

Rapport:

FUNDERINGSADVIES

Nieuwbouw huisvesting kleinschalig wonen, Raadhuislaan

Leimuiden

Opdrachtgever:
Kenmerk: 20-144

Lucassen Bouwconstructies BV
Jan Tinbergenstraat 103
7559 SP Hengelo

Architect:
Kenmerk: 14-694

Weusten Liedenbaum Architecten
Utrechtseweg 167
6812AC Arnhem

Rapportnummer: 2000382.001-XF

Versie: 1

Rapportdatum: 10 juli 2020

Norm / richtlijn: NEN 9997-1+C2:2017 nl

Auteur:

■■■■■■■■■■

Vrijgave:

■■■■■■■■■■

10-7-2020

Inhoudsopgave

1	Projectbeschrijving	1
1.1	Inleiding	1
1.2	Locatiegegevens	1
1.3	Plangegevens	1
1.3.1	Bouwplan	1
1.3.2	Verstreckte plangegevens	2
2	Onderzoeksprogramma	3
2.1	Veldonderzoek	3
2.2	Archief-/dossieronderzoek	3
2.3	Overleg / inventarisatie	3
3	Bodem, water en omgeving	4
3.1	Hoogte maaiveld	4
3.2	Bodem	4
3.2.1	Laagopbouw van de grond en de variaties daarvan op de planlocatie	4
3.2.2	Geologie van de planlocatie en omgeving	4
3.3	Water	4
3.3.1	Oppervlaktewater	4
3.3.2	Grondwater	4
4	Funderingsadvies	5
4.1	Funderingsontwerp	5
4.1.1	Funderingskeuze	5
4.1.2	Paalkeuze	6
4.1.3	Beschrijving paaltype: Prefab betonpaal	6
4.1.4	Beschrijving paaltype: Stalen buispaal - geheel	6
4.2	Bekrachtiging funderingskeuze / toetsing grenstoestanden	7
5	Berekening fundering op palen	8
5.1	Uitgangspunten berekening	8
5.1.1	Rekenmethode	8
5.1.2	Geometrische gegevens	8
5.1.3	Geotechnische gegevens	8
5.1.4	Opgegeven belast(seffect)en en vervormingseisen	8
5.2	Rekenresultaten	9
5.2.1	Paaldiameter en paalpuntniveau	9
5.2.2	Maximumdraagkracht van de grond op druk	9
5.2.3	Zakking van de bovenkant van de paalfundering	10
6	Richtlijnen voor ontwerp, berekening en uitvoering	11
6.1	Algemeen	11
6.2	Richtlijnen Stalen buispalen	11
6.3	Richtlijnen uitvoering prefab betonpalen	11
6.4	Vloer begane grond	11

Bijlagen

Bijlage 1: Berekeningsresultaten fundering op palen

Bijlage 2: Algemene richtlijnen uitvoering en ontwerp

1 Projectbeschrijving

1.1 Inleiding

Door Lankelma Geotechniek Zuid B.V. is een grondonderzoek uitgevoerd voor het project "Nieuwbouw huisvesting kleinschalig wonen, Raadhuislaan te Leimuiden". In onderhavig rapport wordt een funderingsadvies uitgewerkt voor dit project.

1.2 Locatiegegevens

De locatiekenmerken zijn samengevat in navolgende tabel.

Locatie-eigenschap	Omschrijving / kenmerk (ten tijde van het onderzoek, tenzij anders vermeld)
Straat:	Raadhuislaan
Plaats (gemeente):	Leimuiden (Kaag en Braassem)
Provincie:	Zuid-Holland
RD-coördinaten [km]:	X: 106,42 / Y: 470,64
Oppervlakte planlocatie [m²]:	2000
Bebouwing op de planlocatie:	onbebouwd
Bebouwing op de bouwplaats:	onbebouwd
Belendingen:	onbekend

1.3 Plangegevens

1.3.1 Bouwplan

De plankenmerken zijn samengevat in navolgende tabel.

Eigenschap	Omschrijving	Kenmerken, bijzonderheden, dimensies, opmerkingen
Type bouwplan:	nieuwbouw	
Type bebouwing:	appartementengebouw	grondvlak ca. 18 x 22 m²
Bouwlagen/dak:	3 zadeldak	zie Figuur 1.1
Kelder:	geen kelder	
Positionering:	vrijstaand	zie situatieschets in de rapportage grondonderzoek (hoofdstuk 2)



Figuur 1.1 Geveltekeningen (bron: architect)

1.3.2 Verstreckte plangegevens

De kenmerken van de relevante, door of namens de opdrachtgever verstreckte tekeningen zijn weergegeven in navolgende tabel:

Aantal/ nummer	Soort	Tekenaar	Datum
14-1694-51DL BA-100	Begane grondvloer	architect	4-6-2020
14-1694-51DL BA-101	1 ^e verdieping	architect	4-6-2020
14-1694-51DL BA-102	2 ^e verdieping	architect	4-6-2020
14-1694-51DL BA-103	Dakoverzicht	architect	4-6-2020
14-1694-51DL BA-200	Gevels en doorsnedes	architect	4-6-2020
20-144 DO-101	Vloeren	constructeur	8-7-2020
20-144 DO-B101	Balkenrooster begane grondvloer	constructeur	8-7-2020

2 Onderzoeksprogramma

2.1 Veldonderzoek

Voor het opstellen van onderhavig rapport is gebruik gemaakt van de onderzoeksresultaten uit navolgende stukken¹.

Rapportnummer, -versie en -datum	Titel	Uitvoerende partij	Uitgevoerd onderzoek
2000382 RG v1 30-6-2020	Kleinschalig wonen, Raadhuislaan te Leimuiden	Lankelma Geotechniek Zuid B.V.	8 x sondering, 1 x boring hoogtemeting tov NAP

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 en/of GeoTOP 1.3.

2.3 Overleg / inventarisatie

Teneinde te komen tot een optimale funderingskeuze is telefonisch / per mail overleg gepleegd met de constructeur / opdrachtgever.

¹ Voor de onderzoeksresultaten wordt verwezen naar de betreffende rapportage(s) en/of documenten. De juistheid, conformiteit en volledigheid van de informatie is door de auteur(s) van onderhavig advies niet geverifieerd.

3 Bodem, water en omgeving

3.1 Hoogte maaiveld

De maaiveldhoogte ter plaatse van de onderzoekspunten varieert van 2,66 m - tot 4,85 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 - NAP]	Dominante lithologie / samenstelling	Kenmerk / bijzonderheden
10 à 12,5	klei en/of veen, weinig vast	hier en daar tussenzandlaag
26,5	zand, matig vast tot vast	plaatselijk teruggangen in conusweerstand door zand met een hogere siltfractie of lossere pakking

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
12	Holocene afzettingen	jonge fluviatiele, mariene, lagunaire en strandafzettingen	klei, veen, zand
16	Boxtel	zeer uiteenlopende afzettingen uit het Midden/Laat-Pleistoceen en het Vroeg-Holoceen	zand met fijne korrelgrootte, met plaatselijk leem-, klei-, veen- of humusrijke lagen
31	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
54	Sterksel	rivierafzetting uit het Midden Pleistoceen en het laatste deel van het Vroeg Pleistoceen	grof zand en grind, soms keien

* Bron: Regis 2.2 en/of GeoTOP 1.3, TNO; de werkelijke dieptes en samenstelling kunnen hiervan afwijken

3.3 Water

3.3.1 Oppervlaktewater

Het niveau van nabijgelegen open water is ingemeten op 0,62 à 5,08 m - NAP.

3.3.2 Grondwater

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

Meetpunt [nr.]	Meetdiepte	Meetmoment [datum]	[relatief]	Waterspiegel ¹⁾ [m - mv]	[m - NAP]
B1/D1	freatisch	29-6-2020	tijdens boren	1,90	6,41

- 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 gemonitorde peilbuizen uit de omgeving.

4 Funderingsadvies

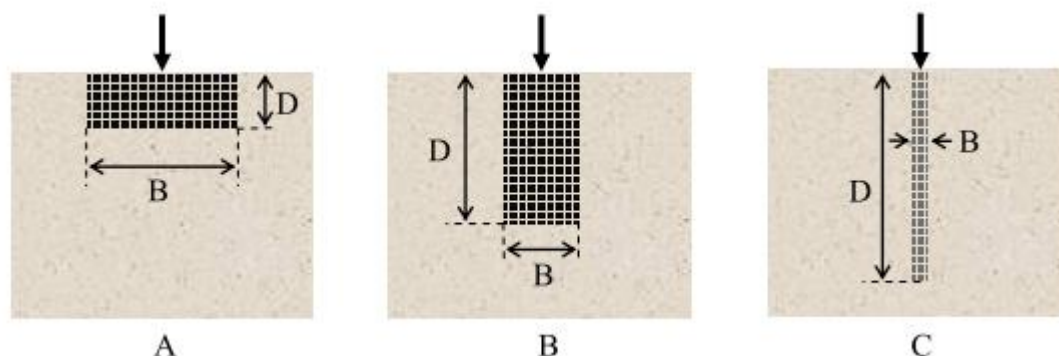
4.1 Funderingsontwerp

4.1.1 Funderingskeuze

Er zijn 3 hoofdtypen fundering, te weten:

- fundering op staal; een ondiepe fundering op de vaste grond. Een fundering op staal is vaak goedkoper dan een fundering op palen, wanneer op geringe diepte goede, draagkrachtige bodemlagen aanwezig zijn. Bij samendrukbare bodem is het vaak niet goed mogelijk om een fundering op staal te realiseren, omdat de zettingen dan te groot zouden worden.
- diepfundering; tussenvorm palen en staal, met elementen met een diepte tussen circa 3 en 5 × de breedte. Een diepfundering kan interessant zijn wanneer pas op een diepte van 2 tot 4 m een draagkrachtige bodemlaag aanwezig is en voor een normale fundering op staal te veel grondwerk zou zijn vereist.
- fundering op palen, bestaande uit elementen met een diepte $> 5 \times$ de breedte/diameter. Een fundering op palen wordt doorgaans toegepast in gebieden met slappe of heterogene bodem, bij uitbreiding van bestaande bebouwing (om zettingsverschillen te voorkomen) en/of bij zeer hoge funderingsbelastingen.

Een schematisch overzicht van de hoofdtypen is weergegeven in Figuur 4.1.



Figuur 4.1 Soorten funderingen: (a) fundering op staal (stroken, poeren, plaatfundering), (b) diepfundering en (c) paalfundering

Ons oordeel over de (geotechnische) geschiktheid van de onderzochte bodem voor de 3 hoofdtypen fundering is samengevat in navolgende tabel.

Aspect	Score* Fundering op staal	Diepfundering	Fundering op palen
inspanning nodig om draagkrachtige laag te bereiken	-	-	+
risico op ontoelaatbare verticale verplaatsing (zetting)	-	-	+
risico op ontoelaatbare verschilzetting / rotatie	-	-	+
risico's tav erosie-, oplos-, krimp- of zwelgevoelige lagen	0	0	0
uitvoeringsrisico's archeologie of verontreinigingen	0	0	0
kosten (niet onderbouwde inschatting)	-	-	-
Totaalscore (= som plussen en minnen)	----	----	++

* toelichting score:

- + naar verhouding klein
- 0 neutraal / niet bekend / niet relevant
- naar verhouding groot

Rekening houdend met voorgaande is, onzes inziens, vanuit geotechnisch oogpunt, een fundering op palen de preferente funderingskeuze.

Na overleg met de opdrachtgever wordt een fundering op palen nader uitgewerkt voor de constructie.

4.1.2 Paalkeuze

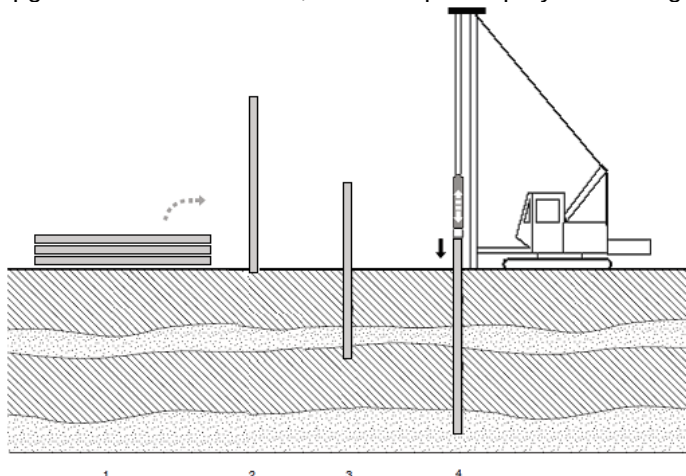
In dit rapport wordt in overleg met de opdrachtgever een fundering op zowel prefab betonpalen als op stalen buispalen nader uitgewerkt.

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

- Bij toepassing van geheide palen zullen heitrillingen in de bodem worden opgewekt, waarbij risico bestaat voor schade aan bebouwing en constructies in de omgeving. Indien er twijfel bestaat over de toelaatbaarheid van heitrillingen, wordt geadviseerd een nadere risicoafweging te maken en zo nodig een rekenkundige trillingspredictie te laten opstellen.
- Bij heiwerkzaamheden ontstaat bouwlawaai. De toelaatbaarheid hiervan is cf. Bouwbesluit 2012 beperkt en is onder meer afhankelijk van het niveau en karakter van de geluidsbron, de afstand tot belendingen en het aantal dagen dat wordt geheid. Geadviseerd wordt na te gaan (op basis van richtwaarden, ervaring van de uitvoerende partij of bijvoorbeeld middels akoestisch onderzoek) of de heiwerkzaamheden binnen de geluidsvoorschriften uit het Bouwbesluit kunnen worden uitgevoerd, al dan niet met ontheffing.
- 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 paalttype.
- De keuze voor alternatieve paalsystemen is niet uitgesloten.

4.1.3 Beschrijving paalttype: Prefab betonpaal

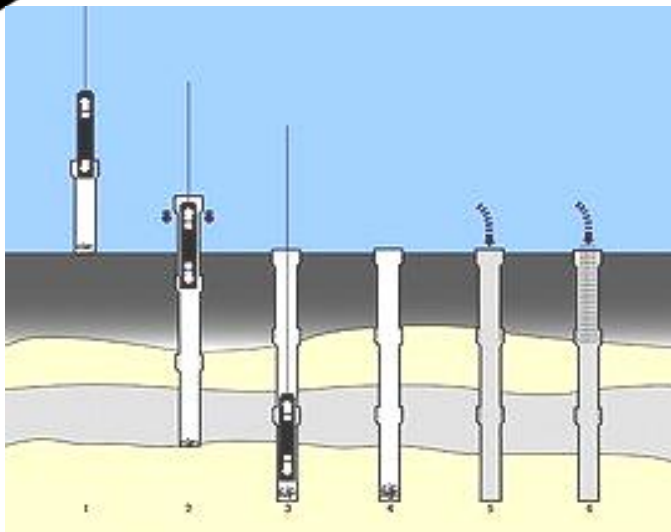
Een prefab betonpaal is een gewapende betonpaal die conform opgegeven specificaties in de fabriek wordt gestort. Na voldoende verharding worden de palen naar werk getransporteerd en gelost. De prefab paal wordt op maaiveld geplaatst en grondverdringend ingebracht door middel van heien bovenop de paal met een hydraulisch valblok of dieselblok. Bij het bereiken van het gewenste inheinniveau wordt het heiblok van de paalkop verwijderd; indien de paalwapening in de constructie opgenomen moet worden, wordt de paalkop hydraulisch gekraakt of handmatig gesneld.



N.B. Dit paalsysteem is niet trillingsvrij en niet geluidsarm. Trillinghinder kan eventueel worden beperkt door het voorboren of loswoelen van de palen met een avegaar. Geluidsoverlast kan eventueel worden verminderd door uitvoering met hydraulische blokken met geluiddemper.

4.1.4 Beschrijving paalttype: Stalen buispaal - geheid

Stalen buispalen bestaan uit stalen buiselementen met een lengte van ca. 1,0 tot ca. 3,0 meter (lengte is afhankelijk van de situatie en beschikbare ruimte). Het eerste element dat is voorzien van een voetplaat wordt met een inwendig valblok tot het maaiveld weggeheid. Vervolgens wordt hierop een tweede element geplaatst dat aan het eerste wordt bevestigd met een doorgaande elektrische las. Deze werkwijze wordt herhaald tot de vereiste diepte is bereikt. Tenslotte wordt de (verloren) stalen buis gevuld met beton en wordt, indien nodig, een kopnet geplaatst.



4.2 Bekrachtiging funderingskeuze / toetsing grenstoestanden

Om de keuze van funderingstype en –elementen te kunnen bekrachtigen, moet:

- te worden nagegaan of er sprake is van conflicterende uitvoeringsaspecten (zie onder meer hoofdstuk 6).
- cf. NEN 9997-1 toetsing plaatsvinden van de weerstand en vervorming bij constructieve en geotechnische grenstoestanden in blijvende en tijdelijke situaties:
 - Bij de beschouwing van een grenstoestand door bezwijken of uitzonderlijke vervorming van een constructief element of van de ondergrond (STR en GEO) moet zijn getoetst dat: $E_d \leq R_d$.
 - Bij toetsing van bruikbaarheidsgrenstoestanden in de ondergrond of in een constructief onderdeel, element of constructieve verbinding moet of zijn vereist dat: $E_d \leq C_d$.
 - Onderzocht moet worden of in de geotechnische constructie dusdanige vervormingen optreden dat een uiterste grenstoestand of bruikbaarheidsgrenstoestand in de bouwconstructie, die direct of indirect wordt beïnvloed door de geotechnische constructie, wordt overschreden ($S_d \leq S_{req}$).

De rekenresultaten zijn weergegeven in hoofdstuk 5. Door de opdrachtgever en/of ontwerper van de constructie dient, aan de hand van deze rekenresultaten, te worden vastgesteld:

- met welke paalpuntniveau(s), paaltype, en paalafmeting(en) de benodigde draagkracht kan worden behaald.
- of de zettingsverwachting acceptabel is².

Opmerking

Zoals vermeld in NEN 9997-1 artikel 2.4.9 wordt voor woonfuncties en -gebouwen, en tenzij nader gedefinieerd ook voor overige gebouwen en bouwwerken, voor de bruikbaarheidsgrenstoestand (BGT) 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 (UGT) type B wordt vaak een relatieve rotatie β van 1:100 aangehouden. In de regel zal derhalve de bruikbaarheidsgrenstoestand bepalend zijn.

² Conform NEN 9997-1 kan de toetsing aan de grenswaarden voor verplaatsing feitelijk niet door de geotechnische ontwerper worden gedaan, omdat de eisen met betrekking tot de zetting (voor zowel de uiterste grenstoestand als voor de bruikbaarheidsgrenstoestand) afhankelijk zijn van de specifieke kenmerken van de constructie.

5 Berekening fundering op palen

5.1 Uitgangspunten berekening

5.1.1 Rekenmethode

- In het rapport worden de draagkracht en vervormingen bepaald van axiaal op druk belaste funderingselementen.
- De draagkracht en vervorming van de grond is berekend volgens conform NEN 9997-1, uitgaande van ontwerpbenadering 3.
- In de berekeningen is gebruik gemaakt van de partiële weerstandsfactoren volgens verzameling R3, 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), uitgaande van de berekening van de draagkracht op basis van sonderingen. Conform NEN 9997-1 A 3.3.2 is, voor zover van toepassing, aangehouden:
 - de partiële weerstandsfactor γ_b , γ_s en γ_t voor op druk belaste palen = 1,2;
 - de partiële weerstandsfactor γ_{st} voor op trek belaste palen = 1,35.
- De correlatiefactoren ξ_3 en ξ_4 , voor berekening van de draagkracht op basis van grondproeven, zijn conform NEN 9997-1 A 3.3.3 vastgesteld op 1,39, berekening van uitgaande van een niet stijf bouwwerk en presentatie van de draagkracht per afzonderlijke sondering.
- Het project is ingedeeld in geotechnische categorie 2 (GC2).

5.1.2 Geometrische gegevens

- Op basis van de verstrekte plangegevens (zie § 1.3.2) zijn de navolgende peilen aangenomen:
 - Bouwpeil 3,8 m - NAP
 - Maaiveld 3,9 m - NAP
 - Paalkopniveau 4,8 m - NAP
- Voor de berekeningen is uitgegaan van een maximale grondwaterstand van 4,8 m - NAP en een minimale grondwaterstand van 5,9 m - NAP.

5.1.3 Geotechnische gegevens

- De bodemparameters zijn, voor zover niet rechtstreeks afkomstig van de sondeerdata, afgeleid van NEN 9997-1 tabel 2.b. De paalkarakteristieken die zijn gehanteerd, zijn in beginsel afkomstig van het SBR Handboek Funderingen en tabel 7.c. uit de NEN 9997-1+C2:2017 nl. Navolgend zijn de gehanteerde waarden en eventuele bijzonderheden samengevat:

Paaltype:	α_p	α_s^*	α_t^*	β	L-Z diagr.	Bijzonderheden
Prefab betonpaal	0,70	0,010	0,007	1,0	1	-
Stalen paal, geheid	0,70	0,010	0,007	0,9	1	voetplaat mag max. 10 mm uitsteken buiten de buis

* 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.

- Conform NEN 9997-1 § 7.6 is, voor op druk belaste palen, de schachtwrijving in de samendrukbare lagen en in de zich eventueel in de samendrukbare lagen bevindende zand- en leemlagen die boven de laag zijn gelegen waaraan de paalvoet zijn draagkracht ontleent, buiten beschouwing gelaten. Omdat de verwachte potentiële maaiveldzakking na het installeren van de palen meer dan 0,1 m bedraagt, is de maximumwaarde van de negatieve kleeft F_{nk} beschouwd als een belasting op de palen. Hierbij is gerekend met een bodemprofiel met samendrukbare lagen tot een diepte van ca. 9,7 à 12,4 m - NAP. De berekening van de karakteristieke waarde van de negatieve kleeft is uitgevoerd volgens NEN 9997-1 § 7.3.2.2(d) met een partiële belastingsfactor $\gamma_{f,nk}$ van 1,0.

5.1.4 Opgegeven belast(seffect)en en vervormingseisen

- De rekenwaarde van de paalbelasting bedraagt maximaal 750 kN.
- Door de ontwerper van de constructie zijn geen gegevens verstrekt betreffende maximaal toelaatbare verplaatsing (s_{req}).

Algemene opmerking

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

5.2 Rekenresultaten

5.2.1 Paaldiameter en paalpuntniveau

De draagkracht en vervormingen zijn bepaald voor:

- Prefab betonpalen met een schachtafmeting van $\varnothing$ 220, $\varnothing$ 250, $\varnothing$ 290 en $\varnothing$ 320 mm.
- Stalen buispalen met een schacht-/voetafmeting van $\varnothing$ 273/283, $\varnothing$ 324/334 en $\varnothing$ 356/366 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), paaltype, en paalafmeting(en) dient door de opdrachtgever en/of constructeur te geschieden, op basis van deze tabel en de rekenresultaten (zie § 5.2.2 en 5.2.3).

Sondering [nr.]	Maaiveldhoogte [m - NAP]	Paalpuntniveau [m - NAP] Berekend	Preferent
D1	4,51	13,0 t/m 21,5	-
D2	4,51	13,0 t/m 21,5	-
D3	4,30	13,0 t/m 21,5	-
D4	4,06	13,0 t/m 21,5	-
D5	4,09	13,0 t/m 21,5	-
D6	4,85	13,0 t/m 21,5	14,5 t/m 21,5
D7	2,66	13,0 t/m 21,5	-
D8	2,48	13,0 t/m 21,5	-

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 “-”.
- De slankheid van de palen (verhouding tussen lengte en dwarsafmeting) dient te worden getoetst aan de eisen gesteld door Bouwtoezicht.
- Geadviseerd wordt vooraf met de funderingsaannemer af te stemmen of de gekozen paalpuntniveaus, met de bij hen beschikbare middelen, haalbaar zijn.

5.2.2 Maximumdraagkracht van de grond op druk

De rekenresultaten zijn, voor de geadviseerde paalpuntniveaus, per sondering weergegeven in de tabel(len) in Bijlage 1. Weergegeven zijn met name:

- $q_{b;max}$: de berekende paalpuntweerstand
- $R_{s;cal;max}$: de schachtwrijving
- $R_{b;cal;max}$: maximumdraagkracht van de paalpunt
- $R_{c;d}$: de rekenwaarde van de maximumdraagkracht
- $F_{s;nk;d}$: eventuele belasting door negatieve kleef
- $R_{c;net;d}$: de rekenwaarde van de netto draagkracht (= $R_{c;d} - F_{s;nk;d}$).

In Bijlage 1 is, voor sondering D6, een rekenvoorbeeld weergegeven van:

- een prefab betonpaal met een schachtafmeting van $\varnothing$ 250 mm op 20,5 m - NAP;
- een prefab betonpaal met een schachtafmeting van $\varnothing$ 290 mm op 19,5 m - NAP;
- een prefab betonpaal met een schachtafmeting van $\varnothing$ 320 mm op 18,0 m - NAP;
- een stalen buispaal met een schacht-/voetafmeting van $\varnothing$ 324/334 mm op 20,0 m - NAP;
- een stalen buispaal met een schacht-/voetafmeting van $\varnothing$ 356/366 mm op 18,5 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.
- Daar waar de volgens de in de norm aangegeven diepte van 4D onder de paalpunt niet is bereikt, is de draagkracht niet berekend (D7 en D8).

5.2.3 Zakking van de bovenkant van de paalfundering

De zakking van de paalpunt (s_b) is cf. NEN 9997-1 bepaald, voor de als rekenvoorbeeld gekozen paal/palen en is weergegeven in Bijlage 1. De last-zakking is bepaald op basis van:

- de berekende maximumdraagkracht van de paalpunt ($R_{b;cal;max}$)
- de maximumwrijvingskracht over het deel van de schacht dat meedoet in de bepaling van de draagkracht ($R_{s;cal;max}$)
- de lastzakningsdiagrammen uit de NEN 9997-1.
- de elastische verkorting van de paal (s_{el}).
- De zakking door samendrukking van de onder het paalpuntniveau gelegen lagen (s_2).

Ter indicatie zijn tevens de rekenwaarden van de veercoëfficiënten weergegeven, voor verschillende belastingen.

Opmerking

De last-zakningsdiagrammen zijn weergegeven voor de als rekenvoorbeeld gekozen paal/palen. Last-zakningsdiagrammen voor andere sonderingen, palen, paalconfiguraties of belastingen kunnen desgewenst in een aanvullende opdracht worden uitgewerkt.

6 Richtlijnen voor ontwerp, berekening en uitvoering

6.1 Algemeen

- Voor richtlijnen en aandachtspunten voor uitvoering en ontwerp, wordt verwezen naar Bijlage 2.

6.2 Richtlijnen Stalen buispalen

Voor algemene richtlijnen voor uitvoering van stalen buispalen wordt verwezen naar:

- BRL-1710 "het aanbrengen van stalen buissegmentpalen";
- NEN-EN-12699, "Uitvoering van bijzonder geotechnisch werk - Verdringingspalen".

Volgens handboek funderingen dient de minimale hart-op-hart-afstand bij uitvoering normaliter 2,25 à 2,5 d_{voet} te zijn indien geen groutinjectie wordt toegepast. In het geval wel groutinjectie wordt toegepast dienen de naburige palen een ouderdom van minimaal 1 dag te hebben bereikt of dient een minimale h.o.h.-afstand van 4x d_{voet} te worden aangehouden.

De minimale tussenafstand tot belendingen bedraagt normaliter 0,5 m. Bij kleinere tussenafstanden moet de invloed van de uitvoering op de fundering van belending worden onderzocht.

6.3 Richtlijnen uitvoering prefab betonpalen

Voor algemene richtlijnen en aanwijzingen voor uitvoering van geprefabriceerde betonnen heipalen wordt verwezen naar:

- NEN-EN-12699, "Uitvoering van bijzonder geotechnisch werk - Verdringingspalen"
- NEN-EN 12794: 'Vooraf vervaardigde betonproducten - Heipalen'.
- BRL 2352: beoordelingsrichtlijn voor het attest met productcertificaat 'Betonnen heipalen'
- BRL-2357: beoordelingsrichtlijn voor het KOMO-procescertificaat voor "Heien van geprefabriceerde betonpalen"
- handboek paalfunderingen, Geprefabriceerde betonnen heipalen in theorie en praktijk (Stichting PREPAL).

Volgens handboek funderingen dient de minimale hart-op-hart-afstand bij uitvoering normaliter 2,25 à 2,5 d_{voet} . De heikbaarheid moet hierbij wel nader worden onderzocht, mede gelet op de mogelijke heiverdichting bij paalgroepen.

De minimale tussenafstand tot belendingen bedraagt normaliter 0,4 à 1,0 m. Indien de stelling een hoek moet maken met de gevellijn, moet rekening worden gehouden met een grotere afstand. Bij een kleine tussenafstand moet wel de mogelijke invloed van de uitvoering op de fundering van de belendingen worden onderzocht.

