

Rapport:

FUNDERINGSADVIES

Uitbreiding bedrijfspand, Amsteldijk-Noord 31

Uithoorn

Opdrachtgever:

Textielververij Smit
Amsteldijk Noord 30-31
1422 XW Uithoorn

Contactbedrijf:

Bouwkundig ing. A.J. van Bemmelen
Vuurlijn 58
1424 NS De Kwakel

Rapportnummer:

2000600.001-XF

Versie: 1

Rapportdatum:

26 augustus 2020

Norm / richtlijn:

NEN 9997-1+C2:2017 nl

Auteur:

ir. D.A.D. Tapsi

Controle:

ir. E. Corovic

Vrijgave:

26-8-2020

X 

Ondertekend door: Erol 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	Verstrekke plangegevens	2
2	Onderzoeksprogramma	3
2.1	Veldonderzoek	3
2.2	Archief-/dossieronderzoek	3
2.3	Overleg / inventarisatie	3
3	Bodem, water en omgeving	4
3.1	Hoogte maaiveld	4
3.2	Bodem	4
3.2.1	Laagopbouw van de grond en de variaties daarvan op de planlocatie	4
3.2.2	Geologie van de planlocatie en omgeving	4
3.3	Water	4
3.3.1	Oppervlaktewater / waterkering	4
3.3.2	Grondwater	4
4	Funderingsadvies	6
4.1	Funderingsontwerp	6
4.1.1	Funderingskeuze	6
4.1.2	Paalkeuze	7
4.1.3	Beschrijving paaltype: Prefab betonpaal	7
4.2	Bekrachtiging funderingskeuze / toetsing grenstoestanden	8
5	Berekening fundering op palen	9
5.1	Uitgangspunten berekening	9
5.1.1	Rekenmethode	9
5.1.2	Geometrische gegevens	9
5.1.3	Geotechnische gegevens	9
5.1.4	Opgegeven belast(seffect)en en vervormingseisen	9
5.2	Rekenresultaten	10
5.2.1	Paaldiameter en paalpuntniveau	10
5.2.2	Maximumdraagkracht van de grond op druk	10
5.2.3	Zakking van de bovenkant van de paalfundering	11
6	Richtlijnen voor ontwerp, berekening en uitvoering	12
6.1	Algemeen	12
6.2	Richtlijnen uitvoering prefab betonpalen	12
6.3	Vloer begane grond	12
6.4	Richtlijnen nieuwbouw/belending	12

Bijlagen

Bijlage 1: Berekeningsresultaten fundering op palen

Bijlage 2: Algemene richtlijnen uitvoering en ontwerp

1 Projectbeschrijving

1.1 Inleiding

Door Wiha Geo- en milieutechniek is een grondonderzoek uitgevoerd voor het project "Uitbreiding bedrijfspand, Amsteldijk-Noord 31 te Uithoorn". In onderhavig rapport wordt een funderingsadvies uitgewerkt voor dit project.

1.2 Locatiegegevens

De locatiekenmerken zijn samengevat in navolgende tabel.

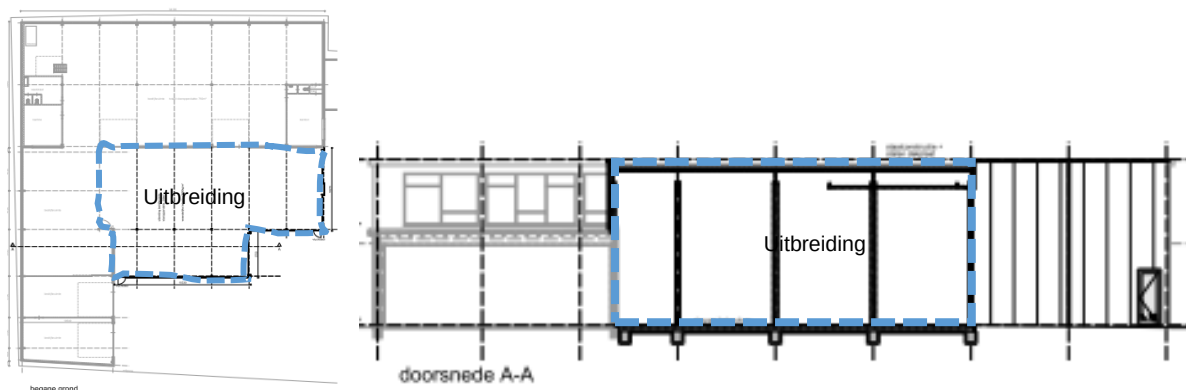
Locatie-eigenschap	Omschrijving / kenmerk (ten tijde van het onderzoek, tenzij anders vermeld)
Straat / huisnummer:	Amsteldijk - Noord, nummer 31
Plaats (gemeente):	Uithoorn (Uithoorn)
Provincie:	Noord-Holland
Waterschap:	Amstel Gooi en Vecht
RD-coördinaten [km]:	X: 117,72 / Y: 472,14
Bebouwing op de bouwplaats:	aanwezig/bedrijfspand op palen gefundeerd
Belendingen:	aanwezig
Overige kenmerken:	plan ligt aan een dijk

1.3 Plangegevens

1.3.1 Bouwplan

De plankenmerken zijn samengevat in navolgende tabel.

Eigenschap	Omschrijving	Kenmerken, bijzonderheden, dimensies, opmerkingen
Type bouwplan:	uitbreiding	
Type bebouwing:	bedrijfspand met kantoor, loods	
Bouwlagen/dak:	1 bouwlaag met plat dak	zie Figuur 1.1
Kelder:	geen kelder	
Positionering:	tegen bestaand	zie situatieschets in de rapportage grondonderzoek (hoofdstuk 2)



Figuur 1.1 Plattegrond (links), doorsnede (rechts)(bron: opdrachtgever)

1.3.2 Verstreckte plangegevens

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

Aantal/ nummer	Soort	Tekenaar	Datum
19096-AO-101	plattegrond, geveltekening, planschets, doorsnedetekening, tekening	Bouwkundig adviseur van Bemmelen	10-1-2020
19096-AO-102	plattegrond, geveltekening, planschets, doorsnedetekening, tekening	Bouwkundig adviseur van Bemmelen	10-1-2020

2 Onderzoeksprogramma

2.1 Veldonderzoek

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

Rapportnummer, -versie en -datum	Titel	Uitvoerende partij	Uitgevoerd onderzoek
2000600 RG v1 d.d. 6-7-2020	Resultaten grondonderzoek, Uitbreiding bedrijfspand, Amsteldijk 31, Uithoorn	WIHA geo- en milieutechniek	2 x sondering, hoogtemeting tov NAP

2.2 Archief-/dossieronderzoek

Teneinde inzicht te krijgen in de geologische bodemopbouw van de bouwplaats en omgeving zijn, de (hydro)geologische gegevens geraadpleegd van Dinoloket (TNO). Het betreft met name de gegevens van het Landelijk model Regis II.2 en/of GeoTOP 1.3.

2.3 Overleg / inventarisatie

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

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 1,46 m - tot 1,31 m - NAP.

3.2 Bodem

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

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

Diepte tot [m - NAP]	Dominante lithologie / samenstelling	Kenmerk / bijzonderheden
ca. 10,0	klei en/of veen, weinig vast	
ca. 26,0	zand, matig vast tot vast	plaatselijk teruggangen in conusweerstand door zand met een hogere silt-kleifracie of lossere pakking

3.2.2 Geologie van de planlocatie en omgeving

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

Diepte tot* [m - NAP]	Formatienaam*	Kenmerken	Dominante lithologie
11	Holocene afzettingen	jonge fluviatiele, mariene, lagunaire en strandafzettingen	klei, veen, zand
17	Boxtel	zeer uiteenlopende afzettingen uit het Midden/Laat-Pleistoceen en het Vroeg-Holoceen	zand met fijne korrelgrootte, met plaatselijk leem-, klei-, veen- of humusrijke lagen
37	Kreftenheye	fluviatiele zand- en grindafzettingen van de rivier de Rijn, uit het laat Pleistoceen en Vroeg-Holoceen	grof zand en grind, met sporadisch fijne laagjes fijn zand, klei of veen
39	Urk	geologische formatie gevormd in het Midden-Pleistoceen	fijne tot grove bonte zanden en grinden, met kleilagen

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

3.3 Water

3.3.1 Oppervlaktewater / waterkering

De onderzoekslocatie ligt deels binnen de binnenbeschermingszone van een secundaire kering. Een indicatie van de globale ligging is weergegeven in Figuur 3.1. Het niveau van nabijgelegen open water is ingemeten op 0,4 m - NAP.

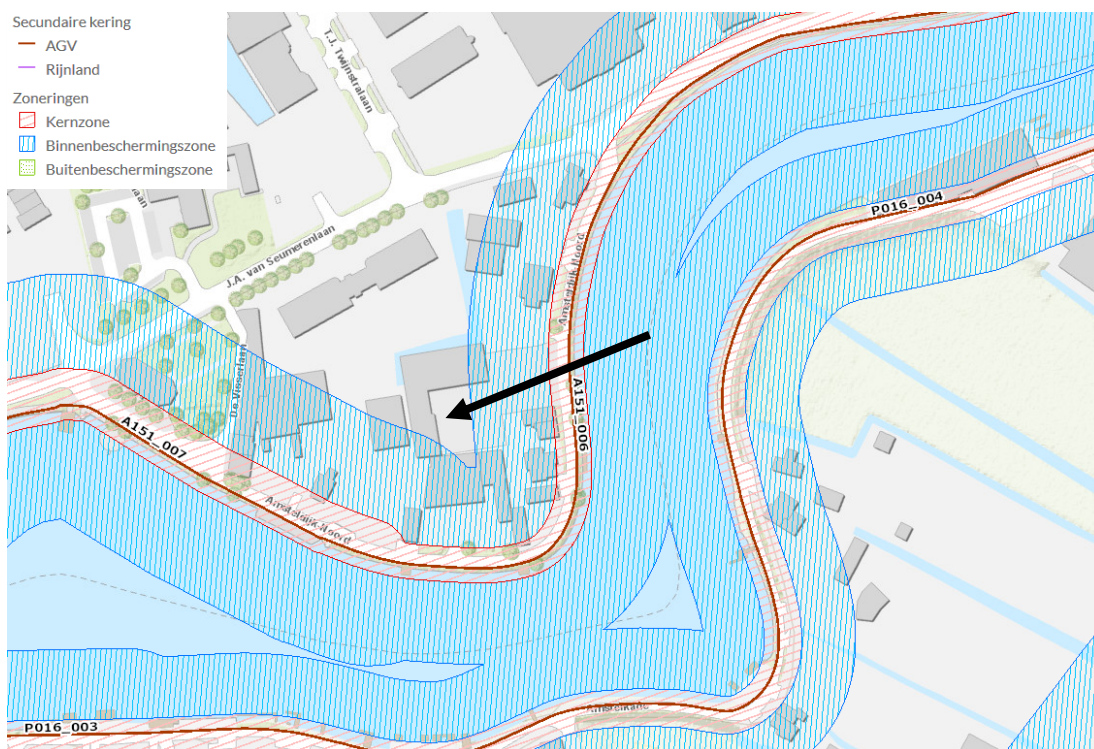
3.3.2 Grondwater

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

Meetpunt [nr.]	Meetdiepte	Meetmoment [datum]	[relatief]	Waterspiegel ¹⁾ [m - mv]	[m - NAP]
D2	freatisch	1-7-2020	na sonderen	0,40	1,71

