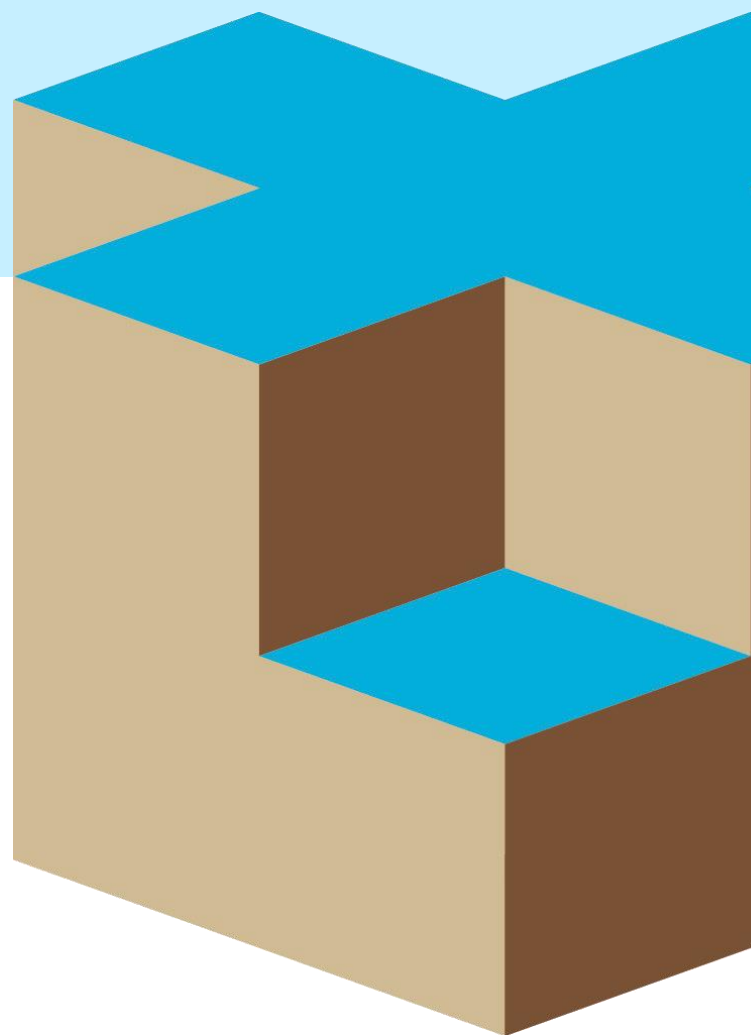


Bouw woningen en herbestemming kerk aan de Dorpsstraat 42 te Heerjansdam



Bouw woningen en herbestemming kerk aan de Dorpsstraat 42 te Heerjansdam

Opdrachtnummer: 22WP0408

Rapport betreffende
Resultaten geotechnisch onderzoek
Fundering

Documentnummer
22WP0408-adv-01

Versie
1.0

Datum rapport
29 november 2022

Opdrachtgever
Boomgaardhof B.V.
Noldijk 131a
2991 VJ Barendrecht

Constructeur
Buro Baas
Moltzerhof 20
3052 VA Rotterdam

Opgesteld door:
Ing. T. Oosterling



Gecontroleerd door:
Ing. E.P. Grünewald





INHOUDSOPGAVE

1. INLEIDING	2
2. PROJECTGEGEVENS	3
2.1 Projectlocatie	3
2.2 Bouwplan	3
2.3 Historie projectlocatie	3
2.4 Omgeving	3
2.5 Tot slot	4
3. ONDERZOEK	5
3.1 Sonderingen	5
3.2 Handboring	5
3.3 Inmeting en waterpassing	5
3.4 Foto's	5
4. BODEMOPBOUW EN GRONDWATER.....	6
4.1 Hoogteligging maaiveld	6
4.2 Beschrijving bodemopbouw.....	6
4.3 Grondwater	6
5. FUNDERING	7
5.1 Funderingswijze.....	7
5.2 Uitgangspunten.....	7
5.3 Beschrijving paalsysteem	8
5.3.1 Geheide stalen buispalen.....	8
5.3.2 Schroefinjectiepalen (geschroefde stalen buispaal).....	8
5.4 Richtlijnen nieuwe palen bestaande palen van de kerk	9
5.5 Paalpuntniveau	9
5.6 Draagkracht op druk	10
5.7 Vervorming	10
5.8 Veercoëfficiënt	11
5.9 Aanvullend onderzoek	11
5.10 Richtlijnen uitvoering en kwaliteitszorg stalen buispalen	11
5.11 Richtlijnen uitvoering en kwaliteitszorg schroefinjectiepalen	11

BIJLAGEN:

- A) Situatietekening en foto's
- B) Waterpasstaat
- C) Sondeergrafieken
- D) Boorstaat
- E) Verklaring codering
- F) Berekening fundering op schroefinjectiepalen
- G) Berekening fundering op stalen buispalen
- H) Algemene richtlijnen uitvoering stalen buispalen
- I) Algemene richtlijnen uitvoering schroefinjectiepalen

VERZENDLIJST:

- Per mail aan D+D Ontwikkeling te Barendrecht t.a.v. dhr. J. van Oeveren (dd.ontwikkeling@gmail.com)
- Per mail aan Buro Baas te Rotterdam t.a.v. dhr. D. den Exter (d.denexter@burobaas.nl)



Project Bouw woningen en herbestemming kerk aan de Dorpsstraat 42 te Heerjansdam
Opdracht 22WP0408
Document 22WP0408-adv-01 [versie 1.0]

1. INLEIDING

Ten behoeve van de bouw van woningen en herbestemming van de kerk aan de Dorpsstraat 42 te Heerjansdam wordt door ons bureau op verzoek van Boomgaardhof B.V. uit Barendrecht in voorliggend rapport een funderingsadvies gegeven. Het advies is gebaseerd op de ons verstrekte projectgegevens en het geotechnisch onderzoek dat onlangs op de projectlocatie is uitgevoerd. Dit rapport bevat tevens een beschrijving en de resultaten van het onderzoek.

De werkzaamheden zijn uitgevoerd overeenkomstig onze offerte met kenmerk OFF-02925 V(3.0) van 6 april 2022.



2. PROJECTGEGEVENS

2.1 Projectlocatie

De projectlocatie ligt aan de Dorpsstraat 42 te Heerjansdam en bevindt zich in bebouwd gebied. Voor de ligging van de projectlocatie wordt verwezen naar de situatietekening en de foto's onder bijlage A en de navolgende afbeelding.



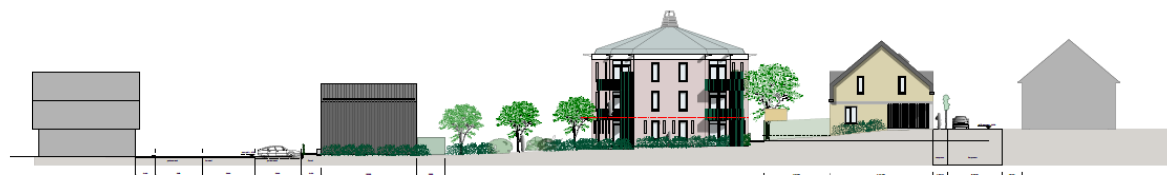
Afb. 1) Bovenaanzicht projectlocatie
(Bron: Google Maps)

2.2 Bouwplan

Het plan betreft de bouw van een rij van drie geschakelde woningen aan de Dorpsstraat 42, zeven starterswoningen aan de Perenhof en een herbestemming van het bestaande kerkgebouw.

De bebouwing zal worden gerealiseerd op een waterkering waardoor het begane grondpeil van de woningen varieert. Voor de woningen beneden aan de dijk bedraagt deze NAP. +1,35 m voor de woningen boven aan de dijk NAP. +3,95 m en voor de kerk NAP. +2,10 m.

De constructeur is uitgegaan van een paalbelasting op druk van $F_{c,d} = 100$ kN voor de balkons van de kerk en $F_{c,d} = 500$ kN voor de woningen. In onderstaande afbeelding zijn de gevels van de verschillende bouwdelen weergegeven.



Afb. 2) Aanzicht projectlocatie

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

De nieuwbouw bevindt zich binnen bebouwd gebied. Er zullen balkons worden gerealiseerd tegen de bestaande kerk welke op houten palen is gefundeerd.

De nieuwbouw boven op de dijk bevindt zich nabij een gemeentelijk monumentaal pand, welke op staal is gefundeerd. Onder aan de dijk zal de nieuwbouw zich bevinden nabij bebouwing die op palen is gefundeerd.



Project Bouw woningen en herbestemming kerk aan de Dorpsstraat 42 te Heerjansdam
Opdracht 22WP0408
Document 22WP0408-adv-01 [versie 1.0]

2.5 Tot slot

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



3. ONDERZOEK

3.1 Sonderingen

Op de projectlocatie zijn 9 sonderingen gemaakt met een elektrische conus conform NEN-EN-ISO 22476-1. 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 grondwater niveau een indicatie van de verschillende grondsoorten. De sonderingen zijn uitgevoerd door een sondeertruck. De sondeerdiepte reikte tot circa 25 meter minus maaiveld.

Voor de grafieken van de sonderingen wordt verwezen naar bijlage C; de locatie van de sondeerpunten is aangegeven op de situatietekening SIT-01 bijlage A. Voor een verklaring van de op de tekening gebruikte tekens wordt verwezen naar de "Verklaring Codering" die onder bijlage E aan dit rapport is toegevoegd. In verband met aanwezigheid van begroeiing en een talud met looppad is sondering DKM003 verplaatst ten opzichte van de beoogde sondeerlocatie.

3.2 Handboring

Op de projectlocatie is een boring uitgevoerd over een diepte van 2 meter beneden maaiveld. Tijdens het boorwerk is naar de grondwaterstand gepeild. Voor het profiel van de boring wordt verwezen naar bijlage D; de locatie van het boorpunt is aangegeven op de situatietekening SIT-01 bijlage A. Voor een verklaring van de op de tekening en het boorprofiel gebruikte tekens wordt verwezen naar de "Verklaring Codering" die onder bijlage E aan dit rapport is toegevoegd.

3.3 Inmeting en waterpassing

Met behulp van een GNSS meetsysteem zijn de locaties van de onderzoekspunten uitgezet in RD-coördinaten en is de hoogte van het maaiveld ter plaatse van ieder onderzoekspunt bepaald ten opzichte van NAP. Tevens zijn de hoogtes ingemeten van dorpels, putten en de weg.

Voor de omschrijving van de inmeting en waterpassing wordt verwezen naar de inmeet- waterpasstaat bijlage B. De hoogtemeting dient om enig inzicht te geven in de hoogten en niveauverschillen ten behoeve van de door ons te verrichten werkzaamheden. De gegevens dienen niet voor andere doeleinden te worden gebruikt. Geadviseerd wordt na te gaan of het resultaat van onze hoogtemeting overeenstemt met andere gegevens ten aanzien van de hoogteligging van het terrein.

3.4 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 ingemeten op ca. 0,92 m + tot 3,63 m + NAP. Voor meer informatie over de hoogteligging wordt verwezen naar de waterpasstaat bijlage B.

4.2 Beschrijving bodemopbouw

In de boring wordt een ongeveer 1 m dikke toplaag aangetroffen van zand en kleihoudend zand. Vervolgens wordt er een slappe kleilaag gemeten tot een diepte die varieert van ongeveer 1,5 m- tot 4,5 m- NAP. Onder dit pakket tot een diepte van circa 13 m – NAP bevindt zich een los tot matig vast gepakt zandpakket waarin sterke teruggangen in de conusweerstand worden waargenomen, vermoedelijk veroorzaakt door kleihoudend zand. Vervolgens wordt een kleiafzetting gemeten tot een diepte van 14 m – à 15 m – NAP. Onder deze laag bevindt zich tevens ook het eerste watervoerende pakket bestaande uit een vaste zandafzetting tot een diepte van 21 m – NAP. Tenslotte wordt de aanzet van een kleilaag aangetoond.

4.3 Grondwater

Op de projectlocatie werden op 1 september 2022 grondwaterstanden gepeild van ca. 1,15 m - à 0,66 m - NAP. Er wordt op gewezen dat dit een momentopname is en dat de stand onder invloed van seizoensafhankelijke factoren zal fluctueren. Ter indicatie zijn bij de online database van TNODino grondwaterstandgegevens opgevraagd van peilbuizen nabij de projectlocatie. Hieruit blijkt een gemiddeld laagste grondwaterstand (GLG) van 2,2m – NAP.



5. FUNDERING

5.1 Funderingswijze

In dit rapport wordt er op verzoek van de opdrachtgever een fundering op schroefinjectiepalen en op stalen buispalen nader uitgewerkt voor alle bouwdelen. Een fundering op standaard avegaarpalen verdient geen voorkeur gezien de aanwezigheid van relatief slappe bodemlagen en aangezien de bebouwing zal worden gerealiseerd binnen een waterkering.

Hoewel stalen buispalen gekenmerkt worden als trillingsarm gaat het aanbrengen gepaard met trillingen en geluid. Zolang de trillingen in nabijgelegen bebouwing lager blijven dan de zogenaamde SBR-grenswaarden is er sprake van een algemeen aanvaarde kleine kans op schade van minder dan 1%. In dit rapport is het draagvermogen berekend voor paalpuntniveaus variërend van 16,5 tot 19,5 m- NAP. Omdat de afstand tot bestaande bebouwing niet overal al te groot is (lokaal minder dan 5 m) sluiten we in de onderhavige situatie niet uit dat trillingen kunnen voorkomen die hoger zijn dan de SBR-grenswaarden. Geverifieerd moet worden of dit kan worden geaccepteerd.

Tijdens de uitvoering worden bij schroefinjectiepalen 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. In dit rapport is voor beide situaties het draagvermogen bepaald. De leverancier dient aan te geven welke werkwijze wordt gehanteerd.

Voor het bereiken van de in dit rapport genoemde paalpuntniveaus dienen relatief vaste zandlagen te worden gepasseerd. Het in te zetten materieel en de kwaliteit van de palen dient hierop te zijn afgestemd. Geadviseerd wordt omtrent het voorgaande tijdig te overleggen met de palenleverancier.

5.2 Uitgangspunten

- Projectgegevens zoals beschreven in hoofdstuk 2.
- Situering nieuwbouw zoals weergegeven op situatietekening bijlage A.
- Het project is ingedeeld in Geotechnische Categorie 2.
- Fundering op schroefinjectiepalen en op stalen buispalen.
- Funderingselementen worden verticaal centrisch 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.

Geheide stalen buispalen

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

Schroefinjectiepalen (geschroefde stalen buispalen)

- paalklasse punt $\alpha_p = 0,35$ of $0,63^1$
- paalvoetvorm $\beta = 1,0$

¹ Draagkracht factoren voor schroefinjectiepalen op basis van NEN 9997-1: 2017. De hoge factor geldt onder de voorwaarde dat de paal schroevend op diepte wordt gebracht zonder dat het schroefblad op en neer wordt gehaald over de laatste 8 x de paaldiameter. Bovendien moet de paal na het op diepte komen onder verhoogde druk worden afgeperst en vastgedraaid. Indien om uitvoeringstechnische redenen niet aan deze voorwaarde kan worden voldaan dient rekening gehouden te worden met een lagere paalklasse factor α_p van 0,35 en dus een lager paal draagvermogen. In dit rapport is voor beide α_p -waarden de draagkracht berekend.



- paalvoetdwarsdoorsnede $s = 1,0$
- paalklasse schacht $\alpha_s = 0,008^2$
- (Diameter paal over de volledige lengte gelijk aan de diameter van het schroefblad)
- Gegevens over de stijfheid van het bouwwerk zijn niet bekend; deze zijn daarom niet in rekening gebracht.
- Er wordt aangenomen dat de oorspronkelijke, op natuurlijke wijze gesedimenteerde bodemopbouw aanwezig is.
- Het terrein zal niet significant worden opgehoogd of ontgraven.
- Het effect van horizontale belastingen op de palen (bijvoorbeeld bij maaiveldniveauverschillen aan weerszijden van de bebouwing) valt niet binnen het kader van de opdracht.
- De in dit rapport berekende draagkracht betreft het geotechnisch draagvermogen dat wordt ontleend aan de ondergrond. Door de constructeur moeten constructieve aspecten van de funderingspalen, waaronder de sterkte, worden beoordeeld.

5.3 Beschrijving paalsysteem

5.3.1 Geheide 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.

5.3.2 Schroefinjectiepalen (geschroefde stalen buispaal)

- 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 puntdraagvermogen ontleent, betekent dit dat moet worden uitgegaan van lagere paalklassefactoren. In dit rapport is voor beide situaties de draagkracht berekend. 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.

² Deze draagkrachtfactor is afgestemd op tabel 7.c van NEN 9997-1: 2017.



- 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.

5.4 Richtlijnen nieuwe palen bestaande palen van de kerk

De kerk is gefundeerd op houten palen. Door het aanbrengen van de nieuwe palen mag het functioneren van de bestaande fundering niet worden geschaad. Het is wenselijk om een zekere afstand aan te houden tussen de palen onder de nieuwbouw en de bestaande bebouwing. Voor wat betreft de minimaal te hanteren afstand zijn geen landelijke normen of officiële richtlijnen voorhanden. Door ons bureau wordt over het algemeen aanbevolen om van de navolgende minimumafstanden uit te gaan.

- Paalpuntniveau onder de nieuwbouw hoger dan of gelijk aan puntniveau van bestaande palen: hart op hartafstand minimaal $4 D_{eq}$
- Paalpuntniveau tot maximaal 2 m beneden het puntniveau van de bestaande palen: hart op hart afstand $5 D_{eq}$ met een minimum van 2 m.
- Paalpuntniveau dieper dan 2 meter beneden puntniveau van bestaande palen: hart op hart afstand $4,5 D_{eq} + 1,0$ m. Het is nodig deze situatie te detailleren en hieromtrent te overleggen met ons bureau.

D_{eq} betreft in dit geval de grootste equivalente doorsnede van de bestaande dan wel de nieuwe palen. De te hanteren afstand en/of werkwijze kan zo nodig binnen een vervolgoopdracht nader worden beschouwd op basis van meer gegevens ten aanzien van de fundering, de aard en conditie van de belending.

5.5 Paalpuntniveau

In de tabellen worden per sondering de paalpuntniveaus gegeven waarvoor de draagkracht is berekend per bouwdeel en paaltype.

Tabel 1. paalpuntniveaus: woningen bovenaan de dijk

Sondering nr.	Hoogte maaiveld ¹⁾ [m NAP]	Paalpuntniveau schroefinjectie ²⁾ [m NAP]	Paalpuntniveau stalenbuispalen ²⁾ [m NAP]
DKM001	+3,63	-17,0 tot -18,5	-16,5 tot -18,5
DKM002	+3,14	-17,0 tot -18,5	-16,5 tot -18,5
DKM003	+3,04	-17,0 tot -18,5	-16,5 tot -18,5

1) Niveau ten tijde van onderzoek

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

Tabel 2. paalpuntniveaus: woningen kerk

Sondering nr.	Hoogte maaiveld ¹⁾ [m NAP]	Paalpuntniveau schroefinjectie ²⁾ [m NAP]	Paalpuntniveau stalenbuispalen ²⁾ [m NAP]
DKM004	+2,53	-3,0 tot -3,5	-3,0 tot -3,5

1) Niveau ten tijde van onderzoek

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



Tabel 3. paalpuntniveaus: woningen onderaan de dijk

Sondering nr.	Hoogte maaiveld ¹⁾ [m NAP]	Paalpuntniveau schroefinjectie ²⁾ [m NAP]	Paalpuntniveau stalenbuispalen ²⁾ [m NAP]
DKM005	+1,34	-17,0 tot -18,5	-16,5 tot -19,5
DKM006	+1,13	-17,0 tot -18,5	-16,5 tot -19,5
DKM007	+0,92	-17,0 tot -18,5	-16,5 tot -19,5
DKM008	+1,05	-17,0 tot -18,5	-16,5 tot -19,5
DKM009	+1,16	-17,0 tot -18,5	-16,5 tot -19,5

1) Niveau ten tijde van onderzoek

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

5.6 Draagkracht op druk

Voor een voldoende draagkracht dient de centrisch aangrijpende maximale paalbelasting kleiner te zijn dan de netto draagkracht van de palen: $F_{c;d} \leq R_{c;d} - F_{nk;d}$ of te wel $F_{c;d} \leq R_{c;d;netto}$.

Voor een overzicht van de berekende draagvermogens per sondering, paaltype, paalafmeting en puntniveau wordt verwezen naar bijlage F (schroefinjectiepalen) en bijlage G (stalen buispalen). Op bladen EC7-01 t/m 12 (woningen op de dijk), EC7-25 t/m 31 (balkons v/d kerk) en EC7-39 t/m 59 (woningen onderaan de dijk) van bijlage F zijn de resultaten gegeven voor het geval het schroefblad niet op en neer wordt bewogen, op bladen EC7-13 t/m 24 (woningen op de dijk), EC7-32 t/m 38 (balkons v/d kerk) en EC7-60 t/m 80 (woningen onderaan de dijk) zijn de resultaten gegeven voor het geval dat het schroefblad wel op en neer wordt bewogen in de lagen waaraan de paal zijn draagkracht ontleend.

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. Opgemerkt wordt dat het resterend en aanvullend onderzoek aanleiding kan geven om in het palenplan andere puntniveaus en draagvermogens aan te houden.

5.7 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 F (schroefinjectiepalen) en bijlage G (stalen buispalen).

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



5.8 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 paalkopzакking betreft als zijnde de som van s_{el} , de elastische verkorting van de paal en s_b , de zакking van de paalpunt nodig voor het mobiliseren van het paaldragvermogen. 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 paalkopzакking, de zакking 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 zакking 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 een sondering en een paalpuntniveau 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 bijlages F (schroefinjectiepalen) en G (stalen buispalen).

5.9 Aanvullend onderzoek

Voor een toereikend funderingsadvies is het wenselijk dat verdeeld over de contour van de nieuwbouw en in het vlak daarbinnen is gesondeerd, zodanig dat de onderlinge afstand tussen de sonderingen niet meer bedraagt dan 15 à 25 m. Eén en ander in overeenkomstig NEN-9997 paragraaf 3.2.

Geadviseerd wordt om extra sonderingen te maken ter hoogte van de balkons van de kerk en de woningen boven op de dijk.

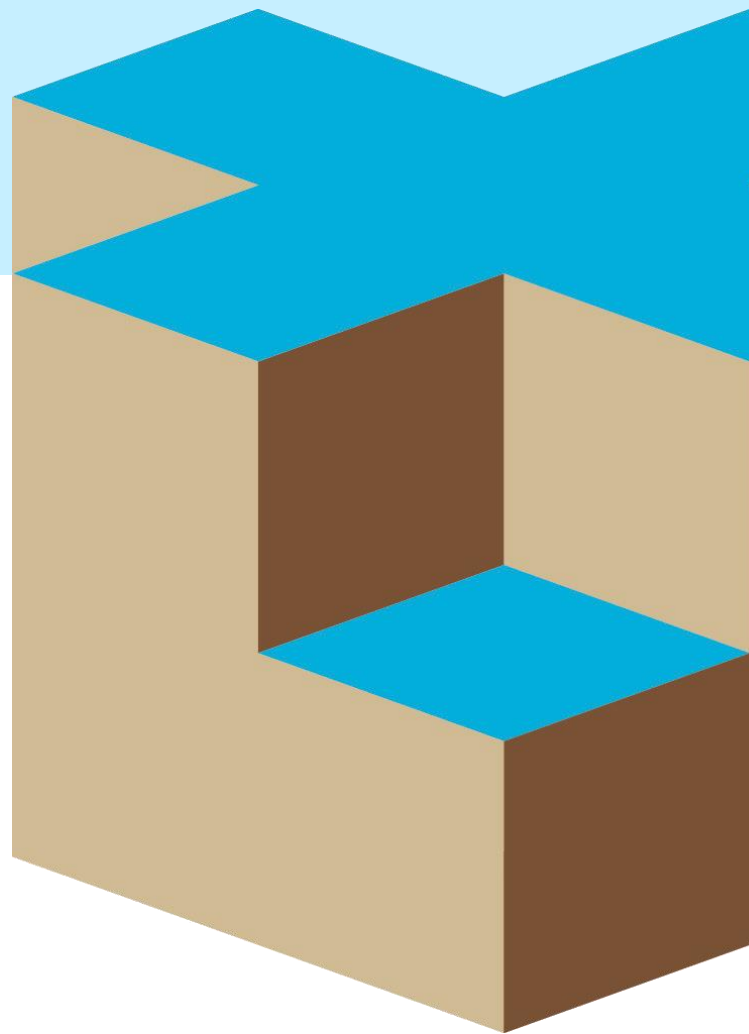
5.10 Richtlijnen uitvoering en kwaliteitszorg stalen buispalen

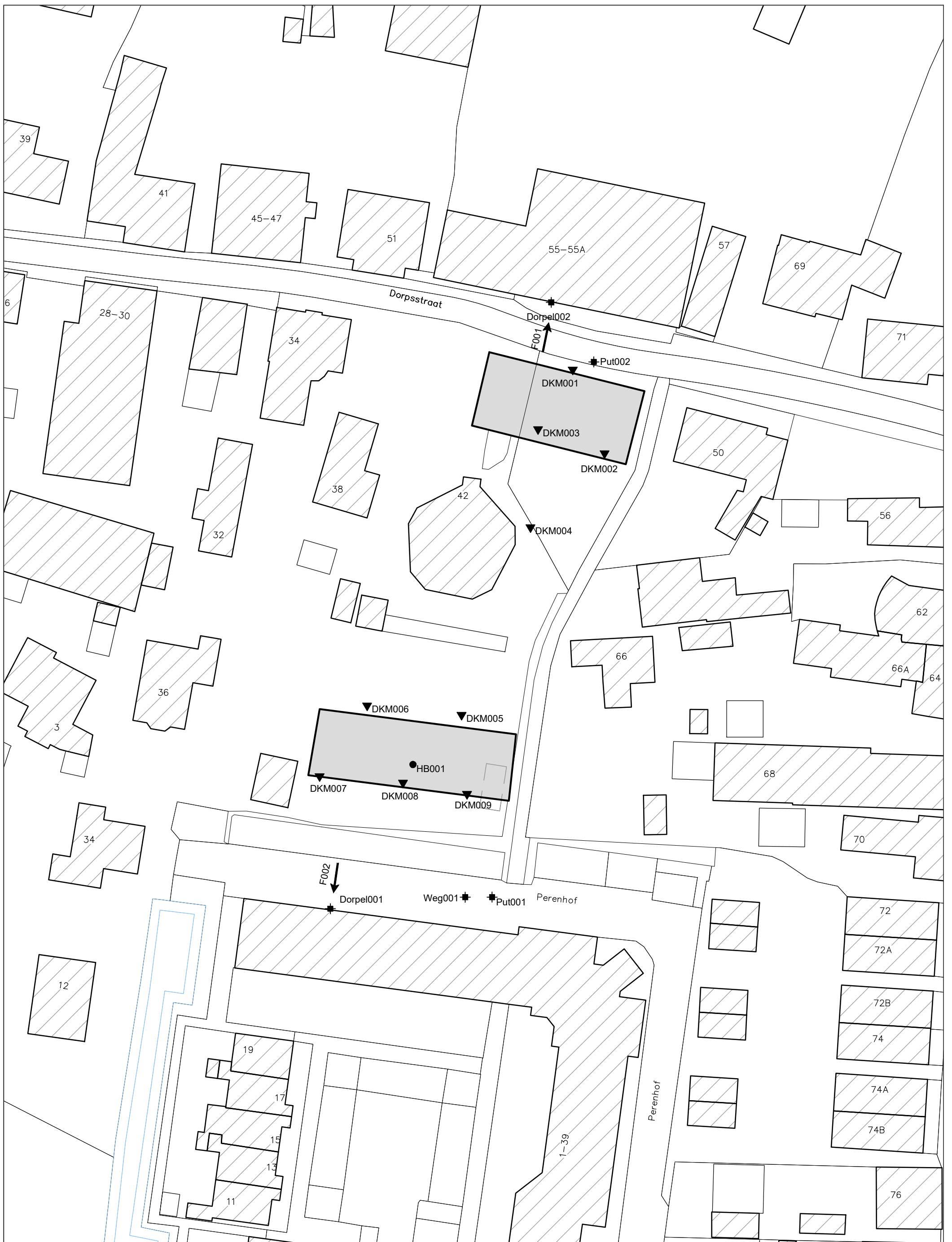
Onder bijlage H zijn met betrekking tot de toepassing van een fundering op inwendig geheide stalen buispalen algemene richtlijnen gegeven. Onder meer wordt ingegaan op heiwerk in relatie tot de omgeving, het belang van de controle van uitgangspunten en aannamen en op aspecten die van toepassing zijn 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.

5.11 Richtlijnen uitvoering en kwaliteitszorg schroefinjectiepalen

Onder bijlage I 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





Schaalbalk 1:500



Opdrachtomschrijving / locatie:

**Bouw woningen en herbestemming kerk
aan de Dorpsstraat 42 te Heerjansdam**

Omschrijving tekening:

Situatietekening

Bestaande bebouwing Nieuwbouw



Bewerkt: NBN

Datum: 5 september 2022

Schaal: 1:500

Formaat: A3

Opdrachtnummer: 22WP0408

Bijlage: SIT-01



Project Bouw woningen en herbestemming kerk aan de Dorpsstraat 42 te Heerjansdam
Opdracht 22WP0408
Betreft Foto's



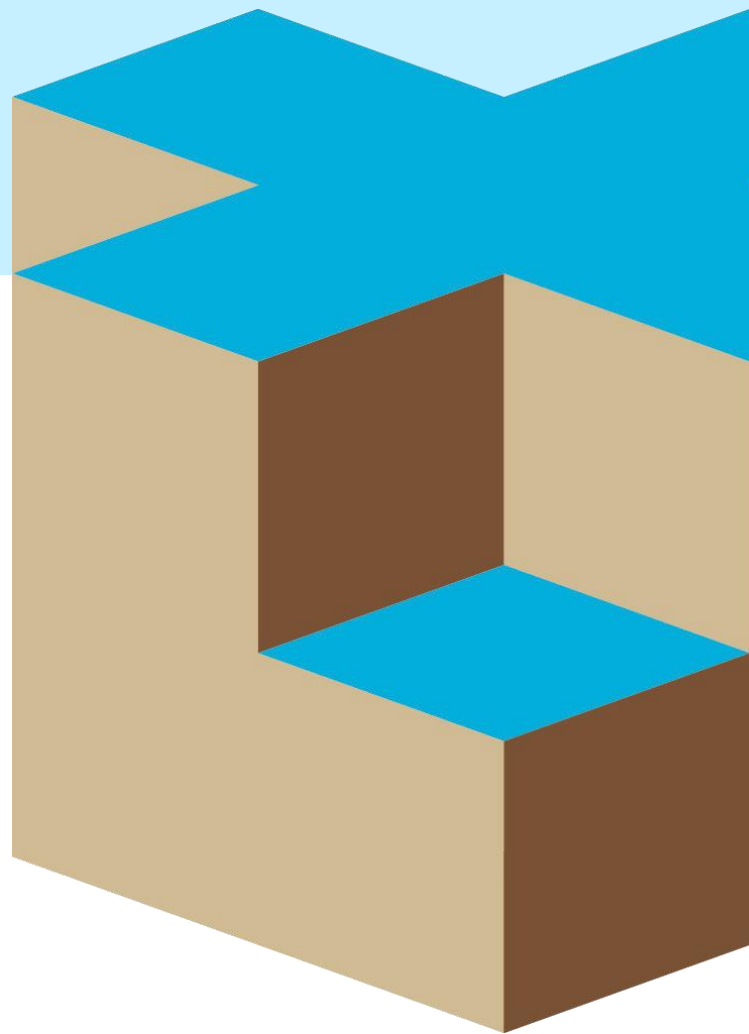
F001: Dorpel002, Dorpsstraat 55



F002: Dorpel001, Perenstraat 6

Genomen op: 25 augustus 2022

BIJLAGE B





OVERZICHT MEETPUNTEN

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

Meetpunt	X-coördinaat [m]	Y-coördinaat [m]	Hoogte (Z) [m t.o.v. NAP]	GWS * [m t.o.v. NAP]	Datum uitvoering
DKM001	98101,21	427797,76	3,63	---	26-08-2022
DKM002	98105,89	427785,41	3,14	---	26-08-2022
DKM003	98096,09	427788,97	3,04	---	25-08-2022
DKM004	98094,98	427774,51	2,53	---	25-08-2022
DKM005	98084,82	427746,88	1,34	-0,66	01-09-2022
DKM006	98070,91	427748,25	1,13	---	01-09-2022
DKM007	98063,91	427737,83	0,92	---	01-09-2022
DKM008	98076,20	427736,88	1,05	---	26-08-2022
DKM009	98085,63	427735,22	1,16	-1,03	01-09-2022
HB001	98077,66	427740,33	1,05	-1,15	26-08-2022
Dorpel001**	---	---	1,02	---	25-08-2022
Dorpel002***	---	---	4,07	---	25-08-2022
Put001	98089,32	427720,78	0,89	---	25-08-2022
Put002	98104,30	427799,65	3,72	---	25-08-2022
Weg001	98085,36	427720,78	0,88	---	25-08-2022

* Grondwaterstand ten tijde van het onderzoek

** Dorpel001, Perenhof 6

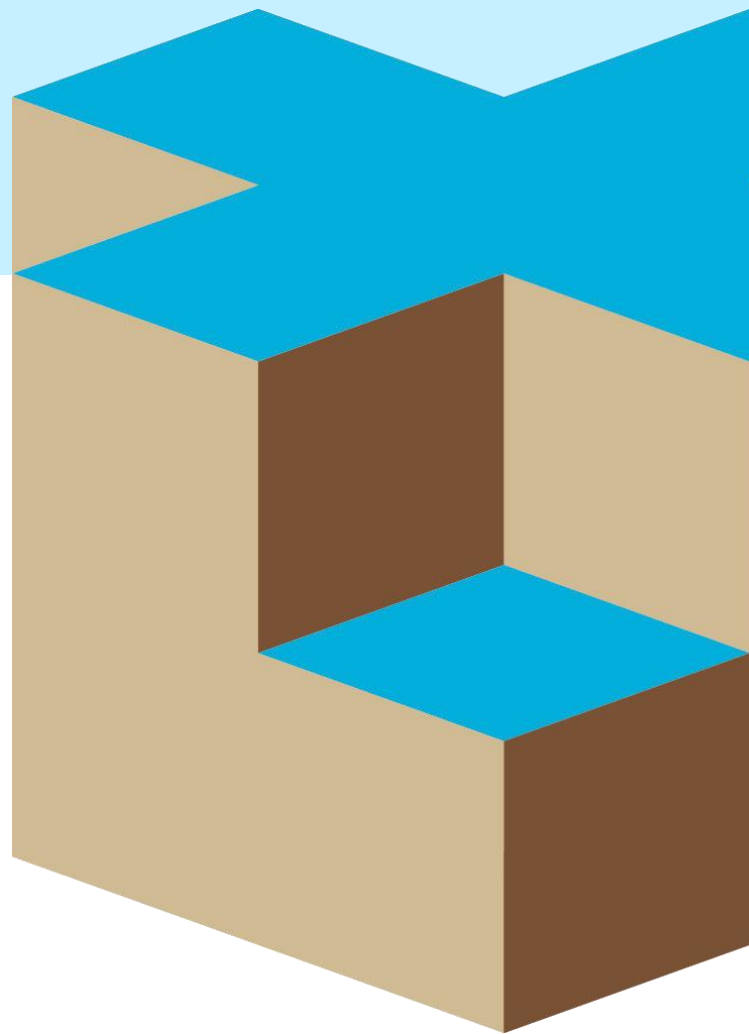
*** Dorpel002, Dorpsstraat 55

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

Let op:

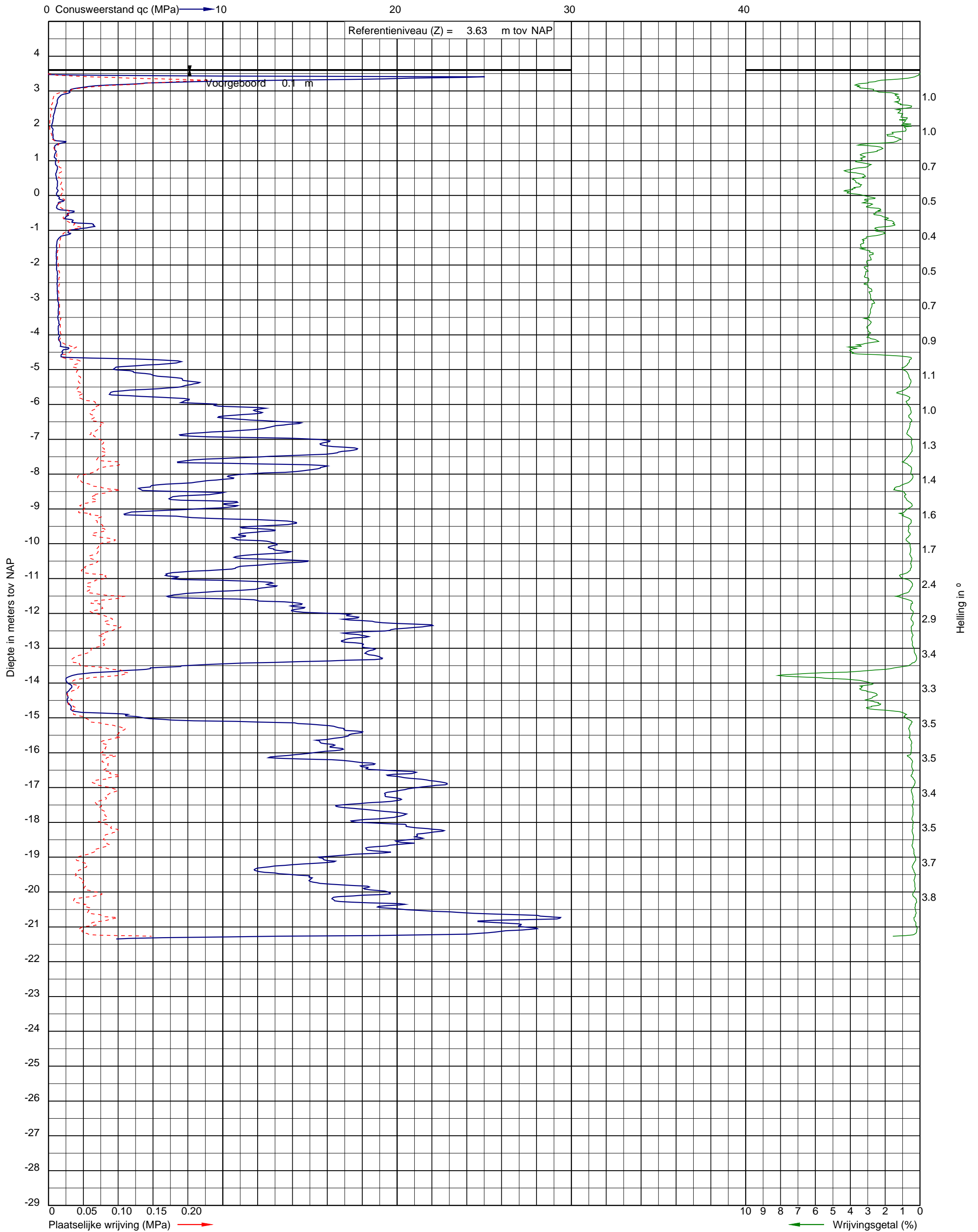
Deze waterpasstaat dient om inzicht te geven in de hoogteligging en locaties van de meet- en onderzoeks-punten ten opzichte van een referentiepunt. Grondwaterstanden zijn ter indicatie en kunnen beïnvloed zijn door de uitgevoerde werkzaamheden. De resultaten dienen niet voor andere doeleinden te worden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

BIJLAGE C





Project: Bouw woningen en herbestemming kerk aan de Dorpsstraat 42 te Heerjansdam
 Opdracht: 22WP0408
 Betreft: Sondeergrafiek



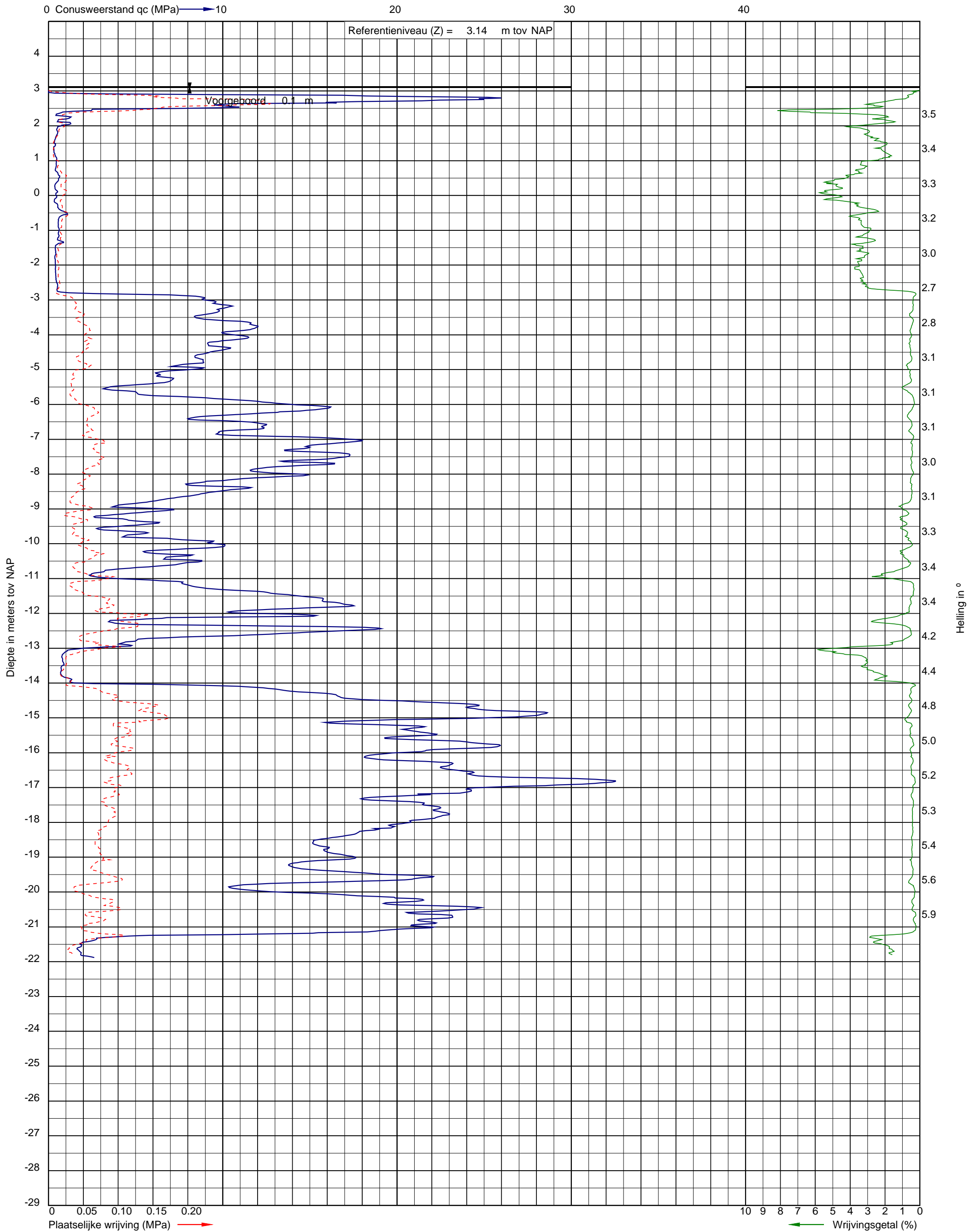
Uitvoeringsdatum: 26-8-2022
 Norm: NEN-EN-ISO 22476-1
 Toepassingsklasse: 3
 Conusnummer: 060091

X: 98101.2
 Y: 427797.8

DKM001



Project: Bouw woningen en herbestemming kerk aan de Dorpsstraat 42 te Heerjansdam
Opdracht: 22WP0408
Betreft: Sondeergrafiek



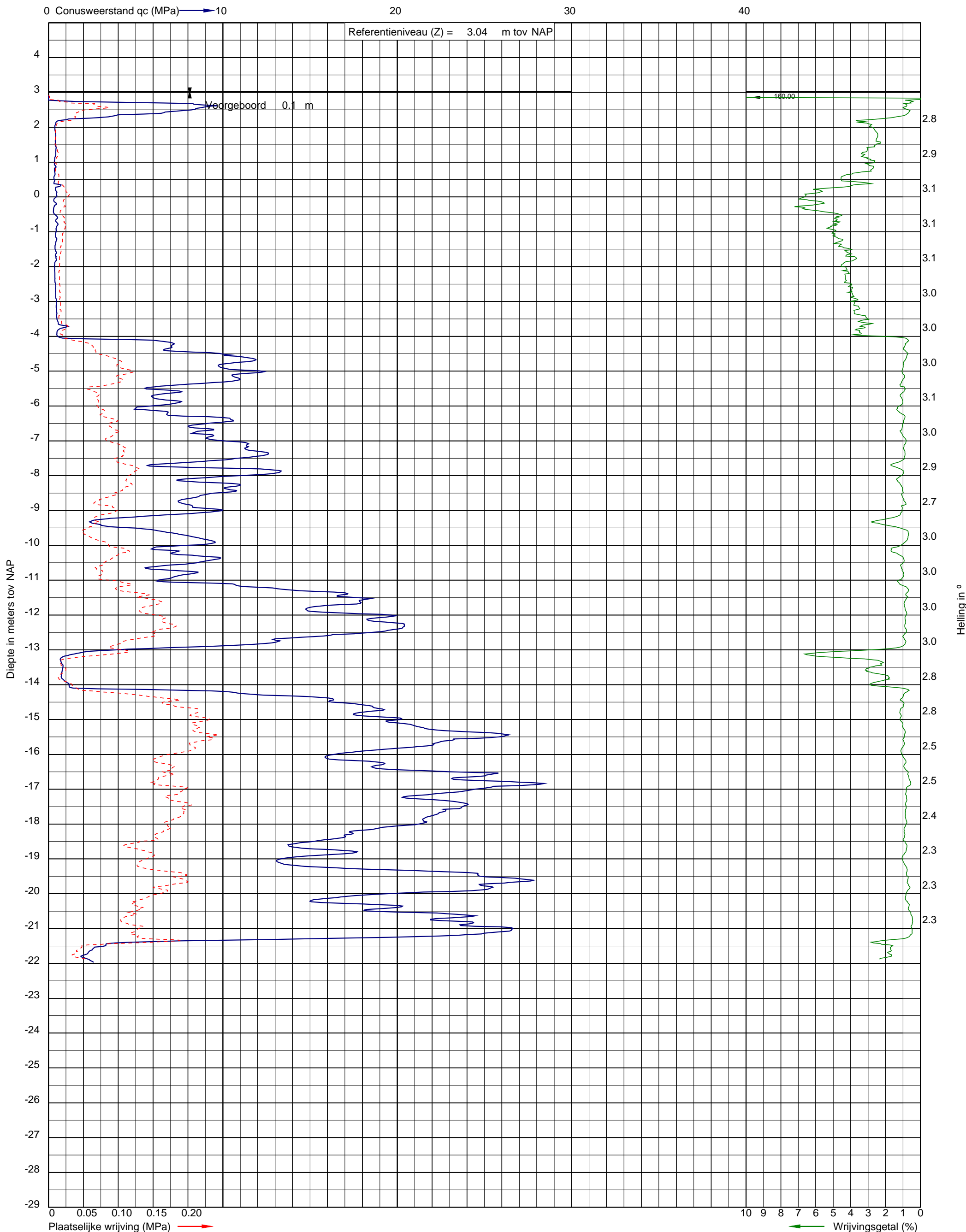
Uitvoeringsdatum: 26-8-2022
Norm: NEN-EN-ISO 22476-1
Toepassingsklasse: 3
Conusnummer: 060091

X: 98105.9
Y: 427785.4

DKM002



Project: Bouw woningen en herbestemming kerk aan de Dorpsstraat 42 te Heerjansdam
Opdracht: 22WP0408
Betreft: Sondeergrafiek



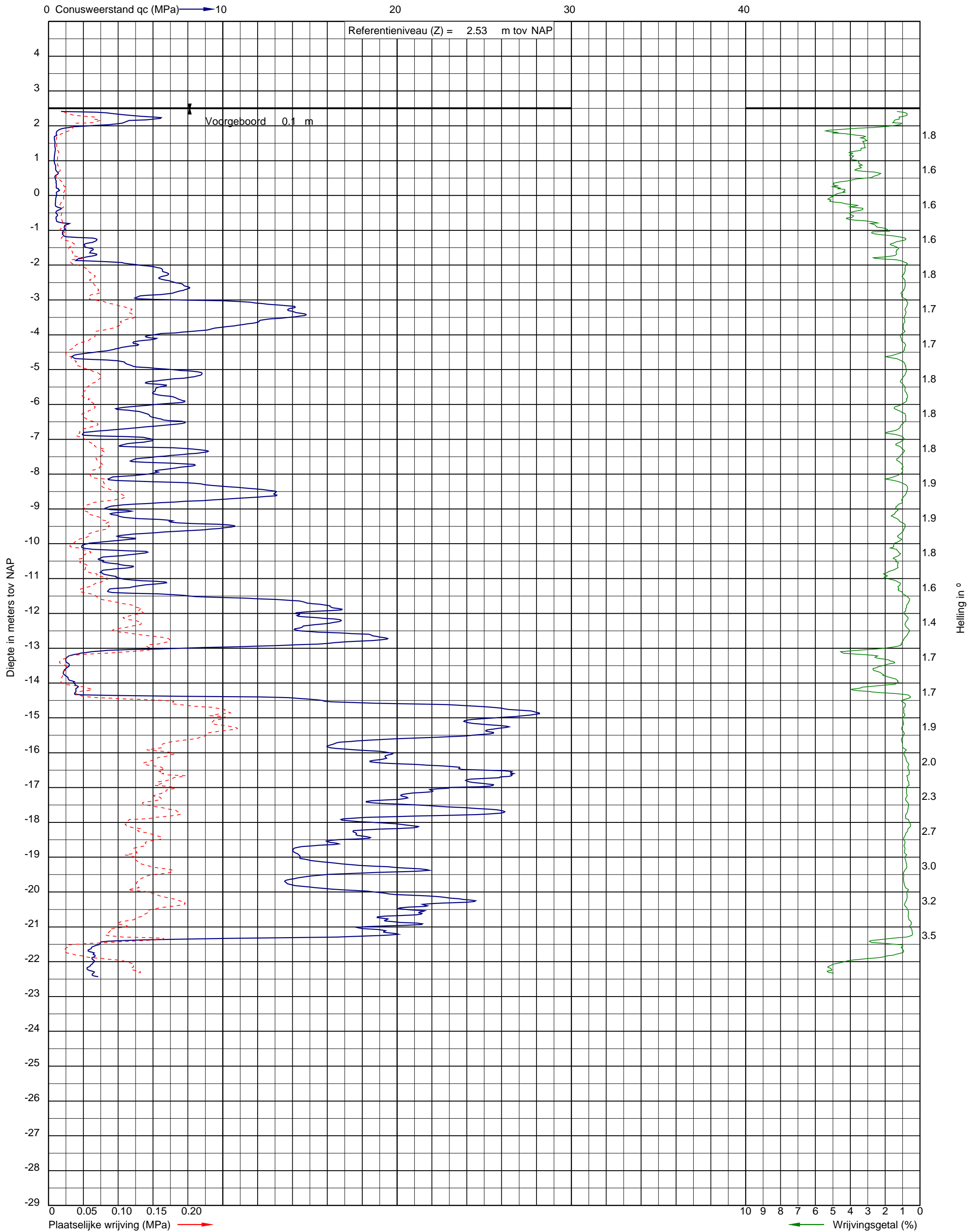
Uitvoeringsdatum: 25-8-2022
Norm: NEN-EN-ISO 22476-1
Toepassingsklasse: 3
Conusnummer: 071012

X: 98096.1
Y: 427789.0

DKM003



Project: Bouw woningen en herbestemming kerk aan de Dorpsstraat 42 te Heerjansdam
Opdracht: 22WP0408
Betreft: Sondeergrafiek



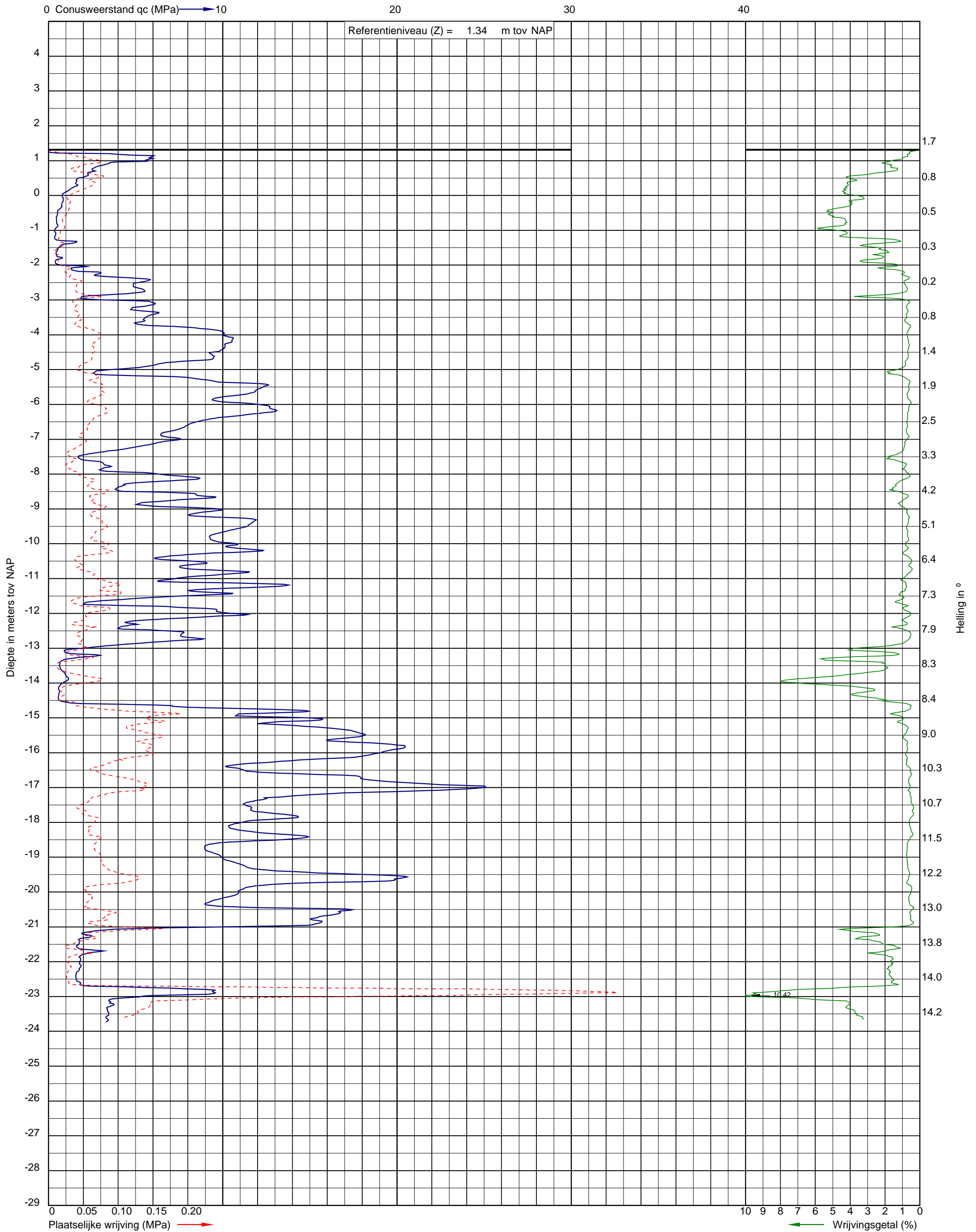
Uitvoeringsdatum: 25-8-2022
Norm: NEN-EN-ISO 22476-1
Toepassingsklasse: 3
Conusnummer: 071012

X: 98095.0
Y: 427774.5

DKM004



Project: Bouw woningen en herbestemming kerk aan de Dorpsstraat 42 te Heerjansdam
Opdracht: 22WP0408
Betreft: Sondeergrafiek



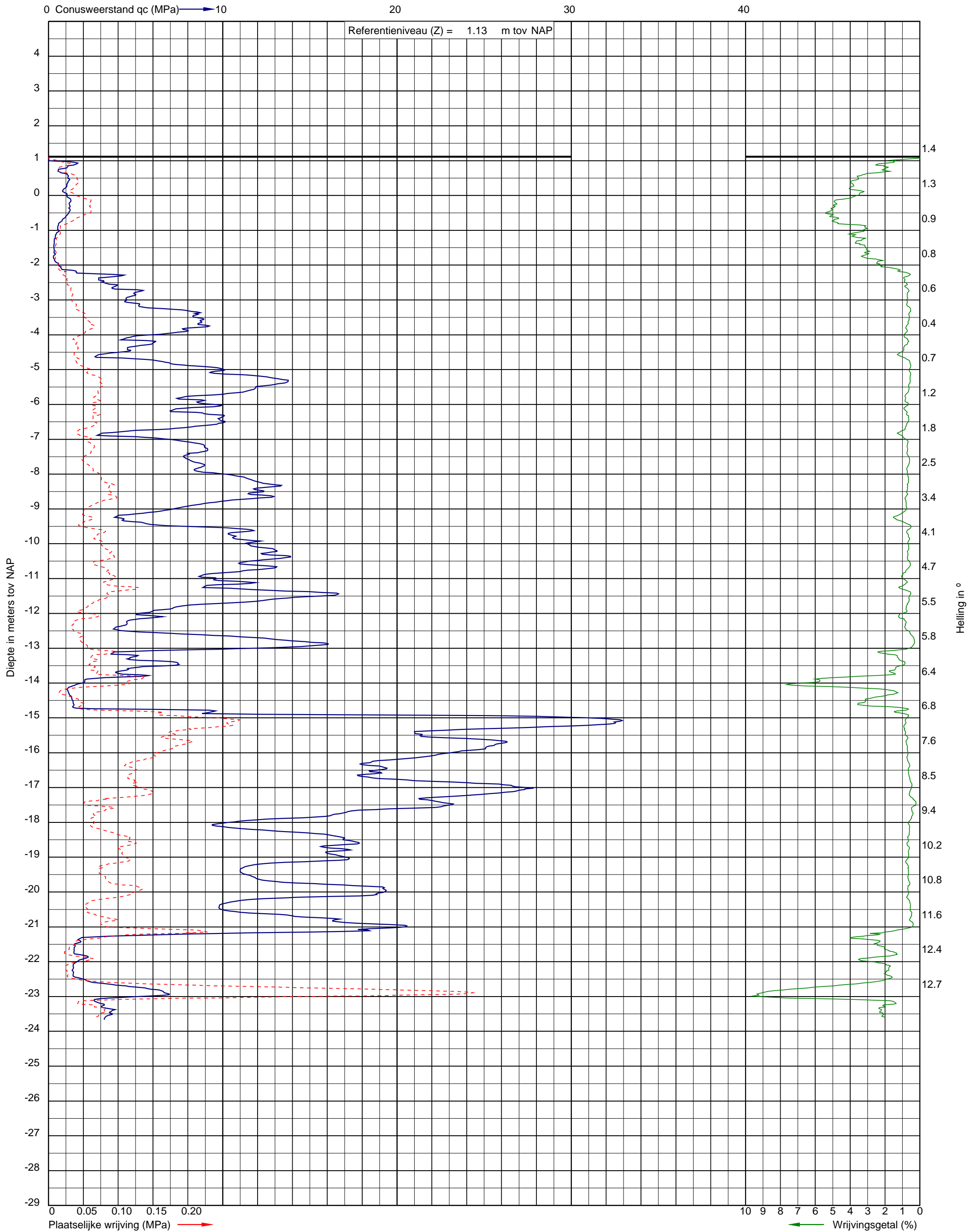
Uitvoeringsdatum: 1-9-2022
Norm: NEN-EN-ISO 22476-1
Toepassingsklasse: 3
Conusnummer: 060148

