



Uitbreiding Logistiek E-52 DAF aan de Hugo van der Goeslaan 1 te Eindhoven

Documentnummer: 24SP3139-adv-01

SOCOTEC Geotechnics B.V.
Inpijn-Blokpoel ingenieurs

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

Uitbreiding Logistiek E-52 DAF aan de Hugo van der Goeslaan 1 te Eindhoven

Opdrachtnummer: 24SP3139

Rapport betreffende
Resultaten geotechnisch onderzoek
Indicatief funderingsadvies

Documentnummer
24SP3139-adv-01

Versie
1.0

Datum rapport
17 februari 2025

Opdrachtgever
Volantis B.V.
Villafloraweg 1
5928 SZ Venlo

Opgesteld door:

Gecontroleerd door:

INHOUDSOPGAVE

1. INLEIDING	1
2. PROJECTGEGEVENS	2
2.1 Projectlocatie	2
2.2 Bouwplan	2
2.3 Historie projectlocatie	3
2.4 Omgeving	3
2.5 Tot slot	3
3. ONDERZOEK	4
3.1 Sonderingen	4
3.2 Boring	4
3.3 Uitzetten en waterpassen	4
3.4 Foto's	4
4. BODEMOPBOUW EN GRONDWATER.....	5
4.1 Hoogteligging maaiveld	5
4.2 Beschrijving bodemopbouw.....	5
4.3 Beschrijving geologisch profiel	5
4.4 Grondwater	6
4.5 Oppervlaktewater.....	6
5. INDICATIEF FUNDERINGSADVIES.....	7
5.1 Inleiding	7
5.2 Uitgangspunten.....	7
5.3 Beschrijving paalsysteem	8
5.3.1 Avegaarpalen	8
5.3.2 Type Fundexpalen.....	8
5.4 Richtlijnen nieuwe palen en bestaande fundering	8
5.4.1 Belending op staal.....	8
5.4.2 Belending op palen.....	9
5.5 Richtlijnen sloop bestaande bebouwing	9
5.6 Indicatief paalpuntniveau	9
5.7 Draagkracht op druk	10
5.8 Vervorming	10
5.9 Veercoëfficiënt	11
5.10 Aanvullend onderzoek	11
5.11 Richtlijnen uitvoering en kwaliteitszorg avegaarpalen	11
5.12 Richtlijnen uitvoering en kwaliteitszorg type Fundexpalen	12

BIJLAGEN:

- A Situatietekening en foto's
- B Waterpasstaat
- C Sondeergrafieken
- D Boorstaat
- E Verklaring codering
- F Berekening fundering
 - F1 Berekening fundering avegaarpalen
 - F2 Berekening fundering type Fundexpalen
- G Algemene richtlijnen
 - G1 Algemene richtlijnen uitvoering avegaarpalen
 - G2 Algemene richtlijnen uitvoering type Fundexpalen

VERZENDLIJST:

- Per mail aan Volantis B.V. te Venlo t.a.v. [REDACTED] [REDACTED] [REDACTED]@volantis.nl)

1. INLEIDING

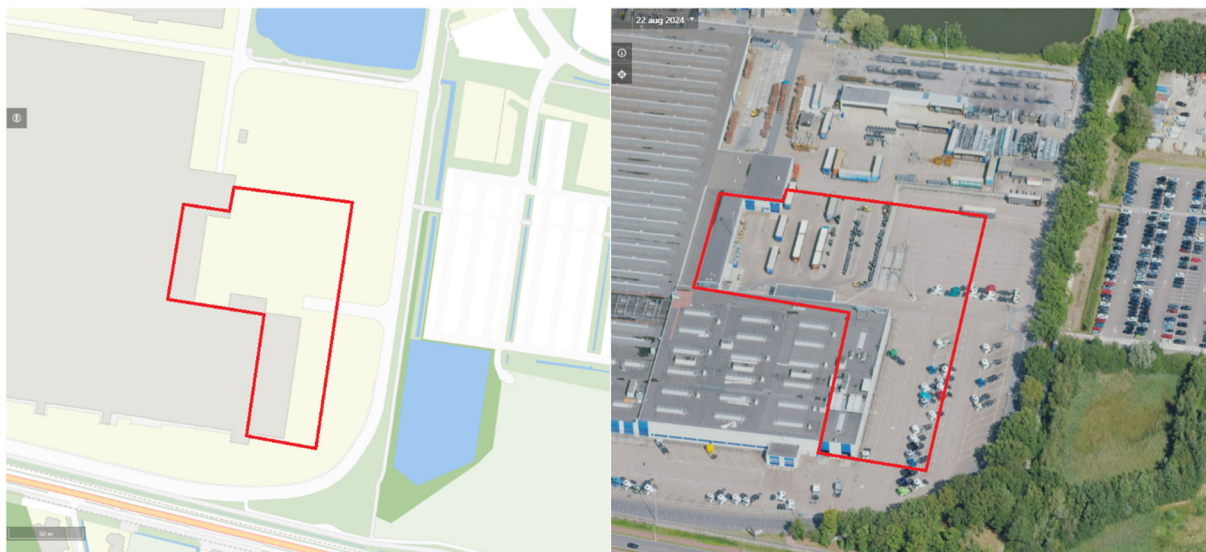
Ten behoeve van de uitbreiding van het bedrijfspand van DAF Trucks N.V. aan de Hugo van der Goeslaan 1 te Eindhoven (Logistiek E-52) wordt door ons bureau op verzoek van Volantis B.V. uit Venlo in voorliggend rapport een indicatief funderingsadvies gegeven. Het advies is gebaseerd op de aan ons verstrekte gegevens en een geotechnisch onderzoek dat op 19 december 2024 door ons bureau op de projectlocatie is uitgevoerd. Dit rapport bevat tevens een beschrijving en de resultaten van dit onderzoek. De werkzaamheden voor onderhavig rapport zijn uitgevoerd overeenkomstig onze offerte met kenmerk OFF-13976 d.d. 12 december 2024.

Opgemerkt wordt dat voorliggend rapport enkel een indicatief advies omvat. Een aanvullend grondonderzoek is noodzakelijk om er voor te zorgen dat de ondergrond over het volledige grondvlak van de nieuwbouw voldoende is verkend. Dit in aansluiting op normering NEN-9997-1. Aansluitend op het aanvullende onderzoek kan er een geactualiseerd funderingsadvies worden opgesteld.

2. PROJECTGEGEVENS

2.1 Projectlocatie

De projectlocatie is gelegen aan de Hugo van der Goeslaan 1 te Eindhoven, in een bebouwd gebied op het bedrijventerrein van DAF (Poeiers) aan de oostelijke zijde van de stad. De locatie is momenteel nog gedeeltelijk bebouwd met het uit te breiden bedrijfspand. Het betreft hier kavel 4188, sectie E, van de kadastrale gemeente Stratum. Voor de ligging van de projectlocatie wordt verwezen naar de onderstaande figuur, alsmede de situatietekening SIT-01 en de foto's onder bijlage A.



Figuur 1. Situatie (links) en bovenaanzicht (rechts) van de projectlocatie. De globale contouren van de geplande nieuwbouw zijn weergegeven in rood. De bestaande bebouwing dient nog te worden gesloopt ten tijde van het opstellen van voorliggend rapport (Bron: Street Smart, Cyclomedia)

2.2 Bouwplan

Het bouwplan omvat de uitbreiding van een bedrijfspand op het terrein van DAF Trucks N.V. Dit betreft de eindlijn van de hal Logistiek E-52, aan de zuidoostelijke zijde van het bestaande pand. Hiertoe wordt allereerst een deel van deze hal gesloopt (zie figuur 1). De nieuwbouw valt binnen een footprint van ca. 190 bij 160 meter (grootste afmetingen). Een deel van de nieuwbouw zal worden onderkelderde; deze kelder heeft een oppervlak van ca. 450 m² (grootste afmetingen van ca. 30 en 15 meter). Verdere gegevens omtrent deze kelder ontbreken momenteel bij ons bureau. Men is voornemens om zowel de dragende constructie als de bedrijfsvloer van de nieuwbouw op palen te funderen.

De exacte peilmaat is ten tijde van het opstellen van dit rapport niet bekend bij ons bureau. Vooralsnog wordt aangenomen dat dit peil gelegen is op ca. 20 cm boven de hoogte van de naastgelegen weg ten tijde van het veldwerk op 19 december 2024 (zie bijlagen A en B, meetpunt 'Weg001'). Derhalve is aangenomen dat het begane grondpeil van de nieuwbouw ca. 20,1 m + NAP bedraagt. Tevens is aangenomen dat het aanlegniveau van de funderingsbalken gelegen is op ca. 80 cm beneden het bouwpeil (gelijk aan ca. 19,3 m + NAP). Deze aannames dienen te worden geverifieerd. De constructeur is uitgegaan van een kolomlast op druk van 550 à 5.000 kN, en een maatgevende paalbelasting op druk van 450 à 1.250 kN. De vloerbelasting bedraagt ca. 50 kN/m².

2.3 Historie projectlocatie

Zoals reeds hierboven beschreven is de projectlocatie momenteel nog gedeeltelijk bebouwd met de bestaande bedrijfshal, welke volgens het BAG-register oorspronkelijk dateert uit medio 1959. Over de fundering van dit pand zijn bij ons bureau geen gegevens bekend.

Indien funderingspalen toegepast zijn mogen deze bij de sloop niet zonder meer worden getrokken. Dit kan namelijk aanleiding geven tot gaten in en ontspanning van de ondergrond. Als de palen bovendien niet geheel worden verwijderd kunnen ongezien resten achter blijven in de bodem. Deze aspecten kunnen van invloed zijn op de uitvoering en daarmee op de kwaliteit van de nieuwe palen.

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

2.4 Omgeving

In de omgeving van de geplande nieuwbouw is er sprake van diverse bebouwing en infrastructuur. De gegevens van deze bebouwing, voor zover bekend bij ons bureau, zijn in onderstaande tabel samengevat. Daar de omtrek van de geplande nieuwbouw niet geprojecteerd is op de situatietekening SIT-01 onder bijlage A is de afstand tot de omliggende bebouwing niet exact vast te stellen. Nadere gegevens omtrent de aard, conditie en funderingswijze van deze panden zijn ons niet bekend.

Tabel 1. Gegevens omliggende bebouwing.

Pand	Adres	Bouwjaar ¹⁾	Afstand tot nieuwbouw ²⁾
Bedrijfspan	Hugo van der Goeslaan 1	1959	Direct aangrenzend
Bedrijfspan	Hugo van der Goeslaan 1	1959	Ca. 35 meter
Woning	Geldropseweg 448	1919	Ca. 30 meter
Woning	Geldropseweg 450	1930	Ca. 25 meter

1) Bron: BAG-register

2) Dit betreft een inschatting van Socotec Geotechnics B.V.

2.5 Tot slot

De genoemde gegevens alsmede de elders in dit rapport gehanteerde aannamen en uitgangspunten dienen geverifieerd te worden voordat met de resultaten uit dit rapport verder wordt gewerkt. Indien er sprake is van een afwijkend aanlegniveau dan hierboven beschreven kan dit van invloed zijn op de inhoud van dit rapport.

3. ONDERZOEK

3.1 Sonderingen

Ten oosten van de projectlocatie zijn op 19 december 2024 in totaal drie sonderingen gemaakt met een elektrische conus conform NEN-EN-ISO 22476-1. Bij alle sonderingen is naast de conusweerstand tevens de plaatselijke wrijving gemeten en geregistreerd. De relatie tussen de conusweerstand en de plaatselijke wrijving, het wrijvingsgetal, geeft beneden het grondwaterniveau een indicatie van de verschillende grondsoorten. De sonderingen zijn allen uitgevoerd door een zogenaamde minirups. De geplande sondeerdiepte bedroeg ca. 20 meter beneden het maaiveld.

Voor de grafieken van de sonderingen wordt verwezen naar bijlage C; de locatie van de sondeerpunten is aangegeven op de situatietekening SIT-01 onder bijlage A. Voor een verklaring van de op de tekening gebruikte tekens wordt verwezen naar de "Verklaring Codering" die onder bijlage E aan dit rapport is toegevoegd.

3.2 Boring

Ter aanvulling op de sonderingen is op 19 december 2024 één handboring uitgevoerd over een diepte van ca. drie meter. Tijdens het boorwerk is naar de grondwaterstand gepeild. Voor het profiel van de boring wordt verwezen naar bijlage D; de locatie van het boorpunt is aangegeven op de situatietekening SIT-01 onder bijlage A. Voor een verklaring van de op de tekening en het boorprofiel gebruikte tekens wordt verwezen naar de "Verklaring Codering" die onder bijlage E aan dit rapport is toegevoegd.

3.3 Uitzetten en waterpassen

Met behulp van een GNSS meetsysteem zijn de locaties van de onderzoekspunten uitgezet in RD-coördinaten en is de hoogte van het maaiveld ter plaatse van ieder onderzoekspunt bepaald ten opzichte van NAP. Tevens is de hoogte ingemeten van een naastgelegen duiker, de hoogte van de naastgelegen weg en een kolk gelegen in deze straat.

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

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 onderzoekspunten (sonderingen en handboring) bedroeg ten tijde van het veldonderzoek op 19 december 2024 van ca. 19,8 m + NAP à 19,7 m + NAP. Voor meer informatie over de hoogteligging wordt verwezen naar de waterpasstaat onder bijlage B.

4.2 Beschrijving bodemopbouw

Direct het maaiveld tot een diepte van ca. 18,5 m + NAP wordt een bovenlaag aangetroffen bestaande uit eolisch zand met een matig vaste pakking en een conusweerstand van 8 à 12 MPa. Ter plaatse van handboring HB001 is dit zand fijn tot middelgrof van aard, en heeft het een bijmenging van silt, puinfragmenten en organisch materiaal in de vorm van plantenresten. Mogelijk betreft dit deels een vroegere terreinverbetering.

Hieronder worden tot een diepte van ca. 16,5 m + NAP sedimenten aangetroffen met een conusweerstand van 1 à 4 MPa en een wrijvingsgetal van 2 à 4%. Ter plaatse van de handboring is silthoudend zand en zandhoudende silt aangetroffen die ten dele humeus van aard is. Volgens de analyse van de geologische ontstaansgeschiedenis van de projectlocatie (zie de volgende paragraaf) betreft dit het zogenaamde Laagpakket van Liempde. In de siltlagen kunnen lokaal dunne en discontinue veenlagen voorkomen.

Ten slotte wordt tot de maximaal verkende diepte van ca. 0,0 m t.o.v. NAP een heterogene en gelaagde bodemopbouw aangetroffen die behoort tot de Formatie van Bortel. Deze bodemopbouw bestaat uit een snelle afwisseling van eolisch en/of periglaciaal (silthoudend) zand en (zandhoudende) silt. De zandlagen hebben over het algemeen een (zeer) vaste pakking en een conusweerstand van 20 à 55 MPa. De siltlagen zijn in de sondeergrafiek herkenbaar aan de scherpe teruggangen in de conusweerstand tot minder dan 4 MPa en een wrijvingsgetal van 2 à 4%. Lokaal kunnen deze siltlagen (sterk) humeus van aard zijn, of zelfs overgaan in dunne en discontinue veenlagen.

4.3 Beschrijving geologisch profiel

Teneinde meer inzicht te krijgen in de geologische bodemopbouw van de projectlocatie zijn de geologische modellen van DINOloket geraadpleegd. Dit betreft met name de modellen GeoTop 1.6 en REGIS II v2.2. DINOloket wordt ontwikkeld en beheerd door TNO Geologische Dienst Nederland met behulp van de Basisregistratie Ondergrond (BRO).

Op basis van deze modellen is de verwachte ondiepe geologie op de projectlocatie weergegeven in tabel 2. Hierbij dient te worden opgemerkt dat de bodemopbouw door TNO is geïnterpoleerd op basis van onderzoek in de omgeving. De daadwerkelijke geologie en bodemsamenstelling ter plaatse van de projectlocatie kunnen hiervan afwijken.

Tabel 2. Geologisch profiel.

Diepte onderkant [m t.o.v. NAP]	Formatie	Kenmerken	Dominante lithologie
ca. +18,5	Boxtel (Lp. van Wierden)	Laat-Pleistocene periglaciaire en eolische afzettingen. Afzetting vond hoofdzakelijk plaats als dekzand.	Grof tot fijn zand, lokaal siltig.
ca. +16,5	Boxtel (Lp. van Liempde)	Laat-Pleistocene eolische en lacustriene afzettingen. Afzetting vond hoofdzakelijk plaats als verspoeld löss.	Zandige silt tot siltig zand. Lokaal humeus van aard, mogelijk overgaand in veen.
ca. -2	Boxtel	Pleistocene en Holocene afzettingen met een eolisch, periglaciaal, lacustrien en fluviatiel karakter. Afzetting vond plaats op (stuif)vlaktes, als dekzanden en in beken.	Zand met een wisselende korrelgrootte, vaak siltig. Zandige en/of humeuze siltlagen. Dunne discontinue klei- en veenlagen.
ca. -8	Boxtel (Lp. van Best)	Pleistocene fluviatiele en eolische afzettingen. Afzetting vond hoofdzakelijk plaats in riviervlaktes, stuifduinen en beken.	Silt, vaak zandig. Lokaal schakelingen van fijn tot middel-grof zand en veen.
ca. -50	Sterksel	Pleistocene fluviatiele afzettingen van het Rijn-Maas systeem. Afzetting vond plaats in geulen, crevasses en op riviervlaktes.	Grof zand en grind. Lokaal siltige en zandige klei.

4.4 Grondwater

Ter plaatse van de onderzoekspunten (sonderingen en handboring) werd tijdens het veldonderzoek op 19 december 2024 een freatische grondwaterstand gepeild van ca. 17,8 m + NAP à 17,3 m + NAP. Er wordt op gewezen dat dit een momentopname is en dat deze stand onder invloed van onder andere seizoens-afhankelijke factoren zal fluctueren. Hoge grondwaterstanden treden doorgaans op gedurende de periode december-maart, lage standen gedurende de periode juli-september. De nabijheid van oppervlaktewater kan tevens een rol spelen.

Mogelijk is de gemeten grondwaterstand lager dan de werkelijke waterstand. In slecht waterdoorlatende bodemsoorten kan het enige tijd duren voordat via de wand van het boorgat weer zoveel grondwater is toegestroomd dat de waterstand gelijk is aan de representatieve grondwaterstand. Deze tijd varieert van enkele seconden in grof zand tot enkele uren in klei.

4.5 Oppervlaktewater

Het niveau van het nabijgelegen oppervlaktewater (sloot ten oosten van de projectlocatie) is ten tijde van het veldonderzoek op 19 december 2024 ingemeten op 17,64 m + NAP. Dit betreft meetpunt 'Water001' zoals weergegeven op de situatietekening SIT-01 onder bijlage A, en de waterpasstaat onder bijlage B.

5. INDICATIEF FUNDERINGSADVIES

5.1 Inleiding

De bodemopbouw zoals aangetroffen ter plaatse van de sonderingen, in combinatie met de aard van de nieuwbouw, geeft aanleiding uit te gaan van een fundering op palen. In dit rapport wordt zowel een fundering op avegaarpalen als een fundering op type Fundexpalen nader uitgewerkt. Tijdens de uitvoering van deze beide paaltypen worden nagenoeg geen trillingen opgewekt en is er vanuit dit oogpunt geen risico op schade aan de bebouwing in de omgeving.

In voorliggend rapport wordt met 'type Fundex' het paalsysteem bedoeld dat bij paalleveranciers onder verschillende namen op de markt beschikbaar is (bijvoorbeeld Fundexpaal, Hekpaal, BVS-paal, HGS-paal of Terr-econpaal). De aangetroffen bodemopbouw zal mogelijk moeizaam boorwerk veroorzaken. Hierdoor is in voorliggend rapport gekozen om de type Fundexpaal uit te werken mét groutinjectie.

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 om zo nodig in overleg met de palenleverancier maatregelen te treffen om de toegankelijkheid te verbeteren.

5.2 Uitgangspunten

- De projectgegevens zoals beschreven in hoofdstuk 2.
- Het project is ingedeeld in de Geotechnische Categorie 2.
- Een fundering op avegaarpalen en/of type Fundexpalen.
- Funderingselementen worden verticaal en centrisch op druk belast.
- Aangenomen is dat er geen sprake is van trek- en horizontaalbelastingen.
- 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.

Avegaarpalen

- | | |
|--------------------------|--------------------|
| - paalklasse punt | $\alpha_p = 0,56$ |
| - paalvoetvorm | $\beta = 1,0$ |
| - paalvoetdwarsdoorsnede | $s = 1,0$ |
| - paalklasse schacht | $\alpha_s = 0,006$ |

Type Fundexpalen

- | | |
|--------------------------|--------------------|
| - paalklasse punt | $\alpha_p = 0,63$ |
| - paalvoetvorm | $\beta = 1,0$ |
| - paalvoetdwarsdoorsnede | $s = 1,0$ |
| - paalklasse schacht | $\alpha_s = 0,009$ |

- Gegevens over de stijfheid van het bouwwerk zijn niet bekend; deze zijn niet in rekening gebracht.
- Er wordt aangenomen dat de oorspronkelijke, op natuurlijke wijze gesedimenteerde bodemopbouw aanwezig is.
- Er is niet gerekend met negatieve kleef omdat er geen significante toekomstige maaiveldzakkingen worden verwacht.
- Er is gerekend met positieve kleef vanaf ca. 13,0 m + NAP.
- Uitgaande van een bouwpeil van ca. 20,1 m + NAP (zie paragraaf 2.2) zal het terrein niet significant worden opgehoogd of ontgraven.
- Het bouwplan is voorzien van een onderkelderd bouwdeel (zie paragraaf 2.2). Gelet op het ontbreken van gegevens omtrent deze kelder, en het indicatieve karakter van dit advies, is deze kelder verder niet beschouwd in onderhavig rapport.
- De in dit rapport berekende draagkracht betreft het geotechnisch draagvermogen dat wordt ontleend aan de ondergrond. Door de constructeur moeten de constructieve aspecten van de funderingspalen, waaronder de sterkte, worden beoordeeld.

5.3 Beschrijving paalsysteem

5.3.1 Avegaarpalen

- Een avegaarpaal is een in de grond gevormde paal welke wordt gemaakt middels een avegaar die bestaat uit een holle as met daar omheen een doorgaand schroefblad.
- Deze avegaar is aan de onderzijde voorzien van een losse afdichting (deksel), en wordt rechtsom draaiend en grond-verwijderend op diepte geschroefd.
- De holle buis van de avegaar wordt vervolgens volgepompt met mortel- of betonspecie.
- Ten behoeve van het lossen van de deksel wordt de avegaar circa 0,1 m gelicht, waarna de avegaar stilstaand of langzaam rechtsom roterend uit de grond wordt getrokken en zodoende de paalschacht wordt gevormd. Gedurende dit proces moet het gehele systeem onder een voldoende speciedruk worden gehouden.
- Direct na het vervaardigen van de paalschacht wordt de wapening in de verse specie aangebracht. De paal wordt afgewerkt en de stelling kan worden verplaatst.
- In beginsel dienen de palen gemaakt te worden vanaf een zodanig werkniveau waarbij de stijghoogte van grondwater in de dieper gelegen watervoerende zandlagen niet hoger is dan de freatische grondwaterstand.
- Voor het opnemen van eventuele trekbelastingen dienen de palen over de volledige lengte te zijn gewapend.

5.3.2 Type Fundexpalen

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

5.4 Richtlijnen nieuwe palen en bestaande fundering

Ten aanzien van de fundering van het uit te breiden bedrijfspand zijn er bij ons bureau geen gegevens bekend. Door het aanbrengen van de nieuwe palen mag het functioneren van de bestaande fundering niet worden geschaad.

5.4.1 Belending op staal

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

- Bij de opzet van een palenplan dient men er naar streven om zo weinig mogelijk palen dicht op de belending te plaatsen en een zo groot mogelijke afstand tot de belending aan te houden.
- Bij een geringe onderlinge afstand dient men de palen niet aansluitend uit te voeren, maar bijvoorbeeld om en om.
- De palen dienen gemaakt te worden vanaf een werkniveau dat minstens 50 cm hoger ligt dan het aanlegniveau van de belendende fundering.

5.4.2 Belending op palen

Bij een belending op palen is het wenselijk om een zekere afstand aan te houden tussen de palen onder de nieuwbouw en de belending. Voor wat betreft de minimaal te hanteren afstand zijn er geen landelijke normen of officiële richtlijnen voorhanden. Door ons bureau wordt over het algemeen aanbevolen om van de navolgende minimumafstanden uit te gaan.

- Paalpuntniveau van de nieuwe palen hoger dan of gelijk aan het puntniveau van de bestaande palen: een hart op hartafstand van minimaal 4 D_{eq} .
- Paalpuntniveau van de nieuwe palen tot maximaal 2 meter beneden het puntniveau van de bestaande palen: een hart op hart afstand van 5 D_{eq} met een minimum van 2 meter.
- Paalpuntniveau van de nieuwe palen dieper dan 2 meter beneden het puntniveau van de bestaande palen: een hart op hart afstand van 4,5 D_{eq} + 1,0 meter. 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.