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

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



Figuur 3.1 Globale ligging onderzoekslocatie (uitsnede legger Waterschap)

4 Funderingsadvies

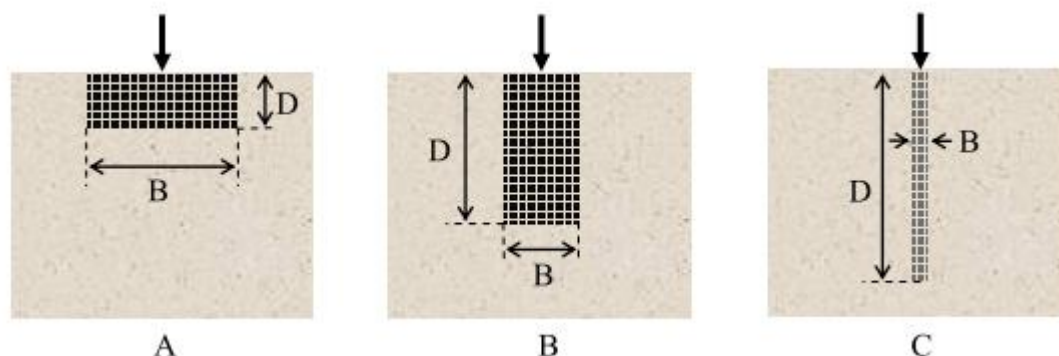
4.1 Funderingsontwerp

4.1.1 Funderingskeuze

Er zijn 3 hoofdtypen fundering, te weten:

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

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



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

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

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

* toelichting score:

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

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

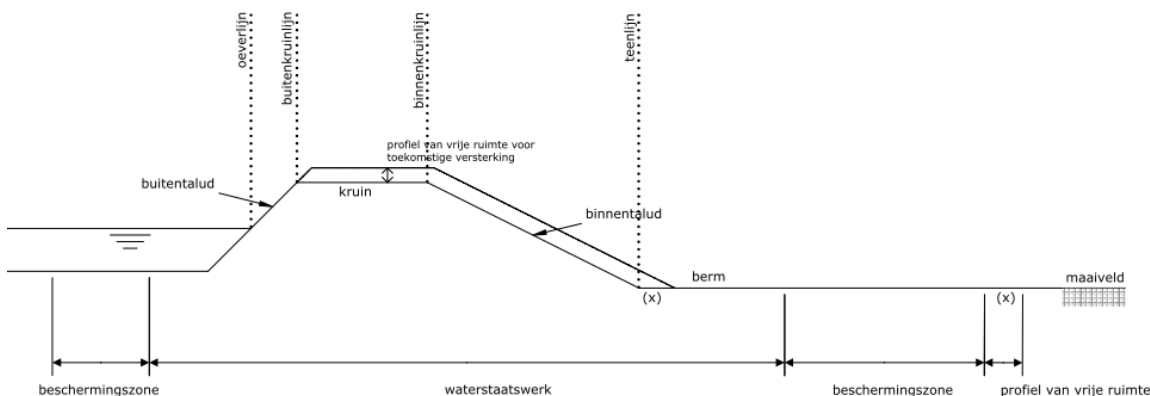
Navolgend wordt in overleg met het contactbedrijf een fundering op palen nader uitgewerkt voor de constructie en de (begane grond)vloer.

4.1.2 Paalkeuze

In dit rapport wordt in overleg met het contactbedrijf een fundering op prefab betonpalen nader uitgewerkt.

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

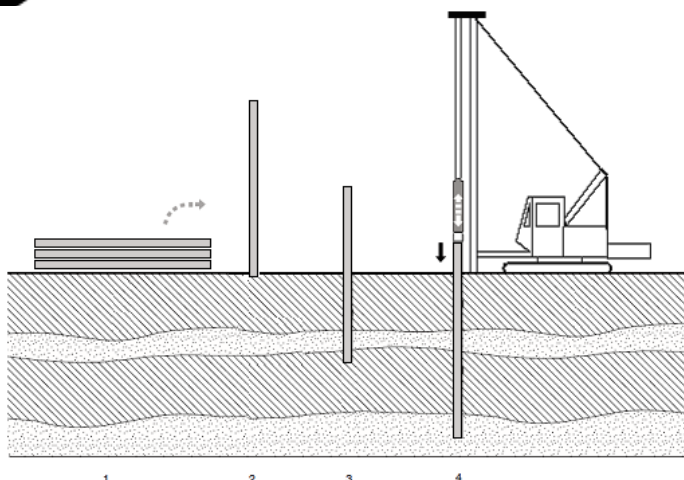
- Bij toepassing van geheide palen zullen heitrillingen in de bodem worden opgewekt, waarbij risico bestaat voor schade aan bebouwing en constructies in de omgeving. Indien er twijfel bestaat over de toelaatbaarheid van heitrillingen, wordt geadviseerd een nadere risicoafweging te maken en zo nodig een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



- De onderzoekslocatie is deels gelegen binnen de binnenbeschermingszone van een secundaire waterkering. Binnen de beschermingszone gelden verbodsbepalingen en beleidsregels ten aanzien van uit te voeren werken, waaronder bouw-, graaf- en funderingswerken. Nagegaan dient te worden welke bepalingen en regels gelden ten aanzien van onderhavig project. Mogelijk dient een ontheffing te worden aangevraagd voor de werkzaamheden, dient in het funderingsontwerp rekening te worden gehouden met aanvullende regels of dient de invloed van de nieuwbouw op de waterkering nader te worden onderbouwd. Een en ander is vooralsnog niet expliciet meegenomen in onderhavig advies.
- De paalsysteemkeuze is gebaseerd op de voorhanden zijnde en verstrekte gegevens. Aanvullende milieukundige, archeologische, geohydrologische, gemeentelijke of overige randvoorwaarden kunnen aanleiding geven tot wijziging van het paaltype.
- De keuze voor alternatieve paalsystemen is niet uitgesloten.

4.1.3 Beschrijving paaltype: Prefab betonpaal

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



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

4.2 Bekrachtiging funderingskeuze / toetsing grenstoestanden

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

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

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

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

Opmerking

Zoals vermeld in NEN 9997-1 artikel 2.4.9 wordt voor woonfuncties en -gebouwen, en tenzij nader gedefinieerd ook voor overige gebouwen en bouwwerken, voor de bruikbaarheidsgrenstoestand (BGT) in het algemeen aangehouden dat de scheefstand ω en/of de relatieve rotatie β_x niet de waarde 1:300 mag overschrijden. Als eis voor de uiterste grenstoestand (UGT) type B wordt vaak een relatieve rotatie β van 1:100 aangehouden. In de regel zal derhalve de bruikbaarheidsgrenstoestand bepalend zijn.

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

5 Berekening fundering op palen

5.1 Uitgangspunten berekening

5.1.1 Rekenmethode

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

5.1.2 Geometrische gegevens

- Op basis van de verstrekte plangegevens (zie § 1.3.2) en aanvullende informatie van het contactbedrijf zijn de navolgende peilen aangenomen:
 - Bouwpeil 1,2 m - NAP
 - Maaiveld 1,3 m - NAP
 - Paalkopniveau 2,0 m - NAP
- Het terrein zal ca. 0,1 à 0,2 meter worden opgehoogd.
- Voor de berekeningen is uitgegaan van een maximale grondwaterstand van 1,5 m - NAP en een minimale grondwaterstand van 2,2 m - NAP.

5.1.3 Geotechnische gegevens

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

Paaltype:	α_p	α_s^*	α_t^*	β	L-Z diagr.	Bijzonderheden
Prefab betonpaal	0,70	0,010	0,007	1,0	1	-

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

- Conform NEN 9997-1 § 7.6 is, voor op druk belaste palen, de schachtwrijving in de samendrukbare lagen en in de zich eventueel in de samendrukbare lagen bevindende zand- en leemlagen die boven de laag zijn gelegen waaraan de paalvoet zijn draagkracht ontleent, buiten beschouwing gelaten. Omdat de verwachte potentiële maaiveldzakking na het installeren van de palen meer dan 0,1 m bedraagt, is de maximumwaarde van de negatieve kleeft F_{nk} beschouwd als een belasting op de palen. Hierbij is gerekend met een bodemprofiel met samendrukbare lagen tot een diepte van ca. 10,0 m - NAP. De berekening van de karakteristieke waarde van de negatieve kleeft is uitgevoerd volgens NEN 9997-1 § 7.3.2.2(d) met een partiële belastingsfactor $\gamma_{f,nk}$ van 1,0.

5.1.4 Opgegeven belast(seffect)en en vervormingseisen

- Volgens de ons beschikbare informatie verkeert het bouwplan in een fase dat momenteel er nog geen belastingen bekend zijn bij ons bureau.
- Door de ontwerper van de constructie zijn geen gegevens verstrekt betreffende maximaal toelaatbare verplaatsing (S_{req}).

Algemene opmerking

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

5.2 Rekenresultaten

5.2.1 Paaldiameter en paalpuntniveau

De draagkracht en vervormingen zijn bepaald voor:

- Prefab betonpalen met een schachtafmeting van $\varnothing$ 220 en 250 mm.

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

De uiteindelijke keuze van paalpuntniveau(s) en paalafmeting(en) dient door de opdrachtgever en/of constructeur te geschieden, op basis van deze tabel en de rekenresultaten (zie § 5.2.2 en 5.2.3).

