

Opdrachtgever:

W.H. Dekkers
Wilhelminastraat 19A
6621 BA Dreumel

Constructeur:

JV2 Bouwadvies BV
Collse Hoefdijk 23
5674 VL Nuenen

Architect:

Sparnaaij Dekkers Architectuur
Gestelsestraat 72
5615 LH Eindhoven

Rapport:

1702869.001XF

versie:

1

datum:

28 december 2017

Norm / richtlijn:

NEN 9997-1:2016

Rapport
Funderingsadvies
**Nieuwbouw woonhuis 1 (van 2),
De Bouwing te Dreumel**

Lankelma Geotechniek Zuid B.V.

Moorland 4a

Postbus 38

5688 ZG Oirschot

Tel: 0499 – 578520

Fax: 0499 – 578573

E-mail: info@lankelma-zuid.nl

Internet: www.lankelma-zuid.nl

auteur:

ing. H. Benmessaoud

controle:

drs. I.W. van Geloven

5-1-2018

X 

Ondertekend door: drs. I.W. van Geloven

Inhoudsopgave

1	Projectbeschrijving	1
1.1	Inleiding	1
1.2	Plangegevens	1
1.2.1	Administratieve indeling	1
1.2.2	Situatie actueel / voormalig	1
1.2.3	Bouwplan	1
1.2.4	Verstreckte plangegevens	1
2	Onderzoeksprogramma	2
2.1	Veldonderzoek	2
2.2	Archief-/dossieronderzoek	2
2.3	Overleg / inventarisatie	2
3	Bodem, water en omgeving	3
3.1	Hoogte maaiveld	3
3.2	Bodem	3
3.2.1	Laagopbouw van de grond en de variaties daarvan op de planlocatie	3
3.2.2	Geologie van de planlocatie en omgeving	3
3.3	Grondwater	3
4	Funderingsadvies	4
4.1	Funderingsontwerp	4
4.1.1	Funderingskeuze	4
4.1.2	Paalkeuze	4
4.1.3	Beschrijving paaltype: Schroefpaal / avegaarpaal	4
4.2	Uitgangspunten berekening	4
4.2.1	Rekenmethode	4
4.2.2	Berekeningsaannames	5
4.3	Rekenresultaten	5
4.3.1	Paaldiameter en paalpuntniveau	5
4.3.2	Maximumdraagkracht van de grond op druk	5
4.3.3	Zakking van de bovenkant van de paalfundering	6
4.4	Vloer begane grond	6
4.5	Algemene richtlijnen uitvoering en ontwerp	6

Bijlagen

Bijlage 1: Resultaten grondonderzoek

Bijlage 2: Berekeningsresultaten fundering op palen

1 Projectbeschrijving

1.1 Inleiding

Door Lankelma Geotechniek zuid B.V. is een grondonderzoek uitgevoerd voor de nieuwbouw van 2 woningen, De Bouwing te Dreumel. In onderhavig rapport wordt een funderingsadvies uitgewerkt voor het zuidwestelijk gelegen woonhuis. Een funderingsadvies voor het noordoostelijk gelegen woonhuis wordt separaat opgesteld onder rapportnummer 1702869.002XF.

1.2 Plangegevens

1.2.1 Administratieve indeling

De locatiekenmerken zijn samengevat in navolgende tabel.

Adres / adm. indeling		
Straat / huisnummer:	De Bouwing	Onbekend
Plaats / gemeente:	Dreumel	West Maas en Waal
Provincie:	Gelderland	
RD-coördinaten		
X:	157,76	[km]
Y:	428,92	[km]

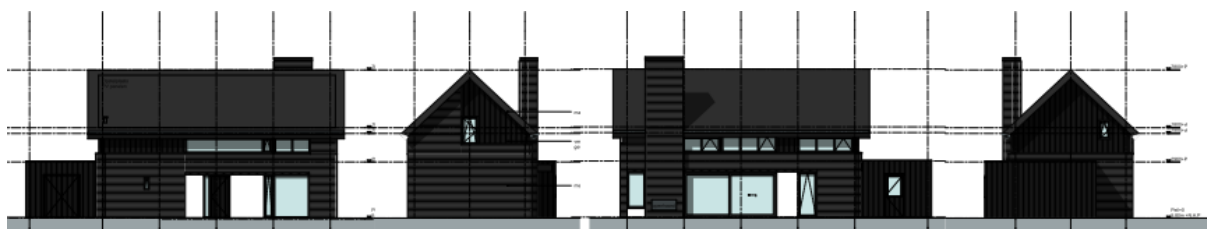
1.2.2 Situatie actueel / voormalig

De planlocatie is momenteel onbebouwd.

1.2.3 Bouwplan

Het plan omvat de bouw van een vrijstaand woonhuis bestaande uit 2 bouwlagen met een aanbouw bestaande uit 1 bouwlaag met plat dak. In het plan is geen kelder voorzien. Het grondvlak van het woonhuis is ca. 6,5 m x 15,0 m² en van de berging ca. 6,0 m x 4,0 m². Ter illustratie zijn enkele geveltekeningen weergegeven in Figuur 1.1.

Voor een situatieschets van het plan wordt verwezen naar de tekening in Bijlage 1. Het woonhuis bevindt zich ter hoogte van sondering D1 en D2.



Figuur 1.1 Geveltekeningen (bron: architect)

Op basis van de verstrekte plangegevens (zie § 1.2.4) en aanvullende informatie van de architect zijn de navolgende peilen aangenomen:

- Bouwpeil 5,8 m + NAP
- Maaiveld 5,7 m + NAP
- Onderkant funderingsbalk 5,0 m + NAP

Geadviseerd wordt deze uitgangspunten te verifiëren.

1.2.4 Verstrekte plangegevens

Ten behoeve van het project zijn door of namens de opdrachtgever onder meer de navolgende tekeningen ter beschikking gesteld:

- 201701_DO100W1 "Woning 1", Gevels en doorsneden, Sparnaaij Dekkers Architectuur d.d. 11-12-2017;
- 201701_DO101W1 "Woning 1", Plattegronden, Sparnaaij Dekkers Architectuur d.d. 11-12-2017.

2 Onderzoeksprogramma

2.1 Veldonderzoek

Het geotechnisch grondonderzoek is uitgevoerd door ons bureau d.d. 8 november 2017. De resultaten van het grondonderzoek zijn integraal weergegeven in Bijlage 1

2.2 Archief-/dossieronderzoek

Teneinde inzicht te krijgen in de geologische bodemopbouw van de bouwplaats en omgeving zijn de (hydro)geologische gegevens geraadpleegd van Dinoloket (TNO). Het betreft met name de gegevens van het Landelijk model Regis II.2.

2.3 Overleg / inventarisatie

Teneinde te komen tot een optimale funderingskeuze is telefonisch overleg gepleegd met de architect.

3 Bodem, water en omgeving

3.1 Hoogte maaiveld

De maaiveldhoogte ter plaatse van de onderzoekspunten varieert van 5,61 m + tot 5,65 m + NAP.

3.2 Bodem

3.2.1 Laagopbouw van de grond en de variaties daarvan op de planlocatie

De lokale bodemopbouw kan, tot de maximaal verkende diepte, als volgt worden gekarakteriseerd.

Diepte tot [m tov NAP]	Dominante lithologie / samenstelling	Kenmerk / bijzonderheden
3,9 à 3,3	Los zand en klei	
-0,8 à -1,0	Zand matig vast	
-2,0	Klei	
-11,0	Zand, vast	

3.2.2 Geologie van de planlocatie en omgeving

De op basis van de geraadpleegde bronnen verwachte ondiepe geologie op de locatie is weergegeven in navolgende tabel. Hierbij dient te worden opgemerkt dat het de geologische bodemopbouw betreft die door TNO is geïnterpoleerd op basis van onderzoek in de omgeving. De werkelijke laagopbouw en -samenstelling kunnen hiervan afwijken.

Diepte tot* [m - NAP]	Formatienaam*	Kenmerken	Dominante lithologie
1	Holocene afzettingen	jonge fluviatiele, mariene, lagunaire en strandafzettingen	klei, veen, zand
19	Kreftenheye	fluviatiele zand- en grindafzettingen van de rivier de Rijn, uit het laat Pleistoceen en Vroeg-Holoceen	grof zand en grind, met sporadisch fijne laagjes fijn zand, klei of veen
106	Peize / Waalre	fluviatiele zanden en kleien uit het Vroeg-Pleistoceen, gevormd door de vroegere rivier de Eridanos (from. van Peize, in het noorden van het land) en de oervorm van de Rijn (form. van Waalre, in het zuiden van het land). Omdat deze lagen vertand voorkomen -met name in het midden van het land- wordt geen nader onderscheid gemaakt	Peize: fluviatiel en deltaïsch wit of grijs grof zand en grind, met dunne leem- en kleilagen Waalre: zanden (bij vroegere stroomruggen), uiterst grof tot matig fijn en kleien (bij vroegere komgronden of meren). Plaatselijk komen veenlaagjes voor.

* Bron: Regis II.2, TNO, de werkelijke dieptes en aanwezige formaties kunnen hiervan afwijken

3.3 Grondwater

De tijdens het onderzoek geregistreerde grondwaterniveaus zijn weergegeven in navolgende tabel.

Meetpunt [nr.]	Meetdiepte	Meetmoment [datum]	[relatief]	Waterspiegel ¹⁾ [m - mv]	[m tov NAP]
B1	Freatisch	6-11-2017	tijdens boren	2,64	3,05

- ¹⁾ Gemeten waterstanden zijn momentopnamen en dienen met de nodige voorzichtigheid te worden gehanteerd, omdat:
- o waterniveaus gemeten direct na plaatsing van een sondering, boring of peilbuis, significant kunnen afwijken van de heersende grondwaterstand of stijghoogte. Het kan namelijk enige tijd duren voordat een representatieve waterspiegel is ingesteld (enkele seconden in grof zand tot soms enkele uren in slecht doorlatende klei).
 - o de grondwaterstand onder invloed van seizoensafhankelijke factoren in de tijd zal fluctueren. Deze fluctuaties variëren per regio/gebied; in polders meestal ca. 0,5 m, nabij grote rivieren soms 4 à 5 m en elders vaak 1,5 à 2 m. Een representatief beeld hiervan kan slechts worden gekregen door monitoring van de grondwaterstand gedurende langere tijd en/of door tijdreeksanalyse van gedurende langere tijd gemonitoorde peilbuizen uit de omgeving.

4 Funderingsadvies

4.1 Funderingsontwerp

4.1.1 Funderingskeuze

De aangetroffen bodemopbouw geeft voor het bouwplan zowel mogelijkheden voor een fundering op palen als op staal (met een relatief diepe grondverbetering). In overleg met de architect is besloten uit te gaan van een fundering op palen nader uit te werken.

4.1.2 Paalkeuze

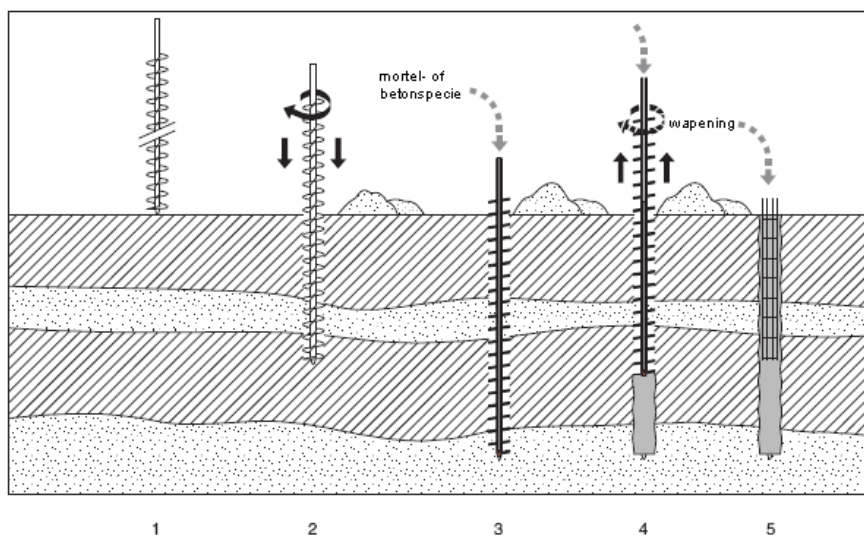
In overleg met de architect wordt een fundering op avegaarpalen nader uitgewerkt.

Ten aanzien van de paalkeuze dient het volgende te worden opgemerkt:

- In de bodem komen slappe lagen voor. Geadviseerd wordt vooroverleg te plegen met de paalleverancier (en eventueel de gemeente) omtrent mogelijke beperkingen in toepassing van de avegaarpalen. Bij toepassing van avegaarpalen in zeer slappe bodem dient onder meer de inwendige betonspeciedruk en de mengsamenstelling te worden afgestemd op de te verwachten uitwendige gronddruk (zie ook BRL-2356A).
- De paalsysteemkeuze is gebaseerd op de voorhanden zijnde en verstrekte gegevens. Aanvullende milieukundige, archeologische, geohydrologische, gemeentelijke of overige randvoorwaarden kunnen aanleiding geven tot wijziging van het paaltype.
- De keuze voor alternatieve paalsystemen is niet uitgesloten.

4.1.3 Beschrijving paaltype: Schroefpaal / avegaarpaal

Een avegaarpaal is een in de grond gevormd, grondverwijderend paalsysteem. De avegaar, bestaande uit een holle as met daaromheen een doorgaand schroefblad, wordt rechtsomdraaiend op diepte geschroefd. Vervolgens wordt de holle as volgepompt waarna de avegaar stilstand of langzaam rechtsonder roterend uit de grond wordt getrokken. Gedurende het proces moet het gehele systeem onder een continue speciedruk worden gehouden. Direct na het vervaardigen wordt de wapening in de verse specie aangebracht.



