

Rapport:

FUNDERINGSADVIES

Herbouw woning, De Genestetlaan 16  
te **Roosendaal**

Opdrachtgever:

elk B.V.  
Veldegge 6  
7468 DJ Enter

Constructeur:

IB Vreeswijk BV

Projectnummer:

2302500-XF

Versie: 1

Rapportdatum:

16 juli 2024

Norm / richtlijn:

NEN 9997-1+C2:2017 nl

Auteur:



Gezien:

Vrijgave:

19-7-2024



## Inhoudsopgave

<b>1</b>	<b>Projectbeschrijving</b>	<b>2</b>
1.1	Inleiding	2
1.2	Locatiegegevens	2
1.3	Plangegevens	2
1.3.1	Bouwplan	2
1.3.2	Verstreckte plangegevens	2
<b>2</b>	<b>Onderzoeksprogramma</b>	<b>3</b>
2.1	Veldonderzoek	3
2.2	Archief-/dossieronderzoek	3
2.3	Overleg / inventarisatie	3
<b>3</b>	<b>Bodem, water en omgeving</b>	<b>4</b>
3.1	Hoogte maaiveld	4
3.2	Bodem	4
3.2.1	Laagopbouw van de grond en de variaties daarvan op de planlocatie	4
3.3	Water	4
3.3.1	Grondwater	4
<b>4</b>	<b>Funderingsadvies</b>	<b>5</b>
4.1	Funderingsontwerp	5
4.1.1	Funderingskeuze	5
4.1.2	Paalkeuze	6
4.1.3	Beschrijving paaltype: Casing draaipaal	6
4.2	Bekrachtiging funderingskeuze / toetsing grenstoestanden	7
<b>5</b>	<b>Berekening fundering op palen</b>	<b>8</b>
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 belastingen 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	Indicatie zakking van de bovenkant van de paalfundering	10
5.2.4	Maximumdraagkracht van de grond op trek	10
5.3	Horizontale belasting	11
5.3.1	Algemeen	11
5.3.2	Uitgangspunten berekening en schematisatie	11
5.3.3	Berekeningsresultaten	11
<b>6</b>	<b>Richtlijnen voor ontwerp, berekening en uitvoering</b>	<b>12</b>
6.1	Algemeen	12
6.2	Richtlijnen uitvoering casing-draaipalen/schroefinjectiepalen	12
6.3	Vloer	12
6.4	Richtlijnen nieuwbouw/uitbreiding/belending	12

## Bijlagen

Bijlage 1: Berekeningsresultaten fundering op palen

Bijlage 2: Algemene richtlijnen uitvoering en ontwerp

## 1 Projectbeschrijving

### 1.1 Inleiding

Door Silt Geo is een grondonderzoek uitgevoerd voor het project "Herbouw woning, De Genestetlaan 16 te Roosendaal". In onderhavig rapport wordt een funderingsadvies uitgewerkt voor dit project.

### 1.2 Locatiegegevens

De locatiekenmerken zijn samengevat in de navolgende tabel.

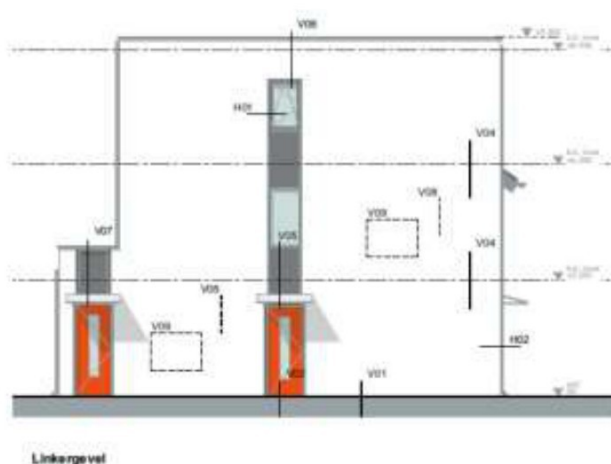
Locatie-eigenschap	Omschrijving / kenmerk (ten tijde van het onderzoek, tenzij anders vermeld)
Straat / huisnummer:	De Genestetlaan, nummer 16
Plaats (gemeente):	Roosendaal (Roosendaal)
Provincie:	Noord-Brabant
RD-coördinaten [km]:	X: 90,447 / Y: 392,124
Bebouwing op de planlocatie:	Bebouwd
Bebouwing op de bouwplaats:	Bebouwd
Belendingen:	Aanwezig

### 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:	Woonhuis	
Bouwlagen/dak:	3 bouwlagen met plat dak	Zie Figuur 1.1
Kelder:	Geen kelder	
Positionering:	Tegen bestaande bebouwing	Zie situatieschets rapportage grondonderzoek



Figuur 1.1 Gevels (bron: opdrachtgever)

#### 1.3.2 Verstreckte plangegevens

Ten behoeve van het project zijn door of namens de opdrachtgever diverse schetsen/tekeningen ter beschikking gesteld.

## 2 Onderzoeksprogramma

### 2.1 Veldonderzoek

Voor het opstellen van onderhavig rapport is gebruik gemaakt van de onderzoeksresultaten uit de navolgende stukken<sup>1</sup>.

Rapportnummer, -versie en -datum	Titel	Uitvoerende partij	Uitgevoerd onderzoek
2302500 v1 d.d. 20-11-2023	Herbouw woning, De Genestetlaan 16, Roosendaal	Silt Geo	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 per mail/telefonisch overleg gepleegd met de constructeur / opdrachtgever.

<sup>1</sup> 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 4,37 m + tot 4,28 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	Kenmerken / bijzonderheden
ca. 5,5	Zand, matig vast tot vast	Plaatselijke teruggangen in conusweerstand door zand met een hogere silt-/kleifractie en/of een lossere pakking
ca. 8,0	Klei en of silt	
ca. 10,5	Zand, matig vast	Plaatselijke teruggangen in conusweerstand door zand met een hogere silt-/kleifractie en/of een lossere pakking

#### 3.3 Water

##### 3.3.1 Grondwater

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

Meetpunt [nr.]	Meetdiepte	Meetmoment [datum]	[relatief]	Waterspiegel <sup>1)</sup>	
				[m - mv]	[m + NAP]
B1	Freatisch	15-11-2023	Tijdens boren	1,10	3,18

- <sup>1)</sup> 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 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

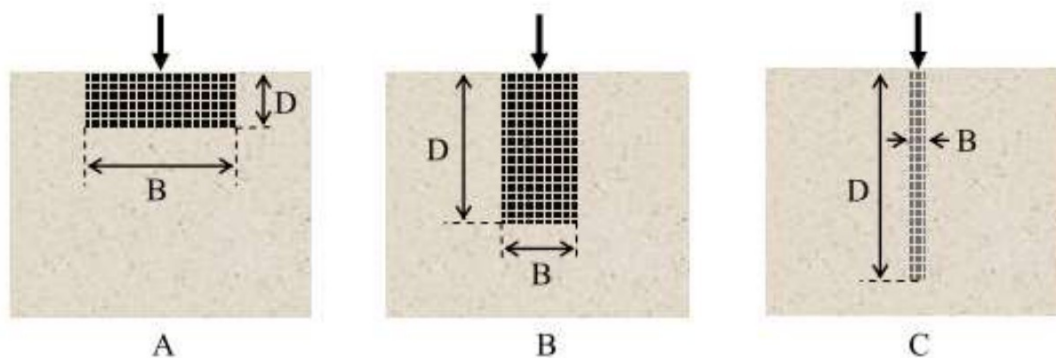
### 4.1 Funderingsontwerp

#### 4.1.1 Funderingskeuze

Er zijn 3 hoofdtypen 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	0	0
Inspanning nodig om trekkracht te kunnen opnemen	0	0	0
Risico op ontoelaatbare verticale verplaatsing (zetting)	+/-0	0	+/-0
Risico op ontoelaatbare verschilzetting / rotatie	+/-0	0	+/-0
Risico's van erosie-, oplos-, krimp- of zwelgevoelige lagen	0	0	0
Uitvoeringsrisico's archeologie of verontreinigingen	0	0	0
Kosten (niet onderbouwde inschatting)	0	0	0
geo-score (= som plussen en minnen)	+2	0	+2

\* toelichting score:

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

De bodemopbouw geeft mogelijkheden voor een fundering op zowel palen als op staal.

In overleg met de opdrachtgever en constructeur 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

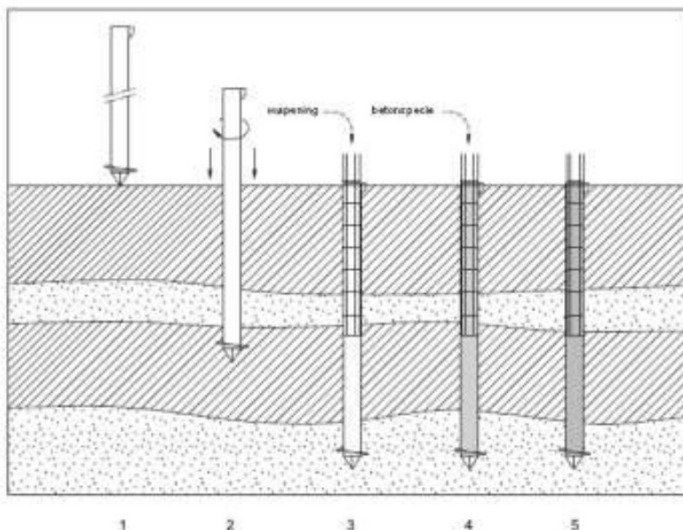
In dit rapport wordt in overleg met de constructeur/opdrachtgever een fundering op Casing draaipalen nader uitgewerkt.

