

Rapport: VOORLOPIG FUNDERINGSADVIES

Nieuwbouw 3 woningen, Marktweg 46

Oudeschoot

Opdrachtgever: Qbuz adviesbureau bouwconstructie B.V.
Lochemseweg 33
7244 RR Barchem

Projectnummer: 2201818-XF / 2201350

Versie: 1

Rapportdatum: 8 juni 2022

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

Auteur:	ir. E. Corovic	8-6-2022  Ondertekend door: E. Corovic
Vrijgave:	ir. E. Corovic	

Inhoudsopgave

1	Projectbeschrijving	1
1.1	Inleiding	1
1.2	Locatiegegevens	1
1.3	Plangegevens	1
1.3.1	Bouwplan	1
1.3.2	Verstrekte plangegevens	1
2	Onderzoeksprogramma	2
2.1	Veldonderzoek	2
2.2	Archief-/dossieronderzoek	2
2.3	Overleg / inventarisatie	2
3	Bodem, water en omgeving	3
3.1	Hoogte maaiveld	3
3.2	Bodem	3
3.2.1	Laagopbouw van de grond en de variaties daarvan op de planlocatie	3
3.2.2	Geologie van de planlocatie en omgeving	3
3.3	Water	3
4	Funderingsadvies	4
4.1	Funderingsontwerp	4
4.1.1	Funderingskeuze	4
4.1.2	Paalkeuze	5
4.1.3	Beschrijving paaltype: Avegaarpaal	5
4.2	Bekrachtiging funderingskeuze / toetsing grenstoestanden	5
5	Berekening fundering op palen	7
5.1	Uitgangspunten berekening	7
5.1.1	Rekenmethode	7
5.1.2	Geometrische gegevens	7
5.1.3	Geotechnische gegevens	7
5.1.4	Opgegeven belastingen en vervormingseisen	7
5.2	Rekenresultaten	8
5.2.1	Paaldiameter en paalpuntniveau	8
5.2.2	Maximumdraagkracht van de grond op druk	8
5.2.3	Zakking van de bovenkant van de paalfundering	9
6	Richtlijnen voor ontwerp, berekening en uitvoering	10
6.1	Algemeen	10
6.2	Richtlijnen uitvoering avegaarpalen	10
6.3	Vloer	10
6.4	Richtlijnen nieuwbouw/uitbreiding/belending	10
6.5	Slotopmerkingen / vervolgonderzoek	11

Bijlagen

Bijlage 1: Berekeningsresultaten fundering op palen

Bijlage 2: Algemene richtlijnen uitvoering en ontwerp

1 Projectbeschrijving

1.1 Inleiding

Door Hutton Geotechniek is een grondonderzoek uitgevoerd voor het project "Geotechnisch grondonderzoek, Marktweg 46 te Oudeschoot". In onderhavig rapport wordt een voorlopig funderingsadvies uitgewerkt voor dit project.

1.2 Locatiegegevens

De locatiekenmerken zijn samengevat in de navolgende tabel.

Locatie-eigenschap	Omschrijving / kenmerk (ten tijde van het onderzoek, tenzij anders vermeld)
Straat / huisnummer:	Marktweg 46
Plaats (gemeente):	Oudeschoot (Heereveen)
Provincie:	Friesland
RD-coördinaten [km]:	X: 193,065 / Y: 550,029
Bebouwing op de planlocatie:	Aanwezig / te slopen
Bebouwing op de bouwplaats:	Aanwezig / te slopen
Belendingen:	Aanwezig op enige afstand

1.3 Plangegevens

1.3.1 Bouwplan

De plankenmerken zijn samengevat in de navolgende tabel.

Eigenschap	Omschrijving	Kenmerken, bijzonderheden, dimensies, opmerkingen
Type bouwplan:	Nieuwbouw	De bestaande bebouwing wordt gesloopt
Type bebouwing:	Woningen	Grondvlak ca. 11,7 x 22,4 m ²
Kelder:	Geen kelder	
Positionering:	Vrijstaand/tegen bestaand	Zie situatieschets rapportage grondonderzoek

1.3.2 Verstreckte plangegevens

Ten behoeve van het project is door of namens de opdrachtgever een situatietekening ter beschikking gesteld.

2 Onderzoeksprogramma

2.1 Veldonderzoek

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

Rapportnummer, -versie en -datum	Titel	Uitvoerende partij	Uitgevoerd onderzoek
2201350/R01 1-6-2022	Geotechnisch grondonderzoek, Marktweg 46 te Oudeschoot	Hutton Geotechniek	2 x sondering, 1 x boring, hoogtemeting tov NAP

2.2 Archief-/dossieronderzoek

Teneinde meer inzicht te krijgen in de geologische bodemopbouw van de bouwplaats en de omgeving zijn, de (hydro-)geologische gegevens geraadpleegd van Dinoloket (TNO). Het betreft met name de gegevens van het Landelijk model Regis II v2.2 en/of GeoTOP 1.4.

2.3 Overleg / inventarisatie

Teneinde te komen tot een optimale funderingskeuze is overleg gepleegd met de 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 1,79 m + tot 1,85 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 ca. [m - NAP]	Dominante lithologie / samenstelling	Kenmerken / bijzonderheden
3,5	Afwisseling van zandlagen en silt-/kleilagen	
9	Zand, vast tot zeer vast	Plaatselijke teruggangen in conusweerstand door zand met een hogere silt-/kleifraction en/of een 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 de 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 bodemsamenstelling kunnen hiervan afwijken.

Diepte tot ca.* [m tov NAP]	Formatienaam*	Kenmerken	Dominante lithologie
0,0	Bortel	Holocene en Pleistocene heterogene afzettingen met een eolisch, periglaciaal, lacustrien en fluviatiel karakter. Afzetting vond plaats in stuifvlaktes, dekzanden, beken, geulen, oevers en kleinschalige moerassen.	Zand met een wisselende korrelgrootte, vaak siltig. Zandige leem. Dunne klei-, gyttja-, en veenlagen.
5 -	Drenthe (laagpakket van Gieten)	Pleistocene subglaciale afzettingen. Afzetting vond hoofdzakelijk plaats onder het landijs als grondmorenes.	Stevige klei en leem, sterk zandig en siltig. Vaak sterk grindig. Keileem.
16 -	Drachten	Pleistocene periglaciale eolische afzettingen. Afzetting vond ook fluviatiel plaats in beken en meren.	Zand met een diverse korrelgrootte, lokaal siltig. Lokaal ook dunne zandige en humeuze leemlagen.
30 -	Urk	Pleistocene fluviatiele afzettingen van de Rijn, lokaal overgaand in estuariene getijde-afzettingen. Lokaal ook een ondiep marien karakter.	Zand, lokaal sterk grindig. Lokaal zandige en siltige kleilagen. Grind met rode zandsteen en witte kwarts.
74 -	Appelscha	Pleistocene vlechtend fluviatiele afzettingen van de Eridanos rivier.	Zand, lokaal grindig. Plaatselijk dunne kleilagen.

* Bron: Regis v.2.2 en/of GeoTOP 1.4, TNO; de werkelijke dieptes en samenstelling kunnen hiervan afwijken

3.3 Water

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

Meetpunt [nr.]	Meetdiepte	Meetmoment [datum]	[relatief]	Waterspiegel ¹⁾	
				[m - mv]	[m - NAP]
HB1	Freatisch	30-5-2022	Tijdens boren	2,50	0,65

¹⁾ Gemeten waterstanden zijn momentopnamen en dienen met de nodige voorzichtigheid te worden gehanteerd, omdat:

- o waterniveaus gemeten direct na de 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 seizoens-afhankelijke factoren met de tijd zal fluctueren. Deze fluctuaties varieert per regio/gebied; in polders meestal ca. 0,5 m, nabij grote rivieren soms 4 à 5 m en elders vaak 1,5 à 2 m. Een representatief beeld hiervan kan slechts worden gekregen door monitoring van de grondwaterstand gedurende langere tijd en/of door tijdreeksanalyse van gedurende langere tijd gemonitorde peilbuizen uit de omgeving.

4 Funderingsadvies

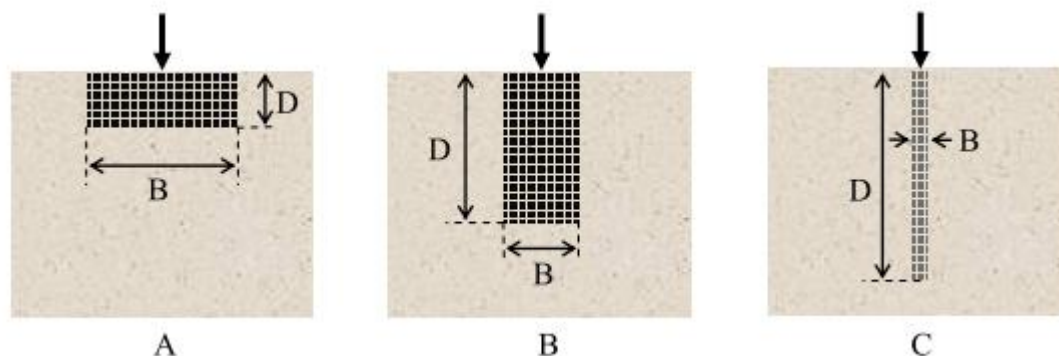
4.1 Funderingsontwerp

4.1.1 Funderingskeuze

Er zijn 3 hoofdtypen funderingen, 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 een geringe diepte goede, draagkrachtige bodemlagen aanwezig zijn. Bij een samendrukbare bodem is het vaak niet goed mogelijk om een fundering op staal te realiseren, omdat de zettingen dan te groot worden.
- Diepfundering; een tussenvorm van palen en staal met elementen met een diepte tussen circa 3 en $5 \times$ de breedte. Een diepfundering kan interessant zijn wanneer 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; een fundering bestaande uit elementen met een diepte $> 5 \times$ de breedte/diameter. Een fundering op palen wordt doorgaans toegepast in gebieden met een slappe of heterogene bodem, of bij de 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 funderingen is samengevat in de navolgende tabel.

Aspect	Score* Fundering op staal	Diepfundering	Fundering op palen
Inspanning nodig om draagkrachtige laag te bereiken	-	-	0
Inspanning nodig om trekkracht te kunnen opnemen	0	0	0
Risico op ontoelaatbare verticale verplaatsing (zetting)	-	-	+
Risico op ontoelaatbare verschilzetting / rotatie	-	-	+
Risico's van erosie-, oplos-, krimp- of zwelgevoelige lagen	0	0	0
Uitvoeringsrisico's archeologie of verontreinigingen	0	0	0
Kosten (niet onderbouwde inschatting)	-	-	-
geo-score (= som plussen en minnen)	-4	-4	+1

* toelichting score:

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

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

In overleg met de opdrachtgever wordt een fundering op palen nader uitgewerkt.

Opmerking

Het vrijblijvende keuzeadvies is gebaseerd op de voorhanden zijnde en verstrekte gegevens. Aanvullende milieukundige, archeologische, economische of bijvoorbeeld uitvoeringstechnische randvoorwaarden kunnen aanleiding geven tot een wijziging van het keuzeadvies.

4.1.2 Paalkeuze

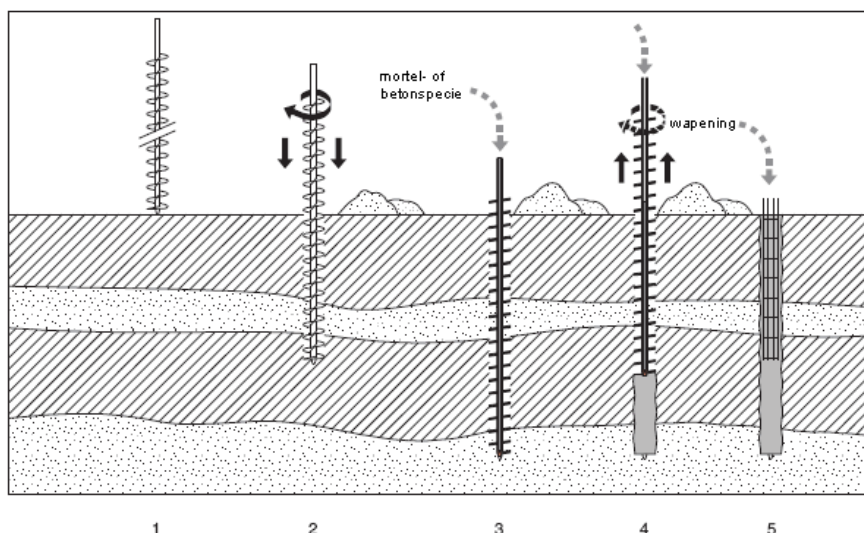
In dit rapport wordt in overleg met de opdrachtgever een fundering op avegaarpalen nader uitgewerkt.

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

- In de bodem komen slappe lagen voor. Geadviseerd wordt vooroverleg te plegen met de paalleverancier (en eventueel de gemeente) omtrent de mogelijke beperkingen in de toepassing van de avegaarpalen. Mogelijk dient de inwendige betonspeciedruk en/of bijvoorbeeld de mengselsamenstelling te worden afgestemd op de te verwachten uitwendige gronddruk.
- De paalsysteemkeuze is gebaseerd op de voorhanden zijnde en verstrekte gegevens. Aanvullende milieukundige, archeologische, geohydrologische, gemeentelijke of overige randvoorwaarden kunnen aanleiding geven tot een wijziging van het paaltipe.
- Er wordt op gewezen dat op het terrein mogelijk palen aanwezig zijn van gesloopte gebouwen. Wij adviseren deze palen niet te verwijderen indien dat niet nodig is om grondontspanning te voorkomen. Deze palen kunnen uiteraard ook niet zonder meer onderdeel vormen van de nieuwe fundering.
- De keuze voor alternatieve paalsystemen is niet uitgesloten.