4.2 Uitgangspunten berekening

4.2.1 Rekenmethode

- In het rapport worden de draagkracht en vervormingen bepaald van axiaal op druk belaste funderingselementen.
- De draagkracht en vervorming van de palen is berekend volgens NEN 9997-1.
- Voor de geotechnische berekeningen wordt conform NEN 9997-1 uitgegaan van ontwerpbenadering 3 (OB 3).

- In de berekeningen is gebruik gemaakt van de partiële weerstandsfactoren bedoeld voor toetsing van de draagkracht en vervorming in de uiterste grenstoestanden bij bezwijken of buitensporig vervormen van de constructie (STR) en de ondergrond (GEO) van de fundering op palen.
- Het project wordt ingedeeld in de geotechnische categorie 2 (GC2).

4.2.2 Berekeningsaannames

- De partiële factor voor de totale draagkracht van drukpalen (γ_t) is vastgesteld op 1,2, uitgaande van de berekening van de draagkracht op basis van sondeergegevens.
- Gerekend is met de correlatiefactoren ξ_3 en $\xi_4 = 1,39$, die aan de hand van tabel A.10a uit de NEN 9997-1 / NEN 1997-1/NB zijn bepaald, uitgaande van een niet stijf bouwwerk en presentatie van de draagkracht per afzonderlijke sondering.
- De paalkarakteristieken die zijn gehanteerd, zijn in beginsel afkomstig van het SBR Handboek Funderingen en tabel 7.c. uit de NEN 9997-1:2016. Navolgend zijn de gehanteerde waarden en eventuele bijzonderheden samengevat:

Paaltype:	α_p	α_s^*	α_t^*	β^{**}	L-Z diagr.	Bijzonderheden
Avegaarpaal	0,56	0,006	0,0045	1,0	2	$q_{c,III;gem.}$ maximaal 2 MPa

* voor zand en zand/grindhoudende grond. Voor klei-, leem of veenlagen wordt, cf. NEN 9997-1 art. 7.6.1.1, door ons bureau schachtwrijving buiten beschouwing gelaten.

** bepaald op basis van de paalvoetvorm cf. NEN 9997 § 7.6.2.3

- De te verwachten maaiveldzakking na installatie van de palen is bij de aangetroffen bodemopbouw kleiner dan 2 centimeter, zodat negatieve kleef nauwelijks invloed op het zakkingsgedrag van de paal. Derhalve is conform NEN 9997-1 geen negatieve kleef in rekening gebracht.
- Voor het gehanteerde peilen en niveaus wordt verwezen naar § 1.2.
- Momenteel zijn er bij ons geen belastingen bekend.

Geadviseerd wordt de uitgangspunten te verifiëren, voordat met de resultaten wordt verder gewerkt.

4.3 Rekenresultaten

4.3.1 Paaldiameter en paalpuntniveau

De draagkracht en vervormingen zijn bepaald voor avegaarpalen met een schachtdiameter van $\varnothing 300$ t/m $\varnothing 450$ mm.

De paalpuntniveaus waarvoor de draagkracht is berekend, inclusief de vanuit geotechnisch oogpunt preferente paalpuntniveaus (indien aanwezig), zijn weergegeven in navolgende tabel. De uiteindelijke keuze van paalpuntniveau(s), en paalafmeting(en) dient door de opdrachtgever en/of constructeur te geschieden, op basis van deze tabel en de rekenresultaten (zie § 4.3.2 en 4.3.3).

Sondering [nr.]	Maaiveldhoogte [m tov NAP]	Paalpuntniveau [m tov NAP] Berekend	Preferent
D1	5,61	2,0 t/m 0,0 & -3,0 t/m -5,0	-3,0 t/m -5,0*
D2	5,65	2,0 t/m 0,0 & -3,0 t/m -5,0	-3,0 t/m -5,0*

* vanwege de kans op (verschil)zakkingen door de kleilaag rond 1 m – NAP, gaat onze voorkeur uit naar paalpuntniveaus dieper dan 2 m - NAP

Opmerkingen / toelichting

- Preferente paalpuntniveaus zijn niveaus die onzes inziens vanuit geotechnisch oogpunt de voorkeur hebben. Het zijn niveaus die bijvoorbeeld geen significante beperkingen kennen ivm dikte van de draagkrachtige bodemlaag, de aanwezigheid van slechte / samendrukbare lagen, uitwisselbaarheid van paalpuntniveaus en/of diepte van de paal in het zandpakket. De preferente niveaus zijn niet bedoeld als bindend advies.
- Indien er onzes inziens geen paalpuntniveaus zijn te onderscheiden die een duidelijke voorkeur genieten boven andere (in positieve dan wel negatieve zin), is dit aangegeven met “-”.
- Als leidraad voor de aan te houden diepte van avegaarpalen tussen twee sonderingen dient de sondering met het diepste paalpuntniveau te worden gevolgd.

4.3.2 Maximumdraagkracht van de grond op druk

De rekenresultaten zijn voor de geadviseerde paalpuntniveaus per sondering weergegeven in Bijlage 2. Hierbij is de berekende paalpuntweerstand ($q_{b,max}$), de schachtwrijving ($R_{s;cal,max}$), maximumdraagkracht van de paalpunt ($R_{b;cal,max}$), de rekenwaarde van de maximumdraagkracht ($R_{c;d}$),

eventuele belasting door negatieve kleef ($F_{S;nk;d}$) en de rekenwaarde van de netto draagkracht ($R_{C;net;d} = R_{C;d} - F_{S;nk;d}$) vermeld. Tevens is per paalafmeting een overzichtstabel weergegeven met de rekenwaarde van de netto draagkracht $R_{C;net;d}$.

In Bijlage 2 is, voor sondering D2, een rekenvoorbeeld weergegeven van:

- een avegaarpaal met een schachtdiameter van $\varnothing 300$ mm t/m $\varnothing 450$ mm op 3,0 m - NAP.

Opmerking

- Indien de palen een flexibele c.q. niet stijve constructie ondersteunen, moet cf. NEN 9997-1, ervan worden uitgegaan dat de weerstand op druk van de minst draagkrachtige paal maatgevend is voor het ontstaan van een uiterste grenstoestand. Het draagvermogen van een paal dient derhalve te zijn afgestemd op de laagste draagkracht op hetzelfde paalpuntniveau van de omliggende sonderingen.
- De vermelde draagkracht wordt ontleend aan de ondergrond. Door de constructeur moeten constructieve aspecten van de funderingspalen, waaronder de sterkte, worden beoordeeld.

4.3.3 Zakking van de bovenkant van de paalfundering

Op basis van de berekende maximumdraagkracht van de paalpunt ($R_{b;cal;max}$) en de maximumwrijvingskracht over het deel van de schacht dat meedoet in de bepaling van de draagkracht ($R_{S;cal;max}$) is aan de hand van lastzakingsdiagrammen de zakking van de paalpunt (S_b) bepaald conform NEN 9997-1.

De rekenwaarde van de zakking van het bovineinde van een paal ten opzichte van de paalpunt als gevolg van elasticiteit van de paal (S_{el}) is bepaald conform NEN 9997-1. In deze berekening is voor de nominale waarde van de elasticiteitsmodulus ($E_{paal;nom}$) van het materiaal van de paalschacht, voor zover van toepassing, uitgegaan van 20×10^9 N/m² voor beton, 200×10^9 N/m² voor staal en 15×10^9 N/m² voor hout.

Voor de berekende paalkopzakking en een last-zakingsdiagram van de als rekenvoorbeeld gekozen paal wordt verwezen naar de voorbeeldberekening in Bijlage 2.

Door de constructeur moet worden beoordeeld of aan het vervormings- en rotatiecriterium wordt voldaan.

Zoals vermeld in NEN 9097-1 artikel 2.4.9 wordt voor woonfuncties en -gebouwen, en tenzij nader gedefinieerd ook voor overige gebouwen en bouwwerken, in het algemeen aangehouden dat de scheefstand ω en/of de relatieve rotatie β_x niet de waarde 1:300 mag overschrijden. Als eis voor de uiterste grenstoestand wordt vaak een relatieve rotatie β van 1:100 aangehouden. In de regel zal derhalve de bruikbaarheidsgrenstoestand bepalend zijn.

4.4 Vloer begane grond

Geadviseerd wordt deze vloeren vrijdragend (b.v. als systeemvloer) uit te voeren, omdat bij een vloer op het zand te grote zettingsverschillen met de rest van het gebouw zijn te verwachten.

4.5 Algemene richtlijnen uitvoering en ontwerp

Voor richtlijnen en aanwijzingen voor uitvoering van avegaarpalen wordt verwezen naar:

- NVN 6724 "Voorschrift Beton - In de grond gevormde funderingselementen van beton en mortel";
- BRL-2356 + bijlage A/B "Beoordelingsrichtlijnen voor in de grond gevormde palen".

Volgens de NVN 6724 moet over de eerste 10 meter van de paal wapening aanwezig zijn, waar de conusweerstand kleiner is dan 1 MPa met een minimum 1 meter in de vaste laag. In lagen met geringere zijdelingse steundruk dient volgens de BRL 2356A een lagere speciedruk te worden aangehouden. Het is noodzakelijk een uitvoeringsrapport op te stellen met minimaal de 'registratie uitvoeringsgegevens' zoals beschreven in de BRL 2356.

Volgens handboek funderingen dient de minimale hart-op-hart-afstand tussen palen bij uitvoering normaliter 2,25 à 2,5 d_{voet} te zijn indien de naburige palen een ouderdom van minimaal 4 uur hebben bereikt (bij toepassing van een vertrager dient deze periode evenredig te worden verlengd). Bij een kortere wachttijd geldt een minimale h.o.h.-afstand van $4x d_{voet}$ of 2 m. De minimale tussenafstand tot belendingen bedraagt normaliter 0,4 à 0,6 m. Bij kleinere tussenafstanden moet de invloed van de uitvoering op de fundering van belending worden onderzocht.

In beginsel dienen de avegaarpalen gemaakt te worden vanaf een werkniveau dat er geen potentiaalsprong is tussen de freatische grondwaterspiegel en de stijghoogte van het grondwater in diepere watervoerende lagen (waarin de paal wordt geboord). Dit aspect is met name relevant bij de

aanwezigheid van spanningswater of toepassing van een bemaling.

De kwaliteit van de geïnstalleerde palen kan door middel van akoestisch doormeten worden gecontroleerd. Deze metingen kunnen desgewenst door ons bureau worden verzorgd.

Bijlage 1 : Resultaten grondonderzoek

Opdrachtgever:

W.H. Dekkers
Wilhelminastraat 19A
6621 BA Dreumel

Rapport:
versie:
datum:

1702869 RG
1
8 november 2017

Rapport
Resultaten Grondonderzoek
Nieuwbouw 2 woningen,
De Bouwing te Dreumel

Lankelma Geotechniek Zuid B.V.
Moorland 4a
Postbus 38
5688 ZG Oirschot
Tel: 0499 – 578520
Fax: 0499 – 578573
E-mail: info@lankelma-zuid.nl
Internet: www.lankelma-zuid.nl

Auteur: S. Haak
Controle: P.H.D.F. Swinkels

Inhoudsopgave

1	Projectbeschrijving	1
1.1	Inleiding	1
2	Veldonderzoek.....	2
2.1	Onderzoeksopzet	2
2.2	Sonderingen	2
2.3	Boringen	2
2.4	Hoogtemeting	2
2.5	Waterhuishouding.....	2

Bijlagen

Bijlage 1: Resultaten grondonderzoek

1 PROJECTBESCHRIJVING

1.1 Inleiding

In opdracht van W.H. Dekkers is door Lankelma Geotechniek Zuid B.V. een grondonderzoek uitgevoerd voor het project "Nieuwbouw 2 woningen, De Bouwing te Dreumel". In onderhavig rapport worden de resultaten van het grondonderzoek weergegeven.



Onderzoekslocatie ten tijde van de uitvoering van veldwerkzaamheden

2 VELDONDERZOEK

2.1 Onderzoeksopzet

Het grondonderzoek heeft plaatsgevonden op 6 november 2017.

De positie van de onderzoekspunten is, rekening houdend met de richtlijnen uit de NEN 9997-1, bepaald door ons bureau. De onderzoekspunten zijn door ons bureau in het terrein uitgezet en ingemeten.

2.2 Sonderingen

Voor dit project zijn door ons bureau 4 sonderingen gemaakt. Het betreft de sondeernummers: D1 t/m D4. De sonderingen zijn uitgevoerd conform NEN-EN-ISO 22476-1, met een sondeerunit met een elektrische kleefmantelconus klasse 2.

In Bijlage 1 zijn de sondeergegevens in grafiekvorm weergegeven, evenals een situatieschets met de locaties van de sondeerpunten.

Opmerking: in verband met de aanwezigheid van een heg en enkele bomen is sondering D1 verplaatst ten opzichte van het beoogde punt.

2.3 Boringen

Om inzicht te krijgen in de grondsamenstelling en de actuele grondwaterstand zijn 2 handboringen verricht. Het betreft boring B1 en B2. De boorstaten zijn weergegeven in Bijlage 1, de situering van de boringen is weergegeven op de situatietekening.

2.4 Hoogtemeting

De hoogte van de onderzoekspunten is ingemeten ten opzichte van NAP. Voor de hoogteligging van de verschillende meetpunten wordt verwezen naar de waterpasstaat in Bijlage 1.

