



Nieuwbouw productiekantoor op terrein Bavaria aan de Stater te Lieshout

Documentnummer: 25SP1873-adv-01

SOCOTEC Geotechnics B.V.
Inpijn-Blokpoel ingenieurs

Ekkersrijt 2058 | 5692 BA Son en Breugel
Postbus 94 | 5690 AB Son en Breugel
T +31 499 471792 | info@socotec-geotechnics.nl
KvK 17068712
www.socotec-geotechnics.nl

Nieuwbouw productiekantoor op terrein Bavaria aan de Stater te Lieshout

Opdrachtnummer: 25SP1873

Rapport betreffende
Resultaten geotechnisch onderzoek
Fundering

Documentnummer
25SP1873-adv-01

Versie
1.0

Datum rapport
30 oktober 2025

Opdrachtgever
Holland Malt B.V.
Postbus 50
5737 ZH Lieshout

Opgesteld door:

Ing. 



Gecontroleerd door:

Ir. 



INHOUDSOPGAVE

1. INLEIDING	1
2. PROJECTGEGEVENS	2
2.1 Projectlocatie	2
2.2 Nieuwbouw	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 Grondwater	5
5. FUNDERINGSADVIES KANTOORGEBOUW	6
5.1 Funderingswijze	6
5.2 Uitgangspunten.....	6
5.3 Beschrijving paalsysteem	7
5.4 Paalpuntniveau	7
5.5 Draagkracht op druk	7
5.6 Vervorming	8
5.7 Veercoëfficiënt	8
5.8 Richtlijnen uitvoering en kwaliteitszorg avegaarpalen.....	8

BIJLAGEN:

- A Situatiekening en foto's
- B Waterpasstaat
- C Sondeergrafieken
- D Boorstaat
- E Verklaring codering
- F Berekening fundering
- G Algemene richtlijnen uitvoering avegaarpalen

VERZENDLIJST:

- Per mail aan Holland Malt B.V. te Lieshout,
t.a.v. [REDACTED]@swinkels.com)
- Per mail aan Adviesbureau Tieleman Bouwconstructies B.V. te Eindhoven,
t.a.v. [REDACTED]@tieleman.nl)

1. INLEIDING

Ten behoeve van de realisatie van een productiekantoor op het terrein van Bavaria aan de Stater te Lieshout wordt door ons bureau op verzoek van Holland Malt B.V. uit Lieshout in voorliggend rapport een funderingsadvies gegeven voor het geplande kantoorgebouw. Het advies is gebaseerd op de ons verstrekte gegevens en het geotechnisch onderzoek dat onlangs op de projectlocatie is uitgevoerd. Dit rapport bevat tevens een beschrijving en de resultaten van het onderzoek.

De werkzaamheden zijn uitgevoerd overeenkomstig onze offerte met kenmerk OFF-16850 van 27 augustus 2025.

2. PROJECTGEGEVENS

2.1 Projectlocatie

De projectlocatie is gelegen op het terrein van Bavaria, nabij de Burgemeester van den Heuvelstraat te Lieshout. De locatie is ter hoogte van het gepland trapgebouw nog deels bebouwd. Ter hoogte van het gepland kantoorgebouw is momenteel een terreinverharding aanwezig.

Voor de ligging van de projectlocatie wordt verwezen naar de situatietekening en de foto's onder bijlage A en de navolgende afbeelding.

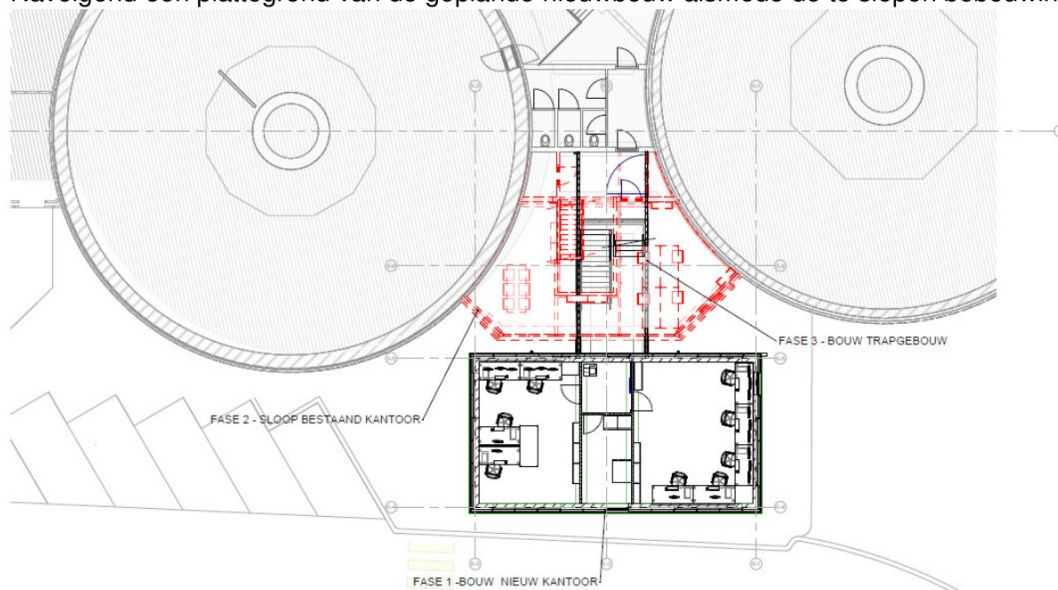


Figuur 1: Plattegrond gepland kantoor en bestaande bebouwing.

2.2 Nieuwbouw

Het plan omvat de realisatie van een kantoorgebouw. Het kantoorgebouw is geprojecteerd binnen een grondvlak van ca. 7 x 12,8 m.

Het kantoorgebouw zal worden opgetrokken in 3 bouwlagen. In het ontwerp is geen kelder opgenomen. Volgens opgave van de constructeur bedraagt het begane grondpeil van de nieuwbouw NAP +15,75 m. Navolgend een plattegrond van de geplande nieuwbouw alsmede de te slopen bebouwing.



Figuur 2: Plattegrond geplande nieuwbouw.

De constructeur is uitgegaan van een maximale paalbelasting op druk van $F_{c;d} = 1200 \text{ kN}$.

Nadere gegevens met betrekking tot het trapgebouw, welke in een latere fase zal worden gerealiseerd, zijn bij ons bureau niet bekend.

2.3 Historie projectlocatie

Ter hoogte van het gepland kantoorgebouw is momenteel een terreinverharding aanwezig. Nadere gegevens hieromtrent en omtrent de overige historie van de projectlocatie zijn ons niet bekend. Als er om enige reden aanleiding is om te veronderstellen dat sprake kan zijn van bijvoorbeeld geroerde grond of obstakels en verontreinigingen, dan dient te worden nagegaan in hoeverre dit mogelijk een knelpunt is voor het ontwerp of de uitvoering.

Ter hoogte van het later te ontwikkelen trapgebouw is een kantoor aanwezig (deels ook weergegeven op foto F001 onder bijlage A).

2.4 Omgeving

Het trapgebouw grenst aan een tweetal moutsilo's. Bij een van deze silo's is door ons bureau een geotechnisch bodemonderzoek uitgevoerd en een funderingsadvies opgesteld. Hiertoe kan worden verwezen naar rapport VS-7026 d.d. 31 maart 1989 van Inpijn-Blokpoel. Hierin is een fundering op avegaarpalen uitgewerkt, afgezet op NAP +1,0 m.

Van de andere moutsilo zijn bij ons bureau geen gegevens bekend. Uit kaartmateriaal van topotijdreis kan worden afgeleid dat deze silo's zijn gerealiseerd in de jaren 90 van de vorige eeuw.

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

2.5 Tot slot

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

3. ONDERZOEK

3.1 Sonderingen

Verdeeld over de projectlocatie zijn 2 sonderingen gemaakt met een elektrische conus conform NEN-EN-ISO 22476-1.

Bij beide sonderingen is naast de conusweerstand tevens de plaatselijke wrijving gemeten en geregistreerd. De relatie tussen conusweerstand en plaatselijke wrijving, het wrijvingsgetal, geeft beneden het grondwaterniveau een indicatie van de verschillende grondsoorten.

De sonderingen zijn uitgevoerd door een sondeertruck. De sondeerdiepte reikte tot ca. 20 m - 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 een boring uitgevoerd over een diepte van 3,0 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 twee referentiepunten.

Voor de omschrijving van de referentiepunten en voor de resultaten van de inmeting en waterpassing wordt verwezen naar de inmeet- en 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 sondeerlocaties en boorlocatie varieerde ten tijde van het onderzoek van NAP +15,73 tot +15,62 m. Voor meer informatie over de hoogteligging wordt verwezen naar de waterpasstaat onder bijlage B.

4.2 Beschrijving bodemopbouw

Tot een diepte van ca. NAP +13,5 m wordt een overwegend matig vast tot vast fijn zandpakket aangetoond.

Daaronder worden tot een diepte van ca. NAP +10,4 à +10,2 m afwisselend zand- en siltafzettingen geregistreerd.

Tenslotte is tot de maximaal verkende diepte sprake van een gelaagde bodemopbouw bestaande uit één tot enkele meters dikke zandlagen afgewisseld door dunne zandhoudende silt- en silthoudende zandlagen. De zandlagen zijn over het algemeen vast met sondeerweerstand van meer dan 20 MPa. De siltlagen zijn in de sondeergrafiek herkenbaar aan de scherpe teruggangen in de sondeerweerstand tot minder dan 4 MPa en een wrijvingsgetal van 2 à 4 %.

4.3 Grondwater

In het boorgat van handboring HB001 en het sondeergat van sondering DKM001 werd op 22 september 2025 een grondwaterstand gepeild van respectievelijk NAP +13,41 en +13,43 m. Dit komt overeen met een diepte van ca. 2,3 meter beneden het maaiveld. Er wordt op gewezen dat dit een momentopname is en dat de stand onder invloed van o.a. seizoensafhankelijke factoren zal fluctueren.

5. FUNDERINGSADVIES KANTOORGEBOUW

5.1 Funderingswijze

De bodemopbouw in combinatie met de aard van het gepland kantoorgebouw geeft aanleiding uit te gaan van een fundering op palen. In dit rapport wordt voor het kantoorgebouw een fundering op avegaarpalen nader uitgewerkt.

Voor wat betreft de toepassing van avegaarpalen wordt opgemerkt dat tijdens de uitvoering nagenoeg geen trillingen worden opgewekt en dat er vanuit dit oogpunt geen risico voor schade aan bebouwing in de omgeving is.

Nadere gegevens met betrekking tot het trapgebouw zijn bij ons bureau niet bekend. Voor het trapgebouw zal in ieder geval in verband met de toekomstig beperkte bereikbaarheid van de projectlocatie moeten worden gezocht naar een alternatieve fundatiewijze. Desgewenst kan hier binnen een aanvullende opdracht verder op worden ingegaan.

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

5.2 Uitgangspunten

- Projectgegevens zoals beschreven in hoofdstuk 2.
- Situering nieuwbouw zoals weergegeven op situatietekening SIT-01 onder bijlage A.
- Het project is ingedeeld in Geotechnische Categorie 2.
- Fundering op avegaarpalen.
- Funderingselementen worden verticaal centrisch belast.
- In de afgelopen jaren zijn proefbelastingen uitgevoerd op verschillende paaltypen en dat heeft geleid tot nieuwe inzichten in onder andere de paalklassefactoren. De inzichten zijn verwerkt de geotechnische norm NEN 9997-1:2025+C1 die is gepubliceerd op 1 juli 2025. Deze norm beschrijft onder andere de ontwerpregels voor funderingen op palen en vervangt de versie uit 2017.
- De inzichten leiden er toe dat voor verschillende paaltypen lagere draagvermogens worden berekend dan voorheen.
- Vooralsnog verwijst de Omgevingsregeling die onderdeel is van de Omgevingswet, nog niet naar de nieuwste norm NEN 9997-1:2025. Totdat deze verwijzing is geactualiseerd, is de versie uit 2017 leidend voor de toetsing van bouwaanvragen aan het Besluit Bouwwerken Leefomgeving (BBL).
- Op verzoek van de constructeur is in voorliggend rapport het paal draagvermogen berekend volgens NEN 9997:2017.
- Voor de berekening van de draagkracht zijn de navolgende factoren aangehouden.
 - paalklasse punt $\alpha_p = 0,56$
 - paalvoetvorm $\beta = 1,0$
 - paalvoetdwarsdoorsnede $s = 1,0$
 - paalklasse schacht $\alpha_s = 0,006$
- Gegevens over de stijfheid van het bouwwerk zijn niet bekend; deze zijn daarom niet in rekening gebracht.
- Er wordt aangenomen dat vanaf ca. 0,8 m – maaiveld de oorspronkelijke, op natuurlijke wijze gesedimenteerde bodemopbouw aanwezig is.
- Er is niet gerekend met negatieve kleef omdat er in de toekomst geen maaiveldzakkingen van betekenis worden verwacht.
- De in dit rapport berekende draagkracht betreft het geotechnisch draagvermogen dat wordt ontleend aan de ondergrond. Door de constructeur moeten constructieve aspecten van de funderingspalen, waaronder de sterkte, worden beoordeeld.