4.1.3 Beschrijving paaltipe: Avegaarpaal

Een avegaarpaal is een in de grond gevormde, grond-verwijderende paal. De avegaar, bestaande uit een holle as met daaromheen een doorgaand schroefblad, wordt rechts-omdraaiend op diepte geschroefd. Vervolgens wordt de holle as volgepompt waarna de avegaar stilstaand of langzaam rechtersom roterend uit de grond wordt getrokken. Gedurende het proces moet het gehele systeem onder een continue speciedruk worden gehouden. Direct na het vervaardigen wordt de wapening in de verse specie aangebracht.



4.2 **Bekrachtiging funderingskeuze / toetsing grenstoestanden**

Om de keuze van funderingstype en -elementen te kunnen bekrachtigen, dient:

- te worden nagegaan of er sprake is van conflicterende uitvoeringsaspecten (zie onder meer hoofdstuk 6).
- cf. NEN 9997-1 een toetsing plaats te vinden van de weerstand en de 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 de toetsing van bruikbaarheidsgrenstoestanden in de ondergrond of in een constructief onderdeel, element of constructieve verbinding is 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 zakking (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 dit rapport worden de draagkracht en de vervormingen bepaald van axiaal op druk belaste funderingselementen.
- De draagkracht en de 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 de verzameling R3, bedoeld voor toetsing van de draagkracht en de 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, uitgaande van een niet stijf bouwwerk en presentatie van de draagkracht per afzonderlijke sondering.
- Het project is ingedeeld in de geotechnische categorie 2 (GC2).

5.1.2 Geometrische gegevens

- Op basis van de verstrekte plangegevens (zie § 1.3.2) en aanvullende informatie van de opdrachtgever zijn de navolgende peilen aangenomen:
 - Bouwpeil 1,9 m + NAP
 - Maaiveld 1,8 m + NAP
 - Paalkopniveau 1,1 m + NAP
- Voor de berekeningen is uitgegaan van een minimale grondwaterstand van 1,5 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
Avegaarpaal	0,56	0,006	0,0045	1,0	2	$q_{c,ill,gen}$ maximaal 2 MPa

* voor zand en zand/grind-houdende 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 berekend voor de grondlagen boven paalpuntniveau tot het niveau waarbij deze grondlagen *overwegend* bestaan uit zand-, klei- en leemlagen met conusweerstand groter dan 2 MPa.
- Omdat de verwachte potentiële maaiveldzakking na het installeren van de palen meer dan 0,1 m bedraagt is de maximumwaarde van de negatieve kleef F_{nk} beschouwd als een belasting op de palen. Hierbij is gerekend met een bodemprofiel met samendrukbare lagen tot een diepte van ca. 3,5 m - NAP. De berekening van de karakteristieke waarde van de negatieve kleef 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 belastingen en vervormingseisen

- De rekenwaarde van de paalbelasting bedraagt maximaal 400 à 500 kN.
- Door de ontwerper van de constructie zijn geen gegevens verstrekt betreffende de maximaal toelaatbare verplaatsing (s_{req}).

Algemene opmerking

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

5.2 Rekenresultaten

5.2.1 Paaldiameter en paalpuntniveau

De draagkracht en vervormingen zijn bepaald voor:

- Avegaarpalen met een schachtafmeting van Ø 300, Ø 350, Ø 400 en Ø 450 mm.

De paalpuntniveaus waarvoor de draagkracht is berekend, inclusief de vanuit geotechnisch oogpunt preferente paalpuntniveaus (indien aanwezig), zijn weergegeven in de navolgende tabel.

De uiteindelijke keuze van paalpuntniveau(s), en paalafmeting(en) dient door de opdrachtgever en/of constructeur te geschieden, op basis van deze tabel en de rekenresultaten (zie § 5.2.2 en 0).

Sondering [nr.]	Maaiveldhoogte [m + NAP]	Paalpuntniveau [m - NAP] Berekend	Preferent
1	1,85	4,5 t/m 8,0	-
2	1,79	4,5 t/m 8,0	-

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 de dikte van de draagkrachtige bodemlaag, de aanwezigheid van slechte / samendrukbare lagen, de uitwisselbaarheid van paalpuntniveaus en/of de diepte van de paal in het zandpakket. De preferente niveaus zijn niet bedoeld als een bindend advies.
- Indien er onzes inziens geen paalpuntniveaus te onderscheiden zijn die een duidelijke voorkeur genieten boven de andere (in positieve dan wel negatieve zin), is dit aangegeven met "-".
- Als leidraad voor de aan te houden diepte van avegaarpalen tussen twee sonderingen dient de sondering met het diepste paalpuntniveau te worden gevolgd.
- De slankheid van de palen (de verhouding tussen diens 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
- $R_{b,cal,max}$: de maximumdraagkracht van de paalpunt
- $R_{c,d}$: de rekenwaarde van de maximumdraagkracht
- $F_{s,nk,d}$: de 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 D2 een rekenvoorbeeld weergegeven van:

- Een avegaarpaal met een schachtafmeting van Ø 350 mm op 7,5 m - NAP;
- Een avegaarpaal met een schachtafmeting van Ø 400 mm op 7,5 m - NAP;
- Een avegaarpaal met een schachtafmeting van Ø 450 mm op 5,0 m - NAP;

Opmerking

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

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 lastzakkingsdiagrammen 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-zakkingsdiagrammen zijn weergegeven voor de als rekenvoorbeeld gekozen paal/palen. Last-zakkingsdiagrammen 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 qua uitvoering en ontwerp, wordt verwezen naar Bijlage 2.

6.2 Richtlijnen uitvoering avegaarpalen

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

- NEN-EN 1536:2010+A1:2015 en - Uitvoering van bijzonder geotechnisch werk – Boorpalen;

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

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

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

6.3 Vloer

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

6.4 Richtlijnen nieuwbouw/uitbreiding/belending

De volgende richtlijnen dienen in acht te worden genomen met betrekking tot de belending:

- Er dient te worden nagegaan of de vereiste ontgravingen zonder risico voor de belending kan worden uitgevoerd.
- Bij het ontwerp van het palenplan dient er naar gestreefd te worden zo weinig mogelijk palen dicht bij een eventueel op staal gefundeerde belending te plaatsen en een zo groot mogelijke afstand van de palen tot de belending aan te houden.

Reeds bij het uitwerken van het funderingsontwerp moet de belending bij de beschouwingen betrokken worden. Allereerst betekent dit het verzamelen van relevante gegevens over de belendende fundering, zoals paaltype, paallocatie, inheidiepte en belasting. Daarnaast houdt dit voor de nieuwe fundering een aantal uitgangspunten in die zoveel als praktisch mogelijk is aangehouden moeten worden:

- de nieuwe palen moeten worden aangebracht op maximale afstand van de bestaande palen. Bij een beperkte afstand tussen de bestaande en de nieuwe palen kan zich een aantal verschijnselen voordoen die leiden tot schade aan de bestaande fundering;
- bij het doorheien van onsamendrukbare lagen zoals kleilagen kunnen de bestaande palen onderhevig zijn aan opheien;
- bij het doorheien van zandige lagen kan een neerwaarts gerichte wrijving op de bestaande palen optreden;
- tijdens de ontwikkeling van de belasting op de nieuwe palen kan de afgifte van wrijving langs de omtrek van deze palen (vergroting van de) negatieve kleef bij de oude palen veroorzaken;
- bij voorkeur worden de nieuwe palen niet dieper gefundeerd dan de bestaande. Als dit wel zou gebeuren, zouden de heitellingen kunnen leiden tot verdichting van het zandpakket onder de bestaande fundering en daarmee tot zettingen van die fundering. Bovendien kunnen in zandige lagen met een relatief lage pakkingsdichtheid tijdens het heien wateroverspanningen geïntroduceerd worden, waardoor het draagvermogen van de bestaande palen tijdelijk gereduceerd wordt;
- ter beperking van de heitellingen wordt bij voorkeur een paalontwerp uitgewerkt waarbij zwaar heiwerk vermeden wordt. Deze trillingen kunnen eveneens aanleiding zijn tot deformaties in de

bestaande fundering. Indien de belending op palen is gefundeerd worden de volgende richtlijnen over het algemeen als veilig beschouwd (Generally Recognized As Safe):

- Bij een paalpuntniveau, van de nieuwe palen, hoger of gelijk aan dat van de palen onder de belending dient er bij betonpalen onder de belending een h.o.h. paalafstand van $3 D_{eq}$ te worden aanhouden, bij houten palen onder de belending wordt een minimale h.o.h. afstand van $0,75 \text{ m} + 0,5 D_{eq}$ geadviseerd (D_{eq} van de grootste paalafmeting).
- Bij een paalpuntniveau, van de nieuwe palen, dieper dan dat van de palen onder de belending wordt bij zowel bij houten als betonpalen onder de belending een minimale h.o.h. paalafstand van $4 D_{eq}$ geadviseerd met een minimum van 2 m.
- Bij een paalpuntniveau, van de nieuwe palen, dieper dan 2 m onder dat van de palen van de belending wordt bij avegaarpalen een minimale h.o.h. paalafstand van $5 D_{eq}$ geadviseerd met een minimum van 2 m.

Nadere gegevens met betrekking tot de (fundering van de) belending kunnen aanleiding geven tot een wijziging van het in dit rapport vermelde paalsysteem en/of paalpuntniveaus.

6.5 Slotopmerkingen / vervolgonderzoek

Geadviseerd wordt aanvullend te sonderen (nadat het terrein toegankelijk is gemaakt voor de sondeerwagen), teneinde voldoende informatie te verkrijgen voor een volledig funderingsadvies cf. NEN 9997-1 (zie ook Bijlage 2). Dit aanvullend onderzoek moet bij voorkeur worden uitgevoerd aan de hand van een concept palenplan. Opgemerkt wordt dat het aanvullende grondonderzoek aanleiding kan geven tot wijzigingen in paalpuntniveaus, draagkracht of zelfs paaltype.

Bijlage 1 : Berekeningsresultaten fundering op palen

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

Rekenresultaten
 Paaltype avegaarpaal schroefpaal NEN9997-1:2017, afmeting Ø300 mm, $\xi_3 = 1,39$ en $\xi_4 = 1,39$

Sondering	Maaiveld [m tov NAP]	PPN [m tov NAP]	$q_{b,max}$ [MPa]	$R_{b;cal,max}$ [kN]	$R_{s;cal,max}$ [kN]	$R_{c;d}$ [kN]	$F_{s,nk;d}$ [kN]	$R_{c;net;d}$ [kN]
1	1,85	-4,50	8,8	626	56	409	77	332
		-5,00	7,9	555	90	387	77	310
		-5,50	6,1	432	144	345	77	268
		-6,00	5,1	361	186	329	77	252
		-6,50	8,9	629	229	515	77	438
		-7,00	9,4	662	271	560	77	483
		-7,50	11,4	805	314	671	77	594
		-8,00	-	-	-	-	-	-
2	1,79	-4,50	4,1	292	59	210	78	132
		-5,00	5,5	389	93	289	78	210
		-5,50	4,2	297	127	254	78	176
		-6,00	3,6	256	179	261	78	182
		-6,50	4,5	315	211	316	78	237
		-7,00	3,7	259	245	302	78	224
		-7,50	6,3	446	277	434	78	355
		-8,00	12,4	876	311	712	78	634

Netto Draagkracht in [kN]
 Paaltype avegaarpaal schroefpaal NEN9997-1:2017, afmeting Ø300 mm, $\xi_3 = 1,39$ en $\xi_4 = 1,39$

PPN [m tov NAP]	1	2
-4,50	332	132
-5,00	310	210
-5,50	268	176
-6,00	252	182
-6,50	438	237
-7,00	483	224
-7,50	594	355
-8,00	geen 4D	634

Rekenresultaten
 Paaltype avegaarpaal schroefpaal NEN9997-1:2017, afmeting Ø350 mm, $\xi_3 = 1,39$ en $\xi_4 = 1,39$

Sondering	Maaiveld [m tov NAP]	PPN [m tov NAP]	$q_{b,max}$ [MPa]	$R_{b;cal,max}$ [kN]	$R_{s;cal,max}$ [kN]	$R_{c;d}$ [kN]	$F_{s,nk;d}$ [kN]	$R_{c;net;d}$ [kN]
1	1,85	-4,50	8,9	852	66	551	90	461
		-5,00	7,7	742	105	509	90	419
		-5,50	6,1	584	168	451	90	362
		-6,00	5,2	500	218	430	90	340
		-6,50	8,9	856	267	674	90	584
		-7,00	9,5	911	316	737	90	647
		-7,50	11,4	1095	366	877	90	787
		-8,00	-	-	-	-	-	-

Toelichting rekenresultaten

- Indien er paalpuntniveaus te onderscheiden zijn die, vanuit geotechnisch oogpunt, al dan niet de voorkeur hebben ("preferente paalpuntniveaus"), is dat normaliter in tabel in § 5.2.1 van de rapportage aangegeven.
- Daar waar de volgens de in de norm aangegeven diepte van 4D onder de paalpunt niet is bereikt, is de draagkracht niet berekend.