Sondering [nr.]	Maaiveldhoogte [m - NAP]	Paalpuntniveau [m - NAP] Berekend	Preferent
D1	1,46	11,0 t/m 17,0	11,0 & 13,5 t/m 17,0
D2	1,31	11,0 t/m 17,0	-

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 dikte van de draagkrachtige bodemlaag, de aanwezigheid van slechte / samendrukbare lagen, uitwisselbaarheid van paalpuntniveaus en/of diepte van de paal in het zandpakket. De preferente niveaus zijn niet bedoeld als bindend advies.
- Indien er onzes inziens geen paalpuntniveaus zijn te onderscheiden die een duidelijke voorkeur genieten boven andere (in positieve dan wel negatieve zin), is dit aangegeven met “-”.
- De slankheid van de palen (verhouding tussen lengte en dwarsafmeting) dient te worden getoetst aan de eisen gesteld door Bouwtoezicht.
- Geadviseerd wordt vooraf met de funderingsaannemer af te stemmen of de gekozen paalpuntniveaus, met de bij hen beschikbare middelen, haalbaar zijn.

5.2.2 Maximumdraagkracht van de grond op druk

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

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

In Bijlage 1 is, voor sondering D1, een rekenvoorbeeld weergegeven van:

- Prefab betonpalen met een schachtafmeting van $\varnothing$ 220 en 250 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 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 voor uitvoering en ontwerp, wordt verwezen naar Bijlage 2.

6.2 Richtlijnen uitvoering prefab betonpalen

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

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

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

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

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

6.3 Vloer begane grond

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

6.4 Richtlijnen nieuwbouw/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 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 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 heitruillingen 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 heitrillingen 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.

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 2
voor axiaal belaste funderingspalen.

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

Rekenresultaten

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

Sondering	Maaiveld [m tov NAP]	PPN [m tov NAP]	$q_{b,max}$ [MPa]	$R_{b,cal,max}$ [kN]	$R_{s,cal,max}$ [kN]	$R_{c,d}$ [kN]	$F_{s,sk;d}$ [kN]	$R_{c,net;d}$ [kN]
D1	-1,46	-11,00	4,2	203	63	160	34	126
		-11,50	3,1	152	105	154	34	120
		-12,00	2,5	123	145	161	34	127
		-12,50	1,8	88	193	168	34	135
		-13,00	3,9	187	225	247	34	213
		-13,50	4,3	207	265	284	34	250
		-14,00	5,7	276	305	348	34	315
		-14,50	6,1	296	356	391	34	357
		-15,00	6,9	332	401	440	34	406
		-15,50	7,4	359	450	485	34	452
		-16,00	7,1	345	502	508	34	474
D2	-1,31	-11,00	3,8	182	64	148	48	100
		-11,50	3,4	165	116	168	48	120
		-12,00	3,6	175	151	196	48	147
		-12,50	5,9	285	183	281	48	232
		-13,00	4,9	235	236	282	48	234
		-13,50	4,1	198	287	291	48	243
		-14,00	3,9	188	327	309	48	261
		-14,50	4,0	195	352	329	48	280
		-15,00	6,1	294	390	410	48	362
		-15,50	6,5	314	441	453	48	405
		-16,00	6,6	321	494	489	48	441
		-16,50	7,0	338	544	529	48	481
		-17,00	8,1	392	595	592	48	544

Netto Draagkracht in [kN]

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

PPN [m tov NAP]	D1	D2
-11,00	126	100
-11,50	120	120
-12,00	127	147
-12,50	135	232
-13,00	213	234
-13,50	250	243
-14,00	315	261
-14,50	357	280
-15,00	406	362
-15,50	452	405
-16,00	474	441
-16,50	482	481
-17,00	575	544

Toelichting rekenresultaten

- Indien er paalpuntniveaus te onderscheiden zijn die, vanuit geotechnisch oogpunt, al dan niet de voorkeur hebben ("preferente paalpuntniveaus"), is dat normaliter in de tabel in § 5.2.1. van de rapportage aangegeven.

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

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

Rekenresultaten

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

Sondering	Maaiveld [m tov NAP]	PPN [m tov NAP]	$q_{b,max}$ [MPa]	$R_{b,cal,max}$ [kN]	$R_{s,cal,max}$ [kN]	$R_{c,d}$ [kN]	$F_{s,sk;d}$ [kN]	$R_{c,net;d}$ [kN]
D1	-1,46	-11,00	4,1	254	72	196	38	157
		-11,50	2,4	148	119	160	38	122
		-12,00	2,5	156	165	193	38	154
		-12,50	2,0	124	219	206	38	168
		-13,00	3,8	238	256	296	38	258
		-13,50	4,2	260	302	337	38	299
		-14,00	5,5	345	346	415	38	376
		-14,50	5,8	365	404	462	38	423
		-15,00	6,8	425	456	529	38	490
		-15,50	7,3	458	511	581	38	543
		-16,00	7,1	444	570	608	38	570
		-16,50	6,3	395	629	615	38	576
D2	-1,31	-11,00	8,7	543	677	732	38	694
		-11,50	3,7	228	73	181	55	126
		-11,50	3,3	205	132	202	55	147
		-12,00	3,5	216	172	233	55	178
		-12,50	5,6	352	208	336	55	281
		-13,00	4,5	284	268	331	55	276
		-13,50	4,0	253	327	348	55	293
		-14,00	3,9	241	372	368	55	313
		-14,50	4,0	253	400	392	55	337
		-15,00	6,1	379	443	493	55	438
		-15,50	6,4	399	501	540	55	485
		-16,00	6,5	407	561	581	55	526
		-16,50	6,9	428	619	628	55	573
		-17,00	8,1	505	676	708	55	654

Netto Draagkracht in [kN]

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

PPN [m tov NAP]	D1	D2
-11,00	157	126
-11,50	122	147
-12,00	154	178
-12,50	168	281
-13,00	258	276
-13,50	299	293
-14,00	376	313
-14,50	423	337
-15,00	490	438
-15,50	543	485
-16,00	570	526
-16,50	576	573
-17,00	694	654

Toelichting rekenresultaten

- Indien er paalpuntniveaus te onderscheiden zijn die, vanuit geotechnisch oogpunt, al dan niet de voorkeur hebben ("preferente paalpuntniveaus"), is dat normaliter in de tabel in § 5.2.1. van de rapportage aangegeven.

Voorbeeldberekening

Berekening, volgens NEN 9997-1:2017, van de draagkracht van de grond op druk en verticale verplaatsing van de paalfundering.

Uitgangspunten

Referentie niveau:	NAP
Gehanteerde sondering:	D1
Paaltype:	prefab betonpaal NEN9997-1:2017
Paalpuntniveau:	-14 meter
Schachtafmeting:	220 mm
Oorspronkelijke maaiveldhoogte:	-1,46 meter
Toekomstige maaiveldhoogte:	-1,3 meter
Aanlegniveau fundering:	-2 meter
Gemiddeld laagste grondwaterstand (GLG):	-2,2 meter
Ophoging ten opzichte van maaiveld:	0,16 meter
Schachtwrijving startniveau:	-10,1 meter
Schachtwrijving eindniveau:	-14 meter

Rekenfactoren & resultaten

$q_{c,I;gem}$ =	11,3 MPa
$q_{c,II;gem}$ =	9,5 MPa
$q_{c,III;gem}$ =	5,9 MPa
a_p =	0,7
β =	1
s =	1
$p_{r,max;punt}$ =	5,71 MPa
a_s =	0,01
$q_{c,z;a}$ =	8,9 MPa
$q_{s,max}$ =	0,089 MPa
$R_{s;cal,max}$ =	304,589 kN
A_{punt} =	0,048 m ²
Q_s =	0,88 m
Δ_L =	3,9 m
$R_{b;cal,max}$ =	276 kN
$R_{c;cal,max}$ =	581 kN
ξ_3 en ξ_4 =	1,39
$R_{c;cal,max;rep}$ =	418 kN
γ_t =	1,2
$R_{c;d}$ =	348 kN
$R_{c;net;d}$ =	315 kN

Negatieve Kleef

Negatieve kleef startniveau:	-1,3 meter
Negatieve kleef eindniveau:	-10,1 meter
Gebruikte waterstand:	-2,2 meter
F_{snkd} =	34 kN

Tabel volumegewichten

Diepte [m]	Grondsoort	volumegewicht [kN/m ³]	γ -waarde	$K_0;rep * \tan \gamma;rep$
-1,94	Veen Niet-Voorbelast Slap	5	15	0,25
-6,02	Klei Schoon Slap	14	17,5	0,25
-8,75	Veen Niet-Voorbelast Slap	11	15	0,25
-9,45	Veen Matig-Voorbelast Matig	12	20	0,25
-10,01	Zand Schoon Vast	21	35	0,30

Voorbeeldberekening

Berekening, volgens NEN 9997-1:2017, van de draagkracht van de grond op druk en verticale verplaatsing van de paalfundering.

Uitgangspunten

Referentie niveau:	NAP
Gehanteerde sondering:	D1
Paaltype:	prefab betonpaal NEN9997-1:2017
Paalpuntniveau:	-14 meter
Schachtafmeting:	250 mm
Oorspronkelijke maaiveldhoogte:	-1,46 meter
Toekomstige maaiveldhoogte:	-1,3 meter
Aanlegniveau fundering:	-2 meter
Gemiddeld laagste grondwaterstand (GLG):	-2,2 meter
Ophoging ten opzichte van maaiveld:	0,16 meter
Schachtwrijving startniveau:	-10,1 meter
Schachtwrijving eindniveau:	-14 meter

Rekenfactoren & resultaten

$q_{c,I;gem}$ =	11,3 MPa
$q_{c,II;gem}$ =	9,5 MPa
$q_{c,III;gem}$ =	5,4 MPa
a_p =	0,7
β =	1
s =	1
$p_{r,max;punt}$ =	5,52 MPa
a_s =	0,01
$q_{c,z;a}$ =	8,9 MPa
$q_{s,max}$ =	0,089 MPa
$R_{s;cal,max}$ =	346,124 kN
A_{punt} =	0,062 m ²
Q_s =	1 m
Δ_L =	3,9 m
$R_{b;cal,max}$ =	345 kN
$R_{c;cal,max}$ =	691 kN
ξ_3 en ξ_4 =	1,39
$R_{c;cal,max;rep}$ =	498 kN
γ_t =	1,2
$R_{c;d}$ =	415 kN
$R_{c;net;d}$ =	376 kN