5.3 Beschrijving paalsysteem

- Een avegaarpaal is een in de grond gevormde paal.
- De paal wordt gemaakt middels een avegaar die bestaat uit een holle as met daar omheen een doorgaand schroefblad.
- De avegaar die aan de onderzijde is voorzien van een losse afdichting (deksel), wordt op maaiveld geplaatst en vervolgens rechtsom draaiend en grondverwijderend op diepte geschroefd.
- De holle buis van de avegaar wordt vervolgens volgepompt met mortel- of betonspecie.
- Ten behoeve van het lossen van het 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 dat de stijghoogte van grondwater in de dieper gelegen watervoerende zandlagen niet hoger is dan de freatische grondwaterstand.

5.4 Paalpuntniveau

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

Tabel 1. Paalpuntniveau.

Sondering nr.	Hoogte maaiveld ¹⁾ [m t.o.v. NAP]	Paalpuntniveau [m t.o.v. NAP]	Opmerking Nr.
DKM001	+15,73	+4,0 tot +1,0	2
DKM002	+15,62	+4,0 tot +1,0	2

1) Niveau ten tijde van onderzoek

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

5.5 Draagkracht op druk

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 palen met een schachtdiameter van 300 tot 600 mm.

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

Onder deze bijlage is voor een sondering een voorbeeldberekening gegeven met verwijzing naar de van toepassing zijnde artikelen uit de norm.

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

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

5.6 Vervorming

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

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

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

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

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

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.

5.7 Veercoëfficiënt

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

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

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

Uitgaande van de last-zakkingsgrafiek voor de bruikbaarheidstoestand is sprake van een niet lineaire veer karakteristiek. In dit rapport is ter indicatie voor sondering DKM001 en een paalpuntniveau van NAP +4,0 en +1,0 m, 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 F.

5.8 Richtlijnen uitvoering en kwaliteitszorg avegaarpalen

Onder bijlage G 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 uitgangspunten en aannamen en op aspecten die van toepassing zijn op het werkterrein, de uitvoering en controle van de paalkwaliteit. Geadviseerd wordt hiervan kennis te nemen.

Bij toepassing van 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.

BIJLAGE A

Situatietekening en foto's



Opdrachtschrijving / locatie:
Nieuwbouw productiekantoor op terrein Bavaria aan de Stater te Lieshout

Bewerkt:
Datum: **26 september 2025**

Omschrijving tekening:
Situatietekening

Schaal: **1:500**
Formaat: **A3**

Opdrachtnummer: **25SP1873**
Bijlage: **SIT-01**

Deze situatie dient om inzicht te geven in de locatie van de meet- en onderzoekspunten. De tekening dient niet voor andere doeleinden gebruikt te worden.



F001



F002



F003



F004

BIJLAGE B

Waterpasstaat

OVERZICHT MEETPUNTEN

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

Meetpunt	X-coördinaat [m]	Y-coördinaat [m]	Hoogte (Z) [m t.o.v. NAP]	GWS * [m t.o.v. NAP]	Datum uitvoering
DKM001	169683,26	391874,47	15,73	13,43	22-09-2025
DKM002	169688,43	391863,36	15,62	---	22-09-2025
HB001	169683,19	391874,35	15,71	13,41	22-09-2025
Dorpel001	---	---	15,76	---	---
Put001	169676,60	391863,02	15,56	---	22-09-2025

* Grondwaterstand ten tijde van het onderzoek

Let op:

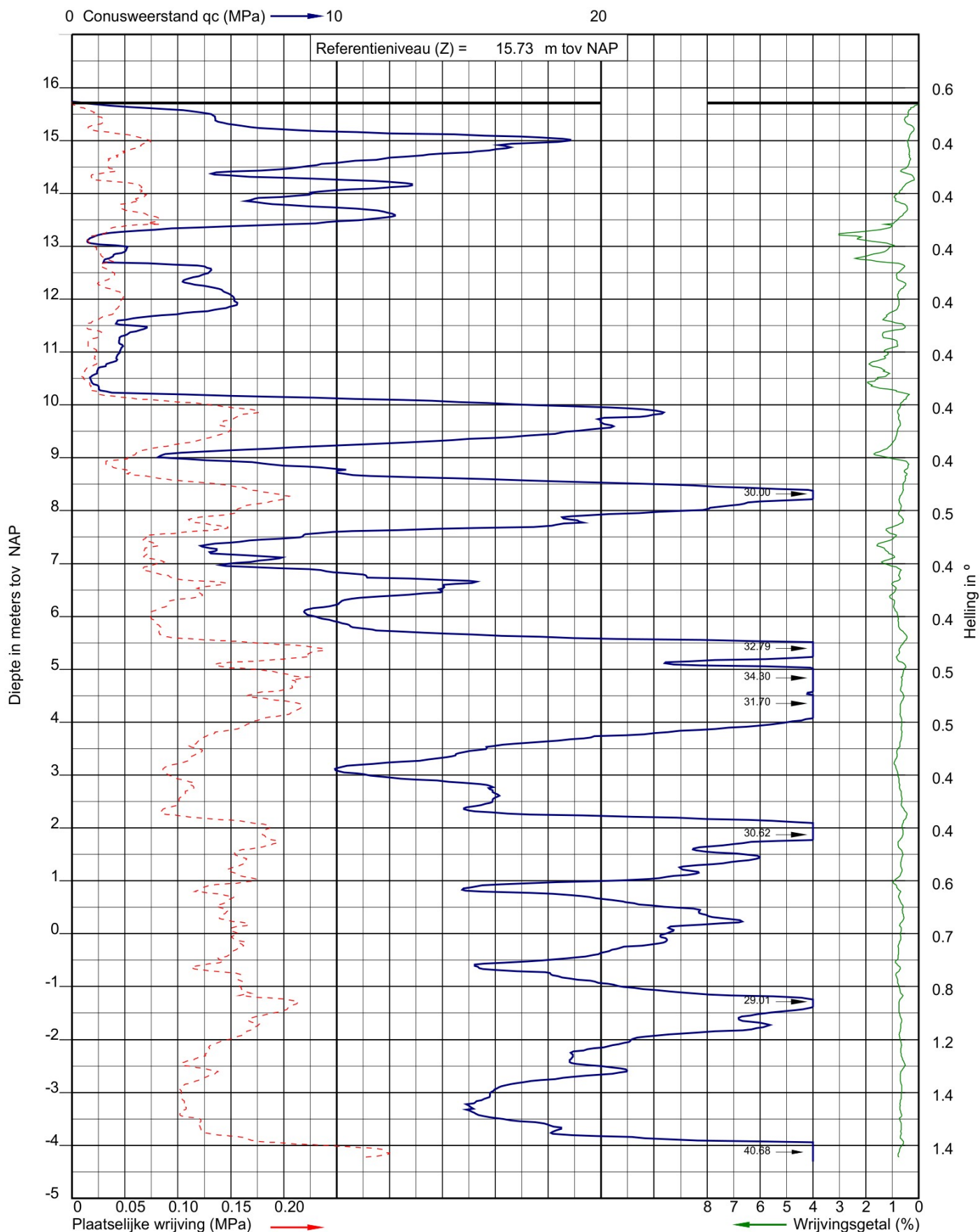
Deze waterpasstaat dient om inzicht te geven in de hoogteligging en locaties van de meet- en onderzoeks-punten ten opzichte van een referentiepunt. Grondwaterstanden zijn ter indicatie en kunnen beïnvloed zijn door de uitgevoerde werkzaamheden. De resultaten dienen niet voor andere doeleinden te worden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

BIJLAGE C

Sondeergrafieken



Project: Nieuwbouw productiekantoor op terrein Bavaria aan de Stater te Lieshout
Opdracht: 25SP1873
Betreft: Sondeergrafiek



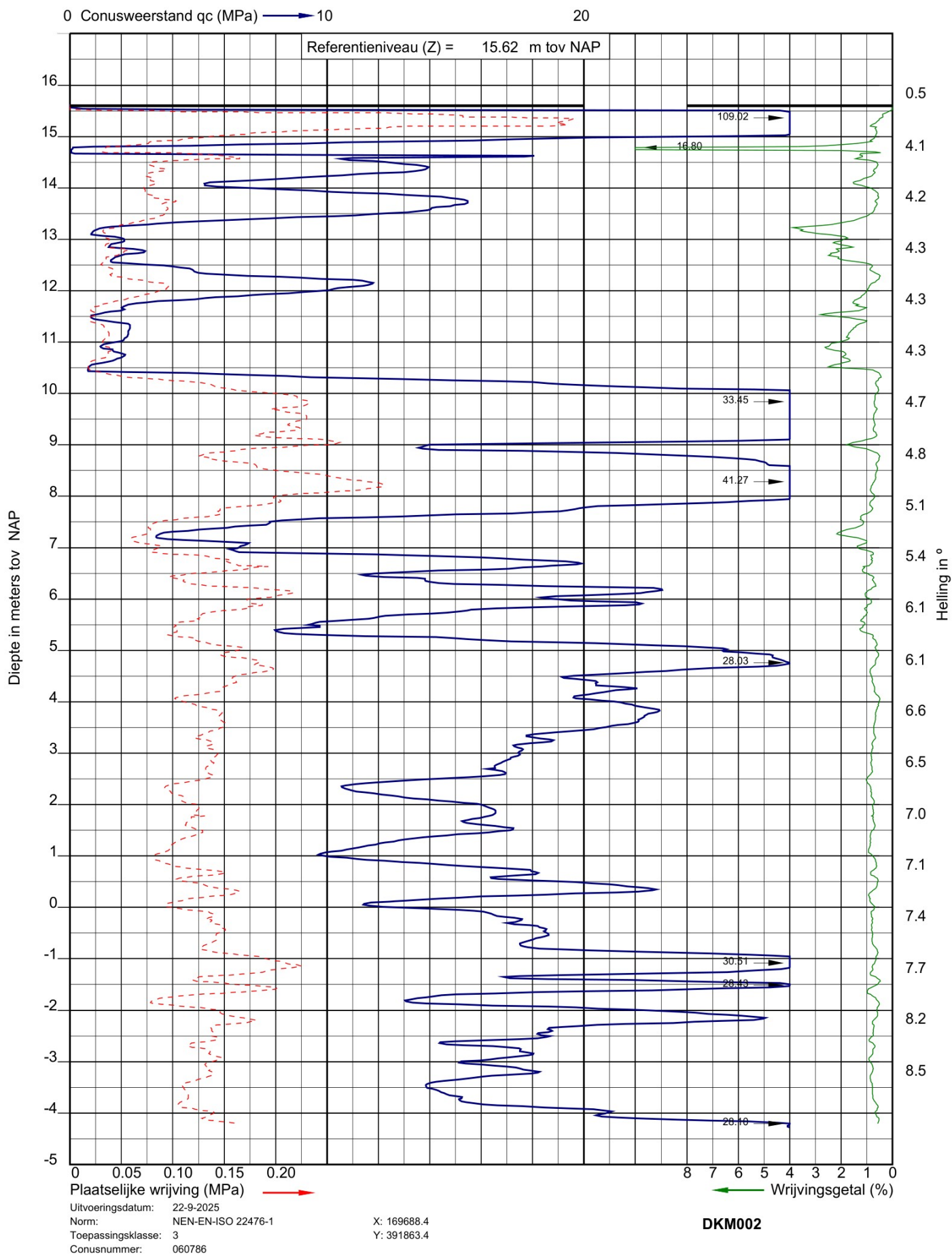
Uitvoeringsdatum: 22-9-2025
Norm: NEN-EN-ISO 22476-1
Toepassingsklasse: 3
Conusnummer: 060786

X: 169683.3
Y: 391874.5
GWS (m-mv): 2.30

DKM001



Project: Nieuwbouw productiekantoor op terrein Bavaria aan de Stater te Lieshout
Opdracht: 25SP1873
Betreft: Sondeergrafiek



BIJLAGE D

Boorstaat

Project: Nieuwbouw productiekantoor op terrein Bavaria aan de Stater te Lieshout
Opdracht: 25SP1873
Betreft: Boorprofiel



Boring: HB001

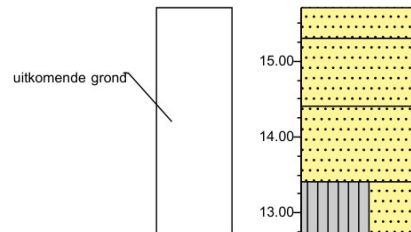
Uitvoering op: 22-9-2025
Uitvoering door: RBN
Werknummer: HB001