5.5 Richtlijnen sloop bestaande bebouwing

Met de gedeeltelijke sloop van de bestaande bebouwing dient de ondergrond zo min mogelijk te worden geroerd. Eventuele ontgravingen dienen deugdelijk te worden aangevuld. Funderingspalen mogen niet zonder meer worden getrokken. Het trekken van deze palen kan aanleiding geven tot gaten in en ontspanning van de ondergrond. Als de palen bovendien niet geheel worden verwijderd kunnen ongezien resten achter blijven in de bodem.

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

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

Indien bestaande palenplannen beschikbaar zijn wordt geadviseerd om deze op één tekening te combineren met het nieuwe palenplan, zodat eventuele knelpunten tijdig kunnen worden gesignaleerd. Indien er geen bestaande palenplannen beschikbaar zijn wordt geadviseerd om voorafgaand aan de sloop zo veel mogelijk te achterhalen waar de palen zullen zijn gesitueerd. Met de sloop van de bestaande bouw wordt aanbevolen om de locatie van de bestaande palen in te meten. De aangetroffen situatie moet uiteraard worden getoetst aan de tekening.

5.6 Indicatief paalpuntniveau

In de onderstaande tabel worden per sondering de paalpuntniveaus gegeven waarvoor de draagkracht is berekend. Dit niveau is gelijk voor zowel de avegaarpalen als de type Fundexpalen.

Tabel 3. Paalpuntniveau.

Sondering nr.	Hoogte maaiveld ¹⁾ [m t.o.v. NAP]	Paalpuntniveau [m t.o.v. NAP]
DKM001	19,71 +	12,0 + tot 10,0 + & 6,0 + tot 3,5 +
DKM002	19,77 +	12,0 + tot 10,0 + & 6,0 + tot 3,5 +
DKM003	19,77 +	12,0 + tot 10,0 + & 6,0 + tot 3,5 +

1) Niveau ten tijde van het veldonderzoek op 19 december 2024.

2) Bij vermelding “--- tot ---” komen ook de tussenliggende niveaus in aanmerking.
Bij vermelding “--- & ---” worden alleen de gegeven niveaus geadviseerd.

Tijdens het installeren van zowel avegaarpalen als type Fundexpalen is er nagenoeg geen controle op de vastheid van het draagkrachtige zand waarin de palen geplaatst worden. Aanbevolen wordt om zoveel mogelijk uit te gaan van één uniform paalpuntniveau.

Het verdient tevens de aanbeveling om uit te gaan van óf het hoge óf het diepe paalpuntniveau. Bij een combinatie van deze niveaus wordt geadviseerd om rekening te houden met een zeker verschil in vervormingsgedrag. Bovendien dient een voldoende onderlinge afstand te worden aangehouden tussen de palen met het hoge en die met het diepe niveau. Dit om te voorkomen dat met het boren tot het diepe niveau, de draagkracht van de palen met het hoge niveau wordt beïnvloed. Voor wat betreft de minimaal te hanteren afstand zijn er geen landelijke normen of officiële richtlijnen voorhanden. Een veilige maat is om een minimale afstand van $6D_{\text{diepe paal}} + 4D_{\text{hoge paal}}$ in acht te nemen.

5.7 Draagkracht op druk

Het draagvermogen van een paal bestaat uit de som van het puntdraagvermogen en het schachtdraagvermogen. Voor een voldoende draagkracht dient de centrisch aangrijpende maximale paalbelasting kleiner te zijn dan de draagkracht van de palen: $F_{c;d} \leq R_{c;d}$. Het draagvermogen is bepaald voor avegaarpalen met een schachtdiameter van 350 mm, 400 mm, 450 mm, 500 mm, 550 mm en 600 mm. Tevens is het draagvermogen bepaald voor type Fundexpalen met een schacht-/punt diameter van 380/450 mm en 460/560 mm.

Voor een overzicht van de berekende draagvermogens per sondering, paalafmeting en puntniveau wordt verwezen naar bijlage F1 (avegaarpalen) en bijlage F2 (type Fundexpalen). Op de laatste pagina van deze bijlagen is voor een sondering DKM002 een voorbeeldberekening gegeven van een avegaarpaal en een type Fundexpaal met een paalpuntniveau van 10,0 m + NAP. In deze berekeningen staan verwijzingen naar de van toepassing zijnde artikelen uit de norm.

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

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

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

5.8 Vervorming

De vervormingen binnen de funderingsconstructie dienen zodanig te zijn dat er in de bouwconstructie geen uiterste grenstoestand of bruikbaarheidsgrenstoestand wordt overschreden. Tenzij specifieke vervormingseisen zijn gesteld wordt er 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 een overschrijding van de bruikbaarheidstoestand zijn de vervormingen van dien aard dat binnen de bouwconstructie een ongewenst verlies aan bruikbaarheid optreedt. In de regel zal deze toestand maatgevend zijn.

Om draagvermogens op te nemen zullen de palen zetting moeten ondergaan. Vervormingen binnen de funderingsconstructie kunnen indicatief worden bepaald aan de hand van de last-zakkingsresultaten die zijn toegevoegd aan bijlage F1 (avegaarpalen) en bijlage F2 (type Fundexpalen). Deze resultaten zijn bepaald voor verschillende sonderingen, paalafmetingen en paalpuntniveaus. Bij de berekeningen is uitgegaan van een paalkopniveau van 19,3 m + NAP (zie paragraaf 2.2).

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

5.9 Veercoëfficiënt

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

Bij concentraties van palen waarbij de hart-op-hart-afstand kleiner is dan tien maal de kleinste paalvoetdoorsnede, dient in principe in de paalkopzakking, de zakking te worden verdisconteerd in de lagen beneden het niveau van vier maal de kleinste dwarsafmeting van de paalpunt. Voor de veercoëfficiënt geldt in dat geval $k_{v,rep} = F_{c,rep} / (s_{1,bgt.} + s_{2,bgt.})$ waarbij s_2 de extra zakking is als gevolg van het groepseffect in de dieper gelegen lagen.

Uitgaande van de last-zakkingsgrafiek voor de bruikbaarheidstoestand is er sprake van een niet-lineaire veer karakteristiek. In dit rapport is ter indicatie voor verschillende sonderingen, paalafmetingen en paalpuntniveaus, met intervallen van 10%, de statische veerstijfheid berekend voor een belasting variërend van 10 tot 100% van de paalcapaciteit.

Voor de veercoëfficiënten wordt verwezen naar bijlage F1 (avegaarpalen) en bijlage F2 (type Fundexpalen). Opgemerkt wordt dat de gepresenteerde veerstijfheden zijn berekend voor een paal die deel uitmaakt van een twee-paalspoer. De onderlinge afstand tussen de palen onder de poer is aangenomen op 3 maal de equivalente diameter.

5.10 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 meter. Dit in overeenkomst met normering NEN-9997 paragraaf 3.2. Geadviseerd wordt om een aanvullend geotechnisch bodemonderzoek uit te laten voeren teneinde te komen tot een voldoende intensief sondeernet. Dit kan door ons bureau verzorgd worden binnen een aanvullende opdracht. Aansluitend op dit onderzoek kan een geactualiseerd funderingsadvies worden opgesteld.

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

5.11 Richtlijnen uitvoering en kwaliteitszorg avegaarpalen

Onder bijlage G1 zijn met betrekking tot de toepassing van een fundering op avegaarpalen algemene richtlijnen gegeven. Onder meer wordt ingegaan op het belang van de controle van de uitgangspunten en aannamen en op aspecten die van toepassing zijn op het werkterrein, de uitvoering en controle van de paalkwaliteit. Geadviseerd wordt hiervan kennis te nemen.

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

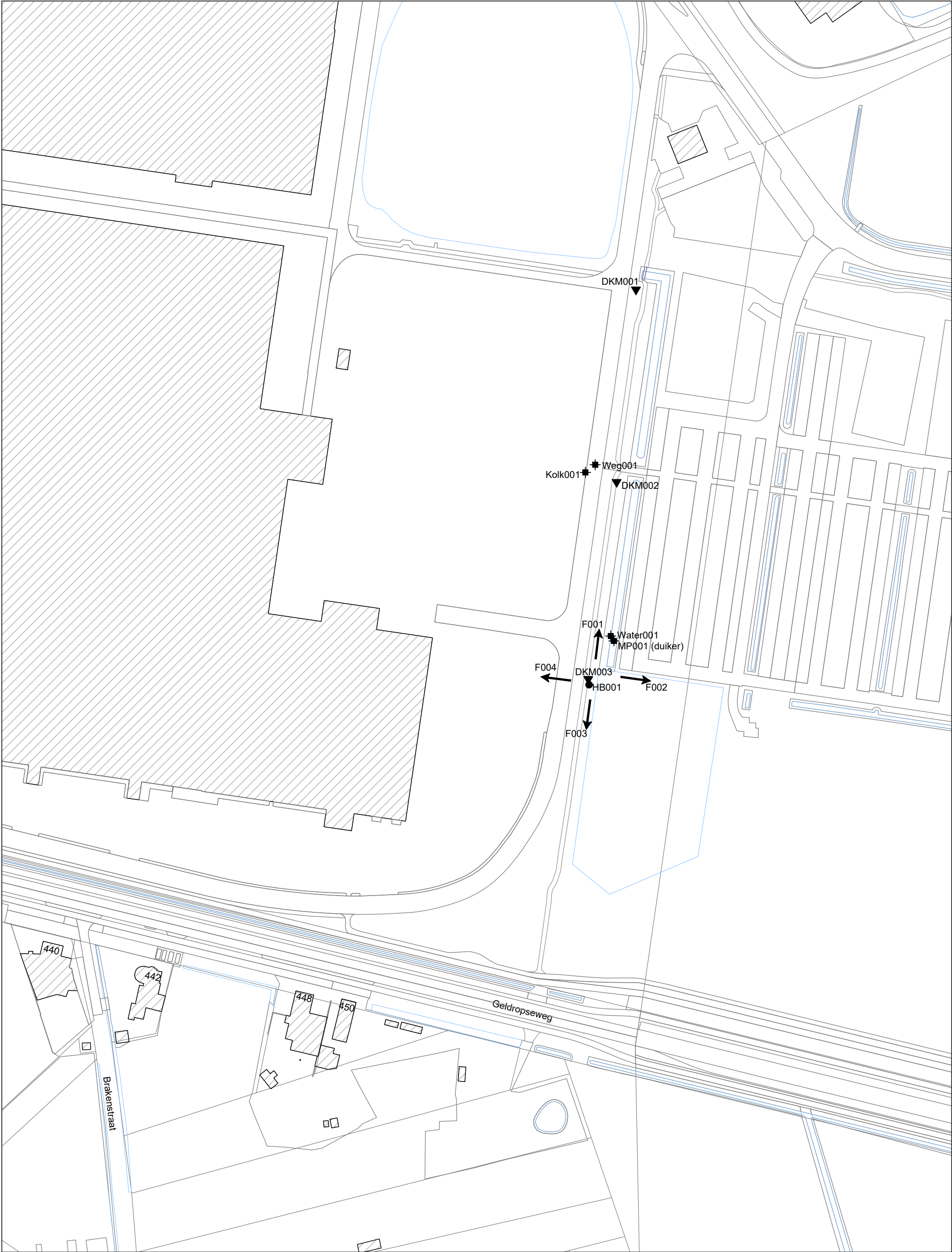
5.12 Richtlijnen uitvoering en kwaliteitszorg type Fundexpalen

Onder bijlage G2 zijn met betrekking tot de toepassing van een fundering op type Fundexpalen algemene richtlijnen gegeven. Onder meer wordt ingegaan op het belang van de controle van de uitgangspunten en aannamen en op aspecten die van toepassing zijn op het werkterrein, de uitvoering en controle van de paalkwaliteit. Geadviseerd wordt hiervan kennis te nemen.

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

BIJLAGE A

Situatietekening en foto's



Opdrachtschrijving / locatie:
**Nieuwbouw DAF
te Eindhoven**



Bewerkt: [REDACTED]
Datum: **6 januari 2025**

Omschrijving tekening:
Situatietekening

Schaal: **1:1500**
Formaat: **A3**

Opdrachtnummer: **24SP3139**
Bijlage: **SIT-01**



F001



F002



F003



F004

BIJLAGE B

Waterpasstaat

OVERZICHT MEETPUNTEN

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

Rijksdriehoeksmeting (RD)
Normaal Amsterdams Peil

Meetpunt	X-coördinaat [m]	Y-coördinaat [m]	Hoogte (Z) [m t.o.v. NAP]	GWS * [m t.o.v. NAP]	Datum uitvoering
DKM001	164595,36	382419,78	19,71	17,31	19-12-2024
DKM002	164586,91	382335,53	19,77	---	19-12-2024
DKM003	164574,51	382249,34	19,77	17,52	19-12-2024
HB001	164574,84	382249,10	19,76	17,76	19-12-2024
Kolk001	164573,25	382342,02	19,78	---	19-12-2024
MP001 (duiker)	164585,73	382268,27	18,30	---	19-12-2024
Water001	164584,33	382270,42	17,64	---	19-12-2024
Weg001	164577,55	382345,38	19,92	---	19-12-2024

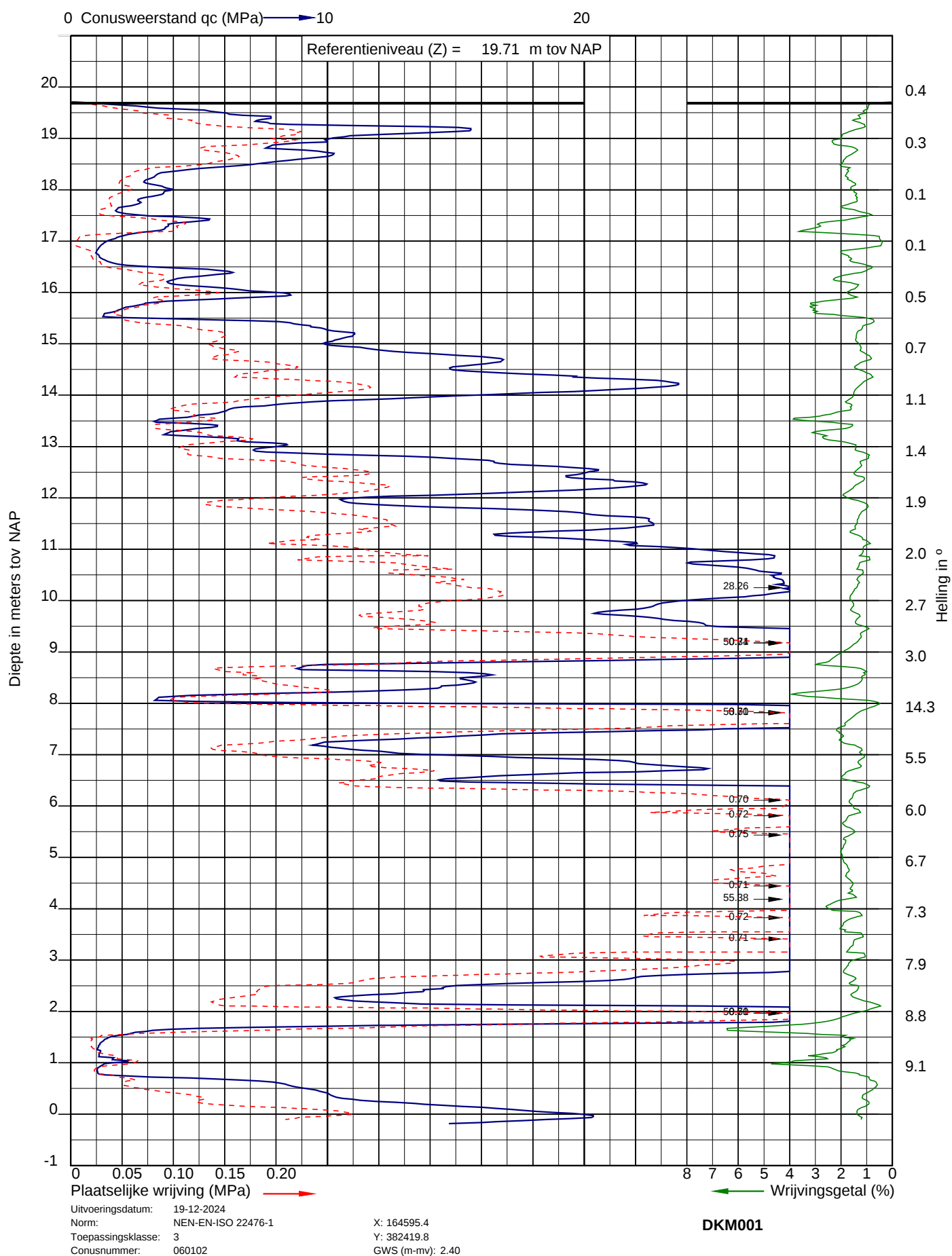
* Grondwaterstand ten tijde van het onderzoek

Let op:

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

BIJLAGE C

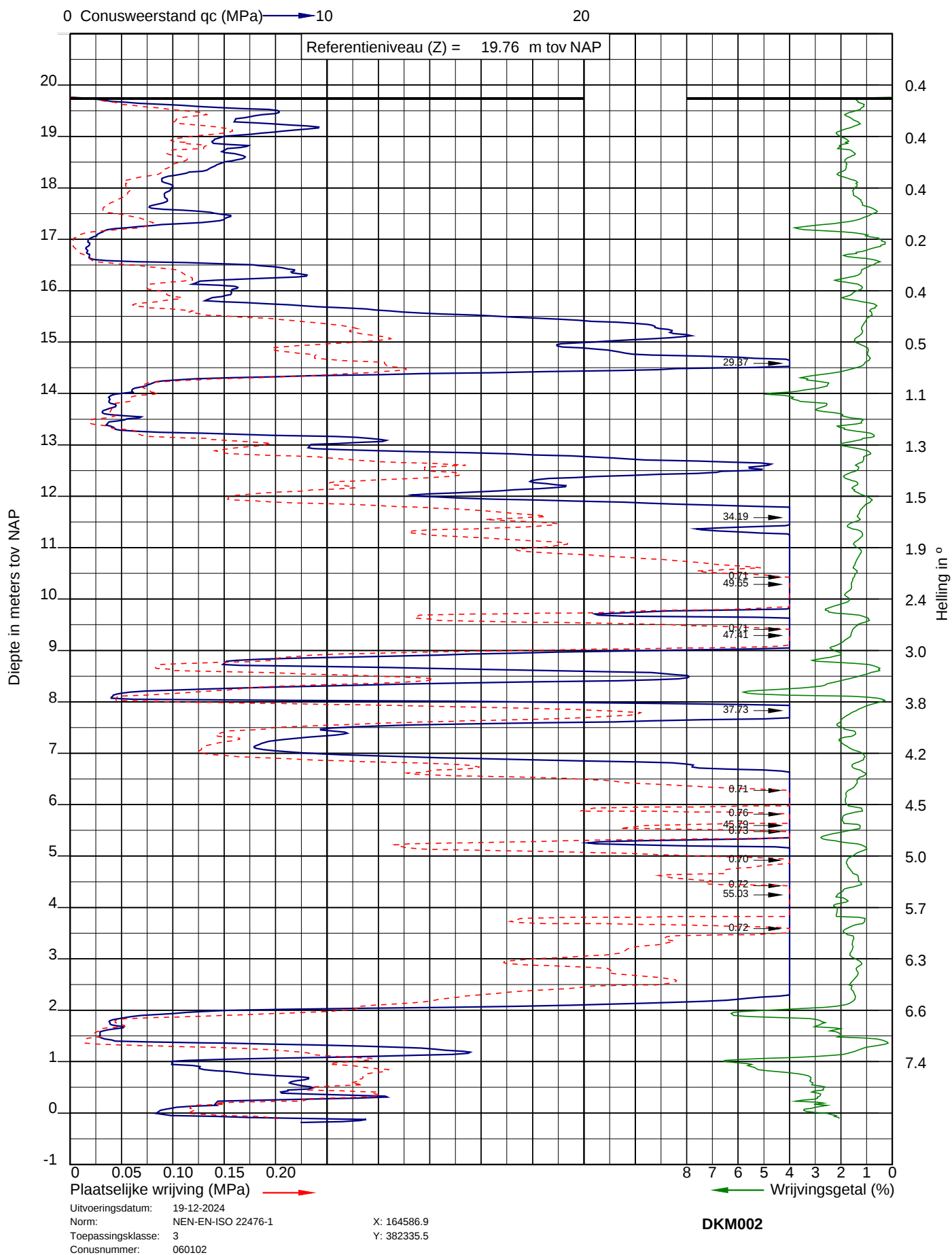
Sondeergrafieken





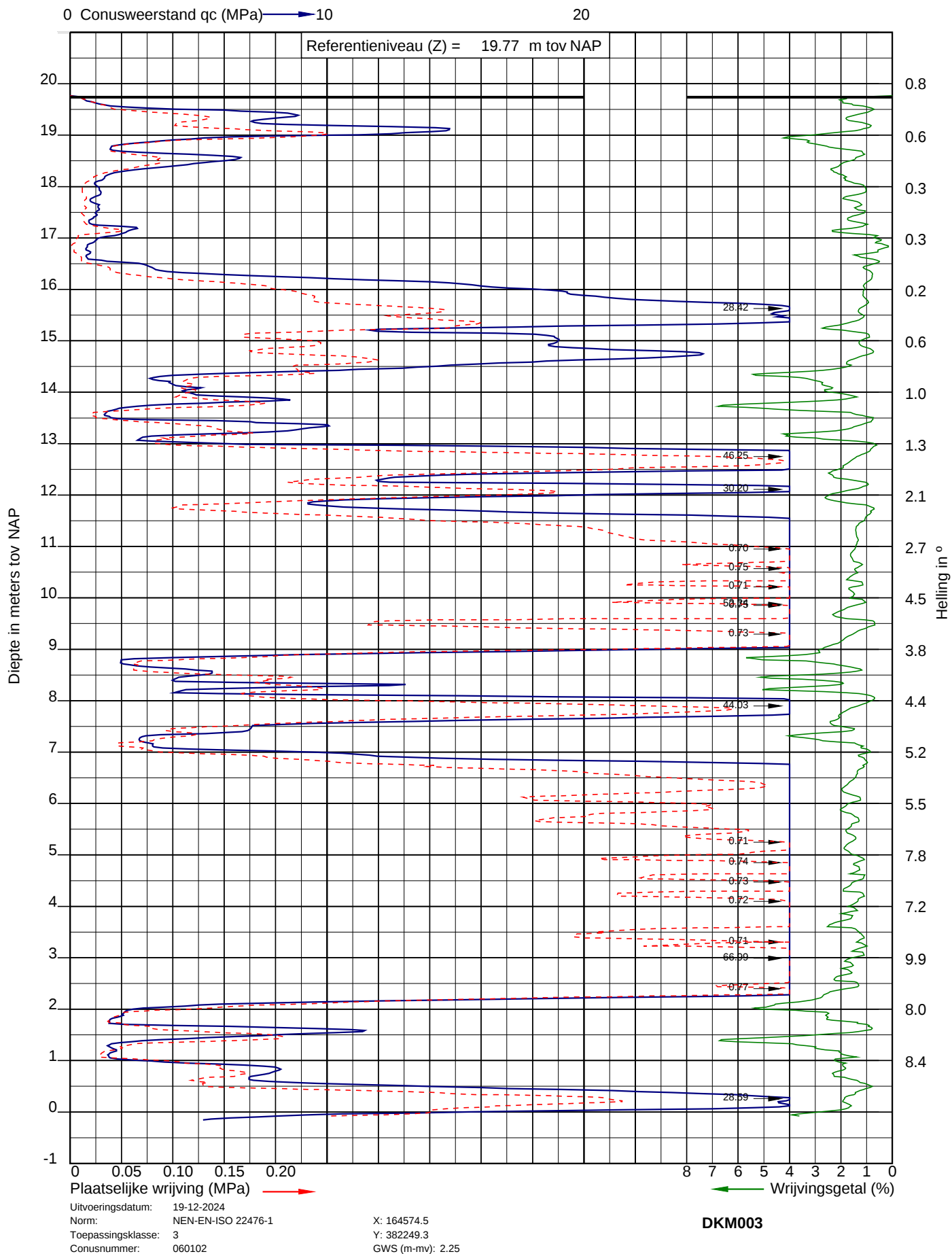
Project: Nieuwbouw DAF te Eindhoven
Opdracht: 24SP3139
Betreft: Sondeergrafiek

SOCOTEC





Project: Nieuwbouw DAF te Eindhoven
Opdracht: 24SP3139
Betreft: Sondeergrafiek



BIJLAGE D

Boorstaat

Boring: HB001

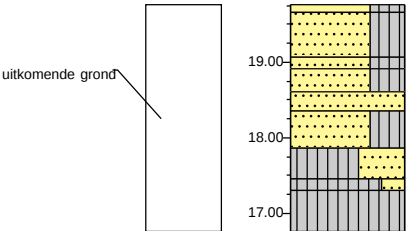
Uitvoering op: 19-12-2024
Uitvoering door: Rse
Werknummer: HB001

Boornorm: NEN-EN-ISO 22475-1

Grondwaterstand [cm-mv]: 200

Identificatie conform NEN-EN-ISO 14688-1

x-coördinaat [m RD]: 164574,83
y-coördinaat [m RD]: 382249,09
Referentiehoogte [m]: 19.76 . N.A.P.
Reden boring gestopt: Einddoel