2.5 Waterhuishouding

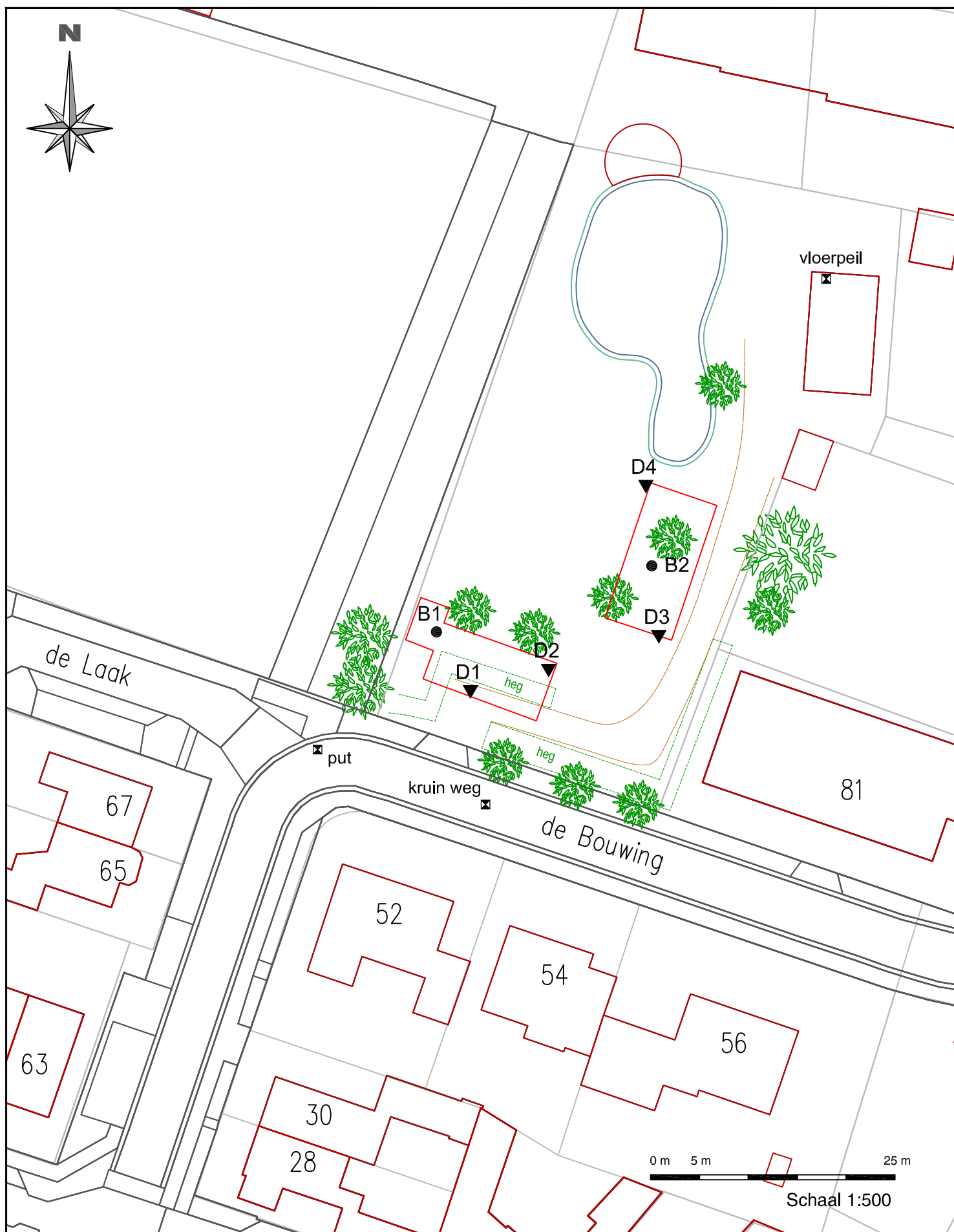
De grondwaterstand is tijdens het onderzoek in boorgat B1 aangetroffen op 2,64 m – mv en in boorgat B2 aangetroffen op 2,91 m – mv.

Opmerking

Gemeten waterstanden zijn momentopnamen en dienen met de nodige voorzichtigheid te worden gehanteerd, omdat:

- waterniveaus gemeten direct na plaatsing van een sondering, boring of peilbuis, significant kunnen afwijken van de heersende grondwaterstand of stijghoogte. Het kan namelijk enige tijd duren voordat een representatieve waterspiegel is ingesteld (enkele seconden in grof zand tot soms enkele uren in slecht doorlatende klei).
- de grondwaterstand onder invloed van seizoensafhankelijke factoren in de tijd zal fluctueren. Deze fluctuaties varieert per regio/gebied; in polders meestal ca. 0,5 m, nabij grote rivieren soms 4 à 5 m en elders vaak 1,5 à 2 m. Een representatief beeld hiervan kan slechts worden gekregen door monitoring van de grondwaterstand gedurende langere tijd en/of door tijdreeksanalyse van gedurende langere tijd gemonitoorde peilbuizen uit de omgeving.

Bijlage 1 : Resultaten grondonderzoek



Project: Nieuwbouw woningen aan de Bouwing (naast 81) te Dreumel

Projectnummer: 1702869

Lankelma Geotechniek Zuid BV
Postbus 38 5688 ZG Oirschot
Moorland 4a 5688 GA Oirschot



Tel. 0499 - 578520
Fax. 0499 - 578573
info@lankelma-zuid.nl
www.lankelma-zuid.nl

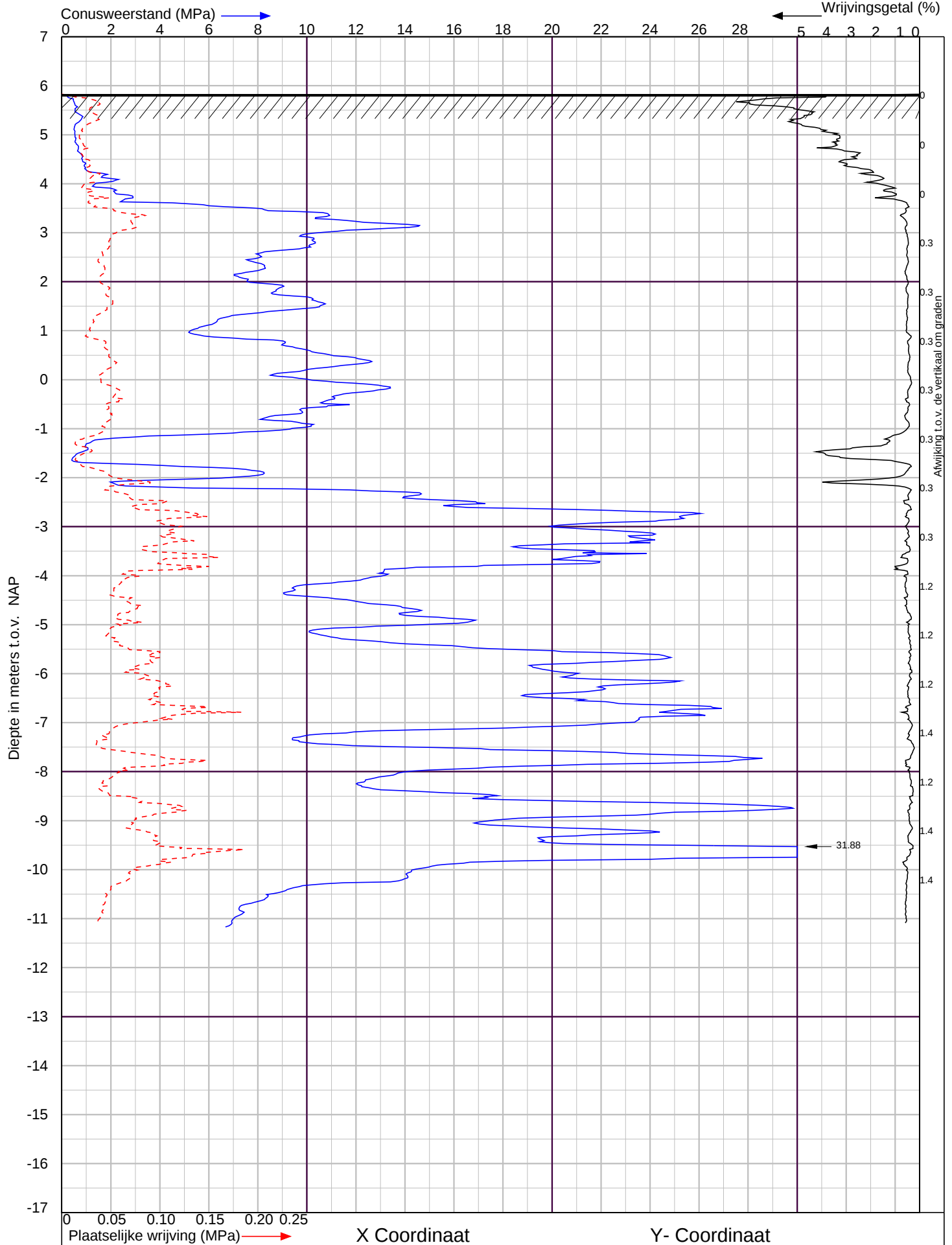
Datum: 13 november 2017

Situatietekening

Formaat: A4

Getekend: JGO

Maten in meters



De Bouwing (naast 81) te Dreumel

Sondering volgens NEN-EN-ISO 22476-1 Klasse 2



Lankelma Geotechniek Zuid BV
Postbus 38 5688 ZG Oirschot
tel. : 0499-578520
info@lankelma-zuid.nl
www.lankelma-zuid.nl

Project nr. : **1702869**

Sondeer nr. : **3**

Datum : 6-11-2017

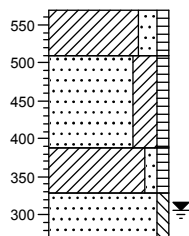
Conusnr. : 000206

MV. is 5.83 m tov NAP

B1

Datum: 6-11-2017
Opmerking:
GWS: 264

t.o.v. NAP



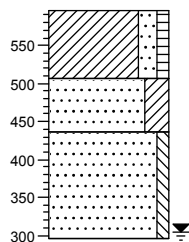
t.o.v. M.V.

0	Klei, matig zandig, zwak humeus, bruینگrijs
60	Zand, zeer fijn, kleiig, zwak humeus, bruingeel
180	Klei, zwak zandig, zwak humeus, grijs
240	Zand, matig fijn, zwak siltig, geelgrijs
300	

B2

Datum: 6-11-2017
Opmerking:
GWS: 291

t.o.v. NAP



t.o.v. M.V.

0	Klei, matig zandig, zwak humeus, bruینگrijs
90	Zand, matig fijn, kleiig, geel
160	Zand, matig fijn, zwak siltig, geel
300	

Waterpasstaat

Hoogten ingemeten met behulp van dGPS.

Datum uitvoering : 6 november 2017

Meetpunt	Hoogte [m t.o.v. NAP]
sondering 1	5,61 +
sondering 2	5,65 +
sondering 3	5,83 +
sondering 4	5,96 +
boring 1	5,69 +
boring 2	5,96 +
put	5,49 +
kruin weg	5,58 +
vloerpeil	6,12 +

Opmerking

Hoogten in deze waterpasstaat zijn uitsluitend bedoeld om inzicht te verkrijgen in de maaiveldhoogten van de meetpunten. Zonder verificatie door de gebruiker mogen deze hoogten niet voor andere doeleinden worden gebruikt.

Algemene toelichting onderzoeksmethoden

Toelichting sonderingen

Elektrische sonderingen worden uitgevoerd conform NEN-EN-ISO 22476-1, met een elektrische (kleefmantel)conus.

De sondeergegevens worden in een grafiek weergegeven waarbij, indien van toepassing, het wrijvingsgetal (verhouding plaatselijke wrijving / conusweerstand) is berekend en gepresenteerd. Het wrijvingsgetal geeft samen met de conusweerstand over het algemeen een indicatie van de bodemopbouw onder de grondwaterstand. In navolgende tabel zijn enige indicatieve waarden hiervoor aangegeven. Opgemerkt wordt dat boven het grondwater de waarden hiervan kunnen afwijken.

Grondsoort	Conusweerstand (q_c) [MPa]	Wrijvingsgetal (f_s/q_c) [%]
zand, grind	> 5	0,2 - 1,0
siltig zand,	> 4	0,8 - 1,4
kleiig zand	> 2	1,0 - 2,0
leem	1 - 3	2,0 - 4,0
klei	0 - 5	2,0 - 6,0
venige klei	0 - 6	5,0 - 8,0
veen	0 - 4	5,0 - 10,0

Handsonderingen

Sonderingen uitgevoerd met een handsondeerapparaat, waarbij tevens een boring wordt gemaakt. De sondeerwaarden worden handmatig geregistreerd.

Waterspanningsmeting

Bij deze sonderingen wordt met behulp van een piëzoconus naast de conusweerstand en de plaatselijke wrijving tevens de waterspanning geregistreerd. Meting van de waterspanning geeft meer inzicht in de stijghoogte(verschillen) van het grondwater, de gelaagdheid van de bodem en de aanwezigheid van waterremmende lagen. De geregistreeerde waterspanning is weergegeven op de betreffende sondeergrafiek. Opgemerkt dient te worden, dat uit de geregistreeerde waterspanning niet zonder meer de stijghoogte van de diverse lagen kan worden afgeleid, omdat de stijghoogte wordt beïnvloed door de beweging van de sondeerconus.

Dissipatieproef.