Boornorm: NEN-EN-ISO 22475-1

Grondwaterstand [cm-mv]: 230

Identificatie conform NEN-EN-ISO 14688-1

x-coördinaat [m RD]: 169683,18
y-coördinaat [m RD]: 391874,34
Referentiehoogte [m]: 15.71 . N.A.P.
Reden boring gestopt: Einddoel



0.00	klinker
0.40	Zand fijn 63-200, standaardgeel
1.30	Zand fijn 63-200, zwak organisch, standaardbruin
2.30	Zand fijn 63-200, lichtgrijs
3.00	Silt, sterk zandig, standaardgrijs

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

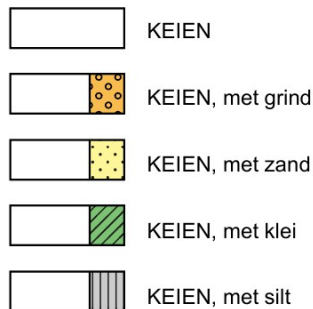
⊕	WSM	Waterspanningsmeter
▭	IMB	Inclinometerbuis
	IMS	Inclinometer SAAF
⊠	ZB	Zakbaak
⚙	DFB	Deformatiebout
⊞	SCM	Scheurmeter
⊞	EXM	Extensometer
⊞	TM	Tiltmeter
⊞	TRM	Trillingmeter
⊗	PDPs	Plaatdrukproef (statisch)
	PDPd	Plaatdrukproef (dynamisch)
⊗	PP	Pompput
⊗	PRP	Proefgat
⊗	PRS	Proefsleuf

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



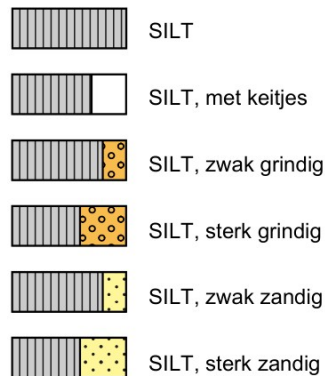
GRIND



ZAND



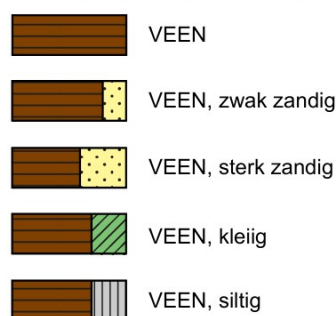
SILT



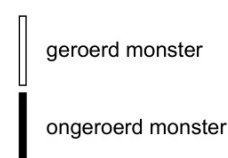
KLEI



VEEN / HUMUS / DETRITUS



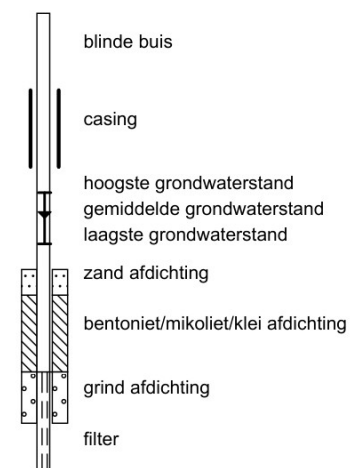
MONSTERS



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 F

Berekening fundering

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	15,73	4,0 tot 1,0
DKM002	15,62	4,0 tot 1,0

1) Niveau ten tijde van onderzoek

Rekenwaarde maximum draagkracht in kN per sondering

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

Avegaarpaal 0,300 m

Sonderingen voor opdracht: 25SP1873

diepte tov NAP		DKM001	DKM002
4,00		429	513
3,50		431	483
3,00		478	499
2,50		522	506
2,00		597	536
1,50		608	546
1,00		603	582

Avegaarpaal 0,350 m

Sonderingen voor opdracht: 25SP1873

diepte tov NAP		DKM001	DKM002
4,00		536	625
3,50		533	597
3,00		591	616
2,50		650	620
2,00		744	657
1,50		756	667
1,00		742	714

Avegaarpaal 0,400 m

Sonderingen voor opdracht: 25SP1873

diepte tov NAP		DKM001	DKM002
4,00		653	726
3,50		645	723
3,00		716	743
2,50		786	744
2,00		906	788
1,50		917	797
1,00		894	855

Rekenwaarde maximum draagkracht in kN per sondering

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

Avegaarpaal 0,450 m

Sonderingen voor opdracht: 25SP1873

diepte tov NAP		DKM001	DKM002
4,00		781	844
3,50		765	859
3,00		851	880
2,50		935	878
2,00		1083	928
1,50		1091	935
1,00		1058	1005

Avegaarpaal 0,500 m

Sonderingen voor opdracht: 25SP1873

diepte tov NAP		DKM001	DKM002
4,00		918	988
3,50		894	1005
3,00		996	1005
2,50		1095	1025
2,00		1273	1077
1,50		1279	1082
1,00		1233	1165

Avegaarpaal 0,550 m

Sonderingen voor opdracht: 25SP1873

diepte tov NAP		DKM001	DKM002
4,00		1065	1145
3,50		1032	1161
3,00		1151	1155
2,50		1267	1169
2,00		1478	1235
1,50		1480	1238
1,00		1420	1335

Rekenwaarde maximum draagkracht in kN per sondering

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

Avegaarpaal 0,600 m

Sonderingen voor opdracht: 25SP1873

diepte tov NAP		
	DKM001	DKM002
4,00	1223	1313
3,50	1178	1309
3,00	1317	1316
2,50	1450	1327
2,00	1696	1402
1,50	1694	1402
1,00	1619	1514

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 : **0,300 m**

Sonderingen	Hoogte m.v. [m tov NAP]	Paalpunt [m tov NAP]	$R_{c;d}$ [kN]	$q_{b;max}$ [MPa]	$R_{b;cal}$ [kN]	$R_{s;cal}$ [kN]
DKM001	15,73	4,00	429	4,3	304	412
		3,50	431	3,7	264	455
		3,00	478	4,3	307	490
		2,50	522	4,8	340	530
		2,00	597	6,0	424	572
		1,50	608	5,6	399	615
		1,00	603	4,9	349	657
DKM002	15,62	4,00	513	5,7	400	456
		3,50	483	4,4	308	499
		3,00	499	4,1	291	541
		2,50	506	3,7	260	584
		2,00	536	3,9	276	617
		1,50	546	3,7	259	651
		1,00	582	4,1	288	683

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	15,73	4,00	536	4,3	414	481
		3,50	533	3,7	359	531
		3,00	591	4,3	414	572
		2,50	650	4,8	465	619
		2,00	744	6,0	573	668
		1,50	756	5,6	543	718
		1,00	742	4,9	471	767
DKM002	15,62	4,00	625	5,3	510	533
		3,50	597	4,3	414	582
		3,00	616	4,1	396	631
		2,50	620	3,7	354	681
		2,00	657	3,9	376	720
		1,50	667	3,7	353	759
		1,00	714	4,1	394	797

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	15,73	4,00	653	4,3	540	550
		3,50	645	3,7	469	607
		3,00	716	4,3	540	654
		2,50	786	4,8	603	707
		2,00	906	6,0	749	763
		1,50	917	5,6	709	820
		1,00	894	4,9	616	876
		4,00	726	4,8	603	609
DKM002	15,62	3,50	723	4,3	540	665
		3,00	743	4,1	518	722
		2,50	744	3,7	463	778
		2,00	788	3,9	491	823
		1,50	797	3,7	461	868
		1,00	855	4,1	515	911

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	15,73	4,00	781	4,3	684	618
		3,50	765	3,7	593	683
		3,00	851	4,3	684	736
		2,50	935	4,8	763	796
		2,00	1083	6,0	948	858
		1,50	1091	5,6	898	923
		1,00	1058	4,9	779	986
		4,00	844	4,5	722	685
DKM002	15,62	3,50	859	4,3	684	748
		3,00	880	4,1	655	812
		2,50	878	3,7	590	876
		2,00	928	3,9	622	925
		1,50	935	3,7	583	976
		1,00	1005	4,1	652	1025

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	15,73	4,00	918	4,3	844	687
		3,50	894	3,7	733	758
		3,00	996	4,3	844	817
		2,50	1095	4,8	942	884
		2,00	1273	6,0	1170	954
		1,50	1279	5,6	1108	1025
		1,00	1233	4,9	962	1095
		4,00	988	4,5	887	761
DKM002	15,62	3,50	1005	4,3	844	831
		3,00	1005	3,9	775	902
		2,50	1025	3,7	736	973
		2,00	1077	3,9	768	1028
		1,50	1082	3,7	720	1085
		1,00	1165	4,1	805	1139

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	15,73	4,00	1065	4,3	1021	756
		3,50	1032	3,7	886	834
		3,00	1151	4,3	1022	899
		2,50	1267	4,8	1140	972
		2,00	1478	6,0	1416	1049
		1,50	1480	5,6	1341	1128
		1,00	1420	4,9	1164	1205
		4,00	1145	4,5	1074	837
DKM002	15,62	3,50	1161	4,3	1021	915
		3,00	1155	3,9	935	992
		2,50	1169	3,7	879	1070
		2,00	1235	3,9	929	1131
		1,50	1238	3,7	871	1193
		1,00	1335	4,1	974	1252

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	15,73	4,00	1223	4,3	1215	824
		3,50	1178	3,7	1055	910
		3,00	1317	4,3	1216	981
		2,50	1450	4,8	1357	1061
		2,00	1696	6,0	1685	1145
		1,50	1694	5,6	1595	1230
		1,00	1619	4,9	1385	1314
DKM002	15,62	4,00	1313	4,5	1278	913
		3,50	1309	4,2	1186	998
		3,00	1316	3,9	1112	1083
		2,50	1327	3,7	1046	1167
		2,00	1402	3,9	1105	1234
		1,50	1402	3,7	1037	1302
		1,00	1514	4,1	1159	1366

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

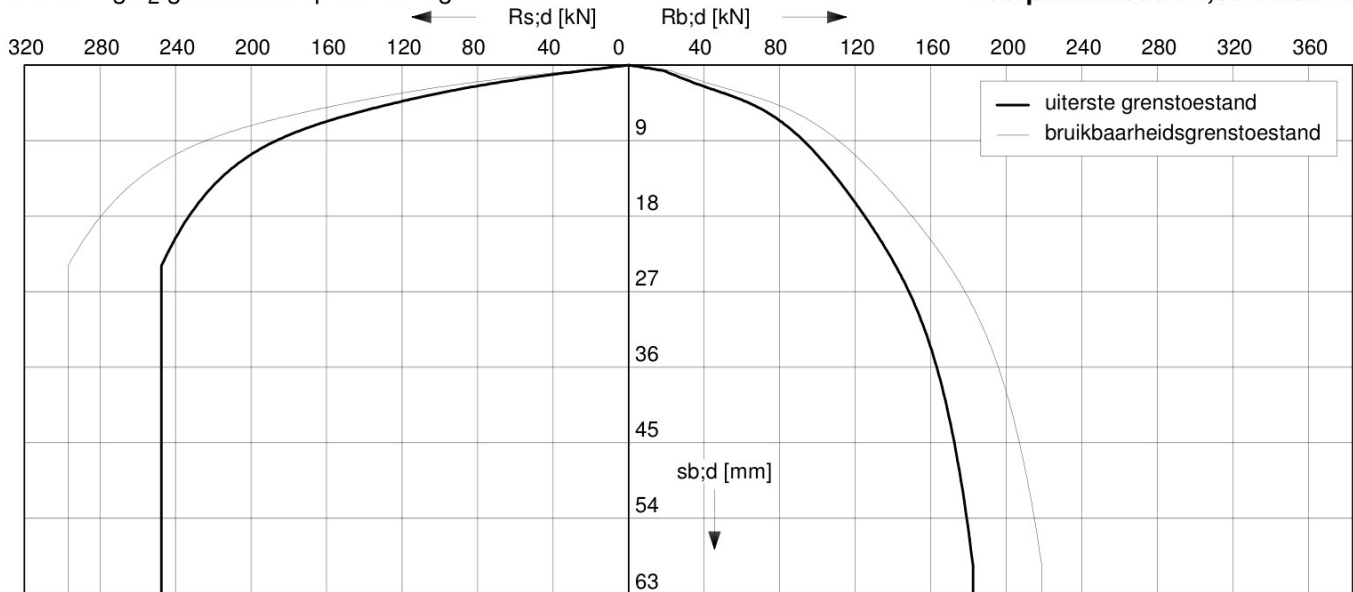
Paaltype : Avegaarpaal

Sonderingen: DKM001

Berekening s_2 gebaseerd op sondering DKM001

Paalafmeting : 0,300 m

Paalpuntniveau : 4,00 m tov NAP



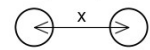
Uiterste grenstoestand

$F_{c;d}$ [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]	$k_{v;d}$ paal in groep [kN/mm]
429	58,0	3,3	61,3	2,1	63,4	24	21
386	23,2	2,9	26,1	1,9	28,0	26	22
343	15,7	2,6	18,2	1,7	19,9	28	23
301	10,6	2,2	12,8	1,5	14,3	29	25
258	7,5	1,9	9,5	1,3	10,7	31	26
215	5,5	1,6	7,1	1,1	8,2	32	26
172	3,9	1,3	5,2	0,8	6,1	33	27
129	2,7	1,0	3,7	0,6	4,3	35	29
86	1,6	0,6	2,3	0,4	2,7	38	31
43	0,7	0,3	1,0	0,2	1,2	40	32

