toelichting

Maximum puntweerstand	: $q_{b;max} = 0,5 * \alpha_p * \beta * s * (0,5[q_{c;l;gem} + q_{c;ll;gem}] + q_{c;lll;gem})$	[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)**

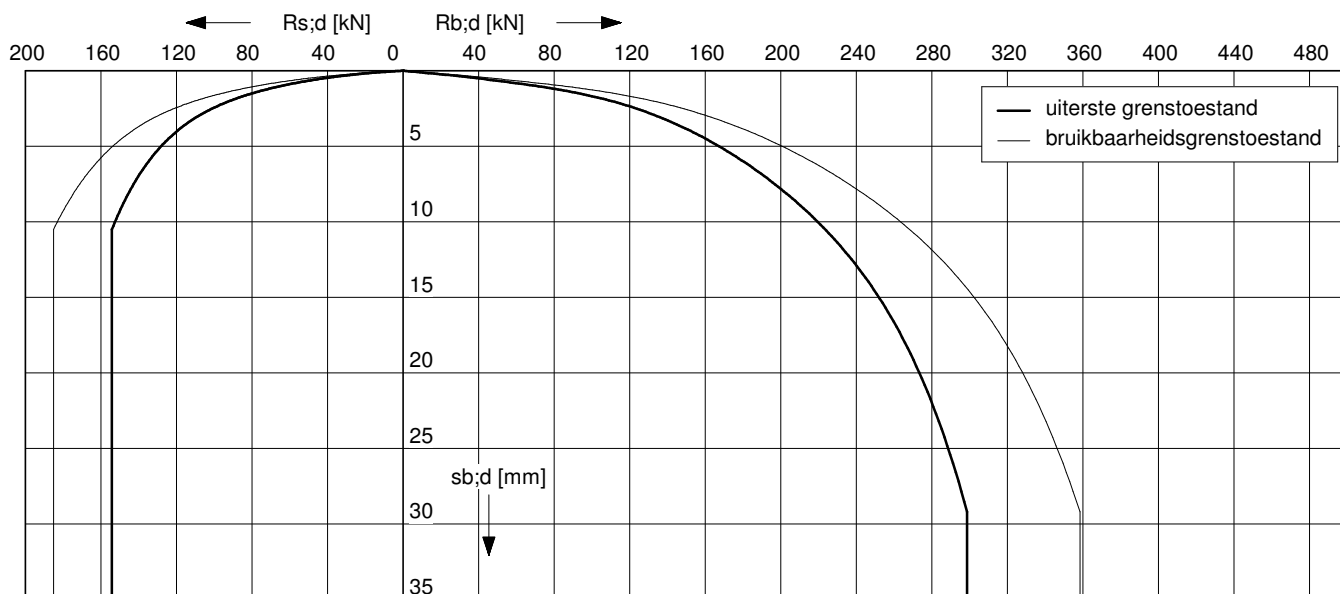
Paaltype : Stalen buispaal

Sondeergroep : Projectlocatie A

Berekening s_2 gebaseerd op sondering DKM001

Paalafmeting : 0,273/0,283 m

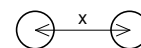
Paalpuntniveau : 7,50 m tov NAP

**Uiterste grenstoestand**

$F_{c;d}$ [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]
452	28,5	3,7	32,2	5,8	38,0	38
407	14,8	3,3	18,1	5,3	23,3	43
362	9,0	2,9	11,9	4,7	16,5	48
316	6,0	2,5	8,6	4,1	12,7	52
271	3,9	2,2	6,1	3,5	9,6	56
226	2,5	1,8	4,3	2,9	7,2	59
181	1,6	1,4	3,0	2,3	5,4	62
136	1,0	1,1	2,1	1,8	3,8	65
90	0,6	0,7	1,3	1,2	2,5	69
45	0,3	0,4	0,6	0,6	1,2	71

Configuratie paalgroepvoor bepaling s_2

2-paalspoer



hoh-afstand x : 3D

Bruikbaarheidsgrenstoestand

$F_{c;rep}$ [kN]	S_b [mm]	S_{el} [mm]	S_1 [mm]	S_2 [mm]	S [mm]	$k_{v;rep}$ paal vrijstaand [kN/mm]
348	4,7	2,3	7,0	4,5	11,5	50
313	3,5	2,1	5,6	4,0	9,7	56
278	2,7	1,8	4,5	3,6	8,1	62
243	2,0	1,6	3,6	3,1	6,8	67
209	1,5	1,4	2,9	2,7	5,6	72
174	1,1	1,1	2,3	2,2	4,5	77
139	0,8	0,9	1,7	1,8	3,5	81
104	0,6	0,7	1,2	1,3	2,6	85
70	0,3	0,5	0,8	0,9	1,7	90
35	0,2	0,2	0,4	0,4	0,8	93

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 bovineinde 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)**

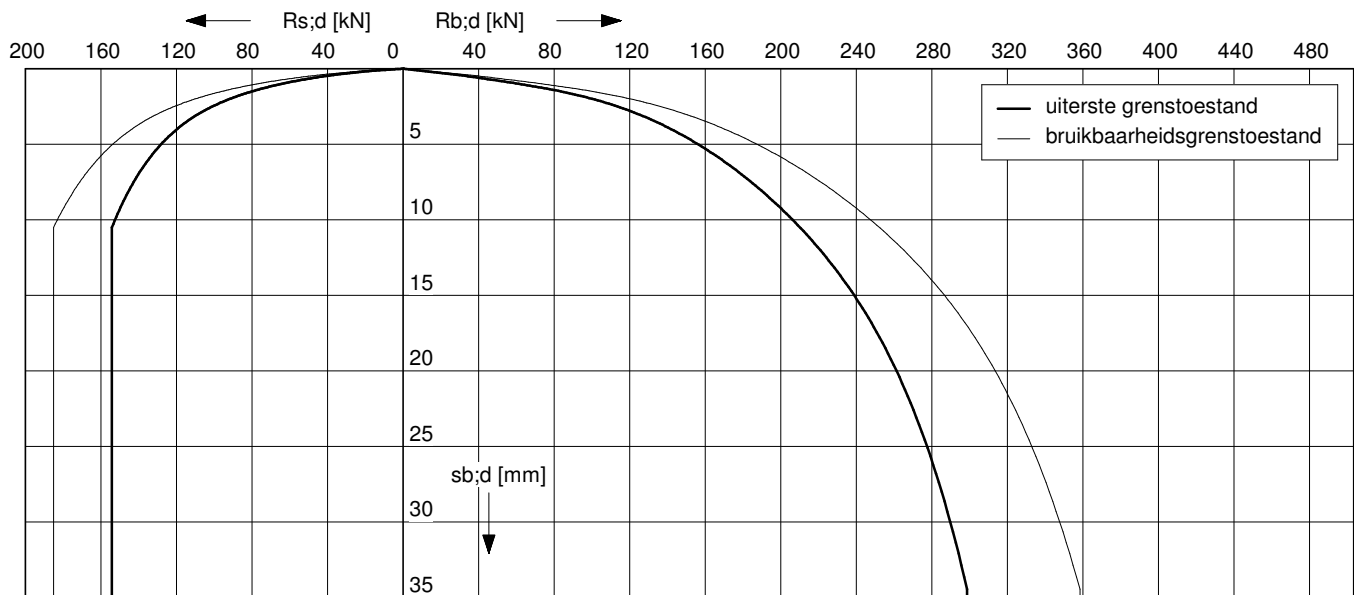
Paaltype : Stalen buispaal

Sondeergroep : Projectlocatie A

Berekening s_2 gebaseerd op sondering DKM001

Paalafmeting : 0,324/0,334 m

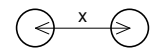
Paalpuntniveau : 7,50 m tov NAP

**Uiterste grenstoestand**

$F_{c;d}$ [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]
559	34,4	3,2	37,6	6,5	44,1	28
503	34,4	2,9	37,3	5,9	43,1	33
447	31,4	2,6	33,9	5,2	39,1	40
391	14,5	2,2	16,7	4,6	21,3	47
335	8,0	1,9	9,9	3,9	13,8	54
280	4,7	1,6	6,3	3,3	9,6	60
224	2,7	1,3	4,0	2,6	6,6	66
168	1,6	0,9	2,5	2,0	4,5	71
112	0,8	0,6	1,5	1,3	2,8	77
56	0,3	0,3	0,6	0,7	1,3	83

Configuratie paalgroepvoor bepaling s_2

2-paalspoer



hoh-afstand x : 3D

Bruikbaarheidsgrenstoestand

$F_{c;rep}$ [kN]	S_b [mm]	S_{el} [mm]	S_1 [mm]	S_2 [mm]	S [mm]	$k_{v;rep}$ paal vrijstaand [kN/mm]
430	9,8	2,0	11,8	5,0	16,8	36
387	7,1	1,8	9,0	4,5	13,5	43
344	5,1	1,6	6,7	4,0	10,7	52
301	3,5	1,4	5,0	3,5	8,5	61
258	2,5	1,2	3,7	3,0	6,7	70
215	1,7	1,0	2,7	2,5	5,2	79
172	1,2	0,8	2,0	2,0	4,0	86
129	0,8	0,6	1,4	1,5	2,9	92
86	0,5	0,4	0,9	1,0	1,9	100
43	0,2	0,2	0,4	0,5	0,9	108

Toelichting

Paalbelasting	:	F_c	[par. 7.7.1]
Rekenwaarde negatieve kleeft	:	$F_{nk;d}$	[par. 7.3.2.2]
Netto paalbelasting	:	$F_{c;netto} = F_c - F_{nk}$	[par. 7.3.2.2]
Rekenwaarde zakking boveinde 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)**

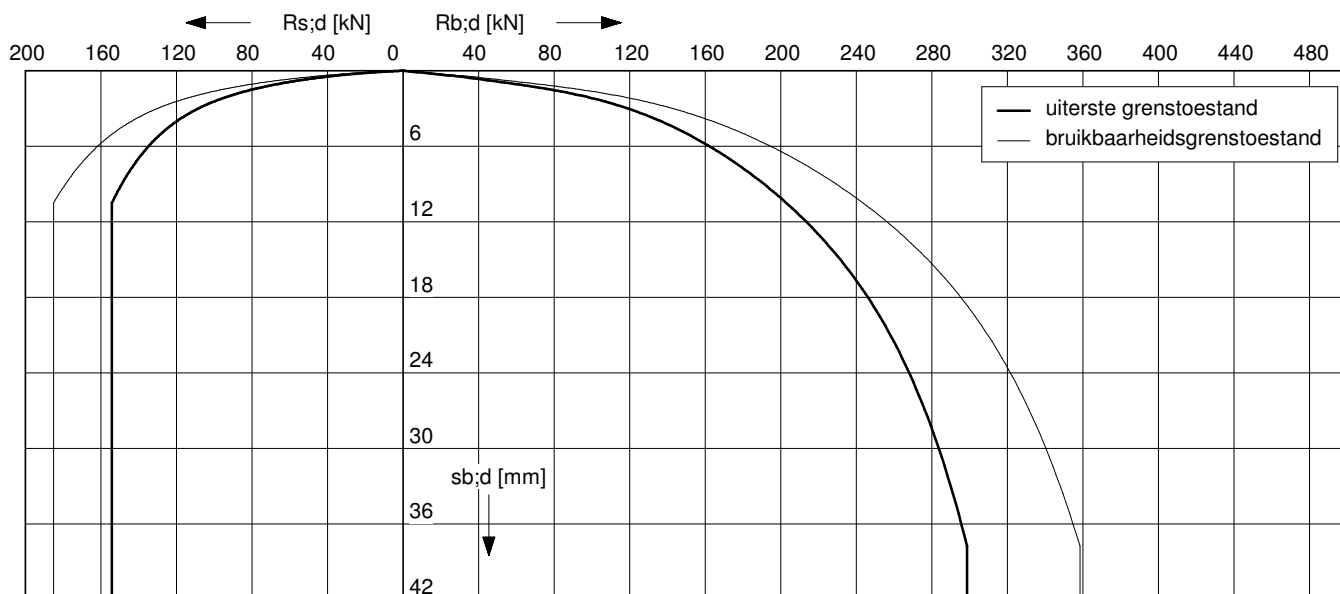
Paaltype : Stalen buispaal

Sondeergroep : Projectlocatie A

Berekening s_2 gebaseerd op sondering DKM001

Paalafmeting : 0,356/0,366 m

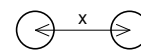
Paalpuntniveau : 7,50 m tov NAP

**Uiterste grenstoestand**

$F_{c;d}$ [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]
626	37,7	2,9	40,6	5,3	45,9	19
563	37,7	2,6	40,4	4,7	45,1	26
501	37,7	2,4	40,1	4,2	44,3	33
438	30,0	2,1	32,1	3,7	35,8	41
376	13,2	1,8	14,9	3,2	18,1	50
313	6,9	1,5	8,4	2,6	11,0	58
250	3,8	1,2	4,9	2,1	7,0	65
188	2,0	0,9	2,9	1,6	4,4	72
125	1,1	0,6	1,6	1,1	2,7	80
63	0,4	0,3	0,7	0,5	1,2	86

Configuratie paalgroepvoor bepaling s_2

2-paalspoer



hoh-afstand x : 3D

Bruikbaarheidsgrenstoestand

$F_{c;rep}$ [kN]	S_b [mm]	S_{el} [mm]	S_1 [mm]	S_2 [mm]	S [mm]	$k_{v;rep}$ paal vrijstaand [kN/mm]
482	18,1	1,9	20,0	4,0	24,0	24
433	10,9	1,7	12,6	3,6	16,3	34
385	7,5	1,5	9,0	3,2	12,2	43
337	5,0	1,3	6,4	2,8	9,2	53
289	3,4	1,1	4,5	2,4	6,9	64
241	2,2	0,9	3,2	2,0	5,2	76
193	1,5	0,7	2,3	1,6	3,9	84
144	1,0	0,6	1,5	1,2	2,8	94
96	0,6	0,4	0,9	0,8	1,7	104
48	0,3	0,2	0,4	0,4	0,8	111

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 bovineinde 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)**

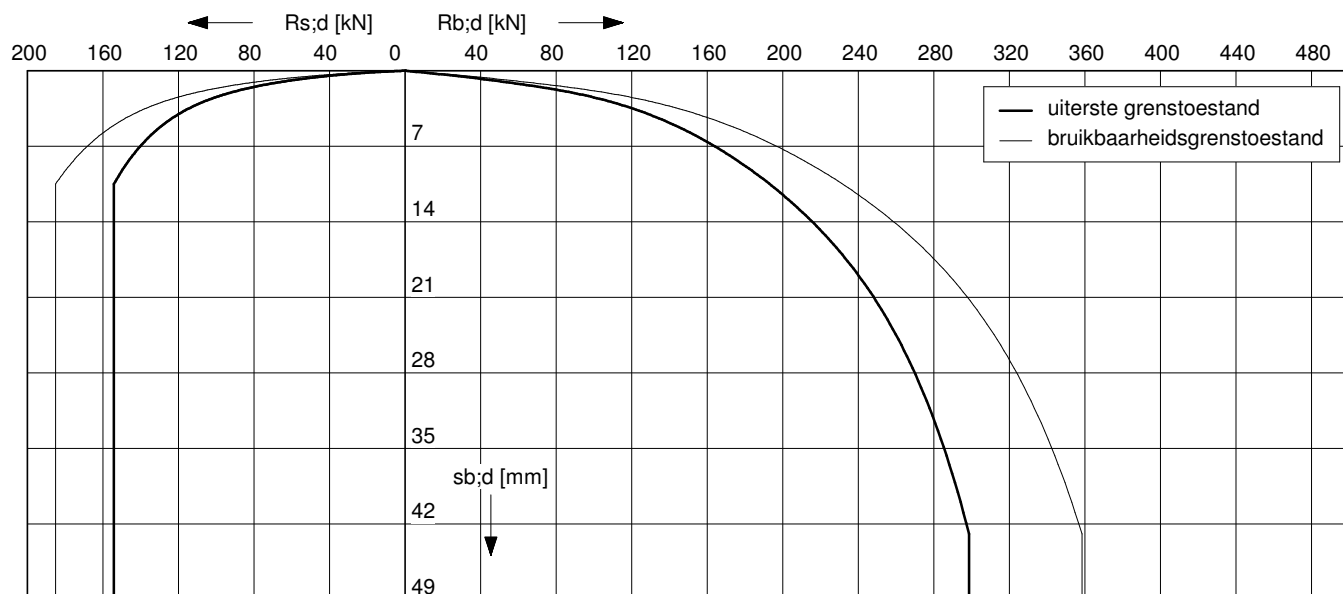
Paaltype : Stalen buispaal

Sondeergroep : Projectlocatie A

Berekening s_2 gebaseerd op sondering DKM001

Paalafmeting : 0,406/0,416 m

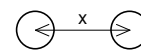
Paalpuntniveau : 7,50 m tov NAP

**Uiterste grenstoestand**

$F_{c;d}$ [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]
726	42,9	2,6	45,4	4,5	49,9	10
653	42,9	2,3	45,2	4,0	49,2	14
581	42,9	2,1	45,0	3,6	48,5	22
508	42,9	1,8	44,7	3,1	47,8	31
436	32,7	1,6	34,2	2,7	36,9	40
363	12,9	1,3	14,2	2,2	16,5	51
290	6,0	1,0	7,1	1,8	8,9	61
218	2,9	0,8	3,7	1,3	5,0	71
145	1,4	0,5	1,9	0,9	2,8	80
73	0,5	0,3	0,8	0,4	1,2	93

Configuratie paalgroepvoor bepaling s_2

2-paalspoer



hoh-afstand x : 3D

Bruikbaarheidsgrenstoestand

$F_{c;rep}$ [kN]	S_b [mm]	S_{el} [mm]	S_1 [mm]	S_2 [mm]	S [mm]	$k_{v;rep}$ paal vrijstaand [kN/mm]
558	42,9	1,7	44,6	3,4	48,0	13
503	25,9	1,5	27,5	3,1	30,6	18
447	14,2	1,3	15,5	2,8	18,3	29
391	8,5	1,2	9,7	2,4	12,1	40
335	5,4	1,0	6,4	2,1	8,5	52
279	3,4	0,8	4,2	1,7	5,9	66
223	2,1	0,7	2,8	1,4	4,2	80
168	1,3	0,5	1,8	1,0	2,9	92
112	0,7	0,3	1,1	0,7	1,8	105
56	0,3	0,2	0,5	0,3	0,8	121