Negatieve Kleef

Negatieve kleef startniveau:	-1,3 meter
Negatieve kleef eindniveau:	-10,1 meter
Gebruikte waterstand:	-2,2 meter
F_{snkd} =	38 kN

Tabel volumegewichten

Diepte [m]	Grondsoort	volumegewicht [kN/m ³]	γ -waarde	$K0_{rep} * \tan \gamma_{rep}$
-1,94	Veen Niet-Voorbelast Slap	5	15	0,25
-6,02	Klei Schoon Slap	14	17,5	0,25
-8,75	Veen Niet-Voorbelast Slap	11	15	0,25
-9,45	Veen Matig-Voorbelast Matig	12	20	0,25
-10,01	Zand Schoon Vast	21	35	0,30

Verticale verplaatsing van de paalfundering

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

Grondparameters

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

Materiaalfactoren

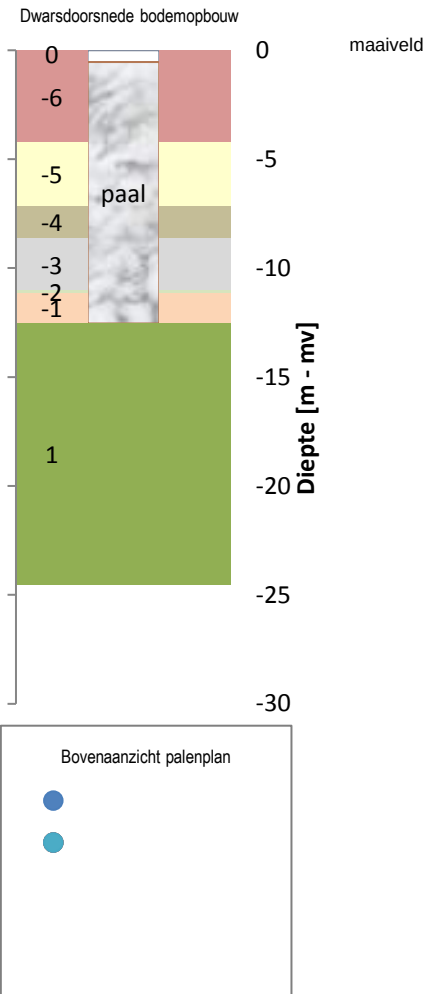
- Volumiek gewicht	1
- Tangent hoek inwendige wrijving	1
- Ongedraineerde schuifsterkte	1
- Cohesie	1

Bodemeigenschappen (aannname)

Oorspronkelijke maaiveldhoogte	-1,46 [m tov NAP]
Toekomstige maaiveldhoogte	-1,46 [m tov NAP]
Hoge grondwaterstand	-1,5 [m tov NAP]
Lage grondwaterstand	-2,2 [m tov NAP]
Pre-overburden pressure (POP)	2,0 [kN/m ²]

Paaleigenschaften

Paaltype	Prefab_betonpaal
E-modulus [kN/m²] (kern / buis / schil)	2,00E+07
wanddikte buis [mm]	8
Last-zakingsdiagram	1
Paalkopniveau	-2,00 [m tov NAP]
Paalpuntniveau	-14,00 [m tov NAP]
Startniveau schachtwrijving	-10,10 [m tov NAP]
Aantal palen (X × Y)	1 × 2



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

[illegible]

Symbolen en eenheden

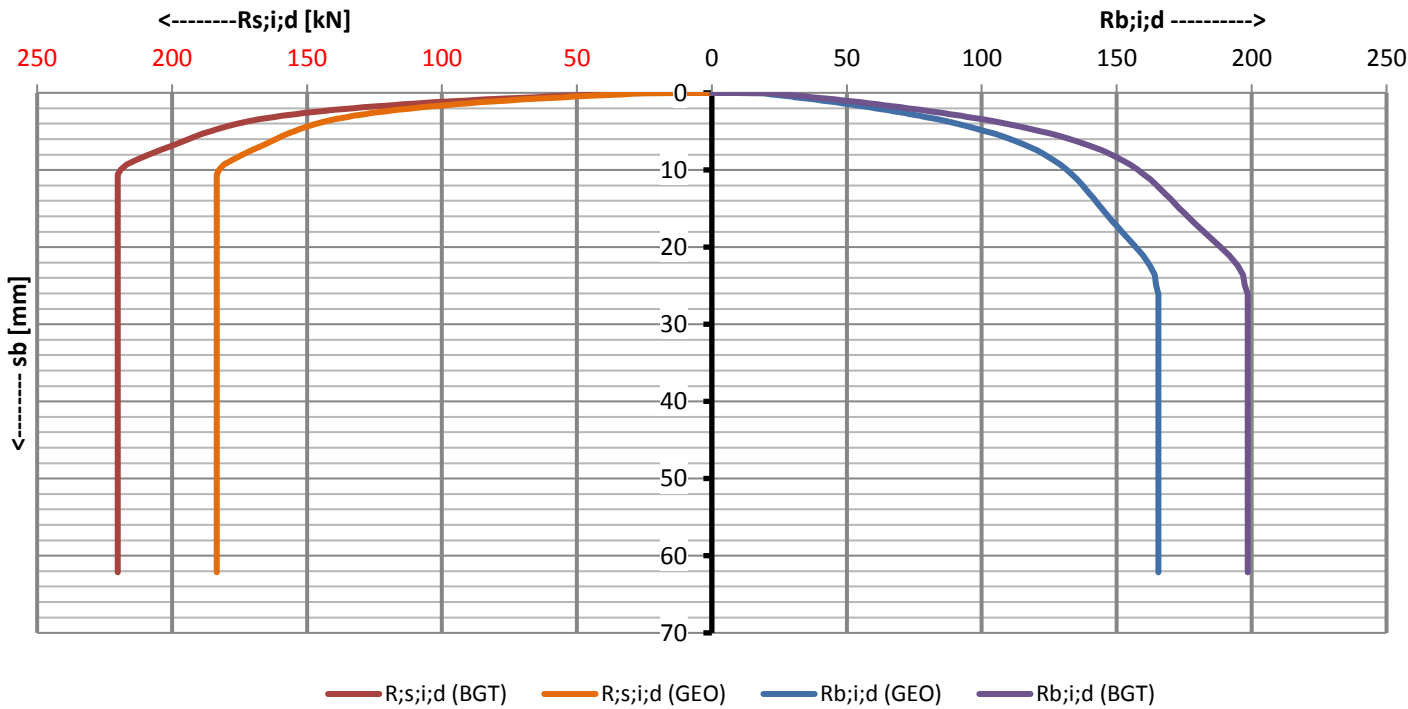
Symbolen en eenheden					
γ	volumieke gewicht van grond (natuurlijk)	kN/m ³	Fc	Paalbelasting	kN
γ_{sat}	volumieke gewicht van verzadigde grond	kN/m ³	Fnk	Negatieve kleef	kN
ϕ	effectieve hoek van inwendige wrijving	°	Fc;netto	Netto paalbelasting (Fc-Fnk)	kN
CR	compression ration (Cc/1+e0))	-	Sb	Paalpuntzakking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

Paalkopzакking en last-zakkingdiagram

Paaltype: Prefab_betonpaal
Paalafmeting: 220 x 220 mm
Paalpuntniveau: -14,00 m tov NAP
Sondering: D1

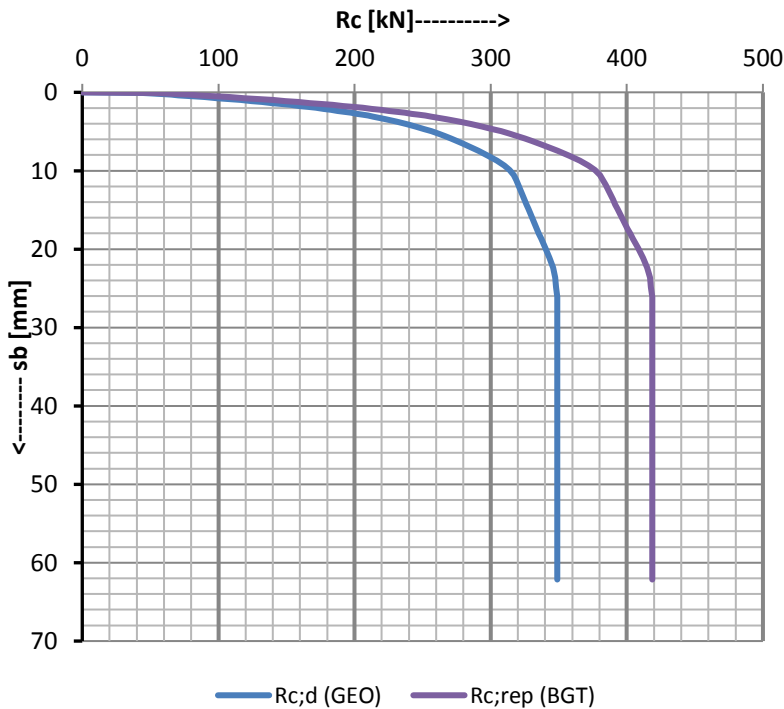
Palenplan	x-richting:	y-richting:
aantal	1	2
hoh-afstand [m]	nvt	2,0