Configuratie paalgroep

voor bepaling s_2

2-paalspoer



hoh-afstand x : 3D

Bruikbaarheidsgrenstoestand

$F_{c;rep}$ [kN]	s_b [mm]	s_{el} [mm]	s_1 [mm]	s_2 [mm]	s [mm]	$k_{v;rep}$ paal vrijstaand [kN/mm]	$k_{v;rep}$ paal in groep [kN/mm]
330	8,6	2,0	10,7	1,6	12,3	31	27
297	7,1	1,8	8,9	1,5	10,4	33	29
264	5,7	1,6	7,4	1,3	8,7	36	30
231	4,6	1,4	6,1	1,1	7,2	38	32
198	3,8	1,2	5,0	1,0	6,0	40	33
165	3,0	1,0	4,0	0,8	4,8	41	34
132	2,2	0,8	3,0	0,7	3,7	43	36
99	1,6	0,6	2,2	0,5	2,7	46	37
66	0,9	0,4	1,3	0,3	1,7	50	40
33	0,4	0,2	0,6	0,2	0,8	52	41

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)

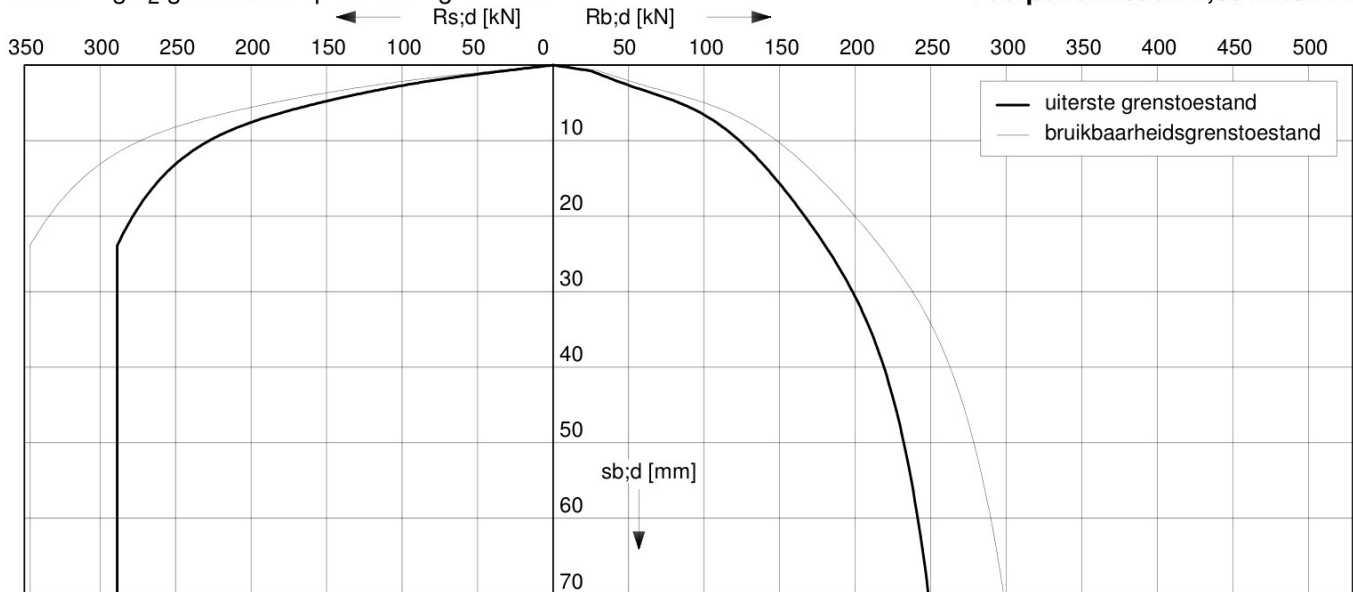
Paaltype : Avegaarpaal

Sonderingen: DKM001

Berekening s_2 gebaseerd op sondering DKM001

Paalafmeting : 0,350 m

Paalpuntniveau : 4,00 m tov NAP



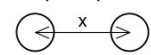
Uiterste grenstoestand

$F_{c;d}$ [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]	$k_{v;d}$ paal in groep [kN/mm]
536	67,7	3,1	70,7	2,3	73,1	28	24
483	28,3	2,7	31,0	2,1	33,1	31	26
429	17,6	2,4	20,0	1,8	21,9	33	28
375	11,8	2,1	13,9	1,6	15,5	35	29
322	8,2	1,8	9,9	1,4	11,3	37	30
268	5,9	1,5	7,4	1,2	8,6	38	32
215	4,3	1,2	5,4	0,9	6,4	40	33
161	2,9	0,9	3,8	0,7	4,5	43	35
107	1,7	0,6	2,3	0,5	2,8	47	37
54	0,7	0,3	1,0	0,2	1,2	49	38

Configuratie paalgroep

voor bepaling s_2

2-paalspoer



hoh-afstand x : 3D

Bruikbaarheidsgrenstoestand

$F_{c;rep}$ [kN]	s_b [mm]	s_{el} [mm]	s_1 [mm]	s_2 [mm]	s [mm]	$k_{v;rep}$ paal vrijstaand [kN/mm]	$k_{v;rep}$ paal in groep [kN/mm]
413	9,4	1,9	11,3	1,8	13,1	36	31
371	7,6	1,7	9,3	1,6	10,9	40	34
330	6,2	1,5	7,7	1,4	9,1	43	36
289	5,0	1,3	6,3	1,2	7,6	46	38
248	4,1	1,1	5,2	1,1	6,3	48	39
206	3,2	0,9	4,1	0,9	5,0	50	41
165	2,4	0,8	3,1	0,7	3,9	53	43
124	1,6	0,6	2,2	0,5	2,7	56	45
83	1,0	0,4	1,4	0,4	1,7	61	48
41	0,5	0,2	0,7	0,2	0,8	63	50

Toelichting

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

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

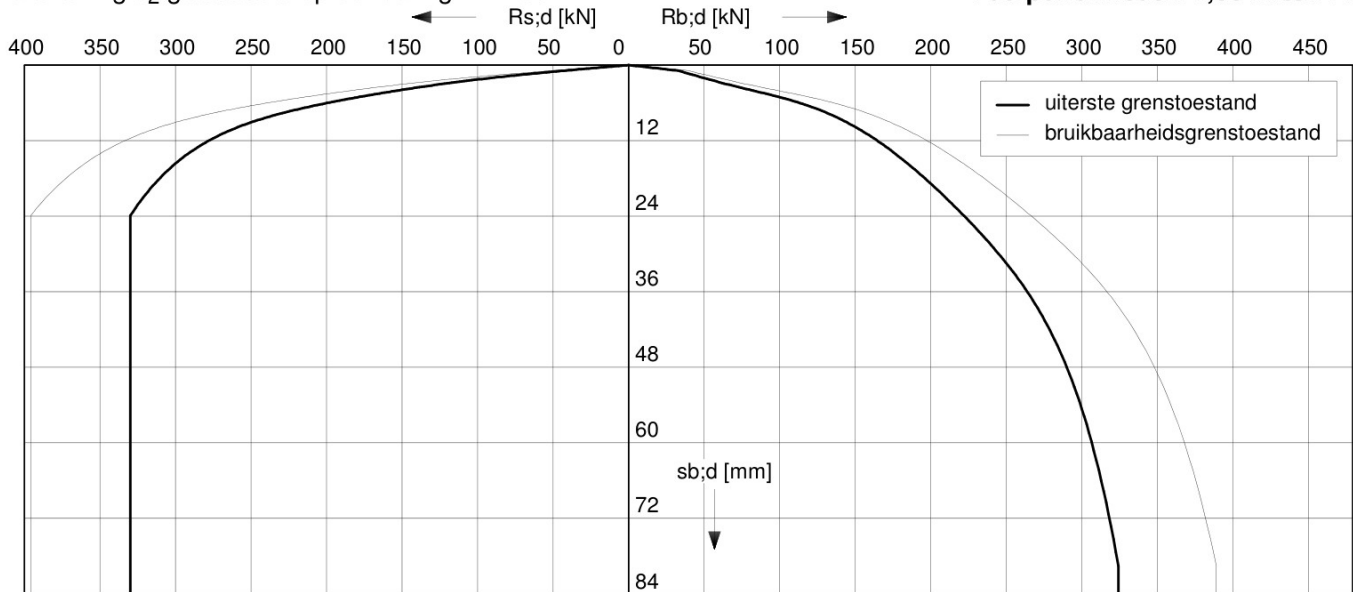
Paaltype : Avegaarpaal

Sonderingen: DKM001

Berekening s_2 gebaseerd op sondering DKM001

Paalafmeting : 0,400 m

Paalpuntniveau : 4,00 m tov NAP



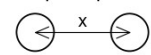
Uiterste grenstoestand

$F_{c;d}$ [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]	$k_{v;d}$ paal in groep [kN/mm]
653	77,3	2,9	80,2	2,4	82,6	32	28
588	33,9	2,6	36,4	2,1	38,6	35	30
523	19,6	2,2	21,9	1,9	23,8	38	32
457	13,1	1,9	15,0	1,6	16,7	41	34
392	8,9	1,7	10,6	1,4	12,0	43	36
327	6,4	1,4	7,8	1,2	9,0	45	37
261	4,6	1,1	5,8	0,9	6,7	47	39
196	3,1	0,8	4,0	0,7	4,7	51	41
131	1,8	0,6	2,4	0,5	2,9	57	45
65	0,8	0,3	1,0	0,2	1,3	58	45

Configuratie paalgroep

voor bepaling s_2

2-paalspoer



hoh-afstand x : 3D

Bruikbaarheidsgrenstoestand

$F_{c;rep}$ [kN]	s_b [mm]	s_{el} [mm]	s_1 [mm]	s_2 [mm]	s [mm]	$k_{v;rep}$ paal vrijstaand [kN/mm]	$k_{v;rep}$ paal in groep [kN/mm]
503	10,4	1,8	12,1	1,8	14,0	41	36
452	8,3	1,6	9,9	1,6	11,5	46	39
402	6,7	1,4	8,1	1,4	9,6	50	42
352	5,4	1,2	6,7	1,3	7,9	53	44
302	4,4	1,1	5,4	1,1	6,5	55	46
251	3,4	0,9	4,3	0,9	5,2	58	48
201	2,6	0,7	3,3	0,7	4,0	62	50
151	1,8	0,5	2,3	0,5	2,8	66	53
101	1,0	0,4	1,4	0,4	1,7	74	58
50	0,5	0,2	0,7	0,2	0,9	75	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)