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

- 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 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 paaltype.
- De keuze voor alternatieve paalsystemen is niet uitgesloten.

#### 4.1.3 Beschrijving paaltype: Casing draaipaal

Een casing draaipaal bestaat uit een gesloten, verloren stalen buis die aan de punt voorzien is van schroefbladen. De buis wordt door middel van een hydraulische boormotor grond-verdringend ingedreven onder invloed van een boormoment en een axiale drukkracht. Indien noodzakelijk kunnen vervolgsegmenten worden aangebracht totdat het gewenste paalpuntniveau is bereikt. De stalen buis blijft achter en vormt een onderdeel van de paal. De minimale werkhoogte is met name afhankelijk van de lengte van de buissegmenten. In de regel is dit minimaal 4,5 m. Door middel van injectie met groutspecie is een hogere schachtwrijving te bewerkstelligen. Het paaltype wordt ook op de markt gebracht onder de benaming *AB-paal* (Altenburg paal).





## 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 is<sup>2</sup>.

### 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  $\omega$  en/of de relatieve rotatie  $\beta_x$  niet de waarde 1:300 mag overschrijden. Als eis voor de uiterste grenstoestand (UGT) type B wordt vaak een relatieve rotatie  $\beta$  van 1:100 aangehouden. In de regel zal derhalve de bruikbaarheidsgrenstoestand bepalend zijn.

<sup>2</sup> 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, trek en lateraal belaste funderingselementen.
- De draagkracht en de vervorming van de grond is berekend volgens 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  $\gamma_b$ ,  $\gamma_s$  en  $\gamma_t$  voor op druk belaste palen = 1,2;
  - de partiële weerstandsfactor  $\gamma_{s,t}$  voor op trek belaste palen = 1,35.
- De correlatiefactoren  $\xi_3$  en  $\xi_4$ , 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).
- De berekening van de horizontaalkrachten is uitgevoerd met behulp van het programma D-sheet Piling versie 23.1 van Deltares waarbij de funderingspaal is beschouwd als een elastoplastisch ondersteunde ligger.
- De berekeningen voor de horizontale belasting zijn uitgevoerd conform NEN-9997 en CUR-richtlijnen C228 "Ontwerprichtlijn door grond horizontaal belaste palen".

#### 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 4,6 m + NAP
  - Maaiveld 4,5 m + NAP
  - Paalkopniveau 3,7 m + NAP
- Het terrein zal ca. 0,1 à 0,2 meter worden opgehoogd.

#### 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:	$\alpha_p$	$\alpha_s^*$	$\alpha_t^*$	$\beta$	L-Z diagr.	Bijzonderheden
Stalen paal, geschroefd (bv. Casing draaipaal)	0,56	0,006	0,0045	***	1	constante dwarsafmeting boven de schroefpunt *** bepaald op basis van de paalvoetvorm cf. NEN 9997-1 § 7.6.2.3.

\* 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.

- De te verwachten maaiveldzakking na de installatie van de palen is bij de aangetroffen bodemopbouw kleiner dan 0,02 m, zodat negatieve kleef nauwelijks invloed op het zakkingsgedrag van de paal. Derhalve is conform NEN 9997-1 geen negatieve kleef in rekening gebracht.

#### 5.1.4 Opgegeven belastingen en vervormingseisen

- De rekenwaarde van de paaldrukbelasting bedraagt ca. 300 kN.
- De rekenwaarde van de paaltrekbelasting varieert van ca. 55 tot 75 kN.
- De rekenwaarde en de representatieve waarde van de horizontale paalkopbelasting bedragen respectievelijk 10,0 en 7,0 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:

- Casing draaipalen met een schacht/puntafmeting  $\varnothing$  van 219/380, 273/470 en 324/560 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 5.2.3).

Sondering [nr.]	Maaiveldhoogte [m + NAP]	Paalpuntniveau [m - NAP] Berekend	Preferent
D1	4,28	2,5 t/m 3,5	-
D2	4,37	2,5 t/m 3,5	-

#### 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 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 "-".
- 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. Voor kleine diameters palen (houten palen, prefab, stalen buispaal, etc.) geldt meestal dat de haalbare diepte beperkt is. Dit vanwege de beperkte capaciteit van het installatiematerieel, de beperkte sterkte van de palen zelf of bijvoorbeeld omdat groutinjectie niet kan worden toegepast om de inbrengweerstand te beperken.
- Geadviseerd wordt zo een (zo) uniform (mogelijk) paalpuntniveau te kiezen.

### 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 D1 een rekenvoorbeeld weergegeven van een:

- Casing draaipalen met een schacht/puntafmeting  $\varnothing$  van 219/380 en 273/470 mm.

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 Indicatie 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.

5.2.4 Maximumdraagkracht van de grond op trek

Volgens opgave van de constructeur worden enkele palen ook op trek belast. De trekkracht op de palen dient te worden opgenomen door wrijving langs de paalschacht. De rekenresultaten voor de trekweerstand zijn voor de geadviseerde paalpuntniveaus weergegeven in de tabellen in Bijlage 1.

Opmerking/toelichting

Bij de berekening zijn, naast de in § 5.1.1. vermelde zaken, de volgende uitgangspunten gehanteerd:

- Er is uitgegaan van (4) op trek belaste palen met een h.o.h. afstand in de x-richting van 2,25 m en in de y-richting van 1,5 m, cf. opgave constructeur.
- Uitgaande van de opgegeven belastingeffecten (zie § 5.1.4) is de factor  $\gamma_{m;var;qe}$  (de factor, die de invloed van quasi statische belastingwisselingen weergeeft) cf. NEN 9997-1 art. 7.6.3.3 aangenomen op 1,5.
- Het eigen gewicht van de paal is niet verdisconteerd.
- De rekenmethode is in beginsel bedoeld voor palen met een lengte-diameter-verhouding van meer dan 13,5 en een paallengte van tenminste 7 m. Voor afwijkende palen of paaltypen moet een nieuwe proefbelasting worden uitgevoerd of extra veiligheid in de ontwerpmethode worden ingevoerd.

## 5.3 Horizontale belasting

### 5.3.1 Algemeen

Uit verstreekte informatie van de constructeur blijkt dat de funderingspalen horizontaal op de paalkop zullen worden belast. De horizontale belasting zal aanleiding geven tot buigende momenten en een vervorming van de palen. In het navolgende wordt hierop nader ingegaan.

### 5.3.2 Uitgangspunten berekening en schematisatie

#### 5.3.2.1 Uitgangspunten berekening

Naast de in § 5.1 genoemde, zijn de navolgende uitgangspunten gehanteerd:

- Paalkopniveau : 3,7 m + NAP
- Paalpuntniveau : 2,5 m - NAP
- Paaltype : casing draaipalen
- Paalafmetingen : Ø 219 mm
- Staaldikte Ø 219 : 8,8 mm (beginwaarde)\*
- EI paal Ø 219 :  $5,0 \times 10^3 \text{ kNm}^2$ , inclusief corrosie\*\*
- Normaalkracht op paal (rekenwaarde) : 300 kN
- Horizontale kracht paal (repwaarde) : 7,0 kN
- Verbinding paalkop : niet ingeklemd/ingeklemd (rotatie wordt voorkomen)

\* zonder corrosie

\*\*corrosie is aangenomen op ca. 2,5 mm

#### 5.3.2.2 Schematisatie bodem

Bij de dimensionering van de funderingspalen is uitgegaan van representatieve waarden voor de gehanteerde bodemparameters, gebaseerd op de resultaten van het grondonderzoek en afgestemd op NEN 9997, tabel 2.b en CUR-C228. In onderstaande tabel zijn de representatieve waarden voor de gehanteerde bodemparameters weergegeven.

Onderkant laag [m tov NAP]	Grondsoort	$\gamma_d$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$\gamma_n$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$\phi$ [°]	c [kN/m <sup>2</sup> ]	Emod Ménard [kN/m <sup>2</sup> ]
2,5 +	Zand, matig vast 1	18	20	32,5	0	7000
1,8 +	Zand, los 1	17	19	30,0	0	4200
1,3 +	Zand, matig vast 2	18	20	32,5	0	7000
1,2 +	Zand, los 2	17	19	30,0	0	4550
0,7 +	Klei, vast	19	19	17,5	0	4000
1,2 -	Zand, matig vast 3	18	20	32,5	0	8400
1,7 -	Zand, los 3	17	19	30,0	0	2800
3,0 -	Zand, matig vast 4	18	20	32,5	0	8400
3,5 -	Zand, matig vast 5	18	20	32,5	0	4550

### 5.3.3 Berekeningsresultaten

De rekenresultaten zijn weergegeven in Bijlage 1. In deze bijlage (grafieken) zijn de representatieve waarden van de momenten en dwarskrachten als functie diepte (t.o.v. NAP) weergegeven.

#### Opmerkingen:

- Voor de representatieve waarden van de momenten, dwarskrachten en verplaatsingen wordt verwezen naar Bijlage 1.
- De rekenwaarden van de buigende momenten en dwarskrachten wordt verkregen door de representatieve waarden te vermenigvuldigen met een (materiaal)factor van 1,4.
- Door de constructeur/paalleverancier moet het berekende moment en dwarskracht worden getoetst aan materiaalgebonden normen. Tevens moet de constructeur/opdrachtgever beoordelen of de berekende verplaatsing(en) acceptabel zijn.