Resultaten draagkrachtberekening volgens NEN-EN 9997-1, pagina 2 van
 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

2	1,79	-4,50	4,2	404	68	283	91	192
		-5,00	5,2	497	108	363	91	272
		-5,50	4,2	401	148	329	91	238
		-6,00	3,5	339	209	329	91	237
		-6,50	4,5	429	246	405	91	314
		-7,00	3,7	352	285	382	91	291
		-7,50	6,4	620	323	566	91	474
		-8,00	12,4	1192	363	933	91	842

Netto Draagkracht in [kN]

 Paaltype avegaarpaal schroefpaal NEN9997-1:2017, afmeting Ø350 mm, $\xi_3 = 1,39$ en $\xi_4 = 1,39$

PPN [m tov NAP]	1	2
-4,50	461	192
-5,00	419	272
-5,50	362	238
-6,00	340	237
-6,50	584	314
-7,00	647	291
-7,50	787	474
-8,00	geen 4D	842

Rekenresultaten

 Paaltype avegaarpaal schroefpaal NEN9997-1:2017, afmeting Ø400 mm, $\xi_3 = 1,39$ en $\xi_4 = 1,39$

Sondering	Maaiveld [m tov NAP]	PPN [m tov NAP]	$q_{b,max}$ [MPa]	$R_{b,cal,max}$ [kN]	$R_{s,cal,max}$ [kN]	$R_{c;d}$ [kN]	$F_{s,nk;d}$ [kN]	$R_{c,net;d}$ [kN]
1	1,85	-4,50	8,2	1025	75	660	103	557
		-5,00	7,7	966	120	652	103	549
		-5,50	6,0	759	192	571	103	468
		-6,00	5,4	672	249	553	103	450
		-6,50	8,9	1116	305	853	103	750
		-7,00	9,7	1218	362	948	103	845
		-7,50	11,4	1432	418	1110	103	1007
		-8,00	-	-	-	-	-	-
2	1,79	-4,50	4,4	551	78	378	104	273
		-5,00	5,1	640	123	458	104	354
		-5,50	4,1	520	169	413	104	309
		-6,00	3,5	439	239	406	104	302
		-6,50	4,4	558	281	503	104	399
		-7,00	3,8	473	326	480	104	375
		-7,50	6,6	833	370	721	104	617
		-8,00	12,4	1552	415	1180	104	1076

Toelichting rekenresultaten

- Indien er paalpuntniveaus te onderscheiden zijn die, vanuit geotechnisch oogpunt, al dan niet de voorkeur hebben ("preferente paalpuntniveaus"), is dat normaliter in tabel in § 5.2.1 van de rapportage aangegeven.
- Daar waar de volgens de in de norm aangegeven diepte van 4D onder de paalpunt niet is bereikt, is de draagkracht niet berekend.

Resultaten draagkrachtberekening volgens NEN-EN 9997-1, pagina3 van
 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 avegaarpaal schroefpaal NEN9997-1:2017, afmeting Ø400 mm, $\xi_3 = 1,39$ en $\xi_4 = 1,39$

PPN [m tov NAP]	1	2
-4,50	557	273
-5,00	549	354
-5,50	468	309
-6,00	450	302
-6,50	750	399
-7,00	845	375
-7,50	1007	617
-8,00	geen 4D	1076

Rekenresultaten

 Paaltype avegaarpaal schroefpaal NEN9997-1:2017, afmeting Ø450 mm, $\xi_3 = 1,39$ en $\xi_4 = 1,39$

Sondering	Maaiveld [m tov NAP]	PPN [m tov NAP]	$q_{b,max}$ [MPa]	$R_{b,cal,max}$ [kN]	$R_{s,cal,max}$ [kN]	$R_{c;d}$ [kN]	$F_{s,nk;d}$ [kN]	$R_{c,net;d}$ [kN]
1	1,85	-4,50	7,8	1243	85	797	116	681
		-5,00	7,7	1219	136	813	116	697
		-5,50	6,0	956	216	703	116	588
		-6,00	5,7	901	280	709	116	593
		-6,50	8,9	1408	343	1051	116	935
		-7,00	9,7	1540	407	1168	116	1052
		-7,50	-	-	-	-	-	-
		-8,00	-	-	-	-	-	-
2	1,79	-4,50	5,1	809	88	538	118	421
		-5,00	5,1	807	139	568	118	450
		-5,50	4,1	654	190	506	118	389
		-6,00	3,5	551	269	492	118	374
		-6,50	4,4	701	316	610	118	493
		-7,00	4,0	637	367	602	118	485
		-7,50	6,9	1097	416	907	118	790
		-8,00	12,3	1950	467	1450	118	1332

Netto Draagkracht in [kN]

 Paaltype avegaarpaal schroefpaal NEN9997-1:2017, afmeting Ø450 mm, $\xi_3 = 1,39$ en $\xi_4 = 1,39$

PPN [m tov NAP]	1	2
-4,50	681	421
-5,00	697	450
-5,50	588	389
-6,00	593	374
-6,50	935	493
-7,00	1052	485
-7,50	geen 4D	790
-8,00	geen 4D	1332

Toelichting rekenresultaten

- Indien er paalpuntniveaus te onderscheiden zijn die, vanuit geotechnisch oogpunt, al dan niet de voorkeur hebben ("preferente paalpuntniveaus"), is dat normaliter in tabel in § 5.2.1 van de rapportage aangegeven.
- Daar waar de volgens de in de norm aangegeven diepte van 4D onder de paalpunt niet is bereikt, is de draagkracht niet berekend.

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:	D2
Paaltype:	avegaarpaal schroefpaal NEN9997-1:2017
Paalpuntniveau:	-7,5 meter
Schachtafmeting:	350 mm
Oorspronkelijke maaiveldhoogte:	1,79 meter
Toekomstige maaiveldhoogte:	1,85 meter
Aanlegniveau fundering:	1,1 meter
Gemiddeld laagste grondwaterstand (GLG):	-1,5 meter
Ophoging ten opzichte van maaiveld:	0,06 meter
Schachtwrijving startniveau:	-3,6 meter
Schachtwrijving eindniveau:	-7,5 meter

Rekenfactoren & resultaten

$q_{c,I,gem}$ =	21,4 MPa
$q_{c,II,gem}$ =	20,6 MPa
$q_{c,III,gem}$ =	2 MPa
α_p =	0,56
β =	1
s =	1
$p_{r,max;punt}$ =	6,44 MPa
a_s =	0,006
$q_{c,z;a}$ =	12,6 MPa
$q_{s,max}$ =	0,075 MPa
$R_{s;cal;max}$ =	323,348 kN
A_{punt} =	0,096 m ²
Q_s =	1,1 m
Δ_L =	3,9 m
$R_{b;cal;max}$ =	620 kN
$R_{c;cal;max}$ =	943 kN
ξ_3 en ξ_4 =	1,39
$R_{c;cal;max;k}$ =	679 kN
γ_t =	1,2
$R_{c;d}$ =	566 kN
$R_{c;net;d}$ =	474 kN

Negatieve Kleef

Negatieve kleef startniveau:	1,85 meter
Negatieve kleef eindniveau:	-3,6 meter
Gebruikte waterstand:	-1,5 meter
F_{snkd} =	91 kN

Tabel volumegewichten

Diepte [m]	Grondsoort	volumegewicht [kN/m ³]	γ -waarde	$K_0;rep * \tan \gamma;rep$
0,14	Zand Schoon Vast	19	35	0,3
-0,69	Leem Zwakzandig Matig	20	27	0,28
-1,25	Zand Schoon Vast	19	35	0,3
-2,14	Leem Zwakzandig Slap	19	26	0,27



Verticale verplaatsing van de paalfundering

De paalkopzакking is berekend conform NEN-9997-1 § 7.6.4. De zакking 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)

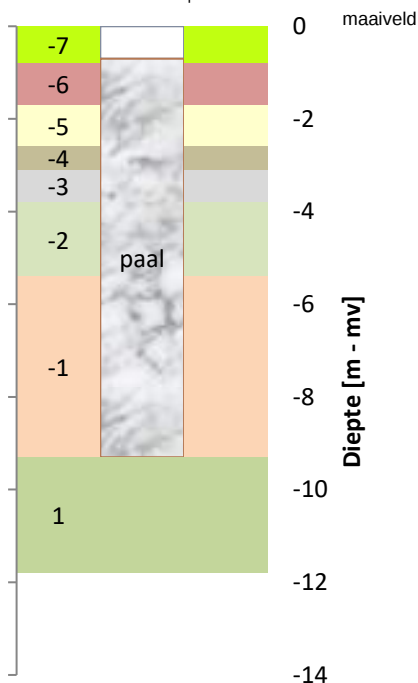
Oorspronkelijke maaiveldhoogte	1,80 [m NAP]
Toekomstige maaiveldhoogte	1,80 [m NAP]
Hoge grondwaterstand	1,1 [m NAP]
Lage grondwaterstand	-1,5 [m NAP]
Pre-overburden pressure (POP)	2,0 [kN/m ²]

Paaleigenschappen

Paaltype	Avegaarpaal
E-modulus [Gpa] (kern)	2,0E+01

Last-zakkingsdiagram	2
Paalkopniveau	1,10 [m tov NAP]
Paalpuntniveau	-7,50 [m tov NAP]
Startniveau schachtwrijving	-3,60 [m tov NAP]
Aantal palen (X x Y)	1 x 2

Dwarsdoorsnede bodemopbouw



Bovenaanzicht palenplan



Tabel: karakteristieke waarden van de gehanteerde grondparameters voor de oorspronkelijke bodemopbouw

laag	onderzijde [m NAP]	γ [kN/m ³]	γ_{sat} [kN/m ³]	ϕ' [°]	CR [-]	C_α [-]
-7	1,0	15,0	17,0	28,0	0,051	0,000
-6	0,1	18,0	20,0	32,5	0,037	0,002
-5	-0,8	18,0	20,0	32,0	0,005	0,000
-4	-1,3	17,0	19,0	30,0	0,072	0,003
-3	-2,0	17,5	19,5	31,0	0,009	0,000
-2	-3,6	17,0	19,0	27,5	0,092	0,004
-1	-7,5	18,0	20,0	32,0	0,005	0,000
1	-10,0	18,0	20,0	32,0	0,005	0,000

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 ($C_c/(1+e_0)$)	-	Sb	Paalpuntzакking tgv bovenbelasting	mm
Ca	secundaire samendrukkingsindex	-	Sel	Elastische verkorting paal	mm
			S1	Sb + Sel	mm
Rs	Schachtweerstand	kN	S2	Zакking tgv samendrukking lagen onder paal	mm
Rb	Puntweerstand	kN	Sd	Rekenwaarde paalkopzакking (= S1 + S2)	mm
Rc	weerstand van de grond op druk	kN	kv	statische veercoëfficiënt (Fc / Sd)	kN/mm



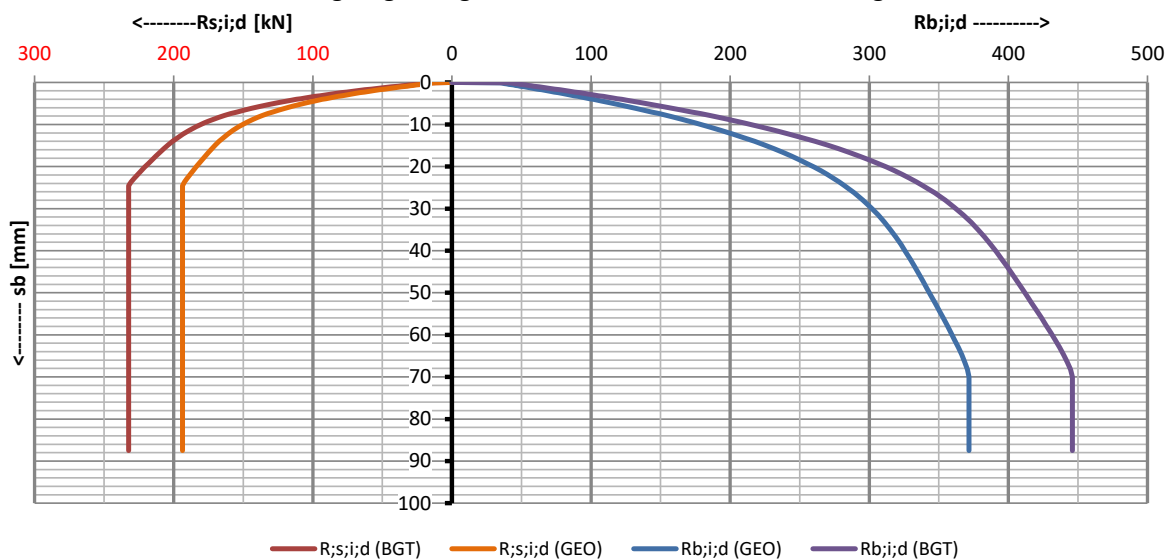
Paalkopzakking en last-zakingsdiagram

0

Paaltype: Avegaarpaal
Paalafmeting: 350 mm
Paalpuntniveau: -7,50 m tov NAP
Sondering: D2

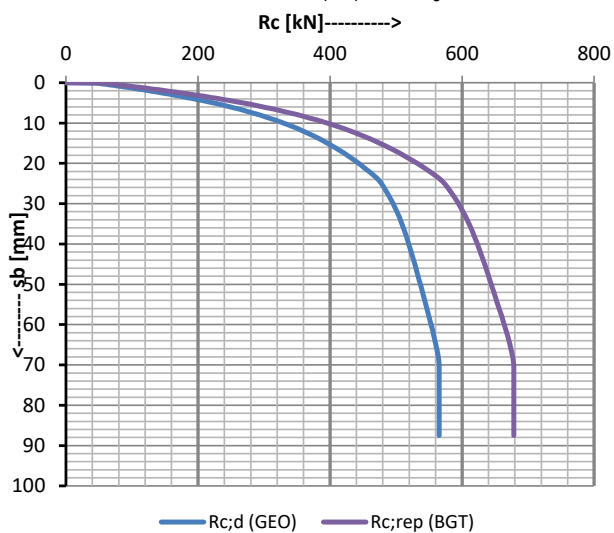
Palenplan	x-richting:	y-richting:
aantal	1	2
hoh-afstand [m]	nvt	2,0