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 boveinde 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)**

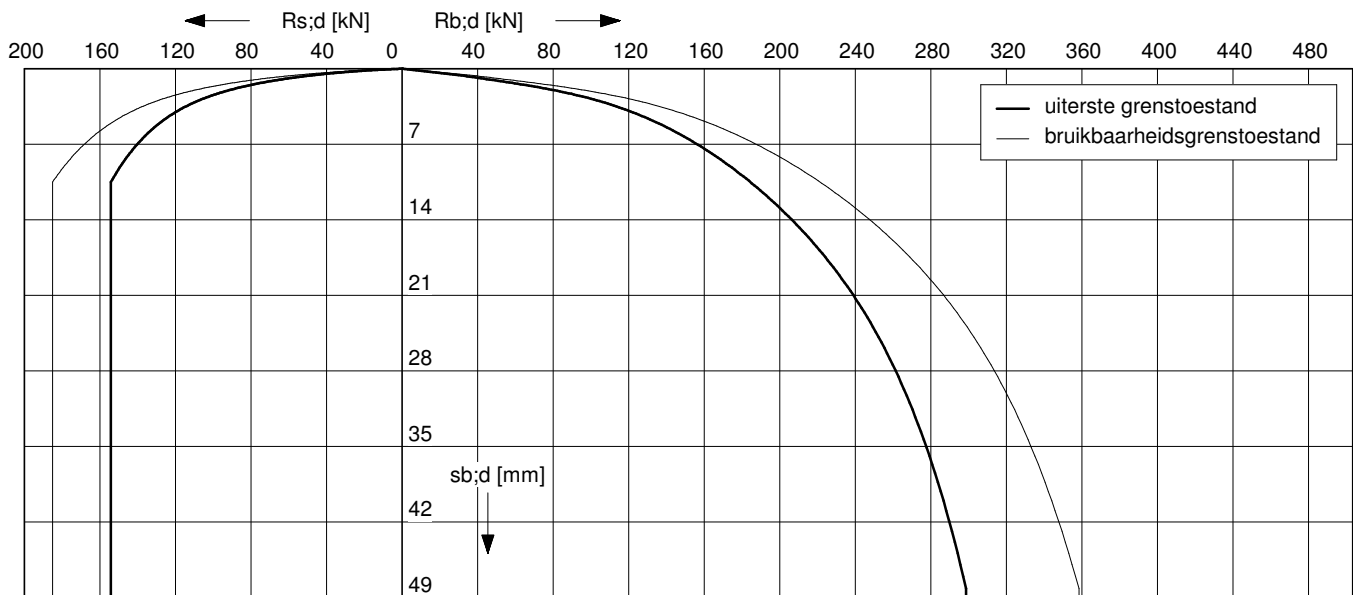
Paaltype : Stalen buispaal

Sondeergroep : Projectlocatie A

Berekening s_2 gebaseerd op sondering DKM001

Paalafmeting : 0,457/0,467 m

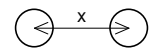
Paalpuntniveau : 7,50 m tov NAP

**Uiterste grenstoestand**

$F_{c;d}$ [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]
834	48,1	2,3	50,4	3,7	54,2	10
751	48,1	2,1	50,2	3,4	53,6	9
667	48,1	1,9	50,0	3,0	53,0	12
584	48,1	1,7	49,8	2,6	52,4	20
500	48,1	1,4	49,6	2,2	51,8	31
417	28,0	1,2	29,2	1,9	31,0	42
334	9,8	0,9	10,8	1,5	12,3	55
250	4,3	0,7	5,0	1,1	6,2	67
167	1,9	0,5	2,3	0,7	3,1	79
83	0,7	0,2	0,9	0,4	1,3	94

Configuratie paalgroepvoor bepaling s_2

2-paalspoer

hoh-afstand x : 3D**Bruikbaarheidsgrenstoestand**

$F_{c;rep}$ [kN]	S_b [mm]	S_{el} [mm]	S_1 [mm]	S_2 [mm]	S [mm]	$k_{v;rep}$ paal vrijstaand [kN/mm]
642	48,1	1,5	49,7	2,9	52,5	13
577	48,1	1,4	49,5	2,6	52,1	12
513	32,9	1,2	34,2	2,3	36,5	15
449	16,5	1,1	17,6	2,0	19,6	26
385	8,8	0,9	9,7	1,7	11,4	40
321	5,1	0,8	5,9	1,4	7,3	55
257	3,0	0,6	3,6	1,2	4,8	71
192	1,8	0,4	2,2	0,9	3,1	87
128	1,0	0,3	1,2	0,6	1,8	103
64	0,4	0,1	0,5	0,3	0,8	122

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 boveinde 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)**

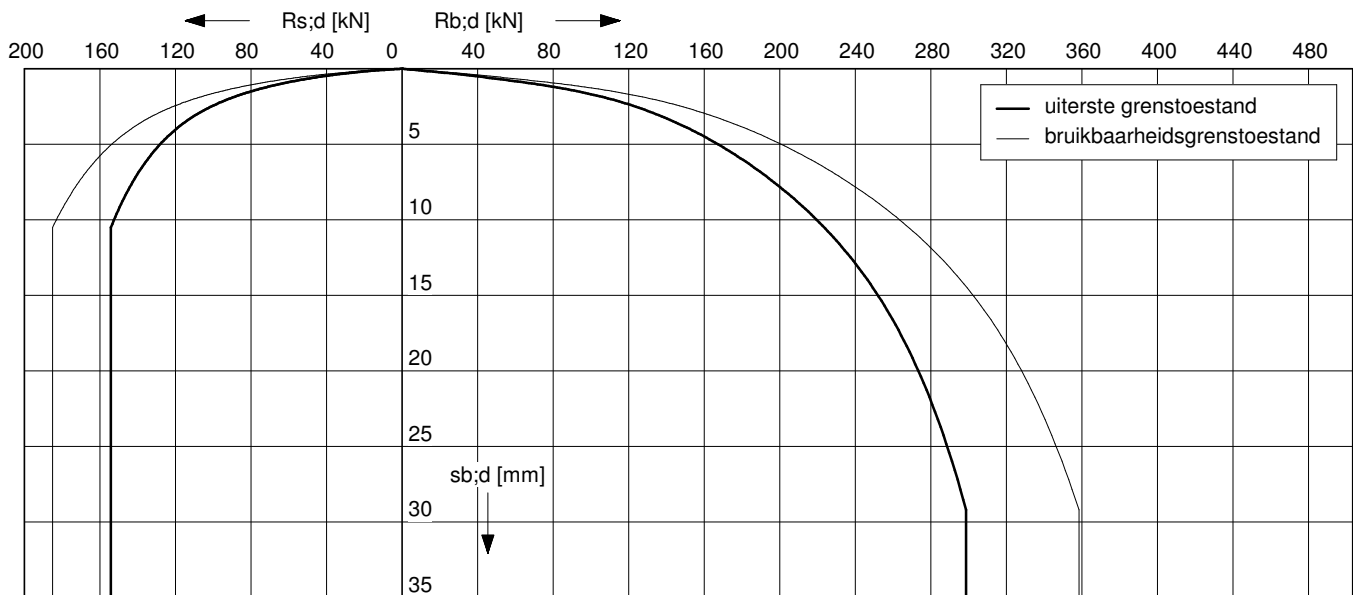
Paaltype : Stalen buispaal

Sondeergroep : Projectlocatie A

Berekening s_2 gebaseerd op sondering DKM003

Paalafmeting : 0,273/0,283 m

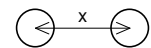
Paalpuntniveau : 7,00 m tov NAP

**Uiterste grenstoestand**

$F_{c;d}$ [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]
452	28,5	3,7	32,2	3,1	35,3	38
407	14,8	3,3	18,1	2,8	20,9	43
362	9,0	2,9	11,9	2,5	14,3	48
316	6,0	2,5	8,6	2,1	10,7	52
271	3,9	2,2	6,1	1,8	7,9	56
226	2,5	1,8	4,3	1,5	5,8	59
181	1,6	1,4	3,0	1,2	4,3	62
136	1,0	1,1	2,1	0,9	3,0	65
90	0,6	0,7	1,3	0,6	1,9	70
45	0,3	0,4	0,6	0,3	0,9	72

Configuratie paalgroepvoor bepaling s_2

2-paalspoer



hoh-afstand x : 3D

Bruikbaarheidsgrenstoestand

$F_{c;rep}$ [kN]	S_b [mm]	S_{el} [mm]	S_1 [mm]	S_2 [mm]	S [mm]	$k_{v;rep}$ paal vrijstaand [kN/mm]
348	4,7	2,3	7,0	2,4	9,4	50
313	3,5	2,1	5,6	2,1	7,7	56
278	2,7	1,8	4,5	1,9	6,4	62
243	2,0	1,6	3,6	1,7	5,3	67
209	1,5	1,4	2,9	1,4	4,3	73
174	1,1	1,1	2,3	1,2	3,4	77
139	0,8	0,9	1,7	0,9	2,7	81
104	0,6	0,7	1,2	0,7	1,9	85
70	0,3	0,4	0,8	0,5	1,2	91
35	0,2	0,2	0,4	0,2	0,6	94

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 boveinde 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)**

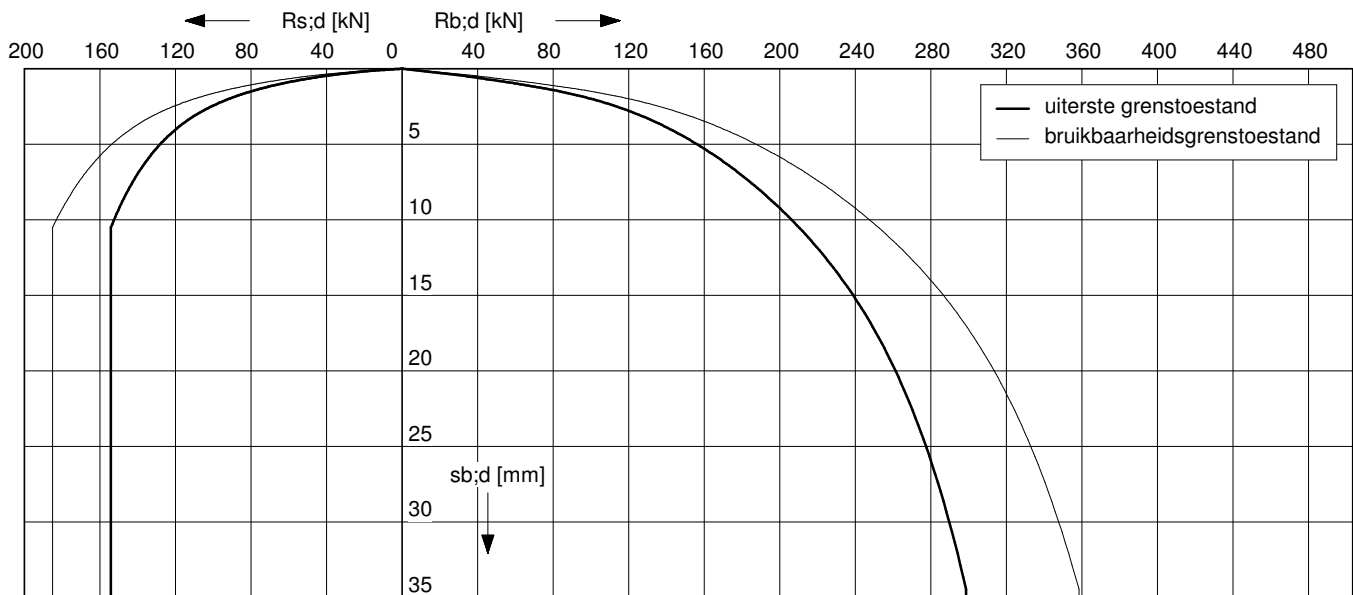
Paaltype : Stalen buispaal

Sondeergroep : Projectlocatie A

Berekening s_2 gebaseerd op sondering DKM003

Paalafmeting : 0,324/0,334 m

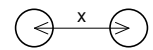
Paalpuntniveau : 7,00 m tov NAP

**Uiterste grenstoestand**

$F_{c;d}$ [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]
559	34,4	3,1	37,6	3,2	40,7	28
503	34,4	2,9	37,3	2,9	40,2	33
447	31,4	2,6	34,0	2,5	36,5	40
391	14,5	2,2	16,7	2,2	18,9	47
335	8,0	1,9	9,9	1,9	11,8	54
280	4,7	1,6	6,3	1,6	7,9	61
224	2,7	1,3	4,0	1,3	5,2	66
168	1,6	0,9	2,5	1,0	3,5	71
112	0,8	0,6	1,5	0,6	2,1	78
56	0,3	0,3	0,6	0,3	1,0	84

Configuratie paalgroepvoor bepaling s_2

2-paalspoer

hoh-afstand x : 3D**Bruikbaarheidsgrenstoestand**

$F_{c;rep}$ [kN]	S_b [mm]	S_{el} [mm]	S_1 [mm]	S_2 [mm]	S [mm]	$k_{v;rep}$ paal vrijstaand [kN/mm]
430	9,8	2,0	11,8	2,4	14,3	36
387	7,1	1,8	9,0	2,2	11,2	43
344	5,1	1,6	6,7	2,0	8,6	52
301	3,5	1,4	5,0	1,7	6,7	61
258	2,5	1,2	3,7	1,5	5,1	70
215	1,7	1,0	2,7	1,2	3,9	79
172	1,2	0,8	2,0	1,0	3,0	86
129	0,8	0,6	1,4	0,7	2,1	93
86	0,5	0,4	0,9	0,5	1,3	101
43	0,2	0,2	0,4	0,2	0,6	109

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 boveinde 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)**

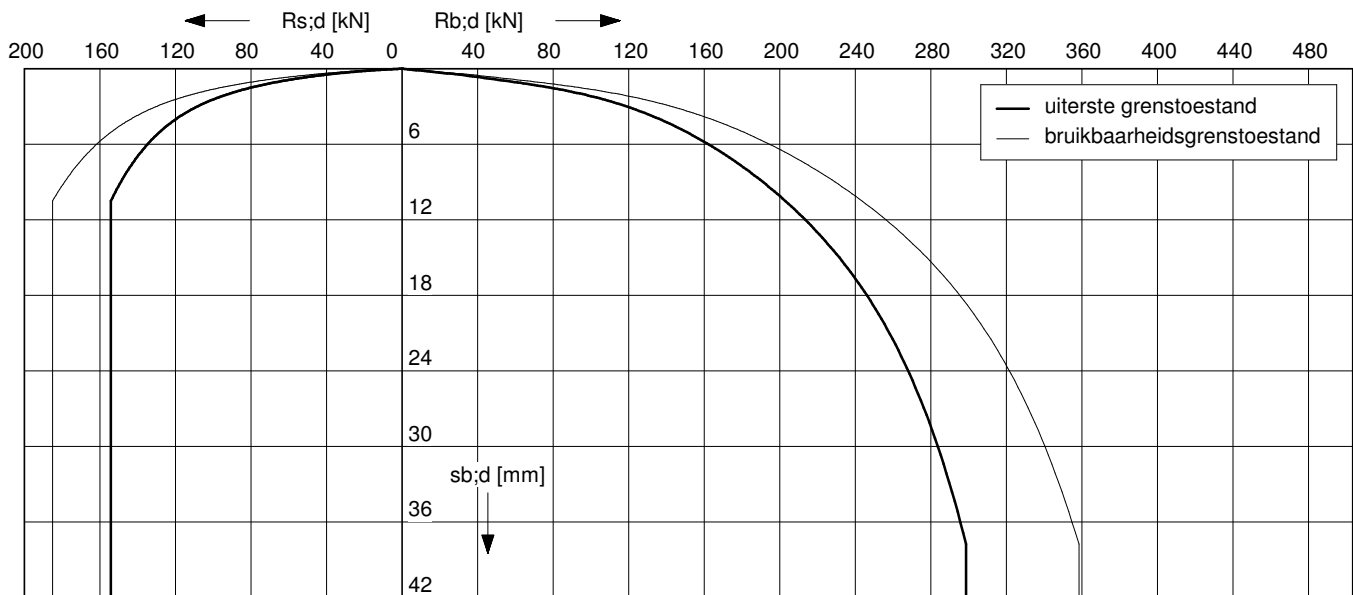
Paaltype : Stalen buispaal

Sondeergroep : Projectlocatie A

Berekening s_2 gebaseerd op sondering DKM003

Paalafmeting : 0,356/0,366 m

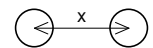
Paalpuntniveau : 7,00 m tov NAP

**Uiterste grenstoestand**

$F_{c;d}$ [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]
626	37,7	2,9	40,6	3,3	43,9	19
563	37,7	2,6	40,3	3,0	43,3	26
501	37,7	2,4	40,1	2,7	42,7	33
438	30,0	2,1	32,1	2,3	34,4	41
376	13,2	1,8	15,0	2,0	16,9	50
313	6,9	1,5	8,4	1,7	10,0	58
250	3,8	1,2	4,9	1,3	6,3	65
188	2,0	0,9	2,8	1,0	3,8	72
125	1,1	0,6	1,6	0,7	2,3	80
63	0,4	0,3	0,7	0,3	1,0	86

Configuratie paalgroepvoor bepaling s_2

2-paalspoer

hoh-afstand $x : 3D$ **Bruikbaarheidsgrenstoestand**

$F_{c;rep}$ [kN]	S_b [mm]	S_{el} [mm]	S_1 [mm]	S_2 [mm]	S [mm]	$k_{v;rep}$ paal vrijstaand [kN/mm]
482	18,1	1,9	20,0	2,6	22,5	24
433	10,9	1,7	12,6	2,3	14,9	34
385	7,5	1,5	9,0	2,0	11,0	43
337	5,0	1,3	6,4	1,8	8,1	53
289	3,4	1,1	4,5	1,5	6,0	65
241	2,2	0,9	3,2	1,3	4,4	76
193	1,5	0,7	2,3	1,0	3,3	85
144	1,0	0,5	1,5	0,8	2,3	94
96	0,6	0,4	0,9	0,5	1,4	104
48	0,3	0,2	0,4	0,3	0,7	112