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

6.4 Vloer begane grond

Geadviseerd wordt de 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.

Bijlage 1 : Berekeningsresultaten fundering op palen

Resultaten draagkrachtberekening volgens NEN-EN 9997-1, pagina 1 van 28
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

Rekenresultaten

Paaltype prefab betonpaal NEN9997-1:2017, afmeting $\varnothing 220 / 220$ 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	-4,51	-13,00	8,2	398	188	352	22	330
		-13,50	8,6	415	241	393	22	371
		-14,00	8,6	416	294	426	22	404
		-14,50	13,2	638	347	591	22	569
		-15,00	13,5	655	399	633	22	611
		-15,50	13,3	646	480	675	22	654
		-16,00	9,8	473	546	611	22	589
		-16,50	8,6	415	612	616	22	594
		-17,00	7,8	378	674	631	22	609
		-17,50	8,7	423	726	689	22	667
		-18,00	9,8	473	779	751	22	729
		-18,50	10,1	489	831	792	22	770
		-19,00	10,5	508	884	835	22	813
		-19,50	8,4	408	937	807	22	785
		-20,00	6,3	304	990	777	22	755
		-20,50	5,8	279	1065	806	22	785
D2	-4,51	-21,00	6,2	301	1102	842	22	820
		-21,50	7,2	346	1151	898	22	876
		-13,00	4,7	229	130	215	34	181
		-13,50	4,4	212	179	235	34	201
		-14,00	4,5	215	213	257	34	223
		-14,50	6,6	319	245	339	34	305
		-15,00	11,6	559	298	515	34	481
		-15,50	9,0	434	351	471	34	437
		-16,00	8,7	420	438	515	34	481
		-16,50	7,3	355	494	509	34	475
		-17,00	6,6	322	546	521	34	487
		-17,50	8,0	385	594	587	34	553
		-18,00	6,8	328	646	585	34	551
		-18,50	8,8	427	696	674	34	640
		-19,00	6,9	332	749	648	34	615
		-19,50	6,3	307	802	665	34	632
D3	-4,30	-20,00	6,6	319	847	700	34	666
		-20,50	8,4	409	895	783	34	749
		-21,00	8,9	433	948	829	34	795
		-21,50	10,9	525	1001	916	34	882
		-13,00	4,7	229	97	196	33	162
		-13,50	5,7	277	138	249	33	215
		-14,00	6,0	289	190	288	33	254
		-14,50	6,7	323	231	333	33	300
		-15,00	11,2	543	280	494	33	461
		-15,50	12,0	582	333	549	33	516
		-16,00	12,1	585	414	600	33	567
		-16,50	12,8	619	480	660	33	627
		-17,00	9,9	481	546	617	33	583
		-17,50	7,4	356	612	581	33	548
		-18,00	6,6	317	674	595	33	562
		-18,50	7,1	342	719	637	33	604
		-19,00	9,4	457	770	736	33	703
		-19,50	8,5	414	823	742	33	709
		-20,00	8,6	415	910	795	33	762

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 § 5.2.1 van de rapportage aangegeven.

Resultaten draagkrachtberekening volgens NEN-EN 9997-1, pagina 2 van 28
voor axiaal belaste funderingspalen.

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

		-20,50	7,0	336	969	783	33	750
		-21,00	6,2	300	1022	793	33	760
		-21,50	5,9	286	1070	814	33	781
D4	-4,06	-13,00	4,6	224	109	199	43	156
		-13,50	4,9	236	152	233	43	190
		-14,00	5,4	262	187	269	43	226
		-14,50	6,3	304	224	317	43	273
		-15,00	7,5	361	273	380	43	337
		-15,50	6,6	319	326	387	43	344
		-16,00	6,0	288	379	400	43	357
		-16,50	5,3	259	425	410	43	367
		-17,00	11,6	560	468	617	43	574
		-17,50	10,7	518	521	623	43	580
		-18,00	10,0	485	604	653	43	610
		-18,50	10,4	502	670	703	43	660
		-19,00	10,5	509	736	747	43	703
		-19,50	10,8	524	802	796	43	752
		-20,00	9,2	444	867	787	43	744
		-20,50	7,8	375	920	777	43	734
		-21,00	6,6	321	973	776	43	733
		-21,50	8,7	421	1019	864	43	821
D5	-4,09	-13,00	5,9	287	112	239	41	198
		-13,50	6,4	310	164	285	41	243
		-14,00	7,1	345	212	334	41	293
		-14,50	8,4	405	263	401	41	360
		-15,00	11,3	548	316	518	41	477
		-15,50	11,9	575	369	566	41	525
		-16,00	10,7	518	455	583	41	542
		-16,50	7,4	357	521	527	41	485
		-17,00	6,9	334	573	544	41	503
		-17,50	8,4	407	620	616	41	575
		-18,00	7,7	370	672	626	41	584
		-18,50	7,6	370	725	657	41	616
		-19,00	5,9	284	777	637	41	595
		-19,50	5,5	267	830	658	41	617
		-20,00	6,0	288	871	695	41	654
		-20,50	7,1	343	917	756	41	714
		-21,00	10,1	489	970	875	41	834
		-21,50	10,6	514	1022	922	41	880
D6	-4,85	-13,00	1,5	72	22	56	46	11
		-13,50	2,0	97	36	80	46	35
		-14,00	3,7	177	55	139	46	94
		-14,50	5,5	264	97	216	46	171
		-15,00	6,3	304	146	270	46	225
		-15,50	6,5	316	198	308	46	263
		-16,00	6,9	335	245	348	46	302
		-16,50	7,0	338	292	378	46	332
		-17,00	6,7	326	339	399	46	354
		-17,50	6,6	319	392	426	46	381
		-18,00	8,7	419	437	514	46	468
		-18,50	8,6	417	490	544	46	499
		-19,00	7,7	372	543	548	46	503
		-19,50	7,5	364	624	592	46	547
		-20,00	9,0	437	675	667	46	622
		-20,50	9,1	442	728	702	46	656
		-21,00	8,0	389	780	702	46	656

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 § 5.2.1 van de rapportage aangegeven.

Resultaten draagkrachtberekening volgens NEN-EN 9997-1, pagina 3 van 28
voor axiaal belaste funderingspalen.

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

		-21,50	7,8	378	833	727	46	681
D7	-2,66	-13,00	4,9	237	71	185	42	142
		-13,50	5,4	261	123	230	42	188
		-14,00	6,0	291	169	276	42	233
		-14,50	5,8	279	219	299	42	256
		-15,00	5,6	272	265	322	42	280
		-15,50	6,0	289	302	354	42	312
		-16,00	6,2	300	342	385	42	343
		-16,50	8,3	400	388	473	42	431
		-17,00	9,8	475	441	550	42	507
		-17,50	9,8	475	494	581	42	539
		-18,00	8,7	422	573	597	42	555
		-18,50	8,0	386	632	611	42	568
		-19,00	6,1	297	685	589	42	547
		-19,50	5,8	281	735	610	42	568
		-20,00	7,0	340	781	672	42	630
		-20,50	7,8	379	833	727	42	685
		-21,00	7,9	383	886	761	42	718
		-21,50	7,9	384	938	793	42	751
D8	-2,48	-13,00	6,0	288	117	243	41	202
		-13,50	7,7	374	166	324	41	283
		-14,00	8,0	386	219	363	41	322
		-14,50	6,5	317	272	353	41	312
		-15,00	5,4	261	325	351	41	310
		-15,50	5,1	248	367	369	41	328
		-16,00	5,5	267	400	400	41	359
		-16,50	8,1	394	447	504	41	463
		-17,00	10,6	514	499	608	41	567
		-17,50	7,2	349	584	560	41	519
		-18,00	5,7	276	650	555	41	514
		-18,50	5,3	254	698	571	41	530
		-19,00	6,3	303	736	623	41	582
		-19,50	6,9	332	784	670	41	629
		-20,00	6,0	289	836	675	41	634
		-20,50	5,8	280	885	699	41	658
		-21,00	5,9	286	924	726	41	685
		-21,50	9,0	433	971	842	41	801

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 § 5.2.1 van de rapportage aangegeven.

Resultaten draagkrachtberekening volgens NEN-EN 9997-1, pagina 4 van 28
voor axiaal belaste funderingspalen.

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

Netto Draagkracht in [kN]

Paaltype prefab betonpaal NEN9997-1:2017, afmeting $\varnothing 220 / 220$ mm, $\xi_3 = 1,39$ en $\xi_4 = 1,39$

PPN [m tov NAP]	D1	D2	D3	D4	D5	D6	D7	D8
-13,00	330	181	162	156	198	11	142	202
-13,50	371	201	215	190	243	35	188	283
-14,00	404	223	254	226	293	94	233	322
-14,50	569	305	300	273	360	171	256	312
-15,00	611	481	461	337	477	225	280	310
-15,50	654	437	516	344	525	263	312	328
-16,00	589	481	567	357	542	302	343	359
-16,50	594	475	627	367	485	332	431	463
-17,00	609	487	583	574	503	354	507	567
-17,50	667	553	548	580	575	381	539	519
-18,00	729	551	562	610	584	468	555	514
-18,50	770	640	604	660	616	499	568	530
-19,00	813	615	703	703	595	503	547	582
-19,50	785	632	709	752	617	547	568	629
-20,00	755	666	762	744	654	622	630	634
-20,50	785	749	750	734	714	656	685	658
-21,00	820	795	760	733	834	656	718	685
-21,50	876	882	781	821	880	681	751	801

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 § 5.2.1 van de rapportage aangegeven.

Resultaten draagkrachtberekening volgens NEN-EN 9997-1, pagina 5 van 28
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

Rekenresultaten

Paaltype prefab betonpaal NEN9997-1:2017, afmeting $\varnothing 250 / 250$ 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	-4,51	-13,00	7,7	481	214	417	25	392
		-13,50	8,2	515	274	474	25	449
		-14,00	8,4	526	334	516	25	491
		-14,50	13,0	813	394	724	25	699
		-15,00	13,4	837	454	775	25	750
		-15,50	13,2	823	546	821	25	796
		-16,00	9,2	577	621	719	25	694
		-16,50	8,6	536	696	739	25	714
		-17,00	7,8	488	766	753	25	728
		-17,50	8,7	545	825	822	25	797
		-18,00	9,7	608	885	896	25	871
		-18,50	10,0	626	945	942	25	917
		-19,00	10,3	647	1005	991	25	966
		-19,50	8,0	498	1065	938	25	913
		-20,00	6,3	393	1125	911	25	886
		-20,50	5,8	360	1210	942	25	917
		-21,00	6,3	395	1252	989	25	964
		-21,50	7,1	446	1308	1052	25	1027
D2	-4,51	-13,00	4,4	275	148	254	38	215
		-13,50	4,2	264	203	280	38	242
		-14,00	4,4	276	242	311	38	272
		-14,50	6,7	416	279	417	38	379
		-15,00	9,8	615	339	572	38	534
		-15,50	8,7	546	399	567	38	529
		-16,00	8,0	501	497	599	38	560
		-16,50	7,3	457	561	610	38	572
		-17,00	6,7	418	621	623	38	585
		-17,50	8,0	497	675	703	38	665
		-18,00	6,8	426	735	696	38	658
		-18,50	7,7	480	791	763	38	724
		-19,00	6,9	429	851	768	38	729
		-19,50	6,3	396	911	785	38	746
		-20,00	6,6	412	963	825	38	786
		-20,50	8,4	526	1018	926	38	888
		-21,00	8,9	553	1078	979	38	940
		-21,50	10,7	669	1138	1084	38	1046
D3	-4,30	-13,00	4,6	288	110	239	38	201
		-13,50	5,6	348	156	302	38	265
		-14,00	5,8	361	216	346	38	308
		-14,50	6,6	413	263	406	38	368
		-15,00	11,6	723	318	625	38	587
		-15,50	11,8	737	378	669	38	631
		-16,00	11,9	743	471	728	38	690
		-16,50	12,7	794	546	804	38	766
		-17,00	9,5	594	621	729	38	691
		-17,50	7,3	457	696	692	38	654
		-18,00	6,6	410	766	706	38	668
		-18,50	7,2	448	817	759	38	721
		-19,00	9,4	587	875	877	38	840
		-19,50	8,4	527	935	877	38	840
		-20,00	8,5	530	1034	938	38	901

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 § 5.2.1 van de rapportage aangegeven.

Resultaten draagkrachtberekening volgens NEN-EN 9997-1, pagina 6 van 28
voor axiaal belaste funderingspalen.

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

		-20,50	6,9	430	1101	919	38	881
		-21,00	6,2	385	1161	928	38	890
		-21,50	5,9	370	1216	951	38	914
D4	-4,06	-13,00	4,5	278	123	241	49	192
		-13,50	4,8	297	173	282	49	233
		-14,00	5,2	328	213	324	49	275
		-14,50	6,3	394	255	389	49	340
		-15,00	7,5	466	311	466	49	417
		-15,50	6,4	399	371	462	49	413
		-16,00	6,0	373	431	482	49	433
		-16,50	5,4	337	483	492	49	443
		-17,00	11,2	698	532	738	49	689
		-17,50	10,5	654	592	748	49	698
		-18,00	9,8	614	686	780	49	731
		-18,50	10,1	633	761	836	49	787
		-19,00	10,4	653	836	893	49	844
		-19,50	10,8	677	911	953	49	904
		-20,00	8,2	514	985	900	49	850
		-20,50	7,8	485	1045	918	49	869
		-21,00	6,6	414	1105	912	49	863
		-21,50	8,7	545	1158	1022	49	973
D5	-4,09	-13,00	5,7	356	127	290	47	243
		-13,50	6,2	389	187	345	47	298
		-14,00	7,0	437	241	407	47	360
		-14,50	8,3	518	299	491	47	444
		-15,00	11,3	708	359	641	47	593
		-15,50	11,0	690	419	666	47	619
		-16,00	10,6	660	516	706	47	659
		-16,50	7,4	461	591	631	47	584
		-17,00	6,9	433	651	651	47	604
		-17,50	8,1	504	705	725	47	678
		-18,00	7,6	476	764	744	47	697
		-18,50	7,5	470	824	776	47	729
		-19,00	5,9	366	883	749	47	702
		-19,50	5,5	345	943	773	47	726
		-20,00	6,0	372	990	817	47	770
		-20,50	7,1	442	1042	891	47	844
		-21,00	10,0	626	1102	1037	47	990
		-21,50	10,6	665	1162	1096	47	1049
D6	-4,85	-13,00	1,5	91	24	69	52	17
		-13,50	1,9	122	41	98	52	46
		-14,00	3,6	226	63	173	52	122
		-14,50	5,3	332	110	265	52	213
		-15,00	6,1	382	166	329	52	277
		-15,50	6,3	395	225	372	52	320
		-16,00	6,7	418	279	418	52	366
		-16,50	7,0	437	332	461	52	410
		-17,00	6,7	421	385	484	52	432
		-17,50	6,6	412	445	515	52	463
		-18,00	9,0	562	497	635	52	583
		-18,50	8,4	527	557	650	52	598
		-19,00	7,7	479	617	657	52	605
		-19,50	7,6	473	709	709	52	657
		-20,00	9,0	560	767	796	52	745
		-20,50	9,1	567	827	837	52	785
		-21,00	8,0	501	887	832	52	781

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 § 5.2.1 van de rapportage aangegeven.

Resultaten draagkrachtberekening volgens NEN-EN 9997-1, pagina 7 van 28
voor axiaal belaste funderingspalen.

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

		-21,50	7,8	487	947	860	52	809
D7	-2,66	-13,00	4,7	297	81	226	48	178
		-13,50	5,2	328	140	281	48	232
		-14,00	5,7	358	192	330	48	282
		-14,50	5,6	351	248	360	48	312
		-15,00	5,6	351	301	391	48	343
		-15,50	6,0	375	343	430	48	382
		-16,00	6,2	388	389	466	48	418
		-16,50	8,2	515	441	574	48	526
		-17,00	9,8	616	501	670	48	622
		-17,50	9,7	603	561	699	48	651
		-18,00	8,6	536	651	713	48	664
		-18,50	6,5	405	718	674	48	625
		-19,00	6,1	384	778	697	48	649
		-19,50	5,8	364	836	720	48	672
		-20,00	7,1	444	887	799	48	751
		-20,50	7,8	486	946	859	48	811
		-21,00	7,8	489	1006	897	48	849
		-21,50	7,3	455	1066	913	48	864
D8	-2,48	-13,00	5,7	358	133	294	47	248
		-13,50	7,5	469	189	395	47	348
		-14,00	7,7	484	249	439	47	393
		-14,50	6,3	397	309	423	47	377
		-15,00	5,4	337	369	423	47	377
		-15,50	5,1	321	417	443	47	396
		-16,00	5,6	352	455	484	47	437
		-16,50	8,1	506	508	608	47	561
		-17,00	9,6	600	568	701	47	654
		-17,50	6,8	424	664	653	47	606
		-18,00	5,7	356	739	657	47	610
		-18,50	5,3	330	793	674	47	628
		-19,00	6,3	391	836	736	47	690
		-19,50	6,5	405	890	777	47	730
		-20,00	5,9	370	950	792	47	745
		-20,50	5,8	360	1006	820	47	773
		-21,00	6,0	374	1050	854	47	808
		-21,50	-	-	-	-	-	-

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 § 5.2.1 van de rapportage aangegeven.

Resultaten draagkrachtberekening volgens NEN-EN 9997-1, pagina 8 van 28
voor axiaal belaste funderingspalen.

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

Netto Draagkracht in [kN]

Paaltype prefab betonpaal NEN9997-1:2017, afmeting $\varnothing 250 / 250$ mm, $\xi_3 = 1,39$ en $\xi_4 = 1,39$

PPN [m tov NAP]	D1	D2	D3	D4	D5	D6	D7	D8
-13,00	392	215	201	192	243	17	178	248
-13,50	449	242	265	233	298	46	232	348
-14,00	491	272	308	275	360	122	282	393
-14,50	699	379	368	340	444	213	312	377
-15,00	750	534	587	417	593	277	343	377
-15,50	796	529	631	413	619	320	382	396
-16,00	694	560	690	433	659	366	418	437
-16,50	714	572	766	443	584	410	526	561
-17,00	728	585	691	689	604	432	622	654
-17,50	797	665	654	698	678	463	651	606
-18,00	871	658	668	731	697	583	664	610
-18,50	917	724	721	787	729	598	625	628
-19,00	966	729	840	844	702	605	649	690
-19,50	913	746	840	904	726	657	672	730
-20,00	886	786	901	850	770	745	751	745
-20,50	917	888	881	869	844	785	811	773
-21,00	964	940	890	863	990	781	849	808
-21,50	1027	1046	914	973	1049	809	864	-

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 § 5.2.1 van de rapportage aangegeven.

Resultaten draagkrachtberekening volgens NEN-EN 9997-1, pagina 9 van 28
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

Rekenresultaten

Paaltype prefab betonpaal NEN9997-1:2017, afmeting $\varnothing 290 / 290$ 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	-4,51	-13,00	7,4	619	248	520	29	491
		-13,50	7,9	665	318	590	29	561
		-14,00	8,1	681	387	641	29	612
		-14,50	12,8	1078	457	921	29	892
		-15,00	12,7	1065	526	955	29	926
		-15,50	11,7	982	633	969	29	940
		-16,00	9,1	763	720	890	29	861
		-16,50	8,6	721	807	917	29	888
		-17,00	7,8	658	889	928	29	899
		-17,50	8,7	733	957	1014	29	985
		-18,00	9,7	815	1026	1105	29	1076
		-18,50	9,9	837	1096	1160	29	1131
		-19,00	9,1	763	1165	1157	29	1128
		-19,50	7,6	636	1235	1123	29	1094
		-20,00	6,3	529	1305	1101	29	1072
		-20,50	5,8	485	1404	1133	29	1104
		-21,00	6,4	537	1453	1194	29	1165
		-21,50	7,1	597	1517	1268	29	1240
D2	-4,51	-13,00	4,0	339	171	306	45	261
		-13,50	4,1	342	236	347	45	302
		-14,00	4,2	356	281	382	45	337
		-14,50	6,9	580	324	542	45	498
		-15,00	9,1	764	393	694	45	650
		-15,50	8,6	723	463	712	45	667
		-16,00	7,0	587	577	698	45	654
		-16,50	7,2	605	651	753	45	709
		-17,00	6,7	562	720	769	45	725
		-17,50	8,1	678	783	876	45	832
		-18,00	7,0	592	852	866	45	822
		-18,50	7,2	605	918	914	45	869
		-19,00	6,8	570	987	934	45	889
		-19,50	6,3	533	1057	954	45	910
		-20,00	6,6	554	1117	1003	45	958
		-20,50	8,4	706	1180	1132	45	1087
		-21,00	8,8	737	1250	1192	45	1148
		-21,50	10,5	887	1320	1324	45	1279
D3	-4,30	-13,00	4,4	372	128	299	44	256
		-13,50	5,4	452	181	380	44	336
		-14,00	5,5	466	250	430	44	386
		-14,50	6,4	537	305	505	44	461
		-15,00	12,4	1040	369	845	44	802
		-15,50	11,7	980	439	851	44	808
		-16,00	11,7	981	546	916	44	873
		-16,50	12,2	1029	633	997	44	953
		-17,00	8,5	717	720	862	44	818
		-17,50	7,3	616	807	854	44	810
		-18,00	6,6	552	889	864	44	821
		-18,50	7,3	612	948	936	44	892
		-19,00	8,8	741	1015	1054	44	1010
		-19,50	8,4	705	1085	1074	44	1030
		-20,00	7,8	654	1199	1112	44	1068

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 § 5.2.1 van de rapportage aangegeven.

Resultaten draagkrachtberekening volgens NEN-EN 9997-1, pagina 10 van 28
voor axiaal belaste funderingspalen.

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

		-20,50	6,6	558	1278	1101	44	1058
		-21,00	6,1	517	1347	1119	44	1075
		-21,50	5,9	497	1410	1145	44	1101
D4	-4,06	-13,00	4,3	359	143	301	57	244
		-13,50	4,6	383	200	350	57	293
		-14,00	5,1	426	247	404	57	347
		-14,50	6,2	518	295	488	57	431
		-15,00	7,2	604	360	578	57	521
		-15,50	6,3	531	430	577	57	520
		-16,00	6,0	501	500	601	57	544
		-16,50	5,4	457	560	610	57	553
		-17,00	10,3	867	617	890	57	833
		-17,50	10,2	857	686	926	57	869
		-18,00	9,6	805	796	960	57	903
		-18,50	9,8	828	883	1027	57	970
		-19,00	10,1	851	970	1092	57	1035
		-19,50	10,8	911	1057	1181	57	1124
		-20,00	7,9	666	1143	1085	57	1028
		-20,50	7,8	652	1213	1119	57	1062
		-21,00	6,6	557	1282	1104	57	1047
		-21,50	8,8	737	1343	1248	57	1191
D5	-4,09	-13,00	5,5	459	147	364	55	309
		-13,50	6,0	501	217	431	55	376
		-14,00	6,8	572	279	511	55	456
		-14,50	8,2	689	347	621	55	567
		-15,00	11,4	962	417	827	55	773
		-15,50	10,9	917	486	842	55	788
		-16,00	8,2	694	599	776	55	721
		-16,50	7,4	620	686	784	55	729
		-17,00	7,0	585	756	805	55	750
		-17,50	7,8	659	817	886	55	831
		-18,00	7,6	639	886	915	55	861
		-18,50	6,5	545	956	901	55	846
		-19,00	5,9	492	1024	910	55	855
		-19,50	5,5	465	1094	935	55	881
		-20,00	5,9	500	1148	989	55	934
		-20,50	7,2	602	1208	1086	55	1032
		-21,00	9,9	835	1278	1268	55	1213
		-21,50	10,6	888	1348	1341	55	1287
D6	-4,85	-13,00	1,4	119	28	88	60	28
		-13,50	1,9	158	48	124	60	64
		-14,00	3,6	305	73	226	60	167
		-14,50	5,1	430	127	334	60	274
		-15,00	5,9	493	193	411	60	351
		-15,50	6,1	512	261	464	60	404
		-16,00	6,4	541	323	519	60	459
		-16,50	6,6	558	385	566	60	506
		-17,00	6,7	567	447	608	60	548
		-17,50	6,6	556	516	644	60	584
		-18,00	9,2	778	576	812	60	752
		-18,50	8,4	707	646	811	60	751
		-19,00	7,6	642	715	814	60	754
		-19,50	7,8	660	822	889	60	829
		-20,00	8,7	730	890	972	60	912
		-20,50	8,2	693	959	992	60	932
		-21,00	8,0	673	1029	1021	60	961

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 § 5.2.1 van de rapportage aangegeven.

Resultaten draagkrachtberekening volgens NEN-EN 9997-1, pagina 11 van 28
voor axiaal belaste funderingspalen.

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

		-21,50	7,8	655	1098	1052	60	992
D7	-2,66	-13,00	4,6	386	93	288	56	232
		-13,50	5,0	421	162	350	56	294
		-14,00	5,4	457	223	408	56	352
		-14,50	5,4	456	288	447	56	391
		-15,00	5,5	459	349	485	56	429
		-15,50	6,0	504	398	541	56	485
		-16,00	6,2	522	451	584	56	528
		-16,50	8,2	691	512	722	56	666
		-17,00	9,3	783	582	819	56	763
		-17,50	9,4	789	651	864	56	808
		-18,00	8,0	673	756	857	56	801
		-18,50	6,4	538	833	822	56	766
		-19,00	6,1	517	902	851	56	796
		-19,50	5,8	492	969	877	56	821
		-20,00	7,6	641	1029	1002	56	946
		-20,50	7,7	646	1098	1046	56	990
		-21,00	7,7	650	1167	1091	56	1035
		-21,50	-	-	-	-	-	-
D8	-2,48	-13,00	5,5	461	154	369	54	315
		-13,50	7,2	606	219	495	54	441
		-14,00	6,5	543	289	499	54	445
		-14,50	5,9	498	358	514	54	459
		-15,00	5,4	453	428	529	54	475
		-15,50	5,1	432	484	550	54	496
		-16,00	5,7	479	528	604	54	550
		-16,50	8,0	677	589	759	54	705
		-17,00	8,1	683	658	805	54	751
		-17,50	6,6	556	770	795	54	741
		-18,00	5,7	478	857	801	54	747
		-18,50	5,3	446	920	820	54	766
		-19,00	6,2	525	970	897	54	843
		-19,50	6,3	533	1033	940	54	886
		-20,00	5,9	496	1102	959	54	905
		-20,50	5,7	482	1167	990	54	935
		-21,00	6,0	505	1218	1034	54	980
		-21,50	-	-	-	-	-	-

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 § 5.2.1 van de rapportage aangegeven.

Resultaten draagkrachtberekening volgens NEN-EN 9997-1, pagina 12 van 28
voor axiaal belaste funderingspalen.

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

Netto Draagkracht in [kN]

Paaltype prefab betonpaal NEN9997-1:2017, afmeting $\varnothing 290 / 290$ mm, $\xi_3 = 1,39$ en $\xi_4 = 1,39$

PPN [m tov NAP]	D1	D2	D3	D4	D5	D6	D7	D8
-13,00	491	261	256	244	309	28	232	315
-13,50	561	302	336	293	376	64	294	441
-14,00	612	337	386	347	456	167	352	445
-14,50	892	498	461	431	567	274	391	459
-15,00	926	650	802	521	773	351	429	475
-15,50	940	667	808	520	788	404	485	496
-16,00	861	654	873	544	721	459	528	550
-16,50	888	709	953	553	729	506	666	705
-17,00	899	725	818	833	750	548	763	751
-17,50	985	832	810	869	831	584	808	741
-18,00	1076	822	821	903	861	752	801	747
-18,50	1131	869	892	970	846	751	766	766
-19,00	1128	889	1010	1035	855	754	796	843
-19,50	1094	910	1030	1124	881	829	821	886
-20,00	1072	958	1068	1028	934	912	946	905
-20,50	1104	1087	1058	1062	1032	932	990	935
-21,00	1165	1148	1075	1047	1213	961	1035	980
-21,50	1240	1279	1101	1191	1287	992	-	-

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 § 5.2.1 van de rapportage aangegeven.