X: 98084.8
Y: 427746.9

DKM005



Project: Bouw woningen en herbestemming kerk aan de Dorpsstraat 42 te Heerjansdam
Opdracht: 22WP0408
Betreft: Sondeergrafiek



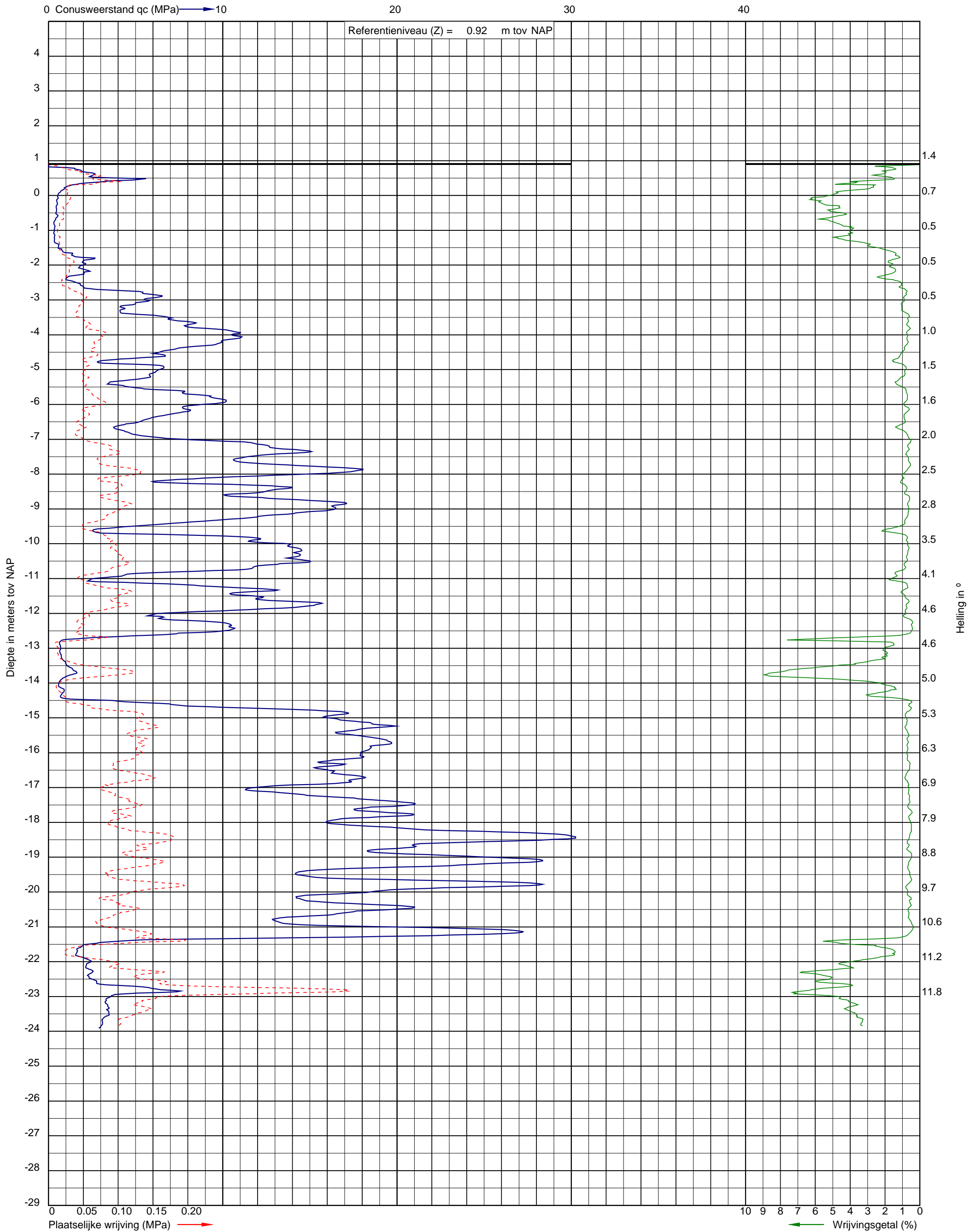
Uitvoeringsdatum: 1-9-2022
Norm: NEN-EN-ISO 22476-1
Toepassingsklasse: 3
Conusnummer: 060148

X: 98070.9
Y: 427748.2

DKM006



Project: Bouw woningen en herbestemming kerk aan de Dorpsstraat 42 te Heerjansdam
Opdracht: 22WP0408
Betreft: Sondeergrafiek



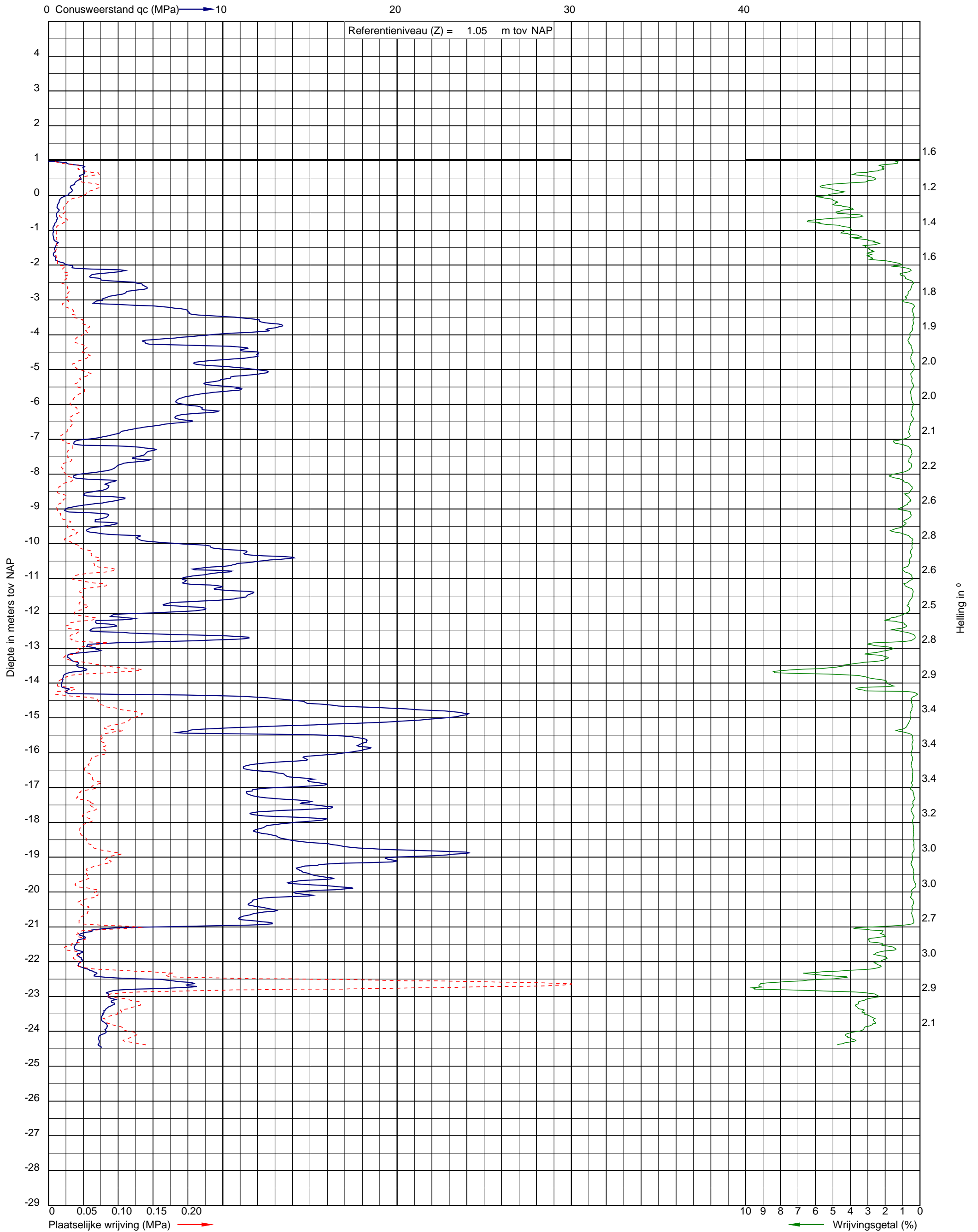
Uitvoeringsdatum: 1-9-2022
Norm: NEN-EN-ISO 22476-1
Toepassingsklasse: 3
Conusnummer: 060148

X: 98063.9
Y: 427737.8

DKM007



Project: Bouw woningen en herbestemming kerk aan de Dorpsstraat 42 te Heerjansdam
Opdracht: 22WP0408
Betreft: Sondeergrafiek



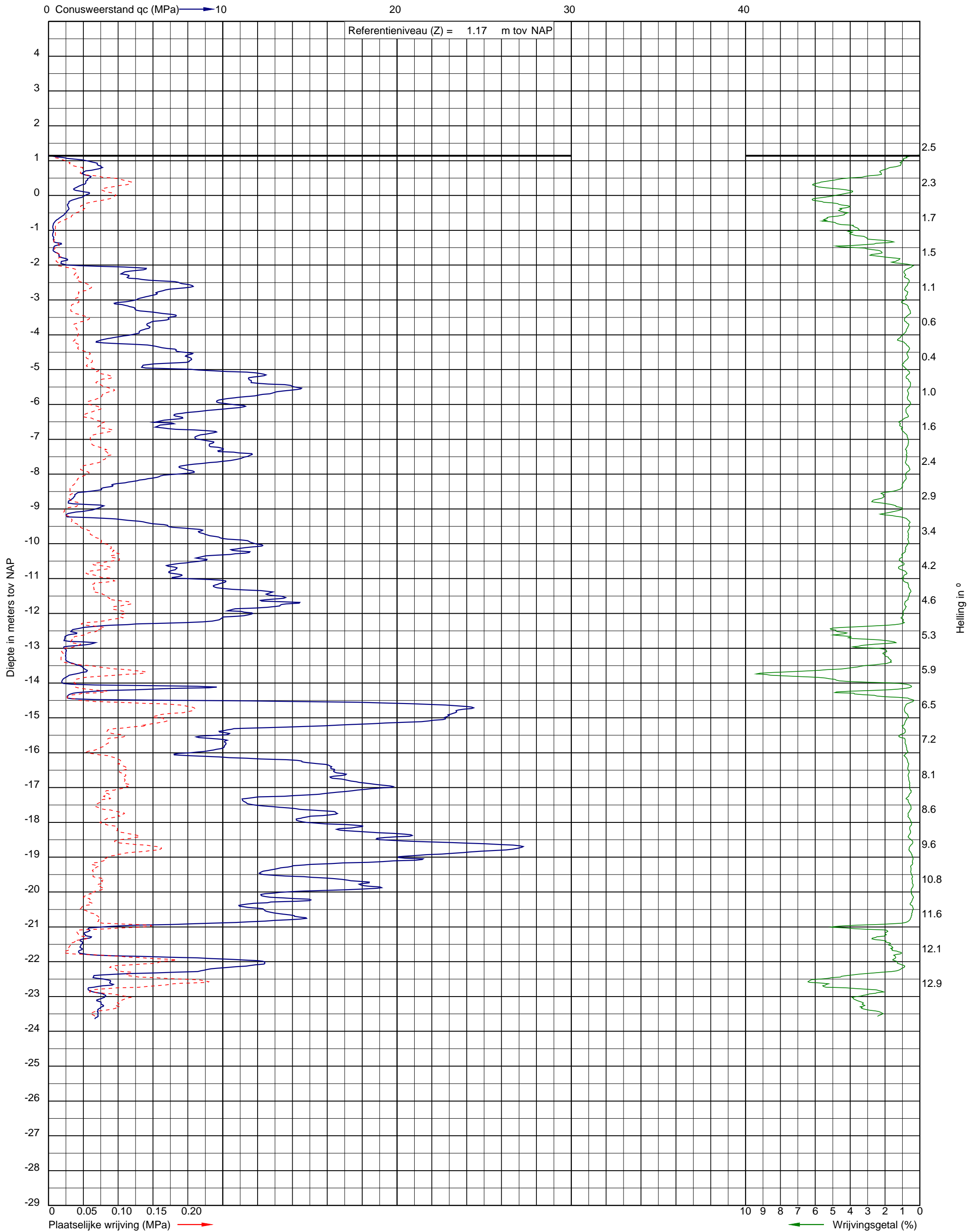
Uitvoeringsdatum: 26-8-2022
Norm: NEN-EN-ISO 22476-1
Toepassingsklasse: 3
Conusnummer: 060091

X: 98076.2
Y: 427736.9

DKM008



Project: Bouw woningen en herbestemming kerk aan de Dorpsstraat 42 te Heerjansdam
Opdracht: 22WP0408
Betreft: Sondeergrafiek

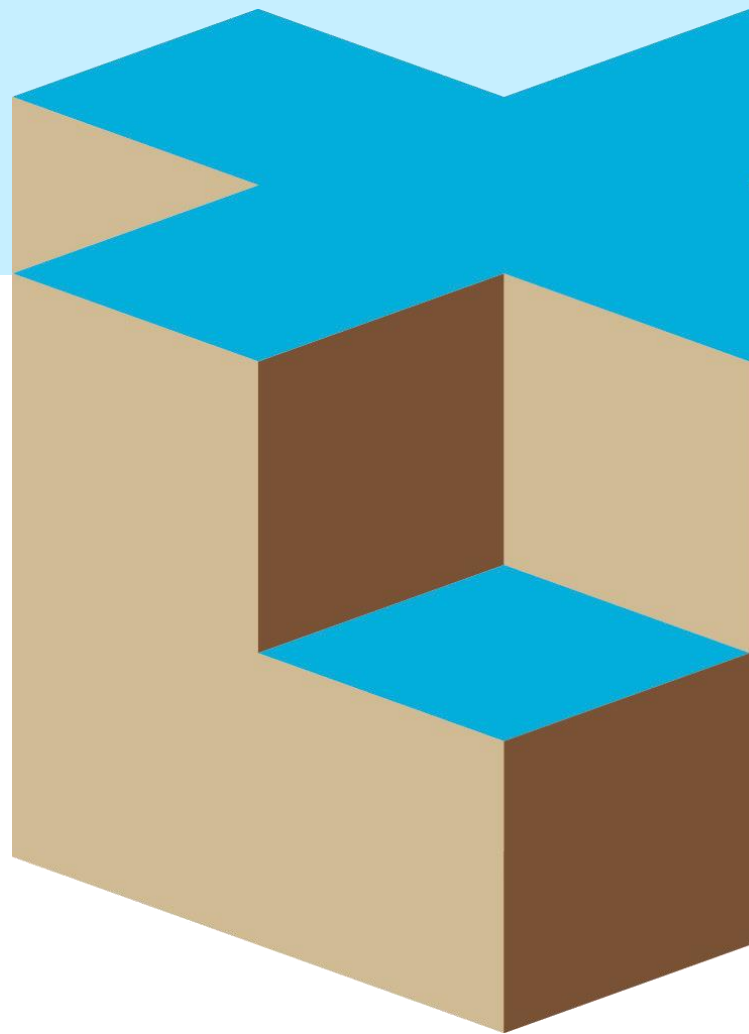


Uitvoeringsdatum: 1-9-2022
Norm: NEN-EN-ISO 22476-1
Toepassingsklasse: 3
Conusnummer: 060148

X: 98085.6
Y: 427735.2

DKM009

BIJLAGE D



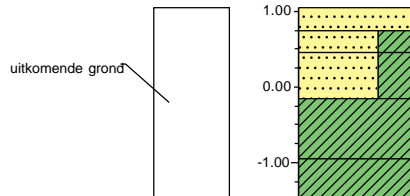


Project: Bouw woningen en herbestemming kerk aan de Dorpsstraat 42 te Heerjansdam
Opdracht: 22WP0408
Betreft: Boorprofiel

Boring: HB001
Uitvoering op: 26-8-2022
Uitvoering door: JSC

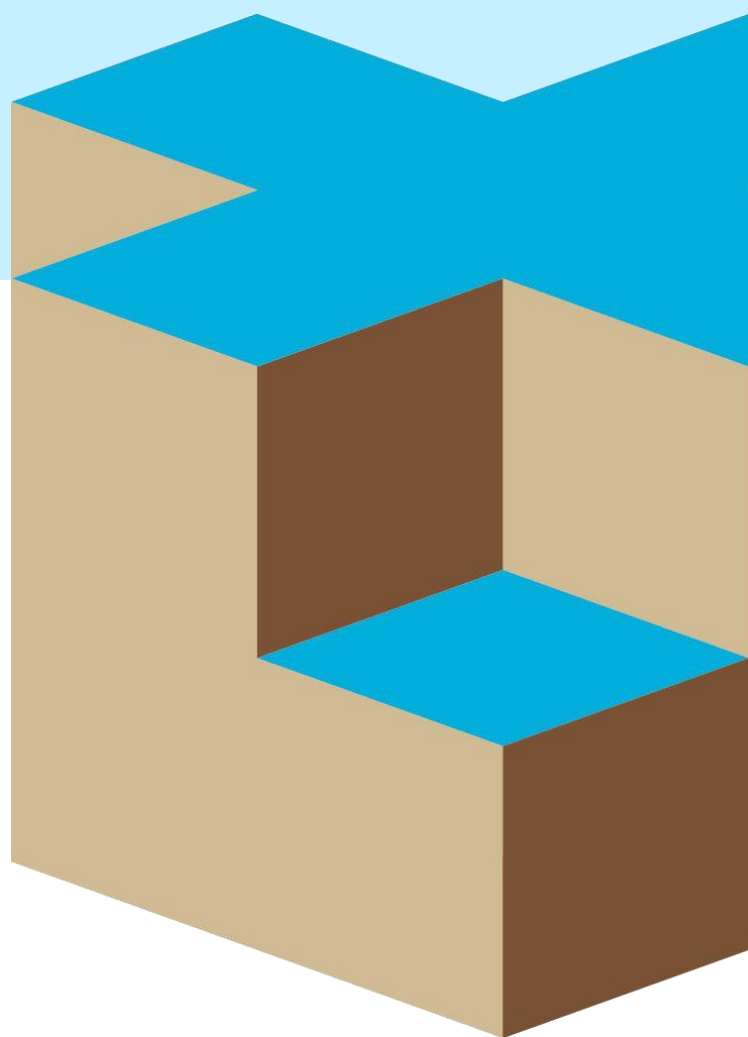
Boornorm: NEN-EN-ISO 22475-1
Grondwaterstand[cm-mv]: 220

Identificatie conform NEN-EN-ISO 14688-1
x-coördinaat [m RD]: 98077.65
y-coördinaat [m RD]: 427740.32
Referentiehoogte [m]: 1.05 . N.A.P.
Reden boring gestopt: Einddoel



0.00	asfalt
0.30	Zand, middelgrof 200-630, licht bruin
0.60	Zand, middelgrof 200-630, kleiig, donker bruin
1.20	Zand, middelgrof 200-630, kleiig, donker bruin
	Klei, stevig, donker grijs bruin
2.00	
2.50	Klei, slap, donker grijs bruin

BIJLAGE E





LEGENDA TEKENINGEN EN VERKLARING AFKORTINGEN

SONDERING

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

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

BORING

●	HB	Handboring
	B	Mechanische boring
○	Niet uitgevoerd	

PEILBUIS

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

MONITORING

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

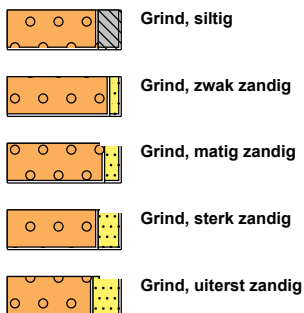
ALGEMEEN

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

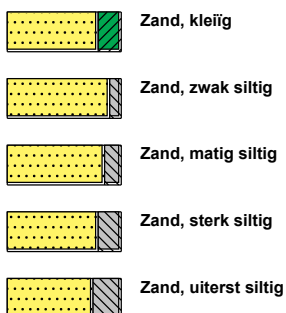


VERKLARING CODERING BORINGEN (conform NEN 5104)

grind



zand



veen



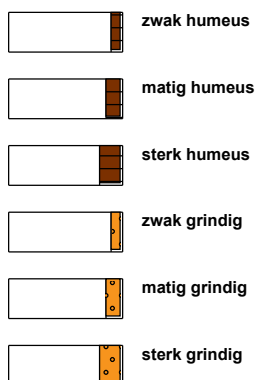
klei



leem



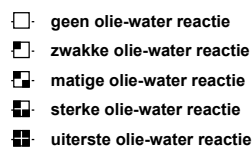
overige toevoegingen



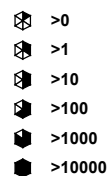
geur



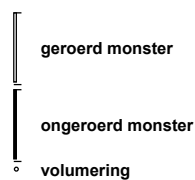
olie



p.i.d.-waarde



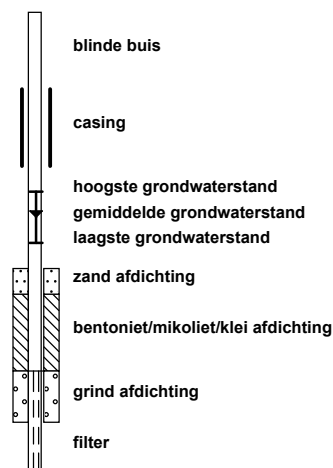
monsters



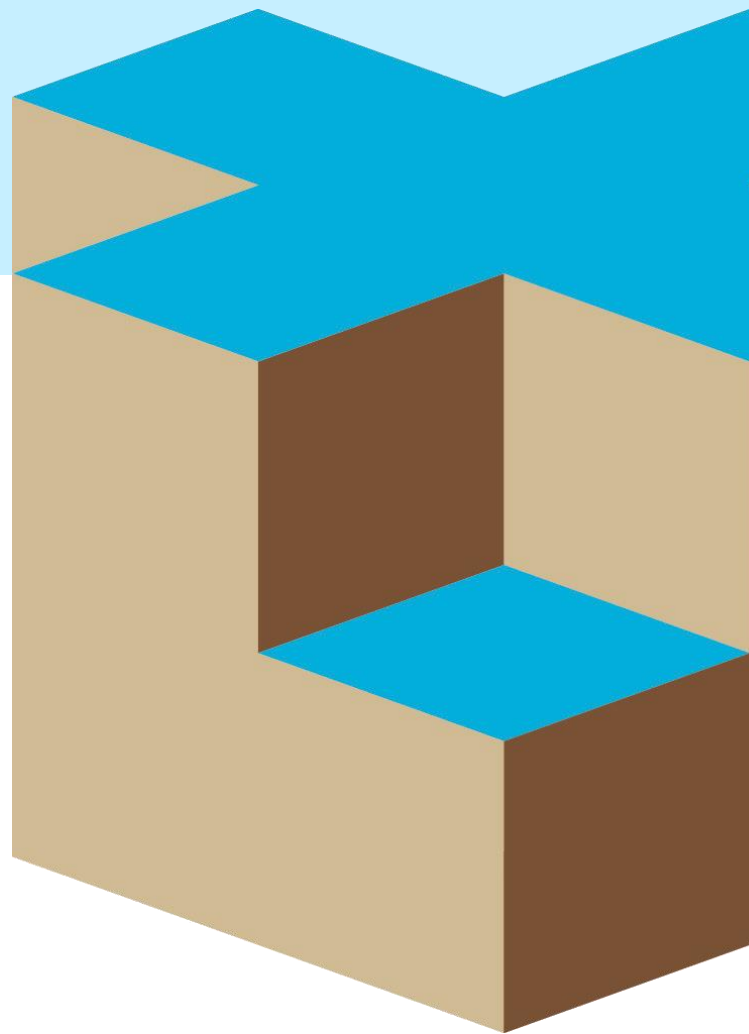
overig



peilbuis



BIJLAGE F



**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	3,63	-17,0 tot -18,5
DKM002	3,14	-17,0 tot -18,5
DKM003	3,04	-17,0 tot -18,5

1) Niveau ten tijde van onderzoek



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

Schroefinjectiepaal 0,350/0,350/0,350 m

Sonderingen voor opdracht: 22WP0408

	DKM001	DKM002	DKM003
-17,00	223	459	361
-17,50	270	470	382
-18,00	286	476	396
-18,50	317	460	429

diepte tov NAP

Schroefinjectiepaal 0,400/0,400/0,400 m

Sonderingen voor opdracht: 22WP0408

	DKM001	DKM002	DKM003
-17,00	286	537	431
-17,50	319	584	466
-18,00	362	564	498
-18,50	405	564	535

diepte tov NAP

Schroefinjectiepaal 0,450/0,450/0,450 m

Sonderingen voor opdracht: 22WP0408

	DKM001	DKM002	DKM003
-17,00	357	634	515
-17,50	371	672	561
-18,00	437	644	611
-18,50	499	678	652

diepte tov NAP


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	: $\gamma_b = \gamma_s = 1,20$
		Belastingsfactor neg.kleef	: $\gamma_{f,nk} = 1,4$

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

Sonderingen	Hoogte m.v. [m tov NAP]	Paalpunt [m tov NAP]	$R_{c;d,netto}$ [kN]	$q_{b,max}$ [MPa]	$R_{b;cal}$ [kN]	$R_{s;cal}$ [kN]	$R_{c;d}$ [kN]	$F_{nk;d}^*$ [kN]
DKM001	3,63	-17,00	223	5,0	478	235	427	204
		-17,50	270	5,1	491	300	474	204
		-18,00	286	4,7	452	367	491	204
		-18,50	317	4,5	437	432	521	204
DKM002	3,14	-17,00	459	6,1	590	387	586	127
		-17,50	470	5,6	543	453	597	127
		-18,00	476	5,1	487	519	603	127
		-18,50	460	4,1	394	585	587	127
DKM003	3,04	-17,00	361	5,6	539	366	542	181
		-17,50	382	5,3	507	432	563	181
		-18,00	396	4,8	465	498	577	181
		-18,50	429	4,7	454	564	610	181

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

Sonderingen	Hoogte m.v. [m tov NAP]	Paalpunt [m tov NAP]	$R_{c;d,netto}$ [kN]	$q_{b,max}$ [MPa]	$R_{b;cal}$ [kN]	$R_{s;cal}$ [kN]	$R_{c;d}$ [kN]	$F_{nk;d}^*$ [kN]
DKM001	3,63	-17,00	286	4,8	598	268	520	234
		-17,50	319	4,6	578	343	552	234
		-18,00	362	4,6	574	419	595	234
		-18,50	405	4,5	571	494	638	234
DKM002	3,14	-17,00	537	5,5	695	442	682	145
		-17,50	584	5,6	698	517	729	145
		-18,00	564	4,7	591	593	709	145
		-18,50	564	4,1	514	668	709	145
DKM003	3,04	-17,00	431	5,1	646	418	638	207
		-17,50	466	5,0	629	494	673	207
		-18,00	498	4,8	607	569	705	207
		-18,50	535	4,7	593	644	742	207

Paalafmeting : 0,450/0,450/0,450 m

Sonderingen	Hoogte m.v. [m tov NAP]	Paalpunt [m tov NAP]	$R_{c;d,netto}$ [kN]	$q_{b,max}$ [MPa]	$R_{b;cal}$ [kN]	$R_{s;cal}$ [kN]	$R_{c;d}$ [kN]	$F_{nk;d}^*$ [kN]
DKM001	3,63	-17,00	357	4,6	731	302	619	263
		-17,50	371	4,2	670	386	633	263
		-18,00	437	4,4	696	471	700	263
		-18,50	499	4,5	714	556	761	263

* Negatieve kleef bepaald voor alleenstaande paal, aan de rand van groep, in één rij en in groep met $D > \sqrt{(10 \times d \times h)}$

Toelichting

Maximum puntweerstand	: $q_{b,max} = 0,5 * \alpha_p * \beta * s * (0,5[q_{c,I;gem} + q_{c,II;gem}] + q_{c,III;gem})$	[par. 7.6.2.3(e)]
Maximum draagkracht punt	: $R_{b;cal} = A_b * q_{b,max}$	[par. 7.6.2.3(e)]
Maximum schachtwrijvingskracht	: $R_{s;cal} = O_p * \Delta L * \alpha_s * q_{c;z;a}$	[par. 7.6.2.3]
Rekenwaarde maximum draagkracht	: $R_{c;d} = (R_{b;cal} / \xi) / \gamma_b + (R_{s;cal} / \xi) / \gamma_s$	[par. 7.6.2.3]
Rekenwaarde negatieve kleef	: $F_{nk;d} = F_{nk} * \gamma_{f,nk}$	[par. 7.3.2.2]
Rekenwaarde netto draagkracht	: $R_{c;d,netto} = R_{c;d} - F_{nk;d}$	[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	: $N = 1$
Paalvoetdwarsdoornedefactor	: $s = 1,0$	ξ -factor	: $\xi_3 = 1,39$; $\xi_4 = 1,39$
Paalklassefactor schacht	: $\alpha_s = 0,008$	Materiaalfactor	: $\gamma_b = \gamma_s = 1,20$
		Belastingsfactor neg.kleef	: $\gamma_{f,nk} = 1,4$

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

Sonderingen	Hoogte m.v. [m tov NAP]	Paalpunt [m tov NAP]	$R_{c;d,netto}$ [kN]	$q_{b,max}$ [MPa]	$R_{b;cal}$ [kN]	$R_{s;cal}$ [kN]	$R_{c;d}$ [kN]	$F_{nk;d}^*$ [kN]
DKM002	3,14	-17,00	634	5,2	833	497	798	163
		-17,50	672	5,1	812	582	835	163
		-18,00	644	4,3	679	667	807	163
		-18,50	678	4,1	651	752	841	163
DKM003	3,04	-17,00	515	4,9	777	470	748	233
		-17,50	561	4,8	769	555	794	233
		-18,00	611	4,8	768	640	844	233
		-18,50	652	4,7	751	725	885	233

* Negatieve kleef bepaald voor alleenstaande paal, aan de rand van groep, in één rij en in groep met $D > \sqrt{(10 \times d \times h)}$

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	: $R_{c;d,netto} = R_{c;d} - F_{nk;d}$	[par. 7.6.2.3]

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

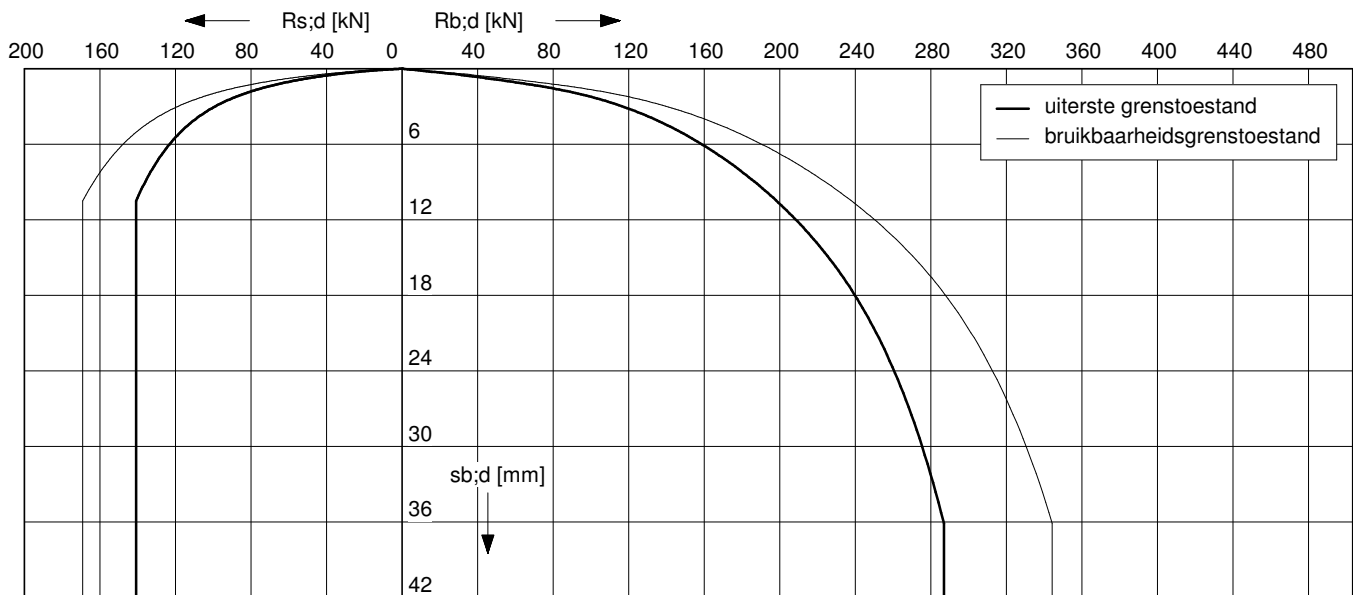
Paalttype : Schroefinjectiepaal

Sonderingen: DKM001

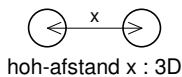
Berekening s_2 gebaseerd op sondering DKM001

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

Paalpuntniveau : -17,00 m tov NAP

**Uiterste grenstoestand**

$F_{c;d,netto}$ [kN]	$F_{nk;d}$ [kN]	$F_{c;d}$ [kN]	$s_{b;d}$ [mm]	$s_{el;d}$ [mm]	$s_{1;d}$ [mm]	$s_{2;d}$ [mm]	s_d [mm]	$k_{v;d}$ paal vrijstaand [kN/mm]	$k_{v;d}$ paal in groep [kN/mm]
223	204	427	35,2	5,2	40,4	2,1	42,5	24	21
201	204	405	25,2	4,9	30,1	2,0	32,1	26	22
178	204	383	18,3	4,6	22,9	1,9	24,8	28	24
156	204	360	13,6	4,4	17,9	1,8	19,7	29	25
134	204	338	10,3	4,1	14,4	1,6	16,0	31	26
111	204	316	8,3	3,8	12,1	1,5	13,6	33	27
89	204	293	6,7	3,5	10,3	1,4	11,7	35	28
67	204	271	5,3	3,3	8,6	1,3	9,9	36	29
44	204	249	4,2	3,0	7,2	1,2	8,4	38	30
22	204	226	3,3	2,7	6,0	1,1	7,1	39	31

Configuratie paalgroepvoor bepaling s_2
2-paalspoer**Bruikbaarheidsgrenstoestand**

$F_{c;netto}$ [kN]	F_{nk} [kN]	$F_{c;rep}$ [kN]	s_b [mm]	s_{el} [mm]	s_1 [mm]	s_2 [mm]	s [mm]	$k_{v;rep}$ paal vrijstaand [kN/mm]	$k_{v;rep}$ paal in groep [kN/mm]
172	204	376	8,1	3,8	11,9	1,8	13,7	32	27
154	204	359	7,0	3,6	10,6	1,7	12,4	34	29
137	204	342	6,1	3,4	9,5	1,7	11,1	36	31
120	204	324	5,3	3,3	8,6	1,6	10,1	38	32
103	204	307	4,5	3,1	7,6	1,5	9,1	40	34
86	204	290	3,9	2,9	6,8	1,4	8,2	43	35
69	204	273	3,3	2,7	6,1	1,3	7,4	45	37
51	204	256	2,9	2,6	5,5	1,2	6,7	47	38
34	204	239	2,5	2,4	4,9	1,2	6,1	49	39
17	204	221	2,1	2,2	4,4	1,1	5,4	51	41

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 997 - 1 + C2 : 2017)**

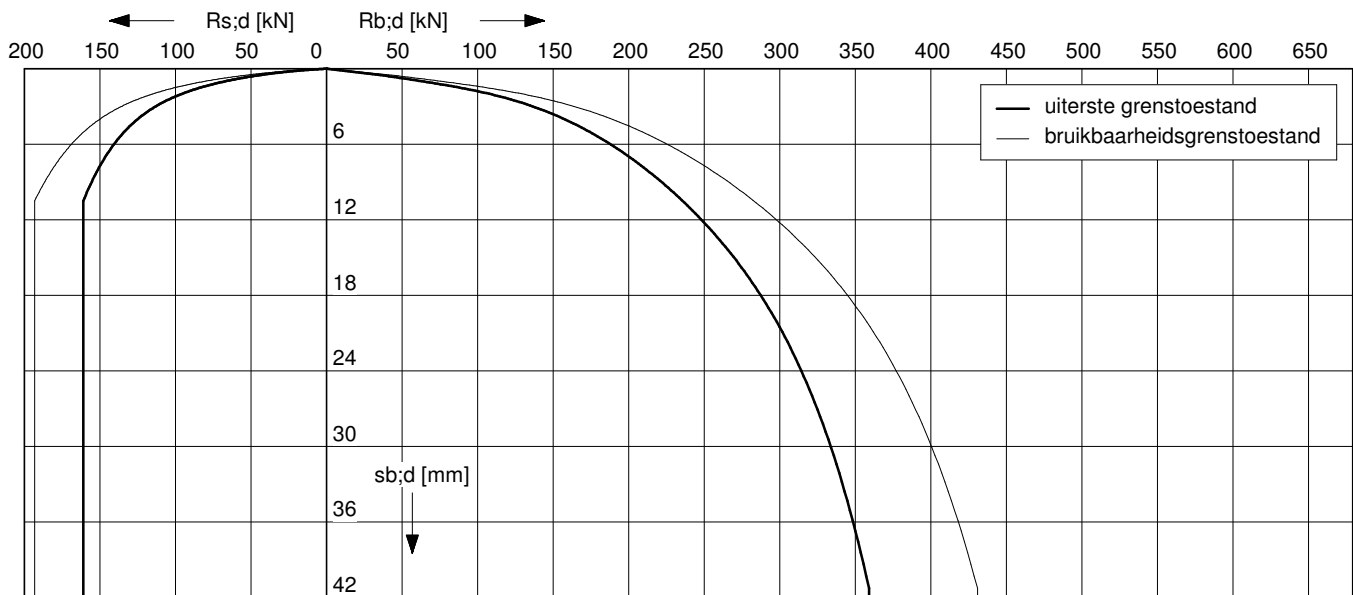
Paaltipe : Schroefinjectiepaal

Sonderingen: DKM001

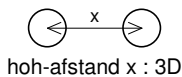
Berekening s_2 gebaseerd op sondering DKM001

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

Paalpuntniveau : -17,00 m tov NAP

**Uiterste grenstoestand**

$F_{c;d,netto}$ [kN]	$F_{nk;d}$ [kN]	$F_{c;d}$ [kN]	$s_{b;d}$ [mm]	$s_{el;d}$ [mm]	$s_{1;d}$ [mm]	$s_{2;d}$ [mm]	s_d [mm]	$k_{v;d}$ paal vrijstaand [kN/mm]	$k_{v;d}$ paal in groep [kN/mm]
286	234	520	40,3	4,8	45,1	2,2	47,3	28	24
258	234	491	28,8	4,6	33,4	2,1	35,5	30	26
229	234	462	20,5	4,3	24,8	2,0	26,8	32	27
200	234	434	15,2	4,0	19,2	1,9	21,1	35	29
172	234	405	11,5	3,8	15,3	1,7	17,0	37	31
143	234	377	8,9	3,5	12,4	1,6	14,0	39	32
115	234	348	7,0	3,2	10,3	1,5	11,7	42	34
86	234	320	5,5	3,0	8,5	1,4	9,9	44	35
58	234	291	4,2	2,7	6,9	1,2	8,2	46	37
29	234	263	3,3	2,4	5,7	1,1	6,9	48	38

Configuratie paalgroepvoor bepaling s_2
2-paalspoer**Bruikbaarheidsgrenstoestand**

$F_{c;netto}$ [kN]	F_{nk} [kN]	$F_{c;rep}$ [kN]	s_b [mm]	s_{el} [mm]	s_1 [mm]	s_2 [mm]	s [mm]	$k_{v;rep}$ paal vrijstaand [kN/mm]	$k_{v;rep}$ paal in groep [kN/mm]
220	234	454	8,9	3,5	12,4	1,9	14,3	37	32
198	234	432	7,7	3,3	11,0	1,9	12,9	39	34
176	234	410	6,6	3,1	9,8	1,8	11,5	42	36
154	234	388	5,6	3,0	8,6	1,7	10,3	45	38
132	234	366	4,8	2,8	7,6	1,6	9,2	48	40
110	234	344	4,1	2,6	6,7	1,5	8,2	51	42
88	234	322	3,5	2,5	6,0	1,4	7,3	54	44
66	234	300	3,0	2,3	5,3	1,3	6,6	57	46
44	234	278	2,5	2,1	4,6	1,2	5,8	60	48
22	234	256	2,2	2,0	4,1	1,1	5,2	62	49

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)**

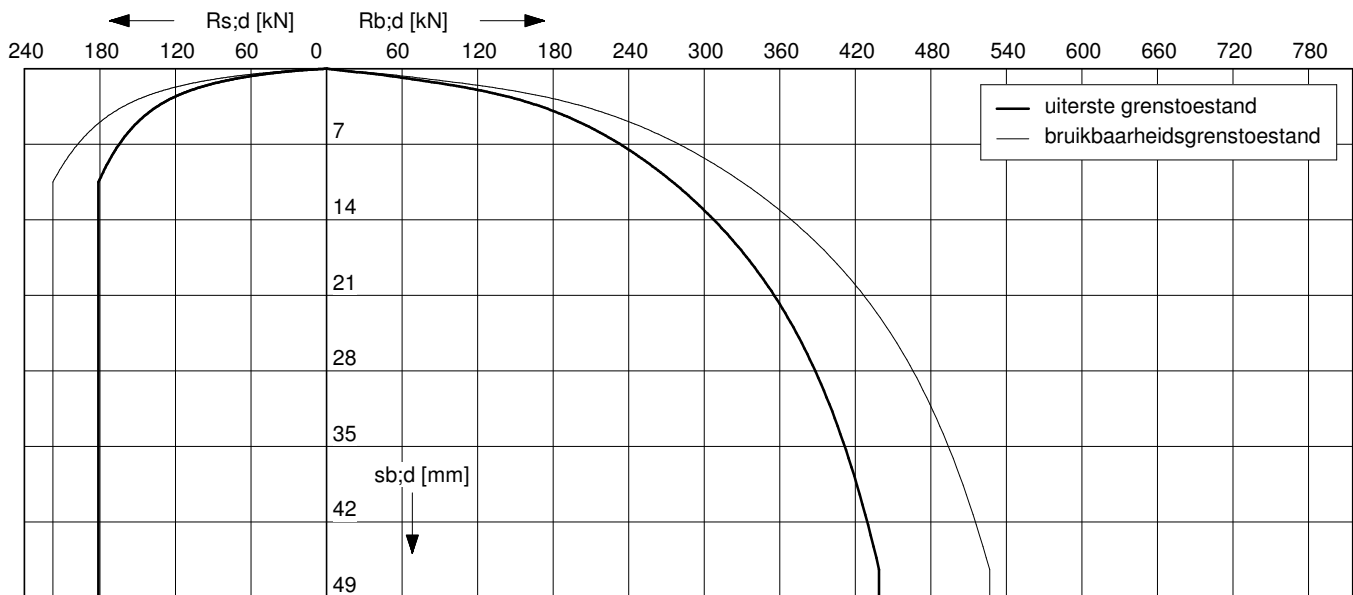
Paaltype : Schroefinjectiepaal

Sonderingen: DKM001

Berekening s_2 gebaseerd op sondering DKM001

Paalafmeting : 0,450/0,450/0,450 m

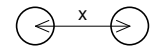
Paalpuntniveau : -17,00 m tov NAP

**Uiterste grenstoestand**

$F_{c;d,netto}$ [kN]	$F_{nk;d}$ [kN]	$F_{c;d}$ [kN]	$s_{b;d}$ [mm]	$s_{el;d}$ [mm]	$s_{1;d}$ [mm]	$s_{2;d}$ [mm]	s_d [mm]	$k_{v;d}$ paal vrijstaand [kN/mm]	$k_{v;d}$ paal in groep [kN/mm]
357	263	619	45,3	4,6	49,9	2,4	52,2	32	27
321	263	584	31,7	4,3	36,0	2,2	38,3	34	29
285	263	548	23,1	4,0	27,1	2,1	29,2	37	31
250	263	513	16,8	3,8	20,6	2,0	22,5	40	33
214	263	477	12,4	3,5	15,9	1,8	17,8	43	35
179	263	441	9,4	3,2	12,7	1,7	14,3	46	37
143	263	406	7,3	3,0	10,2	1,5	11,8	49	39
107	263	370	5,7	2,7	8,4	1,4	9,8	52	41
72	263	334	4,3	2,4	6,8	1,3	8,0	54	43
36	263	299	3,3	2,2	5,5	1,1	6,6	56	44

Configuratie paalgroepvoor bepaling s_2

2-paalspoer



hoh-afstand x : 3D

Bruikbaarheidsgrenstoestand

$F_{c;netto}$ [kN]	F_{nk} [kN]	$F_{c;rep}$ [kN]	s_b [mm]	s_{el} [mm]	s_1 [mm]	s_2 [mm]	s [mm]	$k_{v;rep}$ paal vrijstaand [kN/mm]	$k_{v;rep}$ paal in groep [kN/mm]
274	263	537	9,8	3,3	13,1	2,0	15,1	41	36
247	263	510	8,4	3,1	11,5	1,9	13,4	44	38
220	263	482	7,1	2,9	10,0	1,8	11,9	48	41
192	263	455	6,0	2,8	8,8	1,7	10,5	52	43
165	263	427	5,1	2,6	7,7	1,6	9,3	56	46
137	263	400	4,3	2,4	6,8	1,5	8,3	59	48
110	263	372	3,6	2,3	5,9	1,4	7,3	63	51
82	263	345	3,0	2,1	5,1	1,3	6,5	67	53
55	263	318	2,6	1,9	4,5	1,2	5,7	71	56
27	263	290	2,2	1,8	4,0	1,1	5,1	73	57

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 997 - 1 + C2 : 2017)**

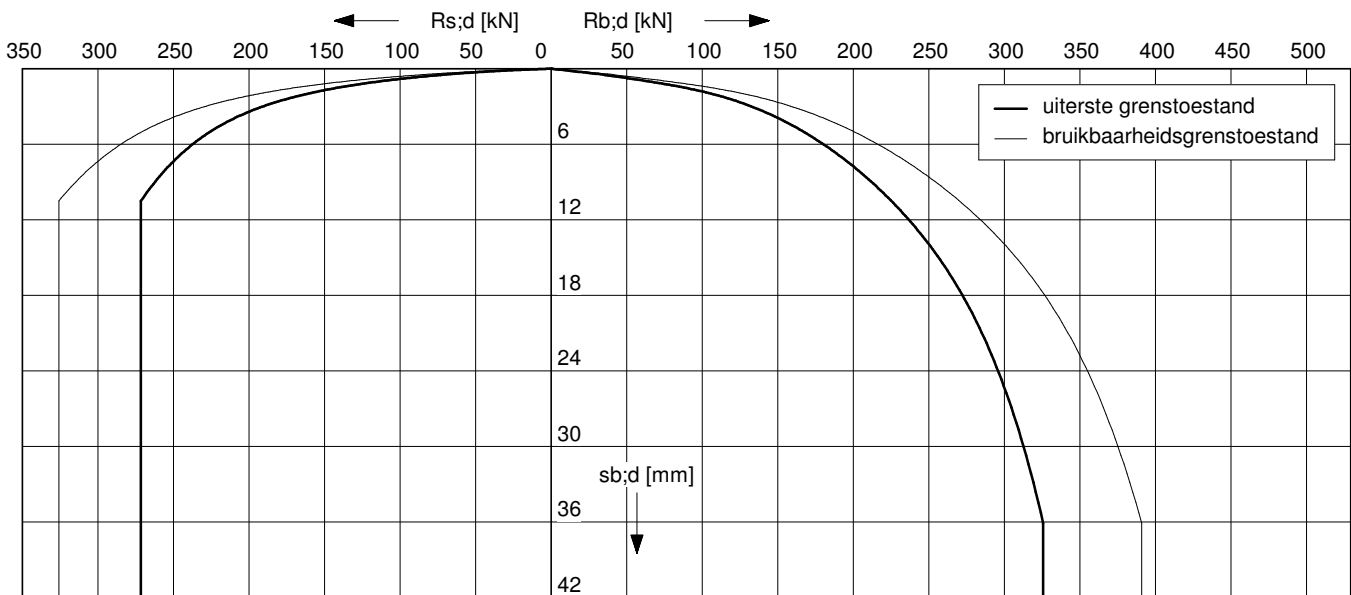
Paaltype : Schroefinjectiepaal

Sonderingen: DKM002

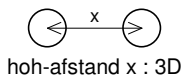
Berekening s_2 gebaseerd op sondering DKM002

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

Paalpuntniveau : -17,50 m tov NAP

**Uiterste grenstoestand**

$F_{c;d,netto}$ [kN]	$F_{nk;d}$ [kN]	$F_{c;d}$ [kN]	$s_{b;d}$ [mm]	$s_{el;d}$ [mm]	$s_{1;d}$ [mm]	$s_{2;d}$ [mm]	s_d [mm]	$k_{v;d}$ paal vrijstaand [kN/mm]	$k_{v;d}$ paal in groep [kN/mm]
470	127	597	35,2	7,3	42,5	3,8	46,3	36	28
423	127	550	19,0	6,7	25,7	3,5	29,1	39	30
376	127	503	11,1	6,1	17,1	3,2	20,3	42	31
329	127	456	7,8	5,5	13,3	2,9	16,2	44	32
282	127	409	5,5	4,9	10,5	2,6	13,1	47	34
235	127	362	3,9	4,4	8,3	2,3	10,5	48	35
188	127	315	2,8	3,8	6,5	2,0	8,5	50	35
141	127	268	2,0	3,2	5,2	1,7	6,9	52	36
94	127	221	1,4	2,7	4,1	1,4	5,4	53	37
47	127	174	1,0	2,1	3,1	1,1	4,2	55	38

Configuratie paalgroepvoor bepaling s_2
2-paalspoer**Bruikbaarheidsgrenstoestand**

$F_{c;netto}$ [kN]	F_{nk} [kN]	$F_{c;rep}$ [kN]	s_b [mm]	s_{el} [mm]	s_1 [mm]	s_2 [mm]	s [mm]	$k_{v;rep}$ paal vrijstaand [kN/mm]	$k_{v;rep}$ paal in groep [kN/mm]
361	127	488	5,5	4,9	10,4	3,1	13,5	47	36
325	127	452	4,4	4,5	8,9	2,8	11,8	51	38
289	127	416	3,5	4,2	7,7	2,6	10,3	54	40
253	127	380	2,8	3,8	6,6	2,4	9,0	57	42
217	127	344	2,3	3,4	5,7	2,2	7,9	60	44
181	127	308	1,8	3,1	4,9	1,9	6,8	63	45
145	127	271	1,5	2,7	4,2	1,7	5,9	65	46
108	127	235	1,2	2,3	3,5	1,5	5,0	67	47
72	127	199	0,9	2,0	2,9	1,3	4,1	69	48
36	127	163	0,7	1,6	2,3	1,0	3,3	71	49

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)**

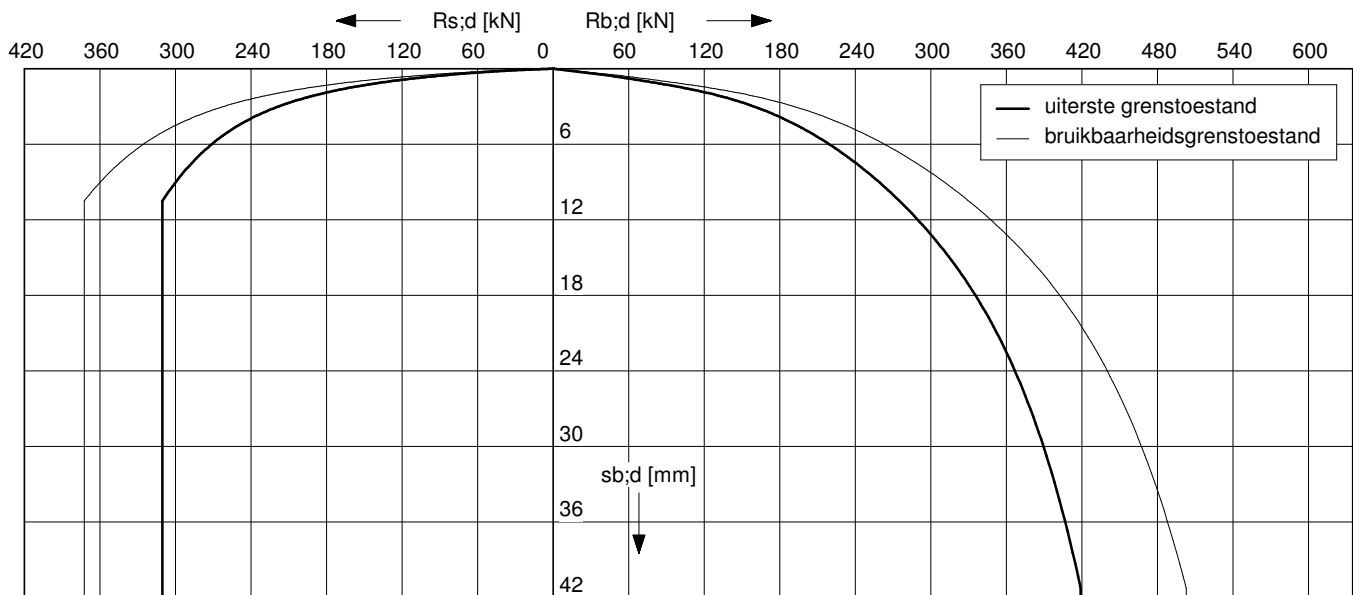
Paaltype : Schroefinjectiepaal

Sonderingen: DKM002

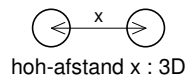
Berekening s_2 gebaseerd op sondering DKM002

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

Paalpuntniveau : -17,50 m tov NAP

**Uiterste grenstoestand**

$F_{c;d,netto}$ [kN]	$F_{nk;d}$ [kN]	$F_{c;d}$ [kN]	$s_{b;d}$ [mm]	$s_{el;d}$ [mm]	$s_{1;d}$ [mm]	$s_{2;d}$ [mm]	s_d [mm]	$k_{v;d}$ paal vrijstaand [kN/mm]	$k_{v;d}$ paal in groep [kN/mm]
584	145	729	40,3	6,8	47,1	4,1	51,1	43	33
525	145	670	22,1	6,2	28,4	3,7	32,1	46	35
467	145	612	13,1	5,7	18,8	3,4	22,2	50	37
409	145	554	8,6	5,1	13,7	3,1	16,8	54	39
350	145	495	6,2	4,6	10,7	2,8	13,5	57	40
292	145	437	4,2	4,0	8,3	2,4	10,7	59	42
234	145	378	3,0	3,5	6,5	2,1	8,6	62	43
175	145	320	2,1	2,9	5,1	1,8	6,8	64	44
117	145	262	1,5	2,4	3,9	1,5	5,3	66	45
58	145	203	1,0	1,9	2,9	1,1	4,0	69	46

Configuratie paalgroepvoor bepaling s_2
2-paalspoer**Bruikbaarheidsgrenstoestand**

$F_{c;netto}$ [kN]	F_{nk} [kN]	$F_{c;rep}$ [kN]	s_b [mm]	s_{el} [mm]	s_1 [mm]	s_2 [mm]	s [mm]	$k_{v;rep}$ paal vrijstaand [kN/mm]	$k_{v;rep}$ paal in groep [kN/mm]
449	145	594	6,2	4,6	10,7	3,3	14,0	55	42
404	145	549	4,9	4,2	9,1	3,1	12,2	60	45
359	145	504	3,8	3,9	7,7	2,8	10,5	65	48
314	145	459	3,1	3,5	6,6	2,6	9,2	70	50
269	145	414	2,5	3,2	5,6	2,3	7,9	74	52
225	145	369	2,0	2,8	4,8	2,1	6,8	77	54
180	145	325	1,6	2,5	4,0	1,8	5,8	81	56
135	145	280	1,2	2,1	3,4	1,6	4,9	83	57
90	145	235	0,9	1,8	2,7	1,3	4,0	86	58
45	145	190	0,7	1,4	2,1	1,1	3,2	89	60

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)**

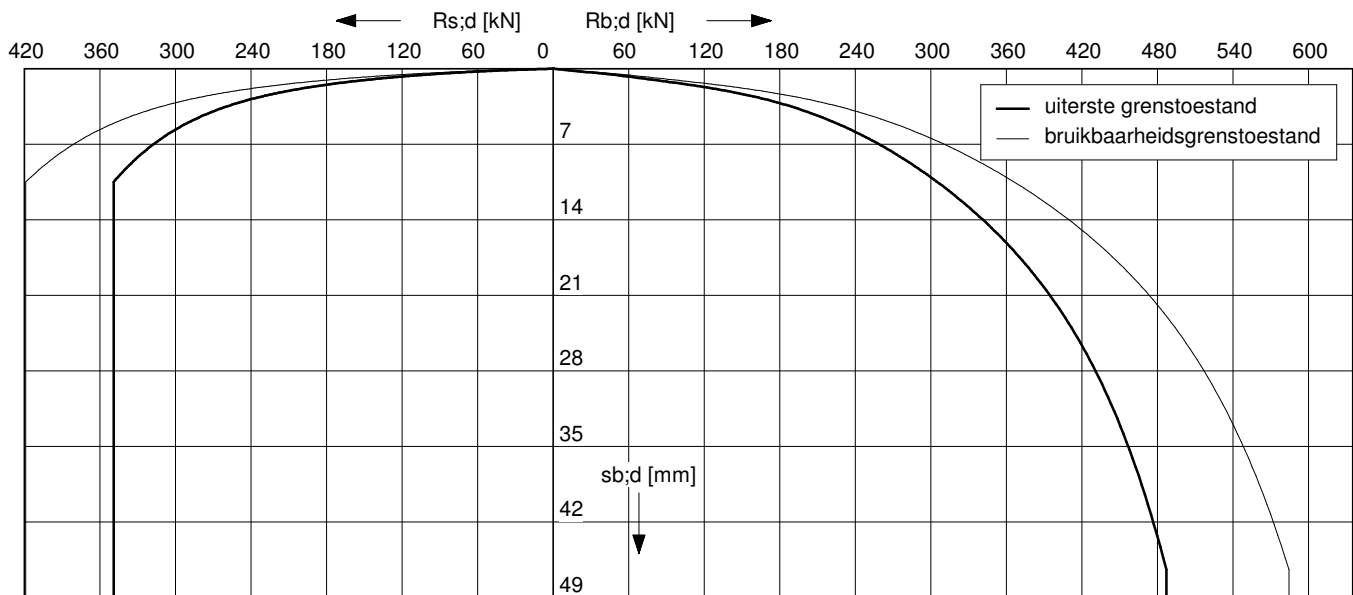
Paalttype : Schroefinjectiepaal

Sonderingen: DKM002

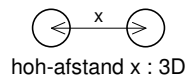
Berekening s_2 gebaseerd op sondering DKM002

Paalafmeting : 0,450/0,450/0,450 m

Paalpuntniveau : -17,50 m tov NAP

**Uiterste grenstoestand**

$F_{c;d,netto}$ [kN]	$F_{nk;d}$ [kN]	$F_{c;d}$ [kN]	$s_{b;d}$ [mm]	$s_{el;d}$ [mm]	$s_{1;d}$ [mm]	$s_{2;d}$ [mm]	s_d [mm]	$k_{v;d}$ paal vrijstaand [kN/mm]	$k_{v;d}$ paal in groep [kN/mm]
672	163	835	45,3	6,2	51,5	4,1	55,6	49	37
605	163	768	25,4	5,7	31,1	3,8	34,9	54	40
538	163	701	15,0	5,1	20,2	3,5	23,6	58	42
471	163	634	9,4	4,6	14,0	3,1	17,2	63	45
403	163	566	6,6	4,1	10,7	2,8	13,5	67	47
336	163	499	4,5	3,6	8,2	2,5	10,7	70	48
269	163	432	3,1	3,1	6,3	2,1	8,4	73	50
202	163	365	2,2	2,7	4,9	1,8	6,7	76	51
134	163	297	1,6	2,2	3,7	1,5	5,2	79	52
67	163	230	1,1	1,7	2,7	1,1	3,9	82	54

Configuratie paalgroepvoor bepaling s_2
2-paalspoer**Bruikbaarheidsgrenstoestand**