Last / Zakking diagram : grenstoestand Geo en bruikbaarheidsgrenstoestand



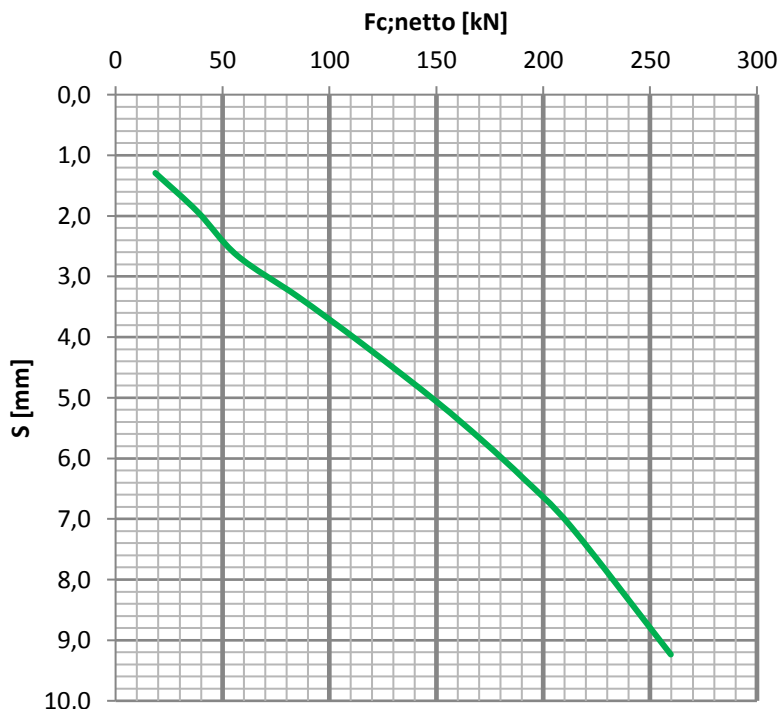
Last / Zakking diagram

Paalweerstand vs. paalpuntzakking



Last / zakking diagram

Netto paalbelasting vs paalkopzакking



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]
315	34	349	26,1	5,0	31,1	0,8	32,0
314	34	348	24,9	5,0	29,9	0,8	30,7
314	34	348	23,6	5,0	28,6	0,8	29,5
312	34	346	22,4	5,0	27,4	0,8	28,2
309	34	343	21,1	5,0	26,1	0,8	26,9
306	34	340	19,9	4,9	24,8	0,8	25,6
303	34	337	18,6	4,9	23,5	0,8	24,3
300	34	334	17,4	4,8	22,3	0,8	23,0
180	34	214	3,1	3,3	6,4	0,4	6,8
15	34	49	0,1	1,1	1,3	0,0	1,3

BGT

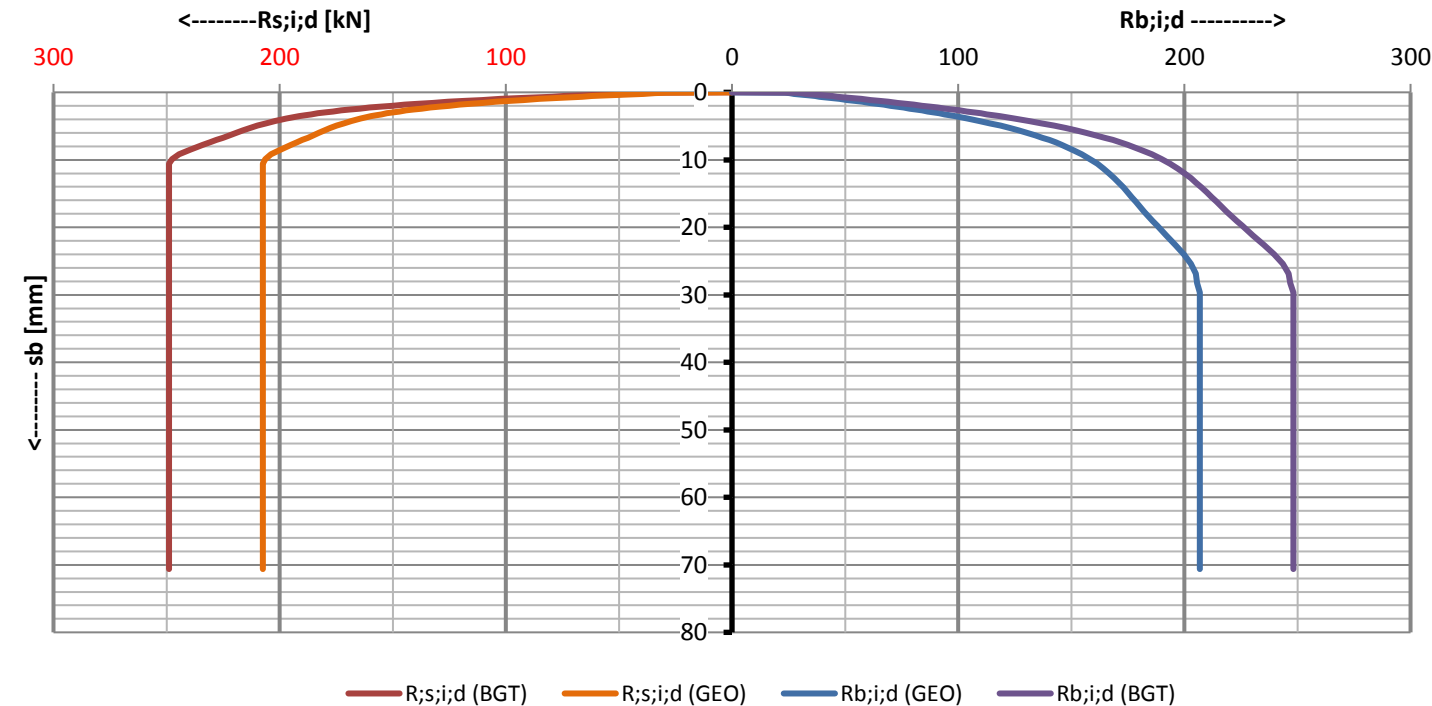
$F_{c,netto}$ [kN]	F_{nk} [kN]	F_c [kN]	S_b [mm]	S_{el} [mm]	S_1 [mm]	S_2 [mm]	S [mm]	$k_{v,rep}$ [kN/mm]	$k_{v,d}$ [kN/mm]
260	34	294	4,4	4,3	8,7	0,5	9,2	32	24
213	34	247	2,9	3,7	6,6	0,5	7,1	35	27
191	34	225	2,4	3,4	5,8	0,5	6,3	35	27
172	34	206	2,0	3,2	5,2	0,5	5,7	36	28
150	34	184	1,6	2,9	4,5	0,5	5,1	36	28
115	34	149	1,1	2,5	3,6	0,5	4,1	36	28
85	34	119	0,7	2,1	2,8	0,5	3,3	36	28
57	34	91	0,4	1,7	2,2	0,5	2,7	34	26
38	34	72	0,2	1,5	1,7	0,2	1,9	37	29
19	34	53	0,1	1,2	1,3	0,0	1,3	41	31

Paalkopzакking en last-zakkingsdiagram

Paaltype: Prefab_betonpaal
Paalafmeting: 250 x 250 mm
Paalpuntniveau: -14,00 m tov NAP
Sondering: D1

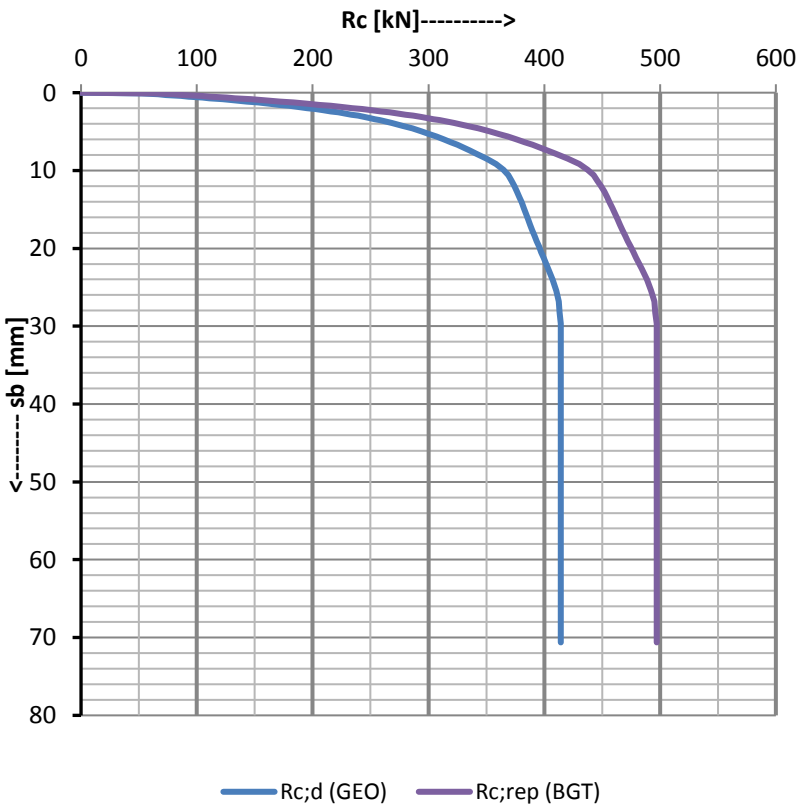
Palenplan	x-richting:	y-richting:
aantal	1	2
hoh-afstand [m]	nvt	2,0

Last / Zakking diagram : grenstoestand Geo en bruikbaarheidsgrenstoestand



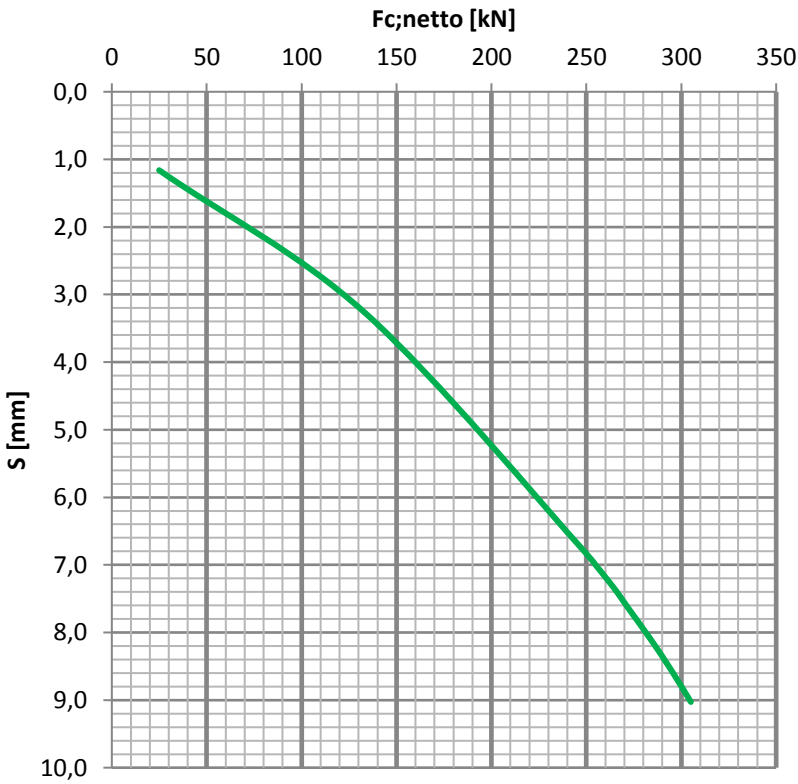
Last / Zakking diagram

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_d [mm]
376	38	414	29,7	4,5	34,2	0,9	35
375	38	413	28,3	4,5	32,7	0,9	34
375	38	413	26,8	4,5	31,3	0,9	32
372	38	410	25,4	4,5	29,9	0,9	31
369	38	407	24,0	4,4	28,5	0,9	29
365	38	403	22,6	4,4	27,0	0,9	28
361	38	399	21,2	4,4	25,6	0,9	26
357	38	395	19,8	4,3	24,1	0,8	25
220	38	258	3,5	3,0	6,5	0,0	7
22	38	60	0,1	1,0	1,1	0,0	1