0.00	gras
0.10	Zand fijn 63-200, siltig, sterk organisch, veel plantenresten, donkergrijs
0.70	Zand middelgrof 200-630, siltig, zwak organisch, weinig puin, lichtbruin
0.85	Zand middelgrof 200-630, siltig, zwak organisch, donkergrijs
1.15	Zand middelgrof 200-630, siltig, zwak organisch, weinig hout, donkergeel
1.40	Zand middelgrof 200-630, standaardgrijs
1.90	Zand middelgrof 200-630, siltig, standaardbruin
2.30	Silt, sterk zandig, sterk organisch, veel plantenresten, donkergrijs
2.45	Silt, zwak zandig, lichtgrijs
3.00	Silt, lichtgrijs

BIJLAGE E

Verklaring codering

LEGENDA TEKENINGEN EN VERKLARING AFKORTINGEN

SONDERING

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

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

BORING

●	HB	Handboring
	B	Mechanische boring

○ Niet uitgevoerd

PEILBUIS

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

MONITORING

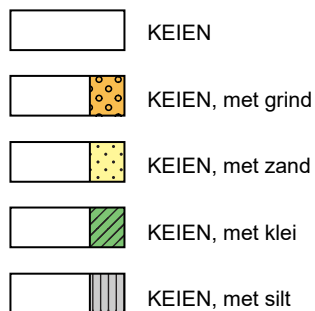
⊕	WSM	Waterspanningsmeter
▭	IMB	Inclinometerbuis
	IMS	Inclinometer SAAF
⊠	ZB	Zakbaak
⚙	DFB	Deformatiebout
⚙	SCM	Scheurmeter
⚙	EXM	Extensometer
⚙	TM	Tiltmeter
⚙	TRM	Trillingmeter
⊗	PDPs	Plaatdrukproef (statisch)
	PDPd	Plaatdrukproef (dynamisch)
⊗	PP	Pompput
⊗	PRP	Proefgat
⊗	PRS	Proefsleuf

ALGEMEEN

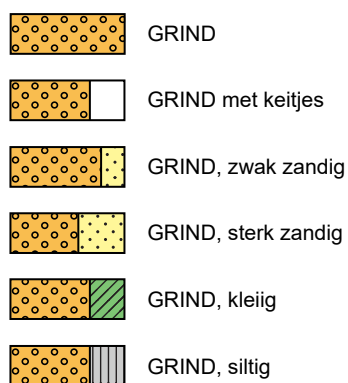
⚙	Meetpunt: brug, dorpel, kolk, meetbout, put, weg, water
→	Foto
▨	Bestaande bebouwing
↔	0-Punt lokaal assenstelsel

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

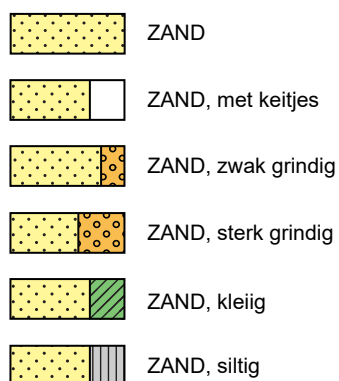
KEIEN / KEITJES



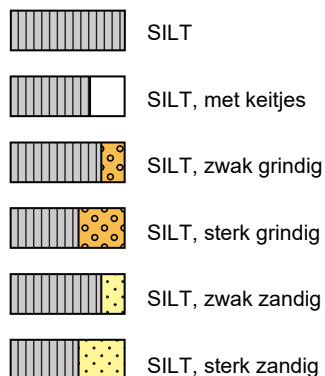
GRIND



ZAND



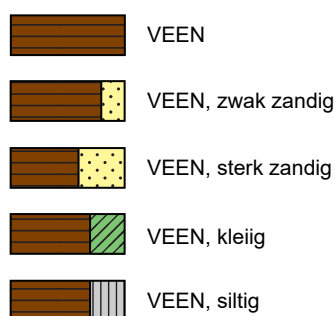
SILT



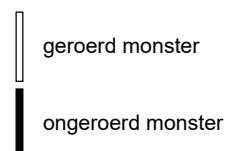
KLEI



VEEN / HUMUS / DETRITUS



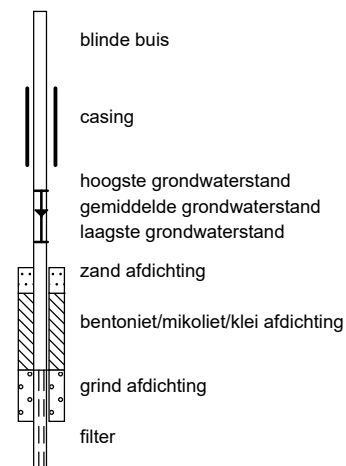
MONSTERS



KWALITEIT MONSTER

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

PEILBUIS



OVERIG

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

BIJLAGE F1

Berekening fundering avegaarpalen

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	19,71	12,0 tot 10,0 en 6,0 tot 3,5
DKM002	19,77	12,0 tot 10,0 en 6,0 tot 3,5
DKM003	19,77	12,0 tot 10,0 en 6,0 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)

Avegaarpaal 0,350 m

Sonderingen voor opdracht: 24SP3139

	DKM001	DKM002	DKM003
12,00	285	433	250
11,50	404	543	659
11,00	511	643	695
10,50	539	598	575
10,00	501	501	480
9,50			
9,00			
8,50			
8,00			
7,50			
7,00			
6,50			
6,00	1048	874	875
5,50	1068	842	1027
5,00	1075	1093	1182
4,50	1120	1121	1170
4,00	974	935	1043
3,50	863	826	912

Rekenwaarde maximum draagkracht in kN per sondering

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

Avegaarpaal 0,400 m

Sonderingen voor opdracht: 24SP3139

	DKM001	DKM002	DKM003
12,00	366	557	317
11,50	515	696	850
11,00	650	819	816
10,50	654	704	677
10,00	590	587	566
9,50			
9,00			
8,50			
8,00			
7,50			
7,00			
6,50			
6,00	1302	1080	1085
5,50	1331	1033	1281
5,00	1335	1357	1428
4,50	1307	1347	1443
4,00	1134	1088	1213
3,50	1000	956	1059

Rekenwaarde maximum draagkracht in kN per sondering

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

Avegaarpaal 0,450 m

Sonderingen voor opdracht: 24SP3139

	DKM001	DKM002	DKM003
12,00	456	696	394
11,50	645	867	1064
11,00	805	934	931
10,50	744	800	770
10,00	672	667	660
9,50			
9,00			
8,50			
8,00			
7,50			
7,00			
6,50			
6,00	1588	1306	1319
5,50	1620	1244	1563
5,00	1621	1648	1743
4,50	1486	1631	1644
4,00	1293	1231	1377
3,50	1136	1088	1207

Rekenwaarde maximum draagkracht in kN per sondering

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

Avegaarpaal 0,500 m

Sonderingen voor opdracht: 24SP3139

	DKM001	DKM002	DKM003
12,00	555	850	479
11,50	782	1057	1303
11,00	977	1040	1039
10,50	855	918	875
10,00	752	747	772
9,50			
9,00			
8,50			
8,00			
7,50			
7,00			
6,50			
6,00	1902	1552	1575
5,50	1938	1468	1871
5,00	1934	1892	2089
4,50	1657	1930	1832
4,00	1506	1372	1533
3,50	1264	1214	1373

Rekenwaarde maximum draagkracht in kN per sondering

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

Avegaarpaal 0,550 m

Sonderingen voor opdracht: 24SP3139

	DKM001	DKM002	DKM003
12,00	663	1019	572
11,50	934	1265	1565
11,00	1066	1143	1136
10,50	941	1002	989
10,00	884	875	907
9,50			
9,00			
8,50			
8,00			
7,50			
7,00			
6,50			
6,00	2244	1819	1853
5,50	2282	1714	2207
5,00	2176	2212	2466
4,50	1818	2120	2008
4,00	1663	1511	1685
3,50	1394	1355	1515

Rekenwaarde maximum draagkracht in kN per sondering

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

Avegaarpaal 0,600 m

Sonderingen voor opdracht: 24SP3139

	DKM001	DKM002	DKM003
12,00	781	1203	673
11,50	1099	1491	1851
11,00	1154	1284	1249
10,50	1011	1085	1105
10,00	1026	1012	1053
9,50			
9,00			
8,50			
8,00			
7,50			
7,00			
6,50			
6,00	2612	2106	2153
5,50	2654	1977	2569
5,00	2352	2564	2873
4,50	2023	2298	2164
4,00	1795	1643	1859
3,50	1527	1532	1662

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

Paaltype : **Avegaarpaal**

Paalklassefactor punt	: $\alpha_p = 0,56$	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	: $\alpha_s = 0,006$	Materiaalfactor	: $\gamma_b = \gamma_s = 1,20$
Geen negatieve kleef berekend			

Paalafmeting : **0,350 m**

Sonderingen	Hoogte m.v. [m tov NAP]	Paalpunt [m tov NAP]	$R_{c;d}$ [kN]	$q_{b;max}$ [MPa]	$R_{b;cal}$ [kN]	$R_{s;cal}$ [kN]
DKM001	19,71	12,00	285	4,1	392	84
		11,50	404	5,7	545	129
		11,00	511	7,0	674	179
		10,50	539	7,0	670	228
		10,00	501	5,8	558	278
		6,00	1048	11,8	1131	617
		5,50	1068	11,6	1120	662
		5,00	1075	11,3	1086	707
		4,50	1120	11,6	1116	753
		4,00	974	8,6	827	798
		3,50	863	6,2	597	843
		12,00	433	6,5	623	99
		11,50	543	7,9	757	148
DKM002	19,77	11,00	643	9,1	876	197
		10,50	598	7,8	750	247
		10,00	501	5,6	539	296
		6,00	874	8,7	837	620
		5,50	842	7,6	735	670
		5,00	1093	11,5	1105	719
		4,50	1121	11,4	1101	769
		4,00	935	7,7	741	818
		3,50	826	5,3	510	868
		12,00	250	3,5	340	78
		11,50	659	10,2	980	119
		11,00	695	10,3	991	169
		10,50	575	7,7	741	218
DKM003	19,77	10,00	480	5,5	533	268
		6,00	875	9,3	898	561
		5,50	1027	11,5	1102	611
		5,00	1182	13,6	1311	660
		4,50	1170	12,9	1241	710
		4,00	1043	10,2	981	759
		3,50	912	7,4	712	809

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 : **Avegaarpaal**

Paalklassefactor punt	: $\alpha_p = 0,56$	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	: $\alpha_s = 0,006$	Materiaalfactor	: $\gamma_b = \gamma_s = 1,20$
Geen negatieve kleef berekend			

Paalafmeting : **0,400 m**

Sonderingen	Hoogte m.v. [m tov NAP]	Paalpunt [m tov NAP]	$R_{c;d}$ [kN]	$q_{b,max}$ [MPa]	$R_{b;cal}$ [kN]	$R_{s;cal}$ [kN]
DKM001	19,71	12,00	366	4,1	515	96
		11,50	515	5,7	712	148
		11,00	650	7,0	880	204
		10,50	654	6,6	829	261
		10,00	590	5,3	666	317
		6,00	1302	11,7	1467	705
		5,50	1331	11,6	1463	756
		5,00	1335	11,3	1418	808
		4,50	1307	10,5	1319	860
		4,00	1134	7,8	980	912
		3,50	1000	5,6	704	964
DKM002	19,77	12,00	557	6,5	817	113
		11,50	696	7,9	993	169
		11,00	819	9,1	1141	226
		10,50	704	7,1	892	282
		10,00	587	5,1	641	339
		6,00	1080	8,7	1092	709
		5,50	1033	7,6	958	765
		5,00	1357	11,5	1442	822
		4,50	1347	10,9	1369	879
		4,00	1088	7,0	880	935
		3,50	956	4,8	603	992
DKM003	19,77	12,00	317	3,5	440	89
		11,50	850	10,2	1282	136
		11,00	816	9,3	1169	193
		10,50	677	7,0	880	249
		10,00	566	5,1	637	306
		6,00	1085	9,3	1169	641
		5,50	1281	11,5	1439	698
		5,00	1428	13,0	1628	754
		4,50	1443	12,7	1596	811
		4,00	1213	9,2	1156	868
		3,50	1059	6,7	842	924

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

Paaltype : **Avegaarpaal**

Paalklassefactor punt	: $\alpha_p = 0,56$	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	: $\alpha_s = 0,006$	Materiaalfactor	: $\gamma_b = \gamma_s = 1,20$
Geen negatieve kleef berekend			

Paalafmeting : **0,450 m**

Sonderingen	Hoogte m.v. [m tov NAP]	Paalpunt [m tov NAP]	$R_{c;d}$ [kN]	$q_{b,max}$ [MPa]	$R_{b;cal}$ [kN]	$R_{s;cal}$ [kN]
DKM001	19,71	12,00	456	4,1	652	108
		11,50	645	5,7	909	166
		11,00	805	7,0	1114	230
		10,50	744	6,0	948	293
		10,00	672	4,8	763	357
		6,00	1588	11,7	1857	793
		5,50	1620	11,6	1852	851
		5,00	1621	11,3	1795	909
		4,50	1486	9,5	1511	968
		4,00	1293	7,1	1130	1026
		3,50	1136	5,1	811	1084
DKM002	19,77	12,00	696	6,5	1034	127
		11,50	867	7,9	1256	190
		11,00	934	8,2	1304	254
		10,50	800	6,4	1018	317
		10,00	667	4,6	732	381
		6,00	1306	8,7	1381	797
		5,50	1244	7,6	1214	861
		5,00	1648	11,5	1825	924
		4,50	1631	10,9	1731	988
		4,00	1231	6,3	1002	1052
		3,50	1088	4,4	700	1116
DKM003	19,77	12,00	394	3,5	557	100
		11,50	1064	10,2	1622	153
		11,00	931	8,4	1336	217
		10,50	770	6,3	1003	280
		10,00	660	4,8	757	344
		6,00	1319	9,3	1479	722
		5,50	1563	11,5	1821	786
		5,00	1743	12,9	2059	849
		4,50	1644	11,5	1829	913
		4,00	1377	8,3	1320	976
		3,50	1207	6,1	973	1040

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

Paaltype : **Avegaarpaal**

Paalklassefactor punt	: $\alpha_p = 0,56$	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	: $\alpha_s = 0,006$	Materiaalfactor	: $\gamma_b = \gamma_s = 1,20$
Geen negatieve kleef berekend			

Paalafmeting : **0,500 m**

Sonderingen	Hoogte m.v. [m tov NAP]	Paalpunt [m tov NAP]	$R_{c;d}$ [kN]	$q_{b,max}$ [MPa]	$R_{b;cal}$ [kN]	$R_{s;cal}$ [kN]
DKM001	19,71	12,00	555	4,1	805	120
		11,50	782	5,7	1119	185
		11,00	977	7,0	1375	255
		10,50	855	5,6	1100	326
		10,00	752	4,4	858	397
		6,00	1902	11,7	2292	881
		5,50	1938	11,6	2286	945
		5,00	1934	11,3	2216	1010
		4,50	1657	8,6	1689	1075
		4,00	1506	7,0	1372	1140
		3,50	1264	4,6	903	1205
DKM002	19,77	12,00	850	6,5	1276	141
		11,50	1057	7,9	1551	211
		11,00	1040	7,4	1453	282
		10,50	918	6,0	1178	353
		10,00	747	4,2	822	423
		6,00	1552	8,7	1704	886
		5,50	1468	7,6	1492	957
		5,00	1892	10,8	2129	1027
		4,50	1930	10,8	2121	1098
		4,00	1372	5,7	1119	1169
		3,50	1214	4,0	785	1240
DKM003	19,77	12,00	479	3,5	687	111
		11,50	1303	10,2	2003	170
		11,00	1039	7,6	1492	241
		10,50	875	5,8	1147	312
		10,00	772	4,6	906	382
		6,00	1575	9,3	1826	802
		5,50	1871	11,5	2248	873
		5,00	2089	12,9	2542	943
		4,50	1832	10,4	2042	1014
		4,00	1533	7,5	1473	1084
		3,50	1373	5,8	1135	1156

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

Paaltype : **Avegaarpaal**

Paalklassefactor punt	: $\alpha_p = 0,56$	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	: $\alpha_s = 0,006$	Materiaalfactor	: $\gamma_b = \gamma_s = 1,20$
Geen negatieve kleef berekend			

Paalafmeting : **0,550 m**

Sonderingen	Hoogte m.v. [m tov NAP]	Paalpunt [m tov NAP]	$R_{c;d}$ [kN]	$q_{b,max}$ [MPa]	$R_{b;cal}$ [kN]	$R_{s;cal}$ [kN]
DKM001	19,71	12,00	663	4,1	974	132
		11,50	934	5,7	1354	203
		11,00	1066	6,3	1497	281
		10,50	941	5,1	1212	359
		10,00	884	4,4	1038	436
		6,00	2244	11,7	2773	969
		5,50	2282	11,6	2767	1040
		5,00	2176	10,6	2518	1111
		4,50	1818	7,8	1850	1183
		4,00	1663	6,4	1521	1254
		3,50	1394	4,2	1000	1325
DKM002	19,77	12,00	1019	6,5	1544	155
		11,50	1265	7,9	1877	232
		11,00	1143	6,7	1596	310
		10,50	1002	5,4	1283	388
		10,00	875	4,2	993	466
		6,00	1819	8,7	2060	974
		5,50	1714	7,6	1806	1053
		5,00	2212	10,8	2559	1130
		4,50	2120	9,8	2328	1208
		4,00	1511	5,2	1234	1285
		3,50	1355	3,8	897	1363
DKM003	19,77	12,00	572	3,5	832	122
		11,50	1565	10,2	2423	187
		11,00	1136	6,9	1630	265
		10,50	989	5,5	1306	343
		10,00	907	4,6	1093	421
		6,00	1853	9,3	2210	882
		5,50	2207	11,5	2720	960
		5,00	2466	12,9	3075	1037
		4,50	2008	9,4	2233	1116
		4,00	1685	6,8	1618	1193
		3,50	1515	5,3	1256	1271

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

Paaltype : **Avegaarpaal**

Paalklassefactor punt	: $\alpha_p = 0,56$	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	: $\alpha_s = 0,006$	Materiaalfactor	: $\gamma_b = \gamma_s = 1,20$
Geen negatieve kleef berekend			

Paalafmeting : **0,600 m**

Sonderingen	Hoogte m.v. [m tov NAP]	Paalpunt [m tov NAP]	$R_{c:d}$ [kN]	$q_{b: max}$ [MPa]	$R_{b: cal}$ [kN]	$R_{s: cal}$ [kN]
DKM001	19,71	12,00	781	4,1	1159	144
		11,50	1099	5,7	1612	222
		11,00	1154	5,7	1618	306
		10,50	1011	4,6	1295	391
		10,00	1026	4,4	1236	476
		6,00	2612	11,7	3301	1057
		5,50	2654	11,6	3292	1135
		5,00	2352	9,6	2711	1212
		4,50	2023	7,4	2084	1290
		4,00	1795	5,8	1626	1368
		3,50	1527	3,9	1101	1446
DKM002	19,77	12,00	1203	6,5	1838	169
		11,50	1491	7,9	2234	253
		11,00	1284	6,4	1803	338
		10,50	1085	4,9	1387	423
		10,00	1012	4,2	1180	508
		6,00	2106	8,7	2450	1063
		5,50	1977	7,6	2149	1148
		5,00	2564	10,8	3044	1233
		4,50	2298	8,9	2515	1318
		4,00	1643	4,7	1339	1402
		3,50	1532	3,8	1067	1487
DKM003	19,77	12,00	673	3,5	990	133
		11,50	1851	10,2	2884	204
		11,00	1249	6,3	1794	289
		10,50	1105	5,2	1469	374
		10,00	1053	4,6	1298	459
		6,00	2153	9,3	2630	962
		5,50	2569	11,5	3237	1047
		5,00	2873	12,9	3660	1132
		4,50	2164	8,5	2393	1217
		4,00	1859	6,4	1799	1301
		3,50	1662	4,9	1385	1387

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

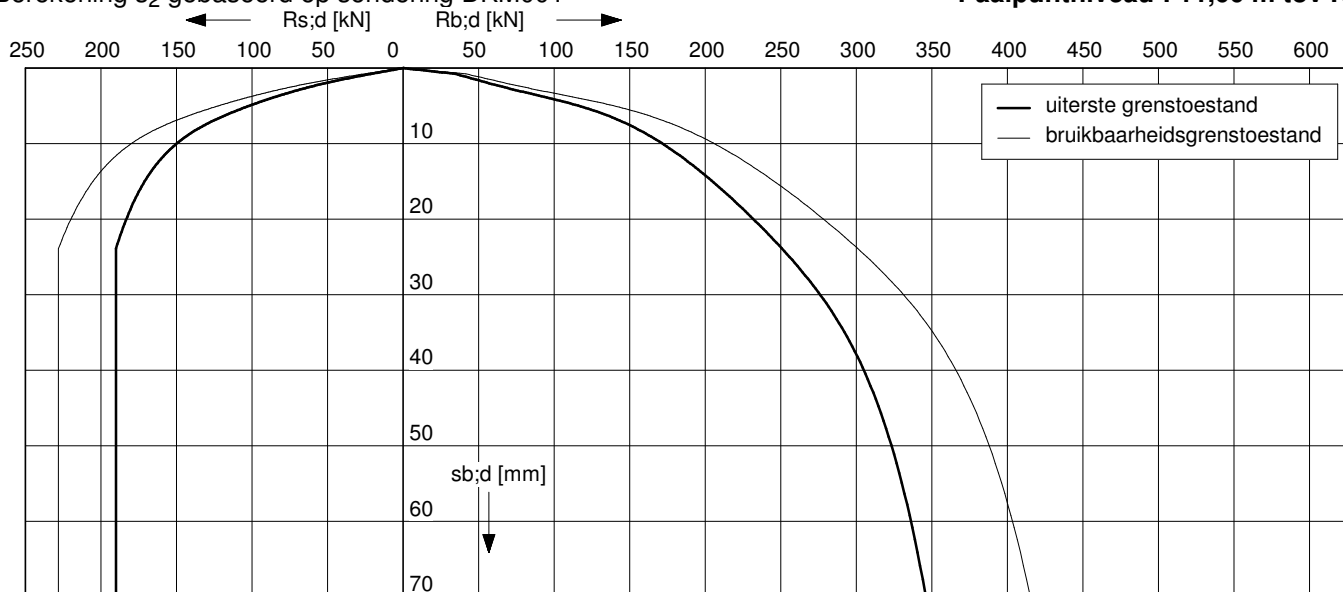
Paaltype : Avegaarpaal

Sondeergroep : Projectlocatie A

Berekening s_2 gebaseerd op sondering DKM001

Paalafmeting : 0,350 m

Paalpuntniveau : 11,00 m tov NAP



Uiterste grenstoestand

$F_{c;d}$ [kN]	$s_{b;d}$ [mm]	$s_{el;d}$ [mm]	$s_{1;d}$ [mm]	$s_{2;d}$ [mm]	s_d [mm]	$k_{v;d}$ paal vrijstaand [kN/mm]
535	67,7	2,6	70,3	1,9	72,2	24
482	34,3	2,3	36,6	1,7	38,3	27
428	21,6	2,0	23,7	1,5	25,2	30
375	14,7	1,8	16,5	1,3	17,8	32
321	9,7	1,5	11,3	1,1	12,4	34
268	6,8	1,3	8,1	0,9	9,0	36
214	4,8	1,0	5,8	0,8	6,6	38
161	3,3	0,8	4,1	0,6	4,7	41
107	1,9	0,5	2,4	0,4	2,8	46
54	0,7	0,3	1,0	0,2	1,2	50

Configuratie paalgroep
voor bepaling s_2



Bruikbaarheidsgrenstoestand

$F_{c;rep}$ [kN]	s_b [mm]	s_{el} [mm]	s_1 [mm]	s_2 [mm]	s [mm]	$k_{v;rep}$ paal vrijstaand [kN/mm]
412	11,6	1,6	13,2	1,4	14,7	31
370	9,0	1,5	10,5	1,3	11,8	35
329	7,1	1,3	8,5	1,2	9,6	39
288	5,7	1,1	6,9	1,0	7,9	42
247	4,6	1,0	5,6	0,9	6,4	44
206	3,6	0,8	4,4	0,7	5,1	47
165	2,7	0,6	3,4	0,6	3,9	49
123	1,8	0,5	2,3	0,4	2,8	53
82	1,1	0,3	1,4	0,3	1,7	59
41	0,5	0,2	0,6	0,1	0,8	65

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)