$F_{c;netto}$ [kN]	F_{nk} [kN]	$F_{c;rep}$ [kN]	s_b [mm]	s_{el} [mm]	s_1 [mm]	s_2 [mm]	s [mm]	$k_{v;rep}$ paal vrijstaand [kN/mm]	$k_{v;rep}$ paal in groep [kN/mm]
517	163	680	6,6	4,1	10,7	3,4	14,1	64	48
465	163	629	5,2	3,8	9,0	3,1	12,1	70	52
414	163	577	4,1	3,5	7,6	2,9	10,5	76	55
362	163	525	3,3	3,2	6,5	2,6	9,1	81	58
310	163	473	2,6	2,9	5,5	2,3	7,8	87	61
259	163	422	2,1	2,5	4,6	2,1	6,7	91	63
207	163	370	1,7	2,2	3,9	1,8	5,7	95	65
155	163	318	1,3	1,9	3,2	1,6	4,8	99	66
103	163	267	1,0	1,6	2,6	1,3	3,9	103	68
52	163	215	0,7	1,3	2,0	1,1	3,1	107	70

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 = $F_{c;rep} / (s_1 + s_2)$	



Voorbeeldberekening gebaseerd op sondering DKM001
Berekening volgens Eurocode 7-1 (NEN 9997 - 1 + C2 : 2017)

Paaltype : **Schroefinjectiepaal**
 Paalpuntniveau : -17 meter tov NAP

paalafmeting : 0,350/0,350/0,350 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)
Traject I / II / III	:	19,0 / 16,5 / 10,6 MPa	

$$q_{b,max} = 5,0 \text{ MPa}$$

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	:	-15 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]
-15,50	11,4	1,10	0,5	50	50
-16,00	12,7	1,10	0,5	56	106
-16,50	14,2	1,10	0,5	63	169
-17,00	15,0	1,10	0,5	66	235

Berekening maximum draagkracht

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

$$\text{Oppervlakte paalpunt} : A_b = 0,0962 \text{ m}^2$$

$$R_{c;cal} = 478 + 235 = 713 \text{ kN}$$



Voorbeeldberekening gebaseerd op sondering DKM001 Berekening volgens Eurocode 7-1 (NEN 9997 - 1 + C2 : 2017)

Paaltype : **Schroefinjectiepaal**
Paalpuntniveau : -17 meter tov NAP

paalafmeting : 0,350/0,350/0,350 m

Berekening negatieve kleef, geen groepswerking

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

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

[par. 7.3.2.2(d)]

Dit geldt voor:

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

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

waarin:

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

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

Uitgangspunten

Toekomstig maaiveld	: 3,80 m tov NAP
Huidig maaiveld	: 3,63 m tov NAP
Grondwater	: -2,20 m tov NAP
Bovenbelasting	: 0 kN/m ²
Voorbeeldsondering	: DKM001
O_s	: omtrek dwarsdoorsnede paalschacht
$K_{v;j;rep}$: representatieve waarde van de neutrale gronddruk in laag j
$\tan \delta_j$: representatieve waarde van de wrijvingshoek tussen paalschacht en grond in laag j
$\sigma'_{0;j;rep}$: representatieve waarde van de effectieve verticale spanning onderin laag j

diepte [m tov NAP]	h_j [m]	O_s [m]	γ [kN/m ³]	γ_{sat} [kN/m ³]	ϕ [graden]	$K_0 * \tan \delta_j$	$\sigma'_{v;i}$ [kN/m ²]	$F_{nk;i;rep}$ [kN]	$\Sigma F_{nk;rep}$ [kN]
3,63	0,17	1,10	18,0	20,0	32,5	0,295	3	0,1	0,1
3,00	0,63	1,10	18,0	20,0	32,5	0,295	14	2	2
0,00	3,00	1,10	14,0	14,0	17,5	0,250	56	29	31
-1,20	1,20	1,10	16,0	16,0	25,0	0,269	76	23	55
-4,70	3,50	1,10	15,0	15,0	22,5	0,256	103	91	146

**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	3,63	-17,0 tot -18,5
DKM002	3,14	-17,0 tot -18,5
DKM003	3,04	-17,0 tot -18,5

1) Niveau ten tijde van onderzoek



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

Schroefinjectiepaal 0,350/0,350/0,350 m

Sonderingen voor opdracht: 22WP0408

	DKM001	DKM002	DKM003
-17,00	452	742	632
-17,50	512	730	625
-18,00	503	710	619
-18,50	526	649	647

diepte tov NAP

Schroefinjectiepaal 0,400/0,400/0,400 m

Sonderingen voor opdracht: 22WP0408

	DKM001	DKM002	DKM003
-17,00	573	870	741
-17,50	605	919	767
-18,00	637	851	789
-18,50	678	810	819

diepte tov NAP

Schroefinjectiepaal 0,450/0,450/0,450 m

Sonderingen voor opdracht: 22WP0408

	DKM001	DKM002	DKM003
-17,00	708	1034	888
-17,50	692	1062	930
-18,00	771	970	980
-18,50	841	990	1012

diepte tov NAP



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

Paaltype : **Schroefinjectiepaal**

Paalklassefactor punt	: $\alpha_p = 0,63$	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	: $\gamma_b = \gamma_s = 1,20$
		Belastingsfactor neg.kleef	: $\gamma_{f,nk} = 1,4$

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

Sonderingen	Hoogte m.v. [m tov NAP]	Paalpunt [m tov NAP]	$R_{c;dnetto}$ [kN]	$q_{b,max}$ [MPa]	$R_{b;cal}$ [kN]	$R_{s;cal}$ [kN]	$R_{c;d}$ [kN]	$F_{nk;d}^*$ [kN]
DKM001	3,63	-17,00	452	8,9	861	235	657	204
		-17,50	512	9,3	895	300	717	204
		-18,00	503	8,5	813	367	707	204
		-18,50	526	8,2	786	432	731	204
DKM002	3,14	-17,00	742	11,0	1063	387	869	127
		-17,50	730	10,2	977	453	857	127
		-18,00	710	9,1	877	519	837	127
		-18,50	649	7,4	710	585	776	127
DKM003	3,04	-17,00	632	10,3	991	366	813	181
		-17,50	625	9,5	912	432	806	181
		-18,00	619	8,7	836	498	800	181
		-18,50	647	8,5	817	564	828	181

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

Sonderingen	Hoogte m.v. [m tov NAP]	Paalpunt [m tov NAP]	$R_{c;dnetto}$ [kN]	$q_{b,max}$ [MPa]	$R_{b;cal}$ [kN]	$R_{s;cal}$ [kN]	$R_{c;d}$ [kN]	$F_{nk;d}^*$ [kN]
DKM001	3,63	-17,00	573	8,6	1077	268	807	234
		-17,50	605	8,4	1056	343	839	234
		-18,00	637	8,2	1033	419	871	234
		-18,50	678	8,2	1027	494	912	234
DKM002	3,14	-17,00	870	10,0	1251	442	1015	145
		-17,50	919	10,0	1257	517	1064	145
		-18,00	851	8,5	1068	593	996	145
		-18,50	810	7,4	926	668	955	145
DKM003	3,04	-17,00	741	9,3	1162	418	948	207
		-17,50	767	9,0	1132	494	974	207
		-18,00	789	8,7	1092	569	996	207
		-18,50	819	8,5	1067	644	1026	207

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

Sonderingen	Hoogte m.v. [m tov NAP]	Paalpunt [m tov NAP]	$R_{c;dnetto}$ [kN]	$q_{b,max}$ [MPa]	$R_{b;cal}$ [kN]	$R_{s;cal}$ [kN]	$R_{c;d}$ [kN]	$F_{nk;d}^*$ [kN]
DKM001	3,63	-17,00	708	8,3	1316	302	970	263
		-17,50	692	7,6	1206	386	955	263
		-18,00	771	7,9	1252	471	1033	263
		-18,50	841	8,1	1285	556	1104	263

* Negatieve kleef bepaald voor alleenstaande paal, aan de rand van groep, in één rij en in groep met $D > \sqrt{(10 \times d \times h)}$

Toelichting

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



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

Paaltype : **Schroefinjectiepaal**

Paalklassefactor punt	: $\alpha_p = 0,63$	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	: $\gamma_b = \gamma_s = 1,20$
		Belastingsfactor neg.kleef	: $\gamma_{f,nk} = 1,4$

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

Sonderingen	Hoogte m.v. [m tov NAP]	Paalpunt [m tov NAP]	$R_{c;dnetto}$ [kN]	$q_{b,max}$ [MPa]	$R_{b;cal}$ [kN]	$R_{s;cal}$ [kN]	$R_{c;d}$ [kN]	$F_{nk;d}^*$ [kN]
DKM002	3,14	-17,00	1034	9,4	1500	497	1197	163
		-17,50	1062	9,2	1461	582	1225	163
		-18,00	970	7,7	1223	667	1133	163
		-18,50	990	7,4	1171	752	1153	163
DKM003	3,04	-17,00	888	8,8	1399	470	1121	233
		-17,50	930	8,7	1384	555	1163	233
		-18,00	980	8,7	1382	640	1213	233
		-18,50	1012	8,5	1351	725	1245	233

* Negatieve kleef bepaald voor alleenstaande paal, aan de rand van groep, in één rij en in groep met $D > \sqrt{(10 \times d \times h)}$

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)**

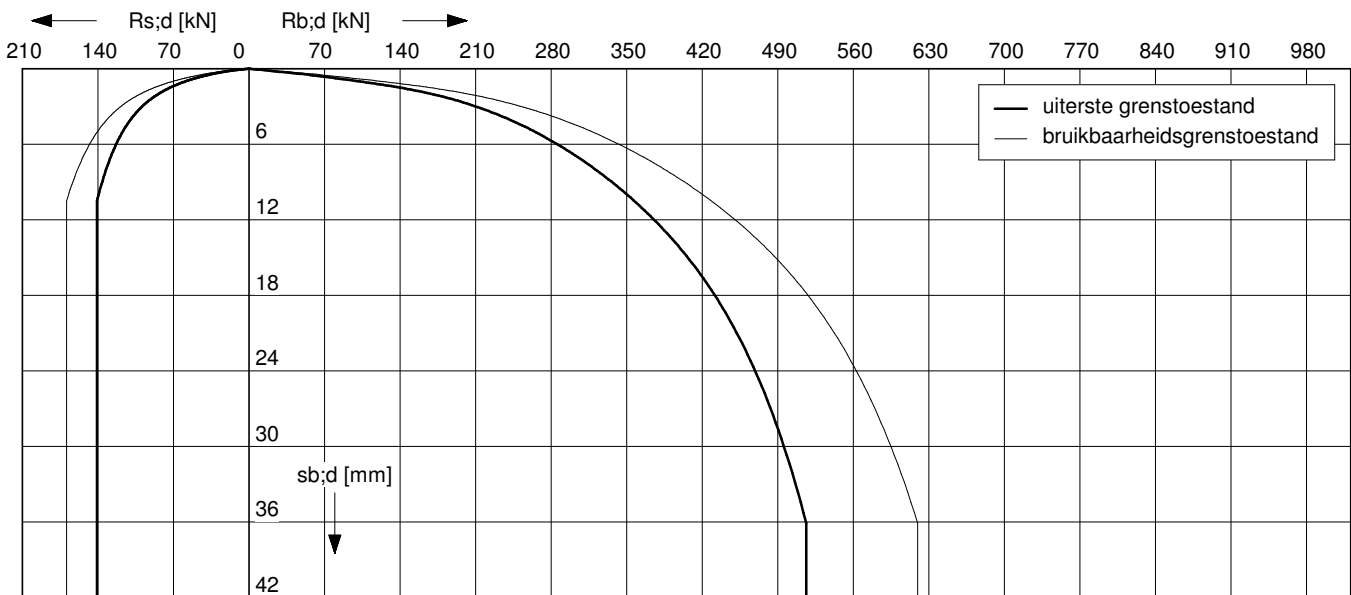
Paalttype : Schroefinjectiepaal

Sonderingen: DKM001

Berekening s_2 gebaseerd op sondering DKM001

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

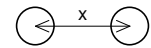
Paalpuntniveau : -17,00 m tov NAP

**Uiterste grenstoestand**

$F_{c;d,netto}$ [kN]	$F_{nk;d}$ [kN]	$F_{c;d}$ [kN]	$s_{b;d}$ [mm]	$s_{el;d}$ [mm]	$s_{1;d}$ [mm]	$s_{2;d}$ [mm]	s_d [mm]	$k_{v;d}$ paal vrijstaand [kN/mm]	$k_{v;d}$ paal in groep [kN/mm]
452	204	657	35,2	8,0	43,3	3,2	46,5	31	26
407	204	611	24,2	7,5	31,6	3,0	34,6	33	27
362	204	566	16,9	6,9	23,9	2,8	26,6	35	29
317	204	521	12,4	6,3	18,7	2,5	21,3	38	30
271	204	476	9,1	5,8	14,9	2,3	17,2	40	32
226	204	430	6,9	5,2	12,1	2,1	14,2	42	33
181	204	385	5,1	4,7	9,7	1,9	11,6	44	35
135	204	340	3,7	4,1	7,8	1,7	9,5	46	36
90	204	295	2,7	3,6	6,3	1,4	7,7	48	37
45	204	249	1,9	3,0	5,0	1,2	6,2	49	37

Configuratie paalgroepvoor bepaling s_2

2-paalspoer



hoh-afstand x : 3D

Bruikbaarheidsgrenstoestand

$F_{c;netto}$ [kN]	F_{nk} [kN]	$F_{c;rep}$ [kN]	s_b [mm]	s_{el} [mm]	s_1 [mm]	s_2 [mm]	s [mm]	$k_{v;rep}$ paal vrijstaand [kN/mm]	$k_{v;rep}$ paal in groep [kN/mm]
348	204	552	8,3	5,6	13,9	2,7	16,6	40	33
313	204	518	6,9	5,2	12,1	2,5	14,6	43	35
278	204	483	5,7	4,9	10,5	2,4	12,9	46	37
244	204	448	4,6	4,5	9,1	2,2	11,3	49	40
209	204	413	3,8	4,2	8,0	2,0	10,0	52	41
174	204	378	3,1	3,8	6,9	1,8	8,8	54	43
139	204	344	2,5	3,5	6,0	1,7	7,6	58	45
104	204	309	2,0	3,1	5,2	1,5	6,7	60	46
70	204	274	1,7	2,8	4,4	1,3	5,8	62	48
35	204	239	1,4	2,4	3,8	1,2	4,9	63	48

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)**

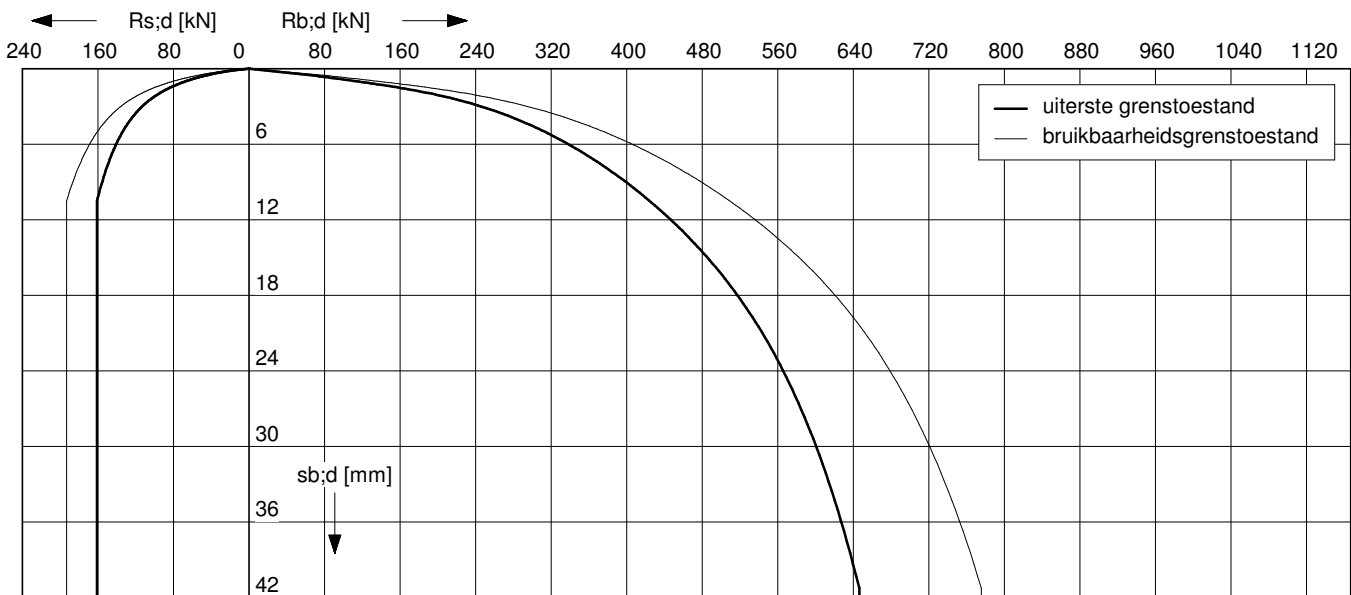
Paaltype : Schroefinjectiepaal

Sonderingen: DKM001

Berekening s_2 gebaseerd op sondering DKM001

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

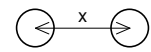
Paalpuntniveau : -17,00 m tov NAP

**Uiterste grenstoestand**

$F_{c;d,netto}$ [kN]	$F_{nk;d}$ [kN]	$F_{c;d}$ [kN]	$s_{b;d}$ [mm]	$s_{el;d}$ [mm]	$s_{1;d}$ [mm]	$s_{2;d}$ [mm]	s_d [mm]	$k_{v;d}$ paal vrijstaand [kN/mm]	$k_{v;d}$ paal in groep [kN/mm]
573	234	807	40,3	7,6	47,8	3,5	51,3	36	30
516	234	749	27,6	7,0	34,6	3,2	37,9	39	32
459	234	692	19,4	6,5	25,8	3,0	28,8	42	34
401	234	635	13,9	5,9	19,8	2,7	22,5	45	36
344	234	578	10,0	5,4	15,4	2,5	17,9	48	38
287	234	520	7,4	4,8	12,2	2,2	14,5	51	40
230	234	463	5,4	4,3	9,7	2,0	11,7	54	42
172	234	406	3,9	3,8	7,7	1,7	9,4	56	43
115	234	349	2,8	3,2	6,0	1,5	7,5	59	44
58	234	291	2,0	2,7	4,7	1,3	6,0	60	45

Configuratie paalgroepvoor bepaling s_2

2-paalspoer



hoh-afstand x : 3D

Bruikbaarheidsgrenstoestand

$F_{c;netto}$ [kN]	F_{nk} [kN]	$F_{c;rep}$ [kN]	s_b [mm]	s_{el} [mm]	s_1 [mm]	s_2 [mm]	s [mm]	$k_{v;rep}$ paal vrijstaand [kN/mm]	$k_{v;rep}$ paal in groep [kN/mm]
441	234	674	9,3	5,2	14,5	2,9	17,4	47	39
397	234	630	7,7	4,9	12,6	2,7	15,3	50	41
353	234	586	6,3	4,5	10,8	2,5	13,4	54	44
309	234	542	5,1	4,2	9,3	2,3	11,7	58	46
264	234	498	4,1	3,8	8,0	2,1	10,1	62	49
220	234	454	3,3	3,5	6,8	1,9	8,8	67	52
176	234	410	2,7	3,2	5,8	1,8	7,6	70	54
132	234	366	2,2	2,8	5,0	1,6	6,6	73	56
88	234	322	1,7	2,5	4,2	1,4	5,6	76	58
44	234	278	1,4	2,1	3,5	1,2	4,7	78	59

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)**

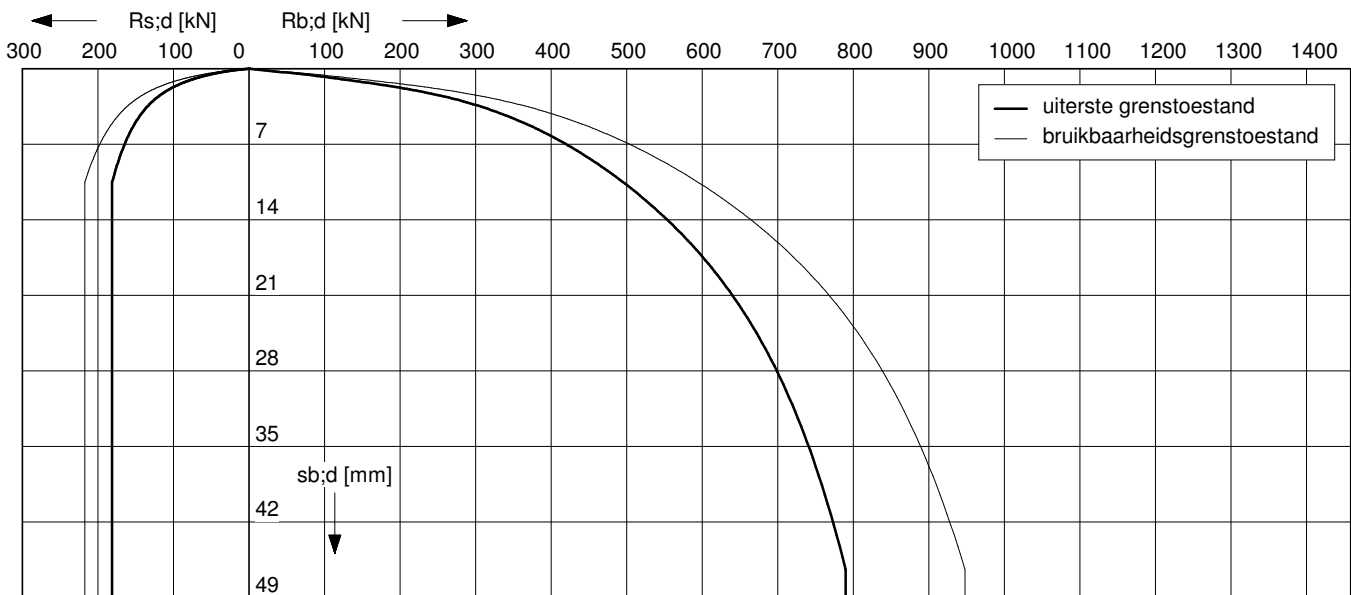
Paalttype : Schroefinjectiepaal

Sonderingen: DKM001

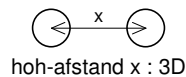
Berekening s_2 gebaseerd op sondering DKM001

Paalafmeting : 0,450/0,450/0,450 m

Paalpuntniveau : -17,00 m tov NAP

**Uiterste grenstoestand**

$F_{c;d,netto}$ [kN]	$F_{nk;d}$ [kN]	$F_{c;d}$ [kN]	$s_{b;d}$ [mm]	$s_{el;d}$ [mm]	$s_{1;d}$ [mm]	$s_{2;d}$ [mm]	s_d [mm]	$k_{v;d}$ paal vrijstaand [kN/mm]	$k_{v;d}$ paal in groep [kN/mm]
708	263	970	45,3	7,2	52,5	3,7	56,2	41	34
637	263	900	30,4	6,7	37,1	3,4	40,5	44	36
566	263	829	21,4	6,1	27,5	3,2	30,7	48	39
495	263	758	15,6	5,6	21,2	2,9	24,1	52	42
425	263	687	11,1	5,1	16,1	2,6	18,8	56	44
354	263	617	7,9	4,5	12,5	2,4	14,8	60	46
283	263	546	5,8	4,0	9,8	2,1	11,9	64	49
212	263	475	4,1	3,5	7,6	1,8	9,4	67	51
142	263	404	2,9	3,0	5,9	1,5	7,4	70	52
71	263	334	2,0	2,5	4,5	1,3	5,8	72	53

Configuratie paalgroepvoor bepaling s_2
2-paalspoer**Bruikbaarheidsgrenstoestand**

$F_{c;netto}$ [kN]	F_{nk} [kN]	$F_{c;rep}$ [kN]	s_b [mm]	s_{el} [mm]	s_1 [mm]	s_2 [mm]	s [mm]	$k_{v;rep}$ paal vrijstaand [kN/mm]	$k_{v;rep}$ paal in groep [kN/mm]
544	263	807	10,2	4,9	15,2	3,1	18,2	53	44
490	263	753	8,5	4,6	13,1	2,9	15,9	58	47
435	263	698	6,8	4,3	11,1	2,7	13,7	63	51
381	263	644	5,5	3,9	9,5	2,5	11,9	68	54
327	263	589	4,4	3,6	8,0	2,2	10,3	73	57
272	263	535	3,5	3,3	6,8	2,0	8,9	78	60
218	263	480	2,8	2,9	5,8	1,8	7,6	83	63
163	263	426	2,3	2,6	4,9	1,6	6,5	88	66
109	263	372	1,8	2,3	4,1	1,4	5,5	91	67
54	263	317	1,4	1,9	3,4	1,2	4,6	94	69

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 997 - 1 + C2 : 2017)**

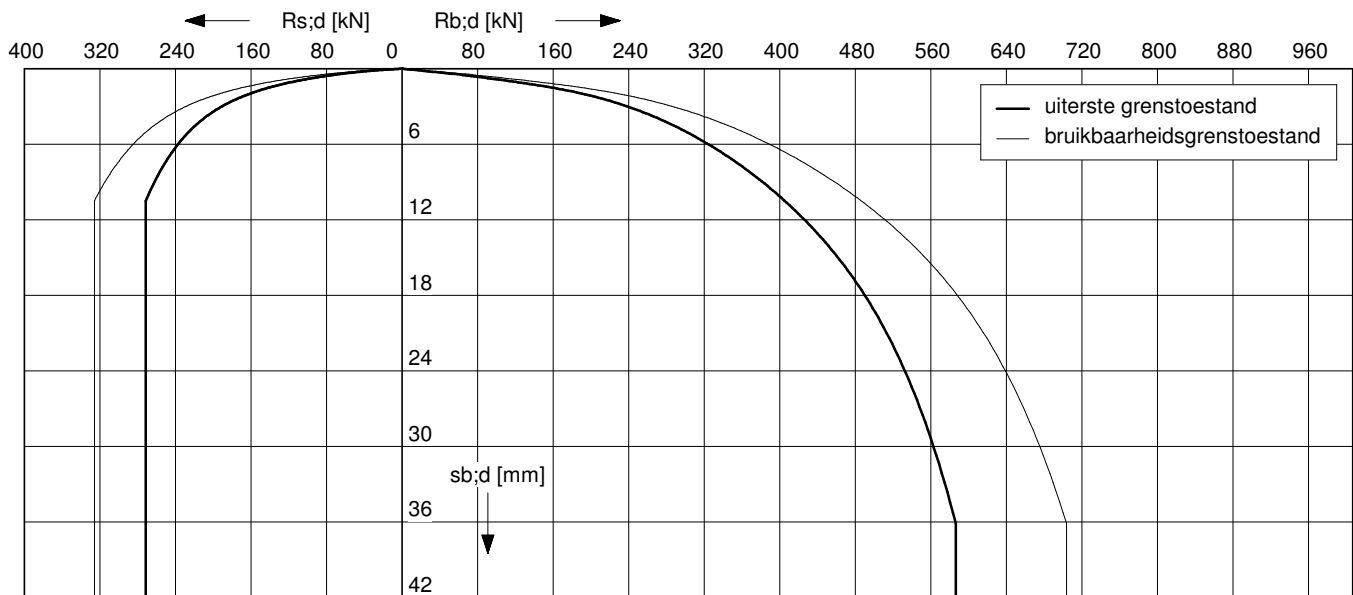
Paaltype : Schroefinjectiepaal

Sonderingen: DKM002

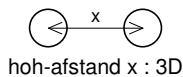
Berekening s_2 gebaseerd op sondering DKM002

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

Paalpuntniveau : -17,50 m tov NAP

**Uiterste grenstoestand**

$F_{c;d,netto}$ [kN]	$F_{nk;d}$ [kN]	$F_{c;d}$ [kN]	$s_{b;d}$ [mm]	$s_{el;d}$ [mm]	$s_{1;d}$ [mm]	$s_{2;d}$ [mm]	s_d [mm]	$k_{v;d}$ paal vrijstaand [kN/mm]	$k_{v;d}$ paal in groep [kN/mm]
730	127	857	35,2	10,6	45,8	5,4	51,2	40	30
657	127	784	21,0	9,6	30,6	4,9	35,5	43	32
584	127	711	13,1	8,7	21,8	4,5	26,3	46	33
511	127	638	8,6	7,8	16,4	4,0	20,4	48	35
438	127	565	6,1	6,9	13,0	3,6	16,5	51	36
365	127	492	4,1	6,0	10,1	3,1	13,2	53	37
292	127	419	2,8	5,1	7,9	2,6	10,6	54	38
219	127	346	1,9	4,2	6,1	2,2	8,3	56	38
146	127	273	1,3	3,3	4,6	1,7	6,3	57	39
73	127	200	0,8	2,4	3,3	1,3	4,5	59	40

Configuratie paalgroepvoor bepaling s_2
2-paalspoer**Bruikbaarheidsgrenstoestand**

$F_{c;netto}$ [kN]	F_{nk} [kN]	$F_{c;rep}$ [kN]	s_b [mm]	s_{el} [mm]	s_1 [mm]	s_2 [mm]	s [mm]	$k_{v;rep}$ paal vrijstaand [kN/mm]	$k_{v;rep}$ paal in groep [kN/mm]
562	127	689	6,3	7,0	13,3	4,3	17,6	52	39
506	127	632	4,9	6,4	11,3	4,0	15,3	56	41
449	127	576	3,9	5,8	9,7	3,6	13,4	59	43
393	127	520	3,1	5,3	8,3	3,3	11,6	63	45
337	127	464	2,4	4,7	7,1	2,9	10,0	66	46
281	127	408	1,9	4,1	6,0	2,6	8,5	68	48
225	127	352	1,4	3,5	5,0	2,2	7,2	71	49
169	127	295	1,1	3,0	4,1	1,9	6,0	72	50
112	127	239	0,8	2,4	3,2	1,5	4,7	74	51
56	127	183	0,6	1,8	2,4	1,2	3,6	76	51

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 997 - 1 + C2 : 2017)**

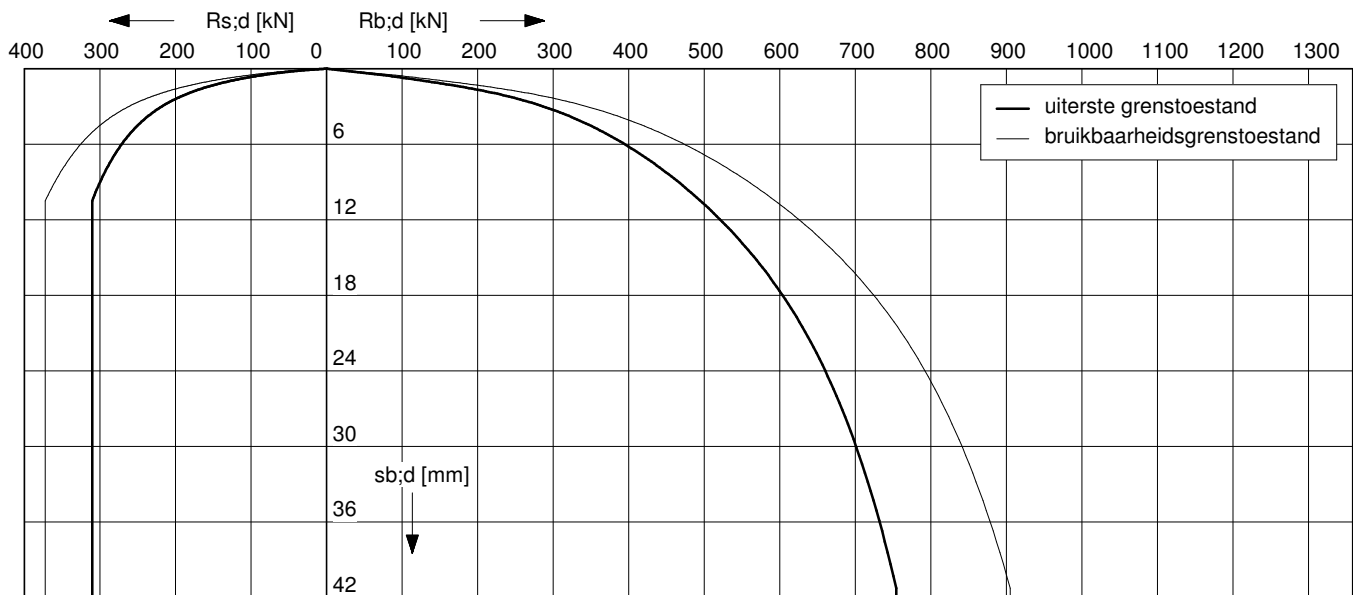
Paaltype : Schroefinjectiepaal

Sonderingen: DKM002

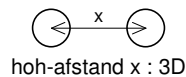
Berekening s_2 gebaseerd op sondering DKM002

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

Paalpuntniveau : -17,50 m tov NAP

**Uiterste grenstoestand**

$F_{c;d,netto}$ [kN]	$F_{nk;d}$ [kN]	$F_{c;d}$ [kN]	$s_{b;d}$ [mm]	$s_{el;d}$ [mm]	$s_{1;d}$ [mm]	$s_{2;d}$ [mm]	s_d [mm]	$k_{v;d}$ paal vrijstaand [kN/mm]	$k_{v;d}$ paal in groep [kN/mm]
919	145	1064	40,3	10,1	50,3	5,9	56,3	48	36
827	145	972	24,0	9,2	33,1	5,4	38,5	52	38
735	145	880	14,9	8,3	23,2	4,9	28,1	55	40
643	145	788	9,8	7,4	17,2	4,4	21,6	59	41
551	145	696	6,8	6,5	13,3	3,9	17,2	63	43
459	145	604	4,6	5,7	10,2	3,4	13,6	65	44
367	145	512	3,1	4,8	7,9	2,9	10,7	68	45
276	145	421	2,1	3,9	6,0	2,3	8,3	70	46
184	145	329	1,4	3,1	4,4	1,8	6,3	72	47
92	145	237	0,9	2,2	3,1	1,3	4,4	74	48

Configuratie paalgroepvoor bepaling s_2
2-paalspoer**Bruikbaarheidsgrenstoestand**

$F_{c;netto}$ [kN]	F_{nk} [kN]	$F_{c;rep}$ [kN]	s_b [mm]	s_{el} [mm]	s_1 [mm]	s_2 [mm]	s [mm]	$k_{v;rep}$ paal vrijstaand [kN/mm]	$k_{v;rep}$ paal in groep [kN/mm]
707	145	852	7,1	6,6	13,7	4,7	18,4	62	46
636	145	781	5,5	6,1	11,6	4,4	16,0	67	49
565	145	710	4,4	5,5	9,9	4,0	13,8	72	51
495	145	640	3,3	5,0	8,3	3,6	11,9	77	54
424	145	569	2,6	4,4	7,0	3,2	10,2	81	56
353	145	498	2,0	3,9	5,9	2,8	8,6	85	58
283	145	428	1,6	3,3	4,9	2,4	7,2	88	59
212	145	357	1,2	2,8	3,9	2,0	5,9	91	60
141	145	286	0,9	2,2	3,1	1,6	4,7	93	61
71	145	216	0,6	1,7	2,2	1,2	3,4	96	63

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)**

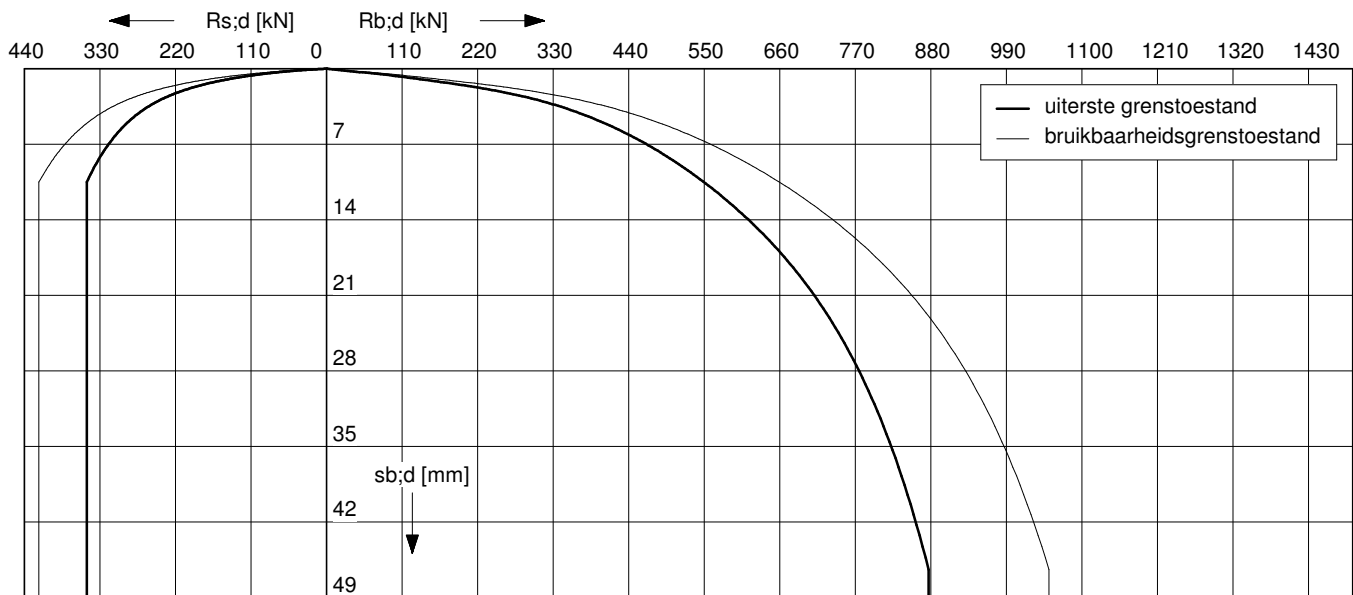
Paalttype : Schroefinjectiepaal

Sonderingen: DKM002

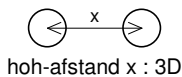
Berekening s_2 gebaseerd op sondering DKM002

Paalafmeting : 0,450/0,450/0,450 m

Paalpuntniveau : -17,50 m tov NAP

**Uiterste grenstoestand**

$F_{c;d,netto}$ [kN]	$F_{nk;d}$ [kN]	$F_{c;d}$ [kN]	$s_{b;d}$ [mm]	$s_{el;d}$ [mm]	$s_{1;d}$ [mm]	$s_{2;d}$ [mm]	s_d [mm]	$k_{v;d}$ paal vrijstaand [kN/mm]	$k_{v;d}$ paal in groep [kN/mm]
1062	163	1225	45,3	9,2	54,5	6,1	60,5	55	40
955	163	1119	27,0	8,3	35,3	5,5	40,8	60	43
849	163	1012	17,1	7,5	24,6	5,0	29,6	65	46
743	163	906	10,9	6,7	17,6	4,5	22,1	69	48
637	163	800	7,3	5,9	13,3	4,0	17,2	74	50
531	163	694	5,0	5,1	10,1	3,4	13,5	77	52
425	163	588	3,3	4,3	7,6	2,9	10,5	80	53
318	163	482	2,2	3,5	5,8	2,4	8,2	83	54
212	163	375	1,5	2,8	4,2	1,9	6,1	86	55
106	163	269	0,9	2,0	2,9	1,3	4,2	89	57

Configuratie paalgroepvoor bepaling s_2
2-paalspoer**Bruikbaarheidsgrenstoestand**

$F_{c;netto}$ [kN]	F_{nk} [kN]	$F_{c;rep}$ [kN]	s_b [mm]	s_{el} [mm]	s_1 [mm]	s_2 [mm]	s [mm]	$k_{v;rep}$ paal vrijstaand [kN/mm]	$k_{v;rep}$ paal in groep [kN/mm]
817	163	980	7,8	6,0	13,8	4,8	18,6	71	53
735	163	898	6,1	5,5	11,6	4,4	16,0	78	56
653	163	816	4,7	5,0	9,7	4,0	13,7	84	59
572	163	735	3,6	4,5	8,1	3,6	11,8	90	62
490	163	653	2,8	4,0	6,8	3,2	10,1	96	65
408	163	571	2,2	3,5	5,7	2,8	8,5	100	67
327	163	490	1,7	3,0	4,7	2,4	7,1	104	69
245	163	408	1,3	2,5	3,8	2,0	5,8	108	71
163	163	326	0,9	2,0	2,9	1,6	4,5	112	72
82	163	245	0,6	1,5	2,1	1,2	3,3	116	74

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 = $F_{c;rep} / (s_1 + s_2)$	



Voorbeeldberekening gebaseerd op sondering DKM001
Berekening volgens Eurocode 7-1 (NEN 9997 - 1 + C2 : 2017)

Paaltype : **Schroefinjectiepaal**
 Paalpuntniveau : -17 meter tov NAP

paalafmeting : 0,350/0,350/0,350 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 : $\alpha_p = 0,63$ (f)
 Paalvoetvormfactor : $\beta = 1,0$ (g)
 Paalvoetdwarsdoorsnedefactor : $s = 1,0$ (h)
 Traject I / II / III : 19,0 / 16,5 / 10,6 MPa

$$q_{b,max} = 8,9 \text{ MPa}$$

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 : -15 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]
-15,50	11,4	1,10	0,5	50	50
-16,00	12,7	1,10	0,5	56	106
-16,50	14,2	1,10	0,5	63	169
-17,00	15,0	1,10	0,5	66	235

Berekening maximum draagkracht

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

$$\text{Oppervlakte paalpunt} : A_b = 0,0962 \text{ m}^2$$

$$R_{c;cal} = 861 + 235 = 1095 \text{ kN}$$



Voorbeeldberekening gebaseerd op sondering DKM001 Berekening volgens Eurocode 7-1 (NEN 9997 - 1 + C2 : 2017)

Paaltype : **Schroefinjectiepaal**
Paalpuntniveau : -17 meter tov NAP

paalafmeting : 0,350/0,350/0,350 m

Berekening negatieve kleef, geen groepswerking

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

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

[par. 7.3.2.2(d)]

Dit geldt voor:

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

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

waarin:

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

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

Uitgangspunten

Toekomstig maaiveld	: 3,80 m tov NAP
Huidig maaiveld	: 3,63 m tov NAP
Grondwater	: -2,20 m tov NAP
Bovenbelasting	: 0 kN/m ²
Voorbeeldsondering	: DKM001
O_s	: omtrek dwarsdoorsnede paalschacht
$K_{v;j;rep}$: representatieve waarde van de neutrale gronddruk in laag j
$\tan \delta_j$: representatieve waarde van de wrijvingshoek tussen paalschacht en grond in laag j
$\sigma'_{0;j;rep}$: representatieve waarde van de effectieve verticale spanning onderin laag j

diepte [m tov NAP]	h_j [m]	O_s [m]	γ [kN/m ³]	γ_{sat} [kN/m ³]	ϕ [graden]	$K_0 * \tan \delta_j$	$\sigma'_{v;i}$ [kN/m ²]	$F_{nk;i;rep}$ [kN]	$\Sigma F_{nk;rep}$ [kN]
3,63	0,17	1,10	18,0	20,0	32,5	0,295	3	0,1	0,1
3,00	0,63	1,10	18,0	20,0	32,5	0,295	14	2	2
0,00	3,00	1,10	14,0	14,0	17,5	0,250	56	29	31
-1,20	1,20	1,10	16,0	16,0	25,0	0,269	76	23	55
-4,70	3,50	1,10	15,0	15,0	22,5	0,256	103	91	146



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]
DKM004	2,53	-3,0 tot -3,5

1) Niveau ten tijde van onderzoek



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

Schroefinjectiepaal 0,250/0,250/0,250 m

Sonderingen voor opdracht: 22WP0408

DKM004
73
69
62

diepte tov NAP

Schroefinjectiepaal 0,300/0,300/0,300 m

Sonderingen voor opdracht: 22WP0408

DKM004
93
90
79

diepte tov NAP



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	: $\gamma_b = \gamma_s = 1,20$
		Belastingsfactor neg.kleef	: $\gamma_{f,nk} = 1,0$

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

Sonderingen	Hoogte m.v. [m tov NAP]	Paalpunt [m tov NAP]	$R_{C;dnetto}$ [kN]	$q_{b,max}$ [MPa]	$R_{b;cal}$ [kN]	$R_{s;cal}$ [kN]	$R_{C;d}$ [kN]	$F_{nk;d}$ *
DKM004	2,53	-3,00	73	2,1	103	55	95	22
		-3,25	69	1,6	79	73	91	22
		-3,50	62	1,0	49	92	84	22

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

Sonderingen	Hoogte m.v. [m tov NAP]	Paalpunt [m tov NAP]	$R_{C;dnetto}$ [kN]	$q_{b,max}$ [MPa]	$R_{b;cal}$ [kN]	$R_{s;cal}$ [kN]	$R_{C;d}$ [kN]	$F_{nk;d}$ *
DKM004	2,53	-3,00	93	1,9	133	66	120	27
		-3,25	90	1,5	107	88	117	27
		-3,50	79	0,9	66	110	105	27

* Negatieve kleef bepaald voor alleenstaande paal, aan de rand van groep, in één rij en in groep met $D > \sqrt{(10 \times d \times h)}$

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)**

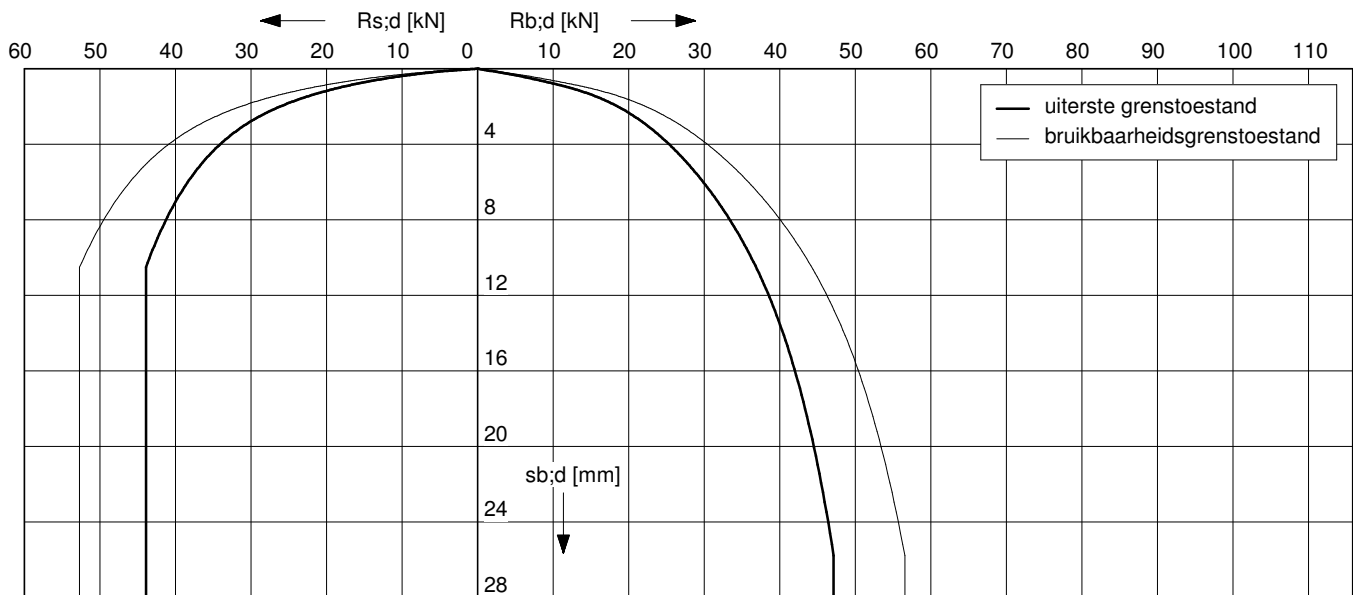
Paaltype : Schroefinjectiepaal

Sonderingen: DKM004

Berekening s_2 gebaseerd op sondering DKM004

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

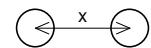
Paalpuntniveau : -3,25 m tov NAP

**Uiterste grenstoestand**

$F_{c;d,netto}$ [kN]	$F_{nk;d}$ [kN]	$F_{c;d}$ [kN]	$s_{b;d}$ [mm]	$s_{el;d}$ [mm]	$s_{1;d}$ [mm]	$s_{2;d}$ [mm]	s_d [mm]	$k_{v;d}$ paal vrijstaand [kN/mm]	$k_{v;d}$ paal in groep [kN/mm]
69	22	91	22,9	0,5	23,4	2,1	25,6	12	9
62	22	84	13,6	0,4	14,0	2,0	16,0	14	10
55	22	77	8,8	0,4	9,2	1,8	11,1	15	10
48	22	70	6,4	0,4	6,8	1,7	8,5	17	11
41	22	63	4,7	0,3	5,0	1,5	6,5	19	12
34	22	56	3,4	0,3	3,7	1,3	5,0	21	13
27	22	50	2,5	0,3	2,7	1,2	3,9	22	13
21	22	43	1,8	0,2	2,0	1,0	3,0	24	14
14	22	36	1,3	0,2	1,4	0,8	2,3	26	14
7	22	29	0,9	0,1	1,0	0,7	1,7	28	15

Configuratie paalgroepvoor bepaling s_2

2-paalspoer



hoh-afstand x : 3D

Bruikbaarheidsgrenstoestand

$F_{c;netto}$ [kN]	F_{nk} [kN]	$F_{c;rep}$ [kN]	s_b [mm]	s_{el} [mm]	s_1 [mm]	s_2 [mm]	s [mm]	$k_{v;rep}$ paal vrijstaand [kN/mm]	$k_{v;rep}$ paal in groep [kN/mm]
53	22	75	4,6	0,3	4,9	1,8	6,7	15	11
48	22	70	3,6	0,3	3,9	1,6	5,6	18	13
42	22	64	3,0	0,3	3,3	1,5	4,8	20	13
37	22	59	2,5	0,3	2,7	1,4	4,1	22	14
32	22	54	1,9	0,2	2,2	1,3	3,4	25	16
26	22	49	1,6	0,2	1,8	1,1	3,0	27	16
21	22	43	1,3	0,2	1,5	1,0	2,5	29	17
16	22	38	1,1	0,2	1,2	0,9	2,1	31	18
11	22	33	0,8	0,1	1,0	0,8	1,7	34	19
5	22	27	0,6	0,1	0,8	0,6	1,4	36	20

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)**

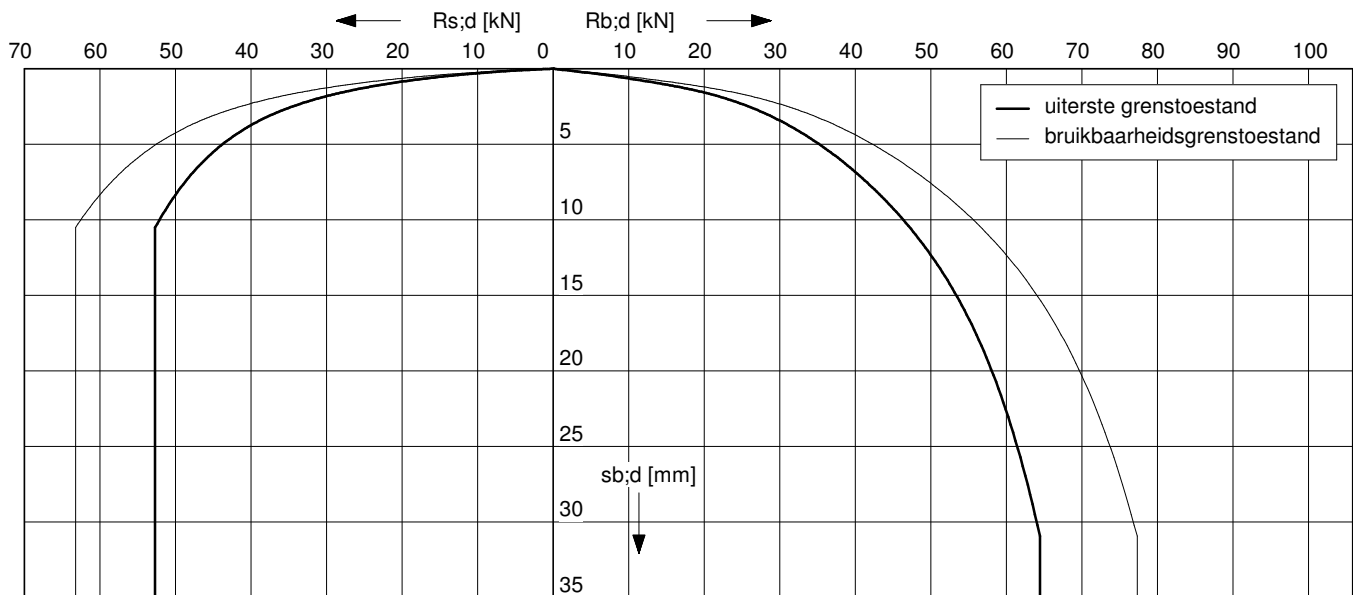
Paaltype : Schroefinjectiepaal

Sonderingen: DKM004

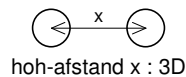
Berekening s_2 gebaseerd op sondering DKM004

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

Paalpuntniveau : -3,25 m tov NAP

**Uiterste grenstoestand**

$F_{c;d,netto}$ [kN]	$F_{nk;d}$ [kN]	$F_{c;d}$ [kN]	$s_{b;d}$ [mm]	$s_{el;d}$ [mm]	$s_{1;d}$ [mm]	$s_{2;d}$ [mm]	s_d [mm]	$k_{v;d}$ paal vrijstaand [kN/mm]	$k_{v;d}$ paal in groep [kN/mm]
90	27	117	30,2	0,4	30,6	2,2	32,9	14	10
81	27	108	16,9	0,4	17,3	2,1	19,4	16	11
72	27	99	10,0	0,4	10,4	1,9	12,3	18	12
63	27	90	7,4	0,3	7,7	1,7	9,4	20	13
54	27	81	5,3	0,3	5,6	1,5	7,2	22	14
45	27	72	3,8	0,3	4,1	1,4	5,5	24	15
36	27	63	2,7	0,2	3,0	1,2	4,2	27	16
27	27	54	2,0	0,2	2,2	1,0	3,2	29	17
18	27	45	1,4	0,2	1,6	0,9	2,4	31	18
9	27	36	1,0	0,1	1,1	0,7	1,8	33	18

Configuratie paalgroepvoor bepaling s_2
2-paalspoer**Bruikbaarheidsgrenstoestand**

$F_{c;netto}$ [kN]	F_{nk} [kN]	$F_{c;rep}$ [kN]	s_b [mm]	s_{el} [mm]	s_1 [mm]	s_2 [mm]	s [mm]	$k_{v;rep}$ paal vrijstaand [kN/mm]	$k_{v;rep}$ paal in groep [kN/mm]
70	27	96	5,2	0,3	5,5	1,8	7,3	18	13
63	27	89	4,1	0,3	4,4	1,7	6,1	20	15
56	27	82	3,3	0,2	3,6	1,6	5,2	23	16
49	27	75	2,7	0,2	2,9	1,4	4,3	26	17
42	27	68	2,2	0,2	2,4	1,3	3,7	29	19
35	27	61	1,8	0,2	1,9	1,2	3,1	32	20
28	27	54	1,4	0,2	1,6	1,0	2,6	35	21
21	27	47	1,1	0,1	1,3	0,9	2,2	38	22
14	27	40	0,9	0,1	1,0	0,8	1,8	40	23
7	27	34	0,7	0,1	0,8	0,6	1,4	43	24

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 = $F_{c;rep} / (s_1 + s_2)$	



Voorbeeldberekening gebaseerd op sondering DKM004
Berekening volgens Eurocode 7-1 (NEN 9997 - 1 + C2 : 2017)

Paaltype : **Schroefinjectiepaal**
 Paalpuntniveau : -3,25 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)

$$q_{b,max} = 1,6 \text{ MPa}$$

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 : -1,2 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]
-1,45	2,4	0,79	0,3	4	4
-1,70	2,4	0,79	0,3	4	8
-1,95	2,5	0,79	0,3	4	11
-2,20	6,0	0,79	0,3	9	21
-2,45	6,6	0,79	0,3	10	31
-2,70	7,7	0,79	0,3	12	43
-2,95	6,4	0,79	0,3	10	53
-3,20	10,2	0,79	0,3	16	69
-3,25	12,0	0,79	0,0	4	73

Berekening maximum draagkracht

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

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

$$R_{c;cal} = 79 + 73 = 152 \text{ kN}$$



Voorbeeldberekening gebaseerd op sondering DKM004 Berekening volgens Eurocode 7-1 (NEN 9997 - 1 + C2 : 2017)

Paaltype : **Schroefinjectiepaal**
Paalpuntniveau : -3,25 meter tov NAP

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

Berekening negatieve kleef, geen groepswerking

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

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

[par. 7.3.2.2(d)]

Dit geldt voor:

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

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

waarin:

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

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

Uitgangspunten

Toekomstig maaiveld	: 2,53 m tov NAP
Huidig maaiveld	: 2,53 m tov NAP
Grondwater	: -2,20 m tov NAP
Bovenbelasting	: 0 kN/m ²
Voorbeeldsondering	: DKM004
O_s	: omtrek dwarsdoorsnede paalschacht
$K_{v;j;rep}$: representatieve waarde van de neutrale gronddruk in laag j
$\tan \delta_j$: representatieve waarde van de wrijvingshoek tussen paalschacht en grond in laag j
$\sigma'_{0;j;rep}$: representatieve waarde van de effectieve verticale spanning onderin laag j

diepte [m tov NAP]	h_j [m]	O_s [m]	γ [kN/m ³]	γ_{sat} [kN/m ³]	ϕ [graden]	$K_0 * \tan \delta_j$	$\sigma'_{v;i}$ [kN/m ²]	$F_{nk;i;rep}$ [kN]	$\Sigma F_{nk;rep}$ [kN]
2,00	0,53	0,79	18,0	20,0	32,5	0,295	10	1	1
-1,20	3,20	0,79	15,0	15,0	22,5	0,256	58	22	22



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]
DKM004	2,53	-3,0 tot -3,5

1) Niveau ten tijde van onderzoek



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

Schroefinjectiepaal 0,250/0,250/0,250 m

Sonderingen voor opdracht: 22WP0408

DKM004	
-3,00	120
-3,25	110
-3,50	86

diepte tov NAP

Schroefinjectiepaal 0,300/0,300/0,300 m

Sonderingen voor opdracht: 22WP0408

DKM004	
-3,00	157
-3,25	142
-3,50	110

diepte tov NAP



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

Paaltype : **Schroefinjectiepaal**

Paalklassefactor punt	: $\alpha_p = 0,63$	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	: $\gamma_b = \gamma_s = 1,20$
		Belastingsfactor neg.kleef	: $\gamma_{f,nk} = 1,0$

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

Sonderingen	Hoogte m.v. [m tov NAP]	Paalpunt [m tov NAP]	$R_{C;dnetto}$ [kN]	$q_{b,max}$ [MPa]	$R_{b;cal}$ [kN]	$R_{s;cal}$ [kN]	$R_{C;d}$ [kN]	$F_{nk;d}$ *
DKM004	2,53	-3,00	120	3,7	182	55	142	22
		-3,25	110	3,0	147	73	132	22
		-3,50	86	1,8	88	92	108	22

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

Sonderingen	Hoogte m.v. [m tov NAP]	Paalpunt [m tov NAP]	$R_{C;dnetto}$ [kN]	$q_{b,max}$ [MPa]	$R_{b;cal}$ [kN]	$R_{s;cal}$ [kN]	$R_{C;d}$ [kN]	$F_{nk;d}$ *
DKM004	2,53	-3,00	157	3,4	240	66	183	27
		-3,25	142	2,7	193	88	169	27
		-3,50	110	1,7	118	110	137	27

* Negatieve kleef bepaald voor alleenstaande paal, aan de rand van groep, in één rij en in groep met $D > \sqrt{(10 \times d \times h)}$