Resultaten draagkrachtberekening volgens NEN-EN 9997-1, pagina 13 van 28
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

Rekenresultaten

Paaltype prefab betonpaal NEN9997-1:2017, afmeting $\varnothing 320 / 320$ 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	-4,51	-13,00	7,2	739	274	608	32	576
		-13,50	7,7	789	351	684	32	652
		-14,00	7,8	803	427	738	32	706
		-14,50	12,5	1281	504	1071	32	1039
		-15,00	12,5	1285	581	1119	32	1087
		-15,50	10,2	1046	698	1047	32	1015
		-16,00	9,0	923	794	1031	32	999
		-16,50	8,6	879	890	1062	32	1030
		-17,00	7,8	803	981	1070	32	1038
		-17,50	8,7	892	1056	1169	32	1137
		-18,00	9,7	990	1132	1273	32	1241
		-18,50	9,9	1014	1209	1334	32	1302
		-19,00	8,3	845	1286	1279	32	1247
		-19,50	7,4	755	1363	1271	32	1239
		-20,00	6,3	645	1440	1251	32	1219
		-20,50	5,8	591	1549	1284	32	1252
		-21,00	6,4	660	1603	1358	32	1326
		-21,50	7,1	726	1674	1440	32	1408
D2	-4,51	-13,00	3,9	401	189	354	49	305
		-13,50	3,9	403	260	398	49	349
		-14,00	4,1	421	310	438	49	389
		-14,50	7,0	714	357	643	49	593
		-15,00	8,8	905	434	803	49	754
		-15,50	8,5	872	511	830	49	781
		-16,00	6,9	708	637	807	49	757
		-16,50	7,1	730	718	869	49	819
		-17,00	6,6	674	795	881	49	832
		-17,50	8,1	827	864	1015	49	965
		-18,00	7,0	719	940	996	49	946
		-18,50	7,2	735	1013	1048	49	999
		-19,00	6,8	693	1089	1070	49	1020
		-19,50	6,3	648	1166	1088	49	1039
		-20,00	6,6	675	1233	1145	49	1096
		-20,50	8,4	858	1302	1297	49	1247
		-21,00	8,7	893	1379	1363	49	1314
		-21,50	9,9	1013	1456	1481	49	1432
D3	-4,30	-13,00	4,3	441	141	349	48	301
		-13,50	5,2	536	200	442	48	394
		-14,00	5,4	553	276	497	48	449
		-14,50	6,2	637	337	584	48	536
		-15,00	11,1	1141	408	929	48	881
		-15,50	11,6	1184	484	1001	48	953
		-16,00	11,5	1181	603	1070	48	1022
		-16,50	10,5	1074	699	1064	48	1015
		-17,00	8,3	847	795	985	48	936
		-17,50	7,3	751	891	985	48	937
		-18,00	6,6	672	981	992	48	944
		-18,50	7,5	766	1046	1087	48	1039
		-19,00	8,4	861	1120	1189	48	1141
		-19,50	8,3	854	1197	1231	48	1183
		-20,00	7,1	724	1323	1228	48	1180

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 § 5.2.1 van de rapportage aangegeven.

Resultaten draagkrachtberekening volgens NEN-EN 9997-1, pagina 14 van 28
voor axiaal belaste funderingspalen.

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

		-20,50	6,5	665	1410	1245	48	1197
		-21,00	6,2	630	1487	1270	48	1222
		-21,50	5,9	606	1556	1297	48	1249
D4	-4,06	-13,00	4,2	426	158	350	63	287
		-13,50	4,4	451	221	403	63	341
		-14,00	5,0	507	272	468	63	405
		-14,50	6,1	623	326	569	63	506
		-15,00	6,5	668	398	639	63	576
		-15,50	6,3	646	474	673	63	610
		-16,00	6,0	612	551	698	63	635
		-16,50	5,5	561	618	707	63	644
		-17,00	10,2	1041	681	1033	63	970
		-17,50	9,9	1016	757	1064	63	1001
		-18,00	9,5	970	878	1109	63	1046
		-18,50	9,7	991	974	1179	63	1116
		-19,00	9,9	1014	1070	1250	63	1188
		-19,50	10,1	1038	1166	1322	63	1259
		-20,00	7,9	807	1261	1241	63	1178
		-20,50	7,8	794	1338	1279	63	1216
		-21,00	6,6	678	1415	1256	63	1193
		-21,50	8,9	908	1482	1434	63	1371
D5	-4,09	-13,00	5,3	544	163	424	60	363
		-13,50	5,8	590	239	497	60	437
		-14,00	6,7	682	308	594	60	534
		-14,50	8,0	824	383	724	60	664
		-15,00	11,4	1171	460	979	60	918
		-15,50	10,9	1111	537	989	60	928
		-16,00	7,9	811	661	883	60	823
		-16,50	7,4	755	757	907	60	847
		-17,00	7,0	713	834	928	60	868
		-17,50	7,8	799	902	1020	60	960
		-18,00	7,6	776	978	1052	60	992
		-18,50	5,9	608	1055	998	60	938
		-19,00	5,9	599	1130	1038	60	978
		-19,50	5,5	566	1207	1064	60	1004
		-20,00	5,9	609	1267	1125	60	1065
		-20,50	7,2	739	1333	1243	60	1183
		-21,00	9,9	1015	1410	1455	60	1395
		-21,50	10,6	1083	1487	1542	60	1482
D6	-4,85	-13,00	1,4	142	31	104	66	38
		-13,50	1,8	188	53	145	66	79
		-14,00	3,6	370	80	270	66	204
		-14,50	5,0	512	141	392	66	326
		-15,00	5,7	579	213	475	66	409
		-15,50	5,9	608	288	538	66	472
		-16,00	6,3	641	357	598	66	532
		-16,50	6,4	657	424	649	66	583
		-17,00	6,7	690	493	710	66	644
		-17,50	6,6	678	570	748	66	682
		-18,00	8,8	897	636	920	66	853
		-18,50	8,4	860	712	943	66	877
		-19,00	7,6	781	789	942	66	876
		-19,50	7,8	801	907	1025	66	958
		-20,00	8,6	884	982	1119	66	1053
		-20,50	8,0	824	1058	1130	66	1063
		-21,00	8,0	818	1135	1172	66	1106

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 § 5.2.1 van de rapportage aangegeven.

Resultaten draagkrachtberekening volgens NEN-EN 9997-1, pagina 15 van 28
voor axiaal belaste funderingspalen.

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

		-21,50	7,8	798	1212	1206	66	1140
D7	-2,66	-13,00	4,5	461	103	339	62	277
		-13,50	4,9	499	179	407	62	345
		-14,00	5,2	537	246	470	62	408
		-14,50	5,3	545	318	518	62	456
		-15,00	5,3	547	386	559	62	498
		-15,50	6,0	611	439	630	62	568
		-16,00	6,2	636	498	680	62	619
		-16,50	8,2	839	565	842	62	781
		-17,00	9,1	937	642	947	62	885
		-17,50	8,8	906	719	974	62	913
		-18,00	7,8	801	834	981	62	919
		-18,50	6,4	655	919	944	62	883
		-19,00	6,1	629	996	975	62	913
		-19,50	5,9	602	1069	1003	62	941
		-20,00	7,5	769	1136	1143	62	1081
		-20,50	7,6	783	1211	1197	62	1135
		-21,00	7,7	786	1288	1244	62	1183
		-21,50	-	-	-	-	-	-
D8	-2,48	-13,00	5,3	547	170	430	60	370
		-13,50	7,0	717	242	575	60	516
		-14,00	6,0	616	319	561	60	501
		-14,50	5,7	585	395	588	60	528
		-15,00	5,4	552	472	615	60	555
		-15,50	5,1	526	534	636	60	576
		-16,00	5,8	591	582	704	60	644
		-16,50	8,0	821	650	883	60	823
		-17,00	7,5	769	726	897	60	838
		-17,50	6,5	669	849	911	60	852
		-18,00	5,7	583	945	917	60	857
		-18,50	5,3	545	1015	936	60	876
		-19,00	6,2	638	1070	1025	60	965
		-19,50	6,1	628	1140	1061	60	1001
		-20,00	5,9	603	1216	1092	60	1032
		-20,50	5,7	586	1288	1124	60	1064
		-21,00	6,0	618	1344	1177	60	1118
		-21,50	-	-	-	-	-	-

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 § 5.2.1 van de rapportage aangegeven.

Resultaten draagkrachtberekening volgens NEN-EN 9997-1, pagina 16 van 28
voor axiaal belaste funderingspalen.

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

Netto Draagkracht in [kN]

Paaltype prefab betonpaal NEN9997-1:2017, afmeting $\varnothing 320 / 320$ mm, $\xi_3 = 1,39$ en $\xi_4 = 1,39$

PPN [m tov NAP]	D1	D2	D3	D4	D5	D6	D7	D8
-13,00	576	305	301	287	363	38	277	370
-13,50	652	349	394	341	437	79	345	516
-14,00	706	389	449	405	534	204	408	501
-14,50	1039	593	536	506	664	326	456	528
-15,00	1087	754	881	576	918	409	498	555
-15,50	1015	781	953	610	928	472	568	576
-16,00	999	757	1022	635	823	532	619	644
-16,50	1030	819	1015	644	847	583	781	823
-17,00	1038	832	936	970	868	644	885	838
-17,50	1137	965	937	1001	960	682	913	852
-18,00	1241	946	944	1046	992	853	919	857
-18,50	1302	999	1039	1116	938	877	883	876
-19,00	1247	1020	1141	1188	978	876	913	965
-19,50	1239	1039	1183	1259	1004	958	941	1001
-20,00	1219	1096	1180	1178	1065	1053	1081	1032
-20,50	1252	1247	1197	1216	1183	1063	1135	1064
-21,00	1326	1314	1222	1193	1395	1106	1183	1118
-21,50	1408	1432	1249	1371	1482	1140	-	-

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 § 5.2.1 van de rapportage aangegeven.

Resultaten draagkrachtberekening volgens NEN-EN 9997-1, pagina 17 van 28
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

Rekenresultaten

Paaltype stalen buispaal geheid NEN9997-1:2017, afmeting Ø283 / 273 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	-4,51	-13,00	6,9	436	183	371	36	335
		-13,50	7,4	467	235	421	36	385
		-14,00	7,6	476	286	457	36	421
		-14,50	11,7	736	338	645	36	608
		-15,00	12,1	758	389	689	36	652
		-15,50	11,9	745	468	728	36	692
		-16,00	8,3	523	532	633	36	597
		-16,50	7,7	485	597	649	36	613
		-17,00	7,0	442	657	660	36	623
		-17,50	7,8	494	707	721	36	684
		-18,00	8,8	551	759	786	36	750
		-18,50	9,0	567	810	826	36	790
		-19,00	9,3	586	862	869	36	832
		-19,50	7,2	451	913	819	36	782
		-20,00	5,7	356	965	792	36	756
		-20,50	5,2	326	1038	819	36	782
D2	-4,51	-21,00	5,7	358	1074	859	36	823
		-21,50	6,4	404	1121	915	36	879
		-13,00	4,0	249	127	225	51	174
		-13,50	3,8	239	174	248	51	197
		-14,00	4,0	250	207	274	51	223
		-14,50	6,0	377	239	370	51	318
		-15,00	8,9	557	291	509	51	457
		-15,50	7,9	495	342	502	51	451
		-16,00	7,2	454	427	528	51	477
		-16,50	6,6	414	481	537	51	485
		-17,00	6,0	378	533	547	51	495
		-17,50	7,2	450	579	618	51	566
		-18,00	6,1	386	630	609	51	558
		-18,50	6,9	435	678	668	51	617
		-19,00	6,2	388	730	671	51	619
		-19,50	5,7	360	782	685	51	634
D3	-4,30	-20,00	5,9	373	826	719	51	668
		-20,50	7,6	477	873	810	51	758
		-21,00	8,0	501	924	855	51	804
		-21,50	9,6	606	976	949	51	897
		-13,00	4,1	260	94	213	45	167
		-13,50	5,0	314	134	269	45	224
		-14,00	5,2	326	185	307	45	261
		-14,50	5,9	374	226	359	45	314
		-15,00	10,4	655	273	557	45	512
		-15,50	10,6	667	325	595	45	550
		-16,00	10,7	672	404	646	45	600
		-16,50	11,4	718	468	712	45	667
		-17,00	8,5	537	532	641	45	596
		-17,50	6,6	414	597	607	45	561
		-18,00	5,9	371	657	617	45	572
		-18,50	6,5	406	701	664	45	619
		-19,00	8,5	532	751	769	45	724
		-19,50	7,6	477	802	768	45	723
		-20,00	7,6	480	887	820	45	775

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 § 5.2.1 van de rapportage aangegeven.

Resultaten draagkrachtberekening volgens NEN-EN 9997-1, pagina 18 van 28
voor axiaal belaste funderingspalen.

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

		-20,50	6,2	389	945	801	45	755
		-21,00	5,5	349	996	807	45	762
		-21,50	5,3	335	1043	827	45	781
D4	-4,06	-13,00	4,0	252	106	214	47	167
		-13,50	4,3	269	148	250	47	203
		-14,00	4,7	296	182	287	47	240
		-14,50	5,7	356	218	345	47	297
		-15,00	6,7	422	266	413	47	365
		-15,50	5,7	361	318	408	47	360
		-16,00	5,4	337	369	424	47	377
		-16,50	4,9	305	414	432	47	384
		-17,00	10,0	632	456	653	47	605
		-17,50	9,4	592	507	660	47	612
		-18,00	8,8	555	588	686	47	639
		-18,50	9,1	572	653	735	47	687
		-19,00	9,4	590	717	784	47	737
		-19,50	9,7	613	781	837	47	789
		-20,00	7,3	460	845	783	47	736
		-20,50	7,0	439	897	801	47	754
		-21,00	6,0	375	948	794	47	747
		-21,50	7,9	494	993	892	47	845
D5	-4,09	-13,00	5,1	322	109	259	46	213
		-13,50	5,6	352	160	307	46	262
		-14,00	6,3	396	207	362	46	316
		-14,50	7,5	469	257	436	46	390
		-15,00	10,2	642	308	570	46	524
		-15,50	9,9	625	360	591	46	545
		-16,00	9,5	598	443	625	46	579
		-16,50	6,6	418	507	555	46	509
		-17,00	6,2	392	559	571	46	525
		-17,50	7,3	457	604	637	46	591
		-18,00	6,9	431	655	652	46	606
		-18,50	6,8	426	707	680	46	634
		-19,00	5,3	331	757	653	46	608
		-19,50	5,0	313	809	673	46	627
		-20,00	5,4	337	849	711	46	666
		-20,50	6,4	403	893	778	46	732
		-21,00	9,0	567	945	907	46	862
		-21,50	9,6	602	996	959	46	913
D6	-4,85	-13,00	1,3	82	21	62	76	0
		-13,50	1,8	110	35	87	76	12
		-14,00	3,3	205	54	155	76	80
		-14,50	4,8	300	94	237	76	161
		-15,00	5,5	346	143	293	76	217
		-15,50	5,7	357	193	330	76	255
		-16,00	6,0	379	239	371	76	295
		-16,50	6,3	396	284	408	76	333
		-17,00	6,1	382	331	427	76	352
		-17,50	5,9	374	382	453	76	378
		-18,00	8,1	509	426	561	76	485
		-18,50	7,6	477	477	573	76	497
		-19,00	6,9	434	529	577	76	502
		-19,50	6,8	429	608	622	76	546
		-20,00	8,1	507	658	699	76	623
		-20,50	8,2	514	709	734	76	658
		-21,00	7,2	453	761	728	76	653

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 § 5.2.1 van de rapportage aangegeven.

Resultaten draagkrachtberekening volgens NEN-EN 9997-1, pagina 19 van 28
voor axiaal belaste funderingspalen.

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

		-21,50	7,0	441	812	752	76	676
D7	-2,66	-13,00	4,3	268	69	202	41	161
		-13,50	4,7	296	120	250	41	208
		-14,00	5,2	324	165	293	41	252
		-14,50	5,0	318	213	318	41	277
		-15,00	5,0	318	258	346	41	304
		-15,50	5,4	339	294	380	41	339
		-16,00	5,6	352	334	411	41	370
		-16,50	7,4	466	379	507	41	465
		-17,00	8,9	557	430	592	41	551
		-17,50	8,7	546	481	616	41	575
		-18,00	7,7	486	559	626	41	585
		-18,50	5,8	367	616	589	41	548
		-19,00	5,5	348	667	609	41	568
		-19,50	5,2	330	717	628	41	586
		-20,00	6,4	402	761	698	41	656
		-20,50	7,0	440	812	751	41	710
		-21,00	7,0	443	863	784	41	742
		-21,50	6,6	412	914	796	41	755
D8	-2,48	-13,00	5,1	323	114	262	40	222
		-13,50	6,7	424	162	351	40	312
		-14,00	7,0	439	213	392	40	352
		-14,50	5,7	359	265	374	40	334
		-15,00	4,9	305	316	373	40	333
		-15,50	4,6	291	358	389	40	349
		-16,00	5,1	318	390	425	40	385
		-16,50	7,3	458	435	536	40	496
		-17,00	8,6	543	487	618	40	578
		-17,50	6,1	384	569	572	40	532
		-18,00	5,1	322	633	573	40	533
		-18,50	4,8	299	680	588	40	548
		-19,00	5,6	354	717	643	40	603
		-19,50	5,8	366	764	678	40	638
		-20,00	5,3	335	815	690	40	650
		-20,50	5,2	326	863	713	40	673
		-21,00	5,4	339	901	744	40	704
		-21,50	-	-	-	-	-	-

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 § 5.2.1 van de rapportage aangegeven.

Resultaten draagkrachtberekening volgens NEN-EN 9997-1, pagina 20 van 28
voor axiaal belaste funderingspalen.

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

Netto Draagkracht in [kN]

Paaltype stalen buispaal geheid NEN9997-1:2017, afmeting Ø283 / 273 mm, $\xi_3 = 1,39$ en $\xi_4 = 1,39$

PPN [m tov NAP]	D1	D2	D3	D4	D5	D6	D7	D8
-13,00	335	174	167	167	213	0	161	222
-13,50	385	197	224	203	262	12	208	312
-14,00	421	223	261	240	316	80	252	352
-14,50	608	318	314	297	390	161	277	334
-15,00	652	457	512	365	524	217	304	333
-15,50	692	451	550	360	545	255	339	349
-16,00	597	477	600	377	579	295	370	385
-16,50	613	485	667	384	509	333	465	496
-17,00	623	495	596	605	525	352	551	578
-17,50	684	566	561	612	591	378	575	532
-18,00	750	558	572	639	606	485	585	533
-18,50	790	617	619	687	634	497	548	548
-19,00	832	619	724	737	608	502	568	603
-19,50	782	634	723	789	627	546	586	638
-20,00	756	668	775	736	666	623	656	650
-20,50	782	758	755	754	732	658	710	673
-21,00	823	804	762	747	862	653	742	704
-21,50	879	897	781	845	913	676	755	-

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 § 5.2.1 van de rapportage aangegeven.

Resultaten draagkrachtberekening volgens NEN-EN 9997-1, pagina 21 van 28
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

Rekenresultaten

Paaltype stalen buispaal geheid NEN9997-1:2017, afmeting Ø334 / 324 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	-4,51	-13,00	6,6	578	218	477	43	434
		-13,50	7,1	620	279	539	43	496
		-14,00	7,2	634	340	584	43	541
		-14,50	11,5	1005	401	844	43	801
		-15,00	11,4	997	462	875	43	832
		-15,50	10,3	905	555	876	43	833
		-16,00	8,2	714	632	808	43	765
		-16,50	7,7	676	708	831	43	788
		-17,00	7,0	617	780	838	43	795
		-17,50	7,8	687	839	916	43	873
		-18,00	8,7	764	901	998	43	955
		-18,50	8,9	784	962	1047	43	1004
		-19,00	8,1	706	1023	1037	43	994
		-19,50	6,8	593	1084	1006	43	963
		-20,00	5,7	496	1145	985	43	942
		-20,50	5,2	455	1232	1012	43	969
D2	-4,51	-21,00	5,7	504	1275	1067	43	1024
		-21,50	6,4	560	1331	1134	43	1091
		-13,00	3,6	316	150	280	61	219
		-13,50	3,6	319	207	315	61	254
		-14,00	3,8	331	246	346	61	285
		-14,50	6,2	544	284	497	61	436
		-15,00	8,1	712	345	634	61	573
		-15,50	7,7	677	406	650	61	589
		-16,00	6,3	549	506	633	61	572
		-16,50	6,5	566	571	682	61	621
D3	-4,30	-17,00	6,0	527	632	695	61	634
		-17,50	7,3	636	687	793	61	732
		-18,00	6,3	555	748	781	61	720
		-18,50	6,5	567	805	823	61	762
		-19,00	6,1	534	866	840	61	779
		-19,50	5,7	500	928	857	61	796
		-20,00	5,9	519	980	900	61	839
		-20,50	7,6	662	1036	1019	61	958
		-21,00	7,9	691	1097	1073	61	1012
		-21,50	9,5	830	1158	1193	61	1132
		-13,00	4,0	347	112	275	54	222
		-13,50	4,8	422	159	349	54	295
		-14,00	5,0	434	220	392	54	339
		-14,50	5,7	500	268	461	54	407
		-15,00	10,9	954	324	767	54	713
		-15,50	10,5	917	385	782	54	728
		-16,00	10,5	918	479	838	54	784
		-16,50	10,7	940	556	897	54	844
		-17,00	7,6	665	632	778	54	725
		-17,50	6,6	578	708	771	54	718
		-18,00	5,9	518	780	779	54	725
		-18,50	6,6	582	832	848	54	795
		-19,00	7,9	693	891	951	54	897
		-19,50	7,5	660	952	967	54	913
		-20,00	6,8	595	1052	988	54	935

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 § 5.2.1 van de rapportage aangegeven.

Resultaten draagkrachtberekening volgens NEN-EN 9997-1, pagina 22 van 28
voor axiaal belaste funderingspalen.

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

		-20,50	6,0	522	1121	986	54	932
		-21,00	5,5	485	1182	1000	54	947
		-21,50	5,3	466	1238	1022	54	969
D4	-4,06	-13,00	3,8	335	126	276	56	220
		-13,50	4,1	357	176	320	56	263
		-14,00	4,5	398	217	369	56	312
		-14,50	5,5	484	259	446	56	390
		-15,00	6,3	555	316	523	56	466
		-15,50	5,7	498	377	525	56	469
		-16,00	5,4	470	438	545	56	489
		-16,50	4,9	428	491	552	56	495
		-17,00	9,2	809	541	810	56	754
		-17,50	9,1	799	602	841	56	784
		-18,00	8,6	753	698	871	56	814
		-18,50	8,8	774	775	929	56	872
		-19,00	9,1	794	851	987	56	930
		-19,50	9,7	853	927	1068	56	1012
		-20,00	7,1	622	1003	975	56	919
		-20,50	7,0	612	1064	1005	56	949
		-21,00	6,0	522	1125	988	56	932
		-21,50	7,9	695	1178	1124	56	1068
D5	-4,09	-13,00	4,9	428	129	334	54	280
		-13,50	5,3	466	190	394	54	340
		-14,00	6,1	533	245	467	54	413
		-14,50	7,3	643	305	569	54	514
		-15,00	10,3	900	366	760	54	705
		-15,50	9,8	859	427	772	54	717
		-16,00	7,3	642	526	701	54	646
		-16,50	6,6	582	602	710	54	656
		-17,00	6,3	549	663	727	54	673
		-17,50	7,0	617	717	801	54	746
		-18,00	6,8	599	778	826	54	772
		-18,50	5,7	497	839	801	54	747
		-19,00	5,3	462	899	816	54	762
		-19,50	5,0	436	960	838	54	783
		-20,00	5,4	469	1007	886	54	832
		-20,50	6,4	564	1060	975	54	920
		-21,00	8,9	782	1121	1142	54	1088
		-21,50	9,5	831	1183	1208	54	1154
D6	-4,85	-13,00	1,3	111	25	81	90	0
		-13,50	1,7	148	42	114	90	24
		-14,00	3,2	285	64	209	90	119
		-14,50	4,6	401	112	308	90	218
		-15,00	5,2	459	169	377	90	287
		-15,50	5,4	477	229	424	90	334
		-16,00	5,8	504	284	473	90	383
		-16,50	5,9	518	337	513	90	424
		-17,00	6,1	532	392	554	90	465
		-17,50	6,0	522	453	585	90	495
		-18,00	8,2	722	506	736	90	647
		-18,50	7,6	662	566	737	90	648
		-19,00	6,9	601	628	737	90	648
		-19,50	7,1	618	721	804	90	714
		-20,00	7,8	684	781	879	90	789
		-20,50	7,4	646	842	893	90	803
		-21,00	7,2	631	903	920	90	830

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 § 5.2.1 van de rapportage aangegeven.

Resultaten draagkrachtberekening volgens NEN-EN 9997-1, pagina 23 van 28
voor axiaal belaste funderingspalen.

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

		-21,50	7,0	614	964	947	90	857
D7	-2,66	-13,00	4,1	361	82	266	49	217
		-13,50	4,5	393	143	321	49	272
		-14,00	4,9	426	196	373	49	324
		-14,50	4,9	427	253	408	49	359
		-15,00	4,9	429	307	441	49	392
		-15,50	5,4	472	349	493	49	444
		-16,00	5,6	489	396	531	49	482
		-16,50	7,4	648	449	658	49	609
		-17,00	8,3	731	510	745	49	695
		-17,50	8,4	733	571	782	49	733
		-18,00	7,1	625	663	773	49	724
		-18,50	5,8	504	731	741	49	692
		-19,00	5,5	485	792	766	49	717
		-19,50	5,3	461	850	787	49	738
		-20,00	6,8	597	903	900	49	851
		-20,50	6,9	605	963	941	49	892
		-21,00	6,9	609	1024	980	49	931
		-21,50	-	-	-	-	-	-
D8	-2,48	-13,00	4,9	430	135	339	47	292
		-13,50	6,5	565	192	455	47	407
		-14,00	5,7	501	253	452	47	405
		-14,50	5,3	464	314	467	47	420
		-15,00	4,9	425	375	480	47	433
		-15,50	4,6	405	425	498	47	450
		-16,00	5,1	449	463	547	47	500
		-16,50	7,2	634	517	690	47	643
		-17,00	7,2	631	578	725	47	678
		-17,50	5,9	520	675	717	47	670
		-18,00	5,1	448	752	720	47	673
		-18,50	4,8	418	807	735	47	688
		-19,00	5,6	492	851	806	47	758
		-19,50	5,7	498	906	843	47	795
		-20,00	5,3	465	967	859	47	812
		-20,50	5,2	452	1024	886	47	838
		-21,00	5,4	473	1069	925	47	878
		-21,50	-	-	-	-	-	-

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 § 5.2.1 van de rapportage aangegeven.

Resultaten draagkrachtberekening volgens NEN-EN 9997-1, pagina 24 van 28
voor axiaal belaste funderingspalen.

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

Netto Draagkracht in [kN]

Paaltype stalen buispaal geheid NEN9997-1:2017, afmeting Ø334 / 324 mm, $\xi_3 = 1,39$ en $\xi_4 = 1,39$

PPN [m tov NAP]	D1	D2	D3	D4	D5	D6	D7	D8
-13,00	434	219	222	220	280	0	217	292
-13,50	496	254	295	263	340	24	272	407
-14,00	541	285	339	312	413	119	324	405
-14,50	801	436	407	390	514	218	359	420
-15,00	832	573	713	466	705	287	392	433
-15,50	833	589	728	469	717	334	444	450
-16,00	765	572	784	489	646	383	482	500
-16,50	788	621	844	495	656	424	609	643
-17,00	795	634	725	754	673	465	695	678
-17,50	873	732	718	784	746	495	733	670
-18,00	955	720	725	814	772	647	724	673
-18,50	1004	762	795	872	747	648	692	688
-19,00	994	779	897	930	762	648	717	758
-19,50	963	796	913	1012	783	714	738	795
-20,00	942	839	935	919	832	789	851	812
-20,50	969	958	932	949	920	803	892	838
-21,00	1024	1012	947	932	1088	830	931	878
-21,50	1091	1132	969	1068	1154	857	-	-

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 § 5.2.1 van de rapportage aangegeven.

Resultaten draagkrachtberekening volgens NEN-EN 9997-1, pagina 25 van 28
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

Rekenresultaten

Paaltype stalen buispaal geheid NEN9997-1:2017, afmeting Ø366 / 356 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	-4,51	-13,00	6,5	682	239	553	47	506
		-13,50	6,9	729	306	621	47	574
		-14,00	7,0	741	373	668	47	621
		-14,50	11,2	1183	440	974	47	927
		-15,00	11,3	1187	508	1017	47	969
		-15,50	9,2	967	610	946	47	899
		-16,00	8,1	853	694	928	47	881
		-16,50	7,7	813	778	955	47	907
		-17,00	7,1	742	857	960	47	913
		-17,50	7,8	825	922	1048	47	1001
		-18,00	8,7	915	989	1143	47	1095
		-18,50	8,9	937	1057	1196	47	1149
		-19,00	7,4	774	1124	1139	47	1091
		-19,50	6,6	696	1191	1132	47	1085
		-20,00	5,7	596	1258	1113	47	1065
		-20,50	5,2	546	1354	1140	47	1093
		-21,00	5,9	617	1400	1210	47	1163
		-21,50	6,4	672	1462	1280	47	1233
D2	-4,51	-13,00	3,5	370	165	321	67	254
		-13,50	3,5	372	227	359	67	292
		-14,00	3,7	388	270	395	67	328
		-14,50	6,3	659	312	583	67	516
		-15,00	7,9	834	379	728	67	661
		-15,50	7,7	806	446	751	67	684
		-16,00	6,2	654	556	726	67	659
		-16,50	6,4	674	627	781	67	714
		-17,00	5,9	622	694	790	67	723
		-17,50	7,3	765	755	912	67	845
		-18,00	6,3	665	821	892	67	825
		-18,50	6,5	679	885	938	67	871
		-19,00	6,1	641	952	956	67	889
		-19,50	5,7	599	1019	971	67	904
		-20,00	5,9	624	1077	1021	67	954
		-20,50	7,5	794	1138	1159	67	1092
		-21,00	7,8	825	1205	1218	67	1151
		-21,50	8,8	923	1272	1317	67	1250
D3	-4,30	-13,00	3,9	407	123	318	59	259
		-13,50	4,7	494	175	401	59	342
		-14,00	4,8	509	241	450	59	391
		-14,50	5,6	589	294	530	59	471
		-15,00	9,9	1044	356	840	59	781
		-15,50	10,4	1094	423	910	59	851
		-16,00	10,4	1091	527	971	59	912
		-16,50	9,2	968	610	947	59	888
		-17,00	7,4	780	694	885	59	826
		-17,50	6,6	694	778	884	59	825
		-18,00	5,9	622	857	887	59	828
		-18,50	6,7	708	914	973	59	914
		-19,00	7,6	796	979	1065	59	1006
		-19,50	7,5	790	1046	1101	59	1042
		-20,00	6,4	669	1156	1095	59	1036

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 § 5.2.1 van de rapportage aangegeven.