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



## 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 casing-draaipalen/schroefinjectiepalen

Voor richtlijnen en aanwijzingen voor de uitvoering van casing-draaipalen/schroefinjectiepalen wordt, voor zover van toepassing, verwezen naar:

- NEN-EN-12699, "Uitvoering van bijzonder geotechnisch werk - Verdringingspalen".
- NEN-EN 14199, "Uitvoering van bijzonder geotechnisch werk - Micropalen".

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 geen groutinjectie wordt toegepast. In het geval dat groutinjectie wel 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. Bij kleine hart-op-hart-afstanden kan door de verdringing van de zandlagen zwaar schroefwerk ontstaan met het risico dat de palen niet op diepte komen.

De minimale tussenafstand tot eventuele belendingen in verband met de uitvoering bedraagt circa 0,3 à 0,8 m, een en ander afhankelijk van het toe te passen materieel en de situatie. Bij kleinere tussenafstanden moet de invloed van de uitvoering op de eventuele belendingen worden onderzocht.

### 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:

- 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 aangehouden, 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.

## **Bijlage 1 : Berekeningsresultaten fundering op palen**



**Resultaten draagkrachtberekening volgens NEN-EN 9997-1, pagina 1 van 7**  
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

## Drukdraagvermogens

### 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, pagina2 van 7 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

### Rekenresultaten

Paaltype Stalen paal geschroefd - Casing draaipaai NEN9997-1:2017, afmeting Ø380 / 219 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]
D1	4,37	-2,50	2,6	295	232	316	0	316
		-3,00	2,4	273	256	317	0	317
		-3,50	2,6	298	273	343	0	343
D2	4,28	-2,50	3,3	370	191	336	0	336
		-3,00	3,7	425	215	384	0	384
		-3,50	3,5	401	240	384	0	384

### Netto Draagkracht in [kN]

Paaltype Stalen paal geschroefd - Casing draaipaai NEN9997-1:2017, afmeting Ø380 / 219 mm  
 $\xi_3 = 1,39$  en  $\xi_4 = 1,39$

PPN [m tov NAP]	D1	D2
-2,50	316	336
-3,00	317	384
-3,50	343	384

### Rekenresultaten

Paaltype Stalen paal geschroefd - Casing draaipaai NEN9997-1:2017, afmeting Ø470 / 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]	$F_{s,nk;d}$ [kN]	$R_{c,net;d}$ [kN]
D1	4,37	-2,50	2,6	458	289	449	0	449
		-3,00	2,4	424	319	446	0	446
		-3,50	2,6	456	340	478	0	478
D2	4,28	-2,50	3,2	551	238	473	0	473
		-3,00	3,5	610	268	527	0	527
		-3,50	3,3	571	299	522	0	522

### Netto Draagkracht in [kN]

Paaltype Stalen paal geschroefd - Casing draaipaai NEN9997-1:2017, afmeting Ø470 / 273 mm  
 $\xi_3 = 1,39$  en  $\xi_4 = 1,39$

PPN [m tov NAP]	D1	D2
-2,50	449	473
-3,00	446	527
-3,50	478	522

### 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, pagina3 van 7 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 Stalen paal geschroefd - Casing draaipaai NEN9997-1:2017, afmeting Ø560 / 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]	$F_{s,nk,d}$ [kN]	$R_{c,net,d}$ [kN]
D1	4,37	-2,50	2,6	638	344	589	0	589
		-3,00	2,4	601	378	588	0	588
		-3,50	1,6	399	404	482	0	482
D2	4,28	-2,50	3,1	767	282	629	0	629
		-3,00	3,1	770	319	653	0	653
		-3,50	1,5	376	355	439	0	439

#### Netto Draagkracht in [kN]

Paaltype Stalen paal geschroefd - Casing draaipaai NEN9997-1:2017, afmeting Ø560 / 324 mm  
 $\xi_3 = 1,39$  en  $\xi_4 = 1,39$

PPN [m tov NAP]	D1	D2
-2,50	589	629
-3,00	588	653
-3,50	482	439

#### 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 7**  
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

## Trekdraagvermogens

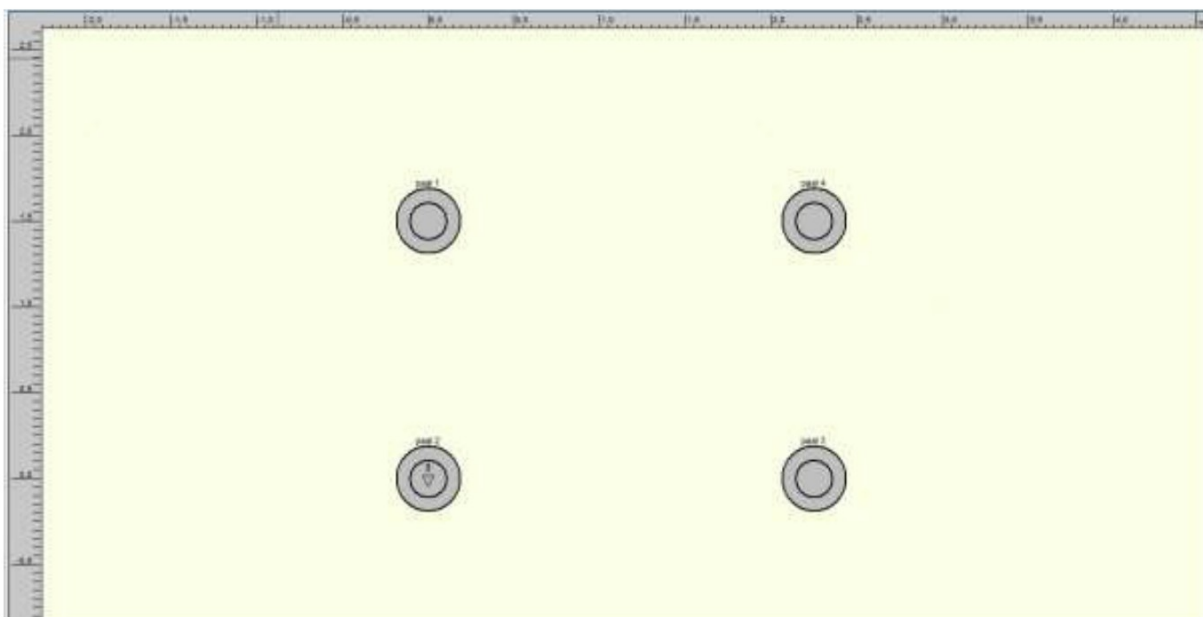
### Toelichting rekenresultaten

- 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, pagina5 van 7**  
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

**Palen configuratie**



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 7 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

### Resultaten van de optie Trekpalen (EC7-NL model)

#### Resultaten voor alle sonderingen

##### Overzicht bij paaltype : LostTip 380

###### Paalgroep 1

Aantal palen in deze paalgroep : 4

Paalnamen in deze paalgroep

paal 1   paal 2   paal 3   paal 4

PPN [m R.N.]	Rt;d min [kN]	Rt;d gem [kN]	Rt;d [kN]	Gebruikte Ksi [-]	f1 [-]	f1 gem. [-]
-						
-2,50	48,07	53,44	48,07	Ksi4	1,000	1,000
-2,75	51,14	56,50	51,14	Ksi4	1,000	1,000
-3,00	54,21	59,38	54,21	Ksi4	1,000	1,000
-3,25	57,28	61,87	57,28	Ksi4	1,000	1,000
-3,50	60,34	64,56	60,34	Ksi4	1,000	1,000

Rt;d min:  $[(R_{s,cal})_{min} / K_{si4}] / \Gamma_{s,t}$ 

Rt;d gem:  $[(R_{s,cal})_{gem} / K_{si3}] / \Gamma_{s,t}$ 

##### Overzicht bij paaltype : LostTip 470

###### Paalgroep 1

Aantal palen in deze paalgroep : 4

Paalnamen in deze paalgroep

paal 1   paal 2   paal 3   paal 4

PPN [m R.N.]	Rt;d min [kN]	Rt;d gem [kN]	Rt;d [kN]	Gebruikte Ksi [-]	f1 [-]	f1 gem. [-]
-						
-2,50	59,27	65,80	59,27	Ksi4	1,000	1,000
-2,75	63,03	69,53	63,03	Ksi4	1,000	1,000
-3,00	66,78	73,06	66,78	Ksi4	1,000	1,000
-3,25	70,53	76,10	70,53	Ksi4	1,000	1,000
-3,50	74,27	79,38	74,27	Ksi4	1,000	1,000