Last / Zakking diagram : grenstoestand Geo en bruikbaarheidsgrenstoestand



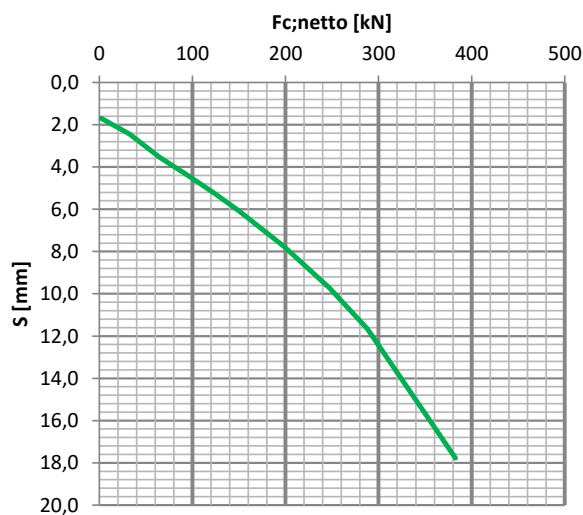
Last / Zakking diagram

Paalweerstand vs. paalpuntzakking



Last / zakking diagram

Netto paalbelasting vs paalkopzakking



UGT

F _{c;d;netto} [kN]	F _{nk;d} [kN]	F _{c;d} [kN]	S _{b;d} [mm]	S _{el;d} [mm]	S _{1;d} [mm]	S _{2;d} [mm]	S _d [mm]
474	91	565	70,0	2,8	72,8	0,6	73,4
473	91	564	68,3	2,8	71,0	0,6	71,6
471	91	562	66,5	2,8	69,3	0,6	69,9
469	91	560	64,8	2,8	67,5	0,6	68,1
467	91	558	63,0	2,7	65,7	0,6	66,4
464	91	555	61,3	2,7	64,0	0,6	64,6
461	91	552	59,5	2,7	62,2	0,6	62,8
456	91	547	56,0	2,7	58,7	0,6	59,3
272	91	363	12,3	2,0	14,2	0,2	14,4
12	91	103	1,4	0,9	2,3	0,0	2,3

BGT

F _{c;netto} [kN]	F _{nk} [kN]	F _c [kN]	S _b [mm]	S _{el} [mm]	S ₁ [mm]	S ₂ [mm]	S [mm]	k _{v;rep} [kN/mm]	k _{v;d} [kN/mm]
383	91	474	14,9	2,6	17,5	0,3	17,8	27	20
288	91	379	9,2	2,2	11,4	0,3	11,7	33	25
247	91	338	7,4	2,0	9,4	0,3	9,7	35	27
198	91	289	5,7	1,8	7,5	0,3	7,8	37	29
149	91	240	4,2	1,5	5,7	0,3	6,0	40	31
123	91	214	3,5	1,4	4,9	0,3	5,2	41	31
95	91	186	2,8	1,3	4,1	0,3	4,4	42	32
65	91	156	2,1	1,2	3,3	0,3	3,5	44	34
32	91	123	1,4	1,0	2,4	0,0	2,4	51	39
2	91	93	0,8	0,9	1,7	0,0	1,7	55	42

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:	D2
Paaltype:	avegaarpaal schroefpaal NEN9997-1:2017
Paalpuntniveau:	-7,5 meter
Schachtafmeting:	400 mm
Oorspronkelijke maaiveldhoogte:	1,79 meter
Toekomstige maaiveldhoogte:	1,85 meter
Aanlegniveau fundering:	1,1 meter
Gemiddeld laagste grondwaterstand (GLG):	-1,5 meter
Ophoging ten opzichte van maaiveld:	0,06 meter
Schachtwrijving startniveau:	-3,6 meter
Schachtwrijving eindniveau:	-7,5 meter

Rekenfactoren & resultaten

$q_{c,I,gem}$ =	22 MPa
$q_{c,II,gem}$ =	21,3 MPa
$q_{c,III,gem}$ =	2 MPa
α_p =	0,56
β =	1
s =	1
$p_{r,max;punt}$ =	6,63 MPa
a_s =	0,006
$q_{c,z;a}$ =	12,6 MPa
$q_{s,max}$ =	0,075 MPa
$R_{s;cal,max}$ =	369,54 kN
A_{punt} =	0,126 m ²
Q_s =	1,257 m
Δ_L =	3,9 m
$R_{b;cal,max}$ =	833 kN
$R_{c;cal,max}$ =	1202 kN
ξ_3 en ξ_4 =	1,39
$R_{c;cal,max;k}$ =	866 kN
γ_t =	1,2
$R_{c;d}$ =	721 kN
$R_{c;net;d}$ =	617 kN

Negatieve Kleef

Negatieve kleef startniveau:	1,85 meter
Negatieve kleef eindniveau:	-3,6 meter
Gebruikte waterstand:	-1,5 meter
F_{snkd} =	104 kN

Tabel volumegewichten

Diepte [m]	Grondsoort	volumegewicht [kN/m ³]	γ -waarde	$K_0;rep * \tan \gamma;rep$
0,14	Zand Schoon Vast	19	35	0,3
-0,69	Leem Zwakzandig Matig	20	27	0,28
-1,25	Zand Schoon Vast	19	35	0,3
-2,14	Leem Zwakzandig Slap	19	26	0,27



Verticale verplaatsing van de paalfundering

De paalkopzакking is berekend conform NEN-9997-1 § 7.6.4. De zакking 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)

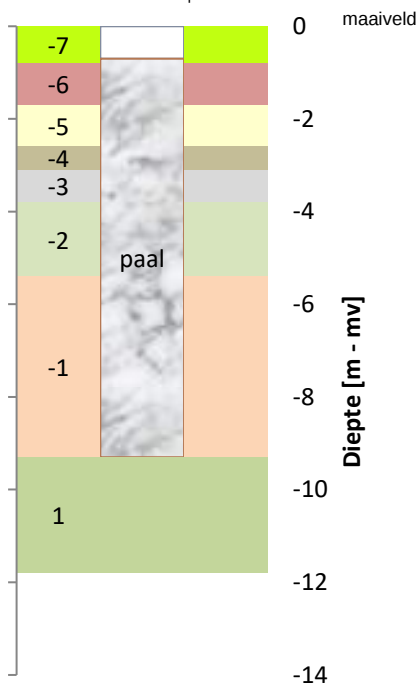
Oorspronkelijke maaiveldhoogte	1,80 [m NAP]
Toekomstige maaiveldhoogte	1,80 [m NAP]
Hoge grondwaterstand	1,1 [m NAP]
Lage grondwaterstand	-1,5 [m NAP]
Pre-overburden pressure (POP)	2,0 [kN/m ²]

Paaleigenschappen

Paaltype	Avegaarpaal
E-modulus [Gpa] (kern)	2,0E+01

Last-zakkingsdiagram	2
Paalkopniveau	1,10 [m tov NAP]
Paalpuntniveau	-7,50 [m tov NAP]
Startniveau schachtwrijving	-3,60 [m tov NAP]
Aantal palen (X x Y)	1 x 2

Dwarsdoorsnede bodemopbouw



Bovenaanzicht palenplan



Tabel: karakteristieke waarden van de gehanteerde grondparameters voor de oorspronkelijke bodemopbouw

laag	onderzijde [m NAP]	γ [kN/m ³]	γ_{sat} [kN/m ³]	ϕ' [°]	CR [-]	C_α [-]
-7	1,0	15,0	17,0	28,0	0,051	0,000
-6	0,1	18,0	20,0	32,5	0,037	0,002
-5	-0,8	18,0	20,0	32,0	0,005	0,000
-4	-1,3	17,0	19,0	30,0	0,072	0,003
-3	-2,0	17,5	19,5	31,0	0,009	0,000
-2	-3,6	17,0	19,0	27,5	0,092	0,004
-1	-7,5	18,0	20,0	32,0	0,005	0,000
1	-10,0	18,0	20,0	32,0	0,005	0,000

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 ($C_c/(1+e_0)$)	-	Sb	Paalpuntzакking tgv bovenbelasting	mm
Ca	secundaire samendrukkingsindex	-	Sel	Elastische verkorting paal	mm
Rs	Schachtweerstand	kN	S1	Sb + Sel	mm
Rb	Puntweerstand	kN	S2	Zакking tgv samendrukking lagen onder paal	mm
Rc	weerstand van de grond op druk	kN	Sd	Rekenwaarde paalkopzакking (= S1 + S2)	mm
			kv	statische veercoëfficiënt (Fc / Sd)	kN/mm



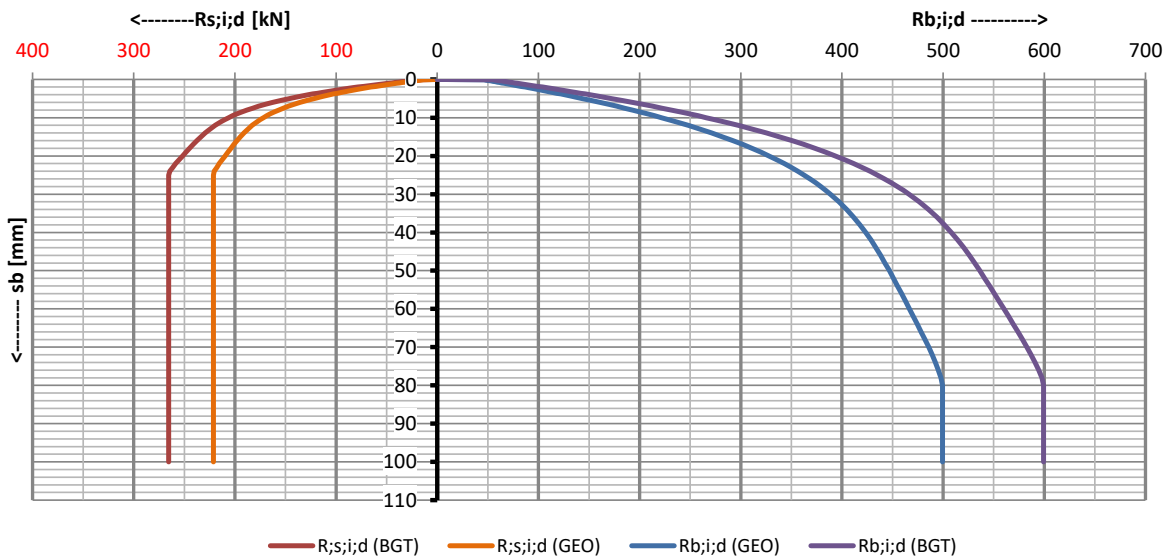
Paalkopzakkings en last-zakingsdiagram

0

Paaltype: Avegaarpaal
Paalafmeting: 400 mm
Paalpuntniveau: -7,50 m tov NAP
Sondering: D2

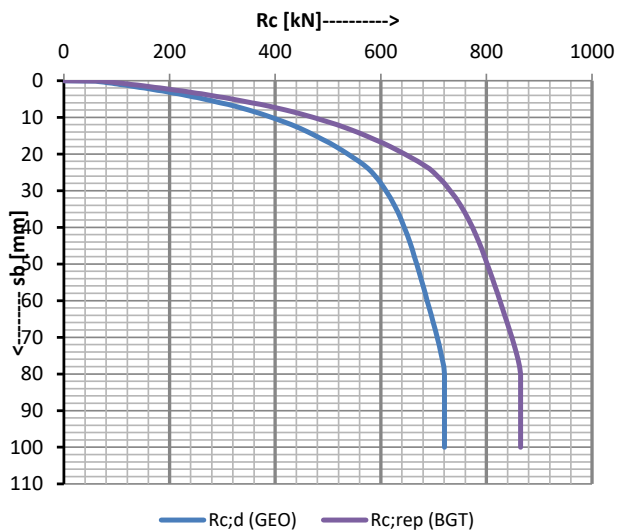
Palenplan	x-richting:	y-richting:
aantal	1	2
hoh-afstand [m]	nvt	2,0

Last / Zakking diagram : grenstoestand Geo en bruikbaarheidsgrenstoestand



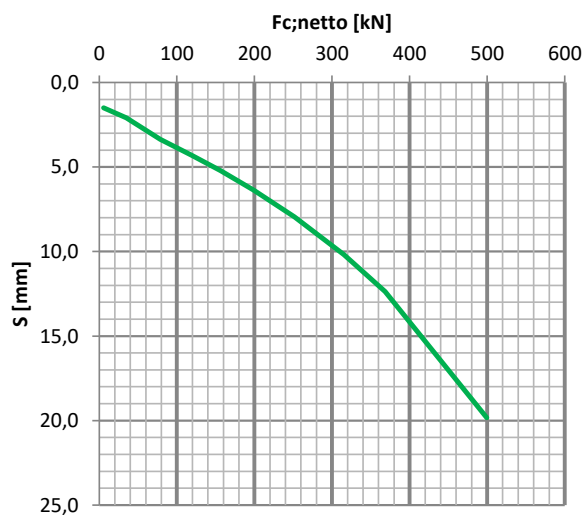
Last / Zakking diagram

Paalweerstand vs. paalpuntzakking



Last / zakking diagram

Netto paalbelasting vs paalkopzakking



UGT

$F_{c,d;netto}$ [kN]	$F_{nk;d}$ [kN]	$F_{c;d}$ [kN]	$S_{b;d}$ [mm]	$S_{el;d}$ [mm]	$S_{1;d}$ [mm]	$S_{2;d}$ [mm]	$S_{;d}$ [mm]
617	104	721	80,0	2,6	82,6	0,7	83,3
615	104	719	78,0	2,6	80,6	0,7	81,3
613	104	717	76,0	2,6	78,6	0,7	79,3
610	104	714	74,0	2,6	76,6	0,7	77,3
606	104	710	72,0	2,6	74,6	0,7	75,3
603	104	707	70,0	2,6	72,6	0,7	73,3
599	104	703	68,0	2,6	70,6	0,7	71,2
592	104	696	64,0	2,5	66,5	0,7	67,2
343	104	447	13,0	1,8	14,8	0,2	15,0
12	104	116	1,2	0,7	1,9	0,0	1,9