Resultaten draagkrachtberekening volgens NEN-EN 9997-1, pagina 26 van 28
voor axiaal belaste funderingspalen.

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

		-20,50	5,8	614	1232	1108	59	1049
		-21,00	5,5	583	1299	1129	59	1070
		-21,50	5,3	560	1360	1152	59	1093
D4	-4,06	-13,00	3,7	392	138	318	62	256
		-13,50	3,9	415	193	365	62	303
		-14,00	4,4	467	238	423	62	361
		-14,50	5,5	574	285	515	62	453
		-15,00	5,8	611	347	575	62	513
		-15,50	5,7	598	415	607	62	545
		-16,00	5,4	566	482	628	62	567
		-16,50	5,0	523	540	637	62	576
		-17,00	9,1	961	595	934	62	872
		-17,50	8,9	937	662	959	62	897
		-18,00	8,5	896	767	998	62	936
		-18,50	8,7	915	851	1059	62	998
		-19,00	8,9	935	935	1122	62	1060
		-19,50	8,9	936	1019	1173	62	1111
		-20,00	7,1	746	1102	1109	62	1047
		-20,50	7,0	734	1169	1142	62	1080
		-21,00	6,0	627	1236	1118	62	1056
		-21,50	8,0	840	1295	1281	62	1219
D5	-4,09	-13,00	4,8	502	142	386	60	327
		-13,50	5,2	544	209	452	60	392
		-14,00	6,0	630	269	539	60	480
		-14,50	7,2	760	335	657	60	598
		-15,00	10,3	1082	402	890	60	831
		-15,50	9,8	1027	469	898	60	838
		-16,00	7,1	750	578	796	60	737
		-16,50	6,6	698	662	816	60	756
		-17,00	6,3	659	729	833	60	773
		-17,50	7,0	738	788	916	60	856
		-18,00	6,8	717	855	943	60	884
		-18,50	5,3	562	922	890	60	830
		-19,00	5,3	554	988	925	60	866
		-19,50	5,0	524	1055	947	60	887
		-20,00	5,4	563	1107	1002	60	942
		-20,50	6,5	683	1165	1109	60	1049
		-21,00	8,9	937	1232	1302	60	1242
		-21,50	10,0	1053	1299	1412	60	1352
D6	-4,85	-13,00	1,2	131	27	95	99	0
		-13,50	1,7	174	46	132	99	33
		-14,00	3,3	342	70	247	99	149
		-14,50	4,5	473	123	358	99	259
		-15,00	5,1	533	186	431	99	333
		-15,50	5,3	561	252	488	99	389
		-16,00	5,6	591	312	542	99	443
		-16,50	5,8	607	371	586	99	488
		-17,00	6,1	638	431	641	99	543
		-17,50	6,0	626	498	675	99	576
		-18,00	7,9	829	556	831	99	732
		-18,50	7,6	795	622	850	99	752
		-19,00	6,9	722	690	847	99	748
		-19,50	7,0	740	792	919	99	821
		-20,00	7,8	817	858	1005	99	906
		-20,50	7,2	761	925	1011	99	913
		-21,00	7,2	757	992	1049	99	951

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 § 5.2.1 van de rapportage aangegeven.

Resultaten draagkrachtberekening volgens NEN-EN 9997-1, pagina 27 van 28
voor axiaal belaste funderingspalen.

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

		-21,50	7,0	738	1059	1078	99	980
D7	-2,66	-13,00	4,0	425	90	309	54	255
		-13,50	4,4	460	157	370	54	316
		-14,00	4,7	494	215	425	54	371
		-14,50	4,8	502	278	468	54	414
		-15,00	4,8	504	337	504	54	451
		-15,50	5,4	563	383	568	54	514
		-16,00	5,6	588	435	614	54	560
		-16,50	7,4	775	494	761	54	708
		-17,00	8,2	865	561	855	54	801
		-17,50	7,9	835	628	878	54	824
		-18,00	7,0	739	728	881	54	827
		-18,50	5,8	606	803	845	54	791
		-19,00	5,5	582	870	871	54	817
		-19,50	5,3	561	934	897	54	843
		-20,00	6,8	711	992	1022	54	968
		-20,50	6,9	724	1058	1069	54	1015
		-21,00	6,9	722	1125	1109	54	1055
		-21,50	-	-	-	-	-	-
D8	-2,48	-13,00	4,8	504	148	391	52	339
		-13,50	6,3	661	211	523	52	471
		-14,00	5,4	565	278	506	52	454
		-14,50	5,1	538	345	530	52	478
		-15,00	4,9	510	413	554	52	502
		-15,50	4,6	486	467	572	52	520
		-16,00	5,2	547	509	633	52	581
		-16,50	7,2	759	568	796	52	744
		-17,00	6,7	707	635	805	52	753
		-17,50	5,9	618	742	816	52	764
		-18,00	5,1	539	826	819	52	767
		-18,50	4,8	505	887	835	52	783
		-19,00	5,6	590	935	915	52	863
		-19,50	5,5	580	996	945	52	893
		-20,00	5,3	557	1063	972	52	920
		-20,50	5,1	541	1125	1000	52	948
		-21,00	5,5	577	1174	1051	52	999
		-21,50	-	-	-	-	-	-

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 § 5.2.1 van de rapportage aangegeven.

Resultaten draagkrachtberekening volgens NEN-EN 9997-1, pagina 28 van 28
voor axiaal belaste funderingspalen.

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

Netto Draagkracht in [kN]

Paaltype stalen buispaal geheid NEN9997-1:2017, afmeting Ø366 / 356 mm, $\xi_3 = 1,39$ en $\xi_4 = 1,39$

PPN [m tov NAP]	D1	D2	D3	D4	D5	D6	D7	D8
-13,00	506	254	259	256	327	0	255	339
-13,50	574	292	342	303	392	33	316	471
-14,00	621	328	391	361	480	149	371	454
-14,50	927	516	471	453	598	259	414	478
-15,00	969	661	781	513	831	333	451	502
-15,50	899	684	851	545	838	389	514	520
-16,00	881	659	912	567	737	443	560	581
-16,50	907	714	888	576	756	488	708	744
-17,00	913	723	826	872	773	543	801	753
-17,50	1001	845	825	897	856	576	824	764
-18,00	1095	825	828	936	884	732	827	767
-18,50	1149	871	914	998	830	752	791	783
-19,00	1091	889	1006	1060	866	748	817	863
-19,50	1085	904	1042	1111	887	821	843	893
-20,00	1065	954	1036	1047	942	906	968	920
-20,50	1093	1092	1049	1080	1049	913	1015	948
-21,00	1163	1151	1070	1056	1242	951	1055	999
-21,50	1233	1250	1093	1219	1352	980	-	-

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 § 5.2.1 van de rapportage aangegeven.

Voorbeeldberekening

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

Uitgangspunten

Referentie niveau:	NAP
Gehanteerde sondering:	D6
Paaltype:	prefab betonpaal NEN9997-1:2017
Paalpuntniveau:	-20,5 meter
Schachtafmeting:	250 mm
Oorspronkelijke maaiveldhoogte:	-4,85 meter
Toekomstige maaiveldhoogte:	-3,9 meter
Aanlegniveau fundering:	-4,85 meter
Gemiddeld laagste grondwaterstand (GLG):	-5,9 meter
Ophoging ten opzichte van maaiveld:	0,95 meter
Schachtwrijving startniveau:	-12,5 meter
Schachtwrijving eindniveau:	-20,5 meter

Rekenfactoren & resultaten

$q_{c,I,gem}$ =	15,6 MPa
$q_{c,II,gem}$ =	13,4 MPa
$q_{c,III,gem}$ =	11,4 MPa
α_p =	0,7
β =	1
s =	1
$p_{r,max;punt}$ =	9,08 MPa
a_s =	0,01
$q_{c,z;a}$ =	10,3 MPa
$q_{s,max}$ =	0,103 MPa
$R_{s,cal,max}$ =	826,892 kN
A_{punt} =	0,062 m ²
Q_s =	1 m
Δ_L =	8 m
$R_{b,cal,max}$ =	567 kN
$R_{c,cal,max}$ =	1394 kN
ξ_3 en ξ_4 =	1,39
$R_{c,cal,max;k}$ =	1004 kN
γ_t =	1,2
$R_{c;d}$ =	837 kN
$R_{c,net;d}$ =	749 kN

Negatieve Kleef

Negatieve kleef startniveau:	-3,9 meter
Negatieve kleef eindniveau:	-12,4 meter
Gebruikte waterstand:	-5,9 meter
F_{snkd} =	88 kN

Tabel volumegewichten

Diepte [m]	Grondsoort	volumegewicht [kN/m ³]	γ -waarde	$K_0;rep * \tan \gamma;rep$
-3,9	Zand Schoon Los	17	30	0,29
-4,85	Klei Zwakzandig Matig	14	20	0,25
-6,11	Klei Schoon Slap	14	17,5	0,25
-7,51	Klei Schoon Slap	14	17,5	0,25
-10,49	Klei Schoon Slap	14	17,5	0,25
-11,83	Veen Matig-Voorbelast Matig	12	20	0,25

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

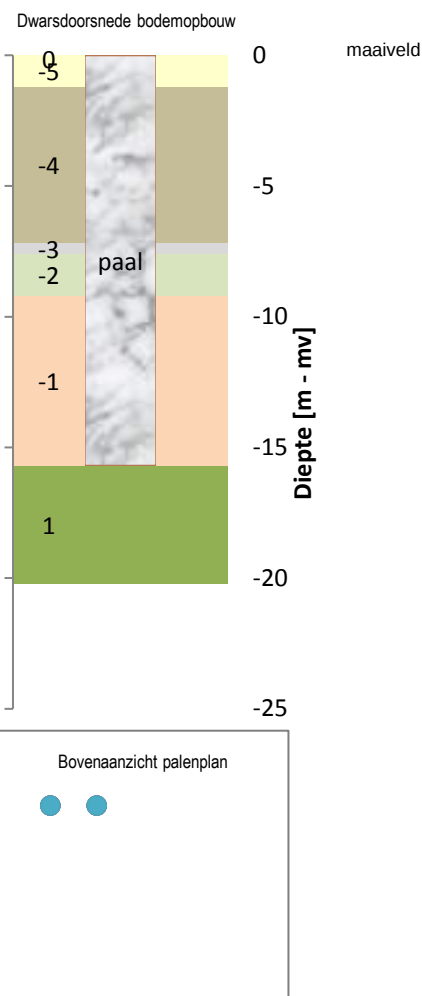
- Volumiek gewicht	1
- Tangent hoek inwendige wrijving	1
- Ongedraineerde schuifsterkte	1
- Cohesie	1

Bodemeigenschappen (aanname)

Oorspronkelijke maaiveldhoogte	-4,80 [m tov NAP]
Toekomstige maaiveldhoogte	-4,80 [m tov NAP]
Hoge grondwaterstand	-4,8 [m tov NAP]
Lage grondwaterstand	-5,9 [m tov NAP]
Pre-overburden pressure (POP)	2,0 [kN/m²]

Paaleigenschappen

Paaltype	Prefab_betonpaal
E-modulus [kN/m²] (kern / buis / schil)	2,00E+07
wanddikte buis [mm]	8
Last-zakkingsdiagram	1
Paalkopniveau	-4,80 [m tov NAP]
Paalpuntniveau	-20,50 [m tov NAP]
Startniveau schachtwrijving	-12,50 [m tov NAP]
Aantal palen (X × Y)	2 × 1



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

laag	onderzijde [m tov NAP]	γ [kN/m³]	γ_{sat} [kN/m³]	ϕ' [°]	CR [-]	C_α [-]
-5	-6,0	16,0	17,0	25,0	0,237	0,005
-4	-12,0	13,0	14,0	17,5	1,357	0,013
-3	-12,4	10,5	11,0	15,0	7,590	0,023
-2	-14,0	17,0	19,0	30,0	0,021	0,000
-1	-20,5	18,0	20,0	32,5	0,006	0,000
0	-25,0	18,0	20,0	32,5	0,0	0,000
1	-25,0	18,0	20,0	32,5	0,0	0,000

Symbolen en eenheden

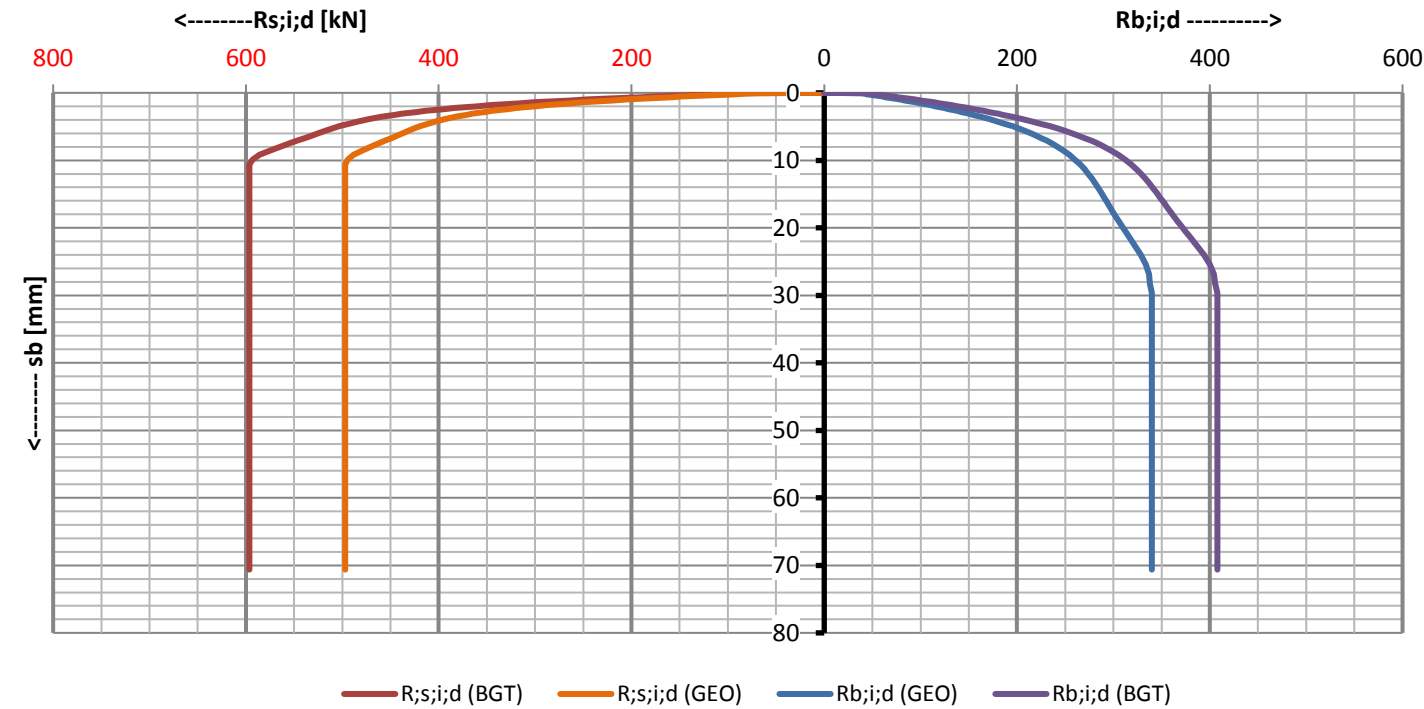
γ	volumieke gewicht van grond (natuurlijk)	kN/m³	Fc	Paalbelasting	kN
γ_{sat}	volumieke gewicht van verzadigde grond	kN/m³	Fnk	Negatieve kleef	kN
ϕ	effectieve hoek van inwendige wrijving	°	Fc; netto	Netto paalbelasting (Fc-Fnk)	kN
CR	compression ration (Cc/1+e0))	-	Sb	Paalpuntzakking tgv bovenbelasting	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-zakkingdiagram

Paaltype: Prefab_betonpaal
Paalafmeting: 250 x 250 mm
Paalpuntniveau: -20,50 m tov NAP
Sondering: D6

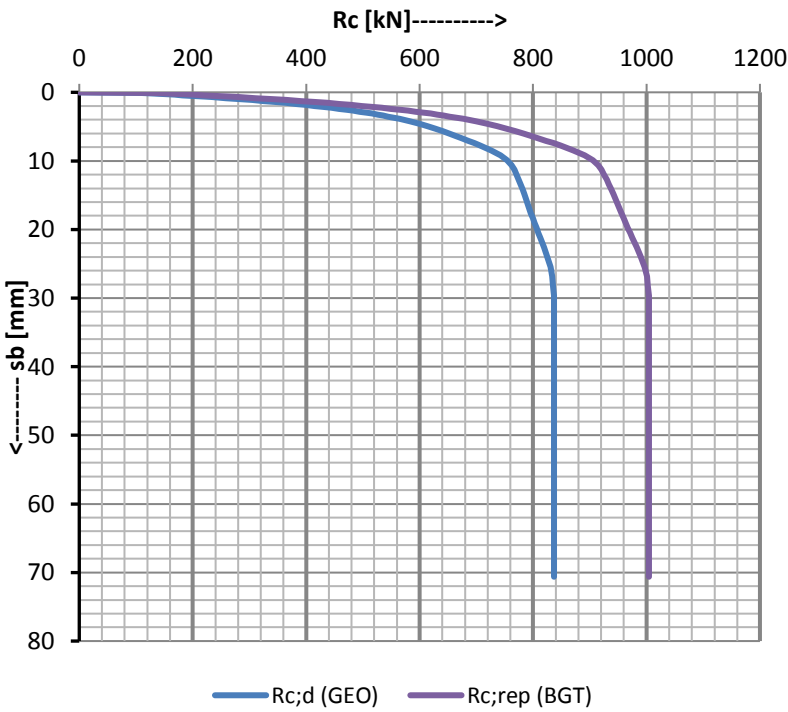
Palenplan	x-richting:	y-richting:
aantal	1	2
hoh-afstand [m]	nvt	2,0

Last / Zakking diagram : grenstoestand Geo en bruikbaarheidsgrenstoestand



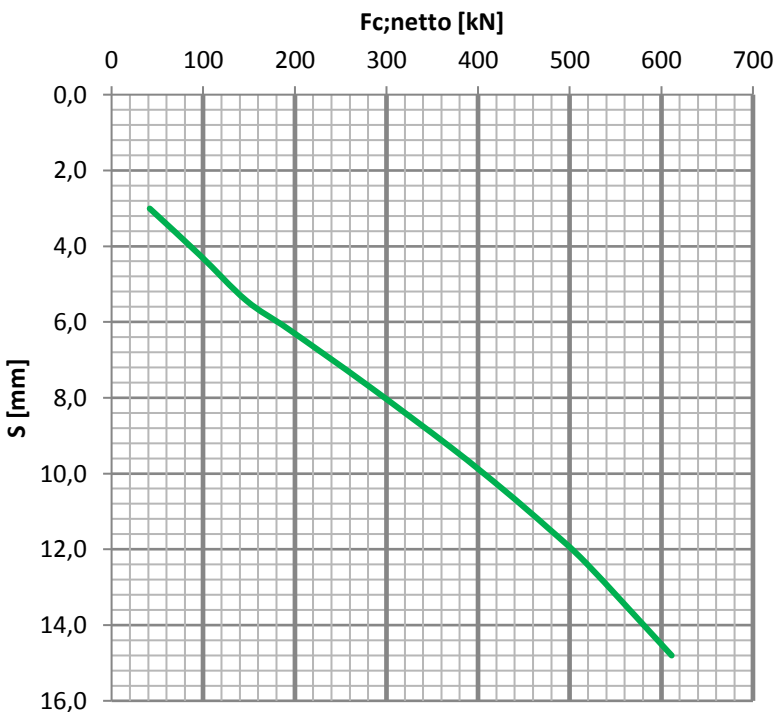
Last / Zakking diagram

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]
749	88	837	29,7	11,8	41,5	1,3	42,7
747	88	835	28,3	11,8	40,0	1,2	41,3
746	88	834	26,8	11,8	38,6	1,2	39,9
743	88	831	25,4	11,7	37,2	1,2	38,4
737	88	825	24,0	11,7	35,7	1,2	36,9
731	88	819	22,6	11,6	34,2	1,2	35,4
725	88	813	21,2	11,5	32,7	1,2	33,9
718	88	806	19,8	11,5	31,2	1,2	32,4
456	88	544	3,5	8,3	11,8	0,7	12,5
36	88	124	0,1	2,8	3,0	0,0	3,0

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]
611	88	699	4,2	9,8	14,0	0,8	14,8	47	36
519	88	607	3,0	8,6	11,6	0,8	12,4	49	38
477	88	565	2,5	8,1	10,6	0,8	11,5	49	38
428	88	516	2,1	7,5	9,6	0,8	10,4	49	38
370	88	458	1,7	6,8	8,5	0,8	9,3	49	38
278	88	366	1,1	5,7	6,8	0,8	7,6	48	37
194	88	282	0,7	4,7	5,4	0,8	6,2	45	35
147	88	235	0,5	4,2	4,7	0,8	5,4	43	33
96	88	184	0,3	3,6	3,9	0,4	4,2	44	33
42	88	130	0,1	2,9	3,0	0,0	3,0	43	33

Voorbeeldberekening

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

Uitgangspunten

Referentie niveau:	NAP
Gehanteerde sondering:	D6
Paaltype:	prefab betonpaal NEN9997-1:2017
Paalpuntniveau:	-19,5 meter
Schachtafmeting:	290 mm
Oorspronkelijke maaiveldhoogte:	-4,85 meter
Toekomstige maaiveldhoogte:	-3,9 meter
Aanlegniveau fundering:	-4,85 meter
Gemiddeld laagste grondwaterstand (GLG):	-5,9 meter
Ophoging ten opzichte van maaiveld:	0,95 meter
Schachtwrijving startniveau:	-12,5 meter
Schachtwrijving eindniveau:	-19,5 meter

Rekenfactoren & resultaten

$q_{c,I,gem}$ =	12,8 MPa
$q_{c,II,gem}$ =	12,7 MPa
$q_{c,III,gem}$ =	9,7 MPa
α_p =	0,7
β =	1
s =	1
$p_{r,max;punt}$ =	7,84 MPa
a_s =	0,01
$q_{c,z;a}$ =	10,1 MPa
$q_{s,max}$ =	0,101 MPa
$R_{s;cal,max}$ =	821,918 kN
A_{punt} =	0,084 m ²
Q_s =	1,16 m
Δ_L =	7 m
$R_{b;cal,max}$ =	660 kN
$R_{c;cal,max}$ =	1481 kN
ξ_3 en ξ_4 =	1,39
$R_{c;cal,max;k}$ =	1067 kN
γ_t =	1,2
$R_{c;d}$ =	889 kN
$R_{c;net;d}$ =	787 kN

Negatieve Kleef

Negatieve kleef startniveau:	-3,9 meter
Negatieve kleef eindniveau:	-12,4 meter
Gebruikte waterstand:	-5,9 meter
F_{snkd} =	102 kN

Tabel volumegewichten

Diepte [m]	Grondsoort	volumegewicht [kN/m ³]	γ -waarde	$K_0;rep * \tan \gamma;rep$
-3,9	Zand Schoon Los	17	30	0,29
-4,85	Klei Zwakzandig Matig	14	20	0,25
-6,11	Klei Schoon Slap	14	17,5	0,25
-7,51	Klei Schoon Slap	14	17,5	0,25
-10,49	Klei Schoon Slap	14	17,5	0,25
-11,83	Veen Matig-Voorbelast Matig	12	20	0,25

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

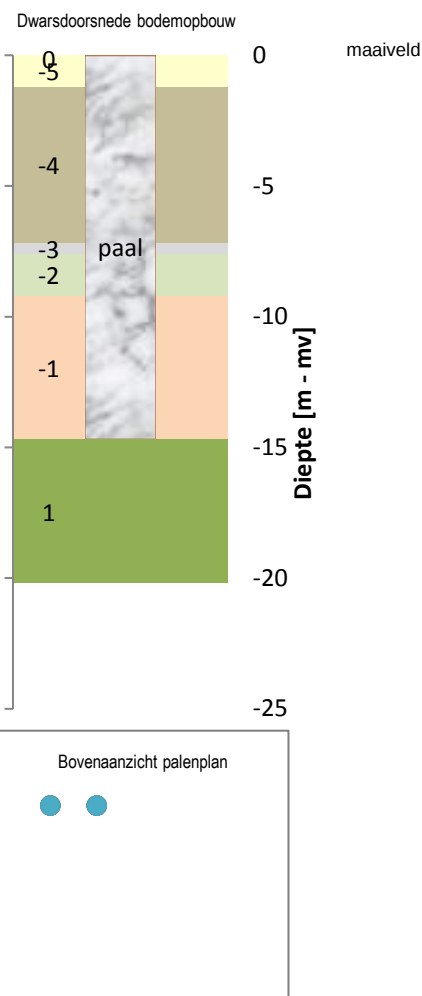
- Volumiek gewicht	1
- Tangent hoek inwendige wrijving	1
- Ongedraineerde schuifsterkte	1
- Cohesie	1

Bodemeigenschappen (aanname)

Oorspronkelijke maaiveldhoogte	-4,80 [m tov NAP]
Toekomstige maaiveldhoogte	-4,80 [m tov NAP]
Hoge grondwaterstand	-4,8 [m tov NAP]
Lage grondwaterstand	-5,9 [m tov NAP]
Pre-overburden pressure (POP)	2,0 [kN/m²]

Paaleigenschappen

Paaltype	Prefab_betonpaal
E-modulus [kN/m²] (kern / buis / schil)	2,00E+07
wanddikte buis [mm]	8
Last-zakkingsdiagram	1
Paalkopniveau	-4,80 [m tov NAP]
Paalpuntniveau	-19,50 [m tov NAP]
Startniveau schachtwrijving	-12,50 [m tov NAP]
Aantal palen (X × Y)	2 × 1



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

laag	onderzijde [m tov NAP]	γ [kN/m³]	γ_{sat} [kN/m³]	ϕ' [°]	CR [-]	C_α [-]
-5	-6,0	16,0	17,0	25,0	0,237	0,005
-4	-12,0	13,0	14,0	17,5	1,357	0,013
-3	-12,4	10,5	11,0	15,0	7,590	0,023
-2	-14,0	17,0	19,0	30,0	0,021	0,000
-1	-19,5	18,0	20,0	32,5	0,006	0,000
0	-25,0	18,0	20,0	32,5	0,0	0,000
1	-25,0	18,0	20,0	32,5	0,0	0,000