Rt;d min:  $[(R_{s,cal})_{min} / K_{si4}] / \Gamma_{s,t}$ 

Rt;d gem:  $[(R_{s,cal})_{gem} / K_{si3}] / \Gamma_{s,t}$ 

#### 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 7**  
voor axiaal belaste funderingspalen.

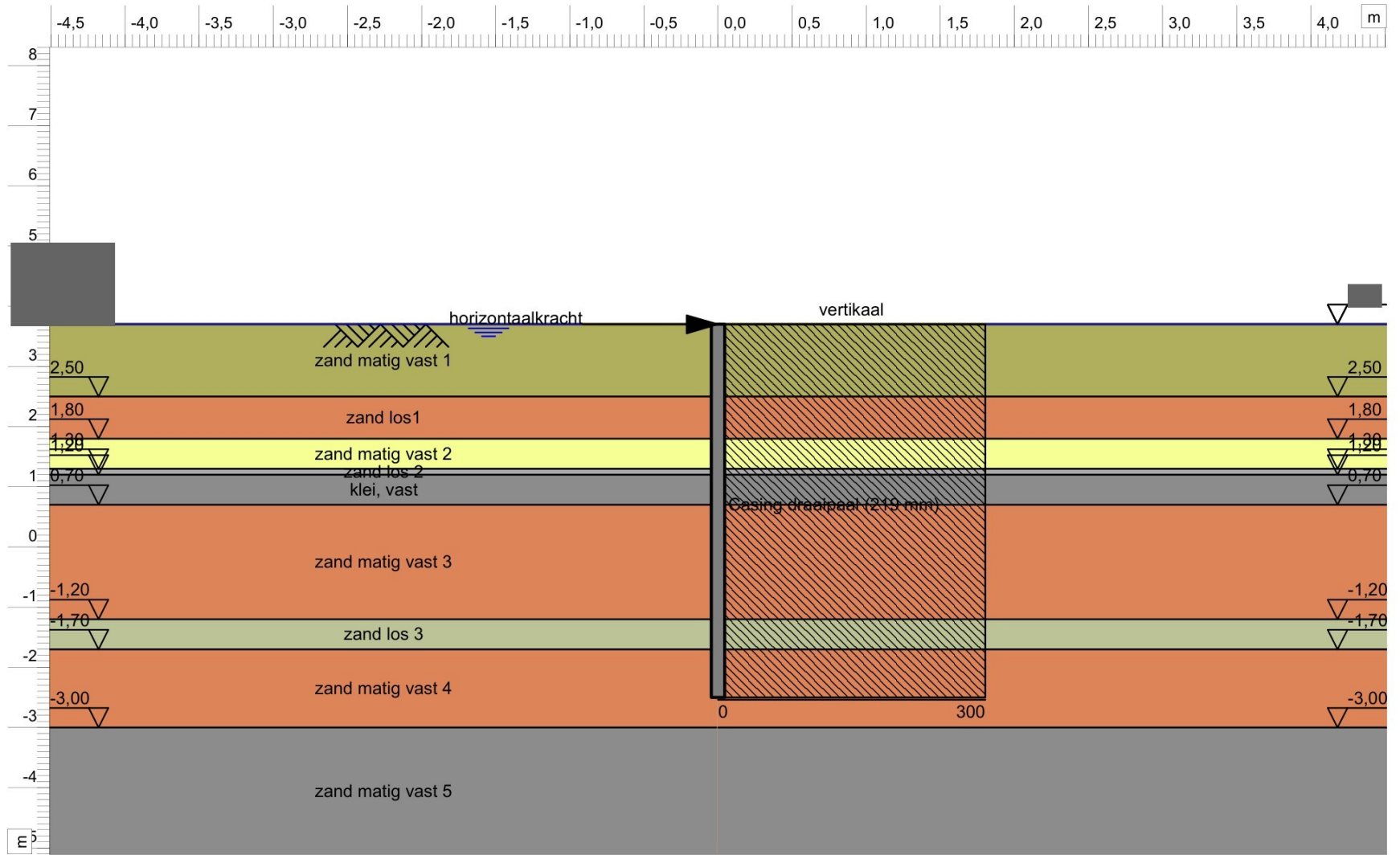
PPN	paalpuntniveau	$R_{c,d}$	rekenwaarde maximumdraagkracht
$q_{b,max}$	paalpuntweerstand	$F_{s,nk,d}$	belasting door negatieve kleeft
$R_{b,cal,max}$	maximumdraagkracht van de paalpunt	$R_{c,net,d}$	rekenwaarde netto draagkracht (= $R_{c,d} - F_{s,nk,d}$ )
$R_{s,cal,max}$	schachtwrijving	$R_{t,d}$	rekenwaarde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

## Rekenresultaten horizontaal belaste palen

### 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.

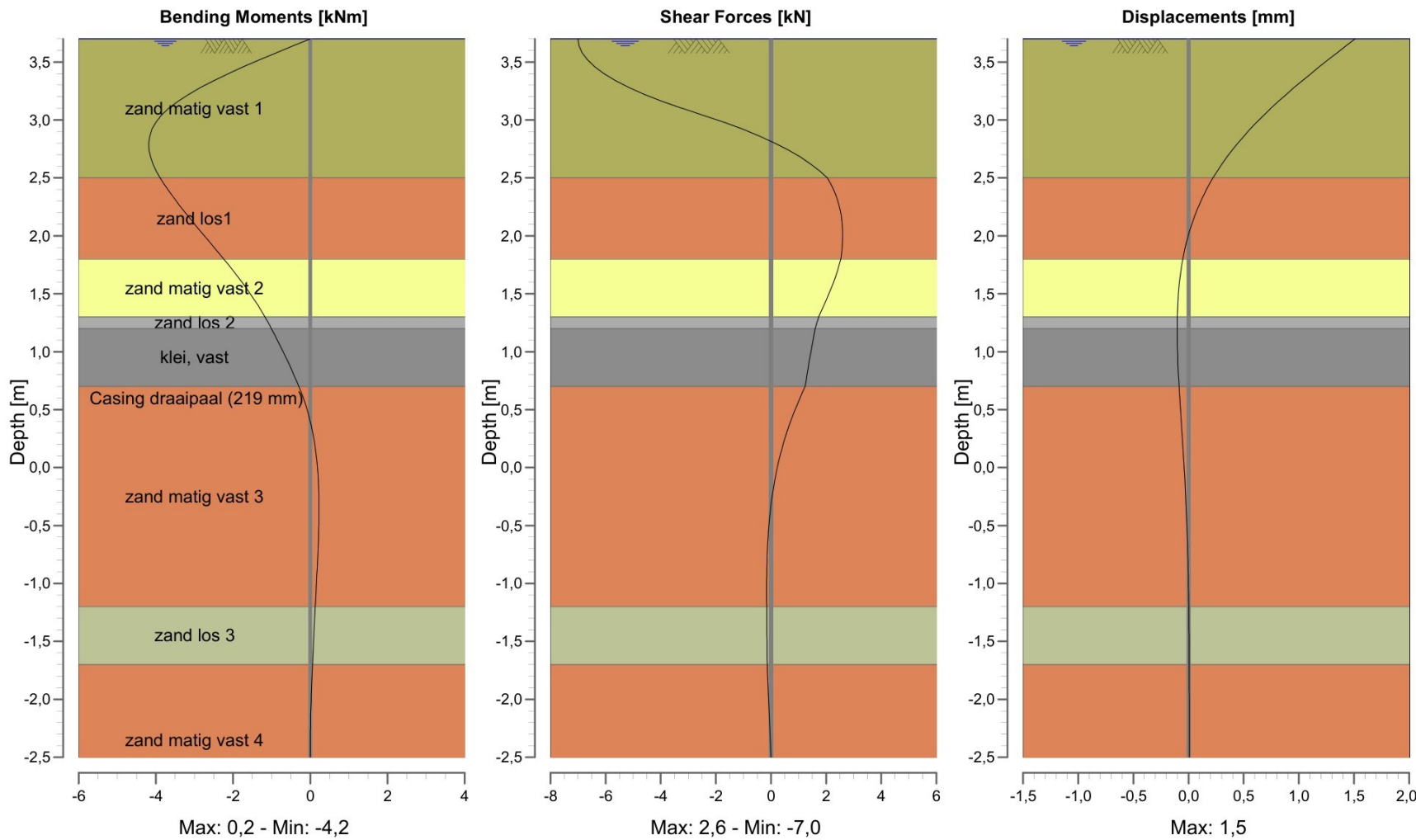
# Outline



Nieuwbouw woonhuis, De Genestetlaan 16, Roosendaal		Phone
Schematisatie		Email
Horizontale kracht op de paalkop		
Annex	-	date
		19-7-2024
A4	form.	drv.
		ctf.

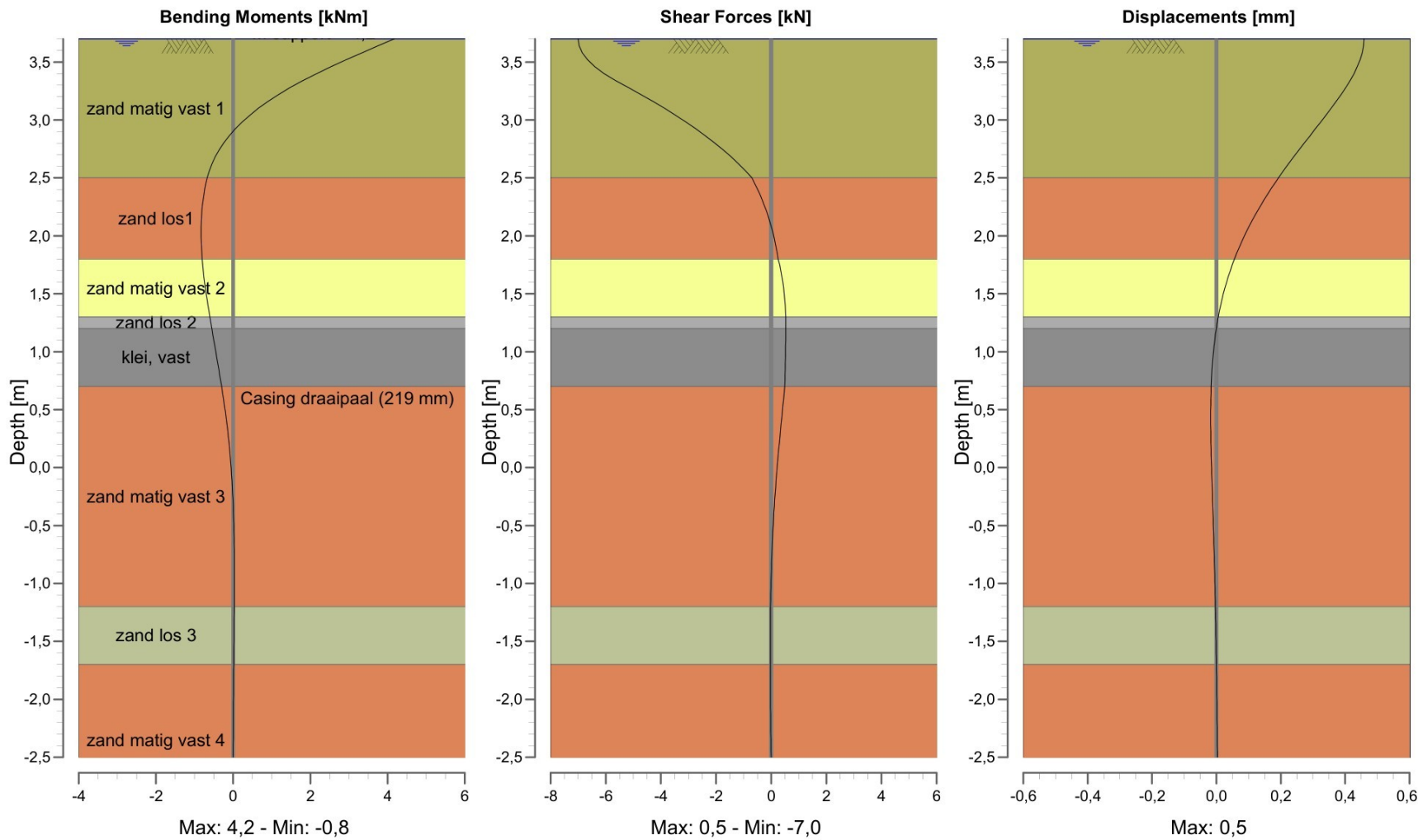
D-Sheet Piling 23.1 : Op de kop belast.stijl