BGT

$F_{c,netto}$ [kN]	F_{nk} [kN]	F_c [kN]	S_b [mm]	S_{el} [mm]	S_1 [mm]	S_2 [mm]	S [mm]	$k_{v;rep}$ [kN/mm]	$k_{v;d}$ [kN/mm]
499	104	603	17,0	2,5	19,5	0,4	19,8	30	23
368	104	472	10,0	2,0	12,0	0,4	12,4	38	29
315	104	419	8,0	1,8	9,8	0,4	10,2	41	32
252	104	356	6,0	1,6	7,6	0,3	7,9	45	34
199	104	303	4,6	1,4	6,0	0,3	6,4	48	37
156	104	260	3,6	1,3	4,9	0,3	5,2	50	38
119	104	223	2,8	1,2	4,0	0,3	4,3	52	40
79	104	183	2,0	1,0	3,0	0,3	3,4	54	42
35	104	139	1,2	0,9	2,1	0,0	2,1	66	51
6	104	110	0,7	0,8	1,5	0,0	1,5	73	56

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:	D2
Paaltype:	avegaarpaal schroefpaal NEN9997-1:2017
Paalpuntniveau:	-5 meter
Schachtafmeting:	450 mm
Oorspronkelijke maaiveldhoogte:	1,79 meter
Toekomstige maaiveldhoogte:	1,85 meter
Aanlegniveau fundering:	1,1 meter
Gemiddeld laagste grondwaterstand (GLG):	-1,5 meter
Ophoging ten opzichte van maaiveld:	0,06 meter
Schachtwrijving startniveau:	-3,6 meter
Schachtwrijving eindniveau:	-5 meter

Rekenfactoren & resultaten

$q_{c,I,gem}$ =	23,4	MPa
$q_{c,II,gem}$ =	10,3	MPa
$q_{c,III,gem}$ =	1,3	MPa
α_p =	0,56	
β =	1	
s =	1	
$p_{r,max;punt}$ =	5,07	MPa
a_s =	0,006	
$q_{c,z;a}$ =	11,7	MPa
$q_{s,max}$ =	0,07	MPa
$R_{s;cal,max}$ =	138,927	kN
A_{punt} =	0,159	m ²
Q_s =	1,414	m
Δ_L =	1,4	m
$R_{b;cal,max}$ =	807	kN
$R_{c;cal,max}$ =	946	kN
ξ_3 en ξ_4 =	1,39	
$R_{c;cal,max;k}$ =	681	kN
γ_t =	1,2	
$R_{c;d}$ =	568	kN
$R_{c;net;d}$ =	450	kN

Negatieve Kleef

Negatieve kleef startniveau:	1,85	meter
Negatieve kleef eindniveau:	-3,6	meter
Gebruikte waterstand:	-1,5	meter
F_{snkd} =	118	kN

Tabel volumegewichten

Diepte [m]	Grondsoort	volumegewicht [kN/m ³]	γ -waarde	$K_0;rep * \tan \gamma;rep$
0,14	Zand Schoon Vast	19	35	0,3
-0,69	Leem Zwakzandig Matig	20	27	0,28
-1,25	Zand Schoon Vast	19	35	0,3
-2,14	Leem Zwakzandig Slap	19	26	0,27



Verticale verplaatsing van de paalfundering

De paalkopzакking is berekend conform NEN-9997-1 § 7.6.4. De zакking 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)

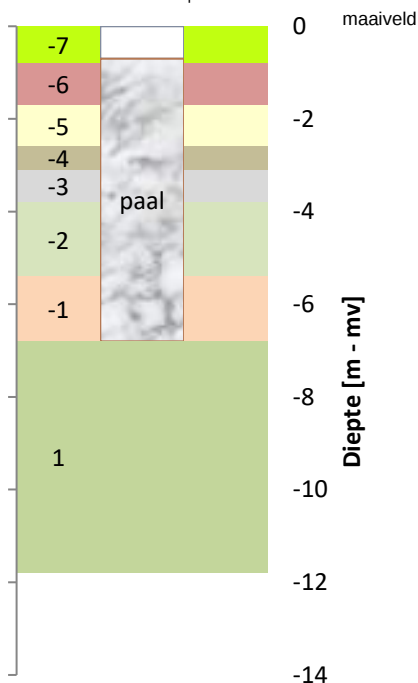
Oorspronkelijke maaiveldhoogte	1,80 [m NAP]
Toekomstige maaiveldhoogte	1,80 [m NAP]
Hoge grondwaterstand	1,1 [m NAP]
Lage grondwaterstand	-1,5 [m NAP]
Pre-overburden pressure (POP)	2,0 [kN/m ²]

Paaleigenschappen

Paaltype	Avegaarpaal
E-modulus [Gpa] (kern)	2,0E+01

Last-zakkingsdiagram	2
Paalkopniveau	1,10 [m tov NAP]
Paalpuntniveau	-5,00 [m tov NAP]
Startniveau schachtwrijving	-3,60 [m tov NAP]
Aantal palen (X × Y)	1 × 2

Dwarsdoorsnede bodemopbouw



Bovenaanzicht palenplan



Tabel: karakteristieke waarden van de gehanteerde grondparameters voor de oorspronkelijke bodemopbouw

laag	onderzijde [m NAP]	γ [kN/m ³]	γ_{sat} [kN/m ³]	ϕ' [°]	CR [-]	C_α [-]
-7	1,0	15,0	17,0	28,0	0,051	0,000
-6	0,1	18,0	20,0	32,5	0,037	0,002
-5	-0,8	18,0	20,0	32,0	0,005	0,000
-4	-1,3	17,0	19,0	30,0	0,072	0,003
-3	-2,0	17,5	19,5	31,0	0,009	0,000
-2	-3,6	17,0	19,0	27,5	0,092	0,004
-1	-5,0	18,0	20,0	32,0	0,005	0,000
1	-10,0	18,0	20,0	32,0	0,005	0,000

Symbolen en eenheden

γ	volumieke gewicht van grond (natuurlijk)	kN/m ³	F_c	Paalbelasting	kN
γ_{sat}	volumieke gewicht van verzadigde grond	kN/m ³	F_{nk}	Negatieve kleef	kN
ϕ'	effectieve hoek van inwendige wrijving	°	$F_{c,netto}$	Netto paalbelasting ($F_c - F_{nk}$)	kN
CR	compression ration ($C_c / (1 + e_0)$)	-	S_b	Paalpuntzакking tgv bovenbelasting	mm
C_α	secundaire samendrukkingsindex	-	S_{el}	Elastische verkorting paal	mm
			S_1	$S_b + S_{el}$	mm
R_s	Schachtweerstand	kN	S_2	Zакking tgv samendrukking lagen onder paal	mm
R_b	Puntweerstand	kN	S_d	Rekenwaarde paalkopzакking ($= S_1 + S_2$)	mm
R_c	weerstand van de grond op druk	kN	k_v	statische veercoëfficiënt (F_c / S_d)	kN/mm



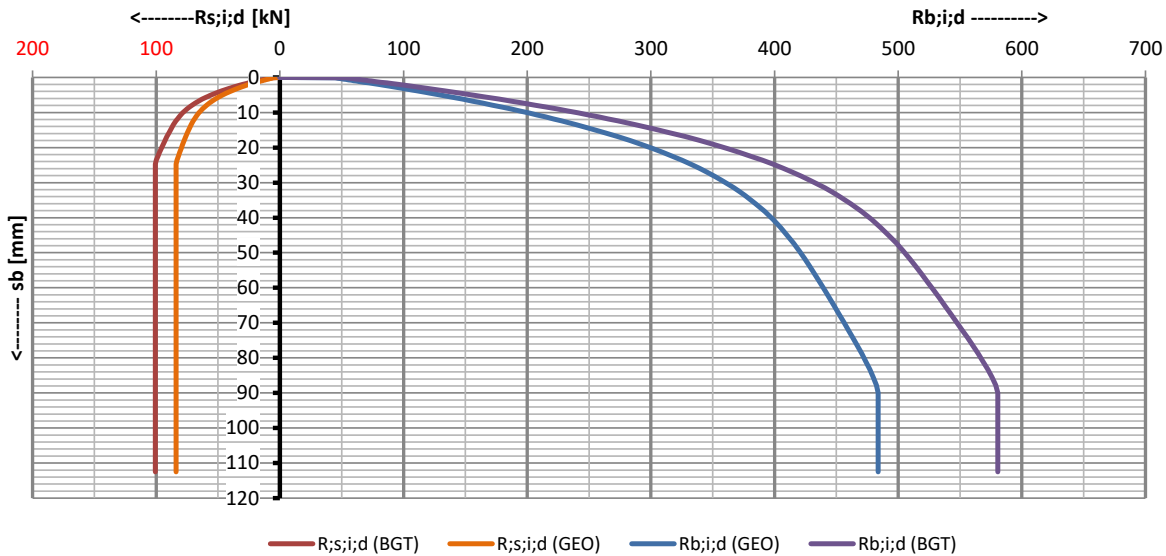
Paalkopzakking en last-zakkingsdiagram

0

Paaltype: Avegaarpaal
Paalafmeting: 450 mm
Paalpuntniveau: -5,00 m tov NAP
Sondering: D2

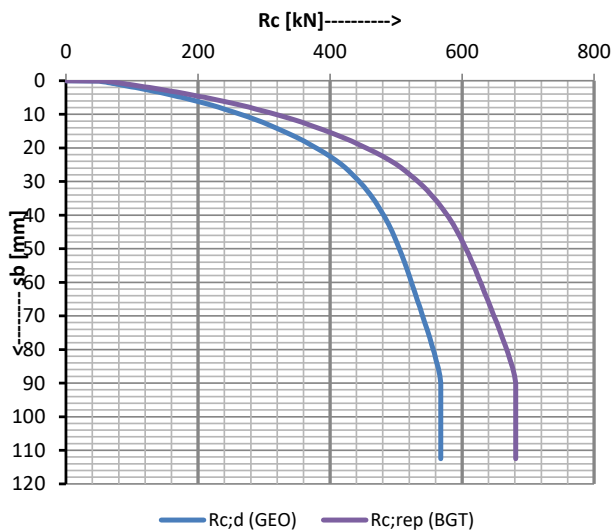
Palenplan	x-richting:	y-richting:
aantal	1	2
hoh-afstand [m]	nvt	2,0

Last / Zakking diagram : grenstoestand Geo en bruikbaarheidsgrenstoestand



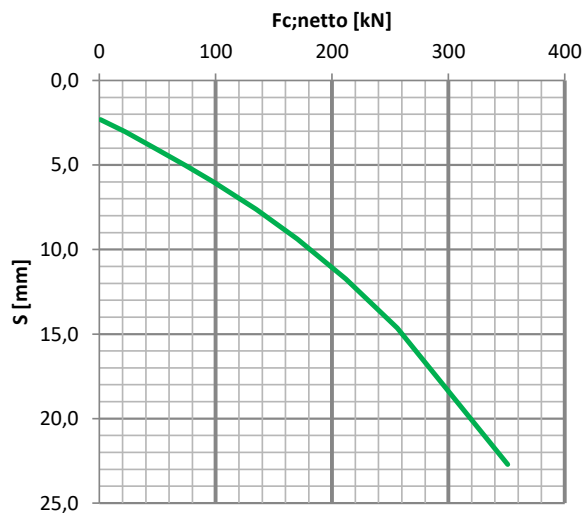
Last / Zakking diagram

Paalweerstand vs. paalpuntzakking



Last / zakking diagram

Netto paalbelasting vs paalkopzakking



UGT

Fc;d;netto [kN]	Fnk;d [kN]	Fc;d [kN]	Sb;d [mm]	Sel;d [mm]	S1;d [mm]	S2;d [mm]	S;d [mm]
450	118	568	90,0	1,3	91,3	0,4	91,7
448	118	566	87,8	1,3	89,0	0,4	89,4
446	118	564	85,5	1,3	86,8	0,4	87,2
443	118	561	83,3	1,3	84,5	0,4	84,9
440	118	558	81,0	1,3	82,3	0,4	82,7
436	118	554	78,8	1,3	80,0	0,4	80,4
433	118	551	76,5	1,3	77,8	0,4	78,1
426	118	544	72,0	1,2	73,2	0,4	73,6
253	118	371	19,1	0,9	20,1	0,0	20,1
10	118	128	2,9	0,5	3,4	0,0	3,4

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]
351	118	469	21,4	1,2	22,6	0,1	22,7	21	16
256	118	374	13,5	1,0	14,5	0,1	14,6	26	20
212	118	330	10,7	0,9	11,6	0,1	11,7	28	22
170	118	288	8,4	0,9	9,3	0,1	9,4	31	24
135	118	253	6,8	0,8	7,5	0,1	7,6	33	25
97	118	215	5,2	0,7	5,9	0,1	6,0	36	28
74	118	192	4,3	0,7	4,9	0,1	5,0	38	29
49	118	167	3,4	0,6	4,0	0,1	4,1	41	32
22	118	140	2,5	0,6	3,0	0,0	3,0	46	36
1	118	119	1,8	0,5	2,3	0,0	2,3	51	40

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
Q_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.