Symbolen en eenheden

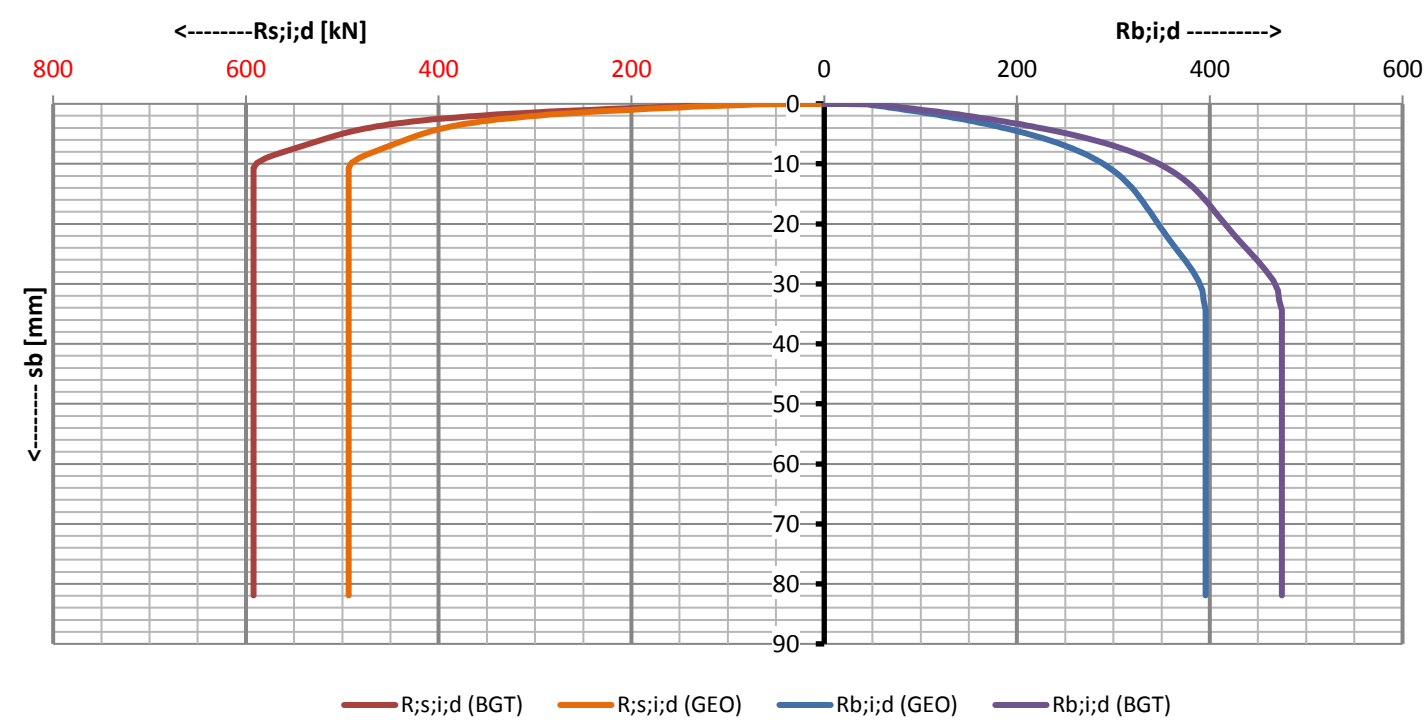
γ	volumieke gewicht van grond (natuurlijk)	kN/m³	Fc	Paalbelasting	kN
γ_{sat}	volumieke gewicht van verzadigde grond	kN/m³	Fnk	Negatieve kleef	kN
ϕ	effectieve hoek van inwendige wrijving	°	Fc;netto	Netto paalbelasting (Fc-Fnk)	kN
CR	compression ration (Cc/1+e0)	-	Sb	Paalpuntzakking tgv bovenbelasting	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: Prefab_betonpaal
Paalafmeting: 290 x 290 mm
Paalpuntniveau: -19,50 m tov NAP
Sondering: D6

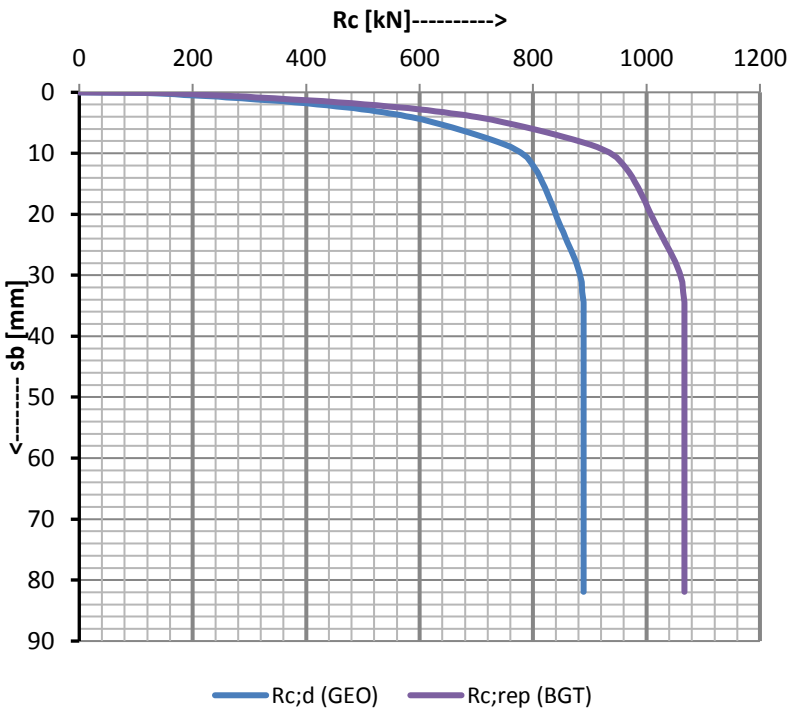
Palenplan	x-richting:	y-richting:
aantal	1	2
hoh-afstand [m]	nvt	2,0

Last / Zakking diagram : grenstoestand Geo en bruikbaarheidsgrenstoestand



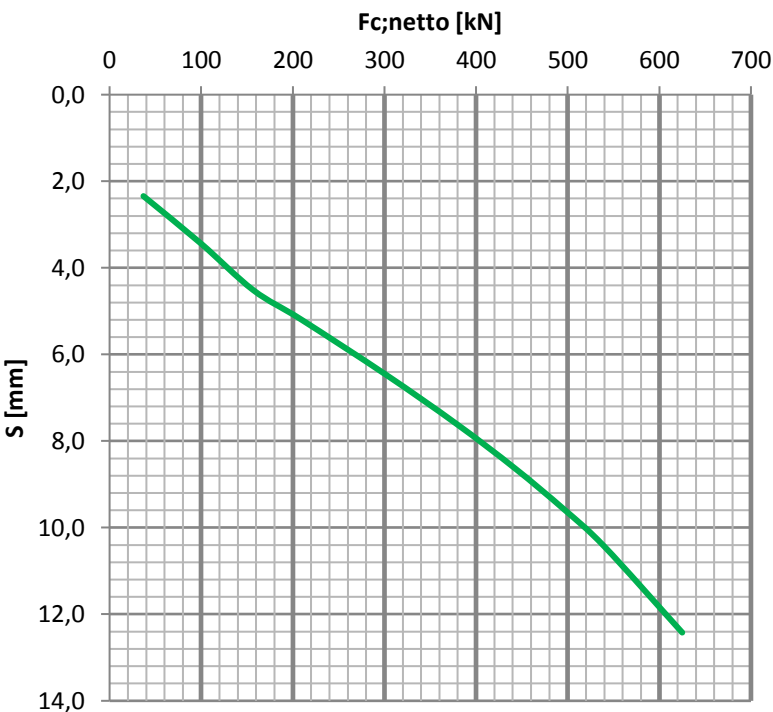
Last / Zakking diagram

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]
787	102	889	34,4	8,6	43,0	1,2	44,2
785	102	887	32,8	8,6	41,4	1,2	42,6
784	102	886	31,1	8,6	39,7	1,2	40,9
780	102	882	29,5	8,6	38,1	1,2	39,2
774	102	876	27,9	8,5	36,4	1,2	37,5
766	102	868	26,2	8,5	34,7	1,1	35,8
759	102	861	24,6	8,4	33,0	1,1	34,1
751	102	853	22,9	8,4	31,3	1,1	32,4
483	102	585	4,1	6,2	10,3	0,6	10,9
32	102	134	0,2	2,2	2,3	0,0	2,3

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]
625	102	727	4,5	7,2	11,7	0,8	12,4	59	45
541	102	643	3,3	6,4	9,7	0,7	10,4	62	47
496	102	598	2,8	6,0	8,8	0,7	9,6	62	48
442	102	544	2,3	5,6	7,9	0,7	8,6	63	49
378	102	480	1,8	5,1	6,9	0,7	7,6	63	49
301	102	403	1,3	4,4	5,7	0,7	6,5	62	48
209	102	311	0,8	3,7	4,5	0,7	5,2	60	46
157	102	259	0,6	3,2	3,8	0,7	4,5	57	44
99	102	201	0,3	2,8	3,1	0,3	3,4	59	45
37	102	139	0,1	2,3	2,3	0,0	2,3	59	46

Voorbeeldberekening

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

Uitgangspunten

Referentie niveau:	NAP
Gehanteerde sondering:	D6
Paaltype:	prefab betonpaal NEN9997-1:2017
Paalpuntniveau:	-18 meter
Schachtafmeting:	320 mm
Oorspronkelijke maaiveldhoogte:	-4,85 meter
Toekomstige maaiveldhoogte:	-3,9 meter
Aanlegniveau fundering:	-4,85 meter
Gemiddeld laagste grondwaterstand (GLG):	-5,9 meter
Ophoging ten opzichte van maaiveld:	0,95 meter
Schachtwrijving startniveau:	-12,5 meter
Schachtwrijving eindniveau:	-18 meter

Rekenfactoren & resultaten

$q_{c,I,gem}$ =	21,9 MPa
$q_{c,II,gem}$ =	10,2 MPa
$q_{c,III,gem}$ =	8,9 MPa
a_p =	0,7
β =	1
s =	1
$p_{r,max;punt}$ =	8,76 MPa
a_s =	0,01
$q_{c,z;a}$ =	9 MPa
$q_{s,max}$ =	0,09 MPa
$R_{s;cal,max}$ =	635,871 kN
A_{punt} =	0,102 m ²
0_s =	1,28 m
Δ_L =	5,5 m
$R_{b;cal,max}$ =	897 kN
$R_{c;cal,max}$ =	1533 kN
ξ_3 en ξ_4 =	1,39
$R_{c;cal,max;k}$ =	1104 kN
γ_t =	1,2
$R_{c;d}$ =	920 kN
$R_{c;net;d}$ =	807 kN

Negatieve Kleef

Negatieve kleef startniveau:	-3,9 meter
Negatieve kleef eindniveau:	-12,4 meter
Gebruikte waterstand:	-5,9 meter
F_{snkd} =	112 kN

Tabel volumegewichten

Diepte [m]	Grondsoort	volumegewicht [kN/m ³]	γ -waarde	$K0;rep * \tan \gamma;rep$
-3,9	Zand Schoon Los	17	30	0,29
-4,85	Klei Zwakzandig Matig	14	20	0,25
-6,11	Klei Schoon Slap	14	17,5	0,25
-7,51	Klei Schoon Slap	14	17,5	0,25
-10,49	Klei Schoon Slap	14	17,5	0,25
-11,83	Veen Matig-Voorbelast Matig	12	20	0,25

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

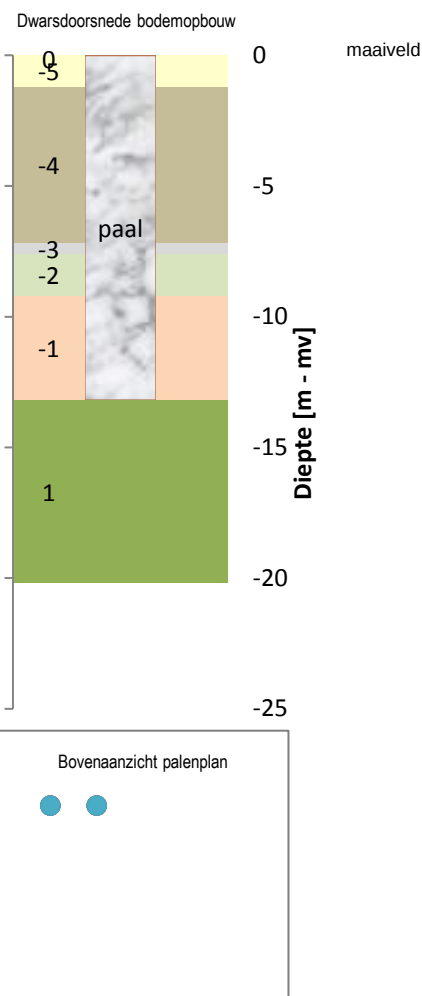
- Volumiek gewicht	1
- Tangent hoek inwendige wrijving	1
- Ongedraineerde schuifsterkte	1
- Cohesie	1

Bodemeigenschappen (aanname)

Oorspronkelijke maaiveldhoogte	-4,80 [m tov NAP]
Toekomstige maaiveldhoogte	-4,80 [m tov NAP]
Hoge grondwaterstand	-4,8 [m tov NAP]
Lage grondwaterstand	-5,9 [m tov NAP]
Pre-overburden pressure (POP)	2,0 [kN/m²]

Paaleigenschappen

Paaltype	Prefab_betonpaal
E-modulus [kN/m²] (kern / buis / schil)	2,00E+07
wanddikte buis [mm]	8
Last-zakkingsdiagram	1
Paalkopniveau	-4,80 [m tov NAP]
Paalpuntniveau	-18,00 [m tov NAP]
Startniveau schachtwrijving	-12,50 [m tov NAP]
Aantal palen (X × Y)	2 × 1



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

laag	onderzijde [m tov NAP]	γ [kN/m³]	γ_{sat} [kN/m³]	ϕ' [°]	CR [-]	C_α [-]
-5	-6,0	16,0	17,0	25,0	0,237	0,005
-4	-12,0	13,0	14,0	17,5	1,357	0,013
-3	-12,4	10,5	11,0	15,0	7,590	0,023
-2	-14,0	17,0	19,0	30,0	0,021	0,000
-1	-18,0	18,0	20,0	32,5	0,006	0,000
0	-25,0	18,0	20,0	32,5	0,0	0,000
1	-25,0	18,0	20,0	32,5	0,0	0,000

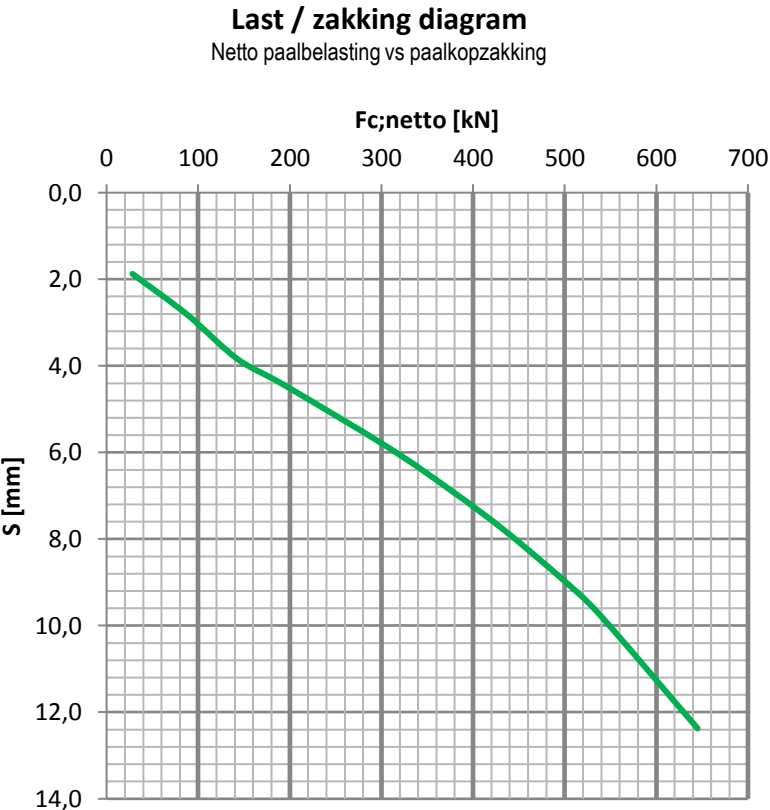
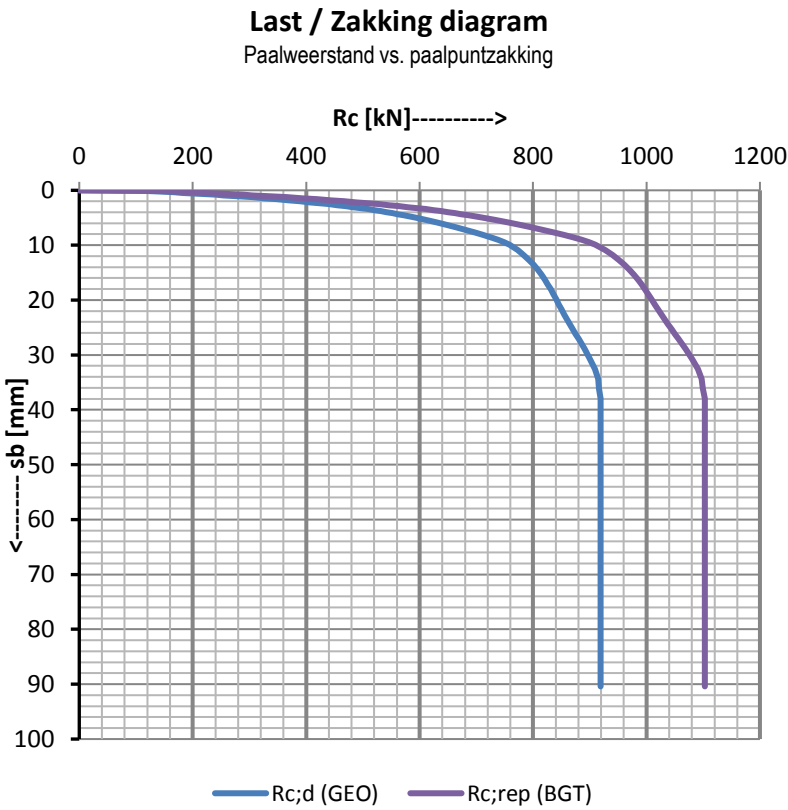
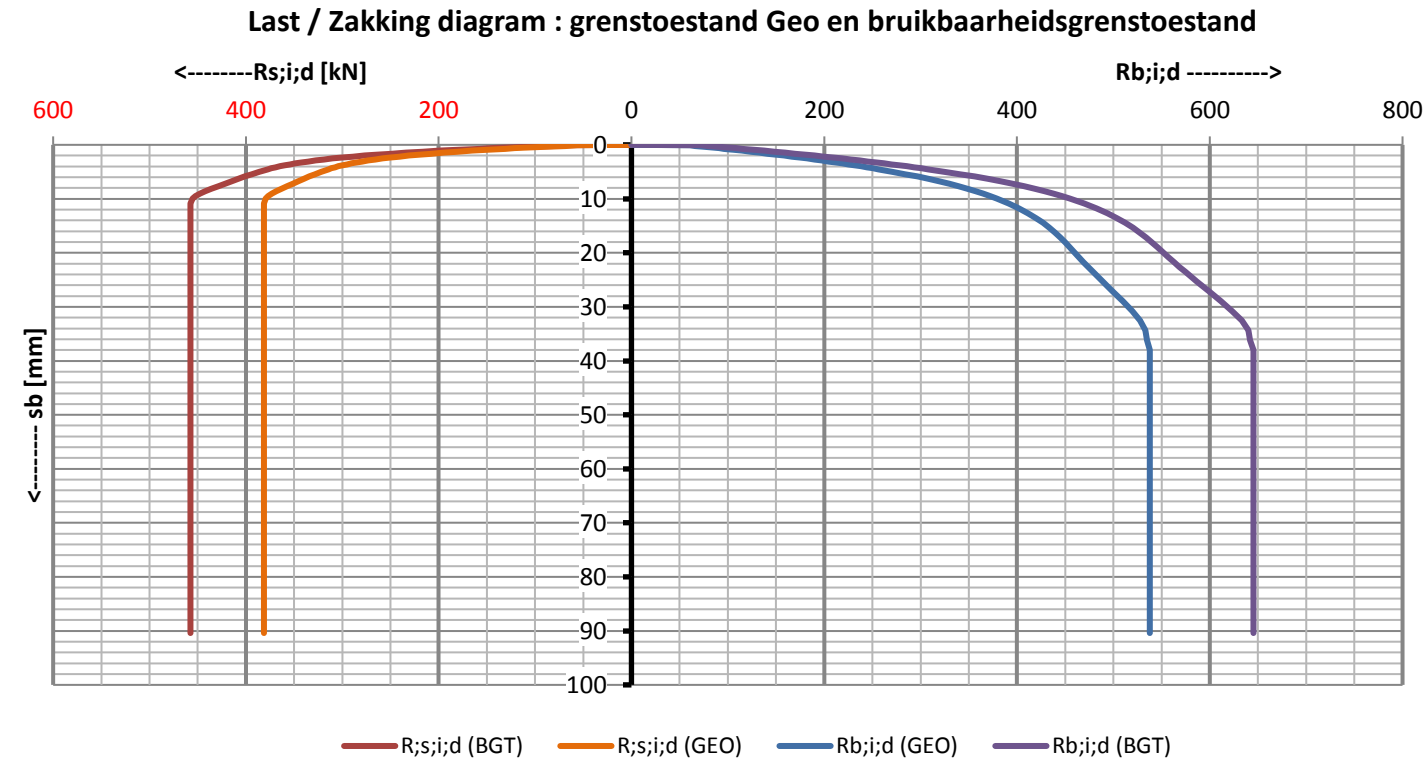
Symbolen en eenheden

γ	volumieke gewicht van grond (natuurlijk)	kN/m³	Fc	Paalbelasting	kN
γ_{sat}	volumieke gewicht van verzadigde grond	kN/m³	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

Paalkopzакking en last-zakkingsdiagram

Paaltype: Prefab_betonpaal
Paalafmeting: 320 x 320 mm
Paalpuntniveau: -18,00 m tov NAP
Sondering: D6

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



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]
807	112	919	38,0	6,5	44,4	1,2	45,6
804	112	916	36,2	6,4	42,6	1,2	43,8
803	112	915	34,4	6,4	40,8	1,2	42,0
797	112	909	32,5	6,4	39,0	1,2	40,1
789	112	901	30,7	6,4	37,1	1,2	38,3
779	112	891	28,9	6,3	35,2	1,1	36,4
768	112	880	27,1	6,3	33,4	1,1	34,5
758	112	870	25,3	6,2	31,5	1,1	32,6
459	112	571	4,5	4,4	8,9	0,6	9,5
22	112	134	0,2	1,6	1,8	0,0	1,8

BGT

Fc;netto [kN]	Fnk	Fc	Sb	Sel	S1	S2	S	kv;rep [kN/mm]	kv;d [kN/mm]
645	112	757	5,9	5,7	11,6	0,8	12,4	61	47
538	112	650	4,0	5,0	9,0	0,8	9,8	67	51
499	112	611	3,4	4,8	8,2	0,8	8,9	68	52
435	112	547	2,7	4,3	7,0	0,8	7,8	70	54
377	112	489	2,2	4,0	6,1	0,8	6,9	71	55
307	112	419	1,6	3,5	5,2	0,7	5,9	71	55
193	112	305	0,9	2,8	3,7	0,7	4,4	69	53
143	112	255	0,6	2,5	3,1	0,7	3,8	66	51
88	112	200	0,4	2,2	2,5	0,3	2,8	71	55
28	112	140	0,1	1,8	1,9	0,0	1,9	75	58

Voorbeeldberekening

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

Uitgangspunten

Referentie niveau:	NAP
Gehanteerde sondering:	D6
Paaltype:	stalen buispaal geheid NEN9997-1:2017
Paalpuntniveau:	-20 meter
Schachtafmeting:	324 mm
Oorspronkelijke maaiveldhoogte:	-4,85 meter
Toekomstige maaiveldhoogte:	-3,9 meter
Aanlegniveau fundering:	-4,85 meter
Gemiddeld laagste grondwaterstand (GLG):	-5,9 meter
Ophoging ten opzichte van maaiveld:	0,95 meter
Schachtwrijving startniveau:	-12,5 meter
Schachtwrijving eindniveau:	-20 meter

Rekenfactoren & resultaten

$q_{c,I,gem}$ =	15,5 MPa
$q_{c,II,gem}$ =	13,4 MPa
$q_{c,III,gem}$ =	10,4 MPa
a_p =	0,7
β =	0,9
s =	1
$p_{r,max;punt}$ =	7,8 MPa
a_s =	0,01
$q_{c,z;a}$ =	10,2 MPa
$q_{s,max}$ =	0,102 MPa
$R_{s;cal,max}$ =	780,601 kN
A_{punt} =	0,088 m ²
Q_s =	1,018 m
Δ_L =	7,5 m
$R_{b;cal,max}$ =	684 kN
$R_{c;cal,max}$ =	1464 kN
ξ_3 en ξ_4 =	1,39
$R_{c;cal,max;k}$ =	1054 kN
γ_t =	1,2
$R_{c;d}$ =	879 kN
$R_{c;net;d}$ =	789 kN

Negatieve Kleef

Negatieve kleef startniveau:	-3,9 meter
Negatieve kleef eindniveau:	-12,4 meter
Gebruikte waterstand:	-5,9 meter
F_{snkd} =	90 kN

Tabel volumegewichten

Diepte [m]	Grondsoort	volumegewicht [kN/m ³]	γ -waarde	$K_0;rep * \tan \gamma;rep$
-3,9	Zand Schoon Los	17	30	0,29
-4,85	Klei Zwakzandig Matig	14	20	0,25
-6,11	Klei Schoon Slap	14	17,5	0,25
-7,51	Klei Schoon Slap	14	17,5	0,25
-10,49	Klei Schoon Slap	14	17,5	0,25
-11,83	Veen Matig-Voorbelast Matig	12	20	0,25

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-Bierrum.