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)**

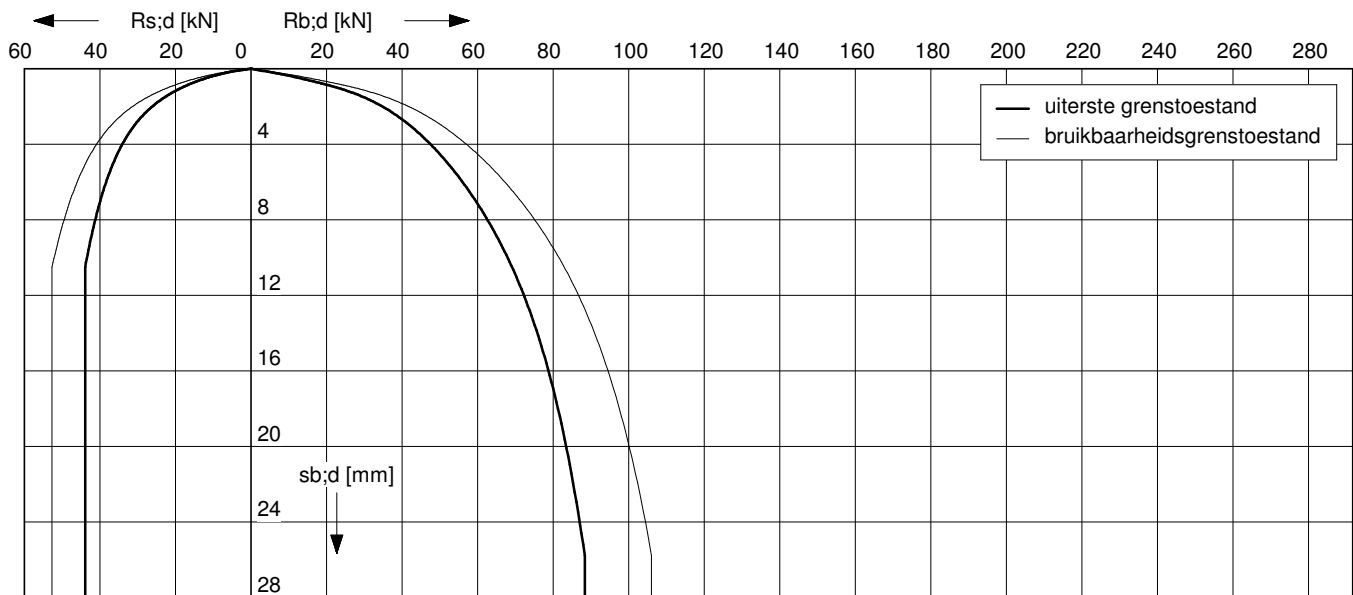
Paaltype : Schroefinjectiepaal

Sonderingen: DKM004

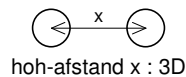
Berekening s_2 gebaseerd op sondering DKM004

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

Paalpuntniveau : -3,25 m tov NAP

**Uiterste grenstoestand**

$F_{c;d,netto}$ [kN]	$F_{nk;d}$ [kN]	$F_{c;d}$ [kN]	$s_{b;d}$ [mm]	$s_{el;d}$ [mm]	$s_{1;d}$ [mm]	$s_{2;d}$ [mm]	s_d [mm]	$k_{v;d}$ paal vrijstaand [kN/mm]	$k_{v;d}$ paal in groep [kN/mm]
110	22	132	25,2	0,7	25,9	3,1	29,0	15	10
99	22	121	14,7	0,7	15,3	2,9	18,2	17	11
88	22	110	9,5	0,6	10,1	2,6	12,7	20	12
77	22	99	6,9	0,5	7,4	2,3	9,7	22	13
66	22	88	4,9	0,5	5,4	2,1	7,4	25	14
55	22	77	3,4	0,4	3,8	1,8	5,6	27	15
44	22	66	2,4	0,3	2,7	1,6	4,3	30	16
33	22	55	1,6	0,3	1,9	1,3	3,2	32	16
22	22	44	1,1	0,2	1,3	1,0	2,4	34	17
11	22	33	0,7	0,2	0,9	0,8	1,7	37	17

Configuratie paalgroepvoor bepaling s_2
2-paalspoer**Bruikbaarheidsgrenstoestand**

$F_{c;netto}$ [kN]	F_{nk} [kN]	$F_{c;rep}$ [kN]	s_b [mm]	s_{el} [mm]	s_1 [mm]	s_2 [mm]	s [mm]	$k_{v;rep}$ paal vrijstaand [kN/mm]	$k_{v;rep}$ paal in groep [kN/mm]
85	22	107	4,9	0,5	5,4	2,5	7,9	20	13
76	22	98	4,0	0,4	4,4	2,3	6,7	22	15
68	22	90	3,1	0,4	3,5	2,1	5,6	26	16
59	22	81	2,5	0,4	2,8	1,9	4,7	29	17
51	22	73	1,9	0,3	2,2	1,7	4,0	32	18
42	22	64	1,5	0,3	1,8	1,5	3,3	35	19
34	22	56	1,2	0,2	1,4	1,3	2,8	39	20
25	22	48	0,9	0,2	1,1	1,1	2,3	42	21
17	22	39	0,7	0,2	0,9	0,9	1,8	44	22
8	22	31	0,5	0,1	0,6	0,7	1,4	48	22

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)**

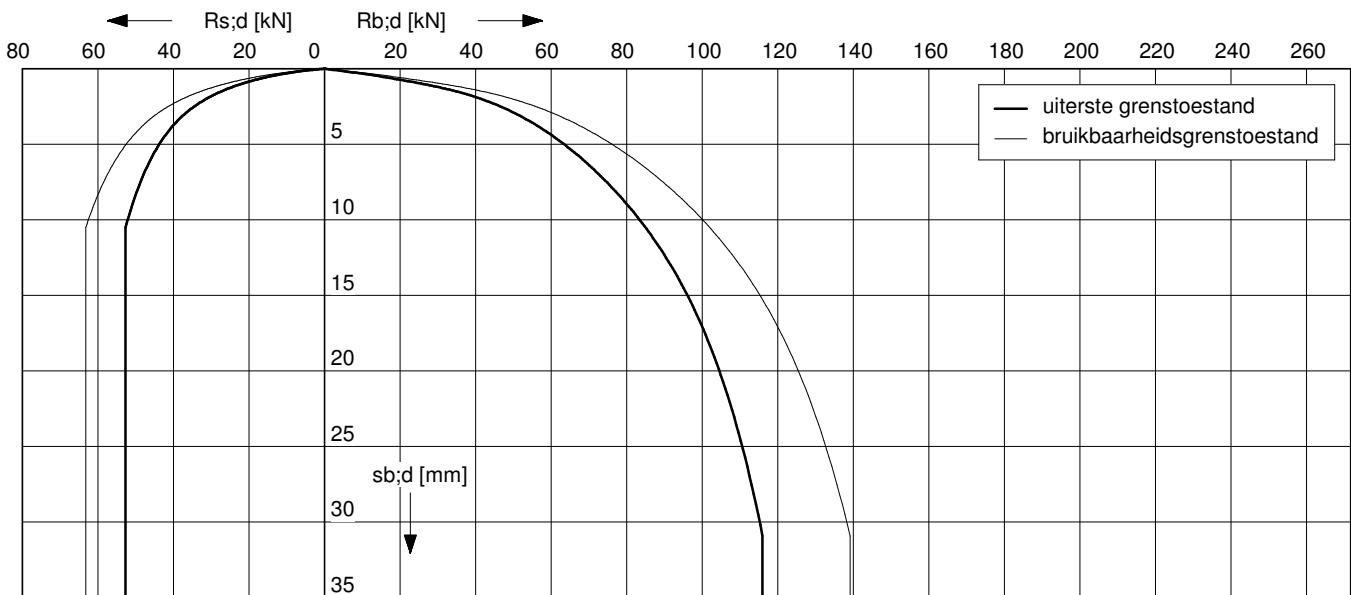
Paaltipe : Schroefinjectiepaal

Sonderingen: DKM004

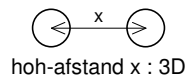
Berekening s_2 gebaseerd op sondering DKM004

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

Paalpuntniveau : -3,25 m tov NAP

**Uiterste grenstoestand**

$F_{c;d,netto}$ [kN]	$F_{nk;d}$ [kN]	$F_{c;d}$ [kN]	$s_{b;d}$ [mm]	$s_{el;d}$ [mm]	$s_{1;d}$ [mm]	$s_{2;d}$ [mm]	s_d [mm]	$k_{v;d}$ paal vrijstaand [kN/mm]	$k_{v;d}$ paal in groep [kN/mm]
142	27	169	30,2	0,6	30,8	3,2	34,1	17	12
128	27	154	17,6	0,6	18,2	2,9	21,1	20	13
114	27	140	11,2	0,5	11,7	2,7	14,4	23	15
99	27	126	8,0	0,5	8,5	2,4	10,9	26	16
85	27	112	5,4	0,4	5,8	2,1	8,0	28	17
71	27	98	3,8	0,4	4,1	1,9	6,0	32	18
57	27	84	2,6	0,3	2,9	1,6	4,5	34	19
43	27	69	1,8	0,3	2,1	1,3	3,4	37	19
29	27	55	1,2	0,2	1,4	1,1	2,5	40	20
15	27	41	0,8	0,1	1,0	0,8	1,7	44	21

Configuratie paalgroepvoor bepaling s_2
2-paalspoer**Bruikbaarheidsgrenstoestand**

$F_{c;netto}$ [kN]	F_{nk} [kN]	$F_{c;rep}$ [kN]	s_b [mm]	s_{el} [mm]	s_1 [mm]	s_2 [mm]	s [mm]	$k_{v;rep}$ paal vrijstaand [kN/mm]	$k_{v;rep}$ paal in groep [kN/mm]
109	27	136	5,7	0,4	6,1	2,6	8,7	22	16
98	27	125	4,5	0,4	4,9	2,4	7,3	26	17
87	27	114	3,5	0,3	3,9	2,2	6,0	29	19
76	27	103	2,7	0,3	3,1	2,0	5,0	34	20
66	27	92	2,2	0,3	2,5	1,8	4,2	37	22
55	27	81	1,7	0,2	2,0	1,5	3,5	41	23
44	27	70	1,4	0,2	1,6	1,3	2,9	45	24
33	27	59	1,1	0,2	1,2	1,1	2,4	48	25
22	27	48	0,8	0,1	0,9	0,9	1,8	52	26
11	27	37	0,6	0,1	0,7	0,7	1,4	57	27

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 = $F_{c;rep} / (s_1 + s_2)$	



Voorbeeldberekening gebaseerd op sondering DKM004 Berekening volgens Eurocode 7-1 (NEN 9997 - 1 + C2 : 2017)

Paaltype : **Schroefinjectiepaal**
Paalpuntniveau : -3,25 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 : $\alpha_p = 0,63$ (f)
 Paalvoetvormfactor : $\beta = 1,0$ (g)
 Paalvoetdwarsdoorsnedefactor : $s = 1,0$ (h)

$$q_{b,max} = 3,0 \text{ MPa}$$

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 : -1,2 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]
-1,45	2,4	0,79	0,3	4	4
-1,70	2,4	0,79	0,3	4	8
-1,95	2,5	0,79	0,3	4	11
-2,20	6,0	0,79	0,3	9	21
-2,45	6,6	0,79	0,3	10	31
-2,70	7,7	0,79	0,3	12	43
-2,95	6,4	0,79	0,3	10	53
-3,20	10,2	0,79	0,3	16	69
-3,25	12,0	0,79	0,0	4	73

Berekening maximum draagkracht

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

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

$$R_{c;cal} = 147 + 73 = 220 \text{ kN}$$



Voorbeeldberekening gebaseerd op sondering DKM004 Berekening volgens Eurocode 7-1 (NEN 9997 - 1 + C2 : 2017)

Paaltype : **Schroefinjectiepaal**
Paalpuntniveau : -3,25 meter tov NAP

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

Berekening negatieve kleef, geen groepswerking

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

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

[par. 7.3.2.2(d)]

Dit geldt voor:

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

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

waarin:

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

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

Uitgangspunten

Toekomstig maaiveld	: 2,53 m tov NAP
Huidig maaiveld	: 2,53 m tov NAP
Grondwater	: -2,20 m tov NAP
Bovenbelasting	: 0 kN/m ²
Voorbeeldsondering	: DKM004
O_s	: omtrek dwarsdoorsnede paalschacht
$K_{v;j;rep}$: representatieve waarde van de neutrale gronddruk in laag j
$\tan \delta_j$: representatieve waarde van de wrijvingshoek tussen paalschacht en grond in laag j
$\sigma'_{0;j;rep}$: representatieve waarde van de effectieve verticale spanning onderin laag j

diepte [m tov NAP]	h_j [m]	O_s [m]	γ [kN/m ³]	γ_{sat} [kN/m ³]	ϕ [graden]	$K_0 * \tan \delta_j$	$\sigma'_{v;i}$ [kN/m ²]	$F_{nk;i;rep}$ [kN]	$\Sigma F_{nk;rep}$ [kN]
2,00	0,53	0,79	18,0	20,0	32,5	0,295	10	1	1
-1,20	3,20	0,79	15,0	15,0	22,5	0,256	58	22	22

**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]
DKM005	1,34	-16,5 tot -18,0
DKM006	1,13	-16,5 tot -18,0
DKM007	0,92	-16,5 tot -18,0
DKM008	1,05	-16,5 tot -18,0
DKM009	1,17	-16,5 tot -18,0

1) Niveau ten tijde van onderzoek



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

Sonderingen voor opdracht: 22WP0408 Schroefinjectiepaal 0,350/0,350/0,350 m

	DKM005	DKM006	DKM007	DKM008	DKM009
-16,50	310	326	337	302	285
-17,00	334	356	394	345	334
-17,50	358	391	490	397	399
-18,00	386	414	549	431	461

diepte tov NAP

Sonderingen voor opdracht: 22WP0408 Schroefinjectiepaal 0,400/0,400/0,400 m

	DKM005	DKM006	DKM007	DKM008	DKM009
-16,50	365	377	408	367	349
-17,00	394	432	480	416	404
-17,50	429	470	595	486	488
-18,00	473	506	668	525	560

diepte tov NAP

Sonderingen voor opdracht: 22WP0408 Schroefinjectiepaal 0,450/0,450/0,450 m

	DKM005	DKM006	DKM007	DKM008	DKM009
-16,50	433	449	485	438	419
-17,00	454	513	571	493	480
-17,50	503	553	702	572	577
-18,00	558	608	797	627	671

diepte tov NAP



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	: $\gamma_b = \gamma_s = 1,20$
		Belastingsfactor neg.kleef	: $\gamma_{f,nk} = 1,4$

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

Sonderingen	Hoogte m.v. [m tov NAP]	Paalpunt [m tov NAP]	$R_{c;d,netto}$ [kN]	$q_{b,max}$ [MPa]	$R_{b;cal}$ [kN]	$R_{s;cal}$ [kN]	$R_{c;d}$ [kN]	$F_{nk;d}^*$ [kN]
DKM005	1,34	-16,50	310	3,6	348	221	341	32
		-17,00	334	3,5	337	274	366	32
		-17,50	358	3,4	324	326	389	32
		-18,00	386	3,3	319	378	418	32
DKM006	1,13	-16,50	326	4,0	385	219	362	36
		-17,00	356	3,8	368	285	392	36
		-17,50	391	3,8	361	351	427	36
DKM007	0,92	-18,00	414	3,5	336	414	449	36
		-16,50	337	3,7	360	248	365	27
		-17,00	394	4,1	390	312	421	27
DKM008	1,05	-17,50	490	5,1	489	374	517	27
		-18,00	549	5,4	521	440	576	27
		-16,50	302	3,5	334	222	333	31
		-17,00	345	3,7	353	275	376	31
DKM009	1,17	-17,50	397	4,0	386	327	428	31
		-18,00	431	4,1	391	380	462	31
		-16,50	285	3,4	329	201	317	32
		-17,00	334	3,6	346	265	367	32
		-17,50	399	4,1	397	322	431	32
		-18,00	461	4,6	439	384	494	32

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

Sonderingen	Hoogte m.v. [m tov NAP]	Paalpunt [m tov NAP]	$R_{c;d,netto}$ [kN]	$q_{b,max}$ [MPa]	$R_{b;cal}$ [kN]	$R_{s;cal}$ [kN]	$R_{c;d}$ [kN]	$F_{nk;d}^*$ [kN]
DKM005	1,34	-16,50	365	3,3	417	253	401	36
		-17,00	394	3,2	405	313	430	36
		-17,50	429	3,2	403	373	465	36
		-18,00	473	3,3	417	432	509	36
DKM006	1,13	-16,50	377	3,6	447	250	418	41
		-17,00	432	3,7	462	326	472	41
		-17,50	470	3,6	450	401	510	41
DKM007	0,92	-18,00	506	3,5	440	473	547	41
		-16,50	408	3,6	450	284	440	31
		-17,00	480	3,9	496	357	511	31
		-17,50	595	4,9	617	428	626	31
		-18,00	668	5,3	663	503	699	31

* Negatieve kleef bepaald voor alleenstaande paal, aan de rand van groep, in één rij en in groep met $D > \sqrt{(10 \times d \times h)}$

Toelichting

Maximum puntweerstand	: $q_{b,max} = 0,5 * \alpha_p * \beta * s * (0,5[q_{c,I;gem} + q_{c,II;gem}] + q_{c,III;gem})$	[par. 7.6.2.3(e)]
Maximum draagkracht punt	: $R_{b;cal} = A_b * q_{b,max}$	[par. 7.6.2.3(e)]
Maximum schachtwrijvingskracht	: $R_{s;cal} = O_p * \Delta L * \alpha_s * q_{c,z;a}$	[par. 7.6.2.3]
Rekenwaarde maximum draagkracht	: $R_{c;d} = (R_{b;cal} / \xi) / \gamma_b + (R_{s;cal} / \xi) / \gamma_s$	[par. 7.6.2.3]
Rekenwaarde negatieve kleef	: $F_{nk;d} = F_{nk} * \gamma_{f,nk}$	[par. 7.3.2.2]
Rekenwaarde netto draagkracht	: $R_{c;d,netto} = R_{c;d} - F_{nk;d}$	[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	: $\gamma_b = \gamma_s = 1,20$
		Belastingsfactor neg.kleef	: $\gamma_{f,nk} = 1,4$

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

Sonderingen	Hoogte m.v. [m tov NAP]	Paalpunt [m tov NAP]	$R_{c;dnetto}$ [kN]	$q_{b,max}$ [MPa]	$R_{b;cal}$ [kN]	$R_{s;cal}$ [kN]	$R_{c;d}$ [kN]	$F_{nk;d}^*$ [kN]
DKM008	1,05	-16,50	367	3,3	417	254	403	35
		-17,00	416	3,5	438	314	451	35
		-17,50	486	3,9	496	374	521	35
		-18,00	525	4,0	501	434	560	35
DKM009	1,17	-16,50	349	3,3	415	229	386	37
		-17,00	404	3,4	433	303	441	37
		-17,50	488	4,0	507	368	525	37
		-18,00	560	4,4	557	439	597	37

Paalafmeting : 0,450/0,450/0,450 m

Sonderingen	Hoogte m.v. [m tov NAP]	Paalpunt [m tov NAP]	$R_{c;dnetto}$ [kN]	$q_{b,max}$ [MPa]	$R_{b;cal}$ [kN]	$R_{s;cal}$ [kN]	$R_{c;d}$ [kN]	$F_{nk;d}^*$ [kN]
DKM005	1,34	-16,50	433	3,2	505	284	473	41
		-17,00	454	3,0	472	352	494	41
		-17,50	503	3,1	487	419	543	41
		-18,00	558	3,2	513	486	599	41
DKM006	1,13	-16,50	449	3,4	544	282	495	46
		-17,00	513	3,6	567	366	559	46
		-17,50	553	3,4	548	451	599	46
		-18,00	608	3,5	560	532	654	46
DKM007	0,92	-16,50	485	3,5	549	319	521	35
		-17,00	571	3,8	610	402	606	35
		-17,50	702	4,7	749	481	738	35
		-18,00	797	5,2	822	566	832	35
DKM008	1,05	-16,50	438	3,2	510	286	477	40
		-17,00	493	3,4	535	354	533	40
		-17,50	572	3,8	599	421	612	40
		-18,00	627	3,9	625	488	667	40
DKM009	1,17	-16,50	419	3,2	511	258	461	42
		-17,00	480	3,3	529	341	521	42
		-17,50	577	3,9	618	414	619	42
		-18,00	671	4,4	695	494	713	42

* Negatieve kleef bepaald voor alleenstaande paal, aan de rand van groep, in één rij en in groep met $D > \sqrt{(10 \times d \times h)}$

Toelichting

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

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

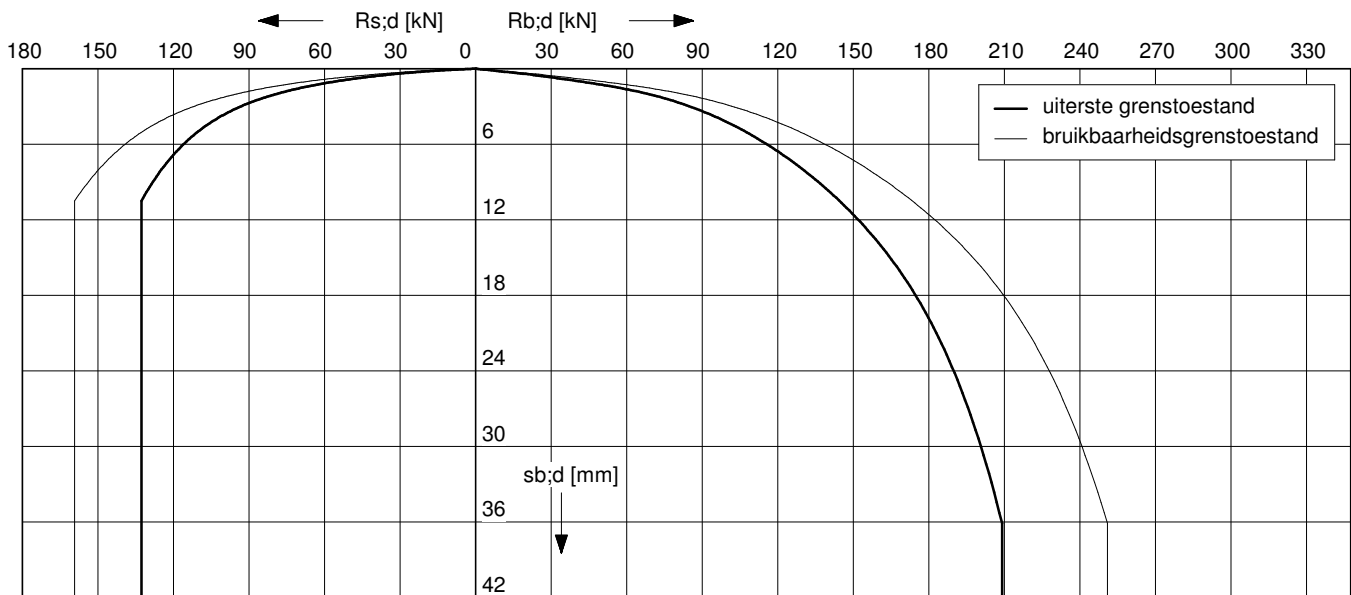
Paaltype : Schroefinjectiepaal

Sonderingen: DKM005

Berekening s_2 gebaseerd op sondering DKM005

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

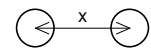
Paalpuntniveau : -16,50 m tov NAP

**Uiterste grenstoestand**

$F_{c;d,netto}$ [kN]	$F_{nk;d}$ [kN]	$F_{c;d}$ [kN]	$s_{b;d}$ [mm]	$s_{el;d}$ [mm]	$s_{1;d}$ [mm]	$s_{2;d}$ [mm]	s_d [mm]	$k_{v;d}$ paal vrijstaand [kN/mm]	$k_{v;d}$ paal in groep [kN/mm]
310	32	341	35,2	3,5	38,7	2,9	41,6	27	21
279	32	311	18,6	3,2	21,8	2,6	24,4	30	23
248	32	280	10,9	2,9	13,7	2,4	16,1	33	24
217	32	249	7,3	2,5	9,9	2,1	12,0	37	26
186	32	218	4,9	2,2	7,2	1,8	9,0	39	28
155	32	187	3,3	1,9	5,2	1,6	6,8	42	29
124	32	156	2,2	1,6	3,8	1,3	5,1	44	30
93	32	125	1,5	1,3	2,7	1,1	3,8	46	31
62	32	94	1,0	1,0	1,9	0,8	2,7	49	32
31	32	63	0,5	0,6	1,2	0,5	1,7	51	33

Configuratie paalgroepvoor bepaling s_2

2-paalspoer



hoh-afstand x : 3D

Bruikbaarheidsgrenstoestand

$F_{c;netto}$ [kN]	F_{nk} [kN]	$F_{c;rep}$ [kN]	s_b [mm]	s_{el} [mm]	s_1 [mm]	s_2 [mm]	s [mm]	$k_{v;rep}$ paal vrijstaand [kN/mm]	$k_{v;rep}$ paal in groep [kN/mm]
238	32	270	5,4	2,3	7,7	2,3	10,0	35	27
215	32	246	4,2	2,1	6,3	2,1	8,3	39	29
191	32	222	3,3	1,9	5,2	1,9	7,0	43	32
167	32	198	2,5	1,7	4,2	1,7	5,8	48	34
143	32	175	1,9	1,5	3,4	1,5	4,9	51	36
119	32	151	1,5	1,3	2,8	1,3	4,0	55	37
95	32	127	1,1	1,1	2,2	1,1	3,3	58	39
72	32	103	0,9	0,9	1,7	0,9	2,6	60	40
48	32	79	0,6	0,7	1,2	0,7	1,9	64	41
24	32	55	0,4	0,5	0,8	0,5	1,3	66	43

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)**

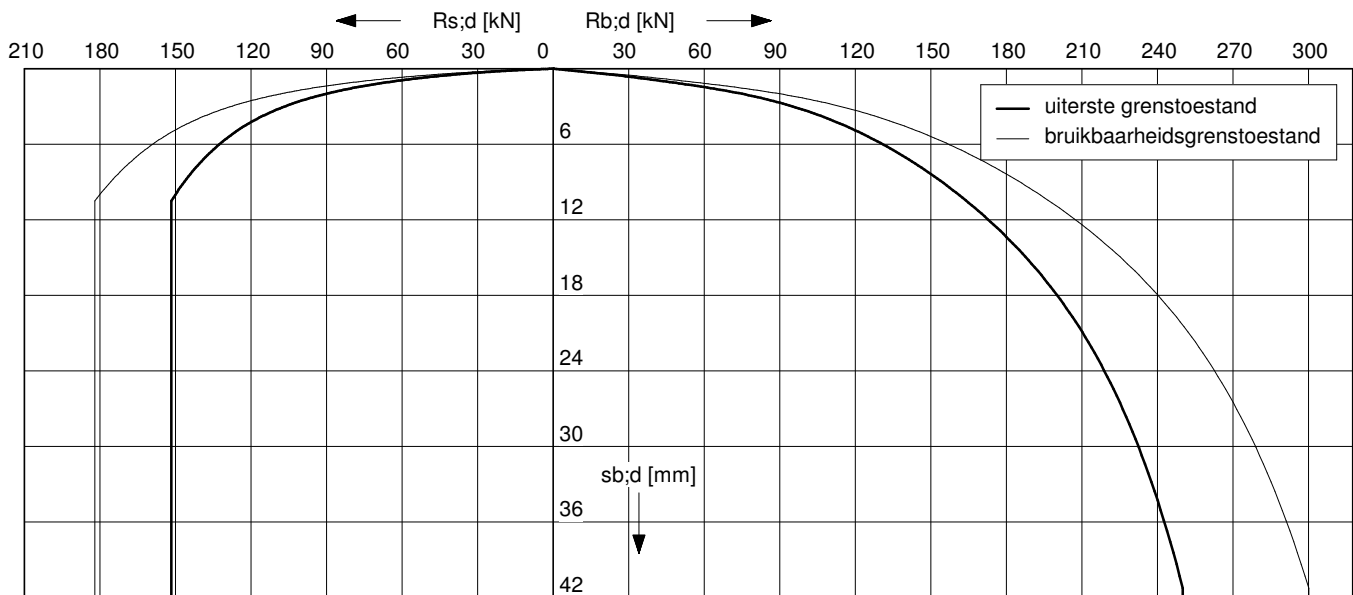
Paaltype : Schroefinjectiepaal

Sonderingen: DKM005

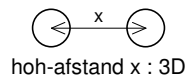
Berekening s_2 gebaseerd op sondering DKM005

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

Paalpuntniveau : -16,50 m tov NAP

**Uiterste grenstoestand**

$F_{c;d,netto}$ [kN]	$F_{nk;d}$ [kN]	$F_{c;d}$ [kN]	$s_{b;d}$ [mm]	$s_{el;d}$ [mm]	$s_{1;d}$ [mm]	$s_{2;d}$ [mm]	s_d [mm]	$k_{v;d}$ paal vrijstaand [kN/mm]	$k_{v;d}$ paal in groep [kN/mm]
365	36	401	40,3	3,2	43,4	3,5	46,9	30	23
329	36	365	21,7	2,9	24,6	3,1	27,7	35	25
292	36	328	12,6	2,6	15,2	2,8	18,0	38	27
256	36	292	8,0	2,3	10,3	2,5	12,8	42	29
219	36	255	5,4	2,0	7,4	2,2	9,6	46	30
183	36	219	3,6	1,7	5,3	1,9	7,2	49	32
146	36	182	2,4	1,4	3,8	1,6	5,4	52	33
110	36	146	1,6	1,1	2,7	1,3	4,0	55	34
73	36	109	1,0	0,8	1,9	0,9	2,8	59	36
36	36	73	0,6	0,6	1,1	0,6	1,8	62	36

Configuratie paalgroepvoor bepaling s_2
2-paalspoer**Bruikbaarheidsgrenstoestand**

$F_{c;netto}$ [kN]	F_{nk} [kN]	$F_{c;rep}$ [kN]	s_b [mm]	s_{el} [mm]	s_1 [mm]	s_2 [mm]	s [mm]	$k_{v;rep}$ paal vrijstaand [kN/mm]	$k_{v;rep}$ paal in groep [kN/mm]
281	36	317	6,0	2,0	8,1	2,7	10,8	39	29
253	36	289	4,6	1,9	6,4	2,5	8,9	45	32
225	36	261	3,5	1,7	5,2	2,2	7,5	50	35
197	36	233	2,7	1,5	4,2	2,0	6,2	55	37
169	36	205	2,1	1,3	3,4	1,8	5,2	60	39
141	36	177	1,6	1,1	2,7	1,5	4,3	64	41
112	36	148	1,2	1,0	2,2	1,3	3,5	68	43
84	36	120	0,9	0,8	1,7	1,0	2,7	71	44
56	36	92	0,6	0,6	1,2	0,8	2,0	77	46
28	36	64	0,4	0,4	0,8	0,6	1,4	80	47

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)**

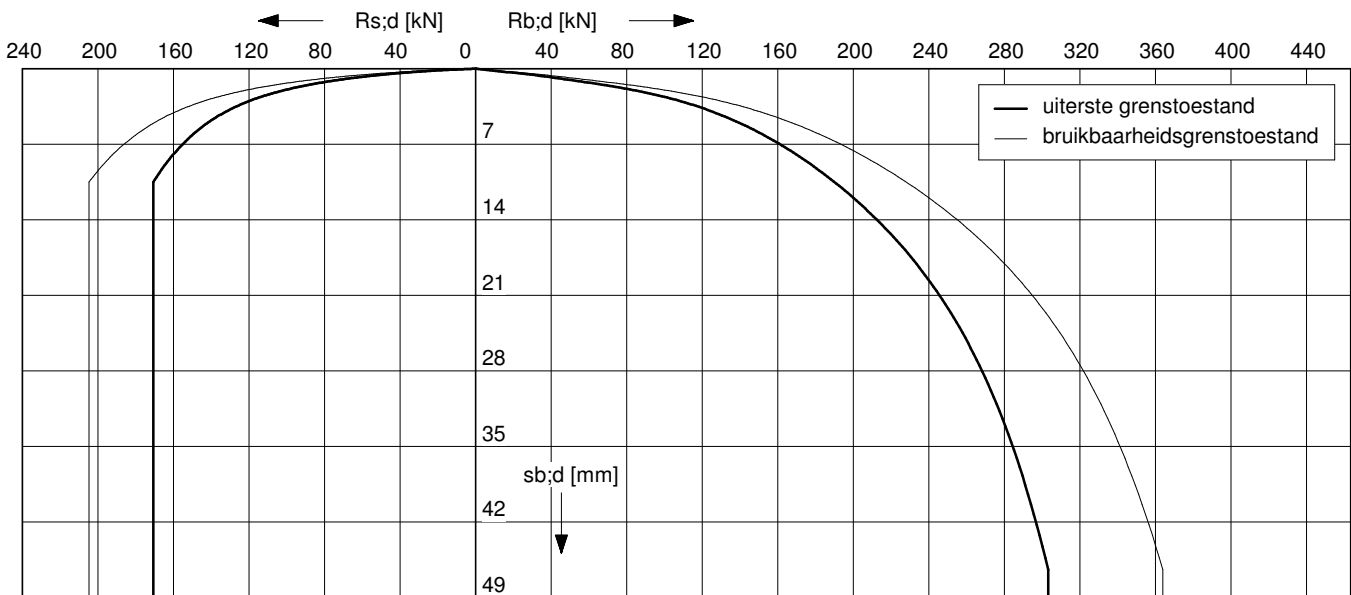
Paaltype : Schroefinjectiepaal

Sonderingen: DKM005

Berekening s_2 gebaseerd op sondering DKM005

Paalafmeting : 0,450/0,450/0,450 m

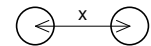
Paalpuntniveau : -16,50 m tov NAP

**Uiterste grenstoestand**

$F_{c;d,netto}$ [kN]	$F_{nk;d}$ [kN]	$F_{c;d}$ [kN]	$s_{b;d}$ [mm]	$s_{el;d}$ [mm]	$s_{1;d}$ [mm]	$s_{2;d}$ [mm]	s_d [mm]	$k_{v;d}$ paal vrijstaand [kN/mm]	$k_{v;d}$ paal in groep [kN/mm]
433	41	473	45,3	2,9	48,2	4,0	52,2	34	25
390	41	430	24,9	2,7	27,6	3,6	31,2	38	27
346	41	387	14,5	2,4	16,9	3,3	20,1	44	30
303	41	344	8,8	2,1	11,0	2,9	13,9	48	31
260	41	300	5,9	1,9	7,8	2,5	10,3	53	33
217	41	257	3,9	1,6	5,5	2,2	7,7	57	35
173	41	214	2,6	1,3	3,9	1,8	5,7	61	36
130	41	171	1,7	1,0	2,7	1,4	4,2	64	38
87	41	127	1,1	0,8	1,9	1,1	2,9	69	39
44	41	84	0,6	0,5	1,1	0,7	1,8	72	40

Configuratie paalgroepvoor bepaling s_2

2-paalspoer



hoh-afstand x : 3D

Bruikbaarheidsgrenstoestand

$F_{c;netto}$ [kN]	F_{nk} [kN]	$F_{c;rep}$ [kN]	s_b [mm]	s_{el} [mm]	s_1 [mm]	s_2 [mm]	s [mm]	$k_{v;rep}$ paal vrijstaand [kN/mm]	$k_{v;rep}$ paal in groep [kN/mm]
333	41	374	6,6	1,9	8,5	3,1	11,6	44	32
300	41	340	5,1	1,7	6,8	2,9	9,7	50	35
266	41	307	3,8	1,6	5,4	2,6	8,0	57	38
233	41	274	3,0	1,4	4,4	2,3	6,7	63	41
200	41	240	2,3	1,2	3,5	2,0	5,5	68	43
166	41	207	1,8	1,1	2,8	1,7	4,6	74	46
133	41	174	1,3	0,9	2,2	1,5	3,7	79	47
100	41	140	1,0	0,7	1,7	1,2	2,9	83	49
67	41	107	0,7	0,5	1,2	0,9	2,1	90	51
33	41	74	0,4	0,4	0,8	0,6	1,4	94	53

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)**

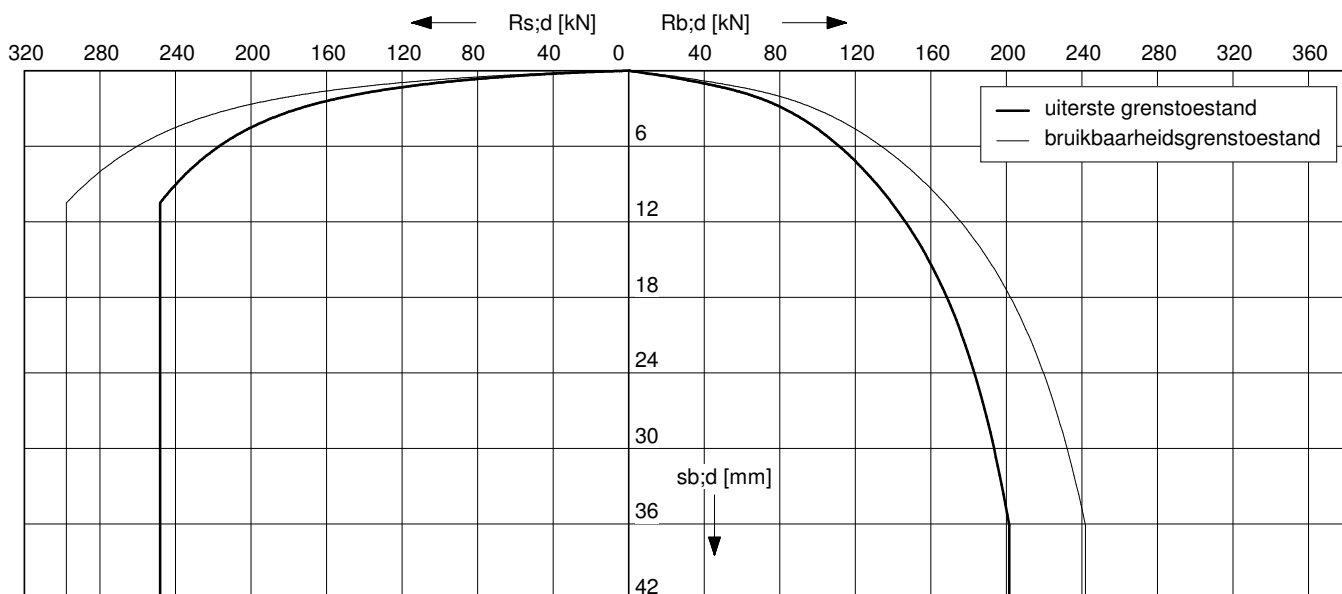
Paaltype : Schroefinjectiepaal

Sonderingen: DKM006

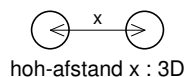
Berekening s_2 gebaseerd op sondering DKM006

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

Paalpuntniveau : -18,00 m tov NAP

**Uiterste grenstoestand**

$F_{c;d,netto}$ [kN]	$F_{nk;d}$ [kN]	$F_{c;d}$ [kN]	$s_{b;d}$ [mm]	$s_{el;d}$ [mm]	$s_{1;d}$ [mm]	$s_{2;d}$ [mm]	s_d [mm]	$k_{v;d}$ paal vrijstaand [kN/mm]	$k_{v;d}$ paal in groep [kN/mm]
414	36	449	35,2	4,9	40,1	4,9	45,0	37	24
372	36	408	14,9	4,4	19,3	4,4	23,7	40	26
331	36	367	8,6	3,9	12,5	4,0	16,5	43	27
290	36	325	5,8	3,5	9,3	3,5	12,8	46	28
248	36	284	3,8	3,1	6,9	3,1	10,0	49	29
207	36	243	2,6	2,6	5,2	2,6	7,9	51	30
166	36	201	1,8	2,2	3,9	2,2	6,1	53	30
124	36	160	1,2	1,7	2,9	1,7	4,6	55	31
83	36	119	0,8	1,3	2,0	1,3	3,3	57	32
42	36	77	0,4	0,8	1,2	0,8	2,1	59	32

Configuratie paalgroepvoor bepaling s_2
2-paalspoer**Bruikbaarheidsgrenstoestand**

$F_{c;netto}$ [kN]	F_{nk} [kN]	$F_{c;rep}$ [kN]	s_b [mm]	s_{el} [mm]	s_1 [mm]	s_2 [mm]	s [mm]	$k_{v;rep}$ paal vrijstaand [kN/mm]	$k_{v;rep}$ paal in groep [kN/mm]
318	36	354	4,3	3,2	7,5	3,9	11,3	47	31
286	36	322	3,3	2,9	6,2	3,5	9,7	52	33
254	36	290	2,6	2,6	5,2	3,2	8,4	56	35
223	36	258	2,0	2,3	4,3	2,8	7,1	60	36
191	36	227	1,6	2,0	3,6	2,5	6,1	63	37
159	36	195	1,2	1,7	3,0	2,1	5,1	66	38
127	36	163	0,9	1,4	2,4	1,8	4,1	69	39
95	36	131	0,7	1,2	1,8	1,4	3,3	71	40
64	36	99	0,5	0,9	1,3	1,1	2,4	74	41
32	36	68	0,3	0,6	0,9	0,7	1,6	77	42

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)**

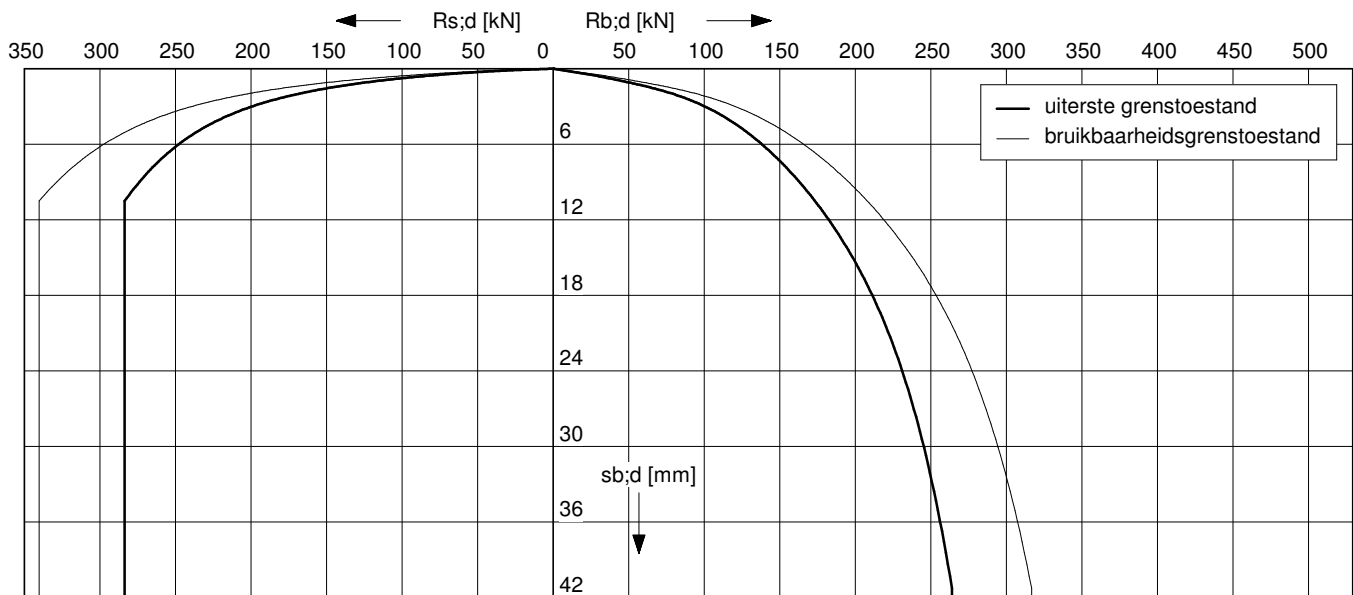
Paalttype : Schroefinjectiepaal

Sonderingen: DKM006

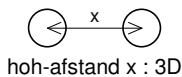
Berekening s_2 gebaseerd op sondering DKM006

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

Paalpuntniveau : -18,00 m tov NAP

**Uiterste grenstoestand**

$F_{c;d,netto}$ [kN]	$F_{nk;d}$ [kN]	$F_{c;d}$ [kN]	$s_{b;d}$ [mm]	$s_{el;d}$ [mm]	$s_{1;d}$ [mm]	$s_{2;d}$ [mm]	s_d [mm]	$k_{v;d}$ paal vrijstaand [kN/mm]	$k_{v;d}$ paal in groep [kN/mm]
506	41	547	40,3	4,6	44,8	5,9	50,7	43	27
456	41	496	18,3	4,1	22,4	5,3	27,8	47	29
405	41	446	9,5	3,7	13,2	4,8	17,9	51	30
354	41	395	6,4	3,3	9,7	4,2	13,9	55	31
304	41	345	4,2	2,8	7,1	3,7	10,8	59	32
253	41	294	2,9	2,4	5,3	3,2	8,4	62	33
203	41	243	1,9	2,0	3,9	2,6	6,5	65	34
152	41	193	1,3	1,6	2,9	2,1	4,9	68	35
101	41	142	0,8	1,2	2,0	1,5	3,5	72	36
51	41	92	0,4	0,7	1,2	1,0	2,2	74	36

Configuratie paalgroepvoor bepaling s_2
2-paalspoer**Bruikbaarheidsgrenstoestand**

$F_{c;netto}$ [kN]	F_{nk} [kN]	$F_{c;rep}$ [kN]	s_b [mm]	s_{el} [mm]	s_1 [mm]	s_2 [mm]	s [mm]	$k_{v;rep}$ paal vrijstaand [kN/mm]	$k_{v;rep}$ paal in groep [kN/mm]
389	41	430	4,8	2,9	7,7	4,6	12,4	56	35
350	41	391	3,7	2,7	6,3	4,2	10,5	62	37
311	41	352	2,9	2,4	5,3	3,8	9,1	67	39
273	41	313	2,2	2,1	4,3	3,4	7,7	72	41
234	41	274	1,7	1,9	3,6	3,0	6,5	77	42
195	41	236	1,3	1,6	2,9	2,5	5,5	81	43
156	41	197	1,0	1,3	2,3	2,1	4,4	85	44
117	41	158	0,7	1,1	1,8	1,7	3,5	89	45
78	41	119	0,5	0,8	1,3	1,3	2,6	93	47
39	41	80	0,3	0,5	0,8	0,9	1,7	96	47

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)**

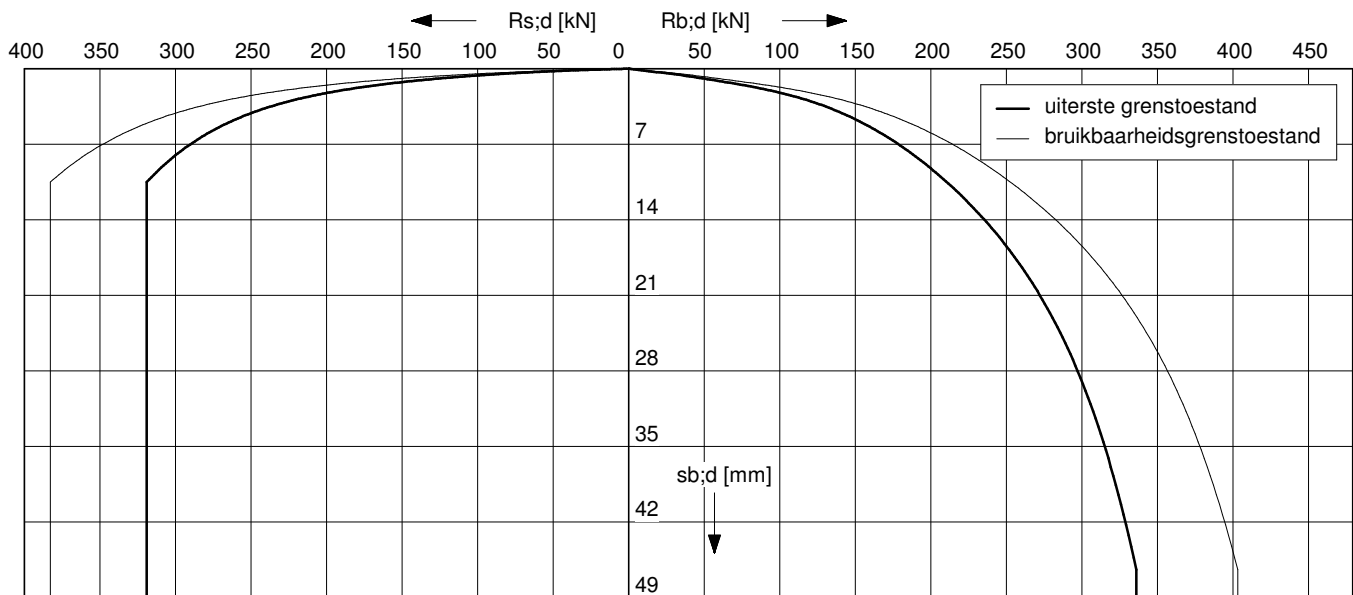
Paaltipe : Schroefinjectiepaal

Sonderingen: DKM006

Berekening s_2 gebaseerd op sondering DKM006

Paalafmeting : 0,450/0,450/0,450 m

Paalpuntniveau : -18,00 m tov NAP

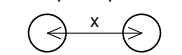
**Uiterste grenstoestand**

Configuratie paalgroep

$F_{c;d,netto}$ [kN]	$F_{nk;d}$ [kN]	$F_{c;d}$ [kN]	$s_{b;d}$ [mm]	$s_{el;d}$ [mm]	$s_{1;d}$ [mm]	$s_{2;d}$ [mm]	s_d [mm]	$k_{v;d}$ paal vrijstaand [kN/mm]	$k_{v;d}$ paal in groep [kN/mm]
608	46	654	45,3	4,3	49,6	6,5	56,1	49	30
548	46	594	21,4	3,9	25,3	5,9	31,2	55	32
487	46	533	10,9	3,5	14,3	5,3	19,6	60	34
426	46	472	7,0	3,1	10,1	4,7	14,8	65	35
365	46	411	4,7	2,7	7,4	4,1	11,5	70	37
304	46	350	3,1	2,3	5,4	3,5	8,9	73	38
243	46	289	2,1	1,9	4,0	2,9	6,8	77	39
183	46	229	1,4	1,5	2,8	2,3	5,1	81	40
122	46	168	0,9	1,1	1,9	1,7	3,6	86	41
61	46	107	0,4	0,7	1,1	1,1	2,2	90	42

voor bepaling s_2

2-paalspoer



hoh-afstand x : 3D

Bruikbaarheidsgrenstoestand

$F_{c;netto}$ [kN]	F_{nk} [kN]	$F_{c;rep}$ [kN]	s_b [mm]	s_{el} [mm]	s_1 [mm]	s_2 [mm]	s [mm]	$k_{v;rep}$ paal vrijstaand [kN/mm]	$k_{v;rep}$ paal in groep [kN/mm]
468	46	514	5,3	2,8	8,1	5,1	13,2	64	39
421	46	467	4,0	2,5	6,5	4,6	11,2	71	42
374	46	420	3,1	2,3	5,4	4,2	9,5	78	44
328	46	374	2,4	2,0	4,4	3,7	8,1	85	46
281	46	327	1,8	1,8	3,6	3,2	6,9	91	48
234	46	280	1,4	1,5	2,9	2,8	5,7	95	49
187	46	233	1,1	1,3	2,3	2,3	4,6	100	50
140	46	186	0,8	1,0	1,8	1,9	3,6	106	52
94	46	140	0,5	0,7	1,2	1,4	2,6	112	53
47	46	93	0,3	0,5	0,8	0,9	1,7	117	54

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 997 - 1 + C2 : 2017)**

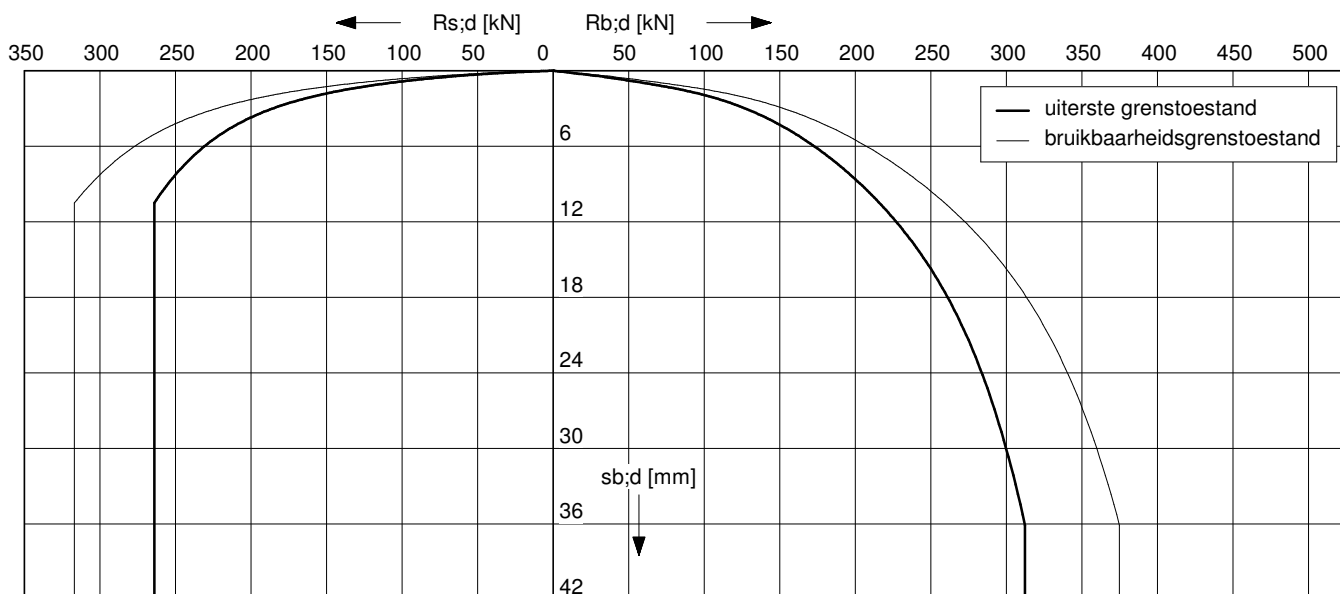
Paalttype : Schroefinjectiepaal

Sonderingen: DKM007

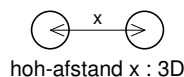
Berekening s_2 gebaseerd op sondering DKM007

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

Paalpuntniveau : -18,00 m tov NAP

**Uiterste grenstoestand**

$F_{c;d,netto}$ [kN]	$F_{nk;d}$ [kN]	$F_{c;d}$ [kN]	$s_{b;d}$ [mm]	$s_{el;d}$ [mm]	$s_{1;d}$ [mm]	$s_{2;d}$ [mm]	s_d [mm]	$k_{v;d}$ paal vrijstaand [kN/mm]	$k_{v;d}$ paal in groep [kN/mm]
549	27	576	35,2	6,3	41,5	4,7	46,2	39	28
494	27	521	16,9	5,7	22,6	4,3	26,9	43	30
439	27	466	9,4	5,0	14,4	3,8	18,3	47	31
384	27	411	6,3	4,4	10,7	3,4	14,1	50	32
329	27	356	4,1	3,8	8,0	2,9	10,9	52	34
274	27	301	2,7	3,2	6,0	2,5	8,4	54	34
219	27	247	1,8	2,7	4,5	2,0	6,5	56	35
164	27	192	1,2	2,1	3,2	1,6	4,8	59	36
109	27	137	0,7	1,5	2,2	1,1	3,3	61	37
55	27	82	0,4	0,9	1,2	0,7	1,9	63	38

Configuratie paalgroepvoor bepaling s_2
2-paalspoer**Bruikbaarheidsgrenstoestand**

$F_{c;netto}$ [kN]	F_{nk} [kN]	$F_{c;rep}$ [kN]	s_b [mm]	s_{el} [mm]	s_1 [mm]	s_2 [mm]	s [mm]	$k_{v;rep}$ paal vrijstaand [kN/mm]	$k_{v;rep}$ paal in groep [kN/mm]
422	27	449	4,8	4,0	8,8	3,7	12,5	51	36
380	27	407	3,6	3,6	7,3	3,3	10,6	56	38
338	27	365	2,8	3,3	6,0	3,0	9,0	61	40
295	27	323	2,1	2,9	5,0	2,6	7,7	64	42
253	27	281	1,6	2,5	4,1	2,3	6,4	68	44
211	27	238	1,3	2,1	3,4	2,0	5,3	70	45
169	27	196	0,9	1,7	2,7	1,6	4,3	73	46
127	27	154	0,7	1,4	2,0	1,3	3,3	76	47
84	27	112	0,4	1,0	1,4	0,9	2,3	79	48
42	27	70	0,2	0,6	0,9	0,6	1,4	81	49

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)**

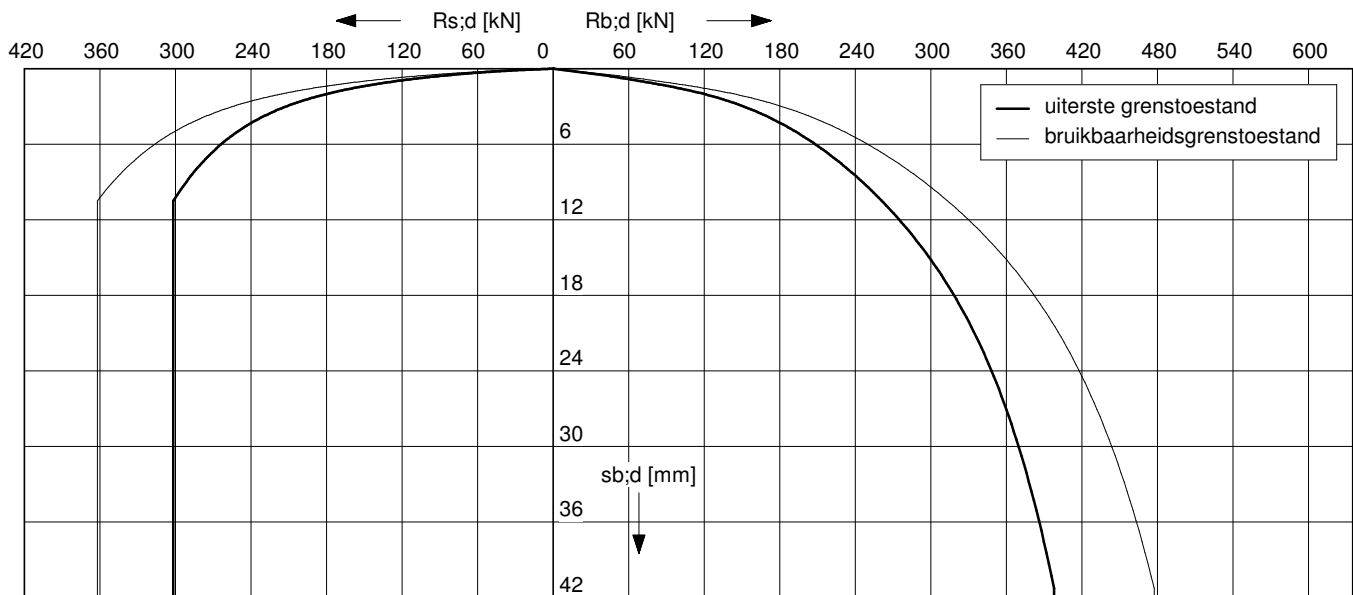
Paaltype : Schroefinjectiepaal

Sonderingen: DKM007

Berekening s_2 gebaseerd op sondering DKM007

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

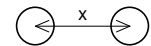
Paalpuntniveau : -18,00 m tov NAP

**Uiterste grenstoestand**

$F_{c;d,netto}$ [kN]	$F_{nk;d}$ [kN]	$F_{c;d}$ [kN]	$s_{b;d}$ [mm]	$s_{el;d}$ [mm]	$s_{1;d}$ [mm]	$s_{2;d}$ [mm]	s_d [mm]	$k_{v;d}$ paal vrijstaand [kN/mm]	$k_{v;d}$ paal in groep [kN/mm]
668	31	699	40,3	5,9	46,1	5,8	51,9	47	31
601	31	632	20,1	5,3	25,4	5,3	30,6	51	33
534	31	565	10,6	4,7	15,3	4,7	20,0	56	35
467	31	499	7,0	4,1	11,2	4,1	15,3	60	36
401	31	432	4,6	3,6	8,1	3,6	11,7	63	38
334	31	365	3,0	3,0	6,0	3,0	9,0	67	39
267	31	298	2,0	2,5	4,4	2,5	6,9	69	40
200	31	231	1,3	1,9	3,2	1,9	5,1	72	41
133	31	165	0,8	1,3	2,1	1,4	3,5	76	42
67	31	98	0,4	0,8	1,2	0,8	2,0	79	43