Moments/Forces/Displacements



Nieuwbouw woonhuis, De Genestetlaan 16, Roosendaal niet ingeklemd		Phone Email	D-Sheet Piling 23.1 : Op de kop belast,SH	
Horizontale kracht op de paalkop			date 19-7-2024	drv. -
Annex	-			form. A4

Moments/Forces/Displacements



Phone  
Email

date  
19-7-2024

D-Sheet Piling 23.1 : Op de kop belast,SH

drv.

ctr.

Nieuwbouw woonhuis, De Genestetlaan 16, Roosendaal  
ingekeurd - rotatie wordt voorkomen

Horizontale kracht op de paalkop

Annex

-

A4

form.



## Voorbeeldberekening

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

### Uitgangspunten

Referentie niveau:

Gehanteerde sondering:

Paaltype:

NAP

D1

Stalen paal geschroefd - Casing draaipaal

NEN9997-1:2017

Paalpuntniveau:

-2,5 meter

Schachtafmeting:

219 mm

Oorspronkelijke maaiveldhoogte:

4,37 meter

Aanlegniveau fundering:

3,7 meter

Gemiddeld laagste grondwaterstand (GLG):

2,5 meter

### Rekenfactoren & resultaten

$q_{c,I,gem}$  =

9,7 MPa

$q_{c,II,gem}$  =

7,1 MPa

$q_{c,III,gem}$  =

7,1 MPa

$a_p$  =

0,56

$\beta$  =

0,6

$s$  =

1

$p_{r,max;punt}$  =

2,6 MPa

$a_s$  =

0,006

$q_{c,z;a}$  =

12 MPa

$q_{s,max}$  =

0,072 MPa

$R_{s;cal,max}$  =

232,201 kN

$A_{punt}$  =

0,113 m<sup>2</sup>

$Q_s$  =

0,688 m

$\Delta_L$  =

4,7 m

$R_{b;cal,max}$  =

295 kN

$R_{c;cal,max}$  =

527 kN

$\xi_3$  en  $\xi_4$  =

1,39

$R_{c;cal,max;k}$  =

380 kN

$\gamma_t$  =

1,2

$R_{c;d}$  =

316 kN

$R_{c;net;d}$  =

316 kN

### Negatieve Kleef

$F_{snkd}$  =

0 kN



## 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

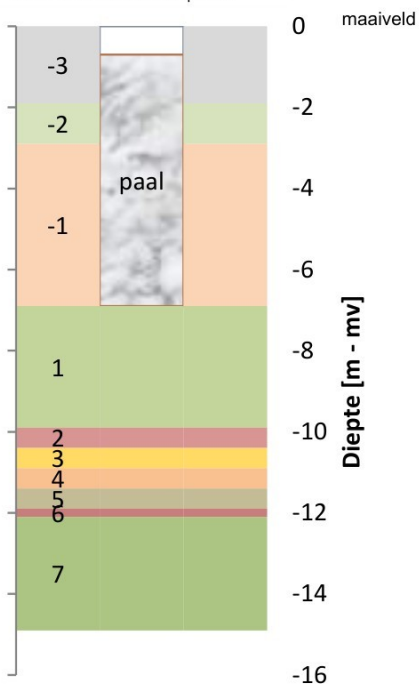
### Bodemeigenschappen (aanname)

Oorspronkelijke maaiveldhoogte	4,40 [m NAP]
Toekomstige maaiveldhoogte	4,40 [m NAP]
Hoge grondwaterstand	3,7 [m NAP]
Lage grondwaterstand	2,5 [m NAP]
Pre-overburden pressure (POP)	2,0 [kN/m <sup>2</sup> ]

### Paaleigenschappen

Paaltype	Tubexpaal
E-modulus [Gpa] (kern buis/elem.)	2,0E+01      2,0E+02
wanddikte buis [mm]	7,0
Last-zakkingsdiagram	1
Paalkopniveau	3,70 [m tov NAP]
Paalpuntniveau	-2,50 [m tov NAP]
Startniveau schachtwrijving	2,20 [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]	$\gamma$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$\gamma_{sat}$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$\phi'$ [°]	CR [-]	$C_{\alpha}$ [-]
-3	2,5	18,0	20,0	27,5	0,012	0,000
-2	1,5	17,0	19,0	30,0	0,011	0,000
-1	-2,5	17,5	19,5	31,0	0,009	0,000
1	-5,5	17,5	19,5	31,0	0,009	0,000
2	-6,0	17,0	19,0	17,5	0,092	0,004
3	-6,5	15,0	17,0	17,5	0,153	0,006
4	-7,0	16,0	18,0	22,5	0,115	0,005
5	-7,5	15,0	17,0	17,5	0,153	0,006
6	-7,7	17,0	19,0	17,5	0,092	0,004
7	-10,5	18,0	20,0	27,5	0,012	0,000

### Symbolen en eenheden

$\gamma$	volumieke gewicht van grond (natuurlijk)	kN/m <sup>3</sup>	Fc	Paalbelasting	kN
$\gamma_{sat}$	volumieke gewicht van verzadigde grond	kN/m <sup>3</sup>	Fnk	Negatieve kleef	kN
$\phi'$	effectieve hoek van inwendige wrijving	°	Fc;netto	Netto paalbelasting (Fc-Fnk)	kN
CR	compression ration (Cc/1+e0))	-	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

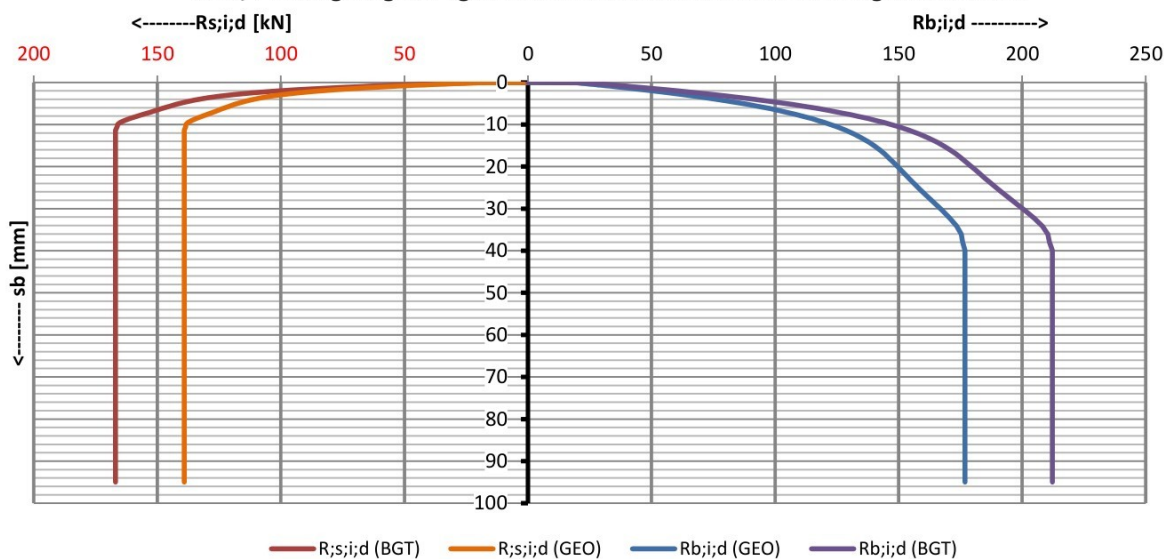


0

**Paaltype:** Tubexpaal  
**Paalafmeting:** 380 / 219 mm  
**Paalpuntniveau:** -2,50 m tov NAP  
**Sondering:** D1

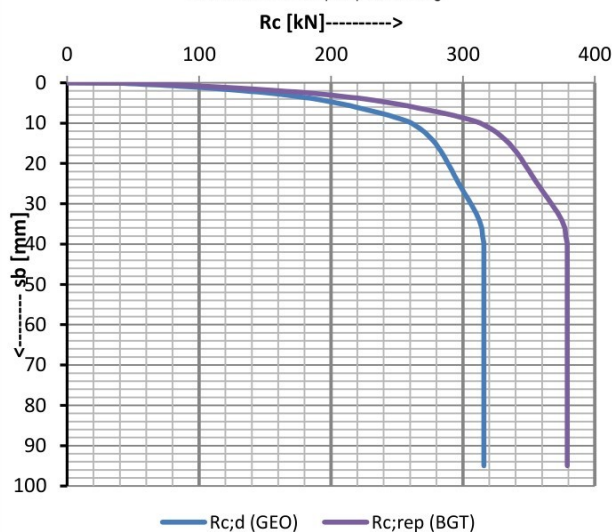
Palenplan	x-richting:	y-richting:
aantal	1	2
hoh-afstand [m]	nvt	2,0