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 bovineinde 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)**

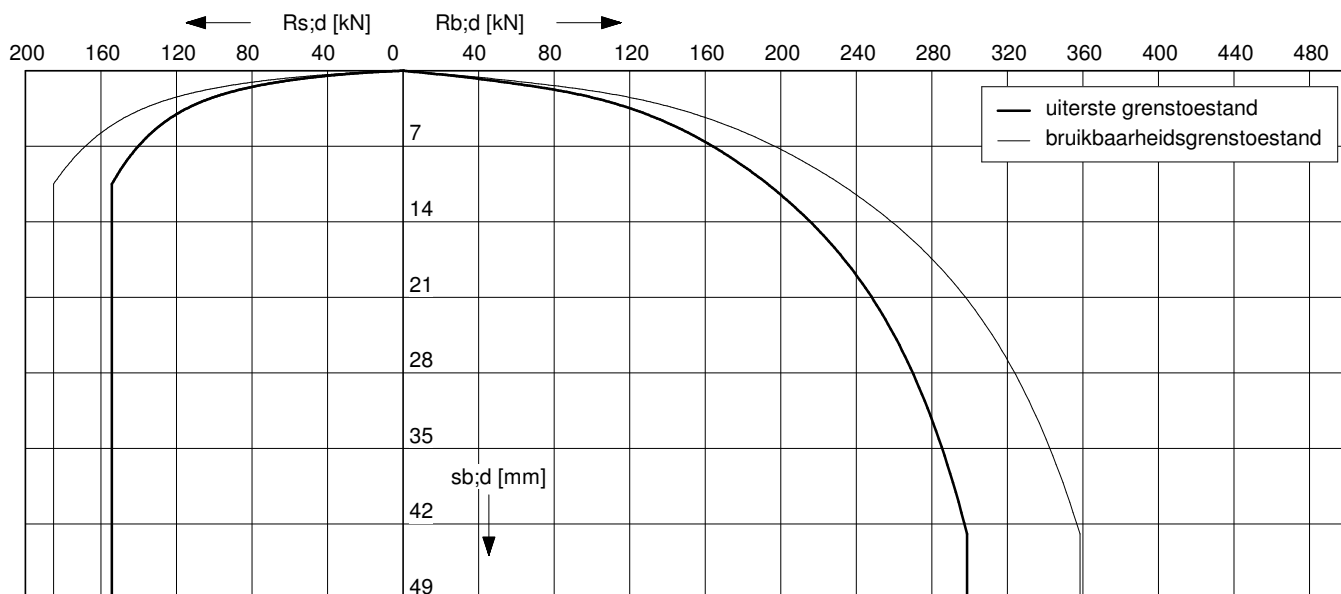
Paaltype : Stalen buispaal

Sondeergroep : Projectlocatie A

Berekening s_2 gebaseerd op sondering DKM003

Paalafmeting : 0,406/0,416 m

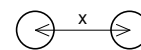
Paalpuntniveau : 7,00 m tov NAP

**Uiterste grenstoestand**

$F_{c;d}$ [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]
726	42,9	2,5	45,4	3,2	48,6	10
653	42,9	2,3	45,2	2,9	48,1	14
581	42,9	2,1	44,9	2,6	47,5	22
508	42,9	1,8	44,7	2,3	47,0	31
436	32,7	1,6	34,3	1,9	36,2	40
363	12,9	1,3	14,2	1,6	15,8	51
290	6,0	1,0	7,1	1,3	8,4	61
218	2,9	0,8	3,7	1,0	4,6	71
145	1,4	0,5	1,9	0,6	2,6	81
73	0,5	0,3	0,8	0,3	1,1	94

Configuratie paalgroepvoor bepaling s_2

2-paalspoer



hoh-afstand x : 3D

Bruikbaarheidsgrenstoestand

$F_{c;rep}$ [kN]	S_b [mm]	S_{el} [mm]	S_1 [mm]	S_2 [mm]	S [mm]	$k_{v;rep}$ paal vrijstaand [kN/mm]
558	42,9	1,7	44,6	2,5	47,1	13
503	25,9	1,5	27,5	2,2	29,7	18
447	14,2	1,3	15,5	2,0	17,5	29
391	8,5	1,2	9,7	1,7	11,4	40
335	5,4	1,0	6,4	1,5	7,9	52
279	3,4	0,8	4,2	1,2	5,4	67
223	2,1	0,7	2,8	1,0	3,8	80
168	1,3	0,5	1,8	0,7	2,6	92
112	0,7	0,3	1,1	0,5	1,6	105
56	0,3	0,2	0,5	0,2	0,7	122

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 boveinde 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)**

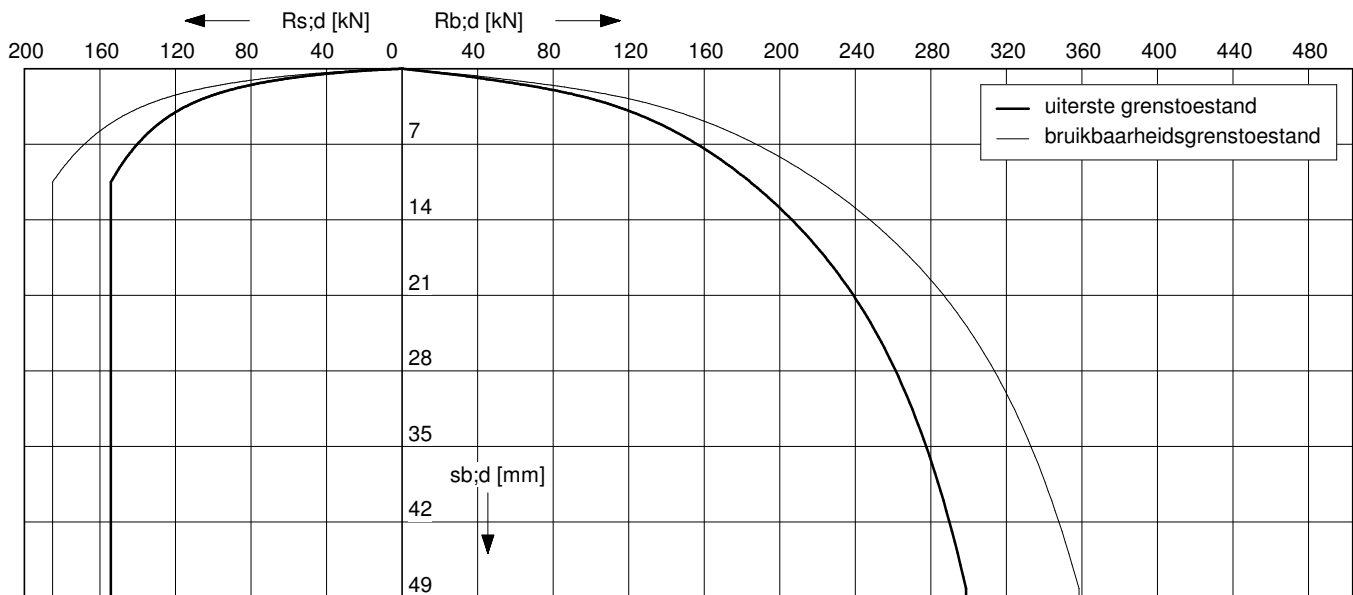
Paaltype : Stalen buispaal

Sondeergroep : Projectlocatie A

Berekening s_2 gebaseerd op sondering DKM003

Paalafmeting : 0,457/0,467 m

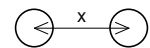
Paalpuntniveau : 7,00 m tov NAP

**Uiterste grenstoestand**

$F_{c;d}$ [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]
834	48,1	2,2	50,4	3,3	53,6	10
751	48,1	2,0	50,2	2,9	53,1	9
667	48,1	1,8	50,0	2,6	52,6	12
584	48,1	1,6	49,8	2,3	52,1	20
500	48,1	1,4	49,6	2,0	51,5	31
417	28,0	1,2	29,2	1,6	30,8	42
334	9,8	0,9	10,8	1,3	12,1	55
250	4,3	0,7	5,0	1,0	6,0	67
167	1,9	0,5	2,3	0,7	3,0	80
83	0,7	0,2	0,9	0,3	1,2	94

Configuratie paalgroepvoor bepaling s_2

2-paalspoer

hoh-afstand x : 3D**Bruikbaarheidsgrenstoestand**

$F_{c;rep}$ [kN]	S_b [mm]	S_{el} [mm]	S_1 [mm]	S_2 [mm]	S [mm]	$k_{v;rep}$ paal vrijstaand [kN/mm]
642	48,1	1,5	49,7	2,5	52,2	13
577	48,1	1,4	49,5	2,3	51,8	12
513	32,9	1,2	34,2	2,0	36,2	15
449	16,5	1,1	17,6	1,8	19,3	26
385	8,8	0,9	9,7	1,5	11,2	40
321	5,1	0,7	5,8	1,3	7,1	55
257	3,0	0,6	3,6	1,0	4,6	71
192	1,8	0,4	2,2	0,8	3,0	87
128	1,0	0,3	1,2	0,5	1,7	103
64	0,4	0,1	0,5	0,3	0,8	123

Toelichting

Paalbelasting	:	F_c	[par. 7.7.1]
Rekenwaarde negatieve kleeft	:	$F_{nk;d}$	[par. 7.3.2.2]
Netto paalbelasting	:	$F_{c;netto} = F_c - F_{nk}$	[par. 7.3.2.2]
Rekenwaarde zakking bovineinde 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 DKM001 Berekening volgens Eurocode 7-1 (NEN 9997 - 1 + C2 : 2017)

Paaltype : Stalen buispaal
Paalpuntniveau : 7,5 meter tov NAP

paalafmeting : 0,273/0,283 m

Correctie conusweerstand bij ontgraving

Geen ontgraving, geen correctie van de conusweerstand.

Berekening maximum puntweerstand

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

Paalklassefactor : $\alpha_p = 0,7$ (f)
 Paalvoetvormfactor : $\beta = 0,9$ (g)
 Paalvoetdwarsdoorsnedefactor : $s = 1,0$ (h)

$$q_{b,max} = 7,4 \text{ MPa}$$

Berekening maximum schachtwrijving

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

Startdiepte schachtwrijving : 10 m tov NAP
 paalklassefactor : $\alpha_s = 0,01$ [tabel 7.d]
 O_p : omtrek dwarsdoorsnede paalschacht
 ΔL : traject schachtwrijving

diepte [m tov NAP]	$q_{c;z;a}$ [MPa]	O_p [m]	ΔL [m]	$R_{s;cal}$ [kN]	$\Sigma R_{s;cal}$ [kN]
9,50	8,8	0,86	0,5	38	38
9,00	11,3	0,86	0,5	48	86
8,50	12,0	0,86	0,5	51	138
8,00	11,3	0,86	0,5	49	186
7,50	12,7	0,86	0,5	54	240

Berekening maximum draagkracht

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

$$\text{Oppervlakte paalpunt} : A_b = 0,0629 \text{ m}^2$$

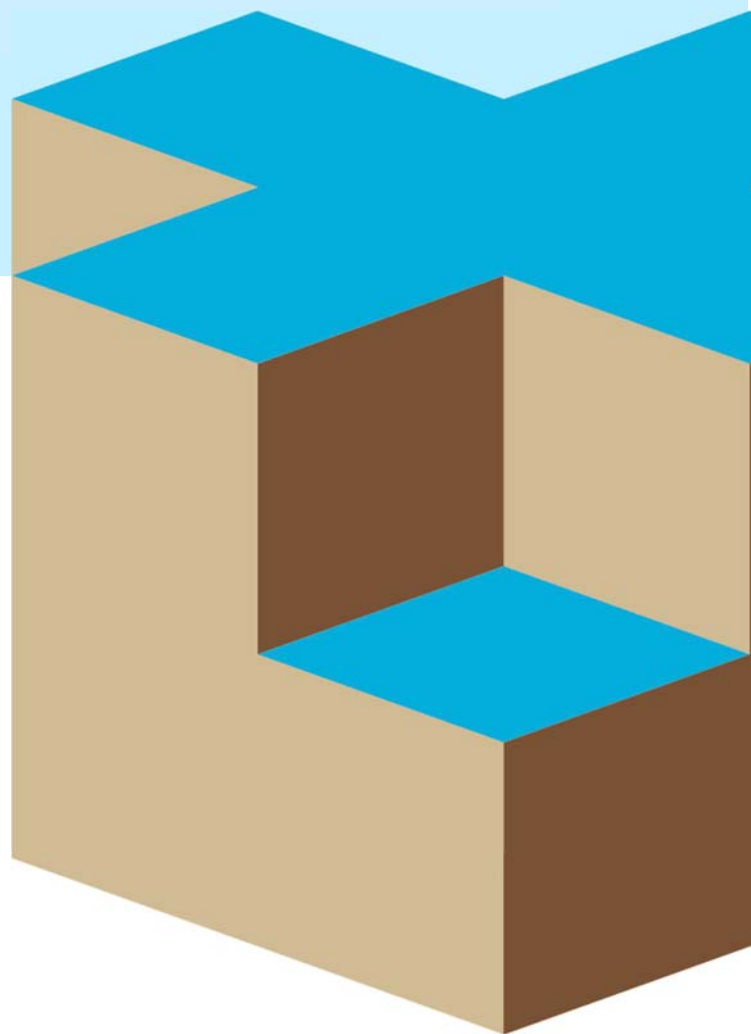
$$R_{c;cal} = 465 + 240 = 706 \text{ kN}$$

Berekening negatieve kleef

Geen negatieve kleef berekend

BIJLAGE G2.2

Berekening fundering- schroefinjectiepalen



**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]
DKM001	16,76	8,5 tot 6,5
DKM002	16,63	8,0 tot 6,5
DKM003	16,75	8,5 tot 6,5
DKM004	16,75	9,0 tot 7,5
DKM005	16,81	8,5 tot 7,5
DKM006	16,65	9,0 tot 7,5

1) Niveau ten tijde van onderzoek


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

Paalklassefactor punt	: $\alpha_p = 0,35$	Bouwwerk	: niet stijf
Paalvoetvormfactor	: $\beta = 1,0$	Aantal sonderingen	: $N = 1$
Paalvoetdwarsdoorsnedefactor	: $s = 1,0$	ξ -factor	: $\xi_3 = 1,39$; $\xi_4 = 1,39$
Paalklassefactor schacht	: $\alpha_s = 0,008$	Materiaalfactor	: $\gamma_b = \gamma_s = 1,20$
Geen negatieve kleef berekend			

Paalafmeting : 0,250/0,250/0,250 m

Sonderingen	Hoogte m.v. [m tov NAP]	Paalpunt [m tov NAP]	$R_{c;d}$ [kN]	$q_{b;max}$ [MPa]	$R_{b;cal}$ [kN]	$R_{s;cal}$ [kN]
DKM001	16,76	8,50	144	2,9	140	101
		8,00	187	3,6	176	136
		7,50	241	4,6	226	176
		7,00	204	2,4	118	223
		6,50	197	1,2	59	270
DKM002	16,63	8,00	146	3,8	188	56
		7,50	218	5,3	260	103
		7,00	240	5,1	250	150
		6,50	249	4,4	218	198
DKM003	16,75	8,50	260	3,5	170	263
		8,00	261	2,6	126	310
		7,50	345	4,8	236	340
		7,00	349	4,0	196	386
DKM004	16,75	6,50	357	3,3	162	432
		9,00	220	3,4	167	200
		8,50	361	7,4	363	239
		8,00	382	7,2	351	286
DKM005	16,81	7,50	412	7,2	355	333
		8,50	102	2,4	116	54
		8,00	134	2,8	137	87
DKM006	16,65	7,50	202	4,4	214	123
		9,00	277	4,2	208	254
		8,50	257	2,6	128	301
		8,00	258	1,8	88	341
		7,50	263	1,2	59	379

Paalafmeting : 0,300/0,300/0,300 m

Sonderingen	Hoogte m.v. [m tov NAP]	Paalpunt [m tov NAP]	$R_{c;d}$ [kN]	$q_{b;max}$ [MPa]	$R_{b;cal}$ [kN]	$R_{s;cal}$ [kN]
DKM001	16,76	8,50	189	2,7	194	121
		8,00	243	3,4	242	164
		7,50	305	4,2	297	211
		7,00	254	2,2	156	268
		6,50	241	1,1	78	324
DKM002	16,63	8,00	202	3,8	269	68
		7,50	278	4,8	339	124
		7,00	305	4,6	328	181
		6,50	326	4,3	307	237

Toelichting

Maximum puntweerstand	: $q_{b;max} = 0,5 * \alpha_p * \beta * s * (0,5[q_{c;l;gem} + q_{c;ll;gem}] + q_{c;lll;gem})$	[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]


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

Paalklassefactor punt	: $\alpha_p = 0,35$	Bouwwerk	: niet stijf
Paalvoetvormfactor	: $\beta = 1,0$	Aantal sonderingen	: $N = 1$
Paalvoetdwarsdoorsnedefactor	: $s = 1,0$	ξ -factor	: $\xi_3 = 1,39$; $\xi_4 = 1,39$
Paalklassefactor schacht	: $\alpha_s = 0,008$	Materiaalfactor	: $\gamma_b = \gamma_s = 1,20$
Geen negatieve kleef berekend			