Configuratie paalgroepvoor bepaling s_2

2-paalspoer



hoh-afstand x : 3D

Bruikbaarheidsgrenstoestand

$F_{c;netto}$ [kN]	F_{nk} [kN]	$F_{c;rep}$ [kN]	s_b [mm]	s_{el} [mm]	s_1 [mm]	s_2 [mm]	s [mm]	$k_{v;rep}$ paal vrijstaand [kN/mm]	$k_{v;rep}$ paal in groep [kN/mm]
514	31	545	5,3	3,7	9,0	4,5	13,5	60	40
462	31	493	4,0	3,4	7,4	4,1	11,5	66	43
411	31	442	3,1	3,0	6,1	3,7	9,8	72	45
360	31	391	2,3	2,7	5,0	3,2	8,2	78	47
308	31	339	1,8	2,3	4,1	2,8	6,9	82	49
257	31	288	1,4	2,0	3,3	2,4	5,7	87	50
205	31	237	1,0	1,6	2,6	2,0	4,6	90	52
154	31	185	0,7	1,3	2,0	1,5	3,5	94	53
103	31	134	0,4	0,9	1,3	1,1	2,5	99	54
51	31	83	0,3	0,6	0,8	0,7	1,5	102	55

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)**

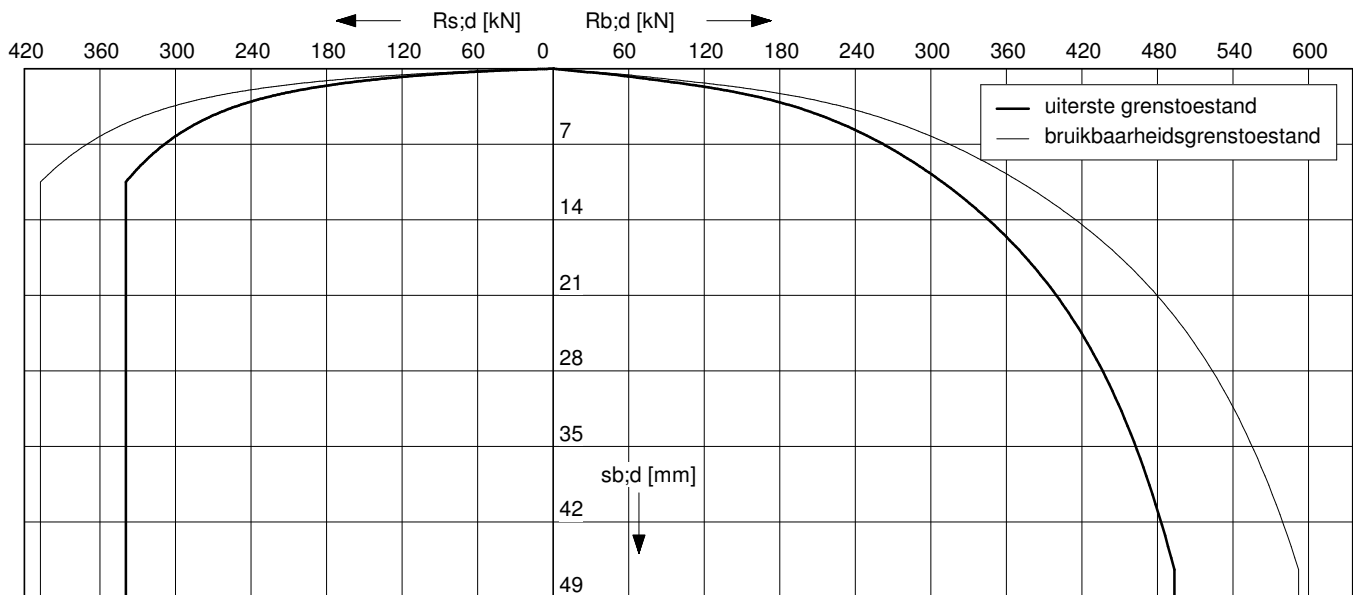
Paaltype : Schroefinjectiepaal

Sonderingen: DKM007

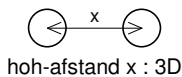
Berekening s_2 gebaseerd op sondering DKM007

Paalafmeting : 0,450/0,450/0,450 m

Paalpuntniveau : -18,00 m tov NAP

**Uiterste grenstoestand**

$F_{c,d;netto}$ [kN]	$F_{nk;d}$ [kN]	$F_{c;d}$ [kN]	$s_{b;d}$ [mm]	$s_{el;d}$ [mm]	$s_{1;d}$ [mm]	$s_{2;d}$ [mm]	s_d [mm]	$k_{v;d}$ paal vrijstaand [kN/mm]	$k_{v;d}$ paal in groep [kN/mm]
797	35	832	45,3	5,5	50,8	6,8	57,6	53	34
717	35	752	23,1	5,0	28,0	6,2	34,2	59	36
638	35	673	12,7	4,4	17,1	5,5	22,6	65	38
558	35	593	7,8	3,9	11,7	4,9	16,5	70	40
478	35	513	5,1	3,4	8,5	4,2	12,7	75	42
398	35	434	3,3	2,8	6,1	3,6	9,7	79	43
319	35	354	2,1	2,3	4,4	2,9	7,3	83	44
239	35	274	1,4	1,8	3,2	2,2	5,4	87	45
159	35	194	0,8	1,3	2,1	1,6	3,7	92	46
80	35	115	0,4	0,7	1,2	0,9	2,1	94	47

Configuratie paalgroepvoor bepaling s_2
2-paalspoer**Bruikbaarheidsgrenstoestand**

$F_{c;netto}$ [kN]	F_{nk} [kN]	$F_{c;rep}$ [kN]	s_b [mm]	s_{el} [mm]	s_1 [mm]	s_2 [mm]	s [mm]	$k_{v;rep}$ paal vrijstaand [kN/mm]	$k_{v;rep}$ paal in groep [kN/mm]
613	35	648	5,9	3,5	9,4	5,3	14,7	69	44
552	35	587	4,4	3,2	7,6	4,8	12,4	77	47
490	35	526	3,4	2,8	6,2	4,3	10,5	84	50
429	35	464	2,6	2,5	5,1	3,8	8,9	92	52
368	35	403	1,9	2,2	4,1	3,3	7,4	98	54
307	35	342	1,5	1,8	3,3	2,8	6,1	103	56
245	35	280	1,1	1,5	2,6	2,3	4,9	108	57
184	35	219	0,8	1,2	1,9	1,8	3,7	113	59
123	35	158	0,5	0,8	1,3	1,3	2,6	119	60
61	35	96	0,3	0,5	0,8	0,8	1,6	123	61

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)**

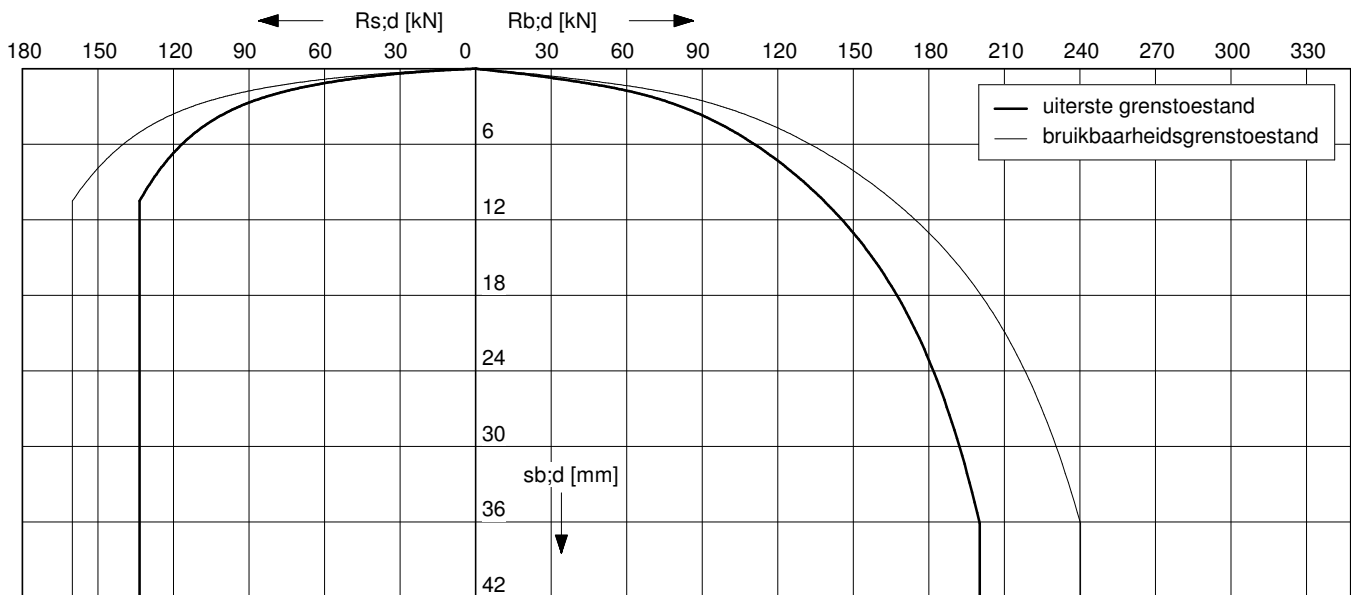
Paaltype : Schroefinjectiepaal

Sonderingen: DKM008

Berekening s_2 gebaseerd op sondering DKM008

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

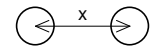
Paalpuntniveau : -16,50 m tov NAP

**Uiterste grenstoestand**

$F_{c;d,netto}$ [kN]	$F_{nk;d}$ [kN]	$F_{c;d}$ [kN]	$s_{b;d}$ [mm]	$s_{el;d}$ [mm]	$s_{1;d}$ [mm]	$s_{2;d}$ [mm]	s_d [mm]	$k_{v;d}$ paal vrijstaand [kN/mm]	$k_{v;d}$ paal in groep [kN/mm]
302	31	333	35,2	3,4	38,6	2,4	41,1	27	21
272	31	303	18,6	3,1	21,7	2,2	23,9	30	23
242	31	273	10,5	2,8	13,2	2,0	15,2	33	25
212	31	243	7,2	2,5	9,6	1,8	11,4	36	27
182	31	212	4,9	2,2	7,0	1,5	8,6	39	29
151	31	182	3,3	1,8	5,1	1,3	6,4	42	30
121	31	152	2,2	1,5	3,7	1,1	4,8	44	31
91	31	122	1,5	1,2	2,7	0,9	3,6	46	32
61	31	91	0,9	0,9	1,9	0,7	2,5	49	34
30	31	61	0,5	0,6	1,2	0,4	1,6	51	34

Configuratie paalgroepvoor bepaling s_2

2-paalspoer



hoh-afstand x : 3D

Bruikbaarheidsgrenstoestand

$F_{c;netto}$ [kN]	F_{nk} [kN]	$F_{c;rep}$ [kN]	s_b [mm]	s_{el} [mm]	s_1 [mm]	s_2 [mm]	s [mm]	$k_{v;rep}$ paal vrijstaand [kN/mm]	$k_{v;rep}$ paal in groep [kN/mm]
233	31	264	5,3	2,2	7,5	1,9	9,4	35	28
209	31	240	4,1	2,0	6,2	1,7	7,9	39	30
186	31	217	3,2	1,8	5,0	1,6	6,6	43	33
163	31	194	2,5	1,6	4,1	1,4	5,5	47	35
140	31	170	1,9	1,4	3,3	1,2	4,6	51	37
116	31	147	1,5	1,2	2,7	1,1	3,8	54	39
93	31	124	1,1	1,0	2,2	0,9	3,1	57	40
70	31	101	0,8	0,8	1,7	0,7	2,4	60	42
47	31	77	0,6	0,6	1,2	0,6	1,8	64	44
23	31	54	0,4	0,5	0,8	0,4	1,2	66	45

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)**

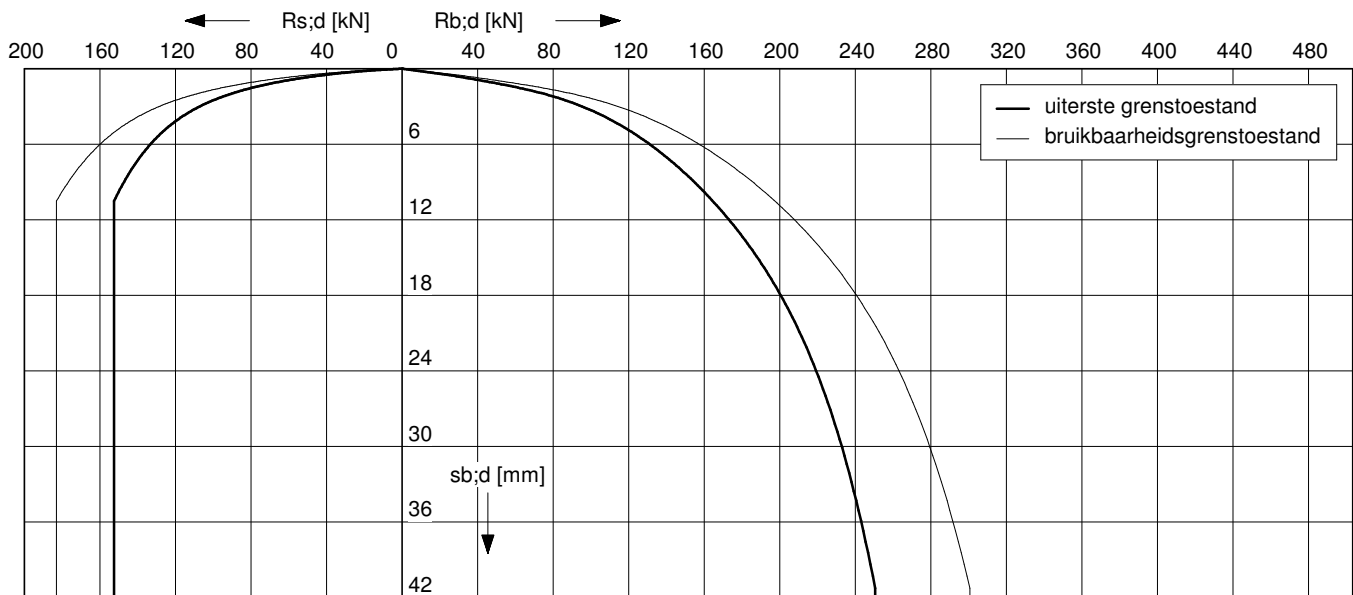
Paaltype : Schroefinjectiepaal

Sonderingen: DKM008

Berekening s_2 gebaseerd op sondering DKM008

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

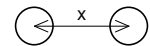
Paalpuntniveau : -16,50 m tov NAP

**Uiterste grenstoestand**

$F_{c;d,netto}$ [kN]	$F_{nk;d}$ [kN]	$F_{c;d}$ [kN]	$s_{b;d}$ [mm]	$s_{el;d}$ [mm]	$s_{1;d}$ [mm]	$s_{2;d}$ [mm]	s_d [mm]	$k_{v;d}$ paal vrijstaand [kN/mm]	$k_{v;d}$ paal in groep [kN/mm]
367	35	403	40,3	3,2	43,4	3,0	46,4	31	24
331	35	366	21,3	2,9	24,2	2,7	26,9	35	26
294	35	329	12,6	2,6	15,2	2,5	17,7	39	28
257	35	292	8,0	2,3	10,3	2,2	12,5	42	30
220	35	256	5,4	2,0	7,4	1,9	9,3	46	32
184	35	219	3,5	1,7	5,2	1,6	6,9	50	33
147	35	182	2,4	1,4	3,8	1,4	5,2	53	35
110	35	145	1,6	1,1	2,7	1,1	3,8	55	36
73	35	109	1,0	0,8	1,8	0,8	2,7	59	37
36	35	72	0,6	0,6	1,1	0,5	1,6	62	39

Configuratie paalgroepvoor bepaling s_2

2-paalspoer



hoh-afstand x : 3D

Bruikbaarheidsgrenstoestand

$F_{c;netto}$ [kN]	F_{nk} [kN]	$F_{c;rep}$ [kN]	s_b [mm]	s_{el} [mm]	s_1 [mm]	s_2 [mm]	s [mm]	$k_{v;rep}$ paal vrijstaand [kN/mm]	$k_{v;rep}$ paal in groep [kN/mm]
283	35	318	5,9	2,0	8,0	2,4	10,3	40	31
254	35	290	4,6	1,9	6,4	2,2	8,6	45	34
226	35	261	3,5	1,7	5,2	2,0	7,2	50	36
198	35	233	2,7	1,5	4,2	1,7	6,0	55	39
170	35	205	2,1	1,3	3,4	1,5	4,9	60	41
141	35	177	1,6	1,1	2,7	1,3	4,1	64	43
113	35	148	1,2	1,0	2,2	1,1	3,3	69	45
85	35	120	0,9	0,8	1,7	0,9	2,6	71	47
57	35	92	0,6	0,6	1,2	0,7	1,9	77	49
28	35	64	0,4	0,4	0,8	0,5	1,3	81	50

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)**

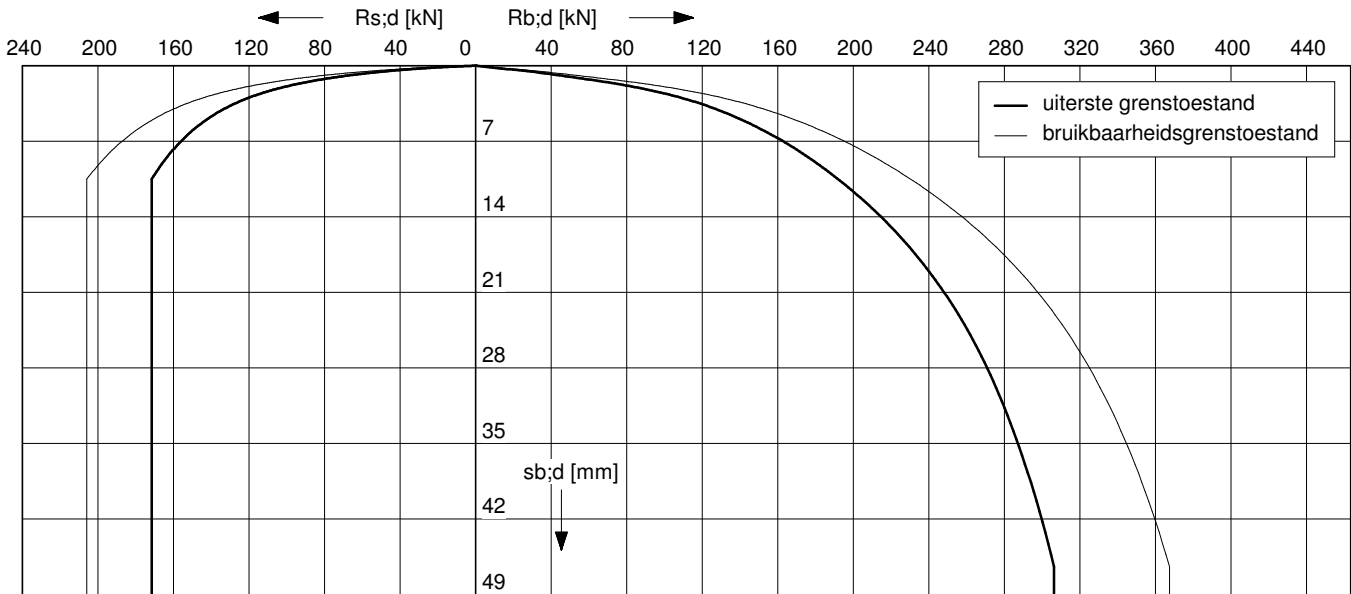
Paaltipe : Schroefinjectiepaal

Sonderingen: DKM008

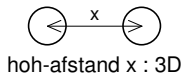
Berekening s_2 gebaseerd op sondering DKM008

Paalafmeting : 0,450/0,450/0,450 m

Paalpuntniveau : -16,50 m tov NAP

**Uiterste grenstoestand**

$F_{c;d,netto}$ [kN]	$F_{nk;d}$ [kN]	$F_{c;d}$ [kN]	$s_{b;d}$ [mm]	$s_{el;d}$ [mm]	$s_{1;d}$ [mm]	$s_{2;d}$ [mm]	s_d [mm]	$k_{v;d}$ paal vrijstaand [kN/mm]	$k_{v;d}$ paal in groep [kN/mm]
438	40	477	45,3	3,0	48,3	3,5	51,7	34	26
394	40	434	24,4	2,7	27,1	3,2	30,3	39	28
350	40	390	14,5	2,4	16,9	2,8	19,7	43	31
306	40	346	9,0	2,1	11,1	2,5	13,6	48	33
263	40	302	5,9	1,9	7,8	2,2	10,0	53	35
219	40	259	3,9	1,6	5,5	1,9	7,4	57	37
175	40	215	2,6	1,3	3,9	1,6	5,4	61	39
132	40	171	1,7	1,0	2,7	1,2	4,0	65	40
88	40	127	1,1	0,8	1,9	0,9	2,8	69	42
44	40	84	0,6	0,5	1,1	0,6	1,7	74	44

Configuratie paalgroepvoor bepaling s_2
2-paalspoer**Bruikbaarheidsgrenstoestand**

$F_{c;netto}$ [kN]	F_{nk} [kN]	$F_{c;rep}$ [kN]	s_b [mm]	s_{el} [mm]	s_1 [mm]	s_2 [mm]	s [mm]	$k_{v;rep}$ paal vrijstaand [kN/mm]	$k_{v;rep}$ paal in groep [kN/mm]
337	40	376	6,6	1,9	8,5	2,7	11,2	44	33
303	40	343	5,0	1,7	6,8	2,5	9,3	51	37
269	40	309	3,9	1,6	5,5	2,3	7,7	56	40
236	40	275	3,0	1,4	4,4	2,0	6,4	63	43
202	40	242	2,3	1,2	3,5	1,8	5,2	69	46
168	40	208	1,8	1,1	2,8	1,5	4,3	74	48
135	40	174	1,3	0,9	2,2	1,3	3,5	79	50
101	40	141	1,0	0,7	1,7	1,0	2,7	85	52
67	40	107	0,7	0,5	1,2	0,8	2,0	90	54
34	40	73	0,4	0,4	0,8	0,5	1,3	97	57

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)**

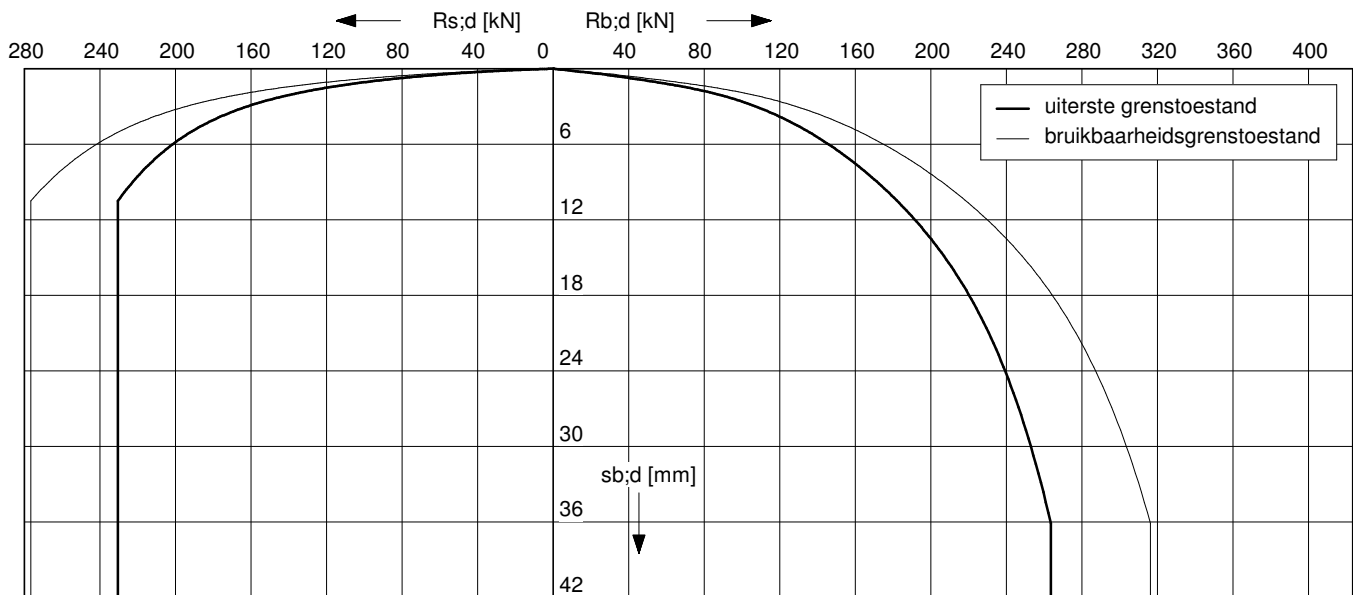
Paaltype : Schroefinjectiepaal

Sonderingen: DKM009

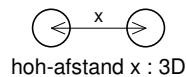
Berekening s_2 gebaseerd op sondering DKM009

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

Paalpuntniveau : -18,00 m tov NAP

**Uiterste grenstoestand**

$F_{c;d,netto}$ [kN]	$F_{nk;d}$ [kN]	$F_{c;d}$ [kN]	$s_{b;d}$ [mm]	$s_{el;d}$ [mm]	$s_{1;d}$ [mm]	$s_{2;d}$ [mm]	s_d [mm]	$k_{v;d}$ paal vrijstaand [kN/mm]	$k_{v;d}$ paal in groep [kN/mm]
461	32	494	35,2	5,4	40,6	5,5	46,1	36	24
415	32	447	16,9	4,9	21,8	5,0	26,8	40	25
369	32	401	9,5	4,3	13,8	4,4	18,3	43	27
323	32	355	6,3	3,8	10,2	3,9	14,1	46	28
277	32	309	4,2	3,3	7,5	3,4	10,9	49	29
230	32	263	2,8	2,8	5,6	2,9	8,5	51	29
184	32	217	1,9	2,3	4,2	2,4	6,6	53	30
138	32	170	1,2	1,8	3,1	1,9	4,9	56	31
92	32	124	0,8	1,3	2,1	1,4	3,5	58	32
46	32	78	0,4	0,8	1,2	0,9	2,1	60	32

Configuratie paalgroepvoor bepaling s_2
2-paalspoer**Bruikbaarheidsgrenstoestand**

$F_{c;netto}$ [kN]	F_{nk} [kN]	$F_{c;rep}$ [kN]	s_b [mm]	s_{el} [mm]	s_1 [mm]	s_2 [mm]	s [mm]	$k_{v;rep}$ paal vrijstaand [kN/mm]	$k_{v;rep}$ paal in groep [kN/mm]
355	32	387	4,8	3,5	8,2	4,3	12,5	47	31
319	32	352	3,7	3,1	6,8	3,9	10,7	51	33
284	32	316	2,8	2,8	5,7	3,5	9,2	56	35
248	32	281	2,2	2,5	4,7	3,1	7,8	60	36
213	32	245	1,7	2,2	3,9	2,7	6,6	64	37
177	32	210	1,3	1,9	3,2	2,3	5,5	66	38
142	32	174	1,0	1,5	2,5	1,9	4,4	69	39
106	32	139	0,7	1,2	1,9	1,5	3,5	72	40
71	32	103	0,5	0,9	1,4	1,1	2,5	75	41
35	32	68	0,3	0,6	0,9	0,8	1,6	78	42

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)**

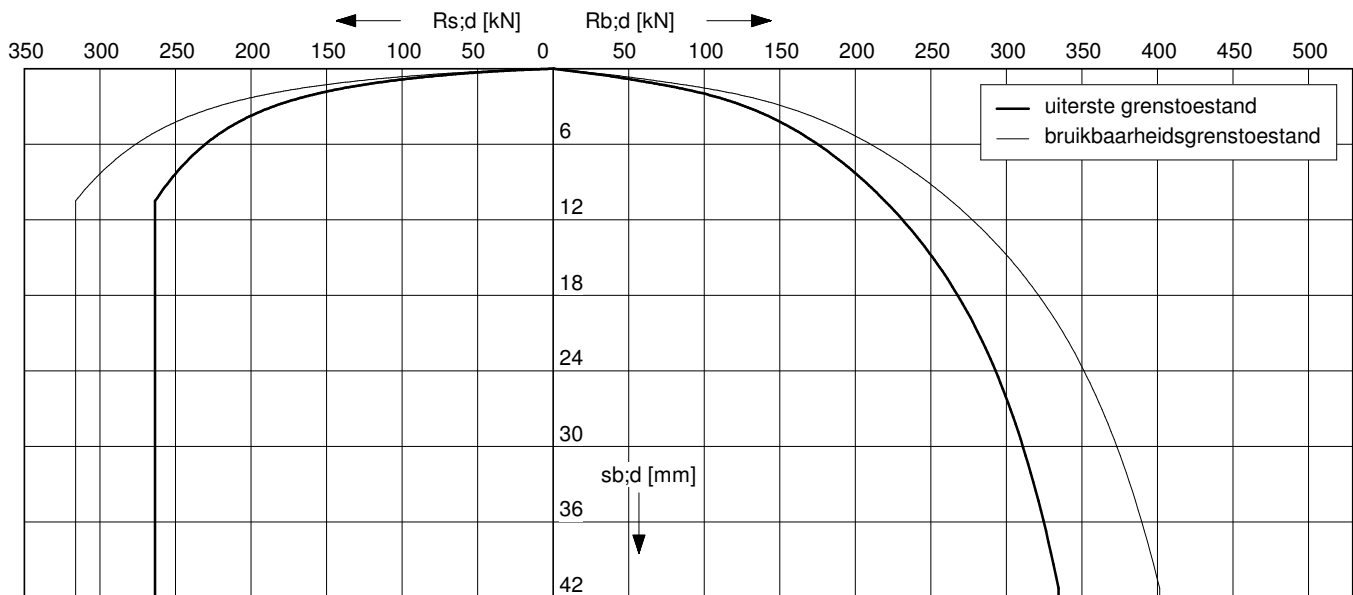
Paaltype : Schroefinjectiepaal

Sonderingen: DKM009

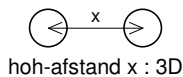
Berekening s_2 gebaseerd op sondering DKM009

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

Paalpuntniveau : -18,00 m tov NAP

**Uiterste grenstoestand**

$F_{c;d,netto}$ [kN]	$F_{nk;d}$ [kN]	$F_{c;d}$ [kN]	$s_{b;d}$ [mm]	$s_{el;d}$ [mm]	$s_{1;d}$ [mm]	$s_{2;d}$ [mm]	s_d [mm]	$k_{v;d}$ paal vrijstaand [kN/mm]	$k_{v;d}$ paal in groep [kN/mm]
560	37	597	40,3	5,0	45,3	6,7	52,0	42	26
504	37	541	20,1	4,5	24,6	6,1	30,7	47	28
448	37	485	10,6	4,0	14,7	5,4	20,1	52	29
392	37	429	7,1	3,6	10,6	4,8	15,4	56	31
336	37	373	4,7	3,1	7,8	4,2	11,9	59	32
280	37	317	3,1	2,6	5,7	3,5	9,2	62	33
224	37	261	2,1	2,1	4,2	2,9	7,1	65	33
168	37	205	1,4	1,7	3,0	2,3	5,3	68	34
112	37	149	0,8	1,2	2,1	1,7	3,7	72	35
56	37	93	0,4	0,8	1,2	1,0	2,2	74	36

Configuratie paalgroepvoor bepaling s_2
2-paalspoer**Bruikbaarheidsgrenstoestand**

$F_{c;netto}$ [kN]	F_{nk} [kN]	$F_{c;rep}$ [kN]	s_b [mm]	s_{el} [mm]	s_1 [mm]	s_2 [mm]	s [mm]	$k_{v;rep}$ paal vrijstaand [kN/mm]	$k_{v;rep}$ paal in groep [kN/mm]
431	37	468	5,3	3,2	8,5	5,2	13,8	55	34
388	37	425	4,1	2,9	7,0	4,8	11,7	61	36
345	37	382	3,1	2,6	5,7	4,3	10,0	67	38
302	37	339	2,4	2,3	4,7	3,8	8,5	72	40
259	37	296	1,8	2,0	3,8	3,3	7,2	77	41
216	37	253	1,4	1,7	3,1	2,8	5,9	81	42
172	37	210	1,1	1,4	2,5	2,3	4,8	85	43
129	37	166	0,7	1,1	1,9	1,9	3,7	89	45
86	37	123	0,5	0,8	1,3	1,4	2,7	93	46
43	37	80	0,3	0,5	0,8	0,9	1,7	96	46

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 997 - 1 + C2 : 2017)**

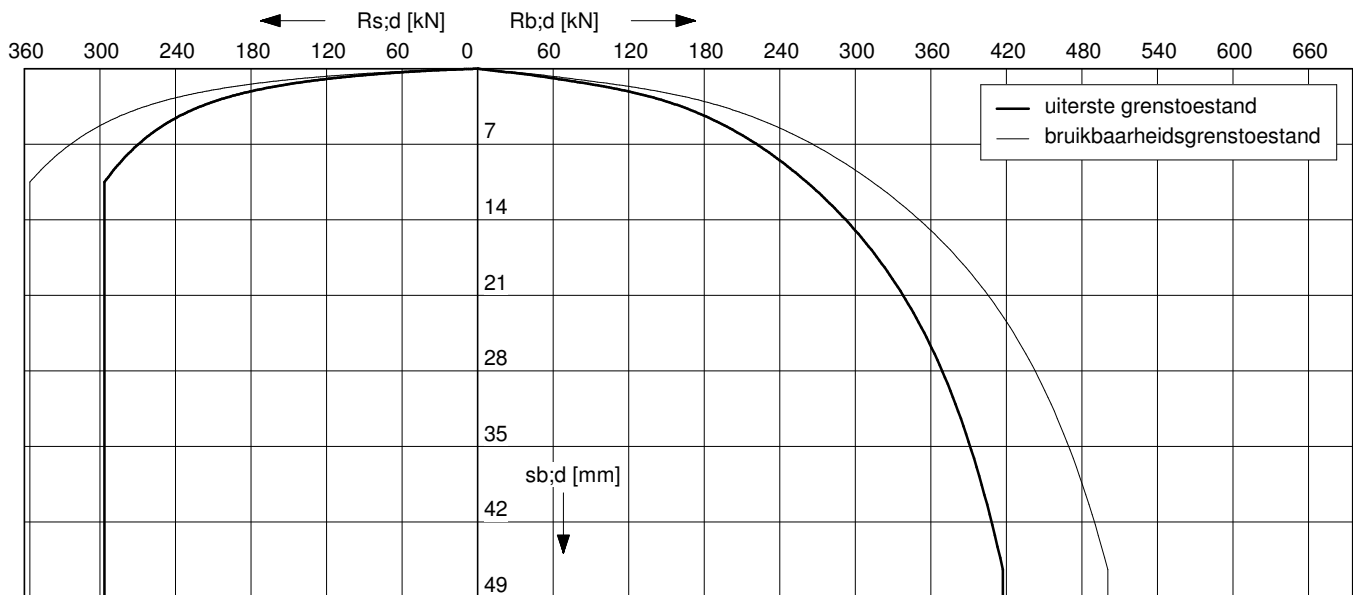
Paalttype : Schroefinjectiepaal

Sonderingen: DKM009

Berekening s_2 gebaseerd op sondering DKM009

Paalafmeting : 0,450/0,450/0,450 m

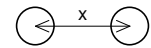
Paalpuntniveau : -18,00 m tov NAP

**Uiterste grenstoestand**

$F_{c;d,netto}$ [kN]	$F_{nk;d}$ [kN]	$F_{c;d}$ [kN]	$s_{b;d}$ [mm]	$s_{el;d}$ [mm]	$s_{1;d}$ [mm]	$s_{2;d}$ [mm]	s_d [mm]	$k_{v;d}$ paal vrijstaand [kN/mm]	$k_{v;d}$ paal in groep [kN/mm]
671	42	713	45,3	4,7	50,0	7,6	57,6	48	29
604	42	646	23,1	4,3	27,3	6,9	34,2	54	31
537	42	579	12,7	3,8	16,5	6,2	22,7	60	33
470	42	512	7,8	3,3	11,2	5,5	16,7	65	34
403	42	445	5,1	2,9	8,0	4,7	12,8	70	35
336	42	377	3,4	2,5	5,8	4,0	9,9	74	36
269	42	310	2,2	2,0	4,2	3,3	7,5	77	37
202	42	243	1,5	1,6	3,0	2,6	5,6	82	38
134	42	176	0,9	1,1	2,1	1,9	3,9	85	39
67	42	109	0,5	0,7	1,2	1,2	2,3	90	40

Configuratie paalgroepvoor bepaling s_2

2-paalspoer



hoh-afstand x : 3D

Bruikbaarheidsgrenstoestand

$F_{c;netto}$ [kN]	F_{nk} [kN]	$F_{c;rep}$ [kN]	s_b [mm]	s_{el} [mm]	s_1 [mm]	s_2 [mm]	s [mm]	$k_{v;rep}$ paal vrijstaand [kN/mm]	$k_{v;rep}$ paal in groep [kN/mm]
516	42	558	5,9	3,0	8,9	5,9	14,9	62	37
465	42	506	4,4	2,7	7,2	5,4	12,6	70	40
413	42	455	3,4	2,5	5,9	4,8	10,7	77	42
361	42	403	2,6	2,2	4,8	4,3	9,1	84	44
310	42	351	2,0	1,9	3,9	3,7	7,6	90	46
258	42	300	1,5	1,6	3,1	3,2	6,3	96	47
207	42	248	1,1	1,3	2,5	2,6	5,1	101	49
155	42	197	0,8	1,1	1,9	2,1	4,0	106	50
103	42	145	0,5	0,8	1,3	1,5	2,9	111	51
52	42	93	0,3	0,5	0,8	1,0	1,8	117	52

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 = $F_{c;rep} / (s_1 + s_2)$	



Voorbeeldberekening gebaseerd op sondering DKM006 Berekening volgens Eurocode 7-1 (NEN 9997 - 1 + C2 : 2017)

Paaltype : **Schroefinjectiepaal**
Paalpuntniveau : -17 meter tov NAP

paalafmeting : 0,350/0,350/0,350 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)
Traject I / II / III	:	18,4 / 9,7 / 7,8 MPa	

$$q_{b,max} = 3,8 \text{ MPa}$$

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	:	-14,8 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]
-15,00	12,0	1,10	0,2	21	21
-15,50	15,0	1,10	0,5	66	87
-16,00	15,0	1,10	0,5	66	153
-16,50	15,0	1,10	0,5	66	219
-17,00	15,0	1,10	0,5	66	285

Berekening maximum draagkracht

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

$$\text{Oppervlakte paalpunt} : A_b = 0,0962 \text{ m}^2$$

$$R_{c;cal} = 368 + 285 = 653 \text{ kN}$$



Voorbeeldberekening gebaseerd op sondering DKM006 Berekening volgens Eurocode 7-1 (NEN 9997 - 1 + C2 : 2017)

Paaltype : **Schroefinjectiepaal**
Paalpuntniveau : -17 meter tov NAP

paalafmeting : 0,350/0,350/0,350 m

Berekening negatieve kleef, geen groepswerking

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

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

[par. 7.3.2.2(d)]

Dit geldt voor:

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

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

waarin:

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

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

Uitgangspunten

Toekomstig maaiveld	: 1,17 m tov NAP
Huidig maaiveld	: 1,13 m tov NAP
Grondwater	: -2,20 m tov NAP
Bovenbelasting	: 0 kN/m ²
Voorbeeldsondering	: DKM006
O_s	: omtrek dwarsdoorsnede paalschacht
$K_{v;j;rep}$: representatieve waarde van de neutrale gronddruk in laag j
$\tan \delta_j$: representatieve waarde van de wrijvingshoek tussen paalschacht en grond in laag j
$\sigma'_{0;j;rep}$: representatieve waarde van de effectieve verticale spanning onderin laag j

diepte [m tov NAP]	h_j [m]	O_s [m]	γ [kN/m ³]	γ_{sat} [kN/m ³]	ϕ [graden]	$K_0 * \tan \delta_j$	$\sigma'_{v;i}$ [kN/m ²]	$F_{nk;i;rep}$ [kN]	$\Sigma F_{nk;rep}$ [kN]
1,13	0,04	1,10	18,0	20,0	32,5	0,295	1	0,0	0,0
-0,50	1,63	1,10	16,0	16,0	25,0	0,269	27	7	7
-2,20	1,70	1,10	15,0	15,0	22,5	0,256	52	19	26

**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]
DKM005	1,34	-16,5 tot -18,0
DKM006	1,13	-16,5 tot -18,0
DKM007	0,92	-16,5 tot -18,0
DKM008	1,05	-16,5 tot -18,0
DKM009	1,17	-16,5 tot -18,0

1) Niveau ten tijde van onderzoek



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

Sonderingen voor opdracht: 22WP0408 Schroefinjectiepaal 0,350/0,350/0,350 m

	DKM005	DKM006	DKM007	DKM008	DKM009
-16,50	477	505	510	462	443
-17,00	502	532	581	515	500
-17,50	513	565	724	582	589
-18,00	539	575	798	619	672

diepte tov NAP

Sonderingen voor opdracht: 22WP0408 Schroefinjectiepaal 0,400/0,400/0,400 m

	DKM005	DKM006	DKM007	DKM008	DKM009
-16,50	565	592	624	568	548
-17,00	588	653	718	626	612
-17,50	622	686	891	724	731
-18,00	673	717	986	765	828

diepte tov NAP

Sonderingen voor opdracht: 22WP0408 Schroefinjectiepaal 0,450/0,450/0,450 m

	DKM005	DKM006	DKM007	DKM008	DKM009
-16,50	675	710	749	682	664
-17,00	680	785	864	750	733
-17,50	736	816	1062	859	873
-18,00	804	877	1191	927	1005

diepte tov NAP


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

Paalklassefactor punt	: $\alpha_p = 0,63$	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	: $\gamma_b = \gamma_s = 1,20$
		Belastingsfactor neg.kleef	: $\gamma_{f, nk} = 1,4$

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

Sonderingen	Hoogte m.v. [m tov NAP]	Paalpunt [m tov NAP]	$R_{C;d,netto}$ [kN]	$q_{b,max}$ [MPa]	$R_{b,cal}$ [kN]	$R_{s,cal}$ [kN]	$R_{c;d}$ [kN]	$F_{nk;d}^*$ [kN]
DKM005	1,34	-16,50	477	6,5	627	221	509	32
		-17,00	502	6,4	616	274	533	32
		-17,50	513	6,1	582	326	545	32
		-18,00	539	6,0	574	378	571	32
DKM006	1,13	-16,50	505	7,1	683	219	541	36
		-17,00	532	6,9	663	285	568	36
		-17,50	565	6,8	650	351	600	36
		-18,00	575	6,3	605	414	610	36
DKM007	0,92	-16,50	510	6,7	647	248	537	27
		-17,00	581	7,3	703	312	609	27
		-17,50	724	9,1	880	374	752	27
		-18,00	798	9,7	937	440	826	27
DKM008	1,05	-16,50	462	6,2	600	222	493	31
		-17,00	515	6,6	635	275	545	31
		-17,50	582	7,2	695	327	613	31
		-18,00	619	7,3	704	380	650	31
DKM009	1,17	-16,50	443	6,2	592	201	475	32
		-17,00	500	6,5	623	265	533	32
		-17,50	589	7,4	715	322	622	32
		-18,00	672	8,2	791	384	704	32

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

Sonderingen	Hoogte m.v. [m tov NAP]	Paalpunt [m tov NAP]	$R_{C;d,netto}$ [kN]	$q_{b,max}$ [MPa]	$R_{b,cal}$ [kN]	$R_{s,cal}$ [kN]	$R_{c;d}$ [kN]	$F_{nk;d}^*$ [kN]
DKM005	1,34	-16,50	565	6,0	750	253	601	36
		-17,00	588	5,8	728	313	624	36
		-17,50	622	5,8	726	373	658	36
		-18,00	673	6,0	750	432	709	36
DKM006	1,13	-16,50	592	6,4	805	250	633	41
		-17,00	653	6,6	832	326	694	41
		-17,50	686	6,5	811	401	726	41
		-18,00	717	6,3	792	473	758	41
DKM007	0,92	-16,50	624	6,4	809	284	655	31
		-17,00	718	7,1	893	357	749	31
		-17,50	891	8,8	1111	428	922	31
		-18,00	986	9,5	1193	503	1017	31

* Negatieve kleef bepaald voor alleenstaande paal, aan de rand van groep, in één rij en in groep met $D > \sqrt{(10 \times d \times h)}$

Toelichting

Maximum puntweerstand	: $q_{b,max} = 0,5 * \alpha_p * \beta * s * (0,5[q_{c,I,gem} + q_{c,II,gem}] + q_{c,III,gem})$	[par. 7.6.2.3(e)]
Maximum draagkracht punt	: $R_{b,cal} = A_b * q_{b,max}$	[par. 7.6.2.3(e)]
Maximum schachtwrijvingskracht	: $R_{s,cal} = O_p * \Delta L * \alpha_s * q_{c,z;a}$	[par. 7.6.2.3]
Rekenwaarde maximum draagkracht	: $R_{c;d} = (R_{b,cal} / \xi) / \gamma_b + (R_{s,cal} / \xi) / \gamma_s$	[par. 7.6.2.3]
Rekenwaarde negatieve kleef	: $F_{nk;d} = F_{nk} * \gamma_{f,nk}$	[par. 7.3.2.2]
Rekenwaarde netto draagkracht	: $R_{C;d,netto} = R_{c;d} - F_{nk;d}$	[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	: $\alpha_p = 0,63$	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	: $\gamma_b = \gamma_s = 1,20$
		Belastingsfactor neg.kleef	: $\gamma_{f,nk} = 1,4$

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

Sonderingen	Hoogte m.v. [m tov NAP]	Paalpunt [m tov NAP]	$R_{c;dnetto}$ [kN]	$q_{b,max}$ [MPa]	$R_{b;cal}$ [kN]	$R_{s;cal}$ [kN]	$R_{c;d}$ [kN]	$F_{nk;d}^*$ [kN]
DKM008	1,05	-16,50	568	6,0	751	254	603	35
		-17,00	626	6,3	789	314	662	35
		-17,50	724	7,1	892	374	759	35
		-18,00	765	7,2	902	434	801	35
DKM009	1,17	-16,50	548	5,9	747	229	585	37
		-17,00	612	6,2	779	303	649	37
		-17,50	731	7,3	912	368	768	37
		-18,00	828	8,0	1003	439	865	37

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

Sonderingen	Hoogte m.v. [m tov NAP]	Paalpunt [m tov NAP]	$R_{c;dnetto}$ [kN]	$q_{b,max}$ [MPa]	$R_{b;cal}$ [kN]	$R_{s;cal}$ [kN]	$R_{c;d}$ [kN]	$F_{nk;d}^*$ [kN]
DKM005	1,34	-16,50	675	5,7	910	284	716	41
		-17,00	680	5,3	850	352	721	41
		-17,50	736	5,5	877	419	777	41
		-18,00	804	5,8	924	486	845	41
DKM006	1,13	-16,50	710	6,2	979	282	756	46
		-17,00	785	6,4	1020	366	831	46
		-17,50	816	6,2	986	451	862	46
		-18,00	877	6,3	1008	532	923	46
DKM007	0,92	-16,50	749	6,2	988	319	784	35
		-17,00	864	6,9	1098	402	899	35
		-17,50	1062	8,5	1349	481	1097	35
		-18,00	1191	9,3	1480	566	1226	35
DKM008	1,05	-16,50	682	5,8	919	286	722	40
		-17,00	750	6,1	963	354	790	40
		-17,50	859	6,8	1079	421	899	40
		-18,00	927	7,1	1124	488	967	40
DKM009	1,17	-16,50	664	5,8	919	258	706	42
		-17,00	733	6,0	951	341	775	42
		-17,50	873	7,0	1112	414	915	42
		-18,00	1005	7,9	1251	494	1046	42

* Negatieve kleef bepaald voor alleenstaande paal, aan de rand van groep, in één rij en in groep met $D > \sqrt{(10 \times d \times h)}$

Toelichting

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

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

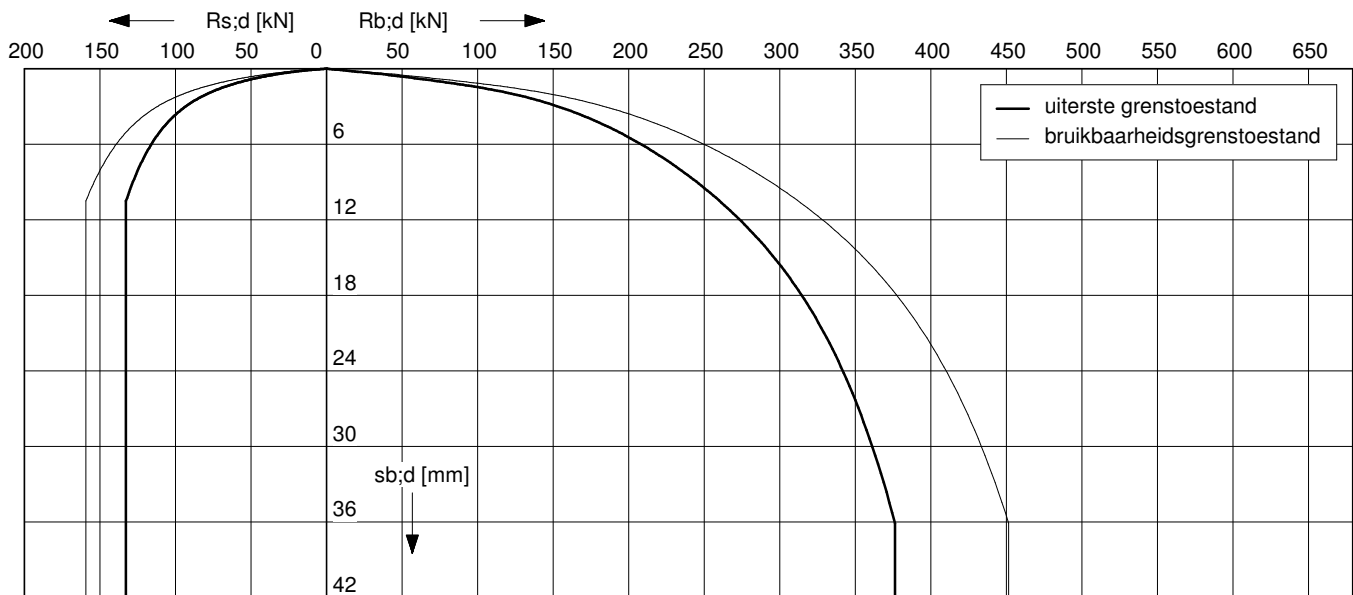
Paaltype : Schroefinjectiepaal

Sonderingen: DKM005

Berekening s_2 gebaseerd op sondering DKM005

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

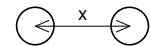
Paalpuntniveau : -16,50 m tov NAP

**Uiterste grenstoestand**

$F_{c;d,netto}$ [kN]	$F_{nk;d}$ [kN]	$F_{c;d}$ [kN]	$s_{b;d}$ [mm]	$s_{el;d}$ [mm]	$s_{1;d}$ [mm]	$s_{2;d}$ [mm]	s_d [mm]	$k_{v;d}$ paal vrijstaand [kN/mm]	$k_{v;d}$ paal in groep [kN/mm]
477	32	509	35,2	5,3	40,5	4,3	44,8	32	23
429	32	461	20,6	4,8	25,3	3,9	29,2	35	25
382	32	413	12,8	4,3	17,1	3,5	20,6	39	27
334	32	366	8,4	3,8	12,1	3,1	15,2	42	29
286	32	318	5,5	3,3	8,8	2,7	11,5	45	30
239	32	270	3,7	2,8	6,5	2,3	8,8	48	31
191	32	223	2,4	2,3	4,7	1,9	6,5	50	32
143	32	175	1,6	1,8	3,3	1,5	4,8	52	33
96	32	127	1,0	1,3	2,3	1,1	3,3	55	34
48	32	80	0,5	0,8	1,3	0,7	2,0	57	35

Configuratie paalgroepvoor bepaling s_2

2-paalspoer



hoh-afstand x : 3D

Bruikbaarheidsgrenstoestand

$F_{c;netto}$ [kN]	F_{nk} [kN]	$F_{c;rep}$ [kN]	s_b [mm]	s_{el} [mm]	s_1 [mm]	s_2 [mm]	s [mm]	$k_{v;rep}$ paal vrijstaand [kN/mm]	$k_{v;rep}$ paal in groep [kN/mm]
367	32	398	6,3	3,4	9,7	3,4	13,1	41	30
330	32	362	4,8	3,1	7,9	3,0	11,0	46	33
294	32	325	3,7	2,8	6,5	2,7	9,2	50	35
257	32	288	2,8	2,5	5,3	2,4	7,7	55	37
220	32	252	2,1	2,1	4,3	2,1	6,4	59	39
183	32	215	1,6	1,8	3,5	1,8	5,3	62	41
147	32	178	1,2	1,5	2,7	1,5	4,2	65	42
110	32	142	0,9	1,2	2,1	1,2	3,3	68	43
73	32	105	0,6	0,9	1,5	0,9	2,4	71	45
37	32	68	0,4	0,6	0,9	0,6	1,5	74	45

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)**

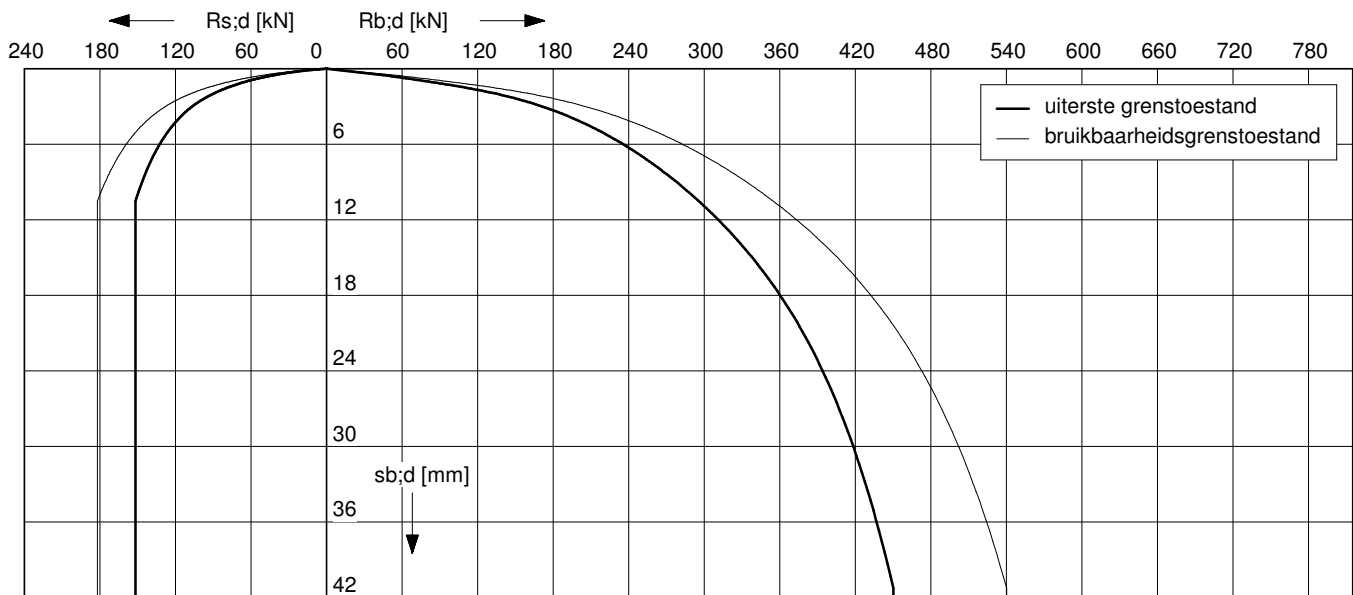
Paalttype : Schroefinjectiepaal

Sonderingen: DKM005

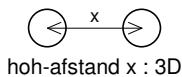
Berekening s_2 gebaseerd op sondering DKM005

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

Paalpuntniveau : -16,50 m tov NAP

**Uiterste grenstoestand**

$F_{c;d,netto}$ [kN]	$F_{nk;d}$ [kN]	$F_{c;d}$ [kN]	$s_{b;d}$ [mm]	$s_{el;d}$ [mm]	$s_{1;d}$ [mm]	$s_{2;d}$ [mm]	s_d [mm]	$k_{v;d}$ paal vrijstaand [kN/mm]	$k_{v;d}$ paal in groep [kN/mm]
565	36	601	40,3	4,8	45,0	5,2	50,2	36	26
509	36	545	23,5	4,3	27,8	4,7	32,5	40	28
452	36	488	14,7	3,8	18,5	4,2	22,7	44	30
396	36	432	9,3	3,4	12,7	3,7	16,4	49	32
339	36	375	6,3	2,9	9,3	3,2	12,5	54	34
283	36	319	4,0	2,5	6,6	2,7	9,3	57	35
226	36	262	2,6	2,1	4,7	2,3	7,0	60	36
170	36	206	1,7	1,6	3,3	1,8	5,1	62	37
113	36	149	1,1	1,2	2,2	1,3	3,5	65	38
56	36	93	0,6	0,7	1,3	0,8	2,1	69	39

Configuratie paalgroepvoor bepaling s_2
2-paalspoer**Bruikbaarheidsgrenstoestand**

$F_{c;netto}$ [kN]	F_{nk} [kN]	$F_{c;rep}$ [kN]	s_b [mm]	s_{el} [mm]	s_1 [mm]	s_2 [mm]	s [mm]	$k_{v;rep}$ paal vrijstaand [kN/mm]	$k_{v;rep}$ paal in groep [kN/mm]
435	36	471	7,1	3,1	10,1	4,0	14,2	46	33
391	36	427	5,4	2,8	8,2	3,7	11,9	52	36
348	36	384	4,1	2,5	6,7	3,3	10,0	58	39
304	36	340	3,1	2,2	5,3	2,9	8,2	64	41
261	36	297	2,3	1,9	4,3	2,6	6,8	70	44
217	36	253	1,8	1,6	3,4	2,2	5,6	74	45
174	36	210	1,3	1,4	2,7	1,8	4,5	78	47
130	36	167	1,0	1,1	2,1	1,4	3,5	81	48
87	36	123	0,7	0,8	1,4	1,1	2,5	85	49
43	36	80	0,4	0,5	0,9	0,7	1,6	90	51