Bij een dissipatietest wordt tijdens het sonderen de conus enige tijd gestopt, waarna wordt geregistreerd op welke wijze de door het wegdrukken geïnitieerde waterspanning reageert. Het waterspanningsverloop geeft een indicatie omtrent de waterdoorlatendheid in de desbetreffende laag. Indien de test wordt gecontinueerd totdat een quasistationaire waterspanning wordt bereikt kan tevens op betrouwbare wijze de stijghoogte van het grondwater van de betreffende laag worden bepaald.

Wegdrukpeilbuis

Wegdrukpeilbuizen worden geplaatst met behulp van een sondeertruck.

Mechanische boring.

Machinaal uitgevoerde boring onder certificaat van de BRL SIKB 2100, conform protocol 2101.

Waterdoorlatendheidsmeting verrichting middels de Constant-flow-rate-methode (onverzadigde zone)

Waterdoorlatendheidsmeting, in de onverzadigde bodem (boven de grondwaterspiegel) verricht middels constant-flow-rate-methode cf. ISO/FDIS 22282-2:2008(E). Bij het uitvoeren van deze meting wordt, in onverzadigde grond, water met een constant debiet in een gesteund boorgat gepompt, totdat de bodem rondom verzadigd is en een constante waterspiegel ontstaat. Uit de verhouding van het pompdebiet en de waterspiegel kan de verzadigde waterdoorlatendheid worden berekend van het bodemtraject waarin de proef heeft plaatsgevonden.

Waterdoorlatendheidsmeting verrichting middels de Constant-flow-rate-methode (verzadigde zone)

Waterdoorlatendheidsmeting, onder de grondwaterspiegel, uitgevoerd middels de constant-flow-rate-methode cf. ISO/FDIS 22282-2:2008(E). Bij het uitvoeren van deze meting wordt de peilbuis met een constant debiet doorgepompt totdat een constante waterstandsverlaging ontstaat in de peilbuis. Uit de verhouding tussen het pompdebiet en de waterstandsverlaging kan de doorlatendheid worden berekend van het bodemtraject waarin het filter is geplaatst.

Waterdoorlatendheidsmeting verricht middels de falling-head-methode.

Doorlatendheidsmeting ter bepaling van de horizontale waterdoorlatendheid van de verzadigde ondergrond (onder de grondwaterspiegel). Bij deze proef wordt een peilbuis geheel of gedeeltelijk gevuld met water, waarna de waterstandsaling wordt gemeten. De dalingssnelheid van het water is een maat voor de horizontale waterdoorlatendheid (K_h -waarde) van het bodemtraject waarin de proef heeft plaatsgevonden.

Waterdoorlatendheidsmeting verricht middels de rising-head-methode.

Doorlatendheidsmeting ter bepaling van de horizontale waterdoorlatendheid van de verzadigde ondergrond (onder de grondwaterspiegel). Bij deze proef wordt peilbuis geheel of gedeeltelijk leeg getrokken, waarna de stijging van het grondwater in de peilbuis wordt geregistreerd. De stijgingssnelheid van het water is een maat voor de horizontale waterdoorlatendheid (K_h -waarde) van het bodemtraject waarin de proef heeft plaatsgevonden.

Onverzadigde zone (Ringinfiltratieproeven)

Doorlatendheidsmeting ter bepaling van de verticale waterdoorlatendheid van de onverzadigde grond. De proeven worden uitgevoerd op maaiveld of diepte, met de dubbele ringinfiltratiemeter bestaande uit een buitenring met een diameter van ca. 0,53 m en een binnenring met een diameter van ca. 0,28 m.

Beide ringen worden op het ontgravingsvlak aangebracht en vervolgens enige centimeters de grond ingeslagen. Na het aanbrengen van een meetbrug met een vlotter worden beide ringen gevuld met water waarna met een zekere frequentie in de binnenring, de dalingssnelheid van het water wordt vastgesteld. Door toepassing van een buitenring infiltreert grondwater in de binnenring zoveel mogelijk verticaal. Uit de infiltratiesnelheid kan vervolgens de verticale waterdoorlatend worden afgeleid.

Legenda boorstaat

zand

	zand, kleiig
	zand, zwak siltig
	zand, matig siltig
	zand, sterk siltig
	zand, uiterst siltig

grind

	grind, siltig
	grind, zwak zandig
	grind, matig zandig
	grind, sterk zandig
	grind, uiterst zandig

veen

	veen, mineraalam
	veen, zwak kleiig
	veen, sterk kleiig
	veen, zwak zandig
	veen, sterk zandig

peilbuis

	blinde buis
	casing
	indicatie hoge grondwaterstand
	actuele grondwaterstand
	indicatie lage grondwaterstand
	bentoniet afdichting
	filter buis

klei

	klei, zwak siltig
	klei, matig siltig
	klei, sterk siltig
	klei, uiterst siltig
	klei, zwak zandig
	klei, matig siltig
	klei, sterk zandig

leem

	leem, zwak zandig
	leem, sterk zandig

overige toevoegingen

	zwak humeus
	matig humeus
	sterk humeus
	zwak grindig
	matig grindig
	sterk grindig
	slib

monsternamen

	geroerd monster
	ongeroerd monster

overige tekens

	bijzonder bestanddeel
	gemiddelde hoogste grondwaterstand
	grondwaterstand
	gemiddelde laagste grondwaterstand

Legenda situatietekening

sonderen

	sondering
	sondering niet uitgevoerd
	wegdrukpeilbuis
	handsondering

boren

	boring
	boring niet uitgevoerd
	boring met peilbuis
	boring met 2 peilbuizen
	boring met 3 peilbuizen

overig

	meetpunt
	fotopijl met richting
	sondering van derden
	boring van derden

fasering onderzoek

	sondering fase 1
	sondering fase 2
	sondering fase 3
	sondering fase 4
	boring fase 1
	boring fase 2
	boring fase 3
	boring fase 4

Lankelma Geotechniek Zuid B.V.

Geotechniek

- Sonderen (truck, minirups, demontabel, hand) in Nederland, België, Frankrijk en desgewenst in de rest van wereld.
- Sonderen op het water (met hefeiland)
- Waterspanningsmeting en dissipatieproeven
- Peilbuizen wegdrukken
- Mechanisch (puls)boren conform protocol 'Mechanisch boren' (2101).
- Handboren
- Geotechnische monitoring
- Geotechnisch laboratoriumonderzoek
- Doorlatendheidsmetingen verzadigde en onverzadigde zone
- Akoestisch doorneten van palen
- Onderzoek naar niet gesprongen explosieven (NGE)
- dGPS-metingen

Milieutechniek

Wij zijn gecertificeerd voor de BRL SIKB 2000 en BRL SIKB 6000.

- Verkennend onderzoek
- Onderzoek naar asbest in de bodem
- BOOT-onderzoek
- Nulsituatie-onderzoek
- Nader onderzoek
- Waterbodemonderzoek (monsternameboot)
- BUS-melding
- Saneringsplan
- Milieukundige begeleiding
- Second opinion

Geotechnisch en geohydrologisch advies

- Funderingsadvies bebouwing, leidingen, constructies, infrastructuur
- Geohydrologische modellering (bemaling, drainage, wateroverlast, etc.)
- Bemalingsadvies, bemalingsplan, monitoringsplan, meldingen en vergunningen
- Bouwputadvies, damwandberekeningen en -advies
- Zettings- en ophoogadvies, inclusief voorbelasting, zettingsversnelling
- Stabiliteitsberekeningen taluds
- Infiltratiegeschiktheidsadvies, watertoetsadvies
- Civieltechnische herbruikbaarheid grond
- Analyse waterstanden, doorlatendheid, wateroverlast.
- GIS-toepassingen: hoogtemodellen, zanddieptekaarten, etc.

Laboratorium

- Materiaaleigenschappen, volumegewicht, Atterbergse grenzen
- Samendrukkingsproeven, proctorproeven.
- Doorlatendheid, korrelverdeling en -vorm en afleiding k-waarden



Lankelma Geotechniek Zuid B.V.

Moorland 4a
Postbus 38
5688 ZG Oirschot
Tel: 0499 - 578520
Fax: 0499 - 578573
E-mail: info@lankelma-zuid.nl
Internet: www.lankelma-zuid.nl

Bijlage 2 : Berekeningsresultaten fundering op palen

Resultaten draagkrachtberekening volgens NEN-EN 9997-1, pagina 1 van 2
 voor axiaal belaste funderingspalen.

PPN	paalpuntniveau	$R_{c,d}$	rekenwaarde maximumdraagkracht
$q_{b,max}$	paalpuntweerstand	$F_{s,sk,d}$	belasting door negatieve kleeft
$R_{b,cal,max}$	maximumdraagkracht van de paalpunt	$R_{c,net,d}$	rekenwaarde netto draagkracht (= $R_{c,d} - F_{s,sk,d}$)
$R_{s,cal,max}$	schachtwrijving	$R_{t,d}$	rekenwaarde draagkracht op trek

RekenresultatenPaaltype avegaarpaal NEN9997-1:2016, afmeting Ø300 mm $\xi_3 = 1,39$ en $\xi_4 = 1,39$

Sondering	Maaiveld [m tov NAP]	PPN [m tov NAP]	$q_{b,max}$ [MPa]	$R_{b,cal,max}$ [kN]	$R_{s,cal,max}$ [kN]	$R_{c,d}$ [kN]	$F_{s,sk,d}$ [kN]	$R_{c,net,d}$ [kN]
D1	5,61	2,00	2,1	150	76	136	0	136
		1,50	2,3	161	94	153	0	153
		1,00	2,6	181	115	177	0	177
		0,50	3,4	238	137	225	0	225
		0,00	1,5	105	166	163	0	163
		-3,00	4,2	294	289	350	0	350
		-3,50	4,1	287	340	376	0	376
		-4,00	3,5	244	374	371	0	371
		-4,50	4,7	334	406	444	0	444
		-5,00	4,4	314	440	452	0	452
D2	5,65	2,00	2,6	181	60	144	0	144
		1,50	2,6	187	82	161	0	161
		1,00	2,6	187	110	178	0	178
		0,50	2,3	162	140	181	0	181
		0,00	1,7	122	162	171	0	171
		-3,00	4,0	282	294	345	0	345
		-3,50	4,0	282	328	366	0	366
		-4,00	3,6	252	362	368	0	368
		-4,50	3,5	250	394	386	0	386
		-5,00	3,5	248	426	404	0	404

RekenresultatenPaaltype avegaarpaal NEN9997-1:2016, afmeting Ø350 mm $\xi_3 = 1,39$ en $\xi_4 = 1,39$

Sondering	Maaiveld [m tov NAP]	PPN [m tov NAP]	$q_{b,max}$ [MPa]	$R_{b,cal,max}$ [kN]	$R_{s,cal,max}$ [kN]	$R_{c,d}$ [kN]	$F_{s,sk,d}$ [kN]	$R_{c,net,d}$ [kN]
D1	5,61	2,00	2,1	201	89	174	0	174
		1,50	2,3	219	109	197	0	197
		1,00	2,6	247	134	229	0	229
		0,50	2,3	224	160	230	0	230
		0,00	1,3	126	194	192	0	192
		-3,00	4,1	394	337	438	0	438
		-3,50	4,0	386	396	470	0	470
		-4,00	3,4	327	436	458	0	458
		-4,50	4,7	453	473	556	0	556
		-5,00	4,4	428	513	565	0	565
D2	5,65	2,00	2,5	244	69	188	0	188
		1,50	2,6	249	96	207	0	207
		1,00	2,6	250	128	227	0	227
		0,50	2,3	220	163	230	0	230
		0,00	1,4	130	189	192	0	192
		-3,00	3,9	378	343	432	0	432
		-3,50	3,8	369	382	451	0	451
		-4,00	3,5	337	422	455	0	455
		-4,50	3,5	337	460	478	0	478
		-5,00	3,5	340	497	502	0	502

Toelichting rekenresultaten

- Indien er paalpuntniveaus te onderscheiden zijn die, vanuit geotechnisch oogpunt, al dan niet de voorkeur hebben ("preferente paalpuntniveaus"), is dat normaliter in de tabel in § 4.3.1 van de rapportage aangegeven.

Resultaten draagkrachtberekening volgens NEN-EN 9997-1, pagina 2 van 2
 voor axiaal belaste funderingspalen.