Paalafmeting : 0,300/0,300/0,300 m

Sonderingen	Hoogte m.v. [m tov NAP]	Paalpunt [m tov NAP]	$R_{c;d}$ [kN]	$q_{b;max}$ [MPa]	$R_{b;cal}$ [kN]	$R_{s;cal}$ [kN]
DKM003	16,75	8,50	335	3,4	244	315
		8,00	331	2,6	181	372
		7,50	431	4,4	311	408
		7,00	428	3,6	252	463
		6,50	451	3,3	233	519
DKM004	16,75	9,00	286	3,4	237	239
		8,50	472	7,1	501	286
		8,00	499	6,9	490	343
		7,50	536	7,0	496	399
DKM005	16,81	8,50	138	2,3	165	65
		8,00	178	2,7	192	104
		7,50	272	4,3	307	147
DKM006	16,65	9,00	363	4,2	300	305
		8,50	318	2,4	170	362
		8,00	318	1,7	120	410
		7,50	319	1,1	78	455

Paalafmeting : 0,330/0,330/0,330 m

Sonderingen	Hoogte m.v. [m tov NAP]	Paalpunt [m tov NAP]	$R_{c;d}$ [kN]	$q_{b;max}$ [MPa]	$R_{b;cal}$ [kN]	$R_{s;cal}$ [kN]
DKM001	16,76	8,50	218	2,7	230	133
		8,00	280	3,3	286	180
		7,50	344	4,0	342	232
		7,00	284	2,1	180	295
		6,50	270	1,1	94	357
DKM002	16,63	8,00	239	3,8	325	74
		7,50	318	4,6	393	136
		7,00	354	4,6	391	199
		6,50	375	4,3	364	261
DKM003	16,75	8,50	385	3,4	295	347
		8,00	376	2,6	219	409
		7,50	484	4,2	359	449
		7,00	488	3,6	304	509
		6,50	511	3,3	282	571
DKM004	16,75	9,00	325	3,3	279	263
		8,50	543	6,9	590	315
		8,00	571	6,7	575	377
		7,50	618	6,9	591	439

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]



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

Paaltype : **Schroefinjectiepaal**

Paalklassefactor punt	: $\alpha_p = 0,35$	Bouwmerk	: niet stijf
Paalvoetvormfactor	: $\beta = 1,0$	Aantal sonderingen	: $N = 1$
Paalvoetdwarsdoorsnedefactor	: $s = 1,0$	ξ -factor	: $\xi_3 = 1,39$; $\xi_4 = 1,39$
Paalklassefactor schacht	: $\alpha_s = 0,008$	Materiaalfactor	: $\gamma_b = \gamma_s = 1,20$
Geen negatieve kleef berekend			

Paalafmeting : **0,330/0,330/0,330 m**

Sonderingen	Hoogte m.v. [m tov NAP]	Paalpunt [m tov NAP]	$R_{c;d}$ [kN]	$q_{b;max}$ [MPa]	$R_{b;cal}$ [kN]	$R_{s;cal}$ [kN]
DKM005	16,81	8,50	161	2,3	197	72
		8,00	207	2,7	231	115
		7,50	317	4,3	368	162
DKM006	16,65	9,00	419	4,2	363	335
		8,50	356	2,3	197	398
		8,00	352	1,6	137	451
		7,50	356	1,1	94	500

Paalafmeting : **0,350/0,350/0,350 m**

Sonderingen	Hoogte m.v. [m tov NAP]	Paalpunt [m tov NAP]	$R_{c;d}$ [kN]	$q_{b;max}$ [MPa]	$R_{b;cal}$ [kN]	$R_{s;cal}$ [kN]
DKM001	16,76	8,50	238	2,7	256	141
		8,00	305	3,3	318	191
		7,50	373	3,9	375	247
		7,00	308	2,1	202	313
		6,50	290	1,1	106	379
DKM002	16,63	8,00	269	3,8	370	79
		7,50	346	4,5	433	145
		7,00	388	4,5	437	211
		6,50	409	4,2	405	277
DKM003	16,75	8,50	419	3,4	332	368
		8,00	407	2,6	246	434
		7,50	522	4,1	394	476
		7,00	529	3,6	342	540
		6,50	553	3,3	317	605
DKM004	16,75	9,00	353	3,2	309	279
		8,50	587	6,7	645	334
		8,00	622	6,6	638	400
		7,50	674	6,8	659	466
DKM005	16,81	8,50	178	2,3	220	76
		8,00	230	2,7	262	122
		7,50	351	4,3	414	172
DKM006	16,65	9,00	458	4,2	408	356
		8,50	386	2,3	221	422
		8,00	379	1,6	154	478
		7,50	382	1,1	106	531

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]


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

Paalklassefactor punt	: $\alpha_p = 0,35$	Bouwwerk	: niet stijf
Paalvoetvormfactor	: $\beta = 1,0$	Aantal sonderingen	: $N = 1$
Paalvoetdwarsdoorsnedefactor	: $s = 1,0$	ξ -factor	: $\xi_3 = 1,39$; $\xi_4 = 1,39$
Paalklassefactor schacht	: $\alpha_s = 0,008$	Materiaalfactor	: $\gamma_b = \gamma_s = 1,20$
Geen negatieve kleef berekend			

Paalafmeting : 0,370/0,370/0,370 m

Sonderingen	Hoogte m.v. [m tov NAP]	Paalpunt [m tov NAP]	$R_{c;d}$ [kN]	$q_{b;max}$ [MPa]	$R_{b;cal}$ [kN]	$R_{s;cal}$ [kN]
DKM001	16,76	8,50	259	2,6	283	149
		8,00	332	3,3	352	202
		7,50	401	3,8	409	261
		7,00	331	2,1	221	330
		6,50	311	1,1	118	400
DKM002	16,63	8,00	295	3,8	409	83
		7,50	375	4,4	473	153
		7,00	424	4,5	484	223
		6,50	444	4,2	448	292
DKM003	16,75	8,50	455	3,4	371	389
		8,00	440	2,6	275	458
		7,50	560	4,0	430	503
		7,00	571	3,6	382	571
		6,50	596	3,3	354	640
DKM004	16,75	9,00	381	3,2	340	295
		8,50	632	6,5	700	353
		8,00	678	6,6	709	423
		7,50	733	6,8	731	493
DKM005	16,81	8,50	195	2,3	245	81
		8,00	253	2,7	294	129
		7,50	386	4,3	462	181
DKM006	16,65	9,00	496	4,2	452	376
		8,50	416	2,3	247	446
		8,00	409	1,6	176	505
		7,50	410	1,1	123	561

Paalafmeting : 0,400/0,400/0,400 m

Sonderingen	Hoogte m.v. [m tov NAP]	Paalpunt [m tov NAP]	$R_{c;d}$ [kN]	$q_{b;max}$ [MPa]	$R_{b;cal}$ [kN]	$R_{s;cal}$ [kN]
DKM001	16,76	8,50	292	2,6	326	161
		8,00	374	3,2	405	218
		7,50	439	3,6	450	282
		7,00	363	2,0	248	357
		6,50	343	1,1	140	433
DKM002	16,63	8,00	340	3,8	478	90
		7,50	415	4,2	527	165
		7,00	480	4,5	560	241
		6,50	499	4,1	516	316

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]



Rekenwaarde maximum draagkracht in kN per sondering

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

Paaltype : **Schroefinjectiepaal**

Paalklassefactor punt	: $\alpha_p = 0,35$	Bouwwerk	: niet stijf
Paalvoetvormfactor	: $\beta = 1,0$	Aantal sonderingen	: $N = 1$
Paalvoetdwarsdoorsnedefactor	: $s = 1,0$	ξ -factor	: $\xi_3 = 1,39$; $\xi_4 = 1,39$
Paalklassefactor schacht	: $\alpha_s = 0,008$	Materiaalfactor	: $\gamma_b = \gamma_s = 1,20$
Geen negatieve kleef berekend			

Paalafmeting : **0,400/0,400/0,400 m**

Sonderingen	Hoogte m.v. [m tov NAP]	Paalpunt [m tov NAP]	$R_{c;d}$ [kN]	$q_{b;max}$ [MPa]	$R_{b;cal}$ [kN]	$R_{s;cal}$ [kN]
DKM003	16,75	8,50	511	3,4	433	420
		8,00	490	2,6	321	495
		7,50	611	3,8	474	544
		7,00	638	3,6	446	617
		6,50	662	3,3	413	692
DKM004	16,75	9,00	425	3,1	390	319
		8,50	710	6,4	802	382
		8,00	767	6,5	823	457
		7,50	826	6,7	845	532
DKM005	16,81	8,50	222	2,3	284	87
		8,00	288	2,7	341	139
		7,50	441	4,3	540	196
DKM006	16,65	9,00	554	4,1	518	407
		8,50	455	2,2	277	482
		8,00	446	1,6	197	546
		7,50	447	1,1	139	606

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)**

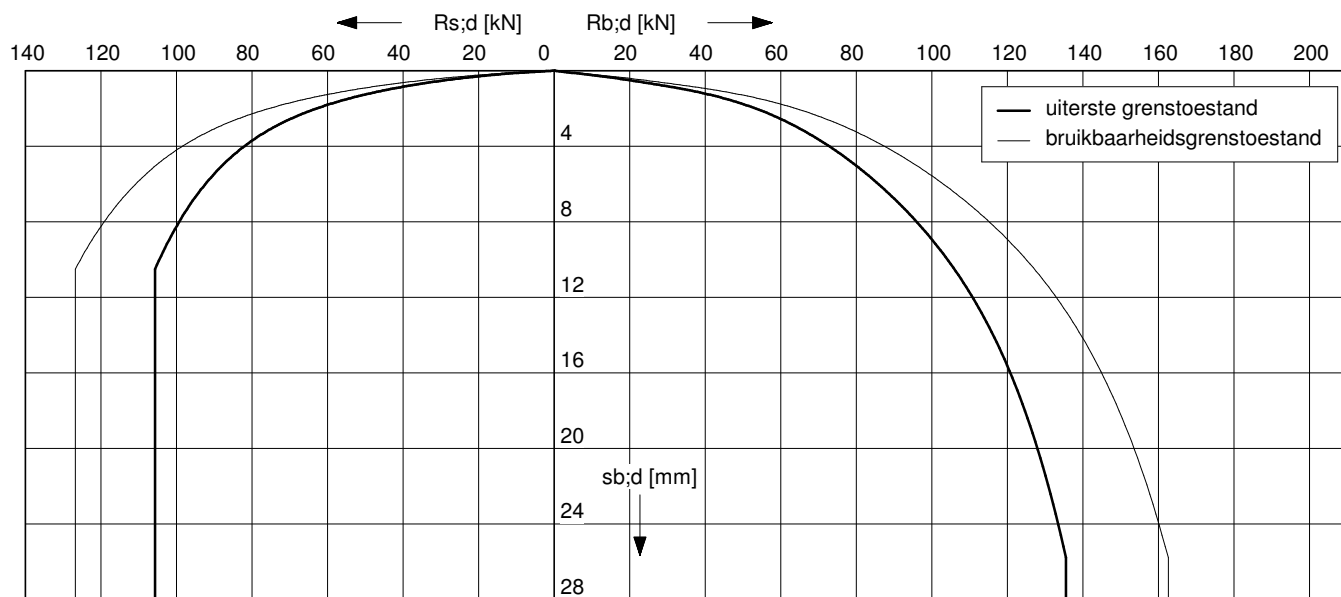
Paaltype : Schroefinjectiepaal

Sonderingen: DKM001

Berekening s_2 gebaseerd op sondering DKM001

Paalafmeting : 0,250/0,250/0,250 m

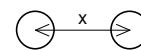
Paalpuntniveau : 7,50 m tov NAP

**Uiterste grenstoestand**

$F_{c;d}$ [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]
241	24,6	2,3	26,9	3,6	30,5	27
217	11,9	2,1	13,9	3,3	17,2	30
193	7,5	1,8	9,3	2,9	12,2	34
169	5,0	1,6	6,6	2,6	9,1	37
145	3,3	1,4	4,6	2,2	6,8	40
120	2,1	1,1	3,3	1,8	5,1	42
96	1,4	0,9	2,3	1,5	3,7	45
72	0,9	0,7	1,6	1,1	2,6	48
48	0,5	0,4	0,9	0,7	1,7	50
24	0,2	0,2	0,4	0,4	0,8	52

Configuratie paalgroepvoor bepaling s_2

2-paalspoer



hoh-afstand x : 3D

Bruikbaarheidsgrenstoestand

$F_{c;rep}$ [kN]	s_b [mm]	s_{el} [mm]	s_1 [mm]	s_2 [mm]	s [mm]	$k_{v;rep}$ paal vrijstaand [kN/mm]
185	3,9	1,4	5,4	2,8	8,2	35
167	3,0	1,3	4,3	2,5	6,8	39
148	2,2	1,2	3,4	2,2	5,6	44
130	1,7	1,0	2,7	2,0	4,7	48
111	1,3	0,9	2,2	1,7	3,8	52
93	1,0	0,7	1,7	1,4	3,1	55
74	0,7	0,6	1,3	1,1	2,4	58
56	0,5	0,4	0,9	0,8	1,7	62
37	0,3	0,3	0,6	0,6	1,1	66
19	0,1	0,1	0,3	0,3	0,6	68

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 boveinde 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)**

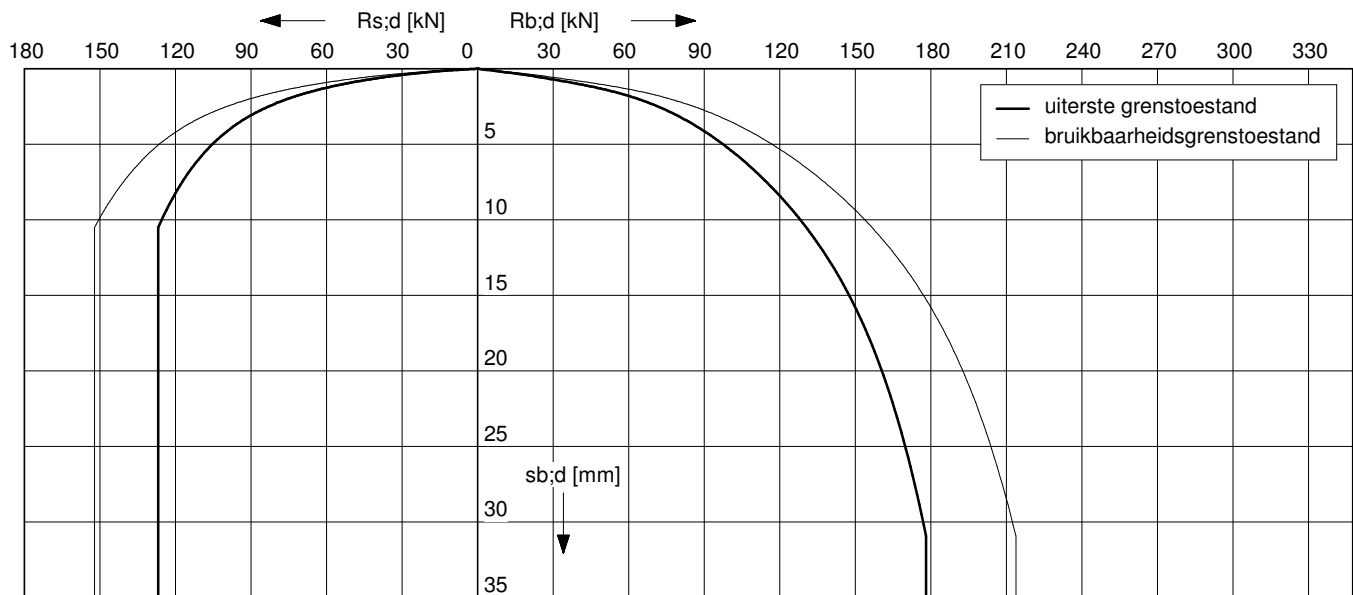
Paaltype : Schroefinjectiepaal

Sonderingen: DKM001

Berekening s_2 gebaseerd op sondering DKM001

Paalafmeting : 0,300/0,300/0,300 m

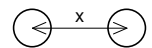
Paalpuntniveau : 7,50 m tov NAP

**Uiterste grenstoestand**

$F_{c;d}$ [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]
305	30,2	2,0	32,2	3,9	36,1	32
274	14,8	1,8	16,6	3,5	20,1	36
244	8,6	1,6	10,2	3,1	13,3	40
213	5,8	1,4	7,2	2,7	9,9	45
183	3,7	1,2	4,9	2,3	7,2	49
152	2,4	1,0	3,4	2,0	5,3	53
122	1,6	0,8	2,3	1,6	3,9	56
91	1,0	0,6	1,6	1,2	2,7	60
61	0,5	0,4	0,9	0,8	1,7	64
30	0,2	0,2	0,4	0,4	0,8	68

Configuratie paalgroepvoor bepaling s_2

2-paalspoer



hoh-afstand x : 3D

Bruikbaarheidsgrenstoestand

$F_{c;rep}$ [kN]	S_b [mm]	S_{el} [mm]	S_1 [mm]	S_2 [mm]	S [mm]	$k_{v;rep}$ paal vrijstaand [kN/mm]
234	4,4	1,3	5,7	3,0	8,7	41
211	3,3	1,1	4,5	2,7	7,2	47
187	2,6	1,0	3,6	2,4	6,0	52
164	1,9	0,9	2,8	2,1	4,9	58
141	1,4	0,8	2,2	1,8	4,0	64
117	1,1	0,6	1,7	1,5	3,2	69
94	0,8	0,5	1,3	1,2	2,5	73
70	0,5	0,4	0,9	0,9	1,8	78
47	0,3	0,2	0,6	0,6	1,2	84
23	0,1	0,1	0,3	0,3	0,6	89

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 boveinde 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)**