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)**

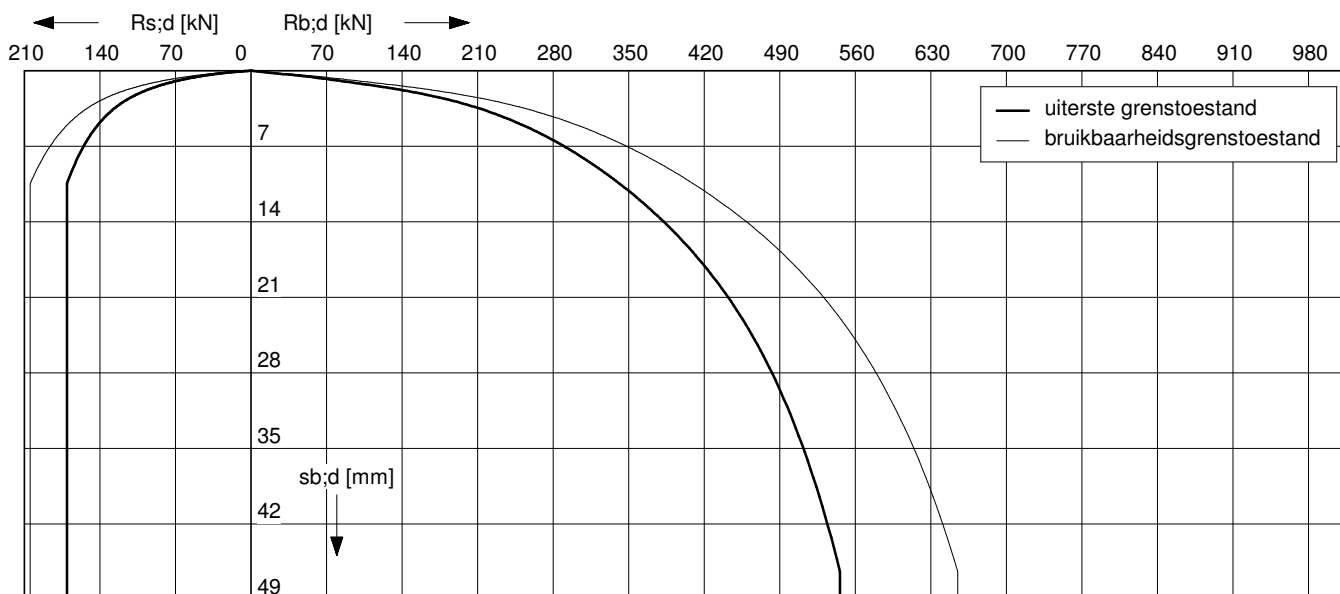
Paalttype : Schroefinjectiepaal

Sonderingen: DKM005

Berekening s_2 gebaseerd op sondering DKM005

Paalafmeting : 0,450/0,450/0,450 m

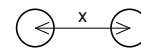
Paalpuntniveau : -16,50 m tov NAP

**Uiterste grenstoestand**

$F_{c;d,netto}$ [kN]	$F_{nk;d}$ [kN]	$F_{c;d}$ [kN]	$s_{b;d}$ [mm]	$s_{el;d}$ [mm]	$s_{1;d}$ [mm]	$s_{2;d}$ [mm]	s_d [mm]	$k_{v;d}$ paal vrijstaand [kN/mm]	$k_{v;d}$ paal in groep [kN/mm]
675	41	716	45,3	4,5	49,8	6,0	55,8	40	28
608	41	648	27,0	4,1	31,0	5,5	36,5	45	30
540	41	581	16,8	3,6	20,4	4,9	25,3	51	33
473	41	513	10,4	3,2	13,6	4,3	18,0	56	35
405	41	446	7,0	2,8	9,7	3,8	13,5	61	37
338	41	378	4,5	2,3	6,9	3,2	10,0	66	38
270	41	311	2,9	1,9	4,8	2,6	7,5	70	40
203	41	243	1,9	1,5	3,4	2,1	5,4	73	41
135	41	176	1,2	1,1	2,2	1,5	3,7	78	42
68	41	108	0,6	0,7	1,2	0,9	2,2	83	43

Configuratie paalgroepvoor bepaling s_2

2-paalspoer



hoh-afstand x : 3D

Bruikbaarheidsgrenstoestand

$F_{c;netto}$ [kN]	F_{nk} [kN]	$F_{c;rep}$ [kN]	s_b [mm]	s_{el} [mm]	s_1 [mm]	s_2 [mm]	s [mm]	$k_{v;rep}$ paal vrijstaand [kN/mm]	$k_{v;rep}$ paal in groep [kN/mm]
519	41	560	7,9	2,9	10,8	4,7	15,6	52	36
467	41	508	6,1	2,6	8,7	4,3	13,0	58	39
416	41	456	4,5	2,3	6,9	3,8	10,7	66	42
364	41	404	3,5	2,1	5,5	3,4	8,9	73	45
312	41	352	2,6	1,8	4,4	3,0	7,4	80	48
260	41	300	1,9	1,5	3,5	2,5	6,0	86	50
208	41	248	1,4	1,3	2,7	2,1	4,8	91	52
156	41	196	1,1	1,0	2,1	1,7	3,7	95	53
104	41	144	0,7	0,7	1,4	1,2	2,6	101	55
52	41	93	0,4	0,5	0,9	0,8	1,6	107	56

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)**

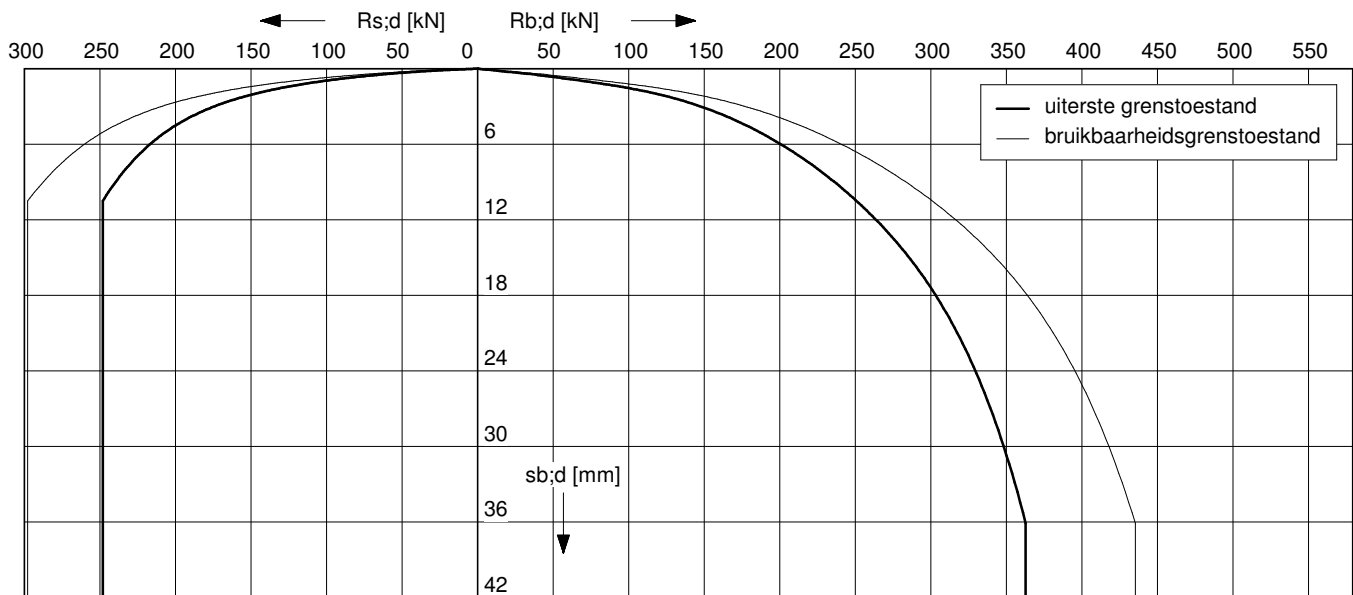
Paaltype : Schroefinjectiepaal

Sonderingen: DKM006

Berekening s_2 gebaseerd op sondering DKM006

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

Paalpuntniveau : -18,00 m tov NAP

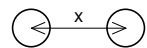
**Uiterste grenstoestand**

Configuratie paalgroep

$F_{c;d,netto}$ [kN]	$F_{nk;d}$ [kN]	$F_{c;d}$ [kN]	$s_{b;d}$ [mm]	$s_{el;d}$ [mm]	$s_{1;d}$ [mm]	$s_{2;d}$ [mm]	s_d [mm]	$k_{v;d}$ paal vrijstaand [kN/mm]	$k_{v;d}$ paal in groep [kN/mm]
575	36	610	35,2	6,7	42,0	6,6	48,6	39	25
517	36	553	17,9	6,1	24,0	6,0	30,0	42	26
460	36	495	10,3	5,4	15,7	5,4	21,1	46	28
402	36	438	6,9	4,8	11,7	4,8	16,4	49	29
345	36	381	4,5	4,1	8,7	4,1	12,8	52	30
287	36	323	3,0	3,5	6,5	3,5	10,0	54	31
230	36	266	2,0	2,9	4,9	2,9	7,7	56	31
173	36	208	1,3	2,3	3,6	2,3	5,8	58	32
115	36	151	0,8	1,6	2,4	1,6	4,1	60	32
58	36	93	0,4	1,0	1,4	1,0	2,4	62	33

voor bepaling s_2

2-paalspoer



hoh-afstand x : 3D

Bruikbaarheidsgrenstoestand

$F_{c;netto}$ [kN]	F_{nk} [kN]	$F_{c;rep}$ [kN]	s_b [mm]	s_{el} [mm]	s_1 [mm]	s_2 [mm]	s [mm]	$k_{v;rep}$ paal vrijstaand [kN/mm]	$k_{v;rep}$ paal in groep [kN/mm]
442	36	478	5,2	4,3	9,5	5,2	14,7	50	33
398	36	434	4,0	3,9	7,9	4,7	12,6	55	34
354	36	389	3,0	3,5	6,6	4,2	10,8	59	36
309	36	345	2,3	3,1	5,4	3,8	9,2	64	38
265	36	301	1,8	2,7	4,5	3,3	7,8	67	39
221	36	257	1,4	2,3	3,7	2,8	6,5	70	40
177	36	213	1,0	1,9	2,9	2,3	5,3	72	40
133	36	168	0,7	1,5	2,3	1,8	4,1	75	41
88	36	124	0,5	1,1	1,6	1,4	2,9	78	42
44	36	80	0,3	0,7	1,0	0,9	1,9	80	43

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)**

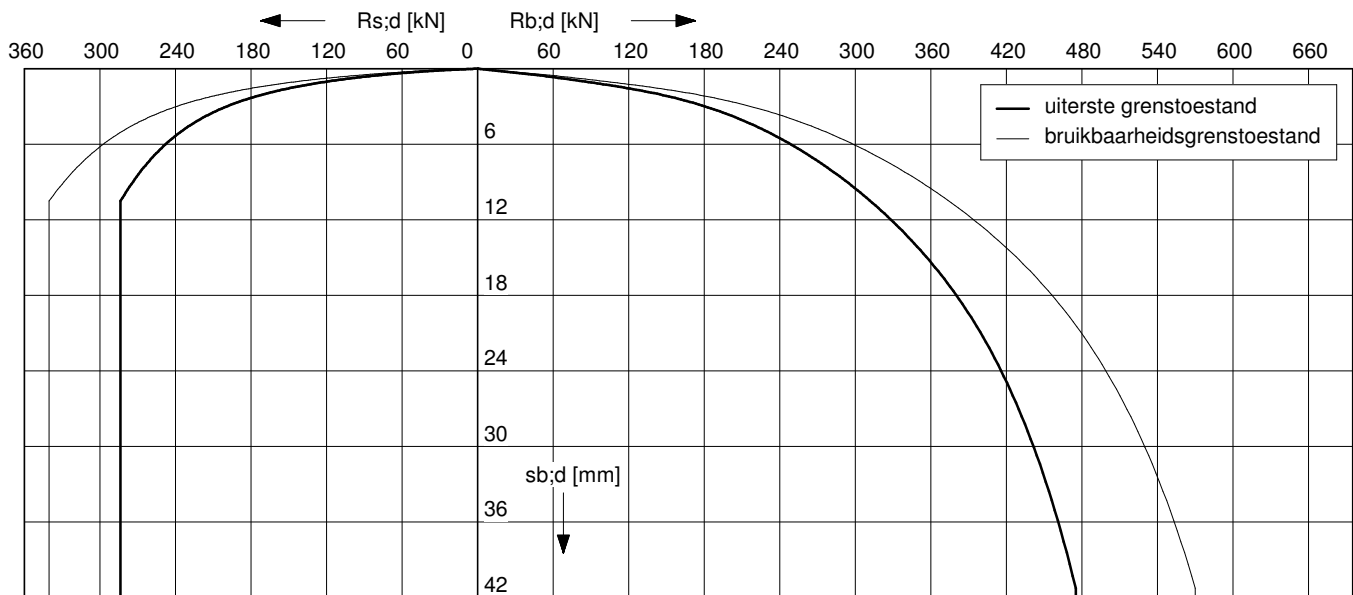
Paaltype : Schroefinjectiepaal

Sonderingen: DKM006

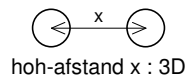
Berekening s_2 gebaseerd op sondering DKM006

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

Paalpuntniveau : -18,00 m tov NAP

**Uiterste grenstoestand**

$F_{c;d,netto}$ [kN]	$F_{nk;d}$ [kN]	$F_{c;d}$ [kN]	$s_{b;d}$ [mm]	$s_{el;d}$ [mm]	$s_{1;d}$ [mm]	$s_{2;d}$ [mm]	s_d [mm]	$k_{v;d}$ paal vrijstaand [kN/mm]	$k_{v;d}$ paal in groep [kN/mm]
717	41	758	40,3	6,4	46,7	8,1	54,8	46	28
645	41	686	21,3	5,8	27,1	7,4	34,5	51	30
574	41	615	12,2	5,2	17,3	6,6	23,9	55	31
502	41	543	7,7	4,5	12,3	5,8	18,1	59	32
430	41	471	5,1	3,9	9,1	5,1	14,2	63	34
359	41	399	3,3	3,3	6,7	4,3	10,9	66	34
287	41	328	2,2	2,7	4,9	3,5	8,4	69	35
215	41	256	1,4	2,1	3,6	2,8	6,3	72	36
144	41	184	0,9	1,5	2,4	2,0	4,4	75	37
72	41	113	0,4	0,9	1,4	1,2	2,6	78	37

Configuratie paalgroepvoor bepaling s_2
2-paalspoer**Bruikbaarheidsgrenstoestand**

$F_{c;netto}$ [kN]	F_{nk} [kN]	$F_{c;rep}$ [kN]	s_b [mm]	s_{el} [mm]	s_1 [mm]	s_2 [mm]	s [mm]	$k_{v;rep}$ paal vrijstaand [kN/mm]	$k_{v;rep}$ paal in groep [kN/mm]
552	41	592	5,9	4,1	10,0	6,4	16,4	59	36
496	41	537	4,5	3,7	8,2	5,8	14,0	66	39
441	41	482	3,4	3,3	6,7	5,2	11,9	72	40
386	41	427	2,6	3,0	5,5	4,6	10,1	77	42
331	41	372	2,0	2,6	4,5	4,0	8,5	82	44
276	41	317	1,5	2,2	3,7	3,4	7,1	86	45
221	41	262	1,1	1,8	2,9	2,8	5,7	90	46
165	41	206	0,8	1,4	2,2	2,2	4,4	93	47
110	41	151	0,5	1,0	1,6	1,6	3,2	97	48
55	41	96	0,3	0,7	0,9	1,0	2,0	101	49

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)**

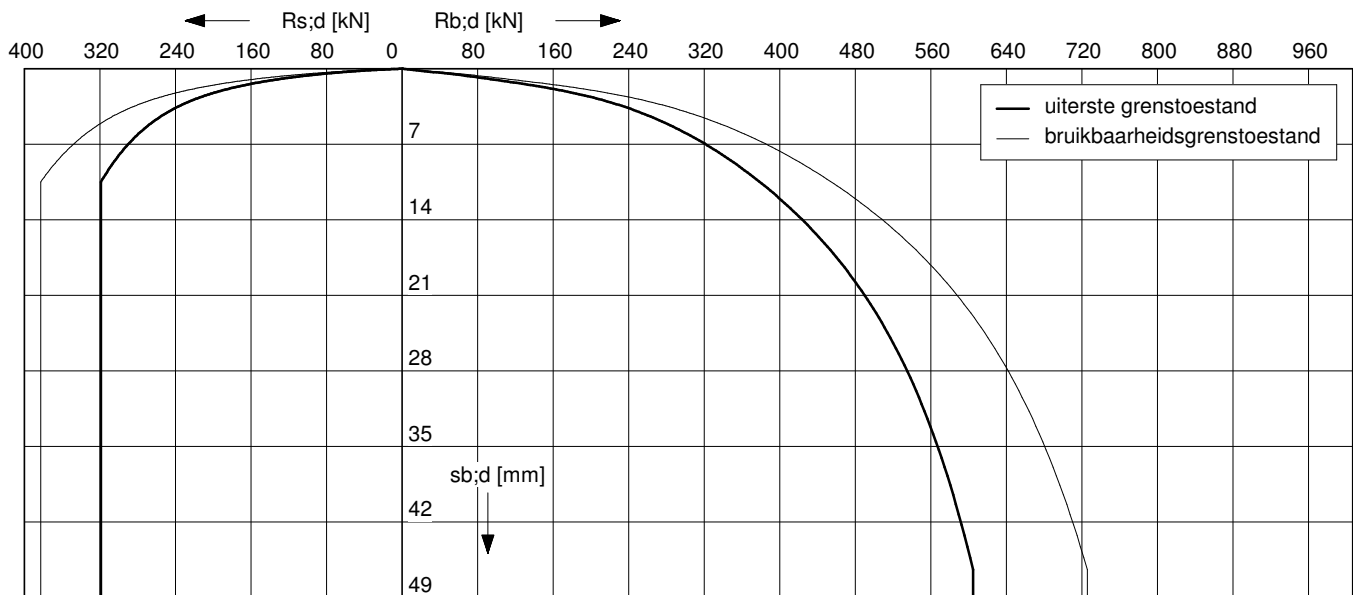
Paaltype : Schroefinjectiepaal

Sonderingen: DKM006

Berekening s_2 gebaseerd op sondering DKM006

Paalafmeting : 0,450/0,450/0,450 m

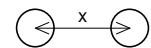
Paalpuntniveau : -18,00 m tov NAP

**Uiterste grenstoestand**

$F_{c;d,netto}$ [kN]	$F_{nk;d}$ [kN]	$F_{c;d}$ [kN]	$s_{b;d}$ [mm]	$s_{el;d}$ [mm]	$s_{1;d}$ [mm]	$s_{2;d}$ [mm]	s_d [mm]	$k_{v;d}$ paal vrijstaand [kN/mm]	$k_{v;d}$ paal in groep [kN/mm]
877	46	923	45,3	6,2	51,5	9,2	60,7	53	31
789	46	835	24,4	5,6	30,0	8,3	38,3	58	33
702	46	748	14,2	5,0	19,2	7,4	26,6	65	35
614	46	660	8,7	4,4	13,0	6,6	19,6	70	37
526	46	572	5,8	3,8	9,6	5,7	15,3	75	38
438	46	484	3,7	3,2	6,9	4,8	11,7	79	39
351	46	397	2,4	2,6	5,0	3,9	9,0	83	40
263	46	309	1,6	2,0	3,6	3,1	6,7	86	41
175	46	221	0,9	1,5	2,4	2,2	4,6	91	42
88	46	134	0,5	0,9	1,3	1,3	2,7	95	43

Configuratie paalgroepvoor bepaling s_2

2-paalspoer



hoh-afstand x : 3D

Bruikbaarheidsgrenstoestand

$F_{c;netto}$ [kN]	F_{nk} [kN]	$F_{c;rep}$ [kN]	s_b [mm]	s_{el} [mm]	s_1 [mm]	s_2 [mm]	s [mm]	$k_{v;rep}$ paal vrijstaand [kN/mm]	$k_{v;rep}$ paal in groep [kN/mm]
675	46	721	6,6	4,0	10,5	7,2	17,7	68	41
607	46	653	5,0	3,6	8,6	6,5	15,1	76	43
540	46	586	3,8	3,2	7,0	5,8	12,8	84	46
472	46	518	2,9	2,8	5,7	5,2	10,9	91	48
405	46	451	2,2	2,5	4,6	4,5	9,1	97	49
337	46	383	1,7	2,1	3,8	3,8	7,6	102	51
270	46	316	1,2	1,7	2,9	3,1	6,1	108	52
202	46	248	0,9	1,4	2,2	2,5	4,7	112	53
135	46	181	0,6	1,0	1,5	1,8	3,3	118	54
67	46	113	0,3	0,6	0,9	1,1	2,1	123	55

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)**

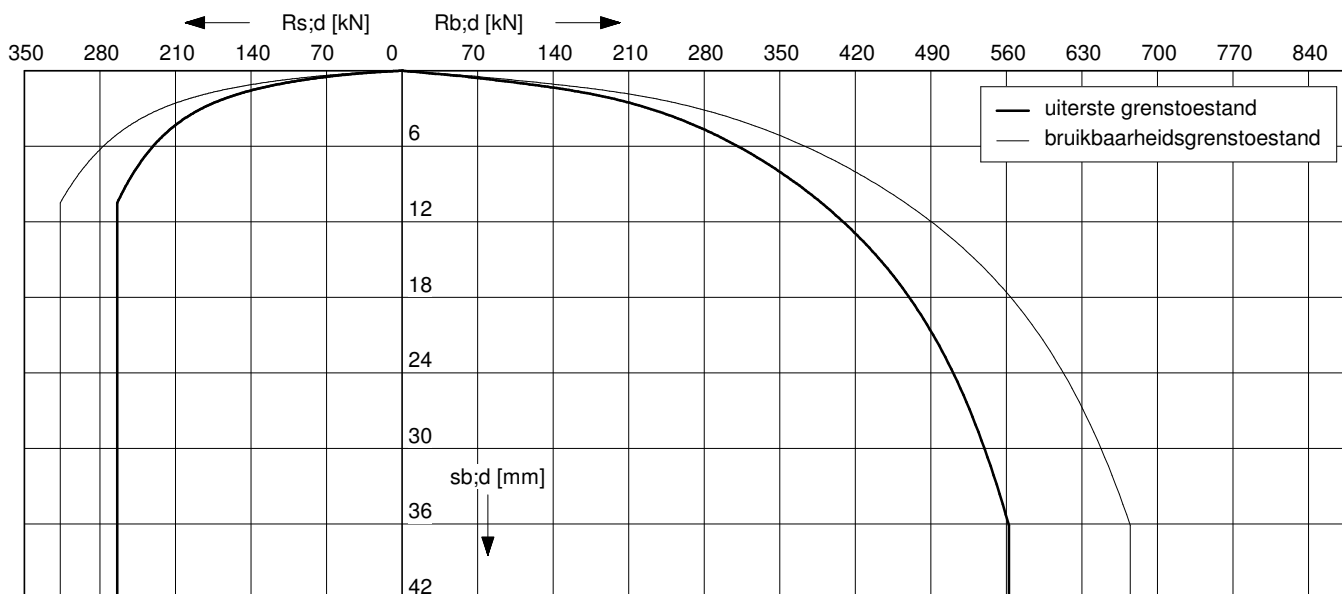
Paalttype : Schroefinjectiepaal

Sonderingen: DKM007

Berekening s_2 gebaseerd op sondering DKM007

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

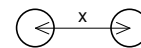
Paalpuntniveau : -18,00 m tov NAP

**Uiterste grenstoestand**

$F_{c;d,netto}$ [kN]	$F_{nk;d}$ [kN]	$F_{c;d}$ [kN]	$s_{b;d}$ [mm]	$s_{el;d}$ [mm]	$s_{1;d}$ [mm]	$s_{2;d}$ [mm]	s_d [mm]	$k_{v;d}$ paal vrijstaand [kN/mm]	$k_{v;d}$ paal in groep [kN/mm]
798	27	826	35,2	9,1	44,4	6,8	51,1	43	29
718	27	746	19,4	8,2	27,6	6,1	33,7	47	31
639	27	666	11,3	7,3	18,6	5,5	24,0	50	33
559	27	586	7,5	6,4	13,9	4,8	18,7	53	34
479	27	506	4,9	5,5	10,5	4,2	14,6	56	35
399	27	426	3,2	4,7	7,9	3,5	11,4	58	36
319	27	346	2,0	3,8	5,8	2,8	8,7	60	37
239	27	267	1,3	2,9	4,2	2,2	6,4	62	37
159	27	187	0,8	2,0	2,8	1,5	4,3	64	38
80	27	107	0,4	1,2	1,5	0,9	2,4	65	39

Configuratie paalgroepvoor bepaling s_2

2-paalspoer



hoh-afstand x : 3D

Bruikbaarheidsgrenstoestand

$F_{c;netto}$ [kN]	F_{nk} [kN]	$F_{c;rep}$ [kN]	s_b [mm]	s_{el} [mm]	s_1 [mm]	s_2 [mm]	s [mm]	$k_{v;rep}$ paal vrijstaand [kN/mm]	$k_{v;rep}$ paal in groep [kN/mm]
614	27	641	5,7	5,8	11,5	5,3	16,8	56	38
553	27	580	4,3	5,3	9,6	4,8	14,3	60	40
491	27	519	3,3	4,7	8,0	4,3	12,2	65	42
430	27	457	2,5	4,1	6,6	3,7	10,4	69	44
368	27	396	1,9	3,6	5,4	3,2	8,7	73	46
307	27	334	1,4	3,0	4,4	2,7	7,2	75	47
246	27	273	1,0	2,5	3,5	2,2	5,7	78	48
184	27	212	0,7	1,9	2,6	1,7	4,4	80	48
123	27	150	0,5	1,3	1,8	1,2	3,0	83	49
61	27	89	0,3	0,8	1,0	0,7	1,8	85	50

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)**

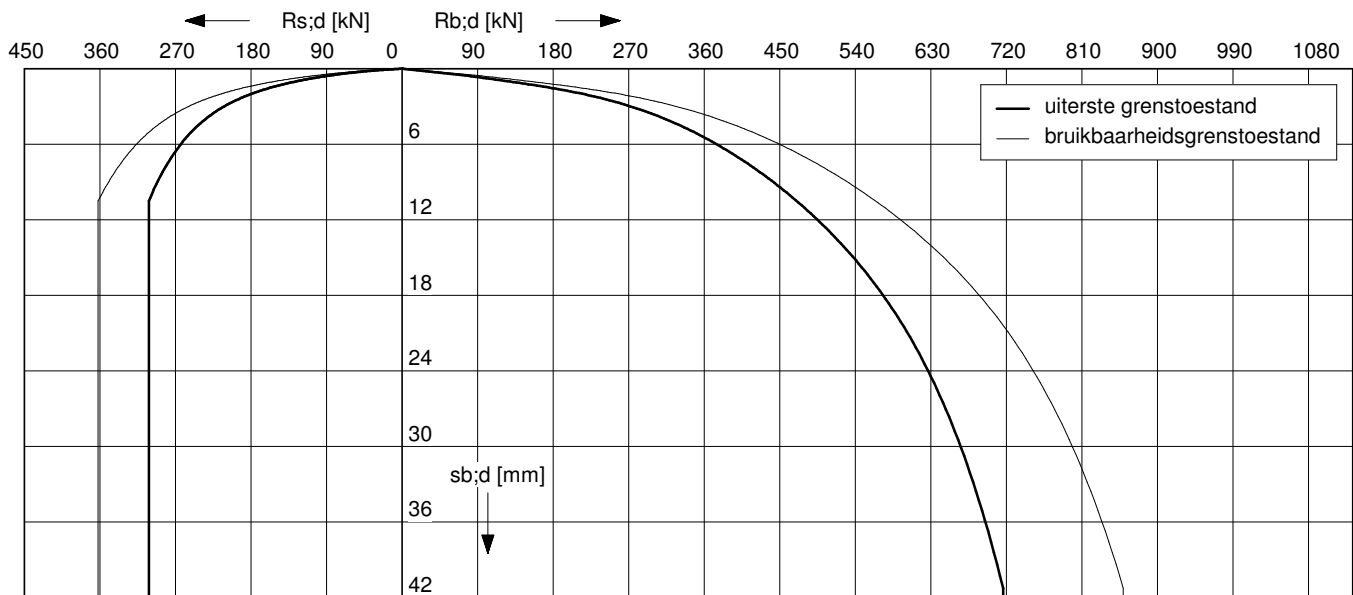
Paaltype : Schroefinjectiepaal

Sonderingen: DKM007

Berekening s_2 gebaseerd op sondering DKM007

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

Paalpuntniveau : -18,00 m tov NAP

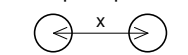
**Uiterste grenstoestand**

Configuratie paalgroep

$F_{c;d,netto}$ [kN]	$F_{nk;d}$ [kN]	$F_{c;d}$ [kN]	$s_{b;d}$ [mm]	$s_{el;d}$ [mm]	$s_{1;d}$ [mm]	$s_{2;d}$ [mm]	s_d [mm]	$k_{v;d}$ paal vrijstaand [kN/mm]	$k_{v;d}$ paal in groep [kN/mm]
986	31	1017	40,3	8,6	48,9	8,5	57,4	51	33
887	31	918	22,6	7,8	30,4	7,6	38,0	56	35
788	31	820	13,4	6,9	20,3	6,8	27,1	61	37
690	31	721	8,5	6,1	14,6	6,0	20,6	65	38
591	31	623	5,5	5,2	10,7	5,2	15,9	68	39
493	31	524	3,6	4,4	8,0	4,4	12,3	72	40
394	31	425	2,3	3,6	5,8	3,5	9,4	75	41
296	31	327	1,5	2,7	4,2	2,7	6,9	77	42
197	31	228	0,9	1,9	2,8	1,9	4,7	80	43
98	31	130	0,4	1,1	1,5	1,1	2,6	82	43

voor bepaling s_2

2-paalspoer



hoh-afstand x : 3D

Bruikbaarheidsgrenstoestand

$F_{c;netto}$ [kN]	F_{nk} [kN]	$F_{c;rep}$ [kN]	s_b [mm]	s_{el} [mm]	s_1 [mm]	s_2 [mm]	s [mm]	$k_{v;rep}$ paal vrijstaand [kN/mm]	$k_{v;rep}$ paal in groep [kN/mm]
758	31	789	6,5	5,5	12,0	6,6	18,5	66	43
682	31	714	4,9	5,0	9,9	5,9	15,8	72	45
607	31	638	3,7	4,4	8,1	5,3	13,4	79	48
531	31	562	2,8	3,9	6,7	4,7	11,3	84	50
455	31	486	2,1	3,4	5,5	4,0	9,5	89	51
379	31	410	1,6	2,8	4,4	3,4	7,8	93	53
303	31	335	1,1	2,3	3,5	2,8	6,2	97	54
227	31	259	0,8	1,8	2,6	2,2	4,7	100	55
152	31	183	0,5	1,3	1,8	1,5	3,3	104	56
76	31	107	0,3	0,7	1,0	0,9	1,9	107	57

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)**

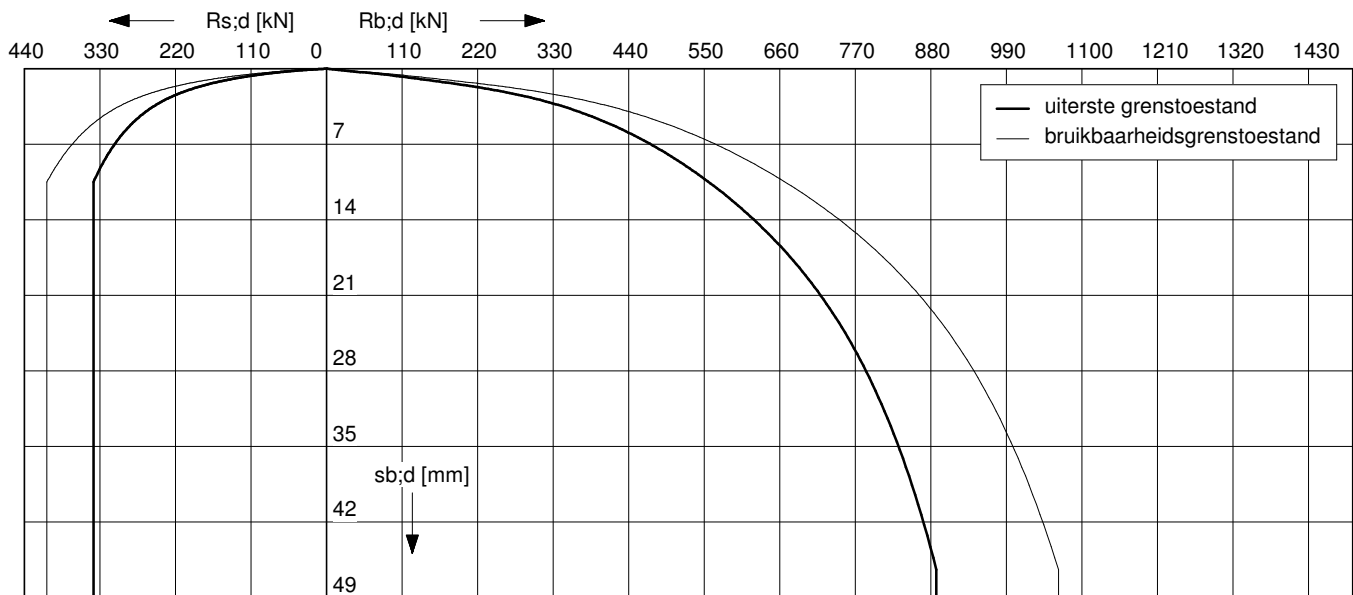
Paaltype : Schroefinjectiepaal

Sonderingen: DKM007

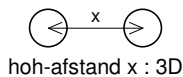
Berekening s_2 gebaseerd op sondering DKM007

Paalafmeting : 0,450/0,450/0,450 m

Paalpuntniveau : -18,00 m tov NAP

**Uiterste grenstoestand**

$F_{c,d;netto}$ [kN]	$F_{nk;d}$ [kN]	$F_{c;d}$ [kN]	$s_{b;d}$ [mm]	$s_{el;d}$ [mm]	$s_{1;d}$ [mm]	$s_{2;d}$ [mm]	s_d [mm]	$k_{v;d}$ paal vrijstaand [kN/mm]	$k_{v;d}$ paal in groep [kN/mm]
1191	35	1226	45,3	8,2	53,5	10,1	63,6	58	36
1072	35	1107	25,9	7,4	33,3	9,1	42,4	65	38
953	35	988	15,6	6,6	22,2	8,1	30,3	71	40
834	35	869	9,4	5,8	15,2	7,1	22,3	77	42
715	35	750	6,2	5,0	11,2	6,2	17,3	82	44
596	35	631	3,9	4,2	8,1	5,2	13,3	86	45
476	35	512	2,5	3,4	5,9	4,2	10,1	89	46
357	35	392	1,6	2,6	4,2	3,2	7,4	93	47
238	35	273	0,9	1,8	2,7	2,2	5,0	97	48
119	35	154	0,4	1,0	1,4	1,3	2,7	101	49

Configuratie paalgroepvoor bepaling s_2
2-paalspoer**Bruikbaarheidsgrenstoestand**

$F_{c;netto}$ [kN]	F_{nk} [kN]	$F_{c;rep}$ [kN]	s_b [mm]	s_{el} [mm]	s_1 [mm]	s_2 [mm]	s [mm]	$k_{v;rep}$ paal vrijstaand [kN/mm]	$k_{v;rep}$ paal in groep [kN/mm]
916	35	952	7,3	5,2	12,5	7,8	20,3	76	47
825	35	860	5,4	4,7	10,2	7,1	17,2	85	50
733	35	768	4,1	4,2	8,3	6,3	14,6	92	52
641	35	677	3,0	3,7	6,8	5,6	12,3	100	55
550	35	585	2,3	3,2	5,5	4,8	10,3	106	57
458	35	493	1,7	2,7	4,4	4,0	8,5	111	58
367	35	402	1,3	2,2	3,5	3,3	6,8	116	59
275	35	310	0,9	1,7	2,6	2,5	5,1	121	61
183	35	218	0,6	1,2	1,7	1,8	3,5	126	62
92	35	127	0,3	0,7	1,0	1,0	2,0	131	63

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)**

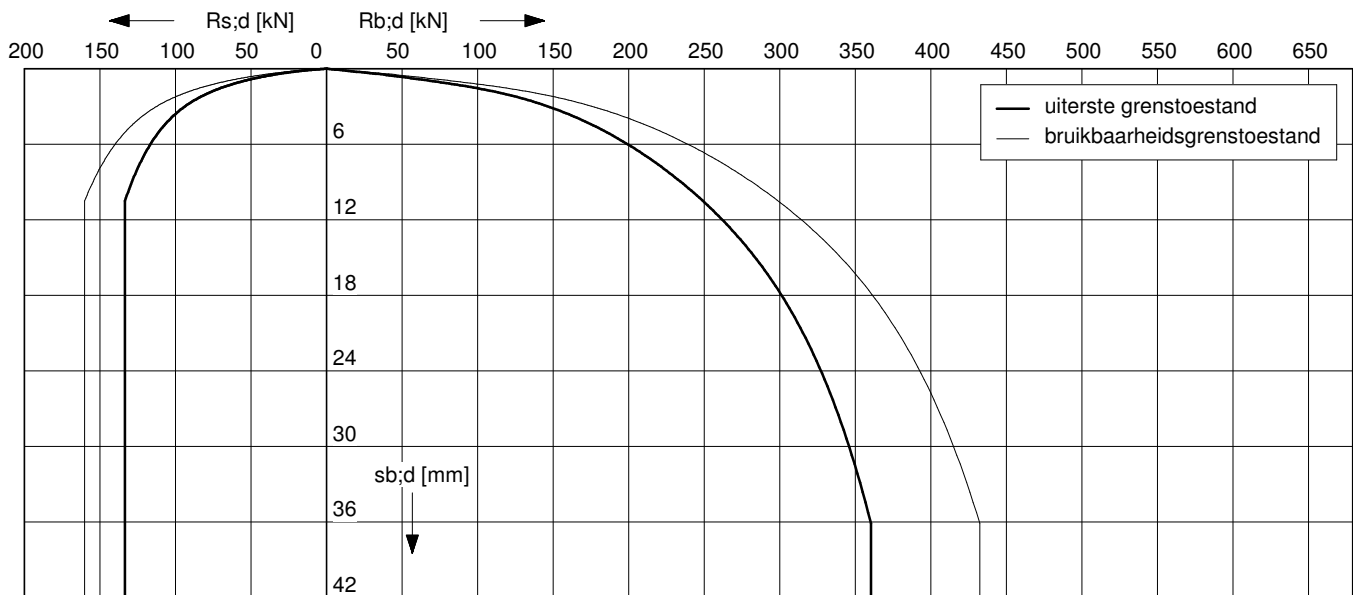
Paalttype : Schroefinjectiepaal

Sonderingen: DKM008

Berekening s_2 gebaseerd op sondering DKM008

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

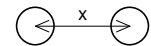
Paalpuntniveau : -16,50 m tov NAP

**Uiterste grenstoestand**

$F_{c;d,netto}$ [kN]	$F_{nk;d}$ [kN]	$F_{c;d}$ [kN]	$s_{b;d}$ [mm]	$s_{el;d}$ [mm]	$s_{1;d}$ [mm]	$s_{2;d}$ [mm]	s_d [mm]	$k_{v;d}$ paal vrijstaand [kN/mm]	$k_{v;d}$ paal in groep [kN/mm]
462	31	493	35,2	5,1	40,3	3,6	43,9	31	24
416	31	447	20,6	4,6	25,1	3,2	28,4	35	26
370	31	401	12,6	4,1	16,7	2,9	19,6	38	28
324	31	355	8,3	3,6	11,9	2,6	14,5	42	30
278	31	308	5,5	3,2	8,7	2,2	10,9	45	32
231	31	262	3,6	2,7	6,3	1,9	8,2	48	33
185	31	216	2,4	2,2	4,6	1,6	6,1	50	34
139	31	170	1,6	1,7	3,3	1,2	4,5	52	35
93	31	123	1,0	1,3	2,2	0,9	3,1	54	36
46	31	77	0,5	0,8	1,3	0,6	1,9	56	37

Configuratie paalgroepvoor bepaling s_2

2-paalspoer



hoh-afstand x : 3D

Bruikbaarheidsgrenstoestand

$F_{c;netto}$ [kN]	F_{nk} [kN]	$F_{c;rep}$ [kN]	s_b [mm]	s_{el} [mm]	s_1 [mm]	s_2 [mm]	s [mm]	$k_{v;rep}$ paal vrijstaand [kN/mm]	$k_{v;rep}$ paal in groep [kN/mm]
356	31	387	6,3	3,3	9,6	2,8	12,4	40	31
320	31	351	4,8	3,0	7,8	2,5	10,3	45	34
285	31	315	3,6	2,7	6,3	2,3	8,6	50	37
249	31	280	2,8	2,4	5,1	2,0	7,2	55	39
213	31	244	2,1	2,1	4,2	1,8	5,9	59	41
178	31	209	1,6	1,8	3,4	1,5	4,9	62	43
142	31	173	1,2	1,5	2,7	1,3	3,9	65	44
107	31	138	0,9	1,2	2,0	1,0	3,0	68	45
71	31	102	0,6	0,9	1,5	0,7	2,2	70	46
36	31	66	0,4	0,6	0,9	0,5	1,4	73	48

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)**

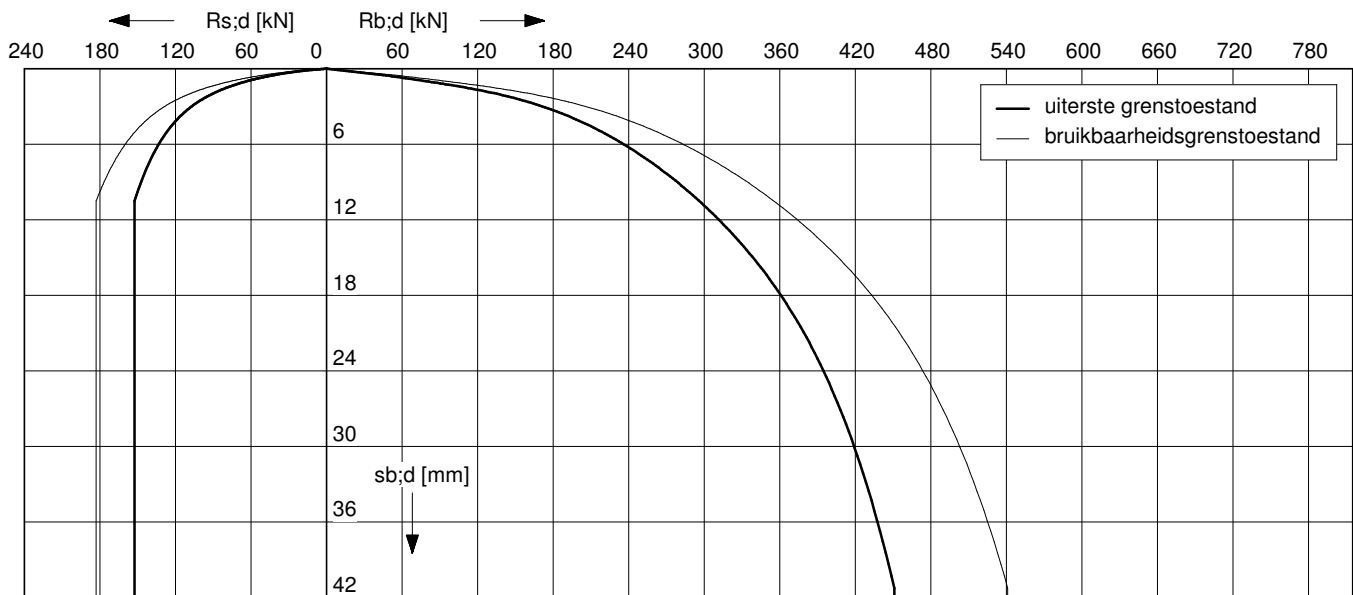
Paaltype : Schroefinjectiepaal

Sonderingen: DKM008

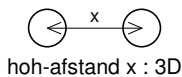
Berekening s_2 gebaseerd op sondering DKM008

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

Paalpuntniveau : -16,50 m tov NAP

**Uiterste grenstoestand**

$F_{c;d,netto}$ [kN]	$F_{nk;d}$ [kN]	$F_{c;d}$ [kN]	$s_{b;d}$ [mm]	$s_{el;d}$ [mm]	$s_{1;d}$ [mm]	$s_{2;d}$ [mm]	s_d [mm]	$k_{v;d}$ paal vrijstaand [kN/mm]	$k_{v;d}$ paal in groep [kN/mm]
568	35	603	40,3	4,8	45,0	4,5	49,5	36	27
511	35	546	23,5	4,3	27,8	4,1	31,9	40	29
454	35	489	14,7	3,8	18,5	3,7	22,2	45	31
397	35	432	9,3	3,4	12,7	3,2	15,9	50	33
340	35	376	6,2	2,9	9,1	2,8	11,9	54	35
284	35	319	4,0	2,5	6,5	2,4	8,9	57	37
227	35	262	2,6	2,1	4,7	2,0	6,6	60	38
170	35	205	1,7	1,6	3,3	1,5	4,8	62	39
113	35	149	1,0	1,2	2,2	1,1	3,3	66	40
57	35	92	0,6	0,7	1,3	0,7	2,0	69	41

Configuratie paalgroepvoor bepaling s_2
2-paalspoer**Bruikbaarheidsgrenstoestand**

$F_{c;netto}$ [kN]	F_{nk} [kN]	$F_{c;rep}$ [kN]	s_b [mm]	s_{el} [mm]	s_1 [mm]	s_2 [mm]	s [mm]	$k_{v;rep}$ paal vrijstaand [kN/mm]	$k_{v;rep}$ paal in groep [kN/mm]
437	35	472	7,1	3,1	10,1	3,5	13,7	47	35
393	35	428	5,4	2,8	8,2	3,2	11,4	52	38
349	35	385	4,1	2,5	6,6	2,9	9,4	59	41
306	35	341	3,1	2,2	5,3	2,5	7,8	64	43
262	35	297	2,3	1,9	4,3	2,2	6,5	70	46
218	35	254	1,8	1,6	3,4	1,9	5,3	74	48
175	35	210	1,3	1,4	2,7	1,6	4,2	78	49
131	35	166	1,0	1,1	2,0	1,2	3,3	81	51
87	35	123	0,6	0,8	1,4	0,9	2,3	86	52
44	35	79	0,4	0,5	0,9	0,6	1,5	90	54

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 997 - 1 + C2 : 2017)**

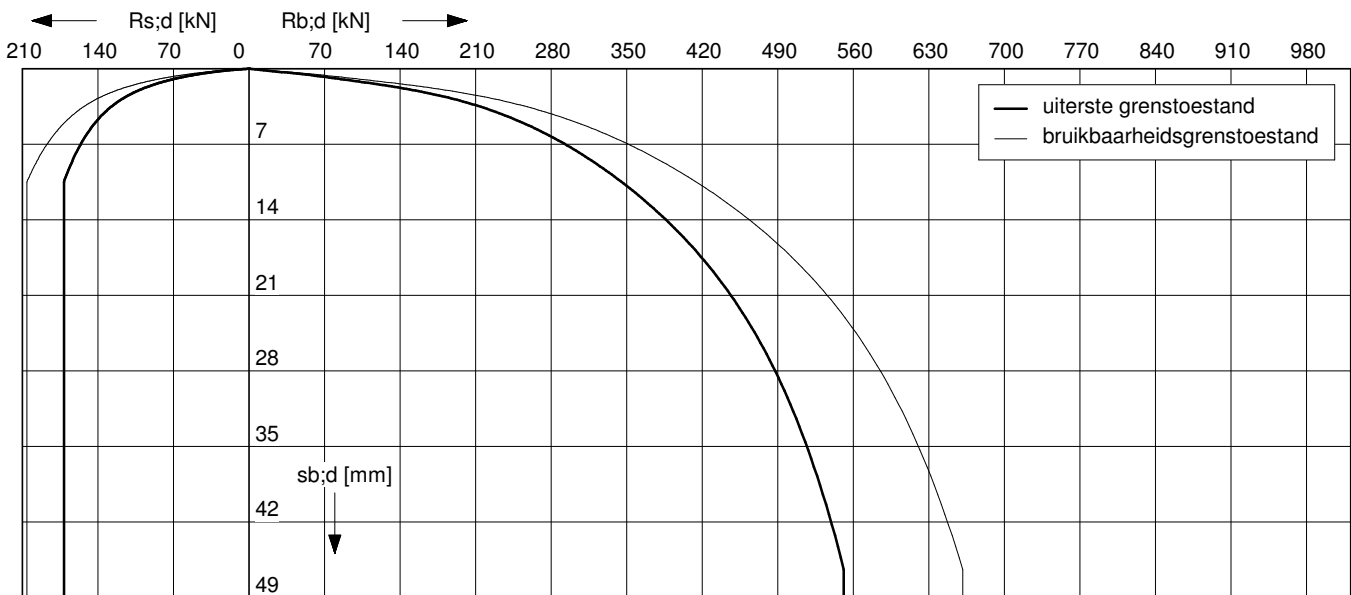
Paalttype : Schroefinjectiepaal

Sonderingen: DKM008

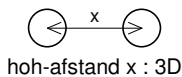
Berekening s_2 gebaseerd op sondering DKM008

Paalafmeting : 0,450/0,450/0,450 m

Paalpuntniveau : -16,50 m tov NAP

**Uiterste grenstoestand**

$F_{c;d,netto}$ [kN]	$F_{nk;d}$ [kN]	$F_{c;d}$ [kN]	$s_{b;d}$ [mm]	$s_{el;d}$ [mm]	$s_{1;d}$ [mm]	$s_{2;d}$ [mm]	s_d [mm]	$k_{v;d}$ paal vrijstaand [kN/mm]	$k_{v;d}$ paal in groep [kN/mm]
682	40	722	45,3	4,5	49,8	5,3	55,1	40	29
614	40	654	26,4	4,1	30,5	4,8	35,3	45	32
546	40	586	16,8	3,6	20,4	4,3	24,7	51	34
478	40	517	10,4	3,2	13,7	3,8	17,4	56	37
410	40	449	7,0	2,8	9,7	3,3	13,0	62	39
341	40	381	4,5	2,4	6,9	2,8	9,6	67	41
273	40	313	2,9	1,9	4,8	2,3	7,1	71	42
205	40	245	1,8	1,5	3,4	1,8	5,1	74	43
137	40	176	1,1	1,1	2,2	1,3	3,5	78	45
69	40	108	0,6	0,7	1,2	0,8	2,0	83	47

Configuratie paalgroepvoor bepaling s_2
2-paalspoer

hoh-afstand x : 3D

Bruikbaarheidsgrenstoestand

$F_{c;netto}$ [kN]	F_{nk} [kN]	$F_{c;rep}$ [kN]	s_b [mm]	s_{el} [mm]	s_1 [mm]	s_2 [mm]	s [mm]	$k_{v;rep}$ paal vrijstaand [kN/mm]	$k_{v;rep}$ paal in groep [kN/mm]
525	40	565	7,9	2,9	10,9	4,1	15,0	52	38
472	40	512	6,1	2,6	8,7	3,7	12,4	59	41
420	40	460	4,5	2,4	6,9	3,4	10,3	67	45
367	40	407	3,5	2,1	5,6	3,0	8,5	73	48
315	40	355	2,6	1,8	4,4	2,6	7,0	81	51
262	40	302	1,9	1,5	3,5	2,2	5,7	87	53
210	40	250	1,4	1,3	2,7	1,8	4,5	92	55
157	40	197	1,1	1,0	2,1	1,4	3,5	96	56
105	40	145	0,7	0,7	1,4	1,1	2,5	101	58
52	40	92	0,4	0,5	0,8	0,7	1,5	109	61

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)**

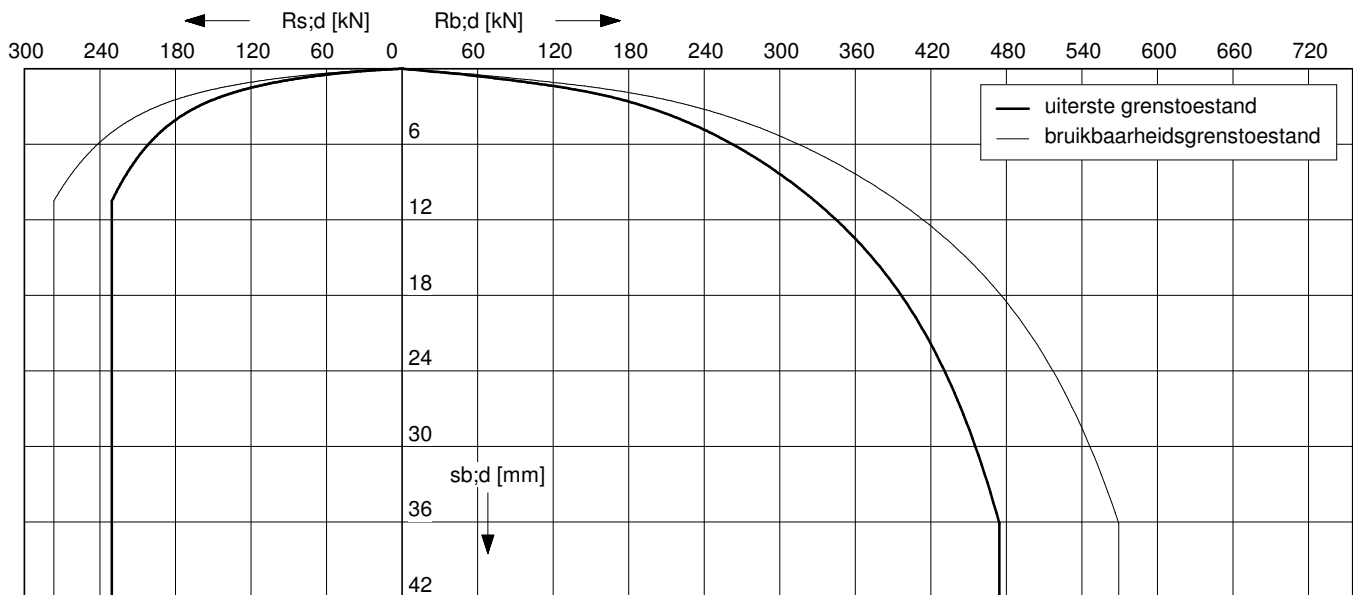
Paalttype : Schroefinjectiepaal

Sonderingen: DKM009

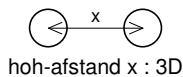
Berekening s_2 gebaseerd op sondering DKM009

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

Paalpuntniveau : -18,00 m tov NAP

**Uiterste grenstoestand**

$F_{c;d,netto}$ [kN]	$F_{nk;d}$ [kN]	$F_{c;d}$ [kN]	$s_{b;d}$ [mm]	$s_{el;d}$ [mm]	$s_{1;d}$ [mm]	$s_{2;d}$ [mm]	s_d [mm]	$k_{v;d}$ paal vrijstaand [kN/mm]	$k_{v;d}$ paal in groep [kN/mm]
672	32	704	35,2	7,8	43,0	7,8	50,8	40	25
605	32	637	19,4	7,0	26,4	7,1	33,5	43	27
537	32	570	11,3	6,3	17,5	6,3	23,8	47	28
470	32	503	7,5	5,5	13,0	5,6	18,6	50	29
403	32	435	4,9	4,8	9,7	4,8	14,5	53	30
336	32	368	3,2	4,0	7,2	4,1	11,3	55	31
268	32	301	2,1	3,3	5,4	3,3	8,7	57	31
201	32	234	1,4	2,5	3,9	2,6	6,5	59	32
134	32	166	0,8	1,8	2,6	1,8	4,5	61	33
67	32	99	0,4	1,1	1,5	1,1	2,6	63	33

Configuratie paalgroepvoor bepaling s_2
2-paalspoer**Bruikbaarheidsgrenstoestand**

$F_{c;netto}$ [kN]	F_{nk} [kN]	$F_{c;rep}$ [kN]	s_b [mm]	s_{el} [mm]	s_1 [mm]	s_2 [mm]	s [mm]	$k_{v;rep}$ paal vrijstaand [kN/mm]	$k_{v;rep}$ paal in groep [kN/mm]
517	32	549	5,7	5,0	10,7	6,1	16,7	52	33
465	32	498	4,4	4,5	8,9	5,5	14,4	56	35
413	32	446	3,3	4,0	7,3	4,9	12,3	61	36
362	32	394	2,5	3,6	6,1	4,4	10,4	65	38
310	32	343	1,9	3,1	5,0	3,8	8,8	69	39
258	32	291	1,4	2,6	4,1	3,2	7,3	72	40
207	32	239	1,1	2,2	3,2	2,6	5,9	74	41
155	32	187	0,8	1,7	2,5	2,1	4,5	76	41
103	32	136	0,5	1,2	1,7	1,5	3,2	80	42
52	32	84	0,3	0,8	1,0	0,9	2,0	81	43

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)**

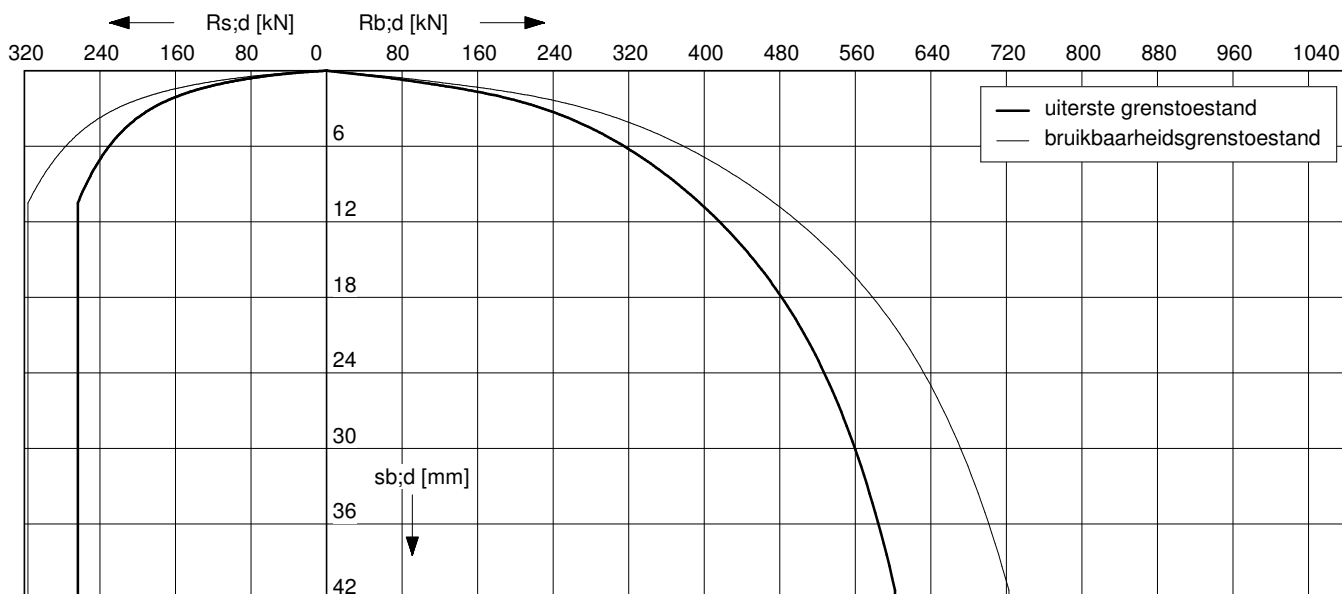
Paaltipe : Schroefinjectiepaal

Sonderingen: DKM009

Berekening s_2 gebaseerd op sondering DKM009

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

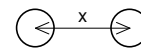
Paalpuntniveau : -18,00 m tov NAP

**Uiterste grenstoestand**

$F_{c;d,netto}$ [kN]	$F_{nk;d}$ [kN]	$F_{c;d}$ [kN]	$s_{b;d}$ [mm]	$s_{el;d}$ [mm]	$s_{1;d}$ [mm]	$s_{2;d}$ [mm]	s_d [mm]	$k_{v;d}$ paal vrijstaand [kN/mm]	$k_{v;d}$ paal in groep [kN/mm]
828	37	865	40,3	7,3	47,6	9,7	57,3	46	28
745	37	782	22,6	6,6	29,2	8,7	37,9	51	29
662	37	699	13,4	5,9	19,3	7,8	27,1	56	31
579	37	616	8,5	5,2	13,7	6,9	20,6	60	32
497	37	534	5,5	4,5	10,0	6,0	16,0	64	33
414	37	451	3,6	3,8	7,4	5,0	12,4	68	34
331	37	368	2,3	3,1	5,4	4,1	9,5	70	35
248	37	285	1,5	2,4	3,9	3,2	7,1	73	35
165	37	203	0,9	1,7	2,6	2,3	4,9	76	36
83	37	120	0,4	1,0	1,4	1,3	2,8	79	37

Configuratie paalgroepvoor bepaling s_2

2-paalspoer



hoh-afstand x : 3D

Bruikbaarheidsgrenstoestand

$F_{c;netto}$ [kN]	F_{nk} [kN]	$F_{c;rep}$ [kN]	s_b [mm]	s_{el} [mm]	s_1 [mm]	s_2 [mm]	s [mm]	$k_{v;rep}$ paal vrijstaand [kN/mm]	$k_{v;rep}$ paal in groep [kN/mm]
637	37	674	6,5	4,7	11,2	7,5	18,7	60	36
573	37	610	4,9	4,2	9,2	6,8	16,0	67	38
509	37	546	3,7	3,8	7,5	6,1	13,6	73	40
446	37	483	2,8	3,3	6,1	5,4	11,5	79	42
382	37	419	2,1	2,9	5,0	4,7	9,7	84	43
318	37	355	1,6	2,5	4,0	4,0	8,0	88	44
255	37	292	1,2	2,0	3,2	3,3	6,5	91	45
191	37	228	0,8	1,6	2,4	2,6	5,0	95	46
127	37	164	0,5	1,1	1,7	1,8	3,5	99	47
64	37	101	0,3	0,7	1,0	1,1	2,1	103	48