Last / Zakking diagram : grenstoestand Geo en bruikbaarheidsgrenstoestand



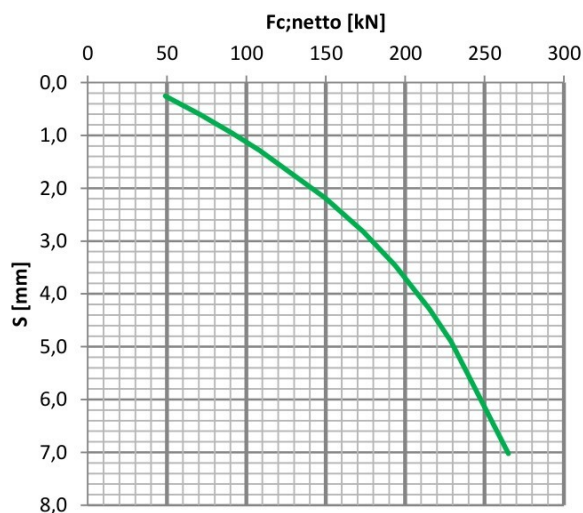
Last / Zakking diagram

Paalweerstand vs. paalpuntzakking



Last / zakkings diagram

Netto paalbelasting vs paalkopzakking



UGT

$F_{c;d;netto}$ [kN]	$F_{nk;d}$ [kN]	$F_{c;d}$ [kN]	$S_{b;d}$ [mm]	$S_{el;d}$ [mm]	$S_{1;d}$ [mm]	$S_{2;d}$ [mm]	$S_{3;d}$ [mm]
316	0	316	39,9	1,0	40,9	0,3	41,2
315	0	315	38,0	1,0	39,0	0,3	39,3
314	0	314	36,1	1,0	37,1	0,3	37,4
313	0	313	34,2	1,0	35,2	0,3	35,4
310	0	310	32,3	1,0	33,3	0,3	33,5
307	0	307	30,4	0,9	31,3	0,3	31,6
303	0	303	28,5	0,9	29,4	0,2	29,7
300	0	300	26,6	0,9	27,5	0,2	27,8
200	0	200	4,8	0,7	5,4	0,0	5,4
47	0	47	0,2	0,2	0,3	0,0	0,3

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]
265	0	265	6,2	0,8	7,0	0,0	7,0	38	29
229	0	229	4,2	0,7	4,9	0,0	4,9	47	36
215	0	215	3,6	0,7	4,3	0,0	4,3	50	39
194	0	194	2,9	0,6	3,5	0,0	3,5	56	43
174	0	174	2,3	0,5	2,8	0,0	2,8	61	47
149	0	149	1,7	0,5	2,2	0,0	2,2	69	53
109	0	109	1,0	0,3	1,3	0,0	1,3	84	65
91	0	91	0,7	0,3	1,0	0,0	1,0	95	73
71	0	71	0,4	0,2	0,6	0,0	0,6	117	90
49	0	49	0,1	0,2	0,3	0,0	0,3	192	148

## 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:

D1

Paaltype:

Stalen paal geschroefd - Casing draaipaal

NEN9997-1:2017

Paalpuntniveau:

-3,5 meter

Schachtafmeting:

273 mm

Oorspronkelijke maaiveldhoogte:

4,37 meter

Aanlegniveau fundering:

3,7 meter

Gemiddeld laagste grondwaterstand (GLG):

2,5 meter

### Rekenfactoren & resultaten

$q_{c,I,gem}$  =

10,5 MPa

$q_{c,II,gem}$  =

7,1 MPa

$q_{c,III,gem}$  =

6,8 MPa

$a_p$  =

0,56

$\beta$  =

0,6

$s$  =

1

$p_{r,max;punt}$  =

2,63 MPa

$a_s$  =

0,006

$q_{c,z;a}$  =

11,6 MPa

$q_{s,max}$  =

0,07 MPa

$R_{s;cal;max}$  =

340,402 kN

$A_{punt}$  =

0,173 m<sup>2</sup>

$Q_s$  =

0,858 m

$\Delta_L$  =

5,7 m

$R_{b;cal;max}$  =

456 kN

$R_{c;cal;max}$  =

797 kN

$\xi_3$  en  $\xi_4$  =

1,39

$R_{c;cal;max;k}$  =

574 kN

$\gamma_t$  =

1,2

$R_{c;d}$  =

478 kN

$R_{c;net;d}$  =

478 kN

### Negatieve Kleef

$F_{snkd}$  =

0 kN



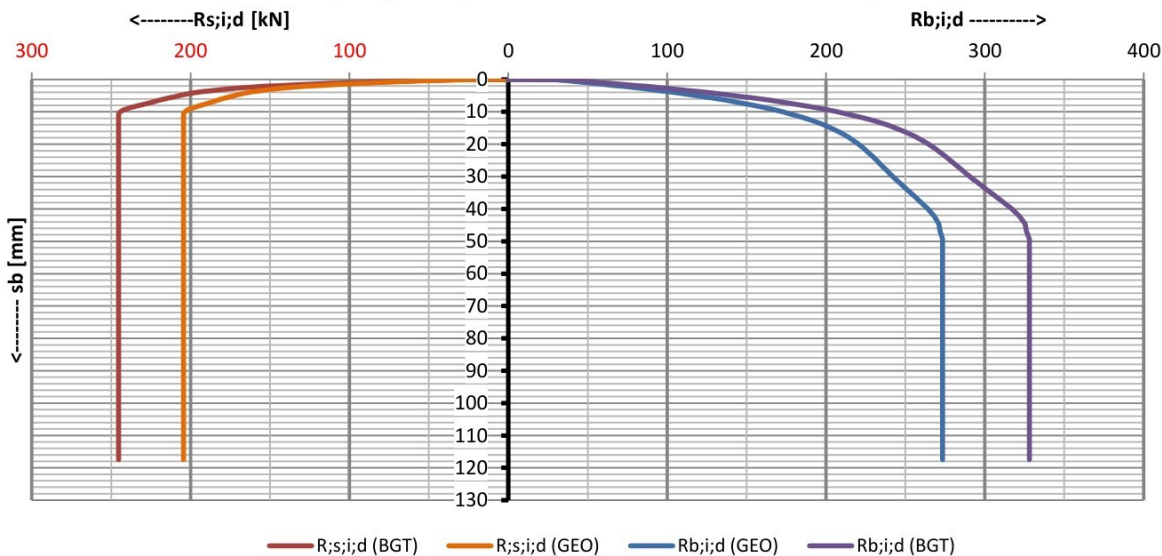


0

**Paaltype:** Tubexpaal  
**Paalafmeting:** 470 / 273 mm  
**Paalpuntniveau:** -3,50 m tov NAP  
**Sondering:** D1

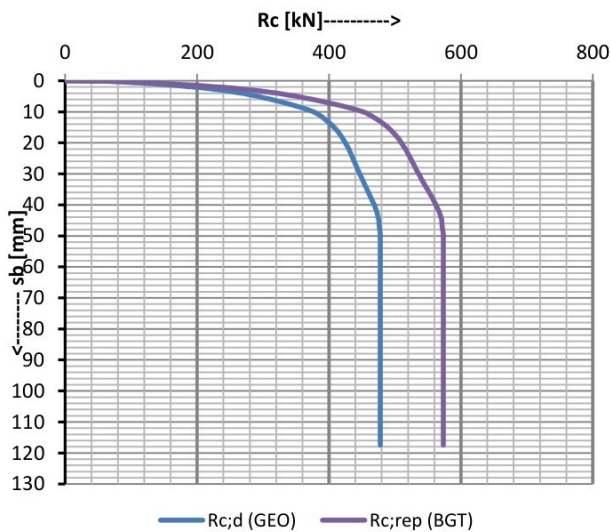
Palenplan	x-richting:	y-richting:
aantal	1	2
hoh-afstand [m]	nvt	2,0

Last / Zakking diagram : grenstoestand Geo en bruikbaarheidsgrenstoestand



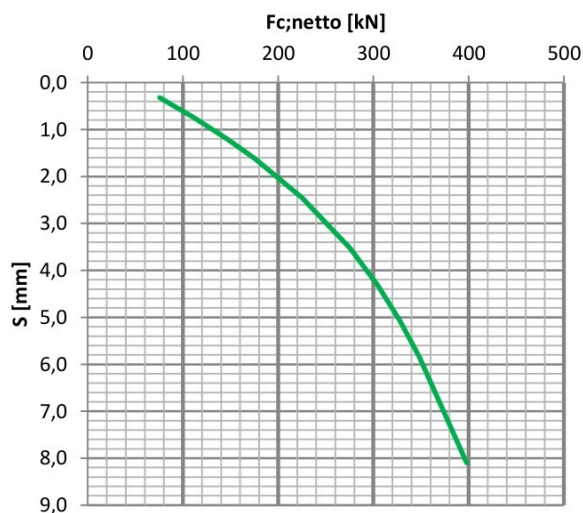
Last / Zakking diagram

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]
478	0	478	49,4	1,2	50,5	2,8	53,3
476	0	476	47,0	1,2	48,2	2,8	51,0
476	0	476	44,7	1,2	45,8	2,8	48,6
473	0	473	42,3	1,2	43,5	2,8	46,3
468	0	468	40,0	1,2	41,1	2,1	43,2
463	0	463	37,6	1,2	38,8	2,1	40,9
458	0	458	35,3	1,2	36,4	2,1	38,5
453	0	453	32,9	1,1	34,0	1,7	35,7
310	0	310	5,9	0,8	6,7	0,0	6,7
74	0	74	0,2	0,2	0,4	0,0	0,4