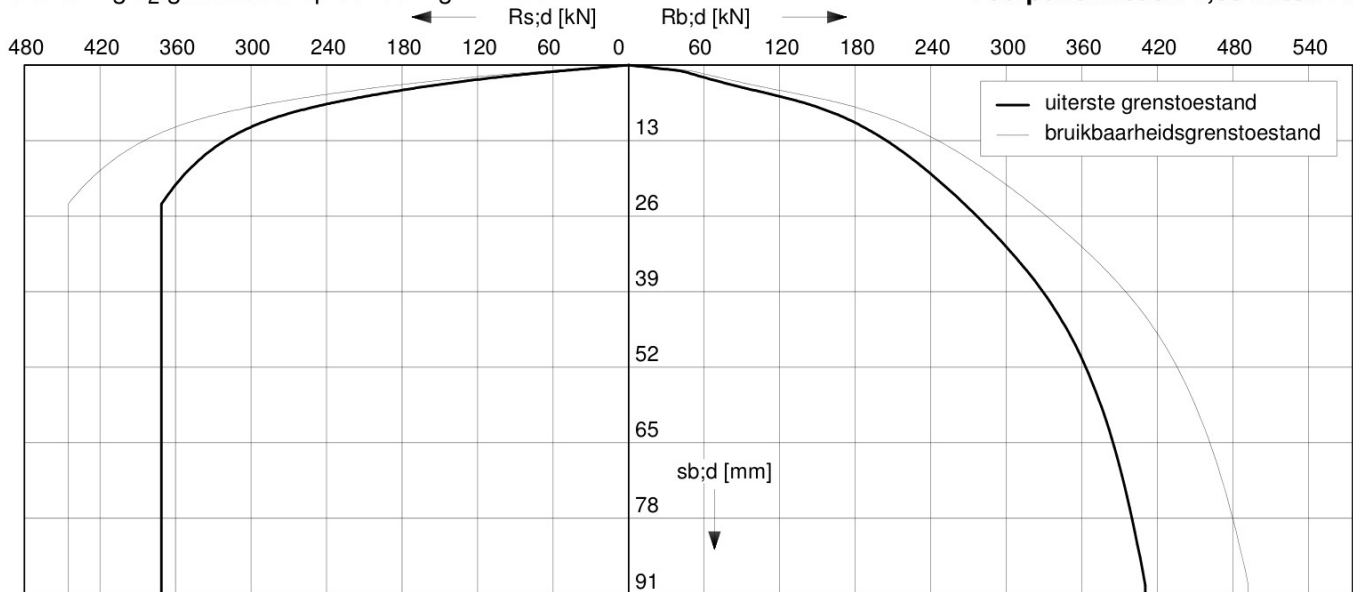
Paaltype : Avegaarpaal

Sonderingen: DKM001

Berekening s_2 gebaseerd op sondering DKM001

Paalafmeting : 0,450 m

Paalpuntniveau : 4,00 m tov NAP



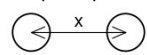
Uiterste grenstoestand

$F_{c;d}$ [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]	$k_{v;d}$ paal in groep [kN/mm]
781	87,0	2,8	89,8	2,5	92,3	36	31
703	39,4	2,4	41,8	2,2	44,0	40	34
624	22,2	2,1	24,3	2,0	26,3	43	37
546	14,4	1,8	16,3	1,7	18,0	46	39
468	9,7	1,6	11,3	1,5	12,8	48	40
390	6,9	1,3	8,2	1,2	9,4	51	42
312	5,0	1,0	6,0	1,0	7,0	55	44
234	3,4	0,8	4,2	0,7	4,9	59	47
156	2,0	0,5	2,5	0,5	3,0	66	52
78	0,8	0,3	1,1	0,2	1,3	68	53

Configuratie paalgroep

voor bepaling s_2

2-paalspoer



hoh-afstand x : 3D

Bruikbaarheidsgrenstoestand

$F_{c;rep}$ [kN]	s_b [mm]	s_{el} [mm]	s_1 [mm]	s_2 [mm]	s [mm]	$k_{v;rep}$ paal vrijstaand [kN/mm]	$k_{v;rep}$ paal in groep [kN/mm]
600	11,3	1,7	13,0	1,9	14,9	46	40
540	8,9	1,5	10,5	1,7	12,2	52	44
480	7,2	1,3	8,6	1,5	10,1	56	48
420	5,9	1,2	7,0	1,3	8,4	60	50
360	4,7	1,0	5,7	1,1	6,9	63	52
300	3,7	0,8	4,5	1,0	5,5	66	55
240	2,7	0,7	3,4	0,8	4,2	71	58
180	1,9	0,5	2,4	0,6	2,9	76	61
120	1,1	0,3	1,4	0,4	1,8	86	67
60	0,5	0,2	0,7	0,2	0,9	88	69

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)

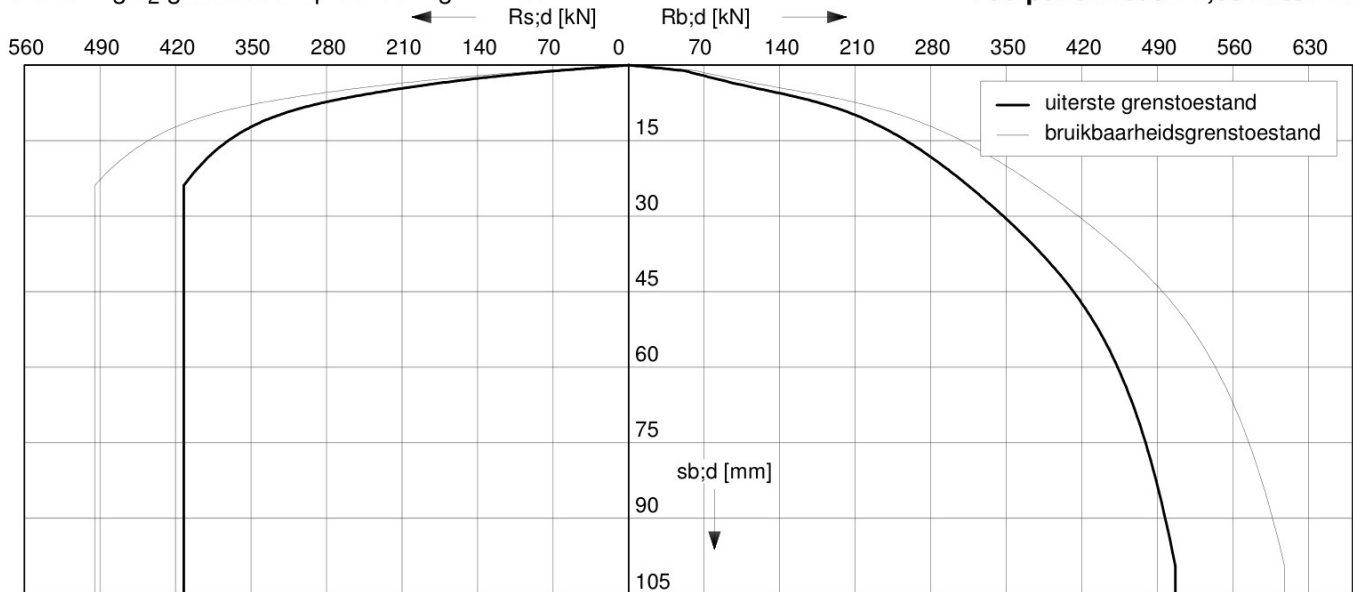
Paaltype : Avegaarpaal

Sonderingen: DKM001

Berekening s_2 gebaseerd op sondering DKM001

Paalafmeting : 0,500 m

Paalpuntniveau : 4,00 m tov NAP



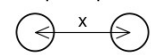
Uiterste grenstoestand

$F_{c;d}$ [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]	$k_{v;d}$ paal in groep [kN/mm]
918	96,7	2,6	99,3	2,7	102,1	39	34
826	45,1	2,3	47,5	2,5	50,0	44	37
734	25,2	2,0	27,2	2,2	29,4	48	41
643	15,8	1,8	17,6	1,9	19,5	51	43
551	10,5	1,5	12,1	1,6	13,7	54	45
459	7,4	1,3	8,7	1,4	10,0	57	47
367	5,3	1,0	6,3	1,1	7,4	62	50
275	3,6	0,7	4,3	0,8	5,2	68	54
184	2,1	0,5	2,5	0,5	3,1	76	58
92	0,8	0,3	1,1	0,3	1,4	75	58

Configuratie paalgroep

voor bepaling s_2

2-paalspoer



hoh-afstand x : 3D

Bruikbaarheidsgrenstoestand

$F_{c;rep}$ [kN]	s_b [mm]	s_{el} [mm]	s_1 [mm]	s_2 [mm]	s [mm]	$k_{v;rep}$ paal vrijstaand [kN/mm]	$k_{v;rep}$ paal in groep [kN/mm]
706	12,4	1,6	14,0	2,1	16,1	50	44
635	9,7	1,4	11,2	1,9	13,1	57	49
565	7,7	1,3	9,0	1,7	10,7	63	53
494	6,3	1,1	7,4	1,5	8,9	67	56
424	5,1	1,0	6,0	1,3	7,3	70	58
353	3,9	0,8	4,7	1,1	5,8	74	61
282	2,9	0,6	3,5	0,8	4,4	80	65
212	1,9	0,5	2,4	0,6	3,0	88	70
141	1,1	0,3	1,4	0,4	1,9	98	76
71	0,6	0,2	0,7	0,2	0,9	97	76

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)

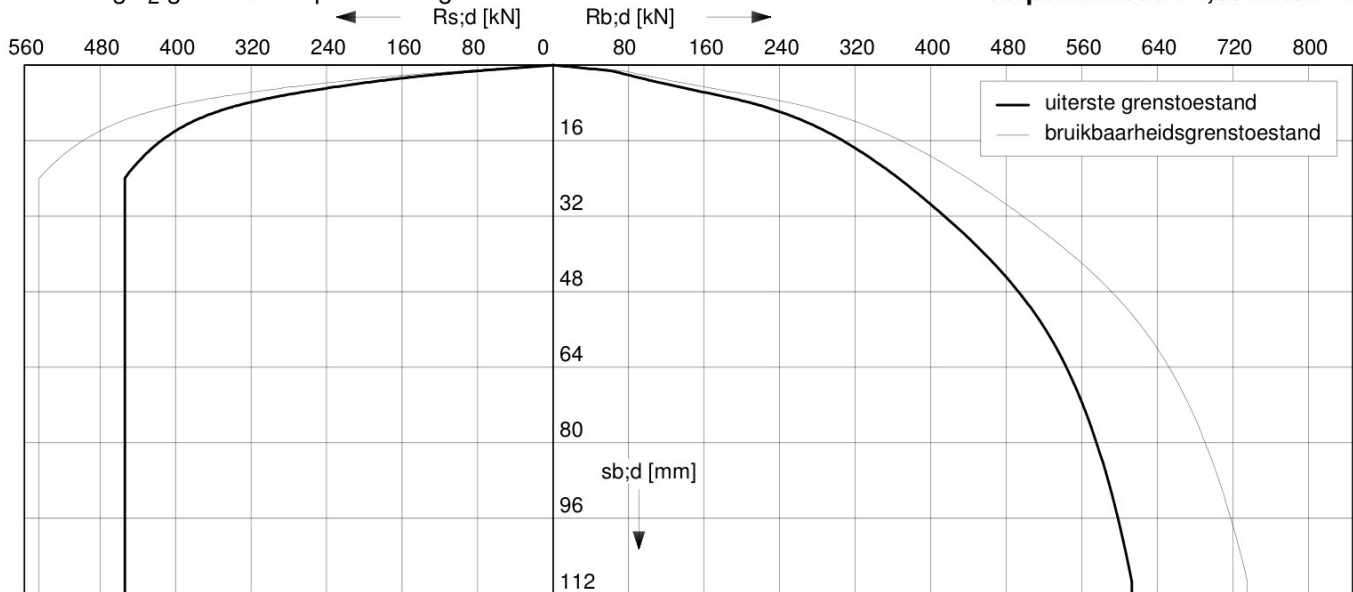
Paaltype : Avegaarpaal

Sonderingen: DKM001

Berekening s_2 gebaseerd op sondering DKM001

Paalafmeting : 0,550 m

Paalpuntniveau : 4,00 m tov NAP



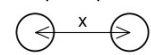
Uiterste grenstoestand

$F_{c;d}$ [kN]	$s_{b;d}$ [mm]	$s_{el;d}$ [mm]	$s_{1;d}$ [mm]	$s_{2;d}$ [mm]	$s_{d;d}$ [mm]	$k_{v;d}$ paal vrijstaand [kN/mm]	$k_{v;d}$ paal in groep [kN/mm]
1065	106,3	2,6	108,9	3,0	111,9	42	36
959	50,5	2,3	52,7	2,7	55,4	48	41
852	29,2	2,0	31,2	2,4	33,6	53	44
746	17,4	1,7	19,1	2,1	21,2	57	47
639	11,4	1,5	12,9	1,8	14,7	60	49
533	7,9	1,2	9,2	1,5	10,7	64	51
426	5,7	1,0	6,7	1,2	7,9	69	55
320	3,8	0,7	4,5	0,9	5,4	77	60
213	2,1	0,5	2,6	0,6	3,2	86	65
107	0,9	0,2	1,2	0,3	1,5	88	66

Configuratie paalgroep

voor bepaling s_2

2-paalspoer



hoh-afstand x : 3D

Bruikbaarheidsgrenstoestand

$F_{c;rep}$ [kN]	s_b [mm]	s_{el} [mm]	s_1 [mm]	s_2 [mm]	s [mm]	$k_{v;rep}$ paal vrijstaand [kN/mm]	$k_{v;rep}$ paal in groep [kN/mm]
820	13,6	1,6	15,1	2,3	17,4	54	47
738	10,5	1,4	11,9	2,1	13,9	62	53
656	8,3	1,2	9,5	1,9	11,4	69	58
574	6,7	1,1	7,8	1,6	9,4	74	61
492	5,4	0,9	6,3	1,4	7,7	78	64
410	4,2	0,8	5,0	1,2	6,1	83	67
328	3,0	0,6	3,6	0,9	4,6	90	72
246	2,0	0,5	2,5	0,7	3,2	100	78
164	1,2	0,3	1,5	0,5	1,9	111	85
82	0,6	0,2	0,7	0,2	0,9	114	86

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)