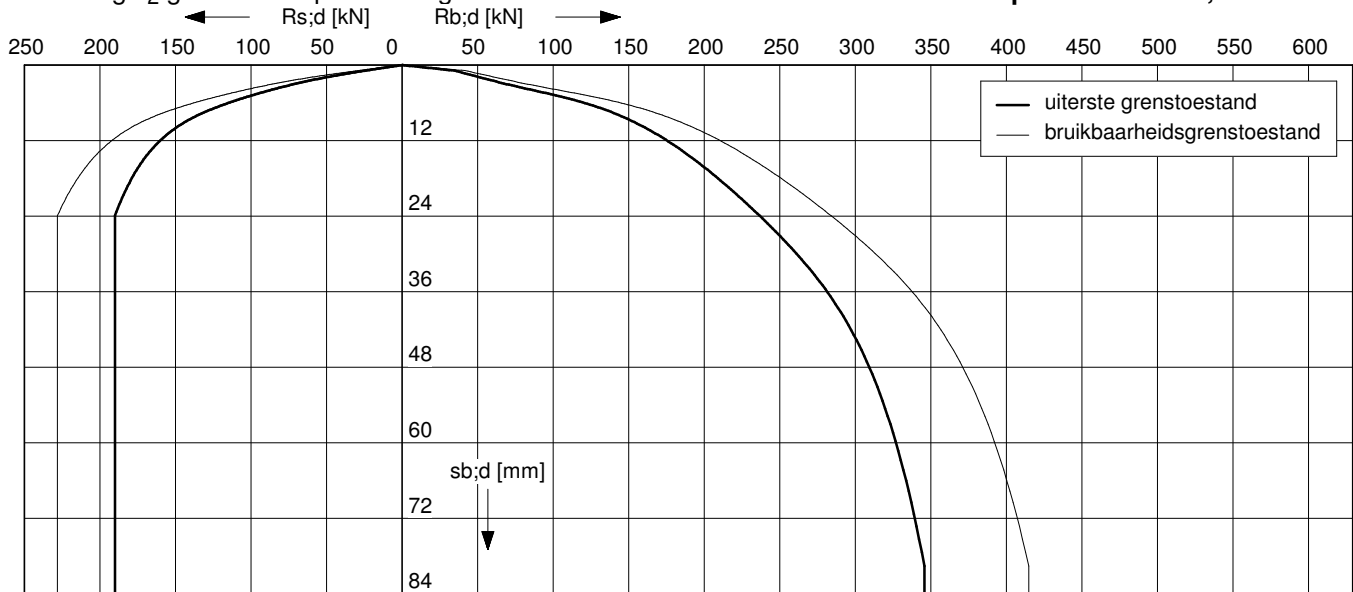
Paaltype : Avegaarpaal

Sondeergroep : Projectlocatie A

Berekening s_2 gebaseerd op sondering DKM001

Paalafmeting : 0,400 m

Paalpuntniveau : 11,00 m tov NAP



Uiterste grenstoestand

$F_{c;d}$ [kN]	$S_{b;d}$ [mm]	$S_{el;d}$ [mm]	$S_{1;d}$ [mm]	$S_{2;d}$ [mm]	S_d [mm]	$k_{v;d}$ paal vrijstaand [kN/mm]
628	79,5	2,3	81,8	1,7	83,6	17
565	79,5	2,1	81,6	1,6	83,2	21
502	49,0	1,9	50,9	1,4	52,3	25
440	26,8	1,6	28,4	1,2	29,7	29
377	16,3	1,4	17,7	1,0	18,7	32
314	10,0	1,1	11,2	0,9	12,1	34
251	6,6	0,9	7,5	0,7	8,2	36
188	4,4	0,7	5,1	0,5	5,6	39
126	2,6	0,5	3,0	0,3	3,4	45
63	1,0	0,2	1,2	0,2	1,4	51

Configuratie paalgroep
voor bepaling s_2



Bruikbaarheidsgrenstoestand

$F_{c;rep}$ [kN]	S_b [mm]	S_{el} [mm]	S_1 [mm]	S_2 [mm]	S [mm]	$k_{v;rep}$ paal vrijstaand [kN/mm]
483	19,8	1,5	21,2	1,3	22,6	23
435	14,4	1,3	15,7	1,2	16,9	28
386	10,7	1,2	11,9	1,1	13,0	33
338	8,1	1,0	9,1	0,9	10,0	37
290	6,2	0,9	7,0	0,8	7,8	41
242	4,8	0,7	5,5	0,7	6,2	44
193	3,6	0,6	4,2	0,5	4,7	46
145	2,4	0,4	2,9	0,4	3,3	51
97	1,4	0,3	1,6	0,3	1,9	59
48	0,6	0,1	0,7	0,1	0,9	66

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)

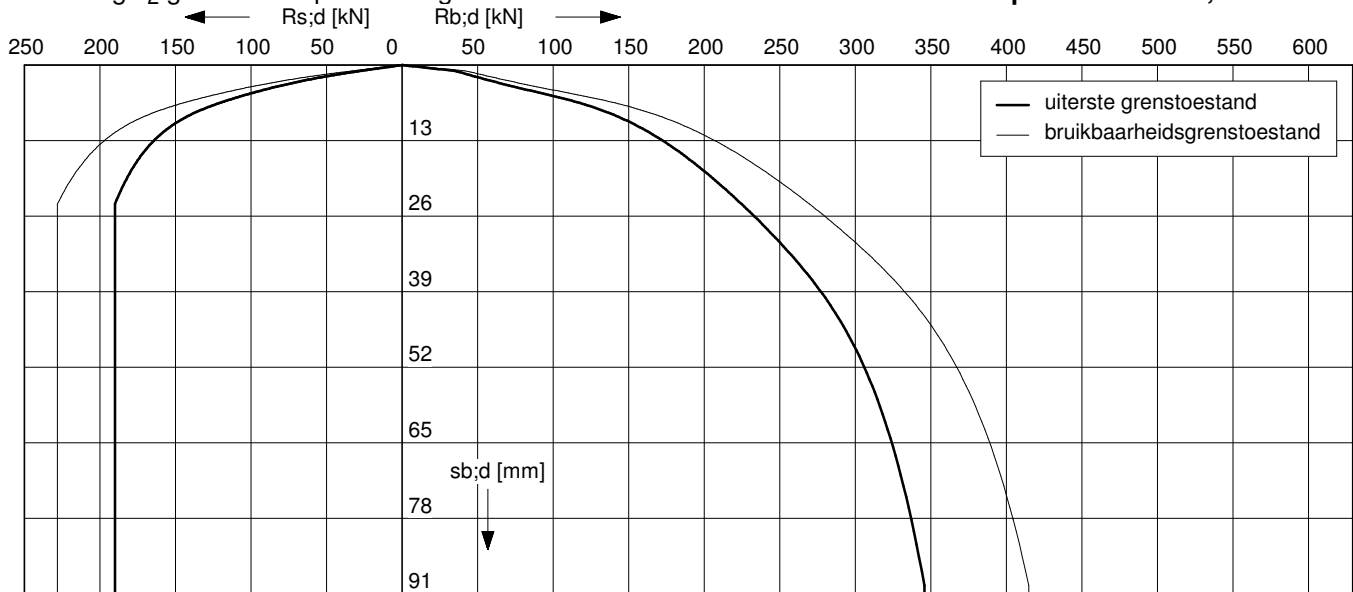
Paaltype : Avegaarpaal

Sondeergroep : Projectlocatie A

Berekening s_2 gebaseerd op sondering DKM001

Paalafmeting : 0,450 m

Paalpuntniveau : 11,00 m tov NAP



Uiterste grenstoestand

$F_{c;d}$ [kN]	$s_{b;d}$ [mm]	$s_{el;d}$ [mm]	$s_{1;d}$ [mm]	$s_{2;d}$ [mm]	s_d [mm]	$k_{v;d}$ paal vrijstaand [kN/mm]
713	89,5	2,0	91,5	1,7	93,2	12
642	89,5	1,8	91,3	1,5	92,8	16
570	89,5	1,7	91,1	1,4	92,5	20
499	53,0	1,5	54,4	1,2	55,6	24
428	27,0	1,2	28,2	1,0	29,2	28
357	15,0	1,0	16,0	0,8	16,9	31
285	8,8	0,8	9,6	0,7	10,3	34
214	5,6	0,6	6,2	0,5	6,7	37
143	3,2	0,4	3,6	0,3	3,9	42
71	1,2	0,2	1,4	0,2	1,6	51

Configuratie paalgroep
voor bepaling s_2



Bruikbaarheidsgrenstoestand

$F_{c;rep}$ [kN]	s_b [mm]	s_{el} [mm]	s_1 [mm]	s_2 [mm]	s [mm]	$k_{v;rep}$ paal vrijstaand [kN/mm]
548	35,3	1,3	36,6	1,3	37,9	15
494	23,1	1,2	24,3	1,2	25,4	20
439	16,2	1,0	17,3	1,0	18,3	25
384	11,3	0,9	12,2	0,9	13,1	31
329	8,2	0,8	9,0	0,8	9,8	37
274	6,1	0,7	6,8	0,7	7,4	41
219	4,5	0,5	5,0	0,5	5,5	44
165	3,1	0,4	3,5	0,4	3,9	48
110	1,7	0,3	2,0	0,3	2,3	55
55	0,7	0,1	0,8	0,1	1,0	66

Toelichting

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

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

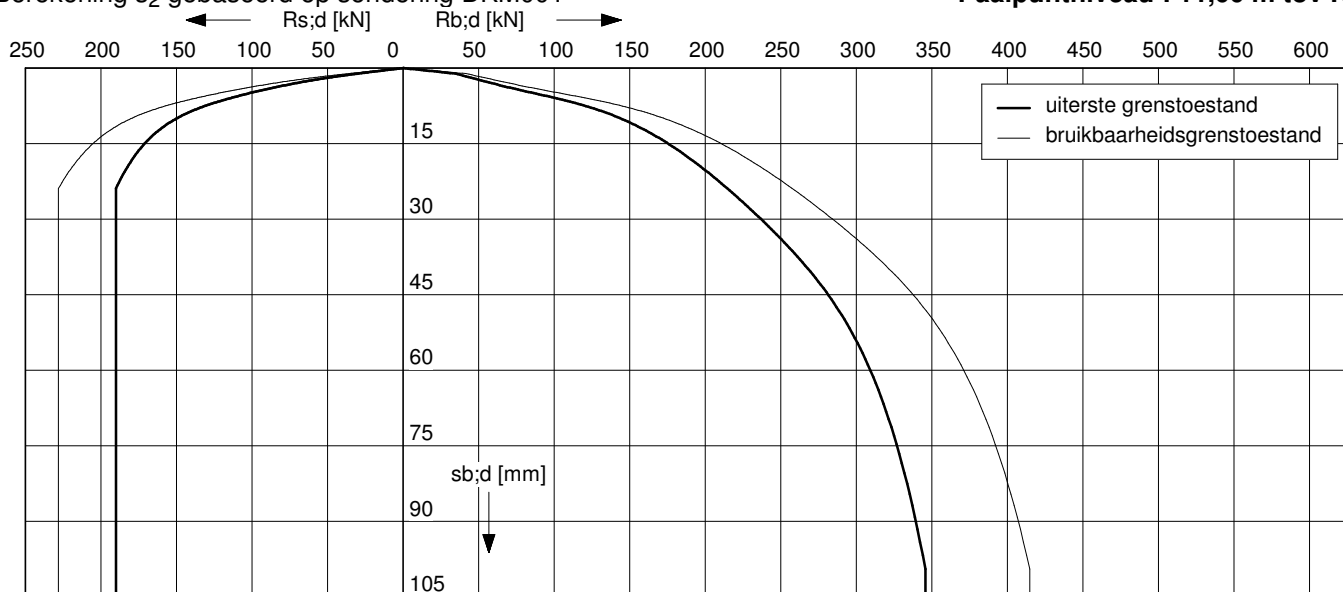
Paaltype : Avegaarpaal

Sondeergroep : Projectlocatie A

Berekening s_2 gebaseerd op sondering DKM001

Paalafmeting : 0,500 m

Paalpuntniveau : 11,00 m tov NAP



Uiterste grenstoestand

$F_{c;d}$ [kN]	$s_{b;d}$ [mm]	$s_{el;d}$ [mm]	$s_{1;d}$ [mm]	$s_{2;d}$ [mm]	s_d [mm]	$k_{v;d}$ paal vrijstaand [kN/mm]
798	99,4	1,8	101,2	1,6	102,9	7
718	99,4	1,7	101,1	1,5	102,5	10
638	99,4	1,5	100,9	1,3	102,2	15
559	99,4	1,3	100,7	1,1	101,9	19
479	47,4	1,1	48,5	1,0	49,5	25
399	22,7	0,9	23,7	0,8	24,5	29
319	11,9	0,7	12,6	0,6	13,3	32
239	6,9	0,6	7,4	0,5	7,9	34
160	3,9	0,4	4,3	0,3	4,6	41
80	1,5	0,2	1,7	0,2	1,8	49

Configuratie paalgroep
voor bepaling s_2



Bruikbaarheidsgrenstoestand

$F_{c;rep}$ [kN]	s_b [mm]	s_{el} [mm]	s_1 [mm]	s_2 [mm]	s [mm]	$k_{v;rep}$ paal vrijstaand [kN/mm]
614	68,1	1,2	69,3	1,2	70,6	9
552	40,4	1,1	41,5	1,1	42,6	13
491	24,7	1,0	25,7	1,0	26,7	19
430	16,2	0,8	17,0	0,9	17,9	25
368	10,8	0,7	11,6	0,7	12,3	32
307	7,6	0,6	8,2	0,6	8,8	37
246	5,5	0,5	6,0	0,5	6,5	41
184	3,8	0,4	4,1	0,4	4,5	45
123	2,1	0,2	2,3	0,2	2,6	53
61	0,8	0,1	1,0	0,1	1,1	64

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)

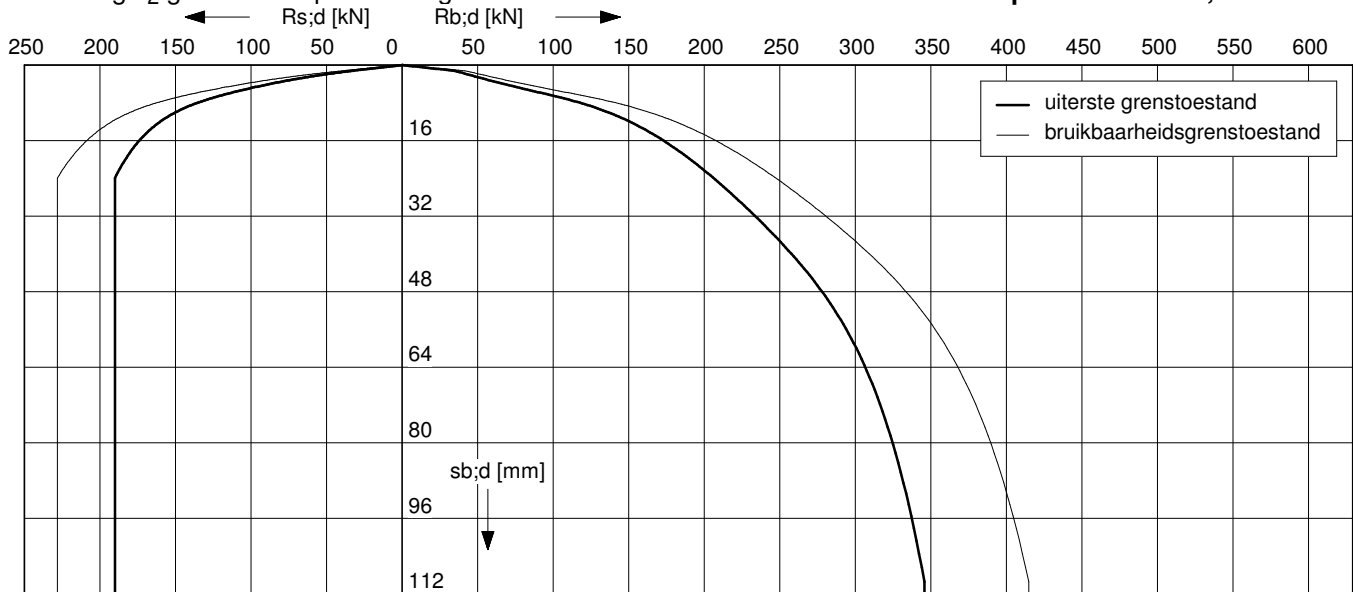
Paaltype : Avegaarpaal

Sondeergroep : Projectlocatie A

Berekening s_2 gebaseerd op sondering DKM001

Paalafmeting : 0,550 m

Paalpuntniveau : 11,00 m tov NAP



Uiterste grenstoestand

$F_{c;d}$ [kN]	$s_{b;d}$ [mm]	$s_{el;d}$ [mm]	$s_{1;d}$ [mm]	$s_{2;d}$ [mm]	s_d [mm]	$k_{v;d}$ paal vrijstaand [kN/mm]
935	109,4	1,8	111,1	1,6	112,7	5
842	109,4	1,6	110,9	1,5	112,4	5
748	109,4	1,4	110,8	1,3	112,1	8
655	109,4	1,3	110,6	1,1	111,7	12
561	109,4	1,1	110,4	1,0	111,4	18
468	47,3	0,9	48,2	0,8	49,1	24
374	19,6	0,7	20,4	0,6	21,0	29
281	9,4	0,5	10,0	0,5	10,5	32
187	5,1	0,4	5,5	0,3	5,8	37
94	1,9	0,2	2,1	0,2	2,3	48

Configuratie paalgroep
voor bepaling s_2



Bruikbaarheidsgrenstoestand

$F_{c;rep}$ [kN]	s_b [mm]	s_{el} [mm]	s_1 [mm]	s_2 [mm]	s [mm]	$k_{v;rep}$ paal vrijstaand [kN/mm]
719	109,4	1,2	110,5	1,2	111,8	7
647	109,4	1,1	110,4	1,1	111,5	6
575	53,0	0,9	54,0	1,0	55,0	11
503	30,3	0,8	31,1	0,9	31,9	16
432	17,5	0,7	18,2	0,7	18,9	24
360	10,9	0,6	11,5	0,6	12,1	31
288	7,2	0,5	7,7	0,5	8,2	37
216	4,9	0,3	5,2	0,4	5,6	41
144	2,7	0,2	3,0	0,2	3,2	49
72	1,0	0,1	1,2	0,1	1,3	62

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)

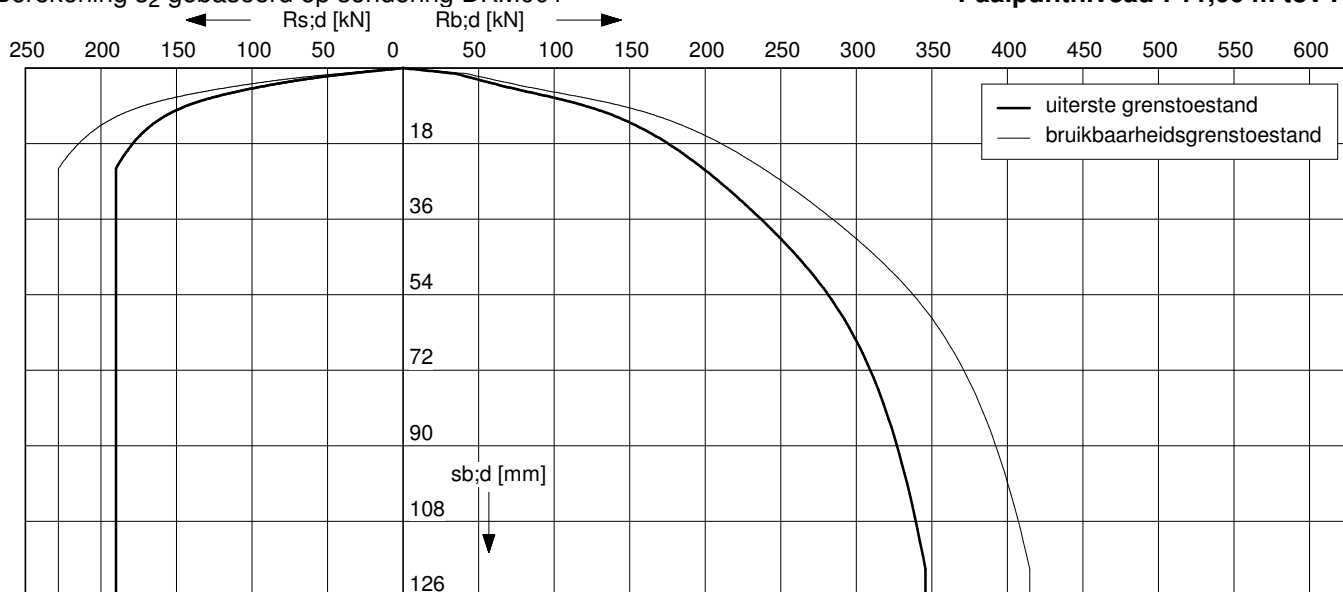
Paaltype : Avegaarpaal

Sondeergroep : Projectlocatie A

Berekening s_2 gebaseerd op sondering DKM001

Paalafmeting : 0,600 m

Paalpuntniveau : 11,00 m tov NAP



Uiterste grenstoestand

$F_{c;d}$ [kN]	$s_{b;d}$ [mm]	$s_{el;d}$ [mm]	$s_{1;d}$ [mm]	$s_{2;d}$ [mm]	s_d [mm]	$k_{v;d}$ paal vrijstaand [kN/mm]
1082	119,3	1,7	121,0	1,7	122,7	5
974	119,3	1,5	120,8	1,5	122,4	5
866	119,3	1,4	120,7	1,4	122,0	4
757	119,3	1,2	120,5	1,2	121,7	7
649	119,3	1,1	120,3	1,0	121,4	12
541	119,3	0,9	120,2	0,9	121,0	19
433	37,8	0,7	38,5	0,7	39,1	25
325	13,9	0,5	14,4	0,5	15,0	29
216	6,5	0,3	6,9	0,3	7,2	35
108	2,5	0,2	2,6	0,2	2,8	46

Configuratie paalgroep
voor bepaling s_2



Bruikbaarheidsgrenstoestand

$F_{c;rep}$ [kN]	s_b [mm]	s_{el} [mm]	s_1 [mm]	s_2 [mm]	s [mm]	$k_{v;rep}$ paal vrijstaand [kN/mm]
832	119,3	1,1	120,4	1,3	121,7	7
749	119,3	1,0	120,3	1,2	121,5	6
666	119,3	0,9	120,2	1,1	121,2	6
583	60,9	0,8	61,7	0,9	62,6	9
499	31,9	0,7	32,5	0,8	33,3	15
416	16,7	0,6	17,3	0,7	17,9	24
333	9,7	0,4	10,2	0,5	10,7	33
250	6,2	0,3	6,5	0,4	6,9	38
166	3,5	0,2	3,7	0,3	4,0	45
83	1,3	0,1	1,4	0,1	1,5	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)

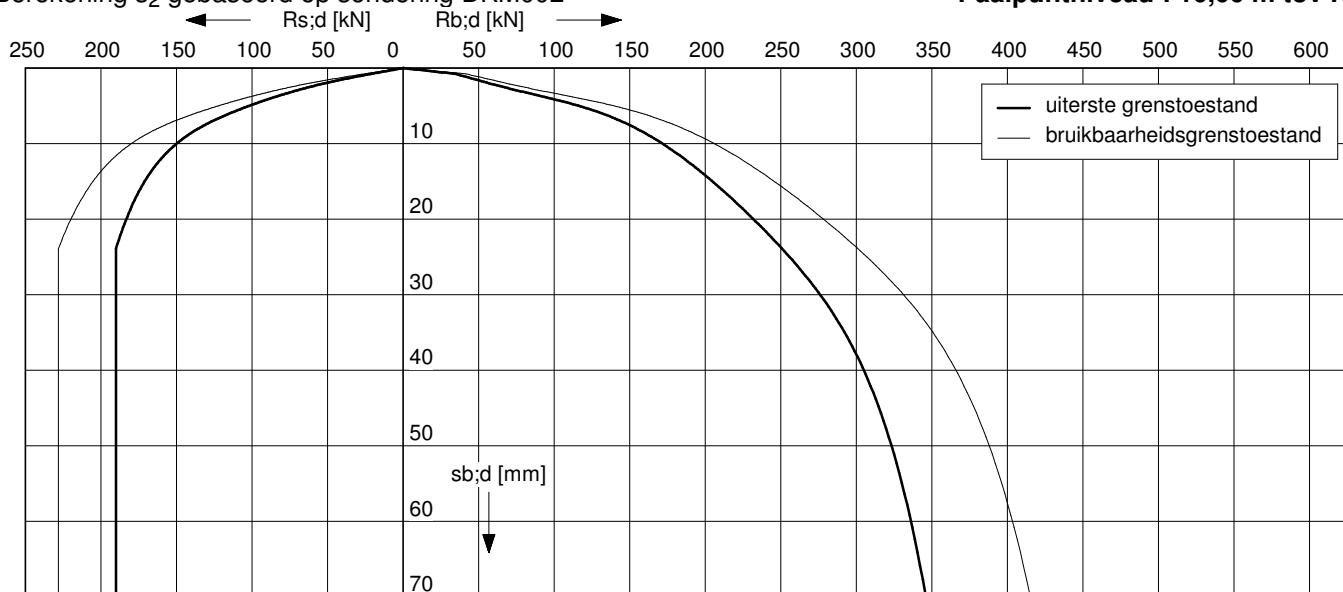
Paaltype : Avegaarpaal

Sondeergroep : Projectlocatie A

Berekening s_2 gebaseerd op sondering DKM002

Paalafmeting : 0,350 m

Paalpuntniveau : 10,00 m tov NAP



Uiterste grenstoestand

$F_{c;d}$ [kN]	$s_{b;d}$ [mm]	$s_{el;d}$ [mm]	$s_{1;d}$ [mm]	$s_{2;d}$ [mm]	s_d [mm]	$k_{v;d}$ paal vrijstaand [kN/mm]
535	67,7	2,9	70,5	1,9	72,4	24
482	34,3	2,6	36,9	1,7	38,6	27
428	21,6	2,2	23,9	1,5	25,4	30
375	14,7	2,0	16,7	1,3	18,0	32
321	9,7	1,7	11,4	1,1	12,6	34
268	6,8	1,4	8,2	0,9	9,2	35
214	4,8	1,1	5,9	0,8	6,7	37
161	3,3	0,8	4,2	0,6	4,7	40
107	1,9	0,6	2,5	0,4	2,9	45
54	0,7	0,3	1,0	0,2	1,2	49