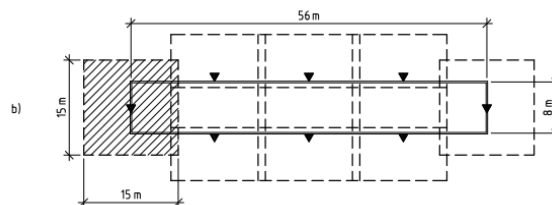
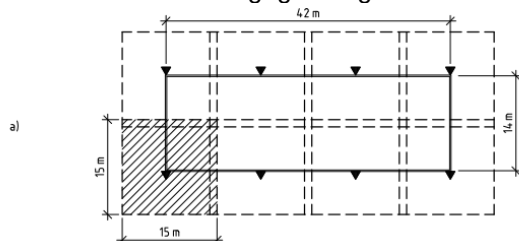
Fundering op staal

- 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 monsterneming.
- Er moeten ten minste 2 terreinproeven (eventueel gecombineerd met boringen met monsterneming) 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 $25 \text{ m} \times 25 \text{ m}$;
 - 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 $20 \text{ m} \times 20 \text{ m}$;
 - 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 $15 \text{ m} \times 15 \text{ m}$;
 - 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 $15 \text{ m} \times 15 \text{ m}$. 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 x de boorgatdiameter van een bestaand gebouw of constructie dient te worden geplaatst en 15 x 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.



HUTTON
GEOTECHNIEK

GEOTECHNISCH GRONDONDERZOEK

Marktweg 46 in Oudeschoot

Opdrachtgever

Qbuz adviesbureau bouwconstructie B.V.
Lochemseweg 33
7244 RR Barchem

Uitgevoerd door

Hutton Geotechniek
Plotterweg 31
3821 BB Amersfoort
+31 (0)85 82 222 30
info@huttongeotechniek.com

Status

Definitief

Datum

1 juni 2022

Projectnummer

2201350

Documentkenmerk

2201350/R01

Auteur

de heer S. (Sam) Stins

Handtekening:

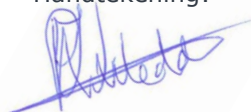


datum: 1 juni 2022

Kwaliteitscontrole

de heer ing. P.J.W. (Janwillem) van Vledder

Handtekening:



datum: 1 juni 2022

Inhoudsopgave

1	Inleiding	1
1.1	Aanleiding en doel	1
1.2	Uitvoeringsdatum en onderzoeksopzet.....	1
2	Uitvoeringsmethoden	2
2.1	Uitzetten met GPS	2
2.2	Sonderingen	2
2.3	Geotechnische handboringen.....	2
3	Resultaten grondonderzoek	3
3.1	Bijzonderheden en afwijkingen	3
3.2	Grondwaterstand.....	3
3.3	Resultaten inmetingen met GPS	3

Bijlagen:

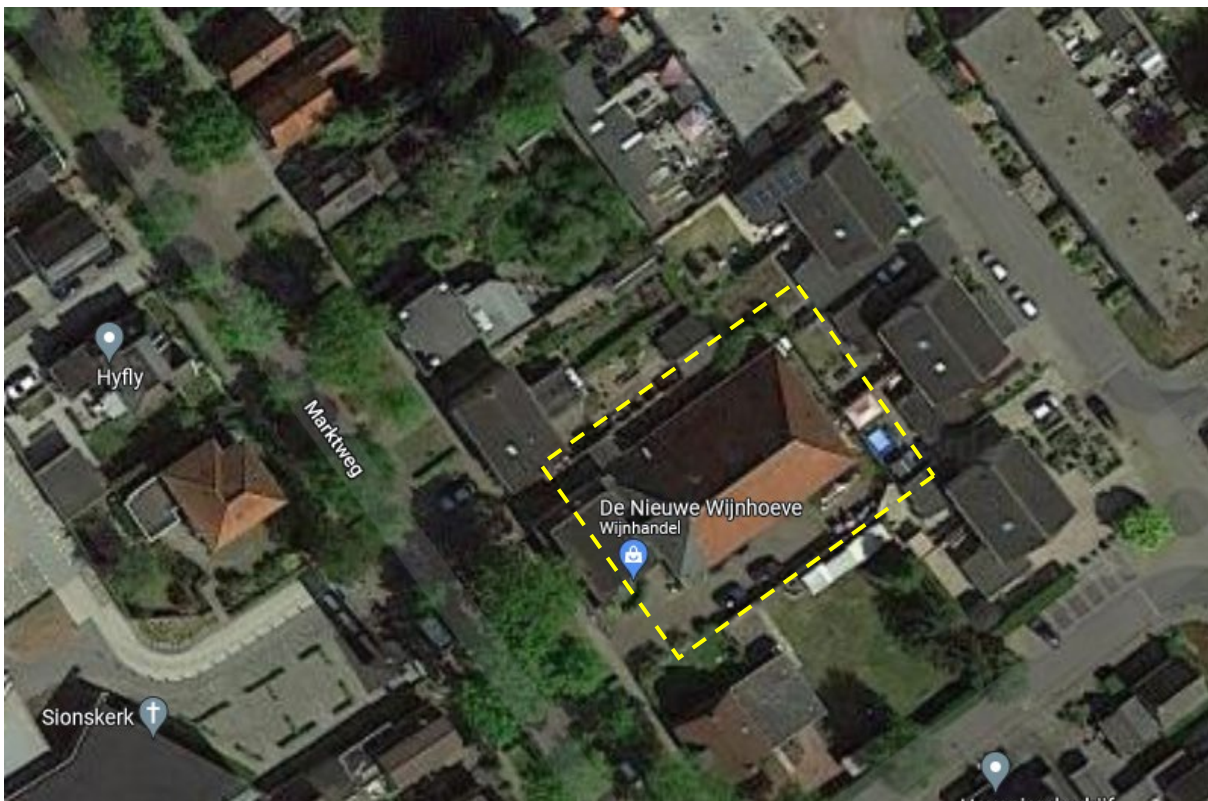
1. Situatietekening
2. Sondeergrafieken
3. Boorprofiel
4. Coördinaten en NAP-hoogten
5. Veldwerkverslag
6. Kalibratierapporten
7. Hoofdgegevens ingezet sondeermaterieel
8. Foto's

1 Inleiding

In opdracht van Qbuz adviesbureau bouwconstructie B.V. is door Hutton Geotechniek een geotechnisch grondonderzoek uitgevoerd op de locatie Marktweg 46 in Oudeschoot.

1.1 Aanleiding en doel

Aanleiding tot het grondonderzoek is de bouw van drie woningen. Doel van het grondonderzoek is het in beeld brengen van de in-situ bodemeigenschappen. Op onderstaande luchtfoto wordt de globale ligging van de onderzoekslocatie geel omkaderd weergegeven.



Luchtfoto 1: globale ligging onderzoekslocatie (bron: Google Maps)

Het grondonderzoek is uitgevoerd en gebaseerd op de door de opdrachtgever verstrekte basisinformatie. Dit rapport bevat naast de inleiding: de uitvoeringsmethoden (hoofdstuk 2) en de resultaten van het grondonderzoek (hoofdstuk 3).

1.2 Uitvoeringsdatum en onderzoeksopzet

Het geotechnisch grondonderzoek is uitgevoerd door Sam Stins (senior sondeermeester) op 30 mei 2022. Voor het onderzoek zijn de volgende (veld)werkzaamheden uitgevoerd:

- Twee sonderingen (CPT) tot een diepte van maximaal 12,0 meter minus maaiveld (m -mv);
- Eén handboring (HB) tot een diepte van maximaal 3,0 m -mv.

De sondeer- en boorlocatie(s) zijn weergegeven op de situatietekening in bijlage 1. In bijlage 8 zijn enkele foto's opgenomen die zijn genomen tijdens het grondonderzoek van de onderzoekslocatie.

2 Uitvoeringsmethoden

In dit hoofdstuk worden de tijdens het onderzoek gehanteerde normen en werkwijzen van de uitgevoerde werkzaamheden behandeld. Alle (veld)werkzaamheden worden uitgevoerd conform de desbetreffende NEN normen^{1,2,3}. Wanneer dit niet mogelijk is wordt de reden van afwijken in hoofdstuk 3 beschreven.

2.1 Uitzetten met GPS

De onderzoekspunten zijn uitgezet ten opzichte van de stelsels van de Rijksdriehoeksmeting (RD) en het Normaal Amsterdams Peil (NAP). Bij het uitzetten is gebruik gemaakt van een GNSS RTK ontvanger (GPS-meetsysteem) met een maximale afwijking van 2 centimeter (cm) in RD en 5 cm in de hoogte meting (NAP). Het kalibratierapport van het meetsysteem is opgenomen in bijlage 6.

2.2 Sonderingen

De sonderingen zijn uitgevoerd als klasse 2 testtype TE1 (C2-TE1). De sonderingen zijn met een sondeer Track-Truck tot de gewenste einddiepte of tot maximaal 180 kN / 18 ton penetratiekracht uitgevoerd. Voor de specificaties van dit voertuig wordt verwezen naar bijlage 7.

Bij elke sondering is de temperatuur (T), de penetratie lengte (l), conusweerstand (q_c), de wrijvingsweerstand (f_s) en de hellingshoek (α) continu gemeten (10 metingen per seconde) en opgeslagen.

Voor een volledig overzicht van de gebruikte datalogger en sondeerconus (serienummer, oppervlakte, etc.) wordt verwezen naar bijlage 2 (sondeergrafieken) en bijlage 6 (de kalibratierapporten). Opgemerkt wordt dat Hutton Geotechniek gebruik maakt van een digitaal meetsysteem, waardoor periodieke kalibratie van de datalogger niet noodzakelijk is. Om deze reden is de kalibratierapportage van de datalogger niet opgenomen in bijlage 6.

Toelichting interpretatie grondsoort

Op basis van de conus- en wrijvingsweerstand wordt het wrijvingsgetal verkregen. Dit betreft een berekende waarde die wordt weergegeven in procenten. Het wrijvingsgetal geeft een indicatie van de laagopbouw en de aangetroffen grondsoort(en). Als indicatie kunnen voor normaal geconsolideerde grondlagen, onder de grondwaterstand, onderstaande percentages worden aangehouden.

Wrijvingsgetal in %			Indicatie grondsoort	Wrijvingsgetal in %			Indicatie grondsoort
0,2	—	0,6	Grind, grof zand	3,0	—	5,0	Klei
0,6	—	1,2	Zand	5,0	—	7,0	Potklei
1,2	—	4,0	Silt en löss	5,0	—	10,0	Veen

Tabel 1: Indicatie meest voorkomende grondsoorten in Nederland op basis van het wrijvingsgetal

2.3 Geotechnische handboringen

Voor de identificatie van de grond en het bepalen van de grondwaterstand is naast sondering CPT1 één handboring verricht tot een diepte van maximaal 3,0 m -mv. De handboring is uitgevoerd conform beschrijfkwaliteit B03. De opgeboorde grond is geïdentificeerd en verwerkt tot een boorprofiel (HB1) die is opgenomen in bijlage 3.

¹ Elektrische sondering met en zonder waterspanningsmeting: NEN-EN-ISO 22476-1:2012/C1:2013.

² Boorwerkzaamheden: NEN-EN-ISO 22475-1:2006/C11:2010.

³ Identificatie en classificatie van grond: NEN-EN-ISO 14688-1:2019.

3 Resultaten grondonderzoek

3.1 Bijzonderheden en afwijkingen

Tijdens de uitvoering van de veldwerkzaamheden was er geen sprake van bijzonderheden en/of afwijkingen. Alle werkzaamheden (sonderingen en handboring) zijn tot de gewenste einddiepte van respectievelijk 12,0 m -mv (sonderingen) en 3,0 m -mv (handboring) uitgevoerd/verricht.

Voor een volledig overzicht van alle veldwerkbevindingen en de eventueel geconstateerde bijzonderheden en/of afwijkingen, wordt verwezen naar het veldwerkverslag die is opgenomen in bijlage 5.

3.2 Grondwaterstand

Tijdens de veldwerkzaamheden is de grondwaterstand in één boorgat gepeild. De bepaalde grondwaterstand is opgenomen in onderstaande tabel.

Grondwaterstand [m -mv]	Grondwaterstand gepeild in
2,50	HB1

Tabel 2: In het veld gepeilde grondwaterstand

Opgemerkt wordt dat bovenstaande grondwaterstand slechts een momentopname is. De grondwaterstand kan sterk afhankelijk zijn van onder andere de in-situ bodemeigenschappen, de lokale omstandigheden en het seizoen.

3.3 Resultaten inmetingen met GPS

Het uitzetbestand is in het veld gecontroleerd en de onderzoekspunten zijn nadien definitief ingemeten. Daarnaast zijn twee aanvullende punten ingemeten (hart van de weg en het vloerpeil van een nabijgelegen gebouw). Het gebruikte meetsysteem heeft eveneens een maximale afwijking van 2 centimeter (cm) in RD en 5 cm in de hoogte meting (NAP). De coördinaten en NAP-hoogten van de onderzoekspunten zijn opgenomen in bijlage 4.