BGT

F_{c;netto} [kN]	F_{nk} [kN]	F_c [kN]	S_b [mm]	S_{el} [mm]	S₁ [mm]	S₂ [mm]	S [mm]	kv_{rep} [kN/mm]	kv_d [kN/mm]
305	38	343	4,6	3,9	8,4	0,6	9,0	38	29
295	38	333	4,2	3,8	8,0	0,6	8,6	39	30
284	38	322	3,9	3,6	7,5	0,6	8,1	40	31
272	38	310	3,5	3,5	7,0	0,6	7,6	41	31
266	38	304	3,4	3,5	6,9	0,6	7,4	41	32
261	38	299	3,2	3,4	6,7	0,6	7,2	41	32
255	38	293	3,1	3,3	6,5	0,5	7,0	42	32
249	38	287	3,0	3,3	6,3	0,5	6,8	42	32
134	38	172	1,1	2,2	3,3	0,0	3,3	52	40
25	38	63	0,1	1,1	1,2	0,0	1,2	54	42

Toetsing Grenstoestand Geo

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

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

Prefab_betonpaal	220 x 220 mm	250 x 250 mm
Rekenwaarde netto draagkracht:	315 kN	376 kN
Rekenwaarde negatieve kleef:	34 kN	38 kN
Totale belasting op de paal (incl. neg. kleef)	291 kN	350 kN
Sd:	12 mm	12 mm
Sreq:	150 mm	150 mm
Voldoet aan de zakkingseis GEO:	ja	ja
Uitgaande van een onderlinge paalafstand van minimaal 2 m geldt:		
Maximaal optredende (relatieve) rotatie	1 / 494	1 / 484
Maximaal toegestane (relatieve) rotatie	1 / 100	1 / 100
Voldoet aan aanbevolen rotatiecriterium	ja	ja

Verificatie Bruikbaarheidsgrenstoestand

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

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

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

Prefab_betonpaal	220 x 220 mm	250 x 250 mm
Representatieve waarde draagkracht:	378 kN	452 kN
Rekenwaarde negatieve kleef:	34 kN	38 kN
Aanname gemiddelde belastingspercentage palen:	74%	75%
Representatieve belasting op de paal	267 kN	322 kN
Sd:	8 mm	8 mm
Sreq:	50 mm	50 mm
Voldoet aan de zakkingseis BGT:	ja	ja
Uitgaande van een onderlinge paalafstand van minimaal 2 m geldt:		
Maximaal optredende (relatieve) rotatie	1 / 770	1 / 797
Maximaal toegestane (relatieve) rotatie	1 / 300	1 / 300
Voldoet aan aanbevolen rotatiecriterium	ja	ja

Bijlage 2 : Algemene richtlijnen uitvoering en ontwerp

Algemene richtlijnen en aandachtspunten uitvoering en ontwerp

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

Algemeen

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

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

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

Algemeen

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

Grondwerken en grondkerende constructies

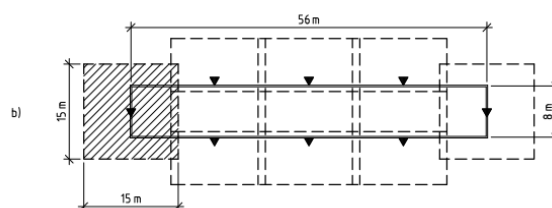
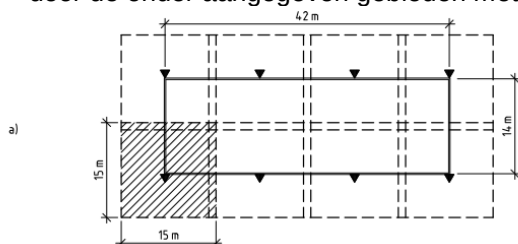
- Indien op basis van de geologische kennis van het gebied wordt verwacht dat afwijkingen in dikte van aanwezige klei-, veen- en leemlagen op het bouwterrein kleiner zijn dan 0,5 m, waardoor geen zakkingsverschillen groter dan 0,10 m over een afstand van 10 m zullen optreden, mag de afstand tussen de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

Fundering op staal

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

Fundering op palen

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



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

Wat als het grondonderzoek niet voldoet aan deze richtlijnen?

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

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

Afstand WKO-boringen tot fundering

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

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

Grondwater

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

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

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

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

Silt Advies is trots onderdeel van de Silt Groep:



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

Silt 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

Silt Lab

- 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
- Digitaal bestel- en informatieportaal: www.siltlab.nl

Rapport: RESULTATEN GRONDONDERZOEK
Uitbreiding bedrijfspand, Amsteldijk 31
Uithoorn

Opdrachtgever: Textielververij Smit
Amsteldijk Noord 30-31
1422 XW Uithoorn

Contactbedrijf: Bouwkundig ing. A.J. van Bemmelen
Vuurlijn 58
1424 NS De Kwakel

Rapportnummer: 2000600RG

Versie: 1

Rapportdatum: 6 juli 2020

Contactpersoon: W Doeswijk



Dataverwerking: Bedrijfsbureau

Controle:

Inhoudsopgave

1	Projectbeschrijving	1
1.1	Inleiding	1
2	Veldonderzoek	2
2.1	Onderzoeksopzet	2
2.2	Sonderingen	2
2.3	Hoogtemeting	2

Bijlagen

Bijlage 1: Resultaten grondonderzoek

1 Projectbeschrijving

1.1 Inleiding

In opdracht van Textielververij Smit is door Wiha Geo- en milieutechniek B.V. een grondonderzoek uitgevoerd voor het project "Uitbreiding bedrijfspand, Amsteldijk 31 te Uithoorn" In onderhavig rapport worden de resultaten van het grondonderzoek weergegeven.

2 Veldonderzoek

2.1 Onderzoeksopzet

Het grondonderzoek heeft plaatsgevonden op 1 juli 2020.

De onderzoeksopzet is bepaald door {opzetwie: ons bureau, de opdrachtgever, of namens de opdrachtgever}. De onderzoekspunten zijn door ons bureau in het terrein uitgezet en ingemeten.

2.2 Sonderingen

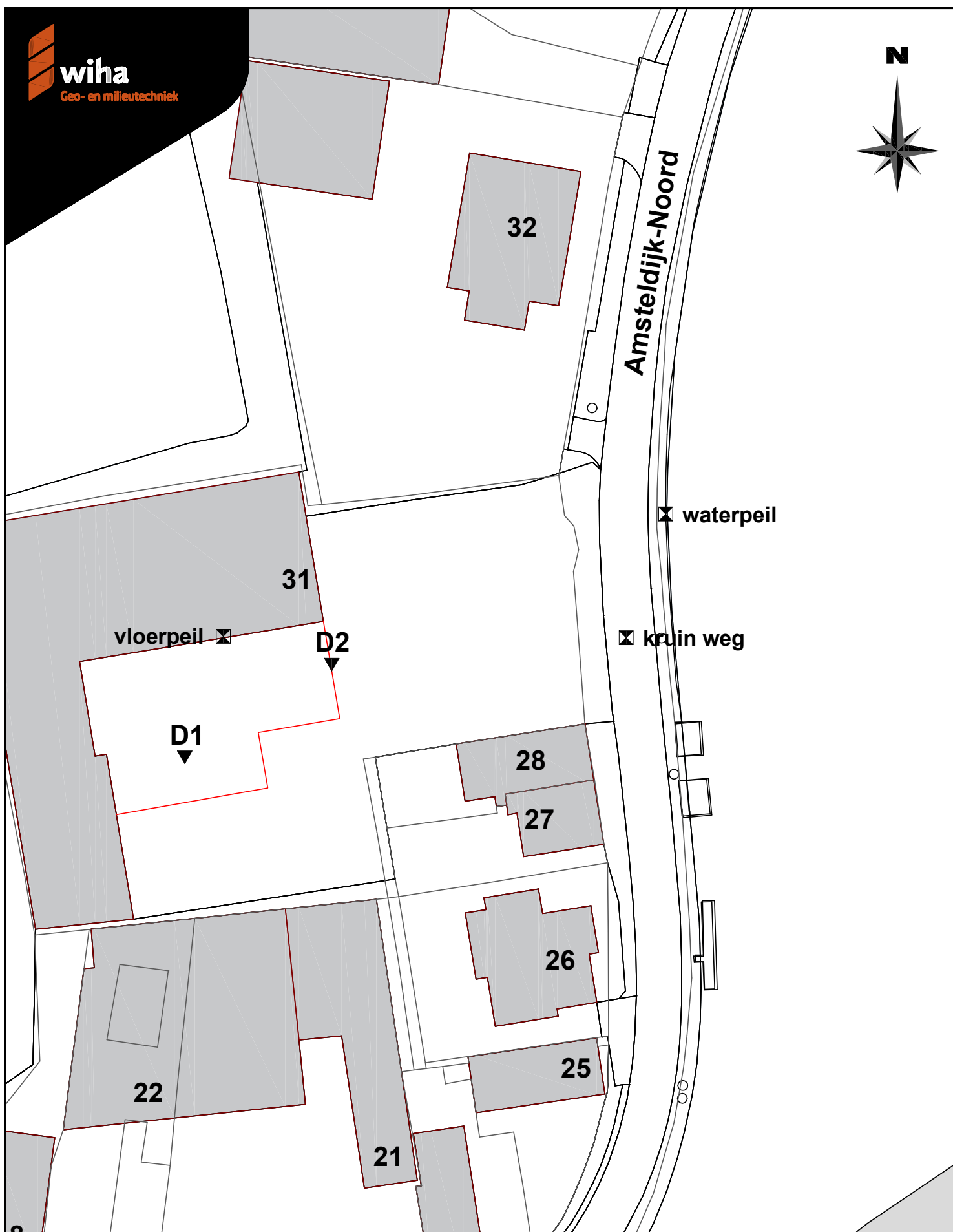
Voor dit project zijn door ons bureau 2 sonderingen gemaakt. Het betreft sondeernummer: D1 en D2. De sonderingen zijn uitgevoerd conform NEN-EN-ISO 22476-1, met een sondeerunit met een elektrische kleefmantelconus klasse 2.