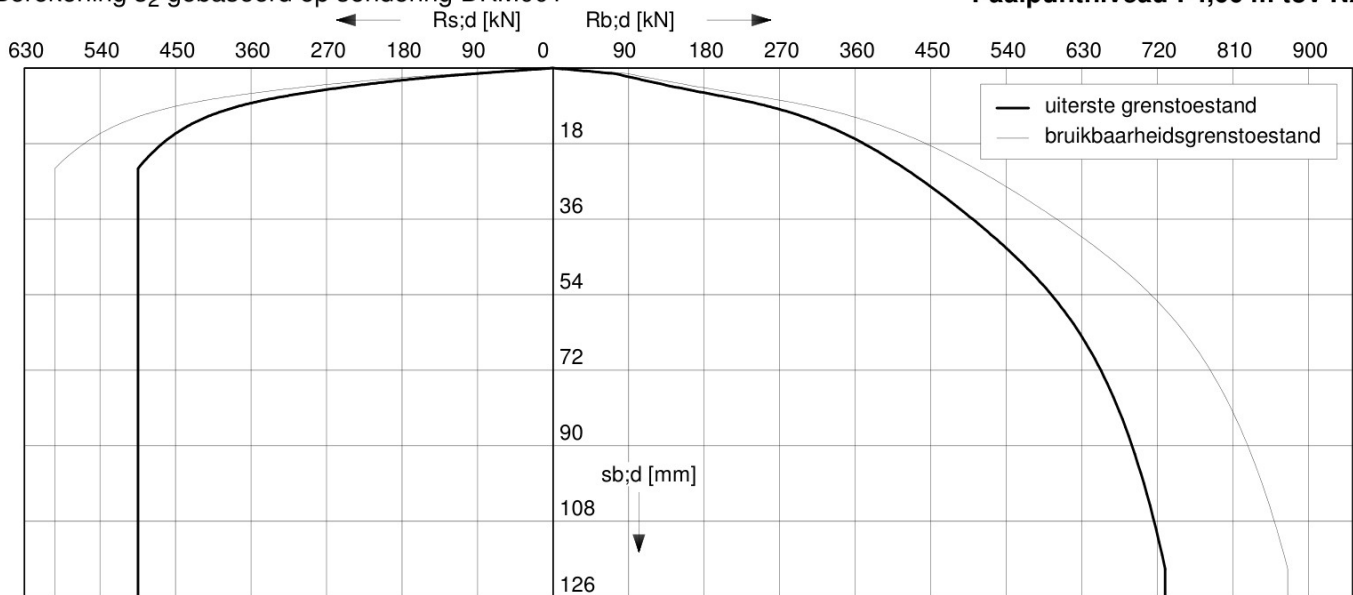
Paaltype : Avegaarpaal

Sonderingen: DKM001

Berekening s_2 gebaseerd op sondering DKM001

Paalafmeting : 0,600 m

Paalpuntniveau : 4,00 m tov NAP



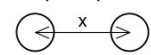
Uiterste grenstoestand

$F_{c;d}$ [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]	$k_{v;d}$ paal in groep [kN/mm]
1223	116,0	2,5	118,5	3,0	121,5	45	39
1101	56,9	2,2	59,1	2,7	61,8	52	44
978	33,0	1,9	34,9	2,4	37,4	57	48
856	19,2	1,7	20,8	2,1	23,0	62	52
734	12,5	1,4	13,9	1,8	15,7	66	54
611	8,5	1,2	9,7	1,5	11,2	70	57
489	6,1	0,9	7,0	1,2	8,3	76	61
367	4,1	0,7	4,8	0,9	5,7	84	66
245	2,3	0,5	2,7	0,6	3,3	94	72
122	1,0	0,2	1,2	0,3	1,5	95	73

Configuratie paalgroep

voor bepaling s_2

2-paalspoer



hoh-afstand x : 3D

Bruikbaarheidsgrenstoestand

$F_{c;rep}$ [kN]	s_b [mm]	s_{el} [mm]	s_1 [mm]	s_2 [mm]	s [mm]	$k_{v;rep}$ paal vrijstaand [kN/mm]	$k_{v;rep}$ paal in groep [kN/mm]
941	14,7	1,5	16,2	2,3	18,6	58	51
847	11,3	1,3	12,6	2,1	14,7	67	57
753	8,9	1,2	10,1	1,9	12,0	75	63
659	7,1	1,0	8,2	1,6	9,8	80	67
564	5,7	0,9	6,6	1,4	8,0	85	70
470	4,5	0,7	5,2	1,2	6,4	91	74
376	3,2	0,6	3,8	0,9	4,8	98	79
282	2,1	0,4	2,6	0,7	3,3	109	86
188	1,2	0,3	1,5	0,5	2,0	122	94
94	0,6	0,2	0,8	0,2	1,0	123	94

Toelichting

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

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

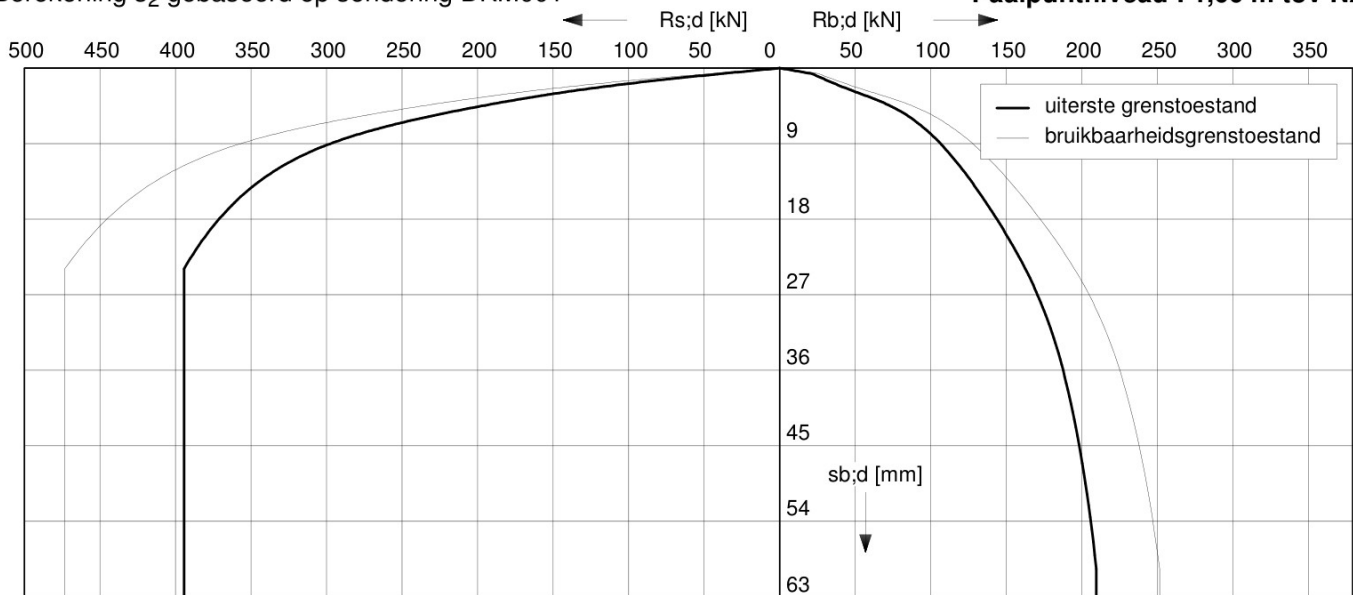
Paaltype : Avegaarpaal

Sonderingen: DKM001

Berekening s_2 gebaseerd op sondering DKM001

Paalafmeting : 0,300 m

Paalpuntniveau : 1,00 m tov NAP



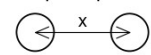
Uiterste grenstoestand

$F_{c;d}$ [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]	$k_{v;d}$ paal in groep [kN/mm]
603	58,0	5,5	63,5	3,2	66,7	31	25
543	21,6	4,9	26,5	2,9	29,4	33	27
483	14,4	4,3	18,7	2,5	21,2	35	28
422	9,9	3,7	13,6	2,2	15,9	36	29
362	7,1	3,2	10,4	1,9	12,3	38	30
302	5,3	2,7	8,0	1,6	9,6	39	31
241	3,8	2,1	6,0	1,3	7,2	41	32
181	2,6	1,6	4,2	1,0	5,2	42	33
121	1,6	1,1	2,7	0,6	3,3	44	34
60	0,7	0,6	1,2	0,3	1,5	46	35

Configuratie paalgroep

voor bepaling s_2

2-paalspoer



hoh-afstand x : 3D

Bruikbaarheidsgrenstoestand

$F_{c;rep}$ [kN]	s_b [mm]	s_{el} [mm]	s_1 [mm]	s_2 [mm]	s [mm]	$k_{v;rep}$ paal vrijstaand [kN/mm]	$k_{v;rep}$ paal in groep [kN/mm]
464	8,2	3,4	11,6	2,4	14,0	40	33
418	6,7	3,1	9,8	2,2	12,0	43	35
371	5,5	2,7	8,2	2,0	10,2	45	36
325	4,5	2,4	6,9	1,7	8,6	47	38
278	3,6	2,1	5,7	1,5	7,2	49	39
232	2,9	1,7	4,6	1,2	5,8	51	40
186	2,1	1,4	3,5	1,0	4,5	53	41
139	1,5	1,0	2,5	0,7	3,3	55	43
93	0,9	0,7	1,6	0,5	2,1	58	44
46	0,4	0,4	0,8	0,2	1,0	59	45

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)

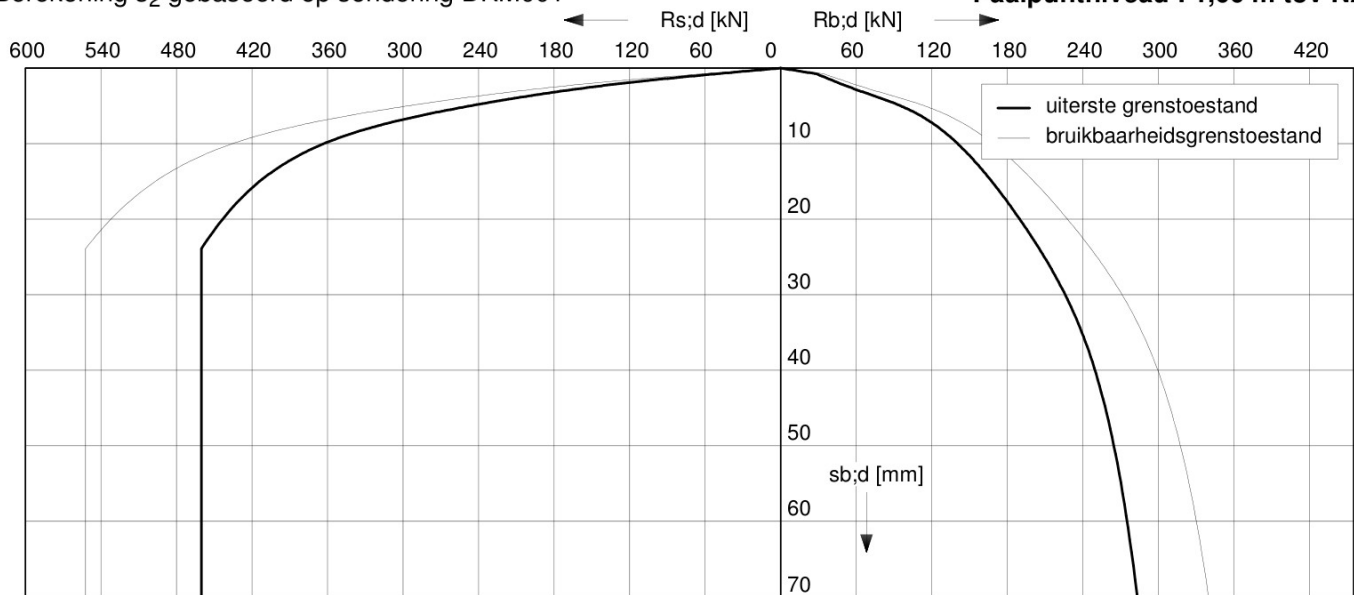
Paaltype : Avegaarpaal

Sonderingen: DKM001

Berekening s_2 gebaseerd op sondering DKM001

Paalafmeting : 0,350 m

Paalpuntniveau : 1,00 m tov NAP



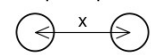
Uiterste grenstoestand

$F_{c;d}$ [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]	$k_{v;d}$ paal in groep [kN/mm]
742	67,7	5,1	72,8	3,4	76,1	37	31
668	24,6	4,4	29,1	3,0	32,1	40	32
594	16,0	3,9	19,9	2,7	22,6	42	34
520	10,7	3,4	14,1	2,4	16,5	44	35
445	7,6	2,9	10,6	2,0	12,6	46	36
371	5,6	2,4	8,1	1,7	9,7	48	37
297	4,1	1,9	6,0	1,4	7,4	50	39
223	2,8	1,5	4,2	1,0	5,2	52	40
148	1,6	1,0	2,6	0,7	3,3	55	42
74	0,7	0,5	1,2	0,3	1,5	56	42