Bijlage 1
Situatietekening



Legenda

- Sondering
- Dorpel
- Hart van de weg
- Onderzoekslocatie

0 7,5 15 m

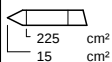
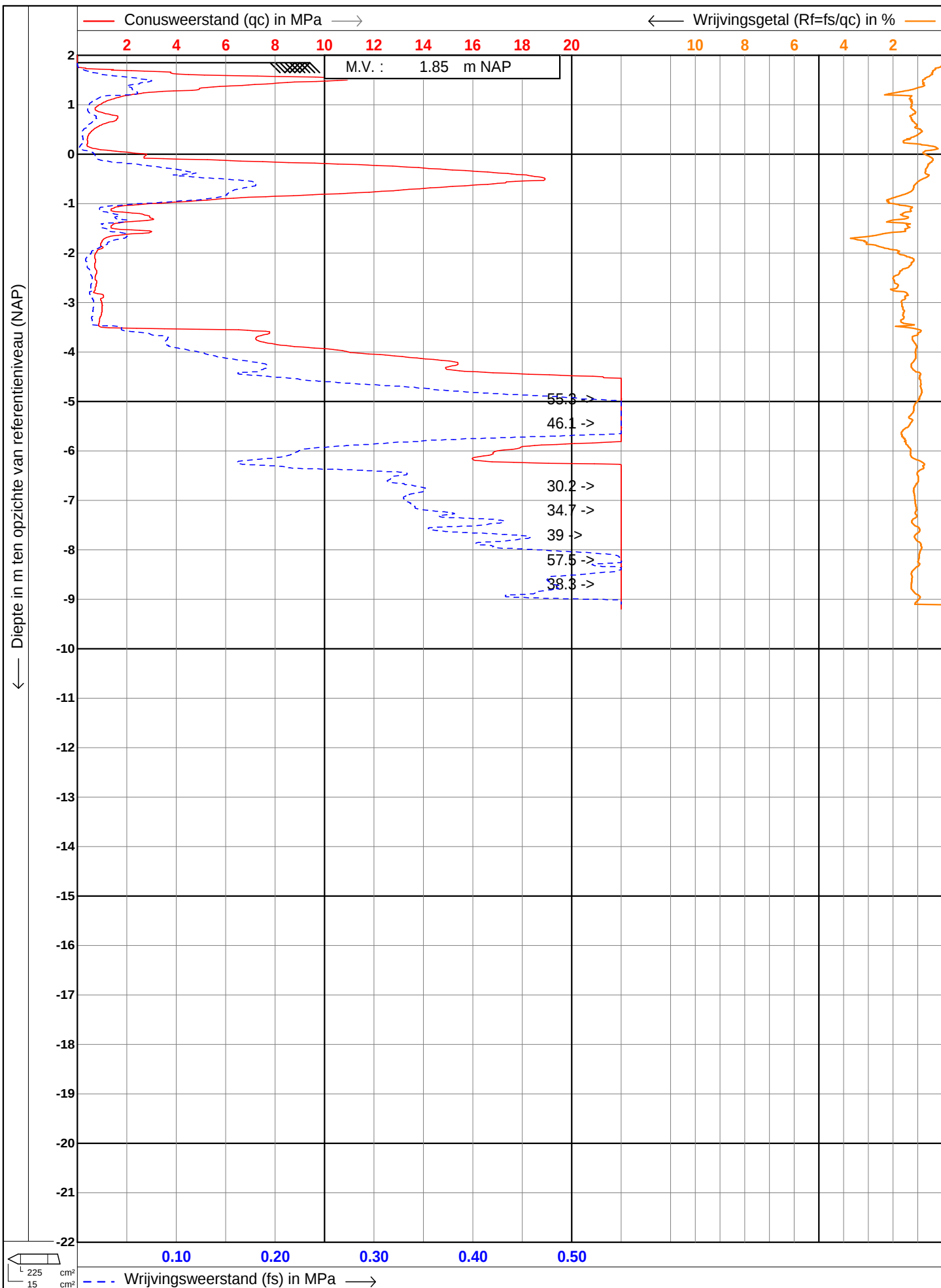
Geotechnisch grondonderzoek
Marktweg 46 Oudeschoot

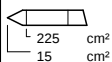
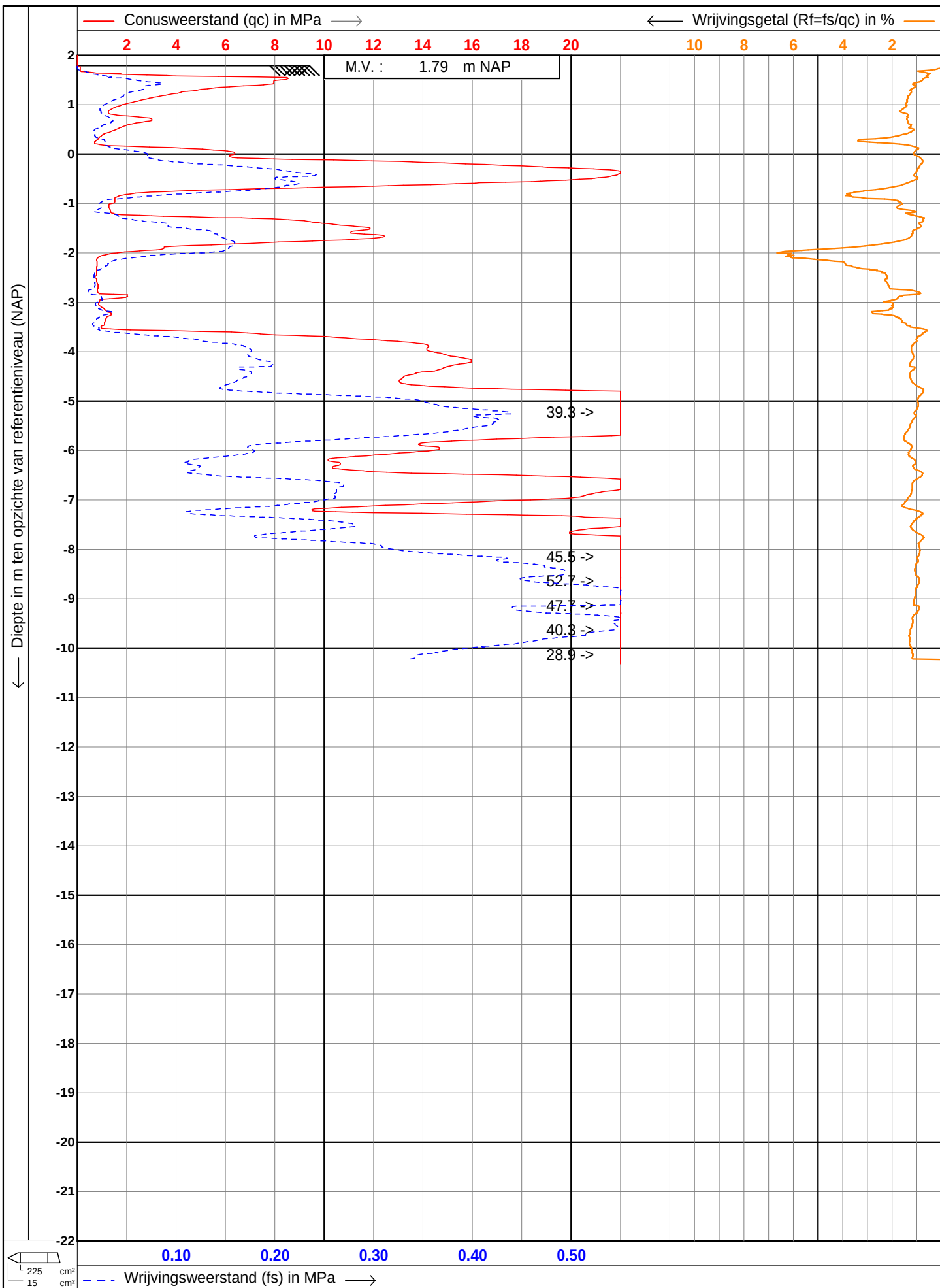
Opdrachtgever	Qbuz adviesbureau bouwconstructie
Projectnummer	2201350
Schaal	1:250
Tekenaar	J. van Vledder
Bijlage	1
Datum	31-05-2022
Formaat	A3

HUTTON
GEOTECHNIEK

Bijlage 2
Sondeergrafieken

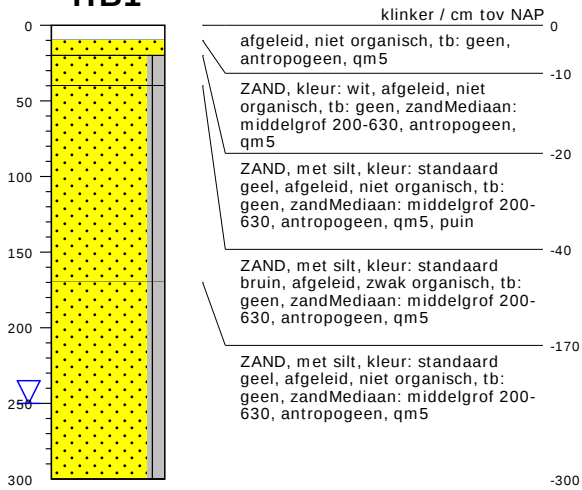
← Diepte in m ten opzichte van referentieniveau (NAP)





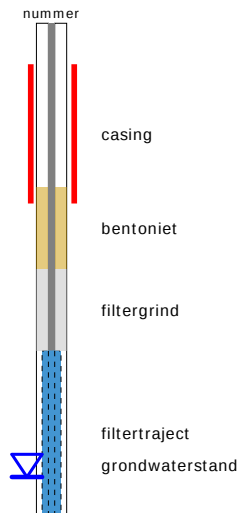
Bijlage 3
Boorprofiel

HB1

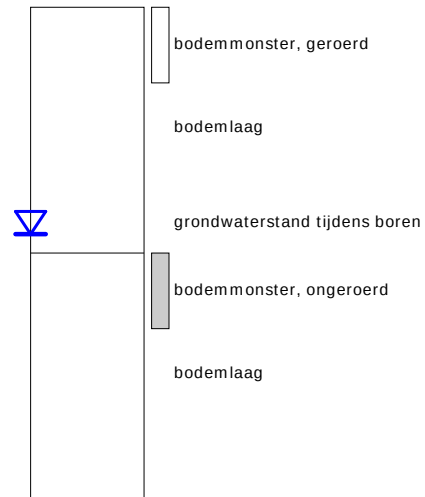


type **grondboring**
datum **30-05-2022**
boormeester **Sam Stins**
beschrijflocatie **veld**
beschrijfprocedure **iso14688d1v2019c2020**
beschrijfkwaliteit **klasse3**
boorprocedure **sikb2001vanaf v6.0**
type maaiveld **grasland**
bemonsteringsprocedure **iso22475d1v2006**
tijdelijke verbuizing **nee**

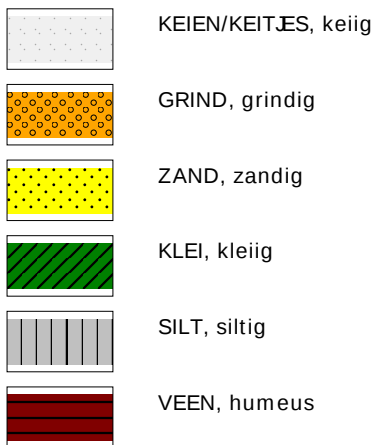
PEILBUIS



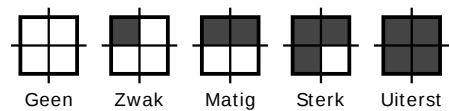
BORING



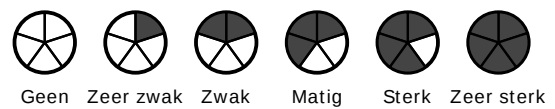
GRONDSOORTEN



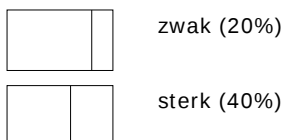
OLIE OP WATER REACTIE



GEUR INTENSITEIT



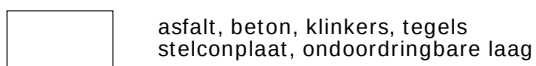
MATE VAN BIJMENGING



GRADATIE ZAND

grof (0,63-2mm)
middelgrof (0,2-0,63mm)
fijn (0,063-0,2 mm)

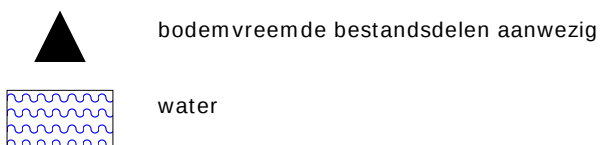
VERHARDINGEN



GRADATIE GRIND

f = fijn (2-5.6 mm)
mg = matig grof (5.6-16 mm)
zg = zeer grof (16-63 mm)

OVERIG



BESCHRIJVING BODEMLAAG

pid = foto ionisatie detector
bv = bodemvocht
ow = olie op water
tb = tertiaire bestanddelen
di = disperse inhomogeniteit
cf = consistentie fijn
diepte aanduidingen links op de y-as zijn in cm onder maaiveld
diepte aanduidingen rechts van het profiel zijn in cm boven NAP

Bijlage 4

Coördinaten en NAP-hoogten

Sondering (CPT)	X-coördinaat	Y-coördinaat	NAP-hoogte (maaiveld)
CPT1	193065,31	550029,64	1,85
CPT2	193075,37	550036,59	1,79
Handboring (HB)			
HB1	193065,31	550029,64	1,85
Aanvullend ingemeten punten			
Vloerpeil (VP)	193072,19	550037,72	1,87
Hart van de weg (HW)	193030,99	550035,56	1,68