PPN	paalpuntniveau	$R_{c;d}$	rekenwaarde maximumdraagkracht
$q_{b,max}$	paalpuntweerstand	$F_{s,sk;d}$	belasting door negatieve kleef
$R_{b,cal,max}$	maximumdraagkracht van de paalpunt	$R_{c,net;d}$	rekenwaarde netto draagkracht (= $R_{c;d} - F_{s,sk;d}$)
$R_{s,cal,max}$	schachtwrijving	$R_{t;d}$	rekenwaarde draagkracht op trek

RekenresultatenPaaltype avegaarpaal NEN9997-1:2016, afmeting Ø400 mm $\xi_3 = 1,39$ en $\xi_4 = 1,39$

Sondering	Maaiveld [m tov NAP]	PPN [m tov NAP]	$q_{b,max}$ [MPa]	$R_{b,cal,max}$ [kN]	$R_{s,cal,max}$ [kN]	$R_{c;d}$ [kN]	$F_{s,sk;d}$ [kN]	$R_{c,net;d}$ [kN]
D1	5,61	2,00	2,1	259	102	216	0	216
		1,50	2,4	306	125	258	0	258
		1,00	2,5	320	153	284	0	284
		0,50	1,6	206	182	233	0	233
		0,00	1,1	133	222	213	0	213
		-3,00	4,1	511	385	538	0	538
		-3,50	4,0	500	453	572	0	572
		-4,00	3,4	430	498	557	0	557
		-4,50	4,7	585	541	675	0	675
		-5,00	4,4	558	586	687	0	687
D2	5,65	2,00	2,5	315	79	237	0	237
		1,50	2,6	322	110	259	0	259
		1,00	2,6	323	147	282	0	282
		0,50	2,3	284	186	282	0	282
		0,00	1,2	154	216	222	0	222
		-3,00	3,9	491	392	530	0	530
		-3,50	3,6	451	437	533	0	533
		-4,00	3,4	433	482	549	0	549
		-4,50	3,4	433	526	576	0	576
		-5,00	3,6	447	568	609	0	609

RekenresultatenPaaltype avegaarpaal NEN9997-1:2016, afmeting Ø450 mm $\xi_3 = 1,39$ en $\xi_4 = 1,39$

Sondering	Maaiveld [m tov NAP]	PPN [m tov NAP]	$q_{b,max}$ [MPa]	$R_{b,cal,max}$ [kN]	$R_{s,cal,max}$ [kN]	$R_{c;d}$ [kN]	$F_{s,sk;d}$ [kN]	$R_{c,net;d}$ [kN]
D1	5,61	2,00	2,0	324	115	263	0	263
		1,50	2,4	382	140	313	0	313
		1,00	2,5	401	172	344	0	344
		0,50	1,5	241	205	268	0	268
		0,00	1,0	153	249	242	0	242
		-3,00	4,0	644	433	646	0	646
		-3,50	4,0	629	510	683	0	683
		-4,00	3,5	557	561	670	0	670
		-4,50	4,6	733	609	805	0	805
		-5,00	4,4	699	659	815	0	815
D2	5,65	2,00	2,5	396	89	291	0	291
		1,50	2,5	404	123	316	0	316
		1,00	2,5	405	165	342	0	342
		0,50	1,4	225	209	261	0	261
		0,00	1,1	167	243	246	0	246
		-3,00	3,8	606	441	628	0	628
		-3,50	3,6	566	492	634	0	634
		-4,00	3,4	543	542	651	0	651
		-4,50	3,4	542	591	680	0	680
		-5,00	3,7	594	639	740	0	740

Toelichting rekenresultaten

- Indien er paalpuntniveaus te onderscheiden zijn die, vanuit geotechnisch oogpunt, al dan niet de voorkeur hebben ("preferente paalpuntniveaus"), is dat normaliter in de tabel in § 4.3.1 van de rapportage aangegeven.

Voorbeeldberekening

Berekening, volgens NEN 9997-1:2016, van de draagkracht van de grond op druk en verticale verplaatsing van de paalfundering.

Uitgangspunten

Referentie niveau:	NAP
Gehanteerde sondering:	D2
Paaltype:	avegaarpaal NEN9997-1:2016
Paalpuntniveau:	-3 meter
Schachtafmeting:	300 mm
Oorspronkelijke maaiveldhoogte:	5,65 meter
Toekomstige maaiveldhoogte:	5,7 meter
Aanlegniveau fundering:	5 meter
Gemiddeld laagste grondwaterstand (GLG):	2,5 meter
Ophoging ten opzichte van maaiveld:	0,05 meter

Rekenfactoren & resultaten

$q_{c,I,gem}$ =	15,9	MPa
$q_{c,II,gem}$ =	10,3	MPa
$q_{c,III,gem}$ =	1,1	MPa
α_p =	0,56	
β =	1	
s =	1	
$p_{r,max;punt}$ =	3,99	MPa
a_s =	0,006	
$q_{c,z;a}$ =	8,2	MPa
$q_{s,max}$ =	0,049	MPa
$R_{s,cal,max}$ =	293,747	kN
A_{punt} =	0,071	m ²
Q_s =	0,942	m
Δ_L =	6,3	m
$R_{b,cal,max}$ =	282	kN
$R_{c,cal,max}$ =	576	kN
ξ_3 en ξ_4 =	1,39	
$R_{c,cal,max;rep}$ =	414	kN
γ_t =	1,2	
$R_{c;d}$ =	345	kN
$R_{c;net;d}$ =	345	kN

Negatieve Kleef

F_{snkd} =	0	kN
--------------	---	----

Voorbeeldberekening

Berekening, volgens NEN 9997-1:2016, van de draagkracht van de grond op druk en verticale verplaatsing van de paalfundering.

Uitgangspunten

Referentie niveau:	NAP
Gehanteerde sondering:	D2
Paaltype:	avegaarpaal NEN9997-1:2016
Paalpuntniveau:	-3 meter
Schachtafmeting:	350 mm
Oorspronkelijke maaiveldhoogte:	5,65 meter
Toekomstige maaiveldhoogte:	5,7 meter
Aanlegniveau fundering:	5 meter
Gemiddeld laagste grondwaterstand (GLG):	2,5 meter
Ophoging ten opzichte van maaiveld:	0,05 meter

Rekenfactoren & resultaten

$q_{c,I,gem}$ =	15,6	MPa
$q_{c,II,gem}$ =	10,4	MPa
$q_{c,III,gem}$ =	1	MPa
α_p =	0,56	
β =	1	
s =	1	
$p_{r,max;punt}$ =	3,93	MPa
a_s =	0,006	
$q_{c,z;a}$ =	8,2	MPa
$q_{s,max}$ =	0,049	MPa
$R_{s,cal,max}$ =	342,705	kN
A_{punt} =	0,096	m ²
Q_s =	1,1	m
Δ_L =	6,3	m
$R_{b,cal,max}$ =	378	kN
$R_{c,cal,max}$ =	721	kN
ξ_3 en ξ_4 =	1,39	
$R_{c,cal,max;rep}$ =	519	kN
γ_t =	1,2	
$R_{c;d}$ =	432	kN
$R_{c,net;d}$ =	432	kN

Negatieve Kleef

F_{snkd} =	0	kN
--------------	---	----

Projectomschrijving: Dreumel, De Bouwing

Verticale verplaatsing van de paalfundering

De paalkopzakking is berekend conform NEN-9997-1 § 7.6.4. De zakking van de lagen onder paalpuntniveau is berekend cf. NEN-9997-1 § 6.6.2 NEN-Bjerrum.

Grondparameters

De representatieve waarden van de grondparameters van de verschillende bodemlagen zijn op basis van het grondonderzoek ingeschat aan de hand van tabel 2.b uit de NEN 9997, eventueel i.c.m. algemene/locale kennis en ervaring.

Materiaalfactoren

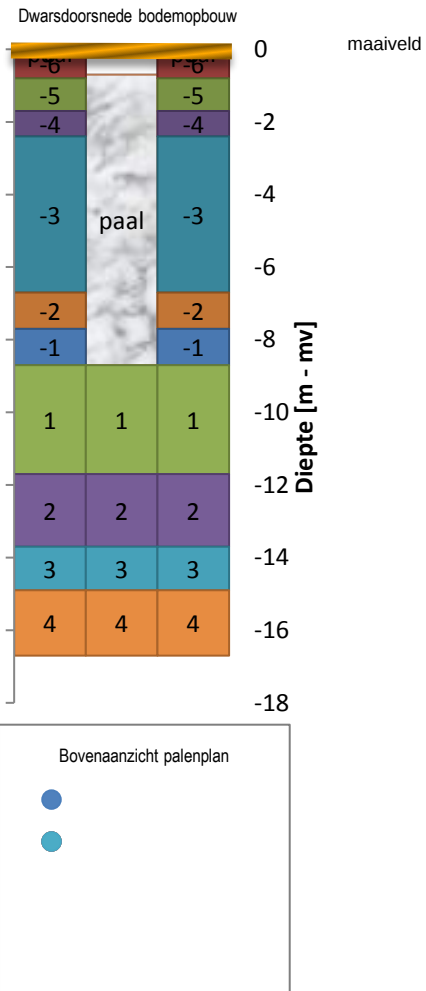
- Volumiek gewicht	1
- Tangent hoek inwendige wrijving	1
- Ongedraineerde schuifsterkte	1
- Cohesie	1

Bodem eigenschappen (aanname)

Oorspronkelijke maaiveldhoogte	5,70 [m tov NAP]
Toekomstige maaiveldhoogte	5,70 [m tov NAP]
Hoge grondwaterstand	-5,0 [m tov NAP]
Lage grondwaterstand	-2,5 [m tov NAP]
Pre-overburden pressure (POP)	2,0 [kN/m ²]

Paaleigenschappen

Paaltype	Avegaarpaal
Vorm	rond
E-modulus	2,00E+07 kN/m ²
Last-zakingsdiagram	2
Paalpuntniveau	-3,00 [m tov NAP]
Startniveau schachtwrijving	3,30 [m tov NAP]
Paalkopniveau	5,00 [m tov NAP]
Aantal palen (X × Y)	1 × 2



tabel 1.1 - representatieve waarden van de gehanteerde grondparameters voor de oorspronkelijke bodemopbouw

laag	onderzijde [m tov NAP]	γ [kN/m ³]	γ_{sat} [kN/m ³]	ϕ' [°]	CR [-]	C_α [-]
-6	4,9	15,0	17,0	28,0	0,120	0,000
-5	4,0	17,0	19,0	30,0	0,021	0,000
-4	3,3	15,0	16,0	17,5	0,362	0,006
-3	-1,0	17,5	19,5	31,0	0,015	0,000
-2	-2,0	15,0	16,0	17,5	0,362	0,006
-1	-3,0	19,0	21,0	35,0	0,003	0,000
0	-6,0	18,0	20,0	32,5	0,0	0,000
1	-6,0	18,0	20,0	32,5	0,0	0,000
2	-8,0	19,0	21,0	35,0	0,0	0,000
3	-9,2	18,0	20,0	32,5	0,0	0,000
4	-11,0	19,0	21,0	35,0	0,0	0,0

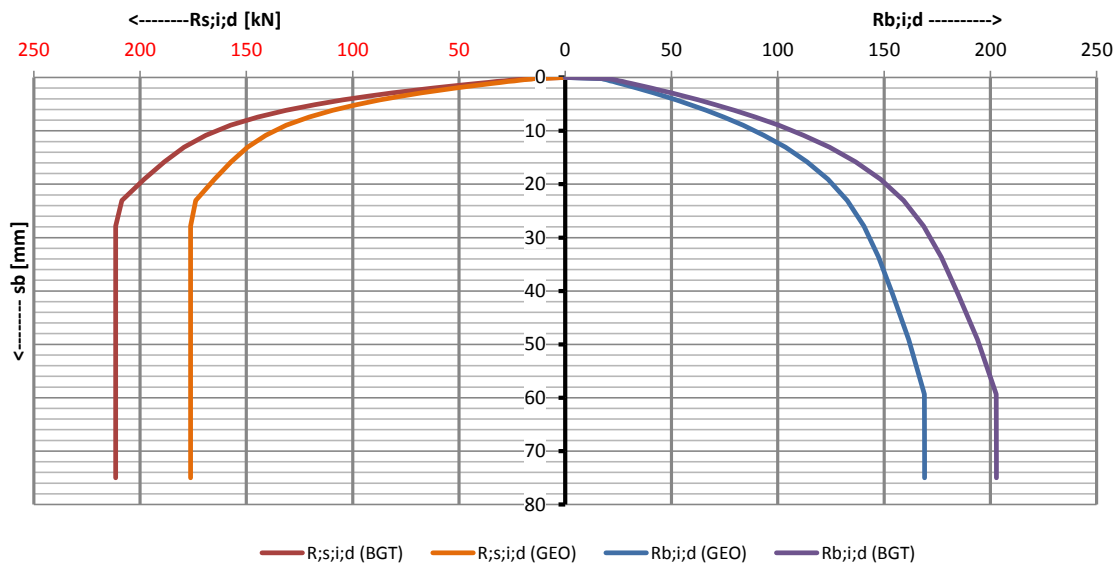
Symbolen en eenheden

γ	volumieke gewicht van grond (natuurlijk)	kN/m ³	Fc	Paalbelasting	kN
γ_{sat}	volumieke gewicht van verzadigde grond	kN/m ³	Fnk	Negatieve kleef	kN
ϕ'	effectieve hoek van inwendige wrijving	°	Fc; netto	Netto paalbelasting (Fc-Fnk)	kN
CR	compression ration (Cc/(1+e0))	-	Sb	Paalpuntzakking tgv bovenbelasting	mm
Ca	secundaire samendrukkingsindex	-	Sel	Elastische verkorting paal	mm
			S1	Sb + Sel	mm
Rs	Schachtweerstand	kN	S2	Zakking tgv samendrukking lagen onder paal	mm
Rb	Puntweerstand	kN	Sd	Rekenwaarde paalkopzakking (= S1 + S2)	mm
Rc	weerstand van de grond op druk	kN	kv	statische veercoëfficiënt (Fc / Sd)	kN/mm

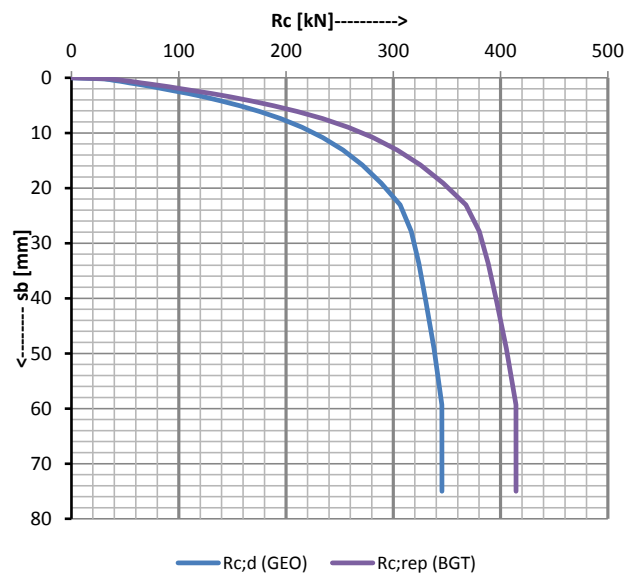
Paalkopzakking en last-zakkingsdiagram

Paaltype: Avegaarpaal
Paalafmeting: 300 mm
Paalpuntniveau: -3,00 m tov NAP
Sondering: D2