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]
398	0	398	7,1	1,0	8,1	0,0	8,1	49	38
348	0	348	4,9	0,9	5,8	0,0	5,8	60	46
328	0	328	4,2	0,8	5,1	0,0	5,1	65	50
304	0	304	3,5	0,8	4,3	0,0	4,3	71	54
275	0	275	2,8	0,7	3,5	0,0	3,5	78	60
225	0	225	1,9	0,6	2,5	0,0	2,5	92	71
176	0	176	1,2	0,4	1,6	0,0	1,6	108	83
146	0	146	0,8	0,4	1,2	0,0	1,2	122	94
113	0	113	0,5	0,3	0,8	0,0	0,8	148	114
75	0	75	0,1	0,2	0,3	0,0	0,3	235	181

## **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 ontwerpsspecificaties;
- 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:
  - zakkings 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.

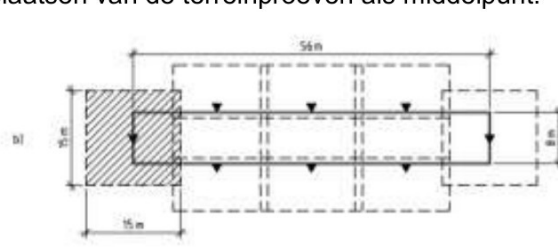
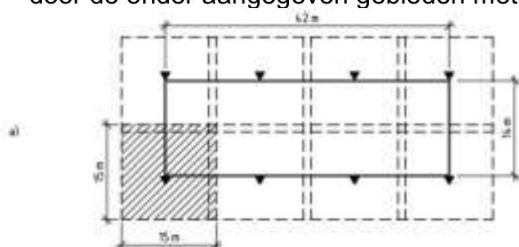


#### Fundering op staal

- 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  $25 \text{ m} \times 25 \text{ m}$ ;
    - 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  $a_{\text{gem}}$  moet ten minste één terreinproef nabij elke hoek zijn uitgevoerd. Bij rechthoekige bouwwerken waarvan de breedte van het grondoppervlak kleiner is dan  $0,6 \times a_{\text{gem}}$  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.



#### Geotechnisch bodemonderzoek

- Sonderen in Nederland, België en Frankrijk, 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
- Geotechnische monitoring
- Waterdoorlatendheidsmetingen
- Palen akoestisch doormeten
- Onderzoek 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

#### 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
- Zettingsrisico's bemaling t.b.v. CAR-verzekering
- Stabiliteitsberekeningen taluds
- Infiltratiegeschiktheidsadvies, watertoetsadvies
- Analyse waterstanden, doorlatendheid, wateroverlast
- GIS-toepassingen en geostatistiek
- Algemene expertise, controle grondverbetering

#### Laboratorium

- Classificatieproeven
- Foto's monsters en boringen
- Atterbergse grenzen (fallcone en Casagrande)
- Doorlatendheidsmetingen
- Samendrukkingsproeven, CRS
- Korrelverdeling, -vorm en afleiding k-waarden
- Triaxiaalproeven
- Directe afschuifproef (DS), Direct Simple Shear (DSS)
- Diverse RAW-proeven (o.a. 2, 9, 10, 11, 13, 14, 28, 35)
- Opstellen analyseplan/-strategie

Rapport: RESULTATEN GRONDONDERZOEK  
Herbouw woning, De Genestetlaan 16  
**Roosendaal**

Opdrachtgever:



Projectnummer: 2302500

Versie: 1

Rapportdatum: 20 november 2023

Contactpersoon:

Dataverwerking:

Controle:



## Inhoud

1	Projectbeschrijving .....	3
2	Veldonderzoek.....	4
2.1	Onderzoeksopzet.....	4
2.2	Sonderingen.....	4
2.3	Boringen.....	4
2.4	Hoogtemeting.....	4

### Bijlagen

Bijlage 1: Resultaten grondonderzoek



## **1 Projectbeschrijving**

In opdracht van Elk is door Silt Geo B.V. een grondonderzoek uitgevoerd voor het project "Herbouw woning, De Genestetlaan 16 te Roosendaal".

In onderhavig rapport worden de resultaten van het grondonderzoek weergegeven.

## **2 Veldonderzoek**

### **2.1 Onderzoeksopzet**

Het grondonderzoek heeft plaatsgevonden op 15 november 2023.

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 2 sonderingen gemaakt. Het betreft sondeernummers: D1 en D2. 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 D2.

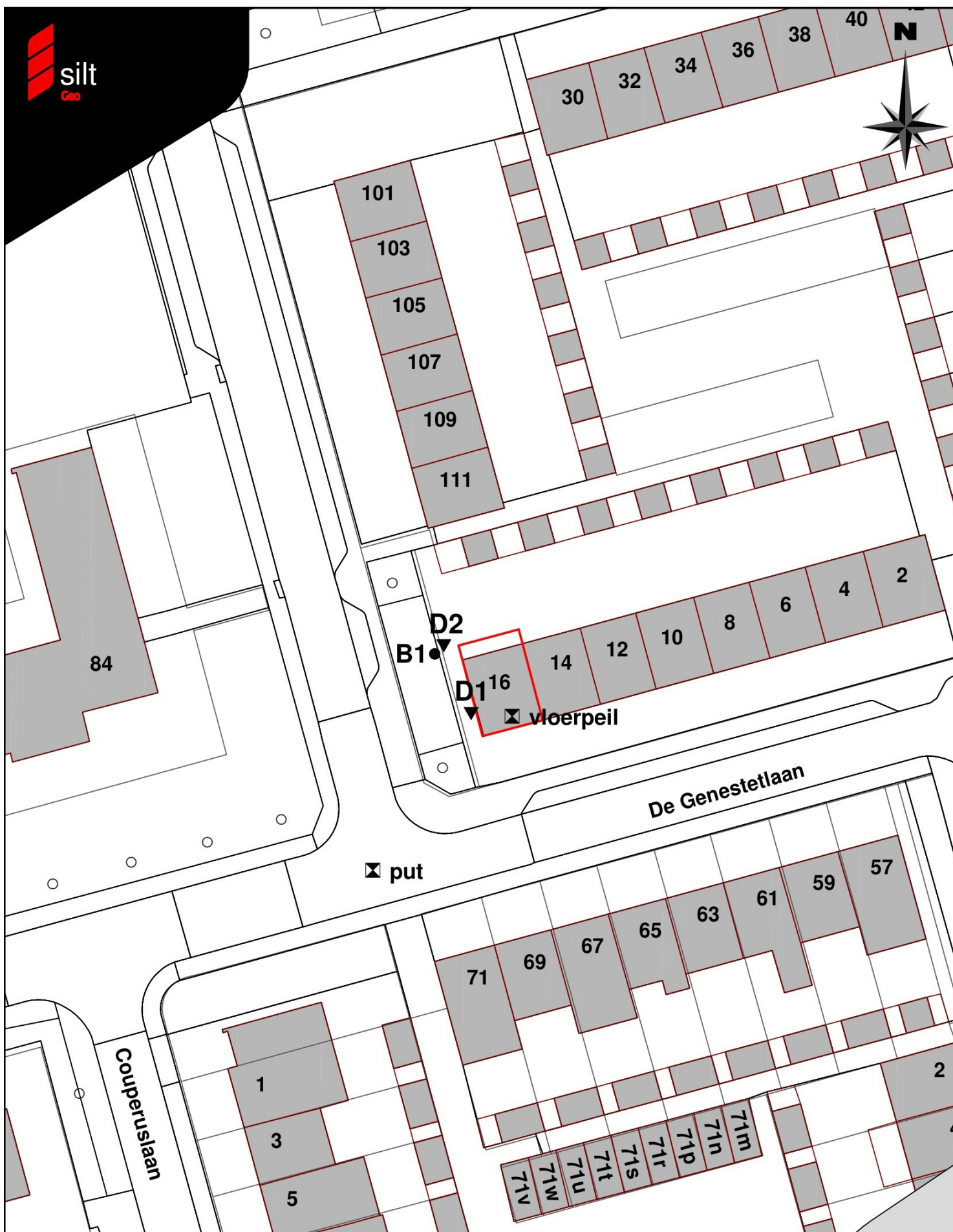
De boorstaat en de eventueel gemeten grondwaterstand is weergegeven in Bijlage 1. De situering van de boring is weergegeven op de situatietekening.