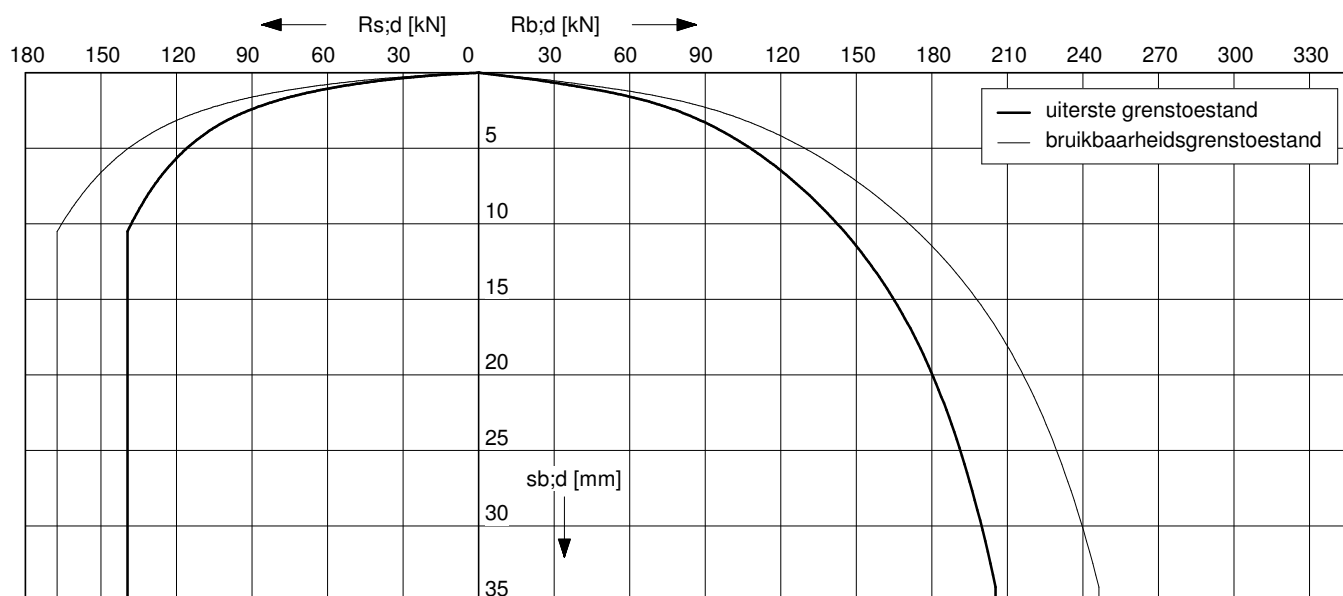
Paaltype : Schroefinjectiepaal

Sonderingen: DKM001

Berekening s_2 gebaseerd op sondering DKM001

Paalafmeting : 0,330/0,330/0,330 m

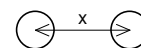
Paalpuntniveau : 7,50 m tov NAP

**Uiterste grenstoestand**

$F_{c;d}$ [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]
344	33,2	1,9	35,1	4,2	39,3	34
310	16,6	1,7	18,3	3,8	22,0	39
276	9,3	1,5	10,8	3,3	14,1	45
241	6,2	1,3	7,5	2,9	10,4	50
207	4,0	1,1	5,1	2,5	7,6	54
172	2,6	0,9	3,5	2,1	5,6	59
138	1,6	0,7	2,4	1,7	4,0	63
103	1,0	0,6	1,6	1,3	2,8	68
69	0,6	0,4	0,9	0,8	1,8	72
34	0,2	0,2	0,4	0,4	0,8	80

Configuratie paalgroepvoor bepaling s_2

2-paalspoer



hoh-afstand x : 3D

Bruikbaarheidsgrenstoestand

$F_{c;rep}$ [kN]	S_b [mm]	S_{el} [mm]	S_1 [mm]	S_2 [mm]	S [mm]	$k_{v;rep}$ paal vrijstaand [kN/mm]
265	4,8	1,2	6,0	3,2	9,2	44
238	3,6	1,1	4,7	2,9	7,6	51
212	2,7	0,9	3,6	2,6	6,2	59
185	2,0	0,8	2,9	2,2	5,1	65
159	1,5	0,7	2,2	1,9	4,2	71
132	1,2	0,6	1,7	1,6	3,3	76
106	0,8	0,5	1,3	1,3	2,6	82
79	0,6	0,4	0,9	1,0	1,9	88
53	0,3	0,2	0,6	0,6	1,2	94
26	0,1	0,1	0,3	0,3	0,6	104

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 boveinde 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)**

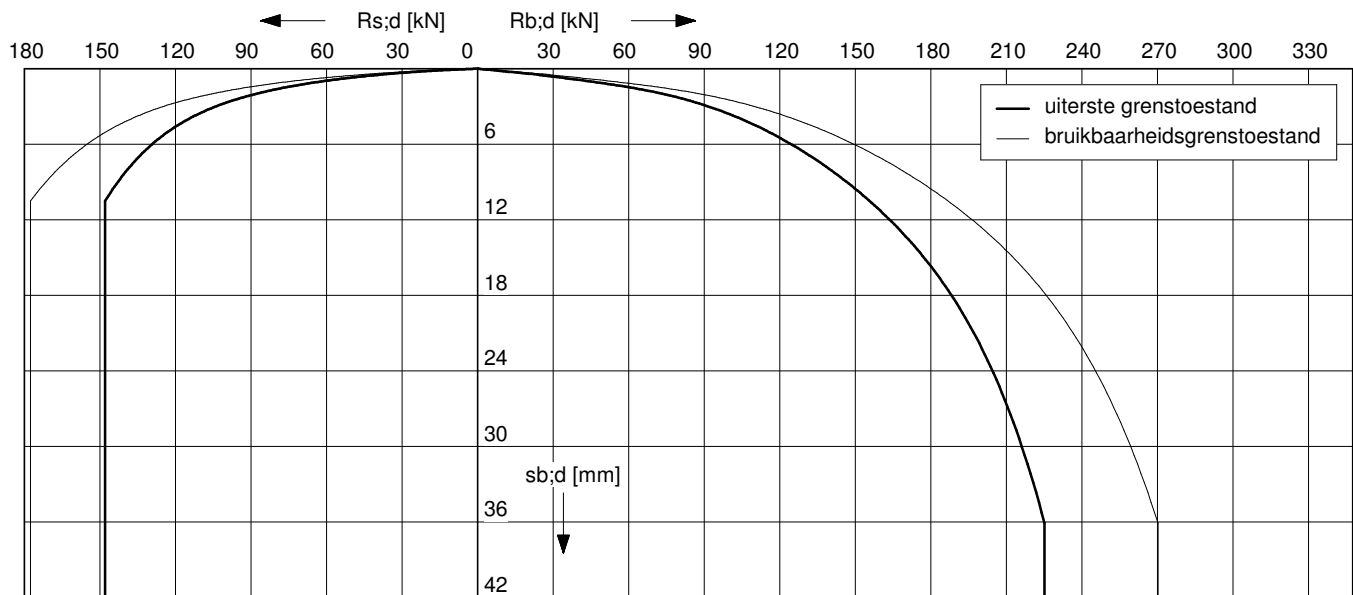
Paaltype : Schroefinjectiepaal

Sonderingen: DKM001

Berekening s_2 gebaseerd op sondering DKM001

Paalafmeting : 0,350/0,350/0,350 m

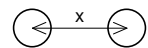
Paalpuntniveau : 7,50 m tov NAP

**Uiterste grenstoestand**

$F_{c;d}$ [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]
373	35,2	1,8	37,1	3,6	40,7	36
335	17,6	1,6	19,2	3,3	22,5	41
298	9,8	1,4	11,3	2,9	14,2	47
261	6,4	1,3	7,7	2,5	10,2	53
224	4,1	1,1	5,2	2,2	7,4	58
186	2,7	0,9	3,6	1,8	5,4	63
149	1,7	0,7	2,4	1,5	3,9	68
112	1,1	0,5	1,6	1,1	2,7	73
75	0,6	0,4	1,0	0,7	1,7	77
37	0,3	0,2	0,4	0,4	0,8	84

Configuratie paalgroepvoor bepaling s_2

2-paalspoer



hoh-afstand x : 3D

Bruikbaarheidsgrenstoestand

$F_{c;rep}$ [kN]	S_b [mm]	S_{el} [mm]	S_1 [mm]	S_2 [mm]	S [mm]	$k_{v;rep}$ paal vrijstaand [kN/mm]
287	4,9	1,1	6,1	2,8	8,9	47
258	3,8	1,0	4,8	2,5	7,3	54
229	2,8	0,9	3,7	2,2	6,0	62
201	2,1	0,8	2,9	2,0	4,9	69
172	1,6	0,7	2,3	1,7	4,0	75
143	1,2	0,6	1,8	1,4	3,2	82
115	0,9	0,5	1,3	1,1	2,4	88
86	0,6	0,3	0,9	0,8	1,7	95
57	0,4	0,2	0,6	0,6	1,1	100
29	0,2	0,1	0,3	0,3	0,5	110

Toelichting

Paalbelasting	: F_c	[par. 7.7.1]
Rekenwaarde negatieve kleeft	: $F_{nk;d}$	[par. 7.3.2.2]
Netto paalbelasting	: $F_{c;netto} = F_c - F_{nk}$	[par. 7.3.2.2]
Rekenwaarde zakking bovineinde 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)**

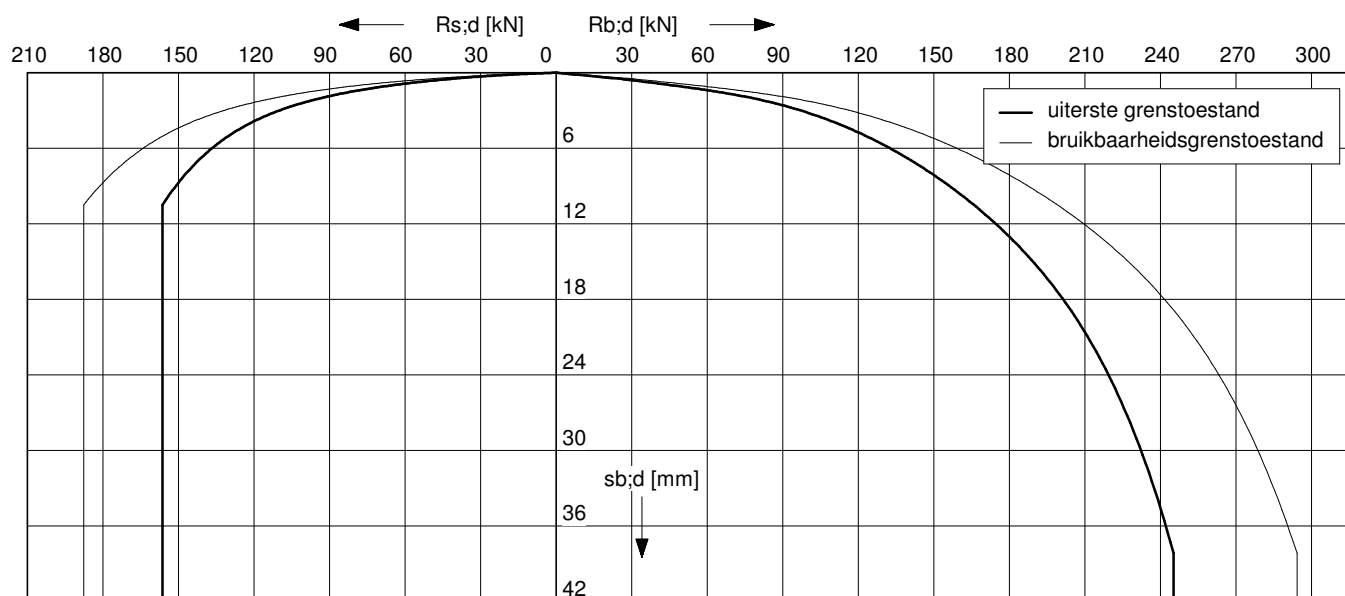
Paaltype : Schroefinjectiepaal

Sonderingen: DKM001

Berekening s_2 gebaseerd op sondering DKM001

Paalafmeting : 0,370/0,370/0,370 m

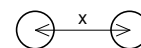
Paalpuntniveau : 7,50 m tov NAP

**Uiterste grenstoestand**

$F_{c;d}$ [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]
401	37,3	1,8	39,0	3,3	42,3	38
361	19,0	1,6	20,5	2,9	23,5	44
321	10,2	1,4	11,6	2,6	14,2	50
281	6,7	1,2	7,9	2,3	10,2	56
241	4,3	1,0	5,4	2,0	7,3	61
201	2,8	0,9	3,6	1,6	5,2	67
160	1,8	0,7	2,5	1,3	3,8	72
120	1,1	0,5	1,6	1,0	2,6	77
80	0,6	0,3	1,0	0,7	1,6	84
40	0,3	0,2	0,4	0,3	0,8	92

Configuratie paalgroepvoor bepaling s_2

2-paalspoer

hoh-afstand x : 3D**Bruikbaarheidsgrenstoestand**

$F_{c;rep}$ [kN]	s_b [mm]	s_{el} [mm]	s_1 [mm]	s_2 [mm]	s [mm]	$k_{v;rep}$ paal vrijstaand [kN/mm]
309	5,2	1,1	6,3	2,5	8,8	49
278	3,9	1,0	4,9	2,3	7,2	57
247	2,9	0,9	3,8	2,0	5,8	65
216	2,2	0,8	3,0	1,8	4,7	72
185	1,7	0,7	2,3	1,5	3,8	80
154	1,2	0,5	1,8	1,3	3,0	87
123	0,9	0,4	1,3	1,0	2,3	93
93	0,6	0,3	0,9	0,8	1,7	100
62	0,4	0,2	0,6	0,5	1,1	109
31	0,2	0,1	0,3	0,3	0,5	120

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 bovineinde 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)**

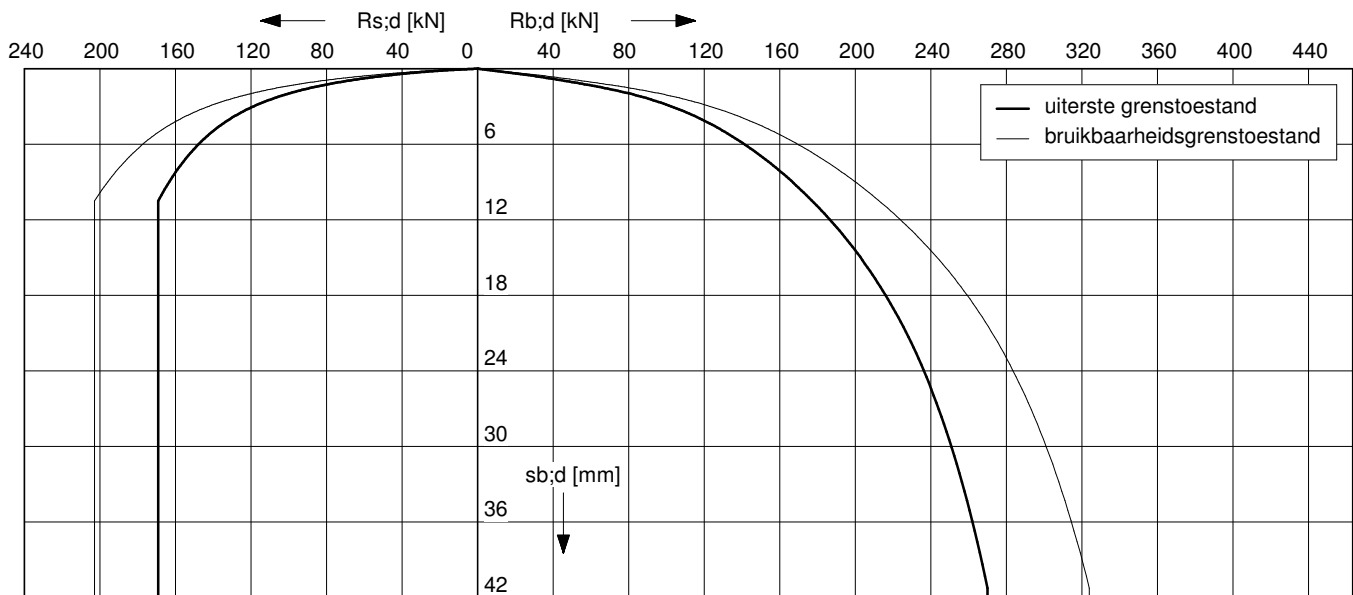
Paaltype : Schroefinjectiepaal

Sonderingen: DKM001

Berekening s_2 gebaseerd op sondering DKM001

Paalafmeting : 0,400/0,400/0,400 m

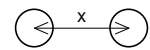
Paalpuntniveau : 7,50 m tov NAP

**Uiterste grenstoestand**

$F_{c;d}$ [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]
439	40,3	1,6	41,9	3,0	44,9	40
395	20,1	1,5	21,6	2,7	24,3	47
351	11,1	1,3	12,4	2,4	14,7	53
307	7,2	1,1	8,3	2,1	10,4	60
263	4,6	1,0	5,5	1,8	7,3	66
219	2,9	0,8	3,7	1,5	5,2	72
175	1,9	0,6	2,5	1,2	3,7	78
132	1,2	0,5	1,7	0,9	2,5	85
88	0,7	0,3	1,0	0,6	1,6	91
44	0,3	0,2	0,4	0,3	0,7	100

Configuratie paalgroepvoor bepaling s_2

2-paalspoer

hoh-afstand $x : 3D$ **Bruikbaarheidsgrenstoestand**

$F_{c;rep}$ [kN]	S_b [mm]	S_{el} [mm]	S_1 [mm]	S_2 [mm]	S [mm]	$k_{v;rep}$ paal vrijstaand [kN/mm]
337	5,5	1,0	6,5	2,3	8,8	52
304	4,1	0,9	5,0	2,1	7,0	61
270	3,1	0,8	3,9	1,8	5,7	69
236	2,3	0,7	3,0	1,6	4,6	78
202	1,7	0,6	2,3	1,4	3,7	86
169	1,3	0,5	1,8	1,1	2,9	94
135	0,9	0,4	1,3	0,9	2,2	101
101	0,6	0,3	0,9	0,7	1,6	111
67	0,4	0,2	0,6	0,5	1,0	118
34	0,2	0,1	0,3	0,2	0,5	130

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 bovineinde 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)**