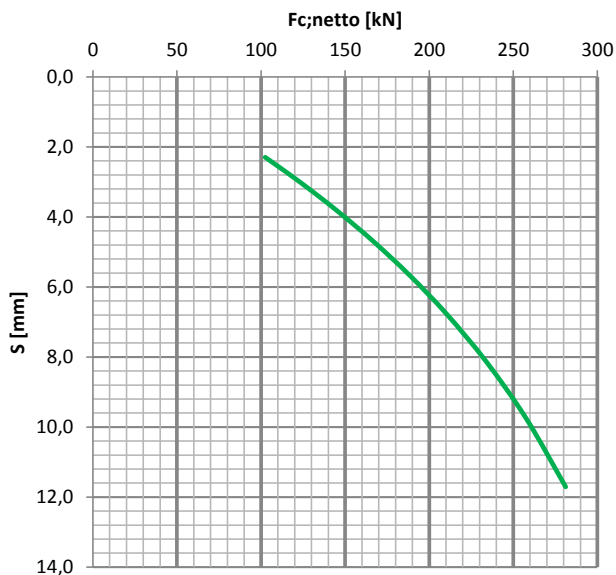
Palenplan	<i>x-richting:</i>	<i>y-richting:</i>
aantal	1	2
hoh-afstand [m]	nvt	2,0

Last / Zakking diagram : grenstoestand Geo en bruikbaarheidsgrenstoestand**Last / Zakking diagram**

Paalweerstand vs. paalpuntzakking

**Last / zakking diagram**

Netto paalbelasting vs paalkopzakking

**UGT**

Fc;d;netto [kN]	Fnk;d [kN]	Fc;d [kN]	Sb;d [mm]	Sel;d [mm]	S1;d [mm]	S2;d [mm]	S;d [mm]
345	0	345	72	2	73	0	73
345	0	345	59	2	61	0	61
338	0	338	49	2	51	0	51
330	0	330	41	1	42	0	42
324	0	324	34	1	35	0	35
306	0	306	23	1	24	0	24
271	0	271	16	1	17	0	17
234	0	234	11	1	12	0	12
195	0	195	7	1	8	0	8
157	0	157	5	1	6	0	6

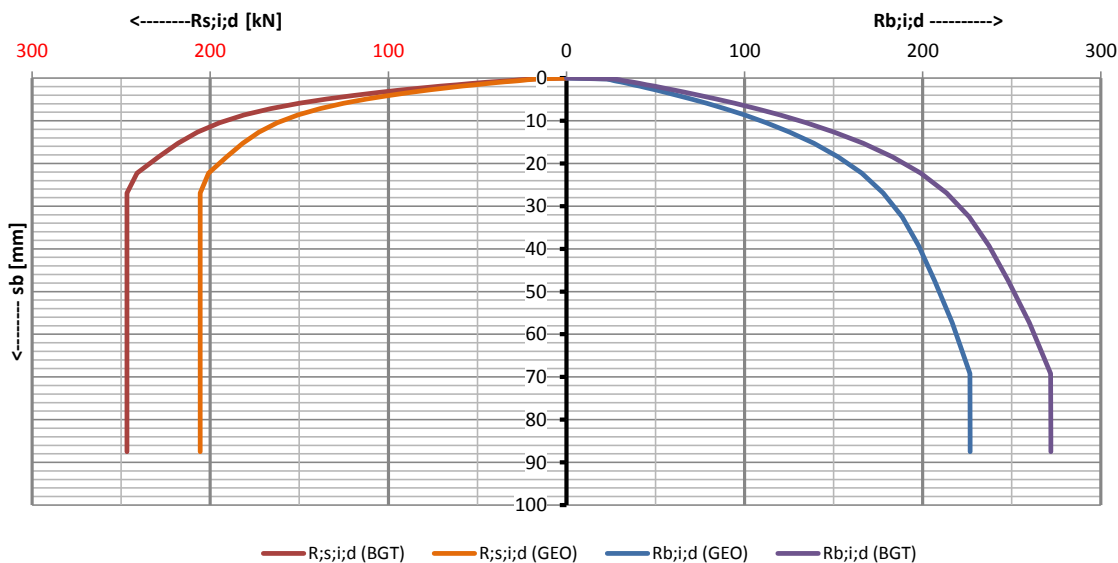
BGT

Fc;d;netto [kN]	Fnk [kN]	Fc [kN]	Sb [mm]	Sel [mm]	S1 [mm]	S2 [mm]	S [mm]	kv;rep [kN/mm]	kv;d [kN/mm]
281	0	281	11	1	12	0	12	24	18
258	0	258	9	1	10	0	10	26	20
234	0	234	7	1	8	0	8	29	22
211	0	211	6	1	7	0	7	31	24
188	0	188	5	1	6	0	6	33	26
167	0	167	4	1	5	0	5	35	27
148	0	148	3	0	4	0	4	38	29
131	0	131	3	0	3	0	3	40	31
116	0	116	2	0	3	0	3	42	32
102	0	102	2	0	2	0	2	45	34

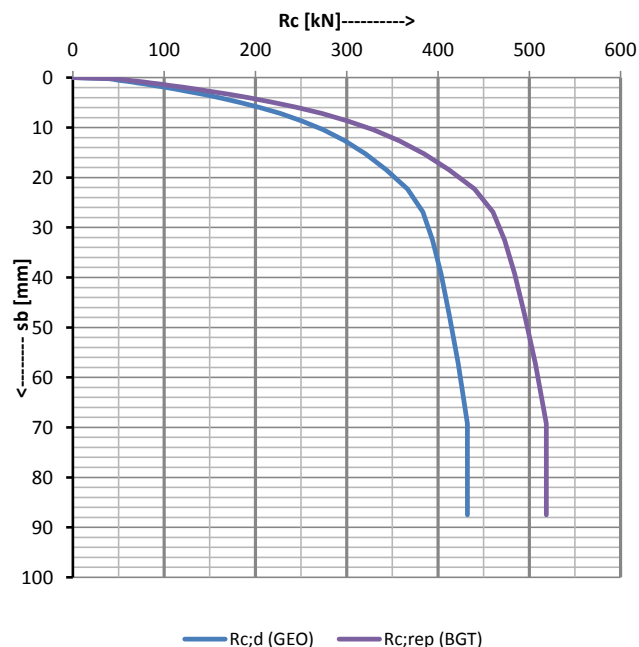
Paalkopzakking en last-zakkingdiagram

Paaltype: Avegaarpaal
Paalafmeting: 350 mm
Paalpuntniveau: -3,00 m tov NAP
Sondering: D2

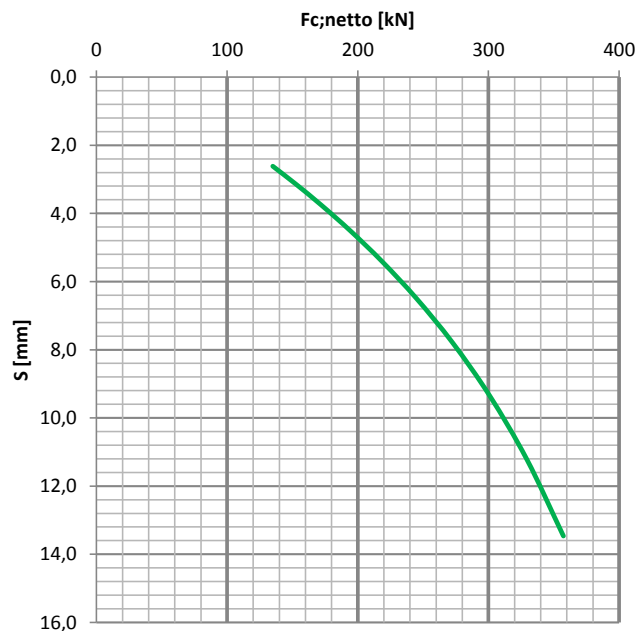
Palenplan	x-richting:	y-richting:
aantal	1	2
hoh-afstand [m]	nvt	2,0

Last / Zakking diagram : grenstoestand Geo en bruikbaarheidsgrenstoestand**Last / Zakking diagram**

Paalweerstand vs. paalpuntzakking

**Last / zakking diagram**

Netto paalbelasting vs paalkopzakking

**UGT**

Fc;d;netto [kN]	Fnk;d [kN]	Fc;d [kN]	Sb;d [mm]	Sel;d [mm]	S1;d [mm]	S2;d [mm]	S;d [mm]
432	0	432	84	1	85	0	85
432	0	432	69	1	71	0	71
422	0	422	57	1	59	0	59
412	0	412	47	1	49	0	49
403	0	403	39	1	41	0	41
383	0	383	27	1	28	0	28
343	0	343	18	1	20	0	20
298	0	298	13	1	14	0	14
251	0	251	9	1	9	0	9
204	0	204	6	1	7	0	7

BGT

Fc;d;netto [kN]	Fnk [kN]	Fc [kN]	Sb [mm]	Sel [mm]	S1 [mm]	S2 [mm]	S [mm]	kv;rep [kN/mm]	kv;d [kN/mm]
357	0	357	13	1	13	0	13	27	20
329	0	329	10	1	11	0	11	29	23
301	0	301	9	1	9	0	9	32	25
272	0	272	7	1	8	0	8	35	27
245	0	245	6	1	6	0	6	38	29
219	0	219	5	0	5	0	5	40	31
194	0	194	4	0	5	0	5	43	33
172	0	172	3	0	4	0	4	46	35
152	0	152	3	0	3	0	3	49	37
135	0	135	2	0	3	0	3	52	40

Projectomschrijving: Dreumel, De Bouwing

Toetsing Grenstoestand Geo

Zakkingseis volgens NEN-EN 1997-1:2005 paragraaf 2.4.9; NEN 9097-1: $S_d \leq S_{req}$.

Door de norm aanbevolen criteria voor rotatie en relatieve rotatie-eis (NEN 9097-1 onder par. 2.4.9 van NEN-EN 1997-1) : $\theta = \beta = 1:100$.

Avegapaal	300 mm	350 mm
Rekenwaarde netto draagkracht:	345 kN	432 kN
Rekenwaarde negatieve kleeft:	0 kN	0 kN
Totale belasting op de paal (incl. neg. kleeft)	271 kN	343 kN

Sd:	17 mm	20 mm
Sreq:	150 mm	150 mm
Voldoet aan de zakkingseis GEO:	ja	ja

Uitgaande van een onderlinge paalafstand van minimaal 2 m geldt:

Maximaal optredende (relatieve) rotatie	1 / 353	1 / 307
Maximaal toegestane (relatieve) rotatie	1 / 100	1 / 100
Voldoet aan aanbevolen rotatiecriterium	ja	ja

Verificatie Bruikbaarheidsgrenstoestand

Zakkingseis volgens NEN-EN 1997-1:2005 paragraaf 2.4.9; NEN 9097-1: $S_d \leq S_{req}$.

Voor woningen en woongebouwen geldt: $S_{req} = 0,05$ m. Voor overige typen bovenbouw geldt deze eis eveneens tenzij er een nadere zakkingseis is gedefinieerd.

Door de norm aanbevolen criteria voor rotatie en relatieve rotatie-eis (NEN-EN 1997 1:2005, par. 2.4.9, NEN 9097-1) voor woningen en woongebouwen : $\theta = \beta = 1:300$. Voor overige typen bovenbouw gelden deze eisen eveneens tenzij er nadere eisen zijn gedefinieerd.

Avegapaal	300 mm	350 mm
Representatieve waarde draagkracht:	414 kN	519 kN
Rekenwaarde negatieve kleeft:	0 kN	0 kN
Aanname gemiddelde belastingspercentage palen:	75%	76%
Representatieve belasting op de paal	258 kN	329 kN

Sd:	10 mm	11 mm
Sreq:	50 mm	50 mm
Voldoet aan de zakkingseis BGT:	ja	ja

Uitgaande van een onderlinge paalafstand van minimaal 2 m geldt:

Maximaal optredende (relatieve) rotatie	1 / 614	1 / 535
Maximaal toegestane (relatieve) rotatie	1 / 300	1 / 300
Voldoet aan aanbevolen rotatiecriterium	ja	ja

Voorbeeldberekening

Berekening, volgens NEN 9997-1:2016, van de draagkracht van de grond op druk en verticale verplaatsing van de paalfundering.

Uitgangspunten

Referentie niveau:	NAP
Gehanteerde sondering:	D2
Paaltype:	avegaarpaal NEN9997-1:2016
Paalpuntniveau:	-3 meter
Schachtafmeting:	400 mm
Oorspronkelijke maaiveldhoogte:	5,65 meter
Toekomstige maaiveldhoogte:	5,7 meter
Aanlegniveau fundering:	5 meter
Gemiddeld laagste grondwaterstand (GLG):	2,5 meter
Ophoging ten opzichte van maaiveld:	0,05 meter

Rekenfactoren & resultaten

$q_{c,I,gem}$ =	15,6	MPa
$q_{c,II,gem}$ =	10,4	MPa
$q_{c,III,gem}$ =	1	MPa
α_p =	0,56	
β =	1	
s =	1	
$p_{r,max;punt}$ =	3,91	MPa
a_s =	0,006	
$q_{c,z;a}$ =	8,2	MPa
$q_{s,max}$ =	0,049	MPa
$R_{s,cal,max}$ =	391,663	kN
A_{punt} =	0,126	m ²
Q_s =	1,257	m
Δ_L =	6,3	m
$R_{b,cal,max}$ =	491	kN
$R_{c,cal,max}$ =	883	kN
ξ_3 en ξ_4 =	1,39	
$R_{c,cal,max;rep}$ =	635	kN
γ_t =	1,2	
$R_{c;d}$ =	530	kN
$R_{c,net;d}$ =	530	kN

Negatieve Kleef

F_{snkd} =	0	kN
--------------	---	----

Voorbeeldberekening

Berekening, volgens NEN 9997-1:2016, van de draagkracht van de grond op druk en verticale verplaatsing van de paalfundering.