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

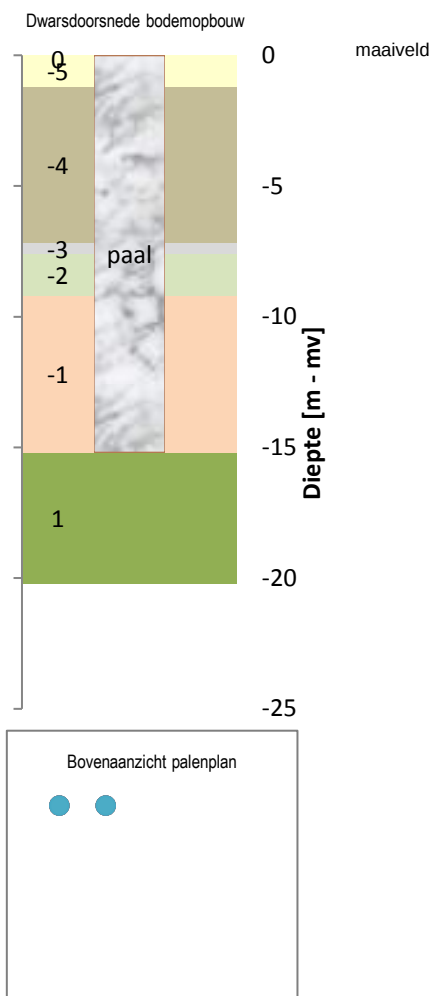
- Volumiek gewicht	1
- Tangent hoek inwendige wrijving	1
- Ongedraineerde schuifsterkte	1
- Cohesie	1

Bodemeigenschappen (aannname)

Oorspronkelijke maaiveldhoogte	-4,80 [m tov NAP]
Toekomstige maaiveldhoogte	-4,80 [m tov NAP]
Hoge grondwaterstand	-4,8 [m tov NAP]
Lage grondwaterstand	-5,9 [m tov NAP]
Pre-overburden pressure (POP)	2.0 [kN/m ²]

Paaleigenschappen

Paaltype	Stalen_buispaal	
E-modulus [kN/m²] (kern / buis / schil)	2,00E+07	2,00E+08
wanddikte buis [mm]	8	
Last-zakkingsdiagram	1	
Paalkopniveau	-4,80 [m tov NAP]	
Paalpuntniveau	-20,00 [m tov NAP]	
Startniveau schachtwrijving	-12,50 [m tov NAP]	
Aantal palen (X × Y)	2 × 1	



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

[illegible]

Symbolen en eenheden

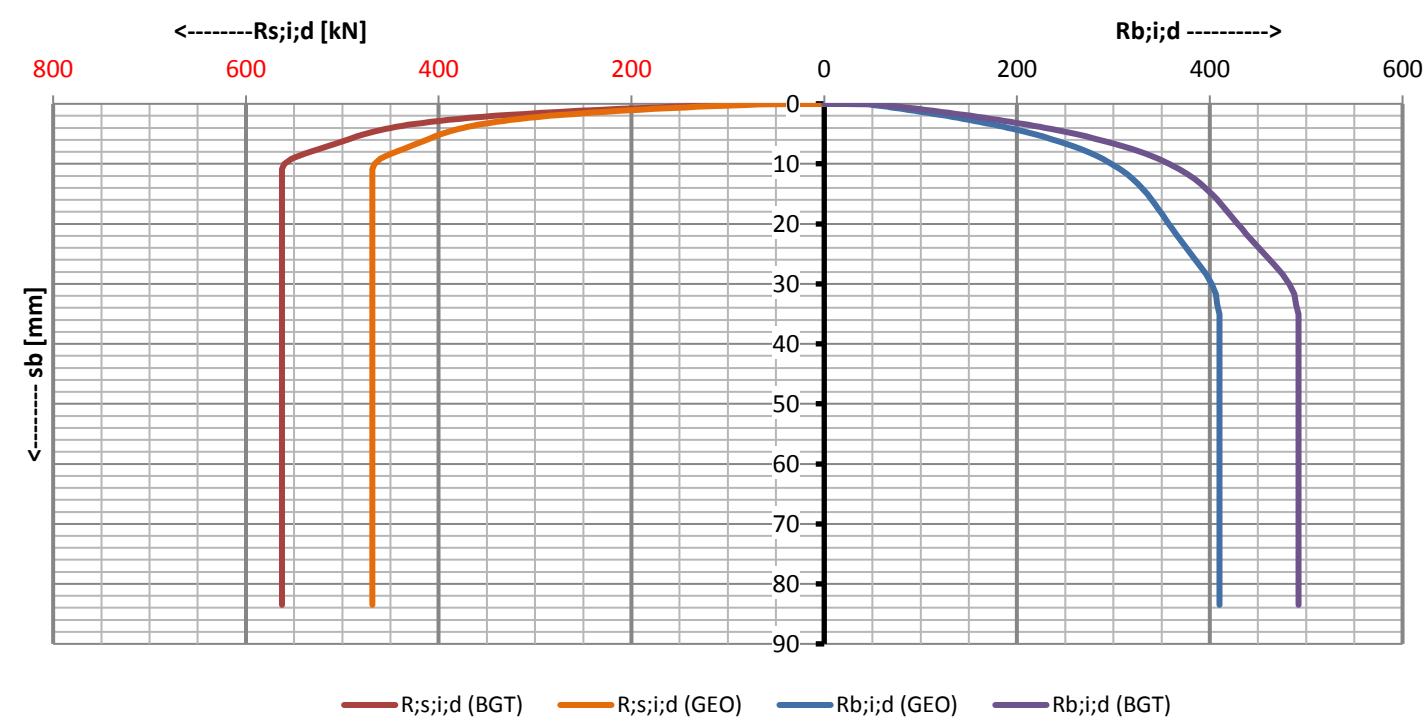
Symbolen en eenheden					
γ	volumieke gewicht van grond (natuurlijk)	kN/m ³	Fc	Paalbelasting	kN
γ_{sat}	volumieke gewicht van verzadigde grond	kN/m ³	Fnk	Negatieve kleef	kN
ϕ	effectieve hoek van inwendige wrijving	°	Fc; netto	Netto paalbelasting (Fc-Fnk)	kN
CR	compression ration (Cc/1+e0)	-	Sb	Paalpuntzakking 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: Stalen_buispaal
Paalafmeting: 334 / 324 mm
Paalpuntniveau: -20,00 m tov NAP
Sondering: D6

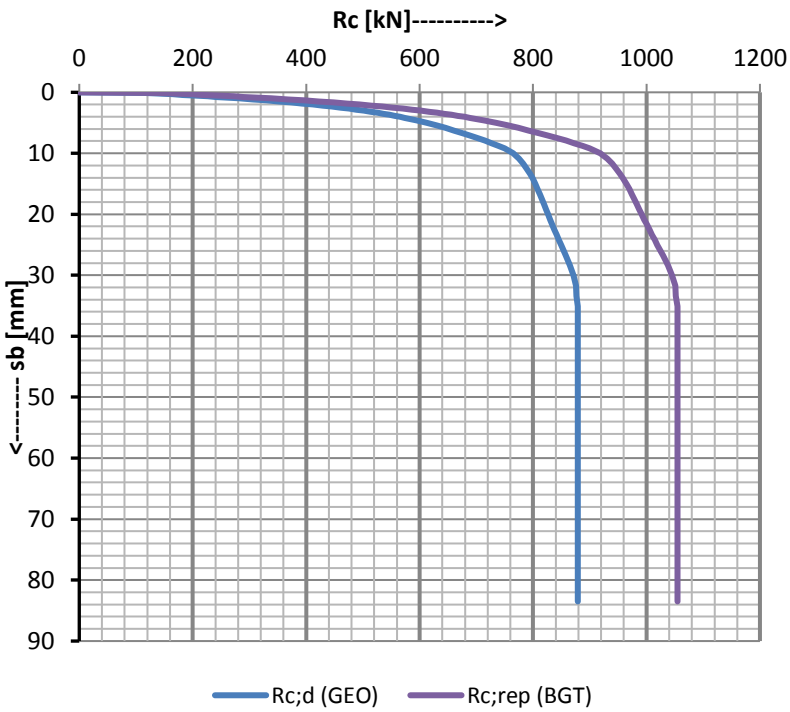
Palenplan	x-richting:	y-richting:
aantal	1	2
hoh-afstand [m]	nvt	2,0

Last / Zakking diagram : grenstoestand Geo en bruikbaarheidsgrenstoestand



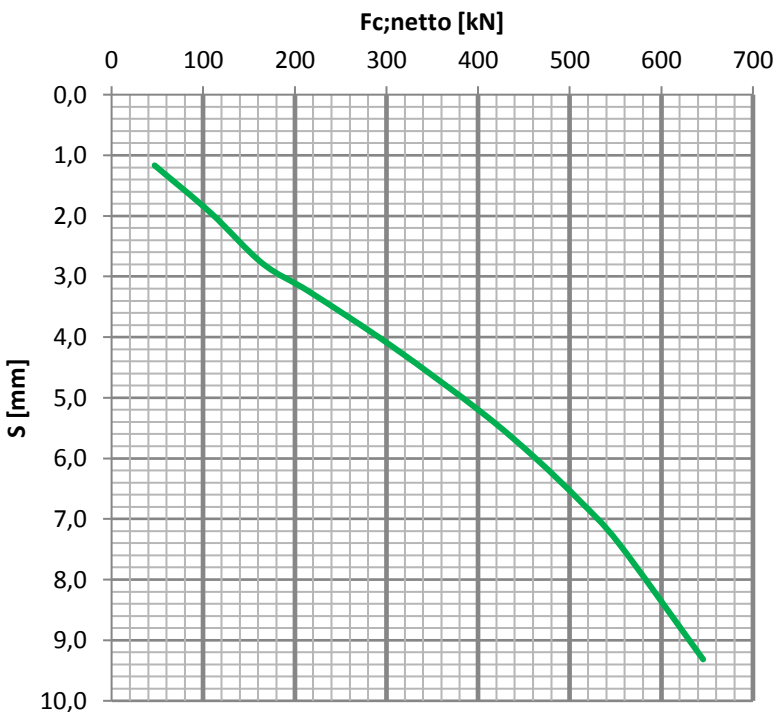
Last / Zakking diagram

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]
789	90	879	35,1	4,3	39,4	1,1	40,4
787	90	877	33,4	4,3	37,7	1,1	38,7
785	90	875	31,7	4,3	36,0	1,1	37,1
781	90	871	30,1	4,3	34,3	1,1	35,4
775	90	865	28,4	4,2	32,6	1,0	33,7
767	90	857	26,7	4,2	30,9	1,0	32,0
759	90	849	25,1	4,2	29,2	1,0	30,2
752	90	842	23,4	4,1	27,5	1,0	28,5
484	90	574	4,2	3,0	7,2	0,5	7,7
42	90	132	0,2	1,0	1,2	0,0	1,2

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]
646	90	736	5,0	3,6	8,6	0,7	9,3	79	61
554	90	644	3,5	3,2	6,7	0,7	7,4	87	67
512	90	602	3,0	3,0	6,1	0,7	6,7	90	69
463	90	553	2,5	2,8	5,3	0,7	6,0	92	71
404	90	494	2,0	2,6	4,6	0,7	5,2	94	72
306	90	396	1,3	2,2	3,5	0,7	4,2	95	73
216	90	306	0,8	1,8	2,6	0,6	3,3	94	72
165	90	255	0,6	1,6	2,2	0,6	2,8	92	70
108	90	198	0,3	1,3	1,7	0,3	2,0	102	78
47	90	137	0,1	1,1	1,2	0,0	1,2	117	90

Voorbeeldberekening

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

Uitgangspunten

Referentie niveau:	NAP
Gehanteerde sondering:	D6
Paaltype:	stalen buispaal geheid NEN9997-1:2017
Paalpuntniveau:	-18,5 meter
Schachtafmeting:	356 mm
Oorspronkelijke maaiveldhoogte:	-4,85 meter
Toekomstige maaiveldhoogte:	-3,9 meter
Aanlegniveau fundering:	-4,85 meter
Gemiddeld laagste grondwaterstand (GLG):	-5,9 meter
Ophoging ten opzichte van maaiveld:	0,95 meter
Schachtwrijving startniveau:	-12,5 meter
Schachtwrijving eindniveau:	-18,5 meter

Rekenfactoren & resultaten

$q_{c,I,gem}$ =	19,3 MPa
$q_{c,II,gem}$ =	10,4 MPa
$q_{c,III,gem}$ =	9,2 MPa
a_p =	0,7
β =	0,9
s =	1
$p_{r,max;punt}$ =	7,55 MPa
a_s =	0,01
$q_{c,z;a}$ =	9,3 MPa
$q_{s,max}$ =	0,093 MPa
$R_{s;cal,max}$ =	622,411 kN
A_{punt} =	0,105 m ²
O_s =	1,118 m
Δ_L =	6 m
$R_{b;cal,max}$ =	795 kN
$R_{c;cal,max}$ =	1417 kN
ξ_3 en ξ_4 =	1,39
$R_{c;cal,max;k}$ =	1020 kN
γ_t =	1,2
$R_{c;d}$ =	850 kN
$R_{c;net;d}$ =	752 kN

Negatieve Kleef

Negatieve kleef startniveau:	-3,9 meter
Negatieve kleef eindniveau:	-12,4 meter
Gebruikte waterstand:	-5,9 meter
F_{snkd} =	99 kN

Tabel volumegewichten

Diepte [m]	Grondsoort	volumegewicht [kN/m ³]	γ -waarde	$K_0;rep * \tan \gamma;rep$
-3,9	Zand Schoon Los	17	30	0,29
-4,85	Klei Zwakzandig Matig	14	20	0,25
-6,11	Klei Schoon Slap	14	17,5	0,25
-7,51	Klei Schoon Slap	14	17,5	0,25
-10,49	Klei Schoon Slap	14	17,5	0,25
-11,83	Veen Matig-Voorbelast Matig	12	20	0,25

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

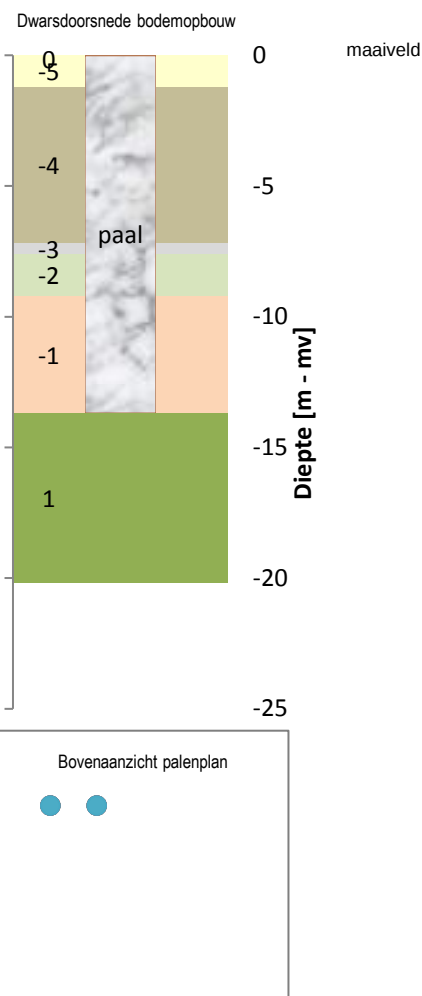
- Volumiek gewicht	1
- Tangent hoek inwendige wrijving	1
- Ongedraineerde schuifsterkte	1
- Cohesie	1

Bodemeigenschappen (aanname)

Oorspronkelijke maaiveldhoogte	-4,80 [m tov NAP]
Toekomstige maaiveldhoogte	-4,80 [m tov NAP]
Hoge grondwaterstand	-4,8 [m tov NAP]
Lage grondwaterstand	-5,9 [m tov NAP]
Pre-overburden pressure (POP)	2,0 [kN/m²]

Paaleigenschappen

Paaltype	Stalen_buispaal
E-modulus [kN/m²] (kern / buis / schil)	2,00E+07 2,00E+08
wanddikte buis [mm]	8
Last-zakkingsdiagram	1
Paalkopniveau	-4,80 [m tov NAP]
Paalpuntniveau	-18,50 [m tov NAP]
Startniveau schachtwrijving	-12,50 [m tov NAP]
Aantal palen (X × Y)	2 × 1



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

laag	onderzijde [m tov NAP]	γ [kN/m³]	γ_{sat} [kN/m³]	ϕ' [°]	CR [-]	C_α [-]
-5	-6,0	16,0	17,0	25,0	0,237	0,005
-4	-12,0	13,0	14,0	17,5	1,357	0,013
-3	-12,4	10,5	11,0	15,0	7,590	0,023
-2	-14,0	17,0	19,0	30,0	0,021	0,000
-1	-18,5	18,0	20,0	32,5	0,006	0,000
0	-25,0	18,0	20,0	32,5	0,0	0,000
1	-25,0	18,0	20,0	32,5	0,0	0,000

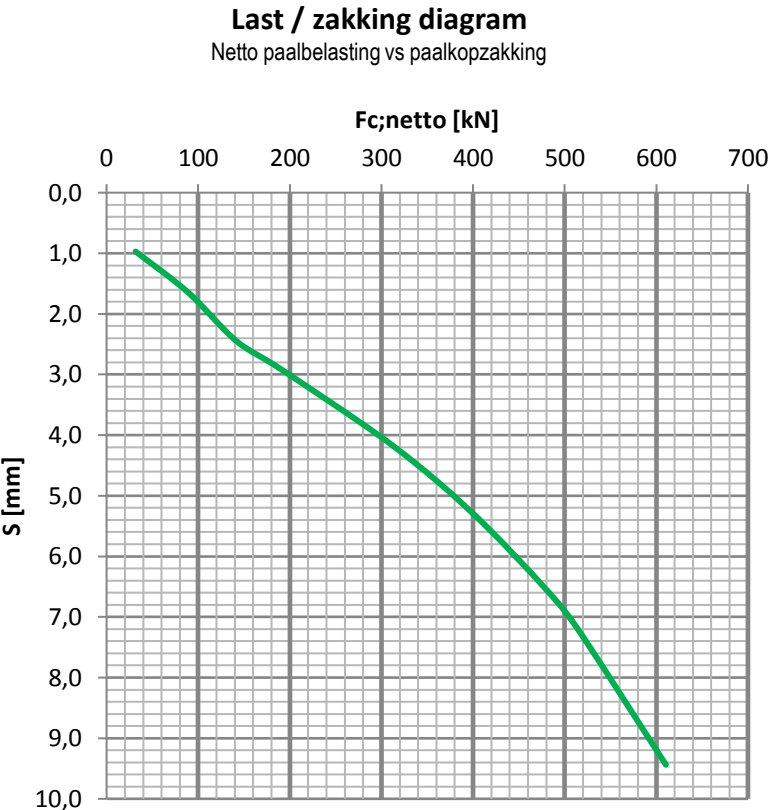
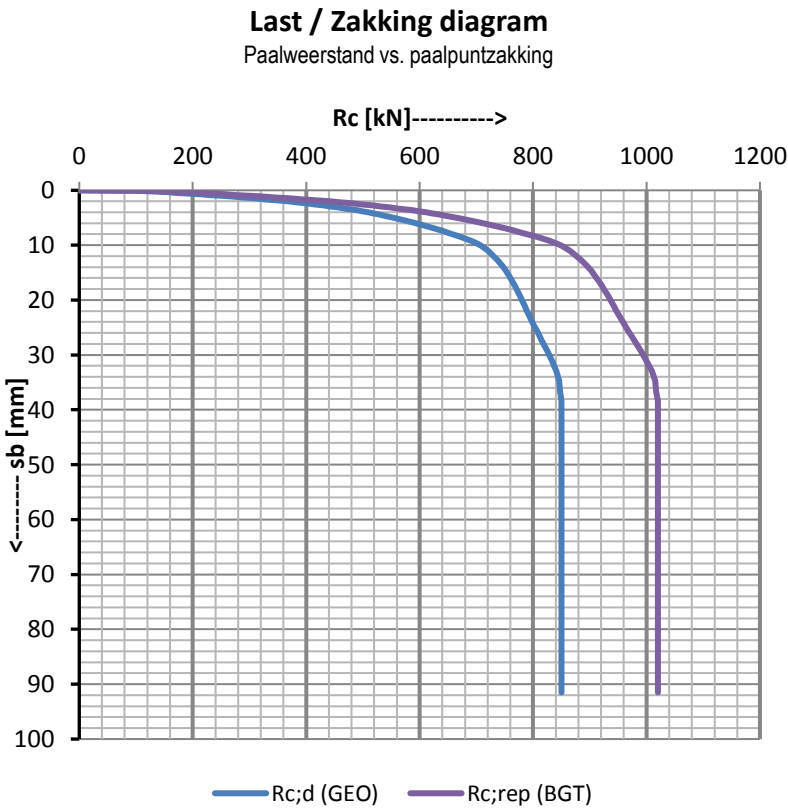
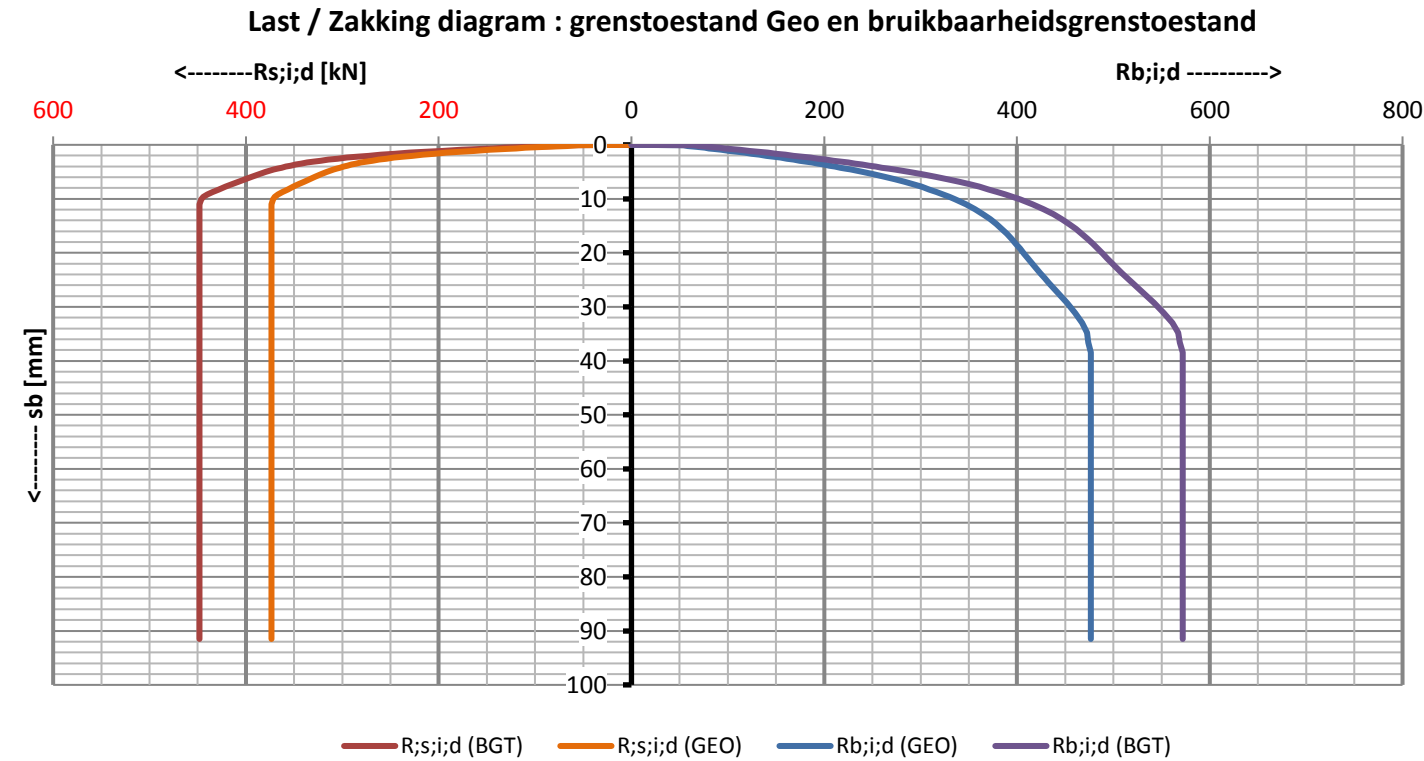
Symbolen en eenheden

γ	volumieke gewicht van grond (natuurlijk)	kN/m³	Fc	Paalbelasting	kN
γ_{sat}	volumieke gewicht van verzadigde grond	kN/m³	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

Paalkopzакking en last-zakkingsdiagram

Paaltype: Stalen_buispaal
Paalafmeting: 366 / 356 mm
Paalpuntniveau: -18,50 m tov NAP
Sondering: D6

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



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]
751	99	850	38,4	3,2	41,7	1,0	42,7
748	99	847	36,6	3,2	39,8	1,0	40,8
747	99	846	34,8	3,2	38,0	1,0	39,0
742	99	841	32,9	3,2	36,2	1,0	37,1
735	99	834	31,1	3,2	34,3	1,0	35,3
726	99	825	29,3	3,2	32,5	0,9	33,4
717	99	816	27,5	3,1	30,6	0,9	31,5
708	99	807	25,6	3,1	28,7	0,9	29,7
437	99	536	4,6	2,3	6,8	0,4	7,3
26	99	125	0,2	0,8	1,0	0,0	1,0

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]
610	99	709	5,9	2,9	8,8	0,6	9,4	75	58
513	99	612	4,0	2,5	6,5	0,6	7,2	85	66
476	99	575	3,5	2,4	5,9	0,6	6,5	89	68
417	99	516	2,7	2,2	4,9	0,6	5,5	93	72
363	99	462	2,2	2,0	4,2	0,6	4,8	96	74
297	99	396	1,6	1,8	3,4	0,6	4,0	99	76
189	99	288	0,9	1,4	2,3	0,6	2,9	99	76
141	99	240	0,6	1,2	1,9	0,6	2,4	98	76
89	99	188	0,4	1,1	1,4	0,2	1,6	114	88
32	99	131	0,1	0,9	1,0	0,0	1,0	135	104

Symbolen en eenheden

Symbool	Eenheid	Uitleg
$q_{c,I;gem}$	MPa	de gemiddelde waarde van de conusweerstand over een traject van 0,7 à 4,0 maal de equivalente diameter beneden de paalvoet
$q_{c,II;gem}$	MPa	de minimum gemiddelde waarde van de conusweerstand over dit traject
$q_{c,III;gem}$	MPa	de minimum gemiddelde waarde van de conusweerstand over een traject van 8,0 maal de equivalente diameter boven de paalvoet
a_p		paalklassefactor
β		factor voor de paalvoetvorm
s		factor voor de vorm van de dwarsdoorsnede van de paalvoet
$p_{r,max;punt}$	MPa	de maximale puntweerstand
a_s		factor afhankelijk van de uitvoering en het paaltype
$q_{c,z;a}$	MPa	de gemiddelde waarde van de conusweerstand over het traject waarover schachtwrijving wordt berekend
$q_{s,max}$	MPa	de maximale paalschachtwrijving
$R_{s;cal,max}$	kN	de maximale schachtwrijving
A_{punt}	m ²	oppervlakte van de paalvoet
O_s	m	omtrek paalschacht
Δ_L	m	Traject voor berekening schachtwrijving
$R_{b;cal,max}$	kN	de maximale draagkracht van de paalpunt
$R_{c;cal,max}$	kN	de maximale draagkracht van de paal
ξ_3 en ξ_4		correlatiefactoren
$R_{c;cal,max;k}$	kN	de representatieve waarde van de maximale draagkracht van de paal
γ_t		partiële factor voor de totale draagkracht van een paal
$R_{c;d}$	kN	de rekenwaarde van de maximale draagkracht van de paal
F_{snkd}	kN	de rekenwaarde van de maximale negatieve kleeftbelasting
$R_{c;net;d}$	kN	de rekenwaarde van de maximale draagkracht gecompenseerd met F_{snkd}
$\gamma_{i,rep}$	kN/m ³	de representatieve waarde van het volumiek gewicht van de grond van laag j

Bijlage 2 : Algemene richtlijnen uitvoering en ontwerp

Algemene richtlijnen en aandachtspunten uitvoering en ontwerp

(gebaseerd op onder andere: NEN 6740, NEN 9997, SBR Handboek funderingen)

Algemeen

Bij de uitvoering moet zijn gecontroleerd of aan de onderstaande uitgangspunten van het ontwerp van de fundering is voldaan:

- de grondgesteldheid, de grondwatertoestand en mogelijk andere omgevingsfactoren mogen niet ongunstiger zijn dan is aangenomen ten behoeve van het ontwerp. Hiertoe dient onder meer te worden nagegaan of het grondonderzoek voldoet aan de onderzoeksrichtlijnen uit de NEN 9997-1 (zie ook navolgend);
- de positie, diepte en afmetingen van de fundering moeten overeenstemmen met de ontwerpspecificaties;
- de kwaliteit van de constructieve onderdelen moet voldoen aan de desbetreffende materiaaleisen en de funderingselementen mogen niet zijn beschadigd;
- indien de nieuwe fundering zich binnen het belastingsspreidingsgebied van de bestaande fundering bevindt, moet de noodzaak van extra voorzieningen zijn overwogen.
- de aanleg van een fundering nabij een bestaande fundering moet voorzichtig en volgens de aanwijzingen in het geotechnisch ontwerprapport zijn uitgevoerd. Hiertoe is informatie noodzakelijk omtrent de constructieve opbouw van deze belendingen, incl. de funderingswijze van de draagconstructie en de begane grondvloeren. Dit geldt in het bijzonder voor ontgravingen dieper dan het aanlegniveau van de fundering van op staal gefundeerde belendingen. Dergelijke ontgravingen verminderen de draagkracht van de bestaande fundering en dienen daarom zoveel mogelijk te worden voorkomen. Daarnaast is de bouwkundige staat, waarin de panden zich bevinden, van belang.

Richtlijnen uitvoering grondonderzoek in de geotechnische categorieën 2 en 3 (cf NEN 9997-1 § 3.2.3)

Algemeen

De afstand tussen de punten en de diepte van onderzoek moeten zijn bepaald op grond van de geologie van het gebied, indien aanwezig de kennis van de grondgesteldheid, de afmetingen van het bouwterrein, de aard van de fundering en van de geotechnische constructie. De onderzoekspunten moeten zo over de plattegrond van het te bouwen project zijn verdeeld dat daaruit de grondgesteldheid ter plaatse van de geotechnische constructies betrouwbaar kan worden afgeleid. In geotechnische categorie 3, moeten gedurende het onderzoek ook de aanwezige grondwaterniveaus worden vastgesteld van ieder vrijwaterniveau dat gedurende het onderzoek wordt opgemerkt. Daarnaast kan extra onderzoek worden verlangd of nodig zijn.

Grondwerken en grondkerende constructies

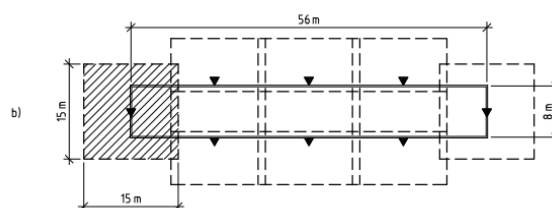
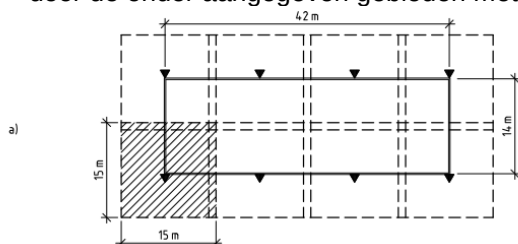
- Indien op basis van de geologische kennis van het gebied wordt verwacht dat afwijkingen in dikte van aanwezige klei-, veen- en leemlagen op het bouwterrein kleiner zijn dan 0,5 m, waardoor geen zakkingsverschillen groter dan 0,10 m over een afstand van 10 m zullen optreden, mag de afstand tussen de punten van onderzoek ten hoogste 100 m zijn. Als zakkingsverschillen van 0,1 m of meer over een afstand van 10 m kunnen leiden tot overstroming van dijken of dammen of tot enig gevaar voor de gebruikers van wegen en spoorwegen, moet de afstand tussen de onderzoekspunten worden verkleind tot ten hoogste 50 m.
- Het geotechnisch onderzoek moet hebben gereikt tot de onderkant van de laag die:
 - zakkingen en/of stabiliteitsverlies veroorzaakt als gevolg van het gewicht van de dam, dijk, aardebaan of kistdam;
 - in het geval van ontgravingen, zorg moet dragen voor de vereiste ondoorlatendheid voor water van de bodem van de bouwput.
- Als bij het grondwerk damwanden worden toegepast, moet het onderzoek in het terrein zijn uitgevoerd tot ten minste de onderkant van de te plaatsen damwanden.
- Als uit het geotechnisch onderzoek voor permanente ontgravingen, bijvoorbeeld voor verdiept aangelegde wegen of spoorwegen blijkt dat de dikte van de waterafsluitende of waterremmende laag meer varieert dan 50 % van de gemiddelde dikte van die laag, mag de afstand tussen de onderzoekspunten niet meer dan 50 m zijn.