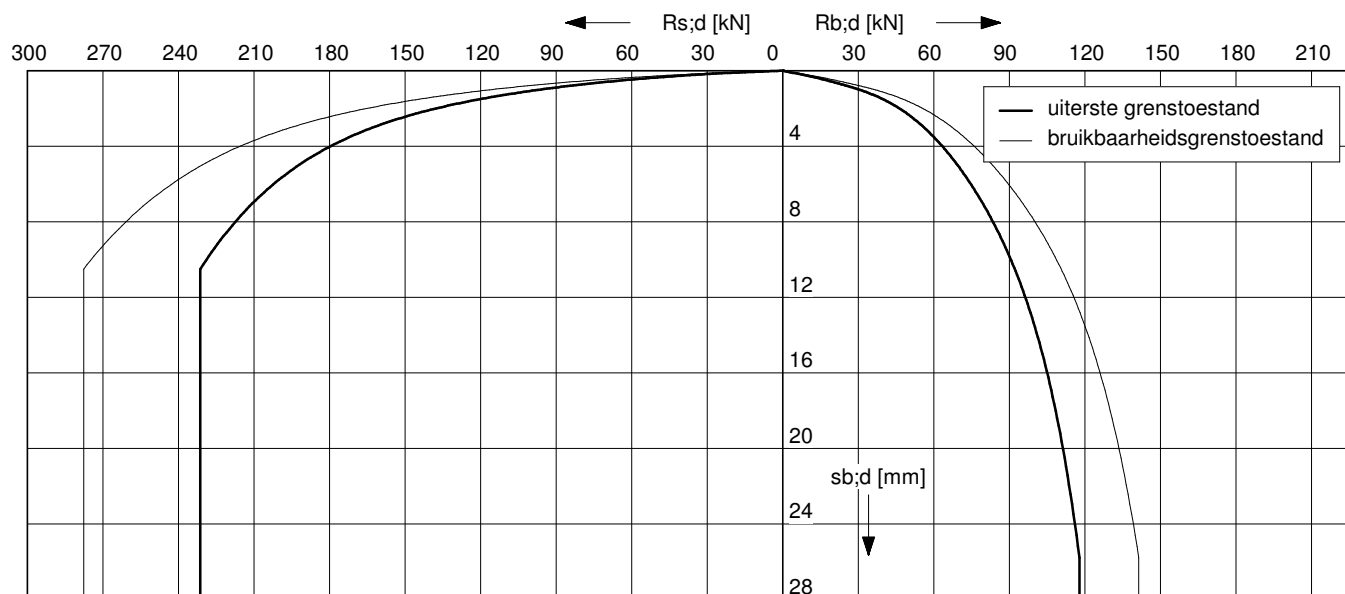
Paaltype : Schroefinjectiepaal

Sonderingen: DKM003

Berekening s_2 gebaseerd op sondering DKM003

Paalafmeting : 0,250/0,250/0,250 m

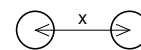
Paalpuntniveau : 7,00 m tov NAP

**Uiterste grenstoestand**

$F_{c;d}$ [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]
349	24,6	3,1	27,7	2,5	30,2	41
314	9,3	2,7	12,1	2,3	14,4	45
279	6,2	2,4	8,6	2,0	10,6	48
244	4,0	2,1	6,2	1,8	7,9	52
209	2,7	1,8	4,5	1,5	6,0	55
174	1,8	1,5	3,3	1,3	4,5	58
140	1,2	1,2	2,4	1,0	3,4	61
105	0,7	0,9	1,6	0,8	2,4	65
70	0,4	0,6	1,0	0,5	1,5	67
35	0,2	0,3	0,5	0,3	0,7	69

Configuratie paalgroepvoor bepaling s_2

2-paalspoer



hoh-afstand x : 3D

Bruikbaarheidsgrenstoestand

$F_{c;rep}$ [kN]	S_b [mm]	S_{el} [mm]	S_1 [mm]	S_2 [mm]	S [mm]	$k_{v;rep}$ paal vrijstaand [kN/mm]
268	3,1	1,9	5,1	1,9	7,0	53
242	2,4	1,7	4,2	1,8	5,9	58
215	1,9	1,5	3,4	1,6	5,0	63
188	1,4	1,3	2,8	1,4	4,1	67
161	1,1	1,2	2,3	1,2	3,4	71
134	0,8	1,0	1,8	1,0	2,8	75
107	0,6	0,8	1,4	0,8	2,1	79
81	0,4	0,6	1,0	0,6	1,5	84
54	0,2	0,4	0,6	0,4	1,0	87
27	0,1	0,2	0,3	0,2	0,5	90

Toelichting

Paalbelasting	:	F_c	[par. 7.7.1]
Rekenwaarde negatieve kleeft	:	$F_{nk;d}$	[par. 7.3.2.2]
Netto paalbelasting	:	$F_{c;netto} = F_c - F_{nk}$	[par. 7.3.2.2]
Rekenwaarde zakking bovineinde 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)**

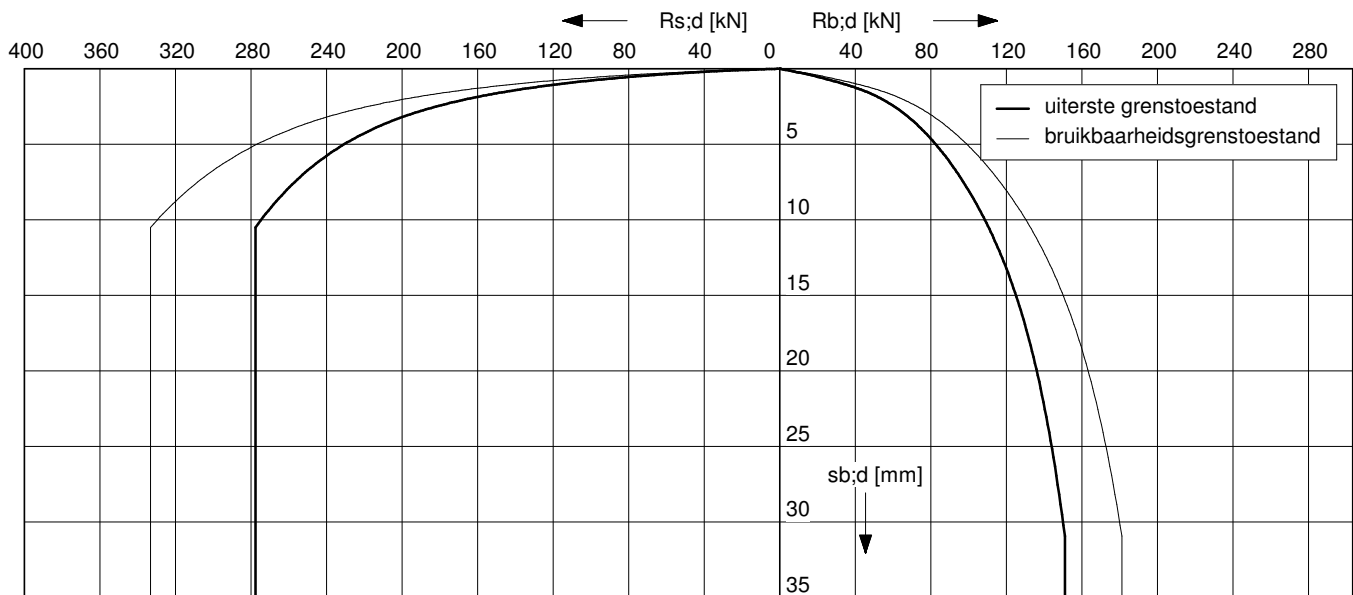
Paaltype : Schroefinjectiepaal

Sonderingen: DKM003

Berekening s_2 gebaseerd op sondering DKM003

Paalafmeting : 0,300/0,300/0,300 m

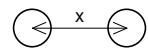
Paalpuntniveau : 7,00 m tov NAP

**Uiterste grenstoestand**

$F_{c;d}$ [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]
428	30,2	2,7	32,9	2,6	35,5	50
385	10,0	2,3	12,4	2,4	14,8	56
343	6,6	2,1	8,6	2,1	10,8	61
300	4,3	1,8	6,1	1,8	8,0	66
257	2,8	1,5	4,4	1,6	5,9	71
214	1,9	1,3	3,2	1,3	4,5	75
171	1,3	1,0	2,3	1,1	3,3	79
128	0,8	0,8	1,6	0,8	2,4	84
86	0,4	0,5	0,9	0,5	1,5	91
43	0,2	0,2	0,4	0,3	0,7	94

Configuratie paalgroepvoor bepaling s_2

2-paalspoer



hoh-afstand x : 3D

Bruikbaarheidsgrenstoestand

$F_{c;rep}$ [kN]	S_b [mm]	S_{el} [mm]	S_1 [mm]	S_2 [mm]	S [mm]	$k_{v;rep}$ paal vrijstaand [kN/mm]
329	3,4	1,6	5,0	2,0	7,1	65
296	2,6	1,5	4,1	1,8	5,9	73
264	2,0	1,3	3,3	1,6	4,9	80
231	1,6	1,1	2,7	1,4	4,1	86
198	1,2	1,0	2,1	1,2	3,4	92
165	0,9	0,8	1,7	1,0	2,7	98
132	0,6	0,6	1,3	0,8	2,1	103
99	0,4	0,5	0,9	0,6	1,5	109
66	0,2	0,3	0,6	0,4	1,0	118
33	0,1	0,2	0,3	0,2	0,5	122

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 boveinde 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)**

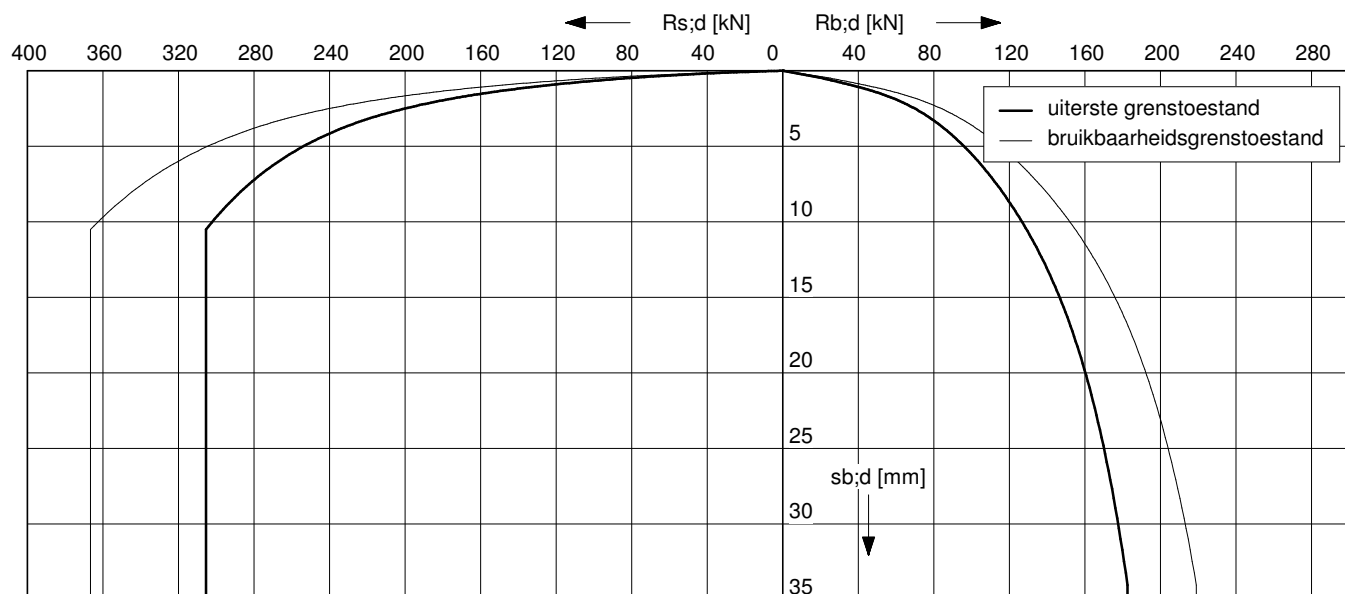
Paaltype : Schroefinjectiepaal

Sonderingen : DKM003

Berekening s_2 gebaseerd op sondering DKM003

Paalafmeting : 0,330/0,330/0,330 m

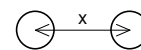
Paalpuntniveau : 7,00 m tov NAP

**Uiterste grenstoestand**

$F_{c;d}$ [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]
488	33,2	2,5	35,7	2,8	38,5	56
439	11,2	2,2	13,5	2,5	16,0	63
390	7,1	2,0	9,0	2,2	11,3	69
341	4,6	1,7	6,3	2,0	8,3	75
293	3,0	1,5	4,5	1,7	6,2	80
244	2,0	1,2	3,2	1,4	4,6	86
195	1,3	1,0	2,3	1,1	3,4	91
146	0,8	0,7	1,5	0,8	2,4	98
98	0,5	0,5	0,9	0,6	1,5	103
49	0,2	0,2	0,4	0,3	0,7	107

Configuratie paalgroepvoor bepaling s_2

2-paalspoer

hoh-afstand $x : 3D$ **Bruikbaarheidsgrenstoestand**

$F_{c;rep}$ [kN]	S_b [mm]	S_{el} [mm]	S_1 [mm]	S_2 [mm]	S [mm]	$k_{v;rep}$ paal vrijstaand [kN/mm]
375	3,6	1,5	5,1	2,2	7,3	73
338	2,7	1,4	4,1	1,9	6,1	82
300	2,1	1,2	3,4	1,7	5,1	89
263	1,6	1,1	2,7	1,5	4,2	98
225	1,2	0,9	2,2	1,3	3,4	105
188	0,9	0,8	1,7	1,1	2,8	111
150	0,7	0,6	1,3	0,9	2,1	118
113	0,4	0,5	0,9	0,6	1,5	127
75	0,3	0,3	0,6	0,4	1,0	134
38	0,1	0,2	0,3	0,2	0,5	139

Toelichting

Paalbelasting	:	F_c	[par. 7.7.1]
Rekenwaarde negatieve kleeft	:	$F_{nk;d}$	[par. 7.3.2.2]
Netto paalbelasting	:	$F_{c;netto} = F_c - F_{nk}$	[par. 7.3.2.2]
Rekenwaarde zakking bovineinde 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)**

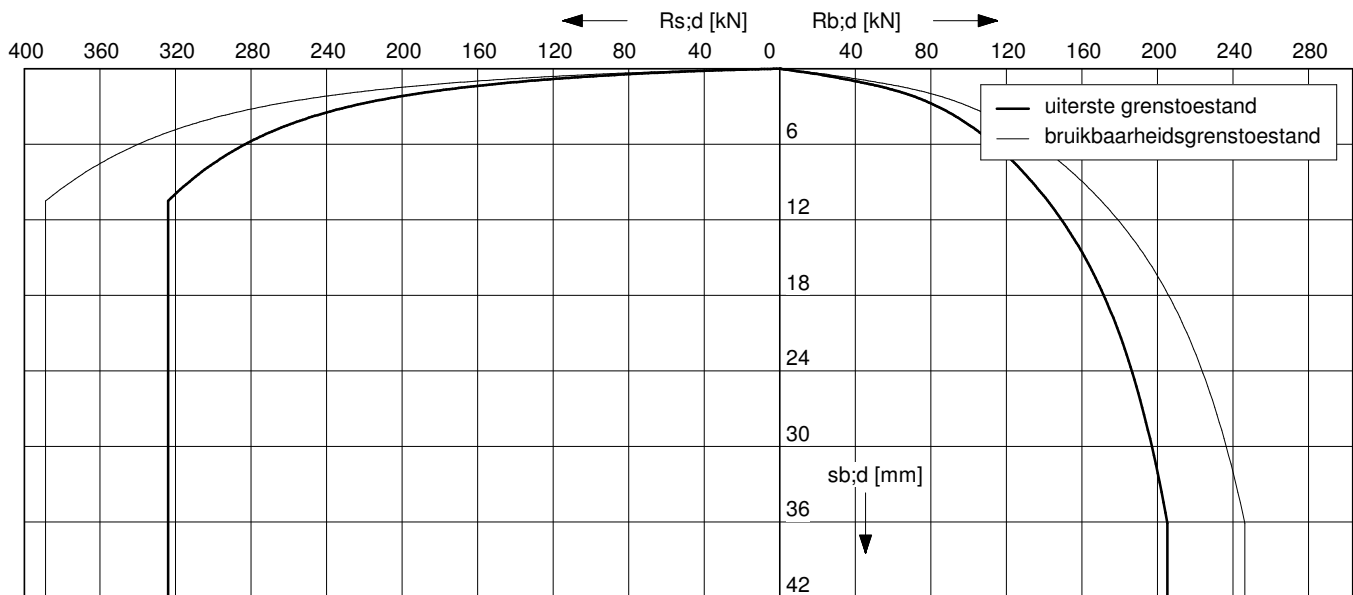
Paaltype : Schroefinjectiepaal

Sonderingen: DKM003

Berekening s_2 gebaseerd op sondering DKM003

Paalafmeting : 0,350/0,350/0,350 m

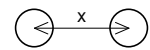
Paalpuntniveau : 7,00 m tov NAP

**Uiterste grenstoestand**

$F_{c;d}$ [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]
529	35,2	2,4	37,7	2,9	40,6	60
476	12,4	2,1	14,5	2,6	17,1	67
423	7,3	1,9	9,2	2,3	11,6	74
370	4,8	1,6	6,4	2,0	8,5	81
317	3,1	1,4	4,5	1,8	6,3	87
264	2,1	1,2	3,2	1,5	4,7	93
211	1,4	0,9	2,3	1,2	3,5	99
159	0,9	0,7	1,5	0,9	2,4	104
106	0,5	0,5	0,9	0,6	1,5	112
53	0,2	0,2	0,4	0,3	0,7	119

Configuratie paalgroepvoor bepaling s_2

2-paalspoer

hoh-afstand $x : 3D$ **Bruikbaarheidsgrenstoestand**

$F_{c;rep}$ [kN]	S_b [mm]	S_{el} [mm]	S_1 [mm]	S_2 [mm]	S [mm]	$k_{v;rep}$ paal vrijstaand [kN/mm]
407	3,7	1,5	5,2	2,3	7,5	78
366	2,8	1,3	4,2	2,0	6,2	88
325	2,2	1,2	3,4	1,8	5,2	97
285	1,7	1,0	2,7	1,6	4,3	105
244	1,3	0,9	2,2	1,4	3,5	113
203	1,0	0,7	1,7	1,1	2,8	121
163	0,7	0,6	1,3	0,9	2,2	128
122	0,5	0,4	0,9	0,7	1,6	136
81	0,3	0,3	0,6	0,5	1,0	145
41	0,1	0,1	0,3	0,2	0,5	154