Uitgangspunten

Referentie niveau:	NAP
Gehanteerde sondering:	D2
Paaltype:	avegaarpaal NEN9997-1:2016
Paalpuntniveau:	-3 meter
Schachtafmeting:	450 mm
Oorspronkelijke maaiveldhoogte:	5,65 meter
Toekomstige maaiveldhoogte:	5,7 meter
Aanlegniveau fundering:	5 meter
Gemiddeld laagste grondwaterstand (GLG):	2,5 meter
Ophoging ten opzichte van maaiveld:	0,05 meter

Rekenfactoren & resultaten

$q_{c,I,gem}$ =	15,1	MPa
$q_{c,II,gem}$ =	10,3	MPa
$q_{c,III,gem}$ =	0,9	MPa
α_p =	0,56	
β =	1	
s =	1	
$p_{r,max;punt}$ =	3,81	MPa
a_s =	0,006	
$q_{c,z;a}$ =	8,2	MPa
$q_{s,max}$ =	0,049	MPa
$R_{s;cal,max}$ =	440,62	kN
A_{punt} =	0,159	m ²
Q_s =	1,414	m
Δ_L =	6,3	m
$R_{b;cal,max}$ =	606	kN
$R_{c;cal,max}$ =	1047	kN
ξ_3 en ξ_4 =	1,39	
$R_{c;cal,max;rep}$ =	754	kN
γ_t =	1,2	
$R_{c;d}$ =	628	kN
$R_{c;net;d}$ =	628	kN

Negatieve Kleef

F_{snkd} =	0	kN
--------------	---	----

Projectomschrijving: Dreumel, De Bouwing

Verticale verplaatsing van de paalfundering

De paalkopzakking is berekend conform NEN-9997-1 § 7.6.4. De zakking van de lagen onder paalpuntniveau is berekend cf. NEN-9997-1 § 6.6.2 NEN-Bjerrum.

Grondparameters

De representatieve waarden van de grondparameters van de verschillende bodemlagen zijn op basis van het grondonderzoek ingeschat aan de hand van tabel 2.b uit de NEN 9997, eventueel i.c.m. algemene/locale kennis en ervaring.

Materiaalfactoren

- Volumiek gewicht	1
- Tangent hoek inwendige wrijving	1
- Ongedraineerde schuifsterkte	1
- Cohesie	1

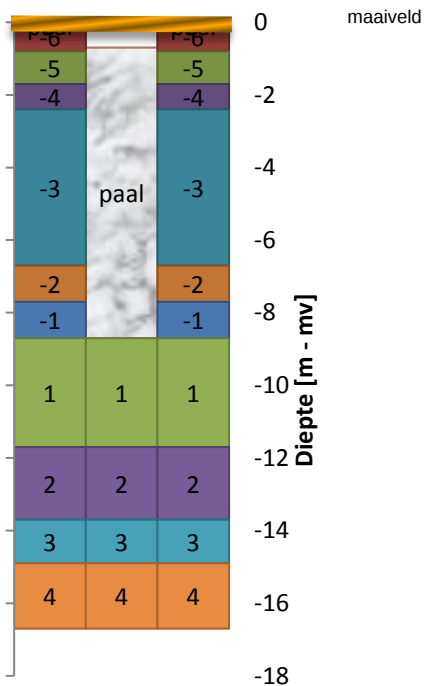
Bodem eigenschappen (aanname)

Oorspronkelijke maaiveldhoogte	5,70 [m tov NAP]
Toekomstige maaiveldhoogte	5,70 [m tov NAP]
Hoge grondwaterstand	-5,0 [m tov NAP]
Lage grondwaterstand	-2,5 [m tov NAP]
Pre-overburden pressure (POP)	2,0 [kN/m ²]

Paaleigenschappen

Paaltype	Avegaarpaal
Vorm	rond
E-modulus	2,00E+07 kN/m ²
Last-zakingsdiagram	2
Paalpuntniveau	-3,00 [m tov NAP]
Startniveau schachtwrijving	3,30 [m tov NAP]
Paalkopniveau	5,00 [m tov NAP]
Aantal palen (X × Y)	1 × 2

Dwarsdoorsnede bodemopbouw



Bovenaanzicht palenplan



tabel 1.1 - representatieve waarden van de gehanteerde grondparameters voor de oorspronkelijke bodemopbouw

laag	onderzijde [m tov NAP]	γ [kN/m ³]	γ_{sat} [kN/m ³]	ϕ' [°]	CR [-]	C_α [-]
-6	4,9	15,0	17,0	28,0	0,120	0,000
-5	4,0	17,0	19,0	30,0	0,021	0,000
-4	3,3	15,0	16,0	17,5	0,362	0,006
-3	-1,0	17,5	19,5	31,0	0,015	0,000
-2	-2,0	15,0	16,0	17,5	0,362	0,006
-1	-3,0	19,0	21,0	35,0	0,003	0,000
0	-6,0	18,0	20,0	32,5	0,0	0,000
1	-6,0	18,0	20,0	32,5	0,0	0,000
2	-8,0	19,0	21,0	35,0	0,0	0,000
3	-9,2	18,0	20,0	32,5	0,0	0,000
4	-11,0	19,0	21,0	35,0	0,0	0,0

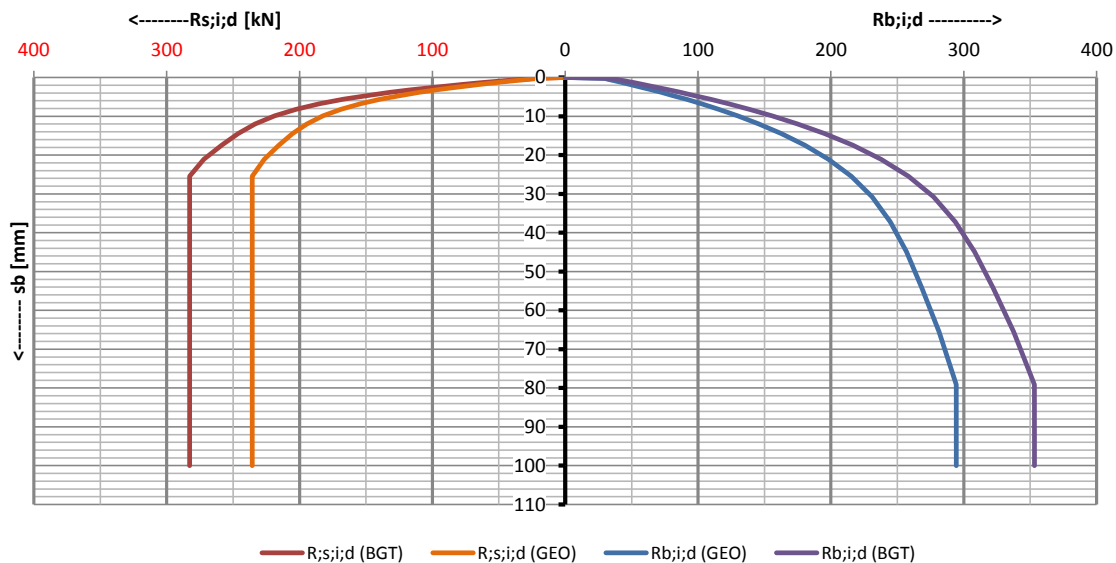
Symbolen en eenheden

γ	volumieke gewicht van grond (natuurlijk)	kN/m ³	Fc	Paalbelasting	kN
γ_{sat}	volumieke gewicht van verzadigde grond	kN/m ³	Fnk	Negatieve kleef	kN
ϕ'	effectieve hoek van inwendige wrijving	°	Fc;netto	Netto paalbelasting (Fc-Fnk)	kN
CR	compression ration (Cc/(1+e0))	-	Sb	Paalpuntzakking tgv bovenbelasting	mm
Ca	secundaire samendrukkingsindex	-	Sel	Elastische verkorting paal	mm
			S1	Sb + Sel	mm
Rs	Schachtweerstand	kN	S2	Zakking tgv samendrukking lagen onder paal	mm
Rb	Puntweerstand	kN	Sd	Rekenwaarde paalkopzakking (= S1 + S2)	mm
Rc	weerstand van de grond op druk	kN	kv	statische veercoëfficiënt (Fc / Sd)	kN/mm

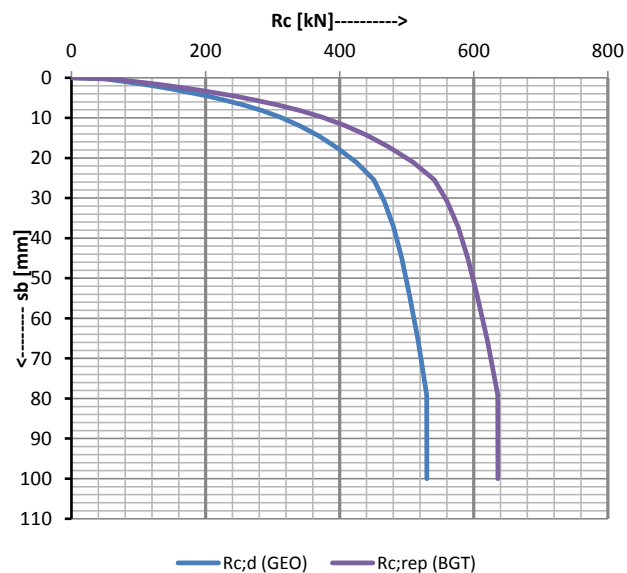
Paalkopzakking en last-zakkingsdiagram

Paaltype: Avegaarpaal
Paalafmeting: 400 mm
Paalpuntniveau: -3,00 m tov NAP
Sondering: D2

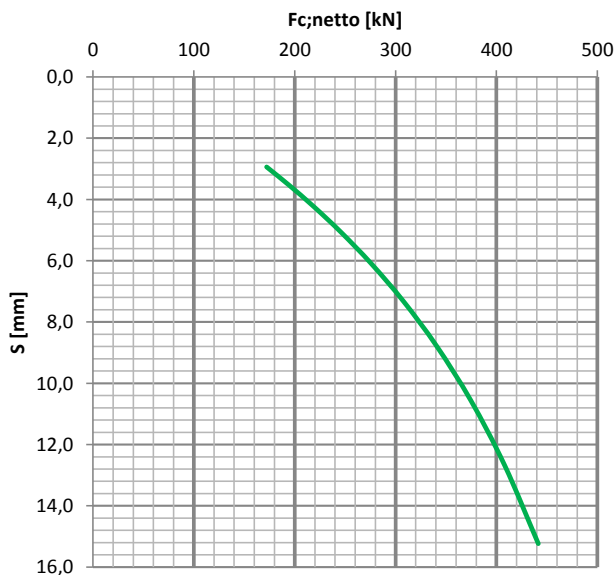
Palenplan	<i>x-richting:</i>	<i>y-richting:</i>
aantal	1	2
hoh-afstand [m]	nvt	2,0

Last / Zakking diagram : grenstoestand Geo en bruikbaarheidsgrenstoestand**Last / Zakking diagram**

Paalweerstand vs. paalpuntzakking

**Last / zakkings diagram**

Netto paalbelasting vs paalkopzakking

**UGT**

$F_{c;d;netto}$ [kN]	$F_{nk;d}$ [kN]	$F_{c;d}$ [kN]	$S_{b;d}$ [mm]	$S_{el;d}$ [mm]	$S_{1;d}$ [mm]	$S_{2;d}$ [mm]	$S_{3;d}$ [mm]
530	0	530	96	1	97	0	97
530	0	530	79	1	81	0	81
517	0	517	65	1	67	0	67
504	0	504	54	1	56	0	56
492	0	492	45	1	46	0	46
467	0	467	31	1	32	0	32
425	0	425	21	1	22	0	22
368	0	368	14	1	15	0	15
312	0	312	10	1	11	0	11
256	0	256	7	1	7	0	7