### **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: 2302500

Project: Herbouw woning, Genestetlaan 16 te Roosendaal

Datum: 16 november 2023

Situatietekening

Formaat: A4

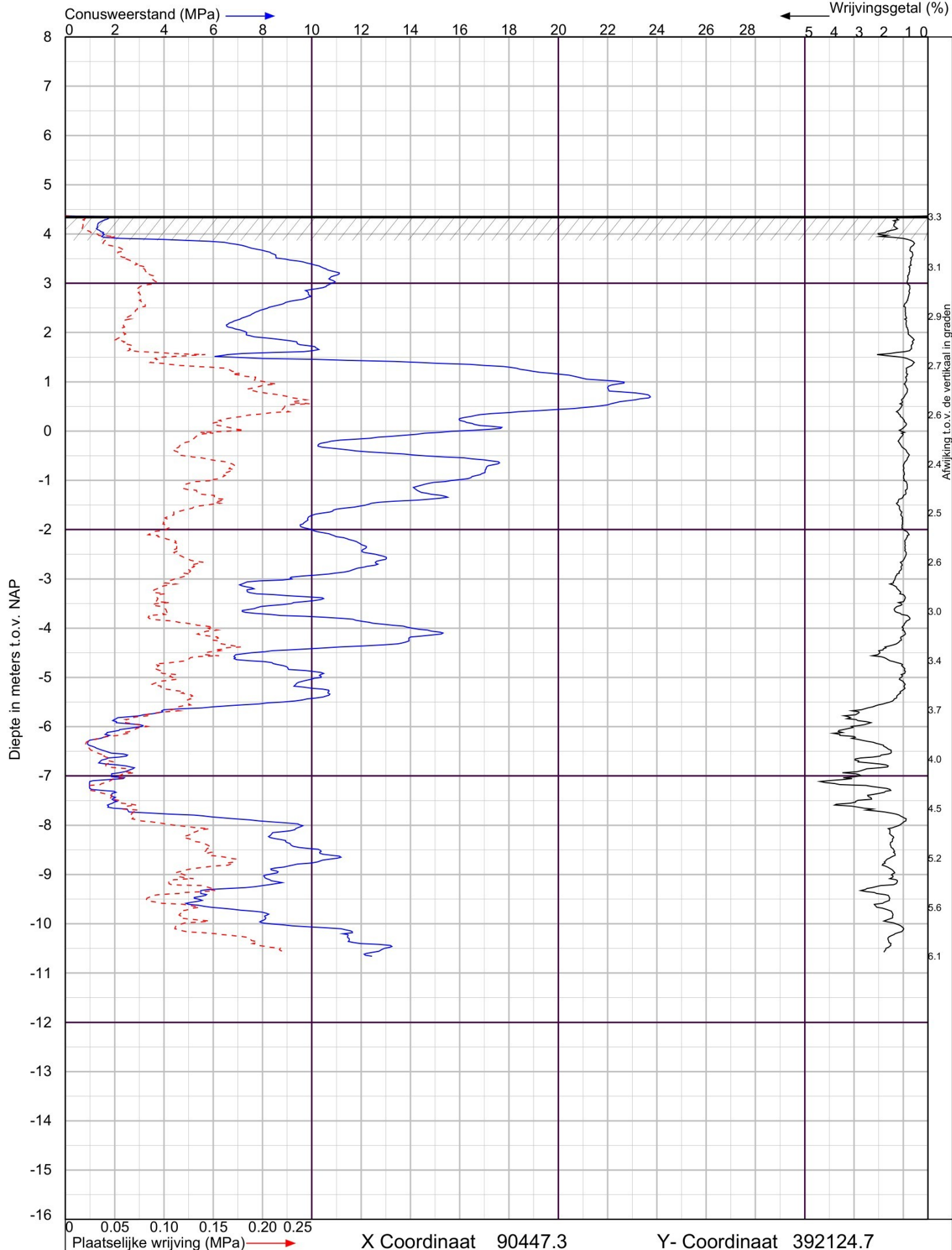
Getekend: FAL

Maten in meters

0 m 5 m 25 m

Schaal 1:500





De Genestetlaan 16 te Roosendaal

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



**Algemeen**

Postbus 38  
5688 ZG  
Oirschot  
info@silt.nl  
www.silt.nl

**Vestiging Gouda**

Marconistraat 72 2809 PE Gouda tel. : 0182-585503

**Vestiging Middelbeers**

Putstraat 9a 5091 TH Middelbeers tel. : 0499-578520

Datum : 15-11-2023

Conusnr. : 071234

Project nummer : **2302500**

Sondering : **1**



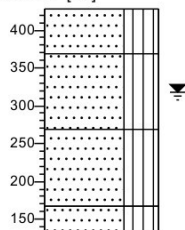


Plaatsnaam: Roosendaal  
Locatienaam: De Genestetlaan 16

### Boring: B1 / D2

Datum: 15-11-2023  
GWS [cm]: 110  
NAP hoogte [m]: 4.28  
X: 90444.00  
Y: 392131.00

t.o.v. NAP [cm]



0 t.o.v. M.V. [cm]

0	Zand middelgrof 200-300, siltig, sterk organisch, zwart
60	Zand middelgrof 200-300, siltig, lichtgeel
160	Zand fijn 150-200, siltig, lichtgeel
260	
300	Zand fijn 150-200, siltig, lichtgeel

## Waterpasstaat

Hoogten ingemeten met behulp van dGPS.

Datum uitvoering: 15 november 2023

Meetpunt	Hoogte* [m t.o.v. NAP]	Stopcriterium <sup>1</sup>	Opmerking
sondering 1	4,37 +	V	-
sondering 2	4,28 +	V	-
boring 1	4,28 +		
put	4,25 +		
vloerpeil	4,60 +		

\* 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	Stijghoogte* [m - mv]	Grondwaterstand [m t.o.v. NAP]
boorgat B1	1,10	3,18 +

\* Gemeten stijghoogtes zijn momentopnamen en dienen met de nodige voorzichtigheid te worden gehanteerd, omdat:

- waterniveaus gemeten direct na plaatsing van een sondering, boring of peilbuis, significant kunnen afwijken van de heersende grondwaterstand of stijghoogte. Het kan namelijk enige tijd duren voordat een representatieve waterspiegel is ingesteld (enkele seconden in grof zand tot soms enkele uren in slecht doorlatende klei)
- de stijghoogte onder invloed van seizoensafhankelijke factoren in de tijd zal fluctueren. Deze fluctuaties variëren per regio/gebied; in polders meestal circa 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

<sup>1</sup> 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 sondeerequipment
- 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 ( $f_s/q_c$ ) [ % ]
grind	> 10	0,2 - 0,5
zand grof	> 10	0,4 - 0,6
zand	> 5	0,6 - 1,0
silt	1 - 3	2,0 - 4,0
klei vast	0 - 8	2,0 - 4,0
klei slap	0 - 2	4,0 - 6,0
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 geregistreerde waterspanning is weergegeven op de betreffende sondeergrafiek. Opgemerkt dient te worden, dat uit de geregistreerde 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 conform 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 conform 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 waterstandsvaling 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 (conform NEN-EN-ISO 14688-1)

### KEIEN (KEITJES)

	KEIEN
	KEIEN, met grind
	KEIEN, met zand
	KEIEN, met silt
	KEIEN, met klei










### GRIND

	GRIND
	GRIND met keien (keitjes)
	GRIND, zwak zandig
	GRIND, sterk zandig
	GRIND, siltig
	GRIND, kleilig







### ZAND

	ZAND
	ZAND, met keien (keitjes)
	ZAND, zwak grindig
	ZAND, sterk grindig
	ZAND, kleilig

### peilbuis

	blinde buis
	casing
	hoogste grondwaterstand
	gemiddelde grondwaterstand
	laagste grondwaterstand
	zand afdichting
	bentoniet/mikoliet/klei afdichting
	grind afdichting
	filter






### SILT

	SILT
	SILT, met keien (keitjes)
	SILT, zwak grindig
	SILT, sterk grindig
	SILT, zwak zandig
	SILT, sterk zandig




### KLEI

	KLEI
	KLEI, met keien (keitjes)
	KLEI, zwak grindig
	KLEI, sterk grindig
	KLEI, zwak zandig
	KLEI, sterk zandig

### VEEN (HUMUS, DETRITUS)

	VEEN
	VEEN, zwak zandig
	VEEN, sterk zandig
	VEEN, siltig
	VEEN, kleilig

### monsters





	geroerd monster
	ongeroerd monster
	volumering

### overig

	bijzonder bestanddeel
	Gemiddeld hoogste grondwaterstand
	grondwaterstand
	Gemiddeld laagste grondwaterstand

## Legenda Situatiekening




### sonderen

	D	sondering
	D	sondering niet uitgevoerd
	PB	wegdrukpelbuis
	HM	handsondering





### boren

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

### overig

	meetpunt
	fotopijl met richting
	sondering van derden
	boring van derden

### faseringsonderzoek

	D	sondering fase 1
	D	sondering fase 2
	D	sondering fase 3
	D	sondering fase 4
	B	boring fase 1
	B	boring fase 2
	B	boring fase 3
	B	boring fase 4



#### Geotechnisch bodemonderzoek

- Sonderen in Nederland, België en Frankrijk, 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
- Geotechnische monitoring
- Waterdoorlatendheidsmetingen
- Palen akoestisch doormeten
- Onderzoek 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

#### 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
- Zettingsrisico's bemaling t.b.v. CAR-verzekering
- Stabiliteitsberekeningen taluds
- Infiltratiegeschiktheidsadvies, watertoetsadvies
- Analyse waterstanden, doorlatendheid, wateroverlast.
- GIS-toepassingen en geostatistiek
- Algemene expertise, controle grondverbetering

#### Laboratorium

- Classificatieproeven
- Foto's monsters en boringen
- Atterbergse grenzen (fallcone en Casagrande)
- Doorlatendheidsmetingen
- 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)
- Opstellen analyseplan/-strategie