Configuratie paalgroep
voor bepaling s_2



Bruikbaarheidsgrenstoestand

$F_{c;rep}$ [kN]	s_b [mm]	s_{el} [mm]	s_1 [mm]	s_2 [mm]	s [mm]	$k_{v;rep}$ paal vrijstaand [kN/mm]
412	11,6	1,8	13,4	1,5	14,8	31
370	9,0	1,6	10,6	1,3	11,9	35
329	7,1	1,4	8,6	1,2	9,7	38
288	5,7	1,3	7,0	1,0	8,0	41
247	4,6	1,1	5,7	0,9	6,5	44
206	3,6	0,9	4,5	0,7	5,2	46
165	2,7	0,7	3,4	0,6	4,0	48
123	1,8	0,5	2,4	0,4	2,8	52
82	1,1	0,4	1,4	0,3	1,7	58
41	0,5	0,2	0,7	0,1	0,8	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)

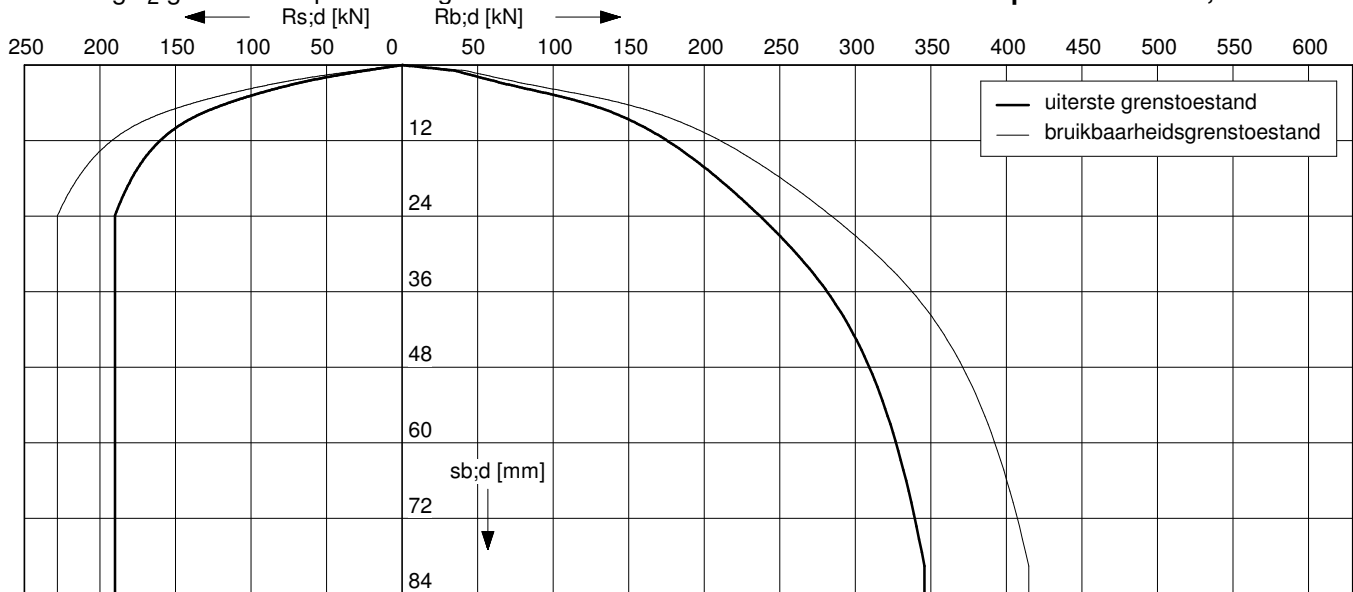
Paaltype : Avegaarpaal

Sondeergroep : Projectlocatie A

Berekening s_2 gebaseerd op sondering DKM002

Paalafmeting : 0,400 m

Paalpuntniveau : 10,00 m tov NAP



Uiterste grenstoestand

$F_{c;d}$ [kN]	$s_{b;d}$ [mm]	$s_{el;d}$ [mm]	$s_{1;d}$ [mm]	$s_{2;d}$ [mm]	s_d [mm]	$k_{v;d}$ paal vrijstaand [kN/mm]
628	79,5	2,5	82,1	1,7	83,8	17
565	79,5	2,3	81,8	1,6	83,4	21
502	49,0	2,0	51,1	1,4	52,4	25
440	26,8	1,8	28,6	1,2	29,8	28
377	16,3	1,5	17,8	1,0	18,9	31
314	10,0	1,3	11,3	0,9	12,2	33
251	6,6	1,0	7,6	0,7	8,3	35
188	4,4	0,8	5,1	0,5	5,6	38
126	2,6	0,5	3,1	0,3	3,4	44
63	1,0	0,3	1,2	0,2	1,4	50

Configuratie paalgroep
voor bepaling s_2



Bruikbaarheidsgrenstoestand

$F_{c;rep}$ [kN]	s_b [mm]	s_{el} [mm]	s_1 [mm]	s_2 [mm]	s [mm]	$k_{v;rep}$ paal vrijstaand [kN/mm]
483	19,8	1,6	21,4	1,3	22,7	23
435	14,4	1,4	15,9	1,2	17,1	27
386	10,7	1,3	12,0	1,1	13,1	32
338	8,1	1,1	9,2	0,9	10,1	37
290	6,2	1,0	7,1	0,8	7,9	41
242	4,8	0,8	5,6	0,7	6,3	43
193	3,6	0,6	4,2	0,5	4,8	46
145	2,4	0,5	2,9	0,4	3,3	50
97	1,4	0,3	1,7	0,3	1,9	58
48	0,6	0,2	0,7	0,1	0,9	65

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)

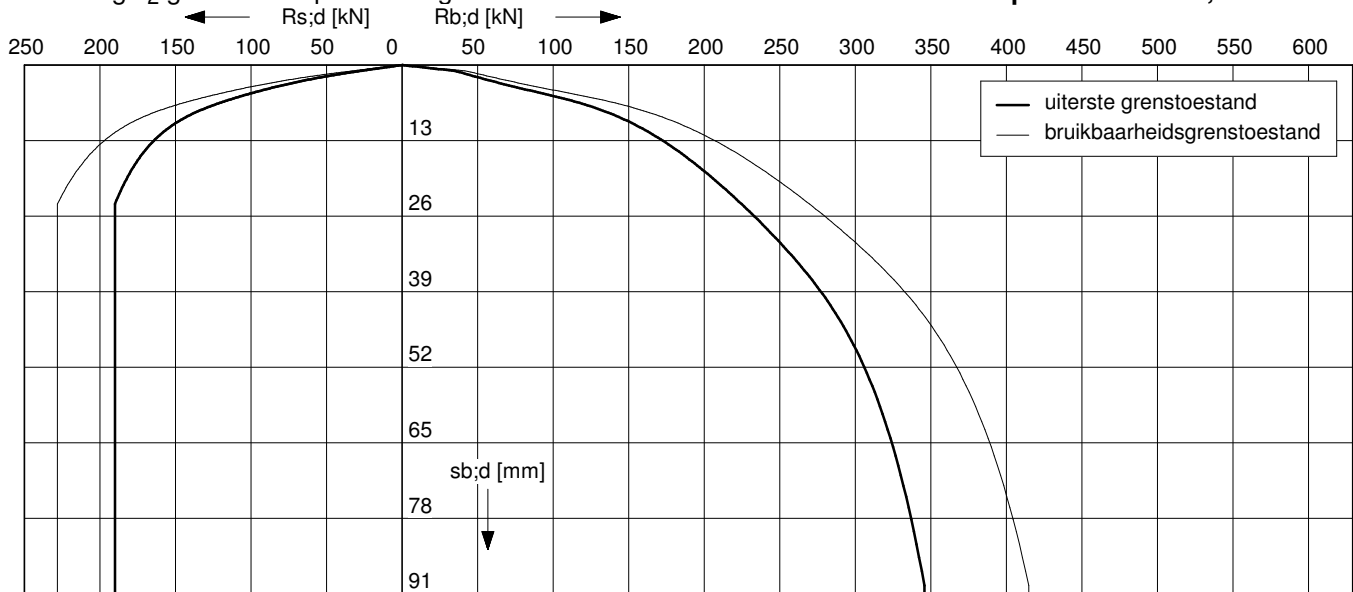
Paaltype : Avegaarpaal

Sondeergroep : Projectlocatie A

Berekening s_2 gebaseerd op sondering DKM002

Paalafmeting : 0,450 m

Paalpuntniveau : 10,00 m tov NAP



Uiterste grenstoestand

$F_{c;d}$ [kN]	$S_{b;d}$ [mm]	$S_{el;d}$ [mm]	$S_{1;d}$ [mm]	$S_{2;d}$ [mm]	$S_{;d}$ [mm]	$k_{v;d}$ paal vrijstaand [kN/mm]
713	89,5	2,2	91,7	1,6	93,3	11
642	89,5	2,0	91,5	1,4	92,9	16
570	89,5	1,8	91,3	1,3	92,6	19
499	53,0	1,6	54,6	1,1	55,7	24
428	27,0	1,4	28,3	0,9	29,2	28
357	15,0	1,1	16,1	0,8	16,9	31
285	8,8	0,9	9,7	0,6	10,3	33
214	5,6	0,7	6,2	0,5	6,7	36
143	3,2	0,4	3,6	0,3	3,9	42
71	1,2	0,2	1,4	0,2	1,6	50

Configuratie paalgroep
voor bepaling s_2



Bruikbaarheidsgrenstoestand

$F_{c;rep}$ [kN]	S_b [mm]	S_{el} [mm]	S_1 [mm]	S_2 [mm]	S [mm]	$k_{v;rep}$ paal vrijstaand [kN/mm]
548	35,3	1,5	36,7	1,2	37,9	15
494	23,1	1,3	24,4	1,1	25,5	20
439	16,2	1,1	17,4	1,0	18,3	25
384	11,3	1,0	12,3	0,8	13,1	31
329	8,2	0,9	9,1	0,7	9,8	36
274	6,1	0,7	6,8	0,6	7,4	40
219	4,5	0,6	5,1	0,5	5,5	43
165	3,1	0,4	3,5	0,4	3,9	47
110	1,7	0,3	2,0	0,2	2,3	54
55	0,7	0,1	0,8	0,1	1,0	65

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)

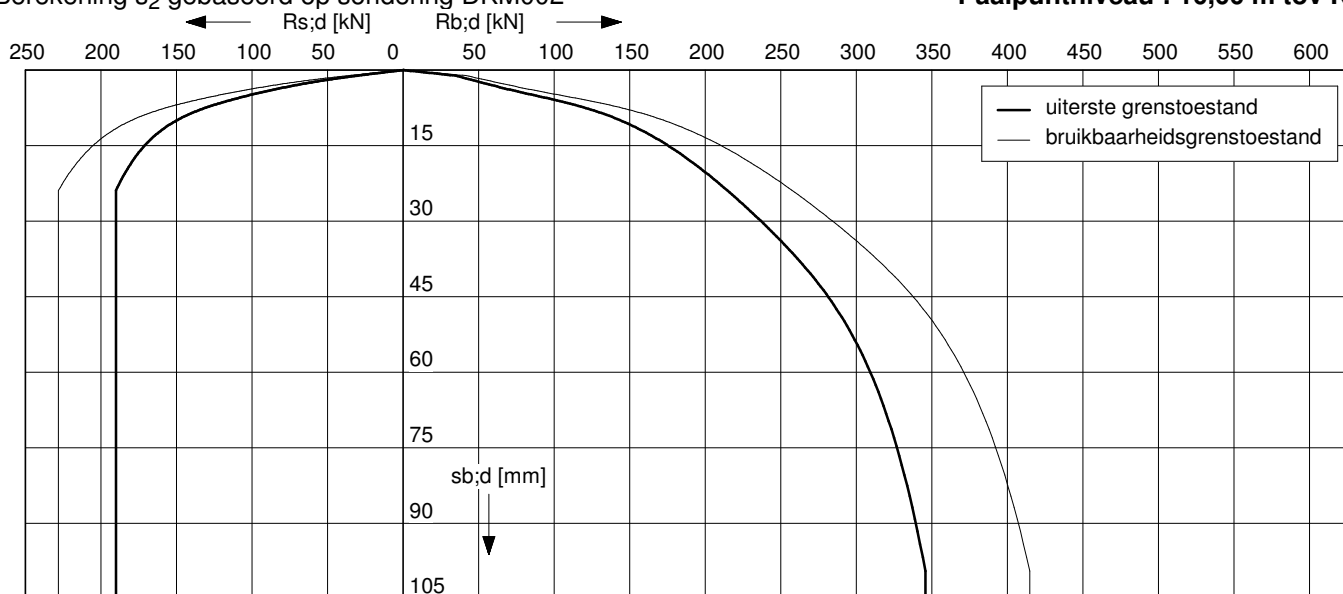
Paaltype : Avegaarpaal

Sondeergroep : Projectlocatie A

Berekening s_2 gebaseerd op sondering DKM002

Paalafmeting : 0,500 m

Paalpuntniveau : 10,00 m tov NAP



Uiterste grenstoestand

$F_{c;d}$ [kN]	$S_{b;d}$ [mm]	$S_{el;d}$ [mm]	$S_{1;d}$ [mm]	$S_{2;d}$ [mm]	S_d [mm]	$k_{v;d}$ paal vrijstaand [kN/mm]
798	99,4	2,0	101,4	1,5	102,9	7
718	99,4	1,8	101,2	1,4	102,6	10
638	99,4	1,6	101,0	1,2	102,3	15
559	99,4	1,5	100,9	1,1	101,9	19
479	47,4	1,2	48,7	0,9	49,6	24
399	22,7	1,0	23,8	0,8	24,5	28
319	11,9	0,8	12,7	0,6	13,3	31
239	6,9	0,6	7,5	0,5	7,9	34
160	3,9	0,4	4,4	0,3	4,7	40
80	1,5	0,2	1,7	0,2	1,8	49

Configuratie paalgroep
voor bepaling s_2



Bruikbaarheidsgrenstoestand

$F_{c;rep}$ [kN]	S_b [mm]	S_{el} [mm]	S_1 [mm]	S_2 [mm]	S [mm]	$k_{v;rep}$ paal vrijstaand [kN/mm]
614	68,1	1,3	69,5	1,2	70,6	9
552	40,4	1,2	41,6	1,0	42,6	13
491	24,7	1,0	25,8	0,9	26,7	19
430	16,2	0,9	17,1	0,8	17,9	25
368	10,8	0,8	11,6	0,7	12,3	32
307	7,6	0,6	8,3	0,6	8,9	37
246	5,5	0,5	6,0	0,5	6,5	41
184	3,8	0,4	4,1	0,3	4,5	44
123	2,1	0,3	2,3	0,2	2,6	52
61	0,8	0,1	1,0	0,1	1,1	63

Toelichting

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

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

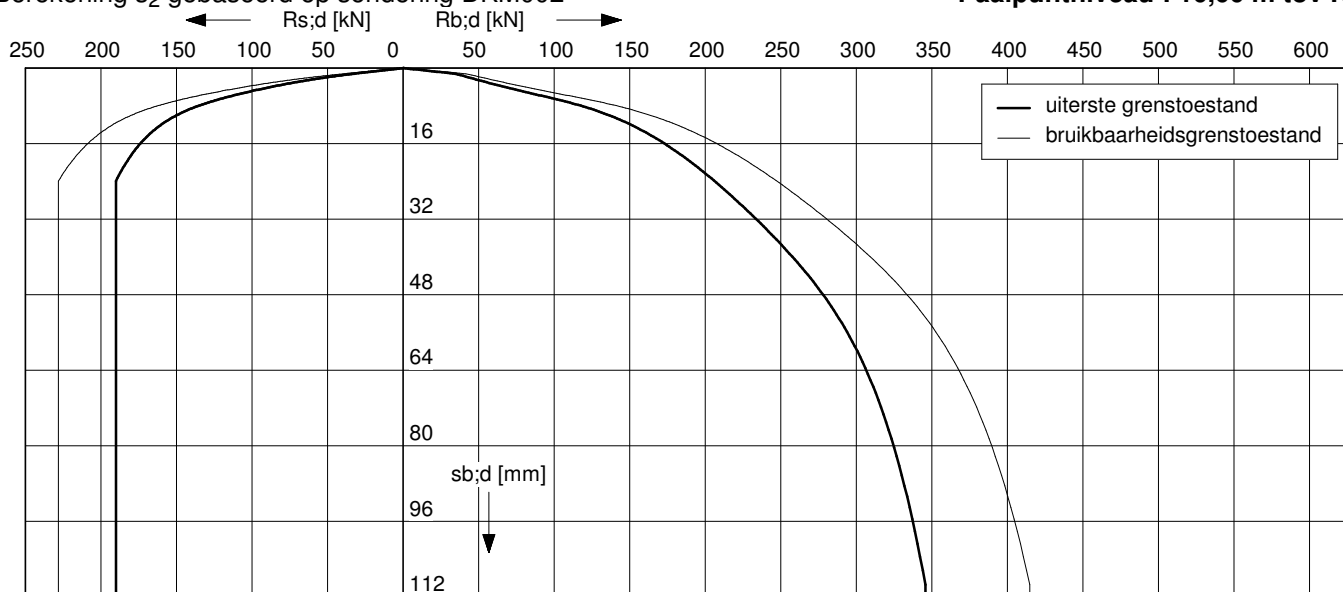
Paaltype : Avegaarpaal

Sondeergroep : Projectlocatie A

Berekening s_2 gebaseerd op sondering DKM002

Paalafmeting : 0,550 m

Paalpuntniveau : 10,00 m tov NAP



Uiterste grenstoestand

$F_{c;d}$ [kN]	$s_{b;d}$ [mm]	$s_{el;d}$ [mm]	$s_{1;d}$ [mm]	$s_{2;d}$ [mm]	s_d [mm]	$k_{v;d}$ paal vrijstaand [kN/mm]
935	109,4	1,9	111,3	1,6	112,9	5
842	109,4	1,7	111,1	1,4	112,5	5
748	109,4	1,6	110,9	1,3	112,2	8
655	109,4	1,4	110,7	1,1	111,9	12
561	109,4	1,2	110,6	1,0	111,5	18
468	47,3	1,0	48,3	0,8	49,1	24
374	19,6	0,8	20,4	0,6	21,1	29
281	9,4	0,6	10,0	0,5	10,5	32
187	5,1	0,4	5,5	0,3	5,8	37
94	1,9	0,2	2,1	0,2	2,3	47

Configuratie paalgroep
voor bepaling s_2



Bruikbaarheidsgrenstoestand

$F_{c;rep}$ [kN]	s_b [mm]	s_{el} [mm]	s_1 [mm]	s_2 [mm]	s [mm]	$k_{v;rep}$ paal vrijstaand [kN/mm]
719	109,4	1,3	110,6	1,2	111,9	7
647	109,4	1,2	110,5	1,1	111,6	6
575	53,0	1,0	54,1	1,0	55,1	11
503	30,3	0,9	31,1	0,9	32,0	16
432	17,5	0,8	18,2	0,7	19,0	24
360	10,9	0,6	11,6	0,6	12,2	31
288	7,2	0,5	7,7	0,5	8,2	37
216	4,9	0,4	5,2	0,4	5,6	41
144	2,7	0,2	3,0	0,2	3,2	48
72	1,0	0,1	1,2	0,1	1,3	62

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)

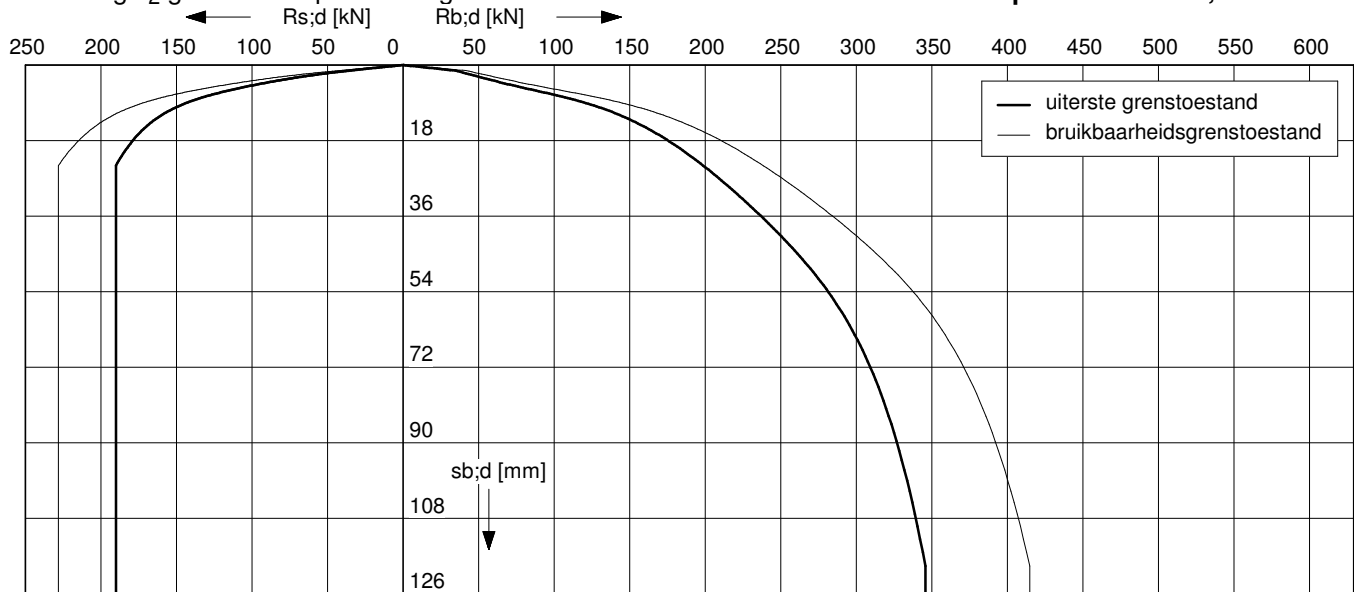
Paaltype : Avegaarpaal

Sondeergroep : Projectlocatie A

Berekening s_2 gebaseerd op sondering DKM002

Paalafmeting : 0,600 m

Paalpuntniveau : 10,00 m tov NAP



Uiterste grenstoestand

$F_{c;d}$ [kN]	$s_{b;d}$ [mm]	$s_{el;d}$ [mm]	$s_{1;d}$ [mm]	$s_{2;d}$ [mm]	s_d [mm]	$k_{v;d}$ paal vrijstaand [kN/mm]
1082	119,3	1,8	121,1	1,9	123,0	5
974	119,3	1,7	121,0	1,7	122,7	5
866	119,3	1,5	120,8	1,5	122,3	4
757	119,3	1,3	120,6	1,3	121,9	7
649	119,3	1,2	120,4	1,1	121,6	12
541	119,3	1,0	120,3	0,9	121,2	18
433	37,8	0,8	38,5	0,8	39,3	25
325	13,9	0,6	14,5	0,6	15,1	29
216	6,5	0,4	6,9	0,4	7,3	35
108	2,5	0,2	2,6	0,2	2,8	46

Configuratie paalgroep
voor bepaling s_2



Bruikbaarheidsgrenstoestand

$F_{c;rep}$ [kN]	s_b [mm]	s_{el} [mm]	s_1 [mm]	s_2 [mm]	s [mm]	$k_{v;rep}$ paal vrijstaand [kN/mm]
832	119,3	1,2	120,5	1,5	122,0	7
749	119,3	1,1	120,4	1,3	121,7	6
666	119,3	1,0	120,3	1,2	121,5	6
583	60,9	0,9	61,8	1,0	62,8	9
499	31,9	0,7	32,6	0,9	33,5	15
416	16,7	0,6	17,3	0,7	18,1	24
333	9,7	0,5	10,2	0,6	10,8	33
250	6,2	0,4	6,6	0,4	7,0	38
166	3,5	0,2	3,7	0,3	4,0	45
83	1,3	0,1	1,4	0,1	1,5	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)