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 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: 2000600

Project: Uitbreiding bedrijfspand aan de Amsteldijk-Noord 31 te Uithoorn

Datum: 6 juli 2020

0 m 5 m 25 m

Situatietekening

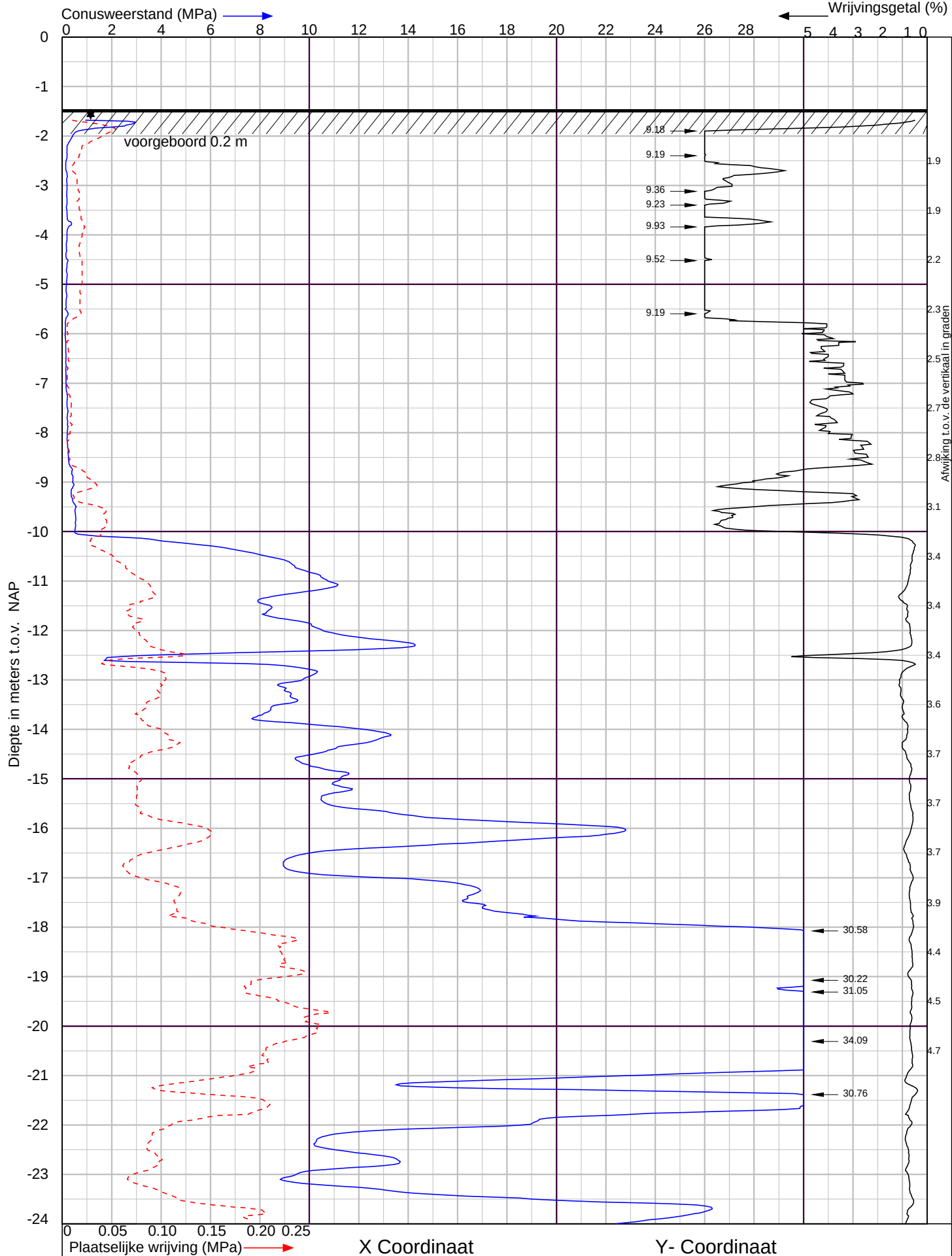
Formaat: A4



Getekend: JSP

Maten in meters

Schaal 1:500



Amsteldijk 31 te Uithoorn

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



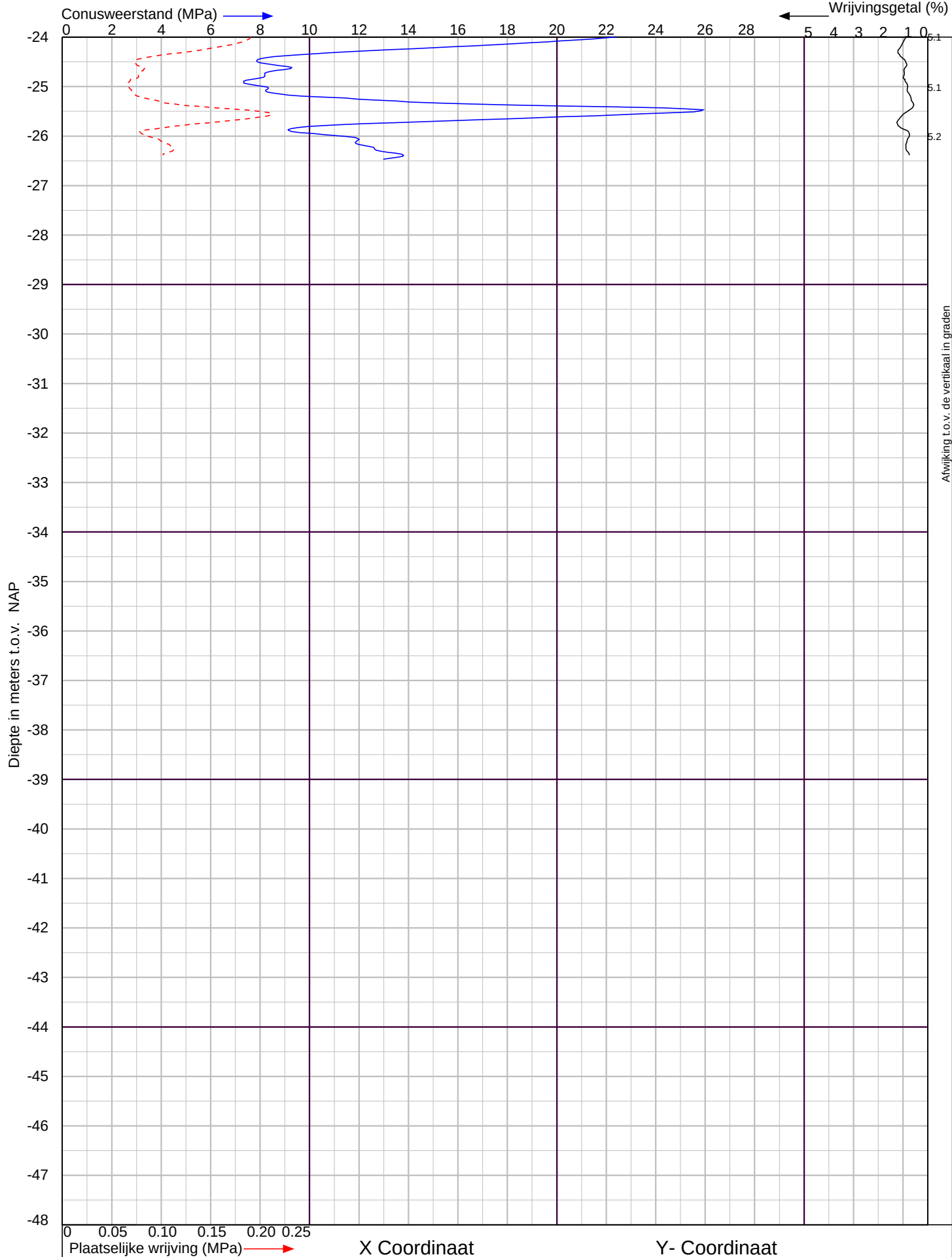
Postbus 21 2800AA Gouda
tel. : 0182 - 58 55 03
Postbus 2099 4460 MB Goes
tel. 0113 - 82 02 23
info@wiha.nl - www.wiha.nl