BGT

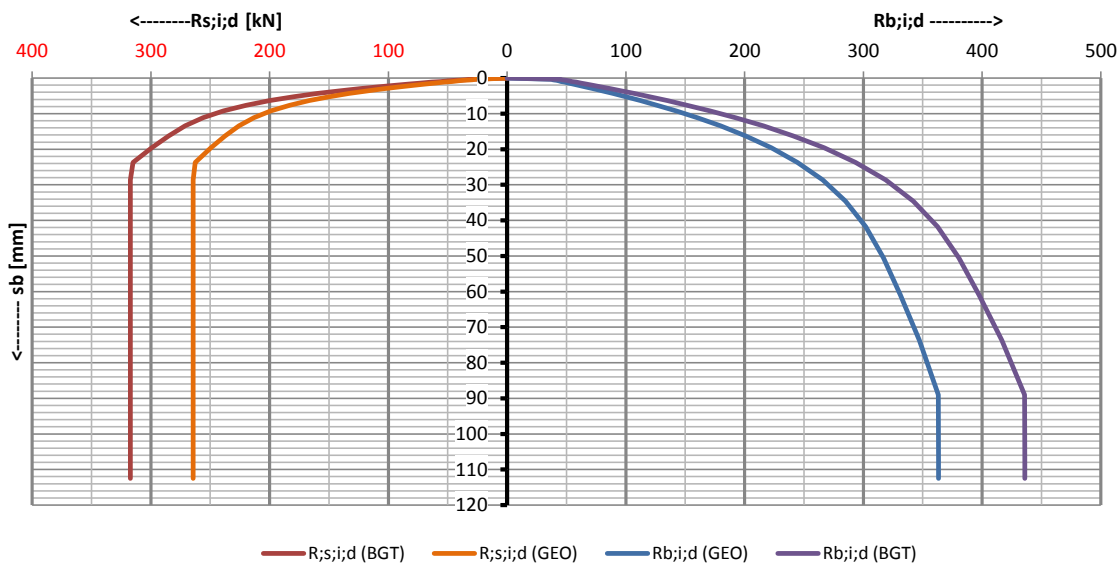
$F_{c;netto}$ [kN]	F_{nk} [kN]	F_c [kN]	S_b [mm]	S_{el} [mm]	S_1 [mm]	S_2 [mm]	S [mm]	$k_{v;rep}$ [kN/mm]	$k_{v;d}$ [kN/mm]
441	0	441	14	1	15	0	15	29	22
408	0	408	12	1	13	0	13	32	25
375	0	375	10	1	11	0	11	35	27
341	0	341	8	1	9	0	9	39	30
308	0	308	7	1	7	0	7	42	32
276	0	276	6	0	6	0	6	45	35
246	0	246	5	0	5	0	5	48	37
219	0	219	4	0	4	0	4	52	40
194	0	194	3	0	4	0	4	55	42
172	0	172	3	0	3	0	3	59	45

Paalkopzakking en last-zakkingsdiagram

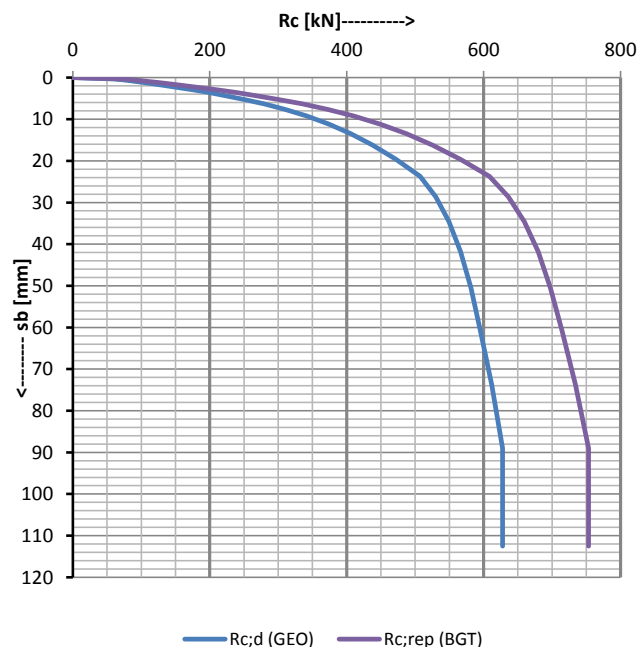
Paaltype: Avegaarpaal
Paalafmeting: 450 mm
Paalpuntniveau: -3,00 m tov NAP
Sondering: D2

Palenplan	x-richting:	y-richting:
aantal	1	2
hoh-afstand [m]	nvt	2,0

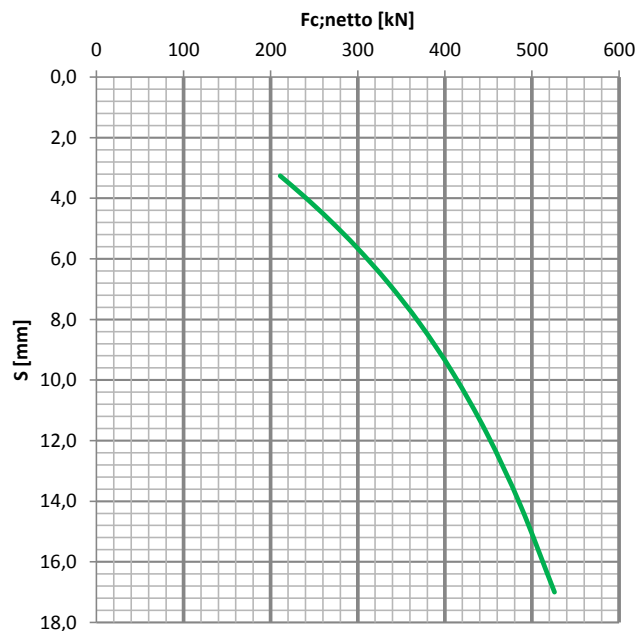
Last / Zakking diagram : grenstoestand Geo en bruikbaarheidsgrenstoestand



Last / Zakking diagram
Paalweerstand vs. paalpuntzakking



Last / zakking diagram
Netto paalbelasting vs paalkopzakking



UGT

Fc;d;netto [kN]	Fnk;d [kN]	Fc;d [kN]	Sb;d [mm]	Sel;d [mm]	S1;d [mm]	S2;d [mm]	S;d [mm]
628	0	628	108	1	109	0	109
628	0	628	89	1	90	0	90
612	0	612	74	1	75	0	75
596	0	596	61	1	62	0	62
581	0	581	50	1	52	0	52
549	0	549	35	1	36	0	36
507	0	507	24	1	25	0	25
438	0	438	16	1	17	0	17
374	0	374	11	1	12	0	12
310	0	310	8	1	8	0	8

BGT

Fc;netto [kN]	Fnk [kN]	Fc [kN]	Sb [mm]	Sel [mm]	S1 [mm]	S2 [mm]	S [mm]	kv;rep [kN/mm]	kv;d [kN/mm]
526	0	526	16	1	17	0	17	31	24
487	0	487	13	1	14	0	14	34	26
448	0	448	11	1	12	0	12	38	29
410	0	410	9	1	10	0	10	42	32
372	0	372	8	1	8	0	8	46	35
335	0	335	6	0	7	0	7	49	38
299	0	299	5	0	6	0	6	53	41
267	0	267	4	0	5	0	5	57	44
237	0	237	4	0	4	0	4	61	47
211	0	211	3	0	3	0	3	65	50

Projectomschrijving: Dreumel, De Bouwing

Toetsing Grenstoestand Geo

Zakkingseis volgens NEN-EN 1997-1:2005 paragraaf 2.4.9; NEN 9097-1: $S_d \leq S_{req}$.

Door de norm aanbevolen criteria voor rotatie en relatieve rotatie-eis (NEN 9097-1 onder par. 2.4.9 van NEN-EN 1997-1) : $\theta = \beta = 1:100$.

Avegapaal	400 mm	450 mm
Rekenwaarde netto draagkracht:	530 kN	628 kN
Rekenwaarde negatieve kleeft:	0 kN	0 kN
Totale belasting op de paal (incl. neg. kleeft)	425 kN	507 kN
Sd:	22 mm	25 mm
Sreq:	150 mm	150 mm
Voldoet aan de zakkingseis GEO:	ja	ja

Uitgaande van een onderlinge paalafstand van minimaal 2 m geldt:

Maximaal optredende (relatieve) rotatie	1 / 271	1 / 243
Maximaal toegestane (relatieve) rotatie	1 / 100	1 / 100
Voldoet aan aanbevolen rotatiecriterium	ja	ja

Verificatie Bruikbaarheidsgrenstoestand

Zakkingseis volgens NEN-EN 1997-1:2005 paragraaf 2.4.9; NEN 9097-1: $S_d \leq S_{req}$.

Voor woningen en woongebouwen geldt: $S_{req} = 0,05$ m. Voor overige typen bovenbouw geldt deze eis eveneens tenzij er een nadere zakkingseis is gedefinieerd.

Door de norm aanbevolen criteria voor rotatie en relatieve rotatie-eis (NEN-EN 1997 1:2005, par. 2.4.9, NEN 9097-1) voor woningen en woongebouwen : $\theta = \beta = 1:300$. Voor overige typen bovenbouw gelden deze eisen eveneens tenzij er nadere eisen zijn gedefinieerd.

Avegapaal	400 mm	450 mm
Representatieve waarde draagkracht:	636 kN	753 kN
Rekenwaarde negatieve kleeft:	0 kN	0 kN
Aanname gemiddelde belastingspercentage palen:	71%	71%
Representatieve belasting op de paal	375 kN	448 kN
Sd:	11 mm	12 mm
Sreq:	50 mm	50 mm
Voldoet aan de zakkingseis BGT:	ja	ja

Uitgaande van een onderlinge paalafstand van minimaal 2 m geldt:

Maximaal optredende (relatieve) rotatie	1 / 568	1 / 510
Maximaal toegestane (relatieve) rotatie	1 / 300	1 / 300
Voldoet aan aanbevolen rotatiecriterium	ja	ja

Symbolen en eenheden

Symbool	Eenheid	Uitleg	NEN artikel
$q_{c,I,gem}$	MPa	de gemiddelde waarde van de conusweerstand over een traject van 0,7 à 4,0 maal de equivalente diameter beneden de paalvoet	5.4.2.2.1
$q_{c,II,gem}$	MPa	de minimum gemiddelde waarde van de conusweerstand over dit traject	5.4.2.2.1
$q_{c,III,gem}$	MPa	de minimum gemiddelde waarde van de conusweerstand over een traject van 8,0 maal de equivalente diameter boven de paalvoet	5.4.2.2.1
α_p		paalklassefactor	5.4.2.2.2
β		factor voor de paalvoetvorm	5.4.2.2.3
s		factor voor de vorm van de dwarsdoorsnede van de paalvoet	5.4.2.2.4
$p_{r,max;punt}$	MPa	de maximale puntweerstand	5.4.2.2.1
α_s		factor afhankelijk van de uitvoering en het paaltype	5.3.3.2
$q_{c,z;a}$	MPa	de gemiddelde waarde van de conusweerstand over het traject waarover schachtwrijving wordt berekend	5.3.3.2
$p_{r,max;schacht}$	MPa	de maximale paalschachtwrijving	5.3.3.2
$F_{r,max;schacht}$	kN	de maximale schachtwrijving	5.3.3
A_{punt}	m ²	oppervlakte van de paalvoet	5.4.2.1
Q_s	m	omtrek paalschacht	7.2
Δ_L	m	Traject voor berekening schachtwrijving	5.3.3.2
$F_{r,max;punt}$	kN	de maximale draagkracht van de paalpunt volgens	5.4.2.1
$F_{r,max}$	kN	de maximale draagkracht van de paal volgens	5.4.2.1
$X_{1;N}$		factor volgens tabel 1 van NEN 6743	
$F_{r,max;rep}$	kN	de representatieve waarde van de maximale draagkracht van de paal	5.2.2.2
$G_{m;b}$		partiële materiaalfactor volgens tabel 3 van NEN 6740	
$F_{r,max;d}$	kN	de rekenwaarde van de maximale draagkracht van de paal	5.1
F_{snkd}	kN	de rekenwaarde van de maximale negatieve kleeftbelasting	7.2
$F_{r,netto;d}$	kN	de rekenwaarde van de maximale draagkracht gecompenseerd met F_{snkd}	7.2
$\gamma_{j;rep}$	kN/m ³	de representatieve waarde van het volumiek gewicht van de grond van laag j	8.1

Lankelma Geotechniek Zuid B.V.

Geotechniek

- Sonderen (truck, minirups, demontabel, hand) in Nederland, België, Frankrijk en desgewenst in de rest van wereld.
- Sonderen op het water (met hefeiland)
- Waterspanningsmeting en dissipatieproeven
- Peilbuizen wegdrücken
- Mechanisch (puls)boren conform protocol 'Mechanisch boren' (2101).
- Handboren
- Geotechnische monitoring
- Geotechnisch laboratoriumonderzoek
- Doorlatendheidsmetingen verzadigde en onverzadigde zone
- Akoestisch doorneten van palen
- Onderzoek naar niet gesprongen explosieven (NGE)
- dGPS-metingen

Milieutechniek

Wij zijn gecertificeerd voor de BRL SIKB 2000 en BRL SIKB 6000.

- Verkennend onderzoek
- Onderzoek naar asbest in de bodem
- BOOT-onderzoek
- Nulsituatie-onderzoek
- Nader onderzoek
- Waterbodemonderzoek (monsternameboot)
- BUS-melding
- Saneringsplan
- Milieukundige begeleiding
- Second opinion

Geotechnisch en geohydrologisch advies

- Funderingsadvies bebouwing, leidingen, constructies, infrastructuur
- Geohydrologische modellering (bemaling, drainage, wateroverlast, etc.)
- Bemalingsadvies, bemalingsplan, monitoringsplan, meldingen en vergunningen
- Bouwputadvies, damwandberekeningen en -advies
- Zettings- en ophoogadvies, inclusief voorbelasting, zettingsversnelling
- Stabiliteitsberekeningen taluds
- Infiltratiegeschiktheidsadvies, watertoetsadvies
- Civieltechnische herbruikbaarheid grond
- Analyse waterstanden, doorlatendheid, wateroverlast.
- GIS-toepassingen: hoogtemodellen, zanddiepte kaarten, etc.

Laboratorium

- Materiaaleigenschappen, volumegewicht, Atterbergse grenzen
- Samendrukkingsproeven, proctorproeven.
- Doorlatendheid, korrelverdeling en -vorm en afleiding k-waarden



Lankelma Geotechniek Zuid B.V.

Moorland 4a
Postbus 38
5688 ZG Oirschot
Tel: 0499 - 578520
Fax: 0499 - 578573
E-mail: info@lankelma-zuid.nl
Internet: www.lankelma-zuid.nl