Fundering op staal

- Er moeten minstens 2 terreinproeven zijn uitgevoerd en mag de afstand tussen de punten van geotechnisch onderzoek in het terrein ten hoogste 25 m zijn.
- De terreinproeven en boringen met monsterneming moeten ten minste tot een diepte onder het aanlegniveau van de funderingssloof, -poer of -plaat hebben bereikt van driemaal de breedte van het bouwwerk onder het aanlegniveau, waarbij 25 m als maximum mag zijn aangehouden.
- De terreinproeven moeten zijn uitgevoerd op de omtrek van het bouwwerk.

Fundering op palen

- Het geotechnisch onderzoek moet hebben bestaan uit een of meer proefbelastingen of terreinproeven, eventueel gecombineerd met boringen met monsternaming.
- Er moeten ten minste 2 terreinproeven (eventueel gecombineerd met boringen met monsternaming) zijn uitgevoerd die tot een diepte van 5 m onder het paalpuntniveau hebben bereikt. Bovendien moet een van de terreinproeven een diepte hebben bereikt van ten minste $10 \times$ de kleinste dwarsafmeting van de paalvoet onder het paalpuntniveau. Voor bouwwerken hoger dan 70 m moeten de terreinproeven ten minste tot een diepte hebben bereikt van driemaal de breedte van het bouwwerk onder het paalpuntniveau, waarbij 25 m als maximum mag zijn aangehouden.
- Worden terreinzettingen verwacht van meer dan 0,1 m, die het gevolg zijn van recent of vroeger aangebrachte terreinbelastingen in de buurt van het op palen te funderen bouwwerk of door verlaging van de grondwaterstand, dan moet, ten behoeve van de bepaling van de grootte van de representatieve waarde van de maximale negatieve kleeft ($F_{nk;rep}$), één boring met ongeroerde monsters uit de cohesieve samendrukbare grondlagen beschikbaar zijn, waarvan de schuifweerstandseigenschappen zijn/worden bepaald. Deze boring mag achterwege blijven als uit eerder onderzoek in de directe omgeving van het bouwproject betrouwbare gegevens met betrekking tot de schuifweerstandseigenschappen van de cohesieve samendrukbare grondlagen zijn verkregen, of als de samenstelling van de bodem en de grondeigenschappen aan tabel 2.b zijn ontleend.
- Als het geotechnisch onderzoek bestaat uit terreinproeven gelden de volgende voorwaarden:
 - Voor de gemiddelde onderlinge afstand van de onderzoekspunten (a_{gem}), als functie van $R_{c;cal;gem}$ (gemiddelde waarde van de maximumdraagkracht van de paal of palen onder het bouwwerk of deel van het bouwwerk, voor eenzelfde paalpuntniveau) en $\Delta R_{c;cal}$ (is het verschil tussen de hoogste en de laagste waarde van de maximumdraagkracht van de paal of palen onder het bouwwerk of deel van het bouwwerk, voor eenzelfde paalpuntniveau):
 - als $\Delta R_{c;cal} \leq 0,3 \times R_{c;cal;gem}$, dan is $a_{gem} \leq 25$ m en wordt per terreinproef een oppervlakte bestreken van ten hoogste 25 m $\times$ 25 m;
 - als $\Delta R_{c;cal} \leq 0,4 \times R_{c;cal;gem}$, dan is $a_{gem} \leq 20$ m en wordt per terreinproef een oppervlakte bestreken van ten hoogste 20 m $\times$ 20 m;
 - als $\Delta R_{c;cal} \leq 0,5 \times R_{c;cal;gem}$, dan is $a_{gem} \leq 15$ m en wordt per terreinproef een oppervlakte bestreken van ten hoogste 15 m $\times$ 15 m;
 - als $\Delta R_{c;cal} > 0,5 \times R_{c;cal;gem}$, dan is $a_{gem} \leq 15$ m en wordt per terreinproef een oppervlakte bestreken van ten hoogste 15 m $\times$ 15 m. Op basis van de resultaten van de terreinproeven moet worden beoordeeld of en hoe een verantwoord funderingsontwerp kan worden gemaakt voor de beoogde constructie.
- Het oppervlak waarbinnen de funderingselementen zijn geprojecteerd, moet volledig zijn afgedekt door de onder aangegeven gebieden met de plaatsen van de terreinproeven als middelpunt.



- Er moeten terreinproeven zijn uitgevoerd op de omtrek van het bouwwerk waarbinnen funderingselementen zijn geprojecteerd. Bij rechthoekige bouwwerken met zijden met een lengte groter of gelijk aan a_{gem} moet ten minste één terreinproef nabij elke hoek zijn uitgevoerd. Bij rechthoekige bouwwerken waarvan de breedte van het grondoppervlak kleiner is dan $0,6 \times a_{gem}$ mogen de terreinproeven nabij de hoeken zijn vervangen door één terreinproef halverwege elke korte zijde.
- De afstand tussen deze aanvullende terreinproeven hangt, behalve van de praktische mogelijkheden, ook af van de aard en de omvang van het overgangsgebied. Het kan in bepaalde gevallen voor het ontwerp van de paalfundering en de keuze van het paaltype, nodig zijn lokaal het net van terreinproeven te verdichten.

Wat als het grondonderzoek niet voldoet aan deze richtlijnen?

Indien het grondonderzoek niet voldoet aan de voornoemde richtlijnen, geldt dat:

- Een definitief advies slechts kan worden opgesteld nadat het gehele grondonderzoek is afgerond cf. deze onderzoeksrichtlijnen.
- Zo nodig andere onderzoeksmethoden moeten worden overwogen, zoals bv slagsonderingen, boorsonderingen, mechanische boringen.
- Bij de verdere verwerking van de resultaten van het funderingsadvies er rekening mee dient te worden gehouden dat de bodem op de bouwplaats kan afwijken van hetgeen is aangetroffen tijdens onderhavig onderzoek. De resultaten dienen derhalve met de nodige voorzichtigheid te worden gehanteerd.

Afstand WKO-boringen tot fundering

Bij de uitvoering van een mechanische boring direct naast een gebouw of constructie (zoals een viaduct, dijklichaam, spoor, weg, riolering, etc.) moet men rekening houden met mogelijke negatieve effecten op (de fundering van) deze bouwwerken of constructies als gevolg van de grondontspanning die de boring veroorzaakt. Deze grondontspanning ontstaat bij het plaatsen van een eventuele mantelbuis en bij het boorproces.

Schade aan gebouwen en constructies kan worden voorkomen, door de boring op veilige afstand hiervan te plaatsen. Conform de uitvoeringseisen uit SIKB Protocol 2101 "Mechanisch boren", versie 4.0 d.d. 1 februari 2018 geldt dat, tenzij anders overeengekomen, een boring op een afstand van minimaal $10 \times$ de boorgatdiameter van een bestaand gebouw of constructie dient te worden geplaatst en $15 \times$ de boorgatdiameter van een bekend c.q. gepland gebouw of constructie.

Grondwater

Tijdens de uitvoering van de werkzaamheden moet de bodem van de sleuf of de put droog zijn, tenzij speciale maatregelen zijn genomen om uitspoeling van beton of bindmiddelen te voorkomen.

Wanneer de grondwaterstand te hoog is, kan mede afhankelijk van de waterdoorlatendheid van het toegepaste zand, de ondergrond en de gebruikte verdichtingsapparatuur, een "drijfzand"-situatie ontstaan. Een verlaging van de grondwaterstand is doorgaans middels een van de volgende drie bemalingsmethoden te realiseren:

- horizontale drains in en rond de bouwput
- korte (vacuüm)filters rondom de bouwput, h.o.h. 2 m geplaatst, met zuigleiding aan een zuigperspomp verbonden
- plaatsing van enige grote en diepe deepwell-pompputten met een flinke reikwijdte met betrekking tot de verlaging van de grondwaterstand.

Van geval tot geval dient dit apart te worden bekeken of een bemalingsadvies is vereist. De noodzaak hiertoe kan onder meer afhankelijk zijn van de ligging van de bouwplaats (binnen of buiten beschermd gebied), het verwachte onttrekkingsdebiet/waterbezwaar (aanvraag vergunningen bij overschrijding vergunningsgrens) en invloed naar de omgeving (aanwezigheid van monumentale panden, of bomen). Ons bureau kan hieromtrent nader adviseren en desgewenst en indien van toepassing de (MER-) vergunnings- of meldingsprocedure verzorgen.



lankelma

Geo- milieu en funderingstechniek

Technisch bodemonderzoek

- Sonderen in Nederland, België en Frankrijk.
- Sonderen met (track)truck, minirups, demontabel en hand
- Sonderen op het water (met hefeiland)
- Dissipatieproeven
- Peilbuizen wegdrukken
- Mechanisch (puls)boren conform protocol 'Mechanisch boren' (2101).
- Handboren (tot circa 5 m)
- Geotechnische monitoring
- Doorlatendheidsmetingen verzadigde en onverzadigde zone
- Palen doormeten (akoestisch)
- Onderzoek naar niet gesprongen explosieven (NGE)
- dGPS-metingen

Milieukunde

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

Geotechnisch en geohydrologisch advies

- Funderingsadvies bebouwing, leidingen, constructies
- Geohydrologische modellering (bemaling, drainage, wateroverlast, barrièrewerking, etc.)
- Bemalingsadvies, bemalingsplan, monitoringsplan, vergunningsaanvraag, MER aanmeldnotitie
- Bouwputadvies, damwandberekeningen en -advies
- Zettings- en ophoogadvies, inclusief voorbelasting, zettingsversnelling
- Zettingsrisico's bemaling t.b.v. CAR-verzekering
- Stabiliteitsberekeningen taluds
- Infiltratiegeschiktheidsadvies, watertoetsadvies
- Civieltechnisch hergebruik grond
- Analyse waterstanden, doorlatendheid, wateroverlast.
- GIS-toepassingen en geostatistiek: (hoogtemodellen, zanddiepte kaarten, etc)
- Algemene expertise, controle grondverbetering

Geotechnisch laboratorium

- Classificatieproeven, volumegewicht, watergehalte
- Atterbergse grenzen (fallcone en Casagrande)
- Samendrukkingsproeven, CRS
- Korrelverdeling, -vorm en afleiding k-waarden
- Triaxiaalproeven
- Directe afschuifproef (DS), Direct Simple Shear (DSS)
- Diverse RAW-proeven (oa. 2, 9, 10, 11, 13, 14, 28, 35)
- Fotoboring
- Advies omtrent uitvoering (swijze) en belastingtrappen
- Digitaal bestel- en informatieportaal: www.siltlab.nl

Rapport: RESULTATEN GRONDONDERZOEK
Kleinschalig wonen, Raadhuislaan
Leimuiden

Opdrachtgever: Lucassen Bouwconstructies BV
Jan Tinbergenstraat 103
7559 SP Hengelo

Rapportnummer: 2000382RG

Versie: 1

Rapportdatum: 30 juni 2020

Contactpersoon: S. Janssen-Serton 

Dataverwerking: Bedrijfsbureau

Controle: W. Doeswijk 

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

Bijlagen

Bijlage 1: Resultaten grondonderzoek

1 Projectbeschrijving

1.1 Inleiding

In opdracht van Lucassen Bouwconstructies BV is door Lankelma Geotechniek Zuid B.V. een grondonderzoek uitgevoerd voor het project “Kleinschalig wonen, Raadhuislaan te Leimuiden”. In onderhavig rapport worden de resultaten van het grondonderzoek weergegeven.

2 Veldonderzoek

2.1 Onderzoeksopzet

Het grondonderzoek heeft plaatsgevonden op 29 juni 2020.

De onderzoeksopzet is bepaald door de opdrachtgever.

De onderzoekspunten zijn door ons bureau in het terrein uitgezet en ingemeten.

2.2 Sonderingen

Voor dit project zijn door ons bureau 8 sonderingen gemaakt. Het betreft sondeernummers: D1 t/m D8. 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. Stopcriterium en eventuele opmerkingen ten aanzien van de uitvoering zijn per sondering weergegeven in de waterpasstaat (Bijlage 1).

2.3 Boringen

Om inzicht te krijgen in de grondsamenstelling en de actuele grondwaterstand is 1 handboring verricht. Het betreft boring B1, die is uitgevoerd nabij sondering D1.

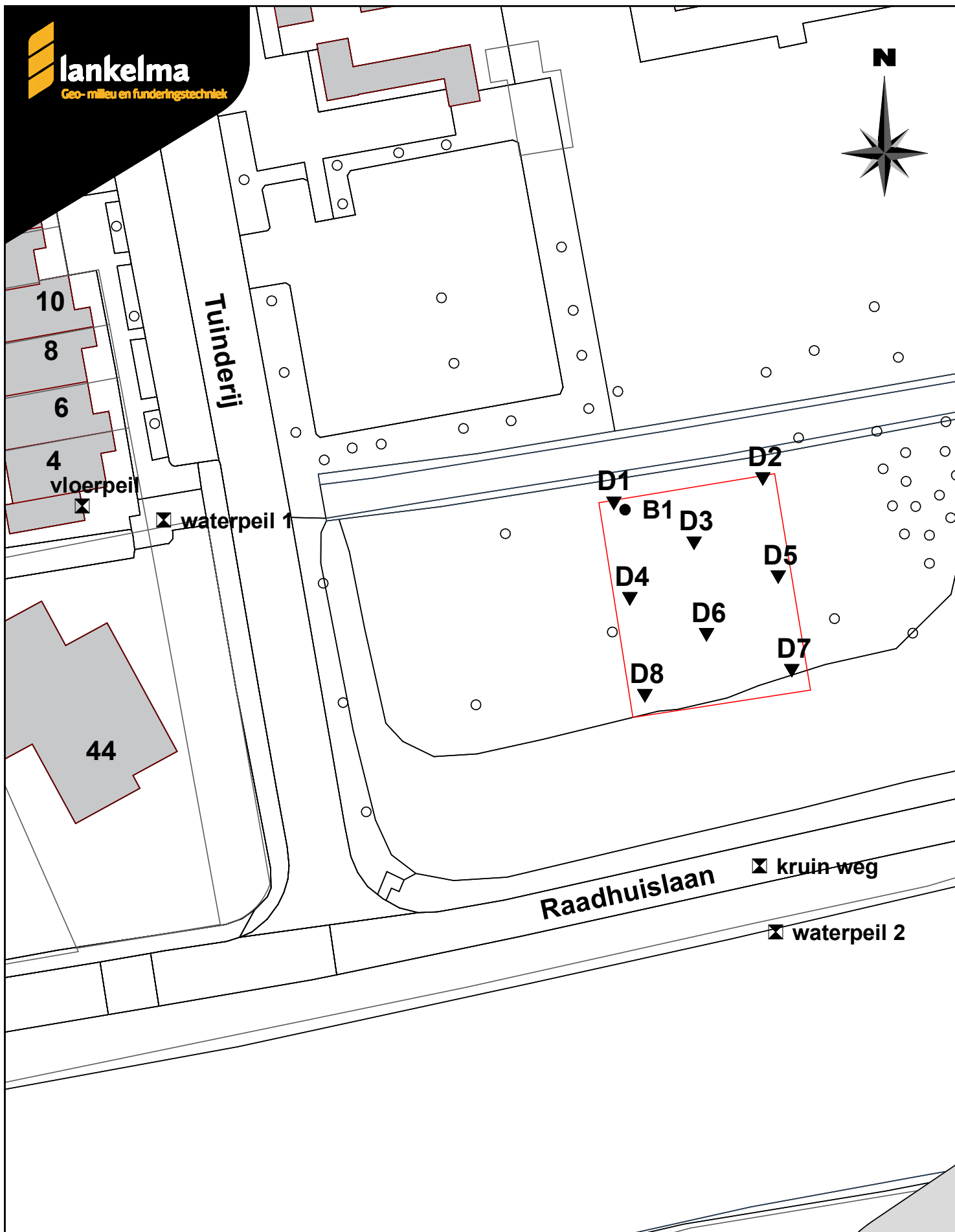
De boorstaat en de eventueel gemeten grondwaterstand is weergegeven in Bijlage 1. De situering van de boring is weergegeven op de situatietekening.

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.

Bijlage 1 : Resultaten grondonderzoek



Projectnummer: 2000382

Project: Kleinschalig wonen aan de Raadhuislaan te Leimuiden

Datum: 30 juni 2020

0 m 5 m 25 m

Situatietekening

Formaat: A4

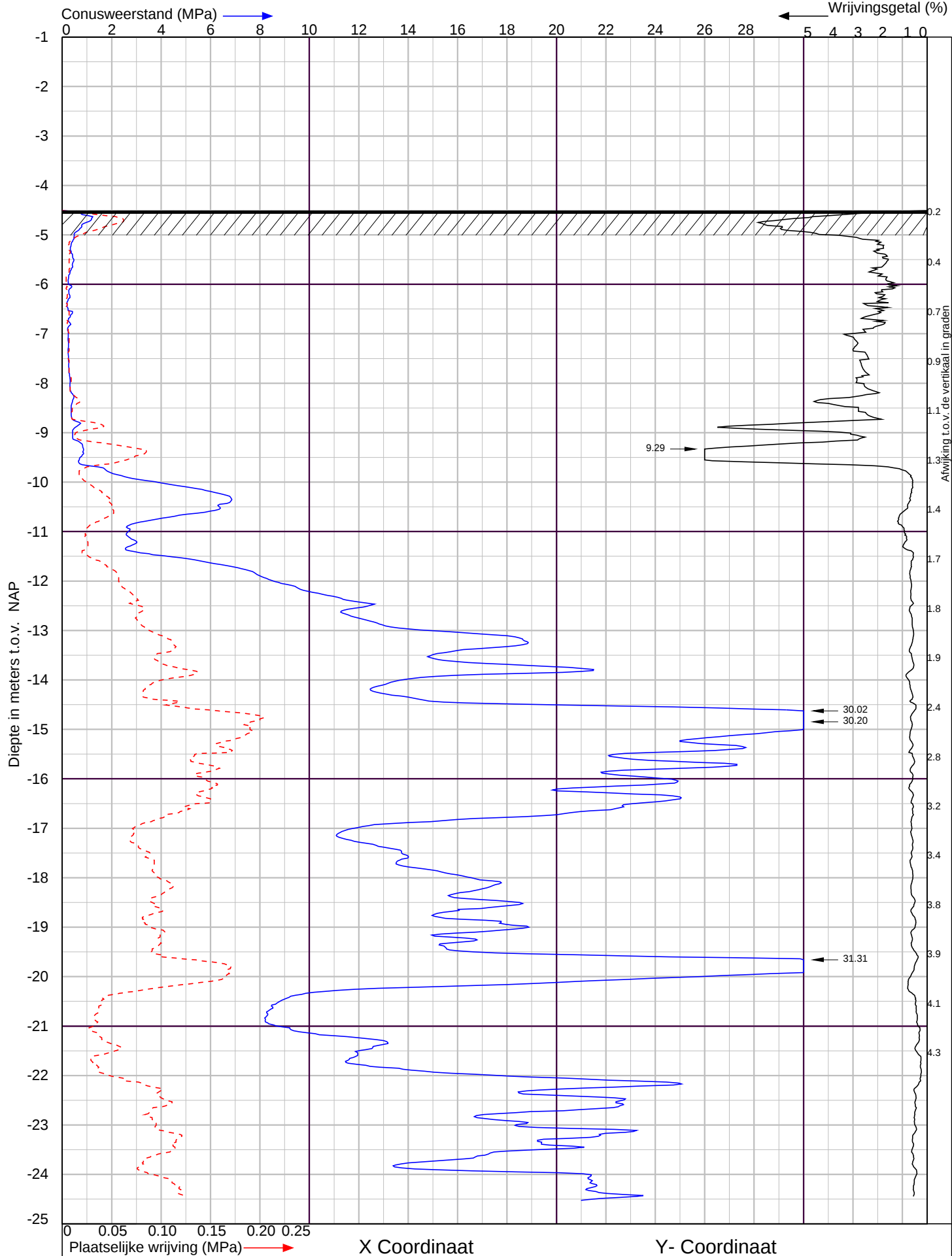


Getekend: JSP

Maten in meters

Schaal 1:500





Raadhuislaan te Leimuiden

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



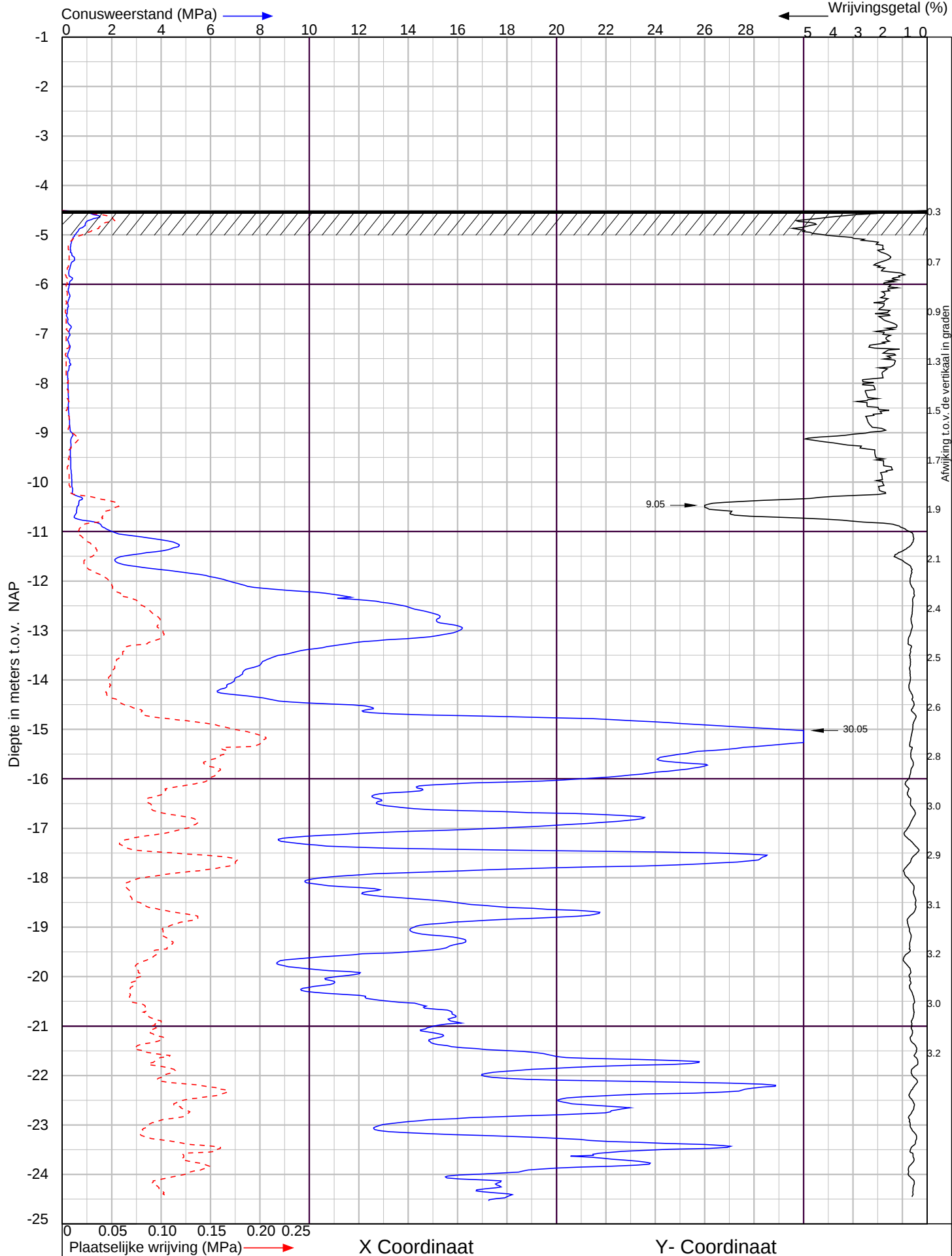
Lankelma Geotechniek Zuid BV
Postbus 38 5688 ZG Oirschot
tel. : 0499-578520
info@lankelma-zuid.nl
www.lankelma-zuid.nl

Datum : 29-6-2020
Conusnr. : 071063
MV. is -4.51 m t.o.v.NAP

Project nummer : **2000382**

Sondering : **1**





Raadhuislaan te Leimuiden

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



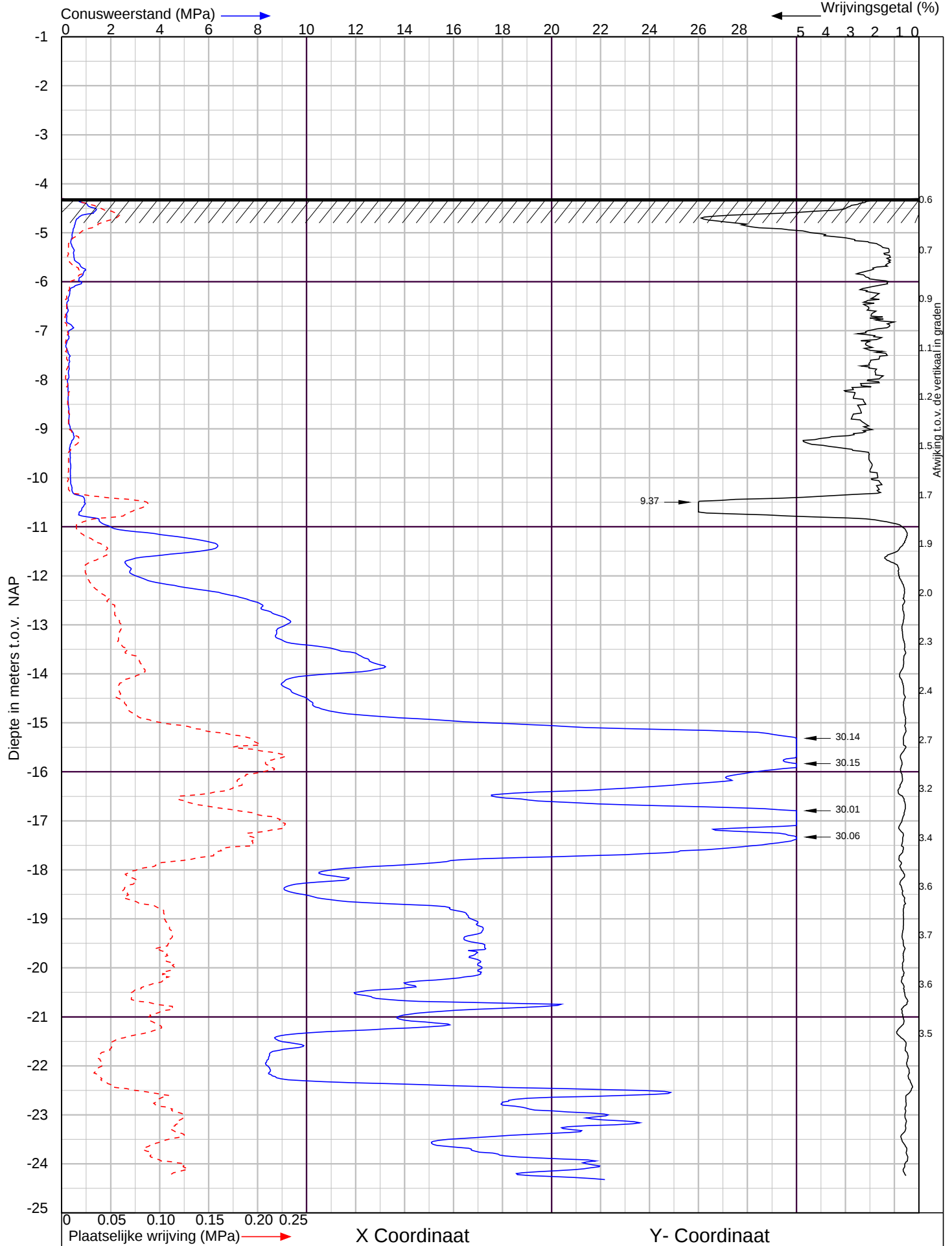
Lankelma Geotechniek Zuid BV
Postbus 38 5688 ZG Oirschot
tel. : 0499-578520
info@lankelma-zuid.nl
www.lankelma-zuid.nl