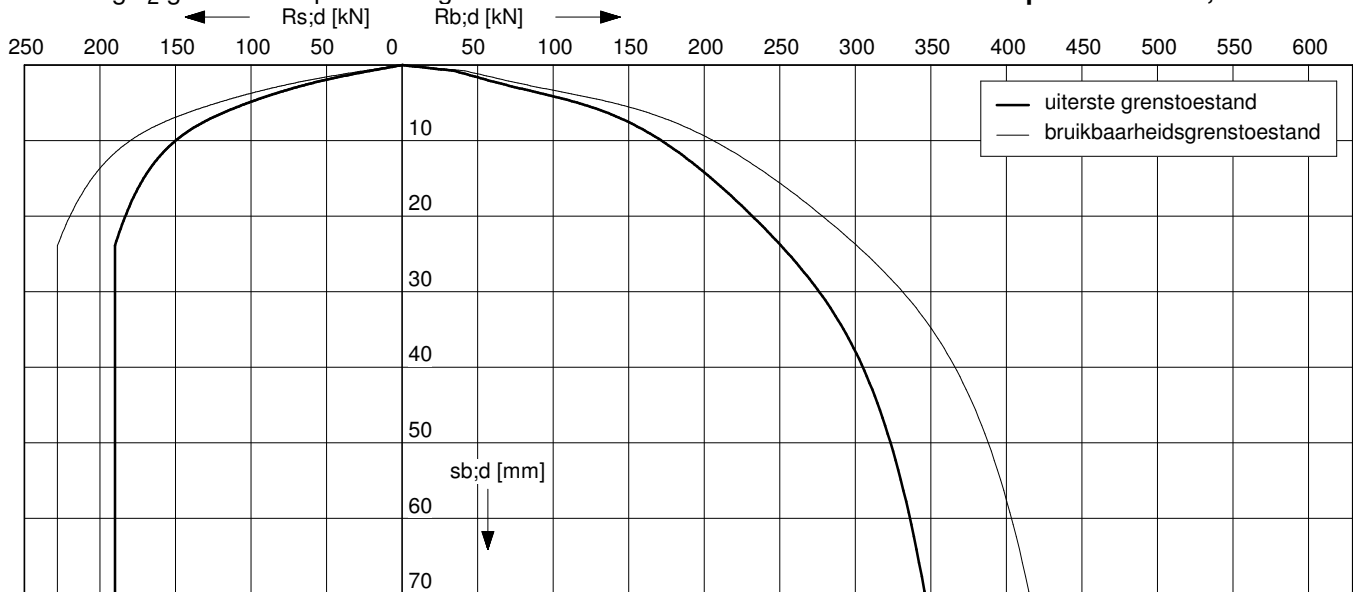
Paaltype : Avegaarpaal

Sondeergroep : Projectlocatie A

Berekening s_2 gebaseerd op sondering DKM003

Paalafmeting : 0,350 m

Paalpuntniveau : 5,00 m tov NAP



Uiterste grenstoestand

$F_{c;d}$ [kN]	$s_{b;d}$ [mm]	$s_{el;d}$ [mm]	$s_{1;d}$ [mm]	$s_{2;d}$ [mm]	s_d [mm]	$k_{v;d}$ paal vrijstaand [kN/mm]
535	67,7	4,2	71,9	1,9	73,8	22
482	34,3	3,7	38,1	1,7	39,8	25
428	21,6	3,3	24,9	1,5	26,4	27
375	14,7	2,9	17,6	1,3	18,9	29
321	9,7	2,4	12,2	1,2	13,3	31
268	6,8	2,0	8,8	1,0	9,8	32
214	4,8	1,6	6,4	0,8	7,2	34
161	3,3	1,2	4,5	0,6	5,1	36
107	1,9	0,8	2,7	0,4	3,1	40
54	0,7	0,4	1,1	0,2	1,3	43

Configuratie paalgroep
voor bepaling s_2



Bruikbaarheidsgrenstoestand

$F_{c;rep}$ [kN]	s_b [mm]	s_{el} [mm]	s_1 [mm]	s_2 [mm]	s [mm]	$k_{v;rep}$ paal vrijstaand [kN/mm]
412	11,6	2,6	14,2	1,5	15,7	29
370	9,0	2,3	11,4	1,3	12,7	33
329	7,1	2,1	9,2	1,2	10,4	36
288	5,7	1,8	7,6	1,0	8,6	38
247	4,6	1,6	6,1	0,9	7,0	40
206	3,6	1,3	4,9	0,7	5,6	42
165	2,7	1,0	3,7	0,6	4,3	44
123	1,8	0,8	2,6	0,4	3,1	47
82	1,1	0,5	1,6	0,3	1,9	52
41	0,5	0,3	0,7	0,1	0,9	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)

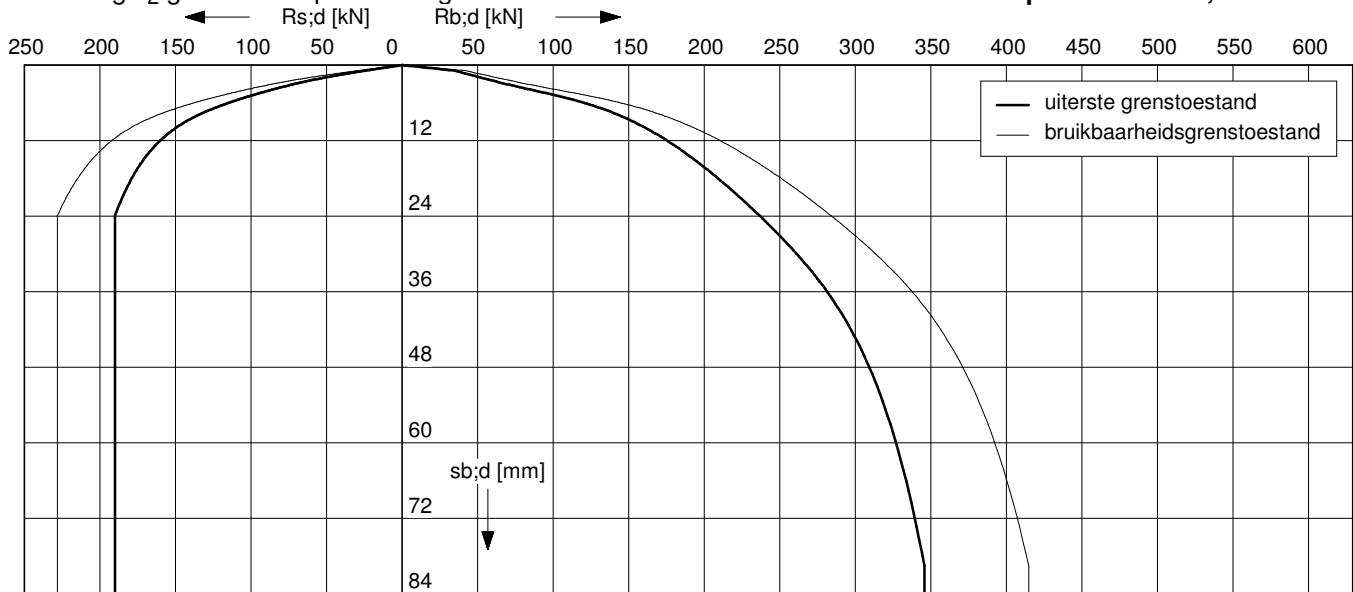
Paaltype : Avegaarpaal

Sondeergroep : Projectlocatie A

Berekening s_2 gebaseerd op sondering DKM003

Paalafmeting : 0,400 m

Paalpuntniveau : 5,00 m tov NAP



Uiterste grenstoestand

$F_{c;d}$ [kN]	$s_{b;d}$ [mm]	$s_{el;d}$ [mm]	$s_{1;d}$ [mm]	$s_{2;d}$ [mm]	s_d [mm]	$k_{v;d}$ paal vrijstaand [kN/mm]
628	79,5	3,7	83,2	2,1	85,3	17
565	79,5	3,4	82,9	1,9	84,8	20
502	49,0	3,0	52,0	1,7	53,7	24
440	26,8	2,6	29,4	1,5	30,9	27
377	16,3	2,2	18,5	1,2	19,8	29
314	10,0	1,8	11,9	1,0	12,9	31
251	6,6	1,5	8,0	0,8	8,8	33
188	4,4	1,1	5,5	0,6	6,1	36
126	2,6	0,7	3,3	0,4	3,7	41
63	1,0	0,4	1,3	0,2	1,5	45

Configuratie paalgroep
voor bepaling s_2



Bruikbaarheidsgrenstoestand

$F_{c;rep}$ [kN]	s_b [mm]	s_{el} [mm]	s_1 [mm]	s_2 [mm]	s [mm]	$k_{v;rep}$ paal vrijstaand [kN/mm]
483	19,8	2,3	22,1	1,6	23,7	22
435	14,4	2,1	16,5	1,4	18,0	26
386	10,7	1,9	12,6	1,3	13,9	31
338	8,1	1,6	9,7	1,1	10,8	35
290	6,2	1,4	7,6	1,0	8,5	38
242	4,8	1,2	5,9	0,8	6,7	41
193	3,6	0,9	4,5	0,6	5,2	43
145	2,4	0,7	3,1	0,5	3,6	47
97	1,4	0,5	1,8	0,3	2,1	53
48	0,6	0,2	0,8	0,2	1,0	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)

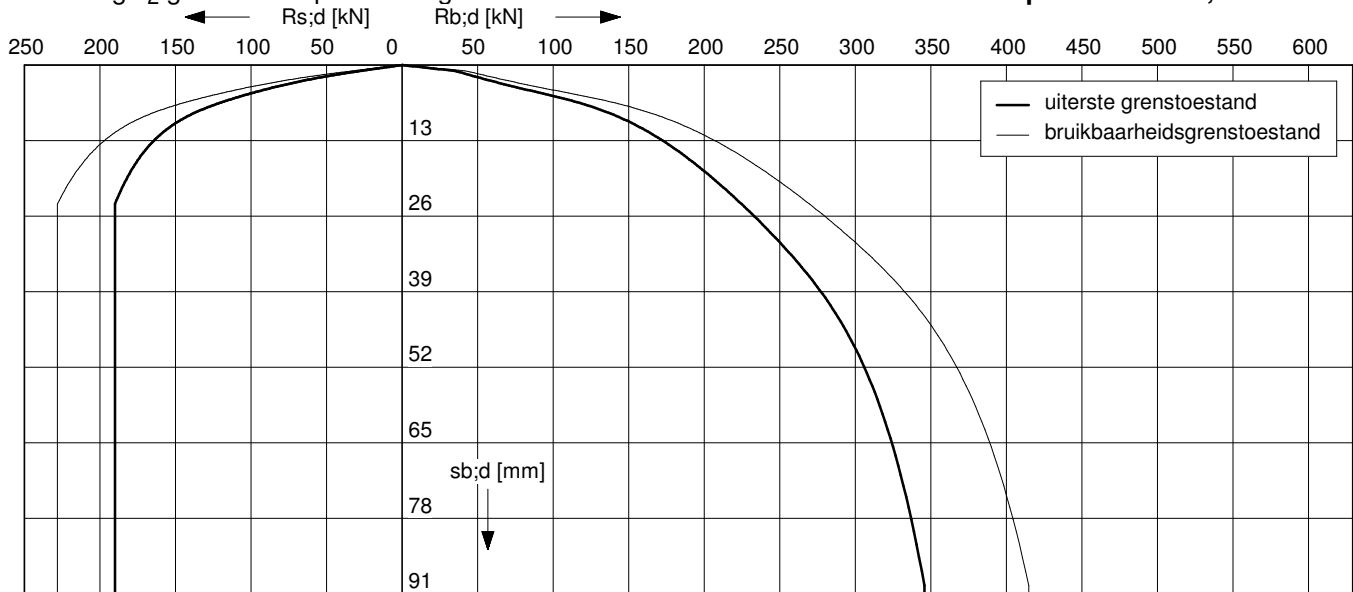
Paaltype : Avegaarpaal

Sondeergroep : Projectlocatie A

Berekening s_2 gebaseerd op sondering DKM003

Paalafmeting : 0,450 m

Paalpuntniveau : 5,00 m tov NAP



Uiterste grenstoestand

$F_{c;d}$ [kN]	$s_{b;d}$ [mm]	$s_{el;d}$ [mm]	$s_{1;d}$ [mm]	$s_{2;d}$ [mm]	s_d [mm]	$k_{v;d}$ paal vrijstaand [kN/mm]
713	89,5	3,2	92,7	2,2	94,9	11
642	89,5	3,0	92,4	2,0	94,4	15
570	89,5	2,7	92,2	1,8	93,9	19
499	53,0	2,4	55,3	1,6	56,9	23
428	27,0	2,0	28,9	1,3	30,3	27
357	15,0	1,6	16,7	1,1	17,8	30
285	8,8	1,3	10,1	0,9	11,0	32
214	5,6	1,0	6,5	0,7	7,2	34
143	3,2	0,6	3,8	0,4	4,3	39
71	1,2	0,3	1,5	0,2	1,8	46

Configuratie paalgroep
voor bepaling s_2



Bruikbaarheidsgrenstoestand

$F_{c;rep}$ [kN]	s_b [mm]	s_{el} [mm]	s_1 [mm]	s_2 [mm]	s [mm]	$k_{v;rep}$ paal vrijstaand [kN/mm]
548	35,3	2,1	37,4	1,7	39,1	15
494	23,1	1,9	25,0	1,5	26,5	20
439	16,2	1,7	17,9	1,4	19,3	25
384	11,3	1,5	12,7	1,2	13,9	30
329	8,2	1,2	9,4	1,0	10,5	35
274	6,1	1,0	7,1	0,9	8,0	38
219	4,5	0,8	5,3	0,7	6,0	41
165	3,1	0,6	3,7	0,5	4,2	45
110	1,7	0,4	2,2	0,3	2,5	51
55	0,7	0,2	0,9	0,2	1,1	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)

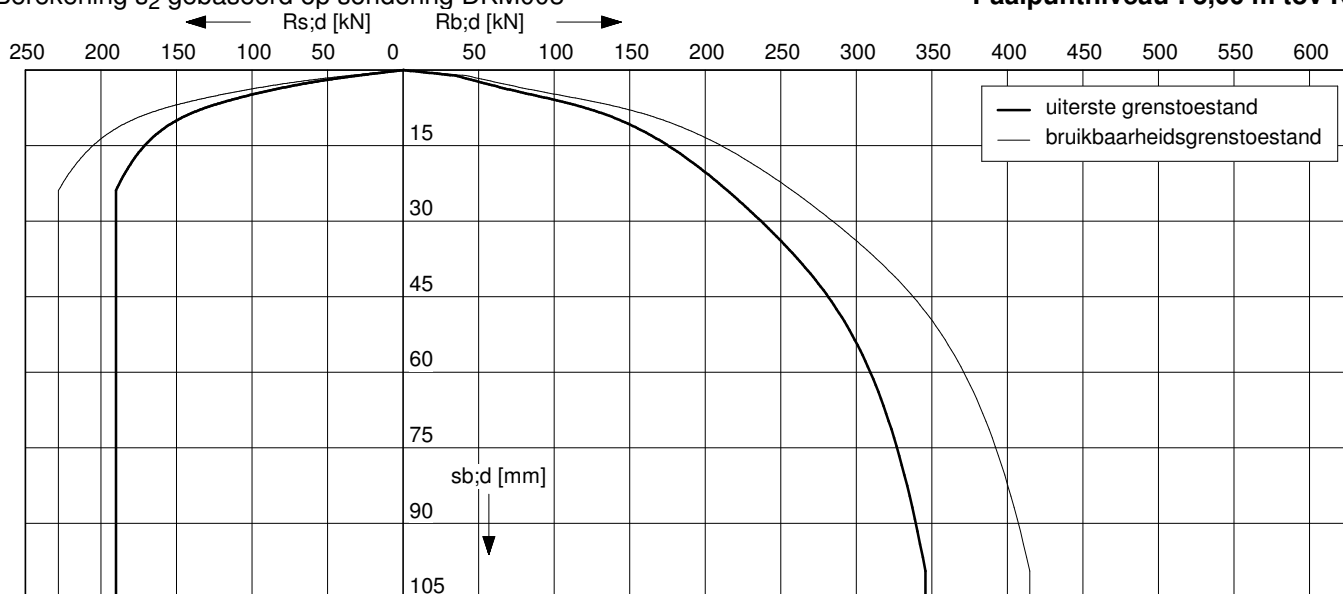
Paaltype : Avegaarpaal

Sondeergroep : Projectlocatie A

Berekening s_2 gebaseerd op sondering DKM003

Paalafmeting : 0,500 m

Paalpuntniveau : 5,00 m tov NAP



Uiterste grenstoestand

$F_{c;d}$ [kN]	$S_{b;d}$ [mm]	$S_{el;d}$ [mm]	$S_{1;d}$ [mm]	$S_{2;d}$ [mm]	S_d [mm]	$k_{v;d}$ paal vrijstaand [kN/mm]
798	99,4	2,9	102,3	2,5	104,8	7
718	99,4	2,6	102,0	2,2	104,3	10
638	99,4	2,4	101,8	2,0	103,8	14
559	99,4	2,1	101,5	1,7	103,3	19
479	47,4	1,8	49,2	1,5	50,7	24
399	22,7	1,5	24,2	1,2	25,5	28
319	11,9	1,2	13,1	1,0	14,1	30
239	6,9	0,9	7,7	0,7	8,5	33
160	3,9	0,6	4,5	0,5	5,0	38
80	1,5	0,3	1,8	0,2	2,0	46

Configuratie paalgroep
voor bepaling s_2



Bruikbaarheidsgrenstoestand

$F_{c;rep}$ [kN]	S_b [mm]	S_{el} [mm]	S_1 [mm]	S_2 [mm]	S [mm]	$k_{v;rep}$ paal vrijstaand [kN/mm]
614	68,1	2,0	70,1	1,9	72,0	9
552	40,4	1,7	42,2	1,7	43,9	13
491	24,7	1,5	26,2	1,5	27,8	19
430	16,2	1,3	17,5	1,3	18,9	25
368	10,8	1,1	12,0	1,2	13,1	31
307	7,6	0,9	8,6	1,0	9,5	36
246	5,5	0,7	6,2	0,8	7,0	39
184	3,8	0,6	4,3	0,6	4,9	43
123	2,1	0,4	2,5	0,4	2,8	50
61	0,8	0,2	1,0	0,2	1,2	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)

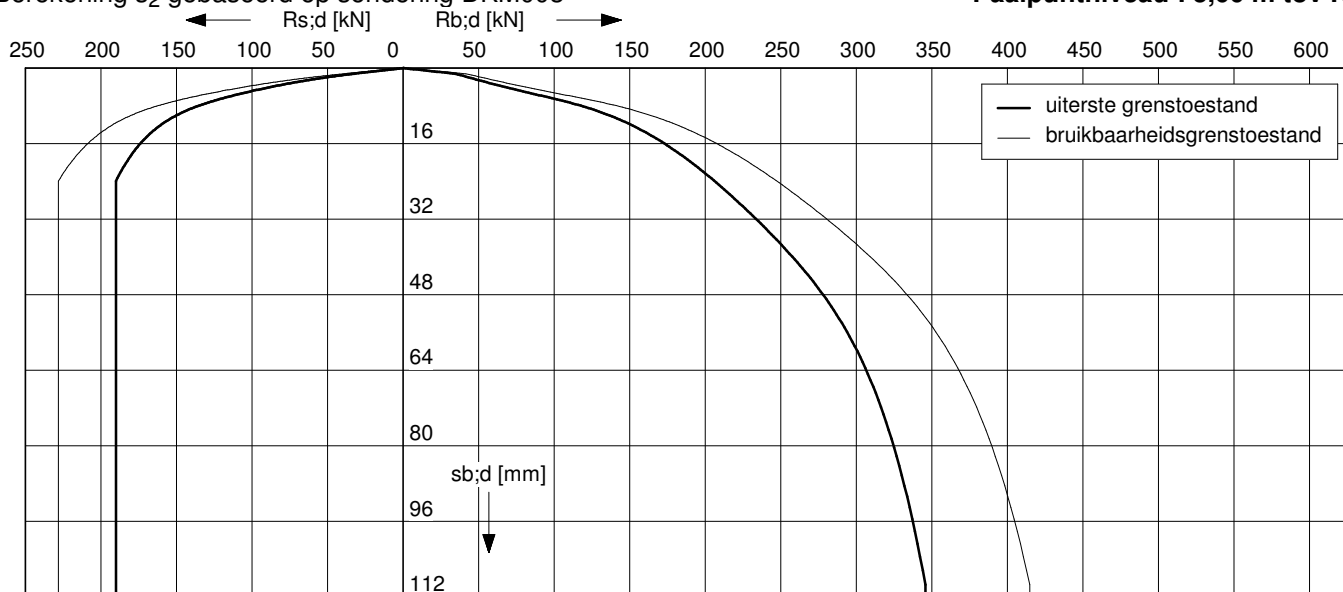
Paaltype : Avegaarpaal

Sondeergroep : Projectlocatie A

Berekening s_2 gebaseerd op sondering DKM003

Paalafmeting : 0,550 m

Paalpuntniveau : 5,00 m tov NAP



Uiterste grenstoestand

$F_{c;d}$ [kN]	$s_{b;d}$ [mm]	$s_{el;d}$ [mm]	$s_{1;d}$ [mm]	$s_{2;d}$ [mm]	s_d [mm]	$k_{v;d}$ paal vrijstaand [kN/mm]
935	109,4	2,7	112,1	3,1	115,2	5
842	109,4	2,5	111,8	2,8	114,6	4
748	109,4	2,2	111,6	2,5	114,1	8
655	109,4	2,0	111,4	2,2	113,5	12
561	109,4	1,8	111,1	1,9	113,0	18
468	47,3	1,5	48,8	1,6	50,4	23
374	19,6	1,1	20,8	1,2	22,0	28
281	9,4	0,8	10,3	0,9	11,2	31
187	5,1	0,6	5,7	0,6	6,3	36
94	1,9	0,3	2,2	0,3	2,5	45

Configuratie paalgroep
voor bepaling s_2



Bruikbaarheidsgrenstoestand

$F_{c;rep}$ [kN]	s_b [mm]	s_{el} [mm]	s_1 [mm]	s_2 [mm]	s [mm]	$k_{v;rep}$ paal vrijstaand [kN/mm]
719	109,4	1,9	111,2	2,4	113,6	6
647	109,4	1,7	111,1	2,2	113,2	6
575	53,0	1,5	54,5	1,9	56,5	11
503	30,3	1,3	31,6	1,7	33,2	16
432	17,5	1,1	18,6	1,4	20,0	23
360	10,9	0,9	11,8	1,2	13,0	30
288	7,2	0,7	8,0	1,0	8,9	36
216	4,9	0,5	5,4	0,7	6,1	40
144	2,7	0,4	3,1	0,5	3,6	47
72	1,0	0,2	1,2	0,2	1,5	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)

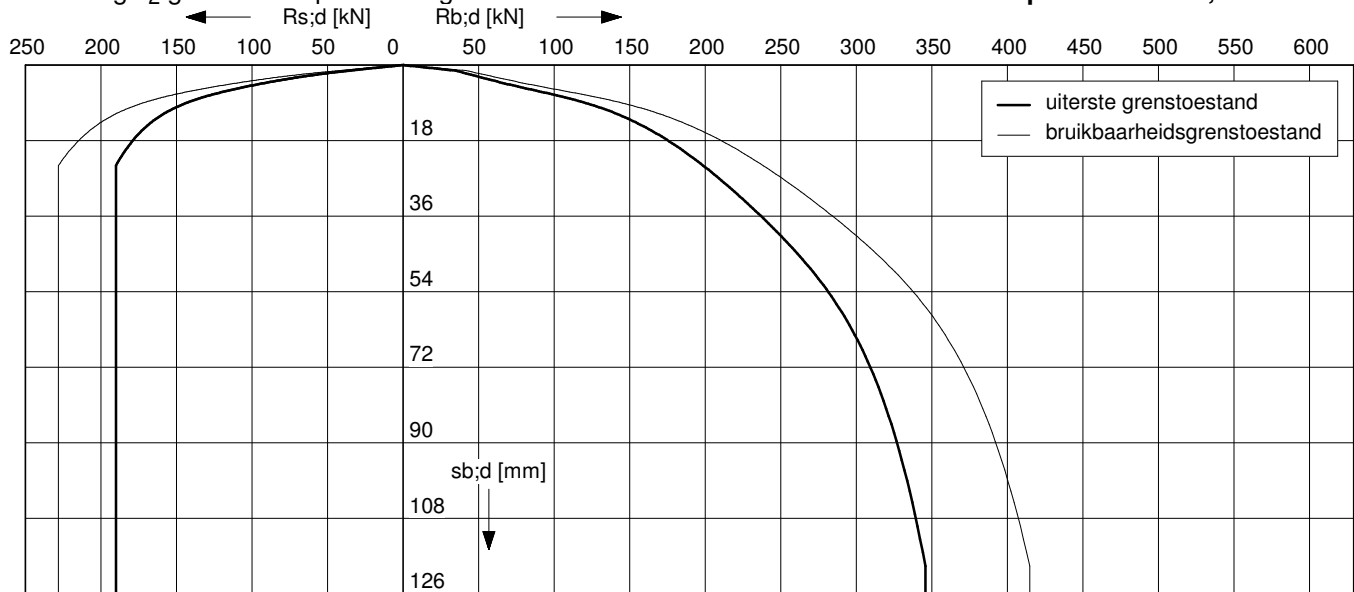
Paaltype : Avegaarpaal

Sondeergroep : Projectlocatie A

Berekening s_2 gebaseerd op sondering DKM003

Paalafmeting : 0,600 m

Paalpuntniveau : 5,00 m tov NAP



Uiterste grenstoestand

$F_{c;d}$ [kN]	$s_{b;d}$ [mm]	$s_{el;d}$ [mm]	$s_{1;d}$ [mm]	$s_{2;d}$ [mm]	$s;d$ [mm]	$k_{v;d}$ paal vrijstaand [kN/mm]
1082	119,3	2,6	121,9	4,0	125,9	5
974	119,3	2,4	121,7	3,6	125,3	5
866	119,3	2,1	121,4	3,2	124,6	4
757	119,3	1,9	121,2	2,8	124,0	7
649	119,3	1,7	121,0	2,4	123,4	12
541	119,3	1,4	120,7	2,0	122,7	18
433	37,8	1,1	38,9	1,6	40,5	25
325	13,9	0,8	14,7	1,2	16,0	29
216	6,5	0,5	7,1	0,8	7,9	34
108	2,5	0,3	2,7	0,4	3,1	44