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 997 - 1 + C2 : 2017)**

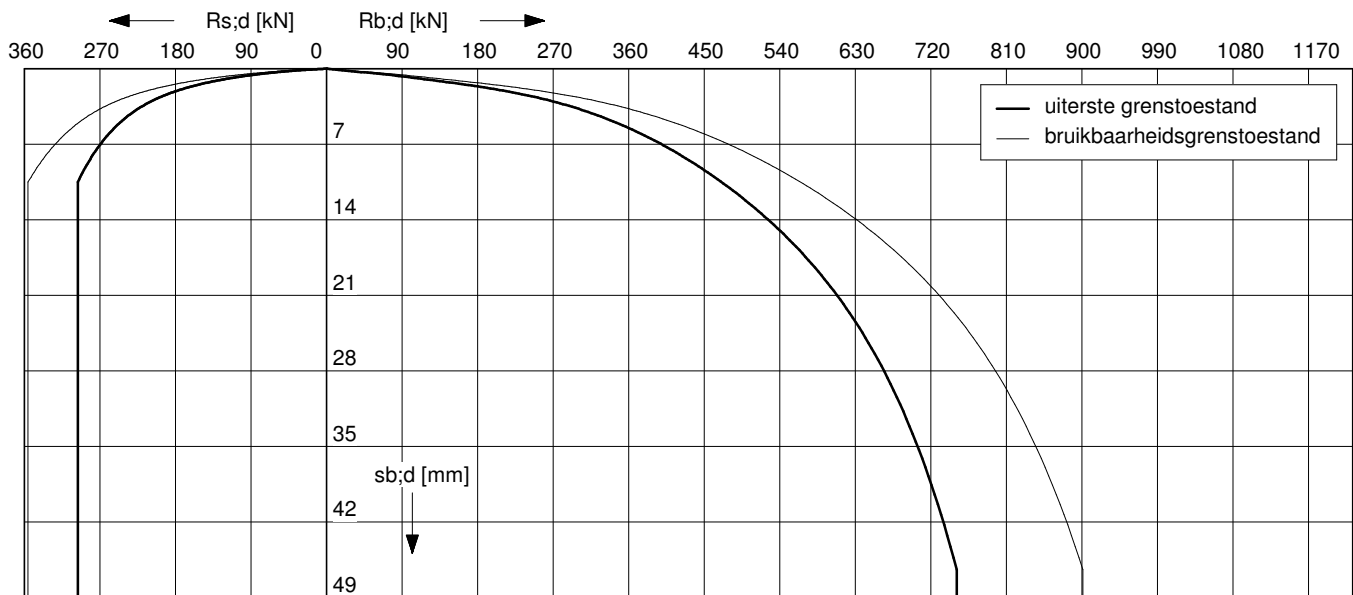
Paaltype : Schroefinjectiepaal

Sonderingen: DKM009

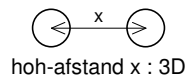
Berekening s_2 gebaseerd op sondering DKM009

Paalafmeting : 0,450/0,450/0,450 m

Paalpuntniveau : -18,00 m tov NAP

**Uiterste grenstoestand**

$F_{c;d,netto}$ [kN]	$F_{nk;d}$ [kN]	$F_{c;d}$ [kN]	$s_{b;d}$ [mm]	$s_{el;d}$ [mm]	$s_{1;d}$ [mm]	$s_{2;d}$ [mm]	s_d [mm]	$k_{v;d}$ paal vrijstaand [kN/mm]	$k_{v;d}$ paal in groep [kN/mm]
1005	42	1046	45,3	7,0	52,3	11,2	63,5	53	31
904	42	946	25,4	6,3	31,7	10,1	41,8	59	33
804	42	845	15,6	5,6	21,3	9,0	30,3	66	34
703	42	745	9,6	5,0	14,6	7,9	22,5	71	36
603	42	645	6,2	4,3	10,5	6,9	17,4	76	37
502	42	544	4,0	3,6	7,6	5,8	13,4	80	38
402	42	444	2,6	2,9	5,5	4,7	10,2	84	39
302	42	343	1,7	2,3	3,9	3,7	7,6	88	40
201	42	243	1,0	1,6	2,6	2,6	5,2	92	40
101	42	142	0,5	0,9	1,4	1,5	2,9	96	41

Configuratie paalgroepvoor bepaling s_2
2-paalspoer**Bruikbaarheidsgrenstoestand**

$F_{c;netto}$ [kN]	F_{nk} [kN]	$F_{c;rep}$ [kN]	s_b [mm]	s_{el} [mm]	s_1 [mm]	s_2 [mm]	s [mm]	$k_{v;rep}$ paal vrijstaand [kN/mm]	$k_{v;rep}$ paal in groep [kN/mm]
773	42	814	7,3	4,5	11,8	8,7	20,4	69	40
696	42	737	5,5	4,1	9,6	7,9	17,4	77	42
618	42	660	4,1	3,6	7,7	7,0	14,8	85	45
541	42	583	3,1	3,2	6,3	6,2	12,5	93	47
464	42	505	2,3	2,8	5,1	5,4	10,5	99	48
386	42	428	1,8	2,3	4,1	4,6	8,7	105	49
309	42	351	1,3	1,9	3,2	3,7	6,9	110	51
232	42	274	0,9	1,5	2,4	2,9	5,3	114	51
155	42	196	0,6	1,1	1,6	2,1	3,7	119	52
77	42	119	0,3	0,6	1,0	1,3	2,2	125	54

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 = $F_{c;rep} / (s_1 + s_2)$	



Voorbeeldberekening gebaseerd op sondering DKM006
Berekening volgens Eurocode 7-1 (NEN 9997 - 1 + C2 : 2017)

Paaltype : **Schroefinjectiepaal**
 Paalpuntniveau : -17 meter tov NAP

paalafmeting : 0,350/0,350/0,350 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 : $\alpha_p = 0,63$ (f)
 Paalvoetvormfactor : $\beta = 1,0$ (g)
 Paalvoetdwarsdoorsnedefactor : $s = 1,0$ (h)
 Traject I / II / III : 18,4 / 9,7 / 7,8 MPa

$$q_{b,max} = 6,9 \text{ MPa}$$

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 : -14,8 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]
-15,00	12,0	1,10	0,2	21	21
-15,50	15,0	1,10	0,5	66	87
-16,00	15,0	1,10	0,5	66	153
-16,50	15,0	1,10	0,5	66	219
-17,00	15,0	1,10	0,5	66	285

Berekening maximum draagkracht

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

$$\text{Oppervlakte paalpunt} : A_b = 0,0962 \text{ m}^2$$

$$R_{c;cal} = 663 + 285 = 948 \text{ kN}$$



Voorbeeldberekening gebaseerd op sondering DKM006 Berekening volgens Eurocode 7-1 (NEN 9997 - 1 + C2 : 2017)

Paaltype : **Schroefinjectiepaal**
Paalpuntniveau : -17 meter tov NAP

paalafmeting : 0,350/0,350/0,350 m

Berekening negatieve kleef, geen groepswerking

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

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

[par. 7.3.2.2(d)]

Dit geldt voor:

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

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

waarin:

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

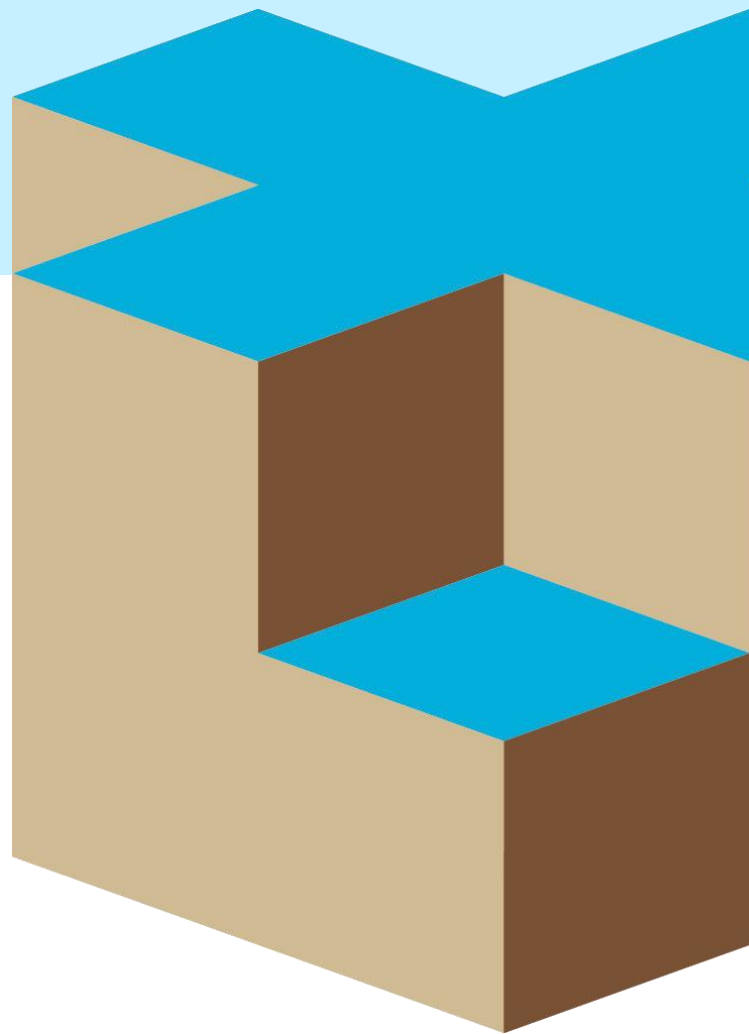
h is de dikte van de laag of lagen waarin de negatieve kleef werkt, in m.

Uitgangspunten

Toekomstig maaiveld	: 1,17 m tov NAP
Huidig maaiveld	: 1,13 m tov NAP
Grondwater	: -2,20 m tov NAP
Bovenbelasting	: 0 kN/m ²
Voorbeeldsondering	: DKM006
O_s	: omtrek dwarsdoorsnede paalschacht
$K_{v;j;rep}$: representatieve waarde van de neutrale gronddruk in laag j
$\tan \delta_j$: representatieve waarde van de wrijvingshoek tussen paalschacht en grond in laag j
$\sigma'_{0;j;rep}$: representatieve waarde van de effectieve verticale spanning onderin laag j

diepte [m tov NAP]	h_j [m]	O_s [m]	γ [kN/m ³]	γ_{sat} [kN/m ³]	ϕ [graden]	$K_0 * \tan \delta_j$	$\sigma'_{v;i}$ [kN/m ²]	$F_{nk;i;rep}$ [kN]	$\Sigma F_{nk;rep}$ [kN]
1,13	0,04	1,10	18,0	20,0	32,5	0,295	1	0,0	0,0
-0,50	1,63	1,10	16,0	16,0	25,0	0,269	27	7	7
-2,20	1,70	1,10	15,0	15,0	22,5	0,256	52	19	26

BIJLAGE G



**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	3,63	-16,5 tot -18,5
DKM002	3,14	-16,5 tot -18,5
DKM003	3,04	-16,5 tot -18,5

1) Niveau ten tijde van onderzoek



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

Stalen buispaal 0,219/0,219 m

Sonderingen voor opdracht: 22WP0408

diepte tov NAP	DKM001	DKM002	DKM003
-16,50	201	381	335
-17,00	241	401	369
-17,50	279	418	359
-18,00	333	412	351
-18,50	285	421	365

Stalen buispaal 0,273/0,273 m

Sonderingen voor opdracht: 22WP0408

diepte tov NAP	DKM001	DKM002	DKM003
-16,50	288	566	511
-17,00	364	589	538
-17,50	426	567	487
-18,00	460	590	491
-18,50	416	593	521


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	: $\beta = 1,0$	Aantal sonderingen	: $N = 1$
Paalvoetdwarsdoornedefactor	: $s = 1,0$	ξ -factor	: $\xi_3 = 1,39$; $\xi_4 = 1,39$
Paalklassefactor schacht	: $\alpha_s = 0,01$	Materiaalfactor	: $\gamma_b = \gamma_s = 1,20$
		Belastingsfactor neg.kleef	: $\gamma_{f,nk} = 1,4$

Paalafmeting : **0,219/0,219 m**

Sonderingen	Hoogte m.v. [m tov NAP]	Paalpunt [m tov NAP]	$R_{c;d,netto}$ [kN]	$q_{b,max}$ [MPa]	$R_{b,cal}$ [kN]	$R_{s,cal}$ [kN]	$R_{c;d}$ [kN]	$F_{nk;d}^*$ [kN]
DKM001	3,63	-16,50	201	10,9	411	132	325	124
		-17,00	241	11,3	426	184	366	124
		-17,50	279	11,6	438	235	403	124
		-18,00	333	12,6	475	287	457	124
		-18,50	285	9,1	344	338	409	124
DKM002	3,14	-16,50	381	13,7	516	251	460	79
		-17,00	401	13,2	498	302	480	79
		-17,50	418	12,6	475	354	497	79
		-18,00	412	11,0	414	406	491	79
		-18,50	421	10,0	375	457	499	79
DKM003	3,04	-16,50	335	13,6	512	235	448	112
		-17,00	369	13,7	516	286	481	112
		-17,50	359	11,9	448	338	471	112
		-18,00	351	10,1	382	389	463	112
		-18,50	365	9,4	356	441	478	112

Paalafmeting : **0,273/0,273 m**

Sonderingen	Hoogte m.v. [m tov NAP]	Paalpunt [m tov NAP]	$R_{c;d,netto}$ [kN]	$q_{b,max}$ [MPa]	$R_{b,cal}$ [kN]	$R_{s,cal}$ [kN]	$R_{c;d}$ [kN]	$F_{nk;d}^*$ [kN]
DKM001	3,63	-16,50	288	9,8	575	164	443	155
		-17,00	364	10,9	636	229	519	155
		-17,50	426	11,6	676	293	581	155
		-18,00	460	11,4	668	357	615	155
		-18,50	416	9,1	532	422	571	155
DKM002	3,14	-16,50	566	13,6	795	313	664	98
		-17,00	589	13,1	769	377	687	98
		-17,50	567	11,4	668	441	665	98
		-18,00	590	11,0	642	506	688	98
		-18,50	593	10,0	583	570	691	98
DKM003	3,04	-16,50	511	13,5	792	292	650	140
		-17,00	538	13,2	774	357	678	140
		-17,50	487	10,7	624	421	626	140
		-18,00	491	9,7	567	485	631	140
		-18,50	521	9,4	552	550	661	140

* Negatieve kleef bepaald voor alleenstaande paal, aan de rand van groep, in één rij en in groep met $D > \sqrt{(10 \times d \times h)}$ **Toelichting**

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

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

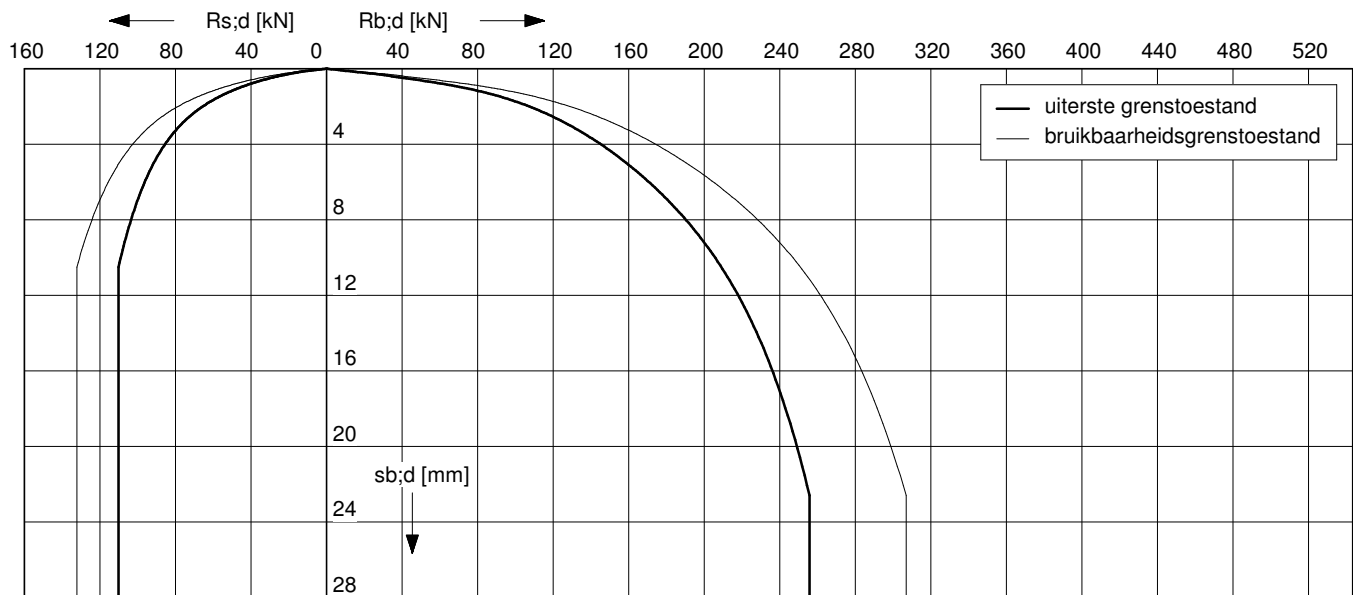
Paaltipe : Stalen buispaal

Sonderingen: DKM001

Berekening s_2 gebaseerd op sondering DKM001

Paalafmeting : 0,219/0,219 m

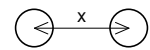
Paalpuntniveau : -17,00 m tov NAP

**Uiterste grenstoestand**

$F_{c;d,netto}$ [kN]	$F_{nk;d}$ [kN]	$F_{c;d}$ [kN]	$s_{b;d}$ [mm]	$s_{el;d}$ [mm]	$s_{1;d}$ [mm]	$s_{2;d}$ [mm]	s_d [mm]	$k_{v;d}$ paal vrijstaand [kN/mm]	$k_{v;d}$ paal in groep [kN/mm]
241	124	366	22,1	11,4	33,4	3,1	36,5	18	15
217	124	341	14,5	10,6	25,1	2,9	28,0	19	15
193	124	317	10,2	9,8	20,1	2,7	22,7	19	16
169	124	293	7,9	9,1	17,0	2,5	19,4	20	17
145	124	269	6,0	8,3	14,4	2,3	16,6	21	17
120	124	245	4,6	7,6	12,2	2,1	14,2	21	17
96	124	221	3,5	6,8	10,4	1,9	12,2	22	18
72	124	196	2,6	6,1	8,7	1,7	10,4	23	18
48	124	172	2,0	5,3	7,3	1,5	8,8	23	18
24	124	148	1,5	4,6	6,0	1,2	7,3	24	19

Configuratie paalgroepvoor bepaling s_2

2-paalspoer



hoh-afstand x : 3D

Bruikbaarheidsgrenstoestand

$F_{c;netto}$ [kN]	F_{nk} [kN]	$F_{c;rep}$ [kN]	s_b [mm]	s_{el} [mm]	s_1 [mm]	s_2 [mm]	s [mm]	$k_{v;rep}$ paal vrijstaand [kN/mm]	$k_{v;rep}$ paal in groep [kN/mm]
186	124	310	5,4	8,0	13,4	2,6	16,0	23	19
167	124	291	4,6	7,5	12,1	2,5	14,5	24	20
148	124	273	3,8	7,0	10,8	2,3	13,1	25	21
130	124	254	3,2	6,5	9,7	2,1	11,8	26	21
111	124	236	2,6	6,1	8,7	2,0	10,7	27	22
93	124	217	2,2	5,6	7,8	1,8	9,6	28	23
74	124	199	1,8	5,1	6,9	1,7	8,6	29	23
56	124	180	1,5	4,6	6,1	1,5	7,6	29	24
37	124	161	1,2	4,1	5,4	1,4	6,7	30	24
19	124	143	1,0	3,7	4,7	1,2	5,9	31	24

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)**

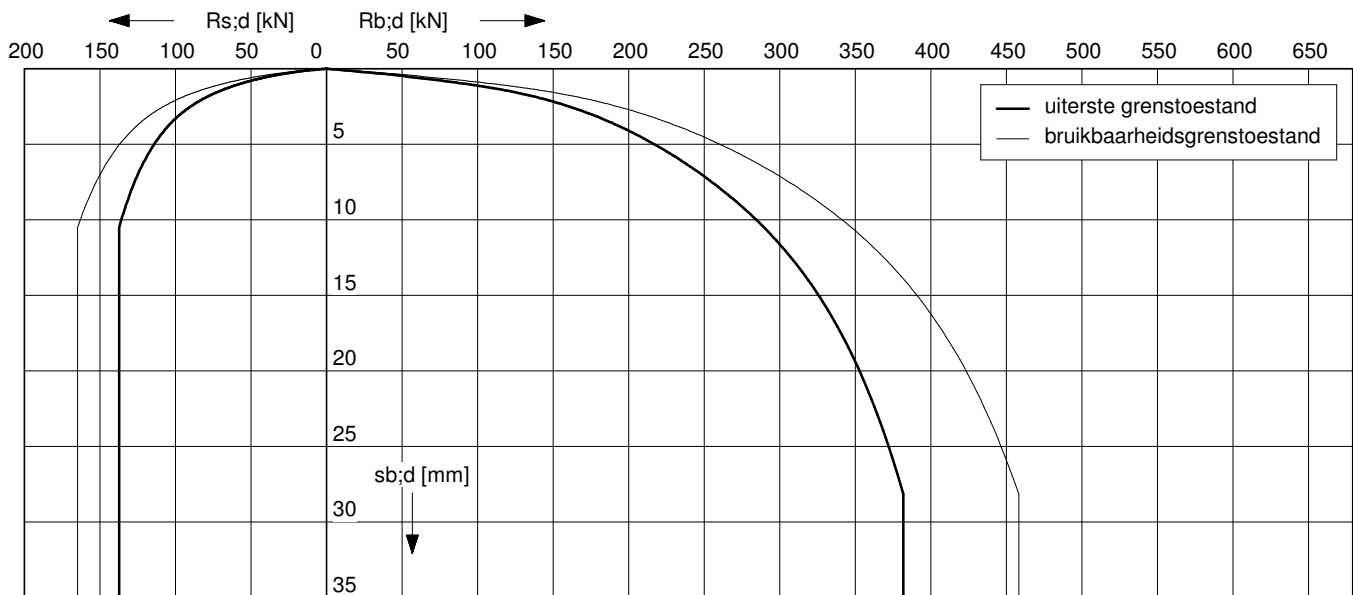
Paaltype : Stalen buispaal

Sonderingen: DKM001

Berekening s_2 gebaseerd op sondering DKM001

Paalafmeting : 0,273/0,273 m

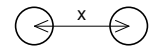
Paalpuntniveau : -17,00 m tov NAP

**Uiterste grenstoestand**

$F_{c;d,netto}$ [kN]	$F_{nk;d}$ [kN]	$F_{c;d}$ [kN]	$s_{b;d}$ [mm]	$s_{el;d}$ [mm]	$s_{1;d}$ [mm]	$s_{2;d}$ [mm]	s_d [mm]	$k_{v;d}$ paal vrijstaand [kN/mm]	$k_{v;d}$ paal in groep [kN/mm]
364	155	519	27,5	10,4	37,9	3,3	41,2	25	21
327	155	482	18,1	9,7	27,7	3,0	30,8	26	21
291	155	446	12,5	8,9	21,4	2,8	24,2	27	22
255	155	410	9,1	8,2	17,3	2,6	19,9	29	23
218	155	373	7,0	7,5	14,5	2,4	16,8	30	24
182	155	337	5,1	6,7	11,9	2,1	14,0	31	25
145	155	300	3,8	6,0	9,8	1,9	11,7	32	26
109	155	264	2,8	5,3	8,1	1,7	9,7	33	26
73	155	228	2,0	4,5	6,5	1,4	8,0	34	27
36	155	191	1,5	3,8	5,3	1,2	6,5	35	27

Configuratie paalgroepvoor bepaling s_2

2-paalspoer



hoh-afstand x : 3D

Bruikbaarheidsgrenstoestand

$F_{c;netto}$ [kN]	F_{nk} [kN]	$F_{c;rep}$ [kN]	s_b [mm]	s_{el} [mm]	s_1 [mm]	s_2 [mm]	s [mm]	$k_{v;rep}$ paal vrijstaand [kN/mm]	$k_{v;rep}$ paal in groep [kN/mm]
280	155	435	6,3	7,2	13,5	2,7	16,3	32	27
252	155	407	5,3	6,7	12,0	2,6	14,6	34	28
224	155	379	4,3	6,3	10,6	2,4	13,0	36	29
196	155	351	3,5	5,8	9,3	2,2	11,6	38	30
168	155	323	2,9	5,3	8,2	2,0	10,3	39	31
140	155	295	2,4	4,9	7,3	1,9	9,1	41	32
112	155	267	1,9	4,4	6,4	1,7	8,0	42	33
84	155	239	1,6	3,9	5,5	1,5	7,0	43	34
56	155	211	1,3	3,5	4,8	1,3	6,1	44	35
28	155	183	1,0	3,0	4,1	1,2	5,2	45	35

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)**

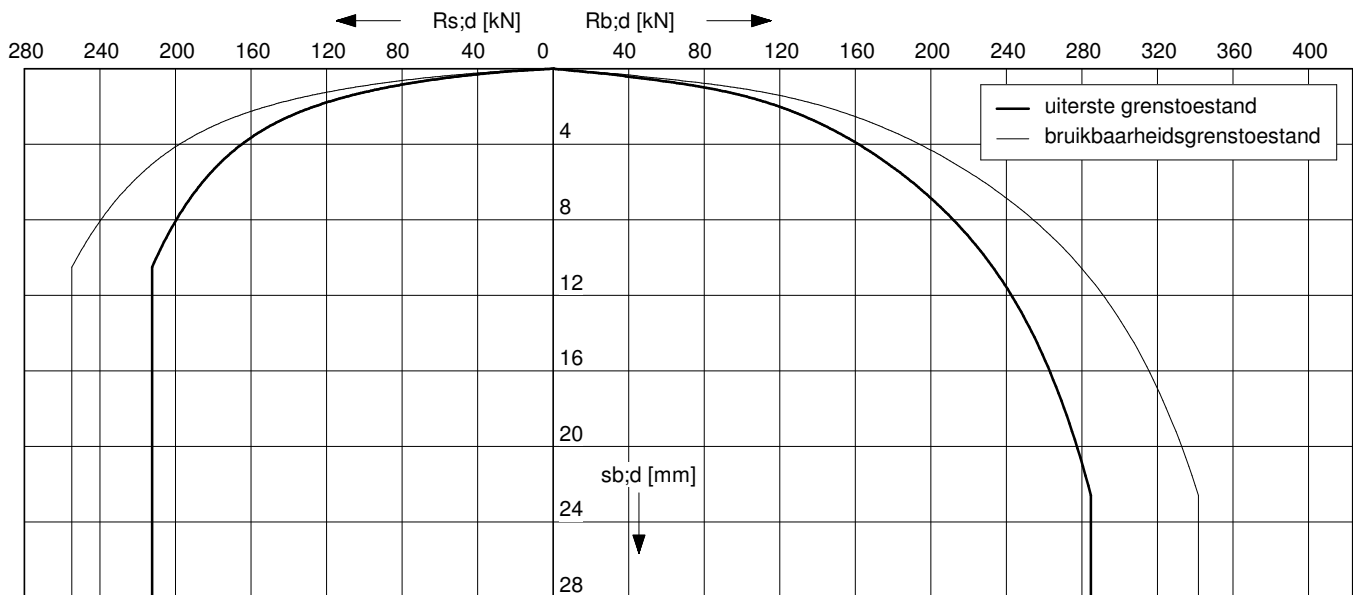
Paaltype : Stalen buispaal

Sonderingen: DKM002

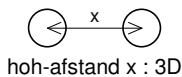
Berekening s_2 gebaseerd op sondering DKM002

Paalafmeting : 0,219/0,219 m

Paalpuntniveau : -17,50 m tov NAP

**Uiterste grenstoestand**

$F_{c;d,netto}$ [kN]	$F_{nk;d}$ [kN]	$F_{c;d}$ [kN]	$s_{b;d}$ [mm]	$s_{el;d}$ [mm]	$s_{1;d}$ [mm]	$s_{2;d}$ [mm]	s_d [mm]	$k_{v;d}$ paal vrijstaand [kN/mm]	$k_{v;d}$ paal in groep [kN/mm]
418	79	497	22,1	15,5	37,5	4,3	41,8	21	17
376	79	455	11,7	14,1	25,8	3,9	29,7	22	18
335	79	413	8,0	12,8	20,8	3,6	24,4	23	18
293	79	371	5,7	11,5	17,2	3,2	20,5	24	19
251	79	330	4,0	10,2	14,3	2,9	17,1	24	19
209	79	288	2,8	8,9	11,7	2,5	14,2	25	19
167	79	246	2,0	7,6	9,6	2,1	11,8	25	20
126	79	204	1,4	6,3	7,7	1,8	9,5	25	20
84	79	163	1,0	5,0	6,0	1,4	7,4	26	20
42	79	121	0,6	3,7	4,3	1,0	5,4	26	20

Configuratie paalgroepvoor bepaling s_2
2-paalspoer**Bruikbaarheidsgrenstoestand**

$F_{c;netto}$ [kN]	F_{nk} [kN]	$F_{c;rep}$ [kN]	s_b [mm]	s_{el} [mm]	s_1 [mm]	s_2 [mm]	s [mm]	$k_{v;rep}$ paal vrijstaand [kN/mm]	$k_{v;rep}$ paal in groep [kN/mm]
322	79	400	4,2	10,3	14,5	3,5	18,0	28	22
289	79	368	3,3	9,4	12,8	3,2	16,0	29	23
257	79	336	2,7	8,6	11,3	2,9	14,2	30	24
225	79	304	2,1	7,8	9,9	2,6	12,5	31	24
193	79	272	1,7	7,0	8,6	2,4	11,0	31	25
161	79	239	1,3	6,1	7,5	2,1	9,5	32	25
129	79	207	1,0	5,3	6,3	1,8	8,1	33	25
96	79	175	0,8	4,5	5,3	1,5	6,8	33	26
64	79	143	0,6	3,7	4,3	1,2	5,5	34	26
32	79	111	0,4	2,8	3,3	1,0	4,2	34	26

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 997 - 1 + C2 : 2017)**

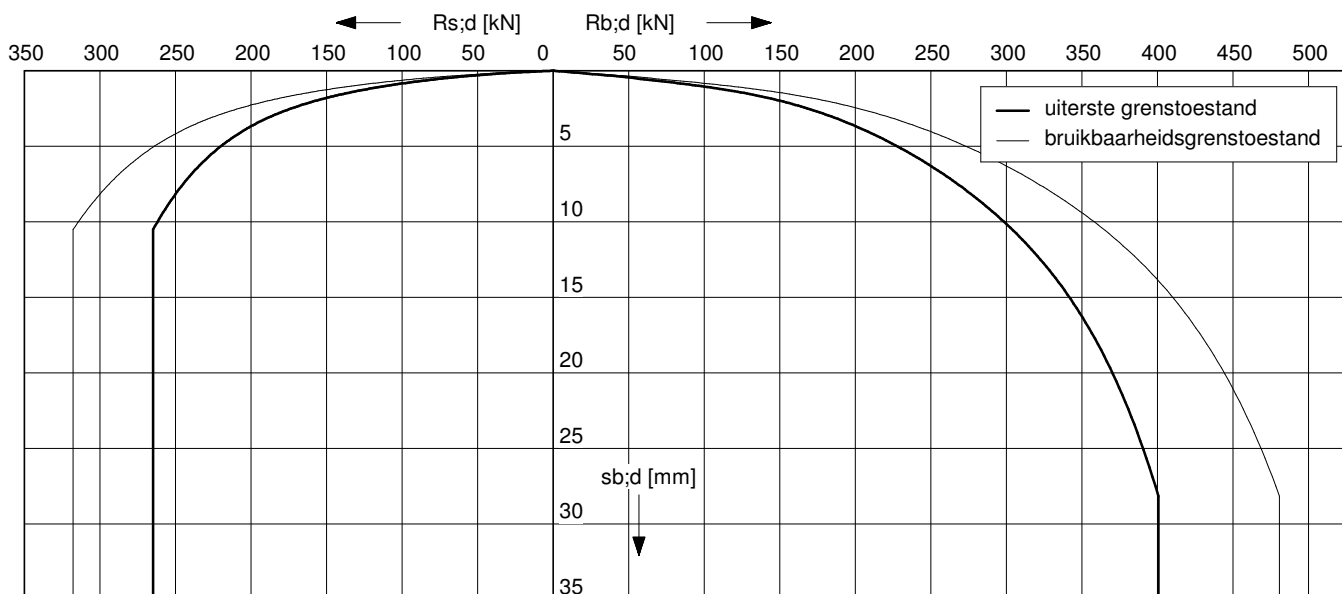
Paaltype : Stalen buispaal

Sonderingen: DKM002

Berekening s_2 gebaseerd op sondering DKM002

Paalafmeting : 0,273/0,273 m

Paalpuntniveau : -17,50 m tov NAP

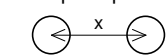
**Uiterste grenstoestand**

Configuratie paalgroep

$F_{c;d,netto}$ [kN]	$F_{nk;d}$ [kN]	$F_{c;d}$ [kN]	$s_{b;d}$ [mm]	$s_{el;d}$ [mm]	$s_{1;d}$ [mm]	$s_{2;d}$ [mm]	s_d [mm]	$k_{v;d}$ paal vrijstaand [kN/mm]	$k_{v;d}$ paal in groep [kN/mm]
567	98	665	27,5	13,4	40,9	4,7	45,6	30	23
510	98	608	15,1	12,2	27,3	4,3	31,6	32	24
453	98	551	9,4	11,0	20,4	3,9	24,3	33	25
397	98	495	6,6	9,9	16,5	3,5	20,0	34	26
340	98	438	4,7	8,7	13,4	3,1	16,5	35	27
283	98	381	3,2	7,6	10,8	2,7	13,5	36	27
227	98	325	2,2	6,5	8,7	2,3	11,0	37	28
170	98	268	1,5	5,3	6,9	1,9	8,7	38	28
113	98	211	1,0	4,2	5,2	1,5	6,7	38	28
57	98	155	0,7	3,1	3,7	1,1	4,8	39	29

voor bepaling s_2

2-paalspoer



hoh-afstand x : 3D

Bruikbaarheidsgrenstoestand

$F_{c;netto}$ [kN]	F_{nk} [kN]	$F_{c;rep}$ [kN]	s_b [mm]	s_{el} [mm]	s_1 [mm]	s_2 [mm]	s [mm]	$k_{v;rep}$ paal vrijstaand [kN/mm]	$k_{v;rep}$ paal in groep [kN/mm]
436	98	534	4,9	8,8	13,7	3,8	17,5	39	31
392	98	490	3,9	8,1	12,0	3,5	15,4	41	32
349	98	447	3,0	7,4	10,4	3,2	13,6	43	33
305	98	403	2,4	6,7	9,0	2,8	11,9	45	34
262	98	360	1,9	5,9	7,8	2,5	10,3	46	35
218	98	316	1,5	5,2	6,7	2,2	8,9	47	35
174	98	272	1,2	4,5	5,6	1,9	7,6	48	36
131	98	229	0,9	3,8	4,7	1,6	6,3	49	36
87	98	185	0,7	3,0	3,7	1,3	5,0	50	37
44	98	142	0,5	2,3	2,8	1,0	3,8	51	37

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 = $F_{c;rep} / (s_1 + s_2)$	



Voorbeeldberekening gebaseerd op sondering DKM001 Berekening volgens Eurocode 7-1 (NEN 9997 - 1 + C2 : 2017)

Paaltype : **Stalen buispaal**
Paalpuntniveau : -17 meter tov NAP

paalafmeting : 0,219/0,219 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 : $\beta = 1,0$ (g)
 Paalvoetdwarsdoorsnedefactor : $s = 1,0$ (h)
 Traject I / II / III : 19,0 / 16,5 / 14,5 MPa

$$q_{b,max} = 11,3 \text{ MPa}$$

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 : -15 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]
-15,50	11,4	0,69	0,5	39	39
-16,00	12,7	0,69	0,5	44	83
-16,50	14,2	0,69	0,5	49	132
-17,00	15,0	0,69	0,5	52	184

Berekening maximum draagkracht

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

$$\text{Oppervlakte paalpunt} : A_b = 0,0377 \text{ m}^2$$

$$R_{c;cal} = 426 + 184 = 610 \text{ kN}$$



Voorbeeldberekening gebaseerd op sondering DKM001 Berekening volgens Eurocode 7-1 (NEN 9997 - 1 + C2 : 2017)

Paaltype : **Stalen buispaal**
Paalpuntniveau : -17 meter tov NAP

paalafmeting : 0,219/0,219 m

Berekening negatieve kleef, geen groepswerking

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

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

[par. 7.3.2.2(d)]

Dit geldt voor:

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

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

waarin:

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

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

Uitgangspunten

Toekomstig maaiveld	: 3,80 m tov NAP
Huidig maaiveld	: 3,63 m tov NAP
Grondwater	: -2,20 m tov NAP
Bovenbelasting	: 0 kN/m ²
Voorbeeldsondering	: DKM001
O_s	: omtrek dwarsdoorsnede paalschacht
$K_{v;j;rep}$: representatieve waarde van de neutrale gronddruk in laag j
$\tan \delta_j$: representatieve waarde van de wrijvingshoek tussen paalschacht en grond in laag j
$\sigma'_{0;j;rep}$: representatieve waarde van de effectieve verticale spanning onderin laag j

diepte [m tov NAP]	h_j [m]	O_s [m]	γ [kN/m ³]	γ_{sat} [kN/m ³]	ϕ [graden]	$K_0 * \tan \delta_j$	$\sigma'_{v;i}$ [kN/m ²]	$F_{nk;i;rep}$ [kN]	$\Sigma F_{nk;rep}$ [kN]
3,63	0,17	0,69	18,0	20,0	32,5	0,250	3	0,0	0,0
3,00	0,63	0,69	18,0	20,0	32,5	0,250	14	1	1
0,00	3,00	0,69	14,0	14,0	17,5	0,250	56	18	19
-1,20	1,20	0,69	16,0	16,0	25,0	0,250	76	14	33
-4,70	3,50	0,69	15,0	15,0	22,5	0,250	103	56	89



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]
DKM004	2,53	-3,0 tot -3,5

1) Niveau ten tijde van onderzoek



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

Stalen buispaal 0,168/0,168 m

Sonderingen voor opdracht: 22WP0408

DKM004	
-3,00	86
-3,25	86
-3,50	82

diepte tov NAP

Stalen buispaal 0,219/0,219 m

Sonderingen voor opdracht: 22WP0408

DKM004	
-3,00	131
-3,25	128
-3,50	120

diepte tov NAP



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	: $\beta = 1,0$	Aantal sonderingen	: $N = 1$
Paalvoetdwarsdoornedefactor	: $s = 1,0$	ξ -factor	: $\xi_3 = 1,39$; $\xi_4 = 1,39$
Paalklassefactor schacht	: $\alpha_s = 0,01$	Materiaalfactor	: $\gamma_b = \gamma_s = 1,20$
		Belastingsfactor neg.kleef	: $\gamma_{f,nk} = 1,0$

Paalafmeting : **0,168/0,168 m**

Sonderingen	Hoogte m.v. [m tov NAP]	Paalpunt [m tov NAP]	$R_{C;dnetto}$ [kN]	$q_{b,max}$ [MPa]	$R_{b;cal}$ [kN]	$R_{s;cal}$ [kN]	$R_{C;d}$ [kN]	$F_{nk;d}$ *
DKM004	2,53	-3,00	86	5,5	121	46	100	14
		-3,25	86	4,8	106	61	101	14
		-3,50	82	3,8	84	77	97	14

Paalafmeting : **0,219/0,219 m**

Sonderingen	Hoogte m.v. [m tov NAP]	Paalpunt [m tov NAP]	$R_{C;dnetto}$ [kN]	$q_{b,max}$ [MPa]	$R_{b;cal}$ [kN]	$R_{s;cal}$ [kN]	$R_{C;d}$ [kN]	$F_{nk;d}$ *
DKM004	2,53	-3,00	131	5,0	189	60	149	19
		-3,25	128	4,4	165	80	147	19
		-3,50	120	3,5	131	100	139	19

* Negatieve kleef bepaald voor alleenstaande paal, aan de rand van groep, in één rij en in groep met $D > \sqrt{(10 \times d \times h)}$

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)**

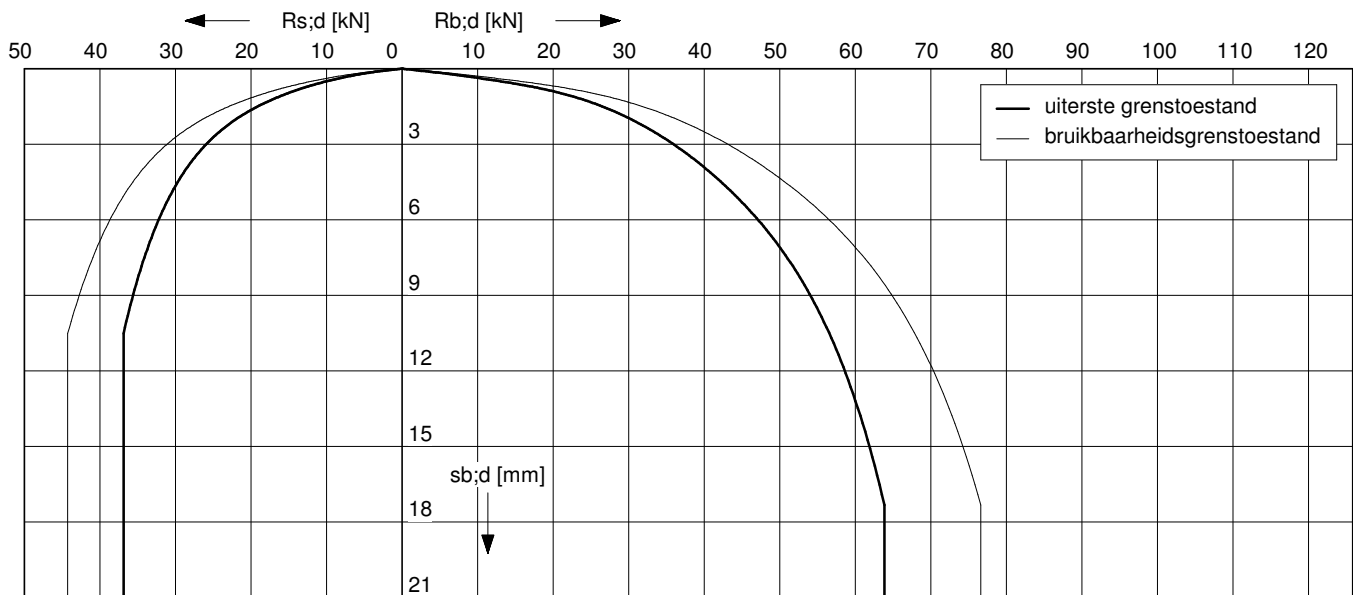
Paaltype : Stalen buispaal

Sonderingen: DKM004

Berekening s_2 gebaseerd op sondering DKM004

Paalafmeting : 0,168/0,168 m

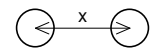
Paalpuntniveau : -3,25 m tov NAP

**Uiterste grenstoestand**

$F_{c;d,netto}$ [kN]	$F_{nk;d}$ [kN]	$F_{c;d}$ [kN]	$s_{b;d}$ [mm]	$s_{el;d}$ [mm]	$s_{1;d}$ [mm]	$s_{2;d}$ [mm]	s_d [mm]	$k_{v;d}$ paal vrijstaand [kN/mm]	$k_{v;d}$ paal in groep [kN/mm]
86	14	101	16,1	1,2	17,3	3,6	21,0	14	9
77	14	92	9,5	1,1	10,6	3,3	13,9	15	9
69	14	83	6,9	1,0	7,9	3,0	10,9	17	10
60	14	75	4,8	0,9	5,7	2,7	8,4	20	10
51	14	66	3,4	0,8	4,2	2,4	6,5	21	11
43	14	57	2,4	0,7	3,1	2,1	5,2	23	11
34	14	49	1,7	0,6	2,2	1,8	4,0	24	11
25	14	40	1,1	0,5	1,6	1,4	3,0	26	12
17	14	31	0,8	0,4	1,1	1,1	2,3	28	12
8	14	23	0,5	0,3	0,7	0,8	1,5	29	12

Configuratie paalgroepvoor bepaling s_2

2-paalspoer



hoh-afstand x : 3D

Bruikbaarheidsgrenstoestand

$F_{c;netto}$ [kN]	F_{nk} [kN]	$F_{c;rep}$ [kN]	s_b [mm]	s_{el} [mm]	s_1 [mm]	s_2 [mm]	s [mm]	$k_{v;rep}$ paal vrijstaand [kN/mm]	$k_{v;rep}$ paal in groep [kN/mm]
66	14	81	3,6	0,8	4,4	2,9	7,3	18	11
60	14	74	3,0	0,7	3,7	2,7	6,4	20	12
53	14	68	2,3	0,7	3,0	2,4	5,4	23	12
46	14	61	1,8	0,6	2,4	2,2	4,6	25	13
40	14	54	1,5	0,5	2,0	2,0	4,0	27	14
33	14	48	1,1	0,5	1,6	1,7	3,3	30	14
27	14	41	0,9	0,4	1,3	1,5	2,8	32	15
20	14	34	0,7	0,3	1,0	1,2	2,3	34	15
13	14	28	0,5	0,3	0,8	1,0	1,8	37	16
7	14	21	0,4	0,2	0,6	0,8	1,3	37	16

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)**

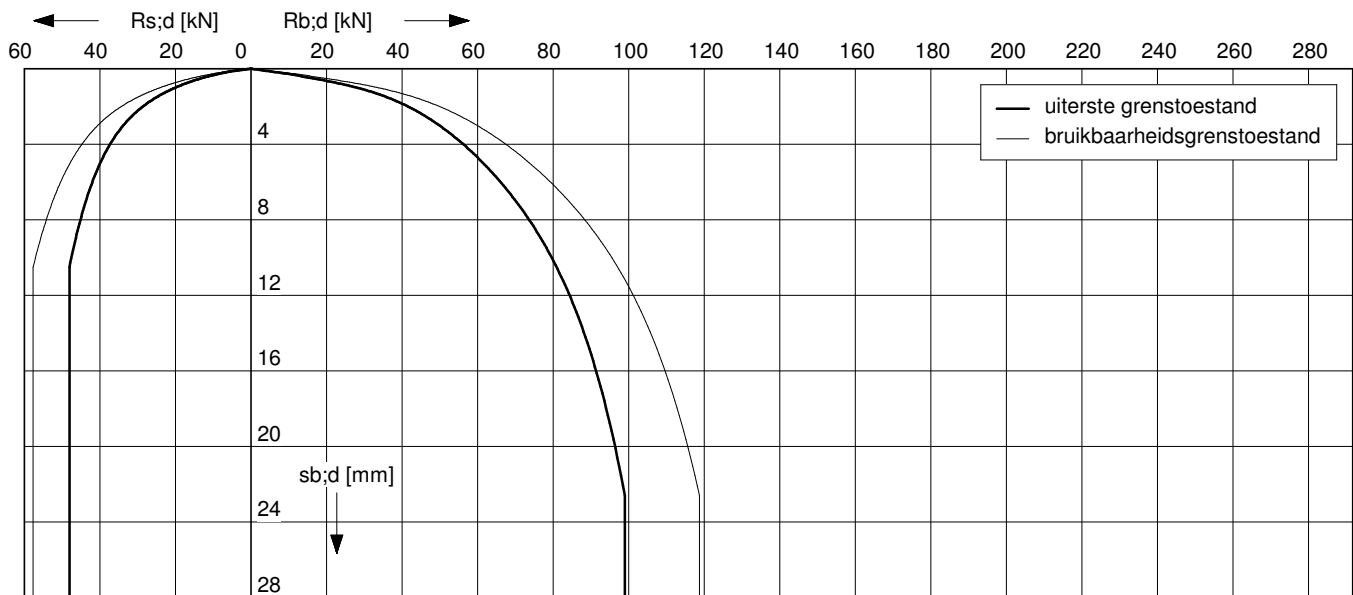
Paaltype : Stalen buispaal

Sonderingen: DKM004

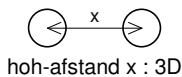
Berekening s_2 gebaseerd op sondering DKM004

Paalafmeting : 0,219/0,219 m

Paalpuntniveau : -3,25 m tov NAP

**Uiterste grenstoestand**

$F_{c;d,netto}$ [kN]	$F_{nk;d}$ [kN]	$F_{c;d}$ [kN]	$s_{b;d}$ [mm]	$s_{el;d}$ [mm]	$s_{1;d}$ [mm]	$s_{2;d}$ [mm]	s_d [mm]	$k_{v;d}$ paal vrijstaand [kN/mm]	$k_{v;d}$ paal in groep [kN/mm]
128	19	147	21,5	1,0	22,6	3,9	26,5	18	11
115	19	134	12,6	0,9	13,5	3,6	17,2	20	12
102	19	121	8,4	0,8	9,2	3,3	12,5	23	13
90	19	109	5,9	0,8	6,7	2,9	9,6	26	14
77	19	96	4,1	0,7	4,8	2,6	7,4	29	14
64	19	83	2,8	0,6	3,4	2,2	5,6	31	15
51	19	70	2,0	0,5	2,5	1,9	4,3	33	15
38	19	57	1,3	0,4	1,7	1,5	3,3	36	16
26	19	45	0,9	0,3	1,2	1,2	2,4	38	16
13	19	32	0,6	0,2	0,8	0,9	1,6	41	17

Configuratie paalgroepvoor bepaling s_2
2-paalspoer**Bruikbaarheidsgrenstoestand**

$F_{c;netto}$ [kN]	F_{nk} [kN]	$F_{c;rep}$ [kN]	s_b [mm]	s_{el} [mm]	s_1 [mm]	s_2 [mm]	s [mm]	$k_{v;rep}$ paal vrijstaand [kN/mm]	$k_{v;rep}$ paal in groep [kN/mm]
98	19	117	4,4	0,7	5,1	3,2	8,2	23	14
89	19	108	3,5	0,6	4,1	2,9	7,0	26	15
79	19	98	2,8	0,6	3,3	2,6	5,9	29	16
69	19	88	2,1	0,5	2,6	2,4	5,0	33	18
59	19	78	1,7	0,4	2,1	2,1	4,2	37	19
49	19	68	1,3	0,4	1,7	1,8	3,5	40	19
39	19	58	1,0	0,3	1,3	1,6	2,9	43	20
30	19	48	0,8	0,3	1,0	1,3	2,3	46	21
20	19	39	0,6	0,2	0,8	1,0	1,8	50	21
10	19	29	0,4	0,2	0,5	0,8	1,3	53	22

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 = $F_{c;rep} / (s_1 + s_2)$	



Voorbeeldberekening gebaseerd op sondering DKM004 Berekening volgens Eurocode 7-1 (NEN 9997 - 1 + C2 : 2017)

Paaltype : **Stalen buispaal**
Paalpuntniveau : -3,25 meter tov NAP

paalafmeting : 0,168/0,168 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 : $\beta = 1,0$ (g)
 Paalvoetdwarsdoorsnedefactor : $s = 1,0$ (h)

$$q_{b,max} = 4,8 \text{ MPa}$$

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 : -1,2 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]
-1,45	2,4	0,53	0,3	3	3
-1,70	2,4	0,53	0,3	3	6
-1,95	2,5	0,53	0,3	3	10
-2,20	6,0	0,53	0,3	8	18
-2,45	6,6	0,53	0,3	9	26
-2,70	7,7	0,53	0,3	10	36
-2,95	6,4	0,53	0,3	8	45
-3,20	10,2	0,53	0,3	13	58
-3,25	12,0	0,53	0,0	3	61

Berekening maximum draagkracht

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

Oppervlakte paalpunt : $A_b = 0,0222 \text{ m}^2$

$$R_{c;cal} = 106 + 61 = 168 \text{ kN}$$



Voorbeeldberekening gebaseerd op sondering DKM004 Berekening volgens Eurocode 7-1 (NEN 9997 - 1 + C2 : 2017)

Paaltype : **Stalen buispaal**
Paalpuntniveau : -3,25 meter tov NAP

paalafmeting : 0,168/0,168 m

Berekening negatieve kleef, geen groepswerking

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

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

[par. 7.3.2.2(d)]

Dit geldt voor:

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

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

waarin:

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

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

Uitgangspunten

Toekomstig maaiveld	: 2,53 m tov NAP
Huidig maaiveld	: 2,53 m tov NAP
Grondwater	: -2,20 m tov NAP
Bovenbelasting	: 0 kN/m ²
Voorbeeldsondering	: DKM004
O_s	: omtrek dwarsdoorsnede paalschacht
$K_{v;j;rep}$: representatieve waarde van de neutrale gronddruk in laag j
$\tan \delta_j$: representatieve waarde van de wrijvingshoek tussen paalschacht en grond in laag j
$\sigma'_{0;j;rep}$: representatieve waarde van de effectieve verticale spanning onderin laag j

diepte [m tov NAP]	h_j [m]	O_s [m]	γ [kN/m ³]	γ_{sat} [kN/m ³]	ϕ [graden]	$K_0 * \tan \delta_j$	$\sigma'_{v;i}$ [kN/m ²]	$F_{nk;i;rep}$ [kN]	$\Sigma F_{nk;rep}$ [kN]
2,00	0,53	0,53	18,0	20,0	32,5	0,250	10	0	0
-1,20	3,20	0,53	15,0	15,0	22,5	0,250	58	14	14

**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]
DKM005	1,34	-16,5 tot -19,5
DKM006	1,13	-16,5 tot -19,5
DKM007	0,92	-16,5 tot -19,5
DKM008	1,05	-16,5 tot -19,5
DKM009	1,17	-16,5 tot -19,5

1) Niveau ten tijde van onderzoek



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

Sonderingen voor opdracht: 22WP0408

Stalen buispaal 0,219/0,219 m

	DKM005	DKM006	DKM007	DKM008	DKM009
-16,50	276	358	295	260	247
-17,00	294	322	315	287	277
-17,50	303	314	391	324	323
-18,00	308	325	439	346	388
-18,50	326	376	482	397	416
-19,00	354	395	500	430	426
-19,50	382	417	527	436	440

diepte tov NAP

Sonderingen voor opdracht: 22WP0408

Stalen buispaal 0,273/0,273 m

	DKM005	DKM006	DKM007	DKM008	DKM009
-16,50	385	496	412	372	351
-17,00	409	432	450	405	394
-17,50	417	443	557	459	460
-18,00	429	450	622	488	545
-18,50	450	520	652	560	575
-19,00	489	544	695	600	592
-19,50	523	567	732	601	605

diepte tov NAP



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	: $\beta = 1,0$	Aantal sonderingen	: $N = 1$
Paalvoetdwarsdoornedefactor	: $s = 1,0$	ξ -factor	: $\xi_3 = 1,39$; $\xi_4 = 1,39$
Paalklassefactor schacht	: $\alpha_s = 0,01$	Materiaalfactor	: $\gamma_b = \gamma_s = 1,20$
		Belastingsfactor neg.kleef	: $\gamma_{f,nk} = 1,4$

Paalafmeting : **0,219/0,219 m**

Sonderingen	Hoogte m.v. [m tov NAP]	Paalpunt [m tov NAP]	$R_{c;dnetto}$ [kN]	$q_{b,max}$ [MPa]	$R_{b;cal}$ [kN]	$R_{s;cal}$ [kN]	$R_{c;d}$ [kN]	$F_{nk;d}^*$ [kN]
DKM005	1,34	-16,50	276	8,5	319	173	295	19
		-17,00	294	8,2	309	214	314	19
		-17,50	303	7,5	282	255	322	19
		-18,00	308	6,6	250	295	327	19
		-18,50	326	6,4	241	334	345	19
		-19,00	354	6,8	255	368	373	19
		-19,50	382	7,0	263	406	401	19
DKM006	1,13	-16,50	358	12,3	462	171	380	22
		-17,00	322	9,3	350	223	344	22
		-17,50	314	7,6	285	274	335	22
		-18,00	325	6,7	254	323	346	22
		-18,50	376	8,0	302	362	398	22
		-19,00	395	7,7	292	403	417	22
		-19,50	417	7,7	289	443	439	22
DKM007	0,92	-16,50	295	8,6	325	194	311	17
		-17,00	315	8,2	309	244	332	17
		-17,50	391	10,3	388	293	408	17
		-18,00	439	11,0	416	344	456	17
		-18,50	482	11,6	436	396	499	17
		-19,00	500	11,0	414	447	516	17
		-19,50	527	10,8	408	498	544	17
DKM008	1,05	-16,50	260	7,7	291	174	279	19
		-17,00	287	7,8	296	215	306	19
		-17,50	324	8,4	316	256	343	19
		-18,00	346	8,3	312	297	365	19
		-18,50	397	9,4	354	340	416	19
		-19,00	430	9,6	361	388	449	19
		-19,50	436	8,5	321	437	455	19
DKM009	1,17	-16,50	247	7,6	288	157	267	20
		-17,00	277	7,7	288	207	297	20
		-17,50	323	8,5	320	252	343	20
		-18,00	388	10,1	379	301	407	20
		-18,50	416	10,0	375	352	436	20
		-19,00	426	9,0	340	404	446	20
		-19,50	440	8,4	316	451	460	20

* Negatieve kleef bepaald voor alleenstaande paal, aan de rand van groep, in één rij en in groep met $D > \sqrt{(10 \times d \times h)}$

Toelichting

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



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	: $\beta = 1,0$	Aantal sonderingen	: $N = 1$
Paalvoetdwarsdoorsnedefactor	: $s = 1,0$	ξ -factor	: $\xi_3 = 1,39$; $\xi_4 = 1,39$
Paalklassefactor schacht	: $\alpha_s = 0,01$	Materiaalfactor	: $\gamma_b = \gamma_s = 1,20$
		Belastingsfactor neg.kleef	: $\gamma_{f,nk} = 1,4$

Paalafmeting : **0,273/0,273 m**

Sonderingen	Hoogte m.v. [m tov NAP]	Paalpunt [m tov NAP]	$R_{C;d,netto}$ [kN]	$q_{b,max}$ [MPa]	$R_{b;cal}$ [kN]	$R_{s;cal}$ [kN]	$R_{C;d}$ [kN]	$F_{nk;d}^*$ [kN]
DKM005	1,34	-16,50	385	8,0	466	216	409	24
		-17,00	409	7,8	456	267	434	24
		-17,50	417	7,1	417	318	441	24
		-18,00	429	6,6	388	368	454	24
		-18,50	450	6,4	375	417	475	24
		-19,00	489	6,8	398	458	513	24
		-19,50	523	6,9	407	506	547	24
DKM006	1,13	-16,50	496	11,2	658	214	523	27
		-17,00	432	8,3	487	278	459	27
		-17,50	443	7,6	442	342	470	27
		-18,00	450	6,7	392	403	477	27
		-18,50	520	7,9	461	451	547	27
		-19,00	544	7,7	450	503	571	27
		-19,50	567	7,5	439	552	594	27
DKM007	0,92	-16,50	412	8,2	480	242	433	21
		-17,00	450	8,2	480	305	470	21
		-17,50	557	10,2	598	365	577	21
		-18,00	622	11,0	644	429	643	21
		-18,50	652	10,7	628	493	673	21
		-19,00	695	10,9	636	558	715	21
		-19,50	732	10,8	634	621	753	21
DKM008	1,05	-16,50	372	7,6	444	217	396	24
		-17,00	405	7,6	446	268	428	24
		-17,50	459	8,3	486	319	483	24
		-18,00	488	8,3	483	370	512	24
		-18,50	560	9,4	550	423	584	24
		-19,00	600	9,5	556	484	624	24
		-19,50	601	8,5	497	545	625	24
DKM009	1,17	-16,50	351	7,4	430	196	375	25
		-17,00	394	7,5	440	259	419	25
		-17,50	460	8,5	495	314	485	25
		-18,00	545	9,8	576	375	570	25
		-18,50	575	9,6	561	439	600	25
		-19,00	592	9,0	525	503	617	25
		-19,50	605	8,3	488	562	629	25