Bijlage 5
Veldwerkverslag

Bijlage 6
Kalibratierrapporten

Certificate of Calibration

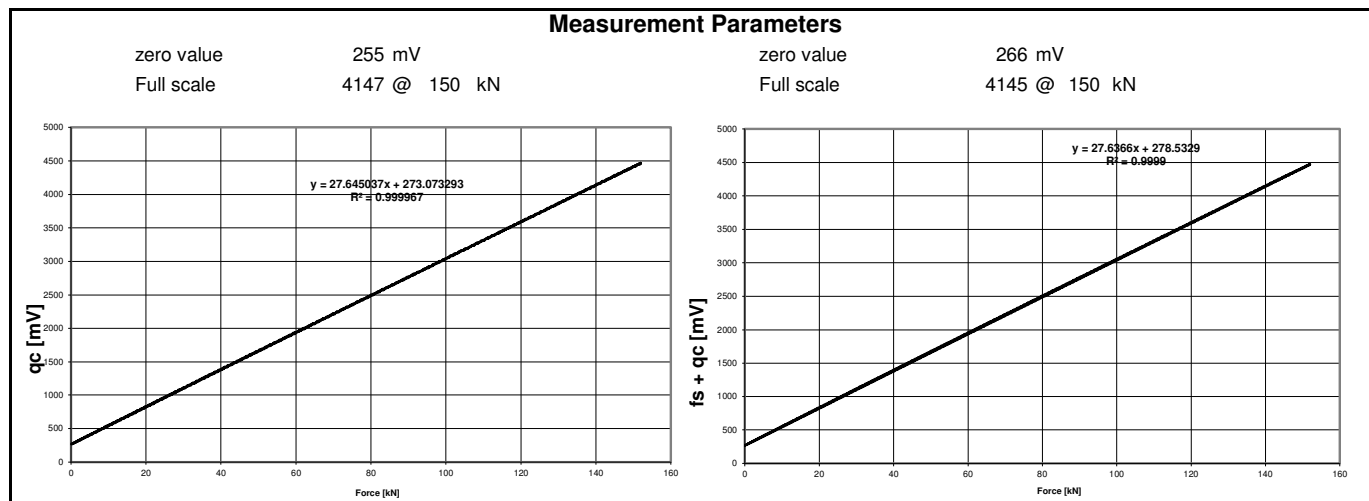
Certificate No. CMI 22.03.4491

Instrument		
Instrument Type:	Electrical Subtraction Cone	Calibration Result: Certified
Manufacturer:	Gouda Geo-Equipment B.V.	
Model No.:	DP15-CFPTxy	Date Calibrated: 10-3-2022
Serial No.:	71151	Next Due Date: 10-9-2022
Cone area factor:	0,75	
Used Calibration Procedure: GGECPP004, ISO22476		Location: Hillegom (The Netherlands)

Customer
Hutton Geo B.V.

Calibration Instruments		
Instrument Type: CPT Logger	Instrument Type: CPT Logger	Instrument Type: Load-cell + amplifier
Manufacturer: Gouda Geo Equipment	Manufacturer: Gouda Geo Equipment	Manufacturer: Futek
Model No.: A	Model No.: A	Model No.: LCF500 + IAA100
Serial No.: 3010	Serial No.: 3129	Serial No.: 668966 + 695054
Accuracy: 0.01% + 2 Counts	Accuracy: 0.01% + 2 Counts	Accuracy: 0.1%
Date Calibrated: 20 December, 2021	Date Calibrated: 20 December, 2021	Date Calibrated: 16 June, 2021
Next Due Date: 20 June, 2022	Next Due Date: 20 June, 2022	Next Due Date: 16 June, 2022
Calibrated By: Manufacturer	Calibrated By: Manufacturer	Calibrated By: Futek
Traceability: CMI 21.12.4332	Traceability: CMI 21.12.4333	Traceability: 2106160027

Calibration Conditions		
Environmental conditions whilst performing the calibration:		Ambient Temperature: 21.7 °C
		Relative Humidity: 23.2 %
Condition of Calibrated Apparatus when Received: Fair		



Remarks

Data "As Received" = "As Left" unless otherwise noted. Calibration data for this item was derived from one or more of the following sources: the Netherlands Meetinstituut (NMI) or other national laboratory, a natural physical constant, or a ratio technique. The data is on file at the NMI. This calibration is compliant with Gouda Geo-Equipment's internal quality system, internal calibration procedure and meets the requirements of standard ISO22476.

The Calibration Interval will vary from customer use and different conditions. All calibrations are verified at a moment in time; and confirmed within controlled temperature and humidity specified standards. Gouda Geo-Equipment is not responsible for future calibrations. Improper use of the apparatus (e.g. dropping) may cause loss of calibration.

Calibration performed by:

Vincent Vermeer
(Engineer)

Approved by:

Rogier Tijm
(Senior Engineer)

Certificate of Calibration

Certificate No. CMI 22.03.4491

Instrument

Instrument Type: Electrical Subtraction Cone
Manufacturer: Gouda Geo-Equipment B.V.
Model No.: DP15-CFPTxy
Serial No.: 71151
Cone area factor: 0,75
Used Calibration Procedure: GGECPP004, ISO22476

Calibration Result: Certified

Date Calibrated: 10-3-2022
Next Due Date: 10-9-2022

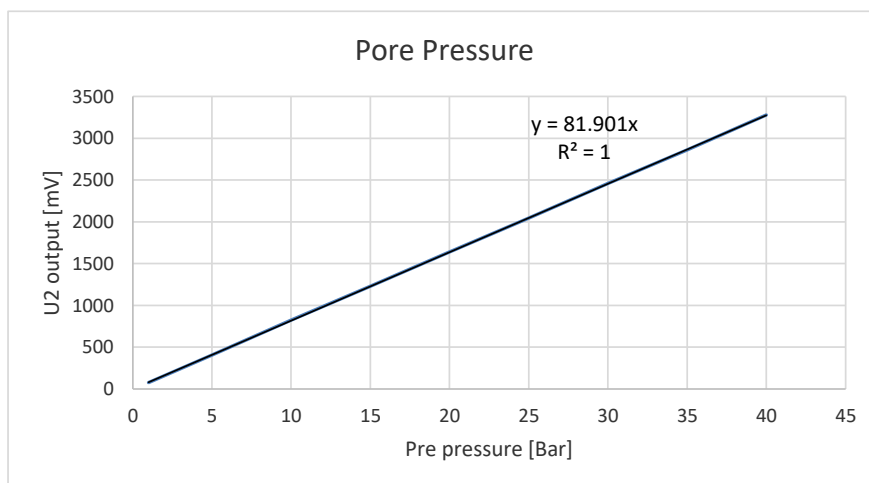
Location: Hillegom (The Netherlands)

Calibration Instruments

Instrument Type: HP Kalibrator
Manufacturer: Keller Druckmesstechnik
Model No.: HPX - 200bar - 80139.31
Serial No.: 10311
Date Calibrated: 19 May, 2021
Next Due Date: 19 May, 2022
Calibrated By: Manufacturer

Pore pressure

AMB = +/-1Bar = 361 Mv	
U2 [bar]	U2 [mV]
1	77
5	408
10	822
15	1230
20	1639
25	2045
30	2457
35	2862
40	3280



Calibration performed by:

Vincent Vermeer
(Engineer)

Approved by:

Rogier Tijm
(Senior Engineer)

Certificate of Calibration

Certificate No. CMI 22.03.4491

Instrument

Instrument Type: Electrical Subtraction Cone
Manufacturer: Gouda Geo-Equipment B.V.
Model No.: DP15-CFPTxy
Serial No.: 71151
Cone area factor: 0,75

Calibration Result: Certified

Date Calibrated: 10-3-2022
Next Due Date: 10-9-2022

Used Calibration Procedure: GGECPP004, ISO22476

Location: Hillegom (The Netherlands)

Inclinometer

Degrees	Ix [mV]
20	2940
19	2900
18	2856
17	2817
16	2778
15	2734
14	2695
13	2646
12	2608
11	2558
10	2515
9	2471
8	2432
7	2383
6	2339
5	2295
4	2251
3	2207
2	2163
1	2127
0	2080
-1	2037
-2	1987
-3	1944
-4	1900
-5	1856
-6	1822
-7	1773
-8	1734
-9	1685
-10	1641
-11	1597
-12	1558
-13	1519
-14	1475
-15	1436
-16	1387
-17	1348
-18	1299
-19	1260
-20	1222

Degrees	Iy [mV]
20	3388
19	3339
18	3296
17	3246
16	3203
15	3149
14	3115
13	3071
12	3022
11	2973
10	2925
9	2881
8	2827
7	2793
6	2739
5	2695
4	2641
3	2593
2	2544
1	2490
0	2456
-1	2403
-2	2358
-3	2305
-4	2256
-5	2207
-6	2168
-7	2119
-8	2071
-9	2022
-10	1973
-11	1929
-12	1875
-13	1841
-14	1788
-15	1744
-16	1695
-17	1646
-18	1602
-19	1553
-20	1519

Calibration performed by:

Vincent Vermeer
(Engineer)

Approved by:

Rogier Tijm
(Senior Engineer)

Calibration Certificate

This GNSS receiver is calibrated in accordance with ISO 17123-8:2015 and fully complies with the product specifications as specified by the manufacturer. Our service center is fully accredited by Stonex Srl. The reference points used for the GNSS calibration procedure are periodically checked according to our quality management system.

Instrument

Manufacturer	: Stonex Srl.
Type	: S9III Plus GNSS
Serial Number	: STNS95113023

Environmental conditions

Temperature in °C	: 6.6
Pressure in hPa	: 1039

Receiver

Signal Reacquisition	: < 1 s
RTK Signal Initialization	: < 10 s
Initial Capture Time	: < 15 s

Accuracy specifications

Fixed RTK horizontal	: 10 mm + 1 ppm RMS
Fixed RTK vertical	: 20 mm + 1 ppm RMS
Static horizontal	: 3.0 mm + 0.5 ppm RMS
Static vertical	: 5.0 mm + 0.8 ppm RMS

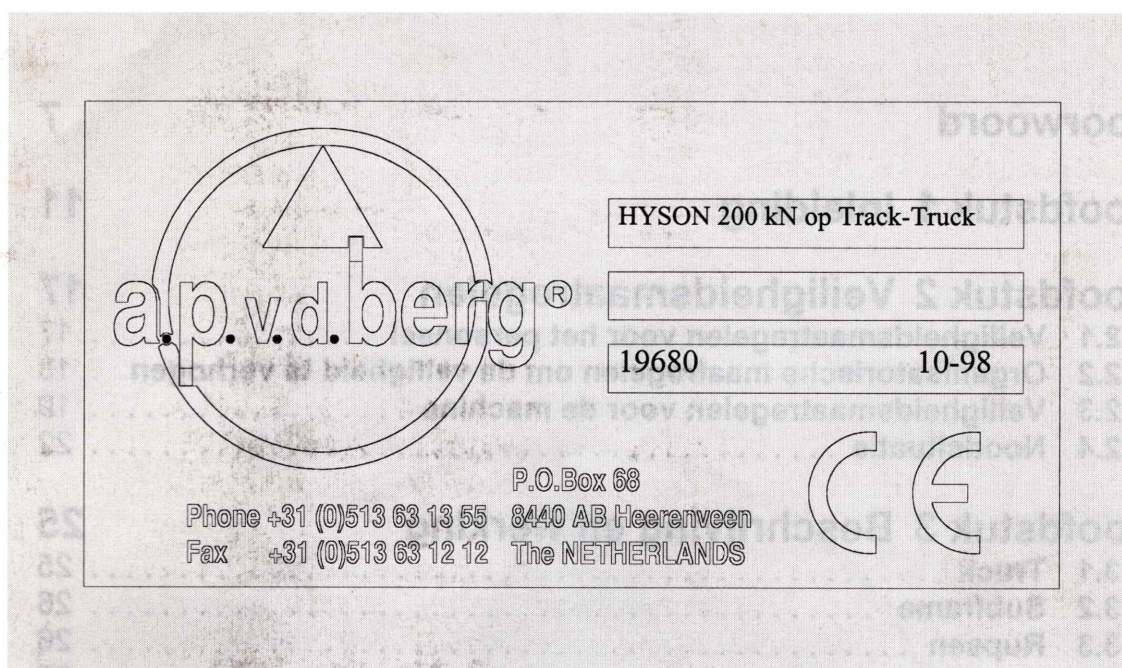
Calibration date	: 13-01-2022
Recalibration date	: 13-01-2023
Calibrated by	: Albert Meijer Service Engineer



Bijlage 7

Hoofdgegevens ingezet sondeermaterieel

Hoofdgegevens machine



Afmetingen	:	8 x 2,55 x 3,7 m
Voorasbelasting	:	10 ton
Achtereasbelasting	:	11,4 ton
Aantal operators	:	2
Geluidsniveau op bedienplaats	:	72 dB(A) bij 1025 omw/min v.d. dieselmotor.
Geluidsniveau op bedienplaats	:	70 dB(A) bij 850 omw/min v.d. dieselmotor.
Truck	:	Ginaf M2222 (4x4)
Rijsnelheid op rupsen	:	3,2 km/u
Sondeerapparaat	:	Hyson 200 kN
Druksnelheden	:	2,4 en 20,0 cm/s
Maximale drukkracht	:	275 kN met handbediend ventiel 170 kN met elektrisch bediend ventiel
Treksnelheden	:	2,0 en 16,0 cm/s
Maximale trekkracht	:	325 kN

Bijlage 8
Foto's



Foto 1.



Foto 2.