Configuratie paalgroep
voor bepaling s_2



Bruikbaarheidsgrenstoestand

$F_{c;rep}$ [kN]	s_b [mm]	s_{el} [mm]	s_1 [mm]	s_2 [mm]	s [mm]	$k_{v;rep}$ paal vrijstaand [kN/mm]
832	119,3	1,8	121,1	3,1	124,2	7
749	119,3	1,6	120,9	2,8	123,7	6
666	119,3	1,5	120,8	2,5	123,2	6
583	60,9	1,3	62,2	2,2	64,4	9
499	31,9	1,1	32,9	1,9	34,8	15
416	16,7	0,9	17,6	1,5	19,2	24
333	9,7	0,7	10,4	1,2	11,7	32
250	6,2	0,5	6,7	0,9	7,6	37
166	3,5	0,3	3,8	0,6	4,4	44
83	1,3	0,2	1,5	0,3	1,8	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 = $F_{c;rep} / (s_1 + s_2)$	

Voorbeeldberekening gebaseerd op sondering DKM002
Berekening volgens Eurocode 7-1 (NEN 9997 - 1 + C2 : 2017)

Paaltype : **Avegaarpaal**
Paalpuntniveau : 10 meter tov NAP

paalafmeting : 0,400 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 : $\alpha_p = 0,56$ (f)
Paalvoetvormfactor : $\beta = 1,0$ (g)
Paalvoetdwarsdoorsnedefactor : $s = 1,0$ (h)

$$q_{b,max} = 5,1 \text{ MPa}$$

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 : 13,2 m tov NAP
paalklassefactor : $\alpha_s = 0,006$ [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]
13,00	10,6	1,26	0,2	16	16
12,50	12,4	1,26	0,5	47	63
12,00	13,3	1,26	0,5	50	113
11,50	14,9	1,26	0,5	56	169
11,00	15,0	1,26	0,5	57	226
10,50	15,0	1,26	0,5	57	282
10,00	15,0	1,26	0,5	57	339

Berekening maximum draagkracht

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

$$\text{Oppervlakte paalpunt} : A_b = 0,1257 \text{ m}^2$$

$$R_{c,cal} = 641 + 339 = 980 \text{ kN}$$

Berekening negatieve kleef

Geen negatieve kleef berekend

BIJLAGE F2

Berekening funding type Fundexpalen

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	19,71	12,0 tot 10,0 en 6,0 tot 3,5
DKM002	19,77	12,0 tot 10,0 en 6,0 tot 3,5
DKM003	19,77	12,0 tot 10,0 en 6,0 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)

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

	DKM001	DKM002	DKM003
12,00	684	983	553
11,50	912	1236	1375
11,00	1170	1201	1110
10,50	1067	1063	929
10,00	960	874	820
9,50			
9,00			
8,50			
8,00			
7,50			
7,00			
6,50			
6,00	2143	1842	1896
5,50	2195	1862	2137
5,00	2248	2262	2194
4,50	2157	2319	2251
4,00	1932	1642	1793
3,50	1528	1489	1591

Rekenwaarde maximum draagkracht in kN per sondering

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

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

	DKM001	DKM002	DKM003
12,00	1036	1486	835
11,50	1352	1849	2089
11,00	1541	1472	1357
10,50	1473	1444	1219
10,00	1186	1120	1149
9,50			
9,00			
8,50			
8,00			
7,50			
7,00			
6,50			
6,00	3102	2573	2685
5,50	3167	2632	3094
5,00	3233	3250	3165
4,50	2654	3321	3236
4,00	2657	2023	2203
3,50	1899	1875	2025

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

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

Paalklassefactor punt	: $\alpha_p = 0,63$	Bouwwerk	: niet stijf
Paalvoetvormfactor	: $\beta = 1,0$	Aantal sonderingen	: $N = 1$
Paalvoetdwarsdoorsnedefactor	: $s = 1,0$	ξ -factor	: $\xi_3 = 1,39$; $\xi_4 = 1,39$
Paalklassefactor schacht	: $\alpha_s = 0,009$	Materiaalfactor	: $\gamma_b = \gamma_s = 1,20$
Geen negatieve kleef berekend			

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

Sonderingen	Hoogte m.v. [m tov NAP]	Paalpunt [m tov NAP]	$R_{c;d}$ [kN]	$q_{b;max}$ [MPa]	$R_{b;cal}$ [kN]	$R_{s;cal}$ [kN]
DKM001	19,71	12,00	684	6,2	980	162
		11,50	912	8,0	1272	249
		11,00	1170	10,1	1607	345
		10,50	1067	8,4	1339	440
		10,00	960	6,7	1066	535
		6,00	2143	15,0	2386	1189
		5,50	2195	15,0	2386	1276
		5,00	2248	15,0	2386	1364
		4,50	2157	13,5	2147	1451
		4,00	1932	10,6	1684	1539
		3,50	1528	5,8	922	1626
		12,00	983	9,1	1450	190
		11,50	1236	11,2	1776	285
DKM002	19,77	11,00	1201	10,2	1622	381
		10,50	1063	8,2	1297	476
		10,00	874	5,6	887	571
		6,00	1842	11,8	1876	1196
		5,50	1862	11,4	1815	1292
		5,00	2262	15,0	2386	1387
		4,50	2319	15,0	2386	1483
		4,00	1642	7,3	1161	1578
		3,50	1489	5,1	810	1673
		12,00	553	4,9	772	150
		11,50	1375	13,0	2063	230
		11,00	1110	9,6	1527	325
		10,50	929	7,1	1129	421
DKM003	19,77	10,00	820	5,4	852	516
		6,00	1896	13,1	2080	1082
		5,50	2137	15,0	2386	1178
		5,00	2194	15,0	2386	1273
		4,50	2251	15,0	2386	1369
		4,00	1793	9,6	1527	1464
		3,50	1591	6,9	1094	1560

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

Paalklassefactor punt	: $\alpha_p = 0,63$	Bouwwerk	: niet stijf
Paalvoetvormfactor	: $\beta = 1,0$	Aantal sonderingen	: $N = 1$
Paalvoetdwarsdoorsnedefactor	: $s = 1,0$	ξ -factor	: $\xi_3 = 1,39$; $\xi_4 = 1,39$
Paalklassefactor schacht	: $\alpha_s = 0,009$	Materiaalfactor	: $\gamma_b = \gamma_s = 1,20$
Geen negatieve kleef berekend			

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

Sonderingen	Hoogte m.v. [m tov NAP]	Paalpunt [m tov NAP]	$R_{c;d}$ [kN]	$q_{b,max}$ [MPa]	$R_{b;cal}$ [kN]	$R_{s;cal}$ [kN]
DKM001	19,71	12,00	1036	6,2	1527	202
		11,50	1352	7,9	1945	310
		11,00	1541	8,7	2142	429
		10,50	1473	7,8	1909	548
		10,00	1186	5,3	1312	666
		6,00	3102	15,0	3695	1480
		5,50	3167	15,0	3695	1588
		5,00	3233	15,0	3695	1697
		4,50	2654	10,6	2621	1806
		4,00	2657	10,2	2516	1915
		3,50	1899	4,6	1143	2024
		12,00	1486	9,1	2241	237
		11,50	1849	11,1	2730	355
DKM002	19,77	11,00	1472	8,0	1981	474
		10,50	1444	7,4	1816	592
		10,00	1120	4,7	1158	711
		6,00	2573	11,4	2804	1488
		5,50	2632	11,3	2782	1608
		5,00	3250	15,0	3695	1726
		4,50	3321	15,0	3695	1845
		4,00	2023	5,7	1410	1963
		3,50	1875	4,2	1046	2082
		12,00	835	4,9	1207	186
		11,50	2089	13,0	3199	286
		11,00	1357	7,5	1859	405
		10,50	1219	6,1	1510	524
DKM003	19,77	10,00	1149	5,2	1274	642
		6,00	2685	12,7	3131	1347
		5,50	3094	15,0	3695	1466
		5,00	3165	15,0	3695	1584
		4,50	3236	15,0	3695	1704
		4,00	2203	7,5	1852	1822
		3,50	2025	5,8	1437	1941

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

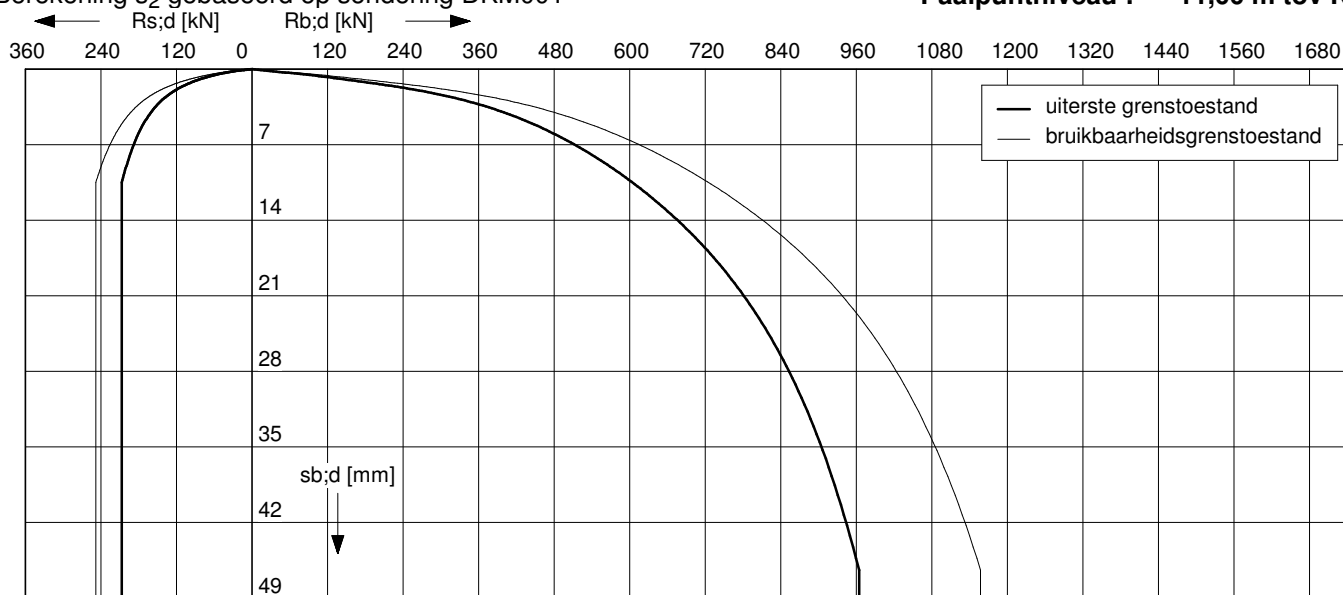
Paaltype : In de grond gevormde grondverdringende betonpaal, middels een ingeschroefde stalen hulpbuis en verloren punt met groutinjectie

Sonderingen: DKM001

Berekening s_2 gebaseerd op sondering DKM001

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

Paalpuntniveau : 11,00 m tov NAP



Uiterste grenstoestand

$F_{c;d}$ [kN]	$s_{b;d}$ [mm]	$s_{el;d}$ [mm]	$s_{1;d}$ [mm]	$s_{2;d}$ [mm]	s_d [mm]	$k_{v;d}$ paal vrijstaand [kN/mm]
1170	45,3	3,5	48,8	2,8	51,6	66
1053	27,0	3,1	30,1	2,5	32,6	75
936	17,1	2,8	19,9	2,2	22,1	86
819	10,9	2,4	13,3	1,9	15,2	97
702	7,0	2,1	9,0	1,7	10,7	107
585	4,4	1,7	6,1	1,4	7,5	117
468	2,7	1,4	4,1	1,1	5,2	124
351	1,7	1,0	2,7	0,8	3,6	133
234	1,0	0,7	1,7	0,6	2,2	142
117	0,4	0,3	0,8	0,3	1,0	152

Configuratie paalgroep
voor bepaling s_2



Bruikbaarheidsgrenstoestand

$F_{c;rep}$ [kN]	s_b [mm]	s_{el} [mm]	s_1 [mm]	s_2 [mm]	s [mm]	$k_{v;rep}$ paal vrijstaand [kN/mm]
900	8,3	2,2	10,5	2,1	12,6	86
810	6,3	2,0	8,3	1,9	10,2	98
720	4,7	1,8	6,4	1,7	8,1	112
630	3,5	1,5	5,0	1,5	6,5	126
540	2,6	1,3	3,9	1,3	5,2	139
450	1,9	1,1	3,0	1,1	4,0	152
360	1,4	0,9	2,2	0,9	3,1	161
270	0,9	0,7	1,6	0,6	2,2	173
180	0,5	0,4	1,0	0,4	1,4	185
90	0,2	0,2	0,5	0,2	0,7	197

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)

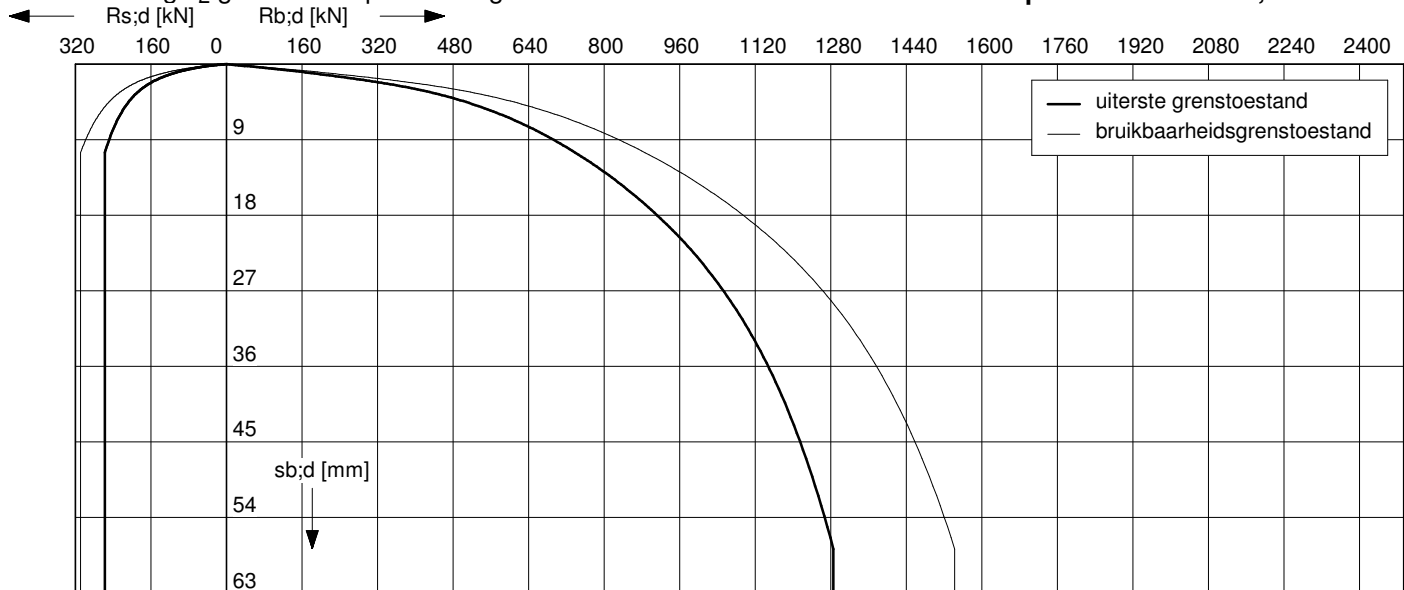
Paaltype : In de grond gevormde grondverdringende betonpaal, middels een ingeschroefde stalen hulpbuis en verloren punt met groutinjectie

Sonderingen: DKM001

Berekening s_2 gebaseerd op sondering DKM001

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

Paalpuntniveau : 11,00 m tov NAP



Uiterste grenstoestand

$F_{c;d}$ [kN]	$s_{b;d}$ [mm]	$s_{el;d}$ [mm]	$s_{1;d}$ [mm]	$s_{2;d}$ [mm]	s_d [mm]	$k_{v;d}$ paal vrijstaand [kN/mm]
1541	56,4	3,0	59,4	2,6	61,9	76
1387	33,5	2,7	36,2	2,3	38,5	87
1233	21,3	2,4	23,7	2,1	25,7	102
1079	13,5	2,1	15,6	1,8	17,4	116
925	8,5	1,8	10,2	1,5	11,8	131
771	5,3	1,5	6,8	1,3	8,1	144
617	3,3	1,2	4,4	1,0	5,5	155
462	2,0	0,9	2,9	0,8	3,7	167
308	1,1	0,6	1,7	0,5	2,2	181
154	0,5	0,3	0,8	0,3	1,0	193

Configuratie paalgroep
voor bepaling s_2



Bruikbaarheidsgrenstoestand

$F_{c;rep}$ [kN]	s_b [mm]	s_{el} [mm]	s_1 [mm]	s_2 [mm]	s [mm]	$k_{v;rep}$ paal vrijstaand [kN/mm]
1186	10,1	1,9	12,0	2,0	14,0	99
1067	7,7	1,7	9,4	1,8	11,2	113
949	5,7	1,5	7,2	1,6	8,8	132
830	4,2	1,3	5,5	1,4	6,9	151
711	3,0	1,1	4,2	1,2	5,4	171
593	2,2	0,9	3,2	1,0	4,2	187
474	1,6	0,7	2,4	0,8	3,1	202
356	1,1	0,6	1,6	0,6	2,2	217
237	0,6	0,4	1,0	0,4	1,4	235
119	0,3	0,2	0,5	0,2	0,7	251

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)

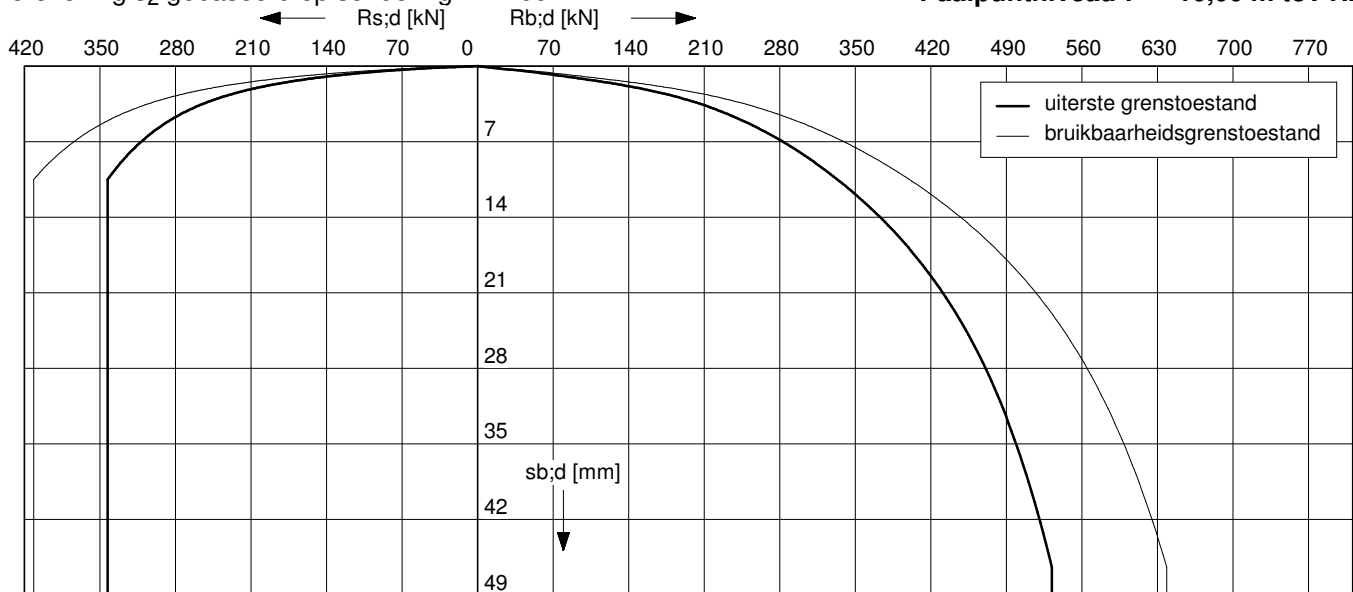
Paaltype : In de grond gevormde grondverdringende betonpaal, middels een ingeschroefde stalen hulpbuis en verloren punt met groutinjectie

Sonderingen: DKM002

Berekening s_2 gebaseerd op sondering DKM002

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

Paalpuntniveau : 10,00 m tov NAP



Uiterste grenstoestand

$F_{c;d}$ [kN]	$s_{b;d}$ [mm]	$s_{el;d}$ [mm]	$s_{1;d}$ [mm]	$s_{2;d}$ [mm]	s_d [mm]	$k_{v;d}$ paal vrijstaand [kN/mm]
874	45,3	2,8	48,1	1,9	50,0	69
787	22,6	2,5	25,1	1,7	26,9	79
699	12,4	2,2	14,7	1,5	16,2	90
612	7,5	1,9	9,4	1,3	10,8	99
525	4,8	1,6	6,4	1,2	7,6	108
437	3,0	1,4	4,4	1,0	5,4	117
350	2,0	1,1	3,1	0,8	3,8	124
262	1,2	0,8	2,0	0,6	2,6	135
175	0,7	0,5	1,2	0,4	1,6	144
87	0,3	0,3	0,5	0,2	0,7	153

Configuratie paalgroep
voor bepaling s_2



Bruikbaarheidsgrenstoestand

$F_{c;rep}$ [kN]	s_b [mm]	s_{el} [mm]	s_1 [mm]	s_2 [mm]	s [mm]	$k_{v;rep}$ paal vrijstaand [kN/mm]
672	5,8	1,7	7,5	1,5	9,0	89
605	4,3	1,6	5,9	1,3	7,2	103
538	3,2	1,4	4,6	1,2	5,8	117
471	2,4	1,2	3,6	1,0	4,7	129
403	1,8	1,0	2,9	0,9	3,8	140
336	1,4	0,9	2,2	0,7	3,0	151
269	1,0	0,7	1,7	0,6	2,3	162
202	0,6	0,5	1,2	0,4	1,6	175
134	0,4	0,3	0,7	0,3	1,0	187
67	0,2	0,2	0,3	0,1	0,5	199

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)

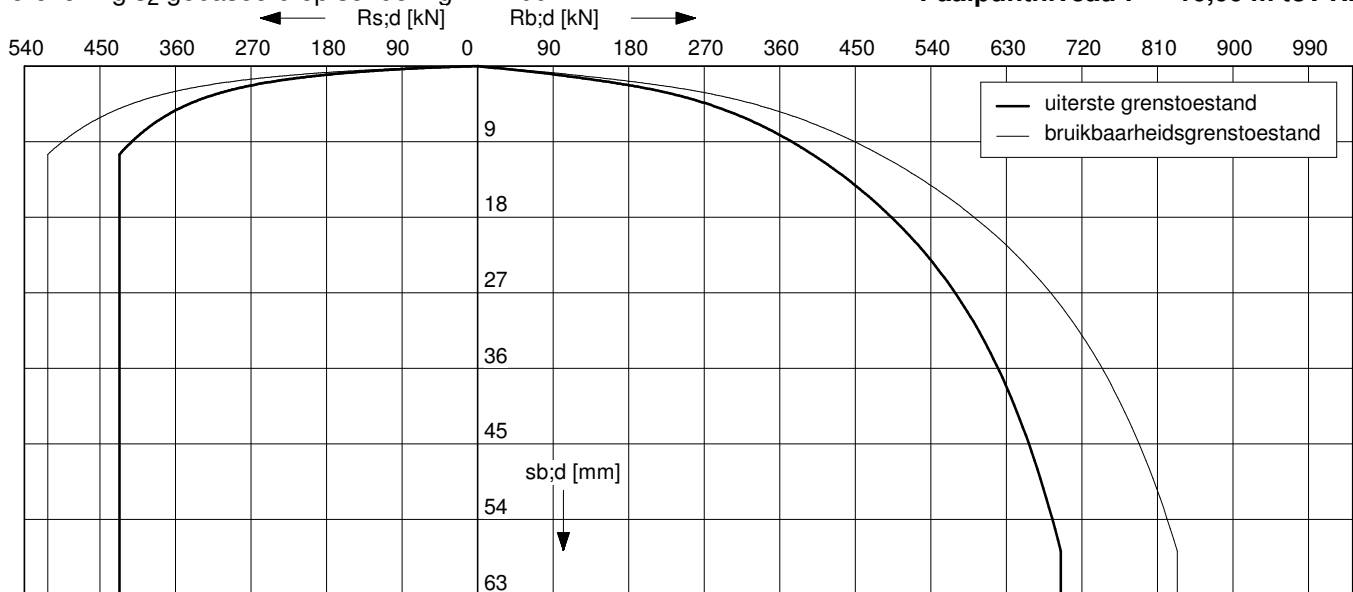
Paaltype : In de grond gevormde grondverdringende betonpaal, middels een ingeschroefde stalen hulpbuis en verloren punt met groutinjectie