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 boveinde 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)**

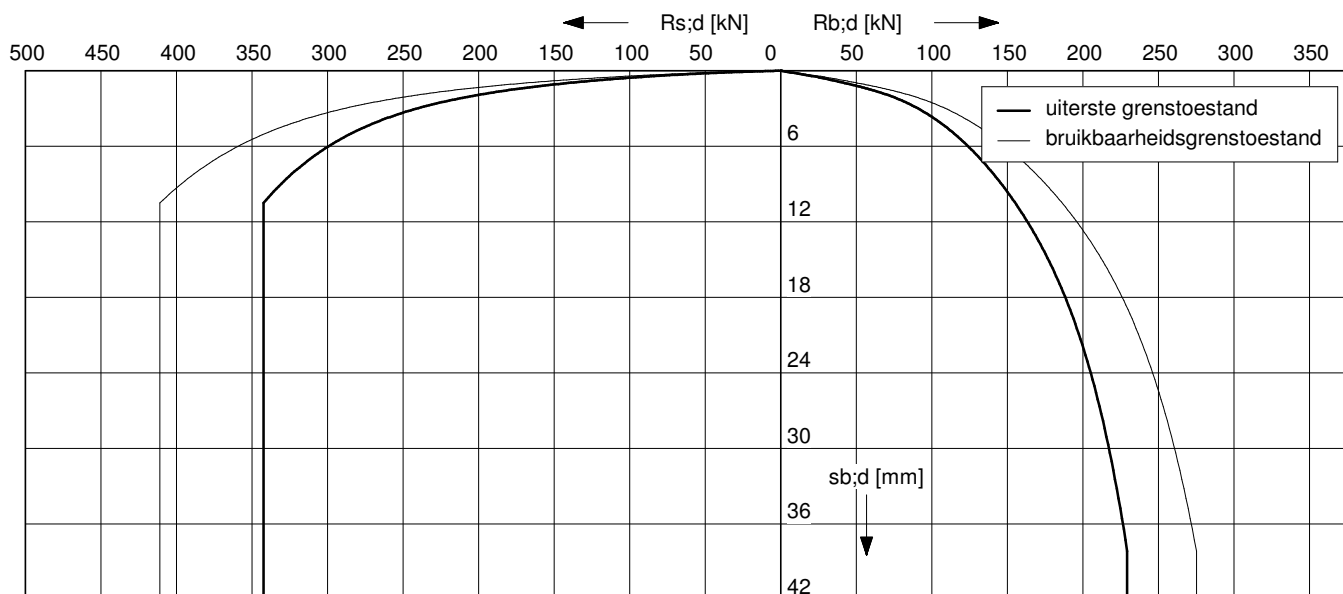
Paaltype : Schroefinjectiepaal

Sonderingen : DKM003

Berekening s_2 gebaseerd op sondering DKM003

Paalafmeting : 0,370/0,370/0,370 m

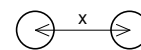
Paalpuntniveau : 7,00 m tov NAP

**Uiterste grenstoestand**

$F_{c;d}$ [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]
571	37,3	2,4	39,6	3,0	42,6	64
514	13,8	2,1	15,9	2,7	18,6	72
457	7,7	1,8	9,5	2,4	11,9	79
400	5,0	1,6	6,6	2,1	8,7	87
343	3,2	1,4	4,6	1,8	6,4	93
286	2,1	1,1	3,3	1,5	4,8	100
229	1,4	0,9	2,3	1,2	3,5	107
171	0,9	0,7	1,6	0,9	2,5	115
114	0,5	0,4	0,9	0,6	1,5	123
57	0,2	0,2	0,4	0,3	0,7	130

Configuratie paalgroepvoor bepaling s_2

2-paalspoer

hoh-afstand $x : 3D$ **Bruikbaarheidsgrenstoestand**

$F_{c;rep}$ [kN]	S_b [mm]	S_{el} [mm]	S_1 [mm]	S_2 [mm]	S [mm]	$k_{v;rep}$ paal vrijstaand [kN/mm]
439	3,8	1,5	5,3	2,3	7,6	83
395	2,9	1,3	4,2	2,1	6,3	94
352	2,2	1,2	3,4	1,8	5,2	103
308	1,7	1,0	2,7	1,6	4,3	113
264	1,3	0,9	2,2	1,4	3,6	122
220	1,0	0,7	1,7	1,2	2,8	131
176	0,7	0,6	1,3	0,9	2,2	140
132	0,5	0,4	0,9	0,7	1,6	149
88	0,3	0,3	0,6	0,5	1,0	159
44	0,1	0,1	0,3	0,2	0,5	170

Toelichting

Paalbelasting	:	F_c	[par. 7.7.1]
Rekenwaarde negatieve kleeft	:	$F_{nk;d}$	[par. 7.3.2.2]
Netto paalbelasting	:	$F_{c;netto} = F_c - F_{nk}$	[par. 7.3.2.2]
Rekenwaarde zakking boveinde 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)**

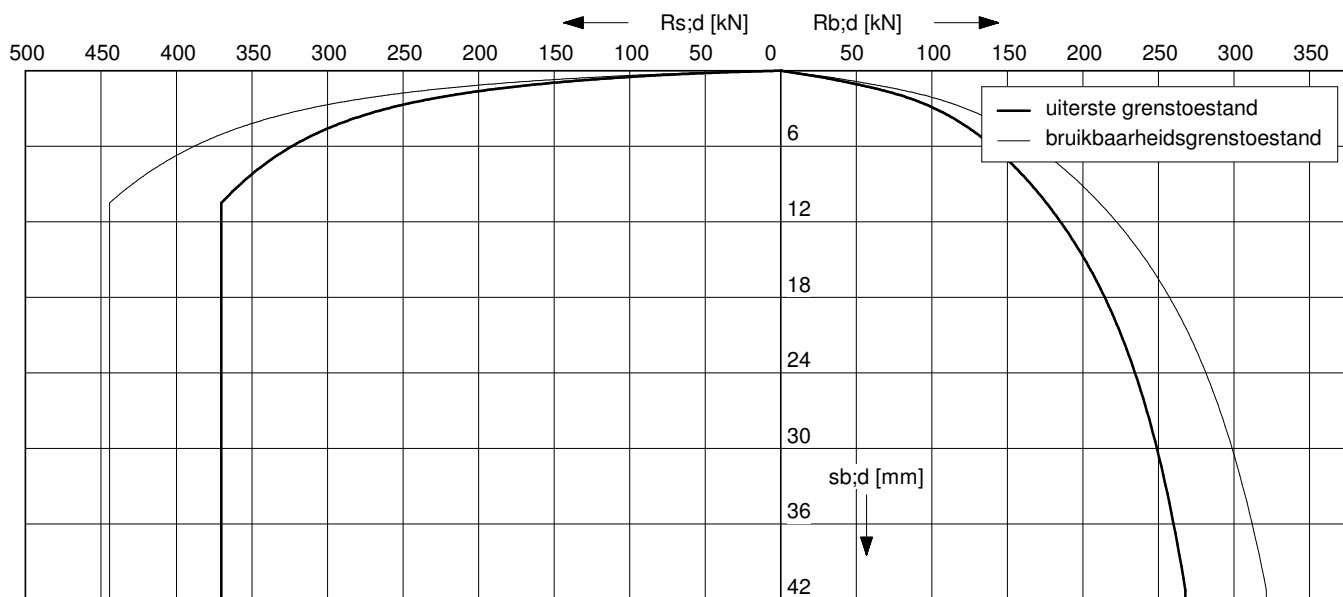
Paaltype : Schroefinjectiepaal

Sonderingen: DKM003

Berekening s_2 gebaseerd op sondering DKM003

Paalafmeting : 0,400/0,400/0,400 m

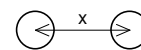
Paalpuntniveau : 7,00 m tov NAP

**Uiterste grenstoestand**

$F_{c;d}$ [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]
638	40,3	2,3	42,5	3,0	45,6	69
574	15,2	2,0	17,2	2,7	19,9	78
510	8,2	1,8	10,0	2,4	12,4	87
446	5,3	1,5	6,8	2,1	8,9	95
383	3,4	1,3	4,7	1,8	6,5	103
319	2,2	1,1	3,3	1,5	4,8	110
255	1,5	0,9	2,3	1,2	3,5	119
191	0,9	0,6	1,6	0,9	2,5	128
128	0,5	0,4	0,9	0,6	1,5	135
64	0,2	0,2	0,4	0,3	0,7	143

Configuratie paalgroepvoor bepaling s_2

2-paalspoer

hoh-afstand $x : 3D$ **Bruikbaarheidsgrenstoestand**

$F_{c;rep}$ [kN]	S_b [mm]	S_{el} [mm]	S_1 [mm]	S_2 [mm]	S [mm]	$k_{v;rep}$ paal vrijstaand [kN/mm]
490	4,1	1,4	5,5	2,3	7,8	90
441	3,1	1,2	4,3	2,1	6,4	102
392	2,4	1,1	3,5	1,9	5,3	113
343	1,8	1,0	2,8	1,6	4,4	124
294	1,4	0,8	2,2	1,4	3,6	134
245	1,0	0,7	1,7	1,2	2,9	143
196	0,7	0,5	1,3	0,9	2,2	154
147	0,5	0,4	0,9	0,7	1,6	166
98	0,3	0,3	0,6	0,5	1,0	175
49	0,1	0,1	0,3	0,2	0,5	186

Toelichting

Paalbelasting	:	F_c	[par. 7.7.1]
Rekenwaarde negatieve kleeft	:	$F_{nk;d}$	[par. 7.3.2.2]
Netto paalbelasting	:	$F_{c;netto} = F_c - F_{nk}$	[par. 7.3.2.2]
Rekenwaarde zakking boveinde 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 DKM001
Berekening volgens Eurocode 7-1 (NEN 9997 - 1 + C2 : 2017)**

Paaltype : **Schroefinjectiepaal**
Paalpuntniveau : 7,5 meter tov NAP

paalafmeting : 0,250/0,250/0,250 m

Correctie conusweerstand bij ontgraving

Geen ontgraving, geen correctie van de conusweerstand.

Berekening maximum puntweerstand

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

Paalklassefactor : $\alpha_p = 0,35$ (f)
Paalvoetvormfactor : $\beta = 1,0$ (g)
Paalvoetdwarsdoorsnedefactor : $s = 1,0$ (h)

$$q_{b,max} = 4,6 \text{ MPa}$$

Berekening maximum schachtwrijving

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

Startdiepte schachtwrijving : 10 m tov NAP
paalklassefactor : $\alpha_s = 0,008$ [tabel 7.d]
 O_p : omtrek dwarsdoorsnede paalschacht
 ΔL : traject schachtwrijving

diepte [m tov NAP]	$q_{c;z;a}$ [MPa]	O_p [m]	ΔL [m]	$R_{s;cal}$ [kN]	$\Sigma R_{s;cal}$ [kN]
9,50	8,8	0,79	0,5	28	28
9,00	11,3	0,79	0,5	35	63
8,50	12,0	0,79	0,5	38	101
8,00	11,3	0,79	0,5	36	136
7,50	12,7	0,79	0,5	40	176

Berekening maximum draagkracht

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

$$\text{Oppervlakte paalpunt} : A_b = 0,0491 \text{ m}^2$$

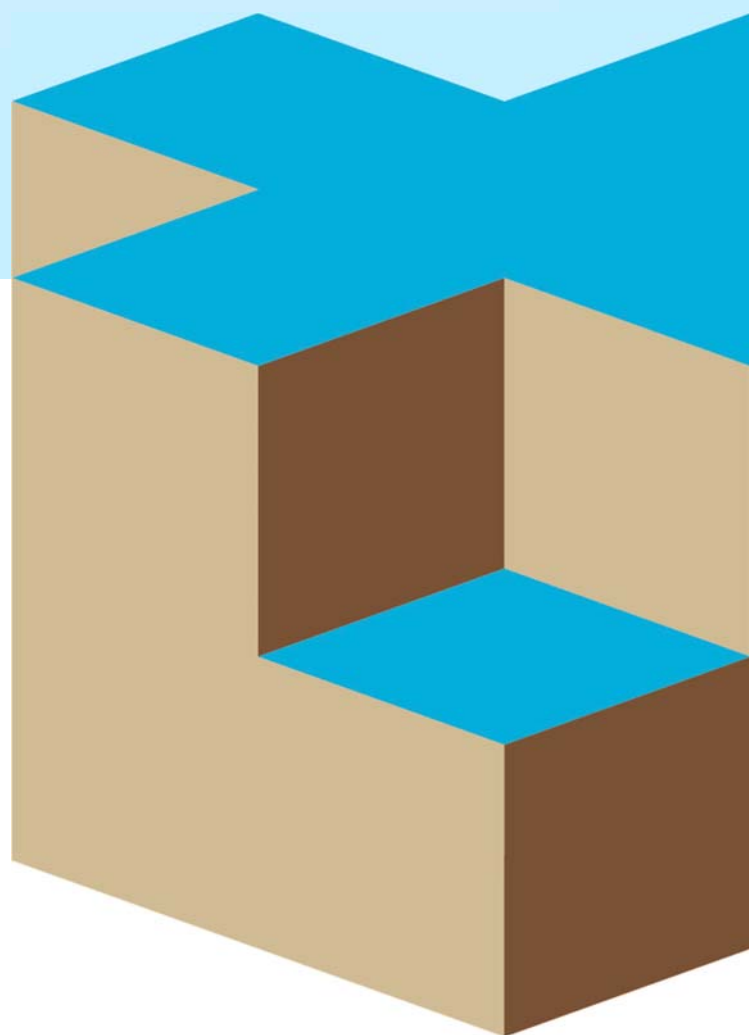
$$R_{c;cal} = 226 + 176 = 402 \text{ kN}$$

Berekening negatieve kleef

Geen negatieve kleef berekend

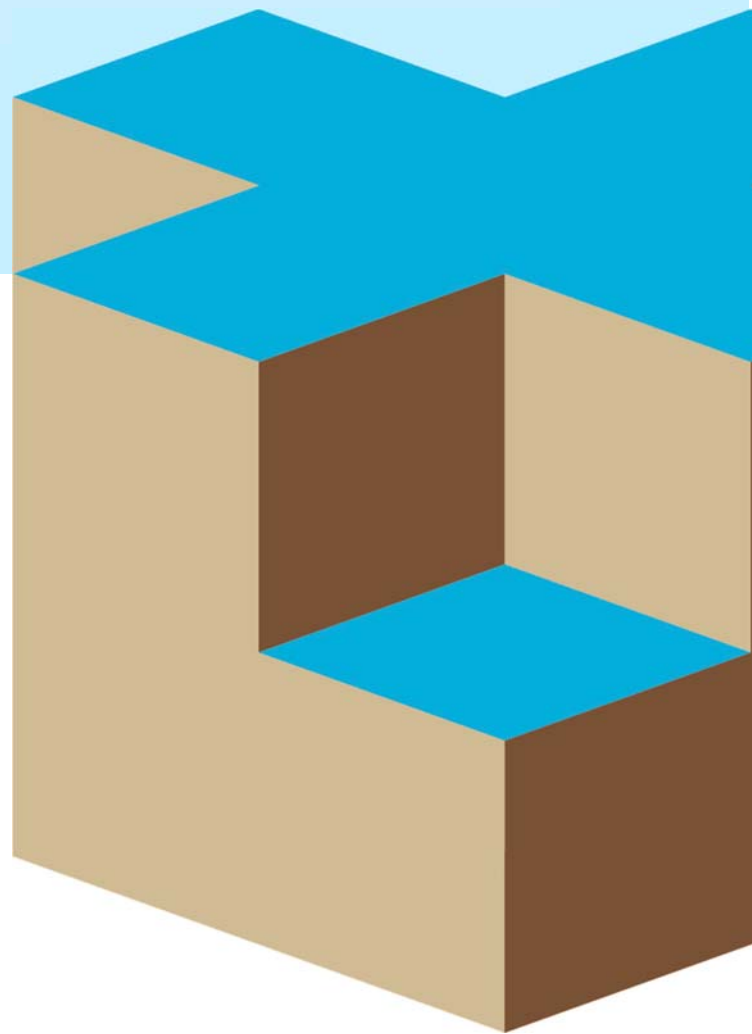
BIJLAGE H

Algemene richtlijnen en uitvoering



BIJLAGE H 1

Algemene richtlijnen en uitvoering-
grondverbetering





Controle uitgangspunten

Voorafgaand aan de uitvoering moet worden gecontroleerd:

- de relatie tussen: bouwpeil, maaiveldhoogte, ontgravingsniveaus, aanlegniveau's, gronddekking en grondwaterstand t.o.v. Ref/NAP,
- de afmetingen van de fundering en de gronddekking,
- de geschiktheid van het materiaal voor de grondverbetering,
- overige relevante uitgangspunten geotechnische rapportages.

Nabijgelegen bebouwing en infrastructuur

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

Werkerterrein/bouwput

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

Kwaliteitseisen grondverbeteringsmateriaal

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

- Korrelfractie kleiner dan 0,016 mm, lager dan 5 gewichtsprocenten.
- Korrelfractie kleiner dan 0,063 mm lager, dan 5 tot 10 gewichtsprocenten. Het lage percentage geldt voor grondverbeteringen, waaraan strenge eisen worden gesteld.
- Gelijkmaticheidscoëfficiënt 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.
- Aftrillen 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.

Gewicht trilplaat [kN]	Centrifugekracht [kN]	Capaciteit [m ² /uur]	Laagdikte [m]
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. Handsonderingen 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 wegebouw en minder in de utiliteitsbouw.