Configuratie paalgroep

voor bepaling s_2

2-paalspoer



hoh-afstand x : 3D

Bruikbaarheidsgrenstoestand

$F_{c;rep}$ [kN]	s_b [mm]	s_{el} [mm]	s_1 [mm]	s_2 [mm]	s [mm]	$k_{v;rep}$ paal vrijstaand [kN/mm]	$k_{v;rep}$ paal in groep [kN/mm]
571	8,7	3,1	11,8	2,6	14,4	48	40
514	7,1	2,8	9,9	2,3	12,2	52	42
457	5,9	2,5	8,3	2,1	10,4	55	44
400	4,8	2,2	7,0	1,8	8,8	57	45
343	3,9	1,9	5,7	1,6	7,3	60	47
285	3,0	1,5	4,6	1,3	5,9	63	49
228	2,3	1,2	3,5	1,0	4,5	65	50
171	1,6	0,9	2,5	0,8	3,3	68	52
114	1,0	0,6	1,6	0,5	2,1	72	54
57	0,5	0,3	0,8	0,3	1,0	73	55

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)

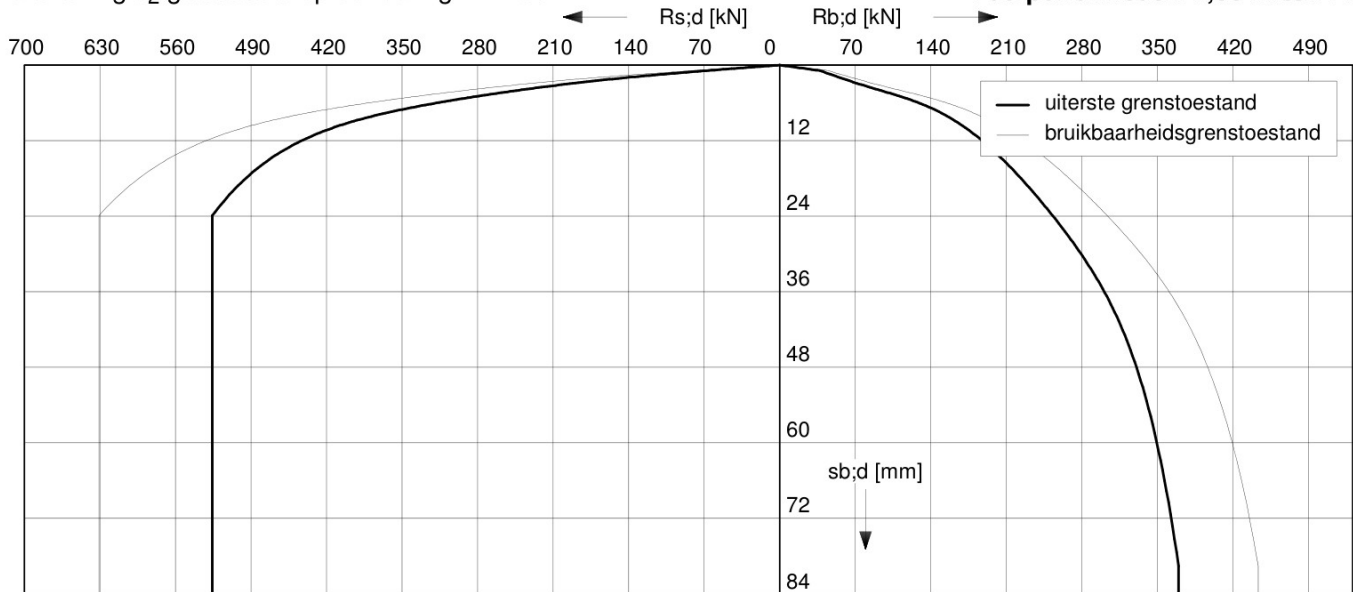
Paaltype : Avegaarpaal

Sonderingen: DKM001

Berekening s_2 gebaseerd op sondering DKM001

Paalafmeting : 0,400 m

Paalpuntniveau : 1,00 m tov NAP



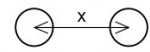
Uiterste grenstoestand

$F_{c;d}$ [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]	$k_{v;d}$ paal in groep [kN/mm]
894	77,3	4,7	82,1	3,3	85,4	43	36
805	29,9	4,2	34,1	3,0	37,1	47	38
716	17,5	3,6	21,1	2,7	23,8	50	40
626	11,7	3,2	14,9	2,3	17,2	52	41
537	8,2	2,7	10,9	2,0	12,9	54	43
447	5,9	2,3	8,2	1,7	9,9	57	44
358	4,3	1,8	6,1	1,3	7,5	59	46
268	2,9	1,3	4,3	1,0	5,3	63	48
179	1,8	0,9	2,7	0,7	3,3	68	51
89	0,7	0,5	1,2	0,3	1,5	70	52

Configuratie paalgroep

voor bepaling s_2

2-paalspoer



hoh-afstand $x : 3D$

Bruikbaarheidsgrenstoestand

$F_{c;rep}$ [kN]	s_b [mm]	s_{el} [mm]	s_1 [mm]	s_2 [mm]	s [mm]	$k_{v;rep}$ paal vrijstaand [kN/mm]	$k_{v;rep}$ paal in groep [kN/mm]
688	9,4	2,9	12,3	2,6	14,9	56	46
619	7,6	2,6	10,2	2,3	12,5	61	50
550	6,2	2,3	8,5	2,0	10,5	65	52
482	5,1	2,0	7,1	1,8	8,9	67	54
413	4,1	1,7	5,8	1,5	7,4	71	56
344	3,2	1,4	4,7	1,3	5,9	74	58
275	2,4	1,1	3,6	1,0	4,6	77	60
206	1,7	0,9	2,5	0,8	3,3	82	63
138	1,0	0,6	1,6	0,5	2,1	88	66
69	0,5	0,3	0,8	0,3	1,0	91	68

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)

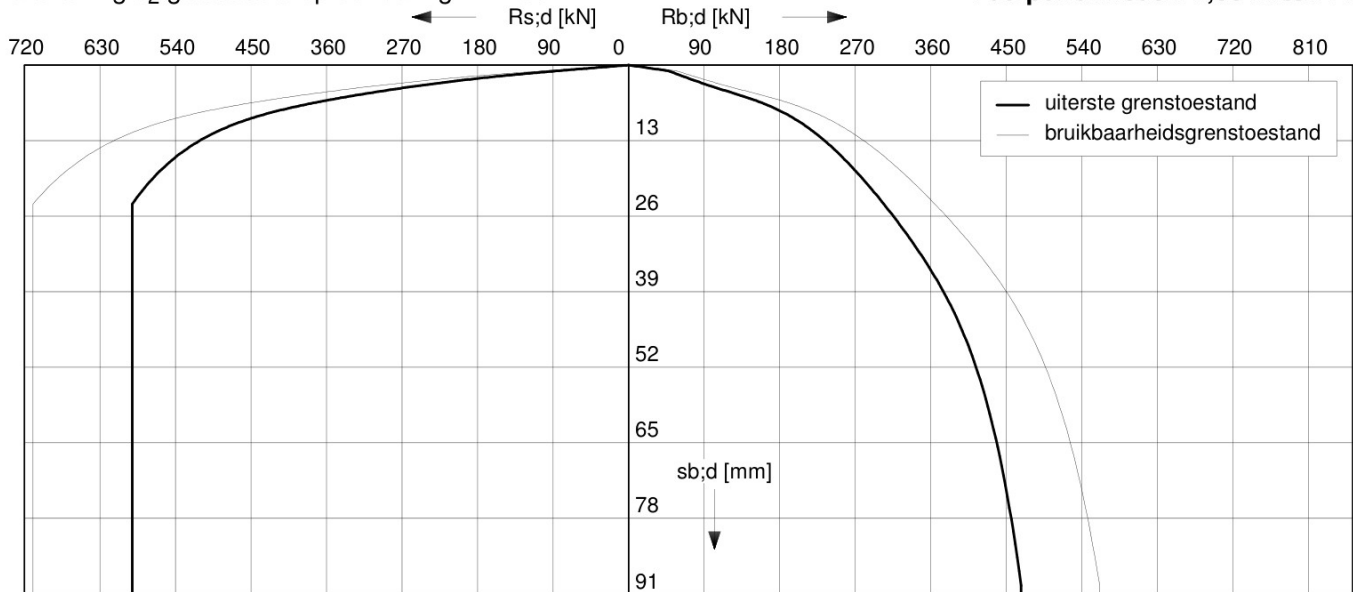
Paaltype : Avegaarpaal

Sonderingen: DKM001

Berekening s_2 gebaseerd op sondering DKM001

Paalafmeting : 0,450 m

Paalpuntniveau : 1,00 m tov NAP



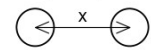
Uiterste grenstoestand

$F_{c;d}$ [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]	$k_{v;d}$ paal in groep [kN/mm]
1058	87,0	4,5	91,5	3,4	94,9	49	41
952	35,3	3,9	39,2	3,1	42,3	54	44
847	19,5	3,4	22,9	2,8	25,7	57	46
741	12,8	3,0	15,8	2,4	18,2	60	48
635	8,7	2,5	11,3	2,1	13,4	63	49
529	6,4	2,1	8,5	1,7	10,2	66	52
423	4,6	1,7	6,3	1,4	7,7	70	54
317	3,1	1,3	4,4	1,0	5,4	74	56
212	1,8	0,8	2,7	0,7	3,4	80	60
106	0,8	0,4	1,2	0,3	1,5	82	61

Configuratie paalgroep

voor bepaling s_2

2-paalspoer



hoh-afstand x : 3D

Bruikbaarheidsgrenstoestand

$F_{c;rep}$ [kN]	s_b [mm]	s_{el} [mm]	s_1 [mm]	s_2 [mm]	s [mm]	$k_{v;rep}$ paal vrijstaand [kN/mm]	$k_{v;rep}$ paal in groep [kN/mm]
814	10,0	2,7	12,8	2,7	15,4	64	53
733	8,1	2,4	10,5	2,4	12,9	70	57
651	6,7	2,2	8,8	2,1	10,9	74	60
570	5,4	1,9	7,3	1,9	9,2	78	62
488	4,4	1,6	6,0	1,6	7,6	81	64
407	3,4	1,3	4,7	1,3	6,1	86	67
326	2,5	1,1	3,6	1,1	4,6	91	70
244	1,7	0,8	2,6	0,8	3,3	96	73
163	1,0	0,6	1,6	0,5	2,1	103	77
81	0,5	0,3	0,8	0,3	1,0	106	79

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)

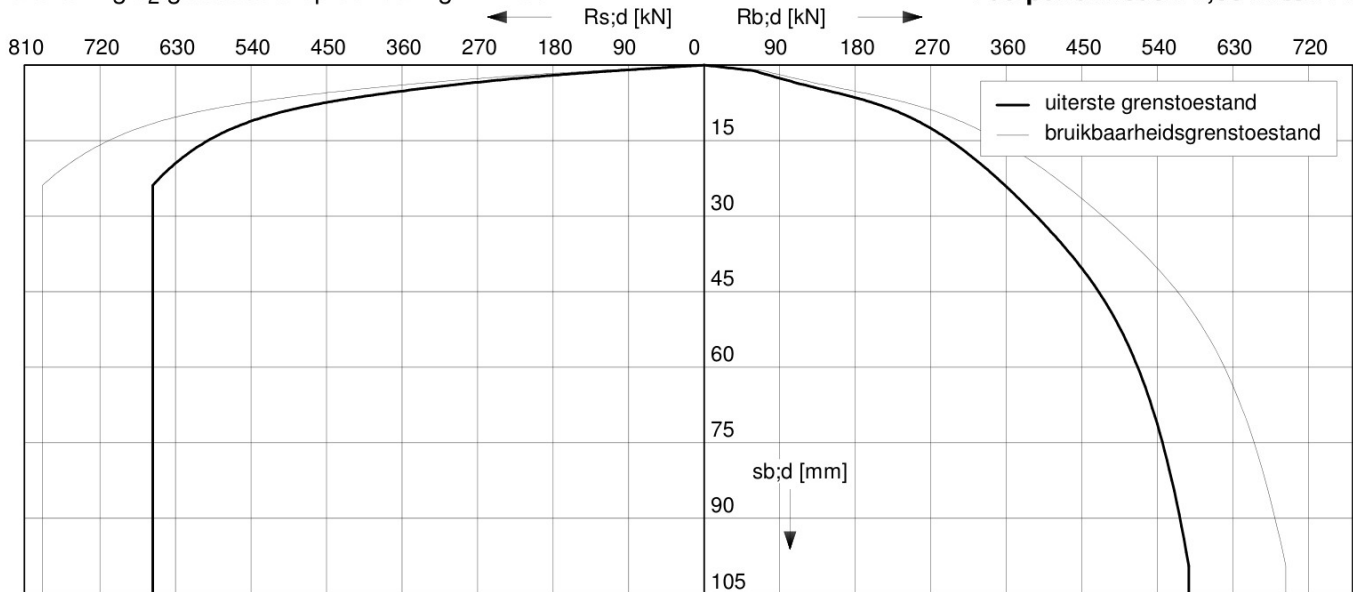
Paaltype : Avegaarpaal

Sonderingen: DKM001

Berekening s_2 gebaseerd op sondering DKM001

Paalafmeting : 0,500 m

Paalpuntniveau : 1,00 m tov NAP



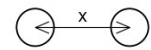
Uiterste grenstoestand

$F_{c;d}$ [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]	$k_{v;d}$ paal in groep [kN/mm]
1233	96,7	4,3	101,0	3,6	104,5	54	45
1110	41,1	3,8	44,8	3,2	48,0	60	49
987	21,2	3,3	24,5	2,9	27,4	64	52
863	13,8	2,8	16,7	2,5	19,2	67	54
740	9,4	2,4	11,9	2,2	14,0	71	56
617	6,8	2,0	8,8	1,8	10,6	74	58
493	4,9	1,6	6,5	1,4	8,0	79	61
370	3,3	1,2	4,5	1,1	5,6	86	65
247	1,9	0,8	2,7	0,7	3,4	92	68
123	0,8	0,4	1,3	0,4	1,6	92	68