Sonderingen: DKM002

Berekening s_2 gebaseerd op sondering DKM002

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

Paalpuntniveau : 10,00 m tov NAP



Uiterste grenstoestand

$F_{c;d}$ [kN]	$s_{b;d}$ [mm]	$s_{el;d}$ [mm]	$s_{1;d}$ [mm]	$s_{2;d}$ [mm]	s_d [mm]	$k_{v;d}$ paal vrijstaand [kN/mm]
1120	56,4	2,3	58,7	1,9	60,6	81
1008	28,7	2,1	30,8	1,7	32,5	95
896	15,8	1,8	17,6	1,5	19,2	108
784	8,9	1,6	10,4	1,3	11,8	122
672	5,5	1,4	6,9	1,2	8,1	134
560	3,5	1,1	4,6	1,0	5,6	147
448	2,2	0,9	3,1	0,8	3,9	160
336	1,4	0,7	2,1	0,6	2,6	174
224	0,8	0,4	1,2	0,4	1,6	190
112	0,3	0,2	0,5	0,2	0,7	208

Configuratie paalgroep
voor bepaling s_2



Bruikbaarheidsgrenstoestand

$F_{c;rep}$ [kN]	s_b [mm]	s_{el} [mm]	s_1 [mm]	s_2 [mm]	s [mm]	$k_{v;rep}$ paal vrijstaand [kN/mm]
862	6,7	1,4	8,2	1,5	9,7	105
776	5,0	1,3	6,3	1,3	7,6	123
690	3,8	1,1	4,9	1,2	6,1	141
603	2,8	1,0	3,8	1,0	4,8	159
517	2,1	0,9	3,0	0,9	3,9	174
431	1,6	0,7	2,3	0,7	3,0	191
345	1,1	0,6	1,7	0,6	2,2	208
259	0,7	0,4	1,1	0,4	1,6	226
172	0,4	0,3	0,7	0,3	1,0	247
86	0,2	0,1	0,3	0,1	0,5	271

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)

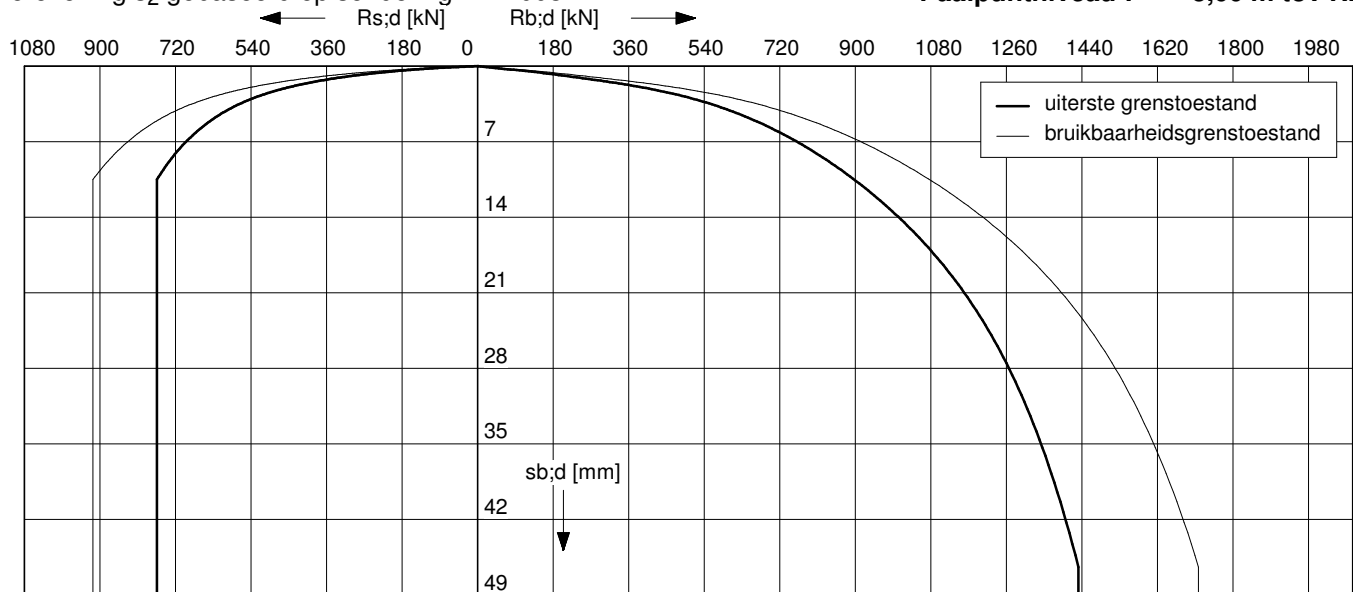
Paaltype : In de grond gevormde grondverdringende betonpaal, middels een ingeschroefde stalen hulpbuis en verloren punt met groutinjectie

Sonderingen: DKM003

Berekening s_2 gebaseerd op sondering DKM003

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

Paalpuntniveau : 5,00 m tov NAP



Uiterste grenstoestand

$F_{c;d}$ [kN]	$s_{b;d}$ [mm]	$s_{el;d}$ [mm]	$s_{1;d}$ [mm]	$s_{2;d}$ [mm]	s_d [mm]	$k_{v;d}$ paal vrijstaand [kN/mm]
2194	45,3	10,5	55,8	6,9	62,6	102
1974	24,0	9,3	33,3	6,2	39,4	112
1755	13,4	8,2	21,6	5,5	27,1	121
1535	8,1	7,1	15,2	4,8	20,0	129
1316	5,2	6,0	11,2	4,1	15,3	136
1097	3,3	5,0	8,3	3,4	11,7	142
877	2,1	4,0	6,0	2,7	8,8	147
658	1,3	2,9	4,3	2,1	6,3	153
439	0,7	1,9	2,7	1,4	4,0	159
219	0,3	1,0	1,3	0,7	1,9	167

Configuratie paalgroep
voor bepaling s_2



Bruikbaarheidsgrenstoestand

$F_{c;rep}$ [kN]	s_b [mm]	s_{el} [mm]	s_1 [mm]	s_2 [mm]	s [mm]	$k_{v;rep}$ paal vrijstaand [kN/mm]
1687	6,3	6,4	12,7	5,3	18,0	133
1519	4,7	5,7	10,4	4,7	15,2	146
1350	3,5	5,1	8,6	4,2	12,8	158
1181	2,6	4,4	7,1	3,7	10,7	167
1012	1,9	3,8	5,7	3,2	8,9	177
844	1,4	3,1	4,6	2,6	7,2	185
675	1,1	2,5	3,5	2,1	5,6	191
506	0,7	1,9	2,5	1,6	4,1	199
337	0,4	1,2	1,6	1,1	2,7	207
169	0,2	0,6	0,8	0,5	1,3	217

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)

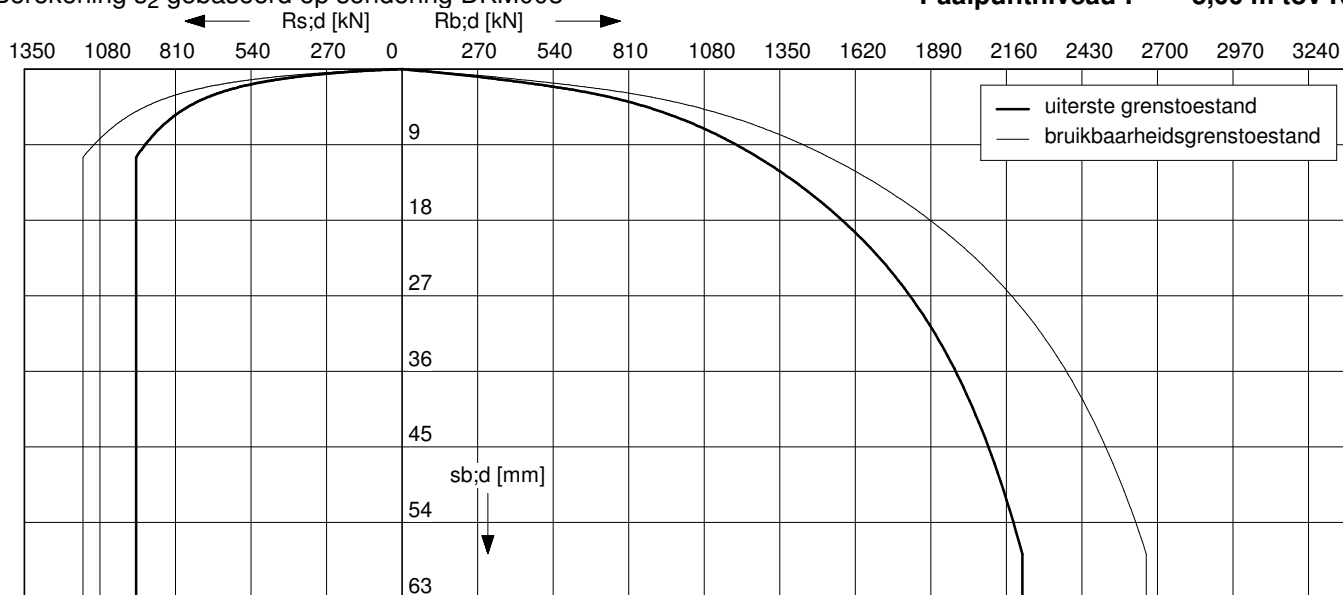
Paaltype : In de grond gevormde grondverdringende betonpaal, middels een ingeschroefde stalen hulpbuis en verloren punt met groutinjectie

Sonderingen: DKM003

Berekening s_2 gebaseerd op sondering DKM003

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

Paalpuntniveau : 5,00 m tov NAP



Uiterste grenstoestand

$F_{c;d}$ [kN]	$s_{b;d}$ [mm]	$s_{el;d}$ [mm]	$s_{1;d}$ [mm]	$s_{2;d}$ [mm]	s_d [mm]	$k_{v;d}$ paal vrijstaand [kN/mm]
3165	56,4	9,9	66,3	10,7	77,0	134
2848	31,0	8,8	39,8	9,6	49,5	149
2532	18,0	7,7	25,8	8,6	34,3	164
2215	10,3	6,7	17,0	7,5	24,5	176
1899	6,5	5,7	12,2	6,4	18,7	188
1582	4,1	4,7	8,8	5,4	14,1	198
1266	2,6	3,7	6,3	4,3	10,6	208
949	1,6	2,8	4,3	3,2	7,6	219
633	0,9	1,8	2,7	2,1	4,8	231
316	0,4	0,9	1,3	1,1	2,3	243

Configuratie paalgroep
voor bepaling s_2



Bruikbaarheidsgrenstoestand

$F_{c;rep}$ [kN]	s_b [mm]	s_{el} [mm]	s_1 [mm]	s_2 [mm]	s [mm]	$k_{v;rep}$ paal vrijstaand [kN/mm]
2434	7,9	6,1	14,0	8,2	22,2	174
2191	5,9	5,4	11,3	7,4	18,7	193
1948	4,3	4,8	9,1	6,6	15,7	213
1704	3,3	4,2	7,4	5,8	13,2	229
1461	2,4	3,6	6,0	4,9	10,9	245
1217	1,8	2,9	4,7	4,1	8,9	257
974	1,3	2,3	3,6	3,3	6,9	271
730	0,8	1,7	2,6	2,5	5,0	285
487	0,5	1,1	1,6	1,6	3,3	300
243	0,2	0,6	0,8	0,8	1,6	316

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 DKM002
Berekening volgens Eurocode 7-1 (NEN 9997 - 1 + C2 : 2017)

Paaltype : In de grond gevormde grondverdringende betonpaal, middels een ingeschroefde stalen hulpbuis en verloren punt met groutinjectie
Paalafmeting : 0,380/0,450/0,450 m
Paalpuntniveau : 10 meter tov NAP

Correctie conusweerstand bij ontgraving

Geen ontgraving, geen correctie van de conusweerstand.

Berekening maximum puntweerstand

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

Paalklassefactor	: $\alpha_p = 0,63$	(f)
Paalvoetvormfactor	: $\beta = 1,0$	(g)
Paalvoetdwarsdoorsnedefactor	: $s = 1,0$	(h)
Traject I / II / III	: 27,3 / 2,8 / 2,7 MPa	

$$q_{b,max} = 5,6 \text{ MPa}$$

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	: 13,2 m tov NAP	
paalklassefactor	: $\alpha_s = 0,009$	[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]
13,00	10,6	1,41	0,2	27	27
12,50	12,4	1,41	0,5	79	106
12,00	13,3	1,41	0,5	85	190
11,50	14,9	1,41	0,5	95	285
11,00	15,0	1,41	0,5	95	381
10,50	15,0	1,41	0,5	95	476
10,00	15,0	1,41	0,5	95	571

Berekening maximum draagkracht

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

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

$$R_{c,cal} = 887 + 571 = 1458 \text{ kN}$$

Berekening negatieve kleef

Geen negatieve kleef berekend

BIJLAGE G1

Algemene richtlijnen uitvoering avegaarpalen

Controle uitgangspunten

Voorafgaand aan de uitvoering moet worden gecontroleerd:

- de relatie tussen: maaiveldhoogte, werkhoogte, bouwpeil t.o.v. Ref/NAP,
- diameter avegaar en te realiseren paallengte 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. Dit geldt vooral bij gedeeltelijk gewapende palen.

De ondergrond dient vrij te zijn van obstakels en verstoringen die van invloed kunnen zijn op de uiteindelijke paalkwaliteit. De ligging van kabels en leidingen dient in beeld te zijn gebracht.

Uitvoering in relatie tot bodemopbouw en geohydrologie

De uitvoerende partij dient zich tijdig te vergewissen van de bodemopbouw, de geohydrologie en de condities van het terrein.

De aanwezigheid van slappe lagen beneden maaiveld legt beperkingen op aan de vervaardiging van avegaarpalen. Van belang is dat de uitvoerende partij aantoonbare expertise heeft in vergelijkbare grondslag. De expertise dient eruit te bestaan dat men de betonsamenstelling en uitvoering (wijze van trekken, treksnelheid en betontoevoer) weet af te stemmen op de beperkte steundruk van de boorgatwand. Dit om 1) het beton omhoog te kunnen krijgen en het oververbruik te beperken, 2) te komen tot een schachtdoorsnede die zich laat controleren door middel van akoestisch doormeten en 3) te komen tot een paalschacht via welke de belasting op de diepere zandlagen kan worden overgedragen.

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).

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 NEN-EN 1536 de onderlinge hart op hart afstand 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 4 uur).

Tijdens de uitvoering van de palen moet het niveau van de specie in de reeds gemaakte naburige paal worden gecontroleerd. Wanneer er nazakking of oppersing wordt geconstateerd, moet een andere uitvoeringsvolgorde of een langere verhardingstijd worden aangehouden. De paal waarbij oppersing of nazakking is geconstateerd moet, indien geen vervangende paal wordt gemaakt, na verharding worden gecontroleerd.

Overige uitvoeringsaspecten

- Op de avegaar moet een markering worden aangebracht waaruit de juiste paallengte kan worden afgeleid.
- De avegaar dient voordat met het boren wordt begonnen te worden gecontroleerd op rechtheid en rechtstand, dan wel op de juiste schoorstand. Tevens dient het functioneren van de klep aan de onderzijde van de avegaar 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 inboren moet geleidelijk geschieden met zo min mogelijk opwaarts grondtransport. Hiervoor dient de boormotor voldoende vermogen te leveren opdat een zo gering mogelijke schraapfactor wordt verkregen.
- De schraapfactor is het aantal omwentelingen van de boor dat nodig is om de boor over de lengte van eenmaal de spoed te doen zakken. Als indicatie geldt dat een schraapfactor van 2 à 3 veelal voldoet.
- Zodra de avegaar op diepte is en gevuld is met beton onder voldoende overdruk mag, indien nodig, deze avegaar maximaal 0,1 meter worden gelicht om de deksel te lossen.
- De avegaar behoort tijdens het trekken óf dezelfde draairichting te hebben als bij het boren óf stil te staan.
- De treksnelheid dient in overeenstemming te zijn met de specietoever, zodanig dat een continu gevulde schacht verzekerd is. Met name in bodemlagen met een lage sondeerweerstand en een geringere stabiliteit van de boorgatwand is dit van belang.
- De betondruk moet gemeten en continu geregistreerd worden. Bij het meten aan de bovenzijde van de avegaar zal tijdens het trekken een continue overdruk van 10-20 kN/m² over het algemeen voldoende zijn. Bij toepassing van een avegaar met grote binnenbuisdiameter (type buisschroefpaal) dient de buis tot tenminste het werkniveau met beton gevuld te zijn.
- Na het vervaardigen van een paal moet de verwerkte hoeveelheid beton worden vergeleken met de berekende inhoud.
- Aan de hand van de opgeboorde grond ter plaatse van de punt wordt inzicht verkregen in grondsoort ter hoogte van het gekozen paalpuntniveau. Deze grond moet overeenkomen met hetgeen kan worden afgeleid uit het grondonderzoek.

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 avegaar, positie en functioneren van de klep.
- Boorvolgorde met data.
- Paaltype, schachtafmeting, paalpuntniveau en wapening(code).
- Samenstelling specie (sterkteklasse, milieuklasse, cementgehalte, hulpstoffen e.d.).
- Datum en tijdstip vervaardiging palen.
- Bereikt paalpuntniveau t.o.v. Ref/NAP.
- Schraapfactor per eenheid van diepte.
- Draaimoment en axiale druk per eenheid van diepte.
- Speciedrukstaten en plaats van meting per eenheid van diepte.
- Specieverbruik in relatie tot theoretisch paalvolume /mixerwissel.

- Inboor- en treksnelheid (begintijd en eindtijd boren en trekken).
- Wijze van trekken (draaiend of stilstaand).
- Opgeboorde grond ter plaatse van de paalpunt.
- Wijze afwerking paalkoppen.
- Bijzonderheden tijdens uitvoering (verschoven piketten, verloop van de avegaar, plaatsafwijkingen, scheefstand, onderbrekingen tijdens trekken of het niet lossen van de deksel en de vervolgens gehanteerde werkwijze, water en/of grond in de boorbuis, stagnatie tijdens uitvoering paal, mee omhoog trekken of wegzakken van de wapening, veranderingen in specieniveau van nabijgelegen palen, plaatsafwijkingen, welpalen, bleeding, rijp op de wapening e.d.).

Controle

Door middel van akoestisch doormeten dient de integriteit van palen te worden beoordeeld. Deze metingen kunnen desgewenst door ons bureau worden uitgevoerd vanaf 5 dagen na productie. De meetgegevens geven informatie over o.a. discontinuïteiten, zoals scheuren, insnoeringen en uitstulpingen, over de lengte van de paal en over de kwaliteit van de paalkop.

Aan palen waarbij tijdens de uitvoering bijzonderheden werden geconstateerd dient tijdens de kwaliteitscontrole extra aandacht te worden besteed. Visuele controle van de paalkop kan plaatsvinden door deze vrij te graven. Hiervoor dient de paal wel voldoende te zijn gewapend.

Indien twijfel bestaat ten aanzien van het draagvermogen van een paal kan afhankelijk van de situatie worden nagesondeerd binnen 1,0 m van de paal, of kan een paal worden proefbelast.

Boortoezicht

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

Milieu

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

Tot slot

Voor meer algemene richtlijnen wordt verwezen naar:

- NEN-EN 1536 “uitvoering van bijzonder geotechnisch werk –boorpalen”,
- CUR-aanbeveling 109 “akoestisch doormeten van betonnen funderingspalen”,
- CUR 2004-1 “beoordelingssysteem voor de begaanbaarheid van bouwterreinen”,
- CUR-aanbeveling 114 “toezicht op de realisatie van paalfunderingen”,
- CROW Funderingshandboek,
- CROW-CUR Richtlijn 3 Voorkomen van schade aan in de grond gevormde palen,
- NVN 6724 “in de grond gevormde funderingselementen van beton of mortel”, formeel ingetrokken,
- BRL-2356 van het KIWA met bijlage A/B, formeel ingetrokken.

December 2024

BIJLAGE G2

Algemene richtlijnen uitvoering
type Fundexpalen

Controle uitgangspunten

Voorafgaand aan de uitvoering moet worden gecontroleerd:

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

Uitvoering in relatie tot omgeving

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

Werktterrein/bouwput

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

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

De ondergrond dient vrij te zijn van obstakels en verstoringen die van invloed kunnen zijn op de uiteindelijke paalkwaliteit. De ligging van kabels en leidingen dient in beeld te zijn gebracht.

Uitvoering in relatie tot bodemopbouw en geohydrologie

De uitvoerende partij dient zich tijdig te vergewissen van de bodemopbouw, de geohydrologie en de condities van het terrein.

De aanwezigheid van slappe lagen beneden maaiveld legt beperkingen op aan de vervaardiging van de palen. Van belang is dat de uitvoerende partij aantoonbare expertise heeft in vergelijkbare grondslag. De expertise dient eruit te bestaan dat men de betonsamenstelling en uitvoering (wijze van trekken, treksnelheid en betontoevoer) weet af te stemmen op de beperkte steundruk van de boorgatwand. Dit om 1) het beton omhoog te kunnen krijgen en het oververbruik te beperken, 2) te komen tot een schachtdoorsnede die zich laat controleren door middel van akoestisch doormeten en 3) te komen tot een paalschacht via welke de belasting op de diepere zandlagen kan worden overgedragen.

Bij dit paalttype bestaat de mogelijkheid om in de hulpbuis een prefab betonnen element te plaatsen via welke de belasting op de diepere zandlagen wordt overgedragen. In dat geval is sprake van een zogenaamde combipaal. De zorg voor wat betreft de slappe lagen is bij een combipaal minder aan de orde.

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).

Paalafstanden

Het maken van een paal mag de verse schacht van een naburige paal niet beïnvloeden. Wanneer twee palen onmiddellijk na elkaar worden vervaardigd moet volgens het CROW Funderingshandboek de onderlinge hart op hart afstand in aanzet ten minste vier maal de paaldiameter bedragen met een minimum van 2 m. Een kleinere afstand is toegestaan indien de tijd tussen het maken van de nieuwe paal en de naburige paal zodanig lang is dat de naburige paal voldoende is uitgehard (minstens 20 uur). Deze richtlijnen vinden hun oorsprong in NVN 6724 "in de grond gevormde funderingselementen van beton of mortel" en de beoordelingsrichtlijn BRL 2356. Deze documenten sluiten voor wat betreft veel aspecten aan op de actuele uitvoeringspraktijk maar zijn formeel ingetrokken.

Bij ontbreken van uitvoeringsexpertise in relatie tot de stijfheid van de grond schrijft NEN-EN 12699 een hart op hart afstand van minimaal zes maal de paaldiameter voor. Bij grond met een lage ongedraineerde schuifsterkte ($C_u < 50$ KPa) kan de afstand zelfs oplopen tot tien maal de paaldiameter. Tijdens de uitvoering van de palen moet het niveau van de specie in de reeds gemaakte naburige paal worden gecontroleerd. Wanneer er nazakking of oppersing wordt geconstateerd, moet een andere uitvoeringsvolgorde of een langere verhardingstijd worden aangehouden. De paal waarbij oppersing of

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

Overige uitvoeringsaspecten

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

Vastlegging uitvoeringgegevens

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

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

Controle

Door middel van akoestisch doormeten dient de integriteit van de palen te worden beoordeeld. Deze metingen kunnen desgewenst door ons bureau worden uitgevoerd vanaf 5 dagen na productie. De meetgegevens geven informatie over o.a. discontinuïteiten, zoals scheuren, insnoeringen en uitstulpingen, over de lengte van de paal en over de kwaliteit van de paalkop.

Aan palen waarbij tijdens de uitvoering bijzonderheden werden geconstateerd dient tijdens de kwaliteitscontrole extra aandacht te worden besteed. Visuele controle van de paalkop kan plaatsvinden door deze vrij te graven. Hiervoor dient de paal wel voldoende te zijn gewapend.

Indien twijfel bestaat ten aanzien van het draagvermogen van een paal kan afhankelijk van de situatie worden nagesondeerd binnen 1,0 m van de paal, of kan een paal worden proefbelast.

Boortoezicht

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

Milieu

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

Tot slot

Voor meer algemene richtlijnen wordt verwezen naar:

- NEN-EN 12699 “uitvoering van bijzonder geotechnisch werk –verdringingspalen”,
- CUR-aanbeveling 109 “akoestisch doormeten van betonnen funderingspalen”,
- CUR 2004-1 “beoordelingssysteem voor de begaanbaarheid van bouwterreinen”,
- CUR-aanbeveling 114 “toezicht op de realisatie van paalfunderingen”,
- CROW Funderingshandboek,
- CROW-CUR Richtlijn 3 Voorkomen van schade aan in de grond gevormde palen,
- Eventuele interne kwaliteitsrichtlijnen van de uitvoerende partij,
- NVN 6724 “in de grond gevormde funderingselementen van beton of mortel”, formeel ingetrokken,
- BRL-2356 van het KIWA met bijlage E, formeel ingetrokken.

December 2024



Voor meer informatie zie: www.socotec.nl

SOCOTEC NEDERLAND, SPECIALIST IN:

Geotechniek en milieu-expertise

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

Waterveiligheid
Uitvoeringsbegeleiding
Milieutechniek

Risicobeheer, verzekering en inspecties

Claims
Controle van de omgeving

Risicoanalyses
Waardebepalingen

Gebouw veiligheid & duurzaamheid

Binnenklimaat
Drinkwaterveiligheid
Gebouw- en techniekinspecties

Gebouwprestatie
Gebouwinformatie