Datum : 1-7-2020
Conusnr. : 071063
MV. is -1.46 m t.o.v. NAP

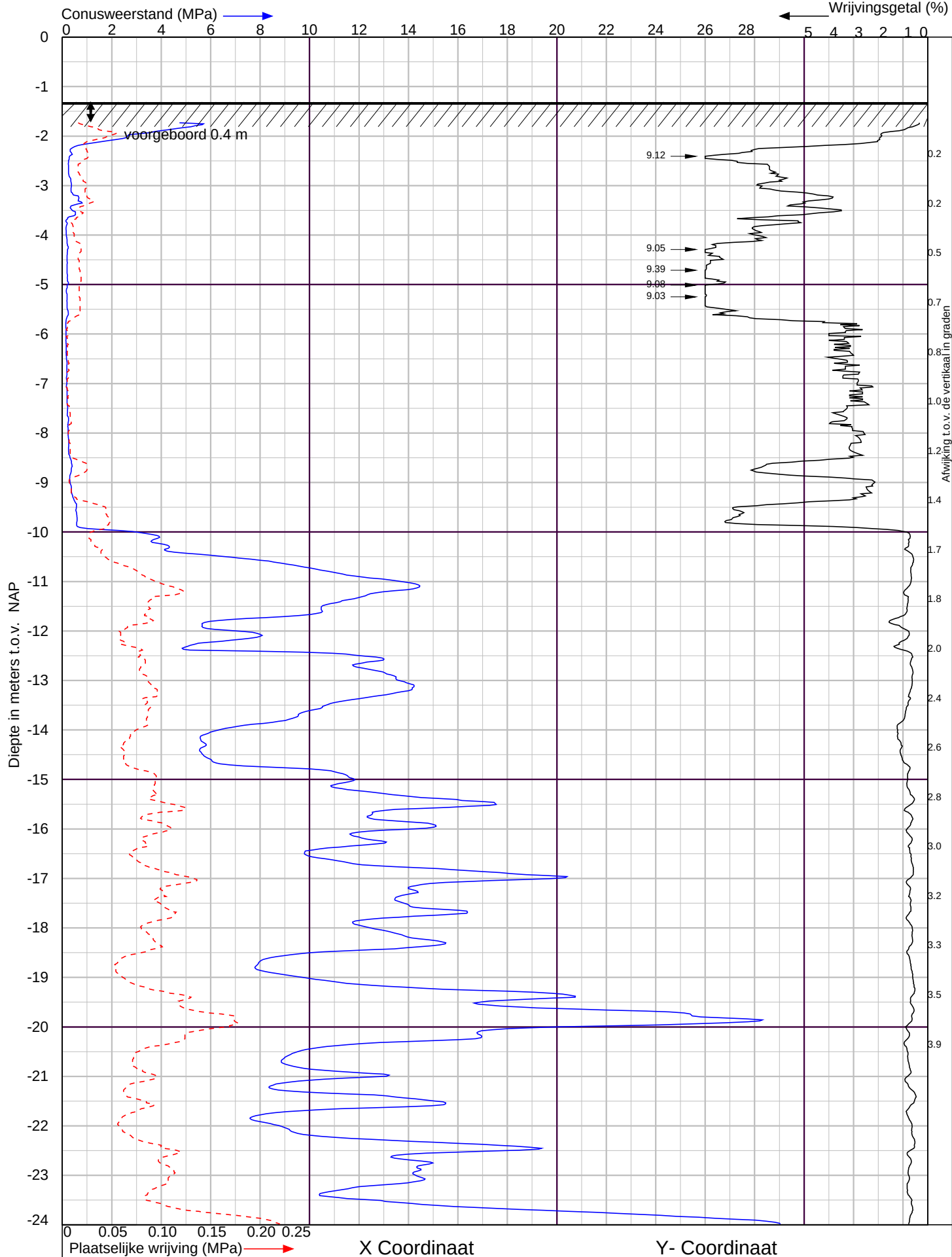
Project nummer : 2000600

Sondering : 1

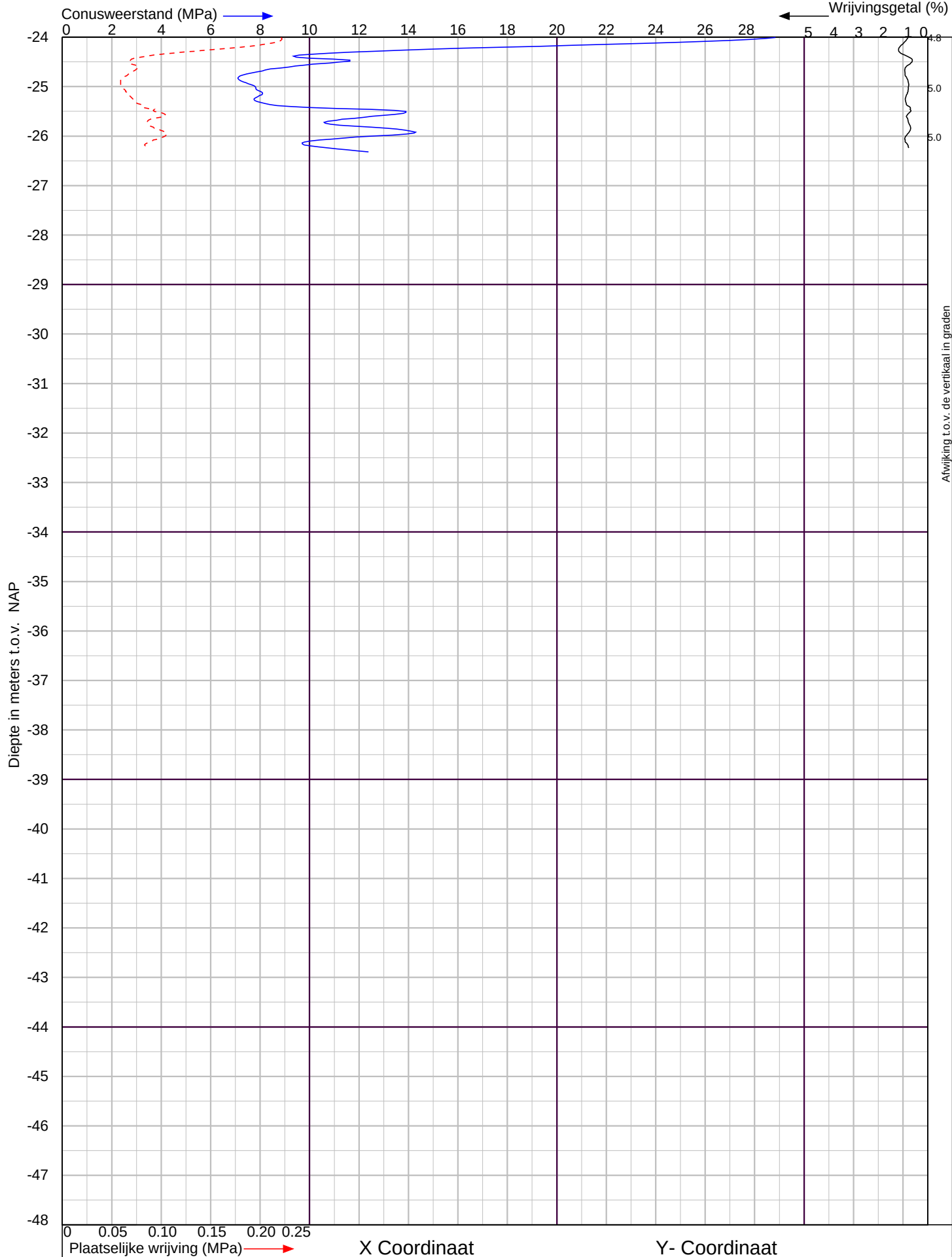




Amsteldijk 31 te Uithoorn		Sondering volgens NEN-EN-ISO 22476-1 Klasse 2	
 wiha Geo- en milieutechniek	Postbus 21 2800AA Gouda tel. : 0182 - 58 55 03 Postbus 2099 4460 MB Goes tel. 0113 - 82 02 23 info@wiha.nl - www.wiha.nl	Datum : 1-7-2020	Project nummer : 2000600
		Conusnr. : 071063	Sondering : 1
		MV. is -1.46 m t.o.v. NAP	
			



Amsteldijk 31 te Uithoorn			Sondering volgens NEN-EN-ISO 22476-1 Klasse 2	
 wiha Geo- en milieutechniek	Postbus 21 2800AA Gouda tel. : 0182 - 58 55 03 Postbus 2099 4460 MB Goes tel. 0113 - 82 02 23 info@wiha.nl - www.wiha.nl	Datum : 1-7-2020		Project nummer : 2000600
		Conusnr. : 071063		Sondering : 2
		MV. is -1.31 m t.o.v. NAP		
				



Amsteldijk 31 te Uithoorn

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



Postbus 21 2800AA Gouda
tel. : 0182 - 58 55 03
Postbus 2099 4460 MB Goes
tel. 0113 - 82 02 23
info@wiha.nl - www.wiha.nl

Datum : 1-7-2020
Conusnr. : 071063
MV. is -1.31 m t.o.v. NAP

Project nummer : **2000600**

Sondering : **2**



Waterpasstaat

(+ stopcriterium sonderingen)

 Hoogten ingemeten met behulp van dGPS
 Datum uitvoering : 1 juli 2020

Meetpunt	Hoogte* [m t.o.v. NAP]	Opmerking / stopcriterium1
sondering 1	1,46 -	V
sondering 2	1,31 -	V
put		
kruin weg	0,10 +	
waterpeil	0,40 -	
vloerpeil	1,23 -	

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

Grondwater

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

Meetpunt [nr.]	Stijghoogte* [m - mv] [m t.o.v. NAP]	
sondeergat D2	0,40	1,71 -

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

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

¹ Toelichting :

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

Algemene toelichting onderzoeksmethoden

Toelichting sonderingen

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

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

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

Handsonderingen

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

Waterspanningsmeting

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

Dissipatieproef

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

Wegdrukpeilbuis

Wegdrukpeilbuizen worden geplaatst met behulp van een sondeertruck.

Mechanische boring

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

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

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

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

Waterdoorlatendheidsmeting, onder de grondwaterspiegel, uitgevoerd middels de constant-flow-rate-methode cf. ISO/FDIS 22282-2:2008(E). Bij het uitvoeren van deze meting wordt de peilbuis met een constant debiet doorgepompt totdat een constante waterstandsverlaging ontstaat in de peilbuis. Uit de

verhouding tussen het pompdebiet en de waterstandsverlaging kan de doorlatendheid worden berekend van het bodemtraject waarin het filter is geplaatst.

Waterdoorlatendheidsmeting verricht middels de falling-head-methode.

Doorlatendheidsmeting ter bepaling van de horizontale waterdoorlatendheid van de verzadigde ondergrond (onder de grondwaterspiegel). Bij deze proef wordt een peilbuis geheel of gedeeltelijk gevuld met water, waarna de waterstandsval wordt gemeten. De dalingsnelheid 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 stijgingsnelheid 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 dalingsnelheid van het water wordt vastgesteld. Door toepassing van een buitenring infiltreert grondwater in de binnenring zoveel mogelijk verticaal. Uit de infiltratiesnelheid kan vervolgens de verticale waterdoorlatendheid worden afgeleid.

Legenda boorstaat

zand

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

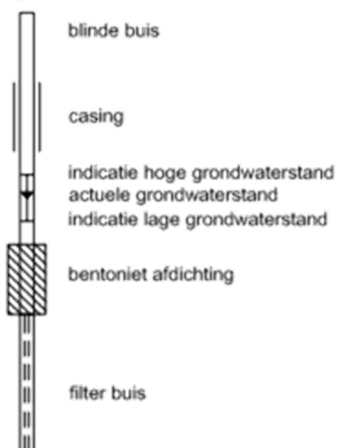
grind

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

veen

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

peilbuis



klei

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

leem

	leem, zwak zandig
	leem, sterk zandig

overige toevoegingen

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

monsternamen

	geroerd monster
	ongeroerd monster

overige tekens

	bijzonder bestanddeel
	gemiddelde hoogste grondwaterstand
	grondwaterstand
	gemiddelde laagste grondwaterstand

Legenda situatietekening

sonderen

	sondering
	sondering niet uitgevoerd
	wegdrukpeilbuis
	handsondering

boren

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

overig

	meetpunt
	fotopijl met richting
	sondering van derden
	boring van derden

faseringsonderzoek

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



wiha

Geo- en milieutechniek

Technisch bodemonderzoek

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

Milieukunde

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

Geotechnisch en geohydrologisch advies

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

Geotechnisch laboratorium

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

vofb
Vereniging
Ondernemers
Technisch
Bodemonderzoek