Configuratie paalgroep

voor bepaling s_2

2-paalspoer



hoh-afstand x : 3D

Bruikbaarheidsgrenstoestand

$F_{c;rep}$ [kN]	s_b [mm]	s_{el} [mm]	s_1 [mm]	s_2 [mm]	s [mm]	$k_{v;rep}$ paal vrijstaand [kN/mm]	$k_{v;rep}$ paal in groep [kN/mm]
949	10,9	2,6	13,5	2,8	16,2	70	58
854	8,6	2,3	11,0	2,5	13,4	78	64
759	7,1	2,0	9,1	2,2	11,3	83	67
664	5,8	1,8	7,6	1,9	9,5	88	70
569	4,6	1,5	6,2	1,7	7,8	92	73
474	3,6	1,3	4,9	1,4	6,3	96	75
380	2,7	1,0	3,7	1,1	4,8	103	79
285	1,8	0,8	2,6	0,8	3,4	111	84
190	1,1	0,5	1,6	0,6	2,1	120	89
95	0,5	0,3	0,8	0,3	1,1	120	89

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)

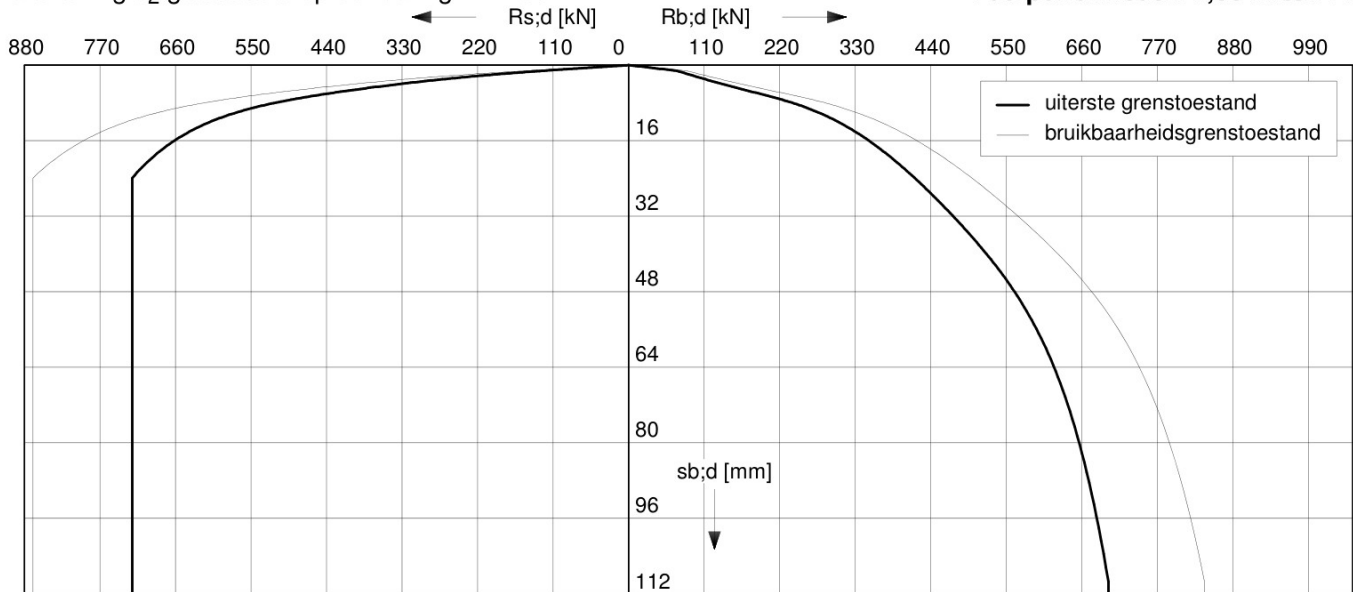
Paaltype : Avegaarpaal

Sonderingen: DKM001

Berekening s_2 gebaseerd op sondering DKM001

Paalafmeting : 0,550 m

Paalpuntniveau : 1,00 m tov NAP



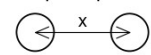
Uiterste grenstoestand

$F_{c;d}$ [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]	$k_{v;d}$ paal in groep [kN/mm]
1420	106,3	4,1	110,4	3,8	114,2	59	49
1278	46,6	3,6	50,2	3,4	53,6	66	54
1136	23,3	3,1	26,5	3,0	29,5	71	57
994	15,0	2,7	17,7	2,6	20,4	75	60
852	10,0	2,3	12,4	2,3	14,6	79	62
710	7,2	1,9	9,1	1,9	11,0	84	65
568	5,2	1,5	6,7	1,5	8,2	90	69
426	3,5	1,1	4,6	1,1	5,7	96	72
284	2,0	0,8	2,7	0,8	3,5	105	77
142	0,9	0,4	1,3	0,4	1,6	104	76

Configuratie paalgroep

voor bepaling s_2

2-paalspoer



hoh-afstand x : 3D

Bruikbaarheidsgrenstoestand

$F_{c;rep}$ [kN]	s_b [mm]	s_{el} [mm]	s_1 [mm]	s_2 [mm]	s [mm]	$k_{v;rep}$ paal vrijstaand [kN/mm]	$k_{v;rep}$ paal in groep [kN/mm]
1092	11,7	2,5	14,2	2,9	17,0	77	64
983	9,3	2,2	11,5	2,6	14,1	85	70
874	7,5	2,0	9,5	2,3	11,8	92	74
765	6,1	1,7	7,8	2,0	9,9	98	78
655	4,9	1,5	6,4	1,7	8,1	103	81
546	3,8	1,2	5,0	1,4	6,5	109	84
437	2,8	1,0	3,7	1,2	4,9	117	89
328	1,9	0,7	2,6	0,9	3,5	125	94
218	1,1	0,5	1,6	0,6	2,2	137	100
109	0,6	0,3	0,8	0,3	1,1	135	99

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)

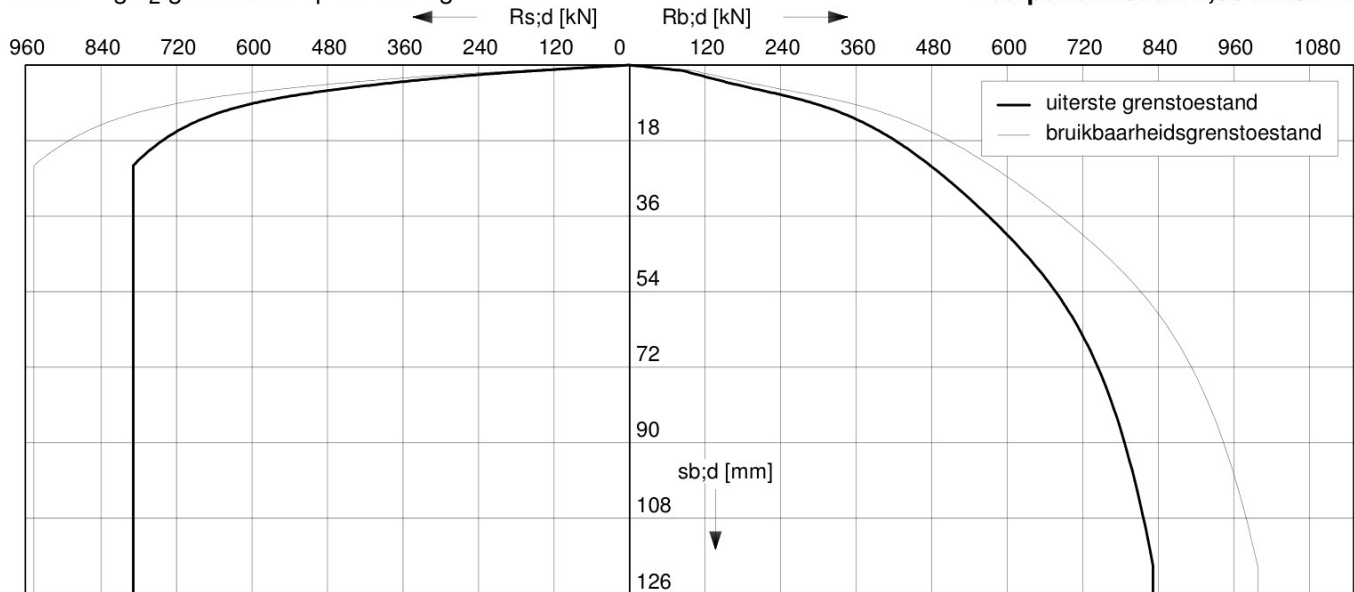
Paaltype : Avegaarpaal

Sonderingen: DKM001

Berekening s_2 gebaseerd op sondering DKM001

Paalafmeting : 0,600 m

Paalpuntniveau : 1,00 m tov NAP



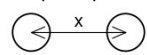
Uiterste grenstoestand

$F_{c;d}$ [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]	$k_{v;d}$ paal in groep [kN/mm]
1619	116,0	4,0	120,0	4,0	124,0	63	53
1457	51,6	3,5	55,1	3,6	58,7	72	58
1295	27,0	3,0	30,0	3,2	33,2	77	62
1133	16,4	2,6	19,0	2,8	21,8	82	65
971	10,9	2,2	13,1	2,4	15,5	87	68
809	7,6	1,8	9,5	2,0	11,5	93	71
647	5,5	1,5	7,0	1,6	8,6	100	75
486	3,6	1,1	4,7	1,2	5,9	108	80
324	2,1	0,7	2,8	0,8	3,6	116	85
162	0,9	0,4	1,3	0,4	1,7	120	87

Configuratie paalgroep

voor bepaling s_2

2-paalspoer



hoh-afstand x : 3D

Bruikbaarheidsgrenstoestand

$F_{c;rep}$ [kN]	s_b [mm]	s_{el} [mm]	s_1 [mm]	s_2 [mm]	s [mm]	$k_{v;rep}$ paal vrijstaand [kN/mm]	$k_{v;rep}$ paal in groep [kN/mm]
1245	12,7	2,4	15,1	3,1	18,2	82	68
1121	9,9	2,1	12,0	2,8	14,8	93	76
996	8,0	1,9	9,9	2,5	12,4	101	81
872	6,5	1,6	8,2	2,2	10,3	107	85
747	5,2	1,4	6,6	1,8	8,4	113	88
623	4,0	1,2	5,2	1,5	6,7	120	93
498	2,9	0,9	3,8	1,2	5,1	129	98
374	2,0	0,7	2,7	0,9	3,6	140	104
249	1,2	0,5	1,6	0,6	2,3	151	110
125	0,6	0,2	0,8	0,3	1,1	156	113

Toelichting

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

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

Paaltype : **Avegaarpaal**
Paalpuntniveau : 4 meter tov NAP

paalafmeting : 0,300 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)
 Traject I / II / III : 16,5 / 10,2 / 2,0 MPa

$$q_{b,max} = 4,3 \text{ MPa}$$

Berekening maximum schachtwrijving

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

Startdiepte schachtwrijving : 10,1 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]
10,00	12,0	0,94	0,1	7	7
9,00	10,7	0,94	1,0	60	67
8,00	12,3	0,94	1,0	70	137
7,00	10,1	0,94	1,0	57	194
6,00	10,2	0,94	1,0	58	251
5,00	13,4	0,94	1,0	76	327
4,00	15,0	0,94	1,0	85	412

Berekening maximum draagkracht

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

$$\text{Oppervlakte paalpunt : } A_b = 0,0707 \text{ m}^2$$

$$R_{c;cal} = 304 + 412 = 716 \text{ kN}$$

Berekening negatieve kleef

Geen negatieve kleef berekend

BIJLAGE G

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



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