* Negatieve kleef bepaald voor alleenstaande paal, aan de rand van groep, in één rij en in groep met $D > \sqrt{(10 \times d \times h)}$

Toelichting

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

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

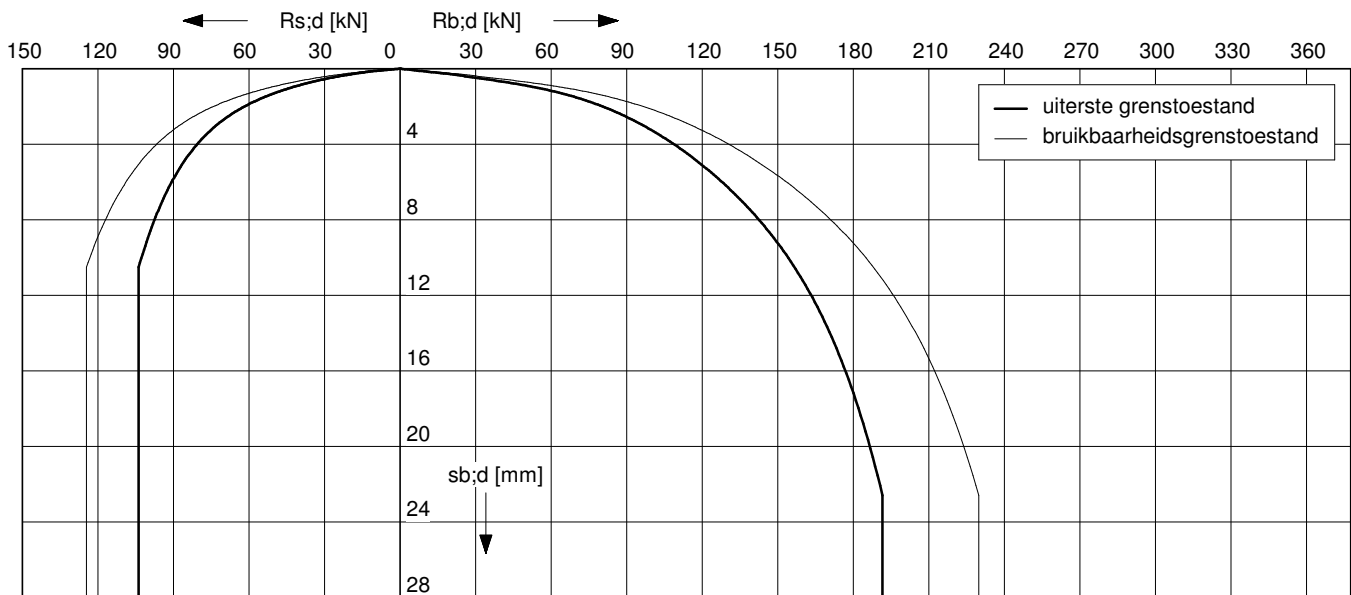
Paaltype : Stalen buispaal

Sonderingen: DKM005

Berekening s_2 gebaseerd op sondering DKM005

Paalafmeting : 0,219/0,219 m

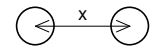
Paalpuntniveau : -16,50 m tov NAP

**Uiterste grenstoestand**

$F_{c;d,netto}$ [kN]	$F_{nk;d}$ [kN]	$F_{c;d}$ [kN]	$s_{b;d}$ [mm]	$s_{el;d}$ [mm]	$s_{1;d}$ [mm]	$s_{2;d}$ [mm]	s_d [mm]	$k_{v;d}$ paal vrijstaand [kN/mm]	$k_{v;d}$ paal in groep [kN/mm]
276	19	295	22,1	7,7	29,8	3,6	33,4	19	15
248	19	268	11,9	7,0	18,9	3,3	22,2	21	16
221	19	240	7,8	6,3	14,1	2,9	17,1	22	16
193	19	212	5,4	5,5	11,0	2,6	13,6	23	17
165	19	185	3,7	4,8	8,5	2,3	10,8	24	18
138	19	157	2,5	4,1	6,6	1,9	8,5	25	18
110	19	129	1,6	3,4	5,0	1,6	6,6	26	18
82	19	102	1,1	2,7	3,7	1,2	5,0	27	19
55	19	74	0,7	1,9	2,6	0,9	3,5	27	19
27	19	47	0,4	1,2	1,6	0,6	2,1	28	19

Configuratie paalgroepvoor bepaling s_2

2-paalspoer



hoh-afstand x : 3D

Bruikbaarheidsgrenstoestand

$F_{c;netto}$ [kN]	F_{nk} [kN]	$F_{c;rep}$ [kN]	s_b [mm]	s_{el} [mm]	s_1 [mm]	s_2 [mm]	s [mm]	$k_{v;rep}$ paal vrijstaand [kN/mm]	$k_{v;rep}$ paal in groep [kN/mm]
212	19	231	4,1	5,0	9,2	2,8	12,0	25	19
191	19	210	3,2	4,6	7,8	2,6	10,4	27	20
170	19	189	2,5	4,1	6,6	2,3	8,9	29	21
148	19	168	1,9	3,6	5,6	2,1	7,6	30	22
127	19	147	1,5	3,2	4,6	1,8	6,4	32	23
106	19	125	1,1	2,7	3,8	1,5	5,4	33	23
85	19	104	0,8	2,3	3,1	1,3	4,4	34	24
64	19	83	0,6	1,8	2,4	1,0	3,4	35	24
42	19	62	0,4	1,3	1,7	0,8	2,5	35	25
21	19	41	0,3	0,9	1,1	0,5	1,6	36	25

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)**

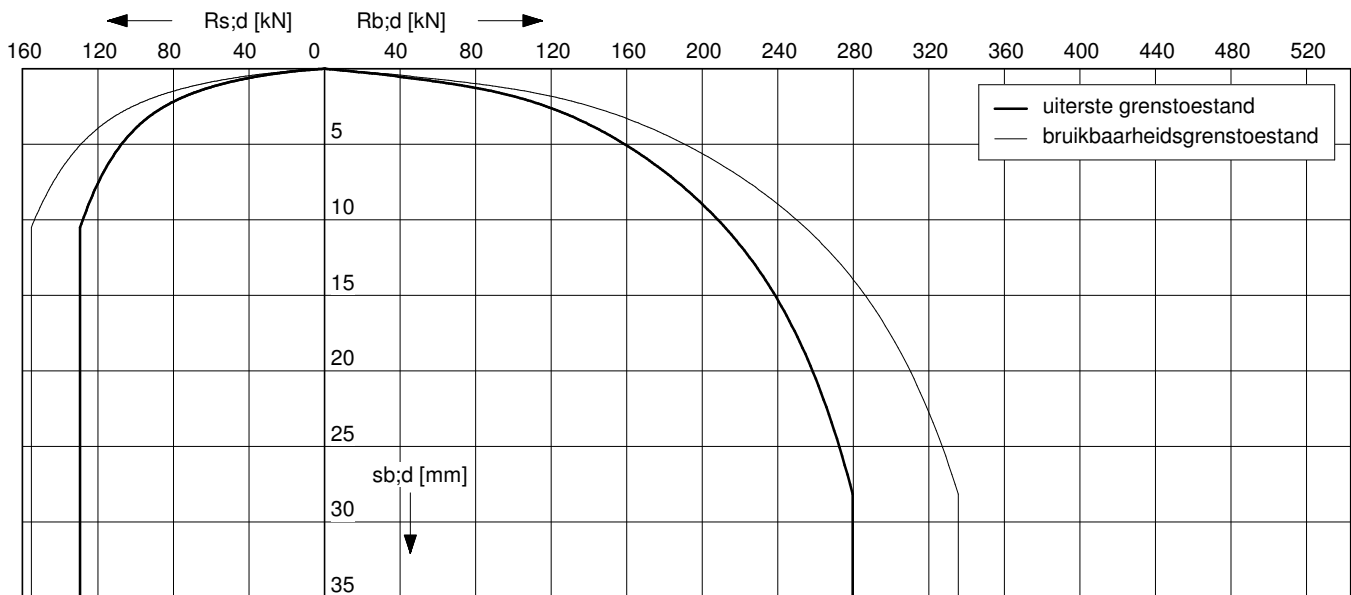
Paaltipe : Stalen buispaal

Sonderingen: DKM005

Berekening s_2 gebaseerd op sondering DKM005

Paalafmeting : 0,273/0,273 m

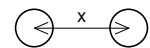
Paalpuntniveau : -16,50 m tov NAP

**Uiterste grenstoestand**

$F_{c;d,netto}$ [kN]	$F_{nk;d}$ [kN]	$F_{c;d}$ [kN]	$s_{b;d}$ [mm]	$s_{el;d}$ [mm]	$s_{1;d}$ [mm]	$s_{2;d}$ [mm]	s_d [mm]	$k_{v;d}$ paal vrijstaand [kN/mm]	$k_{v;d}$ paal in groep [kN/mm]
385	24	409	27,5	6,9	34,4	4,1	38,5	26	20
346	24	370	15,4	6,3	21,7	3,7	25,4	28	21
308	24	332	9,5	5,6	15,1	3,3	18,4	31	22
269	24	293	6,5	4,9	11,4	2,9	14,3	33	23
231	24	255	4,3	4,3	8,6	2,5	11,2	35	24
192	24	216	2,9	3,6	6,5	2,2	8,7	36	24
154	24	178	1,9	3,0	4,9	1,8	6,7	37	25
115	24	139	1,2	2,3	3,6	1,4	5,0	38	26
77	24	101	0,8	1,7	2,5	1,0	3,5	39	26
38	24	62	0,4	1,0	1,5	0,6	2,1	41	27

Configuratie paalgroepvoor bepaling s_2

2-paalspoer



hoh-afstand x : 3D

Bruikbaarheidsgrenstoestand

$F_{c;netto}$ [kN]	F_{nk} [kN]	$F_{c;rep}$ [kN]	s_b [mm]	s_{el} [mm]	s_1 [mm]	s_2 [mm]	s [mm]	$k_{v;rep}$ paal vrijstaand [kN/mm]	$k_{v;rep}$ paal in groep [kN/mm]
296	24	320	4,9	4,5	9,4	3,2	12,6	34	25
266	24	290	3,8	4,1	7,9	2,9	10,8	37	27
237	24	261	2,9	3,6	6,5	2,6	9,1	40	29
207	24	231	2,2	3,2	5,4	2,3	7,7	43	30
177	24	202	1,7	2,8	4,5	2,0	6,5	45	31
148	24	172	1,3	2,4	3,7	1,7	5,4	46	32
118	24	142	1,0	2,0	3,0	1,4	4,4	48	33
89	24	113	0,7	1,6	2,3	1,1	3,4	50	33
59	24	83	0,5	1,2	1,6	0,8	2,5	51	34
30	24	54	0,3	0,7	1,0	0,5	1,6	53	35

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)**

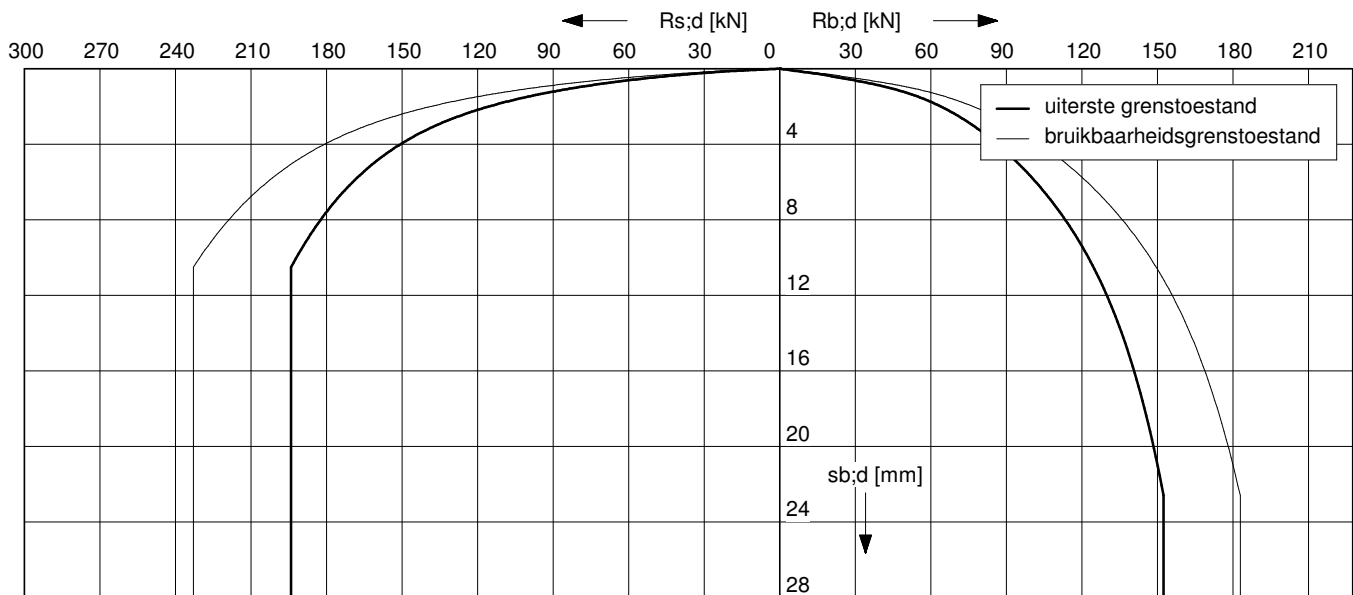
Paaltype : Stalen buispaal

Sonderingen: DKM006

Berekening s_2 gebaseerd op sondering DKM006

Paalafmeting : 0,219/0,219 m

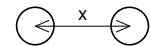
Paalpuntniveau : -18,00 m tov NAP

**Uiterste grenstoestand**

$F_{c;d,netto}$ [kN]	$F_{nk;d}$ [kN]	$F_{c;d}$ [kN]	$s_{b;d}$ [mm]	$s_{el;d}$ [mm]	$s_{1;d}$ [mm]	$s_{2;d}$ [mm]	s_d [mm]	$k_{v;d}$ paal vrijstaand [kN/mm]	$k_{v;d}$ paal in groep [kN/mm]
325	22	346	22,1	9,6	31,6	3,6	35,2	22	17
292	22	314	9,8	8,7	18,5	3,2	21,7	23	17
260	22	281	6,7	7,8	14,4	2,9	17,3	24	18
227	22	249	4,5	6,9	11,4	2,6	13,9	25	19
195	22	216	3,1	6,0	9,0	2,2	11,3	25	19
162	22	184	2,1	5,1	7,2	1,9	9,1	26	19
130	22	152	1,4	4,2	5,6	1,6	7,1	27	20
98	22	119	1,0	3,3	4,2	1,2	5,5	27	20
65	22	87	0,6	2,4	3,0	0,9	3,9	28	20
33	22	54	0,3	1,5	1,8	0,6	2,4	28	21

Configuratie paalgroepvoor bepaling s_2

2-paalspoer



hoh-afstand x : 3D

Bruikbaarheidsgrenstoestand

$F_{c;netto}$ [kN]	F_{nk} [kN]	$F_{c;rep}$ [kN]	s_b [mm]	s_{el} [mm]	s_1 [mm]	s_2 [mm]	s [mm]	$k_{v;rep}$ paal vrijstaand [kN/mm]	$k_{v;rep}$ paal in groep [kN/mm]
250	22	271	3,5	6,2	9,7	2,8	12,5	28	22
225	22	246	2,7	5,6	8,3	2,5	10,9	30	23
200	22	221	2,1	5,1	7,2	2,3	9,4	31	23
175	22	196	1,6	4,5	6,1	2,0	8,1	32	24
150	22	171	1,3	3,9	5,2	1,8	7,0	33	25
125	22	146	1,0	3,3	4,3	1,5	5,8	34	25
100	22	121	0,7	2,8	3,5	1,2	4,7	35	26
75	22	96	0,5	2,2	2,7	1,0	3,7	35	26
50	22	72	0,4	1,6	2,0	0,7	2,7	36	26
25	22	47	0,2	1,1	1,3	0,5	1,7	37	27

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 997 - 1 + C2 : 2017)**

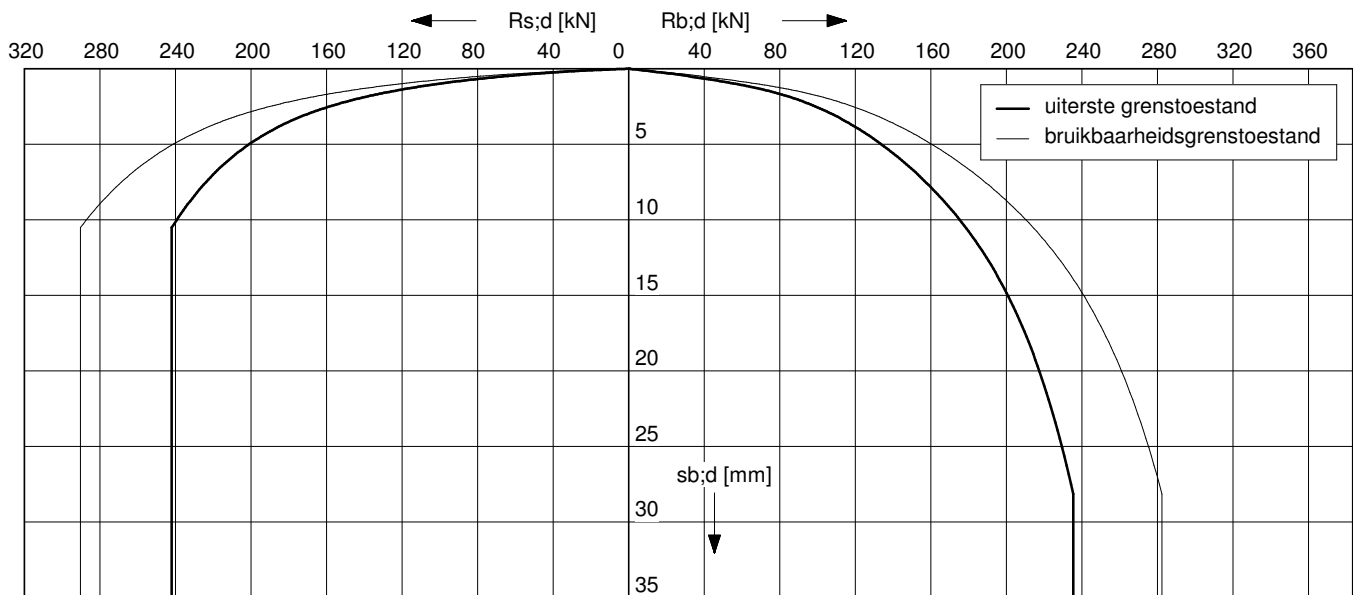
Paaltype : Stalen buispaal

Sonderingen: DKM006

Berekening s_2 gebaseerd op sondering DKM006

Paalafmeting : 0,273/0,273 m

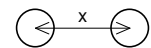
Paalpuntniveau : -18,00 m tov NAP

**Uiterste grenstoestand**

$F_{c;d,netto}$ [kN]	$F_{nk;d}$ [kN]	$F_{c;d}$ [kN]	$s_{b;d}$ [mm]	$s_{el;d}$ [mm]	$s_{1;d}$ [mm]	$s_{2;d}$ [mm]	s_d [mm]	$k_{v;d}$ paal vrijstaand [kN/mm]	$k_{v;d}$ paal in groep [kN/mm]
450	27	477	27,5	8,5	36,0	5,2	41,2	30	21
405	27	432	12,3	7,7	20,0	4,7	24,6	32	22
360	27	387	7,8	6,9	14,7	4,2	18,9	34	23
315	27	342	5,3	6,1	11,3	3,7	15,0	36	24
270	27	297	3,5	5,3	8,8	3,2	12,0	37	24
225	27	252	2,3	4,5	6,8	2,7	9,5	38	25
180	27	207	1,6	3,7	5,3	2,2	7,5	39	25
135	27	162	1,0	2,9	3,9	1,8	5,7	40	26
90	27	117	0,6	2,1	2,7	1,3	4,0	41	26
45	27	72	0,3	1,3	1,6	0,8	2,4	42	27

Configuratie paalgroepvoor bepaling s_2

2-paalspoer



hoh-afstand x : 3D

Bruikbaarheidsgrenstoestand

$F_{c;netto}$ [kN]	F_{nk} [kN]	$F_{c;rep}$ [kN]	s_b [mm]	s_{el} [mm]	s_1 [mm]	s_2 [mm]	s [mm]	$k_{v;rep}$ paal vrijstaand [kN/mm]	$k_{v;rep}$ paal in groep [kN/mm]
346	27	373	4,0	5,5	9,5	4,0	13,6	39	27
311	27	338	3,1	5,0	8,1	3,7	11,7	42	29
277	27	304	2,4	4,5	6,9	3,3	10,1	44	30
242	27	269	1,9	4,0	5,8	2,9	8,7	46	31
208	27	235	1,4	3,4	4,9	2,5	7,4	48	32
173	27	200	1,1	2,9	4,0	2,2	6,2	50	32
138	27	165	0,8	2,4	3,2	1,8	5,0	51	33
104	27	131	0,6	1,9	2,5	1,4	3,9	52	33
69	27	96	0,4	1,4	1,8	1,0	2,8	54	34
35	27	62	0,2	0,9	1,1	0,7	1,8	55	34

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)**

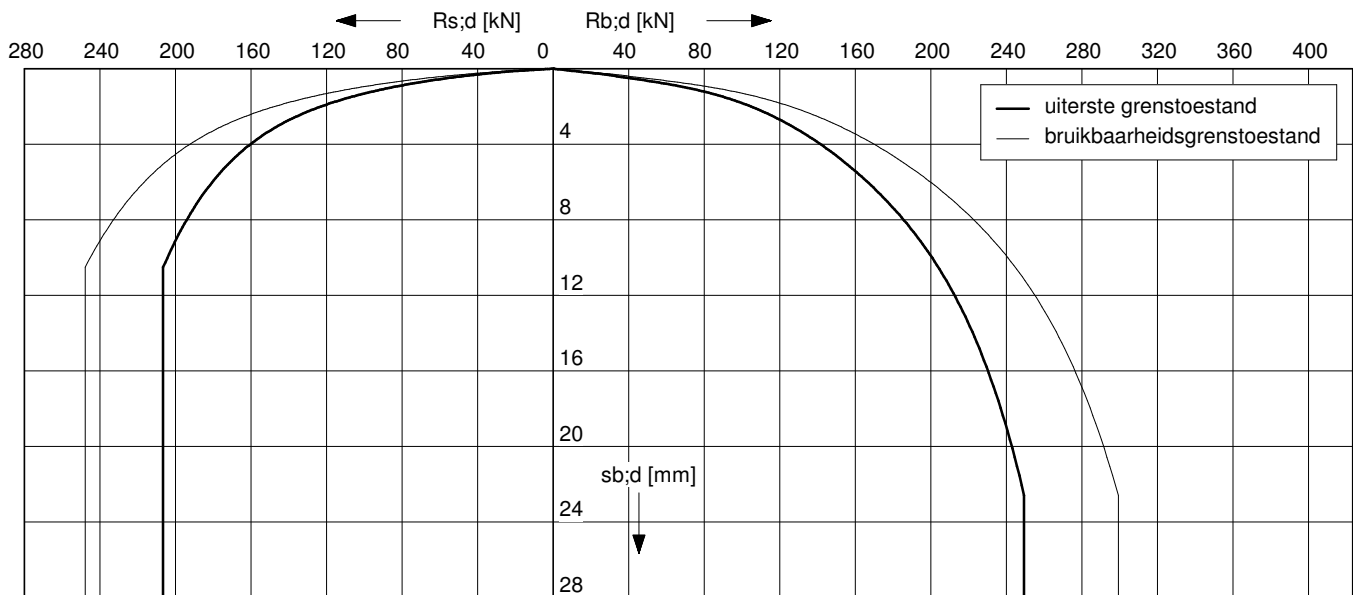
Paaltype : Stalen buispaal

Sonderingen: DKM007

Berekening s_2 gebaseerd op sondering DKM007

Paalafmeting : 0,219/0,219 m

Paalpuntniveau : -18,00 m tov NAP

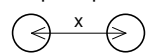
**Uiterste grenstoestand**

Configuratie paalgroep

$F_{c;d,netto}$ [kN]	$F_{nk;d}$ [kN]	$F_{c;d}$ [kN]	$s_{b;d}$ [mm]	$s_{el;d}$ [mm]	$s_{1;d}$ [mm]	$s_{2;d}$ [mm]	s_d [mm]	$k_{v;d}$ paal vrijstaand [kN/mm]	$k_{v;d}$ paal in groep [kN/mm]
439	17	456	22,1	12,7	34,8	3,5	38,2	23	19
395	17	412	10,6	11,4	22,0	3,2	25,2	24	19
351	17	368	7,2	10,2	17,4	2,8	20,2	25	20
307	17	324	4,8	9,0	13,8	2,5	16,2	26	21
263	17	280	3,2	7,7	11,0	2,1	13,1	27	21
220	17	236	2,2	6,5	8,7	1,8	10,5	27	21
176	17	192	1,4	5,3	6,7	1,5	8,2	28	22
132	17	149	0,9	4,1	5,0	1,1	6,2	28	22
88	17	105	0,6	2,9	3,4	0,8	4,2	29	22
44	17	61	0,3	1,7	2,0	0,5	2,4	29	23

voor bepaling s_2

2-paalspoer



hoh-afstand x : 3D

Bruikbaarheidsgrenstoestand

$F_{c;netto}$ [kN]	F_{nk} [kN]	$F_{c;rep}$ [kN]	s_b [mm]	s_{el} [mm]	s_1 [mm]	s_2 [mm]	s [mm]	$k_{v;rep}$ paal vrijstaand [kN/mm]	$k_{v;rep}$ paal in groep [kN/mm]
338	17	354	3,7	8,1	11,8	2,7	14,6	30	24
304	17	320	2,9	7,3	10,2	2,5	12,7	31	25
270	17	287	2,2	6,6	8,8	2,2	11,0	33	26
236	17	253	1,7	5,8	7,5	1,9	9,4	34	27
203	17	219	1,3	5,0	6,3	1,7	8,0	35	27
169	17	185	1,0	4,2	5,2	1,4	6,6	36	28
135	17	152	0,7	3,5	4,2	1,2	5,4	36	28
101	17	118	0,5	2,7	3,2	0,9	4,1	37	29
68	17	84	0,3	1,9	2,3	0,6	2,9	37	29
34	17	50	0,2	1,1	1,3	0,4	1,7	38	29

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)**

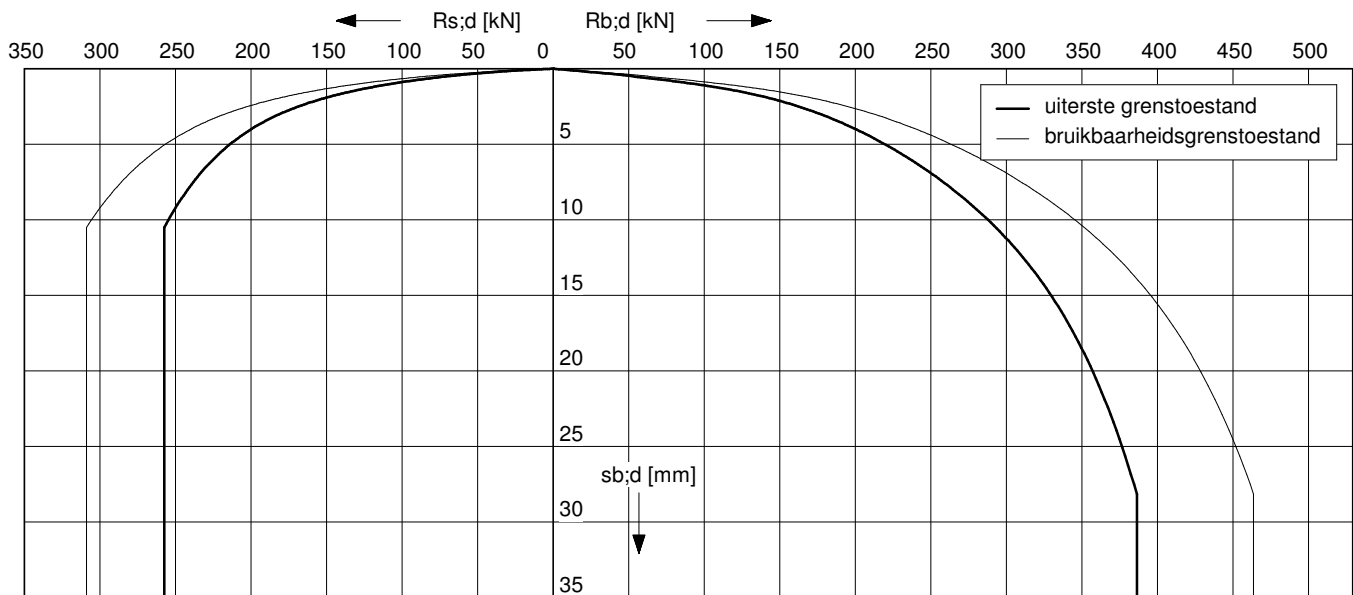
Paaltype : Stalen buispaal

Sonderingen: DKM007

Berekening s_2 gebaseerd op sondering DKM007

Paalafmeting : 0,273/0,273 m

Paalpuntniveau : -18,00 m tov NAP

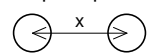
**Uiterste grenstoestand**

Configuratie paalgroep

$F_{c;d,netto}$ [kN]	$F_{nk;d}$ [kN]	$F_{c;d}$ [kN]	$s_{b;d}$ [mm]	$s_{el;d}$ [mm]	$s_{1;d}$ [mm]	$s_{2;d}$ [mm]	s_d [mm]	$k_{v;d}$ paal vrijstaand [kN/mm]	$k_{v;d}$ paal in groep [kN/mm]
622	21	643	27,5	11,6	39,1	4,9	44,0	33	25
560	21	581	14,0	10,4	24,4	4,4	28,9	35	26
498	21	519	8,6	9,3	17,9	4,0	21,8	36	27
436	21	457	5,7	8,2	13,9	3,5	17,4	38	28
374	21	394	3,8	7,0	10,9	3,0	13,9	39	28
311	21	332	2,5	5,9	8,4	2,5	11,0	40	29
249	21	270	1,6	4,8	6,5	2,1	8,5	41	29
187	21	208	1,1	3,7	4,7	1,6	6,3	42	30
125	21	145	0,6	2,6	3,2	1,1	4,3	43	30
62	21	83	0,3	1,5	1,8	0,6	2,4	44	30

voor bepaling s_2

2-paalspoer



hoh-afstand x : 3D

Bruikbaarheidsgrenstoestand

$F_{c;netto}$ [kN]	F_{nk} [kN]	$F_{c;rep}$ [kN]	s_b [mm]	s_{el} [mm]	s_1 [mm]	s_2 [mm]	s [mm]	$k_{v;rep}$ paal vrijstaand [kN/mm]	$k_{v;rep}$ paal in groep [kN/mm]
479	21	500	4,4	7,4	11,8	3,8	15,6	42	32
431	21	452	3,4	6,7	10,0	3,5	13,5	45	33
383	21	404	2,6	6,0	8,5	3,1	11,6	47	35
335	21	356	2,0	5,3	7,2	2,7	9,9	49	36
287	21	308	1,5	4,6	6,0	2,4	8,4	51	37
239	21	260	1,1	3,8	5,0	2,0	7,0	52	37
192	21	212	0,8	3,1	4,0	1,6	5,6	54	38
144	21	164	0,6	2,4	3,0	1,3	4,3	55	39
96	21	117	0,4	1,7	2,1	0,9	3,0	56	39
48	21	69	0,2	1,0	1,2	0,5	1,7	57	40

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 997 - 1 + C2 : 2017)**

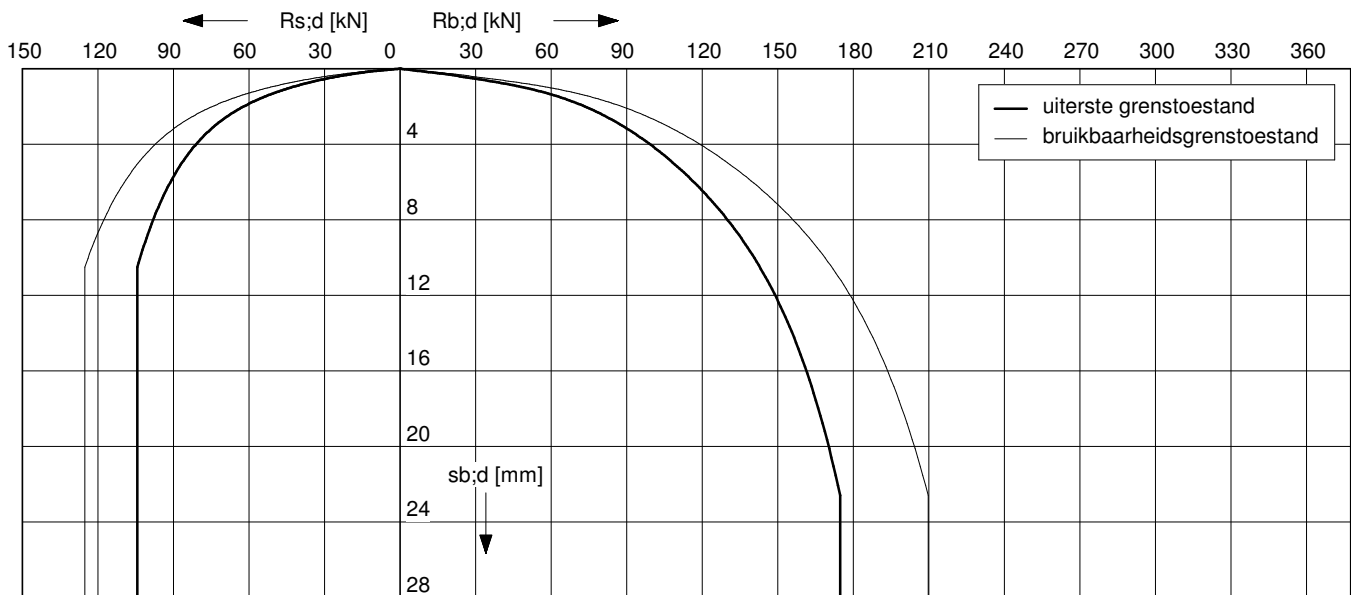
Paaltipe : Stalen buispaal

Sonderingen: DKM008

Berekening s_2 gebaseerd op sondering DKM008

Paalafmeting : 0,219/0,219 m

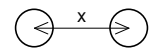
Paalpuntniveau : -16,50 m tov NAP

**Uiterste grenstoestand**

$F_{c;d,netto}$ [kN]	$F_{nk;d}$ [kN]	$F_{c;d}$ [kN]	$s_{b;d}$ [mm]	$s_{el;d}$ [mm]	$s_{1;d}$ [mm]	$s_{2;d}$ [mm]	s_d [mm]	$k_{v;d}$ paal vrijstaand [kN/mm]	$k_{v;d}$ paal in groep [kN/mm]
260	19	279	21,5	7,3	28,8	2,7	31,5	19	15
234	19	253	11,7	6,6	18,3	2,4	20,7	21	16
208	19	227	7,7	5,9	13,6	2,2	15,8	22	17
182	19	201	5,3	5,2	10,5	1,9	12,5	23	18
156	19	175	3,6	4,5	8,2	1,7	9,9	24	19
130	19	149	2,4	3,9	6,3	1,4	7,7	25	19
104	19	123	1,6	3,2	4,8	1,2	6,0	26	19
78	19	97	1,1	2,5	3,6	0,9	4,5	26	20
52	19	71	0,7	1,8	2,5	0,7	3,2	27	20
26	19	45	0,4	1,2	1,5	0,4	2,0	28	21

Configuratie paalgroepvoor bepaling s_2

2-paalspoer



hoh-afstand x : 3D

Bruikbaarheidsgrenstoestand

$F_{c;netto}$ [kN]	F_{nk} [kN]	$F_{c;rep}$ [kN]	s_b [mm]	s_{el} [mm]	s_1 [mm]	s_2 [mm]	s [mm]	$k_{v;rep}$ paal vrijstaand [kN/mm]	$k_{v;rep}$ paal in groep [kN/mm]
200	19	219	4,0	4,7	8,8	2,1	10,9	25	20
180	19	199	3,1	4,3	7,4	1,9	9,3	27	21
160	19	179	2,4	3,9	6,3	1,7	8,0	28	22
140	19	159	1,9	3,4	5,3	1,5	6,8	30	23
120	19	139	1,4	3,0	4,4	1,3	5,8	31	24
100	19	119	1,1	2,6	3,7	1,1	4,8	32	25
80	19	99	0,8	2,1	3,0	0,9	3,9	33	25
60	19	79	0,6	1,7	2,3	0,8	3,1	34	26
40	19	59	0,4	1,3	1,7	0,6	2,3	35	26
20	19	39	0,3	0,8	1,1	0,4	1,5	36	27

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)**

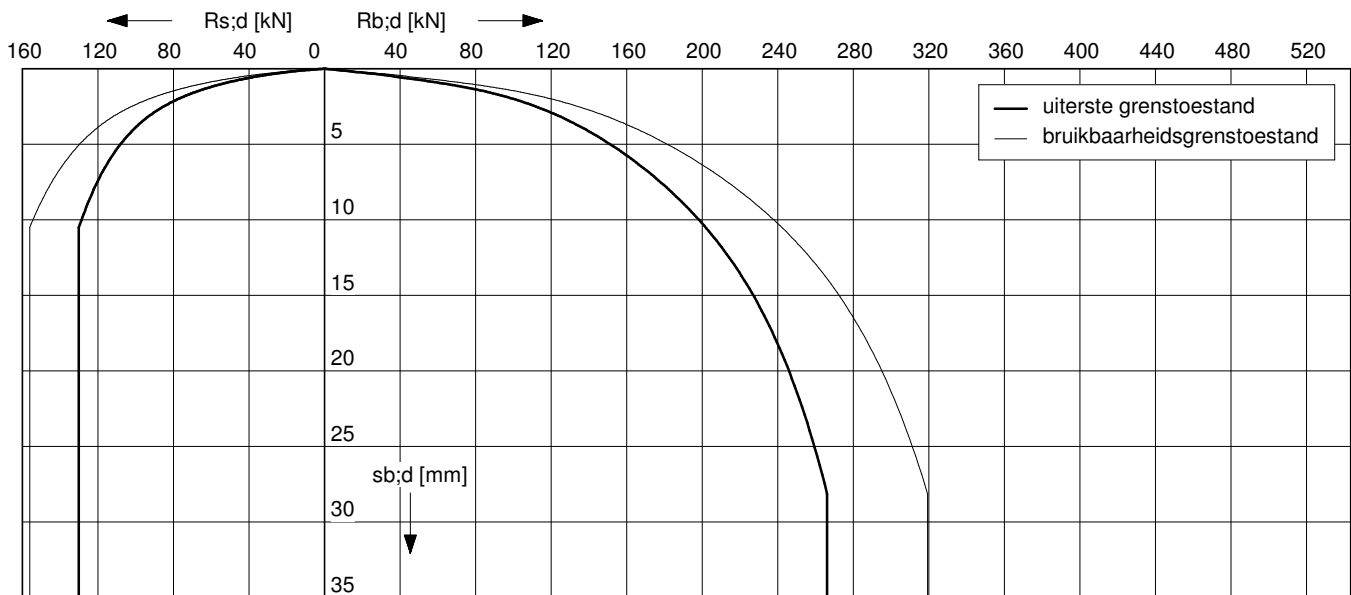
Paaltipe : Stalen buispaal

Sonderingen: DKM008

Berekening s_2 gebaseerd op sondering DKM008

Paalafmeting : 0,273/0,273 m

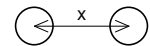
Paalpuntniveau : -16,50 m tov NAP

**Uiterste grenstoestand**

$F_{c;d,netto}$ [kN]	$F_{nk;d}$ [kN]	$F_{c;d}$ [kN]	$s_{b;d}$ [mm]	$s_{el;d}$ [mm]	$s_{1;d}$ [mm]	$s_{2;d}$ [mm]	s_d [mm]	$k_{v;d}$ paal vrijstaand [kN/mm]	$k_{v;d}$ paal in groep [kN/mm]
372	24	396	27,5	6,7	34,2	3,1	37,3	26	20
335	24	359	15,1	6,0	21,2	2,8	24,0	28	22
298	24	322	9,4	5,4	14,8	2,5	17,3	30	23
261	24	284	6,5	4,8	11,2	2,2	13,5	32	24
223	24	247	4,3	4,1	8,5	2,0	10,4	34	25
186	24	210	2,8	3,5	6,4	1,7	8,0	36	26
149	24	173	1,9	2,9	4,8	1,4	6,1	37	27
112	24	136	1,2	2,3	3,5	1,1	4,6	38	27
75	24	98	0,8	1,6	2,4	0,8	3,2	39	28
37	24	61	0,4	1,0	1,4	0,5	1,9	41	29

Configuratie paalgroepvoor bepaling s_2

2-paalspoer



hoh-afstand x : 3D

Bruikbaarheidsgrenstoestand

$F_{c;netto}$ [kN]	F_{nk} [kN]	$F_{c;rep}$ [kN]	s_b [mm]	s_{el} [mm]	s_1 [mm]	s_2 [mm]	s [mm]	$k_{v;rep}$ paal vrijstaand [kN/mm]	$k_{v;rep}$ paal in groep [kN/mm]
286	24	310	4,9	4,3	9,3	2,4	11,7	34	26
258	24	281	3,8	3,9	7,7	2,2	9,9	37	28
229	24	253	2,9	3,5	6,4	2,0	8,4	40	30
200	24	224	2,2	3,1	5,3	1,8	7,1	42	32
172	24	196	1,7	2,7	4,4	1,5	5,9	44	33
143	24	167	1,3	2,3	3,6	1,3	4,9	47	34
115	24	138	1,0	1,9	2,9	1,1	4,0	48	35
86	24	110	0,7	1,5	2,2	0,9	3,1	50	36
57	24	81	0,5	1,1	1,6	0,6	2,2	51	36
29	24	52	0,3	0,7	1,0	0,4	1,4	53	37

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)**

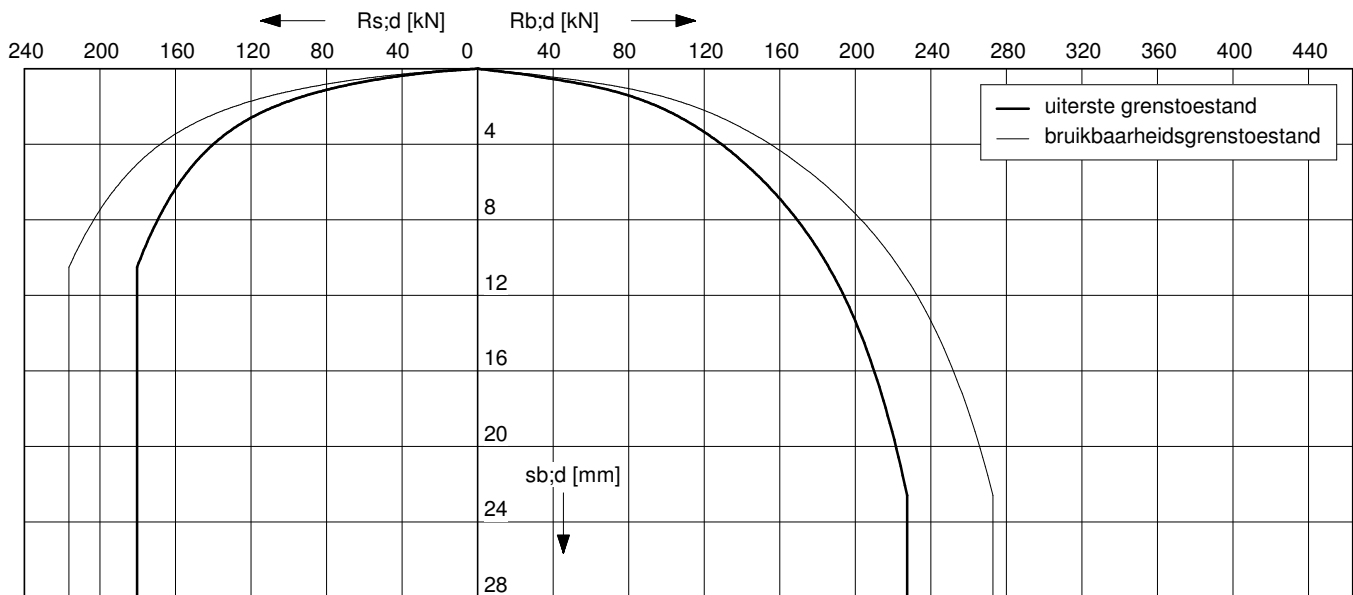
Paaltype : Stalen buispaal

Sonderingen: DKM009

Berekening s_2 gebaseerd op sondering DKM009

Paalafmeting : 0,219/0,219 m

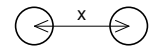
Paalpuntniveau : -18,00 m tov NAP

**Uiterste grenstoestand**

$F_{c;d,netto}$ [kN]	$F_{nk;d}$ [kN]	$F_{c;d}$ [kN]	$s_{b;d}$ [mm]	$s_{el;d}$ [mm]	$s_{1;d}$ [mm]	$s_{2;d}$ [mm]	s_d [mm]	$k_{v;d}$ paal vrijstaand [kN/mm]	$k_{v;d}$ paal in groep [kN/mm]
388	20	407	22,1	11,4	33,4	4,4	37,8	22	17
349	20	369	10,8	10,2	21,1	4,0	25,0	23	17
310	20	330	7,2	9,2	16,3	3,6	19,9	24	18
271	20	291	5,0	8,1	13,1	3,2	16,2	25	19
233	20	252	3,3	7,0	10,3	2,7	13,1	26	19
194	20	214	2,2	5,9	8,1	2,3	10,4	27	19
155	20	175	1,5	4,8	6,3	1,9	8,2	27	20
116	20	136	1,0	3,8	4,7	1,5	6,2	28	20
78	20	97	0,6	2,7	3,3	1,1	4,3	28	20
39	20	59	0,3	1,6	1,9	0,6	2,6	29	20

Configuratie paalgroepvoor bepaling s_2

2-paalspoer



hoh-afstand x : 3D

Bruikbaarheidsgrenstoestand

$F_{c;netto}$ [kN]	F_{nk} [kN]	$F_{c;rep}$ [kN]	s_b [mm]	s_{el} [mm]	s_1 [mm]	s_2 [mm]	s [mm]	$k_{v;rep}$ paal vrijstaand [kN/mm]	$k_{v;rep}$ paal in groep [kN/mm]
298	20	318	3,8	7,3	11,1	3,4	14,5	29	22
268	20	288	3,0	6,6	9,6	3,1	12,7	30	23
239	20	258	2,3	5,9	8,2	2,8	11,0	31	23
209	20	228	1,7	5,2	7,0	2,5	9,5	33	24
179	20	199	1,3	4,6	5,9	2,1	8,0	34	25
149	20	169	1,0	3,9	4,9	1,8	6,7	35	25
119	20	139	0,8	3,2	3,9	1,5	5,4	35	26
89	20	109	0,5	2,5	3,0	1,2	4,2	36	26
60	20	79	0,4	1,8	2,2	0,9	3,0	37	26
30	20	50	0,2	1,1	1,3	0,5	1,9	37	27

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 997 - 1 + C2 : 2017)**

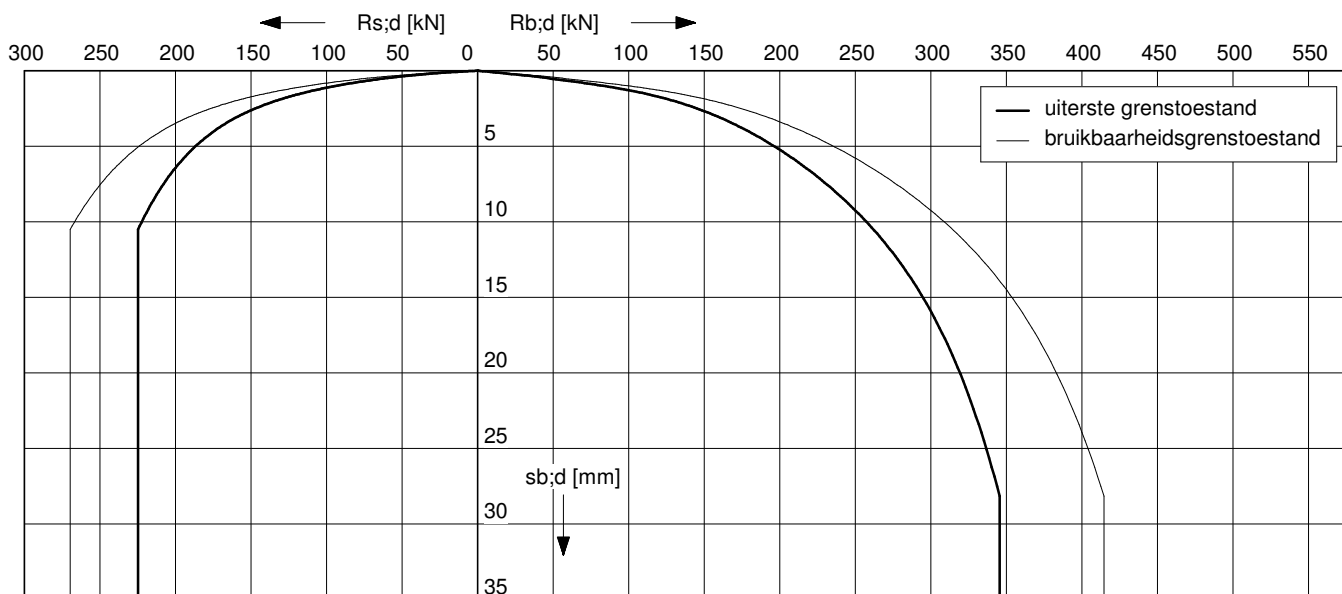
Paaltype : Stalen buispaal

Sonderingen: DKM009

Berekening s_2 gebaseerd op sondering DKM009

Paalafmeting : 0,273/0,273 m

Paalpuntniveau : -18,00 m tov NAP

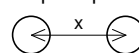
**Uiterste grenstoestand**

Configuratie paalgroep

$F_{c;d,netto}$ [kN]	$F_{nk;d}$ [kN]	$F_{c;d}$ [kN]	$s_{b;d}$ [mm]	$s_{el;d}$ [mm]	$s_{1;d}$ [mm]	$s_{2;d}$ [mm]	s_d [mm]	$k_{v;d}$ paal vrijstaand [kN/mm]	$k_{v;d}$ paal in groep [kN/mm]
545	25	570	27,5	10,3	37,8	6,7	44,5	31	21
491	25	515	14,3	9,3	23,5	6,0	29,6	33	22
436	25	461	8,6	8,3	16,9	5,4	22,3	35	23
382	25	406	5,9	7,3	13,2	4,8	17,9	36	23
327	25	352	3,9	6,3	10,2	4,1	14,3	38	24
273	25	297	2,6	5,3	7,9	3,5	11,4	39	24
218	25	243	1,7	4,3	6,0	2,8	8,9	40	25
164	25	188	1,1	3,4	4,4	2,2	6,7	41	25
109	25	134	0,7	2,4	3,1	1,6	4,6	42	26
55	25	79	0,3	1,4	1,8	0,9	2,7	43	26

voor bepaling s_2

2-paalspoer



hoh-afstand x : 3D

Bruikbaarheidsgrenstoestand

$F_{c;netto}$ [kN]	F_{nk} [kN]	$F_{c;rep}$ [kN]	s_b [mm]	s_{el} [mm]	s_1 [mm]	s_2 [mm]	s [mm]	$k_{v;rep}$ paal vrijstaand [kN/mm]	$k_{v;rep}$ paal in groep [kN/mm]
419	25	444	4,5	6,6	11,1	5,2	16,3	40	27
377	25	402	3,4	6,0	9,4	4,7	14,1	43	28
335	25	360	2,6	5,3	8,0	4,2	12,2	45	30
294	25	318	2,0	4,7	6,7	3,7	10,5	47	30
252	25	276	1,5	4,1	5,6	3,2	8,8	49	31
210	25	234	1,2	3,5	4,6	2,7	7,4	51	32
168	25	192	0,9	2,8	3,7	2,3	6,0	52	32
126	25	150	0,6	2,2	2,8	1,8	4,6	53	33
84	25	109	0,4	1,6	2,0	1,3	3,3	54	33
42	25	67	0,2	1,0	1,2	0,8	2,0	56	34

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 = $F_{c;rep} / (s_1 + s_2)$	



Voorbeeldberekening gebaseerd op sondering DKM006
Berekening volgens Eurocode 7-1 (NEN 9997 - 1 + C2 : 2017)

Paaltype : **Stalen buispaal**
 Paalpuntniveau : -17 meter tov NAP

paalafmeting : 0,219/0,219 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 : $\beta = 1,0$ (g)
 Paalvoetdwarsdoersnedefactor : $s = 1,0$ (h)

$$q_{b,max} = 9,3 \text{ MPa}$$

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 : -14,8 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]
-15,00	12,0	0,69	0,2	16	16
-15,50	15,0	0,69	0,5	52	68
-16,00	15,0	0,69	0,5	52	120
-16,50	15,0	0,69	0,5	52	171
-17,00	15,0	0,69	0,5	52	223

Berekening maximum draagkracht

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

$$\text{Oppervlakte paalpunt} : A_b = 0,0377 \text{ m}^2$$

$$R_{c;cal} = 350 + 223 = 573 \text{ kN}$$



Voorbeeldberekening gebaseerd op sondering DKM006 Berekening volgens Eurocode 7-1 (NEN 9997 - 1 + C2 : 2017)

Paaltype : Stalen buispaal
Paalpuntniveau : -17 meter tov NAP

paalafmeting : 0,219/0,219 m

Berekening negatieve kleef, geen groepswerking

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

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

[par. 7.3.2.2(d)]

Dit geldt voor:

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

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

waarin:

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

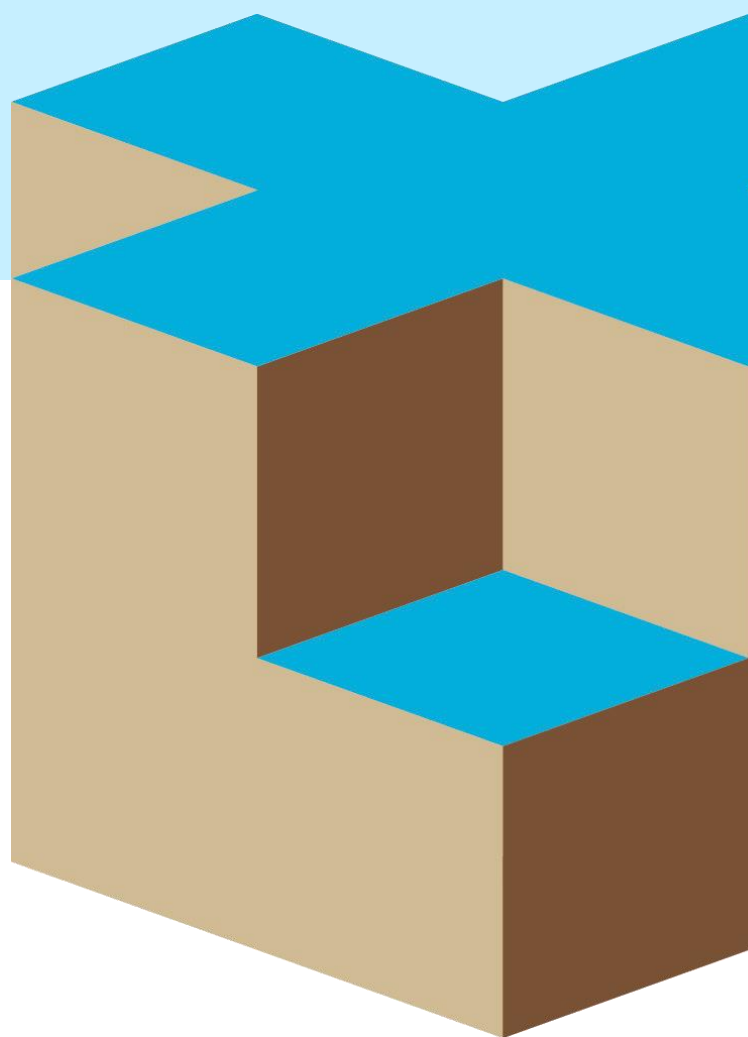
h is de dikte van de laag of lagen waarin de negatieve kleef werkt, in m.

Uitgangspunten

Toekomstig maaiveld	: 1,17 m tov NAP
Huidig maaiveld	: 1,13 m tov NAP
Grondwater	: -2,20 m tov NAP
Bovenbelasting	: 0 kN/m ²
Voorbeeldsondering	: DKM006
O_s	: omtrek dwarsdoorsnede paalschacht
$K_{v;j;rep}$: representatieve waarde van de neutrale gronddruk in laag j
$\tan \delta_j$: representatieve waarde van de wrijvingshoek tussen paalschacht en grond in laag j
$\sigma'_{0;j;rep}$: representatieve waarde van de effectieve verticale spanning onderin laag j

diepte [m tov NAP]	h_j [m]	O_s [m]	γ [kN/m ³]	γ_{sat} [kN/m ³]	ϕ [graden]	$K_0 * \tan \delta_j$	$\sigma'_{v;i}$ [kN/m ²]	$F_{nk;i;rep}$ [kN]	$\Sigma F_{nk;rep}$ [kN]
1,13	0,04	0,69	18,0	20,0	32,5	0,250	1	0,0	0,0
-0,50	1,63	0,69	16,0	16,0	25,0	0,250	27	4	4
-2,20	1,70	0,69	15,0	15,0	22,5	0,250	52	12	15

BIJLAGE H





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.

Werkterrein/bouwput

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

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

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 specietoever 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.

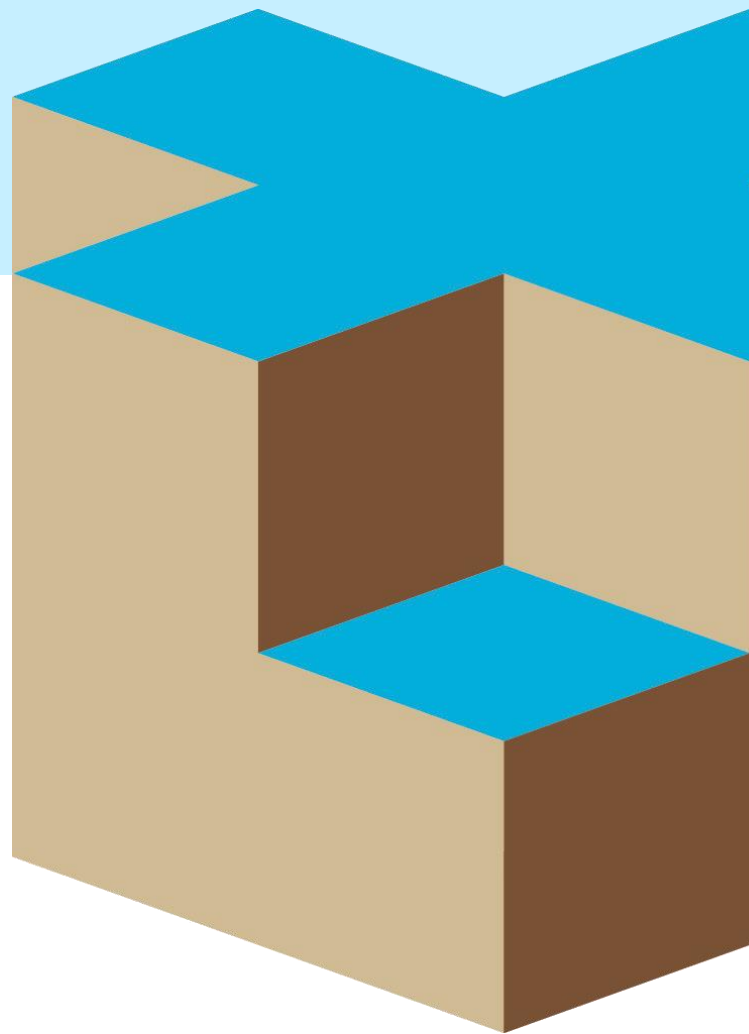
Tot slot

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

BIJLAGE H





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 zakking 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

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 Waddinxveen

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

Vestiging Groningen

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

Vestiging Hoofddorp

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