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

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

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

Grondwater/bemaling

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

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

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

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

Milieu

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

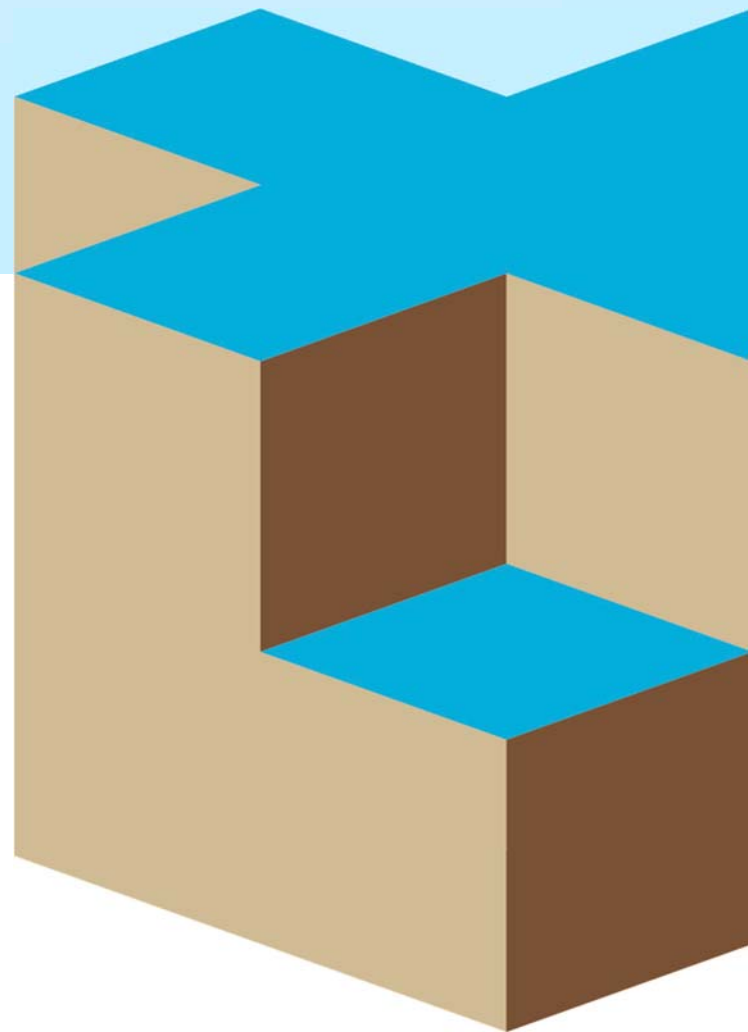
Tot slot

Voor meer richtlijnen wordt verwezen naar:

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

BIJLAGE H2

Algemene richtlijnen en uitvoering-
heiwerk





Controle uitgangspunten

Voorafgaand aan de uitvoering moet worden gecontroleerd:

- de relatie tussen: maaiveldhoogte, werkhoogte, bouwpeil t.o.v. Ref/NAP,
- paalafmeting en te realiseren paallengte in relatie tot grondonderzoek en funderingsadvies,
- of er op de locatie voldoende werkruimte beschikbaar is voor het aanbrengen van de palen en of de locatie voldoende toegankelijk is,
- overige relevante uitgangspunten geotechnische rapportages.

Naastliggende gebouwen en omgeving

Het installeren van de palen gaat gepaard met trillingen en geluid. Voor zover in het advies niet aan de orde is gesteld, dient te worden nagegaan of dit met het oog op de omgeving kan worden geaccepteerd. Voor de beoordeling van de toelaatbaarheid van trillingen voor wat betreft de kans op schade, is informatie noodzakelijk omtrent de constructieve opbouw, de bouwkundige staat en de funderingswijze van de bebouwing in de omgeving. Op basis hiervan kunnen aan de hand van SBR richtlijn Deel A "Schade aan gebouwen" trillingssnelheden worden bepaald (grenswaarden) waarvan in de praktijk is gebleken dat als deze niet worden overschreden de kans zeer klein is dat schade optreedt (<1%).

Tijdens de uitvoering kunnen de trillingen –desgewenst door ons bureau- worden gemonitord. Voorafgaand aan de uitvoering kan eventueel een trillingsprognose worden uitgevoerd.

Naast Deel A Schade aan gebouwen bevat de SBR-richtlijn een Deel B hinder voor personen en Deel C storing aan apparatuur.

Regelgeving ten aanzien van geluid is opgenomen in onder meer de Wet Geluidhinder, gemeentelijke bepalingen in de APV, Circulaire Bouwlawaaai VROM, Wet Milieubeheer (stiltegebieden), Nationaal Milieubeleidsplan 4 (doelstellingen voor geluidsbelasting binnen de ecologische hoofdstructuur).

Werkterrein/bouwput

Het werkterrein dient dermate droog en stabiel te zijn dat verantwoord kan worden gewerkt.

Voorkomen moet worden dat eenmaal aangebrachte palen beschadigen doordat deze horizontaal worden belast door bijvoorbeeld het manoeuvreren van materieel of door graafwerk rond de paal. 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

- De keuze van het heiblok moet worden afgestemd op de aangetroffen bodemopbouw en op de verwachting dat een eindkalender van 10 à 30 slagen per 0,25 m zakkings wordt verkregen. Over het algemeen is hiermee een goede interpretatie van de heiresultaten mogelijk.
- Indien de palen inwendig geheid worden, dan dienen de afmetingen van het heiblok mede afgestemd te worden op de inwendige diameter van de stalen buis en wel zodanig dat er geen onnodig energieverlies optreedt door wrijving langs de buiswand en/of te veel luchtweerstand bij te groot gekozen diameter van het heiblok. Er worden dan te hoge kalenderwaarden geregistreerd.
- De paal dient vooraf te worden gecontroleerd op zichtbare gebreken en tijdens de uitvoering op rechtstand, dan wel op de juiste schoorstand indien dit op het palenplan is aangegeven.
- Na het bereiken van het gewenste paalpuntniveau dient gecontroleerd te worden of zich geen grond en/of water in de buis bevindt. Wordt wel grond en/of water in de buis aangetroffen dan dient in principe de paal te worden afgekeurd en de buis te worden afgevuld met beton.
- Opslag transport en het onder de stelling brengen dient te geschieden conform de verwerkingsrichtlijnen van de leverancier.
- 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 dient zo dicht mogelijk bij of op een sondering te worden geheid. Deze en elke volgende paal op of nabij een sondering moet worden gekalenderd tenminste vanaf de aanvang van het draagkrachtige zand.



- Voor de overige palen moet worden gekalenderd vanaf een zodanig niveau dat de overgang naar de draagkrachtige laag waarneembaar is of over een hoogte van minimaal $8 \cdot D_{eq}$. Zodoende ontstaat door een onderlinge vergelijking inzicht in de betrouwbaarheid van de inheidiepte van palen tussen de sonderingen.
- Bij een verschil in inheinniveau tussen sonderingen dient bij voorkeur van "laag naar hoog" te worden gewerkt. Hiermee wordt voor de palen tussen deze sonderingen, een zo betrouwbaar mogelijk inheinniveau bereikt.
- Bij paalgroepen wordt geadviseerd van "binnen naar buiten" te heien.
- Op de overgang van vaste zandlagen naar weinig weerstand biedende afzettingen dient bij voorkeur met gereduceerd vermogen geheid te worden, zodat de kans op paalbreuk door trekspanningen tot een minimum wordt beperkt.
- Als hulptechnieken worden toegepast voor het inbrengen van de palen (bijvoorbeeld voorboren, spuiten of hakken) dient te worden nagegaan of hieraan voor wat betreft het geotechnisch ontwerp randvoorwaarden worden gesteld.

Interpretatie kalender

Het aan de hand van de kalenders samengestelde slagdiagram, ter plaats van een sondering is een maatstaf voor de tot de volgende sondering aan te brengen palen.

Onder meer door variaties in de vastheid van de zandlagen zullen ook variaties in slagdiagram optreden. Een relatief lage eindkalender hoeft niet direct aanleiding te zijn de paal dieper te heien. Wateroverspanning als gevolg van het heien van de paal kan de oorzaak zijn. Een eerste eenvoudige controle hierop is de paal na te heien (na ca. 12 uur) en te kalenderen over een traject van 3 keer 0,05 m. Blijft een en ander onzeker dan kunnen controle-sonderingen nodig zijn.

Afwijkingen in het slagdiagram kunnen ook worden veroorzaakt door sterk wisselende weersomstandigheden, slechte conditie heiblok, wijziging in pompafstelling/valhoogte en slechte mutsvulling.

Vastlegging uitvoeringgegevens

- Datum en nummer palenplan en overige relevante werktekeningen.
- Conditie werkterrein en werkniveau t.o.v. Ref/NAP.
- Ingezet materieel.
- Type, massa en eventuele afstelling dan wel valhoogte heiblok(ken).
- Samenstelling heiploeg.
- Zichtbare conditie palen.
- Heivolgorde met data en eventuele maatafwijkingen.
- Leverancier en productiedatum palen.
- Paaltype, schacht-/voetplaatafmeting, wapening, paalpuntniveau.
- Bereikt paalpuntniveau t.o.v. Ref/NAP.
- Het aantal slagen van het blok per eenheid van diepte voor de palen nabij een sondering.
- Kalenderresultaten overige palen.
- Betonverbruik.
- Toegepaste hulpmaatregelen bij het inbrengen van de palen.
- Inheisnelheid (begintijd en eindtijd heien).
- Hulptechnieken zoals voorboren, spuiten, gebruik opzetstuk e.d.
- Bijzonderheden tijdens uitvoering (zichtbare gebreken palen, verschoven piketten, plaatsafwijkingen, scheefstand, verloop van de palen, paalbreuk, sterk afwijkend kalenderbeeld, afwijkend betonverbruik, stagnatie tijdens uitvoering paal e.d.).



Controle

Aan palen waarbij tijdens de uitvoering bijzonderheden werden geconstateerd dient tijdens de kwaliteitscontrole extra aandacht te worden besteed.

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.

Heitoezicht

Gezien de vele factoren die de kwaliteit van een paalfundering kunnen beïnvloeden wordt geadviseerd om per project na te gaan of onafhankelijk deskundig heitoezicht 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

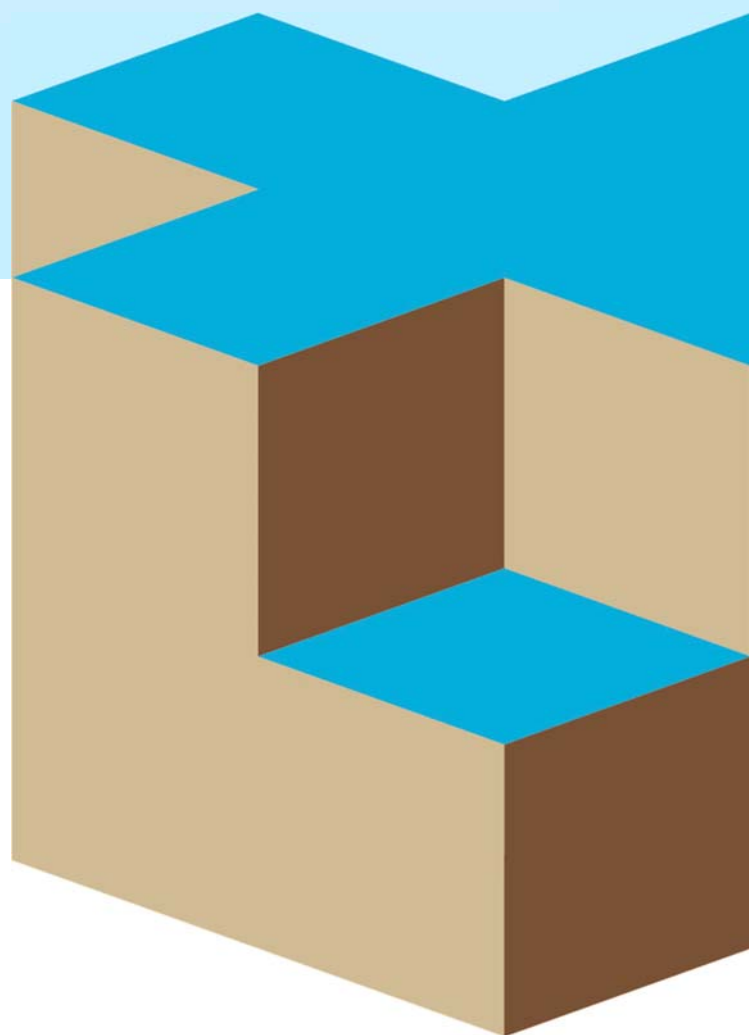
Voor meer algemene richtlijnen wordt verwezen naar:

- NEN-EN 12699 "uitvoering van bijzonder geotechnisch werk –verdringingspalen",
- BRL-1710 "het aanbrengen van stalen buissegmentpalen",
- CUR 2004-1 "beoordelingssysteem voor de begaanbaarheid van bouwterreinen",
- CUR-aanbeveling 114 "toezicht op de realisatie van paalfunderingen".

Juli 2022

BIJLAGE H3

Algemene richtlijnen en uitvoering- schroefinjectiepalen





Controle uitgangspunten

Voorafgaand aan de uitvoering moet worden gecontroleerd:

- de relatie tussen: maaiveldhoogte, werkhoogte, bouwpeil t.o.v. Ref/NAP,
- schroef-/buisdiameter en paalpuntniveau in relatie tot grondonderzoek en funderingsadvies,
- overige relevante uitgangspunten 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.

Werkerrein/bouwput

Het werkkerrein 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.

Let op: in beginsel dienen de palen gemaakt te worden vanaf een zodanig werkniveau dat er geen potentiaalsprong is tussen de freatische grondwaterspiegel en de stijghoogte van het grondwater in dieper gelegen watervoerende lagen (hydrostatisch verloop vanaf het werkniveau).

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.

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

- De boormotor dient voldoende vermogen te kunnen leveren om de aanwezige bodemlagen te kunnen doorboren.
- De buis inclusief schroefblad dient de krachten ten gevolge van het boren te kunnen opnemen.
- Voordat met het boren wordt begonnen dient de buis te worden gecontroleerd op rechtheid en rechtstand, dan wel op de juiste schoorstand.
- Het schroefblad en het functioneren van de opening(en) voor de specietoevoer dient 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 boorproces, waarbij het bodemmateriaal wordt vermengd met de specie, dient te resulteren in een paaldiameter gelijk aan de diameter van het schroefblad.
- Bij harde en/of moeilijk te doorboren lagen kan de paal schroevend op en neer worden bewogen ter bevordering van het inbrengproces. Als dit op en neer bewegen echter geschiedt in bodemlagen waaraan de paal zijn puntdraagvermogen ontleent, betekent dit dat moet worden uitgegaan van lagere paalklassefactoren. Of het op en neer bewegen om uitvoeringstechnische redenen nodig is, is ter beoordeling van de leverancier.
- Het speciemenngsel mag slechts in beperkte mate stijgen of dalen tijdens het op en neer bewegen.
- De buis dient gevuld te blijven met specie onder een voldoende overdruk.
- De specietoevoer dient te worden gemeten en geregistreerd.
- Na het vervaardigen van een paal moet de verwerkte hoeveelheid beton worden vergeleken met de berekende inhoud.
- Tijdens het boren dient het niveau van de specie van naburige palen te worden gecontroleerd.

Vastlegging uitvoeringgegevens

- Datum en nummer palenplan en overige relevante werktekeningen.
- Conditie werkterrein.
- Werkniveau t.o.v. Ref/NAP, aanwezigheid eventuele bemalingen.
- Ingezet materieel.
- Samenstelling boorploeg.
- Vermogen boormotor (oliedruk, toerental).
- Rechtheid buis, kwaliteit schroefblad, positie en functioneren van opening(en) specietoevoer.
- Boorvolgorde met data.
- Paaltype, schachtafmeting, paalpuntniveau en wapening(code).
- Samenstelling specie (sterkteklasse, milieuklasse, cementgehalte, hulpstoffen e.d.).
- Datum, begintijd en eindtijd vervaardiging palen.
- Bereikt paalpuntniveau t.o.v. Ref/NAP.
- Verloop pull up en pull down over de geboorde diepte.
- Draaimoment en axiale druk per eenheid van diepte.
- Specieverbruik in relatie tot theoretisch paalvolume.
- Wijze afwerking paalkoppen.
- Bijzonderheden tijdens uitvoering (vershoven piketten, verloop van de buis, te grote doorbuiging van de buis, plaatsafwijkingen, scheefstand, werkwijze bij verstopping van de opening(en) voor specietoevoer, onderbrekingen tijdens het boorproces, wegzakken van de wapening, veranderingen in specieniveau van nabijgelegen palen, plaatsafwijkingen, welpalen, bleeding, rijp op de wapening e.d.).

Controle

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.

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”,
 - NEN-EN 1536 Uitvoering bijzonder geotechnisch werk boorpalen (voor schroefinjectiepalen met een schachtdiameter gelijk aan of groter dan 300 mm)
 - NEN-EN 14199 Uitvoering van bijzonder geotechnisch werk - Micropalen (voor schroefinjectie-palen met een schachtdiameter kleiner dan 300 mm)
 - 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.
 - Verder kunnen gemeenten aanvullende en/of afwijkende eisen stellen ten aanzien van het ontwerp en de uitvoering van palen.
-
- 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

INPIJN-BLOKPOEL SPECIALIST IN:

Grondonderzoek
Geotechnisch laboratoriumonderzoek
Geotechnisch advies

Geohydrologisch advies
Monitoring
Milieutechniek

Voor meer informatie zie: www.inpijn-blokpoel.com

Vestiging Son

Ekkersrijt 2058
5692 BA Son
(0499) 47 17 92
post@inpijn-blokpoel.com

Vestiging Groningen

Postbus 2601
9704 CP Groningen
(088) 012 18 00
noord@inpijn-blokpoel.com

Vestiging Waddinxveen

Mercuriusweg 18
2741 TA Waddinxveen
(0182) 61 00 13
west@inpijn-blokpoel.com

Vestiging Hoofddorp

Kromme Spieringweg 250B
2141 BR Vijfhuizen
(023) 565 57 78
hoofddorp@inpijn-blokpoel.com