Datum : 29-6-2020
Conusnr. : 071063
MV. is -4.51 m t.o.v.NAP

Project nummer : **2000382**

Sondering : **2**





Raadhuislaan te Leimuiden

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



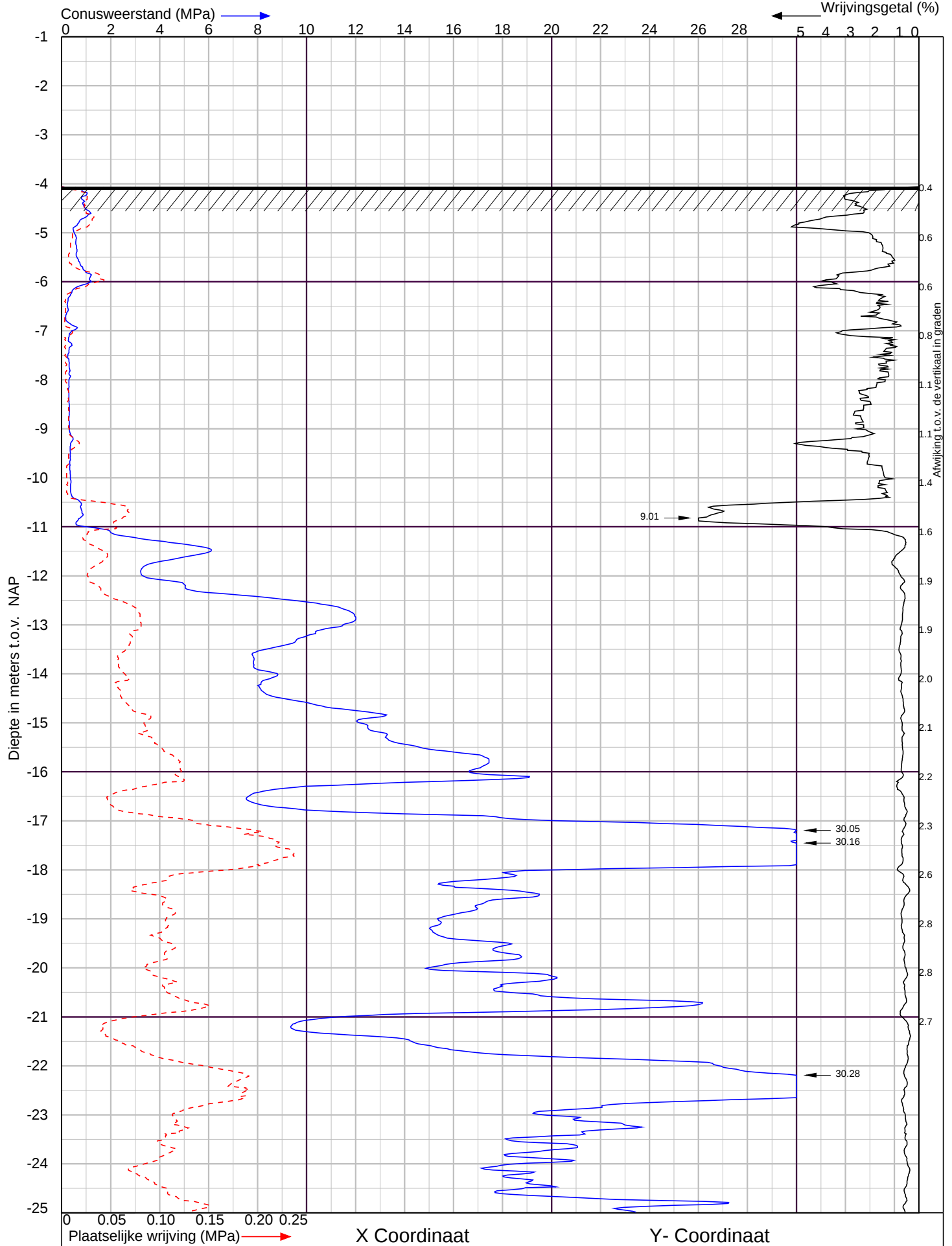
Lankelma Geotechniek Zuid BV
Postbus 38 5688 ZG Oirschot
tel. : 0499-578520
info@lankelma-zuid.nl
www.lankelma-zuid.nl

Datum : 29-6-2020
Conusnr. : 071063
MV. is -4.3 m t.o.v.NAP

Project nummer : **2000382**

Sondering : **3**





Raadhuislaan te Leimuiden

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



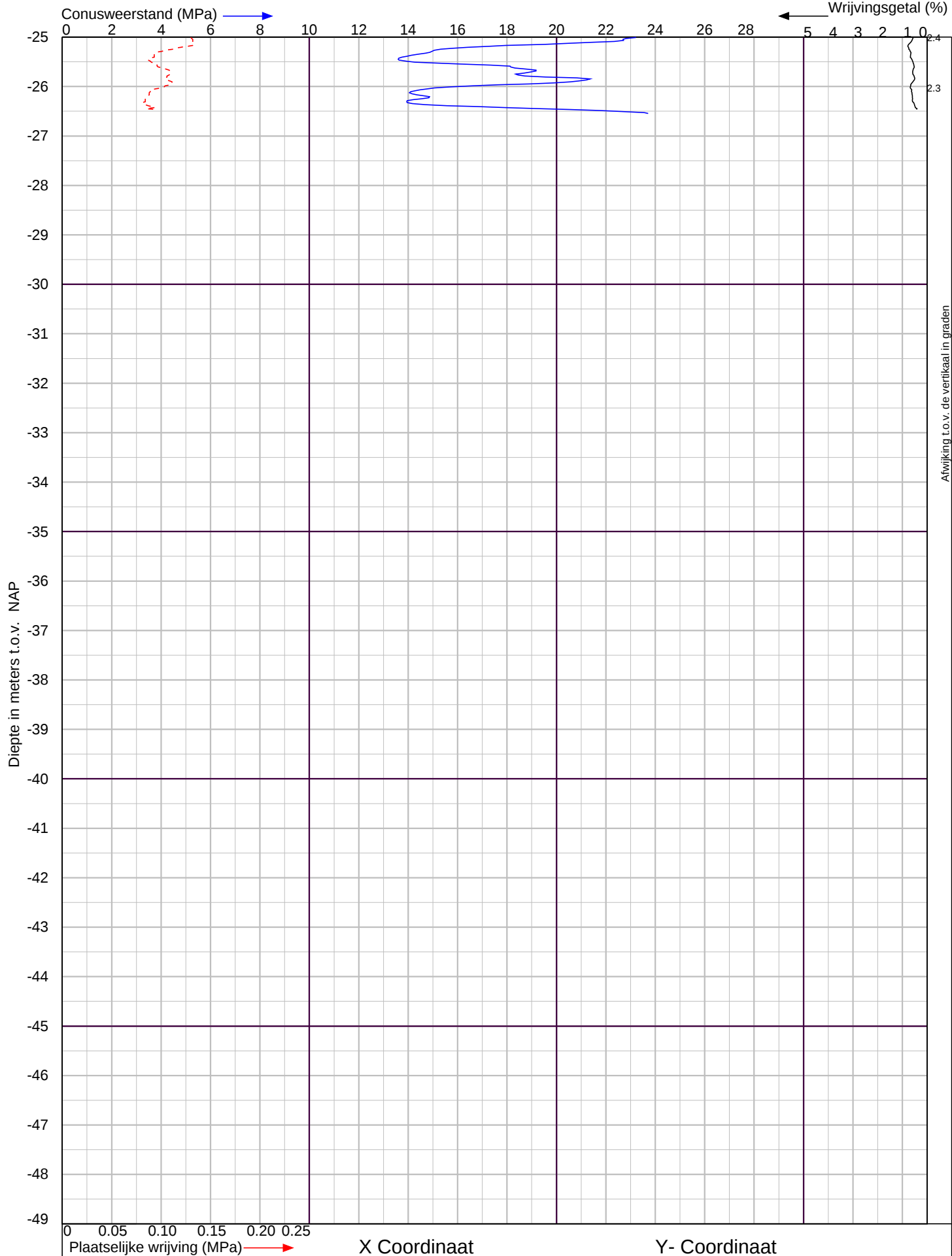
Lankelma Geotechniek Zuid BV
Postbus 38 5688 ZG Oirschot
tel. : 0499-578520
info@lankelma-zuid.nl
www.lankelma-zuid.nl

Datum : 29-6-2020
Conusnr. : 071063
MV. is -4.06 m t.o.v.NAP

Project nummer : **2000382**

Sondering : **4**





Raadhuislaan te Leimuiden

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



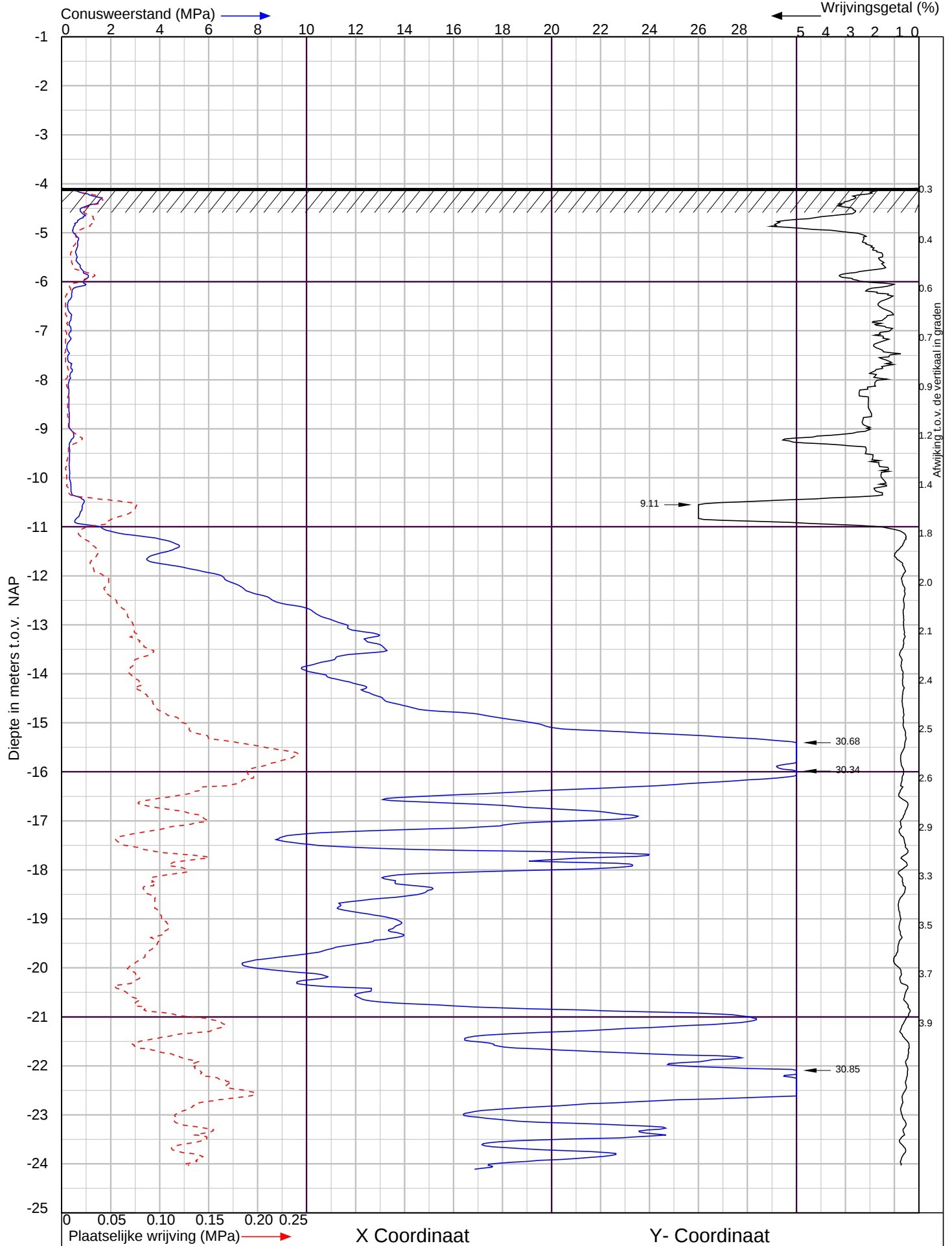
Lankelma Geotechniek Zuid BV
Postbus 38 5688 ZG Oirschot
tel. : 0499-578520
info@lankelma-zuid.nl
www.lankelma-zuid.nl

Datum : 29-6-2020
Conusnr. : 071063
MV. is -4.06 m t.o.v.NAP

Project nummer : **2000382**

Sondering : **4**





Raadhuislaan te Leimuiden

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



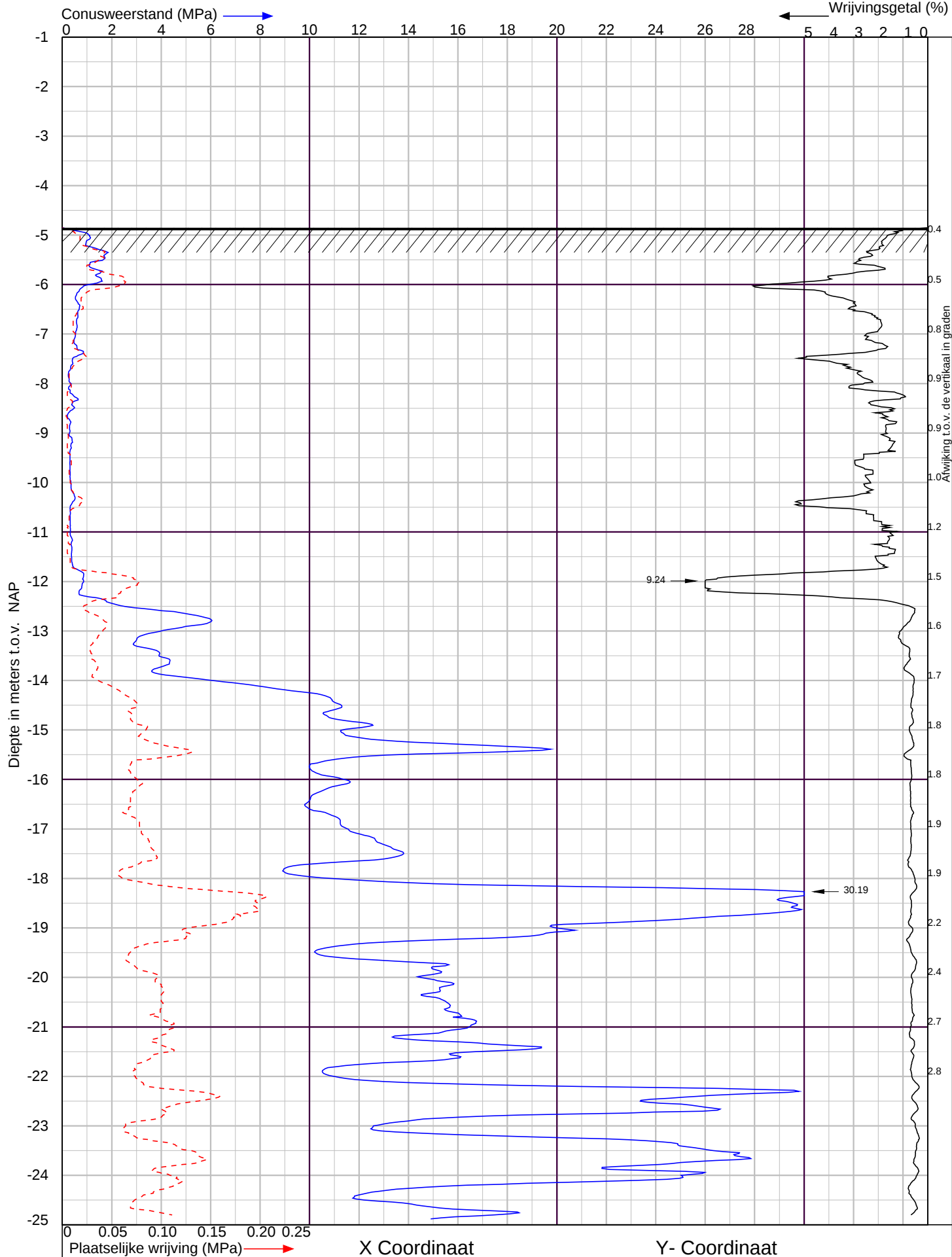
Lankelma Geotechniek Zuid BV
Postbus 38 5688 ZG Oirschot
tel. : 0499-578520
info@lankelma-zuid.nl
www.lankelma-zuid.nl

Datum : 29-6-2020
Conusnr. : 071063
MV. is -4.09 m t.o.v.NAP

Project nummer : **2000382**

Sondering : **5**





Raadhuislaan te Leimuiden

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



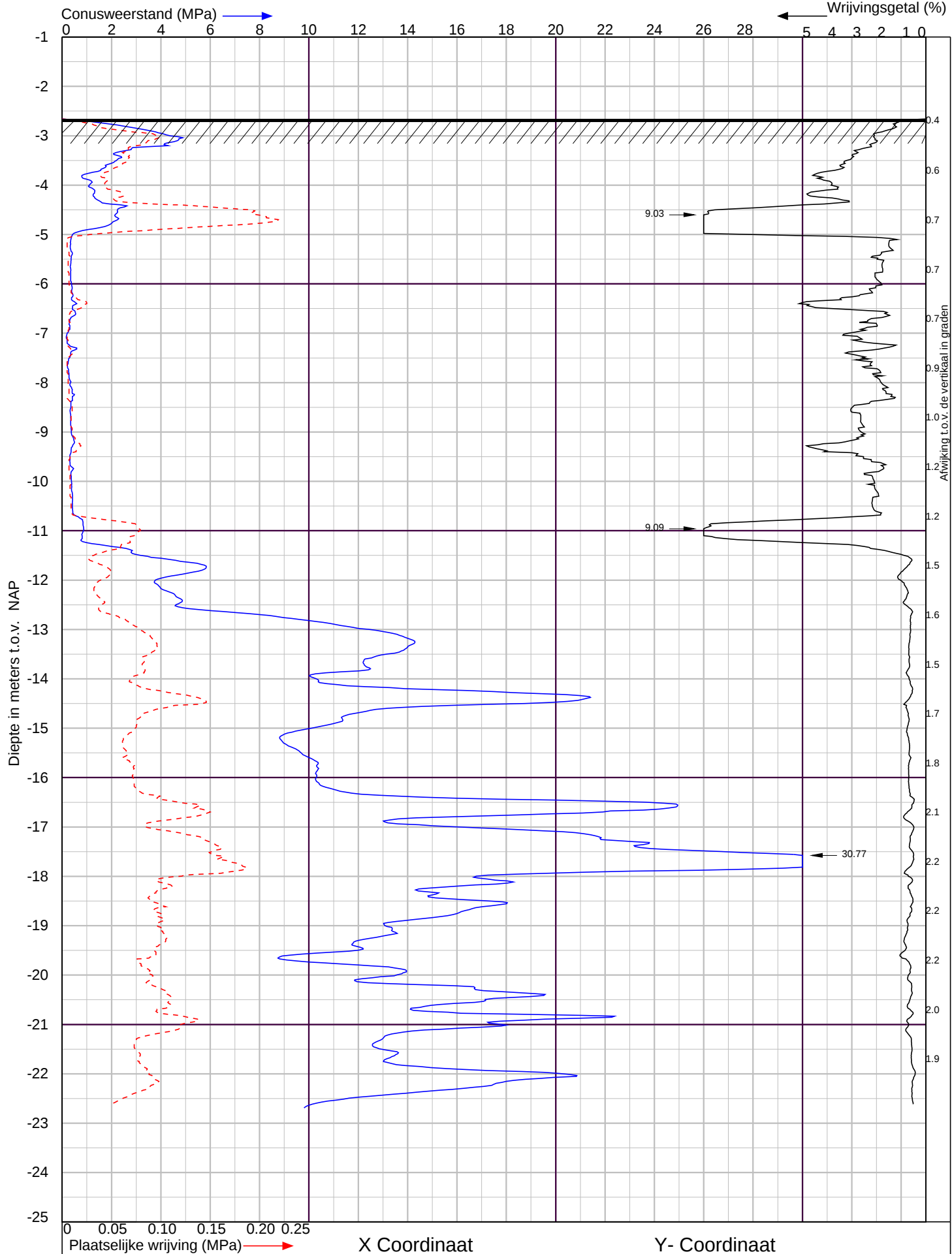
Lankelma Geotechniek Zuid BV
Postbus 38 5688 ZG Oirschot
tel. : 0499-578520
info@lankelma-zuid.nl
www.lankelma-zuid.nl

Datum : 29-6-2020
Conusnr. : 071063
MV. is -4.85 m t.o.v.NAP

Project nummer : **2000382**

Sondering : **6**





Raadhuislaan te Leimuiden

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



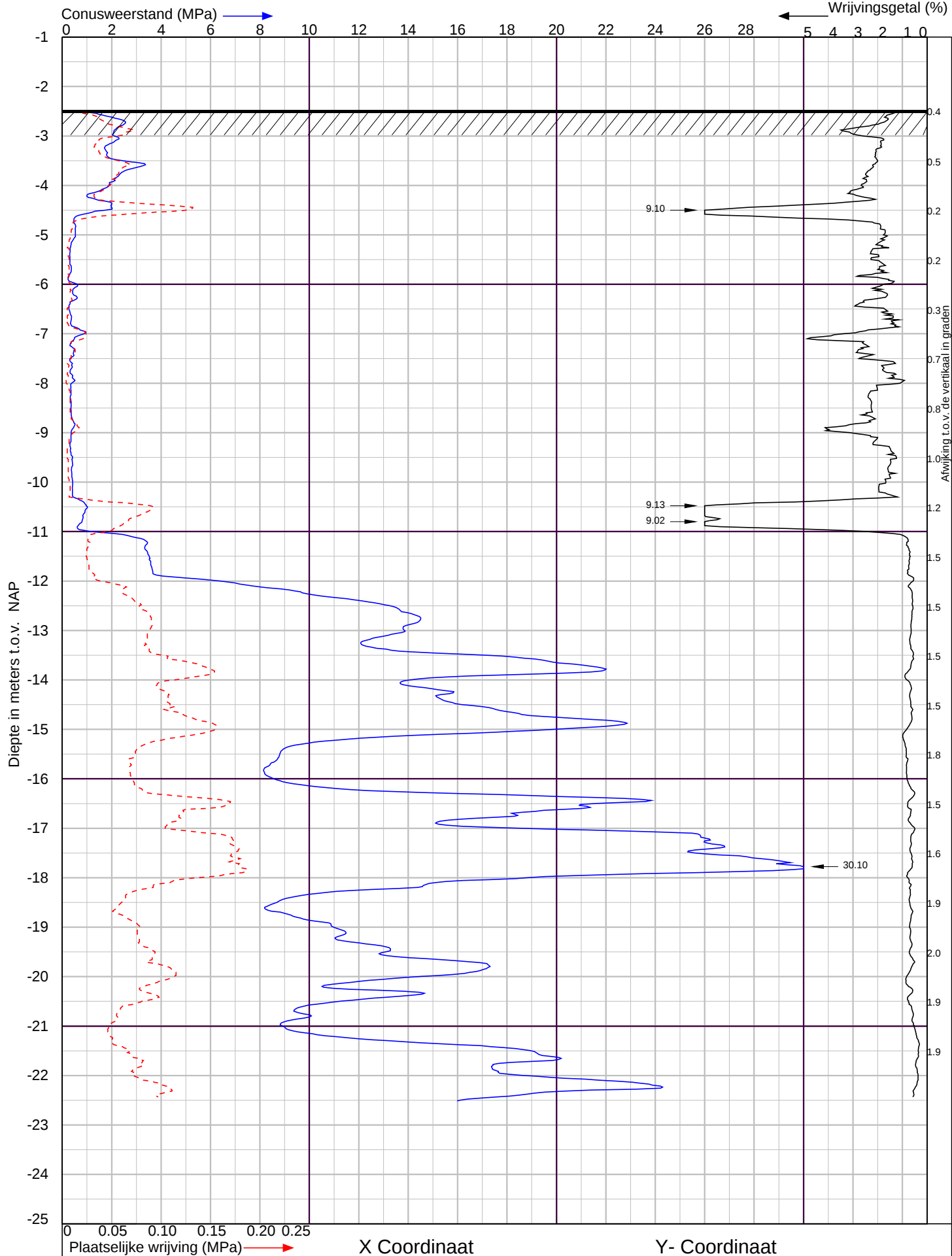
Lankelma Geotechniek Zuid BV
Postbus 38 5688 ZG Oirschot
tel. : 0499-578520
info@lankelma-zuid.nl
www.lankelma-zuid.nl

Datum : 29-6-2020
Conusnr. : 071063
MV. is -2.66 m t.o.v.NAP

Project nummer : **2000382**

Sondering : 7





Raadhuislaan te Leimuiden

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

Datum : 29-6-2020
Conusnr. : 071063
MV. is -2.48 m t.o.v. NAP

Project nummer : **2000382**

Sondering : **8**



Waterpasstaat

(+ stopcriterium sonderingen)

 Hoogten ingemeten met behulp van dGPS
 Datum uitvoering : 29 juni 2020

Meetpunt	Hoogte* [m t.o.v. NAP]	Opmerking / stopcriterium ¹
sondering 1	4,51 -	V
sondering 2	4,51 -	V
sondering 3	4,30 -	V
sondering 4	4,06 -	V
sondering 5	4,09 -	V
sondering 6	4,85 -	V
sondering 7	2,66 -	V
sondering 8	2,48 -	V
boring 1	4,51 -	
kruin weg	0,21 -	
waterpeil 1	5,08 -	
waterpeil 2	0,62 -	
vloerpeil	3,83 -	

* 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.

Grondwater

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

Meetpunt [nr.]	Stijghoogte* [m - mv]	[m t.o.v. NAP]
boorgat B1	1,90	6,41 -

* Gemeten stijghoogtes 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 stijghoogte 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 gemonitorde peilbuizen uit de omgeving.

¹ Toelichting :

- V: streefdiepte bereikt
- D: streefdiepte overschreden i.v.m. minimaal benodigd geachte pakketdikte
- N1: beoogd sondeerpunt onbereikbaar voor sondeerunit i.v.m. (afmeting) doorgang
- N2: beoogd sondeerpunt onbereikbaar voor sondeerunit i.v.m. obstakels, begroeiing
- N3: beoogd sondeerpunt onbereikbaar voor sondeerunit i.v.m. berijdbaarheid terrein
- O1: totaalweerstand overschrijdt de maximaal toelaatbare druk sondeerequipement
- O2: uitbuiging sondeerstangen overschrijdt maximaal toelaatbare waarde
- O3: overschrijding toelaatbare puntdruk sondeerconus

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 waterstandsval 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 waterdoorlatendheid worden afgeleid.

Legenda boorstaat

zand

	zand, kleilig
	zand, zwak siltig
	zand, matig siltig
	zand, sterk siltig
	zand, uiterst siltig

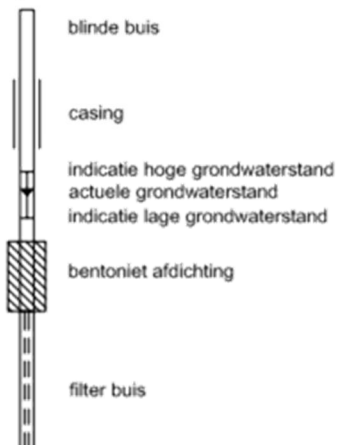
grind

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

veen

	veen, mineraalarm
	veen, zwak kleilig
	veen, sterk kleilig
	veen, zwak zandig
	veen, sterk zandig

peilbuis



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

faseringsonderzoek

	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

Geo- milieu en funderingstechniek

Technisch bodemonderzoek

- Sonderen in Nederland, België en Frankrijk.
- Sonderen met (track)truck, minirups, demontabel en hand
- Sonderen op het water (met hefeiland)
- Dissipatieproeven
- Peilbuizen wegdrukken
- Mechanisch (puls)boren conform protocol 'Mechanisch boren' (2101).
- Handboren (tot circa 5 m)
- Geotechnische monitoring
- Doorlatendheidsmetingen verzadigde en onverzadigde zone
- Palen doormeten (akoestisch)
- Onderzoek naar niet gesprongen explosieven (NGE)
- dGPS-metingen

Milieukunde

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

Geotechnisch en geohydrologisch advies

- Funderingsadvies bebouwing, leidingen, constructies
- Geohydrologische modellering (bemaling, drainage, wateroverlast, barrièrewerking, etc.)
- Bemalingsadvies, bemalingsplan, monitoringsplan, vergunningsaanvraag, MER aanmeldnotitie
- Bouwputadvies, damwandberekeningen en -advies
- Zettings- en ophoogadvies, inclusief voorbelasting, zettingsversnelling
- Zettingsrisico's bemaling t.b.v. CAR-verzekering
- Stabiliteitsberekeningen taluds
- Infiltratiegeschiktheidsadvies, watertoetsadvies
- Civieltechnisch hergebruik grond
- Analyse waterstanden, doorlatendheid, wateroverlast.
- GIS-toepassingen en geostatistiek: (hoogtemodellen, zanddiepte kaarten, etc)
- Algemene expertise, controle grondverbetering

Geotechnisch laboratorium

- Classificatieproeven, volumegewicht, watergehalte
- Atterbergse grenzen (fallcone en Casagrande)
- Samendrukkingsproeven, CRS
- Korrelverdeling, -vorm en afleiding k-waarden
- Triaxiaalproeven
- Directe afschuifproef (DS), Direct Simple Shear (DSS)
- Diverse RAW-proeven (oa. 2, 9, 10, 11, 13, 14, 28, 35)
- Fotoboring
- Advies omtrent uitvoering (wijze) en belastingtrappen
- Digitaal bestel- en informatieportaal: www.siltlab.nl